보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )발간등록번호(11-B552989-000355-01)

국토교통연구기획사업 최종보고서

R&D / 19RDPP-C155084-01

디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획 최종보고서

2021. 1.

주관연구기관 / ㈜ 과학기술전략연구소

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

19RDPP-C155084-01

디지털라이브국토정보기술개발사업 기획 최종보고서

2021

국토교통과학기술진흥원 국토교통부

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획’(연구개발 기간 : 2019.12.2 ~ 2020.12.1) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2021. 1.

주관연구기관명 : ㈜ 과학기술전략연구소 (인)



주관연구기관책임자: 유 경 만 대 표

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19RDPP-C155084-01</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2019.12.2 - 2020.12.1 (12개월)</td><td>단계구분</td><td>1단계/ 1단계</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td>연구과제명</td><td colspan="5">디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">유 경 만</td><td>해당단계 참여연구원 수</td><td>총: 7명
내부: 7명
외부: 명</td><td>해당단계 연구비</td><td>정부:200,000천원
민간: 천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계:200,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여연구원 수</td><td>총: 7명
내부: 7명
외부: 명</td><td>총 연구비</td><td>정부:200,000천원
민간: 천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계:200,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="3">㈜과학기술전략연구소</td><td colspan="2">참여기업명:</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
<tr><td colspan="6">※ 국내・외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의 보안등급 및 사유</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록・기탁번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수 1158

요약문

1. 사업개요

○ 사 업 명 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업

○ 총사업비 : 1,838억 원 (정부 1,378.5억 원, 민간 459.5억 원)

○ 사업기간 : 2022년 ~ 2026년 (5년)

○ 사업목적 : 4차 산업혁명 시대가 요구하는 실시간 N차원* 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로 다양한 서비스 제공이 가능한 디지털 라이브 국토 구현 기술 개발

* N차원 : 평면에 높이가 추가되어 만들어진 3차원에 시간, 정밀도, 다양한 센서로부터 수집되는 속성정보가 결합되어 5차원을 뛰어 넘는 다중 차원

○ 추진주체

- 주관부처 : 국토교통부
- 전문기관 : 국토교통과학기술진흥원

○ 추진근거

추진근거	내용
관계 법령	◆ 「과학기술기본법」 제11조(국가연구개발사업의 추진), 제17조(협동·융합 연구개발의 촉진) ◆ 「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진), 제9조(융·복합 연구개발의 추진), 제10조(국토교통과학기술의 보급 및 활용촉진) ◆ 「국가공간정보 기본법」 제9조(연구·개발 등), 제10조(정부의 지원) ◆ 「공간정보산업 진흥법」 제9조(융·복합 공간정보산업 지원), 제13조(공간정보기술의 개발 촉진), 제14조(공간정보산업의 표준화 지원) ◆ 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제97조(연구·개발의 추진 등)
국정 과제	◆ 문재인정부 국정운영 5개년 계획 - 20대 국정전략 중 “과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명”, “국민안전과 생명을 지키는 안심사회”와 관련 - 100대 국정과제 중 “소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축”, “고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성” 등 5개 과제와 관련 - 4대 복합·혁신과제 중 “4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가”와 관련
국가 계획	◆ 제4차 국가과학기술 기본계획('18~'22) ◆ 제4차 국토종합계획 수정계획('11~'20)
국토교통부 계획	◆ 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략 ◆ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27) ◆ 제3차 국토교통 R&D 중장기전략('14~'23) ◆ 제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22) ◆ 제2차 공간정보산업진흥 기본계획('16~'20) ◆ 제1차 국가측량 기본계획('16~'20)

○ 주요 사업내용

- (중점분야 1) 초정밀 디지털 국토 구축

: 영상 및 신호 데이터를 융합하여 실내외 연속 위치를 결정하고, 다양하게 수집되는 공간 데이터의 변화정보를 자동으로 인식·갱신하는 3차원 가상국토 구축

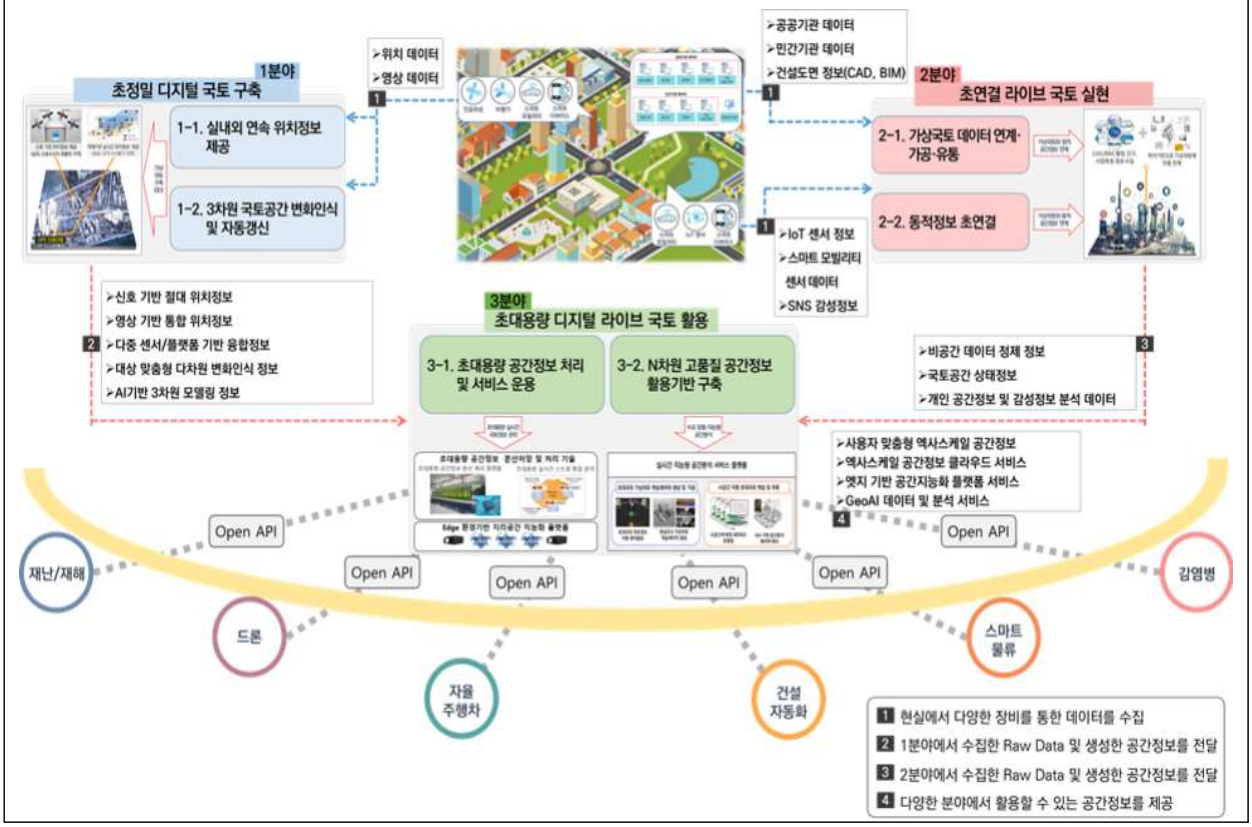
- (중점분야 2) 초연결 라이브 국토 실현

: 다양한 정보가 포함된 N차원 형태의 디지털 라이브 국토정보 구축을 위해 초연결 기반 다양한 정적·동적 정보를 가상국토에 실시간 연계

- (중점분야 3) 초대용량 디지털 라이브 국토 활용

: 초대용량 N차원 공간정보 처리·서비스 기반을 확보하고, N차원 고품질 공간정보 활용 기반을 구축하여 공간 지능화 서비스 프레임워크 제공

참고 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 개념도



2. 배경 및 필요성

□ 4차 산업혁명 시대에 공간정보는 미래사회·산업 분야 핵심 인프라

○ 공간정보는 지형·지물, 자연현상, 사람과 사물의 위치, 형태, 속성 등 공간인지와 의사결정에 필수적이며, 지능정보사회의 핵심 인프라

- 4차 산업의 핵심 기술인 ICBM(IoT, Cloud, Big data, Mobile)과 연계하여 도시, 교통, 복지, 환경 등 다양한 분야의 발전에 큰 영향 예상

※ 출처 : 4차 산업혁명 대응계획, 4차산업혁명위원회, 2017

□ 공간정보는 융복합 산업 분야의 수요 급증으로 일자리 창출 및 산업 파급 효과가 큰 미래 신성장 동력

○ 융·복합 신산업 분야에서 공간정보 수요 급증 및 활용 가속화

- 자율주행차, 드론, 로봇 등 자율운행기기의 활용이 확대되면서 보다 상세하고 정확한 공간정보의 수요가 크게 증가될 것으로 예상

※ 출처: 제4차 과학기술기본계획('18~'22), 과학기술정보통신부, 2018

□ 주요 선진국 및 글로벌 기업들의 공간정보 주도권 선점을 위한 경쟁이 치열한 반면, 국내 공간정보산업은 글로벌 경쟁력이 상당히 미흡

○ 해외 선진국 및 주요 글로벌 기업들은 경쟁적인 투자로 공간정보 관련 기술개발 및 활용 극대화 추진

○ 국내 공간정보 산업은 생산·관리 중심의 산업구조와 대부분 중소기업 위주이며, 글로벌 경쟁력이 매우 미흡

- 국가별 공간정보 인프라·정책, 연구역량, 산업역량 등을 종합적으로 분석한 결과 우리나라는 13위로 주요 선진국 대비 낮은 수준

〈표〉 Geospatial Industry Fabric Index

순위	국가명	점수	순위	국가명	점수
1	미국	82.6	8	싱가폴	41.16
2	영국	62.16	9	벨기에	41.11
3	독일	49.51	10	스위스	40.94
4	뉴질랜드	47.03	11	프랑스	40.11
5	캐나다	44.45	12	일본	39.03
6	덴마크	44.06	13	한국	38.70
7	중국	41.19	14	아일랜드	38.60
	…			…	

출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2019

□ **최신성·정확성을 갖춘 고품질 공간정보에 대한 수요증가로 공간정보 기술 변화 대응 및 새로운 생태계 구축이 필요**

○ 공간데이터 기반 관련 산업의 활성화로 고품질 공간정보를 생성하고 활용하는 기술개발 필요성 증대

- 현재 국내 공간정보 기술 수준은 데이터 구축 표준화 미흡 및 정확도 문제로 인하여 공간정보 융·복합 시, 품질 저하가 발생하고 유통·활용 저해

※ 출처: 국가공간정보 데이터 구축 및 활용 실태, 감사원, 2017

○ 공간정보는 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 中 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목

- 공간정보는 빅데이터, 자율주행차, 드론(무인기), 스마트시티, 가상증강현실, 지능형로봇 분야 등에서 핵심요소로 작동

○ 국토교통부는 4차 산업혁명 대응을 위하여 혁신성장동력 육성을 통한 공간정보 활성화 방안 제시

- 국가 혁신성장 8대 선도사업인 스마트 시티, 자율주행차, 드론과 기반기술이 되는 공간정보 분야를 집중 육성하는 전략 수립

※ 출처: 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 국토교통부, 2018

〈표〉 주요 기술의 활용니즈와 변화방향

활용니즈	변화방향
■ 공간지능화를 통한 효율적인 데이터 생성, 처리, 학습 및 추론 기술 개발이 필요	- 4차 산업혁명의 핵심기반으로 공간정보의 중요성이 높아짐에 따라 공간정보데이터 기반 지능형 국토·도시경영을 위한 인공지능기술 활용 필요성 증대
■ 실시간 업데이트 가능한 이동체 위치정보 연계 및 분석 기술 개발 필요	- 21세기 공유경제 시대를 맞이하여, 이동수단을 통한 이동 경로, 이동 목적, 소요시간, 소요비용 등의 데이터 수집을 통한 정보 활용 가능
■ 실내외 연속 공간정보 서비스 제공을 위한 객체기반 통합 위치정보 기술개발 필요	- 기존 실외 생활들이 실내 공간에서도 다수 이루어지고, 사용자 단말 하드웨어 성능이 높아지고 고속 통신이 가능해짐에 따라 실내 측위의 한계 극복을 위한 기술개발 필요
■ 공간정보 활용 시장의 확대와 그에 따른 다양한 수요 증가로 관련 기술 개발 필요성 급증	- 공간정보가 핵심이 되는 자율주행차, 드론 등의 시장 확대로 안전성 확보를 위하여 도로 환경 변화를 신속하게 인식하는 기술, 서비스 수요에 맞게 가공, 편집하여 공유하는 기술 개발이 필요
⋮	⋮

□ **글로벌 기업들의 국내 공간정보 시장 잠식과 국내 기술력의 한계로 외산 의존도 심각**

○ 글로벌 기업들이 우리나라 공간정보 시장 잠식을 위해 지도 반출 요청 및 국내 주요 기업들과 기술 제휴로 사업 다각화 시도

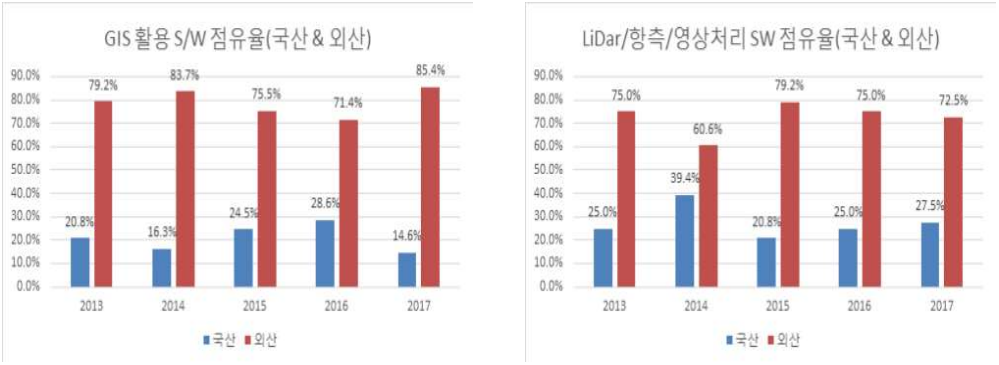
- 구글은 우리나라 지도의 해외 반출을 요청하며 국내 시장 진입을 시도하고 히어社는 국내 기업들과 제휴를 통해 국내 시장 선점을 위한 신산업 진출 모색

※ 출처: 구글의 지도 반출 시도가 우리에게 남긴 것, IT dongA, 2016.11

○ 국내 기술력 한계로 공간정보 분야에서 외산 의존도 심각

- 최근 5년 간 국내 공간정보 산업의 GIS 활용 S/W 외산 점유율은 70~80%이며, 국산 점유율은 10~20%대로 외산 S/W의 국내 시장 잠식이 심각한 상황

※ 출처: 공간정보산업 통계조사(2014~2018), 국토교통부



[그림] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산)

□ 중국 등 공간정보 기술 신흥국가의 맹추격으로 인한 기술수준 역전 및 신산업 동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려

○ 국내 공간정보 '18년 기술 수준은 77.0%로 '16년 대비 3.7% 하락하였으나, 중국의 '18년 기술 수준은 '16년 대비 9.5% 상승하며 순위 역전

〈표〉 주요국의 기술 수준 평가

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		기술수준(%)		
	2016	2018	2016	2018	2016	2018	증감
한국	76.7	보통	84.7	우수	80.7	77.0	-3.7
중국	65.9	우수	75.0	우수	70.5	80.0	9.5
일본	86.6	우수	91.0	우수	88.8	78.0	-10.8
미국	100.0	탁월	100.0	탁월	100.0	100.0	0.0

출처 : 2018년 기술수준평가, KISTEP, 2019

○ 공간정보 기술 수준 하락은 관련 산업 역량과 직결되므로 성장동력 확보를 위하여 공간정보 기술 개발에 대한 투자가 시급한 상황

- 건설·교통 분야의 국가전략기술 중 하나인 '국토정보 구축 및 활용기술'은 '14년 대비 16년 정부의 국가연구개발사업비 지원이 7.2% 감소하였으며, 이러한 영향으로 기술수준 역시 3.2% 감소한 것으로 분석

※ 출처: 2017년 기술수준평가 보고서, 한국과학기술기획평가원, 2018. 2.

3. 주요 용어 정의

□ 디지털 라이브 국토

○ **(디지털化)** 고정밀 측위정보와 실시간 변화인식 정보를 바탕으로 가상국토를 구축·갱신하고

○ **(라이브化)** 행정, 인구, 통계 등 정적정보와 사람, 사물, 이동체 등의 동적정보를 실시간 연계한

○ **(디지털 라이브 국토)** 초대용량 공간정보 관리·서비스 기반을 통하여 분야별* 맞춤형 공간분석 서비스가 가능한 가상국토

* 대상 분야 : 드론, 자율차, 재난재해, 스마트건설, 스마트물류, 감염병 등

□ 디지털 라이브 국토정보 기술

○ 4차산업혁명 시대가 요구하는 실시간 N차원 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로, 다양한 고품질 공간정보 서비스 제공이 가능한 가상과 현실이 융합된 '디지털 라이브 국토' 구현 기술

- (**데이터 중심 기술**) 미래 사회에서는 사람 뿐만 아니라 사물, 기기, 센서 등이 공간정보의 이용주체이며, 초대용량 공간정보를 분산 저장·관리·서비스 하기 위한 기반 마련 필수
- (**융복합 서비스 기술**) 공간정보 고유기술과 최신 AICBM(AI,IoT,Cloud,Big data,Mobile) 기술을 접목한 융복합 기술 개발을 통하여 공간정보 생산~가공~활용 등 全단계에서 고부가가치 창출
- (**기반조성형 기술**) 도로, 공항, 항만 등 사회기반시설(SOC)처럼 공간정보는 무형의 공공재로서, 공공 및 민간, 다양한 산업분야에서 공동 활용하는 "디지털 SOC"

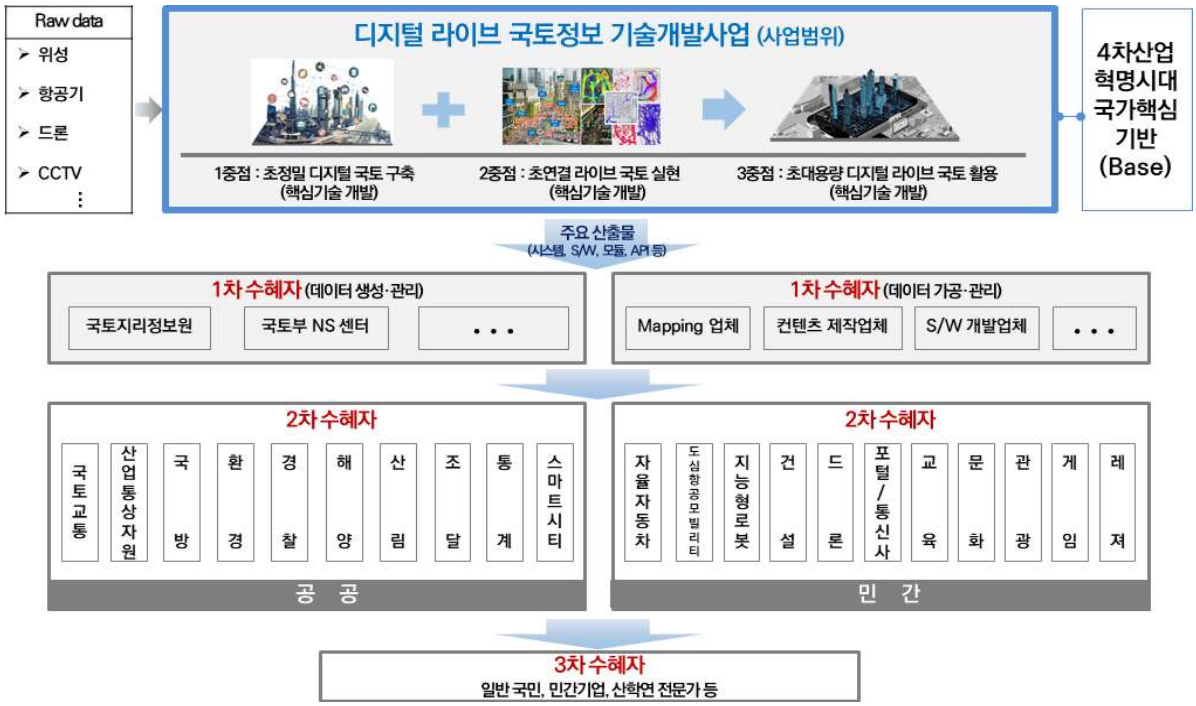
4. 사업의 범위 및 적용대상

□ 사업의 범위

○ 본 사업은 '디지털 라이브 국토'를 구현하기 위한 핵심 기술을 개발하고, 이를 공간정보 서비스 기관·기업에 제공하는 것을 본 사업의 범위로 설정

□ 사업 적용 대상

○ 본 사업에서 수행한 '활용수요조사 결과'에 기반하여 건설, 재난/재해, 자율주행, 물류, 드론, 감염병의 6개 활용 분야를 선정하였으며, 6개 활용 분야별 전문가 회의를 통한 활용 시나리오를 마련



[그림] 디지털 라이브 국토정보기술 VC(Value Chain)

5. 비전 및 목표

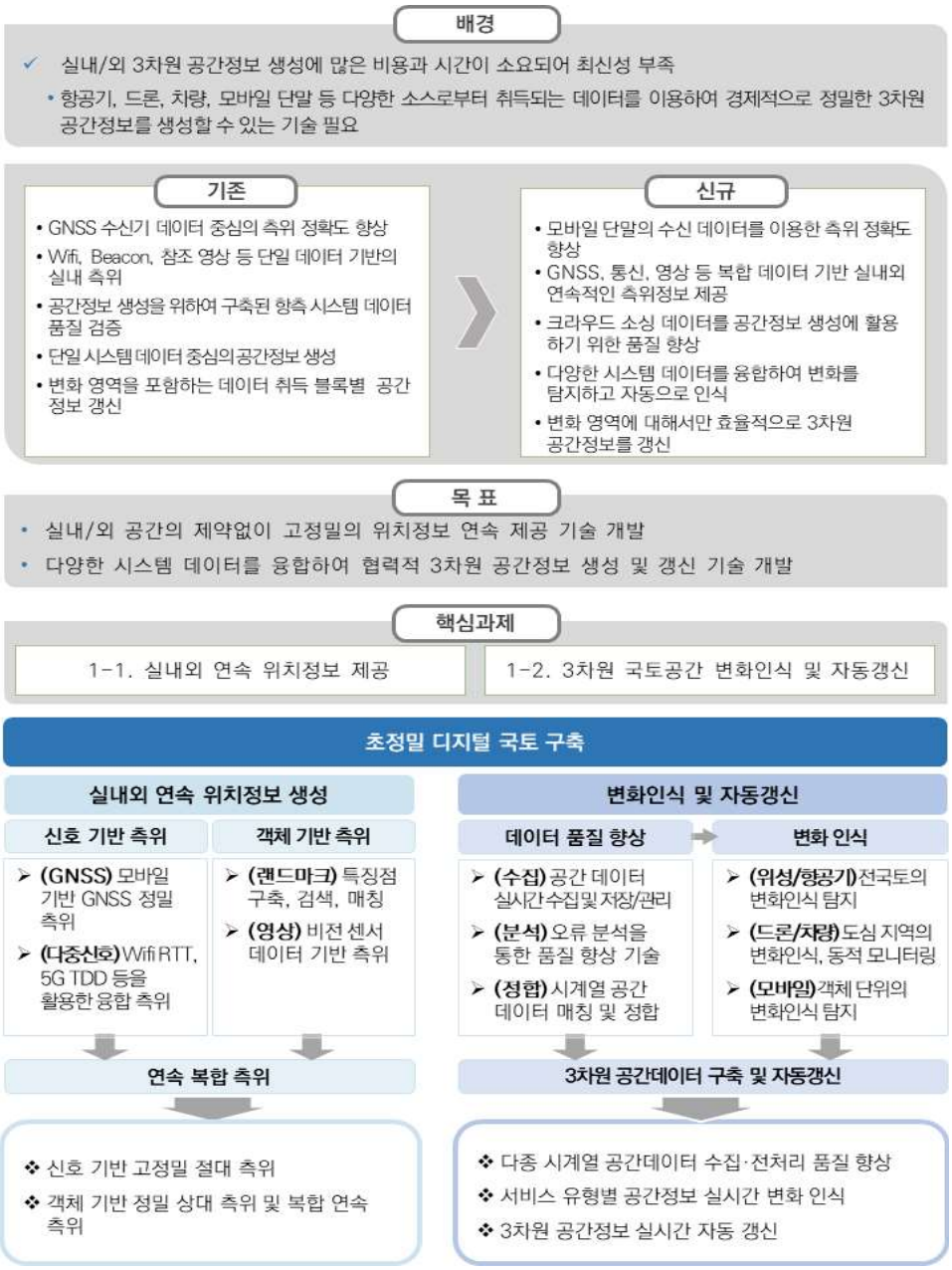
비전	가치를 창출하고 혁신을 공유하는 가상과 현실이 융합된 디지털 라이브 국토 구현으로 **공간정보 복지 실현**		
사업목표	**N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심기술 개발** 디지털 라이브 가상국토 = 초정밀 가상국토 + 실시간 상황정보(정적·동적) + 수요 맞춤 공간지능화 서비스		
	고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 **경쟁력 강화**	실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 **가치 증대**	공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 **공유 증진**
성과목표 (핵심지표)	게빌목표 달성도 100% (게빌목표 : 67개)	융합데이터 공급율 50% 이상	산출물의 보급률 70% (최종 산출물 : 46개)
	HW/SW 국산화 100% (HW/SW : 7종)	공간정보 표준화 100% (국내:9건, 국외:6건)	국토정보 활용도 20% 증대
성과지표 (일반지표)	SW 등록 건수	특허출원 건수	특허등급 지수
중점분야 및 핵심과제	**[중점분야 1]** 초정밀 디지털 국토 구축	**[중점분야 2]** 초연결 라이브 국토 실현	**[중점분야 3]** 초대용량 디지털 라이브 국토정보 활용
	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	2-2. 동적정보 초연결	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축

6. 중점분야별 핵심기술 개발내용

□ 과제구성도

중점분야	핵심과제	구성과제
1. 초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대 측위
		1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상
		1-2-2.. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식
		1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신
2. 초연결 라이브 국토 실현	2-1 가상국토 데이터 연계·가공·유통	2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계
		2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
	2-2 동적정보 초연결	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측
		2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석
		2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득
3. 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축
		3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리
		3-1-3. Edge 환경 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축
	3-2 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축
		3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보
		3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

□ 중점분야 1. 초정밀 가상국토 구축



○ 개요 및 목표

개요	■ (핵심과제 1-1) 실내외 연속 위치정보 제공 - GNSS신호와 스마트폰 영상, 와이파이 신호 등을 융합하여 실시간으로 고정밀 위치를 결정하는 기술
	■ (핵심과제 1-2) 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 - 위성, 항공기, 드론, 자율차 등에서 수집되는 다양한 공간데이터를 활용하여 국토변화 상황을 신속하게 자동 인식하고, 3차원 가상국토를 구축·갱신하는 기술
목표	■ 영상 및 신호 데이터를 융합하여 실내외 연속 위치를 결정하고, 다양하게 수집되는 공간데이터의 변화정보를 자동으로 인식·갱신하는 3차원 가상국토 구축

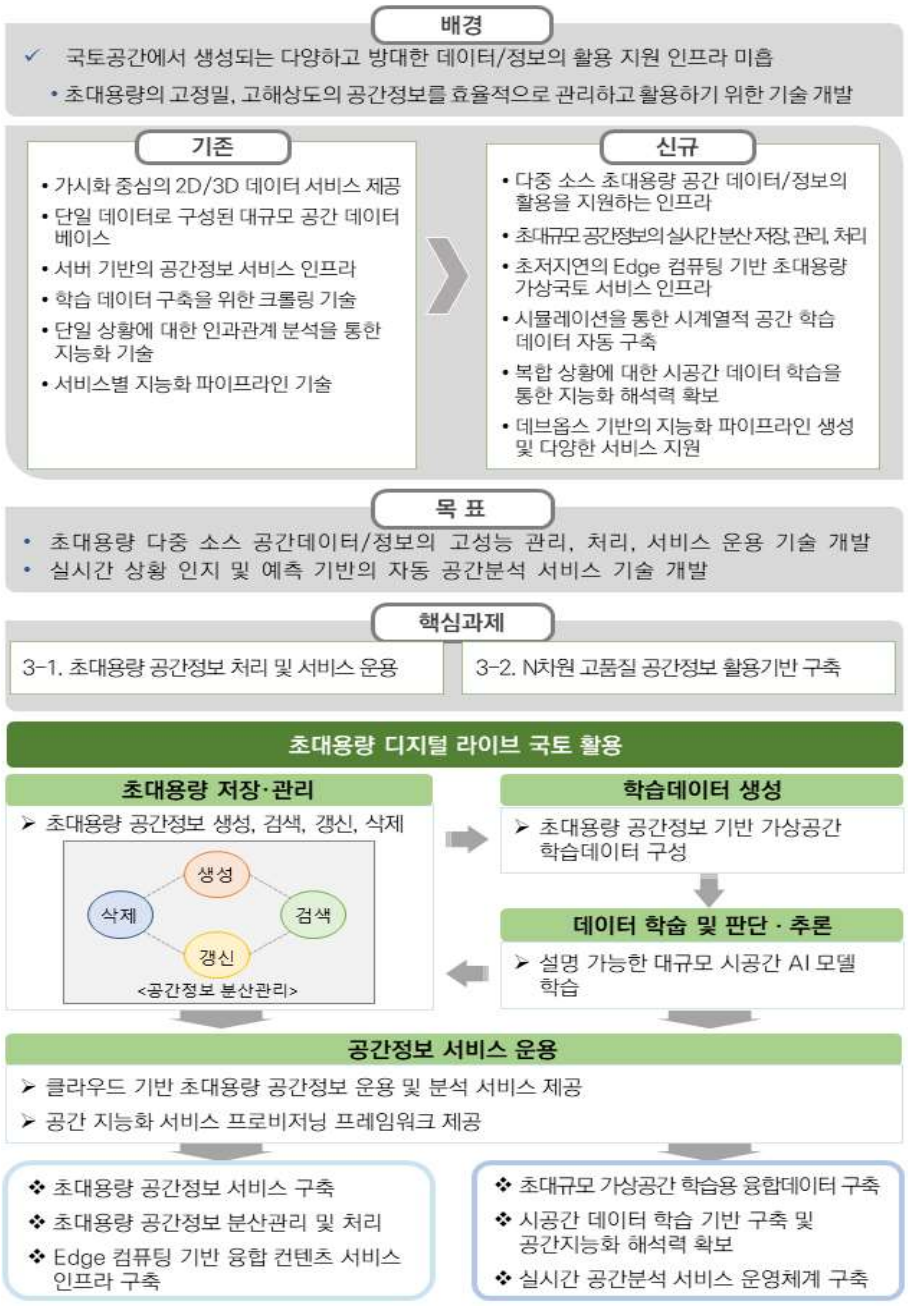
□ 중점분야 2. 초연결 가상국토 실현



○ 개요 및 목표

개요	■ (핵심과제 2-1) 가상국토 데이터 연계·가공·유통 - 행정, 통계, 환경 등 현실세계에서 생산되는 공공·민간 분야의 정적 데이터를 가상국토에 연계하고, 사용자에게 이를 체계적으로 제공하기 위한 기술
	■ (핵심과제 2-2) 동적정보 초연결 - 이동 모빌리티 실시간 상황정보, 이동중인 사람의 상황·감성정보, 고정객체 상태정보(IoT 센서) 등 현실세계 동적정보를 가상국토에 연계·분석하는 기술
목표	■ 다양한 정보가 포함된 N차원 형태의 디지털 라이브 국토정보 구축을 위해 초연결 기반 다양한 정적·동적 정보를 가상국토에 실시간 연계

□ 중점분야 3. 초대용량 가상국토 활용



○ 개요 및 목표

개요	■ (핵심과제 3-1) 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 - 다수의 지상 및 공중 장치에 의해 동시에 획득되는 초대용량의 N차원 공간정보를 기반으로 국토 상태 및 변화 상황을 관리·처리·서비스를 운용하기 위한 기술
	■ (핵심과제 3-2) N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 - 자율주행차, 드론, 재난 등의 활용분야에서 요구하는 고품질 공간정보를 맞춤형으로 제공하기 위하여 초대용량 가상국토 학습데이터 생성, 시공간 데이터 학습/추론, 활용서비스 기반 구축 기술
목표	■ 초대용량 N차원 공간정보 처리·서비스 기반을 확보하고, N차원 고품질 공간정보 활용기반을 구축하여 공간 지능화 서비스 프레임워크 제공

7. 사업 추진체계 및 전략

□ 사업추진체계

○ 전체적인 사업총괄은 국토교통부가 담당하며, 사업주관은 국토교통과학기술진흥원, 기술개발 사업관리는 사업단에서 수행



[디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 추진체계]

추진주체	역할
국토교통부	• 사업총괄 주관부처로 정책적 주요 의사결정 등 수행
전문기관	• 사업추진 전담 관리기관으로 사업기획·평가·운영위원회를 구성·운영하고, 사업단 공모 및 협약, 평가, 성과관리 등 관계 법령에 따른 역할 수행
운영위원회	• 사업 세부 시행계획, 주요 내용변경, 지원 우선순위 등 요청 사항에 대한 검토·심의·조정 수행
평가위원회	• 사업진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행
기술활용 협의체	• 전문기관, 사업단, 공간정보 서비스 기관, 서비스 활용 기관·기업 등의 산·학·연 전문가로 구성하여 개발기술의 현장 활용을 위한 연계방안 모색 - (공공정보 연계·활용) 공공정보의 정부기관 활용성 증대를 위한 연계 협력 - (개발기술 현장 적용) 개발기술의 현장 적용 확대를 위한 연계방안 모색 - (유관사업 성과 연계) 스마트시티, 스마트건설, 자율주행차, 고부가가치 융복합 물류, 생활기반시설 유지보수 등 유관 사업단과의 연구성과 연계 추진
정보보안위원회	• 국가공간정보보안 및 개인정보보호 등과 관련된 업무를 검토, 심의, 조정 수행
사업단 (총괄)	• 연구과제 성과물 관리, 대외협력업무, 사업화 전략, 기술 공인인증 추진, 표준화 지원, 대국민 홍보 등 수행

□ 사업추진전략

○ SWOT 분석을 통한 사업추진전략 도출



8. 소요예산 및 기대효과

□ **5년(`22~`26년)간 1,838억원(국고 1,378.5억원, 민자 459.5억 원), 연평균 367.6억원 규모로 3대 중점분야, 6개 핵심과제, 16개 구성과제를 선정**

< 사업 추진규모 >

중점분야	핵심과제	총사업비	국고	민자
초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	292.2	219.2	73.0
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	446.7	335.0	111.7
	소계	738.9	554.2	184.7
초연결 라이브 국토 실현	2-1. 가상국토 데이터 매핑 및 연계	200.3	150.2	50.1
	2-2. 동적정보 초연결	360.3	270.2	90.1
	소계	560.6	420.4	140.2
초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	264.6	198.5	66.1
	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	273.9	205.4	68.5
	소계	538.5	403.9	134.6
합계		1,838.0	1,378.5	459.5

□ **과학기술적 기대효과**

○ 국제적으로 기초연구개발 수준에 있는 원천기술 확보로 국가경쟁력 제고 가능

○ IoT, 자율주행, 빅데이터, SNS 등 다양한 기술과의 연계 및 융·복합을 위한 기술적 틀 마련

○ 공간정보 활용체계 구축을 통해 보다 다양한 공간정보 기반 서비스 관련 산업의 활성화를 촉진할 수 있는 기술적 기반 마련

□ **경제적 기대효과**

○ 교통, 재난재해, 사회안전 등 이슈 해결을 통한 사회적 비용 감소, 공공 및 민간의 의사결정 지원을 위한 기술 및 정책적 토대 제공

○ 동 사업 기간 동안 생산유발효과 1,881억 원, 부가가치유발효과 1,222억 원의 경제적 파급효과 발생 및 교용유발효과 1,561명, 취업유발효과 1,863명 일자리 창출 효과 발생

목 차

제1장 사업 개요 ····· 1

제1절 개념 및 정의 ····· 3

제2절 사업 추진 배경 및 필요성 ····· 11

제3절 추진근거 ····· 46

제4절 기획의 추진체계 및 경과 ····· 54

제2장 대내외 환경분석 ····· 69

제1절 메가트렌드 분석 ····· 71

제2절 정책적 환경분석 ····· 73

제3절 경제적 환경분석 ····· 83

제4절 사회적 환경분석 ····· 103

제5절 기술적 환경분석 ····· 108

제6절 종합분석(PEST) ····· 129

제3장 국내 R&D 역량분석 ····· 131

제1절 R&D 투자동향 ····· 133

제2절 디지털 라이브 국토정보 관련 기술역량 분석 ····· 141

제3절 R&D 인프라 현황 ····· 157

제4절 법·제도적 현황 ····· 175

제4장 기존 선행사업의 성과 분석 및 연계방안 ····· 179

제1절 기존 선행사업 현황 및 추진경과 ····· 181

제2절 기존 선행사업 성과분석 ····· 186

제3절 기존 선행사업과의 차별성·연계방안 ····· 199

제5장 사업설계를 위한 조사분석 ····· 203

제1절 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 사전조사 ····· 205

제2절 관련 사업 추진현황 및 중복성 검토 ····· 257

목 차

제6장 사업추진계획(안) ····· 279

제1절 사업 추진방향 및 추진과제 ····· 281

제2절 사업 비전 및 목표 ····· 323

제7장 핵심기술 개발내용 ····· 355

제1절 초정밀 디지털 국토 구축 ····· 357

제2절 초연결 라이브 국토 실현 ····· 486

제3절 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 ····· 611

제4절 파급효과 ····· 782

제8장 사업운영관리계획(안) ····· 789

제1절 사업추진체계 ····· 791

제2절 사업관리방안 ····· 793

제3절 성과 활용 및 확산 계획 ····· 807

제4절 사업예산 및 조달계획 ····· 844

제9장 사전 타당성 분석 ····· 853

제1절 사전타당성 분석 방법론 ····· 855

제2절 과학기술적 타당성 분석 ····· 860

제3절 정책적 타당성 분석 ····· 937

제4절 경제적 타당성 분석 ····· 967

〈부 록〉 ····· 977

표 목 차

〈표 1-1〉 제4차 산업혁명 ICT 주요 기술의 의미 및 디지털 라이브 국토정보 기술 內 활용 분야 ····· 7
〈표 1-2〉 4차 산업혁명 대응 해외 공간정보 기술 개발 사례 ····· 14
〈표 1-3〉 Geospatial Industry Fabric Index ····· 18
〈표 1-4〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야 ····· 19
〈표 1-5〉 공간정보 관련 업체 현황 ····· 23
〈표 1-6〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 주요 산업 ····· 23
〈표 1-7〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 타 특수산업 ····· 23
〈표 1-8〉 열악한 공간정보 데이터 취득 환경 ····· 24
〈표 1-9〉 작업 현장 사고 발생 사례 ····· 24
〈표 1-10〉 2020 과기부 찾아가는 컨설팅 주요 내용('20.4월) ····· 29
〈표 1-11〉 주요국의 기술 수준 평가 ····· 31
〈표 1-12〉 건설·교통분야 국가전략기술의 정부연구비·기술수준 변화 비교('14년 대비 '16년) ····· 36
〈표 1-13〉 정부기관별 공간정보 활용분야 ····· 41
〈표 1-14〉 각분야의 다양한 공간정보 활용분야 예시 ····· 42
〈표 1-15〉 해외 주요 선진국의 공간정보 정책추진 방향 ····· 44
〈표 1-16〉 공간정보 법률상 국가의 의무 규정 ····· 45
〈표 1-17〉 공간정보 관련 법적근거 ····· 46
〈표 1-18〉「문재인정부 국정운영 5개년 계획」 중 동 사업 관련 내용 ····· 49
〈표 1-19〉「제4차 국토종합계획 수정계획」 중 동 사업 관련 내용 ····· 50
〈표 1-20〉「국토교통 4차 산업혁명 대응전략」 중 동 사업 관련 내용 ····· 50
〈표 1-21〉「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 중 동 사업 관련 내용 ····· 51
〈표 1-22〉「제3차 국토교통 R&D 중장기 전략」 중 동 사업 관련 내용 ····· 51
〈표 1-23〉「제6차 국가공간정보정책 기본계획」 중 동 사업 관련 내용 ····· 52
〈표 1-24〉「제2차 공간정보산업진흥 기본계획」 중 동 사업 관련 내용 ····· 52
〈표 1-25〉「제1차 국가측량 기본계획」 중 동 사업 관련 내용 ····· 53
〈표 1-26〉「국토교통 2050 미래기술」 중 동 사업 관련 내용 ····· 53
〈표 1-27〉 총괄위원 구성 ····· 56
〈표 1-28〉 기획 분과위원 구성(1분과) ····· 57
〈표 1-29〉 기획 분과위원 구성(2분과) ····· 57
〈표 1-30〉 기획 분과위원 구성(3분과) ····· 58
〈표 1-31〉 실무위원회 구성 ····· 58
〈표 1-32〉 세부 평가항목별 주요 지적사항 ····· 61

〈표 2-1〉 공간정보 분야 관련 메가트렌드 ····· 71
〈표 2-2〉 메가트렌드에 따른 세부 트렌드 ····· 72
〈표 2-3〉 독일 'Agenda CPS 프로젝트' 중점 4대 분야 ····· 74

표 목 차

〈표 2-4〉 독일 CyProS의 중점분야 ····· 75
〈표 2-5〉 프랑스 Cospace의 Booster 프로젝트 주요 추진내용 ····· 75
〈표 2-6〉 일본 「제3기 지리공간정보 활용 추진 기본계획」핵심 내용 ····· 76
〈표 2-7〉 공간정보 관련 법률 및 추진근거 ····· 77
〈표 2-8〉 제4차 국토종합계획 수정계획 내용 ····· 78
〈표 2-9〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야 ····· 80
〈표 2-10〉 2020 과기부 찾아가는 컨설팅 주요 내용('20.4월) ····· 82
〈표 2-11〉 Geospatial Industry Fabric Index ····· 87
〈표 2-12〉 업종별 공간정보 관련 업체 현황 ····· 88
〈표 2-13〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 주요 산업 ····· 89
〈표 2-14〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 타 특수산업 ····· 89
〈표 2-15〉 타 산업과 사업체 수 비교 ····· 90
〈표 2-16〉 국내 공간정보기업 매출액 규모 추이 ····· 90
〈표 2-17〉 국토가상화 분야 국내외 주요기업 현황 ····· 93
〈표 2-18〉 공간정보 초연결 분야 국내외 주요기업 현황 ····· 96
〈표 2-19〉 공간정보 지능화 분야 국내외 주요기업 현황 ····· 101
〈표 2-20〉 공간정보 활용지원 분야 국내외 주요기업 현황 ····· 102
〈표 2-21〉 각분야의 다양한 공간정보 활용분야 예시 ····· 104
〈표 2-22〉 열악한 공간정보 데이터 취득 환경 ····· 107
〈표 2-23〉 작업 현장 사고 발생 사례 ····· 107
〈표 2-24〉 주요국의 기술 수준 평가 ····· 109

〈표 3-1〉 우리나라 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황 ····· 134
〈표 3-2〉 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 및 과제 현황 ····· 135
〈표 3-3〉 부처별 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 ····· 136
〈표 3-4〉 부처별 공간정보 관련 분야 R&D 과제당 평균 연구비 현황 ····· 138
〈표 3-5〉 공간정보 관련 분야 연구단계별 R&D 예산 투자 현황 ····· 138
〈표 3-6〉 부처별 연구단계에 따른 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 ····· 139
〈표 3-7〉 수행기관별 공간정보 관련 분야 R&D 투자 현황 ····· 139
〈표 3-8〉 검색 DB 및 검색범위 ····· 141
〈표 3-9〉 분석대상 기술 및 특허 검색식 도출 ····· 141
〈표 3-10〉 특허 검색식 ····· 142
〈표 3-11〉 출원인 국적에 따른 특허 출원건수 ····· 144
〈표 3-12〉 상위출원인 주요시장국 특허출원 현황 ····· 145
〈표 3-13〉 기술성장 단계분석 구간 ····· 147
〈표 3-14〉 검색 DB 및 검색범위 ····· 150

표 목 차

〈표 3-15〉 분석대상 기술 및 특허 검색식 도출 ····· 150
〈표 3-16〉 논문 검색식 ····· 151
〈표 3-17〉 주요시장국 상위기관 논문 발행 현황 ····· 153
〈표 3-18〉 중점분야별 기술수준 및 기술격차 ····· 155
〈표 3-19〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략별 기술별 기술수준 및 기술격차 ··· 156
〈표 3-20〉 우리나라 전공별 연구원 추이 ····· 157
〈표 3-21〉 국토공간정보연구사업의 참여 인력(`14~`20) ····· 158
〈표 3-22〉 연구개발부분 인력투입계획(`22~`26) ····· 158
〈표 3-23〉 취득금액별 공간정보 관련 연구시설·장비 수 ····· 159
〈표 3-24〉 기존 선행사업에서 구축한 공간정보 관련 연구시설·장비 수 ····· 159
〈표 3-25〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 주요 인프라(3천만 원 이상) 현황 및 활용 가능 분야 · 159
〈표 3-26〉 국내 주요 연구기관 및 연구내용 ····· 164
〈표 3-27〉 국내 공간정보 연구수행 대학 및 주요연구성과 현황 ····· 165
〈표 3-28〉 국내 공간정보 산업체 대/소분류별 사업체 수 및 비중 ····· 171
〈표 3-29〉 국내 공간정보 산업 업종별 연구개발조직 보유 현황 ····· 172
〈표 3-30〉 공간정보 공급기관 운영현황 ····· 174

〈표 4-1〉 국토공간정보연구사업 개요 ····· 181
〈표 4-2〉 세부사업 및 내역사업의 개편 이력 ····· 183
〈표 4-3〉 국토공간정보연구사업 정부출연금 추이 (2007~2020) ····· 183
〈표 4-4〉 국토공간정보연구사업 단계별 성과목표·지표 ····· 185
〈표 4-5〉 성과분석 Frame ····· 187
〈표 4-6〉 기존사업의 연도별 연구성과 ····· 187
〈표 4-7〉 글로벌 상위 20% 저널 게재 논문 수('17년) ····· 188
〈표 4-8〉 국제 표준 채택 성과의 내용 ····· 190
〈표 4-9〉 공간정보 인프라기술 분야 대표 기술성과 ····· 192
〈표 4-10〉 공간정보 응용 기술 분야 대표 기술성과 ····· 193
〈표 4-11〉 공간정보 융합서비스 기술 분야 대표 기술성과 ····· 194
〈표 4-12〉 공간정보 전용위성 탑재체개발 분야 대표 기술 성과 ····· 195
〈표 4-13〉 연도별 국토공간정보연구 사업의 목표달성도 ····· 197
〈표 4-14〉 선행사업 분석을 통한 추진 체계 개선 방안 도출 ····· 200

〈표 5-1〉 기술 및 활용 수요조사 개요 ····· 205
〈표 5-2〉 기술수요 중점분야별 분류 결과 ····· 207
〈표 5-3〉 기술수요 조사 결과 (후보기술 도출 결과) ····· 207
〈표 5-4〉 중점분야별 참여 의사 ····· 215

표 목 차

〈표 5-5〉 기술수요조사 응답자 현황 ····· 216
〈표 5-6〉 공공 및 민간 부문 기술개발 참여의향조사 응답자 현황 ····· 216
〈표 5-7〉 1차 활용수요조사 조사결과 ····· 219
〈표 5-8〉 1차 활용수요조사 조사결과 ····· 219
〈표 5-9〉 3차 활용수요조사 조사결과 ····· 225
〈표 5-10〉 활용수요조사 조사항목 비교 ····· 230
〈표 5-11〉 지표별 요구성능조사 결과 ····· 230
〈표 5-12〉 지표별 사용자 요구 수준 및 기술체계 반영 여부 ····· 231
〈표 5-13〉 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사 결과 ····· 232
〈표 5-14〉 활용수요조사 응답자 현황 ····· 238
〈표 5-15〉 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사 응답자 현황 ····· 238
〈표 5-16〉기술수준조사 대상 구성 ····· 247
〈표 5-17〉 기술수준 조사항목 ····· 248
〈표 5-18〉 초정밀 디지털 국토 구축 기술수준 1차 조사결과 ····· 249
〈표 5-19〉 초연결 라이브 국토 실현 기술수준 1차 조사결과 ····· 249
〈표 5-20〉 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술수준 1차 조사결과 ····· 249
〈표 5-21〉 분야별 기술수준 1차 조사 결과 ····· 250
〈표 5-22〉 초정밀 디지털 국토 구축 기술수준 2차 조사결과 ····· 251
〈표 5-23〉 초연결 라이브 국토 실현 기술수준 2차 조사결과 ····· 251
〈표 5-24〉 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술수준 2차 조사결과 ····· 251
〈표 5-25〉 분야별 기술수준 2차 조사 결과 ····· 252
〈표 5-26〉 발제자 및 토론자, 패널 명단 ····· 253
〈표 5-27〉 발제자 및 토론자, 패널 명단 ····· 254
〈표 5-28〉 3차 공청회 발제자 및 토론자, 패널 명단 ····· 255
〈표 5-29〉 공청회 의견 및 조치내용(2차, 3차 통합) ····· 256
〈표 5-30〉 사업수준 중복성 검토 ····· 258
〈표 5-31〉 진흥원 소관 사업과의 연계활용방안 ····· 259
〈표 5-32〉 중점 기술개발 과제의 중복성 검색 결과(전체 핵심기술) ····· 265
〈표 5-33〉 유사과제와의 연계활용방안 검토사항 ····· 266
〈표 5-34〉 차별성 및 연계방안 ····· 270

〈표 6-1〉 상위 계획과의 부합성 검토 결과 ····· 284
〈표 6-2〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야 ····· 285
〈표 6-3〉 주요국의 기술 수준 평가 ····· 288
〈표 6-4〉 우리나라 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황 ····· 290
〈표 6-5〉 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 및 과제 현황 ····· 291

표 목 차

〈표 6-6〉 국토공간정보연구사업의 참여 인력(`14~`20) ····· 291
〈표 6-7〉 취득금액별 공간정보 관련 연구시설·장비 수 ····· 292
〈표 6-8〉 국내 공간정보 산업 업종별 사업체 수 ····· 292
〈표 6-9〉 출원인 국적에 따른 특허 출원건수 ····· 295
〈표 6-10〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략별 기술별 기술수준 및 기술격차 ··· 296
〈표 6-11〉 SWOT 요약 ····· 298
〈표 6-12〉 SWOT분석을 통한 주요 전략 추진방향 도출 ····· 299
〈표 6-13〉 디지털 라이브 국토정보 기술 수요조사 항목 ····· 303
〈표 6-14〉 1~3차 기술수요 조사 개요 ····· 304
〈표 6-15〉 중점분야별 1~3차 기술수요 현황 ····· 304
〈표 6-16〉 4차 기술수요 조사 개요 ····· 304
〈표 6-17〉 중점분야별 1~4차 기술수요 현황 ····· 305
〈표 6-18〉 수요기술 평가결과 표 양식 ····· 305
〈표 6-19〉 기술평가 기준 및 평가방법 ····· 305
〈표 6-20〉 초정밀 디지털 국토 구축 분야 기술평가 결과 ····· 306
〈표 6-21〉 초연결 라이브 국토 실현 분야 기술평가 결과 ····· 309
〈표 6-22〉 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 분야 기술평가 결과 ····· 311
〈표 6-23〉 조정기준을 통해 도출된 구성과제 및 핵심과제 ····· 315

〈표 7-1〉 실내외 연속 위치정보 제공기술(As-is To-be) ····· 371
〈표 7-2〉 신호 기반 고정밀 절대측위 관련 국외 구축 사례 ····· 376
〈표 7-3〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 관련 국외 구축 사례 ····· 381
〈표 7-4〉 신호 기반 고정밀 절대측위 기술 관련 국내 구축 사례 ····· 385
〈표 7-5〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 관련 국내 구축 사례 ····· 386
〈표 7-6〉 신호 기반 고정밀 절대측위의 기술수준 비교 ····· 391
〈표 7-7〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현의 기술수준 비교 ····· 392
〈표 7-8〉 실내외 연속 위치정보 제공의 한계점 및 기술개발 방향 ····· 392
〈표 7-9〉 신호기반 고정밀 절대 측위의 연차별 연구개발 내용 ····· 398
〈표 7-10〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현의 연차별 연구개발 내용 ····· 403
〈표 7-11〉 실내외 연속 위치정보 제공 유사과제와의 차별성 및 연계방안 ····· 410
〈표 7-12〉 민간 보유기술과 신호 기반 고정밀 절대측위의 차별성·연계성 ····· 413
〈표 7-13〉 민간 보유기술과 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현의 차별성·연계성 · 414
〈표 7-14〉 실내외 연속 위치정보 제공의 연구장비내역 ····· 418
〈표 7-15〉 실내외 연속 위치정보 제공의 위험요인 및 해결방안 ····· 420
〈표 7-16〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신(As-is To-be) ····· 436
〈표 7-17〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상기술 관련 국외 구축기술 사례 ····· 442

표 목 차

〈표 7-18〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 관련 국외 구축기술 사례 ····· 443
〈표 7-19〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 관련 국외 구축 사례 ····· 445
〈표 7-20〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상 관련 국내 구축 사례 ····· 447
〈표 7-21〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 관련 국내 구축 사례 ····· 448
〈표 7-22〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 관련 국내 구축 사례 ····· 450
〈표 7-23〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 상의 기술수준 비교 ····· 451
〈표 7-24〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 기술 개발의 기술수준 비교 ····· 452
〈표 7-25〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신의 기술수준 비교 ····· 453
〈표 7-26〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동 갱신의 내용별 한계점 및 기술개발 방향 ····· 454
〈표 7-27〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상의 연차별 연구개발 내용 ····· 457
〈표 7-28〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식의 연차별 연구개발 내용 ····· 459
〈표 7-29〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신의 연차별 연구개발 내용 ····· 462
〈표 7-30〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 유사과제와의 차별성 및 연계방안 ····· 467
〈표 7-31〉 민간 보유기술과 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상의 차별성·연계성 ····· 470
〈표 7-32〉 민간 보유기술과 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식의 차별성·연계성 ····· 471
〈표 7-33〉 민간 보유기술과 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신의 차별성·연계성 ····· 472
〈표 7-34〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 연구장비내역 ····· 477
〈표 7-35〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신의 위험요인 및 해결방안 ····· 480
〈표 7-36〉 가상국토 데이터 연계·가공·유통 기술(As-is To-be) ····· 498
〈표 7-37〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 관련 국외 구축기술 사례 ····· 502
〈표 7-38〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 국외 구축기술 사례(1/2) ····· 504
〈표 7-39〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 국외 구축기술 사례(2/2) ····· 504
〈표 7-40〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 관련 국내 구축기술 사례 ····· 507
〈표 7-41〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 구축기술 사례(1/2) ····· 508
〈표 7-42〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 구축기술 사례(2/2) ····· 508
〈표 7-43〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 기술수준 비교 ····· 510
〈표 7-44〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 기술수준 비교 ····· 511
〈표 7-45〉 가상국토 데이터 연계·가공·유통의 내용별 한계점 및 기술개발 방향 ····· 511
〈표 7-46〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 연차별 연구개발 내용 ····· 515
〈표 7-47〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 연차별 연구개발 내용 ····· 518
〈표 7-48〉 데이터 융·복합 가상국토 구현 유사과제와의 차별성 및 연계방안 ····· 527
〈표 7-49〉 민간 보유기술과 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 차별성·연계성(1/2) ····· 529
〈표 7-50〉 민간 보유기술과 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 차별성·연계성(2/2) ····· 529
〈표 7-51〉 민간 보유기술과 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 차별성·연계성(1/3) ····· 530
〈표 7-52〉 민간 보유기술과 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 차별성·연계성(2/3) ····· 531
〈표 7-53〉 민간 보유기술과 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 차별성·연계성(3/3) ····· 531
〈표 7-54〉 가상국토 데이터 연계·가공·유통의 위험요인 및 해결방안 ····· 536

표 목 차

〈표 7-55〉 측위 시스템 예시 ····· 551
〈표 7-56〉 동적정보 초연결 기술(As-is To-be) ····· 559
〈표 7-57〉 이동체 동적정보 수집 및 예측 관련 국외 구축 사례 ····· 564
〈표 7-58〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 관련 구축 사례 ····· 566
〈표 7-59〉 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 관련 국외 구축 사례 ····· 571
〈표 7-60〉 이동체 동적정보 수집 및 예측 관련 국내 구축 사례 ····· 573
〈표 7-61〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 관련 국내 구축 사례 ····· 575
〈표 7-62〉 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 관련 구축 사례 ····· 579
〈표 7-63〉 2-2-1 이동체 동적정보 수집 및 예측의 기술수준 비교 ····· 580
〈표 7-64〉 2-2-2 인간중심의 공간정보 취득 및 분석의 기술수준 비교 ····· 580
〈표 7-65〉 2-2-3 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득의 기술수준 비교 ····· 581
〈표 7-66〉 동적정보 초연결 기술의 내용별 한계점 및 기술개발 방향 ····· 581
〈표 7-67〉 이동체 동적정보 수집 및 예측의 연차별 연구개발 내용 ····· 583
〈표 7-68〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석의 연차별 연구개발 내용 ····· 586
〈표 7-69〉 IoA연계 공간 상태정보 자동 획득의 연차별 연구개발 내용 ····· 589
〈표 7-70〉 동적 정보 초연결 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성 ····· 594
〈표 7-71〉 이동체 동적정보 수집 및 예측의 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 596
〈표 7-72〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 관련 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 598
〈표 7-73〉 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 관련 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 599
〈표 7-74〉 동적정보 초연결의 위험요인 및 해결방안 ····· 606
〈표 7-75〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용(As-is To-be) ····· 628
〈표 7-76〉 초대용량 공간정보 서비스 구축 관련 국외 구축 사례 ····· 636
〈표 7-77〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 관련 국외 구축기술 사례 ····· 638
〈표 7-78〉 디스크 기반 공간정보 빅 데이터 시스템의 종류와 특성 ····· 639
〈표 7-79〉 빅데이터 시스템의 사용 인기도 순위 ····· 640
〈표 7-80〉 인메모리 Spark 기반 실시간 공간정보 분산 분석 및 처리 시스템 ····· 641
〈표 7-81〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 관련 국외 구축기술 사례 ·· 643
〈표 7-82〉 초대용량 공간정보 서비스 구축 관련 국내 구축기술 사례 ····· 649
〈표 7-83〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 관련 국내 구축기술 사례 ····· 650
〈표 7-84〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 관련 국내 구축기술 사례 ·· 652
〈표 7-85〉 초대용량 공간정보 서비스 구축 수준 비교 ····· 655
〈표 7-86〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 수준 비교 ····· 656
〈표 7-87〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 수준 비교 ····· 657
〈표 7-88〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 내용별 한계점 및 기술개발 방향 ····· 658
〈표 7-89〉 초대용량 공간정보 서비스 구축의 연차별 연구개발 내용 ····· 661
〈표 7-90〉 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리의 연차별 연구개발 내용 ····· 664

표 목 차

〈표 7-91〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축의 연차별 연구개발 내용 ·· 668
〈표 7-92〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 유사과제 중복성 및 연계방안 ····· 674
〈표 7-93〉 초대용량 공간정보 서비스 구축의 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 679
〈표 7-94〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리의 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 681
〈표 7-95〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축의 민간기술과의 차별성·연계성 · 682
〈표 7-96〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 연구장비내역 ····· 686
〈표 7-97〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 위험요인 및 해결방안 ····· 688
〈표 7-98〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 (As-is To-be) ····· 709
〈표 7-99〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 국외 구축 기술 사례 제시 ····· 715
〈표 7-100〉 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 국외 구축기술 사례 ····· 724
〈표 7-101〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 국외 사례 ····· 728
〈표 7-102〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 국내 사례 ····· 733
〈표 7-103〉 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 국내 사례 ····· 736
〈표 7-104〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 국내 사례 ····· 737
〈표 7-105〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 기술수준 비교 ····· 743
〈표 7-106〉 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술수준 비교 ····· 744
〈표 7-107〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술수준 비교 ····· 745
〈표 7-108〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술의 내용별 한계점 및 기술개발 방향 ····· 746
〈표 7-109〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축의 연차별 연구개발 내용 ····· 749
〈표 7-110〉 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술의 연차별 연구개발 내용 · 751
〈표 7-111〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술의 연차별 연구개발 내용 ····· 755
〈표 7-112〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 유사과제와의 차별성 및 연계방안 ····· 762
〈표 7-113〉 민간 보유기술과 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 기술과의 차별성·연계성 · 765
〈표 7-114〉 민간 보유기술과 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보기술과의 차별성·연계성 · 766
〈표 7-115〉 민간 보유기술과 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술과의 차별성·연계성 ····· 768
〈표 7-116〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축의 연구장비내역 ····· 773
〈표 7-117〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술의 위험요인 및 해결방안 ····· 775
〈표 7-118〉 동사업에서 기대되는 부가가치 및 일자리 효과 산출 ····· 784
〈표 7-119〉 디지털 라이브 국토정보 분야의 생산 및 부가가치 및 취업 유발계수 ····· 787

〈표 8-1〉 추진주체별 역할 ····· 792
〈표 8-2〉 사업관리 단계별 세부내용 ····· 793
〈표 8-3〉 사업단장 선정 평가항목 및 평가의 주안점 ····· 794
〈표 8-4〉 중간평가 평가항목 및 평가지표(안) ····· 798
〈표 8-5〉 중간평가 결과와 근거 ····· 798

표 목 차

〈표 8-6〉 최종평가 평가항목 및 평가지표(안) ····· 800
〈표 8-7〉 과제 최종평가 결과와 근거 ····· 800
〈표 8-8〉 성과 활용계획 ····· 840
〈표 8-9〉 공간정보산업 특수분류 상의 본 사업 대상 업종 ····· 841
〈표 8-10〉 3대 중점분야별, 6개 핵심기술별 사업 추진 규모 ····· 844
〈표 8-11〉 동 사업의 중점분야별, 연도별 총사업비 ····· 844
〈표 8-12〉 동 사업의 구성기술별, 연도별 총사업비 ····· 845
〈표 8-13〉 국토교통부 최근 5년간 R&D 예산운용 추이 ····· 847
〈표 8-14〉 국토교통부 향후 5년간 R&D 예산운용 계획 ····· 847
〈표 8-15〉 국토교통부 5년간 신규 R&D사업('22년~'26년) 가용예산 규모 ····· 848
〈표 8-16〉 민간기업 참여의향 수요조사 결과 ····· 848
〈표 8-17〉 동 사업의 연간 민간부담금 투자계획 ····· 848
〈표 8-18〉 중점분야별 인력 현황 ····· 852

〈표 9-1〉 과학기술적 타당성 분석 항목 및 쟁점사항 ····· 856
〈표 9-2〉 정책적 타당성 분석 항목 및 쟁점사항 ····· 857
〈표 9-3〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야 ····· 861
〈표 9-4〉 공간정보 관련 업체 현황 ····· 865
〈표 9-5〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 주요 산업 ····· 865
〈표 9-6〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 타 특수산업 ····· 865
〈표 9-7〉 열악한 공간정보 데이터 취득 환경 ····· 866
〈표 9-8〉 작업 현장 사고 발생 사례 ····· 866
〈표 9-9〉 2020 과기부 찾아가는 컨설팅 주요 내용('20.4월) ····· 871
〈표 9-10〉 주요국의 기술 수준 평가 ····· 873
〈표 9-11〉 중점 기술개발 과제의 중복성 검색 결과(전체 핵심기술) ····· 903
〈표 9-12〉 유사과제와의 연계활용방안 검토사항 ····· 904
〈표 9-13〉 구축장비 가격적정성 검토결과 ····· 915
〈표 9-14〉 추진주체별 역할 ····· 933
〈표 9-15〉 선행사업 분석을 통한 추진 체계 개선 방안 도출 ····· 934
〈표 9-16〉 디지털 국토정보 기술개발 관련 기존 과제와의 차별성 및 연계성 ····· 934
〈표 9-17〉 국가계획 근거 ····· 938
〈표 9-18〉 부처계획 근거 ····· 939
〈표 9-19〉 사업수준 중복성 검토 ····· 943
〈표 9-20〉 진흥원 소관 사업과의 연계활용방안 ····· 944
〈표 9-21〉 차별성 및 연계방안 ····· 950

표 목 차

〈표 9-22〉 3대 중점분야별, 6개 핵심기술별 사업 추진 규모 ····· 958
〈표 9-23〉 동 사업의 중점분야별, 연도별 총사업비 ····· 958
〈표 9-24〉 국토교통부 최근 5년간 R&D 예산운용 추이 ····· 959
〈표 9-25〉 국토교통부 향후 5년간 R&D 예산운용 계획 ····· 959
〈표 9-26〉 국토교통부 5년간 신규 R&D사업('22년~'26년) 가용예산 규모 ····· 959
〈표 9-27〉 민간기업 참여의향 수요조사 결과 ····· 960
〈표 9-28〉 동 사업의 연간 민간부담금 투자계획 ····· 960
〈표 9-29〉 WTO 보조금의 유형(2000년 1월1일 이후) ····· 964
〈표 9-30〉 WTO 보조금 위배사항 종합검토 ····· 966
〈표 9-31〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 구성도 ····· 967
〈표 9-32〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 최종성과물(안) ····· 968
〈표 9-33〉 디지털 국토정보 기술개발사업 최종성과물의 수혜자 및 예상 편익 ····· 968
〈표 9-34〉 디지털 국토정보 기술개발사업 부가가치창출편익 목표시장 ····· 969
〈표 9-35〉 연구개발단계별 회임기간 ····· 969
〈표 9-36〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 가치창출편익 산식 ····· 970
〈표 9-37〉 미래시장규모 추정 근거 ····· 970
〈표 9-38〉 미래 세계시장규모 ····· 970
〈표 9-39〉 미래 국내시장규모 ····· 971
〈표 9-40〉 CAGR 적용 조건 ····· 971
〈표 9-41〉 국내 3D Mapping and 3D Modeling 시장규모 전망 ····· 972
〈표 9-42〉 국내 Location Intelligence & Location Analytics 시장규모 전망 ····· 972
〈표 9-43〉 국내 목표시장 시장규모 추정 결과 ····· 972
〈표 9-44〉 목표시장별 유사과제 정부투입액(최근 5년 간) ····· 973
〈표 9-45〉 디지털 국토정보 분야 국가연구개발 투자 규모 ····· 973
〈표 9-46〉 디지털 국토정보 분야 부가가치율 추정 ····· 974
〈표 9-47〉 비용 분석 결과 ····· 975
〈표 9-48〉 편익 분석 결과 ····· 975
〈표 9-49〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 B/C ratio ····· 975

그 림 목 차

[그림 1-1] 공간정보-비공간정보-국토정보(예시) ····· 3
[그림 1-2] 기술의 발전에 따른 국토정보(지도)의 변화 ····· 4
[그림 1-3] 디지털 라이브 국토 개념도 ····· 5
[그림 1-4] 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업의 범위 ····· 8
[그림 1-5] 디지털 라이브 국토정보기술 VC(Value Chain) ····· 9
[그림 1-6] 활용수요조사 기반 사업 적용 대상 ····· 10
[그림 1-7] 미래 사회·산업 분야의 핵심 인프라, 공간정보 ····· 11
[그림 1-8] 미래사회 핵심 기반인 공간정보 ····· 12
[그림 1-9] 미래 공간정보의 발전 방향 ····· 13
[그림 1-10] Virtual Singapore 가스사고 시뮬레이션 예시 ····· 15
[그림 1-11] 디지털 지도 확보를 위한 글로벌 기업 동향 ····· 16
[그림 1-12] 공간정보 정책 추진 방향 ····· 16
[그림 1-13] 전세계 및 국내 LBS 시장 매출액 규모 추이 ····· 17
[그림 1-14] 국내 공간정보산업 성장세 둔화 ····· 17
[그림 1-15] 공간정보가 핵심기반인 6대 혁신성장동력 ····· 20
[그림 1-16] 국토교통의 미래모습 ····· 21
[그림 1-17] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우) ····· 27
[그림 1-18] 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 ····· 28
[그림 1-19] 서로 상이한 기준 적용으로 인한 공간정보 오류 발생 사례 ····· 28
[그림 1-20] 브이월드 활용 예시 ····· 29
[그림 1-21] 글로벌 지도 제작업체와 국내 기업의 제휴 사례 ····· 30
[그림 1-22] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우) · 31
[그림 1-23] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산) ····· 32
[그림 1-24] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산) ····· 32
[그림 1-25] 산업기술분야 유형별 정부역할의 실천방안 ····· 33
[그림 1-26] 한국판 뉴딜, 데이터 인프라 구축 ····· 35
[그림 1-27] 공간정보 데이터 구입경로별 비중 ····· 37
[그림 1-28] 공간정보 활용 서비스 예 ····· 39
[그림 1-29] 공간정보 산업 생태계에서 국토교통부의 역할 ····· 40
[그림 1-30] 정부 부처별 공간정보 활용 예시 ····· 41
[그림 1-31] 사업 추진 체계도 ····· 54
[그림 1-32] 연구 추진 프로세스 ····· 59
[그림 1-33] 선행 기획 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 ····· 60

[그림 2-1] 공간정보가 핵심기반인 6대 혁신성장동력 ····· 80
[그림 2-2] 국토교통의 미래모습 ····· 81

그 림 목 차

[그림 2-3] 세계 경제의 무경계화 ····· 83
[그림 2-4] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우) ····· 84
[그림 2-5] 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 ····· 85
[그림 2-6] 일자리의 구조적 변화 ····· 86
[그림 2-7] 국내 공간정보 산업 성장에 따른 파급효과 추이 ····· 87
[그림 2-8] 국내 공간정보산업 성장세 둔화 ····· 89
[그림 2-9] 전세계 및 국내 LBS 시장 매출액 규모 추이 ····· 91
[그림 2-10] 국토가상화 분야 국내 시장동향 ····· 91
[그림 2-11] 국토가상화 분야 국외 시장동향 ····· 92
[그림 2-12] 공간정보 초연결 분야 국내 시장동향 ····· 94
[그림 2-13]공간정보 초연결 분야 국외 시장동향 ····· 95
[그림 2-14] 공간정보 지능화 분야 국내 시장동향 ····· 97
[그림 2-15] 공간정보 활용지원 분야 국내 시장동향 ····· 98
[그림 2-16] 공간정보 지능화 분야 국외 시장동향 ····· 99
[그림 2-17] 공간정보 활용지원 분야 국외 시장동향 ····· 100
[그림 2-18] 실내지도서비스 활용사례 ····· 103
[그림 2-19] 서로 상이한 기준 적용으로 인한 공간정보 오류 발생 사례 ····· 105
[그림 2-20] 브이월드 활용 예시 ····· 105
[그림 2-21] 글로벌 지도 제작업체와 국내 기업의 제휴 사례 ····· 108
[그림 2-22] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우) · 109
[그림 2-23] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산) ····· 110
[그림 2-24] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산) ····· 110
[그림 2-25] SBAS의 동작원리(좌) 및 구성개념(우) ····· 111
[그림 2-26] 현대엠엔소프트 3D 모델링 데이터(좌) 및 네이버 M1의 3D 매핑 과정(우) ····· 112
[그림 2-27] 고정밀 위치센서를 탑재한 드론과 현장 지휘소의 라이브 공간정보 갱신 ····· 112
[그림 2-28] 브이월드(좌) 및 서울시 3D 지도 화면(우) ····· 113
[그림 2-29] 구글 자동차의 작동원리(좌) 및 어스캐스트에서 제공하는 평양 영상(우) ····· 114
[그림 2-30] Here & Moblieye(좌) 및 Quanergy Systems & Civil Maps(우) ····· 114
[그림 2-31] SmartMap Berlin 화면 ····· 115
[그림 2-32] UCLA의 도시 시뮬레이션(좌) 및 Vertex Modelling의 VUCITY(우) ····· 115
[그림 2-33] 수중통신망 구조도(좌) 및 이케이시스 지능형 IoT 플랫폼(우) ····· 116
[그림 2-34] 광명시 공간정보 빅데이터 분석사례(좌) 및 KT 데이터 커머스 플랫폼(우) ····· 116
[그림 2-35] SK텔레콤(좌) LG유플러스(우)의 스마트 홈 서비스 사례 ····· 117
[그림 2-36] 성동구지하공간 안전관리 시스템(좌) 및 유라이크코리아의 라이브케어(우) ····· 117
[그림 2-37] NASA의 소방관의 안전을 위한 POINTER(좌) 및 센서업 시연(우) ····· 118
[그림 2-38] GIS Planning의 ZoomProspector(좌) 및 텍사스 타운 적용 사례(우) ····· 118

그 림 목 차

[그림 2-39] 지멘스와 벤틀리의 디지털 제품 설계 및 제조 공정 설계의 통합 ····· 119
[그림 2-40] 스마트 산탄데르 프로젝트 ····· 119
[그림 2-41] KISTI의 도로상황 예측모형(좌) 및 네이버의 코나프로젝트(우) ····· 120
[그림 2-42] KAIST의 인공지능 위치추정기술(좌) 및 T맵 맞춤장소 추천(우) ····· 120
[그림 2-43] 네이버 딥러닝 기반 이미지 인식 기술(좌) 및 현대자동차 AEB 기술(우) ····· 121
[그림 2-44] 네이버의 클로바(좌) 및 솔트룩스의 인공지능 플랫폼 아담(우) ····· 121
[그림 2-45] 스마트 노원 앱의 자동심장충격기 지도(좌) 및 부천소방서 소화전 위치정보시스템(우) · 122
[그림 2-46] 모바일 119 수색·구조 시스템(좌) 및 스마트쇼퍼 서비스 이용 흐름도(우) ····· 123
[그림 2-47] 커넥티드 카(좌) 및 맵퍼스의 아틀란 클라우드 서비스(우) ····· 124
[그림 2-48] 구글 맵을 이용한 교통 정체구간 검색 및 최적 경로 탐색(좌), 우버 드라이버 앱(우) ·· 125
[그림 2-49] 페이스북 정밀거주지도(좌) 및 미츠비시 인공지능 활용 기술(우) ····· 126
[그림 2-50] 범죄예측프로그램 프레드폴(좌) 및 TOMTOM GO(우) ····· 126
[그림 2-51] Hayo Project(좌) 및 오베이션 하이파이 시뮬레이션(우) ····· 127
[그림 2-52] 구글지도 앱의 위치공유(좌) 및 웨이즈 라이더(우) ····· 127
[그림 2-53] GoPro의 No-Fly Zones(좌) 및 메트로마일의 이용량 기반 보험광고(우) ····· 128

[그림 3-1] 국가연구개발사업과 국토교통 R&D 사업의 투자 동향 ····· 133
[그림 3-2] 전체 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황 ····· 135
[그림 3-3] 공간정보 관련 분야 정부 R&D 예산 투자 현황 ····· 135
[그림 3-4] 부처별 R&D 투자 비중 중 상위 5개 부처의 투자 규모 ····· 137
[그림 3-5] 부처별 공간정보분야 투자비중 ('15~'19 투자액 합계) ····· 137
[그림 3-6] 연구단계에 따른 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 ····· 138
[그림 3-7] 수행기관별 공간정보 R&D 예산 투자 현황 및 과제 현황 ····· 140
[그림 3-8] 수행기관별 공간정보 R&D 연도별 예산 투자 현황 ····· 140
[그림 3-9] 국가별 전체 특허출원 동향 ····· 143
[그림 3-10] 상위출원인 특허 질적 수준 및 시장확보력(전체) ····· 146
[그림 3-11] 주요 국가별 기술 성장단계 그래프 ····· 147
[그림 3-12] 주요 국가별 기술 성장단계 그래프 ····· 148
[그림 3-13] 중분류 기술별 기술수명주기 평균값 ····· 149
[그림 3-14] 연도별 전체 논문발행 동향 ····· 152
[그림 3-15] 주요시장국 기술 성장단계 ····· 154
[그림 3-16] 우리나라 전공별 연구원 수 추이 ····· 157
[그림 3-17] 공간정보산업 기업 분포 ····· 172
[그림 3-18] 국토지리정보원 제공 정보 ····· 173
[그림 3-19] NS센터 제공 공간정보 ····· 173
[그림 3-20] NS센터 정보자원 관리 ····· 174

그 림 목 차

[그림 4-1] 국토공간정보연구사업의 추진 프로세스 ····· 184
[그림 4-2] 정부 및 국토교통 R&D 투자규모 (단위 : 억 원) ····· 186
[그림 4-3] 국토교통과학기술 연구개발사업 전주기 유기적 관계 ····· 186
[그림 4-4] 최근 3년간 SCI 학술지 성과 ····· 188
[그림 4-5] 최근 3년간 SCI 학술지의 MrnIF 성과 ····· 188
[그림 4-6] 최근 3년간 특허출원 성과 ····· 189
[그림 4-7] 최근 3년간 특허등록 성과 ····· 189
[그림 4-8] 최근 3년간 등록된 특허의 SMART 등급 평균 ····· 189
[그림 4-9] 최근 3년간 등록된 특허의 SMART 등급 분포 ····· 189
[그림 4-10] 최근 3년간 소프트웨어 성과 ····· 190
[그림 4-11] 최근 3년간 표준채택 성과 ····· 190
[그림 4-12] 최근 3년간 사업화 성과 ····· 191
[그림 4-13] 최근 3년간 표준채택 성과 ····· 191
[그림 4-14] 최근 3년('15~'17년) 간 국토공간정보연구사업 포트폴리오 ····· 198

[그림 5-1] 1차 공청회 ····· 253
[그림 5-2] 2차 공청회 ····· 254
[그림 5-3] 3차 공청회 ····· 255
[그림 5-4] 부처별 유사사업과의 차별성 ····· 257

[그림 6-1] 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 R&D 추진방향 도출 방법 ····· 281
[그림 6-2] 미래 사회·산업 분야의 핵심 인프라, 공간정보 ····· 282
[그림 6-3] 스마트 공간정보기술(예시) ····· 283
[그림 6-4] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우) ····· 286
[그림 6-5] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우) · 287
[그림 6-6] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산) ····· 287
[그림 6-7] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산) ····· 288
[그림 6-8] 전체 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황 ····· 290
[그림 6-9] 공간정보 관련 분야 정부 R&D 예산 투자 현황 ····· 291
[그림 6-10] 국토지리정보원 제공 정보 ····· 293
[그림 6-11] 국토지리정보원 전산센터를 활용한 주요 테스트 방안 ····· 294
[그림 6-12] 상위출원인 특허 질적 수준 및 시장확보력(전체) ····· 295
[그림 6-13] 중점분야 도출방법 ····· 300
[그림 6-14] 추진과제 도출 방법 ····· 301
[그림 6-15] 핵심·구성과제 선정 상향식 프로세스 ····· 302
[그림 6-16] 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 성과지표 체계도 ····· 329

그 림 목 차

[그림 6-17] 논리모형의 기본구조 ····· 343
[그림 6-18] 동 사업의 논리모형 ····· 344

[그림 7-1] 실내외 연속 위치정보 제공 구성개념도 ····· 360
[그림 7-2] 신호 기반 고정밀 절대측위 개념도 ····· 361
[그림 7-3] 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 개념도 ····· 362
[그림 7-4] S社 자동차용 카메라 (삼성전기, 2010) ····· 364
[그림 7-5] 신호 기반 고정밀 절대측위기술(As-is) ····· 372
[그림 7-6] 신호 기반 고정밀 절대측위기술(To-be) ····· 373
[그림 7-7] 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현기술(As-is) ····· 373
[그림 7-8] 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현기술(To-be) ····· 373
[그림 7-9] WiFi RTT(IEEE 802.11mc)기반 측위 개념도 ····· 379
[그림 7-10] 구글의 Fused Location Provider ····· 380
[그림 7-11] VISION/INS 시험의 기준궤적 ····· 388
[그림 7-12] 영상센서 추출사물 예시 ····· 395
[그림 7-13] 실내외 연속 위치정보 제공기술의 과제추진 로드맵 ····· 416
[그림 7-14] 실내외 연속 위치정보 제공 기술 성과 로드맵 ····· 416
[그림 7-15] 실내외 연속 위치정보 제공 추진체계 ····· 419
[그림 7-16] 고속 자동 맞춤형 디지털 가상국토 변화인식과 갱신 구성 개념도 ····· 427
[그림 7-17] (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상 ····· 437
[그림 7-18] (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 개발 ····· 438
[그림 7-19] (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 ····· 438
[그림 7-20] 도로 모니터링 및 교통사고 예측 시스템 ····· 444
[그림 7-21] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신의 과제추진 로드맵 ····· 473
[그림 7-22] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 성과 로드맵 ····· 473
[그림 7-23] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 추진체계 ····· 478
[그림 7-24] 가상국토 데이터 연계·가공·유통 구성개념도 ····· 488
[그림 7-25] 공간정보와 BIM을 연결한 건물 내부 정보 확인 (출처:건설기술연구원) ····· 489
[그림 7-26] 주소와 지명을 활용한 지오코딩 기술 ····· 489
[그림 7-27] 공간 · 비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 기술범위 ····· 491
[그림 7-28] 가상국토 융복합 데이터 유통 체계의 기술범위 ····· 491
[그림 7-29] BIM과 3DGIS 연계 ····· 503
[그림 7-30] 미국 NSDI 클리어링하우스의 구조 (출처: USGS-2013 보고서) ····· 505
[그림 7-31] 호주 PSMA 제공 데이터셋] (출처: http://www.pama.com.au) ····· 506
[그림 7-32] 호주 PSMA 데이터셋 유지관리 예시 ····· 506
[그림 7-33] BIM/GIS 상호운용 플랫폼 가시화 ····· 507

그 림 목 차

[그림 7-34] 공간정보 취합 및 데이터 제공시스템 현황 (출처: 한국국토정보공사(2017) 중간보고자료) ·· 509
[그림 7-35] 가상국토 데이터 연계·가공·유통 기술 과제추진 로드맵 ····· 532
[그림 7-36] 가상국토 데이터 연계·가공·유통 성과 로드맵 ····· 532
[그림 7-37] 가상국토 데이터 연계·가공·유통의 추진체계 ····· 535
[그림 7-38] 동적정보 초연결 구성개념도 ····· 546
[그림 7-39] 이동객체의 다중분석 분류 ····· 547
[그림 7-40] 사람의 이동과 감성정보의 위치기반 분석 및 예측 ····· 547
[그림 7-41] IoA연계 공간 상태정보 자동 획득 ····· 548
[그림 7-42] 데이터 경제의 가치사슬 ····· 550
[그림 7-43] Paradigm of trajectory data mining (Zheng. Yu, 2015) ····· 554
[그림 7-44] 이동체 동적정보 수집 및 예측(As-is/To-be) ····· 560
[그림 7-45] 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 (As-is/To-be) ····· 560
[그림 7-46] IoA연계 공간 상태정보 자동 획득 (As-is/To-be) ····· 561
[그림 7-47] 존스홉킨스대학의 코로나 시각화맵(Cornovavirus 2020-nCoV) 화면 예시 ···· 565
[그림 7-48] 위치정보와 AI를 결합한 FedEx 자율배송로봇(SameDay Bot) ····· 565
[그림 7-49] 동양인과 서양인 ROA간 이동패턴 (Vu et, al, 2015) ····· 567
[그림 7-50] MinUS 시각화 도구(http://satoss.uni.lu/software/MinUS.) ····· 567
[그림 7-51] Get_Move 시각화 도구(https://sites.google.com/site/ihaiphan/publications.) · 568
[그림 7-52] 골목길 관광객 동선 시각화 ····· 568
[그림 7-53] 이미지 분류와 객체 검출 ····· 569
[그림 7-54] 자연어 처리 기법의 예시(Google의 NIC 시스템) ····· 570
[그림 7-55] 시카고시 민원데이터 분석을 통한 환경문제 해결 및 예산절감 ····· 570
[그림 7-56] 바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계 ····· 571
[그림 7-57] 버추얼 싱가포르 프로젝트, 옥상 태양광 발전량 실시간 모니터링 예 ····· 572
[그림 7-58] GE의 에너지모니터링 시스템(EMS), 2018 평창 동계올림픽 대회 전력 운영 지원 · 572
[그림 7-59] 에이든 드론관제 플랫폼 가시화 화면 ····· 573
[그림 7-60] 모비두 '소닉 스팟' 개념도 ····· 574
[그림 7-61] 스켈터랩스의 마케팅솔루션(AIQ.AWARE) ····· 574
[그림 7-62] 서울시 유동인구와 센서스 인구의 시간대별 차이 ····· 576
[그림 7-63] 통계청의 유동인구 지도서비스 화면 ····· 576
[그림 7-64] 유동인구 데이터 기반 도보관광코스별 유동인구추정 ····· 577
[그림 7-65] 서울시 민원불편신고 분석사례 ····· 578
[그림 7-66] 서울시 불법주정차 민원신고 시공간예측모델링 ····· 578
[그림 7-67] 스마트 빌딩 플랫폼, IoT-3D 모델링연계 ····· 579

그 림 목 차

[그림 7-68] 동적정보 초연결의 과제추진 로드맵 ····· 600
[그림 7-69] 동적정보 초연결 성과 로드맵 ····· 600
[그림 7-70] 동적정보 초연결 추진체계 ····· 604
[그림 7-71] 다중 소스 기반 초대용량 N차원 공간정보 처리 및 서비스 개념 ····· 613
[그림 7-72] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 범위 ····· 615
[그림 7-73] 초대용량 N차원 공간정보의 종류와 특성 ····· 616
[그림 7-74] 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 운영 모델 ····· 618
[그림 7-75] 공간 비디오 공개 데이터의 갯수와 규모 ····· 619
[그림 7-76] 실시간 대용량 분산 공간 정보기술 개발의 방향 ····· 620
[그림 7-77] 디지털 라이브 국토의 빅데이터 저장 및 처리를 위한 Lamda 아키텍처 ····· 620
[그림 7-78] 클라우드 컴퓨팅과 엣지 컴퓨팅 비교 ····· 621
[그림 7-79] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 배경 ····· 622
[그림 7-80] 초대용량 공간정보 서비스 구축(As-is, To-be) ····· 629
[그림 7-81] 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리(As-is, To-be) ····· 630
[그림 7-82] Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축(As-is, To-be) · 630
[그림 7-83] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 개념도 ····· 631
[그림 7-84] 공간정보와 각종 영상, 위성영상, 사진 정보를 융합한 구글 맵 및 구글 어스 서비스 ·· 636
[그림 7-85] 마이크로 서비스 아키텍처를 제공하는 구글 클라우드 엔진 구성 ····· 637
[그림 7-86] ESRI I3S 및 Cesium 3D Tiles 포맷을 이용한 도시공간정보 가시화 ····· 638
[그림 7-87] Cassandra 시스템의 구조 ····· 640
[그림 7-88] MongoDB 시스템의 구조 ····· 641
[그림 7-89] NASA SciSpark 시스템의 구조 ····· 642
[그림 7-90] GeoSpark 시스템과 GeoSparkViz 시스템의 구조 ····· 642
[그림 7-91] GeoMesa의 구조 ····· 643
[그림 7-92] Google의 Cloud IoT Edge, Edge TPU와 Cloud IoT Core 구성 ····· 645
[그림 7-93] IBM Edge IoT Analytics 동작 방식 ····· 645
[그림 7-94] Intel의 Edge 기반 딥러닝 추론을 위한 OpenVINNO ····· 646
[그림 7-95] Azure IoT Edge 플랫폼 ····· 646
[그림 7-96] Amazon Greengrass 플랫폼 ····· 647
[그림 7-97] GE Predix Edge 플랫폼 구성 ····· 647
[그림 7-98] Qulcomm Snapdragon Ride 플랫폼 ····· 648
[그림 7-99] Edge-Fog-Cloud 기반 공간정보 기술 로드맵 ····· 648
[그림 7-100] 마이크로 서비스를 제공하는 Open FX 프레임워크의 구조 및 서비스 플로우 · 649
[그림 7-101] 이지스 XDWorld 및 씨엠월드 CmWorld 3D에서의 공간정보 가시화 사례 ·650
[그림 7-102] ETRI의 Hadoop 기반 공간정보 빅데이터 시스템 ····· 651
[그림 7-103] KAIST의 Spark 기반 공간정보 빅데이터 시스템 ····· 651

그 림 목 차

[그림 7-104] 자율형 사물인터넷 핵심기술개발 사업의 전략과제 및 핵심과제 구성 ····· 653
[그림 7-105] SKT MEC 플랫폼 기반 데이터 전송 방식 ····· 653
[그림 7-106] KT 5G Edge 통신센터 기반 데이터 전송 ····· 654
[그림 7-107] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 기술 과제추진 로드맵 ····· 683
[그림 7-108] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 기술 성과 로드맵 ····· 683
[그림 7-109] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 개발 추진체계도 ····· 687
[그림 7-110] N차원 고품질 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 개념도 ····· 695
[그림 7-111] 데이터 레이블링 작업, 시장 규모 및 Waymo의 자율주행차 데이터 예시 ····· 698
[그림 7-112] 인공지능 서비스 개발 단계 및 투자 시간 ····· 699
[그림 7-113] 개인정보보호와 데이터 활용성간의 트레이드 오프 ····· 699
[그림 7-114] 현재의 인공지능과 설명하는 인공지능 ····· 700
[그림 7-115] 머신러닝 파이프라인 ····· 701
[그림 7-116] 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 (As-is, To-Be) ····· 710
[그림 7-117] 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보(As-is, To-Be) ·· 710
[그림 7-118] 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 (As-is, To-be) ····· 710
[그림 7-119] 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 - 실증 기술 개발((As-is, To-be) ·· 711
[그림 7-120] KITTI의 데이터 수집 장치 및 구축된 데이터 샘플 ····· 716
[그림 7-121] ApolloScape의 차량 객체 데이터 및 Scene Parsing 데이터 ····· 717
[그림 7-122] BDD100K의 Lane Marking, Road Object Detection 데이터 ····· 717
[그림 7-123] CarSim , MS AirSim, 구글 Waymo Craft 등 드라이빙 시뮬레이터 S/W · 718
[그림 7-124] NVIDIA의 지도제작과 업데이트를 위한 Drive PX, Tesla GPU 기반의 MapWorks · 718
[그림 7-125] Virtual Reality 자율주행 시뮬레이터인 NVIDIA Drive Constellation ····· 718
[그림 7-126] 3가지 레벨의 데이터 생성 환경을 지원하는 SynCity 시뮬레이터 ····· 719
[그림 7-127] Synthetic Datasets의 가상 데이터와 센서 모델 데이터 예시 ····· 719
[그림 7-128] 다양한 환경, 객체, 시나리오를 지원하는 VIRES의 VTD 시뮬레이터 예시 ····· 720
[그림 7-129] Apollo Simulation Platform (BAIDU) ····· 720
[그림 7-130] Amazon SageMaker Ground Truth 작동 방식 ····· 721
[그림 7-131] 다양한 분야에서 Smart Tool을 적용한 학습데이터 예시 ····· 721
[그림 7-132] NVIDIA Transfer Learning Toolkit 워크플로우 ····· 722
[그림 7-133] 데이터 익명화 적용 예시 ····· 722
[그림 7-134] 생성적 적대 신경망을 이용한 항공사진 생성 예시 ····· 723
[그림 7-135] ESRI ArcGIS의 인공지능기법 적용 프레임워크 및 사례 ····· 725
[그림 7-136] Autodesk의 Generative Design개념과 구조물 설계에 적용한 사례 ····· 725
[그림 7-137] 자율주행의 판단 근거를 설명하는 NVIDIA의 PilotNet ····· 726
[그림 7-138] 영상에 대한 판단 근거를 시각적 요소로 가시화하는 RISE 기술 (Boston 대학) · 726
[그림 7-139] 교통사고에 대한 사고상황을 복원하여 재현하는 기술 ····· 727

그 림 목 차

[그림 7-140] 사람이 이해할 수 있게 비디오를 설명하기 위한 그래프 구성 기술(MovieGrpah) ·· 727
[그림 7-141] Amzon SageMaker 구성도 ····· 730
[그림 7-142] Valohai 서비스 아키텍쳐 ····· 731
[그림 7-143] IoT 기술을 이용한 실시간 모니터링 기반 HEX Dynamic Evacuation System · 731
[그림 7-144] 네이버랩스에서 구축한 HD 맵 데이터 예시 ····· 733
[그림 7-145] 센서 에뮬레이터, HD 맵 생성 등 차량제어를 지원하는 Unity기반 시뮬레이터(LGSVL) ·· 734
[그림 7-146] 3D 기반 비행경로 사전 시뮬레이션 기술 (지오멕스소프트) ····· 734
[그림 7-147] 인공지능 기반의 데이터 레이블링 자동화 워크플로우 ····· 735
[그림 7-148] 학습데이터셋 구축을 위한 다단계 가공 프로세스 ····· 735
[그림 7-149] XAI R&D 프레임워크 구조 ····· 737
[그림 7-150] KSB 인공지능 프레임워크 구조 ····· 739
[그림 7-151] 디지털 트윈 기반 재난정보 통합 관리시스템 ····· 739
[그림 7-152] 소방활동융합정보 시스템 아키텍처 ····· 740
[그림 7-153] 현대차동차 커뮤니티형 모빌리티 서비스 ····· 741
[그림 7-154] 항공안전기술원의 저고도 교통관리체계 ····· 742
[그림 7-155] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 과제추진 로드맵 ····· 770
[그림 7-156] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 성과 로드맵 ····· 770
[그림 7-157] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술의 추진체계 ····· 774

[그림 8-1] 사업 추진 체계도 ····· 791
[그림 8-2] 사업운영 절차 ····· 795
[그림 8-3] 동 사업의 성과중심 사업관리 ····· 802
[그림 8-4] 공간정보산업 생태계 개요 ····· 808

[그림 9-1] 사전 예비타당성 분석 프로세스 ····· 855
[그림 9-2] 공간정보가 핵심기반인 6대 혁신성장동력 ····· 862
[그림 9-3] 국토교통의 미래모습 ····· 863
[그림 9-4] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우) ····· 869
[그림 9-5] 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 ····· 870
[그림 9-6] 서로 상이한 기준 적용으로 인한 공간정보 오류 발생 사례 ····· 870
[그림 9-7] 브이월드 활용 예시 ····· 871
[그림 9-8] 글로벌 지도 제작업체와 국내 기업의 제휴 사례 ····· 872
[그림 9-9] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우) · 873
[그림 9-10] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산) ····· 874
[그림 9-11] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산) ····· 874

그 림 목 차

[그림 9-12] 사업 추진 체계도 ····· 932
[그림 9-13] 부처별 유사사업과의 차별성 ····· 942
[그림 9-14] WTO 조치가능보조금 분석틀 ····· 965
[그림 9-15] 미래 시장규모 추정 시나리오 ····· 971

제 1 장
사업개요

제1절 개념 및 정의
제2절 사업추진 배경 및 필요성
제3절 추진근거
제4절 기획의 추진체계 및 경과

제1장 사업 개요

제1절 개념 및 정의

1. 본 사업 주요 용어 정의

□ 국토정보

○ 공간정보(空間情報)

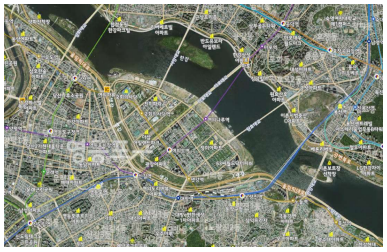
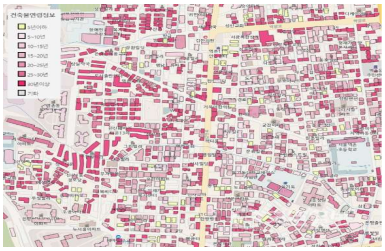
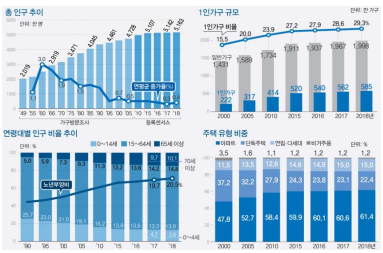
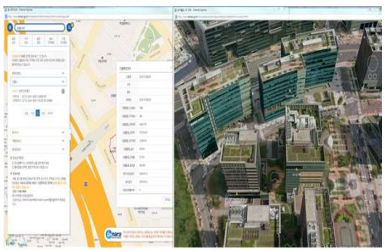
- 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지와 의사결정에 필요한 정보[1)]

○ 비공간정보(非空間情報)

- 공간의 지리적 특성을 나타내는 정보가 아닌, 공간의 사회적, 경제적, 행정적 특성을 나타내는 정보

○ 국토정보(國土情報)

- 국토공간상의 활동과 지형지물에 관한 모든 정보로 국토 관련 각 부문의 행정, 경제활동 등 특정한 목적을 위하여 수집·정리된 국토에 관한 정보

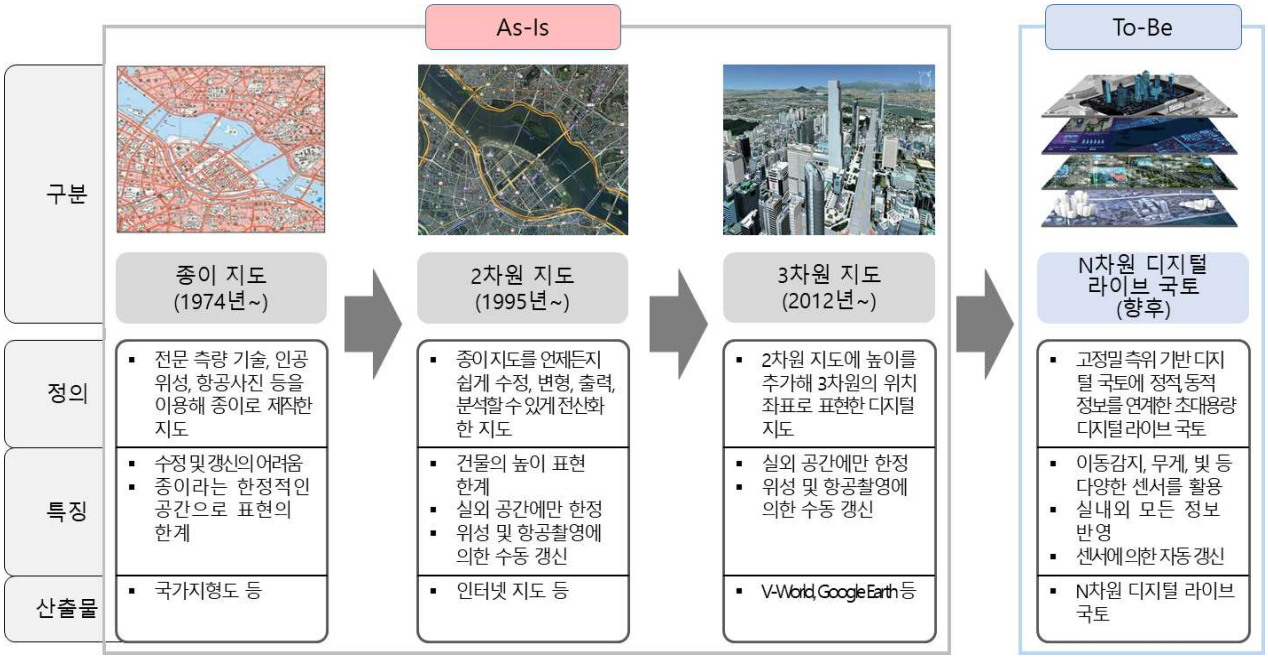
공간정보	비공간정보	국토정보
 〈2D영상지도〉	 〈행정정보〉	 〈건축물연령정보〉
 〈3D공간정보〉	 〈인구통계정보〉	 〈부동산정보〉

[그림 1-1] 공간정보-비공간정보-국토정보(예시)

1) 지도 및 지도 위에 표현이 가능하도록 위치, 분포 등을 알 수 있는 모든 정보로 일상생활이나 특정한 상황에서 행동이나 태도를 결정하는 중요한 기초 정보

□ 국토정보(지도)의 변천사

○ 최근 국토정보(지도)는 전자 지도로 제작되면서 지형의 형태 및 지물과 같은 도형정보 이외에 환경적, 사회적, 경제적 특성을 나타내는 속성정보를 기록할 수 있도록 변화



[그림 1-2] 기술의 발전에 따른 국토정보(지도)의 변화

□ 디지털 라이브 국토

○ 가상국토(假像國土)

- 현실 국토에 관한 모든 정보를 가상의 공간에 정밀하게 표현하여 구현한 국토

○ 디지털 라이브 국토

- (**디지털化**) 고정밀 측위정보와 실시간 변화인식 정보를 바탕으로 가상국토를 **구축·갱신**하고
- (**라이브化**) 행정, 인구, 통계 등 정적정보와 사람, 사물, 이동체 등의 동적정보를 **실시간 연계**한
- (**디지털 라이브 국토**) **초대용량 공간정보 관리·서비스** 기반을 통하여 **분야별*** **맞춤형 공간분석 서비스**가 가능한 가상국토

* 대상 분야 : 드론, 자율차, 재난재해, 스마트건설, 스마트물류, 감염병 등



[그림 1-3] 디지털 라이브 국토 개념도

□ 디지털 라이브 국토정보 기술

○ 4차산업혁명 시대가 요구하는 실시간 N차원[2] 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로, 다양한 고품질 공간정보 서비스 제공이 가능한 가상과 현실이 융합된 '디지털 라이브 국토' 구현 기술

- (**데이터 중심 기술**) 미래 사회에서는 사람 뿐만 아니라 사물, 기기, 센서 등이 공간정보의 이용주체이며, 초대용량 공간정보를 분산 저장·관리·서비스 하기 위한 기반 마련 필수

사람 中心 데이터		사람·사물·기기·센서 中心 데이터
중·소규모 2D/3D, 센서 데이터	⇨	초대용량(엑사스케일) 데이터 * LiDAR, Point Cloud 데이터, 공간 영상·비디오
정적(靜的)* 데이터 * 데이터 양과 상태가 변하지 않는		동적(動的)* 데이터 * Digital(디지털) Live(실시간, 살아있는)

- (**융복합 서비스 기술**) 공간정보 고유기술과 최신 AICBM(AI,IoT,Cloud,Big data,Mobile) 기술을 접목한 융복합 기술 개발을 통하여 공간정보 생산~가공~활용 등 全단계에서 고부가가치 창출

공간정보 고유기술 中心* * 공급자 관점(단순 기술 제공)		공간정보+AICBM 융복합 中心* * 수요자 관점(분야별 니즈 및 수요 급증)
공간정보 생산·구축* 위주 * 노동 집약적, 저부가가치 산업	⇨	생산·구축 → 가공 융복합 → 유통·활용* * S/W 및 서비스 산업으로 급속히 발전
고비용 저효율 (수작업)		저비용 고효율 (자동화)

- (**기반조성형 기술**) 도로, 공항, 항만 등 사회기반시설(SOC)처럼 공간정보는 무형의 공공재로서, 공공 및 민간, 다양한 산업분야에서 공동 활용하는 "디지털 SOC"

국가 기본도* * 종이지도, 수치지도 등		디지털 기반 국토정보(플랫폼*) * 자율차,드론,스마트시티 등의 핵심기반
공간정보 R&D가 분절, 파편화* 되어 진행 * 부처별, 지자체별 등	⇨	全주기적* R&D추진으로 국가핵심기반 마련 * 공간정보 취득~융복합 가공~유통~활용
국내 공간정보 분야 외산 제품 의존도 매우 심각		국가 주요 인프라인 공간정보 H/W, S/W 국산화 및 기술 자립화

2) 평면에 높이가 추가되어 만들어진 3차원에 시간, 정밀도, 다양한 센서로부터 수집되는 속성정보가 결합되어 5차원을 뛰어 넘는 다중 차원

○ 디지털 라이브 국토정보 기술에는 제4차 산업혁명에서 부각되고 있는 ICT 주요 기술들이 도입·적용되고 있으며, 각 기술의 의미 및 디지털 라이브 국토정보 기술 개발 시, 주요 활용분야는 〈표 1-1〉과 같음

〈표 1-1〉 제4차 산업혁명 ICT 주요 기술의 의미 및 디지털 라이브 국토정보 기술 內 활용 분야

ICT 주요기술	일반적 의미	활용 분야
① VR & AR 	가상현실(VR)은 컴퓨터로 만든 가상공간을 사용자가 체험하게 하는 기술이고, 증강현실(AR)은 현실 세계에 가상의 콘텐츠를 겹쳐 디지털 체험을 가능케 하는 기술 *Virtual Reality & Augmented Reality	Geospatial Cloudlet 기반 공간·위치·영상·센서정보 융합을 활용한 VR/AR 디지털 콘텐츠 생성 및 관리 기술 개발에 사용
② 빅데이터 & 인공지능 	(빅데이터) 디지털 환경에서 생성되는 다양한 데이터 및 생성 주기가 짧은 대규모의 데이터를 의미 (인공지능) 컴퓨터가 사고, 학습, 자기계발 등 인간 특유의 지능적인 행동을 모방할 수 있게 하는 컴퓨터 과학 *Big Data & Artificial Intelligence	다양한 공간정보를 수집·축적하고, 축적된 공간정보를 이용하여 초대용량 공간정보 서비스 구축에 활용
③ 사물인터넷 	사물에 센서가 부착되어 실시간으로 데이터를 인터넷 등으로 주고받는 기술이나 환경을 의미 *Internet of Things	다종 센서 및 플랫폼 기반의 공간정보 변화탐지/모니터링 기술에 활용
④ 디지털 맵 	종이지도를 컴퓨터에서 이용할 수 있도록 디지털 정보로 표현한 것으로 지리정보시스템 및 인터넷통신기술과 결합하여 위치정보 제공 *Digital Map	도면정보 기반의 공간정보를 3차원 가상국도와 연계하는 기술에 활용
⑤ 블록체인 	새로운 거래 내역이 기존 블록에 계속 연결되는 방식을 통해 거래 내역의 조작을 방지하는 방식의 분산원장 기술 *Block Chain	디지털 라이브 국토정보 기술개발 시, 민감한 개인정보 등의 데이터를 암호화 할 때 블록체인 활용
⑥ 클라우드 컴퓨팅 	인터넷 기반 컴퓨팅의 일종으로 정보를 자신의 컴퓨터가 아닌 클라우드(인터넷)에 연결된 다른 컴퓨터로 처리하는 기술을 의미 *Cloud Computing	클라우드 기반의 초대용량 공간정보 데이터 활용 및 서비스 기술 개발 시, 활용

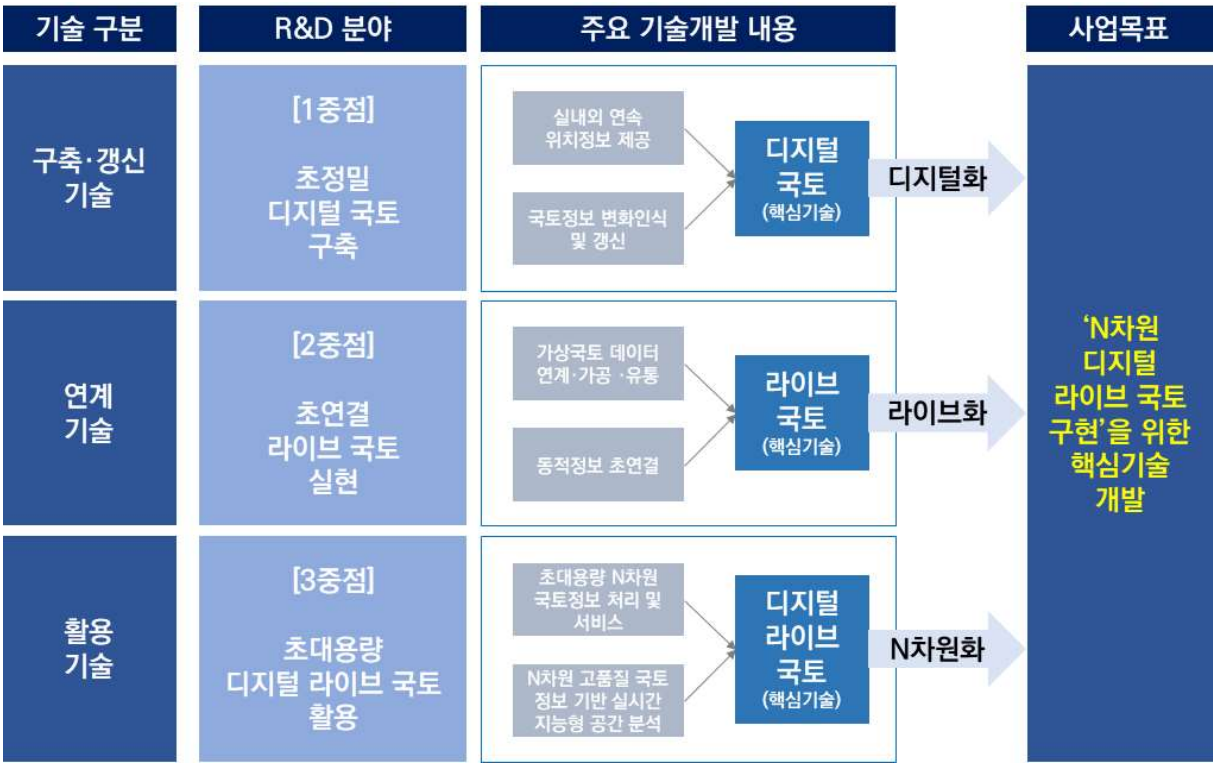
2. 본 사업의 적용 범위

□ 본 사업의 범위 및 적용 대상

○ **(사업의 범위)** 본 사업은 '디지털 라이브 국토'를 구현하기 위한 핵심 기술을 개발하고, 이를 공간정보 서비스 기관·기업에 제공하는 것을 본 사업의 범위로 설정

※ 디지털 라이브 국토 : 고정밀 측위정보와 실시간 변화인식 정보를 바탕으로 가상국토를 구축·갱신(디지털化)하고, 정적정보와 동적정보를 실시간 연계(라이브化)한 초대용량 공간정보 관리·서비스 기반을 통하여 분야 맞춤형 공간분석 서비스가 가능한 가상국토

- 본 사업의 기술개발 범위는 ① 실내외 절대·상대·복합 측위 및 고정밀·고품질의 3차원 디지털 국토 구축·갱신 기술 ② 가상국토 데이터 연계 및 사람-사물-이동체 정보 초연결 기술 ③ 초대용량 공간정보 처리·서비스 및 수요자 맞춤 지능형 공간분석 서비스 제공 기술 개발임



[그림 1-4] 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업의 범위

- 본 사업 기술개발 산출물(시스템, S/W, 모듈, API 등)을 활용하여 **공간정보 서비스 기관·기업(1차 수혜자)**에서 '디지털 라이브 국토정보'를 생성, 제공 및 서비스
- 공간정보 서비스 활용기관·기업(2차 수혜자)에서 '디지털 라이브 국토정보'를 활용하여 일반 국민, 민간기업, 산학연 전문가(3차 수혜자) 등 사용자의 니즈에 따른 맞춤형 서비스를 제공



[그림 1-5] 디지털 라이브 국토정보기술 VC(Value Chain)

○ **(사업 적용 대상)** 본 사업에서 수행한 '활용수요조사 결과'에 기반하여 건설, 재난/재해, 자율주행, 물류, 드론, 감염병의 6개 활용 분야를 선정하였으며, 6개 활용 분야별 전문가 회의를 통한 활용 시나리오를 마련

- (1단계) 활용수요 조사결과에 기반하여 4개 이상의 활용수요를 확보한 건설, 재난/재해, 도로 교통·물류, 항공 분야를 1차 활용분야로 선정*

※ 활용분야가 특정되지 않은 기타 분야와 활용수요가 3개 이하로 조사된 국토·도시, 토지, 철도 분야를 제외

- (2단계) 도로 교통·물류 분야*의 경우 도로 교통과 물류로 분리하였으며, 도로 교통 분야의 경우 대부분 자율주행과 관련된 내용으로 분야명을 자율주행 분야로 변경하여 총 5개의 활용 분야를 도출

※ 활용수요 조사결과 도로 교통과 물류를 구분하기 어려운 부분이 존재하여, 도로 교통·물류 분야로 구분

- (3단계) 5개의 활용분야 관련 기획위원회의 의견수렴 과정에서 감염병과 관련된 이슈가 증가함에 따라 활용분야에 감염병 분야 추가 의견을 수렴하여 총 6개 활용 분야를 도출



[그림 1-6] 활용수요조사 기반 사업 적용 대상

제2절 사업 추진 배경 및 필요성

1. 사업의 배경

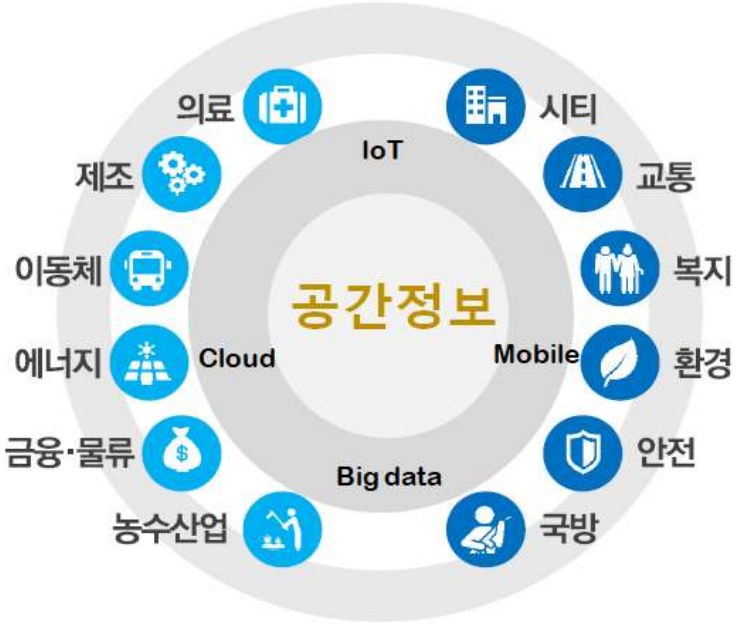
□ 공간정보는 미래 사회·산업 분야 핵심 인프라로 급부상하여 그 중요성이 증가

○ 공간정보는 4차 산업의 핵심 기술인 AICBM(AI, IoT, Cloud, Big data, Mobile)과 연계하여 도시, 교통, 복지, 환경 등 다양한 분야의 발전에 큰 영향을 미칠 것으로 예상

- 공간정보는 다양한 정보·지식을 담는 그릇과 같은 역할을 하며, 4차 산업혁명시대 핵심 기술로서 역할을 할 것으로 예상[3)]
- 제4차 산업혁명이 공간정보와 연동되어 부각되는 이유는 미래 사회는 초지능 초연결 기술의 발전으로 데이터가 비즈니스의 원천이 되고, 산업을 이끌어갈 원동력으로 부각되기 때문
- 공간정보는 이미 정보통신(ICT) 기술의 발전과 스마트폰의 보급에 따라 비즈니스와 일상 생활을 혁신하는 원천으로 그 중요성이 주목

○ 공간정보는 세상에 존재하는 지형·지물, 자연현상, 사람과 사물의 위치, 형태, 속성 등 공간인지와 의사결정에 필수적이며, 초연결·지능정보사회의 핵심 인프라로서 중요성이 증가[4)]

- 정밀 센서, 사물인터넷(IoT), 무인이동체 등에서 위치정보의 수집과 분석은 필수적인 기술이며 공공과 민간의 의사결정에서 위치 기반 서비스의 중요성이 더욱 높아질 것으로 예상



출처 : 4차산업혁명위원회, 4차 산업혁명 대응계획(재구성), 2017

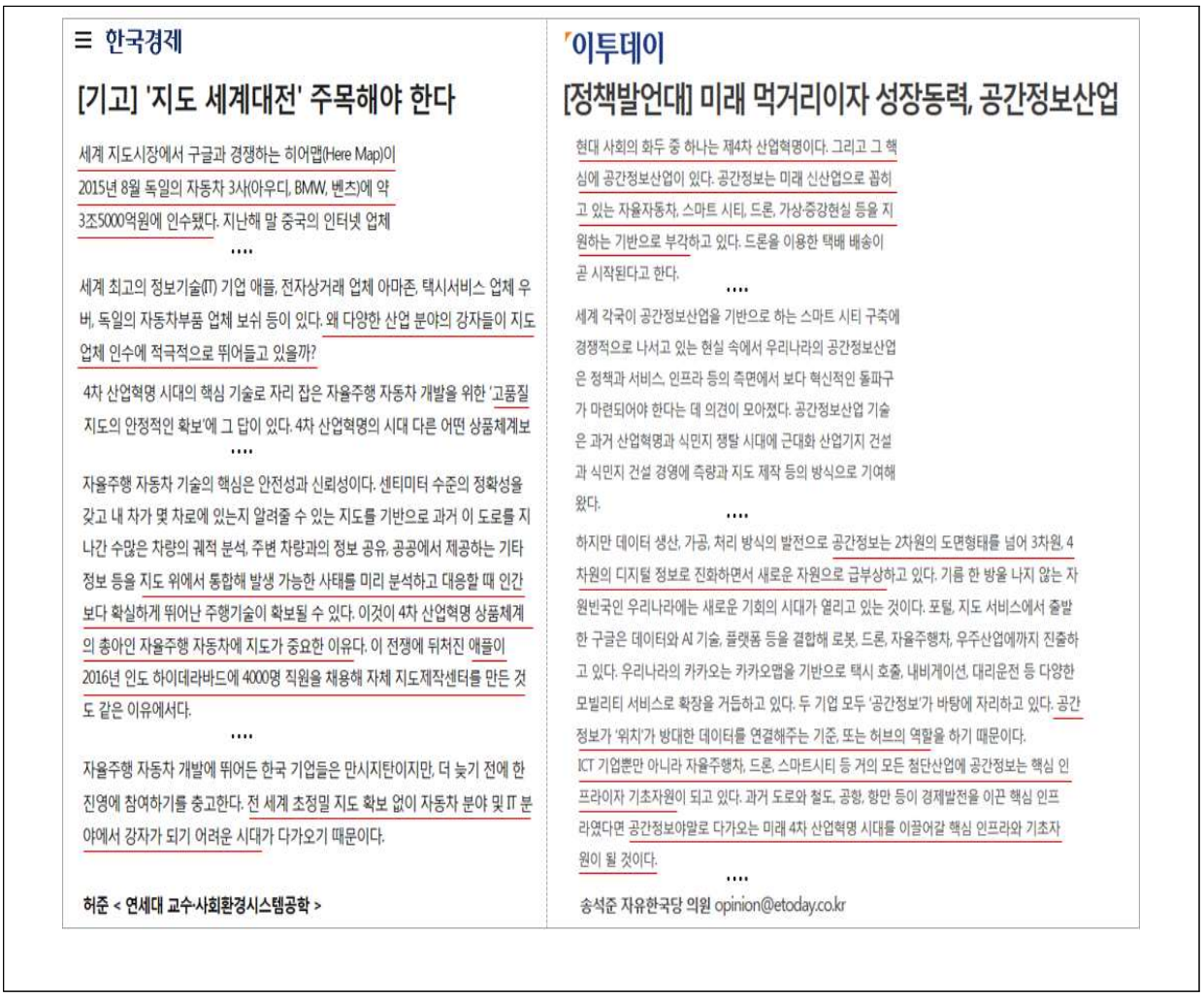
[그림 1-7] 미래 사회·산업 분야의 핵심 인프라, 공간정보

3) 이진우(국토교통부), 제4차 산업혁명 시대의 공간정보 정책 연구, 2018
4) 국토연구원, 4차 산업혁명을 견인하는 '디지털 트윈 공간' 구축 전략, 2018

□ 4차 산업혁명 시대, 다양한 니즈에 적시적기 대응을 위한 공간정보 패러다임 전환 中

○ 제4차 산업혁명으로 야기되는 기술의 진보는 정치, 경제, 사회, 문화의 다방면에 걸쳐 나타나며 특히, 공간정보 산업의 변화와 산업 정책의 측면에서의 대변혁이 예상

- 4차 산업혁명의 변화에 대응하기 위하여 공간정보는 정적인 수준에서 벗어나 현실세계와 가상세계를 서로 연결하고 상호 작용이 가능한 동적 가상공간으로 발전 중[5)]
- 과거에는 사람들이 공간을 단순히 들여다보았다면 현대인들은 공간을 느끼고자 하며, 이러한 경향이 가상공간에 대한 수요를 창출할 것으로 예상
- 자율주행차, 드론, 로봇 등 자율운행시스템의 활용이 확대되면서 상세하고 정확한 공간정보를 요구하는 수요가 크게 증가할 것으로 예상
- 과거 공간정보의 이용 주체가 '사람'에 한정되어 있었다면, 미래에는 기기의 지능화를 통한 기기 간 정보의 공유 및 서비스가 확대됨에 따라 이용 주체가 '센서·사물·기기·사람'으로 확대[6)]



≡ 한국경제

[기고] '지도 세계대전' 주목해야 한다

세계 지도시장에서 구글과 경쟁하는 히어맵(Here Map)이 2015년 8월 독일의 자동차 3사(아우디, BMW, 벤츠)에 약 3조5000억원에 인수됐다. 지난해 말 중국의 인터넷 업체

....

세계 최고의 정보기술(IT) 기업 애플, 전자상거래 업체 아마존, 택시서비스 업체 우버, 독일의 자동차부품 업체 보쉬 등이 있다. 왜 다양한 산업 분야의 강자들이 지도 업체 인수에 적극적으로 뛰어들고 있을까?

4차 산업혁명 시대의 핵심 기술로 자리 잡은 자율주행 자동차 개발을 위한 '고품질 지도의 안정적인 확보'에 그 답이 있다. 4차 산업혁명의 시대 다른 어떤 상품체계보

....

자율주행 자동차 기술의 핵심은 안전성과 신뢰성이다. 센티미터 수준의 정확성을 갖고 내 차가 몇 차로에 있는지 알려줄 수 있는 지도를 기반으로 과거 이 도로를 지나간 수많은 차량의 궤적 분석, 주변 차량과의 정보 공유, 공공에서 제공하는 기타 정보 등을 지도 위에서 통합해 발생 가능한 사태를 미리 분석하고 대응할 때 안전보다 확실하게 뛰어난 주행기술이 확보될 수 있다. 이것이 4차 산업혁명 상품체계의 총아인 자율주행 자동차에 지도가 중요한 이유다. 이 전쟁에 뒤처진 애플이 2016년 인도 하이데라바드에 4000명 직원을 채용해 자체 지도제작센터를 만든 것도 같은 이유에서다.

....

자율주행 자동차 개발에 뛰어든 한국 기업들은 만시지탄이지만, 더 늦기 전에 한 진영에 참여하기를 충고한다. 전 세계 초정밀 지도 확보 없이 자동차 분야 및 IT 분야에서 강자가 되기 어려운 시대가 다가오기 때문이다.

허준 < 연세대 교수·사회환경시스템공학 >

「이투데이

[정책발언대] 미래 먹거리이자 성장동력, 공간정보산업

현대 사회의 화두 중 하나는 제4차 산업혁명이다. 그리고 그 핵심에 공간정보산업이 있다. 공간정보는 미래 신산업으로 꼽히고 있는 자율자동차, 스마트 시티, 드론, 가상·증강현실 등을 지원하는 기반으로 부각하고 있다. 드론을 이용한 택배 배송이 곧 시작된다고 한다.

....

세계 각국이 공간정보산업을 기반으로 하는 스마트 시티 구축에 경쟁적으로 나서고 있는 현실 속에서 우리나라의 공간정보산업은 정책과 서비스, 인프라 등의 측면에서 보다 혁신적인 돌파구가 마련되어야 한다는 데 의견이 모아졌다. 공간정보산업 기술은 과거 산업혁명과 식민지 쟁탈 시대에 근대화 산업기지 건설과 식민지 건설 경영에 측량과 지도 제작 등의 방식으로 기여해 왔다.

....

하지만 데이터 생산, 가공, 처리 방식의 발전으로 공간정보는 2차원의 도면형태를 넘어 3차원, 4차원의 디지털 정보로 진화하면서 새로운 자원으로 급부상하고 있다. 기름 한 방울 나지 않는 자원빈국인 우리나라에는 새로운 기회의 시대가 열리고 있는 것이다. 포털, 지도 서비스에서 출발한 구글은 데이터와 AI 기술, 플랫폼 등을 결합해 로봇, 드론, 자율주행차, 우주산업에까지 진출하고 있다. 우리나라의 카카오는 카카오맵을 기반으로 택시 호출, 내비게이션, 대리운전 등 다양한 모빌리티 서비스로 확장을 거듭하고 있다. 두 기업 모두 '공간정보'가 바탕에 자리하고 있다. 공간정보가 '위치'가 방대한 데이터를 연결해주는 기준, 또는 허브의 역할을 하기 때문이다.

ICT 기업뿐만 아니라 자율주행차, 드론, 스마트시티 등 거의 모든 첨단산업에 공간정보는 핵심 인프라이자 기초자원이 되고 있다. 과거 도로와 철도, 공항, 항만 등이 경제발전을 이끈 핵심 인프라였다면 공간정보야말로 다가오는 미래 4차 산업혁명 시대를 이끌어갈 핵심 인프라와 기초자원이 될 것이다.

....

송석준 자유한국당 의원 opinion@etoday.co.kr

[그림 1-8] 미래사회 핵심 기반인 공간정보

5) 국토연구원, 4차 산업혁명을 견인하는 '디지털 트윈 공간' 구축 전략, 2018
6) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

○ 공간정보의 융·복합화를 통한 국토 內 다양한 공간의 체계적인 관리 및 서비스 분야 확대

- 공간정보는 ICT 기술과 융합을 통해서 다양한 데이터를 수집·통합·활용할 수 있는 기반으로[7], 이를 활용하여 기존 서비스보다 제공 가능한 범위가 확대될 것으로 전망
- 스마트빌딩, 스마트홈, 스마트오피스 등은 컴퓨터 및 모바일 기기를 통하여 상황 모니터링 및 제어가 가능하며, 공간정보를 활용하여 구현한 가상공간을 통해 유기적 연계·관리 가능
- GPS 기능이 탑재된 모바일 기기의 확산에 따라 지도와 위치를 기반으로 한 서비스가 폭발적으로 증가하였으며, 공간정보는 기존 산업이나 서비스와 연계·융합되어 서비스 범위가 크게 확대
- 과거 공간정보의 역할은 단순 바탕지도(수치지도) 역할이었다면, 미래에는 자율차, 인공지능, 스마트시티 등 새로운 연계·융합의 핵심적 요소[8]



출처 : 국토연구원, 4차 산업혁명을 견인하는'디지털 트윈 공간'구축 전략, 2018

[그림 1-9] 미래 공간정보의 발전 방향

○ 4차 산업혁명의 물결 속에서 미래사회의 공간정보 이용자의 역할이 다변화

- 4차 산업혁명으로 공간정보의 이용자가 사람에서 사물로 변화하면서 지도정보(외부지도 + 내부지도), 3D 지도, GPS 등 위치측정 인프라, 인공위성, Geotagging(디지털 콘텐츠의 공간정보화) 등이 더욱 중요하게 부각[9]
- 이동수단을 통한 이동 경로, 이동 목적, 소요시간, 소요비용 등의 데이터 수집을 통해 교통망 개선, 효과적인 대중교통 시스템 구축에 정보 활용 가능
- 교통부문에서는 주로 교통카드 데이터, 통신 데이터, 내비게이션 데이터 등의 자료를 활용하여 공간정보 빅데이터를 구축
- 교통카드는 사용자의 출발지와 목적지의 위치정보를 이용하여 동적 데이터를 시각화하여 통행 패턴의 차이를 비교하거나, 통행 유형이나 이용 노선을 구분하여 분석
- 내비게이션 데이터는 수많은 차량의 내비게이션 앱을 통해 서버로 수집되는 차량의 위치정보, 속도정보, 출·도착지 정보, 이동경로 정보 등을 활용하여 도로의 교통상황을 더욱 세밀하게 파악[10]

7) 국토연구원, 4차 산업혁명을 견인하는 '디지털 트윈 공간' 구축 전략, 2018
8) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
9) 국토교통부, 제4차 산업혁명 시대의 공간정보 정책 연구

- GPS 수신기 및 카메라 등 다양한 센서가 장착된 모바일기기의 보급·확산으로 과거에 소비자 역할만 수행하던 공간정보 이용자는 프로슈머화 되어 소비자이자 생산자 역할을 동시에 수행[11)]

□ 주요 선진국 및 글로벌 기업들의 공간정보 주도권 선점을 위한 경쟁이 치열

○ 해외 선진국 및 주요 글로벌 기업들은 공간정보의 중요성 및 파급효과를 인식하고, 선제적으로 공간정보 관련 기술개발 및 활용 극대화 추진

〈표 1-2〉 4차 산업혁명 대응 해외 공간정보 기술 개발 사례

구분	요약
미국	• 범부처 R&D 프로그램인 NITRD(The Networking and Information Technology Research and Development Program)에서 스마트시티 관련 사업 추진 • Connected Vehicle, BIGDATA program, Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Things-Enabled Smart City Framework 등 공간정보를 활용하는 범부처 R&D 추진
일본	• 전략적 이노베이션 창조 프로그램(SIP : cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program) 추진 • SIP 프로그램 중 자율주행차 관련 SIP-adus(automated driving for universal services)에서 핵심 인프라 기술 중 하나로 다이나믹맵(dynamic map) 연구 추진
유럽	• 유럽연구위원회는 복잡한 도시 생활을 반영하여 3D로 모델링하기 위한 목적으로 추진된 바시티(VarCity) 프로젝트에 5년간 244만 유로 지원 • 범유럽 R&D프로젝트인 'Horizon 2020'을 추진을 통해 공간정보와 융·복합된 과학기술 및 서비스 개발 추진
HERE	• 모빌아이(Mobileye)도 로드북(Roadbook)이라 불리는 정밀지도를 구축하면서 도로정보 데이터 정확성과 업데이트 능력을 강화
ESRI	• 3D 실내외 공간정보 구축을 지원하는 CityEngine 솔루션을 개발하여 공공 및 민간의 3차원 공간정보 프로젝트에 적용
다쏘	• 3D 공간정보 플랫폼을 버추얼 싱가포르 프로젝트에 활용, 고정밀 3차원 가상도시 구현
구글	• 구글은 2017년 VPS(Visual Positioning Service)로 불리는 실내측위 기술을 발표했으며, VPS를 활용하여 실세계와 가상세계를 3D 형태로 매핑하는 Tango 서비스를 발표하는 등 공간정보에 대한 기술 투자를 지속 • 구글의 자율주행차는 전파항법, 관성항법, 벨로다인 라이다(Velodyne LiDAR)의 적외선 반사율(Infrared reflectivity) 정보들과 기 구축된 정밀지도정보를 비교·분석하여 차량의 위치 결정

10) 최정민(2018) 교통정보와 공간정보의 융합분석을 위한 기초연구, 한국교통연구원,
11) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

○ 선진국 및 글로벌 기업들은 이미 공간정보 산업을 미래 전략 산업으로 육성하기 위해 공간정보의 유통 · 개방 · 활용 등의 개선 및 공간정보 데이터 확보를 위한 경쟁적인 투자로 대응

- 미국, 영국 등은 공간 데이터 개방을 효과적으로 추진하기 위해 플랫폼 중심으로 공간정보 포털을 구축하고, 공간 데이터의 융합 · 활용 촉진을 위한 공간 데이터의 품질 개선과 데이터 생산 · 관리 프로세스의 혁신을 중점으로 개발
- 유럽연합(EU)은 Horizon 2020을 통해 공간정보 R&D에 1억 3,900만 유로 투입, Cebit 2014에서 영국, 독일은 사물인터넷 기술 협력 선언
- 중국은 경제 개발 5개년 계획에서 M2M 생태계와 사물인터넷 시장 구축을 위해 약 3조 8,600억 위안화를 투자할 계획을 수립
- 싱가포르 총리가 미래 10년 비전으로 선포한 '스마트 네이션(Smart Nation)'의 일환으로 3D 플랫폼에 싱가포르 전 국토를 가상현실로 구현하는 버추얼 싱가포르 프로젝트를 수행



[그림 1-10] Virtual Singapore 가스사고 시뮬레이션 예시

- 차량 공유 서비스를 제공하는 글로벌 기업 우버(Uber)가 자율주행차에서 공간정보는 더욱 중요한 자원으로 인식하여 기존의 구글지도를 대체할 자체 지도제작을 위해 '16년 5억 달러(약 5,545억 원)를 투자
- 애플은 네덜란드 내비게이션 업체 톰톰과 협력하는 데 이어 지난 5월엔 중국 최대 차량공유 업체 디디추싱에 10억 달러(약 1조 1,700억원)를 투자
- 독일 자동차 3사(아우디·BMW·다임 러)도 지난해 페이스북 등과 경쟁 끝에 디지털 지도 분야 세계 최대회사인 노키아의 지도 서비스 '히어(HERE)'를 28억 유로(약 3.5조원)에 인수해 자율주행 시대에 대응

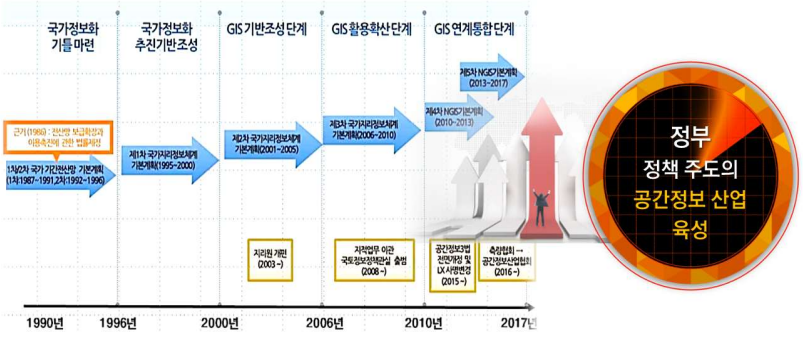


[그림 1-11] 디지털 지도 확보를 위한 글로벌 기업 동향

□ 국내 공간정보산업은 정부와 민간의 노력에도 불구하고 글로벌 경쟁력이 상당히 미흡

○ 우리나라의 공간정보산업은 정부 주도의 재정 사업의 지원을 통해 성장하였으며 대부분이 공간정보의 생산 · 구축 위주의 기업

– 정부는 '95년 NGIS(국가GIS) 1차 기본계획을 시작으로 '18년 6차 기본계획에 이르기까지 지속적으로 국가공간정보 기본계획을 수립하고, 관련 산업을 육성 중



출처 : 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획 인용, 2018

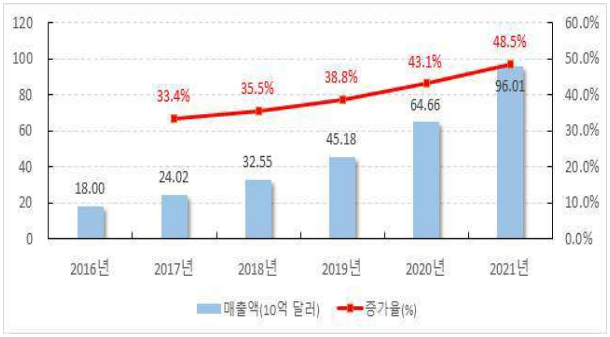
[그림 1-12] 공간정보 정책 추진 방향

○ 전세계 위치정보산업의 시장 규모는 매년 급격히 성장 중인 반면, 국내 시장 규모는 비교적 낮은 성장세를 보임

- 전세계 위치기반서비스(Location-based service; LBS) 시장 매출액은 연평균 39.77%씩 성장하여 2021년 960억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망[12)]

- 국내 LBS 시장 매출액은 2017년에는 전년 대비 17.7% 증가, 2018년에는 24.8% 증가에 그치는 등 세계 위치정보산업의 성장률에 비해 낮은 성장률을 보이는 것으로 조사

12) 국내 · 외 LBS 산업 동향 보고서, 한국인터넷진흥원, 2017



전세계 LBS 시장 매출액 규모 추이

(단위 : 백만 원)



국내 LBS 시장 매출액 규모 추이

출처: Technavio(2017), Global LBS Market(2017-2021), 한국인터넷진흥원(2017), 2017 국내 LBS 산업 실태조사 보고서

[그림 1-13] 전세계 및 국내 LBS 시장 매출액 규모 추이

○ 최근 글로벌 기업의 국내 시장 진출로 국내 공간정보산업은 기회와 위기를 동시에 맞이하고 있는 상황

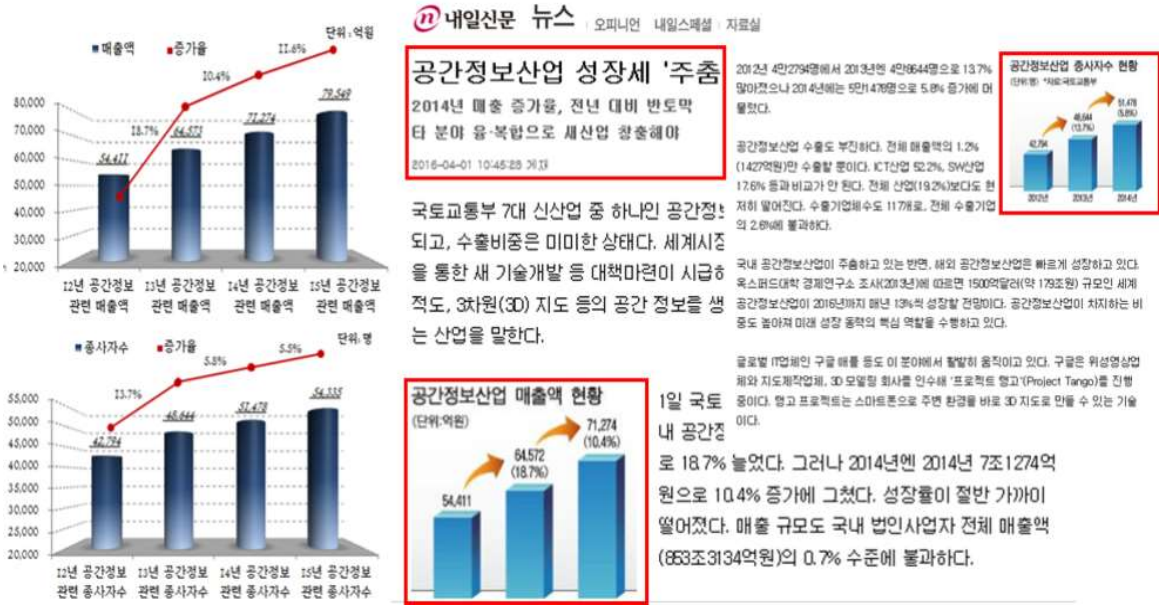
- 국내 다양한 산업은 위치정보를 활용한 차별화된 서비스 제공과 부가가치 창출에 주력하고 있으며 실내 위치정보 서비스를 활용한 비즈니스 창출 증가
- 세계 최고 수준의 IT 응용기술을 보유하였으나 인프라 부족, 국내의 중소기업 중심의 사업, 단순 서비스 시장으로 원활한 위치정보기술 성장에 한계가 존재

○ 정부의 적극적인 산업 지원 정책에도 불구하고 최근 공간정보 시장의 매출액 및 산업종사자 수의 증가율 감소 추세

- 열악한 산업 구조로 인해 건전한 생태계 조성이 이루어지지 못해 최근 공간정보 시장의 매출액 및 산업종사자 수의 증가율 감소 추세

※ '12년 이후 공간정보 산업 매출액은 상승 중이나, 그 증가세는 둔화('13년 이후 18.7% → '18년 4.2%)

※ '18년 기준 공간정보 산업 종사자 수는 63,349명으로 '12년 이후 상승 추세이나, 증가율은 5.8%p 하락



[그림 1-14] 국내 공간정보산업 성장세 둔화

○ 우리나라 공간정보의 경우 기술산업 구조가 취약하여 글로벌 경쟁력이 뒤처지고 제4차 산업혁명에 대비하기도 어려운 상황

- 정부와 기업 모두 투자가 단기적 혹은 파편적으로 진행되어 최근 관련분야의 핵심 연구 성과가 부족하고, 관련분야의 선도업체뿐만 아니라, 공간정보산업의 내수시장도 빈약[13)]

- 2D, 3D 기초 데이터 획득은 선진국에서 개발한 기술(센서 등)에 의존하며 자체 위치측정체계 부재 및 원천 기술 확보 미흡으로 기술 추격 한계 존재[14)]

  · 공간정보 분야의 일부 기술은 상당 수준에 근접하였으나 대부분의 기술은 동일 분야의 기술을 반복하여 재응용하거나 기존 기술과 유사한 수준에 머무는 수준으로 혁신 기술은 생산 중지[15)]

- 전체 매출액 대비 수출액 비율은 1.2%로(1,427억), 타 산업(ICT산업 52.2%, SW산업 17.6%)이나 전체 산업(19.2%)보다 현저히 낮은 수준으로 전체 업체 중 수출기업은 117개(2.6%)에 불과(데이터산업은 15.7%)[16)]

- '16년 해외 컨설팅 기업(Ovum) 보고서에 따르면, 글로벌 위치기반 서비스 기업들의 시장 경쟁력 평가에서 국내 기업들은 주요 순위권에 포함되지 못하고 있는 실정

○ 지속적인 시장 확대를 위하여 국가 공간정보산업 경쟁력 및 연구 역량 강화 필요

- 국가별 공간정보 인프라/정책, 연구역량, 산업역량 등을 종합적으로 분석한 'GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index(2019)'에 따르면, 우리나라 Geospatial Industry Fabric Index는 13위로 주요 선진국 대비 낮은 수준으로 평가

〈표 1-3〉 Geospatial Industry Fabric Index

순위	국가명	점수	순위	국가명	점수
1	미국	82.6	8	싱가폴	41.16
2	영국	62.16	9	벨기에	41.11
3	독일	49.51	10	스위스	40.94
4	뉴질랜드	47.03	11	프랑스	40.11
5	캐나다	44.45	12	일본	39.03
6	덴마크	44.06	13	한국	38.70
7	중국	41.19	14	아일랜드	38.60
	⋮			⋮	

출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2019, 재가공

13) 2018년 기술수준평가_건설·교통, 한국과학기술기획평가원, 2018
14) 2018년 기술수준평가_건설·교통, 한국과학기술기획평가원, 2018
15) 2018년 기술수준평가_건설·교통, 한국과학기술기획평가원, 2018
16) 『제2차 국가공간정보산업 진흥 기본계획』, 국토교통부, 2016, p3-5, 보도자료 "'15년 기준 공간정보산업 3년 연속 성장세…매출액·종사자 수 증가", 국토교통부, 2016.12

2. 사업추진 필요성

□ 공간정보는 일자리 창출 및 산업 파급 효과가 큰 미래 신성장 동력으로서, 환경 및 기술 변화에 대응한 새로운 개념의 공간정보 기술 생태계 구축 필요

○ 공간정보는 현 정부 주요 국정과제인 고용 창출 및 일자리 확충을 위한 핵심 분야

- 공간정보 분야는 문재인 정부 100대 국정과제 중 “사회서비스 공공인프라 구축과 일자리 확충”과 “좋은 일자리 창출을 위한 서비스 산업 혁신” 과제 달성을 위한 신성장 동력
- 고용노동부는 ‘14년 고용영향평가에서 실시한 Top 6 과제별 평가 중 공간정보 분야가 고용창출 효과가 가장 우수한 것으로 발표[17)]

  · 공간정보 융복합 사업은 재정지출 10억원 당 35명 고용창출 효과가 있어, 유사 산업의 고용효과와 비교 시 고용창출효과가 큰 편이며, 이는 관련 분야[18)]로의 스필오버(Spill-over) 효과가 매우 크기 때문

○ 공간정보는 제13회 국가과학기술심의회 ‘미래성장동력특별위원회’에서 발표한 혁신성장동력 추진계획(’17.12.22)의 13대 혁신성장동력 中 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목

- 6개 분야에 맞춤형 공간정보를 제공하기 위하여 신속한 기술개발 필요

〈표 1-4〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야

혁신성장 분야	공간정보 활용 기술
빅데이터	지오 태깅 기술, 지오 코딩 기술 ⇒ 공간기반의 빅데이터 분석을 위한 데이터와 위치정보 매칭
자율주행차	정밀도로지도, 신호 및 영상 기반 위치 정보 제공 기술 ⇒ 센서 한계 극복, 운행 지원 정보 제공
드론(무인기)	3차원 공간정보, 정밀 위치 제공 기술 ⇒ 드론 길 제공을 통한 자동 항법 가능
스마트시티	3차원 공간정보, 국토 가상화 기술 ⇒ 도시 인프라, 서비스, 시설의 실시간 관제 및 정보 제공
가상증강현실	3차원 공간정보, 실감형 공간정보 기술 ⇒ 초실감형 공간정보를 통한 가상·증강 현실 구현
지능형로봇	고정밀지도, 정밀 위치 제공, 실시간 맵핑 기술 ⇒ 정밀지도와 위치 기술을 통한 자동 항법 및 실시간 위치 관제

17) 국토교통부, 공간정보산업 조사 통계보고서, 2019
18) 빅데이터, 한국형 구글어스, GIS 데이터베이스 및 장비 업체, 지하시설 전산화 사업체, 내비게이션 연동 시스템, GPS 데이터, 방송/통신회사 등



출처 : 과기정통부, 혁신성장동력 추진계획(재구성),'17.12.22

[그림 1-15] 공간정보가 핵심기반인 6대 혁신성장동력

○ 국토교통부는 "혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통"이라는 비전 달성을 위해, 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성을 통한 공간정보 기술변화 대응 및 생태계 구축이 필요[19)]

- 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라인 '디지털 기반 국토정보' 위에 초연결 도시와 무인이동체 자율주행 실현을 목표로 설정
- 국가 혁신성장 8대 선도사업인 스마트 시티, 자율주행차, 드론과 그 기반기술이 되는 공간정보 분야를 집중 육성하는 전략 수립

○ 다양한 활용 분야에서 공간정보와 융복합을 통한 가상공간 기반의 분석 및 예측정보 요구

- 자율주행차, 드론 등의 무인이동체 운용 중 충돌·추락 사고 발생으로 인하여 안전성에 대한 우려가 커지고 있으며, 이에 따라 신뢰도 확보, 성능 검증 등을 위하여 다양한 경우의 수를 고려한 실제 도로 환경에서의 주행시험이 요구되고 있으나, 시·공간적*, 사회·경제적** 한계가 존재

* 우리나라 국토환경을 대상으로 다양한 시나리오 기반 시험을 할 수 있도록 실제 국토공간을 모사한 가상 환경 (교통시설, 주행조건, 기상환경, 돌발상황 등) 제공 필요

** 실환경 시험 시 발생하는 교통통제 및 사고위험을 제거하여 관련된 사회적 비용 절감 및 대국민 안전망 확보 필요

- 최근 빈번한 재난·재해 발생과 이로 인한 피해규모 증대에 따른 과학적 재난·재해 대응 및 관리체계 강화가 요구되고 있으나, 현장 전문가의 경험과 직관에만 의존하여 예측 불가능한 다양한 상황 대응력 부족

19) 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018



출처 : 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018

[그림 1-16] 국토교통의 미래모습

□ 효율적인 공간정보관리를 위해 범정부적인 융복합 정보공유 시스템과 원활한 데이터 유통체계 고도화 필요

○ 선진국에서는 국가 공간정보 가공·유통을 위해 범정부적 차원에서 국가공간정보기반을 구축 중[20)]

- 미국은 1990년대부터 연방지리정보위원회(Federal Geographic Data Committee, FGDC)를 중심으로 국가차원에서 GIS 데이터 기반을 구축
- 유럽은 2007년 범유럽적인 공간 데이터를 구축하고 통합된 관리기반을 마련하기 위해 유럽연합 공간정보기반(Infrastructure for Spatial Information in the European Coummunity, INSPIRE)을 발표
- 영국은 지리원(Ordnance Survey, OS)을 중심으로 정부 주도로 공간정보를 관리하고 있으며, EU의 INSPIRE의 공간데이터 표준을 준수

○ 국내에서도 공간정보 활용 및 서비스 개발 지원을 위해 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼(브이월드)을 구축·운영 중[21)]

- 공간정보 생산자와 수요자가 데이터를 거래하고 가치를 지불할 수 있는 오픈마켓(유통 플랫폼)도 구축·운영
- 또한, 공간정보 유통을 위해 국토교통부는 국토정보플랫폼, 국가공간정보포털, 공간정보오픈플랫폼을 운영·관리하고, 행정안전부는 공공데이터포털 등 다양한 유통채널을 운영 중

○ 공간정보는 타 분야와의 융·복합이 필수적이나, 국내의 경우 각 분야·업계 간 보유정보에 대한 공유·연계활용 부진[22)23)]

20) 국토교통부, 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안, 2018
21) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

- 공간정보와 행정정보, 통계정보 등 데이터 간의 공유·연계 미흡으로 국가 및 공공기관의 비효율적인 의사결정 및 민간 서비스 개발에 한계
- 개방형 공공데이터의 대부분이 위치정보와 연결되지 않은 텍스트 형태의 속성정보로서, 일반인이나 민간기업에서 적극적으로 활용하는데 한계가 존재
- 민간기업에서 생성된 데이터를 연계·공유하기 위한 기술력이 미흡하여 다양한 민간데이터 확보가 어렵고 공간정보와 융복합이 힘든 상황
- 데이터 공동 활용을 위해 각 부처에 산재되어 있는 공간정보 관련 시스템 연계를 추진하고 있으나, 부처·기관 간 칸막이로 인한 한계가 존재*

  * 시스템 연계는 66개 기관 328종 시스템 중 41개 기관 88종에 불과

- 또한, 민간업체 간 공간정보를 거래할 수 있는 시스템인 '국가공간정보포털 오픈마켓'을 구축·운영 중이나, 민간 참여는 매우 저조한 수준*

  * '16.1.1 구축 후 입점 기업은 7개, 등록 데이터는 83종으로 실적 미미

- 이는 데이터의 갱신주기, 좌표계, 포맷 등이 상이하여 데이터의 호환성이 부족하고, 데이터의 품질 또한 제각각이어서 민간에서 실제 업무에 활용하기 위해 추가적인 가공비용이 소요되기 때문

□ 국내 공간정보산업은 노동집약적 저부가가치 산업으로 생산성 향상을 위한 기술개발이 필요한 상황

○ 과거에는 공간정보를 '생산·관리'하는 측량·DB 구축사업 위주였으나, 최근 정보통신기술의 발달로 공간정보 기반의 서비스 수요가 증가함에 따라 공간정보를 유통·활용·융복합하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전[24]

- 초연결성(hyper-connected), 초지능화(hyper-intelligent)로 대변되는 4차 산업혁명 시대의 도래로 미래사회의 획기적 변화가 예상되면서 현실세계를 실시간 반영하여 융복합이 가능한 체계 마련이 중요

○ 그러나 국내 공간정보산업은 주로 낮은 생산성을 가지는 저부가가치 산업* 비중이 높으며, 산업 가치사슬** 중 하위 단계인 생산·관리(측량 및 DB 구축업 등) 단계에 치중된 산업구조 문제를 가지고 있음[25]

* (기술서비스업 분야) 연구개발업, 탐사 및 측량업, 제도 및 지도제작업, 엔지니어링 서비스업 등

** (공간정보산업의 가치사슬) 공간정보 생산·구축 → 가공·융·복합 → 유통·활용

- 공간정보 관련 기술 서비스업 분야는 공간정보 전체 업종 중 대부분(71% 종사자 기준)을 차지하고 있는 상황

22) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
23) 국토교통부, 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안, 2018
24) 한국국토정보공사, 빅이슈 공간정보산업의 현황과 미래, 2016
25) 국토교통부, 제2차 공간정보산업진흥 기본계획, 2016

〈표 1-5〉 공간정보 관련 업체 현황

구분	사업체 수(개)	비중(%)	매출액(억 원)	비중(%)	종사자 수(명)	비중(%)
공간정보 관련 제조업	207	3.7	9,202	6.9	2,570	4.1
공간정보 관련 도매업	338	6.1	9,651	14.5	2,132	3.4
공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	1,157	20.8	21,027	25.1	13,527	21.4
공간정보 관련 기술 서비스업	**3,857**	**69.3**	**48,780**	**53.5**	**44,998**	**71.0**
- 공간정보 관련 연구개발업	65	1.2	8,950	19.0	11,809	6.2
- 공간정보 관련 탐사 및 측량업	1,392	25.0	8,922	5.5	11,360	12.3
- 공간정보 관련 제도 및 지도제작업	136	2.4	1,691	1.0	2,289	2.2
- 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	2,264	40.7	29,216	28.0	29,540	45.7
공간정보 관련 협회 및 단체	4	0.1	138	0.1	122	0.1
합 계	5,563	100.0	88,798	100.0	63,227	100.0

출처: 2019년 공간정보산업조사, 재가공

○ 항공 영상 등을 이용하여 사람이 육안으로 객체를 식별하고 공간정보를 갱신하기 때문에 비용과 시간이 많이 소요되어 비효율적임

- 토지이용현황 조사, 지상장애물 측량, 재난피해 조사 등의 조사·측량이 노동집약적 방식으로 이루어지는 실정

○ 국내 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 타 산업 대비 다소 낮은 편으로 나타남

- 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 '제조업', '도매 및 소매업', '출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업', '건설업' 보다 낮게 나타났으며, 전체 산업 평균 매출액의 약 74% 수준에 불과함

〈표 1-6〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 주요 산업

구분	전체 산업	공간정보	제조업	도매 및 소매	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스	전문,과학 및 기술 서비스	건설	사업시설 관리 사업지원 서비스
종사자수 (만명)	2,219.5	6.3	411.7	324.3	59.6	108.1	147.9	118.8
매출액 (천억원)	45,516	89	19,008	8,955	1,702	667	4,279	755
1인당 매출액 (백만원)	187.1	140.2	461.2	276.1	285.7	61.7	289.3	63.6

출처: 2019년 공간정보산업조사 연구보고서 p.54

- 특수산업분류 대비 공간정보산업의 1인당 평균 매출액을 살펴보면, 관광산업을 제외한 스포츠산업, 로봇산업, 콘텐츠산업, 환경산업, ICT산업 대비 모두 낮게 나타남

〈표 1-7〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 타 특수산업

구분	공간정보	스포츠	로봇	콘텐츠	관광	환경	ICT
종사자수(명)	58,646	423,503	29,097	644,847	280,270	443,956	1,034,334
매출액(억원)	85,246	746,955	55,255	1,132,165	257,359	988,188	4,743,229
1인당 매출액 (백만원)	145.4	176.4	189.9	175.6	91.8	222.6	458.6

출처: 2019년 공간정보산업조사 (산업별 기준년도 상이) p.70

○ 공간정보를 생산·구축하기 위한 측량작업 환경이 매우 열악하여 작업자들의 위험노출 최소화를 위한 방안 마련이 필요

- 공간정보산업의 업무 특성상, 공간정보를 생산하는 측량 작업자들은 하수맨홀, 자연터널, 도로, 군사접경지역, 지하관로, 공사현장, 해안선, 사고현장 등 위험하고 열악한 작업 환경에 직접적으로 노출

〈표 1-8〉 열악한 공간정보 데이터 취득 환경

		
하수맨홀	자연터널	고소 현장
		
도로	군사접경지역	지하관로 매설
		
공사현장	해안선	사고현장
		
부속시설물	산림경계	지하터널

- 공간정보 산업의 열악한 작업 환경으로 인하여 작업 현장에서 다양한 안전사고 발생 가능성이 상존

〈표 1-9〉 작업 현장 사고 발생 사례

	
맨홀 추락사고	건설장비 추돌사고
	
옹벽붕괴	밀폐공간 질식사고

□ 공간정보 활용 증대에 따라 다양한 분야에 대용량의 공간정보를 실시간으로 제공하기 위한 인프라 필요

○ 국가차원의 공간 빅데이터는 공통기반으로서 활용성 증대를 위해 융합DB 구축범위 확대 필요[26)]

- 연계체계를 통해 수집된 정형·비정형 대용량 데이터를 기반으로 공간 빅데이터 분석을 위한 역량 및 인프라 확충 필요
- 공간정보 활용 분야가 확대되고 더 많은 기관 간에 데이터 연동이 요구됨에 따라 수요 데이터의 원활한 연동 시스템의 개발 필요
- 공간 빅데이터 체계를 통해 공공분야뿐만 아니라 민간분야의 빅데이터 활용을 위한 DB와 공간분석모형을 지원함으로써 정보 활용 효과를 극대화

○ 우리나라의 경우, 현재 공간정보 오픈 플랫폼인 브이월드를 구축·운영 중이지만, 3차원·실시간 특성이 반영되지 못하여 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라로서 한계 존재

- 공간정보의 활용 분야가 확대되면서 모바일, 차량, IoT 등 각 분야에서 실시간으로 수집되는 빅데이터와 결합하여 공간정보가 대용량화되고 있어, 이를 관리·처리할 인프라가 필요
- 현재 제공되는 공간정보 오픈 플랫폼은 실시간 정보 제공이 불가능하며, 연계 가능한 정형·비정형 데이터가 대용량화됨에 따라 인프라 확충이 필요한 상황
- 긴급 재난 발생지역에 대해 다수의 지상 차량 및 공중 드론에 의해 획득되는 CCTV, 고해상도 영상 등 다수의 영상을 실시간으로 처리하여 실시간 대피 경로를 제공하는 등 공간정보 기술 인프라의 부재
- 도시의 방범, 교통 등의 문제를 해결하기 위하여 동일 객체의 실시간 추척, 이동 경로 예측 등이 요구되고 있으나, 현재는 이를 위한 CCTV 네트워크, 도시를 운행 중인 차량의 블랙박스, 시민의 신고 영상들을 실시간 처리하기 위한 기술적·시스템적 한계 존재

26) 국가공간정보포털, 공간빅데이터 서비스 개요(http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=2684)

3. 사업 추진 시급성

□ 4차 산업혁명 시대가 요구하는 다양한 데이터가 연계된 공간정보 제공 필요

○ 4차 산업혁명 변화의 원동력으로 공간정보의 중요성이 높아짐에 따라 공간정보 데이터 기반 산업의 활성화로 고품질 공간정보 생성 및 활용의 필요성 증대

- 4차 산업혁명으로 변화될 미래 사회는 초지능 초연결 기술의 발전으로 데이터가 비즈니스의 원천이 되고, 산업을 이끌어갈 원동력으로 부각되면서 공간정보의 중요성이 부각
- 다양한 정밀 센서, 사물인터넷(IoT), 무인이동체 등에서 위치정보의 수집과 분석은 필수 과정으로서, 실시간으로 생성되는 공간 데이터의 효과적인 처리 및 활용이 필요
- 또한, 공간정보의 영역은 IoT, 인공지능, 빅데이터 등과 결합하여 사용자 중심의 소셜 미디어로 발전하고 있으며, 이에 따라 소셜 네트워크 서비스와 결합한 새로운 공간정보 활용 필요[27)]

○ 자율주행차, 드론 등의 시장은 안전한 운행을 위하여 공간 변화의 신속한 인식과 갱신이 필수적이며, 이를 위한 데이터 연계 기술개발 시급

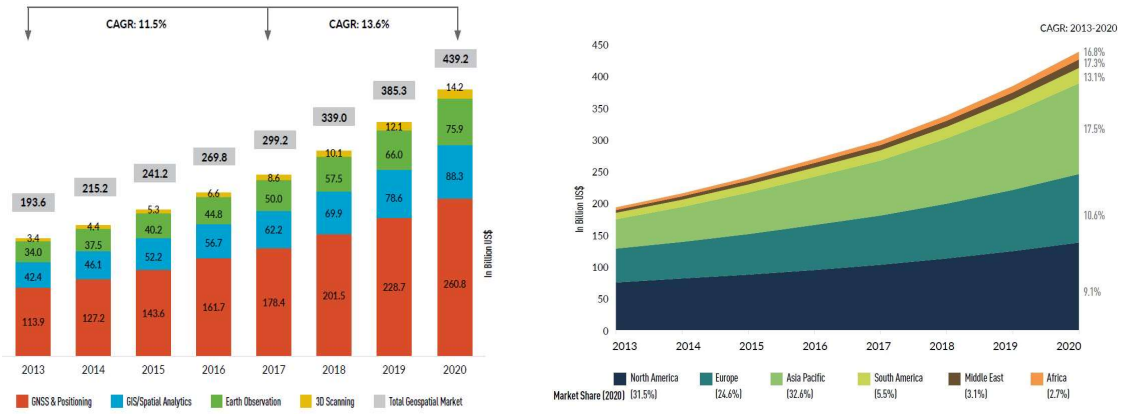
- 자율주행차와 드론은 도로 및 항공의 모든 정보를 정확하게 알고 있어야만 안전하고 정확하게 운행 가능
  - 다양한 하드웨어(HW)와 센서로 필요한 정보를 수집한다 하더라도 아직 현재의 기술만으로는 안개·악천후 등의 영향으로 인한 오차가 발생할 수 있으며 이는 사고 발생 가능성이 높음[28)]
  - 눈이 오거나 안개가 짙게 끼는 상황에서 자율주행차에 달린 카메라와 센서만으로는 주변 상황을 제대로 인지할 수 없는 경우, 지도가 도로의 모든 상황을 알려줄 수 있다면 훨씬 효율적이고 안전한 운행이 가능
- '15년~'17년 5월까지 소비자위해감시시스템(CISS)에 접수된 드론 관련 위해 사례는 총 40건으로 매년 증가하고 있는 추세이며, 가장 높은 위해 원인으로 프로펠러 등 드론과의 충돌이 23건(57.5%)[29)] 보고됨
  - 드론 사용자가 급증함에 따라 드론으로 인한 물적, 인적 피해는 매년 꾸준히 발생하고 있으며[30)], 드론 사고는 조종사의 실수보다 기계 오작동, 통신 두절, 무선신호 단절 등 기술적 오류가 상당수[31)] 차지
- 도로나 환경정보가 정밀 3차원 지도로 구축되어야 하며, 정확한 위치 파악을 위해 GNSS 기술이 고도화되고, 도로의 상태 및 환경상태를 자동차에게 미리 알려줄 수 있는 체계가 GeoIoT 기반으로 구축되어야하는 등 수많은 공간정보 구축, 유지, 활용기술 개발 필요

27) 공간정보와 소셜네트워크서비스 산업 전망, 공간정보 뉴스레터, 2018
28) 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 (오피니언,2019.11)
29) 드론 안전실태 조사결과, 한국소비자원 안전감시국 제품안전팀, 2017
30) 마른 하늘에 '드론 날벼락'...드론 인구 늘면서 사고도 급증 (중앙일보,2019.05)
31) 드론 사고, 사람 실수보다 기계 오류 많다 (로봇신문, 2016.08)

□ **전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고 부처별 산발적·분산적인 기술개발로 인해 성과활용 극대화 불가**

○ 스마트시티, 무인이동체, 스마트 건설 등 다양한 미래 유망 산업 분야의 공간정보 활용 증대에 따라 '20년 전세계 공간정보 시장은 약 497조 규모로 연평균 13.6% 증가 예상

- 특히, 아시아-태평양 지역은 '17년~'20년 연평균 18.2%로, '17년 29.0%에서 '20년 32.6%로 성장하여 북아메리카를 제치고 가장 큰 시장이 될 것으로 예측



출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2018 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2018

[그림 1-17] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우)

○ 융·복합 신산업 분야에서 공간정보 활용이 가속화되고 있으며 전세계적으로 고정밀 3차원 공간정보에 대한 수요가 증가되면서 공간정보에 대한 투자 증대 및 경쟁 가속화

- 3차원(3D) 고정밀 지도 스타트업인 '딥맵(DeepMap)'은 2017년 설립 이후 실리콘밸리의 벤처캐피탈을 통해 3200만달러(약 363억6000만원) 규모의 투자를 유치[32)]

- 자율주행차 개발 경쟁이 가열되면서 인공지능(AI)과 함께 정밀도 높은 차세대 3D 지도 개발이 관건으로 꼽히며 글로벌 업체들의 경쟁도 치열

  · 첨단운전자보조시스템(ADAS) 개발에 나서고 있는 만도는 레벨 5의 3D 고정밀 지도구축이 완전 자율주행차 실현에 필요한 최대 과제라고 강조

- 고정밀 3D 공간정보의 효율적인 활용을 위한 플랫폼 수요가 증가하고 있으며, 구글·네이버·카카오 등 국내외 포털 사업자가 공간정보를 플랫폼에 담아 제공

- 수요자들이 수집한 공간정보를 직접 업로드하여 공유하거나 거래할 수 있는 참여형 공간정보 플랫폼도 연구 중[33)]

32) 자율주행 시대 3차원(3D) 고정밀 지도 경쟁 '가열' (머니투데이,2017.05)
33) 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 (전자신문,2019.11)



[ET단상]자율주행의 기반, 고정밀 3D 공간정보 플랫폼

발행일 : 2019.11.14 기사만 콕 가 가

[올쇼TV] 복잡한 정보보안은 그만! 올인원 보안 서비스 'SISGuard'로 해결하세요

서울시는 상암 DMC에 5세대(5G) 통신 자율주행 테스트베드를 구축하고 자율주행 셔틀버스 시범 주행을 마쳤다. 5G자율주행 테스트베드는 서울시 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS) 실증 사업의 핵심 기반 시스템이다. 마포구 상암동 DMC 일대 도로에서 5G 기반 자율주행이 가능하도록 네트워크, 관제 플랫폼 등 관련 인프라를 조성했다. 일반 도로를 달리는 무인자동차를 보면서 자율주행 시대가 성큼 다가왔음을 실감한다.

자율주행 기술은 이제 부분자율주행 단계를 넘어 완전자율주행 단계로 발전하고 있다. 자율주행은 주변 상황을 정확하게 인지하고, 판단하며, 제어하는 단계로 이뤄진다. 정확한 주변 상황 인지가 없다면 자율주행은 불가능하며, 인지 능력을 높이기 위해 위성항법장치(GPS)·관성항법장치·카메라·레이더·라이다 등 다양한 센서가 자동차에 필요하다. 사물인터넷(IoT) 시설물, 차량·사물 간 양방향 통신 인프라도 중요하다.

그러나 다양한 하드웨어(HW)와 센서로 자율주행에 필요한 정보를 수집한다 하더라도 아직 현재의 기술만으로는 안개·악천후 등 영향으로 인한 인지 오차가 발생할 수 있으며, 이는 자칫 사고로 이어질 수 있다. 이 때문에 이를 보완하기 위한 해결책이 필요하다.

고정밀 3차원(3D) 공간 정보가 해결책으로 부각되고 있다. 길 찾기를 위해 자동차에서 내비게이션을 사용하듯 자율주행 자동차도 목적지까지 안전하게 운행하기 위해서는 자율주행에 적합한 고정밀 3D 공간정보 기술을 확보해야 한다. 기존 내비게이션 지도 데이터가 경로 탐색 및 안내를 위한 용도로 구축됐다면 고정밀 3D 공간 정보는 차선, 차로중심선, 규제선, 도로경계, 신호등, 교통표지, 지형 높낮이, 도로 곡선 반경 등 다양한 정보를 구체화해서 담고 있다. 고정밀 3D 공간 정보는 자율주행에 필요한 유용한 정보로 제공돼 자율 주행 자동차의 인지 능력 향상은 물론 안정성을 높이는 데 크게 기여할 수 있다.

3D 공간 정보는 이동식도면화시스템(MMS)을 통해 데이터베이스(DB)로 구축되며, MMS로 획득된 데이터를 자율주행에 필요한 정보로 가공하기 위해서 상당한 시간과 비용이 들어가는 후처리 작업이 필요하다. 완성된 막대한 양의 데이터를 유지하기 위해서는 지속된 관리가 따른다. 이에 따라 고정밀 3D 공간 정보의 효율 활용을 위한 플랫폼 수요가 증가하고 있으며, 구글·네이버·카카오 등 국내외 포털 사업자가 공간 정보를 플랫폼에 담아 제공하고 있다. 수요자들이 수집한 공간 정보를 직접 업로드해 공유하거나 거래할 수 있는 참여형 공간 정보 플랫폼도 연구되고 있다.

국토교통부는 2015년부터 자율주행차 상용화 지원 방안에 따라 정밀지도 기초 연구와 시범 구축을 하고 있으며, 민간 영역에서도 자동차회사와 IT업계 중심으로 정밀지도 구축에 노력하고 있다. 결국 고정밀 3D 공간 정보를 확보하고 정밀도를 높이는 것이 자율주행 자동차 안전성을 높이고 시장 주도권을 확보하는 길이다.

고정밀 3D 공간 정보는 게임이나 가상훈련에도 유용하게 활용된다. 자동차나 항공기 시뮬레이터 등에 활용됨은 물론 더 나아가 실내공간 정보 서비스로도 확장되고 있다. 고정밀 3D 실내공간 정보와 실내 측위 기술을 활용하면 현장과 동일한 사용자 환경을 제공하기 때문에 화재나 재난 등 상황에서 안전하게 대처할 수 있는 모의훈련 등에 유용하게 활용된다. 이렇듯 무한한 발전 가능성이 있는 고정밀 3D 공간 정보 플랫폼은 4차 산업혁명과 연계돼 산업 전반에 다양한 응용 서비스를 제공하는 계기가 될 것이다.

[그림 1-18] 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼

○ 고정밀 공간정보의 수요가 급증하고 있으나, 수요 분야에 공간정보 제공이 미흡하여 공간정보 활용 서비스 제공이 어려운 상황

- 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 및 정책 수립의 기초자료로 공간정보의 수요가 증가하고 있지만, 기존의 토지이용변화 모니터링에 사용하는 토지이용현황도와 토지피복도는 시·공간적 일관성이 낮아 현업에서의 활용이 저조

· 부정확한 도면·위치·속성정보로 인하여 공간정보 품질이 저하되면, 타 분야 공동 활용이 어렵고 오류정보로 인한 사고 발생 가능성 상존



출처 : 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

[그림 1-19] 서로 상이한 기준 적용으로 인한 공간정보 오류 발생 사례

- 교통정보, 공간정보 및 위치정보 등이 실외 공간에 대하여 한정적으로 제공되어 있기 때문에 점차 대형화되고 있는 실내 공간에서는 다양한 위치 기반 서비스 제공이 불가능한 상황

· GPS 신호 수신이 어려운 실내, 터널, 지하 공간에서의 위치 기반 서비스 제공이 어려우며, 실외와 실내 공간 이동 시 연속적인 위치정보 제공에 한계

- 기 구축된 공간정보는 주로 2차원 또는 2.5차원으로 구축되어 있기 때문에 4차 산업혁명의 핵심 분야인 자율주행차, 드론, 로봇 등에서 요구하는 고정확, 고정밀 공간정보 니즈를 충족시키지 못하는 상황



〈브이월드 사이트〉



〈브이월드에서 제공되는 공간정보〉

출처: 브이월드 사이트(https://www.vworld.kr)

[그림 1-20] 브이월드 활용 예시

· 자율주행차와 드론 등 유·무인 이동체의 기술이 급속하게 발전하는 가운데 안전한 주행 및 비행을 지원하고 이를 검증할 수 있는 고정밀 공간정보 제공 필요

- 과기부 과학기술혁신본부에서는 「'21년도 R&D 투자방향 및 기준」에 근거한 전략적 예산배분·조정을 위해 R&D 예산심의를 받은 모든 부처의 신규 기획 사업을 중심으로 컨설팅 추진

· "2020년 과기부 찾아가는 기획컨설팅"의 일환으로 국토부에서 기획중인 신규 사업에 대한 컨설팅 과정에서 '초고정밀 위치정보 서비스' 등 공간정보 기술개발에 대한 필요성 제기

〈표 1-10〉 2020 과기부 찾아가는 컨설팅 주요 내용('20.4월)

"자율주행차의 상용화와 드론 등 개인비행체의 기술개발 가속화로 해당 객체에 대한 안전주행 및 안전비행을 지원하고 이를 검증할 수 있는 **고정밀 위치측위(cm급)가 절실히 요구**되는 상황" "그동안 국토교통부의 주관으로 일부 주요도로를 대상으로 고정밀 지도를 제작하여 보급하고 있지만, 자율주행차 및 드론 등 개인비행체에 대한 고도의 안전을 담보하기 위해서는 **최근 보급이 확산되는 이동통신(5G) 기술과 디지털방송(ATSC 3.0) 기술 등 방송통신 인프라를 활용하여 cm 정확도의 초고정밀 위치정보서비스 시스템 개발 및 체계 구축에 대한 연구개발사업의 추진이 필요**한 실정"

○ 부처별로 필요시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하거나 공간정보 관련 기술개발을 파편적으로 추진하여 기존 공간정보와 연계·정합이 되지 않으며, 그 성과의 공유와 활용도가 낮아지고 중복투자 문제 등이 발생

- 현재 국가기본도의 갱신 주기(2년)가 길어서 각 부처 및 수요기관별로 정책추진이나 서비스 개발 시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하는 등 비효율적인 상황 발생
- 부처별 활용 분야에 따라 공간정보 관련 기술을 각각 개발하고 있으므로 시간과 비용이 중복적으로 투자되어 효율성 저하
- 농촌진흥청에서는 농업기상재해 관측을 위해 드론을 활용하는 공간정보 기술을 개발 중이며, 행정안전부에서는 재난데이터 관리를 위한 공간정보 활용 기술개발 사업을 진행 중

- 각 부처 개별 기술개발과는 별개로 공간정보의 全 주기적 관점을 고려한 기술개발이 필요
- 각 부처 및 기관별로 공통 표준이 아닌 자체 기준에 따라 공간정보 구축, 관리, 갱신, 보안 업무를 수행함에 따라 상호 정보공유 및 융·복합 시 오류 발생

□ 글로벌 기업의 국내 시장 진출과 후발 국가의 맹추격으로 인해 신산업 성장동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려 및 국가경쟁력 위협

○ 구글과 히어 등 글로벌 기업들이 우리나라 공간정보 시장 진입을 위하여 국내 주요 기업들과 기술 제휴 및 사업 다각화 시도로 국가경쟁력 위협

- 구글의 경우, '07년부터 우리나라 지도의 해외 반출을 지속적으로 요청하며 국내 시장 진입 시도[34]
  · 구글은 카카오모빌리티, 현대기아자동차 등과 협력하여 '안드로이드 오토' 서비스 제공
- 글로벌 공간정보 업체인 히어社는 네이버랩스, LG 전자, 현대엠엔소프트 등과 제휴를 통해 국내 시장 선점을 위한 신산업 진출 모색[35]



[그림 1-21] 글로벌 지도 제작업체와 국내 기업의 제휴 사례

○ 국내 공간정보 기술 수준은 '16년 80.7%에서 '18년 77.0%로 3.7% 하락하였으나, 중국의 경우 '16년 70.5%에서 '18년 80.0%로 대비 9.5% 상승하며 순위 역전

- '14년 중국은 '지리정보산업 발전 촉진 계획(중국 국무원)'을 발표[36]한 이후 국가 차원의 공격적 기술 개발 투자를 진행하고 있으며, 관련 산업 규모도 확장 중

  ※ 2018년 현재 중국 공간정보산업 규모는 약 620억 위안으로 전년대비 20% 증가하였으며, 이는 세계 시장의 27% 규모로 예상[37]

34) 구글의 지도 반출 시도가 우리에게 남긴 것 (IT dongA,2016.11)
35) 현대엠엔소프트, 글로벌 지도업체 '히어'와 HD맵 전략적 제휴 (매일경제,2019.10)
36) http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/7/globalBbsDataView.do?setIdx=245&dataIdx=137753
37) 2018년 중국 지리정보산업 컨퍼런스 발표(http://www.ocn.com.cn/touzi/chanye/201807/zftoh27102056.shtml)

〈표 1-11〉 주요국의 기술 수준 평가

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		기술수준(%)		
	2016	2018	2016	2018	2016	2018	증감
한국	76.7	보통	84.7	우수	80.7	77.0	-3.7
중국	65.9	우수	75.0	우수	70.5	80.0	9.5
일본	86.6	우수	91.0	우수	88.8	78.0	-10.8
미국	100.0	탁월	100.0	탁월	100.0	100.0	0.0

출처 : 2018년 기술수준평가, KISTEP, 2019

○ 공간정보 기술 수준은 관련 산업역량과 직결되어있어 기술개발에 대한 시급한 투자가 진행되지 않을 경우, 성장 동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려

- 우리나라의 경우, 정부연구비 지원이 축소될 경우 기술수준의 하락이 확연하게 나타나기 때문에 국가 기술경쟁력 강화 차원에서 정부의 전략적 지원이 필요
- 건설·교통 분야의 국가전략기술 중 하나인 '국토정보 구축 및 활용기술'은 '14년 대비 '16년 정부의 국가 연구개발사업비 지원이 7.2% 감소하였으며, 이러한 영향으로 기술수준 역시 3.2% 감소한 것으로 분석

□ 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심화로 특정 제품의 종속 및 신기술 활용의 한계 존재

○ 공간정보 분야의 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W)는 이미 국산화 기술개발 실기로 인해 외산 의존도가 심각한 상황

- 국내 공간정보업체의 공간정보 관련 하드웨어 및 소프트웨어 평균 보유 현황에 따르면, 국산 대비 외산이 압도적으로 높은 비율 차지



출처 : 국토교통부, 공간정보산업조사, 2017

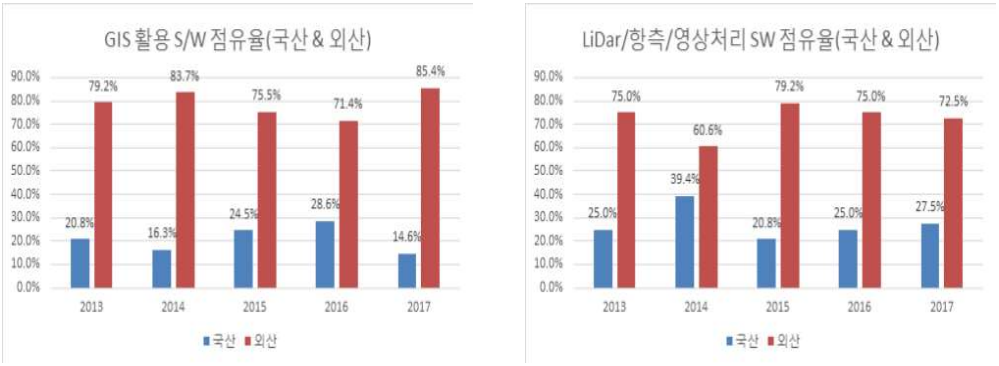
[그림 1-22] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우)

- 공간정보 관련 S/W는 크게 GIS 활용 S/W, LiDAR/항측/영상처리 S/W, 측량 S/W, DBMS S/W로 분류되며 각 SW 시장의 상황은 악화되는 추세[38)]

· (GIS 활용 S/W) 최근 5년간 국내 공간정보 산업의 GIS 활용 S/W 외산 점유율은 70~80%이며, 상대적으로 국산 점유율은 10~20%대로 매우 낮고, 2017년 국산 S/W 점유율(14.6%)이 전년 대비(28.6%) 절반 수준으로 급격히 하락하여 외산 GIS 활용 S/W의 국내 시장 잠식이 심각한 상황

38) 공간정보산업 통계조사(2014~2018), 국토교통부

· (LiDAR/항측/영상처리 S/W) 최근 5년간 국내 공간정보 산업에서 외산 S/W가 70% 후반의 높은 점유율을 보인 반면, 국산 S/W 비율은 20%대의 매우 낮은 수치로 조사



[그림 1-23] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산)

· (측량 S/W) 외산 S/W 점유율이 60% 후반대이며, 국산 비율은 30% 중후반대를 유지하고 특히, 2016년 이후 국산 S/W 점유율이 30%대 초반까지 급락한 상황

· (DBMS S/W) 방대한 공간정보를 저장·관리하는 DBMS S/W의 경우, 외산 점유율이 70~80%대를 유지하고, 특히 2015년 이후로 국산 점유율이 10~20%대로 급격하게 하락하고 있으며, 이는 외산 대비 국내 공간정보 S/W 경쟁력 저하가 매우 우려되는 수준



[그림 1-24] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산)

○ 실시간 위치 보정 서비스의 외산 장비에 대한 의존도가 높아 특정 제조사 제품에 종속될 뿐만 아니라 모바일, 차량, 드론 등 신기술 분야에 커스터마이징이 어려운 실정

- 우리나라 독자적인 위성항법시스템(KPS)과 연계하여 이동체 특성에 맞는 위치 보정 서비스*를 제공하기 위하여 독자적인 기술 확보 필요

* 자율주행차의 상용화를 위해서는 항시적으로 차선을 구분할 수 있는 위치정확도가 요구되지만, 현재 오차 편차가 매우 크기 때문에 서비스 제공 불가

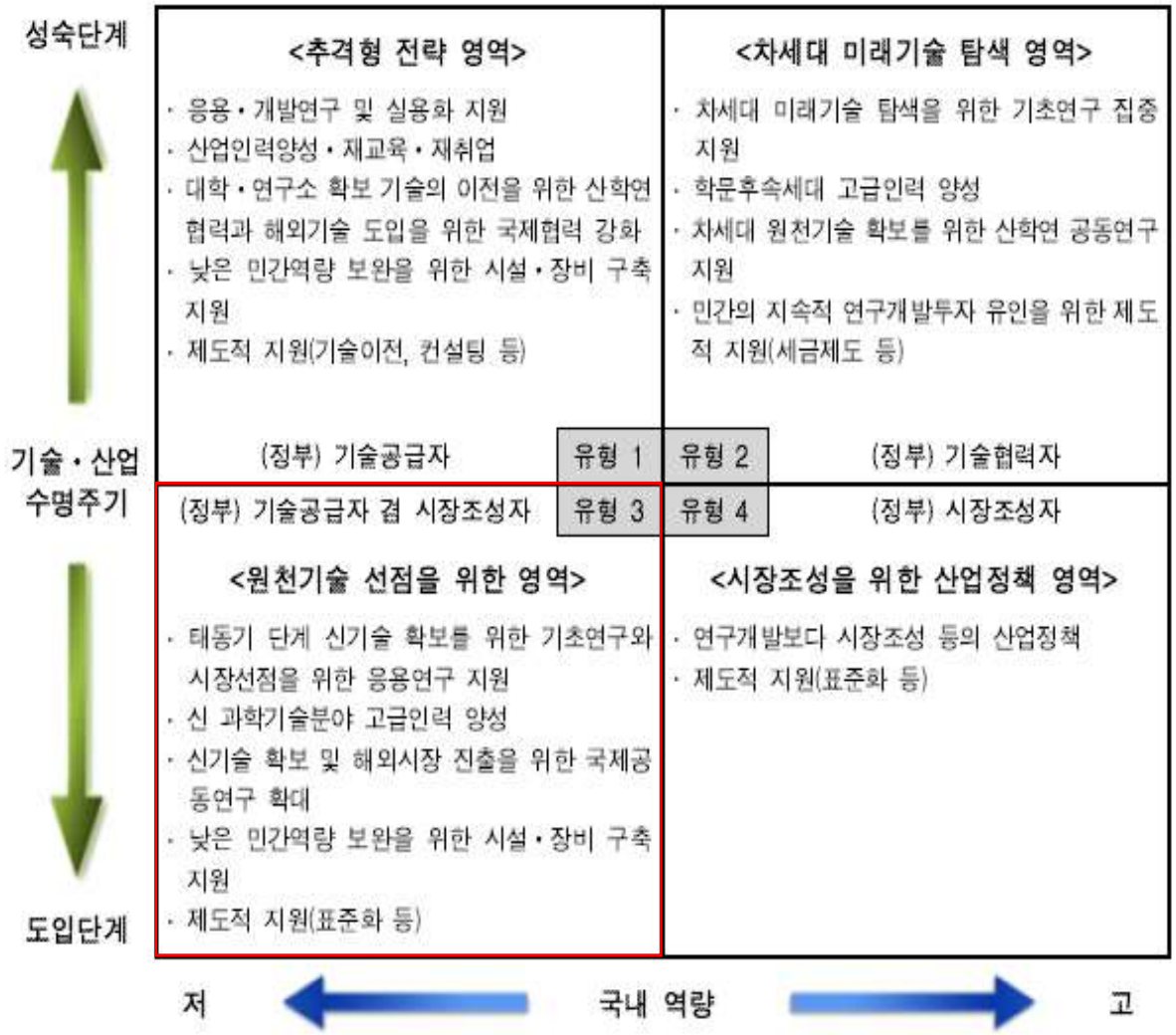
* 드론의 군집 비행이나 공중에 플라잉카, 택배 드론 등 다양한 목적의 드론이 동시에 안전하게 운항하기 위해서는 실시간 고정밀 위치정보 제공이 필수적이나, 현재는 오차 보정의 한계로 높이에 대한 정확한 위치를 결정하기 어려움

4. 국고지원의 적절성

□ 동 사업은 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」에서 제시한 정부지원의 역할 중 정부의 '기술공급자 겸 시장조성자' 역할을 하는 사업

참고 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」으로 본 정부의 R&D 역할모델

산업기술개발사업의 경우 해당 산업 분야의 국내 역량과 기술·산업의 성숙도에 따라 정부지원의 필요성을 고려할 필요가 있는데, 아래 [그림]과 같이 4가지 유형에 따라 정부의 역할이 각각 정의될 수 있다. 국내 개발역량이 낮거나 기술·산업의 수명주기가 도입기인 경우에는 정부가 기술공급자 또는 시장조성자로서의 역할을 수행할 수 있지만, 이외의 경우 민간이 시장을 주도하고 정부가 이를 보조하는 형태의 역할 분담이 대체로 적합하다. (중략)



[그림 1-25] 산업기술분야 유형별 정부역할의 실천방안

출처 : KISTEP(2019), 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

① 공공재적 성격의 R&D분야로 정부주도의 기술 공급이 필요한 분야

○ 국토정보 구축을 위해서는 막대한 비용과 시간이 투입되며, 고정밀 다차원 국토정보 구축은 전 국토를 대상으로 국가주도 사업으로 추진

- 우리나라는 지난 '95년부터 국가 지리정보시스템(GIS) 사업으로 국가공간정보를 구축하여 지난 15년간 총 1조 4,015억 원을 들여 공간정보를 구축

  · 1차로 '95년부터 '00년까지 국가기본도와 지적도 데이터를 축적을 위해 2,787억 원을 투입

  · 2차로 '05년까지 4,550억 원을 들여 기본지리정보 및 활용시스템을 구축

  · 3차 사업으로 '09년까지 기본지리정보 및 유통체계 구축에 6,678억 원을 투입[39)]

- 전국토 대상 고정밀 다차원 국토정보 구축은 기본공간정보와 대장정보, 국토 조사·모니터링 정보, 행정정보, 통계정보 등 국토의 공간정보, 속성정보가 모두 유기적으로 융합되어 있는 네트워크가 필요하며 이는 정부만이 주도하여 구축 가능

  · 지속가능한 국토정보 구축을 위해서는 각 사회분야별로 생산되는 각종 실시간 데이터들이 국토정보를 기반으로 자동 융복합이 될 수 있는 공간정보 기반의 실세계·실시간 정보 통합 및 융복합 기술의 확보가 가장 중요

○ 코로나 19에 따른 국난극복을 위한 한국판 뉴딜사업의 일환으로 데이터 인프라 구축을 국가적 사업으로 추진[40)]

- 문재인 대통령은 취임 3주년 대국민 특별연설('20.5.10)에서 한국판 뉴딜은 디지털 인프라를 구축하는 미래 선점 투자이며, 이를 위하여 '데이터를 수집, 축적, 활용하는 데이터 인프라 구축을 국가적 사업으로 추진'할 예정이라고 밝힘

- 4차 산업혁명 시대에 국가 핵심 인프라이며, 디지털 SOC인 공간정보 분야에서도 이러한 국가 정책에 따라 향후 대규모 공간정보 DB구축 등 관련 사업이 다양한 형태로 추진될 것으로 예상

- 상기 사업은 공간정보산업 가치사슬에서 생산·구축 단계에 해당되며, 대규모 공간데이터가 축적되기 때문에 이에 대한 운영 및 관리, 최신성 확보 방안 등이 시급하게 마련될 필요

- 특히, 방대한 공간데이터를 신속하고 효율적으로 갱신, 저장·관리, 유통·활용하고 미래사회 및 다양한 산업분야에서 요구하는 기술 니즈에 선제적으로 대응하기 위해서는 공간정보 全 주기적 관점*을 고려한 국가 주도의 핵심 기술개발(R&D) 추진이 시급하게 필요

  * 공간정보 생산·구축 → 가공·융·복합 → 유통·활용

39) 국토해양부 공간정보 오픈 플랫폼 `브이월드`(CIO BIZ+, 2012.07)
40) 문재인 대통령 취임 3주년 대국민 특별연설(ZD Net Korea, 2020.5.10)



ZD Net Korea

文 대통령 "한국판 뉴딜, 디지털 인프라 미래 선점 투자"

본문듣기 · 설정

기사입력 2020.05.10. 오후 3:54
최종수정 2020.05.10. 오후 4:02

| 데이터 인프라 구축, 국가적 사업으로 추진

(지디넷코리아=박수형 기자)문재인 대통령이 10일 "일자리 창출을 위한 '한국판 뉴딜'을 국가프로젝트로 추진하겠다"고 밝혔다.

문 대통령은 이날 청와대 춘추관에서 열린 취임 3주년 대국민 특별연설에서 코로나19에 따른 국난 극복을 국민과 함께 매진하면서 위기를 기회로 바꾸겠다며 이같이 말했다.

디지털 경제를 중심 축으로 하는 한국판 뉴딜을 추진해 새로운 일자리를 만들고, 국민에 새로운 기회를 제공하겠다는 구상이다.

문 대통령은 "한국판 뉴딜은 디지털 인프라를 구축하는 미래 선점 투자"라며 "5G 인프라 조기 구축과 데이터를 수집, 축적, 활용하는 데이터 인프라 구축을 국가적 사업으로 추진하겠다"고 말했다.

문 대통령은 "우리가 디지털 경제 시대를 선도해나가려면 디지털 인프라를 구축해야 한다"며 "가장 대표적인 것이 데이터 인프라 구축일 것"이라고 말했다.

[그림 1-26] 한국판 뉴딜, 데이터 인프라 구축

○ 융복합 기반의 공간정보 기술개발은 다양한 기관의 기술 협력과 관련 정보의 공동 활용 등이 필수적이며, 이에 정부 주도의 인프라 지원의 중요성이 증가하고 있음

- 초융합 트렌드에 부합하는 성공적인 공간정보 기술개발을 위해 개별 부처, 연구기관, 연구자를 초월한 유기적 연계·협업을 이끄는 정부주도 협업 기술개발 및 지원체계 구축이 절실
- 민간 분야에서는 각각의 개별적· 독자적 연구개발과 공동 활용을 위한 인프라 부족으로 성과의 공유·확산을 위한 기업간 소통 부족[41)]
  - · 공간정보 민간 공급업체의 정보관리 대안으로 떠오르는 오픈소스는 중소기업과 같은 경우 라이선스 위반, 기술유출 또는 오픈소스 라이선스에 대한 이해부족 등으로 비공개로 되어 있어 공동 활용이 어려움
  - · 한편, 대기업인 삼성전자의 경우도 자사에서 개발한 오픈소스 관련 공시는 라이선스 및 일부 제품에 대한 코드 공개만이 이루어지고 있어 어떤 부분에 오픈소스 공간정보 기술이 사용되는지에 대한 명확한 자료는 제공하고 있지 않음
- 공간정보의 경우, 공공 성격이 강한 기술로서 민간투자보다 정부 지원을 통한 투자가 더 효율적이고 성공적인 성과로 연계
  - · 2014년 대비 정부연구비가 하락한 기술은 4개인데, 해당 기술 모두 기술수준이 하락한 것으로 나타나 정부지원과 기술수준의 연계성을 알 수 있음

41) 강혜경외(2017).글로벌 공간정보 경쟁력 향상을 위한 오픈소스 공간정보정책 도입방안연구, 국토연구원

〈표 1-12〉 건설·교통분야 국가전략기술의 정부연구비·기술수준 변화 비교('14년 대비 '16년)

분류	건설·교통분야 국가전략기술	정부연구비 증가율(%)	기술수준 증감률(%)
(연구비 감소· 기술수준 감소)	첨단철도기술	-3.2	-0.4
	지능형 건물제어기술	-5.6	-0.9
	국토정보구축 및 활용기술	-7.2	-3.2
	고효율 에너지 빌딩기술	-26.1	-0.9

출처 : 2017년 기술수준평가, KISTEP,2018

○ '국가공간정보 데이터 구축 및 활용 실태'에 대한 감사원의 감사 보고서에는 "공간정보체계 구축은 초기 비용이 많이 들 뿐만 아니라 공간정보를 많은 사람들이 이용할 수 있도록 개방·공유를 필요로 하는 공공재적 성격을 가지고 있어 국가가 주도적인 역할을 할 필요가 있다"라고 명시[42)]

② 민간의 시장 창출역량이 부족하여 정부 주도의 시장 창출의 역할이 필요한 분야

○ 정책대상을 정책공급과 소비의 측면에서 정부, 기업, 개인 등 3개의 주체로 구분할 때 기업은 정책대상자로서 기술의 시장 공급자 역할을 수행하지만, 공간정보 기업들은 시장창출 역할이 미흡

- 기업의 시장 창출이 미흡하게 되면 핵심개발자 미확보, 시장수요 대응 실패로 산업 성장 기회 실기 및 기술경쟁력 저하 초래
- 정부는 정책공급자로서 기술 환경에 영향을 미치는 성숙한 IT 기반환경 조성자 역할과, 개발기술 활성화를 위한 정책마련, 정책지원 등의 역할을 수행
  · 정부의 조력으로 기업은 기술자산 확보, 시장개척 등을 원활히 수행 가능
- 민간 수요자가 필요한 정보를 중복적으로 자체 구축하게 한다면 공간정보산업의 수익구조를 전반적으로 악화시키고 신산업 창출 분야의 발전을 더디게 하는 요인으로 작용
- 민간주도 의존 시 국내 공간정보 산업은 공공시장의 쏠림현상 심화, 핵심신기술개발 및 고부가가치 컨설팅 능력 부족, 기술자 양성의 어려움 등의 문제 발생 확률이 상승[43)]

○ 국내 공간정보 관련 민간기업은 공급자로서의 기능보다는 기개발된 공간정보 기술을 이용하여 시장과 고객의 수요에 맞게 제공하는 기술 수요자로서의 기능이 주를 이루므로 기술개발은 국가지원이 필요

- 국내 산업체는 공간정보 관련 기술 서비스업이 69.3%에 육박하고 대상별 매출비중이 민간이 67.5%로 민간 대상의 기술 서비스업이 활발한 것으로 조사
  · '18년 기준 공간정보산업 사업체 수는 5,563개사이며, 업종별로는 공간정보 관련 기술 서비스업이 3,857개사(69.3%)로 가장 높은 비중으로 소분류 중 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업(40.7%)과 탐사 및 측량업(25.0%)의 비중이 높게 조사
  · 공간정보 관련 사업활동 대상별 매출비중을 보면, 민간이 67.5%, 공공이 32.5%로 나타나 전반적으로 민간 비중이 높은 것으로 조사

42) 감사 보고서(국가공간정보 데이터 구축 및 활용 실태), 감사원, 2017
43) 강혜경 외(2017).글로벌 공간정보 경쟁력 향상을 위한 오픈소스 공간정보정책 도입방안연구, 국토연구원

- 공간정보 산업의 대부분이 기술서비스업이나 국가제작 데이터를 대부분을 구입하여 업데이트하는 실정

· 공간정보 산업체의 공간정보 데이터의 구입주기를 보면, 기본 공간정보[44]는 수시(48.9%), 기타 공간정보[45]는 1년 미만(49.8%)의 주기로 구입한다는 응답이 가장 많은 것으로 조사[46]

· 공간정보 데이터의 구입경로별 비중을 살펴보면, 국가제작이 98.1%로 대부분을 차지하였고 민간제작(1.3%)과 자체제작(0.6%)은 미미한 수준으로 나타남[47]



출처 : 2019년 공간정보산업조사 보고서, 국토교통부,2019

[그림 1-27] 공간정보 데이터 구입경로별 비중

③ 국토정보는 공공정보 공유, 표준화 등 국가주도의 연구지원이 필요한 분야

○ 정부는 산학연 공동연구 및 시장 육성을 위하여 공공 정보공유, 표준화 등의 지원자로서 협력해야 하는 의무가 존재

- 국가역할은 공간정보시장을 활성화시키는 공간정보시장을 활성화시키기 위하여 모든 국가기관이 공유할 수 있는 표준화된 기반공간정보의 지속적인 공급으로 행정업무의 생산성 향상, 비용절감, 품질개선 등을 촉진 의무 보유

- 정부는 국가지리정보체계(NGIS) 구축('95~)을 시작으로, 3D('11~), 실내('13~), 빅데이터('14~) 등 구축범위 지속 확대하였으나 구축된 정보의 정확성 부족*, 데이터 구축의 표준화 미흡에 따른 융·복합 과정에서의 품질 저하** 등으로 원활한 공간정보 활용 저해

  * '15년 감사원 감사 시 공간 빅데이터, 지하시설물 DB의 오류 지적

  ** 품질기준이 명확히 정립되지 않아 각 기관에서 자체 기준에 따라 생산한 공간정보는 다른 정보와 융·복합 시 위치 오류 등 품질 문제 발생

- 또한, 기본공간정보의 민간활용 활성화와 활용체계 간 호환성 제고를 위한 유통, 표준화에 대한 투자는 상대적으로 저조하여 앞으로는 구축된 공간정보의 활용을 활성화하기 위한 표준화, 유통 및 공간정보 R&D에 대한 투자증대 필요[48]

---

44) 기본 공간정보 중 국가지명, 지형도(수치도 포함), 정사영상, 항공사진영상, 토지이용현황도, 필지별 토지이용현황, 지적도(연속도 포함)은 수시로구입하는 것으로 나타났다. 기본 공간정보 중 국가기준점, 행정경계도, 토지대상, 국토지반정보는 1년 미만의 주기로 구입하는 비중이 가장 높게 나타남

45) 기타 공간정보 중 개발제한구역, 지하시설물도, 국가교통정보는 수시로 구입하는 비중이 높았으며, 사업지구, 용도지역지구도, 개별공시지가/건물 공시가격, 건축물대장은 1년 미만의 주기로 구입한다는 비중이 가장 높게 나타남

46) 2019년 공간정보산업조사 보고서, 국토교통부,2019

47) 2019년 공간정보산업조사 보고서, 국토교통부,2019

○ 민간은 각 분야의 분절화 된 공간정보관련 기술을 개발하고 있어 국가 차원에서 공간정보산업에 적용할 수 있는 공통 플랫폼 구축이 필요

- 민간에서는 각 분야의 시장 수요에 따라 인터넷, 휴대폰, 내비게이션 등을 이용해 공간정보를 기반으로 한 길안내, 교통, 지도 등 다양한 부가정보서비스를 개발하여 제공
- 공간정보기술과 정보통신기술의 융합으로 부가정보서비스가 생산되기 때문에 참여하는 기업이 보유한 기술, 노하우 등의 결합 형태에 따라 다양한 정보서비스가 창조될 수 있으나 이를 가능하게 할 기반공간정보는 민간이 독자적으로 구축하는 데 한계가 존재
- 국가·기업·국민 사이에 정보가 장애 없이 흐를 수 있도록 여러 기관이 관리하는 공간정보를 취합하고 효율적으로 생산·관리·유통하기 위한 공통 플랫폼 정보서비스 체계 구축이 필요

○ 민간기업과의 인터뷰('19.10)에서 국가주도의 공간정보 기술개발 필요성에 대한 많은 요구 존재[49)]

- 과거에는 국가가 제공하는 기본도를 활용하여 민간에서 활용했지만, 현재는 국가가 제공하는 데이터의 최신성이 떨어지기 때문에 민간에서 각자 수요에 맞는 맵을 구축 중(Kakao)
- 특히, 기존 데이터 설계 방식으로는 향후 활용도가 거의 없기 때문에, 국가 차원에서 최신성 및 활용성 등을 고려한 새로운 데이터 모델링에 대한 혁신 주도가 필요(Kakao)
- 플랫폼 서비스의 경우 플랫폼에서 API 제공, Data Discovery에 대한 고려는 반드시 필요하며, Macro한 관점에서 국가 전체에서 이를 기획하고 관리할 필요(SKT)
- 데이터를 공공과 민간이 같이 만들고 공유하도록 유도, 민간과 공공의 협력을 통해 수요를 창출, 지속 가능한 생태계 기반의 플랫폼이 되도록 노력(SKT)

□ 공간정보는 공공 디지털 인프라로서 정부 각 부처의 주요 행정 업무 및 대국민 서비스 시스템의 핵심 기반 역할을 수행하며 수혜대상자 및 범위가 넓은 공익기술개발 영역

○ 공간정보는 국토교통부 뿐만 아니라, 행안부, 해수부, 농림부, 환경부, 산림청, 통계청 등 정부 부처의 행정업무 및 대국민 서비스의 핵심 인프라 역할을 담당

- 공간정보에 대한 생산 및 관리는 중앙행정기관, 지방자치단체, 공공기관에서 수행하도록 법률로 지정
- 공간정보란 '지상 · 지하 · 수상 · 수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보'를 의미
- 국가공간정보 기본법 제2조는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 관리기관은 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개하여 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다고 규정
- 공간정보체계는 도로와 같은 기반시설처럼 공동으로 활용해야 하는 사회간접자본이며, 이를 구축하기 위해서는 많은 비용이 소요되기 때문에 대부분의 국가에서 중요정책으로 추진하고 있으며 국가공간정보의 생산, 유통 및 활용 등에 대한 정책을 체계적으로 추진[50)]

48) 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 국토교통부, 2018
49) KAIA, 공간정보서비스 기업·연구기관 협의회의, 2019.10.10., 인터뷰 내용 일부 발췌

○ 기존의 공간정보는 위치확인 및 국토관리 등 기존 산업의 인프라 역할을 수행하였지만 현재는 소셜 혹은 메시지, 네트워크 기능과 결합하여 1차적인 서비스 외에 사용자들의 가치가 포함된 부가적 정보를 매시업하여 효용가치가 증대

- 국내에서는 현재 수치지형도, 3차원 공간정보, 빅데이터, 위치보정정보 등을 활용하여 민·관에서 생활편의 서비스나 정책결정 등에 폭넓게 활용

  · 민간기업인 ㈜카카오는 3차원 공간정보를 활용하여 스카이뷰 서비스 실시, KT는 위치 보정 정보를 활용한 주유소 자동결제 서비스 준비 중

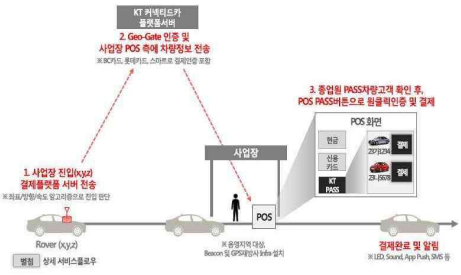
  · 공공기관인 건강보험공단은 빅데이터를 활용하여 응급의료 취약지도 작성



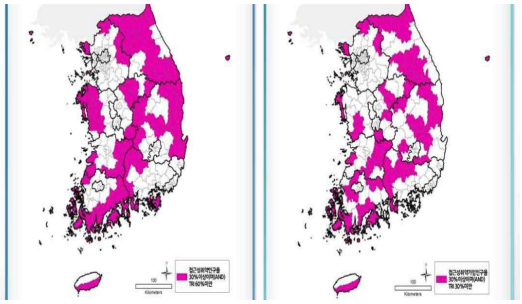
카카오지도에서 3차원 스카이뷰 서비스



카카오택시, 직방 등 O2O 서비스



KT의 정밀측위 기술을 활용한 주유소 자동결제 서비스



빅데이터를 활용한 응급의료 취약지도

[그림 1-28] 공간정보 활용 서비스 예

○ 국내 공간정보산업의 가치사슬(Value Chain)단계는 크게 생산·구축, 가공·융·복합, 유통·활용으로 구분하며 가장 중요한 산업의 원료인 공간정보데이터 생산 및 구축은 정부의 역할

- 생산·구축 단계 : 정부(국토부, 국토지리정보원)의 위탁을 받은 LX, LH 등의 산하 기관 및 민간 측량업체 등에서 공간정보를 생성하고, DB 구축 및 관리
- 가공·융·복합 단계 : 시스템 및 S/W 제작업체, 응용시스템 및 콘텐츠 제작업체, IT 사업자 등이 참여하며, 기 구축된 공간정보DB를 활용하여 솔루션 구축 및 콘텐츠 제작
- 유통·활용 단계 : 중앙부처, 지자체, 공공기관 등 공공 영역 및 산·학·연 등의 민간 영역에서 분야별 소요목적에 따라서 공간정보를 다양하게 활용

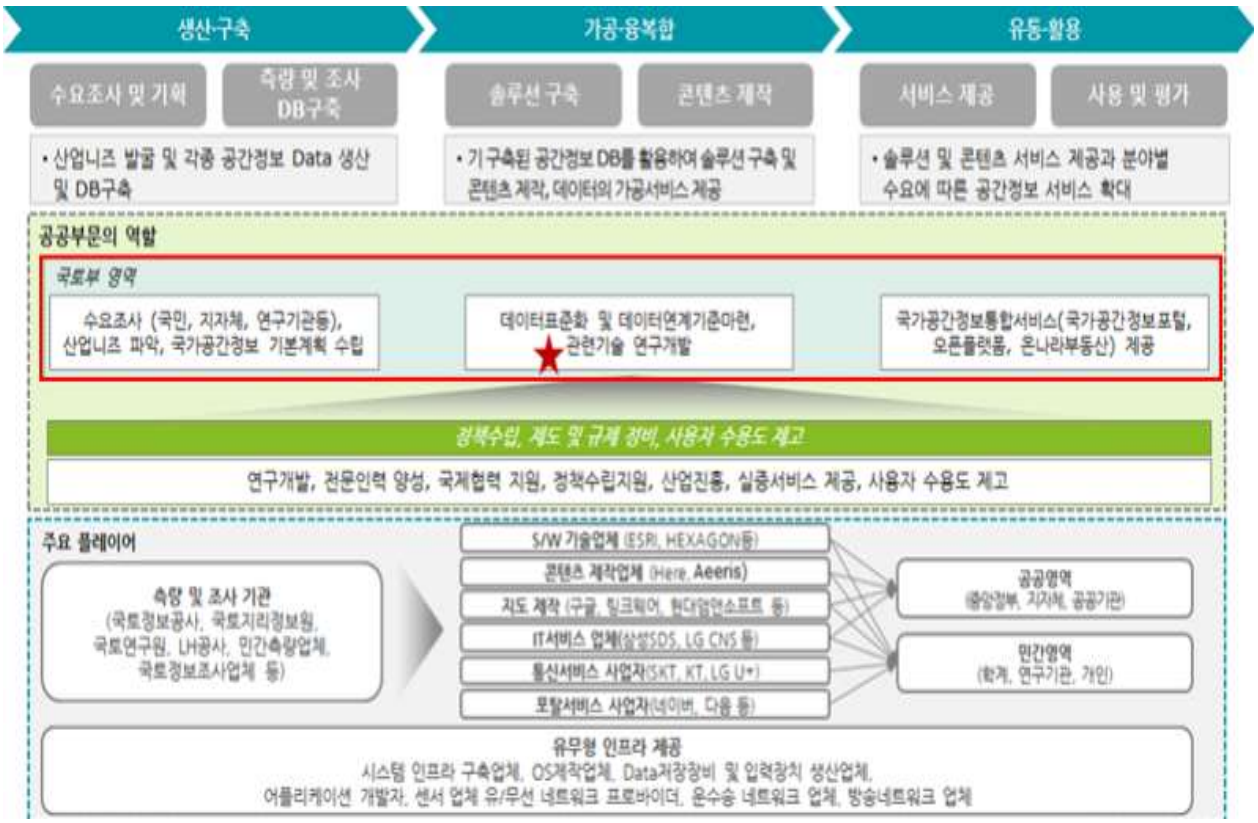
50) 2015. 5. 감사원 특정감사 "국가공간정보 체계 구축 및 운용실태"

○ 공간정보산업 분야 주관부처인 국토교통부는 매우 중요한 역할을 수행 중

- 지금까지 국토교통부는 국가 공간정보 기본계획 수립, 공간정보 표준화 기반 제공 및 관련기술 연구개발, 국가 공간정보통합서비스 운영 등 공간정보 산업생태계에서 매우 중요한 역할 수행

※ 공간정보 분야 기반기술 확충 및 연구개발 촉진을 위하여 'R&D 발전전략 및 로드맵 수립' 등 연구개발 지원

- 향후, 미래 사회·산업의 핵심 인프라인 공간정보의 지속가능성 확보를 위하여 관련 기술개발 및 실용화·상용화 등에 정부(국토부)의 관심과 투자가 절실



출처 : 국토교통부, 국토교통 신산업 증장기 로드맵, 2017

[그림 1-29] 공간정보 산업 생태계에서 국토교통부의 역할

○ 고품질 행정서비스 제공을 위해 정부주도로 개발된 공간정보기술은 각 부처 및 산하기관에 제공 및 활용됨으로써 대국민 서비스 수준 제고 가능

- 정부 행정업무의 근간인 공간정보의 최신성 및 정확성 확보, 안정적인 유통·활용체계 마련은 대국민 행정서비스 품질 수준과 직결

- 공간정보는 안전·보건·교육·국방 등 다양한 분야의 활용을 극대화하기 위하여 공간정보 거버넌스 체계 마련 및 운영 활성화, 타 부처와의 협업 추진이 필요

- 범정부 차원의 공간정보 공동 활용은 성공적인 국정운영의 핵심 요소로 정부는 공공 정보공유, 표준화, 인증, 시험·평가 등의 지원자로서 협력해야 하는 의무가 존재



출처 : 국토교통부, 국토교통 신산업 중장기 로드맵, 2017

[그림 1-30] 정부 부처별 공간정보 활용 예시

- 국가공간정보포털에 게시된 공간정보만 695건으로 정보를 활용할 수 있는 서비스 영역도 매우 넓을 것으로 예상

〈표 1-13〉 정부기관별 공간정보 활용분야

구분	등록기관	공간정보 시스템 명칭	서비스 영역
1	국토교통부 국토도시실 건축정책관 녹색건축과	건축물생애이력관리시스템	행정용및대국민용
2	국토교통부 운영지원과	국유재산관리 시스템	행정용
3	국토교통부 주택토지실 국토정보정책관 공간정보제도과	부동산종합공부시스템	행정용
4	국토교통부 주택토지실 국토정보정책관 국가공간정보센터	국가공간정보통합체계	행정용
5	국토교통부 주택토지실 국토정보정책관 국가공간정보센터	한국토지정보시스템	행정용
6	국토교통부 주택토지실 국토정보정책관 국가공간정보센터	국토정보시스템	행정용
7	농림축산식품부 기획조정실 정책기획관 정보통계정책담당관	농식품 공간정보 서비스	행정용

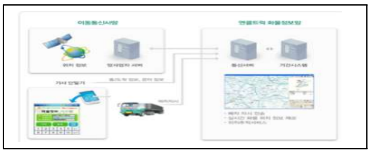
구분	등록기관	공간정보 시스템 명칭	서비스 영역
8	농림축산식품부 기획조정실 정책기획관 정보통계정책담당관	스마트 팜 맵	행정용
9	농림축산식품부 농림축산검역본부 가축질병상황실	국가동물방역통합 시스템(KAHIS)	행정용
10	문화재청 기획조정관 정보화담당관	문화재 공간정보서비스	행정용및대국민용
11	법무부 위치추적중앙관제센터	위치추적시스템	기타
12	산림청	지리적프로파일링시스템	행정용
13	산림청 북부지방산림청 산림경영과	지진재해대응시스템	대국민용
14	산림청 산림보호국 산사태방지과	산사태정보시스템	행정용및대국민용
15	새만금개발청 기획조정관	새만금 공간정보시스템	행정용
16	조달청 공공물자국 국유재산기획과	국유재산조사관리시스템	행정용및대국민용
17	통계청 통계데이터허브국 공간정보서비스과	SGIS 스마트플랫폼	대국민용
18	통계청 통계데이터허브국 공간정보서비스과	SGIS 오픈플랫폼	대국민용
19	해양수산부 해양정책실 해양산업정책관 연안계획과	연안관리정보시스템	행정용및대국민용
20	통계청 통계데이터허브국 공간정보서비스과	공간통계정보시스템	대국민용
	⋮		

출처 : 국가공간정보포털, 국토교통부(http://www.nsdi.go.kr/lxportal/index.html?devAct=boardview&menuno=4070)

- 공간정보서비스는 커뮤니케이션 부문, 산업 부문, 공공 부문 등 다양한 분야로 구분할 수 있으며 다른 데이터와의 매시업을 통해 새로운 서비스를 제공

〈표 1-14〉 각분야의 다양한 공간정보 활용분야 예시

구분	상세 내용
1	■ 특정 지역 및 공간에서 사건 사고나 재난 재해가 발생시, 메시지, 위치정보가 기록된 사진 및 영상 등의 공간정보를 주고받음으로써 신속하고 효율적인 대처가 가능  집중호우를 소셜 네트워크로 공유

구분	상세 내용	
2	■ 모바일이나 웹에서 여행지로 가상 여행을 해봄으로써 효과적인 여행계획이 가능 - 구글 지도를 활용해 출발지와 목적지를 설정하면 도보, 차량, 대중교통 정보를 파악할 수 있으며, '스트리트 뷰'를 활용해 해당 여행지를 미리 답사 가능	 지도를 활용한 여행정보 활용
3	■ 사용자가 자신의 위치를 다른 사람들과 공유하여 근처에 다른 사용자가 있는지 파악이 가능하고 페이스북(Facebook)의 '플레이스(Place)'를 통해 특정장소를 '체크인'하면 주변 매장 정보를 얻을 수 있고 할인 쿠폰을 제공 받는 것 등이 가능	 페이스북 플레이스
4	■ 스마트폰에서 사용자가 운동한 거리, 속도, 연소한 열량을 계산·측정하여 효과적인 운동을 할 수 있는 환경과 여건을 제공 - 나이키 플러스(Nike+ GPS)는 Nike+ 센서 칩을 신발에 설치하지 않아도 스마트폰의 가속 센서와 GPS의 운동 데이터를 측정하여 사용자의 운동량 정보를 제공	 NIKE+GPS
5	■ 공간정보를 이용하여 현장근무 및 물류체계를 개선하여 에너지 절감 효과를 기대 가능 - 엔콜트럭' 시스템은 위치기반 서비스와 업무지원 시스템, 모바일 기기를 이용한 쌍방향 통신시스템을 이용해 실시간 차량과 화물정보를 제공하여 물류체계 개선 및 유류에너지 절감	 엔콜(Ncal) 트럭 모델
6	■ 공간정보와 SNS를 결합한 서비스로, 선거나 정치활동에 소셜미디어와 공간정보를 이용가능 - 미국 중간선거(2010.11.2.)에서 포스퀘어는 투표 장소 이용자에게 온라인 배지를 배포하고, 체크인한 이용자 수를 지도에 표시하여 투표를 독려	 선거, 정치활동에 활용된 투표지도 화면
7	■ 미국 정부는 멕시코 만 기름유출 사고로 발생한 원유유출 방제작업을 위해 개발한 위치기반 모바일 애플리케이션 도입 - 유출된 석유의 GPS 좌표를 산타로사 카운티 응급지원센터로 전송하여 신속한 유출된 석유 방제작업 수행 지원	 미국의 원유유출 방제 애플리케이션

출처 : 국가공간정보포털, 공간정보 활용분야,(http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=2752)

□ 주요 선진국 또한 공간정보 분야의 국가 기술력 강화를 위해 정부차원의 다양한 전략적 지원을 시행하고 있는 상황

○ 해외 주요 선진국은 공간정보의 중요성 및 활용성을 인식하고, 공간정보 기술혁신을 위하여 정부 주도의 정책 수립 및 기술개발 추진

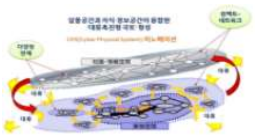
- 미국 연방지리정보위원회[51]는 국가공간정보인프라를 공간정보의 획득·처리·저장·유통·활용 증진에 필요한 기술·정책·표준·인적자원으로 정의, 관련 정책을 추진하며 분야별 국토 가상공간(사이버물리시스템, CPS) 통합 구현 추진

  ※ 'Smart America Challenge' 프로젝트를 통해 에너지, 교통, 재난 등 여러 분야에서 구축되고 있는 사이버물리시스템의 통합 구현 및 검증 추진

51) FGDC: Federal Geographic Data Committee

- 영국은 첨단 디지털을 통한 정부서비스 혁신, 디지털 전환에 대응하는 시민-정부 관계 재정립 등의 전략 목표 추진을 위해 '정부 디지털 전략(Government Digital Strategy,2017)','정부 전환 전략(Government Transformation Strategy,2020)' 등을 계획
- 일본은 'G공간 오픈데이터 플랫폼'을 구축하여 지방자치단체 및 공공 서비스사업자 등이 보유한 공간정보를 통합·공유하여 혁신적인 신산업 창출과 방재 대책 강화 등에 활용, 또한 장기국토개발계획 '국토그랜드비전 2050'에 따라 실물공간과 지식·정보기관이 융합된 가상공간 구현을 목표로 CPS를 구축하는 것을 추진
- 호주는 뉴질랜드와 공간정보 공유 및 관리를 위한 협의회(ANZLIC)를 구성하고, ① 디지털기술을 활용하여 보다 나은 공공서비스 제공 및 정책 수립, ② 정부 주도가 아닌 국민 요구와 편리성에 초점을 맞춘 공공서비스 제공, ③ 개인과 기업 등 디지털 기술과 역량을 향상시키고 혁신적인 조직과 파트너 관계 구축 등의 목표를 달성하기 위한 '디지털 변혁 전략(Digital Transformation Strategy2025)'을 추진
- 싱가포르는 도시문제해결을 위해 자연지형, 건물, 도로 등을 3D로 구현하고 사람, 에너지 등 실제 데이터를 가미해 도시를 디지털 공간이 옮기는 '버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)프로젝트'를 수행, 또한 시민과 기업에게 간편한 공공서비스 제공을 위해 'Digital Government Blueprint'를 수립으로 공공서비스 혁신을 추진

〈표 1-15〉 해외 주요 선진국의 공간정보 정책추진 방향

구분	정책방향	
 미국	• 분야별 국토 가상공간(사이버물리시스템, CPS) 통합 구현 추진 • 연방지리정보위원회 주도로 공간데이터 확보, 관련 정책을 총괄 • 국가공간정보기반(NSDI)주도로 데이터의 공개 및 민간활용을 촉진	
 영국	• 정부 디지털 전략, 정부 전환 전략등을 통한 정부의 수요맞춤형 공공서비스 혁신	
 일본	• G공간 오픈데이터 플랫폼'을 구축하여 공간정보를 통합·공유 및 고정밀측위기술 개발을 통한 CPS 구현	
 호주/뉴질랜드	• 공간정보 공유 및 관리를 위한 협의회(ANZLIC) 구성 및 '디지털 변혁 전략(Digital Transformation Strategy2025)' 추진	
 싱가포르	• 고정밀 3차원 가상도시 플랫폼 구축을 통한 • 정확한 시뮬레이션 및 시민과 기업에게 간편한 공공서비스 제공을 위해 'Digital Government Blueprint'를 수립	

출처: 공간정보기반 융복합산업 발전 전략 마련 및 법제도개선방안, 국토교통부,2017

□ **공간정보는 국내 법률과 주요 정책에 의거, 반드시 정부 주도의 기술개발을 통한 구축 기반 마련과 정보 활용 추진이 필요한 핵심 산업**

○ 국가공간정보 기본법 제 3조에 따르면 '국가 및 지방자치단체는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개함으로써 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다'고 명시

○ 국내 공간정보 법률에서 지속적인 공간정보기술 개발·촉진과 융·복합산업 육성·지원을 위한 정부의 지원 등 국가의 의무 및 추진근거를 명시

- 국가공간정보기본법(제 3, 9, 10조), 공간정보산업진흥법(제 2, 9, 13조), 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률(제 97조)에 제시

〈표 1-16〉 공간정보 법률상 국가의 의무 규정

공간정보 법률	추진근거
국가공간정보기본법	■ "제3조(국민의 공간정보복지 증진)"에서 ① 국가 및 지방자치단체의 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개를 통한 국민의 공간정보복지를 증진 근거 규정 ■ "제9조(연구·개발 등)"에서 공간정보체계의 구축 및 활용에 필요한 기술의 연구와 개발 사업의 효율적 추진을 위한 근거 규정 ■ "제10조(정부의 지원)"에서 국가공간정보체계의 효율적 구축 및 활용을 촉진하기 위한 기술의 연구 및 개발 지원 근거 규정
공간정보산업진흥법	■ "제2조의2(국가 및 지방자치단체의 책무)"에서 국가가 공간정보산업의 중요성을 인식하고 산업발전을 위한 지원의 근거 규정 ■ "제9조(융·복합 공간정보산업 지원)"에서 국가가 공간정보와 타산업과의 융·복합을 통한 파급효과의 중요성을 인식하고 융·복합 공간정보산업 지원을 위한 근거 규정 ■ "제13조(공간정보기술의 개발 촉진)"에서 공간정보산업과 관련된 기술 개발의 촉진을 위한 자금 지원 근거 규정
공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률	■ "제97조(연구·개발의 추진 등)"에서는 측량, 수로조사 및 지적제도의 발전을 위한 연구 및 기술개발 수행에 필요한 비용 지원 근거 규정

출처: 국가공간정보기본법, 공간정보산업진흥법, 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 참조

○ 문재인정부 국정과제, 과학기술기본계획, 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 등 정부 추진정책 목표 달성을 위하여 공간정보 분야의 중장기 R&D 투자 필요

제3절 추진근거

1. 법적 근거

□ 본 사업은 「과학기술기본법」, 「국토교통과학기술 육성법」 등의 법적 근거를 두고 추진

〈표 1-17〉 공간정보 관련 법적근거

근거 법률	내용	소관부처
과학기술기본법	**제11조(국가연구개발사업의 추진)** ① 중앙행정기관의 장은 기본계획에 따라 맡은 분야의 국가연구개발사업과 그 시책을 세워 추진하여야 한다. ② 정부는 국가연구개발사업을 추진할 때에는 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다. 1. 정부는 민간부문과의 역할분담 등 국가연구개발사업의 효율성을 제고할 수 있는 방안을 지속적으로 강구하여야 한다. 1의2. 정부는 기업, 교육기관, 연구기관 및 과학기술 관련 기관·단체 간의 협력, 기술·학문·산업 간의 융합 및 창의적·도전적 연구개발이 활성화될 수 있는 방안을 강구하여야 한다. 〈이하 중략〉 **제16조의5(성장동력의 발굴·육성)** ① 정부는 과학기술에 기반을 둔 성장동력을 발굴·육성하기 위하여 필요한 시책을 세우고 추진하여야 한다. ② 정부는 제1항에 따른 시책을 세울 때 다음 각 호에 관한 사항을 포함하여야 한다. 1. 성장동력 분야별 핵심기술의 개발·사업화 2. 성장동력 분야별 전문인력의 확보 및 육성 〈이하 중략〉 **제16조의6(과학기술을 활용한 사회문제의 해결)** ① 정부는 과학기술을 활용한 삶의 질 향상, 경제적·사회적 현안 및 범지구적 문제 등의 해결을 위하여 필요한 시책을 세우고 추진하여야 한다. **제17조(협동·융합 연구개발의 촉진)** ① 정부는 기업, 교육기관, 연구기관 및 과학기술 관련 기관·단체 간 또는 이들 상호간의 협동연구개발을 촉진하고 북돋우기 위한 시책을 세우고 추진하여야 한다.	과학기술정보통신부
국토교통과학기술 육성법	**제8조(연구개발사업의 추진)** ① 국토교통부장관은 종합계획을 효율적으로 추진하기 위하여 국토교통과학기술 연구개발사업(이하 "연구개발사업" 이라 한다)을 할 수 있다. ② 국토교통부장관은 연구개발사업을 할 때 연도별·분야별 연구과제를 선정하여 다음 각 호의 기관 또는 단체 등과 협약을 맺어 연구를 하게 할 수 있다. 이 경우 제5호의 기관 중 법인이 아닌 기관에 대하여는 그 기관이 속한 법인의 대표와 협약을 맺을 수 있다. 1. 국공립 연구기관 2. 「특정연구기관 육성법」 제2조에 따른 연구기관	국토교통부

근거 법률	내용	소관부처
	〈이하 중략〉 ③ 국토교통부장관은 연구개발사업을 추진하기 위하여 제2항에 따라 연구를 수행하는 기관이나 단체 등에 출연금을 지원할 수 있다. ④ 제2항에 따른 연구과제의 선정방법, 협약의 체결방법과 제3항에 따른 출연금의 지급·사용 및 관리에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. **제9조(융·복합 연구개발의 추진)** ① 국토교통부장관은 전문분야가 다른 기술과 경영 등을 결합하여 신기술·신제품 등을 개발하고 새로운 분야의 사업화 능력을 높이는 국토교통과학기술의 융·복합 연구개발을 추진할 수 있다. **제10조(국토교통과학기술의 보급 및 활용촉진)** ① 국토교통부장관은 연구개발사업에 따라 개발된 국토교통 과학기술(이하 "연구개발성과"라 한다)의 보급 및 활용촉진을 위하여 다음 각 호의 사항에 관한 사업 및 시책을 수립·시행할 수 있다. 1. 연구개발성과의 실용화 2. 연구개발성과의 보급 및 활용촉진에 관한 정보의 관리·유통 〈이하 중략〉 ② 제1항에 따른 사업 및 시책의 수립·시행에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. **제14조(국제협력 등)** ① 국토교통부장관은 연구개발사업 및 연구개발성과의 보급·활용을 촉진시키기 위하여 필요한 관련 국제적 동향을 파악하고 국제공동연구개발의 활성화 등 국제협력 업무를 추진하여야 한다. ② 국토교통부장관은 국토교통과학기술에 관한 국제적 개발동향·투자방향 및 기술수준 등을 주기적으로 조사·분석하여 기술개발과 관련된 정책에 반영하여야 한다.	
국가공간정보 기본법	**제9조(연구·개발 등)** ① 관계 중앙행정기관의 장은 공간정보체계의 구축 및 활용에 필요한 기술의 연구와 개발사업을 효율적으로 추진하기 위하여 다음 각 호의 업무를 행할 수 있다. 1. 공간정보체계의 구축·관리·활용 및 공간정보의 유통 등에 관한 기술의 연구·개발, 평가 및 이전과 보급 2. 산업계 또는 학계와의 공동 연구 및 개발 〈이하 중략〉 ② 관계 중앙행정기관의 장은 대통령령으로 정하는 바에 따라 제1항 각 호의 업무를 대통령령으로 정하는 공간정보 관련 기관, 단체 또는 법인에 위탁할 수 있다. **제10조(정부의 지원)** ① 정부는 국가공간정보체계의 효율적 구축 및 활용을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 업무를 수행하는 자에 대하여 출연 또는 보조금의 지급 등 필요한 지원을 할 수 있다. 1. 공간정보체계와 관련한 기술의 연구·개발 2. 공간정보체계와 관련한 전문인력의 양성 〈이하 중략〉	국토교통부

근거 법률	내용	소관부처
공간정보산업 진흥법	**제2조의2** ① 국가 및 지방자치단체는 공간정보산업이 국가경제 및 산업에서 차지하는 중요성을 인식하고 그 발전을 지원하도록 노력하여야 한다. **제9조(융·복합 공간정보산업 지원)** ① 정부는 연차별계획을 수립하여 재난·안전·환경·복지·교육·문화 등 공공의 이익을 위한 융·복합 공간정보체계를 구축할 수 있다. ② 국토교통부장관은 융·복합 공간정보산업의 육성을 위하여 교통, 물류, 실내공간 측위체계, 유비쿼터스 도시 사업 등에 지원할 수 있다. ③ 국토교통부장관은 제1항에 따른 융·복합 공간정보체계의 구축과 제2항에 따른 융·복합 공간정보산업의 육성을 위하여 공간정보 오픈플랫폼 등의 시스템을 구축·운영할 수 있다. **제13조(공간정보기술의 개발 촉진)** ① 정부는 공간정보산업과 관련된 기술의 개발을 촉진하기 위하여 기술개발 사업을 실시하는 자에게 소요되는 자금의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다. **제14조(공간정보산업의 표준화 지원)** ① 국토교통부장관은 공간정보의 공동이용에 필요한 기술기준 등의 산업표준화를 위한 각종 활동을 지원할 수 있다. ② 제1항의 기술기준 등의 산업표준화 활동의 지원에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.	국토교통부
공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률	**제97조 (연구·개발의 추진 등)** ① 국토교통부장관 및 해양수산부장관은 측량, 수로조사 및 지적제도의 발전을 위한 시책을 추진하여야 한다. ② 국토교통부장관 및 해양수산부장관은 제1항에 따른 시책에 관한 연구·기술개발 및 교육 등의 업무를 수행하는 연구기관을 설립하거나 대통령령으로 정하는 관련 전문기관에 해당 업무를 수행하게 할 수 있다. ③ 국토교통부장관 및 해양수산부장관은 제2항에 따른 연구기관 또는 관련 전문기관에 예산의 범위에서 제2항에 따른 업무를 수행하는 데에 필요한 비용의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다. ④ 국토교통부장관 및 해양수산부장관은 측량, 수로조사 및 지적제도에 관한 정보 생산과 서비스 기술을 향상시키기 위하여 관련 국제기구 및 국가 간 협력 활동을 추진하여야 한다.	국토교통부

2. 국정과제 근거

□ 문재인정부 국정운영 5개년 계획*

○ 동 사업은 「문재인정부 국정운영 5개년 계획」의 20대 국정전략 중 “과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명”, “국민안전과 생명을 지키는 안심사회”와 관련

* 문재인 정부가 5년간 추진해야할 정책집행의 로드맵을 제시한 계획으로, ▲국가비전 ▲5대 국정목표 ▲20대 국정전략 ▲100대 국정과제 ▲복합·혁신과제 등으로 구성

○ 100대 국정과제 중 “소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축”, “고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성” 등 5개 과제와 관련

○ 동 사업은 4대 복합·혁신과제 중 “4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가”와 관련

〈표 1-18〉「문재인정부 국정운영 5개년 계획」 중 동 사업 관련 내용

국정목표	국정전략	국정과제
더불어 잘사는 경제	과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명	소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축(미래부)
		고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성(국토부)
내 삶을 책임지는 국가	국민안전과 생명을 지키는 안심사회	안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축(안전처)
		통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화(안전처)
		국민 건강을 지키는 생활안전 강화(환경부 · 식약처)

3. 국가계획 근거

□ 제4차 과학기술기본계획(2018~2022)*

○ 동 사업은 「제4차 과학기술기본계획」의 70개 추진과제 중의 하나로, 120개 중점과학기술 중의 하나로 포함되어 있어 부합성이 높은 것으로 확인

* 동 계획은 「과학기술기본법」제7조에 의거, 우리나라의 과학기술발전에 관한 중·장기 정책목표와 방향, 전략, 중점과제 등을 반영하여 20개 부·처·청 합동으로 수립

○ 4대전략 중 “과학기술이 선도하는 신산업창출[52]”, 19개 중점추진과제 중 “국민이 체감하는 혁신성장 동력 육성”, 70개 추진과제 중 “유망 산업의 성장동력화 촉진”과제에 포함

○ 동 사업의 핵심기술인 국토공간정보 구축 및 분석기술은 120개 중점과학기술 중 건설·교통분야 도시 및 국토 부문에 포함

52) 공간정보는 3D 프린팅, 초실감 콘텐트, IoT가전 등과 함께 유망 산업의 성장동력화 촉진과제에 포함

□ 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020)*

○ '대한민국의 새로운 도약을 위한 글로벌 녹색국토'를 비전으로 23개 추진과제를 수립하였으며, 이 중 11개 추진과제가 동 사업과 관련, 특히 "선진 국토정보인프라 구축"이 동 사업과 가장 부합

* 동 계획은 「국토기본법」제6조 및 제19조에 의거하여 수립되는 국토의 이용·개발 및 보전에 관한 최상위계획으로 군사에 관한 계획을 제외하고 타 법령에 의해 수립되는 국토 관련 계획에 우선

〈표 1-19〉「제4차 국토종합계획 수정계획」 중 동 사업 관련 내용

추진전략	추진 과제
국토경쟁력 제고를 위한 지역특화 및 광역적 협력 강화	글로벌 경쟁력을 갖춘 신성장 산업 육성
자연친화적이고 안전한 국토공간 조성	江·山·海를 연계한 국토 품격의 새로운 창출
	인간과 강이 함께하는 친수 국토공간 조성
	지속가능하고 안전한 국토공간
쾌적하고 문화적인 도시·주거환경 조성	인구 감소에 대비한 도시경쟁력 제고
	한국형 녹색 문화도시 창조
	국토가치 제고를 위한 토지이용 합리화 및 선진화
녹색교통·국토정보 통합네트워크 구축	지속가능하고 경제성장을 지원하는 녹색교통체계 구축
	국민 생활편익 증대를 위한 친환경 교통정책 추진
	선진 국토정보인프라 구축
초국경적 국토경영 기반 구축	남북한 교류협력 확대에 대비한 기반 구축

4. 부처계획 근거

□ 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략

○ 동 사업은 「국토교통 4차 산업혁명 대응전략」의 4개 중점추진과제, 11개 세부과제와 관련

○ "스마트 국토 조성"의 세부과제로 "공간정보 고도화 및 융·복합 서비스 제공"이 포함되어 있으며, 이 외 10개 세부과제는 과제수행을 위한 기반기술로써 일부 부합

〈표 1-20〉「국토교통 4차 산업혁명 대응전략」 중 동 사업 관련 내용

중점추진과제	세부과제
스마트 국토 조성	① 신산업 Total Test-bed 구축
	② 스마트한 도시·생활공간 구현
	③ 공간정보 고도화 및 융·복합 서비스 제공
교통 서비스·산업 혁신	① AI·빅데이터 기반 교통서비스 혁신
	② 자율주행차, 무인비행체, 물류서비스 산업 육성
	③ 도로·철도·항공 운영 서비스 효율화
공공인프라 안전·효율 제고	① 건설 사업 전주기 안전·효율 제고
	② IoT 기반 선제적 SOC 유지 관리
혁신 기반 조성	① R&D 투자 확대 및 관리체계 개선
	② 국토교통 공공 데이터의 개방과 활용 지원
	③ 규제 혁신 및 인력 양성

□ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)*

○ '혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통'을 비전으로 수립된 4개 추진전략, 12개 실천과제가 동 사업과 관련, 국토부는 연구개발사업에 높은 추진의지

* 「국토교통과학기술육성법」제정 이후 동법 기반 최초로 수립되는 법정 R&D 종합계획

○ 특히, "4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성" 전략의 "디지털 기반 국토정보 기술 고도화" 과제가 동 사업과 부합

○ 해당 계획에서 "국토교통 8대 혁신성장동력"의 하나로 "가상국토공간"을 포함하고 있으며, 이 외 7개 혁신성장동력(자율주행차, 드론(무인기), 건설자동화, 제로에너지건축, 스마트물류, 지능형철도) 역시 동 사업의 결과물을 활용하는 과제로 관련성이 존재

〈표 1-21〉「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 중 동 사업 관련 내용

추진전략	실천과제
4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	① 초연결 도시 구현 기술 개발
	② 무인이동체 자율주행 기술 개발
	③ 디지털 기반 국토정보 기술 고도화
기술융합을 통한 새로운 가치창출	① 융합기술을 통한 건설지능화 실현
	② 고부가가치 건설기술 창출
	③ 기존 수송시스템 혁신기술 도입
사람 중심의 국토교통 기술개발	① 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발
	② 친환경 생활공간 조성 기술 개발
	③ 사회이슈 해결형 기술 개발
미래지향적 R&D 시스템 도입	① 국토교통 R&D 관리체계 혁신
	② 국토교통 연구개발 기반 강화
	③ 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화

□ 제3차 국토교통 R&D 중장기전략(2014~2023)

○ 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 "인공지능 국토공간", "지능형 인프라 자동관리" 프로젝트가 동 사업과 관련성이 존재

〈표 1-22〉「제3차 국토교통 R&D 중장기 전략」 중 동 사업 관련 내용

4대 전략	10대 중점 프로젝트
글로벌 시장 선도	① TOP 메가 스트럭처
	② 글로벌 TOP 플랜트 건설기술
융·복합 신산업 창출 기반조성	① 한국형 위성항법
	② 자율주행도로
	③ 미래 항공기술 인프라 조성
안전하고 편리한 국토공간 조성	**① 인공지능 국토공간**
	② 지능형 인프라 자동관리
	③ 분산형 물관리
국민 생활복지 향상	① 수요자 맞춤형 주택
	② 스마트 철도교통시스템

□ 제6차 국가공간정보정책 기본계획(2018~2022)*

○ “데이터 활용 · 신산업 육성 · 국가경영 혁신”의 3대 방향성 하에 추진되는 12개 중점 추진과제 중 6개가 동 사업과 관련

* 동 계획은 「국가공간정보기본법」에 의거하여 5년 단위로 수립되는 법정 계획

〈표 1-23〉「제6차 국가공간정보정책 기본계획」 중 동 사업 관련 내용

추진전략	중점 추진과제
[전략 1. 기반전략] 가치를 창출하는 공간정보 생산	**① 공간정보 생산체계 혁신**
	② 고품질 공간정보 생산기반 마련
	③ 지적정보의 정확성 및 신뢰성 제고
[전략 2. 융합전략] 혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화	**① 수요자 중심의 공간정보 전면 개방**
	② 양방향 소통하는 공간정보 공유 및 관리 효율화 추진
	③ 공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 혁신 견인
[전략 3. 성장전략] 일자리 중심 공간정보산업 육성	① 인적자원 개발 및 일자리 매칭기능 강화
	② 창업지원 및 대·중소기업 상생을 통한 공간정보산업 육성
	③ 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발
	④ 공간정보를 활용한 국민생활 편의서비스 발굴 확대
[전략 4. 협력전략] 참여하여 상생하는 정책환경 조성	① 공간정보 혁신성장을 위한 제도기반 정비
	② 협력적 공간정보 거버넌스 체계 구축

□ 제2차 공간정보산업진흥 기본계획(2016~2020)*

○ 공간정보 융·복합 산업의 대도약 및 국가 신성장동력 창출을 위해 수립된 12개 추진과제 중 “공간정보 융복합 수요 발굴, 공간정보 개방 확대 및 공유 체계 강화” 등 4개 추진과제가 동 사업과 관련

* 동 계획은 「공간정보산업진흥법」제4조에 의거하여 공간정보산업 진흥을 위해 「국가공간정보정책 기본계획」에 따라 국토교통부 장관이 5년마다 수립하는 법정계획

〈표 1-24〉「제2차 공간정보산업진흥 기본계획」 중 동 사업 관련 내용

추진전략	추진과제
창의적인 융·복합 산업 창출 지원	1-1. 국가기술지도 기반의 공간정보 융·복합 산업 발굴
	1-2. 미래신산업 중심 R&D 환경 조성
	1-3. 창의적 융복합 영역 확대를 위한 창업 활성화
	1-4. 공간정보 융·복합 수요 발굴
융·복합을 통한 공간정보 활용성 제고	**2-1. 공간정보 개방 확대 및 공유 체계 정비**
	2-2. 미래산업 수요에 기반한 고정밀 공간정보 구축
	2-3. 상호협력형 공간정보 표준화 추진
공간정보기업의 역량 강화 지원	3-1. 기술중심의 중견 기업 육성
	3-2. 미래 선도형 창의인재 양성
	3-3. 해외시장 진출을 위한 국가 지원체계 강화
산업 발전을 위한 제도 개선	4-1. 비용 절감을 통한 중소기업 부담 완화

□ 제1차 국가측량 기본계획(2016~2020)*

○ 국토의 가치 제고를 목표로 수립된 10개 중점추진과제 중 “측량 관련 융복합 산업 육성, 측량기술 선진화” 등 5개의 중점추진과제가 동 사업과 관련

*「공간정보의구축및관리등에관한법률」제5조에 의거, 5년 단위로 수립되는 법정계획

〈표 1-25〉「제1차 국가측량 기본계획」 중 동 사업 관련 내용

추진목표	중점추진과제
신산업을 창출하는 측량	**① 측량 관련 융복합 산업 육성**
	② 측량기술 선진화
	③ 측량산업 활성화를 위한 제도 개선
	④ 측량산업 국제 경쟁력 강화
국민 생활을 편리하게 하는 측량	**① 측량기준점 기반의 고정밀 위치정보 서비스 강화**
	② 기본공간정보 관리체계 개선
	③ 생활밀착형 공간정보 제공
국가안전에 초석이 되는 측량	① 국가측량 기준체계 정비
	② 공간정보 기반의 재해대응 지원
	③ 통일 대비 한반도 위치기준 일원화 및 공간정보 구축

□ 국토교통 2050 미래기술(20-Wonder 프로젝트)

○ 국토교통 기술의 미래 및 지향점 도출을 위해 선정한 20대 유망기술(20-Wonder) 중 국토분야의 “미래 가상 국토공간 기술”이 동 사업과 관련

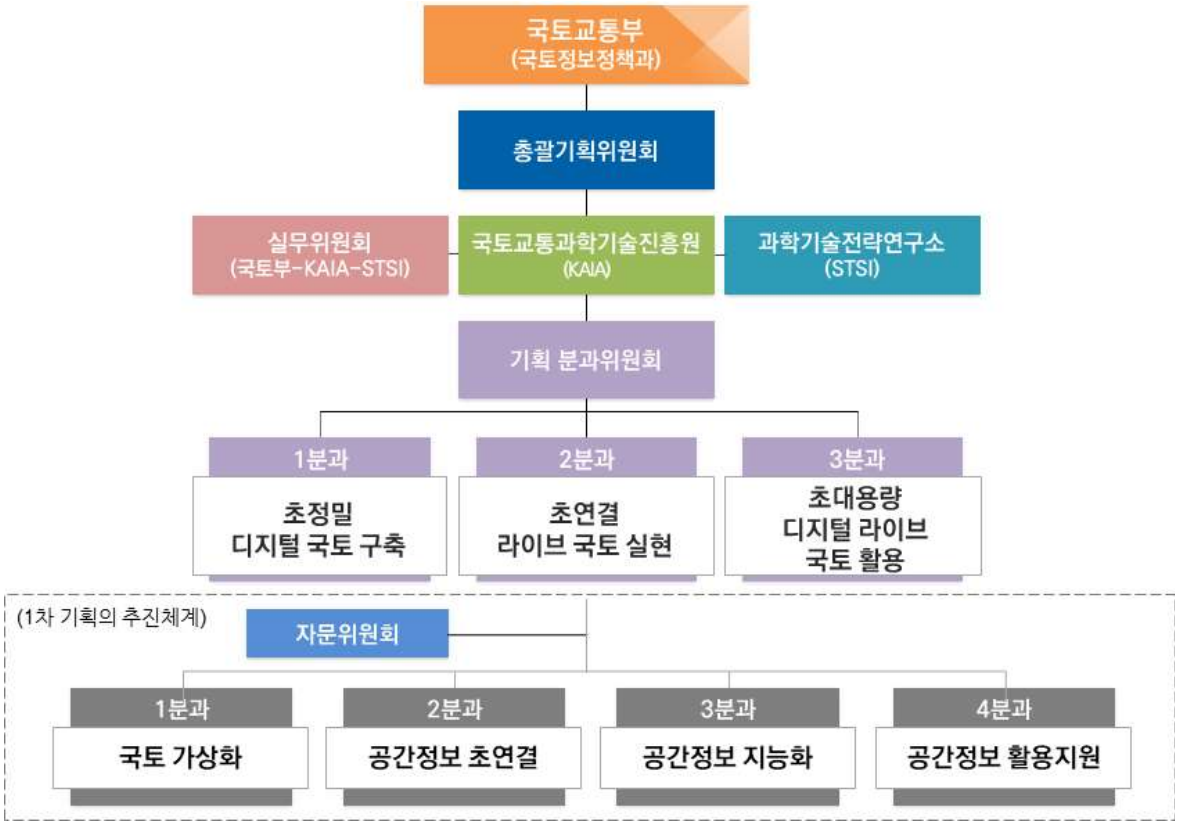
〈표 1-26〉「국토교통 2050 미래기술」 중 동 사업 관련 내용

구 분	전략 프로젝트
국토분야 미래 유망기술	① AI 활용 건설 엔지니어링
	② 인프라 재료 혁신
	③ 스마트 건설 로봇
	④ 지하 매설물 스마트 유지관리
	⑤ 지능형 주택
	⑥ 스마트 시티
	⑦ 수소 도시
	⑧ 플러스 에너지 도시건축
	⑨ 미래 가상 국토공간 구현
	⑩ 환경 플랜트

제4절 기획의 추진체계 및 경과

1. 추진체계

□ **디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획을 위해 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 산학연 전문가로 구성된 기획위원회가 협력하여 체계적인 사업기획 추진**



※ 1차 기획의 추진체계에서는 자문위원회가 운영되었으며, 기획 분과위원회가 4개 분과로 구성된 것을 2차 기획과정에서 공간정보 활용지원을 제외한 3개 분과로 구성하고 각 분과명을 조정

[그림 1-31] 사업 추진 체계도

○ **(국토교통부)** 사업 주관부처로서 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업기획 총괄

- 사업 추진계획(안) 수립 및 총괄관리, 총괄기획위원회 조정의견 등을 종합·검토하고 추진계획의 적합 여부 확정 등 수행

○ **(총괄기획위원회)** 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업에 대해 거시적 관점에서 기획 방향을 제시하고, 세부계획 결과(안) 검토·조정

- 기술·정책·경제전문가, 국토부 사업담당관, 분과별 위원장·간사* 등 17명 내외로 구성하여 사업기획 방향 제시 및 추진전략, 기술적·정책적·경제적 타당성 등 검토

  * 전문기관 담당부서장은 총괄위원회 간사로 참여

- 분과위원회 중간 또는 최종 결과에 대한 검토 및 조정

○ **(실무위원회)** 관계기관(국토부, 진흥원, 기획연구 수행기관 등) 중심으로 구성되며, 추진사항 점검 및 방향 논의 등 실무에 대한 의사결정

○ **(국토교통과학기술진흥원)** 기획연구 수행기관을 활용하여 기획 분과위원회 운영, 사업 상세기획 등 기획연구 전반을 주관

- 사업에 대한 니즈를 제시, 참여 전문가 후보 추천, 과제 수행과 관련하여 상세 기획내용의 검토·조정 등의 역할을 수행

○ **(기획연구 수행기관)** 사업기획 수행을 위탁받아 자료 분석, 각종 정보제공, 기획위원회 운영 지원 등 사업기획의 실무적 역할 수행

- 총괄기획위원회의 간사기관 역할을 수행하며, 추진 분과별 위원회 운영을 지원
- 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 세부 추진전략 수립, 신규 사업의 성과목표·지표의 설정, 기존 사업과의 차별성 분석, 사업 타당성 분석 등 사업기획 전반의 실무업무에 대한 체계적 수행

○ **(기획 분과위원회)** 사업에 대한 기술적 관점에서 전문적으로 검토하여 기획 대상 기술에 대한 기획결과(안) 도출

- 분과위원회는 주요 기획 분야별로 구성·운영하고, 각 핵심과제별 기술 소위원장과 외부전문가를 포함한 10명 내외로 구성
- 분과별 기술 소위원장은 각 핵심과제별 총괄 관리자로서, 분과위원회의 위원 간 의견 조율 등을 통해 객관적이고 일관적인 추진계획(안)을 도출하고, 총괄기획위원회의 위원으로 참여하여 분과별 위원회의 계획 및 도출 결과 등을 보고
- 외부전문가는 산·학·연을 고려*하여 선출된 각 기술 분야 및 산업분야 전문가로서, 분과별 약식 및 기준을 바탕으로 전문적인 기획을 수행하고 분과위원회 내 세부기획 결과에 대한 교차검토를 수행

  * 산·학·연의 안배를 고려하였으나, 공간정보 산업의 특성상 참여 가능한 출연연이 협소하여, 연의 비율이 상대적으로 낮게 구성

○ **(자문위원회)** 산·학·연 등 공간정보 관련 분야 전문가를 중심으로 과제기획, 추진전략의 타당성 등을 자문하며, 사전기획 및 상세기획 지원

- 기획과정에 별도로 검토해야 할 사항이 발생할 경우, 이를 검토하기 위한 특별 자문위원회 형식으로 운영
- 사업의 객관성 확보, 사업 성과물의 확산 시 문제점·이슈사항 등 논의

□ 위원회 구성

○ **(총괄 기획위원회)** 산업계 6명, 학계 6명, 연구계 3명, 관계 2명 등 총 17명으로 구성

〈표 1-27〉 총괄위원 구성

산(6명,35.3%), 학(6명,35.3%), 연(3명,17.6%), 관(2명,11.8%)

구분	성명	소속	직책	기관분류	비고
1	남영우	국토교통부 국토정보정책관	국장	관	-
2	장은미	㈜지인컨설팅	대표	산	-
3	이강원	㈜한국에스지티	대표	산	-
4	신동빈	안양대학교	교수	학	총괄위원장
5	윤종성	삼인공간정보	부사장	산	-
6	최인구	한국도로공사	부사장	산	-
7	김진	한국국토정보공사(LX)	연구위원	산	-
8	이재용	국토연구원	센터장	연	-
9	최현상	한국건설기술연구원	연구위원	연	-
10	신성웅	한국전자통신연구원	책임연구원	연	-
11	박관동	인하대학교	교수	학	1-1 핵심과제 기술소위원장
12	이임평	서울시립대학교	교수	학	1-2 핵심과제 기술소위원장
13	이성훈	이엔지정보기술(주)	상무	산	2-1 핵심과제 기술소위원장
14	강영옥	이화여자대학교	교수	학	2-2 핵심과제 기술소위원장
15	남광우	군산대학교	교수	학	3-1 핵심과제 기술소위원장
16	이병대	경기대학교	교수	학	3-2 핵심과제 기술소위원장
17	최송욱	국토교통과학기술진흥원	그룹장	관	간사

○ **(기획 분과위원회)** 3대 핵심별 산·학·연 비율을 고려하여 위원장(3명)을 포함, 총 28명으로 구성

- 초정밀 디지털 국토 구축

〈표 1-28〉 기획 분과위원 구성(1분과)

산(3명, 33.3%), 학(5명, 55.6%), 연(1명, 11.1%)

구분	성명	소속 및 직위	전문분야	구분	비고
1	박관동	인하대학교 교수	공간정보 및 GIS	학	분과장
2	배태석	세종대학교 교수	GNSS/측지	학	위원
3	정원조	Code42 이사	공간정보	산	위원
4	이수암	쓰리디랩스 이사	수치사진측량, 영상처리	산	위원
5	최원익	인하대학교 교수	빅데이터, 데이터인텔리젼스 측위/LBS/GIS	학	위원
6	이임평	서울시립대 교수	사진측량, 컴퓨터비전	학	분과장
7	윤준희	한국건설기술연구원 연구위원	멀티센서기반 대상물 인식	연	위원
8	김창재	명지대학교 교수	공간정보	학	위원
9	좌윤석	수성엔지니어링 이사	드론/영상/라이다 데이터처리	산	위원

- 초연결 라이브 국토 실현

〈표 1-29〉 기획 분과위원 구성(2분과)

산(8명, 72.7%), 학(2명, 18.2%), 연(1명, 9.1%)

구분	성명	소속 및 직위	전문분야	구분	비고
1	이성훈	이엔지정보기술(주) 상무	수치사진측량	산	분과장
2	조장관	쿠노소프트 대표	블록체인, 보안	산	위원
3	권춘식	한컴위드 부장	블록체인	산	위원
4	배상원	엔쓰리 이사	아키텍처(비즈니스, 데이터, 응용)	산	위원
5	김병주	유원지리정보 이사	공간정보	산	위원
6	강영옥	이화여자대학교 교수	공간정보, 데이터마이닝, 딥러닝	학	분과장
7	이종훈	헬리오센(주) 대표	공간정보	산	위원
8	김의명	남서울대학교 교수	측량 및 GIS	학	위원
9	남상관	올포랜드 전무	데이터마이닝	산	위원
10	김장욱	웨이버스 상무	공간정보, 무선통신	산	위원
11	김태훈	한국건설기술연구원 수석연구원	공간정보	연	위원

- 초대용량 디지털 라이브 국토 활용

〈표 1-30〉 기획 분과위원 구성(3분과)

산(2명, 25.0%), 학(4명, 50.0%), 연(2명, 25.0%)

구분	성명	소속 및 직위	전문분야	구분	비고
1	남광우	군산대학교 교수	IT, GIS	학	분과장
2	김형근	모비젠 상무	빅데이터, AI	산	위원
3	김민수	대전대학교 교수	컴퓨터공학(공간정보)	학	위원
4	유재준	한국전자통신연구원 책임연구원	GIS/LBS/ITS/표준화	연	위원
5	이병대	경기대학교 교수	정보통신	학	분과장
6	김주완	한국전자통신연구원 책임연구원	공간정보	연	위원
7	전철민	서울시립대학교 교수	공간DB, 공간분석	학	위원
8	김태영	에이아이팩토리 대표	인공지능	산	위원

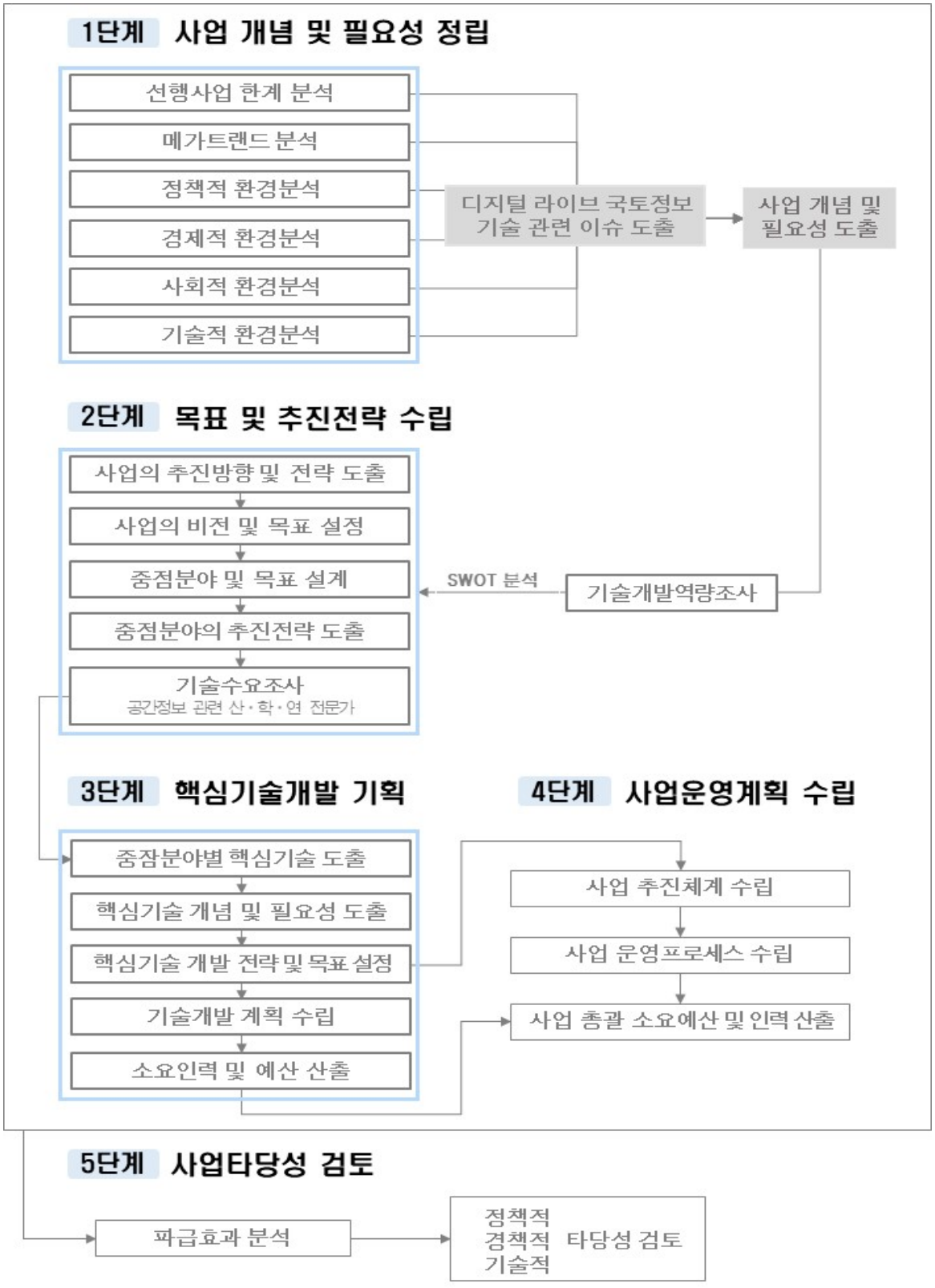
○ **(실무위원회)** 국토교통부(3명), 국토교통과학기술진흥원(2명), 과학기술전략연구소(6명) 등 총 11명으로 구성

〈표 1-31〉 실무위원회 구성

구분	성명	소속	직위	전문분야
국토교통부	한동민	국토교통부	과장	총괄
	이선영	국토교통부	사무관	총괄
	장석원	국토교통부	주무관	총괄
국토교통 과학기술진흥원	최송욱	국토교통과학기술진흥원	그룹장	공간정보
	최경아	국토교통과학기술진흥원	PD	공간정보
과학기술 전략연구소	유경만	과학기술전략연구소	대표	기획지원
	원동규	과학기술전략연구소	부대표	기획지원
	최준락	과학기술전략연구소	팀장	기획지원
	조경민	과학기술전략연구소	부연구위원	기획지원
	장지수	과학기술전략연구소	부연구위원	기획지원
	황보석	과학기술전략연구소	부연구위원	기획지원

2. 추진 프로세스

□ 연구 추진 프로세스



[그림 1-32] 연구 추진 프로세스

3. 선행 예비타당성조사 신청 이력

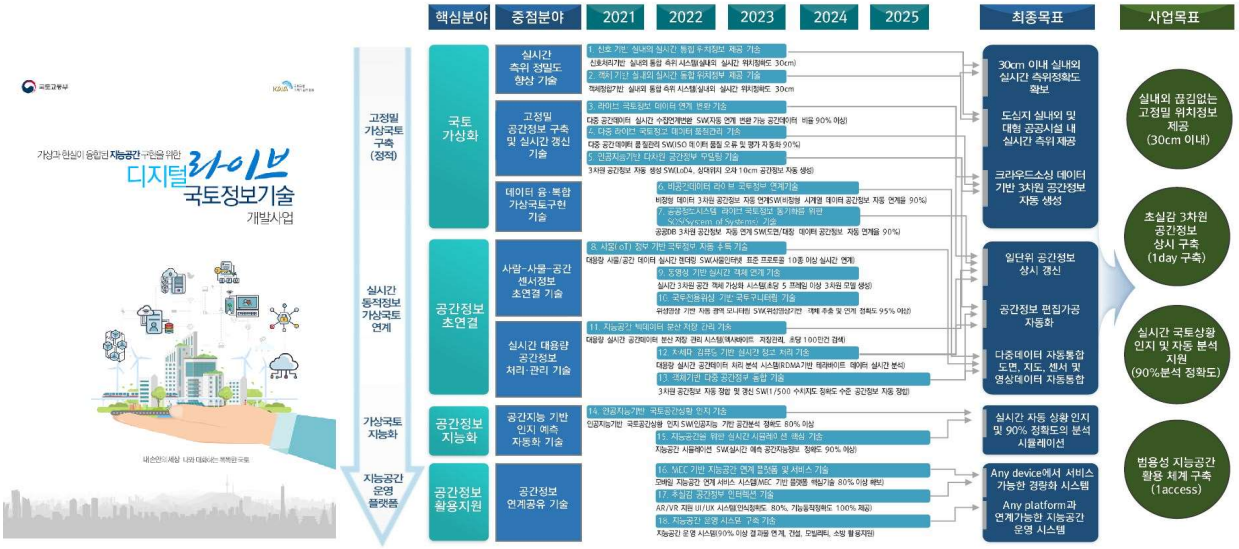
3.1 개요

○ 사업명 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업

○ 기획 기관 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원

○ 기획 기간 : 2017. 8. ~ 2018. 12.

○ 2018년 4차 예비타당성 조사 신청 및 미시행('19. 6. 28.)



[그림 1-33] 선행 기획 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업

3.2 예비타당성 조사 종합의견

□ 종합의견

○ 동 사업을 통해 국가적으로 해결해야할 문제와 이슈가 적절한 근거 하에 도출되지 못했으며, 이에 따른 사업 목표 및 성과목표 설정, 세부활동의 구체성, 성과지표, 시간적 선후관계 등이 구체적이지 않거나 적절한 근거가 제시되지 못해 대규모 R&D 재정이 투입되어야 하는 필요성, 적절성, 타당성에 대한 논거가 전반적으로 부족함

- 국내외에서 고정밀 공간정보의 구축부터 활용에 이르기까지 다양한 연구개발이 진행되고 있는 상황에서 이들과 기술적으로 어떻게 구별되는 연구개발을 수행하고자 하는지 구체적인 차별성이 제시되지 못했으며, 선행사업의 경험을 어떻게 연계 하고자 하는지 충분히 설명되지 못함
- 동 사업을 통해 달성하고자 하는 목표가 전반적으로 다소 부족하며, 사업목표 이하 전략목표, 성과목표 등과의 연계성이 다소 미흡함. 또한, 동 사업의 연구개발성과를 어떻게 활용할 수 있을 것인지에 대한 구체적인 설명이 부족함

- 동 사업의 단계적 구성, 사업목표와 세부활동 사이의 연계성이 충분히 설득력 있게 제시되지 못함
- 세부활동 구성을 위한 기술수요조사 과정 상 미흡하거나 부적절한 부분 (기술수요 조사 규모, 우선순위 및 중복성 검토 과정 등)이 확인되는 등 전반적으로 세부활동 기획과정이 적절하게 진행되지 못함
- 세부활동 별 기술적 목표와 세부연구활동 구성 상 계획이 다소 부적절하거나 구체적인 계획이 마련되어 있지 못함

□ 선행 예비타당성조사 결과의 반영사항

○ '18년 4차에 신청한 「디지털 라이브 국토정보 기술개발사업」의 예비타당성조사 결과에 기반하여 세부 평가항목별 지적사항에 대하여 아래와 같이 보완을 수행

〈표 1-32〉 세부 평가항목별 주요 지적사항

평가항목	세부 평가항목	주요 지적사항	보완사항	페이지
문제/이슈 도출의 적절성	문제/이슈 식별 과정의 적절성	■ 선행사업의 수행 경험을 동 사업에서 어떻게 연계하고자 하는지에 대한 계획의 구체성이 다소 부족	■ 본 사업을 통해 개발하고자 하는 과제와 기존 선행사업과의 차별성 및 연계방안을 제시 - 사업·과제 단위의 중복성 검토를 통해 차별성 및 연계방안을 제시 - 민간기업에서 보유한 기술과의 연계방안을 추가적으로 제시	pp. 201~202, 257~277, 903~907, 942~957
		■ 주관부처가 제시한 해결하고자 하는 문제 및 이슈는 다소 개략적으로 제시되어 있어 구체성이 낮으며 이를 뒷받침하는 근거가 다소 부족	■ 메가트랜드 및 PEST 분석을 통해 8대 문제/이슈를 도출하였으며, 문제/이슈 도출의 적절성 및 본 사업의 중점분야와의 부합성을 분석하여 제시	pp. 129~130, 323~326, 860~875, 879~882
	과학기술 기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성	■ 정부 주도의 R&D가 반드시 필요하다는 주장에 대한 근거가 미흡	■ '예타 세부지침'에서 제시하고 있는 유형별 정부역할을 참고하여 정부지원의 당위성을 보완	pp. 33~45, 876~878
사업목표의 적절성	사업목표와 해결해야할 문제/이슈와의 연관성	■ 주관부처가 제시한 문제/이슈와 사업목표 사이의 연관성이 다소 부족	■ 본 사업의 사업목표는 문제/이슈를 바탕으로 도출하였으며, 이슈와 사업목표의 연계도를 마련하여 제시	pp. 323~326, 879~882
	사업목표 설정의 적절성	■ 사업 목표로서의 필요성과 목표치의 구체성 및 적절성이 다소 미흡 ■ 전략목표, 최종 성과목표 역시 다소 선언적으로 제시되어 있어 적절성이 다소 부족	■ 법적근거, 상위계획, 부처계획에 기반한 비전 설정 ■ 문제/이슈에 기반한 사업목표를 설정 ■ 사업의 목표달성을 객관적으로 측정할 수 있는 성과지표로 재설정 - 사업의 산출물에 기반하여 도출 가능한 성과지표를 제시	pp. 322~326, 883~888
	성과지표 설정의 적절성	■ 제시한 성과목표를 모두 만족하였을 경우 사업목표를 달성하였다고 보기 어려우며, 성과지표 설정의 근거가 다소 미흡		
	수혜자 표적화의 적절성	■ 주관부처에서 제시한 수혜자의 범위는 과다추정된 것으로 판단	■ 본 사업의 수혜자는 1차~3차 수혜자로 구분하였으며, 직접적인 혜택을 받는 수혜자는 1차 수혜자로 설정하여 제시	pp. 807~810, 889

평가항목	세부 평가항목	주요 지적사항	보완사항	페이지
세부활동 및 추진전략의 적절성	세부활동과 사업목표와의 연관성	■ 세부활동의 구성과 사업목표 사이의 논리적 연계성이 다소 부족	■ 문제/이슈를 통해 사업목표를 설정하여 제시하였으며, 해당 사업목표를 달성하기 위한 중점분야 및 핵심·구성과제를 구성하여 제시	pp. 322~344, 879~882
	세부활동 도출의 적절성	■ 기술수요조사의 대상자를 관련 기술개발 수행 및 수행기관의 해당 업무 담당경험이 있는 전문가로 한정한 것은 다소 협소한 수준	■ 기술수요조사의 대상자를 확대하여 4차 기술수요조사를 추가적으로 실시하여 총 178개의 기술수요조사서를 확보	pp. 206~216, 897
		■ 최종 확보한 120개 기술수요조사서에 대한 우선순위 설정과정이 전반적으로 미흡한 부분이 존재	■ 178개의 기술수요조사서에 대한 기술평가를 우선적으로 실시하는 등 핵심·구성과제의 도출과정을 명확하게 제시	pp. 300~321, 898~899
		■ 최종 구성된 4개 핵심별 개술개발 내용에 대한 필요성, 구체성, 적절성이 다소 미흡	■ 핵심과제별 필요성, 현황 및 개선방향, 연차별 연구내용 등을 구체적으로 작성하여 제시	pp. 362~405, 428~463, 492~523, 548~590, 616~670, 698~759
	세부활동별 성과지표의 적절성	■ 세부기술별 지표 도출의 근거가 없고, 기술목표 설정근거, 측정방법 등이 다소 개략적으로 기술되어 있어 적절성이 미흡	■ 각 구성기술별 개발목표에 대한 성능지표의 설정근거, 측정방법을 명확하게 제시	pp. 406~409, 464~467, 524~528, 591~593, 671~672, 760~762
	세부활동 기간 추정 및 시간적 선후관계의 적절성	■ 일부 세부기술의 경우 연구내용이나 타 과제와의 연계성이 비추어 볼 때 논리적으로 시간적 선후관계가 다소 부적절	■ 본 사업을 통해 개발되는 기술의 선후관계를 고려한 연차별 연구내용 및 로드맵 수립 – 핵심과제별 성과로드맵을 통해 시간적 선후관계를 고려한 성과물의 연계를 제시	pp. 348~354, 416, 473, 532, 600, 683, 770, 925~931
비용 추정	총 사업비 구성	■ 소요 비용 산정에 대한 구체적인 절차나 방법, 관련 근거가 다소 부족	■ 구성과제별로 참여 인력의 규모를 확정하여 비용을 산정하고, 유사과제와 비교·분석하여 소요비용의 적정성을 검증 ■ 직접비 항목 중 연구장비·재료비는 실제 필요한 경비를 산출하고 3천만원 이상의 시설·장비에 대한 구축계획서와 견적서를 받아 장비 구축 중복성 및 가격적정성 검증을 수행	pp. 417~418, 474~477, 533~534, 601~603, 684~686, 771~773, 841~850, 958~960 979~1090
	비용규모의 적정성	■ 예산 확정과 관련된 구체적인 근거가 부족하여 적절성 판단이 불가		
	총 비용 추정	■ 비용 규모의 적절성 검토를 위해 필요한 자료가 불충분		
편익 추정	주관부처의 편익추정 검토	■ 수혜자별로 편익을 산정함에 있어 가치창출편익과 비용절감편익을 모두 제시하였으나, 동 사업에서 제시한 비용절감편익은 인정받기 어려울 것으로 판단	■ 편익이 중복 산정되지 않도록 본 사업의 목표·범위, 수혜자, 기술개발 결과에 부합되는 가치창출 편익을 편익항목으로 설정하여 제시	pp. 967~975
		■ 가치창출편익을 추정함에 있어 제시된 수식이 다소 부적절하고, 계산식의 각 항목별 제시된 값에 대한 근거가 부족	■ 본 사업의 기여로 창출된 직접적 편익으로 한정하기 위해 적용하는 각 항목(사업기여율, R&D사업화 성공률 등)의 값을 명확히 제시	

4. 기획의 추진 경위

□ 기획 기간

○ 사전 기획, 1차 및 2차 상세 기획 기간

구분		날짜	과제명
사전 기획		'16.9 ~ '17.7	공간정보 R&D 로드맵 수립
상세 기획	1차	'17.8 ~ '18.12	디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업
	2차	'19.12 ~ '20.5	디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업

□ 기획 추진 경위

○ 사전 기획

날짜	회의명	내용
'17.03.23	1차 공청회	공간정보 분야 기술혁신 방향 및 중점 추진분야에 대한 산업계 의견 수렴
'17.12.19	국가공간정보위원회 심의 의결	공간정보 R&D혁신 로드맵(안) 대한 국가공간정보위원회 심의 의결

○ 착수 회의(2회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	'17.08.04	상세 기획 착수보고회	기획연구 방향 및 계획에 대한 외부 전문가 의견, 실무자 의견 수렴
2차 기획	'19.12.17	디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업 기획 착수 회의	기획연구 방향 및 계획에 대한 외부 전문가 의견, 실무자 의견 수렴

○ 자문위원회(8회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	'17.10.19	1차 자문위원회의	기획과제 전략 수립을 위한 기획연구팀 및 전문자문위원회
	'18.01.10	2차 자문위원회의	예비타당성조사를 위한 프로세스 및 구성방향 등 기획 내용 보완
	'18.01.15	3차 자문위원회의	지능공간에서 구현되는 활용지원 분야에 대한 내용 및 타당성 검토
	'18.02.26	4차 자문위원회의	사업명/사업추진배경, 기획방향, 목표설정 등 재검토 및 국토부 보고
	'18.03.15	5차 자문위원회의	국토교통부 기획과제 사업방향 논의 및 핵심기술 논의
	'18.04.25	6차 자문위원회의	핵심기술 및 활용지원 분야(안) 타당성 논의
	'18.05.14	7차 자문위원회의	기획연구 결과 공유, 핵심기술 검토
	'18.06.22	8차 자문위원회의	기획과제 방향설정 및 기술, 중복성 검토

○ 총괄 기획위원회 운영(3회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	'18.09.28	1차 총괄기획위원회의	사업기획 방향 공유 및 세부기술 기획 결과 검토·조정
	'18.10.15	2차 총괄기획위원회의	사업 전반에 대한 내용 검토 및 확정
2차 기획	'20.04.20	3차 총괄기획위원회의	사업 전반에 대한 내용 검토 및 확정

○ 기획 분과위원회(44회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(1분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(2분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(3분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(4분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(1분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(2분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(3분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(4분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(1분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(2분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(3분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(4분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
2차 기획	’20.01.06	1차 기술소위원장회의	분과별 위원장을 대상으로 분과별 기술 개발, 용어 등의 내용 검토 및 중복성 검토
	’20.01.09	4차 기술분과위원회의(1분과)	사업 개념·기술체계 및 보고서 작성방식 설명, 각 분과 별 분과회의
	’20.01.09	4차 기술분과위원회의(2분과)	사업 개념·기술체계 및 보고서 작성방식 설명, 각 분과 별 분과회의
	’20.01.09	4차 기술분과위원회의(3분과)	사업 개념·기술체계 및 보고서 작성방식 설명, 각 분과 별 분과회의
	’20.01.22	1차 기술소위원회의(2-2분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(2-1분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(1-1분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(1-2분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(3-1분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(3-2분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(2-1분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(2-2분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의

구분	날짜	회의명	내용
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(1-1분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(1-2분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.19	2차 기술소위원회의(3-1분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.19	2차 기술소위원회의(3-2분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(3-1분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(3-2분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(2-1분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(2-2분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.03.03	3차 기술소위원회의(1-1분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.03.03	3차 기술소위원회의(1-2분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(1-1분과)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(1-2분과)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(2-1분과)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(2-2분과)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(3-1분과)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(3-2분과)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	1차 1분과 강독회	1분과 내 과제 간 정합성 및 연계성 검토
	’20.03.11	1차 2분과 강독회	2분과 내 과제 간 정합성 및 연계성 검토
	’20.03.11	1차 3분과 강독회	3분과 내 과제 간 정합성 및 연계성 검토
	’20.04.10	2차 기술소위원장회의	선행 사업 과제와의 차별성 및 연계성 검토, 총괄 로드맵 검토, 사업 성과 목표·지표 검토

○ 실무위원회(28회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’17.08.10	1차 실무위원회의	기획연구 수행을 위한 상세 프로세스 정의 및 업무진행방식 협의
	’17.08.18	2차 실무위원회의	집필진 운영방안, 사업스토리, 보고서 목차, 예타조사 BP보고서 분석, 전문가 섭외 결과 등 논의
	’17.08.25	3차 실무위원회의	사업추진 방향, 예타 수요처 발굴, 시나리오, 논리모형 등 논의
	’17.09.05	4차 실무위원회의	논리모형, 수혜자 관련 논의
	’17.09.13	5차 실무위원회의	논리모형, 실증분야 도출, 수요조사, 향후 일정 등 논의
	’17.09.18	6차 실무위원회의	연구범위, 로드맵 및 개념도, 향후 일정 논의
	’17.09.21	7차 실무위원회의	사업정의, 실증분야 발굴, 수요조사 계획 등 논의
	’17.10.16	8차 실무위원회의	향후 추진방향, 워크숍 추진계획, R&R, 목차 관련 논의
	’17.10.26	9차 실무위원회의	실증 관련 시설물 분야 설명, 실증분야 발굴에 관한 논의, CVM모델의 본 사업 적용가능성 검토
	’17.11.02	10차 실무위원회의	기술수요조사 추진현황 보고, WBS 최종안 확인, 주요사업 실증 및 경제성 분석 비교, 실증 관련 논의, 전체 사업 시나리오 검토 및 공유
	’17.11.09	11차 실무위원회의	실증 후보 설명, 주요사업 실증 및 경제성 분석 비교, 실증 관련 논의, 전체 사업 시나리오 검토 및 공유
	’17.11.29	12차 실무위원회의	사업에 대한 UN의 의견 수렴 및 향후 협력방안 논의
	’17.12.08	13차 실무위원회의	컨설팅업체 업무회의 결과 보고, 삼성중공업 미팅, 실증사업관련 협의
	’17.12.15	14차 실무위원회의	실증팀 미팅결과 브리핑, 1,2핵심분야 추진계획, 기술수요조사, 정책적, 경제적 타당성 관련 논의
	’17.12.28	15차 실무위원회의	경제성 분석, 1,2핵심분야, 기술수요조사, 실증수요조사, 신규인력 활용 계획 등 논의
	’18.02.01	16차 실무위원회의	사업제목, 사업 시나리오, 실증구성, 사업구성에 관한 논의
	’18.04.03	17차 실무위원회의	기획연구 내용 작성 시 고려사항, 행정 사항, 향후 절차 논의
2차 기획	’19.12.17	18차 실무위원회의	기획연구 내용 방향 검토 및 추진계획 협의
	’19.12.29	19차 실무위원회의	기획보고서 보완을 위한 세부 추진방안 협의
	’20.01.06	20차 실무위원회의	중점 추진방향 및 기획내용의 전반적 검토
	’20.01.09	21차 실무위원회의	핵심기술 작성내용 검토
	’20.02.19	22차 실무위원회의	기획보고서 세부내용 검토
	’20.02.28	23차 실무위원회의	사업의 추진배경 및 필요성 구성 논의, 기획 내용의 전체 내용 검토
	’20.03.11	24차 실무위원회의	사업 추진체계도 및 기획보고서 세부내용 검토
	’20.03.26	25차 실무위원회의	기획보고서 세부내용 검토
	’20.04.01	26차 실무위원회의	LX, 국토지리정보원과 R&D 테스트베드 구축 관련 협의
	’20.04.02	27차 실무위원회의	중점분야별 구조화 관련 논의
	’20.04.10	28차 실무위원회의	중점분야별 구조화 및 활용 분야 관련 일정 논의

○ 의견 수렴 및 공청회(23회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’18.07.24	2차 공청회	디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획 내용에 대한 전문가 의견 수렴
	’18.09.04	전문가 회의	기획 방향에 대한 전문가 의견 수렴
	’18.10.26	3차 공청회	기획연구 내용 공유 및 의견 수렴
2차 기획	’19.06.19	국토교통부 및 유관기관 전문가 간담회	과기부 예타 조사 결과 중 지적 사항에 대한 원인분석 및 대응 방안을 도출
	’19.09.20	보완기획 전문가 간담회	공간정보 예타 보완기획 추진전략 및 관련 기관별 협업 방안 마련
	’19.10.10	공간정보서비스 기업·연구기관 협의회의	공간정보 예타 보완기획 및 수요처 발굴을 위한 의견수렴
	’19.10.16	지자체 간담회	공간정보 분야 예타 사업기획(R&D) 추진 현황 공유, 공간정보 활용 지자체 의견수렴 및 추진 전략 토의
	’19.11.11	국토교통 분야(건설자동화) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(건설자동화) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.12	국토교통 분야(자율주행차) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(자율주행차) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.15	국토교통 분야(제로에너지 건축) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(제로에너지 건축) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.18	국토교통 분야(지능형철도) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(지능형철도) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.25	국토교통 분야(드론) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(드론) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.26	국토교통 분야(스마트물류) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(스마트물류) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.12.03	국토교통 분야(스마트시티) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(스마트시티) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’20.02.26	1차 공간정보서비스 기관 협의회의	“디지털 라이브 국토정보 기술개발(R&D)” 사업의 예타 추진 현황 및 상세 방안 공유를 통하여 업무 활용 및 협업 방안 논의
	’20.03.09	2차 공간정보서비스 기관 협의회의	공간정보 R&D 예타 사업기획 관련, 국토지리정보원 GNSS 고정국 및 이동국 외산 S/W의 국산화 방안 협의
	’20.03.24	3차 공간정보서비스 기관 협의회의	공간정보 R&D 주요 현황 보고 및 통합테스트 환경 구축 방안 토의
	’20.04.01	4차 공간정보서비스 기관 협의회의	지리원 전산환경 및 주요 서비스 내역 파악 및 R&D 테스트 환경 구성 가능성 검토
	’20.04.07	활용 분야 관련 협의회의 (드론)	활용 분야(드론) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.07	활용 분야 관련 협의회의 (스마트물류)	활용 분야(스마트물류) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.10	활용 분야 관련 협의회의 (자율주행차)	활용 분야(자율주행차) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.10	활용 분야 관련 협의회의 (스마트건설)	활용 분야(스마트건설) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.14	활용 분야 관련 협의회의 (재난재해)	활용 분야(재난재해) 관련 의견 수렴 및 협의

제2장

대내외 환경분석

제1절 메가트렌드 분석
제2절 정책적 환경분석
제3절 경제적 환경분석
제4절 사회적 환경분석
제5절 기술적 환경분석
제6절 종합분석(PEST)

제2장 대내외 환경분석

제1절 메가트렌드 분석

1. 트렌드 분석 절차 및 방법

1.1 분석절차 및 방법론

□ **디지털 라이브 공간정보 관련 거시적 환경변화를 파악하기 위해 메가트렌드를 도출하고 대내외 환경분석을 통하여 공간정보 관련 6대 세부 트렌드 도출과 주요이슈별 세부내용을 조사·분석**

○ 다양한 미래전망 보고서 리뷰 및 웹 서치 등을 통해 정치적(Political), 경제적(Economic), 사회적(Social), 기술적(Technological) 관점으로 공간정보 분야의 메가트렌드를 도출

- 공간정보 관련 미래전망 보고서 6종을 대상으로 공간정보 분야 관련 메가트렌드 분석을 수행

〈표 2-1〉 공간정보 분야 관련 메가트렌드

미래전망 보고서	PEST 기준 이슈 구분			
	정책(P)	경제(E)	사회(S)	기술(T)
AGI Foresight Report 202	■ 사생활보호 및 보안 문제 해결필요	-	■ 사회 기반 시설 감시 필요 ■ Open API 등을 통한 데이터 개방 추세	■ 오픈소스 소프트웨어 발전, 실내 내비게이션 개발, 4D, 빅데이터 등 산업 발전
Global Outlook 2016: Spatial InformationIndustr	■ 개방형 데이터 정책 강화, 개인정보 보호 정책 필요	■ LBS 시장, 소형무인 항공기 시장 성장	■ 인터넷 사용인구 증가, 지속가능한 발전 중시	■ IoT 활성화, 인터넷 환경발전, 위성 수 증가, 고정밀 측위 기술 발전, BIM-GIS, 자율이동체 개발, 인공지능 등
Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision	■ 사생활보호정책 및 법률필요, 오픈소스 활성화 정책 필요	■ 오픈소스를 이용한 이익 창출	-	■ 공간정보 표준화, 4차원 공간정보 필요, IoT 환경조성, 크라우드 소싱, 빅데이터 등

미래전망 보고서	PEST 기준 이슈 구분			
	정책(P)	경제(E)	사회(S)	기술(T)
2050 국토교통 미래기술	■ 사어버 세계를 통한 정보유통으로 사이버 테러, 개인정보 침해 문제 발생	-	■ 생활 반경 확대	■ 신속한 재난 예측 및 관리 효율화 요구 증대 ■ 4차 산업혁명 기술 도입을 위한 인프라 부족
제2차 공간정보 산업진흥 기본계획	■ 공간정보융복합 산업 발굴, 공간정보 개방 확대 및 공유체계 정비 등	-	-	■ 공간정보표준화 필요
2020년 KISTEP 미래유망기술 선정		■ 다양한 신산업 창출	-	■ 고정밀지도 제작 기술, AI 플랫폼 구축 기술의 활동량 증가

출처: 공간정보산업진흥원, 공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획, 2017(재가공)

○ PEST 관점으로 분석의 관점에 따라 도출된 공간정보 분야의 트렌드를 유사한 주제로 그룹핑하여 4대 메가트렌드 및 15개 세부 트렌드를 선정

〈표 2-2〉 메가트렌드에 따른 세부 트렌드

4대 메가트렌드	세부 트렌드(15개)
공간정보 활성화 정책 강화	▸ 공간정보 융복합 산업 활성화 지원 ▸ 사생활 보호를 위한 개인정보 및 저작권 보호 정책 강화 ▸ 데이터 개방 및 공유를 위한 오픈소스 활성화 정책 필요
공간정보 융복합 시장 확대	▸ 글로벌 기업의 국내 진출로 인한 경쟁 심화 ▸ 공간정보 관련 신규 비즈니스 모델 영역의 확대 ▸ 공간정보 서비스 위주의 융복합 시장 확대
공간정보 활용 및 공유 증가	▸ 고정밀 측위를 통한 고정밀/고품질 공간정보 등 4차원 공간정보 활용 증가 ▸ 크라우드 소싱을 통한 참여형 공간정보 수요 증가 ▸ Open API 등을 통한 데이터 개방 활성화 ▸ 생활반경의 확대에 따라 소셜미디어, 모바일기기 등 다양한 출처의 데이터 급증
공간정보기술 발전	▸ 오픈소스 소프트웨어 발전, IoT·빅데이터 활성화, 인공지능·로봇·자율주행차 등IoT, 신산업 수요 충족을 위한 고정밀 공간정보 필요 ▸ 초고속 유무선 인프라망 구축, 클라우드 환경 조성 등 인터넷 환경 발전 ▸ 환경변화, 재난재해, 전염병, 사회기반시설 등에 대한 모니터링 기술의 요구 증대 ▸ 시맨틱 웹, Open API 등을 통한 맞춤형 공간정보 가공 및 제공 인프라 부족

출처: 공간정보산업진흥원, 공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획, 2017(재가공)

제2절 정책적 환경분석

1. 국내외 정책 동향

□ 국외 공간정보 정책[53)]

【 미국 】

○ 연방지리정보위원회(FGDC) 주도로 'GeoPlatform'을 구축하여 데이터 개방 확대 추진

- 국가공간정보인프라를 공간정보의 획득·처리·저장·유통·활용 증진에 필요한 기술·정책·표준·인적 자원으로 정의, 관련 정책 추진

  · 협력적 파트너쉽을 목표로 국가공가정보인프라 전략계획 수립 및 Geospatial Platform 확장 등을 통한 개방 데이터 확대

- 미국 대표 ICT R&D 프로그램인 NITRD(Networking and Information Technology Research and Development Program)를 통해 CPS, 스마트시티와 관련 기술개발 예산 투입[54)]

  · NITRD는 2017년 예산요구안 45.4억 달러 중 1.6억 달러를 고신뢰컴퓨팅 분야의 CPS구현을 위한 통합기반/모델, 도구/시스템 성능 및 구성 기술개발에 연구비 투입

- 공간정보를 활용하여 도시 전체를 모니터링하고 다양한 부가가치 창출 및 연구수행이 가능하도록 기술개발 추진

  · 2016년 시카고는 실시간 도시공간정보를 기후변화, 교통안전 등 도시문제 해결을 비롯한 다양한 분야에 활용하기 위한 목적의 'Array of Things(AoT) Initiative'를 발표하고 관련 기술을 도입하는 등 시스템을 구축함[55)]

【 EU 】

○ 범유럽 R&D프로젝트인 'Horizon 2020'을 추진 중이며, 이를 통해 공간정보와 융복합된 과학기술 및 서비스 개발을 추진 중[56)]

- Horizon 2020은 '유럽 2020 전략' 중 R&D 투자 증대를 목적으로 개별적으로 추진되던 과학기술 R&D 프로그램의 통합을 통해 경제적 침체를 극복하고 고용 창출 및 지속적 성장을 도모하는 것을 목표로 2014~2020년간 780억 유로를 투입

  · 'Horizon 2020'을 통해 동 분야 산업·기술 육성에 대한 의지를 보이고 있으며, 특히 CPS 분야의 선도국인 독일은 'Agenda CPS'를 비롯한 여러 형태의 정책 수립 및 추진을 통해 동 분야의 기술개발 및 산업육성을 추진

53) 국토교통부(2018), 제6차 국가공간정보정책 기본계획
54) 정보통신기술진흥센터, 해외ICT R&D 정책동향, 2016
55) KDB산업은행, 미국의 스마트시티 지원 정책 및 시사점, 2017
56) 국토교통부, 2017년도 국가공간정보정책 시행계획, 2017

· 유럽집행위원회(EC)는 'Horizon 2020 2018~2020 투자계획' 발표에서 '유럽 산업의 디지털화'를 주요 분야로 제시하며 이를 기반으로 사회적 문제 해결에 집중하기 위해 기술개발 투자 계획 제시

- 도시 전체의 3D 모델링을 위한 '바시티(VarCity) 프로젝트'를 지원하고 있으며, 공간정보 활용분야의 확대 및 활용성 강화를 목적으로 기술 개발 추진 중

· 유럽연구위원회(European Research Council, ERC)는 복잡한 도시 생활을 반영한 3D 모델을 위해 추진된 '바시티(VarCity)' 프로젝트에 5년간 244만 유로 지원

· 도시 생활을 반영한 3D 모델을 구축하는 바시티(VarCity)는 객체 분류 인식 방법과 클라우드로 생성된 자료를 활용한 3D 도시모델링 프로젝트로 항공사진, 특수차량을 통해 촬영한 파노라마 이미지, 소셜네트워크 및 인터넷에 게시된 사진, 웹캠과 같은 동영상 등 모든 종류의 자료를 평가하고 자동으로 결합하는 기술 개발 추진

【 영국 】

○ 영국지리원(Ordnance Survey) 중심으로 민·관 협력체계를 구축, GeoVation 허브 등 다양한 분야와의 융합 플랫폼 발전 모색

- 'free our data' 캠페인, data.gov.uk 운영 등을 통해 교통, 범죄, 의료 등 다양한 분야의 데이터를 공간정보화(geo-coding)하여 표준화된 방식으로 제공함으로써 수요 맞춤형 공간정보 개방·활용 지원 등 공공데이터 개방 선도
- 자산, 네트워크, 센서데이터 간의 연결성을 제공하고 데이터 분석 및 시각화 측면에서 공간정보 역할을 확대하여 스마트시티 지원

【 독일 】

○ 'Agenda CPS 프로젝트'를 통해 CPS 분야의 연구를 집중적으로 추진 중이며, 공간정보의 중요도 상승에 따라 향후 공간정보 분야를 지속적으로 육성

- Agenda CPS는 독일과학기술아카데미(Acatech)에서 추진하는 프로젝트로, CPS 연구 아젠다를 확립하여 해당분야의 글로벌 경쟁력 확보 추진[57]

· Agenda CPS 프로젝트에서는 2025년까지 4개 응용분야(에너지/모빌리티/헬스/산업) CPS 연구 추진 계획

〈표 2-3〉 독일 'Agenda CPS 프로젝트' 중점 4대 분야

응용분야	내용
에너지	스마트 그리드
산업	자동생산 및 스마트팩토리
교통	네트워크 기반 모빌리티
보건	원격진료, 원격진단

출처: 한국정보화진흥원, 사이버물리시스템(CPS)기반의 사회시스템 최적화 전략 재구성, 2015

57) 한국정보화진흥원, 사이버물리시스템(CPS)기반의 사회시스템 최적화 전략, 2015

- 연방교육연구부(BMBF)는 2007년부터 「첨단기술전략 2020」 및 「디지털 전략」 이니셔티브의 세부 프로그램 중 하나인 'ICT 2020-혁신 연구' 진행

  · 인더스트리 4.0' 구현을 위한 IT시스템 혁신을 목표하고 있으며, CPS, 사물인터넷, 서비스 인터넷 관련 R&D가 주요 펀딩 대상이며, 복잡계 IT시스템, 새로운 정보기술 기반 비즈니스 모델, 생산기법, IoT, 서비스인터넷 등 ICT 관련 연구 주제 집중 육성을 목표로 제시

- 산업용 생산/물류시스템에 활용 가능한 CPS 모듈 개발을 위한 대형 산학 협력 프로젝트인 'CyProS(Cyber-Physical Production Systems)' 추진

  · 제조업의 글로벌 경쟁 심화 속에서 CPS 기술개발을 통해 생산성을 높이고, 이를 통해 산업 경쟁력 제고 및 기술선도 도모

〈표 2-4〉 독일 CyProS의 중점분야

생산/물류	■ CPS참조 아키텍처 및 스펙트럼별 기술 모듈 개발
	■ CPS 우수사례 보급, 관련 도구 및 플랫폼 지원
	■ CPS 상용운용을 위한 기술 및 방법론적 기반 마련, 실제 생산환경에서 실현된 쇼케이스형 공장 제시

출처: Industry 4.0(http://industrie4.0.gtai.de)

【 프랑스 】

○ 고등교육연구부(MESR)에서는 다양한 분야로의 공간정보 활용성 확대를 도모하기 위해 지리 및 위치 정보를 활용한 혁신창출 프로그램 추진[58)]

- 공간정보는 도시공학, 농업, 에너지, 환경, 교통, 우주 등의 분야에서 매우 다양하게 활용 가능하다는 전략적 중요성을 인지하고 디지털 기술을 통한 연구자와 이용자의 시너지 발생을 위해 설립된 코스페이스(Cospace)는 '부스터(Booster)'라는 명칭의 4개 프로젝트를 시행하여 공간정보 활용방안 개발 진행

  · Booster 프로젝트는 공간정보 분야 이해관계자 및 기업가들의 네트워크 형성, 스타트업 및 신규 서비스 창출, 공간정보 기반 모바일 서비스 및 스마트도시 활용 방안 도출 등 사업 전반에 걸친 혁신 시도

〈표 2-5〉 프랑스 Cospace의 Booster 프로젝트 주요 추진내용

프로그램 명	주요 추진내용
Booster Morespace	위성정보 및 해양분야 기술의 이용 가속화를 위한 혁신 관련 이해관계자와 기업가들의 네트워크
Booster Nova	푸른성장(해양분야), 에너지, 스마트도시, 농업, 공간관리, 생활환경 분야에서 스타트업 및 신규 출현 서비스 창출
Booster PACA	도시, 해안, 바다에서의 보안이슈, 환경기술, 지리정보 기반의 모바일 서비스, 스마트도시 등에 대한 활용방안 도출
Booster Seine Espace	도시 및 이동 분야에서 물류, 지능형 에너지 관리, 환경 및 교육 등에 대한 새로운 서비스 개발

출처: 프랑스 고등교육연구부, Labellisation de quatre Boosters dans le cadre de l'initiative lancée par le CoSpace, 재구성, 2016

58) 프랑스 고등교육연구부, Labellisation de quatre Boosters dans le cadre de l'initiative lancée par le CoSpace, 2016

【 일본 】

○ 공간정보 기반의 혁신 사회 구현을 위해 다양한 산업 분야와 융·복합 기술 개발 추진 중

- 4차 산업혁명의 핵심기술들에 대한 발전과 이를 기반으로 한 경제 성장을 달성하기 위해 새로운 기술 혁신 전략 수립/시행[59)]
- '소사이어티 5.0'의 달성을 위한 「미래투자전략 2017」에는 3D 공간정보의 활용에 관한 내용 포함
  · ICT 기술을 활용한 다양한 사회문제 해결을 위해 ①쾌적한 인프라 도시, ②이동혁신 실현, ③공급망 첨단화, ④핀테크, ⑤건강수명연장 등의 5개 핵심전략 분야를 설정
  · 5개 핵심전략 분야 중 '이동혁명실현'의 주요 사항에는 고도 정밀 3차원 지도의 작성 및 시스템 구축에 대한 내용이 포함되어 있으며, '쾌적한 인프라 도시 구축'의 경우 고공-공사가 보유한 3차원 데이터를 오픈하여 정보의 활용성 확장 추진[60)]
- 공간정보 고도 활용을 위한 기반 및 환경의 정비를 위해 총무성 주도로 공간정보 융·복합을 위한 'G공간플랫폼'을 구축
- 사회 전체가 CPS에 의해 변화되는 '데이터 구동형 사회'를 준비하고 이에 따른 공간정보 활용성 확대를 위해 「제3기 지리공간정보 활용추진 기본계획」 마련
  · 「제3기 지리공간정보 활용추진 기본계획」은 2020년 도쿄올림픽 개최까지 누구나, 언제나, 어디서나 필요한 공간정보의 활용·분석을 지원할 수 있는 '지리공간정보 고도 활용사회'의 구현을 비전으로 자연재해 대응, 지역산업 활성화 등의 목표 설정[61)]

〈표 2-6〉 일본 「제3기 지리공간정보 활용 추진 기본계획」핵심 내용

핵심목표	상세 내용
인구감소 및 고령화 사회에서의 안전 도모	- 장애인 및 고령자의 이동성 향상 서비스 제공 및 관찰보호 서비스 고도화 등을 통한 안전 및 안심 도모 - 의료서비스 및 각종 행정서비스 등에 지리공간정보를 활용하여 주민생활 품질수준 향상
자연재해에 강한 지속가능 국토형성	- 지진, 수해, 해일 등 자연재해에 대응하여 실시간 재해정보 활용 등을 통한 예측·예방·대응을 강화 - 토지이용, 동식물 등에 대한 지속적 모니터링 및 지리공간정보를 활용한 적절한 대응을 통해 사람과 자연의 공생관계 창출
지역산업 활성화 및 신규서비스·산업 창출	- ICT 기술과 산업의 접목을 통한 산업 효율화 및 생산성 향상 도모 - 지리공간정보를 활용한 새로운 서비스 및 산업 개발 - 준천정위성 등의 우주인프라를 활용한 자동화 기술 발달 추진 및 드론 운용의 사회적 적용
해외 진출 및 국제 공헌	- 준천정위성 시스템 4기 체제를 통한 고정밀 측위서비스 및 관련 산업, 인재육성 지원 등을 패키지화하여 해외진출 추진 - 측위서비스와 지리공간정보의 활용을 통한 국제공헌 실현

출처: 국토교통부, 2017년 국가공간정보정책에 관한 연차보고서 재구성, 2017

- 사회적으로 직면한 문제의 해결과 Stress-Free 사회의 실현에 공간정보를 적극 활용하기 위해 「국토그랜드디자인 2050 계획」 수립 등 다방면에 걸친 노력 중
  · Stress-free 사회 달성을 위해 의료, 복지, 쇼핑, 교통 등 다양한 분야에서 공간정보를 정비함과 동시에 가능한 데이터를 공개하고, 자동의료/원격의료 등 최첨단 ICT 기술과의 융·복합 및 활용을 정책적으로 추진

59) 과학기술정보통신부, 과학기술&ICT 정책·기술동향, 2018
60) 과학기술정책연구원, 일본 국가전략인 「미래투자전략 2017」 대응정책과 시사점, 2017
61) 일본 국토지리원, 第3期地理空間情報活用推進基本計画について, 2017

□ 국내 공간정보 정책[62)]

○ 공간정보는 국내 법률과 주요 정책에 의거, 반드시 정부 주도의 기술개발을 통한 구축 기반 마련과 정보 활용 추진이 필요한 핵심 산업

- 국가공간정보 기본법 제 3조에 따르면 '국가 및 지방자치단체는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개함으로써 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다'고 명시
- 국내 공간정보 법률에서 지속적인 공간정보기술 개발·촉진과 융·복합산업 육성·지원을 위한 정부의 지원 등 국가의 의무 및 추진근거를 명시
- 국가공간정보기본법(제 3, 9, 10조), 공간정보산업진흥법(제 2, 9, 13조), 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률(제 97조)에 제시

〈표 2-7〉 공간정보 관련 법률 및 추진근거

공간정보 법률	추진근거
국가공간정보기본법	■ "제3조(국민의 공간정보복지 증진)"에서 ① 국가 및 지방자치단체의 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개를 통한 국민의 공간정보복지를 증진 근거 규정 ■ "제9조(연구·개발 등)"에서 공간정보체계의 구축 및 활용에 필요한 기술의 연구와 개발 사업의 효율적 추진을 위한 근거 규정 ■ "제10조(정부의 지원)"에서 국가공간정보체계의 효율적 구축 및 활용을 촉진하기 위한 기술의 연구 및 개발 지원 근거 규정
공간정보산업진흥법	■ "제2조의2(국가 및 지방자치단체의 책무)"에서 국가가 공간정보산업의 중요성을 인식하고 산업발전을 위한 지원의 근거 규정 ■ "제9조(융·복합 공간정보산업 지원)"에서 국가가 공간정보와 타산업과의 융·복합을 통한 파급효과의 중요성을 인식하고 융·복합 공간정보산업 지원을 위한 근거 규정 ■ "제13조(공간정보기술의 개발 촉진)"에서 공간정보산업과 관련된 기술 개발의 촉진을 위한 자금 지원 근거 규정
공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률	■ "제97조(연구·개발의 추진 등)"에서는 측량, 수로조사 및 지적제도의 발전을 위한 연구 및 기술개발 수행에 필요한 비용 지원 근거 규정

출처: 국가공간정보기본법, 공간정보산업진흥법,공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 참조

62) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

○ 공간정보는 현 정부 주요 국정과제인 고용 창출 및 일자리 확충을 위한 핵심 분야

- 공간정보 분야는 문재인 정부 100대 국정과제 중 “사회서비스 공공인프라 구축과 일자리 확충”과 “좋은 일자리 창출을 위한 서비스 산업 혁신” 과제 달성을 위한 신성장 동력
- 고용노동부는 ‘14년 고용영향평가에서 실시한 Top 6 과제별 평가 중 공간정보 분야가 고용창출 효과가 가장 우수한 것으로 발표[63]

· 공간정보 융복합 사업은 재정지출 10억원 당 35명 고용창출 효과가 있어, 유사 산업의 고용효과와 비교 시 고용창출효과가 큰 편이며, 이는 관련 분야[64]로의 스필오버(Spill-over) 효과가 매우 크기 때문

○ 국가계획에서 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020)의 23개 추진과제 중 11개 추진과제가 본 사업과 관련이 있으며, 특히 “선진 국토정보인프라 구축”이 동 사업과 가장 부합

〈표 2-8〉 제4차 국토종합계획 수정계획 내용

추진전략	추진 과제
국토경쟁력 제고를 위한 지역특화 및 광역적 협력 강화	글로벌 경쟁력을 갖춘 신성장 산업 육성
자연친화적이고 안전한 국토공간 조성	江·山·海를 연계한 국토 품격의 새로운 창출
	인간과 강이 함께하는 친수 국토공간 조성
	지속가능하고 안전한 국토공간
쾌적하고 문화적인 도시·주거환경 조성	인구 감소에 대비한 도시경쟁력 제고
	한국형 녹색 문화도시 창조
	국토가치 제고를 위한 토지이용 합리화 및 선진화
녹색교통·국토정보 통합네트워크 구축	지속가능하고 경제성장을 지원하는 녹색교통체계 구축
	국민 생활편익 증대를 위한 친환경 교통정책 추진
	선진 국토정보인프라 구축
초국경적 국토경영 기반 구축	남북한 교류협력 확대에 대비한 기반 구축

○ 부처계획으로는 ‘국토교통 4차 산업혁명 대응 전략’, ‘제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획’, ‘제3차 국토교통 R&D 중장기전략’, ‘제6차 국가공간정보정책 기본계획’ 등이 본 사업과 관련이 있음

- 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략

· 동 사업은 「국토교통 4차 산업혁명 대응전략」의 4개 중점추진과제, 11개 세부과제와 관련

· “스마트 국토 조성”의 세부과제로 “공간정보 고도화 및 융·복합 서비스 제공”이 포함되어 있으며, 이 외 10개 세부과제는 과제수행을 위한 기반 기술로써 일부 부합

63) 국토교통부, 공간정보산업 조사 통계보고서, 2019
64) 빅데이터, 한국형 구글어스, GIS 데이터베이스 및 장비 업체, 지하시설 전산화 사업체, 내비게이션 연동 시스템, GPS 데이터, 방송/통신회사 등

- 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)

· '혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통'을 비전으로 수립된 4개 추진전략, 12개 실천과제가 동 사업과 관련, 국토부는 연구개발사업에 높은 추진의지

※「국토교통과학기술육성법」제정 이후 동법 기반 최초로 수립되는 법정 R&D 종합계획

· 특히, "4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성" 전략의 "디지털 기반 국토정보 기술 고도화" 과제가 동 사업과 부합

· 해당 계획에서 "국토교통 8대 혁신성장동력"의 하나로 "가상국토공간"을 포함하고 있으며, 이 외 7개 혁신성장동력(자율주행차, 드론(무인기), 건설자동화, 제로에너지건축, 스마트물류, 지능형철도) 역시 동 사업의 결과물을 활용하는 과제로 관련성이 존재

- 제3차 국토교통 R&D 중장기전략(2014~2023)

· 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 "인공지능 국토공간", "지능형 인프라 자동관리" 프로젝트가 동 사업과 관련성이 존재

- 제6차 국가공간정보정책 기본계획(2018~2022)

· "데이터 활용 · 신산업 육성 · 국가경영 혁신"의 3대 방향성 하에 추진되는 12개 중점 추진과제 중 6개가 동 사업과 관련

※ 동 계획은「국가공간정보기본법」에 의거하여 5년 단위로 수립되는 법정 계획

- 제2차 공간정보산업진흥 기본계획(2016~2020)

· 공간정보 융·복합 산업의 대도약 및 국가 신성장동력 창출을 위해 수립된 12개 추진과제 중 "공간정보 융복합 수요 발굴, 공간정보 개방 확대 및 공유 체계 강화" 등 4개 추진과제가 동 사업과 관련

※ 동 계획은「공간정보산업진흥법」제4조에 의거하여 공간정보산업 진흥을 위해「국가공간정보정책 기본계획」에 따라 국토교통부 장관이 5년마다 수립하는 법정계획

- 제1차 국가측량 기본계획(2016~2020)

· 국토의 가치 제고를 목표로 수립된 10개 중점추진과제 중 "측량 관련 융복합 산업 육성, 측량기술 선진화" 동 5개의 중점추진과제가 동 사업과 관련

※「공간정보의구축및관리등에관한법률」제5조에 의거, 5년 단위로 수립되는 법정계획

○ 공간정보는 제13회 국가과학기술심의회 '미래성장동력특별위원회'에서 발표한 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 中 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목

- 6개 분야에 맞춤형 공간정보를 제공하기 위하여 신속한 기술개발 필요

〈표 2-9〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야

혁신성장 분야	공간정보 활용 기술
빅데이터	지오 태깅 기술, 지오 코딩 기술 ⇒ 공간기반의 빅데이터 분석을 위한 데이터와 위치정보 매칭
자율주행차	정밀도로지도, 신호 및 영상 기반 위치 정보 제공 기술 ⇒ 센서 한계 극복, 운행 지원 정보 제공
드론(무인기)	3차원 공간정보, 정밀 위치 제공 기술 ⇒ 드론 길 제공을 통한 자동 항법 가능
스마트시티	3차원 공간정보, 국토 가상화 기술 ⇒ 도시 인프라, 서비스, 시설의 실시간 관제 및 정보 제공
가상증강현실	3차원 공간정보, 실감형 공간정보 기술 ⇒ 초실감형 공간정보를 통한 가상·증강 현실 구현
지능형로봇	고정밀지도, 정밀 위치 제공, 실시간 맵핑 기술 ⇒ 정밀지도와 위치 기술을 통한 자동 항법 및 실시간 위치 관제



출처 : 과기정통부, 혁신성장동력 추진계획(재구성),'17.12.22

[그림 2-1] 공간정보가 핵심기반인 6대 혁신성장동력

○ 국토교통부는 “혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통”이라는 비전 달성을 위한 전략으로서, 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성을 통한 공간정보 기술변화 대응 및 생태계 구축이 필요[65)]

- 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라인 ‘디지털 기반 국토정보’ 위에 초연결 도시와 무인이동체 자율주행 실현을 목표로 설정
- 국가 혁신성장 8대 선도사업인 스마트 시티, 자율주행차, 드론과 그 기반기술이 되는 공간정보 분야를 집중 육성하는 전략 수립

65) 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018



출처 : 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018

[그림 2-2] 국토교통의 미래모습

○ 우리나라의 경우, 정부연구비 지원이 축소될 경우 기술수준의 하락이 확연하게 나타나기 때문에 국가 기술경쟁력 강화 차원에서 정부의 전략적 지원 정책이 필요

- 건설·교통 분야의 국가전략기술 중 하나인 '국토정보 구축 및 활용기술'은 '14년 대비 '16년 정부의 국가연구개발사업비 지원이 7.2% 감소하였으며, 이러한 영향으로 기술수준 역시 3.2% 감소한 것으로 분석

○ 공간정보의 기준인 국가측량기준점의 설치·운영, 공간정보 표준 개발 및 기본공간정보를 국가적 차원에서 구축·관리 중

- 현재 국가, 지방자치단체, 공공기관 등 34개 기관에서 약 90만 개의 측량기준점을 설치·운영 중

· 단계적으로 전국 3km 간격의 3차원 국가위치기준망 완성 및 측량기준점(국가·지적·공공) 정보의 통합 관리·활용체계 구축 추진

- 국가표준 38개, 단체표준 66개, 기술기준 40개 개발 및 공간정보 표준관리기관을 지정 및 운영

· ISO, OGC 등 국제기구의 새로운 표준 신속 도입 및 표준 지원기관 지정, 표준적용 컨설팅, 표준전문가 양성, 표준프로그램 개발 등 추진

- 기본공간정보를 5개 기관에서 개별적으로 구축·관리하고 있어, 일관된 생산·관리체계 마련 필요

· 공간정보를 통합·활용하기 위한 기본 틀이 되는 정보로써, 교통·시설물·경계 등 공통적으로 사용되는 12개 분야, 21가지 핵심데이터로 구성

- 각 기관별로 구축되고 있는 기본공간정보의 생산·품질관리 등의 컨트롤타워 역할을 수행할 품질관리 기관 선정·운영

○ 제1차 국가지리정보기본계획('95~)을 시작으로, 현재 제6차 국가공간정보기본계획에 이르기까지 정부주도의 지속적인 공간정보 구축

- 국가기본도 등 완제품(도엽) 단위, 정기갱신(2년) 위주의 생산체계를 객체(도로, 건물 등) 중심의 수시 갱신 방식으로 개편 추진

· 사용자 요구에 따라 주제별(건물, 도로 등), 시점별(연도, 계절, 월 등), 영역별(행정구역, 격자형 구역 등), 형태별(파일포맷)로 맞춤형 제공

· 무인이동체(드론, 자율주행차) 운항에 활용되는 정밀 도로지도 및 3차원 정밀지도 시범구축 추진

· 정밀도로지도 시범구축('15년 신갈-호법분기점 241km, '16년 여의도 일대 21km, 용인·성남 부근 99km 등), 드론길 구축을 위한 3차원 공간정보('16년 전주·영월) 등

- 정밀지상관측(해상도 50cm급) 영상 취득을 위한 차세대 중형위성 발사('19~'20, 과기부 공동) 준비 및 위성정보 활용센터 설립 추진

· 시계열적 국토변화, 재난·재해 대응, 접근불능지역 정보 취득 등에 활용

- 공간정보는 현 문재인 정부 100대 국정과제 중 "사회서비스 공공인프라 구축과 일자리 확충"과 "좋은 일자리 창출을 위한 서비스 산업 혁신" 과제 달성을 위한 신성장 동력

○ 과기부 과학기술혁신본부에서는 「'21년도 R&D 투자방향 및 기준」에 근거한 전략적 예산배분·조정을 위해 R&D 예산심의를 받은 모든 부처의 신규 기획 사업을 중심으로 컨설팅 추진

- "2020년 과기부 찾아가는 기획컨설팅"의 일환으로 국토부에서 기획중인 신규 사업에 대한 컨설팅 과정에서 '초고정밀 위치정보 서비스' 등 공간정보 기술개발에 대한 필요성 제기

〈표 2-10〉 2020 과기부 찾아가는 컨설팅 주요 내용('20.4월)

"자율주행차의 상용화와 드론 등 개인비행체의 기술개발 가속화로 해당 객체에 대한 안전주행 및 안전비행을 지원하고 이를 검증할 수 있는 **고정밀 위치측위(cm급)가 절실히 요구**되는 상황"
"그동안 국토교통부의 주관으로 일부 주요도로를 대상으로 고정밀 지도를 제작하여 보급하고 있지만, 자율주행차 및 드론 등 개인비행체에 대한 고도의 안전을 담보하기 위해서는 **최근 보급이 확산되는 이동통신(5G) 기술과 디지털방송(ATSC 3.0) 기술 등 방송통신 인프라를 활용하여 cm 정확도의 초고정밀 위치정보서비스 시스템 개발 및 체계 구축에 대한 연구개발사업의 추진이 필요**한 실정"

- 국토부는 메가트렌드 및 경제적·사회적, 환경변화 전망을 통해 가까운 미래(~'30년)에 전략적으로 주도하여 추진해야 할 20대 유망기술(20-Wonder)*을 선정하였으며, 선정 기술 중 국토분야의 "미래 가상 국토공간 기술"이 동 사업과 직접적으로 관련됨

제3절 경제적 환경분석

1. 국내외 경제 동향

□ 세계 경제의 무경계화[66)]

【 글로벌 경제의 연결성 강화 】

○ 상품·서비스, 자본, 노동 등의 글로벌 교류가 증가하고 지역무역협정 등이 증가하면서 세계시장의 연결성 강화 예상

- 무역증진, 인력교류 확대, 해외투자 증가 등의 긍정적 효과와 함께 비교열위 산업 쇠퇴, 고용감소, 금융시장 불안정 등 우려 증가

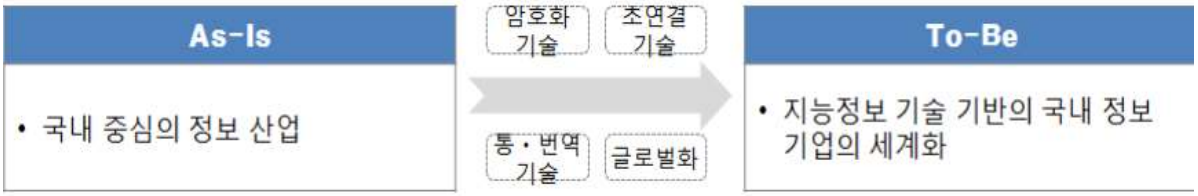
  · 글로벌 경제통합이 지속되어 북미, EU, 아시아경제권 등 3극 경제 블록화 체제를 넘어선 전 세계가 하나의 공동시장을 형성하고 상품, 노동, 자본, 정보, 서비스의 국가간 이동이 자유롭고 신속하게 이루어지는 체제(메타경제권)로 이동 예상[67)]

- 글로벌 시장에서 혁신적 기술·서비스에 대한 주도권 확보와 신서비스의 사회적 확산을 제도적 장치 마련 추진

【 공유 경제 시스템 성장 】

○ 거주지, 통화, 언어 등에 대한 장벽은 기술 발달에 따라 붕괴되고 공유경제 기반의 비즈니스 성장 예상

- 100여 쌍의 언어에 대한 상호 번역을 지원하는 구글 번역, 인공지능 기반 실시간 통역이 가능한 스카이프 등 새로운 세대의 번역 기술로 언어에 따른 장벽 및 경계 붕괴 예상



[그림 2-3] 세계 경제의 무경계화

- 공유경제(sharing economy)는 인터넷과 스마트폰 기반의 사회의 경제 모델로 물품을 소유의 개념이 아닌 서로 대여해 주고 차용해 쓰는 개념으로 인식하여 물건이나 공간, 서비스를 빌리고 나눠 쓰는 경제활동을 의미

- 공유경제를 활용한 비즈니스 모델이 진화되면서 성장 동력으로 주목[68)]

  · 전 세계 공유시장 규모는 2013년 150억 달러에서 2025년 3,350억 달러로 연평균 25.9%를 기록하며 성장할 전망이며, 공유경제의 서비스 대상은 차량, 이동, 제품 분야가 주류였으나, 점차 세분화되어 의료, 교육, 물류, 도시 등 새로운 분야로 확대

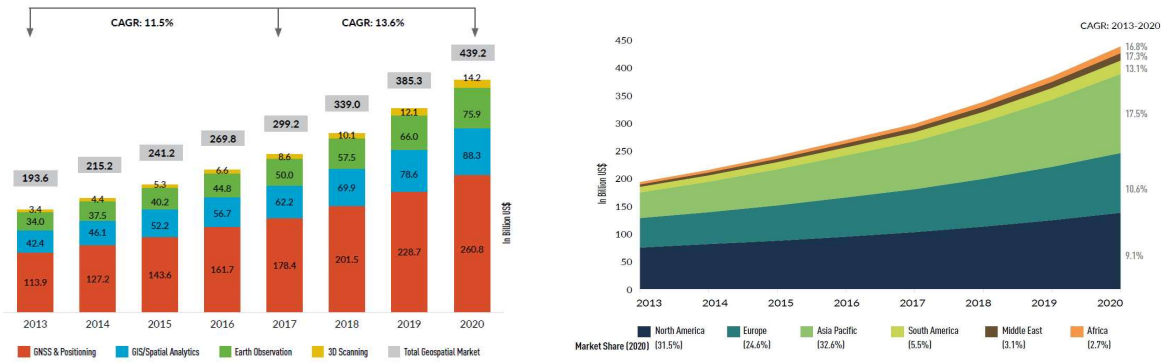
66) 과학기술정보통신부, 제4차 과학기술기본계획(2018~2022), 2040년을 향한 국가과학기술 혁신과 도전, 2018
67) 국토교통부, 2016
68) KOTRA, 일본 소비자의 변화와 새로운 공유경제 비즈니스 모델, 2018

- 21세기 공유경제 시대를 맞아, 이동할 수 있는 개체의 개념이 '소유'에서 '공유'로 확장되어 이동수단을 실시간 공간정보 수집과 위치정보 시각화에 활용 가능
- '승차공유(Ride-hailing)'라는 말을 만들어낸 우버는 자전거, 스쿠터, 자동차뿐만이 아니라 헬리콥터까지 우버 애플리케이션으로 이용 가능하도록 하여 교통서비스 확대[69]

□ 첨단기술 중심의 경제구조 변화

○ 첨단기술과 융·복합산업의 발전으로 경제구조는 지식 및 서비스 산업 중심으로 확대되어 기존 산업 사양화 초래[70]

- 경제구조 재편으로 기능직과 비숙련 일자리는 크게 감소, 첨단기술을 활용한 지식·정보, 교육·문화, 관광·여가, 의료·건강 관련 산업이 경제를 주도할 전망
- 스마트시티, 무인이동체, 스마트 건설 등 다양한 미래 유망 산업 분야의 공간정보 활용 증대에 따라 '20년 전세계 공간정보 시장은 약 497조 규모로 연평균 13.6% 증가 예상
- 특히, 아시아-태평양 지역은 '17년~'20년 연평균 18.2%로, '17년 29.0%에서 '20년 32.6%로 성장하여 북아메리카를 제치고 가장 큰 시장이 될 것으로 예측



출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2018 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2018

[그림 2-4] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우)

○ 첨단 ICT와 초고속 통신기술 혁신, 과학기술의 융·복합화 등을 통해 초연결 사회가 되고 실감형 가상·증강현실, 자율주행차, 인공지능 등 다양한 첨단 기술들이 미래사회에 널리 확산되면서 그에 따른 활용 분야가 대폭 확대[71]

- ADAS(첨단운전자보조시스템) 개발에 나서고 있는 만도는 레벨 5의 3D 고정밀 지도 구축이 완전 자율주행차 실현에 필요한 최대 과제라고 강조
- 자율주행차 개발 경쟁이 가열되면서 인공지능(AI)과 함께 정밀도 높은 차세대 3D 지도 개발이 관건으로 꼽히며 글로벌 업체들의 경쟁도 치열

69) 모든 이동수단 빌려 타는 시대(매일경제,2019,07)
70) 국토교통부, 국토교통 비전 2045 수립을 위한 연구, 2016
71) 관계부처 합동, 제4차 과학기술기본계획('18~'22), 2018

- 일본 최대의 지도정보회사인 젠린은 2020년 완성을 목표로 이미 고속도로 계측에 착수했으며, 측량회사인 아이산테크놀로지사는 작년부터 3D 지도작성 서비스 실험을 시작[72]

○ 융·복합 신산업 분야에서 공간정보 활용이 가속화되고 있으며 전세계적으로 고정밀 3차원 공간정보에 대한 수요가 증가되면서 공간정보에 대한 투자가 심화되는 추세

- 3차원(3D) 고정밀 지도 스타트업인 '딥맵(DeepMap)'은 2017년 설립 이후 실리콘밸리의 벤처캐피탈을 통해 3200만달러(약 363억6000만원) 규모의 투자를 유치[73]
- 고정밀 3D 공간정보의 효율 활용을 위한 플랫폼 수요가 증가하고 있으며, 구글·네이버·카카오 등 국내외 포털 사업자가 공간정보를 플랫폼에 담아 제공
- 수요자들이 수집한 공간정보를 직접 업로드하여 공유하거나 거래할 수 있는 참여형 공간정보 플랫폼도 연구 중[74]



[ET단상]자율주행의 기반, 고정밀 3D 공간정보 플랫폼

발행일 : 2019.11.14 | 기사만 쭉 | 가 가

[옵쇼TV] 복잡한 정보보안은 그만! 옵인원 보안 서비스 'SISGuard'로 해결하세요

서울시는 상암 DMC에 5세대(5G) 통신 자율주행 테스트베드를 구축하고 자율주행 셔틀버스 시범 주행을 마쳤다. 5G자율주행 테스트베드는 서울시 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS) 실증 사업의 핵심 기반 시스템이다. 마포구 상암동 DMC 일대 도로에서 5G 기반 자율주행이 가능하도록 네트워크, 관제 플랫폼 등 관련 인프라를 조성했다. 일반 도로를 달리는 무인자동차를 보면서 자율주행 시대가 성큼 다가왔음을 실감한다.

자율주행 기술은 이제 부분자율주행 단계를 넘어 완전자율주행 단계로 발전하고 있다. 자율주행은 주변 상황을 정확하게 인지하고, 판단하며, 제어하는 단계로 이뤄진다. 정확한 주변 상황 인지가 없다면 자율주행은 불가능하며, 인지 능력을 높이기 위해 위성항법장치(GPS)·관성항법장치·카메라·레이더·라이다 등 다양한 센서가 자동차에 필요하다. 사물인터넷(IoT) 시설물, 차량·사물 간 양방향 통신 인프라도 중요하다.

그러나 다양한 하드웨어(HW)와 센서로 자율주행에 필요한 정보를 수집한다 하더라도 아직 현재의 기술만으로는 안개·악천후 등 영향으로 인한 인지 오차가 발생할 수 있으며, 이는 자칫 사고로 이어질 수 있다. 이 때문에 이를 보완하기 위한 해결책이 필요하다.

고정밀 3차원(3D) 공간 정보가 해결책으로 부각되고 있다. 길 찾기를 위해 자동차에서 내비게이션을 사용하듯 자율주행 자동차도 목적지까지 안전하게 운행하기 위해서는 자율주행에 적합한 고정밀 3D 공간정보 기술을 확보해야 한다. 기존 내비게이션 지도 데이터가 경로 탐색 및 안내를 위한 용도로 구축됐다면 고정밀 3D 공간 정보는 차선, 차로중심선, 규제선, 도로경계, 신호등, 교통표지, 지형 높낮이, 도로 곡선 반경 등 다양한 정보를 구체화해서 담고 있다. 고정밀 3D 공간 정보는 자율주행에 필요한 유용한 정보로 제공돼 자율 주행 자동차의 인지 능력 향상은 물론 안정성을 높이는 데 크게 기여할 수 있다.

3D 공간 정보는 이동식도면화시스템(MMS)을 통해 데이터베이스(DB)로 구축되며, MMS로 획득된 데이터를 자율주행에 필요한 정보로 가공하기 위해서 상당한 시간과 비용이 들어가는 후처리 작업이 필요하다. 완성된 막대한 양의 데이터를 유지하기 위해서는 지속된 관리가 따른다. 이에 따라 고정밀 3D 공간 정보의 효율 활용을 위한 플랫폼 수요가 증가하고 있으며, 구글·네이버·카카오 등 국내외 포털 사업자가 공간 정보를 플랫폼에 담아 제공하고 있다. 수요자들이 수집한 공간 정보를 직접 업로드해 공유하거나 거래할 수 있는 참여형 공간 정보 플랫폼도 연구되고 있다.

국토교통부는 2015년부터 자율주행차 상용화 지원 방안에 따라 정밀지도 기초 연구와 시범 구축을 하고 있으며, 민간 영역에서도 자동차회사와 IT업계 중심으로 정밀지도 구축에 노력하고 있다. 결국 고정밀 3D 공간 정보를 확보하고 정밀도를 높이는 것이 자율주행 자동차 안전성을 높이고 시장 주도권을 확보하는 길이다.

고정밀 3D 공간 정보는 게임이나 가상훈련에도 유용하게 활용된다. 자동차나 항공기 시뮬레이터 등에 활용됨은 물론 더 나아가 실내공간 정보 서비스로도 확장되고 있다. 고정밀 3D 실내공간 정보와 실내 측위 기술을 활용하면 현장과 동일한 사용자 환경을 제공하기 때문에 화재나 재난 등 상황에서 안전하게 대처할 수 있는 모의훈련 등에 유용하게 활용된다. 이렇듯 무한한 발전 가능성이 있는 고정밀 3D 공간 정보 플랫폼은 4차 산업혁명과 연계돼 산업 전반에 다양한 응용 서비스를 제공하는 계기가 될 것이다.

[그림 2-5] 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼

○ 국내 공간정보의 경우 기술산업 구조가 취약하여 글로벌 경쟁력이 뒤처지고 제4차 산업혁명에 대비하기도 어려운 상황

- 정부와 기업 모두 투자가 단기적 혹은 파편적으로 진행되어 최근 관련분야의 핵심 연구 성과가 부족하고, 관련분야의 선도업체뿐만 아니라, 공간정보산업의 내수시장도 빈약[75]
- 2D, 3D 기초 데이터 획득은 선진국에서 개발한 기술(센서 등)에 의존하며 자체 위치측정체계 부재 및 원천 기술 확보 미흡으로 기술 추격 한계 존재[76]
  · 공간정보 분야의 일부 기술은 상당 수준에 근접하였으나 대부분의 기술은 동일 분야의 기술을 반복하여 재응용하거나 기존 기술과 유사한 수준에 머무는 수준으로 혁신 기술은 생산 중지[77]

72) 자율주행차 사고예방의 열쇠… '3D 지도' 개발·표준화 경쟁 치열 (연합뉴스,2016.07)
73) 자율주행 시대 3차원(3D) 고정밀 지도 경쟁 '가열' (머니투데이,2017.05)
74) 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 (전자신문,2019.11)
75) 2018년 기술수준평가_건설·교통, 한국과학기술기획평가원, 2018
76) 2018년 기술수준평가_건설·교통, 한국과학기술기획평가원, 2018
77) 2018년 기술수준평가_건설·교통, 한국과학기술기획평가원, 2018

- 전체 매출액 대비 수출액 비율은 1.2%로(1,427억), 타 산업(ICT산업 52.2%, SW산업 17.6%)이나 전체 산업(19.2%)보다 현저히 낮은 수준으로 전체 업체 중 수출기업은 117개(2.6%)에 불과(데이터산업은 15.7%)[78]

- '16년 해외 컨설팅 기업(Ovum) 보고서에 따르면, 글로벌 위치기반 서비스 기업들의 시장 경쟁력 평가에서 국내 기업들은 주요 순위권에 포함되지 못하고 있7는 실정

○ 4차 산업혁명 시대 도래로 융·복합 산업으로 전환이 가속화되어 융·복합 분야에 대한 고용 창출이 지속적으로 증가

- 인공지능, 로봇 등 첨단기술의 발전으로 산업구조와 고용환경이 변화하면서 일자리 환경과 직업 등의 변화를 수반할 것으로 전망[79]

· 기존 일자리의 기계 대체와 새로운 일자리의 창출로 미래사회에서 요구되는 역량이 창의력, 다양성 등 기계와 차별화된 인간 고유의 역량 중심으로 변화

- 고용 환경의 유연성 확대로 정보 분석과 빅데이터 기반의 인적 관리 확대, 컴퓨팅 및 네트워크 기술 등의 발달로 유연한 업무환경 변화 예상

· 미래사회에서 요구되는 역량이 창의력, 다양성 등 기계와 차별화된 인간 고유의 역량 중심으로 변화



[그림 2-6] 일자리의 구조적 변화

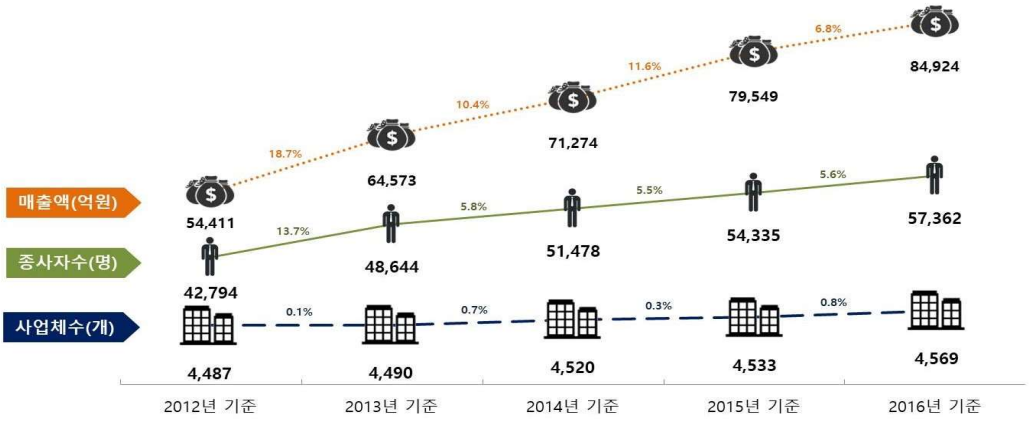
- 고용노동부는 '14년 고용영향평가에서 실시한 Top 6 과제별 평가 중 공간정보 분야가 고용창출 효과가 가장 우수한 것으로 발표

· 공간정보 융복합 사업은 재정지출 10억원 당 35명 고용창출 효과가 있어, 유사 산업의 고용효과와 비교 시 고용창출효과가 큰 편이며, 이는 관련 분야*로의 스필오버(Spill-over) 효과가 매우 크기 때문

* 빅데이터, 한국형 구글어스, GIS 데이터베이스 및 장비 업체, 지하시설 전산화 사업체, 내비게이션 연동 시스템, GPS 데이터, 방송/통신회사 등

- 국내 공간정보 산업은 '12년 이후 5년 연속 성장세로, '16년 동 산업 매출액은 8조 4,924억 원으로 전년도 대비 매출액이 6.8% 증가하였고, 동 기간 종사자 수도 5.6% 상승

78) 『제2차 국가공간정보산업 진흥 기본계획』, 국토교통부, 2016, p3-5, 보도자료 "'15년 기준 공간정보산업 3년 연속 성장세…매출액·종사자 수 증가", 국토교통부, 2016.12
79) 과학기술정보통신부, 2018



출처 : 공간정보산업진흥원 홈페이지(http://www.spacen.or.kr/)

[그림 2-7] 국내 공간정보 산업 성장에 따른 파급효과 추이

○ 지속적인 시장 확대를 위하여 국가 공간정보산업 경쟁력 및 연구 역량 강화 필요

- 국가별 공간정보 인프라/정책, 연구역량, 산업역량 등을 종합적으로 분석한 'GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index(2019)'에 따르면, 우리나라 Geospatial Industry Fabric Index는 13위로 주요 선진국 대비 낮은 수준으로 평가

〈표 2-11〉 Geospatial Industry Fabric Index

순위	국가명	점수	순위	국가명	점수
1	미국	82.6	8	싱가폴	41.16
2	영국	62.16	9	벨기에	41.11
3	독일	49.51	10	스위스	40.94
4	뉴질랜드	47.03	11	프랑스	40.11
5	캐나다	44.45	12	일본	39.03
6	덴마크	44.06	13	한국	38.70
7	중국	41.19	14	아일랜드	38.60
	…			…	

출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2019, 재구성

○ 과거에는 공간정보를 '생산·관리'하는 측량·DB 구축사업 위주였으나 최근 정보통신의 발달로 공간기반의 서비스 수요가 증가함에 따라 공간정보를 '유통·활용·융복합'하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전[80)]

- 초연결성(hyper-connected), 초지능화(hyper-intelligent)로 대변되는 4차 산업혁명 시대의 도래로 미래사회의 획기적 변화가 예상되면서 변화를 실시간 반영하여 융복합이 가능한 체계 마련이 중요

· 국토 공간정보(지적도, 지형도, 항공사진 등)를 기반으로 환경, 사회현상, 지형지물 변화에 대한 실시간 모니터링 정보들을 자동으로 수집·관리·융복합할 수 있는 통합정보체계 마련이 가장 중요한 추진 목표

80) 한국국토정보공사, 빅이슈 공간정보산업의 현황과 미래,2016

- 클라우드환경 조성 등을 통한 공간정보체계의 효율적 운영·관리 및 공간정보 서비스 체계의 전면 정비가 필요

  · 유통채널 혼재, 폐쇄형 공유 방식 사용 등에 따른 필요데이터 검색 및 데이터 간 연계 공유에 어려움 발생

○ 그러나 국내 공간정보산업은 주로 낮은 생산성을 가지는 저부가가치 산업* 비중이 높으며, 산업 가치사슬** 중 하위 단계인 생산·구축(측량 및 DB 구축업 등) 단계에 치중된 산업구조 문제를 가지고 있음[81)]

* 연구개발업, 탐사 및 측량업, 제도 및 지도제작업, 엔지니어링 서비스업 등

** (공간정보산업의 가치사슬) 공간정보 생산·구축 → 가공·융·복합 → 유통·활용

- 연구개발, 탐사 및 측량, 지도제작, 엔지니어링 서비스 등의 업종은 공간정보 관련 기술 서비스업 분야에 해당하며 해당 분야는 공간정보 전체 업종 중 대부분을 차지하고 있는 상황

〈표 2-12〉 업종별 공간정보 관련 업체 현황

구분	사업체 수 (개)	비중(%)	매출액 (억 원)	비중(%)	종사자 수 (명)	비중(%)
공간정보 관련 제조업	207	3.7	9,202	6.9	2,570	4.1
공간정보 관련 도매업	338	6.1	9,651	14.5	2,132	3.4
공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	1,157	20.8	21,027	25.1	13,527	21.4
공간정보 관련 기술 서비스업	**3,857**	**69.3**	**48,780**	**53.5**	**44,998**	**71.0**
- 공간정보 관련 연구개발업	65	1.2	8,950	19.0	11,809	6.2
- 공간정보 관련 탐사 및 측량업	1,392	25.0	8,922	5.5	11,360	12.3
- 공간정보 관련 제도 및 지도제작업	136	2.4	1,691	1.0	2,289	2.2
- 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	2,264	40.7	29,216	28.0	29,540	45.7
공간정보 관련 협회 및 단체	4	0.1	138	0.1	122	0.1
합 계	5,563	100.0	88,798	100.0	63,227	100.0

출처: 2019년 공간정보산업조사, 재구성

○ 국내 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 타 산업 대비 다소 낮은 편으로 나타남

- 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 '제조업', '도매 및 소매업', '출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업', '건설업' 보다 낮게 나타났으며, 전체 산업 평균 매출액의 약 74% 수준에 불과함

81) 국토교통부, 제2차 공간정보산업진흥 기본계획, 2016

〈표 2-13〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 주요 산업

구분	전체 산업	공간정보	제조업	도매 및 소매	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스	전문,과학 및 기술 서비스	건설	사업시설 관리 사업지원 서비스
종사자수 (만명)	2,219.5	6.3	411.7	324.3	59.6	108.1	147.9	118.8
매출액 (천억원)	45,516	89	19,008	8,955	1,702	667	4,279	755
1인당 매출액 (백만원)	187.1	140.2	461.2	276.1	285.7	61.7	289.3	63.6

출처: 2019년 공간정보산업조사 연구보고서 p.54

- 특수산업분류 대비 공간정보산업의 1인 평균 매출액을 살펴보면, 관광산업을 제외한 스포츠산업, 로봇산업, 콘텐츠산업, 환경산업, ICT산업 대비 모두 낮게 나타남

〈표 2-14〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 타 특수산업

구분	공간정보	스포츠	로봇	콘텐츠	관광	환경	ICT
종사자수(명)	58,646	423,503	29,097	644,847	280,270	443,956	1,034,334
매출액(억원)	85,246	746,955	55,255	1,132,165	257,359	988,188	4,743,229
1인당 매출액 (백만원)	145.4	176.4	189.9	175.6	91.8	222.6	458.6

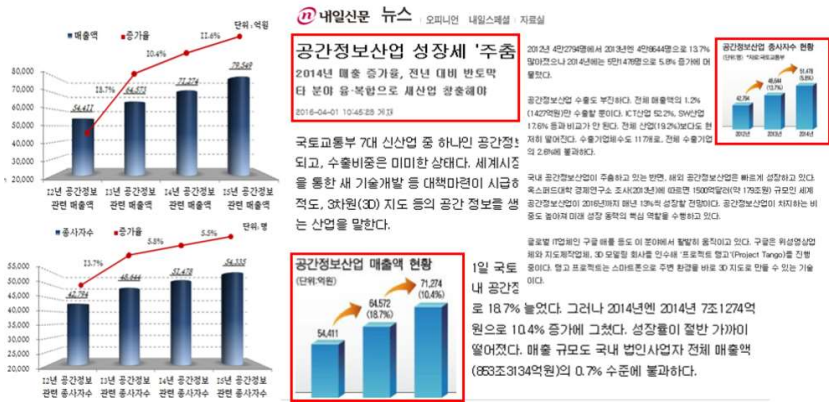
출처: 2019년 공간정보산업조사 (산업별 기준년도 상이) p.70

○ 국내에서도 공간정보는 미래 유망 산업 분야를 지원하는 핵심 인프라로서, 그 활용성이 증대하여 전체 공간정보 기업 매출액은 증가하고 있으나, 증가율은 저하 추세

- 정부의 적극적인 산업 지원 정책에도 불구하고 최근 공간정보 시장의 매출액 및 산업종사자 수의 증가율 감소 추세
- 열악한 산업 구조로 인해 건전한 생태계 조성이 이루어지지 못해 최근 공간정보 시장의 매출액 및 산업종사자 수의 증가율 감소 추세

※ '12년 이후 공간정보 산업 매출액은 상승 중이나, 그 증가세는 둔화('13년 이후 18.7% → '18년 4.2%)

※ '18년 기준 공간정보 산업 종사자 수는 63,349명으로 '12년 이후 상승 추세이나, 증가율은 5.8%p 하락



[그림 2-8] 국내 공간정보산업 성장세 둔화

- 공간정보 산업의 매출액은 성장하고 있으나, 그 성장 추이는 갈수록 둔화되고 있으며 눈에 띄게 부각되는 전체 산업 및 타 산업 대비 매출액 증가율의 감소

〈표 2-15〉 타 산업과 사업체 수 비교

(단위 : 천억원, %)

구 분	'14년		'15년		'16년		'17년		'18년	
	매출액	증감률	매출액	증감률	매출액	증감률	매출액	증감률	매출액	증감률
전체산업	35,715	1.7	35,889	0.5	36,676	2.2	39,914	8.8	41,516	4.0
공간정보산업	71	10.4	79	11.6	84	6.8	85	0.4	88	4.2
제조업	17,259	-0.6	16,962	-1.7	16,645	-1.9	18,218	9.5	19,007	4.3
도매 및 소매업	7,284	3.4	7,511	3.1	7,809	4.0	8,473	8.5	8,955	5.7
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	1,433	3.6	1,493	4.2	1,551	3.9	1,651	6.4	1,702	3.1
전문과학 및 기술 서비스업	619	-3.7	516	-16.6	559	8.3	597	6.8	666	11.5
건설업	3,309	4.3	3,472	4.9	3,981	14.7	4,223	6.1	4,279	1.3
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	484	6.8	525	8.5	558	6.2	744	33.4	755	1.5

출처 : 2019년 공간정보산업 조사, 국토교통부, 2019 내용 재구성

- 해외 주요 시장 진출 및 혁신적인 기술 개발이 없을 경우, 증가율 저하 현상은 장기적으로 지속될 것으로 예상

〈표 2-16〉 국내 공간정보기업 매출액 규모 추이

구분	2013	2014	2015	2016
국내 공간정보기업 매출액(억원)	64,573	71,274	79,549	84,924
증가율	-	10.4%	11.6%	6.8%

출처 : 국토교통부, 공간정보산업조사, 2017

○ 위치정보산업의 시장 규모

- 전세계 위치정보산업의 시장 규모는 매년 급격히 성장 중인 반면, 국내 시장 규모는 비교적 낮은 성장세
- 전세계 위치기반서비스(Location-based service; LBS) 시장 매출액은 연평균 39.77%씩 성장하여 2021년 960억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망[82)]
- 국내 LBS 시장 매출액은 2017년에는 전년 대비 17.7% 증가, 2018년에는 24.8% 증가에 그치는 등 세계 위치정보산업의 성장률에 비해 낮은 성장률을 보이는 것으로 조사
- 국내 다양한 산업은 위치정보를 활용한 차별화된 서비스 제공과 부가가치 창출에 주력하고 있으며 실내 위치정보 서비스를 활용한 비즈니스 창출 증가
- 세계 최고 수준의 IT 응용기술을 보유하였으나 인프라 부족, 국내의 중소기업 중심의 사업, 단순 서비스 시장으로 원활한 위치정보기술 성장에 한계가 존재

82) 국내·외 LBS 산업 동향 보고서, 한국인터넷진흥원, 2017



전세계 LBS 시장 매출액 규모 추이

(단위 : 백만 원)



국내 LBS 시장 매출액 규모 추이

출처: Technavio(2017), Global LBS Market(2017-2021), 한국인터넷진흥원(2017), 2017 국내 LBS 산업 실태조사 보고서

[그림 2-9] 전세계 및 국내 LBS 시장 매출액 규모 추이

□ 국토가상화 분야

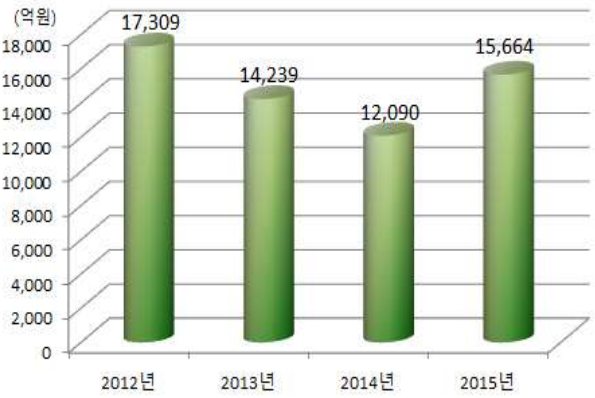
【 국내 】

○ 국토 가상화 관련 시장 국내 공간정보 시장 규모는 약 15,664억원(2015년 기준)으로, 측량 및 측량기기 제조 등 공간정보 구축 시장이 대부분 차지

- 국내 국토 가상화 시장은 관련된 공간정보 업종인 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업, 영상장비 도매업, 포털 및 인터넷서비스업, 측량업, 지도제작업 분야의 매출액으로 전망

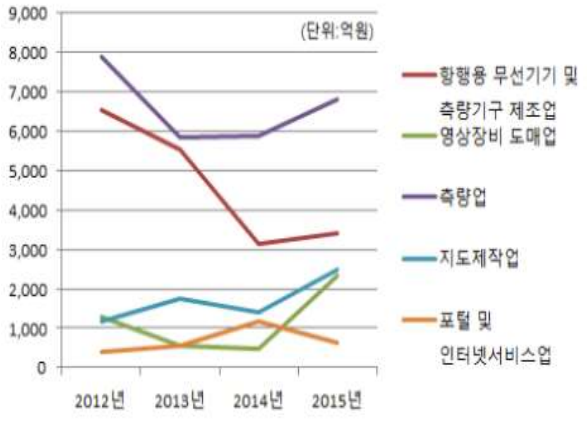
· 최근 4년간(2012~2015년) 연평균 성장률은 -3%로 2012년에 비해 시장규모가 줄어들었으나, 연도별로 살펴보면 2014년 12,090억원에서 2015년 15,664억원으로 크게 증가

· 포털 및 인터넷서비스업을 제외한 모든 업종의 시장이 성장 추세이며, 특히 영상장비 도매업의 경우 2014년 470억원에서 2015년 2,323억원 규모로 성장



출처: 국토교통부(2016)

[국내 국토가상화 시장 규모]



출처: 국토교통부(2016)

[국내 국토가상화 시장 업종별 규모]

[그림 2-10] 국토가상화 분야 국내 시장동향

【 국외 】

○ 고정밀 측위기술 발전, 고해상도 영상 수요 증가 등에 따라 향후 지속적인 성장 전망

- GNSS 시장은 2014년 약 604억유로 규모에서 2019년 약 900억유로 규모로 연평균 8.3% 성장할 것으로 예측[83]

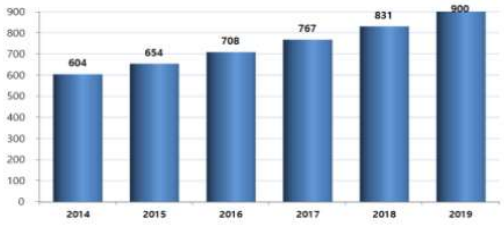
  · GNSS와 직접적으로 관련된 제품 및 서비스만 고려한 GNSS 핵심시장으로, GNSS 칩셋을 포함하는 핸드폰, 내비게이션, 항공 비행관리 장치의 GNSS 수신기, 정밀농업시스템의 GNSS 수신기 등을 포함

- 실내외 측위 시장은 2014년 597백만달러에서 2019년 3,962백만달러로 연평균 46% 성장할 전망이며, 특히 하이브리드 측위 시장은 2014년 210백만 달러 규모에서 2019년 1,771백만 달러 규모로 연평균 53%씩 급격한 성장 전망[84]

  · 하이브리드 측위는 네트워크 측위 및 단독 측위의 단점을 보완한 실내 측위 기술의 한 유형

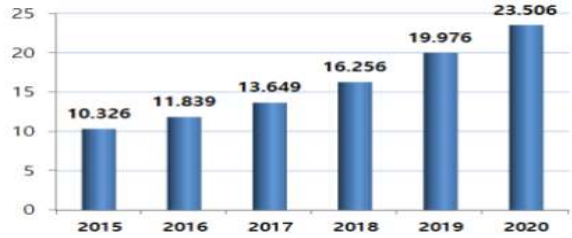
- 측량 시장은 공간정보를 구축·갱신하는 측량 기술 및 장비와 관련된 시장으로 MMS, 위성영상, 드론 측량 등을 포함하며, 2015년 10,330백만 달러 규모에서 2020년 23,510백만 달러 규모로 연평균 19%씩 확대될 것으로 예측[85]

- 전자지도 시장은 2015년 2,850백만 달러에서 2019년 4,480백만달러 규모로 연평균 11% 성장할 것으로 전망[86]



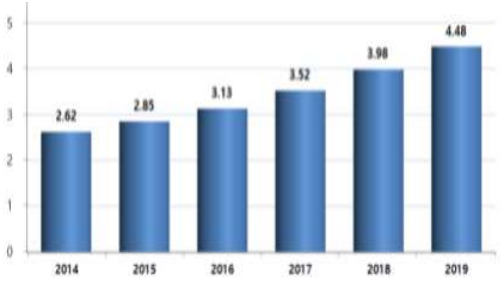
출처: European GNSS Agency(2015)

[GNSS 시장(단위:유로)]



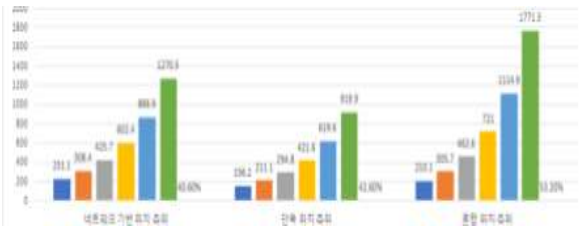
출처: Markets And Markets(2016)

[측량 시장(단위:백만달러)]



출처: Technavio(2015a)

[전자지도 시장(단위:백만달러)]



출처: 한국전자통신연구원(2015)

[실내측위 유형별 시장전망(단위:백만달러)]

[그림 2-11] 국토가상화 분야 국외 시장동향

83) European GNSS Agency, 2015
84) 한국전자통신연구원, 위치정보서비스(LBS)기술과 시장동향 분석 연구, 2015
85) Markets And Markets, 2016
86) Technavio, 2015

【 주요기업 현황 】

○ Topcon, Trimble 등 전통적 측량·측위 분야의 기업 뿐 아니라 전자지도 중심의 Google, Apple 등의 글로벌 기업들도 국토 가상화 분야에 진출

- 실내외 측위 분야의 경우 위성, 영상기반의 실외 측위보다 Wifi, 비콘, 자기장, 센서 등을 이용한 실내 측위 분야에서의 기술 개발이 활성화되고 있으며, Qualcomm, Apple, IndoorAtlas, Indoors 등의 국외 기업 및 셀리지온, 아이데카 등의 국내 기업이 실내 측위 분야에서 경쟁
- 측량 분야에서는 많은 회사가 항공측량에서 벗어나 드론, MMS, 로봇 등 다양한 장비를 활용한 측량 기술에 투자하는 추세이며, 특히 Trimble, DroneDeploy 기업 등은 드론을 이용한 측량 시장 선점 중
- 전자지도와 관련해서는 국외는 Google, Microsoft, Apple, 국내는 Naver, Kakao 기업 등에서 자체적으로 전자지도를 제작 및 서비스 제공 중
- 최근 공간정보 가상화를 위한 고정밀 3D 모델링, 가상화 플랫폼 구축 등에 투자하는 기업이 증가하고 있으며, 국외에서는 Google, Microsoft, Apple, Dassualt System 등이, 국내에서는 선도소프트, 지오씨엔아이, 지오스토리 등 중소기업을 중심으로 기술 개발 중

〈표 2-17〉 국토가상화 분야 국내외 주요기업 현황

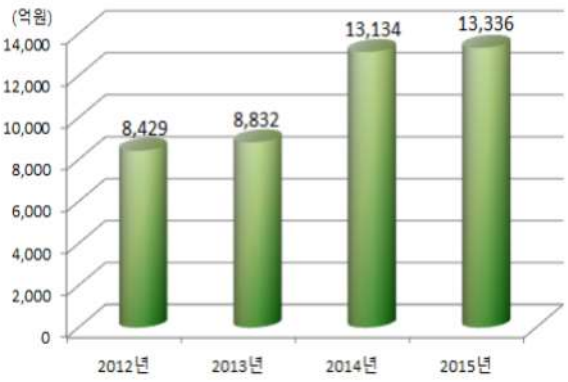
구분		국외 기업	국내 기업	국내 기업 보유기술
실내외 측위	실외측위	Topcon Novatel Qualcomm Trimble Intel Geofoto	지평스페이스	GNSS 수신기 및 안테나 제작 기술 GNSS 신호 처리 및 망조정 기술
	실내측위 (Wifi, 비콘, 자기장 등)	Qualcomm IndoorAtlas Apple Acuity Brand indoo.rs SenseWhere	셀리지온	위치기반서비스 기술 통신망 기술
			아이데카	지자기 센서를 활용한 실내위치측정기술
			코디스페이스	하이브리드 비콘을 활용한 실내위치 측정기술
			네무스텍	BLE, Wifi를 이용한 실내 위치 추적 및 실내 내비게이션 기술
측량	항공측량	Topcon Trimble Cooper Aerial Surveys	중앙항업	항공측량, 정사영상 제작 및 3D 모델링 기술
			신한항업	항공측량, 정사영상 제작 및 3D 모델링 기술
			삼아항업	항공측량, 정사영상 제작 및 3D 모델링 기술
	드론측량	Trimble PIX 4D 3D Robotics DroneDeploy Hivemapper	공간정보기술	드론을 활용한 국토 변화 탐지 기술
			아세아항측	드론을 활용한 고해상도 영상 및 초분광 영상 촬영 처리 기술
	MMS/ 로봇측량	Leica Geosystems Google Microsoft Here	이엔지정보기술 (MMS)	MMS 운영 솔루션 보유
			네이버랩스(로봇)	로봇과 딥러닝 및 머신러닝을 이용한 실내외 공간정보 구축 기술
전자지도 제작		Google Microsoft Apple	Naver	전자지도 구축 및 서비스 플랫폼 기술
			Kakao	전자지도 기반 LBS 서비스 기술
공간정보 3D 모델링		Google Microsoft Apple Dassault System	선도소프트	공간정보 처리 SW 기술
			지오씨엔아이	위성영상 처리, 공간정보 3D 모델링 기술
			지오스토리	MMS, 드론 기반 공간정보 3D 모델링 기술

□ 공간정보 초연결 분야

【 국내 】

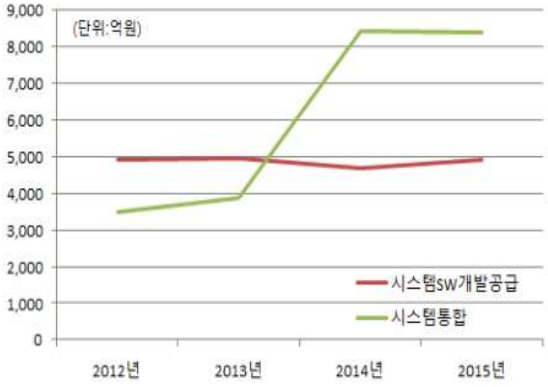
○ 실시간 공간정보 초연결 시장은 약 13,336억원 규모(2015년 기준)이며, 최근 4년간(2012~2015년) 연평균 성장률이 약 17%로 지속적으로 성장하는 추세[87)]

- 실시간 공간정보 초연결 시장은 공간정보 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업, 공간정보 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업으로 구성
- 최근 4년(2012~2015년)의 연평균 성장률은 17%로 매년 지속적인 증가 추세를 보이며, 공간정보 시스템 통합 자문 및 구축 서비스 관련 시장의 성장
- 향후 IoT, 빅데이터 등의 기술이 발전하고, 특히 국내 빅데이터 시장이 연평균 26% 이상 성장하여 2018년까지 3,117억원 규모에 달할 것으로 분석되는 만큼 실시간 공간정보 초연결 시장 또한 크게 성장할 것으로 전망[88)]



출처: 국토교통부(2016)

[국내 실시간 공간정보 초연결 시장 규모]



출처: 국토교통부(2016)

[국내 실시간 공간정보 초연결 시장 업종별 규모]



출처: 한국IDC(2015)

[국내 빅데이터 시장 전망(단위: 억원)]

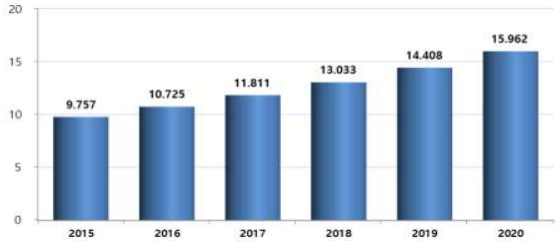
[그림 2-12] 공간정보 초연결 분야 국내 시장동향

87) 국토교통부, 2016
88) 한국IDC, 2015

【 국외 】

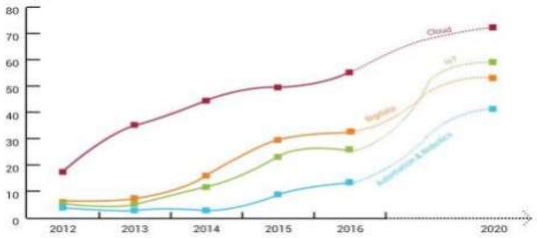
○ IoT 및 빅데이터의 기술 발전과 O2O서비스 확대 등에 따라 시장규모의 지속적인 증가 전망

- Geo-IoT 시장은 2020년까지 약 6,100억달러 규모로 성장할 전망[89)]
- 공간데이터 분석, 임베디드 SW, DBMS 등을 포함하는 GIS 시장은 2015년 97억 5,700만 달러에서 2020년 159억 6,200만 달러 규모로 연평균 11% 성장 전망
- 전세계적으로 빅데이터 기술 및 서비스 시장은 2014년부터 2019년까지 연평균 23.1% 성장하여 약 486억 달러 규모에 도달할 것으로 전망되는데[90)], 이는 공간정보 시장에도 높은 영향력을 미치기 때문에 향후 실시간 공간정보 초연결 시장 확대 전망



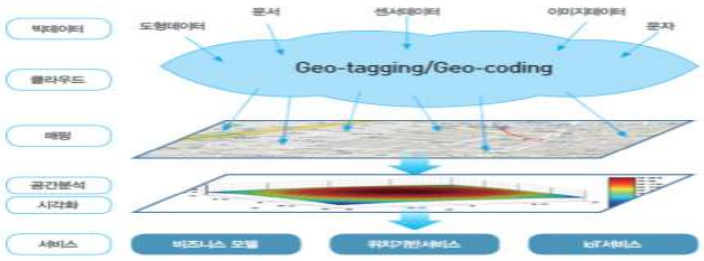
출처: Technavio(2015b)

[GIS 시장(단위:억달러)]



출처: Geospatial Media and Communications(2017)

[공간정보시장에 대한 기술별 영향력]



출처: 국토연구원(2016)

[초연결 시대의 공간정보 개념도]

[그림 2-13]공간정보 초연결 분야 국외 시장동향

【 주요기업 현황 】

○ IoT, 빅데이터와 같은 신기술과 공간정보를 이용한 기술 및 서비스를 제공하는 글로벌 기업들이 증가하고 있으며, 국내에서도 대기업의 투자 활발

- IoT와 공간정보 기술을 접목한 Geo-IoT 분야의 경우, Google, Microsoft, IBM 등 글로벌 기업에서 Geo-IoT 플랫폼 시장을 두고 경쟁하고 있으며, 국내에서도 SKT는 IoT 전용망인 LoRA망을 전국에 구축하고, KT는 삼성전자와 협력하여 IoT 홈 매니저를 출시하는 등 관련 시장 선점을 위한 경쟁 진행

89) 국토교통부, 미래 인터넷 기술 기반 공간정보 융합 및 지능화 기술 개발 기획 최종보고서, 2015
90) 한국IDC, 2015

- 고객 특성 및 수요 분석 등 기업에서 공간 빅데이터를 활용하는 경우도 증가하고 있는데, 국외의 Amazon, Nextone과 국내의 SKT, 신한카드 등이 대표적인 기업
- 공간분석 솔루션, DBMS 등 공간정보 초연결 시장에서 GIS SW를 제공하는 기업은 국외의 ESRI, Hexagon, Supermap, Intergraph, 국내의 공간정보기술, 이지스, 한국공간정보통신 등 다수 존재하는 것으로 조사

〈표 2-18〉 공간정보 초연결 분야 국내외 주요기업 현황

구분	국외 기업	국내 기업	국내기업 보유 기술
Geo-IoT	Google Microsoft Oracle IBM Apple Cisco Qualcomm	SKT	LoRa 기반 IoT 기술
		KT	LPWA 기반 IoT 기술
		LG CNS	IoT 플랫폼 기술
		삼성전자	가전에 적용하는 AI 기반 홈 IoT 기술
공간빅데이터	Amazon Nextome DigitalGlobe Geomatic Technologies	SKT	공간 빅데이터 서비스 플랫폼 지오비전 개발
		신한카드	빅데이터 기술을 활용한 마케팅 및 최적화 분석 기술
		에스오씨소프트	공간분석 중심의 빅데이터 시각화 기술
GIS SW (DBMS, 공간분석 등)	ESRI Hexagon SuperMap Intergraph PostGIS Teradata Oracle	공간정보기술	GIS 기반 통합 솔루션 기술(GeoDT)
		이지스	3DGIS 엔진 개발(XDWORLD)
		한국공간정보통신	GIS 소프트웨어 개발(인트라맵)
		올포랜드	공간정보 솔루션 개발(MapPrime,GeoBI)
		리얼타임테크	인메모리 DBMS 기술(Kairos)
		티베로	DBMS 기술(Tmax Tibero)

□ 공간정보 활용 분야

【 국내 】

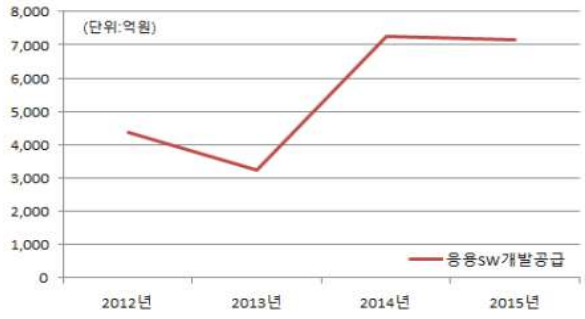
○ 공간정보 지능화 분야 시장은 약 7,141억 원 규모(2015년 기준)이며, 최근 4년간(2012~2015년) 연평균 성장률은 약 18%로 지속적인 성장 추세

- 공간정보 지능화 분야 시장의 규모는 응용 소프트웨어 개발 및 공급업으로부터 추정 가능(공간정보 산업 특수분류의 소분류 기준)
- 최근 4년간(2012~2015년) 시장 동향을 살펴보면, 연평균 성장률은 약 18%에 달했으며, 시장 규모는 2012년 4,368억 원에서 2015년 7,141억 원으로 성장
- 2015년에는 시장의 규모가 약간 감소하였으나, 향후 인공지능 기술 및 서비스 발전에 따라 인공지능 시장이 확대되면서 공간정보 지능화 분야도 꾸준히 성장 추세 유지 전망
- 국내 인공지능 시장은 2030년 27.5조원 규모로 성장할 것으로 분석되며, 인공지능이 적용될 서비스 중 자율주행차, 스마트그리드, 자율운송/배송 등 많은 부분이 공간정보와 직·간접적으로 융·복합될 수 있어 향후 공간정보 지능화 분야 시장의 성장이 두드러질 예정[91]



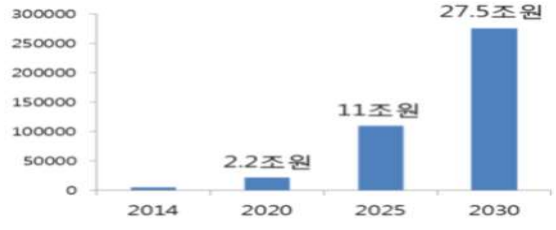
출처: 국토교통부(2016)

[국내 공간정보 지능화 분야 시장 규모]



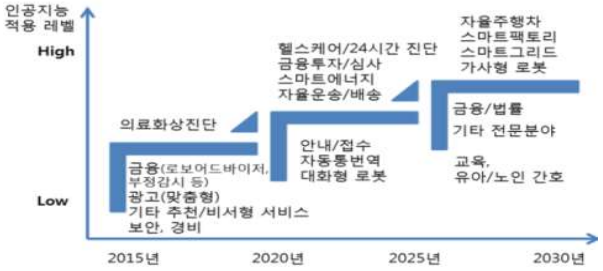
출처: 국토교통부(2016)

[국내 공간정보 지능화 시장 변화 추이]



출처: Digieco(2016)

[국내 인공지능 시장 성장 전망]



출처: Digieco(2016)

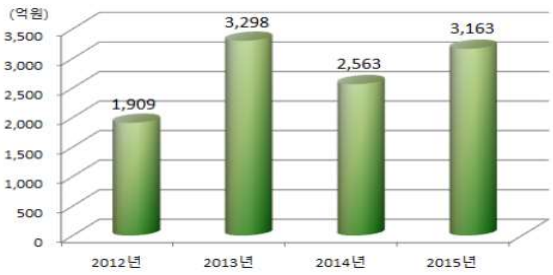
[인공지능 적용 서비스 발전 전망]

[그림 2-14] 공간정보 지능화 분야 국내 시장동향

91) Digieco, 2016

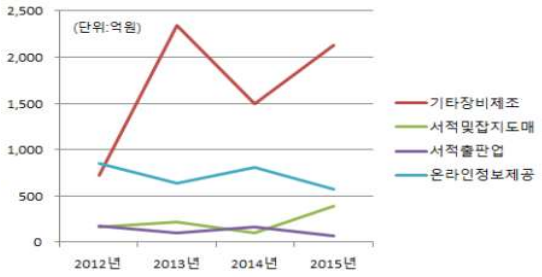
○ 공간정보 활용지원 시장은 약 3,163억원 규모(2015년 기준)이며, 최근 4년간(2012~2015년) 연평균 성장률이 약 18%로 성장 추세

- 공간정보 활용지원 분야 시장의 규모는 기타 공간정보 활용장비 제조업, 공간정보 서적 및 잡지 도매업, 공간정보 서적 출판업, 공간정보 온라인정보 제공업로부터 추정 가능(공간정보산업 특수분류의 소분류 기준)
- 현재까지 공간정보 활용지원 시장은 관련 기기 제조 및 판매, 온라인 정보제공을 통한 매출이 대부분을 차지하고 있는데, 최근 4년(2012~2015년) 연평균 성장률이 약 18%로 증가 추세이나 2015년의 시장 규모는 2013년에 비해 감소
- 공간정보 활용시장 예측 성장률 분석에 따르면, 우리나라의 잠재 증가율은 23.3%로 전세계 평균 증가율 및 아시아태평양 지역의 평균 증가율보다 높아 향후 국내 공간정보 활용시장이 더욱 활성화 될 것으로 전망[92]



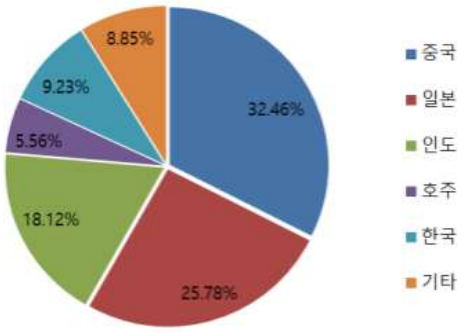
출처: 국토교통부(2016)

[국내 공간정보 활용지원 시장 규모]



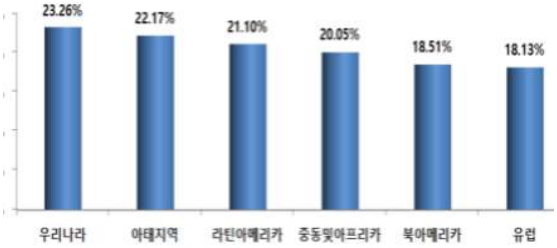
출처: 국토교통부(2016)

[국내 공간정보 활용지원 시장 업종별 규모]



출처: Mordor Intelligence(2016)

[아시아태평양 국가별 공간정보 활용시장 점유율(2015년 기준)]



출처: Mordor Intelligence(2016)

[대륙별 공간정보 활용시장 예측 성장률]

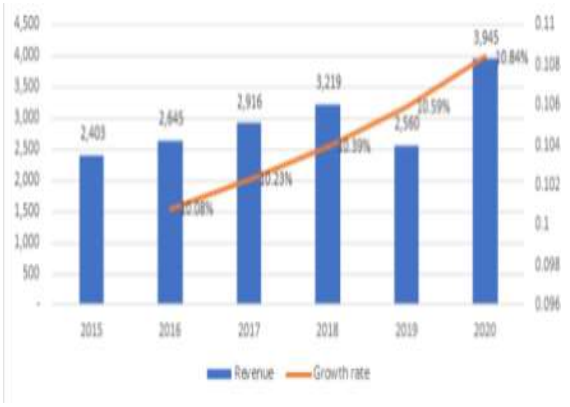
[그림 2-15] 공간정보 활용지원 분야 국내 시장동향

92) Mordor Intelligence, 2016

【 국외 】

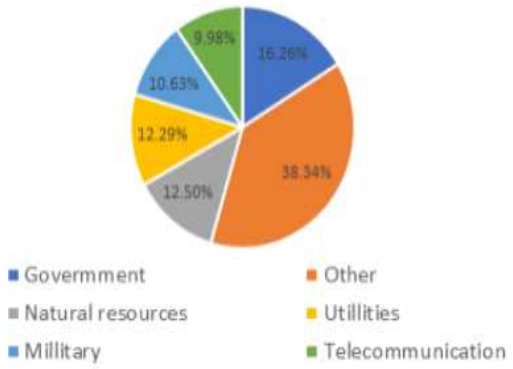
○ 최근 인공지능 기술의 급격한 발전과 함께 공간정보 지능화 분야 시장도 크게 성장할 것으로 전망

- 공간정보 분석 관련 시장은 2016년 307억 달러 규모에서 2021년 739억 달러 규모로 약 19.2%의 연평균성장률을 기록할 것으로 전망[93]
- 전기, 가스, 물, 통신 등 SOC 관리와 관련하여 정부기관에서의 공간정보 활용시장은 2015년 34억 1,700만달러에서 2020년 90억 3,000만달러 규모로 연평균 21.45%의 성장이 예측되며, 향후 지능화된 SOC 관리에 대한 수요 증가와 함께 해당 시장의 규모 또한 증가 예측
- 인공지능 시장은 2014년 4억 1,970만 달러에서 2020년 50억 5천만 달러로 2015년에서 2020년까지 연평균 53.7% 가량 성장할 것으로 분석되는데, 이에 따라 공간정보 지능화 시장도 유사한 성장률을 보이며 급격히 확대될 전망



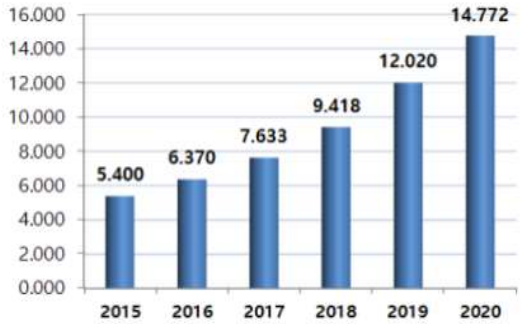
출처: Technavio(2015b)

[GIS 서비스 시장전망(단위: 10억달러)]



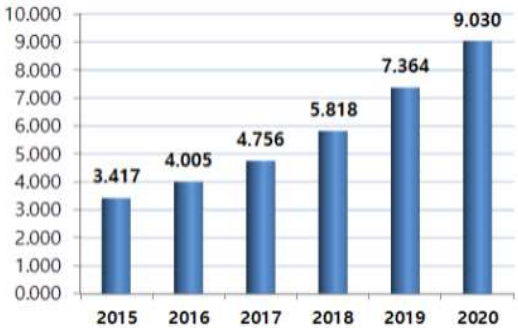
출처: Technavio(2015b)

[분야별 GIS 솔루션 시장 점유율]



출처: Mordor Intelligence(2016)

[재해관리 분야 공간정보 활용시장(단위:백만달러)]



출처: Mordor Intelligence(2016)

[정부기관 공간정보 활용시장(단위 : 백만달러)]

[그림 2-16] 공간정보 지능화 분야 국외 시장동향

93) Markets and Markets, 2017

○ 국외의 경우 다양한 분야에서 공간정보와의 융합 활용 수요가 증가하고 있어 향후 시장 규모가 지속적인 성장 전망

- 위치기반서비스 등 공간정보를 활용하는 시장의 규모는 2015년 277억 3,000만 달러에서 2020년 673억 9,000만 달러 규모로 연평균 19.4% 성장 예측[94]
- 분석방법에 따른 공간정보 활용 시장의 유형은 지표면 분석, 네트워크 분석, 시각화 분석, 기타로 구분할 수 있는데, 예측 성장률은 각각 18%, 19%, 23%, 20%로 시각화 분석을 활용하는 시장의 성장이 가장 두드러질 것으로 전망(2015~2020년 기준)[95]
- 공간정보 활용 시장을 구성하는 분야를 살펴보면 영업·마케팅이 26%로 1위이며, 데이터 분석 14.6%, 제품 개발 12%, 자산 관리 11%, 물류 10.5%, 재무 감사 8% 순으로 공간정보 활용[96]
- 공간정보시장에 가장 큰 영향을 주는 기술 중 하나인 클라우드 관련 시장은 2016년 965억달러에서 2020년 1950억달러까지 연평균 성장률 20.4%를 달성할 것으로 분석되어 향후 공간정보 활용지원 시장 또한 지속적인 성장 전망[97]



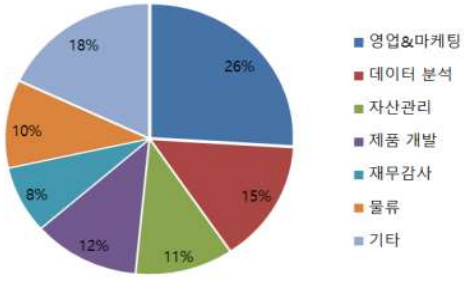
출처: Mordor Intelligence(2016)

[공간정보 활용시장 성장 전망]



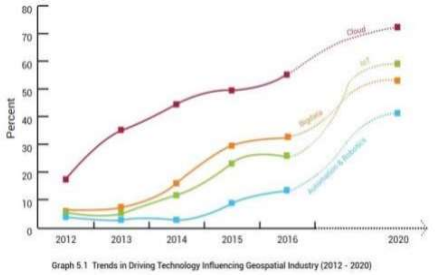
출처: Mordor Intelligence(2016)

[공간정보 활용시장 유형별 성장 전망]



출처: Mordor Intelligence(2016)

[공간정보 활용시장 구성 분야]



출처: Geospatial Media and Communications(2017)

[향후 공간정보시장에 대한 기술별 영향력]

[그림 2-17] 공간정보 활용지원 분야 국외 시장동향

94) Mordor Intelligence, 2016
95) Mordor Intelligence, 2016
96) Mordor Intelligence, 2016
97) Geospatial Media and Communications, 2017

【 주요기업 현황 】

○ 대부분 공간정보를 활용하는 솔루션 개발 기업이나, 점차 인공지능과 공간정보를 접목한 상황 인지 및 판단을 위한 기술을 개발 기업 증가 추세

- 공간정보 활용 솔루션 관련 기업의 경우, 대부분 도시관리, 국방, 재난관리, 자원관리, 교통, 관제 분야의 솔루션을 개발·판매하고 있으며, Hexagon. Digital Globe, ICAROS, Geomatic Technologies 등의 국외 기업과 공간정보기술, 이지스, 웨이버스 등의 국내 기업이 해당
- Google, Geomatic Technologies, DigitalGlobe 등 여러 기업에서 인공지능과 공간정보를 접목한 기술 개발에 관심이 높아지고 있으며, 특히, Google은 인공지능 기술 개발을 위해 다양한 분야의 기업체들과 협력체계를 구축하는 등 시장 선점을 위한 노력
- 국내는 네이버랩스가 대표적 기업으로 자율주행차 등 공간정보 기반의 인공지능 기술을 개발 중

〈표 2-19〉 공간정보 지능화 분야 국내외 주요기업 현황

구분	국외 기업	국내 기업	국내기업 보유 기술
공간정보 활용 솔루션	ICAROS (국방, 재난, 자원 등) GameSim (도시관리 등) Hexagon (도시관리, 교통, 방재 등) Geomatic Technologies (자원, 교통, 행정 등) DigitalGlobe (국방, 재난, 자원 등) Here (교통 관제)	공간정보기술	공간정보 기반 교통안전시설물 관리 기술
공간정보 기반 인공지능 기술개발	Google Geomatic Technologies DigitalGlobe TellusLabs	이지스	3D GIS 정보 기반 재해, 방범 등 관제
		웨이버스	GIS와 CCTV를 통합한 보안관제 솔루션
		네이버시스템	ITS 및 BIS 솔루션 개발
		다울지오인포	공간정보 기반 교통 서비스 제공 기술(Daul VRS)
		위니텍	실시간 상황 광제 GIS 엔진 기술(Maptide)
		누리일렉콤	3D 재해재난 예측 시뮬레이션 기술
		그리드스페이스	가상현실기반 교육훈련 시뮬레이터 개발
		네이버랩스	딥러닝 및 머신러닝 기반 자율주행기술 개발

○ 국내외 주요 기업에서 VR/AR, 홀로그램 등의 신기술과 공간정보를 융·복합하여 새로운 콘텐츠를 개발하기 위한 경쟁

- 공간정보 활용 콘텐츠 시장에는 Facebook, Google, Microsoft, TomTom 등의 글로벌 기업이 진출해있으며, 특히 Google은 구글 글라스와 같이 공간정보와 VR/AR 등 신기술을 융·복합한 제품 개발을 통한 시장 선점
- 국내의 경우, 올포랜드에서 공간정보 기반의 증강현실 저작 솔루션을 개발하였으며, 어반베이스, 브이리얼 등 몇몇 기업이 공간정보 활용 콘텐츠 시장 진출
- 공간정보 클라우드 컴퓨팅의 경우, 국외 기업으로는 CartoDB, Microsoft, Amazon, Google, Esri 등이 관련 기술을 제공하며, 국내에서는 올포랜드, 망고시스템 등의 기업에서 공간정보 클라우드 컴퓨팅 기술 취급
- 공간정보 보안 분야 시장의 국외 기업은 Esri, Geomatic Technologies, Honeywell 등이며, 국내 기업은 마크애니 등으로 조사

〈표 2-20〉 공간정보 활용지원 분야 국내외 주요기업 현황

구분	국외 기업	국내 기업	국내기업 보유 기술
공간정보 콘텐츠 서비스 (공간정보 변환, VR/AR 등)	Google Facebook Microsoft TomTom WorldViz Bricks&Goggles Marxent Labs	올포랜드	스마트 기기 기반의 증강현실 어플리케이션 개발 지원할 수 있는 증강현실 SDK 제공
		어반베이스	실내 공간을 가상현실로 제작하는 기술
		브이리얼	실내 VR 제작 및 서비스 기술
공간정보 클라우드 컴퓨팅	CartoDB Microsoft Amazon Google Autodesk DigitalGlobe Esri Geomatic Technologies GIS Cloud Trimble Here	올포랜드	공간정보를 생산·공유할 수 있는 실시간 클라우드 서비스 기술
		망고시스템	공간정보의 공유와 분석을 위한 지리공간 웹 개발 및 운영 기술
공간정보 보안	Esri Geomatic Technologies Honeywell	마크애니	문서, 개인정보, 웹, 모바일 등 다양한 분야의 보안 솔루션 기술

제4절 사회적 환경분석

1. 국내외 사회 동향

□ 4차 산업혁명 시대 도래

○ 4차 산업혁명 변화의 원동력으로 공간정보의 중요성이 높아짐에 따라 공간정보 데이터 기반 산업의 활성화로 고품질 공간정보 생성 및 활용의 필요성 증대

- 4차 산업혁명으로 변화될 미래 사회는 초지능 초연결 기술의 발전으로 데이터가 비즈니스의 원천이 되고, 산업을 이끌어갈 원동력으로 부각되면서 공간정보의 중요성이 부각
- 정밀 센서, 사물인터넷(IoT), 무인 이동체 등에서 위치정보의 수집과 분석은 필수적인 과정으로 실시간으로 생성되는 공간 데이터의 효과적인 처리 및 활용이 필요
- 또한, 공간정보의 영역은 IoT, 인공지능, 빅데이터 등과 결합하여 사용자 중심의 소셜 미디어로 발전하고 있으며, 이에 따라 소셜 네트워크 서비스와 결합한 새로운 공간정보 활용 필요[98)]

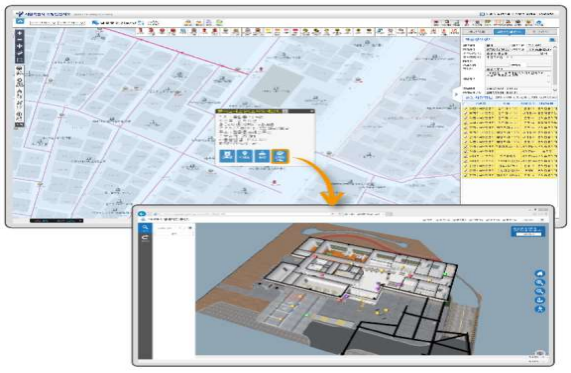
□ 공간정보 활용 분야의 다각화에 따른 생활 밀접형 新서비스 수요 증대

○ 실내 공간의 대형화로 기존에 실외에서 주로 이루어지던 생활들이 실내 공간에서도 이루어질 수 있게 되면서 실내 공간의 중요성과 활용도가 주목됨에 따라 실내 측위의 한계 극복을 위한 기술개발 필요

- 실내 공간에서의 보다 다양한 서비스를 위해 기존의 실외 공간에서 제공되어 오던 교통정보, 공간정보 및 위치 정보의 실내 활용에 주목
  · 서대문 자연사 박물관은 실내공간정보를 활용하여 VR 서비스 제공
  · 서울시 소방안전지도와 실내지도서비스를 연동하여 화재진화에 활용



박물관 VR서비스



소방지도 활용

출처: 서울특별시 실내지도서비스 사이트

[그림 2-18] 실내지도서비스 활용사례

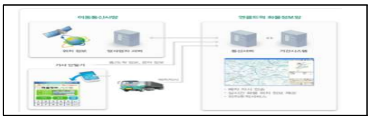
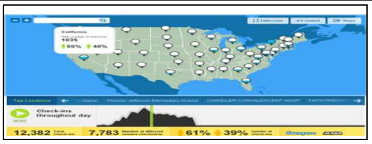
98) 공간정보와 소셜네트워크서비스 산업 전망, 공간정보 뉴스레터, 2018

○ 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 및 정책 수립의 기초자료로 공간정보의 수요가 증가하면서 새로운 방식의 토지이용현황 자료구축과 모니터링 활동이 필요

- 기존의 토지이용변화 모니터링에 사용하는 토지이용현황도와 토지피복도는 자료제작 방식의 특성으로 인해 많은 구축비용과 시간을 투입하지만 시·공간적 일관성이 낮아 현업에서의 활용성이 저조
- 이를 해결하기 위해 적은 비용과 단시간에 높은 분류정확도의 토지이용 현황 또는 피복분류를 수행할 수 있는 새로운 방법 필요

○ 민간에서는 다양한 서비스에 공간정보를 활용하고 있으며, 이러한 서비스 제공을 위해서는 공간정보와 다른 데이터와의 융·복합이 필수적

〈표 2-21〉 각분야의 다양한 공간정보 활용분야 예시

구분	상세 내용	
1	■ 특정 지역 및 공간에서 사건 사고나 재난 재해가 발생시, 메시지, 위치정보가 기록된 사진 및 영상 등의 공간정보를 주고 받음으로써 신속하고 효율적인 대처가 가능	 집중호우를 소셜 네트워크로 공유
2	■ 모바일이나 웹에서 여행지로 가상 여행을 해봄으로써 효과적인 여행 계획이 가능 - 구글 지도를 활용해 출발지와 목적지를 설정하면 도보, 차량, 대중교통 정보를 파악할 수 있으며, '스트리트 뷰'를 활용해 해당 여행지를 미리 답사 가능	 지도를 활용한 여행정보 활용
3	■ 사용자가 자신의 위치를 다른 사람들과 공유하여 근처에 다른 사용자가 있는지 파악이 가능하고 페이스북(Facebook)의 '플레이스(Place)'를 통해 특정장소를 '체크인'하면 주변 매장 정보를 얻을 수 있고 할인 쿠폰을 제공 받는 것 등이 가능	 페이스북 플레이스
4	■ 스마트폰에서 사용자가 운동한 거리, 속도, 연소한 열량을 계산·측정하여 효과적인 운동을 할 수 있는 환경과 여건을 제공 - 나이키 플러스(Nike+ GPS)는 Nike+ 센서 칩을 신발에 설치하지 않아도 스마트폰의 가속 센서와 GPS의 운동 데이터를 측정하여 사용자의 운동량 정보를 제공	 NIKE+GPS
5	■ 공간정보를 이용하여 현장근무 및 물류체계를 개선하여 에너지 절감 효과를 기대 가능 - 엔콜트럭' 시스템은 위치기반 서비스와 업무지원 시스템, 모바일 기기를 이용한 쌍방향 통신시스템을 이용해 실시간 차량과 화물정보를 제공하여 물류체계 개선 및 유류에너지 절감	 엔콜(Ncal) 트럭 모델
6	■ 공간정보와 SNS를 결합한 서비스로, 선거나 정치활동에 소셜 미디어와 공간정보를 이용가능 - 미국 중간선거(2010.11.2.)에서 포스퀘어는 투표 장소 이용자에게 온라인 배지를 배포하고, 체크인한 이용자 수를 지도에 표시하여 투표를 독려	 선거, 정치활동에 활용된 투표지도 화면
7	■ 미국 정부는 멕시코 만 기름유출 사고로 발생한 원유유출 방제 작업을 위해 개발한 위치기반 모바일 애플리케이션 도입 - 유출된 석유의 GPS 좌표를 산타로사 카운티 응급지원센터로 전송하여 신속한 유출된 석유 방제작업 수행 지원	 미국의 원유유출 방제 애플리케이션

출처 : 국가공간정보포털, 공간정보 활용분야,(http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=2752)

□ 연계·공유·활용 기반의 개선 필요

○ 국내 공간정보 데이터 구축 표준화 및 정확도 미흡은 공간정보 융·복합 품질 저하 및 유통·활용 저해 요인으로 작용하여 이에 대한 방안 마련 필요[99)]

- 국내 기술개발은 데이터 구축에만 주안점을 두고 있는 수준으로 구축된 데이터의 품질 검증 및 실시간 갱신 기술개발 여력이 부족한 상황
- 개방형 데이터의 공공데이터 중 대부분이 텍스트 기반의 정보이므로 데이터 제공방식의 제약으로 인해 일반인이나 민간기업에서 활용하는데 한계가 존재
- 공공데이터를 지리적 시각화하기 위해서는 전문적인 절차가 복잡하고 많은 비용이 발생하여 대중들의 활용에 어려움이 상존
- 민간부문 개방 및 참여는 효과적인 공간정보 데이터 확보를 위해 필수적인 요소이나 데이터 연계기술 등의 미흡으로 민간부문에서 제공하는 데이터 누실로 정보의 질 저하
- 각 부처 및 기관별로 공통 표준이 아닌 자체 기준에 따라 공간정보 구축, 관리, 갱신, 보안 업무를 수행함에 따라 상호 정보공유 및 융·복합 시 오류 발생
- 부정확한 도면·위치·속성정보로 인하여 공간정보 품질이 저하되면, 타 분야 공동 활용이 어렵고 오류 정보로 인한 사고 발생 가능성 상존



출처 : 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

[그림 2-19] 서로 상이한 기준 적용으로 인한 공간정보 오류 발생 사례

○ 우리나라의 경우, 현재 공간정보 오픈 플랫폼인 브이월드를 구축·운영 중이지만, 3차원·실시간 특성이 반영되지 못하여 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라로서 한계 존재

· 기 구축된 공간정보는 주로 2차원 또는 2.5차원으로 구축되어 있기 때문에 4차 산업혁명의 핵심 분야인 무인이동체, 드론, 로봇 등에서 요구하는 고정확, 고정밀 공간정보 니즈를 충족시키지 못하는 상황



〈브이월드 사이트〉



〈브이월드에서 제공되는 공간정보〉

출처: 브이월드 사이트(https://www.vworld.kr)

[그림 2-20] 브이월드 활용 예시

99) 감사원, 국가공간정보 데이터 구축 및 활용 실태, 2017

- 공간정보의 활용 분야가 확대되면서 모바일, 차량, IoT 등 각 분야에서 실시간으로 수집되는 빅데이터와 결합하여 공간정보가 대용량화되고 있어, 이를 관리·처리할 인프라가 필요
- 현재 제공되는 공간정보 오픈 플랫폼은 실시간 정보 제공이 불가능하며, 연계 가능한 정형·비정형 데이터가 대용량화됨에 따라 인프라 확충이 필요한 상황
- 긴급 재난 발생지역에 대해 다수의 지상 차량 및 공중 드론에 의해 획득되는 CCTV, 고해상도 영상 등 다수의 영상을 실시간으로 처리하여 실시간 대피 경로를 제공하는 등 공간정보 기술 인프라의 부재
- 도시의 방범, 교통 등의 문제를 해결하기 위하여 동일 객체의 실시간 추척, 이동 경로 예측 등이 요구되고 있으나, 현재는 이를 위한 CCTV 네트워크, 도시를 운행 중인 차량의 블랙박스, 시민의 신고 영상들을 실시간 처리하기 위한 기술적·시스템적 한계 존재

□ 자율주행차, 드론 등 공간정보 활용 분야의 안전성 제고 및 공간정보 생산·구축 작업 환경의 위험을 줄이기 위한 기술개발 필요

○ 공간정보가 기술의 원천인 자율주행차, 드론 등의 시장은 안전한 운행이 선제되어야 하는 문제로 환경 변화의 신속한 인식과 갱신이 가능한 지도 제작으로 안전성을 확보하는 것이 시급

- 자율주행차와 드론은 도로 및 항공의 모든 정보를 정확하게 알고 있어야만 안전하고 정확하게 운행 가능
- 예컨대 눈이 오거나 안개가 짙게 끼는 상황에서 자율주행차에 달린 카메라와 센서만으로는 주변 상황을 제대로 인지할 수 없는 경우, 지도가 도로의 모든 상황을 알려줄 수 있다면 훨씬 효율적이고 안전한 운행이 가능
  - ’15년~’17년 5월까지 소비자위해감시시스템(CISS)에 접수된 드론 관련 위해 사례는 총 40건으로, 매년 증가하고 있는 추세로 가장 높은 위해원인으로 프로펠러 등 드론과의 충돌이 23건(57.5%)[100]
  - 드론 사용자가 급증함에 따라 드론으로 인한 물적, 인적 피해는 매년 꾸준히 발생하고 있으며[101], 드론 사고는 조종사의 실수보다 기계 오작동, 통신 두절, 무선신호 단절 등 기술적 오류가 상당수[102]
- 그러나 다양한 하드웨어(HW)와 센서로 필요한 정보를 수집한다 하더라도 아직 현재의 기술만으로는 안개·악천후 등의 영향으로 인한 오차가 발생할 수 있으며 이는 사고 발생 가능성이 높음[103]
- 도로나 환경정보가 정밀 3차원 도로지도로 구축되어야 하며, 정확한 위치 파악을 위해 GNSS 기술이 고도화, 도로의 상태 및 환경상태를 자동차에게 미리 알려줄 수 있는 체계가 IoT로 구축 되어야하는 등 많은 공간정보 구축, 유지, 활용 기술이 필요

100) 드론 안전실태 조사결과, 한국소비자원 안전감시국 제품안전팀, 2017
101) 마른 하늘에 ‘드론 날벼락’...드론 인구 늘면서 사고도 급증 (중앙일보,2019.05)
102) 드론 사고, 사람 실수보다 기계 오류 많다 (로봇신문, 2016.08)
103) 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 (오피니언,2019,11)

○ 공간정보를 생산·구축하기 위한 측량작업 환경이 매우 열악하여 작업자들의 위험노출 최소화를 위한 방안 마련이 필요

- 공간정보산업의 종사자들은 열악한 작업 환경하에서 다양한 위험에 노출
- 공간정보산업의 업무 특성상, 공간정보를 생산하는 측량 작업 시 작업자들은 하수맨홀, 자연터널, 도로, 군사접경지역, 지하관로, 공사현장, 해안선, 사고현장 등 위험하고 열악한 작업 환경에 직접적으로 노출

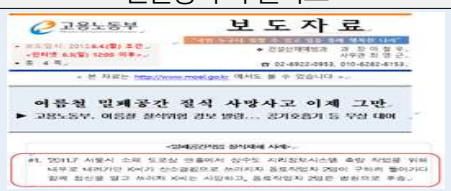
〈표 2-22〉 열악한 공간정보 데이터 취득 환경

		
하수맨홀	자연터널	고소 현장
		
도로	군사접경지역	지하관로 매설
		
공사현장	해안선	사고현장
		
부속시설물	산림경계	지하터널

- 공간정보 산업의 열악한 작업 환경으로 인하여 작업 현장에서 다양한 안전사고 발생 가능성이 상존

· ('16년 7월) 도심지 경계측량업무 수행 중 오토바이 접촉사고로 인한 허리 골절사고 발생
· ('17년 3월) 경계복원 측량시 경사면에 주차된 차량이 밀리면서 정강이 골절사고 발생
· ('17년 8월) 현장 경계측량 작업 중 돌담이 무너지는 추락사고로 인한 다리 골절사고 발생
· ('19년 5월) GNSS 관측 업무 중 트럭과의 충돌사고 발생

〈표 2-23〉 작업 현장 사고 발생 사례

	
맨홀 추락사고	건설장비 추돌사고
	
옹벽붕괴	밀폐공간 질식사고

제5절 기술적 환경분석

1. 국내외 기술 동향

○ 구글과 히어 등 글로벌 기업들이 우리나라 공간정보 시장 진입을 위하여 국내 주요 기업들과 기술 제휴 및 사업 다각화 시도

- 구글의 경우, '07년부터 우리나라 지도의 해외 반출을 지속적으로 요청하며 국내 시장 진입 시도[104]
  · 구글은 카카오모빌리티, 현대기아자동차 등과 협력하여 '안드로이드 오토' 서비스 제공
- 글로벌 공간정보 업체인 히어社는 네이버랩스, LG 전자, 현대엠엔소프트 등과 제휴를 통해 국내 시장 선점을 위한 신산업 진출 모색[105]



[그림 2-21] 글로벌 지도 제작업체와 국내 기업의 제휴 사례

○ 타 산업에서는 높은 수준의 공간정보가 요구되고 있으나, 국내 기술수준이 미흡하여 맞춤형 공간정보 제공이 어려운 상황

○ 국내 공간정보 '18년 기술 수준은 77.0%로 '16년 대비 3.7% 하락하였으나, 중국의 '18년 기술 수준은 '16년 대비 9.5% 상승하며 순위 역전

- '14년 중국은 '지리정보산업 발전 촉진 계획(중국 국무원)'을 발표[106]한 이후 국가 차원의 공격적 기술 개발 투자를 진행하고 있으며, 관련 산업 규모도 확장 중
  ※ 2018년 현재 중국 공간정보산업 규모는 약 620억 위안으로 전년대비 20% 증가하였으며, 이는 세계 시장의 27% 규모로 예상[107]

104) 구글의 지도 반출 시도가 우리에게 남긴 것 (IT dongA,2016.11)
105) 현대엠엔소프트, 글로벌 지도업체 '히어'와 HD맵 전략적 제휴 (매일경제,2019.10)
106) http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/7/globalBbsDataView.do?setIdx=245&dataIdx=137753
107) 2018년 중국 지리정보산업 컨퍼런스 발표(http://www.ocn.com.cn/touzi/chanye/201807/zftoh27102056.shtml)

〈표 2-24〉 주요국의 기술 수준 평가

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		기술수준(%)		
	2016	2018	2016	2018	2016	2018	증감
한국	76.7	보통	84.7	우수	80.7	77.0	-3.7
중국	65.9	우수	75.0	우수	70.5	80.0	9.5
일본	86.6	우수	91.0	우수	88.8	78.0	-10.8
미국	100.0	탁월	100.0	탁월	100.0	100.0	0.0

출처 : 2018년 기술수준평가, KISTEP, 2019

○ 우리나라의 경우, 정부연구비 지원이 축소될 경우 기술수준의 하락이 확연하게 나타나기 때문에 국가 기술경쟁력 강화 차원에서 정부의 전략적 지원이 필요

○ 건설·교통 분야의 국가전략기술 중 하나인 '국토정보 구축 및 활용기술'은 '14년 대비 '16년 정부의 국가연구개발사업비 지원이 7.2% 감소하였으며, 이러한 영향으로 기술수준 역시 3.2% 감소

○ 국내의 경우 공간정보 기술개발이 각 부처별 파편적으로 진행되어 국토정보 연계가 되지 않는 등 산발적·분산적으로 진행 중

- 부처별 활용 분야에 따라 공간정보 관련 기술을 각각 개발하고 있으므로 시간과 비용이 중복적으로 투자되어 효율성 저하
- 농촌진흥청에서는 농업기상재해 관측을 위해 드론을 활용하는 공간정보 기술을 개발 중이며, 행정안전부에서는 재난데이터 관리를 위한 공간정보 활용 기술개발 사업을 진행 중
- 각 부처 개별 기술개발과는 별개로 공간정보의 全 주기적 관점을 고려한 기술개발이 필요

○ 공간정보 분야의 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W)는 외산 의존도가 심각한 상황

- 국내 공간정보업체의 공간정보 관련 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W) 평균 보유 현황에 따르면, 국산 대비 외산이 압도적으로 높은 비율 차지



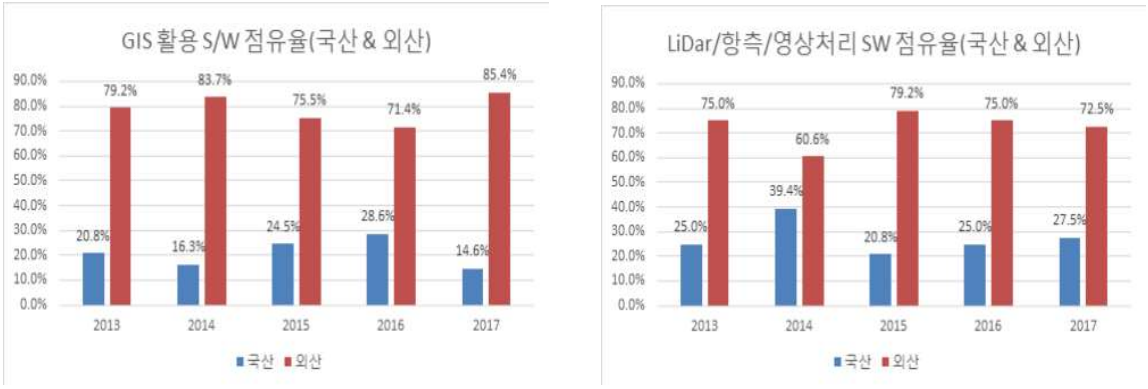
출처 : 국토교통부, 공간정보산업조사, 2017

[그림 2-22] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우)

- 공간정보 관련 S/W는 크게 GIS 활용 S/W, LiDAR/항측/영상처리 S/W, 측량 S/W, DBMS S/W로 분류되며 각 SW 시장의 상황은 악화되는 추세[108)]

· (GIS 활용 S/W) 최근 5년간 국내 공간정보 산업의 GIS 활용 S/W 외산 점유율은 70~80%이며, 상대적으로 국산 점유율은 10~20%대로 매우 낮고, 2017년 국산 S/W 점유율(14.6%)이 전년대비(28.6%) 절반 수준으로 급격히 하락하여 외산 GIS 활용 S/W의 국내 시장 잠식이 심각한 상황

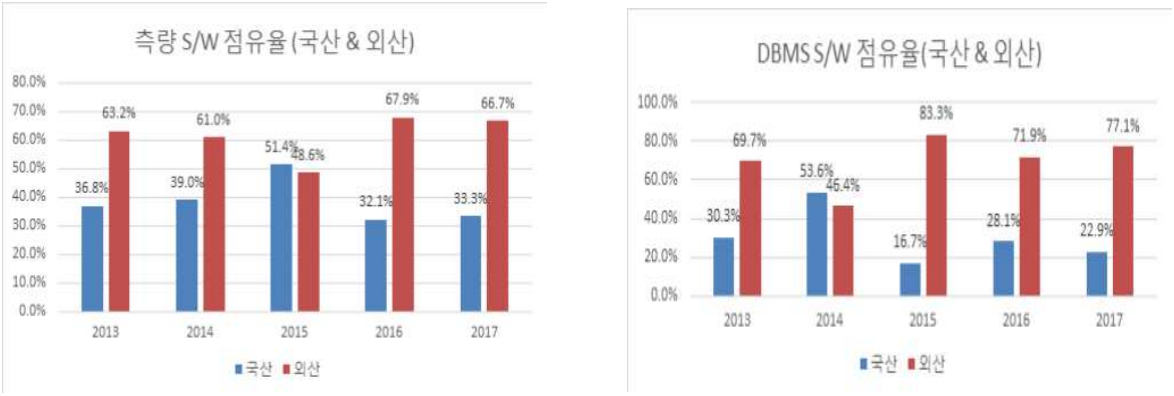
· (LiDAR/항측/영상처리 S/W) 최근 5년간 국내 공간정보 산업에서 외산 S/W가 70% 후반의 높은 점유율을 보인 반면, 국산 S/W 비율은 20%대의 매우 낮은 수치로 조사



[그림 2-23] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산)

· (측량 S/W) 외산 S/W 점유율이 60% 후반대이며, 국산 비율은 30% 중후반대를 유지하고 특히, 2016년 이후 국산 S/W 점유율이 30%대 초반까지 급락한 상황

· (DBMS S/W) 방대한 공간정보를 저장·관리하는 DBMS S/W의 경우, 외산 점유율이 70~80%대를 유지하고, 특히 2015년 이후로 국산 점유율이 10~20%대로 급격하게 하락하고 있으며, 이는 외산 대비 국내 공간정보 S/W 경쟁력 저하가 매우 우려되는 수준



[그림 2-24] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산)

○ 급증하는 공공데이터 개방 및 활용 극대화의 요구에 부응하기 위해서는 대용량의 데이터가 실시간으로 제공될 수 있는 디지털 인프라가 필요

- 현재 제공되는 공간정보 오픈 플랫폼은 실시간 정보 제공이 불가능하며, 정형·비정형 데이터가 대용량화 됨에 따라 인프라 확충이 필요한 상황

○ 다양한 분야에서 공간정보를 활용한 인공지능 기반의 분석 서비스 제공을 목표로 하고 있으나, 이를 지원할 수 있는 분석 기술이 부재한 상황

108) 공간정보산업 통계조사(2014~2018), 국토교통부

- 자율주행차, 드론 등의 무인이동체 운용 중 충돌·추락 사고 발생으로 인하여 안전성에 대한 우려가 커지고 있으며, 이에 따라 신뢰도 확보, 성능 검증 등을 위하여 다양한 경우의 수를 고려한 실제 도로 환경에서의 주행시험이 요구되고 있으나, 시·공간적*, 사회·경제적** 한계가 존재

* 우리나라 국토환경을 대상으로 다양한 시나리오 기반 시험을 할 수 있도록 실제 국토공간을 모사한 가상 환경 (교통시설, 주행조건, 기상환경, 돌발상황 등) 제공 필요

** 실환경 시험 시 발생하는 교통통제 및 사고위험을 제거하여 관련된 사회적 비용 절감 및 대국민 안전망 확보 필요

- 최근 빈번한 재난·재해 발생과 이로 인한 피해 규모 증대에 따른 과학적 재난·재해 대응 및 관리체계 강화가 요구되고 있으나, 현장 전문가의 경험과 직관에만 의존하여 예측 불가능한 다양한 상황 대응력 부족

□ 국토가상화 분야

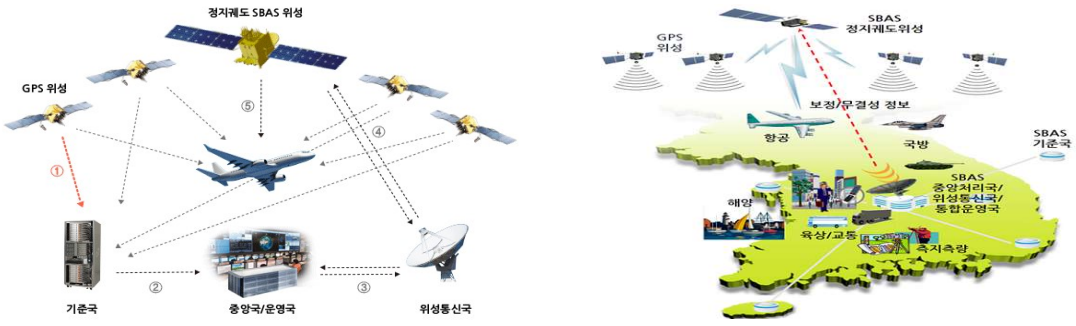
【 국내 】

○ 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 및 정책 수립의 기초자료로 공간정보의 수요가 증가하면서 새로운 방식의 토지이용현황 자료구축과 모니터링 활동이 필요

- 기존의 토지이용변화 모니터링에 사용하는 토지이용현황도와 토지피복도는 자료제작 방식의 특성으로 인해 많은 구축비용과 시간을 투입하지만 시·공간적 일관성이 낮아 현업에서의 활용성이 저조
- 이를 해결하기 위해 적은 비용과 단시간에 높은 분류정확도의 토지이용 현황 또는 피복분류를 수행할 수 있는 새로운 방법 필요

○ 최근 고정밀 3D 공간정보의 중요성을 인식하고 정부, 주요 통신사, 포털사, 자동차 업계들을 주축으로 고정밀 공간정보 구축 및 갱신 기술의 확보 중

- 항공우주연구원에서는 오차범위 3m 이내의 위치정보를 확보할 수 있는 SBAS(Satellite Based Augmentation System)의 개발을 추진. 2020년까지 초정밀 GPS 구현을 위한 설비 제작을 계획. 이후 약 2년간 시스템 검증을 거쳐 이르면 2022년부터 실용화를 추진할 계획



출처 : SBAS 사업단 홈페이지(http://www.kass.re.kr/)

[그림 2-25] SBAS의 동작원리(좌) 및 구성개념(우)

- 네이버는 3D 매핑 기술을 확보한 국내 중소기업 에피폴라를 인수하였으며, 2017년 개최한 서울 모터쇼에서는 자체 개발한 실내지도 제작용 'M1'로봇도 공개하여 실내외를 망라한 3D지도 기술력 홍보
- 현대자동차는 지도 인프라의 중요성을 인식하고, 고정밀 지도 구현 및 도로 정보 실시간 갱신 기술 개발에 주력 중
- SK텔레콤은 엔비디아와의 전략적 협약을 통해 자율주행차의 핵심 기술인 3D 초정밀지도 기술을 개발 중이며, 자율주행 플랫폼 등 다양한 분야에서 협업 추진 예정
- 씨투엘이큅먼트는 캐나다 항법장치 업체인 어플라닉스와 파트너십을 맺어 고정밀 실내 매핑 솔루션인 TIMMS와 관성항법장치를 이용해 실내 3차원 데이터 수집 및 분석 기술 보유



출처 : 현대엠엔소프트 공식 블로그(http://blog.hyundai-mnsoft.com/1209), 중앙일보(https://news.joins.com/article/21423311)

[그림 2-26] 현대엠엔소프트 3D 모델링 데이터(좌) 및 네이버 M1의 3D 매핑 과정(우)

- 서울시립대학교에서는 드론이 확보한 공간정보를 오픈소스 SW를 활용하여 실시간으로 영상 지도를 만드는 '라이브 드론맵' 기술을 개발하였으며, '17년 4월 UN과 해당 기술 협력체결



출처 : 세미나투데이(http://www.seminartoday.net/news/articleView.html?idxno=9261)

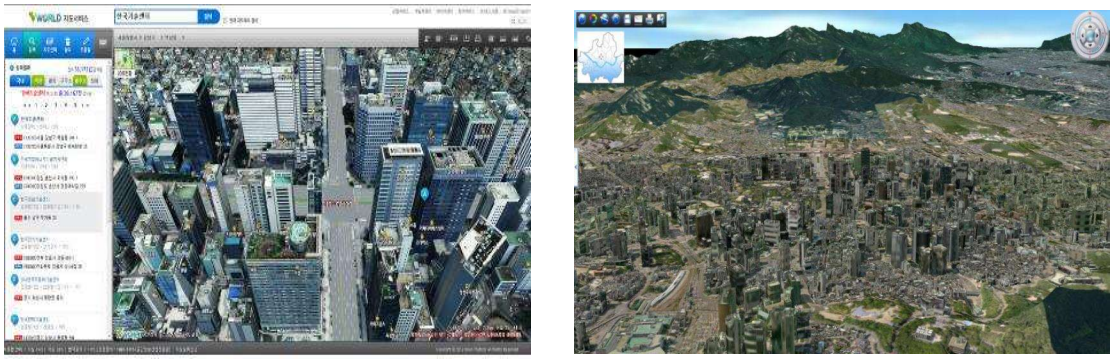
[그림 2-27] 고정밀 위치센서를 탑재한 드론과 현장 지휘소의 라이브 공간정보 갱신

- 유콘시스템은 수입산 드론보다 넓은 지역 촬영이 가능하고, 주·야간에 상관없이 화질이 우수한 정사영상을 얻을 수 있는 공간정보용 드론 '리모아이 002M'을 개발하여 측량·3D지도제작·농작물 생육감시 등 다양한 분야에 활용 예정

- 엔젤스윙은 삼성동 쪽방촌에서 고화질 카메라를 장착한 쿼드콥터 드론을 활용해 인공위성 지도보다 10배나 정밀하고, 건물이나 나무, 지형 등의 높낮이까지 나타내는 3D 정밀지도 제작

- 국가 공간정보 오픈플랫폼인 브이월드는 별도의 데이터, 인프라가 없어도 공공, 민간에서 서비스 개발이 가능하게 해주는 3D 공간정보 플랫폼으로 구축되었으며, 구글보다 최대 5배 해상도를 가지는 고정밀 3D 공간정보를 구축하여 서비스 중

- 서울시의 3차원 공간정보 시스템 서비스는 서울시 전역을 대상으로 3D 공간정보를 제공하고 있으며, 부동산, 테마관광 안내 등의 서비스도 추가하여 시민생활과 밀접한 생활편의 공간정보 콘텐츠 제공 중



출처 : 브이월드(http://map.vworld.kr/map/maps.do)

[그림 2-28] 브이월드(좌) 및 서울시 3D 지도 화면(우)

- 인천경제자유구역청 3차원 공간정보시스템은 지적, 건축물, 도시계획 등 행정정보와 융·복합하여 도시 관리를 입체적인 3차원으로 제공하고 각종 정책결정에 활용

【 국외 】

○ 고정밀 3D 공간정보의 수요 증대에 따라 전 세계적으로 치열한 경쟁 중이며, 자동차, IT 분야의 글로벌 기업들을 중심으로 협업체계를 통해 기술개발 추진

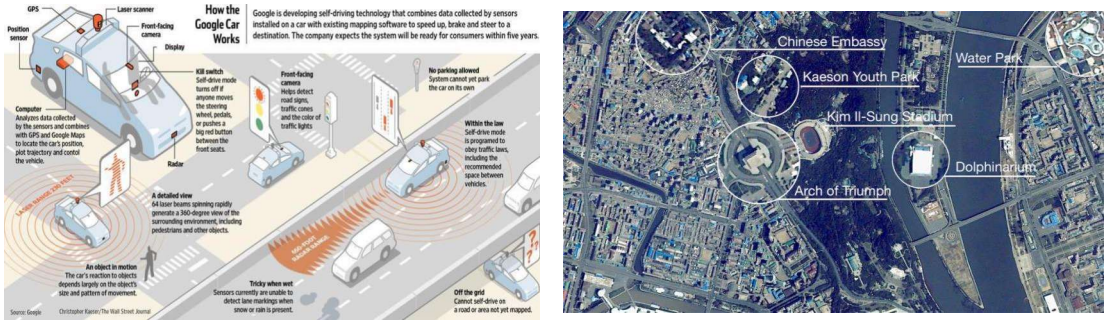
- 첨단 ICT와 초고속 통신기술 혁신, 과학기술의 융·복합화 등을 통해 초연결 사회가 되고 실감형 가상·증강현실, 자율주행차, 인공지능 등 다양한 첨단 기술들이 미래사회에 널리 확산되면서 그에 따른 공간정보 활용 수요 급증하는 등 활용분야가 대폭 확대[109]

- 자율주행차 개발 경쟁이 가열되면서 인공지능(AI)과 함께 정밀도 높은 차세대 3D 지도 개발이 관건으로 꼽히며 글로벌 업체들의 경쟁도 치열

- ADAS(첨단운전자보조시스템) 개발에 나서고 있는 만도는 3D 고정밀 지도를 레벨5 완전 자율주행차 실현에 필요한 최대 과제라고 강조

109) 관계부처 합동, 제4차 과학기술기본계획('18~'22), 2018

- 일본은 위성항법시스템 QZSS의 보정서비스의 개발을 통해 2~3미터의 보정 서비스를 제공할 예정이며, 센티미터 수준의 보정서비스는 기준국(GEO-NET)과 연계를 통해 10센티미터 내외의 정확도를 제공할 수 있을 것으로 전망
- 구글은 무인자동차에 활용하기 위해 GNSS와 센서 등을 융합하는 고정밀 측위 기술 개발 진행 중
- 어쓰캐스트는 고해상도 지구 정보를 획득하기 위해 데이모스와 합병하여 인공위성을 통해 UHD 급 영상으로 실시간 지구 스트리밍 서비스를 제공하며, 사회적 이슈, 구호활동, 화재 등 광범위한 분야에 활용 중



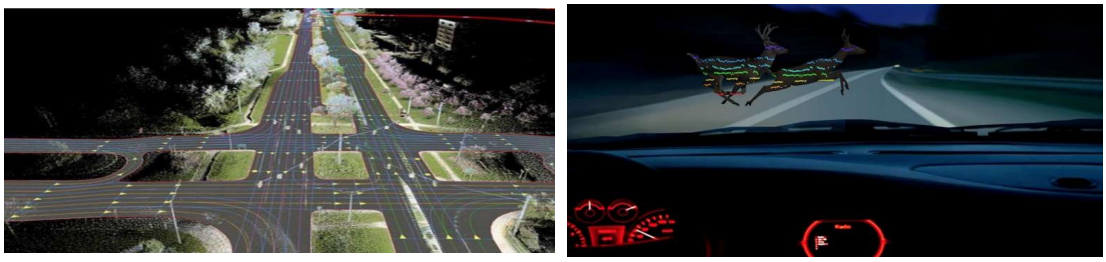
출처 : Google's Driverless Car Draws Political Power(http://serbaysenturk.blogspot.com/), 한국일보(http://www.hankookilbo.com/News/Read/201610181631322645)

[그림 2-29] 구글 자동차의 작동원리(좌) 및 어스캐스트에서 제공하는 평양 영상(우)

- 톰콘은 위치기반사업의 글로벌 시장 경쟁력 강화를 위해 노키아와 인수합병을 통해 최근 360도 카메라, GPS, IMU 등을 통합유닛으로 차량에 탑재하여 주행도로의 이미지, 위치, 경사 데이터를 취득하는 MMS를 개발 중

- 퀴너지 시스템즈는 자사의 라이다 공간감지 기술과 시빌맵스의 고정밀 로컬라이제이션 및 매핑 기능의 결합을 통해, 운전차량의 센서시스템에서 효율적으로 데이터를 수집하고 처리할 수 있는 자율 차량을 위한 통합 소프트웨어 개발

- HERE는 모빌아이와의 파트너쉽을 통해 모빌아이의 로드북과 히어의 HD 라이브 맵의 통합을 추진. 히어의 개방형 위치 플랫폼을 기반으로 모빌아이의 원시 센서 및 관측 데이터를 활용한 실시간 업데이트, 고화질 매핑 지도 서비스를 제공 예정

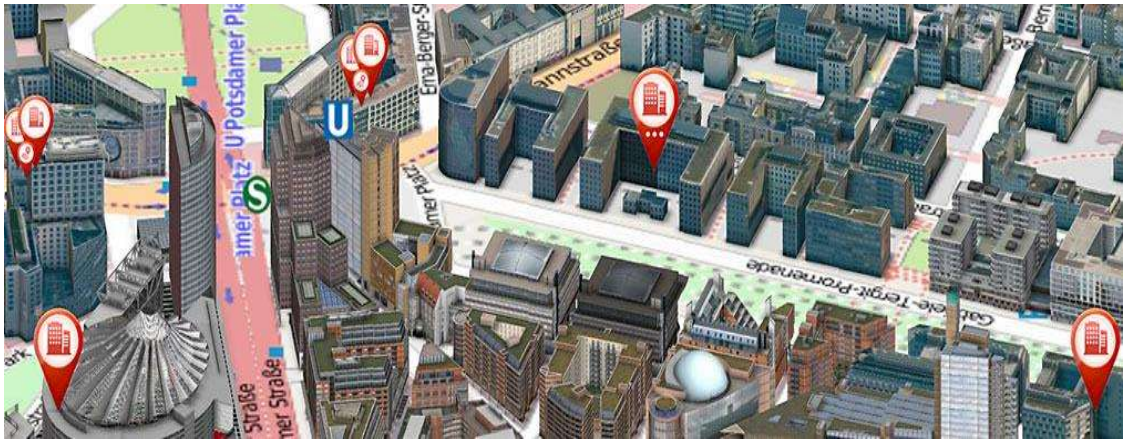


출처 : engadget(https://www.engadget.com), fleetnewsdaily(http://fleetnewsdaily.com/)

[그림 2-30] Here & Moblieye(좌) 및 Quanergy Systems & Civil Maps(우)

- 독일은 베를린 도시발전국, 경제기술여성국, 베를린 파트너사(구글어스의 기술협조 포함)가 공동으로 3차원 가상도시모델의 개발을 진행하고 있으며, 웹, 모바일기기를 통해 서비스 제공 중

- 영국의 런던대학교 첨단공간분석센터(CASA)는 파노라마 사진 가상현실 기술, 인터넷 기반 GIS와 3차원 주제 블록 모델 기술, 다중 이용자 가상환경(CVDS, 협동가상디자인스튜디오) 기술들을 구현한 3차원 가상도시 '버추얼 런던' 구축



출처 : smartMap Berlin APK(https://apkpure.com/smartmap-berlin/hpi.de.android

[그림 2-31] SmartMap Berlin 화면

- 호주의 멜버른에서는 세계 최초로 가상현실을 이용한 Zero Latency 테마파크를 개장하였으며, 최근에는 일본, 미국, 중국 등 글로벌 서비스 진출 노력 중

- 미국 UCLA에서는 실시간 시뮬레이션을 통해 건설, 도시계획 등의 분야에서 활용할 수 있는 3차원 가상도시 모델을 구축하는 “Virtual LA 프로젝트”를 진행 중

- 버텍스 모델링사는 영국 런던, 맨체스터 등에 도시계획, 가시화, 분석 등 다양한 분야에 활용할 수 있는 고정밀 Fully Interactive 3D 도시 모델을 구축하여 제공 중



출처 : Urban Simulation Team(http://www.ust.ucla.edu/ustweb), Vertex Modeling(http://vertexmodelling.co.uk/products/vucity/)

[그림 2-32] UCLA의 도시 시뮬레이션(좌) 및 Vertex Modelling의 VUCITY(우)

□ 공간정보 초연결 분야

【 국내 】

○ KT, SK, LG 등 대형 통신사들을 주축으로 IoT기반 안전장치, 스마트 홈 등 통신망 기반 사람-사물 초연결 기술개발 추진 중

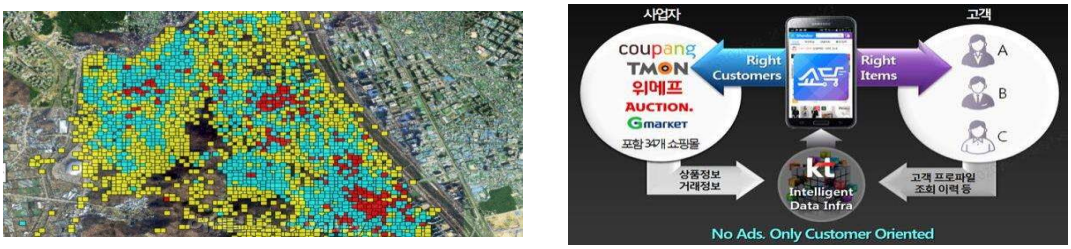
- KT는 내장형 통신칩과 손목기기를 통해 위치 및 심박정보를 관제센터로 전송하여, 조난자의 위치 상태를 한눈에 볼 수 있는 'IoT 구명조끼'개발
- SK텔레콤은 바닷속에서도 원활한 통신을 가능하게 하는 수중 통신망 핵심 설계 기술을 국내 최초로 개발, 향후 육상·해상 통신망과 수중 통신망을 연계해 수중 공간을 사물인터넷(IoT)으로 연결 계획
- SK텔레콤은 어린이 가방 브랜드 무스터백과 협의하여 이 가방에 IoT센서를 부착하여 SK텔레콤 가정용 IoT 서비스인 스마트홈과 연동되어, 부모는 가방을 멘 아이의 외출과 귀가를 스마트폰 애플리케이션으로 확인 가능
- 이케이시스는 실내 위치기반 지능형 IoT 통합 서비스 플랫폼을 개발. 위치 기반의 다양한 센서 데이터를 수집하고 외부 플랫폼과 연동할 수 있는 데이터 처리 표준 적용 및 실외 위치기반 서비스의 기술력을 기반으로 실내외 연계서비스 방향 제시



출처 : Chosun Biz(http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/03/11/2017031100656.html), AVING Global NETWORK(http://kr.aving.net/news/view.php?articleId=1376883)

[그림 2-33] 수중통신망 구조도(좌) 및 이케이시스 지능형 IoT 플랫폼(우)

- LG유플러스도 원거리에 있는 가족의 상태를 언제 어디서든지 확인할 수 있는 '홈CCTV 맘카'의 개발 및 서비스를 통해, 2016년 15만가구의 가입자 확보
- 광명시는 지자체 최초로 공간정보 빅데이터 분석 시스템을 개발. 100여 가지 분야의 데이터를 서로 조합해 다양한 분석을 수행하여, CCTV를 설치할 장소, 골목상권 배후지 인구 통계 서비스 등에 적용 가능성 기대
- KT는 이용자들의 성별, 연령, 지역, 시청시간 패턴 등의 정보를 기반으로 빅데이터 분석을 통해 맞춤형 쇼핑을 제공하는 '데이터 커머스' 플랫폼 사업을 본격화



출처 : 광명시(http://news.gm.go.kr/news/articleView.html?idxno=6054), metro(http://www.metroseoul.co.kr/news/newsview?newscd=2017030500051)

[그림 2-34] 광명시 공간정보 빅데이터 분석사례(좌) 및 KT 데이터 커머스 플랫폼(우)

- SK텔레콤은 현대건설과 서울 목동, 평택 송담 힐스테이트 등 아파트 2,000여 가구에 스마트홈을 구축한데 이어, 향후 14개 건설사와의 제휴를 바탕으로 총 10만 가구에 달하는 주거공간에 스마트홈 서비스를 구축 계획
- LG유플러스는 IoT 가전제품 제어가 가능하며, IoT 전용 앱을 통해 이용자의 사용 패턴을 분석해 출근, 여행 등 다양한 상황에 맞는 기기 설정을 안내, 위치정보를 바탕으로 외출하거나 귀가할 때 자동으로 조명이나 난방을 작동하는 스마트홈 서비스 제공



출처 : SK(http://www.skcareersjournal.com/159?category=696982), KKY(https://okky.kr/article/290879)

[그림 2-35] SK텔레콤(좌) LG유플러스(우)의 스마트 홈 서비스 사례

- 대구시는 전국 최초 IoT전용망을 활용한 상수도 '원격검침' 서비스를 추진. 실시간 정확한 수도검침 관리를 통해 요금의 투명성을 확보하고, 유수 및 누수 관리를 통한 비용 절감 및 효율적인 물 자원 관리까지 가능할 것으로 예측
- 서울 성동구에서는 국내 처음으로 지하공간 안전관리 시스템을 도입할 예정. 지하공간 안전관리시스템은 지하매설물(상하수도관과 철도 지반, 지하수 유입로 등)내의 감지센서로 지질환경, 지하수 분포·변화 상황 등을 실시간 측정 및 관리할 방침
- 유라이크코리아는 국내 최초 IoT(사물인터넷) 기반으로 가축에 대한 실시간 체온 변화 모니터링 센서 등을 통해 각종 가축 질병을 감지 및 대처할 수 있는 가축질병모니터링서비스'라이브케어'를 개발 및 서비스 제공 중



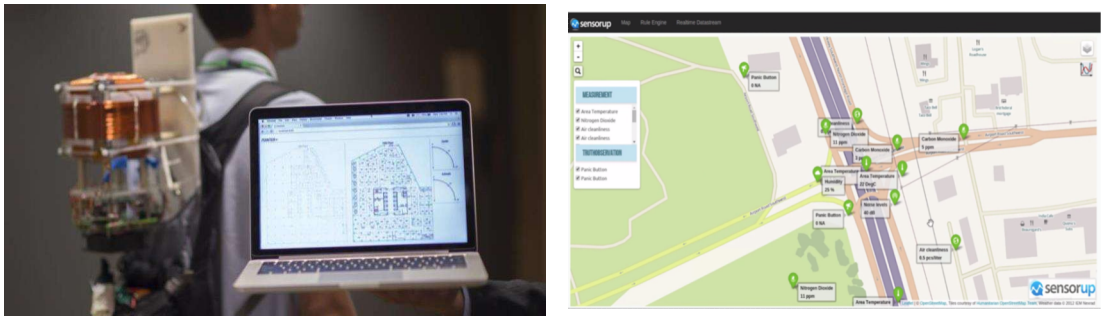
출처 : 동양뉴스통신(http://www.dynews1.com/news/articleView.html?idxno=332941),
연합뉴스(http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2015/10/13)

[그림 2-36] 성동구지하공간 안전관리 시스템(좌) 및 유라이크코리아의 라이브케어(우)

【 국외 】

○ 방대한 정보를 수집·활용하는 사물인터넷과 관련된 기술 발전으로 스마트 홈, 스마트 시티 등 다양한 산업에 적용되어 새로운 부가가치 창출

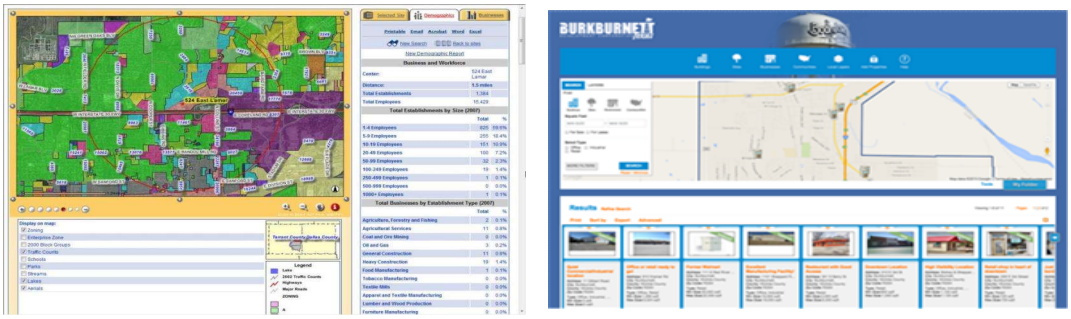
- 미국은 항공우주국(NASA)의 주도하에 소방관의 안전을 위해 다양한 센서, 전파 등을 이용한 POINTER(정밀 실외 및 실내 내비게이션)의 개발을 진행
- 센서업은 OGC의 Seosor Things 표준을 기반으로 다양한 센서 정보들을 연결하는 플랫폼 개발
- 센서업은 OGC, 미국토안보부(DoHS)와의 협력을 통해 이종센서(고정, 모바일, 웨어러블 등) 간의 다양한 데이터 스트림을 하나의 포털로 결합하여 클라우드, 서버 및 연결 서비스를 제공할 수 있는 사고 관리 정보 공유 시스템 구축



출처 : NASA Jet Propulsion Laboratory(https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=6706)

[그림 2-37] NASA의 소방관의 안전을 위한 POINTER(좌) 및 센서업 시연(우)

- 파이낸셜 타임즈는 실리콘 밸리의 GIS Planning를 인수하여, ZoomProspector를 활용한 접근 가능성, 안전성, 편의 시설과의 근접성 등에 대한 분석을 기반으로 고객에게 최적의 지리적 위치를 선택할 수 있도록 지원할 예정

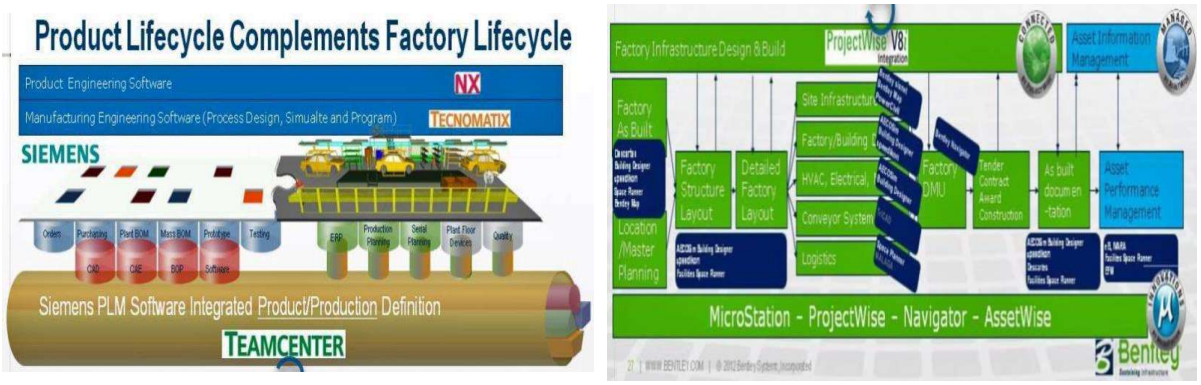


출처 : GIS Planning(http://www.gisplanning.com/_blog/GIS_Planning_Blog/post/texas-town)

[그림 2-38] GIS Planning의 ZoomProspector(좌) 및 텍사스 타운 적용 사례(우)

- 지멘스와 벤틀리시스템즈는 전력 유틸리티 및 산업전력 분야에서 계획, 설계 및 운영의 디지털화를 가속화 할 솔루션을 공동개발하기로 합의하고, 벤틀리시스템즈의 유틸리티 설계 및 지리정보시스템 기능과 송전, 배전, 산업시설 전용솔루션이 포함된 지멘스의 PSS(Power System Simulation) Suite를 통합한 솔루션을 적용할 계획

- 지멘스는 향후 두 플랫폼의 통합을 통해 고객에게는 벤틀리시스템즈가 보유한 3D 인프라 자산 모델링 및 GIS 분야의 전문성과 지멘스의 에너지시스템 계획 및 시뮬레이션 분야에서 축적한 지식과 독보적인 경험이 제공될 수 있을 것으로 기대

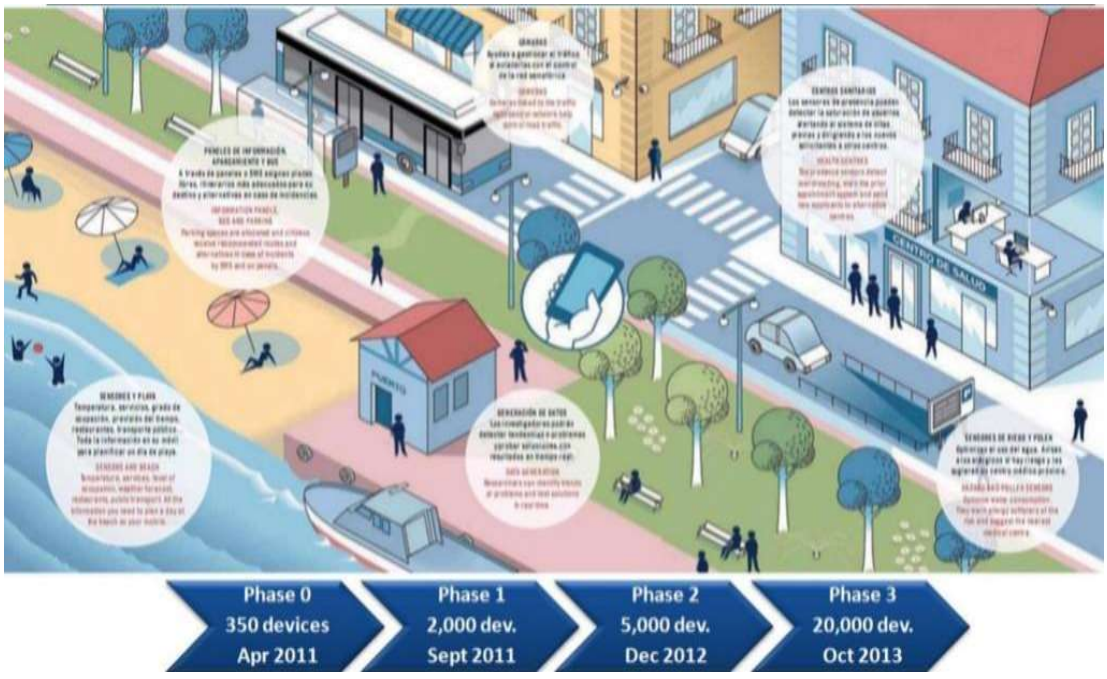


출처 : 국토메일(http://m.pmnews.co.kr/19266

[그림 2-39] 지멘스와 벤틀리의 디지털 제품 설계 및 제조 공정 설계의 통합

- OGC는 유럽 전역의 “스마트 도시” 프로토타입 개발을 목표로 ‘스마트 산탄데르 프로젝트'를 추진. 이 프로젝트는 도시 규모의 연구로 도시에 12,000여개의 센서를 설치하여 밀도가 높은 도시 생활의 복잡한 상호 의존적 체계를 센서를 통해 다양한 기술(모델링, 측정, 최적화, 제어 및 모니터링 등)들에 적용할 계획

- 2013년 미국의 산호세 도시에서는 도시의 중장기 7년 계획인 "Green Vision"의 일환으로 Intel과의 협력을 통해 도시 전역에 센서 네트워크를 설치, 센서들을 활용하여 도시의 대기오염부터 소음에 이르기까지 다양한 데이터를 수집할 계획



출처 : Smart Santander project Jose M. Hernandez Munoz

[그림 2-40] 스마트 산탄데르 프로젝트

□ 공간정보 활용 분야

【 국내 】

○ 국내의 인공지능 기술 수준은 선진국 수준을 따라가고 있지는 못하는 실정이나, 최근 삼성, 네이버 등 대기업들을 주축으로 기술개발을 활발히 추진

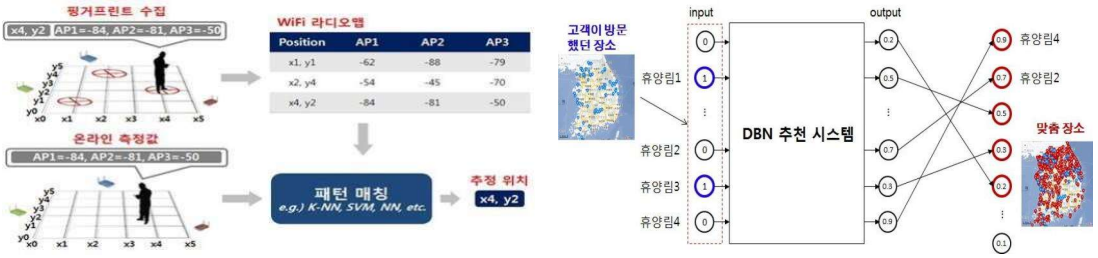
- 한국과학기술정보연구원(KISTI) 슈퍼컴퓨팅본부에서 일반도로에도 적용 가능한 '교통 혼잡 예측 인공신경망 모델'을 개발하여 향후 교통량 수집·분석이 체계화·고도화되면서 주간날씨 예보처럼 주간도로 정체 예측 가능 전망
- 네이버에서는 인공지능 기반 공간 검색 기술인 '위치인지 추천시스템(LARS)' 연구를 추진 중 LARS는 실시간 위치 정보를 분석해 맛집이나 지역명소 등 POI 관련 정보를 적시에 정확하게 추천하는 것이 핵심으로, 웹문서, 네이버 지도 등을 통해 확보된 다양한 공간정보를 통해 추천 품질 향상 전망
- SK텔레콤은 음성 인식 학습 솔루션 적용을 통해 주소, 목적지, 명령어 등 딥러닝을 통한 이용자의 음성 학습으로 미리 입력된 지명 등의 데이터가 아닌 수천만 개의 목적지, 주소 등의 복잡한 명령도 인식하여 정보를 제공할 것으로 기대



출처 : 머니투데이(http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2017022414392330358), BLOTER(https://www.bloter.net/archives/278339)

[그림 2-41] KISTI의 도로상황 예측모형(좌) 및 네이버의 코나프로젝트(우)

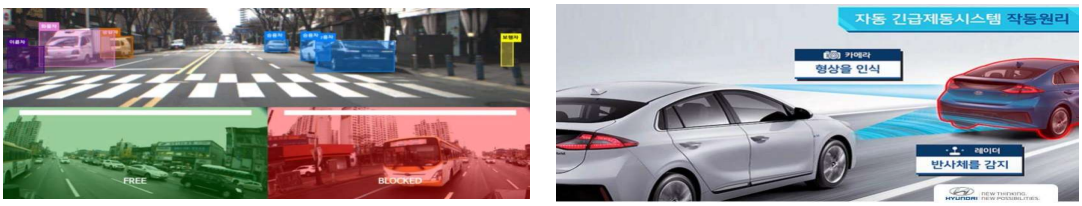
- 카이스트에서는 최근 건물 내의 수많은 스마트폰 사용자로부터 얻은 무선랜 핑거프린트 데이터를 인공지능 기술과 접목해 자동으로 실내의 위치정보를 정확하게 제공하는 기술을 개발
- SK텔레콤이 운영하고 있는 T맵은 지난 14년간 도로별 소통 이력을 추출해 패턴을 분석하고 '딥러닝' 기술을 접목하여 정확도를 높이기 위한 기술 개발 추진 중



출처 : news 1(http://news1.kr/articles/?2963219), REASME(http://readme.skplanet.com/?p=10804)

[그림 2-42] KAIST의 인공지능 위치추정기술(좌) 및 T맵 맞춤장소 추천(우)

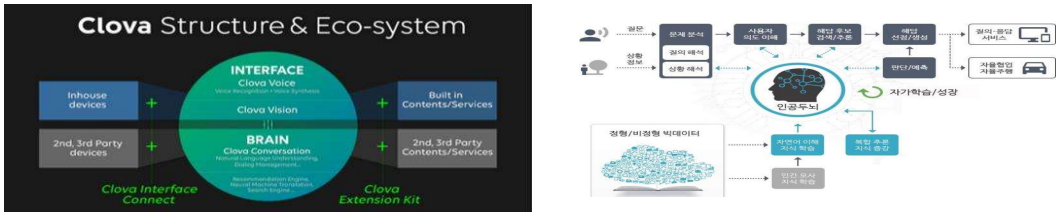
- 네이버 랩스는 딥러닝 기반의 이미지 인식 기술을 통해 도로 위 사물과 위치를 파악해 차량 경로를 계획하는 자율주행 기술을 공개, 단순인식하는 단계를 넘어 승용차, 버스, 오토바이 등을 구분하고, 빈 공간을 판단해 스스로 차선 변경 가능
- 현대자동차에서는 GPS, 전방카메라, 장애물 인식센서 등 위치인식과 차량제어가 가능한 알고리즘 제어기를 통해 보행자나 물체가 차량 앞으로 튀어나오면 자동차 스스로 제동을 하는 인공지능 기반 자동 긴급제동 시스템 개발
- 호갱노노는 최근 인공지능(AI)를 활용한 부동산 정보 서비스 제공을 추진. 마이크로소프트의 클라우드 기반 데이터 예측 분석 서비스인 애저(Azure) 머신러닝을 이용하여 고객 맞춤형 분석을 통해 회원들에게 최적화된 정보 제공 예정
- 다방은 부동산 빅데이터 분석 시스템을 전문화하는 데이터 분석 센터를 구축. 누적된 500만 매물 정보와 사용자, 부동산 시장 정보를 공유·분석하여, 사용자 맞춤형 부동산 추천 및 큐레이션 서비스를 제공하도록 시스템 개선 예정



출처 : BreakNews(http://www.breaknews.com/501395, 현대자동차블로그(https://blog.hmgjournal.com/TALK/List.blg)

[그림 2-43] 네이버 딥러닝 기반 이미지 인식 기술(좌) 및 현대자동차 AEB 기술(우)

- 삼성전자는 인공지능 비서인 빅스비를 개발하여 아직은 스마트폰 내 탑재된 자체 앱만 지원 가능하나 위성위치확인시스템(GPS)을 기반으로 전날 촬영된 사진들을 자체 갤러리에서 검색하는 기능 공개
- SK텔레콤은 다양한 서비스들을 하나의 최적화된 이용환경으로 모든 서비스를 묶을 수 있는 인공지능 플랫폼의 개발을 진행 중이며 향후 인공지능 플랫폼인 '누구'를 중심축으로 관련 생태계를 구축해 시장의 주도권 확보 계획
- 네이버-라인은 '프로젝트 J'가 준비해온 인간의 오감을 활용한 AI 플랫폼인 '클로바'를 공개하였고 향후 음성인식, 비주얼인식, 대화형 엔진 등이 응용 예정



출처 : Learn to Run(http://learntorun.tistory.com/entry/, IT DAILY(http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=74973

[그림 2-44] 네이버의 클로바(좌) 및 솔트룩스의 인공지능 플랫폼 아담(우)

- 솔트룩스는 도서 50만권 분량에 이르는 지식을 학습한 인공지능 플랫폼 '아담'을 공개하고, 주요 산업별 오픈데이터, 통계지표, 소셜빅데이터 등 80억 건 이상의 정제된 빅데이터를 확보하였으며, 향후 질의응답 서비스, 자율주행 등에 적용 예정

○ 범죄, 안전, 의료 등 다양한 분야에서 위치기반서비스가 확대 중

- 국토교통부·산림청·한국도로공사 등 공간정보를 활용하는 8개의 정부기관들은 각각 보유한 공간정보를 공유하고 함께 활용하기 위해 각 기관의 시스템을 연계하는 작업 수행 중
- 식품의약품안전처는 기상청, 국립환경과학원, 국민건강보험공단과 함께 '식중독 예측지도'를 작성하여 식약처 홈페이지 등을 통해 시범 서비스를 추진. 식중독 발생 정보, 기상·환경·진료정보와 함께 사회관계망서비스(SNS) 빅데이터를 융합, 지역별 발생 위험정보를 누구나 알기 쉽게 지도형태로 시각화하여 제공
- 서울 노원구에서는 주민들과 함께 자동심장충격기 지도서비스 제작. 950여개 자동심장충격기의 위치와 정보, 연락처, 사용법 등이 수록될 예정이며, 향후 119 구조대와 경찰순찰차, 응급의료기관의 정보도 지도를 통해 확인할 수 있어 심정지 환자 발생 시 효과적으로 대처할 수 있을 것으로 예측
- 경기 부천소방서에서는 화재 현장 활동 대원이 주변에 있는 소화전 위치를 빠르게 파악하여 사용할 수 있도록 스마트폰을 이용한 소화전 위치정보 시스템 구축



출처 : 노원뉴스(http://www.nowonnews.net/20170327s1/, 한국안전신문(http://www.119news.net/news/articleView.html?idxno=16096)

[그림 2-45] 스마트 노원 앱의 자동심장충격기 지도(좌) 및 부천소방서 소화전 위치정보시스템(우)

- 인포씨드는 국내 모든 지역을 10미터 단위 41억 개 격자로 나누고 지도상의 격자마다 세 단어로 구성된 한글 고유의 위치이름을 부여하여, 야외지역뿐만 아니라 복잡한 도심의 골목 안까지 정확하고 쉽게 확인하고 공유할 수 있는 위치기반 소통서비스 '어디야?'를 개발
- 국민안전처는 정확한 수색·구조, 중복 수색 방지 등을 위해 공간을 격자 모양으로 세분화해 구조대원과 조난자의 위치·지형 정보를 확인할 수 있는 모바일 119 수색·구조시스템을 개발해 시범 운영
- 수원시는 전국 최초로 스테이션(대여소) 없는 공영자전거 시스템 개발을 추진 중. GPS, 빅데이터 분석 등 첨단 IoT 기술을 결합한 자전거 대여·반납 체계로 스마트폰을 이용해 주변에 있는 공영자전거를 검색하고, 자전거에 부착된 바코드를 스캔, 무선통신으로 잠금을 해제한 후 이용할 수 있도록 개발 중

- KT는 학교의 정문 혹은 후문을 통과하면 전용 단말기를 통해 등하교 여부를 보호자에게 문자로 전송하는 등하교 안심 서비스 출시. 이 서비스는 전용앱을 통해 1시간 단위로 아이의 이동경로 및 실시간 현재 위치조회도 가능하며, 긴급호출 버튼을 누르면 경보음과 함께 보호자 휴대폰으로 긴급 메시지와 현재 위치 정보 발송
- 롯데백화점은 분당점 식품매장에 백화점 업계 최초로 무겁게 카트를 끌고 짐을 들고 다닐 필요가 없이 지정된 단말기를 들고 구매하고 싶은 상품 바코드를 찍고 결제하면 집에서 상품을 받아볼 수 있는 스마트쇼퍼 서비스 도입



출처 : 디지털타임스(http://www.dt.co.kr/contents.html), 머니투데이(http://m.mt.co.kr/renew/view.html)

[그림 2-46] 모바일 119 수색·구조 시스템(좌) 및 스마트쇼퍼 서비스 이용 흐름도(우)

- 벤츠코리아는 KT와 함께 긴급구조통화, 자동차 주변 AS센터 검색 등 간단한 위치기반 서비스부터 5G 초고속통신망을 활용한 차량·교통인프라 간 통신, 실시간 음성·화면 송수신 등 다양한 기능을 수행할 수 있는 커넥티드카 시스템 개발
- BMW코리아와 SK텔레콤은 5G 무선통신 커넥티드카 기술 연구 분야 협력을 위한 MOU 체결. 이 연구는 2020년 상용화를 앞두고 있는 5G 무선통신 기술을 미리 차량에 적용하여, 실제로 자동차 주행 환경에 미치는 영향을 알아보기 위한 시도로 영상 인식, 5G V2X(Vehicle to Infrastructure)와 4K UHD 영상 스트리밍, 360도 VR, 홀로그램 라이브 컨퍼런스, 5G 익스피리언스 버스, 드론 헬퍼(Drone Helper) 등 다양한 기술들에 대한 테스트를 진행 예정
- 현대엠엔소프트는 지난 1월부터 내비게이션·블랙박스의 제품 판매를 중지하고, 고정밀 전자지도, LBS, GIS 등 스마트카 소프트웨어 개발에 집중. 현재 현대엠엔소프트는 전국 2차선 도로의 고정밀지도 데이터를 보유하고 있으며, 다양한 IT 업체와의 협업을 통해 교통정보 클라우딩 서비스를 구축 예정
- 맵퍼스는 국내 진출한 수입차 업계에 커넥티드카 서비스를 지원하기 위해 아틀란 클라우드 서비스 센터를 개설. 실시간 지도 업데이트 및 교통정보를 반영한 경로탐색, 사고나 차량 이상 작동 발생 시 클라우드 서비스 센터에 바로 전달하는 안전서비스 등 통신을 기반으로 한 다양한 실시간 서비스 제공
- 파인드라이브는 차량 내 스마트폰과 같은 역할을 수행할 수 있는 자체통신모뎀을 탑재한 통신형 내비게이션 출시를 추진. 서버 기반의 빠른 길 탐색, 실시간 교통 정보 수신 등의 텔레매틱스 서비스와 스트리밍 서비스 기능까지 확대할 예정이며, 향후 차량 간 위치를 공유하는 기술 개발을 통해 서로의 목적지나 이동 경로를 내비게이션을 통해 확인하여 상대방 차량의 도착 예정 시간까지도 제공 예정



출처 : Platum(https://platum.kr/archives/51702)

[그림 2-47] 커넥티드 카(좌) 및 맵퍼스의 아틀란 클라우드 서비스(우)

- MBC 스마트특수영상제작팀은 불국사 관광명소 체험을 위한 4D용 VR 영상을 제작하여, VR 기반 불국사 관광 서비스 제공. 드론을 동원해 영상을 촬영하였으며 공간정보를 활용한 3D 재현 체험 가능
- 대림산업은 'e편한세상 상록' 분양을 앞두고 드론을 이용해 지역 일대를 항공 촬영한 후 3차원 입체 사진으로 지역조감 가상현실을 구축하여, 방문객들에게 체험 서비스 제공
- 현대백화점은 백화점을 가상화한 VR 스토어를 오픈. 궁극적인 지향점은 오프라인 매장과 온라인몰의 완전한 통합으로, 최근 해외쇼핑몰을 VR 서비스로 제공하기 위한 제휴를 추진 중

○ 국가에서는 공간정보 활용 및 서비스 개발 지원을 위해 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼(브이월드)을 구축·운영 중[110)]

- 공간정보 생산자와 수요자가 데이터를 거래하고 가치를 지불할 수 있는 오픈마켓(유통 플랫폼)도 구축·운영
- 또한, 공간정보 유통을 위해 국토교통부에서 운영·관리하는 국토정보플랫폼, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼과 행정안전부에서 운영·관리하는 공공데이터포털 등 다양한 유통채널을 운영 중

○ 공간정보는 타 분야와의 융·복합이 필수적이나, 국내의 경우 각 기관·업계 간 보유정보에 대한 공유·연계활용 부진[111)112)]

- 데이터 공동 활용을 위해 각 부처에 산재되어 있는 공간정보 관련 시스템 연계를 추진하고 있으나, 부처·기관 간 칸막이로 인한 한계가 존재*

  * 시스템 연계는 66개 기관 328종 시스템 중 41개 기관 88종에 불과

- 국토교통부 내 90개 시스템과 1,055개의 데이터가 구축되어 있으나, 현재는 각 시스템별로 대량의 데이터가 수집·축적되어 시스템 간 연계나 융합에 추가적인 비용과 노력이 필요한 실정[113)]
- 또한, 민간업체 간 공간정보를 거래할 수 있는 시스템인 '국가공간정보포털 오픈마켓'을 구축·운영 중이나, 민간 참여는 매우 저조한 수준*

  * '16.1.1 구축 후 입점 기업은 7개, 등록 데이터는 83종으로 실적 미미

110) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
111) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
112) 국토교통부, 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안, 2018
113) 국토연구원·한국교통연구원, 국토교통 빅데이터 추진전략 및 변화관리 방안 연구, 2018

- 이는 데이터의 갱신주기, 좌표계, 포맷 등이 상이하여 데이터의 호환성이 부족하고, 데이터의 품질 또한 제각각이어서 민간에서 실제 업무에 활용하기 위해 추가적인 가공비용이 소요되기 때문

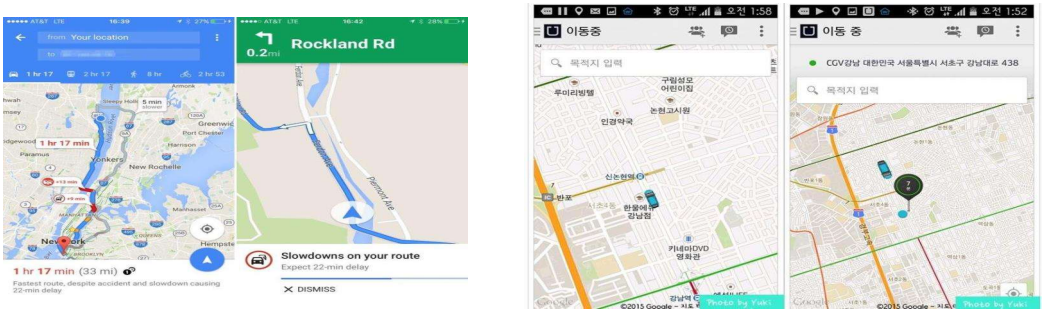
○ 범부처의 공간 빅데이터 공통기반으로서 활용성 증대를 위해 융합DB 구축범위 확대 필요[114)]

- 연계체계를 통해 수집된 정형·비정형 대량 데이터의 본격적 공간 빅데이터 분석을 위한 분석 역량 및 인프라 확충 필요
- 공간 빅데이터체계를 통해 공공분야는 물론 민간분야의 빅데이터 활용에 필요한 DB와 공간 분석모형을 지원함으로써 범정부적으로 정보 활용 효과를 극대화
- 급증하는 공공데이터 개방 및 활용 극대화의 요구에 부응하기 위해서는 더 많은 기관 간에 데이터 연계·연동이 요구됨에 따라 유사한 데이터 연계·연동 시스템의 개발 필요

【 국외 】

○ 개인비서, 인공지능 플랫폼 등과 같이 각종 정보들을 종합하여 다양한 상황에 대해 분석하고 판단하는 인공지능 기술개발이 활발히 진행 중

- 구글의 구글맵스 for API에서는 과거의 시간대 및 요일별 트래픽 데이터를 요약, 분석하여 '가장 좋은 여행 경로'를 제공하는 기능 추가
- 우버는 톰톰과의 글로벌 파트너쉽을 통해, 톰톰의 300개 도시의 지도 및 교통 정보 매핑 데이터를 기반으로 우버 드라이버 앱을 개발. 이 앱은 운전자의 요구사항(최상의 픽업 지점 등)에 따라 우선순위를 고려하여 경로를 탐색하고 정보를 제공



[그림 2-48] 구글 맵을 이용한 교통 정체구간 검색 및 최적 경로 탐색(좌), 우버 드라이버 앱(우)

- 페이스북의 커넥티드랩과 AI그룹 데이터 과학팀이 공동으로 고해상도 위성사진과 머신러닝이라는 인공지능 기술을 사용해 사진속에 찍힌 집을 찾아 지도에 표시하여, 매우 상세한 사람 거주지 지도인 정밀 거주 지도 제작
- 미츠비시 전기는 인공지능(AI)과 미쓰비시 모바일매핑시스템(MMS, Mobile Mapping System) 기술을 활용하여 고정밀 3차원 지도를 효율적으로 작성 및 갱신할 수 있는 자동매핑기술 개발

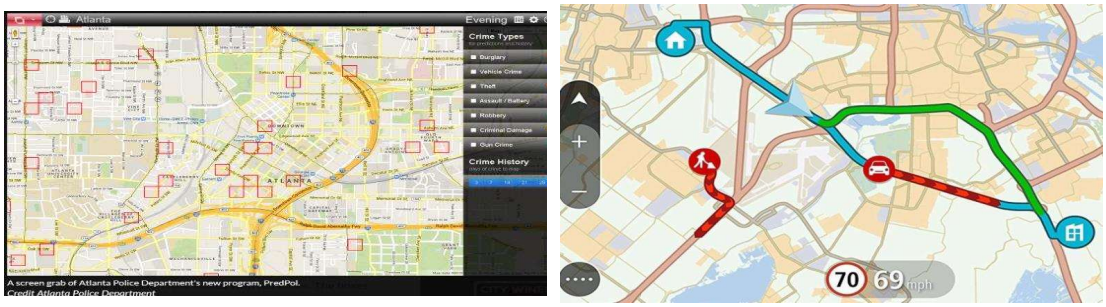
114) 국가공간정보포털, 공간빅데이터 서비스 개요(http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=2684)



출처 : 아이뉴스24(http://news.inews24.com/view/944435?rrf=nv, 인공지능신문(http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=8624)

[그림 2-49] 페이스북 정밀거주지도(좌) 및 미츠비시 인공지능 활용 기술(우)

- 두바이에서는 경찰 데이터베이스에 존재하는 기존 범죄 패턴을 분석하고, 범죄 발생 가능성이 높은 시기와 장소에 대한 예측데이터를 생성하여, 정보를 제공하는 범죄예측 치안 소프트웨어 출시
- 브랜팅엄 UCLA 인류학 교수와 몰러 산타클래라 대학교수는 과거 범죄가 발생한 기록 데이터(범죄 유형, 발생한 위치, 날짜와 시간 데이터)를 분석해 향후 발생할 범죄 유형과 지역을 예측하는 시스템인 프레드폴 개발
- 톰톰의 영국지사에서는 CES 2017에서 새로운 GPS 장치인 톰톰(Go)를 발표. 톰톰 고는 핸즈프리(음성인식)가 가능하고, 개인비서(Siri, Cortana 등)와 호환 가능하며, 운전자의 습관을 학습하고 목적지를 예측할 수 있도록 개발



출처 : 이데일리(http://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01233286615860040&mediaCodeNo=257)

[그림 2-50] 범죄예측프로그램 프레드폴(좌) 및 TOMTOM GO(우)

- 인디고고에서는 사용자의 방을 스캔 3D 이미지 맵을 생성하고, 가상의 리모컨 및 스위치를 생성하여 특정한 움직임과 동작을 감지하여 실내를 원격제어하는 Hayo 프로젝트를 진행 중
- 에머슨은 발전소의 가동상태를 미리 예측할 수 있는 통합제어·시뮬레이션 플랫폼 '오베이션 하이파이 임베디드 시뮬레이션'을 개발. 향후 산업용 사물인터넷 솔루션인 퍼베이시브 센싱을 비롯해 패턴인식, 분석도구 등의 기술을 통해 작업자가 실제 사고가 발생하기 전에 대처할 수 있도록 가상 발전소 제공 예정

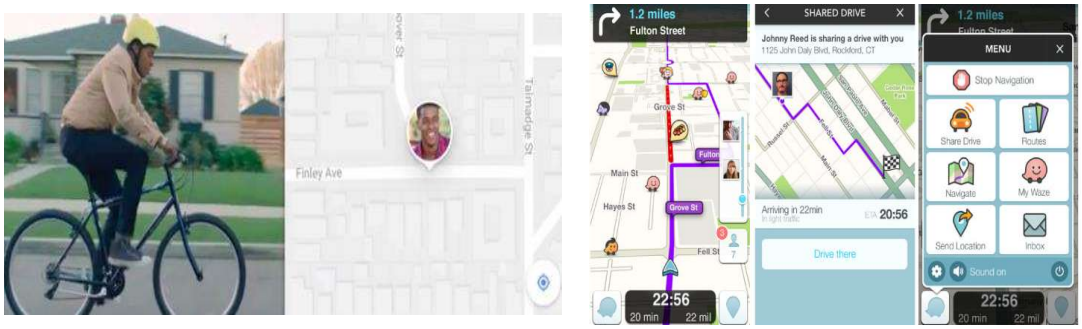


출처 : EPJ(http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=11701)

[그림 2-51] Hayo Project(좌) 및 오베이션 하이파이 시뮬레이션(우)

○ 통신망을 기반으로 위치정보를 공유하고 서로 연결하는 커넥티드 기술을 통해 현실과 가상공간을 연계하는 기술개발 진행

- 비글은 최근 트랭글 서버에 등록된 1,000만건 이상의 트랙 데이터를 활용하여 등산로, 자전거길, 둘레길을 모두 연결하여 '트랭글GPS' 음성 내비게이션 서비스를 업데이트. 등산로 경사도별 색상으로 코스의 난이도, 진입금지 구간은 회피, 이용자의 산행 데이터 분석을 통한 예상 소요 시간 등의 기능 제공
- 호주의 공간정보산업비즈니스협회(SIBA)에서는 BIM의 역할, 필요성, 중요성 등을 인식하여, 공간정보(Spatial Information)와 건축(Building Information Modeling) 환경의 통합을 위한 데이터 방침 연구를 통해 로드맵 수립
- 구글은 사용자 참여형 실시간 내비게이션 서비스 제공 업체인 웨이즈를 앞세워 차량공유 서비스에 본격적으로 참여. GPS 기능이 있는 스마트폰 사용자끼리 크라우드 소싱을 통해 도로 사고, 장애물, 교통혼잡 등 교통정보 및 도로정보를 실시간으로 공유하여, 이를 즉각 다른 운전자들과 공유할 수 있는 내비게이션 앱인 '웨이즈 라이더(Waze Rider)'앱 출시
- BMW, 아우디, 벤츠 다임러가 합작한 컨소시엄이 히어를 인수. 히어는 "오픈 위치 플랫폼 회사"로 일반적인 지도데이터만으로는 알기 어려운 도로 주행 중 사고 내역, 공사 알림 표시, 위치가 바뀐 도로표지판 등을 센서를 통해 히어가 관리하는 클라우드 서버로 전송하고, 클라우드 서버에서는 데이터들을 분석해 거의 실시간으로 서비스에 반영



[그림 2-52] 구글지도 앱의 위치공유(좌) 및 웨이즈 라이더(우)

- 네덜란드에서는 응급상황 발생 시 구급차가 도착하기를 기다리는 동안 도움을 줄 수 있는 자동제세동기를 장착한 무인항공기를 개발. 향후 양방향 라디오, 카메라 및 비디오 스크린을 장착하여 응급상황 발생 시 초기대응을 지원해 줄 수 있을 것으로 예상
- GoPro UAV에서는 제한 구역으로 비행하지 못하게 하는 비행 금지 구역 No-Fly Zones(지오펜싱 기술)을 내장한 UAV를 개발
- 메트로마일은 차량 내에 GPS(위성위치확인시스템) 텔레매틱스 기기를 설치해 이용자의 운전거리를 측정한 뒤 이를 토대로 보험료를 산정하는 이용량 기반 보험에 적용



출처 : GoProPilots(https://gopropilots.com/threads/karma-no-fly-zone-scheme.37/)

[그림 2-53] GoPro의 No-Fly Zones(좌) 및 메트로마일의 이용량 기반 보험광고(우)

- AR기술에 대한 글로벌 엔지니어링 및 건설회사인 Black & Veatch에서는 지오태그 헬멧을 통해 건설현장을 가상화하여, 건설현장(타워)에 필요한 기술 및 설계 데이터가 포함된 시각 필드를 통해 검토를 수행하는 등 현장 근무자에게 위치 관련 정보를 제공하는 데 활용
- 최근 아마존은 증강현실과 가상현실 기술을 도입해 오프라인 가구매장에서 고객이 주거환경에 가장 잘 어울리는 가구를 선택할 수 있도록 지원하는 방안 등 구매수요를 창출하기 위해 증강현실 기술을 매장에 도입

○ 선진국에서는 국가 공간정보 가공·유통을 위해 범정부적 차원에서 국가공간정보기반을 구축 중[115)]

- 미국은 1990년대부터 연방지리정보위원회(Federal Geographic Data Committee, FGDC)를 중심으로 국가차원에서 GIS 데이터 기반을 구축
- 유럽은 2007년 범유럽적인 공간 데이터를 구축하고 통합된 관리기반을 마련하기 위해 유럽연합 공간정보기반(Infrastructure for Spatial Information in the European Coummunity, INSPIRE)을 발표
- 영국은 지리원(Ordnance Survey, OS)을 중심으로 정부 주도로 공간정보를 관리하고 있으며, EU의 INSPIRE의 공간데이터 표준을 준수

115) 국토교통부, 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안, 2018

제6절 종합분석(PEST)

□ PEST 분석을 통한 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업의 시사점

	환경분석		시사점
정책 동향	• 공간정보는 현 정부 주요 국정과제인 고용 창출 및 일자리 확충을 위한 핵심 분야 - 공간정보 분야는 문재인 정부 100대 국정과제 중 "사회서비스 공공인프라 구축과 일자리 확충"과 "좋은 일자리 창출을 위한 서비스 산업 혁신" 과제 달성을 위한 신성장 동력 - 고용노동부는 '14년 고용영향평가에서 실시한 Top6 과제별 평가 중 공간정보 분야가 고용창출효과가 가장 우수한 것으로 발표	⇨	• 공간정보는 고용 창출 및 일자리 확충의 핵심 분야로, 국정과제 달성을 위해 공간정보에 대한 지속적인 R&D 투자 및 지원방안 마련 필요
	• 공간정보는 제13회 국가과학기술심의회 '미래성장동력특별위원회'에서 발표한 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 中 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목 • 국토교통부는 "혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통"이라는 비전 달성을 위한 전략으로서, 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성을 통한 공간정보 기술변화 대응 및 생태계 구축이 필요 - 국가 혁신성장 8대 선도사업인 스마트 시티, 자율주행차, 드론과 그 기반기술이 되는 공간정보 분야를 집중 육성하는 전략 수립		• 국가에서 추진하고 있는 혁신성장동력을 견인하기 위해 공간정보 분야 기술변화 대응 및 생태계 구축이 필요
경제 동향	• 첨단기술과 융·복합산업의 발전으로 경제구조는 지식 및 서비스 산업 중심으로 확대 - 스마트시티, 무인이동체, 스마트 건설 등 다양한 미래 유망 산업 분야의 공간정보 활용 증대에 따라 '20년 전세계 공간정보 시장은 약 497조 규모로 연평균 13.6% 증가 예상 • 과거에는 공간정보를 '생산·관리'하는 측량·DB 구축사업 위주였으나 최근 정보통신의 발달로 공간 기반의 서비스 수요가 증가함에 따라 공간정보를 '유통·활용·융복합'하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전	⇨	• 공간정보 시장의 성장과 공간정보 기반의 서비스 수요 증가에 따라 SW 및 서비스 분야 등 활용수요 기반의 융복합 공간정보 제공이 필요
	• 국내 공간정보산업은 주로 낮은 생산성을 가지는 저부가가치 산업 비중이 높으며, 산업 가치사슬 중 하위 단계인 생산·구축(측량 및 DB 구축업 등) 단계에 치중된 산업구조 문제를 보유 - 공간정보산업의 1인 평균 매출액은 '제조업', '도매 및 소매업', '출판, 영상, 방송통신 및 정보 서비스업', '건설업', '운수업' 대비 모두 낮게 나타남 • 국내 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 타 산업대비 다소 낮은 편으로 나타남		• 저부가가치 산업에 치중된 국내 공간정보 분야의 업무 생산성 향상을 위한 기술개발 필요
	• 융·복합 신산업 분야에서 공간정보 활용이 가속화되고 있으며 전세계적으로 고정밀 3차원 공간정보에 대한 수요가 증가되면서 공간정보에 대한 투자가 확대되는 추세 • 국내 공간정보의 경우 산업 구조가 취약하여 글로벌 경쟁력이 뒤처지고 제4차 산업혁명에 대비하기도 어려운 상황 - 정부와 기업 모두 투자가 단기적 혹은 파편적으로 진행되어 최근 관련분야의 핵심 연구 성과가 부족하고, 관련분야의 선도업체뿐만 아니라, 공간정보산업의 내수시장도 빈약		• 융·복합 신산업 분야의 공간정보 활용 수요가 급증하고 있으나, 국내 민간의 산업구조가 취약하여 기술개발 여력이 없는 상황이기 때문에 이를 지원할 수 있는 정부 R&D 추진이 필요

환경분석		시사점
사회 동향	• 공간정보 활용 분야의 다각화에 따른 생활 밀접형 新서비스 수요 증대 - 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 및 정책 수립의 기초자료로 공간정보의 수요가 증가 - 민간에서는 다양한 서비스*에 공간정보를 활용하고 있으며, 이러한 서비스 제공을 위해서는 공간정보와 다른 데이터와의 융·복합이 필수적 * 위치기반 마케팅, 웨어러블 센서기반 헬스케어 서비스 등	• 국가의 정책 수립과 민간의 서비스 수준 제고를 위해서는 공간정보와 행정정보, 통계정보, 센서정보 등 상호연계 및 융복합이 필요
	• 공간정보산업의 업무 특성상, 공간정보를 생산하는 측량 작업 시 작업자들은 하수맨홀, 자연터널, 도로, 군사접경지역, 지하관로, 공사현장, 해안선, 사고현장 등 위험하고 열악한 작업 환경*에 직접적으로 노출 * ('16년 7월) 도심지 경계측량업무 수행 중 오토바이 접촉사고로 인한 허리 골절사고 발생 * ('17년 3월) 경계복원 측량시 경사면에 주차된 차량이 밀리면서 정강이 골절사고 발생 * ('17년 8월) 현장 경계측량 작업 중 돌담이 무너지는 추락사고로 인한 다리 골절사고 발생 * ('19년 5월) GNSS 관측 업무 중 트럭과의 충돌사고 발생	• 공간정보를 생산·구축하기 위한 측량작업 환경이 매우 열악하여 작업자들의 위험노출 최소화를 위한 방안 마련이 필요
	• 자율주행차, 드론 등 무인이동체 분야는 안전한 운행을 위해서는 실시간 데이터, 상황정보 등의 제공이 필요 - 자율주행차와 드론은 도로 및 항공의 모든 정보를 정확하게 알고 있어야만 안전하고 정확하게 운행 가능 - 도로나 환경정보가 정밀 3차원 도로지도로 구축되어야 하며, 도로의 상태 및 환경상태를 자동차에게 미리 알려줄 수 있는 체계가 IoT로 구축 되어야하는 등 많은 공간정보 구축, 유지, 활용 기술이 필요	• 자율주행차, 드론 등의 사회적 수용성 향상을 위하여, 안전하고 정확한 운행을 지원할 수 있는 공간정보, 실시간 상황정보 등 다양한 데이터의 연계 ·활용이 필요
기술 동향	• 타 산업에서는 높은 수준의 공간정보 수요가 예측되고 있으나, 국내 기술수준이 미흡하여 맞춤형 공간정보 제공이 어려운 상황 - 국내 공간정보 '18년 기술 수준은 77.0%로 '16년 대비 3.7% 하락하였으나, 중국의 '18년 기술 수준은 '16년 대비 9.5% 상승하며 순위 역전	• 타 산업의 수요에 맞는 공간정보를 제공하기 위해 기술수준을 높이고, 전 세계적인 경쟁에서 우위를 점할 수 있는 기술경쟁력 확보 필요
	• 부처별 활용 분야에 따라 공간정보 관련 기술을 각각 개발하고 있으므로 시간과 비용이 중복적으로 투자되어 효율성 저하 및 공동활용에 한계가 존재	• 부처별 활용 목적에 따른 산발적·파편적 방식이 아닌 공간정보 全 주기적 관점을 고려한 종합적 기술개발 필요
	• 급증하는 공공데이터 개방 및 활용 극대화의 요구에 부응하기 위해서는 대용량의 데이터가 실시간으로 제공될 수 있는 디지털 인프라가 필요 - 현재 제공되는 공간정보 오픈 플랫폼은 실시간 정보 제공이 불가능하며, 정형·비정형 데이터가 대용량화 됨에 따라 인프라 확충이 필요한 상황	• 대용량 공간정보를 다양한 수요 분야에 맞춤형으로 실시간 제공할 수 있는 디지털 인프라 구축기술 개발
	• 다양한 분야에서 공간정보를 활용한 인공지능 기반의 분석 서비스 제공*을 목표로하고 있으나, 이를 지원할 수 있는 분석 기술이 부재한 상황 * (자율주행차) 빅데이터 기반 인공지능 교통운영시스템 (재난대응) 고정밀 3차원 시뮬레이션을 통한 재난예방 (스마트 시티) 공간지능정보 기반 지속가능한 도시서비스 제공	• 사용자 맞춤형 융복합 공간정보의 분석 기술개발이 필요
	• 국내 활용되고 있는 공간정보 관련 H/W 및 S/W의 국산 대비 외산비율이 압도적으로 높아, 외산 의존도가 심각한 상황 - 외산 H/W 및 S/W를 지속적으로 사용하면 막대한 운영·유지 비용이 소요되며, 다양한 분야에서 맞춤형으로 활용하는데 한계가 존재	• 국내 공간정보 기술자립도를 향상시키기 위한 국산화 기술 개발 필요

제3장

국내 R&D 역량분석

제1절 R&D 투자동향

제2절 디지털 라이브 국토정보 관련 기술역량 분석

제3절 R&D 인프라 현황

제4절 법·제도적 현황

제3장 국내 R&D 역량분석

제1절 R&D 투자동향

1. 국가연구개발사업과 공간정보 R&D

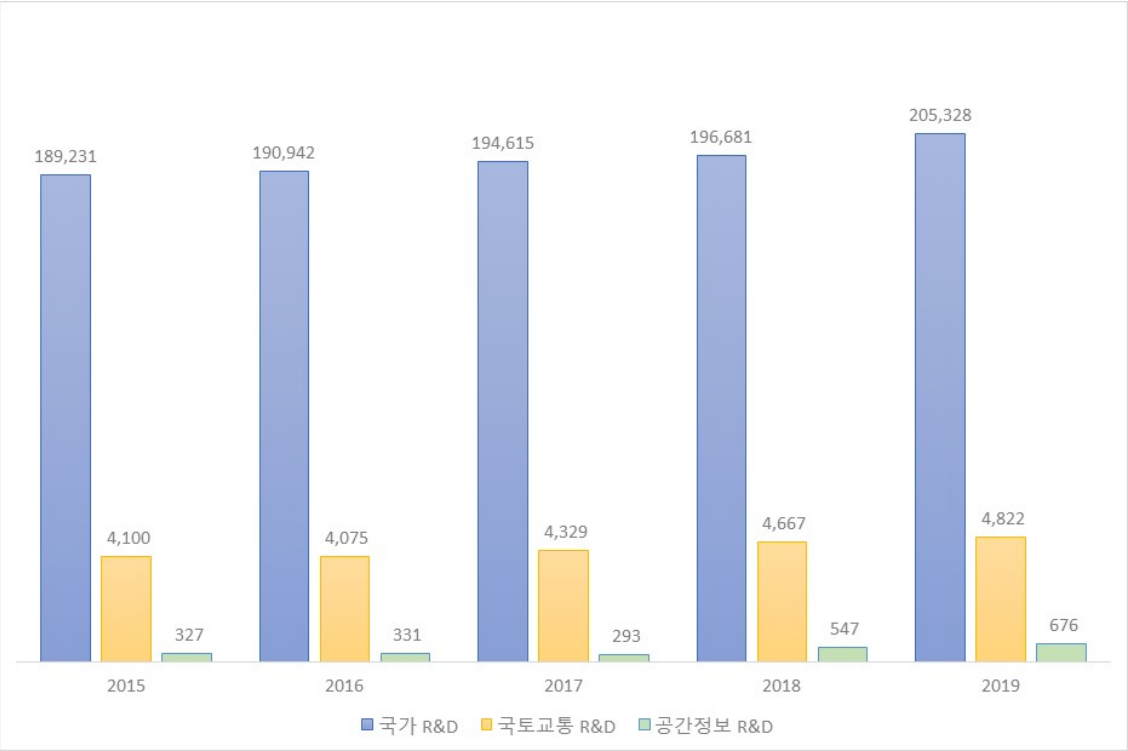
□ **'19년 국가연구개발사업의 예산은 20조 5,328억 원으로 전년 대비 약 4.4% 증가하였으며, 미래 대비 과학기술 혁신 역량을 강화하는 가운데, 경제활력과 국민의 행복을 창출하고 R&D 투자 효율성 개선에도 박차**

○ 국가 R&D 투자동향을 살펴보면 '15년부터 매년 꾸준히 증가하고 있으며, 국토교통 R&D 예산은 '16년 소폭 감소했다가 다시 꾸준히 증가하는 추세

○ '19년 기준 국토교통 R&D는 국가연구개발사업 총 예산의 약 2.35%로, 4,822억 원의 규모로 국토기술, 교통기술, 기반구축 등 3가지 유형으로 추진

○ 공간정보 R&D는 '17년 소폭 감소하였다가 '18년부터 대폭 증가하여 '19년 676억 원 규모

(단위: 억 원)



출처 : 국토교통과학기술진흥원(2018) 2019년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획, 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-1] 국가연구개발사업과 국토교통 R&D 사업의 투자 동향

2. 디지털 라이브 국토정보 기술 관련 투자동향

2.1 분석 개요

○ **(목적)** 우리나라는 공간정보 산업의 발전과 디지털 라이브 국토정보 기술 고도화를 통한 국토정보 활용 서비스 편의성을 확보하기 위해 국가연구개발에 지속적으로 투자하고 있으며, 디지털 라이브 국토정보 관련 정부 R&D 투자동향 분석을 통해 국내 연구개발 역량 진단의 참고자료로 활용

○ **(조사범위)** 최근 5년(`15~`19년)간 국가연구개발사업 및 과제

○ **(검색범위)** 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해, 전체 R&D 들을 대상으로 공간정보분야와 연관이 있는 과제들을 아래의 검색어를 활용하여 포괄적으로 조사

○ **(검색어)** 공간정보+플랫폼; 공간정보+갱신; 공간정보+AI; 공간정보+측위; 공간정보+변화탐지; 공간정보+갱신

○ **(분석항목)** 연도별, 부처별, 연구단계별, 수행기관별, 적용처별 정부 R&D 출연금 및 과제 수

2.2 분석 결과

□ 연도별 투자동향

○ ’15년 이후 공간정보 분야의 정부 R&D 연구비 투자는 연평균 약 434억 원이고, 전체 R&D 대비 공간정보 분야의 투자 비중은 연평균 0.22% 수준이며, 급격한 증가 추세를 보이는 전체 R&D 예산에 비해 공간정보 정부연구비 투자는 미흡

- 정부연구비는 `15년 327억 원에서 `17년 293억 원으로 0.89배 감소하였으나 `19년 676억 원으로 전년도 대비 1.24배 증가
- 공간정보 분야의 정부 R&D 과제 수는 연평균 7.3%로 꾸준히 증가하고 있으며 ‘15년 88건에서 ’19년 125건으로 약 1.4배 증가

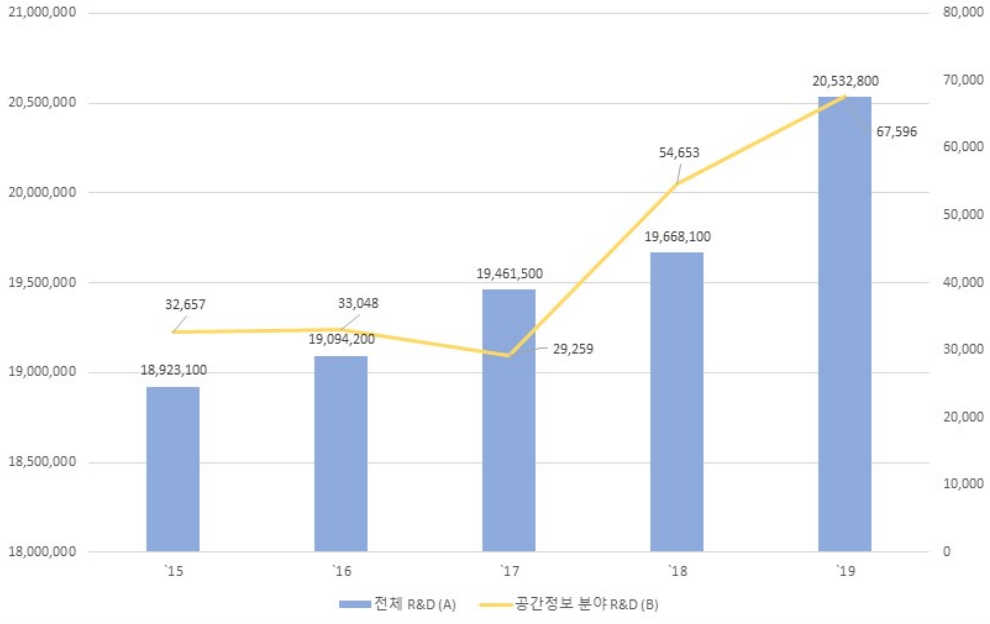
〈표 3-1〉 우리나라 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황

(단위: 백만 원, %)

구분	`15	`16	`17	`18	`19
전체 R&D (A)	18,923,100	19,094,200	19,461,500	19,668,100	20,532,800
공간정보 분야 R&D (B)	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596
국가 R&D 중 공간정보 분야 투자 비중 (B/A)	0.17	0.17	0.15	0.28	0.33

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-2] 전체 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황

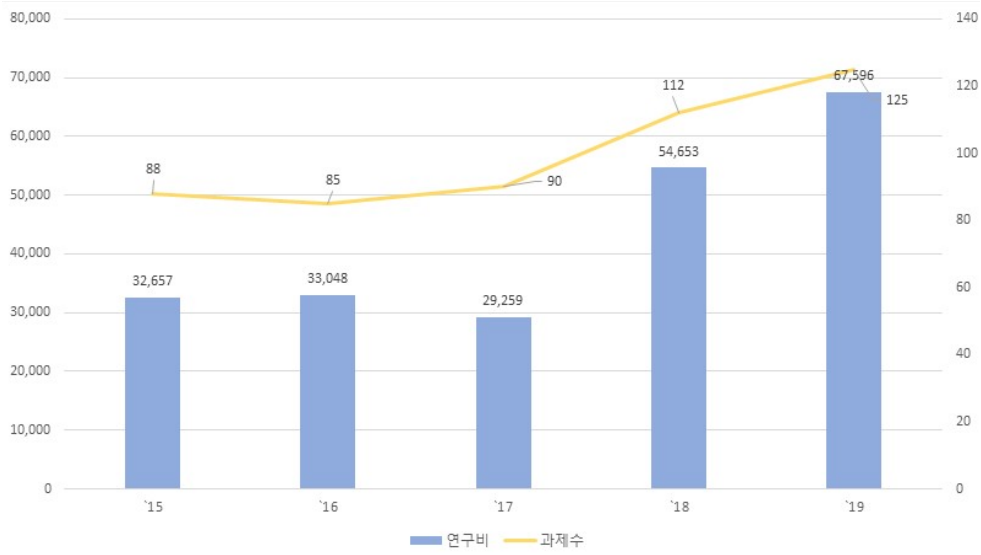
〈표 3-2〉 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 및 과제 현황

(단위: 백만원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	총 합계	CAGR
정부 연구비	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596	217,214	15.7
과제 수	88	85	90	112	125	500	7.27

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원, %)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-3] 공간정보 관련 분야 정부 R&D 예산 투자 현황

□ 부처별 투자동향

○ 최근 5년간('15~'19) 공간정보 관련 분야 부처별 R&D 투자현황을 살펴보면 국토교통부가 896억 원(41.3%)으로 가장 많이 투자한 것을 알 수 있음

- 부처별 R&D 투자 비중은 국토교통부, 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 행정안전부, 문화체육관광부 순으로 높게 나타나며, 총 15개의 부처에서 수행
- `15년 국토부의 예산은 170억 원에서 `17년 162억 원으로 감소했다가 `19년 197억 원으로 증가
- 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 행정안전부 모두 '17년에 감소하였다가 다시 증가하는 추세

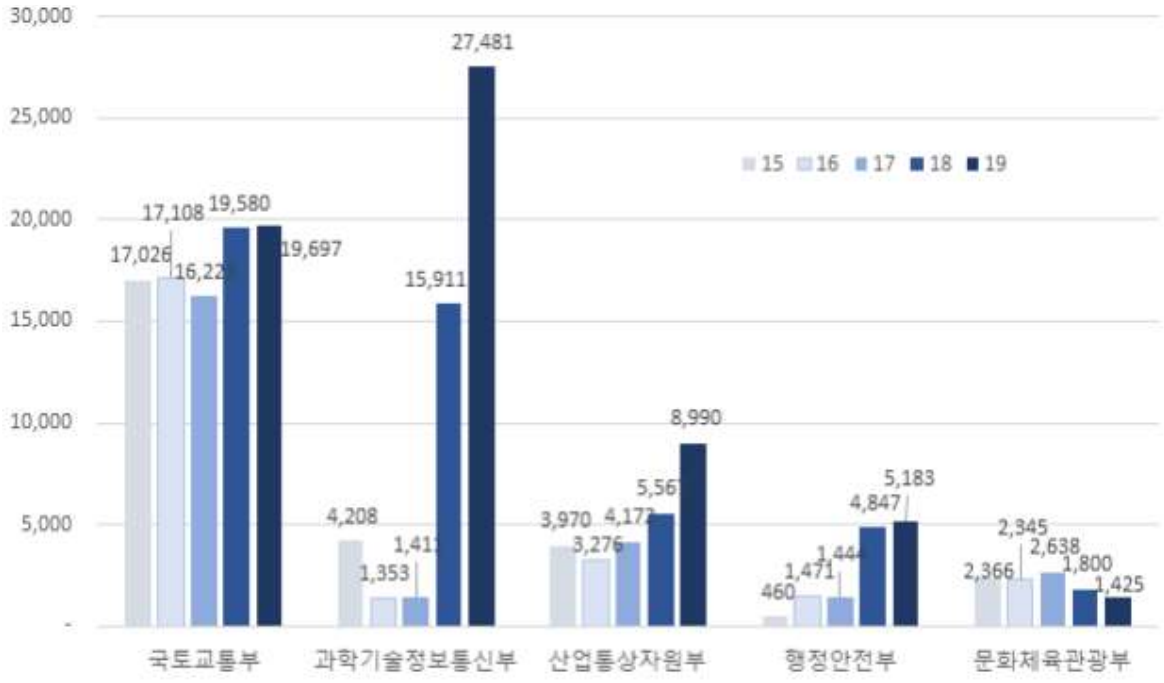
〈표 3-3〉 부처별 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황

(단위: 백만 원, %)

부처명	`15	`16	`17	`18	`19	합 계	비 중
국토교통부	17,026	17,108	16,223	19,580	19,697	89,635	41.27
과학기술정보통신부	4,208	1,353	1,411	15,911	27,481	50,364	23.19
산업통상자원부	3,970	3,276	4,172	5,567	8,990	25,975	11.96
행정안전부	460	1,471	1,444	4,847	5,183	13,405	6.17
문화체육관광부	2,366	2,345	2,638	1,800	1,425	10,573	4.87
중소벤처기업부	1,394	1,787	1,321	1,410	1,629	7,541	3.47
해양수산부	1,312	3,423	0	0	1,014	5,749	2.65
환경부	200	200	0	3,476	95	3,971	1.83
교육부	547	971	722	708	818	3,767	1.73
농촌진흥청	290	295	420	420	454	1,879	0.86
농림축산식품부	513	501	349	91	181	1,635	0.75
산림청	0	178	474	196	510	1,358	0.63
문화재청	311	0	0	316	0	627	0.29
기상청	0	0	85	300	0	385	0.18
국무조정실	60	140	0	30	119	350	0.16
합 계	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596	217,214	100.0

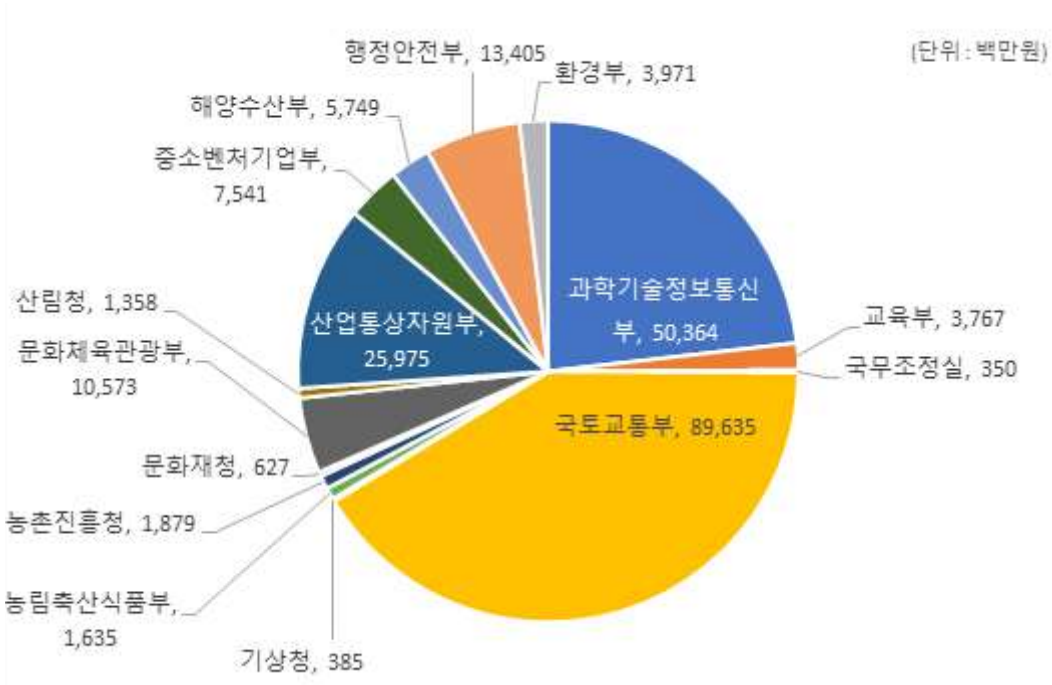
출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-4] 부처별 R&D 투자 비중 중 상위 5개 부처의 투자 규모



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-5] 부처별 공간정보분야 투자비중 ('15~'19 투자액 합계)

○ 국토부는 타 부처에 비해 대형 R&D 과제 위주로 투자

- 국토부는 총 896억 원을 105개 과제를 지원하고 있으며 과제당 평균 연구비는 8.5억 원 수준
- 교육부는 과제 수는 80개로 많은 지원을 하고 있으나 과제당 평균 연구비는 0.5억 원 수준

〈표 3-4〉 부처별 공간정보 관련 분야 R&D 과제당 평균 연구비 현황

(단위: 백만 원, 개)

구분	정부 연구비	과제수	과제당 평균 연구비
과학기술정보통신부	50,364	102	494
교육부	3,767	80	47
국토교통부	89,635	105	854
산업통상자원부	25,975	44	590
중소벤처기업부	7,541	76	99

※ 과제 수 상위 5개 부처의 정부 연구비, 과제수 를 분석함

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

□ 연구단계별 투자동향

○ `15~`19년 공간정보 관련 R&D 개발단계에 약 1,319억 원(60.7%)으로 가장 많은 투자가 이루어지고 있으며, 응용, 개발, 기타단계의 연구비 투자는 전년도에 비해 감소하는 추세

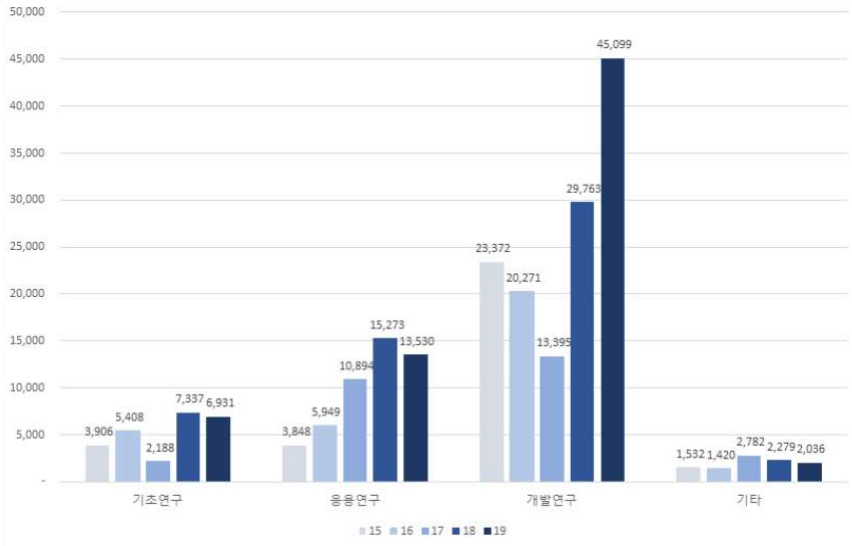
〈표 3-5〉 공간정보 관련 분야 연구단계별 R&D 예산 투자 현황

(단위: 백만 원)

구분	`15	`16	`17	`18	`19	합 계
기초연구	3,906	5,408	2,188	7,337	6,931	25,770
응용연구	3,848	5,949	10,894	15,273	13,530	49,494
개발연구	2,332	20,271	13,395	29,763	45,099	131,901
기타	1,532	1,420	2,782	2,279	2,036	10,049
합 계	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596	217,214

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-6] 연구단계에 따른 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황

○ 국무조정실, 기상청, 문화재청, 산림청, 해양수산부, 환경부를 제외한 부처에서 공간정보 관련 R&D 중 개발연구가 차지하는 비중이 높으며, 특히 국토부는 전체 공간정보 분야 R&D의 98.3% 이상을 응용·개발연구에 투자

〈표 3-6〉 부처별 연구단계에 따른 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황

(단위: 백만 원)

구분	기초연구	응용연구	개발연구	기타
과학기술정보통신부	12,757	6,832	30,087	688
교육부	3,394	94	180	100
국무조정실	100	-	70	180
국토교통부	1,491	25,747	62,396	-
기상청	-	385	-	-
농림축산식품부	-	40	1,317	278
농촌진흥청	380	764	735	-
문화재청	311	-	-	316
문화체육관광부	-	-	2,431	8,143
산림청	1,258	100	-	-
산업통상자원부	130	8,415	17,082	345
중소벤처기업부	-	-	7,541	-
해양수산부	5,749	-	-	-
행정안전부	-	3,343	10,062	-
환경부	200	3,771	-	-
합 계	25,770	49,494	131,901	10,049

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

□ 연구수행주체별 투자동향

○ 정부 R&D 투자금을 기준으로 출연연(48.5%), 산업체(29.2%), 대학(15.6%)로 나타났으며, 과제 수 기준으로 대학(40%), 산업체(31.6%), 출연연(23.8%)의 비중을 보임

○ 대학에 투자된 정부 연구비는 '17년부터 증가하는 추세를 보이고 있으며, 출연연의 경우 '17년 크게 감소하였다가 '18년부터 급증하는 추세를 보임

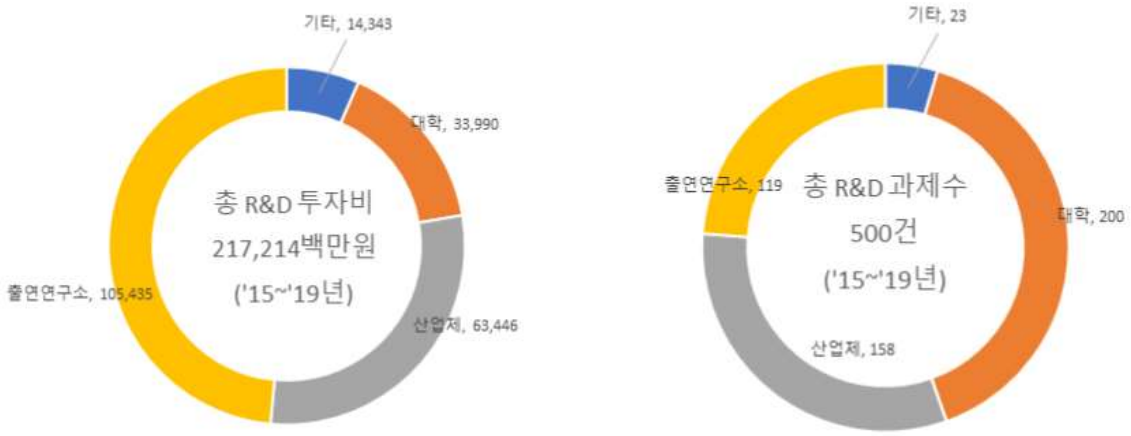
〈표 3-7〉 수행기관별 공간정보 관련 분야 R&D 투자 현황

(단위: 백만 원, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	합 계	비 중
대학	5,349	5,205	6,849	7,836	8,751	33,990	11.9
출연연	12,596	18,481	9,692	26,631	38,035	105,435	22.8
산업체	11,406	8,066	10,202	15,600	18,172	63,446	60.7
기타	3,307	1,296	2,516	4,586	2,638	14,343	4.6
합 계	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596	217,214	100.0

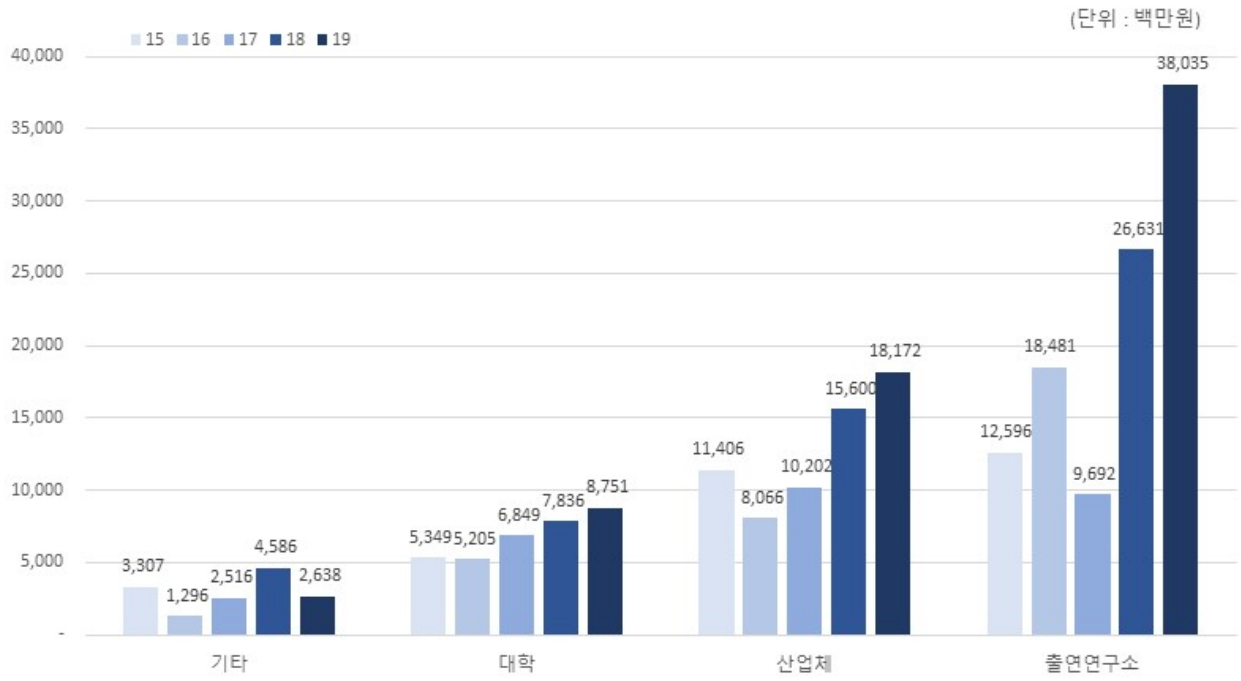
출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원, 개)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-7] 수행기관별 공간정보 R&D 예산 투자 현황 및 과제 현황



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 3-8] 수행기관별 공간정보 R&D 연도별 예산 투자 현황

제2절 디지털 라이브 국토정보 관련 기술역량 분석

1. 특허/논문 동향 분석

1.1 특허 분석

(1) 분석개요

□ 분석범위 및 방법

○ 국내, 일본, 미국 및 유럽 공개/등록특허를 특허분석 대상으로 하여 각 기술분류에 부합하는 유효특허를 추출하였으며, 2018년 4월(검색일 기준)까지 출원공개 된 유효특허 총 1,985건을 분석대상으로 선정

〈표 3-8〉 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개/등록특허 (공개/등록일 기준)	국내	WINTELIPS	~ 현재 (2018.4)	특허공개 및 등록 전체문서
	일본			특허공개 및 등록 전체문서
	미국			특허공개, 특허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
	유럽			EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

□ 분석대상 기술 및 검색식 도출

○ 본 특허 기술동향조사 분석에서는 산·학·연 전문가들의 논의를 거쳐 확정된 공간정보기술 분류체계*를 기준으로 정량분석 실시

* 사업 사전 기획(「공간정보 융·복합 산업 창출을 위한 핵심 기술 기획(국토교통부, 2017)」)을 통해 도출된 공간정보기술분류체계를 3대 중점분야를 기준으로 특허검색식을 구성

○ 특허 검색을 위한 핵심키워드는 사전 기획 결과로 도출된 공간정보 융·복합 핵심 기술 기반으로 키워드를 도출하였으며, 도출한 키워드들을 조합하여 각 중분류 기술별 특허 검색식 작성

〈표 3-9〉 분석대상 기술 및 특허 검색식 도출

대분류		중분류	
공간정보	A	초정밀 디지털 국토 구축	A1
		초연결 라이브 국토 실현	A2
		초대용량 디지털 라이브 국토 활용	A3

〈표 3-10〉 특허 검색식

대분류	중분류
[A] "공간정보" ((공간정보* 국토정보* 지리정보* 건물정보* 실내정보* 실외정보* 거리정보* 지형정보* 지역정보* 국토공간정보* 실내공간정보* 건물공간정보* 실외공간정보* 거리공간정보* 공간데이터* 국토데이터* 지리데이터* 건물데이터* 실내데이터* 실외데이터* 국토공간데이터* 실내공간데이터* 건물공간데이터* 실외공간데이터* 거리공간데이터* 지형데이터* 지역데이터* 공간빅데이터* 국토빅데이터* 지리빅데이터* 건물빅데이터* 실내빅데이터* 실외빅데이터* 거리빅데이터* 국토공간빅데이터* 실내공간빅데이터* 건물공간빅데이터* 실외공간빅데이터* 거리공간빅데이터* 지형빅데이터* 공간상황* 국토상황* 지리상황* 건물상황* 실내상황* 실외상황* 거리상황* 국토공간상황* 실내공간상황* 건물공간상황* 실외공간상황* 거리공간상황* 지형상황* ((공간* 국토* 지리* 건물* 실내* 실외* 거리* 지형* 지역*) ADJ (정보* 데이터* 데이타* 인포메이션* 빅데이터* 빅데이타* 상황*)) ((spatial* spatio* geo* infrastructure* territory* country* street* building* tower* indoor* outdoor* city* civic* region* land* topographic* cartograph*) NEAR3 (informat* position* locat* situation* report* data* intelligence*)) spatial-data* spatial-information*))	[A1] "획득 OR 측위" (정보생산* 정보생성* 정보획득 생성* 생산* 구축* 형성* 제작* 창조* 획득* creat* generat* get captur* construc*) "실시간 AND 정밀 AND 측위" (실시간* 리얼타임* 연속* 지속* 계속* 상시* realtime* real-time fast* quick* immediate* instant* prompt*) AND (정밀* 고정밀* 정교* 정확* 세밀* accura* precis*) AND (측위* gps 위성* 실내측위* 실외측위* 위치측정* (위치* ADJ 측정*) positioning localiz* (satellite ADJ navigat*) ((local location position) NEAR2 (measur* determin* calibrat* sensing* estimat* calculat*)))
	[A2] "관리 OR 운영 OR 연결" (관리* 관제* 통제* 제어* 감독* 매니징* 운영* 운용* 컨트롤* 콘트롤* 컨트럴* 매니지먼트* 메니지먼트* 통재* manage* control* 갱신* 경신* 업데이트* 업뎃* 업데이팅* update* 업대이트* 수정* 리뉴얼* 변경* renew* modify* modifi* rectify* rectifi* revise* revisi* correction* change* changi* alter*)
	[A3] "플랫폼 OR 컴퓨팅 OR 클라우드" (플랫폼* 플렛폼* 플래폼* 플레폼* 플랫포옴* 플렛포옴* 프레임워크* 프레임웍크* 프레임-워크* 프레임-웍크* ((프레임 후레임) ADJ (워크* 웍크*)) platform* framework* frame-work* (frame ADJ work*)) (클라우드* 클라우딩* 크라우드* 크라우딩* cloud* OR 블록체인* 블락체인* blockchain* block-chain* (block ADJ chain*))

□ 특허기술동향조사 분석방법

○ 본 특허기술동향조사는 특허동향분석(정량분석)을 수행하며, 특허동향 분석은 특허기술 Landscape와 주요 출원인 분석, 세부기술별 Landscape을 분석

○ 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽특허(EPO) 등 주요 국가별 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수, 출원건수의 증감정도 분석을 통한 특허기술 성장 단계 분석

○ 주요 출원인 분석에서는 상위 다출원인을 도출하여 해당 출원인의 기술 확보력, 주력기술분야, 특허출원 밀집도 등을 분석

(2) 분석 결과

□ 공간정보분야 특허출원 동향분석

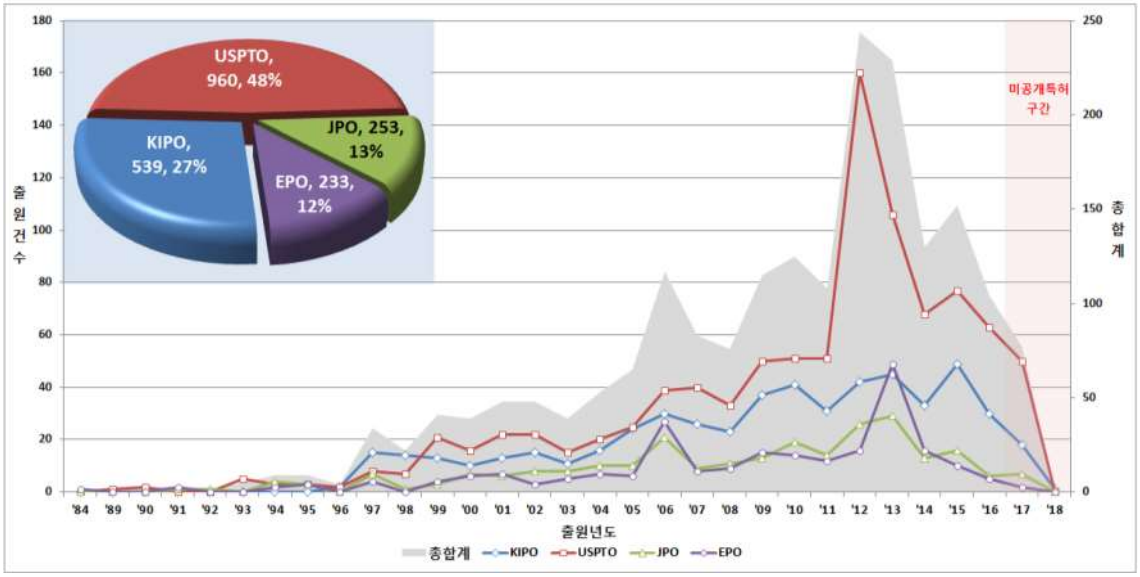
○ **(국가별 출원현황)** 특허 출원건수는 총 1,985건으로, 미국특허(USPTO)가 960건으로 약 절반가량을 차지하고 있으며, 그 뒤로 한국특허(KIPO) 539건(27%), 일본특허(JPO) 253건(13%), 유럽특허(EPO)가 233건(12%)을 차지

- 총 출원건수의 연도별 흐름을 보면, 전체적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 2006년, 2010년, 2012년의 경우 전년도 대비 큰 폭으로 특허출원이 증가하였고, 특히 2012년에는 전년도 출원건수의 2배가 넘는 특허가 출원

- 국가별 총 출원건수에 차이는 있으나 출원 증감경향이 유사한 것으로 보아 디지털 국토 공간정보 기술에 대한 관심이 전반적으로 높아지고 있으며, 연구개발 또한 증가하고 있는 것으로 판단

※ 단, 특허출원 후 1년 6개월이 경과하여야 공개되는 특허제도의 특성상 2017년 이후 데이터는 실제 출원이 이루어졌으나 아직 공개되지 않아 분석 데이터에 포함되지 않은 경우도 있어 명확한 의미 부여에 한계

※ 해외 특허 검색 시 영문 키워드를 사용하였으므로, 독일어 등 유럽국가의 언어를 모두 추출해 내지는 못한다는 점에서 유럽국가의 특허 검색에 한계 존재



[그림 3-9] 국가별 전체 특허출원 동향

○ **(주요 출원인 분석)** 주요 시장국의 내·외국인 특허출원 경향을 살펴보면, 미국특허, 한국특허에서 내국인 출원 비중이 높으며, 일본특허, 유럽특허에서 외국인 출원 비중이 높은 것으로 조사

- 미국 국적 출원인은 1,217건의 특허를 출원하여 주요 시장국 총출원의 61.3%를 차지해 공간정보기술을 이끌어 나가는 선도국가에 해당하며, 자국뿐만 아니라 타국에도 적극적으로 특허를 출원하고 있는 것으로 분석

※ 미국 국적 출원인은 국가별로 자국특허의 82%, 유럽특허의 75%, 일본특허의 60%, 한국특허의 19%를 차지

- 한국 국적의 출원인은 530건의 특허를 출원하여 주요 시장국 총출원의 27%를 차지하였으며, 출원건수에서는 주요 시장국 중 2위에 해당하지만 자국 특허에서만 주도권을 가지며 타국에서의 권리성 확보는 미미한 것으로 판단

※ 한국 국적 출원인은 국가별로 자국특허의 80%, 미국특허의 8%, 일본특허의 8%, 유럽특허의 8%를 차지함

〈표 3-11〉 출원인 국적에 따른 특허 출원건수

(단위 : 건, %)

출원인 국적	주요 IP시장국				합계	총 출원건수 대비 비중(%)
	KIPO	USPTO	JPO	EPO		
미국(US)	100 (8%)	790 (65%)	153 (13%)	174 (14%)	1,217 (100%)	61.3
한국(KR)	432 (82%)	74 (14%)	19 (4%)	5 (1%)	530 (100%)	26.7
일본(JP)	4 (3%)	32 (26%)	69 (57%)	17 (14%)	122 (100%)	6.1
유럽(EP)	1 (2%)	34 (52%)	4 (6%)	27 (41%)	66 (100%)	3.3
중국(CN)	1 (8%)	7 (54%)	3 (23%)	2 (15%)	13 (100%)	0.7
이스라엘(IL)	-	5 (50%)	3 (30%)	2 (20%)	10 (100%)	0.5
캐나다(CA)	-	6 (75%)	-	2 (25%)	8 (100%)	0.4
인도(IN)	-	2 (40%)	1 (20%)	2 (40%)	5 (100%)	0.3
케이맨제도(KY)	-	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)	4 (100%)	0.2
대만(TW)	1 (25%)	3 (75%)	-	-	4 (100%)	0.2
오스트레일리아(AU)	-	2 (67%)	-	1 (33%)	3 (100%)	0.2
홍콩(HK)	-	2 (1%)	-	-	2 (100%)	0.1
이집트(EG)	-	1 (1%)	-	-	1 (100%)	0.1

○ **(상위출원인 분석)** 공간정보 분야의 출원인 중 TOP 10에 속하는 상위 출원인은 미국 국적의 출원인 7개사, 한국 국적의 출원인 3개사로 구성

- 상위 출원인으로는 미국 국적의 퀄컴(Qualcomm), 마이크로소프트(Microsoft), 오블롱(Oblong), 구글(Google), 애플(Apple), IBM, 오라클(Oracle), 한국 국적의 한국전자통신연구원, 케이티(KT), 네이버 등이 있으며, 이들은 모두 자국의 특허에 우선적으로 출원 중
- 오라클(Oracle)을 제외한 미국 국적의 출원인은 주요 시장국 모두에 특허를 출원하여 글로벌 특허권을 확보하려는 전략 구사

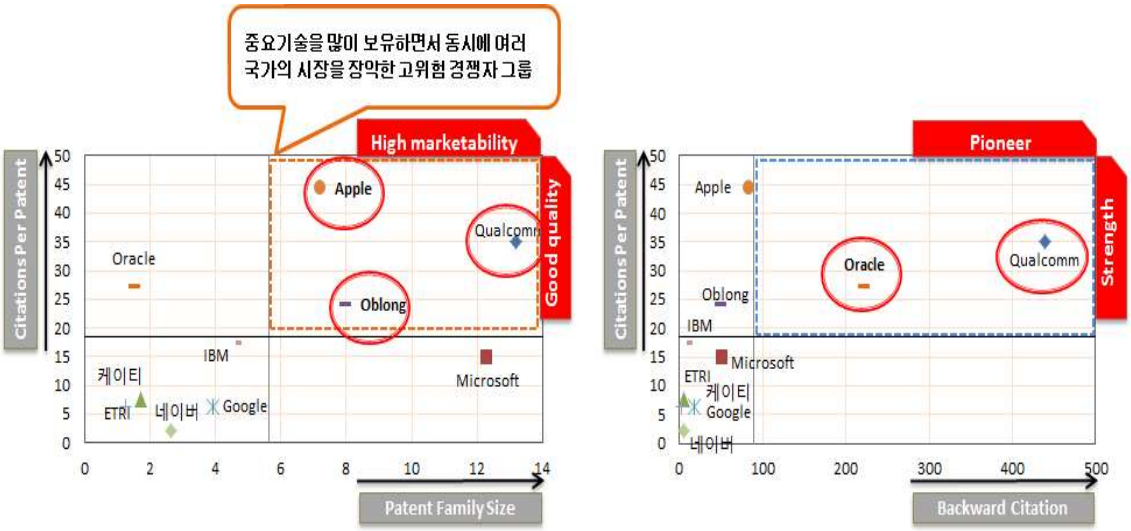
  ※ 한국전자통신연구원은 다수의 미국특허 및 일본특허 3건을 출원하였으며, KT는 미국특허 3건, 네이버는 미국특허 6건, 일본특허 6건을 출원

- 3극 패밀리 수, 즉 주요시장국(미국, 일본, 유럽) 모두에 출원한 특허 관련하여 미국 국적의 오블롱(Oblong)은 출원한 특허 모두 3극 패밀리를 보유하고 있고 퀄컴(Qualcomm)은 95%가 3극 패밀리를 보유하고 있으며, 한국 국적의 한국전자통신연구원, 케이티(KT), 네이버 및 미국 국적의 오라클(Oracle)은 3극 패밀리 전무
- 해당 특허의 기술적 우수성을 판단해볼 수 있는 지표인 피인용지수를 보면, 애플(Apple)이 34.19로 가장 높고 그 다음으로 마이크로소프트(Microsoft) 23.82, IBM 19.64, 오라클(Oracle) 18.68로 나타남

〈표 3-12〉 상위출원인 주요시장국 특허출원 현황

구분 / 발행인	발행인 국적	주요 IP시장국(건)						3극 패밀리 수 (비율)	시장 확보 지수	피인용 지수	주력 기술 분야
		전체 건수	KIPO	USPTO	JPO	EPO	시장국 수				
퀄컴 (Qualcomm)	미국	187	42	60	48	37	4	177 (95%)	12.18	10.25	A3
한국전자 통신연구원	한국	186	134	49	3	0	3	-	1.67	4.66	A3
구글 (Google)	미국	82	4	57	8	13	4	33 (40%)	4.22	5.37	A3
애플 (Apple)	미국	78	3	59	3	13	4	24 (31%)	7.38	34.19	A1
케이티(KT)	한국	63	60	3	0	0	2	-	1.19	6.25	A3
IBM	미국	42	2	21	12	7	4	23 (55%)	4.29	19.64	A3
오라클 (Oracle)	미국	22	0	22	0	0	1	-	1.68	18.68	A3

○ **(질적 수준 및 시장 확보력 분석)** 네이버, 케이티 등 국내 기업은 질적 수준 및 시장 확보력에서 퀄컴, 애플, 오블롱 등 글로벌 대기업에 미치지 못하는 수준



[그림 3-10] 상위출원인 특허 질적 수준 및 시장확보력(전체)

○ 퀄컴, 애플, 오블롱 등은 기술력과 시장 확보 지수, 인용/피인용지수 모두 평균 이상으로 나타나 성숙단계에 있는 시장의 선두그룹인 것으로 분석

- IBM, 구글, 한국전자통신연구원, 케이티 및 네이버는 기술력 및 시장 확보 지수가 모두 평균 이하로 나타났으며, 인용/피인용지수도 모두 평균 이하로 나타나 초기단계에 있는 후발그룹인 것으로 분석
- 향후 세부적으로 연구개발을 진행함에 있어 퀄컴과 오라클의 특허를 견제하고 벤치마킹하는 전략이 필요할 것으로 판단

※ 인용 지수(CPP, Cites Per Patent)

CPP = 등록특허의 피인용횟수/등록특허 건수

※ 시장확보지수(PFS, Patent Family Size)

$$PFS = \frac{\text{해당출원인(소유권자) 평균 } Patent\ Family\text{수}}{\text{전체평균 } Patent\ Family\text{수}}$$

○ **(기술성장 단계분석)** 공간정보 관련 전체 기술의 포트폴리오를 분석한 결과, 1구간(1984~1992)에서 5구간(2011~2016)까지 출원건수 및 출원인수 모두 지속적인 성장세를 보이는 성장기 단계

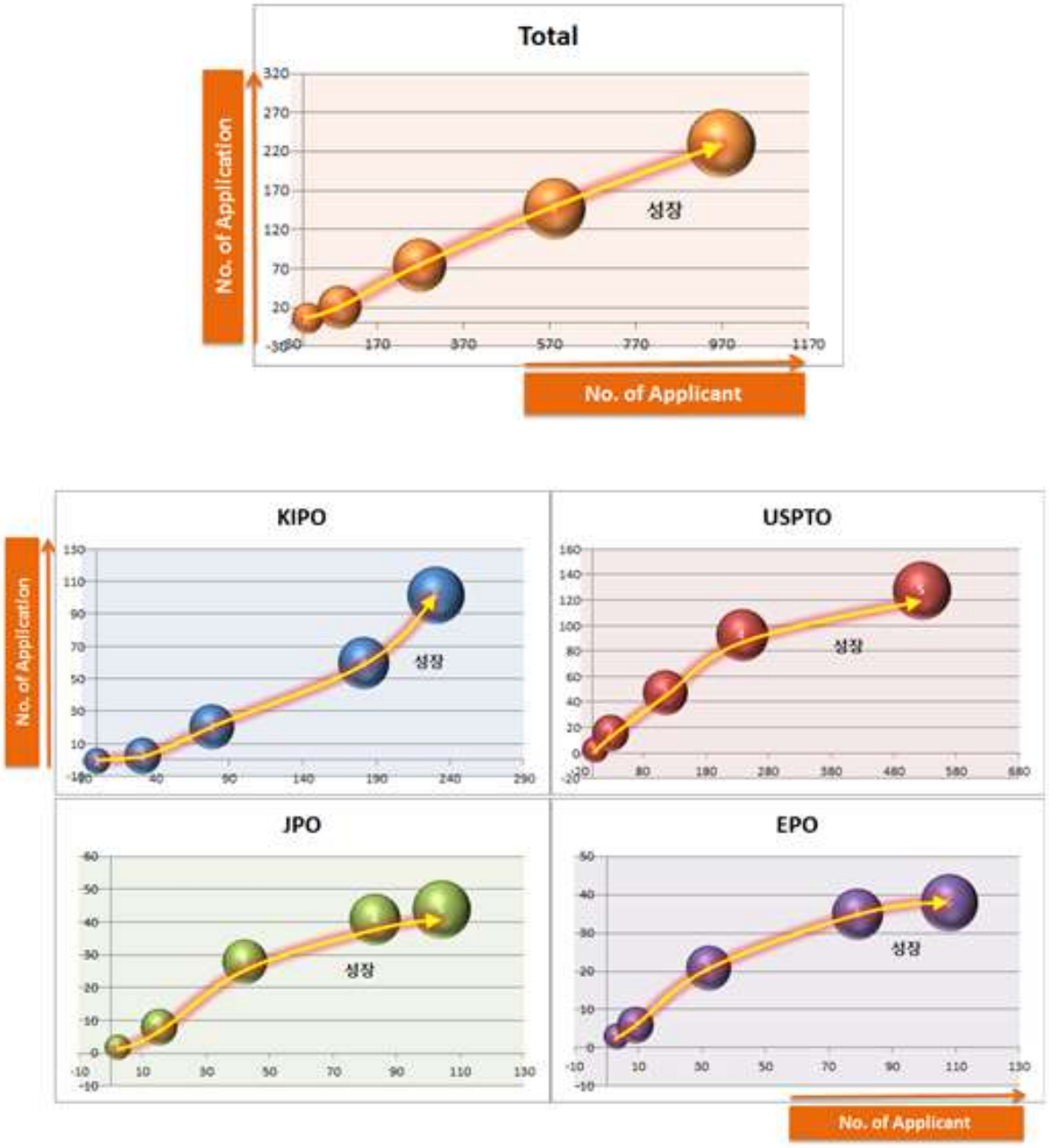
- 주요시장국 전체 및 각 주요시장국의 연간 출원인 수 및 출원건수로부터 기술 성장단계를 분석한 결과, 디지털 국토 공간정보 기술은 모든 국가에서 성장기 단계에 해당하므로 원천기술 확보가 중요
- 국가별 포트폴리오를 살펴보면 우리나라는 3구간(1999~2004)부터 발행건수의 본격적 증가로 성장기에 접어들었으며, 5구간(2011~2016)까지 출원건수가 급격한 증가를 보이면서 성장기 지속
- 미국은 4구간(2005~2010)까지 출원건수가 급격한 증가를 보이며 성장률이 높은 것으로 나타났으나, 5구간에서는 출원건수의 증가는 다소 약화되고 출원인수의 증가가 높아지면서 다소 약한 성장세
- 일본, 유럽은 2구간(1993~1998)까지 태동기였으며 이후 3구간(1999~2004)에서 출원건수의 급격한 증가를 보이며 성장기에 진입하였으나, 4구간(2005~2010) 및 5구간(2011~2016)에서 출원건수보다 출원인수의 증가가 높아짐에 따라 미국과 유사한 경향

〈표 3-13〉 기술성장 단계분석 구간

구간	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간
연도	'84~'92	'93~'98	'99~'04	'05~'10	'11~'16



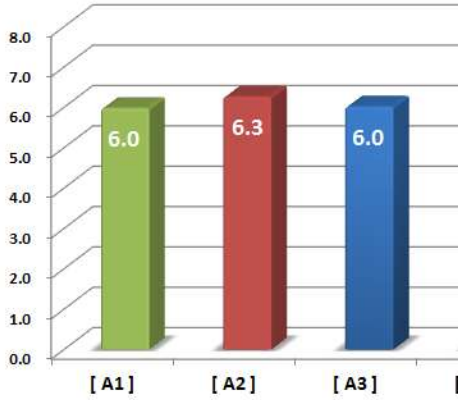
[그림 3-11] 주요 국가별 기술 성장단계 그래프



[그림 3-12] 주요 국가별 기술 성장단계 그래프

○ **(기술수명주기(TLC, Technology Life Cycle) 분석)** 공간정보분야 기술의 변화 및 진보속도를 조사한 결과, 기술수명주기는 평균 6.1년이었으며, 중앙값 평균은 약 5년으로 분석

- 각 중분류 기술별 기술수명주기 평균값은 6.0~6.3년으로 조사
- '가상국토 구축 및 갱신기술' 및 '공간정보 활용 지원 기술' 분야의 기술개발 속도가 타 분야에 비해 빠른 축에 속하는 것으로 판단



중분류	평균값	최하위값	중앙값	최상위값
[A1]	6.0	1	5	28
[A2]	6.3	1	4	21
[A3]	6.0	1	5	19.5

[그림 3-13] 중분류 기술별 기술수명주기 평균값

※ A1(초정밀 디지털 국토 구축), A2(초연결 라이브 국토 실현), A3(초대용량 디지털 라이브 국토 활용)

(3) 시사점

○ 디지털 국토 공간정보 관련기술의 국가별(한국, 미국, 일본, 유럽) 특허 출원건수의 추세 및 증가율을 살펴보면, 주요시장국 전체적으로 본 기술에 대한 관심 및 특허출원이 증가하고 있는 추세이며 전체적으로 미국이 기술을 선도

○ 미국, 일본, 유럽 지역의 특허 데이터를 바탕으로 포트폴리오 기술주기를 분석한 결과 전체적으로 공간정보기술은 성장기 단계에 있는 것으로 분석되며, 원천기술에 대한 기술경쟁력 확보를 위해 관련분야에 대한 투자가 시급한 것으로 판단

※ 기술수명주기 평균 : 6.1년, 기술수명주기 중앙값 평균 : 약 5년

○ 미국이 전체특허 중 960건(48.3%)의 특허를 보유하고 있는 반면, 한국은 539건(27%)으로 공간정보 관련 기술개발 분야에 대한 연구개발 확대가 필요함

○ 성숙단계에 있는 공간정보 시장 선두그룹은 퀄컴, 애플, 오블롱 등 해외 글로벌 기업으로 시급한 국내 투자를 통해 공간정보 분야 기술 역량 확보 시급

1.2 논문 분석

(1) 분석개요

□ 분석 범위 및 방법

○ 본 분석에서는 연구의 필요성과 연구방향을 고려하여 4개의 대분과를 대상으로 하였으며, 2007년부터 2018년 4월까지 공개된 논문을 대상으로 중국, 미국, 일본, 한국, 유럽, 기타 국가를 분석대상으로 함

〈표 3-14〉 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개논문 (발표 날짜 기준)	중국(CN)	SCOPUS	2007 ~ 2018.4	공개논문 대상 (논문제목, 요약, 키워드 검색)
	미국(US)			
	일본(JP)			
	국내(KR)			
	유럽(EP)			
	기타(OTHER)			

주) SCOPUS는 32,059개 저널을 보유 중으로, SCI급 저널 3,692개(전체 SCI급 저널의 98%), SCIE급 저널 8,159개(전체 SCIE급 저널의 95%)를 보유함

□ 분석 대상기술 및 논문 검색식

○ 본 논문 동향조사 분석에서는 산·학·연 전문가와 논의를 거쳐 확정된 공간정보기술 분류체계를 기준으로 정량분석 및 지표분석을 실시

※ "공간정보 융·복합 산업 창출을 위한 핵심 기술 기획(국토교통부, 2017)"을 통해 도출된 공간정보기술분류체계를 기준으로 논문검색식을 구성

○ 논문 검색을 위한 핵심키워드는 「공간정보 융·복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획」 내용을 기준으로 예비타당성조사 전담 기관과의 논의를 거쳐 도출하였으며, 도출한 키워들 조합하여 각 중분류 기술별 논문 검색식을 작성

〈표 3-15〉 분석대상 기술 및 특허 검색식 도출

대분류		중분류	
공간 정보	A	초정밀 디지털 국토 구축	A1
		초연결 라이브 국토 실현	A2
		초대용량 디지털 라이브 국토 활용	A3

〈표 3-16〉 논문 검색식

대분류	중분류
[A] “공간정보” ((공간정보* 국토정보* 지리정보* 건물정보* 실내정보* 실외정보* 거리정보* 지형정보* 지역정보* 국토공간정보* 실내공간정보* 건물공간정보* 실외공간정보* 거리공간정보* 공간데이터* 국토데이터* 지리데이터* 건물데이터* 실내데이터* 실외데이터* 국토공간데이터* 실내공간데이터* 건물공간데이터* 실외공간데이터* 거리공간데이터* 지형데이터* 지역데이터* 공간빅데이터* 국토빅데이터* 지리빅데이터* 건물빅데이터* 실내빅데이터* 실외빅데이터* 거리빅데이터* 국토공간빅데이터* 실내공간빅데이터* 건물공간빅데이터* 실외공간빅데이터* 거리공간빅데이터* 지형빅데이터* 공간상황* 국토상황* 지리상황* 건물상황* 실내상황* 실외상황* 거리상황* 국토공간상황* 실내공간상황* 건물공간상황* 실외공간상황* 거리공간상황* 지형상황* ((공간* 국토* 지리* 건물* 실내* 실외* 거리* 지형* 지역*) ADJ (정보* 데이터* 데이타* 인포메이션* 빅데이터* 빅데이타* 상황*)) ((spatial* spatio* geo* infrastructure* territory* country* street* building* tower* indoor* outdoor* city* civic* region* land* topographic* cartograph*) NEAR3 (informat* position* locat* situation* report* data* intelligence*)) spatial-data* spatial-information*))	[A1] “획득 OR 측위” (정보생산* 정보생성* 정보획득 생성* 생산* 구축* 형성* 제작* 창조* 획득* creat* generat* get captur* construc*) “실시간 AND 정밀 AND 측위” (실시간* 리얼타임* 연속* 지속* 계속* 상시* realtime* real-time fast* quick* immediate* instant* prompt*) AND (정밀* 고정밀* 정교* 정확* 세밀* accura* precis*) AND (측위* gps 위성* 실내측위* 실외측위* 위치측정* (위치* ADJ 측정*) positioning localiz* (satellite ADJ navigat*) ((local location position) NEAR2 (measur* determin* calibrat* sensing* estimat* calculat*)))
	[A2] “관리 OR 운영 OR 연결” (관리* 관제* 통제* 제어* 감독* 매니징* 운영* 운용* 컨트롤* 콘트롤* 컨트럴* 매니지먼트* 메니지먼트* 통재* manage* control* 갱신* 경신* 업데이트* 업뎃* 업데이팅* update* 업대이트* 수정* 리뉴얼* 변경* renew* modify* modifi* rectify* rectifi* revise* revisi* correction* change* changi* alter*)
	[A3] “플랫폼 OR 컴퓨팅 OR 클라우드” (플랫폼* 플렛폼* 플래폼* 플레폼* 플랫포옴* 플렛포옴* 프레임워크* 프레임웍크* 프레임-워크* 프레임-웍크* ((프레임 후레임) ADJ (워크* 웍크*)) platform* framework* frame-work* (frame ADJ work*)) (클라우드* 클라우딩* 크라우드* 크라우딩* cloud* OR 블록체인* 블락체인* blockchain* block-chain* (block ADJ chain*))

□ 논문 동향조사 분석방법

○ 본 논문 동향조사는 논문동향분석을 수행하며, 논문동향 분석은 논문기술 Landscape와 세부기술별 Landscape을 분석함

○ 논문기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽특허(EPO) 등 주요 국가별 논문 활동현황, 구간별 발행인수, 발원건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계 파악 및 국가간 기술 경쟁력 현황을 분석하고, 주요 발행인의 주력 분야를 파악함

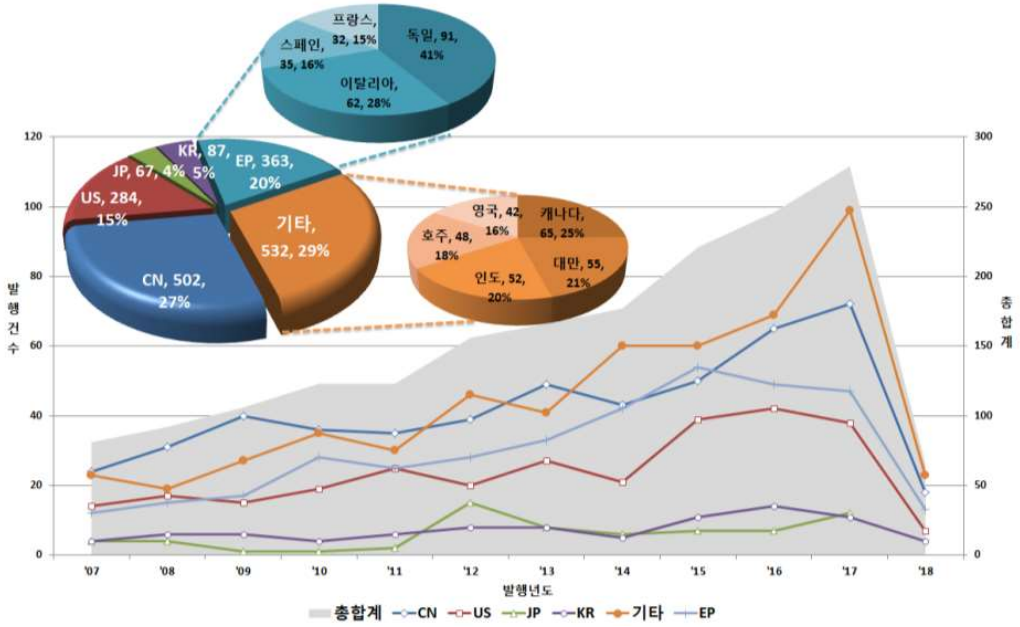
○ 세부기술 Lanscape에서는 구간별 발행 동향, 주요시장국별 세부기술 동향, 주요발행인 동향 등을 분석했으며, 주요발행인의 구간별 점유증가율 분석을 통해 최근 부상하고 있는 기술을 도출함

(2) 분석 결과

□ 공간정보분야 논문 동향분석

○ **(국가별 발행현황)** 공간정보 분야 분석대상 논문 1,835건 전체에 대한 각 국가의 연도별 동향을 분석한 결과, 2010년 말까지 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 특히 중국과 유럽에서 연구개발이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 나타남

- 논문 발행건수는 기타 국가가 532건(29%)으로 가장 높은 점유율을 보이고 있으며, 중국 502건(27%), 유럽 363건(20%), 미국 284건(15%), 우리나라 87건(5%), 일본 67건(4%) 순으로 높은 것으로 나타남
- 유럽 국가 중 독일 91건(5.0%), 이탈리아 62건(3.4%) 순으로 많은 논문을 발행했으며, 기타 국가의 경우 캐나다 65건(3.5), 대만 55건(3.0%) 순으로 발행건수가 높게 나타남



[그림 3-14] 연도별 전체 논문발행 동향

○ **(상위 논문현황 분석)** 디지털 국토공간정보 분야 TOP 7에 속하는 상위 발행인은 중국 국적 4개 기관, 미국 국적 2개 기관, 일본 국적 1개 기관으로 이루어져 있으며, 논문 저자 대부분 자국 논문을 우선적으로 발표하고 있음

- 상위 발행인은 중국 국적의 우한대학교(Wuhan University), 중국과학원(Chinese Academy of Sciences), 중국지질대학교(China University of Geosciences), 칭화대학교(Tsinghua University), 미국 국적의 조지아공과대학교(Georgia Institute of Technology), 캘리포니아주립대학교(University of California)가 있음
- 주요 발행인 TOP 7의 세부기술 분야별 발표건수 및 주력기술 분야를 분석한 결과, 중국 국적의 발행인이 대부분을 차지하고 있으며, 특히 공간정보 지능화 분야에 대한 처리기술에서 두각을 보이고 있음

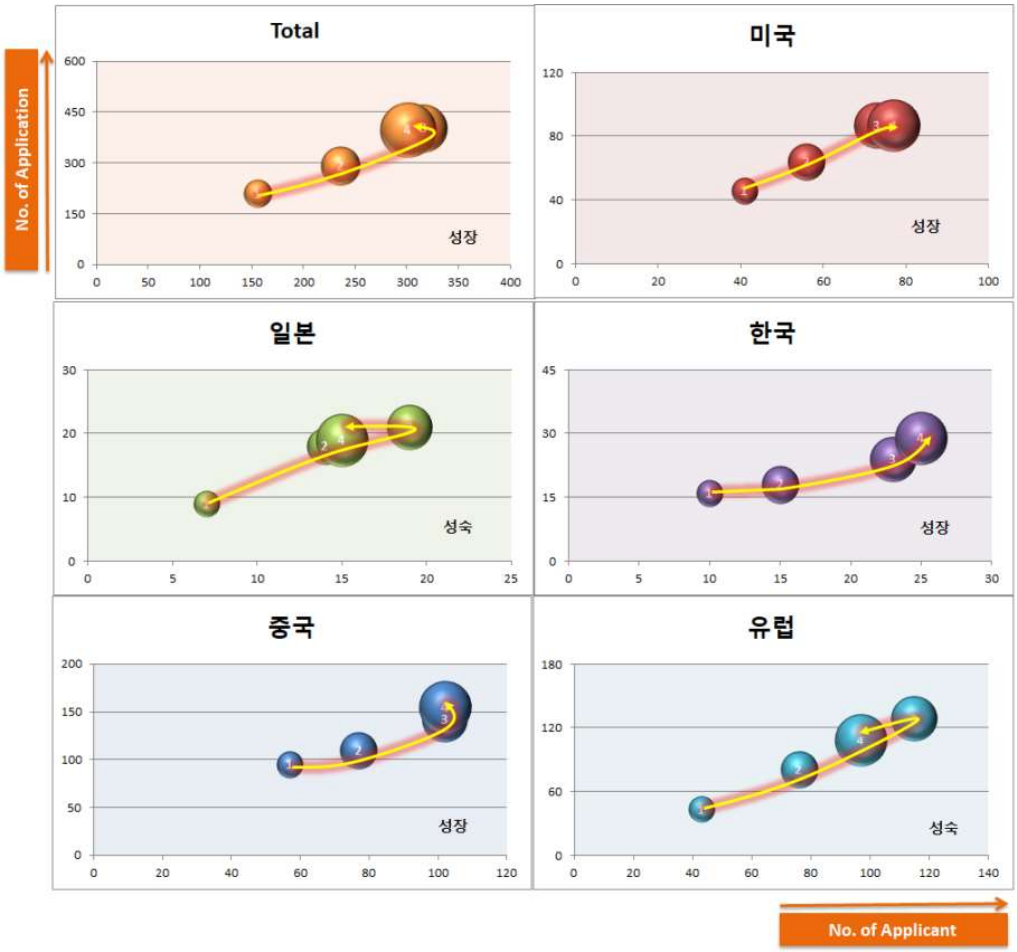
〈표 3-17〉 주요시장국 상위기관 논문 발행 현황

(단위 : 건, 개)

구분 / 발행인	국적	주요국 논문(건)							시장국(개)	주력 기술 분야
		합계	중국	미국	일본	한국	유럽	기타		
우한대학교 (Wuhan University)	중국	45	39	5	0	0	0	1	3	A3
중국과학원 (Chinese Academy of Sciences)	중국	41	39	1	0	0	0	1	3	A3
중국지질대학교 (China University of Geosciences)	중국	22	22	0	0	0	0	0	1	A3
칭화대학교 (Tsinghua University)	중국	17	16	1	0	0	0	0	2	A1
캘리포니아주립대학교 (University of California)	미국	11	1	9	0	0	0	1	3	A3
도쿄대학교 (University of Tokyo)	일본	11	1	0	9	0	0	1	3	A1

○ **(기술성장단계 분석)** 논문 발표년도를 기준으로 2007년부터 3년 단위로 4구간으로 나누어 전체 기술의 연도별 집중도 추이를 분석하고 발행인수와 발표건수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴봄

- 디지털 국토공간정보 관련 전체 기술의 포트폴리오를 살펴보면 1구간(2007~2009)에서 4구간(2016~2018.4)까지 발행인/발행건수 모두 지속적인 성장세를 보이는 성장기 단계이며, 이는 중국의 디지털 국토 공간정보사업 대거 참여로 인한 것으로 사료됨
- 중국은 2구간(2010~2012)부터 발행건수가 본격적으로 증가하며 성장기가 두드러지게 나타났으며, 3구간(2013~2015)까지 발행인/발행건수가 지속적으로 증가하여 성장기가 이어짐
- 미국은 중국과 비슷한 추이를 보이며, 4구간(2016~2018.4)까지 지속적인 성장세를 보이고 있음
  ※ 4구간(2016~2018.4)의 발행건수가 3구간(2013~2015)의 발행건수와 같지만, 4구간은 2018년 4월까지의 자료로 향후 더 증가할 예정임
- 일본과 유럽의 경우 3구간(2013~2015)까지 지속적인 성장세를 보이며, 4구간(2016~2018.4)에 발행인/발행건수가 소폭 감소하고 있음
  ※ 4구간(2016~2018.4)은 2018년 4월까지의 자료로 향후 더 증가할 예정임
- 우리나라의 경우 4구간(2016~2018.4)까지 지속적인 성장세를 보이고 있음



[그림 3-15] 주요시장국 기술 성장단계

※ 1구간(2007~2009년) / 2구간(2010~2012년) / 3구간(2013~2015년) / 4구간(2016~2018.4)

(3) 시사점

○ 디지털국토 공간정보관련 기술의 국가별(한국, 미국, 일본, 유럽) 논문발행 건수의 추세 및 증가율을 살펴보면, 주요 시장국에서는 전체적으로 관련분야에 대한 관심 및 연구개발이 증가하고 있는 추세

○ 기술 포트폴리오를 살펴보면 발행인/발행건수 모두 지속적인 성장세를 보이는 성장기 단계인 것으로 나타났으며, 전체적으로 디지털 국토 공간정보 분야 연구개발이 증가하고 있는 추세

○ 미국, 일본, 중국, 유럽 지역의 논문 데이터를 바탕으로 포트폴리오, 기술주기를 분석한 결과, 전체적으로 관련 기술이 성장기 단계에 있는 것으로 분석되어, 디지털 국토 공간정보 관련분야의 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 판단

○ 논문 발행건수를 살펴보면 신흥연구개발 강국인 중국이 발행건수 502건(27%)으로 가장 높은 발행건수를 보이는 반면, 국내는 87건(5%)으로 관련기술 분야에 대한 연구개발이 시급한 것으로 판단

○ 디지털 국토정보 분야에 속하는 상위 발행인들의 논문 출원현황을 분석한 결과, 공간정보지능화 관련 분야의 기술개발에 관심이 고조되고 있는 것으로 보여짐

2. 기술수준 분석

□ **디지털 라이브 국토정보 관련 기술은 기술선도국 대비 기술수준은 74.5%, 기술격차는 3.4년으로 기술수준이 추격그룹으로 분류되며 기술성숙도는 5~6단계로 조사***

* 델파이 조사방법을 활용하여 기술수준 분석

○ 초정밀 디지털 국토 구축 기술 : 기술선도국 대비 기술수준은 75.4%, 기술격차는 3.4년 수준

○ 초연결 라이브 국토 실현 기술 : 기술선도국 대비 기술수준은 76.1%, 기술격차는 3.3년 수준

○ 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술 : 기술선도국 대비 기술수준은 72.1%, 기술격차는 3.6년 수준

〈표 3-18〉 중점분야별 기술수준 및 기술격차

구분	기술수준(%)	기술격차(년)	기술성숙도(단계)
1 초정밀 디지털 국토 구축	**75.4**	**3.4**	**5.9**
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	75.4	3.4	6.0
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	75.3	3.3	5.8
2 초연결 라이브 국토 실현	**76.1**	**3.3**	**5.7**
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	76.3	3.4	5.8
2-2. 동적정보 초연결	76.0	3.3	5.6
3 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	**72.1**	**3.6**	**5.3**
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	72.8	3.5	5.3
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	71.5	3.7	5.3
평균	**74.5**	**3.6**	**5.6**

□ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략기술의 수준 및 격차

○ 건설·교통 분야의 국토공간정보 구축 및 분석 기술수준은 77.0%, 기술격차는 3.0으로 추격그룹에 포함

○ ICT·SW 분야의 디지털 국토정보 기술개발사업 관련 6개 국가전략기술의 평균 기술수준은 76.2%, 평균 기술격차는 2.2년 차이가 나는 것으로 분석되었으며, 5개의 기술은 추격, 1개의 기술은 후발 그룹에 포함

- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 기술수준은 70.0%, 기술격차는 2.3년으로 추격 그룹에 포함
- 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 기술수준은 50.0%, 기술격차는 4.0년으로 후발 그룹에 포함
- 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 기술수준은 80.0%, 기술격차는 2.0년으로 추격 그룹에 포함
- 가상·혼합현실 기술의 기술수준은 80.0%, 기술격차는 2.0년으로 추격 그룹에 포함
- NUI·NUX 기술의 기술수준은 87.5%, 기술격차는 2.0년으로 추격 그룹에 포함
- 초연결 사물인터넷 기술의 기술수준은 90.0%, 기술격차는 1.0년으로 추격 그룹에 포함

〈표 3-19〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략별 기술별 기술수준 및 기술격차

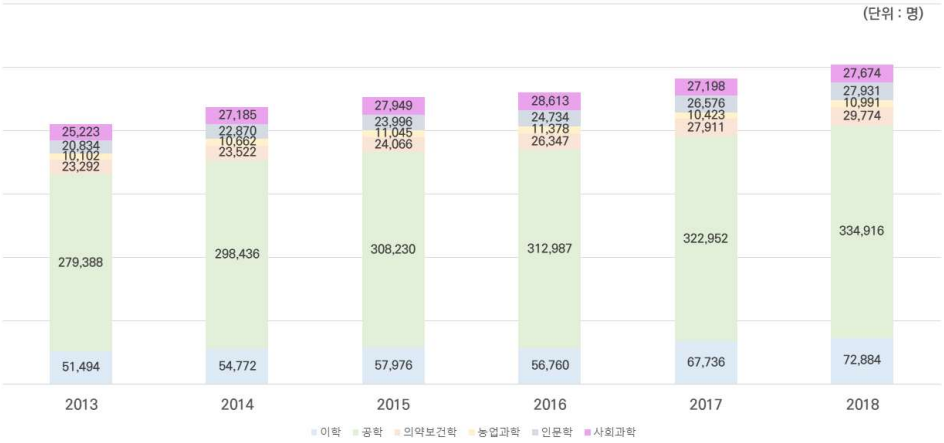
분야	국가전략기술	최고 기술국	기술수준·격차			연구단계역량	
			그룹	수준(%)	격차(년)	기초	응용개발
건설·교통	국토공간정보 구축 및 분석기술	미국	추격	77.0	3.0	보통	우수
ICT·SW	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	미국	추격	70.0	2.3	미흡	우수
	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	미국	후발	50.0	4.0	보통	보통
	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	미국	추격	80.0	2.0	보통	우수
	가상·혼합현실 기술	미국	추격	80.0	2.0	보통	우수
	NUI·NUX 기술	미국	추격	87.5	2.0	보통	우수
	초연결 사물인터넷 기술	미국	추격	90.0	1.0	보통	우수

출처: 2018년 기술수준평가, 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 2019

제3절 R&D 인프라 현황

1. 연구인력 현황

□ 2018년 총 연구원 수는 514,170명으로 전년대비 31,374명(6.5%) 증가



[그림 3-16] 우리나라 전공별 연구원 수 추이

○ 2018년 과학기술분야(이학, 공학, 의약보건학, 농업과학) 전공자 비중은 전체의 89.2%

○ 2018년 전체 연구원 중 과학기술분야 전공자 수는 458,565명으로 전체의 89.2%를 차지

○ 2018년 과학기술분야의 공학분야 전공자 수는 334,916명(73.0%)이고, 이학분야 전공자 수는 72,884명(15.9%) 순

〈표 3-20〉 우리나라 전공별 연구원 추이

(단위: 명, %)

구분		2013	2014	2015	2016	2017	2018
과학기술분야	이학	51,494	54,772	57,976	56,760	67,736	72,884
		(12.5)	(12.5)	(12.8)	(12.3)	(14.0)	(14.2)
	공학	279,388	298,436	308,230	312,987	322,952	334,916
		(68.1)	(68.2)	(68.0)	(67.9)	(66.9)	(67.1)
	의약보건학	23,292	23,522	24,066	26,347	27,911	29,774
		(5.7)	(5.4)	(5.3)	(5.7)	(5.8)	(5.8)
	농업과학	10,102	10,662	11,045	11,378	10,423	10,991
		(2.5)	(2.4)	(2.4)	(2.5)	(2.2)	(2.1)
	소계	364,276	387,392	401,317	407,422	429,022	458,565
		(88.8)	(88.6)	(88.5)	(88.4)	(88.9)	(89.2)
인문사회분야	인문학	20,834	22,870	23,996	24,734	26,576	27,931
		(5.1)	(5.2)	(5.3)	(5.4)	(5.5)	(5.4)
	사회과학	25,223	27,185	27,949	28,613	27,198	27,674
		(6.1)	(6.2)	(6.2)	(6.2)	(5.6)	(5.4)
	소계	44,374	46,057	50,055	51,945	53,347	55,605
		(11.0)	(11.2)	(11.4)	(11.5)	(11.6)	(10.8)
총계		401,724	410,333	437,447	453,262	460,769	514,170
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

출처 : 과학기술정보통신부 한국과학기술기획평가원(2019), 2018년도 연구개발활동조사보고서

□ **본 사업의 선행사업인 「국토공간정보연구사업」의 최근 7년('14~'20)간 참여 인력은 2,565명이며 연평균 366명으로, 본 사업의 연간 평균 필요 인력인 344명 대비 인력 인프라는 확보 가능한 수준**

〈표 3-21〉 국토공간정보연구사업의 참여 인력('14~'20)

(단위: 명)

년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
책임급	102	77	58	81	195	165	92	770
선임급	105	70	50	78	169	158	104	734
연구원급	130	126	95	132	246	211	121	1,061
합계	337	273	203	291	610	534	317	2,565

○ 동 사업에서 투입이 필요한 인원은 연평균 344명

- 책임급 인력은 69명, 선임급 인력은 83명, 연구원급은 193명이 소요되는 것으로 산정
- 본 사업 기간인 5년('22~'26)간 인력투입계획은 총 1,724명(연평균 약 344명)

〈표 3-22〉 연구개발부분 인력투입계획('22~'26)

(단위: 명)

년도	2022	2023	2024	2025	2026	합계
책임급	54	75	86	74	56	345
선임급	64	92	103	90	67	416
연구원급	150	212	239	206	156	963
합계	268	379	428	370	279	1,724

2. R&D 인프라 현황

2.1 시설 및 장비 현황

□ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 인프라는 기존 R&D 사업을 통해 구축된 것으로 확인되며 연구개발 수행을 위한 인프라는 적정한 것으로 판단

○ 기존 R&D 사업을 통하여 구축한 연구시설·장비* 중 공간정보 관련 장비**는 총 488점으로 파악

* 연구장비종합포털(www.zeus.go.kr)등록 연구시설·장비

** "공간정보", "국토정보", "GNSS", "측위", "측량", "변화탐지", "RTK" 등 다양한 키워드를 이용하여 추출

〈표 3-23〉 취득금액별 공간정보 관련 연구시설·장비 수

(단위: 점)

구분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계
수량	424	64	488

○ 상기 구축된 연구시설·장비 중 본 과제의 기존 선행사업인 국토공간정보연구사업에서 구축한 연구시설·장비는 2점으로 조사

〈표 3-24〉 기존 선행사업에서 구축한 공간정보 관련 연구시설·장비 수

(단위: 점)

구분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계
수량	1	1	2

○ 추출한 488개의 연구시설·장비 중 본 사업에서 활용 가능한 연구시설·장비는 186점*으로 확인

* 취득금액 3천만 원 이상인 연구시설·장비는 101점

□ 시설 및 장비 활용계획

○ 초정밀 디지털 국토 구축, 초연결 라이브 국토 실현 및 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 등의 기술개발에 기구축된 시설·장비를 활용 가능

○ 기존 연구시설·장비를 최대한 활용하되 현재 보유하지 못한 연구개발 및 실증연구의 시설·장비에 대해서만 구축을 추진

〈표 3-25〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 주요 인프라(3천만 원 이상) 현황 및 활용 가능 분야

순번	보유기관명	시설 및 장비명	취득 일자(년)	수량 (대)	활용가능분야
1	경북대학교 산학협력단	3D 광대역 스캐너	2017	1	1-2-3
2	경일대학교	3D 레이저 스캐너	2015	1	1-2-3
3	서울시립대학교 산학협력단	3D 레이져 스캐너	2009	1	1-2-3

순번	보유기관명	시설 및 장비명	취득 일자(년)	수량 (대)	활용가능분야
4	(재)진주바이오산업진흥원	3D스캐너	2004	1	1-2-3
5	공주대학교	3차원 광대역 레이저 스캐너	2013	1	1-2-3
6	대구경북과학기술원	3차원 라이더 시스템	2012	2	1-2-3
7	울산과학기술원	3차원 레이저 거리 측정 시스템	2011	1	1-2-3
8	연세대학교	3차원 레이저 스캐너	2008	1	1-2-3
9	대구과학대학교	3차원 레이져 스캐너	2007	1	1-2-3
10	한국교통대학교 산학협력단	3차원 스캐너	2014	1	1-2-3
11	청주대학교	3차원 스캐너	2004	1	1-2-3
12	연세대학교	3차원 시스템	2008	1	1-2-3
13	한국원자력연구원	3차원 위치 측정기	2011	1	1-2-3
14	국립산림과학원	3차원 측정기	2009	1	1-2-3
15	한국교통대학교	3-차원 측정기	2007	3	1-2-3
16	대림대학교	3차원스캐너	2008	1	1-2-3
17	군산대학교	3차원측정기	2011	1	1-2-3
18	국립산림과학원	GIS 가상화서버 시스템	2016	1	1-1-1
19	대구과학대학교	GIS지상자료취득시스템	2010	1	1-1-1
20	휴빌론	GIS플랫폼서버	2014	1	1-1-1
21	고려대학교	GNSS 변위 계측 장비	2011	5	1-1-1
22	한국천문연구원	GNSS 수신기	2011	15	1-1-1
23	선박해양플랜트연구소	GNSS 수신기	2012	1	1-1-1
24	한국과학기술원	GNSS 수신기 시스템 장비 일체	2009	1	1-1-1
25	한국천문연구원	GNSS 수신시스템	2014	3	1-1-1
26	연세대학교	GPS 수신기	2009	1	1-1-1
27	한국지질자원연구원	GPS 수신기	2003	1	1-1-1
28	국립산림과학원	GPS 수신기	2011	1	1-1-1
29	서울대학교 산학협력단	GPS 수신기, 안테나, 데이터 처리 소프트웨어	2012	1	1-1-1
30	국립기상과학원	GPS 수신시스템	2013	1	1-1-1
31	국가기상위성센터	GPS 수신장비	2009	2	1-1-1

순번	보유기관명	시설 및 장비명	취득 일자(년)	수량 (대)	활용가능분야
32	국립기상과학원	GPS 수신장비	2011	1	1-1-1
33	선박해양플랜트연구소	GPS 시뮬레이터	2011	1	1-1-1
34	서울대학교	GPS 장비	1999	1	1-1-1
35	경일대학교	GPS 정지측량시스템	1998	1	1-1-1
36	연세대학교	GPS/INS 통합장비	2012	1	1-1-1
37	한국천문연구원	GPS기준국	2009	1	1-1-1
38	국립문화재연구소	GPS수신기	2011	1	1-1-1
39	강원대학교 춘천캠퍼스	GPS수신기	2002	1	1-1-1
40	한경대학교	GPS수신기	2008	1	1-1-1
41	대구경북과학기술원	GPS수신기	2012	1	1-1-1
42	목포해양대학교	GPS수신기	2010	1	1-1-1
43	목포대학교	GPS수신기	2006	1	1-1-1
44	강원대학교 춘천캠퍼스	GPS수신기	1999	1	1-1-1
45	공주대학교	GPS측량시스템	2011	1	1-1-1
46	한국자동차연구원	GPS측정장비	2009	1	1-1-1
47	한국생산기술연구원	RTK 로버	2011	1	1-1-1
48	한국해양과학기술원	RTK 및 네트워크 GPS rover	2010	1	1-1-1
49	한국항공우주연구원	RTK용 GPS 수신기 시스템	2011	1	1-1-1
50	전북대학교	가상기준국실시간위치정보취득시스템	2014	1	1-1-1
51	대구경북과학기술원	고정밀 GPS 수신기	2011	1	1-1-1
52	선박해양플랜트연구소	고정밀 신호취득용 이중주파수 수신기	2010	1	1-1-1
53	쌍용자동차	고정밀 차간거리 측정기	2017	1	2-2-1
54	현대자동차(주)	관성 및 GPS 측정시스템	2013	1	1-1-1
55	한국해양과학기술원	관성항법시스템	2016	1	1-1-1
56	목포해양대학교	다채널 GNSS 시뮬레이터	2014	1	1-1-1
57	(주)지씨에스씨	다채널 GPS/SBAS 계측기	2010	1	1-1-1
58	대구경북과학기술원	모바일 매핑 시스템	2013	1	1-2-3, 2-1-1
59	한국자동차연구원	모빌리티용 고정밀 위성 항법 시스템	2017	1	2-2-1
60	한국해양과학기술원	무인 연안지형관측시스템 드론	2015	1	1-2-1

순번	보유기관명	시설 및 장비명	취득 일자(년)	수량 (대)	활용가능분야
61	한국건설기술연구원	무인 항공촬영시스템(UAV)	2016	1	1-2-1
62	한국지질자원연구원	물리 탐사를 위한 관성 항법 장치	2014	1	2-2-1
63	울산대학교	범 지구위치 측량 시스템	1999	1	1-1-1
64	경상공업고등학교	범세계적위치결정시스템	2008	1	1-1-1
65	동아대학교	범지구위치 측정기	1997	1	1-1-1
66	인제대학교 산학협력단	비접촉식 3차원 역설계 장비(3D 스캐너)	2015	1	1-2-3
67	부경대학교 대연캠퍼스	비접촉식 3차원 측정기	2004	1	1-2-3
68	울산과학기술원	비접촉식 삼차원 레이저스케너시스템	2009	1	1-2-3
69	연세대학교	삼차원 스캐너	2011	1	1-1-1
70	한국건설기술연구원	수치사진측량시스템	2009	1	1-1-2
71	국립전파연구원	신호발생기	2013	1	1-1-1
72	선박해양플랜트연구소	신호생성기	2011	1	1-1-1
73	한국지질자원연구원	실시간 신호보정 GPS	2007	1	1-1-1
74	한양대학교	실시간 위치 및 거리 측정 장치	2013	1	1-1-1
75	한국자동차연구원	실시간 위치 정보 모사 장비	2015	1	1-1-1
76	선박해양플랜트연구소	실시간 위치자세계측장치	2016	1	1-1-1
77	영남이공대학교	위성측량	2015	1	1-1-1
78	부산대학교	위성측량시스템	2003	1	1-1-1
79	한국해양과학기술원	위성측량시스템측량장비	2008	1	1-1-1
80	한경대학교	위성측위시스템	1998	1	1-1-1
81	군산대학교	위성측위시스템	1999	1	1-1-1

순번	보유기관명	시설 및 장비명	취득 일자(년)	수량 (대)	활용가능분야
82	한국항공우주연구원	위성항법 신호 분석 장치	2013	1	1-1-1
83	서울대학교 산학협력단	위성항법/관성항법 통합 항법 장비	2014	1	1-1-1
84	선박해양플랜트연구소	위성항법신호 수신장비	2012	1	1-1-1
85	서울시립대학교 산학협력단	위성항법장치	2009	1	1-1-1
86	한국전자통신연구원	이동체 위치 측정 장치	2013	1	1-1-1
87	한국해양과학기술원	자동항해정보시스템	2015	1	1-1-1
88	한국해양과학기술원	자이로 GPS 센서	2013	1	1-1-1
89	극지연구소	전세계위성항법시스템	2011	1	1-1-1
90	영남대학교	정밀 위성 측위 시스템	1997	1	1-1-1
91	(주)유컴테크놀러지	정밀위성측정장비	2008	1	1-1-1
92	국립문화재연구소	정밀위치측정시스템	2008	1	1-1-1
93	국립경주문화재연구소	정밀위치측정시스템(GPS)	2008	1	1-1-1
94	서울과학기술대학교	지구측위시스템	1998	1	1-1-1
95	한국해양과학기술원	지상라이다	2010	1	3-1-1
96	가톨릭관동대학교	지상형라이다	2008	1	3-1-1
97	(주)마이크로인피니티	지엔에스에스 위성신호 생성기	2007	1	1-1-1
98	(주)마이크로인피니티	지피에스 위성신호 생성기	2006	2	1-1-1
99	주식회사 제이피엠	지피에스기지국세트	2012	1	1-1-1
100	주식회사 제이피엠	지피에스이동국세트	2012	1	1-1-1
101	강원대학교 삼척캠퍼스	해양측량시스템	2012	1	1-1-1

2.2 연구기관

(1) 정부출연 연구소

□ **국내 공간정보 연구는 주로 정부투자를 중심으로 이루어지고 있으며, 국토, 교통, 건설 등 다양한 분야의 정부출연연구소에서 공간정보에 대한 기술개발 및 연구를 수행**

○ 국토교통부 산하 전문기관, 공기업 등을 중심으로 공간정보 기술 고도화 및 신기술 개발, 융·복합 연구 등 추진하고 있으며, 법·제도 관련 연구 등 광범위한 분야에 걸쳐 연구 수행

○ 한국교통연구원, 건설기술연구원, 한국전자통신연구원 등 출연연 등에서 공간정보 관련 융·복합 연구를 진행해오고 있으며, 지역 기반의 지역발전연구원들은 주로 지역 단위에서의 연구 추진

〈표 3-26〉 국내 주요 연구기관 및 연구내용

기관명	조직구성	연구내용
한국국토정보공사 공간정보연구원	3실	• 공간정보 정책 • 지적재조사 관련 연구 • 공간정보 기반 맞춤형 서비스 방안 연구 • 공간 빅데이터 기반 융·복합 서비스 연구 • 국토정보구축 신기술 연구 • 공간정보 오픈플랫폼 고도화 기술연구 • 공간정보 기반 재난대응 기술연구 • 국토정보 조사지원을 위한 GNSS 기술연구
공간정보산업진흥원	1본부 4팀 1계	• 국가공간정보 산업진흥 중장기 계획수립 지원 및 산업통계 조사 • 브이월드 등 공간정보와 ICT 간 융·복합에 대한 컨설팅 및 연구수행
국토연구원	1연구소 6본부 21센터	• 국토정보의 효율적 생산/활용/분석 관련 연구 • 국가공간정보인프라(NSDI) 관련 정책 및 계획 • 공간정보 시장 분석 • 공간정보 기술개발 전략 • 공간정보 의사결정 지원체계 • 공간 빅데이터 및 DB 활용 • 공간정보기술의 글로벌화 관련 연구
한국건설기술연구원	1연구단 9본부 2연구소 1부	• 디지털 트윈 기반 스마트 도시정보 통합관리기술 • 스마트 도시정보 기반 시뮬레이션 및 최적화 기법연구 • 도시 데이터 시각화, 기술서비스연구
한국교통연구원	4위원회 6본부 35팀	• 스마트시티 교통연구 • 통합 모빌리티 및 플랫폼 기반 교통연구 • 자율주행/미래차 연구 • AI/빅데이터 분석 연구 • 교통 빅데이터 플랫폼 구축 • 항공 안전 및 드론 연구
한국토지주택공사 토지주택연구원	1처 1실 5연구실 7센터	• 도시재생/도시인프라/도시환경계획/ 스마트시티 관련 연구 • IT기술을 활용한 국토정보체계 관련 연구
한국도로공사 스마트하이웨이 사업단	3팀	• 스마트교통분야 ITS 기반기술 연구 • 스마트교통분야 공간정보/도로 융·복합 연구

기관명	조직구성	연구내용
한국전자통신연구원	8부 5연구소 2단 3센터	• 자율 무인이동체 관련 기술연구 • 위성기반 항법시스템 관련 기술연구 • 고성능 CPS 기술연구
경기연구원	2본부 2센터 5연구실 10부	• ITS 등 공간정보 기반 첨단교통시스템 연구 • 공간정보 기반 도시계획 관련 연구
인천연구원	2본부 4실 4센터 7팀	• 도시인프라 조성을 위한 첨단교통체계 연구 • 도시공간 기반 조성분야 공간정보 관련 연구
충남연구원	1연구소 2과 3단 7부 7센터	• 공간정보 기반 도시 및 지역계획, 농촌 중심지 개발 관련 연구 • 산업경제 및 도시경제 지리관련 GIS연구 • 농어촌 지역계획 관련 공간분석 • 기후변화, 대기, 에너지 관련환경 GIS/공간계획 연구
대구경북연구원	1부 1센터 4실	• 공간 빅데이터 활용을 통한 도시재정비 및 주택정책 연구 • 공간 빅데이터 활용을 통한 지속 가능한 도시관리 연구
부산발전연구원	5실 2과 8센터	• 지리정보시스템(GIS)의 구축과 분석지원 • 해양환경 분야 3차원 공간정보 구축 관련 연구
강원연구원	4팀 5부 7센터	• GIS 기반의 방재정책 및 산림환경/생태 분야 연구 • 공간정보 활용 도시계획 및 설계/정책 연구
광주전남연구원	5센터 6실	• 공간정보 기반 도시계획 및 교통계획 관련 연구 • 공간정보를 활용한 생태관리 연구

(2) 학계

□ 공간정보학, 지리학, 토목공학 등 관련 학과를 중심으로 공간정보 관련 다양한 연구 및 R&D 진행

○ 각 교육 기관들은 측량, GIS, GPS, 공간정보구축 및 분석 등을 중심으로 유관분야에 대한 교육을 추진 중이며, 전문대학 이상의 교육기관에서는 유관전공자와 공간정보의 융·복합 차원에서의 교육 진행

- 공간정보학과, GIS공학과, 지적공간정보과, 토목공학과 등에서 각 학과의 성격에 따라 공간정보의 전체 혹은 세부분야로 특화하여 교육과정 운영

〈표 3-27〉 국내 공간정보 연구수행 대학 및 주요연구성과 현황

대학	연구실	연구분야	주요 연구성과
경북대학교	공간정보	위성, 항공기, 드론 등 다양한 경로로 취득된 영상 데이터를 이용하여 실생활에 필요한 공간정보를 구축/관리하는 연구 수행	• 다시기 및 다중센서로부터 취득된 광학 영상 간의 변화탐지 기술 개발 • 위성정보기반 관심지역 정보추출 프로토타입 개발 • 변화탐지를 위한 고해상도 다중센서 영상 간 자동 기하보정 기술 개발
	환경 지리학	환경에 대한 조사, 관리, 분석, 평가 등을 수행하기 위한 원격탐사, GIS 관련 기술 및 기법 연구 수행	• UN 산림 탄소 프로젝트에 기인한 온실가스 위성 센서의 신호특성 변화추세 평가 • 자발적 산림탄소 시장을 통한 남북협력에서 원격탐사, 경제학, 정치학의 융합 • 금강산에서 UN-REDD MRV 적용을 위한 원격탐사 기법 개발

대학	연구실	연구분야	주요 연구성과
	도시 분석 & 모델링과 지리정보과학	지리학, 정량적 지리학, 도시 GIS 및 도시구조 등에 대해 연구 수행	• Dasymetric Population Estimation의 정확도에 대한 그리드 셀 크기의 영향 • 환경 자본과 도시 삶의 질적 관계의 공간적 관계 탐구 • 삶의 질 평가를 위한 공간적 다중 분석법 접근법
	수자원 /GIS	수자원 관리, 재해 예측 등 GIS 활용 관련 연구 수행	• RAM2 모형의 확장개발 및 상용화 • 웹 기반 홍수정보시스템 Prototype 개발 및 운영 • HyGIS와 연계한 수리/수문통합해석 모형의 개발 • 도시홍수 예·경보 및 침수예측 기술 • 댐 붕괴 등에 따른 EAP 수립 지침
	건설기술 및 공간정보	구조물의 비선형 비탄성 해석 및 이를 적용한 최적설계기법에 대한 전반적인 연구 수행	• GIS를 이용한 BIM기반 강구조 직접설계시스템 개발
	토목도시 공간분석	다양한 공간자료를 취득하고 이를 처리하는 기법 연구 및 개발	• 동남권 신국제공항 후보지 토공량 및 부지조성비 산정에 관한 연구
부경대학교	환경원격탐사	최첨단 위성 관측자료를 이용하여 기상 현상의 파악에 관한 연구를 수행	• 기상위성을 이용한 수문현상 연구 • 위성자료를 이용한 지구환경 모니터링 연구 수행 • 강수량, 수증기량, 복사 에너지 등의 산출 기술 및 연구수행
	위성사진측량	위성 영상처리 및 항공 사진판독, 지형공간정보 측량 연구	• 스마트 기술 기반 무인항공기 개발 • 고해상도 위성/초분광 영상 복사 검보정 기술 개발 • 항공사진판독 및 위성영상분석 기술 연구
	해양원격탐사	해양 적조 및 녹조, 쓰레기, 용출수, 해양기후, 수온, 해빙, 해수면 높이 등 해양 환경 및 변화에 대한 탐지 및 모니터링 연구	• 인공위성에 의한 적조 모니터링 및 우리나라 연안 적조의 시·공간 변동성 연구 • 위성자료를 이용한 한반도 주변해역의 해수면 및 해수면 온도 변화 연구 • 원격탐사를 이용한 해양쓰레기 모니터링 • 모델링 및 원격탐사를 활용한 해양쓰레기 이동경로 추적 연구
	지능형 교통 시스템	첨단의 전자, 정보, 통신 기술을 적용시켜 교통시설 및 체계의 효율성을 기하도록 하는 지능형교통시스템 연구	• 교통 빅데이터 분석 • 유비쿼터스 기반 고안전 지능형 화물차량제어 알고리즘 개발 • 실시간 연계 환승 정보 시스템 기술 개발 • 실시간 교통 정보 적용 및 활용 기술 개발
	생태기후원격 탐사	위성기반 원격탐사를 주로 사용하여 지구표면의 기후 및 기상에 필요한 중요 정보의 산출, 관측	• 인공위성자료를 이용한 기후정보 산출 • 위성자료를 활용한 남극 기후변화 연구 • 정지궤도 위성기반 전 지구 기후자료 생산
	지오 컴퓨팅	공간정보 관련 컴퓨팅 기술의 활용 및 융합에 대한 연구 수행	• 기상 위성을 이용한 산불 감지 • 산불로 인한 온실 가스 배출량 산정 • RS와 GIS로 작물 수확량 시뮬레이션
	환경오염공간 정보	공간정보 기반의 환경오염 분석과 관련한 다양한 시스템 개발	• 대기기체 및 에어로솔 원격측정 하드웨어 및 산출 알고리즘 개발 • 온실기체 원격측정 및 분석기술 개발 • 굴뚝 및 화산에서 발생되는 대기오염물질 원격측정 시스템 개발

대학	연구실	연구분야	주요 연구성과
	GIS 모델링	SLEUTH 모델과 로지스틱 회귀모형을 이용한 도시성장 및 토지피복변화 예측 등의 연구 수행	• 기후변화와 토지피복변화가 미래 수자원에 미치는 영향 평가 • GIS 기반 산사태 취약성 평가 지도 제작 및 교차 검증 • 빅데이터를 이용한 새로운 개념의 공간패턴 모델링
부산대학교	시공간 데이터 베이스 연구실	시공간 데이터베이스를 컴퓨터로 이용할 수 있는 모델과 시스템에 대한 연구를 수행하여 지리정보시스템, 텔레매틱스, 유비쿼터스 컴퓨팅 등의 다양한 분야에 적용	• 실내공간 인식 • 유비쿼터스 컴퓨팅 소프트웨어 플랫폼을 위한 컨텍스트 스트림 관리 시스템 • 유비쿼터스 공공 접근을 위한 표준 요구 사항의 명확화
	응용생태 연구실	생태학, 통계학, 지리정보체계 등 다양한 분야를 접목하여 생태계 및 조경에 대한 연구 수행	• 창원환경지도구축 • 마산공원녹지계획 • 강원랜드 데이터베이스 구축
	친환경 연구실	녹색건축시대에 대응 가능한 친환경건축, 친환경건축계획 측면에서의 BIM, 생태도시, 지속가능한 도시개발, 환경지리정보(E-GIS) 등의 전문가 양성 및 연구	• 기후변화 및 복합재해 영향을 고려한 지역별 건축물 방재기준 개선방안 연구 • 도시차원의 차세대에너지시스템 구축을 위한 제도 및 건설기술 개발 • VGIS 및 UCSS를 활용한 도시열섬현상 예측·제어기법 개발
서울대학교	RS	위성의 센서 모델링, 위성영상 자료의 판독 및 처리・분석, 수치사진측량, GPS, LiDAR(Light Detection And Ranging), 측량학 등에 대한 연구 수행	• 위성영상자료를 활용한 태양에너지 자원지도 제작 기술 연구 • 위성 군을 이용한 대규모 복합 재해재난의 피해 평가 • 국방광역감시 특화연구센터: 위성영상 활용 기술 연구 • 농산물 품종 및 품질 평가를 위한 초분광 영상 처리 기술 연구
	GIS/LBS	다양한 위치결정 기법, 지도 생성 및 표현기술, 공간 분석 및 의사결정 기법, 시스템 설계 등에 대해서 연구 수행	• Realtime Digital Map 생성 및 활용기술 개발 • 교통약자를 위한 VGI 플랫폼 • 공간 빅데이터 플랫폼
	위성기상 실험실	위성이나 지상 관측 장비를 이용하여 대기관측을 시도하는 원격탐사 분야 연구	• 통신해양기상위성 (COMS) 자료처리시스템 개발 연구 • 스카이라디오미터 관측을 활용한 황사 및 에어로솔 모니터링기법 연구
서울시립 대학교	GIS-LIS	GIS를 이용한 토지 및 도시공간의 효율적 관리에 관한 이론 및 기법 연구/교육	• 주민참여 커뮤니티재생 지원시스템 개발 연구 • 공간정보오픈플랫폼 글로벌화 전략 연구 • 입체지적 DB설계 연구 • 1/2500 대축척 전자지도 구축 시범사업 연구
	공간 DB	공간데이터와 다양한 분야의 수학, 공학적인 모델들과의 접목을 통한 방법론 개발 및 문제해결	• 저탄소 녹색성장 도시개발 및 관리 기법의 국제적 적용 • 최단거리 알고리즘을 활용한 미시적 단위의 서울시 대중교통 접근성 분석
	3D GIS	현실 세계를 3차원 가상공간으로 표현하는 모델을 연구, 개발하고 있으며 실외부터 실내공간까지 3차원으로 표현할 수 있는 데이터 모델을 연구, 그리고 표현된 3차원 가상공간 객체들 간의 위상적 관계성 연구와, 이를 바탕으로 3차원 공간을 분석하고 3차원 공간에 관한 효과적이고 효율적인 의사결정을 할 수 있는 분석 모델 연구	• 실감형 3D 실내외통합 공간데이터모델 개발 및 표준화 • 15년 국가인터넷지도 및 국가관심지점정보 확대구축 • 2015년도 연속수치지형도 갱신 및 활용데이터 셋 제작 • 2015년도 국가공간정보 표준화 연구 • 지적재조사의 합리적·효율적 추진방안 연구

대학	연구실	연구분야	주요 연구성과
	측지 및 GNSS	공간정보의 기반이 되는 지구의 형상과 크기, 기준 좌표계, 3차원 위치, 중력장과 그 변화를 최신 위성측위 기술인 GNSS, 정밀 항법장치인 INS 등 다양한 센서로부터 결정하고 활용하는 연구 수행	• GNSS(GPS/GLONASS) 관측 데이터 생성을 위한 시뮬레이터 개발 • GNSS기반의 데이터 시뮬레이터 개발 및 Network 기반 Kinematic Positioning 기술 개발 고도화 • 국가 위성측지망 고도화 방안 연구 • GPS를 이용한 서울시 주요 시설물 변위량 검증 사업 • 지구물리측량 연구
	원격탐사	물체로부터 반사 또는 방출되는 전자기파를 이용하여 각종 자연현상의 변화를 탐지하고 관련 기술 개발	• X-band SAR 인공위성 영상을 이용한 홍수 모니터링 기술 개발 • 위성 영상을 이용한 기름 유출 감지 알고리즘 개발 • 화산 활동 모니터링을 위한 육지 표면 온도 추세 분석 시스템 개발
	센서 및 모델링	사진측량과 컴퓨터비전를 기반으로 드론, 차량, 스마트폰 등에 탑재한 카메라, 라이다 등 다양한 센서 데이터를 처리/분석하여, 센서와 플랫폼 등 사물의 위치를 결정하고, 3차원 모델과 같은 공간정보를 신속하게 자동으로 생성하고 이를 다양한 분야에 활용하는 연구	• 항공(드론) 실시간 감시/매핑 관련 연구: 라이브 드론맵 개발(오픈소스 공간정보 SW 연구단), 실시간 공중 자료 획득 시스템 개발(지능형 공간정보 사업단), 소형 드론 매핑 로봇 개발, 선박탐지 적조감시 등 해양 감시(드론 규제 샌드박스 사업), 수변구조물 피해조사, 교량/송전탑 등 시설물 모니터링, 태양광 발전 시설 조사 등 다양한 활용 분야에 적용 • 지상/차량/실내 측위 및 매핑 관련 연구: 다중센서 기반 저가 정밀 측위 기술 개발, 공간정보/다중센서/V2X 기반 다중차량 측위 기술 개발, 전방위 카메라 시스템 등 MMS용 다중센서 시스템과 처리/분석 기술 개발, 라이다 등 센서 시뮬레이터 개발, 로드뷰 등 실내외 영상/VR/AR 컨텐츠 제작 기술 개발
성균관대학교	측지 정보학	PHOTOGRAMMETRY, GPS/GNSS, GIS, SURVEYING 분야 학습 및 연구	• RFID 기반의 건설 물류 및 진도관리 통합체계 • BIM 기반의 견적자동화시스템 개발에 대한 연구 • 지능형 굴삭시스템-건설 작업환경 World Model 개발
	스마트 구조 및 건설 IT	스마트 센서, 토목 및 건축 시스템, 정보 기술융합을 통한 새로운 건설 신기술 개발	• 복층터널의 내부형상 모니터링 및 관리 기술 개발 • 생애주기 긴장력 관리형 블록아웃
연세대학교	측량 및 지형공간정보 연구실	Photogrammetry, 위성 이미지 프로세싱, GIS, GPS 및 원격탐사 등의 연구를 기반으로 LiDAR를 이용한 매핑시스템 및 SAR를 이용한 재난 분석 등에 대한 연구 수행	• Post-2015에서 글로벌 재난관리 허브구축을 위한 한국의 전략 수립 • 재난원인 과학조사 활용체계 구축 • 3차원 원형기록 데이터 품질검증방안 연구 • 국제협력 강화와 방재기술 해외보급을 위한 사업추진 기술 개발
	원격탐사 연구실	원격탐사 기술을 활용한 해안 원격탐사, 태풍·지진 등 지질학적 재난, 공간에 대한 인간의 영향 등에 대한 연구 수행	• 아리랑위성 3A호 중적외선 영상을 이용한 온도정보 추출기술 개발 • GOCI 자료를 활용한 동북아 조간대 퇴적물의 장기 모니터링 기법 개발 • 위성 SAR에 의한 지표 이동물체의 탐지 및 속도 복원

대학	연구실	연구분야	주요 연구성과
인하대학교	원격탐사	원격탐사를 이용한 위성영상 처리, 판독, 디지털지도 등에 대한 연구/교육	• 초분광 영상을 이용한 표적/지표 속성 분석 • 국내외 여건변화에 따른 산림자원조사체계 개편 연구 • 임도유지 관리등급 분류체계 개발
	GIS	전반적인 공학 및 전산분야에서의 기초지식을 함양하고, 환경, 수자원, 지하시설물, 토지관리 등 다양한 응용분야에 GIS 활용을 위한 연구 수행	• 새만금수질정보종합관리시스템 개발 • 상 · 하수도관리시스템 개발 • 홍수위험지도관리시스템 개발 • 선박 및 화물 위치검색시스템 개발
	영상공학	영상에서 정보 추출 및 사진측량 공학기술을 통한 물리적 공간과 사이버 공간의 연결에 대한 연구	• 영상센서를 이용한 위성항법시스템 신호의 오차 보정 방법 및 장치 • 스테레오스코픽 3D 콘텐츠 제작의 효율성 향상을 위한 자동 영상정렬 및 모니터링 기법 연구
	환경지구 정보학	지형통계, 원격 탐사, GIS과학 및 기계학습을 기반으로 학제 간 연구를 통해 환경 시공간적 과정의 지리 정보 모델링 및 정량 분석에 대한 연구 수행	• 농림업 중형위성 탑재체 개발과 항공위성정보 활용센터 설립 및 운영 계획 수립 연구 • 지구통계학 기반 유효정보 평가 체계 구축 지원 • 개선된 지구통계학 모형을 이용한 다중 근원 공간 자료의 super-resolution mapping • 원격탐사를 활용한 주요 작물 재배지 분류 및 면적 산정 연구
전북대학교	암석학 및 수질토양	수질 및 토양의 화학성분 분석을 통하여 지표수와 지하수의 오염 상태및 원인을 밝히고 이에 대한 대책 제시	• 암석 분석을 통한 동북아시아의 지구조 연구 • 수질과 토양오염원 분석을 통한 환경지질학 연구
	광상지 화학	광상의 성인과 부존 및 수반광물의 조합을 지화학적인 방법으로 알아내고 광상의 발견 및 광상의 생성과정 연구	• 폐광에 의한 환경오염 관찰 • 전북 도시 지역 강수의 환경지화학적 연구 • 전라북도 지역 지표수의 기반암에 따른 지화학적 특성 연구
	응용수문 연구실	기상변동성 및 기후변화에 따른 수자원의 시공간적 변동성을 예측하기 위한 진보된 해석방법 개발 및 연구	• 기후변화 대비 댐 및 저수지 안정성 평가를 위한 위험도 해석기법 개발 • 기후변화 영향평가를 위한 비정상성 다변량 Downscaling기법 개발 • 대규모 기상 정보를 이용한 동적 홍수 예보 모델 개발
충북대학교	측량정보산업	디지털사진측량에 관한 연구를 기반으로, 라이다측량, 3차원 GIS, 범세계위치결정체계(GPS), 위치기반서비스 (LBS) 등에 대한 연구 수행	• 국가기본도 기본지리정보 데이터 생산사양 개발 • 지도 축소편집 자동화시스템 개발 • PC-Base Mapping 시스템 개발 • 청주시 SDW 통합전략계획 수립
	수자원	수문학을 기반으로 인문, 사회, 경제, 공학 등을 고려하여 지구상 물의 순환 과정이 우리의 생활에 미치는 영향 연구	• 수문모델링 연구 홍수위험도 및 가뭄위험도 평가, 시험계측유역 운영 등 • 계측 및 미계측 지역의 연구: 불확실성을 고려한 유량 예측, 강우유출모형의 지역화 등 • 홍수량 산정방법 개선연구 영국의 Flood Estimation Handbook & Revitalised Flood Hydrograph 연구 • 불확실성을 고려한 강우유출모형의 적용 • 건축문화재 재해예방 기획 연구 • 건축문화재 지진·홍수 재해 위험도 평가

대학	연구실	연구분야	주요 연구성과
	지구물리탐사	원격탐사를 통해 지표 지질을 판독하고, 지하의 지질구조에 대한 개략적인 추정을 수행 등 수리 및 물리적인 현상을 이용하여 지하 에너지, 광물 자원과 지하매질을 파악하는 교육/연구	• 지질.지반.환경 평가에서 불연속면의 경계선 규명에 초점을 둔 복합 물리탐사 • 폐광산의 재해.오염대 조사를 위한 지구물리탐사의 활용
한국과학 기술원	미래 도시로봇	구조물 진단 로봇, 유비쿼터스 도시 내의 위치인식 및 로봇자율주행, 구조물 3차원 모델링 및 변화 인식, 유비쿼터스 도시관리 로봇 등 연구	• 거대 구조물 건전도 모니터링 로봇 시스템 • 해파리 퇴치 로봇 시스템: JEROS • 시추 방향제어 시스템 • 무인자율주행
	지능형 지속가능환경	모바일통신, 센서 네트워크, RFID, BcN, 양방향 멀티미디어, LBS, 멀티모달 인터페이스, 상황인지 컴퓨팅, 지능형 로봇 등의 유비쿼터스 정보기술(uIT)과 에너지, 열, 빛, 소리, 공기, 자원 등의 선순환을 지속 가능한 인공 환경생태계에 적용하는 그린 테크놀러지(Green Technology)를 건축, 토목, 도시계획 및 디자인에 적용하는 연구 수행	• Sphere: 가상현실기반 직관적 3D 웹 객체 검색 인터페이스 • ubiSpace: 집합센싱과 집합지능 기반 침잠형 양방향 멀티미디어 공간 플랫폼 • SEED: 자연광 이용형 적층형 인공작물재배 시설 프로토타입 • KOSAVE: 히유리스틱스 기반 공동주택 에너지 및 경제성 대안 평가 의사결정지원 시스템
	스마트 교통 시스템	교통현상의 모델링, 예측, 그리고 정보통신기술과 결합된 지능형교통시스템을 이용한 안전하고, 효율적인 교통시스템의 운영과 지속가능한 사회에 대한 연구	• V2V 커뮤니케이션 구현을 통한 차량 안전 시스템 • 미래 교통 예측 알고리즘 • 실시간 철도 안전관제 플랫폼 개발 & 빅 데이터 기반 유지보수 최적화 시스템
	교통 및 도시공학	공학디자인 및 시뮬레이션, 차세대 항공 관제기술, 첨단공항, 재생에너지기반 신교통 수단 개발 등의 연구 진행	• 안전관리 및 위기평가 시스템 • 교통데이터 분석 • 항공 교통흐름 관리 시스템 (ATFM) • 교통관련 도시 인프라
한양대학교	UDSAL	보행활동과 가로활력에 영향을 미치는 환경적인 요인, 신체활동과 건강, 그리고 나아가 사회적 자본에 영향을 미치는 근린환경, 빅데이터와 GIS 공간정보를 활용한 통행행태와 공간구조 연구	• 빅데이터와 공간정보기술을 융합한 가로활력 평가 및 증진모형개발 • 지속 가능한 도시재생을 위한 사회적 자본과 물리적 환경의 상호작용연구 • 커뮤니티의 물리적 환경이 신체활동과 건강수준에 미치는 영향연구 • 기후변화 적응형 도시 열환경 설계시스템기술개발
홍익대학교	전파응용 연구실	마이크로파 원격탐사, 합성개구레이더(SAR) 영상 이용 지표면변수 추출 기술 개발, SAR 검보정 기술 개발, SAR 영상 활용 기술 및 여러 마이크로파 응용 기술 개발 연구	• 자상 및 위성 SAR 기반의 농작물 모니터링 기술 개발 • SAR 영상에서 지표면 상태변수 정량적 추출 모델 개발 • SAR 영상자료 활용 기초기술 개발

출처: 국토교통부(2017), 공간정보기술R&D 중장기 기술로드맵(안) 2026

2.3 민간기업

(1) 산업체 총괄 현황

□ 국내 공간정보 산업체는 총 5개 대분류, 18개 소분류로 분류

○ 공간정보 산업 내에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 분야는 공간정보 관련 기술서비스업

○ 업종별로는 공간정보 관련 기술서비스업이 산업체 수 3,857개(69.3%)로 가장 높은 비중을 차지

○ 국내 공간정보 산업체의 대분류별 비중 확인 시 가장 높은 비중을 차지하는 분야는 공간정보 관련 기술서비스업(69.3%)이며, 출판 및 정보서비스업, 관련 분야 도매업 등이 후순위를 차지

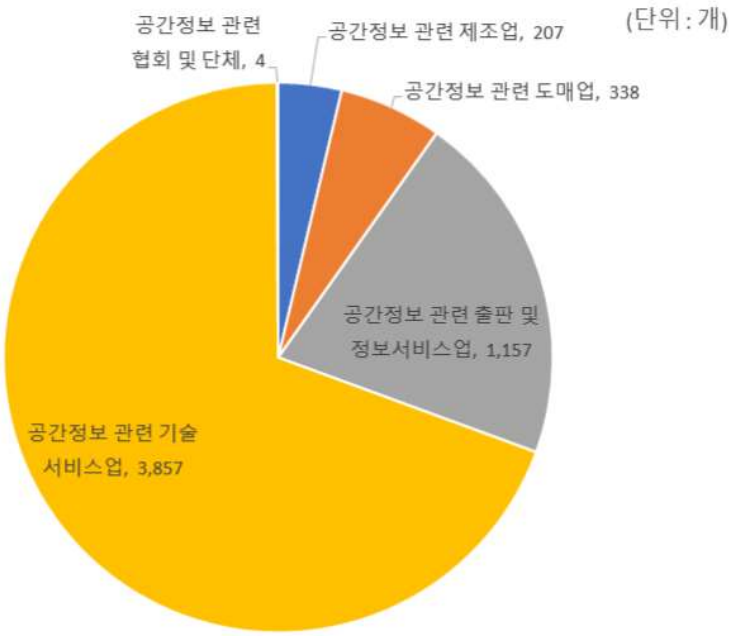
○ 소분류로는 공간정보 엔지니어링 서비스업(40.7%)이 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, R&D 측면에서 연구개발 업체는 65개(1.2%) 수준

〈표 3-28〉 국내 공간정보 산업체 대/소분류별 사업체 수 및 비중

(단위: 개, %)

업종		사업체 수	비중
대분류	소분류		
공간정보 관련 제조업	공간정보 관련 정보·영상 기기 및 용품 제조업	168	3.0
	공간정보 관련 인쇄 및 기록매체 복제업	39	0.7
합 계		207	3.7
공간정보 관련 도매업	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 도매업	18	0.3
	공간정보 관련 정보·영상 기기 및 용품 도매업	244	4.4
	공간정보 관련 전산장비 및 소프트웨어 도매업	76	1.4
합 계		338	6.1
공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 출판업	44	0.8
	공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업	729	13.1
	공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업	236	4.3
	공간정보 관련 포털 및 인터넷 서비스업	41	0.7
	공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	107	1.9
합 계		1,157	20.8
공간정보 관련 기술서비스업	공간정보 관련 연구개발업	65	1.2
	공간정보 관련 탐사 및 측량업	1.392	25.0
	공간정보 관련 제도 및 지도제작업	136	2.4
	공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	2.264	40.7
합 계		3.857	69.3
공간정보 관련 협회 및 단체		4	0.1
총 계		**5,563**	**100.0**

출처: 2019년 공간정보산업조사, 재구성



출처 : 2019년 공간정보산업조사, 재구성

[그림 3-17] 공간정보산업 기업 분포

(2) 산업체 연구역량

□ 국내 공간정보 산업 분야에서 연구소 및 연구개발 전담부서 보유 여부를 확인한 결과 전체 기업체 중 21.0%가 연구개발조직을 보유

○ 국내 공간정보 산업체 중 R&D를 자체적으로 수행하는 업체는 전체의 21.0%로 나타남

○ 대분류 업종별로는 출판 및 정보서비스업 분야의 43.4%, 제조업의 32.2%가 연구개발조직을 보유하고 있음

〈표 3-29〉 국내 공간정보 산업 업종별 연구개발조직 보유 현황

(단위: 개, %)

업종	사업체 수	보유(%)	미보유(%)
공간정보 관련 제조업	207	32.2	67.8
공간정보 관련 도매업	338	13.9	86.1
공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	1,157	43.4	56.6
공간정보 관련 기술 서비스업	3,857	14.3	85.7
공간정보 관련 협회 및 단체	4	25.0	75.0
전체	5,563	21.0	79.0

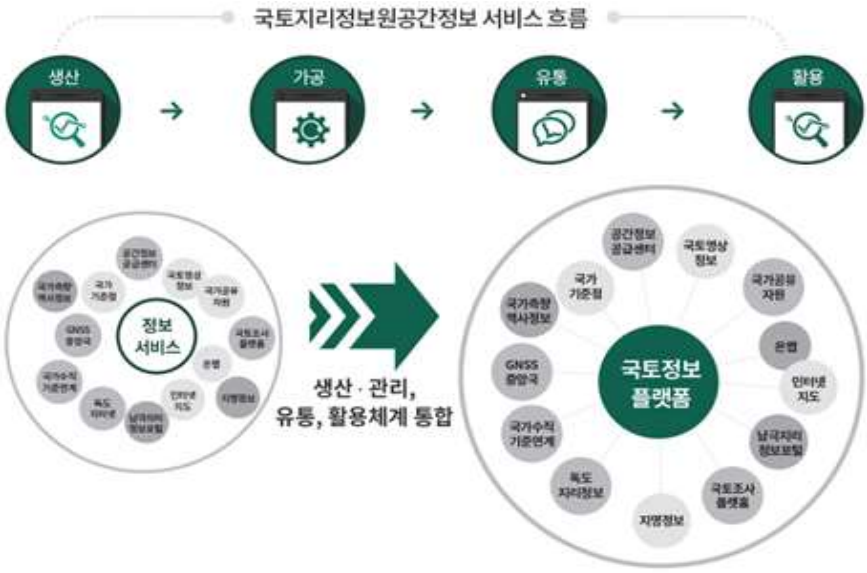
출처: 2019년 공간정보산업조사, 재구성

2.4 공간정보 공급기관(공공기관)

□ 국토지리정보원 전산센터

○ **(개요)** 국토정보플랫폼 운용을 통해 국토지리정보원에서 제작·보유하고 있는 57종의 공간정보를 제공하고 자료를 다운로드 받을 수 있는 웹서비스를 운영

○ **(제공정보)** 수치지도, 세계지도, 대한민국 전도, 대한민국 주변도, 국가기준점, 국토 영상정보, 오픈 API 등 국토지리정보원에서 제작한 공간정보를 제공



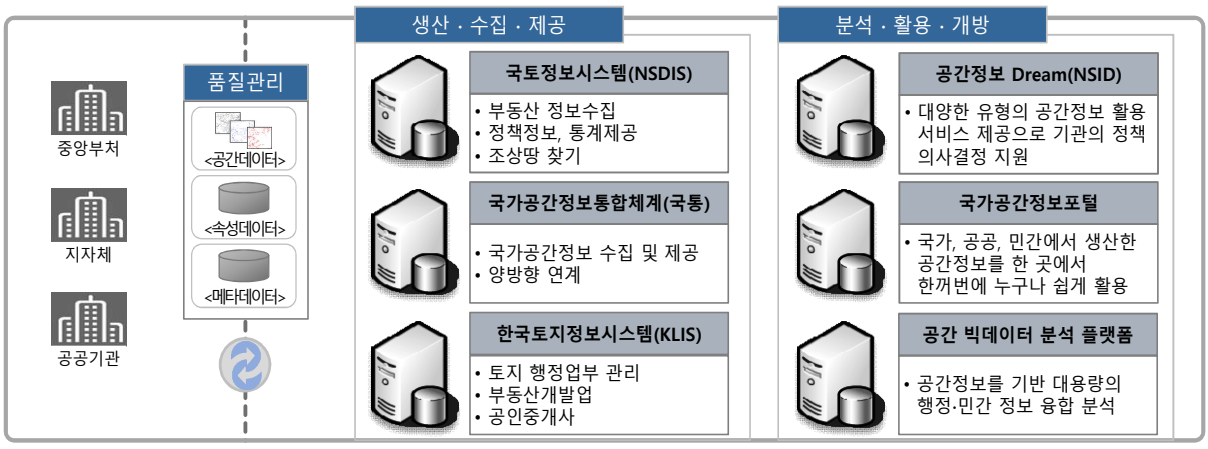
[그림 3-18] 국토지리정보원 제공 정보

○ **(정보자원 관리)** 국토지리정보원의 정보자원은 국토지리정보원 전산센터에서 통합 관리

□ 국가공간정보센터(NS센터)

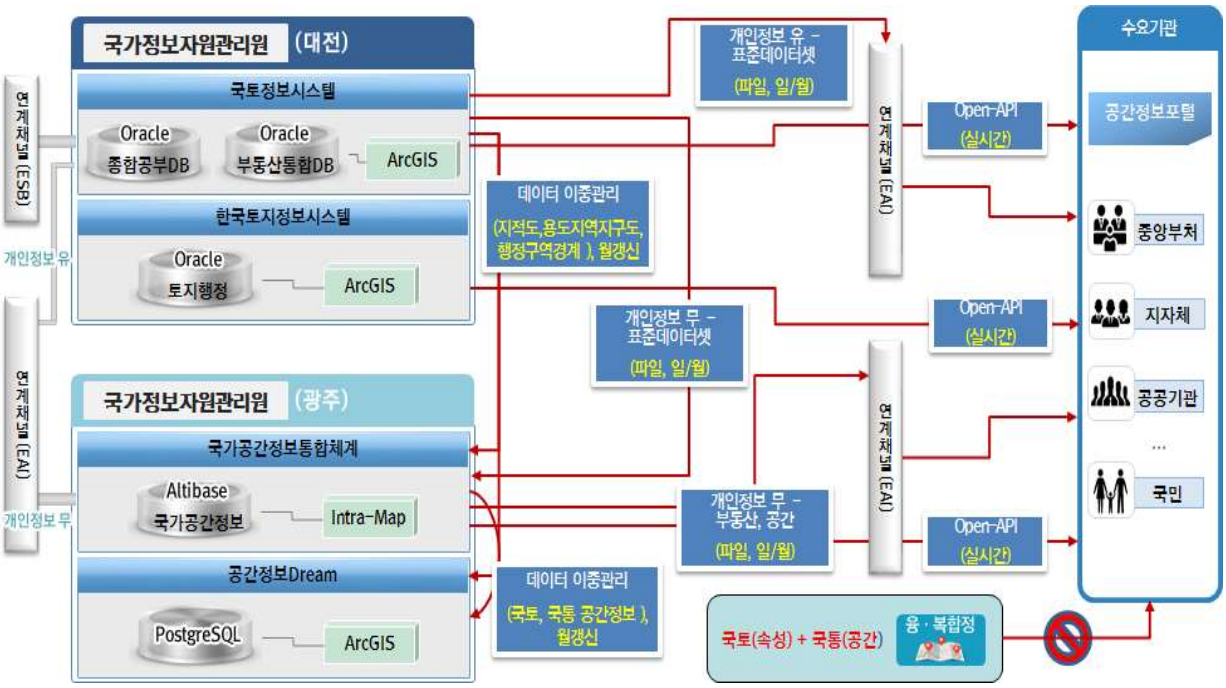
○ **(개요)** 국가공간정보의 생산·수집·제공과 관련된 3개 시스템, 분석·활용·개방과 관련된 3개 시스템을 운영

○ **(제공정보)** 부동산 관련 정보(부동산 개발업, 공인중개사, 개발부담금, 토지거래허가 관리 정보 등), 국가공간정보 등 기관·지자체 등과의 연계 및 NS센터에서 수집한 정보를 제공



[그림 3-19] NS센터 제공 공간정보

○ **(정보자원 관리)** 국가공간정보센터의 정보자원은 2곳의 국가정보자원관리원(대전, 광주)과 한국국토정보공사(전주)에 분산하여 관리



[그림 3-20] NS센터 정보자원 관리

□ 국토지리정보원 전산센터와 국가공간정보센터(NS센터)의 운영현황

〈표 3-30〉 공간정보 공급기관 운영현황

구분	국토지리정보원 전산센터	국가공간정보센터(NS센터)
시스템	■ 국토정보플랫폼, 국토조사플랫폼 등 주요 시스템 운영	■ 국가공간정보 생산/수집/제공(3개), 분석/활용/개방(3개) 시스템 운영
데이터	■ 국가기본도 DB ■ 공간정보 DB (수치지형도, 토지이용현황도, 토지특성도, 연안해역 기본도, 영상(항공,정사, DEM) 등)	■ 국통(국가공간정보) ■ 국토정보(종합공부DB, 부동산통합DB) ■ KLIS(토지행정)
정보자원 (물리적 위치)	■ 국토지리정보원 전산센터에서 통합 관리	■ 국가정보자원관리원(대전,광주), LX(전주)에 분산 관리
네트워크	■ 내부망/외부망 분리 (외부망은 국토지리정보원 대국민 서비스용)	■ 내부망/외부망 분리 (외부망은 각 부처 대국민 서비스용)
R&D 업무협력 거버넌스	■ 국토지리정보원(일원화)	■ 국토부 및 국가정보자원관리원(이원화)

제4절 법·제도적 현황

□ 위치정보를 포함한 모든 공간정보의 수집·활용 시 「국가공간정보 보안관리 규정」에 준수하여 사업 시행

○ 「국가공간정보기본법」 제35조, 동법 시행령 제24조,「국가공간정보 보안관리 기본지침」에 의거하여 「공간정보 보안관리 규정」이 수립

[참고] 국가공간정보기본법(법률 제12736호, 2015. 06. 04.) 제35조(보안관리)

① 관리기관의 장은 공간정보 또는 공간정보데이터베이스의 구축 · 관리 및 활용에 있어서 공개가 제한되는 공간정보에 대한 부당한 접근과 이용 또는 공간정보의 유출을 방지하기 위하여 필요한 보안관리규정을 대통령령으로 정하는 바에 따라 제정하고 시행하여야 한다.

② 관리기관의 장은 제1항에 따라 보안관리규정을 제정하는 경우에는 국가정보원장과 협의하여야 한다. 보안관리규정을 개정하고자 하는 경우에도 또한 같다.

[참고] 국가공간정보기본법 시행령 (대통령령 제28211호 , 2017. 07. 26.) 제24조(공간정보의 보호)

① 법 제35조에 따른 보안관리규정에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 〈개정 2015. 6. 1.〉

1. 공간정보의 관리부서 및 공간정보 보안담당자 등 보안관리체계
2. 공간정보체계 및 공간정보 유통망의 관리방법과 그 보호대책
3. 보안대상 공간정보의 분류기준 및 관리절차
4. 보안대상 공간정보의 공개 요건 및 절차
5. 보안대상 공간정보의 유출 · 훼손 등 사고발생 시 처리절차 및 처리방법

② 국가정보원장은 법 제35조에 따른 협의를 위하여 필요한 때에는 제1항에 따른 보안관리규정의 제정 · 시행에 필요한 기본지침을 작성하여 관리기관의 장에게 통보할 수 있다. 〈개정 2015. 6. 1.〉

③ 국가정보원장은 관리기관에 대하여 공간정보의 보안성 검토 등 보안관리에 필요한 협조와 지원을 할 수 있다.

○ '개인정보 침해방지 대안'으로 「공간정보 보안관리 규정」(국토교통부훈령 제949호) 제8조 '공간정보 데이터베이스의 관리' 및 제4장 '공간정보 보호대책' 내 조항을 준수

[참고] 국토교통부 공간정보 보안관리규정(국토교통부훈령 제949호, 2017. 12. 28.)
제8조(공간정보 데이터베이스의 관리)

① 관리기관의 장은 공간정보 데이터베이스에 대한 훼손·파괴·유출 등을 방지하기 위한 보호대책을 마련하여야 한다.

② 제1항의 보호대책에 포함되어야 할 사항은 다음 각호와 같다.

1. 보안관리 책임자 지정
   가. 본부 및 소속기관 : 담당과장(단, 국토관리청과 지방항공청은 담당국장)
   나. 산하기관 : 담당부서장 또는 그에 상응한 담당직원
2. 데이터베이스 보관 시설에 대한 출입통제 등 외부로부터 위해 방지
3. 데이터베이스 복제본 관리대장 비치(별지 제1호 서식)
4. 공간정보자료(원시자료 및 원시자료를 이용하여 생산한 성과물포함)에 대한 접근권한을 구분하여 설정
5. 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보 자료목록 관리 및 무단 열람과 복제 여부
6. 해킹 등 불법접근 및 컴퓨터바이러스 예방대책 마련

③ 전자매체에 수록된 공간정보 자료는 열람·전송·출력 등 사용내역을 확인할 수 있도록 검색 시스템을 구축하여 관리하여야 한다.

[참고] 국토교통부 공간정보 보안관리규정(국토교통부훈령 제949호, 2017. 12. 28.) 제4장(공간정보 보호대책)

제9조(공간정보유통망 관리)

① 공간정보 유통관리기구 설치 및 운영 시 공간정보의 위·변조, 불법유출 등을 방지하기 위하여 공간정보 유통망에 대한 보호대책을 수립하여 시행하여야 한다.

② 제1항의 보호대책에 포함되어야 할 사항은 다음 각호와 같다.

제10조(공간정보의 복제·출력 등 제한)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 복제 또는 출력할 수 없다.

② 제1항에 따라 공간정보를 복제·출력한 때에는 경고문을 표시하고, 대외비 이상으로 분류된 공간정보는 예고문 부여 등 보호대책을 마련한 후 별지 제2호 서식의 공간정보자료 복제·출력대장에 기록하여야 한다.

제11조(공간정보의 외주용역)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 생산·구축·관리 등을 위하여 외주 용역을 하고자 할 경우에는 다음 각 호의 보안대책을 마련후 보안담당관의 사전 검토를 받아야 하여야 한다.

② 비밀로 분류된 공간정보의 외주 용역 시 보안업무규정 시행규칙 제13조에 따라 비밀취급인가특례업체로 지정된 업체를 이용하여야 한다.

③ 제1항의 비공개 또는 공개제한 공간정보를 외주 용역할 때에는 미리 보안책임자를 지정하여 용역업체(공간정보 수집·제작 현장사무소 포함)에 대한 보안관리 실태를 확인하고 대책을 마련하여야 한다.

제12조(보호구역 설정 및 출입통제)

① 공간정보의 보호를 위하여 필요한 경우 보호구역을 설정할 수 있다.

② 제1항의 보호구역에 대하여는 관리책임자를 지정하고 다음의 보호대책을 마련하여야 한다.

제13조(비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 국외반출 금지)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 국외로 반출할 수 없다.

② 제1항에 따른 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보를 국외로 반출하고자 할 때에는 국토교통부 장관의 승인을 받아야 한다.

제14조(외국인 보안관리)

① 관리기관의 장은 외국인을 공간정보 관련 업무에 종사하게 할 때에는 다음 각 호의 보안대책을 마련하여야 한다.

② 국토교통부장관은 외국인에 대한 보안상 유해로운 사실이 확인된 때에는 공간정보에 대한 보호조치를 먼저 하고, 국가정보원장에게 관련사항을 통보하여야 한다.

③ 소속 및 산하기관의 장은 외국인에 대한 보안상 유해로운 사실이 확인된 때에는 공간정보에 대한 보호조치를 먼저하고, 국가정보원장과 국토교통부장관에게 관련사항을 통보하여야 한다.

제15조(안전반출 및 파기계획)

① 관리기관의 장은 유사시에 대비하여 공간정보를 안전하게 보호·반출 또는 파기할 수 있도록 안전반출 및 파기계획을 작성하여 비치하여야 한다.

② 안전반출 및 파기계획은 〈별표2〉와 같다.

③ 소속기관 및 산하기관의 장은 자체 실정에 맞는 공간정보 안전반출 및 파기계획을 작성·비치하여야 한다.

□ 「개인정보보호법」 제25조는 공익적 목적에서만 정보유출방지 방안을 수립한다는 전제하에 일부 개인정보 수집을 허용하고 있으며, 본 사업에서는 이를 준수한 사업추진이 가능

○ 수집되는 개인정보의 경우 「개인정보보호법」 제15조 1항의2, 1항의3에 의거하여 「개인정보보호법」 제25조 1항의1에 해당됨에 따라 사업 추진 가능

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제15조(개인정보의 수집·이용)

① 개인정보처리자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 개인정보를 수집할 수 있으며 그 수집 목적의 범위에서 이용할 수 있다.

1. 정보주체의 동의를 받은 경우
2. 법률에 특별한 규정이 있거나 법령상 의무를 준수하기 위하여 불가피한 경우
3. 공공기관이 법령 등에서 정하는 소관 업무의 수행을 위하여 불가피한 경우
4. 정보주체와의 계약의 체결 및 이행을 위하여 불가피하게 필요한 경우

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제25조(영상정보처리기기의 설치·운영 제한)

① 누구든지 다음 각 호의 경우를 제외하고는 공개된 장소에 영상정보처리기기를 설치·운영하여서는 아니 된다.

1. 법령에서 구체적으로 허용하고 있는 경우
2. 범죄의 예방 및 수사를 위하여 필요한 경우
3. 시설안전 및 화재 예방을 위하여 필요한 경우
4. 교통단속을 위하여 필요한 경우
5. 교통정보의 수집·분석 및 제공을 위하여 필요한 경우

○ 개인 위치정보 데이터에 대해서는 데이터 암호화 등의 기술을 적용하여 정보의 안정성을 높이고 개인을 식별할 수 없도록 「개인정보보호법 일부개정안」 제28조의2(가명정보의 처리 등), 동법 제28조의4(가명정보에 대한 안전조치의무 등)에 의거하여 블록체인 기술을 활용한 가명정보 도입을 통한 개인정보 데이터 활용 가능

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제28조의2(가명정보의 처리 등)

① 개인정보처리자는 통계작성, 과학적 연구, 공익적 기록보존 등을 위하여 정보주체의 동의 없이 가명정보를 처리할 수 있다.

② 개인정보처리자는 제1항에 따라 가명정보를 제3자에게 제공하는 경우에는 특정 개인을 알아보기 위하여 사용될 수 있는 정보를 포함해서는 아니 된다.

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제28조의4(가명정보에 대한 안전조치의무 등)

① 개인정보처리자는 가명정보를 처리하는 경우에는 원래의 상태로 복원하기 위한 추가 정보를 별도로 분리하여 보관·관리하는 등 해당 정보가 분실·도난·유출·위조·변조 또는 훼손되지 않도록 대통령령으로 정하는 바에 따라 안전성 확보에 필요한 기술적·관리적 및 물리적 조치를 하여야 한다.

② 개인정보처리자는 가명정보를 처리하고자 하는 경우에는 가명정보의 처리 목적, 제3자 제공 시 제공받는 자 등 가명정보의 처리 내용을 관리하기 위하여 대통령령으로 정하는 사항에 대한 관련 기록을 작성하여 보관하여야 한다.

□ 국가공간·개인정보 취급 관련된 위험요인(①국가보안, ②개인정보수집/활용)를 제거하고자, 관련 법·제도를 종합 분석하여 정보보안·보호규정 등 상세 사업관리 운영방안을 마련하여 시행 예정

○ 사업단 정보보안·개인정보보호 세부규정 마련 및 시행

- 동 사업에서는「국가공간정보기본법」제35조, 동법 시행령 제24조,「국가공간정보 보안관리 기본지침」및「공간정보 보안관리 규정」과 「개인정보보호법」과 동법 시행령 등에 제시된 공간정보 및 개인정보 수집·활용에 관한 법·제도를 준수하기 위하여 사업단 내 정보보안·개인정보보호 세부규정(안)*을 마련

* 제8장 제2절 사업관리방안 제시

제4장

기존 선행사업의 성과 분석 및 연계방안

제1절 기존 선행사업 현황 및 추진경과
제2절 기존 선행사업 성과분석
제3절 기존 선행사업과의 차별성 ·연계방안

제4장 기존 선행사업의 성과 분석 및 연계방안

제1절 기존 선행사업 현황 및 추진경과

1. 사업개요

□ 국토공간정보연구사업

○ **(정의)** 국토공간정보를 생산·관리·가공·유통·활용하거나, 다른 정보·기술과 융합하여 시스템 구축 및 서비스를 연구하는 사업

○ **(범위)** 공간정보의 효율적·체계적 생산 및 가공, 다양한 융·복합 서비스 구현을 위한 GIS, GPS, 빅데이터, 오픈소스, 원격탐사, 위치기반서비스, 공간분석 및 예측 기술 등 포함

○ **(분야)** 공간정보 인프라 기술, 공간정보 응용기술, 공간정보 전용위성 탑재체 기술, 공간정보 융합 서비스 등 4개 중점분야에서 8개 과제 추진

〈표 4-1〉 국토공간정보연구사업 개요

사업명	국토공간정보연구사업
시행주체	국토교통부
전문기관	국토교통과학기술진흥원/한국연구재단
사업목적	국토공간정보의 효율적, 체계적 생산 및 가공, 다양한 국토공간정보 활용·융합 서비스 기술 구현을 통해 국민 편의 향상 및 산업 발전 지원
사업유형	응용·개발연구(공공기술개발)
사업기간	2007~2019 (19년, 일몰)
사업내용	· (공간정보 인프라 기술) 국토공간정보의 효율적·체계적 생산, 가공, 처리 및 체계 구축 기술 개발 · (공간정보 응용 기술) 국토공간정보의 표현, 분석 및 의사결정 지원 기술 · (공간정보 융합 서비스 기술) 국민 안전, 편의 증진을 위한 공간정보 융·복합 기술 및 실증서비스 개발 · (공간정보 전용위성 탑재체 기술) 국토공간 상시모니터링 체계 구축을 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발
지원규모	총 투자금액(2007~2018) : 2,081.6억 원
주요 (예상)성과	공간 빅데이터 저장관리시스템 공간정보 기반 지능형 방범 실증지구 구축 오픈소스 기반 공간정보 SW 3차원 이동객체 인식 및 공간분석 시스템 개발 등

2. 기존 사업 추진경과 및 내역사업 개편 이력

□ 기존 사업 추진경과

○ '06년 '첨단도시개발사업'으로 사업체계 개편 이후 수 차례의 사업내용 개편 후 '국토공간정보연구사업'으로 독립사업 추진

- '06. 05 : 「건설교통R&D 혁신로드맵」 수립에 따라 '첨단도시개발사업'으로 사업체계 개편
- '07. 12 : 「제2차 과학기술기본계획('08 ~'12)」의 전략기술로 선정
- '07. 12 : 「건설교통 R&D 1차 중장기계획('07 ~'12)」 수립
- '09. 01 : 미래 한국을 이끌 17대 신성장동력으로 선정(VIP보고)
- '12. 05 : 「건설교통 R&D 2차 중장기계획('13 ~'17)」 수립에 따라 '도시건축연구사업'으로 사업명칭 변경
- '13. 06 : 「국토교통 중장기전략」에 따라 '도시건축연구사업'에서 '국토공간정보연구사업'으로 과목구조 개편
- '14.01 : '국토공간정보연구사업'으로 독립 사업 추진
- '14.07 : 「국토교통 R&D 중장기 전략('14 ~'23)」수립
- '15.03 : "공간정보 전용위성 탑재체 개발" 과제 신규 추진
- '17.06 : 공간정보 융합서비스 기술 과제 2건(3차원 입체격자 체계, 실내공간정보 구축)신규 추진
- '17.11 : 「국가공간정보 R&D 혁신로드맵」 상정(국가공간정보위원회)
- '18.04 : 공간정보 융합서비스 기술과제 1건(자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지) 신규 추진

3. 내역사업 개편 이력

□ **'07년 '첨단도시개발사업'으로 시작하여 사업명을 '13년 '도시건축연구', '14년 '국토공간정보연구사업'으로 변경하여 추진**

〈표 4-2〉 세부사업 및 내역사업의 개편 이력

연도	2007~2012	2013	2014~2020
사업명	첨단도시개발사업 (2011년 사업명 첨단도시개발)	도시건축연구	국토공간정보연구사업
주요 내용	한옥기술개발, 친환경공동주택기술개발, 초대형대각가새(Diagrid)시공 기술 개발 등	건축물구조안정성향상기술, U-City고도화기술, 에너지관리시스템개발, 제로에너지주택모델개발 등	공간정보인프라기술개발, 공간정보응용기술개발, 공간정보융합서비스기술개발 등

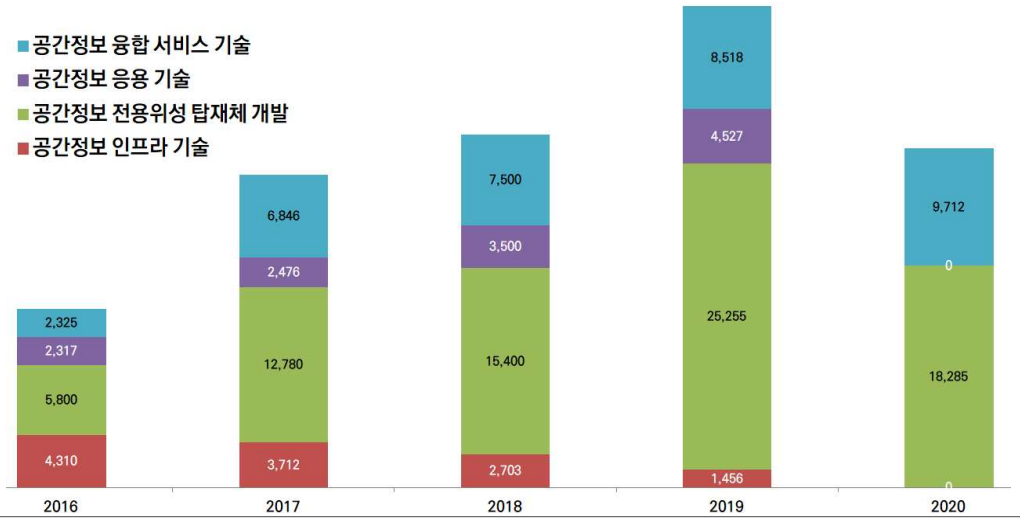
4. 사업비 현황

□ **'07~'20년(14년) 동안 정부예산 2,759억 원 투입, '20년은 전년 대비 29.58% 감소한 279.9억 원 규모**

〈표 4-3〉 국토공간정보연구사업 정부출연금 추이 (2007~2020)

(단위 : 백만 원)

구분	'07~'15	'16	'17	'18	'19	'20	총투자액 (~'20년까지)
공간정보 인프라 기술	119,211	4,310	3,712	2,703	1,456	-	131,392
공간정보 전용위성 탑재체 개발	3,000	5,800	12,780	15,400	25,255	18,285	80,520
공간정보 응용 기술	14,075	2,317	2,476	3,500	4,527	-	26,895
공간정보 융합 서비스 기술	2,200	2,325	6,846	7,500	8,518	9,712	37,101
합 계	138,486	14,752	25,814	29,103	39,756	27,997	275,908



5. 사업 추진체계

□ 사업수행 절차

○ 사업수행 절차는 '수요조사-과제기획-연구기관 선정-과제수행-평가 및 연구 결과 활용' 과정으로 구성

- **(기획의 적절성)** 기획단계에서부터 선행과제와의 중복성 및 차별성 검토를 강화하고 유사 과제와의 구체적인 연계·활용방안을 계획하도록 함으로써 과제 추진의 목적 지향성을 확보할 수 있는 기획체계 보유
- **(관리의 적절성)** 연구수행 단계에서부터 성과 창출 및 활용을 장려하기 위해 주기적인 성과조사·관리 및 평가와 연동한 과제 진도 수행 점검과 추적조사 강화로 연구성과의 효과성을 강화할 수 있는 관리체계 운영
- **(평가의 적절성)** 사전검토 및 진도관리 결과 등 연구수행 과정을 평가결과에 반영하고 있으나, 시스템에 등록된 과제 관련 전문가 pool을 이용하여 랜덤하게 평가위원을 선정하여 연속적이고 전문적인 관점에서 과제평가 한계



[그림 4-1] 국토공간정보연구사업의 추진 프로세스

6. 사업목표 및 성과지표

□ 사업유형 및 목표

구분	주요 내용
사업유형	공공기술개발
사업 전략목표	공간정보 분야 핵심기술 개발과 실용화를 통한 서비스 증대 및 공간정보 산업 발전 지원
최종 성과목표	- 핵심기술 확보 및 기술수준 증진을 위한 논문·특허지수 향상 - 공간정보 산업발전 지원을 위한 공개SW활용 확대 - 핵심기술 성과의 실용화, 경제적 파급효과 제고

□ 단계별 성과목표 및 성과지표

〈표 4-4〉 국토공간정보연구사업 단계별 성과목표·지표

성과목표	1단계(2014~2016)			2단계(2017~2019)			3단계(2020)		
	공간정보 분야 핵심기술 확보 및 산업 지원 기반 구축			공간정보 분야 핵심기술 고도화 및 활용 서비스 증대로 산업 발전 지원			공간정보 분야 활용 서비스 확대를 통한 산업 지속 지원		
중점분야	지표명	지표구분	가중치	지표명	지표구분	가중치	지표명	지표구분	가중치
	학술지게재 논문 지수	질	0.15	특허 등급 지수	질	0.09	특허 등급 지수	질	0.09
	특허 등급 지수	질	0.19	공개SW 활용 지수	질	0.30	공개SW 활용 지수	질	0.30
	공개SW 활용 지수	질	0.30	기술실시계약 건수	양	0.25	기술실시계약 건수	양	0.25
	기술실시계약 건수	양	0.30	기술사업화 효과	질	0.25	기술사업화 효과	질	0.25
	시제품제작	양	0.05	서비스 수혜자	양	0.05	서비스 수혜자	양	0.05
	탑재체 기본설계/예비설계 단계별 목표 대비 진척율	질	0.01	시제품제작	양	0.05	서비스 만족도	질	0.05
				탑재체 기본설계/예비설계/상세설계/총조립 및 시험 등 단계별 목표 대비 진척율	질	0.01	탑재체 총조립·시험단계별 목표 대비 진척율	질	0.01
	합계		1.00	합계		1.00	합계		1.00

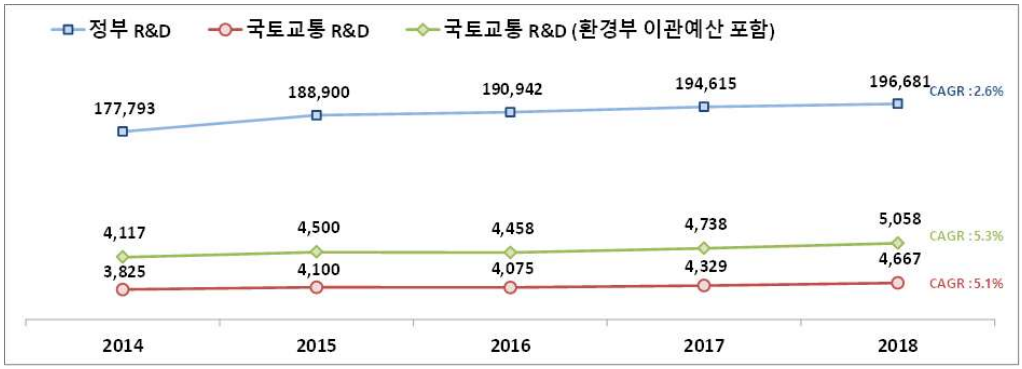
제2절 기존 선행사업 성과분석

1. 성과분석 개요

□ 성과분석 배경 및 필요성

○ 국가연구개발사업에 대한 투자확대로 인해 성과중심의 R&D 사업관리를 통한 정부투자의 효과성·효율성 제고 필요성이 증대

- 최근 5년 간('14~'18년) 국가연구개발사업 총괄 투자규모는 연평균 2.6% 증가
- 국토교통 R&D 연평균 증가율은 5% 이상의 높은 성장률을 보여 성과관리 중요성이 더욱 강조

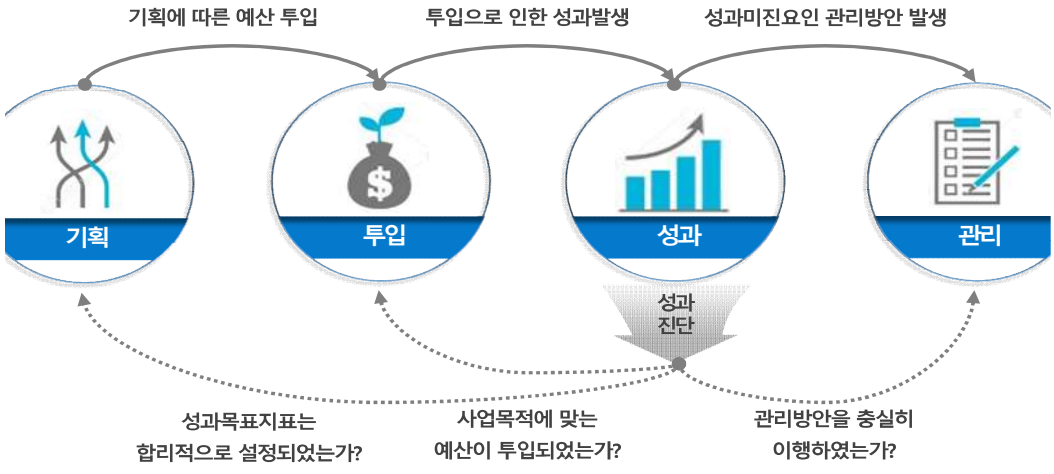


출처 : 2019년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획

[그림 4-2] 정부 및 국토교통 R&D 투자규모 (단위 : 억 원)

○ 이에 제3기관을 활용하여 국토교통 R&D 성과를 객관적인 시각에서 종합적으로 진단·분석하여 그 결과를 사업기획, 예산 투입, 성과관리 등에 반영 필요

□ 국토교통과학기술 연구개발사업은 「기획 → 투입 → 성과 → 관리」의 주기로 진행되며, 각 process는 성과와 모두 유기적으로 연계되어 있음



[그림 4-3] 국토교통과학기술 연구개발사업 전주기 유기적 관계

○ 이에 국토교통과학기술 연구개발사업의 전주기적 Process 별 현황을 진단하고 성과제고를 위한 개선방향을 도출하는 측면으로 성과분석 Frame을 설정함

〈표 4-5〉 성과분석 Frame

구분	분석항목	분석목적
기획부문	사업추진 배경 및 필요성	• 사업추진의 타당성 • 사업목적과 과제 간 연계성 • 사업목표와 성과목표·지표간 연계성
	사업추진 내용	
	성과목표·지표	
투입부문	수행주체별	• 사업목적 달성에 적합한 예산 투입 점검
	연구개발단계별	
	기술수명주기별	
성과부문	핵심성과	• 목표치 달성/미달성 원인도출
	일반성과	• 성과우수성 활용 항목 선정
	기타성과	• 부수적 성과 창출 현황 확인
관리부문	과거 지적사항	• 성과개선을 위한 이행조치활동 점검
	개선사항	

2. 종합적 성과

□ 연구성과 종합평가

○ 2016~2018년 기간 동안 특허등급지수는 평균 3.68 수준이며, 2018년 특허등급지수는 전년대비 1.2% 증가한 3.44로 파악됨

○ 2016~2018년 기간 동안 공개 S/W 활용지수는 평균 43.16 수준이며, 2018년 공개 S/W 활용지수는 전년 대비 -5.9% 감소한 43.31으로 파악됨

○ 2016~2018년 기간 동안 기술실시 계약 건수는 합계 10건, 평균 3.33건 이며, 2018년 기술실시 계약 건수는 2건으로 파악됨

○ 2017~2018년 기술사업화 효과는 총 230,800천 원, 평균 115,400천 원이며, 2018년은 88,500천 원을 달성

- 기술사업화 효과 지표는 동 사업의 2기('17~'19)부터 성과지표로 설정하여 사업의 성과 관리에 활용되었기 때문에 '15~'16년에는 목표치가 없음

○ 2016~2018년 시제품은 총 16건, 평균 5.33건 제작되었으며, 2018년 시제품은 전년대비 -75.0% 감소한 1건으로 파악됨

○ 2017~2018년 서비스 수혜자 수는 총 3,507천 명, 평균 1,756천 명이며, 2018년은 1,694천 명으로 파악됨

- 서비스 수혜자 지표는 동 사업의 2기('17~'19)부터 성과지표로 설정하여 사업의 성과관리에 활용되었기 때문에 '15~'16년에는 목표치가 없음

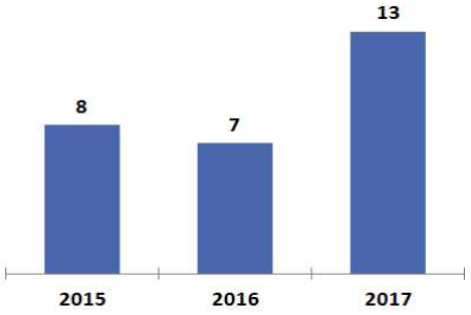
〈표 4-6〉 기존사업의 연도별 연구성과

연도	특허등급지수	공개 S/W 활용지수	기술 실시 계약 건수	기술사업화 효과 (단위 : 천 원)	시제품 제작 건수	서비스 수혜자 (단위 : 천 명)
2016	4.20	40.13	5	-	11	-
2017	3.40	46.04	6	142,300	4	1,813
2018	3.44	43.31	2	88,500	1	1,694
평균	3.68	43.16	4.3	115,400	5.33	1,753.5

3. 과학적 성과

□ 과학적 성과

○ SCI 학술지 : 최근 3년간 SCI 학술지는 총 28건으로 연평균 27.5%로 증가

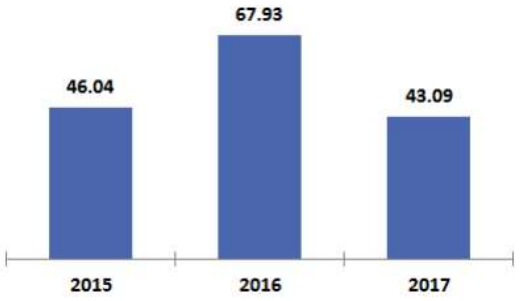


(단위: 건, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
8	7	13	28	27.54

[그림 4-4] 최근 3년간 SCI 학술지 성과

- 최근 3년간 SCI 학술지의 표준화된 순위보정영향력 지수(MrnIF)의 평균은 52.35으로 글로벌 평균 수준의 논문 발표



(단위: %)

2015	2016	2017	합계	증가율
46.04	67.93	43.09	52.35	△3.4

[그림 4-5] 최근 3년간 SCI 학술지의 MrnIF 성과

- 그러나 '17년 글로벌 평균(50)을 상회하는 학술지에 38.5%인 5건의 논문을 게재함으로써 질적으로 우수한 논문 창출

〈표 4-7〉 글로벌 상위 20% 저널 게재 논문 수('17년)

학술지명	논문명	IF	MrnIF
Cluster computing : the journal of networks, software tools and applications	An experimental analysis of limitations of MapReduce for iterative algorithms on Spark	1.84	91.89
Transportation Research Part A	An optimization approach for the placement of bicycle-sharing stations to reduce short car trips: An application to the city of Seoul	2.78	90.63
Transportation Planning and Technology	Taxi vacancy duration: a regression analysis	2.78	90.63
THE JOURNAL OF NAVIGATION	Improving DGPS accuracy by considering the correlation of PRC and satellite elevation angle	2.78	90.63
Sensors	Modeling DGNSS Pseudo-Range Correction Messages by Utilizing Satellite Repeat Time	2.47	89.76

4. 기술적 성과

□ 기술적 성과

○ 특허 출원·등록

- 특허출원('15~'17년)은 총 100건으로, '15년도 33건에서 연평균 19.3%씩 성장하여 '17년 47건 달성

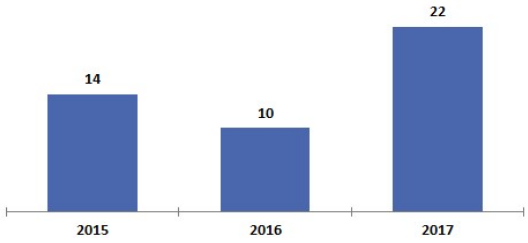


(단위: 건, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
33	20	47	100	19.3

[그림 4-6] 최근 3년간 특허출원 성과

- 특허등록('15~'17년)은 총 36건으로, '15년도 33건에서 연평균 19.3%씩 성장하여 '17년 22건을 달성함

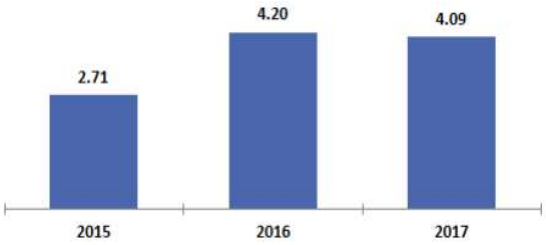


(단위: 건, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
14	10	22	36	25.4

[그림 4-7] 최근 3년간 특허등록 성과

- 특허등록 SMART 등급 평균('15~'17년) : 3.70(연평균 22.9% 증가)



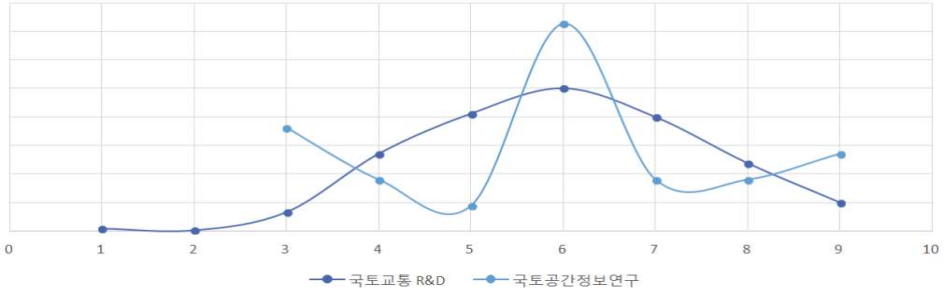
(단위: 건, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
2.71	4.20	4.09	3.70	22.9

[그림 4-8] 최근 3년간 등록된 특허의 SMART 등급 평균

- SMART 등급 A등급 : 4건(18%), SMART 등급 B등급 : 8건(36%)

등급	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
건수(비율)	4 (18%)	2 (9%)	1 (5%)	8 (36%)	2 (9%)	2 (9%)	3 (14%)



[그림 4-9] 최근 3년간 등록된 특허의 SMART 등급 분포

○ 소프트웨어(SW)

- 소프트웨어 등록 성과('15~'17년) : 134건
- '15년도 37건에서 연평균 11.5%씩 성장하여 '17년 46건 달성



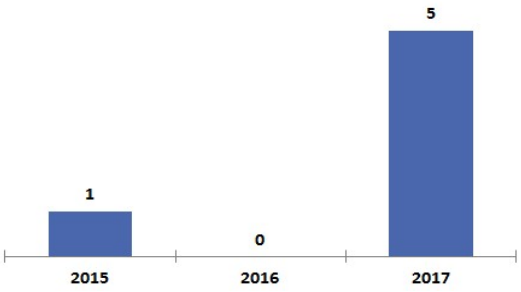
(단위: 건, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
37	51	46	134	11.5

[그림 4-10] 최근 3년간 소프트웨어 성과

○ 표준채택

- 표준채택 성과('15~'17년) : 6건
- '15년도 1건에서 연평균 123.6%씩 성장하여 '17년 5건 달성



(단위: 건, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
1	0	5	6	123.6

[그림 4-11] 최근 3년간 표준채택 성과

- '6건의 표준채택 성과 중 '15년도 성과는 국제 표준성과(OGC IndoorGML)로서 우수성 입증

〈표 4-8〉 국제 표준 채택 성과의 내용

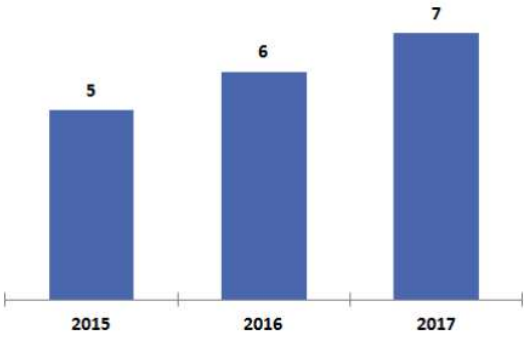
표준화 명칭	표준 번호	주요 내용	기대효과
OGC IndoorGML	OGC15-035	실내공간정보 표준 IndoorGML 1.0을 수정한 것 1. 몇 가지 오타 2. UML Diagram의 개선 3. Schema 정의의 개선 4. chema location을 OGC portal과 동일하게 수정	기존의 표준 내용에서 보다 명확하게 수정되어 IndoorGML이 다양한 환경에서 오류나 문제가 없도록 만든 것으로 여러 산업에서 IndoorGML의 환경을 확산하는데 기여할 것으로 예상

5. 경제적 성과

□ 경제적 성과

○ 사업화 건수

- 사업화 건수는 3년('15~'17년)간 18건으로, '15년도 5건에서 연평균 18.3%씩 성장하여 '17년 7건 달성



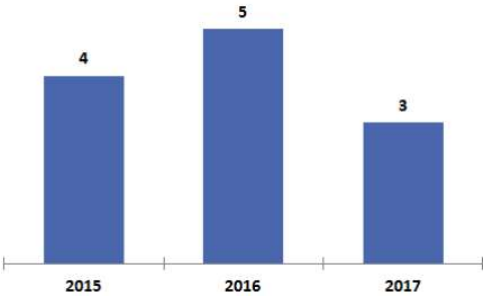
(단위: 백만원, %)

2015	2016	2017	합계	증가율
5	6	7	18	18.3

[그림 4-12] 최근 3년간 사업화 성과

○ 기술 이전

- 3년('15~'17)간의 기술이전 성과는 총 12건이고 기술이전으로 인한 기술료는 약 4천만원을 달성한 것으로 조사됨
- 기술 이전 건수는 '15년 4건에서 '16년 5건이었다가 '17년 3건으로 약간 감소
- 기술 이전으로 인한 기술료 징수액은 '15년 2천9만원 정도를 기록하고 '16년에는 천만원 정도를 기록



(단위: 건, 천원, %)

구분	2015	2016	2017	합계	증가율
기술 이전 건수	4	5	3	12	△13.4%
기술료 징수액	29,404	9,929	-	-	-

[그림 4-13] 최근 3년간 표준채택 성과

6. 대표적 성과

□ 공간정보 인프라 기술

○ 공간정보 공유 인프라 고도화를 위한 3차원 공간정보 오픈플랫폼 서비스 고도화 기술 개발

○ 기존의 외산 SW 독점을 탈피하고 공간정보기술 개발 활성화를 위해 오픈소스 기반의 개방형 SW 기술개발

※ 오픈소스 기반 드론 자동지도 구축 시스템을 '17년 4월에 UN 물류기지센터에서 현장 검증을 수행하고, 국토부와 UN 물류기지와 기술협약 체결

〈표 4-9〉 공간정보 인프라기술 분야 대표 기술성과

과제	세부 중점과제		대표기술성과
공간정보 오픈플랫폼 고도화 기술	(1세부) 공간정보 온픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화	(1-1협동)차세대 웹 표준 기반 플랫폼 소프트웨어 고도화	• HTML5/WebGL 기반 오픈플랫폼 엔진 • 접속자 증가에 따른 과부하 방지가 가능한 병렬·분산 처리 및 전산자원 모니터링 기술 • 3차원 오픈 플랫폼 데이터 서비스 표준 포맷 및 가공 기술 • 모바일 기반 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술 • LOD 데이터 구축 및 속도 향상 기술 개발
		(1-2위탁)공간-동적정보 융합 서비스 모델 도출 및 시범 서비스 개발	
	(2세부) 공간정보 오픈플랫폼 데이터확보·가공기술 고도화	(2-1주관)플랫폼 데이터 확보 기술·가공 고도화	
		(2-2공동)차세대 브이월드 객체 3차원 데이터 검수 소프트웨어 개발	
		(2-3공동)사용자 참여형 오픈플랫폼 공간정보 제작 및 갱신기술 개발	
공간정보 SW 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발	(1세부) 전자정부프레임워크 연동 오픈소스 기반 공간자료 구축·관리·제공 기술 개발	(1-1협동)오픈소스 SW 기반 공간정보 국제표준 변환도구 개발	• 접근 불능지역 지도제작 및 긴급 상황 시 신속지형 정보 파악을 위해 Drone을 활용한 오픈소스 SW 기반 영상지도 제작 및 솔루션 기술개발 • 오픈소스 3D Map 라이브러리인 Cesium에 3D 편집기능 확장개발 • 2D 공간데이터 품질 검증 기술개발 • 위치기반 사진/비디오 미디어 지원 공간 DBMS 기술 • 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal 서비스 기술 • 오픈소스 활용 공간정보 모바일 웹 시각화 기술 • 공간정보 포맷 변환기술
		(1-2공동)오픈소스 SW 기반 공간자료 편집도구 개발	
		(1-3공동)오픈소스 SW 기반 공간정보 제공/관리도구 개발	
		(1-4공동)모바일 공간정보서비스 개발	
	(2세부) 공간정보산업 활성화를 위한 오픈소스 기반 응용 연계기술 개발	(2-1공동)뉴미디어 공간정보 컨텐츠 활용기술 개발	
		(2-2공동)오픈소스 SW 기반 공간자료 분석기술 개발	
		(2-1위탁)뉴미디어 공간정보 컨텐츠 생성기술 개발	

□ 공간정보 응용 기술

○ 스마트시티, 자율주행 등 다양한 분야에서 취득되는 위치기반 대용량 데이터를 처리, 관리하기 위해 공간정보에 특화된 공간 빅데이터 저장·관리 기술을 집중적으로 개발

〈표 4-10〉 공간정보 응용 기술 분야 대표 기술성과

과제	세부 중점과제		대표기술성과
국토공간정보 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발	(1세부) 공간 빅데이터 저장 관리 인프라 기술 개발	(1-1협동) 공간 빅데이터 저장관리 인프라 기술 개발	• Map-reduce 기반 대용량 공간 빅데이터 처리 기술 • Map-reduce 기반 공간 인덱스 생성기술 • 공간 빅데이터 조인(Join) 기능 • 인메모리 기반 공간빅데이터 저장관리 기술 • 실시간 대용량 공간데이터 분산 처리기술 • 실시간 스트리밍 데이터 처리기술 • 공간빅데이터 일괄(Batch) 분석 컴포넌트 기술 • 이동객체 데이터 배치 분석 컴포넌트 기술 • 비정형 데이터 실시간 데이터 연계기술 • 장소명 인식을 통한 POI 수준의 위치정보 탐지 기술 • 딥러닝 기반 감성어 사전 구축기술 • 이모티콘을 반영한 장소 선호도 분석 기술 • 소셜 미디어 데이터 위치정보 탐지 기술
		(1-2공동)인메모리 기반 공간 빅데이터 저장관리 프레임워크 개발	
		(1-3공동) 공간 빅데이터 웨어하우스 핵심 기술 개발	
	(2세부) 공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술 개발	(2-1협동) 공간 빅데이터 CEP 및 OLAP 엔진 개발	
		(2-2공동) 소셜 빅데이터 분석 기술	
		(2-3공동) 공간 빅데이터 분석 및 가시화 컴포넌트 구현	
		(2-4공동) 공간 빅데이터 일괄(Batch) 분석 컴포넌트 기술 개발	
		(2-5공동) 이동객체 데이터 Batch 분석 컴포넌트 기술 개발	
		(2-6공동) 공간 빅데이터 OLAP 데이터 로딩 모듈	
	(3세부) 공간 빅데이터서비스 활성화 및 실증 기술개발	(3-1주관) 공간 빅데이터 서비스 활성화 방안연구	
		(3-2공동) 공간 빅데이터 서비스 실용화 방안연구	
		(3-3공동) 공간 빅데이터 서비스 실증 기술 개발	

□ 공간정보 융합서비스 기술

○ 안전한 국민 생활을 위한 사회안전망 구축을 지원할 수 있는 공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술 개발

○ 실내공간정보 구축·갱신 기술력 확보 및 실내공간정보 융·복합 활용지원 기술 개발

○ 무인이동체 운행지원 및 바람길, 미세먼지 등 3차원 유동정보 관리를 위한 3차원 격자 기반 국토 통합관리 지원 기술 개발

○ 실시간 도로변화 정보를 정밀도로지도에 반영하기 위한 공간정보 기반 정밀도로지도 갱신기술 개발

〈표 4-11〉 공간정보 융합서비스 기술 분야 대표 기술성과

과제	세부 중점과제		대표기술성과
안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범 기술개발	(1세부) 국민안심 인프라 및 서비스 구축을 위한 정밀위치결정기술 및 지원서비스 개발	(1-1협동) 실시간 개인 정밀위치결정 기술 기반의 사회적 약자 모니터링 기술 개발	• 실외 GNSS 난수신 환경 측위기술 • 다중복합신호처리 플랫폼 개발 • 크라우드소싱을 활용한 사회안전망 소셜맵 구축기술 • 스테레오 동영상을 활용한 실시간 배경공간/이동객체 분리 및 이동객체 추적기술 • 영상정보 기반 스마트 CCTV 협업 추적감시기술
		(1-1공동) 다중복합신호처리를 통한 위치정보 지원 기술 개발	
	(2세부) 범죄 예방 사회안전망 구축을 위한 공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술 개발	(2-1협동) 지능형 방범 사회안전망을 위한 소셜맵 구축기술 개발	
		(2-1공동) 스테레오 동영상을 이용한 실시간 배경공간/이동객체 분리 및 추적기술 개발	
		(2-2공동) 공간정보를 활용한 센서 및 영상정보 기반 스마트 CCTV 협업추적 감시기술 개발	
	(3세부) 공간정보 기반 지능형 방범 실증지구 구축 및 운영	(3-1주관) 지능형 방범 실증지구 구축	
		(3-2공동) 지능형 방범 실증지구 실증 및 사업화 지원체계 구축	
세계 최고수준의 저비용 고효율 실내공간 정보 핵심기술 개발 및 실증	(1세부) 저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 핵심기술	(1-1협동) 사용자 참여형 저비용 실내공간정보 구축 및 갱신기술 개발	• LiDAR-Camera 연동형 시스템을 이용한 포인트 클라우드 및 이미지 Mesh 구축 기술 • 실내공간정보 정형/비정형 형상정보 구축기술 • 실내공간데이터 단순화 기술 • 실내공간정보 취득을 위한 배낭형 센서 시스템 • 실내공간 사용자 상황추론 방법 개발 • 사용자 참여형 자료기반 실내 3D 형상 구축기술 • 클라우드 기반 실내공간정보 관리시스템 • IndoorGML 자동생성 및 편집도구 • 실시간 인원감지 모니터링 시스템 • 열·연기 확산을 고려한 보행시뮬레이션 기술
		(1-2공동) 저비용·고정밀 실내공간정보 구축 및 갱신기술 개발	
		(1-3협동) 사용자 참여기반 실내공간정보 DB 구축을 위한 기술개발 및 뷰어 플러그인 개발	
		(1-4공동) 저비용·고정밀 실내공간정보 구축 및 갱신기술 상용화	
	(2세부) 실내공간정보 활용지원기술 개발	(2-1협동) BIM/CAD 기반 실내공간정보 구축 자동화 기술개발	
		(2-2공동) 실내공간정보 표준화 및 실내외 연계기술 개발	
		(2-3공동) 실내공간정보 저장 및 관리 지능화 기술개발	
		(2-4공동) 실내외 공간정보 토폴로지 및 POI 편집기술개발	
	(3세부) 실내공간정보 테스트베드 구축 및 실증개발	(3-1주관) 테스트베드 구축, 실증 사업총괄 및 실내공간분석 도구 개발	
		(3-2공동) 실내재난 시뮬레이션 모델 개발	
		(3-3공동) 시각장애인을 위한 실내음성지도 서비스 개발	
		(3-4공동) 실내 재난 대응 솔루션 개발	
		(3-5공동) OpenIndoorMap 서비스 구축 및 운영	

과제	세부 중점과제		대표기술성과
3차원 입체격자 체계기반 국토통합 관리 지원기술 개발	3차원 입체격자 체계기반 국토통합관리 지원기술개발	(주관) 3차원 입체 격자체계 활용방안 연구	• 3차원 입체격자 가시화 기술 • 3차원 입체격자 통합 운영기술 • DB연계 및 3D 격자 변환 기술 • 저고도 유/무인 비행체용 격자기반 공중도로 체계 및 최적경로 제공기술 • 저고도 유/무인 비행체용 장애물 격자 AR 정보 제공기술 • 3차원 입체격자기반 국토모니터링 서비스
		(공동) 3차원 입체격자 체계 실증서비스 연구	
		(공동) 3차원 입체격자 체계 데이터 연계기술개발	
		(공동) 3차원 입체격자 체계 통합운영기술개발	
자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신기술 개발	(1세부) 정밀도로 공간정보 구축 센서-소프트 웨어 통합솔루션 개발	(1-1협동) 도로공간정보 구축을 위한 모듈형 장비 표준화 기술개발	• 활용목적에 따른 MMS 센서 조합형 표준화 플랫폼 기술 • 다중취득 MMS 데이터 위치 정합기술 • 범용센서기반 도로 및 시설물 정밀맵 식별 및 탐지기술 • 다중 소스기반 변화정보 수집 및 탐지 자동화 기술 • 갱신객체 형상 및 관계 자동추출 및 데이터 베이스 자동갱신 기술 • 클라우드 기반 도로 및 시설물 정밀 맵 변환 관리 및 운용기술 • 클라우드 기반 정밀 맵 배포, 공유 및 가상화 서비스 기술
		(1-2공동) 모듈형장비 통합 데이터처리기술 개발	
		(1-3공동) 모듈형 장비 데이터 압축 및 신속전송 솔루션 개발	
	(2세부) 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신기술개발	(2-1협동) 도로변화 신속 탐지 Test-Bed 구축 및 LDM 센터 운영	
		(2-2공동) 크라우드소싱 기반 변화정보 신속수집 및 탐지자동화 기술개발	
		(2-3공동) 도로/시설물 변화정보 기반 정밀지도 갱신기술 개발	
		(2-4공동) 정밀도로지도 갱신 표준안 개발	
	(3세부) 도로변화 신속 탐지, 갱신기술 통합실증 및 공유기술개발	(3-1협동) 도로변화 신속탐지 갱신기술 통합검증 및 품질확보 방안마련	
		(3-2공동) 수요처별 도로갱신정보 품질 확보 및 검증, 서비스 연계	
		(3-3공동) 클라우드기반 실시간 변화정보관리 및 제공기술개발	

□ 공간정보 전용위성 탑재체 개발

○ 국내 우주개발 분야의 독자적 기술력 확보를 위해 다부처 공동사업으로 추진 중인 차세대 중형위성 탑재체 센서 및 신호처리 장치 개발

〈표 4-12〉 공간정보 전용위성 탑재체개발 분야 대표 기술 성과

구분	중점과제	대표기술성과
공간정보 전용위성 탑재체 개발	미래 성장동력 확보를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발	• 해상도 0.5m급 공간정보 전용위성 탑재체 센서개발 • 해상도 0.5m급 공간정보 전용위성 광전자 신호처리 장치개발 • 위성촬영영상 실시간 고속전송장치 개발 • 대용량 공간정보 고집적 저장 장치 개발

7. 성과지표별 분석

□ 사업 성과 목표 대비 달성도

○ ’17년도 기준 동 사업의 7개 성과지표에 대한 목표달성도를 확인한 결과 모든 지표가 목표치 달성

○ **(특허등급지수)** ’16년과 ’17년 모두 설정한 목표치 대비 특허등급지수를 초과 달성하여 국내 관련 기술의 경쟁력 제고에 기여

○ **(공개 SW 활용 지수)** 최근 3년 동안 공개 SW 활용 지수가 지속적으로 증가하고 있고 목표치를 달성하는 등 공간정보를 활용한 소프트웨어 개발로 산업 지원 효과 창출

○ **(기술실시계약 건수)** 기술실시계약의 목표치를 100% 달성하는 성과를 달성하여 공간정보 연구 성과의 사업화 및 제품화 가능성 제고

○ **(기술사업화 효과)** 사업이 독립 추진된 기간이 짧지만 목표치를 상회하는 사업화 효과를 창출하여 공간정보산업의 성장을 지원하는 동 사업 목적을 달성하는데 기여

※ 기술사업화 효과는 동 사업의 2단계부터 성과지표로 설정되어 관리 중이기 때문에 ’15~’16년 목표치 미설정

○ **(서비스 수혜자 수)** ’17년에 목표치로 설정한 1,520(천명) 대비 1,812(천명)을 달성하여 공간정보 서비스를 통한 국민 편익 향상에 기여

※ 서비스 수혜자 수는 동 사업의 2단계부터 성과지표로 설정되어 관리 중이기 때문에 ’15~’16년 목표치 미설정

○ **(시제품제작 건수)** ’16~’17년 동안 시제품 제작건수의 목표치를 100% 달성하였고 연평균 87.1%씩 증가하여, 이를 통해 공간정보를 활용한 방범 서비스 구현 기여

○ **(탑재체 목표대비 진척율)** 공간정보 전용위성 탑재체 개발의 단계별 핵심기술 개발의 목표치 대비 100%의 개발 성과 달성

〈표 4-13〉 연도별 국토공간정보연구 사업의 목표달성도

성과지표	구분	2015	2016	2017
특허등급지수	목표치(A)	-	3.18	3.34
	실적(B)	2.91	4.20	3.40
	달성도(B/A)(%)	**-**	**132.1**	**101.8**
공개 SW 활용 지수	목표치(A)	-	39.74	43.71
	실적(B)	36.13	40.13	46.04
	달성도(B/A)(%)	**-**	**101.0**	**106.7**
기술실시계약 건수	목표치(A)	-	5	6
	실적(B)	4	5	6
	달성도(B/A)(%)	**-**	**100**	**100**
학술지게재 논문 지수	목표치(A)	-	43.00	-
	실적(B)	48.07	45.65	-
	달성도(B/A)(%)	**-**	**100**	**100**
기술사업화 효과(천원)	목표치(A)	-	-	4,168
	실적(B)	-	-	20,000
	달성도(B/A)(%)	**-**	**-**	**479.8**
서비스 수혜자 수	목표치(A)	-	-	1,520
	실적(B)	-	-	1,812
	달성도(B/A)(%)	**-**	**-**	**119.2**
시제품 제작	목표치(A)	-	3	4
	실적(B)	2	3	4
	달성도(B/A)(%)	**-**	**100**	**100**
탑재체 단계별 목표대비 진척율(%)	목표치(A)	100	100	100
	실적(B)	100	100	100
	달성도(B/A)(%)	**100**	**100**	**100**

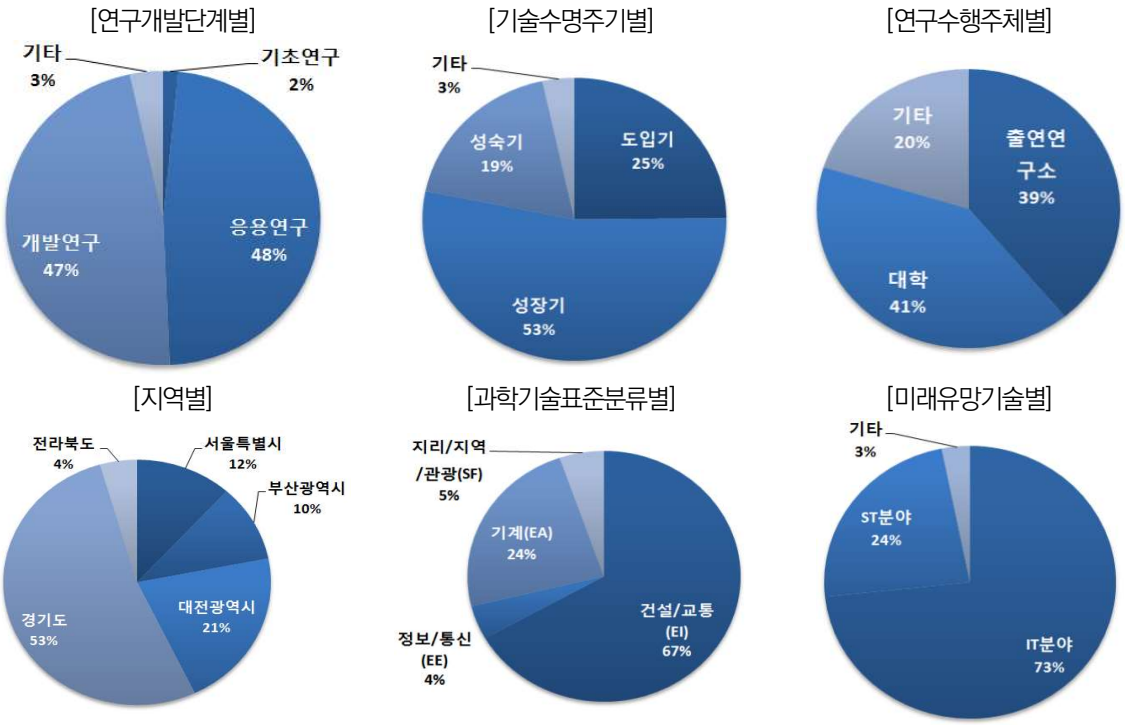
8. 자원투입 분석

□ 투자 포트폴리오

○ 중소기업이 수행하는 건설/교통 분야 성장기의 개발연구를 중심으로 지원하고 있으며, 서울·경기권에 투입이 집중

○ 출연연 및 대학이 수행하는 건설/교통 분야 성장기의 개발연구를 중심으로 지원하고 있으며, IT(Information Technology)와 ST(Space Technology) 분야 미래유망기술을 주로 추진 중

- (연구개발 단계별) 공간정보 산업 지원을 목적으로 하는 사업이기 때문에 응용, 개발 연구가 95% 차지
- (기술수명 주기별) 지원 기술의 수명주기가 성장기 53%, 도입기 25%로, 반 이상의 예산이 성장기 기술 지원
- (연구수행 주체별) 대학 41%, 출연연 39%의 비율로 연구비 투입
- (과학기술표준 분류별) 건설/교통 및 기계 분야의 기술이 전체 분야의 91% 차지
- (미래유망 기술별) IT 분야의 기술이 대부분을 차지하고 공간정보 위성과 관련하여 ST 분야 기술이 그 다음으로 많은 부분 차지



출처 : NTIS 클라우드 서비스(2018.2.6)

[그림 4-14] 최근 3년('15~'17년) 간 국토공간정보연구사업 포트폴리오

제3절 기존 선행사업과의 차별성·연계방안

1. 기존 사업성과·문제점 및 연계·개선방안

□ 국토공간정보연구사업 R&D 일몰('19년)로 지속적인 기술 개발 한계

○ 정부 연구개발사업 중 독립사업으로써 국토공간정보연구사업의 '19년 일몰 대상 사업으로 지정되어 '17년 연장 신청을 하였으나, 검토결과 일몰 시점 준수로 '19년 확정

- **(사업 목표)** 사업의 목적과 목표가 광범위하여 구체성이 부족하고, 전략목표의 경우 지표점검 시 적절성을 인정받았으나 일부 정성적인 전략목표는 달성도 평가 기준 모호

  ※ 정성적인 전략목표의 달성도 평가 기준이 모호하여 사업기간 연장을 통한 최종 사업목표 달성여부 판단 불가

- **(내용의 적절성)** 동 사업의 전략목표, 4개 내역사업(중점분야), 7개 세부과제 간 연계성 다소 부족

- **(정부지원 필요성)** 공간정보의 공공적 특징 및 국내 공간정보 산업이 중소기업 위주로 구성되어 정부주도의 지원 필요성 인정

- **(최종목표 달성여부)** 동 사업 및 내역사업별 최종목표와 목표별 달성도 평가 기준의 구체성 부족

  ※ **(국토공간정보 기술력 G3진입)** 국토교통기술수준분석조사 결과 외에 기술력을 대표할 수 있는 객관적인 판단기준 모호

  ※ **(다차원 공간정보체계 활용)** 3차원 공간정보 표현 및 서비스 활용 모델 도출 여부는 활용을 위한 기본적 여건조성으로 실제 활용 여부를 판단 불가

○ 기존 사업 일몰 연장신청에 대한 정책 제언

- 동 사업은 다양한 국토공간정보 활용 및 융합서비스 기술 개발 등을 지원하는 사업으로 정부지원의 필요성은 충분히 인정되나, 과제 간 연계성, 예산산출 근거 등을 보완하여 향후 장기적 관점에서의 재기획이 필요하다고 판단

- 연장요청 내역사업의 연장요청 기간 및 예산규모 산출근거가 미흡하고 내역사업을 구성하는 세부과제별 목표 구체성 및 기존 세부과제와의 연계성 확보

  ※ 동 사업의 궁극적인 추진목적이 '국민편의 향상 및 산업발전'이므로 연장요청 기간 동안의 목표 및 세부과제에 추진목적 달성 관련 내용 보완

  ※ 동 사업의 기 추진과정에서 나타난 한계점 및 급변하는 환경 대응 방향 등에 대한 충분한 분석 필요

  ※ 최종 수요자인 국민이 체감할 수 있는 수준의 편의 향상을 위해 산업계가 기여할 수 있는 방향성 제시

  ※ 전략목표 '국토공간정보 기술력 G3진입' 달성도 평가기준인 국토교통기술수준분석조사 결과 외에도 기술력을 대표할 수 있는 정량적이고 객관적인 판단기준 추가

  ※ 기술수준평가 결과를 활용하여 특정분야에 대한 국가의 기술수준을 측정하는 것이 보편적이기는 하나, 일몰기간 연장요청의 적절성 판단을 위해 국토공간정보기술력을 대표할 수 있는 역량이나 기술요소 선별 필요

□ **기존 국토공간정보연구사업의 한계 및 공간정보 분야 대내외 환경변화를 고려한 개선 방안을 도출하고 신규 사업 추진**

○ 사업 추진 시 분야별 기술 개발에 따른 사업 목표 달성 여부를 명확하게 평가 할 수 있도록 사업목표-추진 분야 기술 목표 간 연계성 강화

○ 공간정보 분야 미래 유망 기술을 발굴하고 고정밀 공간정보의 수요에 기반한 융·복합 활용 기술 개발 추진

○ 개별 연구단 형식으로 진행됨에 따라 연구종료 후 최종 성과물의 실용화에 한계가 있었던 기존 사업의 문제점을 극복하기 위해, 기술 활용 협의체 운영 등을 통한 공간정보 활용기관과의 정보 구축·연계

○ 해당 분야에 전문성이 있는 선정평가위원 중 일부가 연차·중간·최종평가에 참여하는 책임평가위원제 도입 확대

〈표 4-14〉 선행사업 분석을 통한 추진 체계 개선 방안 도출

구분	국토공간정보연구사업	본사업
사업목표	▪ 기술 개발을 통한 사업 목표 달성 여부에 대한 판단기준 불명확	▪ 사업목표-중점분야 기술 목표 간 연계성을 강화하고 본 사업의 기술개발 산출물에 기반한 핵심성과지표를 설정하여 사업목표 달성 여부 명확화
과제발굴	▪ 매년 제안되는 아이템 중 사업예산을 고려하여 이슈 위주의 공급자 관점 기술 개발 추진	▪ 실제 수요처의 니즈를 반영한 체계적·목적지향형 기술 개발 추진
실용화 지원체계	▪ 개별 과제에서 시험 인증을 수행하고 별도의 실용화 지원체계 부재	▪ 기술 활용 협의체 운영 등을 통하여 공간정보 활용기관과의 정보 구축·연계 수행
과제평가	▪ 과제 관련 전문가 pool을 통해 무작위로 평가위원을 선정하여 연속적이고 전문적인 관점에서 과제 평가 한계	▪ 책임평가위원제 도입을 통해 기술 선정, 중간, 최종 평가 전주기적으로 전문성을 기반한 과제 평가 추진

2. 기존 선행 과제와의 차별성 및 연계성

□ 기존 선행 사업의 8개 세부과제와의 차별성 및 연계성

〈표 4-15〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 기존 과제와의 차별성 및 연계성

연번	과제명	주요성과	차별성 및 연계성
1	공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술 개발	- 웹 표준 기반 오픈플랫폼 엔진 - 사용자 참여형 공간정보 생성 프로그램 - 하이브리드 공간정보 DB 모델 - 초분광 영상 분석 모듈	• (차별성) 기존 과제는 오픈플랫폼의 안정적인 서비스를 위하여 서비스 구조, 네트워크, 시스템 장애 모니터링, 스토리지 등의 성능을 개선하기 위한 기술 개발에 집중하고, 제한된 환경 및 응용소프트웨어 내에서 수작업에 의한 2.5차원 공간정보 구축 및 갱신을 수행하였으나, 본 사업에서는 드론, 차량, CCTV 등 상용화된 디바이스로 실시간 수집되는 다중소스 데이터를 검증하여 변화가 발생한 영역에 대하여 효율적으로 갱신함으로써 최신의 3차원 공간정보를 제공하기 위한 기술 개발에 집중함 • (연계성) '사용자 참여형 오픈 플랫폼 공간정보 제작 및 갱신' 기술은 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능한 품질을 확보하였는지 검증하여 3D 공간정보 실시간 자동 갱신과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)
2	공간정보 SW 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발	- 엔터프라이즈급 오픈소스 공간정보 SW - 국내외 현장적용 사이트	• (차별성) 기존 과제는 사물인터넷 데이터의 실시간 저장 및 관리 기술의 한계가 있으나, 본 사업은 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하여 실시간 저장 관리 기술 확보 • (연계성) '오픈소스 기반 공간자료 가공·분석' 기술은 3차원 정형/비정형을 포함하는 초대용량 공간정보 처리 중 2차원 공간정보 처리 및 분석 기능과 연계하여 활용 가능 (3-1핵심)
3	미래 성장동력 확보를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발	- 해상도 1m급, 관측폭 20km급, 다중파장 위성 탑재체 - 위성 자료 수신 시스템	• (차별성) 기존 과제는 넓은 대상 영역에 대한 위성/항공 데이터 기반의 수동 변화탐지 기술이었다면, 본 사업은 광역/도심/객체 대상 활용 맞춤형으로 이동형 플랫폼/디바이스 데이터를 활용하여 자동 변화 탐지기술 개발 • (연계성) '공간정보 위성영상 활용처리 및 지원 시스템' 기술은 고해상도 위성영상 기반 광역 변화인식 기술과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)
4	국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발	- Hadoop기반 공간 빅데이터 저장 프레임워크 및 공간질의 엔진 - 인메모리 기반 실시간 저장관리 프레임워크 - 공간 빅데이터 Batch 분석 및 가시화 컴포넌트	• (차별성) 기존 과제는 2D 및 GPS 등 소규모 공간정보 빅 데이터의 분석 처리만을 지원하며 갱신/삭제 등 관리기능을 지원하지 않으나, 본 사업은 초대용량 LiDAR, WAIM, 공간동영상의 CRUD관리 기능을 지원할 뿐만 아니라 실시간 스트림 분석처리까지 지원 • (연계성) '공간 빅데이터 저장관리 인프라', '인메모리 기반 빅데이터 저장관리 기술', 'Batch 분석 컴포넌트'는 초대용량 공간정보 서비스와 스트리밍 데이터 실시간 처리 기술과 연계하여 활용 가능 (3-1핵심)

연번	과제명	주요성과	차별성 및 연계성
5	안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범 기술 개발	- Multi-GNSS 기반 측위 플랫폼 - 사회안전망 정보 공유 시스템	• (차별성) 기존 과제는 별도의 고가 장비가 있어야만 정밀 측위 기술이 이용가능했다면, 본 사업에서는 스마트폰 등의 모바일 단말기 데이터만으로도 정밀 위치정보 확보가 가능한 기술을 개발 • (연계성) 'Multi-GNSS 기반 측위 기술'은 모바일 환경 Multi-GNSS 최적화 기술과 연계하여 활용가능하며, '사회안전망 정보 공유 시스템'은 이동체나 사람중심 공간정보와 연계하여 활용 가능 (1-1, 2-2핵심)
6	세계 최고수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증	- 실내공간 데이터 생성·편집·가시화 도구 - OpenIndoorMap 포털	• (차별성) 기존 과제는 전통적인 공간정보 데이터를 기반으로 3차원 공간정보 데이터를 구축했다면, 본 사업에서는 크라우드 소싱 데이터를 기반으로한 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간정보 데이터 구축기술 개발 및 국산화 • (연계성) '실내공간정보 구축 및 갱신 기술'은 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)
7	3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발	- 3차원 입체격자체계 프레임워크 및 서비스 엔진	• (차별성) 기존 과제는 모바일기기, 고정감지기 등의 한정된 센서로부터 위치정보를 수집하는 기술이었다면, 본 사업은 버스, 택시, 자동차 등 다양한 센서 및 IoT기기로부터 수집된 이동체 위치정보를 실시간으로 연계 • (연계성) '3차원 입체격자체계'는 이동체의 동적정보를 연계하고 동적정보를 시각화하는 기술과 연계하여 활용 가능 (2-2핵심)
8	자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신 기술 개발 및 실증	- 카메라기반 MMS 시작품 - 도로 및 시설물 정밀맵 데이터 관리 및 배포 SW 패키지	• (차별성) 기존 과제의 도로 영역에 한정된 변화 정보를 정밀도로지도에 반영하기 위하여 MMS로 취득되는 영상과 기존 정밀도로지도를 비교하여 차선, 도로시설물의 변화탐지를 수행하는 반면, 본 사업에서는 크라우드 소싱되는 다양한 데이터를 이용하여 정밀도로지도로 표현되는 정적정보뿐만 도로 상에 발생하는 파손, 적치, 사고 등의 동적정보에 대한 변화탐지도 수행하고, 대상 영역 측면에서도 도로에 한정되는 것이 아니라 다양한 특성을 갖는 국토의 변화 탐지 기술 개발 • (연계성) '카메라 기반 정밀도로지도 자동 구축·갱신 기술'은 차량 센서 기반 준실시간 도심 변화인식 기술, 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)

제5장

사업설계를 위한 조사 분석

제1절 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 사전조사
제2절 관련 사업 추진현황 및 중복성 검토

제5장 사업설계를 위한 조사 분석

제1절 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 사전조사

1. 기술 및 활용 수요조사

1.1 조사목적

□ 산·학·연 전문가의 다양한 의견수렴을 통한 디지털 라이브 국토정보 기술수요 및 활용수요 발굴

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 중점분야별 핵심·구성과제 선정의 근거자료로 활용

○ 중점분야의 핵심·구성과제 선정에 있어 산·학·연·관 전문가의 다양한 의견수렴 및 반영

- 기술목표 수립을 위해 전문가로부터 대상 기술을 체계적으로 분류, 분석, 예측하여 향후 비교우위를 가질 수 있는 중점기술과 분야의 수요를 조사

1.2 조사개요

〈표 5-1〉 기술 및 활용 수요조사 개요

구분	세부 구분	조사시기	비고
기술수요조사	1차 기술수요조사	'17.11~12월	40건
	2차 기술수요조사	'18.1월	42건
	3차 기술수요조사	'18.8월	38건
	4차 기술수요조사	'20.2월	58건
	공공 및 민간 부문 기술개발 참여의향조사	'19.4월	56건
	합 계		234건
활용수요조사	1차 활용수요조사	'18.6월	178건
	2차 활용수요조사	'19.11~12월	11건
	3차 활용수요조사	'20.2월	53건
	공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사	'20.4월	352건
	합 계		594건

2. 기술수요조사

2.1 조사개요

□ (1차) 기술수요조사

○ 조사목적 : 공간정보 기술 수요자 입장에서 필요로 하는 공간정보 기술 전반에 대한 기술수요조사를 통해 기술개발 범위 설정 등에 기초자료로 활용하기 위한 목적

○ 조사내용 : 중점분야별 개발되어야 하는 기술 수요

○ 조사대상 : 공간정보 관련 연구자(산·학·연·관 전문가), 기술 수요처 및 기술개발 전문가

○ 조사기간 : '17. 11~12월

○ 조사방법 : 온라인·이메일 조사 및 대면 인터뷰

○ 조사건수 : 총 40건

□ (2,3,4차) 기술수요조사

○ 조사목적 : 공간정보 및 기술 수요자 입장에서 필요로 하는 공간정보 기술 전반에 대한 기술수요 추가조사

○ 조사내용 : 중점분야별 개발되어야 하는 기술 수요

○ 조사대상 : **(2차, 3차)** 공간정보 관련 연구자(산·학·연·관 전문가), 기술 수요처 및 기술개발 전문가
(4차) 3개 학회(대한공간정보학회, 대한원격탐사학회, 한국측량학회)

○ 조사기간 : **(2차)** '18. 1월 / **(3차)** '18. 8월 / **(4차)** '20. 2월

○ 조사방법 : 온라인·이메일 조사 및 대면 인터뷰

○ 조사건수 : **(2차)** 총 42건 / **(3차)** 총 38건 / **(4차)** 총 58건

□ 공공 및 민간 부문 기술개발 참여의향조사

○ 조사목적 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발을 위한 국내 민간기업의 참여의향 조사를 통하여 국가 R&D 추진 시 민간의 참여 가능성을 파악

○ 조사내용 : 기업현황, R&D 분야별 참여 의사 및 참여 가능 기술 등에 대한 조사

○ 조사대상 : 공간정보 관련 기업

○ 조사기간 : '19. 4월

○ 조사방법 : 온라인·이메일 조사

○ 조사건수 : 총 56건

2.2 조사결과

□ 기술수요조사 결과

○ 수요조사(1~4차)를 통해 발굴한 기술은 총 178건

- 그중 초정밀 디지털 국토 구축(63건), 초연결 라이브 국토 실현(31건), 초대용량 디지털 라이브 국토 활용(84건)으로 나타남

〈표 5-2〉 기술수요 중점분야별 분류 결과

구분	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용	합계
1차 기술 수요조사	18	3	19	40
2차 기술 수요조사	17	8	17	42
3차 기술 수요조사	14	8	16	38
4차 기술 수요조사	14	12	32	58
합계	63	31	84	178

〈표 5-3〉 기술수요 조사 결과 (후보기술 도출 결과)

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
1차 기술 수요 조사	1	▪360도 동영상을 이용한 실내 시설물 관리 기술 개발	●		
	2	▪3차원 객체모델링을 위한 실시간 사진측량 솔루션 개발	●		
	3	▪3차원 모델 생성을 위한 Geo-AI 기술 개발	●		
	4	▪개방형 사물연결 표준 서버 기술 개발		●	
	5	▪공간기반 속성정보 변화에 따른 상황인지 및 가시화 기술 개발			●
	6	▪국토경작지 모니터링 및 경제성 분석 기술 개발	●		
	7	▪기하학적 세밀도 자동 생성 기술 개발	●		
	8	▪다중 위성센서 기반 오염탐지 기술 개발	●		
	9	▪다차원 공간정보 서비스 기술 개발			●
	10	▪동일 공간객체의 다중 공간정보 통합을 위한 중복 영역 매칭 기술	●		
	11	▪드론 기반 재해 현장 고속 공간 스캔 및 모델링 기술 개발			●
	12	▪딥러닝을이용한교통혼잡예측기술및플랫폼개발			●
	13	▪모바일 공간정보 서비스 기술 개발			●
	14	▪무인이동체 지원 측위 알고리즘 고도화 및 저전력 초소형 단말 개발	●		
	15	▪무인이동체 탑재 소형센서 기반 공간데이터 신속 획득 기술 개발	●		

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
	16	▪ 무인이동체 항법 지원 측위 기술 개발	●		
	17	▪ 사물 공간정보 연계 기술 개발		●	
	18	▪ 산업활용 지원을 위한 공간정보 연계기술 개발			●
	19	▪ 상황인지정보 기반 복합측위 기술 개발	●		
	20	▪ 셀기반 차세대 도로공간정보 구축 기술 개발			●
	21	▪ 스마트 기준점 기술 개발	●		
	22	▪ 실감형 증강현실 구현 기술 개발			●
	23	▪ 실시간 공간정보 기반 의사결정 지원 시스템 기술 개발			●
	24	▪ 엑사스케일 분산 쿼리 플랫폼 개발 및 지능형 처리를 위한 인터페이스 기술 개발			●
	25	▪ 온톨로지 기반 공간정보 공유 플랫폼 기술 개발			●
	26	▪ 원시 영상데이터 연계와 실시간 처리 위한 환경구축 기술 개발	●		
	27	▪ 의미론적 세밀도 자동 생성 기술 개발	●		
	28	▪ 이종 공간정보(항공사진, 수치지도 등) 융합에 따른 3차원 공간정보 자동생성 기술 개발	●		
	29	▪ 인공지능 기반 국토공간 재해 예측 및 시뮬레이션 기술 개발			●
	30	▪ 인공지능 기반 디지털 트윈 시티 플랫폼 기술 개발			●
	31	▪ 인공지능 기반 스마트 시티 운용 기술 개발			●
	32	▪ 입체격자체계 기반 공간정보 구축 및 활용 기술 개발	●		
	33	▪ 재난 환경 IoT 정보를 위한 초연결 센서 통신 오버레이 융합 기술		●	
	34	▪ 제스쳐 및 국소 신체 움직임 기반 지능공간 조작 기술 개발			●
	35	▪ 차세대 컴퓨팅 디바이스에서의 지능공간 활용을 위한 AR/VR 지원 UI/UX 공통 프레임워크 기술 개발			●
	36	▪ 클라우드 기반 대용량 공간정보 처리 시스템 개발			●
	37	▪ 클라우드 기반 통합 지리정보 구축 기술 개발			●
	38	▪ 항공 및 위성사진 자료를 이용한 전자지도 자동 생성 기술 개발	●		
	39	▪ 핵심기술별 성과물 연계 모듈 개발 및 통합 Integration 기술 개발			●
	40	▪ 협력적 고정영상센서 기반 도시 공간정보 상시 획득 기술 개발	●		
	합계		18	3	19

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
2차 기술 수요 조사	41	▪3D 카메라 모델 해석을 통한 VR기술 개발	●		
	42	▪3차원 공간정보의 효율적 관리 및 활용을 위한 BIM 역설계 기술 개발			●
	43	▪Edge 환경 기반 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 기술 개발			●
	44	▪가상현실을 이용한 관광지원 기술 개발		●	
	45	▪개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암호화 기술 개발		●	
	46	▪건설도면을 활용한 공간정보 구축 및 데이터 연계 기술		●	
	47	▪공간 빅데이터 기반 국지적 상권분석 기술 개발		●	
	48	▪공간빅데이터 기반 산업입지 분석 기술 개발			●
	49	▪국가 분광기준점 구축 기술 개발	●		
	50	▪국토공간정보 기반 인간 친화형 건축 설계 솔루션 기술 개발			●
	51	▪다중 공간데이터 자동 변화탐지를 통한 갱신 기술 개발	●		
	52	▪다중 센서 기반 실내공간정보 구축 기술 개발	●		
	53	▪도심 자율주행 및 비행지원용 측위 기술 개발	●		
	54	▪동적 입체 공간정보 기술 개발		●	
	55	▪디지털트윈 기반 지오스마트 팩토리 구현 기술 개발			●
	56	▪무인이동체 자율 항법 기술 개발	●		
	57	▪스마트시티 센서 데이터 모니터링 플랫폼 기술 개발			●
	58	▪시공간 공간 빅데이터 기술 개발			●
	59	▪시맨틱 기술을 활용한 재난안전 위험도 예측서비스 기술 개발			●
	60	▪실내외 연속측위시스템 기술 개발	●		
	61	▪실시간비디오영상활용저용량측위특징점추출기술개발	●		
	62	▪엑사스케일 지능형 공간데이터 저장소의 클라우드 서비스 플랫폼 개발			●
	63	▪연접 공간정보 통합을 위한 경계 영역 조정(alignment) 기술	●		
	64	▪오픈 공간 빅데이터 및 공간분석 플랫폼 기술 개발			●

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
	65	▪ 웹 기반 동적 지도 서비스 기술 개발		●	
	66	▪ 위치기반 IoT 기반 도시문제 실시간 대응 기술 개발		●	
	67	▪ 의료 공간 빅데이터 기술 개발			●
	68	▪ 입체 공간정보 표준 데이터 모델링 기술 개발	●		
	69	▪ 장기체류 무인항공기를 이용한 국토 모니터링 기술 개발	●		
	70	▪ 재난 재해 미래 예측을 위한 공간정보 빅데이터 기반 위험 상황 추론 인공지능 엔진기술			●
	71	▪ 재난환경 공간위치 측위 정밀도 향상 기술	●		
	72	▪ 재난환경을 지원을 위한 측위 인프라 비의존적 보행항법 기술 개발		●	
	73	▪ 지능공간 서비스 제공을 위한 Edge Cloud 플랫폼 기술 개발			●
	74	▪ 차세대 컴퓨팅 기반 지능공간 활용를 위한 AR/VR 지원 UI/UX 저작·배포 및 질의 기술 개발			●
	75	▪ 차세대 컴퓨팅 기술 기반 실시간·대용량·고정밀·지능화 클라우드 기술 개발			●
	76	▪ 차세대 컴퓨팅 디스플레이에서의 지능공간 가시화 기술 개발			●
	77	▪ 통합 공간데이터 기반 갱신 공간정보 생성 및 가상국토 구현 기술 개발	●		
	78	▪ 통합 공간데이터 기반 공간객체 자동 도화 기술 개발	●		
	79	▪ 한국형 3차원 국가기본도 기술 개발	●		
	80	▪ 항공영상 자동처리를 통한 가상국토 건물정보 현행화 기술 개발	●		
	81	▪ 해양 및 하천 환경 모니터링 기술 개발	●		
	82	▪ 혼합 실감형 고차원 공간정보 시각화 기술 개발			●
	합계		17	8	17

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
3차 기술 수요 조사	83	▪ Context 기반 공간정보 크롤링 및 분석 기술 개발			●
	84	▪ Edge 환경 기반 대용량 위치/공간정보 분산 저장관리 기술 개발			●
	85	▪ Edge 환경 기반 실시간 위치기반 서비스 기술 개발			●
	86	▪ Multi-GNSS 중장기선처리 기술 개발	●		
	87	▪ Multi-GNSS기반 네트워크 보정신호 생성 기술 개발	●		
	88	▪ SNS 기반 비정형 데이타 실시간 공간정보 연계 기술		●	
	89	▪ 가상국토 활용을 위한 데이터 유통 기술 개발		●	
	90	▪ 감시지역 내 3차원데이터 시계열 분석을 통한 실시간 상황정보 생성기술 개발		●	
	91	▪ 개방적 데이터모델링 및 변환 라이브러리 프레임워크 기술 개발	●		
	92	▪ 고속주행환경 저지연 측위를 위한 고속 영상 DB 검색 및 매칭 기술 개발	●		
	93	▪ 공간상황분석 및 예측을 위한 학습 파이프라인 기술 개발			●
	94	▪ 공간정보 기반 행정서비스 연계 관리기술		●	
	95	▪ 규칙 기반 지오코딩 고도화 기술 개발		●	
	96	▪ 다양한 플랫폼 환경에서 구동 가능한 웹표준, 서비스 표준 기반 범용성 플랫폼 기술 개발			●
	97	▪ 다중영상센서 기반의 실시간 3차원 데이터 구축 기술 개발	●		
	98	▪ 다중영상센서 기반의 실시간 영상처리 기술 개발	●		
	99	▪ 데이터 신뢰성/무결성 확보를 위한 블록체인 기술 개발		●	
	100	▪ 디지털트윈공간 시뮬레이션을 위한 시각화기술 개발			●
	101	▪ 메모리 및 GPU 가속 기반 대용량 공간정보 고속 시각화기술 개발			●
	102	▪ 모바일 환경 실내외 연속측위 기술 개발	●		
	103	▪ 시스템 연계 기술에 대한 검증 및 커스터마이징 기술 개발		●	
	104	▪ 엑사스케일 분산 스토리지 플랫폼 개발 및 실시간 액세스 기술 개발			●
	105	▪ 영상기반 위치정보 제공을 위한 시계열 데이터 기반 누락 구간 보간 기술 개발	●		
	106	▪ 인공지능 기반 공간데이터 복원 기술 개발			●
	107	▪ 인공지능 기반 시계열 공간정보 비교분석 및 구축 기술 개발			●

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
	108	▪ 인공지능 정책결정을 위한 시뮬레이터 기술 개발			●
	109	▪ 자유 시점에서 관측 할 수 있는 3차원 데이터 객체 단위 가상화 기술 개발	●		
	110	▪ 정형/비정형 실시간 스트리밍 공간 데이터 취득 및 관리기술 개발			●
	111	▪ 지능공간활용분야별필수핵심기술모듈자동추출·연계기술개발			●
	112	▪ 차세대 컴퓨팅 디바이스에서의 지능공간 동적 시각화 및 UI/UX 표준화			●
	113	▪ 처리 기반 공간정보 취득/ 처리/ 전달체계 관리 기술 개발			●
	114	▪ 크라우드소싱 공간데이터 매핑 및 위치결정기술 개발	●		
	115	▪ 크라우드소싱 공간데이터 상호 변환 기술 개발	●		
	116	▪ 크라우드소싱 공간데이터 실시간 수집 및 처리 기술 개발	●		
	117	▪ 크라우드소싱 공간데이터 품질검증 자동화 기술 개발	●		
	118	▪ 품질관리 기반 크라우드소싱 공간데이터 공유 지원 기술 개발	●		
	119	▪ 행위자 지능화를 위한 딥러닝 알고리즘 기술 개발			●
	120	▪ 휴대폰 사용자 센서정보를 활용한 유동인구 시공간 데이터 구축 및 교통 데이터 연계기술		●	
	합계		14	16	8
4차 기술 수요 조사	121	▪ 1,2종 시설물(건축물, 교량, 철도 등) 안전모니터링 기술		●	
	122	▪ AI를 활용한 CCTV기반 연속적 공간위치 추적 및 활용 기술		●	
	123	▪ CADBIM 데이터 공간정보 가공 기술		●	
	124	▪ Digital twin city 구현을 위한 데이터 모델 및 공간데이터 융복합 모델 개발	●		
	125	▪ Geo-AI 기반의 공간적 상황 인지 예측 기술			●
	126	▪ GNSS음영지역내 통신기반 정밀측위 기술개발 및 실증	●		
	127	▪ IoT연계 공간 상태정보 자동 획득 기술		●	
	128	▪ LiDAR, ToT 및 WAMI 데이터 처리용 초대용량 분산 데이터 처리 시스템			●
	129	▪ MEC 환경에서의 실시간 공간정보 분석 및 지능공간 연계 플랫폼 기술 개발			●
	130	▪ Street-View 영상기준점 구축 및 이를 활용한 복합측위매핑기술 개발	●		
	131	▪ WiFi RSS와 RTT 융합 측위 기술	●		

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
	132	▪ 가상공간 학습데이터 생성 및 시험 환경 구축			●
	133	▪ 감염병 분석 및 대응 플랫폼			●
	134	▪ 건물 내 재난·방범 통합 지능형 관제를 위한 공간정보 플랫폼 구축			●
	135	▪ 고정밀 측위서비스를 위한 보정정보 생성 및 서비스기술 국산화	●		
	136	▪ 공간에 특화된 인공지능 엔진 기술			●
	137	▪ 공간정보 데이터 통합 관리 시스템			●
	138	▪ 공간정보 및 사회현상이 융합된 다차원 Geo-AI 분석·활용·예측 기술 개발			●
	139	▪ 공간정보 지능화 서비스 지원을 위한 자동 객체 인식 및 3D 모델 생성 기술	●		
	140	▪ 공간정보 지능화 파이프라인 자동화 및 대규모 병렬분산 학습 플랫폼			●
	141	▪ 국가 지반지질(암석 코어, GPR, 물리탐사자료) 디지털트윈 라이브러리 구축 및 3D 사이버 지질 암추코어 센터 구축	●		
	142	▪ 국토위성영상을 활용한 소나무 재선충 자동탐지 기술 개발			●
	143	▪ 국토위성영상을 활용한 수변 불법점유지 자동 탐지 기술 개발			●
	144	▪ 다양한 스케일의 실시간 자동 변화탐지모니터링 기술 개발	●		
	145	▪ 다종센서 시계열 공간데이터 품질검증 및 정합	●		
	146	▪ 다차원 공간정보 고속 시각화 기술개발			●
	147	▪ 다차원 공간정보 기반 시공간 학습 데이터 구축 및 추론 기술 개발			●
	148	▪ 대규모 시공간 학습 기반 구축 및 공간지능화 설명 기술 확보			●
	149	▪ 대용량 포인트 클라우드 기반 공간정보관리 플랫폼 개발			●
	150	▪ 도로와 공중의 일시적(Temporary) 공간정보 변화인식 기술	●		
	151	▪ 도시·보건·교육 리질리언스를 위한 공간 빅데이터 분석 기술개발			●
	152	▪ 디지털트윈 기반의 도시정보 다차원 시뮬레이션 플랫폼 기술			●
	153	▪ 미래 모빌리티 대응을 위한 인프라 정보 구축 기술		●	
	154	▪ 비정형 미디어지원 공간정보의 실시간 스트림 분석 기술 개발			●
	155	▪ 사람과 이동체의 동적정보를 파악할 수 있는 특성분석 기술 개발		●	

구분	연번	제안기술명	초정밀 디지털 국토 구축	초연결 라이브 국토 실현	초대용량 디지털 라이브 국토 활용
	156	▪ 사람의 감성정보 연계 및 멀티미디어 융합 분석		●	
	157	▪ 사용자와 GeoSpatial-AI의 상호커뮤니케이션을 위한 설명가능 인공지능 구현 기술			●
	158	▪ 사용자와 상호작용하는 미션크리티컬 인공지능 교통사고대응플랫폼			●
	159	▪ 상시 국토변화탐지를 위한 다중 영상정보의 신속 수집·통합 기술 개발	●		
	160	▪ 스마트시티 지원을 위한 공간정보기반 연계기술			●
	161	▪ 스마트시티를 위한 도시정보의 공간화(Spatialization) 기술 개발			●
	162	▪ 시공간 국토발전 시나리오 기반의 대기영향 시뮬레이션 기술 개발			●
	163	▪ 엑사스케일 수준의 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 개발			●
	164	▪ 영상자료를 이용한 변화지역 탐지 및 실시간 수정기술 연구		●	
	165	▪ 원전 피해 최소화를 위한 정밀지도 기반 피해 예측 및 대피 내비게이션 기술			●
	166	▪ 위성영상 기반 인공지능(AI)를 활용한 해안선 변화 탐지 기술 개발		●	
	167	▪ 이종플랫폼 간 수집된 다양한 시계열 위치정보에 대한 위치해석 및 가시적 분석 지원 기술		●	
	168	▪ 인공지능 학습 기반 도시단위 이상현상 추적 및 활용 기술			●
	169	▪ 자동화 기반 데이터 가공 및 정제 기술 개발		●	
	170	▪ 자율주행 기능 시험을 위한 가상국토 기반의 시험개발 환경서비스 기술 개발			●
	171	▪ 점군데이터를 이용한 객체 자동추출 및 변화탐지	●		
	172	▪ 정밀 국토영상정보 제작을 위한 영상기준점 구축 기술 개발	●		
	173	▪ 지진·화산으로 인한 지표변위 정밀 모니터링 시스템 개발			●
	174	▪ 초고해상도 영상 및 라이다 자료를 이용한 3차원공간정보 구축 기술	●		
	175	▪ 초대규모_공간지능화_학습데이터_생성			●
	176	▪ 초분광 원격탐사 기술을 이용한 통합 환경 모니터링 기술			●
	177	▪ 초실감 ARVRMR 공간정보 표현 및 제어 기술			●
	178	▪ 허브&스포크 기반 데이터 연동 기술 개발		●	
	합계		14	12	32

□ 공공 및 민간 부문 기술개발 참여의향조사 결과

〈표 5-4〉 중점분야별 참여 의사

연번	기업명	분류	매출액 (백만원)	연간 투자액 (백만원)	R&D 인력 (명)	중점분야별 참여의사		
						1	2	3
1	㈜호정솔루션	중소기업	3,000	30	3	○		
2	㈜한양지에스티	중소기업	4,268	100	6	○	○	○
3	㈜한국에스지티	중소기업	7,902	100	7	○	○	
4	㈜포도	중소기업	4,736	200	8	○	○	○
5	㈜코아텍	중소기업	1,200	100	7	○	○	
6	㈜코디스페이스	중소기업	662	50	3	○		○
7	㈜케이엘 소프트	중소기업	980	120	4	○		
8	㈜지오스토리	중소기업	12,000	650	5	○		
9	㈜중앙항업	중소기업	27,143	100	7	○		
10	㈜정도유아이티	중소기업	16,119	1,000	24	○		
11	㈜이엔지정보기술	중소기업	1,309	50	2	○	○	
12	㈜유에스티	중소기업	9,592	200	9	○	○	
13	㈜웨이버스	중소기업	22,965	550	8	○	○	○
14	㈜올포랜드	중소기업	27,015	1,000	16	○		
15	㈜에스피디자인그룹	중소기업	500	100	2	○	○	
16	㈜에스지원정보기술	중소기업	1,700	40	10	○	○	
17	㈜쓰리디랩스	중소기업	295	100	6	○	○	○
18	㈜신한항업	중소기업	25,000	1,000	10	○		
19	㈜신우씨앤아이	중소기업	773	400	9	○	○	
20	㈜선영종합엔지니어링	중소기업	7,607	110	9	○		
21	㈜삼아항업	중소기업	12,400	100	15	○	○	○
22	㈜모디엠	중소기업	4,942	800	24	○	○	○
23	㈜명지정보기술	중소기업	2,010	100	7	○		
24	㈜맵퍼스	중소기업	15,216	200	63	○	○	
25	㈜로딕스	중소기업	1,564	500	14	○		
26	㈜로드피아	중소기업	2,950	300	5	○		
27	㈜다울지오인포	중소기업	3,288	1,000	20	○	○	
28	㈜공간정보기술	중소기업	6,919	375	69	○	○	
29	㈜KTH	대기업	280,000	1,000	30		○	
30	㈜하이퍼센싱	중소기업	500	300	5	○	○	○
31	㈜포스웨이브	중소기업	4,187	500	13		○	
32	㈜티아이랩	중소기업	700	500	6		○	○
33	㈜지오투정보기술	중소기업	18,000	500	20	○	○	○
34	㈜지오앤	중소기업	1,610	200	9	○	○	○
35	㈜지노시스템	중소기업	2,802	30	4		○	○
36	㈜엔토포스	중소기업	1,200	100	4		○	
37	㈜에스프렉텀	중소기업	422	200	5		○	
38	㈜신영이에스디	중소기업	3,200	82	5		○	
39	㈜소프트그래피	중소기업	411	100	2		○	
40	㈜선도소프트	중소기업	4,254	20	10		○	
41	㈜모비젠	중소기업	20,652	200	35		○	
42	㈜마늘랩	중소기업	2,911	400	8	○	○	○
43	㈜리얼타임테크	중소기업	2,259	500	21		○	○
44	㈜대호이엔지	중소기업	1,398	70	3	○	○	
45	㈜누리지오시스템	중소기업	461	100	5	○	○	○

연번	기업명	분류	매출액 (백만원)	연간 투자액 (백만원)	R&D 인력 (명)	중점분야별 참여의사		
						1	2	3
46	㈜네이버시스템	중소기업	62,188	300	463	○	○	○
47	㈜공간정보	중소기업	2,608	100	18		○	
48	㈜고백기술	중소기업	745	500	0		○	○
49	㈜터보소프트	중소기업	1,352	1,000	9			○
50	㈜지오아이티	중소기업	1,400	100	5	○	○	○
51	㈜제이에스아이에스	중소기업	1,826	50	3	○	○	○
52	㈜이노팸	중소기업	130	100	3	○	○	○
53	㈜유원지리정보시스템	중소기업	1,000	20	9	○	○	○
54	㈜에스트래픽	중소기업	114,900	500	21	○	○	○
55	㈜에스케이티공간정보	중소기업	1,411	200	4	○	○	○
56	㈜매스코	중소기업	6,000	200	20	○	○	○

2.3 응답자 현황

□ 기술수요조사 응답자 현황

○ 기존 디지털 라이브 국토정보 기술 기술수요 조사(문헌조사)를 제외한 4차례의 기술수요조사 제안자는 산업체, 대학, 연구기관 등에서 총 140명이 응답

- 산·학·연·관별 수요조사 실시 대상자 수는 산업체 79명(56.4%), 학계 35명(25.0%), 연구계 22명(15.7%), 정부기관 4명(2.9%)으로 구성

〈표 5-5〉 기술수요조사 응답자 현황

구분		산업체	대학교	연구기관	정부기관	합계
1차	명	21	8	6	-	35
	%	60.0	22.9	17.1	-	100.0
2차	명	19	12	6	-	37
	%	51.4	32.4	16.2	-	100.0
3차	명	19	9	3	-	31
	%	61.3	29.0	9.7	-	100.0
4차	명	26	10	10	4	50
	%	52.0	20.0	20.0	8.0	100.0
합계	명	79	35	22	4	140*
	%	56.4	25.0	15.7	2.9	100.0

* 1~4차 조사의 중복 응답자를 제외한 값

□ 공공 및 민간 부문 기술개발 참여의향조사 응답자 현황

○ 기술개발 참여의향조사 결과 56개의 민간기업에서 응답

〈표 5-6〉 공공 및 민간 부문 기술개발 참여의향조사 응답자 현황

조사대상	구분	응답 수
공간정보 관련기업	중소기업	55
	대기업	1
합계		56

3. 활용수요조사

3.1 조사개요

□ 1차 활용수요조사

○ 조사목적 : 공간정보 활용분야에서 요구하는 공간정보 품질 및 서비스 수준 등 요구성능을 조사하여 기술개발 방향과 목표를 도출하기 위한 기초자료 확보

○ 조사내용

<table>
<tr><td>8개 지표에 대한 수요량</td><td>① 실시간 측위 정확도
② 측위 가능 공간 확대
③ 고정밀 공간정보 제공
④ 공간정보 위치 정확도
⑤ 공간정보 상시갱신
⑥ 도면, 지도, 영상 및 센서 데이터의 자동 통합
⑦ 데이터기반 공간분석 및 인지예측
⑧ 공간정보 연계공유를 위한 시각화 및 UI/UX</td></tr>
<tr><td>8개 지표에 대한 성능</td><td>
<table>
<tr><th>성능 지표</th><th>조사항목</th></tr>
<tr><td>실시간 측위 정확도</td><td>위치정확도</td></tr>
<tr><td>측위 가능 공간 확대</td><td>측위 대상 및 실내외 공간</td></tr>
<tr><td>고정밀 공간정보 제공</td><td>세밀도</td></tr>
<tr><td>공간정보 위치 정확도</td><td>최종성과물의 위치오차</td></tr>
<tr><td>공간정보 상시갱신</td><td>갱신 주기</td></tr>
<tr><td>도면, 지도, 영상 및 센서 데이터의 자동 통합</td><td>데이터 간 정합도</td></tr>
<tr><td>데이터 기반 공간분석 및 인지예측</td><td>분석 및 예측기술 종류</td></tr>
<tr><td>공간정보 연계공유를 위한 시각화 및 UI/UX</td><td>시각화서비스 수단</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

○ 조사대상 : 공간정보 전문가 그룹 208명

○ 조사기간 : ’18. 6월

○ 조사방법 : 이메일 조사 및 대면조사 병행

○ 조사건수 : 총 178건

□ 2차 활용수요조사

○ 조사목적 : 7대 혁신성장동력* 분야별 전문가 자문을 통한 공간정보 연계·활용분야 도출

* 자율주행차, 드론, 건설자동화, 제로에너지건축, 가상국토공간, 스마트물류, 지능형철도

○ 조사내용 : 7대 혁신성장동력 분야, 분야별 세부 기술 체계 및 활용 공간정보, 기술 요구수준, 주요 Key-Player 등

○ 조사대상 : 공간정보 활용분야 산·학·연 전문가

○ 조사기간 : ’19. 11~12월

○ 조사방법 : 대면 인터뷰 조사

○ 조사건수 : 총 11건

□ 3차 활용수요조사

○ 조사목적 : 공간정보 기술 개발자 및 기술 수요자 입장에서 필요로 하는 공간정보 기술 전반에 대한 기술 수요 추가조사

○ 조사내용

<table>
<tr><td>업무 관련 분야
필요 공간정보</td><td>① 위치정보
② 2차원 지도
③ 영상정보
④ 3차원 모델</td><td>⑤ 속성정보
⑥ GIS SW
⑦ 공간정보(지도) 플랫폼
⑧ 기타</td></tr>
<tr><td>현재 수준 및 요구수준</td><td colspan="2"><table><tr><th>현재 수준
(As-IS)</th><th>요구 수준
(To-Be)</th></tr><tr><td>(예시)정확도 10M내외</td><td>(예시)정확도 50cm 내외</td></tr><tr><td>⋮</td><td>⋮</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>요구 공간정보</td><td colspan="2">• (예시) 지층의 정확한 암상특성을 파악하기 위한 정확한 위치정보 필요</td></tr>
<tr><td>활용 목적 및 내용</td><td colspan="2">• 목적
• 내용</td></tr>
<tr><td>최종 산출 서비스</td><td colspan="2">• 최종 산출물</td></tr>
<tr><td>제공방법</td><td colspan="2">• (예시) 3D GIS기반의 시추코어 및 물리탐사 자료를 API 형태로 수요기관에 제공</td></tr>
</table>

○ 조사대상 : 공간정보 활용분야 산·학·연 전문가

○ 조사기간 : ’20. 2월

○ 조사방법 : 이메일 조사

○ 조사건수 : 총 53건

□ 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사

○ 조사목적 : 디지털 라이브 국토정보 성과활용을 위한 국내 민간기업의 참여의향 조사를 통하여 국가 R&D 추진 시 민간의 참여 가능성을 파악

○ 조사내용 : 중점분야, 목적, 기업명, 응답자 정보, 활용 분야 등

○ 조사대상 : 공간정보 관련 기업

○ 조사기간 : ’20. 4월

○ 조사방법 : 이메일 조사 및 대면 인터뷰

○ 조사건수 : 총 352건*

* 복수응답을 포함하여 352건으로 조사되었으며, 응답자 수는 205명

3.2 조사결과

□ 1차 활용수요조사 조사결과

〈표 5-7〉 1차 활용수요조사 조사결과

지표	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
실시간 측위정확도	10m	10cm 이내
측위 가능 공간	실외(고층빌딩 밀집지역 정확도 저하)	고층빌딩 밀집지역 및 실내
고정밀 공간정보 제공	3차원 실사모형 (브이월드)	실내 공간정보, 시설물 도면정보, 실사영상
공간정보 위치정확도	50cm	10cm
공간정보 상시갱신	1개월~1년	최대 1일
지도, 센서데이터 등 자동 통합	단일 공간데이터 중심의 3차원 공간정보 수동 구축	다중데이터 기반 3차원 공간정보 자동 구축 및 센서데이터 연계
공간분석, 인지예측	시뮬레이션 기반 단기 미래예측	시뮬레이션 및 상황인지
시각화 및 UI/UX	PC 중심	모바일, 차세대 장비 (스마트글로브 등)

□ 2차 활용수요조사 조사결과

〈표 5-8〉 1차 활용수요조사 조사결과

혁신성장동력 분야	활용되는 공간정보	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
건설 자동화	1) 지능형 건설장비 관제시스템 운용을 위해 토공장비 등 건설 장비의 고정밀 위치정보 활용	- MG(머신 가이던스), MC(머신 컨트롤)을 위해서는 1~2cm 이내의 GPS 측위 정밀도 기술 필요	- 향후 정밀 시공 현장에서 작업 장비 자동화를 위해서는 시공정확도 5mm 구현이 가능한 초고정밀 위치 측위 기술 필요
	2) 광대역 Local 통신망 기반 IoT 장비 운영체계 구축을 위해 Wi-Fi 기반 위치정보 활용	- GPS 음영 지역(지하, 터널, 실내 등)에서 장비 운용을 위해서는 40cm 수준의 Wi-Fi Positioning System (WPS) 기술 필요	- 실내외 끊김없는 30cm수준의 객체 위치 측위 및 경로정보 구축 기술 필요
	3) 자율계측 기반 건설현장 정보 수집 및 분석을 위해 초정밀 Digital Map 활용	- 건설현장의 3차원 지도 구축 및 표출을 위해 드론/무빙 플랫폼 기반 건설현장 3차원 초정밀지도 구축(수cm) 및 글로벌 Map (Google)과 통합 기술 필요	- 공사 프로세스(최조 현황 측량, 중간 검수 등) 별 기존 측량 방식을 대신 할 수 있는 수준의 초고정밀 지도 필요 - 1:500 수준의 지형정보 자동생산 기술 필요
	4) CPS 기반 현장정보 분석 및 Mapping을 위해 건설현장 정보(자재, 장비, 인부등의 위치, 상황정보) 활용	- 자재, 장비 등에 부착된 센싱 데이터 및 CCTV 영상정보를 디지털 맵상에 표출하는 기술 필요	- 위치정확도 30cm이내의 Geo-IoT 플랫폼 기술 필요

혁신성장동력 분야	활용되는 공간정보	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	5) 고정밀 작업 가능 자율작업형 건설 장비 제어를 위해 위치정보, 객체 인식 및 작업 환경 정보 필요	- 포장 평탄성 확보를 위한 레이저 스캐닝 위치정보, 스테레오 비전· LiDAR를 이용한 객체 및 환경 인식, GPS 및 센서 융합을 통한 위치 인식 기술 필요(객체 인식 정확도 90%, 자율주행 경로 추정 정확도 90% 수준)	- 고정밀 작업 시, 완전 자율주행을 위해서는 객체 인식 정확도 100%, 자율주행 경로 추정 정확도 100% 수준의 기술 개발 필요
	6) 시공장비 연동 도로품질 관리를 위해 포장면에 대한 시각정보 및 시공 장비의 초고정밀 위치정보 활용	- 초정밀 GPS 및 로보틱 토탈 스케이션 기반의 정밀 측위 기술 필요(통상 포장면 시공오차 2~3mm 이내)	- 시공정확도 5mm 구현이 가능한 위치 측위기술, 실시간 시공현장 디지털 트윈 기술 필요
	7) 로보틱스 기반 도로 지상 구조물 고소(高所)/고위험 시공 원격·무인화를 위해, 초고정밀 위치정보 활용	- GPS, 레이저 스캐너 기반의 정밀 측위 기술 필요	- 3mm 이내 오차 범위를 가지는 정밀 측위 기술 필요
	8) 도로 구조물 시공 중 구조안전 관리 및 건설 부재 운반, 시공 이력을 추적하기 위한 위치정보 활용	- GPS를 활용하여 위치정보 제공 기술 개발 필요(일반 DGPS 수준의 정확도)	- GPS를 활용하여 위치정보 제공 기술 개발 필요(일반 DGPS 수준의 정확도)
	9) 데이터마이닝 기반의 건설 안전 분석/대응 솔루션 개발을 위해 위치정보, 3차원 지반 구조물 형상정보 활용	- GPS, LiDAR, 고해상도 3차원 형상지도 제작 기술 필요	- UWB 등 고정밀 레이터 구축 기술 필요
	10) CPS 기반의 스마트 안전 통합 관제 시스템 구축 및 운영을 위해 근로자 위치정보, 관제를 위한 지도 활용	- CCTV 모니터링 기반 근로자 위험도 분석(위치 정보 포함) 기술 및 관제를 위한 현장지도 제작 기술 필요	- 30cm수준의 객체 위치 측위 및 경로정보 구축 기술 필요
	11) 건설 현장 전반의 지능형 시뮬레이션을 위해 현장 상황 정보 및 장비, 인력, 시설 등의 위치정보 필요	- 영상 분석 기반 위치 추정 기술 필요(실제 위치 대비 정확도 95% 수준)	- 영상 분석 기반 위치 추정 기술 필요(실제 위치 대비 정확도 95% 수준)
자율주행차	1) 자율주행 시 신호등 검출 및 정보인식을 위한 상태정보 취득기술 활용	- 신호등 정보 반영을 위해 신호구간 진입 10초 전 위치 인식이 필요, 위치정확도 25cm 미만의 객체 위치정보 취득기술 필요	- 신호등 정보 반영을 위해 신호구간 진입 10초 전 위치 인식이 필요, 위치정확도 25cm 미만의 객체 위치정보 취득기술 필요
	2) 자율주행 시 노면/노변 등의 정보인식을 위해 상태정보 취득기술 활용	- 노면/노변의 실시간 위치정보 반영을 위한 위치정확도 25cm 미만의 객체 위치정보 취득기술 필요	- 노면/노변의 실시간 위치정보 반영을 위한 위치정확도 25cm 미만의 객체 위치정보 취득기술 필요
	3) 자율주행 시 도로연석, 도로경계, 과속방지턱, 도로경사, 구배주행공간 등의 정보인식을 위한 상태정보 취득기술 활용	- 도로시설물 실시간 위치정보 반영을 위한 위치정확도 25cm 미만의 객체 위치정보 취득기술 필요	- 도로시설물 실시간 위치정보 반영을 위한 위치정확도 25cm 미만의 객체 위치정보 취득기술 필요
	4) 자율주행 시 자차 위치 추정을 위한 GPS/INS 기반 실시간 자차 위치 갱신 및 복합 측위기술 활용	- 자차 위치 정확도 10cm 미만의 GPS/INS 기반 위치정보 측정 기술 필요	- 자차 위치 정확도 10cm 미만의 GPS/INS 기반 위치정보 측정 기술 필요

혁신성장동력 분야	활용되는 공간정보	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	5) 전역경로생성기술 구현을 위해 노드/링크로 구성된 공간 네트워크 생성 구축기술 활용	- 구축된 범위 내 경로 정확도 100% 구현을 위한 공간정보 수집 및 데이터 처리, 공간정보 활용 네트워크 구축 기술 필요	- 구축된 범위 내 경로 정확도 100% 구현을 위한 공간정보 수집 및 데이터 처리, 공간정보 활용 네트워크 구축 기술 필요
	6) 지역경로생성기술 구현을 위하여 네트워크 기반 경로탐색 알고리즘 기술 및 조건부 경로검색을 위한 공간 질의 기술 활용	- 경로탐색 정확도 100% 구현을 위한 공간정보 DB구축 기술 및 공간 질의 기술 필요	- 경로탐색 정확도 100% 구현을 위한 공간정보 DB구축 기술 및 공간 질의 기술 필요
	7) 속도계획기술 구현을 위하여 네트워크 DB의 속성 정보 기반 주행 예정 경로의 네트워크별 속도 정보 연계 기술 활용	- 속도 정보 정확도 100% 구현을 위한 공간정보 DB구축 기술 및 공간 질의 기술 필요	- 속도 정보 정확도 100% 구현을 위한 공간정보 DB구축 기술 및 공간 질의 기술 필요
	8) 전용도로 분합류 도심 교차로, 교통혼잡구간 등에서의 자율주행을 위한 공간인식 및 공간처리 기술 및 실시간 맵핑 기술 활용	- 전용도로 분합류 및 도심 교차로 등에서의 자율주행을 위하여 정확도 25cm 미만의 영상 기반 실시간 맵핑 기술 필요	- 전용도로 분합류 및 도심 교차로 등에서의 자율주행을 위하여 정확도 25cm 미만의 영상 기반 실시간 맵핑 기술 필요
	9) LDM(Local Dynamic Map) 기반 주행경로 최적화 기술 구현을 위한 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- LDM 기반 주행경로 최적화 구현을 위하여 공간정보 최적화(모델링) 기술 및 맵매칭 정확도 100%의 위치 정보 매핑 기술 필요	- LDM 기반 주행경로 최적화 구현을 위하여 공간정보 최적화(모델링) 기술 및 맵매칭 정확도 100%의 위치 정보 매핑 기술 필요
	10) 차량의 위치를 정확하게 측정하기 위하여 GPS 기반의 위치정보 측정 기술 활용	- 실시간 위치 정확도 10cm 미만 구현을 위한 실시간 측위 및 GNSS 신호 보정 기술 필요	- 실시간 위치 정확도 10cm 미만 구현을 위한 실시간 측위 및 GNSS 신호 보정 기술 필요
	11) 실시간 자차 위치 결정을 위하여 GPS/INS 센서 융합 기반의 위치정보 측정 기술 활용	- 실시간 위치 정확도 10cm 미만 구현을 위한 GPS/INS 센서 융합 기반 정밀 측위 기술 필요	- 실시간 위치 정확도 10cm 미만 구현을 위한 GPS/INS 센서 융합 기반 정밀 측위 기술 필요
	12) 정적 정밀지도 생성 자동화를 위하여 영상/형상 정보 취득 기술 활용	- 정확도 25cm 미만의 정밀지도 자동 생성을 위한 LiDAR 및 영상 기반 공간정보 생성 기술 필요	- LDM Level 1~2 정밀도로지도(실외) 1day 이내 갱신, 실시간 자동 정보제공
	13) 정밀지도 구축 범위 내 도로시설물 신규, 삭제 등 변경 정보 자동감지를 위하여 공간지능 정보 기술 활용	- LiDAR 및 영상 기반의 자동 감지율 100% 도로변화 정보 자동 인식 기술 필요	- AI 이용 공간객체 자동 벡터화율 90% 이상 기술 필요 - AI 기반 속성정보 입력 및 갱신 정확도 100% 이상 기술 필요
제로에너지 건축	1) 고정밀 3차원 실외 공간정보 모델 구축을 위해 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- 3D 실외공간정보 제공 기술 필요	- 3D 실외공간정보 제공 기술 필요
	2) 일사량 정보 획득을 위해 위치 기반의 상태정보 취득 기술 활용	- 시공간적 일사량 정보 취득 기술 필요	- 시공간적 일사량 정보 취득 기술 필요
	3) 지열 정보 획득을 위해 위치기반의 상태정보 취득 기술 활용	- 시공간적 지열 정보 취득 기술 필요	- 시공간적 지열 정보 취득 기술 필요
	4) 고정밀 3차원 실내 공간정보 모델 구축을 위해 BIM 등의 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- Passive 기술 적용을 위한 벽채, 마감재, 단열재 등 건물정보를 포함하는 LOD4 수준의 실내공간정보 구축 기술 필요	- Passive 기술 적용을 위한 벽채, 마감재, 단열재 등 건물정보를 포함하는 LOD4 수준의 실내공간정보 구축 기술 필요

혁신성장동력 분야	활용되는 공간정보	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	5) 건물 단위 관리를 위해 각종 행정정보와 연계 결합된 공간정보 활용	- 준공년도, 마감재, 단열재 등 건물의 실시간 속성정보가 건물 단위로 제공되는 공간정보 기술 필요	- 준공년도, 마감재, 단열재 등 건물의 실시간 속성정보가 건물 단위로 제공되는 공간정보 기술 필요
	6) 건물 단열현황 추정을 위해 상태정보 취득 기술과 공간정보 분석 기술 활용	- 건물 단열 상태 추정을 위해 빌딩 외부온도 정보 취득을 통한 단열 수준 분석 기술 필요	- 건물 단열 상태 추정을 위해 빌딩 외부온도 정보 취득을 통한 단열 수준 분석 기술 필요
	7) 고정밀 3차원 실외 공간정보 모델 구축을 위해 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- 3D 실외공간정보 제공 기술 필요	- 3D 실외공간정보 제공 기술 필요
	8) 가상 건축 모델링 및 시뮬레이션을 위해 공간정보 지능 기술 활용	- 경관분석, 가시권분석 등 건축 사전 시뮬레이션을 위한 3D 가상 모델링 기술 필요	- 경관분석, 가시권분석 등 건축 사전 시뮬레이션을 위한 3D 가상 모델링 기술 필요
	9) 건물 단위 관리를 위해 각종 행정정보와 연계 결합된 공간정보 활용	- 준공년도, 마감재, 단열재 등 건물의 실시간 속성정보가 건물 단위로 제공되는 공간정보 기술 필요	- 준공년도, 마감재, 단열재 등 건물의 실시간 속성정보가 건물 단위로 제공되는 공간정보 기술 필요
지능형철도	1) 지상 제어시스템 없이 열차 스스로 간격/분기제어 및 열차 간 직접통신을 위해 선로 인프라, 분기기, 플랫폼 등 측위정보 활용	- 오차기준: 지상자 설치오차 (공간정보 오차) ±5cm 이하(2D 정보) - 갱신기준: 구축 및 설치시 1회성(실시간 갱신 불필요) - 구축환경: 터널 및 지하구간 포함	- 오차기준: 지상자 설치오차 (공간정보 오차) ±5cm 이하(2D 정보) - 갱신기준: 구축 및 설치시 1회성(실시간 갱신 불필요) - 구축환경: 터널 및 지하구간 포함
	2) 열차중심 간격/분기 제어와 기존 열차제어 시스템과의 상호연계를 위해 선로 좌표계 설계를 위한 선로 인프라 측위정보 활용	- 오차기준: 지상자 설치오차 (공간정보 오차) ±5cm 이하(2D 정보) - 갱신기준: 구축 및 설치시 1회성(실시간 갱신 불필요) - 구축환경: 터널 및 지하구간 포함	- 오차기준: 지상자 설치오차 (공간정보 오차) ±5cm 이하(2D 정보) - 갱신기준: 구축 및 설치시 1회성(실시간 갱신 불필요) - 구축환경: 터널 및 지하구간 포함
	3) 철도 기반시설의 변형모니터링을 위해 인공위성 정보 및 이종센서 정보 활용	- 기반시설물의 mm 단위 3차원 변형 추적	- 기반시설물의 mm 단위 3차원 변형 추적
드론	1) 위성항법 3차원 좌표 정밀도 향상을 위해 위치정보 측정기술 활용	- 도심지역, 실외 무인기 비행 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 20m 미만	- 실외 수평 위치 정확도 1m - 실외 수직 위치 정확도 2m
	2) 실내외 항법을 위한 삼차원 좌표 고정밀 디지털 맵 필요	- 실외 무인기 비행을 위한 고정밀 디지털 맵 - 수평 위치 정확도 3m - 수직 위치 정확도 5m 이내	- 수평 위치 정확도 0.3 m - 수직 위치 정확도 0.5 m
	3) 이동체의 자율적 임무수행을 위해 삼차원 위치정보 측정기술 활용	- 이동체 임무계획 수행 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 20m 이내	- 수평 위치 정확도 1 m - 수직 위치 정확도 2 m
	4) 재해 지역에 대한 정밀 지형(지표면) 데이터(맵) + 2차원 다각형 꼭지점 좌표 정보를 위한 고 정밀지도, 데이터 처리기술 필요	- 무인기를 이용한 재난재해 감지 및 대응 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 20m 이내	- 수평 위치 정확도 1 m - 수직 위치 정확도 2 m

혁신성장동력 분야	활용되는 공간정보	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	5) 무인기를 이용한 영상기반의 공간정보 구축 및 관리 기술 구현을 위해 영상/형상 정보 취득 기술 활용	- 해당 지역 측량 기준점의 삼차원 좌표 정보 - 수평 위치 정확도 3m, - 수직 위치 정확도 5m 이내	- 수평 위치 정확도 0.3 m - 수직 위치 정확도 0.5 m
	6) 무인기를 이용한 중장거리 화물/승객 운송 및 단거리 정밀 배송을 위해 초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 기술 활용	- 운송 경로에 대한 삼차원 좌표 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 20m 이내	- 수평 위치 정확도 1 m - 수직 위치 정확도 2 m
	7) 안전하고 효율적인 무인기 운용 지원 및 관리를 위해 초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 기술 활용	- 무인기 비행 경로점 및 임무 공역(다각형 꼭지점)에 대한 삼차원 좌표 정보 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 20m	- 수평 위치 정확도 1 m - 수직 위치 정확도 2 m
	8) 중소용 무인기 전용 이착륙장 인프라 구축을 위해 초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 기술 활용	- 이착륙장 위치에 대한 3차원 좌표 정보 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 20m 이내	- 수평 위치 정확도 1 m - 수직 위치 정확도 2 m
	9) 유/무인기 운용공역 통합관리를 위해 초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 기술 활용	- 항공교통관리를 위한 전국적인 공역(airspace) 디지털 맵 3차원 좌표 정보 - 수평 위치 정확도 10m - 수직 위치 정확도 30m 이내	- 수평 위치 정확도 5 m - 수직 위치 정확도 10 m
스마트물류	1) 도심공동물류 거점구축 및 운영기술 개발을 위해 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- 주요거점 내 물류설비 시뮬레이션/예측을 위한 디지털 트윈 구축을 위한 플랫폼 필요	- 주요거점 내 물류설비 시뮬레이션/예측을 위한 디지털 트윈 구축을 위한 플랫폼 필요
	2) 지하공간을 활용한 도시물류 기술 개발을 위해 위치정보 측정 기술 활용	- 지하공간 (철도역사 등) 내 화물, 리소스 위치확보 필요	- 지하공간 (철도역사 등) 내 화물, 리소스 위치확보 필요
	3) 온도민감성 화물안정성 확보 및 생활폐기물 절감을 위한 용기 및 정온물류 운영기술 개발을 위해 위치정보 측정 및 공간정보 공유 기술 활용	- 용기 및 화물의 위치검지 및 공유 기술 필요	- 용기 및 화물의 위치검지 및 공유 기술 필요
	4) 환경부하 저감 고효율 말단배송기술 개발을 위해 위치정보 측정 및 공간정보 공유 기술 활용	- 말단배송장비 위치검지를 위한 기술(m급) 필요	- 말단배송장비 위치검지를 위한 기술(m급) 필요
	5) 택배 친환경 포장 및 회수시스템 개발을 위해 위치정보 측정 및 공간정보 공유 기술 활용	- 용기 및 화물의 위치검지 및 공유 기술 필요	- 용기 및 화물의 위치검지 및 공유 기술 필요
	6) 복합단지 내 로봇기반 배송기사 협업 배송 기술 개발을 위해 위치정보 측정 및 경로정보 구축 기술 활용	- 복합단지 내 로봇의 3차원 위치정보 및 로봇이 주행하기 위한 상세 map 제공 기술 필요	- 복합단지 내 로봇의 3차원 위치정보 및 로봇이 주행하기 위한 상세 map 제공 기술 필요
	7) 신속 상품배송·반송 예측 및 일괄적재 기술 개발을 위해 공간정보 공유 기술 활용	- 주요 위치 별 재고물량, 주문량 등에 대한 데이터 연계/분석 및 공유 기술 필요	- 주요 위치 별 재고물량, 주문량 등에 대한 데이터 연계/분석 및 공유 기술 필요

혁신성장동력 분야	활용되는 공간정보	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	8) 원스톱 인트라로지스틱스 무인·자동화 기술 개발을 위해 위치정보 측정 및 경로정보 구축 기술 활용	- 물류센터 내 화물 이송을 위한 지도작성, 위치측정 및 경로생성 기술 필요	- 현재 기물류센터 내 화물 이송을 위한 지도작성, 위치측정 및 경로생성 기술 필요술 니즈와 유사 예상
	9) 메가 풀필먼트 센터 운영·관리 및 시뮬레이션 기술 개발을 위해 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- 물류센터 시뮬레이션/예측을 위한 디지털 트윈 구축을 위한 플랫폼 필요	- 현재 기술 니즈와물류센터 시뮬레이션/예측을 위한 디지털 트윈 구축을 위한 플랫폼 필요 유사 예상
	10) 공공물류정보 DB공유용 통합·연계관리 플랫폼 구축 기술 개발을 위해 공간정보 분석 기술 활용	- 공공에서 생성되는 물류정보를 분석할 수 있는 기술 필요	- 현재 기술 공공에서 생성되는 물류정보를 분석할 수 있는 기술 필요니즈와 유사 예상
	11) 수출입-내륙물류 정보 연계·공유 플랫폼 기술 개발을 위해 공간정보 가상화 서비스 기술 활용	- 물류 프로세스 정보의 시각화 및 가상화 기술 필요	- 현재 기술 니물류 프로세스 정보의 시각화 및 가상화 기술 필요즈와 유사 예상
	12) 화물 안전운송 모니터링 및 관리 기술 개발을 위해 위치정보 및 상태정보 제공 기술 필요	- 시설 내 안전, 보안 확보를 위한 객체 등에 대한 상태정보 실시간 취득 기술 필요	- 현재 기술 니즈시설 내 안전, 보안 확보를 위한 객체 등에 대한 상태정보 실시간 취득 기술 필요와 유사 예상
	13) 종소기업 대상 범용 클라우드 물류 솔루션 기술 개발을 위해 공간정보 공유 기술 활용	- 클라우드 기반 화물이송경로 추천/관리 기술 필요	- 현재 기술 니클라우드 기반 화물이송경로 추천/관리 기술 필요즈와 유사 예상
	14) 물류산업 자원관리 및 운영 기술 개발을 위해 공간정보 공유 기술 활용	- 주요 위치 별 물류 resource, 에너지소비량 등의 데이터 수집/연계/분석 및 공유 기술 필요	- 현재 기술 니즈와주요 위치 별 물류 resource, 에너지소비량 등의 데이터 수집/연계/분석 및 공유 기술 필요 유사 예상
	15) 항만, ICD등 대규모 물류거점 물류작업 안전관리 기술 개발을 위해 위치정보 제공 및 영상/형상정보 취득 기술 활용	- 작업자, 이동하는 객체들의 위치정보 측정 및 이를 바탕으로 한 사고발생 가능성 사전예방 필요	- 현재 기술 작업자, 이동하는 객체들의 위치정보 측정 및 이를 바탕으로 한 사고발생 가능성 사전예방 필요니즈와 유사 예상
스마트시티	1) 스마트시티 개방형 데이터 허브 아키텍처 및 핵심 기술 개발을 위해 지도, 위치정보 활용	- 위치가 포함된 데이터에 대한 수집, 가공, 저장할 수 있는 클라우드 기반 개방형 아키텍처 기술 필요	- 방대한 정보(공간정보 포함)의 실시간 연계 및 안전한 상호공유체계 구축 기술 필요
	2) 초대규모(Massive) 실시간 IoT 인프라 및 네트워크 기술 개발을 위해 IoT 센서 위치정보 및 데이터 표출 지도 활용	- 클라우드에서의 데이터 분석, 처리의 복잡성과 네트워크 지연을 최소화 할 수 있는 초대규모 지능형 IoT 시스템 기술 개발 필요	- 다양한 IoT 센서들의 정밀한 위치 정보 제공 기술 필요(정량적 요구는 없음, 정밀할수록 좋음)
	3) 디지털 트윈을 이용한 스마트시티 서비스 가상화 기술 개발을 위해 3차원 도시 모델 및 가상공간 활용	- 데이터 허브를 통해 수집된 데이터를 디지털화된 가상공간에 표현 및 실시간 동기화, 가상화 플랫폼 개발 필요	- 데이터 허브를 통해 수집된 데이터를 디지털화된 가상공간에 표현 및 실시간 동기화, 가상화 플랫폼 개발 필요

□ 3차 활용수요조사 조사결과

〈표 5-9〉 3차 활용수요조사 조사결과

활용 분야	지표	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
건설	위치정보	▸정확도 5M 내외 ▸흙으로 덮힌 지하구조물 위치구조 파악이 어려움 ▸건설 공사 현장 위치 제공 안함 ▸기존 공간정보에서 수정되지 않음 ▸공간정보 보안관리규정의 국가공간정보 세부분류기준에 의해 공개항목 제한	▸정확도 30cm 내외 ▸지하레이더(GPR), 전자유도탐사기법 등 특수장비로 측량 후 정확도 높여야 함 ▸건설 공사 현장 위치 제공 ▸현황이 정확하게 기입된 공간정보 ▸세부분류기준 현실화(합리적 기준에 따른 실효성 있는 기준 마련)
	2차원지도	▸등고나 표고를 표현하는데 한계 ▸정보를 연계하기 위해서는 수 시간 소요 ▸실시간 측량이 아닌 흙으로 덮힌 상태에서 측량을 하여 위치 부정확 ▸해당지역의 지표에 표출된 지질 상태 확인에 대한 한계 ▸출력용 종이지도에 포커스가 된 수치지도 ▸영상, 수치지도 별도 제공	▸3차원 정보로 지층 표현 ▸필요시 즉시 정보 연계 ▸지하레이더(GPR), 전자유도탐사기법 등 특수장비로 측량 후 정확도 높여야 함 ▸해당지역의 3차원 지하구조를 확인 ▸지도의 개념보다 디지털 레이어로서 주요 레이어(Framework)에 대한 집중 관리 ▸영상과 수치지도를 중첩시킨 영상지도
	영상정보	▸텍스트, 사진 등 문서로서 관리 ▸비실시간 실내·외 영상정보 ▸지하공간 지도 ▸공간정보 보안관리규정의 국가공간정보 세부분류기준에 의해 공개항목 제한 ▸ArcGIS 기반의 예전 지도	▸고정밀 카메라를 이용한 고정밀 영상 ▸실시간 실내·외 영상정보 ▸흙으로 덮인 상태에서 측량한 지역은 특수장비를 이용하여 정확도 개선 필요 ▸세부분류기준 현실화(합리적 기준에 따른 실효성 있는 기준 마련) ▸해상도 10cm의 상시갱신 정사 영상지도
	3차원 모델	▸단순 이미지 파일 ▸1년주기 갱신 ▸지하공간 지도 ▸2차원 주상도 ▸시각적인 건물 형상 3차원 모델 ▸낮은 수준의 3차원 모델 LOD ▸Texture가 같이 제공되는 3차원 건물 모델 데이터의 부재	▸센서 기반의 고정밀 촬영 ▸3차원 모델 상시 갱신 ▸노후화된 15종 지하시설물 영상자료 필요 ▸3차원 주상도 ▸실제 건물의 규모 및 지하정보 등이 반영된 3차원 지도 ▸Texture가 같이 제공되는 3차원 건물 모델 데이터의 제공 및 해상도 20M이하의 DEM 데이터 제공
	속성정보	▸건설 공사 관련 정보 없음 ▸연계가능 속성정보 1개 ▸텍스트, 사진 등 문서로서 관리 ▸단편적인 지질정보 ▸건물의 시공연도 제한적 공개 ▸생활 SOC 기본 정보 ▸건물단위 정보 ▸건물 높이 누락	▸건설 공사 현장 위치와 건설 공사 관련 정보 추가 ▸연계가능 속성정보 6개 ▸텍스트, 이미지, 영상 등 기존 아날로그 데이터를 디지털 데이터베이스로 전환 ▸세분화된 지질정보 시각적 표현 ▸건물 시공, 보수 연도를 제공 ▸생활 SOC 유지관리를 위한 정보 ▸건물 내부 공간의 정보 ▸정확한 높이 정보

활용 분야	지표	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	GIS SW	▸지점별 개별관리 ▸처리가능 데이터 종류 한정 ▸자동화율 60% ▸2D 가시화 ▸지하시설물 GIS DB시스템 ▸단순 관정관리, 지질도 관리 ▸수정, 작성이 어려운 GIS SW ▸QGIS를 활용하는 등 데스크톱 어플리케이션 기반의 분석툴	▸연계를 통한 지질 3D 표출 ▸처리가능 데이터 무제한 ▸자동화율 100% ▸3D 가시화 ▸영상 3차원을 위한 지하공간 지도에도 속성정보 반영 필요 ▸3D 지하구조모델 ▸물리탐사 결과가 반영 가능한 GIS SW ▸웹 기반 공간정보 분석 도구 플랫폼
	공간정보(지도) 플랫폼	▸국가지하수정보센터의 단순속성정보 표현 ▸AI학습데이터 및 AI모델 미제공 ▸오픈플랫폼 관계자만 지하기반 공간정보 공개 ▸지하공간통합지도, 지하안전관리 등에서 단순 관리 ▸GPR 등 탐사자료 제한 ▸플랫폼 별 표준화 되지 않은 공간정보 자료와 지하공간 정보의 비공개 ▸이동객체정보 서비스 플랫폼 부재 ▸고해상도&3D 건물 모델 데이터 제공의 제한 ▸건물 객체 단위 사용 불가능	▸지하공간통합지도 등의 7대지하시설물 표현 ▸AI학습데이터 및 AI모델 제공 ▸지하고속도로, GTX 및 지하기반 피해방지 공간정보가 플랫폼화 될 수 있는 방안(서비스) 필요 ▸3차원 시추주상도 오픈 API ▸이미지화된 다양한 DB ▸표준화된 공간정보 및 지하공간 ▸3차원 공간 데이터 제공범위 확대 ▸건물 객체 단위 속성정보 API 제공
재난/안전	위치정보	▸정확도 5M 내외 ▸실내 위치정보 정확도 10M	▸정확도 30cm 내외 ▸실내 위치정보 정확도 1M
	2차원지도	▸정보 연계 시 수 시간 소요 ▸대용량 데이터로 오프라인 연계 ▸건물 평면도면 ▸건물의 외곽형태만 확인 가능 ▸점검 전, 방문 후 용도변경 여부 갱신 ▸큰 건물이나 공공건물 위주	▸필요 시 즉시 정보 연계 ▸온라인 직접 연계 ▸실위치 층별 평면도 ▸건물 및 대피시설의 출입구 위치 표현 ▸상시 용도 변경 확인 및 갱신 ▸중소규모의 건물에 대한 정보 확보
	영상정보	▸비실시간 실내·외 영상정보 ▸위성/항공 영상지도 ▸거리뷰와 항공 영상을 통해 단순한 영상정보 제공 ▸주소를 이용한 위치 확인 ▸수도권 중심 ▸이동객체 탐지 정확도 85% 이내	▸실시간 실내·외 영상정보 ▸스트리트뷰, 고정밀 영상지도 ▸건물 모델과 영상이 융합된 디지털트윈 지도 ▸주소 내 건물에 대한 정확한 위치 ▸국토 전반적인 영상 제공 ▸이동객체 탐지 정확도 95% 이상
	3차원 모델	▸3차원 모델의 1년 주기 갱신 ▸건물 외곽만 모델링 ▸특정 타입의 3차원 모델	▸3차원 모델 상시 갱신 ▸실내·외가 연계된 3차원 모델 ▸디지털 시뮬레이션을 위한 형상객체 모델
	속성정보	▸연계가능 속성정보 1개 ▸기관/업체별 개별 정보 구축 ▸POI 명칭 및 주소 ▸건축물 대장을 통한 연계 ▸건물 내 요구조자에 대한 정확한 정보 부재	▸연계가능 속성정보 6개 ▸표준화된 속성정보 구축 ▸건물의 높이 및 고도정보, 특성정보 ▸건물 자재별 재질 및 인화성 정보 ▸건물 내 요구조자에 대한 상세 정보 제공

활용 분야	지표	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	GIS SW	▸처리가능 데이터 종류 한정 ▸자동화율 60% ▸2D 가시화 ▸QGIS 공간정보 관리 툴 ▸전처리 기능의 수동화	▸처리가능 데이터 무제한 ▸자동화율 100% ▸3D 가시화 ▸경량형 GIS SW ▸전처리 과정의 자동화 및 지능화
	공간정보(지도) 플랫폼	▸AI학습데이터 및 AI모델 미제공 ▸지형도 위주의 보이는 형태만 서비스 ▸공간지도 서비스, Open API, 공공데이터 포털 ▸정적인 데이터만 가시화 ▸제한된 소방시설물에 대한 AI 학습 모델 제공 ▸인식율 90% 내외 ▸일부 전문가, 관련 공모자만 활용(접근성 부족) ▸기관·분야별 공간정보 중복 구축	▸AI학습데이터 및 AI모델 제공 ▸지형도 외에 지하시설물 서비스 ▸통합관리되는 공공데이터 포털을 통한 데이터 공유 및 Opne API ▸건물과 센서 정보 연동, 실시간 가시화 ▸다양한 AI 학습데이터 제공 ▸인식률 95% 이상 ▸누구나 활용할 수 있도록 플랫폼 경량화(접근성 강화) ▸시스템간 상호 운용 가능
도로·교통·물류	위치정보	▸정확도 5M 내외 ▸지리원의 정밀도로지도를 통해 정적 객체에 대한 정보 제공	▸정확도 25cm 내외 ▸차로수준으로 정적 객체에 대한 정확한 위치정보 제공
	2차원지도	▸정보 연계에 수 시간 소요	▸필요 시 즉시 연계
	영상정보	▸비실시간 실내·외 영상정보 ▸드론을 통한 도로 표면 촬영 ▸25cm급 항공사진 ▸포인트클라우드 미제공	▸실시간 실내·외 영상정보 ▸객체 인식 고도화 필요 ▸10cm급 항공사진 ▸포인트클라우드 제공
	3차원 모델	▸1년 주기 갱신 ▸간략한 3차원 모델 제공	▸상시 갱신 ▸각 객체에 대한 정보 제공 필요
	속성정보	▸연계가능 속성정보 1개 ▸사고정보, 돌발정보, 소통정보	▸연계가능 속성정보 6개 ▸사고의 요인이 될 수 있는 요소정보
	GIS SW	▸처리가능 데이터 종류 한정 ▸자동화율 60% ▸2D 가시화	▸처리가능 데이터 무제한 ▸자동화율 100% ▸3D 가시화
	공간정보(지도) 플랫폼	▸AI 학습데이터 및 AI 모델 미제공 ▸기존 TAAS 위험도로예보시스템에 의해 노선별 위험요소 정보 제공	▸AI 학습데이터 및 AI 모델 제공 ▸도로 차선별 위험요소의 다양한 정보 수집 및 관리
항공	위치정보	▸정확도 5M 내외	▸정확도 50cm 내외
	2차원지도	▸정보 연계에 수 시간 소요	▸필요 시 즉시 연계
	영상정보	▸비실시간 영상정보	▸실시간 영상정보
	3차원 모델	▸1년 주기 갱신	▸상시 갱신

활용 분야	지표	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
	속성정보	▸연계가능 속성정보 1개 ▸국내 하천 구역 위치별 수심 데이터 없음	▸연계가능 속성정보 5개 ▸국내 하천 구역 위치별 수심 데이터
	GIS SW	▸2D 기반 UAV 경로 설정 ▸자동 비행 경로 분석 미제공 ▸폐색율 가시화 기능 미제공	▸3D 기반 UAV 경로 시뮬레이터 ▸자동 비행 경로 분석 제공 ▸폐색율 가시화 기능 제공
	공간정보(지도) 플랫폼	▸자체 플랫폼 구축 및 활용	▸통합된 국가 플랫폼과 민간 플랫폼 연계/데이터 공유
도시/국토	위치정보	▸정확도 5M 내외 ▸cm 단위의 위치정확도 수 분 내 확보	▸정확도 50cm 내외 ▸mm 단위의 위치정확도 수 초 내 확보
	2차원지도	▸국가기본도 생산관리기관과 활용주제도 생산관리기관의 지도갱신체계 연계 미흡 ▸정해진 축척수준에 맞게 공급자 위주의 대량 생산	▸다양한 지도 생산관리기관이 지형지물의 변동정보 수집체계 및 지도갱신체계를 실시간 자동 공유 ▸사용자 맞춤형 축척수준, 레이어, 속성스키마를 즉시 제작, 제공
	영상정보	▸영상 데이터의 개별 활용 ▸M 수준의 공간해상도를 가진 컬러영상 ▸Km 수준의 공간해상도를 가진 다분광영상 ▸단일소스 2차원 영상	▸영상 데이터 검색 및 상호 참조 가능한 플랫폼 ▸cm 수준의 공간해상도를 가진 컬러 및 다분광 영상 ▸멀티소스 융합 3차원 영상
	3차원 모델	▸대용량 데이터 시각화 중심 3차원 모델 ▸3차원 지형, 건물 외관 모델링 ▸그림 기반 텍스쳐링	▸데이터 연계 및 시뮬레이션 분석이 가능한 3차원 모델 ▸다차원 융합 모델링 ▸실사 기반 텍스쳐링
	속성정보	▸정적 속성정보 ▸십수개 수준의 스키마구조 ▸기초 구역에 대한 공간/속성정보 확인 불가	▸동적 속성정보 ▸수십개 수준의 스키마 구조 ▸기초 구역에 대한 공간/속성정보 개방 필요
	GIS SW	▸공간 분석에 특화된 SW ▸외산 SW에 의존	▸국토 및 도시의 설계·건설·운영 활동의 모든 단계별 데이터 및 기능과 연계 가능한 SW ▸클라우드, 오픈소스 기반으로 전환
	공간정보(지도) 플랫폼	▸단순한 검색조건 식에 기반한 데이터 조회 및 제공	▸이용자들의 플랫폼 이용 이력 정보 등을 이용한 맞춤형 데이터 조회 및 추천
토지	위치정보	▸정확도 5M 내외	▸정확도 30cm 내외
	2차원지도	▸지적도(농경지) 토지 이용 ▸정보 연계에 수 시간 소요	▸연별 농경지 토지 이용 ▸필요시 즉시 연계
	영상정보	▸비실시간 실내·외 영상정보	▸실시간 실내·외 영상정보
	3차원 모델	▸1년 주기 갱신	▸상시 갱신
	속성정보	▸연계가능 속성정보 1개	▸연계가능 속성정보 6개
	GIS SW	▸처리가능 데이터 종류 한정	▸처리가능 데이터 무제한
	공간정보(지도) 플랫폼	▸AI학습데이터 및 AI모델 미제공	▸AI학습데이터 및 AI모델 제공

활용 분야	지표	현재 기술수준[As-Is]	사용자 요구수준[To-Be]
철도	위치정보	-	
	2차원지도	▸원시데이터 제공이 소극적임	▸항시 받을 수 있는 체계적인 시스템 운영
	영상정보	-	
	3차원 모델	▸3차원 모델 구축 또는 국소적인 포인트클라우드 제공	▸구축된 포인트클라우드의 통합 DB 구축을 통한 국토 가상화
	속성정보	▸시설물에 대한 분류 및 형상만 존재	▸메타데이터와 연계된 GIS 정보 제공(도로, 철도, 교량 등)
	GIS SW	-	
	공간정보(지도) 플랫폼	-	
기타 (고정밀 공간정보)	위치정보	▸정확도 50cm 내외 ▸육상의 위치정보와 해상의 위치정보가 이원화되어있음 ▸고정 객체에 대한 정보 위주	▸정확도 5cm 내외 ▸육·해상 연결을 위한 위치정보 제공이 필요 ▸이동 객체에 대한 정보 제공
	2차원지도	▸1/1,000 축척	▸1/500 축척
	영상정보	▸정사영상	▸실감 정사영상
	3차원 모델	▸분석 불능 모델 ▸3차원 LOD 1~4단계 ▸지자체 중심, 국가 전체에 대한 3차원 모델 구축	▸단계구분도와 같은 분석자료와 융합이 가능한 모델 ▸LOD 1 수준 또는 이하 ▸소수 대상물, 소규모 지역에 대한 구체화 필요
	속성정보	▸3차원 공간정보 연계 불능 ▸국가기준점 현재 정보 ▸공간 DB 구축 시 구축주체가 속성을 임의적으로 구성	▸3차원 공간정보와 직접 연계 ▸국가기준점 이력 정보 ▸공간 DB 구축 시 형상이나 구조, 관계를 중심으로 ID만 관리하고 속성은 사용자에게 자율성 부여
	GIS SW	▸벡터, 레스터, 점군자료의 동시 처리 불가 ▸ArcGIS, QGIS 등 특정 제품들을 중심으로 시장형성	▸벡더, 레스터, 점군자료, 3차원모델링 Viewer 기능 제공 ▸인공지능 기반 예측 등의 특정 기능을 강화한 제품개발 필요
	공간정보(지도) 플랫폼	▸공간정보 플랫폼 상에서 나만의 자료를 중첩할 수 없음	▸나만의 자료가 중첩될 수 있는 다양한 기능 제공

□ 활용수요조사 조사항목 비교

〈표 5-10〉 활용수요조사 조사항목 비교

지표	1차 활용수요조사	2차 활용수요조사	3차 활용수요조사
고정밀 위치정보	○	○	○
영상정보의 해상도		○	○
디지털 지도		○	○
측위가능 공간	○		
지도, 센서데이터 등 자동통합	○		
공간분석	○		
공간 속성정보		○	○
GIS SW			○

〈표 5-11〉 지표별 요구성능조사 결과

지표	현재 기술 수준 (As-IS)	사용자 요구 수준 (To-Be)
고정밀 위치정보	▪ 위치 정확도 30cm 내외	▪ 위치 정확도 5cm 내외
영상정보의 해상도	▪ 5M 수준의 공간해상도	▪ 10cm 수준의 공간해상도
디지털 지도	▪ 간략한 3차원 모델 제공	▪ 객체 단위 또는 포인트클라우드 기반의 3차원 모델 제공
측위가능 공간	▪ 실외 (고층빌딩 밀집지역 정확도 저하)	▪ 고층빌딩 밀집지역 및 실내
지도, 센서데이터 등 자동통합	▪ 단일 공간데이터 중심의 3차원 공간정보 수동 구축	▪ 다중 공간데이터 기반 3차원 공간정보 자동 구축 및 센서데이터 연계
공간분석	▪ 시뮬레이션 기반 단기 미래예측	▪ 시뮬레이션 및 AI 기반 상황인지, 초저지연 공간상황 예측
공간 속성정보	▪ 상태정보 변화 자동 인식기술 부재 ▪ 건물 내 요구조자에 대한 상세 정보 부재	▪ AI 기반 상태정보 변화 자동인식 ▪ 건물 내 요구조자에 대한 상세 정보 제공 ▪ 이동체 경로 정확도 향상을 위한 속성정보 수집
GIS SW	▪ 처리 가능 데이터 한정 ▪ 2D만 가시화	▪ 대용량 데이터 처리 ▪ 3D 및 동적정보 가시화

〈표 5-12〉 지표별 사용자 요구 수준 및 기술체계 반영 여부

지표	사용자 요구 수준 (To-Be)	본 사업 기술체계 內 반영	
		핵심과제	최종 개발목표
고정밀 위치정보	▪ 위치 정확도 5cm 내외	▪ 1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	▪ 기준국 2~3cm ▪ 이동국 4~5cm
영상정보의 해상도	▪ 10cm 수준의 공간해상도	▪ 1-2. 3차원 국토정보 변화인식 및 자동갱신	▪ 다중 영상 정합 정확도 10cm 이하
디지털 지도	▪ 객체 단위 또는 포인트클라우드 기반의 3차원 모델 제공	▪ 1-2. 3차원 국토정보 변화인식 및 자동갱신	▪ 자동화율 90% 이상의 공간정보 객체 모델링 제공
측위가능 공간	▪ 고층빌딩 밀집지역 및 실내	▪ 1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	▪ 개활지 및 도심환경
		▪ 1-2. 3차원 국토정보 변화인식 및 자동갱신	▪ 실내 융합 측위
지도, 센서데이터 등 자동통합	▪ 다중 공간데이터 기반 3차원 공간정보 자동 구축 및 센서데이터 연계	▪ 1-2. 3차원 국토정보 변화인식 및 자동갱신	▪ 3차원 공간정보 자동 구축
		▪ 2-2. 동적정보 초연결	▪ 공간정보 연계(2,000TPS)
공간분석	▪ 시뮬레이션 및 AI 기반 상황인지, 초저지연 공간상황 예측	▪ 3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	▪ AI 모델 학습 및 공간분석 서비스 제공
공간 속성정보	▪ AI 기반 상태정보 변화 자동인식 ▪ 건물 내 요구조자에 대한 상세 정보 제공 ▪ 이동체 경로 정확도 향상을 위한 속성정보 수집	▪ 2-2. 동적정보 초연결	▪ AI 기반 이동체, IoT 상태정보 및 인간 감성정보 변화 자동인식
		▪ 3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	▪ 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화
		▪ 2-2. 동적정보 초연결	▪ 이동체 위치정보 연계
GIS SW	▪ 대용량 데이터 처리 ▪ 3D 및 동적정보 가시화	▪ 3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	▪ 엑사바이트(EB) 급 데이터 처리
		▪ 2-2. 동적정보 초연결/ 3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	▪ 동적정보 가시화 및 초대용량 N차원 공간정보 시각화

□ 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사 결과

〈표 5-13〉 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사 결과

연번	기업명	구분	재난/재해	드론	자율주행차	스마트건설	물류	감염병	기타	중점분야별 참여의사		
										1	2	3
1	와이에이치월드	산					○			○	○	○
2	소프트그래피	산		○	○					○	○	○
3	에이디테크	산			○					○	○	○
4	하나텍시스템	산			○					○	○	○
5	에이미파이	산		○						○		
6	akt	산							정밀지도	○	○	○
7	LGCNS	산	○							○	○	○
8	건설기술연구원	연			○					○	○	○
9	건설기술연구원	연			○					○	○	○
10	공간정보품질관리원	산						○		○	○	○
11	다담인베스트먼트	산			○					○	○	○
12	대우건설	산				○				○	○	○
13	도로교통공단	산			○					○	○	○
14	두시텍	산		○						○	○	○
15	목포해양대학교	학		○						○	○	
16	삼성SDS	산		○	○					○	○	○
17	상명대학교	학						○		○	○	○
18	새한항업	산			○					○	○	○
19	새한항업	산							부동산	○	○	○
20	새한항업	산		○						○	○	○
21	서울시소방재난본부	관	○							○	○	○
22	수자원공사	산	○							○		
23	씨엠월드	산	○							○	○	○
24	아울네스트	산			○					○	○	○
25	에스티로직	산		○						○	○	○
26	에이미파이	산		○					플랫폼	○	○	○
27	엘티메트릭	산	○							○	○	○
28	오토시맨틱스	산							환경			○
29	올포랜드	산								○	○	○
30	웨이버스	산	○	○	○	○	○	○		○	○	○
31	웨이즈원	산			○					○	○	○
32	위드로봇	산			○						○	

연번	기업명	구분	재난/재해	드론	자율주행차	스마트건설	물류	감염병	기타	중점분야별 참여의사		
										1	2	3
33	인천대학교	학					○			○	○	○
34	인하대학교	학					○			○	○	○
35	전자부품연구원	연			○					○	○	○
36	전자부품연구원	연		○						○	○	○
37	지오스토리	산		○	○					○	○	○
38	지오앤	산							정밀지도	○	○	○
39	카르타	산		○						○	○	○
40	코아텍	산	○	○						○		○
41	티아이랩	산		○	○					○	○	○
42	파인브이티	산		○						○	○	○
43	한국건설방재연구원	연		○	○	○				○	○	○
44	한국교통대학교	학				○				○	○	○
45	한국도로공사	산			○					○	○	○
46	한국시설안정공단	산				○				○	○	○
47	한국전자통신연구원	연	○							○	○	○
48	한국철도기술연구원	연					○			○	○	○
49	한림대학교	학						○		○	○	○
50	한양대학교	학				○				○	○	○
51	한양대학교	학				○				○	○	○
52	현대건설	산				○				○	○	○
53	현대엠엔소프트	산		○						○	○	○
54	위즈코어	산		○						○	○	○
55	이르테크	산							관광	○	○	○
56	4S Mapper	산							정밀지도	○	○	○
57	한국국토정보공사	산	○							○	○	○
58	국토연구원	연							정밀지도	○	○	○
59	엑스드론	산		○			○			○	○	○
60	유콘시스템	산	○	○			○			○	○	○
61	한국국토정보공사	산							정밀지도			○
62	카카오	산							정밀지도	○	○	○
63	디비엔텍	산	○	○		○				○	○	○
64	연세대학교	학							환경	○	○	○
65	제주특별자치도	관	○	○	○					○	○	○
66	한국외국어대학교	학							기상			○
67	소프트그래피	산		○	○					○	○	○

연번	기업명	구분	재난/재해	드론	자율주행차	스마트건설	물류	감염병	기타	중점분야별 참여의사		
										1	2	3
68	신한항업	산							부동산	○	○	○
69	새한항업	산							정밀지도	○	○	○
70	스트리스	산							시설물	○		
71	엘티메트릭	산	○							○	○	○
72	올포랜드	산							정밀지도	○	○	○
73	웨이즈원	산			○					○	○	○
74	유엔이	산	○							○	○	○
75	뉴레이어	산		○						○	○	○
76	씨엠월드	산	○							○	○	○
77	이지스	산	○	○						○	○	○
78	인트라테크	산							도시	○	○	○
79	김천시청	산				○				○	○	○
80	동의대학교	학							경관	○	○	○
81	한국과학기술정보연구원	연						○		○	○	○
82	인하대학교	학	○	○	○			○		○	○	○
83	소다시스템	산	○	○	○					○	○	○
84	한국과학기술원	연						○		○	○	○
85	인스페이스	산	○	○						○	○	○
86	다울지오인포	산	○					○		○	○	○
87	상지대학교	학	○	○		○				○	○	○
88	신한항업	산	○	○	○		○	○		○	○	○
89	한국해양대학교	학	○	○		○				○	○	○
90	연세대학교	학							도시	○	○	○
91	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
92	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
93	강원도청	관		○						○	○	○
94	아산시청	관		○	○	○				○	○	○
95	가이온	산							정밀지도	○	○	○
96	경북대학교	학	○	○						○	○	○
97	동의과학대학교	학	○									○
98	서울기술연구원	연							도시	○	○	○
99	서울특별시청	관							도시	○	○	○
100	소방청	관	○							○	○	○
101	아이씨티웨이	산	○	○		○				○	○	○
102	안양대학교	학	○	○				○		○	○	○

연번	기업명	구분	재난/재해	드론	자율주행차	스마트건설	물류	감염병	기타	중점분야별 참여의사		
										1	2	3
103	인천광역시청	관							도시	○	○	
104	정읍시청	관		○						○	○	○
105	한국전력공사	산		○						○	○	○
106	한국전자통신연구원	연			○					○	○	○
107	항공안전기술원	산		○						○	○	○
108	제이비티	산	○			○				○	○	○
109	제이비티	산	○			○				○	○	○
110	텍트윈	산	○								○	○
111	서울기술연구원	연							도시	○	○	○
112	동두천시청	관							정밀지도	○	○	○
113	해줌	산							태양광	○	○	○
114	성남시청	관	○	○	○					○	○	○
115	전주시청	관				○				○	○	○
116	충북도청	관	○	○						○	○	○
117	국립재난안전연구원	연	○									○
118	한국건설기술연구원	연							정밀지도	○	○	○
119	한국건설기술연구원	연							정밀지도	○	○	○
120	한국건설기술연구원	연							정밀지도	○	○	○
121	제이시스	산	○		○						○	
122	대용	산	○	○		○				○	○	○
123	범아엔지니어링	산		○						○	○	○
124	새한항업	산			○					○	○	○
125	유원지리정보시스템	산							정밀지도		○	
126	호정솔루션	산		○						○	○	○
127	무한정보기술	산	○	○		○				○	○	○
128	한국전자통신연구원	연	○	○	○	○	○	○		○	○	○
129	CITUS	산					○			○	○	○
130	공간정보기술	산							정밀지도	○	○	○
131	신한항업	산	○				○			○	○	○
132	중앙항업	산	○	○	○	○	○	○		○	○	○
133	지오씨엔아이	산	○	○	○	○				○	○	○
134	파파야	산	○			○		○		○	○	○
135	베이시스소프트	산	○	○		○				○	○	○
136	인포씨드	산							정밀지도	○	○	○
137	국토연구원	연	○				○			○	○	○

연번	기업명	구분	재난/재해	드론	자율주행차	스마트건설	물류	감염병	기타	중점분야별 참여의사		
										1	2	3
138	건설환경종합연구소	산			○			○		○	○	○
139	한국전자통신연구원	연			○					○	○	○
140	노아에스앤씨	산	○							○	○	○
141	한국전자통신연구원	연		○	○					○	○	○
142	국토연구원	연		○	○					○	○	○
143	국토연구원	연		○	○					○	○	○
144	안양대학교	학	○			○				○	○	○
145	로딕스	산							정밀지도	○	○	○
146	미도지리정보	산	○		○					○	○	○
147	유엔이	산	○							○	○	○
148	연세대학교	학				○		○		○	○	○
149	서울대학교	학	○	○	○					○	○	○
150	서울대학교	학				○				○	○	○
151	서울대학교	학	○	○	○		○	○		○	○	○
152	서울대학교	학				○				○	○	○
153	안양시청	관	○	○	○			○		○	○	○
154	서울대학교	학	○			○		○		○	○	○
155	서울대학교	학	○					○		○	○	○
156	올포랜드	산	○				○	○		○	○	○
157	서울대학교	학					○			○	○	○
158	한국지질자원연구원	연	○	○	○					○	○	○
159	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
160	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
161	지능형자동차부품진흥원	산			○					○	○	○
162	서울과학기술대학교	학							정밀지도	○	○	○
163	스탠스	산							도시	○	○	○
164	아주대학교	학			○					○	○	○
165	포스웨이브	산	○	○		○				○	○	○
166	신한항업	산							정밀지도	○	○	○
167	충북대학교	학	○			○				○	○	○
168	경남대학교	학	○							○	○	○
169	한국소방산업기술원	산	○							○	○	○
170	그린공간정보	산	○	○	○					○	○	○
171	한국건설기술연구원	연			○			○		○	○	○
172	한국건설기술연구원	연	○	○		○				○	○	○

연번	기업명	구분	재난/재해	드론	자율주행차	스마트건설	물류	감염병	기타	중점분야별 참여의사		
										1	2	3
173	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
174	한국건설기술연구원	연	○	○						○	○	○
175	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
176	한국건설기술연구원	연	○		○					○	○	○
177	동광지엔티	산		○						○	○	○
178	미도지리정보	산							정밀지도	○	○	○
179	한국건설기술연구원	연	○	○		○				○	○	○
180	아세아항측	산	○	○	○					○	○	○
181	한국건설기술연구원	연	○	○						○	○	○
182	한국건설기술연구원	연							도시	○	○	○
183	한국건설기술연구원	연	○	○	○	○	○			○	○	○
184	한국건설기술연구원	연	○							○	○	○
185	이룸에스앤지	산		○		○				○	○	○
186	한국건설기술연구원	연	○			○		○		○	○	○
187	한국건설기술연구원	연	○	○						○	○	○
188	한국건설기술연구원	연	○		○	○				○	○	○
189	한국건설기술연구원	연		○				○		○	○	○
190	한국건설기술연구원	연	○							○	○	○
191	지스	산		○	○					○	○	○
192	한국건설기술연구원	연	○			○				○	○	○
193	다이트론코리아	산			○					○	○	○
194	다이트론코리아	산			○					○	○	○
195	다이트론코리아	산			○					○	○	○
196	모디엠	산			○					○	○	○
197	모디엠	산			○					○	○	○
198	서울시립대학교	학		○	○	○				○	○	○
199	포도	산	○		○			○		○	○	○
200	엠큐닉	산			○					○	○	○
201	엠큐닉	산			○					○	○	○
202	엠큐닉	산			○					○	○	○
203	연세대학교	학	○		○	○				○	○	○
204	유원지리정보시스템	산							정밀지도		○	
205	인하대학교	학			○					○	○	○

3.3 응답자 현황

□ 활용수요조사 응답자 현황

〈표 5-14〉 활용수요조사 응답자 현황

구분		산업체	대학교	연구기관	정부기관	합계
1차 활용수요조사	명	99	28	37	14	178
	%	55.6	15.7	20.8	7.9	100.0
2차 활용수요조사	명	1	2	8	-	11
	%	9.1	18.2	72.7	0.0	100.0
3차 활용수요조사	명	22	18	12	1	53
	%	41.5	34.0	22.6	1.9	100.0
합계	명	112	48	57	15	242
	%	46.3	19.8	23.6	6.2	100.0

□ 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사 응답자 현황

〈표 5-15〉 공공 및 민간 부문 성과활용 참여의향조사 응답자 현황

구분		산업체	대학교	연구기관	정부기관	합계
중복응답 제외	명	113	34	45	13	205
	%	55.1	16.6	22.0	6.3	100.0
중복응답 포함	건	180	87	61	24	352
	%	51.1	24.7	17.3	6.8	100.0

2. 관련기관 의견수렴

2.1 국토교통부 및 유관기관 전문가 간담회

□ 회의 개요

○ 목적 : 과기부의 '디지털 라이브 국토정보 기술개발' R&D 미시행 결정(6.14)에 대한 원인분석·대응방안 논의

○ 일시 및 장소 : '19.06.19.(수) 15:00~17:00 / LX 서울본부 6층 회의실

○ 참석 인원 : 국토부 국토정보정책관(주재), KAIA, 국토연, LX, 건설연, ETRI 전문가 등 15명

□ 회의 내용

○ 과기부 예타 조사 결과 중 지적 사항에 대한 원인을 분석하고, 이에 대한 대응 방안을 도출하여 보완 기획 시 추진 전략에 반영

□ 주요 의견

○ 연구개발의 목표·문제정의 등이 불명확하다는 지적

- 공간정보를 필요로 하는 다양한 분야의 수요를 적극 수렴하고 이를 바탕으로 문제 정의 및 사업목표 등을 새롭게 정리할 필요 있음

○ 사업범위 및 연구내용에 대한 구체성이 다소 미흡

- R&D 사업 목표·세부 목표가 다소 추상적으로 제시
- 공간정보 기술현황에 대하여 보다 상세하게 분석하고, 현장의 니즈를 적극 반영하여 기술개발 범위 설정 및 상세 내역 정리 필요
- 이를 위하여 기술수요조사 및 활용수요조사도 폭넓게 확대할 필요가 있음
- 또한, 旣 추진한 R&D 사업을 정밀 검토하여 본 사업과의 연계성 확보방안 모색 필요

○ 세부기술별 기술목표 설정근거, 측정방법 등이 다소 개략적으로 기술

- 각 구성기술별로 개발목표에 대한 성능지표의 설정근거, 측정방법을 보다 명확하게 정리

○ 세부활동의 구성과 사업목표 사이의 논리적 연계성이 다소 부족

- 문제이슈-사업목표-핵심기술-중점분야 간 연계성 확보 필요

2.2 보완기획 전문가 간담회

□ 회의 개요

○ 목적 : 공간정보 예타 보완기획 추진전략 및 관련 기관별 협업 방안 마련을 위한 전문가 의견 수렴

○ 일시 및 장소 : '19.9.20.(금) 10:00~12:00 / LX 서울본부 6층 대회의실

○ 참석 인원 : 국토부 국토정보정책관(주재), KAIA, 외부전문가 등 22명

□ 회의 내용

○ 디지털 라이브 국토정보 사업 기획 주요 경과, 보완기획 추진체계 및 프로세스별 상세 추진전략 보고

○ 보완기획 상세 추진전략에 대한 전문가 의견 수렴 및 기관별 협업 방안 논의

□ 주요 의견

○ 공간정보 분야의 이슈·문제점을 명확히 하고, 다양한 활용 분야를 대상으로 Bottom-up방식의 기술 도출 필요

- 공간정보는 무형의 자산으로서, 다양한 분야의 전문가 집단 지성을 통해 향후 활용 및 발전 방향에 대하여 지속적으로 논의할 필요 있음
- 다양한 활용분야(타 부처, 지자체, 민간 등)를 대상으로 Bottom-up 방식의 기술 도출 필요
- 비전문가도 직관적으로 이해할 수 있는 사업 논리 및 주요 스토리 라인 설정 필요

○ 공간정보 산·학·연 관련 기관이 유기적으로 협력하여 사업 기획에 적극 참여 필요

- 산업협회, 진흥원, 연구원 등 다양한 공간정보 유관기관의 참여를 통한 수요처 발굴 및 위원회 운영, 기초자료 작성 등 협조 필수

○ 다양한 현장 니즈 수렴 및 기술수요조사 확충

- 다양한 활용 수요를 발굴하기 위하여 중앙부처, 지자체, 민간기업 등 대상으로 본 사업에 대한 적극적인 홍보 및 활용방안 토의 실시
- 또한, 다양한 활용 분야별로 참여의향서를 받아 향후 '기술활용 협의체' 구성 시 반영하는 것도 고려

2.3 공간정보서비스 기업·연구기관 협의회의

□ 회의 개요

○ 목적 : 공간정보 예타 보완기획 및 수요처 발굴을 위한 의견수렴

○ 일시 및 장소 : '19.10.10.(목) 14:00~17:00 / KAIA 9층 1회의실

○ 참석 인원 : KAIA, 외부전문가, 컨설팅 펌 등 20명

□ 회의 내용

○ 기획사업 소개 및 공간정보 구축·활용방안 논의

○ 보완기획 상세 추진전략에 대한 전문가 의견수렴 및 기관별 공간정보 활용현황 공유

○ 수요처 조사 방법론 소개 및 사업 수혜자 설정 구체화 논의

□ **주요 의견**

○ 지능화 기술(3핵심)에 대한 범위의 깊이와 폭을 고려하여 보고서의 구체적인 보완 필요

- 지능화가 공간정보기술에 사용되는 구체적인 사례 연구가 필요할 것으로 사료(공간정보를 활용한 시뮬레이션 지원, 공간정보 활용 자동화에 의한 비용 절감, AI 기반 공간상황 예측·분석 등)
- 4차 산업혁명이 진행되는 시점에서 “AI는 범용기술이기에 누구나 쓸 수 있다.”라는 패러다임의 관점에서 보완 필요

○ 스마트건설 사업에서 개발예정인 기술(스마트건설 중점분야 2, 4 기술개발내용)과 본 기획사업에서 개발하고자 하는 세부기술내용의 차별화를 위해서는 현재 제시된 기술개발 내용의 구체화 필요

- 본 사업에서 개발하고자 하는 기술은 일반적인 내용의 경보 및 경고가 아닌 건설현장 전반, 작업자의 안전확보 및 선제 경고시스템 같은 구체적인 내용과 직접적으로 연동되는 예시 고려

○ 공공과 민간이 공간정보데이터를 협력하여 제작 및 공유 필요

- 공간정보기술개발과 관련 있는 민간 스타트업 및 기존 기업이 신규 기술을 개발할 때, 공간정보 관련 데이터를 활용할 수 있도록 기업과 공공기관의 협력 및 참여 유도 필요
- 공간정보 산업계의 생태계가 지속할 수 있는 기반 플랫폼 개발 필요

○ 기존 유관산업계의 기업 및 기관 담당자들의 의견 수집을 위한 심층 인터뷰·간담회 개최 필요

- 기존 총괄 또는 기술위원회 참여기업 및 기관 전문위원, 필요하면 국토정보 전문가 추천을 받아 심층 인터뷰 대상 선정
- 現 국토정보 관련 산업계 현장 및 연구개발 전문가의 의견 없이는 본 기획에 필요한 수요처 및 니즈 발굴은 어려움
- 공간정보의 수요처를 다양하게 발굴하는 것이 중요하며 그에 대한 활용방안 제시가 필요함

○ 공간정보기술개발의 수요처 및 사업목표가 공공 인프라 구축 성격인데 반해, 사업 기획 방향의 모호성으로 인해 직접적인 편익(정량적 효과)의 제시를 요구받는 상황

- 사업 개념이 확정되어야 사업 목표와 그에 따른 수요처가 도출되며, 명확한 경제성 분석 및 타당성 도출 가능

○ 정부의 역할은 규제 완화, 정책지원, 산업 활성화, R&D 추진 등이 있다고 생각하며, 특히 R&D는 현재 공간정보 구축·운영 시 발생 하는 현안을 해결할 수 있도록 추진하는 것이 더욱 중요

- 과거에는 국가가 제공하는 기본도를 활용하여 민간에서 활용 하였지만, 현재는 국가가 제공하는 데이터의 최신성이 떨어지기 때문에 민간에서 각자 수요에 맞는 맵을 구축하고 있음
- 특히 기존 데이터 설계 방식으로는 향후 활용도가 거의 없기 때문에, 국가 차원에서 최신성 및 활용성 등을 고려한 새로운 데이터 모델링에 대한 혁신 주도가 필요

○ 향후 새로운 플랫폼 서비스가 필요하며, 이에 대한 총괄 기획 및 관리는 국가가 주도

- 누구를 타겟으로 할 것인지 명확화 하고, 정보이용자들의 공감대를 끌어낼 수 있는 새로운 플랫폼 기획이 필요
- 플랫폼 서비스로 갈 경우, 플랫폼에서 API 제공, data discovery 에 대한 고려는 반드시 필요하며, macro한 관점에서 국가 전체에서 이를 기획하고 관리해야 함
- 데이터를 공공과 민간이 같이 만들고 공유하도록 유도, 민간과 공공의 협력을 통해 수요를 창출, 지속 가능한 생태계 기반의 플랫폼이 되도록 노력해야 함

2.4 지자체 간담회

□ 회의 개요

○ 목적 : 공간정보 분야 예타 사업기획(R&D) 추진 현황 공유, 공간정보 활용 지자체 의견수렴 및 추진 전략 토의

○ 일시 및 장소 : '19.10.16.(수) 14:00~17:00 / 글로탑 비즈니스센터 5회의실

○ 참석 인원 : KAIA, 기획자문위원, 지자체 관련 전문가 등 14명

□ 회의 내용

○ 공간정보 분야'디지털 라이브 국토정보 기술 개발(R&D)'사업기획 추진 현황 및 중점 기술 분야 소개

○ 업무별 공간정보 활용 현황 파악 및 기술 니즈 등 지자체 의견수렴을 통한 기획 추진 전략 토의

□ 주요 의견

○ 지자체마다 주요 관심 분야와 지원 예산 규모가 다르기 때문에 이에 따른 공간정보의 활용도가 상이함

- 서울시의 경우 매년 1:1000 수치지형도를 갱신하여, 36개 시스템의 기본 정보로 활용하고 있는 반면, 경산시의 경우 갱신 및 시스템 간의 연동이 어려운 실정
- 서울시는 디지털트윈, 양산시는 지하공간정보, 강원도는 드론공간정보, 제주도는 통합플랫폼 기반 생활 밀착형 서비스에 관심이 높음

○ 데이터의 최신성과 상호 연계성이 부족하며, 개발 기술이나 시스템이 정착하기 위한 체계 미흡

- 표준 미비 또는 미준수에 따른 포맷, 좌표계 등의 상이함으로 인하여 시스템별로 구축되고 있는 데이터 간 연계 어려움
- 메타데이터 부재로 인하여 데이터 간의 변환 및 정합 불가능
- 동일 데이터를 다루는 여러 시스템들이 연동되지 않아 특정 시스템에 신규 데이터가 등록되어도 다른 시스템에 반영되지 못함
- 공간정보 DB의 갱신 및 유지관리의 어려움으로 최신성 결여
- 유지보수 비용의 문제로 공간정보 업무에 활용되고 있는 외산 엔진 국산화 필요

○ 데이터 갱신 및 표준 기술 개발과 지자체 현황에 따른 공간정보 응용 기술 개발 필요

- 공간정보 데이터베이스 현행화 기술
- 지하시설물 비금속관로 및 불탐관로에 대한 탐사 기술 개발
- 상수관 누수율 탐지 기술 개발
- CCTV 영상으로부터 모션·상황 탐지 기술 개발
- CCTV, IoT 센서 데이터 연계 및 다중 데이터 변환을 위한 표준 연구
- 기존 공간정보 플랫폼과 드론공간정보 연계 기술
- 드론을 활용한 측량, 방제, 산불감시 기술
- 드론 데이터로 구축되는 3D 모델의 지형과 건물 분리 기술
- 건축·토목 인허가를 위한 토공량, 유수량 등 공간정보 기반 분석 기술
- 공간정보 플랫폼에 다양한 속성정보 연계 및 실시간 데이터 표출 기술

○ 기존 데이터의 활용도를 높이기 위한 기술 반영과 직관적으로 체감할 수 있는 서비스 발굴 필요

- 새로운 기술 개발도 중요하지만, 정책의사결정에 기존 데이터 또는 시스템의 활용도를 높이기 위한 기술 개발 고려 필요
- 사업에 대한 타당성 확보와 공감대 형성을 위하여 개발 기술 내용 발굴에 있어서 사회문제 해결형으로 접근 필요
- 수요처에 따라 요구하는 정밀도, 정확도, 서비스 속도 등의 수준이 다양하므로 수요처 특성을 고려한 목표 설정 필요
- 사업의 특성 명확화가 필요하며 인프라 기반 활용 기술 개발까지 범위로 생각한다면 기술 외적인 거버넌스·제도 측면도 고려되어야 함

2.5 1차 공간정보서비스 기관 협의회의

□ 회의 개요

○ 목적 : “디지털 라이브 국토정보 기술개발(R&D)” 사업의 예타 추진 현황 및 상세 방안 공유를 통하여 업무 활용 및 협업 방안 논의

○ 일시 및 장소 : ’20.02.26.(수) 15:00~18:00 / 국토지리정보원 고산자방

○ 참석 인원 : 국토부 국토정보정책관 및 국토지리정보원장(공동 주재), 국토지리정보원, KAIA, 기술분과위원 등 31명

□ 회의 내용

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업기획 추진 현황 및 중점 기술 분야 소개

○ 업무별 공간정보 활용 현황 파악 및 기술 니즈 등 의견수렴을 통한 기획 추진 전략 토의

□ 주요 의견

○ 배경 및 필요성을 고려한 과제구성인지에 대한 검토 필요

- 추진배경에 언급된 문제들이 구성 과제를 통해 해소되는지에 대한 명확한 정리 필요
- 현재 구축되어 있는 기술과 향후 구축해야 할 기술에 대한 정의 필요

○ 각 분과별 관심사항 토의

- 국토지리정보원 GPS 중앙국에서 취득되는 다양한 데이터 처리를 위하여 국산 SW의 개발 필요(1-1 분과)
- 기술 개발의 범위를 대민·공공 서비스까지 확대한 플랫폼 개발 필요(1-2 분과)

○ 기타 제언

- R&D 기획 시, 주요 수요처인 국토지리정보원의 의견을 적극 반영해 주길 희망
- 본 사업의 주요 기술 개발이 향후 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 과감하고 도전적으로 추진되어야 함

2.6 2차 공간정보서비스기관 협의회의

□ 회의 개요

○ 목적 : 공간정보 R&D 예타 사업기획 관련, 신호 기반 절대 측위 등 기술개발에 대한 국가 기관(국토지리정보원)의 다양한 의견 청취 및 관련 사항 토의

○ 일시 및 장소 : ’20.03.09.(월) 13:00~15:00 / 국토지리정보원 소회의실

○ 참석 인원 : 국토지리정보원, KAIA 등 7명

□ 회의 내용

○ 공간정보 R&D 예타 기술개발 내역 소개(신호 기반 절대 측위 등 실내외 연속 위치정보 생성)

○ 국토지리정보원 GNSS 고정국 및 이동국 운영 현황 소개

○ 향후 본 사업 개발 기술의 활용 의향 확인 및 관련 사항 토의

□ 주요 의견

○ 본 사업에서 계획하고 있는 신호 기반 절대 측위 등 관련 기술개발은 매우 시의적절함

○ 현재 국토지리정보원이 운영중인 GNSS 고정국 및 이동국 S/W는 외산으로서, 기술 종속 등의 문제점을 내포하고 있으며 이를 해결하기 위한 S/W 국산화가 시급한 상황

- 국토지리정보원의 네트워크 RTK(VRS), FKP 서비스, SSR 서비스 등은 모두 외산 S/W를 활용하고 있으며, 초기 도입 비용 및 운영유지 비용이 매우 높은 편임
- 이러한 문제를 해결하기 위하여 기 도입된 외산 S/W의 국산화가 시급한 상황임

○ 따라서, 본 사업에서 개발되는 기술을 향후 국토지리정보원에 도입·적용할 경우, 외산 S/W의 대체가 가능하며 기관 차원에서 본 사업의 개발기술에 대한 활용 확산을 적극 지원할 의사가 있음을 공식 확인

2.7 3차 공간정보서비스 기관 협의회의

□ 회의 개요

○ 목적 : 공간정보 R&D 주요 현황 보고 및 통합테스트 환경 구축 방안 토의

○ 일시 및 장소 : ’20.03.24.(화) 14:00 ~17:00 / 국토부 국토정보정책관실

○ 참석 인원 : 국토부 국토정보정책관(주재), 국토부 NS센터, 국토지리정보원, KAIA, 기획연구진 등 8명

□ 회의 내용

○ 예타 주요 진행 경과 보고(스토리라인, 기술체계, 예산 등) 및 R&D 테스트 환경 구축 방안 토의

□ 주요 의견

○ 전략 및 주요 스토리라인

- 사업기획 관련, 전략적 구상이 잘 보여지며 자료 구성이 매우 탄탄해짐

○ 기술체계 및 예산

- 우리 기술 기획의 핵심 키워드는 3D, 자동갱신, 연계, 실시간, 가시화 등이며, 이에 대한 최종성과물이 무엇인지 쉽게 설명되어야 함
- 또한, 개별 R&D 성과물이 모여서 핵심기술이 완성된다는 걸 인식시켜야 하며, 미래 사회를 고려한 기술개발(R&D) 사업이므로 굵직한 성과가 확실히 드러나도록 정리 필요
- 기술에 대한 이해도를 높이기 위하여 무슨 기술이고, 어떻게 개발한다는 건지 쉽게 정리
- 이번 기술개발을 통하여 기존과 뭐가 어떻게 달라지는지 명확하게 보여지도록 최종 정리
- 주요 용어 등이 통일성 있게 사용되도록 정리 요망
- 각 중점별 예산이 전략적으로 잘 구성·배정된 것으로 보여짐

○ R&D 테스트 환경 구축

- 보고자료 內 1안(NS센터)은 센터 자체 인프라 교체 작업 예정, 국가정보자원관리원 협의 등 금번 R&D 테스트를 위한 독립적인 환경 마련이 여의치 않음

2.8 4차 공간정보서비스 기관 협의회의

□ 회의 개요

○ 목적 : R&D 테스트 환경 구축 방안 토의

○ 일시 및 장소 : ’20.04.01.(수) 15:00 ~17:00 / 국토지리정보원

○ 참석 인원 : 국토지리정보원 및 위탁용역 업체 전문가, KAIA 등 5명

□ 회의 내용

○ 국토지리정보원 전산 환경 및 주요 서비스 내역 및 R&D 테스트 환경 구축 관련 논의

□ 주요 의견

○ 국토지리정보원의 전산 환경 및 주요 서비스 내역 파악

○ R&D 테스트 환경 구축 관련 국토지리정보원 주요 경영진의 긍정적 피드백 확인

- 전산센터 內 물리적 공간 제공 가능
- R&D 개발 성과 및 향후 활용처(수요기관) 연계 후 통합테스트 실시를 위한 테스트 서버 도입 예정
- 클라우드 환경 구축 시, 지리원 기존 전산환경 등에는 전혀 영향을 미치지 않도록 구성 예정
- 지리원 보안정책을 준수하면서 지리원 네트워크 망 확정 예정
- R&D 실행 단계에서 장비 도입 및 설치, 운영, 테스트 진행 시 지리원 담당자 및 운영인력 지원

3. 기술수준 조사

□ 조사목적

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업의 기술수준에 대하여 진단*하고, 연구개발 계획수립 시 주요 근거로 활용

* 델파이 조사방법을 활용하여 기술수준 분석

- 국가 공간정보에 대한 중요성이 강화됨에 따라 디지털 라이브 국토정보 기술 관련 우리나라의 기술수준에 대한 체계적 진단이 필요
- 국가적으로 주요한 기술들의 수준에 대한 국제비교를 통해 기술 현황 및 발전 정도 등을 파악
- 우리나라 기술수준을 면밀하게 진단하고 연구개발 전략 및 계획 수립, 투자 우선순위 설정 등 국가과학기술 기획을 위한 주요 근거자료로 활용

□ 조사개요

○ 실시기간

- 1차: 2020.3.27. ~ 2020.4.28
- 2차: 2020.4.28. ~ 2020.5.7

○ 조사대상: 분야별 기획위원 및 외부 전문가 총 96명을 대상으로 실시

※ 외부 전문가는 공간정보 관련 사업을 수행한 경험이 있는 연구책임자를 대상으로 조사

〈표 5-16〉기술수준조사 대상 구성

구분	산업계	학계	연구계	합계
기획위원	13	11	4	28
외부 전문가	33	16	19	68
합계	46	27	23	96

○ 조사방법: URL을 통한 수요조사 진행

- 기획위원 및 외부 전문가들은 자신이 판단 가능한 항목에 대해서만 응답을 실시

※ 조사기간 내 기술수준 조사에 대한 재안내를 통하여 회신율 증대 노력 수행

□ 조사내용

○ 기술선도국, 기술수준, 기술격차, 기술성숙도 등 4개의 조사항목에 대해서 기술선도국과 한국의 기술수준을 조사

- 기술개발의 궁극적인 목표를 기준으로 기술선도국의 기술수준과 기술격차에 대해서 작성하고 같은 기준으로 국내 기술수준과 기술격차에 대해서 작성

〈표 5-17〉 기술수준 조사항목

조사항목	내용
기술선도국	- 2020년 3월을 기준으로 구성기술별 최고 기술보유국을 기재 - 미국/독일/영국/일본/중국 등 국가명을 기재
기술수준	- 최고기술보유국 대비 상대적 기술수준을 퍼센트(%)로 기재 · 선도그룹(기술분야 선도그룹) : 81~99% · 추격그룹(선진기술 모방개량 가능그룹) : 61~80% · 후발그룹(선진기술 도입적용 가능그룹) : 41~60% · 낙후그룹(연구개발능력취약그룹) : 1 ~ 40%
기술격차	- 현재 최고기술보유국가의 기술격차를 기재 · 현재 최고기술 보유국 수준에 도달하는데 소요되는 시간을 년수로 입력하고, 소숫점 첫째 자리까지 기재
기술성숙도	- 현재 최고기술보유국과의 기술격차를 기재 · 1~2단계 : 기초 이론/실험 (1단계) : 기초 이론/실험 (2단계) : 실용 목적의 아이디어, 특허 등 개념정리 · 3~4단계 : 실험단계 (3단계) : 실험실 규모의 기본성능 검증 (4단계) : 실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가 · 5~6단계 : 시작품 단계 (5단계) : 확정된 소재/부품/시스템 시작품 제작 및 성능 평가 (6단계) : 파일롯 규모 시작품 제작 및 성능 평가 · 7~8단계 : 실용화 단계 (7단계) : 신뢰성평가 및 수요기업 평가 (8단계) : 시제품 인증 및 표준화 · 9단계 : 사업화

□ 1차 기술수준조사 조사결과

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업 관련 1차 기술수준 조사 결과

〈표 5-18〉 초정밀 디지털 국토 구축 기술수준 1차 조사결과

구성과제	최고기술 보유국	최고기술보유국 대비 국내 기술 수준 (%)	최고기술보유국 대비 기술격차 (년수)	기술성숙도 (TRL)
1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위	미국, 유럽, 중국, 일본	75.8	3.6	5.4
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위모델 구현	미국, 중국	76.3	3.4	5.4
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집·전처리 품질 향상	미국, 덴마크, 유럽	74.2	3.4	5.4
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	미국	70.0	4.0	5.0
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	미국, 스위스, 독일, 유럽	69.6	4.0	5.0

〈표 5-19〉 초연결 라이브 국토 실현 기술수준 1차 조사결과

구성과제	최고기술 보유국	최고기술보유국 대비 국내 기술 수준 (%)	최고기술보유국 대비 기술격차 (년수)	기술성숙도 (TRL)
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	미국, 싱가폴, 캐나다	78.1	3.7	6.2
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	미국, 영국, 싱가폴	81.5	3.5	6.0
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	미국, 중국	80.0	3.6	6.0
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	미국, 영국	77.7	3.4	5.8
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	미국, 싱가폴	75.0	3.2	5.8

〈표 5-20〉 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술수준 1차 조사결과

구성과제	최고기술 보유국	최고기술보유국 대비 국내 기술 수준 (%)	최고기술보유국 대비 기술격차 (년수)	기술성숙도 (TRL)
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	미국	72.8	3.8	5.3
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	미국	73.4	3.8	5.1
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	미국	70.7	3.4	5.2
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	미국	68.2	3.8	4.6
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	미국	65.3	3.9	4.4
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	미국	70.0	3.6	4.8

○ 기술수준과 격차는 기술선도 국가 대비 평균 73.7%, 3.6년으로 기술수준이 추격그룹으로 구분되며 기술성숙도는 5~6단계로 조사

- 초정밀 디지털 국토 구축 : 기술선도국 대비 73.2%, 기술격차 3.7년 수준
- 초연결 라이브 국토 실현 : 기술선도국 대비 78.5%, 기술격차 3.5년 수준
- 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 : 기술선도국 대비 70.1%, 기술격차 3.7년 수준

〈표 5-21〉 분야별 기술수준 1차 조사 결과

구분	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술성숙도 (단계)
디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업	**73.7**	**3.6**	**5.3**
1 초정밀 디지털 국토 구축	**73.2**	**3.7**	**5.2**
1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위	75.8	3.6	5.4
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위모델 구현	76.3	3.4	5.4
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집·전처리 품질 향상	74.2	3.4	5.4
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	70.0	4.0	5.0
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	69.6	4.0	5.0
2 초연결 라이브 국토 실현	**78.5**	**3.5**	**6.0**
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	78.1	3.7	6.2
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	81.5	3.5	6.0
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	80.0	3.6	6.0
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	77.7	3.4	5.8
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	75.0	3.2	5.8
3 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	**70.1**	**3.7**	**4.9**
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	72.8	3.8	5.3
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	73.4	3.8	5.1
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	70.7	3.4	5.2
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	68.2	3.8	4.6
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	65.3	3.9	4.4
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	70.0	3.6	4.8

□ 2차 기술수준조사 조사결과

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업 관련 2차 기술수준 조사 결과

〈표 5-22〉 초정밀 디지털 국토 구축 기술수준 2차 조사결과

구성과제	최고기술 보유국	최고기술보유국 대비 국내 기술 수준 (%)	최고기술보유국 대비 기술격차 (년수)	기술성숙도 (TRL)
1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위	미국, 유럽	76.9	3.4	6.3
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위모델 구현	미국, 유럽	73.9	3.4	5.6
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집·전처리 품질 향상	미국	77.9	3.1	5.8
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	미국	75.5	3.4	5.6
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	미국, 유럽	72.5	3.5	5.9

〈표 5-23〉 초연결 라이브 국토 실현 기술수준 2차 조사결과

구성과제	최고기술 보유국	최고기술보유국 대비 국내 기술 수준 (%)	최고기술보유국 대비 기술격차 (년수)	기술성숙도 (TRL)
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	미국	78.0	3.1	6.2
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	미국	74.6	3.6	5.4
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	미국, 유럽	78.4	3.1	6.0
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	미국, 유럽	76.7	3.3	5.7
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	미국, 싱가폴	72.8	3.6	5.2

〈표 5-24〉 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술수준 2차 조사결과

구성과제	최고기술 보유국	최고기술보유국 대비 국내 기술 수준 (%)	최고기술보유국 대비 기술격차 (년수)	기술성숙도 (TRL)
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	미국	74.1	3.6	5.5
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	미국	71.8	3.5	5.2
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	미국	72.4	3.5	5.3
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	미국, 유럽	72.4	3.6	5.4
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	미국	70.2	3.9	5.0
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	미국	71.8	3.7	5.4

○ 기술수준과 격차는 기술선도 국가 대비 평균 74.5%, 3.4년으로 기술수준이 추격그룹으로 구분되며 기술성숙도는 5~6단계로 조사

- 초정밀 디지털 국토 구축 : 기술선도국 대비 75.4%, 기술격차 3.4년 수준
- 초연결 라이브 국토 실현 : 기술선도국 대비 76.1%, 기술격차 3.3년 수준
- 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 : 기술선도국 대비 72.1%, 기술격차 3.6년 수준

〈표 5-25〉 분야별 기술수준 2차 조사 결과

구분	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술성숙도 (단계)
디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업	**74.5**	**3.4**	**5.6**
1 초정밀 디지털 국토 구축	**75.4**	**3.4**	**5.9**
1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위	76.9	3.4	6.3
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위모델 구현	73.9	3.4	5.6
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집·전처리 품질 향상	77.9	3.1	5.8
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	75.5	3.4	5.6
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	72.5	3.5	5.9
2 초연결 라이브 국토 실현	**76.1**	**3.3**	**5.7**
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	78	3.1	6.2
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	74.6	3.6	5.4
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	78.4	3.1	6
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	76.7	3.3	5.7
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	72.8	3.6	5.2
3 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	**72.1**	**3.6**	**5.3**
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	74.1	3.6	5.5
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	71.8	3.5	5.2
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	72.4	3.5	5.3
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	72.4	3.6	5.4
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	70.2	3.9	5
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	71.8	3.7	5.4

4. 공청회

□ 1차 공청회

○ 일시/장소 : ’17.3.23.(목) 15:00~17:00 / 전문건설회관 2층 중회의실

○ 참 석 자 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 산학연 관계자, 기획연구진 등 120인

○ 목 적 : 공간정보 분야 기술혁신 방향 및 중점 추진 분야에 대한 산업계 의견 수렴

○ 주요내용

- 공간정보 R&D 혁신 로드맵(안) 수립 추진현황 및 향후계획 발표
- 4차 산업혁명 시대 신산업 발전의 기반인 공간정보 핵심기술 개발을 위한 4대 중점추진분야 8개 세부과제 도출 등 로드맵(안) 마련
- R&D 중장기 로드맵(안)에 대한 의견 수렴

○ 발제자 및 토론자, 패널 명단

〈표 5-26〉 발제자 및 토론자, 패널 명단

연번	이름	소속	직책	비고
1	사공호상	국토연구원	선임연구위원	좌장
2	김형석	국토교통부	국토정보정책과장	패널
3	김민수	대전대학교	교수	패널
4	최송욱	국토교통과학기술진흥원	PD	패널
5	백승훈	KT	상무	패널
6	하도훈	SK텔레콤	부장	패널
7	황인성	현대종합기술	연구위원	패널
8	최규성	이지매핑	대표	패널



[그림 5-1] 1차 공청회

□ 2차 공청회

○ 일시/장소 : ’18.7.24.(화) 13:30~15:30 / LX 서울지역본부 대강당

○ 참 석 자 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 공간정보 관련 전문가 등 약 70인

○ 목 적 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획 내용 공유 및 의견수렴

○ 주요내용

- 사업 기획 추진현황, 사업 정의·비전·목표(안), 기술구성 및 연구개발내용(안), 실증 서비스 분야(안), 사업기획 내용 공유 및 의견 수렴

○ 발제자 및 토론자, 패널 명단

〈표 5-27〉 발제자 및 토론자, 패널 명단

연번	이름	소속	직책	비고
1	사공호상	국토연구원	선임연구위원	좌장
2	최근호	㈜올포랜드	이사	패널
3	김장욱	웨이버스	상무	패널
4	강영옥	한국공간정보학회	회장	패널
5	김태훈	공간정보산업협회	팀장	패널
6	황정래	공간정보산업진흥원	수석	패널
7	신동빈	안양대학교	교수	패널
8	조영태	한국토지주택공사	연구위원	패널
9	이병길	경기대학교	교수	패널



[그림 5-2] 2차 공청회

□ 3차 공청회

○ 일시/장소 : ’18.10.26.(금) 16:00~18:00 / LX 서울지역본부 대강당

○ 참 석 자 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 공간정보 관련 전문가 등 약 120인

○ 목 적 : 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획 내용 공유 및 추가 의견수렴

○ 주요내용

- 사업 정의·비전·목표, 기술구성 및 연구개발내용, 활용지원 서비스 분야 등 최종사업기획 내용 공유 및 의견 수렴

○ 발제자 및 토론자, 패널 명단

〈표 5-28〉 3차 공청회 발제자 및 토론자, 패널 명단

연번	이름	소속	직책	비고
1	김형태	한국국토정보공사	부장	발표
2	신동빈	안양대학교	교수	좌장
3	이석배	한국지형공간정보학회	회장	패널
4	이승우	㈜로딕스	대표	패널
5	김장옥	㈜웨이버스	상무	패널
6	장인성	한국전자통신연구원	실장	패널
7	이용욱	인덕대학교	교수	패널
8	황정래	공간정보산업진흥원	수석	패널
9	이병길	경기대학교	교수	패널



[그림 5-3] 3차 공청회

□ 공청회 의견수렴 결과

〈표 5-29〉 공청회 의견 및 조치내용(2차, 3차 통합)

구분	주요내용	반영여부	반영내용
의견1	• 기 추진 중인 사업과의 중복성 검토 필요	○	• 국토교통부 외 행정안전부, 산업통상자원부 등에서 추진 중인 공간정보 유관사업에 대해 포괄적으로 검토하여 보고서에 반영하였음
의견2	• 대기업 수요와 플랫폼사업자 수요를 반영하는 것이 필요	○	• 활용 현황 수요조사 및 활용지원 분야 민간업체 담당자 인터뷰를 통해 민간 수요를 반영하였음
의견3	• 공급자 중심이 아닌 수요자 중심의 기획이 필요	○	• 활용 현황 수요조사 및 활용지원 분야 민간업체 담당자 인터뷰를 통해 민간 수요를 반영하였음
의견4	• SpaceN에서 수행한 사전기획연구 성과를 이용하는 것을 고려	○	• 공간정보 R&D 혁신로드맵을 참고하여 3중점 6핵심으로 과제를 설정하였고, 사전기획에 참여한 자문위원 일부가 상세기획에 참여하였음
의견5	• 대상을 실내, 지하로 확대하고, 광역 단위에서 수행되는 체계를 고려할 필요가 있음	○	• 본 사업에 포함되지 않는 실내, 지하 공간정보는 연계하여 활용할 예정이며, 개발 예정기술들은 광역 단위에서 구동 가능하게 설계하였음
의견6	• 개발되는 플랫폼에서 동적 데이터를 다룰 수 있도록 설계되어야 함	○	• '초연결 가상국토 실현' 중점 분야에서 동적 데이터를 연계하여 분석하는 기술을 개발할 예정임
의견7	• 활용지원 위주의 체계로 기획되어야 사업이 성공적으로 추진 가능	○	• 본 사업에서 개발되는 국토정보기술이 활용지원 분야로 연계되어 활용하는 체계로 설계되었음
의견8	• 신산업 창출, 고용효과 증대 등의 내용이 포함되어야 함	○	• 사업 필요성, 타당성 분석 파트에 관련내용을 기술하였음
의견9	• 정부 상위계획을 고려하여 배경 및 필요성 작성 필요	○	• 국토교통과학기술 R&D 종합계획, 제4차 과학기술기본계획 등을 참고하여 사업배경 및 필요성을 작성하였음
의견10	• 사업 추진방안에 대한 고려가 필요	○	• 국내 인프라/인력, 연구개발사업 환경 등을 종합적으로 고려하여 사업 추진 및 관리방안을 마련하였음
의견11	• 각 중점분야, 핵심 및 구성과제들이 유기적으로 연결되는 그림이 필요	○	• 중점분야, 핵심 및 구성과제의 연계성을 고려한 로드맵을 작성하였음
의견12	• R&D와 재정사업의 모호성이 존재하므로 이에 대한 수정 필요	○	• 기획분과위원회를 통해 개발기술의 정의와 범위를 명확히 하였음
의견13	• 핵심과제 제목을 평가자 관점에서 수정하는 것이 필요	○	• 기획분과위원회를 통해 개발기술의 제목과 정의를 명확히 하였음

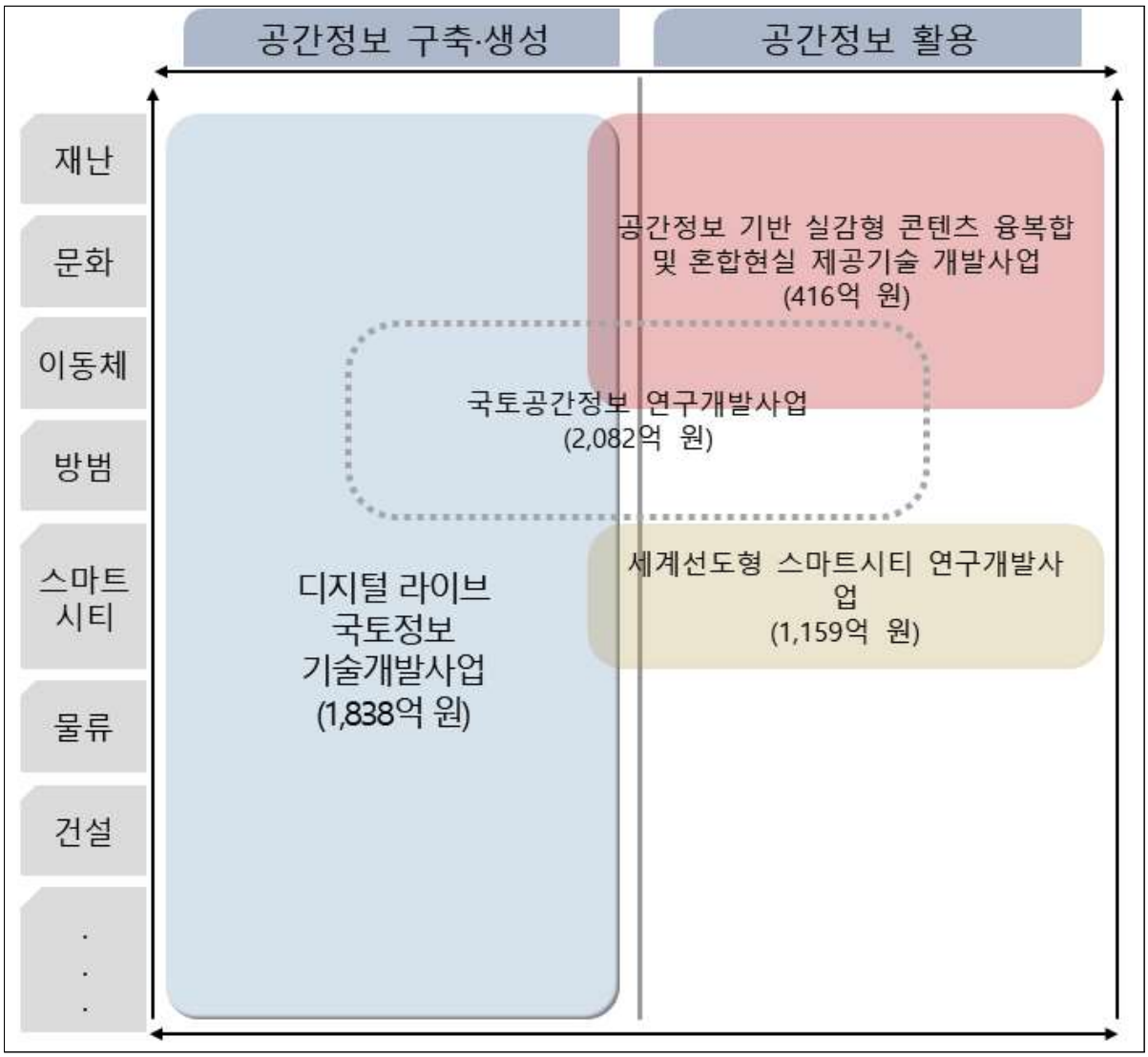
제2절 관련 사업 추진현황 및 중복성 검토

1. 유사사업 현황 및 중복성 검토

□ **디지털 라이브 국토정보 기술개발사업과 관련 각 부처별 유사사업을 조사 및 분석하여 차별성 및 연계방안을 제시**

○ '공간정보', '국토정보', '디지털', '지능공간' 등의 키워드를 활용하여 중복성 검토대상 5개 부처*에서 2개 사업을 도출하였으며, 기존 선행사업을 1개를 포함한 총 3개 사업과 본 사업과의 차별성 및 연계방안을 제시

* 국토교통부, 행정안전부, 산업통상자원부, 문화체육관광부, 과학기술정보통신부



[그림 5-4] 부처별 유사사업과의 차별성

〈표 5-30〉 사업수준 중복성 검토

사업명	디지털 라이브 국토정보 기술개발(기획사업)	국토공간정보연구개발(선행사업)	공간정보기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공기술 개발사업(유사사업)	세계선도형 스마트시티 연구개발 사업(유사사업)
소관부처	국토교통부	국토교통부	다부처 사업	다부처 사업
관리기관	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원
사업기간	2022년 ~ 2026년	2007년 ~ 2019년	2018년 ~ 2022년	2018년 ~ 2022년
예산	'22~'26 1,838억 원	'07~'19 2,482억 원	'18~'22 416억 원	'18~'22 1,159억 원
사업목적	N차원 디지털 라이브 가상국토 구현 - 고품질 공간정보 생산체계 마련으로 가상국토 정보의 경쟁력 강화 - 실시간 상황정보 연계를 통하여 가상국토 정보의 가치 증대 - 가상국토 서비스 능력 향상을 통하여 가상국토 정보의 공유 증진	- 국토공간정보의 효율적, 체계적 생산 및 가공, 다양한 국토공간정보활용·융합 서비스 기술 구현을 통해 국민 편의 향상 및 산업 발전 지원	- 국가 고정밀 공간정보와 타산업을 융합하는 유기적 협업체계를 구축하고, 공간정보 기반 실감형 콘텐츠 경쟁력 확보 및 관련 산업선도	- 시민 삶의 질 향상, 4차 산업혁명의 핵심기술 개발 및 산업의 체계적인 육성을 위한 서비스 중심형 데이터 기반 스마트시티 모델 및 기반기술을 개발하고 실증을 통해 기술 검증
사업내용	- 실내외 연속 위치정보 제공 - 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 - 가상국토 데이터 매핑 및 연계 - 동적정보 초연결 - 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 - N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	- 실내외 고정밀 공간정보 제공을 위한 실내공간정보 고도화 기술 및 3차원 입체격자 국토 관리 기술 개발 신규 추진 - 공간정보 구축·공유 인프라, 대용량 공간빅데이터 분석 및 국민 안전 증진을 위한 지능형 방범 실증 서비스 지속 지원	- (국토부) 수요처 맞춤형 고정밀 3D 공간정보 갱신 및 활용 지원 기술 개발 - (행안부) 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술 개발 - (산업부) 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술 개발 - (문체부) 공간정보 기반 실감형 문화콘텐츠 제작 및 유통 인프라 구축 기술 개발	- 스마트시티 모델 및 기반기술 개발 - 스마트시티 서비스 고도화를 위한 Use Case형 실증 - 기술혁신 및 비즈니스 창출을 위한 리빙랩형 실증
차별성	-	- 국토공간정보연구사업은 정부 '장기계속사업 일몰제'에 따라 2019년 일몰 대상으로 지정된 국토부의 공간정보 R&D사업으로, 본 사업이 대상사업의 후속으로 기획되는 사업이라는 점에서 중복사업이 아닌 후속연계사업의 성격에 속함	- 실감형 콘텐츠 제공기술 개발 사업은 특정 요구 분야의 공간정보를 생성하고, 그 정보의 응용 및 활용을 위한 기술 개발인 반면, 본 사업은 기존 공간정보의 구축 및 생성 기술의 고도화가 주 내용으로, 차별성이 있음	- 스마트시티 연구개발 사업은 도시 관리의 효율성을 높이고, 도시 문제를 효과적으로 해결하기 위한 네트워크 인프라 개발에 집중함. 데이터허브에 관련 데이터를 통합하고 도시 문제 해결을 위한 서비스 제공을 위한 기술 개발 및 실증이 핵심 내용임. 반면 본 사업은 국토에 대한 최신의 정밀한 공간 모델을 생성하고 다양한 공간 속성 정보를 분석·연계하여 제공하는 디지털 인프라 기술 개발로 차별성이 있음
연계성			- 고정밀 3D 공간정보 갱신 및 활용 지원 기술 개발 등 기존 성과물을 3차원 국토 활용체계 구축에 연계 활용	- 본 사업의 디지털 라이브 공간정보 기술을 적용하여 도시공간에 대한 디지털 트윈을 고도화함으로써, 스마트시티 서비스 효과 극대화 가능

2. 국토교통과학기술진흥원 소관 사업 등과의 중복성 검토

□ 국토교통과학기술진흥원 소관 3개 사업의 15개의 유사 세부과제 중 디지털 라이브 국토정보 개발 사업과 관련된 과제를 비교 및 분석하여 연계방안을 제시

○ 구성과제별 국토교통과학진흥원 소관 사업과의 연계방안은 다음과 같음

〈표 5-31〉 진흥원 소관 사업과의 연계활용방안

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
국토공간정보 연구사업	공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술 개발	■ 공간정보 오픈플랫폼(V-World)의 성능 향상과 활용성 제고를 위한 기술 개발 - 아키텍처 및 소프트웨어 인프라 고도화 - 데이터 확보·가공 기술 고도화 - 수출경쟁력 확보방안 및 제도 지원 연구	• 웹 표준 기반 오픈플랫폼 엔진 • 사용자 참여형 공간정보 생성 프로그램 • 하이브리드 공간정보 DB 모델 • 초분광 영상 분석 모듈	'사용자 참여형 오픈 플랫폼 공간정보 제작 및 갱신' 기술은 다종 시계열 공간데이터 품질 검증 기술, 3D 공간정보 실시간 자동 갱신 기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-1. 1-2-3. 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 시 고품질 3D 공간영상 활용 가능 3-2-1.
	공간정보 SW 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발	■ 외산 공간정보 SW를 대체할 수 있는 오픈소스 기반 공간정보 SW 개발 - 전자정부 프레임워크 연동 오픈소스기반 공간자료 가공·분석·제공기술 개발 - 공간정보산업 활성화를 위한 오픈소스 기반 응용 연계기술 개발	• Live3D GeoPortal 및 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal SW • 오픈소스 위치기반 멀티미디어 지원 공간 DBMS SW • 국내외 현장적용 사이트	'오픈소스 위치기반 멀티미디어 지원 공간 DBMS SW' 기술은 이동체 데이터 표현기술을 포함하며 이동체 동적정보 수집 및 예측 기술 및 공간정보 분산 저장 및 처리에 활용가능 2-2-1. 'Live3D GeoPortal 및 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal SW'는 웹상에서 3D 및 뉴미디어 콘텐츠 가시화를 위한 기본적인 GeoPortal 서비스 기능을 포함하며 초대용량 공간정보서비스 구축 기술 개발의 기반으로 활용 가능 3-1-1. 3차원 정형/비정형을 포함하는 초대용량 공간정보 처리 중 기본적인 3차원 공간정보 처리 및 분석 기능과 연계하여 초대용량 공간정보의 서비스·검색·분석에 활용 가능 3-1-2.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	미래 성장동력 확보를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발	■ 지역적, 시간적 한계를 극복하여 효율적인 국토공간 정보 구축 및 서비스를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발 - 공간정보 위성 탑재체 개발 - 공간정보 위성 자상 수신처리 시스템 개발 - 공간정보 활용처리 및 지원시스템 개발	• 해상도 1m급, 관측폭 20km급, 다중파장 위성 탑재체 • 위성 자료 수신 시스템	'공간정보 위성영상 활용처리 및 지원 시스템' 기술은 고해상도 위성영상 기반 광역 변화인식 기술과 연계하여 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식에 활용 가능 1-2-2.
	국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발	■ 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터(Geospatial Big Data)의 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 개발 - 공간 빅데이터 자장관리 인프라 기술개발 - 공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술개발 - 공간 빅데이터 서비스 활성화 방안	• Hadoop기반 공간 빅데이터 저장 프레임워크 및 공간질의 엔진 • 인메모리 기반 실시간 저장관리 프레임워크 • 공간 빅데이터 Batch 분석 및 가시화 컴포넌트	'공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술' 및 '공간 빅데이터 서비스 플랫폼 기술'은 초대용량 공간정보를 제외한 기존 공간정보 빅 데이터 서비스만을 지원하나 요소 기반 기술로 활용 가능 3-1-1. '공간 빅데이터 Batch 분석 기술'은 대규모 시공간 복합상황 판단 및 예측 기술에 활용 가능 3-2-2.
	안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범 기술 개발	■ 안전한 국민생활을 위한 사회안전망 구축을 지원할 수 있는 공간정보 기반 지능형 방범 서비스 개발 및 실증지구 구축 - 정밀위치결정기술 및 지원서비스 기술개발 - 공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술개발 - 지능형 방범 실증지구 구축 및 운영	• Multi-GNSS 기반 측위 플랫폼 • 사회안전망 정보 공유 시스템 • 실증지구 통합운영 모듈 및 시스템 개발	'Multi-GNSS 기반 측위 기술'은 모바일 환경 Multi-GNSS 최적화 기술과 연계하여 신호기반 고정밀 측위에 활용 가능하며, '사회안전망 정보 공유시스템'은 이동체나 사람중심 공간정보와 연계하여 동적정보 상황 맞춤형 서비스 제공에 활용 가능 1-1-1. '지능형 방범 실증지구 구축 및 운영' 연구에서 개발된 '실증지구 통합운영 모듈/시스템'은 다양한 시스템 공간정보, 위치정보, CCTV정보, 속성정보를 연계하여 통합적으로 지도에 가시화하고 있으며, 이 기술과 협업 및 고도화하면 다양한 이동체를 통합적으로 연계하고 다차원으로 표시하는데 활용가능 3-1-3.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	세계 최고수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증	■ 사용자 참여형 자료 기반 실내공간정보 자동/반자동 구축 및 생성 기술 개발, 저비용/고정밀 정형/비정형 형상 정보 구축 자동화 기술개발 - 저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 기술 개발 - 실내공간정보 활용지원기술개발 - 실내공간정보 테스트베드 구축 및 실증	• 실내공간 데이터 생성·편집·가시화 도구 • OpenIndoorMap 포털	'실내공간정보 구축 및 갱신 기술'은 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-3. '저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 기술'을 확장하여 공간·위치·영상·센서 융합 정보 기반 고품질 실내공간 콘텐츠 생성 및 초대용량 공간정보 가시화 서비스에 활용 가능 3-1-3. 실내공간정보 테스트베드 및 OpenIndoorMap을 활용한 실시간 공간분석 서비스 운영체계 실증(실시간 재난대응) 3-2-3.
	3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발	■ 미래 지능사회 지원을 위한 새로운 패러다임의 3차원 입체격자체계 기반 국토 공간 통합관리 원천기술 개발 - 3차원 입체격자체계 기반 연구 - 3차원 입체격자체계 핵심기술 개발 - 3차원 입체격자 통합운영 지원 기술 개발 및 실증서비스	• 3차원 입체격자체계 프레임워크 및 서비스 엔진	'3차원 입체격자체계'는 이동체 위치정보 수집/가공 기술과 연계하여 이동체 유형별 맥락정보 생성과 상황 맞춤형 시각화에 활용 가능 2-2-1. 3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술'에서 대상으로 하는 일부 수집·연계 및 서비스 대상 데이터의 처리를 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템에 반영할 수 있음 2-1-2. 3차원 입체격자체계를 활용한 실시간 공간분석 서비스 운영체계 실증(반응형 드론 항로 구축) 3-2-3.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신 기술개발 및 실증	■ 실시간 도로변화 정보를 정밀도로지도에 반영하기 위한 저비용 신속 갱신 기술력 확보 및 수시갱신 시스템 개발 - 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션 개발 - 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신 기술개발 - 도로 변화 신속탐지·갱신 기술 통합실증 및 공유기술 개발	• 카메라기반 MMS 시작품 • 도로 및 시설물 정밀맵 데이터 관리 및 배포 SW 패키지	'카메라기반 정밀도로지도 자동 구축·갱신 기술'은 차량 센서 기반 준실시간 도심 변화인식 기술, 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-2. 이 연구는 자율주행을 위해 도로와 시설물의 변화정보를 신속히 수집하는 기술을 개발하고 있으며, 이러한 도로의 변화정보 뿐 아니라 "이동체 동적정보 수집" 연구에서 개발된 다양한 이동체 위치정보를 연계하면 보다 정밀한 자율주행 알고리즘 및 서비스의 개발이 가능 2-2-1 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션은 초대용량 공간정보서비스의 도시형 서비스 중 하나로 활용 가능 3-1-1.
공간정보기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실제공 기술 개발	수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발	■ 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용기술을 개발하여 고정밀 3D 공간정보의 지속가능한 공유 및 활용 생태계 구축을 위한 핵심 기술을 확보 - 저비용 고정밀 실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신기술 개발 - 실감형 3D 도시모델 저작 및 제공 기술 개발 - 실감형 3D 도시모델 활용 지원 및 타산업 연계 실증	• 3D 모델링 시뮬레이션 SW • 3D 모델 생성 SW • 3D 모델 관리 시스템	'무인기 기반 3D 도시모델 생성 기술'은 다중 센서 기반 공간정보 변화인식 기술, 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술, 공간객체 자동 매핑기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-3. CAD/BIM 기술 기반 실내공간정보 자동화 기술과 연계하여 영상, 속성정보, 텍스트 정보 등을 결합하여 실내외 3차원 공간정보 구축에 활용 가능 2-1-1. '실감형 3D 도시모델 저작 및 제공 기술'은 초대용량 공간정보와 결합하여 서비스에 활용 가능 3-1-1.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술 개발	■ 가상훈련시스템용 고정밀 3D 공간정보 변환·활용 기술 및 고정밀 3D 공간정보 기반 육상·비행 이동체 가상훈련 시스템 개발 - 가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 변환 및 활용기술 개발 - 가상훈련용 3D 공간정보 기반 육상이동체용 가상훈련 활용 및 지원 기술 개발 - 가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술개발	• 육상 이동체 가상훈련 시스템 • 유무인 비행체 가상훈련 시스템	'가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술개발'은 초대용량 공간정보와 결합하여 서비스에 활용 가능 3-1-1. '육상·비행 이동체 가상훈련 시스템'은 지능형 공간정보 활용 서비스 통합 플랫폼, Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술, 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술과 연계하여 초대용량 국토정보 활용체계 구축에 활용 3-1-3, 3-2-3.
	공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술	■ 3D 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발 및 실증 - 공간정보 기반 소방활동 정보생성 및 활용 기술개발 - 공간정보 기반 맞춤형 재난 상황 모델 및 시변정보 융합기술 개발	• 소방활동 융합정도 플랫폼 • 안전상태정보 플랫폼 • 모델링 객체에 대한 시변 특성의 재난안전환경센싱정보 획득/결합/전송 시스템	'공간정보 기반 맞춤형 재난 상황 모델 및 시변정보 융합기술 개발'은 초대용량 공간정보와 결합하여 신규 서비스 중 하나로 활용 가능 3-1-3. '소방활동정보 및 재난상황정보 융합기술'은 지능형 공간정보 활용 서비스 통합 플랫폼, Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술, 비영상 공간정보 레이블링 자동화 기술, 공간지능화 해석력 화보 기술, 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술과 연계하여 초대용량 국토정보 활용체계 구축에 활용 가능 3-2-3.
국토위성정보 수집 및 활용기술 개발 사업	국토위성정보 수집 및 활용기술 개발	■ 국토관측위성정보를 체계적으로 수집·처리·저장관리·배포하기 위한 시스템 및 핵심기술 개발 - 국토위성정보 수집·활용시스템 개발 - 국토위성정보 활용기초기술 개발 - 국토위성정보 응용기술 개발	• 국토위성정보 활용 시스템 • 국토위성영상 기하·정사보정, 모자이크 SW • 국토위성영상 탐지, 추출, 분석 SW	'공간정보 위성영상 활용처리 및 지원 시스템' 기술은 고해상도 위성영상 기반 광역 변화인식 기술과 연계하여 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식에 활용 가능 1-2-2.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
세계선도형 스마트시티 연구개발 사업	디지털 트윈을 이용한 스마트시티 서비스 가시화 기술개발	■ 데이터 허브를 통해 수집된 데이터를 디지털화 된 가상공간에 표현·실시간 동기화하고 활용하기 위한 가상화 플랫폼 기술 개발 - 소프트웨어 중심 지능형 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발 - SaaS(Software as a Service) 기반 디지털 트윈 관리 및 서비스 기술 개발 - 스마트시티를 위한 디지털 트윈 프로토타입 모델 검증 및 안정화	• Digital Twin 기반 물리세계 가시화를 위한 3D 객체모델 • 디지털 트윈 프로토타입	'가상화 모델 구축' 기술은 3차원 공간정보 실시간 자동갱신 기술과 연계하여 다종 이동체/센서 데이터를 이용한 정교하고 현행화된 가상화 서비스 제공 가능 1-2-3. 'SaaS 기반 서비스 운용' 기술은 초대용량 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술과 연계하여 공간정보 서비스 기술 고도화 가능 3-1-1. '인공지능 서비스' 기술은 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술과 연계하여 더욱 정확하고 다양한 추론 서비스 제공 가능 3-2-2.
	데이터 허브 센터 및 도시행정 서비스 고도화 기술 개발	■ Use Case 서비스 중심으로 대구시 현안 및 시민 참여 중심의 데이터 허브센터 구축 및 운영 - 개방형 데이터 허브센터 구축 - 스마트시티 운영모델 구축 및 Use Case 서비스 실증 및 구축 - 스마트시티 소셜 크라우드 소싱 및 포털 기술 - 5D기반의 도시공간 시설물 통합관리	• Data Flow Management 시스템(교통, 안전, 도시행정) • 교통, 안전, 도시행정 데이터의 식별/분류 체계 • 서비스 중심형 데이터 관리, 품질향상 및 통합관리 시스템	'데이터 저장·관리' 기술은 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 기술과 연계하여 공간정보 데이터 허브 플랫폼의 고도화 가능 3-1-2. '공간 데이터 분석' 기술은 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술과 연계하여 예측 및 분석 지능화, 정확성·신뢰성 확보, 결과의 해석력 향상 가능 3-2-2.
	리빙랩 혁신 모델 기반 개방형 데이터 허브 플랫폼 구축 및 검증	■ 개방형 데이터 허브 아키텍처 기반의 데이터허브 플랫폼 구축 및 실증 - 개방형 데이터 플랫폼 구축 및 운용모델 정립 - City Lab을 통한 혁신 기술 검증 및 비즈니스 모델개발	• 개방형 데이터 허브 아키텍처(HW,SW,NW) • 데이터 허브 시스템	'가상화 모델 구축' 기술은 3차원 공간정보 실시간 자동갱신 기술과 연계하여 활용 가능 1-2-3. '데이터 저장·관리' 기술은 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 기술과 연계하여 공간정보 데이터 허브 플랫폼의 고도화 가능 3-1-2.

3. 과제 단위 중복성 검토

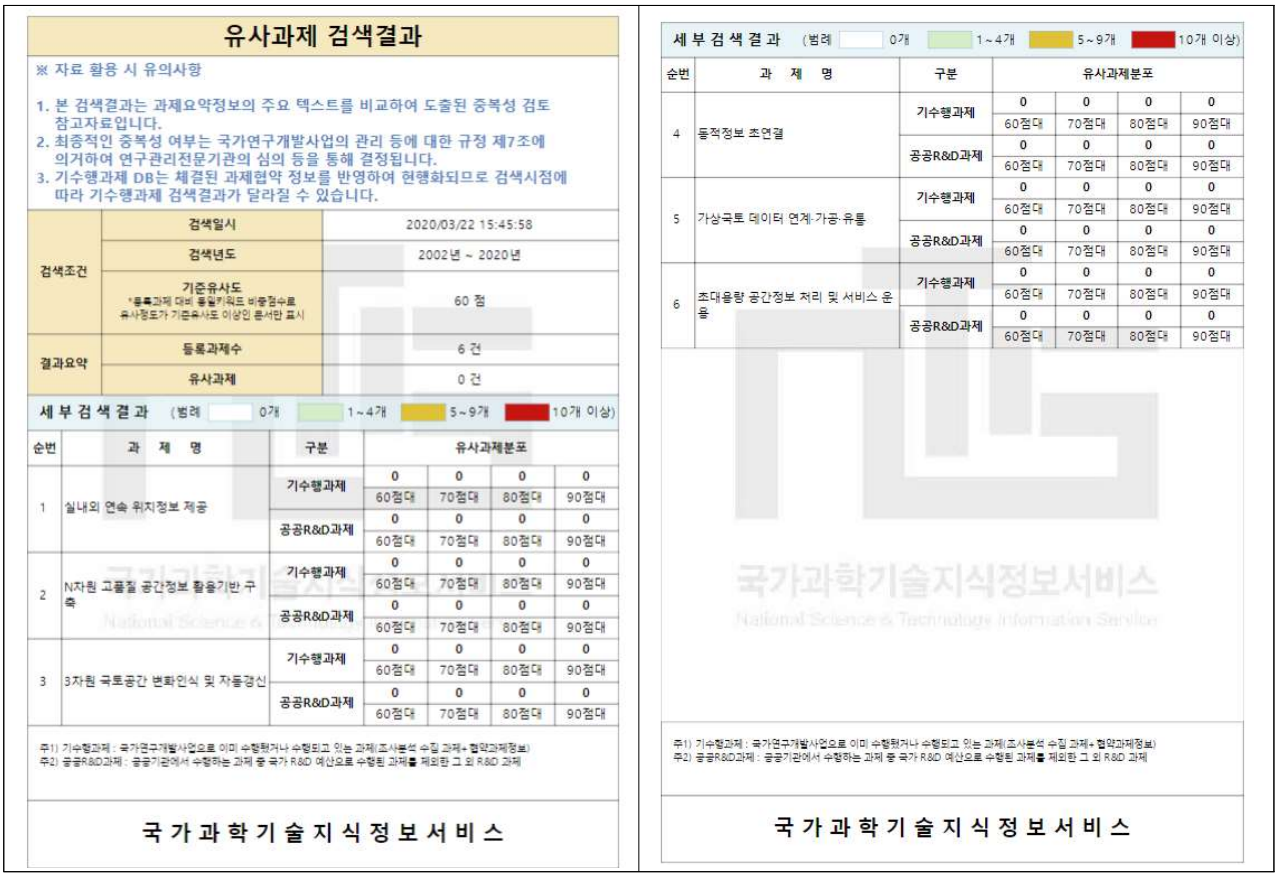
□ 과제 단위의 중복성 검토는 'NTIS 유사성 검토' 기능을 활용한 분석과 '키워드 검색'을 통한 분석을 병행하여 실시

○ '고정밀', '절대측위', '3차원', '가상국토', '동적정보' 등의 중복성 검색 키워드를 활용하여 과제 단위 유사성 검토를 실행하였으며, 6개 핵심 기술개발 과제 모두 중복성이 없는 것으로 나타남

〈표 5-32〉 중점 기술개발 과제의 중복성 검색 결과(전체 핵심기술)

핵심 기술개발 과제	중복성 검색 키워드	검색결과
(1-1) 실내외 연속 위치정보 제공	실내외, 연속, 고정밀, 측위, 절대측위	중복성 없음
(1-2) 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	3차원, 국토공간, 변화인식, 자동갱신	중복성 없음
(2-1) 가상국토 데이터 연계·가공·유통	가상국토, 매핑, 연계	중복성 없음
(2-2) 동적정보 초연결	동적정보, 정적정보, 초연결	중복성 없음
(3-1) 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	초대용량, 공간정보, 클라우드, 분산저장	중복성 없음
(3-2) N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	N차원, 고품질, 공간정보, 지능화	중복성 없음

□ 중점 기술개발 과제 단위에서 NTIS 유사성 검토를 실시한 결과, 유사·중복 과제가 확인되지 않았음



유사과제 검색결과

※ 자료 활용 시 유의사항

1. 본 검색결과는 과제요약정보의 주요 텍스트를 비교하여 도출된 중복성 검토 참고자료입니다.
2. 최종적인 중복성 여부는 국가연구개발사업의 관리 등에 대한 규정 제7조에 의거하여 연구관리전문기관의 심의 등을 통해 결정됩니다.
3. 기수행과제 DB는 체결된 과제협약 정보를 반영하여 현행화되므로 검색시점에 따라 기수행과제 검색결과가 달라질 수 있습니다.

검색조건	검색일시	2020/03/22 15:45:58
	검색년도	2002년 ~ 2020년
	기준유사도 *등록과제 대비 동일키워드 비중점수로 유사정도가 기준유사도 이상인 문서만 표시	60 점
결과요약	등록과제수	6 건
	유사과제	0 건

세부 검색 결과 (범례 0개 1~4개 5~9개 10개 이상)

순번	과 제 명	구분	유사과제분포			
1	실내외 연속 위치정보 제공	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
2	N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
3	3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
4	동적정보 초연결	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
5	가상국토 데이터 연계·가공·유통	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
6	초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대

주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행되었거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제+협약과제정보)
주2) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

국가과학기술지식정보서비스

세부 검색 결과 (범례 0개 1~4개 5~9개 10개 이상)

주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행되었거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제+협약과제정보)
주2) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

국가과학기술지식정보서비스

□ **'공간정보', '플랫폼', '갱신', 'AI', '측위', '변화탐지', 'GNSS' 등의 키워드로 검색한 2015년 이후의 과제 중 공간정보와 무관한 과제에 대하여 1차적으로 필터링 수행한 결과 총 500개 검색**

○ 500개의 과제 중 과제명이 중복된 195개 과제를 제외하여 305개의 과제를 추출

○ 305개의 과제 중 선행사업을 포함한 연구내용과 중복된 17개 과제를 제외하여 288개의 과제를 추출

○ 288개의 과제 중 '재배', '부동산', '작물', '문화', '갯벌', '날씨', '건강', '질병', '병원', '농경', '게임', '인플루엔자', '도로포장', '혈흔', '가뭄', '폭염' 등 본 과제와 무관한 237개 과제를 제외하여 51개 과제를 추출

○ 최종적으로 추출된 51개 과제와의 연계활용방안에 대한 검토사항은 다음과 같음

〈표 5-33〉 유사과제와의 연계활용방안 검토사항

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
1	3D 공간 정보 활용 자동비행 기술 및 낙하산 활용 기술 개발	드론 최적 비행경로 생성 기술은 드론 항로 구축 기술에 사용
	주식회사 코레스	3-2-3
2	3D융합산업 육성을 위한 고해상도 항공영상기반 3D 공간정보 제작 및 활용시스템 개발	항공사진으로부터 3D 공간정보 추출 기술은 3차원 공간정보 자동 생성 기술에 활용
	(주)원지리정보	1-2-3
3	3차원 고정밀 공간정보 생성 무인시스템 개발	고품질의 위치/자세 센서는 이동체의 고정밀 위치 정보와 실시간 위치정보 제공 기술에 활용
	켄코아에어로스페이스(주)	1-1-1, 2-2-1
4	5G 기반 요구조자 중심 재난안전 서비스 개발 및 실증	5G/WPS 기반 실내 정밀 측위 기술은 복합 연속측위 모델 구현에 활용 가능
	(주)KT	1-1-2
5	AR Indoor LBS를 위한 복합 정밀 실내측위 상용화 기술 개발	실내 측위 기술은 복합 연속측위 모델 구현에 활용 가능
	(주)유앤아이씨	1-1-2
6	DB연계 및 공간정보 기반 재난확산 가시화 기술 개발	공간정보 기반 재난확산 가시화 기술은 사물 및 공간 상태정보 획득 및 가시화 기술 개발에 활용
	한국시설안전공단	2-2-3
7	MR(Mixed Reality)기술을 활용한 건축 IT협업 서비스 플랫폼 개발	건축 IT 협업 서비스 플랫폼 설계 기술은 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 구현에 활용
	(주) 동우이앤씨건축사사무소	3-1-1
8	Scale-up한 빅데이터 플랫폼의 개발 및 상용화	빅데이터 플랫폼 설계 기술은 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 구현에 활용
	포굿컴퍼니	3-1-1
9	SLAM 기술과 장애물 인식 및 회피 경로계획 기술을 포함하는 무인이동체의 자율주행 SW 개발	무인 이동체의 자율주행을 위한 SW는 이동체 실시간 위치정보 연계 기술 개발에 활용
	에이엠오토노미	2-2-1
10	개방형 클라우드 플랫폼 기반의 3D GIS 서비스 제공 기술 개발	클라우드 기반 공간데이터 관리 기술은 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 구현에 활용
	(주)이지스	3-1-1
11	개인형 웨어러블 공간정보 구축장비를 이용한 As-Built BIM 자동 구축 시스템	경량의 개인형 웨어러블 공간정보 구축 장비는 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 기술에 활용
	명지대학교	1-2-3

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
12	객체 추출 및 실-가상 정합 지원 모바일 AR 기술 개발	실-가상 정합 지원 모바일 AR 기술은 Edge 환경 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 기술에 활용
	한국전자통신연구원	3-1-3
13	고성능 레이더 감지 기술과 머신러닝을 융합한 침입탐지 시스템 개발	침입 감지 기술은 이동체 위치정보 탐색 및 예측 분석 기술에 활용
	주식회사 포휴먼테크	2-2-1
14	고정밀 공간정보 구축을 위한 MMS용 복합센서 모델링 지원연구	고정밀 공간정보(정밀도로지도-정확도15cm급) 구축을 위한 MMS(Mobile Mapping System)용 복합 센서 시스템 캘리브레이션 기법은 3차원 공간 데이터 구축을 위한 system quality assurance 기술에 활용
	한국건설기술연구원	1-2-3
15	공간정보 구축 기술 선진화를 위한 실시간 GNSS 측량시스템 개발	실시간 GNSS 측량시스템 개발 기술은 신호 기반 고정밀 절대측위 기술에 활용
	서일대학교	1-1-1
16	공간정보 기반의 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공기술 개발 사전기획연구	VR/AR 분야의 실감형 콘텐츠 제공 기술은 Edge 환경 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 기술에 활용
	한국전자통신연구원	3-1-3
17	공간정보 융합 서비스를 위한 3D 고성능 공간 DBMS 개발	실내 지오코딩 기술은 실내외 연속 위치정보 제공 기술에 활용
	(주)리얼타임테크	2-1-1
18	공간정보 효율적인 관리를 위한 딥러닝 기술 기반의 지리공간 인공지능(Geo AI) 플랫폼 개발	딥러닝 기술 기반의 지리공간 인공지능(Geo AI) 플랫폼은 엑사스케일 GeoAI 모델 개발에 활용
	주식회사 무한정보기술	3-1-1
19	공간정보구축을 위한 일련의 영상처리 알고리즘 개발	영상처리 알고리즘은 영상 정보를 이용한 랜드마크/특징점 추출 및 데이터베이스 구축기술 개발에 활용
	경북대학교	1-1-2
20	글로벌 스트리트뷰 및 공간정보 기반 360도 VR 콘텐츠 저작도구 플랫폼 개발	360도 VR 컨텐츠 저작도구 플랫폼 기술은 Edge 환경 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 기술에 활용
	(주)포스트미디어	3-1-3
21	다수 휴대폰 사용자의 센서 정보를 활용한 이동 경로 파악과 실내 평면정보의 자동 업데이트	휴대폰 사용자의 센서 정보를 활용한 실내 측위 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발에 활용
	인하대학교	1-1-1
22	대용량 포인트 클라우드를 이용한 3차원 실내공간정보 구축 분산 처리(Hadoop) 통합 솔루션 개발	대용량 포인트 클라우드를 이용한 분산 처리 통합 솔루션 기술은 초대용량 공간정보 분산 저장 검색 시스템 및 지능형 처리 기술 개발에 활용
	연세대학교	3-1-2
23	도심지역 자율주행을 위한 Depth Map 개발	웹/모바일 기반의 고해상도 AR/VR 영상 시각화 플랫폼 기술은 Edge 환경 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 기술에 활용
	스트리스	3-1-3
24	도심지역 정밀 공간정보 구축을 위한 차량 MMS 및 UAV 간 영상기반 Pairing 방식의 공간정보 수집기술 개발	차량 및 UAV기반 MMS pairing 기술은 이동체 위치정보 연계 및 활용 기술 개발에 활용
	강원대학교	2-1-1

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
25	디지털 트윈 기반의 예측 및 능동대처가 가능한 화재재난지원 통합플랫폼 기술 개발	디지털 트윈 공간정보 생성 및 관리 기술은 초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 구현에 활용
	한국전자통신연구원	3-1-1
26	라이다와 전방위 카메라를 이용한 3D 공간정보 생성기술 개발	고속 데이터 취득 및 3차원 자동 공간정보 구축을 위한 영상신호 정합 기술은 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위 기술 개발에 활용
	주식회사 코레스	1-1-2
27	모바일 P2P 네트워크에서 효율적인 공간정보관리	P2P 환경에서의 사용자 간 공간정보를 실시간으로 교환하는 기술은 이동체 실시간 위치정보 연계 기술 개발에 활용
	원광대학교	2-2-1
28	보안안전 통합관제 솔루션 개발	고품질 다채널 영상정보를 빠르게 처리할 수 있는 영상처리 기술은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술 개발에 활용
	주식회사 미래엔에스	3-2-3
29	복합센서를 활용한 시각장애인용 진동 패널 기반 웨어러블 디바이스 기술 개발	근접 센서를 이용한 사용자의 이동감지 기술은 이동체 위치정보 인터렉티브 시각화 기술 개발에 활용
	(주)엠포러스	2-2-1
30	복합측위기술 기반 3차원 실내공간정보 상용 서비스 플랫폼 개발	Wireless LAN 신호기반 복합 측위 시스템은 복합 연속측위 모델 구현 및 실증에 활용 가능
	버츄얼빌더스(주)	1-1-2
31	분산형 센서-시뮬레이션 네트워크를 활용한 도시재난대응 플랫폼 기반기술 구축	도시재난대응 플랫폼 기반기술은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화에 활용
	이화여자대학교	3-2-3
32	빅-데이터 분석을 활용한 공간정보 기반의 재난 위기 대응 시스템	공간정보 기반 재난 위기 대응 의사결정지원 예측 모델은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술에 활용
	인천대학교	3-2-3
33	사물-인터넷 서비스의 고도화를 위한 공간정보 활용기술의 개발	공간정보기반 사물-인터넷 서비스 시뮬레이션 기술은 사물정보 호환을 위한 IoT 데이터 교환 표준 기술 개발에 활용
	호서대학교	2-2-3
34	산업응용에서의 로봇 활용을 위한 인공지능 기반 CPS 기술 개발	로봇의 충돌 검출 및 예측을 위한 3D 공간정보 모델링 기술은 이동체 위치정보 최적 탐색 및 예측 분석 기술 개발에 활용
	(주)이지로보틱스	2-2-1
35	수재해 통합 공간정보구축을 통한 피난경로 배분 지원 시스템(MUFESS) 개발	수재해 DB 기반의 수재해 발생시 대피경로 할당 모델은 상황인지 기반 실시간 재난 대응 체계 최적화 기술 개발에 활용
	경주대학교	3-2-3
36	스마트 단말 기반 실시간 실내 경로 안내 서비스 개발	지자기 측위, WiFi 측위, 관성항법(PDR), 맵매칭 기술 등을 활용한 하이브리드 측위기술은 다중신호 기반 융합 측위 기술 개발에 활용
	코디스페이스(주)	1-1-1
37	스마트 원클릭 공간정보 구축업무 자동화 시스템	스마트폰을 활용한 측량 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발에 활용
	에이케이티공간정보 주식회사	1-1-1
38	스마트형 실시간 재난현장정보 공유기술개발	재난정보 제공 및 가시화를 통한 상황 모니터링 지원 기술은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술 개발에 활용
	국립재난안전연구원	3-2-3

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
39	실내 공간정보 융합 플랫폼 기술개발	공간정보와 실내 측위정보, 실내맵 좌표정보를 자동으로 맵핑하는 기술은 공간정보 객체 자동 매핑 기술에 활용
	(주)다비오	1-2-3
40	실내 위치기반 서비스를 위한 실내공간정보 및 서비스 인터페이스 표준개발	다양한 실내공간 기반 서비스(로봇응용 등)에서의 정보교환을 위한 국내표준개발은 사물정보 호환을 위한 공간정보 표준화에 활용
	한국전자통신연구원	2-2-3
41	실내 위치인식 서비스를 위한 정밀 위치측정 기술 개발 및 복합 실내공간 위치정보 제공 플랫폼 개발	스마트폰을 활용한 복합 실내 위치 인식기술은 실내외 연속 복합측위 기술 개발에 활용
	(주)가온엔아이티	1-1-2
42	실시간 3차원 복합정보지도 구축과 다차원 랜드마크 매칭을 통한 위치 추정 및 최적이동 경로 생성기법 개발	고정밀 GPS/INS 복합항법 기술을 활용한 실시간 오차추정 및 보상 기술은 고정밀 실시간 위치보정 최적화 기술 개발에 활용
	포항공과대학교	1-1-1
43	영상정보기반의 재난 훈련 및 대응을 위한 재난통합관리 시스템 개발	영상정보를 활용한 GIS 기반의 재난감시 통합관리 시스템은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술에 활용
	(주)유엔이	3-2-3
44	이동 로봇을 이용한 3차원 지도 작성을 위한 공간정보 추출 및 관리기술	RGB-D 카메라기반 3차원 매핑 기술은 공간정보 객체 자동 매핑 기술에 활용
	고려대학교	1-2-3
45	입체적 재난 공간영상정보 기반 기술	공간영상정보를 활용한 전방위 국가 재난감시 기반체계 구축 기술은 실시간 재난 대응 체계 최적화 기술에 활용
	국립재난안전연구원	3-2-3
46	자율주행 AI 컴퓨팅모듈 검증 및 차량실증기술 개발	표준기반 자율주행 및 통합관제 지원 정밀지도 구축 및 GNSS 위치정보 Mapping 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발에 활용
	인포뱅크(주)	1-1-1
47	자율주행 실증용 도로와 객체 정보를 포함한 고정밀 디지털 맵 기술 개발	3차원 점군데이터를 이용한 변경 오브젝트 인식기술은 다중 센서 기반 공간정보 변화인식 기술에 활용
	맵퍼스	1-2-2
48	재난현장 공간정보 적시 확보를 위한 드론/UAV 기술 기반 영상데이터 수집 및 가공 기술 개발	클라우드 데이터 분산처리 알고리즘 개발 및 최적화 기술은 초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 지능형 처리 기술 개발에 활용
	엔젤스윙	3-1-2
49	저가형 MMS를 위한 멀티센서 기반의 차량 위치/자세 결정 시스템 개발	영상 및 공간정보 DB에서의 효율적인 관심객체 탐색 기술은 영상 DB 신속 검색 및 정밀 객체 추출 기술 개발에 활용
	서울시립대학교	1-1-2
50	저비용.고정밀 실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신 기술 개발	실감형 3D 공간정보 모델링 및 갱신기술은 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 기술 개발에 활용
	한국국토정보공사 공간정보연구원	1-2-3
51	지하공간통합지도 갱신 자동화 및 굴착현장 안전관리지원 기술 개발 기획	지하공간통합지도 변화정보 탐지·구축 자동화 기술은 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 기술 개발에 활용
	한국건설기술연구원	1-2-3

4. 민간 기술과의 연계방안

○ 민간기업의 정확한 보유기술은 확인이 어려웠으나, 스마트폰 정밀 측위, 공간 데이터 간 융합·분석, 3차원 모델링 기술 등을 수행하고 있는 것으로 확인

○ 디지털 라이브 국토정보 연구개발 사업과 관련된 기술을 보유하고 있는 기업들을 대상으로 본 사업의 수행 방법인 공동연구에 참여할 수 있도록 과제 공고 시 안내 수행 및 협력 가능 분야 의사 조율을 수행

〈표 5-34〉 차별성 및 연계방안

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
1	1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	CNES	• 스마트폰 정밀측위(single-frequency, 1m 정확도, 긴 수렴시간)	〈기존 기술의 한계〉 • 기존의 스마트폰 기반 정밀측위 기술은 현재까지는 연구개발 단계에 불과하여 민간에서 활용되는 경우가 거의 없으며, 도심환경과 같은 관측환경이 불량한 지역에서 정확도 및 안정성이 현저하게 저하됨 • 자율주행차 및 드론 등에 활용할 수 있는 동체환경에 적합한 저비용 수신기 또는 알고리즘이 없음 〈차별성·연계성〉 • 도심환경 등과 같이 관측환경이 불량한 지역에 강건하도록 사이클슬립, 멀티패스 저감 기술을 개발 및 적용함 • 자율주행 및 비행 지원을 위하여 저비용 모듈 데이터를 기반으로 동체 환경에 최적화된 알고리즘을 개발함 • 기존의 민간기술과 연계하여 스마트폰 원시데이터 처리, 분석 등에 대한 검증 도구로 활용 가능함 • 기존의 저비용 모듈 등의 제품에 개발 기술을 적용하여 시제품 등을 만들고 검증 및 홍보 등에 활용 가능함
2	1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	Google	• Fused Location Provider는 환경에 따라 GNSS, WiFi RSS/RTT와 내장 센서 정보 등을 융합하여 제한적인 공간에서 측위	〈기존 기술의 한계〉 • 기존의 국내,외 측위 기술은 WiFi, BLE, 지자계 등의 몇 가지 신호원만을 이용하여 측위 • 아울러 오픈 측위 API와 오픈 신호데이타베이스를 제시하지 못하고 있음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 가용한 모든 신호와 미래의 신호 체계까지 고려한 융합 측위임 • 따라서, 서로 다른 영역에서 이질 신호가 존재하는 상황에서도 실내외 연속 측위가 가능함 • 또한, 오픈 API와 오픈신호데이타베이스를 구축하여 오픈 측위 생태계를 구축함 • 본 과제의 오픈신호데이타베이스를 국내외 측위 기술과 상호연동하여 융합측위 기술을 글로벌화 할 수 있음

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
3	1-1-2. 객체 기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	Waymo	• 자율주행 차량 기술 • 드론 하드웨어 제어 및 영상처리 연동 솔루션	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행 차량과 같이 제한된 상황이나 기체에 부착된 장비들을 통한 복합 측위 등에 대한 기술 개발은 있으나, 일반적인 촬영 센서들은 높은 정확도를 보장하지 않아 이에 대한 비중이 크지 않음 • 드론 하드웨어 제어를 위한 영상처리 기술 적용의 경우 영상에 맞추어 하드웨어의 위치자세를 보정하는 기술이나, 측위의 개념과는 차이가 있음 • 기존의 촬영 센서 기반 측위 기술은 현재까지 연구개발 단계에 불과하며, 일부 기업 등이 폐쇄적인 연구를 수행 중 〈차별성·연계성〉 • 과제를 통해 달성하고자 하는 기술은 부가장비 없이도 촬영 센서 정보만을 이용하여 서브미터급으로 GNSS 신호의 보정이 가능 • 영상센서는 타 센서의 보조자료로 주로 활용되나 타 센서와 다르게 속성정보를 얻을 수 있으므로 활용도가 높음 • 영상 인식 기술과 사진측량기술의 연계를 통한 기술의 향상, 인프라의 증대 사업화의 추진 가능
4	1-1-2. 객체 기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	MapsPeople	• GPS, 객체기반 영상 측위, IoT 등을 이용한 실내외 연계 측위기술	〈기존 기술의 한계〉 • 실내외 측위 기술을 적용함에 있어 복수의 측위 기술을 선별적으로 사용하고 있어 복합측위 기술로 보기 어려움. 특히 실내외 진출입 지역에서 선별적인 측위기술 사용으로 단속성이 있음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 복수의 측위기술을 선택적으로 사용하는 것이 아닌 복합적으로 융합하는 모델을 개발하여 실내외 연속 측위에서도 연속성을 보장 가능함 • 그동안 실내외 연속 측위의 부재로 어려움을 겪고 있는 자율주행차, last mile 배송로봇 등의 서비스로 확장 가능
5	1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	네이버시스템즈	• 공간/대용량데이터간 융합/분석	〈기존 기술의 한계〉 • 개별적으로 취득된 공간데이터들의 수동기반 품질 검증 및 정합은 가능하나, 기업간 복잡도 및 다양성이 높은 크라우드 소싱 공간데이터의 자동 품질 확보 및 정합의 한계 〈차별성·연계성〉 • 대용량 정형/비정형 시공간 데이터를 GIS 기반으로 융합, 분석, 시각화함 • 고정밀 지도와의 연계를 통해 각종 사회현안에 대한 의사결정의 단초를 제공

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
6	1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	현대자동차	• 차량센서(영상, 레이더, LiDAR, GPS 등)를 이용하여 차량 주변의 도로상황을 인식 • 도로상황의 핵심은 상대 차량, 차선, 도로구조물, 사람, 가상정보 등 • 기업 별로 자체 센서 탑재 차량의 데이터를 중앙에서 클라우드로 수집하고 재 학습해서 학습 효과를 증가시킴	〈기존 기술의 한계〉 • 지상 동적 정보의 인식은 차량 탑재 자체 센서만을 이용함으로써, 차량 주변의 변화는 인식하나, 전방 1~20분 전방의 도로변화 상황 인지에 한계 존재 • 주변의 차량/사람/차선 등 학습데이터의 양이 많은 경우 인식에 용이하나, 교통사고나 도로공사, 적치물 등 정보의 양이 부족하거나 대상물의 크기/형태가 다양한 경우 인식에 한계 존재 〈차별성·연계성〉 • 차량 자체 센서의 인식기술 및 클라우드 기반 학습데이터 축적기술 연계가능 • 상시 관측이 가능한 무빙 플랫폼을 활용하여 1~20분 전방 도로의 변화상황을 전달 하는 기술로 차별성 존재 • 상시관측을 통해 다양한 학습데이터를 취득함으로써 시간이 지남에 따라 정확도 높은 인식이 가능
7	1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	공간정보기술	• 드론영상의 SfM 및 dense matching을 통한 3차원 포인트 클라우드 및 texture추출	〈기존 기술의 한계〉 • 영상 데이터만을 이용하여 포인트 클라우드를 추출하는 한계를 보임 〈차별성·연계성〉 • 영상기반 포인트 클라우드 처리 기술 연계 활용 • 본 과제에서는 다종 데이터 기반 신속/정밀한 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신이 가능
8	1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	Leica	• 라이다 기반 데이터 취득 및 처리를 통한 포인트 클라우드 및 형상 추출	〈기존 기술의 한계〉 • 라이다 데이터만을 이용하여 포인트 클라우드를 추출하는 한계를 보임 〈차별성·연계성〉 • 라이다기반 포인트 클라우드 처리 기술 연계 활용 • 본 과제에서는 다종 데이터 기반 신속/정밀한 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신이 가능
9	2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	가이아 쓰리디	• BIM/3차원 공간정보 통합 관리/가시화 플랫폼 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 단순한 데이터의 관리 및 시각화는 실내외 공간정보 연동을 통한 국토 관리 및 재난 사고에 대응하기에 한계 〈차별성·연계성〉 • BIM과 3차원 공간정보를 활용하여 실내외 공간정보를 통합 관리할 수 있는 플랫폼으로 실내외 공간정보 연계 기술 활용
10	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	링크드인	• 메시지 브로커	〈기존 기술의 한계〉 • 정형적/비공간적 데이터 중심의 메시징 처리 〈차별성·연계성〉 • 가상국토 데이터(메타데이터/데이터/마스터데이터)에 특화된 메시징 • N:N 메시징 기술 활용

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
11	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	데이터스트림즈	• ETL	〈기존 기술의 한계〉 • 정형적/비공간적 데이터 중심의 메시징 처리 〈차별성·연계성〉 • 가상국토 데이터(메타데이터/데이터/마스터데이터에 특화된 ETL • 가상국토의 정형적 속성자료의 이행에 기존 보유기술(솔루션)과 통합하여 활용
12	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	그리드윈	• RPA	〈기존기술의 한계〉 • 정형적/비공간적 데이터 중심의 메시징 처리 〈차별성·연계성〉 • 가상국토 관련 비정형적 데이터 정제 및 가공에 특화된 RPA 가상국토의 정형적 속성자료의 정제에 보유기술(솔루션)과 통합하여 활용
13	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	SK broad band	• 중장비, 관용차량, 배달차량, 개인용 이동장비 등의 다양한 LBS 단말을 통해 수집되는 위치정보를 이용하여 정밀한 이동체 모니터링 제공	〈기존 기술의 한계〉 • 해당 기술에서는 LBS 단말만을 활용하여 이동체의 위치정보를 수집함 〈차별성·연계성〉 • 본 연구에서는 LBS 단말 등에서 획득한 위치정보를 연계활용 • 본 과제에서는 LBS 단말과 같이 위치정보를 직접 구축하지 않는 CCTV, RFID, 센서 등의 디바이스와 연계하고, 위치정보와 매칭하여 다양한 이동체의 위치정도 데이터를 활용함
14	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	LG 히다찌	• 사람과 사물의 동선을 LiDAR방식으로 센싱하여 위치정보를 데이터화하고 시각화하는 솔루션	〈기존 기술의 한계〉 • 해당기술은 탐지한 이동체에 대한 상시 트래킹을 통해 실시간궤적표시, 궤적 중첩도표시, 히트맵을 제공하나, 2차원 지도화면만을 제공하는 한계점을 지님 〈차별성·연계성〉 • 기존 민간기술에서 제공하는 실시간궤적표시, 궤적 중첩도표시, 히트맵 등의 다양한 2차원 지도표출 기능을 활용 • 본 과제에서는 각 이동체 간의 위치관계 및 시계열 분석을 제공하며 특히, 이동체의 움직임이 의미하는 맥락정보를 도출하여 다양한 Visual Analysis 기법으로 2/3차원 지도화면에 표출
15	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	그래비티	• 사용자 주변 와이파이 신호를 분석해 실내 위치를 측위하고, 모바일앱이용자의 오프라인 행동 분석 뿐 아니라 행동 패턴에 기반한 마케팅 및 LBS 구현	〈기존 기술의 한계〉 • 유사기술은 가상 비콘 기반의 실내측위기술과 WPS(Wi-Fi Positioning System)을 결합하여 위치정보를 측위하며, 지오펜싱 기반으로 단일 사용자의 현재 행동을 분석 〈차별성·연계성〉 • 단일 사용자의 현재 위치에 대한 분석기술 적용 가능 • 본 과제에서는 현재의 위치뿐 아니라 이동체의 시계열 위치정보를 분석하고, 다양한 종류의 이동체 간의 상호연관성 및 Trajectory 패턴을 기반으로 통합 분석을 수행

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
16	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	KT	• 통신가입자의 기지국단위로 수집된 실시간 이동데이터를 100미터 격자단위로 가공처리하여 성별, 연령대별, 시간대별 데이터 구축	〈기존 기술의 한계〉 • 개별 통신사가 보유한 기지국 데이터에 기반하여 유동인구를 추정하며, 추정되는 지역의 상세한 특성을 반영하지 못함 〈차별성·연계성〉 • 통신사의 데이터 연계활용 • 본 과제에서는 통신기반 데이터뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 자가용, 퍼스널 모빌리티 데이터를 연계하고, 추정되는 공간단위는 도로별, 블록별 등 토지이용의 특성을 고려하여 추정하도록 함
17	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	SKT	• 통신가입자의 기지국단위로 수집된 실시간 이동데이터를 50미터 격자단위로 가공처리하여 성별, 연령대별, 시간대별 데이터 구축	〈기존 기술의 한계〉 • 개별 통신사가 보유한 기지국 데이터에 기반하여 유동인구를 추정하며, 추정되는 지역의 상세한 특성을 반영하지 못함 〈차별성·연계성〉 • 통신사의 데이터 연계활용 • 본 과제에서는 통신기반 데이터뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 자가용, 퍼스널 모빌리티 데이터를 연계하고, 추정되는 공간단위는 도로별, 블록별 등 토지이용의 특성을 고려하여 추정하도록 함
18	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	다음소프트	• 다양한 유형의 소셜미디어데이터를 수집하고, 텍스트 기반으로 선호도, 감성등을 분석	〈기존 기술의 한계〉 • 위치기반 분석이 매우 미흡하며, 분석한다 하더라도 분석의 공간단위가 매우 작음 〈차별성·연계성〉 • 텍스트기반 분석방법론이나 감성분석 방법론, 감성분석을 위한 텍스트 정보 등 활용 가능 • 본 과제에서는 소셜미디어데이터의 위치추정 및 위치연계 비율을 향상시키고, 소셜미디어데이터의 텍스트분석 뿐 아니라 사진, 동영상 등 이미지 분석을 연계하여 분석실시
19	2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	(주)엔텔스 공간정보기술(주)	• IoT 국제표준기반 oneM2M 사물인터넷 공통플랫폼기술 • IoT / 3차원 공간정보 연계 빌딩에너지관리 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 사물인터넷 / 공간정보 각각의 표준에 맞는 기술로 개발되어져 있음 • 시스템 구축을 할 때마다 데이터 스키마 정의 / 통신프로토콜 정의에 따른 자원소모 • 확장성, 재구축비용에 대한 제한이 있음 〈차별성·연계성〉 • 기존 R&D로 개발된 각각의 표준에 맞는 기술을 활용한 연계 표준 재정의 및 통합 플랫폼 개발 • 분석/학습/예측 데이터 연계기술 개발을 통한 4차산업혁명, 가상국토 구축과 미래의 사물/공간기반 신산업 기본기술 확보

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
20	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	구글 네이버	• 대용량 공간정보 서비스의 융합 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 포털 서비스의 일환으로 맵(지도)서비스를 제공하는 것이므로, 다양한 목적을 위해서 공간정보를 융합한 서비스 불가능 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 대규모 공간정보 서비스 제공을 위한 기반 프레임워크를 제공하는 것이므로, 그 위에 2차적인 서비스를 다양하게 구성할 수 있음. • 필요에 따라서는 특정 목적으로 별도 설치하여 서비스를 구축하는 것이 가능함
21	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	GCS(Google Cloud Service) Microsoft Azure 전자부품연구원 Open FX	• 경량 콘테이너 레벨의 마이크로서비스 아키텍처 제공 기술	〈기존 기술의 한계〉 • Google/MS 클라우드 서비스의 경우, 클라우드를 활용은 가능하지만, 운용기술은 확보할 수 없음 • 전자부품연구원의 OpenFX는 다중 클라우드로 확장하는 것이 부족하고, 운용기술이 보완되어야 함 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 다양한 공간정보 서비스 개발을 위한 기반 플랫폼으로 서비스 프레임워크를 제공하며, • 다중 클라우드로 확장성을 높여서, 향후 엑사바이트(EB) 수준의 대용량 시스템 구축에 활용이 가능함
22	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	ESRI 이지스 씨엠월드	• 대용량 공간정보 가시화기술	〈기존 기술의 한계〉 • 국내 기업의 경우, 전통적 방식의 대용량 공간정보 가시화 및 브라우징 수준에 있으며, 웹 에서의 데이터 전달 등을 위한 최신 ICT 기술 등을 본격적으로 반영하지 못하고 있음 • 현재까지의 공간정보 시각화는 특정 컴퓨팅 및 서비스 환경을 기반으로 제공되고 있음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제를 통해 동적 스트리밍, 웹 어셈블리 등과 같은 최신 표준기반 기술 등을 적용하여 대용량 공간정보 가시화를 보다 최적화하고, 보다 다양한 컴퓨팅 환경 및 서비스에서 시각화를 지원함으로써 구축되는 공간정보의 활용성을 극대화 • 기존 기술은 본 과제의 기술을 개발하기 위한 선행기술로써, 기존 기술을 바탕으로 기능을 보완 및 개선하여 기술개발 목표를 달성
23	3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	Spatial Hadoop HadoopGIS GeoSpark	• 빅 데이터 저장 처리 기술	〈기존 기술의 한계〉 • Hadoop의 MapReduce와 Apache Spark을 기반으로 공간 빅데이터 분석 기능을 제공하기 위한 기술로서 Read Only 분석 기능만을 제공하며 CRUD 관리 기능을 제공하지 못함 • 또한 LiDAR 포인트 클라우드, WAIM 등의 초대용량 공간정보를 지원하는 시스템은 아직 없음 〈차별성·연계성〉 • 연구개발을 통해 개발되는 초대용량 공간정보 기술은 Spark 기반의 시스템이나 Hadoop MapReduce 기반 시스템에서 활용하여 연계 시스템 개발을 위한 기반으로 사용될 수 있음

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
24	3-1-2. 초대용량 공간정보 분산관리 및 처리	LG전자	• 가상환경에서의 센서 에뮬레이터, HD 맵 지원 시뮬레이터	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행에 중심의 시뮬레이터에 포커싱되어 있음 • 다양한 모빌리티를 지원하기 위한 확장성에 한계 • 우리나라 국토를 대상으로 가상데이터 생성 기반을 부족 〈차별성·연계성〉 • 우리나라와 동일한 가상 국토를 대상으로 데이터 및 시험 환경을 제공 • 다양한 시나리오 기반 시험 환경 제공
25	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	네이버랩스	• 하이브리드 HD 매핑 기술을 활용한 맵 데이터 구축 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행 중심의 정밀지도에 포커싱 되어 있음 • 판교와 상암 지역 등 직접 구축한 지역으로 데이터가 한정됨 〈차별성·연계성〉 • 현실모사 가상 환경을 활용하여 시험 데이터 및 시험 환경을 구축하여 제공 • 다양한 시나리오 기반 시험 환경 제공
26	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	아마존	• 딥러닝을 이용한 데이터 레이블링 자동화 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 상용 서비스를 통하지 않고 사용자가 직접 초대규모 공간정보 학습데이터 구축은 제한적임 〈차별성·연계성〉 • 인공지능 기반의 레이블링 자동화 기능을 SDK로 제공 함으로써 수요자 맞춤형 학습데이터 구축이 가능해짐 • 개인정보 익명화 기술 내재
27	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	ESRI	• 수치 및 영상형태의 공간정보에 대한 통계적 기계학습 기법 적용 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 현재까지는 주로 통계적 기법에 기반한 기계학습을 중점으로 하고 있으며, 단일 소규모 공간정보에 대한 네트워크 기법의 적용 연구 중 〈차별성·연계성〉 • 해당 제품의 연구개발 방향을 참조하면서, 상호 활용 가능성을 확보할 수 있도록 연계 • 대규모의 시공간 학습 네트워크를 최적화 형태로 구축할 수 있도록 함으로써, 복합상황으로의 적용가능성을 높일 수 있도록 차별화
28	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	NVIDIA	• 자율주행용 PilotNet 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행의 주행 판단 근거만을 영상의 픽셀 단위로 시각적 제시 〈차별성·연계성〉 • 다양한 모빌리티를 지원하기 위한 환경 지원으로 차별화
29	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	XAI컨소시움	• 의료, 금융, 게임 분야의 XAI 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 공간정보를 고려하지 않는 XAI 기술 〈차별성·연계성〉 • 의료, 금융 등 공간정보와 무관한 적용 도메인에서의 차별성

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
30	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	마이크로소프트	• 에저 머신러닝	〈기존 기술의 한계〉 • Azure Cognitive Service에는 결정, 언어, 음성, 시각, 웹검색 등 다양한 분야에서의 API를 제공하나 공간정보에 대한 서비스는 미비한 상태임 〈차별성·연계성〉 • 공간정보에 특화된 초대규모 데이터와 다형다종의 파이프라인 구성 가능 • 공간정보 분야의 다양한 시나리오를 만족시킬 수 있는 API 제공
31	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	코너스	• 실시간 재난대응시스템	〈기존 기술의 한계〉 • 열, 연기 등 화재 감지에 국한된 센서 정보, 이동 객체 감지 불가능 • 거시적 네트워크 모델을 이용한 경로 연산으로 인해 예측 정확도가 낮음 • 요구조자를 위한 서비스에 초점, 재난본부, 소방기관과의 연계를 통한 구조자 지원 시스템 미비 〈차별성·연계성〉 • 이동객체 감지를 통해 세부 공간단위 실시간 인원분포 모니터링 • 에이전트 기반 보행모델을 이용한 미시적 대피 시뮬레이션 • 출동경로 최적화, 지능형 현장대응 솔루션 등 구조자 지원시스템 개발
32	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	현대자동차	• 커뮤니티형 모빌리티 서비스	〈기존 기술의 한계〉 • 소규모 운송사업자 타겟으로 한 모빌리티 서비스 • 도시 규모 이동 수요를 고려한 교통 시스템 최적화에는 적용하기 어려움 〈차별성·연계성〉 • 교통정체 최소화를 위해 신호체계와의 상호작용을 고려한 자율주행차 운행경로 최적화 기술 개발 • 민간에서 보유하고 있는 차량 이동에 대한 빅데이터를 공간지능화 플랫폼과 연계하여 운행경로 최적화를 위한 학습 데이터로 활용
33	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	에어맵 (AirMap)	• 드론 비행관리 플랫폼 AirMap	〈기존 기술의 한계〉 • 2D에 국한된 데이터 제공, 세밀한 단위의 실시간 공간 데이터 제공의 한계 존재 • 정적 데이터가 가시화된 지도 서비스 제공 〈차별성·연계성〉 • 유동인구, 교통량 등 유동적 시공간 데이터를 고려한 드론 항로 구축 기술 개발 • 다중결정요소를 고려한 3D 경로 연산 지원

제6장

사업추진계획(안)

제1절 사업 추진방향 및 추진과제

제2절 사업 비전 및 목표

제6장 사업추진계획(안)

제1절 사업 추진방향 및 추진과제

1. 사업추진 방향 및 중점분야 도출방법

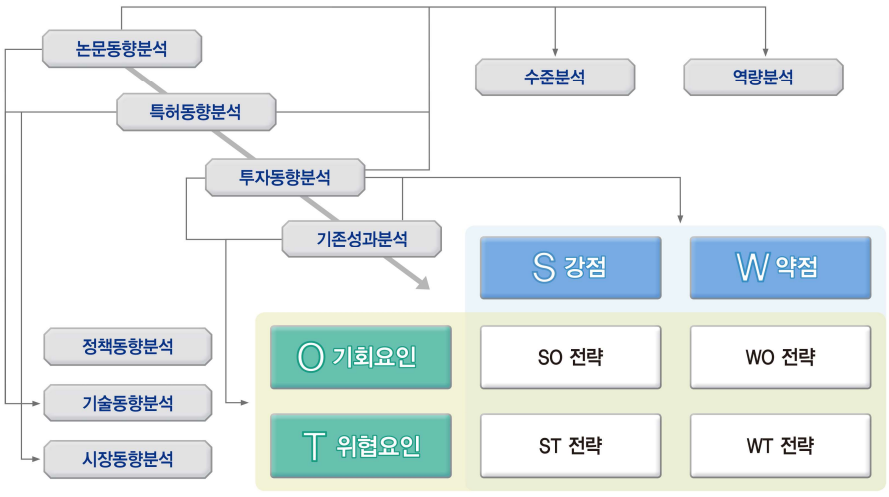
□ **글로벌 메가트렌드, 정책, 사회, 경제, 기술 환경변화를 고려한 대내외 거시환경분석(PEST) 결과와 본 사업의 추진 필요성, 시급성, 국고지원 필요성 등을 종합적으로 고려하여 사업 추진방향과 전략을 도출**

○ 국내 공간정보산업 관련 국내 R&D 수준 및 역량 시점을 '내부환경'으로, 정책, 연구개발, 시장 약점을 '외부환경'으로 조사하여 SWOT-Matrix 분석 실시

- 내부환경은 강점(S)과 약점(W)으로 외부환경은 기회요인(O)과 위협요인(T)으로 반영
- 논문동향과 특허동향은 외부환경인 연구개발동향 분석과 시장동향 분석, 내부환경인 수준분석과 역량분석에 연계반영
- 투자동향분석과 기존성과분석 결과는 내외부 구분 없이 적용하되, 투자동향은 역량분석에도 연계반영

○ SWOT분석은 대내외 환경변화와 R&D 역량분석을 통하여 도출된 공간정보산업 투자의 강점(S)과 약점(W)을 도출하고 이에 따르는 기회요인(O)과 위협요인(T)을 분석하여, SWOT matrix 분석을 통한 기술개발 전략 도출 절차로 진행

- SO는 강점을 활용한 사업성공 전략, WO는 약점극복을 통한 기회를 활용하는 전략, ST는 강점을 활용하여 위협요인을 최소화하는 전략, WT는 위협을 회피하고 약점을 최소화하는 전략 기술



[그림 6-1] 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 R&D 추진방향 도출 방법

2. 종합분석(SWOT)을 통한 전략 및 중점 분야도출

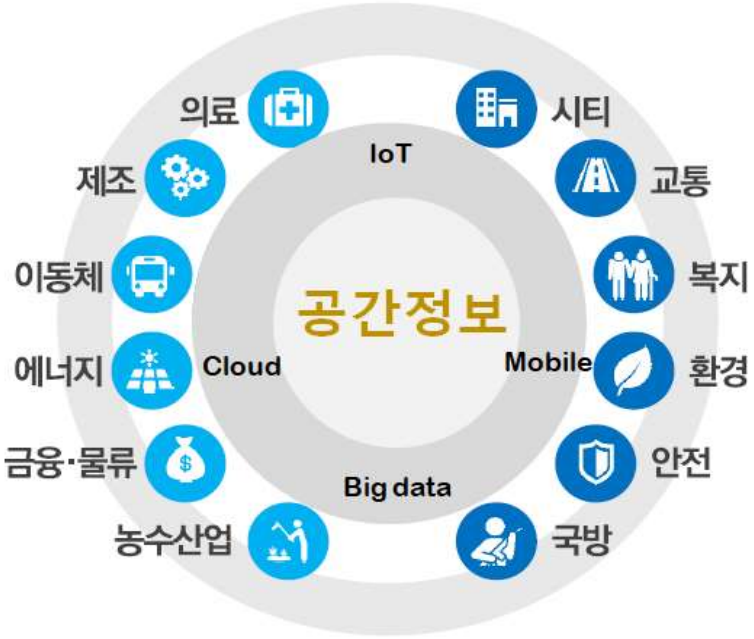
2.1 외부환경: 기회와 위협

(1) 기회 (Opportunity)

□ (기회 1) 제4차 산업혁명의 핵심기술인 공간정보의 기술개발 수요 및 중요성이 증대

○ 제4차 산업혁명으로 야기되는 기술의 진보는 정치 경제 사회 문화의 다방면에 걸쳐 나타나며 특히, 공간정보 산업 측면에서의 대변혁이 예상

- 제4차 산업혁명이 공간정보와 연동되어 부각되는 이유는 미래 사회는 초지능 초연결 기술의 발전으로 데이터가 비즈니스의 원천이 되고, 산업을 이끌어갈 원동력으로 부각되기 때문
- 공간정보는 4차 산업의 핵심 기술인 ICBM(IoT, Cloud, Big data, Mobile)과 연계하여 도시, 교통, 복지, 환경 등 다양한 분야의 발전에 큰 영향을 미칠 것으로 예상
- 공간정보는 이미 정보통신(ICT) 기술의 발전과 스마트폰의 보급에 따라 비즈니스와 일상 생활을 혁신하는 원천으로 그 중요성이 주목



출처 : 4차산업혁명위원회, 4차 산업혁명 대응계획(재구성), 2017

[그림 6-2] 미래 사회·산업 분야의 핵심 인프라, 공간정보

○ 공간정보산업은 지속적인 고용창출 효과와 매출액 증가로 미래 신성장동력으로의 중요성이 증가

- 고용노동부는 '14년 고용영향평가에서 실시한 Top 6과제별 평가 중 공간정보 분야가 고용창출 효과가 가장 우수한 것으로 발표[116]

116) 고용노동부, 고용노동부, 일자리 창출효과 상위 TOP 6 정책 발표, 보도자료, 2015

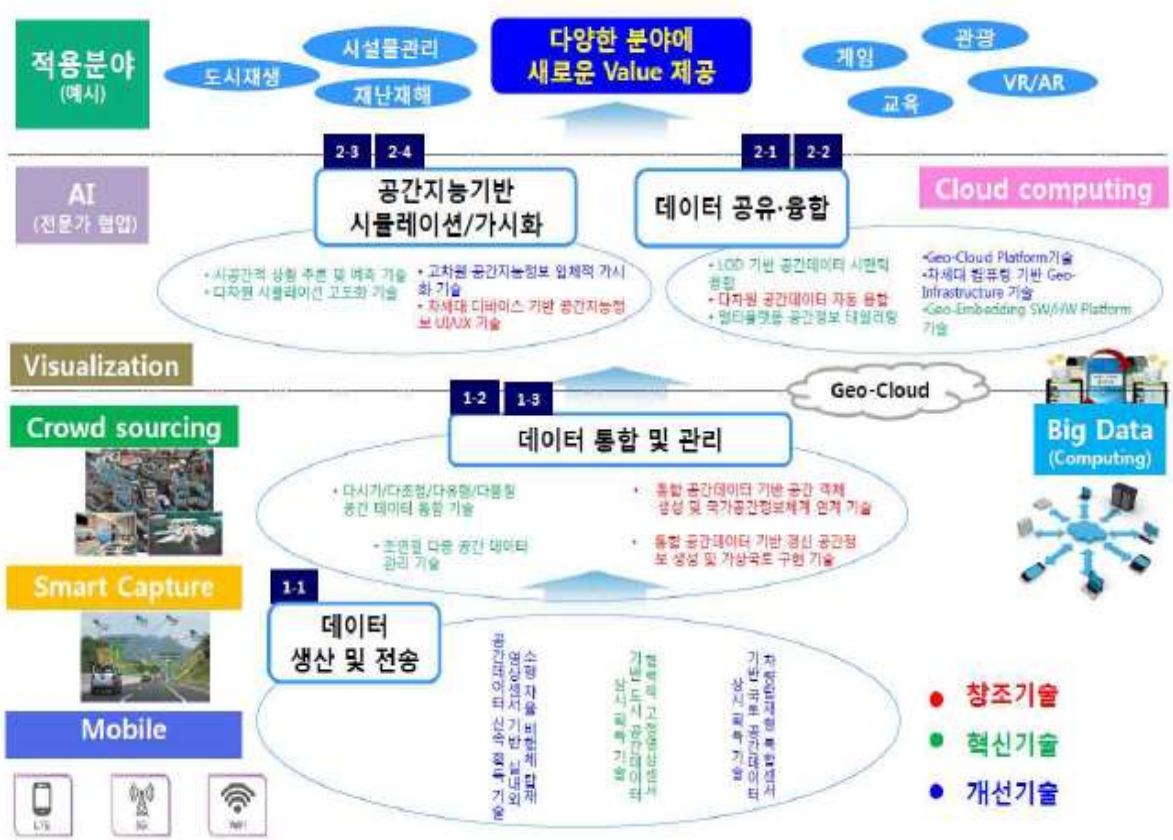
· 공간정보 융복합 사업은 재정지출 10억원 당 35명 고용창출 효과가 있어, 유사 산업의 고용효과와 비교 시 고용창출효과가 큰 편이며, 이는 관련 분야*로의 스필오버(Spill-over) 효과가 매우 크기 때문

* 빅데이터, 한국형 구글어스, GIS 데이터베이스 및 장비 업체, 지하시설 전산화 사업체, 네비게이션 연동 시스템, GPS 데이터, 방송/통신회사 등

□ (기회 2) 공간정보 서비스 변화에 따라 다양한 산업·기술이 융합된 신산업 육성을 위한 신기술 수요 증대

○ 첨단산업 육성을 위한 공간정보의 지속적인 구축 및 신기술과의 융·복합을 위한 공간정보 기반 기술 개발이 필요

- (가상화) 현실보다 더 현실같은 공간정보를 위한 실시간 측위 정밀도 향상 기술, 고정밀 공간정보 구축 및 실시간 갱신 기술, 데이터 융·복합을 통한 가상국토 구현 기술
- (초연결) 끊김없는 실시간 공간정보를 위한 사람-사물-공간 센서정보 초연결, 실시간 대용량 공간정보 처리·관리 기술
- (지능화) 스스로 인지하는 지능화 공간정보를 위한 공간지능 기반 인지·예측 자동화 기술
- (활용지원) 가볍고 이용이 편리한 공간정보를 위한 공간정보 연계·공유 기술



출처 : 제6차 국가 공간정보정책 기본계획, 국토교통부, 2018

[그림 6-3] 스마트 공간정보기술(예시)

○ 4차 산업혁명 변화의 원동력으로 공간정보의 중요성이 높아짐에 따라 공간정보 데이터 기반 산업의 활성화로 고품질 공간정보를 생성하고 활용하는 기술개발 필요성 증대

- 과거에는 공간정보를 '생산·관리'하는 측량·DB 구축사업 위주였으나 최근 정보통신의 발달로 공간기반의 서비스 수요가 증가함에 따라 공간정보를 '유통·활용··융복합'하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전[117)]
- 구글 카카오 등 글로벌 기업은 공간정보와 AI기술 및 플랫폼 등을 결합, 서비스업 제조업에 이르기까지 사업영역 확장

· (구글) 포털 지도서비스에서 출발, 로봇 드론 자율차 우주산업 등까지 진출

· (카카오) 카카오맵을 기반으로 택시 대리운전 등 모빌리티 서비스로 확장

- 타분야 신기술과의 융 복합을 통해 공간정보가 첨단산업 육성을 위한 사이버 인프라로 자리매김할 수 있도록 기반기술 개발이 필요

□ (기회 3) 정부의 정책기조에 부합하는 공간정보 산업 육성 법 · 정책 및 강한 R&D 사업 추진 의지

○ 국내 공간정보 법률에서 지속적인 공간정보기술 개발·촉진과 융·복합산업 육성·지원을 위한 정부의 지원 등 국가의 의무 및 추진근거를 명시

○ 문재인정부 국정과제, 과학기술기본계획, 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 등 정부 추진정책 목표 달성을 위하여 공간정보 분야의 중장기 R&D 투자 필요

〈표 6-1〉 상위 계획과의 부합성 검토 결과

구분	계획명	주요 내용	부합도
관계법령	과학기술기본법	- 제11조(국가연구개발사업의 추진) - 제17조(협동·융합 연구개발의 촉진)	◎
	국토교통과학기술 육성법	- 제8조(연구개발사업의 추진) - 제9조(융·복합 연구개발의추진) - 제10조(국토교통과학기술의 보급 및 활용촉진)	◎
	국가공간정보 기본법	- 제9조(연구·개발 등) - 제10조(정부의 지원)	◎
	공간정보산업 진흥법	- 제9조(융·복합 공간정보산업 지원) - 제13조(공간정보기술의 개발 촉진) - 제14조(공간정보산업의 표준화 지원)	◎
	공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률	- 제97조(연구·개발의 추진 등)	◎
국정과제	문재인 정부 국정운영 5개년 계획	- 20대 국정전략 중 "과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명", "국민안전과 생명을 지키는 안심사회"와 관련 - 100대 국정과제 중 "소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축", "고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성" 등 5개 과제와 관련 - 4대 복합·혁신과제 중 "4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가"와 관련	◎

117) 한국국토정보공사, 빅이슈 공간정보산업의 현황과 미래,2016

구분	계획명	주요 내용	부합도
국가계획	제4차 과학기술기본계획(2018~2022)	- 4대 전략 중 “과학기술이 선도하는 신산업창출”, 19개 중점추진과제 중 “국민이 체감하는 혁신성장동력 육성”, 70개 추진과제 중 “유망 산업의 성장동력화 촉진”과제에 포함	◎
	제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020)	- “대한민국의 새로운 도약을 위한 글로벌 녹색국토”를 비전으로 23개 추진과제를 수립, 이 중 11개 추진과제가 동 사업과 관련	○
부처계획	제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)	- “4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성” 전략의 “디지털 기반 국토정보 기술 고도화” 과제가 동 사업과 부합	◎
	제3차 국토교통 R&D 중장기전략(2014~2023)	- 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 “인공지능 국토공간”, “지능형 인프라 자동관리” 등 4개 프로젝트가 동 사업과 관련	○
	제2차 공간정보산업진흥 기본계획(2016~2020)	- 공간정보 융·복합 산업의 대도약 및 국가 신성장동력 창출을 위해 수립된 12개 추진과제 중 “미래산업 수요에 기반한 고정밀 공간정보 구축” 등 8개가 동 사업과 관련	○
	제1차 국가측량 기본계획(2016~2020)	- 국토의 가치 제고를 목표로 수립된 3개 중점 추진과제, 10개 중점추진 과제가 동 사업과 관련	◎

※ ◎ : 부합성 높음, ○ : 부합성 보통, △ : 부합성 낮음

○ 공간정보는 제13회 국가과학기술심의회 ‘미래성장동력특별위원회’에서 발표한 혁신성장동력 추진계획(’17.12.22)의 13대 혁신성장동력 中 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목

〈표 6-2〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야

혁신성장 분야	공간정보 활용 기술
빅데이터	지오 태깅 기술, 지오 코딩 기술 ⇒ 공간기반의 빅데이터 분석을 위한 데이터와 위치정보 매칭
자율주행차	정밀도로지도, 신호 및 영상 기반 위치 정보 제공 기술 ⇒ 센서 한계 극복, 운행 지원 정보 제공
드론(무인기)	3차원 공간정보, 정밀 위치 제공 기술 ⇒ 드론 길 제공을 통한 자동 항법 가능
스마트시티	3차원 공간정보, 국토 가상화 기술 ⇒ 도시 인프라, 서비스, 시설의 실시간 관제 및 정보 제공
가상증강현실	3차원 공간정보, 실감형 공간정보 기술 ⇒ 초실감형 공간정보를 통한 가상·증강 현실 구현
지능형로봇	고정밀지도, 정밀 위치 제공, 실시간 맵핑 기술 ⇒ 정밀지도와 위치 기술을 통한 자동 항법 및 실시간 위치 관제

○ 국토교통부는 “혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통”이라는 비전 달성을 위한 전략으로서, 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성을 통한 공간정보 기술변화 대응 및 생태계 구축을 위한 노력 중[118)]

118) 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018

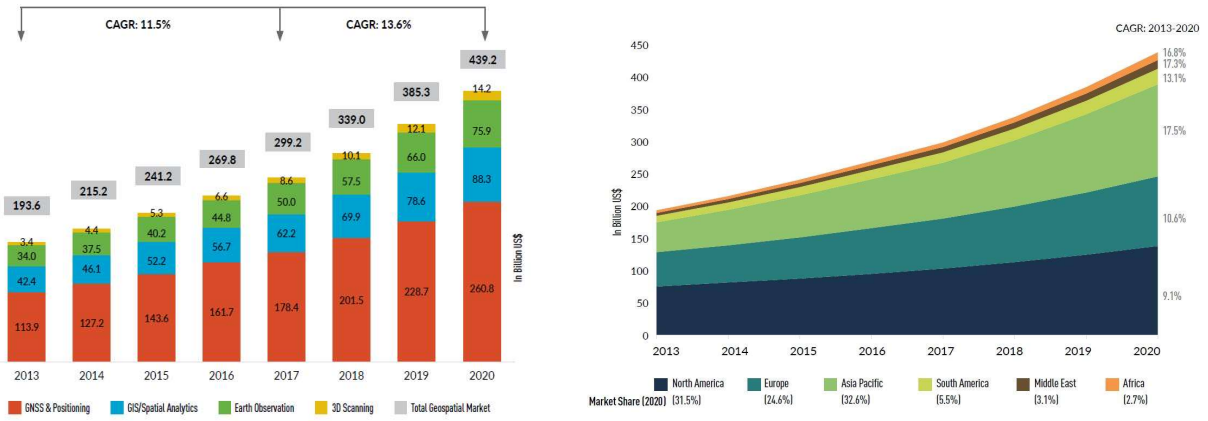
- 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라인 ‘디지털 기반 국토정보’ 위에 초연결 도시와 무인이동체 자율주행 실현을 목표로 설정
- 국가 혁신성장 8대 선도사업인 스마트 시티, 자율주행차, 드론과 그 기반기술이 되는 공간정보 분야를 집중 육성하는 전략 수립

□ (기회 4) 공간정보산업 변화에 따른 다양한 분야의 글로벌 공간정보시장의 지속적인 성장

○ 과거에는 공간정보를 ‘생산·관리’하는 측량·DB 구축사업 위주였으나, 최근 정보통신의 발달으로 공간기반의 서비스 수요가 증 서비스 수요가 증가함에 따라 공간정보는 정보를 유통·활용·융복합하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전

○ 스마트시티, 무인이동체, 스마트 건설 등 다양한 미래 유망 산업 분야의 공간정보 활용 증대에 따라 ’20년 전세계 공간정보 시장은 약 497조 규모로 연평균 13.6% 증가 예상

- 특히, 아시아-태평양 지역은 ’17년~’20년 연평균 18.2%로, ’17년 29.0%에서 ’20년 32.6%로 성장하여 북아메리카를 제치고 가장 큰 시장이 될 것으로 예측



출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2018 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2018

[그림 6-4] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우)

(2) 위협 (Threat)

□ (위협 1) 공간정보 분야의 국산화 기술개발 실기로 인한 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심각

○ 공간정보 분야의 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W)는 이미 국산화 기술개발 실기로 인해 외산 의존도가 심각한 상황

- 국내 공간정보업체의 공간정보 관련 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W) 평균 보유 현황에 따르면, 국산 대비 외산이 압도적으로 높은 비율 차지



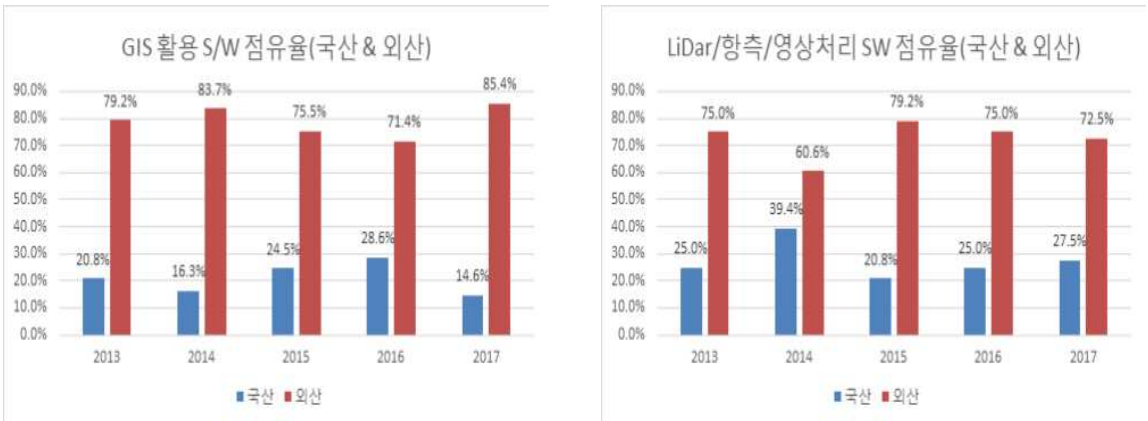
출처 : 국토교통부, 공간정보산업조사, 2017

[그림 6-5] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우)

- 공간정보 관련 S/W는 크게 GIS 활용 S/W, LiDAR/항측/영상처리 S/W, 측량 S/W, DBMS S/W로 분류되며 각 SW 시장의 상황은 악화되는 추세[119)]

· **(GIS 활용 S/W)** 최근 5년간 국내 공간정보 산업의 GIS 활용 S/W 외산 점유율은 70~80%이며, 상대적으로 국산 점유율은 10~20%대로 매우 낮고, 2017년 국산 S/W 점유율(14.6%)이 전년대비(28.6%) 절반 수준으로 급격히 하락하여 외산 GIS 활용 S/W의 국내 시장 잠식이 심각한 상황

· **(LiDAR/항측/영상처리 S/W)** 최근 5년간 국내 공간정보 산업에서 외산 S/W가 70% 후반의 높은 점유율을 보인 반면, 국산 S/W 비율은 20%대의 매우 낮은 수치로 조사

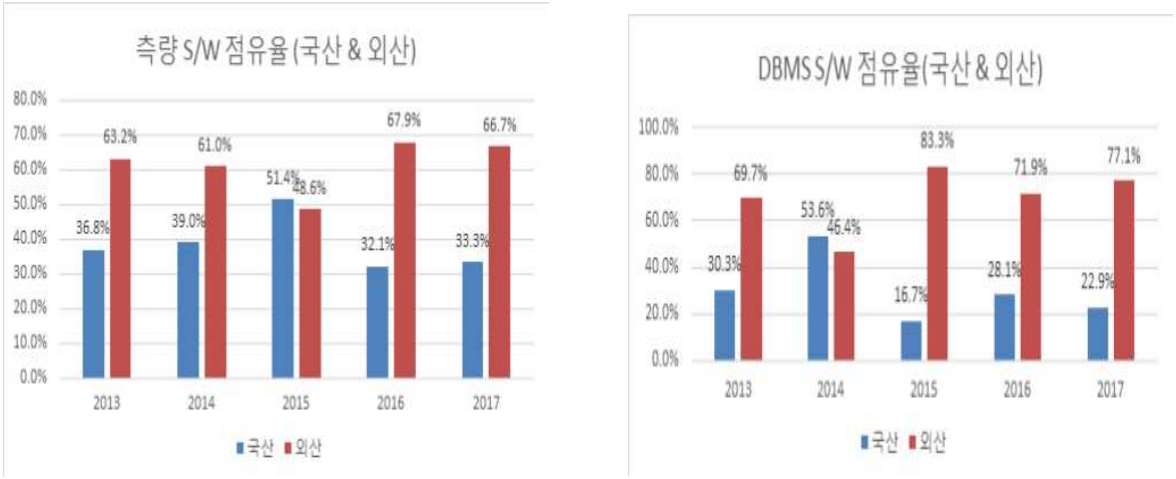


[그림 6-6] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산)

119) 공간정보산업 통계조사(2014~2018), 국토교통부

· **(측량 S/W)** 외산 S/W 점유율이 60% 후반대이며, 국산 비율은 30% 중후반대를 유지하고 특히, 2016년 이후 국산 S/W 점유율이 30%대 초반까지 급락한 상황

· **(DBMS S/W)** 방대한 공간정보를 저장·관리하는 DBMS S/W의 경우, 외산 점유율이 70~80%대를 유지하고, 특히 2015년 이후로 국산 점유율이 10~20%대로 급격하게 하락하고 있으며, 이는 외산 대비 국내 공간정보 S/W 경쟁력 저하가 매우 우려되는 수준



[그림 6-7] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산)

□ (위협 2) 중국 등 경쟁국의 공간정보 시장 성장 및 기술 추격으로 성장동력 확보 실기 우려

○ 국내 공간정보 '18년 기술 수준은 77.0%로 '16년 대비 3.7% 하락하였으나, 중국의 '18년 기술 수준은 '16년 대비 9.5% 상승하며 순위 역전

- '14년 중국은 '지리정보산업 발전 촉진 계획(중국 국무원)'을 발표[120]한 이후 국가 차원의 공격적 기술 개발 투자를 진행하고 있으며, 관련 산업 규모도 확장 중

※ 2018년 현재 중국 공간정보산업 규모는 약 620억 위안으로 전년대비 20% 증가하였으며, 이는 세계 시장의 27% 규모로 예상[121]

〈표 6-3〉 주요국의 기술 수준 평가

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		기술수준(%)		
	2016	2018	2016	2018	2016	2018	증감
한국	76.7	보통	84.7	우수	80.7	77.0	-3.7
중국	65.9	우수	75.0	우수	70.5	80.0	9.5
일본	86.6	우수	91.0	우수	88.8	78.0	-10.8
미국	100.0	탁월	100.0	탁월	100.0	100.0	0.0

출처 : 2018년 기술수준평가, KISTEP, 2019

120) http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/7/globalBbsDataView.do?setIdx=245&dataIdx=137753
121) 2018년 중국 지리정보산업 컨퍼런스 발표(http://www.ocn.com.cn/touzi/chanye/201807/zftoh27102056.shtml)

○ 공간정보 기술 수준 하락은 관련 산업 역량과 직결 되어 기술 개발에 대한 시급한 투자가 진행되지 않을 경우, 성장동력 확보를 위한 골든타임 실기 예상

- 우리나라의 경우, 정부연구비 지원이 축소될 경우 기술수준의 하락이 확연하게 나타나기 때문에 국가 기술경쟁력 강화 차원에서 정부의 전략적 지원이 필요

  · 건설·교통 분야의 국가전략기술 중 하나인 '국토정보 구축 및 활용기술'은 '14년 대비 '16년 정부의 국가연구개발사업비 지원이 7.2% 감소하였으며, 이러한 영향으로 기술수준 역시 3.2% 감소한 것으로 분석

□ (위협 3) 전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고, 산발적·분산적인 기술 개발로 인한 시장경쟁력 저하 및 소외 가능성 상존

○ 고정밀 공간정보의 수요가 급증하고 있으나, 수요 분야에 공간정보 제공이 미흡하여 공간정보 활용 서비스 제공이 어려운 상황

- 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 및 정책 수립의 기초자료로 공간정보의 수요가 증가하고 있지만, 기존의 토지이용변화 모니터링에 사용하는 토지이용현황도와 토지피복도는 시·공간적 일관성이 낮아 현업에서의 활용이 저조
- 교통정보, 공간정보 및 위치정보 등이 실외 공간에 대하여 한정적으로 제공되어 있기 때문에 점차 대형화되고 있는 실내 공간에서는 다양한 위치 기반 서비스 제공이 불가능한 상황

  · GPS 신호 수신이 어려운 실내, 터널, 지하 공간에서의 위치 기반 서비스 제공이 어려우며, 실외와 실내 공간 이동 시 연속적인 위치정보 제공에 한계
- 기 구축된 공간정보는 주로 2차원 또는 2.5차원으로 구축되어 있기 때문에 4차 산업혁명의 핵심 분야인 무인이동체, 드론, 로봇 등에서 요구하는 고정확, 고정밀 공간정보 니즈를 충족시키지 못하는 상황

○ 국내의 경우 공간정보 기술개발이 각 부처별 파편적으로 진행되어 국토정보 연계가 되지 않는 등 산발적·분산적으로 진행 중이며, 이로 인해 정보의 공유와 활용도가 낮아지고 중복투자 문제 등이 발생

- 현재 국가기본도의 갱신 주기가 길어(2년), 각 부처 및 수요기관별로 정책추진이나 서비스 개발 시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하는 등 비효율적인 상황 발생
- 부처별 활용 분야에 따라 공간정보 관련 기술을 각각 개발하고 있으므로 시간과 비용이 중복적으로 투자되어 효율성 저하
- 농촌진흥청에서는 농업기상재해 관측을 위해 드론을 활용하는 공간정보 기술을 개발 중이며, 행정안전부에서는 재난데이터 관리를 위한 공간정보 활용 기술개발 사업을 진행 중
- 각 부처 개별 기술개발과는 별개로 공간정보의 全 주기적 관점을 고려한 기술개발이 필요
- 각 부처 및 기관별로 공통 표준이 아닌 자체 기준에 따라 공간정보 구축, 관리, 갱신, 보안 업무를 수행함에 따라 상호 정보공유 및 융·복합 시 오류 발생

2.2 내부환경 : 강점과 약점

(1) 강점 (Strength)

□ (강점 1) 정부의 국토교통분야 R&D 투자 중 공간정보 분야의 투자가 증가하는 추세

○ '15년 이후 공간정보 분야의 정부 R&D 연구비 투자는 연평균 약 434억 원이고, 전체 R&D 대비 공간정보 분야의 투자 비중은 연평균 0.22% 수준으로 증가하는 추세

- 정부연구비는 `15년 327억 원에서 `17년 293억 원으로 0.89배 감소하였으나 `19년 676억 원으로 전년도 대비 1.24배 증가

〈표 6-4〉 우리나라 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황

(단위: 백만 원, %)

구분	`15	`16	`17	`18	`19
전체 R&D (A)	18,923,100	19,094,200	19,461,500	19,668,100	20,532,800
공간정보 분야 R&D (B)	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596
국가 R&D 중 공간정보 분야 투자 비중 (B/A)	0.17	0.17	0.15	0.28	0.33

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 6-8] 전체 R&D 예산 및 공간정보 분야 R&D 투자 현황

- 공간정보 분야의 정부 R&D 과제 수는 연평균 7.3%로 꾸준히 증가하고 있으며 '15년 88건에서 '19년 125건으로 약 1.4배 증가

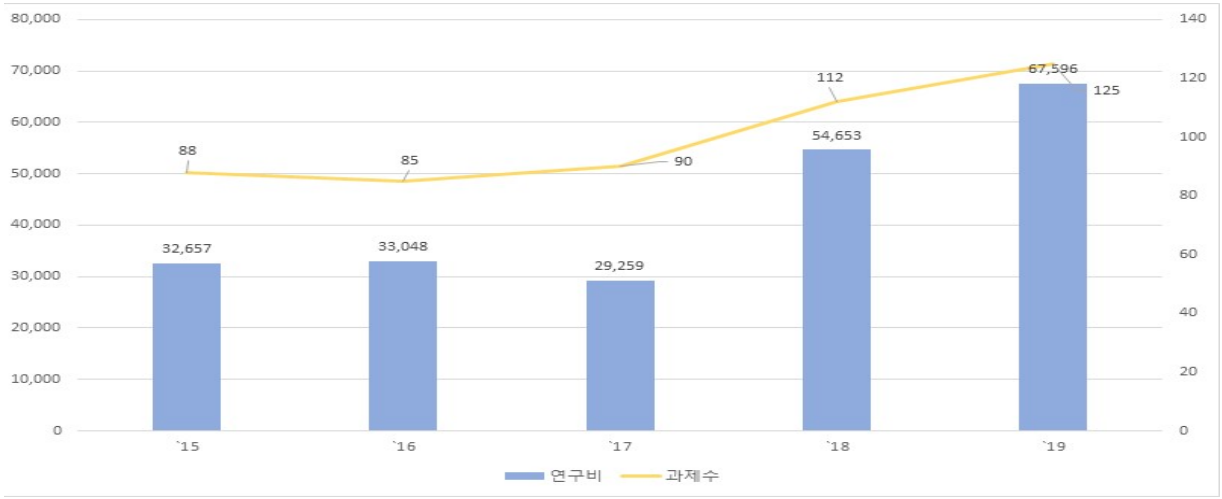
〈표 6-5〉 공간정보 관련 분야 R&D 예산 투자 현황 및 과제 현황

(단위: 백만원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	총 합계	CAGR
정부 연구비	32,657	33,048	29,259	54,653	67,596	217,214	15.7
과제 수	88	85	90	112	125	500	7.27

출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

(단위: 백만 원, %)



출처 : 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

[그림 6-9] 공간정보 관련 분야 정부 R&D 예산 투자 현황

□ (강점 2) 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분

○ 국토공간정보연구사업의 최근 7년(`14~`20)간 참여 연구원 수는 연평균 366명으로 총 2,565명의 인력이 투입되었으며, 본 사업의 소요 인력은 연평균 345명으로 R&D 수행을 위한 연구인력은 충분히 확보된 것으로 파악

〈표 6-6〉 국토공간정보연구사업의 참여 인력(`14~`20)

(단위: 명)

년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
책임급	102	77	58	81	195	165	92	770
선임급	105	70	50	78	169	158	104	734
연구원급	130	126	95	132	246	211	121	1,061
합계	337	273	203	291	610	534	317	2,565

○ 디지털 라이브 국토정보 개발사업 관련 인프라는 기존 R&D 사업을 통해 구축된 것으로 확인되며 연구개발 수행을 위한 인프라는 적정한 것으로 판단

- 기존 R&D 사업을 통하여 구축한 연구시설·장비* 중 공간정보 관련 장비**는 총 488점으로 파악

* 연구장비종합포털(www.zeus.go.kr)등록 연구시설·장비

** "공간정보", "국토정보", "GNSS", "측위", "측량", "변화탐지", "RTK" 등 다양한 키워드를 이용하여 추출

〈표 6-7〉 취득금액별 공간정보 관련 연구시설·장비 수

(단위: 점)

구분	3천만원 이상	3천만원 미만	합계
수량	424	64	488

- 초정밀 가상국토 구축, 초연결 기반 실시간 공간정보 구축 및 초대용량 디지털 라이브 국토정보 활용체계 구축 등의 기술개발에 기 구축된 시설·장비를 활용 가능

○ 국토교통부 산하 전문기관, 공기업 등을 중심으로 공간정보 기술 고도화 및 신기술 개발, 융·복합 연구 등 추진하고 있으며, 법·제도 관련 연구 등 광범위한 분야에 걸쳐 연구 수행

- 한국교통연구원, 건설기술연구원, 한국전자통신연구원 등 출연연 등에서 공간정보 관련 융·복합 연구를 진행해오고 있으며, 지역 기반의 지역발전연구원들은 주로 지역 단위에서의 연구 추진

○ 각 교육 기관들은 측량, GIS, CPS, 공간정보구축 및 분석 등을 중심으로 유관분야에 대한 교육을 추진 중이며, 전문대학 이상의 교육기관에서는 유관전공자와 공간정보의 융·복합 차원에서의 교육 진행

○ 국내 공간정보 산업체는 총 5개 대분류, 18개 소분류로 분류

- 공간정보 산업 내에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 분야는 공간정보 관련 기술서비스업으로 산업체 수 3,857개(69.3%)로 가장 높은 비중을 차지

〈표 6-8〉 국내 공간정보 산업 업종별 사업체 수

(단위: 개, %)

구분		사업체 수	비중
전체		5,563	100.0
업종	공간정보 기기 및 용품 제조업	207	3.7
	공간정보 관련 도매업	338	6.1
	공간정보 출판 및 정보서비스업	1,157	20.8
	공간정보관련 기술 서비스업	3,857	69.3
	공간정보 협회 및 단체	4	0.1

출처: 국토교통부(2020), 2019 공간정보산업조사, 재구성

□ **(강점 3) 본 R&D 사업 성과물 검증을 위하여 국가기관과 공동으로 테스트 및 협업 기반을 사전에 마련**

○ 국가 공간정보를 생산·제공하는 유일한 책임운영기관인 국토지리정보원과 사전 협의를 통하여 본 R&D사업의 최종 성과물을 테스트하고, 검증할 수 있는 기반 마련 및 협력체제 준비 완료

○ 국토지리정보원 전산센터 현황

- (개요) 국토정보플랫폼 운용을 통해 국토지리정보원에서 제작·보유하고 있는 57종의 공간정보를 제공하고 자료를 다운로드 받을 수 있는 웹서비스를 운영
- (제공정보) 수치지도, 세계지도, 대한민국 전도, 대한민국 주변도, 국가기준점, 국토 영상정보, 오픈 API 등 국토지리정보원에서 제작한 공간정보를 제공



[그림 6-10] 국토지리정보원 제공 정보

- (정보자원 관리) 국토지리정보원의 정보자원은 국토지리정보원 전산센터에서 통합 관리

○ 본 R&D 사업의 테스트 환경 구성 시 주요 고려 사항

- 본 R&D 사업에서는 기술개발~테스트~운영 등 R&D 全 주기적 관점을 고려해야 하며, 산출물에 대한 단계별 테스트를 효율적으로 진행하기 위하여 최적의 환경 구성이 필수
- 국토지리정보원의 경우 ① 우리나라 유일의 국가 기본도 제작 및 관리 기관 ② 국토정보플랫폼 등을 이용한 공간정보 서비스 제공 ③ 국토지리정보원 DB 서버와 테스트 서버 연동 ④ 테스트용 공간 데이터 다량 보유 ⑤ 충분한 정보자원 및 네트워크 환경(내·외부망 분리) 보유 ⑥ 철저한 보안 및 운영 체제 ⑦ 기관장의 국가 R&D 중요성 인식 및 적극 지원 등 다수 장점 보유

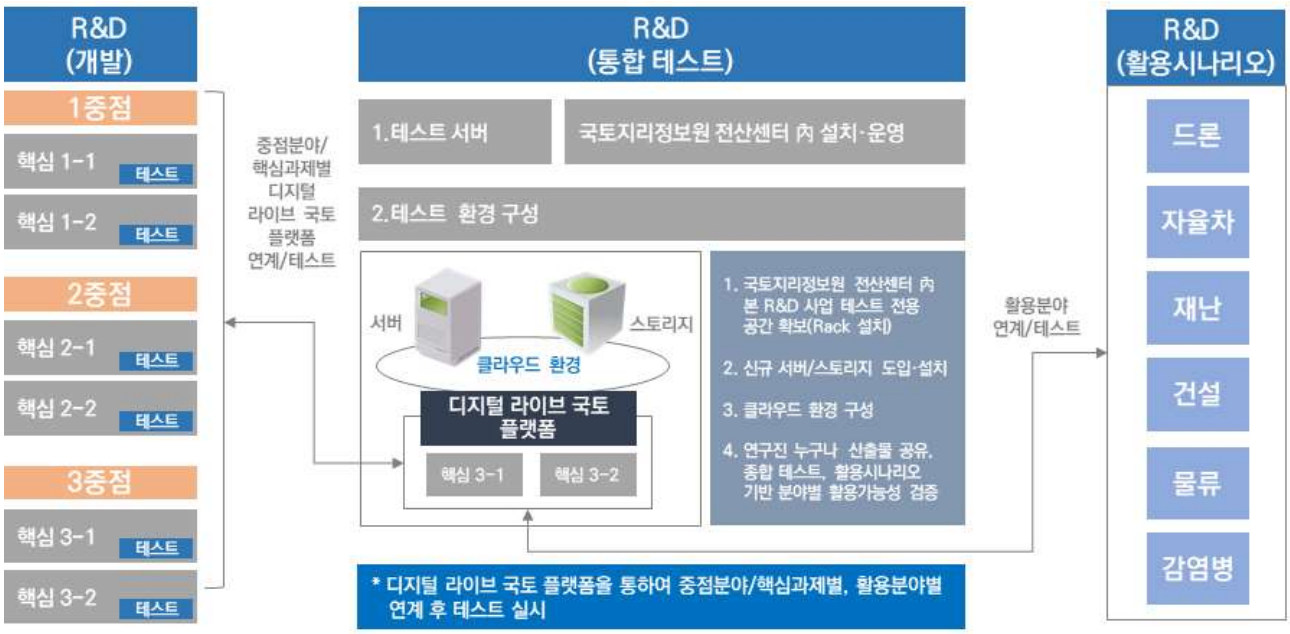
○ 주요 테스트 방안 1 - R&D 수행 시, 자체 및 연계·통합 테스트

- 국토지리정보원 전산센터 內 본 R&D 사업의 테스트 서버를 설치·운영하며, 이를 통하여 중점분야별, 핵심과제별, 활용분야별 상호 연계 및 테스트 실시

- 다양한 개발 산출물의 성능 및 품질을 시험하기 위하여 ① 핵심분야별 자체 테스트 ② 중점 분야 間 연계 테스트 ③ 중점분야 및 활용분야 間 통합 테스트 실시

  * 자체테스트 : 핵심과제별로 기술을 개발하고, 자체적으로 진행하는 테스트
  * 연계테스트 : 중점분야별로 개발된 기술이 상호 연계 시 오류가 없는지 확인하는 테스트
  * 통합테스트 : 중점분야, 핵심과제, 활용시나리오 대상분야를 통합 연결하고 오류를 검증하는 테스트

- 이를 위하여 국토지리정보원과 전산센터 內 별도 전용공간 마련, R&D 테스트용 장비 설치, 클라우드 환경 구성 등에 대한 사전 협의 완료



[그림 6-11] 국토지리정보원 전산센터를 활용한 주요 테스트 방안

○ 주요 테스트 방안 2 - 외산 S/W의 국산화 대체 테스트

- 현재 국토지리정보원이 운영중인 GNSS 고정국 및 이동국 S/W는 외산으로서, 기술 종속 등의 문제점을 내포하고 있으며 이를 해결하기 위한 S/W 국산화가 시급한 상황

  * 국토지리정보원의 네트워크 RTK(VRS), FKP 서비스, SSR 서비스 등은 모두 외산 S/W 활용

- 따라서, 본 R&D 사업의 1-1-1 구성과제인 '신호 기반 고정밀 절대 측위' 기술 개발 후, 국토지리정보원에 시범 적용 및 테스트를 실시하고 보완사항 조치 후, 외산 S/W를 국산 기술로 대체

(2) 약점 (Weakeness)

□ (약점 1) 글로벌 기업에 비해 국내 기업은 공간정보 분야에 대한 기술개발의 질적 성과 미흡

○ 한국 국적의 출원인은 530건의 특허를 출원하여 주요 시장국 총출원의 27%를 차지하였으며, 출원건수에서는 주요 시장국 중 2위에 해당하지만 자국 특허에서만 주도권을 가지며 타국에서의 권리성 확보는 미미한 것으로 판단

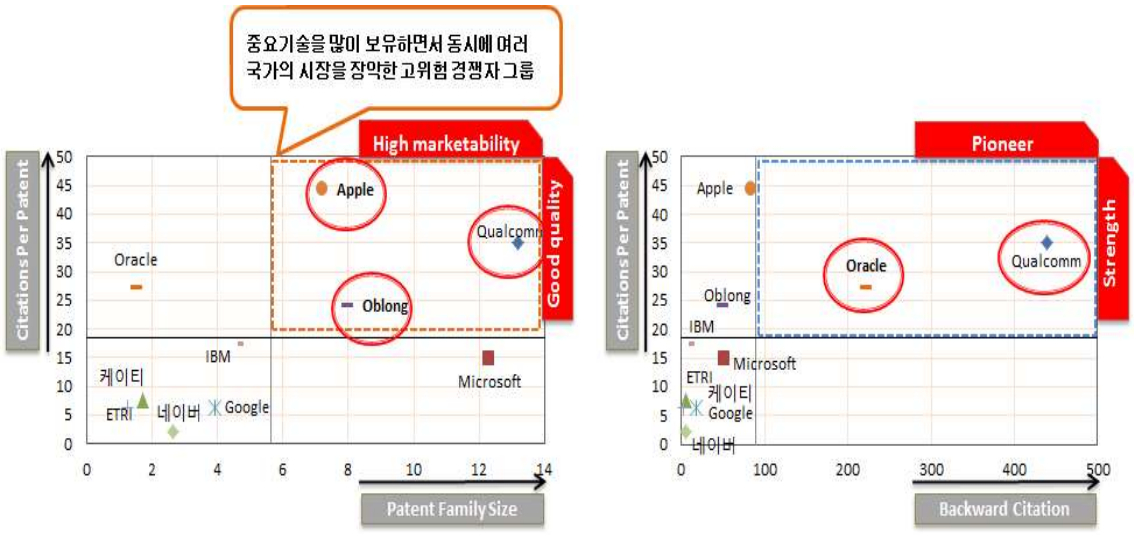
〈표 6-9〉 출원인 국적에 따른 특허 출원건수

(단위 : 건, %)

출원인 국적	주요 IP시장국				합계	총 출원건수 대비 비중(%)
	KIPO	USPTO	JPO	EPO		
미국(US)	100 (8%)	790 (65%)	153 (13%)	174 (14%)	1,217 (100%)	61.3
한국(KR)	432 (82%)	74 (14%)	19 (4%)	5 (1%)	530 (100%)	26.7
일본(JP)	4 (3%)	32 (26%)	69 (57%)	17 (14%)	122 (100%)	6.1
유럽(EP)	1 (2%)	34 (52%)	4 (6%)	27 (41%)	66 (100%)	3.3
중국(CN)	1 (8%)	7 (54%)	3 (23%)	2 (15%)	13 (100%)	0.7
⋮						

○ 3극 패밀리 수, 즉 주요시장국(미국, 일본, 유럽) 모두에 출원한 특허 관련하여 미국 국적의 오블롱(Oblong)은 출원한 특허 모두 3극 패밀리를 보유하고 있고 퀄컴(Qualcomm)은 95%가 3극 패밀리를 보유하고 있으나, 한국 국적의 한국전자통신연구원, 케이티(KT), 네이버는 3극 패밀리 전무

○ 네이버, 케이티 등 국내 기업은 질적 수준 및 시장 확보력에서 퀄컴, 애플, 오블롱 등 글로벌 대기업에 미치지 못하는 수준



[그림 6-12] 상위출원인 특허 질적 수준 및 시장확보력(전체)

□ **(약점 2) 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략기술의 수준은 아직 추격이나 후발그룹에 포함되는 수준**

○ 건설·교통 분야의 국토공간정보 구축 및 분석 기술수준은 77.0%, 기술격차는 3.0으로 추격그룹에 포함

○ ICT·SW 분야의 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업 관련 6개 국가전략기술의 평균 기술수준은 76.2%, 평균 기술격차는 2.2년 차이가 나는 것으로 분석되었으며, 5개의 기술은 추격, 1개의 기술은 후발 그룹에 포함

- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술의 기술수준은 70.0%, 기술격차는 2.3년으로 추격 그룹
- 초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술의 기술수준은 50.0%, 기술격차는 4.0년으로 후발 그룹
- 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술의 기술수준은 80.0%, 기술격차는 2.0년으로 추격 그룹
- 가상·혼합현실 기술의 기술수준은 80.0%, 기술격차는 2.0년으로 추격 그룹
- NUI·NUX 기술의 기술수준은 87.5%, 기술격차는 2.0년으로 추격 그룹
- 초연결 사물인터넷 기술의 기술수준은 90.0%, 기술격차는 1.0년으로 추격 그룹

〈표 6-10〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략별 기술별 기술수준 및 기술격차

분야	국가전략기술	최고 기술국	기술수준·격차			연구단계역량	
			그룹	수준(%)	격차(년)	기초	응용개발
건설·교통	국토공간정보 구축 및 분석기술	미국	추격	77.0	3.0	보통	우수
ICT·SW	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	미국	추격	70.0	2.3	미흡	우수
	초고속·대용량 데이터 플랫폼 기술	미국	후발	50.0	4.0	보통	보통
	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	미국	추격	80.0	2.0	보통	우수
	가상·혼합현실 기술	미국	추격	80.0	2.0	보통	우수
	NUI·NUX 기술	미국	추격	87.5	2.0	보통	우수
	초연결 사물인터넷 기술	미국	추격	90.0	1.0	보통	우수

출처: 2018년 기술수준평가, 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 2019

□ (약점 3) 원활한 연구개발 수행 및 결과 활용을 위한 유관기관과의 긴밀한 협력체계 미흡

○ 국내에서는 공간정보 활용 및 서비스 개발 지원을 위해 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼(브이월드)를 구축·운영 중[122)]

- 공간정보 생산자와 수요자가 데이터를 거래하고 가치를 지불할 수 있는 오픈마켓(유통 플랫폼)도 구축·운영
- 또한, 공간정보 유통을 위해 국토교통부에서 운영·관리하는 국토정보플랫폼, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼과 행정안전부에서 운영·관리하는 공공데이터포털 등 다양한 유통채널을 운영 중

○ 공간정보는 타 분야와의 융·복합이 필수적이나, 국내의 경우 각 기관·업계 간 보유정보에 대한 공유·연계활용 부진[123)]

- 공간정보와 행정정보, 통계정보 등 데이터 간의 공유·연계 미흡으로 국가 및 공공기관의 비효율적인 의사결정 및 민간 서비스 개발에 한계
- 개방형 데이터의 공공데이터 중 대부분이 텍스트 기반의 정보이므로 데이터 제공방식의 제약으로 인해 일반인이나 민간기업에서 활용하는데 한계가 존재
- 민간부문 개방 및 참여는 효과적인 공간정보 데이터 확보를 위해 필수적인 요소이나 데이터 연계기술 등의 미흡으로 민간부문에서 제공하는 데이터 누실로 정보의 질 저하
- 데이터 공동 활용을 위해 각 부처에 산재되어 있는 공간정보 관련 시스템 연계를 추진하고 있으나, 부처·기관 간 칸막이로 인한 한계가 존재*

  * 시스템 연계는 66개 기관 328종 시스템 중 41개 기관 88종에 불과

- 국토교통부 내 90개 시스템과 1,055개의 데이터가 구축되어 있으나, 현재는 각 시스템별로 대량의 데이터가 수집·축적되어 시스템 간 연계나 융합에 추가적인 비용과 노력이 필요한 실정[124)]
- 또한, 민간업체 간 공간정보를 거래할 수 있는 시스템인 '국가공간정보포털 오픈마켓'을 구축·운영 중이나, 민간 참여는 매우 저조한 수준*

  * '16.1.1 구축 후 입점 기업은 7개, 등록 데이터는 83종으로 실적 미미

- 이는 데이터의 갱신주기, 좌표계, 포맷 등이 상이하여 데이터의 호환성이 부족하고, 데이터의 품질 또한 제각각이어서 민간에서 실제 업무에 활용하기 위해 추가적인 가공비용이 소요되기 때문

122) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
123) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
124) 국토연구원·한국교통연구원, 국토교통 빅데이터 추진전략 및 변화관리 방안 연구, 2018

(3) SWOT 분석결과

○ 공간정보기술 개발 관련 정책·산업·시장 및 기술개발 동향과 트렌드 변화를 분석하고 국내 내부 연구역량을 고려한 SWOT 분석을 통해 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 추진방향성을 도출

〈표 6-11〉 SWOT 요약

동 사업이 대응해야 하는 외부환경의 이슈	
O	T
S	W
동 사업이 고려해야 하는 내부역량	

■ **(기회 1)** 제4차 산업혁명의 핵심기술인 공간정보의 기술개발 수요 및 중요성이 증대	■ **(위협 1)** 공간정보 분야의 국산화 기술개발 실기로 인한 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심각
■ **(기회 2)** 공간정보 서비스 변화에 따라 다양한 산업·기술이 융합된 신산업 육성을 위한 신기술 수요 증대	■ **(위협 2)** 중국 등 경쟁국의 공간정보 시장 성장 및 기술 추격으로 성장동력 확보 실기 우려
■ **(기회 3)** 정부의 정책기조에 부합하는 공간정보 산업 육성 법 · 정책 및 강한 R&D 사업 추진 의지	■ **(위협 3)** 전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고, 산발적·분산적인 기술개발로 인한 시장경쟁력 저하 및 소외 가능성 상존
■ **(기회 4)** 공간정보산업 변화에 따른 다양한 분야의 글로벌 공간정보시장의 지속적인 성장	
■ **(강점 1)** 정부의 국토교통분야 R&D 투자 중 공간정보 분야의 투자가 증가하는 추세	■ **(약점 1)** 글로벌 기업에 비해 국내 기업은 공간정보 분야에 대한 기술개발의 질적 성과 미흡
■ **(강점 2)** 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분	■ **(약점 2)** 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략기술의 수준은 아직 추격이나 후발그룹에 포함되는 수준
■ **(강점 3)** 본 R&D 사업 성과물 검증을 위하여 국가기관과 공동으로 테스트 및 협업 기반을 사전에 마련	■ **(약점 3)** 원활한 연구개발 수행 및 결과 활용을 위한 유관기관과의 긴밀한 협력체계 미흡

3. SWOT 분석을 통한 사업의 전략 추진방향 도출

□ SWOT 분석을 통한 사업 추진방향 메가트렌드, 산업현황, 기술동향, R&D 역량 등을 종합적으로 고려하여 SWOT 분석을 통한 본 사업의 전략 추진방향 도출

〈표 6-12〉 SWOT분석을 통한 주요 전략 추진방향 도출

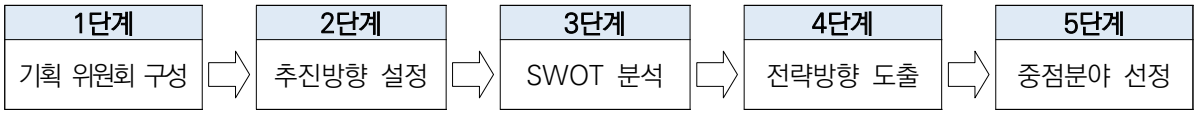
내부요인 \ 외부요인	O(기회)	T(위협)
	• (기회 1) 제4차 산업혁명의 핵심기술인 공간정보의 기술개발 수요 및 중요성이 증대 • (기회 2) 공간정보 서비스 변화에 따라 다양한 산업·기술이 융합된 신산업 육성을 위한 신기술 수요 증대 • (기회 3) 정부의 정책기조에 부합하는 공간정보 산업 육성 법 · 정책 및 강한 R&D 사업 추진 의지 • (기회 4) 공간정보산업 변화에 따른 다양한 분야의 글로벌 공간정보시장의 지속적인 성장	• (위협 1) 공간정보 분야의 국산화 기술개발 실기로 인한 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심각 • (위협 2) 중국 등 경쟁국의 공간정보 시장 성장 및 기술추격으로 성장동력 확보 실기 우려 • (위협 3) 전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고, 산발적· 분산적인 기술개발로 인한 시장경쟁력 저하 및 소외 가능성 상존
S(강점)	**SO 전략 추진방향**	**ST 전략 추진방향**
• (강점 1) 정부의 국토교통분야 R&D 투자 중 공간정보 분야의 투자가 증가하는 추세 • (강점 2) 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분 • (강점 3) 본 R&D 사업 성과물 검증을 위하여 국가기관과 공동으로 테스트 및 협업 기반을 사전에 마련	– 날로 증가하는 공간정보 수요에 적극 대응하고, R&D 산출물의 품질을 철저하게 사전 검증할 수 있는 테스트 기반 제공 – 정부의 적극적인 투자 및 제도적 기반을 활용한 공간정보기술 개발로 글로벌 공간정보 시장에 대응 – 국내 공간정보 R&D 역량을 활용한 신속·정확한 공간정보 기술개발로 신산업 분야의 경쟁력 강화	– 국산기술 개발·보급 활성화를 위한 표준화 및 국산기술 마련으로 공간정보기업 외산의존도 저감 – 국내 공간정보산업의 R&D 역량을 활용하여 신산업 분야의 공간정보 활용기술 개발을 통해 성장동력 확보 – 수요 맞춤형 고정밀 공간정보 제공을 위하여 국가기관과의 협력을 통해, 다양한 수요 분야의 新 서비스 창출을 견인하고 글로벌 시장경쟁력 강화에 기여
W(약점)	**WO 전략 추진방향**	**WT 전략 추진방향**
• (약점 1) 글로벌 기업에 비해 국내 기업은 공간정보 분야에 대한 기술개발의 질적 성과 미흡 • (약점 2) 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 관련 국가전략 기술의 수준은 아직 추격이나 후발 그룹에 포함되는 수준 • (약점 3) 원활한 연구개발 수행 및 결과 활용을 위한 유관기관과의 긴밀한 협력체계 미흡	– 융·복합 신산업 분야에 대한 기술개발로 국내 공간정보 기업의 활성화 – 공간정보시장의 성장에 발맞춘 정부주도의 공간정보 R&D 사업추진을 통한 공간정보 기술 수준 향상으로 글로벌 기술 우위 선점 – 유관기관과의 원활한 사전 조율로 공공 DB 연계·공유를 위한 추진 체계 구축	– 공간정보 분야의 기술 개발 역량 확보를 통한 공간정보 기술의 국산화로 경쟁력 확보 – 각 기관에서 생산된 다양한 형태의 DB 연계·공유를 위한 공간정보 취합 및 모니터링을 위한 협력 네트워크 구축 – 유관기관과의 긴밀한 협조를 통한 공간정보 통합 시스템 및 유통 체계 고도화

4. 중점분야 선정 및 추진과제 도출

1) 중점분야 선정 및 도출 과정

□ 중점분야 도출

○ Top-down(하향식) 방식으로 글로벌 메가 트렌드 분석, 대내외 환경분석, 국내 기술역량분석을 실시하여 디지털 라이브 국토정보 관련 8대 주요 이슈도출 및 SWOT 분석을 통한 사업 중점분야 선정



[그림 6-13] 중점분야 도출방법

□ 기술수요조사 및 추진과제 도출

○ Bottom-up 방식의 공간정보와 관련된 산·학·연·관의 전문가를 대상으로 기술수요를 조사하고 Top-down 방식으로 도출한 '디지털 라이브 국토정보' 관련 8대 이슈와 SWOT 분석 결과를 반영한 추진 후보과제 도출

○ 추진 후보과제는 구성과제 수준으로 우선순위 평가를 시행고 기준점 이상 평가를 받은 기술만을 선정하여 최종 추진과제 및 기술체계 도출

2) 중점분야 도출방법 : Top-down 방식 도출

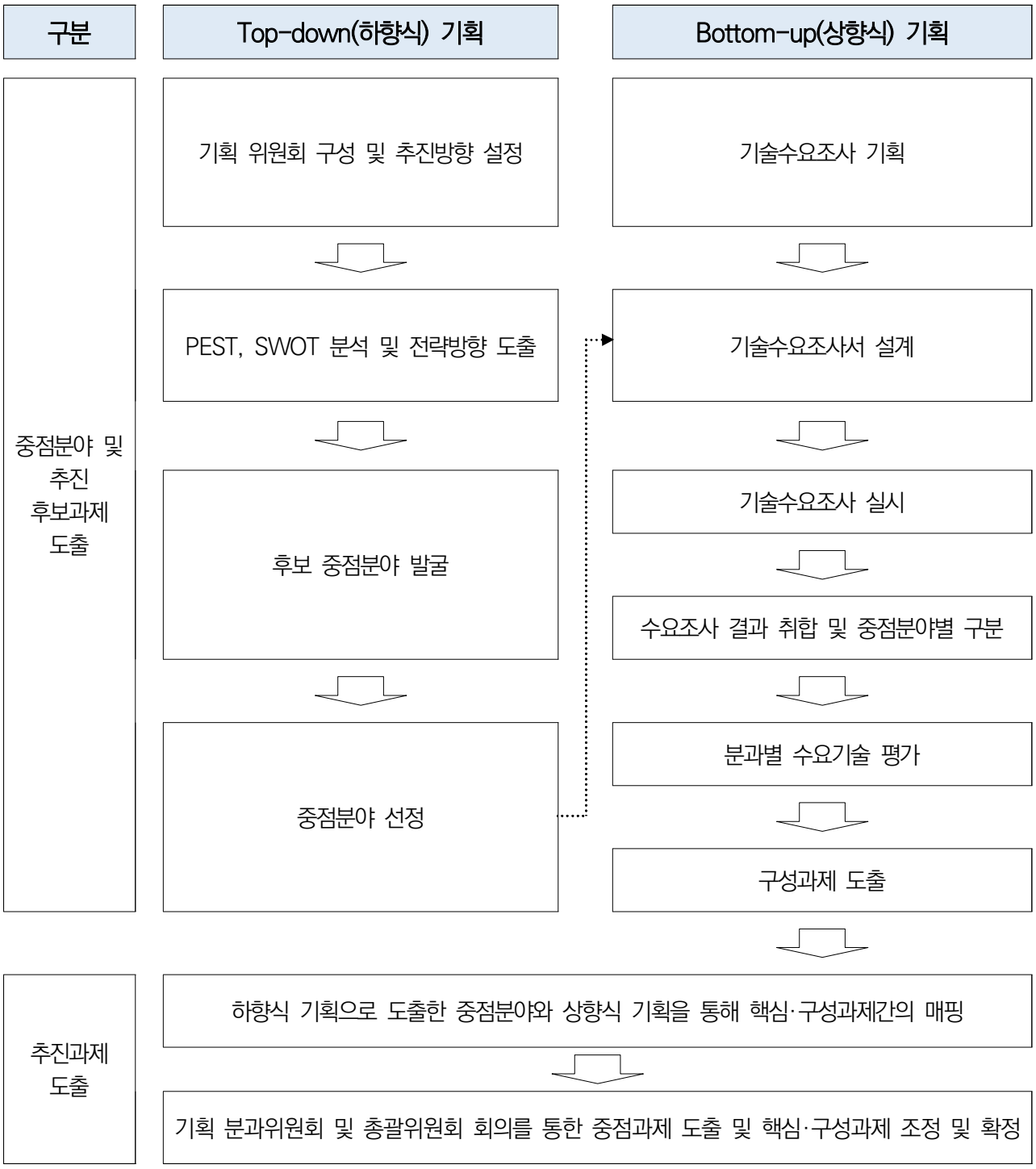
□ 중점분야 도출 과정

1단계	기획 위원회 구성	■ 기획 위원회 구성 및 추진방향 검토
2단계	추진방향 설정	■ 메가 트렌드 분석 및 대내외 환경분석 실시 ■ 분석내용에 기반한 '디지털 라이브 국토정보' 관련 8대 주요 이슈 도출 ■ 주요 이슈를 바탕으로 사업의 추진방향 설정
3단계	SWOT 분석	■ 대내외 환경분석 및 R&D 역량분석에 기반한 SWOT 분석을 실시
4단계	전략방향 도출	■ SWOT분석을 통해 강점활용(3개), 강점확산(3개), 환경조성(3개), 약점극복(3개)의 총 12개 전략방향 도출
5단계	중점분야 선정	■ SWOT 분석에서 도출한 전략방향에 대하여 후보 중점분야를 발굴하고, 기획위원회 논의를 통해 최종 확정 - ① 초정밀 디지털 국토 구축, ② 초연결 라이브 국토 실현, ③ 초대용량 디지털 라이브 국도 활용을 '디지털 라이브 국토정보 기술개발사업'의 3대 중점분야로 선정

2) 추진과제 도출방법 : Top-down 및 Bottom-up 방식 도출

□ 추진과제 도출 과정 개요

○ 추진과제는 Top-down(하향식)을 통해 도출한 중점분야에 기반하여 Bottom-up(상향식) 방식의 기술 수요 조사를 통하여 도출



[그림 6-14] 추진과제 도출 방법

□ 추진과제 도출 과정

○ 핵심 및 구성과제의 도출 방법에 따라 다음 프로세스를 수행

1단계	• 기술수요조사 기획
2단계	• 과제명, 연구개발목표 등 13개 항목으로 기술수요조사서 설계
3단계	• 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 산업계 종사자, 공공기관·대학 등의 연구자를 대상으로 1, 2, 3차 기술수요조사 실시 - 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 후보기술 120건 발굴
4단계	• 중점분야에 알맞게 기술수요조사 신청 기술 목록 취합 및 정리
5단계	• 추가 기술수요 발굴을 위한 4차 기술수요조사 실시 - 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 추가 후보기술 58건 발굴
6단계	• 기술수요조사 신청기술 및 분과기획위원회에서 제안한 기술 목록 취합 및 정리 - 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 후보기술 178건 발굴
7단계	• 1~4차 기술수요조사를 통해 발굴한 178건의 후보기술에 대해서 매력도, 적합도를 기준으로 평가
8단계	• 수요기술의 평가를 통해 80점 이상의 기술만을 선정하여 총 102건의 기술을 도출
9단계	• 기획 분과위원회 논의를 통해 102건의 기술 중 유사한 기술을 통합하여 17개의 구성과제를 도출하였고, 구성과제를 그룹핑하여 6개의 핵심과제를 도출
10단계	• 기획 분과위원회 및 총괄위원회 회의를 통해 6개 핵심·16개 구성과제로 조정 및 확정

[그림 6-15] 핵심·구성과제 선정 상향식 프로세스

○ (1단계) 기술 수요조사 결과를 바탕으로 추진과제 선정의 기초자료로 활용하기 위한 기술수요조사 기획 실시

○ (2단계) 제안하는 기술을 상세히 파악하기 위해 과제명, 기술 구분 등 13개 항목에 대한 수요조사서 설계

〈표 6-13〉 디지털 라이브 국토정보 기술 수요조사 항목

조사항목	세부내용
제안자 정보	성명, 소속기관, 소속부서, 직급, 주소, 연락처, E-mail
과제명(기술명)	제안하는 기술의 가장 핵심적인 내용을 표현
기술 분야 구분	• 초정밀 디지털 국토 구축 • 초연결 라이브 국토 실현 • 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 • 기타 분야 및 분야명
기술개발 기간	• 장기(4~5년) • 단기(2~3년)
연구개발 목표	제안하는 기술의 연구개발 최종 목표 및 결과물
기술개발 및 산업/시장 동향, 기술수준 현황	제안하는 기술의 국내외 기술/산업/시장 동향 및 기술의 최고기술 보유국의 수준 대비 국내 개발역량
기존기술 활용방안	제안하는 기술과 관련된 기존 기술의 활용방안
기술개발 필요성	기술을 제안하는 배경, 업무추진과의 연계성, 연구의 시급성 등
주요 연구개발 내용	제안하는 기술에 대한 세부과제 수준의 내용 및 연구범위 제안
정부지원의 타당성	제안하는 기술에 대한 정부지원의 타당성
최종 성과물 및 활용방안	제안하는 기술의 최종 성과물 및 활용방안
연구개발 과제의 규모	연구비(연간)
기대효과 및 파급효과	제안하는 기술이 구현되었을 시 발생 가능한 기대 및 파급효과

※ 기술수요 차수별 조사항목을 일부 조정

○ (3단계) 기술수요 조사 실시

- (조사기간) 총 3회에 걸쳐 기술수요조사를 실시

〈표 6-14〉 1~3차 기술수요 조사 개요

구분	조사주체	조사대상	조사시기
1차 기술수요조사	국토교통과학 기술진흥원	산·학·연 전문가	’17.11~12월
2차 기술수요조사			’18.1월
3차 기술수요조사			’18.8월

- (조사대상) 공간정보 관련 연구자(산·학·연·관 전문가), 기술 수요처 및 기술개발 전문가

- (조사방법) 온라인·이메일 발송 및 공문을 통한 서면조사, 대면 인터뷰

○ (4단계) 1~3차 기술수요조사 120건에 대한 취합 및 해당하는 중점분야별*로 분류

* 1차 기획에서는 4개의 중점분야가 존재하였으나, 2차 기획과정에서 중점분야 4를 제외함에 따라 이를 선택한 수요기술을 중점분야 1~3으로 재분류하여 수요기술 평가를 진행

〈표 6-15〉 중점분야별 1~3차 기술수요 현황

중점분야	기술수요 건수			
	1차	2차	3차	합계
초정밀 디지털 국토 구축	18	3	19	40
초연결 라이브 국토 실현	17	8	17	42
초대용량 디지털 라이브 국토 활용	14	8	16	38
합계	49	19	52	120

○ (5단계) 추가 기술수요를 발굴하기 위해 4차 기술수요조사 실시

- (조사기간) 총 26일간에 걸쳐 기술수요조사를 실시

〈표 6-16〉 4차 기술수요 조사 개요

구분	조사주체	조사대상	조사시기
4차 기술수요조사	국토교통과학 기술진흥원	산·학·연 전문가	‘20.2.3~28일

- (조사대상) 공간정보 관련 연구자(산·학·연·관 전문가), 기술 수요처 및 기술개발 전문가

- (조사방법) 이메일 발송

○ (6단계) 1~4차 기술수요조사 178*건에 대한 취합 및 해당하는 중점분야별*로 분류

* 동 사업의 핵심문제와의 연계성 강화를 위해 ‘초정밀 디지털 국토 구축’, ‘초연결 라이브 국토 실현’, ‘초대용량 디지털 라이브 국토 활용’으로 중점분야명을 조정

〈표 6-17〉 중점분야별 1~4차 기술수요 현황

중점분야	기술수요 건수				
	1차	2차	3차	4차	합계
초정밀 디지털 국토 구축	18	17	14	14	63
초연결 라이브 국토 실현	3	8	8	12	31
초대용량 디지털 라이브 국토 활용	19	17	16	32	84
합계	40	42	38	58	178

○ (7단계) 1~4차 기술수요조사에서 발굴한 기술수요 178건에 대해 매력도(기술 성공가능성, 기술 파급효과), 적합도(전략적 중요성, 실행 용이성)에 대해 분과기획위원회별 평가 실시

〈표 6-18〉 수요기술 평가결과 표 양식

기술명	매력도(50)		적합도(50)		종합 점수 (100)
	기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
OOO	5.0	5.0	5.0	5.0	100
-	-	-	-	-	-

〈표 6-19〉 기술평가 기준 및 평가방법

구분	구분 (배점)	평가 항목(배점)	평가 내용
평가기준	매력도 (50)	기술성공 가능성(25)	해당 기술의 추진을 통하여 목표한 성과달성이 가능한가?
		기술파급효과(25)	기술이 완성되었을 경우 과학적, 사회·경제적 파급효과가 높은 기술인가?
	적합도 (50)	전략적 중요성(25)	국가차원에서 전략적으로 추진이 필요한 기술인가? 중장기 계획에 부합하는가?
		실행 용이성(25)	기술개발의 추진 및 활용단계에서 장애요인이 낮고, 자원(인적, 물적)의 투입이 원활한 등 그 실행이 용이한가?
평가방법	평가 가능한 기술에 대해서만 평가하되, 수요기술에 대해 이해관계가 있거나, 같은 소속기관의 기술에 대해서는 평가금지		

○ (8단계) 기술의 매력도(기술성공 가능성, 기술파급효과), R&D 추진의 적합도(전략적 중요성, 실행 용이성)에 대해 평가하여 80점 이상 기술만을 선정하여 총 102건의 기술을 도출

- 총 178건 중 기술평가에서 80점을 넘지 않는 76건을 제외한 102건을 대상 기술로 도출

※ 기술성공가능성, 기술파급효과, 전략적 중요성, 실행용이성의 경우 각각 25점 만점, 매력도와 적합도는 각각 50점 만점으로 총합이 100점 만점이 되도록 평가점수를 환산하여 제시

- 초정밀 디지털 국토 구축 분야의 63개 기술 중 30개 후보기술 도출

〈표 6-20〉 초정밀 디지털 국토 구축 분야 기술평가 결과

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
1	모바일 환경 실내외 연속측위 기술 개발	4.0	4.5	4.4	4.1	85.0
2	다종센서 시계열 공간데이터 품질검증 및 정합	4.3	4.2	4.2	4.2	84.7
3	GNSS음영지역내 통신기반 정밀측위 기술개발 및 실증	4.1	4.3	4.4	4.2	84.5
4	공간정보 지능화 서비스 지원을 위한 자동 객체 인식 및 3D 모델 생성 기술	4.2	4.2	4.3	4.1	84.2
5	도로와 공중의 일시적(Temporary) 공간정보 변화인식 기술	4.1	4.3	4.4	4.1	84.2
6	실내외 연속측위시스템 기술 개발	4.1	4.4	4.2	4.1	83.5
7	WiFi RSS와 RTT 융합 측위 기술	3.9	4.2	4.5	4.1	83.4
8	Multi-GNSS기반 네트워크 보정신호 생성 기술 개발	4.1	4.1	4.2	4.2	83.3
9	Multi-GNSS 중장기선처리 기술 개발	4.2	4.0	4.3	4.1	83.3
10	고정밀 측위서비스를 위한 보정정보 생성 및 서비스기술 국산화	4.1	4.4	4.1	4.0	83.1
11	영상기반 위치정보 제공을 위한 시계열 데이터 기반 누락 구간 보간 기술 개발	4.2	4.0	4.0	4.2	82.6
12	상황인지정보 기반 복합측위 기술 개발	3.8	4.4	4.3	4.0	82.3
13	초고해상도 영상 및 라이다 자료를 이용한 3차원공간정보 구축 기술	4.3	4.1	3.9	4.1	82.1
14	다중영상센서 기반의 실시간 3차원 데이터 구축 기술 개발	4.1	4.2	4.2	4.0	82.0
15	다중 공간데이터 자동 변화탐지를 통한 갱신 기술 개발	4.2	4.0	4.1	4.0	81.6
16	무인이동체 지원 측위 알고리즘 고도화 및 저전력 초소형 단말 개발	3.9	4.1	4.2	4.0	81.4
17	Digital twin city 구현을 위한 데이터 모델 및 공간데이터 융복합 모델 개발	4.1	4.2	4.2	3.8	81.3

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
18	이종 공간정보(항공사진, 수치지도 등) 융합에 따른 3차원 공간정보 자동생성 기술 개발	4.1	4.0	4.2	4.0	81.0
19	도심 자율주행 및 비행지원용 측위 기술 개발	4.0	4.0	4.1	4.0	81.0
20	크라우드소싱 공간데이터 실시간 수집 및 처리 기술 개발	3.9	4.2	4.0	4.0	80.8
21	점군데이터를 이용한 객체 자동추출 및 변화탐지	4.0	4.1	4.1	3.9	80.8
22	Street-View 영상기준점 구축 및 이를 활용한 복합측위매핑기술 개발	4.2	4.0	4.0	4.1	80.8
23	상시 국토변화탐지를 위한 다중 영상정보의 신속 수집·통합 기술 개발	4.0	4.1	4.1	4.0	80.8
24	무인이동체 자율 항법 기술 개발	4.0	4.0	4.0	4.0	80.7
25	무인이동체 항법 지원 측위 기술 개발	4.0	4.1	4.0	4.1	80.5
26	무인이동체 탑재 소형센서 기반 공간데이터 신속 획득 기술 개발	4.1	4.1	3.9	4.0	80.3
27	통합 공간데이터 기반 갱신 공간정보 생성 및 가상국토 구현 기술 개발	3.8	4.2	4.1	3.9	80.3
28	협력적 고정영상센서 기반 도시 공간정보 상시 획득 기술 개발	4.2	3.8	4.1	4.0	80.3
29	다중영상센서 기반의 실시간 영상처리 기술 개발	4.1	3.9	4.1	4.1	80.3
30	다양한 스케일의 실시간 자동 변화탐지모니터링 기술 개발	4.1	3.9	4.0	4.1	80.0
31	자유 시점에서 관측 할 수 있는 3차원 데이터 객체 단위 가상화 기술 개발	3.9	4.1	3.9	4.0	79.7
32	실시간 비디오 영상 활용 저용량 측위 특징점 추출 기술 개발	3.9	4.0	4.0	4.0	79.3
33	동일 공간객체의 다중 공간정보 통합을 위한 중복 영역 매칭 기술	4.2	3.8	3.8	4.1	79.2
34	기하학적 세밀도 자동 생성 기술 개발	4.0	3.8	3.9	4.2	79.2
35	3차원 모델 생성을 위한 Geo-AI 기술 개발	3.8	4.2	4.2	3.7	79.0
36	원시 영상데이터 연계와 실시간 처리 위한 기술 개발	4.2	3.7	3.9	3.9	78.6

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
37	크라우드소싱 공간데이터 품질검증 자동화 기술 개발	3.9	4.1	3.9	3.7	78.4
38	한국형 3차원 국가기본도 기술 개발	3.9	3.7	3.7	4.2	77.9
39	크라우드소싱 공간데이터 상호변환 기술 개발	3.7	3.9	4.0	3.9	77.5
40	통합 공간데이터 기반 공간객체 자동 도화 기술 개발	3.7	4.1	4.0	3.7	77.5
41	고속주행환경 저지연 측위를 위한 고속 영상 DB 검색 및 매칭 기술 개발	3.7	3.9	4.1	3.8	77.4
42	연접 공간정보 통합을 위한 경계 영역 조정(alignment) 기술	3.9	3.9	3.8	3.8	77.1
43	항공영상 자동처리를 통한 가상국토 건물정보 현행화 기술 개발	3.9	3.8	3.8	3.7	76.4
44	품질관리 기반 크라우드소싱 공간데이터 공유 지원 기술개발	3.8	3.7	3.8	3.9	76.3
45	개방적 데이터모델링 및 변환 라이브러리 프레임워크 기술 개발	3.8	3.8	3.7	3.9	75.8
46	항공 및 위성사진 자료를 이용한 전자지도 자동 생성 기술 개발	3.8	3.6	3.9	3.8	75.5
47	의미론적 세밀도 자동 생성 기술 개발	3.9	3.7	3.7	3.7	75.3
48	장기체류 무인항공기를 이용한 국토 모니터링 기술 개발	3.8	3.7	3.7	3.8	75.0
49	3D 카메라 모델 해석을 통한 VR기술 개발	3.7	3.8	3.7	3.7	75.0
50	다중 위성센서 기반 오염탐지 기술 개발	3.8	3.7	3.8	3.6	74.7
51	정밀 국토영상정보 제작을 위한 영상기준점 구축 기술 개발	3.9	3.4	3.7	3.8	74.2
52	360도 동영상을 이용한 실내 시설물 관리 기술 개발	3.8	3.6	3.7	3.7	73.9
53	국토경작지 모니터링 및 경제성 분석 기술 개발	3.8	3.4	3.7	3.8	73.3
54	스마트 기준점 기술 개발	3.8	3.6	3.6	3.7	73.1
55	국가 분광기준점 구축 기술 개발	3.8	3.2	3.6	3.8	72.2
56	해양 및 하천 환경 모니터링 기술 개발	3.8	3.4	3.7	3.5	71.9
57	국가 지반지질(암석 코어, GPR, 물리탐사자료) 디지털트윈 라이브러리 구축 및 3D 사이버 지질 암추코어 센터 구축	3.7	3.3	3.4	3.6	70.0
58	3차원 객체모델링을 위한 실시간 사진측량 솔루션 개발	3.3	2.8	2.8	2.7	58.0
59	입체격자체계 기반 공간정보 구축 및 활용 기술 개발	2.9	2.8	2.9	3.0	58.0
60	크라우드소싱 공간데이터 매핑 및 위치결정기술 개발	3.0	3.0	2.9	2.7	57.7
61	다중 센서 기반 실내공간정보 구축 기술 개발	3.0	2.9	2.9	2.7	57.5
62	재난환경 공간위치 측위 정밀도 향상 기술	3.0	2.9	2.7	2.7	56.3
63	입체 공간정보 표준 데이터 모델링 기술 개발	2.9	2.5	2.8	2.7	54.5

- 초연결 라이브 국토 실현 분야의 31개 기술 중 22개 후보기술 도출

〈표 6-21〉 초연결 라이브 국토 실현 분야 기술평가 결과

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
1	가상국토 활용을 위한 데이터 유통 기술 개발	4.4	4.3	4.6	4.2	87.2
2	사람과 이동체의 동적정보를 파악할 수 있는 특성분석 기술 개발	4.3	4.5	4.4	4.1	86.3
3	건설도면을 활용한 공간정보 구축 및 데이터 연계 기술	4.4	4.1	4.6	4.0	85.9
4	규칙 기반 지오코딩 고도화 기술 개발	4.4	4.3	4.3	4.1	85.3
5	IoT연계 공간 상태정보 자동 획득 기술	4.3	4.5	4.1	4.1	85.3
6	자동화 기반 데이터 가공 및 정제 기술 개발	4.1	4.5	4.1	4.3	85.3
7	이종플랫폼 간 수집된 다양한 시계열 위치정보에 대한 위치해석 및 가시적 분석 지원 기술	4.3	4.3	4.4	4.1	85.3
8	휴대폰 사용자 센서정보를 활용한 유동인구 시공간 데이터 구축 및 교통 데이터 연계기술	4.3	4.4	4.3	4.1	85.3
9	개방형 사물연결 표준 서버 기술 개발	4.1	4.4	4.4	3.9	84.3
10	공간정보 기반 행정서비스 연계 관리기술	4.1	4.1	4.4	4.3	84.1
11	AI를 활용한 CCTV기반 연속적 공간위치 추적 및 활용 기술	4.4	4.0	4.3	4.1	83.7
12	SNS 기반 비정형 데이타 실시간 공간정보 연계 기술	4.1	4.1	4.3	4.3	83.4
13	사물 공간정보 연계 기술 개발	4.1	4.1	4.2	4.1	83.2
14	영상자료를 이용한 변화지역 탐지 및 실시간 수정기술 연구	4.2	4.0	4.2	4.1	82.9
15	감시지역 내 3차원데이터 시계열 분석을 통한 실시간 상황정보 생성기술 개발	4.2	4.4	4.1	3.9	82.9

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
16	데이터 신뢰성무결성 확보를 위한 블록체인 기술 개발	4.1	4.1	4.2	4.1	82.7
17	웹 기반 동적 지도 서비스 기술 개발	4.3	4.0	4.0	4.1	82.0
18	사람의 감성정보 연계 및 멀티미디어 융합 분석	4.1	4.1	4.1	4.1	81.8
19	CADBIM 데이터 공간정보 가공 기술	4.1	4.1	4.1	4.0	81.7
20	미래 모빌리티 대응을 위한 인프라 정보 구축 기술	3.9	4.2	4.3	3.9	81.4
21	시스템 연계 기술에 대한 검증 및 커스터마이징 기술 개발	4.1	4.1	4.0	4.1	81.1
22	개인정보 보안데이터 활용을 위한 암호화 기술 개발	4.0	4.0	4.3	3.7	80.0
23	공간 빅데이터 기반 국지적 상권분석 기술 개발	4.3	3.7	3.8	4.2	79.7
24	1,2종 시설물(건축물, 교량, 철도 등) 안전모니터링 기술	3.9	3.9	4.1	4.0	79.6
25	위성영상 기반 인공지능(AI)를 활용한 해안선 변화 탐지 기술 개발	3.9	3.9	3.8	3.9	77.9
26	가상현실을 이용한 관광지원 기술 개발	3.9	3.8	3.7	4.1	77.9
27	재난 환경 지원을 위한 측위 인프라 비의존적 보행 항법 기술 개발	3.9	3.9	4.1	3.6	77.5
28	위치기반 IoT 기반 도시문제 실시간 대응 기술 개발	4.0	4.0	3.8	3.7	77.5
29	허브&스포크 기반 데이터 연동 기술 개발	3.8	3.8	3.8	3.8	76.5
30	재난 환경 IoT 정보를 위한 초연결 센서 통신 오버레이 융합 기술	3.1	3.1	2.9	2.5	57.8
31	동적 입체 공간정보 기술 개발	2.8	2.9	2.9	2.6	56.3

- 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 분야의 84개 기술 중 50개 후보기술 도출

〈표 6-22〉 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 분야 기술평가 결과

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
1	엑사스케일 지능형 공간데이터 저장소의 클라우드 서비스 플랫폼 개발	4.2	4.3	4.4	4.5	87.1
2	엑사스케일 수준의 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 개발	4.1	4.4	4.6	4.1	86.3
3	Edge 환경 기반 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 기술 개발	4.3	4.4	4.4	4.1	85.9
4	클라우드 기반 통합 지리정보 구축 기술 개발	4.2	4.2	4.5	4.2	85.6
5	가상공간_학습데이터_생성_및_시험_환경_구축	4.2	4.4	4.3	4.2	85.6
6	초대규모_공간지능화_학습데이터_생성	4.2	4.3	4.4	4.2	85.6
7	Edge 환경 기반 대용량 위치공간정보 분산 저장관리 기술 개발	4.3	4.3	4.3	4.1	85.3
8	엑사스케일 분산 스토리지 플랫폼 개발 및 실시간 액세스 기술 개발	4.1	4.3	4.4	4.2	85.0
9	엑사스케일 분산 쿼리 플랫폼 개발 및 지능형 처리를 위한 인터페이스 기술 개발	4.1	4.5	4.3	4.1	85.0
10	공간에 특화된 인공지능 엔진 기술	4.1	4.5	4.2	4.1	84.7
11	오픈 공간 빅데이터 및 공간분석 플랫폼 기술 개발	4.1	4.2	4.5	4.1	84.7
12	차세대 컴퓨팅 디스플레이에서의 지능공간 가시화 기술 개발	4.2	4.1	4.4	4.2	84.4
13	정형비정형 실시간 스트리밍 공간 데이터 취득 및 관리기술 개발	4.1	4.4	4.3	4.2	84.4
14	Geo-AI 기반의 공간적 상황 인지 예측 기술	4.1	4.5	4.4	3.9	84.2
15	차세대 컴퓨팅 디바이스에서의 지능공간 활용을 위한 ARVR 지원 UIUX 공통 프레임워크 기술 개발	4.1	4.1	4.3	4.3	84.1
16	Edge 환경 기반 실시간 위치기반 서비스 기술 개발	4.2	4.3	4.3	4.1	84.0
17	다차원 공간정보 기반 시공간 학습 데이터 구축 및 추론 기술 개발	4.1	4.3	4.3	4.1	83.9

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
18	디지털트윈공간 시뮬레이션을 위한 시각화기술 개발	4.1	4.3	4.2	4.2	83.9
19	지능공간 서비스 제공을 위한 Edge Cloud 플랫폼 기술 개발	4.1	4.3	4.2	4.2	83.8
20	LiDAR, ToT 및 WAMI 데이터 처리용 초대용량 분산 데이터 처리 시스템	3.9	4.2	4.4	4.2	83.7
21	MEC 환경에서의 실시간 공간정보 분석 및 지능공간 연계 플랫폼 기술 개발	4.1	4.3	4.2	4.1	83.7
22	스마트시티 지원을 위한 공간정보기반 연계기술	4.0	4.4	4.2	4.1	82.9
23	차세대 컴퓨팅 디바이스에서의 지능공간 동적 시각화 및 UIUX 표준화	4.1	4.0	4.4	4.1	82.8
24	비정형 미디어지원 공간정보의 실시간 스트림 분석 기술 개발	4.2	4.1	4.1	4.1	82.8
25	행위자 지능화를 위한 딥러닝 알고리즘 기술 개발	4.1	4.3	4.1	4.1	82.8
26	공간상황분석 및 예측을 위한 학습 파이프라인 기술 개발	4.2	4.0	4.2	4.2	82.8
27	사용자와 GeoSpatial-AI의 상호커뮤니케이션을 위한 설명가능 인공지능 구현 기술	4.1	4.4	4.2	3.9	82.7
28	자율주행 기능 시험을 위한 가상국토 기반의 시험개발 환경서비스 기술 개발	4.1	4.3	4.1	4.0	82.7
29	메모리 및 GPU 가속 기반 대용량 공간정보 고속 시각화기술 개발	4.1	4.1	4.4	3.9	82.7
30	공간정보 및 사회현상이 융합된 다차원 Geo-AI 분석·활용·예측 기술 개발	3.8	4.4	4.4	3.9	82.6
31	대규모 시공간 학습 기반 구축 및 공간지능화 설명 기술 확보	4.1	4.3	4.1	4.1	82.6
32	공간기반 속성정보 변화에 따른 상황인지 및 가시화 기술 개발	4.1	4.2	4.4	3.9	82.6
33	차세대 컴퓨팅 기술 기반 실시간·대용량·고정밀·지능화 클라우드 기술 개발	4.1	4.3	4.2	4.0	82.5
34	다양한 플랫폼 환경에서 구동 가능한 웹표준, 서비스 표준 기반 범용성 플랫폼 기술 개발	4.0	4.2	4.3	4.0	82.3
35	혼합 실감형 고차원 공간정보 시각화 기술 개발	4.2	4.0	4.2	4.1	82.2
36	다차원 공간정보 고속 시각화 기술개발	3.9	4.2	4.2	4.0	82.1

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
37	인공지능 기반 시계열 공간정보 비교분석 및 구축 기술 개발	4.2	4.2	4.0	4.1	81.9
38	실시간 공간정보 기반 의사결정 지원 시스템 기술 개발	4.1	4.2	4.3	3.9	81.9
39	차세대 컴퓨팅 기반 지능공간 활용를 위한 ARVR 지원 UIUX 저작·배포 및 질의 기술 개발	4.1	3.9	4.2	4.1	81.7
40	공간정보 데이터 통합 관리 시스템	4.2	4.1	4.0	4.1	81.6
41	핵심기술별 성과물 연계 모듈 개발 및 통합 Integration 기술 개발	4.1	3.9	4.1	4.2	81.4
42	지능공간 활용 분야별 필수 핵심 기술 모듈 자동 추출·연계 기술 개발	3.9	4.2	4.1	4.0	81.4
43	인공지능 학습 기반 도시단위 이상현상 추적 및 활용 기술	4.1	4.1	4.2	3.8	81.3
44	처리 기반 공간정보 취득 처리 전달체계 관리기술 개발	3.9	4.1	4.3	4.0	81.3
45	대용량 포인트 클라우드 기반 공간정보관리 플랫폼 개발	4.1	4.1	4.1	3.9	81.1
46	건물 내 재난·방범 통합 지능형 관제를 위한 공간정보 플랫폼 구축	4.1	3.9	4.1	4.1	81.1
47	스마트시티를 위한 도시정보의 공간화(Spatialization) 기술 개발	3.9	4.2	4.1	4.0	80.9
48	인공지능 정책결정을 위한 시뮬레이터 기술 개발	3.9	4.1	4.2	3.9	80.9
49	공간정보 지능화 파이프라인 자동화 및 대규모 병렬분산 학습 플랫폼	4.1	4.0	4.0	4.0	80.7
50	디지털트윈 기반의 도시정보 다차원 시뮬레이션 플랫폼 기술	4.0	4.0	4.1	4.0	80.6
51	시공간 국토발전 시나리오 기반의 대기영향 시뮬레이션 기술 개발	3.9	3.9	4.1	4.1	79.7
52	Context 기반 공간정보 크롤링 및 분석 기술 개발	4.0	3.8	4.0	4.1	79.4
53	도시·보건·교육 리질리언스를 위한 공간 빅데이터 분석 기술개발	4.0	4.1	3.9	3.9	79.3
54	초실감 ARVRMR 공간정보 표현 및 제어 기술	4.1	3.8	3.9	3.9	79.0
55	산업활용 지원을 위한 공간정보 연계기술 개발	3.8	4.1	3.9	4.0	78.9
56	사용자와 상호작용하는 미션크리티컬 인공지능 교통사고대응플랫폼	3.8	4.2	3.9	3.9	78.8
57	초분광 원격탐사 기술을 이용한 통합 환경 모니터링 기술	3.9	3.9	3.9	4.0	78.6

연번	기술명	매력도 평가항목		적합도 평가항목		평가점수
		기술성공 가능성	기술 파급효과	전략적 중요성	실행 용이성	
58	원전 피해 최소화를 위한 정밀지도 기반 피해 예측 및 대피 내비게이션 기술	4.0	3.9	3.8	4.0	78.3
59	국토위성영상을 활용한 소나무 재선충 자동탐지 기술 개발	3.9	3.8	3.8	4.0	77.1
60	국토위성영상을 활용한 수변 불법점유지 자동 탐지 기술 개발	3.8	3.7	3.9	3.9	76.4
61	지진·화산으로 인한 지표변위 정밀 모니터링 시스템 개발	3.8	3.7	3.5	3.9	74.6
62	감염병 분석 및 대응 플랫폼	3.3	3.7	3.6	3.4	70.0
63	의료 공간 빅데이터 기술 개발	3.0	3.0	3.1	2.9	59.8
64	드론 기반 재해 현장 고속 공간 스캔 및 모델링 기술 개발	3.0	3.0	2.9	3.0	59.7
65	딥러닝을 이용한 교통혼잡 예측 기술 및 플랫폼 개발	2.6	3.1	3.1	2.7	57.9
66	클라우드 기반 대용량 공간정보 처리 시스템 개발	2.9	2.7	2.9	3.1	57.3
67	모바일 공간정보 서비스 기술 개발	3.0	2.7	2.9	2.8	57.2
68	셀기반 차세대 도로공간정보 구축 기술 개발	2.8	2.9	2.7	2.9	57.1
69	다차원 공간정보 서비스 기술 개발	2.8	2.6	3.0	2.9	57.1
70	인공지능 기반 디지털 트윈 시티 플랫폼 기술 개발	2.8	3.0	3.1	2.6	57.0
71	인공지능 기반 공간데이터 복원 기술 개발	2.7	2.8	3.2	2.7	56.8
72	시맨틱 기술을 활용한 재난안전 위험도 예측서비스 기술 개발	2.8	2.9	2.9	2.7	56.7
73	디지털트윈 기반 지오스마트 팩토리 구현 기술 개발	2.7	2.8	2.9	2.8	56.4
74	스마트시티 센서 데이터 모니터링 플랫폼 기술 개발	2.9	2.6	2.8	2.9	56.3
75	시공간 공간 빅데이터 기술 개발	2.8	2.9	2.9	2.8	56.3
76	공간빅데이터 기반 산업입지 분석 기술 개발	3.0	2.7	2.8	2.8	56.3
77	인공지능 기반 국토공간 재해 예측 및 시뮬레이션 기술 개발	2.8	2.7	2.9	2.9	56.3
78	온톨로지 기반 공간정보 공유 플랫폼 기술 개발	2.8	2.8	2.7	2.7	55.0
79	실감형 증강현실 구현 기술 개발	2.7	2.8	2.7	2.7	54.7
80	재난 재해 미래 예측을 위한 공간정보 빅데이터 기반 위험 상황 추론 인공지능 엔진기술	2.6	2.9	2.9	2.5	54.5
81	인공지능 기반 스마트 시티 운용 기술 개발	2.8	2.5	2.8	2.7	54.5
82	3차원 공간정보의 효율적 관리 및 활용을 위한 BIM 역설계 기술 개발	2.6	2.8	2.8	2.6	53.9
83	국토공간정보 기반 인간 친화형 건축 설계 솔루션 기술 개발	2.8	2.7	2.6	2.7	53.6
84	제스쳐 및 국소 신체 움직임 기반 지능공간 조작 기술 개발	2.9	2.5	2.6	2.6	53.2

○ (9단계) 분과위원회 논의를 통해 80점 이상의 점수를 받은 102건의 수요 기술 중 중복 혹은 유사한 기술을 통합하여 17개의 구성과제를 도출하고, 이를 그룹핑하여 6개의 핵심과제를 마련

- 하향식 기획으로 도출한 중점분야와 상향식 기획으로 도출한 핵심과제 및 구성과제간의 매핑을 통해 17개 구성과제-6개 핵심과제-3대 중점분야의 과제구성도(안)을 마련

〈표 6-23〉 조정기준을 통해 도출된 구성과제 및 핵심과제

기술명	구성과제	핵심과제	중점추진분야
WiFi RSS와 RTT 융합 측위 기술	1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	1. 초정밀 디지털 국토 구축
Multi-GNSS기반 네트워크 보정신호 생성 기술 개발			
Multi-GNSS 중장기선처리 기술 개발			
도심 자율주행 및 비행지원용 측위 기술 개발			
모바일 환경 실내외 연속측위 기술 개발			
GNSS음영지역내 통신기반 정밀측위 기술개발 및 실증			
무인이동체 지원 측위 알고리즘 고도화 및 저전력 초소형 단말 개발			
무인이동체 자율 항법 기술 개발			
무인이동체 항법 지원 측위 기술 개발			
고정밀 측위서비스를 위한 보정정보 생성 및 서비스기술 국산화	1-1-2. 객체기반 상대 위치 결정		
Street-View 영상기준점 구축 및 이를 활용한 복합측위매핑기술 개발			
상황인지정보 기반 복합측위 기술 개발			
다중영상센서 기반의 실시간 영상처리 기술 개발			
실내외 연속측위시스템 기술 개발	1-1-3. 실내외 연속측위		
다종센서 시계열 공간데이터 품질검증 및 정합	1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	
영상기반 위치정보 제공을 위한 시계열 데이터 기반 누락 구간 보간 기술 개발			
크라우드소싱 공간데이터 실시간 수집 및 처리 기술 개발			
무인이동체 탑재 소형센서 기반 공간데이터 신속 획득 기술 개발			
도로와 공중의 일시적(Temporary) 공간정보 변화인식 기술	1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식		
다중 공간데이터 자동 변화탐지를 통한 갱신 기술 개발			
점군데이터를 이용한 객체 자동추출 및 변화탐지			

기술명	구성과제	핵심과제	중점추진분야
상시 국토변화탐지를 위한 다중 영상정보의 신속 수집·통합 기술 개발			
협력적 고정영상센서 기반 도시 공간정보 상시 획득 기술 개발			
다양한 스케일의 실시간 자동 변화탐지모니터링 기술 개발			
Digital twin city 구현을 위한 데이터 모델 및 공간데이터 융복합 모델 개발	1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신		
이종 공간정보(항공사진, 수치지도 등) 융합에 따른 3차원 공간정보 자동생성 기술 개발			
통합 공간데이터 기반 갱신 공간정보 생성 및 가상국토 구현 기술 개발			
공간정보 지능화 서비스 지원을 위한 자동 객체 인식 및 3D 모델 생성 기술			
초고해상도 영상 및 라이다 자료를 이용한 3차원공간정보 구축 기술			
다중영상센서 기반의 실시간 3차원 데이터 구축 기술 개발			
이종플랫폼 간 수집된 다양한 시계열 위치정보에 대한 위치해석 및 가시적 분석 지원 기술	2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	2-1. 가상국토 데이터 매핑 및 연계	2. 초연결 라이브 국토 실현
건설도면을 활용한 공간정보 구축 및 데이터 연계 기술			
규칙 기반 지오코딩 고도화 기술 개발			
공간정보 기반 행정서비스 연계 관리기술			
CADBIM 데이터 공간정보 가공 기술			
시스템 연계 기술에 대한 검증 및 커스터마이징 기술 개발			
가상국토 활용을 위한 데이터 유통 기술 개발	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
데이터 신뢰성무결성 확보를 위한 블록체인 기술 개발			
개인정보 보안데이터 활용을 위한 암호화 기술 개발			
사람과 이동체의 동적정보를 파악할 수 있는 특성분석 기술 개발	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	2-2. 동적정보 초연결	
AI를 활용한 CCTV기반 연속적 공간위치 추적 및 활용 기술			
휴대폰 사용자 센서정보를 활용한 유동인구 시공간 데이터 구축 및 교통 데이터 연계기술	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석		
SNS 기반 비정형 데이타 실시간 공간정보 연계 기술			
사람의 감성정보 연계 및 멀티미디어 융합 분석			
IoT연계 공간 상태정보 자동 획득 기술	2-2-3. IoT 연계 공간 상태 정보 자동 획득		
자동화 기반 데이터 가공 및 정제 기술 개발			
개방형 사물연결 표준 서버 기술 개발			
사물 공간정보 연계 기술 개발			

기술명	구성과제	핵심과제	중점추진분야
감시지역 내 3차원데이터 시계열 분석을 통한 실시간 상황정보 생성기술 개발			
영상자료를 이용한 변화지역 탐지 및 실시간 수정기술 연구			
웹 기반 동적 지도 서비스 기술 개발			
미래 모빌리티 대응을 위한 인프라 정보 구축 기술			
클라우드 기반 통합 지리정보 구축 기술 개발	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	3. 초대용량 디지털 라이브 국토 활용
차세대 컴퓨팅 디바이스에서의 지능공간 활용을 위한 ARVR 지원 UIUX 공통 프레임워크 기술 개발			
디지털트윈공간 시뮬레이션을 위한 시각화기술 개발			
LiDAR, ToT 및 WAMI 데이터 처리용 초대용량 분산 데이터 처리 시스템			
차세대 컴퓨팅 기술 기반 실시간·대용량·고정밀·지능화 클라우드 기술 개발			
혼합 실감형 고차원 공간정보 시각화 기술 개발			
다양한 플랫폼 환경에서 구동 가능한 웹표준, 서비스 표준 기반 범용성 플랫폼 기술 개발			
다차원 공간정보 고속 시각화 기술개발			
인공지능 학습 기반 도시단위 이상현상 추적 및 활용 기술			
대용량 포인트 클라우드 기반 공간정보관리 플랫폼 개발	3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리		
엑사스케일 지능형 공간데이터 저장소의 클라우드 서비스 플랫폼 개발			
엑사스케일 수준의 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 개발			
엑사스케일 분산 스토리지 플랫폼 개발 및 실시간 액세스 기술 개발			
정형비정형 실시간 스트리밍 공간 데이터 취득 및 관리기술 개발			
엑사스케일 분산 쿼리 플랫폼 개발 및 지능형 처리를 위한 인터페이스 기술 개발			

기술명	구성과제	핵심과제	중점추진분야
비정형 미디어지원 공간정보의 실시간 스트림 분석 기술 개발			
지능공간 활용 분야별 필수 핵심 기술 모듈 자동 추출·연계 기술 개발			
처리 기반 공간정보 취득 처리 전달체계 관리기술 개발			
Edge 환경 기반 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 기술 개발	3-1-3. Edge 컴퓨팅 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축		
Edge 환경 기반 대용량 위치공간정보 분산 저장관리 기술 개발			
Edge 환경 기반 실시간 위치기반 서비스 기술 개발			
지능공간 서비스 제공을 위한 Edge Cloud 플랫폼 기술 개발			
MEC 환경에서의 실시간 공간정보 분석 및 지능공간 연계 플랫폼 기술 개발			
차세대 컴퓨팅 디바이스에서의 지능공간 동적 시각화 및 UIUX 표준화			
차세대 컴퓨팅 기반 지능공간 활용를 위한 ARVR 지원 UIUX 저작·배포 및 질의 기술 개발			
가상공간_학습데이터_생성_및_시험_환경_구축	3-2-1. 초대규모 가상 공간 학습용 융합데이터 구축	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	
초대규모_공간지능화_학습데이터_생성			
스마트시티 지원을 위한 공간정보기반 연계기술			
공간기반 속성정보 변화에 따른 상황인지 및 가시화 기술 개발			
메모리 및 GPU 가속 기반 대용량 공간정보 고속 시각화기술 개발			
디지털트윈 기반의 도시정보 다차원 시뮬레이션 플랫폼 기술			
스마트시티를 위한 도시정보의 공간화(Spatialization) 기술 개발			

기술명	구성과제	핵심과제	중점추진분야
공간에 특화된 인공지능 엔진 기술	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보		
차세대 컴퓨팅 디스플레이에서의 지능공간 가시화 기술 개발			
다차원 공간정보 기반 시공간 학습 데이터 구축 및 추론 기술 개발			
Geo-AI 기반의 공간적 상황 인지 예측 기술			
행위자 지능화를 위한 딥러닝 알고리즘 기술 개발			
사용자와 GeoSpatial-AI의 상호커뮤니케이션을 위한 설명가능 인공지능 구현 기술			
대규모 시공간 학습 기반 구축 및 공간지능화 설명 기술 확보			
공간정보 및 사회현상이 융합된 다차원 Geo-AI 분석·활용·예측 기술 개발			
인공지능 기반 시계열 공간정보 비교분석 및 구축 기술 개발			
실시간 공간정보 기반 의사결정 지원 시스템 기술 개발	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축		
공간정보 데이터 통합 관리 시스템			
인공지능 정책결정을 위한 시뮬레이터 기술 개발			
오픈 공간 빅데이터 및 공간분석 플랫폼 기술 개발			
공간상황분석 및 예측을 위한 학습 파이프라인 기술 개발			
자율주행 기능 시험을 위한 가상국토 기반의 시험개발 환경서비스 기술 개발			
핵심기술별 성과물 연계 모듈 개발 및 통합 Integration 기술 개발			
건물 내 재난·방범 통합 지능형 관제를 위한 공간정보 플랫폼 구축			
공간정보 지능화 파이프라인 자동화 및 대규모 병렬분산 학습 플랫폼			

○ (10단계) 기획 분과위원회 및 총괄위원회 회의를 통해 핵심·구성과제 조정 및 확정

- (기획 분과위원회) 기존 17개의 구성과제 중 유사한 2개의 구성과제를 통합하여 16개의 구성과제로 조정

· 기존의 '객체기반 상대위치 결정 기술'과 '실내외 연속측위 기술'을 하나로 통합하여 '1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현'으로 통합

조정 전		조정 후
구성과제		**구성과제**
1-1-2. 객체기반 상대위치 결정	⇨	1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현
1-1-3. 실내외 연속측위		

· 핵심기술 '2-1. 가상 국토 데이터 매핑 및 연계'와 구성기술 '2-2-3. IoT 연계 공간 상태 정보 자동 획득' 및 '3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축'의 명칭 조정

조정전		조정후
핵심과제		**구성과제**
2-1. 가상 국토 데이터 매핑 및 연계	⇨	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
구성과제		**구성과제**
2-2-3. IoT 연계 공간 상태 정보 자동 획득	⇨	2-2-3. IoA 연계 공간 상태 정보 자동 획득
3-1-3. Edge 컴퓨팅 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축		3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

※ 조정기준 : ① 핵심과제 및 구성과제 간 중복성은 없는가?
② 국토부 기본사업과의 차별화 되어 있는가?
③ 사업목표 및 범위에 부합하는 사업인가?
④ 공동연구사업으로 추진되어야 하는 사업인가?
⑤ 핵심과제에 대한 구성과제의 도출이 적절히 제시되었는가?

- (총괄위원회) 3차 총괄위원회를 통해 6개의 핵심과제와 16개의 구성과제에 대해 최종 확정

중점추진분야	핵심과제	구성과제
[중점분야 1] 초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위
		1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상
		1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식
		1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신
[중점분야 2] 초연결 라이브 국토 실현	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계
		2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
	2-2. 동적정보 초연결	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측
		2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석
		2-2-3. IoA 연계 공간 상태 정보 자동 획득
[중점분야 3] 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축
		3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리
		3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축
	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축
		3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보
		3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

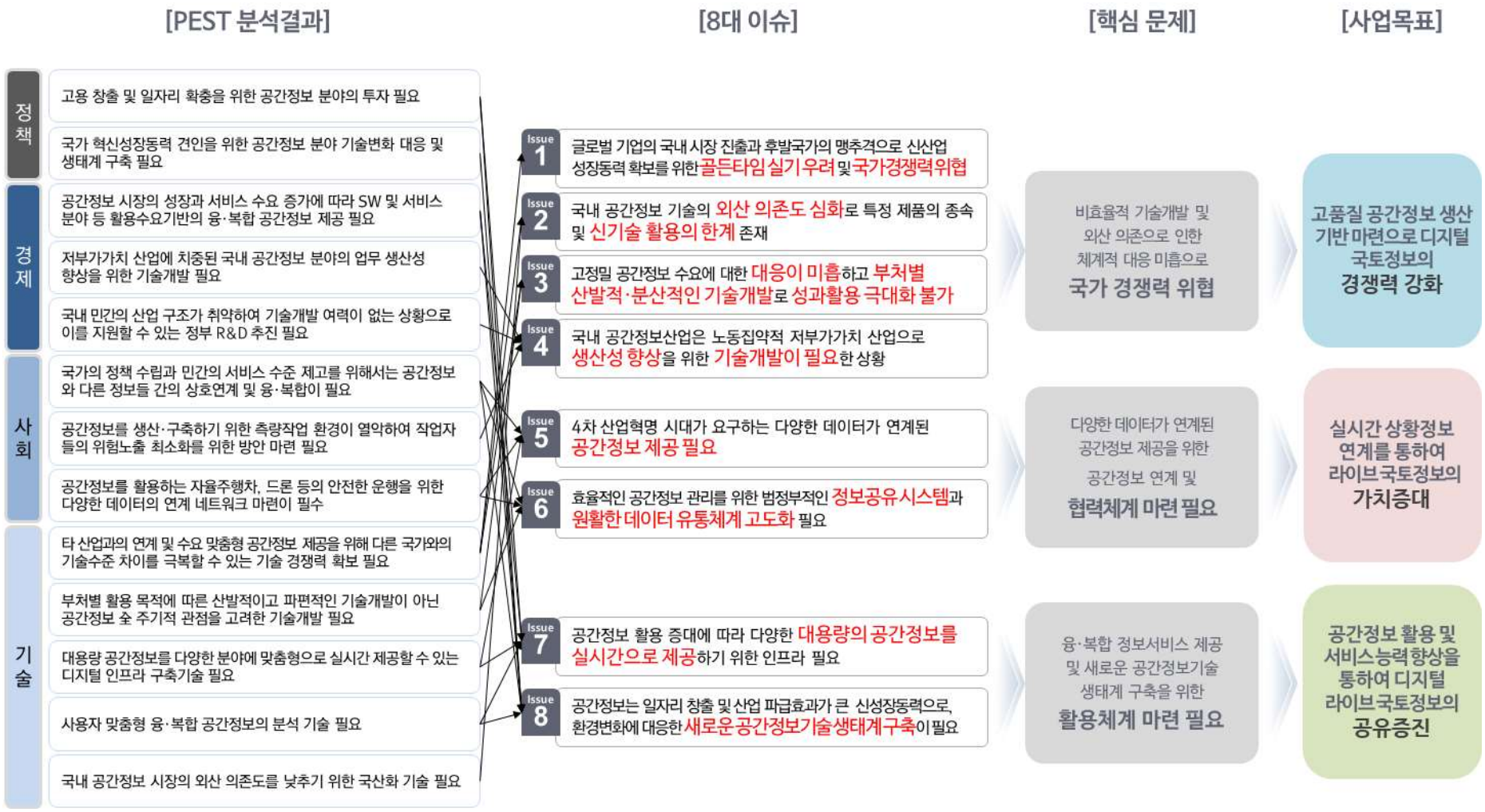
제2절 사업 비전 및 목표

1. 비전 체계도

<table>
<tr><td>비전</td><td colspan="3">가치를 창출하고 혁신을 공유하는 가상과 현실이 융합된
디지털 라이브 국토 구현으로 공간정보 복지 실현</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사업목표</td><td colspan="3">N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심기술 개발
디지털 라이브 가상국토 = 초정밀 가상국토 + 실시간 상황정보(정적·동적) + 수요 맞춤 공간지능화 서비스</td></tr>
<tr><td>고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 경쟁력 강화</td><td>실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 가치 증대</td><td>공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 공유 증진</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표
(핵심지표)</td><td>개발목표 달성도 100%
(개발목표 : 67개)</td><td>융합데이터 공급율 50% 이상</td><td>산출물의 보급률 70%
(최종 산출물 : 46개)</td></tr>
<tr><td>HW/SW 국산화 100%
(HW/SW : 7종)</td><td>공간정보 표준화 100%
(국내:9건, 국외:6건)</td><td>국토정보 활용도 20% 증대</td></tr>
<tr><td>성과지표
(일반지표)</td><td>SW 등록 건수</td><td>특허출원 건수</td><td>특허등급 지수</td></tr>
<tr><td>중점분야
및
핵심과제</td><td>[중점분야 1]
초정밀 디지털
국토 구축</td><td>[중점분야 2]
초연결 라이브
국토 실현</td><td>[중점분야 3]
초대용량 디지털 라이브
국토정보 활용</td></tr>
<tr><td>1-1. 실내외 연속 위치정보 제공</td><td>2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통</td><td>3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용</td></tr>
<tr><td>1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신</td><td>2-2. 동적정보 초연결</td><td>3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축</td></tr>
</table>

2. 사업목표 및 과학기술적 이슈 연계도

□ 사업 미추진시 발생 가능한 이슈와 사업목표와의 연계도



□ 사업 미추진 시 발생 가능한 중점 이슈 별 과학기술적 이슈 도출 및 구성기술 연계

중점 이슈	주요 과학기술적 이슈	구성기술
공간정보 분야의 미흡한 보정기술 국산화 기술개발로 인한 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심각	■ 실시간 위치 보정 서비스의 외산 장비에 대한 의존도가 높아 특정 제조사 제품에 종속될 뿐만 아니라 모바일, 차량, 드론 등 신기술 분야에 커스터마이징이 어려운 실정 - 우리나라 독자적인 위성항법시스템(KPS)과 연계하여 이동체 특성에 맞는 위치 보정 서비스*를 제공하기 위하여 독자적인 기술 확보 필요 * 자율주행차의 상용화를 위해서는 항시적으로 차선을 구분할 수 있는 위치 정확도가 요구되지만, 현재는 큰 오차 편차로 인하여 서비스 제공 불가 * 드론의 군집 비행이나 공중에 플라잉카, 택배드론 등 다양한 목적의 드론이 동시에 안전하게 운항하기 위해서는 실시간 고정밀 위치 정보 제공이 필수적이나, 현재는 오차 보정의 한계로 높이에 대한 정확한 위치를 결정하기 어려움	1-1-1 신호기반 고정밀 절대측위
전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고 부처별 산발적·분산적인 기술개발로 인해 성과활용 극대화 불가	■ 현재 위치정보의 정확도 수준으로는 자율주행차, 드론, 로봇 등의 안전하고 효율적인 운용을 지원하기에 한계 존재 - 스마트 모빌리티(차량, 자전거, 퀵보드 등)의 정확한 위치파악이 어려워 충전·수리 등을 위한 회수나 공유 서비스를 받기 위해 영역 기반으로 탐색 - 무인비행 로봇의 장시간 광역 임무수행을 위한 자율 충전, 함상 이착륙, 플라잉카의 정확한 스테이션 이착륙 등을 지원하기 위하여 실시간 고정밀 위치 정보 서비스 필요	1-1-1 신호기반 고정밀 절대측위
	■ GPS 등 신호 수신이 어려운 공간(실내, 터널, 지하 등)에서 신뢰도 높은 위치기반 서비스 제공이 어려우며, 실외 및 실내 공간 이동 시 연속적인 위치정보 제공에 한계 존재 - 실외 도로에서부터 실내 지하주차장까지 연속적인 자율주행차 서비스 이용 어려움 - 택배 상품을 최종 목적지까지 전달하는 라스트 마일 딜리버리(last mile delivery) 서비스*를 위해서는 실외 이동로에서 실내 목적지까지의 연속적인 택배 로봇 운용이 필수적이나 현재 다양한 제약조건으로 인해 어려운 상황 * 유통에서 제품이 목적지에 도착하기까지의 마지막 단계를 의미하며, 이와 같은 말단 배송에 로봇, 드론, 자율주행차 등을 적용하여 자율화 추진 - 모바일 단말에서 제공되는 길찾기 서비스는 실외 공간에 한정됨	1-1-2 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현
	■ 다양한 수단(인공위성, 항공기, 드론, 차량, 모바일 등)으로 수집되는 센서 데이터 간 정보의 불일치, 각기 다른 품질 수준 등의 오류로 인하여 다양한 시점의 데이터를 융합한 공간정보 생성 및 분석 등에 활용하기 어려운 상황 - 드론, 테블릿PC 등에서 사용하는 위치좌표가 서로 다르고 취득된 영상의 해상도 차이 등으로 인하여, 재난재해 발생 시 신속한 피해조사, 긴급대응 또는 시설물 안전점검 수행 시 시계열 관리 등에 적극 활용하기 어려움	1-2-1 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질향상
	■ 자율주행차, 드론 등의 안전하고 효율적인 운용을 위하여 기존 고정밀 도로지도 뿐만 아니라 실시간 주변 상황 정보 제공이 요구됨 - (자율주행차) 포트홀, 블랙 아이스 등 노면상태, 사고, 공사, 낙석 발생 여부 등의 실시간 상황 정보 * 대만에서 낮에 자율주행 중이던 테슬라 전기자동차가 고속도로에 넘어진 화물차를 추돌하는 사고 발생('20.06) - (드론) 안개, 강풍, 강수 등 기상 정보, 조류의 이동정보 등의 실시간 상황 정보 * 대전시에서 열린 독립 기념 횃불 릴레이 봉송 행사에서 예상하지 못했던 돌풍에 드론 추락 사고 발생('20.04)	1-2-2 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

중점 이슈	주요 과학기술적 이슈	구성기술
	■ 현재 국가기본도의 갱신 주기(2년)가 길어서 각 부처 및 수요기관별로 정책 추진이나 다양한 서비스 개발 시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하는 등 비효율적인 상황 발생 - (공공) 도시계획, 도시재생 등의 의사결정을 위하여 지자체 및 공공기관에서 자체적으로 구축한 대상지역의 최신 공간정보는 기존 공간정보와 정합성이 낮고 다른 수요기관과 공유·활용에 한계 발생 - (민간) 네이버, 카카오 등 자체적인 서비스를 위하여 공간정보를 구축하고 있으나, 국가의 검증 프로세스를 거치지 않기 때문에 특정 목적 이외에 활용 불가	1-2-3 3차원 공간정보 실시간 자동갱신
국내 공간정보 산업은 노동집약적 저부가가치 산업으로 생산성 향상을 위한 기술개발이 필요한 상황	■ 공간정보 취득 시, 현장 작업자에 의한 직접 관측에 상당부분 의존하기 때문에 위험지역*에서 안전사고 발생이 빈번함 * 지하시설물(상하수도, 지하관로, 공동구 등) 현장, 고소작업 현장, 교통운행 현장, 해상구조물 현장 등 고위험군 작업 현장 ■ 항공영상 등을 이용하여 사람이 육안으로 객체를 식별하고 공간정보를 갱신하기 때문에 비용과 시간이 많이 소요되어 비효율적임 - 토지이용현황 조사, 지상장애물 측량, 재난피해 조사 등의 조사·측량이 노동집약적 방식으로 이루어지는 실정	1-2-3 3차원 공간정보 실시간 자동갱신
4차 산업혁명 시대가 요구하는 다양한 데이터가 연계된 공간정보 제공 필요	■ 이동체 간의 위치 및 상태정보 공유가 원활하지 않아 충돌 방지 및 비가시권에 대한 위험 예측에 한계 존재 - 이동체에 탑재된 센서 데이터에만 의존하는 경우 사각지대에 대한 인지가 어려워 이동체 간 충돌 위험 증가 - 스쿨존의 경우, 제한 속도만 제공할 것이 아니라 어린이의 위치 및 예측 이동 경로 등을 분석하여 제공함으로써 보행자와 운전자의 안전 제고 가능	2-2-1 이동체 동적정보 수집 및 예측
	■ 사람과 사람, 이동체, 공간 등의 상호작용을 고려한 맥락정보 생성 및 감성정보, 텍스트 등 유의미한 데이터가 공간정보에 연계·활용되지 못함 - 감염병 발생시 초동 역학조사는 감염자의 진술에 의존하고 있으며, 신용카드, CCTV 정보 등을 분석하여 진위여부를 파악하는데 많은 시간이 소요되어 신속한 대응이 어렵고 감염병 확산 가능성이 높음 - 개인이 표출하는 다양한 형태의 주관적인 의견과 감성정보를 공공서비스에 대한 만족도 조사, 재난/안전에 대한 전조 감지, 관광서비스에 대한 만족도 평가 및 서비스 개선 방향 수립 등에 활용 불가	2-2-2 인간 중심의 공간정보 취득 및 분석
	■ 사람-사물-IoT 간의 연계 미흡으로 다양한 공간정보 활용 서비스의 제공이 어려움 - 현재 물류 정보는 단순히 물류의 위치정보만을 비실시간으로 제공하고 있어 물류의 실시간 상태 파악이 어렵고, 소비자가 미리 정한 위치로만 배송되는 등 소비자의 니즈를 충족시키지 못하는 상황 - 유치원, 어린이집에서 집단 식중독 발병이 사회적 이슈로 부각되고 있으나, 자녀들에게 제공된 식재료의 상태정보 등이 공유되지 못하여 불안감이 만연하고, 원인 분석에 어려움 발생	2-2-3 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

중점 이슈	주요 과학기술적 이슈	구성기술
효율적인 공간정보 관리를 위한 범정부적인 정보공유 시스템과 원활한 데이터 유통체계 고도화 필요	■ 공간정보와 행정정보, 통계정보 등 데이터 간 연계·공유가 되지 않아서 국가 및 공공기관의 재난 사고 대응 미흡 및 비효율적 의사결정, 민간 서비스 개발에 한계 * KT 아현지사 통신구 화재('18.11), 고양 백석동 열수관 파열 사고('18.12)는 시설물 관련 행정정보 및 공간정보 연계성 부족, 공간정보 부재 등으로 인하여 사고 원인 조사 및 복구에 심각한 문제가 발생하여 국민 불안과 불편 야기 * 국가 및 지자체에서 도시계획 및 택지 개발, 도로/지하철/주택 건설 시, 공간정보와 행정정보 연계 후 다양한 분석·시뮬레이션을 통한 의사결정이 필수	2-1-1 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계
	■ 공공기관, 민간기업 등의 다양한 시스템 간의 연계 표준화가 되지 않아, 공간정보의 융·복합 활용이 어려운 상황 - 데이터의 공동 활용을 위해 각 부처에 산재되어 있는 공간정보 관련 시스템 연계를 추진중이나, 부처·기관 간 칸막이로 인한 한계* * 시스템 연계는 66개 기관 328종 시스템 중 41개 기관 88종에 불과 - 국토교통부 내 90개 시스템과 1,055개의 데이터가 구축되어 있으나, 현재는 각 시스템별로 대량의 데이터가 수집·축적되어 시스템 간 연계나 융합에 추가적인 비용과 노력이 필요한 실정	2-1-2 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
공간정보 활용 증대에 따라 다양한 분야에 대용량의 공간정보를 실시간으로 제공하기 위한 인프라 필요	■ 다양한 활용 분야에서 공간정보 기반 융복합 정보의 신속한 서비스 요구가 증대하는 반면, 영상 등을 포함하는 대용량의 융복합 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 정보 서비스 인프라가 부재한 상황 - 긴급 재난 발생지역에 대해 다수의 지상 차량 및 공중 드론에 의해 획득되는 CCTV, 고해상도 영상 등 다수의 영상을 실시간으로 처리하여 실시간 대피 경로를 제공하는 등 공간정보 기술 인프라의 부재 - 도시의 방범, 교통 등의 문제를 해결하기 위하여 동일 객체의 실시간 추적, 이동 경로 예측 등이 요구되고 있으나, 현재는 이를 위한 CCTV 네트워크, 도시를 운행 중인 차량의 블랙박스, 시민의 신고 영상들을 실시간 처리하기 위한 기술적·시스템적 한계 존재	3-1-1 초대용량 공간정보 서비스 구축 3-1-2 초대용량 공간정보 분산관리 및 처리 3-1-3 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축
공간정보는 일자리 창출 및 산업 파급효과가 큰 신성장동력으로, 환경변화에 대응한 새로운 공간정보기술 생태계 구축이 필요	■ 우버, 테슬라, 구글 등 해외 유수기업의 자율주행차들은 빈번한 교통사고로 인해 안전성 논란이 커지고 있으며, 이를 극복하고자 실제 도로 환경의 주행시험이 요구되고 있으나, 시·공간적*, 사회·경제적** 다양한 한계 존재 * 우리나라 국토환경을 대상으로 다양한 시나리오 기반 시험을 할 수 있도록 실제 국토공간을 모사한 가상 환경 (교통시설, 주행조건, 기상환경, 돌발상황 등) 제공 필요 * 실환경 시험 시 발생하는 교통통제 및 사고위험을 제거하여 관련된 사회적 비용 절감 및 대국민 안전망 확보 필요 ■ 최근 다수의 재난·재해 사고가 발생하여 대규모 피해를 초래하고 있으며, 이에 따른 과학적 재난·재해 관리체계 강화가 요구되고 있음 - 현재, 현장 전문가들의 경험과 직관에 의존되어 예측 불가한 다양한 현장 상황에 정확한 대응 역부족 - 또한, 인력동원 중심의 훈련은 시나리오 한계, 인력참여 한계, 반복훈련 한계, 시·공간의 한계 등의 많은 한계를 지니고 있음	3-2-1 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 3-2-2 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 3-2-3 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

3. 사업비전

□ 사업비전의 설정근거

○ 법적근거

- 「국가공간정보 기본법」에 따라 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 체계적으로 공간정보를 생산·관리하고 공개함으로써 공간정보 복지를 증진
- 「공간정보산업 진흥법」에 따라 국가에서는 공간정보산업이 국가경제 및 산업에서 차지하는 중요성을 인식하고 그 발전을 지원하도록 노력이 필요
- 그 외 「과학기술기본법」, 「국토교통과학기술 육성법」, 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」, 「국토교통과학기술 육성법」 등으로 디지털 라이브 국토정보 기술 연구 지원가능

○ 상위계획

- 과학기술정보통신분야 「제4차 국가과학기술기본계획」(`18~`22): 공간정보는 3D 프린팅, 초실감 콘텐츠, IoT가전 등과 함께 첨단기술 산업 분야의 국가경쟁력 강화를 위한 산업 육성을 지원

○ 부처계획

- 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」(`17~`22) : 실시간 3차원 공간정보 수집·제공 기반으로 새로운 공간 서비스를 제공하는 '가상과 현실이 융합된 지능공간'을 전략목표로 제시
- 「제6차 국가공간정보정책 기본계획」(`18~`22) : 데이터 활용 및 신산업 육성을 위해 '가치를 창출하는 공간정보 생산', '혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화', '일자리 중심 공간정보산업 육성', '참여하여 상행하는 정책환경 조성'을 추진전략으로 제시
- 「공간정보 R&D 혁신 로드맵」 : 공간정보 기술 수요를 종합적으로 고려하여 공간정보 기술발전을 위한 목표로 '가상과 현실이 융합된 지능공간 Geo-CPS 실현', '스마트 사회의 미래·혁신형 공간정보 융복합 산업 창출', '편리하고 안전한 사회를 위한 사람중심 공간정보 활용기술 확산'을 목표로 제시
- 「제2차 공간정보산업진흥 기본계획」(`17~`20) : 공간정보의 활용성 제고를 위해 '공간정보 개방 확대 및 공유 체계 정비', '미래 산업수요에 기반한 고정밀 공간정보 구축', '상호협력형 공간정보 표준화 추진'을 추진과제로 제시

○ 종합의견

- 이러한 책무와 배경 하에 가치 있는 다양한 공간정보를 공유하여 가상과 현실이 융합된 초현실적 가상국토를 구현하고, 이를 통해 국민의 공간정보 복지를 실현하고자 하는 비전을 설정

□ 상위계획과 사업비전의 연결성

국가공간정보 기본법		■ 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 하여 **공간정보 복지를 증진**
제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획	비전	■ 혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통
	추진 전략	(전략1) 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성
	실천 과제	(실천과제3) 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 - 실시간 3차원 공간정보 수집·제공 기반으로 새로운 공간 서비스를 제공하는 **"가상과 현실이 융합된 지능공간"**을 전략목표로 설정
제6차 국가공간정보정책 기본계획	비전	■ 공간정보 융복합 르네상스로 살기 좋고 풍요로운 스마트코리아 실현
	추 진 전략	(전략1) **가치를 창출하는 공간정보 생산** (전략2) **혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화**
	실천 과제	(실천과제1-1) **공간정보 생산체계 혁신** - 정확성, 일관성, 최신성을 갖춘 공간정보 생산체계 혁신 (실천과제1-2) **고품질 공간정보 생산기반 마련** - 공간정보 생산기준의 통일성을 확보하여 고품질 공간정보 생산 및 융·복합 활용성 제고 (실천과제2-1) **수요자 중심의 공간정보 전면 개방** - 다품종·다형식·최신의 수요자 맞춤형 공간정보 전면 개방 (실천과제2-2) **양방향 소통하는 공간정보 공유 및 관리 효율화 추진** - 공간정보체계의 효율적 운영·관리 및 공간정보 서비스 체계의 전면 정비 (실천과제2-3) **공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 혁신 견인** - 공공부문 정책 혁신을 지원하는 공간정보 구축 및 범부처 공동 활용체계 마련·확산 추진
공간정보 R&D 혁신 로드맵	비전	■ 공간정보로 만들어가는 스마트한 국토, 편리하고 안전한 삶
	목표	1. **가상과 현실이 융합된 지능공간 Geo-CPS 실현** 2. 스마트 사회의 미래·혁신형 공간정보 융복합 산업 창출 3. **편리하고 안전한 사회를 위한 사람중심 공간정보** 활용기술 확산
	중점 분야	(중점분야 1) **현실보다 더 현실 같은** 공간정보 (중점분야 2) **끈김없는 실시간** 공간정보 (중점분야 3) **스스로 인지하는 지능화** 공간정보 (중점분야 4) **가볍고 이용이 편리한** 공간정보
제2차 공간정보산업진흥 기본계획	비전	■공간정보 융복합 산업의 대도약 및 국가 신성장동력 창출
	추진 전략	(전략2) **융복합을 통한 공간정보 활용성 제고**
	세부 과제	(세부과제 2-1) **공간정보 개방 확대 및 공유 체계 정비** - 민간부문 활용이 용이하도록 다양한 국가공간정보 개박확대, 다원화된 공유체계를 플랫폼 기반으로 개선하여 공유 촉진 등 (세부과제 2-2) **미래 산업수요에 기반한 고정밀 공간정보 구축** - 미래 신산업 분야에서 요구하는 고정밀 공간정보 구축, 3차원 지하/실내 등의 공간정보 연계 구축, 고정밀 공간정보의 신속 정확한 검색·활용 기능 강화 (세부과제 2-3) **상호협력형 공간정보 표준화 추진** - 협력형 표준체계 구축, 표준적용 정착을 위해 인식 제고 및 활성화를 위한 제도 운영, 표준을 전략적으로 활용하여 국가경쟁력 강화

사업비전	가치를 창출하고 혁신을 공유하는 가상과 현실이 융합된 디지털 라이브 국토 구현으로 공간정보 복지 실현

4. 사업 성과지표

□ 사업유형 구분

○ 과학기술정보통신부에서 발간한 '국가연구개발사업 표준성과지표 가이드라인'에서 제시한 R&D 사업 유형을 참고하여 동 사업의 유형을 구분

- 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 목적 및 특성 등을 고려하여 중장기 산업기술 개발사업을 위한 R&D 사업으로 설정

□ 성과목표 및 지표 설정

○ ① 개발목표 달성도 ② HW/SW 국산화 ③ 융합데이터 공급율 ④ 공간정보 표준화 ⑤ 산출물의 보급률 ⑥ 국토정보 활용도를 성과목표로 구성하여 사업의 성공여부를 판단할 수 있도록 설정

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 활동을 통해 ⑦ SW등록 ⑧ 특허출원 ⑨ 특허등급지수를 표준 성과지표로 설정

※ SMART 원칙: Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound

사업목표	**N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심기술 개발**					
	고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 경쟁력 강화		실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 가치증대		공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 공유증진	
성과목표	개발목표(67개) 달성도 100%		융합데이터 공급률 50% 이상		산출물의 보급률 70%	
	HW/SW 국산화(7종) 100%		공간정보 표준화(15건) 100%		국토정보 활용도 20% 증대	
성과지표	SW 등록 건수		특허출원 건수		특허등급 지수	
주요 산출물	스마트폰용 정밀측위 APP	N-RTK 보정신호 서비스 시스템	건설도면 가상국토 통합 SW	비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 SW	다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW	N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW
	실내외 다중신호 기반 복합측위 SW	비전센서 측위 SW	On-demand 기반 데이터 연계 시스템	블록체인 기반 데이터 유통 시스템	초대용량 공간정보 저장·질의 및 관리 시스템	인메모리 고속 분석 처리 시스템
	영상 및 위치 정보 통합 측위 솔루션	실내외 연동 복합측위 SDK	이동체 위치정보 자동연계 SW	이동체 위치정보 가시화 SW	Geospatial Cloudlet 통합 시스템	Edge 클라이언트 프레임워크
	크라우드 소싱 데이터 전처리 API/플랫폼	데이터 품질분석/ 정합결과 가시화 SW	이동체 위치정보 예측 및 분석 SW	유동인구 추정 및 분석·예측 SW	현실모사 학습데이터 생성 SW	학습데이터 레이블링 솔루션
	변화탐지/ 모니터링 API·플랫폼	지상/공중 동적 변화인식/시각화 시스템	비정형 데이터 분석·예측 SW	동적/정적정보 초연결 표준 정의서	공간영상 내 개인정보 익명화 SW	대규모 신경망 학습 네트워크 구축 SW
	3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW	LoD 기반 객체정보 자동 변환 SW	공간상태 정보 자동 획득 SW	시계열 통합 데이터 연계·분석·가시화 SW	공간지능화 해석력 SW	인공지능 파이프라인 자동화 SW
중점분야	초정밀 디지털 국토 구현		초연결 라이브 국토 실현		초대용량 디지털 라이브 국토 활용	

[그림 6-16] 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 성과지표 체계도

목표 ①	디지털 라이브 국토정보 기술의 개발목표 달성				
성과목표	• 개발목표 달성도 100%('26)				
측정산식	= (개발목표치 달성 건수 / 총 개발목표 수) × 100				
설정근거	• 동 사업의 각 구성기술별로 제시한 총 67개의 성능지표에서 제시한 개발목표 중 연차별 달성 가능한 개발목표의 개수(비율)를 목표치로 설정				
측정방법	• 디지털 라이브 국토정보 기술의 성능지표별 개발목표 달성 건수로 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	4.5%	13.5%	35.9%	100%

목표 ②	디지털 라이브 국토정보 HW/SW의 국산화				
성과목표	• HW/SW의 국산화 100%('26)				
측정산식	= (해외제품(HW/SW)의 국산화 대체 수 / 대체 해외 제품 수) × 100				
설정근거	• 공간정보 관련 HW/SW의 외산의존도가 높은 편이기 때문에 국내에서 '디지털 라이브 국토정보 기술'을 개발하여 7종의 HW/SW를 100% 국산화하는 것을 목표치로 설정				
측정방법	• 국내에 보급 가능한 공간정보 관련 HW/SW의 외산 장비 7종 중에서 실제 서비스에 적용·운영 및 오픈소스를 제공하여 국산화로 대체된 것만을 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	71.4%	85.7%	100%

목표 ③	공간정보 활용 서비스별 융합데이터 공급				
성과목표	• 공간정보 활용분야의 서비스별 융합데이터* 공급률 50% 이상'26) * 건축물/구조물 시변 안전 상태정보, 지상 동적 도로변화 위험요인 정보, 3차원 공중도로 격자체계 정보, 건설현장 장비/인력/지형 실시간 변화관제 정보, 시계열 감염자 이동동선을 고려한 바이러스 위험영향권 분석정보 등 기존 데이터와 신규 데이터가 융합된 새로운 공간정보				
측정산식	= (실제 제공한 융합데이터 수 / 서비스별 요구되는 융합데이터 항목) × 100				
설정근거	• 다양한 활용분야의 사용자 요구 사항에 적합한 공간정보 제공을 위하여, 5대 활용분야의 68개* 서비스에 대해 요구되는 융합데이터를 50% 이상** 공급하는 것을 목표치로 설정 * 활용분야별 서비스의 수는 본 사업의 활용수요조사에 기반한 서비스 수로, 재난/재해, 자율차, 드론, 건설, 물류 분야가 해당되며, 본 사업 추진 시 기술활용협의체를 통해 감염병 분야 및 5대 분야별 제공 서비스 수와 요구하는 공간정보 항목을 추가 조사하여 구체적으로 설정 ** 다양한 수요자의 니즈를 100% 만족시키는 것은 한계가 존재하므로, 동 사업에서는 수요자의 니즈를 최대한 충족시킬 수 있도록 50% 이상을 목표치로 설정				
측정방법	• 기술활용협의체 및 정보항목 수요조사를 통해 수요처(활용 분야)에서 실질적으로 서비스를 제공하기 위해 필요한 서비스별 공간정보 항목을 도출 • 서비스별 공간정보 필요 항목 중 기존에 제공되는 공간정보가 아닌 새로운 융합데이터(기존 데이터+신규 데이터) 항목을 도출 • 동 사업을 통해 각 서비스별 요구되는 융합데이터 항목 중 실질적으로 제공된 융합데이터 수를 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	20%	35%	50% 이상

목표 ④	공간정보의 표준화				
성과목표	• 공간정보 표준화 100%('26)				
측정산식	= (표준화가 적용된 공간정보 / 표준화 대상 공간정보) × 100				
설정근거	• 동 사업을 통해 수집되는 다양한 정보들을 표준화된 공간정보로 제공해야하기 때문에 '디지털 라이브 국토정보 기술'을 개발하여 국내 9건, 국외 6건의 공간정보 표준화를 100% 달성하는 것을 목표치로 설정				
측정방법	• 표준화가 필요한 공간정보(국내:9건, 국외:6건) 중 실제 표준화가 적용된 공간정보를 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	6.7%	-	33.4%	66.7%	100%

목표 ⑤	디지털 라이브 국토정보 기술의 최종 산출물 보급				
성과목표	• 산출물의 보급률 70%('26)				
측정산식	= (보급된 산출물 수 / 본 사업의 최종 산출물 수) × 100				
설정근거	• 공간정보를 공급하는 기관들을 대상으로 동 사업에서 개발한 최종 산출물(46개)을 70% 이상 보급하는 것(70%)을 목표치로 설정				
측정방법	• 동 사업을 통해 개발된 최종 산출물(46개) 중 실제 공급기관에 보급한 산출물을 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	-	-	70%

목표 ⑥	디지털 라이브 국토정보의 활용도				
성과목표	• 공간정보 활용도 20% 증대				
측정산식	$= \left[\left(\frac{A'}{A}\times 40\right)+\left(\frac{B'}{B}\times 20\right)+\left(\frac{C'}{C}\times 20\right)+\{(D-D')\times 20\}\right]$ A : 기존 정보의 이용자 수 A' : 현재 정보의 이용자 수 B : 기존 세부 서비스별 제공되는 데이터의 양(용량) B' : 현재 세부 서비스별 제공되는 데이터의 양(용량) C : 기존 제공되는 서비스의 수 C' : 현재 제공되는 서비스의 수 D : 기존 이용자 서비스 만족도 D' : 현재 이용자 서비스 만족도				
설정근거	• 맥킨지 글로벌에서 제시한 industry digitalization index를 참고하여, 본 사업의 국토정보 활용지수를 자체 개발하여, 연구개발 이후('26) 20% 이상 향상하는 것을 목표로 설정				
측정방법	• 사업 착수 시점('22)의 활용도를 측정하고, 연구개발 이후('26) 공간정보의 활용도를 측정 • 서비스 만족도의 경우 5점 리커트 척도로, 실제 공간정보를 활용한 수요자의 만족도를 조사 후 100점 만점으로 환산 • 개발된 기술이 적용되어 서비스가 공급된 시스템(기관)의 서비스 활용도를 추적조사				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	-	-	20% 증대

<table>
<tr><th>지표 ①</th><th colspan="5">SW 등록 건수</th></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">= Σ(소프트웨어 등록 건수)</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 선행사업인 국토공간정보연구사업의 최근 3년간 소프트웨어 등록 건수의 평균값을 목표치로 설정
• 초기 사업임을 감안하여 선행사업의 1/5 수준으로 초기목표를 설정하고, 2단계까지 선행사업의 평균수준에 도달하는 것으로 목표치 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS, 특허정보원 DB에 출원된 출원건수로 측정
〈국토공간정보연구사업의 최근 3년간 SW 등록건수〉
<table><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>평균</th></tr><tr><td>51</td><td>46</td><td>59</td><td>52</td></tr></table>
• 2단계는 도전적 목표치 설정에 따라 매년 5% 증가한 수준으로 목표치를 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS에 소프트웨어 개발 성과로 등록된 건수로 측정</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’22</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>10</td><td>21</td><td>31</td><td>42</td><td>52</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>지표 ②</th><th colspan="5">특허출원 건수</th></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">= Σ(특허 출원 건수)</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 선행사업인 국토공간정보연구사업의 최근 3년간 특허출원 건수의 평균값을 목표치로 설정
• 초기 사업임을 감안하여 선행사업의 1/3 수준으로 초기목표를 설정하고, 특허의 등록시점인 ’24년도까지 선행사업의 평균수준에 도달하는 것으로 목표치 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS, 특허정보원 DB에 출원된 출원건수로 측정
〈국토공간정보연구사업의 최근 3년간 특허출원 건수〉
<table><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>평균</th></tr><tr><td>10</td><td>18</td><td>16</td><td>15</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’22</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>지표 ③</th><th colspan="5">특허등급지수</th></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">특허등급지수 = $\sum_i (A_i \times B_i)$ / $\sum_i (B_i)$
* A_i : 특허 등급별 가중치
<table><tr><td>등급</td><td>C</td><td>CC</td><td>CCC</td><td>B</td><td>BB</td><td>BBB</td><td>A</td><td>AA</td><td>AAA</td></tr><tr><td>가중치</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr></table>
* B_i : 등급별 특허건수</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 선행사업인 국토공간정보연구사업의 최근 3년간 평균 특허등급지수 값 3.68을 본 사업으로 출원된 특허의 등록시점인 ’24년도의 목표치로 설정
〈국토공간정보연구사업의 최근 3년간 특허등급지수〉
<table><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>평균</th></tr><tr><td>4.20</td><td>3.40</td><td>3.44</td><td>3.68</td></tr></table>
• 도전적 목표치 설정에 따라 매년 2% 증가 수준으로 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS, 특허정보원 DB에 등록된 특허등록건수로 측정</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’22</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>-</td><td>-</td><td>3.68</td><td>3.75</td><td>3.82</td></tr>
</table>

참고 **구성기술별 기술 성능지표 달성 계획**

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	스마트폰 GNSS 측위 정확도	-	open sky, 수 m, 도심환경 스펙 없음	open sky, 〈 30cm, 도심환경 〈 1m	●			2025
	동체환경에 따른 저비용 GNSS 측위 정확도	-	open sky, 〈 2~3cm, 도심환경 스펙 없음	open sky, 〈 2~3cm, 도심환경 〈 50cm	●			2026
	GNSS 기준국 모호정수 결정율	-	60-80%	60% 이상	●			2024
	단 · 중기선 위치정확도	-	기준국 〈 1~2cm	기준국 〈 2~3cm	●			2024
	GNSS 보정신호 기반 측위 정확도	-	이동국 〈 2~3cm	이동국 〈 4~5cm	●			2025
	다중신호 융합측위 수평 정확도	-	10m8) (미국/구글) 50m9) (미국/FCC)	5m 이내10)	●			2025
	다중신호 융합측위 수직 정확도	-	-	3m 이내10)	●			2025
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	특징점 매칭 속도	-	영상당 0.1초 (SOFT2 2 cores @ 2.5 Ghz 기준)	영상당 0.17초	●			2024
	누락영상 보정 정확도	-	-	육안분석 왜곡영상과 보정된 영상의 오차비율 10% 이내	●			2023
	영상 측위 이동량 오차 (translation)	-	0.65%	1.2%	●			2026
	영상 측위 회전각 오차 (Rotation)	-	0.0014 [deg/m]	0.0041 [deg/m]	●			2026
	실내 측위기술의 융합 개수	2개	3개	3개 이상	●			2023
	연속측위 시간지연	-	1초	1초	●			2026

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
1-2-1. 다종 시계열 공간 데이터 수집·전처리 품질 향상	품질 검증 시스템 자동화율	50%이상	50%이상	90%이상	●			2026
	다종 공간데이터 정합 정밀도	-	30cm이하	10cm이하	●			2026
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	다종플랫폼/센서기반 공간정보 변화인식 정확도/신속성	위성영상기반 후처리 변화인식 정확도 〉60%	위성영상기반 후처리 변화인식 정확도 〉80%	다종플랫폼/ 센서기반 준실시간 변화인식 정확도 〉90%	●		●	2026
	도로 동적 공간정보 구축 정확도/신속성	현장신고 이후 제공, 위치정확도 기준 없음	4시간, 30cm 이하 오차의 변화정보 인지	준 실시간, 30cm이하 오차의 변화정보 인지/제공	●			2026
	공중 동적 공간정보의 다차원 변화인식 정확도	저고도 동적 공간정보 제공 없음	저고도 기상정보 관측 정확도 84%	저고도 동적 공간정보 관측 정확도 90% 이상	●			2026
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	공간데이터 구축 및 갱신 정밀도	0.4m	0.3m	0.2m이하	●			2026
	공간정보 객체 모델링 자동화율 (추출가능한 최고 LoD 고려시)	60%이상	80%이상	90%이상	●			2026
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	건설도면의 가상국토 연계율	-	-	100%	●			2026
	건설도면의 가상국토 연계 정확도	-	-	〈 1m	●			2026
	비정형 데이터 공간정보 연계율	-	-	90%	●			2026
	비정형 데이터 공간정보 연계 정확도 (구조화 정확도)	-	-	〈 1m	●			2026

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	가상국토 융·복합 마스터데이터 메시징 동기화 자동화율	70%	90%	95%	●			2026
	가상국토 융·복합 데이터 정제 자동화율	70%	90%	95%	●			2026
	데이터 연계율	-	-	90%이상	●			2026
	기존 공공 데이터를 이용해 생성된 공간정보에 대한 오류 검증율	형상정보 85% 속성정보 70%	형상정보 85% 속성정보 60%	90%	●			2026
	행정정보 등 공공 정보 연계	-	-	실제 10건 이상	●			2026
	공간정보 데이터 표준체계에 의한 품질 검증율	60%	90%	90% 이상	●			2026
	가상국토 융·복합 데이터 On-demand 시스템 응답속도	2초 이내 응답(유사)	2초 이내 응답(유사)	2초 이내 응답(유사)	●			2026
	데이터 품질 검증 블록체인 스마트 컨트랙트 처리속도	2초 이내 응답	2초 이내 응답	2초 이내 응답 -	●			2025
	On-demand 기반 데이터 블록체인 트랙잭션 처리량	500TPS	500TPS	1000 TPS	●			2024
	가상국토 블록체인 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 트랜잭션 처리량	500TPS	500TPS	1000 TPS	●			2026
	가상국토 디커플링 블록체인 증명 정확도	80	90	95%	●			2026
	가상국토 블록체인 개인정보/보안 데이터 암·복호화 트랜잭션 처리량	500TPS	500TPS	1000 TPS	●			2026
	가상국토 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 정확도	80	90	95%	●			2026

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	이동체 위치정보 연계 정확도	-	-	90% 이상	●			2026
	이동체 위치정보 가시화 기법 종류	-	4개	4개 이상	●			2026
	이동체 위치기반 패턴분석 기법 종류	-	-	3개 이상	●			2026
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	유동인구 서비스 제공 공간유형	제한적 (집계구, 시군구, 100미터)	-	다양화 (도로, 블록, 50미터, 100미터 격자, 행정구역등)	●	●		2026
	개인감성정보의 위치정보 연계율	10 % 이하	20% 이하	30% 이상	●			2026
	위치기반 감성정보 예측 정확도	-	-	90% 이상	●			2026
2-2-3. IoA 연계 공간 상태 정보 자동 획득	고정체 위치기반 패턴분석 정확도	-	80% 이상	90% 이상	●			2026
	Massive Data Transaction/Server	1,000TPS/ 단위서버 (삼성)	2,000TPS/단위 서버 (VISA)	2,000TPS/ 단위서버	●			2026
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	초대용량 데이터 처리 용량 달성	PB급	수십 PB급	EB (용량)	●			2023
	다중 클라우드 활용 분산 및 확장 기능	단일 클라우드	단일 클라우드	프라이빗 클라우드 1개 포함 5개 이상 다중 클라우드 수용 (건수)	●			2025
	초대용량 N차원 공간정보 시각화를 위한 적용 표준개수	1	2 (ESRI)	8 (적용 표준개수)	●			2024
	초대용량 N차원 공간정보 서비스 구축 관련 국내외 표준 제개정	-	-	2/7 (국제/국내)	●			2026
3-1-2. 초대용량 공간정보 분산관리 및 처리	단일 초대용량 공간정보 최대 크기	1.61GB	10GB	1TB	●			2025
	최대 CRUD 관리가능 초대용량 공간정보 분산 DB 크기	-	-	1EB7)	●		● (오픈 소스)	2025
	지원가능 초대용량 공간정보 분산 색인 종류	-	-	3종 이상 (LiDAR, WAIM영상, 공간비디오)	●			2025
	스트림기반초대용량 공간정보 인메모리 분석처리	-	-	≤ 5 (sec)	●			2025

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	초저지연 융합 공간정보 종류	2종	2종	4종 (종)	●			2024
	다차원 콘텐츠 세밀도	2	2	≥ 4 (LOD)	●			2025
	초저지연 서비스 응답 시간	〈 50	〈 30	≤ 10 (msec)	●			2025
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	모사가능 센서종류	-	4종 (미국, Carla)	4종	●			2026
	모사가능 환경종류	-	4종 (미국, Carla)	4종	●			2025
	수도학습데이터 성능 개선율	1~2%	1~2%	3.5%	●			2025
	자동 레이블링 정확도	-	-	95%	●			2026
3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	시공간 학습 네트워크 구축을 위해 활용되는 시공간 정보종류	1	3 (미국, ESRI)	5종	●			2025
	학습모델의 설명라벨 중에서 공간정보 기반 설명라벨의 비율	-	10% (NVIDIA,PilotNet)	10% 이상	●	-	-	2026
	설명가능한 공간지능화 가시화 방법	-	1종 (NVIDIA,PilotNet)	4종 이상	●	-	-	2026
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	동시사용자(명)	5명	5명	10명	●	-		2026
	요구조자의 대피시간 및 구조자의 초기대응시간 감소율	-	-	20%	●	-		2026
	교통정체 감소율	-	-	20%	●	-		2026
	다중결정요소를 고려한 최적해 탐색 확률	-	-	90%	●	-		2026

참고 장비(HW/SW) 국산화 목표

구성과제	국산화 장비(HW/SW)명	외산 장비(HW/SW)명	목표달성 가능년도	국산화 필요성
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대 측위	네트워크 RTK 보정정보 생성서버 SW	Trimble의 PIVOT	2024	• "기존 외산 소프트웨어의 경우 정지측량용으로 개발되었을 뿐 아니라, 소프트웨어 커스터마이징이 불가능하여 자율주행차나 드론 등 대규모의 이동체 위치보정에는 적합하지 않음 • 사용자 맞춤형 서비스를 위한 서버 소프트웨어 국산화가 필요하며, 이는 향후 한국형 위성항법시스템에 기반한 다양한 업무에도 활용 가능
	다중신호 기반 오픈 융합 측위 플랫폼 SW	Google의 Fused Location Service	2024	• 기존 외산 측위기술의 경우 측위정보수집이 폐쇄형으로 개발되었을 뿐 아니라, 소프트웨어의 커스터마이징이 불가능함 • 국내 다양한 분야에 측위기술을 적용하기 위해서는 측위기술의 국산화가 반드시 필요함 • 해당 기술은 미래 통신 체계에 대비함은 물론 측위정보 수집과 제공의 공개 플랫폼을 구축함으로써 재난/안전/스마트모빌리티 등의 분야에 확장가능한 융합과 특정기업의 독점방지가 가능할 것으로 기대됨
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속측위 모델 구현	드론 하드웨어 제어 및 영상처리 연동 솔루션 SW	DJI의 가이던스	2025	• 기존 외산 제품의 경우 영상정보를 통해 기체의 위치 및 자세정보를 획득하는 제품이며, 이는 특정기업의 드론에만 장착 가능한 HW/SW가 일체화된 제품으로 SW의 커스터마이징이 불가능함 • 모바일, 차량, 드론에 복합적으로 적용하기 위한 SW의 국산화가 반드시 필요함 • 또한 개발 기술의 국산화를 통해 특정 기업의 독점 방지가 가능할 것으로 기대됨
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	초대용량 공간 빅데이터 처리를 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW	ESRI Geospatial Cloud	2026	• 현재 ESRI Geospatial Cloud 시스템이 공간정보산업의 메이저 S/W인 ArcGIS 기능과 결합한 최고의 시스템으로 향후 국내 기술개발이 없을 경우 외산 S/W에 100% 의존할 수밖에 없는 상황 • 이를 대비하기 위해 외산 S/W를 대체할 수 있는 국산화가 반드시 필요함

구성과제	국산화 장비(HW/SW)명	외산 장비(HW/SW)명	목표달성 가능년도	국산화 필요성
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	IoT 기반 실시간 공간정보 및 AI 기술을 고려한 대피 시뮬레이터	Thunderhead의 Pathfinder, IES의 Simulex, FSEG의 buildingEXODUS	2024	• 현재 국내에서는 외산 소프트웨어에 100% 의존하여 피난안전성 평가가 이루어지고 있는 상황 • 소스코드가 공개되지 않는 상용 소프트웨어이기 때문에, IoT 기반 실시간 공간정보 연계, 한국인의 보행특성 고려, 공간정보 플랫폼 기술 연동 등 연구자의 확장 개발이 불가능함 • 외산 소프트웨어 라이선스 비용 절감과 국내 재난안전 및 마이크로 시뮬레이션 기술력 확보를 위해서 국산화가 필요함 • 또한 AI 기술을 이용한 시뮬레이션 등 확장 개발이 요구되는 상황
	강화학습 기반 자율주행 교통 시뮬레이터	PTV AG의 Vissim, DLR의 SUMO	2024	• 자율주행 시장의 성장과 자율주행차 상용화에 대비한 선제적 대응이 필요 • 현재 대부분의 국내 연구에서는 외산 소프트웨어를 이용한 교통 시뮬레이션이 수행되고 있는 상황 • 소스코드가 공개되어 있지 않은 외산 소프트웨어의 제약으로 인해 AI 기술의 접목이 어려움 • 국내 공공/민간기관 데이터 연계, 실시간 공간분석을 통한 교통 시스템 제어 등 서비스 실증을 위해서는 자체 기술력 확보가 요구되고, 국내 도로, 공간에 특화된 시뮬레이션 기술 개발이 필요함
	Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행 시뮬레이터	마이크로소프트의 AirSim, AirMap의 AirMap	2024	• 외산 소프트웨어는 소스코드가 제공되지 않기 때문에, 유동인구, 교통량, 드론 에너지 소비, 2D/3D 공간정보 등 multi-source 데이터의 실시간 반영이 어려움 • 또한 드론 스테이션 입지 최적화, 택시/물류/치안 등 서비스별 공역 설정 등 다양한 드론 공간분석에 한계가 존재함 • 국내 공공/민간기관 데이터 연계, 관련 플랫폼 기술 연동 등이 불가능함 • 이 외에도 강화학습 등의 AI 기술을 접목할 필요가 있음

참고 **공간정보 표준화 목표**

구성과제	표준화명	국내	국외	목표달성 가능년도	표준화 필요성
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대 측위	보정신호 규격	●		2024	• 사용자 확대를 위해서는 표준화된 보정신호를 지원하는 수신기 개발이 병행되어야하며, 보정신호의 효율적인 전송을 위해서도 보정신호 관련 기관/업체의 국가 및 기관 표준화가 필요함
2-2-3. IoA 연계 공간 상태 정보 자동 획득	Internet of All(IoA - 고정, 이동체, 인간) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 공간정보 연계 통신프로토콜 정의	●	●	2022(국내) 2025(국외)	• 최근 고정밀 3차원 공간정보와 IoT 센서정보가 융합된 다양한 서비스가 제공되고 있는 반면 공간정보와 센서정보의 표준 통합 방식의 부재로 서비스 생산 프로세스의 효율성이 낮은 실정임 • 이에 연계를 위한 매체, 디바이스, 데이터유형별 표준정의 및 공간정보와의 통신프로토콜 규약에 대한 정의가 필수적임
	고정 디바이스/ 공간정보 연계 데이터 모델 표준	●	●	2024(국내) 2026(국외)	
	이동체/공간정보 연계 데이터 모델 표준	●	●	2024(국내) 2026(국외)	
	인간/공간정보 연계 데이터 모델 표준	●	●	2024(국내) 2026(국외)	
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	초대용량 고차원 공간정보 구축 아키텍쳐 및 요구사항	●		2025	• 초대용량 N 차원 공간정보를 구축함에 있어 정해진 데이터 모델 및 인코딩 등의 명세를 기반으로 함으로써 중복구축 방지 및 데이터 변환 등에서의 효율성을 추구가능
	초대용량 고차원 공간정보 인코딩	●	●	2025(국내) 2026(해외)	
	초대용량 고차원 공간정보를 위한 메타데이터 확장	●		2025	
	초대용량 고차원 공간정보 사양 등	●	●	2025(국내) 2026(해외)	

참고 **구성과제별 최종 산출물**

구성과제	최종 산출물
1-1-1	- Dual-Frequency 스마트폰용 정밀측위 어플리케이션 - 네트워크 RTK 보정신호 서비스 시스템 - 실내외 다중신호 기반 복합 측위 SW
1-1-2	- 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW - 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 솔루션 - 실내외 연동 복합측위 SDK
1-2-1	- 크라우드 소싱 공간정보 데이터 구축/전처리 API/플랫폼 - 데이터 품질분석 가시화 S/W - 데이터 정합결과 가시화 S/W
1-2-2	- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 API/플랫폼 - 위성/항공 센서 기반 광역 변화탐지 시스템 - 지상 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템 - 공중 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템
1-2-3	- 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW - 공간정보 객체 자동 매핑 S/W - Dynamic LoD기반 객체정보 자동 변환 SW
2-1-1	- 가상국토 플랫폼 연계를 위한 건설도면 활용 가상국토 연계 통합 SW - 가상국토 플랫폼 연계를 위한 비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 SW
2-1-2	- 가상국토 데이터 유통을 위한 On-demand 기반 데이터 연계 시스템 - 블록체인 기반 암·복호화 및 접근제어를 통한 데이터 유통 시스템
2-2-1	- 이동체 위치정보 자동연계 SW - 이동체 위치정보 가시화 SW - 이동체 위치정보 예측 및 분석 SW
2-2-2	- 개인 이동정보, 감성정보/상태정보 데이터 연계를 위한 표준 정의서 - 유동 인구 추정 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW - 비정형 데이터 3차원 공간정보 연계 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW
2-2-3	- 동적/정적정보 초연결 표준 정의서 - 실내외 고정 데이터 및 공간상태 정보 자동 획득 SW - 실내외 고정/공간 상태정보 시계열 연계, 분석 및 표현 SW
3-1-1	- 초대용량 공간 빅데이터 처리를 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW - 초대용량 GeoAI 모델링을 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW - 차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 및 관련 개발표준
3-1-2	- 엑사스케일 확장가능 협업적 초대용량 공간정보 및 공간지능 저장, 질의 및 관리 시스템 - 초대용량 공간정보 및 공간지능 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템
3-1-3	- 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스를 위한 Geospatial Cloudlet 통합 시스템 - Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 클라이언트 프레임워크
3-2-1	- 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 S/W - 초대규모 공간정보 학습데이터 레이블링 솔루션 - 공간영상 내 개인정보 익명화 SW
3-2-2	- 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 신경망 학습 네트워크 구축 SW - 설명가능한 공간지능화 해석력 S/W - 설명가능한 공간지능화 평가 지표
3-2-3	- 인공지능 파이프라인 자동화 SW - 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템 - 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 - Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템

□ 단계별 성과 목표 및 지표

○ 동 사업의 성과목표 및 지표에 대해 내·외부 전문가들을 대상으로 의견수렴을 통해 목표별 가중치를 설정

<table>
<tr><td>구분</td><td colspan="6">내용</td></tr>
<tr><td>사업 목표</td><td colspan="6">○ N차원 디지털 라이브 가상국토 구현을 위한 핵심기술 개발
- 고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 경쟁력 강화
- 실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 가치 증대
- 공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 공유 증진</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과 목표</td><td colspan="2">개발목표 달성도 100%</td><td colspan="2">융합데이터 공급율 50% 이상</td><td colspan="2">산출물의 보급률 70%</td></tr>
<tr><td colspan="2">HW/SW 국산화 100%</td><td colspan="2">공간정보 표준화 100%</td><td colspan="2">국토정보 활용도 20% 증대</td></tr>
<tr><td rowspan="8">단계별 성과 목표 및 지표</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="3">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="3">○ S/W 등록 건수 (31건)
○ 특허 출원 건수(15건)
○ 특허 등급 지수(3.68)
○ 개발목표 달성도(13.5%)
○ HW/SW의 국산화(71.4%)
○ 융합데이터 공급율(20%)
○ 공간정보 표준화(33.4%)</td><td colspan="3">○ S/W 등록 건수(52건)
○ 특허 등급 지수(3.82)
○ 개발목표 달성도(100%)
○ HW/SW의 국산화(100%)
○ 융합데이터 공급율(50% 이상)
○ 공간정보 표준화(100%)
○ 산출물의 보급률(70%)
○ 국토정보 활용도(20% 증대)</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표구분</td><td>가중치</td><td>지표명</td><td>지표구분</td><td>가중치</td></tr>
<tr><td>S/W 등록</td><td>양적</td><td>0.050</td><td>S/W 등록</td><td>양적</td><td>0.025</td></tr>
<tr><td>특허 출원</td><td>양적</td><td>0.075</td><td>특허 출원</td><td>양적</td><td>0.025</td></tr>
<tr><td>특허 등급지수</td><td>질적</td><td>0.075</td><td>특허 등급지수</td><td>질적</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>개발목표 달성도</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>개발목표 달성도</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>HW/SW 국산화</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>HW/SW 국산화</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>융합데이터 공급율</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>융합데이터 공급율</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>공간정보 표준화율</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>공간정보 표준화율</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>산출물의 보급률</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>국토정보 활용도</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>-</td><td>1.000</td><td>합계</td><td>-</td><td>1.000</td></tr>
</table>

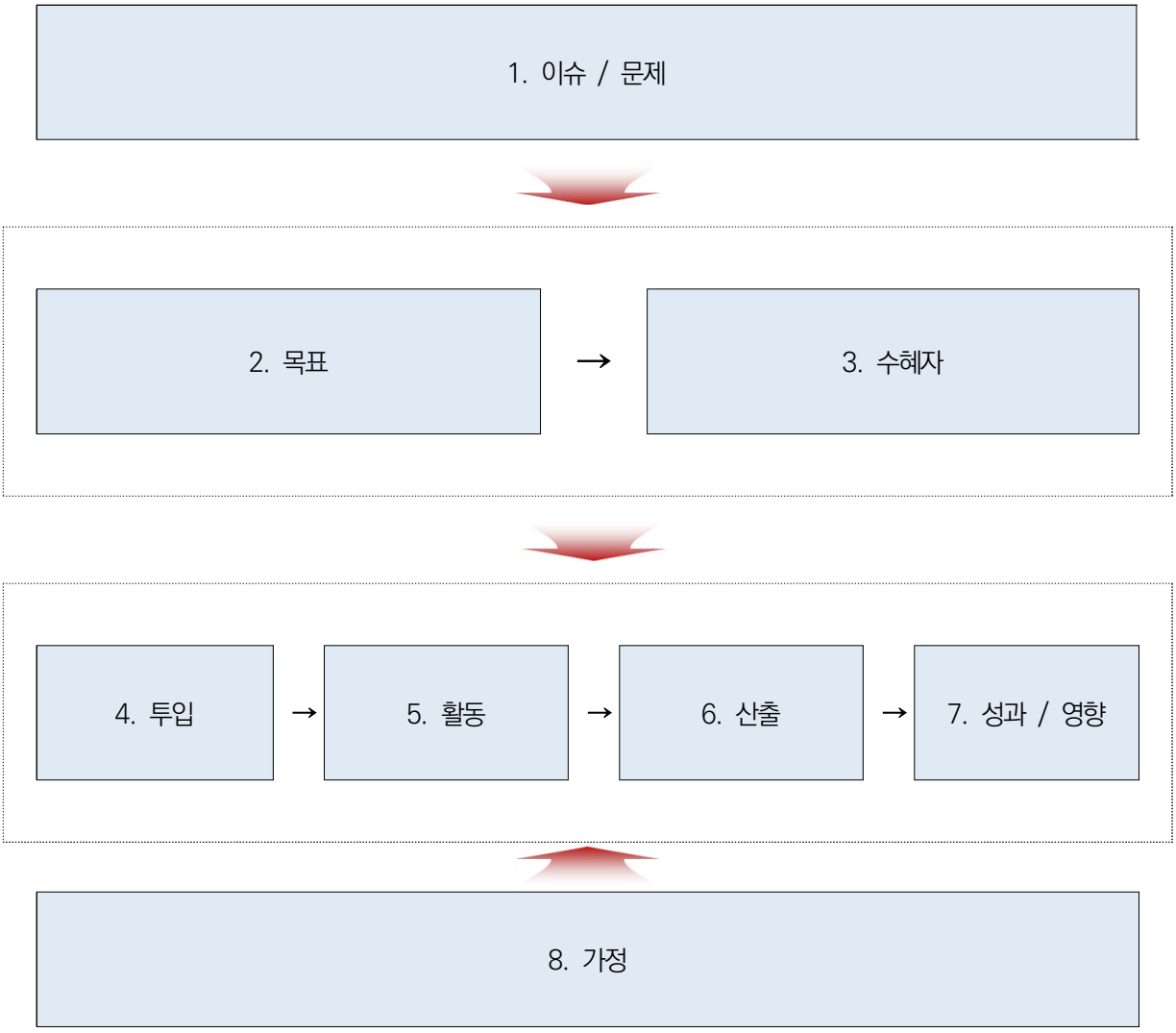
6. 사업 논리모형 설정

□ 대내외 환경과 사업추진 여건 및 수요에 대한 조사분석 결과를 토대로 논리모형을 활용하여 사업 내용을 설계

※ 국가연구개발사업의 기획 및 사전평가에 유용한 논리모형, KISTEP, 2016

○ 논리모형에 따라 주요이슈와 해결하고자 하는 문제를 정의하고, 문제가 해결되었을 경우 달성할 수 있는 사업의 목표와 문제해결의 수혜자를 정의

- SWOT 분석을 통해 도출된 추진전략에 따라 사업의 내용을 구성하고, 예산투입규모를 확정하고 구체적인 사업의 성과목표를 도출
- 국내 R&D 역량 분석과 토론회, 전문가 자문회의를 통해 사업과 직·간접적으로 연관된 산업계의 수요와 현황에 대해서 작성



[그림 6-17] 논리모형의 기본구조

1. 이슈 / 문제

- 글로벌 기업의 국내 시장 진출과 후발국가의 맹추격으로 신산업 성장동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려 및 국가경쟁력 위협
- 국내 공간정보 기술의 외산 의존도 심화로 특정 제품의 종속 및 신기술 활용의 한계 존재
- 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고 부처별 산발적·분산적인 기술개발로 성과활용 극대화 불가
- 국내 공간정보산업은 노동집약적 저부가가치 산업으로 생산성 향상을 위한 기술개발이 필요한 상황
- 4차 산업혁명 시대가 요구하는 다양한 데이터가 연계된 공간정보 제공 필요
- 효율적인 공간정보 관리를 위한 범정부적인 정보공유 시스템과 원활한 데이터 유통체계 고도화 필요
- 공간정보 활용 증대에 따라 다양한 대용량의 공간정보를 실시간으로 제공하기 위한 인프라 필요
- 공간정보는 일자리 창출 및 산업 파급효과가 큰 신성장동력으로, 환경변화에 대응한 새로운 공간정보기술 생태계 구축이 필요

2. 목표

- N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심기술 개발
  - 고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 경쟁력 강화
  - 실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 가치 증대
  - 공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 공유 증진

3. 수혜자

- 1차 수혜자 : 공간정보 서비스 기관/기업
- 2차 수혜자 : 공간정보 활용 기관/기업
- 3차 수혜자 : 사용자(국민, 민간기업)

4. 투입

- 1,838억원
  - 국비 1,378.5억원
  - 민자 459.5억원
- 1,724명 연구인력 (산·학·연 연구자)
  - 연평균 344명

5. 활동

- 초정밀 디지털 국토 구축
- 초연결 라이브 국토 실현
- 초대용량 디지털 라이브 국토 활용

6. 산출

- SW 등록 건수
- 특허출원 건수
- 특허등급 지수

7. 성과 / 영향

- 개발목표 달성도 100%
- HW/SW 국산화 100%
- 융합데이터 공급율 50% 이상
- 공간정보 표준화 100%
- 산출물의 보급률 70%
- 국토정보 활용도 20% 증대

8. 가정

- 정형·비정형 데이터 보유기관과 협의가 이루어져 산재되어 있는 데이터를 원활히 제공받아 이를 가공한 공간정보를 제공
- 수요자가 원하는 공간정보를 제공하기 위해 수요처인 공간정보를 활용하는 기관·기업과 협의체 구축
- 재난/재해, 무인 이동체, 자율주행, 스마트 물류, 스마트 건설 등 미래 융·복합 분야 수요의 지속적인 증대
- 4차 산업혁명 시대 대응을 위해 공간정보의 활용 분야 확대 및 패러다임 변화

[그림 6-18] 동 사업의 논리모형

7. 사업 추진 전략

□ 사업 목표를 효과적으로 달성하기 위해 SWOT 분석을 통한 사업 추진전략(N-MAP)을 도출

○ SWOT 분석을 통하여 도출된 사업전략방향(SO, ST, WO, WT)에 기반하여 사업추진전략을 도출

- 사업 추진전략은 공간정보 기술의 경쟁력 강화, 유관기관과 긴말한 상호 협력, 공급자·수요자 대상의 활용수요 기반 기술개발, 기술의 신속한 보급을 통한 활용성 증대를 추진전략으로 제시

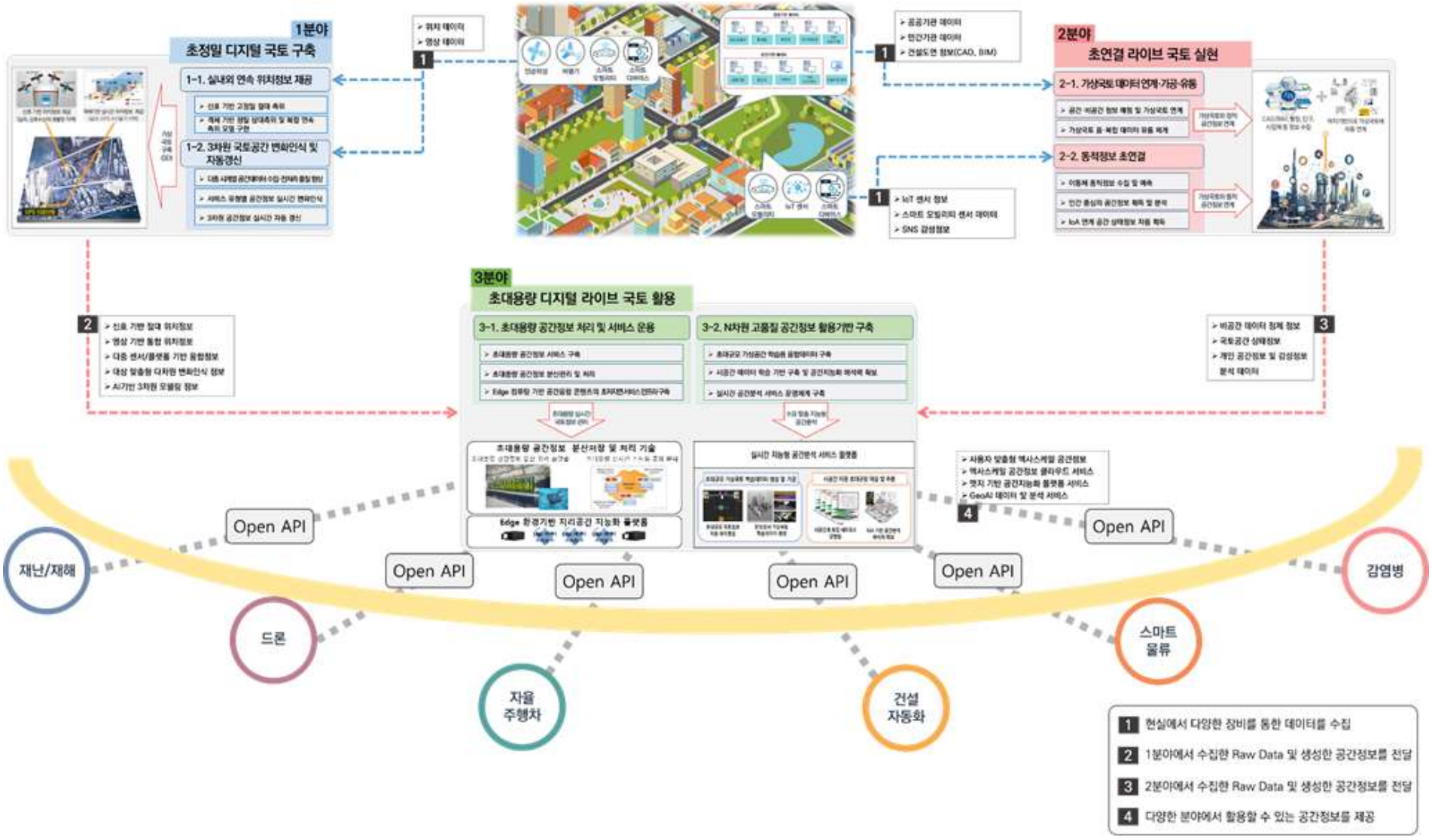


공간정보 핵심기술 개발로 **국가 경쟁력 확보** National competitiveness	디지털 라이브 국토 구현을 위한 **핵심기술들의 성능목표 달성**으로 공간정보 기술의 경쟁력 강화 외산 의존도 저감 및 **국가 경쟁력 확보**를 위한 **공간정보 기술의 자립화**
유관기관과 긴밀한 **상호 협력** Mutual Cooperation	다양한 형태의 데이터를 표준화된 공간정보로 제공하기 위해 **데이터 보유기관과의 협의체를 구성** 공간정보 활용 기반 마련을 위한 **공간정보 서비스 기관**과 **서비스 활용기관**과의 **협력 네트워크 구축**
공급자/수요자 대상의 **활용수요기반기술개발** Availability	**기술 및 활용 수요조사에 기반**한 공급자/수요자가 실질적으로 요구하는 공간정보 기술을 개발 **공간정보의 활용 시나리오를 마련**하여 활용 분야에서 실질적으로 요구되는 기술을 반영
기술의 신속한 보급을 통한 **활용성 증대** Promptness	**공간정보 기술의 신속한 보급**을 통해 공간정보를 실질적으로 활용하는 기관·기업의 활용성 증대 신산업 분야의 경쟁력 강화를 위한 다양한 데이터가 **융합된 국토정보를 제공**할 수 있는 **활용 체계 마련**

○ 시장 및 기술 변화 등을 고려하여 단계별로 추진하고, 실제 공간정보와 연계한 실증계획을 통해 개발기술의 종합 적용·검증

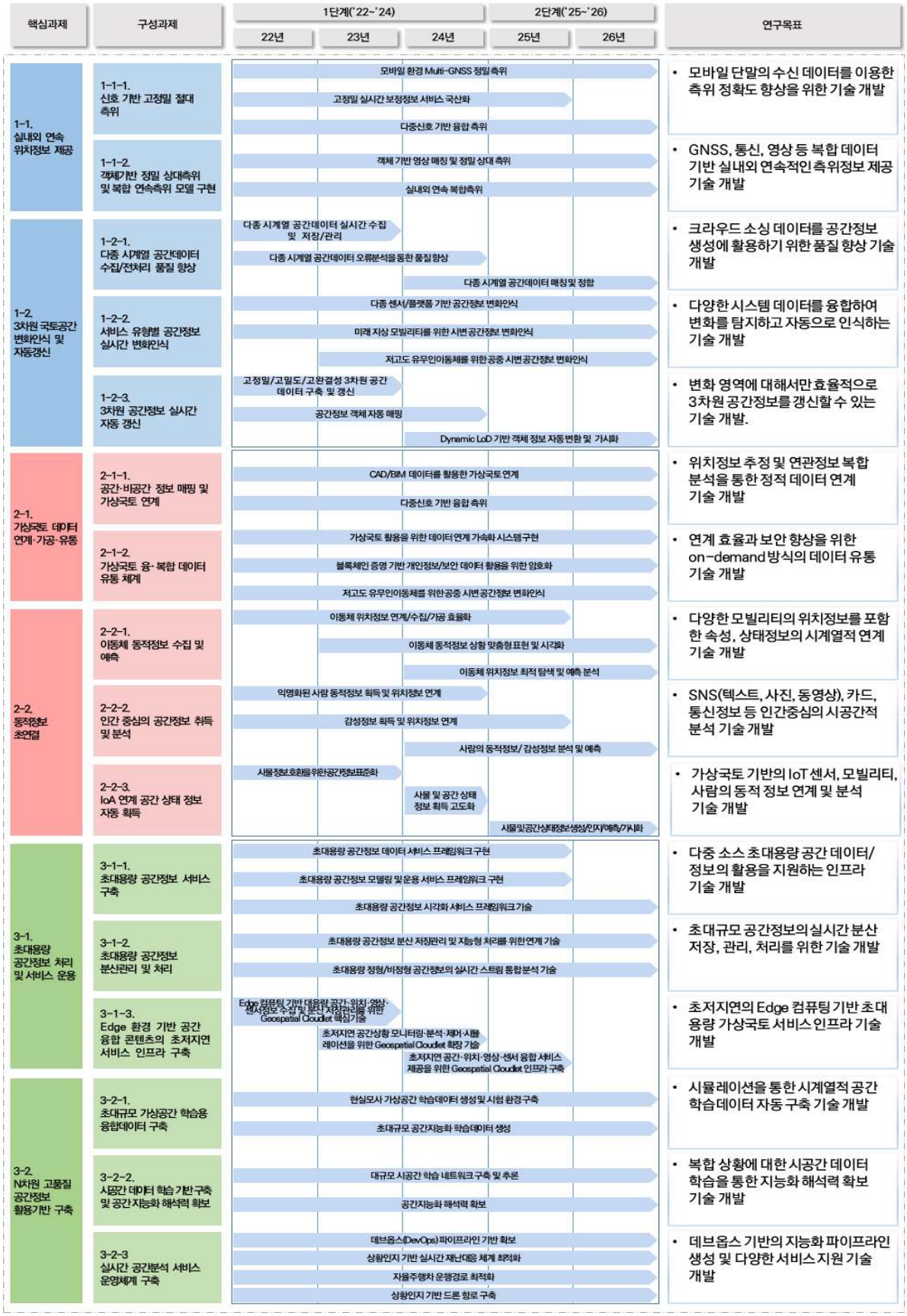
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>단계별 추진</td><td>
• 사업기간(5년) 내 2단계(3+2)로 추진하여 단계별 성과 도출
– 요소기술, 통합기술 등 단계별 성과 도출
– (1단계) 공간정보 기술의 경쟁력 확보를 위한 핵심·구성기술을 확보
– (2단계) 핵심·구성기술의 연계 및 실증을 통한 보급
<table>
<tr><th>단계</th><th>1단계('22~'24)</th><th>2단계('25~'26)</th></tr>
<tr><td>추진 방향</td><td>• 중점분야 내 핵심·구성기술 개발</td><td>• 중점분야 간 핵심·구성기술 연계 및 실증</td></tr>
<tr><td>주요 내용</td><td>• 중점분야 내 핵심·구성기술의 기초조사, 기술개발방향 도출 등을 수행
• 과제 추진 로드맵에 따라 중점분야별 핵심·구성기술 개발
• 중점분야 내 핵심·구성기술 간 연계성이 확보되도록 개발
• 연차별 성과목표·지표의 목표치 달성</td><td>• 초정밀 디지털 국토 구축(1분야), 초연결 라이브 국토 실현(2분야), 초대용량 디지털 라이브 국토 활용(3분야) 등 중점분야 간 성과물 및 공간정보 연계
• 성능 검증 및 보완
• 실증계획에 따라 중점분야 1~4의 성과물에 대한 실증을 수행</td></tr>
</table>
• 단계별 중간평가 시 연구성과, 공간정보기술 변화 등을 고려하여 연구내용 일부 조정
</td></tr>
<tr><td>기존 연구 연계활용</td><td>
• 공간정보 관련 기존 선행연구 결과를 본 사업에 연계·활용
– 기존 선행사업인 '국토공간정보 연구개발 사업'과 국토교통과학기술 진흥원 소관사업의 성과물을 연계·활용하고, 민간기업에서 보유한 기술과의 연계를 통해 본 사업의 기술개발을 추진
</td></tr>
<tr><td>성과 확산 기반 마련</td><td>
• 유기적 연계 및 개방·공유를 통한 사업효과 극대화
– 오픈소스 기반 기술개발 추진으로 개발과정에서 생산된 콘텐츠와 데이터를 개방하여 성과 확산의 극대화 도모
</td></tr>
<tr><td>실용화 기반 마련</td><td>
• 연구개발 성과의 실용화 지원체계 구축
• R&D 기반 협력 생태계 조성
– 중장기적인 기간이 소요되는 본 사업의 성공적인 추진 및 상용화·실용화 확대를 위해 협력적 산·학·연 거버넌스 체계 구축
</td></tr>
<tr><td>다양한 의견수렴을 통한 과제간 연계성 확보</td><td>
• 국토교통과학기술진흥원과 사업단이 주관하여 연구책임자간 의견교류회, 성과교류회, 기술활용 협의체 등을 운영하고 이를 통해 과제간 연계추진이 원활하게 진행될 수 있도록 사업을 추진
– (성과교류회) 국토교통과학기술진흥원이 주관한 성과교류회를 개최하여, 참여 연구진 뿐만 아니라 다양한 이해관계자를 참여시켜 성과와 관련한 의견수렴을 진행하고 이를 반영할 수 있도록 추진
– (연구책임자 의견교류회) 동 사업의 연구책임자 의견교류를 위해 사업단이 주관한 의견교류회를 진행하여 각 과제별 연계성을 확보할 수 있도록 사업을 추진
– (기술활용 협의체) 전문기관, 사업단, 물류기술 개발 및 활용 기업 등 산·학·연 전문가로 구성된 협의체를 사업단의 주관하에 필요시 수시 운영하여 동 사업을 통해 개발되는 기술의 현장 활용을 위한 연계·활용 방안을 모색
</td></tr>
</table>

8. 사업의 개념도

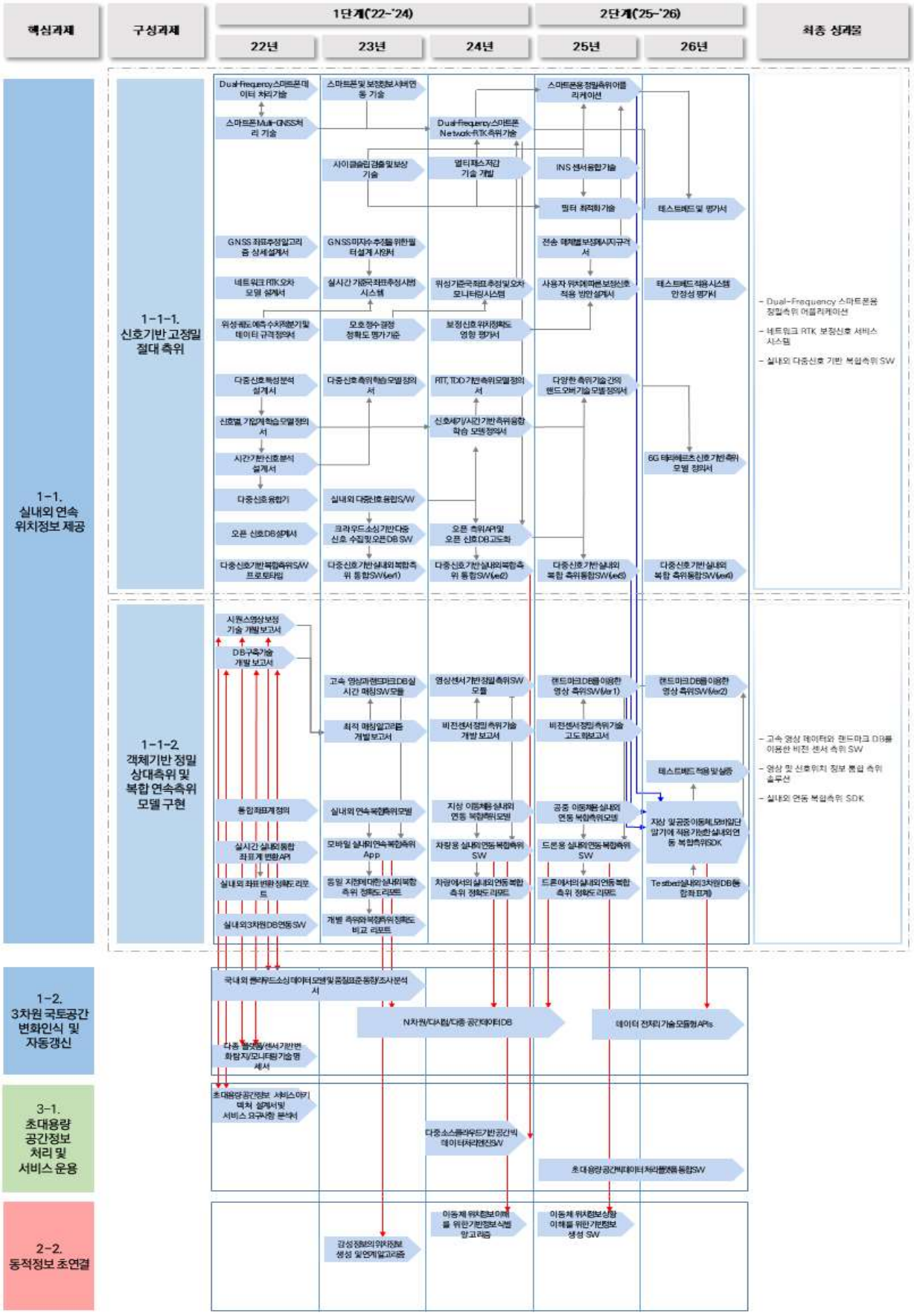

1분야
초정밀 디지털 국토 구축
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
위치 데이터
영상 데이터
공공기관 데이터
민간기관 데이터
건설도면 정보(CAD, BIM)
IoT 센서 정보
스마트 모빌리티 센서 데이터
SNS 감성정보
2분야
초연결 라이브 국토 실현
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
2-2. 동적정보 초연결
3분야
초대용량 디지털 라이브 국토 활용
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
초대용량 공간정보 분산저장 및 처리 기술
Edge 환경기반 지리공간 지능화 플랫폼
실시간 지능형 공간분석 서비스 플랫폼
비공간 데이터 정책 정보
국토공간 상태정보
개인 공간정보 및 감성정보
분석 데이터
사용자 맞춤형 액시스케일 공간정보
액시스케일 공간정보 클라우드 서비스
엣지 기반 공간지능화 플랫폼 서비스
GeoAI 데이터 및 분석 서비스
Open API
재난/재해
드론
자율 주행차
건설 자동화
스마트 물류
감염병
1 현실에서 다양한 장비를 통한 데이터를 수집
2 1분야에서 수집한 Raw Data 및 생성한 공간정보를 전달
3 2분야에서 수집한 Raw Data 및 생성한 공간정보를 전달
4 다양한 분야에서 활용할 수 있는 공간정보를 제공

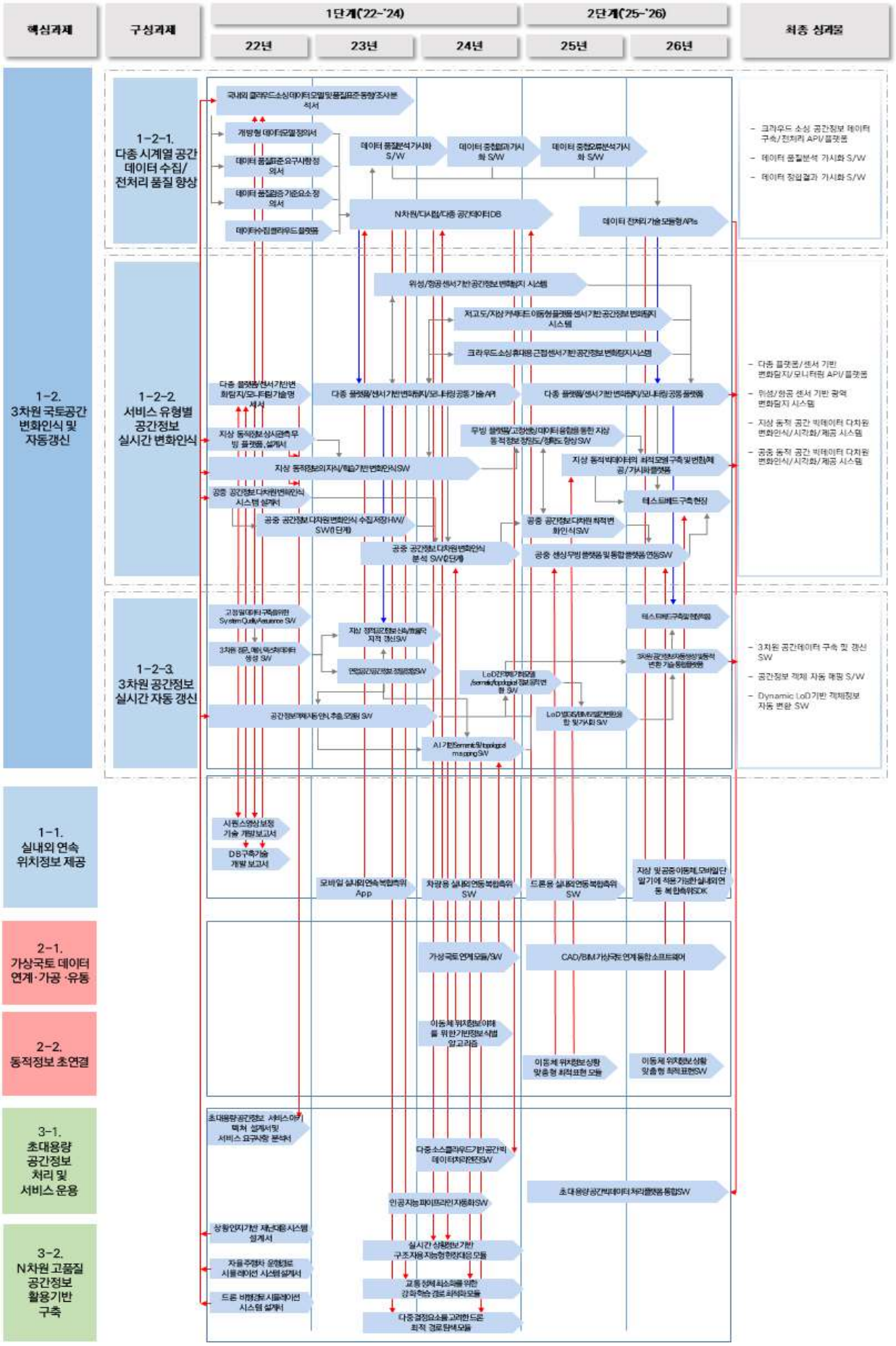
9. 총괄 로드맵

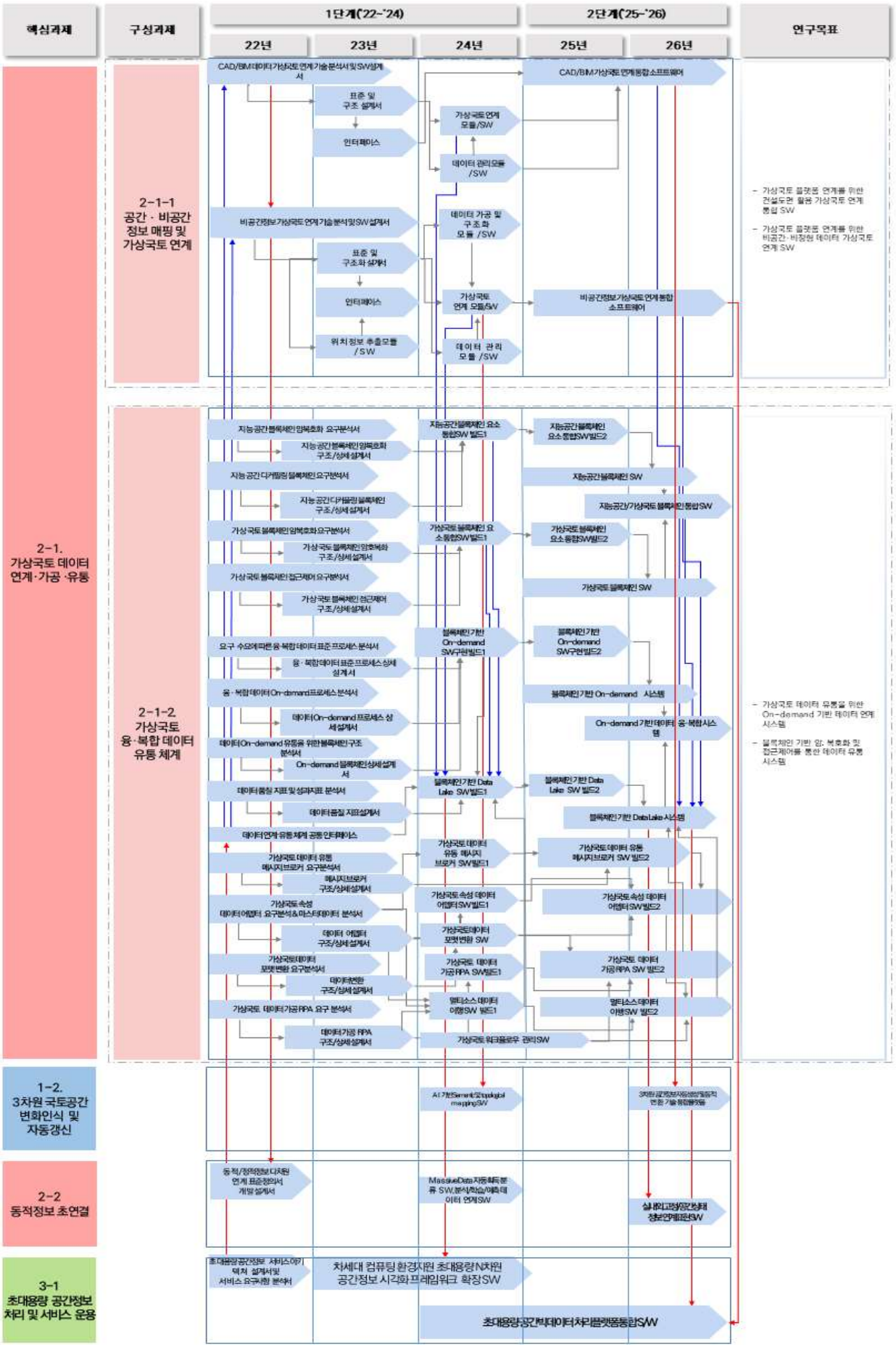
□ 과제추진 로드맵

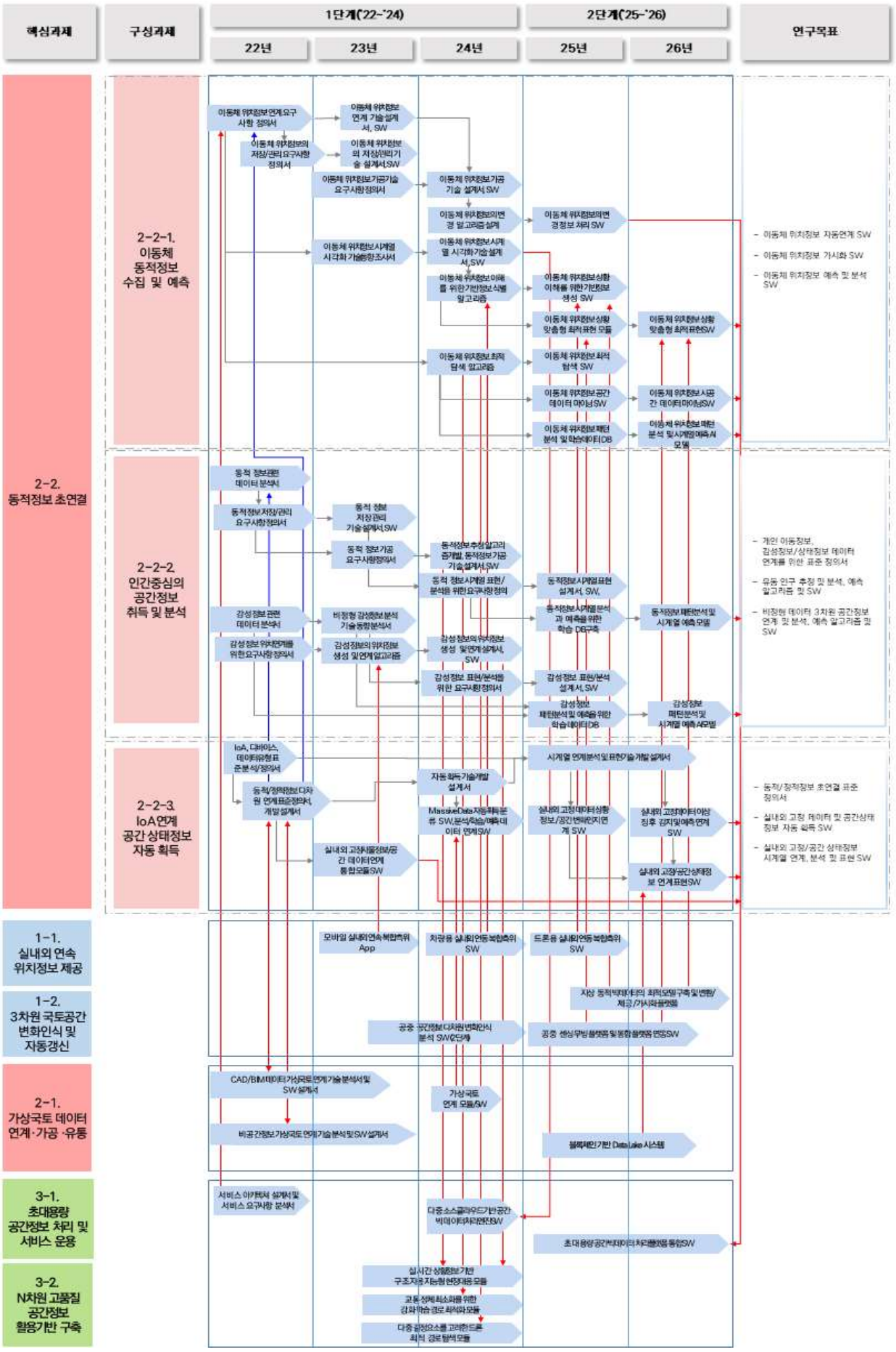


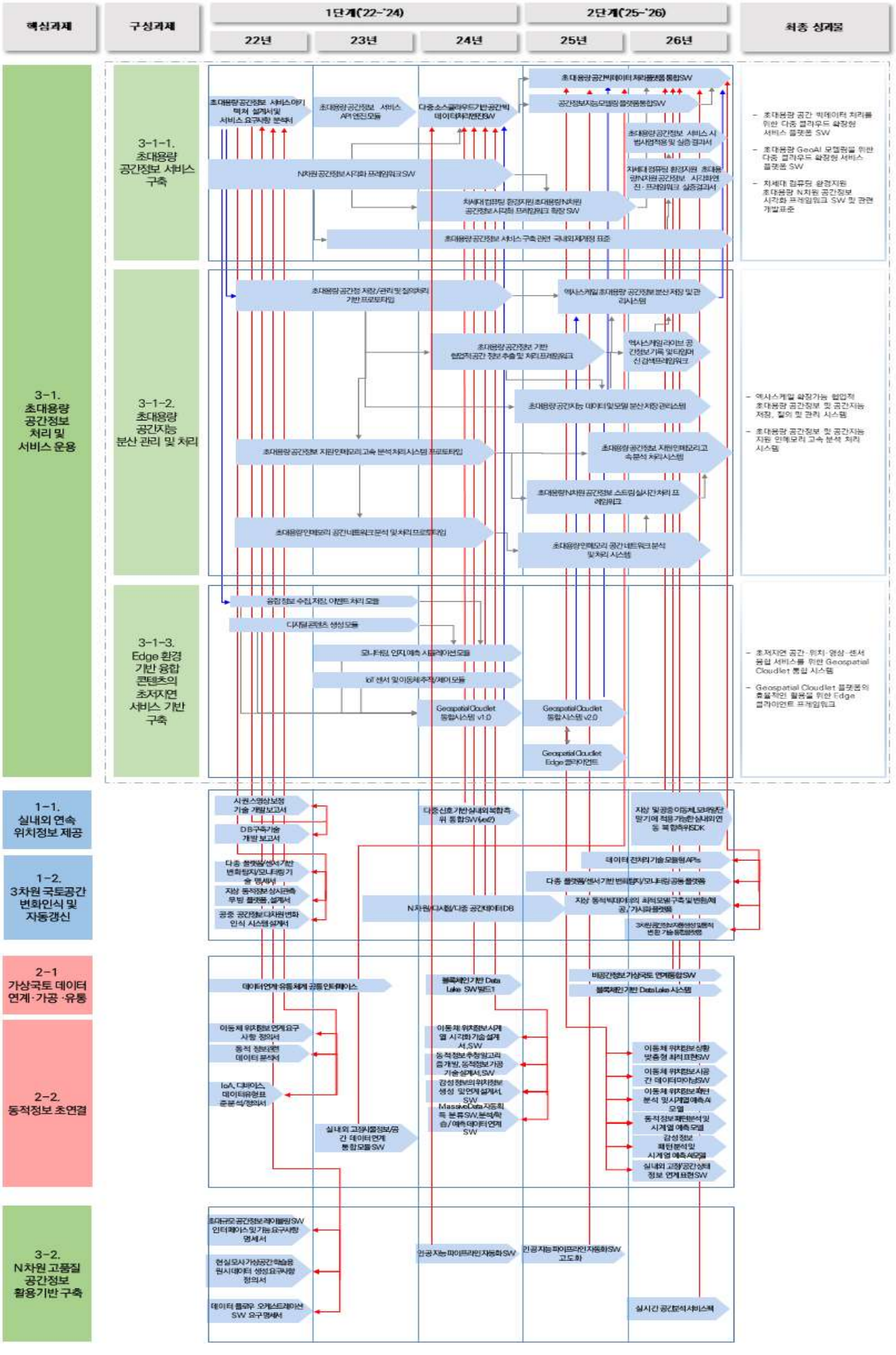
□ 기술성과 로드맵

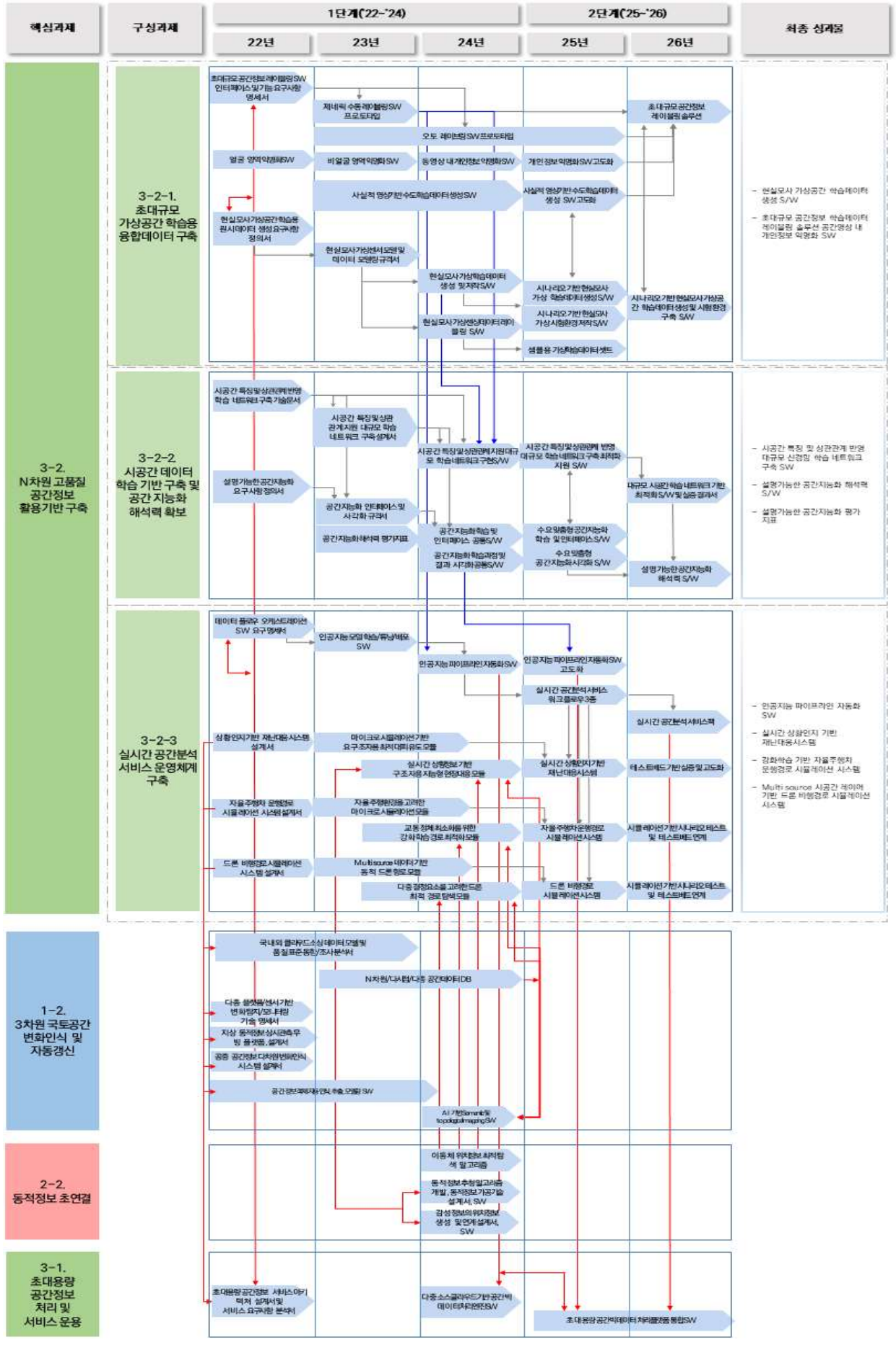

핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위
1-1-2 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
2-2. 동적정보 초연결
Dual-Frequency 스마트폰 멀티 처리기술
스마트폰 Multi-GNSS처리 기술
스마트폰 및 보정정보 사용연동 기술
Dual-Frequency 스마트폰 Network-RTK 측위 기술
스마트폰용 정밀측위어플 리케이션
사이클슬립 검출 및 보상 기술
멀티패스 저감 기술 개발
INS 센서융합기술
멀티 최적화 기술
테스트베드 및 평가서
GNSS 좌표추정알고리즘 상세설계서
GNSS 미지수 추정을 위한 필터설계 사양서
전송 메시지 보정데이터 규격서
네트워크 RTK 오차 모델 설계서
실시간 개방국 좌표추정 시범 시스템
위성기준국 좌표추정 및 오차 모니터링 시스템
사용자 위치 정확도 보정신호 적용 방안 설계서
테스트베드 적용 시스템 안정성 평가서
위성궤도 예측 수치정보 및 데이터 규격 정의서
모호정수 결정 정확도 평가 기술
보정신호 위치정확도 영향 평가서
다중신호 특성분석 설계서
다중신호 측위 학습 모델 정의서
RTT, TDOA 기반 측위 모델 정의서
다양한 측위기술 간의 핸드오버 기술 모델 정의서
신호별 기반 학습 모델 정의서
신호세기/시간 기반 측위 융합 학습 모델 정의서
시간기반 신호분석 설계서
6G 테라헤르츠 신호 기반 측위 모델 정의서
다중신호 융합기
실내외 다중신호 융합 S/W
오픈 신호DB 설계서
크라우드소싱 기반 다중 신호 수집 및 오픈 DB SW
오픈 측위API 및 오픈 신호DB 고도화
다중신호 기반 복합측위 S/W 프로토타입
다중신호 기반 실내외 복합 측위 통합SW(ver1)
다중신호 기반 실내외 복합 측위 통합SW(ver2)
다중신호 기반 실내외 복합 측위통합SW(ver3)
다중신호 기반 실내외 복합 측위통합SW(ver4)
시뮬스영상보정 기술 개발 보고서
DB구축기술 개발 보고서
고속 영상매핑 랜드마크 DB실시간 매칭 SW 모듈
영상센서 기반 정밀측위 SW 모듈
랜드마크 DB를 이용한 영상 측위 SW(ver1)
랜드마크 DB를 이용한 영상 측위 SW(ver2)
최적 매칭 알고리즘 개발 보고서
비전센서 정밀 측위 기술 개발 보고서
비전센서정밀측위기술 고도화보고서
테스트베드 적용 및 실증
통합좌표계 정의
실내외 연속복합측위 모델
지상 이동체용 실내외 연동 복합측위 모델
공중 이동체용 실내외 연동 복합측위 모델
지상 및 공중 이동체, 모바일단말기에 적용 가능한 실내외 연동 복합측위 SDK
실시간 실내외 통합 좌표계 변환 API
모바일 실내외 연속복합측위 App
차량용 실내외 연동 복합측위 SW
드론용 실내외 연동 복합측위 SW
실내외 좌표 변환 정확도 리포트
동일 지점에 대한 실내외 복합 측위 정확도 리포트
차량에서의 실내외 연동 복합 측위 정확도 리포트
드론에서의 실내외 연동 복합 측위 정확도 리포트
Testbed 실내외 3차원 DB 통합 좌표계
실내외 3차원 DB 연동 SW
개별 측위와 복합측위 정확도 비교 리포트
- Dual-Frequency 스마트폰용 정밀측위 어플리케이션
- 네트워크 RTK 보정신호 서비스 시스템
- 실내외 다중신호 기반 복합측위 SW
- 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW
- 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 솔루션
- 실내외 연동 복합측위 SDK
국내외 멀티채널 소싱 데이터 모델링 및 품질표준 동향 조사 분석서
N차원/다시점/다중 공간데이터DB
데이터 전처리 기술 모듈형 APIs
다중 멀티센서 기반 변화탐지/모니터링 기술 명세서
초대용량 공간정보 서비스 아키텍처 설계서 및 서비스 요구사항 분석서
다중소스 클라우드 기반 공간빅데이터 처리엔진 SW
초대용량 공간빅데이터 처리 플랫폼 통합 SW
감성정보의 위치정보 생성 및 연계 알고리즘
이동체 위치정보 이해를 위한 기반정보 식별 알고리즘
이동체 위치정보 상황 이해를 위한 기반정보 생성 SW


핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
1-2-1. 다종 시계열 공간 데이터 수집/ 전처리 품질 향상
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
2-2. 동적정보 초연결
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
국내외 클라우드소싱 데이터모델 및 품질표준동향 조사분석서
개방형 데이터모델 정의서
데이터 품질분석 가시화 S/W
데이터 중첩분석 가시화 S/W
데이터 중첩오류분석 가시화 S/W
데이터 품질표준 요구사항 정의서
데이터 품질검증 기준요소 정의서
N차원/다시점/다종 공간데이터DB
데이터 전처리 기술모듈형 APIs
데이터수집 클라우드 플랫폼
- 크라우드 소싱 공간정보 데이터 구축/전처리 API/플랫폼
- 데이터 품질분석 가시화 S/W
- 데이터 정합결과 가시화 S/W
위성/항공 센서기반 공간정보 변화탐지 시스템
저고도/지상 카메라드 이동형플랫폼 센서기반 공간정보 변화탐지 시스템
크라우드소싱 휴대용 근접센서기반 공간정보 변화탐지 시스템
다종 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 기술개발 세부
다종 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 공통 기술 API
다종 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 공통 플랫폼
- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 API/플랫폼
- 위성/항공 센서 기반 광역 변화탐지 시스템
- 지상 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템
- 공중 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템
지상 동적정보 상시관측무빙 플랫폼 설계서
무빙 플랫폼/고정센싱 데이터 융합을 통한 지상 동적정보 정밀도/정확도 향상SW
지상 동적정보의 지자/핵심기반 변화인식SW
지상 동적빅데이터의 최적모델 구축 및 변화예측/가시화 플랫폼
공중 공간정보 다차원 변화인식 시스템 설계서
테스트베드 구축 현장
공중 공간정보 다차원 변화인식 수집저장 HW/SW(1단계)
공중 공간정보 다차원 최적변화인식SW
공중 공간정보 다차원 변화인식 분석 SW(2단계)
공중 센싱 무빙 플랫폼 및 통합 플랫폼 연동SW
고정밀데이터 구축을 위한 System Quality Assurance S/W
테스트베드 구축 및 현장적용
지상 정적공간정보 신속/정밀구축 갱신SW
3차원 공간정보 자동생성 및 동적변화 기술통합플랫폼
3차원 공간, 예상 객체데이터 생성 S/W
연속공간정보 정밀측정SW
LoD2단계기반모델 /semantic/topological 정보융합변환 SW
- 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW
- 공간정보 객체 자동 매핑 S/W
- Dynamic LoD기반 객체정보 자동 변환 SW
공간정보객체 자동인식 추출 모델링 S/W
LoD변경(통합/단일)분할 및 가시화 S/W
AI기반 Semantic/Topological mapping S/W
시뮬스캔상 보정 기술 개발 보고서
DB구축기술 개발 보고서
모바일 실내외 연속 복합측위 App
차량용 실내외 연동 복합측위 SW
드론용 실내외 연동 복합측위 SW
지상 및 공중 이동체, 모바일단말기에 적용 가능한 실내외 연동 복합측위 SDK
가상국토 연계 모듈/SW
CAD/BIM 가상국토 연계 통합 소프트웨어
이동체 위치정보 이력을 위한 기반정보 색인 알고리즘
이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적표현 모듈
이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적표현SW
초대용량 공간정보 서비스 아키텍처 설계서 및 서비스 요구사항 분석서
다중 소스 클라우드 기반 공간빅데이터 처리 SW
초대용량 공간빅데이터 처리 플랫폼 통합SW
인공지능 파이프라인 자동화 SW
상황인지 기반 재난대응 시스템 설계서
실시간 상황정보 기반 구조자원 자능형 현장대응 모듈
자율주행차 운행정보 시뮬레이션 시스템 설계서
교통 정체 최소화를 위한 강화학습 경로 최적화 모듈
드론 비행정보 시뮬레이션 시스템 설계서
다중 결정요소를 고려한 드론 최적 경로 탐색 모듈


핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
연구목표
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
2-1-1 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계
CAD/BIM데이터가상국토연계기술분석서및SW설계서
표준 및 구조 설계서
인터페이스
가상국토연계 모듈/SW
데이터 관리모듈 /SW
CAD/BIM가상국토 연계통합소프트웨어
비공간정보가상국토연계기술분석및SW설계서
데이터 가공 및 구조화 모듈 /SW
표준 및 구조화 설계서
인터페이스
위치정보 추출모듈 /SW
가상국토 연계 모듈/SW
데이터 관리 모듈 /SW
비공간정보가상국토연계통합 소프트웨어
- 가상국토 플랫폼 연계를 위한 건설도면 활용 가상국토 연계 통합 SW
- 가상국토 플랫폼 연계를 위한 비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 SW
2-1-2 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
지능공간블록체인암복호화 요구분석서
지능공간블록체인암복호화 구조/상세설계서
지능공간블록체인 요소통합SW빌드1
지능공간블록체인 요소 통합SW빌드2
지능공간 디커플링 블록체인요구분석서
지능공간 디커플링 블록체인 구조/상세설계서
지능공간블록체인 SW
지능공간/가상국토 블록체인통합SW
가상국토블록체인암복호화요구분석서
가상국토 블록체인암호화 구조/상세설계서
가상국토블록체인 요소통합SW빌드1
가상국토블록체인 요소통합SW빌드2
가상국토블록체인접근제어요구분석서
가상국토 블록체인 접근제어 구조/상세설계서
가상국토블록체인 SW
요구 수요예측융·복합데이터표준프로세스분석서
융·복합데이터표준프로세스 상세설계서
블록체인기반 On-demand SW구현빌드1
블록체인기반 On-demand SW구현빌드2
융·복합데이터On-demand프로세스분석서
블록체인기반 On-demand 시스템
데이터On-demand 프로세스 상세설계서
On-demand기반데이터 융·복합시스템
데이터On-demand 유통을 위한블록체인구조분석서
On-demand 블록체인상세설계서
블록체인기반 Data Lake SW빌드1
블록체인기반 Data Lake SW 빌드2
데이터품질 지표및성과지표 분석서
데이터품질 지표설계서
블록체인기반 DataLake시스템
데이터연계 유통체계 공통인터페이스
가상국토데이터 유통 메시지브로커 요구분석서
가상국토데이터 유통 메시지 브로커 SW빌드1
가상국토데이터 유통 메시지브로커 SW 빌드2
메시지브로커 구조/상세설계서
가상국토속성 데이터 어댑터SW빌드1
가상국토속성 데이터 어댑터SW빌드2
가상국토속성 데이터어댑터 요구분석&마스터데이터 분석서
데이터 어댑터 구조/상세설계서
가상국토데이터 모델변환 SW
가상국토데이터 모델변환 요구분석서
가상국토 데이터 가공RPA SW빌드1
가상국토 데이터 가공RPA SW빌드2
데이터전환 구조/상세설계서
멀티소스데이터 어댑SW 빌드1
멀티소스데이터 어댑SW 빌드2
가상국토 데이터가공RPA 요구 분석서
가상국토 워크플로우 관리SW
데이터가공 RPA 구조/상세설계서
- 가상국토 데이터 유통을 위한 On-demand 기반 데이터 연계 시스템
- 블록체인 기반 암·복호화 및 접근제어를 통한 데이터 유통 시스템
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
AI기반Semantic및topological mapping SW
3차원 공간정보자동생성및갱신 변화 기술 통합플랫폼
2-2 동적정보 초연결
동적/정적정보 디지털 연계 표준정의서 개발설계서
MassiveData자동학습분류 SW,분석학습/예측데이터 연계SW
실·허고정정보융합 정보연계표준SW
3-1 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
초대용량공간정보 서비스아키텍처 설계서및 서비스 요구사항 분석서
차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량N차원 공간정보 시각화 프레임워크 확장SW
초대용량공간정보데이터처리플랫폼통합SW


핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
연구목표
2-2. 동적정보 초연결
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측
2-2-2. 인간중심의 공간정보 취득 및 분석
2-2-3. IoA연계 공간 상태정보 자동 획득
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
- 이동체 위치정보 자동연계 SW
- 이동체 위치정보 가시화 SW
- 이동체 위치정보 예측 및 분석 SW
- 개인 이동정보, 감성정보/상태정보 데이터 연계를 위한 표준 정의서
- 유동 인구 추정 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW
- 비정형 데이터 3차원 공간정보 연계 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW
- 동적/정적정보 초연결 표준 정의서
- 실내외 고정 데이터 및 공간상태 정보 자동 획득 SW
- 실내외 고정/공간 상태정보 시계열 연계, 분석 및 표현 SW


핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 기반 구축
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
2-1 가상국토 데이터 연계·가공·유통
2-2. 동적정보 초연결
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
초대용량 공간정보 서비스 아키텍처 설계서 및 서비스 요구사항 분석서
초대용량 공간정보 서비스 API 엔진 모듈
다중소스클라우드기반공간빅데이터처리플랫폼SW
초대용량 공간빅데이터 처리플랫폼 통합SW
공간정보지능모델링 플랫폼통합SW
초대용량 공간정보 서비스 시범사업적용 및 실증 결과서
N차원 공간정보시각화 프레임워크SW
차세대컴퓨팅 환경지원 초대용량N차원 공간정보시각화 프레임워크 확장SW
차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량N차원 공간정보 시각화엔진 프레임워크 실증결과서
초대용량 공간정보 서비스 구축 관련 국내외 제정 표준
- 초대용량 공간 빅데이터 처리를 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW
- 초대용량 GeoAI 모델링을 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW
- 차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 및 관련 개발표준
초대용량 공간정보 저장/관리 및 질의처리 기반 프로토타입
엑사스케일 초대용량 공간정보 분산 저장 및 관리 시스템
초대용량 공간정보 기반 협업적 공간 정보 추출 및 처리 프레임워크
엑사스케일 라이브 공간정보 기록 및 타임라인 감색 프레임워크
초대용량 공간지능 데이터 및 모델 분산 저장 관리 시스템
초대용량 공간정보 지능 인메모리 고속 분석 처리 시스템 프로토타입
초대용량 공간정보 지능 인메모리 고속분석 처리 시스템
초대용량 N차원 공간정보 스트림 실시간 처리 프레임워크
초대용량 인메모리 공간 네트워크 분석 및 처리 프로토타입
초대용량 인메모리 공간네트워크 분석 및 처리 시스템
- 엑사스케일 확장가능 협업적 초대용량 공간정보 및 공간지능 저장, 색인 및 관리 시스템
- 초대용량 공간정보 및 공간지능 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템
융합 정보 수집 저장 이벤트 처리 모듈
디지털콘텐츠 생성 모듈
모니터링 인지 예측 시뮬레이션 모듈
IoT 센서 및 이동체 추적/제어 모듈
Geospatial Cloudlet 통합시스템 v1.0
Geospatial Cloudlet 통합시스템 v2.0
Geospatial Cloudlet Edge 클라이언트
- 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스를 위한 Geospatial Cloudlet 통합 시스템
- Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 클라이언트 프레임워크
사전스캐닝보정 기술 개발보고서
DB구축기술 개발 보고서
다중 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 기술 명세서
지상 동적정보 실시간측위 플랫폼 설계서
공중 공간정보 디지털변화 인식 시스템 설계서
다중신호 기반 실내외 복합측위 통합SW(v1.0)
지상 및 공중 이동체 모바일단말기에 적용 가능한 실내외연동 복합측위SDK
데이터 전처리 기술 모듈형 API's
다중 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 공통 플랫폼
N차원/다시점/다중 공간데이터DB
지상 동적객체에의 최적모델 구축 및 변환체계 공개API플랫폼
3차원 공간정보 갱신 모델적 변환 기술 플랫폼SW
데이터연계 유통 체계 공통 인터페이스
블록체인 기반 Data Lake SW 개발 v1
이동체 위치정보 연계요구 사항 정의서
동적 정보수집 데이터 분석서
IoA, 데이터스, 데이터유형표준분석/정의서
실내외 고정/이동정보/융간 데이터 연계 통합모듈SW
이동체 위치정보 시계열 시각화 기술 설계서,SW
동적정보 추정알고리즘 개발, 동적정보 가공 기술 설계서,SW
감성정보의 위치정보 생성 및 연계 설계서, SW
Massive Data 자동화 특 분류SW, 분석/학습/예측 데이터 연계 SW
비공간정보 가상국토 연계통합SW
블록체인 기반 Data Lake 시스템
이동체 위치정보 상황 맞춤형 처리 표현SW
이동체 위치정보 시공간 데이터 마이닝SW
이동체 위치정보 패턴 분석 및 시계열 예측 AI 모델
동적정보 패턴분석 및 시계열 예측 모델
감성정보 패턴분석 및 시계열 예측 AI모델
실내외 고정/공간상태 정보 연계 표현SW
초대규모 공간정보 제어 플랫폼SW 인터페이스 및 기능 요구사항 명세서
현실모사 가상공간 학습용 원시 데이터 생성 요구사항 정의서
데이터 플랫폼 오케스트레이션 SW 요구 명세서
인공지능 파이프라인 자동화SW
인공지능 파이프라인 자동화SW 고도화
실시간 공간분석 서비스체


핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축
3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간 지능화 해석력 확보
3-2-3 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
2-2. 동적정보 초연결
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용

제7장

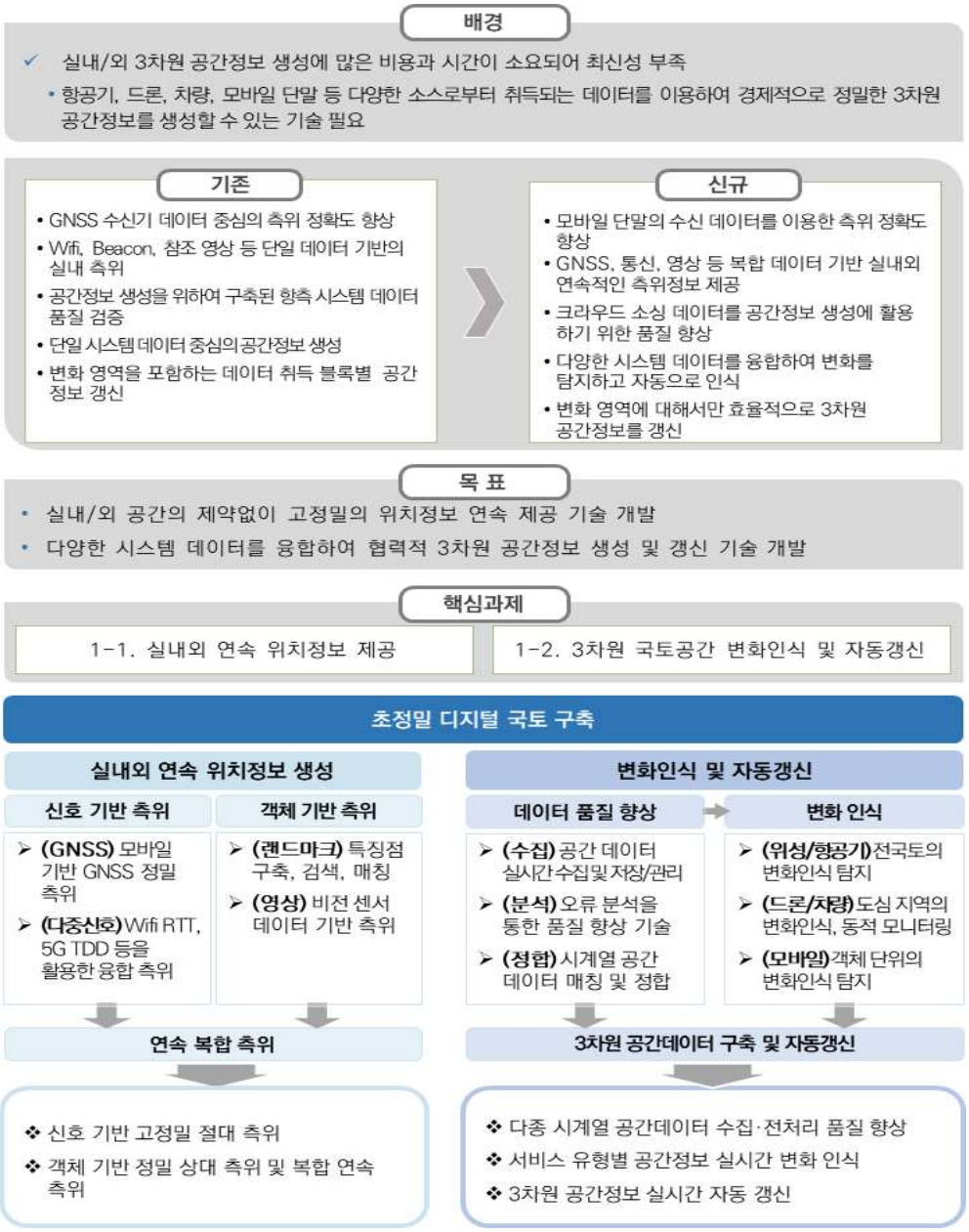
핵심기술 개발내용

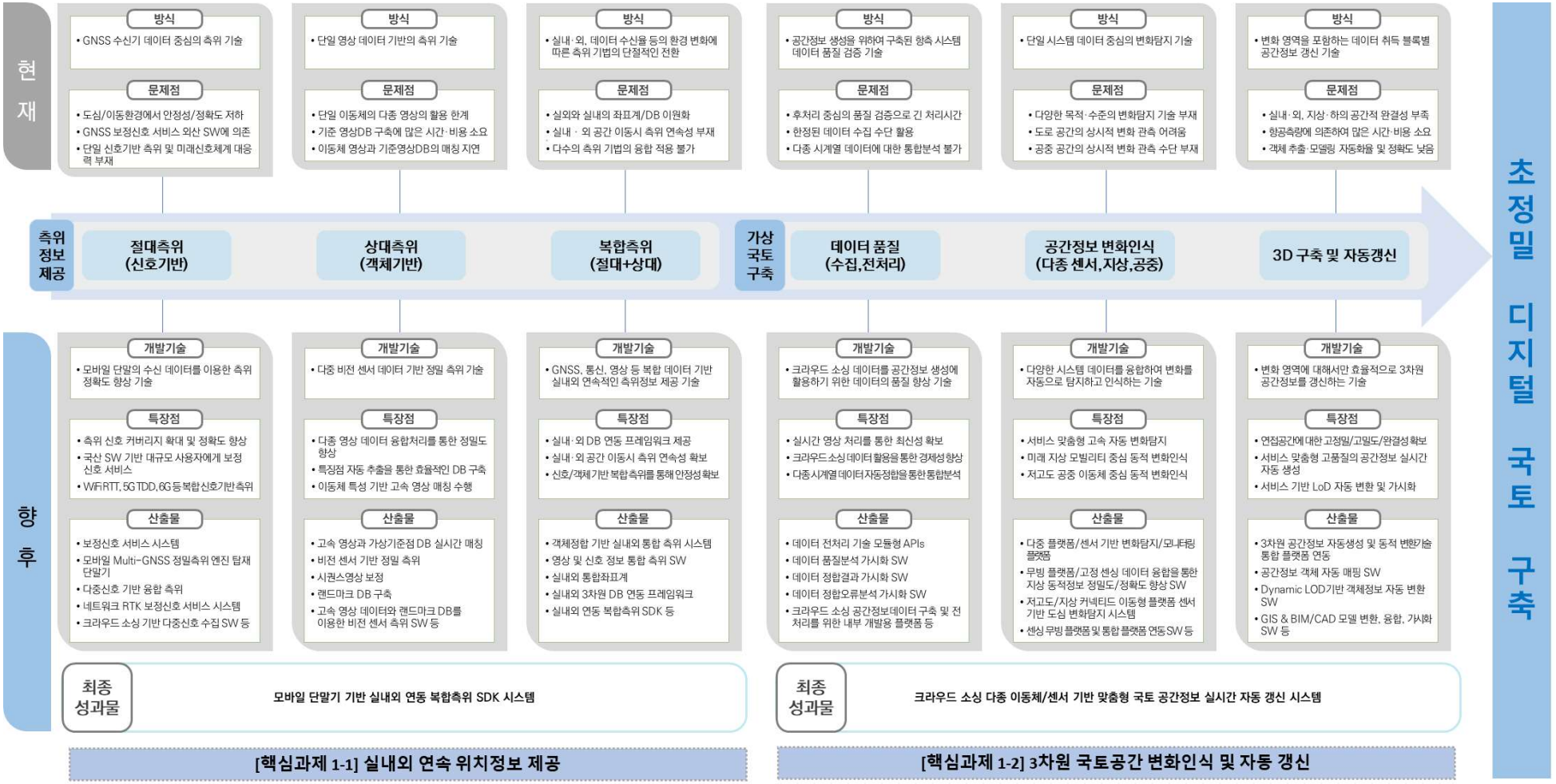
제1절 초정밀 디지털 국토 구축
제2절 초연결 라이브 국토
제3절 초대용량 디지털 라이브 국토 활용
제4절 파급효과

제7장 핵심기술 개발내용

제1절 초정밀 디지털 국토 구축

1. 사업대상 및 범위




현재
방식
• GNSS 수신기 데이터 중심의 측위 기술
문제점
• 도심/이동환경에서 안정성/정확도 저하
• GNSS 보정신호 서비스 외산 SW에 의존
• 단일 신호기반 측위 및 미래신호체계 대응력 부재
방식
• 단일 영상 데이터 기반의 측위 기술
문제점
• 단일 이동체의 다종 영상의 활용 한계
• 기존 영상DB 구축에 많은 시간·비용 소요
• 이동체 영상과 기준영상DB의 매칭 지연
방식
• 실내·외, 데이터 수신율 등의 환경 변화에 따른 측위 기법의 단절적인 전환
문제점
• 실외와 실내의 좌표계/DB 이원화
• 실내 · 외 공간 이동시 측위 연속성 부재
• 다수의 측위 기법의 융합 적용 불가
방식
• 공간정보 생성을 위하여 구축된 항측 시스템 데이터 품질 검증 기술
문제점
• 후처리 중심의 품질 검증으로 긴 처리시간
• 한정된 데이터 수집 수단 활용
• 다종 시계열 데이터에 대한 통합분석 불가
방식
• 단일 시스템 데이터 중심의 변화탐지 기술
문제점
• 다양한 목적·수준의 변화탐지 기술 부재
• 도로 공간의 상시적 변화 관측 어려움
• 공중 공간의 상시적 변화 관측 수단 부재
방식
• 변화 영역을 포함하는 데이터 취득 블록별 공간정보 갱신 기술
문제점
• 실내·외, 지상·하의 공간적 완결성 부족
• 항공측량에 의존하여 많은 시간·비용 소요
• 객체 추출·모델링 자동화율 및 정확도 낮음
초정밀 디지털 국토 구축
측위 정보 제공
절대측위 (신호기반)
상대측위 (객체기반)
복합측위 (절대+상대)
가상 국토 구축
데이터 품질 (수집,전처리)
공간정보 변화인식 (다종 센서,지상,공중)
3D 구축 및 자동갱신
향후
개발기술
• 모바일 단말의 수신 데이터를 이용한 측위 정확도 향상 기술
특장점
• 측위 신호 커버리지 확대 및 정확도 향상
• 국산 SW 기반 대규모 사용자에게 보정 신호 서비스
• WiFiRTT, 5G TDD, 6G 등복합신호기반측위
산출물
• 보정신호 서비스 시스템
• 모바일 Multi-GNSS 정밀측위 엔진 탑재 단말기
• 다중신호 기반 융합 측위
• 네트워크 RTK 보정신호 서비스 시스템
• 크라우드 소싱 기반 다중신호 수집 SW 등
개발기술
• 다중 비전 센서 데이터 기반 정밀 측위 기술
특장점
• 다종 영상 데이터 융합처리를 통한 정밀도 향상
• 특징점 자동 추출을 통한 효율적인 DB 구축
• 이동체 특성 기반 고속 영상 매칭 수행
산출물
• 고속 영상과 가상기준점 DB 실시간 매칭
• 비전 센서 기반 정밀 측위
• 시권스영상 보정
• 랜드마크 DB 구축
• 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW 등
개발기술
• GNSS, 통신, 영상 등 복합 데이터 기반 실내외 연속적인 측위정보 제공 기술
특장점
• 실내·외 DB 연동 프레임워크 제공
• 실내·외 공간 이동시 측위 연속성 확보
• 신호/객체기반 복합측위를 통해 안정성확보
산출물
• 객체정합 기반 실내외 통합 측위 시스템
• 영상 및 신호 정보 통합 측위 SW
• 실내외 통합좌표계
• 실내외 3차원 DB 연동 프레임워크
• 실내외 연동 복합측위 SDK 등
개발기술
• 크라우드 소싱 데이터를 공간정보 생성에 활용하기 위한 데이터의 품질 향상 기술
특장점
• 실시간 영상 처리를 통한 최신성 확보
• 크라우드소싱 데이터 활용을 통한 경제성향상
• 다종시계열 데이터 자동정합을 통한 통합분석
산출물
• 데이터 전처리 기술 모듈형 APIs
• 데이터 품질분석 가시화 SW
• 데이터 정합결과 가시화 SW
• 데이터 정합오류분석 가시화 SW
• 크라우드 소싱 공간정보데이터 구축 및 전처리를 위한 내부 개발용 플랫폼 등
개발기술
• 다양한 시스템 데이터를 융합하여 변화를 자동으로 탐지하고 인식하는 기술
특장점
• 서비스 맞춤형 고속 자동 변화탐지
• 미래 지상 모빌리티 중심 동적 변화인식
• 저고도 공중 이동체 중심 동적 변화인식
산출물
• 다중 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 플랫폼
• 무빙 플랫폼/고정 센싱 데이터 융합을 통한 지상 동적정보 정밀도/정확도 향상 SW
• 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 도심 변화탐지 시스템
• 센싱 무빙 플랫폼 및 통합 플랫폼 연동 SW 등
개발기술
• 변화 영역에 대해서만 효율적으로 3차원 공간정보를 갱신하는 기술
특장점
• 연접공간에 대한 고정밀/고밀도/완결성 확보
• 서비스 맞춤형 고품질의 공간정보 실시간 자동 생성
• 서비스 기반 LoD 자동 변환 및 가시화
산출물
• 3차원 공간정보 자동생성 및 동적 변환기술 통합 플랫폼 연동
• 공간정보 객체 자동 매핑 SW
• Dynamic LOD기반 객체정보 자동 변환 SW
• GIS & BIM/CAD 모델 변환, 융합, 가시화 SW 등
최종 성과물
모바일 단말기 기반 실내외 연동 복합측위 SDK 시스템
최종 성과물
크라우드 소싱 다종 이동체/센서 기반 맞춤형 국토 공간정보 실시간 자동 갱신 시스템
[핵심과제 1-1] 실내외 연속 위치정보 제공
[핵심과제 1-2] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동 갱신

2. (핵심기술 1-1) 실내외 연속 위치정보 제공

2.1 기본 개념 및 범위

(1) 기본 개념

□ Multi-GNSS 신호와 모바일 영상, 차세대 통신 신호 등을 융합하여 실내외 등 공간상의 제약이나 끊김 없이 실시간으로 고정밀 위치를 결정하는 신호 및 객체 기반 실내외 연속 절대 위치정보 제공

* GNSS(Global Navigation Satellite System) : 위성을 이용한 전지구 위치결정체계

○ 가상국토 구축에 사용되는 모든 대상에 대한 위치정보의 정확성을 혁신적으로 향상시키고 공간상의 제약이나 끊김 없이 연속성을 보장하여 완벽한 가상국토를 구축할 수 있는, 더불어 초정밀 가상국토 구축 및 갱신에 필요한 시간과 비용을 혁신적으로 절감시킬 수 있는 위치정보 제공

□ 모바일 환경에서의 위성항법 및 다중신호 융합 기반 고정밀 절대 위치정보 확보

○ 자율주행차, 드론, 스마트폰 등의 모바일 환경에서 대규모의 사용자들이 고정밀 위치정보를 활용할 수 있도록 위성항법신호 수신환경 및 동체환경의 특성까지 고려한 위성항법 기반 정밀 위치결정 및 최적화

○ 위성항법 기반 고정밀 절대 위치정보 산출에 필수적으로 적용되는 고정밀 위치 보정정보 생성 및 제공과 관련한 외산 기술을 국산화

○ 현재 가용한 신호들은 물론 미래의 신호체계까지 융합하여 실내외 끊김 없는 수평/수직 위치 정보를 제공하고 지속가능한 측위 기술 생태계를 구축하기 위한 오픈 신호데이타베이스 구축기술과 오픈 측위 API를 포함

□ 객체기반 영상 매칭 및 정밀 상대측위를 통한 위성항법 및 신호 음영지역에서의 정밀 위치정보 확보

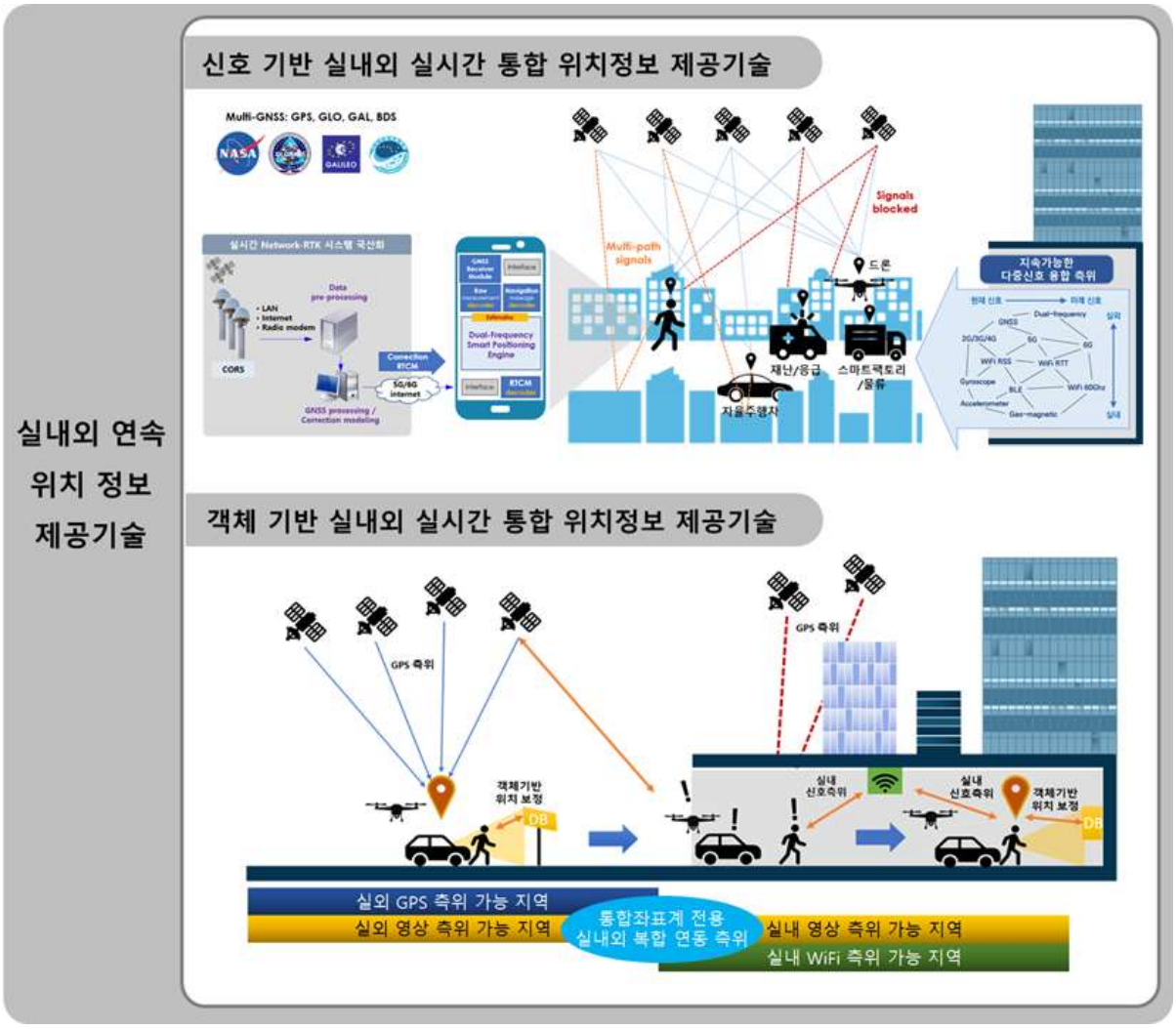
○ GNSS, 통신 신호 등의 수신이 어려운 환경에서도 비전센서 데이터와 객체 기준데이터를 이용하여 정밀한 상대위치 정보를 확보할 수 있으며 객체 데이터베이스 구축, 데이터베이스와 비전 센서 데이터의 고속 매칭, 영상 데이터 보간/흔들림 보정/정제의 과정을 거쳐 정밀 위치정보를 확보

○ 광학 카메라, 열화상카메라, 레이저스캐너, 레이다 센서 등의 비전 센서는 각종 이동체에 부착 가능한 기본적인 센서이며 이러한 센서에 사진측량기술의 적용을 통해 광학영상, 열화상영상, 라이다 데이터, 레이다 데이터 등의 영상을 기반으로 위치정보를 산출

□ 환경적 제약 없이 끊김 없는 실내외 연속 위치정보 제공

○ 서로 별개의 좌표계를 기준으로 한 측위 기술이기 때문에 경계지점에서 적용이 어려운 절대측위기술과 상대측위기술을 대상으로 통합된 좌표계를 정의하여 실내외 경계 지점에서 연속적으로 측위가 가능하도록 하는 연속측위 기술

○ 상호 보완적인 복수의 측위기술을 선택적이 아닌 복합적으로 혼용하여 지상 또는 항공 이동체, 모바일 단말을 보유한 사람이 있는 환경에 제약 없이 연속적으로 끊김 없이 위치 정보를 제공할 수 있는 복합측위 기술



[그림 7-1] 실내외 연속 위치정보 제공 구성개념도

(2) 기술 범위

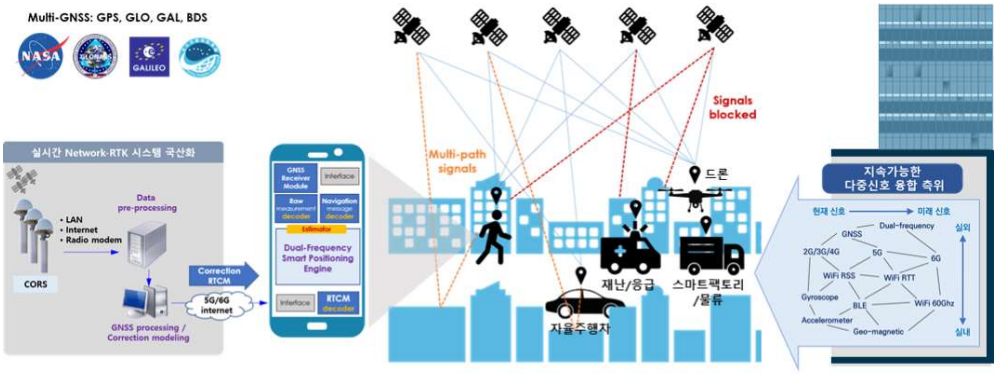
□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 다중위성항법신호를 활용하는 모바일 환경에서의 고정밀 절대 위치정보 제공

- 스마트폰 등 모바일 기기에서 출력되는 GPS, GLONASS, BeiDou 등 다중 위성항법시스템의 Dual-Frequency 원시데이터 기반의 정밀 위치결정 기술 포함
- 도심 환경에서의 자율주행 및 비행을 지원하기 위한 싸이클슬립, 멀티패스 영향 최소화 기술 및 저가의 MEMS INS 단말 및 스마트폰에 탑재되어 있는 INS 센서와 GNSS 원시데이터 융합 기술 포함
- 자율 주행차, 드론 등의 동체특성에 따른 필터 및 측위 알고리즘 최적화 기술을 비롯하여 저비용 칩 또는 모듈 레벨에서의 수신기시계 불안정성 해결을 위한 기술 포함
- 실시간 보정신호를 대규모 사용자에게 서비스하기 위한 고정밀 보정정보 생성 기술 국산화 기술과 보정 메시지를 효율적으로 전송하기 위한 최적화 기술 포함

○ 현재 및 미래 가용한 신호 기반의 지속개선 가능한 다중신호 융합 측위 기술

- 기존의 신호 기반 기술들의 경우 각각의 커버리지와 센서 등은 물론 개발 방식 또한 모두 이질적이므로 이 기술들의 장점을 상호보완할 수 있도록 융합하여 복합적인 연속측위가 가능한 기술 포함
- 2020년부터 본격적인 확산이 예상되는 WiFi RTT(Round Trip Time, IEEE 802.11mc)와 5G의 TDD(Time Division Duplex) 등을 기반으로 하는 측위 기술들도 기존의 측위 기술들과 융합함으로써, 신호 체계의 혼재 및 천이 상황에 대비하여 진정한 끊김 없는 위치정보를 제공할 수 있는 기술 포함
- 스마트이동체(드론 등), 스마트공장, 건설현장, 재난/응급 현장 등과 같은 3차원 공간에서의 연속적이고 정확한 위치를 제공하기 위한 고신뢰도의 수직측위 기술 포함
- 범용적이고 지속개선 가능한 전국토 가상화와 통합 위치정보 제공을 위한 오픈 측위생태계 구축 기술 포함



[그림 7-2] 신호 기반 고정밀 절대측위 개념도

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

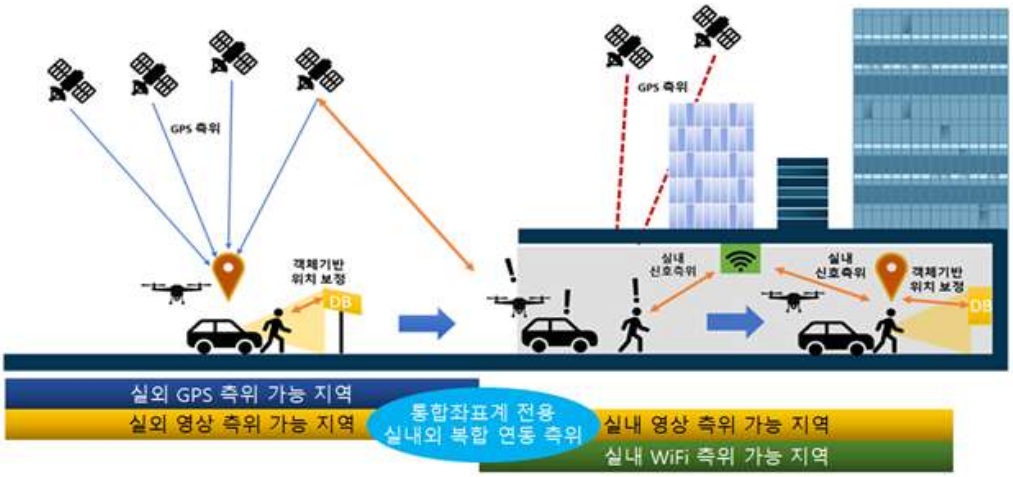
○ 신호 음영지역에서의 정밀 위치정보 확보를 위한 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대측위 기술

- 취득되는 비전 센서 데이터에 나타난 랜드마크/특징점 등이 포함된 객체 데이터베이스를 신속하게 검색/탐지하고, 이동체의 이동 속도 및 상황을 고려하여 최적의 영상 매칭을 수행하는 기술과 이를 위한 데이터베이스 구축 기술 포함
- 데이터베이스와 영상 매칭 결과를 이용하여 단일 프레임 또는 시퀀스 비전 센서 데이터 기반 정밀 측위 기술 포함
- 측위 신뢰도와 안정성 확보를 위한 시퀀스 영상의 보간, 흔들림 보정 및 정제 기술 포함

○ 환경적 제약 없이 끊김 없는 실내외 연속 복합측위 기술

- 실외의 경우 주로 글로벌 절대좌표계를 사용하고 실내의 경우 상대좌표계를 사용하고 있어 두 개의 측위 기술을 연속적으로 사용하기 위해서 통합좌표계를 정의하고 좌표변환이 가능하도록 하는 변환방법 포함
- 별도로 구축된 실내, 실외 3차원 데이터베이스를 통합좌표계로 변환하였을 때 이격을 최소화 하는 3차원 데이터베이스 연동 프레임워크를 포함

- 개별 측위 기술은 한계점을 가지고 있으므로 2개 이상의 위치정보 제공기술을 이용하여 개별 취약점을 보완함과 동시에 서로 다른 정확도를 갖는 측위기술을 통합하는 복합측위 최적화 알고리즘 개발 포함
- 보행자가 소지한 모바일 단말기, 차량과 같은 지상 이동체, 드론과 같은 공중 이동체 등이 취득하는 신호 또는 비전 센서 데이터를 이용하여 환경의 제약 없이 연속적으로 위치 정보를 제공하는 기술 포함



[그림 7-3] 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 개념도

2.2 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

□ GNSS 관련 하드웨어 및 소프트웨어 기술의 발전과 고정밀 위치정보에 대한 민간수요의 급증

○ 과거에는 고가 장비기반의 측지·측량 및 특수 분야 등에 제한적으로 활용이 되던 고정밀 위치정보는 GNSS 하드웨어 기술의 발전 및 관련 소프트웨어 발전에 따라 점차 저비용의 수신기 등에서도 활용할 수 있게 환경에 변화하고 있음

○ 이에 따라 고정밀 위치정보 활용에 대한 자율주행차, 드론, 위치기반서비스 등 다양한 민간분야의 수요가 급증하고 있음

□ 스마트폰 등 모바일 단말기만으로도 정밀위치 결정이 가능한 환경 조성 및 이에 대한 기술개발 요구 급증

○ 스마트폰 등의 모바일 단말기의 경우, 과거에는 내장 GNSS 칩에서 좌표 출력만 가능했으나 2016년 안드로이드 누가(Nougat) 버전부터는 GNSS 원시데이터 출력이 가능한 제품들이 출시되기 시작하였으며, 전세계적으로 이를 활용한 정밀측위 기술 개발이 시작됨

○ 특히, 2018년부터는 기존에 single-frequency 원시데이터 출력만 가능하던 것에서 dual-frequency 원시데이터 출력이 가능해져 보다 정확도가 높은 고정밀 측위 기술 구현이 가능한 환경이 되었으며, 전세계적으로 서브미터 이내의 고정밀 측위 기술을 구현하기 위한 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음

□ **GSA(The European GNSS Agency)의 GNSS 시장 보고서에 따르면 GNSS 수신기는 2019년 18억대에서 향후 10년간 28억대로 10억대 이상 증가할 것으로 전망함**

○ 5유로에서 10유로 가격대의 GNSS 수신기, 특히 GNSS 수신기 중에서도 드론 탑재 수신기가 상대적으로 크게 증가할 것으로 예상됨

○ GNSS 수신기 판매 및 관련 서비스 수익은 2019년 1,500억 유로에서 2029년 3,250억 유로 수준으로 증가 예상되며, 150 유로 이하의 중저가 수신기가 주도할 것으로 전망됨

○ 차량탑재 수신기와 스마트폰에 의한 LBS 수익이 전체의 93% 이상을 차지할 것으로 예상됨

□ **최근 들어 단일 센서로 위치를 결정하는 기술의 한계점을 극복하기 위해 복수의 측위 기법을 활용하는 센서 퓨전에 대한 연구가 활발히 일어나고 있음**

○ 시장조사에 의하면 2019년 39.2억USD 규모의 센서퓨전(sensor fusion) 마켓은 CAGR 19.2%로 2025년 112.6억 USD규모로 성장할 것으로 예측됨

□ **WiFi RTT(IEEE 802.11mc)의 등장 및 5G망의 TDD(Time Division Duplex)등의 신호체계 변화로 인해 융합 측위로의 전환이 예상됨**

○ 구글은 Google I/O 2018을 통해 WiFi RTT를 Android P부터 지원하겠다고 밝힘

- 구글의 Fused Location Provider는 환경에 따라 GNSS, WiFi, 기지국 위치 정보와 내장 센서 정보 등을 능동적으로 융합하여 위치 정보 제공

○ 5G망의 신호는 beamforming 기술의 적용으로 기지국에 대한 스마트폰의 방향을 beam ID 형태로 측정할 수 있으며, Time of Arrival과 함께 fingerprint 혹은 삼각계산 측위가 가능함

○ IEEE 802.11az(Next Generation Positioning, NGP)와 IEEE 802.11ay(Enhancements for Ultra High Throughput in and around the 60 GHz Band)등의 표준 제정이 완료됨에 따라 초정밀 측위가 가까운 미래에 실현될 것으로 예상됨

□ **스마트 카 기술의 개발 및 시장의 확대**

○ 스마트 카 시장의 경우 Google社의 Google self-driving car는 5만마일 이상을 무사고로 주행하는 데에 성공하는 것으로 기술 및 시장의 확대 기대치가 높아짐

○ Google self-driving car는 빅데이터 기술을 이용한 정밀 지도와 레이저 스캐너, GNSS를 활용하여 수미터 이상으로 발생하는 위치오차를 제거하는 기술이 포함되어 있어, 영상 센서 외에도 각종 센서들의 융합을 이용한 기술의 개발에 박차를 가하고 있음

□ 이동체에 부착된 카메라의 중요성 및 시장이 꾸준히 성장 중

○ 대부분의 차량에 GNSS와 더불어 내비게이션 및 블랙박스 등이 사용됨에 따라 차량용 카메라의 중요성이 증가하고 있는 상황

○ 지능형운전자지원시스템(ADAS) 보급에 따라 카메라 센서 시장은 꾸준히 성장 중. 사이드미러와 룸미러를 카메라와 모니터 등으로 대체한 '미러리스'(mirrorless) 차량 등장과 미국 내 카메라 장착 의무화 등도 카메라 센서 수요 증가에 긍정적

○ Google社의 무인차 Google self-driving car에는 카메라 6대 부착을 표준으로 하고 있음



[그림 7-4] S社 자동차용 카메라 (삼성전기, 2010)

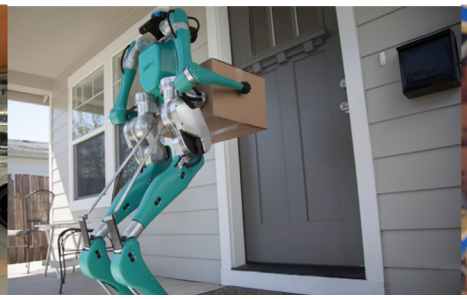
□ 센서퓨전 및 실내외 연속측위에 대한 시장의 요구 급증

○ 최근 들어 단일 센서로 위치를 결정하는 기술의 한계점을 극복하기 위해 복수의 측위 기법을 활용하는 센서퓨전에 대한 연구가 활발히 일어나고 있음. 시장조사에 의하면 2019년 39.2억USD 규모의 센서퓨전 마켓은 CAGR 19.2%로 2025년 112.6억 USD규모로 성장할 것으로 예측됨

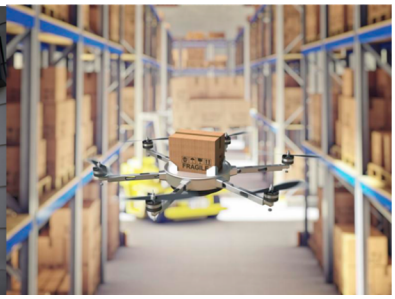
○ 글로벌 회사들이 실내외 연속 측위에 대한 연구를 지속적으로 진행하고 있으며 예로써 Bosch의 자율주행 주차, Amazon의 Last-mile 물류 로봇, Walmart의 실내 물류용 드론 등이 있음



(a) Bosch의 자율주차



(b) Amazon의 배송로봇



(c) Walmart의 물류 드론

(2) 추진 필요성

□ 디지털 국토정보 기술개발과 활용을 위해서는 GNSS 기반 절대위치정보 제공이 필수적임

○ GNSS 신호기반 위치결정은 기존 상용 수신기에 전적으로 의존하고 있으므로 다양한 사용자 요구에 적용하기에는 어려움이 있음

○ 대규모 사용자에게 고정밀 위치정보를 제공하기 위해서는 스마트폰 등의 모바일 환경에서 활용이 가능한 정밀위치 결정 기술 개발이 필요함

○ 자율주행차, 드론 등 대규모 사용자에게 다양한 방식으로 정밀 보정신호를 제공하기 위한 기반 환경 구축이 필요함

□ 전세계 지역별 GNSS 수익에서 한국이 상당한 비중을 차지하고 있으며(2017년 기준 약 5%), 디지털 국토정보 기술개발에서 GNSS는 절대 위치정보 제공에 매우 중요한 기술임

○ GNSS 시장 규모가 상당히 크고 빠르게 증가하고 있으며, GNSS에 기반한 위치결정 기술은 실내외 연속 위치정보 제공을 위한 가장 기반이 되는 기술이므로 이를 활용하기 위한 기술 개발이 필요함

○ 기존의 GNSS 관련 기술은 한정된 사용자를 위한 정밀측위에 중점을 두고 있으나, 디지털 국토정보를 위해서는 대규모 사용자를 대상으로 하는 정밀 보정신호 생성과 활용 기술이 필수적임

○ GNSS 보정신호 생성, 서비스는 전적으로 외산 시스템에 의존하고 있으며, 향후 대규모 사물인터넷을 비롯한 우리나라 독자적인 위성항법시스템 구축과 운영을 위해서는 독자적인 기술개발이 반드시 이루어져야 함

□ 현재의 다중 신호 및 미래의 신호 체계를 고려하여 전국토 커버리지가 가능한 오픈플랫폼 기반 실내외 측위 기술 개발이 필요함

○ 전국토 가상화를 위한 연속측위 기술을 구축하기 위해서는 기존의 신호 기반 측위 기술 및 미래의 통신 체계를 모두 고려하여 융합하는 측위 기술이 필요함

○ 기존의 RSS 기반, RTT 기반, LTE/5G 기반 측위 등과 같은 각각의 단위기술을 발전시키는 것으로는 전국토에 대한 실내외 융합 측위가 어려움

○ 이러한 단위 측위기술들은 각각의 커버리지와 장비 및 이용하는 센서 종류는 물론 개발 방식 또한 모두 이질적이므로 이 기술들의 커버리지와 장점을 상호 보완 할 수 있도록 융합하여 복합적인 연속측위 기술이 개발되어야 함

○ 2020년부터 본격적인 확산이 예상되는 WiFi RTT(Round Trip Time, IEEE 802.11mc)와 5G의 TDD(Time Division Duplex) 등을 기반으로 하는 측위 기술들도 기존의 측위 기술들과 융합함으로써, 신호 체계의 혼재 및 천이 상황에 대비하여 진정한 끊김 없는 위치정보를 제공할 수 있을 것임

○ 아울러, 3D 공간상에서 제공되어야 하는 스마트이동체(드론 등), 스마트공장, 건설현장, 재난/응급 현장 등에서의 연속적이고 정확한 위치를 제공하기 위해서는 고신뢰도의 수직측위 기술도 함께 융합되어야 함

○ 또한 측위 기술 개발 주체마다 독점적이고 폐쇄적인 신호데이터베이스를 구축하고 있는데 그쳐서 범용적이고 지속개선가능한 측위 기술 생태계를 구축하지 못하고 있음. 따라서, 전국토 가상화와 통합 위치정보 제공을 위해서는 오픈 신호데이터베이스와 오픈 API를 포함한 오픈플랫폼 형태로 개발되어야 할 필요성이 있음

□ 환경적 요인으로 인해 위성항법신호 및 통신신호 등 신호수신이 어려운 지역에서의 위치정보의 안정성 및 신뢰성을 확보할 수 있는 효율적인 측위기술이 필요함

○ 위성항법시스템은 지속적인 기술발전으로 높은 측위정확도를 제공하고 있으며 내비게이션 및 스마트폰과 같은 개인용 GNSS 장비가 보급화 되면서 그 활용범위가 점차 확대되고 있음. 그러나 GNSS 위성, 수신기의 기계적 한계, 대기의 상태나 위성의 배치 등과 같은 환경적 요인으로 인해 모든 지역에서 안정적으로 GNSS 위치 신호를 수신하는 것이 어렵다는 한계점이 존재

○ 자율주행차, 드론, 스마트 폰 등의 센서들에 적용 가능한 기술이 필요하며, 정확도, 편의성, 경제성을 만족시키면서 활용할 수 있는 기술 및 장비가 부족한 실정에서 영상기반 측위 기술의 개발은 이러한 문제들을 해결할 수 있는 방안이 될 수 있음

○ 대부분의 차량에 GNSS와 더불어 올어라운드 뷰 카메라, 전·후방 카메라, 레이다 센서 등이 장착되며 더 나아가 자율주행차에는 레이저스캐너, 열화상카메라 등 다양한 비전 센서가 탑재됨에 따라 차량용 비전 센서의 중요성이 증가하고 있는 상황

○ 측량을 위한 항공기 시스템뿐만 아니라 재난, 물류, 건설 등 다양한 분야에 관제, 모니터링, 추적/탐지 등 다양한 목적으로 드론 시스템을 개발하고 있으며, 이러한 시스템 역시 GNSS와 더불어 광학카메라, 열화상 카메라, 레이저스캐너, 레이다 센서 등 다양한 비전 센서가 탑재되고 있는 상황

○ 스마트폰, 웨어러블 디바이스 등 모바일 단말기에도 GNSS와 더불어 다중 카메라가 장착되어 있으며, 취득되는 영상을 기반으로 다양한 위치기반 서비스에 대한 수요가 증가하고 있음

○ 측위뿐만 아니라 인지, 증강현실 등 다양한 수요를 충족시키기 위하여 GNSS 신호뿐만 아니라 카메라, 레이저스캐너, 레이다 센서 등의 비전 센서 데이터 기반으로 정밀 상대 측위를 수행하거나 GNSS 오차를 보정하는 기술개발 필요

□ 차량, 드론, 로봇 등 실내외를 이동하는 모바일 환경에서 환경 변화에 따른 단절 현상 없이 연속적으로 측위가 가능한 실내외 연속 융복합 측위 기술 개발이 필요함

○ 최근 들어 자율주행차, 로봇, 드론 등의 수요가 급증하고 있으나 실질적인 서비스를 구현하기에 실외, 실내가 구분되어 매우 제한적임

○ 실외의 경우 주로 글로벌 좌표계 기반의 측위기법이 주로 사용되며 실내의 경우 상대좌표를 기반으로 한 측위기법이 사용되어 통합좌표계의 설정 및 좌표의 상호 변환이 가능해야 함

○ 통합좌표계 기술을 확보 하더라도 2D 기반의 실외 공간정보와 3D 기반의 실내 공간정보의 이격으로 인하여 통합좌표계상의 불연속성이 기술적 장애를 발생시키므로 3차원 데이터베이스 통합 프레임워크 기술이 필요함

○ 단일 측위기술의 특성을 상호 보완 가능하도록 복수의 기술을 섞어서 사용한다 하더라도 측위 기술을 선별하여 사용할 경우 측위의 연속성을 보장하기 어려움

○ 따라서 차량, 드론, 로봇, 모바일 단말기 등의 운용 환경에 따라 최적의 위치정보를 제공할 수 있는 서로 다른 정확도를 갖는 복수의 측위 기술을 융합하는 복합 연속측위기술에 대한 개발이 이루어져야 함

2.3 현황 및 개선방안

(1) 현황 및 문제점

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 일반 사용자들의 활용도를 높이기 위한 편의성과 실용성을 갖춘 고정밀 측위 기술의 부재

- GNSS 정밀측위를 위해서는 별도의 고가 장비가 필요하며 단독으로는 불가능하고 부가적인 보정신호를 수신해야 함
- GNSS 하드웨어 및 소프트웨어의 발전에 따라 저비용의 고성능 장비들도 출시되고 있는 추세이긴 하나 일반 사용자들이 범용적으로 활용하기에는 제약사항이 많아 활용도가 떨어짐

○ 도심환경 및 이동환경에서는 GNSS 기술적인 한계와 다양한 원인들로 인하여 정확도와 안정성 저하

- 위성항법시스템 기술의 특성상 도심환경에서는 신호차폐요소로 인해 정확도와 안정성이 떨어지며, 이동환경에서는 이동특성에 따라 측위 알고리즘을 다르게 적용해야 하는 어려움이 있음
- 자율주행, 자율비행 등의 대중화가 가속화 되고 있으나 정확도, 편의성, 경제성을 만족시키면서 활용할 수 있는 기술 및 장비가 없음

○ 위성신호기반 고정밀 실시간 위치결정을 위한 보정신호 서비스 국산화 필요

- 고정밀 GNSS 보정신호 제공 서비스는 외산 SW에 의존하고 있음
- 국토지리정보원의 VRS, FKP 등 네트워크 RTK 서비스는 Trimble, Geo++ 사의 PIVOT, GNSmart를 기반으로 제공되고 있어 확장성 및 범용성이 낮음
- 위성, 이동통신, DMB 등 다양한 전송매체를 활용한 보정신호 제공을 위해서는 메시지 최적화 필요
- 대규모 사용자를 대상으로 대상업무에 적합한 보정신호를 전송하기 위해서는 다양한 매체를 활용해야 하며, 이를 위해서는 효율적인 전송이 이루어질 수 있도록 메시지 구조를 효율적으로 설계해야 할 필요가 있음

○ 전국토를 커버리지로 하는 융합 측위 기술 및 오픈 생태계 구축 기술 부재

- WiFi, 5G/LTE/3G/2G, Bluetooth, Barometer, Gyro, Geo-magnetometer등을 이용하여 단일 신호 기반 또는 2~3개 신호들을 융합하는 측위 기법등이 개발된 사례는 있으나, 아직까지 높은 정확도로 전국토를 대상으로 끊김 없이 측위 정보를 제공하는 기술은 미흡한 상태임. 주된 이유는 측위에 필요한 신호들을 기반으로 개별 측위한 후, 그 결과들을 단순 산술하는 형태이므로 다양한 신호를 융합하여 측위 단계에서부터 이를 함께 고려하는 기술이 개발되지 못하였기 때문임
- 또한, 특정한 상황(Line-of-Sight등)에서 정밀한 측위가 가능한 WiFi RTT(Round Trip Time, IEEE 802.11mc)와 5G TDD(Time Division Duplex)기반 측위 기술들 역시 독자적인 측위 알고리즘과 개발체계들로 개발되고 있어 전국토를 커버하는 연속적인 측위 기술 개발에 어려움이 있음
- 전국토를 대상으로 정밀 위치 제공을 위해서는 다양한 신호는 물론, RTT, TDD등의 이질적인 신호체계의 신호들도 함께 고려하여야 전국토 커버리지가 가능한 복합 연속측위 기술 개발이 가능함
- 스마트이동체(드론 등), 스마트공장 건설현장, 재난/응급현장에서는 수직측위도 절실한 상황이지만, 현재까지 수평측위와 융합되어 통합 제공되지 못한 문제점도 존재함
- 또한, 기존의 측위기술은 신호데이터베이스가 각 기술단위 마다 독점적이고 폐쇄적인 형태로 구축되어 측위기술 융합에 걸림돌이 되어 왔음. 따라서 전국토 가상화 및 정밀 위치 제공을 위해서는 신호 데이터베이스를 오픈플랫폼으로 개발할 필요성이 절실함

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 비전 센서를 이용한 이동체 기반의 높은 정확도의 사진측량 기술 적용 미흡

- 광학영상에 대하여 제한적으로 특징점 매칭, 에지추출, 차선검출 등의 방법이 수행된 사례는 있으나, 아직까지 높은 정확도의 다양한 비전 센서 기반 항법기술이 개발되지 못하고 있음. 그 이유는 이동 중 취득된 광학영상에 대하여 픽셀단위 정확도를 성취할 수 있는 수치사진측량 기술 개발이 미흡하고, 자율주행차와 같이 단일 이동체에 탑재된 다양한 비전 센서 데이터의 융합 기술 개발이 이루어지지 않음
- 사전주행을 통해 획득된 주변 영상과의 매칭을 수행하고 이를 통해 이동체의 위치를 안정적으로 추정하는 방안이 고려되었으나, 운용지역에 대한 기준 데이터베이스 구축 기술의 개발과 특징점 추출 방식에 대한 이슈가 해결되지 않음
- 자율주행차의 경우 시퀀스 스테레오 영상으로부터 차선 인식 기술을 적용하는 시스템 개발이 수행된 사례가 있으나, 비슷한 특성을 갖는 차선은 개별 위치파악을 위한 대상으로 사용하는데 한계가 있음
- 무인 비행체의 경우, 스테레오 시퀀스 영상을 이용한 두 비행체 간의 도킹임무 수행에 관한 실험이 보고된 바 있으며 컴퓨터비전 기반의 영상처리로 상대위치를 추정하는 기법이 개발된 바 있으나 GPS 오차를 보정, 보완할 만한 수준의 정밀 상대표정은 이루어지지는 않음

- GPS 오차 보정을 위한 INS와의 융합, 차량 간 통신 등 다양한 방법의 시도가 있었으며, GPS 신호의 차폐가 발생할 경우 영상을 이용한 항법에 관한 연구를 수행한 사례가 있음. 그러나 영상을 비롯한 다양한 비전 센서 데이터와의 융합을 통한 정밀 항법은 심도 있게 연구되지 않았으며, GPS 오차 보정이 가능한 수준의 영상기반 항법정보 생성은 이루어지지 못하였음
- 시퀀스 영상 프레임 별 매칭을 이용한 상대 측위에 대한 연구는 활발히 진행 중이나 신뢰도 높은 매칭을 이용한 측위 안정성의 확보가 필요한 상황임

○ 신호 단절 상황에 대응하기 위한 객체 기반의 상대측위기술의 부재

- 실내외 변환 시 신호 정보가 단절된 상황에서, 참조할 만한 위치정보 데이터베이스가 존재하지 않고 GNSS 등 신호만을 활용할 경우 해결방안이 없음
- 비전 센서로 촬영된 시퀀스 영상은 초기 위치로부터 상대적인 위치 이동을 파악할 수 있는 정보이며, 시퀀스 영상의 프레임 간 안정성의 확보가 이루어 질 경우 초기위치에서의 상대적인 위치 이동정보의 확보가 가능하므로 이를 위한 연구 개발이 시급함

○ 실내와 실외를 연속적으로 측위하기 위한 기술의 부재

- 대부분 실외에서는 절대좌표 기반, 실내에서는 상대좌표 기반 측위기술을 사용하고 있어 데이터베이스와 좌표체계가 분리되어 연속적으로 측위기술을 전환하는데 어려움을 겪고 있으며 최근 통합좌표계에 대한 연구가 해외에서 진행되고 있음
- 연속적인 측위를 위해서는 복수의 측위기술이 선택적이 아닌 복합적으로 사용되어야 하며 국내에서도 GPS와 VIO(Visual Inertial Odometry)의 연동을 위한 통합 시스템에 대한 연구가 진행 된 바 있으나 차량용 내비게이션에 한정되어 있음
- 대부분의 측위 기술은 각각의 한계를 가지고 있어 복합측위를 이용하여 redundancy를 확보해야 하는 요구가 급증하고 있으나 실내 또는 실외 각각의 환경에서 동작하는 연구가 대부분이며 실내와 실외가 연동되는 복합측위 기술은 아직 연구 수준에 머무르고 있음

(2) 개선방안

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경에서의 고정밀 측위 기술 개발 및 대국민 활용을 위한 측위 기술 개발

- 일반 국민들이 부가적인 장비 없이도 기존에 보유하고 있는 스마트폰 등 모바일 단말기를 통해 정밀측위를 활용할 수 있도록 함
- 스마트폰 등 모바일 단말기만을 이용하여 정확한 위치정보를 활용할 수 있도록 네트워크-RTK, PPP-RTK 등의 고정밀 측위 기술을 적용하고, 사용자 편의성을 고려한 어플리케이션을 개발 및 활용할 수 있도록 함

○ 모바일 환경 및 다양한 환경에서의 필터 및 측위 알고리즘 최적화 기술 개발

- 도심환경 및 이동환경에서 측위 정확도와 안정성을 확보할 수 있는 기술을 구현하고 다양한 환경에 활용할 수 있도록 동체 환경에 최적화하는 알고리즘을 개발함
- 구체적으로는 multi-GNSS 측위 기술, 사이클슬립 및 멀티패스 저감 기술, 동체환경에서의 최적화 기술 등을 통해 목표를 달성할 수 있음

○ 고정밀 실시간 위치보정 신호 제공 확대

- 임의의 사용자 위치에 해당하는 보정신호를 적용하기 위해 위성신호에 포함된 GNSS 오차요소를 모델링하고 사용자에게 최적화하여 제공하는 국산화 기술 개발이 필요
- 개별 오차요소에 대한 보정신호를 변환하는 기술을 개발함으로써 수신기의 종류에 관계없이 정밀측위를 수행할 수 있도록 개발
- 업무별로 보정신호를 선택적으로 적용하고, 국제표준을 신속하게 반영할 수 있도록 시스템을 유연하게 설계
- 자율주행차, 드론 등 다양한 모바일 수신기에 적용하기 위해 보정신호 메시지를 최적화하고, 차세대 통신규약에 맞게 전송이 이루어지도록 구현

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 미래의 다양하고 이질적인 실내외 신호 체계에 적응하기 위해서는 실내외 다중신호의 특성을 융합하는 기법과 이를 학습하는 기법 개발이 필요함
- 3D 공간상의 끊김 없는 고정밀 수직측위를 기계학습 기반으로 개발하여 수평측위와 융합함으로써, 스마트 이동체(드론 등), 스마트공장, 건설현장, 재난/응급현장 등에 고정밀 위치 정보 제공 가능
- 복합 연속측위를 오픈API로 개발하여 신호를 수집할 수 있는 다양한 디바이스에 연속적인 측위 정보 제공
- 범용적이고 지속가능한 측위기술을 위해 신호데이타베이스를 오픈플랫폼을 기반으로 하여 개발함으로써, 전국민 누구나 추가/검색 등이 가능한 생태계를 구축함
- 6G에서 예상되는 테라헤르츠 신호기반 측위모델 설계도 선행함

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 영상센서 기반의 정밀 측위 기술 개발

- 도로 표지판 등은 위치가 변경되지 않고 갱신 주기가 아주 길다는 특징이 있음. 이러한 객체 중 영상 데이터로부터 인식이 명확한 랜드마크/특징점 등을 추출하여 데이터베이스로 구축하는 기술을 개발하여 영상 정보를 기반으로 안정적인 위치 추정 및 제공을 가능하게 함
- 영상 기반의 기준 데이터베이스와의 매칭을 통한 취득 영상의 위치 정보 산출 기술 개발을 통해, GNSS 등 측위를 위한 신호 수신이 어려운 영역에서도 안정적으로 영상 정보를 기반으로 위치 정보를 제공할 수 있음

○ 신호 단절이 없는 객체 기반 상대측위 기술 개발

- 실내외 공간 이동 시 신호 정보가 단절된 상황에서, 비전 센서로 촬영된 시퀀스 영상은 초기 위치로부터 상대적인 위치 이동을 파악할 수 있는 정보이므로 시퀀스 영상의 프레임 간 안정성의 확보기술을 개발하여 안정적인 위치/자세 변화량을 산출할 수 있음

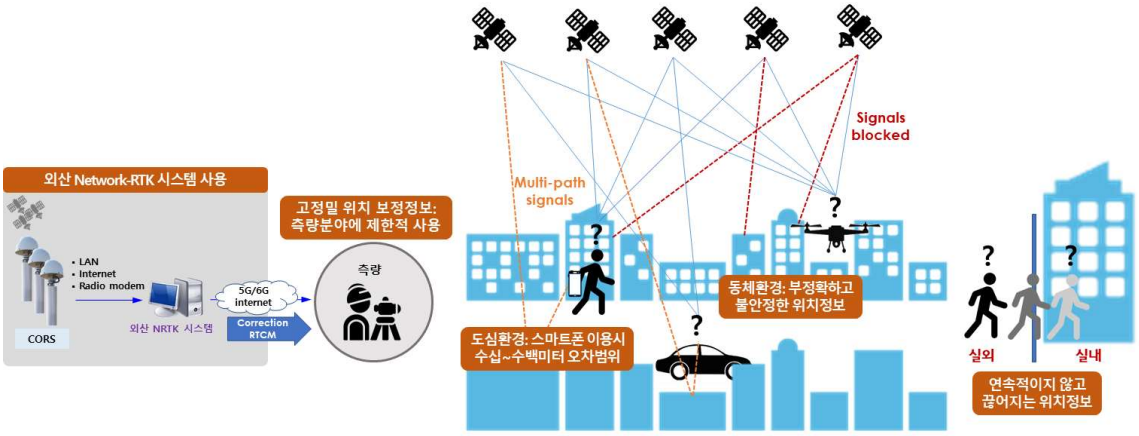
○ 실내외 연속 복합측위 기술 개발

- 실외 절대좌표체계와 실내 상대좌표체계를 연동할 수 있는 통합좌표계 구현기술을 개발하여 실외에서 실내로, 그리고 그 반대로 측위방법이 변환되는 시점에 자연스럽게 이어질 수 있도록 하여 실내외 전환 시점에 발생하는 문제를 극복하도록 함
- 단독으로 실내 복층 공간에 대한 3차원 데이터베이스를 구축 할 경우 실외와 연결이 매끄럽지 못할 경우 데이터베이스 위치오차로 인하여 seamless한 측위가 어려움. 따라서 실외 2D/3D와 실내 3D 데이터베이스(속성정보 포함) 연동이 가능한 프레임워크 개발을 통하여 이러한 문제를 개선
- 신호/객체기반 측위 기술들은 각각의 장단점이 있으며 단점을 극복하기 위해 2개 이상의 측위기술을 사용하여 redundancy 확보로 안정성 및 연속성을 확보
- 자율주행차, 드론, 보행자 등 다양한 모바일 환경에 제약 없이 연속적으로 위치 정보를 제공할 수 있는 복합측위 기술을 개발하고, 대규모 쇼핑몰 등 Testbed를 선정하여 실증함으로써 개발 기술의 적용가능성을 검증함

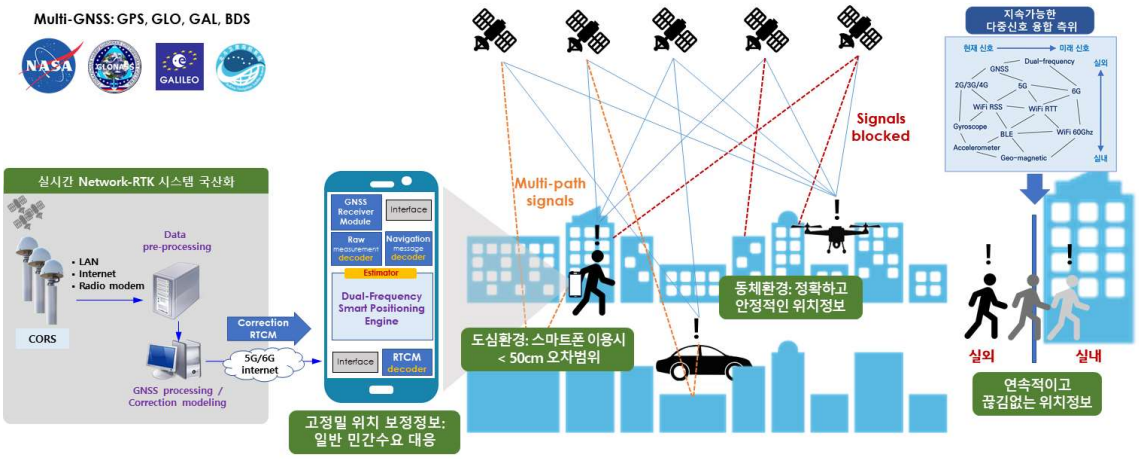
〈표 7-1〉 실내외 연속 위치정보 제공기술(As-is To-be)

AS-IS	TO-BE
▸ 1-1-1 신호 기반 고정밀 절대측위 - 별도의 고가 장비가 있어야만 정밀 측위 기술 이용 가능 - 도심지 및 산악지형 등 신호 사각지대에서의 측위 정확도 저하 - 자율주행 및 자율비행 이동환경에 따라 상이한 정확도와 안정성 및 대중화할 수 있는 장비의 부재 - 관측값에서의 오차를 추정함으로써 보정신호 활용가능한 수신기와 사용자 수 제한 - 자율주행차, 드론 등 속도와 고도가 다양한 플랫폼에 보정신호 활용 어려움 - 다중신호 융합 고려 미흡 및 신호체계 변화(WiFi RTT, 5G망 밀리미터파 등)에 대한 대응 부족 - 수직측위와 수평측위 융합 부족으로 연속적인 3D공간상의 측위정보 제공 제한	▸ 1-1-1 신호 기반 고정밀 절대측위 - 스마트폰 등 모바일 단말기 데이터만을 이용하여 정밀위치 정보 확보 가능 - 사이클슬립과 멀티패스에 강건한 multi-constellation 측위 기술과 센서 융합 기술로 도심환경에서의 정확도와 안정성 확보 - 동체환경에 최적화된 기술로 다양한 환경에서의 정확도와 안정성 확보 및 정밀 위치정보의 활용도 증대 - 오차 요소별 모델링을 통해 보정정보를 선택적으로 적용함으로써 대규모 사용자에게 맞춤형 응용업무 지원 - Multi-GNSS 정밀측위 알고리즘을 탑재한 모바일 수신기 알고리즘 개발로 보정신호 적용대상 확대 - 보정신호를 5G/6G 통신으로 제공하여 플랫폼 한계 극복

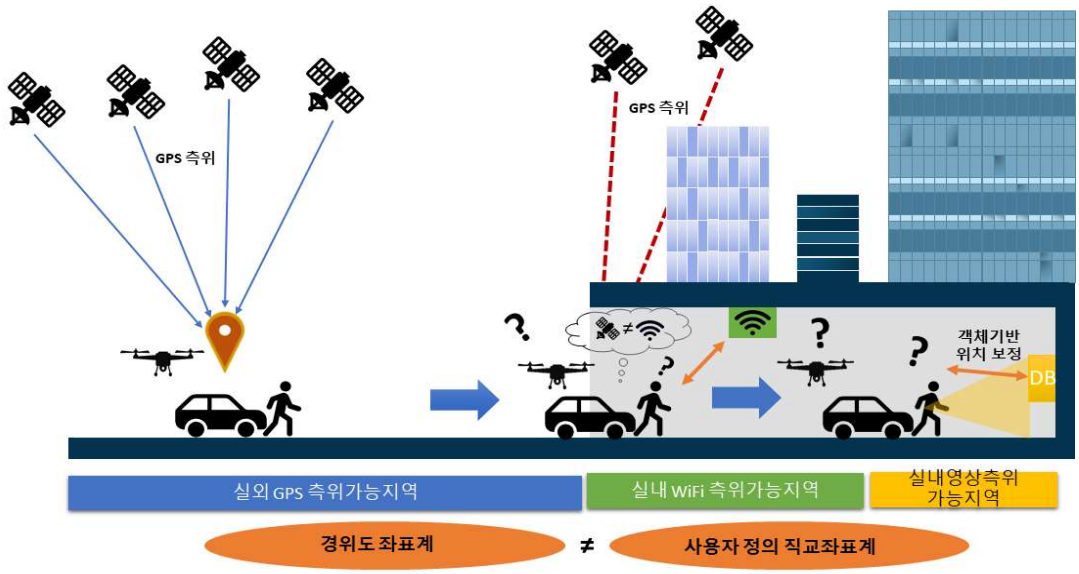
AS-IS	TO-BE
- 기존의 측위기술들은 독점적이고 폐쇄적인 기술체계 및 신호데이타베이스 기반으로 개발되어 지속개선가능한 측위기술 체계 확립 한계	- 다중신호는 물론 미래 통신망의 신호체계를 모두 고려하여 전국토 커버리지가 가능한 실내위 측위정보 제공 기술 개발 - 수평+수직측위 융합으로 스마트이동체(드론 등), 스마트공장 건설현장, 재난/응급현장 등을 위한 위치정보 활용 제고 - 전국토 가상화를 위한 오픈신호데이타베이스 구축 기술 개발로 범용적이고 지속개선가능한 측위 기술 생태계를 구축
▸ 1-1-2 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 - 실외공간 도심 지역 위성신호의 반사나 단절로 인한 신호 기반 절대 위치정보 안정성 확보 우려 - 기존 DB의 구축을 위한 인프라는 구축되어 있으나 실제 적용 및 활용 어려움 - 실외의 경우 Global 좌표계, 실내의 경우 사용자 정의 직교좌표계를 주로 사용하여 이종 좌표간의 연동이 어려움 - 실외의 DB와 실내의 DB가 별도로 구축되는 경우가 많아 연결부위에서 오차가 발생하는 문제점이 있어 끊임없는 서비스가 어려움 - 영상기반, GNSS, WiFi 등등의 단일 측위기술로 실내외를 일괄 적용하기는 기술적으로 매우 어려움 - 이동체, 단말기에 장착된 센서, 데이터의 신뢰도, 수신율에 따라 끊김 발생	▸ 1-1-2 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 - 특징점/랜드마크 DB와 영상간의 매칭 및 위치 추정을 통하여 신뢰성 있는 위성신호 부재시 측위 안전성 확보 - 영상으로부터 랜드마크, 특징점 추출 기술 및 DB화 기술의 개발을 통하여 객체 기반 측위 기술 활용 방안 확보 - 실내외 통합좌표계 정의하여 실외 Global 좌표계와 실내 사용자 정의 직교좌표계 간의 연속성 확보 - 실내외 3차원 데이터베이스(속성정보 포함) 프레임워크를 정의하여 실내와 실외 DB의 경계지역에서의 DB 연속성 확보 - 복합측위 기술을 개발하여 단일 측위의 불완전성을 극복하여 한계를 극복 - 지상 또는 항공 이동체, 모바일 단말의 환경에 제약없이 연속적으로 끊김 없는 측위 정보 제공



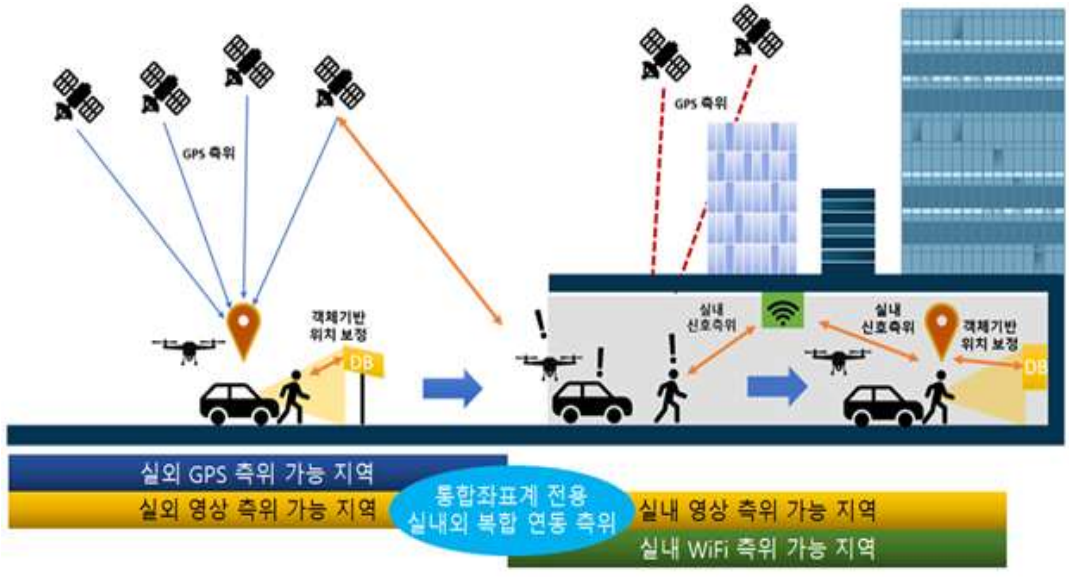
[그림 7-5] 신호 기반 고정밀 절대측위기술(As-is)



[그림 7-6] 신호 기반 고정밀 절대측위기술(To-be)



[그림 7-7] 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현기술(As-is)



[그림 7-8] 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현기술(To-be)

2.4 기술개발 개요

(1) 기술개발 정의

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위 기술 개발

- 스마트폰 등의 모바일 기기에서 출력되는 데이터를 이용하여 GPS, GLONASS, BeiDou 등 다중위성항법 시스템을 기반으로 정밀 위치를 결정하는 기술
- 도심 자율주행 및 비행 지원을 위하여 다양한 수신환경과 동체환경의 특성을 고려한 싸이클슬립, 멀티패스 저감 기술, INS 센서 융합 기술, 필터 최적화 기술 등을 기반으로 절대 위치정보를 결정하는 기술

○ 고정밀 실시간 위치보정 기술

- GNSS 정밀 측위를 위해서는 사용자 위치와 요구정확도에 맞는 고정밀 실시간 위치보정 정보가 필수적이며, 현재 외산에 절대적으로 의존하고 있는 네트워크 RTK 보정정보 생성 및 서비스를 국산화하는 기술
- 대규모 사용자에게 위치정보를 서비스하기 위해 multi-GNSS 신호에서 오차요소를 모델링하는 기술, 여러 전달매체로 전송하기 위한 메시지 최적화 기술, 다양한 수신기에 적용하기 위한 변환과 적용 기술

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 현재의 신호들은 물론 미래의 신호체계까지 가용한 모든 신호종류 및 이질적인 신호체계의 특성을 융합하여 전국토를 대상으로 실내외 끊김 없는 수평/수직 통합위치 정보를 제공하는 기술
- 지속개선가능한 실내외 측위 기술 생태계를 구축하기 위한 오픈 신호데이타베이스 구축기술과 오픈 측위 API를 포함한 기술
- 3D 공간상에서 제공되어야 하는 스마트이동체(드론 등), 스마트공장, 건설현장, 재난/응급 현장 등에서의 연속적이고 정확한 위치를 제공하기 위한 고신뢰도의 수직측위 융합 기술

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위 기술

- GNSS, 통신 신호 등의 수신이 어려운 환경에서도 비전센서 데이터와 객체 기준데이터를 이용하여 정밀한 측위 결과를 산출하는 기술
- 각종 이동체에 부착가능한 광학 카메라, 열화상카메라, 레이저스캐너, 레이다 센서 등의 비전 센서와 사진측량기술을 통해 영상을 기반으로 위치정보를 산출하는 기술
- 랜드마크/특징점 등 객체 데이터베이스를 구축하는 기술, 데이터베이스와 이동체 획득 비전 센서 데이터 고속 매칭을 기반으로 한 정밀 측위 기술, 측위 결과의 신뢰도와 안정성 확보를 위한 시퀀스 영상 데이터의 보간, 흔들림 보정 및 정제 기술 포함

○ 실내외 연속 복합측위 기술

- 실내외 통합좌표계란 실외에서 실내로, 반대로 실내에서 실외로 연결이 자연스럽게 이루어지도록 통합좌표계를 정의하고 실내와 실외 좌표를 통합좌표계로 변환 가능하도록 하는 기술
- 실내외 3차원 데이터베이스(속성정보 포함) 연동이란 통합좌표계 상에서 실내 DB와 실외 DB가 자연스럽게 정합되도록 DB를 구축하는 기술
- 복합측위 최적화 기술이란 서로 다른 정확도, 상호보완적인 2개 이상의 측위 기법을 선별적으로 사용하지 않고 복합하여 사용하는 기술
- 보행자(모바일 단말기), 차량과 같은 지상 이동체, 드론과 같은 공중 이동체에 대하여 적용된 신호기반 측위, 객체기반 측위 등의 결과를 융합하여 실내외 환경의 제약 없이 연속적으로 위치 정보를 제공하는 기술

(2) 기술개발 목표

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위 개발

- Dual-Frequency 스마트폰 multi-GNSS 원시데이터 기반 30cm급 Network-RTK 측위 기술 개발
- Dual-Frequency 스마트폰 multi-GNSS 원시데이터 기반 30cm급 PPP-RTK 측위 기술 개발
- 스마트폰 정밀측위 어플리케이션 개발
- 도심 자율주행 및 비행 지원용 싸이클슬립, 멀티패스 저감 기술 개발
- 저가형 MEMS 단말 및 스마트폰 탑재 INS 센서 융합 기술 개발
- 저비용 칩·모듈 수신기시계 불안정성 대처 기술 개발
- 동체특성에 따른 저비용 칩·모듈 필터 최적화 기술 개발

○ 고정밀 실시간 위치보정 개발

- 위성기준점 데이터를 이용한 GNSS 신호처리와 오차모델링을 통해 보정정보를 생성하는 기술 개발
- 실시간 위치보정 신호를 다양한 전달매체를 통해 서비스하기 위해 보정신호 메시지를 효율화하고, 사용자 맞춤형 보정신호로 변환하는 기술 개발

○ 다종 신호 및 이질 신호 체계에 강인한 다중신호 융합측위 개발

- 다중신호 융합 및 학습 모델 개발
- 다중신호와 기압계(Barometer)의 수평/수직측위 융합 모델 개발
- 실내외 다중신호 및 WiFi RTT 및 5G의 TDD기반 복합 측위 모델 개발
- 객체기반 측위 기술과의 융합 기술 개발
- 60Ghz WiFi 및 6G 테라헤르츠 신호 기반 측위 모델 설계

○ 지속 개선 가능한 오픈 실내외 측위 생태계 구축 개발

- 오픈 측위 플랫폼 설계 및 구축
- 크라우드 소싱기반의 실내외 다중신호 수집 기술 개발
- 오픈 측위 API 개발 및 오픈 신호데이터베이스 개발

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위 개발

- 객체 추출을 및 매칭기술 적용 가능한 최적의 비전 센서(광학 영상, 열화상 영상, 라이다 데이터, 레이다 데이터 등) 선정
- 비전 센서를 이용한 랜드마크/특징점 추출 및 데이터베이스 구축기술 개발
- 데이터베이스 신속 검색 및 이동체 특성을 고려한 최적의 고속 매칭 알고리즘 개발
- 데이터베이스와 매칭 결과를 활용한 시퀀스 영상 데이터에 대한 정밀 위치 결정 기술 개발
- 영상의 시계열 데이터 분석을 이용한 누락 보간, 흔들림 보정, 이상점 제거 등 정제 기술 개발

○ 실내외 연속 복합측위 개발

- 2종 이상의 절대좌표계(예 : Geographic 또는 TM) 및 사용자 정의 직교좌표계를 연속적으로 사용 가능한 통합좌표계 정의 및 좌표변환 기술 개발
- 실내 및 실외 데이터베이스가 통합좌표계 상에서 연속적으로 사용 가능하도록 3차원 데이터베이스를 통합하는 프레임워크 기술 개발
- 입력 데이터, 정확도 등이 다른 복수의 측위 기법을 복합적으로 적용하여 측위 결과를 산출하는 복합측위기술 개발
- 모바일 단말기, 자상 및 공중 이동체에 대하여 실내외 환경의 제약 없이 연속적으로 위치 정보를 제공하는 이동체 최적 위치 제공 기술 개발

2.5 국내외 기술개발 동향

(1) 해외 동향

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

〈표 7-2〉 신호 기반 고정밀 절대측위 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위	프랑스	CNES	CNES PPP-WizLite	- 안드로이드 7 Single-Frequency 원시데이터 기반 PPP 솔루션 - 1m 정확도

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
	독일	Geo++	Ruler App	- 오차요인별 PPP: 후처리로 5분 경과 후 60cm 정확도 - 네트워크 RTK: 30초 경과 후 8cm 정확도 (Nexus9, Galaxy 9)
	중국	Southeast University	-	- Xiaomi 8 Dual-Frequency 기반 정밀 측위 - 30초 이상 경과 후 1m 정확도
자체위성 개발을 통한 보정신호 서비스	미국	FAA	WAAS	- GPS의 정확도와 무결성을 향상시키기 위해 개발 - 항공기 이착륙을 위한 보정정보 서비스(수평 1.0m, 수직 1.5m 정확도)
	유럽	ESA	EGNOS	- 3개의 정지위성을 이용한 GPS/Galileo 시스템 보강 - 수평정확도 미터 수준
	일본	정부	QZSS	- 3개의 정지위성과 4개의 지역위성을 통한 보정신호 전송 - GPS와 동일한 신호구조로 위성 개수 증가 및 보정신호 전송
단일 또는 다중신호 실내측위 기술	핀란드, 미국	IndoorAtlas	IndoorAtlas	- 자기장과 BLE를 이용(iOS) - 자기장, BLE, WiFi를 이용(Android) - 층별로 분리된 측위 시스템
	미국	Qualcomm	IZat	- 자사의 Application Processor에 측위 모듈을 내장 - Android 기반 - WiFi기반 Fingerprint기법
	스위스	OnYourMap	Goindoor	- BLE 비콘 기반
	미국	Google	Android Location	- 안드로이드 P 이후 지원 - Fused Location Provider - 환경에 따라 GPS, WiFi, 기지국 위치 정보와 내장 센서 정보 등을 능동적으로 융합
	미국	Skyhook	Precision Location Context SDK Geospatial Insights	- Apple iPhone에 채택된 기술이었으나 2010년경 Apple은 자체 솔루션으로 대체한다고 발표함 - LBS(위치 기반 서비스) 솔루션을 목적별로 분리해서 제공 - GPS, WiFi 기반 (Android) - GPS, BLE, IP위치 기반(iOS)

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
	미국	Apple	WifiSLAM	- Apple이 WifiSLAM을 2013년도에 인수 - WiFi fingerprint 기반
	핀란드, 미국	Nokia, HERE	HERE	- Nokia의 자회사 - LBS 통합 솔루션 제공 - 층별로 분리된 측위 시스템
	노르웨이	MazeMap	MazeMap	- WiFi, BLE, 내장 센서, 자기장 이용 - 실내외 연속 측위

○ 모바일 환경 정밀 GNSS 측위 관련 연구

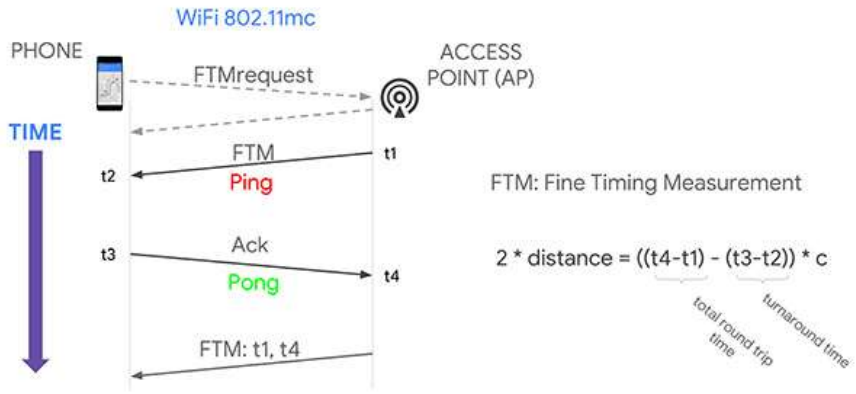
- 프랑스, 중국, 독일 등 GNSS 기술을 주도적으로 진행하고 있는 국가에서는 스마트폰 원시데이터를 활용하여 정밀측위를 수행하기 위한 다양한 연구개발 등을 진행하고 있으며, 현재까지는 실험 단계의 기술 수준에 그치고 있으나, 다양한 시도를 통해 빠른 시일 안에 목표 기술을 달성할 수 있을 것으로 예상됨
- 프랑스의 JOCS사는 오픈소스인 RTKLIB와 프랑스 국립 우주 연구센터(CNES)의 PPP-Wizard를 결합하여 PPP-WizLite 앱을 출시하였으며, 해당 앱은 안드로이드 7 이상의 기기에서 single-frequency 원시데이터를 기반으로 약 1m의 정확도로 위치를 파악할 수 있다고 제시하고 있음
- 독일의 Geo++사는 스마트폰 원시데이터를 대상으로 개별오차 보정을 기반으로 한 네트워크 RTK 기술을 적용했을 때 후처리로 5분 경과 후 60cm 정확도를 달성하였으며, 관측공간 오차 보정을 기반으로 한 네트워크 RTK 기술을 적용하여 정밀위치를 결정하는 Ruler App을 이용한 결과 30초 경과 후 8cm 위치정확도를 달성하였음
- 중국의 Southeast 대학 연구팀은 Xiaomi 8 안드로이드 스마트폰의 daul-frequency 원시데이터를 이용하여 실시간 정밀측위 기술을 개발하고 정확도를 검증하였으며, 그 결과 30초 경과 후 1m 이내의 정확도를 확보하는 성과를 달성하였음

○ 자체 위성 개발을 통한 위성항법시스템 보강서비스 관련 연구

- WAAS는 이착륙을 포함하여 항공기 운항 전 단계에서 정확도, 무결성, 가용성을 증대시키기 위하여 개발되었으며, 기준국에서 수신한 데이터를 기반으로 보정신호를 생성하고 정지위성을 통해서 5초 이내의 주기로 규칙적으로 전송
- EGNOS는 WAAS와 유사하게 유럽지역에서 GPS와 Galileo 위성시스템에 대한 보강을 위해 개발되었으며, WAAS와 유사한 기능과 성능을 보여줌
- QZSS는 전리층 지연오차 모델링을 통한 수 미터 수준의 측위서비스(SLAS, Sub-meter Level Augmentation Service)와 정밀 보정신호를 L6 신호에 실어 전송하는 센티미터 수준의 위치결정(CLAS, Centimeter Level Augmentation Service) 서비스를 제공하고 있음

○ 단일 또는 다중 실내측위 기술

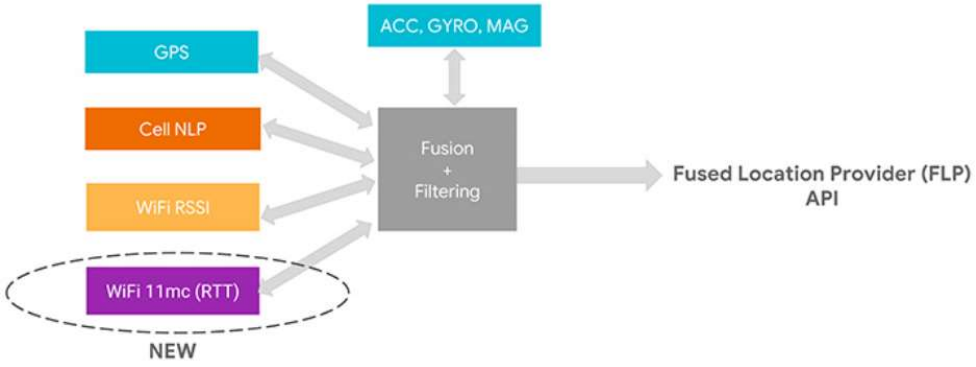
- 무선랜 기반의 위치정보 추정 기술은 2007년경부터 Skyhook의 XPS 기술에서 무선랜 신호 정보처리부가 사용하는 수신신호 세기 측정값(RSSI)에 기반하는 fingerprint 방식부터 개발되기 시작됨
- RSS기반 측위 기술은 radiomap과 같은 신호세기의 패턴이 위치추정에 사용되기 때문에 매우 높은 밀도의 AP 인프라가 설치되어 있어야 좋은 성능을 얻을 수 있음
- 또한, 측위 인프라를 구성하는 AP의 상태변경이 발생한 경우 신호맵의 업데이트가 필요하며, AP의 밀도가 높을수록 신호세기 패턴의 변화가 자주 발생하게 되어 유지/보수를 위해 잦은 업데이트를 필요로 함
- RTT 방식은 비교적 소수의 AP를 이용하더라도 좋은 품질의 측위데이터 수집이 가능하기 때문에 유지/보수의 비용이 적어 실제 시스템으로의 적용성이 좋음



출처 : Frank van Diggelen, Roy Want and Wei Wang

[그림 7-9] WiFi RTT(IEEE 802.11mc)기반 측위 개념도

- 하지만, RTT방식은 AP가 LoS(Line-of-Sight)가 보장된 경우에만 높은 정확도가 보장되며, 2020년 1Q현재 IEEE 802.11mc를 지원하는 AP와 단말기 보급률이 저조하므로 커버리지가 극히 제한되어 있는 실정임
- 미국 구글은 2018년부터 WiFi RTT(Round Trip Time) 측정정보를 안드로이드 P 운영체제부터 API 형태로 제공하고 있음
- 구글 WiFi RTT는 IEEE 802.11mc ranging 프로토콜을 따르며, 이 RTT방식을 구현하려면 AP와 단말기 모두 IEEE 802.11mc 프로토콜을 지원하여야 가능함
- 다양한 방식의 측위 기법을 융합한 시스템 개발이 필요함
  - Google은 2013년부터 다중신호를 융합하여 통합위치를 제공하는 Fused Location Provider를 개발함
  - Google의 Fused Location Provider는 환경에 따라 GPS, WiFi, 기지국 위치 정보와 내장 센서 정보 등을 능동적으로 융합된 위치를 제공함



출처 : Frank van Diggelen, Roy Want and Wei Wang

[그림 7-10] 구글의 Fused Location Provider

- Apple의 iOS 또한 GPS, WiFi, 기지국을 이용한 측위 결과를 정밀도에 따라 사용자에게 제공
- Skyhook, IndoorAtlas, HERE 등 다양한 업체에서도 다양한 신호를 이용한 측위 서비스를 제공
- Skyhook의 경우 개인의 위치정보 제공(Precision Location), 상황에 맞는 컨텐츠 제공(Context), 사업자들의 고객 정보 분석(Geospatial Insights)의 형태로 서비스를 분화해서 제공함

○ 5G, 6G, WiFi NGP 기반 측위 등 미래 통신망에 기반한 측위 시스템과 관련한 연구

- 5G망 기반 측위 기술
  - Enhanced Cell ID에는 기지국과 단말기 사이의 거리 정보(RTT : Round Trip Time, TA : Timing Advanced)를 추가되어 위치 추정에 활용 가능함
  - 5G에서는 beamforming 기술의 적용으로 기지국과 스마트폰과 기지국의 방향을 beam ID 형태로 측정할 수 있으며, Time of Arrival과 함께 fingerprint 혹은 삼각계산 측위가 가능함
  - 이를 위해서는 기지국의 위치와 beam의 각도 정보를 정확히 관리해야 함
- 6G망의 테라헤르츠(THz) 신호 기반 측위
  - 테라헤르츠는 적외선과 마이크로파 사이에 있는 주파수로서, 이러한 주파수를 기반으로 센티미터 수준의 정확도로 측위가 가능함
  - 수중 측위 표준이 포함됨
- WiFi Next Generation Positioining(NGP)과 60GHz기반 측위
  - IEEE 802.11az는 무선랜 기반 차세대 측위(Next Generation Positioning, NGP) 표준으로서, 고밀도 AP/STA 및 비가시거리 WLAN 환경에서 Fine Timing Measurement 프로토콜 기반의 초정밀, 저전력 측위 기술을 정의함
  - 초정밀 측위를 위한 2.4/5/60GHz 밴드 측위 프로토콜 정의
  - 3GPP의 LTE/5G 기반 측위 기술에 비해 측위 정확도면에서 802.11az가 높은 우위를 가질 것으로 예상됨
  - 현재 IEEE 802.11az에 대응하는 국내 표준은 아직 없으며 IEEE 802.11az 표준에 대응할 필요가 있음
  - IEEE 802.11az의 Draft 버전 0.1이 2018년 3월에 승인되었고, 버전 1.0은 2019년 7월, 버전 2.0은 2020년 3월, 그리고 최종 버전은 2022년 1월로 예정됨

- IEEE 802.11ay(Enhancements for Ultra High Throughput in and around the 60 GHz Band)는 60㎓ 대역에서 20+Gbps link speed를 제공하는 WLAN 기술을 정의함
- 광대역 전송을 위한 채널 접근 기술 및 채널 할당 기술, SU/MU-MIMO beamforming을 위한 sector sweep 기술, 60㎓ 대역 OFDM 전송 기술등을 포함으로써 초정밀 측위 기술의 기반을 마련함
- IEEE 802.11ay는 2018년 3월에 Draft 1.2가 정의되었으며, 2019년 말부터 상용 칩이 개발 중임

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

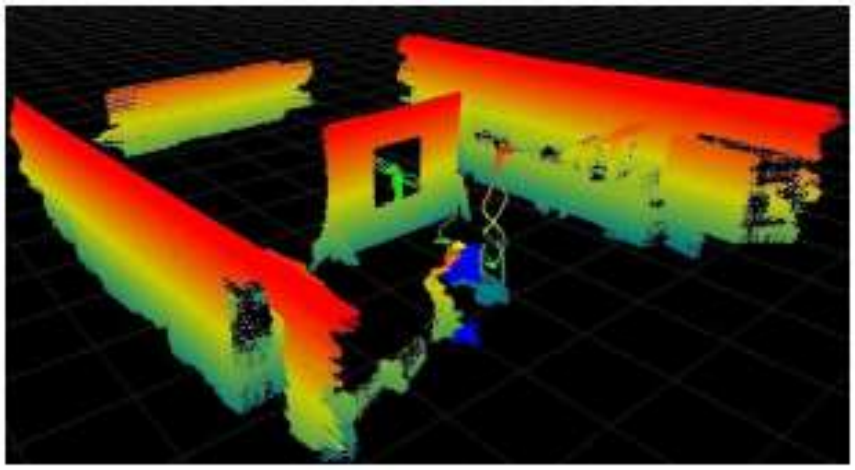
〈표 7-3〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
영상센서 기반 주행/항법 관련 연구	미국	MIT	Range-Robust Autonomous Navigation in GPS-denied Environments (논문)	- GPS 미수신 환경에서 매핑을 통한 자율적인 항법체계 구축
	루마니아	Technical University of Cluj-Napoca, Romania	Probabilistic Lane Tracking in Difficult Road Scenarios Using Stereovision (논문)	- 흑백 스테레오 영상에서 차선을 인식하는 시스템 연구를 수행
상대측위를 이용한 GNSS 오차 보정	대만	National Taiwan Ocean University	Fuzzy Adaptive Unscented Kalman Filter for Ultra-Tight GPS/INS Integration (논문)	- GPS/INS 융합 항법 시스템의 향상을 위한 센서융합 기법 제안 - 적용기술을 통한 내비게이션 정확도와 실시간 궤적 추정에 대한 우수성 확인
	중국	National High Tech. Research and Development Program of China	An Effective GPS/DR Device and Algorithm Used in Vehicle Positioning System (논문)	- GPS 수신 불가지역에서의 위치 정보 정확도 향상기법제안

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
	미국	University of Florida research foundation, Inc	Image-based system and method for vehicle guidance and navigation (특허, 2012)	- GPS data와 연속 촬영된 영상을 이용하여 이동체의 위치 및 오리엔테이션을 추정
실내외 연속 통합좌표계 및 DB 구축	중국	Nanjing Normal University	Coordinate reference for the indoor/outdoor seamless positioning (논문)	- 실내외 연속 측위가 가능하도록 통합 좌표계를 제시하고 실내외가 연결된 3차원 DB 구축
복합측위 기술	스페인	Polytechnical University of Valencia	A Bluetooth Low Energy Indoor Positioning System (논문)	- 실내공간에 BLE 센서 사용복합측위 기술 - 칼만필터와 trilateration 기법을 사용하여 통합
	중국	Hainan University	A combined GPS, UWB and MARG locationing algorithm (논문)	- GPS/UWB/MARG 사용 - 측위기술을 선별하여 사용하지 않고 fusion하여 사용

○ 영상센서 기반 주행/항법 관련연구

- 미국 MIT에서는 Range-Robust Autonomous Navigation in GPS-denied Environments 연구를 통해 영상센서와 레이저 스캐너를 이용 GPS 미수신 환경에서 매핑을 통한 자율적인 항법체계 구축



- 루마니아 Technical University of Cluj-Napoca, Romania 에서는 흑백 스테레오 영상으로부터 에지를 추출하고 particle-filtering을 적용하여 차선을 인식하는 시스템 제안
  - 모두 비슷한 특성을 갖는 차선은 개별 위치파악을 위한 대상으로 사용하는데 한계가 있음
  - 이동체의 속도에 상응하는 영상처리가 이루어지지 못함
  - 차선 대신 고유한 특성을 갖는 랜드마크를 이용하여 고속으로 정밀한 측위를 수행



○ 상대측위를 이용한 GNSS 오차 보정 관련 연구

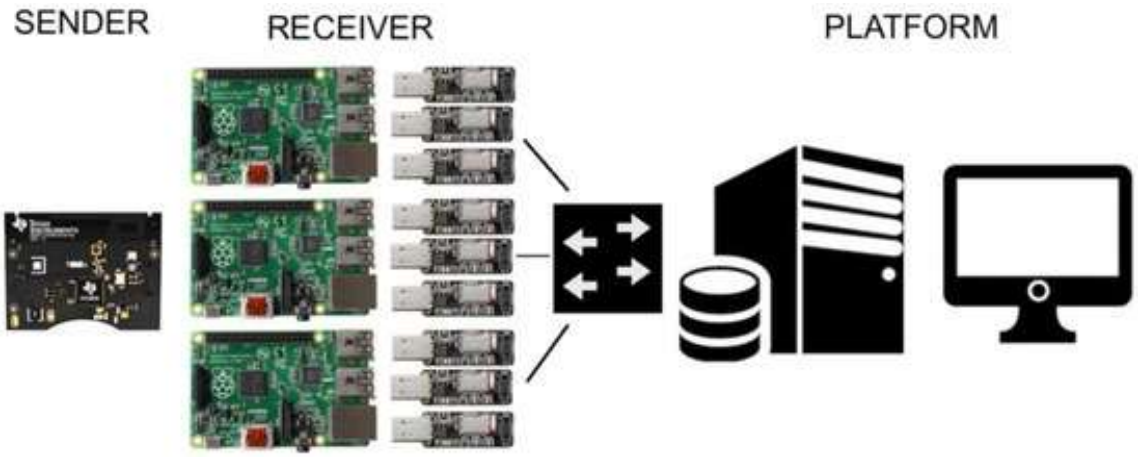
- 대만 National Taiwan Ocean University에서는 GPS/INS 융합 항법 시스템의 향상을 위해 Adaptive Unscented Kalman filter(UKF) 와 Fuzzy Logic Adaptive System(FLAS)에 기반한 센서 융합 기법을 제안하였으며 이를 적용하여 내비게이션의 정확도와 실시간 궤적 추정에 대한 우수성 확인
  - 위치추정 정확도의 향상을 확인하였으나, 실측된 데이터가 아닌 멀티패스 및 수신기 오차만 포함된 가상생성 GNSS 데이터를 이용
  - 이동체에서 실시간 수신되는 GNSS 데이터를 보정하여 이동체의 정밀위치 추정기술 필요
- 중국 National High Tech. Research and Development Program of China 에서는 GPS 수신 불가지역에서의 위치 정보 정확도 향상을 위한 GPS/DR Device 적용기법을 제안하였으며, 회전하는 바퀴의 거리정보를 통해 GPS 수신 불가지역에서의 위치정보를 추정하였음
  - 전 수신된 GPS 오차 보정이 수행되지 않아 이 오차가 추정된 위치에 전파되어 여전히 오차가 발생
- 미국 University of Florida research foundation, Inc에서는 GPS신호를 이용할 수 없는 경우의 위치 및 방향의 추정을 위해 이전 GPS data와 연속 촬영된 영상을 이용하여 이동체의 위치 및 오리엔테이션을 추정하는 특허를 출원
  - 해당 특허는 비행체를 대상으로 개발되었으며 영상 내의 다수의 특징점이 존재해야 함
  - 영상 내 다수의 특징점이 아닌 특정 랜드마크를 검출하여 지상 이동체의 위치를 추정할 필요 있음

○ 실내외 연속 통합 좌표계 및 데이터베이스 구축 관련 연구

- 중국의 Nanjing Normal University에서는 실내외 연동 측위을 위해 통합 좌표계를 제시하고 개발하여 6가지 시나리오에 대하여 통합 데이터베이스를 구축하고 검증하여 가능성을 보여줌
  - 해당 논문에서는 실내와 실외 구분 자체는 고려하지 않은 한계점이 있음

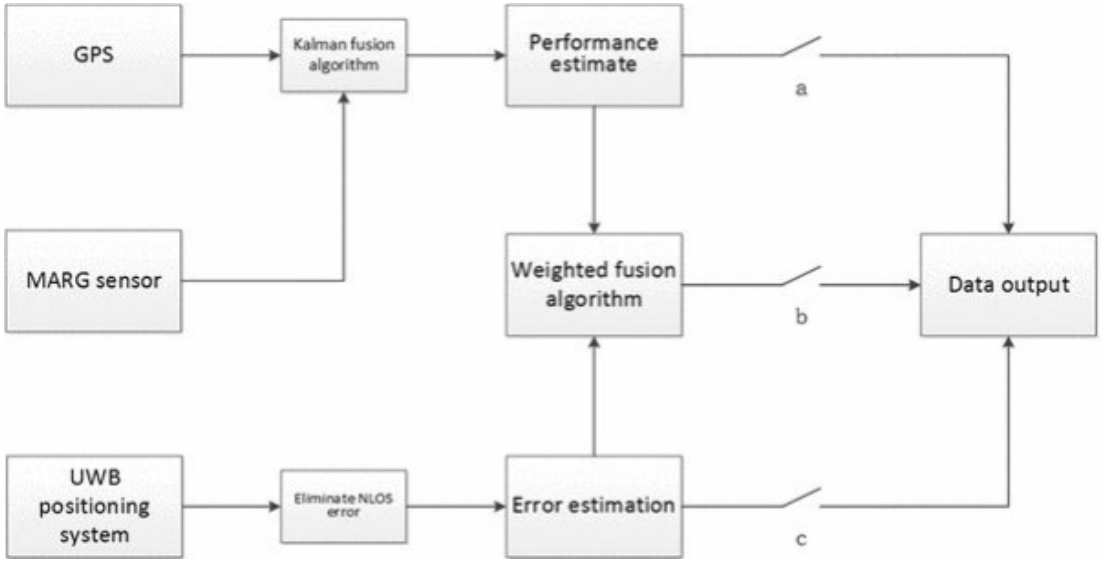
○ 복합측위 기술 관련 연구

- 스페인의 Polytechnical University of Valencia에서는 서로다른 주기를 갖는 3가지 BLE 신호를 이용하여 3가지 케이스에 대한 fusion을 시도



- Weighted trilateration 이름으로 발생 가능한 case를 구분하고 각각의 fusion용 로직을 제시
- 서로 다른 정확도와 frequency를 갖는 데이터 fusion으로 확장 가능해 보임

- 중국의 Hinan University에서는 weighted fusion algorithm을 개발하여 GPS, UWB (Ultra Wide Band) 그리고 MARG (Magnetic, Angular Rate and Gravity) 센서를 통합
  - 향후 본 사업이 지향하고자 하는 기술개발 관점에서 볼 때 가장 유사한 기술로 판단됨



(2) 국내 동향

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

〈표 7-4〉 신호 기반 고정밀 절대측위 기술 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위	KT	-	- 스마트폰 Single-Frequency 원시데이터 기반 RTK 솔루션 개발 및 테스트
단일 또는 다중 신호 실내 측위 기술	한국과학기술원	KAILOS	- WiFi, BLE 기반 - 지자기, 보행인식을 통한 보정 - 실내외 연속 측위
	아이데카㈜	Idecca	- 지자기 패턴 기반 - 실내 내비게이션
	㈜폴라리언트	Polariant	- 편광 조명 기반 - VR 컨트롤러에 적용 가능
	㈜어빌리티 시스템즈	Indoor LBS	- BLE 비콘 기반
	㈜로플랫	loplatX	- 좌표가 아닌 매장 단위 인식 서비스 - 오프라인 고객행동 분석 서비스 - WiFi 기반

○ KT의 스마트폰 single-frequency 원시데이터 기반 RTK 솔루션 개발 및 테스트

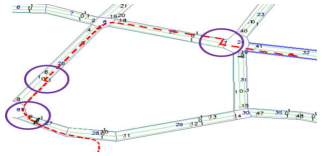
- 국내에서는 RTKLIB, goGPS 등의 오픈소스를 이용하지 않고 원천기술을 기반으로 스마트폰 등의 모바일 원시데이터를 이용한 정밀측위 연구개발을 진행한 케이스는 KT의 single-frequency RTK 솔루션이 유일하다고 볼 수 있음
- 해당 솔루션은 원시데이터의 품질이 좋은 경우에 한해 정지모드에서는 10cm 이내의 정확도를 달성하고, 동체 환경에서는 관측환경에 따라 수 m 이상의 오차가 발생하는 경우도 있음

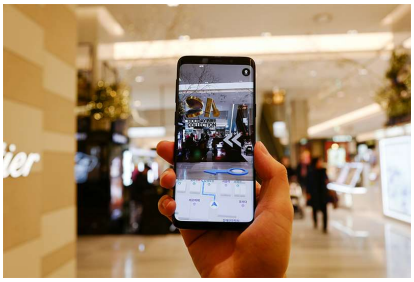
○ 국내외 실내측위 솔루션 업체의 각각의 기술과 사용목적에 따른 특성

- loplatX의 경우 경위도 등의 좌표가 아닌 사용자가 현재 있는 매장을 인식하고 데이터를 수집하는데 특화된 B2B 솔루션을 제공함
- ㈜어빌리티시스템즈의 Indoor LBS는 BLE 비콘 기반 실내측위 시스템을 통해 고객, 자산, 직원, 안전 관리 솔루션을 제공함
- ㈜폴라리언트의 Polariant는 실내 조명의 편광을 특수한 센서를 통해 인식하여 실내에서의 사용자 위치를 제공함
- 아이데카㈜의 Idecca 솔루션은 건물 내의 지자기 패턴을 인식하여 사용자의 위치와 동선을 제공함
- KAILOS는 WiFi와 BLE 비콘을 기반으로 다양한 신호와 센서를 이용한 측위 API를 제공함

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

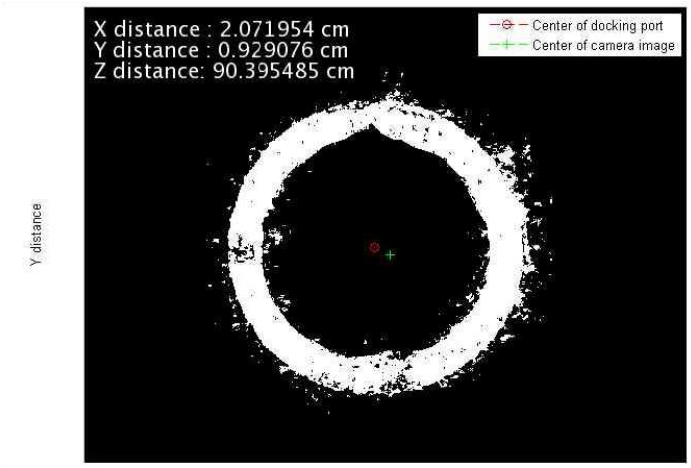
〈표 7-5〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
영상센서 기반 주행/항법 관련 연구	KAIST	스테레오 영상을 이용한 상대항법 실험적 연구(논문)	- 영상을 이용하여 획득된 카메라와 물체 간의 거리정보를 추정
	국방과학연구소	무인로봇 정밀위치추정을 위한 전술통신 및 영상 기반의 통합항법 성능 분석(논문)	- 실시간 영상을 통해 야외환경에서 무인로봇의 위치를 안정적으로 추정
	한국항공우주산업 주식회사	비전센서와 GPS를 이용한 보조항법장치(특허)	- 항법장치(GPS/INS)의 고장시 비행체를 안전하게 유도하는 보조항법장치
	국방과학연구소	3차원 영상 보조 항법 장치 및 이를 이용한 관성 항법 시스템(특허)	- 영상 센서를 이용하여 관성 항법 시스템의 오차를 보정하는 장치 및 시스템
상대측위를 이용한 GNSS 오차 보정	연세대학교	데이터베이스 기반 GPS 위치 보정 시스템	- 칼만필터로 GPS 신호 잡음을 제거하고, 주행 중 정지선을 감지하면 RDF에서 정지선의 좌표를 검색하여 절대 좌표를 찾아 편중 오차 보정 - 
	부산대학교	자동차 센서와 자동차 간 통신의 융합 측위 알고리듬	- 자동차에 장착된 센서로부터 수신하는 주변 자동차들의 상대적 위치정보와 자동차 간 통신을 통해 수신하는 주변 자동차들의 GPS 측위값을 융합하여 자기자동차의 측위정확도를 향상하는 융합 측위 알고리듬을 제시함 

개발방향	기업명	제품명	특징
복합측위	네이버랩스	실내 AR 내비게이션	- Visual Localization 기술 이외에 Visual-inertial odometry 기술을 활용 
	건국대학교	비선형 최적화 기법 기반 실내외 GPS/VIO 시스템 (논문)	- GPS와 VIO 기술을 차량에 적용하여 실내외 연동이 가능하도록 함

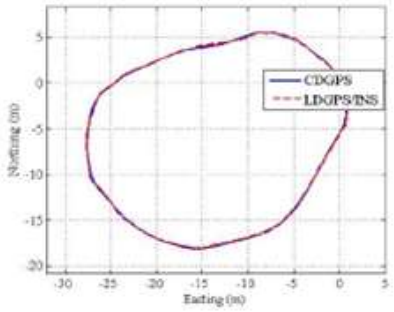
○ 영상센서 기반 주행/항법 관련 연구

- KAIST 에서는 스테레오 영상을 이용한 상대항법 실험적 연구를 통해 두 비행체 간의 정밀 상대항법의 구현을 위해 스테레오 영상을 이용하여 획득된 3차원 영상정보로부터 카메라와 물체 간의 거리정보를 추정



  - 컴퓨터비전 기반의 영상처리로 상대위치를 추정하였는데 이러한 방법으로는 GPS 오차를 보정할만한 수준의 정밀한 상대위치 추정은 이루어지기 어려움
  - 사진측량 기술을 도입하여 이동체와 랜드마크 간의 상대위치를 정확하게 추정 필요

- 국방과학연구소에서는 무인로봇 정밀위치추정을 위한 전술통신 및 영상 기반의 통합항법 성능 분석 연구를 통해 사전 주행을 통해 구축된 영상 데이터베이스와의 매칭을 통해 안정적으로 위치 오차 보정이 가능함을 확인



[그림 7-11] VISION/INS 시험의 기준궤적

- 운용지역에 대한 영상 데이터베이스 구축이 사전에 이루어져야 하며, 위치 추정을 위해 다수의 특징점이 필요
- 도로와 같은 특징점이 적은 환경에 대한 분석이 이루어지지 못함

- 한국항공우주산업 주식회사 에서는 비전센서와 GPS를 이용한 보조항법장치 특허를 통해 비행체의 수평을 유지하기 위해 주 항법장치 고장시 수평선 영상을 획득하여 비행체를 안전하게 유도하는 기술 보고
  - 비행체의 수평을 유지하기 위한 기술로 지상 이동체의 정밀한 위치를 추정하는 것에 한계가 있으며, 공중 및 지상 이동체에 적용 가능한 기술의 개발이 필요
- 국방과학연구소에서는 3차원 영상 보조 항법 장치 및 이를 이용한 관성 항법 시스템 특허를 통해 지상 목표물에 대한 영상 센서에서 현재 위치오차를 산출하여 관성 항법시스템의 오차를 보정하는 장치 및 시스템 보고
  - 비행체에 탑재된 INS 정확도 보완 가능함을 보고했으나, 10km의 INS항법오차 최소화를 위한 기법으로 1m 이하의 정확도를 필요로 하는 지상 이동체에 적용하기 어려움
  - 공중/지상 이동체에 적용 가능한 GPS-영상센서의 융합 항법 기술을 개발 필요

○ 상대측위를 이용한 GNSS 오차 보정 관련 연구

- 연세대학교에서는 특징점 매칭을 통해 편중 오차를 보정하는 시스템을 연구했음
  - 정지선 정보만을 이용하며, 개별특성이 존재하지 않는 정지선이 아닌 서로 다른 특성을 갖는 랜드마크와의 매칭 및 보정이 필요
- 부산대학교에서는 자동차 센서와 자동차 간 통신의 융합 측위 알고리즘을 제시했음
  - 통신이 어려운 환경에서는 측위정확도가 보장되지 않으며, 측위 데이터의 오정합이 종방향의 측위 정확도에 큰 영향을 미칠 수 있음
  - 각 자동차에서 임의로 발생하는 기존의 GPS 측위오차는 고려하지 않아 다수의 차량이 부정확한 GPS 신호를 이용했을 경우 측위오차가 증가할 수 있음

○ 복합측위 기술에 관한 연구

- 네이버랩스에서 2가지 이상의 기술을 적용하였으나 실내외 연동까지 이루어지지 못 함
  - Visual Localization 기술과 센서와 영상 정보를 분석하여 실시간으로 위치를 추적하는 VIO (Visual Inertial Odometry) 기술을 활용하였으나 아직 실내외 연동은 적용되어 있지 못함

- 건국대학교에서 차량에 GPS와 Visual-inertial Odometry 기술을 적용하여 실내외 연동 기술을 적용
  - Visual-inertial Odometry와 GPS를 결합하였으나 개별 측위기술의 문제점을 극복하였다고 하기는 어려움. VIO 기술이 시간이 지날수록 오차가 누적 되는 점을 GPS로 극복하는 것이나 실내에서는 GPS신호가 보정용도로 사용되기 어려움

(3) 해외 및 국내 기술 수준 비교

(구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

□ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위

○ 최근 안드로이드에서 dual-frequency GNSS 원시데이터를 제공하기 시작하였으며, 해외에서는 이를 활용한 연구개발이 활발하게 시작되고 있는 추세이며, 국내에서는 현재까지 관련 연구개발이 진행된 바 없음

- 해외에서도 아직까지는 dual-frequency GNSS 원시데이터를 이용한 정밀측위 솔루션이 완성되거나 상용화된 경우가 없으며, 실험실 레벨에서의 테스트 단계 및 성능 향상을 위한 연구개발 등을 진행하고 있는 추세임
- 국내에서는 single-frequency GNSS 원시데이터를 이용한 RTK, 네트워크 RTK 기술 개발이 이루어진 바 있음
- KT, LG 유플러스 등의 국내 통신사업자를 비롯한 다양한 위치정보 서비스 사업자들의 경우, 향후 모바일 환경에서의 정밀측위 수요를 예측하고 다각도에서 해당 연구개발을 추진하려고 노력하고 있으나, 국내 기술수준으로는 원천기술을 보유하고 진행할 수 있는 연구개발 인력이 없는 실정임

□ 고정밀 실시간 위치보정

○ Geo++에서 GNSMART 서버를 상용제품으로 출시하여 전세계 여러 기관/회사에서 도입하여 운영 중이고, Trimble VRS 제품은 가장 많은 네트워크 RTK 사용자를 확보하고 있으나, 국내에서는 GNSS 자료처리와 보정신호 생성 기술이 아직 연구개발 단계라고 할 수 있음

- VRS 제품의 경우에는 사용자 위치에서의 보정신호를 생성하므로 양방향 통신이 필요하며, 동시 접속자수에 따른 라이센스 정책으로 대규모 사용자에게 보정신호를 서비스하기는 어려우며 대부분 측지/측량용 업무에 많이 활용하고 있음
- GNSMART는 개별오차요소에 대한 모델링을 수행하고 일방향 통신으로 서비스 가능하지만, 아직까지 메시지에 대한 표준화가 완료되지 않아서 적용가능한 수신기가 매우 제한적임
- 대규모 모바일 사용자에게 서비스하기 위해서는 개별오차요소에 대한 모델링이 필요하고, 이를 다양한 업무에 맞춤형으로 적용하기 위해서는 원천기술 개발이 시급히 요구되고 있으나, 국내에서는 자체 개발을 추진한 사례가 없는 실정임

- BeiDou 등 multi-GNSS 환경이 구축되고 있으며, 우리나라 독자적인 위성항법시스템이 추진되는 상황에서 GNSS 신호처리와 보정신호를 모델링 할 수 있는 기술개발을 조속히 착수할 필요가 있음

□ 다중신호 기반 정밀 위치 제공

○ 현재 대부분의 실내측위 시스템의 근간은 전파 맵 fingerprint 기법임

- Fingerprint 기법은 그 특성상 성능이 환경에 영향을 많이 받으므로, 각 기업의 기술 수준의 우열을 측위 정밀도만으로는 제대로 평가할 수 없음
- 아울러, 다양한 실내외 환경에서의 통합 측위를 위해서는 단일 fingerprint 기법으로는 커버리지가 부족하며, RTT와 5G등의 기반 측위 기법들의 동적이고 자율적인 융합이 필요함
- 또한, 대량의 fingerprint를 효율적으로 취급할 수 있는 측위 오픈플랫폼 등의 연구는 세계적으로 미진함
- Apple의 정책으로 인해 iOS에서 구동되는 앱의 WiFi 스캔이 제한되었으므로 iPhone을 이용한 실내측위는 BLE를 주로 사용

○ 지자기 패턴 분석과 보행인식은 경로상의 이동을 정확히 추적하는 기법으로 이용

- WiFi 혹은 BLE를 이용해 사용자의 위치를 초기화한 후, 해당 위치에서 어느 방향으로 얼마나 빨리 걷는지를 지자기 패턴 분석을 통하여 사용자의 위치를 실시간으로 추적
- 수집된 동선(path)에서 벗어나는 경우 측위 정확도가 떨어지며, 커버리지도 제한됨

○ 기압계는 사용자의 상대적인 수직 이동을 이용해 고도 혹은 층수를 추정하는 데에 적용

- 각 기기마다 서로 다른 drift 오차 값을 갖기 때문에 일률적으로 적용이 불가능하므로 실시간 최적화 기술 개발이 필요함
- 연구실 수준에서는 다양한 연구가 존재하지만, 상용화 사례는 찾아보기 어려움

○ 편광, VPS(Visual Positioning System) 등을 기반으로 하는 기술은 전용 장비가 필요하거나 카메라를 상시 작동해야 하는 등의 각 해당 기술에 상응하는 제약 조건이 존재함

○ 구글이 Android Location의 Fused Location Provider를 통해 GNSS, WiFi, 기지국 위치 정보와 내장 센서 정보 등을 융합하여 위치정보를 제공하고 있지만, 이 기술 역시 전국토를 커버하기에는 어려움이 있음

〈표 7-6〉 신호 기반 고정밀 절대측위의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 스마트폰 Dual-Frequency 데이터 품질 확인 • 외장안테나 기반, Daul-Frequency 자료처리 기초 실험 일부 상용화	• 스마트폰 Single-Frequnecy 데이터 품질 확인 • Single-Frequnecy 자료처리 • GNSS 신호처리 실험단계 • 기업단위 현장검증 단계	• 시제품 제작 • 일부 상용화 • 초기단계 진입
TRL 단계	7	6	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 스마트폰 Dual-Frequency 원시데이터 품질 확인 • 외장안테나 기반 솔루션 수 m 이상 오차 보정정보 생성 제한된 공간에서의 다수 사용자에 대한 실시간 위치 추정	• 스마트폰 Single-Frequency 정밀측위 기술 • 수십 cm ~ 수 m 수준의 불안정한 성능 • 측량 등 한정된 업무에 제한된 사용자를 대상으로 한 보정정보 생성 • 제한된 공간에서 소수의 사용자에 대한 위치 추정	• 스마트폰 Dual-Frequency 정밀측위 기술 • 30cm 이내 정확도의 안정적인 위치정보 제공대규모 사용자를 위한 보정신호 서비스 환경 구축 • 전국토에 대한 전국민의 실시간 위치추정

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

- 자율주행 차량의 경우 최고 기술 보유국 기준 시제품 운용 및 성능 평가가 진행 중에 있음
- 영상센서 측위 기술의 경우 국제 KITTI 커뮤니티 상 등재된 국내 기술 비중은 적음
- 랜드마크 기반 항법 기술의 경우 연구실 개발을 통해 국내 일부 시도된 사례가 있으나, 정밀 사진측량기법은 적용되지 않음. 정밀사진측량기법 적용 사례의 경우 가능성 확인
- 영상 정보를 이용한 GNSS 정보 보정기술에 대한 연구실 개발 및 성능평가가 이루어짐
- 지상 자율 주행외의 보행자 기반의 측위 및 공중 이동체 기반의 측위기술은 개별적으로 기술 개발 및 검증이 수행되고 있으며 가능성이 보고되었음

○ 실내외 연속 복합측위 기술

- 실내외 연속 복합 측위기술은 해외 및 국내를 포함하여 실험실 규모의 기본성능 검증 단계
- 대부분의 기술이 “실내외 연속측위“, ”실내 복합측위“, ”제한된 실내외 복합측위“로 개발되어 있음

- 실질적인 활용을 위해서는 “연속측위”와 “복합측위”가 통합된 “실내외 연속 복합측위” 기술이 개발되어야 함
- “실내외 연속 복합측위”를 만족하는 연구의 결과도 redundancy를 확보하지 못하고 있음

〈표 7-7〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 다중	• 수행된 일부연구을 기반으로 활용방안을 포함한 활발한 연구가 필요함	• 활발한 연구을 통한 시제품 제작 및 상용화 초기단계 진입
TRL 단계	6	5	6
기술성숙도	시작품 단계	시작품 단계	시작품 단계
주요성능	• 자율주행차와 같은 지상 이동체에서의 성능평가가 이루어지고 있으며, 공중이동체에서의 연구가 활발히 수행중	• 제한된 상황에서의 성능평가가 이루어짐	• 실내외 복합 연속 측위기술에 대한 성능평가가 이루어짐

2.6 세부개발 내용

(1) 연구 방향

〈표 7-8〉 실내외 연속 위치정보 제공의 한계점 및 기술개발 방향

구성기술	한계점	기술개발 방향
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	- GNSS 정밀측위를 위해서는 별도의 장비가 필요 - 위성항법시스템 기술의 특성상 도심환경에서는 신호차폐요소로 인해 정확성과 안정성이 떨어지는 문제가 있음 - 이동체의 이동환경에 최적화되어 정밀위치를 결정할 수 있는 장비는 크기와 가격 측면에서 경쟁력이 없음	- 별도의 단말 없이 스마트폰 등 모바일 단말기 데이터만을 활용한 정밀측위 기술 개발 - 사이클슬립과 멀티패스에 강건한 multi-constellation 측위 기술 개발 및 센서 융합 - 동체환경에 적합한 필터 최적화
	- 일부 사용자 또는 수신기에 한정되어 대규모 사용자용 보정신호 서비스에 한계 - 선택적 보정신호 적용 등 맞춤형 서비스를 위한 시스템 최적화 한계 - 고속이동체와 드론 등 다양한 플랫폼 적용에 한계	- 모델링된 보정신호를 제공하여 대규모 사용자 지원 - 보정정보 서비스의 사용자별 최적 전송 프로토콜 개발 - 속도나 고도 제한없이 보정신호 제공 가능한 환경 구현

구성기술	한계점	기술개발 방향
	- 단일신호 측위 기법의 한계 - 다양한 신호 융합 시도의 한계 - WiFi RTT기반 측위를 기존 측위 기법과 융합 필요 - 5G시대의 TDD(Time Division Duplex)로의 전환 대응 필요	- 미래 통신 환경 변화를 고려한 다중신호 및 이질 신호 체계에 강인한 융합 측위 기술 개발
		- 지속개선가능한 융합 측위 오픈 생태계 구축 기술 개발
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	- 기준 데이터베이스를 이용한 영상 측위 기술 개발의 필요 - 타 센서와의 연계를 위한 안정적인 영상 프레임간의 보정기술의 필요	- 비전 센서 기반 측위를 위한 랜드마크/특징점 DB 구축
		- 객체 DB 검색 및 탐지 기술 개발
		- 영상 데이터와 DB 매칭을 통한 위치 결정 기술 개발
		- 영상 데이터의 시계열 데이터 분석을 통한 누락 보간, 흔들림 보정, 정제 기술 개발
	- 실내외 좌표 분리로 인한 측위 연속성을 보장할 수 없음 - 실내외 위치정보가 불일치하여 연속측위 결과를 반영하기 어려움 - 단일 측위 기술의 한계점을 극복하기 어려움 - 개발된 기술이 통합되지 않으면 실질적인 기술 적용이 어려움	- 통합좌표계 구현 기술을 개발하여 실내외 측위 연속성을 확보
		- 실내외 연결지점이 일치하도록 실내외 3차원 DB 연동 프레임워크 개발
		- 3개 이상의 상호보완적인 복합측위 최적화 모델을 개발
		- 자상/공중 이동체, 모바일 단말기의 복합측위를 이용한 최적 위치 제공 기술 개발 - 실질적인 기술 적용이 가능하도록 테트스베드를 구축하고 실증

(2) 연구 필요성

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위

- 현재 Network-RTK, PPP-RTK 등 고정밀 GNSS 기반 측위에는 별도의 단말기가 필요하기 때문에 일반 사용자들의 고정밀 측위 정보의 활용성이 떨어지며, 별도의 단말없이 스마트폰 등 모바일 데이터만을 이용한 고정밀 측위 기술 개발을 통해 정밀 측위의 활용을 일반 사용자에게까지 확대할 필요가 있음
- LBS, GIS, 드론, 자율주행 등 첨단 4차 산업혁명 과학기술분야에서 위치정보의 정확도와 무결성에 대한 요구가 폭발적으로 증가하고 있으나 도심에서 안정적으로 정확도가 확보되지 않고 있으며, 따라서 난수신환경을 극복할 수 있는 개선 및 융합 기술 개발이 필요함

○ 고정밀 실시간 위치보정

- 국토지리정보원의 VRS, FKP 등 네트워크 RTK 시스템은 외산 S/W에 의존하고 있기 때문에 막대한 국가 예산이 소요되고 있으며, 측지/측량 및 일부 목적에 한정되어 있기 때문에 서비스 활용 및 확대가 어려운 실정임

- 향후 위성, 이동통신, DMB 등 다양한 매체를 통해 서비스하기 위해서는 전송되는 보정메시지 구조를 최적화하고, 5G/6G 등 차세대 이동통신을 통해 이동체의 속도나 고도 등의 제한 없이 서비스 할 수 있도록 구축할 필요가 있음

○ 다중신호 기반 융합 측위

- GNSS, 5G/LTE/3G/2G, WiFi Bluetooth, Barometer, Gyro, Geo-magnetometer등의 신호들은 각각이 커버할수 있는 영역이 서로 상이하고 신호체계 역시 이질적이므로, 이러한 신호를 개별적으로 고려한다면 전국토를 대상으로 복합적이고 연속적인 측위 기술로 발전시킬 수 없다는 근본적인 한계점을 가지고 있음
  - GNSS 측위 기술: A-GNSS, D-GNSS, RTK 등
  - LTE/5G 기지국 측위 기술: Cell ID/Enhanced Cell ID, OTDOA(Observed Time Difference Of Arrival), UTDOA(Uplink Time Difference Of Arrival), RF fingerprint, TOA(Time Of Arrival)/DOA(Direction of Arrival) 측위
  - WiFi 기반 측위 기술: RSSI fingerprint 기반 측위, RTT기반 측위
  - BLE 기반 측위 기술: RSSI 기반 측위
  - 기압계 기반 수직측위 기술
- 전국토를 대상으로 강건하고 끊김 없는 실시간 측위기술 개발을 위해서는 가용한 다중신호를 모두 고려하는 복합 측위 기술이 필요함
- 아울러, 가까운 미래에 WiFi는 802.11mc기반의 RTT(Round Trip Time) 측위 기술이 확산되고, 5G의 TDD(Time Division Duplex)기반 측위 기술의 도입이 예상됨에 따라 기존의 측위기술과 융합하는 기술을 개발하여 신호체계의 혼재 및 천이 상황에 대비할 필요가 있음
- 미래의 다양하고 이질적인 실내외 신호 환경에 적응하기 위해서는 기존의 삼변/다변측량 기법을 벗어나 실내외 다중신호의 특성을 융합하는 기법과 이를 학습하는 기법 개발이 필요함
- 또한, 스마트이동체(드론 등), 스마트공장, 건설현장, 재난/응급현장 등에서와 같은 3D 공간상에서 끊김 없는 고정밀 위치를 결정하려면 수평측위 기술과 함께 정밀한 수직측위 기술이 함께 개발되어야 함
- 6G의 테라헤르츠 신호기반 측위 모델의 선행 연구도 필요함

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 시퀀스 영상 매칭 및 상대측위 개발

- 비전 센서를 통해 획득한 영상 데이터로부터 가로등, 도로 표지판과 같은 랜드마크를 검출하고 그 정보를 이용하여 정밀 3차원 위치정보를 산출. 영상 데이터에 포함된 랜드마크와 차량과 같은 플랫폼 간의 정확한 거리를 계산하고 플랫폼의 위치를 검출하기 위해서는 정밀 수치사진측량 기술의 사용이 필수적

- 취득된 영상 데이터에 나타난 랜드마크/특징점이 포함되어 있는 영상 데이터 베이스를 신속하게 탐지/검색하고, 이동체의 이동 속도 및 상황을 고려하여 최적의 영상 매칭을 수행하는 기술 및 이를 위한 데이터베이스 구축 기술개발이 필수적
- GNSS 등 측위 신호 수신 불가 또는 오차 발생 상황에 대응이 가능한 항법기술 개발 필요. 기존에 연구된 비전 센서 기반 보정기법은 높은 활용도에도 불구하고 영상좌표와 실세계 좌표간의 기하학적 관계 추정이 정밀하게 이루어지지 못하여 실제적으로 크게 활용되지는 못함. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 자동으로 3차원 지형정보를 추출하고 정밀지도를 제작하기 위한 제반 기술을 개발하는 학문분야인 수치사진측량기법의 도입이 필요
- 비전 센서 데이터로부터 추출된 대상물의 좌표를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 방식의 경우 응용 및 적용 범위가 넓다는 장점이 있으나, 현재까지 현업에 적용 가능한 수준의 정확한 센서 보정 방식이 보고된 바 없음. 영상 데이터에서 추출된 대상물의 좌표정보에 따라 정확도 차이가 있으므로 이를 달성하기 위한 심도 있는 연구의 필요



[그림 7-12] 영상센서 추출사물 예시

- 이동 중에 취득된 시퀀스 영상 데이터의 경우 측위에 불필요한 오브젝트가 나타나거나 악천후로 인하여 왜곡이 발생할 수 있으며, 이동체의 흔들림, 충격 등의 외부요인으로 인해 영상 데이터가 흔들리거나 손실 또는 이상점이 발생할 수 있음. 이를 보완하기 위해 시계열 데이터 분석 필요
- 실내외 변환 시 신호 정보가 단절된 상황에서, 비전 센서로 촬영된 시퀀스 영상 데이터는 초기 위치로부터 상대적인 위치 이동을 파악할 수 있는 정보이며, 시퀀스 영상 데이터의 프레임 간 안정성의 확보가 이루어 질 경우 초기 위치에서의 상대적인 위치 이동정보의 확보가 가능
- 시퀀스 영상 프레임 간의 정밀한 공액점의 추출 및 오차 제거 기법이 적용되어야 하며 이를 통한 프레임 영상 데이터 취득 시의 정확한 상대적 위치정보 추정을 위해 수치사진측량 기술의 도입이 필요

- 기존 수치사진측량 기술은 항공사진, 위성영상을 적용대상으로 픽셀단위 정확도까지 위치정보를 산출할 수 있는 수준까지 발전하였으나, 기존 프레임 광학영상에 한정되어 있으며, GNSS 등 신호 기반 측위 결과의 오차를 보정하기 위하여 초당 15프레임 이상의 시퀀스 영상 데이터까지 적용 할 수 있어야 함
- 비전 센서가 항법을 위한 매우 활용도가 높은 센서임에도 불구하고 아직까지 높은 정확도로 센서 오차를 보정하는 영상기반 항법기술이 개발되지 못한 큰 이유는 바로 여기에 있다고 할 수 있으며, 이에 서브미터 급으로 신호 기반 측위 정확도를 개선할 수 있는 항법기술 개발을 위해서는 정밀 수치사진측량 기술의 활용을 통한 정밀 위치 결정 기술 개발이 필요함

○ 실내외 연속 복합측위

- 현존하는 실내측위 기술은 특정 환경에서 잘 동작하지 않는 점이 가장 큰 저해요인이며 이를 극복하기 위한 복수의 측위기술을 연동하여 측위의 redundancy를 확보하는 방안이 필요함
- 객체기반의 측위기술의 경우 특징이 없는 지역에서 오차가 크게 발생함으로 특징이 없는 지역에 강건한 측위기술들과의 연동이 필요함
- 넓은 실내지역을 다루게 될 경우 객체 검색 범위가 넓어지는 부분을 고려하여 search area를 여타의 측위 기술과 연동하여 줄이는 방안이 필요함
- 변화에 대한 redundancy가 확보 가능하도록 측위기술 조합을 선정해야 함. 예를 들어 실내공간에서 특정 상점이 바뀌면 객체기반 측위가 어려워지고, WPS의 경우 fingerprint에 변화가 생기면 정확도가 급격히 떨어지게 됨. 이러한 부분들을 상호 보완 가능한 측위기술을 통합하여 안정적인 측위가 가능하도록 해야 함
- 일반적으로 실외는 절대좌표계, 실내는 상대좌표계 상에서 측위를 하여 원활하게(seamless) 측위가 연결되기 어렵고, 측위가 연결이 되더라도 실내와 실외 DB의 연속성을 확보하는 방안이 필요함
- 실외의 경우 2D로만 DB가 구축된 경우가 많이 있고, 실내는 3D로 구축되는 경우가 많이 있어 2차원 DB와 3차원 DB 연동에 대한 해결책이 필요함
- 실내 DB 구축의 경우 대부분 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping) 기술을 많이 사용하고 있으나 넓은 공간을 mapping시 외곽의 constraint가 없으면 왜곡이 발생하여 실내외 연속성을 보장하기 어려워 이러한 부분에 대한 해결책이 필요함

(3) 연구내용

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위

- Dual-Frequency 스마트폰 GNSS 원시 데이터 기반 30cm급 정밀측위 기술 개발

- Dual-Frequency 스마트폰 원시데이터 분석 및 처리 기술 개발
- 정밀측위를 위한 보정정보 서버 연동 및 적용 기술 개발
- Dual-Frequency 스마트폰용 Network-RTK 측위 기술 개발
- Dual-Frequency 스마트폰용 PPP-RTK 측위 기술 개발
- 스마트폰 정밀측위 어플리케이션 개발

- 도심 자율주행 및 비행 지원용 싸이클슬립, 멀티패스 저감 기술 개발
  - 난수신환경에서 활용 가능한 multi-constellation 측위 기술 개발
  - 싸이클슬립 강건성 확보 알고리즘 개발
  - 멀티패스 저감 기술 개발
  - 저가형 MEMS 단말 및 스마트폰 탑재 센서 활용 기술 개발
- 자율이동체의 동체특성을 고려한 측위 알고리즘 최적화 기술 개발
  - 오픈소스 RTK 라이브러리인 RTKLIB와 goGPS 알고리즘 파악 및 분석
  - 저비용 칩·모듈에서 발생하는 수신기시계 불안정성 대처 기술 개발
  - 동체 특성에 따른 저비용 칩·모듈 필터 최적화 기술 개발
  - GNSS, 융합측위 성능 검증을 위한 도심환경 기준의 테스트베드 구축 및 검증

○ 고정밀 실시간 위치보정

- 대규모 사용자를 위한 고정밀 위치 보정신호 생성시스템 구축
  - 네트워크 RTK 보정신호 서비스를 위한 오차모델링 알고리즘 개발
  - GNSS 기반 좌표추정 알고리즘 설계와 대류권 및 전리층 지연오차 모델 개발
  - 네트워크 RTK 보정신호를 대규모 사용자에게 제공하기 위한 프로토콜 개발
- 고정밀 실시간 위치보정 신호의 효율적 서비스 기술
  - 다양한 전달매체를 고려한 보정신호 메시지 효율화 기술 개발
  - 업무 요구정확도에 따라 보정신호를 선택적으로 적용할 수 있는 기술 개발
  - 5G/6G 등 차세대 이동통신 환경에서의 보정신호 적용 기술 개발
  - 대규모 사용자에게 동시에 서비스하기 위한 시스템과 서버시스템 관리용 업무시스템 개발

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 다중신호(WiFi, 5G/LTE/3G/2G, Bluetooth, Barometer, Gyro, Geo-magnetometer, GNSS 등) 융합 측위 모델 개발
  - 다중신호 특성 및 융합 기술 개발
  - 다중신호 학습 모델 개발

- 다중신호와 기압계(barometer)의 수평/수직측위 융합 모델 개발
- 5G의 TDD기반 측위 융합 기술 개발
- WiFi RTT기반 측위 융합 기술 개발
- 실내외 다중신호 및 RTT/TDD기반 복합 측위 모델 개발
- 객체기반 측위 기술과의 융합 기술 개발
- 6G 테라헤르츠 신호 기반 측위 모델 설계

- 지속개선가능한 오픈 측위 생태계 구축 기술 개발
  - 오픈 측위 플랫폼 설계 및 구축
  - 크라우드 소싱기반의 실내외 다중신호 수집 기술 개발
  - 오픈 측위 API 개발
  - 오픈 신호데이타베이스 개발

〈표 7-9〉 신호기반 고정밀 절대 측위의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 1-1-1) 신호기반 고정밀 절대 측위		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 스마트폰 GNSS 원시데이터 기반 측위 기술 개발 및 multi-constellation 측위 기술 개발 - 네트워크 RTK 보정신호 서비스를 위한 오차모델링 알고리즘 개발 - 다중신호 융합 기술 및 측위 모델 정의 ▪ **(연구내용)** - Dual-Frequency 스마트폰 원시데이터 분석 및 처리기술 개발 - Multi-constellation 측위 기술 개발 - GNSS 기반 좌표추정 알고리즘 설계 - 실시간 위성궤도 정보 계산을 위한 시스템 아키텍처 설계 및 수치적분기 개발 - 대류권 및 전리층 지연오차 모델 개발 - 다중신호 특성 및 융합 기술 개발 - 신호별 학습 모델 설계 - 기압계 특성 및 층수 학습 모델 설계 - 시간기반 신호 특성 분석 - 오픈 측위 API 및 오픈 신호 데이터베이스 설계 ▪ **(기술개발 방안)** - Dual-Frequency 원시데이터 지원 스마트폰을 활용한 측위 알고리즘 구현 - GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS 등 중저가 수신기 지원 데이터를 모두 활용한 multi-constellation 측위 알고리즘 구현 - 자체 개발 및 상용소프트웨어 일부 활용	▪ Dual-Frequency 스마트폰 원시데이터 분석 및 처리 기술 ▪ multi-constellation 측위 기술 ▪ GNSS 좌표추정 알고리즘 상세 설계서 ▪ 오차모델 설계서 ▪ 위성궤도예측 모델링을 위한 수치적분기 및 데이터 규격 정의서 ▪ 다중신호 특성 분석 보고서 ▪ 다중신호 융합기 ▪ 신호별 학습 모델 정의서 ▪ 기압계 학습 모델 정의서 ▪ 시간기반 신호 분석 보고서 ▪ 오픈 신호데이타베이스 설계서 ▪ 다중신호 기반 실내외 복합 측위 S/W 프로토타입

(구성기술 1-1-1) 신호기반 고정밀 절대 측위		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 오픈소스를 활용한 데이터베이스 설계 및 입출력 모듈 개발 기간 단축 - 상용소프트웨어 일부 활용 - 사용자 요구정확도에 맞게 선택적으로 적용할 수 있도록 유연하게 설계 - 실내외 다중신호 수집 및 분석툴 개발 - 다중신호 융합 모델 개발 - 신호별 학습 기능 정의	
2차년도	▪ **(연구목표)** - 스마트폰 GNSS 원시데이터 기반 측위 정확도 향상 및 사이클슬립 강건성 확보 알고리즘 개발 - 실시간 기준국 좌표추정 및 모니터링 시스템 개발 - 실내외 다중신호 융합 학습 모델 개발 ▪ **(연구내용)** - Dual-Frequency 스마트폰 GNSS 원시데이터 기반 측위 정확도 향상을 위한 보정정보 서버 연동 및 적용 기술 개발 - 스마트폰용 Network-RTK 측위 기술 개발 - 사이클슬립 검출 및 보상 알고리즘 개발 - 측위 알고리즘 최적화를 위한 RTKLIB 및 goGPS 분석 - GNSS 상시관측소 중장기선 기선해석 알고리즘 개발 - GNSS 네트워크 모호정수 결정 알고리즘 개발 - 대류층, 전리층 지연오차 동적모델 개발 - GNSS, 5G/LTE/3G/2G, WiFi, Bluetooth, Gyro, Geo-magnetometer 측정값 융합 S/W 개발 - 다중신호 학습 모델 개발 - 다중신호와 기압계(Barometer)의 수평/수직측위 융합 모델 개발 - 크라우드 소싱기반의 실내외 다중신호 수집툴 개발 - 오픈 신호데이타베이스 개발 - 시간기반 신호 융합 모델 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 국토지리정보원 Network-RTK 서비스를 활용한 알고리즘 자체개발 - 정밀절대측위 방식의 알고리즘을 우선적으로 개발하고, 이를 중장기선에 적용 - 모호정수 결정 알고리즘은 기존의 연구성과 적용 - 실내외 다중신호 융합 S/W개발 - 다중신호 측위 학습 모델 개발 - 크라우드소싱기반 다중신호 수집 S/W개발 - 오픈 신호데이테베이스 생태계 설계/구현 - WiFi RTT, 5G TDD기반 측위 분석	▪ Dual-Frequency 스마트폰 보정정보 서버 연동 및 적용 기술 ▪ 사이클슬립 검출 및 보상 기술 ▪ GNSS 미지수 추정을 위한 필터설계 사양서 ▪ 실시간 기준국 좌표추정 시범 시스템 ▪ 모호정수 결정 정확도 평가 기준 ▪ 실내외 다중신호 융합 S/W ▪ 다중신호 측위 학습 모델 정의서 ▪ 크라우드 소싱 기반 다중신호 수집 S/W 및 오픈 데이터베이스 S/W ▪ 다중신호 기반 실내외 복합 측위 통합 S/W (Ver 1)

(구성기술 1-1-1) 신호기반 고정밀 절대 측위		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
3차년도	▪ (연구목표) - 스마트폰 GNSS 원시데이터 기반 측위 정확도 향상 및 멀티패스 저감 알고리즘 개발 - 저비용 칩·모듈 최적화 기술 개발 - 고정밀 실시간 위치보정시스템 구현 - 신호세기 및 시간기반 측위 융합 기술 개발 ▪ (연구내용) - 스마트폰용 Network-RTK 측위 기술 개발 - 멀티패스 저감 기술 개발 - 저비용 칩·모듈에서 발생하는 수신기시계 불안정성 대처 기술 개발 및 필터 최적화 기술 개발 - GNSS 오차 모델링 기술 개발 - 위성기준국 좌표추정 시계열 모니터링시스템 개발 - 보정신호가 위치정확도 결정에 미치는 영향 평가 - 5G의 TDD기반 측위 융합 기술 개발 - WiFi RTT기반 측위 융합 기술 개발 - 신호세기/시간 기반 측위 융합 학습 모델 개발 - 오픈 측위 API 및 오픈 신호 데이터베이스 고도화 ▪ (기술개발 방안) - 국토지리정보원 네트워크 RTK 서비스를 활용한 알고리즘 개발 - 공간정보를 활용한 멀티패스 저감 기술 개발 - 자체개발 - 칼만필터 기반의 실시간 시스템을 설계하고, 동적매개변수 최적화 - 고정밀 위치 보정신호 표준화를 준수하면서 업무별 선택적으로 적용할 수 있도록 개발 - 대규모 사용자에게 전송할 수 있도록 메시지 프로토콜 설계 - RTT, TDD기반 측위 융합 기술 개발 - 신호세기 기반과 시간기반 측위 융합 모델 개발 - 오픈 신호데이테베이스 생태계 구축 - 시범 서비스 오픈	▪ Dual-Frequency 스마트폰 Network-RTK 측위 기술 ▪ 멀티패스 저감 기술 ▪ 위성기준국 좌표추정 및 오차모델링 상태 모니터링 시스템 ▪ 보정신호 위치정확도 영향 평가서 ▪ RTT, TDD기반 측위 모델 정의서 ▪ 신호세기 기반과 시간기반 측위 융합 학습 모델 정의서 ▪ 다중신호 기반 실내외 복합 측위 통합 S/W (Ver 2)
4차년도	▪ (연구목표) - 스마트폰 정밀측위 어플리케이션 개발 및 센서 융합 기술 개발 - 신호 기반 고정밀 절대측위기술 현장 적용을 위한 보정메시지 최적화 - 실내외 다중신호 측위 기술 확산 ▪ (연구내용) - 스마트폰용 정밀측위 어플리케이션 개발 - 저가형 MEMS 단말 및 스마트폰 탑재 센서 활용 기술 개발 - 저비용 칩·모듈 필터 최적화 기술 개발 - 다양한 전달매체를 고려한 보정메시지 전송 최적화 기술 개발 및 전송효율성 평가	▪ Dual-Frequency 스마트폰용 정밀측위 어플리케이션 ▪ GNSS, MEMS 융합 기술 ▪ 필터 최적화 기술 ▪ 전송 매체별 보정메시지 규격서 ▪ 사용자 위치에 따른 보정신호 적용 방안 설계서 ▪ 다양한 측위기술 간의 핸드오버(handover) 기술 모델 정의서 ▪ 다중신호 기반 실내외 복합 측위 통합 S/W (Ver 3)

(구성기술 1-1-1) 신호기반 고정밀 절대 측위		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 기존 수신기에 보정신호를 적용할 수 있도록 보정신호 변환기술 개발 - 실내외 다중신호 및 RTT/TDD기반 복합 측위 모델 개발 - 객체기반 측위 기술 융합 기술 개발 - 크라우드 소싱 기반 실내외 복합 측위 S/W개발 - 오픈 측위 플랫폼 고도화 - 6G 테라헤르츠 신호 기반 측위 모델 연구 ▪ **(기술개발 방안)** - 측위 솔루션 및 SW: 자체개발 - 업무 유형에 따른 정확도 요구사항을 우선적으로 정의 - 보정신호 반영에 따른 정확도 평가방안 수립 - 이동속도와 고도에 관계없이 보정신호 적용이 가능하도록 5G/6G 차세대 방식 고려 - 다양한 다중신호 및 객체기반 측위 기술간의 핸드오버(handover) 기술 개발 - 다중신호 기반 실내외 복합 측위 S/W 개발 - 오픈 신호 데이터베이스 생태계 고도화 - 시범 서비스 고도화	
5차년도	▪ **(연구목표)** - 스마트폰 정밀측위 기술 성능 검증 - 실내외 연속 위치정보 연동 기술 최적화 - 실내외 다중신호 측위기술 실증 및 고도화 ▪ **(연구내용)** - 도심환경, 이동환경 기준의 테스트베드 구축 및 검증 - 실내외 통합위치정보 제공을 위한 테스트베드 적용 평가 및 시스템 안정화 - 모바일 multi-GNSS 수신기 확대 활용방안 연구 - 다중신호 학습 모델 고도화 - 실증지구내 다중신호 측위기술 연동 및 테스트 - 6G 테라헤르츠 신호 기반 측위 모델 설계 ▪ **(기술개발 방안)** - 측위 솔루션 및 SW: 자체개발 - 정밀도로지도를 확보하여 테스트베드에 활용 - 고정밀 측지용 장비 기반의 성능 검증 - 시스템 연동 테스트 결과를 반영하여 시스템 안정성 향상 - 타 과제와의 실증지구 내 연동 - 대국민 서비스	▪ 테스트 베드 및 평가서 ▪ 테스트베드 적용 시스템 안정성 평가서 ▪ 6G 테라헤르츠 신호 기반 측위 모델 정의서 ▪ 다중신호 기반 실내외 복합 측위 통합 S/W (Ver 4)
최종 성과물	- Dual-Frequency 스마트폰용 정밀측위 어플리케이션 - 네트워크 RTK 보정신호 서비스 시스템 - 실내외 다중신호 기반 복합 측위 SW	

□ **(구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속측위 모델 구현**

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위 기술

- 비전 센서 데이터를 이용한 랜드마크/특징점 추출 기술 개발
  - 랜드마크 추출 및 매칭에 적합한 최적 비전 센서 선정
  - 고속, 정밀성을 보장하는 랜드마크 추출 기법 개발
  - 특징점이 적은 환경이 고려된 랜드마크 추출 기술 개발
  - 비전 센서 기반 측위를 위한 랜드마크/특징점 DB 구축 기술 개발
- 데이터베이스 신속 검색 및 정밀 객체 추출 기술 개발
  - 고속·정밀 객체 추출 기술 개발
  - 객체 기반의 영상 데이터베이스 검색 및 매칭 기술 개발
- 이동체의 이동 속도 및 상황을 고려한 최적 매칭 알고리즘 개발
  - 이동체의 이동 속도를 고려한 매칭 알고리즘 최적화 기술 개발
  - 이동체의 위치의 주요 POI 특성에 최적화된 데이터베이스 선택 알고리즘 기술 개발
- 시퀀스 영상 데이터 기반 정밀측위 기술 개발
  - 단일 시퀀스 비전 센서 데이터의 기하학 연구
  - 스테레오 영상 데이터의 기하학 연구
  - 랜드마크 기반 단일 비전 센서의 측위기술 개발
  - 랜드마크 기반 스테레오 영상 센서의 측위기술 개발
- 시계열 데이터 분석을 이용한 영상 데이터 개선 기술 개발
  - 영상 데이터의 누락 정보 추출 기술 개발
  - 시계열 분석된 데이터를 이용한 누락데이터 보간 기술 개발
  - 시퀀스 비전 센서 데이터의 흔들림 보정 기술 개발
  - 영상 데이터에서 과대 오차를 갖는 이상점 탐지 및 제거 기술 개발

○ 실내외 연속 복합측위 기술

- 실내외 통합 좌표계 기술 개발
  - 글로벌 실외 좌표계와 실내 상대좌표계간 변환이 가능한 통합좌표계 정의
  - 실내와 좌표계와 통합좌표계 간 실시간 좌표변환기술 개발
- 실내외 3차원 데이터베이스 연동 프레임워크 개발
  - 통합 좌표계 안에서 실외 2/3차원 DB와 실내 3차원 DB 연동 기술 개발
  - 실내외 3차원 DB에서 실내외 연결지점 DB의 오차를 최소화 하는 DB 연동 기술 개발

- 실내외 연속 복합측위 기술 개발
  - 3개 이상의 실내외측위 기법이 적용된 복합측위 기술 개발
  - 개별 측위 기법의 취약점을 상호 보완 가능한 기술 개발
- 지상 및 공중 이동체, 모바일 단말기의 복합 측위 기술 개발
  - 자상 이동체 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 기술 개발
  - 공중 이동체 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 기술 개발
  - 모바일 단말기 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 기술 개발
  - 자상 및 공중 이동체, 모바일 단말에 적용 가능한 통합 SDK
- 테스트베드 구축 및 개발 기술 실증

〈표 7-10〉 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 비전 센서 기반 측위를 위한 최적 센서 선정 및 기반자료 구축 기술 개발 - 실내외 통합좌표계 기술 개발 - 실내외 3차원 데이터베이스 연동 프레임워크 개발 ▪ **(연구내용)** - 랜드마크 추출 및 매칭에 적합한 최적 비전 센서 선정 - 랜드마크/특징점 추출 및 데이터베이스 구축기술 개발 - 시계열 데이터 분석을 이용한 누락 영상 데이터 보간 기술 개발 - 시퀀스 영상 데이터의 흔들림 보정 기술 개발 - 영상 데이터 이상점 탐지 및 제거 기술 개발 - 글로벌 실외 좌표계와 실내 상대좌표계간 변환이 가능한 통합좌표계 정의 - 실내와 좌표계와 통합좌표계 간 실시간 좌표변환기술 개발 - 통합 좌표계 안에서 실외 2/3차원 DB와 실내 3차원 DB 연동 기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 랜드마크 탐지를 위한 최적 정합기법 및 비전센서 조사 - 특징점이 적은 환경을 고려하여 적합한 특징점 및 랜드마크 추출기술 개발 - 시퀀스 영상에서 이동체의 속도에 상응하는 실시간 특징점 추출 기술 개발 - 동일지점에 대한 실내좌표계, 실외좌표계를 정의하고 통합좌표계상에서 정합성 분석	▪ 데이터베이스 구축기술 개발 보고서 ▪ 시퀀스 영상 데이터 보정 기술 개발 보고서 ▪ 통합좌표계 정의 문서 ▪ 실시간 실내외 통합 좌표계 변환 API ▪ 동일 지점에 대한 실내외 좌표변환 정확도 리포트 ▪ 실내외 3차원 DB와 연동 SW

(구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 별도로 구축된 실내/실외 DB를 통합좌표계로 변환하여 문제점을 파악하고 실내외 연결지점의 오차를 최소화 하는 기술 개발	
2차년도	▪ **(연구목표)** - 비전 센서 기반 측위를 위한 최적 매칭 기술 개발 - 모바일 디바이스에 적합한 실내외 연속 복합측위 모델 개발 ▪ **(연구내용)** - 데이터베이스 신속 검색 및 정밀 객체 추출 기술 개발 - 이동체의 이동 속도 및 상황을 고려한 최적 매칭 알고리즘 개발 - 복수의 실내측위 기법과 실외 측위기술을 적용하는 복합측위 기술 개발 - 모바일 디바이스용 실내외 연동 복합측위 SW 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 이동체의 현재 이동 속도를 고려한 매칭 알고리즘 최적화 기술 개발 - 이동체의 현재 위치의 주요 POI 특성에 최적화된 DB 선택 알고리즘 기술 개발 - 개별측위보다 향상된 연속성을 보장하는 복합측위기술 개발 - 복수의 측위기술의 취약점을 분석하고 상호 보완적인 기술을 선정하여 실내외 복합측위 모델을 적용하되 단일측위 대비 개선된 연속성을 갖는 기술 개발	▪ 이동체의 이동 속도 및 상황을 고려한 최적 매칭 알고리즘 개발 보고서 ▪ 고속 영상과 랜드마크 DB 실시간 매칭 SW 모듈 ▪ 실내외 연속 복합측위 모델 ▪ 모바일 실내외 연속 복합측위 App ▪ 동일 지점에 대한 실내외 복합측위 정확도 리포트 ▪ 개별 측위와 복합측위 정확도 비교 리포트
3차년도	▪ **(연구목표)** - 비전 센서를 이용한 정밀 측위 기술 개발 - 지상 이동체에 적합한 실내외 연동 복합측위 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 시퀀스 비전 센서 데이터를 이용한 정밀 측위 기술 개발 - 영상 센서 데이터를 이용한 정밀 측위 기술 개발 - 지상 이동체용 실내외 연동 복합측위 모델 기술 개발 - 차량용 실내외 연동 복합측위 SW 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 단일 시퀀스 비전 데이터를 이용한 정밀 측위 기술 개발 - 스테레오 시퀀스 영상 데이터를 이용한 비전 센서 정밀 측위 기술 개발 - 모바일 대비 이동속도가 빠른 차량 등의 지상 이동체에 적합한 센서, 프로세스를 선정하여 실내외 연동 복합측위 SW 개발	▪ 비전 센서 정밀 측위 기술 개발 보고서 ▪ 비전 센서 기반 정밀 측위 SW 모듈 ▪ 지상 이동체용 실내외 연동 복합측위 모델 ▪ 차량용 실내외 연동 복합측위 SW ▪ 차량에서의 실내외 연동 복합측위 정확도 리포트

(구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
4차년도	▪ **(연구목표)** - 비전 센서를 이용한 정밀 측위 기술 고도화 - 공중 이동체에 적합한 실내외 연동 복합측위 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 시퀀스 비전 센서 데이터 기반 정밀 측위 기술 성능 고도화 - 고속 영상 데이터와 가상기준점 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW 개발 - 공중 이동체용 실내외 연동 복합측위 모델 기술 개발 - 드론용 실내외 연동 복합측위 SW 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 단일 시퀀스 비전 센서 데이터 기반 정밀 측위 기술 고도화 - 스테레오 시퀀스 영상 데이터 기반 정밀 측위 기술 고도화 - 개발된 모듈을 통합하여 취득 영상 데이터와 랜드마크 DB의 고속 매칭을 이용한 영상 측위 SW 개발 - 지상이동체에 비해 수직방향 이동 범위가 넓은 드론 등에 적합한 센서 및 프로세서를 선정하여 실내외 연동 복합측위 SW 개발	▪ 비전 센서 정밀 측위 기술 고도화 보고서 ▪ 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW (Ver 1) ▪ 공중 이동체용 실내외 연동 복합측위 모델 ▪ 드론용 실내외 연동 복합측위 SW ▪ 드론에서의 실내외 연동 복합측위 정확도 리포트
5차년도	▪ **(연구목표)** - 고속 영상과 가상기준점 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW 검증 - 지상 및 공중 이동체, 모바일 단말용 실내외 연동 복합측위 기술 실증 ▪ **(연구내용)** - 고속 영상과 가상기준점 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW 검증 - 지상 및 공중 이동체, 모바일 단말용 실내외 연동 복합측위 검증을 위한 testbed 구축 - 실내외 연동 복합측위 SDK 개발 - 실증을 위한 시범서비스 운영 ▪ **(기술개발 방안)** - 고속 영상 데이터와 가상기준점 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW 검증 - 지상 및 공중 이동체, 모바일 단말에 적용 가능한 통합 SDK를 개발 - 테스트베드 내 시범서비스 적용을 통한 기술검증	▪ 고속 영상 데이터와 가상기준점 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW 검증 보고서 ▪ 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 영상 측위 SW (Ver 2) ▪ Testbed 실내외 3차원 DB (통합 좌표계) ▪ 지상 및 공중 이동체, 모바일 단말기에 적용 가능한 실내외 연동 복합측위 SDK ▪ 시범서비스
최종 성과물	- 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW - 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 솔루션 - 실내외 연동 복합측위 SDK	

(4) 개발 목표

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	스마트폰 GNSS 측위 정확도	-[1]	open sky, 수 m, 도심환경 스펙 없음	open sky, 〈 30cm, 도심환경 〈 1m	●			2025
	동체환경에 따른 저비용 GNSS 측위 정확도	-[2]	open sky, 〈 2~3cm, 도심환경 스펙 없음	open sky, 〈 2~3cm, 도심환경 〈 50cm	●			2026
	GNSS 기준국 모호정수 결정율	-[3]	60-80%	60% 이상	●			2024
	단 · 중기선 위치정확도	-[4]	기준국 〈 1~2cm	기준국 〈 2~3cm	●			2024
	GNSS 보정신호 기반 측위 정확도	-[5]	이동국 〈 2~3cm	이동국 〈 4~5cm	●			2025
	다중신호 융합측위 수평 정확도	-[6]	10m[8] (미국/구글) 50m[9] (미국/FCC)	5m 이내[10]	●			2025
	다중신호 융합측위 수직 정확도	-[6]	-[7]	3m 이내[10]	●			2025
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	특징점 매칭 속도	-[11]	영상당 0.1초 (SOFT2 2 cores @ 2.5 Ghz 기준)	영상당 0.17초	●			2024
	누락영상 보정 정확도	-[12]	-[12]	육안분석 왜곡영상과 보정된 영상의 오차비율 10% 이내	●			2023
	영상 측위 이동량 오차 (translation)	-[11]	0.65%	1.2%	●			2026
	영상 측위 회전각 오차 (Rotation)	-[11]	0.0014 [deg/m]	0.0041 [deg/m]	●			2026
	실내 측위기술의 융합 개수	2개	3개	3개 이상	●			2023
	연속측위 시간지연	-[13]	1초	1초	●			2026

[비 고]

1) 국내에 동일한 조건(Dual-Frequency, PPP & RTK)으로 개발된 솔루션이 없으며, 일부가 구현된 솔루션 역시 출시된 것이 아닌 실험실 수준의 연구결과이기 때문에 비교 기술수준으로 보기 어려움
2) 본 연구개발을 통해 구현하고자 하는 목표 크기의 INS 결합형 초소형, 저전력 단말은 국내에 존재하지 않음
3) 국내에서 개발한 GNSS 자료처리 소프트웨어는 실험실 테스트 또는 특수한 연구목적으로서 실제 운용을 위한 시스템이 없으므로 기술수준을 설정하기 어려움
4) 국내 GNSS 단·중기선의 위치정확도를 평가하기 위한 연구는 매우 제한적이어서 일반적인 정확도 기준을 제시하기는 어려움
5) 현재 운용중인 네트워크 RTK 시스템은 모두 외산 소프트웨어 엔진을 탑재하고 있어서 국내 기술수준을 설정하는 것은 불가능함
6) 기존 국내 측위기술에서는 1~3가지 신호를 고려한 경우는 있으나, 가용한 모든 다중신호 및 미래 신호체계를 고려한 융합측위기술은 아직 제한적임
7) 미국 구글이 Fused Location Service를 지원하기는 하나 수직측위 정확도는 제시하지 못하고 있으며, API의 경우에도 신호맵 수집에는 사용자 참여형 API라고 보기는 어려움
8) 미국 구글이 공식적으로 발표한 수치는 아니며, 국내에 구글의 측위기술이 전개된 사이트에서 CEP (Circular Error Probable, 계산된 수평 위치오차들의 50%를 포함하는 원의 최소 거리)로 실측한 수치임
9) 미국 FCC 관련 수치는 미국 긴급구조 측위 관련 법적 규제 목표치임
10) 전국토를 대상으로 특정 실내환경에서 측정된 CEP값의 평균치를 목표로 함
11) 본 과제에서 영상 기반의 정밀 측위 기술의 기준으로 KITTI (A project of Karlsruhe Institute of Technology and Toyota Technological Institute at Chicago)데이터 odometry 분야에 기록이 있는 기술을 설정함. 이를 통해 해외 최고 기술 수준의 기준 설정이 가능하나, 현재 해당 데이터 셋을 이용한 국내 기록이 존재하지 않아 동일 데이터를 이용한 국내 최고수준을 설정할 수 없어 (-)로 표기함
12) 현재 프레임 보간에 대해서는 컴퓨터 그래픽 분야에서 모니터 주사율에 맞게 프레임의 수가 추가되었는지가 이슈였으나, 실제 보간된 영상의 정확도에 대해서는 분석된 자료가 존재하지 않음
13) 연속측위 지연시간 관련 국내기술의 경우 그 값을 개발사가 공표하지 않아 내용을 파악할 수 없어 (-)로 표기하였음

(5) 개발목표의 설정근거

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위

- 스마트폰 등의 모바일에서 출력되는 Dual-Frequency 원시데이터 기반의 정밀측위 솔루션은 전세계적으로 아직 완성되지 않은 연구개발 시작단계이기 때문에 현재까지는 이상적인 케이스에 대한 실험 결과만을 참고할 수 밖에 없음
- GNSS의 특성상 관측환경에 민감하고 모바일 특성상 사용자가 소지하는 형태에 따라 관측환경의 영향을 많이 받을 수 있다는 특성을 고려하여 목표 수치를 설정함
- 현재 자율주행차에서 요구하는 정확도 수준은 분야마다 상이하지만, 차선구분을 목표로 요구하는 가장 타이트한 정확도 30cm를 목표 수치로 설정함

○ 개별 오차요소 보정신호 적용

- 현재 사용하고 있는 외산 S/W를 국산화하는 것을 목표로 하고 있기 때문에 기존 성능과 유사한 수준으로 개발목표를 설정함

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 전국토를 대상으로한 시험환경 중 선정된 시험환경에 대해서, 참 수평 및 수직 위치 대비 계산 수평 위치의 거리 오차를 CEP(Circular Error Probable, 계산된 수평 위치오차들의 50%를 포함하는 원의 최소 거리)로 측정한 평균 수치임
- 전국토의 특정 실내지역에서 사용자 참여형 데이터를 이용하여 오픈 신호데이타베이스를 구축하고 목표 성능 수치에 도달하는 것을 목적으로 함
- 국내는 물론 해외에도 다중신호와 미래 통신체계까지 고려한 융합측위 기술은 개발되지 않았으므로 다중신호융합측위용, 사용자참여형수집용, 오픈신호데이타베이스 관련 API를 개발하여 융합측위 오픈 생태계를 구축하는 것을 목표로 함

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

- 현재 영상을 이용한 차량기반의 정밀 측위 기술은 KITTI (A project of Karlsruhe Institute of Technology and Toyota Technological Institute at Chicago)데이터 odometry 분야에서 SOFT2(Stereo odometry with feature tracking 2) 기법이 최고 성능으로 랭크되어 있음

- 스테레오 영상을 이용한 분야에서는 2017년 발표된 SOFT2를 능가하는 기법은 아직까지 나오지 않고 있음. 설정목표는 현재까지 해당 데이터를 이용한 국내 기록이 없는 것을 감안하여 50위권 우선 달성을 목표로 설정
- 이에 KITTI 데이터셋 챌린지에서 50위에 해당되는 특징점 매칭 속도 및 영상 측위 이동량, 회전각 오차를 목표 기준으로 설정함. 현 50위 기술은 SLUP(Stereo based Localization considering Uncertainty Propagation) 기법으로 2017년에 발표된 기술
- 끊김 없는 실시간 영상 매칭을 위해서는 누락영상의 보간이 필요함. 누락영상의 온전한 보간을 위해 육안분석을 통한 대상 영상의 선별을 먼저 수행하고, 개발기술을 적용하여 보정된 영상과 선별된 영상의 일치도를 측정하여 기술의 정확도를 검증

○ 실내외 연속 복합측위

- 실내외 연속 복합측위 기술에서 몇 개의 측위기술을 융합하는지가 성능 자체를 담보하지 않으나, 상호 보완적인 기술을 적용을 강제화 하기 위한 목표치는 설정 되어야 함
- 해외의 경우 실내기술에 3가지 측위기술을 적용한 경우와 실내 2, 실외 1가지 기술을 통합하여 사용한 연구사례가 조사되었음
- 국내의 경우 실내를 대상으로 2가지 측위기법을 통합한 네이버랩스의 경우 실내외 연속 측위가 보장되지 않고 있음
- 실내외 각각 한가지씩의 측위기술을 적용한 건국대학교 연구 결과는 실외에서만 상호 보완적이며 실내공간에서는 VIO에 의존하는 형태
- 이러한 부분을 극복하기 위하여 3가지 이상의 복합측위 기술을 개발하도록 유도하되 특정 측위기법을 강제화 하지 않기 위해 정확도를 목표치로 제시하지는 않음

2.7 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

○ 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 등록된 연구개발과제 중 실시간 측위 정밀도 향상 기술과 유사성을 가지는 7개의 과제 검색

- 실내외 측위, 정밀측위, 위치정보, 위치추적 등의 핵심어 이용 검색
- 사업의 목적, 기간 및 규모 등을 고려하여 유사도 비중이 낮은 과제 제외

○ 검색된 7개 유사과제의 연구개발 목적, 적용범위 및 기술목표 등을 본 사업과 비교하여 차별성과 기술개발의 효율화를 위한 연계 방안 도출

〈표 7-11〉 실내외 연속 위치정보 제공 유사과제와의 차별성 및 연계방안

연번	과제명 (부처명)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
1	안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범기술개발 (2014-2019) (국토교통부)	13,440 백만원	◆ Assisted-GNSS 인프라 기술고도화 및 DGPS 기반환경 구축, 신호처리 등을 통해 언제, 어디서나, 누구나 사용할 수 있는 정밀위치결정기술 개발 - 개활지에서는 1m 급, 신호취약환경에서는 수 m 수준의 위치정확도의 측위기술 제공 목표 - 실내외 측위를 지원하는 단말기 개발 - 실내외 연속 Seamless 측위기술 개발	(연계점) 실시간 정밀위치결정기술 기반의 사회적 약자모니터링 기술, 다중복합신호처리를 위한 위치정보지원기술은 연계가능 (차별점) 유사과제는 비교적 양호한 신호 환경에서 DGPS 기반 위치 결정기술을 개발하는 반면, 본 과제에서는 신호취약 환경에서는 보다 강인한 위치결정 기술을 제공하기 위한 multi-GNSS 신호처리 최적화 및 객체기반의 위치측위기술을 개발하는 점에서 차별화됨. 아울러, 미래 신호체계까지 고려한 융합측위 기술 개발과 오픈 측위 생태계 구축이 차별화됨
2	실내외 연속측위 기술개발 (2007-2011) (지식경제부)	6,793 백만원	◆ 안정적이고 정확도가 높은 무선통신 인프라 기반의 실내외 연속측위기술 개발 - WLAN/GNSS 복합측위개발 - 실내외 연속측위 복합단말/서버/플랫폼 기술개발 - 실내 위치데이터 서비스플랫폼 등	(연계점) 기술개발 가능성 확인 후 WLAN/GNSS 기반의 실내외 연속측위 방법 중 하나로 연계가능 (차별점) 유사과제에서는 WLAN/GNSS 무선 기반 측위기술을 개발하는 반면, 본 과제에서는 5G통신기반 IoT GNSS 무선신호를 활용하여 크라우드 소싱에 의한 실내외 측위기술을 개발할 뿐만 아니라, 영상 및 상황인지 정보 등을 연계하여 측위 정확도를 향상시킬 수 있는 기술을 개발하는 점에서 차별화됨
3	차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화 연구 (2016-2018) (국토교통부)	8,019 백만원	◆ 차로구분 수준의 정확도를 가지는 위성항법기반 위치결정 교통인프라 실용화 및 적용 기술개발 - 상시기준국, 다중 클러스터 등 위성항법기반 측위정밀도 향상을 위한 인프라 구축 및 운영방안 연구 - 위성항법 반송파 데이터 정확성 및 무결성 분석, 다중 클러스터기반 반송파 미지정수 추정속도 및 정확도 향상 등 - 다중클러스터 보정정보 전송을 위한 DMB(혹은 LTE) 전송기술 등 포함	(연계점) 성능개선을 위한 위성항법(GNSS) 신호의 일부 처리방법은 연계가능 (차별점) 유사과제는 상시기준국을 활용한 차량항법 정확도 향상기술개발을 목표로 하는 반면, 본 과제에서는 미지정수 추정을 통한 위성항법 기반 정확도 향상 기술뿐만 아니라, GPS 수신 불능 지역에서도 서비스 가능한 다중센서 기반 고정밀 실시간 측위 기술을 개발하는 점에서 차별화됨

연번	과제명 (부처명)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
4	보행자 위치공간 인지증강 및 스포츠 경기력분석을 위한 정밀측위 원천기술개발 (2017-2019) (과학기술정보통신부)	5,783 백만원 (~18년)	◆ 보행자에게 서브미터급 위치 및 공간인지 능력을 제공하고, 평창동계올림픽에서 AR 기반 길안내서비스 및 스포츠경기력 분석을 제공하기 위한 핵심기술개발 - WiFi, BLE, 지자기, 고도 DB 기반 3m 급 위치인식기술개발 - AR 기반 보행자 위치, 공간 인지증강 서비스 기술 구현 - 다중영상 및 무선통신 융합기반 선수위치 및 이동궤적 생성기술 고도화	(연계점) 실내공간에서 WiFi, BLE, 지자기 등 (Fingerprint) DB를 기반으로 하는 일부 복합측위와 영상기반의 일부 측위기술 연계가능 (차별점) 유사과제는 스포츠 경기력 분석을 위한 실외 무선 환경기반 3m급 측위기술 개발을 목표로 하는 반면, 본 과제는 multi-GNSS 기반 네트워크 보정 및 통합 기술과 크라우드 소싱기반 실내 연속측위 기술 구현을 통해 실내외 모두에서 1m 급 측위 기술을 개발하는 점에서 차별화됨
5	실내GPS시스템 및 실내외 통합 내비게이션 시스템 개발 (2015-2018) (과학기술정보통신부)	882 백만원	◆ 실내위치인식 시스템 및 이를 이용한 실내외 통합 내비게이션 시스템 개발 - 실내공간에 대한 Radio map 구축연구 - 구축된 Radio map에 기반한 위치추정기법 연구 - WiFi, BLE, 지자기, PDR 및 휴대전화기로 수집되는 센싱 데이터에 기반한 복합측위기술 개발 - 실내외 연계 내비게이션 기술	(연계점) 실내공간에서 WiFi, BLE, 지자기 등 (Radio map) DB를 기반으로 하는 일부 측위기술 연계가능 (차별점) 유사과제는 실내공간 무선 및 모바일 환경의 실내 측위 기술을 개발하는 반면, 본 과제에서는 모바일 환경뿐만 아니라 IoT GNSS 무선신호를 활용한 실내외 연속 측위 시스템 기술을 개발하는 점에서 차별화됨
6	재난 예방 및 국민 안전 제고를 위한 위성기반 위치 추적기술 연구 (2010-2015) (국가과학기술연구회)	8,200 백만원	◆ 항공/육상/해상 재난 및 사고감지와 대응을 위한 위성항법기반 위치추적 기술연구 - 항공기 정밀 이착륙을 위한 위치결정시스템 기술개발 - 전파위협원 위치추적 테스트베드 구축 및 운영 - 위성항법 불연속 측정치 검출기술개발 - 위성항법신호 취약지역 항법기술개발 - GBAS 환경, 선박안전환경, 소형비행체 환경 위치결정기술 개발 등	(차별점) 유사과제는 다양한 환경에서의 항공기 정밀 이착륙, GBAS 등 위성항법 기반 측위 기술을 개발하는 반면, 본 과제에서는 multi-GNSS 통합측위 기술을 통한 정확도 향상뿐만 아니라 네트워크 RTK 기준국 모니터링 및 오차 모델링을 통한 정밀측위 원천기술을 개발하는 점에서 차별화됨
7	수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발 (다부처)	15,000 백만원	◆ 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용기술을 개발하여 고정밀 3D 공간정보의 지속가능한 공유 및 활용 생태계 구축을 위한 핵심 기술을 확보 - 저비용·고정밀 실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신기술개발 - 실감형 3D 도시모델 저작 및 제공기술개발 - 실감형 3D 도시모델 활용지원 기술개발 및 타산업 연계 실증	(차별성) 유사과제는 실외 3차원 공간에만 초점을 맞추어 기술개발을 수행하는 과제로, 가상국토 구축을 위해 객체기반 실시간 위치정보 제공기술을 개발하는 본과제와 차별성 존재 (연계방안) 실외 3차원 공간정보 구축부분에 폐색영역 보정 및 모바일 기기를 기반으로 하는 보정 기술은 연계 가능

2.8 민간기술과의 차별성·연계성

□ (구성기술 1-1-1) 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위

- 현재 국내에는 별도의 장치가 필요 없는 모바일 원시 데이터만을 활용한 multi-GNSS 기반 정밀 측위와 관련한 민간기술은 없기 때문에 차별화를 넘어 기술개발을 선도하게 될 것으로 예상됨
- 국외에는 GNSS 기술을 선도하는 여러 산학연 기관에서 관련 연구들을 동시다발적으로 진행하고 있는 상황이며, 현재까지는 이상적인 환경을 가정한 실험실 레벨에서의 테스트, 성능 향상 방안 연구가 주를 이루고 있기 때문에 지속적인 연구동향 파악과 응용 등을 통해 기술개발에 활용할 수 있음
- 국내외 대부분의 정밀측위 솔루션, 제품들은 오픈소스인 RTKLIB를 활용하고 있으며, 원천기술을 보유하고 있는 경우가 많지 않음
- 정밀측위 원천기술과 더불어 특히 다중위성항법 측위, 사이클슬립 및 멀티패스 저감기술, 저비용 MEMS INS 융합기술, 동체환경 최적화 기술 등은 기존의 국내외 민간기술과도 차별화되어 경쟁력 확보에 결정적인 포인트가 될 것으로 판단됨
- 민간기술 중에서 저비용, 고성능의 모듈, 칩 등을 선정하여 자율주행 및 비행 지원을 위한 초소형, 저전력 제품 제작에 연계하여 활용 가능함

○ 고정밀 실시간 위치보정 최적화

- 기존에는 외산 네트워크 RTK 시스템을 사용하고 있기 때문에 이를 국산화한다는 점에서 차별성이 있음
- 네트워크 RTK 기반의 보정신호를 민간에 보급되어 있는 대부분의 수신기에 적용하기 위한 변환기술을 개발하여 사용자 맞춤형 서비스가 가능함

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 기존 국내외 기술들은 WiFi, 5G/LTE/3G/2G, Bluetooth, Barometer, Gyro, Geo-magnetometer 등을 이용하여 단일 신호 기반 또는 2~3개 신호들을 융합하는 측위 기법등이 개발된 사례는 있으나, 아직까지 높은 정확도로 전국토를 대상으로 끊김 없이 측위 정보를 제공하는 기술은 미흡한 상태임
- 더욱이 현재까지 수평측위와 융합되어 통합 제공되지 못한 문제점도 존재함
- 또한, 미래 통신체계(WiFi RTT(Round Trip Time, IEEE 802.11mc), 5G TDD(Time Division Duplex), 60Ghz Wifi 등)를 고려한 융합 측위기술은 아직 제한적임
- 기존 측위 기술단위 마다 독점적이고 폐쇄적인 형태로 구축되어 측위기술 융합에 걸림돌이 되어 왔으며, 전국토 가상화 및 정밀 위치 제공을 위해서는 신호 데이터베이스를 오픈플랫폼으로 개발할 필요성이 절실함

〈표 7-12〉 민간 보유기술과 신호 기반 고정밀 절대측위의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위 기술	• CNES • Geo++ • Ublox	• CNES, Geo++: 스마트폰 정밀측위(single-frequency, 1m 정확도, 긴 수렴시간) • Ublox: 정밀측위 모듈 (모듈형태, 동체환경 최적화 필요)	〈기존 기술의 한계〉 • 기존의 스마트폰 기반 정밀측위 기술은 현재까지는 연구개발 단계에 불과하여 민간에서 활용되는 경우가 거의 없으며, 도심환경과 같은 관측환경이 불량한 지역에서 정확도 및 안정성이 현저하게 저하됨 • 자율주행차 및 드론 등에 활용할 수 있는 동체환경에 적합한 저비용 수신기 또는 알고리즘이 없음 〈차별성·연계성〉 • 도심환경 등과 같이 관측환경이 불량한 지역에 강건하도록 사이클 슬립, 멀티패스 저감 기술을 개발 및 적용함 • 자율주행 및 비행 지원을 위하여 저비용 모듈 데이터를 기반으로 동체 환경에 최적화된 알고리즘을 개발함 • 기존의 민간기술과 연계하여 스마트폰 원시데이터 처리, 분석 등에 대한 검증 도구로 활용 가능함 • 기존의 저비용 모듈 등의 제품에 개발 기술을 적용하여 시제품 등을 만들고 검증 및 홍보 등에 활용 가능함
2	다중신호 기반 융합 측위 기술	• Google • IndoorAtlas • Qualcomm • OnYourMap • Skyhook • Apple • Nokia • MazeMap • KAIST • 아이데카㈜ • ㈜폴라리언트 • ㈜어빌리티시스템즈 • ㈜로플랫	• Fused Location • Provider는 환경에 따라 GNSS, WiFi RSS/RTT와 내장 센서 정보 등을 융합하여 제한적인 공간에서 측위 • 1~3가지 신호 정보를 이용하여 제한적인 위치정보 제공	〈기존 기술의 한계〉 • 기존의 국내,외 측위 기술은 WiFi, BLE, 지자계 등의 몇 가지 신호원만을 이용하여 측위 • 아울러 오픈 측위 API와 오픈 신호데이타베이스를 제시하지 못하고 있음 〈차별성 및 연계방안〉 • 본 과제에서는 가용한 모든 신호와 미래의 신호 체계까지 고려한 융합 측위임 • 따라서, 서로 다른 영역에서 이질 신호가 존재하는 상황에서도 실내외 연속 측위가 가능함 • 또한, 오픈 API와 오픈신호데이타베이스를 구축하여 오픈 측위 생태계를 구축함 • 본 과제의 오픈신호데이타베이스를 국내외 측위 기술과 상호연동하여 융합측위 기술을 글로벌화 할 수 있음

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

- 객체기반의 위치 인식 기술은 자율 주행 차량에 초점이 맞추어져있음. 실제로 자율주행 차량 관련 연구, 기술의 상용화 등이 진행되고 있음 차량 관련 기존의 연구들은 GNSS 오차 보정을 위해 INS와의 융합, 차량 간 통신 등 여러 방법이 시도되고 있으나, 정밀한 사진측량 기술을 적용한 영상센서 기반 이동체의 위치를 추정하는 연구는 시도되지 않음
- 영상정보는 자율주행 차량 뿐 아니라, 보행중인 사람, 공중 이동체인 드론에서도 획득할 수 있는 가장 기본적인 정보임. 이를 이용한 측위기술의 개발이 필요하며, 해당 기반 기술의 개발을 통해 각 분야의 적용이 가능

○ 실내외 연속 복합측위

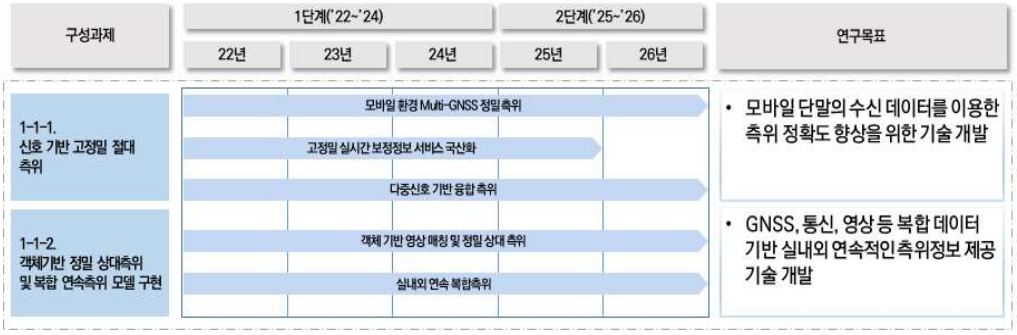
- 실내외 연속 복합측위 기술에 대한 개념은 오래전부터 논의되었으나 서비스로서의 완성도가 높은 기술은 아직도 나오지 않고 있음
- 복수의 측위기술 중 상황에 맞추어 1개 선별하여 사용하거나 IoT 센서 네트워크를 실내에서 실외로 확장하는 등의 방식이 주를 이루고 있어 각종 서비스에 범용으로 사용하기에는 매우 제한적임
- 실내외 연속성을 보장하고 복수의 측위기술을 복합적으로 사용 가능한 “실내외 연속 복합측위” 기술 개발이 절실함

〈표 7-13〉 민간 보유기술과 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현의 차별성·연계성

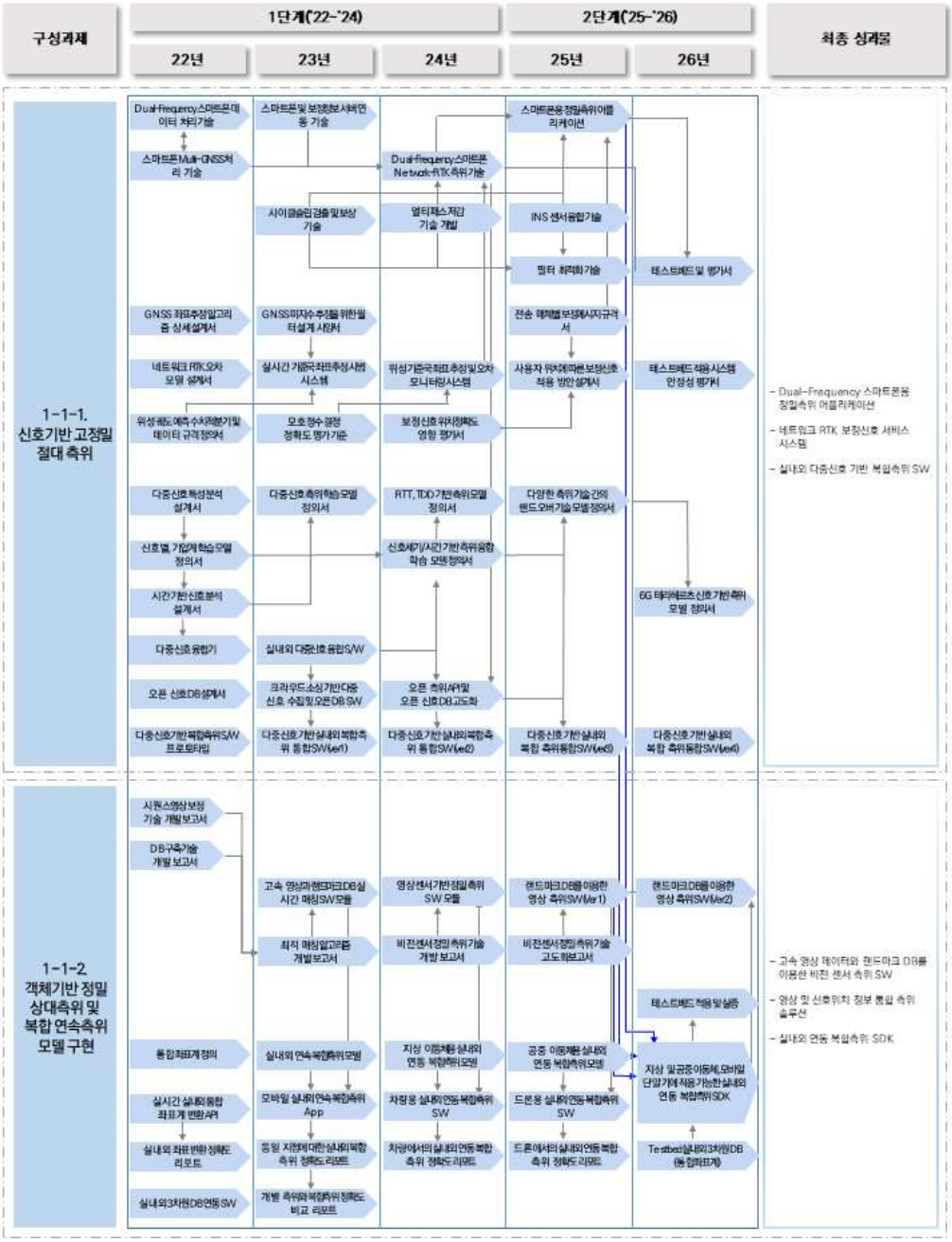
순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위	Waymo Ford Mobileye DJI	자율주행 차량 기술 드론 하드웨어 제어 및 영상처리 연동 솔루션	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행 차량과 같이 제한된 상황이나 기체에 부착된 장비들을 통한 복합 측위 등에 대한 기술 개발은 있으나, 일반적인 촬영 센서들은 높은 정확도를 보장하지 않아 이에 대한 비중이 크지 않음 • 드론 하드웨어 제어를 위한 영상처리 기술 적용의 경우 영상에 맞추어 하드웨어의 위치자세를 보정하는 기술이나, 측위의 개념과는 차이가 있음 • 기존의 촬영 센서 기반 측위 기술은 현재까지 연구개발 단계에 불과하며, 일부 기업 등이 폐쇄적인 연구를 수행 중

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
				〈차별성·연계성〉 • 과제를 통해 달성하고자 하는 기술은 부가장비 없이도 촬영 센서 정보만을 이용하여 서브미터 급으로 GNSS 신호의 보정이 가능 • 영상센서는 타 센서의 보조자료로 주로 활용되나 타 센서와 다르게 속성정보를 얻을 수 있으므로 활용도가 높음 • 영상 인식 기술과 사진측량기술의 연계를 통한 기술의 향상, 인프라의 증대 사업화의 추진 가능
2	실내외 연속 복합 측위기술	MapsPeople People&Technology	GPS, 객체기반 영상 측위, IoT 등을 이용한 실내외 연계 측위기술	〈기존 기술의 한계〉 • 실내외 측위 기술을 적용함에 있어 복수의 측위 기술을 선별적으로 사용하고 있어 복합측위 기술로 보기 어려움. 특히 실내외 진출입 지역에서 선별적인 측위기술 사용으로 단속성이 있음
				〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 복수의 측위기술을 선택적으로 사용하는 것이 아닌 복합적으로 융합하는 모델을 개발하여 실내외 연속 측위에서도 연속성을 보장 가능함 • 그동안 실내외 연속 측위의 부재로 어려움을 겪고 있는 자율주행차, last mile 배송로봇 등의 서비스로 확장 가능

2.9 과제추진 및 기술성과 로드맵



[그림 7-13] 실내외 연속 위치정보 제공기술의 과제추진 로드맵



[그림 7-14] 실내외 연속 위치정보 제공 기술 성과 로드맵

2.10 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

(1) 연도별 소요예산

○ 총액 292.23억원, 국고보조금 219.18억원, 민간 자본금 73.05억원으로 구성

(단위: 백만원, 개)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계	과제 수
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	국고	2,109	2,461	2,461	2,461	2,226	11,718	3
	민자	703	820	820	820	742	3,905	
	총액	2,812	3,281	3,281	3,281	2,968	15,623	
1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합연속 측위 모델 구현	국고	1,836	2,142	2,142	2,142	1,938	10,200	2
	민자	612	714	714	714	646	3,400	
	총액	2,448	2,856	2,856	2,856	2,584	13,600	
합계	국고	3,945	4,603	4,603	4,603	4,164	21,918	5
	민자	1,315	1,534	1,534	1,534	1,388	7,305	
	총액	5,260	6,137	6,137	6,137	5,552	29,223	

○ 직접비(인건비)

(단위: 백만원)

구성기술	'22	'23	'24	'25	'26	계
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	687	806	815	824	717	3,849
1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합연속 측위 모델 구현	646	786	794	782	696	3,704
합계	1,333	1,592	1,609	1,606	1,413	7,553

○ 소요 인력

(단위: 명)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	책임급	5	6	6	6	5	28
	선임급	6	7	7	7	6	33
	원급	15	17	17	17	15	81
	소계	26	30	30	30	26	142
1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합연속 측위 모델 구현	책임급	5	6	6	6	5	28
	선임급	6	7	7	7	6	33
	원급	13	16	16	15	14	74
	소계	24	29	29	28	25	135
합계		50	59	59	58	51	277

○ 직접비(인건비 제외)

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
연구장비·재료비	950	975	964	966	899	4,754
연구활동비	665	865	855	857	798	4,040
연구수당	266	318	322	321	282	1,509
합계	1,881	2,158	2,141	2,144	1,979	10,303

○ 간접비

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
간접비	731	853	853	853	772	4,062

○ 설정근거

〈NTIS 대표 유사과제〉

o 구성기술 1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위

- 보행자 위치공간 인지 증강 및 스포츠 경기력 분석을 위한 정밀측위 원천기술개발, 3,000백만원/년, 과학기술정보통신부
- LTE 신호기반 요구조자 정밀위치 측정 기술개발, 2,050백만원/년, 중소벤처기업부
- 긴급구조용 측위 품질 제고를 위한 GPS 음영 지역 내 다중신호패턴의 학습 기반 3차원 정밀측위 기술 개발, 1,164백만원/년, 과학기술정보통신부

o 구성기술 1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합연속 측위 모델 구현

- 5G 기반 요구조자 중심 재난안전 서비스 개발 및 실증, 4,500백만원/년, 교육부
- 고집적 CMOS Multi-Radar Sensor 기반 차량안전시스템 개발, 2,000백만원/년, 중소벤처기업부
- 재난 예방 및 국민 안전 제고를 위한 위성기반 위치 추적 기술 연구, 2,000백만원/년, 교육과학기술부

〈비목별 소요예산 산정근거〉

o 인건비는 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업기간을 고려하여 산출

- 인건비의 단가는 2020년 학술용역단가(참여율 50%)에 최근 5년('15~'19)의 소비자 물가지수 상승률의 평균인 1.1을 반영

o 연구장비·재료비와 연구활동비의 규모는 기존유사사업인 국토공간정보연구사업의 예산 비중을 고려하여 산정

- 3천만원 이상 연구장비는 실제 구축 가격을 반영하였으며, 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 47:53

o 연구수당의 규모는 국가연구개발 관리등에 관한 규정에 따라 인건비의 20% 이내로 산정

o 간접비의 규모는 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준*의 평균을 산출하여 직접비의 22.8% 이내로 산정
* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2017-37호, 시행 2017.12.29.)

【연임금(참여율 50%)】

(단위: 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
책임급	39,614,092	40,049,844	40,490,389	40,935,780	41,386,070
선임급	30,375,559	30,709,687	31,047,491	31,389,011	31,734,288
원급	20,427,690	20,652,393	20,879,568	21,109,241	21,341,441

(2) 연구장비 및 시제품

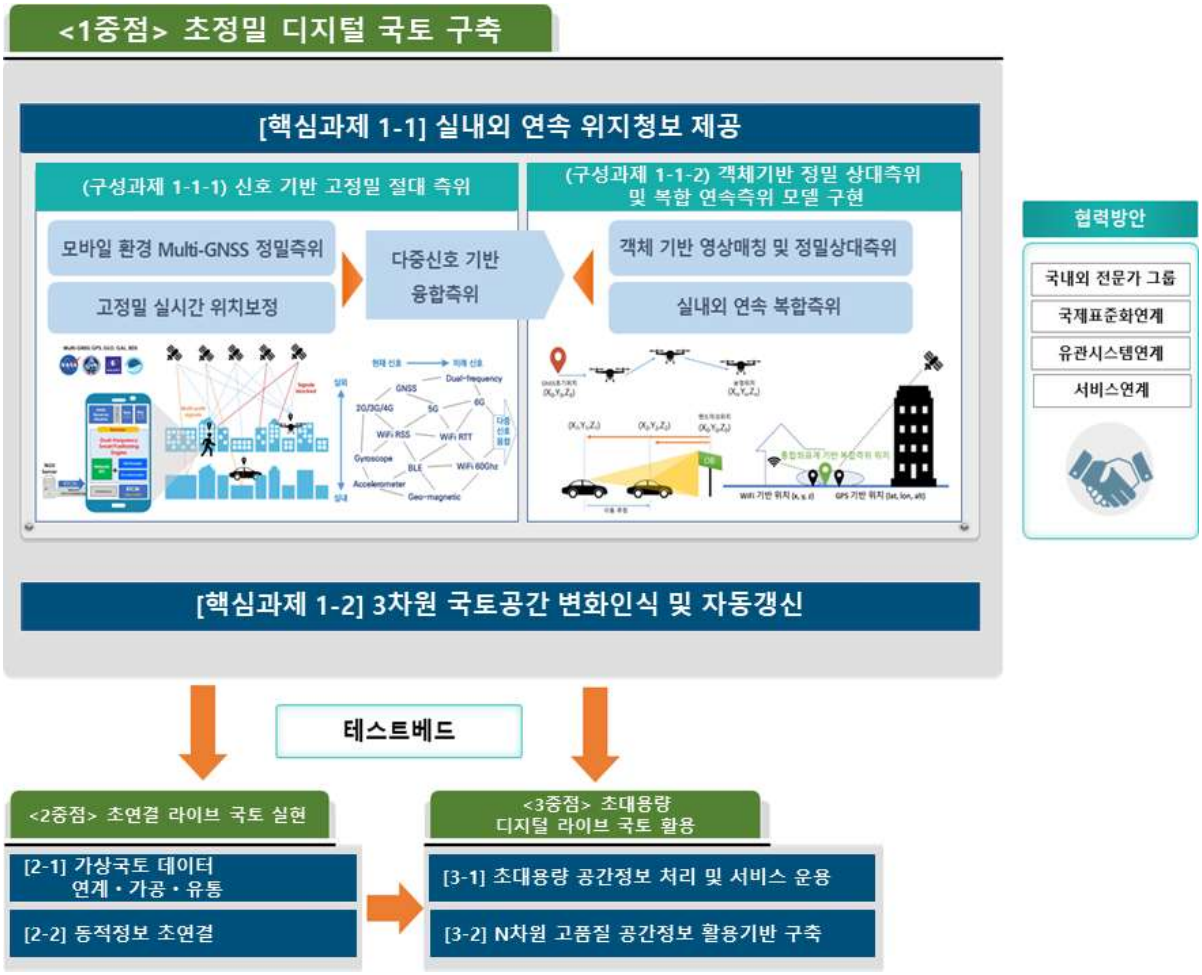
○ 연구장비 내역

〈표 7-14〉 실내외 연속 위치정보 제공의 연구장비내역

No	장비	관련 개발내용	단가 (백만원)	수량	금액 (백만원)
1	GNSS 신호생성 시뮬레이터	• 스마트폰용 GNSS 신호처리와 측위정확도 분석 • Multi-constellation 측위 알고리즘 개발 • 위성신호 기반 개별 수신기 위치 보정신호 생성	200	1	200
합계					200

2.11 추진체계 및 대내외 협력방안

(1) 추진체계도



[그림 7-15] 실내외 연속 위치정보 제공 추진체계

(2) 협력방안

○ (연구팀) GNSS 신호기반 및 객체기반 정밀위치 결정 뿐만 아니라, 다중신호에 기반한 실내외 연속위치 정보 제공이 가능하도록 실무 연구팀 구성. 또한, 실내외 정밀 위치정보를 (1-2) 3차원 국토정보 변화인식 및 자동갱신 연구진과 협력하여 연구내용에 반영

○ (전문가 그룹) 국내외 GNSS, 신호체계, 객체기반 매칭 전문가 등 관산학연으로 이루어진 각 분야별 기술 전문가 그룹 구성을 통한 상시 자문체계 구축

○ (국제표준화연계) 고정밀 위치 보정신호의 표준화과 진행중이므로, 유연한 설계를 바탕으로 표준화 진행 상황을 반영하고, 필요한 경우 연구개발 내용을 표준화위원회에 제안하여 국제표준화 추진

○ (유관시스템연계) 국토지리정보원 등 유관기관에서 운영 중인 네트워크 RTK 보정신호를 이용한 서비스 구축을 위해 상호 연계체계를 통해 협력 지속

○ (테스트베드) (1-2) 연구진과 협력을 바탕으로 testbed를 구축하고, 일관성 있는 하나의 프로세스로 국토정보를 구축, 활용할 수 있도록 운영

○ (서비스연계) 카카오, 네이버 등과 같이 실내 지도 서비스를 제공하는 업체로부터 요구사항을 받아서 연구 개발 목표로 설정하여 향후 실내외 측위 서비스에 활용할 수 있도록 SDK 개발

2.12 위험요인 및 해결방안

〈표 7-15〉 실내외 연속 위치정보 제공의 위험요인 및 해결방안

핵심기술	위험요인	해결방안
실내외 연속 위치정보 제공	■ 스마트폰 원시데이터 자체의 품질이 점차 향상되고 있는 추세이기는 하나, 데이터 자체의 안정성 문제로 인해 정밀측위가 가능하지 않을 위험 존재	■ INS 센서 융합을 통해 측위 안정성을 높일 수 있도록 개발
	■ 고속으로 주행하는 자율주행차 또는 높은 고도에서 촬영하는 드론의 정밀한 위치결정을 위해서는 보정신호의 지연 또는 통신한계를 벗어날 위험 존재	■ 5G/6G 통신 규약을 지원하는 방식의 프로토콜을 설계함으로써 속도나 고도에 제한받지 않는 보정신호 적용가능
	■ 해당 기술은 신호기반 측위 정보의 보정을 수행하는 것을 하나의 목표로 하고 있으나, 신호기반 측위 기술대비 더 정밀한 측위가 가능하지 않을 위험 존재	■ 신호가 수신되지 않는 지역에서 영상 센서 단독으로 동작하도록 기술 설계
	■ 새로운 기술이 해당 문제를 해결 할 경우 복합측위 자체가 필요 없을 수 있으나 그 가능성은 매우 낮음	■ 연차별 사업 계약시 새로운 기술을 지속적으로 관찰하고 필요시 목표를 수정하여 진행

2.13 실용화 전략

(1) 기존 실용화 사례

□ 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위

- 국외의 CNES, Geo++에서 개발하고자 하는 핵심 기술의 전단계라고 볼 수 있는 스마트폰 single-frequency 기반의 정밀측위 어플리케이션을 배포하고 있음
- 그러나 모바일 환경 또는 동체 환경에 특화되어 있지 않기 때문에 일반 사용자들이 특수목적이 아닌 일상생활에 활용하기 위한 목적으로 실용화하기에는 제약이 있음

○ 위치 보정신호를 제공하는 GNSMART 시스템

- GNSS 위성신호에 대한 보정신호를 개별 오차요소별로 모델링하여 제공함으로써 사용자 수에 제한 없이 광역에 대해 서비스 가능
- 개별 오차요소별 보정신호를 적용할 수 있는 수신기가 매우 제한적이어서 서버에서 관측공간 형태의 오차로 변환하여 제공하므로 실제 적용에 상당한 제약

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 구글은 Google I/O 2018의 발표이후 WiFi RTT를 비롯한 Fused Location Provider를 Android P부터 지원함
- 구글의 Fused Location Provider는 환경에 따라 GNSS, WiFi, 기지국 위치 정보와 내장 센서 정보 등을 능동적으로 융합하여 위치 정보 제공
- Skyhook사는 Location SDK, Lite Client, Embedded Client, Android Location Provider등의 API 및 위치관련 툴을 상용화

□ 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

- 웨이모(Waymo)는 구글의 자율주행차 프로젝트를 별도로 독립한 기업으로 자율주행차를 이용해 공공 도로에서 800만 마일을 주행했다고 2018년 발표. 해당 차량에는 영상을 포함하여 각종 센서가 포함되어 있음. 2019년에는 주행시 획득한 센서정보를 오픈데이터로 공개
- AR(증강현실) 기술은 컴퓨터 비전 분야에서 상용화된 대표적인 기술임, 비전기반 추적 기술은 증강처리과정이 복잡하여 상황에 따른 센서 정보와의 전환을 통한 운용이 시도되고 있으나, 아직까지 정확한 위치추적은 어려움
- 드론에서 획득한 영상의 경우, 모니터링의 목적 혹은 영상 획득후의 후처리를 통한 3차원 정보 획득으로 주로 사용되고 있으며, 영상정보를 이용한 측위개념의 상용화는 미미함

○ 실내외 연속 복합측위

- MapsPeople의 경우 복합측위는 불명확 하지만 실내외 연속측위가 잘 이루어지고 있으며 Google과 협업하여 서비스를 지원하고 있음
- 국내의 네이버랩스는 판교 현대백화점을 대상으로 Visual Localization기술과 Visual Inertial Odometry 기술을 결합하여 AR 서비스를 활용하고 있으나 실외 연결이 되어있지 않음

(2) 성공 사례의 시사점

□ 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 대규모 사용자 지원하기 위한 보정신호 변환

- 사용자의 업무에 적절한 요구정확도를 지원하기 위해서는 사용자(로버)에게 개별적으로 적용할 수 있는 방안이 마련되어야 함
- 다양한 수신 디바이스에 보정신호를 적용하는 기술과 시간지연이나 통신제약 없는 방식의 프로토콜을 적용해야 함

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 해외의 구글, Skyhook사의 실용화 사례에 비추어볼 때 융합측위에 대한 시장의 니즈는 점점 증가하고 있다는 것을 알 수 있으며 단위 기술의 융합 및 사용자 참여를 통한 커버리지의 능동적인 확대가 필요하다는 것을 시사함
- 아울러, 해외 기술의 경우 측위단위가 스마트폰, 자율차량, 드론 등과 같은 이동체에 국한되지 않고 IoT 디바이스 및 임베디드디바이스 단위까지 측위단위가 축소되는 기술트렌드에 빠르게 발맞추어 오픈API를 대응하여 개발하고 있음

□ 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

- 자율주행 차량 분야에서 현재 기술적으로 가장 앞서 있다고 보고된 구글 자율주행기업 웨이모는 서라운드 카메라 1개, 라이다 5개, 레이다 4개, 음향 센서 1개로 센서를 구성함. 기존 타 차량에 비해 라이다를 제외한 센서의 수는 감소했고 음향 센서가 추가됨. 기술적인 완성도가 높아지면서 오히려 불필요하게 중복된 기능을 하는 센서는 줄어들었으며, 영상센서는 기본적으로 탑재되어 있음. 이는 영상을 이용한 측위 및 부가 정보의 산출 기술이 필수적이라는 것을 의미

○ 실내외 연속 복합측위

- 실내외 연속성에 대한 기술이 확보되고 있음과 동시에 단일측위를 벗어나 복합측위 기술로 빠르게 이동하고 있다는 것은 그에 대한 시장의 수요가 있음을 반증함
- 서비스 제공자들이 기술에 대한 이해도가 떨어지더라도 바로 적용할 수 있는 수준의 실내외 연속 복합측위 기술이 제공 되어야 함

(3) 실용화 전략 수립

□ 신호 기반 고정밀 절대측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위

- 스마트폰 기반 정밀측위의 경우 고정밀 위치 보정정보가 반드시 필요하기 때문에 보정정보를 제공해 줄 수 있는 서비스 기관이 필요함

- 따라서 위치 보정정보를 제공해 줄 수 있는 B2G, B2B 형태로 실용화를 추진해야 하며 B2G로는 국토지리정보원 및 지자체, B2C 시장으로는 KT, LG U+, SKT 등의 통신사업자 등이 있을 수 있음

○ 사용자 업무 맞춤형 보정신호의 선택적 적용기술

- 사용자가 요구하는 정확도 수준에 따라 보정신호를 선택적으로 적용할 수 있도록 GNSS 오차모델링 기술을 개발하고, 이를 수신기에 탑재함으로써 대규모 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 개발
- 차세대 통신규약을 적용함으로써 사용자의 속도나 위치에 관계없이 보정신호를 적용하여 정밀 위치정보를 결정할 수 있도록 개발

○ 다중신호 기반 융합 측위

- 측위 기술의 특성상 아래 단계로 실용화하는 것을 목표로 함

(1) B2G 시장 진입 : 지자체 확산(스마트 시티 등)을 위한 측위 기술 패키징 및 플랫폼 기술 개발

(2) B2B 시장 진입 : 스마트모빌리티(차량공유, 스마트파킹 등) 및 건설회사의 위치관련 사업을 위한 API제공 및 오픈데이타베이스 구축 기술 개발

(3) B2C 시장 진입 : 사용자 참여 및 보상체계 구축, 고품질의 융합측위 API제공을 통한 국내 및 글로벌 실용화 단계 진입

□ 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

- 영상 기반 측위 분야에서의 높은 정확도의 원천 기술의 개발을 우선 목표로 함
- 객체 기반 영상 매칭기술의 경우 취득 데이터의 품질이 중요함. 이를 위해 기 구축된 온라인 커뮤니티 상의 데이터를 확보하여 영상간의 상대 측위 기술을 개발
  - 관련 분야의 국제 커뮤니티를 활용하여 기술 검증을 수행, 키티(KITTI) 데이터셋은 자율주행차 연구개발 분야 전문가들이 가장 많이 활용하는 사이트이며, 이 사이트는 차량 번호판, 사람 얼굴조차 지우지 않고 영상기반 측위 기술의 순위를 결정하는 것에 사용
  - Waymo에서 자율주행 연구를 가속화하기 위해 고품질의 주행 영상을 공개한 바 있음. 이들과 같은 검증된 데이터를 활용.
- 테스트 베드를 활용한 개발 기술의 검증
  - 실제 산업에 바로 적용가능한 수준의 DB 구축 방법을 제시하고, 이를 실제 구현하여 테스트베드에 적용 실험함으로써 성능검증을 수행

○ 실내외 연속 복합측위

- 실내외 연속 복합측위 기술을 SDK 화가 필요. 단순히 기술을 개발 하는 것이 아니라 서비스 목적에 따라 기술에 대한 큰 이해 없이 적용 할 수 있는 SDK가 마련이 되어야 함

2.14 기대 및 파급효과

(1) 과학기술적 측면

○ 모바일 환경에서의 multi-GNSS 정밀 측위 기술은 현재 국제적으로도 기초연구 개발 수준에 있기 때문에 충분히 기술개발을 선도하여 원천기술을 확보하고 국가 과학기술 경쟁력을 강화시킬 수 있을 것으로 예상됨

○ 국내 multi-GNSS 기반 위성 측위 기술 고도화를 통한 자율주행차 지원 및 드론을 활용한 물류 분야 활용

- Multi-GNSS 기술을 통해 정확한 위치 정보가 필요한 자율주행차 상용화 및 드론을 활용한 물류 분야 등의 활성화에 기여

○ 보정신호 변환과 선택적 적용을 통한 메시지 최적화 기술 활용

- 보정신호 변환과 전송 매체에 따른 최적화 기술은 향후 한국형위성항법시스템을 통한 보정신호 생성과 서비스 기술 개발에 기여

○ 실내 측위 기술을 통한 대규모 실내공간 내에서의 사람, 드론 및 로봇 등의 위치 결정, 실시간 모니터링 및 실내 항법 분야 활용

- 실내에서 운영되는 드론 및 로봇 등 실내 무인 이동체의 정밀 위치 결정이 가능해짐에 따라 관련 기술 및 서비스 개발 활성화에 기여
- 대규모 복합 쇼핑몰 및 지하 공간 등 GNSS 신호 수신 불가 지역에서의 위치 결정 및 항법 기능 제공을 통한 안전 및 생활 편익 증진

○ 실내외 끊김 없는 위치 정보를 활용한 실내 매핑 및 위치기반서비스 분야 활용

- 실내외 끊김 없는 위치 정보를 활용한 실내 맵핑 분야 적용 및 실내외의 공간적 연계를 통한 AR/VR 등의 콘텐츠* 개발 및 상업용 위치기반서비스 활성화

  * 콘텐츠 : AR/VR 기술을 적용한 게임 및 상업용 광고 등을 포함한 위치기반으로 서비스되는 상품

○ 고속·정밀 랜드마크 탐색기술의 개발을 통한 이동체 유도 원천기술 활용

- 영상 랜드마크 DB의 구축이 가능한 분야 및 실시간으로 영상 내 특징 물체를 탐지하는 기술에 적용 가능한 원천기술의 개발로 영상센서를 사용하는 각종분야에 활용
- MMS 영상, 위성항공영상, 무인항공기 영상 및 자율주행차 등에 적용을 통한 도로 교통 분야에서의 직접적인 활용
- 우주비행체간의 랑데부/도킹에 필수적인 기술
- 국방 분야에 사용되는 비행체등의 정밀유도에 활용

○ 영상센서 정밀 측위의 활용

- 전방 피사체와 두 센서간의 기하학적인 관계를 복원하는 센서모델링 기술
- 이동로봇의 위치인식 및 매핑, 각종 비전기반 탐사 등에 활용
- 영상을 이용한 3차원 모델의 활용
- 일반적인 도심지 환경에서의 영상처리를 이용하여 자동화된 방식의 GNSS 보정을 통한 복합기술 선점

(2) 사회경제적 측면

○ 위치정보 활용 패러다임의 혁신적 전환

- 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발을 통해 모바일만으로 30cm 위치정보를 확보할 수 있게 되면 이는 일반사용자들을 대상으로 정밀측위 서비스를 확대할 수 있게 되기 때문에 위치정보 활용의 패러다임을 바꿀 혁신적인 전환점이 될 수 있을 것으로 기대됨
- 모바일을 소지하고 있는 모든 사용자들이 30cm 이내 정확도의 위치정보를 활용할 수 있게 되면 이를 활용한 다양한 미래형 위치기반서비스 , 재난/재해/긴급구조 등의 공공서비스, 또한 자율주행, 로봇 등 첨단 4차 산업혁명 시대의 핵심기술 등에 필수 정보로 활용하여 다양한 분야의 서비스를 창출하고 기술 발전을 앞당길 수 있음

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발을 통해 모바일만으로 30cm 위치정보를 확보할 수 있게 되면 이는 위치정보 활용의 패러다임을 바꿀 혁신적인 전환점이 될 수 있을 것으로 기대됨

○ 다중신호 융합측위를 통한 Location Intelligence의 가속으로 인한 미래형 위치서비스 산업에 기여

- 융합측위의 오픈생태계 구축으로 일상 상황 및 응급/재난 상황 대응 서비스 산업에 기여
- 실내외 경계영역은 물론 터널 및 지하공간에서의 끊김없는 위치정보 제공으로 다양한 분야의 서비스 확대가 가능할 것으로 기대
- 서버측 측위(server-side positioning, central positioning)기반의 다양한 위치기반 관제서비스 제공 가능
  - 건설 및 제조 현장의 실시간 사용자수 파악으로 생산 효율 증대 및 위기 관리 증대
  - 재난/응급 지역내의 실시간 사용자수 및 이동 동선 파악으로 대응 효율 증대
  - 스마트 모빌리티 및 스마트이동체(자율차, 드론 등) 산업에 위치제어 및 모니터링 관련 서비스 기대
  - 디바이스 레벨의 측위 기술로 인한 차세대 IoT서비스 확대 기대

○ GNSS 및 영상 센서를 기반으로 하는 다양한 분야에서 폭넓게 사용될 수 있는 필수 원천기술 확보

- 컴퓨터 비전 기술과 사진측량 기술의 융합을 통한 기술 분야 간의 교류 확대 및 산학연계를 통한 기술적 새로운 페러다임 제시 기대
- 도로교통분야, 로봇산업분야, 국방분야, 생활가정분야에 적용가능한 원천 기술과 같은 다양한 응용분야의 산업시장에서 기술선점 기대

3. (핵심기술 1-2) 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신

3.1 기본 개념 및 범위

(1) 기본 개념

□ 위성, 항공기, 드론, 자율차, 휴대용기기 등에서 수집되는 다양한 공간 데이터를 활용하여 서비스 맞춤형으로 신속하게 자동으로 국토변화를 인식하고 공간정보를 갱신

□ 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 기 구축 공간데이터, 다차원/다시점/다종 공간데이터, 정확도/타입이 다른 크라우드 소싱 빅데이터들의 효과적인 연계를 위한 개방형 데이터 모델 개발 및 저장, 효과적인 관리를 제공

○ 국내외 지리정보 품질 표준에 따른 다종 시계열 공간데이터 오류분석 기반 품질검증을 통한 데이터 신뢰성 확보 및 품질 향상을 위한 전처리

○ 다종 시계열 데이터간의 정밀 통합을 위해 상호 자동매칭 기술 기반 데이터 정합 및 상대적/공간적 오류 분석/수정

□ 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종 센서/플랫폼(위성/항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등)으로 수집되는 공간 데이터를 활용하여 광역, 도심 객체를 대상으로 서비스 맞춤형 공간정보를 고속으로 자동 변화탐지하고 모니터링

○ 미래 모빌리티(자율차)의 안전운항을 위하여, 도로 상에 발생하는 교통상황 변화(사고 등)와 도로시설 변화(도로파손 등), 기상 변화정보 등 다양한 공간정보를 준 실시간으로 수집하여 분석

○ 저고도 공중 이동체의 안전운행과 공중 물류 및 재난재해 분야 기술 개발의 선제적 대응을 위하여 기상, 환경 등의 공중 동적 공간정보를 실시간으로 관측·수집하고 분석·예측·제공

□ 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 연접공간에 대하여 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간데이터를 구축하고 갱신

○ 이를 위해 3차원 점군, 메쉬, texture, 정사영상 데이터를 연접공간에서 신속/효율적으로 생성하고 자동 갱신하게 되며, 이를 바탕으로 공간정보 객체의 모델링, semantic/topological mapping을 구현

○ 활용도를 최대화하기 위해 스케일 또는 응용분야에 따라 LoD간 객체 기하 모델/semantic/topological 정보를 동적으로 변환시키고, 더불어 GIS 모델과 BIM/CAD 모델간의 변환, 융합 및 가시화 구현



[그림 7-16] 고속 자동 맞춤형 디지털 가상국토 변화인식과 갱신 구성 개념도

(2) 기술 범위

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 주요 이종센서들이 부착된 위성영상(영상), 드론(영상/열화상/라이다), 스마트폰(영상), CCTV(영상비디오), MMS/자율주행차(영상/라이다)로부터 수집된 N차원/다시점/다종 공간데이터들의 효과적인 연계/변환/관리를 위한 미래 개방형 데이터 모델 개발 및 저장/관리

○ 국내외 지리정보 품질표준을 구성하는 주요 품질요소인 완결성, 논리일관성, 위치정확성, 주제정확성 등을 기반으로 다종 공간정보 데이터들의 품질검증을 수행하고 메타데이터들의 신뢰성확보 및 향상을 위한 처리기술임. 품질검증시 요구되는 통계/분석 및 가시화 기술이 포함

○ 정확도 및 타입이 다른 공간데이터, 기 구축 및 새로 취득된 공간데이터, 시계열로 취득된 공간데이터들 간의 중첩 및 상대적 위치관계 기반 인접 다종 공간데이터 중첩기술임. 공간데이터들간의 중첩을 위한 매칭기술, 다차원(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D)들 간의 융합시 발생하는 상대적/공간적 오류분석 및 오류 최소화 기술도 포함

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 지상 정적 공간정보의 변화인식을 위하여 첫째, 고해상도 위성등을 활용한 광역 공간정보 변화인식 기술, 둘째, 드론 자율차 등 저고도나 지상 수준에서 운용되는 커넥티드 이동형 플랫폼을 활용한 도심 고밀도 지역에 대한 공간정보 변화인식 기술, 그리고 크라우드 소싱 데이터를 통한 건물, 도로, 시설물 등에 대한 정밀 변화인식

○ 지상 동적 공간정보 상시관측 무빙 플랫폼을 개발하고, 상시관측 무빙플랫폼/일시관측 무빙 플랫폼/고정형 센서를 융합하여 지상의 교통/도로/기상 등 동적(일시적인) 공간정보의 변화를 준 실시간으로 인식하고 가시화 하여 제공

○ 공중 동적 공간정보(풍향, 풍속, 난기류, 강우, 미세먼지 등)의 변화정보를 인식하기 위한 플랫폼을 개발하고, 공중 공간정보의 변화에 따른 의미추론 및 예측판단 기술, 공중 동적 공간 빅데이터의 수집/저장 및 분석을 통한 정보제공

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 연속적인 공간에 대하여 높은 정밀도와 높은 점밀도를 가지면서, 공간의 불연속성을 최소화하는 3차원 공간데이터를 자동으로 구축하고 갱신

○ 3차원 공간 데이터의 품질을 보장하기 위한 기술과 이를 바탕으로 생성된 데이터를 바탕으로 공간정보 객체를 모델링하고, semantic/topological 정보를 부여

○ 이에 대한 활용도를 최대화하기 위해 생성된 각종 기하, 속성, 위상 정보를 스케일 또는 응용분야의 수준에 따라 LoD간 동적으로 변환시키고, 더불어 GIS/BIM/CAD 모델간의 변환, 융합 및 가시화를 제공

3.2 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

□ 드론과 자율주행차와 같은 무빙 플랫폼에 잠재적으로 장착되는 다종센서(Visual/IR 카메라 및 라이다 등)로부터의 수집 및 데이터 품질 향상을 포함하는 고도화된 전처리 기술 개발이 필수적으로 요구

○ 기존 2D/3D 수치지도, 지적도, 지형도, 위성영상, 항공사진, DEM 공간정보 등과 같은 대규모 정형/반정형 공간 데이터들 간의 신속한 연계 및 정밀 디지털 인프라 구축을 위한 크라우드 소싱 공간데이터들의 실시간 수집 및 데이터 품질 향상을 포함하는 고도화된 전처리 기술 개발이 필수적으로 요구되고 있음

○ 국토 공간정보의 최신성을 확보하기 위해 크라우드 소싱 기반 다종센서들로부터 취득된 공간데이터들을 활용하여 신속하게 고정밀 3차원 정보 구축 요구가 급격히 대두됨

○ 복잡도 및 다양성이 높은 다종 시계열 데이터들 간의 정밀 정합을 위한 registration 오류 최소화 기술 개발이 필요한 상황임

□ 미래 도로는 완전 자율차의 운행 시대에 돌입할 것으로 예상되며 다양한 센서를 활용하여 지상차량 주변의 변화정보를 실시간으로 인식하는 기술의 개발이 앞다투어 이루어지고 있는 중임

○ 근(近)미래도로에는 일반차와 첨단차(V2X, 자율주행 기능의 미래 모빌리티 차량) 공존하며 미래에는 첨단차에 의한 완전 자율운행 시대가 도래할 것임

○ 자율차의 안전운행을 위해서는 자체적으로 주변을 인지하고 자체적으로 대응하는 기술이 필요하며, 주변 인지를 위해서는 주로 차량 자체 센서를 이용하여 주변 정보를 신속히 인지하는 기술이 개발 중

□ 미래 저고도 공중에서는 UAV 및 플라잉 카 등을 이용하여 물류, 교통수단의 다양한 변화가 예고되고 있으며 공중 이동체 공급 증가에 따른 주행안전 문제가 대두되고 있음

○ 현 도로교통 수단의 포화 및 교통 혼잡에 따른 저고도 미래교통수단으로 공중 이동체 기술 개발이 부각되고 있으며 드론, 플라잉 카 등 공중 이동체를 활용한 재난재해 대응 기술 및 물류산업 활성화가 전망됨

○ 공중 이동체 수요와 공급의 증가로 인한 주행안전 문제 대두되고 있으며, 특히 악기상(강풍, 집중강수, 안개 등)과 돌발상황에서의 주행사고 위험도가 증가될 것으로 예상됨

□ 자동화된 모빌리티 시대의 도래에 따른 고품질의 공간정보에 대한 수요가 증가하고 있으며, 디지털 트윈 기술을 바탕으로 한 정확한 의사결정 지원 및 신뢰성 증대가 요구되고 있음

○ 다양한 모빌리티 응용분야 (자율주행차, 자율비행 드론, 로봇 택배 등)와 관련된 신산업의 폭발적 증가가 기대되고 있으며, 이에 고품질의 공간정보가 실시간으로 필요에 따라 생성 및 갱신되어야 함

○ 실제 현실의 다양한 현상 및 정보, 즉 각종 사회 현상, 자연현상, 사물 및 개인 정보를 바탕으로 신속하고 정확한 의사결정을 하도록 지원하는 디지털 트윈 기술이 발전하고 있으며, 이를 위해 다양한 레벨에서의 자연 및 도시 지형에 대한 주요 객체 모델과 속성 및 위상 정보 제공이 필수임

○ 의사결정은 건물 또는 지형 단독의 정보만을 바탕으로 하기보다 종합적인 정보를 바탕으로 이루어지므로, 건물 중심의 BIM/CAD 모델과 지형 중심의 GIS 모델의 융합에 대한 필요성 및 인식이 확대되고 있음

(2) 추진 필요성

□ 항공사진, 토털스테이션등 기존 장비를 활용한 수작업 공간정보 구축 방식은 실시간 갱신을 요구하는 지능공간 디지털 인프라 구축을 지원하기에 비용 및 인력적인 한계 상존하고 시간의 흐름에 따른 공간자료의 제작기준 변화 및 구축, 관리주체 변화 등으로 인한 공간데이터들의 시계열적 통합 및 변화 분석의 한계 존재

○ 항공측량을 비롯한 기존 공간정보 구축방식은 많은 시간과 비용을 수반하기 때문에 자율주행 분야 등 실시간 고정밀 공간정보의 최신성을 요구되는 분야를 대변하고 있지 못함

○ 다중 센서를 활용한 공간정보 구축을 위해서는 데이터 신뢰성확보를 위한 품질 검증 문제 및 크라우드 소싱 데이터 간의 연계를 위한 개방형 데이터 모델링, 실시간 분류 및 상호 변환 기술이 필요함

○ 영상자료 및 수치지도와 같은 2차원간의 시계열 융복합 기술은 일부 개발되어 왔으나, 크라우드 소싱 다중 센서로부터 국토/도시 공간의 변화양상을 보다 정밀하게 판단하기 위해 2차원/3차원, 3차원/3차원 공간정보데이터 간의 시계열적 정합 자동화 시스템이 필요함

□ **현재 첨단차는 자체 센서를 활용하여 주변의 공간정보 변화를 학습/인식하여 대응하고 있으며 차량 자체 센싱의 거리상의 한계를 극복하는 기술 개발을 통해 고속 첨단차의 대응능력을 향상시키는 것이 필요**

○ 근(近)미래도로에서 1분 이내의 주변정보는 첨단차량 자체기술로 대응(장애물/차선 등)하고 있음

○ 그러나 1~20분 전방 도로상황 변화정보(공사구간/사고 등 교통상황 변화, 도로파손/사면붕괴/안전시설 등 도로시설 변화, 비/눈/안개 등 기상변화)는 현재 기술로는 신속한 인지/판단/제공이 어려움

○ 차량 자체 센서 이외의 센싱 기술을 통해 상시적인 도로 전 구간에 대한 변화정보의 인식 및 제공이 필요

□ **기하급수적으로 늘어날 UAV, 플라잉카 등 미래 공중 이동체의 안전운항을 위해 다양한 기술의 개발이 필요하며 특히, 비행체의 안전을 담보하기 위한 공중 이동체 주변의 동적 공간정보(기상 등) 구축기술 개발이 필요**

○ 공중 이동체의 주행운행을 위하여 실시간으로 다변화하는 공중 공간정보의 관측 및 정보 제공이 반드시 수반되어야 함

○ 교통사고의 요인 중 25% 이상이 기상요인이며 UAV 안전은 기상환경의 영향이 훨씬 높다고 할 수 있어, 3차원 기상정보 구축이 반드시 필요함

○ 공중 이동체의 주행안전을 위하여 고정밀, 고정확도의 멀티-센서 기술 및 시스템 설계를 위한 높은 기술력이 요구됨

○ 공중 이동체 활용의 선제적 대응을 위해 공중 변화정보 실시간 관측·수집 기술, AI 기반의 분석에 따른 예측정보 제공이 필요

□ **디지털 국토정보를 활용하는 다양한 활용분야에 최적의 공간정보를 제공하기 위해 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 공간정보를 자동으로 생성 및 갱신하는 기술의 개발이 필요**

○ 항공측량을 비롯한 기존 공간정보 구축방식은 많은 시간과 비용을 수반하기 때문에 데이터의 최신성을 기반으로 하는 다양한 모빌리티 응용분야에 대응하기에 한계가 존재

○ 다양한 데이터 소스를 기반으로 고품질의 공간정보를 구축하기 위해서는 데이터 신뢰성 보장을 위한 기술과 정밀 공간정보 자동 구축 기술의 국산화 필수

□ **정확한 의사결정을 지원하기 위해서는 다양한 레벨에서 도시 및 지형에 대한 주요 객체 및 정보를 자동으로 생성 및 변환하는 기술의 개발이 필요**

○ 재난/재해, 물류, 건설, 드론, 등 다양한 분야에서 공간정보를 활용하기 위해서는 기하 모델을 넘어서 객체의 속성 정보 및 위상관계를 자동으로 추출 및 연계할 기술의 개발이 반드시 필요

- 상이한 레벨의 기하 모델 및 속성이 필요한 활용분야들이 존재하며, 이에 객체의 기하 모델링 및 속성 레벨을 달리하여 경량화하는 기술의 필요성이 대두됨

3.3 현황 및 개선방안

(1) 현황 및 문제점

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 실시간 수집된 N차원/다종 공간정보 빅데이터들의 융합 및 분석/갱신 등의 고도화를 통한 활용 가능성이 매우 높으나 다종 데이터 간의 데이터 모델이 상이하고 통합적 관리, 실시간 분류, 상호 변환 등 기술적 안정성을 보여주지 못하고 있음

- 민간/공공분야의 대규모 건설사업/도시계획 등 다양한 분야에 드론과 같은 새로운 센서를 적용하여 정밀 공간정보를 표현하고 활용하고자 하는 수요가 급증하고 있음. 이로 인한 데이터 획득 기술의 발달과 더불어 공간정보 고도화를 위한 기 구축된 데이터 및 N차원/다종 공간데이터 간의 연계/변환/관리를 위한 기술의 접목과 사용에 어려움이 있음

○ 기 제작된 기본 공간 데이터(항공사진 수치지도등)들은 국내외 지리정보 품질표준에 따른 검증이 진행되어 왔으나, 새롭게 추가되는 다종 센서 크라우드소싱 공간정보 데이터들은 인프라/가상객체/서비스가 유기적으로 결합하는 디지털 가상국토에 활용되기 위한 데이터 품질검증 및 향상 기술이 미흡한 상황

- 항공 영상 및 LiDAR 촬영 등 전통적인 방법으로 수집되는 공간정보 데이터들에 대한 품질검증은 제한된 환경 및 응용소프트웨어 내에서 수행되어 왔기 때문에 드론/스마트폰/자율주행차 등과 같은 대중적인 환경을 고려한 크라우드소싱 공간정보 데이터들에 대한 본격적인 품질검증은 이루어지지 못함

○ 현재 위치참조기반 2D 위주 공간 데이터 정합 기술 개발이 진행되어 왔으나 3D 공간정보를 이용한 2D/3D, 3D/3D간의 자동 융합기술은 미흡한 상황

- 제한된 센서들로부터 취득된 특정 공간 데이터를 사용하여 광범위한 국토공간의 음영/차폐 영역을 보상하여 실감형의 3차원 모델생성을 구축하는데 한계가 있음
- 2D/3D 다종 데이터들의 시계열적 정합(registration)에 있어 인공지능과 결합하여 고도화하고자 하는 시도는 현재까지 연구소나 학회 등에서 주도하고 있는 상황이며, 향후 이러한 기술들을 실용화할 수 있는 솔루션 개발이 반드시 필요함

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 공간정보 변화탐지 및 모니터링 기술의 한계

- 기존에 위성 영상, 항공 영상 등을 활용하여 넓은 영역에 대한 공간정보 변화를 탐지하여 갱신에 활용하였는데, 실시간성, 자동화 수준과 정확도가 떨어져서 실용적인 활용에 한계가 있음
- 1:1000 수치지도 등 대축척 공간정보의 갱신을 위해 기존 공간정보와 비교해서 변화 지역과 객체를 파악해야함. 기존 변화인식 기술의 성능 한계로 대축척 공간정보 구축/갱신 효율성이 저하됨

- 서울시 등 주요 지자체에서 일정한 주기로 항공 영상을 취득하여 도시의 변화를 모니터링/기록하는데, 사람의 육안을 기반으로 수동으로 수행하기 때문에 정확도가 떨어지고 비용이 많이 소모됨
- 도심재생지역, 시설물, 문화재 등 특별한 점검과 유지관리가 필요한 대상이나 영역에 대한 정밀하고 빈번한 모니터링과 변화탐지가 필요한데 데이터 수집/처리 비용의 한계로 충실히 수행하지 못함
- 활용목적, 대상영역과 객체에 맞춤형으로 요구되는 시공간적 정밀도, 정확도, 자동화 수준, 실시간성, 비용 등 품질과 특성을 만족시키는 효율적인 변화탐지 기술이 부족함
- 공간정보 구축/갱신, 불법 건축물 등 예방/탐지/단속, 녹지나 하천 변화/오염 감시, 시설물/문화재 유지관리, 도심 재생 지역 안전/변화 모니터링 등 다양한 목적으로 다양한 대상/객체에 대해 적용 가능한 변화탐지/모니터링 공통 기술과 맞춤형 특화 기술이 필요함
- 향후 위성/이동체/통신 기술 발전에 따라 실현되는 위성, 항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등 다양한 커넥티드 플랫폼/디바이스에서 수집되는 데이터를 기반으로 다양한 목적/수준의 국토 변화 탐지에 적용할 수 있는 기술이 부재함
- 우주에는 많은 위성이 망을 구성하여 지표면 모든 곳의 고해상도 비디오를 실시간으로 전송하고, 하늘에는 많은 드론들이 감시, 배송이나 운송 등의 다양한 목적으로 날아다니고, 지상에는 도로나 골목에 많은 자율자동차들이 돌아다니며, 실내외에 위치한 많은 사람들이 스마트폰 등 개인형 디바이스를 활용하게 됨
- 이러한 다양한 종류의 다양한 센서를 탑재한 플랫폼/디바이스가 5G, 6G 등 통신 기술을 발전으로 힘입어 연결되어, 수집되고 있는 다양한 대용량 데이터를 실시간으로 전송하는데, 이러한 커넥티드 플랫폼/디바이스 데이터를 활용하는 국토 변화탐지/모니터링 기술을 준비해야 함.

○ 지상 동적 공간정보 관측 및 인식의 한계

- 현재 전방 지상 동적 도로상황 변화정보의 제공 정밀도는 구간 단위로 제공되고 있으며, 구간은 작게는 30m, 크게는 10km 정도로써 미래 모빌리티(첨단차)의 세밀하고 실질적인 대응에 한계가 존재함
- 현재 전방 지상 동적 도로상황 변화정보의 제공 속도를 살펴보면, 교통상황 변화정보(사고 등)와 도로시설 변화(도로파손 등)는 사용자의 신고에 의해 제공되므로 이벤트 발생 후 어느 정도 후에 제공된다고 특정하기 어려우나 짧게는 수십 분에서 길게는 수 시간이 걸릴 수도 있음

○ 공중 동적 공간정보 관측 및 인식 기술의 한계

- 5,000피트(1,500미터) 이하의 저고도에서 운항하는 공중 이동체는 지상 가까이에서 나타나는 각종 기상현상의 영향을 받게 되므로 항공운항에 필요한 기상정보를 더욱 필요로 함
- 그러나, 기존 장비는 대부분 지상에 고정되어 관측하므로 인간활동에 영향을 미치는 대기경계층(0~2 km) 내의 기상현상 관측자료는 부족함

- 지상에 설치된 기상관측장비는 종관기상관측장비(ASOS)가 96개, 자동기상관측장비(AWS)가 494개 등 전국에 총 594개가 설치되어 있음. 이는 1개의 장비별로 평균 14km의 관측 조밀도로 공중 변화 공간정보 관측의 음영 발생 및 한계 존재
- 또한 기상관측장비의 수집정보는 1분 간격으로, 실시간적 변화를 반영하지 못하고 있음

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 크라우드 소싱 공간정보 데이터만으로 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간 정보 구축 및 갱신의 한계

- 수집된 크라우드 소싱 공간정보 데이터만을 활용하여 공간적 완결성을 갖춘 3차원 공간 데이터를 구축 및 갱신하기에는 한계가 존재함
- 크라우드 소싱 또는 각 지자체에서 구축된 데이터는 각 응용분야별, 각 특정 지역별로 구축될 가능성이 높아, 실내, 지상, 지하의 모든 지역을 커버하기에는 미흡할 것임. 데이터의 공간적 완결성에 심각한 문제가 있을 가능성이 높음
- 역으로 현재 국토지리정보원에서 주기적으로 대한민국 전역을 항공 촬영하여 변화지역을 탐지하고 갱신하는 방법은 효율성 증대 및 경제성 향상에 대한 고려가 필요
- 수집된 고정밀/고밀도의 3차원 점군, 메쉬, texture, 정사영상 데이터를 생성하기에 국내 기술개발 수준이 미흡한 부분이 있으며, 연접공간을 끊어짐 없이 하나의 좌표계로 정밀하게 정합하기 위한 기술은 상당히 높은 수준의 기술을 요함

○ 공간정보 객체의 자동 인식, 추출 및 모델링 기술의 한계

- 공간정보의 주요 객체를 자동으로 인식, 추출 및 모델링하는 기술은 세계적으로 상당한 기간 연구를 해오고 있지만, 자동화 및 정확도 측면에서 높지 않은 상황
- 공간정보 객체를 자동으로 추출하기 위하여, Rule 기반의 연구가 수십 년에 걸쳐 진행되어 왔으나, 자동화 및 정확도 측면에서 아직 부족한 상황임. 정확도를 보장하기 위해 국내에서는 반자동의 객체 추출 및 모델링 기법을 선호하여 왔음
- 선진국을 중심으로 각종 데이터를 융합하여, 최고 LoD 수준의 객체를 자동으로 매핑 지속 시도
- 단순 객체 추출 수준을 넘어서, 객체의 semantic 정보와 객체간의 topological 정보를 추출하고자 하는 시도가 최근에 이루어지고 있으나, 선진국에서도 아직은 초보적인 단계

○ 활용분야 및 스케일의 변화에 따른 공간정보의 동적 변환 기술의 한계

- 활용분야 및 스케일의 변화에 따라 적합한 수준의 LoD에 맞게 객체 기하 모델 및 정보를 연계 및 동적으로 자동 변환시키는 기술이 필수적인 상황
- 공간정보 모델 활용분야의 특성에 맞도록 모델의 복잡성 수준을 동적으로 변환시켜 최적의 LoD를 활용할 필요성이 높으나, 이러한 동적 변환 기술은 선진국에서도 아직 초보적인 단계로 파악됨

- BIM/CAD와 GIS 모델을 융합하여 그 범위를 실내외에서 지형까지 확장하려는 시도가 선진국 및 국내에서도 진행되고 있으나, 상당한 난이도와 이슈가 존재함
- 더불어 동적인 LoD 수준에 따라 BIM/CAD와 GIS간 최적의 변환, 융합 및 가시화는 필요성이 높으나, 선진국에서도 부재한 기술로 파악됨

(2) 개선방안

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 기 구축된 데이터, 새로운 N차원/다시점/다종 및 정확도/타입이 다른 크라우드 소싱 공간정보데이터들의 효과적인 연계를 위한 미래 개방형 데이터 모델 개발 및 상호변환
- 시간의 흐름에 따른 공간정보 제작 기준변화 및 구축/관리 주체의 변화등에 따른 연계/통합의 어려움을 보완하고 N차원/다종 크라우드 소싱 공간데이터들을 수용하기 위한 개방적이고 표준화된 방식의 미래형 데이터 모델링 및 변환 기술 개발
- 주요 다종 센서들(인공위성-영상, 드론-영상/열화상/라이다, CCTV-영상비디오, MMS/자율주행차-영상/라이다)로부터 취득된 비정형 공간 데이터들의 시점기반/공간기반/기타 속성기반 자동분류가 가능하고 타입/포멧/위치/정밀도 등을 고려한 연계/상호변환을 통한 상호운용성을 확보하여 메타데이터 조회 및 효율적인 관리가 가능

○ 다종 공간 데이터의 국내외 지리정보 품질표준 기반 신뢰성 확보 및 향상을 위한 품질검증 기술 개발
- 크라우드 소싱 공간 데이터는 그 양이 방대하고 특정시간과 장소에 제약없이 지속적으로 수집되므로 수집 데이터들의 품질검증(QA/QC) 자동화를 수행하여 인공지능 기반 데이터 활용 및 서비스 활성화를 가능케 하는 기술
- 수집된 공간 데이터들의 품질검증 결과들의 오류통계/상관관계 분석 및 가시화 기술을 통한 공간 데이터 품질 확보/향상을 위한 기술 개발

○ 광범위한 국토공간의 음영지역을 최소화하고 시계열적 분석기반 다종 공간 데이터들이 절대공간좌표를 기준정보로 통합되기 위한 정합 기술 개발
- 국토 공간의 음영/차폐 영역 최소화 하여 실감형 공간정보를 생성하고 통합된 절대 공간좌표를 기준으로 시계열적 국토 공간의 변화양상을 보다 정밀하게 파악 분석할 수 있는 인공지능 기술기반 다차원(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D) 공간 데이터들의 정합(registration)기술 개발
- 기관별/시계열적으로 구축된 인접 다종 고정밀 공간 데이터들의 융합시 발생하는 상대적/공간적 오류분석 및 정합데이터 기하학적 오류 최소화 기술 개발

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종 센서/플랫폼 데이터를 활용한 변화인식 기술 개발

- 위성/항공기, 드론/차량, 휴대용기기 등으로 수집되는 센서 데이터를 활용하여 국토의 변화를 실시간 자동으로 탐지하는 공통 기술 개발
- 다종 센서/플랫폼 기반 변화탐지 공통 기술을 바탕으로 위성/항공기 기반 광역 변화탐지 시스템, 드론/차량 기반 도심 변화탐지 시스템, 휴대용 기기 기반 정밀 모니터링 시스템 구축하고 실증

○ 정밀 지상 동적 공간정보의 상시 준 실시간 관측기술 개발

- 미래 모빌리티(첨단차)의 세밀한 대응을 위해, 정밀도 측면에서 전방 지상 동적 도로상황 변화정보의 변화를 섹터(예: 주행방향 길이 5m이하, 노선 별)별로 정밀하게 관측하는 기술의 개발
- 미래 모빌리티(첨단차)의 신속한 대응을 위해, 처리 속도 측면에서 전방 지상 동적 도로상황 정보의 변화를 측정 후 준 실시간 인지할 수 있는 기술의 개발

○ 무빙 플랫폼 기반 광역 공중 동적 공간정보 관측 기술 개발

- 지상의 모빌리티(자동차)를 위해 지상의 부착된 센서를 이용하여 지상 공간정보를 구축하듯이, 공중의 경우도 공중 미래 모빌리티(드론, 플라잉카)를 위한 공중 동적 공간정보 관측 기술을 개발
- 지상보다 물리적 관측 범위가 넓어짐에 따라 넓은 범위를 신속하게 관측 할 수 있는 공중 공간정보 관측용 센서 장착 무빙 플랫폼 제작기술을 개발

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간정보를 구축 및 갱신하는 기술 개발

- 기 구축된 데이터, 크라우드 소싱 공간데이터만으로는 공간적 완결성, 고정밀/고밀도의 3차원 공간정보를 구축하는데 문제가 있을 소지가 매우 높아, 정밀한 System Quality Assurance(무타겟/현장기반 이종 센서 정밀 셀프 및 시스템 캘리브레이션)를 바탕으로 한 센서들을 장착하고, 이를 기반으로 추가적인 데이터를 구축하여, 공간정보의 품질과 완결성을 높이는 기술 개발
- 높은 정확도와 해상도를 갖는 3차원 점군, 메쉬, texture, 정사영상을 포함하는 공간 데이터를 지상, 지하, 실내에서 seamless하게 자동적으로 구축하는 기술을 개발하고, 인공지능 기술 등을 활용하여 신속하고 비용 효율적으로 자동 갱신하는 기술 개발

○ 공간정보의 주요 객체 및 정보를 자동으로 인식, 추출 및 모델링하는 기술 개발

- 수십년에 걸쳐 진행되어온 Rule 기반의 객체 자동 추출 기법과 급속도로 발전하고 있는 인공지능 기술을 조합하여, 최적의 객체 자동 매핑 기술 개발
- 이종 데이터를 융합하여 최고 LoD 수준의 객체를 자동으로 모델링하는 기술 개발

- 인공지능을 기반으로 실내외에서 semantic(도로, 연석, 차선, 벽면, 지붕, 바닥 등등) 및 상호 위상 관계를 보여주는 topological 정보를 추출하는 기술 개발

○ Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환 기술 및 GIS/BIM/CAD 모델 융합 기술 개발

- 추출된 최고 LoD 수준의 객체정보를 기반으로 공간정보 활용분야의 특성 및 스케일 변화에 맞도록 객체의 모델 및 정보를 연계 및 동적으로 변환시켜 활용성을 높이고 경량화하는 기술 개발
- 지형 및 실외 중심의 GIS 모델과 실내 중심의 BIM/CAD 모델을 동적인 LoD 수준에 따라 변환, 융합 및 가시화하는 기술 개발

〈표 7-16〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신(As-is To-be)

AS-IS	TO-BE
▸ 1-2-1 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상 - 전통적인 공간 데이터 취득방법 기반 고비용 연단위 구축으로 인한 실감형 3차원 모델생성의 한계가 발생하고 N차원/다시점/다종 공간정보 데이터들 간의 연계, 변환 및 통합적관리을 위한 기술적 안정성 부족 - 다종센서 공간데이터들의 인프라/가상객체/서비스가 유기적으로 결합하는 디지털인프라 구축에 활용되기위한 데이터 품질관리 기술이 미흡한 상황 - 제한된 응용소프트웨어 기반 수작업을 통한 데이터 정합 및 오류 수정등 전처리 작업시 요구되는 공간정보 정밀도 및 신뢰성 확보를 위한 고비용, 저효율의 한계	▸ 1-2-1 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상 - 크라우드 소싱 다중센서 활용으로 저비용 일 단위 공간데이터 구축을 통한 공간정보의 최신성을 확보하고 이를 수용하기위한 개방적 표준화된 방식의 미래형 데이터모델링 및 변환 기술 제공 - 크라우드 소싱 공간 데이터들의 품질검증(QA/QC) 자동화 수행하여 공간정보들 간의 오류 및 상관관계 분석를 통한 데이터 품질확보 및 향상 기술 제공 - 대중적 환경을 고려한 복잡도 및 다양성이 높은 대규모 크라우드 소싱 N차원/다시점/다종 공간정보 데이터들이 공간빅데이터 서비스 플랫폼에 구축되어 인공지능기반 품질검증, 오류분석/수정등 전처리기술을 통한 공간정보 신뢰성 확보 및 공간객체 상호인식/매칭을 통한 공간정보 자동융합
▸ 1-2-2 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 - 넓은 대상 영역에 대한 위성/항공 데이터 기반 수동 변화탐지 (자동화 수준 미흡, 시공간 정밀도 부족, 실시간성/현행성 부족, 고비용/저효율) - 구간(30m~10km, 노선구별 없음) 별 전방 교통/시설/기상변화의 5~10분 후 제공 - 지상관측시스템을 활용한 기상정보 관측, 제공 (설치된 높이까지만 관측, 낮은 해상도)	▸ 1-2-2 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 - 광역/도심/객체 대상 활용 맞춤형으로 위성, 항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등 커넥티드 이동형 플랫폼/디바이스 데이터를 활용하여 자동 변화탐지 및 모니터링 - 섹터(주행방향 5m, 노선) 별 전방 교통/시설/기상변화의 준 실시간 제공 - 무빙 플랫폼을 활용한 실시간 공중 공간정보 관측 및 정보제공 (관측 정확도 90% 이상)

AS-IS	TO-BE
▸ 1-2-3 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 - 전통적인 공간정보 데이터를 기반으로 한 3차원 공간정보 구축 - 전국토 단위의 항공사진 촬영을 통한 2년 주기의 국토변화 탐지 및 갱신 - 반자동 또는 수동의 객체 추출 및 모델링 수행/semantic 및 topological 정보 부재 - LoD간 객체 정보 동적 변환 기술 국내 부재 및 해외 초보적 단계 - LoD에 따른 GIS/BIM 모델 변환, 융합, 가시화 기술 국내외 부재	▸ 1-2-3 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 - 각종 크라우드소싱 데이터를 통한 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간정보 구축기술 국산화 - 신속/효율/국지적으로 공간정보 자동 갱신 - 자동화된 최고 LoD 수준의 객체 자동 모델링/semantic 및 topological 정보 구축 선도 - LoD간 객체 정보 연계 및 동적 변환 기술 선도로 공간정보 활용성 및 경량화 증대 - LoD 수준에 따른 GIS/BIM/CAD 모델 변환, 융합, 가시화 기술 선도



[그림 7-17] (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상



[그림 7-18] (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 개발



[그림 7-19] (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

3.4 기술개발 개요

(1) 기술개발 정의

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 공간정보의 최신성을 확보하기 위해 다중 센서들로부터 크라우드 소싱 공간데이터 수집 및 저장/관리를 위한 전처리

- 다종 공간데이터들의 효과적인 연계/변환/관리를 위한 개방형 데이터 모델 기반 실시간 분류 및 상호 변환하는 기술

○ 복잡도 및 다양성이 높은 다종 공간정보 데이터들의 품질 검증 및 향상

- 다종 공간정보데이터 품질분석 및 가시화 기술 기반 데이터 품질 검증을 수행할수 있는 기술
- 메타데이터들의 신뢰성확보 및 품질 향상을 위한 전처리 기술

○ N차원/다시점/다종 시계열 공간정보 데이터들 간의 기하학적 중첩을 위한 정합

- 시계열 다차원(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D) 공간데이터, 정확도/타입이 다른 공간데이터들 간의 중첩을 위한 정합
- 다종 공간데이터들간 정합시 발생하는 상대적/공간적 도메인 상의 기하학적 정합오류 분석 및 수정을 위한 기술

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종 센서/플랫폼을 기반으로 광역/도심/시설물에 대한 변화를 탐지하고 모니터링 하는 기술

- 고해상도 위성이나 항공 센서 데이터를 활용하여 국토 전체 등 넓은 지역에 대한 공간정보 변화를 자동으로 인식하는 기술
- 드론, 자율차 등 저고도나 거리 수준에서 운용되는 다수의 커넥티드 이동형 플랫폼으로부터 수집되는 센서 데이터를 활용하여 도심 등 고밀도 지역에 대한 공간정보 변화를 자동으로 인식하는 기술
- 스마트폰, 스마트 글래스 등 휴대용 근접 센서들로부터 크라우드 소싱된 데이터를 활용하여 건물, 도로, 시설물 등 주요 객체에 대한 정밀한 변화를 자동으로 인식하는 기술

○ 지상의 동적 공간정보(도로/교통/기상 등)의 변화를 준 실시간 고속으로 인식하는 기술

- 지상의 공간정보 중 시간에 따라 변화하는 도로/교통/기상 정보를 구축하고 그 변화를 자동으로 인식하는 기술
- 시간에 따라 변화하는 도로상황 변화는 도로파손, 사면 붕괴, 안전시설 변화 등이며, 교통상황 변화는 공사구간, 교통사고 등으로 자율주행차의 안전운항을 위해 사용
- 해당 변화정보를 무빙 플랫폼(드론, 자율주행차 등)과 기존 센서(CCTV 등)를 이용하여 준 실시간, 자동, 고속으로 구축하고 변화를 인식하는 기술

○ 공중 동적 공간정보(기상변화 등)의 변화를 준 실시간 고속으로 인식하는 기술

- 미래 모빌리티의 변화(드론 딜리버리, 플라잉 카)를 대비하여 시시각각 변화하는 저고도 공중 공간정보의 변화를 자동으로 인식하는 기술
- 공중의 공간정보로는 바람, 미세먼지 등이며 유무인 비행체 전용도로를 중심으로 저가의 무빙 플랫폼을 개발하여 주기적으로 정보를 구축하고 그 변화를 자동으로 인식하는 기술

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 다양한 소스 기반의 데이터를 활용하여 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간정보를 구축하고, 신속/효율/국지적으로 자동 갱신하는 기술

- 고정밀 3차원 공간 데이터 구축을 위해 데이터 취득시 품질을 보장(QA)할 수 있는 기술
- 지상, 지하, 실내를 아우르는 연접공간에서 공간 데이터를 신속/효율/국지적으로 자동 갱신하는 기술

○ 공간정보 주요 객체의 기하 모델, 속성, 위상 정보를 자동으로 인식, 추출 및 모델링하는 기술

- 최고 LoD 수준으로 객체의 자동 인식/추출/모델링을 수행하고, 더불어 semantic/topological 정보를 자동으로 추출하여 mapping하는 기술

○ 활용분야 및 스케일 변화에 따라 객체의 모델 및 정보를 동적으로 변환시켜 활용성을 높이고 경량화하는 기술

- 각종 활용분야의 특성에 맞도록 mapping된 객체의 모델 및 속성/위상 정보를 LoD 수준에 따라 경량화 하여 그 활용성을 증대하는 기술
- 실내외의 연계를 위해 GIS 기반 모델과 BIM/CAD 기반 모델간의 변환, 융합 및 가시화를 LoD 수준에 따라 동적으로 수행하는 기술

(2) 기술개발 목표

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 다종 시계열 공간데이터 실시간 수집 및 저장/관리를 위한 전처리 기술 개발

- 미래 개방형 데이터 모델 포맷 개발
- 크라우드 소싱 공간정보데이터 실시간 분류 및 상호변환 기술 개발

○ 다종 시계열 공간데이터 오류분석을 통한 품질 향상 기술 개발

- 크라우드 소싱 공간정보데이터 품질 통계/분석 및 가시화 기반 품질 검증기술 개발
- 다종 공간데이터 품질 신뢰성 확보 및 향상 기술 개발

○ 다종 시계열 공간데이터 매칭 및 정합 기술 개발

- 시계열 다차원 공간데이터, 정확도/타입이 다른 공간데이터들 간의 정합 기술 개발
- 상대적/공간적 도메인상의 기하학적 정합오류 분석 및 수정 기술 개발

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종 플랫폼/센서 기반 공간정보 변화탐지/모니터링

- 다종 플랫폼/센서 데이터를 활용하여 공간정보를 고속으로 자동 변화탐지 API/플랫폼 개발

- 고해상도 위성 영상/비디오나 항공 센서 데이터를 활용하여 국토 전역 등 넓은 지역에 대한 공간정보 변화 자동 인식 시스템 개발
- 드론, 자율차 등 커넥티드 이동형 플랫폼으로부터 수집되는 센서 데이터를 활용하여 도심 등 고밀도 지역에 대한 공간정보 변화 자동 인식 시스템 개발
- 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서 데이터로부터 건물, 시설물, 문화재 등 주요 관심 객체에 대한 정밀 모니터링 시스템 개발

○ 지상 동적 공간정보의 다차원 변화인식
- 시변 공간정보(도로상황/교통상황/기상상황 등) 준 실시간 변화인식
- 시변 공간정보 상시관측 무빙 플랫폼 구축기술
- 상시/일시관측 무빙 플랫폼과 고정형 센서를 융합한 시변 공간정보 고속/자동 변화인식 기술
- 지상 동적 빅데이터의 최적 저장 및 분석 표준 데이터 모델 구축 및 변환/제공/가시화

○ 공중 동적 공간정보의 다차원 변화인식
- AI 분석을 통한 의미추론 기반 공중 공간정보 자동 변화인식
- 공중 공간정보 센싱 저가형 무빙 플랫폼 구축기술
- 지상 동적 빅데이터의 최적 저장 및 분석 표준 데이터 모델 구축 및 변환/제공/가시화

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신 기술
- 고정밀 3차원 공간 데이터 구축을 위한 System Quality Assurance SW 개발
- 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 점군, 메쉬, texture, 정사영상 데이터 생성 SW 개발
- 연접공간 공간정보 정밀 정합 SW 개발
- 공간정보의 신속/효율/국지적 갱신 SW 개발

○ 공간정보 객체 자동 매핑 기술
- 공간정보 객체 자동 인식, 추출, 모델링 SW 개발
- 공간정보 객체 sematic 및 topological mapping SW 개발

○ Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환 기술
- LoD간 객체 기하 모델/semantic/topological 정보 연계 및 동적 변환 SW 개발
- LoD별 GIS/BIM/CAD 모델간 변환, 융합 및 가시화 SW 개발
- 3차원 공간정보 자동 생성 및 동적 변환 기술 통합 플랫폼 연동 SW 개발

3.5 국내외 기술개발 동향

(1) 해외 동향

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

〈표 7-17〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상기술 관련 국외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
UAV 활용 디지털 인프라를 구축하여 지능 공간 내에서 다양한 안전점검을 수행할수 있는 기술 개발	미국	GeoDigital	FLoT system	• 장거리 UAV시스템을 이용하여 전력선 이상유무 정보 제공
	덴마크	EasyInspect	Inspection Cloud	• 다양한 UAV 데이터를 수집하여 인공지능 기반 안전점검 정보 제공

○ 초정밀 센서들(디지털 카메라, 모바일 라이다등)의 성능향상 및 저비용 생산이 본격적으로 이루어짐에 따라 대표적인 대중 플랫폼인 자동차 및 드론의 자율주행 기능 발전으로 이루어지고 인식/탐지 정확도 향상 및 대중화 기반이 마련되고 있음

- 미국연방항공국, FAA (Federal Aviation Administration)에 따르면, 2018년 기준 90만 드론 사용자가 등록되어 있고 등록된 드론(개인 취미용 제외)수는 125만대에 이르고, 매년 15% 증가세를 보이고 있음. 또한, 5G환경 기반 구글, 테슬라, 우버등 자율주행 기술개발의 선도그룹을 중심으로 자율주행 서비스 대중화가 가속될 예정이며, 이와 관련 빅테이터 마켓가치는 2025년 890억 달러로 증가할 것으로 예상됨
- 초소형/초고화질 광학 카메라(PhaseOne iXM-100, 100MP)가 상용화되어 드론 장착용으로 가격 경쟁력을 확보하였고, 라이다 장비도 360도 회전식에 비해 최근 고정형(solid state)라이다가 개발되어 단순화, 소형화 관점에서 용이성 증대됨(현재 수만달러에서 수년내 250달러까지 하락 전망)
- 크라우드 소싱 공간정보 데이터 수집부터 플랫폼을 통한 서비스까지 데이터 유통을 위한 다양한 에이터 모델링 기술이 개발되고 있으며 필요한 라이브러리의 프레임워크가 개발되고 있음. 미국의 경우 3차원 포맷 데이터 모델링 및 변환 핵심 기술을 보유하고 있으며, 표준영상포맷을 통한 처리 자동화율이 높아질 것으로 예상됨

○ 드론등 대중적인 플랫폼을 통해 취득되어지는 다량의 공간정보데이터들에 대한 품질검증 자동화 기술 수요가 증대하고 있음

- 세계적으로 시설물관리 플랫폼을 갖추고 있는 DroneDeploy(미국), EasyInspect(덴마크) 기업들은 3D 공간정보 매핑기술을 적용하기 적합하지 않은 영상데이터들을 업로드하는 것에 대해서 수동으로 알람을 미리 제공하고 있으며, 앞으로 인공지능 기술을 이용한 자동화된 데이터 품질을 평가하는 기술의 수요가 높아질 것으로 예상됨
- 공급자위주 단순 개방/공유를 위한 공간정보데이터에서 수요자 맞춤형 활용을 위한 품질 수준을 검증하고 신뢰성 확보하는 방향으로 나아가고 있음

○ 디지털트윈의 일종인 정밀지도 구현을 위해서는 다중센서 공간데이터들의 정합기술이 필수적이며, 정합 시 발생하는 상대적 / 공간적에 대한 자동 오류 수정 기술이 필요함

- 세계적인 기업들이 기술개발에 매진하고 있는 자율주행차의 상용화(25cm 측위 정확도가 요구됨)를 위해 초정밀 센서 데이터들과 구축된 정밀지도 비교가 정밀하게 수행되어야 하기 때문에 공간에 대한 센서 데이터들의 정합/융합은 필수적으로 요구됨

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

〈표 7-18〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 관련 국외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
무빙 플랫폼을 이용한 도로/교통상황 변화탐지	미국	벨로다인	옐로우 스캔 시스템	• UAV 장착 라이다 데이터를 활용, 도로정보 제공
	미국	4S mapper	Car-free street mapping	• MMS를 활용, 도로 변화 정보 제공

○ 교통상황 변화 검지/분석/제공 기술 동향

- 교통상황 변화 중 본 연구에서 집중하고 있는 교통사고, 공사구간 자동 탐지는 연구사례가 드물고, 주로 교통류의 흐름을 Drone, CCTV등을 이용하여 관측하는 연구가 주를 이룸
- Price(2018) 등은 C-밴드 인공위성 SAR(Synthetic Aperture Radar)영상 기반의 pre-screener 영상처리 기법을 통한 지진, 싱크홀, 산사태와 같은 도로 손상 지역을 탐지하는 연구를 수행
- F. Alexey(2019) 등은 지능형 도로 모니터링 시스템을 개발 연구를 수행하였으며, 레이더 계측장비를 통하여 생성된 기상정보를 활용하여 빅 데이터를 수집하고 처리하도록 설계하였음. 개발 시스템을 통하여 기상에 따른 교통사고 수를 예측



[그림 7-20] 도로 모니터링 및 교통사고 예측 시스템

○ 도로시설 변화 검지/분석/제공 동향

- 차량에 설치된 라이다(LiDAR)를 활용하여 도로 상황을 모니터링 하는 연구(Takagi 등, 2006)가 수행되어 왔지만, 비, 눈, 안개와 같은 악천후 기상에서는 활용하기 힘든 단점
- 미국의 벨로다인(Velodyne)은 무인항공기(UAV) 측량 시스템인 옐로우 스캔 서베이어를 이용하여 헝가리 북서부 지역 고속도로의 47킬로미터 구간 데이터를 정밀하고 상세한 지형 데이터로 효율적인 방법으로 수집하고, 5cm 정확도의 고해상도 도로정보를 제공(Velodyne LiDAR, Inc)
- Henry(2018) 등은 딥러닝 기법 중 FCNN(fully convolutional neural networks) 기반의 인공위성 SAR(Synthetic Aperture Radar)영상을 활용한 도로의 구분 및 변화 모니터링 연구
- 4S Mapper, 드론을 활용한 Car-free street mapping 기술 및 Saas 시스템 개발을 통해 도로 변화 탐지의 기본 기술 개발

○ 저고도 공중 공간정보 구축 동향

- 미국 NASA에서는 UAV를 이용한 전 지구 관측에 대한 연구를 진행 중
- 미국 Amazon은 'PremiunAir' 서비스를 통해 드론을 이용한 택배 배송 기술을 개발 중 → 기상, 돌발장애물에 대한 고려가 없어 현재 상용이 어려움
- 미국 옐로우스캔은 2018년에 초경량 LiDAR 센서를 이용한 실시간 3D 데이터 포착 기술을 개발 주변환경 모델링 가능 → 기상 및 돌발상황 대응에 적합하지 않음

○ 국외 드론을 활용한 기상관측 동향

- 미국에서는 완성형 드론을 토네이도 성인분석 시험 및 허리케인 추적 등에 활용 중

- NASA는 드론이 위성 등 타 원격관측을 대체할 수는 없지만, 원격 관측의 공백을 채워주는 역할(Gap-Filler Effect)을 할 수 있을 것으로 판단하며, 특히 위험 기상과 이에 수반한 지역별 영향예보에 전략적 관측 수단으로 기대됨

○ 저고도 기상관측 및 정보제공 시스템 동향

- 미국은 대부분의 기상관측 지점이 공항에 위치하며 일반 기상예보관서에서 공항기상예보도 함께 수행
- 미국 Aviation Weather Center 서비스에서는 사용자 임의로 항공로를 그리면 그 항공로 상의 수직적 격자자료와 각종 관측 및 예보자료를 볼 수 있도록 그래픽 표출되는 기술 보유

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

〈표 7-19〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
3차원 공간 데이터 구축 기술	스위스	Pix4D	Pix4D	• 드론 영상 처리를 통한 3차원 포인트 클라우드, 메쉬, 텍스쳐, DSM, 정사영상 생성
	독일	nFrames	SURE	• 드론 영상 드론 영상 처리를 통한 3차원 포인트 클라우드, 메쉬, 텍스쳐, DSM, 정사영상 생성 및 라이다 포인트 데이터 처리
	러시아	Agisoft	Metashape	• 항공삼각측량, 고밀도 point cloud 생성, DEM 제작, 정사영상 제작, 거리/면적/체적 등의 측정 솔루션 제공
	미국	Bentley	Context Capture	• 포인트 클라우드 생성, 도화 등 다양한 솔루션 제공
	영국	GeoSLAM	ZEB-REVO-RT	• 실내외 seamless한 공간정보 구축에 활용
공간정보 객체 자동 매핑 기술	스웨덴	Leica Geosystems	Cyclone	• 3차원 포인트 클라우드의 정밀정합을 수행하고, 시설물 등의 모델링을 가능
	독일	Point Cloud Technology	3D Point Hub	• 온라인 3D 포이트 클라우드 디스플레이, 데이터 처리, 분류 등 제공

○ 3차원 공간 데이터 구축 동향

- 스위스 기업 Pix4D는 드론 영상을 활용하여 3차원 포인트 클라우드, 메쉬, 텍스쳐, DSM, 정사영상 등의 생성이 가능함
- 독일의 nFrames사는 SURE-aerial, SURE-LiDAR, SURE-editor등을 보유하고, 포인트 클라우드, 3D 메쉬, DSM등의 생성과 라이다 데이터를 처리함
- 러시아의 Agisoft사는 Metashape을 통하여, 항공삼각측량, 고밀도 point cloud 생성, DEM 제작, 정사영상 제작, 거리/면적/체적 등의 측정 솔루션을 제공하고 있음
- Bentley사는 2015년에 프랑스 Acute3D사를 인수하고 드론 이미지로부터 Digital Map 생성이 가능한 Context Capture를 출시하여 공간정보 구축 전분야에 활용함
- GPS 신호가 수신되지 않는 곳에서 정확한 3차원 공간 데이터 구축을 위해 영국 GeoSLAM사는 ZEB-REVO-RT를 개발하여 실내외 seamless한 매핑에 활용함

○ 공간정보 객체 자동 매핑 동향

- 스웨덴 Hexagon이 인수한 Leica Geosystems는 3차원 포인트 클라우드의 정밀정합을 수행하고, 시설물 등의 모델링을 가능하게 하는 Cyclone이라는 솔루션을 제공하고 있으나, 객체 모델을 반자동으로 정해주어야 하는 한계가 존재
- EuroSDR에서는 유럽 3개 지역의 테스트지역에 대해 항공사진과 라이다 데이터를 제공하여, Building Extraction Comparison을 수행하였으며, 이 comparison에 13개의 대학 및 민간업체가 참여하여 자동화와 정확도 등을 비교
- 독일 KIT(Karlsruhe Institute of Technology)에서는 지상, 건물, 경계, 자동차, 식생 등에 대한 객체 추출부터 분류까지 sematic segmentation에 대한 연구를 수행
- 독일 Point Cloud Technology사는 다양한 deep learning 기법을 활용하여 포인트 클라우드의 분석과 분류에 대한 연구를 수행
- Technische Universitat Berlin에서는 deep learning 기법을 활용하여 3차원 포인트 클라우드에서 건물 형상을 자동으로 추출하는 연구를 수행

○ 동적 LoD 변환 동향

- 네델란드 TU Delft 대학에서는 graph-cut 최적화 기법을 활용하여 LoD1 건물 형상을 LoD2 수준으로 끌어올리는 연구를 수행하였으나, 동적 LoD 변환에 대한 연구는 미진함
- 캐나다 York 대학에서는 엔트로피와 MDL기법을 활용하여 최적의 LoD를 찾으려는 노력을 하였으나, TU Delft와 마찬가지로 동적 LoD 변환에 대한 연구는 미진함

(2) 국내 동향

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

〈표 7-20〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
특정 인프라 타겟을 대상으로 인공지능 기반 UAV시스템을 이용하여 자동으로 공간데이터 취득	nearthlab	Nearth wind Basic Nearth wind Pro	• 풍력발전에 특화된 시스템으로 바람의 영향을 최소화 하여 비행할수 있는 것이 특징

○ 대표적 대중 플랫폼인 드론 및 자율주행차 국내시장 확대에 따라 해외에서 개발된 저비용 초정밀 센서들의 대중화가 본격적으로 이루어 지고 있음

- 2016년에 비해 2022년까지 드론시장은 20배(16년 704억, 22년 1.4조원) 확대될 예정이고 산업용 드론의 수 역시 14배(16년, 2천대, 22년 2.8만대) 증가될 예정임.
- 대중적인 초정밀 이종센서(카메라, 라이다 등)들로부터 취득된 비정형데이터들이 폭팔적 증가 및 활용되기 시작하였지만, 센서 데이터 별로 독립적으로 구축되어 사용되고 있으며, 공간정보 활용을 위한 데이터 처리 과정에 상당부분 시간/비용이 소요되고 있음
- 공간정보 오픈 플랫폼 사업등을 통해 뷰어 서비스 중심의 제한적인 3차원 포맷 데이터모델링 기술을 보유하고 있으며, 국방과학연구소는 영상데이터 표준화 기술을 미국사례를 참조하여 개발을 추진함

○ 크라우드 소싱 공간 데이터들의 품질검증은 제한적환경 내의 응용 소프트웨어를 통해서 이루어지고 있으며 대중적환경을 고려한 데이터 품질 자동화 필요성이 요구되고 있음

- 대중적인 초정밀 드론 및 자율주행차의 본격적인 활용을 위한 현재 정밀지도 제작 수준은 기본 정적 공간정보를 포함해서 도로 시설물, 표지판, 신호등, 날씨등 동적공간정보를 포함하는 더 세부적이고 정밀한 표현을 위해 나아감에 따라 표준화된 품질검증 기술을 통한 공간정보 신뢰성 확보 및 향상이 요구되고 있음.
- 구조적이고 정적인 내용이 포함된 웹 상의 데이터 수집을 위한 웹 크롤링 기술을 통한 품질검증은 많은 부분 자동화 되어 활용되고 있음.

○ 스마트시티, 건설, 농업, 측량분야등 이종센서들로부터 공간데이터들이 시계열로 폭발적 증가가 예상되며 정합 자동화 기술 개발이 더더욱 요구되고 있음

- 구축기관이 상이하지만 동일지역에 대한 공간정보 통합이 필요한 도시계획, 환경모니터링등 응용분야에서 통합에 대한 자동화는 크게 이루어지지 않았음. 특히, 고정밀 3차원 공간정보데이터를 정합하고 융복합하기위한 기술 개발은 미진한 상태임

- 현대엠엔소프트는 MMS(영상/라이다)기반 정밀지도를 자동으로 만드는 기술 MAC(Map Auto Creation)을 발표함. 이를 이용하여 공간적 제약이 덜한 드론(영상/열화상/라이다)데이터와 정합을 통해 MMS기반 정밀지도 구현의 효율성을 높일수 있을 것으로 예상됨

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

〈표 7-21〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
CCTV 등 고정 장착된 센서를 통한 도로/교통상황 변화탐지	한국건설기술연구원	스마트 영상관제 시스템	• 기존 CCTV 등을 이용한 영상관제
	국토교통부	장애물 검지 시스템	• 도로에 레이더 센서를 장착, 장애물을 검지

○ 교통상황 변화 검지/분석/제공 동향

- 한국교통연구원(2011)은 실시간 사고 이미지 처리기술을 이용하여 실시간 영상 모니터링 시스템 및 유관기관과의 신속한 대응체계를 구축할 수 있는 실시간 대응시스템을 개발
- 한국도로공사(2012)는 터널 영상기반 유고감지 시스템의 성능시험을 위해 급정지, 역주행, 보행자, 낙하물 등의 사례에 대한 시스템 검지 정확도를 확인
- 한국건설기술연구원(2015)은 실시간 영상 정합 기술 및 객체 인지 기술을 기반으로 CCTV 영상을 이용한 정지차량 및 낙하물에 대한 검지시스템 및 응용 서비스를 개발하여 스마트 영상관제 시스템 내에서 구현, 도로 장애물 경보를 위한 지상 기반의 Ka-대역 펄스 도플러 레이더 시스템을 개발하였으며, 다양한 고정 및 이동 장애물을 탐지, 추적하는 성능시험 결과를 제시
- 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS)은 차량이 주행 중 운전자에게 교통상황과 급정거, 낙하물 등의 사고 위험정보를 실시간으로 제공하는 시스템으로, 현재 시범사업 중이며 2021년부터 확대 구축 예정

○ 도로시설 변화 검지/분석/제공 동향

- 국토교통부(2015)는 2007년 시작된 스마트 하이웨이사업을 통해 도로기반 시설 관리 및 도로-IT기반 교통운영기술 개발, 도로-자동차 연계기술 개발 등을 수행하였지만, 미래 모빌리티 관련 기술 사항은 반영되어 있지 않음
- 국토교통부(2016)는 도로 교통정보 모니터링을 위한 레이더 센서를 이용한 도로 장애물 검지 시스템을 제 32호 교통신기술로 지정하였음. 도로 위험정보 관련한 신기술 개발이 활성화

- 자율주행차 관련, 정윤재(2017)는 모바일 매핑 시스템(Mobile Mapping System; MMS)의 라이다 센서를 이용하여 도로주변의 3차원 객체 추출 연구를 수행하였으며, 도로정보 기반의 자율주행기술의 활용성 제시
- 황종락(2019) 등은 자율주행차 위치인식을 위한 차량에 설치된 3D 라이다 센서를 기반으로 도로 환경지도 중 도로 특징을 검출하였으며, 교차로, 골목 시나리오 결과 평균 위치 13cm, 평균 진행방향 오차 0.7deg 이하의 성능을 확인
- 김종덕(2019) 등은 사고, 공사 정보 등의 실시간 가변위험 도로정보를 운전자에게 안내하기 위한 도로위험정보알림 장치 개발 연구를 수행하였으며, 운전자에게 'SK T-map' 내비게이션 애플리케이션을 통하여 실시간 정보를 제공

○ 저고도 공중 공간정보 구축 동향

- 국내 공중 기상 공간정보 구축은 고정형 센서를 활용하거나 DSM을 활용하여 빌딩 사이의 바람세기 등을 측정, 예측함
- 한국항공우주연구원은 지면에서 150m 이하의 낮은 고도에서 운항하는 민수용 UAV를 위한 저고도 무인항공기 교통관리(UTM : UAS Traffic Management)시스템을 설계하고 구현하는 연구를 진행 중
- 2015년 이후 도입된 국군 대대급 소형 정찰용 드론 UAV '리모아이' 의 사고가 지속적으로 증가하고 있으며, 사고원인은 운용미숙 17건, 장비결함 12건, 기상 7건, 원인미상 7건순으로 나타났음
- 국내 공간정보 구축의 지속적 시행으로 V-world 등 지상 공간과 지하공간정보 구축이 추진되고 있으나, 기상 등 공중 공간정보의 구축이 필요한 시점임

○ 국내 드론을 활용한 기상관측 동향

- 기상청은 미래창조과학부와 협업하여 첨단 정보통신기술과 기상기술이 융합된 기상센서 탑재형 드론(소형무인기) 개발사업(2016~2018)을 수행함
- 기압, 온도, 습도, 풍향, 풍속을 측정하는 초경량 기상관측 복합센서와 영상장비가 탑재되며 고도별 기상관측 자료를 지상기지국으로 실시간 무선 송·수신이 가능하도록 개발되었으며, 성능 검증 단계에 있음

○ 저고도 기상관측시스템 동향

- 지상에 설치된 기상관측장비는 종관기상관측장비(ASOS)가 96개, 자동기상관측장비(AWS)가 494개 등 전국에 총 594개가 설치되어 있음. 이는 1개의 장비별로 평균 14km의 관측 조밀도로 1분간격으로 수집되고 있어 공중 변화 공간정보 관측의 음영 발생 및 한계 존재

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

〈표 7-22〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
3차원 공간 데이터 구축 기술	공간정보기술	-	• 드론영상의 SfM 및 dense matching을 통한 3차원 포인트 클라우드 및 texture추출 기술을 개발
	LoDiCS	Realtime Digital Map	• 포인트 클라우드를 생성하고, GIS 속성정보와 공간정보를 통합하여 가시화하는 기능을 개발
	3D Labs	-	• 다중 무인항공기 영상과 번들조정을 이용하여 건물의 벽면과 지붕에서 포인트 클라우드를 생성
공간정보 객체 자동 매핑 기술	3D Labs	-	• 영상 매칭으로 생성된 DSM을 이용한 반자동 3차원 건물 외곽선 추출 기법을 개발

○ 3차원 공간 데이터 구축 동향

- 공간정보기술은 드론영상의 SfM 및 dense matching을 통한 3차원 포인트 클라우드 및 texture 추출 기술을 개발하였으나, 정확도와 처리속도 차원에서 한계가 존재
- LoDiCS사에서 Realtime Digital Map 생성 및 활용 기술 개발 프로젝트를 통하여 포인트 클라우드를 생성하고, GIS 속성정보와 공간정보를 통합하여 가시화하는 기능을 개발하였으나, 정확도와 처리속도 차원에서 한계가 존재
- 3D Labs는 다중 무인항공기 영상과 번들조정을 이용하여 건물의 벽면과 지붕에서 포인트 클라우드를 생성하는 연구를 수행함

○ 공간정보 객체 자동 매핑 동향

- 이정호 외(2012)는 항공라이다를 이용하여 정규화된 3차원 건물 모델링을 수행하였으나, 국내 건물의 대다수 특징인 평면건물에 대하여 국한된 연구를 시도
- 3D Labs는 영상 매칭으로 생성된 DSM을 이용한 반자동 3차원 건물 외곽선 추출 기법을 개발하였으나, 작업자의 개입을 완전히 배제하지 못한 한계 존재

○ 동적 LoD 변환 동향

- 배경진과 전한종(2011)은 BIM 기반 설계에 적용될 수 있는 LoD에 대한 국내외 적용사례를 조사 및 분석하여 BIM 모델의 LoD 적용을 위한 기초자료를 제공하는 연구를 수행하였으나, 동적 LoD 변환 기술에 대한 연구는 담고 있지 못함

(3) 해외 및 국내 기술 수준 비교

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질향상

○ 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질향상 비교

- 영상 및 라이다데이터로부터 대량의 3차원 공간정보데이터들이 생성되고 있으며 시계열적 정합을 위해 해외의 경우 인공지능 기반 3D/3D 대응점을 구성, 최적의 변환, 기하학적 매칭 오류최소화등 활발히 연구되고 있으나, 아직 산업계에 널리 도입단계까지 이르지 못함.
- 국내에서는 조정된 기하학적 파라미터 정보기반 MMS데이터(영상/라이다)들의 정합기술은 산업계에 도입이되었으나 드론 자율주행차등 다종센서로부터 취득된 공간정보데이터들의 인공지능 기반 2D/3D, 3D/3D 정합은 연구가 시작단계임
- 해외의 경우, 수집수단으로부터 서비스 플랫폼까지 데이터 유통을 위한 다양한 데이터 모델/포맷 개발 및 연계/변환에 필요한 다양한 프레임워크가 개발되고 상용화가 이루어지고 있음. 국내에서는 제한적인 3차원 포맷 데이터 모델링 기술을 보유하고 있음

〈표 7-23〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 상의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 다종 공간정보데이터 융합시스템 상용화 초기 단계임 • 크라우드소싱 데이터 모델링 및 라이브러리 프레임워크 기술을 통한 연계/변환등 전처리 기술의 상용화가 이루어져 있음	• 수행된 일부 연구를 기반으로 활용방안을 포함한 활발한 연구가 필요함	• 활발한 연구을 통한 시제품 제작 및 상용화 초기단계 진입
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 드론 등 기하학적 자유도가 높은 데이터들에 대한 성능평가가 이루어짐 • 크라우드소싱 데이터에 대한 상용화 단계	• 일부 특정 센서데이터에 대한 성능평가가 이루어짐	• 다중센서에 대한 성능평가가 이루어짐 • 크라우드소싱 데이터에 대한 상용화 단계

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 서비스 맞춤형 공간정보 고속 변화인식

- 고고도에 대한 바람장, 미세먼지 등은 국내외 모두 기 연구되어 있으나, 저고도에 대한 연구는 해외는 필요성을 인지하고 UAV등을 이용하여 관측하는 수준이며 국내는 국부적으로 빌딩 사이 등의 바람을 관측하는 수준

〈표 7-24〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 기술 개발의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• UAV와 기존 센서를 각각 활용한 지상 동적 공간정보 변화인식 • 공중 공간정보에 대한 필요성 인식, UAV등을 활용한 저고도 변화 정보 탐지 실험	• 기존 센서를 활용한 지상 동적 공간정보 변화 인식 • 고 고도의 바람장 등에 대한 연구 존재, 저고도는 건물 사이 바람세기 연구 등만 존재	• 기존 센서와 기존센서가 장착되지 않은 도로구간에 대한 동적 공간정보의 변화를 인식하고 가시화 및 제공 • 공중 공간정보의 변화인식, 가시화, 제공
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 기존센서가 장착된 지역에 대해서 변화를 인식하고 UAV 활용의 경우 지속적인 관측이 불가 • UAV를 활용하여 바람의 세기와 방향 등 관측	• 기존 센서가 장착된 지역(국도의 70%)에 대해서만 변화 인식 • 바람 관측센서를 활용, 빌딩사이 바람의 세기와 방향 관측	• 지속적인 관측이 가능한 무빙 플랫폼과 기존 센서를 이용하여 전 도로구간에 대한 지상 동적공간정보의 변화 인식, 가시화, 제공 • UAV, PAV등이 다니는 저고도에 대한 공중 공간정보의 변화를 인식하고 가시화, 제공

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

- 고정밀/고밀도/고완결성의 3차원 공간 데이터를 구축하기 위한 기술은 국내외 모두 연구가 되고 있으나, 해외 최고 기술 대비 국내 기술 수준 차이가 상당히 존재하므로 기술 국산화가 필수적
- 공간정보 객체 자동 인식, 추출, 모델링 기술은 국내외적으로 상당히 활발히 연구되고 있으며, 특히 유럽을 중심으로 자동화 기술이 상당히 축적됨/semantic 및 topological mapping은 국내외 모두 초보적인 단계임
- 공간정보 객체 기하모델/semantic/topological 정보에 대한 LoD간 동적 변환 기술과 GIS 모델과 BIM 모델의 융합도 국내외적으로 초보적 연구단계에 머물고 있음

〈표 7-25〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 영상 및 라이다를 활용하여 공간정보를 정밀하게 구축하는 기술의 상용화가 이루어져 있음 • 객체 자동 인식, 추출, 모델링이 다양한 형상 및 LoD에 따라 구축 가능 • LoD간 동적 변환기술이 초보적인 단계	• 해외 SW를 활용하는 연구는 많이 진행되었으나, 공간정보 구축 요소기술의 국산화가 부재 • 낮은 LoD 수준의 객체에 대한 자동화 가능/높은 LoD 수준의 객체는 주로 수동 또는 반자동 구축 • LoD간 동적 변환에 대한 필요성 및 개념정립 부재	• 공간정보 자동 구축 및 갱신 기술 국산화 • 공간정보 객체 자동 매핑 기술 선도 • LoD간 동적 변환 기술 선도
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	사업화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 각종 센서를 정밀하게 활용하여 공간 데이터를 구축하는 기술 다년간 축적하여 상용화 • 위성영상/항공영상/라이다 등을 활용하여 다양한 형상과 LoD에 따라 실험 • LoD별 데이터 모델 등에 대한 정립	• 3차원 공간 데이터 자동 구축 및 갱신의 초보적 단계 • 영상을 이용하여 숙련자가 반자동 또는 수동으로 건물형상을 입력하여 객체 모델링 • 축척변환에 따른 기하모델 변환에 대한 연구 수준	• 자동 구축 및 갱신 기술 국산화를 통한 시제품 제작 후 성능 평가 • 높은 수준의 LoD까지 객체 자동 모델링 구현 • LoD간 동적 변환 기술 구현 및 검증

3.6 세부개발 내용

(1) 연구 방향

〈표 7-26〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동 갱신의 내용별 한계점 및 기술개발 방향

구성기술	한계점	기술개발 방향
1-2-1. 다종 시계열 공간 데이터 수집·전처리 품질 향상	■ 다중 센서들 기반 공간정보의 고도화에 따른 요구를 수용할수 있는 개방형 데이터 모델링 기술 및 다양한 데이터 간의 자동 전처리 기술 미흡	■ 크라우드소싱 N차원/다시점/다종 센서 기반 저비용 일 단위 공간데이터 구축을 위한 미래 개방형 데이터 모델 개발 및 실시간분류, 상호변환등 공간정보 전처리 기술의 안정성 확보
	■ 개방형 공간정보데이터 신뢰성확보을 위한 필요한 라이브러리의 프레임워크 구현 부재	■ 인프라/가상객체/서비스가 유기적으로 결합하는 지능공간에 활용되는 크라우드소싱 데이터들에 적합한 품질검증 기술을 통한 데이터 신뢰성 확보 및 향상
	■ 2차원/3차원을 통합하는 공간정보데이터들 간의 정합 기술 개발은 미진함	■ 광범위한 국토공간의 음영/차폐영역 최소화을 위한 크라우드소싱 공간 데이터들간의 정합 기술연동을 통한 국토/도시 공간의 변화양상을 보다 정밀하게 파악 가능
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	■ 광역 대상 위성/항공 센서 기반 고비용/저품질 수동 변화인식	■ 다양한 대상/목적에 따라 맞춤형으로 커넥티드 이동체/디바이스 데이터도 활용하여, 실시간성, 시공간 정밀도가 강화된 저비용/고품질 자동 변화인식 핵심 기술 개발
	■ CCTV, 라이다 등 기존 센서가 부착되어 있는 구간만 자상 동적 공간정보 변화인식 가능	■ 지속적으로 자상 동적 공간정보를 인식할수 있는 무빙 플랫폼 개발 및 기존 센서와의 융합을 통한 변화인식 적용 기술 개발
	■ UAV, PAV등이 다니는 저고도 공중 동적 공간정보에 대한 구축 미흡	■ 저고도 공중 동적 공간정보 구축을 위한 저가형 무빙 플랫폼 개발 및 변화탐지 적용 기술 개발
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	■ 클라우드 소싱 데이터만을 활용한 3차원 공간정보 구축의 불완전성과 기술 국산화 미흡 ■ 신속/효율/국지적 갱신 기술 국산화 미흡	■ 고정밀/고밀도/고완결성의 3차원 공간정보 구축을 위해 System Quality Assurance 기술 확보 및 seamless한 정합 기술 등 국산화 ■ 인공지능 및 소축적 데이터 등을 활용하여 신속/효율/국지적 갱신 자동화 기술 개발
	■ 공간정보 객체 수동 또는 반자동 모델링 구축 ■ semantic & topological mapping 기술 부재	■ 최고 LoD 수준의 객체 모델링 자동화 향상 ■ 다종센서 데이터와 인공지능 기술 등을 활용한 semantic & topological mapping 기술 선도
	■ LoD간 객체 모델 및 정보 동적 변환 관련 국내 기술 부재 및 해외 사용은 단순 렌더링 기술 ■ GIS & BIM 간 모델 융합에 많은 난제와 이슈 존재/동적 변환기술 부재	■ LoD간 객체 기하 모델과 정보 연계 및 동적 변환 기술 선도 ■ GIS & BIM/CAD 기반 모델간의 변환, 융합 및 가시화 기술 선도

(2) 연구 필요성

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 인공위성, 드론, MMS/자율주행차등 다양한 수단으로부터 취득된 크라우드 소싱 N차원/다시점/다종 공간 데이터들이 폭발적으로 생산되는 빅데이터 시대로 진입하였으나, 이를 효과적으로 연계, 변환 및 통합적 관리를 위한 기술이 부족한 상황임. 이런 공간빅데이터들의 체계적/통합적 관리를 위한 표준화되고 개방적인 미래형 데이터 모델 개발이 필요한 실정. 또한, 다종 공간 데이터들의 타입/포맷/위치/정확도등 실시간 분류 및 데이터타입/좌표 등 효과적인 상호변환 기술들의 고도화도 필요한 실정

○ 공간 데이터 가공기술에 대한 개발은 비교적 활발하게 이루어지고 있는 반면, 대중적 환경을 고려한 다양한 레벨의 정확도/정밀도를 갖는 크라우드 소싱 다종 공간 데이터들의 품질검증 자동화는 아직 미흡한 실정. 이는 일정수준의 데이터 품질확보가 필수적인 인공지능기반 데이터 활용 및 그에 따른 서비스 활성화를 위한 필수단계로 효율적인 품질검증 자동화를 통한 데이터 공유의 절차적 타당성 및 신뢰성 확보방향이 수립되어야 함

○ 다수의 기관에서 시간의 흐름에 따라 구축되는 다종 공간 데이터들의 정합기술은 2D 데이터 레벨에서 개발되어 왔으나 2D/3D, 3D/3D 공간자료에 대한 정합기술에 대한 연구가 아직 미흡한 상황. 또한, 데이터 품질의 신뢰성 검증을 위해 구축방법 및 정밀도가 상이한 고정밀 데이터들의 정합시 발생하는 상대적/공간적 오류에 대한 분석 및 정합오류 최소화 방안도 연구가 병행되어야 함

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 공간정보 구축/갱신, 불법 건축물 등 예방/탐지/단속, 녹지나 하천 변화/오염 감시, 시설물/문화재 유지관리, 도심 재생 지역 안전/변화 모니터링 등 다양한 목적으로 다양한 대상/객체에 대한 변화탐지 및 모니터링 필요한데 주로 위성/항공영상을 활용하여 수동으로 수행되어 정확도가 떨어지고 비용이 많이 소모되어 실용화되지 못함

○ 다양한 목적의 국토 변화 탐지에 적용 가능한 대상영역과 객체에 맞춤형으로 요구되는 시공간적 정밀도, 정확도, 자동화 수준, 실시간성, 비용 등 품질과 특성을 만족시키는 효율적이고 실용적인 변화탐지 기술을 향후 위성/이동체/통신 기술 발전에 따라 실현되는 위성/항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등 다양한 커넥티드 플랫폼/디바이스에서 수집되는 데이터를 고려하여 개발함

○ 근 미래에는 일반 차와 첨단차가 공존하는 시대가 오며 공공재로서의 도로는 이용자를 위한 최소 안전 수준을 확보하도록 하여야 함

○ 1분 이내의 주변 동적 공간정보는 첨단차량의 자체 기술로 인지하고 대응 하지만 1-20분 전방의 도로상황(교통상황, 도로시설, 기상) 변화 정보는 현재 기술로는 신속한 인지/판단이 어려움. 또한 CCTV 등의 센서는 전 국도의 일부 구간(30% 가량)만 설치되어 있음

○ 따라서 첨단차량이 센싱할 수 있는 범위 이상의 전반적인 도로상황 변화 공간정보를 준 실시간, 맞춤형 정밀도와 해상도로 구축하고 변화를 인식하여 제공하는 기술의 개발이 필요함

○ 교통사고의 요인 중 25% 이상이 기상요인이며 UAV 안전은 기상환경의 영향이 훨씬 높다고 할 수 있어, 3차원 기상정보 구축이 반드시 필요함. 특히 악기상(강풍, 집중강수, 안개 등)과 돌발상황에서의 UAV 사고 위험도 증가할 것으로 예상됨

○ 향후 UAV를 활용한 재난재해 대응 기술 및 물류산업 활성화 전망되며, UAV 수요와 공급의 증가로 인한 주행안전 문제가 대두될 것으로 예상되며, 특히 저고도 공간(지상으로부터 500m 이내)의 기상관측 공백에 대한 실시간 공간정보 구축 및 실시간 인식 기술이 반드시 필요

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 각종 응용분야의 센서들과 크라우드 소싱에 기반한 공간정보 빅데이터만을 활용하여, 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간 데이터를 구축 및 갱신하기에는 현재 기술로는 부족한 상황임. 특히 공간적 완결성을 향상시키기 위해, 무타겟/현장기반의 정밀한 System Quality Assurance를 바탕으로 한 데이터 취득과 기존 공간 빅데이터의 융합 활용이 필수적인 실정임. 이에 더불어, 고정밀/고밀도의 3차원 점군, 메쉬 및 texture 데이터를 생성에 해외 기술 의존도가 매우 높아 기술 국산화가 필요한 실정임. 또한, 전국단위의 데이터를 2년 주기로 취득하는 기존 구축 방법을 개량하기 위해 신속/효율/국지적으로 정밀하게 갱신하는 기술이 필수적임

○ 공간정보의 주요 객체를 자동으로 인식, 추출 및 모델링하는 기술은 세계적으로 상당한 기간 연구를 해오고 있지만, 자동화 및 정확도 측면에서 높지 않은 상황임. 국내에서도 전문가를 활용하여 수동 및 반자동으로 추출 및 모델링 하고 있는 실정임. 이에 최고 LoD 수준의 객체를 자동으로 매핑하는 기술의 국산화가 필수적임. 더불어 객체 모델링을 넘어서, semantic 및 topological 정보를 추출하고자 하는 시도가 선진국에서 이루어지고 있어, 이의 기술적 추적이 필수적임

○ 응용분야 및 스케일의 변화에 따라 적합한 수준의 LoD에 맞게 객체 기하 모델 및 정보를 동적으로 자동 변환시키는 기술이 디지털 트윈에서 필수적인 상황이나, 국내/국외적으로 연구가 미비한 실정임. 공간정보 모델 응용분야의 특성에 맞도록 모델의 복잡성 수준을 동적으로 변환시켜 최적화하는 기술을 선도할 필요성이 매우 높음. 더불어, 동적인 LoD 수준에 따라 BIM과 GIS 모델을 변환, 융합 및 가시화 시키는 기술을 선도할 필요성이 있음

(3) 연구 내용

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 다종 시계열 공간데이터 실시간 수집 저장/관리

- 복잡도가 높은 크라우드소싱 공간정보데이터들의 효율적인 구축 및 공간정보 분석과 같은 활용을 위한 연계/변환을 위해 개방형 데이터 모델 설계 및 구축
- 다종 공간 데이터 타입/포멧/위치/정확도등 실시간 분류 및 데이터타입/좌표등 상호 변환 기술 개발

○ 다종 시계열 공간데이터 오류분석을 통한 품질 향상

- 국내외 지리정보 품질표준 및 대중적인 환경을 고려한 크라우드 소싱 공간 데이터들에 대한 품질표준 관련 요구사항 정의
- 다종 공간 데이터들의 신뢰성 확보를 위한 품질검증 자동화 기술 개발
- 품질검증 기반 공간 데이터들의 통계/분석 및 가시화 기술 개발
- 다종 공간 데이터 품질 신뢰성 확보 및 향상을 위한 전처리 기술 개발

○ 다종 시계열 공간데이터 매칭 및 정합

- 국토공간의 음영/차폐 영역 최소화 및 시계열적 국토/도시 공간의 변화 양상을 보다 정밀하게 파악 분석 할 수 있는 다시점/다차원(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D) 공간 데이터들의 정합기술 개발
- 공간 데이터 간의 상호정합시 발생하는 상대적/공간적 오류 수정 기술 개발

〈표 7-27〉 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 다종 시계열 공간 데이터 실시간 수집 및 품질표준관련 요구사항서 정의 ▪ **(연구내용)** - N차원/다종 공간 데이터 지원을 위한 차세대 개방형 데이터모델 정립 · 가용한 이종센서 비정형데이터(위성영상(영상), 드론(영상/열화상), 스마트폰(영상), CCTV(영상비디오), MMS/자율주행차(영상/라이다))의 데이터 특성 비교 검토 · 크라우드 소싱 환경에 맞는 데이터 모델 요소(객체, 속성, 관계, 공간, 시간등) 분석 정의 - 크라우드 소싱 공간 데이터들에 대한 품질표준관련 요구사항 정의 · 대중적 환경을 고려한 국내외 지리정보 품질표준 비교 검토 · 품질검증 최적화를 위한 기준요소 정의 - 크라우드 소싱 데이터 수집을 위한 내부 테스트용 크라우드 플랫폼 구축	▪ 국내외 크라우드 소싱 데이터 모델 및 품질표준 동향/조사 분석서 ▪ 차세대 개방형 데이터 모델 정의서 ▪ 데이터 품질표준관련 요구사항 정의서 ▪ 데이터 품질검증 기준요소 정의서 ▪ 내부 개발용 크라우드 플랫폼
2차년도	▪ **(연구목표)** - 다종시계열 공간 데이터 상호변환 기술 및 품질검증 자동화 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - N차원/다종 공간 데이터 연계/변환 라이브러리 프레임워크 기술 개발 · 공간데이터 메타데이터 자동부여 및 관리기술 개발 · 크라우드 소싱 센서별 공간 데이터 타입/포멧/위치/정확도등 기반 자동분류 및 처리 기술 개발 · 다종 공간 데이터 상호 변환/연계 기술 개발 - N차원/다종 공간 데이터 DB 구축완료 - 크라우드 소싱 공간 데이터 품질검증자동화 기술 개발 · 다종 공간 데이터 품질기준 요소기반 품질검증 기술 개발 · 품질검증기반 통계/분석 기술 개발 · 오픈소스기반 데이터 품질분석 가시화 S/W 구현	▪ 크라우드 소싱 공간데이터 테스트 DB 구축 ▪ 데이터 연계/변환/자동분류 라이브러리 프레임워크 모듈 ▪ 데이터 품질 검증 모듈 ▪ 데이터 품질분석 가시화 S/W

(구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
3차년도	▪ **(연구목표)** - 다종시계열 공간 데이터 품질 신뢰성 확보/향상을 위한 전처리기술 및 정합 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - N차원/다종 공간 데이터 품질 신뢰성 확보/향상 기술 개발 · 다종 품질 공간 데이터 논리적 모순 및 기하학적 오류요소 정의 · 오류요소 기반 데이터 상관관계 분석기술 개발 · 데이터 품질 신뢰성 확보/향상을 위한 전처리 기술개발 - N차원(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D) 다종 공간 데이터 융합기술 개발 · 영상/수치지도 데이터 간의 정합기술 개발 · 영상/라이다 데이터 간의 정합기술 개발 · 라이다/라이다 데이터 간의 정합기술 개발	▪ 데이터 품질 오류분석 모듈 ▪ 데이터 품질 향상을 위한 전처리 모듈 ▪ 데이터 중첩 모듈 ▪ 데이터 중첩결과 가시화 S/W
4차년도	▪ **(연구목표)** - N차원/다종 공간 데이터 융합기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 다종 공간 데이터 정합기술 개발 · 기 구축 및 새로 취득된 공간 데이터 간의 정합 기술 개발 · 정확도 및 타입이 다른 공간 데이터 정합기술 개발 · 다시점 공간 데이터 정합기술 개발 - 데이터간 융합시 발생하는 상대적/공간적 오류분석기술 개발 · 정합 데이터간 오류 분석 기술 개발 · 오픈소스기반 데이터 정합 오류분석 가시화 S/W	▪ 데이터 정합 모듈 ▪ 정합 오류분석 모듈 ▪ 데이터 정합 오류분석 가시화 S/W
5차년도	▪ **(연구목표)** - 다종 시계열 공간 데이터 전처리 기술 모듈형 API 개발 ▪ **(연구내용)** - N차원/다종 시계열 공간 데이터 전처리 라이브러리 프레임워크 연계 API 기술 개발	▪ 데이터 전처리 기술 모듈형 APIs
최종 성과물	- 크라우드 소싱 공간정보 데이터 구축/전처리 API/플랫폼 - 데이터 품질분석 가시화 S/W - 데이터 정합결과 가시화 S/W	

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종 센서/플랫폼 기반 공간정보 변화탐지/모니터링

- 고해상도 위성이나 항공기 탑재 센서 데이터를 활용하여 국토 전체 등 넓은 지역에 대한 공간정보 변화 인식
- 드론, 자율차 등 저고도나 거리 수준에서 운용되는 다수의 커넥티드 이동형 플랫폼으로부터 수집되는 센서 데이터를 활용하여 도심 등 고밀도 지역에 대한 공간정보 변화인식
- 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서를 활용하여 건물, 도로, 시설물 등에 대한 정밀 변화 인식

○ 미래 지상 모빌리티를 위한 동적 공간정보 변화인식

- 시변 공간정보(도로상황/교통상황 등) 준 실시간 변화인식
- 시변 공간정보 센싱 무빙 플랫폼 구축기술
- 기존 센서와 무빙 플랫폼 센서 기반 시변 공간정보 자동 변화인식 기술
- 지상 동적 빅데이터의 최적 저장 및 분석 표준 데이터 모델 구축 및 변환/제공/가시화

○ 저고도 무인이동체를 위한 동적 공간정보 변화인식

- 공중 공간정보 센싱 저가형 무빙 플랫폼 구축기술
- AI 분석을 통한 의미추론 기반 자동 변화인식 기술
- 지상 동적 빅데이터의 최적 저장 및 분석 표준 데이터 모델 구축 및 변환/제공/가시화

〈표 7-28〉 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 개발		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 공간정보 변화인식 시스템 설계 ▪ **(연구내용)** - 다종 플랫폼/센서 현황 파악, 변화탐지/모니터링 요구사항 분석 - 변화탐지/모니터링 공통 기술 도출 및 핵심 알고리즘 탐색 - 지상 동적 공간정보 상시관측 무빙 플랫폼 설계, 개발 및 테스트 - 상시관측 무빙 플랫폼의 지식기반 지상 동적 공간정보 추출기술 개발 - 무빙 플랫폼 기반 동적 공간정보의 다차원 변화인식 기술 시나리오 및 아키텍쳐 개발	- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 기술 명세서 - 지상 동적 공간정보 상시관측 무빙 플랫폼 - 상시관측 무빙 플랫폼의 지식기반 지상 동적정보 추출 모듈 - 공간정보 변화 감지/인식 기술 및 시스템 구조화 설계서 - 공간정보 변화 인식 시스템 아키텍쳐

(구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 개발		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
	- 상용 개발기술 연계운용을 위한 기능도출 - 동적 공간정보의 다차원 변화인식 기술 수집/저장 기술 구조화 설계 - 동적 공간정보의 다차원 변화인식 기술 분석/예측 기술 구조화 설계	
2차년도	▪ **(연구목표)** - 공간정보 다차원 변화 인식기술 개발(1단계) ▪ **(연구내용)** - 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 공통 기술 개발 - 위성/항공 센서 기반 공간정보 변화탐지 기술 개발 - 상시관측 무빙 플랫폼의 학습기반 지상 동적 공간정보 추출기술 개발 - 일시관측 무빙 플랫폼/고정센서 데이터의 지상 동적 공간정보 추출기술 개발 - 동적 공간정보의 다차원 변화정보 수집 도구 개발 - 동적 공간정보의 다차원 변화정보 저장 도구 개발 - Open API 및 공간정보 빅데이터 연계 시스템 개발 - 공중 공간정보 센싱 무빙 플랫폼 개발(1단계)	- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 공통 기술 API - 위성/항공 센서 기반 공간정보 변화탐지 모듈 - 상시관측/일시관측 무빙 플랫폼 및 고정센서 학습기반 지상 동적정보 추출 모듈 - 공간정보 다차원 변화 빅데이터 수집/저장 도구
3차년도	▪ **(연구목표)** - 공간정보 다차원 변화 인식기술 개발(2단계) ▪ **(연구내용)** - 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 공통 기술 개발 고도화 - 위성/항공 센서 기반 공간정보 변화탐지 기술 고도화 - 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 공간정보 변화탐지 기술 개발 - 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 공간정보 변화탐지 기술 개발 - 상시관측 무빙 플랫폼의 학습기반 지상 동적정보 추출 고도화 및 변화인식 기술 개발 - 일시관측 무빙 플랫폼/고정센서 데이터의 지상 동적 공간정보 추출 고도화 및 변화인식 기술 개발 - 다중각도 데이터 융합을 통한 정확/정밀도 향상기술 개발 - 동적 공간정보의 다차원 변화정보 분석 도구 개발 - 동적 공간정보의 다차원 변화정보 예측 프로그램 개발 - 공중 공간정보 센싱 무빙 플랫폼 개발(2단계)	- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 공통 기술 API - 위성/항공 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 - 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 공간정보 변화탐지 모듈 - 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 공간정보 변화탐지 모듈 - 상시관측/일시관측 무빙 플랫폼 및 고정센서 학습기반 지상 동적 변화정보 인식 모듈 - 공간정보 다차원 변화 빅데이터 분석 도구 - 통계 분석 라이브러리 개발 - 공중 공간정보 센싱 무빙 플랫폼
4차년도	▪ **(연구목표)**	- 상시관측/일시관측 무빙 플랫폼 및 고정센서 융합 학습기반 지상 동적

(구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식 개발		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
	- 공간정보 다차원 변화 인식기술 및 도구 최적화 ▪ **(연구내용)** - 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 공통 플랫폼 개발 - 위성/항공 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 실증 - 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 개발 - 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 개발 - 다중각도 데이터 융합을 통한 정확/정밀도 향상 고도화 기술 개발 - 지상 동적 공간 빅데이터의 최적 모델 설계 및 변환 기술 개발 - 동적 공간정보의 다차원 변화정보 시각화 도구 개발 - 동적 공간정보의 다차원 변화정보 통합 플랫폼 개발 - 센싱 무빙 플랫폼 및 통합 플랫폼 간 연동 모듈 프로그램 개발	변화정보 인식 고도화 모듈 - 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 플랫폼 - 위성/항공 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 실증 보고서 - 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 - 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 - 지상동적 데이터 모듈 설계서, 데이터 변환 모듈 - 공간정보 다차원 변화 시각화 도구 - 공간정보 인식기술 통합 플랫폼 - 플랫폼 통합 모듈 프로그램
5차년도	▪ **(연구목표)** - 공간정보 다차원 변화 인식기술 성능 검증 및 실용화 방안 구축 ▪ **(연구내용)** - 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 공통 플랫폼 고도화 및 실증 - 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 실증 - 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 실증 - 지상 동적 공간 빅데이터의 제공/가시화 플랫폼 구축기술 개발 - 테스트베드 구축 및 플랫폼 고도화 - 실증 테스트베드 선정 및 운용 방안 도출 - 공간정보 변화 인식 통합플랫폼 운영 모니터링 - 공간정보 변화 인식 기술 및 통합 플랫폼 성능 검증	- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 플랫폼 - 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 실증 보고서 - 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서 기반 공간정보 변화탐지 시스템 실증 보고서 - 지상 동적 공간 빅데이터의 분석/제공/가시화 플랫폼 - 실증 테스트베드 모니터링 결과서 - 공간정보 다차원 변화 인식기술 성능 검증서 - 통합 플랫폼 성능 검증서
최종 성과물	- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 API/플랫폼 - 위성/항공 센서 기반 광역 변화탐지 시스템 - 지상 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템 - 공중 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템	

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신

- 고정밀 3차원 공간 데이터 구축을 위한 System Quality Assurance
- 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 점군, 메쉬, texture, 정사영상 데이터 생성 기술
- 다시기, 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 간의 정밀 정합 기술
- 공간정보의 신속/효율/국지적 자동 갱신 기술

○ 공간정보 객체 자동 매핑

- 공간정보 객체 자동 인식, 추출, 모델링 기술
- 공간정보 객체 semantic 및 topological mapping 구현 기술

○ Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환

- LoD간 객체 기하 모델/semantic/topological 정보 연계 및 동적 변환 기술
- LoD 수준에 따른 GIS 기반 모델과 BIM/CAD 기반 모델간의 변환, 융합 및 가시화 기술

〈표 7-29〉 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간 정보 구축 및 갱신 기술 개발(1단계) - 공간정보 객체 자동 매핑 기술(1단계) ▪ **(연구내용)** - 고정밀 3차원 공간 데이터 구축을 위한 System Quality Assurance - 다종 데이터를 활용한 고정밀/고밀도/고완결성의 공간 데이터 생성 및 정밀 정합 - 공간정보 객체 자동 인식, 추출 기술	▪ 국내외 system quality assurance 동향/조사 분석서 ▪ 국내외 3차원 데이터 자동 구축 동향/조사 분석서 ▪ 국내외 객체 자동 인식, 추출, 모델링 동향/조사 분석서 ▪ 3차원 점군, 메쉬, texture, 정사영상 데이터 생성 SW ▪ 공간정보 객체 자동 인식 및 추출 SW
2차년도	▪ **(연구목표)** - 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간 정보 구축 및 갱신 기술 개발(2단계) - 공간정보 객체 자동 매핑 기술(2단계) ▪ **(연구내용)**	▪ 국내외 자동갱신기술 동향/조사 분석서 ▪ 국내외 연접공간 정밀 정합기술 동향/조사 분석서 ▪ 연접공간 정밀정합 SW ▪ 자동 갱신 SW

(구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
	- 다시기, 연접공간에서 취득된 3차원 공간정보 간의 정밀 정합 기술 - 공간정보의 신속/효율/국지적 자동 갱신 기술 - 공간정보 객체 자동 모델링 기술	▪ 공간정보 객체 자동 모델링 SW
3차년도	▪ **(연구목표)** - 공간정보 객체 자동 매핑 기술(3단계) - Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환 기술(1단계) ▪ **(연구내용)** - 공간정보 객체 semantic 및 topological mapping 구현 기술 - LoD간 객체 기하 모델/semantic/topological 정보 연계 및 동적 변환 기술	▪ Semantic 정보 추출 SW ▪ Topological 정보 추출 SW ▪ Dynamic LoD기반 객체정보 자동 변환 모듈형 SW
4차년도	▪ **(연구목표)** - Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환 기술(2단계) ▪ **(연구내용)** - GIS 기반 모델과 BIM/CAD 기반 모델간의 변환, 융합 및 가시화 기술	▪ GIS & BIM/CAD 모델 변환, 융합 SW
5차년도	▪ **(연구목표)** - 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신 기술 고도화 ▪ **(연구내용)** - 고정밀/고밀도 3차원 공간 정보 구축 및 갱신 기술 고도화 - 공간정보 객체 자동 매핑 기술 고도화 - Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환 기술 고도화 - 3차원 공간정보 자동 생성 및 동적 변환 통합 플랫폼 - 테스트베드 구축 및 현장 적용	▪ 각종 SW 고도화 ▪ 통합 플랫폼 구축 ▪ 데스트베드 구축 및 성과 검증
최종 성과물	- 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW - 공간정보 객체 자동 매핑 S/W - Dynamic LoD기반 객체정보 자동 변환 SW	

(4) 개발 목표

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
1-2-1. 다종 시계열 공간 데이터 수집·전처리 품질 향상	품질 검증 시스템 자동화율	50%이상	50%이상	90%이상	●			2026
	다종 공간데이터 정합 정밀도	-[1)]	30cm이하	10cm이하	●			2026
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	다종플랫폼/센서기반 공간정보 변화인식 정확도/신속성	위성영상기반 후처리 변화인식 정확도 〉60%	위성영상기반 후처리 변화인식 정확도 〉80%	다종플랫폼/센서기반 준실시간 변화인식 정확도 〉90%	●		●	2026
	도로 동적 공간정보 구축 정확도/신속성	현장신고 이후 제공, 위치정확도 기준 없음	4시간, 30cm 이하 오차의 변화정보 인지	준 실시간, 30cm이하 오차의 변화정보 인지/제공	●			2026
	공중 동적 공간정보의 다차원 변화인식 정확도	저고도 동적 공간정보 제공 없음	저고도 기상정보 관측 정확도 84%	저고도 동적 공간정보 관측 정확도 90% 이상	●			2026
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	공간데이터 구축 및 갱신 정밀도	0.4m	0.3m	0.2m이하	●			2026
	공간정보 객체 모델링 자동화율 (추출가능한 최고 LoD 고려시)	60%이상	80%이상	90%이상	●			2026

[비 고]

1) 성능지표 '다종공간데이터 정합 정밀도' 경우, 수동으로 2D GIS 레이어 정합과 같은 공간정보 레이어들의 활용들이 있으나, 3차원 공간데이터들의 정합에 관한 연구결과는 부재하여 (-)로 표시함

(5) 개발목표의 설정근거

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 활용 분야 (수치지도제작, 시설물 점점등)에 따른 다종 공간데이터 품질의 신뢰성을 확보하기 위해 품질지표(완전성/선명도, 논리일관성, 위치정확성 등)를 정의하고 해당 지표에 따른 통계/분석 기반 자동 품질검증 기술 확보

- 드론 영상의 품질검증을 위해 Siemens Star 타겟과 Bar 타겟을 설치하여 상대적 선명도를 측정(Lim et. al., 2018)하고 이를 근거로 이보다 높은 자동 품질검증 기술 확보
- 해외 Asset Management System을 보유하고 있는 업체(DroneDeploy, EasyInspect등)인 경우 3차원 매핑에 적합한 드론 데이터에 대한 품질검사를 수동으로 수행

○ 다종 공간데이터들 (정확도 및 타입이 다른 공간 데이터, 기구축 및 새로 취득된 공간데이터등) 간의 시계열적 분석 및 3차원 공간정보의 최신성을 확보하기 위해 공간데이터 정합 기술확보

- 최근 인공지능 기반 3D 포인트 데이터들 간의 정합 연구(Yew and Lee, 2018)가 수행되고 있으며 이를 근거로 이보다 높은 정합 정확도 기술 확보

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종플랫폼/센서기반 공간정보 변화인식 정확도/신속성: 준실시간 변화인식 정확도 90% 이상

- 현재 고해상도 위성영상 기반으로 일년에 한두번 후처리를 통해 넓은 영역에 대한 변화탐지를 수행하는 국내는 약 60% 정도, 해외는 약 80% 정도 정확도를 보임
- 향후 위성, 항공, 드론, 차량, 휴대용기기 등으로 실시간 수집되는 다양한 센서 데이터를 활용하여 거의 실시간으로 자동으로 변화탐지를 수행하는데 약 90% 정도 정확도를 목표로 설정
- 다종 플랫폼/센서 데이터를 상호보완적으로 활용하며 딥러닝 등 AI 기술의 발전으로 자동화 수준이 높아지고, 고성능 컴퓨팅 알고리즘과 하드웨어를 통해 고속처리가 가능해질 것을 고려하여 도전적으로 설정

○ 지상 도로 동적 공간정보 구축 정확도/신속성: 준 실시간 30cm이하 오차

- 현재 전방 도로변화정보 제공 속도는 사용자의 신고에의해 이루어지므로 수분~수십분 정도.
- 전방 도로상황 변화정보가 수 시간 전의 내용이 제공되면 실질적인 활용이 불가하고 그 정확도도 높을수록 안전운항을 위한 미래 모빌리티의 대응 효율이 높아지므로 준 실시간으로 정할 필요 있음.
- 요구 정확도는 노선 폭 3m와 이벤트가 발생한 노선을 특정 하였을 때 그 정보가 진실일 확률 90%를 가정하여 30cm 로 선정

○ 공중 동적 공간정보의 다차원 변화인식 정확도 90% 이상

- 기상청의 자료*에 따르면 선진국의 레이더로 추정한 강수량 정확도는 약 84% 수준

* 기상관측자료의 예보 기여도 평가 보고서(기상청, 2018.12)

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 공간데이터 구축 및 갱신 정밀도 0.2m이하

- 현재의 영상 및 라이다의 정확도를 고려할 때 위치 정확도는 0.3m이하로 추출이 가능함. 이를 기본으로 구축과 더불어 갱신시 발생할 수 있는 오차를 고려해야함. 그러나, 센서 및 데이터 처리의 기술의 지속적인 발전을 고려할 때 0.2m 이하로 개발 목표를 설정함이 타당하다고 판단함.

○ 공간정보 객체 모델링 자동화율(추출가능한 최고 LoD 고려시) 90%이상

- 현재 공간정보 객체 모델링 자동화에 관한 연구를 다년간 수행해온 EuroSDR의 주요 결과물을 보면 추출 가능한 최고 LoD 고려시 공간정보 객체 모델링 자동화율은 약 80%이상에 이르고 있음. 객체 모델 자동화에 대한 국내 기술 수준이 아직은 미약하나, 연구 최종단계에서는 기술의 지속적인 발전을 고려할 때 해외 최고 기술수준을 넘어서는 성과물이 나와야 한다고 판단하여, 90%로 선정함

(6) 최종 성과물

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 데이터 품질분석 가시화 S/W

○ 데이터 정합결과 가시화 S/W

○ 데이터 정합오류분석 가시화 S/W

○ 크라우드 소싱 공간정보데이터 구축 및 전처리를 위한 플랫폼

○ 데이터 전처리 기술 모듈형 APIs

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 플랫폼

○ 위성/항공 센서 기반 광역 변화탐지 시스템

○ 저고도/지상 커넥티드 이동형 플랫폼 센서 기반 도심 변화탐지 시스템

○ 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서 기반 정밀 모니터링 시스템

○ 지상 동적 공간정보 상시관측 무빙 플랫폼

○ 지상 동적 공간 빅데이터 추출 SW

○ 지상 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 플랫폼

○ 지상 동적 공간정보 상시관측 무빙 플랫폼

○ 공중 동적 공간 빅데이터 추출 SW

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ System Quality Assurance SW

○ 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW

○ 공간정보 객체 자동 매핑 S/W

○ Dynamic LoD기반 객체정보 연계 및 자동 변환 SW

○ GIS & BIM/CAD 모델 변환, 융합, 가시화 SW

3.7 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

○ 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 등록된 연구개발과제 중 고정밀 공간정보 구축 및 갱신 기술과 유사성을 가지는 6개 과제 검색

- 3차원 공간정보, 공간정보 구축 및 갱신, 공간정보 모델 등의 핵심어 이용
- 사업의 목적, 기간 및 규모 등을 고려하여 유사도 비중이 낮은 과제 제외

○ 검색된 6개 유사과제의 연구개발 목적, 적용범위 및 기술목표 등을 본 사업과 비교하여 차별성과 기술개발의 효율화를 위한 연계 방안 도출

〈표 7-30〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 유사과제와의 차별성 및 연계방안

연번	과제명	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
1	스마트시티 개방형 데이터 허브 설계 및 기반기술 개발 (2018-2022) (국토교통부)	1,480 백만원 (~18년)	◆ 지속적 서비스 창출 및 도시운영의 스마트화가 가능하도록 도시데이터의 통합적 관리, 운영 및 스마트시티 서비스 인프라를 제공하는 데이터 허브개발 - 스마트시티 데이터허브 아키텍쳐 및 기반기술 개발 - 국제표준기반 도시관리운영시스템(Urban OS) 설계 및 개발 - 데이터, IoT 플랫폼 및 서비스와의 상호현동 인터페이스 개발 및 검증 등	(연계점) 유사과제가 대상으로 하는 도시데이터의 통합 및 관리기능 연계가능 (차별점) 유사과제는 도시운영과 관련된 행정 및 생활 데이터의 실시간 통합 및 관리기술을 개발하는 반면, 본 과제는 크라우드 소싱 기반 실시간 수집되는 다중 공간데이터를 이용하여 국토공간에 대한 고정밀 3차원 공간정보를 구축하기 위하여 데이터 상호 연계, 데이터 품질 관리 및 자동화된 모델링 기술을 개발하는 점에서 차별화됨

연번	과제명	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
2	공간 데이터 기반 문화콘텐츠 창제작 인프라 생성 기술 개발 (2017-2019) (문화체육관광부)	4,048 백만원	▪ 다양한 문화산업에서 저비용으로 공간데이터를 활용하기 위해 기구축 고정밀 공간데이터를 문화장르에 최적화된 맞춤형 데이터로 제공하기 위한 기술개발 - 대용량 공간정보를 문화산업장르에 맞춤화된 콘텐츠로 변환하는 기술 - 대용량 멀티미디어 공간 문화콘텐츠 시각화 기술 - 개방형 공간 문화콘텐츠 에셋관리 및 개인화 서비스 기술 등	(연계점) 공간과 관련된 다양한 형태의 데이터를 상호 변환하는 일부 기술은 연계가능 (차별점) 유사과제는 기 구축된 고정밀 공간정보를 문화 콘텐츠 제작에 활용하기 위한 관리 및 가공 기술을 개발하는 반면, 본 과제는 국토범위의 변화하는 현실세계를 고정밀 공간정보로 생산하고, 사용자 요구에 따라 3차원 공간객체를 자동 추출 및 모델링하는 기술을 개발하는 점에서 차별화됨
3	세계최고 수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증 (2017-2021) (국토교통부)	15,000 백만원	▪ 세계 최고수준의 저비용·고효율의 실내공간정보 구축·갱신 기술력 확보 및 실내공간정보 활용 지원 기술 개발을 통해 기술 경쟁력 확보 및 서비스 시장 선점 - 저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신기술개발 - 실내공간정보 활용지원기술개발 - 실내공간정보 테스트베드 구축 및 실증	(연계점) 유사과제가 대상으로 하는 사용자 참여형 실내공간정보 구축 및 갱신 기술 등은 연계활용 가능 (차별점1) 유사과제는 고정밀 실내 3차원 공간정보를 구축하기 위하여 백팩형 (back pack) 개인 측량 장비를 개발하는 반면, 본 과제는 드론, 차량, CCTV 등 상용화된 스마트 장비로 실시간 수집되는 다중소스 데이터를 이용하기 위한 데이터 상호 연계 및 비교, 품질 관리 기술을 개발하는 점에서 차별화됨 (차별점2) 유사과제의 물리적 적용 범위는 실내에 국한되어 있는 반면, 본 과제는 지상, 지하, 실내의 연접공간을 모두 포함하여 공간 객체 모델링과 속성 및 위상 정보까지 추출하는 점에서 차별화됨 (차별점3) 유사과제는 실내공간에서만 제한적으로 LoD변환이 이루어지나, 본 과제는 실내외에서 LoD간 각체 기하모델/속성/위상 정보까지 동적 변환을 수행하고 GIS와 BIM 모델간의 변환, 융합, 가시화도 수행된다는 점에서 차별화됨
4	공간정보 SW	8,124	▪ 기존 공간정보 SW 분야의 외산	(연계점) 유사과제가 공간정보

연번	과제명	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
	활용을 위한 오픈소스 가공기술 (2014-2019) (국토교통부)	백만원	상용 제품(미국, ArcGIS 등)을 대체할 수 있는 오픈소스 기반 공간정보 SW 핵심 기술 개발 - 전자정부 프레임워크 연동 오픈소스기반 공간정보 가공·분석 제공기술개발 - 공간정보산업 활성화를 위한 오픈소스 기반 응용연계 기술 개발	산업 활성화를 목적으로 개발 중인 공간정보 제공·관리 도구들은 연계 활용 가능 (차별점) 유사과제는 외산 상용 공간정보 SW를 국산 기술로 대체하기 위하여 오픈소스 기반의 공간정보 가공·분석 기술을 개발하는 반면, 본 과제는 국토범위의 고정밀 3차원 공간정보를 구축 하고 갱신하기 위한 기술을 개발하는 점에서 차별화됨
5	공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술 (2013-2018) (국토교통부)	16,273 백만원	▪ 공간정보 산업 생태계 조성 및 공간정보 공유 인프라 고도화를 위한 3차원 오픈플랫폼(V-World) 시스템 및 서비스 고도화 기술 개발 추진 - 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 - 공간정보 오픈플랫폼 데이터 확보·가공 기술 고도화	(연계점) 유사과제에서 대상으로 하는 사용자 참여형 오픈 플랫폼 공간정보 제작 및 갱신 등은 연계 활용가능 (차별점) 유사과제는 고품질 3차원 공간정보를 구축 및 갱신하기 위하여 유인항공기를 이용하여 주기적으로 데이터를 취득하고, 일부 데이터를 사용자 참여형 기술로 획득하는 반면, 본 과제는 드론, 차량, CCTV 등 상용화된 스마트 장비로 실시간 수집되는 다중소스 데이터를 이용하기 위한 데이터 상호 연계 및 비교, 품질 관리기술을 개발하는 점에서 차별화됨
6	자율주행지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신기술 (2018-2021) (국토교통부)	11,470 백만원	▪ 실시간 도로변화 정보를 정밀도로지도에 반영하기 위한 저비용·신속 갱신 기술력 확보 및 수시갱신 시스템 개발 - 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션 개발 - 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신 기술개발 - 도로 변화 신속탐지·갱신 기술 통합실증 및 공유기술 개발	(연계점) 유사과제에서 대상으로 하는 크라우드 소싱 기반 변화정보 신속수집 및 탐지자동화기술 등은 연계활용가능 (차별점) 유사과제는 자율주행과 관련된 교통 시설물의 고정밀 공간정보 갱신 기술을 개발하는 반면, 본 과제는 차세대 국가기본도로서 건물, 도로, 철도, 하천 등의 고정밀 3차원 공간정보를 구축 하고 갱신하기 위한 기술을 개발하는 점에서 차별화됨

3.8 민간기술과의 차별성·연계성

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 크라우드 소싱 공간정보데이터 품질의 신뢰성을 확보하고 N차원/다종/다시점 시계열 공간정보 데이터 간의 정밀한 정합 시스템

- 개별적으로 취득된 공간데이터들의 수동기반 품질 검증 및 정합은 가능하나, 기업간 복잡도 및 다양성이 높은 크라우드 소싱 공간데이터의 자동 품질 확보 및 정합/통합의 한계가 있음
- 다종 센서/플랫폼 기반 공간데이터 품질에 따른 자동분류 및 연계를 통해 해당 품질에 맞는 활용분야(예, 차량/드론의 자율주행을 위한 고정밀 지도, 현황도, 축척에 따른 수치지도등)에 차별적으로 적용하여 고정밀 공간정보 제공에 소요되는 비용과 시간을 최소화 할수 있음
- 크라우드 소싱 공간정보 데이터 기반 국가 차원에서의 공용 디지털 인프라 시스템을 운영한다면 고정밀 지도 및 교통상황 기반 기업들의 자율주행 차량 및 드론 활용분야에 사회적 비용을 해소할 수 있을 것으로 보임

〈표 7-31〉 민간 보유기술과 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	크라우드 소싱 공간데이터 품질 검증/정합 기술	네이버시스템즈	공간/대용량데이터간 융합/분석	〈차별점〉 • 대용량 정형/비정형 시공간 데이터를 GIS 기반으로 융합, 분석, 시각화함 〈연계방안〉 • 고정밀 지도와의 연계을 통해 각종 사회현안에 대한 의사결정의 단초를 제공

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 지상 동적 공간정보의 다차원 변화인식 기술: 민간 자율차 업체들은 차량 센서로 주변 변화상황만 인지함으로써 전방의 도로상황 변화는 미 제공

- 현재 민간의 자율주행 차는 차량의 자체 센서로 주변 변화상황을 인지하여 주행에 반영하는 기술이 개발 중이나, 1~20분 전방의 도로상황 변화정보는 어디에서도 제공받지 못하고 있음
- 또한 차량의 센서는 센싱 각도가 협소하여 센싱 데이터의 학습을 통한 인공지능 기반 인지/판단에 한계(예: 공사구간/사고 등) 가 존재
- 따라서, 다양한 센싱각도를 포함하는 상시관측 무빙 플랫폼을 활용하여 주행차량 전방의 교통/도로상황 변화를 상시적으로 인지하여 공공 차원에서 제공하는 것이 필요

○ 공중 동적 공간정보의 다차원 변화인식 기술: 민간 무인비행체를 활용한 택배서비스 등은 드론의 운항 기술에 집중하나, 운항 환경은 미 제공

- 미국 Amazon은 'PremiunAir' 서비스를 통해 드론을 이용한 택배 배송 기술을 개발 중이나 기상과 돌발 장애물에 대한 고려가 없어서 이동경로 선정에 어려움
- 따라서, 공중 동적 공간정보를 공공 차원에서 구축/제공함으로써 향후 드론택배, 플라잉카 등의 경로 선정과 돌발상황 대비기술 확보가 필요

〈표 7-32〉 민간 보유기술과 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	지상 동적 변화정보 인식기술	Here, 구글, 테슬라, 현대자동차, 네이버랩스, 코드 42, 한국건설기술연구원 등	차량센서(영상, 레이더, LiDAR, GPS 등)를 이용하여 차량 주변의 도로상황을 인식 도로상황의 핵심은 상대 차량, 차선, 도로구조물, 사람, 기상정보 등 기업 별로 자체 센서 탑재 차량의 데이터를 중앙에서 클라우드로 수집하고 재학습해서 학습 효과를 증가시킴	〈기존 기술의 한계〉 • 지상 동적 정보의 인식은 차량 탑재 자체 센서만을 이용함으로써, 차량 주변의 변화는 인식하나, 전방 1~20분 전방의 도로변화 상황 인지에 한계 존재 • 주변의 차량/사람/차선 등 학습데이터의 양이 많은 경우 인식에 용이하나, 교통사고나 도로공사, 적치물 등 정보의 양이 부족하거나 대상물의 크기/형태가 다양한 경우 인식에 한계 존재 〈차별성·연계성〉 • 차량 자체 센서의 인식기술 및 클라우드 기반 학습데이터 축적기술 연계가능 • 상시 관측이 가능한 무빙 플랫폼을 활용하여 1~20분 전방 도로의 변화상황을 전달 하는 기술로 차별성 존재 • 상시관측을 통해 다양한 학습데이터를 취득함으로써 시간이 지남에 따라 정확도 높은 인식이 가능

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신 기술: 민간 보유 기술은 영상기반 또는 라이다 기반 포인트 클라우드 추출에 집중하며, 다종 센서 데이터의 융합은 부재

- 공간정보기술은 드론영상의 SfM 및 dense matching 기술을 개발함으로써, 3차원 포인트 클라우드 및 texture 정보를 추출하였으나 정확도와 효율성 측면에서 기대에 못 미침
- Leica는 라이다기반의 데이터 취득 및 처리를 통하여 포인트 클라우드 및 형상을 추출하였으나, 다종 데이터에 대한 연구는 미진함
- 따라서 다종 데이터의 융합을 통한 고정밀/고밀도/고완결성의 3차원 데이터 추축 및 갱신 기술 확보가 필요함

○ 공간정보 객체 자동 매핑 기술: 민간 건물 모델링 관련 기술은 주로 항공 사진 단독 또는 항공 사진과 라이다를 융합하여, 반자동 또는 수동으로 건물 모델링을 수행

- 자동으로 높은 LoD 수준의 객체 모델링을 수행하기는 거의 불가능하여, 수동 또는 반자동으로 수행하는 프로그램을 활용함
- 따라서 추출 가능한 최고 LoD 수준의 객체 모델링 및 속성/위상정보의 추출 기술 확보가 필요함

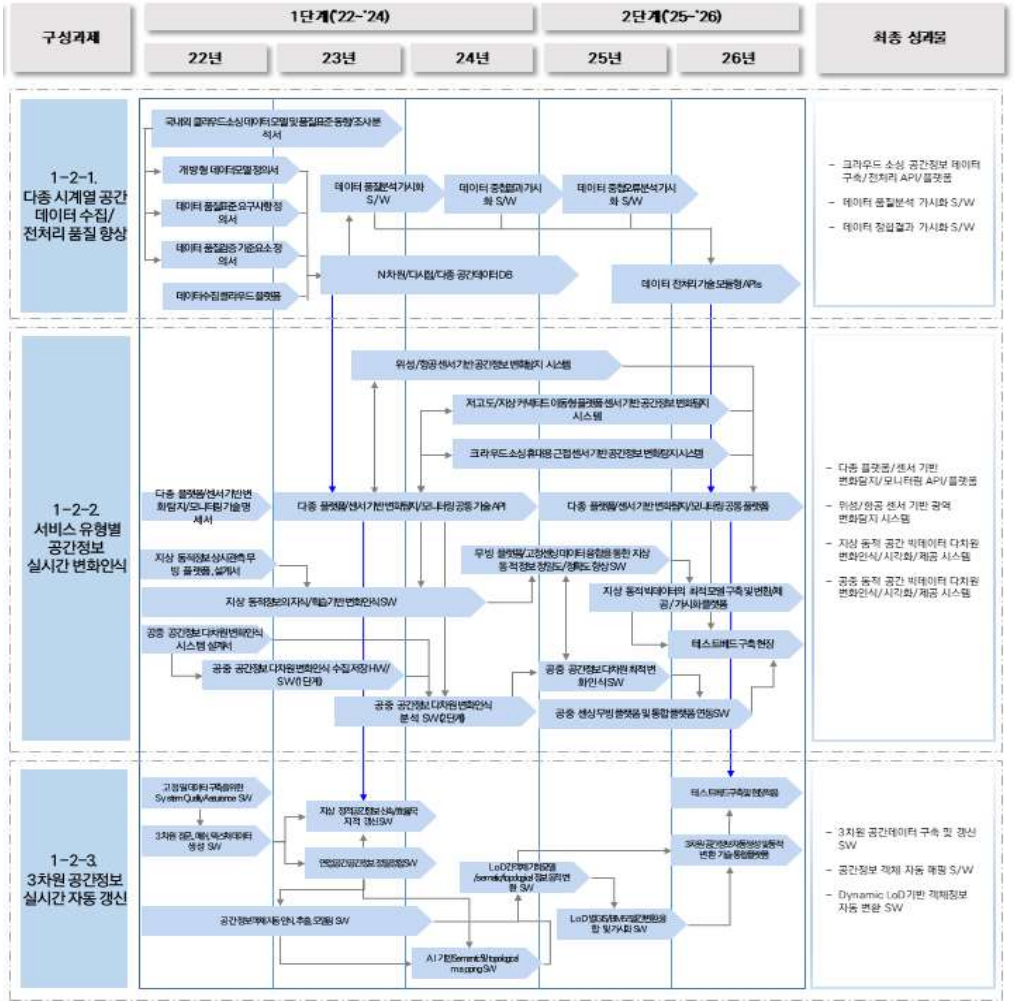
〈표 7-33〉 민간 보유기술과 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	영상기반 3차원 공간 데이터 구축 기술	공간정보기술	• 드론영상의 SfM 및 dense matching을 통한 3차원 포인트 클라우드 및 texture추출	〈기존 기술의 한계〉 • 영상 데이터만을 이용하여 포인트 클라우드를 추출하는 한계를 보임 〈차별성·연계성〉 • 영상기반 포인트 클라우드 처리 기술 연계 활용 • 본 과제에서는 다종 데이터 기반 신속/정밀한 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신이 가능
2	라이다기반 3차원 공간 데이터 구축 기술	Leica	• 라이다 기반 데이터 취득 및 처리를 통한 포인트 클라우드 및 형상 추출	〈기존 기술의 한계〉 • 라이다 데이터만을 이용하여 포인트 클라우드를 추출하는 한계를 보임 〈차별성·연계성〉 • 라이다기반 포인트 클라우드 처리 기술 연계 활용 • 본 과제에서는 다종 데이터 기반 신속/정밀한 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신이 가능
3	건물모델링기술	지오스토리	• 반자동으로 건물외곽선기반 모델링 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 사람이 많은 공정에서 개입하여 건물 모델링을 수행함으로써, 시간과 비용 증대 〈차별성·연계성〉 • 반자동 건물 모델링 요소기술 활용 • 본 과제에서는 공간객체의 기하 모델링 및 속성/위상정보 추출/연계/변환이 자동으로 수행 가능

3.9 과제추진 및 기술성과 로드맵



[그림 7-21] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신의 과제추진 로드맵



[그림 7-22] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 성과 로드맵

3.10 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

(1) 연도별 소요예산

○ 총액 446.64억원, 국고보조금 334.97억원, 민간 자본금 111.67억원으로 구성

(단위: 백만원, 개)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계	과제 수
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	국고	1,092	1,274	1,274	1,274	1,152	6,066	3
	민자	364	425	425	425	384	2,023	
	총액	1,456	1,699	1,699	1,699	1,536	8,089	
1-2-2. 서비스유형별 공간정보, 실시간 변화 인식	국고	3,102	3,619	3,619	3,619	3,274	17,233	3
	민자	1,034	1,206	1,206	1,206	1,091	5,743	
	총액	4,136	4,825	4,825	4,825	4,365	22,976	
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	국고	1,836	2,142	2,142	2,142	1,938	10,200	3
	민자	612	714	714	714	646	3,400	
	총액	2,448	2,856	2,856	2,856	2,584	13,600	
합계	국고	6,030	7,034	7,034	7,034	6,365	33,497	9
	민자	2,010	2,345	2,345	2,345	2,122	11,167	
	총액	8,040	9,379	9,379	9,379	8,487	44,664	

○ 직접비(인건비)

(단위: 백만원)

구성기술	'22	'23	'24	'25	'26	계
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	353	429	434	438	369	2,023
1-2-2. 서비스유형별 공간정보, 실시간 변화 인식	929	1,103	1,115	1,127	1,002	5,276
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	555	674	681	689	580	3,179
합계	1,837	2,206	2,230	2,254	1,951	10,478

○ 소요 인력

(단위: 명)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
1-2-1. 다종 시계열 공간 데이터 수집/전처리 품질 향상	책임급	3	3	3	3	3	15
	선임급	3	4	4	4	3	18
	원급	7	9	9	9	7	41
	소계	13	16	16	16	13	74
1-2-2. 서비스유형별 공간정보, 실시간 변화인식	책임급	7	8	8	8	7	38
	선임급	8	10	10	10	9	47
	원급	20	23	23	23	20	109
	소계	35	41	41	41	36	194
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신	책임급	4	5	5	5	4	23
	선임급	5	6	6	6	5	28
	원급	12	14	14	14	12	66
	소계	21	25	25	25	21	117
합계		69	82	82	82	70	385

○ 직접비(인건비 제외)

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
연구장비·재료비	1,560	1,907	1,866	1,759	1,507	8,599
연구활동비	1,147	1,177	1,189	1,267	1,337	6,117
연구수당	368	442	446	451	390	2,097
합계	3,075	3,526	3,501	3,477	3,234	16,813

○ 간접비

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
간접비	1,118	1,304	1,304	1,304	1,180	6,210

○ 설정근거

〈NTIS 대표 유사과제〉

o 구성기술 1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

- (1세부) 클라우드 기반의 점진적 정밀 진화형 맵 생성 및 주행상황인지 SW 기술개발, 2,300백만원/년, 중소벤처기업부
- 공간정보 기반 소방활동 정보생성 및 활용 기술개발, 2,200백만원/년, 중소기업벤처기업부
- 도시철도 역사 에너지 절감기술 개발, 2,074백만원/년, 산업통상자원부

o 구성기술 1-2-2. 서비스유형별 공간정보, 실시간 변화인식

- 협업기반의 산업활력제고사업, 16,939백만원, 미래창조과학부
- (딥뷰-1세부) 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발, 3,800백만원/년, 미래창조과학부
- 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발, 3,550백만원/년, 미래창조과학부

o 구성기술 1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동갱신

- 지능형국토정보기술혁신 사업단, 11,286백만원/년, 국토해양부
- 양팔 작업을 위한 센서융합 인지 기반 제어기술 개발 및 다중로봇 협업 생산공정 적용 기술 개발, 4,560백만원/년, 산업통상자원부
- 생산 공정 적용을 위한 안전 머니퓰레이터 기반 양팔로봇 작업 기술 개발, 3,800백만원/년, 지식경제부

〈비목별 소요예산 산정근거〉

o 인건비는 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업기간을 고려하여 산출

- 인건비의 단가는 2020년 학술용역단가(참여율 50%)에 최근 5년('15~'19)의 소비자 물가지수 상승률의 평균인 1.1을 반영

o 연구장비·재료비와 연구활동비의 규모는 기존유사사업인 국토공간정보연구사업의 예산 비중을 고려하여 산정

- 3천만원 이상 연구장비는 실제 구축 가격을 반영하였으며, 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 47:53

o 연구수당의 규모는 국가연구개발 관리등에 관한 규정에 따라 인건비의 20% 이내로 산정

o 간접비의 규모는 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준*의 평균을 산출하여 직접비의 22.8% 이내로 산정

* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2017-37호, 시행 2017.12.29.)

【연임금(참여율 50%)】

(단위: 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
책임급	39,614,092	40,049,844	40,490,389	40,935,780	41,386,070
선임급	30,375,559	30,709,687	31,047,491	31,389,011	31,734,288
원급	20,427,690	20,652,393	20,879,568	21,109,241	21,341,441

(2) 연구장비 및 시제품

○ 연구장비 내역

〈표 7-34〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 연구장비내역

No	장비	관련 개발내용	단가 (백만원)	수량	금액 (백만원)
1	크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템	• 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 웹 플랫폼 구축	148	1	148
2	라이다/영상/열화상 센서 드론	• 영상/열화상/라이다 센서 데이터 수집	38	1	38
3	라이다/카메라 센서 자율주행차	• 영상/라이다 센서 데이터 수집	50	1	50
4	다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템	• 다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링을 위한 공통 API 지원을 위한 서버/전산 시스템	330	1	330
5	위성/항공센서 시험 데이터	• 위성/항공센서 기반 광역변화탐지 개발과 검증을 위한 시험 데이터 확보	150	1	150
6	위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템	• 위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템	165	1	165
7	저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템	• 저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템	165	1	165
8	크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템	• 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템	165	1	165
9	고정형 공중 기상환경정보 관측 장비	• 공중 동적 공간정보(기상, 환경정보) 관측을 위한 장비	30	2	60
10	이동형 공중 기상환경정보 관측 장비	• 공중 동적 공간정보(기상, 환경정보) 관측을 위한 장비	94	1	94
11	인공지능용 워크스테이션	• 인공지능기반 객체 추출 및 모델링	81	1	81
합계					1,446

3.11 추진체계 및 대내외 협력방안

(1) 추진체계도

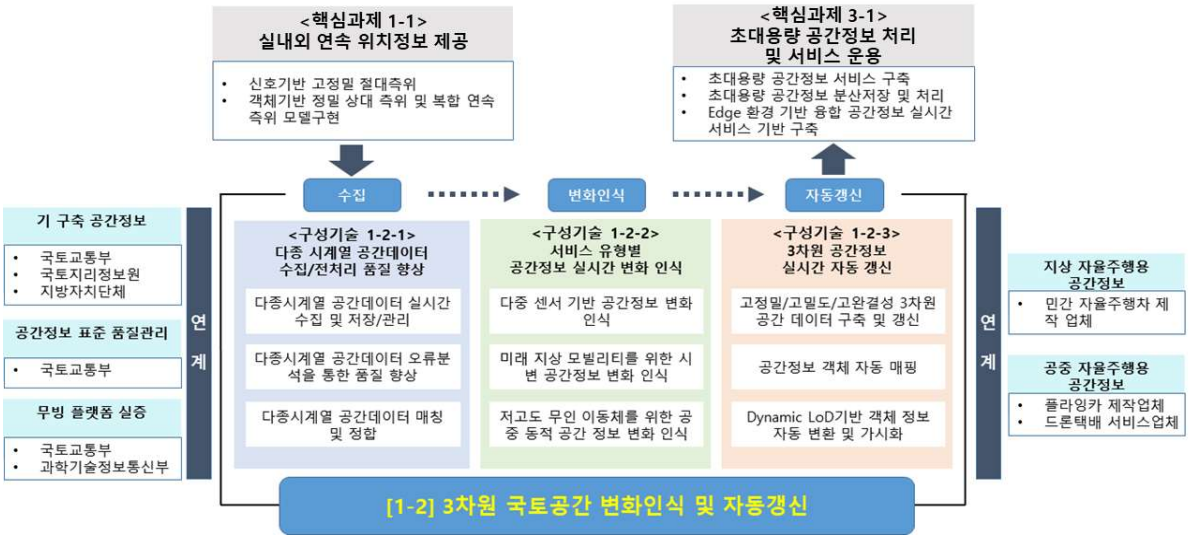
○ 1-2핵심기술의 최종 목표는 초정밀 가상국토를 구축(1중점의 목표)하기 위해 〈3차원 국토공간정보의 다양한 변화를 자동으로 인식하고 자동으로 갱신〉하는 것임

○ 1-2핵심의 목표달성을 위한 구성과제는 세 가지로써, 〈다양한 센서로부터 수집되는 시계열 공간정보를 수집하고(1-2-1), 서비스 유형별 변화를 인식하고(1-2-2), 실시간으로 자동갱신(1-2-3)〉 하는 것임

○ 중점 분야 내에서는 1-1핵심 “실내외 고정밀 측위정보 연동” 과제를 통해 개발되는 측위정보를 기반으로 1-2-1과제에서 공간정보를 수집함

○ 전체 사업 측면에서 본 핵심의 결과물은 3-1핵심 “초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용”과제로 전달되도록 구성되어 있음

○ 대외적으로는 기 구축되어 있는 공간정보를 연계하고 갱신 정보를 제공하기 위한 국토부/지리원/지방자치단체 및 해당 시스템 관리기관, 공간정보 품질 표준관리를 담당하는 국토부, 개발된 무빙 플랫폼의 실증을 위한 국토부/과기정통부, 자율주행차용 센싱정보 제공 데이터 포맷 선정을 위한 민간 자율주행차 제작 업체, 플라잉카/드론택배용 공중 공간정보 제공 데이터 포맷 선정을 위한 민간 플라잉카 제작 및 드론택배 서비스 업체 등과의 협력이 필요함



[그림 7-23] 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 추진체계

(2) 협력방안

□ 대외기관과의 협력방안

○ 기 구축된 공간정보 시스템 관리주체와의 협력을 통한 데이터 수급

- 본 핵심과제 내 1-2-1과제는 기 구축된 데이터의 효과적인 연계/변환/관리를 위한 데이터 저장/관리 기술을 개발함
- 따라서 국가 차원에서 관리되고 있는 공간정보 관리시스템의 관리주체(국토부, 지리원, 지방자치단체 등)와 시스템 관리기관과의 협력을 통한 대상 시스템 선정 및 연계방식 선정이 필요함

○ 개발된 무빙 플랫폼의 실증 장소 선정을 위한 대외 협력

- 본 핵심과제 내 1-2-2과제는 도로 시변 공간정보의 변화인식을 위한 무빙 플랫폼 구축기술을 개발하고 공중 동적 공간정보의 변화인식을 위한 무빙 플랫폼 구축기술을 개발함
- 해당 무빙 플랫폼은 현장의 데이터를 취득하기 위한 실험 장소가 필수적이며 국토부의 국토관리청, 국토부/과기정통부의 규제프리 드론 실험장 관리 주체와의 협력을 통한 장소선정 및 설치방식 협의가 필요함

○ 자율차, 플라잉카에서 필요한 데이터 형식 선정을 위한 민간 업체와의 협력

- 본 핵심과제 내 1-2-2과제는 자율주행차를 위한 전방 1~20분 도로변화 정보를 인식하고 저고도 유무인 이동체를 위한 공중 공간정보의 변화를 인식하는 기술을 개발함
- 해당 정보는 자율주행차와 유무인 비행체에서 실질적으로 활용할 수 있는 데이터 표준 형태로 변환하는 것이 필요하므로 민간 자율주행차 제작 업체, 민간 플라잉카 제작업체, 드론택배 서비스 업체 등과의 협력을 통해 데이터 형태 및 프로토콜 선정이 필요함

○ 최고수준의 공간정보 객체 정보 자동 매핑 및 LoD간 동적변환을 위한 대외 협력

- 본 핵심과제 내 1-2-3과제는 공간정보 객체의 기하모델, semantic, topological 정보를 가능한 최고 수준으로 추출하고 이들 정보를 LoD간에 동적으로 변환할 수 있는 기술을 개발함
- 해당 기술은 세계적으로도 초기 연구단계에 있으므로, 국내 스마트시티 융합 얼라이언스와의 협력, 해외 Virtual Singapore 개발 주체와의 MOU 체결을 통한 노하우 교류, EuroSDR과의 선진 연구 교류가 필수적임

3.12 위험요인 및 해결방안

〈표 7-35〉 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신의 위험요인 및 해결방안

핵심기술	위험요인	해결방안
3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	■ 목적에 맞게 취득 방법이 정해지지 않은 다양한 방법으로 취득되고 정밀도 및 semantic 정보 질이 다른 공간데이터의 중첩시 기하학적 편차의 범위가 클수 있음	■ 공간데이터 품질검증 기반 다양한 시나리오별 시뮬레이션을 통해 N차원 공간정보 융합결과를 관찰하여 공간데이터 품질을 세분화하고 활용 목적별 차등적용 체계 구축
	■ 도로 시변공간정보 변화인식 기술의 개발 및 실증을 위한 무빙 플랫폼 설치장소의 선정	■ 지방국토관리청의 협조 하에 지방 국도 변 유휴지에서 무빙플랫폼 설치 및 운용
	■ 공중 공간정보 변화인식 기술의 개발 및 실증을 위한 테스트베드 선정	■ 국토부와 과기정통부에서 지정한 전국 거점별 5개 규제 프리 드론 시험 비행장 활용
	■ 드론, CCTV, MMS, 차량 등을 통하여 획득되는 영상 및 위치 데이터는 개인정보 이슈가 발생할 소지가 큼	■ 국토부 개인정보 관리계획, 국가공간정보시스템 개인정보처리지침, 정보보안 규정 등을 준용 ■ 본 사업 내 연구개발 과제로 '개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암호화 기술' 개발 과제를 두어 데이터 취득 및 활용상의 개인정보 이슈 해소 및 정보보완체계 및 시스템 구축
	■ Dynamic LoD 기반 객체 정보 자동 변환 및 가시화는 세계적으로도 초기 연구단계에 있으므로, 안정적인 솔루션을 구축하기까지 많은 이슈가 발생할 소지가 큼	■ Virtual Singapore, 스마트시티사업단 등과의 활발한 교류를 통한 경험 및 노하우 공유 ■ 선진국 연구팀(유럽 및 미국)들과의 적극적 연구 교류 및 표준화 진행

3.13 실용화 전략

(1) 기존 실용화 사례

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 우버는 2015년 매핑 기술 및 위치정보업체 디카르타(deCarta)와 MS 빙맵(Bing Maps)에 사용된 기술을 사용하여 크라우드 소싱 이미지 데이터 수집 기반 에디터 분석을 수행하여 품질을 향상 시킴

○ 드론 플랫폼을 통해 취득되어지는 대량의 공간데이터들의 3차원 매핑 솔류션을 제공하는 업체 (Pix4D-스위스)인 경우 정밀도에 영향을 주는 데이터들을 인식하고 부분적으로 인공지능 기반 품질검증을 통해 데이터 처리를 수행하여 매핑 결과를 향상시키고 있음

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 자율주행차용 정밀도로지도 구축 시범사업[125](국토지리정보원) 및 ITS 국가교통정보센터(국토부)

- 국토지리정보원은 자율주행차의 자율주행 시스템 의사결정을 지원하기 위한 목적으로 센티미터 단위의 공간 해상도를 가진 3차원 정보를 구축하고 있음
- 이 사업은 MMS를 이용해 도로의 측량을 수행하고, 도화프로그램을 통해 객체 별 세부 도화과정을 거친 후, 점군데이터 및 벡터데이터를 구축함
- 현재 자율주행 기술을 개발 중인 14개 민간사와 구축 협력에 대한 협약을 체결
- 대한민국 ITS 국가교통정보센터에서는 도로 정체상황, 돌발 사고정보, 공사정보 등을 인터넷, VMS, 통신 등을 활용해 제공하고 있음

○ HD Live Map[126] (HERE)

- HERE는 핀란드 노키아의 지도정보서비스 부문의 하나로써, 현재 BMW, Audi, Daimler 컨소시엄에 인수됨
- HERE의 'HD Live Map'은 자율주행차를 위한 클라우드 기반 고정밀 실시간 지도 데이터를 구축하고 제공하며, 이 지도는 내비게이션 업체 뿐 아니라 공공 부문에서 널리 활용되고 있음
- 라이다 센서가 탑재된 HERE의 측정 차량이 주변 정보를 기존의 지도데이터와 결합함으로써 실시간 도로 주변 정보(교통량, 시설, 구조물 등)의 변화를 탐지하여 업데이트 하고 있음. 실시간 변화를 탐지하기 위해 인공지능 기반의 인식기술을 활용하고 있으며, 격자 기반의 데이터 구조를 차용하여 대용량 데이터의 효율적인 저장 및 제공을 가능하게 함

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ nFrames

- 독일의 nFrames사는 Stuttgart 대학에서 축척된 기술을 바탕으로 창업하여 성장하고 있는 사진측량 기반 공간정보 자동생성 업체로 SURE-aerial, SURE-LiDAR, SURE-editor등을 보유하고 있음
- SURE-aerial은 항공기 및 드론에서 찍은 영상을 이용하여 Point Cloud와 3D mesh와 DSM 생성을, SURE-LiDAR는 레이저 데이터를 활용하여 얻어진 Point Cloud 처리를, SURE-editor는 Point filtering 및 DSM editing을 처리하는 솔루션을 제공하고 있음
- 더불어 영상에서 얻어진 Point Cloud와 LiDAR 데이터를 융합하여 공간정보를 구축하는 기술도 보유함으로써, 고정밀/고밀도의 정보구축에 두각을 나타내고 있음

125) 출처: 국토정책Brief No.750, 2020
126) 출처: http://www.engjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=247,

○ Gaia3D

- 국내업체로 AEC(Architecture, Engineering, Construction) 영역과 전통적인 3차원 공간정보(3D GIS)를 통합적으로 관리, 가시화해 주는 차세대 3차원 플랫폼 mago3D를 보유하여, 실내외 구별없이 끊김없이 AEC와 3D GIS를 웹 브라우저에서 통합해줌
- 초대용량 BIM, 3D GIS 파일 등을 웹브라우저 상에서 바로 디스플레이하여 활용하는 오픈소스 GIS 솔루션을 제공함
- 실내정보, 실내외통합, 항만시설 및 선박구조물 모델링, 스마트건설 등의 비즈니스 모델을 성공적으로 이끌어 가고 있음

(2) 성공 사례의 시사점

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 공급자위주의 단순개방 및 공유을 위한 공간정보데이터가 아닌 수요자 맞춤형으로 공간정보 품질을 검증해 해당 활용 분야에 적합한 데이터 활용성을 높임

○ 디지털트윈의 일종인 정밀지도 구현을 위해서는 다종 센서로부터 취득된 대용량 공간데이터 정합이 필수적이며 따라서, 공간적 제약이 덜한 드론 및 자율주행차 기반 취득된 공간데이터를 이용 정밀지도 구현의 효율성을 높이고 있음

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 자율주행 모빌리티를 위한 공공 차원의 도로변화정보 제공

- 민간의 기술로는 ITS 국가교통정보서비스에서 제공하는 도로 전 구간에 대한 도로변화 정보를 취합할 수 없으며 공공 차원에서 제공하는 것이 바람직 함
- 그러나 현재 제공되는 도로변화 정보는 구간 (30m~10km) 별 정보만 제공되고 있으며 제공 속도가 매우 늦어(사고, 공사의 경우 신고에 의존) 자율주행 모빌리티의 세밀한 의사결정을 지원하기에는 한계 또한 존재

○ 자율주행 모빌리티를 위한 차량 주변의 정보 제공

- 자율주행차를 위한 도로정밀지도 사업의 성공 사례에서 보듯이, 자율주행 모빌리티의 의사결정 지원을 위해서는 차량 주변의 시설, 차선 등 도로변화 정보 제공이 필수적
- 또한 HERE의 사례에서 보듯이, 차량 주변의 교통량, 시설물에 대한 준 실시간 처리를 위해 신속 변화 탐지 기술 및 대용량 데이터 처리기술 개발이 필수적

□ 구성기술 (1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 첨단 기술을 바탕으로 한 동종 또는 이종센서를 통한 고정밀/고밀도 공간정보제공

- nFrames의 사례에서 보듯이 동종센서 또는 이종센서를 정밀하게 융합하고 이를 바탕으로 고밀도의 3차원 포인트 클라우드, 메쉬 및 텍스쳐 생성 및 에디팅 솔류션 제공이 필수적
- 그러나 전문가에 의해 관리되는 장비 및 센서가 아닌 경우, 즉 클라우드소싱 데이터를 활용하여 고정밀/고밀도의 공간정보 생성에는 한계가 존재

○ AEC/BIM/3DGIS의 seamless한 융합과 오픈소스기반으로 웹상에서 정보제공

- Gaia3D의 사례에서 보듯이 AEC/BIM/3DGIS 융합을 통한 다수 활용분야 발굴 가능
- 단절 없는 실내외 데이터의 연결 및 정보 제공이 필수적
- 오픈소스기반으로 웹상에서 AEC/BIM/3DGIS를 통합 및 분석하는 솔루션을 제공함으로써 개방성 보장
- 스케일변경 및 응용분야 상이에 따른 LoD 별 기하/속성정보의 동적 변경을 지원하기에는 한계가 존재

(3) 실용화 전략 수립

□ (구성기술 1-2-1) 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상

○ 현재 국토교통부 산하 국가공간정보센터는 44개 기관에서 수집한 30종 2021건의 공간정보를 보유하고 있다. 이를 기반 새롭게 고도화되는 이종센서(카메라, 라이다등)들을 드론 및 자율주행차와 같은 무빙 플랫폼을 이용하여 실시간/시계열로 대량의 N차원 공간 데이터들을 취득하고 변화갱신/구축 및 광범위한 국토공간의 음영/차폐영역까지 보상하여 실감형 3차원 모델 생성

□ (구성기술 1-2-2) 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식

○ 공공 크라우드 소싱 기반의 도로변화 정보 인식기술 개발

- 민간에서 활용되는 몇 대의 관측 차량, 또는 관측 센서로는 도로 전 구간의 정밀 변화정보를 인식할 수 없으며 다양한 소스에서 제공되는 도로변화 정보를 취합하여 공공 차원에서 전 구간의 정밀 도로변화를 인식하는 기술을 개발
- 기존 센서에서 담당하지 못하는 지역의 변화 인식을 위하여 상시관측 시스템 구축기술을 개발

○ 도로변화 대용량 데이터의 준 실시간 처리기술 개발

- 기존에 제공되는 정보의 비 실시간성을 극복하기 위하여 센싱 데이터 처리가 준 실시간이 되도록 기술 개발
- 기존에 제공되는 정보의 낮은 정밀도를 극복하기 위하여 대용량 데이터의 효율적 처리기술을 개발

□ (구성기술 1-2-3) 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신

○ 클라우드소싱 데이터를 기반으로 한 고정밀/고밀도 공간정보 생성기술 개발

- 보다 효율적이며, 신속하고, 국지적으로 공간정보를 갱신하기 위해서 클라우드소싱 데이터를 기반으로 한 공간정보 생성기술 개발
- 클라우드소싱 데이터의 신뢰성을 올릴 수 있는 QA/QC 기술 개발

○ GIS 및 BIM/CAD의 LoD별 기하/속성정보의 융합 및 동적 변경 지원 기술 개발

- 스케일변경 및 응용분야의 필요에 따라 LoD별로 기하/속성정보를 동적으로 변경 가능케 하는 기술 개발

3.14 기대 및 파급효과

(1) 과학기술적 측면

○ 다중 센서 기반 공간정보 구축기술을 활용한 공간정보의 실시간 갱신을 통해 자율주행차 및 드론 분야 활용을 위한 공간정보 구축 분야 활용

- 크라우드 소싱 기술을 적용한 실시간 정보의 수집 및 처리 기술을 활용하여 공간의 변화 정보를 신속하게 반영함으로써 자율주행차(자율주행차 마켓 매년 26.4%씩 성장) 및 드론(드론 마켓 매년 20.5%씩 성장) 분야에 활용할 수 있는 공간정보 제공

○ 국토정보의 실시간 수집을 통한 국토 전반에 걸친 모니터링 가능

- 이동체에 탑재된 영상센서, CCTV 등으로부터 확보되는 대용량 실시간 정보(예, 강남구 CCTV 데이터 발생량: 4.11GB/s, 관용차량내 플랙박스데이터 발생량: 0.38GB/s)의 수집 및 처리를 기반으로 국토 전반에 걸친 변화 탐지 및 안전, 범죄 예방 등을 위한 모니터링 가능

○ 다중 센서 데이터의 표준화 및 연계 활용 기술 개발을 통한 데이터 공유·활용 체계 마련

- 크라우드 소싱 기반으로 수집되는 다양한 정보의 표준적용 및 연계·변환 기술을 통해 대규모 정보의 공동 활용(드론 장착센서 기반 기간시설물점검: 일단위 작업에서 1시간단위 작업량으로 축소)을 위한 기반 마련

○ 다차원 도로변화 정보의 감지, 분석, 예측기술 확보로 미래 지상 모빌리티의 주행환경 통합 관리 플랫폼 기반 기술 선도

- 준 실시간 다차원 도로변화정보서비스의 제공으로 도로위험에 대한 선제적 대응이 가능한 도로 디지털 트윈 체계의 고정밀 지도 표준화 기반 마련
- 미래 모빌리티를 수용할 수 있는 감지, 분석, 예측기술 개발을 통해 지상 교통 및 물류 전반에 대한 인프라 통합관리 플랫폼 기반 기술 선도

○ 공중 시변 공간정보의 변화인식기술 확보로 드론 플라잉 카 등의 미래 공중 모빌리티 통합관리 플랫폼 기반 기술 선도

- `25년 시범서비스, `30년 안정화를 예상하는 드론택배, 플라잉카 등의 저위험 경로를 제공/관제하기 위해서는 공중 모빌리티 통합관리 플랫폼 기술 개발이 필수적

- 공중 시변 공간정보(바람, 화재, 미세먼지 등) 변화인식 기술 개발을 통해 해당 플랫폼의 기반 기술을 선도하며 드론택배, 플라잉카의 통합 관제에 새로운 기술 패러다임 제시

○ 클라우드소싱 데이터 기반 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간 데이터 구축 기술 국산화

- 정밀 셀프 및 시스템 캘리브레이션 기술 및 3차원 점군, 메쉬 및 텍스쳐 생성 기술의 국산화 기반 마련함과 더불어, 연접공간에서 seamless한 3차원 공간정보 구축 기술 및 신속 효율적인 자동 갱신 기술 보유

○ 공간정보 객체 기하 모델, semantic/topological 정보 최고 수준 구축 기술 선도

- 디지털 트윈의 기반이 되는 주요 객체들에 대한 자동 인식, 추출 및 기하 모델 자동화율을 세계 선도적인 수준으로 끌어올림

- 세계적으로도 거의 초기적 연구단계 상태인 semantic 및 topological 정보 자동 추출 기술을 인공지능을 기반으로 개발하여 선도함으로써 다양한 분야에서의 정밀한 의사결정을 지원

○ 다양한 응용분야와 스케일 변화에 따른 동적 LoD 변환 자동 구축 기술 세계적 선도

- LoD 변환에 따른 기하모델 및 속성 정보의 동적변환기술은 세계적으로도 거의 초기적인 연구단계로 각종 응용분야의 요구수준에 맞추어 경량의 공간정보를 효율적으로 생성/변환/전달할 수 있는 기술 제시

- LoD 수준에 따른 GIS 및 BIM 모델간의 변환, 융합 및 가시화를 통하여 스마트 건설, 스마트 유지관리, 재난재해 관리 등에 효율적인 정보 제공 및 세계적인 기술 선도

(2) 사회경제적 측면

○ 지상 1~20분 전방상황 도로 정보 제공으로 도로 교통사고 발생 최소화 및 사회적 비용 감소

- 지상 시변 공간정보의 변화인식 기술 개발을 통해 지상 1~20분 전방 도로상황의 준 실시간 제공이 가능해지며, 첨단차/비첨단차의 상황대처 능력이 극대화 되고 교통사고 발생 최소화 가능

- 관련 핵심기술 확보로 미래 지상 모빌리티 관련 신시장 창출이 가능하며, 교통물류 산업 혁신 및 경제 성장 공헌 기대

○ 저고도 유무인 비행체를 위한 공중 동적 공간정보(공중 장애물) 제공으로 드론 임무수행 및 플라잉카의 사고위험 최소화

- 저고도 유무인 비행체가 공중에서 맞닥뜨릴 수 있는 다양한 돌발 장애정보를 제공함으로써, 기체의 추락으로 인한 지상의 직접적 인명/재산 피해와 지상의 이차 교통사고 등 복합재난의 예방이 가능

○ 정밀한 객체 기하 및 속성 정보 자동 생성 및 실시간 제공을 통한 신뢰도 높은 의사결정 지원

- 각종 IoT 및 측정 센서 정보와 공간정보의 결합을 통하여 시설물의 스마트한 에너지 관리, 국가 차원의 정밀한 에너지 현황 파악 및 계획 수립 가능

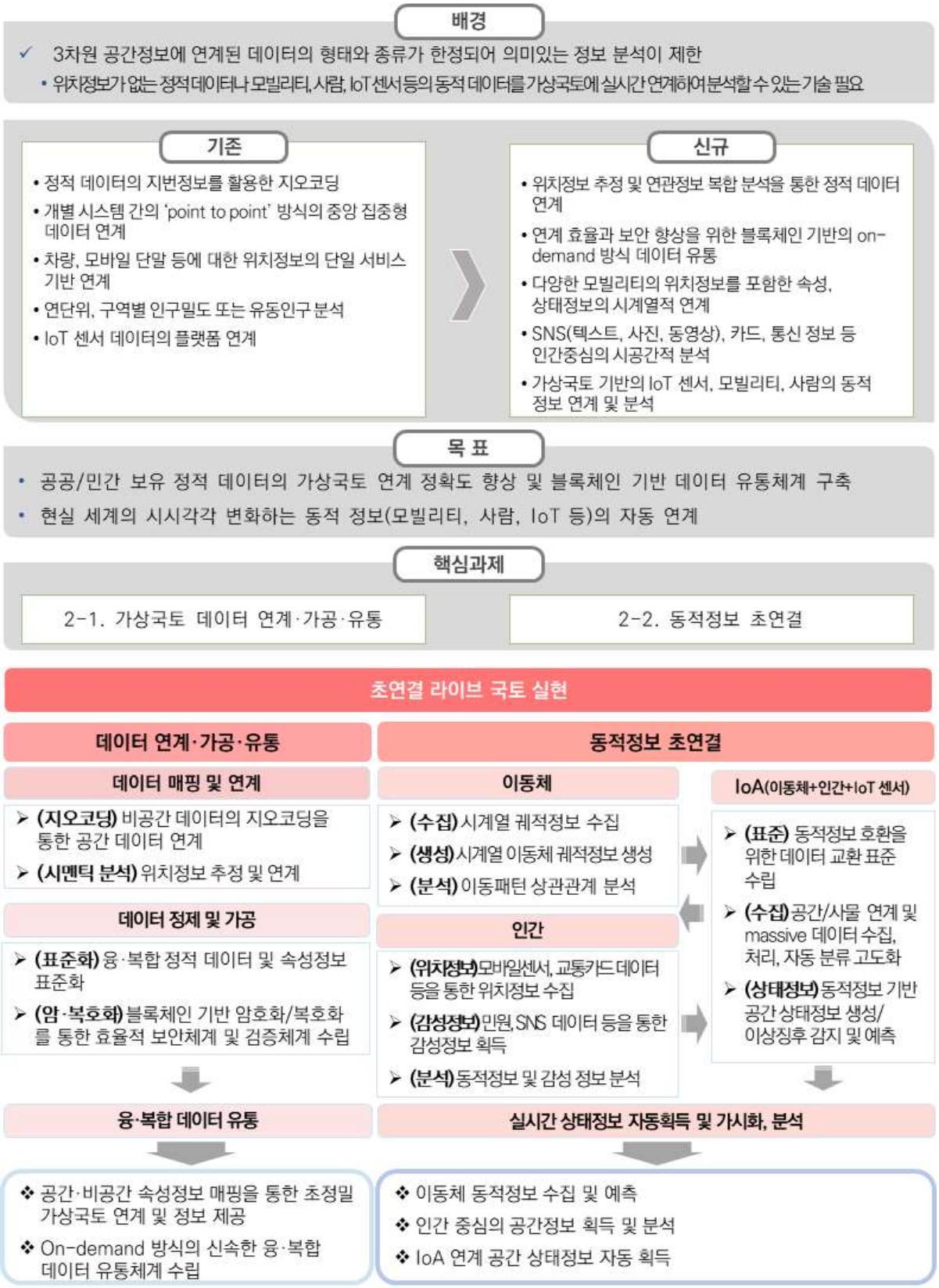
- Semantic 및 topological 속성 정보를 활용하여 재난 발생 또는 인명구조 시 드론 및 기타 무인 이동체의 자율 판단 지원을 통한 신속한 임무 수행으로 재산 및 인명 손실 최소화

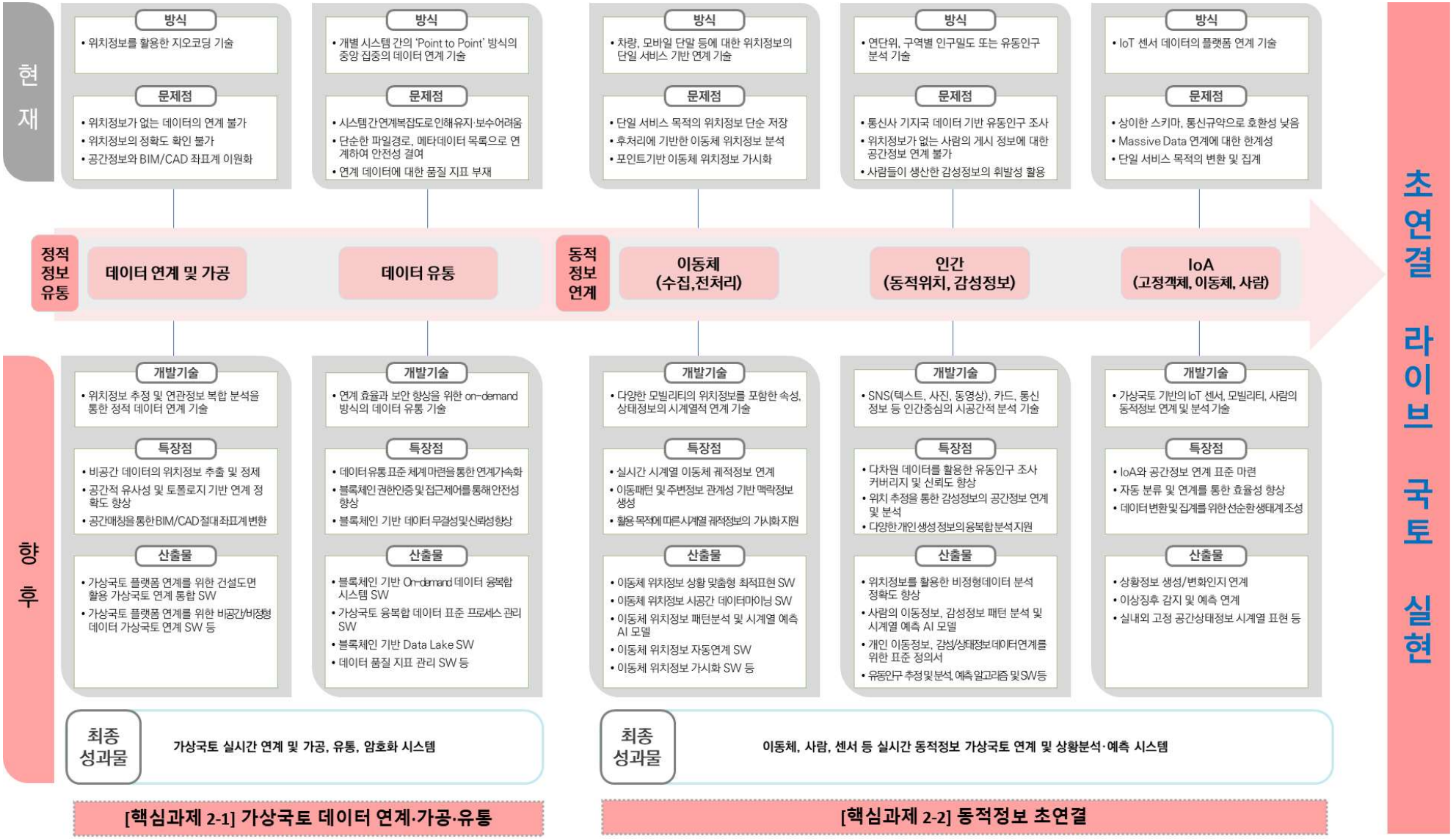
○ GIS 및 BIM 기반 모델간의 LoD별 동적변환 및 융합을 통해 다양한 활용분야의 효율성 및 생산성 증대

- 스마트 건설, 스마트 유지관리, 재난재해 관리 등에 효율적인 정보 제공, 의사결정 지원, 생산성 등의 증대

제2절 초연결 라이브 국토 실현

1. 사업대상 및 범위



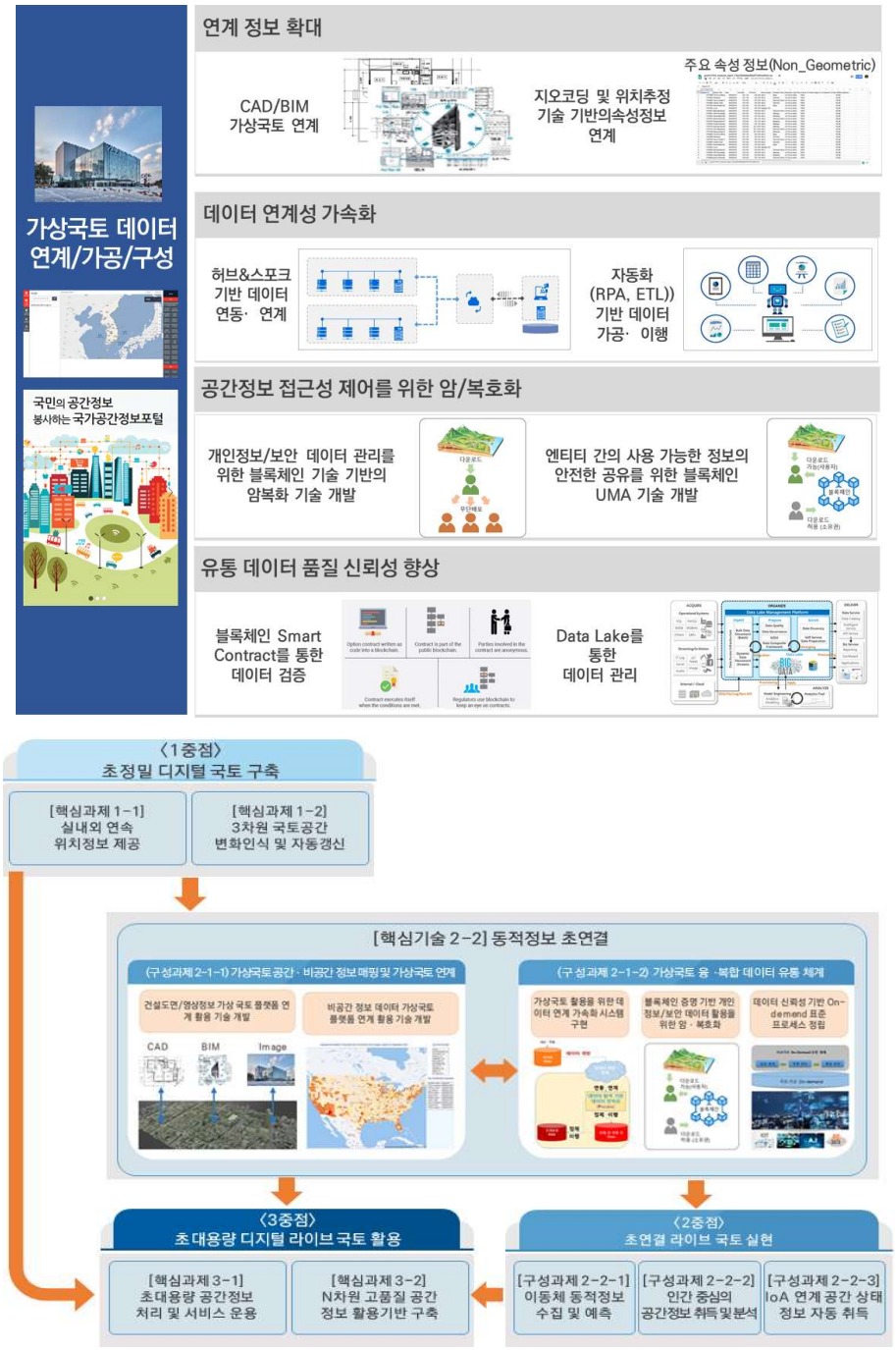

현재
방식
• 위치정보를 활용한 지오코딩 기술
문제점
• 위치정보가 없는 데이터의 연계 불가
• 위치정보의 정확도 확인 불가
• 공간정보와 BIM/CAD 좌표계 이원화
방식
• 개별 시스템 간의 'Point to Point' 방식의 중앙 집중의 데이터 연계 기술
문제점
• 시스템간연계복잡도로인해유지·보수어려움
• 단순한 파일경로, 메타데이터 목록으로 연계하여 안전성 결여
• 연계 데이터에 대한 품질 지표 부재
방식
• 차량, 모바일 단말 등에 대한 위치정보의 단일 서비스 기반 연계 기술
문제점
• 단일 서비스 목적의 위치정보 단순 저장
• 후처리에 기반한 이동체 위치정보 분석
• 포인트기반 이동체 위치정보 가시화
방식
• 연단위, 구역별 인구밀도 또는 유동인구 분석 기술
문제점
• 통신사 기지국 데이터 기반 유동인구 조사
• 위치정보가 없는 사람의 게시 정보에 대한 공간정보 연계 불가
• 사람들이 생산한 감성정보의 휘발성 활용
방식
• IoT 센서 데이터의 플랫폼 연계 기술
문제점
• 상이한 스키마, 통신규약으로 호환성 낮음
• Massive Data 연계에 대한 한계성
• 단일 서비스 목적의 변환 및 집계
정적 정보 유통
데이터 연계 및 가공
데이터 유통
동적 정보 연계
이동체 (수집,전처리)
인간 (동적위치, 감성정보)
IoA (고정객체, 이동체, 사람)
초연결 라이브 국토 실현
향후
개발기술
• 위치정보 추정 및 연관정보 복합 분석을 통한 정적 데이터 연계 기술
특장점
• 비공간 데이터의 위치정보 추출 및 정제
• 공간적 유사성 및 토폴로지 기반 연계 정확도 향상
• 공간매칭을 통한 BIM/CAD 절대좌표계 변환
산출물
• 가상국토 플랫폼 연계를 위한 건설도면 활용 가상국토 연계 통합 SW
• 가상국토 플랫폼 연계를 위한 비공간/비정형 데이터 가상국토 연계 SW 등
개발기술
• 연계 효율과 보안 향상을 위한 on-demand 방식의 데이터 유통 기술
특장점
• 데이터유통 표준 체계 마련을 통한 연계가속화
• 블록체인 권한인증 및 접근제어를 통해 안전성 향상
• 블록체인 기반 데이터 무결성 및 신뢰성 향상
산출물
• 블록체인 기반 On-demand 데이터 융복합 시스템 SW
• 가상국토 융복합 데이터 표준 프로세스 관리 SW
• 블록체인 기반 Data Lake SW
• 데이터 품질 지표 관리 SW 등
개발기술
• 다양한 모빌리티의 위치정보를 포함한 속성, 상태정보의 시계열적 연계 기술
특장점
• 실시간 시계열 이동체 궤적정보 연계
• 이동패턴 및 주변정보 관계성 기반 맥락정보 생성
• 활용 목적에 따른 시계열 궤적정보의 가시화 지원
산출물
• 이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적표현 SW
• 이동체 위치정보 시공간 데이터마이닝 SW
• 이동체 위치정보 패턴분석 및 시계열 예측 AI 모델
• 이동체 위치정보 자동연계 SW
• 이동체 위치정보 가시화 SW 등
개발기술
• SNS(텍스트, 사진, 동영상), 카드, 통신정보 등 인간중심의 시공간적 분석 기술
특장점
• 다차원 데이터를 활용한 유동인구 조사 커버리지 및 신뢰도 향상
• 위치 추정을 통한 감성정보의 공간정보 연계 및 분석
• 다양한 개인 생성 정보의 융복합 분석 지원
산출물
• 위치정보를 활용한 비정형데이터 분석 정확도 향상
• 사람의 이동정보, 감성정보 패턴 분석 및 시계열 예측 AI 모델
• 개인 이동정보, 감성/상태정보 데이터연계를 위한 표준 정의서
• 유동인구 추정 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW 등
개발기술
• 가상국토 기반의 IoT 센서, 모빌리티, 사람의 동적정보 연계 및 분석 기술
특장점
• IoA와 공간정보 연계 표준 마련
• 자동 분류 및 연계를 통한 효율성 향상
• 데이터 변환 및 집계를 위한 선순환 생태계 조성
산출물
• 상황정보 생성/변화인지 연계
• 이상징후 감지 및 예측 연계
• 실내외 고정 공간상태정보 시계열 표현 등
최종 성과물
가상국토 실시간 연계 및 가공, 유통, 암호화 시스템
최종 성과물
이동체, 사람, 센서 등 실시간 동적정보 가상국토 연계 및 상황분석·예측 시스템
[핵심과제 2-1] 가상국토 데이터 연계·가공·유통
[핵심과제 2-2] 동적정보 초연결

2. (핵심기술 2-1) 가상국토 데이터 연계·가공·유통

2.1 기본 개념 및 범위

(1) (기본 개념)

○ 행정, 통계, 환경정보 등 현실세계에서 생산되는 공공 및 민간분야의 정적 데이터를 가상국토에 연계하고 다양한 분야의 사용자에게 체계적이고 효율적으로 제공하기 위한 기술 개발

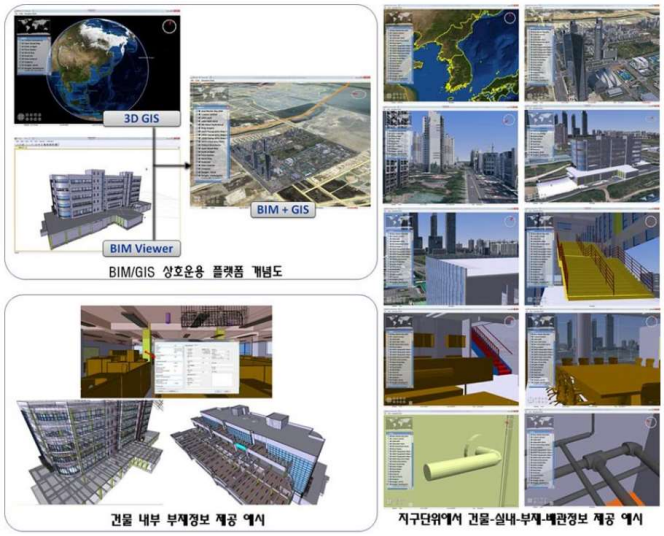


[그림 7-24] 가상국토 데이터 연계·가공·유통 구성개념도

□ 공공 및 민간분야 정적 데이터의 가상국토 플랫폼 연계 및 맵핑

○ 건설도면, 영상 DB의 통합관리 및 정보 제공을 위한 가상국토 플랫폼 기반의 데이터 연계 및 동적 맵핑을 위한 기술 개발

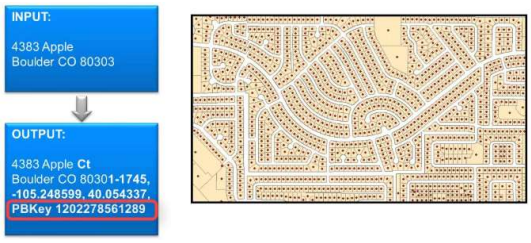
- 지금까지 공간정보 및 관련 서비스 분야에서 제공한 데이터는 대부분 최종 단계의 데이터 만을 수요자에게 제공됨에 따라 정보 생성 과정의 데이터가 생략된 제한된 정보만을 사용할 수 있었으나, 산업구조의 다양성, 복합성 등에 따라 공간정보의 가공 및 상세 정보에 대한 필요성이 대두되고 있음
- 공간정보에 대한 다양한 분야의 수요에 대응하기 위해 공간정보 구축의 원천 데이터인 CAD, BIM, 영상 등을 공간정보와 연계하여 이를 관리 및 제공할 수 있는 기술



[그림 7-25] 공간정보와 BIM을 연결한 건물 내부 정보 확인 (출처:건설기술연구원)

○ 가상국토 기반으로 다양한 속성정보, 센서스 정보 등을 연계하여 현실세계에서 필요로 하는 다양한 정보를 제공하기 위한 기술

- 최근 이슈가 되고 있는 빅데이터 분야는 다양한 형태의 비공간 데이터를 공간정보에 매핑함으로서 그 활용성을 확대해 가는 추세이며, 이에 따라 비정형데이터의 공간정보 연계를 위해서는 위치 정보의 추출과 정제(ETL 등) 등을 통해 공간정보와의 정확한 매칭을 하고 가상국토 기반으로 정보를 표출하기 위한 기술



[그림 7-26] 주소와 지명을 활용한 지오코딩 기술

□ 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용에 필요한 연계 데이터 처리 프레임워크 마련으로 가상국토를 구성하는 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술 개발

- 가상국토 활용에 필요한 다양한 출처(공공, 민간 etc)로부터의 데이터 연계·연동 시 데이터 버스 구축, 연동 규칙 통제, 데이터 어텝터 등을 유연하게 처리할 수 있는 허브&스포크 아키텍처 기반의 프레임워크 개발
- 가상국토를 구성하는 멀티소스 데이터의 활용성 극대화를 위해 자동화 기반의 다양한 데이터 정제 &이행 기술 개발

○ 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어를 위하여 공간 빅데이터 환경에서 블록체인 증명 기반의 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화

- 개인정보/보안 데이터의 체계적 활용을 위한 블록체인 증명기반의 암호화 기술 개발로써 디지털 가상국토에서 개인과 공간의 주체인 엔티티 간의 블록체인 디커플링(Decoupling)을 기반으로 자기주권 신원증명 기술 개발
- 융복합 정보 서비스 제공 및 활용성 증대에 요구되는 각 엔티티 간의 사용가능한 정보를 안전하게 공유하기 위한 블록체인 UMA(User Managed Access) 기술 개발

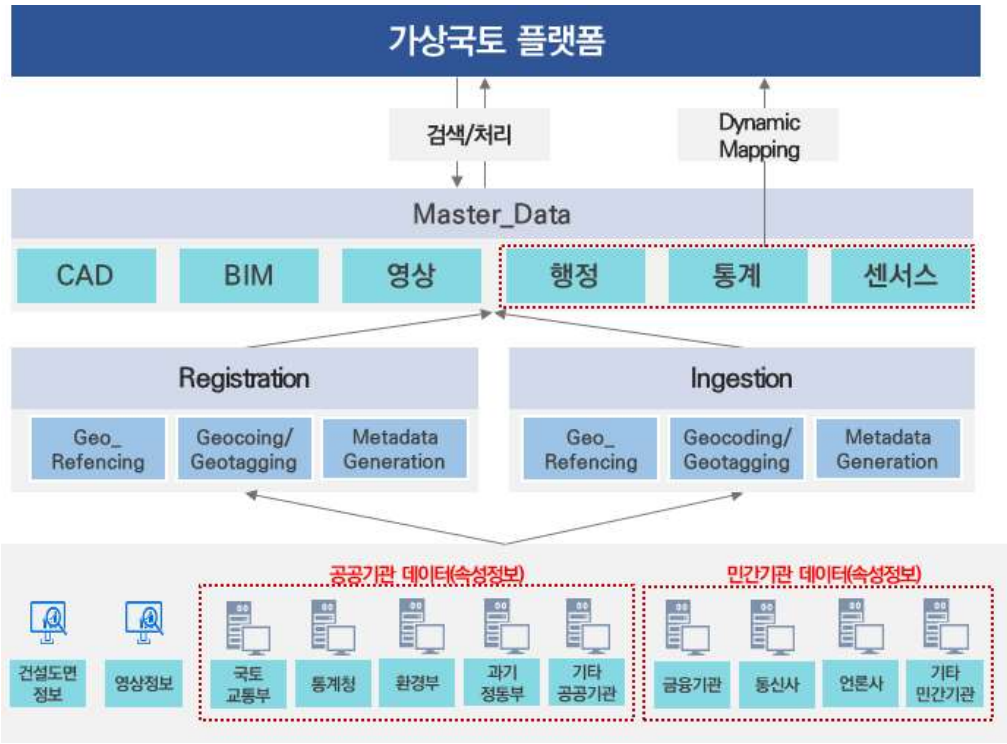
○ 유통 수요(On-demand) 활용에 따른 가상국토 데이터 구성요소에 대한 정의와 표준 데이터 셋을 위한 메타데이터 및 에셋(asset)데이터 관리를 위한 블록체인 기반 표준 프로세스 구현 및 검증

- 가상국토 유통 수용(On-demand)을 위한 다중 공간데이터의 객체 정의 및 분류 체계를 수립하여 유통 수용 목적에 맞는 객체별 필수 데이터와 필요 데이터에 대한 연계, 가공, 업무 프로세스 등 데이터 유통을 위한 표준 체계에 대한 기술 개발
- 유통 수요(On-demand) 프로세스(데이터 요청, 연계, 수집/적재, 융·복합, 전달, 이용 등)에 필요한 다양한 시스템과 데이터 생성 주체(기관) 간의 이용 요청 및 허락, 이용 권한 증명 등을 블록체인 기반의 네트워크를 구성하여 데이터 무결성, 신뢰성을 보장하고 가상국토 데이터 생성과 유통 간의 데이터 품질 검증을 위한 연계 데이터 관리 기술 개발

(2) (기술 범위)

○ 가상국토 데이터의 신속하고 효율적인 연계·가공·유통을 위해 다양한 공간정보 및 비정형 데이터의 자동 연계기술과 데이터 신뢰성 확보, 암호화/복호화를 통한 보안체계 확립기술 등을 개발하고자 하며, 이를 통해 궁극적으로 활용을 위한 데이터 유통 시스템 개발의 기본 체계를 수립하고자 함

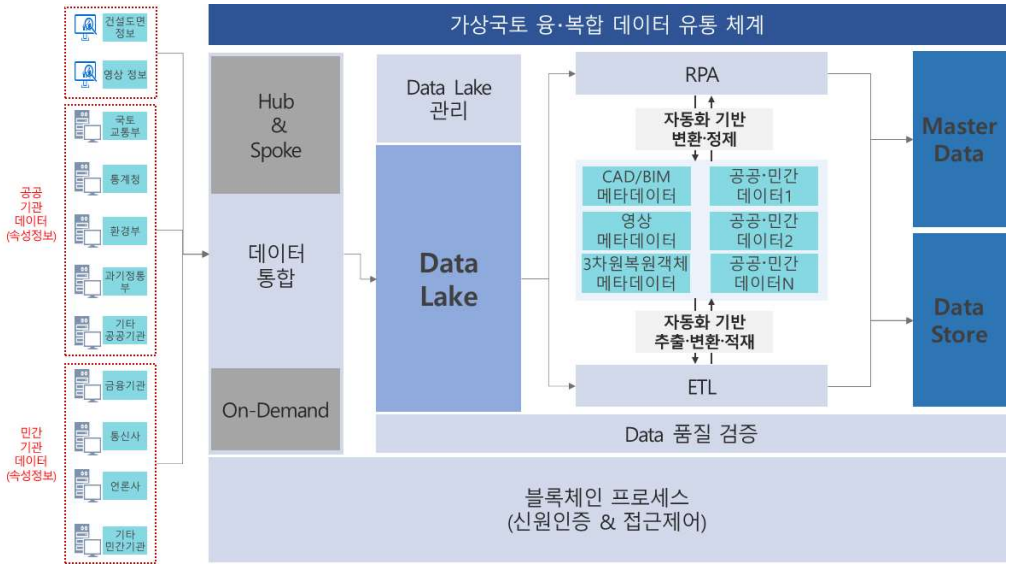
□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계



[그림 7-27] 공간 · 비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 기술범위

- CAD/BIM/영상 정보의 가상정보 연계를 위한 위치관계 일원화 기술, 데이터 상호 연계 및 공간쿼리 기술 기반의 데이터 매칭 기술 개발
- 속성정보, 센서스 정보 등 비정형 데이터의 구조화를 통한 가상국토 연계 기술 개발

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계



[그림 7-28] 가상국토 융복합 데이터 유통 체계의 기술범위

- 가상국토를 구성하는 멀티소스 데이터를 허브&스포크 구조의 단일 프레임워크 기반으로 연동·연계가 가능한 기술 개발
- 가상국토에서 활용 가능한 자료의 형태로 멀티소스 데이터를 추출·변환·정제·적재할 수 있는 데이터 연결성 가속화 기술 개발
- 공간 빅데이터 환경에서 블록체인 증명 기반의 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술 개발
- 가상국토 활용을 위한 블록체인 자기주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소기술 개발
- 유통 수요(On-demand)에 따른 블록체인 기반 가상국토 데이터 관리 표준 프로세스 개발
- 가상국토 데이터 유통 수요(On-demand)를 위한 Data Lake 체계 및 블록체인 기반 유통 관리 기술 개발

2.2 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

□ 4차 산업혁명 시대의 핵심 인프라인 공간정보의 활용 분야 확대에 따라 공간정보 기반의 건설도면, 행정, 통계, 센서스 정보 등의 데이터 관리 및 정보 연계의 필요성이 증가

○ 공간정보는 공공기관의 정책 집행을 위한 의사결정시스템 지원 및 대민서비스를 위한 주요 행정 정보로써 사용되고 있으며, 현재는 자율주행차, 드론, 스마트 시티 등 4차 산업혁명 시대의 핵심기술에 필요한 디지털 SOC로서 현실 세계에 대한 정확하고 신속한 정보 제공이 요구되고 있음

○ 지도를 포함한 공간정보는 세상에 존재하는 '모든 사물'과 인터넷 가상공간'을 연결하는 플랫폼으로 발전함에 따라 더 많은 부가가치를 창출하고 있음

○ 기존의 공간정보는 위치확인 및 국토 관리 등 산업의 보조적인 임무를 수행하였지만 최근의 공간정보는 개인 내비게이션, 로봇활용 등 차세대 산업을 창출하고 있음

○ 공간정보산업이 발전하면, 보다 정밀한 공간정보 기반이 조기에 구축되어 다른 산업의 고도화를 앞당길 수 있는 기술 기반이 마련됨

□ 중앙정부 및 지자체와 산하 공공기관들은 공공데이터 개방과 활용성 극대화라는 시대적 흐름과 국가정책을 추진 중이며, 공공데이터 개방에 따른 데이터 연동·연계 효율의 극대화와 개방, 데이터의 신뢰성을 보장하면서 데이터 3법 통과에 따른 증명기반의 데이터 보안이 요구

○ 공공데이터 개방과 활용성 극대화에 부응하기 위해 각 기관이 운영 중인 ICT 자원이 보유하고 있는 공간정보, 사회경제적 정보 및 민간(기관)을 통해서 확보할 수 있는 정보를 상호 연계하여 활용하기 위한 각종 공공사업을 지속적으로 추진하고 있음

○ 공간정보를 융·복합한 아이디어 상품화를 위한 국가공간정보 활용 단계에 있으며 이를 위하여 공간정보 데이터 활용에 대한 무결성, 신뢰성을 보장하는 기술 개발과 공간정보를 활용해 새롭고 다양한 서비스 제공하여 관련 산업 발전과 활성화를 지원하는 사업이 추진되고 있음

○ 디지털 가상국토의 블록체인을 구성함으로써 개인과 공간의 주체인 각 엔티티들의 블록체인 증명기반 암호화/복호화 기술을 통하여 블록체인에서 메타정보를 안전하게 관리/제공하는 접근 제어 관리가 필요

○ 디지털 가상국토의 서비스 이용과 접근 권한을 검증하기 위한 메타정보를 발급, 전달, 검증까지의 단계를 블록체인 네트워크에서 Decoupling 방식으로 증명 처리하는 기술이 필요함

(2) 추진 필요성

□ 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계를 위해 공간정보 사용자의 수요 대응을 위한 기초 데이터(CAD/BIM)의 검색 및 제공 기술과 행정, 통계, 센서스 정보에 활용성 향상을 위한 공간정보 기반데이터 검색 및 제공을 위한 기술 개발이 필요

○ 현재 공간정보는 주로 벡터 형태의 지도, 정사영상, 3차원 공간정보 및 영상 정보 등이 다양한 영역에서 활용되고 있으나, 산업구조의 복합성과 다양성으로 인해 기존의 완성 단계로 제공하는 방식에서 벗어나 기초 데이터 제공을 통한 가공 및 변환을 통해 다양한 분야의 수요를 대응해야 함

○ 공간정보는 국가의 주요 공공 인프라이며 경제, 사회, 문화, 환경, 외교 등 다양한 분야와의 융합 활용에 필요한 핵심정보로서, 공간정보 오픈 플랫폼에 기반하여 행정정보와 연계되어 있으나, 향후 다양한 데이터 수요를 충족시키기 위하여 연계 데이터 확대가 시급히 필요함

○ 정보의 시각적 표출에 대한 수요자의 요구사항이 높아지고 있음에 따라 다양한 속성정보를 공간정보 기반으로 표출함에 따라 정보에 대한 시인성 및 분석력을 높여야할 필요성이 있음

□ 데이터의 연동연계의 효율성을 높이고 가상국토 활용에 적합한 형태로 자동화 기반의 데이터 가공 기술, 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 체계, 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암호화 기술 개발이 필요

○ 다양한 성격의 공공정보 및 민간정보를 보유하고 있는 기관들이 공공사업 등 추진 시 개별 기관 간 데이터 연계·연동 소요가 제기되어 이를 반영한 데이터 연계·연동 시스템을 포함하여 사업을 추진 중

○ 급증하는 공공데이터 개방 및 활용 극대화의 요구에 부응하기 위해서는 더 많은 기관 간의 데이터 연계·연동이 요구됨에 따라 유사한 데이터 연계·연동 시스템을 중복으로 개발해야 함

○ 연계 기관의 증가에 따른 연계 시스템의 복잡도가 증가함에 따라서 시스템의 유지보수에 더 많은 예산이 사용되는 문제가 발생함

○ 다양한 산업에서 활용되는 공간정보는 공간을 구성하는 모든 요소에 대한 위치, 경로, 시점 등에 관한 정보로서 최근 스마트시티, 자율주행차, 무인기(드론) 등 제4차 산업혁명 시대의 신산업 발전을 지원하는 핵심 기반으로써 활용되고 있음

○ 이를 위한 공간정보 활용 및 연계를 위한 표준체계와 품질관리 기술 개선을 통하여 각 생산 기관별로 구축·관리되는 다른 공간정보 중첩 시 위치 오류 해결 및 이용 관리 등의 데이터 신뢰성 개선하고, 공공 및 민간 사업자가 생산 기관과의 실시간 데이터 연계·갱신을 위한 유통체계 마련을 통하여 관련 산업 지원이 필요함

○ 기존 레거시 시스템간의 단순 연동을 통한 기술만으로는 효과적이고 신속한 서비스 간의 메쉬업을 제공하지 못하며, 제공하고자 서비스의 타 서비스 정보 제공할 때 불필요한 정보요소가 포함되어 정보가 노출되는 문제가 발생할 수 있음

○ 디지털 가상국토의 블록체인을 구성하여 개인과 공간의 주체인 각 엔티티들의 블록체인 증명기반 암호화/복호화 기술을 통하여 블록체인에서 메타정보를 안전하게 관리/제공하는 접근 제어 관리가 필요

○ 디지털 가상국토의 서비스 이용과 접근 권한을 검증하기 위한 메타정보를 발급, 전달, 검증까지의 단계를 블록체인 네트워크에서 Decoupling 방식으로 증명 처리하는 기술이 필요함

2.3 현황 및 개선방안

(1) 현황 및 문제점

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ 현재 공간정보 데이터 제공시 원 소스 데이터에 대한 제공을 않하고 있어, 구축과정에서 발생하는 왜곡 등에 대한 확인이 불가능하며, 데이터 편집 등에 제약이 있음

- 공간정보오픈플랫폼 등에 제공되는 3차원 공간정보는 현장 측량 자료 및 도면, 영상 정보 등의 기초자료를 가공하여 구축함
- 구축된 자료의 경우 구축 과정에서 발생하는 일부 오류 및 보간 등으로 인해 정보의 왜곡 발생하게 되며, 일반적으로 전 단계의 정보인 건설도면의 정확도 및 세밀도가 높으나 일반 사용자의 경우 본 자료에 대한 접근이 불가능함
- 건설도면의 경우 각각 관리 주체가 다르고 이를 체계적으로 수집하고 관리할 수 있는 시스템이 전무한 실정임에 따라 이를 활용하는 데 한계가 있으며, 도면 제작 시 국가 공간정보 표준 좌표계를 사용하지 않고 독립좌표(자체 좌표)를 사용하기 때문에 공간정보와 매칭을 위해서는 변환이 필요함

○ 공공 및 민간 기관에 행정, 통계정보를 비롯한 방대한 양의 다양한 정보가 존재하나 이를 효과적으로 사용할 수 있는 활용체계가 미흡한 상황임

- 공공 및 민간이 보유하고 있는 대부분의 정보는 위치정보와 연결되지 않은 텍스트 형태의 속성정보로 구성되어 있어 공간정보와 연계하여 활용하기에는 어려운 상황임

- 국가정책 및 행정 목적으로 생산하는 다양한 행정 및 통계정보의 경우 현재 공간정보에 매칭시키는 방법은 대부분 행정구역 기반으로 적용하고 있어 국지적 범위에 대한 세밀한 인지에 한계가 있으며, 세부적인 표현이나 객체별 현황 파악, 시계열 데이터 표출 등에 한계가 있음
- 또한, 위치정보가 포함되지 않은 데이터나 위치정보의 범위가 광범한 경우에는 공간정보와 연계하여 활용하는데 있어 낮은 정확도와 연계 자체의 어려움이 있음
- 현재 다양한 기관이나 기업에서 지오코딩을 위한 모듈이나 제품 등을 제공하고 있지만 지번, 새주소 등의 지적 기반 데이터를 활용하여 중심 위치의 지리좌표를 제공하는 데에만 국한되어 있어 실내 공간을 포함한 고정밀 데이터에 대한 변환 및 적용에는 한계가 있음

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 디지털 국토정보의 활용성 극대화는 다양한 출처(공공 기관, 민간 기관, 개인 등)의 공간·비공간 정보와 정형·비정형 데이터를 수집 또는 연계한 후 수집 데이터를 처리·분석한 결과 자료 및 정보를 개방(또는 연계)하거나 활용함으로써 공공 또는 민간 부문에서 새로운 가치의 창출을 통해 달성할 수 있으나, 현행 체계에서는 데이터 연계·연동, 데이터 이행 등의 관점에서 다음과 같은 여러 가지 문제를 내재하고 있음

- 데이터 연계·연동 : 다양한 기관이 보유한 정보시스템에 산재된 데이터의 연계·통합은 특정 기관의 신규 업무 정보시스템 개발 시 그때그때의 필요에 따라 데이터 연계의 소요가 제기됨으로써 '포인트 투 포인트' 방식으로 데이터 연계·통합이 이루어지며, 이는 개별 정보시스템의 노드들 간의 연계 복잡도를 가중시킴. 이러한 방식은 다양한 정보시스템 간의 데이터 연계·통합 소요에 대한 대응을 어렵게 하며, 기준 마스터 데이터의 통합 및 표준화를 불가능하게 하고 복잡한 데이터 연계 경로를 발생시키기 때문에 유지보수성이 극도로 저하되어 유지보수 및 관리 비용의 상승으로 연결됨
- 데이터 이행 : 기존의 데이터 이행 기술은 주로 비공간정보 및 정형 데이터를 대상으로 개발되어 적용되었기 때문에 지오코딩된 정형데이터, 비정형데이터와 해당 메타데이터 등의 공간정보 관련 데이터 이행 시 필요한 요구를 신규 식별하거나 반영하지 못하는 문제점이 발생함. 이로 인해 기존의 RDB 속성 데이터 및 로그 파일 등의 이행 방식을 중심으로 공간정보는 단순화된 형태(단순 파일 경로, 지나치게 단순화한 메타데이터 목록 등)의 처리 방식으로 이행되고 있음

○ 다양한 출처로부터 제공된 데이터로부터 가상국토를 효율적으로 구현하기 위해서는 제공되는 데이터의 안전한 전달을 위한 공간 빅데이터 환경에서의 블록체인 증명 기반 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술이 필요

- 소유권과 사용 대상의 인증정보에 기반하여 허용된 정보를 제공하기 위해 공간 빅데이터 환경에서의 인증발행기관과 증명제출처 간의 정보연계를 위한 Decoupling 블록체인 증명 기술 개발이 필요함
- 가상국토의 효율적 활용을 위해서는 안전한 데이터 전송을 위한 블록체인 증명 기반의 개인정보/보안 데이터 암·복호화 기술이 필수적으로 요구됨

- 기존의 중앙 집중적인 방식은 중립적인 정보를 공유하는 형태가 아닌 가치를 담고 있는 정보를 공유하는 데에는 상당부분 제약성이 있으며, 신원정보를 이용하고 관리하는 데 있어서 이용 상의 불편함과 함께 방대한 대상에는 적용하기 어렵다는 한계를 나타냄
- 따라서, 기존의 신원 확인 방식과 달리 중앙 시스템에서 통제하지 않고 개별 객체의 정보에 완전히 분산된 형태로 통제하는 방식인 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소 기술을 개발함으로써 가상국토의 활용성을 제고할 필요가 있음

○ 가상국토 융·복합 데이터 유통을 위하여 공간정보, 위치 정보, 속성정보 등과 같은 다양한 정형·비정형 데이터의 연계를 통한 트랜스폼 데이터를 제공해야 하며 기존의 정보/데이터 생태계에서 변화된 정보 생태계를 통하여 지능형 유통 체계에 대한 개발이 필요함

- 현재 공간정보 데이터를 객체화하고 현실 데이터를 연계하는 방안으로 인프라가 구축되고 있어 비정형·정형·빅데이터 등 가상국토 데이터 표준 체계와 데이터 생성 주체간의 연계를 위해서는 프로젝트별 데이터 마이그레이션과 API 규격을 수립해야함에 따라 데이터 연계에 대한 복잡성이 증가하고 비용 상승의 원인이 됨
- 데이터 개방에 따른 표준 API를 통한 연계로 수집된 데이터는 분석 및 데이터 사용을 위한 품질 지표가 확립되지 않아 활용성 확보를 위한 데이터의 품질 이슈가 지속적으로 발생하고 있음

(2) 개선방안

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ 가상국토 플랫폼 상에서 CAD/BIM 등의 건설도면을 연계하여 사용자의 필요에 따라 이를 활용할 수 있는 체계 마련

- 현재 각 기관에서 개별관리되고 있는 건설도면 등을 수집하고 이를 가상국토 플랫폼과 연계시킴으로써 공간쿼리를 활용한 CAD/BIM 데이터 등 원소스 데이터에 대한 검색 및 추출을 통해 정확하고 세밀한 정보를 활용할 수 있는 기술 개발이 필요함

○ 공간정보 지능화 통합 플랫폼 기반의 정보 연계 및 표출 등을 위한 비공간 데이터 처리 기술 개발

- 공간정보 이외에 행정 및 통계 정보와 같은 비공간정보에서 위치 정보를 추출 및 정제하여 이를 기반으로 지오코딩 기술을 적용하여 공간정보 지능화 통합 플랫폼에 연계함으로써 공간정보 지능화 통합 플랫폼의 활용성 향상과 국가 정책 의사 결정 수립 등의 효율성 확보를 위한 기반 마련
- 단순한 지적 기반의 지오코딩을 벗어나 건물 내 사무실 등 개별 공간에 대한 정보 매핑이 필요하며, 이를 위한 데이터 모델 역시 정립해야 함

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 현행 체계에서의 데이터 연계·연동, 데이터 이행 등에 발생하는 문제를 다음의 방향으로 개선하여 디지털 국토정보의 활용성 극대화

- 현행의 포인트 투 포인트 데이터 연계·연동 방식을 허브 & 스포크 데이터 연계 방식으로 개선하여 데이터 연계 복잡도 감소, 기준 마스터 데이터 통합 및 데이터 표준화 달성, 데이터 연계·통합 시 유지보수 관리효율 개선 및 비용 절감
- 지오코딩된 정형데이터, 비정형데이터와 해당 메타데이터 등의 공간정보 관련 데이터 이행에 특화된 솔루션을 통해 공간정보와 기존의 RDB 속성 자료 등의 통합 및 활용성을 극대화함

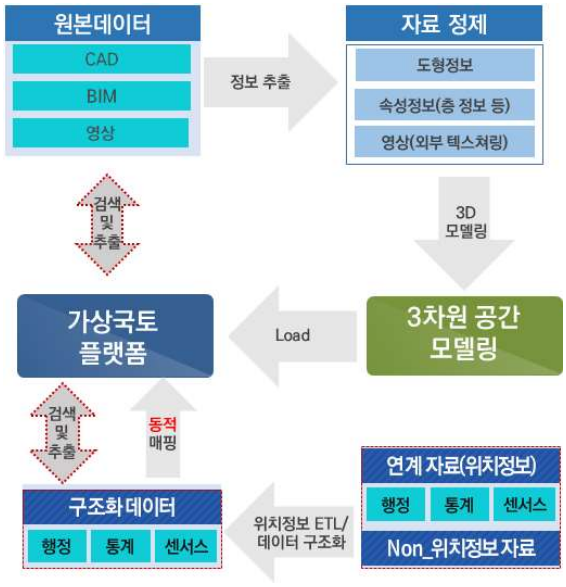
○ 가상국토에서 개인과 공간의 주체인 엔티티 간의 블록체인 디커플링 기반의 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터를 활용하며, 엔티티 간의 사용가능한 정보를 안전하게 공유하는 블록체인 UMA(User Managed Access) 기술을 적용

- 공간 빅데이터 환경에서의 블록체인 증명 기반 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술 개발
- 인증발행기관과 증명제출처 간의 정보연계를 위한 Decoupling 기반 블록체인 증명 기술 개발
- 가상국토 활용을 위한 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소 기술 개발

○ 가상국토 융·복합 데이터의 생성/이용 주체 간의 신뢰 네트워크 구성을 통한 정보 생태계 구성과 다양한 정적 데이터들의 원활한 연계를 통한 지능형 유통체계 구현을 통하여 데이터의 신뢰성과 품질을 보장함으로써 정보 생태계 내의 데이터 선순환 구조를 통한 지속성 확보

- 가상국토 데이터 표준체계를 구현하여 표준 데이터 셋, 표준 연계 프로세스, API 규격서 등을 통하여 공간정보 및 비정형 데이터 간의 초연결과 유통체계를 확립
- 가상국토 데이터 생성/이용 주체간의 블록체인 기반 정보 생태계 구성을 통하여 데이터 연계, 융·복합, 이용 간의 투명성 및 신뢰성을 제공하여 데이터 품질 지표와 데이터 선순환 구조를 구현

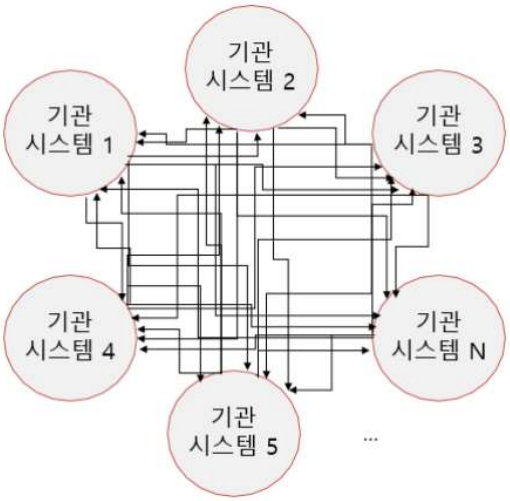
〈표 7-36〉 가상국토 데이터 연계·가공·유통 기술(As-is To-be)

AS-IS	TO-BE
▸ 2-1-1 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 - 공간정보의 제공은 주로 완성단계의 형태로 서비스 됨에 따라 구축 과정에서 발생하는 다양한 오류 등이 포함되어 있으나 원소스 데이터인 CAD/BIM 데이터에 대한 정보가 없어 이에 대한 확인 및 수정 편집이 불가능함 - 공공 및 민간에서 생성하고 있는 다양한 속성 정보 중 위치정보를 포함하고 있는 정보의 경우 이를 기반으로 공간정보와 연계하는 기술이 있으나, 현재 위치 정보가 없는 정보의 경우 지오코딩이 어려워 공간정보를 기반으로 한 연계가 불가능함  	▸ 2-1-1 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 - 가상국토 플랫폼을 기반으로 건설도면 등을 연계하여 공간쿼리를 통해 사용자가 원하는 공간 및 부재에 대한 CAD 도면의 연계 및 BIM 데이터에서 부재 단위로 이를 연계할 수 있는 기술 개발을 통한 자료의 검색 및 추출을 위한 서비스 제공 - 위치정보가 없는 행정, 통계, 센서스 정보 등의 위치정보 추정을 위해 연관 정보와의 복합 분석을 통한 지오코딩 기술을 개발 및 정보의 시각적 표출을 위해 변화되는 정보에 대한 동적 매핑 기술 개발 

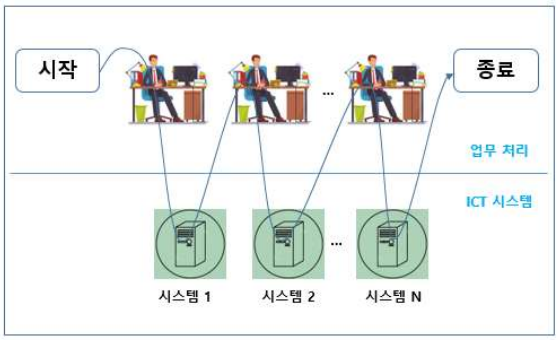
AS-IS

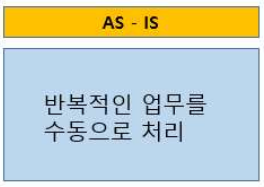
▸ 2-1-2 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

- 가상국토 활용을 위한 데이터 연계시 포인트 to 포인트 방식의 데이터 연계·연동은 개별 시스템 노드 간의 연계·연동으로 인해 데이터 연계·연동 복잡도 증가 및 유지보수 비용 증가의 부담을 유발함



- 가상국토 활용성 극대화를 위한 데이터 이행의 효과 및 효율이 낮음



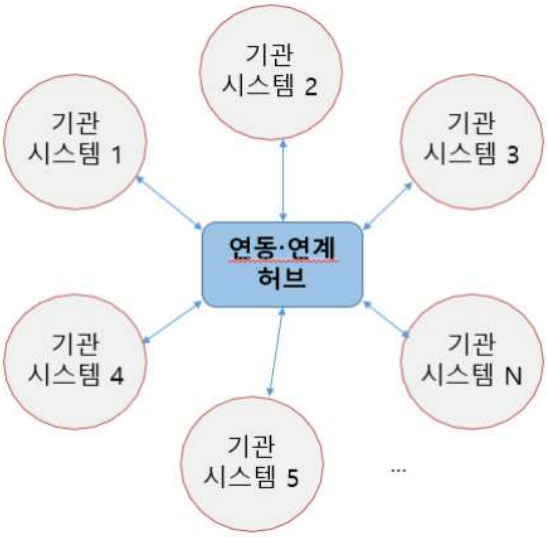


- 다양한 데이터 주체 시스템 간의 연계 복잡성과 데이터 신뢰성 및 품질 검증 어려움
- 중앙집중식 데이터 관리의 비효율성과 데이터 갱신 및 확장의 한계성

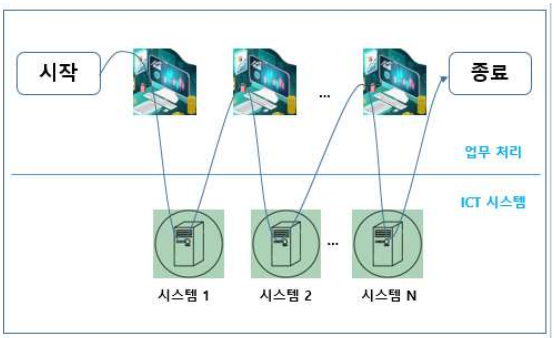
TO-BE

▸ 2-1-2 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

- 허브&스포크 아키텍처 기반으로 단일한 데이터 연계·연동 프레임워크를 통해서 데이터 분석 대상을 상대적으로 적은 비용으로 유연하게 확대될 수 있음



- 가상국토 활용성 극대화를 위한 데이터 이행의 효과 및 효율이 높음





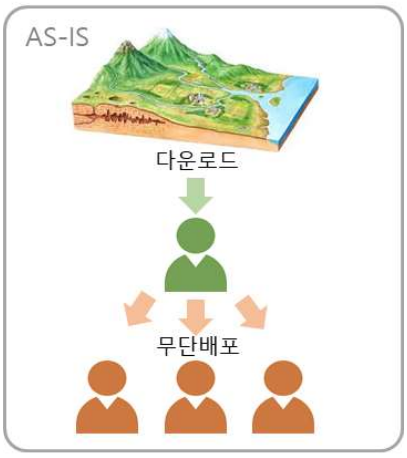
- 데이터 표준 프로세스 및 데이터 표준 셋 기술 개발
- 블록체인 기반 데이터 유통 관리 기술 개발
- 가상국토 데이터 On-demand 연계기술 개발

AS-IS



- 다양한 출처로부터 제공된 데이터를 통해 표현되는 디지털 가상국토 서비스를 제공함에 있어 제공된 데이터의 안전한 전달이 필요
- 기존 중앙집중적인 방식은 중립적인 정보를 공유하는 형태가 아닌 가치를 담고 있는 정보를 공유하는 데는 제약적이며, 신원정보를 이용하고 관리하는 데 불편함과 방대한 대상에 적용에 어려움

사용자 중심 접근제어



- 신원확인상의 갱인정보 공유 과정 상의 불편
- 프라이버시의 보안성 없는 상태
- 복제된 데이터에 대해서 다른 사람에게 무단 배포됨
- 정보의 일부가 제공되는 형태가 아닌 전체 데이터의 접근 정보 제공 및 이관됨

TO-BE



- 블록체인 기반 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술 개발
- 디커플링 블록체인 증명 기술 개발
- 가상국토 블록체인 개인정보/보안 데이터 암·복호화 기술 개발
- 가상국토 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소 기술 개발

블록체인 기반 접근제어



- 자율적이고 능동적인 데이터 유통을 위한 불필요한 신원확인 지원
- 자원의 접근권한 적용
- 사용자 자동 식별 등을 활용한 이용편의 및 보안 강화
- 접근제어 : 정책기반의 접근제어, 실시간 접근제어, 사후 접근제어 방식 제공

2.4 기술개발 개요

(1) 기술개발 정의

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계기술은 국토의 체계적인 분석 및 관리, 시설물 모니터링, 재난 대응 등을 위해 필요한 다양한 공간정보 및 비정형 데이터 등을 가상국토 플랫폼에 연계 시켜 관련 정보에 대한 활용 및 유통을 위한 기술 개발 과제임

- CAD나 BIM을 활용한 가상국토 연계기술은 다양한 정보를 가진 CAD 및 BIM 데이터를 가상국토에 연계시켜 가상국토 플랫폼을 활용하여 CAD 및 BIM 데이터에 포함된 공간에 대한 세부적인 정보를 효율적으로 검색 및 추출할 수 있는 기술임
- 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계기술은 위치정보를 가지고 있는 공공 및 민간의 행정, 통계, 센서스 정보를 위치 기반으로 검색 및 연계할 수 있도록 유관 정보 등을 활용하여 위치 정보를 추출 및 정제함으로써 공간과 비공간 정보간의 상호 호환성을 확보할 수 있는 기술임

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 기술은 가상국토를 구성하는 다양한 출처의 공간정보, 사회경제적 정보 등을 융·복합하는 과정에서 요구되는 데이터 플로우, 워크 플로우의 제어·관리와 수집 데이터 관리, 융·복합 데이터 품질 검증 그리고 관련 제도에 따른 유관 정보(개인정보, 익명정보, 가명정보)의 보안 기술을 통합하여 융·복합 데이터가 연결되는 전 과정의 파이프라인을 지원하는 과제임

- 가상국토에서 개인과 공간의 주체인 엔티티 간의 블록체인 디커플링 기술을 기반으로 개인정보/보안 데이터의 활용방안을 도출하고, 더 나아가 각 엔티티 간의 사용가능한 정보를 안전하게 공유하기 위해 블록체인 UMA(User Managed Access) 기술을 적용하여 개인정보 보안 및 안전한 정보 공유를 위한 기술 기반을 확립하기 위한 과제임

(2) 기술개발 목표

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ CAD/BIM 데이터의 효율적인 관리 및 제공을 위해 공간쿼리 기술 가반의 데이터 상호 간 연계를 통한 가상국토 연계기술 개발

- CAD/BIM 데이터의 가상국토 연계를 위해 공간 쿼리, 지오래퍼랜싱, 지오코딩, 지오태깅, 고정점을 활용한 변환 기술의 자동화 및 간소화 기술을 개발함
- 가상국토 플랫폼 상에서 공간 및 세부 구성요소(부재) 정보 확인을 위해 CAD, BIM 등 건설도면을 검색하고 이를 통해 정보를 확인 및 추출할 수 있는 시스템 개발하는 것을 목표로 함

○ 다양한 속성정보, 센서스 정보 등 위치정보가 포함되어 있지 않은 비정형 데이터의 가상국토 연계를 위한 위치정보 추출 및 동적 매핑 기술 개발

- 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계 기술은 위치정보를 포함하고 있는 비공간정보의 지오코딩을 위해 복합 규칙 기반 위치 정보 추출 및 정제 기술 개발, 공간-비공간정보 간 데이터 식별자 상호 변화 및 관리 기술, 비정형 데이터의 구조화 및 공적 매핑 기술 개발하는 것을 목표로 함

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화를 위해 가상국토 정보 유통을 위한 허브&스포크 기반의 가상국토 데이터 연계·연동 기술 개발

- 가상국토 데이터 연계·연동를 위해 데이터 메시지 브로커 기술, 가상국토 연계 데이터 어댑터 기술을 개발하며, 가상국토 정보 활용성 극대화에 요구되는 멀티소스 데이터의 연결성 효율을 가속화할 수 있는 자동화 기반의 가상국토 데이터 가공 RPA(Robotic Process Automation) 기술, 가상국토 멀티소스 데이터 이행 기술 개발

○ 유통되는 데이터의 보안체계 확립을 위해 블록체인 증명 기반의 암·복호화 기술을 개발하기 위해 개인정보/보안 데이터의 체계적 활용을 위한 블록체인 암복화 기술, 디커플링 블록체인 기술, 엔티티 간의 사용가능한 정보를 안전하게 공유하기 위해 블록체인 UMA(User Managed Access) 기술 개발

○ 유통 수요(on-demand) 방식의 데이터 연계와 블록체인 기반의 신뢰성 검증을 통해 표준 유통 프로세스를 정립하기 위해 융복합 데이터 표준 프로세스 및 표준 데이터 셋 기술, 가상국토 데이터 대한 품질 검증 체계, 데이터 레이크 체계 및 블로체인 기반 유통 관리 기술 개발

2.5 국내외 기술개발 동향

(1) 해외 동향

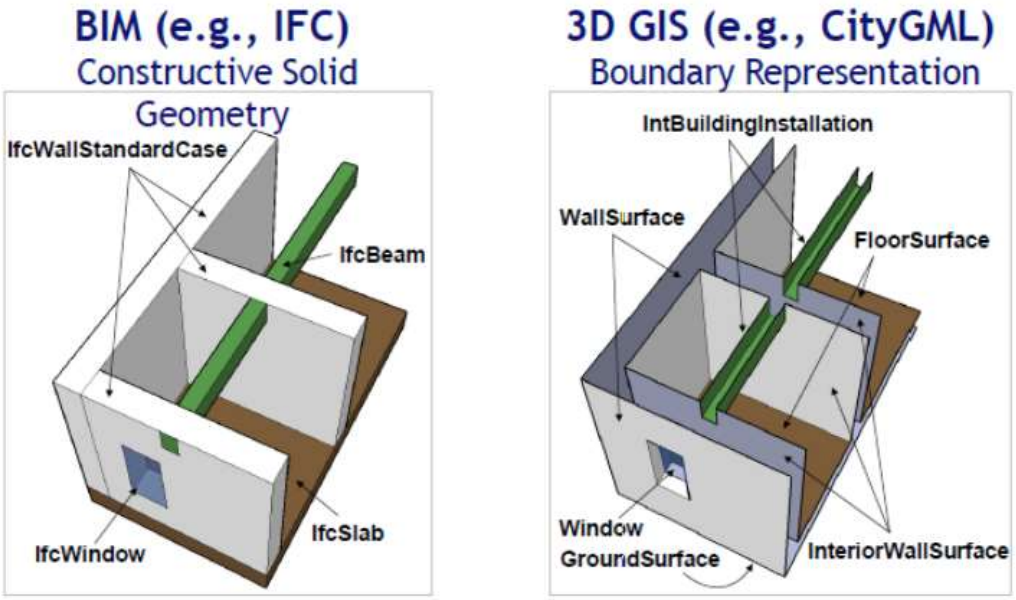
□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

〈표 7-37〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 관련 국외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
CAD, BIM 등 건설 도면 연계	미국	벤트리시스템즈	2D/3D 데스크톱 GIS 및 매핑 소프트웨어	GIS, 엔지니어링, 비즈니스 정보를 생성, 유지, 분석할 수 있으며, 고품질 맵을 생성하고 이종 2D/3D 데이터를 통합
비정형 데이터 연계	미국	Google	Fusion Table	주소 정보를 이용하여 경위도 좌표로 변환하는 기능을 제공하며, 빠른 반응속도가 장점
	미국	ESRI	Portal for ArcGIS	주소, 도시, 랜드마크, 기업 이름, 우편번호 등을 이용하여 지리좌표 변환

○ 도시 모델링을 위한 CityGML과 BIM 연계 기술 연구

- OGC에서는 도시 모델링을 위한 CityGML과의 연계에 주목하여, 도시 모델링 측면에서 여러 툴에 의해 만들어진 다양한 BIM 데이터를 IFC 표준을 적용하여 이를 3차원 공간정보 표준 모델인 CityGML과 연계함으로써 BIM으로부터 3차원 공간정보 모델을 구축하기 위한 기술적인 연구가 진행됨



[그림 7-29] BIM과 3DGIS 연계

○ 좌표정보 제공을 위한 지오코딩 기술

- Google, ESRI, OSGeo 등에서 주소 정보와 우편번호, 랜드마크 등과 같은 POI 정보를 이용하여 경위도 등의 지리좌표로 변환하는 기술을 개발하여 제공하고 있음
- 하지만, 현재까지 사전에 정확한 위치정보가 구축되어 있는 공간정보 데이터를 기반으로 중심좌표를 찾아내 매핑하는 수준에 머물러 있으며, 건물 내부의 구조물이나 사무실 등과 같이 동일 주소, 지번 내에 존재하는 사물에 대해서는 아직까지 정확한 위치정보 제공이 어려운 상황임

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 국외 데이터 연계·연동 기술 분야에서는 오픈소스 CKAN 기반의 기술을 적용하여 영국, 미국, 호주 등 40개 이상의 공공데이터 포털에 적용되었으며, 링크드인 등의 스타트업 기업을 중심으로 다양한 메시지 브로커(kafka, RabbitMQ 등)기술을 적용하여 제품서비스용 시스템을 구축하였고, 공공 및 민간 부분에서도 확산 중임
- 국외 데이터 연결 가속화 기술 분야에서는 Infomatica 등이 데이터 통합에 필요한 다양한 제품군을 개발하여 공공 및 민간 분야의 기관 내외부 시스템 간 데이터 연결을 촉진하는 솔루션을 공급 중임

〈표 7-38〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 국외 구축기술 사례(1/2)

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
데이터 연계·연동	영국	비영리재단인 OKF (Open Knowledge Foundation)	CKAN(Comprehensive Knowledge Archive Network)	데이터 저장 및 관리, 데이터 검색, 메타데이터 관리, 시각화 기능 제공 등
데이터 연계·연동	미국	링크드인	Kafka	푸쉬&풀 기반 메시지 수요/공급, 다수의 메시지 처리 최적화, 데이터 스트림 증가 시 확장성 지원 등
데이터 연계·연동 및 데이터 연결 가속	미국	Infomatica	데이터 통합 제품군 (Informatica Integration Hub, Advanced Data Transformation 등)	데이터 통합을 위한 데이터 변환, 교환, 연결 및 통합 허브, 데이터 카탈로그, 울트라 메시징 등 지원

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

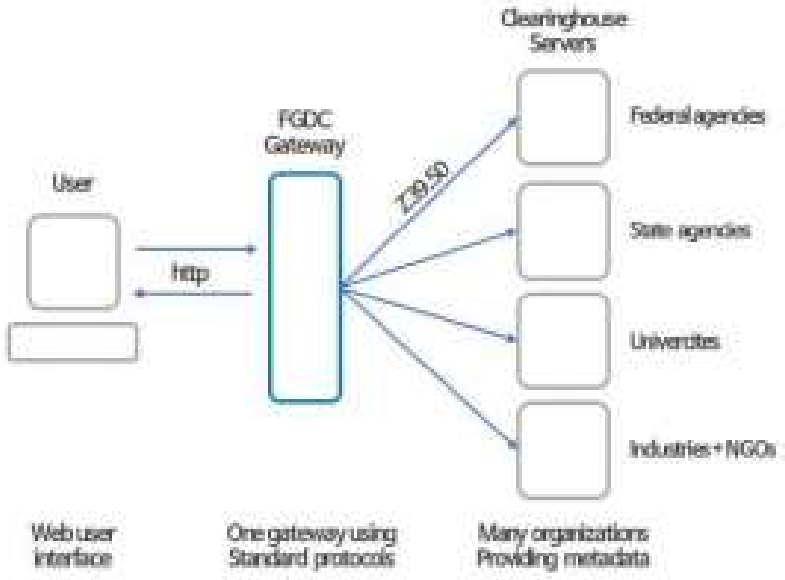
- 국외 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암복호화 기술 분야에서는 전세계적으로 블록체인 플랫폼을 활용한 다양한 서비스가 개발되고 추진되는 단계에 있으며, 금융기관, 콘텐츠 관리, 전자투표, IoT 분야에 걸쳐 폭넓게 시도되고 있는 추세임
- 기술 개발 측면에서는 현재 세계 각국의 수많은 기업이 다양한 모델에 기초한 서비스 및 플랫폼을 개발 중에 있으며 특히 Fujitsu, Hitachi, Intel , J.P.Morgan, VISA, IBM, Oracle 등의 대형 IT 기업들이 R3CEV, Blockchain CD, Hyperledger, FIDO 등의 프로젝트를 통해 기술 개발에 적극적으로 참여하고 있음

〈표 7-39〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 국외 구축기술 사례(2/2)

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
블록체인기반지급결제 / 금융거래	미국	나스닥/연방준비은행(FRB)	주식거래시스템/지급결제시스템	블록체인기반 주식거래/지급결제시스템에 적용
블록체인기반자기주권 (Self-Sovereign)	미국	시빅(Civic.com)	Civic	탈중앙화된 블록체인에서 제3자가 아닌 본인 자신이 인증을 요구하는 개념 적용
자기주권 (Self-Sovereign) ID	미국	TrustMyID	TrustMyID	자기주권(Self-Soveregin) 디지털 ID

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 미국은 NSDI를 중심으로 국가공간정보 체계를 구축하여 운영 중인데, 기본공간정보는 미국 지질조사국(United States Geological Survey, USGS)과 FGDC가 협력하여 구축·유통하고 있으며, 주제도는 각 연방기관에서 FGDC 표준안을 준수하여 구축
- FGDC는 연방표준에 부합하는 국제적 표준을 채택하여 NSDI의 표준을 개발하고 있으며, 다양한 GIS 응용프로그램의 기초인 '국가지리정보프레임워크 (National Digital Geo-spatial Data Framework, NDGDF)' 기초를 마련하여 NSDI의 활용성과 데이터의 공유를 촉진

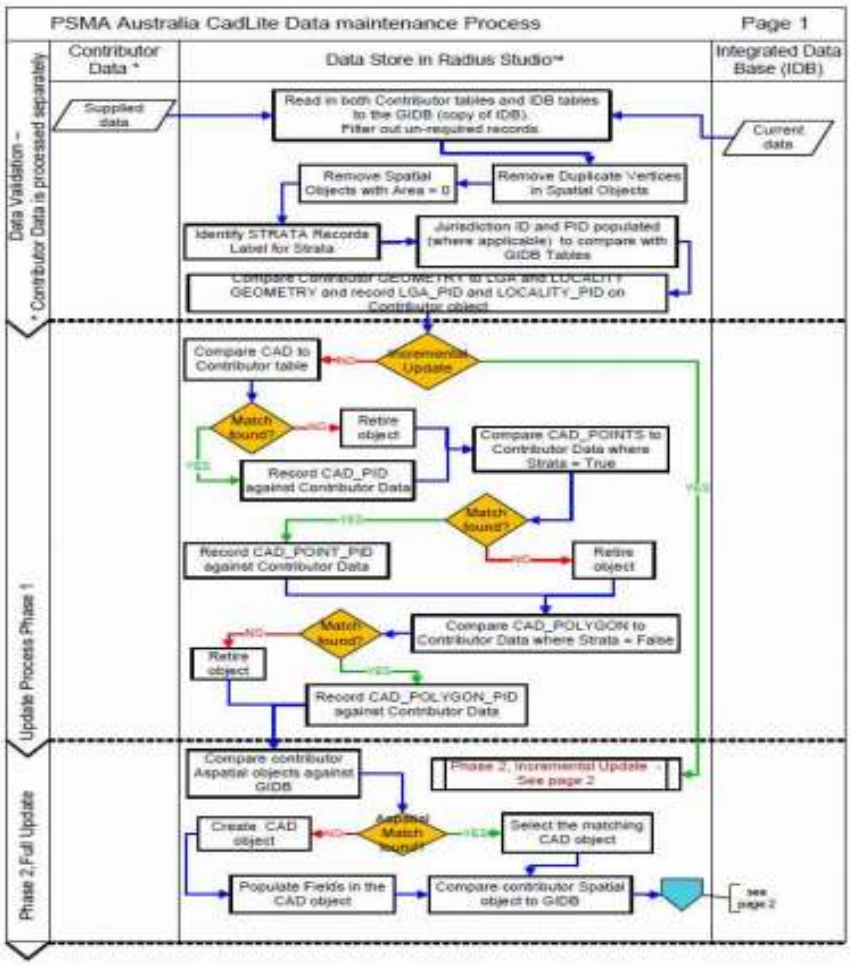


[그림 7-30] 미국 NSDI 클리어링하우스의 구조 (출처: USGS-2013 보고서)

- 호주 정부기관에서는 민간 분야에서 요구되는 국가공간정보의 가공 및 품질관리를 연방정부와 지방정부가 연합하여 설립한 공기업인 PSMA(Public Sector Mapping Agencies)에 전담하여 모든 정부기관에 의해 구축되는 데이터를 제공받고 있으며, 제공받은 공간데이터를 표준화하고 품질을 보증하는 가공 프로세스를 수행
- PSMA는 총 8개의 데이터 셋과 약 30개 레이어의 공간데이터를 가공·유통하고 있는데, '16년에 주소정보 공간 데이터 셋인 'G-NAF'를 추가 하여 서비스 중이며, '17~18년에는 필수 데이터에 대해 개발자를 위한 API, 포털, 클라우드 서비스를 지원

DATABET	ACCESS	THEME	LAYER
Administrative Boundaries	Open Data (www.data.gov.au)	ABS Boundaries 2011	2011 ABS Mesh Blocks
	PSMA Partner Network		Indigenous Location (ILOC)
			Indigenous Areas (IARE)
			Indigenous Region (IREG)
			Remoteness Areas (RA)
			Socio-Economic Indexes for Areas (SEIFA)
			Urban Centre Localities /Section of State
			Significant Urban Areas (SUA)
		ABS Boundaries 2016	2016 ABS Mesh Blocks and Statistical Areas
			2016 ABS Indigenous Regions, Areas and Locations
		Electoral Boundaries	Commonwealth Electoral Boundaries
			State Electoral Boundaries
		Local Government Areas (LGAs)	
		Suburbs/Localities	
		State Boundaries	
		Town Points	
		Wards	
CadLite	PSMA Partner Network	Cadastre	
		Property	
Geoscape	PSMA Partner Network	Buildings	
		Surface Cover	2 Metres
			30 Metres
		Trees	
G-NAF	Open Data (www.data.gov.au) PSMA Partner Network	Geocoded physical addresses	
Land Tenure	PSMA Partner Network	Land Tenure	
Features of Interest	PSMA Partner Network	Features of Interest	
Postcodes	PSMA Partner Network	Postcode Boundaries	
Transport & Topography	PSMA Partner Network	Transport	Roads
			Rail
			Rail Stations
			Airports
		Hydrology	
		Greenspace	

[그림 7-31] 호주 PSMA 제공 데이터셋] (출처: http://www.pama.com.au)



[그림 7-32] 호주 PSMA 데이터셋 유지관리 예시

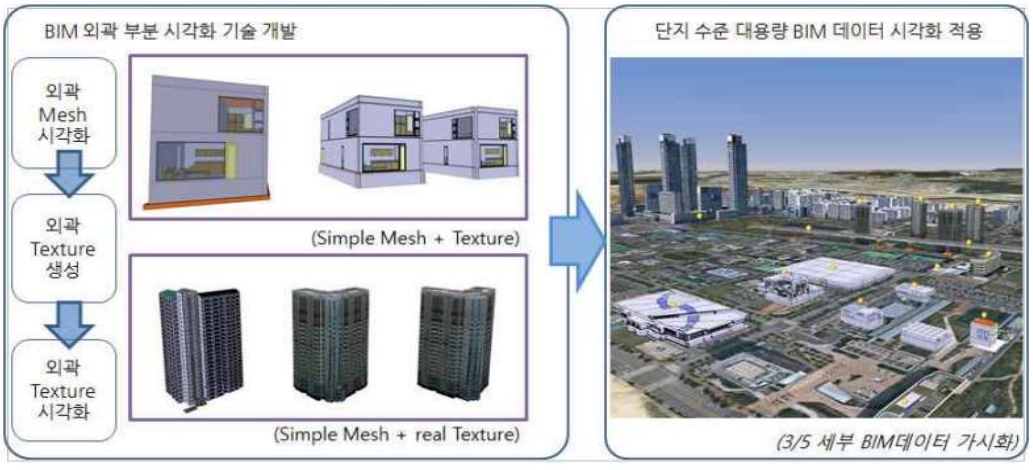
(2) 국내 동향

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

〈표 7-40〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 관련 국내 구축기술 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
CAD, BIM 등 건설 도면 연계	가이아3D	mago3D	건축, 설계 영역과 3D 공간정보를 통합적으로 관리, 가시화 할 수 있는 플랫폼
비정형 데이터 연계	BIZGIS	X-Ray Map	지번, 새주소 정보를 이용하여 좌표정보 추출
	지오서비스	Geocoder-XR	
	batchgeo	batchgeo 지오코딩	
	국토연구원	GEEPS	

- 지능형국토정보기술혁신사업의 일환으로 건설도면 활용 실내공간 DB 구축 기술개발 연구에서 설계 정보 기반의 공간 DB 갱신 기술 개발을 통해 2D CAD 도면을 이용하여 GIS 데이터 생성 시스템과 공간 DB 갱신 및 검수 시스템을 개발하였음
- BIM/GIS 상호운용 개방향 플랫폼 기술 개발에서 BIM/GIS 상호운용 시각화 기술 개발, 플랫폼 기반 실내외 공간정보 연계활용 서비스를 위한 요소기술 개발, 플랫폼 UI, 공통 기능 등 개발기술 및 플랫폼의 실용화 기반 기술 개발 등에 관한 연구를 수행하였으나 아직까지는 외산소프트웨어를 대처할 수 있는 상용화 소프트웨어의 국산화율은 매우 미미한 실정임



[그림 7-33] BIM/GIS 상호운용 플랫폼 가시화

출처:BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발 4차년도 보고서, 한국건설기술연구원)

- 비정형 데이터 연계를 위한 지오코딩 기술의 경우 현재 다양한 기관에서 서비스를 제공하고 있지만 외국의 경우와 마찬가지로 지번 데이터를 이용한 좌표변환에만 국한되어 있음

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 국내의 데이터 연계·연동 기술 분야에서는 국방 부문의 경우 상호운용성을 만족하기 위한 KMTF 표준기반의 데이터연동 기술이 적용되었으며, 데이터연동 프로토콜의 확장/개선, 데이터 분배, 서비스지향 아키텍처 등의 기술을 반영한 신기술 통합/개발이 진행 중임
- 국내의 데이터 연결 가속화 기술 분야에서는 공공·민간 부문의 경우 마스터데이터관리, 메타데이터 관리, 데이터 품질관리 등 데이터 연계·통합에 필요한 다양한 제품들이 개발되어 공공 및 민간 분야의 기관 내외부 시스템 간 데이터 연결을 촉진하는 솔루션을 공급 중임

〈표 7-41〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 구축기술 사례(1/2)

개발방향	기업명	제품명	특징
데이터 연계·연동	도전하는 사람들	통합연동모듈(IIM)	메시지 송·수신 관리, 메시지생성, 메시지 라우팅, 시스템 관리, 메시지 변환, 연동 어댑터 등
데이터 연결 가속	데이터스트림즈	데이터통합솔루션 (TerraStream, DeltaStream 등)	데이터 추출/변환/적재(배포), DB 변경사항 포착/확인/전달

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암복호화

- 국내의 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암복호화 기술 분야에서는 은행/증권사, 스타트업 및 ICT 대기업을 중심으로 금융 및 ICT분야에 적용하기 위한 블록체인 플랫폼과 서비스를 개발 중이며 자사 또는 정부 시범사업을 진행 중임
- 국내의 블록체인 기술 표준화를 위하여 2017년 표준화 전략맵 작업에 '블록체인 표준화' 분야를 새로이 추가하여 국내 및 ISO 및 ITU-T 등 국제 표준화 기구에서 추진하기 위한 표준화 아이템을 선정하고 2023년까지의 중장기 블록체인 표준화 로드맵을 수립하는 등 노력 중

〈표 7-42〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계 관련 구축기술 사례(2/2)

개발방향	기업명	제품명	특징
블록체인 증명 기반 개인정보 보호	금융투자협회	금융권 공동 블록체인 컨소시엄	• 비대면 실명 확인 증명자료를 블록체인 기반 보관하고 위변조여부 확인
블록체인 증명기반 보안데이터	SK(주) C&C	블록체인 기반 물류 서비스	• 화물의 위치정보와 선하증권(B/L), 신용장(L/C)와 같은 거래 원장의 안전한 유통
	KT, 삼성SDS	전자서명이미지(ESC) 관리 시스템	• 블록체인 기반 전자서명 이미지 관리 시스템 구축을 통해 전자서명 이미지 파일 처리시간 및 서버 사용용량 늘임

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 국내는 구축된 국가공간정보의 활용도 제고를 위해 다양한 유통채널에서 공간정보를 취합 제공하고 있으며, 주요 유통채널은 국토교통부에서 운영하고 있는 국가공간정보포털, 공간정보오픈플랫폼과 국토지리원에서 운영하고 있는 국토정보플랫폼, 그리고 행정안전부에서 운영하고 있는 공공데이터포털에서 제공
- 국토교통부는 국가공간정보포털을 통해 소관부처에서 생산되는 데이터를 수집·유통하고 있고 국토지리정보원은 국토정보플랫폼을 통해 자체 구축하고 있는 공간정보를 유통하며 행정안전부는 공공데이터포털을 통해 소관부처와 지자체에서 생산되는 공공데이터를 수집하여 유통
- 국토지리정보원은 자체 생산한 데이터를 유통하고 있어 타 기관에서 생산한 데이터를 수집하고 있지 않으며, 나머지 3개 기관에서는 전체 국가공간정보가 아닌 일부만을 수집하여 서비스
- 이러한 이유로 국토지리정보원만이 유통 중인 데이터의 오류수정이 가능하고 그 외 유통기관에서는 원 데이터 생산기관에 오류 수정을 요청하여 재수집하여 서비스

정보 시스템	주관/운영	정보 시스템	주관/운영
국가공간정보통합체계	국토교통부	공간정보포털 서비스	자치단체 공통
	(국토교통부)		(자치단체 공통)
국토공간계획지원체계(KOPSS)	국토교통부	공간데이터웨어하우스(SDW)	자치단체 공통
	(국토교통부)		(자치단체 공통)
공간빅데이터(국토부)	국토교통부	부동산정보포털 서비스	자치단체 공통
	(국토교통부)		(자치단체 공통)
공간정보오픈플랫폼	국토교통부	생활공감서비스	자치단체 공통
	(국토교통부)		(자치단체 공통)
교통카드빅데이터 통합 관리시스템	국토교통부	공간정보포털서비스(모바일)	자치단체 공통
	(국토교통부)		(자치단체 공통)
국토정보시스템	국토교통부	공간정보포털 서비스(3D)	자치단체 공통
	(국토교통부)		(자치단체 공통)
지하공간통합지도	국토교통부	종합해양정보 시스템	해양수산부
	(국토교통부)		(국립해양조사원)
항공정보포털시스템	국토교통부	지능형해양수산재난정보체계	해양수산부
	(국토교통부)		(해양수산부)
국토조사	국토교통부	해양안전종합정보 시스템	해양수산부
	(국토지리정보원)		(해양수산부)
공간빅데이터(LX)	국토교통부	산림재해통합관리체계	산림청
	(한국국토정보공사)		(산림청)
국가공간정보통합포털	국토교통부	생활환경안전정보 통합관리제공시스템	환경부
	(한국국토정보공사)		(환경부)
국토조사시스템	국토교통부	안전정보통합관리 시스템	국민안전처
	(한국국토정보공사)		(국립재난안전연구원)
공간빅데이터(LH)	국토교통부	국가수문기상재난안전공동활용시스템	국민안전처
	(한국토지주택공사)		(국민안전처)
온나라부동산포털	국토교통부	공간빅데이터 (강원)	강원도
	(한국토지주택공사)		강원도
공간정보플랫폼	서울특별시		
	서울특별시		

[그림 7-34] 공간정보 취합 및 데이터 제공시스템 현황 (출처: 한국국토정보공사(2017) 중간보고자료)

(3) 해외 및 국내 기술 수준 비교

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ CAD/BIM을 활용한 가상국토 연계 기술

- 건설도면을 활용한 가상국토 연계를 위한 상호 호환성 분야의 경우 국내에서도 지속적으로 연구·개발이 진행되어 유통 플랫폼을 활용한 서비스를 위한 뷰어 등의 시각화 기능이 성숙단계에 있으나 CAD 및 BIM 데이터를 연동하는 기술 개발이 필요함
- 지오코딩 기술을 활용한 비공간정보 연계 기술의 경우 행정 및 통계 정보의 지번 및 주소 등을 확인 할 수 있는 정보의 경우 지오코딩 및 이를 구조화하여 매핑할 수 있는 기술은 개발되었으나 지번 및 주소를 직접적으로 확인하기 어려운 경우에는 매핑이 어려운 실정임

〈표 7-43〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	미국	75%	90%
TRL 단계	7	6	7
기술성숙도	사업화	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• GIS/BIM 데이터 연동 • 공간정보 기반의 빅데이터 처리 기술		

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 정형데이터 중심의 데이터 연계·연동 및 연결가속화 기술 분야에서는 국내의 기술 수준과 세계최고 기술 수준과 격차가 많이 좁혀진 상태이지만, 가상국토 융복합 데이터 연계가속화 시스템의 구성에 필요한 요소기술들은 국내·외 모두 높은 수준으로 개발되어 있으나, 비정형데이터(공간정보 속성 등)과 정형데이터(사회경제적 데이터) 융복합에 특화된 기술과 개별 요소기술의 통합 개발은 미진한 상태임

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암·복호화

- 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암복호화 기술 분야에서는 국내의 기술 수준과 세계최고 기술 수준과 격차가 많이 좁혀진 상태이지만, 가상국토 연계의 구성에 필요한 요소기술 개발과 개별 요소기술들의 통합 적용은 아직까지 미진한 상태임

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 국내의 경우, 다양한 국가공간정보에 대해 개방 이전에는 데이터 모델과 포맷 등의 표준화를 통해 상호 운용성을 확보하지 못하였으나, 품질관리의 중요성을 인식하고 데이터 분류체계를 표준화하고 메타데이터를 정비하는 등 체계를 구축 진행 중이나 데이터의 생산기관과 유통기관이 다르고, 이를 조정할 거버넌스 체계가 부재하여 품질확보가 어려움
- 데이터의 갱신주기, 좌표계, 파일포맷 등이 상이하여 데이터의 호환성이 부족하고, 데이터의 품질 또한 제각각이어서 민간에서 활용하기 위해서는 추가적인 가공비용이 소요되어 활용이 미진함

〈표 7-44〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	미국	80%	95%
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 융·복합 마스터데이터 메시징 동기화 • 가상국토융·복합 데이터 정제 자동화 • 기존 공공 데이터를 이용해 생성된 공간정보에 대한 오류 검증 • 공간정보 데이터 표준체계에 의한 품질 검증 • 가상국토 블록체인 개인정보/보안 데이터 암·복호화 기술 • 가상국토 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어		

2.6 세부개발 내용

(1) 연구 내용

〈표 7-45〉 가상국토 데이터 연계·가공·유통의 내용별 한계점 및 기술개발 방향

구성기술	한계점	기술개발 방향
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	공간정보를 구축하는 원소스 중 하나인 건설도면에서 대한 관리 및 정보 제공이 안 되고 있어 이를 활용하는데 한계가 있음 비공간·비정형 데이터의 공간정보 기반으로 활용하기 위해서는 세부 단위의 공간요소(주소, 위치 등)를 추출하고 이를 매핑할 수 있는 기술이 필요하나, 현재 제한적으로 이를 수행할 수 있음	건설도면(CAD/BIM)을 가상국토 플랫폼과 지오코딩, 지오레퍼런싱, 고정점 등을 활용하여 연계시킴으로써 이를 검색 및 추출할 수 있는 기술 개발 가상국토 기반의 비공간·비정형 데이터의 관리 및 활용을 위한 효율적인 위치 정보 추출 및 매핑 기술 개발

구성기술	한계점	기술개발 방향
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	유관 기관 간 정보시스템 노드의 포인트 투 포인트 방식의 데이터 연계·연동만 가능하며 다양한 기관들 간의 연계·연동 소요 발생이 늘어나는 경우에는 데이터 연계 복잡도가 기하급수적으로 증가함	데이터 연계·연동 복잡도 개선을 위한 허브 & 스포크 방식의 데이터 연계·연동 기술 개발
	비공간정보에 최적화된 RDB 등의 속성 중심 데이터 이행 방식에서는 공간정보는 단순화된 정보(예: 공간정보 파일 경로, 단순화된 메타데이터 항목 등)만 이행됨	공간정보 속성의 활용 효과를 극대화할 수 있는 데이터 연결성 효율을 높이기 위한 데이터 이행 기술
	가상 공간정보 및 현실 실시간 데이터 융·복합을 위해서는 기관, 공공, 민간기업, 개인 등 다양한 주체 시스템 간의 연계 표준화가 필요하며 데이터 신뢰성 보장에 한계가 있음	국토가상 융복합 데이터 표준 프로세스 및 표준 데이터 셋 기술 개발
		블록체인 기반 유통 관리 기술 개발
	가상국토 데이터 활용을 위한 정적 데이터 및 동적 데이터의 중앙집중식 적재 방식은 물리적인 고비용이 소요되며, 데이터 관리 및 인프라 운영의 복잡성과 데이터 갱신 및 실시간 데이터 이용에 비 효율성을 가지고 있음	융복합 데이터 On-demand Data Lake 기술 개발
		On-demand 국토가상 데이터 품질 및 활용 성과지표를 위한 검증 기술
	다양한 출처로부터 제공되는 데이터로부터 표현되는 데이터의 디지털 가상국토 서비스 제공에 있어, 개인정보 및 보안데이터의 대한 안전한 전달이 필요성이 증가함	가상국토 블록체인 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술 개발
	기존 중앙 집중적인 방식은 중립적인 정보를 공유하는 형태가 아닌 가치를 담고 있는 정보를 공유하는 데 제약이 있으며 신원정보를 이용하고 관리하는 데 있어 이용 상의 불편함과 방대한 대상에 적용하기에는 어려움	가상국토 디커플링 블록체인 증명 기술 개발 가상국토 블록체인 개인정보/보안 데이터 암·복호화 기술 개발
		가상국토 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소 기술 개발

(2) 연구 필요성

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ 기존의 공간정보는 정적인 데이터로서 비교적 긴 갱신주기를 가지고 있었으나, 가까운 미래 사회에서 공간정보의 주 활용 분야인 무인이동체 및 재난 상황 등의 수요에 대응하기 위해서는 현실 세계의 변화 정보를 신속하고 정확하게 제공해 주어야 함

○ 자율주행차에서 사용하는 정밀도로지도의 경우에는 갱신주기에 대한 특별한 규정이 마련되어 있지만, 기술수요 분야의 정의에 따라 신속한 정보 제공을 위해 현재 도로 변화 정보를 범용센서 등을 활용하여 신속하게 탐지 및 갱신하여 이를 클라우드를 통해 서비스하는 기술을 개발하고 있는 등, 향후 공간정보에 갱신주기에 대한 실시간성이 매우 중요한 요소로 대두될 것으로 예상됨

○ 현실적으로 공간정보는 대상 객체가 완성 이후에 제공됨에 따라 변화 예정 및 변화 중에 있는 정보에 대한 반영에 어려움이 있어 신속한 공간정보의 제공 및 공간에 대한 세부 정보 확인을 위해 건설도면, 관련된 속성 정보를 가상국토와 연계할 수 있는 기술 개발이 필요함

○ 정보의 활용성 향상을 위해서는 공간정보와 매핑될 수 있는 다양한 비정형·비공간 데이터의 연계가 필요하며, 이를 실현하기 위해서는 위치정보의 추출 및 지오코딩 기술 기반의 공간정보 매핑 기술 개발이 필요함

○ 현재 공공 및 민간기관에서 생성하고 관리하고 있는 자료는 매우 방대하며, 이들 대부분은 텍스트 형태의 비정형 데이터로 이루어져 있음

- 위치나 주소정보를 포함하지 않은 비공간 정보의 경우 전반적인 현황정보 이외에 지역별, 개체별로 세분화된 정보 제공이 불가능하며, 이로 인해 다양한 분야에의 활용이나 서비스 제공이 어려운 실정임
- 따라서, 사용자 활용성을 극대화하기 위해서는 이들 정보를 정형화된 공간정보와 연계하여 다양한 정보 제공 및 빅데이터 분석 등이 가능하여야 하며, 데이터 허브 형태로 이를 관리하고 활용할 수 있는 체계가 필요함

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토와 관련하여 다양한 기관들이 보유한 정보시스템에 산재된 공간정보 관련 데이터의 연계·통합은 특정 기관의 신규 업무 정보시스템 개발 시 그때그때의 필요에 따른 데이터 연계·연동 소요를 반영하여 시스템이 개발되고 있음

- 공공데이터 개방의 시대적 흐름에 호응하기 위해 기관 간 데이터 연계·연동 소요가 발생할 때마다 이를 개별 기관 수준에서 대응하기 위해서는 기존의 데이터 연계·연동 시스템 요소의 업그레이드 및 신규 데이터 연계·연동 소요를 반영한 시스템 개발을 반복해야 하며, 이러한 상황에 따른 시스템 복잡도의 증가에 대응할 수 있는 시스템 개발이 요구됨
- 기존의 데이터 이행 기술은 주로 비공간정보 및 정형자료를 중심으로 개발되어 적용됨으로써 지오코딩된 정형자료, 비정형자료와 해당 메타데이터 등의 공간정보 관련 데이터 이행 시 공간정보는 단순 파일 경로, 단순화한 메타데이터 목록 등과 같이 단순화된 형태로 처리됨

- 공공데이터 개방에 따른 공간정보 활용성을 극대화하기 위해서는 센서스 데이터와 같은 사회·경제적 정보와 가상국토 정보의 통합이 요구되며, 이를 위해 가상국토 관련 공간정보와 그에 수반되는 사회경제적 자료의 데이터 이행을 통합하여 효과적으로 처리할 수 있는 선제적 기술 개발이 필요함

○ 다양한 출처로부터 제공된 데이터의 안전한 전달을 위한 공간 빅데이터 환경에서의 블록체인 증명 기반 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술 필요

- 소유권과 사용 대상의 인증정보에 기반으로 허용된 정보를 제공하기 위해 공간 빅데이터 환경에서의 인증발행기관과 증명제출처 간의 정보연계를 위한 Decoupling 기반의 블록체인 증명 기술 개발이 필요함
- 가상국토의 효율적 적용을 위해서 안전한 데이터 전송을 위한 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 암·복호화 기술 필요
- 기존 중앙 집중적인 방식은 중립적인 정보를 공유하는 형태가 아닌 가치를 담고 있는 정보를 공유하는 데에는 제약성이 있으며, 신원정보를 이용하고 관리하는 데 있어서 이용 상의 불편함과 함께 방대한 대상에 적용하기는 어렵다는 한계점을 나타냄
- 따라서 기존의 신원 확인 방식과 달리 중앙 시스템에서 통제되지 않으며 개별 객체의 정보에 완전히 분산된 형태로 통제하는 방식으로 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소 기술 개발이 필요함

○ 공간·비공간 데이터 등 다양한 기관이 보유하고 있는 데이터의 체계적인 연계를 위하여 데이터 표준 프로세스를 통하여 이용 수요 요청에 따른 On-demand 방식의 데이터 제공 기술 구현

- On-demand 방식은 데이터의 표준 셋을 정의하고 필요에 따라 연계하여 자료를 수집함으로써 대용량 데이터 수집 및 저장 방식을 개선하고 효율적인 네트워크를 구성함
- 데이터 시스템간의 블록체인 네트워크를 구성하여 데이터 연계에 대한 무결성과 신뢰성을 구현하고 데이터 품질 지표를 위한 기술 개발을 통하여 국토가상 데이터 가치사슬(생성·유통·활용) 내 이용 내역에 따른 데이터 성과지표를 통하여 데이터 선순환 구조를 구현

(3) 연구 내용

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ 가상국토 연계·탑재를 위해서는 CAD, BIM과 같은 건설도면 등 공간정보를 활용한 가상국토 생성 기술과 비정형·비공간 데이터를 활용한 위치정보 추출 및 지오코딩 기술 등으로 구성

- CAD, BIM 등 건설도면을 활용한 가상국토 연계기술 : 건설도면의 지오레퍼랜싱, 지오코딩, 지오태깅, 고정점 추출 등 변환 기술, 가상국토 연계 및 탑재 기술, 실내외 공간정보 연동 기술
- 지오코딩 기술 기반의 비공간 정보 연계 기술 : 복합 규칙 기반 위치정보 추출 및 정제 구축 기술, 공간-비공간 정보 데이터 식별자 상호 변환 및 관리 기술, 비정형 데이터의 구조화 및 공간정보 연계 모델링·동적 매핑 기술

〈표 7-46〉 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - CAD, BIM 등 건설도면을 활용한 가상국토 연계 기술 분석 - 지오코딩 기술 기반의 비공간정보 연계 기술 분석 ▪ **(연구내용)** - 가상국토 연계 및 활용 가능한 데이터 현황 및 특성 분석 - 가상국토 연계를 위한 데이터 요구사항 분석 및 기술 분석 - 가상국토 연계를 위한 데이터 변환 기술 요구 사항 사항 및 기술 분석 - 복합 규칙 기반 위치정보 추출 및 정제 구축 기술 요구 사항 분석 및 기술 분석 - 데이터 식별자 상호 변환 및 관리 기술 요구 사항 분석 및 기술 분석 - 비정형 데이터 구조화 및 공간정보 연계·동적 매핑 기술 요구 사항 및 기술 분석 ▪ **(기술개발 방안)** - 국내외 데이터 현황 및 활용 현황 분석 - 타 분야의 유사 기술 분석을 통한 기술 개발 방향 및 요구 사항 분석 - 가상국토 구현을 위한 데이터 및 기술 요구 사항 분석	- 데이터 현황 및 특성 분석 보고서 - 건설도면 활용 가상 국토 연계 기술 요구사항 분석 보고서(구성 기술별) - 건설도면 활용 가상 국토 연계 S/W 개발 기술분석서 - 지오코딩 기반 비공간정보 연계 기술 요구사항 분석 보고서(구성 기술별) - 지오코딩 기반 비공간정보 연계 S/W 개발 기술분석서
2차년도	▪ **(연구목표)** - CAD/BIM 가상국토 연계를 위한 데이터 표준 수립 - 공간·비공간·비정형 데이터 관리를 위한 데이터 구조화 설계 - 구성기술별 SW 프로트타입 개발(일부 기술) ▪ **(연구내용)** - 가상국토 연계를 위한 공간/비공간/비정형 데이터 표준 및 구조화 설계 - CAD/BIM의 가상국토 연계를 위한 인터페이스 개발 - 복합규칙 기반 위치 정보 추출 및 정제 모듈 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 기술 요구 사항 및 설계 사항을 반영한 모듈화 소프트웨어 개발 - 모듈 간 연계를 고려한 소프트웨어 개발	- 가상국토 연계를 위한 공간/비공간/비정형 데이터 표준 문서 및 설계서 - CAD/BIM 데이터 활용 가상국토 연계 SW 프로토타입 - 비공간정보 가상국토 연계 SW 프로토타입 - 복합규칙 기반 위치 정보 추출 및 정제 모듈

(구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
3차년도	▪ (연구목표) - CAD/BIM 활용 가상국토 연계 소프트웨어 개발 - 비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 소프트웨어 개발 ▪ (연구내용) - CAD/BIM 가상국토 연계 모듈 개발 - CAD/BIM 데이터 관리 모듈 개발 - 행정, 통계, 센서스 정보 관리 모듈 개발 - 행정, 통계, 센서스 정보 가공 및 구조화 모듈 개발 - 행정, 통계, 센서스 데이터 동적 맵핑을 위한 가상국토 연계 모듈 개발 ▪ (기술개발 방안) - 기술 요구 사항 및 설계 사항을 반영한 모듈화 소프트웨어 개발 - 모듈 간 연계를 고려한 소프트웨어 개발	- CAD/BIM 활용 가상국토 연계 SW 프로토 타입(2~3차년도 개발 내용 포함) - 데이터 관리 모듈 1단계 - 가상국토 연계 모듈 1단계 - 비공간·비정형 데이터 공간정보 연계 SW 프로토 타입(2~3차년도 개발 내용 포함) - 비공간정보 관리 모듈 1단계 - 비공간정보 데이터 가공 및 구조화 모듈 1단계
4차년도	▪ (연구목표) - CAD/BIM 활용 가상국토 연계 소프트웨어 개발 - 비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 소프트웨어 개발 - SW 신뢰성 검증 및 고도화 ▪ (연구내용) - CAD/BIM 가상국토 연계 모듈 개발 - CAD/BIM 데이터 관리 모듈 개발 - CAD/BIM 가상국토 연계 SW 신뢰성 검증 및 고도화 - 비공간정보 가공 및 구조화 모듈 개발 - 가상국토 연계 모듈 개발 - 비공간정보 가상국토 연계 SW 신뢰성 및 고도화 ▪ (기술개발 방안) - 실제 데이터를 통한 시범 구축 - 데이터의 정확도 및 신뢰성 평가 수행	- CAD/BIM 활용 상국토 연계 SW 프로토 타입(2~3차년도 개발 내용 포함) - 데이터 관리 모듈 2단계 - 가상국토 연계 모듈 2단계 - 비공간·비정형 데이터 공간정보 연계 SW 프로토 타입(2~3차년도 개발 내용 포함) - 비공간정보 데이터 가공 및 구조화 모듈 2단계 - 가상국토 연계 모듈 1단계

(구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
5차년도	▪ (연구목표) - 가상국토 플랫폼 통합 기술 개발 ▪ (연구내용) - CAD/가상국통 연계 통합 소프트웨어 개발 - 비공간정보 가상국토 연계 통합 소프트웨어 개발 - 비공간정보 가상국토 연계 모듈 개발 - 소프트웨어 가상국토 플랫폼 탐재 - 시스템 성능 평가 및 고도화 ▪ (기술개발 방안) - 가상국토 플랫폼에서 운영할 수 있는 형태의 SW 구현	- CAD/BIM 가상국토 연계 통합 소프트웨어 개발 - 비공간정보 가상국토 연계 통합 소프트웨어 개발
최종 성과물	- 가상국토 플랫폼 연계를 위한 건설도면 활용 가상국토 연계 통합 SW - 가상국토 플랫폼 연계를 위한 비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 SW	

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템은 허브&스포크 기반 가상국토 데이터 연계·연동 기술과 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술로 구성되며 각 기술의 구성요소는 다음과 같음

- 허브&스포크 기반 가상국토 데이터 연계·연동 기술: 데이터 연동규칙 통제 기술 ,데이터 버스 구축 기술, 데이터 포맷 변환을 위한 트랜스포머 기술
- 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술: 가상국토 속성 데이터 어뎁터 기술, 가상국토 속성 RPA 기술, 가상국토 속성 기반 데이터 ETL 기술

○ On-demand 데이터 표준 프로세스 기술 개발과 신뢰성을 위한 데이터 블록체인 네트워크 구성을 기반으로 유통 관리 체계 및 품질 지표에 따른 데이터 이용 성과지표 기술 개발

- 유통 수요에 따른 블록체인 기반 융·복합 데이터 표준 체계 기술 : 융복합 데이터 표준 프로세스 기술, 표준 융복합 데이터 셋, 블록체인 기반 On-demand 유통 기술
- 융·복합 데이터 품질 및 성과지표 기술 : 블록체인 기반 데이터 품질 지표 기술, 데이터 활용 성과지표 검증을 위한 블록체인 기술

○ 블록체인 증명기반 개인정보/보안 데이터 활용을 위한 암호화 기술 개발의 각 기술의 구성요소는 다음과 같음

- 공간빅데이터 환경에서의 블록체인 증명 기반 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술 개발
- 공간빅데이터 환경에서의 인증발행기관과 증명제출처 간의 정보연계를 Decoupling 블록체인 증명 기술 개발
- 가상국토 활용을 위한 블록체인 증명 기반 개인정보/보안 데이터 암·복호화 기술 개발
- 가상국토 활용을 위한 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 요소 기술 개발

〈표 7-47〉 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 허브&스포크 기반 가상국토 데이터 연계·연동 기술 분석 - 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술 분석 - 요구 수요에 따른 융·복합 데이터 표준 프로세스 분석 - 신뢰성기반 블록체인 On-demand 데이터 유통 기술 분석 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술분석 - 가상국토 디커플링 블록체인 기반 기술 분석 - 가상국토 블록체인 접근제어 요소 기술 분석 ▪ **(연구내용)** - 가상국토 데이터 유통 메시지브로커 기술&요구사항 분석 - 가상국토 속성 데이터어뎁터 기술&요구사항 분석 - 연동규칙통제 분석, 마스터데이터 분석 - 가상국토 데이터포맷 변환 기술&요구사항 분석 - 가상국토 데이터 가공 RPA 기술&요구사항 분석 - 가상국토 데이터 가공 ETL 기술&요구사항 분석 - 데이터 융·복합을 위한 표준 데이터 셋 기술&요구사항 분석 - 데이터 On-demand 프로세스 기술&요구사항 분석 - 데이터 On-demand 유통을 위한 블록체인 구조 기술&요구사항 분석 - 블록체인 암복호화 요구사항 분석 - 디커플링 블록체인 요구사항 분석 - 블록체인 접근제어 분석 ▪ **(기술개발 방안)** - 메시지브로커 구성요소 기술분석(공개 SW 사례 분석 등) 및 구성요소별 개념증명 구현	- 가상국토 데이터 유통 메시지 브로커 기술 분석서 - 가상국토 속성 데이터 어뎁터 기술 분석서 - 연동규칙통제 분석서, 마스터데이터 분석서 - 가상국토데이터포맷 변환 기술 분석서 - 가상국토 데이터 가공 RPA 기술 분석서 - 가상국토 데이터 가공 ETL 기술 분석서 - 메시지브로커 POC 시제(일부) - 데이터어뎁터 POC 시제(일부) - 데이터변환 POC 시제(일부) - 데이터가공 RPA POC 시제(일부) - 데이터가공 ETL POC시제(일부) - 가상국토 데이터 유통 메시지 브로커 요구사항 정의서 - 가상국토 속성 데이터 어뎁터 요구사항 정의서 - 가상국토데이터포맷 변환 요구사항 정의서 - 가상국토 데이터 가공 RPA/ETL 요구사항 정의서 - 가상국토 융·복합 데이터 표준 프로세스 분석서 - 가상국토 융·복합 데이터 표준 데이터 셋 분석서 - 가상국토 On-demand 유통 분석서 - 가상국토 On-demand 블록체인 구조 분석서 - 가상국토 융·복합 데이터 표준 프로세스 정의서 - 가상국토 융·복합 데이터 표준 데이터 셋 정의서 - 가상국토 On-demand 블록체인 정의서 - 가상국토 On-demand 블록체인 POC 시제(일부)

(구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 데이터어뎁터 구성요소 기술분석(연동규칙 통제, 마스터데이터 체계 분석, 데이터매핑 등) 및 구성요소별 개념증명 구현 - 데이터변환 구성요소 기술분석(데이터포맷 및 포맷변환 공개 라이브러리 분석) 및 구성요소별 개념증명 구현 - 데이터가공 RPA 구성요소 기술분석(스크립트 기반 자동화 기술 분석 등) 및 구성요소별 개념증명 구현 - 가상국토 데이터 구성요소 요구사항을 통한 기술 분석 개념 증명 구현 - 데이터 On-demand 프로세스 사례 및 기술 분석을 통한 프로세스 개념 구현 - 온체인-오프체인 데이터 연계를 통한 On-deamnd 유통 구조 개념 증명 - 블록체인 암복호화 요소기술 분석 및 구성요소별 개념 증명 구현 - 가상국토 디커플링 블록체인 기반 기술 분석 - 가상국토 암복화 기술 분석 - 가상국토 블록체인 접근제어 요소기술 분석	- 가상국토 블록체인 암복호화 기술 분석서 - 가상국토 디커플링 블록체인 기반 기술 분석서 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술 분석서 - 가상국토 블록체인 접근제어 기술 분석서 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술 POC 시제(일부) - 가상국토 디커플링 블록체인 기반 기술 POC 시제(일부) - 가상국토 블록체인 접근제어 기술 POC 시제(일부)
2차년도	▪ **(연구목표)** - 허브&스포크 기반 가상국토 데이터 연계·연동 기술 개념증명 시제 개발 - 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술 분석 기술 개념증명 시제 개발 - 가상국토 융·복합 데이터 표준 프로세스 기반 데이터 연계 기술 개발 - 블록체인 데이터 On-demand기반 데이터 품질 지표 기술 개발 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술 개념증명 시제 개발 - 가상국토 디커플링 블록체인 기반 기술 개념증명 시제 개발 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술 개념 검증 시제 개발 - 가상국토 블록체인 접근제어 요소 기술 개념 검증 시제 개발 ▪ **(연구내용)** - 가상국토 데이터 유통 메시지브로커 개념증명 시제구현&SW설계 - 가상국토 속성 데이터어뎁터 개념증명 시제구현&SW설계 - 가상국토데이터포맷 변환 개념증명 시제구현&SW설계	- 메시지브로커 POC 시제 - 데이터어뎁터 POC 시제 - 데이터변환 POC 시제 - 데이터가공 RPA POC 시제 - 데이터가공 ETL POC 시제 - 가상국토 데이터 유통 메시지 브로커 SW 설계서 - 가상국토 속성 데이터 어뎁터 기술 SW 설계서 - 가상국토데이터포맷 변환 SW 설계서 - 가상국토 데이터 가공 RPA SW 설계서 - 가상국토 데이터 가공 ETL SW 설계서 - 가상국토 융·복합 표준 데이터 규격서 - 가상국토 융·복합 프로세스 규격서 - 가상국토 데이터 연계 API 설계서 - 가상국토 분산 메시지 처리 API 설계서 - 가상국토 분산 메시지 처리 규격서 - 가상국토 데이터 처리 블록체인 트랜잭션 규격서 - 가상국토 데이터 품질 지표 규격서 - 가상국토 데이터 스마트컨트랙트 규격서 - 가상국토 데이터 품질 지표에 따른 블록체인 스마트컨트랙트 POC 시제

(구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 가상국토 데이터가공 RPA 개념증명 시제구현&SW설계 - 가상국토 융·복합 데이터 표준 프로세스 기반 데이터 연계 기술 설계 - 메시지 분산처리 기술을 통한 On-demand 데이터 연계 무결성 기술 설계 - On-demand 데이터 요청, 수집,변환, 저장, 검증을 위한 블록체인 데이터 처리 기술 설계 - 데이터 품질 지표를 위한 블록체인 스마트컨트랙트 기술 설계 - 가상국토 블록체인 암복호화 개념증명 시제구현 & SW설계 - 가상국토 디커플링 블록체인 개념증명 시제구현 & SW설계 - 가상국토 블록체인 접근제어 개념증명 시제구현 & SW설계 ▪ **(기술개발 방안)** - 메시지브로커 참조사례(데이터버스, 데이터연동 규칙 통제 etc)와 POC 시제 비교 - 데이터어뎁터 참조사례(데이터매퍼, ETL etc)와 POC 시제 비교 - 데이터변환 참조사례와 POC 시제 비교 - 데이터가공 참조사례(스크립트 기반 공간정보 가공 etc)와 POC 시제 비교 - 가상국토 융·복합 표준 데이터 셋과 표준 프로세스에 필요한 연계 요소 기술 개발 - 데이터 유형에 따른 분산 메시지 큐 기반 어플리케이션 레이어 프로토콜 기술 개발 - On-demand 기반 데이터 처리 프로세스 별 블록체인 트랙잭션 처리 기술 개발 - 유형별 데이터 품질 규칙 및 정의를 통하여 데이터 연계 시 품질 검증을 위한 스마트컨트랙트 기술 개발 - 가상국토 블록체인 암복호화 참조 사례와 POC 시제 비교 - 가상국토 디커플링 블록체인 참조 사례와 POC 시제 비교 - 가상국토 블록체인 접근제어 참조 사례와 POC 시제 비교	- 가상국토 표준 데이터 처리에 따른 블록체인 트랜잭션 POC 시제 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술 POC 시제 - 가상국토 디커플링 블록체인 기반 기술 POC 시제 - 가상국토 블록체인 암복호화 기술 POC 시제 - 가상국토 블록체인 접근제어 기술 POC 시제 - 가상국토 블록체인 암복호화 SW설계서 - 가상국토 디커플링 블록체인 SW설계서 - 가상국토 블록체인 접근제어 SW 설계서
3차년도	▪ **(연구목표)** - 가상국토 활용을 위한 데이터 유통 시스템	- 가상국토 데이터유통용 메시지 브로커 SW - 가상국토 연계 데이터 어뎁터 SW 빌드1

(구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	구성요소 SW 구현 - 가상국토 On-demand 시스템 기술 개발 - 블록체인 기반 Data Lake 기술 개발 - 가상국토 블록체인 기반 통합 기술 SW구현 ▪ **(연구내용)** - 가상국토 데이터유통용 메시지브로커 구현 - 가상국토 연계 데이터어뎁터 구현 - 가상국토 데이터변환 구현 - 가상국토 데이터가공 RPA 구현 - 가상국토 데이터 이행 워크플로우 처리 구현 - 가상국토 멀티소스 데이터 이행 구현 - 국토가상 On-demand 데이터 시스템 설계 - 국토가상 표준 데이터 프로세스 시스템 설계 - On-demand 블록체인 구조 설계 - 블록체인 기반 Data Lake 설계 - 데이터 무결성 및 품질 지표 구축 설계 - 가상국토 블록체인 암복호화 구현 - 가상국토 디커플링 블록체인 방식 구현 - 가상국토 블록체인 접근제어 구현 ▪ **(기술개발 방안)** - 가상국토 대상 데이터 시험 구축 - 가상국토 연계 대상 시스템 시뮬레이션 환경 구축 - 구성요소 SW별로 시뮬레이션 환경에서 구현 및 단위 시험 - 가상국토 On-demand 시스템 개발 - 국토가상 표준 데이터 프로세스 관리 개발 - On-demand 블록체인 구조 및 Data lake 개발 - 데이터 무결성 및 품질 지표 기술 개발 - 가상국토 블록체인 암복호화 시험 구축 - 가상국토 디커플링 블록체인 방식 시험 구축 - 가상국토 블록체인 접근제어 구현	- 가상국토 데이터변환 SW - 가상국토 데이터 가공 RPA SW 빌드1 - 가상국토 데이터 이행 워크플로우 관리 SW - 가상국토 멀티소스 데이터 이행 SW 빌드1 - 데이터 연결가속화 세부 단위 소프트웨어 시험절차서 - 데이터 연결가속화 세부 단위 소프트웨어 시험결과서 - 가상국토 On-demand 시스템 규격서 - On-demand 블록체인 규격서 - 블록체인 기반 Data Lake 규격서 - 가상국토 On-demand 시스템 S/W - 국토가상 표준 데이터 프로세스 관리 S/W - On-demand 블록체인 S/W - 블록체인 기반 Data Lake S/W - 데이터 품질 지표 관리 S/W - 가상국토 블록체인 암복호화 SW - 가상국토 디커플링 블록체인 SW - 가상국토 블록체인 접근제어 SW - 블록체인 세부 단위 소프트웨어 시험절차서 - 블록체인 세부 단위 소프트웨어 시험결과서
4차년도	▪ **(연구목표)** - 가상국토 활용을 위한 데이터 유통 시스템 요소기술 통합 개발 - 국토가상 데이터 통합 연계	- 가상국토 데이터 어뎁터 SW 빌드2 - 가상국토 데이터 가공 RPA SW 빌드2 - 가상국토 멀티소스 데이터 이행 SW 빌드2 - 단위 소프트웨어 시험결과서

(구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- On-demand 기반 데이터 융·복합 프로세스 구현 - 가상국토 블록체인 기술 통합 개발 - 가상국토 블록체인 기술 통합 개발 ▪ **(연구내용)** - 허브&스포크 기반 데이터 연계·연동 기술과 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술 통합 - 국토가상 데이터 통합 연계 설계 - On-demand 기반 데이터 융·복합 프로세스 통합 설계 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 디커플링 블록체인 통합 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 가상국토 블록체인 접근제어 통합 ▪ **(기술개발 방안)** - 가상국토 대상 데이터 테스트베드(또는 리빙랩) 환경 구축 - 가상국토 연계 대상 시스템 테스트베드(또는 리빙랩) 환경 구축 - 구성요소 SW 단위시험 및 SW 통합개발 - 데이터 유형별 국토가상 데이터 통합 연계 기술 개발 - On-demand 기반 데이터 융·복합 기술 연계 - 블록체인 기반 On-demand 시스템 연계 기술 개발 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 디커플링 통합 테스트 환경 구축 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 가상국토 블록체인 접근제어 통합 테스트 환경 구축	- 데이터 연결가속화 통합시험절차서 - 국토가상 데이터 통합 연계 규격서 - On-demand 기반 데이터 융·복합 프로세스 규격서 - 데이터 유형별 국토가상 데이터 통합 연계 API - On-demand 기반 데이터 융·복합 기술 연계 API - 블록체인 기반 On-demand 시스템 S/W - 블록체인 기반 On-demand 단위 소프트웨어 시험 결과서 - 블록체인 기반 On-demand 통합 시험 절차서 - 가상국토 블록체인 및 디커플링 블록체인 통합 빌드 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 가상국토 블록체인 접근제어 통합 빌드 - 가상국토 블록체인 통합 시험 절차서
5차년도	▪ **(연구목표)** - 가상국토 활용을 위한 데이터 유통 시스템 실증 - On-demand 기반 데이터 융·복합 시스템 통합 실증 - 가상국토 블록체인 통합기술개발 ▪ **(연구내용)** - 허브&스포크 기반 데이터 연계·연동 기술 실증 - 멀티소스 데이터의 연결성 가속화 기술 실증 - 블록체인 기반 On-demand 데이터 융·복합	- 가상국토 데이터 어뎁터 SW - 가상국토 데이터 가공 RPA SW - 가상국토 멀티소스 데이터 이행 SW - 데이터 연결가속화 통합시험결과서 - 블록체인 기반 On-demand 데이터 융·복합 시스템 S/W - 블록체인 기반 On-demand 통합 시험 결과서

(구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	시스템 통합 실증 - 데이터 신뢰성 및 데이터 품질, 성과지표 검증 기술 실증 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 디커플링 블록체인 통합 연동 기술 실증 - 가상국토 블록체인 암복호화 및 블록체인 접근제어 통합 연동 기술 실증 ▪ **(기술개발 방안)** - 가상국토 대상 연계 데이터&시스템 실증 적용 - SW 통합시험 및 상용 패키지화 - 시스템 간 통합 연계를 통한 블록체인 기반 On-demand 데이터 융·복합 시스템 실증 - 블록체인 기반 On-demand 데이터 융·복합 시스템 패키지화 - 가상국토 블록체인 암복호화, 디커플링 블록체인, 블록체인 접근제어 통합 실증 적용 - SW 통합 시험 및 상용 패키지화	- 가상국토 블록체인 통합 SW - 가상국토 블록체인 통합시험결과서
최종 성과물	- 가상국토 데이터 유통을 위한 On-demand 기반 데이터 연계 시스템 - 블록체인 기반 암·복호화 및 접근제어를 통한 데이터 유통 시스템	

(4) 개발 목표

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발 목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	건설도면의 가상국토 연계율	-[1]	-[1]	100%	●			2026
	건설도면의 가상국토 연계 정확도	-[1]	-[1]	〈 1m	●			2026
	비정형 데이터 공간정보 연계율	-[2]	-[2]	90%	●			2026
	비정형 데이터 공간정보 연계 정확도 (구조화 정확도)	-[2]	-[2]	〈 1m	●			2026
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	가상국토 융·복합 마스터데이터 메시징 동기화 자동화율	70%	90%	95%	●			2026
	가상국토 융·복합 데이터 정제 자동화율	70%	90%	95%	●			2026
	데이터 연계율	-[3]	-[3]	90%이상	●			2026
	기존 공공 데이터를 이용해 생성된 공간정보에 대한 오류 검증율	형상정보 85% 속성정보 70%[4]	형상정보 85% 속성정보 60%[4]	90%	●			2026
	행정정보 등 공공 정보 연계	-[5]	-[5]	실제 10건 이상	●			2026
	공간정보 데이터 표준체계에 의한 품질 검증율	60%	90%	90% 이상	●			2026
	가상국토 융·복합 데이터 On-demand 시스템 응답속도	2초 이내 응답(유사)[6]	2초 이내 응답(유사)[6]	2초 이내 응답(유사)[6]	●			2026
	데이터 품질 검증 블록체인 스마트 컨트랙트 처리속도	2초 이내 응답[7]	2초 이내 응답[7]	2초 이내 응답[7]	●			2025
	On-demand 기반 데이터 블록체인 트랙잭션 처리량	500TPS[8]	500TPS[8]	1000 TPS	●			2024
	가상국토 블록체인 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 트랜잭션 처리량	500TPS	500TPS	1000 TPS	●			2026

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발 목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
	가상국토 디커플링 블록체인 증명 정확도	80	90	95%	●			2026
	가상국토 블록체인 개인정보/보안 데이터 암·복호화 트랜잭션 처리량	500TPS	500TPS	1000 TPS	●			2026
	가상국토 블록체인 자가주권에 따른 개인정보 및 보안데이터에 대한 접근성 제어 정확도	80	90	95%	●			2026

[비 고]

1) 일반적인 공간정보 플랫폼에서 연계되는 정보는 동일한 좌표체계의 토지피복도, 정사영상과 같은 타 공간정보를 대상으로 하고 있으나, 본 연구를 통해 실현하고자 있는 목표는 공간정보를 기반으로 공간적으로 일치하는 건설도면 등을 검색 및 추출하는 기술로서 현재의 서비스하고 있는 기술적 범위를 넘어서는 분야로서 현재 기술수준과 비교하는데 한계가 있음
2) 지오코딩을 통한 비정형 데이터와 공간정보의 매핑 기술은 현재 국내외 모두 지적(필지) 기반의 주소정보인 PNU 코드를 이용하여 중심좌표로의 변환하는 방법만을 국한하여 사용하고 있으나, 본 연구에서 추구하는 실내 구조물 등 동일 주소 상의 고정밀 데이터와의 연계기술은 아직 명확하게 제공되고 있지 않음. 주소를 기반으로 하는 단순 지오코딩의 경우 국내외 기술수준에 별다른 차이가 없는 실정임.
3) 데이터 연계 및 연계 정확도의 경우, 대상 범위를 특정할 수 없음에 따라 현재 수준에서 기술수준을 평가하기에 한계가 있으며, 당해 목표는 본 과제를 통해 연계에 필요한 기술적 한계를 극복하기 위한 기술수준임
4) 공간정보는 형상정보와 속성정보로 구분할 수 있는 바, 형상정보의 경우 데이터의 중복이나 접합 불일치 등에 대해 자동으로 평가하고 있고, 속성의 경우에도 여러가지 제약조건 등을 기반으로 유효성 평가를 수행하고 있음. 형상적인 측면은 국내나 해외나 사실 기술적으로 큰 차이가 없으며 속성에 대한 부분은 국내외의 기술차이가 존재하며, 시멘틱 기술이나 빅데이터 기술의 적용을 통해 개선할 수 있을 것으로 사료됨
5) 행정정보 등 공공정보의 연계의 경우 위의 3) 항목과 유사하게 대상범위를 특정할 수 없기 때문에 현재 수준에서 기술수준을 평가하기게 한계가 있으며, 당해 목표는 본 과제를 통해 연계에 필요한 기술적 한계를 극복하기 위한 기술 수준임
6) 본 과제에서 구현하려는 가상국토 융·복합 데이터 On-demand 시스템과 같은 수요 요청에 따른 공간정보 기반 동적 정보 서비스 방식을 제공되고 있지 않음. 다른 산업군의 유사 On-demand 방식의 기술수준을 표기하였으며, 본 사업의 기술목표는 2초 이내 응답 가능한 On-demand 데이터 5종 이상을 연계 서비스를 목표로 설정하였으며, 기존 대상이었던 일반 데이터가 아닌 공간정보 데이터를 대상으로 하는 것을 목표로 함
7) 블록체인 기반 데이터 검증을 위한 스마트컨트랙트의 기술은 검증 요청에 따른 품질 조건 확인 및 블록 데이터 조회, 처리를 통한 데이터 검증 확인이 소요되는 시간을 표기하였으며, 이는 국내/외에서 블록체인 표준 엔진으로 사용되는 Hyperledger Fabric의 처리속도이며 본 과제의 기술 목표는 2초 이내 검증 가능한 데이터의 종류를 공간정보 데이터를 포함하는 분류 체계의 구현을 목표로 함.
8) 블록체인 기술 평가 기준인 Transaction 처리 속도에 대한 최고 수준을 표기 하였으며, 본 과제를 통하여 1000TPS 구현을 목표로 하여 On-demand 기반 데이터 블록체인 시스템의 최고 수준을 목표로 함

(5) 개발목표의 설정근거

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ CAD/BIM 등을 활용한 공간정보 생성 및 가상국토 연계

- CAD/BIM을 이용하여 3차원 건물모델링, 실내공간모델링 및 융합활용을 위한 기술은 개발되고 국내의 경우에도 일정 부분 기술적 성숙단계에 있음
- 다만, 현재 수준에서 가상국토 플랫폼을 통해 3차원 위치 정보를 통해 건설도면 등에 대한 검색 및 제공할 수 있는 시스템 및 기술이 부족한 실정임

○ 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계

- 지번을 기반으로 지리좌표를 추출하는 지오코딩 기술은 이미 세계와 비슷한 수준을 확보하고 있으며, Indoor GML 등 실내 공간에 대한 데이터 모델에 대한 이해도 충분히 확보되어 있는 상황임
- 특히, 텍스트 형태의 비공간 정보로부터 좌표정보를 유추하기 위한 기본적인 시맨틱 기반의 검색 기술도 어느 정도 확보가 되어 있기 때문에 본 연구가 완료되는 시점에서는 90% 이상의 자동화 효율이 가능할 것으로 판단됨
- 또한, 본 연구의 전체적인 완성도와 활용도 제고를 위해서는 비공간 정보에 대한 지오코딩 자동화 효율이 목표치를 만족해야만 할 것으로 판단됨

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 가상국토 융·복합 마스터데이터 메시징 동기화 자동화율: 수집된 가상국토 데이터는 메시지브로커를 통해서 전송(또는 마스터데이터 허브에서 액터에게 제공)되는 경우, 국내·외의 기술은 중복 제거를 포함한 데이터의 동기화는 가상국토 구성 데이터 요소 간의 관련성에 대한 고려 없이 개별적으로 진행되는 형태임. 연계가 필요한 가상국토 구성 데이터의 관련성을 신규로 추가하여 동기화 자동화를 신규 및 개선 개발하는 것임
- 가상국토 융·복합 데이터 정제 자동화율: 수집된 가상국토 융·복합 데이터를 목표 데이터 레포지토리(마스터데이터 허브 또는 데이터 스토어)로 이행하기 위해 목표 데이터의 스키마에 부합하도록 데이터 정제를 자동화하는 것으로서, 국내·외의 기술은 가상국토 구성 데이터 요소들의 클러스터를 단일 객체·속성로 단순화하여 데이터 이행을 진행함. 연계가 필요한 가상국토 구성 데이터의 클러스터 내외부의 관련성까지 고려한 데이터 정제 자동화 요소를 새롭게 추가하여 신규 및 개선 개발하는 것임

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 블록체인 기반 개인정보 및 보안데이터 암호화/복호화 요소기술, 디커플링 블록체인 기술, 자가주권에 따른 접근성 제어기술 분야는 미국에 대비하여 한국은 12% 수준의 특허 발굴 실적을 보이고 있으며, 특히 개인정보보호 분야의 특허 발굴이 두드러짐 (기술격차는 2년 정도 수준임)

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 공간정보 데이터 표준 체계 구현을 통한 공간정보 품질 지표 설정 및 검증과 데이터 이용에 따른 연계 및 정합 프로세스를 블록체인으로 구현하여 품질 검증을 90% 이상 향상
- 공간정보 데이터의 적재 방식을 중앙 집중식으로 통합 저장이 아닌 필수 데이터만 적재하고 이용에 따른 데이터 셋 체계를 구성하여 On-demand 방식으로 5종 이상의 데이터 연계 서비스를 지원하는 가상국토 융·복합 On-demand 시스템 기술 개발 필요
- 공간정보 데이터 표준 체계에 따른 품질 지표를 구현하고 수요 요청에 따른 데이터 연계 시 블록체인 기반 스마트컨트랙트를 통하여 품질 지표 기반의 데이터 검증 처리와 처리 결과에 따른 데이터 품질 증명을 통하여 융·복합 데이터 품질 향상 기술 구현
- 가상국토 융·복합 On-demand 서비스요청에 따른 권한 인증, 데이터 연계 요청, 품질 검증, 데이터 이용 증명 등의 프로세스별 이력을 블록체인 트랜잭션으로 처리하여 On-demand 서비스의 신뢰성을 위하여 트랜잭션 처리 능력이 제공되어야 함

2.7 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

□ 검색된 유사과제의 연구개발 목적, 적용범위 및 기술목표 등을 본 사업과 비교하여 차별성과 기술개발의 효율화를 위한 연계 방안 도출

〈표 7-48〉 데이터 융·복합 가상국토 구현 유사과제와의 차별성 및 연계방안

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
1	건설도면 활용 실내공간 DB 구축 기술 개발 연구 (2007-2012) (국토교통부)		- 동적 설계정보 기반의 공간 DB 갱신 기술 개발 - 건축 도면을 가이드라인으로 활용한 공간 모델링 및 도면 자동인식을 통한 고간 모델링 기술 개발 - 건축물과 대형 구조물 도면 자료의 GIS DB 변환 기술 개발 - 웹상에서의 대용량 3차원 GIS	(연계점) 유사과제가 대상으로 하는 일부 데이터 변환 및 건설도면 운용 및 표출 기능 (차별점) 유사과제는 2차원의 건설도면을 이용하여 지적도 등을 활용하여 좌표를 일치시킨 후 2차원 도형 정보 내에서 속성 정보를 입력한 반면,

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
			기반 건설도면 데이터의 운용 및 표현 기술 개발	본 과제는 건설도면과 BIM를 가상국토에 연계하여 공간쿼리 기술을 기반으로 건설도면을 검색하고 내부공간 및 부재에 대한 정보를 확인할 수 있는 기술이라는 점에서 차별화 됨
2	BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합 기술 개발 (2012-2016) (국토교통부)		▪ BIM/GIS 데이터의 연계를 통한 건설 및 시설물 관리에 필요한 건설공간정보 융합기술 개발 - BIM/GIS 플랫폼 기반 도시운영체계 시스템 개발 - 실내외 공간정보 연계 활용 기술 개발 - BIM/GIS 데이터 교환 및 현시설 유지 기술 개발	(연계점) 유사과제가 대상으로 하는 BIM-GIS 연계 기술 등의 이용 가능 (차별점) 유사과제는 BIM과 GIS 데이터를 연계하여 건설공간정보를 구축하는 과제로서 주로 공사 및 시설물 관리에 주안점을 주고 있는 반면, 본 연구과제는 CAD/BIM 데이터로부터 3차원 공간정보를 추출하여 가상국토에 연계함으로써 국토 관리 및 재난 사항 대비 등 다양한 목적에 활용하기 위한 기술을 개발하는 점에서 차별화됨
3	3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발	3,829만원	▪ 미래 지능사회 지원을 위한 새로운 패러다임의 3차원 입체격자체계 기반 국토 공간 통합관리 원천기술 개발 - 대기오염, 산불, 지진, 홍수 상황에 대한 서비스(시나리오)에 대한 정보를 유관기관 정보 시스템으로부터 수집하며, 연계모듈 및 수집모듈을 통해 저장된 기관 정보는 통합 운영에서 3차원 입체격자체계 기반의 정보 가공 및 분석을 통해 상황별 대응 정보로 도출	(연계점) 유사과제가 대상으로 하는 일부 수집·연계 및 서비스 대상 데이터의 처리를 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템에 반영할 수 있음 (차별점) 유사과제는 특정한 유관기관과 대상 서비스만을 위한 데이터 수집·연계를 목표로 하고 있으며, 본 과제는 이러한 특정한 기관 또는 특정한 서비스를 위한 개별적인 데이터 수집 및 연계 시의 복잡도 증가 및 유지보수 비용 증가를 해결하기 위한 허브&스포크 아키텍처 기반의 단일 프레임워크 데이터 연계 기술을 개발하는 것임

2.8 민간기술과의 차별성·연계성

□ (구성기술 2-1-1) 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ CAD, BIM 등을 활용한 공간정보 생성 및 가상국토 연계

- 건설도면을 활용한 3차원 모델링 기술 및 공간정보와 통합 관리할 수 있는 플랫폼 기술이 개발되고 있으나, CAD/BIM 데이터를 가상국토와 연계하여 관련된 세부적인 정보 제공 기술은 아직 미흡한 실정
- 현재 기술 수준은 단순한 데이터의 관리 및 시각화 기술은 실내외 공간정보 연동을 통한 국토 관리 및 재난 사고, 4차산업혁명 시대의 수요에 대응하기에 한계가 있음

〈표 7-49〉 민간 보유기술과 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 차별성·연계성(1/2)

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	공간정보 생성 및 가상국토 연계	가이아 쓰리디	BIM/3차원 공간정보 통합 관리/가시화 플랫폼 기술	〈차별성〉데이터 활용 기술로서 CAD/BIM 데이터를 활용하는 것으로 이를 활용하여 직접적으로 가상국토에 연계할 수 있는 공간정보를 생성하는 기술과 차이가 있음 〈연계성〉BIM과 3차원 공간정보를 활용하여 실내외 공간정보를 통합 관리할 수 있는 플랫폼으로 실내외 공간정보 연계 기술 활용

○ 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계

- 현재 민간에서 보유하고 있는 지오코딩 기술은 지번, 새주소 등의 지적 기반 데이터로부터 PNU 코드로 변환한 후, 중심 위치의 지리정보를 추출하는데 국한되어 있으며, 위치정보가 포함되지 않는 정보에 대한 위치정보 추출 및 구조화 등의 차별성이 존재함

〈표 7-50〉 민간 보유기술과 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 차별성·연계성(2/2)

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계	BIZGIS	지오코딩 기술	〈차별성〉주소, 지번 등의 정보가 포함되지 않는 정보에 대한 위치정보 추정 기술 개발 〈연계성〉PNU 코드 등의 변환기술과 같이 기본적인 데이터 모델의 통합 활용 필요
2		지오서비스	지오코딩 기술	
3		batchgeo	지오코딩 기술	

□ (구성기술 2-1-2) 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템 구현

- 비공간정보 및 정형데이터 분야의 ETL 및 RPA 기술(솔루션)이 개발되어 다양한 공공 및 민간분야에서 적용되고 있으며, 가상국토의 공간정보 및 속성 정보에 대한 ETL 기술과 RPA 기술은 시스템통합(SI) 사업에서 아주 부분적으로 적용되고 있으서 가상국토의 활용 및 공공부문 데이터 개방의 흐름에 대응하는데 한계가 있음

〈표 7-51〉 민간 보유기술과 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 차별성·연계성(1/3)

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	데이터 연계·연동	링크드인	메시지 브로커	〈기존기술의 한계〉 정형적/비공간적 데이터 중심의 메시징 처리 〈차별성·연계성〉 가상국토 데이터(메타데이터/데이터/마스터데이터)에 특화된 메시징 N:N 메시징 기술 활용
2	데이터 이행 자동화	데이터스트림즈	ETL	〈기존기술의 한계〉 정형적/비공간적 데이터 중심의 메시징 처리 〈차별성·연계성〉 가상국토 데이터(메타데이터/데이터/마스터데이터에 특화된 ETL 가상국토의 정형적 속성자료의 이행에 기존 보유기술(솔루션)과 통합하여 활용
3	데이터 연결가속화	그리드윈	RPA	〈기존기술의 한계〉 정형적/비공간적 데이터 중심의 메시징 처리 〈차별성·연계성〉 가상국토 관련 비정형적 데이터 정제 및 가공에 특화된 RPA 가상국토의 정형적 속성자료의 정제에 보유기술(솔루션)과 통합하여 활용

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 블록체인 증명 기반 개인/보안데이터 기술은 일반 민간 분야에 적용하여 사용되고 있으나 가상국토의 공간정보 및 속성 정보와 연계하여 기술개발을 도입한 사례가 없는 부분

〈표 7-52〉 민간 보유기술과 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 차별성·연계성(2/3)

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	DID어소시에이션	통신3사,코스콤,KEB하나은행,우리은행,신한은행,NH농협은행,삼성전자,BC카드,현대카드 등 10여개사	혁신금융서비스(코스콤,비상장기업주주명부 및 거래플래폼) 과기부민간과제(SKT컨소시엄)	〈차별점〉 기존의 중앙집중 방식이 아닌 지자체 및 정부에서 보유한 정보와 차별화된 분산ID 제공 〈연계방안〉기술적인 ID 연계를 통하여 접근 가능
2	마이아이디얼라	아이콘루프,증권사,이커머스,제조사 등 20여개사	비대면계좌개설서비스	〈차별점〉 기존의 금융에 적용된 비대면와 차별화된 분산ID 제공 〈연계방안〉기술적인 ID 연계를 통하여 접근 가능
3	DID얼라이언스코리아	금융결제원,한국전자서명포럼,한국파이도산업포럼,신한은행,NH농협은행,라온시큐리티 등	혁신금융서비스(파운드,RA용비대면계좌개설서비스) 과기부공공과제(병무청,라온시큐어)	〈차별점〉 기존의 공공기관 서비스 정보와 차별화된 분산ID 제공 〈연계방안〉기술적인 ID 연계를 통하여 접근 가능

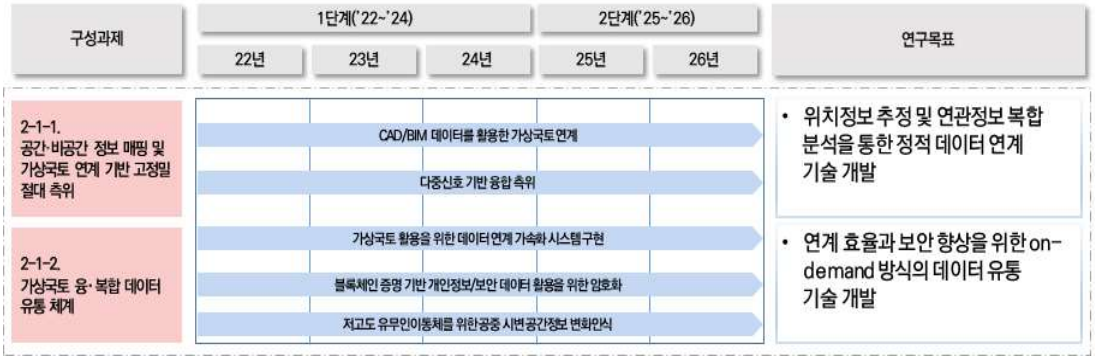
○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- DQM기반의 데이터 프로파일링, 데이터 오디팅, 데이터 룰 관리, 데이터 품질 분석, 데이터 품질 분석 결과 보고 등을 제공하는 민간 기술은 가상국토 융·복합 데이터에 대한 품질 체계에 부합하지 않음
- 공간정보 데이터 On-demand 서비스 기술은 민간 보유기술이 없음

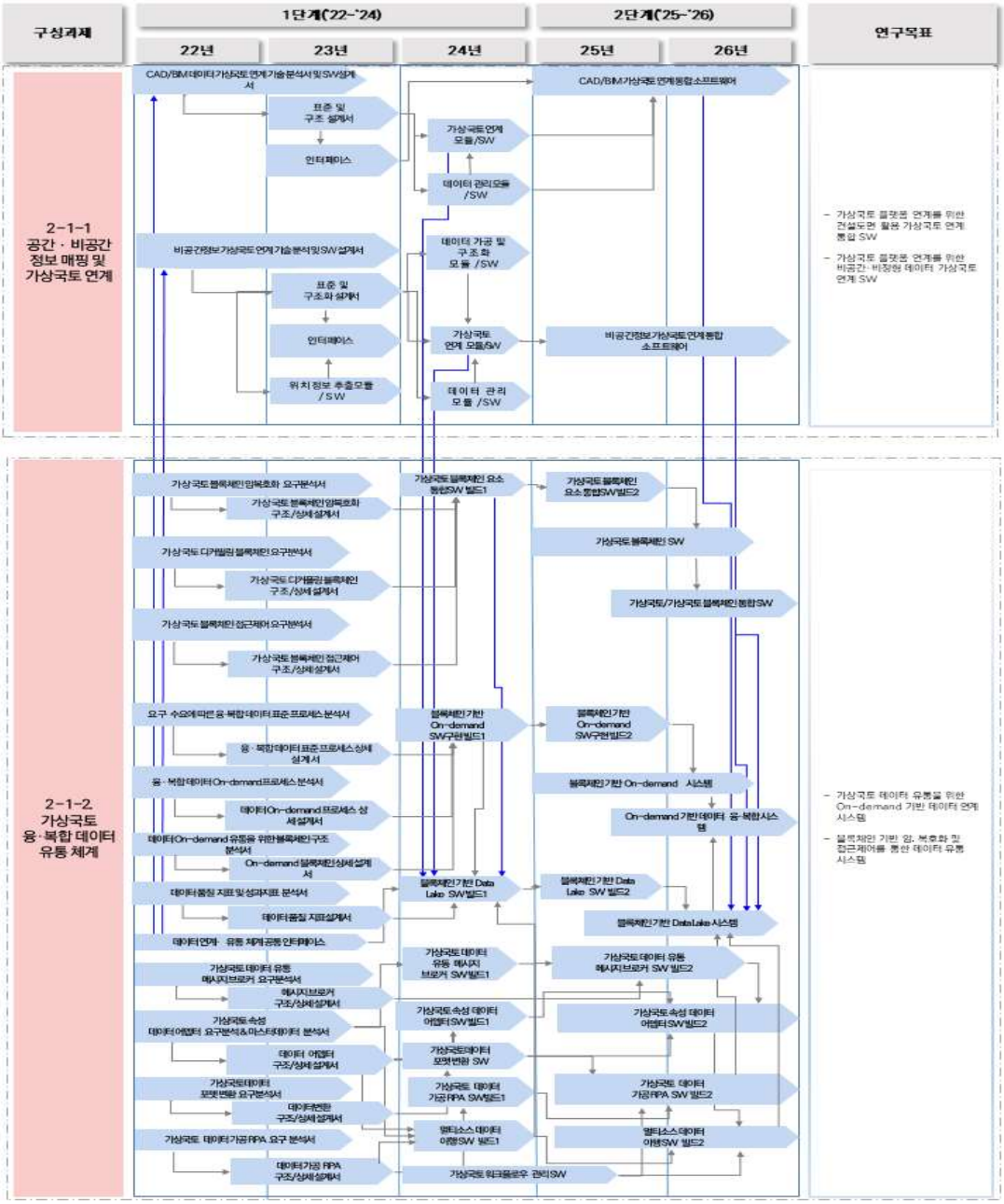
〈표 7-53〉 민간 보유기술과 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계의 차별성·연계성(3/3)

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	데이터 품질 관리체계	지티원	데이터 품질 관리 방법론(Sigma+4DQM)기반 데이터 품질 관리 기술	〈차별성〉오류 데이터를 발생시키는 근원을 추적하고 변경하는 프로세스 기반의 기술로 공간정보 데이터 속성에 대한 프로파일 및 규칙 검증에 따른 품질관리 기술과 차이가 있음 〈연계성〉데이터 품질 진단 프로세스와 데이터 클린징 방법론 활용을 통한 검증 관리 기술 연계
2		위세아이텍	머신러닝 알고리즘 기반 데이터 품질 관리 기술	〈차별성〉프로파일링 기반의 데이터 분석을 통한 머신러닝을 이용한 오류 검증 기술로 공간정보 On-demand 데이터 연계를 위한 검증 규칙 기반 프로파일링 기술과는 차이가 있음 〈연계성〉사전 머신러닝을 활용한 프로파일링 패턴 다양성으로 품질 지표 향상을 위한 기술 연계 활용

2.9 과제추진 및 기술성과 로드맵



[그림 7-35] 가상국토 데이터 연계·가공·유통 기술 과제추진 로드맵



[그림 7-36] 가상국토 데이터 연계·가공·유통 성과 로드맵

2.10 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

(1) 연도별 소요예산

○ 총액 20,035억원, 국고보조금 15,026억원, 민간 자본금 5,009억원으로 구성

(단위: 백만원, 개)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계	과제 수
2-1-1. 공간 비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	국고	993	1,522	1,522	1,257	1,323	6,617	2
	민자	331	507	507	419	441	2,205	
	총액	1,324	2,029	2,029	1,676	1,764	8,822	
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	국고	1,261	1,934	1,934	1,598	1,682	8,409	3
	민자	420	645	645	533	561	2,804	
	총액	1,681	2,579	2,579	2,131	2,243	11,213	
합계	국고	2,254	3,456	3,456	2,855	3,005	15,026	5
	민자	751	1,152	1,152	952	1,002	5,009	
	총액	3,005	4,608	4,608	3,807	4,007	20,035	

○ 직접비(인건비)

(단위: 백만원)

구성기술	'22	'23	'24	'25	'26	계
2-1-1. 공간 비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	353	541	547	438	443	2,322
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	424	674	681	553	580	2,912
합계	777	1,215	1,228	991	1,023	5,234

○ 소요 인력

(단위: 명)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
2-1-1. 공간 비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	책임급	3	4	4	3	3	17
	선임급	3	5	5	4	4	21
	원급	7	11	11	9	9	47
	소계	13	20	20	16	16	85
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	책임급	3	5	5	4	4	21
	선임급	4	6	6	5	5	26
	원급	9	14	14	11	12	60
	소계	16	25	25	20	21	107
합계		29	45	45	36	37	192

○ 직접비(인건비 제외)

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
연구장비·재료비	479	720	711	602	646	3,158
연구활동비	424	638	631	534	573	2,800
연구수당	156	243	245	199	205	1,048
합계	1,059	1,601	1,587	1,335	1,424	7,006

○ 간접비

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
간접비	418	641	641	529	557	2,786

○ 설정근거

〈NTIS 대표 유사과제〉

o 구성기술 2-1-1. 공간 비공간 정보매핑 및 가상국토 연계

- 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신 기술 개발, 3,355백만원/년, 미래창조과학부
- BIM 기반 도로·하천 시설물의 건설사업정보 통합관리기술 개발, 1,754백만원/년, 국토교통부
- 실시간 자율 복원 사이버물리 시스템 기초 연구(고신뢰CPS연구센터), 1,5000백만원, 미래창조과학부

o 구성기술 2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

- 자가학습형 지식융합 슈퍼브레인 핵심기술 개발, 6,000백만원/년, 국토교통부
- 초연결 지능 인프라 원천기술 연구개발, 5,400백만원/년, 과학기술정보통신부
- 포스트 스마트폰 시대를 대비한 Trusted Reality 핵심기술 개발, 3,700백만원/년, 국토교통부

〈비목별 소요예산 산정근거〉

o 인건비는 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업기간을 고려하여 산출

- 인건비의 단가는 2020년 학술용역단가(참여율 50%)에 최근 5년('15~'19)의 소비자 물가지수 상승률의 평균인 1.1을 반영

o 연구장비·재료비와 연구활동비의 규모는 기존유사사업인 국토공간정보연구사업의 예산 비중을 고려하여 산정

- 3천만원 이상 연구장비는 실제 구축 가격을 반영하였으며, 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 47:53

o 연구수당의 규모는 국가연구개발 관리등에 관한 규정에 따라 인건비의 20% 이내로 산정

o 간접비의 규모는 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준*의 평균을 산출하여 직접비의 22.8% 이내로 산정

* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2017-37호, 시행 2017.12.29.)

【연임금(참여율 50%)】

(단위: 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
책임급	39,614,092	40,049,844	40,490,389	40,935,780	41,386,070
선임급	30,375,559	30,709,687	31,047,491	31,389,011	31,734,288
원급	20,427,690	20,652,393	20,879,568	21,109,241	21,341,441

2.11 추진체계 및 대내외 협력방안

(1) 추진체계도



[그림 7-37] 가상국토 데이터 연계·가공·유통의 추진체계

(2) 협력방안

□ 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ 가상국토 기반의 타 데이터 연계 기술 구현을 위해서는 정보의 수집 및 데이터 구조 분석, 메타데이터 분석 등이 선행되어야 함

- 특히, 데이터 연계는 연계율이 주요 성과지표로 포함됨에 따라 공간정보 기반의 관리가 필요한 행정, 통계, 센서스 정보를 생산 및 관리하는 공공 및 민간 기관과의 협업이 매우 중요함

□ 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 국토교통부 유관 기관의 시스템이 보유한 데이터 개방화 정책에 따른 외부 연동연계 인터페이스 정보 식별을 위해 디지털국토와 관련된 정부 및 산하기관의 시스템의 개방 데이터 식별 협력이 요구되며 주관기관 및 관리감독 기관을 통해 국토교통부의 협력 요청
- 데이터 연계연동 요소를 포함하는 국가 R&D 사업 및 제정사업에서 식별한 외부 연동연계 인터페이스 정보 식별을 위해 주관기관 및 관리감독 기관을 통해 국토교통부의 협력 요청

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 핸드폰 정보를 통하여 대국민 인증서비스를 수행하고 있는 통신사(SKT, LGU+, KT)와 연계
- 정부의 각 서비스와 연동하여 블록체인 증명 기반 서비스와 연동하여 연계 가능하며, 특히 정부의 기존 아이핀 서비스와 같은 인증서비스와 연동하면 별도의 인증서비스와 분리 적용이 가능함

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 공간정보 데이터 표준 체계와 품질 지표를 위하여 국토정보플랫폼(국토지리정보원), 공간정보 오픈플랫폼(공간정보산업진흥원), 국가공간정보포털(국토교통부), 공공데이터포털(한국정보화진흥원)과 국가공간정보의 데이터 셋, 품질, 호환성, 갱신주기, 보안규정 등을 협력을 통하여 기술 구현
- 가상국토 On-demand 프로세스, 데이터 유통체계를 위한 공공 데이터, 민간 데이터, 민감정보(개인정보, 국세청 데이터 등) 등의 수집, 연계, 이용에 대한 데이터 관리 방안을 국토교통부에 협력 요청

2.12 위험요인 및 해결방안

〈표 7-54〉 가상국토 데이터 연계·가공·유통의 위험요인 및 해결방안

· 핵심기술	· 위험요인	· 해결방안
가상국토 데이터 연계·가공·유통 기술	• CAD 및 BIM 솔루션을 활용한 도면 제작의 경우 작업 규정 및 레이어 명칭 명명에 표준화된 규정이 없어 가상국토와 연계에 있어 어려움이 있음 • 지오레퍼런싱 과정에서 참조점이 없을 경우 위치 관계를 매칭시키는데 어려움이 있음	• 3차원 공간정보에 필요한 필수 항목의 표준화 추진 • 필지 단위의 참조점으로 활용 가능한 지적도 등을 활용하여 최대한 위험 요소를 차단함
	• 위치정보를 특정하기 어려운 정보가 존재할 수 있을 것으로 예상함에 지오코딩에 어려움이 있을 것으로 예상됨	• 취급하고 있는 정보들 간의 복합 규칙을 통해 위치정보를 추정
	• 행안부에서 추진하는 국가마스터데이터 체계 구축 시 가상국토에 대한 고려가 없을 경우, 국가마스터데이터 체계와 연계 과정에 사각지대가 발생할 수 있음	• 주관기관 및 관리감독 기관과 행안부 추진 국가마스터데이터 체계에 대한 국토교통 분야의 협력기관을 통해 이를 향후의 구축 단계에 본 과제의 연구 성과 등를 반영하도록 함
	• 개인정보 또는 사용자의 자유를 위협하지 않도록 사용자의 편리성과 신원 안전 관리를 위한 기밀성과 무결성 보장이 필요함 • 각 엔티티간의 데이터 전달시에 암복호/복호화 기술을 이용한 기밀성과 무결성 보장이 필요함	• 지속성: 서비스 제공자의 서비스 운영 중지 등 외적인 요인 발생시에도 신원정보의 유효성 유지 필요 • 독립성 확보: 신뢰 인증수단의 다양한 보증 수준 제공을 위해서 최소한의 신뢰된 기관에 대한 고려 필요함 • 항시 신원증명 확보: 신원정보 선택후 제공이 자유로워야 함 • 개인정보 보호: 명시적인 동의 없이는 서비스 제공자의 개인정보 활용이 제한되어야 함 • 확장성 확보: 디지털 영역 확대적용이 표준에 근거하여 확장 가능하여야 함
	• 국토교통부 및 산하 기관에서 생성되는 공간정보 데이터와의 표준 체계 및 품질 지표에 대한 데이터 연계에 한계가 있을 시 On-demand 데이터 정합 이슈 및 신뢰성 문제가 발생할 수 있음	• 기존(국토교통부 및 산하 기관 공간정보 데이터) 데이터 연계는 Data lake에 적재 후 별도의 ETL 과정을 통하여 On-demand 프로세스를 진행 • 신규(표준 체계 및 품질 지표) 데이터와 기존(비 호환) 데이터를 Data lake에 분리를 통한 적재 후 On-demand 프로세스에서 데이터 연계를 통한 호환성 유지

2.13 실용화 전략

(1) 기존 실용화 사례

□ 공간·비공간 정보 연계 및 가상국토 연계

○ CAD, BIM 데이터를 활용한 가상국토 연계

- 공간쿼리 기술을 활용한 CAD/BIM 데이터에 대한 검색 및 추출 등은 현재 서비스 되는 기술이 없으나, CAD/BIM 데이터를 활용한 공간정보 구축 기술이 상용화 되었고, BIM/GIS 건설공간정보융합기술 개발 등의 관련 분야의 연구가 진행되어 가상국토 연계를 위한 연구가 진행되어 기술적 가능성이 확인됨

○ 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계

- 지오코딩 기술을 활용한 비공간정보 연계 기술의 경우 주소 및 지번 등 위치 정보를 확인할 수 있는 정보의 경우 국내의 경우에도 Biz-GIS 등에서 개발한 지오코딩 전용 S/W 등이 상용되 되어 있으며, 본 연구를 통해 위치정보에 대한 직관적 확인이 불가능한 경우에 대한 지오코딩 기술과 데이터 구조화 자동화 기술 등으로 확장하고자 함

□ 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 국외 유니콘 스타트업 링크드인은 자사의 서비스 개선을 위해 기존의 오픈소스 rabbitMQ의 한계를 극복한 kafka를 개발하여 자체 서비스에 성공적으로 적용하였으며, 분산플랫폼 기반으로 메시징 기술을 구현함으로써, 자사의 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 분산플랫폼의 확장(스케일 아웃)에 효율적으로 대응하였음
- 비공간정보 및 정형데이터 분야에서는 데이터 이행 분야의 경우, 이미 오래전에 다양한 ETL 솔루션이 상용화되어 공공부문 및 민간부문에 적용되었으며, 시스템으로 연동·연계가 어려운 데이터를 사용자 개입을 최소화하여 가공·정제하고 시스템에 등록·연계하는 RPA 기술이 상용화되어 민간영역의 적용이 확장되고 있음

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 가상국토 플랫폼을 활용한 공공정보의 수집 및 관리를 통해 공간정보 기반의 체계적인 관리와 활용이 가능
- 전세계적으로 블록체인 플랫폼을 활용한 다양한 금융서비스가 개발되고 서비스를 추진하는 단계에 있으며, 국내에서도 금융기관, 콘텐츠관리, 전자투표, IoT 분야에 걸쳐 폭넓게 시도되고 있는 추세임
- 미국 시빅(Civic.com)사에서 제안한 Civic Architecture에서는 탈중앙화된 블록체인에 제3자가 아닌 본인 자신이 인증을 요구하는 자를 위해 본인 확인을 해 줄 수 있는 개념의 블록체인 방식을 소개하였음

- 2017년 10월 TrustMyID 백서에 소개된 자기주권(Self-Sovereign) 디지털ID에서는 고객 자신이 통제권을 갖고 요구시 필요한 정보만 제한적으로 제공하고 본인인증을 수행하는 방식을 적용함
- 상기 두가지 사례에서는 아이디/패스워드를 제3자에게 제공하여 인증 받는 방식이 아니며, 비밀번호 등의 입력이 없이 자신의 통제 하에 블록체인 기반으로 인증하는 방식임

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- CJ올리브네트웍스는 소비·유통 데이터 플랫폼을 위한 표준 코드 체계 구축을 통하여 플랫폼에 참여하는 컨소시엄 사업자들 간의 유통 데이터 품질 검증 프로세스로 활용하여 데이터 품질 기준과 데이터 품질 성숙수준단계를 진단 및 개선
- AirBloc은 블록체인 기반 실시간 개인 데이터 거래 플랫폼은 개인과 기업 사이에 데이터 이용 허락 및 권한을 통하여 개인의 시간, 위치, 관심사 등의 개인 데이터 수집 및 유통을 스마트 컨트랙트로 개인화된 타겟 마케팅 및 비즈니스 인텔리젼스의 목적으로 활용
- 두나무 루니버스 플랫폼은 블록체인의 스마트 컨트랙트를 통해 다양한 형태의 데이터 구조와 처리 방식을 정의할 수 있기 때문에 이를 통하여 컨트랙트 데이터 분석, 트랜잭션의 데이터 분석을 통하여 데이터 품질 검증, 이용 권한 관리, 데이터 이용 흐름에 대한 분석과 추적을 처리

(2) 성공 사례의 시사점

□ 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

○ CAD/BIM 데이터를 활용한 가상국토 연계

- CAD/BIM 데이터를 활용한 공간정보 상호 호환성 측면은 주로 3차원 공간정보 구축을 위해 CAD/BIM 데이터를 활용한 공간정보 생성 측면에서 상용화가 진행되었으며, 향후 공간정보에 대한 수요 대응 및 활용성 향상 등을 위해 공간정보 이외의 원천 자료인 CAD/BIM 데이터에 대한 제공 방식 및 CAD/BIM 데이터에 포함된 텍스트 정보 등에 대한 제공 기술이 필요함

○ 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계

- 현재의 지오코딩 기술은 정보에 포함된 특정된 주소 및 지번 정보 등을 통해 공간정보와 매칭하여 지오코딩과 데이터 구조화를 실시하고 있으나 정보의 종류가 다양해지고 정보 간 융·복합 분석이 필요해 지는 상황에서 다양한 정보를 공간정보와 매칭시킬 수 있는 기술이 필요함

□ 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- ICT 기술의 발전에 따른 데이터 증가량이 폭증함에 따라서 데이터에 대한 분석 및 활용의 수요가 증가하고 있으나, 데이터 분석을 위해서는 80%의 시간이 데이터의 전처리 및 준비에 할애되고 있으며, 정형자료 및 비공간자료에 대해서는 이러한 시간·비용을 절감하기 위해 ETL 기술을 적용하고 새롭게 RPA기술을 도입하고 있음

- 따라서 기존의 정형자료 및 비공간자료와 다른 특성을 가진 가상국토의 공간자료 및 속성정보에 대해 특화된 ETL 기술과 RPA 기술의 개발을 통해 데이터 전처리 시간을 획기적으로 줄임으로써 폭발적으로 증가하는 데이터 활용의 적시성을 제공할 수 있음

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 블록체인 기술을 ID관리, 로그인 관리, 본인인증, 거래확인 등의 서비스 영역에 사용하는데 있어서 3가지 중요한 요구사항을 충족하여야 함
  - 블록체인을 기반으로 탈중앙화함으로써 인증의 자가통제 및 개인정보보호 강화
  - 고객의 편리성 확대
  - 블록체인 기반의 싱글사인온(Single Sign On, SSO) 적용을 통해 중복투자방지와 인증 서비스 편리성 강화
- 블록체인 기술을 도입함으로써 중복투자방지, 탈중앙화, 비용절감 등의 장점이 나타났으며, 카카오페이 등 비금융권에서도 고객 편리성을 장점으로 서비스를 제공하여 기존 금융권에 변화의 충격을 줌

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 다양한 데이터 생산 주체들의 호환성과 데이터 이용 및 참여 시스템의 확장성을 위하여 데이터 표준 체계를 통한 시스템간의 데이터 연계와 융·복합 데이터 서비스에 무결성 및 신뢰성 제공
- 데이터 품질 및 이용 이력, 데이터 성과 관리에 블록체인 스마트컨트랙트를 활용하여 다양한 형태의 데이터 구조와 처리 방식을 지원하고 데이터 이용 권한 관리에 효율성 제공

(3) 실용화 전략 수립

○ CAD, BIM 데이터를 활용한 가상국토 연계

- 핵심성공요인으로 뽑히는 체계적인 데이터 수집 및 관리와 공간쿼리 기술을 활용한 신속한 정보 추출 등이 주요한 요소로서 기존 공간정보 오픈 플랫폼에 연계된 기관들과의 협업을 통한 자료 수집 및 데이터 검색 및 추출을 위한 체계적인 데이터 관리 기능을 개발함
- 실용화를 위해 가상국토 플랫폼과 연계한 서비스와 독립적으로 활용할 수 있는 패키징 시스템 개발

○ 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계

- 지오코딩 기술은 이미 상용화되어 있어 기존 기술과의 차별성 확보를 위해 주소와 지번 정보가 없어도 위치정보를 추정할 수 있는 기술을 개발하고 특정된 위치 정보를 기반으로 구조화 시킬 수 있고 이를 가상국토에 맵핑할 수 있는 One-Click 서비스가 가능하도록 개발함

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 데이터 전처리 및 준비에 80%의 시간이 소요되는 문제를 해결하는데 집중되고 있는 기술적 동향에 부응하여 본 과제에서도 가상국토의 기반자료 및 유관 속성정보에 대해 처리시간을 단축할 수 있는 기술을 개발하여 가상국토 및 유관 사회경제적 데이터를 활용하고자 하는 공공 및 민간부문에 적용함
  - 공간자료 및 공간메타데이터에 대한 수집 및 정제에 대한 자동화 처리 솔루션 개발
  - 시스템화된 채널이 아닌 외부로부터 수집한 비정형자료에 대한 자동화 처리 솔루션 개발
  - 외부로부터 수집된 가상국토 관련 데이터를 목표 데이터의 스키마로 빠르게 이행하는 솔루션 개발

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 최근의 기술적 동향에 부응하여 중앙집중식 신원정보관리의 문제를 개선하고자 다양한 연구가 집중되고 있으며, 본 연구에서도 이에 대한 해결방안을 함께 적용할 수 있는 기술개발을 진행함으로써 향후 활용성 극대화
  - 중앙집중식 신원정보처리의 고비용 개선
  - 중앙집중식 신원정보처리 제어주체 문제점 해소
  - 중앙집중식 신원정보처리 Single-point Failure 취약점 해소

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 가상국토 융·복합 On-demand 데이터 활용을 위한 생산 주체와 이용 주체간의 데이터 표준 체계 구현하여 공간정보 데이터 품질 강화와 산업 표준화를 추진
- 블록체인 기반 On-demand 데이터 융·복합 시스템은 품질 검증, 이용 권한 관리, 데이터 성과 관리 스마트컨트랙트를 세분화하고 기존 레거시 시스템(legacy system)과의 호환성과 확장성을 위하여 마이크로서비스(microservice) 아키텍처 모델로 서비스 연계 기능 및 API 리팩터링(refactoring)을 진행

2.14 기대 및 파급효과

(1) 과학기술적 측면

○ CAD, BIM 데이터를 활용한 가상국토 연계

- CAD, BIM, 가상국토의 연계는 현재 사용되고 있는 모든 도형정보 및 속성정보를 단일화 시킬 수 있는 측면에서 데이터 공유 체계 및 활용을 위한 최상의 데이터 호환성 및 서비스 기술을 확보할 수 있는 기술을 보유할 수 있으며, 관련 기술을 통해 공간정보 생성 및 데이터 관리 측면에서의 기술적 우위를 점유할 수 있음

○ 지오코딩 기술 기반의 비공간정보 연계

- 공공 및 민간 부분에 생성되고 있는 다양한 행정, 통계, 센서스 분야에 대한 공간정보 연계를 위한 지오코딩 기술, 구조화 기술, 가상국토에 대한 동적 매핑 기술 개발을 통해 가상국토 플랫폼에 연계시킴으로서 공간 빅데이터 분야 등 관련 분야의 기술적 진보를 극대화 시킬 수 있음

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 가상국토 기반데이터 등의 메타데이터에 대한 자동화 처리 기술을 확보하고 이를 기반으로 가상국토와 관련된 외부(민간, 인터넷 등)의 비정형적 속성자료에 대한 자동화 처리를 가능하도록 함
- 가상국토의 기반데이터 및 메타데이터에 대한 데이터 이행을 자동화할 수 있는 기술을 확보함으로써 가상국토를 구성하는 공간자료의 데이터 특성을 고려한 데이터 이행의 효율을 극대화할 것으로 기대됨

○ 블록체인 증명 기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화

- 현재 우리 나라는 디지털 혁신과 신기술 적용을 통해 IT선도국의 지위를 유지하고 있으며, 탈중앙 신원정보처리 기술의 표준화와 국내 보급을 통해 각종 서비스, 플랫폼, 디바이스 등에 보안성, 편리성, 확장성을 강화함으로써 기술경쟁력을 높일 것으로 기대됨

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 가상국토 융·복합 데이터 On-demand 기술을 통한 유통 서비스 상용화에 따른 4차 산업 중심의 IoT, 자율주행, AI, 빅데이터, 스마트시티, AR/VR/MR 등 산업간 융합 기술과 응용 서비스 기술로 확장이 기대 됨

(2) 사회경제적 측면

○ CAD, BIM 등을 활용한 가상국토 연계

- CAD 및 BIM 데이터는 건설공사 과정뿐만 아니라 시설물의 유지보수 측면에서도 매우 중요한 자료이지만 이에 대해 관리가 제대로 이뤄지지 않는 측면이 있으며 향후 가상국토 플랫폼상에서 이를 연계하여 관리함으로써 중요 데이터에 대한 체계적인 관리가 이루어질 수 있을 것으로 예상함

○ 지오코딩에 기반한 비공간정보 연계

- 공공 및 민간에서 생성되는 다양한 자료를 연결시킬 수 있는 가장 좋은 식별자는 공간정보이기 때문에 최근 공간과 빅데이터를 연계한 공간빅데이터 기술 등이 상용화되고 있음
- 현재 활용되고 있는 주소 및 지번 정보 기반의 지오코딩 뿐만 아니라 복합규칙 기반의 위치정보 추출 및 정제 기술 개발을 통한 데이터간 연계를 통한 데이터 융합을 통해 다양한 사회 현상에 대한 복합적인 분석이 가능할 것으로 예상됨

○ 공간정보 기반의 유동인구 및 거래내역 정보 연계를 통해 공공 및 민간의 과학적 의사 결정 지원

- 교통량, 상권 형성 등에 영향을 미치는 유동인구 및 거래 내역 정보 등의 시계열 분석을 통해 교통 인프라 등의 주요 정책 수립 및 입지분석 등을 위한 기초자료로 활용
- 최근 활용이 급증하고 있는 비정형 데이터를 기반으로 정책적 대응 및 민간 부분의 비즈니스 모델 개발

○ 가상국토 기반의 행정정보 및 도면 정보 연계를 통한 공공정보의 체계적인 관리와 유관 기관 간의 데이터 연계 및 공유를 위한 데이터 허브로 활용

- 가상국토 플랫폼을 활용한 공공정보의 수집 및 관리를 통해 공간정보 기반의 공공정보의 체계적인 관리와 활용이 가능
- 가상국토 플랫폼에서 수집 및 관리하는 정보의 공유체계 수립을 통해 유관 기관 및 민간에서 필요로 하는 정보의 확인 및 제공이 가능

○ 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템

- 4차 산업혁명 진전으로 ICT 기반 지능기술이 발전하면서 데이터가 폭증함에 따라서 데이터가 국가와 기업의 혁신 성장의 핵심 키워드가 되고 있으며, 데이터 경제 활성화에 전 세계의 기업·국가의 관심이 고조되고, 데이터가 신자본(New Capital)으로 부상하며 데이터 경제로 패러다임이 전환됨
- 따라서 2020년 공표된 데이터 관련 3개 법안을 기반으로 공공부문 및 민간부문의 각종 사회경제적 데이터를 가상국토와 연계 시 이를 효율적으로 처리함으로써 각종 사회경제적 데이터의 활용을 통해 가상국토 기반의 데이터 경제를 통해 다양한 신산업의 발전을 촉진할 수 있음
- 민간부문의 경우에는 데이터를 생산·가공·활용해 새로운 가치를 제공함으로써 고객과 수익을 확대하며 데이터 경제를 선도
- 공공부문에서는 가상국토 기반자료 및 메타데이터에 대한 자동화 처리 및 데이터 이행 솔루션을 기반으로 공공데이터 개방을 위한 재정사업 적용 시 대상 시스템의 개발 비용 절감 및 유지보수 및 관리 비용을 절감할 수 있음
- 개인의 경우 스마트 기기에서 발생하는 개인 데이터 활용을 통해 향후 데이터 경제의 주도적인 주체로 참여할 것으로 예상됨

○ 블록체인 증명기반 개인정보/보안데이터 활용을 위한 암·복호화 기술 활용

- 새로운 경쟁력을 갖춘 서비스와 제품을 견인할 수 있는 강화 인증방식으로 사용되어 가상국토에서 사용할 수 있는 다양한 서비스 분야에 사용자 제어가 가능한 인증을 확대시킬 수 있음
- 국내 시장규모 확대에 기여할 것으로 기대되며, 비용절감 및 가격경쟁력 강화와 탈중앙 신원정보처리를 통한 신서비스 확대가 기대됨
- 탈중앙 신원정보처리 방식의 본인 인증으로 중간자의 개입 없이 기존 로그인 방식보다 편리하고 저렴하게 로그인 및 본인 인증 서비스를 제공할 수 있게 되어, 안전하면서 동시에 편리하게 공공서비스, 금융서비스, 인터넷 서비스를 이용할 수 있는 디지털 사회 실현에 기여함
- 임의적인 조작이나 중앙통제가 아닌 사용자 제어가 가능한 정당한 처리체계 속에서 IoT(사물인터넷), 공공시설/서비스, 산업자원, 금융, 교육, 문서서비스 등을 접속하고 이용할 수 있는 신뢰 기반을 제공함

○ 데이터 신뢰성 기반 On-demand 표준 프로세스 개발

- 공간정보산업 생태계는 생산, 가공, 유통 그리고 활용의 전 과정으로 공간정보 품질 및 활용을 위한 데이터 표준체계를 통하여 공간정보 서비스 활성화에 기여
- 자율주행, 가상·증강현실, 스마트시티 등 타산업의 공간정보 활용 증가로 공간정보 산업은 기존의 구축 중심의 산업에서 융·복합 및 활용 산업으로 전환되어 4차 산업의 핵심 기반으로 작용
- 가상국토 On-demand 기술은 수요자가 공간정보 활용 서비스에만 집중하여 고품질의 공간정보 서비스 구현하고, 서비스 로그를 데이터 생산기관에 제공하여 데이터 서비스 수요에 맞는 데이터 재생산 및 가공으로 공간정보 데이터 선순환 생태계 실현

3. (핵심기술 2-2) 동적정보 초연결

3.1 기본 개념 및 범위

(1) (기본 개념) 실내외를 망라해 각종 IoT 센서에서 들어오는 고정 객체의 상태정보는 물론 이동하는 모빌리티의 실시간 상황정보와 이동하는 사람의 상황/감정정보 등 현실세계의 동적 데이터를 가상국토에 자동 연계하여 분석

□ 현실세계에서 시시각각으로 변화하는 동적 정보를 가상국토에 연계하고 상태를 분석

○ 현실세계에서는 사람 뿐 아니라, 환경관련 요소, 다양한 시설물의 상태, 자동차, 버스 등의 공유 모빌리티 위치와 상태가 실시간으로 변화하고 있으며, 특히 사람은 주관적인 의견과 감성정보를 매순간 생성함

○ 현실세계에서 시시각각으로 변화하면서 생성되는 정적·동적정보를 가상국토와 연계하고, 시계열 정보를 구축하여 변화를 예측하고 상황에 대응할 수 있도록 하는 기술을 개발

□ 현실세계 상의 이동체에 대한 모빌리티 상황정보를 추출·분석

○ 현실세계에서 GPS를 장착한 버스, 택시, 자동차, 공유 모빌리티 등의 위치와 상태는 지속적으로 변화하며, 이들 이동체들은 환경과 상호이동체 간 밀접한 인과관계에 의해 상호작용을 함

○ 가상국토에서 실세계의 방대한 이동체 모빌리티 상황정보를 추출·연계하여 시계열로 저장·관리하고, 시계열 구축된 위치정보를 기반으로 모빌리티 상황정보를 분석하는 기술을 개발

□ 사람의 이동과 사람들이 표출하는 감성정보를 가상국토에 연계·분석

○ 현실세계 이동하는 사람의 위치정보를 가상국토와 연계하고, 다양한 공간단위로 분석하는 기술

- 현실세계에서 사람은 정적인 존재가 아닌 시간에 따라 이동하고, 다양한 공공/민간 채널을 통해 자신의 상태, 감성, 주관적 의견을 개진함. 개인의 이동상태에 대한 분석은 도시 및 지역계획, 지역서비스 제공 등 공공영역, 민간에서 상권개발 등 다양한 분석의 근간이 됨.
- 현실세계 시시각각으로 변화하는 인구의 이동을 감지할 수 있는 통신 기지국데이터, 모빌리티 데이터 등을 수집 및 연계하고, 유동인구를 추정하는 알고리즘을 개발하며 이를 데이터에 기반하여 도로, 격자셀, 다양한 단위지역별로 가공하여 서비스 하는 기술

○ 공공 및 민간영역에서 다양한 사람이 표출하는 민원, 불편, SNS를 위치기반으로 분석하기 위해 위치추정 알고리즘을 개발하고, 위치연계 비율을 높이는 기술

- 개인이 표출하는 다양한 형태의 주관적 의견과 감성정보는 공공서비스에 대한 만족도, 재난/안전에 대한 전조감지, 관광서비스에 대한 만족도 평가 및 서비스 개선 방향 설정의 기초가 될 수 있음

- 다양한 사람들의 의견 개진에 따른 정형, 비정형 데이터 가운데 위치정보가 명확하게 표기되지 않은 정보에 대해 위치정보를 생성하거나 추정하는 알고리즘을 개발하고, 이를 통해 다양한 공간 단위별로 사람들이 생성하는 정보들이 연계될 수 있도록 하는 기술

○ 인구의 이동과 사람들이 개진하는 감성정보를 수집하고, 분석하며, 시계열 축적에 기반하여 예측을 수행하는 기술

- 인구의 이동과 감성정보는 시간이라는 정보를 갖음으로 위치기반 시공간데이터로 구축하고, 이들 시공간 데이터를 효율적으로 가시화하고, 특징을 분석하며, 시계열 데이터를 학습데이터로 구축한 후 장소기반 이동예측, 감성예측 등 예측하는 기술
- 사람들이 개진하는 감성정보가 텍스트 뿐 아니라 사진, 동영상 등으로 확대되면서 감성정보 분석에 텍스트 분석방법론, 이미지데이터 분석방법론, 위치기반 분석방법론을 융합하여 감성정보 분석의 방법론 확대 및 정확도를 향상시키는 기술

□ IoT연계 상태정보를 공간정보와 연계하여 자동으로 획득·분석

○ IoT센서에서 수집되는 고정사물정보와 공간데이터 연계통합을 위한 표준 개발

- IoT기술의 발전에 따라 위치획득 장비(위치센서, 배터리, 통신소자 등)가 소형화, 경량화, 저비용화 되어 모든 장비의 위치획득이 가능해지는 IoT환경이 조성됨. IoT에서 수집되는 정보는 고정체, 이동체, 사람 등으로 다양하며, 수집되는 정보(온도, 습도, 열화상, 스마트폰, 영상 센서등)와 데이터 유형(Text, 영상, 위치정보, 3차원 등)도 다양해지고 있음
- IoT에서 수집되는 데이터의 유형이 다양화되고, 볼륨이 커지면서, 이를 효율적으로 수집, 관리, 분석하기 위해 표준을 정의하는 것이 매우 중요해짐. 국내외 관련 표준을 분석하고, 표준에 맞게 이동체, 사람, IoT정보가 수집될 수 있도록 함

○ 실내외 고정사물정보/공간정보를 이동체와 사람을 포함한 IoA(고정, 이동체, 사람) 데이터를 각각의 국내외 표준(OGC(Open Geospatial Consortium) 등) 분석을 통해 재정의하고 가상국토와 연계하는 기술 개발

○ 수집된 Massive Data를 Data Science 기반으로 자동분류하고 분석하여 공간 상태정보를 생성하고, 변화를 인지하며, 이상징후 감지 및 예측하는 기술



[그림 7-38] 동적정보 초연결 구성개념도

(2) (기술 범위)

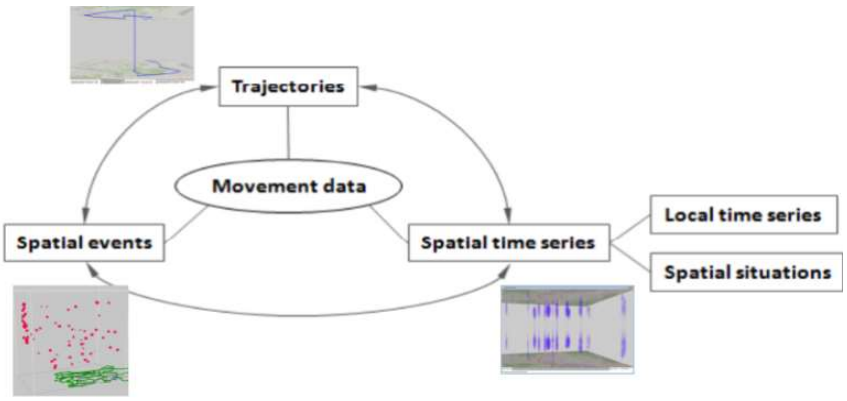
□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

○ 다양한 센서 및 플랫폼으로부터 수집되는 이동체를 특성 및 활용목적에 따라 구조화하고, 실시간으로 탐색·분석·궤적도출을 지원할 수 있도록 이동체 위치정보를 효과적으로 연계·저장·처리할 수 있는 기술 개발

○ 사용자 반응형 인터랙티브한 이동체 정보제공을 위해 사용자에 기반한 지도의 레벨과 이동체의 패턴정보 및 주변정보와의 관계성에 의해 이동체 맥락정보를 완성하고, 최적의 가시화 기술을 개발

* 이동체 맥락정보 : 이동체의 연속적인 시계열 위치정보 및 이동체의 기본이 되는 다양한 주변 공간정보 간의 관계성에 의해 이동체의 방향 및 궤적 등의 Vector정보와 이동의도 및 이동체의 공간적 상황에 대한 분석정보를 통칭

○ 다양한 이동체의 위치정보 기반의 시계열 이동 패턴분석으로 향후 이동경로 및 도시변화를 예측하여 정책의사결정을 지원하는 기술을 개발



[그림 7-39] 이동객체의 다중분석 분류

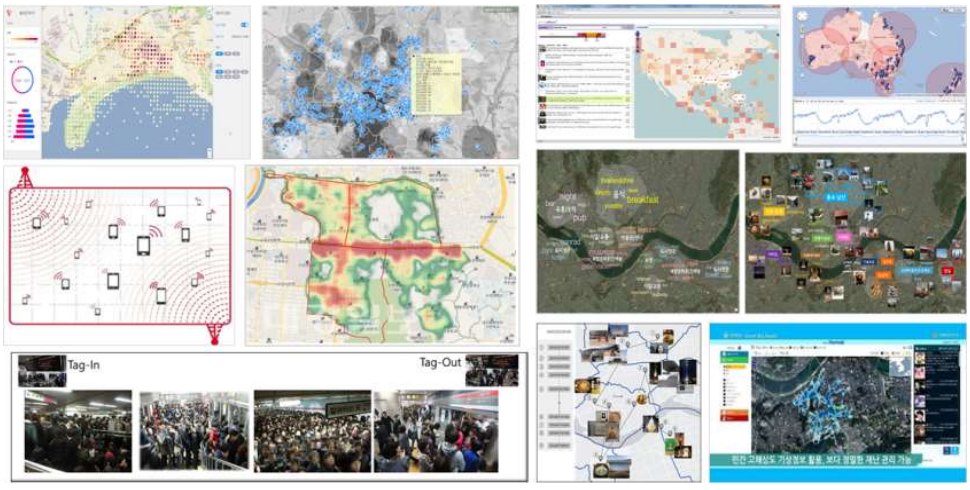
□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 현실세계에서 사람의 이동을 감지하고, 이를 가상국토와 연계하여 원하는 공간분석단위별로 정보를 제공하는 기술로서 인구의 유동을 파악할 수 있는 통신사별 기지국 데이터외에 버스, 지하철, 택시, 공유모빌리티 데이터등과 연계하여 정합성을 확보하고, 다양한 공간단위로 유동인구를 추정하는 기술

○ 현실세계의 사람들이 표출하는 감성, 상태, 주관적 의견등을 가상국토와 연계할 수 있도록 위치정보를 획득 또는 추정하는 기술. 개인이 게시하는 정보가운데 위치정보가 포함되어 있지 않은 정보들에 대해 텍스트의 poi를 활용한 지오코딩 기술 외에 사람들의 행동반경, 활동반경, 텍스트 및 이미지 정보를 활용한 위치추정 기술등을 활용하여 위치정보 연계 비율을 향상하는 기술

○ 인구의 유동이라는 동적정보와 위치기반 감성이라는 시계열성을 갖는 데이터를 시계열 데이터로 구축하고, 이를 학습하여 특정 주제에 적합한 위치기반 예측 모델을 개발하는 기술

※ 위치기반 감성정보 처리기술 : 사람들의 감성표출에 사용되는 위치정보, 시간정보, 텍스트정보, 이미지 및 동영상 정보들을 융합적으로 처리하기 위해 빅데이터 기반의 자연어 처리기술, AI기반의 이미지 데이터 분석기술, 공간정보 딥러닝 기술을 융합한 분석기술



[그림 7-40] 사람의 이동과 감성정보의 위치기반 분석 및 예측

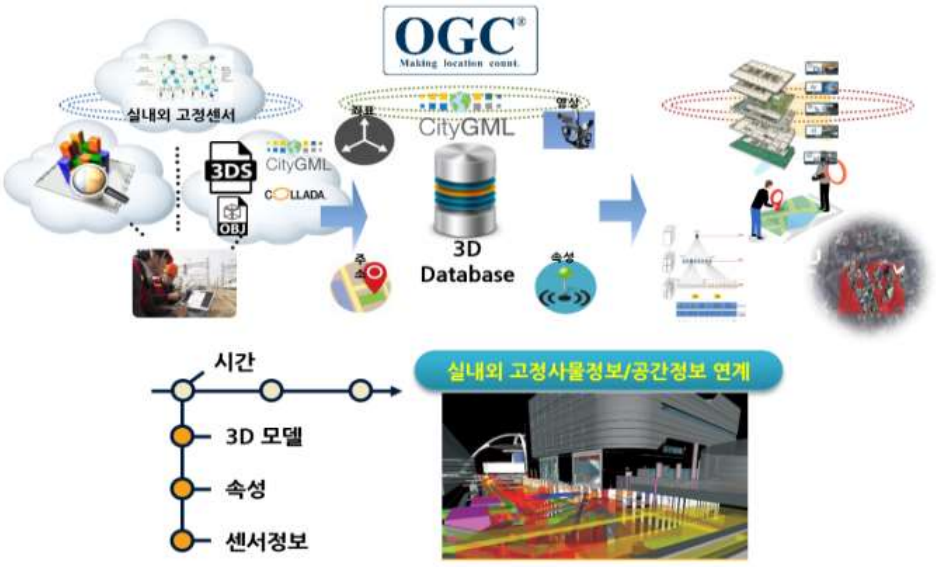
□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

○ IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스(온도, 습도, 열화상, 스마트폰, 영상 센서등), 데이터 유형별(Text, 영상, 위치정보, 3차원 등) 정보와 공간정보 각각의 국내외 표준(OGC(Open Geospatial Consortium) 등) 분석을 통해 재정의하고 정의된 표준 기반의 고정사물정보/공간 데이터 연계 통합 기술개발

○ 수집된 Massive Data를 자동분류하고 분석/학습/예측하여 data science 기반의 실내외 고정사물정보/공간 데이터 연계 통합기술 고도화 및 자동 획득 기술 개발

○ 시계열 정적·동적 데이터 연계분석을 통한 상황정보 생성, 고정사물정보/공간 관계 변화 인지, 이상 징후 감지·예측 ·분석기술을 개발하고 수집·분석·예측 통합데이터(상황정보/분석정보/공간정보 등) 표현기술을 개발하여 재난현장 업무 지원 및 가상공간에서의 의사결정을 지원

○ 수집·분석·예측 통합데이터의 활용성 검증을 위한 테스트베드 구축 및 실증 테스트



[그림 7-41] IoA연계 공간 상태정보 자동 획득

3.2 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

□ 다양한 유형 및 폭발적인 데이터의 증가로 데이터를 자본으로 하는 경제시대의 도래[127)]

○ 데이터가 기존에 상상하지 못했던 새로운 원천에서부터 생성되고, 이들 데이터를 수집하고, 분석하는 것이 쉬워지고 있음

127) IDC(2017.3) The European Data Market Monitering Tool Report
한국정보화진흥원, 2018.11. 데이터 경제의 부상과 사회경제적 영향

- 취득 가능한 데이터가 증가하고, 데이터로부터 얻은 통찰력을 통해 새로운 가치가 생성되고 있음
- 사물에 센서의 부착이 증가하고, 서로 연결되고, 지능화되면서, 데이터는 기하급수적으로 중가하고 있고, 이러한 환경은 새로운 비즈니스 모델을 가능하게 하고 있음
- 데이터 가치사슬의 각 단계에서 가치가 생성되고 새로운 비즈니스 모델의 가능성이 증대되고 있으며, 이러한 가능성은 IOT나 빅데이타에 투자를 증가시키고, 새로운 player들을 증가

○ IDC에 따르면(2017) 세계데이타량은 2016년 16ZB에서 2025년 163ZB로 10배가 증가할 것으로 전망되고 있으며, 데이터뿐만 아니라 데이터 기술서비스 관련 시장규모도 지속적으로 성장

- 2011년에서 2018년사이 빅데이타 기술서비스 관련 글로벌 시장규모는 연평균성장률을 28%를 기록하였으며, 약46.2조원의 시장규모로 도달(Statistica, 2018).
- 데이터의 유형은 빅데이타와 IoT데이타로 구분할 수 있는데 빅데이타에는 비즈니스 운영에서 생성되는 데이터, SNS데이타, 웹사이트, 금융거래, 서베이, 센서스, 디지털 데이터 등에서 생성되며, IoT데이타는 내장된 칩, 센서, 웨어러블 기기, 스마트폰, 자이로스코프 등에서 생성
- IoT · 스마트폰 · 오픈API · SNS등 데이터를 생성하는 주요 수단이 확대되면서 데이터 수집·생성·유통은 더욱 활성화 될 전망
- 전세계 전체 데이터의 90%는 최근 2년 (2014~2015)동안 생산됐고 향후 IoT확산으로 데이터 생산속도는 더욱 가속화될 전망



○ 기업 · 개인 · 공공분야 등 각 분야 다양한 주체도 실시간으로 복잡하고 수 많은 데이터를 발생시키면서 동시에 데이터를 활용하고 있음

- 공공부분에서는 환경 · 기상, 교통물류, 공공행정, 농축수산, 보건의료, 부동산, 건축, 산업고용, 교육, 법령 데이터 등 다양한 데이터를 제공하고 활용함
- 기업은 온라인 미디어 플랫폼, SNS, 금융, IoT기기, 차량 · 교통, 통신, 로봇, 스마트공장 등에서 다종다양한 데이터를 생산 · 활용함
- 개인은 스마트폰, 스마트 웨어러블 기기, 건강데이타, 자동차, 스마트홈 등을 통해 무수히 많은 데이터를 생성하고 있음

○ 폭발적으로 증가하는 데이터가 인공지능 등 다양한 기술과 융합해 4차산업혁명을 견인하고, 혁신적인 변화를 촉진하고 있음

- 데이터가 각종 서비스의 자원으로 활용되면서 석유 · 전기 · 금융자본에 비교 되는 21세기 경제의 필수 자본으로 부상되고 있음
- 데이터가 국가와 기업의 혁신 성장의 핵심 키워드가 되면서 데이터 경제 활성화에 전 세계의 기업 · 국가의 관심이 고조되고 있으며, 데이터를 잘 생산해서 축적하고 활용하는 것이 미래 기업의 가치와 경쟁력을 평가하는 중요지표가 되고, 경쟁의 핵심으로 작용할 것으로 보임.



[그림 7-42] 데이터 경제의 가치사슬

□ **데이터 경제 시대의 도래와 함께 공간정보 영역에서 기존에 핵심적으로 다뤄지지 않았던 다양한 동적데이타, IoT데이타, 소셜데이타 등을 위치기반으로 연계하고, 이를 기반으로 한 서비스 혁신의 필요성이 증대**

○ 국가공간정보구축사업(NGIS)이 1995년 시작된 이래 주요 관심은 정밀한 국가 공간정보의 구축 및 체계적 유지관리, 이와 관련된 기술에 초점을 두었으나, 데이터의 유형이 다양화하고, 실시간으로 변화 관측이 가능한 데이터가 생성되면서 이를 위치정보와 연계해야 할 필요성이 증대

- **(이동체 동적데이타)** 지금까지 국토 공간정보는 정적인 혹은 변화주기가 긴 객체의 정보를 다루어 왔지만 실제 국토상에서 사람의 이동이 지속적으로 발생하고, 이를 수반하는 자동차, 버스, 지하철, 택시, 스마트 모빌리티등은 지속적인 이동이 발생하고 있으며, 이들 이동체 정보는 GPS수신을 통해, 혹은 스마트 카드이용 정보 등을 통해 분석이 가능
- **(사람의 이동과 감성정보)** 사람의 이동에 대한 탐지는 다양한 도시 서비스에 매우 필수적인 요소이지만 지금까지의 사람에 대한 통계는 인구주택센서스, 주민등록인구, 1년마다 수행되는 특정지점에서의 유동인구 조사 등 매우 제한적인 범위와 제한된 공간단위로 제공되어 왔음. 그러나 스마트폰 사용이 대중화되면서 개인의 이동에 대한 정보가 보다 정밀하고, 세분화된 시간단위로 수집되고 있으며, 기존보다 세분화된 공간단위로 가공이 가능해지고 있음. 또한 개인은 정보의 소비자 일 뿐 아니라 생산자로서 다양한 소셜데이타를 통해 그들의 감성을 발산하고 있으며, 개인이 생성하는 소셜데이타를 지능적으로 활용할 수 있도록 환경마련 필요

- **(IoT데이타)** 센서의 소형화, 경량화, 가격의 하락은 다양한 시설물 관리, 에너지관리에 활용성을 시사하고 있으며, 센서의 부착은 더욱 증대될 것으로 기대됨. 이와 함께 실시간으로 수집되는 massive data의 수집, 처리, 분석의 필요성이 증대되고 있으며, 다양하게 수집되는 massive data의 효율적인 연계 및 지능적 활용을 위한 표준 수립의 필요성 증대

○ 위치정보산업이 매년 증가하고 있으며, 4차산업 혁명 시대에 핵심자원으로 위치정보의 중요성이 강조되어, 정보의 생산 및 개방이 확산되는 추세

- 2017년 국내 위치정보산업의 매출은 1조233억원 규모로 전년 대비 18.1% 증가[128)]
- 과거 기지국(Cell-ID), GPS 등 대형 측위설비를 통해서만 수집되었던 위치정보가 비콘, WPS(Wi-Fi Positioning System), RFID, 고주파 기술 등의 측위기술의 발전으로 다양하게 생산
- 한국인터넷진흥원은 위치정보 관련 스타트업을 확산하고 모바일 신서비스를 창출하기 위해 기존에 긴급구조용으로 주료 활용되던 위치정보 데이터를 개방하고 활용하는 가이드를 배포('20.01.13)
- 카카오맵은 GNSS를 활용하여 버스의 실시간 위치를 지도상에서 10m 단위로 초정밀하게 볼 수 있는 서비스를 개시

〈표 7-55〉 측위 시스템 예시

분류	세분류	설명
위성 측위	측위시스템	GPS 위성을 기반으로 한 측위 인프라
	기타	위성측위보조시스템(SBAS 등)
기지국 측위	측위시스템	이동통신 기지국을 기반으로 한 측위 인프라
Wi-Fi 측위	측위시스템	Wi-Fi AP를 기반으로 한 측위 인프라
	측위DB	Wi-Fi 기반 측위를 위한 DB(구축 포함)
IoT 측위	LPWA Network	Low Power Wide Area Network / LoRa Sigfox, LTE-M, NB-IoT 등 IoT 전용 인프라를 이용한 위치측위 시스템 및 인프라
기타 측위	RFID 측위	RFID 카드 및 리더기 기반의 측위 인프라
	비콘 측위	비콘과 블루투스 통신 기반의 측위 인프라
	음파/지그비/UWB 측위	RF 기술을 활용한 주파수 강도/태깅 위치값을 활용한 측위 인프라, IWB 전파 시간 정보를 이용한 측위 인프라
	센서 기반 측위	가속도, 자이러스코프, 지자기, LED 등을 이용한 측위 인프라
	복합 측위	두 개 이상의 측위 인프라를 결합한 인프라

출처 : 한국인터넷진흥원, 2018

128) '2018 국내 위치정보 서비스(LBS)산업 실태조사 보고서', 한국인터넷진흥원

□ **다양한 이동체데이타, IoT데이타, 소셜데이타 등을 위치기반으로 연계하고, 인공지능 기술을 활용하여 다양한 분야에서 시너지 효과를 얻기 위한 연구가 국내외 적으로 증가하고 있고 프로스트앤드 설리번(Frost & Sullivan)은 관련 시장이 2020년에는 1,800조원에 이를 것으로 전망**

○ 각 분야별 기술이 융합된 Digital Twin 사업 및 기술연구개발이 국내외적으로 증가하고 있는 추세이며 새로운 시장의 창출 및 세계 시장을 선도할 수 있는 기반을 마련

- 대통령 직속 "4차 산업혁명위원회" 초지능 초연결 기반 구축 및 Digital Twin 스마트 시티 구축 제시
- 국토교통부는 1995년부터 NGIS사업을 통해 다양한 축적의 고정밀 2D/3D 공간정보를 구축하여 활용하고 있지만 활용 실적은 미흡
- Digital Twin이라는 개념을 처음 정의한 제너럴일렉트릭(GE)사는 가상 세계에 현실과 똑같은 쌍둥이 공장을 하나 더 만들었으며 현실에서 발생할 수 있는 모든 결과가 예측

□ **디지털 라이브 가상국토는 실세계에서 발생하는 다양한 현상을 가상국토와 연계하여 표출하며, 이에 대한 단순 시각화가 아닌 예측과 대응이 가능한 체계의 구축을 목표**

○ 다양한 동적데이타, IoT데이타 소셜데이터의 위치정보 생성 및 체계적 연계를 기반으로 이들이 생성하는 다양한 정보를 인공지능기술과 융합하여 지능적으로 분석하고 서비스할 수 있는 기술 개발 필요

- 기존에 존재하지 않았던 다양한 유형의 공간데이터는 기존과는 다른 유형의 데이터 분석 및 시각화 기술을 요구하고 있으며, 시공간데이타 시각화, 궤적데이타 분석 및 시각화, 자연어 처리 및 이미지 데이타 분석 등 다양한 분석기술이 공간정보와 연계되어 시너지 있게 활용될 수 있는 기술개발 필요

□ **코로나 19이후 사회전반 패러다임의 변화가 발생하고 있으며, 비대면 경제(Untact Economy) 활성화와 맞물려 동적발생정보와 연계된 가상국토 디지털 인프라의 수요가 크게 증대될 것으로 예상**

○ 2019년 12월 발생한 코로나 19에 의해 사회적 거리두기의 시행으로 인한 사회전반적인 패러다임의 변화가 발생하고 있음. 특히 4차 산업혁명 기조 아래 진행되던 디지털화가 비대면 경제와 맞물려 사회 전반에 급속도로 진행되고 있으며, 궁극적인 국토 구조의 변화를 초래할 것으로 예상

○ 비대면 경제 활성화와 관련된 분야(물류, 교통, 의료, 교육, 쇼핑, 업무환경 등)를 지원하기 위해서는 시계열적으로 변동되는 라이브 가상국토정보의 제공이 필수적하며, 라이브 가상국토정보에는 실시간 변동되는 실내외 센싱정보와 모빌리티 및 사람의 이동정보, 상황정보 및 감성정보 등 동적정보를 실시간 연계하여 포함

※ 효율적인 감염병 대응(의료분야)을 위해서는 실내외 지도서비스기반으로 확진자/격리자 등 상황관리 정보, 감염자 이동경로 추적분석정보, 병원/의료진/의료물품 현황정보, 위험지역 센싱정보, 위험지역 이동객체 현황정보, 시민들의 감성정보 등 다양한 동적발생정보가 필요

(2) 추진 필요성

□ 다양한 이동체데이타, IoT데이타, 소셜데이타를 위치기반으로 가상국토와 초연결하기 위한 기술 개발 필요

○ 사람-사물-공간 데이터를 자동으로 연결하고 융합하기 위해 다양한 분야에서 생성되는 다양한 형태의 동적 데이터를 구조화된 공간데이터로 자동 변환 · 연계하는 기반 기술 필요

- 초연결(Hyper-Connected) 이란 의미는 데이터의 전송가능 주기가 빠름, 전송가능 데이터가 대용량, 전송가능 데이터가 다양함을 뜻하지만 본과제에서는 개념을 확장한 다른 분야(도메인)에서 생산되는 데이터와의 상호연결을 의미하는 초융합(Hyper-Convergence)을 포함하는 기술 필요
- 사물인터넷 통신 및 데이터 규약 기반의 공간정보 자동 연계 기술 필요
- 센서 정보의 가상국토 3차원 공간정보 실시간 연동을 위한 대용량 실시간 데이터의 처리 및 분석 기술 개선 필요
- 공간적 연속성을 가진 3차원 동적정보의 가상국토 연계 기술 개선 필요

○ 데이터의 전체 생애주기에 걸쳐 방대한 위치정보를 효과적으로 연계 · 수집하고 활용할 수 있는 체계적인 계획 및 기술 필요

- 현실세계에 있는 모든 객체는 '위치'를 보유하고 있으며, 모든 정보를 위치를 기반으로 연계하면 보다 부가가치가 높은 정보로 재생산할 수 있음
- 최근에는 위치정보 수집에 따른 법적 규제를 해결하고, 위치정보의 생산 및 유통에 관심을 가지고 있으나, 대용량의 위치정보를 활용하고 분석하는 등의 연구가 이어져 데이터의 전체 생애주기에서 위치정보에 대한 기술개발이 이루어져 선순환적인 생태계 조성이 필요함
- 특히, IoA장비의 네트워크망에 따른 단순한 디지털 연결이 아닌 공간정보라는 가상공간 플랫폼에 현실의 모든 객체가 반영되어 공간정보 분야만이 아닌 다양한 분야로의 상호연결이 위치기반으로 실현되는 초연결·초융합 기술의 구현이 시급함

○ 각 분야별 상호운용을 위한 기술이 제대로 개발되어 있지 않은 상황으로, 국가 차원의 세계시장을 선도할 수 있는 연계를 위한 지원 필요

- 서로 다른 스키마 및 통신규약으로 호환이 어려우며 이를 해결하기 위한 표준적용기술 개발 필요

○ 위치정보가 내재되어 있지 않은 소셜데이타의 경우 위치정보 생성을 위한 다양한 기술개발 필요

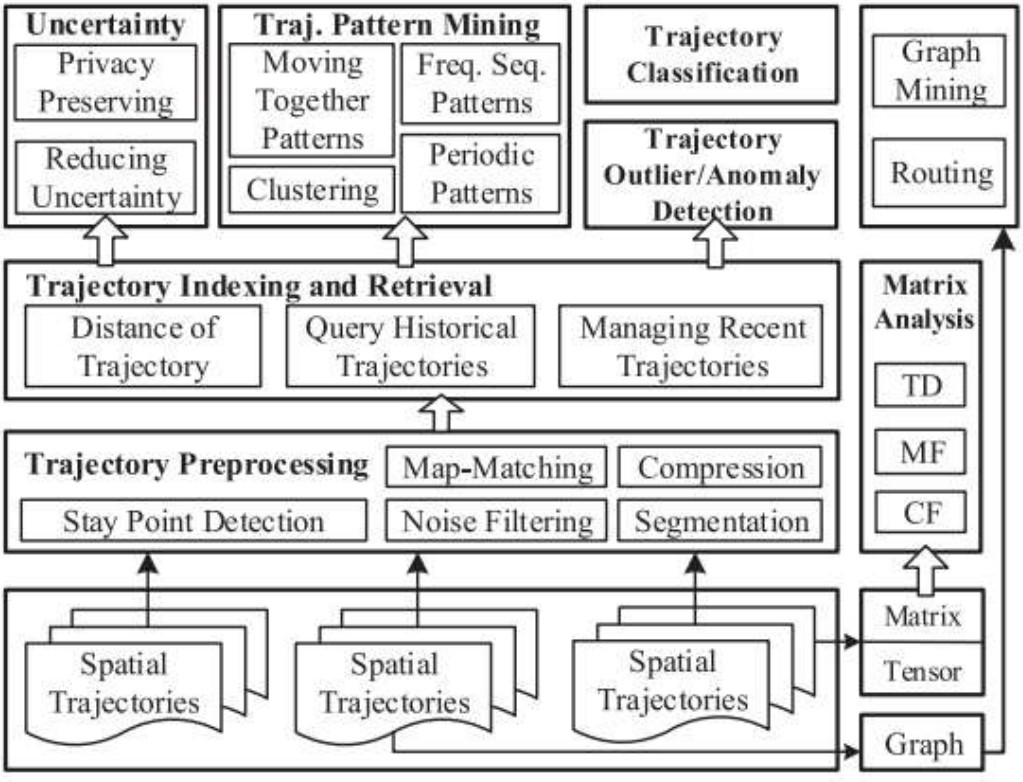
- 소셜데이터는 개인이 표출하는 감성정보를 분석할 수 있는 좋은 자료원이며, 민간의 마케팅영역에서는 다양한 활용이 시도되고 있음
- 공간정보 영역에서 이들 데이터가 효율적으로 활용되기 위해서는 위치기반의 정보연계가 필수적이며, 위치기반으로 연계하기 위한 기술 개발 필요

※ 예를 들면 소셜데이타중에 활용도가 높은 트윗의 경우 위치정보를 포함하는 트윗은 1%가 되지 않으며, 이를 위치기반으로 연계하기 위해서는 트윗사용자의 활동장이나 활동영역모델, 트윗텍스트의 POI정보를 활용하여 연계하는 방안 등과 관련된 기술개발이 필요하지만 이와 관련된 연구는 매우 미흡

□ 이동체데이터, IOT데이타, 소셜데이터 등에 공간정보기반의 인공지능 기술을 접목한 데이터 분석 및 서비스 제공 기술 개발 필요

○ 위치와 연계된 이동체 정보는 한 시점의 데이터가 아닌 시시각각으로 변동하는 데이터임. 이들 데이터의 체계적인 저장, 관리, 시각화, 분석기술은 기존과는 다른 방법론을 요구하고 있으며, 이와 관련된 기술 개발이 필요

- 이동하는 사람, 동물, 물체의 대규모 이동궤적 데이터가 생성되며, 수집된 데이터는 다양한 데이터 형식으로 정제되어 패턴분석, 이상치 탐지, 궤적 분류, 시각화 등의 형태로 분석
- 이동궤적 마이닝은 패턴마이닝, 이상치 추출, 예측등의 분석이 가능하며, 숨겨진 이동패턴을 발견하거나 이동을 예측하는 것 등이 가능한데 이와 관련된 기술개발은 시작단계



[그림 7-43] Paradigm of trajectory data mining (Zheng. Yu, 2015)

○ 개인이 생성하는 감성정보와 관련하여 기존의 텍스트기반 분석 뿐 아니라 텍스트정보, 위치정보, 이미지 정보와 융·복합하고, 재난/안전, 보건, 도시서비스, 교통, 관광등 필요 영역별로 분석할 수 있는 프레임과 분석 기술 개발 필요

- 비정형의 소셜데이터 분석과 관련하여 기존에는 주로 텍스트분석이 주로 활용되어 왔음. 텍스트 분석 기술도 최근에는 단순한 키워드 빈도분석이나 워드클라우드 분석에서 진화하여 네트워크 분석, 토픽 모델링, 감성분석, Concour분석, 딥러닝을 적용한 분석 등으로 발전하고 있으며, 이를 공간정보와 연계하여 분석할 수 있는 기술개발 필요

- 최근 소셜데이터는 텍스트 뿐 아니라 이미지데이터나 영상데이터를 공유하는 사례가 급증하고 이미지 데이타 마이닝 기술은 딥러닝 기술 진화와 함께 최근 가장 빠른게 발전하고 있는 영역중의 하나임. 이미지 분류, 객체 검출, 이미지 자연어 처리, 대규모 이미지 학습데이타의 구축등이 빠르게 발전하고 있으며, 이와 관련된 분석은 현재 매우 제한적인 분야에서 활용되고 있어 공간정보와 연계하여 융합적으로 분석하는 기술 개발이 필요함

- 이와 함께 동적데이터는 시계열성을 갖고 있기 때문에 과거로부터 현재까지의 데이터 구축뿐 아니라 이를 기반으로 한 미래예측을 위한 다양한 기술이 개발이 필요함. 시계열 데이터의 예측을 위한 딥러닝 기반의 분석방법론이 개발되고 있기는 하지만 대부분의 기술이 비공간 데이터의 시계열 예측을 위주로 하고 있음. 공간정보를 포함하는 시계열 데이터의 경우 공간단위를 염두에 둔 분석기술의 개발이 필요함

□ 가상국토를 기반으로 고정(센서), 이동체, 사람의 동적발생정보를 실시간 위치기반으로 연계·취득, 통합, 분석함으로써 다양한 서비스분야에서 활용할 수 있도록 데이터의 가치증대 및 시너지 효과 창출 필요

○ 기존 가상국토 데이터는 국토의 주기적인 외관변화만을 감지하여 제공하는 정적데이터로서 활용성에 한계를 지님

○ 가상국토 데이터에 실세계에서 생활하며 움직이는 객체(모빌리티, 사람)정보, 눈에 보이지 않는 다양한 센싱정보, 사람의 감성정보 등이 연계되어 더해짐으로써 위치기반 데이터의 가치가 상승될 수 있으며, 활용 수요처(분야)를 더욱 다양화 할 수 있음

3.3 현황 및 개선방안

(1) 현황 및 문제점

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측 : 통신소자, 배터리, 위치센서의 소형화·경형화에 따라 다양한 이동체 위치정보가 생산되고 있으며, 이에 따라 방대한 양의 이동체 정보를 효율적으로 수집·연계하고 분석·가시화하는 이슈 발생

○ 기존에는 RFID태그나 CCTV영상 등 고정된 감지기를 통해 위치정보를 획득하였으나 최근에는 스마트폰의 보급과 IoT기기의 보급으로 이동하는 다양한 이동체의 위치를 식별할 수 있는 환경이 조성됨

○ 과거에는 각 센서별로 취득된 위치정보가 단순 모니터링를 위해 가시화되었으나, 향후에는 다양한 이동체의 위치정보를 사용자가 통합적으로 분석할 수 있는 통찰을 지원하는 가시화 방안이 필요함

○ 특히, IoT 개념이 각광받게 되면서 모든 물체에 대한 이동위치 식별의 중요성이 증대됨에 따라 단순한 공간정보 모델에 따른 단일 이동체의 분석 뿐 아니라 다양한 이동체의 시계열 위치정보 기반의 분석이 요구됨

□ **(구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 : 현실세계에서 사람의 이동을 나타내는 정보, 개인이 표출하는 감성정보를 위치기반으로 분석하여 활용할 필요성이 증대되고 있으나 이와 관련된 분석 및 서비스가 매우 미흡**

○ 실시간 가상국토를 고려함에 있어 고정된 인구 개념이 아닌 유동인구에 대한 분석 필요성은 다양한 분야에서 증대되고 있으며, 이러한 필요성에 기반하여 일부 지자체에서 생활인구 데이터를 제공하고 있으나 일부 지자체에 그치며, 제공되는 공간단위도 매우 제한적임

- 실제 유동인구를 추정함에 있어서는 통신사가 제공하고 기지국별 데이터를 가공한 통신기반 유동인구 추정도 있을 수 있지만, 이와 함께 버스, 지하철 등의 이동에 따라 발생하는 교통카드 데이터, 택시이동 데이터, 스마트 모빌리티 이동에 따른 데이터 등을 융복합하여 활용하는 방안을 종합적으로 고려할 필요가 있음
- 또한 이들 유동인구에 대한 분석의 공간단위는 그리드셀, 블록, 도로단위, 구역, 도시단위등 유연하고 다차원적 단위로 분석될 필요가 있으며, 한 시기의 데이터가 아닌 시계열 데이터로 구축될 필요가 있으나 현재는 그러하지 못함

○ 개인들이 표출하는 주관적 의견이나 감성 정보가 불편신고나 SNS등을 통해 다양하게 표출되고 있으나, 이들 정보가 충분히 활용되지 못하고 있음

- 일부 지자체에서 모바일 불편신고, 인터넷을 통한 불편신고 등을 통해 의견개진이 이뤄지지만 이는 다만 관련부서에 통보되고 휘발성으로 없어지는 정보로 활용됨. 소방이나 재난에 신고되는 데이터등도 유의미한 정보를 담고 있지만 이 또한 일회성 정보로 사용되고 이들 데이터를 이용한 서비스 혁신이 이뤄지지 못함
- 개인이 표출하는 주관적인 의견개진과 관련하여 기존에는 텍스트정보가 주를 이루었지만 최근에는 사진이나 동영상등이 활용되고 있는데 이미지 분석기술이 AI기술중에 주요기술로 발전되고 있음에도 불구하고 이들 정보를 실제 서비스 개선 영역에서 활용하고 있지 못한 실정
- 또한 이들 정보를 공간정보와 연계하여 보다 구체적으로 어느 지역을 어떻게 효율적으로 개선할 지에 대한 대안이 도출될 수 있음에도 불구하고 공간정보와 연계하는 부분에 대한 융합기술 개발이 미흡함

□ **(구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 : 최근 고정밀 3차원 공간정보와 IoT 센서정보가 융합된 다양한 서비스가 제공되고 있는 반면 공간정보와 센서정보의 표준 통합 방식의 부재로 서비스 생산 프로세스의 효율성이 낮은 실정**

○ 이와 같은 문제를 해결하기위해 전 세계적으로 OGC(Open Geospatial Consortium) 국제 표준을 따르려고 하고 있으며 항공, 건축 및 3D, 비상 대응 및 재난관리, 에너지 및 유틸리티, Sensor Web, Mobile 위치서비스, 지구과학 및 환경 등과 같이 대략 10개정도의 영역으로 분류되어 있음

- 2-2 핵심기술은 '건축 환경 및 3D', '에너지 및 유틸리티', 'Sensor Web', '모바일 인터넷 및 위치서비스' 분야의 표준을 분석하여 IoA 데이터 획득 및 공간정보 구축에서부터 표준적용을 필수적으로 해야 함. 또한 연계하기 위한 통신프로토콜도 중요하며 각 유형별로 사물연결표준 통신프로토콜인 HTTP REST, CoAP, MQTT 등을 적용하여 IoA/공간정보간의 연계를 용이하게 해야 함

(2) 개선방안

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

○ 대용량 실시간 이동체 정보를 지속적이고 끊임없이 연계·수집·가공

- 버스, 택시, 자동차, 공유 모빌리티 등 다양한 센서 및 IoT기기로부터 수집된 이종의 이동체 위치정보를 실시간으로 연계하고, 시계열 분석에 용이하도록 특화된 위치정보 수집·연계 수행
- 대용량 실시간, 시계열 이동체의 위치정보를 수집, 가공, 활용을 위한 자료구조, 인덱스, 질의 기법을 연구하며, 최적의 통신, 저장 환경을 조성하여 지속적이고 끊임없는 정보연계 환경 조성

○ 이동체 동적정보의 상황 맞춤형 정보 기반의 최적 표현

- 이종의 이동체에 대한 시계열 궤적 및 맥락정보에 대한 최적의 2·3차원 가시화화면을 제공하여 이동체의 상황인식에 대한 사용자 가독성을 향상
- 이동객체의 시계열 패턴 및 주변정보와의 관계성을 융합하여 맥락정보를 완성하고, 이와 함께 사용자의 활용 목적 및 지도레벨에 따라 최적의 시계열 이동체 정보에 대한 가시화 화면 제공
- 시계열을 포함하는 다차원 정보를 최적 지도공간에 표현하기 위해 가시화 기법 적용

○ 시계열 이동체에 대한 데이터마이닝과 탐색기술을 적용한 위치정보 패턴분석 및 예측

- 이동체에 대한 데이터마이닝 및 AI 분석 기술을 도입하여 축적된 시계열 위치정보의 궤적 패턴을 도출하고, 패턴 간 상관관계 및 이동흐름이 가리키는 중요한 가치를 자동으로 도출하여 의사결정을 지원
- 동종의 단일 이동체/동종의 다수 이동체/이종의 다수 이동체에 대한 시계열 위치변화 및 상황정보 분석을 수행하여 정책의사결정을 위한 기초분석 자료 생산
- 위치정보 미래예측을 위한 방대한 학습데이터를 구축하여 공간기반 시계열 예측 AI모델 개발

□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 익명화된 사람 이동정보를 획득하고 이를 가상국토와 연계

- 통신데이터와 교통카드데이터, 택시데이터, 모빌리티 데이터를 융합하여 유동인구를 분석하기 위한 다차원적 데이터의 융복합 활용 및 특정 데이터의 의존도 탈피
- 통신사 등 데이터 제공기관에 따른 일방적인 데이터 제공단위에서 탈피하여 도로, 블록, 단위지역, 그리드셀, 도시 단위 등 다양한 차원에서 유동인구를 분석할 수 있는 프레임워크 마련

○ 개인이 표출하는 상태정보 및 감성정보를 획득하고 이를 위치정보와 연계

- 개인이 표출하는 상태정보 및 감성정보 가운데 위치와 연계되지 못하는 정보들이 다수 존재함. 개인의 활동장, 활동영역, 텍스트의 POI, 이미지 데이터의 맥락 등을 이용하여 위치정보 연계율을 높이는 기술

○ 사람의 이동정보, 개인의 감성정보를 수집, 시계열 축적, 분석 및 예측

- 유동인구의 시간 흐름에 따른 변화와 시계열 데이터 구축을 통한 현황 분석 및 예측모델 마련
- 이미지 분석을 위한 AI기술과 접목하여 텍스트, 이미지정보, 위치정보를 결합한 감성정보 분석기술을 개발하고 이를 통해 보다 효율적인 상태정보 분석 및 감성정보 분석
- 현재 데이터 분석기술은 정형데이터, 비정형데이터 중에서는 텍스트데이터 분석이 주를 이루지만 현대인의 감성정보는 사진, 이미지, 동영상등 영상을 통해 표출되고 있음. 딥러닝 기반 텍스트분석 기술, 이미지데이타 분석기술, 공간정보 분석 기술을 융합하여 학습데이타를 구축하고, 특정 주제에 맞는 시계열 예측모델 개발

□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

○ 서비스 생산 프로세스 효율성을 높이기 위한 IoA 관련 공간정보표준 적용

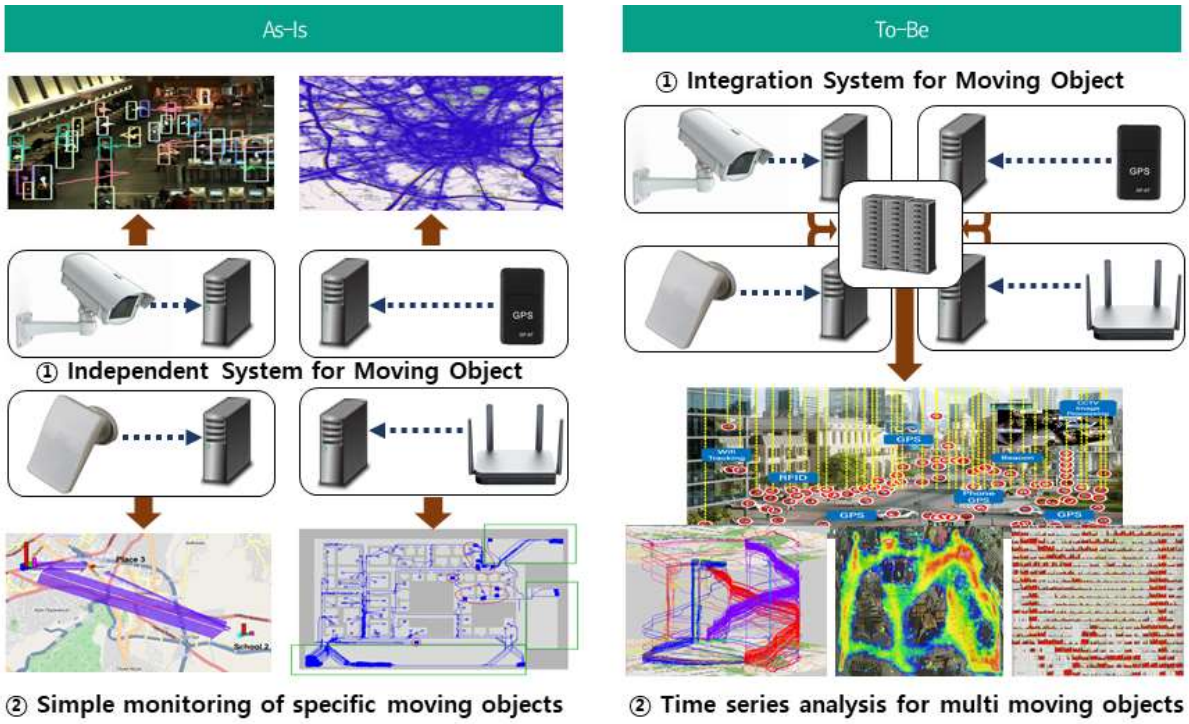
- IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 호환을 위한 국내외 표준 분석 및 재정의
- OGC 국제 표준을 준수하여 실내외 고정사물정보/공간 데이터 실시간 연계 통합모듈을 개발함으로써 국내뿐만 아니라 전 세계에 적용할 수 있는 글로벌 가상국토 초연결 기술 개발

○ 다양한 실시간데이터와 Data Science 분석/학습/예측 Massive Data 시계열 데이터를 연계하기 위한 IoA/공간정보 자동 획득기술 및 시계열 분석 표현

- 국내외 표준 기반의 다양한 매체, 디바이스에서 수집된 Massive Data의 자동화 Classification 기능 고도화
- 원활한 연계를 위한 Massive Data Transaction/Driven기능을 고도화하고 Data Science기반의 분석/학습/예측 통합데이터를 시계열적으로 분석하고 표현하여 테스트베드 적용을 통해 실증함으로써 안전/재난/도시계획 등의 분야에서 활용가능

〈표 7-56〉 동적정보 초연결 기술(As-is To-be)

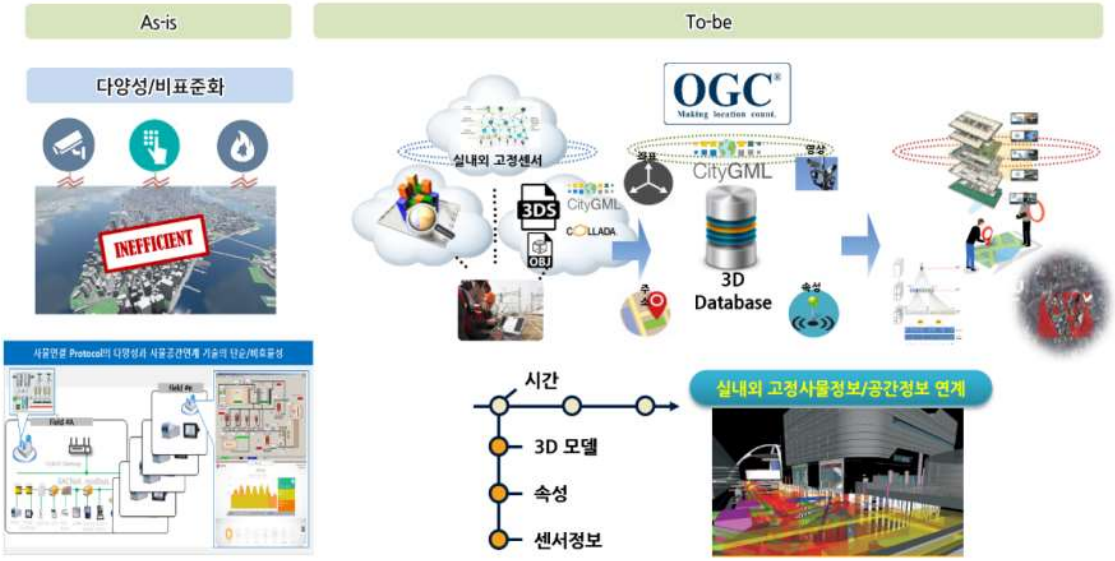
AS-IS	TO-BE
▸ 2-2-1 이동체 동적정보 수집 및 예측 - RFID태그나 CCTV등의 고정형 감지기로 부터 위치정보를 수집·저장(상대적으로 저용량)하여 단일 서비스 목적으로 활용 - 교통수단 및 스마트기기의 현재위치에 대한 2차원 가시화 및 단순 모니터링에 활용 - 공간정보 모델 및 일반적인 공간분석기법에 의한 수동적인 이동객체 패턴분석 및 예측	▸ 2-2-1 이동체 동적정보 수집 및 예측 - 버스, 택시, 자동차, 공유 모빌리티 등 다양한 센서 및 IoT기기로부터 수집된 이종의 이동체 위치정보를 실시간으로 연계하고 이동체빅데이터에 대한 통합적인 시계열 분석에 용이하도록 특화된 위치정보 수집·연계 수행 - 이종의 이동체에 대한 시계열 궤적 및 맥락정보에 대한 최적의 2·3차원 가시화화면을 제공하여 이동체의 상황인식에 대한 사용자 가독성을 향상 - 이동체에 대한 데이터마이닝 및 AI 분석 기술을 도입하여 축적된 시계열 위치정보의 궤적 패턴을 도출하고, 패턴간 상관 관계 및 이동흐름이 가리키는 중요한 가치를 자동으로 도출
▸ 2-2-2 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 - 연단위 유동인구 조사를 통한 구역별 평균 유동인구 분석등 유동인구 분석 제한적임 - 개인이 표출하는 감성정보가 다양하고 폭발적으로 증가함에도 불구하고 공간정보 분야에서 위치정보와 연계가 낮아 활용이 제한적임 - 개인이 표출하는 불편신고, SNS데이터등에서 텍스트정보 위주로 분석되며, 휘발성 데이터로 사용됨	▸ 2-2-2 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 - 휴대폰 사용자 센서데이터, 교통카드 이용자 데이터 등 다양한 데이터를 융합하여 유동인구를 분석하며, 유동인구의 분석 및 서비스단위도 정해진 블록이나 시군구 수준이 아닌 도로, 격자, 블록 등 다양한 단위로 서비스 - 개인이 표출하는 다양한 유형의 정형, 비정형 데이터에서 개인의 활동장, 활용영역, 텍스트poi정보, 이미지 맥락정보 등을 활용하여 위치정보와 연계비율을 높임 - 개인이 표출하는 불편신고, SNS데이터 등에서 텍스트정보, 이미지정보(사진, 동영상 등), 위치정보를 융복합하여 분석하며, 이를 위치기반 시계열 데이터로 구축하여 현황분석 및 미래예측이 가능하도록 함
▸ 2-2-3 IoA 연계 공간 상태정보 자동획득 - 사물인터넷의 연결프로토콜·인터페이스 다양성에 따른 비효율성 - IoA(고정, 이동체, 사람)/공간데이터 비표준화에 따른 연동 및 표현에 대한 한계성 - 공간과 연계하여 가시화가 어렵고, 공간과 연계 분석이 안 되어 원인 파악 및 예측이 어려움	▸ 2-2-3 IoA 연계 공간 상태정보 자동획득 - 정의된 표준에 따른 Massive Data 자동 분류 획득기술 확보 - 표준화된 IoA-공간 연계 체계에 따른 3차원 공간정보와 사물인터넷의 연계 자율성 및 효율성 확보 - Data Science 기반의 실내외 고정 사물정보/공간 데이터 연계 통합 기술 확보 및 시계열 정적·동적데이터 연계 분석을 통한 상황정보 생성, 변화인지, 이상 징후 감지·예측·분석 기술 및 표현기술 확보



[그림 7-44] 이동체 동적정보 수집 및 예측(As-is/To-be)



[그림 7-45] 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 (As-is/To-be)



[그림 7-46] IoA연계 공간 상태정보 자동 획득 (As-is/To-be)

3.4 기술개발 개요

(1) 기술개발 정의

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

○ 이동체 위치정보 연계/수집/가공 효율화

- 공유자전거, 공유퀵보드, 택시/ 자동차 / 버스 /지하철 이동정보, 선박/비행기 이동경로, 동물의 이동경로, 공원내 탐방객 이동경로, 복합시설내 이용객 이동경로, 다양한 유형의 GPS수신을 통한 이동경로 등, 이동체에 대한 실시간 위치정보를 수집하고 전처리하는 기술
- 각 이동체의 특징에 따라 위치표현방법, 위치생산주기, 데이터획득 및 연계 방법, 위치정확도, 데이터량 등으로 다양하게 모델링하고, 실시간으로 갱신되는 위치정보에 대한 최적의 저장·관리하는 기술을 개발
- 5G 시대의 이동통신환경에서 실시간으로 생산되는 방대한 양의 위치정보를 실시간으로 저장하고, 활용하기 위해, Data Access 및 CPU 부하를 변경된 정보만을 빠르게 갱신하여 처리속도를 향상시키는 기술

○ 이동체 동적정보 상황 맞춤형 표현 및 시각화

- 3차원 공간에서 생산된 위치정보에 시계열로 축적된 4차원 위치정보를 2·3차원의 가상국토공간에 효과적으로 표출하는 최적 시계열 시각화 기술 개발
- 이동체 유형별 OD(Origin and Destination) 네트워크를 구축하고, 위치정보의 궤적(Trajectory)을 표출하기 위한 기반정보 생성 기술
- 이동체의 정보를 분석하는 사용자의 가독성과 해독력 향상을 지원하기 위해 이동체의 유형·상황·서비스 목적 등에 따라 최적의 표현 방법 및 기술 개발

○ 이동체 위치정보 최적 탐색 및 예측 분석

- 동종의 다수 이동체 및 이종의 다수 이동체의 방대한 시계열 데이터 속에 의미있는 상관관계를 발견하여 미래에 실행가능한 정보를 추출하는 데이터 마이닝 기술
- 실시간으로 축척된 방대한 시계열 이동체 데이터베이스에서 사용자 요구에 부합하는 정보를 빠르게 찾기 위한 최적 탐색 기술
- 이동체를 기반으로 다양한 정책의사 결정을 지원하기 위해 이동체의 축척된 시계열 위치정보의 궤적 간 패턴을 도출는 AI모델을 개발하고, 학습데이터를 구축

□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 익명화된 사람 이동정보를 획득 및 위치정보 연계

- 사람의 동적정보를 취득할 수 있는 스마트폰 센서데이터, 교통카드데이터, 택시데이터, 스마트모빌리데이터, 유동인구 데이터등의 특성을 분석하고, 이들 데이터에서 위치정보를 수집하고 처리하는 기술
- 수집되는 데이터의 전처리 작업 및 원자료간 차이분석, 데이터간 정합성 확보 기술
- 최적의 유동인구 도출을 위해 다양한 데이터의 융복합 및 기타 사회경제적 데이터를 융복합한 유동인구 추정 알고리즘 개발

○ 개인이 표출하는 상태정보, 감성정보를 획득하고, 이를 위치정보와 연계

- 민원신고데이터, 불편신고데이터 등 공공부분에서 수집되는 데이터, 인스타그램, 유투브, 페이스북 등 소셜네트워크서비스에서 생성되는 개인의 상태정보, 주관적인 의견, 감성정보를 취득할 수 있는 자료원 및 데이터의 특성을 분석하고, 전처리하는 기술
- 개인의 감성정보, 상태정보를 위치정보와 연계하는 기술
- 위치정보 연계 시 다양한 공간단위별로 데이터를 연계ㆍ처리하는 기술
- 위치정보를 포함하지 않은 경우 텍스트, 이미지 정보 등을 통한 위치추정 및 연계, 정확도 평가 기술

○ 인구 유동정보, 감성정보를 분석 및 예측

- 시공간적 특성을 갖는 유동인구 정보를 가상국토공간의 다양한 공간단위별로 효과적으로 표출하는 시각화 기술 개발
- 유동인구 데이터의 시계열 학습데이터 구축 및 시공간 예측모델 개발
- 개인의 감성정보, 상태정보를 나타내는 자료원에서 취득되는 이미지데이터(사진, 동영상 데이터) 분석 알고리즘 개발
- 개인의 감성정보, 상태정보를 나타내는 자료원에서 취득되는 텍스트데이터, 이미지데이터, 위치데이터를 융합한 데이터 분석 알고리즘 개발
- 개인의 감성정보, 상태정보의 시각화 기술 및 AI기반 분석기술 개발

□ **(구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득**

○ IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 공간정보 표준 적용

- IoA(고정, 이동체, 사람) 매체 국내외 표준 분석, 디바이스(온도, 습도, 열, 스마트폰, 영상 센서등) 국내외 표준분석, 데이터유형별(Text, 영상, 위치정보, 3차원 등) 국내외 표준분석을 통해 동적/정적정보 초연결 표준을 재정의하고 재정의된 표준을 기반으로 다차원 연계 표준을 정의함
- 유형별 연계 통신 프로토콜 정의(HTTP REST, CoAP, MQTT 등)
- 재정의된 표준과 다차원 연계 표준을 준수하는 실내외 고정사물정보/공간 데이터 연계 통합모듈 개발

○ 실내외 고정 데이터 및 공간 상태정보 자동 획득

- 다양한 매체, 디바이스에서 수집되는 데이터의 양은 거대하고 각 유형별 데이터 스키마 및 통신 프로토콜이 다름. 재정의된 표준에 따른 Massive Data의 자동화 Classification 기능을 개발하고 연계를 위한 Massive Data Transaction/Driven기능 고도화
- Data Science기반의 분석/학습/예측 데이터 연계기술 개발

○ 실내외 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석, 표현 개발 및 실증

- 실내외 고정/공간 데이터의 연계 통합 및 시계열 정적·동적 데이터 연계 분석을 통한 상황정보를 생성, 관계 변화 인지, 이상 징후 감지 및 예측기술을 개발하고 분석한 데이터를 다른 분야에서의 활용을 위한 Web 표준 통신 프로토콜 Http 기반의 REST API 연계기술 개발
- 분석한 데이터를 시각적으로 볼 수 있는 상황정보/분석정보/공간 연계 표현 기술 개발
- 통합데이터 및 개발 S/W의 활용가능성 증대를 위한 테스트베드 구축 및 실증

(2) 기술개발 목표

□ **(구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측**

○ 버스, 택시, 자동차, 공유 모빌리티 등 다양한 센서 및 IoT기기로부터 수집된 이종의 이동체 위치정보를 실시간으로 연계하여, 이동체 위치정보의 통합분석을 위한 기반을 마련

○ 이동객체의 시계열 패턴 및 주변정보와의 관계성을 융합하여 맥락정보를 완성하고, 이와 함께 사용자의 활용 목적 및 지도레벨에 따라 최적의 시계열 이동체 정보의 가시화 화면을 제공하여 정보가독성 향상

○ 시계열 이동체에 대한 데이터 마이닝과 AI기반의 패턴분석 기법을 도입 등 다양한 방법론을 도입하여 이동체의 위치정보를 분석하고 이동체 및 주변환경의 미래예측을 수행

□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 사람의 동적정보를 취득할 수 있는 다양한 데이터의 특성을 분석하고, 이들 데이터로부터 위치정보를 수집하고, 유동하는 인구를 추정하는 알고리즘을 개발하여 다양한 공간단위에서 유동인구를 서비스할 수 있는 기반 마련

○ 다양한 형태로 표출되는 개인의 상태정보, 감성정보를 다양한 공간단위별로 분석 할 수 있도록 감성정보, 상태정보에 위치기반 연계비율을 향상하도록 함

○ 다양한 공간단위와 시계열별로 축적된 인구 유동정보 및 감성정보 데이터에 데이터마이닝과 딥러닝 기술을 접목하여 다양한 분석과 미래 예측이 가능하도록 함

□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

○ IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 국내외 표준 분석 및 재정의를 통해 다차원 연계 표준 및 통신 프로토콜을 정의하고, 이에 기반하여 효율적인 연계가 이뤄질 수 있는 기반 마련

○ 다양한 매체, 디바이스에서 수집된 Massive Data의 자동화 Classification과 연계를 위한 Massive Data Transaction/Driven가능 고도화를 통해 실내외 고정 데이터 및 공간 상태정보 획득 및 분석 효율성 향상

○ 수집된 실내외 고정/공간 상태정보의 변화 인지, 이상징후 감지 및 시계열 변화 예측 등 수집된 데이터의 Data Science기반 분석 및 테스트베드 실증을 통한 지능화 구현

3.5 국내외 기술개발 동향

(1) 해외 동향

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

〈표 7-57〉 이동체 동적정보 수집 및 예측 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
우한 폐렴 실시간 시각화 맵	미국	존스 홉킨스대학	Coronavirus 2020-nCoV	• 신종 코로나바이러스의 위치와 사례수를 실시간으로 시각화하여 오픈스트리트맵을 통해 제공
자율주행 로봇으로 상품 배송	미국	FedEx	FedEx SameDay Bot	• 주문 당일 소비자 집까지 상품을 배달하는 로봇으로, 테니시주 멤피스에 시험 운영
5G NR 단말의 위치기반 서비스를 검증	독일	Rohde & Schwarz	R&S CMX500	• 세계 최초의 5G NRA-GPS 테스트 세션이 성공적으로 완료됨

○ 존스홉킨스대학 시스템과학 공학센터(CSSE)는 신종 코로나바이러스 감염이 확인된 위치와 감염현황을 실시간으로 시각화한 맵 'Coronavirus 2020-nCoV'를 공개

- 최근 신종 코로나가 전세계적으로 확산됨에 따라 감염확진자 및 접촉에 의한 의심자들의 분포와 이동경로에 대한 관심이 급증
- 이에 따라 존스홉킨스대학은 세계보건기구(WHO), 미국 질병통제예방센터(CDC), 중국 국가위생건강위원회(NHC) 등의 데이터를 융합하여 오픈 스트리트 맵을 이용해 시각화 함



[그림 7-47] 존스홉킨스대학의 코로나 시각화맵(Cornovavirus 2020-nCoV) 화면 예시

○ FedEx는 머신러닝 알고리즘과 통합된 카메라와 라이다(LiDAR)등의 센서를 탑재하여 보행자와 장애물을 피해갈 수 있는 자율 주행 배송 로봇을 개발

- 머신러닝 알고리즘과 결합하여 장애물을 탐지 및 충돌을 방지하고 안전한 경로를 추적하며 도로 및 안전 규정을 준수하여 자율 주행을 수행
- 현재는 멤피스(테네시 주)에 첫 번째 테스트가 수행되었으며, 고객의 60% 이상이 제품을 구입한 상점에서 5km 이내에 위치한 입지조건을 테스트지역으로 선정함



[그림 7-48] 위치정보와 AI를 결합한 FedEx 자율배송로봇(SameDay Bot)

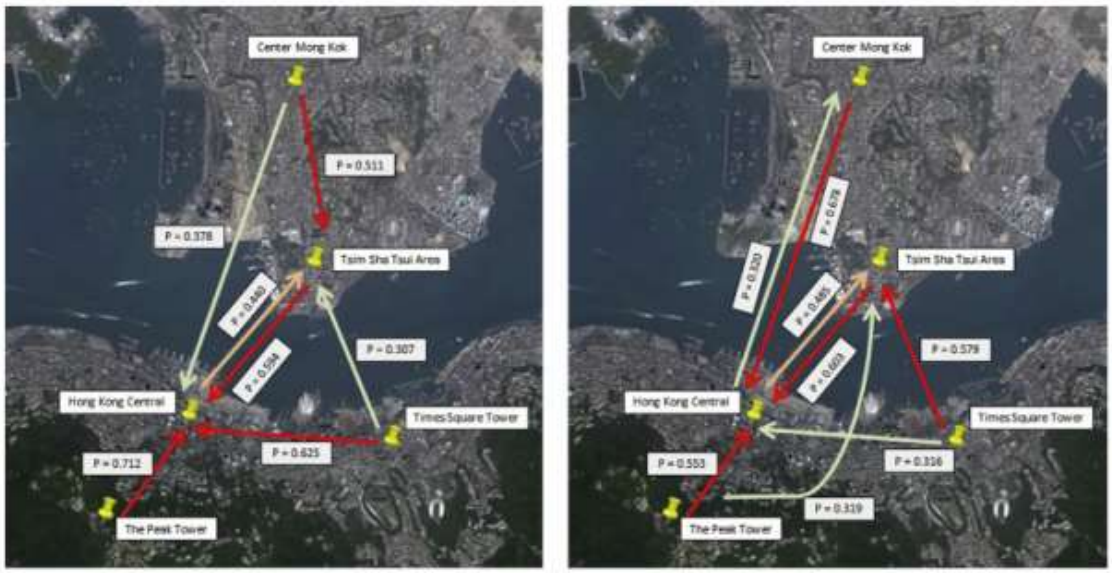
□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

〈표 7-58〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 관련 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
이동궤적데이터 시각화 및 마이닝 툴	룩셈부르크	룩셈부르크 대학	MinUS(http://satoss.uni.lu/software/MinUS.)	• 데이터관리, 이동데이터 마이닝, 유사도 측정 등의 기능 제공
관광지 동선 분석	일본	일본 관광청		• 특정 지역방문객, 혹은 특정 상점 방문객의 쇼핑 행태를 모바일 기술을 이용하여 분석 및 예측
이미지 분류 및 자동캡션 생성 모델 개발	미국	구글	Inception V4 model, YOLO model,	• 사진 이미지의 특징을 분류, 특정 객체 분석, 최근에는 사진의 특징을 자동 캡션하는 기술로 발전
시민이 게시한 민원데이터의 위치기반 분석	미국 시카고시	카네기멜론 대학교	시카고데이터 포털	• 시민이 게시한 민원데이터를 위치기반으로 분석하여 민원감소 및 예산 절감

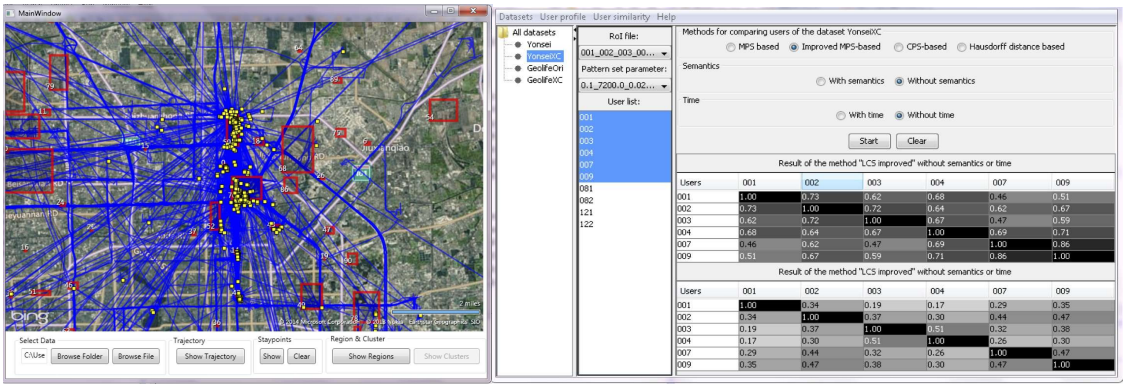
○ SNS를 통해 나타나는 개인 이동 궤적을 분석하는 데이터 마이닝

- 이동궤적 마이닝은 대표적으로는 마르코브 체인(Markov Chain), 공간통계지수(spatial statistics index), Apriori 알고리즘, 마르코브 체인과 토픽모델을 합친 복합 모델이 사용되며, 최근에는 AI를 활용한 예측모델들이 개발되고 있음
- Vu et al. (2015)은 마르코브 체인을 사용하여 홍콩을 방문한 방문객들의 하룻 동안의 이동 패턴을 마이닝한 연구를 진행하여 동양인과 서양인 간 이동패턴에 차이가 있음을 밝힘. 이러한 개인이 게시하는 SNS에 기초하여 관광객 유형별 방문장소 차이의 분석이나, 선호 관광지 차이 분석등은 해외에서 이미 다양하게 연구가 되고 있으며, 이는 추후 관광 마케팅에 중요정보로 활용될 수 있음을 시사함

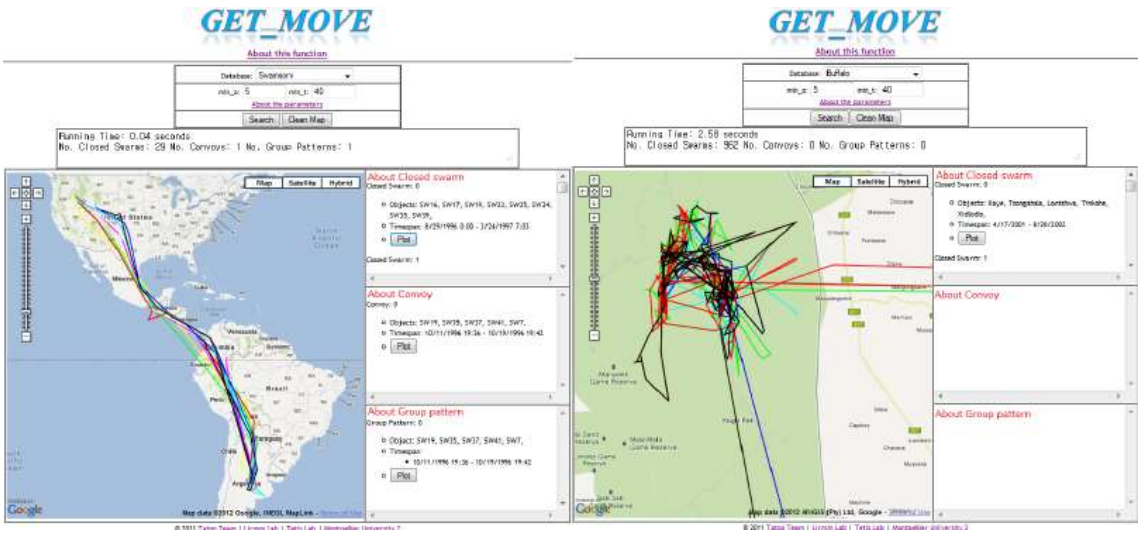


[그림 7-49] 동양인과 서양인 ROA간 이동패턴 (Vu et, al, 2015)

- 이동궤적 데이터의 사용 범위가 넓어짐에 따라 데이터의 정제, 분석 및 시각화를 위한 다양한 소프트웨어 개발되고 있음
- MoveMine 2.0(http://faculty.ist.psu.edu/jessieli/MoveMine/.)은 펜실베니아 주립 대학에서 개발한 프로그램으로 데이터 저장, 전처리, 관계 마이닝, 시각화 기능을 제공
- MinUS(http://satoss.uni.lu/software/MinUS.)는 룩셈부르크 대학에서 개발하였으며, 데이터 관리, 이동 마이닝, 유사도 측정의 기능을 제공
- Get_Move(https://sites.google.com/site/ihaiphan/publications.)는 프랑스 IRSTEA와 LIRMM 연구기관에서 제작했으며, 데이터 수집 및 정제, 마이닝, 시각화 기능을 제공



[그림 7-50] MinUS 시각화 도구(http://satoss.uni.lu/software/MinUS.)



[그림 7-51] Get_Move 시각화 도구(https://sites.google.com/site/ihaiphan/publications.)

○ 일본 관광청에서 골목별 관광객 동선 분석

- 일본 관광청에서는 일본 올림픽을 겨냥하여 관광객의 이동동선 분석, 내국인과 외국인간 이동패턴 분석등에 많은 노력을 기울이고 있음. 특정 관광지내에서 골목별로 유동인구가 많은 지역과 한적한 지역을 알 수 있음. 동일 관광지 내에서도 A-D구간과 A-E구간의 유동인구가 많음을 알 수 있음.
- 우리나라의 경우 유동인구 분석의 중요성을 인식하고, 서울시 및 통계청 등에서 유동인구 서비스를 시작하였으나 제공되는 공간단위가 제한적임.

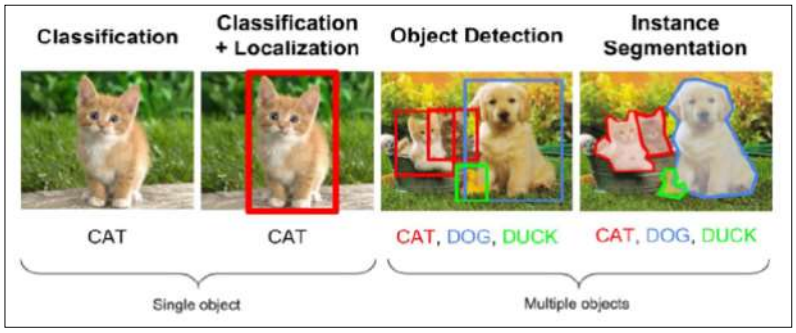


[그림 7-52] 골목길 관광객 동선 시각화

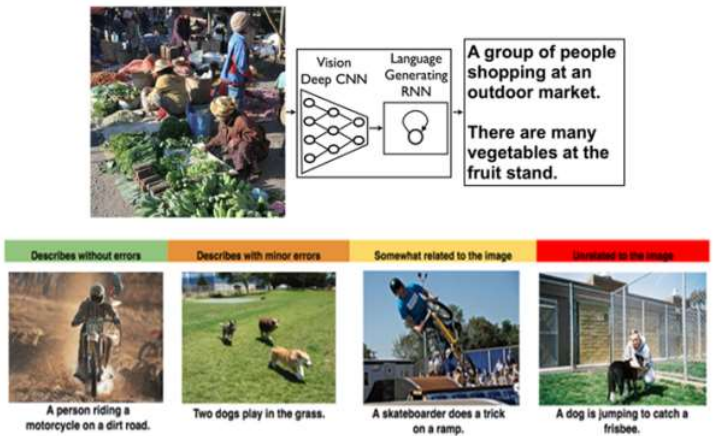
○ 이미지 데이터 마이닝 기술발전과 개인 감성정보 분석 가능성

- 이미지 마이닝(Image-mining)은 이미지 데이터에서 유용하게 활용 가능한 정보나 지식을 추출하는 기술이며, 사진의 특징을 추출한 뒤 분류 작업을 통해 그 유사도가 높은 것들끼리 군집을 만들고, 그 군집을 인덱싱하는 일련의 과정이라 할 수 있음

- CNN 기반의 딥러닝을 활용한 기술의 발전에 따라 이미지 마이닝 분야는 높은 성능을 보이며 발전해 왔으며, 이미지 마이닝 분야에서도 가장 유명한 분야는 수만 종류의 이미지 분류(Image Classification)하는 분야와 이미지 내 객체가 어디에 위치하는지 찾는 객체 검출(Object Detection) 분야임. AlexNet을 시작으로, VGGNet, GoogleNet, ResNet, DenseNet, MobileNet, NASNet 등의 CNN 모델이 빠르게 개발되고 있음
- RNN(RNN, Recurrent neural network)은 문맥을 다룰 수 있는 신경망의 한 종류로서 음성이나 문장, 동영상 등을 다룰 때 많이 활용되고 있음
  - 또한, 시계열 형태의 심층 신경망 구조로서, 시간이 변화하는 데이터, 즉 시계열 데이터를 입력값으로 사용할 수 있어 이전 시점에서의 정보를 이용하여 판단을 내릴 수 있게 함.
  - 최근 연구에서는 CNN으로 인코딩된 이미지 정보의 입력으로부터 이미지에 대한 캡션을 문장화하여 생성하는 모델에 많이 활용되고 있음
  - 이를 활용한 시스템인 Google의 NIC 시스템은 자연어 처리 기법을 사용하여 이미지에 대한 문맥을 고려한 캡션을 달며, 2개의 독립적인 기능을 발휘하는 인공 뉴럴 네트워크(CNN, RNN)로 구현됨
  - 한 뉴럴 네트워크(CNN)가 인지한 이미지를 인코딩해 작게 압축하면, 다른 네트워크(RNN)는 이를 묘사하는 문장을 생성함
  - 이 방식을 통해 NIC는 시장을 찍은 한 사진에 대해 “시장에서 사람들이 장을 보고 있다”라는 캡션을 생성할 수 있음
- 합성곱신경망 모델을 활용한 이미지 분류, 이미지의 객체탐지, 이미지의 캡션 생성 기술은 개인이 올리는 불편신고, 민원신고, SNS의 사진 정보 분석에 다양하게 활용될 수 있는 가능성이 있음. 현재는 외국계 IT기업을 중심으로 원천기술 개발이 빠르게 발전하고 있는 상황으로 의학분야에서 가장 빠른 진보를 보이고 있고, 다양한 영역에 적용이 빠르게 이루어 질 것으로 예견됨



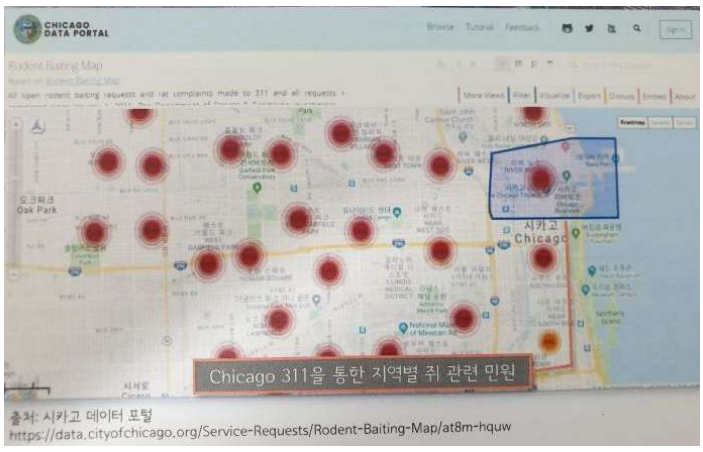
[그림 7-53] 이미지 분류와 객체 검출



[그림 7-54] 자연어 처리 기법의 예시(Google의 NIC 시스템)

○ 미국 시카고시는 카네기멜론대학과 협력하여 쥐 퇴치프로그램을 위한 데이터 분석 및 예측모델 개발

- 쥐는 대도시에서 공중 보건 및 도시 인프라와 관련한 문제를 야기하는 동물로 특히 미국의 시카고, 뉴욕, 워싱턴 DC등에서 민원이 많음
- 시카고시의 Department of Innovation and Technology(DoIT)는 카네기멜론 대학교와 협력하여 설치류(쥐) 퇴치 프로그램을 위한 예측모델을 개발. 1999년부터 수집된 민원 데이터를 통해 쓰레기 수거와 관련된 민원이 증가하게 될 경우 약 일주일 뒤에 쥐 관련한 민원이 증가하는 반복적 패턴을 파악하고, 이를 바탕으로 예측모델을 개발
- 시행 1년후 관련 민원이 15%감소하였으며, 전반적인 쥐 문제가 감소하고, 시정부의 예산과 해당인력을 절감하는 효과를 발생하였음
- 우리나라에서도 지자체 수준에서 불편신고나 민원신고를 받고는 있지만 일시적인 해결을 넘어 지속적으로 데이터로 구축하고 문제를 분석하고 이를 예측하는 모델로 발전시키는 사례는 없음
- 해외의 경우 시카고 시 외에도 뉴욕 등 대도시에서 민원데이터의 분석을 통해 주거환경문제 해결, 난방공급 사각지대 문제해결등을 선제적으로 대응하는 사례를 볼 수 있음



[그림 7-55] 시카고시 민원데이터 분석을 통한 환경문제 해결 및 예산절감

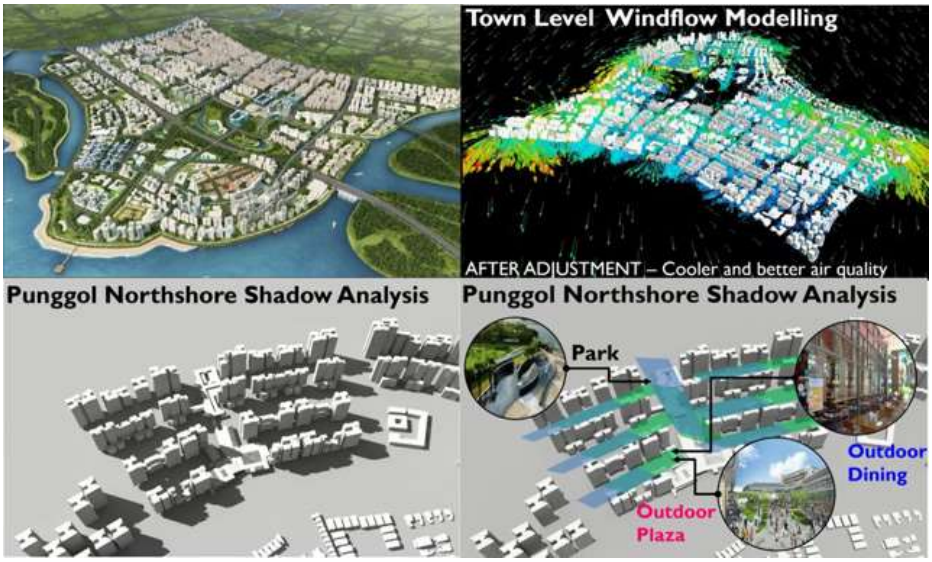
□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

〈표 7-59〉 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
도시전체를 3차원으로 복제해 가상현실 구현	싱가포르	다쏘시스템	버츄얼 싱가포르	디지털 트윈기술과 융합되어 실시간 에너지 모니터링
센서를 통해 수집되는 에너지 정보 효율적 모니터링	미국	GE(제너럴 일렉트릭)	에너지모니터링 시스템(EMS)	센서정보를 통한 에너지 모니터링 시스템

○ '버추얼 싱가포르' 프로젝트는 대표적인 스마트 시티 3D 플랫폼이며 도시전체를 그대로 복제해 3D 가상현실로 구현하였음

- 도로, 빌딩, 아파트, 테마파크 등 주요 시설은 물론 도로 주변에 있는 가로수, 육교 그리고 공원 벤치에 이르기까지 모든 구조물과 그에 대한 상세한 정보가 수록되어 있음
- 지역 전체의 건물들을 실제 건물이 완공된 것처럼 3D로 구현하고 여기에 바람이 불 때 공기의 흐름이 어떻게 진행되는지 실험하고, 실험 결과를 반영해 각각의 건물 배치를 조정하는 방식으로 전체 지역이 통풍이 잘되도록 설계했고 바람이 건물 사이를 잘 흘러나가도록 길을 만들어 타운 전체의 대기 질을 높였음
- 실시간 에너지 사용량 모니터링, 태양 일사량 분석을 통한 Rooftop 태양광 발전량 시뮬레이션 시각화 기술을 개발



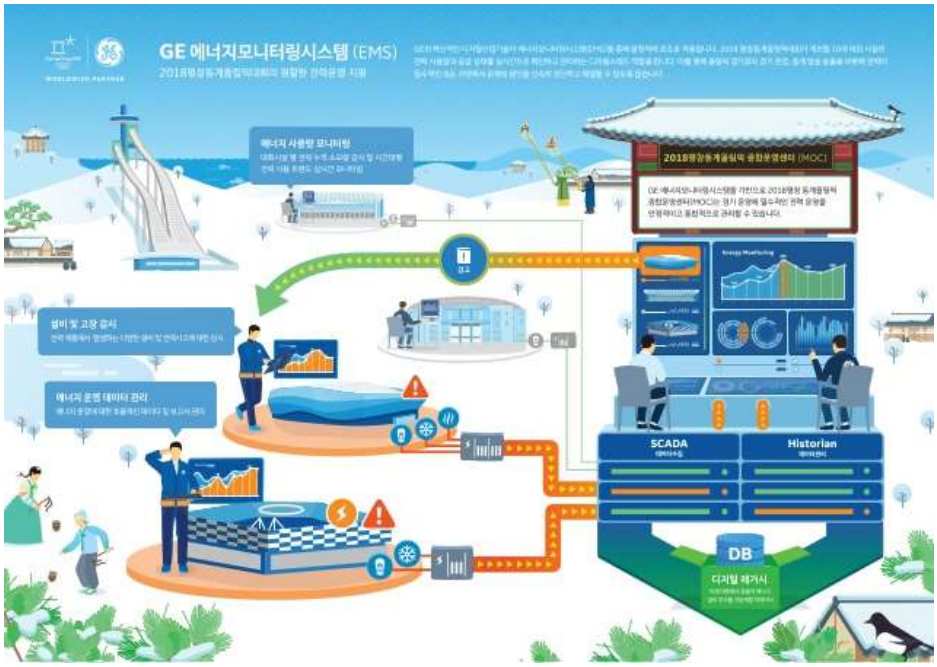
출처: How we design and build a smart city and nation, TEDx Talks

[그림 7-56] 바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계



[그림 7-57] 버추얼 싱가포르 프로젝트, 옥상 태양광 발전량 실시간 모니터링 예

○ GE(제너럴일렉트릭)이 개발한 '에너지모니터링시스템(EMS)'은 안정적이고 지속적인 전력 공급을 위한 종합적 제어·계측·관리 시스템으로 시설 별 전력 실시간 모니터링, 설비 및 고장 감시, 에너지 운영 데이터 관리 기능을 제공하며 2018 평창 동계올림픽 및 패럴림픽대회에서 효율적인 에너지 운영을 선보인 바 있음



[그림 7-58] GE의 에너지모니터링 시스템(EMS), 2018 평창 동계올림픽 대회 전력 운영 지원

(2) 국내 동향

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

〈표 7-60〉 이동체 동적정보 수집 및 예측 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
인공지능과 AR, 드론을 결합한 도시가스 시설물 위험예방	SK C&C	에이든 드론관제 플랫폼	AR과 AI를 적용한 자율비행 드론이 위험현장에 대한 위치정보를 빠르게 제공
음파를 이용해 사물·사람의 위치를 인식	모비두	소닉 스팟	사람에게 들리지 않는 비가청 음역대에 정보를 담아 전송하는 스마트사운드를 기반으로 사물·사람의 위치를 인식
높은 정확도의 위치정보를 포함해 실제 소비사 행동 파악	스켈터랩스	AIQ-AWARE	모바일 센서로부터 다양한 신호와 위치정보를 수집하고, 자체적으로 구축한 AI기반 추론모델을 활용해 소비자의 행동을 파악

○ SK C&C는 SK E&S의 도시가스 자회사인 충청에너지서비스와 함께 드론·CCTV·모바일 영상 등 다양한 영상을 실시간 분석해 위험상황을 파악하고 위험위치를 인식하는 플랫폼을 개발

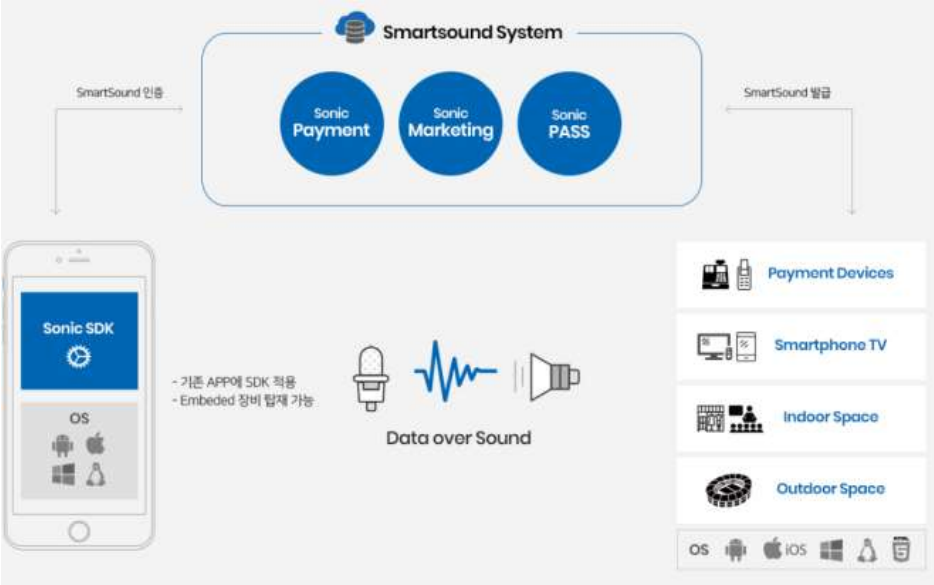
- 인간의 시각적 인식 능력을 재현하는 비전 AI솔루션 '에이든(AIDEN)'을 적용하여 사람이 접근하기 어려운 산지나 위험지역의 시설물과 가스관 등을 감시함
- 플랫폼의 가장 큰 장점은 위험 현장을 빠르고 정확하게 파악해 위치정보를 제공하며, 가스배관 주변 상황의 영상을 실시간으로 보내주면 플랫폼이 이를 분석해 주는 시스템
- 지리정보시스템과 연계해 현장의 실시간 영상에 시설물정보를 AR로 함께 보여주고, 위험 지역의 도로명 주소를 제공해 빠른 대응을 지원



[그림 7-59] 에이든 드론관제 플랫폼 가시화 화면

○ 모비두의 '소닉 스팟'은 음파를 이용, 사물 및 사람의 위치를 인식하는 솔루션을 기반으로 '스마트사운드(SmartSound) 특허를 획득

- 사람에게 들리지 않는 비가청 음역대에 정보를 담아, 전송하는 음파 통신 기술로 블루투스나 와이파이 등의 타 통신 기술에 비해 위치 정확도가 높고 개방된 공간에서 장거리 측정도 가능
- QR코드와 같이 별도의 전용 하드웨어 없이 스피커만 있으면 어디든 사용가능



[그림 7-60] 모비두 '소닉 스팟' 개념도

○ 스켈터랩스는 높은 정확도의 위치 정보를 포함해 실제 소비자 행동을 파악해 사용자의 실제 행동을 파악하는 마케팅 솔루션을 개발

- 고객의 행태분석을 위해 실시간 정소로부터의 일상 패턴, 라이프스타일 등을 학습하고 AI엔진 기반으로 분석



[그림 7-61] 스켈터랩스의 마케팅솔루션(AIQ.AWARE)

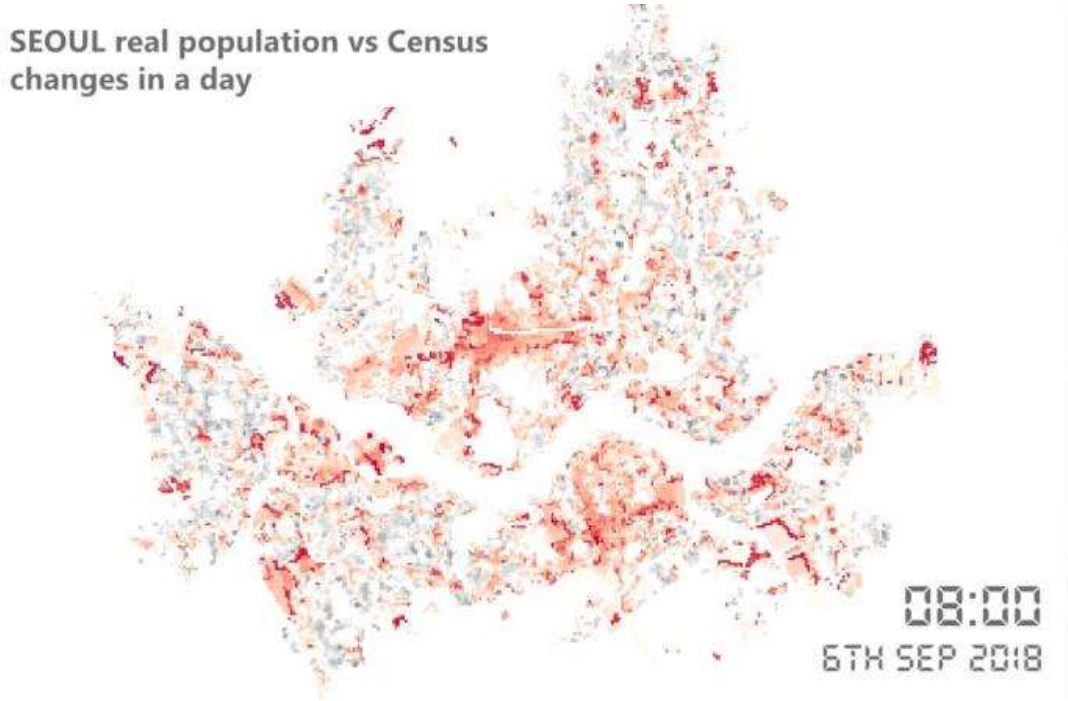
□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

〈표 7-61〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 관련 국내 구축 사례

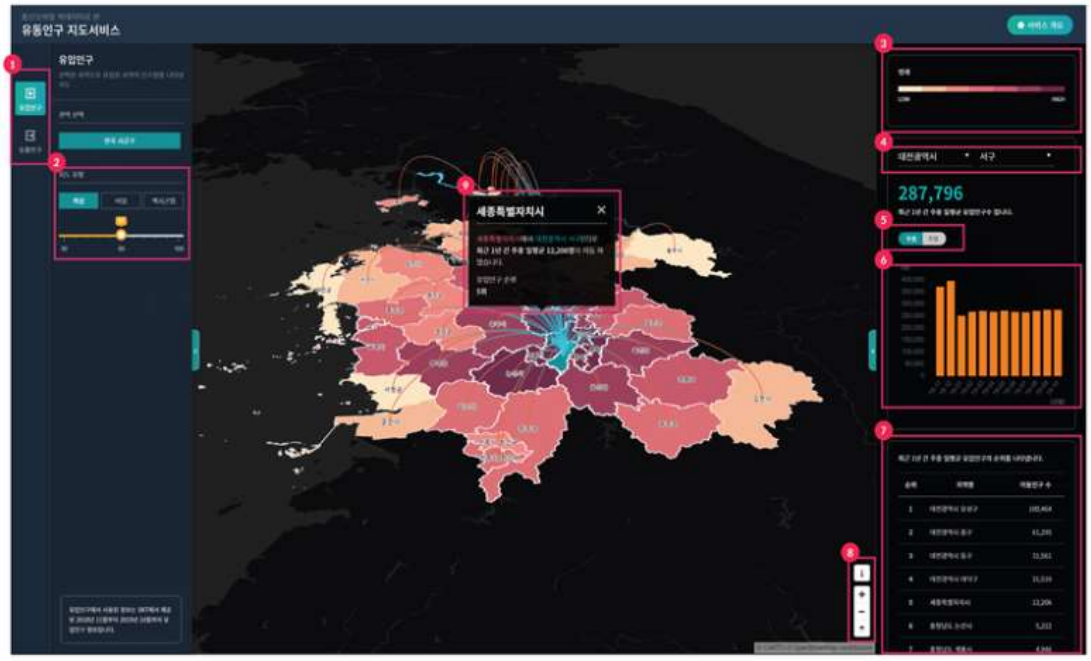
개발방향	기업명	제품명	특징
모바일 기반 유동인구 서비스 시작	서울시 + KT 통계청 + SKT	서울시 생활인구, 모바일데이터기반 유동인구 지도서비스	유동인구 분석 필요성과 가치를 인식하고, 서울시는 2016년부터, 통계청은 2019년 말부터 서비스 시작
민원데이터 분석의 필요성 인지하고 있으나 분석은 매우 미약함	서울연구원	서울시 민원상담 빅데이터 활용방안	민원데이터가 축적되면서 이의 필요성을 인식하기 시작하였으나 분석은 매우 미흡

○ 유동인구 분석의 필요성을 인식하고, 서울시는 KT와 함께, 통계청은 SKT와 함께 휴대폰 기지국 데이터를 기반으로 유동인구 데이터 서비스를 시작함

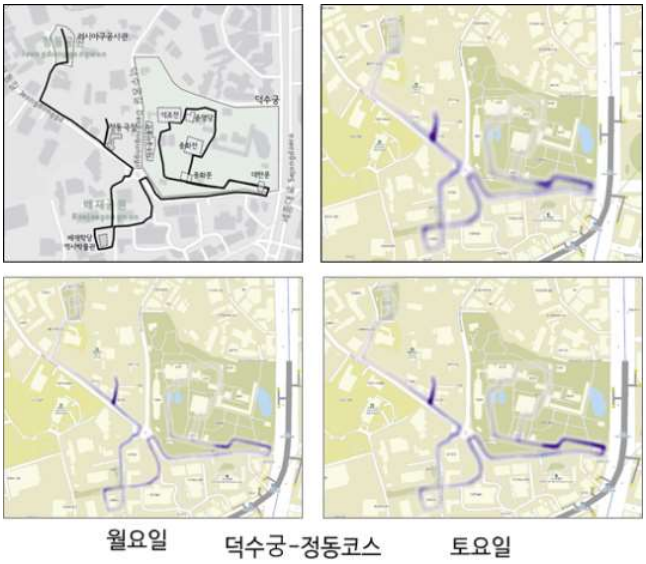
- 서울시는 KT와 협력하여 LTE시그널 기반으로 서울의 유동인구를 집계구, 행정동, 자치 구 단위로 시간단위, 남녀성별, 연령대 별 인구데이터를 기타 데이터와 가공하여 생활인구 개념으로 2017년부터 서비스시작함. 서울시 생활인구 데이터의 서울 열린데이터광장을 통해 일단위로 공개됨
- 통계청은 SKT와 함께 2019년 12월부터 모바일 빅데이터를 기반으로 한 유동인구 지도 시범서비스를 시작함. 전국 시군구별로 인구 유입과 유출 현황 등 인구 이동 정보를 주말과 주중, 월별로 지도상에서 3차원적으로 확인할 수 있도록 시각화하여 보여줌
- 서울시 서비스는 최소단위가 집계구, 통계청 서비스는 시군구 단위로 가상국토에 연결되는 공간단위는 이보다 더 다양한 단위, 예를 들면 도로단위나 격자단위의 서비스가 필요함. 또한 유동인구를 추정함에 있어 인구 유동을 나타내는 지하철, 버스, 택시, 공유 모빌리티등의 데이터와의 연계 및 추정모델 분석이 필요함



[그림 7-62] 서울시 유동인구와 센서스 인구의 시간대별 차이



[그림 7-63] 통계청의 유동인구 지도서비스 화면



출처 : 박예림, 2019

[그림 7-64] 유동인구 데이터 기반 도보관광코스별 유동인구추정

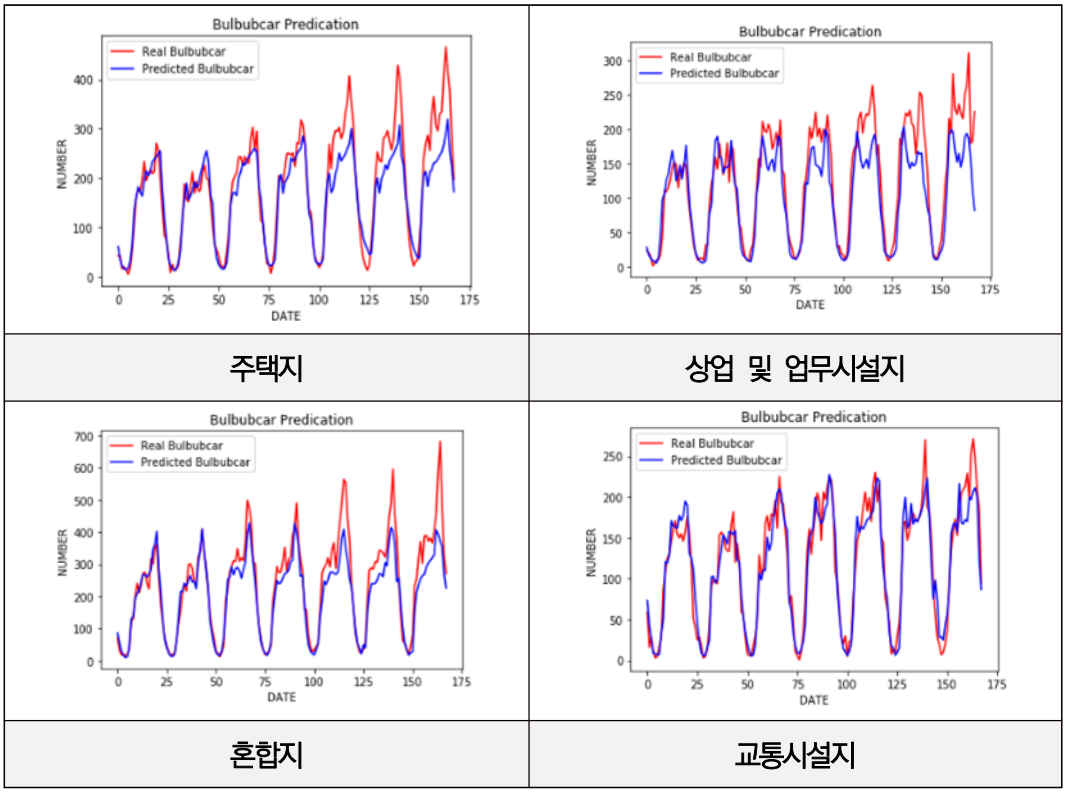
○ 자방자치단체에서 보다 나은 시민서비스를 위해 민원불편신고 등을 수시로 접수하고 있으나 이들 데이터는 단편적으로 활용될 뿐 과학적이며, 지능적으로 활용되지 못함

- 서울시는 120다산콜센터를 통해 불편신고를 접수받고, 이를 해당부서에 넘겨 민원을 처리하는 체계를 갖고 있음. 2012년부터 시작된 서비스는 이제 8년여의 시간이 많은 데이터가 축적되고 있음
- 2019년 서울연구원과 다산콜센터는 이들 데이터를 보다 체계적으로 분석할 필요성을 느끼며 민원 데이터의 분류작업과 자치구별로 집중된 민원을 지도화하는 연구를 2019년 시작하였음
- 이외에도 부산시, 경기도, 화성시 등에서 민원 빅데이터 분석 연구를 추진한 바 있으며, 많은 지자체에서 이에 대한 필요성은 절실히 느끼고 있음. 일부 지자체에서 분석을 시작하고 있지만 시작단계임
- 향후 이러한 민원에 대한 분석은 지금까지 발생했던 민원의 패턴분석, 공간적 매핑 외에 시공간 학습 데이터를 구축하고, 어느지역에 어떤 민원이 발생할 지를 예측하고 사전에 대응할 수 있는 체계로 발전할 필요가 있음
- 아래 그림은 서울시 불법주정차 민원신고에 대해 2012년부터 2016년 데이터를 학습데이터로 구축 후 2017년 상반기 데이터를 예측 후 실제 예측값을 분석한 결과이며, 분석에는 RNN(Recurrent Neural Network) 모델의 일종인 LSTM(Long Short-Term Memory Cell)이 활용됨
- 기존의 예측모델링이 서울시 전체, 혹은 자치구 단위로 이뤄진 데 비해 이 연구에서는 다양한 공간단위가운데 최적의 정확도를 나타내는 공간단위를 찾는것에 초점을 두었으며 도로와 도로외, 혹은 토지이용유형별로 데이터를 구분한 후 예측모델링을 만드는 것이 가장 좋은 정확도를 나타냄을 확인하였음
- 이는 향후 불법주정차 관련 어느 곳에 어떤 시간에 단속인력을 배치하는 것이 효율적일지를 가늠 할 수 있는 기준이 될 것으로 예견됨



출처 : 서울연구원, 2019

[그림 7-65] 서울시 민원불편신고 분석사례



출처 : 김동은, 2019

[그림 7-66] 서울시 불법주정차 민원신고 시공간예측모델링

□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

〈표 7-62〉 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 관련 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
IOT센서를 통해 수집되는 에너지수요, 전력등을 분석, 예측하는 스마트 건물관리	(주)엔텔스	스마트빌딩 플랫폼	IoT 센서를 통해 수집/예측/분석하여 빌딩을 관리함

○ (주)엔텔스 기업의 '스마트 빌딩 플랫폼'은 IoT 센서를 통해 실시간으로 수집된 에너지 및 실내 환경 데이터를 인공지능 기반 데이터와 융합하여 설비예지보전, 에너지수요예측, 피크전력예측 등을 수행하고 3D 지도와 3D 공간 모델링을 통해 다양한 공공빌딩에 최적화된 에너지 및 실내 환경 관리 서비스를 제공



[그림 7-67] 스마트 빌딩 플랫폼, IoT-3D 모델링연계

(3) 해외 및 국내 기술 수준 비교

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

○ 국내외에서는 이동체에 대한 다양한 정보들이 수집되고 있으나 특히, 해외의 경우 이를 분석하여 활용 할 수 있는 다양한 저장기술, 가시적분석(Visual Analysis) 기술에 대한 방법론과 기술개발연구가 수행

○ 반면, 국내의 경우 이동체에 대한 위치정보들이 생산되고 있으나 단순 모니터링 수준의 서비스에 그치고 있으며, 동종 및 이종 간 이동체의 활용과 분석이 다소 미흡

〈표 7-63〉 2-2-1 이동체 동적정보 수집 및 예측의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 객체에 대한 다양한 이동체가 수집되고 있으며, 시계열데이터가 Visual Analysis 등의 분석·활용 분야에서 다수 연구가 진행	• 객체에 대한 다양한 이동체가 생산되고 있으나 이에 대한 통합적인 연계 및 분석이 다소 미흡한 수준	• 동종 및 이종 간 이동체의 수집이 확산되고, 시계열 패턴분석 및 가시화 기술 향상
TRL 단계	7	6	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 시계열 위치정보에 대해 다양한 시각적분석 화면이 표출	• 현재의 위치정보를 단순히 모니터링 화면으로 표출	• 시계열 위치정보에 대해 다양한 시각적분석 화면이 표출되고 다양한 정책의사 결정을 지원하기 위한 의미있는 결과 도출

□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 모바일 기반 유동인구 서비스는 우리나라에서 빠르게 진행되고 있으나, 다른 데이터와의 연계 및 융·복합 필요성이 증대됨. 특히 이동궤적데이터의 추출, 표현, 분석 관련 기술은 해외에서 매우 앞서고 있음

○ 최근 해외에서 이미지 분석기술이 매우 빠르게 발전하고 있어 개인이 표출하는 상태정보, 감성정보, 민원정보에 이미지분석기술을 융합하여 분석할 필요성 증대

〈표 7-64〉 2-2-2 인간중심의 공간정보 취득 및 분석의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 이동하는 객체의 트레젝토리 수집, 표현, 분석기술은 기존의 데이터마이닝에서 진화하여 AI기반 기술로 발전. 이미지데이터 분석기술이 빠르게 발전하고 있음	• 모바일기반 유동인구 데이터 서비스는 앞선 편. 그러나 이동특성을 나타내는 타 데이터와의 연계 융합 분석 필요. 이동특성을 나타내는 트레젝토리 추출, 분석기 술 미약. 이미지 분석은 일부 영역에 그치고 있음	• 인구 이동을 나타내는 데이터간 융복합 활용, 사람의 상태정보, 감성정보를 분석할 수 있는 요소기술을 통합하고, 다양한 위치기반으로 이를 표출, 분석 및 예측
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 트레젝토리 데이터 시각화, 데이터 마이닝, 예측기술로 발전 • 이미지분석관련 이미지 분류, 객체인식, 이미지 캡셔닝 기술로 발전	• 데이터 매핑하는 수준이며, 분석 및 예측기술 미흡	• 사람의 유동정보, 개인이 표출하는 상태정보, 감성정보가 재난/안전, 도시서비스, 교통, 관광 및 다양한 정책 및 의사결정지원에 활용할 수 있는 형태로 발전

□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

○ IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 공간정보 표준 적용 기술개발

○ 실내외 고정 데이터 및 공간 상태정보 자동 획득 기술개발

○ 실내외 고정/공간 상태정보 시계열 정적·동적연계 분석 및 표현기술 개발

〈표 7-65〉 2-2-3 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득의 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 실제 가상도시를 구축하여 도시계획/재난 분야등에서 쓰임	• 정부에서 4차산업혁명 사업으로 추진하는 단계	• 단위기술별 연계를 통해 세계를 선도하는 기술을 가질 것으로 기대됨
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	사업화단계	시작품 단계	사업화 단계
주요성능	• 상용화되어 쓰이고 있는 상태지만 표준부재로 인한 시스템개발로 생산성 문제가 있음	• 단위기술은 상당한 수준에 올라와 있음. 표준부재로 인한 시스템적용 제한	• 저비용 고효율 시스템 적용을 통한 • 도시계획, 에너지관리, 재난/안전 분야등에서 중요하게 자리잡을 것

3.6 세부개발 내용

(1) 연구 방향

〈표 7-66〉 동적정보 초연결 기술의 내용별 한계점 및 기술개발 방향

구성기술	한계점	기술개발 방향
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	다양한 센서의 확산으로 이동체에 대한 위치정보가 획득되고 있으나 단일 플랫폼 상에서 단순 모니터링 용도로 주로 활용되고 있음	다양한 센서로부터 생산되는 위치정보를 효과적으로 연계활용하는 방안 제시
		이동체 정보에 대한 사용자 가독성 및 통찰을 제공하기 위해 최신 Visual Analysis 기법을 적용
		이동체를 기반으로 다양한 정책의사 결정을 지원하기 위해 이동체의 축적된 시계열 위치정보의 궤적 간 패턴분석기술 개발
2-2-2. 인간중심의 공간정보 획득 및 분석	이동하는 객체로서의 사람 정보, 그리고 사람들이 표출하는 다양한 비정형데이터를 위치와 연계하는 기술이 단편적으로 수행됨	유동인구 정보 분석에 활용되는 다양한 데이터를 융복합하여 유동인구 분석의 정확성을 높이고, 다양한 공간단위에서 서비스
		개인이 표출하는 감성정보의 위치정보 연계비율을 향상하여 다양한 공간단위의 감성정보 분석이 가능해지도록 함
		유동인구, 감성정보 등의 수집이후 시계열 데이터로 구축하고, 이를 기반으로 데이터마이닝, 딥러닝 등의 기술을 접목하여 다양한 분석과 예측이 가능해지도록 함.
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별(Text, 영상, 위치정보, 3차원 등) 독립적인 표준을 사용하여 공간정보와 융합하여 가시화 및 분석의 어려움	각 분야별 국내외 표준 분석을 통한 재정의
		공간정보 연계를 위한 데이터 구축, 수집단계부터 공간정보와의 융합표준 적용

(2) 연구 필요성

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

○ 다양한 센서의 확산으로 이동체에 대한 위치정보가 생산되어 현실세계에 실재하는 이동체를 가상세계에 연결하기 위한 환경이 조성됨

○ 이동체 기반의 동적 디지털 트윈을 구현을 위해서는 이동체의 시계열 변화에 대한 예측 및 시계열 변화가 의미하는 바를 분석할 수 있는 기술이 필요함

○ 즉, 이동체의 현재 위치를 단순히 모니터링하는 1차원적 접근 뿐 아니라, 다양한 시계열 이동체 궤적이 의미하는 바를 사용자에게 전달하는 가시화 기법이 필요함

○ 또한 시계열 이동체 패턴정보를 미래예측에 대한 동력으로 사용하여 주요 정책·서비스 결정요소로 활용하고, 이동체 기반의 데이터경제 활성화를 지원하여야 함

□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 본 연구과제에서 추진하는 가상국토는 동적으로 움직이는 현실세계를 가상화하는 개념임. 가상국토는 현실세계와 유사하게 국토를 이용하는 주체인 사람과 관련하여 주민등록에 기반하는 정적존재가 아닌 통근/통학, 쇼핑, 여행 등을 위해 이동하며, 자신의 주관적 감성을 표현하는 존재인 인간에 대한 정보를 담을 필요가 있음

○ 기존의 유동인구에 대한 분석은 연단위로 조사되는 정보를 구역별로 평균값을 이용하여 제공하거나 통신사가 제공하는 데이터를 가공하여 활용하는 방안이 주를 이루었음. 최근 이 외에도 교통카드데이터, 택시데이터, 공유 모빌리티 데이터 등은 유동인구를 추정할 수 있는 자료원이지만 이를 종합적으로 활용하지 못하고 있음

○ 또한 개인이 표출하는 감성정보와 관련하여 공공에서는 업무처리를 위해 일회성으로 사용되기 다반사였으며, 민간영역에서는 마케팅등 일부 영역에서 활용되었음. 개인이 표출하는 주관적 상태정보 및 감성정보는 공공서비스 혁신, 재난/안전, 관광 등 다양한 분야에서 활용될 수 있음에도 불구하고 활용모델을 제대로 만들지 못하였으며 분석되는 부분도 텍스트가 주를 이루었음. 최근 이미지 분석분야 AI기술의 발전은 개인이 표출하는 사진, 동영상 등 이미지 분석분야에 다양한 분석 가능성을 열었으며, 텍스트데이터, 이미지데이터, 위치정보 등을 결합하여 보다 정확하고 시너지 있는 서비스 개선이 가능할 것으로 보임

□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

○ 전 세계적인 4차 산업혁명과 스마트시티 등의 추진에 따라 실내외 동적/고정정보 초연결 기술개발을 위한 국내외 표준 분석 및 재정의가 시급하며 공간정보와 자동으로 연결하고 융합하기 위한 연계기술, 다차원/실시간 가상국토 대용량 데이터 처리 및 분석 기술 확보가 필요한 실정

○ 또한 가상국토 구축의 일부 목표라 할 수 있는 재난현장 업무 지원 및 가상공간에서의 의사결정을 지원을 위한 연속적인 시계열 데이터 분석을 통해 상황정보 생성, 고정사물정보/공간 관계 변화 인지, 이상징후 감지·예측 ·분석기술 및 표현기술을 개발하고 활용가능성 증대를 위한 실제 테스트베드에서의 적용·검증이 필요

(3) 연구 내용

□ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

○ 현실공간과 가상공간의 위치 동기화를 위한 이동체 데이터 수집·연계 기술

- 이동체 실시간 위치정보 (수집, 전처리, 공간정보) 연계 기술
- 이동체 위치정보의 저장/관리 기술
- 이동체 위치정보 가공 기술
- 이동체 위치정보의 변경정보 처리 기술

○ 사용자 위치해석 향상 및 가시적 분석지원을 위한 이동체 최적 표현 기술

- 이동체 위치정보 시계열 시각화 기술
- 이동체 위치정보 상황이해를 위한 기반정보 생성 기술
- 이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적 표현 기술

○ 이동현상 탐색·예측·가치창출을 위한 이동체 시계열 분석 기술

- 이동체 위치정보 데이터 마이닝 기술
- 이동체 위치정보 시공간 데이터마이닝 기술
- 이동체 위치정보 최적 탐색 기술
- 이동체 위치정보 패턴 분석 및 예측을 위한 학습데이터 구축 및 공간기반 시계열 예측 AI모델

〈표 7-67〉 이동체 동적정보 수집 및 예측의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 이동체 위치정보 연계·표현을 위한 요구사항 정의 및 기초연구 ▪ **(연구내용)** - 이동체 위치정보 연계 기술 요구사항 정리 및 대상 식별 - 이동체 위치정보의 저장/관리 기술 요구사항 정리 및 저장기법 연구	▪ 이동체 위치정보 연계 요구사항 정의서 ▪ 이동체 위치정보의 저장/관리 요구사항 정의서

(구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	▪ **(기술개발 방안)** - 이동체 위치정보 획득 방법 정의 및 분류 - 이동체 연계를 위한 표준 준수 - 실시간 객체 저장을 위한 DBMS 특성 비교 분석	
2차년도	▪ **(연구목표)** - 이동체 위치정보 연계 및 저장 기술 개발 완료 ▪ **(연구내용)** - 이동체 위치정보 연계 기술 구현 - 이동체 위치정보의 저장/관리 기술 구현 - 이동체 위치정보 가공을 위한 요구사항 분석 - 이동체 위치정보 시계열 시각화를 위한 최신 기술동향 분석 및 방법론 연구 ▪ **(기술개발 방안)** - 빅데이터 처리·관리 도구 도입 - Visual Analysis 서비스 분석 및 벤치마킹	▪ 이동체 위치정보 연계 기술 설계서,SW ▪ 이동체 위치정보의 저장/관리 기술 설계서,SW ▪ 이동체 위치정보 가공 기술 요구사항서 ▪ 이동체 위치정보 시계열 시각화 기술 동향조사서
3차년도	▪ **(연구목표)** - 이동체 위치정보 시계열 시각화 도구 개발 완료 ▪ **(연구내용)** - 이동체 위치정보 가공 기술 구현 - 이동체 위치정보의 변경정보 처리 알고리즘 연구 - 이동체 위치정보 시계열 시각화 기술 구현 - 이동체 위치정보 상황이해를 위한 기반정보 식별 및 정의 - 이동체 위치정보 최적 탐색 기술 개발을 위한 최적 알고리즘 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 3D 엔진 적용 - 이동객체 관리를 위한 공간 자료구조 및 인덱싱 기법 적용 - 데이터 제공을 위한 OpenAPI 개발	▪ 이동체 위치정보 가공 기술 설계서,SW ▪ 이동체 위치정보의 변경정보 처리 기술 ▪ 이동체 위치정보 시계열 시각화 기술 설계서, SW ▪ 이동체 위치정보 상황이해를 위한 기반정보 식별 ▪ 이동체 위치정보 최적 탐색 기술 알고리즘
4차년도	▪ **(연구목표)** - 이동체 위치정보 최적 탐색 기술 개발 완료 ▪ **(연구내용)** - 이동체 위치정보의 변경정보 처리 기술 구현 - 이동체 위치정보 상황이해를 위한 기반정보 생성 - 이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적 표현을 위한 요구사항 분석 및 표현방법 정의 - 이동체 위치정보 시공간데이터 마이닝 기술 기초연구 - 이동체 위치정보 최적 탐색 기술 구현 - 이동체 위치정보 패턴 분석 및 시계열 예측 AI 분석을 위한 학습데이터 구축 ▪ **(기술개발 방안)** - 이동체 네트워크 모델 기반 위치보정 기술 - 휴리스틱 탐지기법 적용	▪ 이동체 위치정보의 변경정보 처리 기술 ▪ 이동체 위치정보 상황이해를 위한 기반정보 생성SW ▪ 이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적 표현방법론 ▪ 이동체 위치정보 시공간데이터 마이닝 기초연구 ▪ 이동체 위치정보 최적 탐색 SW ▪ 이동체 위치정보 패턴 분석 및 학습데이터DB

(구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
5차년도	▪ (연구목표) - 이동체 위치정보 분석 및 예측 모델 개발 완료 ▪ (연구내용) - 이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적 표현기술 구현 - 이동체 위치정보 시공간데이터 마이닝 기술 구현 - 이동체 위치정보 패턴 분석 및 시계열 예측 AI 분석기술 구현 ▪ (기술개발 방안) - CNN, 딥러닝 등 AI 기술 적용 - 데이터 분류·군집·연관·예측 분석 적용	▪ 이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적 표현SW ▪ 이동체 위치정보 시공간데이터 마이닝 SW ▪ 이동체 위치정보 패턴 분석 및 시계열 예측 AI 모델
최종 성과물	- 이동체 위치정보 자동연계 SW - 이동체 위치정보 가시화 SW - 이동체 위치정보 예측 및 분석 SW	

□ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

○ 익명화된 사람 동적정보 획득 및 위치정보 연계

- 사람의 동적정보를 취득할 수 있는 스마트폰 센서데이터, 교통카드데이터, 택시데이터, 스마트모빌리데이터, 유동인구 데이터등의 특성을 분석하고, 이들 데이터에서 위치정보를 수집하고 처리하는 기술
- 수집되는 데이터의 전처리 작업 및 원자료간 차이분석, 데이터간 정합성 확보 기술
- 최적의 유동인구 도출을 위해 다양한 데이터의 융복합 및 기타 사회경제적 데이터를 융복합한 유동인구 추정 알고리즘 개발

○ 개인 감성정보의 획득 및 위치정보 연계

- 민원신고데이터, 불편신고데이터 등 공공부분에서 수집되는 데이터, 인스타그램, 유투브, 페이스북 등 소셜네트워크서비스에서 생성되는 개인의 상태정보, 주관적인 의견, 감성정보를 취득할 수 있는 자료원 및 데이터의 특성을 분석하고, 전처리하는 기술
- 개인의 감성정보, 상태정보를 위치정보와 연계하는 기술
- 위치정보 연계 시 다양한 공간단위별로 데이터를 연계 · 처리하는 기술
- 위치정보를 포함하지 않은 경우 텍스트, 이미지 정보 등을 통한 위치추정 및 연계기술, 이에 대한 정확도 평가 기술

○ 사람 동적정보, 감성정보를 분석 및 예측

- 시공간적 특성을 갖는 유동인구 정보를 가상국토공간의 다양한 공간단위별로 효과적으로 표출하는 시각화 기술 개발
- 유동인구 데이터의 시계열 학습데이터 구축 및 시공간 예측모델 개발
- 개인의 감성정보, 상태정보를 나타내는 자료원에서 취득되는 이미지데이터(사진, 동영상 데이터) 분석 알고리즘 개발
- 개인의 감성정보, 상태정보를 나타내는 자료원에서 취득되는 텍스트데이터, 이미지데이터, 위치데이터를 융합한 분석 알고리즘 개발
- 개인의 감성정보 상태정보의 시각화 기술 및 AI기반 분석기술개발

〈표 7-68〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 사람의 동적정보/감성정보 위치정보 연계를 위한 데이터 특성 분석 및 기초연구 ▪ **(연구내용)** - 동적정보를 파악할 수 있는 관련 데이터 특성 분석 및 기초연구 : 통신사 기지국데이타, 스마트폰 GPS데이타 교통카드데이타, 택시데이타, 스마트모빌리티데이타, 유동인구 조사 데이터 등 - 동적 정보 저장/관리 요구사항 정리 및 저장기법 연구 - 감성정보를 파악할 수 있는 관련 데이터 특성 분석 및 기초연구 : 민원신고데이터, 공공부분 불편신고데이터, 인스타그램, 유투브, 페이스북 등 SNS데이터 - 감성정보의 위치연계를 위한 요구사항 정리 ▪ **(기술개발 방안)** - 취득가능한 데이터별 데이터 취득방법 정의 - 동적정보 및 감성정보 연계를 위한 표준 준수	▪ 동적정보 관련 데이터 특성 분석서 ▪ 동적 정보 저장/관리 요구사항 정의서 ▪ 감성정보 관련 데이터 특성 분석서 ▪ 감성정보의 위치연계를 위한 요구사항 정의서
2차년도	▪ **(연구목표)** - 사람의 동적정보/감성정보의 위치정보 연계를 위한 데이터 처리기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 동적 정보 저장/관리 기술 구현 - 동적 정보 가공을 위한 요구사항 정리	▪ 동적 정보 저장/관리 기술 설계서, SW ▪ 동적 정보 가공 요구사항 정의서 ▪ 감성정보의 위치정보 생성 및 연계 알고리즘 개발 ▪ 감성정보 분석관련 기술동향

(구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 감성정보의 위치정보 생성 및 연계를 위한 알고리즘 개발 - 감성정보 분석관련 기술동향 분석 ▪ **(기술개발 방안)** - 시공간특성을 갖는 데이터의 시각화 및 표현 - 감성정보의 위치정보 생성을 위한 다양한 기법의 적용 및 정확도 분석 - 비정형데이타 분석에 활용되는 텍스트분석, 이미지분석 방법론 리뷰 및 적용가능 기술 확인	분석서
3차년도	▪ **(연구목표)** - 사람의 동적정보/감성정보 위치정보 생성 및 연계 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 다양한 공간단위별 사람 동적 정보 추정 알고리즘 개발 - 동적 정보 가공 기술 구현 - 동적 정보 시계열 시각화 및 분석을 위한 요구사항 정리 - 감성정보의 위치정보 생성 및 연계 기술 구현 : 위치정보를 포함하는 경우 분석 기술 : 위치정보를 포함하지 않은 경우 텍스트, 이미지 정보 등을 통한 위치추정 및 연계기술 개발 - 감성정보 표현/분석을 위한 요구사항 정리 ▪ **(기술개발 방안)** - 개인의 이동상태를 나타내는 유동인구 정보의 표출단위는 도로, 블록, 구역, 도시 단위 등 다양한 공간차원을 고려함 - 통신사의 기지국 데이터 뿐 아니라 기타 이동특성을 포함하는 데이터 및 사회경제적 데이터를 융합하여 최적의 유동인구 추정 알고리즘을 개발 - 이동상태에 대한 정보는 시계열 정보를 필수적으로 포함하므로 시각화 구현 시 시계열 정보의 인터랙티브한 시각화를 기본적으로 고려하여 개발	▪ 동적 정보 추정 알고리즘 개발 ▪ 사람 동적 정보 가공 기술 설계서, SW ▪ 사람 동적 정보 시계열 시각화 및 분석을 위한 요구사항 정의서 ▪ 감성정보의 위치정보 생성 및 연계 설계서, SW ▪ 감성정보 분석 요구사항 정의서
4차년도	▪ **(연구목표)** - 인간중심 공간정보 다차원 분석 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 동적 정보 시계열 표현 기술 구현	▪ 동적 정보 시계열 표현 설계서, SW ▪ 동적 정보의 시계열 분석과 예측을 위한 학습 DB ▪ 감성정보 표현/ 분석 설계서, SW

(구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
	- 동적 정보의 시계열 분석과 예측을 위한 학습데이타 구축 - 감성정보 표현/ 분석 기술 구현 : 개인의 감성정보, 상태정보를 나타내는 자료원에서 취득되는 이미지 데이터 (사진, 동영상 데이터) 분석 알고리즘 개발 : 개인의 감성정보, 상태정보를 나타내는 자료원에서 취득되는 텍스트데이터 분석 알고리즘 개발 : 텍스트데이터와 이미지데이터를 융합한 데이터 분석 알고리즘 개발 · 감성정보 시계열 분석과 예측을 위한 학습데이타 구축 ▪ **(기술개발 방안)** - 유동인구의 분석은 시간 및 공간단위를 고려한 분석이 가능하도록 설계 및 개발 - 비정형 데이터의 분석에 있어 텍스트데이터 분석방법론, 이미지 데이터 분석 방법론이 상이함. 개인이 표출하는 상태정보/감성정보에는 텍스트와 이미지가 모두 포함되어 있으므로 이를 융합하여 비정형 데이터 분석이 이뤄질 수 있도록 개발	▪ 감성정보 시계열 분석과 예측을 위한 학습 DB
5차년도	▪ **(연구목표)** - 인간중심 공간정보 시계열 분석 및 예측 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 동적 정보 패턴분석 및 시계열 예측 모델 개발 - 위치기반 감성정보 시계열 패턴분석 및 예측 모델 개발 - 텍스트, 사진, 동영상 등을 융합한 위치기반 감성정보 분석 실증 사례 (예: 재난, 안전, 도시관리, 관광 등) ▪ **(기술개발 방안)** - 데이터 수집이 시계열별로 이뤄지고, 이에 기반하여 예측이 가능한 모델을 개발하도록 함 - 예측모델 구축시 공간단위를 염두에 두고 어떤 공간단위의 시계열 예측을 할 것인지를 고려하도록 함	▪ 사람 동적 정보 패턴분석 및 시계열 예측 AI모델 ▪ 위치기반 감성정보 시계열 패턴분석 및 예측 AI모델 ▪ 위치기반 감성정보 분석 및 예측 실증사례
최종 성과물	- 개인 이동정보, 감성정보/상태정보 데이터 연계를 위한 표준 정의서 - 유동 인구 추정 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW - 비정형 데이터 3차원 공간정보 연계 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW	

□ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

○ 국내외 표준 기반의 실내외 고정사물정보/공간정보 연계 자동획득

- IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 공간정보 표준 적용 기술개발
- 실내외 고정 데이터 및 공간 상태정보 자동 획득 기술개발
- 실내외 고정/공간 상태정보 통합, 시계열 정적·동적정보 연계 분석 및 표현기술 개발

〈표 7-69〉 IoA연계 공간 상태정보 자동 획득의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 공간정보 표준 적용 기술개발 ▪ **(연구내용)** - IoA(고정, 이동체, 사람) 매체 국내외 표준 분석 - 디바이스(온도, 습도, 열, 스마트폰, 영상 센서등) 국내외 표준분석 - 데이터유형별(Text, 영상, 위치정보, 3차원 등) 국내외 표준분석 - 동적/정적정보 초연결 표준 재정의 ▪ **(기술개발 방안)** - 국내외 표준 분석을 통한 표준 재정의 - 연계를 위한 식별자 등 데이터 구축 및 수집단계부터 적용가능하게 설계	▪ IoA, 디바이스, 데이터유형 표준분석서 ▪ 동적/정적정보 초연결 표준 정의서
2차년도	▪ **(연구목표)** - IoA(고정, 이동체, 사람) 매체, 디바이스, 데이터 유형별 공간정보 표준 적용 기술개발 ▪ **(연구내용)** - 동적/정적정보 초연결 표준분석을 통한 다차원 연계 표준정의 - 유형별 연계 통신 프로토콜 정의(HTTP REST, CoAP, MQTT 등) - 실내외 고정사물정보/공간 데이터 연계 통합모듈개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 데이터에 따른 연계방안, 통신프로토콜 등 정의된 표준기반의 연계방법 정의 - 다차원 대용량 데이터가 오고가는 만큼 경량화 프로토콜 선정 - 수집된 데이터의 원활한 연계를 위한 HTTP REST 연계 API 개발	▪ 동적/정적정보 다차원 연계 표준정의서 ▪ 실내외 고정사물정보/공간 데이터 연계 모듈 설계서 ▪ 실내외 고정사물정보/공간 데이터 연계 통합모듈 SW

(구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
3차년도	▪ **(연구목표)** - 실내외 고정 데이터 및 공간 상태정보 자동 획득 기술개발 ▪ **(연구내용)** - 다양한 매체, 디바이스에서 수집된 Massive Data의 자동화 Classification 기능개발 - 연계를 위한 Massive Data Transaction/Driven기능 고도화 - Data Science기반의 분석/학습/예측 데이터 연계기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 정의된 연계 표준 준수 - 다차원 대용량 데이터 관리를 위한 기술도입 - AI 분석/학습/예측 데이터 연계를 위한 표준 HTTP REST API 개발	▪ 자동획득 기술개발 설계서 ▪ Massive Data 자동 획득 Classification SW ▪ 분석/학습/예측 데이터 연계 SW
4차년도	▪ **(연구목표)** - 실내외 고정/공간 상태정보 통합, 시계열 정적·동적정보 연계 분석 및 표현기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 실내외 고정 시계열 데이터 분석을 통한 상황정보 생성 연계기술 개발 - 실내외 고정사물/공간 관계 변화 인지 연계기술 개발 - 개발기술/DB 검증을 위한 테스트베드 구축 ▪ **(기술개발 방안)** - 정의된 연계 표준 준수 - 상황정보/변화인지 데이터 연계를 위한 표준 HTTP REST API 개발	▪ 시계열 정적·동적 정보 연계 분석 및 표현기술 개발 설계서 ▪ 실내외 고정 시계열 데이터 상황정보 생성 연계 SW ▪ 실내외 고정사물/공간 변화인지 연계 SW ▪ 실증 테스트베드 구축내역서
5차년도	▪ **(연구목표)** - 실내외 고정/공간 상태정보통합, 시계열 정적·동적정보 연계 분석 및 표현기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 실내외 고정/공간 이상 징후 감지 및 예측 연계기술 개발 - 상황정보/분석정보/공간 연계 표현 기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 정의된 연계 표준 준수 - 이상징후 감지 연계를 위한 표준 HTTP REST API 개발 - 기존 분석 시스템 및 3차원 서비스 벤치마킹을 통한 가시성 높은 표현기술 적용	▪ 실내외 고정/공간 이상 징후 감지·예측 연계 SW ▪ 상황정보/분석정보/공간 연계 표현 SW ▪ 테스트베드 검증 결과서
최종 성과물	- 동적/정적정보 초연결 표준 정의서 - 실내외 고정 데이터 및 공간상태 정보 자동 획득 SW - 실내외 고정/공간 상태정보 시계열 연계, 분석 및 표현 SW	

(4) 개발 목표

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	이동체 위치정보 연계 정확도	-[1]	-	90% 이상	●			2026
	이동체 위치정보 가시화 기법 종류	-[2]	4개	4개 이상	●			2026
	이동체 위치기반 패턴분석 기법 종류	-[3]	-	3개 이상	●			2026
2-2-2. 인간중심의 공간정보 획득 및 분석	유동인구 서비스 제공 공간유형	제한적 (집계구, 시군구, 100미터)[4]	-	다양화 (도로, 블록, 50미터, 100미터 격자, 행정구역등)	●	●		2026
	개인감성정보의 위치정보 연계율	10 % 이하	20% 이하	30% 이상	●			2026
	위치기반 감성정보 예측 정확도	-[5]	-	90% 이상	●			2026
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	고정체 위치기반 패턴분석 정확도	-[6]	80% 이상	90% 이상	●			2026
	Massive Data Transaction/ Server	1,000TPS/단 위서버 (삼성)	2,000TPS/단 위서버 (VISA)	2,000TPS/ 단위서버	●			2026

[비 고]

1) 위치센서나 LBS단말이 부착되어 있는 이동체의 위치정보 연계는 국내외에서 다수 시도되고 있으나, 본 기술개발연구에서는 LBS단말에 의존하지 않고 획득할 수 있는 이동체의 위치정보 연계까지 포함하고 있으므로 기존 국내외 기술은 비교대상이 아님

2) 전통적 시간지리학 분야에서는 이동체의 시계열 가시화를 위해 시공간큐브(Space-Time Cube), 시공간경로(Space-Time Path), 시공간프리즘(Space-Time Prism), 정거정과활동꾸러미(station and activity bunch) 기법이 대표적으로 연구되어 있으나, 해외와는 달리 국내 시스템에 이러한 3차원 시공간 가시화 기법이 적극적으로 도입되는 사례는 찾기 어려우며, 2차원 평면 지도 위에 한정된 방법으로 가시화 하는 것이 대부분이며, 본 기술개발연구를 통해 이종의 이동체들을 통합적으로 가시화할 수 있는 다양한 기법을 개발

3) 국내외 연구에서는 특정 이동체에 대한 패턴분석 및 예측 모델 기반 분석기법이 개발되어 있으나, 본 기술개발연구에서는 이종(異種)의 단말기 및 특성이 다른 이동객체들 간의 패턴을 분석하는 새로운 기술을 개발하므로 기존 국내외 기술은 정량적 비교대상이 아님

4) 국내의 경우 통신사별로 기지국단위로 집계된 데이터를 일부 지자체나 통계청과 협업하여 제한된 공간단위(서울시의 경우 집계구와 동단위, 통계청의 경우 행정동단위로 서비스 예정)로 서비스를 시작하는 단계인 반면, 해외의 경우 우리나라보다 더 작은 단위로 데이터를 집계하여 공개하고 있지 않아 해외의 경우 (-)로 표기하였음

5) 빅데이타 분석에서 텍스트를 이용한 감성정보 분석은 있었지만 이미지데이타와 텍스트데이타를 융합한 감성정보 분석은 연구를 진행해야 하는 초기 단계이며, 특히 이를 공간정보 분야와 연계하여 다양한 지역별 특성을 분석하는 것은 초기 연구 단계이므로 (-)로 표기하였음

6) 고정체 위치기반 패턴분석 정확도에 대한 기준이 국내에 없음. 본 연구개발을 통해 국내외를 포괄하는 표준이 정의되고 이에 따른 정확도가 측정되어야 하므로, 국내 최고 수준을 설정할 수 없어 (-)로 표기함

(5) 개발목표의 설정근거

○ (구성기술 2-2-1) 이동체 동적정보 수집 및 예측

- (이동체 위치정보 연계 속도) 현재 위치에 대한 이동객체는 비교적 빠르게 수집·연계할 수 있으나, 방대한 수의 이동객체를 수집·연계할 때에는 위치가 변화한 객체만을 대상으로 최소 5초이하의 빠른 속도를 보장하여야 함

- (이동체 위치정보 표현 개수) 현재 이동체에 대한 표현은 현재위치 및 과거궤적을 가시화하는 수준에 머물러 있으며, 최신 Visual Analysis기술을 이용하여 최소 5가지 이상의 표현기법을 제시

○ (구성기술 2-2-2) 인간중심의 공간정보 취득 및 분석

- (유동인구 추정 정확도) 현재 유동인구의 추정은 통신사별 기지국 데이터와 통신사의 점유율 기준으로 산출됨. 유동인구 추정에 지하철, 버스, 택스, 공유 퍼스널 모빌리티 등의 데이터, 토지이용데이터 등을 중첩하여 추정의 정확도를 높이도록 함

- (유동인구 서비스 제공 공간유형) 현재 유동인구 데이터는 통신사별로 100미터 그리드, 서울시의 생활인구는 집계구 단위, 통계청은 시군구단위로 제공하고 있음. 유동인구 서비스 제공단위는 도로별, 블록별등 토지이용이 유사한 유형별로 다양한 단위로 제공될 필요가 있음

- (개인감성정보의 위치정보 연계율) SNS데이터, 민원데이터, 불편신고 데이터 등에서 처음부터 위치기반으로 데이터가 수집되는 경우를 제외하고, 위치기반으로 수집되지 않는 데이터에서 위치기반으로 정보가 연계되는 비율은 매우 낮음. 예를 들면 텍스트기반 SNS인 트윗데이터의 경우 위치정보가 있는 트윗은 1%미만이며, 인스타그램의 경우 위치정보를 제공하지 않음

- 이들 데이터에서 위치를 추정하고 연계하는 것은 현재는 매우 낮은 비율로 위치정보와 연계되는 감성정보의 비율을 높이도록 함

- (위치기반 감성정보 예측 정확도) 개인의 감성정보, 유동인구 정보 등은 한 시점의 정보가 아닌 시계열적인 정보임. 이들 관련 데이터를 시계열 데이터를 구축하고, 위치기반 예측정확도를 90% 이상 확보하도록 함

○ (구성기술 2-2-3) IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

- (동적/정적정보 초연결 표준정의)oneM2M은 2012년 1월 한국의 TTA와 북미의 ATIS, TIA, 유럽 ETSI, 일본ARIB, TTC, 중국CCSA 등 7개 표준 개발 기관 주도로 표준 협의체 설립[129)]

129) 사물인터넷 플랫폼 기술 및 국제 표준화 동향, 이우섭, 2015

- M2M 서비스 계층의 공통 아키텍처 및 인터페이스 프로토콜 관련 국제 표준을 개발하여 서비스 플랫폼 간 상호 연동 및 운용이 가능한 M2M/IoT 서비스 개발을 가능하게 함. 전세계 적으로 M2M/IoT 시장 확대 및 활성화를 도모하기 위한 목적을 가지고 표준 개발을 추진중
- (동적/정적정보 초연결 표준정의)OGC SensorThings API는 웹을 통해 사물 인터넷 (IoT) 장치, 데이터 및 응용 프로그램을 상호 연결하는 개방적이고 통합된 방법을 제공. OGC SensorThings API는 두 가지 주요 기능을 제공하며 1부는 Sensing으로 이기종 IoT 센서 시스템의 관찰 및 메타데이터를 관리하고 검색하는 표준 방법을 제공하며 2부 Tasking Core는 센서 또는 actuators 와 같은 작업 가능한 IoT 장치의 매개변수를 지정하는 표준방법을 제공
- (Massive Data Transaction/Driver) 4차 산업혁명의 핵심인 스마트시티, 스마트팩토리 사업을 위해서는 데이터 보안을 위한 사물인터넷(IoT)과 블록체인 결합이 중요하며 실시간 처리 및 연계를 위해서는 2000TPS 성능이 필요함. 윤심 삼성SDS 부사장은 현재 블록체인 성능(1000TPS)으로 사물인터넷(IoT) 시장의 방대한 데이터를 처리하는데 무리가 있다고 주장(출처 : news1, 삼성SDS "現 블록체인 성능, 방대한 데이터 처리에 무리") 현재 블록체인 최고 TPS가 1000정도이고 글로벌 신용카드사 비자의 경우 평균 2000TPS의 성능을 구현하고 있음

3.7 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

○ 기존 연구는 이동체에 대한 단일 위치정보를 생산하는 기술이나 단일 서비스에서 활용하는 기술들을 다루고 있으나, 본 연구에서는 다수의 서비스에서 제공되는 위치정보를 통합적으로 연계하여 분석 및 가시화

- 다수의 서비스에서 생산된 다양한 이동체들의 특성을 기반으로 이동경로들의 통합분석, 시계열 분석 및 최적 가시화 기술을 통해 위치 정보에 대한 사용자 가독성 및 해독성을 증대하고 신속한 정책 의사결정을 지원

○ 기존 연구에서 비정형의 소셜 빅데이터 분석 연구가 이루어졌으나 소셜빅데이터의 위치연계는 텍스트의 장소명 중심 연계로 제한적이며, 소셜 빅데이터 분석도 텍스트 분석에 치우침

- 위치기반으로 수집되지 않는 소셜미디어데이터 및 민원데이터 등에서 위치정보 연계비율을 높이는 것은 핵심기술임. 또한 소셜미디어 사용에 있어 최근에는 텍스트보다 사진이나 동영상 등의 매체가 증가하고 있어 AI기반 이미지데이터 분석기술을 융합하여 활용할 필요성이 증대됨

〈표 7-70〉 동적 정보 초연결 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

선행과제명	사업지원기관 (연구기간)	주요 연구 내용	구성기술과의 차별성·연계성
대규모 실시간 비디오 분석에 의한 전역적 다중 관심객체 추적 및 상황예측 기술 개발	과학기술정보 통신부 (2014~2024)	• 대규모 실시간 영상을 대상으로 위험상황의 실시간 대응을 위한 전역적 다중 관심객체/이상 행동 분석 및 인물 식별에 의한 개인영상정보 보호 기술 개발	〈차별성·연계성〉 • 유사과제는 단일 카메라를 이용한 관심객체 이상행동 분석 및 식별 기술을 개발하는 반면, 본 과제는 유사과제의 기술로 획득되는 위치정보를 포함하여 다양한 플랫폼과 방법으로 수집되는 위치정보를 연계하여 위치정보의 관리 및 표현, 분석으로 확장 가능
안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범기술개발	국토교통부 (2014-2019)	• 안전한 국민생활을 위한 사회안전망 구축을 지원할 수 있는 공간정보 기반 지능형 방범 서비스 개발 및 실증지구 구축 - 정밀위치결정기술 및 지원서비스 기술개발 - 공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술개발 - 지능형방범 실증지구 구축 및 운영	〈차별성·연계성〉 • 유사과제는 상황정보 추출을 위해 개발 중인 스테레오 동영상을 활용한 이동객체 탐지 기술에 관한 내용이며, 본 과제는 유사과제의 기술로 획득되는 위치정보 및 다양한 플랫폼에서 수집되는 위치정보를 연계하여 통합적으로 관리·분석·표현이 가능
IoT 기반 건설현장 실시간 위치추적 및 영상 안전관제 시스템	(2016~2018)	• 건설현장에서 발생할 수 있는 안전사고에 대해 위치정보와 영상정보를 활용하여 위험요소를 분석하고 다양한 서비스 모델 개발을 통해 작업자 및 관리자에게 위험경고 및 메시지를 전송하는 “IoT 기반 건설현장 실시간 위치추적 및 영상 관제 시스템”을 개발	〈기존과제의 한계〉 • 유사과제는 Position AP등의 다양한 위치측위 디바이스와 위치추적 CCTV모듈 등을 통해 건설현장의 위치정보를 추적하고 있으나 현재위치의 추적만을 다루고 있음. 〈차별성·연계성〉 • 본 연구에서는 단순한 위치추적 뿐 아니라 시계열 분석을 제공하며, 2/3차원의 가시적 분석기술을 개발하여 위치정보에 대한 해석에 초점을 맞춤
자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신기술 개발	국토교통부 (2018~2021)	• 자율주행차 지원을 위한 실시간 도로변화 정보 신속수집·갱신·공유를 위한 요소기술들을 개발하고, 공용/비공용 테스트베드 운영을 통해 완성도를 검증	〈기존과제의 한계〉 • 유사과제는 자율주행을 지원하기위해 도로변화 등을 수집갱신하는 기술을 개발하고 있으나, 돌발상황에 대비하기 위해서는 자율주행차에 인접해 있는 다양한 이동체의 위치 및 이동예측 정보가 필요함 〈차별성·연계성〉 • 본 연구에서 연계하는 다양한 위치정보와 유사과제에서 취득되는 도로변화 수집정보가 결합되면 보다 안전한 자율주행 알고리즘 개발이 가능

선행과제명	사업지원기관 (연구기간)	주요 연구 내용	구성기술과의 차별성·연계성
국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발	국토교통부 (2014~2019)	• 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터의 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 위한 핵심 기술 개발 및 플랫폼 지원 기술 개발	〈기존과제의 한계〉 • 위치기반으로 수집되지 않은 SNS데이터의 경우 위치정보 연계는 텍스트의 장소명을 활용하는 수준에 그침 • SNS데이터 분석이 텍스트기반 분석에 그침 〈차별성·연계성〉 • 위치기반으로 수집되지 않은 SNS데이터의 위치정보 추정을 위해 사용자별 게시정보의 시공간 정보 특성, 타 SNS와의 연계, 텍스트기반 장소추정 뿐 아니라 사용자가 게시한 사진/동영상 기반 위치추정 알고리즘 개발 • 최근 SNS 나 시민이 게시하는 불편이나 민원신고에 이미지 데이터가 증가함. SNS에 게시된 이미지 특성 분석 및 이에 관련된 분석기술 개발. 텍스트와 이미지 융합분석 기술 개발
디지털 트윈을 이용한 스마트시티 서비스 가상화 기술 개발	국토교통부 (2018~2021)	▪ 스마트 시티를 구성하는 도시기반 시설을 디지털화하고 IoT 기반 실시간 수집데이터와 동기화를 통한 도시운영효율성 향상을 위한 가상화 플랫폼 기술 개발	〈기존과제의 한계〉 • 현실세계 지형지물 및 분석대상물에 설치된 센서로부터 수집되는 실시간 데이터 분석 기술을 개발 〈차별성·연계성〉 • 현실세계와 동일한 3차원 가상세계를 디지털 공간에 모델링 • IoT는 물론, 드론, 차량, CCTV, 행정정보시스템 등의 데이터를 실시간 연동하는 수준의 디지털 트윈 기술을 개발
공간지능을 위한 IoT 사물 간 자율협업 기술개발	과학기술정보통신부 (2017~2018)	▪ 동적 IoT 공간에서 분산지능 사물들이 공간의 변화 및 사용자의 의도를 파악하고 최적의 서비스를 제공하기 위해 자율적으로 협업 방법을 학습 및 최적화시키는 공간지능 자가 적응 핵심 기술 개발	〈기존과제의 한계〉 • 사물이 실시간 수집한 국지적 데이터를 이용하여 주변 상황을 인지하고 대응하기 위한 학습기술을 개발 〈차별성·연계성〉 • 불특정 다수의 사물이 수집한 (동)영상, 점 군(point cloud) 데이터를 이용하여 현실세계와 동일한 국토범위의 3차원 가상공간을 구현 • IoT 기술 등을 이용하여 실시간 수집되는 데이터를 연계하는 기술을 개발

선행과제명	사업지원기관 (연구기간)	주요 연구 내용	구성기술과의 차별성·연계성
세계최고 수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증	국토교통부 (2017~2021)	▪ 사용자 참여형 자료 기반 실내공간정보 자동/반자동 구축 및 생성 기술 개발, 저비용·고정밀 정형·비정형 형상 정보 구축 자동화 기술개발 - 저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신기술 개발 - 실내공간정보 활용지원기술개발 - 실내공간정보 테스트베드 구축 및 실증	〈기존과제의 한계〉 • 실내 공간정보 DB 구축 기술만을 개발 〈차별성·연계성〉 • 실내공간정보 활용지원을 위해 개발 중인 사용자 참여기반 실내공간정보 DB 구축 기술과 뷰어 플러그인 개발 등은 연계 가능 • 실내외 사물 공간정보 데이터의 실시간 속성 연계 통합 기술을 개발

3.8 민간기술과의 차별성·연계성

□ 이동체 동적 정보 수집 및 분석과 관련하여 유사기술을 보유한 민간업체에서는 단일 플랫폼으로부터 수집된 위치정보를 대부분 2차원 평면에 가시화하는 등 제한적으로 활용

○ 본 연구에서는 다양한 플랫폼으로부터 생산되는 위치정보를 연계하여 통합적으로 연계·분석하는 기술을 개발

○ 다양한 위치정보의 시계열 특성과 위치맥락, 위치정보 간 상호관계성을 통합적으로 분석하고, 이를 해석하는 사용자에게 다각적인 관점을 제공하기 위해 다양한 Visual Analysis를 제공

〈표 7-71〉 이동체 동적정보 수집 및 예측의 민간기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	이동체 위치정보 연계/수집/가공 효율화	• SK broad band	• 중장비, 관용차량, 배달차량, 개인용 이동장비 등의 다양한 LBS 단말을 통해 수집되는 위치정보를 이용하여 정밀한 이동체 모니터링 제공	〈기존 기술의 한계〉 • 해당 기술에서는 LBS 단말만을 활용하여 이동체의 위치정보를 수집함 〈차별성·연계성〉 • 본 연구에서는 LBS 단말 등에서 획득한 위치정보를 연계활용 • 본 과제에서는 LBS 단말과 같이 위치정보를 직접 구축하지 않는 CCTV, RFID, 센서 등의 디바이스와 연계하고, 위치정보와 매칭하여 다양한 이동체의 위치정도 데이터를 활용함
2	이동체 동적정보 상황 맞춤형 표현 및 시각화	• LG 히다찌	• 사람과 사물의 동선을 LiDAR방식으로 센싱하여 위치정보를 데이터화하고 시각화하는 솔루션	〈기존 기술의 한계〉 • 해당기술은 탐지한 이동체에 대한 상시 트래킹을 통해 실시간궤적표시, 궤적 중첩도표시, 히트맵을 제공하나, 2차원 지도화면만을 제공하는 한계점을 지님

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
				〈차별성·연계성〉 • 기존 민간기술에서 제공하는 실시간궤적표시, 궤적 중첩도표시, 히트맵 등의 다양한 2차원 지도표출 기능을 활용 • 본 과제에서는 각 이동체 간의 위치관계 및 시계열 분석을 제공하며 특히, 이동체의 움직임이 의미하는 맥락정보를 도출하여 다양한 Visual Analysis 기법으로 2/3차원 지도화면에 표출
3	이동체 위치정보 최적 탐색 및 예측 분석	• 그래비티	• 사용자 주변 와이파이 신호를 분석해 실내 위치를 측위하고, 모바일앱이용자의 오프라인 행동 분석 뿐 아니라 행동 패턴에 기반한 마케팅 및 LBS 구현	〈기존기술의 한계〉 • 유사기술은 가상 비콘 기반의 실내측위기술과 WPS(Wi-Fi Positioning System)을 결합하여 위치정보를 측위하며, 지오펜싱 기반으로 단일 사용자의 현재 행동을 분석 〈차별성·연계성〉 • 단일 사용자의 현재 위치에 대한 분석기술 적용 가능 • 본 과제에서는 현재의 위치뿐 아니라 이동체의 시계열 위치정보를 분석하고, 다양한 종류의 이동체 간의 상호연관성 및 Trajectory 패턴을 기반으로 통합 분석을 수행

□ 토지이용등 맥락특성을 고려한 유동인구 추정 및 소셜미디어 데이터의 위치연계 확대, 사진 등 이미지정보를 포함한 소셜미디어 데이터 분석

○ 유동인구 추정은 통신사별 기지국 데이터에 기반하며, 토지 이용 등 맥락 정보에 대한 특성없이 일정 격자 간격으로 데이터를 가공함

- 유동인구 추정을 위해 통신사별 기지국 데이터 뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 공유 모빌리티 등 이동정보와 추정되는 공간의 토지이용특성 (예를 들면 도로별, 블록별 특성 등)을 고려한 추정을 할 수 있음

○ 소셜미디어데이터 분석에 감성분석등이 이뤄지고 있지만 위치정보와 연계한 분석이 미흡하며, 사용자가 게시한 사진을 함께 분석하고 있지 못함

- 감성분석에 위치정보와 연계하여 지역별 차이를 분석할 수 있으며, 기존의 텍스트중심 분석에서 사진등 이미지 분석, 텍스트분석과 이미지분석, 위치기반 분석을 융합하여 소셜미디어 데이터나 개인 감성정보 분석의 정확도를 높일 수 있음

〈표 7-72〉 인간중심의 공간정보 취득 및 분석 관련 민간기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	사람 이동정보 획득 및 위치정보 연계 기술	• KT	• 통신가입자의 기지국단위로 수집된 실시간 이동데이터를 100미터 격자단위로 가공처리하여 성별, 연령대별, 시간대별 데이터 구축	〈기존 기술의 한계〉 • 개별 통신사가 보유한 기지국 데이터에 기반하여 유동인구를 추정하며, 추정되는 지역의 상세한 특성을 반영하지 못함. 〈차별성·연계성〉 • 통신사의 데이터 연계활용 • 본 과제에서는 통신기반 데이터 뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 자가용, 퍼스널 모빌리티 데이터를 연계하고, 추정되는 공간단위는 도로별, 블록별 등 토지이용의 특성을 고려하여 추정하도록 함
2	사람 이동정보 획득 및 위치정보 연계 기술	• SKT	• 통신가입자의 기지국단위로 수집된 실시간 이동데이터를 50미터 격자단위로 가공처리하여 성별, 연령대별, 시간대별 데이터 구축	〈기존 기술의 한계〉 • 개별 통신사가 보유한 기지국 데이터에 기반하여 유동인구를 추정하며, 추정되는 지역의 상세한 특성을 반영하지 못함. 〈차별성·연계성〉 • 통신사의 데이터 연계활용 • 본 과제에서는 통신기반 데이터 뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 자가용, 퍼스널 모빌리티 데이터를 연계하고, 추정되는 공간단위는 도로별, 블록별 등 토지이용의 특성을 고려하여 추정하도록 함
3	개인의 감성정보 획득 및 위치정보 연계기술	• 다음소프트	• 다양한 유형의 소셜미디어데이터를 수집하고, 텍스트 기반으로 선호도, 감성등을 분석	〈기존 기술의 한계〉 • 위치기반 분석이 매우 미흡하며, 분석한다 하더라도 분석의 공간단위가 매우 작음. 〈차별성·연계성〉 • 텍스트기반 분석방법론이나 감성분석 방법론, 감성분석을 위한 텍스트 정보 등 활용 가능 • 본 과제에서는 소셜미디어데이터의 위치추정 및 위치연계 비율을 향상시키고, 소셜미디어데이터의 텍스트분석 뿐 아니라 사진, 동영상 등 이미지 분석을 연계하여 분석실시

□ 3차원 공간정보와 IoT 센서정보가 융합된 건물에너지관리시스템(BEMS)

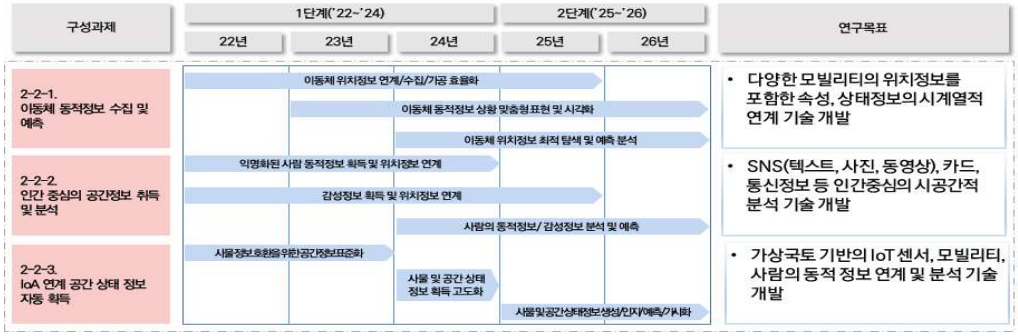
○ 고정밀 3차원 공간정보와 IoT 센서정보가 융합된 다양한 서비스가 제공되고 있는 반면에 공간정보와 센서정보의 표준 통합 방식의 부재로 서비스 생산 프로세스 효율성이 낮음

- 기존 R&D로 개발된 기술을 활용하여 국내외 표준 분석 및 재정의를 통한 연계 표준을 재정의하고 통합 플랫폼 개발을 함으로써 세계적 선도 기술 확보
- 에너지절약을 위한 기술은 2017년부터 현재까지 중요한 정부 정책으로 자리매김했으며 10,000㎡ 이상 건물은 BEMS설치가 의무화되었음. 구성기술 2-2-3을 연구개발하여 3차원 공간정보가 융합된 BEMS의 빠른 확장을 통한 국가적 에너지 관리 효율성 증대가 기대됨

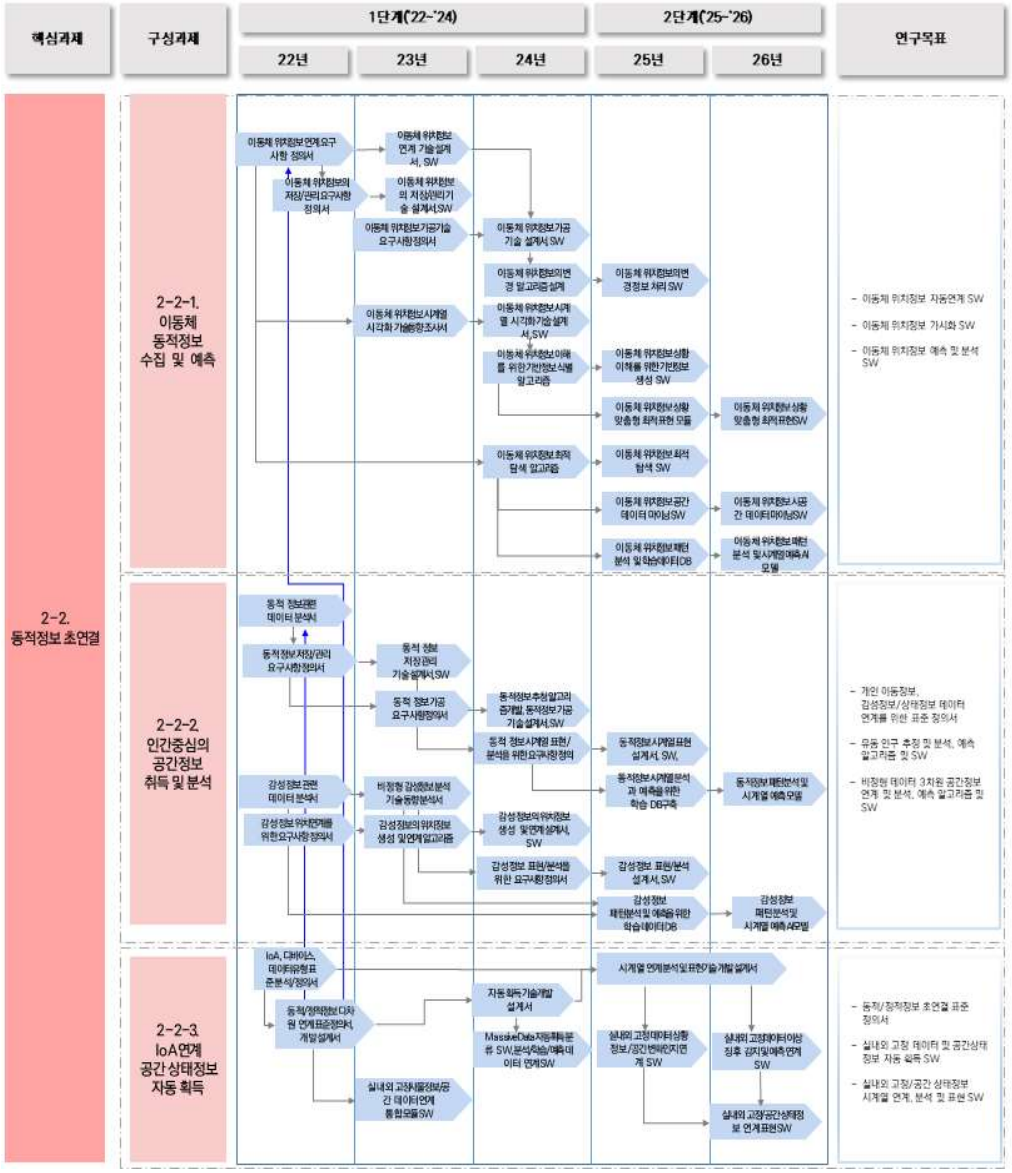
〈표 7-73〉 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득 관련 민간기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	IoT연계 공간 상태정보 자동 획득 기술 개발	• (주)엔텔스 • 공간정보기술(주)	• IoT 국제표준기반 oneM2M 사물인터넷 공통플랫폼기술 • IoT / 3차원 공간정보 연계 빌딩에너지관리 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 사물인터넷 / 공간정보 각각의 표준에 맞는 기술로 개발되어져 있음 • 시스템 구축을 할 때마다 데이터 스키마 정의 / 통신프로토콜 정의에 따른 자원소모 • 확장성, 재구축비용에 대한 제한이 있음 〈차별성·연계성〉 • 기존 R&D로 개발된 각각의 표준에 맞는 기술을 활용한 연계 표준 재정의 및 통합 플랫폼 개발 • 분석/학습/예측 데이터 연계기술 개발을 통한 4차산업혁명, 가상국토 구축과 미래의 사물/공간기반 신산업 기본기술 확보

3.9 과제추진 및 기술성과 로드맵



[그림 7-68] 동적정보 초연결의 과제추진 로드맵



[그림 7-69] 동적정보 초연결 성과 로드맵

3.10 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

(1) 연도별 소요예산

○ 총액 360.26억원, 국고보조금 270.19억원, 민간 자본금 90.07억원으로 구성

(단위: 백만원, 개)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계	과제 수
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	국고	1,042	2,123	2,605	2,412	1,467	9,649	3
	민자	347	708	868	804	489	3,216	
	총액	1,389	2,831	3,473	3,216	1,956	12,865	
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 취득 및 분석	국고	923	1,880	2,308	2,137	1,299	8,547	2
	민자	308	627	769	712	433	2,849	
	총액	1,231	2,507	3,077	2,849	1,732	11,396	
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	국고	953	1,941	2,382	2,206	1,341	8,823	3
	민자	318	647	794	735	447	2,941	
	총액	1,271	2,588	3,176	2,941	1,788	11,764	
합계	국고	2,918	5,944	7,295	6,755	4,107	27,019	8
	민자	973	1,981	2,432	2,252	1,369	9,007	
	총액	3,891	7,925	9,727	9,007	5,476	36,026	

○ 직접비(인건비)

(단위: 백만원)

구성기술	'22	'23	'24	'25	'26	계
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	404	786	929	845	559	3,523
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 취득 및 분석	353	674	836	803	506	3,172
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	373	694	908	824	506	3,305
합계	1,130	2,154	2,673	2,472	1,571	10,000

○ 소요 인력

(단위: 명)

구성기술	구분	’22	’23	’24	’25	’26	계
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	책임급	3	6	7	6	4	26
	선임급	4	7	8	7	5	31
	원급	8	16	19	18	11	72
	소계	15	29	34	31	20	129
2-2-2. 인간 중심의 공간 정보 취득 및 분석	책임급	3	5	6	6	4	24
	선임급	3	6	7	7	4	27
	원급	7	14	18	16	10	65
	소계	13	25	31	29	18	116
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	책임급	3	5	7	6	4	25
	선임급	3	6	8	7	4	28
	원급	8	15	18	17	10	68
	소계	14	26	33	30	18	121
합계		42	80	98	90	56	366

○ 직접비(인건비 제외)

(단위: 백만원)

구분	’22	’23	’24	’25	’26	계
연구장비·재료비	541	1,197	1,450	1,344	774	5,306
연구활동비	479	1,061	1,286	1,191	687	4,704
연구수당	227	431	535	495	314	2,002
합계	1,247	2,689	3,271	3,030	1,775	12,012

○ 간접비

(단위: 백만원)

구분	’22	’23	’24	’25	’26	계
간접비	541	1,102	1,352	1,252	761	5,008

○ 설정근거

〈NTIS 대표 유사과제〉

o 구성기술 2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측

- 차세대 지능형 공항시스템 개발, 4,800백만원/년, 국토해양부
- 호남권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업, 3,365백만원/년, 과학기술정보통신부
- 무인이동체기반 접근취약 철도시설물 자동화점검시스템 개발, 2,210백만원/년, 국토교통부

o 구성기술 2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석

- 교통/비교통데이터 활용을 위한 공공, 민간 상생형 교통플랫폼 개발, 3,091백만원/년, 국토교통부
- 국토관측센서 기반 수재해 정보 플랫폼 기술 개발, 2,309백만원/년, 국토교통부
- 실시간 위치추적 기술 개발, 2,200백만원/년, 지식경제부

o 구성기술 2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득

- 교통플랫폼 기반 신규 교통서비스 솔루션 개발, 2,640백만원/년, 국토교통부
- (지능정보-3세부) 사용자의 의도와 맥락을 이해하는 지능형 인터랙션 기술 연구개발, 2,595백만원/년, 과학기술정보통신부
- 건물 에너지 효율화를 위한 행위 모니터링 및 제어기술, 2,500백만원/년, 지식경제부

〈비목별 소요예산 산정근거〉

o 인건비는 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업기간을 고려하여 산출

- 인건비의 단가는 2020년 학술용역단가(참여율 50%)에 최근 5년('15~'19)의 소비자 물가지수 상승률의 평균인 1.1을 반영

o 연구장비·재료비와 연구활동비의 규모는 기존유사사업인 국토공간정보연구사업의 예산 비중을 고려하여 산정

- 3천만원 이상 연구장비는 실제 구축 가격을 반영하였으며, 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 47:53

o 연구수당의 규모는 국가연구개발 관리등에 관한 규정에 따라 인건비의 20% 이내로 산정

o 간접비의 규모는 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준*의 평균을 산출하여 직접비의 22.8% 이내로 산정

* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2017-37호, 시행 2017.12.29.)

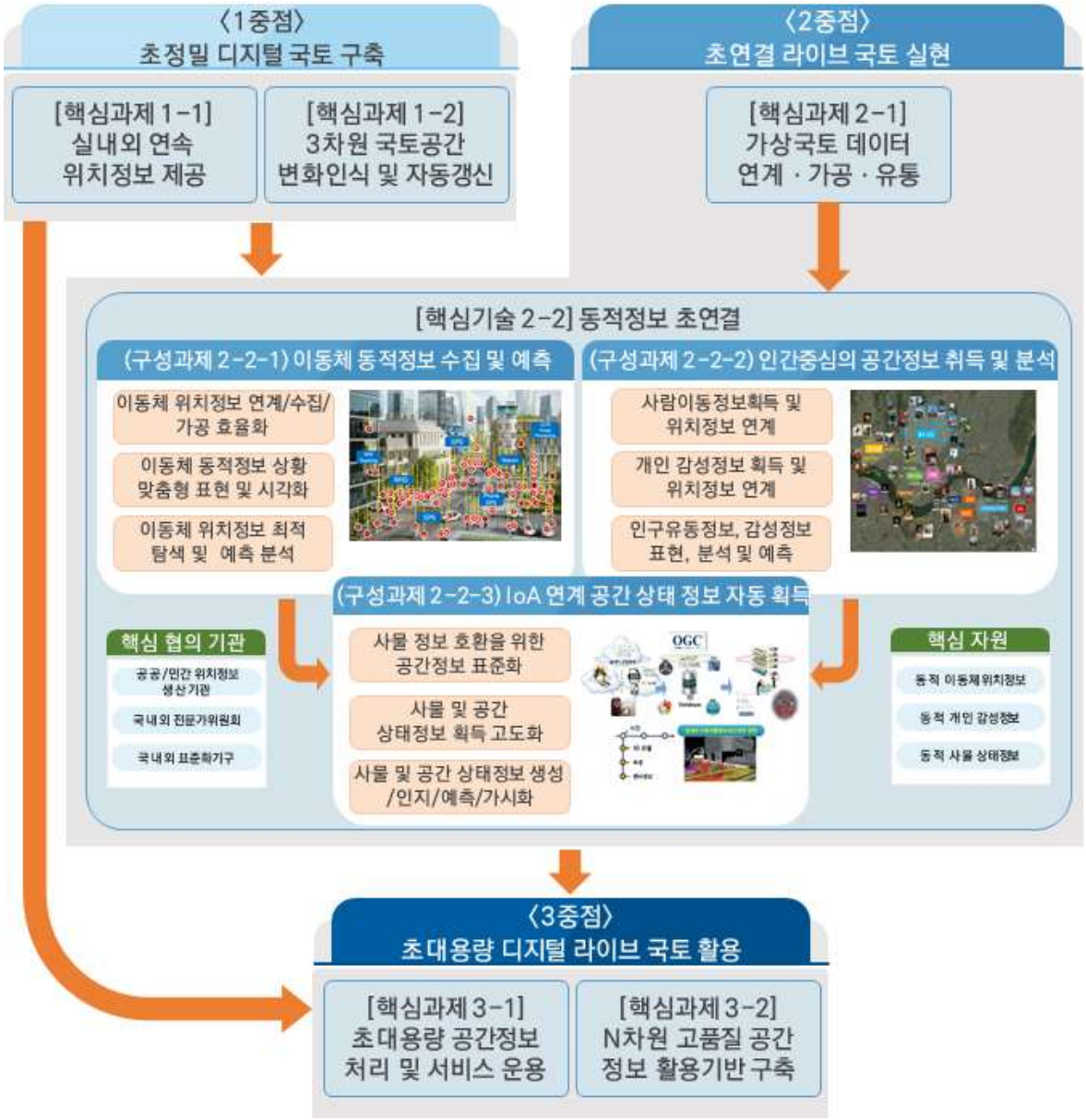
【연임금(참여율 50%)】

(단위: 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
책임급	39,614,092	40,049,844	40,490,389	40,935,780	41,386,070
선임급	30,375,559	30,709,687	31,047,491	31,389,011	31,734,288
원급	20,427,690	20,652,393	20,879,568	21,109,241	21,341,441

3.11 추진체계 및 대내외 협력방안

(1) 추진체계도



[그림 7-70] 동적정보 초연결 추진체계

(2) 협력방안

○ 위치정보 연계 수집을 위한 협의체 구축

- 공공에서 수집되는 다양한 위치정보의 연계를 위해 공유 이동수단, 대중 교통수단 등 위치정보를 생산하는 플랫폼을 가진 공공기관과 긴밀한 협조체계 구축
- 통신사에서 수집되는 통신기반 유동인구 데이터 수집을 위해 관련 민간기관과 협조체계 구축, 서울시의 생활인구, 통계청의 통신기반 유동인구 데이터 수집을 위해 관련 공공기관과 협조체계 구축

- 지자체 혹은 기관별로 수집되는 시민 불편신고, 민원신고 데이터의 협조를 위한 관련기관과의 협조체계 구축
- 또한 초고층 건물 및 복합건축물에서 설치된 센서의 위치정보 획득과 개인의 위치측정 플랫폼의 위치정보 활용을 위해 민간분야에 대해서도 긴밀한 협조체계를 구축

※ 위치정보 연계 수집을 위한 관련 협의체 와 협조가 필요한 DB예시 : 국토교통부 교통정보 공개서비스 (교통량 DB), 국토교통부 택시운행정보 (택시운행 DB), 한국인터넷 진흥원 지하철 위치 측위시스템 (역사내 위치정보), 지방자치단체 BIS시스템 (버스 위치정보), 지방자치단체 공유이동수단 관리시스템(공유이동수단), 지방자치단체의 민원서비스 및 불편신고 데이터, 다음 카카오택시 (택시 위치정보), SKT 및 KT의 기지국 기반 유동인구 데이터, 초고층복합건물 재난대응관리시스템의 재실자탐지, CCTV, RFID (실내사람 위치정보), 개인위치 측위플랫폼 (개인/동물 위치정보), 신용카드사 (카드사용정보)

○ 위치정보 주요 활용처(관산학연)를 대상으로 Visual Analysis 및 최적 표현을 위한 요구사항 수렴

- 위치정보에 대한 Visual Analysis는 지방자치단체나 중앙부처의 주요 정책결정을 지원하기 위한 중요 수단으로 제공될 수 있으므로, 주요 활용처의 요구사항을 적극 수렴하고 활용사례 세미나 등을 개최
- 민원데이터 분석을 통해 도시관리의 효율성과 예산절감등의 효과를 본 활용사례 발굴 및 홍보 세미나, 관련기관 요구사항 분석
- 소셜미디어데이터 분석을 현업에 성공적으로 활용하고 있는 재난분야, 관광분야 등의 활용사례 발굴 및 홍보 세미나, 관련기관 요구사항 분석

※ 요구사항 분석을 위한 관련 기관 예시 : 국토교통부, 해양수산부, 지방자치단체, ITS센터, 스마트시티운영센터, 국립재난안전연구원, 소방서, 질병관리본부, 국토연구원, 지도포털서비스업체, LH등

○ 최신 AI기술과 동적정보 분석 및 예측 등 주요 알고리즘 개발을 위해 대학 및 연구원과 공동과제 수행

- 위치정보 탐색 및 예측을 위한 최신기술 적용 및 학문적 기반을 마련하기 위해 정부출연연구원 및 각 대학 연구소의 협력체계 구축
- 소셜미디어데이터 분석에 사진, 동영상 등 이미지데이터 분석 기술 적용을 위해 관련분야 전문가와의 협력체계 구축

○ IoT연계 공간 상태정보 자동 획득 기술 개발을 위한 사물인터넷(IoT)/공간정보 분야 전문가 협업체계 구축

- (국외) SensorThings API 저자들, Open Geospatial Consortium(OGC) 관계자
- (국내) ETRI(사물인터넷 플랫폼), 국토지리정보원(3차원 데이터), 한국국토정보공사(디지털트윈 플랫폼), 공간정보업체, IoT 업체, 대학 등

※ IoT 관련 협력기관 및 협력내용 예시 : SensorThings API관계자 (기존 SensorThings API내용 자문 및 국내외 연계 기술 협업), Open Geospatial Consortium(OGC) 관계자 (핵심기술 OGC국제표준 등록을 위한 협업)

※ 한국전자통신연구원(사물인터넷 플랫폼 기술공유 및 공동연구), 국토지리정보원 (구축된 LOD3-LOD4 수준의 3차원 데이터 지원), 한국국토정보공사 (디지털트윈 플랫폼 기술공유 및 공동연구), 공간정보업체 (공간정보 및 IoT 표준연계 핵심기술 공동연구), IoT 업체(IoT기술 및 공간정보 표준연계 핵심기술 공동연구), 대학 (사물인터넷/AI/공간정보 단위기술 공동연구)

3.12 위험요인 및 해결방안

〈표 7-74〉 동적정보 초연결의 위험요인 및 해결방안

핵심기술	위험요인	해결방안
동적정보 초연결 기술 개발	• 다양한 플랫폼의 위치정보를 연계하기 위해서는 개방정보 뿐 아니라 개방되지 않은 위치정보의 활용을 위해 공공/민간 등의 다양한 기관의 협조가 필요	• 위치정보 공유 협의체를 구축하여 위치정보 공유 공감대를 형성하고, 이를 활용하고 분석할 수 있는 플랫폼을 제공하여 위치공유를 독려
	• 다양한 플랫폼의 위치정보를 연계하는 경우, 데이터 포맷 및 메타데이터의 불일치 발생	• 핵심이 되는 위치정보는 모든 플랫폼에서 다루고 있으므로 이러한 핵심 위치정보를 관리할 수 있는 자료구조를 정의하여 변환 및 저장
	• 개인 위치정보의 활용을 위한 법률적 제약으로 원할한 위치정보 획득에 장애 가능	• 추진중인 데이터3법에 대한 지속적인 모니터링 및 해당 법률을 활용한 방어전략 수립 • 데이터 암호화 등의 기술 적용하여 정보의 안정성을 높이고 개인을 식별할 수 없도록 위치정보 저장스키마 설계
	• 다양한 분야(사물인터넷, 공간정보) 전문가들의 협력이 필요	• 연구 초기단계부터 협력체계를 구축하여 사업진행
	• 실내외 각종 IoT 센서에서 들어오는 데이터 보안문제 존재	• 사물인터넷(IoT)과 블록체인의 결합을 통한 데이터 신뢰도 확보
	• 상용화 서비스를 위한 데이터 통신속도 미달	• 전문가들이 말하는 상용화 서비스를 하기 위한 속도인 2000TPS 수준으로 연구목표 설정
	• 개발 기술 및 구축 DB의 활용분야 적용가능성 미흡	• 테스트베드 구축 및 성과물 검증을 통해 활용가능성 증대

3.13 실용화 전략

(1) 기존 실용화 사례

○ 위치정보 데이터(Wi-Fi AP)를 이용한 차세대 실내 위치기반 서비스 제공(2019.12)

- 제 4차 산업혁명 시대에 핵심자원으로 위치정보 활용이 중요시됨에 따라, 실내 측위에 주로 활용되는 Wi-Fi AP(Access Point)를 활용한 차세대 실내 위치기반 서비스를 제공
- 방송통신위원회와 한국인터넷진흥원은 긴급구조 지원 목적으로 구축한 전국 890개 실내 지하철 역사에 설치된 Wi-Fi AP DB를 민간에 개방함
- 측위 성능 신뢰도 80%이내, 오차범위 30m 이내의 목표로 구축

○ 부산항만공사는 '한국형 e-내비게이션'을 부산항에 접목하여 효과를 검증(2019.11.26.)

- 부산항에 입항한 선박 위치 정보와 컨테이너 터미널 선석 정보를 공유해 선박이 대기하는 시간을 대폭 줄일 수 잇는 예측 모델을 개발
- 항만공사가 2019년 상반기 부산항에 입항한 모든 선박을 대상으로 시뮬레이션 한 결과, 대기시간이 98분 단축되는 것으로 확인하였으며, 이에 따른 부수적인 효과로 미세먼지 발생량이 감소
- 항만공사는 2020년에 본격적으로 실용화 계획임

○ 미국 뉴욕시, 시카고시 등에서 시민 불편신고 신고 데이터를 위치기반으로 지속적으로 수집하여 주거환경 문제 해결등 도시관리에 선제적으로 대응하여 성공

- 시민불편신고에 대한 개별적 대응이 아닌 지속적인 데이터 구축 및 분석, 예측을 통해 선제적으로 대응
- 시카고시의 경우 민원 감소 및 예산절감, 해당부서 인력 절감등의 구체적 효과를 검증

○ 2018-2019년도 NIPA 연구사업을 통한 수원시 사물인터넷기반 스마트 빌딩 시스템 구축((주)엔텔스, 공간정보기술(주))

- 다양한 프로토콜을 통해 빌딩 설비와 연동하여 실시간으로 설비, 환경, 공간, 에너지 데이터를 수집하고 AI를 적용해 빌딩 운영을 최적화
- 수원시 공공빌딩에, 3D 지도와 3D 공간 모델링을 이용해 빌딩 설비, 환경, 공간, 에너지를 최적 관리
- 표준 알고리즘인 IPMVP를 이용하는 M&V(Measurement & Verification) 엔진 그리고 머신러닝 기반의 Data Intelligence 기술을 적용하여 플랫폼 구축

(2) 성공 사례의 시사점

○ 제 4차 산업혁명 이후 중요성이 증대되고 있는 위치정보의 적극적인 개방을 통해 다양한 민간 서비스를 창출할 수 있는 기회를 제공하고, 실제 위치정보를 산업에 적용한 효과를 증명하여 실용화에 성공

- 기존의 위치정보는 지하철의 위치정보와 같이 재난 등의 한 가지 목적을 위해 데이터를 생산하고 활용하였으나, 이를 공유 및 연계하게 되면 위치정보가 가지는 잠재력과 부가가치의 확대 재생산이 가능
- 실용화를 위해 위치정보 적용에 따른 명확한 이점과 이를 통해 얻을 수 있는 사회경제적 효과를 납득 가능한 지표를 활용하여 제공

○ 신고되는 자료의 개별적 처리가 아닌 위치기반 시계열 데이터 구축을 통해 학습데이터를 생성하고, 이에 기반한 예측모델을 생성하여 도시관리 업무에 적용하고 효과를 검증함

- 불편신고 자료의 수집 및 분석에 있어 개별자료의 축적뿐 아니라 관련되는 맥락정보를 분석하여 보다 의미있는 결과를 생성함
- 동적정보 수집 및 분석에 있어서도 이동체정보, 유동인구정보, 센싱되는 정보뿐 아니라 이와 관련된 공간맥락정보를 생성하여 연계분석함으로써 동적정보 활용의 효과를 배가할 수 있음

○ 산업 표준 프로토콜 및 표준 IoT 데이터 전송 프로토콜을 통해 클라우드에서 실시간으로 설비, 환경, 공간, 에너지 데이터를 수집 시스템구축

- 다양한 표준 프로토콜, 다양한 IoT 디바이스 적용을 통해 서비스 할 수 있는 확장성이 장점
- 하지만 3차원 공간정보 연계 표준 부재로 인해 추후 확장 시 재구축 비용이 높게 산정됨. 본 연구에서 연계 표준 재정의 및 통합플랫폼 개발을 통한 더 높은 확장성 기대됨

○ 3차원 공간데이터 연계를 통해 빌딩 설비, 환경, 공간, 에너지 최적 관리가 가능하고 머신러닝 기반의 Data Intelligence 기술을 적용하여 플랫폼 구축 후 에너지 절감 성과를 빠르게 측정하고 검증할 수 있어 에너지 관리 최적화 지수의 지속적인 향상을 확인함

(3) 실용화 전략 수립

○ 다양한 위치정보 생산자로 부터 위치정보 공유 및 연계를 위한 협의체 구성

- 다양한 위치정보 생산자로 부터 위치정보 공유 및 연계를 위한 협의체를 구성하여 다양한 플랫폼으로부터 위치정보를 확보하고, 이를 활용하는 사용자에게 적극 개방하여 위치정보의 공유 및 활용 확산
- 특히 위치정보를 활용한 Visual Aanalysis 화면을 제공하고 분석을 통한 새로운 가치창출 사례를 Best Practice로 제공하며, 명확한 정량적 효과를 제시하여 위치정보 분석 및 활용 공감대 형성

○ 기존 실용화 사례를 통해 연계 표준 부재로 인한 확장성 한계를 확인 할 수 있었고 이를 보완하기 위한 동적/정적정보 초연결 표준 기반의 연계 통합 SW 연구개발

○ 서로 다른 분야의 연계를 위한 전문가 확보와 관련기술 연구기관, 업체 등과 공동연구 수행

○ 성과물 검증을 위한 테스트베드 구축 및 단위/통합성과 적용 테스트를 통한 상용화 가능성 증대

3.14 기대 및 파급효과

(1) 과학기술적 측면

○ 스마트도시의 다양한 도시문제 해결을 위한 새로운 패러다임 제시 및 고정밀 디지털트윈 구축

- 현재까지 스마트도시나 디지털 트윈은 고정밀 3차원 공간정보의 구축 및 활용에 주력하였으며, 개별 위치센서에 의해 한정적인 이동체 분석이 가능하였음
- 향후에는 도시전반에 걸쳐 이동하는 모든 객체가 디지털트윈 공간에 구축되면, 도시전반을 관리하고, 서비스하며 예측할 수 있으며 도시와 가상세계가 진정으로 동기화된 스마트도시 구현이 가능

○ 소셜미디어데이터분석에 있어 사진, 동영상 등 이미지분석과 텍스트 분석, 위치정보를 결합하여 소셜미디어 데이터 분석의 정확도 향상

- 현재 소셜미디어데이터 분석은 텍스트분석과 위치정보와 연계된 분석이 주를 이루며, 소셜미디어데이터 분석에 AI기반 이미지데이터 분석과 텍스트분석, 위치기반 분석 방법론을 융합하여 데이터 분석의 정확도를 높일 수 있음

○ 동적정보 초연결의 기반기술인 IoT 연계 공간 상태정보 자동 획득 기술 확보

- 4차산업혁명의 핵심인 스마트시티, 스마트공장 등의 상용화를 위한 연계 기술인 2000TPS 수준의 Transaction/Driven 기술 확보
- 물리공간과 사이버공간이 초융합된 지능형 가상국토 구축 기반 마련

○ 정부 및 학계, 민간, 기업 협의체의 참여와 정부, 지자체실증을 통한 플랫폼기술의 글로벌화 및 기술 경쟁력 강화

(2) 사회경제적 측면

○ 5G의 통신속도에 부합하는 실시간 위치정보 처리기술 확보로 신속한 도시관리 및 정책결정 지원

- 최신 IT 통신기술인 5G 세대가 도래함에 따라 통신속도를 완벽히 활용할 수 있는 위치정보 연계·분석·표현 기술을 개발하여 분초를 다투는 도시의 다양한 범죄·재난 대응을 위한 의사결정 지원
- 도시의 범죄 및 재난 발생율 및 피해도 감소

○ 도시공간과 완전한 동적 정보가 결합된 디지털트윈의 모범사례를 제공하여 해외시장 선점

- 고정밀 공간정보와 실시간 다양한 플랫폼에서 생산된 이동체 동적정보가 결합된 디지털트윈의 기반기술을 구현하고, 시계열 위치정보 분석에 따른 도시관리기술의 시장선도로 해외시장 진출

○ 도시관리, 도시문제 해결, 재난대응, 관광등의 영역에 과학적이면서 시민들의 감성을 고려한 관리 가능

- 동적정보의 위치정보 연계 및 분석은 한 시점의 데이터가 아닌 시계열적 특성을 지니며, 이를 지속적으로 축적하는 것은 데이터 기반 과학행정을 이루는 기반을 조성

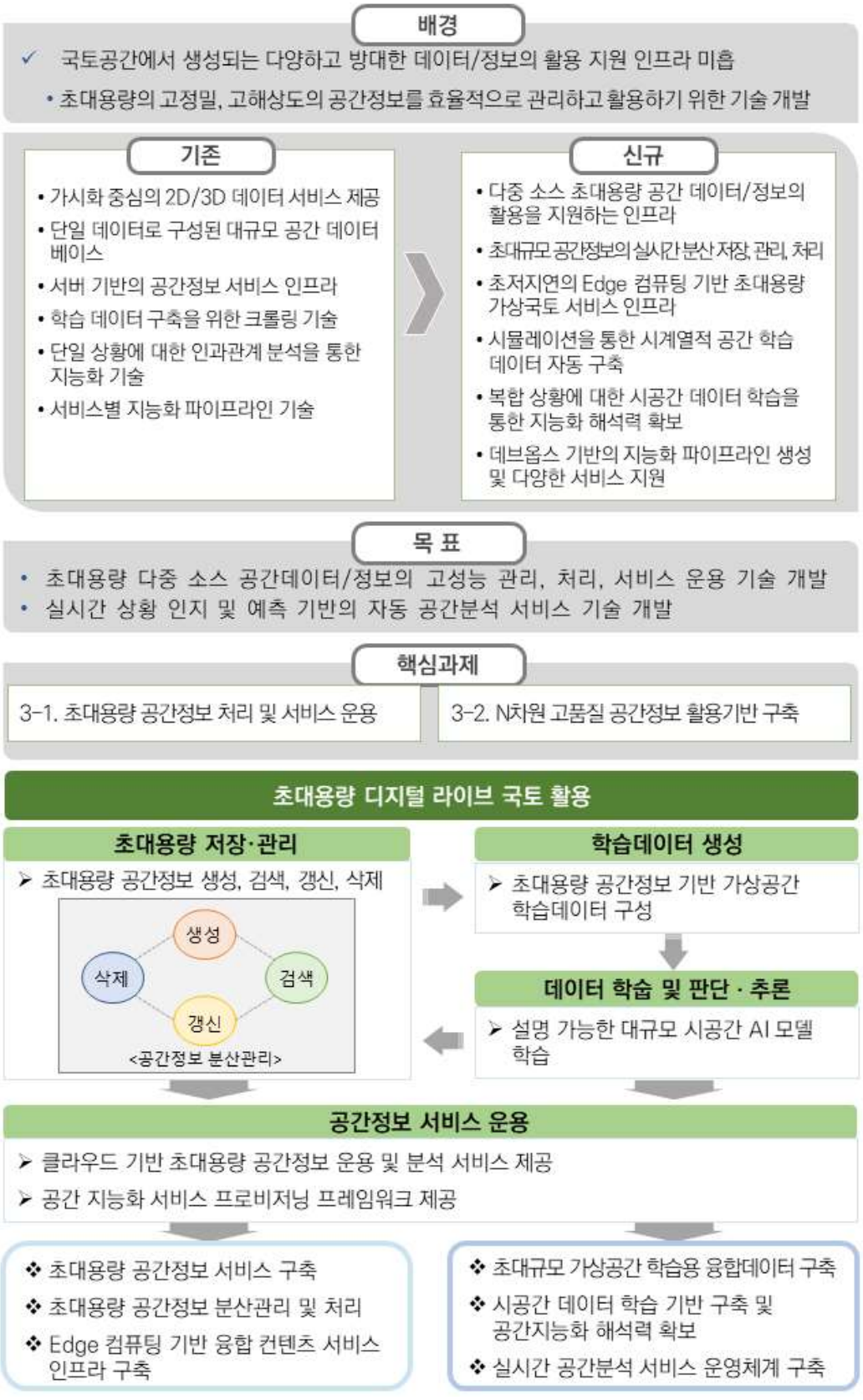
- 소셜미디어데이터, 불편신고, 민원신고 등 개개인이 생성하는 감성정보의 축적 및 분석은 도시관리에 개인들이 느끼는 감성적 측면이 고려된 행정이 가능

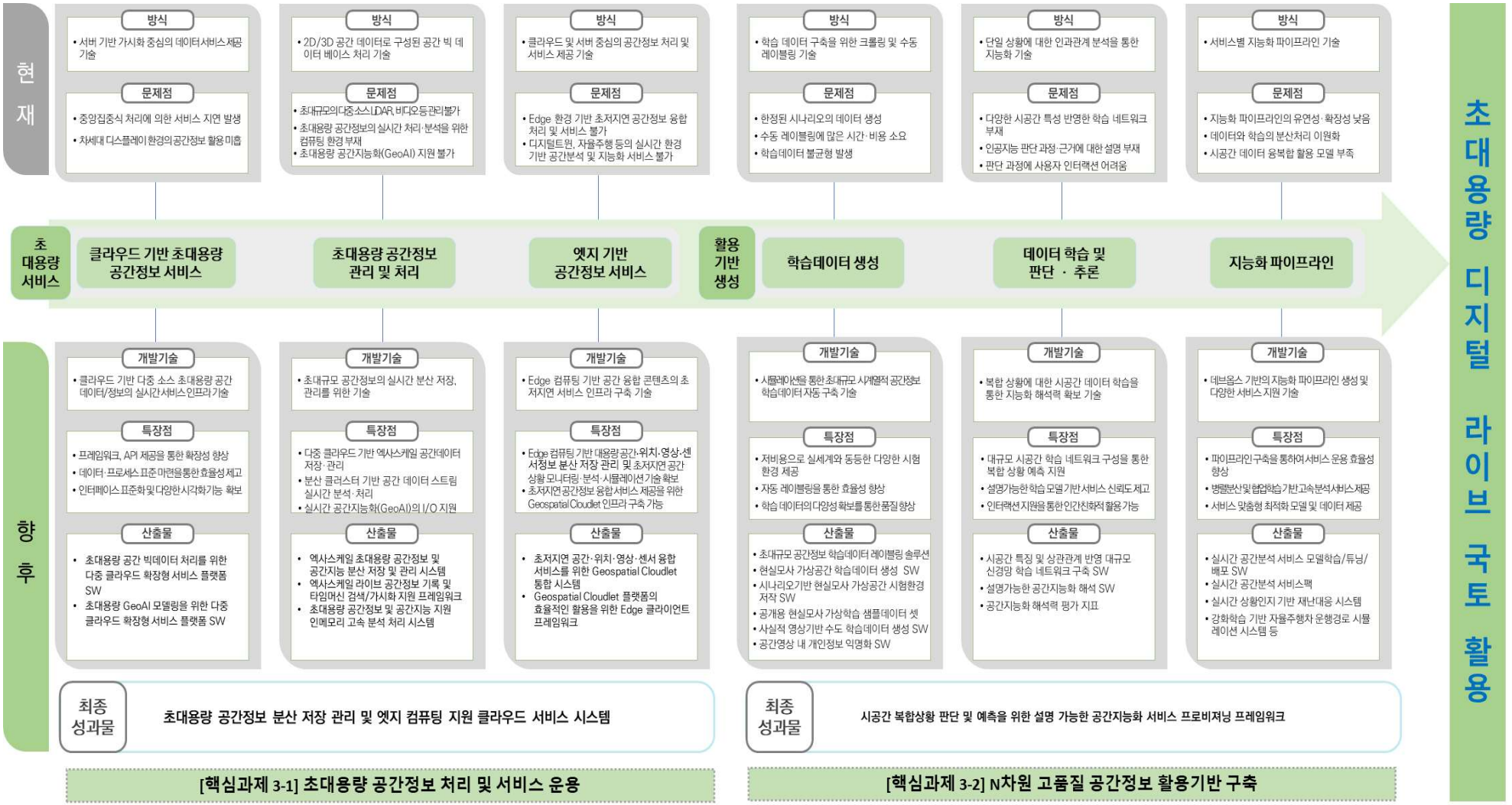
○ 초연결 사물/공간 데이터가 시공간의 제약을 극복하고 새로운 성장 기회와 가치를 창출(프로스트앤드설리번(Frost & Sullivan)은 관련 시장이 2020년에는 1,800조원에 이를 것으로 전망)

- 방대한 양의 정보, 지식 등이 효율적으로 생산, 교환되고 이에 따라 수많은 사업적 기회 창출, 효율적 자원 활용이 가능
- 국제표준 기반의 지능형 사물/공간 Cyber Physical System(CPS)플랫폼 기술 개발을 통한 글로벌 산업부문 및 가상국토 구축 경쟁력 제고 및 수출기반 마련
- 표준플랫폼과 디바이스 및 공간연동 실증사업을 통하여 지역사회 서비스·기기·장비 관련 유관 사업의 고용창출 효과

제3절 초대용량 디지털 라이브 국토 활용

1. 사업대상 및 범위




현재
방식
• 서버 기반 가시화 중심의 데이터서비스제공 기술
문제점
• 중앙집중식 처리에 의한 서비스 지연 발생
• 차세대 디스플레이환경의공간정보 활용미흡
방식
• 2D/3D 공간 데이터로 구성된 공간 빅 데이터 베이스 처리 기술
문제점
• 초대규모의다중소스LiDAR, 비디오등관리불가
• 초대용량 공간정보의 실시간 처리·분석을 위한 컴퓨팅 환경 부재
• 초대용량 공간지능화(GeoAI) 지원 불가
방식
• 클라우드 및 서버 중심의 공간정보 처리 및 서비스 제공 기술
문제점
• Edge 환경 기반 초저지연 공간정보 융합 처리 및 서비스 불가
• 디지털트윈, 자율주행 등의 실시간 환경 기반 공간분석 및 지능화 서비스 불가
방식
• 학습 데이터 구축을 위한 크롤링 및 수동 레이블링 기술
문제점
• 한정된 시나리오의 데이터 생성
• 수동 레이블링에 많은 시간·비용 소요
• 학습데이터 불균형 발생
방식
• 단일 상황에 대한 인과관계 분석을 통한 지능화 기술
문제점
• 다양한 시공간 특성 반영한 학습 네트워크 부재
• 인공지능 판단 과정·근거에 대한 설명 부재
• 판단 과정에 사용자 인터랙션 어려움
방식
• 서비스별 지능화 파이프라인 기술
문제점
• 지능화 파이프라인의 유연성·확장성 낮음
• 데이터와 학습의 분산처리 이원화
• 시공간 데이터 융복합 활용 모델 부족
초대용량 서비스
클라우드 기반 초대용량 공간정보 서비스
초대용량 공간정보 관리 및 처리
엣지 기반 공간정보 서비스
활용기반 생성
학습데이터 생성
데이터 학습 및 판단 · 추론
지능화 파이프라인
향후
개발기술
• 클라우드 기반 다중 소스 초대용량 공간 데이터/정보의 실시간서비스인프라기술
특장점
• 프레임워크, API 제공을 통한 확장성 향상
• 데이터·프로세스 표준 마련을통한 효율성 제고
• 인터페이스 표준화 및 다양한시각화기능 확보
산출물
• 초대용량 공간 빅데이터 처리를 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW
• 초대용량 GeoAI 모델링을 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW
개발기술
• 초대규모 공간정보의 실시간 분산 저장, 관리를 위한 기술
특장점
• 다중 클라우드 기반 엑사스케일 공간데이터 저장·관리
• 분산 클러스터 기반 공간 데이터 스트림 실시간 분석·처리
• 실시간 공간지능화(GeoAI)의 I/O 지원
산출물
• 엑사스케일 초대용량 공간정보 및 공간지능 분산 저장 및 관리 시스템
• 엑사스케일 라이브 공간정보 기록 및 타임머신 검색/가시화 지원 프레임워크
• 초대용량 공간정보 및 공간지능 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템
개발기술
• Edge 컴퓨팅 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 기술
특장점
• Edge 컴퓨팅 기반 대용량공간·위치·영상·센서정보 분산 저장 관리 및 초저지연 공간 상황 모니터링·분석·시뮬레이션 기술 확보
• 초저지연 공간정보 융합서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축 가능
산출물
• 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스를 위한 Geospatial Cloudlet 통합 시스템
• Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 클라이언트 프레임워크
개발기술
• 시뮬레이션을 통한 초대규모 시계열적 공간정보 학습데이터 자동 구축 기술
특장점
• 저비용으로 실세계와 동등한 다양한 시험 환경 제공
• 자동 레이블링을 통한 효율성 향상
• 학습 데이터의 다양성 확보를 통한 품질 향상
산출물
• 초대규모 공간정보 학습데이터 레이블링 솔루션
• 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 SW
• 시나리오기반 현실모사 가상공간 시험환경 저작 SW
• 공개용 현실모사 가상학습 샘플데이터 셋
• 사실적 영상기반 수도 학습데이터 생성 SW
• 공간영상 내 개인정보 익명화 SW
개발기술
• 복합 상황에 대한 시공간 데이터 학습을 통한 지능화 해석력 확보 기술
특장점
• 대규모 시공간 학습 네트워크 구성을 통한 복합 상황 예측 지원
• 설명가능한 학습 모델 기반 서비스 신뢰도 제고
• 인터랙션 지원을 통한 인간친화적 활용 가능
산출물
• 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 신경망 학습 네트워크 구축 SW
• 설명가능한 공간지능화 해석 SW
• 공간지능화 해석력 평가 지표
개발기술
• 데브옵스 기반의 지능화 파이프라인 생성 및 다양한 서비스 지원 기술
특장점
• 파이프라인 구축을 통하여 서비스 운용 효율성 향상
• 병렬분산및협업학습기반 고속분석서비스제공
• 서비스 맞춤형 최적화 모델 및 데이터 제공
산출물
• 실시간 공간분석 서비스 모델학습/튜닝/배포 SW
• 실시간 공간분석 서비스팩
• 실시간 상황인지 기반 재난대응 시스템
• 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 등
최종 성과물
초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 엣지 컴퓨팅 지원 클라우드 서비스 시스템
최종 성과물
시공간 복합상황 판단 및 예측을 위한 설명 가능한 공간지능화 서비스 프로비져닝 프레임워크
[핵심과제 3-1] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
[핵심과제 3-2] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
초대용량 디지털 라이브 국토 활용

2. (핵심기술 3-1) 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용

2.1 기본 개념 및 범위

(1) (기본 개념) 다수의 지상 및 공중 장치에 의해 동시에 획득되는 초대용량의 고정밀·고해상도 N차원 공간정보를 기반으로 국토의 실태와 변화에 대한 초고성능 관리·처리 및 초저지연 서비스를 운용하기 위한 기술 개발



[그림 7-71] 다중 소스 기반 초대용량 N차원 공간정보 처리 및 서비스 개념

○ 기존의 2D 및 3D 벡터 디지털트윈 빅데이터의 시대를 넘어서, 다수 기기에 의해 동시에 N차원의 입체적 공간정보로 구축되어 국토 공간의 지리적·생태적 변화를 표현할 수 있는 초대용량 라이브 국토정보의 저장·분석·처리 및 초저지연 서비스

○ 라이브 국토정보 서비스의 핵심 정보 기반인 Exa 저장 규모의 이종 N차원 라이브 공간정보를 관리하고 서비스하기 위한 안전한 분산 초고성능 공간정보 처리·서비스 기술을 개발하며, 선도적 기술개발을 개발 통해 미래 국토 정보 서비스를 위한 공간지능정보의 핵심 기술 경쟁력 확보를 목적으로 함

□ **초대용량 공간정보 기반의 공공 및 대국민 서비스를 제공하기 위한 서비스 프레임워크 개발**

○ 도시 규모의 LiDAR 데이터, 공공 및 크라우드 소싱 공간 이미지를 포함하는 다중 소스 데이터 등의 엑사스케일의 초대용량 공간정보를 다중 클라우드 기반으로 저장/관리 서비스를 제공하며 지능형 데이터 처리 서비스를 제공하기 위한 기술

○ CCTV, GPS, LiDAR 등 다양한 센서로부터 생성되는 정적·동적 N차원 공간정보 및 지능형 모델들의 저장 및 검색 서비스, 모델링 표준 정의, 워크플로우 오케스트레이션, 모니터링, API 관리 기술 등 각종 초대용량 공간정보 지능형 서비스를 연계하고 운용하기 위한 기술

○ 구축되는 초대용량 N차원 라이브 국토정보가 다양한 분야, 응용 및 환경에서 활용될 수 있도록, 효율적이고 효과적인 시각화를 지원하기 위한 공통 프레임워크 기술

□ **초대용량 N차원 공간 정보의 초고속 분산 저장 및 처리**

○ LiDAR 및 공간 영상에 의해 구축되는 포인드 클라우드와 고정밀 영상 및 비디오 등의 초대용량 정적·동적 공간정보 뿐만 아니라 딥러닝 등 지능형 데이터와 모델을 포함한 N차원 라이브 공간정보에 대한 생성·검색·갱신·삭제(CRUD) 및 처리를 통합적으로 지원할 수 있는 기술

○ 도시 이상의 규모에서 실시간으로 수집되는 다양한 초대용량의 정형·비정형 공간정보 스트림에 대하여 실시간으로 N차원의 지능형 통합 분석 서비스를 제공하여 도시의 상태·변화의 탐지와 즉각적 대응 서비스를 제공할 수 있게 하기 위한 기반 기술

□ **Edge 컴퓨팅 환경에서 공간·위치·영상·센서 융합정보를 실시간 분석하고 초저지연 서비스 제공**

○ 5G, IoT 기술 발전에 따라 Edge 환경에서 기하급수적으로 증가하는 공간·위치·영상·센서 융합정보를 빠르게 실시간 수집·가공·저장·분석하여 초저지연으로 사용자 맞춤형 서비스를 제공할 수 있는 기술

○ 사용자의 모바일 기기가 직접 활용되는 Edge 컴퓨팅 환경에서 공간·위치·영상·센서 융합정보를 분산 저장하고 분석하기 위한 기술로서 기존 클라우드 기반의 중앙집중식 처리 방식에 비하여 실시간성 보장, 네트워크 서비스 지연 제거와 보안성이 강화된 Cloudlet 플랫폼을 개발하기 위한 기술

(2) 기술 범위

□ **(구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축**

○ 엑사스케일의 데이터 저장·검색·관리를 수행하는 기반 플랫폼 기술로서, 다중 클라우드를 활용한 확장 기술 개발

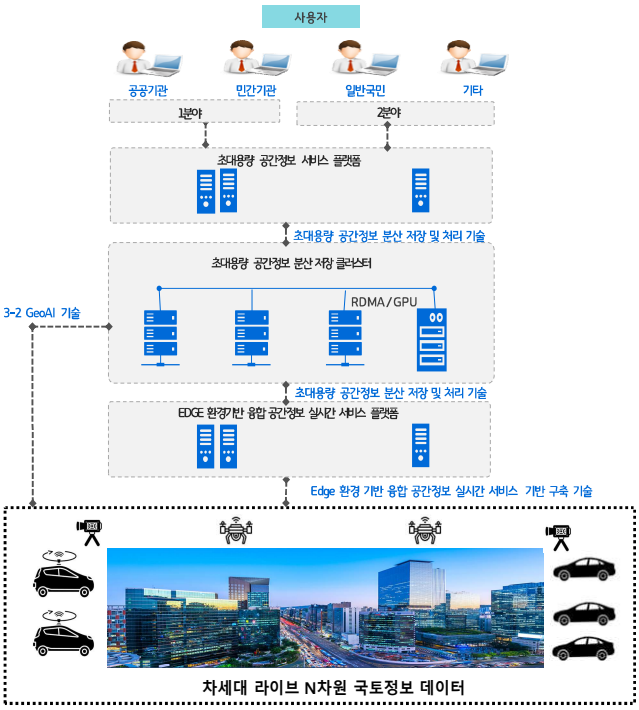
○ 도시규모 LiDAR를 포함한 다중의 공공 데이터 및 크라우드 소싱 데이터를 수용하는 데이터 수집 및 각종 수요에 맞게 데이터를 공급해 주는 서비스 제공 기술 개발

○ 초대용량 엑사스케일 공간정보에 대한 각종 GeoAI 모델링을 공통으로 관리하는 관리 프레임워크를 제공하고 워크플로우 오케스트레이션, 운용 모니터링 등의 대규모 서비스 제공을 위한 기반 프레임워크 기술 개발

○ 대규모 공간정보 서비스를 수용하기 위해 다중 클라우드로 확장 가능한 API 관리 기술 개발

○ 다양한 유형의 공간정보를 중심으로 유관 정보들이 연계된 N차원 공간정보를 효율적이고 효과적으로 시각화 할 수 있는 기술

○ N차원 공간정보의 시각화와 관련된 최신 ICT 표준기술을 기반으로, AR(Augmented Reality)/VR(Virtual Reality) 등과 같은 다양한 분야 및 컴퓨팅 환경에서 일관된 인터페이스 등을 통해 시각화를 가능하도록 하는 프레임워크 기술



[그림 7-72] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 범위

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

○ 도시의 실시간 3차원 상태의 다면적 변화와 분석을 제공할 수 있도록 LiDAR와 카메라 등이 장착된 다수의 차량과 드론 등에 의해 수집되는 엑사스케일급 도시규모의 초대용량 고밀도 공간 정보를 분산 클러스터에 실시간으로 분산 저장하고 갱신할 수 있게 지원하는 초대용량 공간지능 분산 관리 기술 개발

○ 실시간 3차원 다면 공간정보를 기반으로 도시의 안전과 운용 정보 분석에 요구되는 다양한 접근과 분석에 대한 효율적인 검색·관리 인터페이스를 제공하는 지능형 처리 인터페이스 및 분산 쿼리 플랫폼 기술 개발

○ 공공 CCTV와 차량, 드론, 다수의 시민 크라우드 공간 영상 정보와 같은 국가 규모 분산 공간 정보 수집 장치로부터 수집되는 초대용량 실시간 공간정보의 스트림으로 국토정보의 실제적 상황을 분석하고 실시간으로 국토 상황의 변화를 탐지할 수 있게 하는 초대용량 정형/비정형 공간정보 실시간 스트림 통합 분석 기술 개발

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

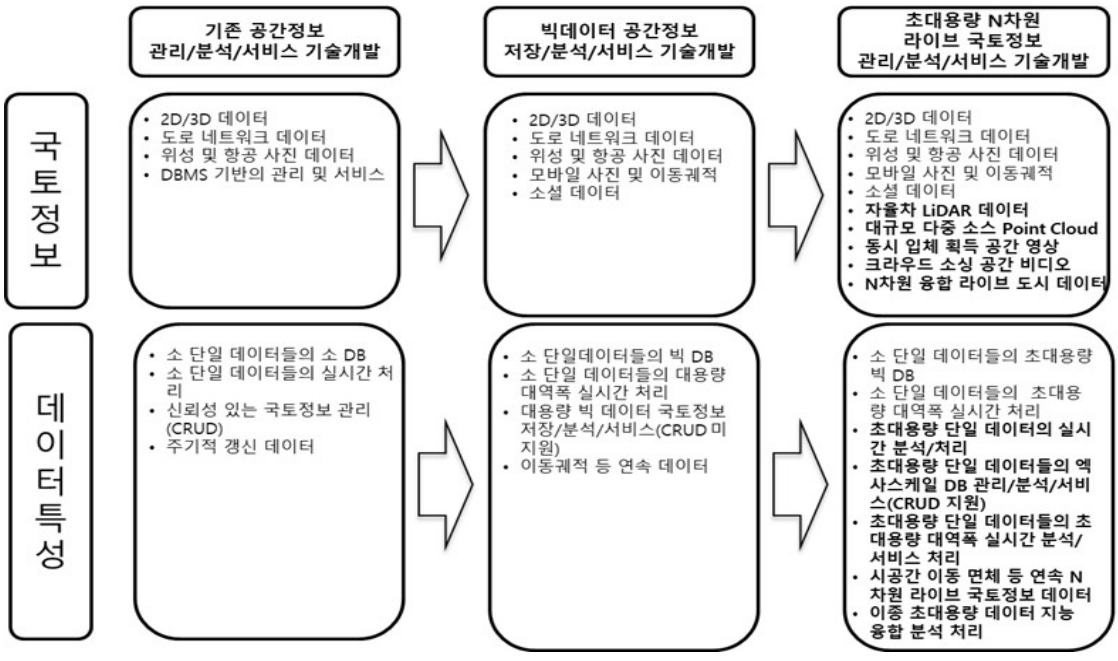
○ 5G, IoT 인프라를 통하여 Edge 컴퓨팅 환경에서 실시간 수집되는 대용량 공간·위치·영상·센서 융합정보에 대한 분산 저장 관리 기능, 이벤트 처리 기능, 디지털 콘텐츠 생성 및 변환 기능, 위치 추적 기능을 포함하는 융합 공간정보의 Edge Cloudlet 기반 분산 저장 관리 기술

○ Edge 컴퓨팅 환경에서 공간상황을 실시간 파악하고 초저지연으로 대응하기 위하여 요구되는 공간·위치·영상·센서 융합정보의 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 기능을 포함하는 Edge Cloudlet 기반 공간 지능화 기술

○ 모바일 환경에서 대용량 공간·위치·영상·센서 정보의 융합을 통하여 디지털트윈 서비스, 자율주행 서비스, O2O 서비스 등을 효율적으로 지원하기 위하여 기존 클라우드 기반의 중앙집중식 처리 방식에 비하여 실시간성 보장, 네트워크 트래픽 시간으로 인한 서비스 지연 제거와 보안성이 강화된 Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술

2.2 추진배경 및 필요성

(1) 추진 배경



[그림 7-73] 초대용량 N차원 공간정보의 종류와 특성

□ **기존의 2D 및 3D 벡터 디지털트윈 빅데이터의 시대를 넘어서, 국토 공간의 지리적·생태적 변화를 표현할 수 있는 N차원의 입체적 공간정보로 구축되는 초대용량 라이브 국토정보를 저장·분석·처리하고 초저지연으로 서비스 할 수 있는 시대의 도래**

○ 공간정보의 패러다임이 기존의 단순 2D 및 3D 수준 정적 데이터 서비스에서 동적으로 움직이는 정보를 획득할 수 있는 LiDAR/카메라 기반의 라이브 Digital Twin 데이터로 혁명적으로 진화 중

- 스마트폰 등 데이터의 축적 방법이 멀티미디어화 되고, 스마트시티, 자율주행차 등 관련 기술 개발로 LiDAR가 획기적으로 보급됨에 따라 멀티미디어 공간정보와 Point Cloud 데이터의 축적과 분석을 위한 엑사스케일 데이터의 저장 및 분석 요구가 급격히 대두됨
- Digital Twin을 위한 실시간 공간획득용 LiDAR 데이터는 테라급(70MB/s)이며, 드론 및 공공 차량 등에 의해 다수의 지역/공간에서 수시로 획득되는 공간 비디오(40MB/s) 및 영상 데이터베이스 등을 합하면 엑사스케일의 규모에 이를 것으로 전망
- 예를 들어, 네덜란드 지형을 기준으로 LiDAR 데이터는 한 개 블록 1000x1250m 당 약 0.5 TB(640 billion points)의 크기로 일반적인 PC 급 환경에서 Triangulation을 위해 2시간 정도가 소요[130]되는 것으로 보고되고 있음

○ 실시간으로 정적·동적 데이터가 연계되는 가상 국토를 구현하기 위하여 대용량의 시계열 공간 데이터를 저장, 검색, 연산, 분석하기 위한 기술 개발이 필수적으로 요구됨

- 예를 들어, 드론, 자율주행의 기술이 빠르게 발전하고 있으며 가까운 미래에 항공이나 도로에 수많은 드론 및 자율주행차으로부터 동시에 수집되는 동적정보의 폭발적인 증가 예상
- 드론, 자율주행차량에 의하여 취득되는 데이터는 공간적으로 다양한 위치와 범위를 갖게 되며 연속적으로 다양한 시점에 취득되어 대용량의 시계열 3차원 복합 공간 데이터의 형태를 가지게 됨
- 대용량 시계열 3차원 복합 공간 데이터를 기존 공간정보에 연계하여 시계열적인 공간 분석을 수행함으로써 충돌 위험이 있는 드론이나 자율주행차을 사전에 식별하고 대처가 가능함
- 이러한 시계열 3차원 공간 분석을 수행하기 위해서는 동일한 공간에 대하여 시계열적으로 취득되거나 특정 시점에 다양한 공간에서 취득되는 대용량의 3차원 공간 데이터를 효과적으로 저장하여, 검색, 질의, 조인 등의 연산과 실시간 처리, 분석을 수행할 수 있어야 함

○ 지금까지 중요성이 간과되어 왔던 일반 차량의 블랙박스 장치 등에 획득되는 크라우드 소싱 멀티미디어 데이터는 도시의 생생한 모습과 현황을 파악할 수 있게 해주는 거대한 공간 미디어 정보로서 GeoAI 및 포인트 클라우드와 결합하여 차세대 디지털트윈의 표면 텍스처와 라이브 도시 분석 서비스를 제공할 수 있음

130) V.-H. Cao, K.-X. Chu, Nhien-An Le-Khac, M. Tahar Kechadi, Debra F. Laefer, Linh Truong-Hong: Toward a new approach for massive LiDAR data processing. ICSDM 2015: 135-140

□ **빅데이터를 포함한 기존의 공간정보 기술 개발 과제들이 포함하지 못했던 새로운 형태의 정적·동적 초대용량 공간정보들이 등장하며, 이러한 초대용량 정적·동적 국토정보를 저장·관리·분석·시각화 할 수 있는 기술개발이 요구되고 있음**

○ 국가지리정보체계(NGIS) 구축('95~)을 시작으로, 3D 공간정보('11~), 실내 공간정보('13~), 빅데이터('14~) 등과 같이 구축범위가 지속적으로 변화되어 왔으나 대분의 기술 개발이 정적 정보에 집중되어 왔음

○ 향후 대규모의 무인이동체(드론, 자율주행차)에 장착된 다수의 LiDAR 및 카메라 장치에 의해 구축되는 라이브 도시 데이터의 저장·관리·분석 및 서비스 기술 개발이 필요한 상황임

○ 사람, 드론, 차량, CCTV, IoT를 통하여 끊임없이 획득되는 대용량 공간데이터를 실시간 처리할 수 있는 기반 기술 확보 필요

○ 전 국토에서 사람, 드론, 차량, CCTV, IoT에서 실시간 수집되는 대용량 공간데이터를 저장 및 관리할 수 있는 성능의 전산 자원 부재 해결 필요

○ 분산 컴퓨팅 환경에서 대용량 실시간 공간데이터의 분석 최적화를 위한 고속 데이터 I/O 기술 필요

○ 개별 공간정보 또는 공간객체로 수집되는 정보를 실시간 가상국토에 자동 통합하는 과정에서 위치 오차로 인한 중첩 또는 연접 영역의 불부합 현상을 자동 해결할 수 있는 기술 필요

□ **공공 및 민간 크라우드 소싱에 의해 구축되는 초대용량 N차원 공간 미디어 데이터를 서비스 대상에 따라 차별화된, 인프라, 데이터, 서비스, 분석 및 응용을 포괄하는 초대용량 공간정보 클라우드 저장 및 분석 서비스 환경 구축이 요구됨**



출처: 국토교통부(2018), 2018년도 국가공간정보정책 시행계획

[그림 7-74] 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 운영 모델

□ **LiDAR, 공간 영상, 공간 빅데이터 등에 의하여 현재 공간정보가 초대용량 규모로 증가하고 있음**

○ (LiDAR 데이터) LiDAR 데이터 규모는 한 개 블록 1km x 1.25km 당 약 0.5 TB 정도로 예상되어 10km x 12.5km 크기의 1개 도시는 최소 50TB의 데이터가 요구되며, 30개 도시는 1.5PB, 100개 도시는 약 5PB 데이터에 대한 저장 관리가 필요함

- 약 100,210km^{2}인 남한 전체의 Point Cloud 데이터 규모는 40PB이고 10년 축적시 400PB로 도시 기준 정밀도의 경우 1EB에 도달 할 것으로 예상됨

- 데이터 축적 주기는 기존의 년 단위에서 자율주행차에 장착된 LiDAR 센서 등의 사용으로 수시 축적 및 갱신으로 바뀔 것으로 예상되며 엑사스케일에 이를 것으로 예상됨

○ (고해상도 공간 비디오 데이터) CCTV, 드론 및 공공 차량 등에 의해 다수의 지역/공간에서 수시로 획득되는 공간 비디오(40MB/m) 및 영상 DB 등을 합하면 엑사스케일에 이를 것으로 계산됨

- 미국 버클리대에서 인공지능 학습용으로 공개한 BDD100k[131] 데이터의 규모가 GPS 태깅된 40초 비디오 100,000개, 영상 120,000,000장으로 1.5TB 크기에 이름

	KITTI	Cityscapes	ApolloScape	Mapillary	BDD100K
# Sequences	22	~50	4	N/A	100,000
# Images	14,999	5000 (+2000)	143,906	25,000	120,000,000
Multiple Cities	No	Yes	No	Yes	Yes
Multiple Weathers	No	No	No	Yes	Yes
Multiple Times of Day	No	No	No	Yes	Yes
Multiple Scene types	Yes	No	No	Yes	Yes

[그림 7-75] 공간 비디오 공개 데이터의 갯수와 규모

- 엑사스케일 공간지능 빅데이터 저장·관리 기술 개발은 적어도 스마트시티급 데이터에 대한 처리를 대상으로 하며, 최소 기준으로 엑사스케일의 데이터를 저장하고 SQL을 통해 1조개 객체 데이터 중 초당 100만 건의 데이터를 색인 검색할 수 있어야 할 것으로 예상됨

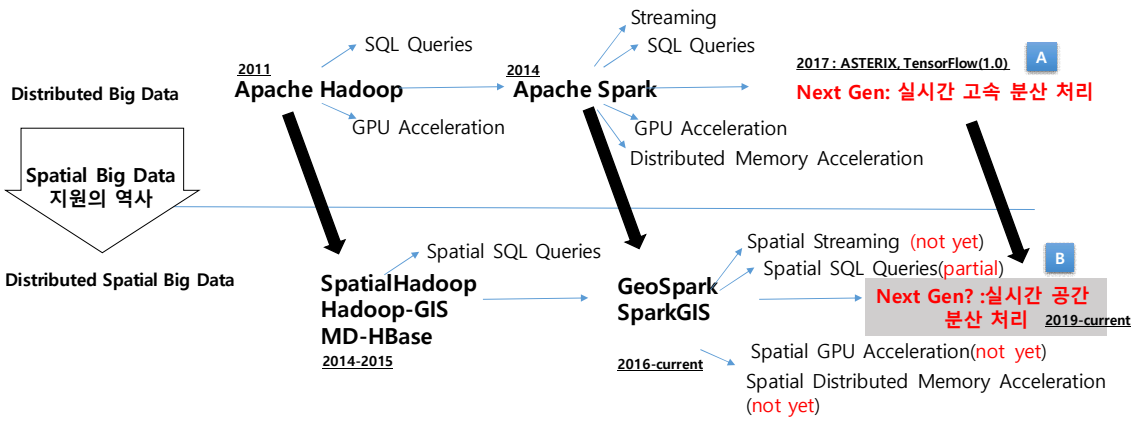
○ 공간 데이터의 특수성으로 인해 공간 빅데이터 기술의 발전은 기존의 빅데이터 시스템에 공간 빅데이터를 지원하는 특수한 질의와 인덱스 시스템 등을 추가 확장하는 형태로 발전함[132]

- 다음의 그림과 같이 일반 빅데이터 시스템 개발 후 1~2년 안정된 상태에서 공간정보를 지원하기 위한 공간정보 시스템 기술이 확장형의 형태로 개발됨

- 2017년부터 TensorFlow 등 AI 기술 발전과 함께 더 거대한 데이터를 처리하기 위한 새로운 세대로 진행 중이며 Apache Spark의 확장과 ASTERIX 등의 새로운 통합 시스템의 두 가지 형태로 발전 중임

131) https://bdd-data.berkeley.edu/

132) Ahmed Eldawy, Mohamed F. Mokbel: The Era of Big Spatial Data. PVLDB 10(12): 1992-1995 (2017)
Jae-Gil Lee et al Geospatial Big Data: Challenges and Opportunities. Big Data Research 2(2): 74-81 (2015)
U. Mir, et al: Spatial Big Data and Moving Objects IEEE Access 6: 58835-588(2018)

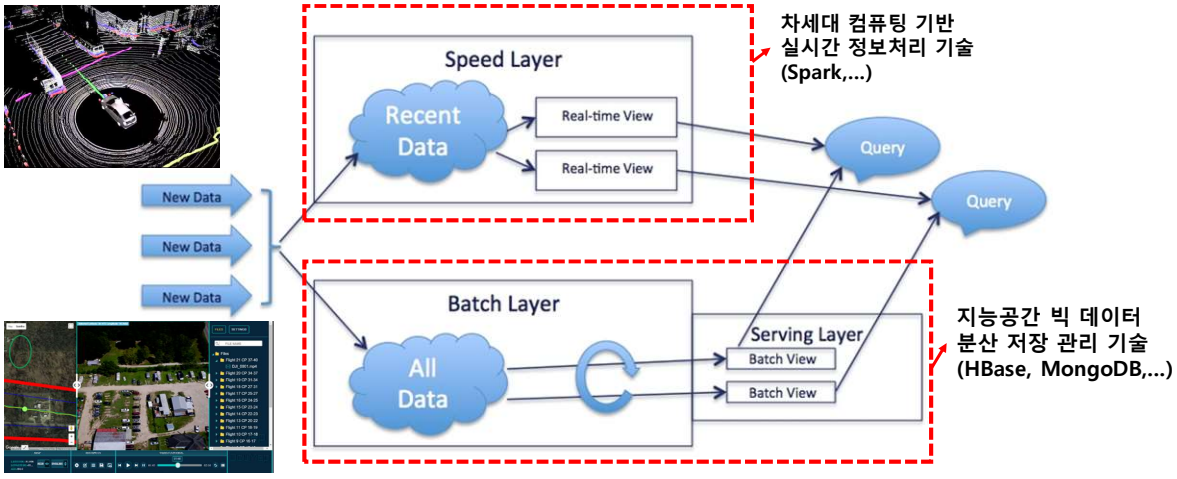


[그림 7-76] 실시간 대용량 분산 공간 정보기술 개발의 방향

○ LiDAR 데이터와 공간 비디오 영상은 '인공지능 기반 다차원 공간정보 모델링 기술', '라이브 국토정보 데이터 연계 변환 기술', '비공간 데이터 라이브 국토정보 연계기술', '동영상 기반 실시간 객체 연계 기술', '초실감 공간정보 인터렉션 기술' 등의 기반 데이터임

○ 빅데이터를 처리하기 위한 시스템은 실시간으로 특정 질의에 실시간으로 응답해야 하는 서비스와 시간에 따라 계속적으로 축적되는 거대 용량의 데이터로부터 적합한 데이터 질의를 처리하기 위한 서비스에 대응할 수 있어야 하며, 이를 위한 빅데이터 시스템 구조를 람다 아키텍처[133]라고 함

○ 거대 용량 Point Cloud 및 공간 비디오 시공간 데이터를 처리하기 위해서는 실시간 정보처리 기술뿐만 아니라 시간에 따라 축적되는 데이터에 대하여 배치 처리하기 위한 시스템이 요구되며 디지털 라이브 국토의 빅데이터 분산 저장 관리 기술이 이에 해당됨



[그림 7-77] 디지털 라이브 국토의 빅데이터 저장 및 처리를 위한 Lamda 아키텍처

- 또한, 하부 배치 처리 시스템은 공간 데이터를 삽입, 삭제, 갱신 처리를 지원하는 시스템을 필요로 하나, 실시간 정보처리 시스템의 유력한 기술인 Spark은 Append Only 데이터 시스템 구조임

133) https://en.wikipedia.org/wiki/Lambda_architecture

- 즉, 디지털 라이브 국토의 빅데이터 분산 저장 관리 기술이 이름 '처리'가 아닌 '관리'를 포함하는 이유는 차세대 시공간 빅데이터의 CRUD(Create, Retrieve, Update, Delete) 지원 구조이기 때문임

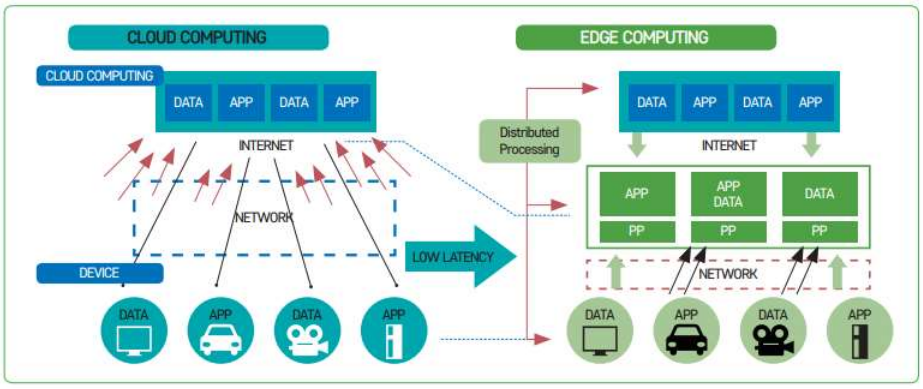
○ 지금까지 연구된 인 메모리 컴퓨팅 기반 공간 데이터 처리 시스템인 GeoSpark, SparkGIS 등은 2D 데이터를 지원하는 시스템이며 초보적 프로토타입 수준으로 앞에서 제시된 것과 같은 Point Cloud 등의 복합 대용량 시공간 데이터에 대한 지원은 전무한 상황임

- 또한 RDMA 등에 기반한 기술은 기존의 일반 빅데이터 처리기술 개발에서도 최신 기술 개발에 해당하며, 선도형 최신 기술 개발 과제에 해당할 것으로 예상됨

□ Edge 컴퓨팅은 기존 클라우드 컴퓨팅을 대체하여 수많은 스마트 기기 기반의 자율자동차, 스마트시티, 스마트그리드, 스마트공장, 디지털트윈 등의 응용 영역에서 필요로 하는 4차 산업혁명 시대의 필수 요소 기술로 자리 잡아가고 있음

○ 구글, 아마존 등이 주도하는 웹 서비스와 클라우드 컴퓨팅 기반의 IT 시장에서 최근 5G, IoT, AI 기술의 등장과 함께 스마트 기기들 간의 분산 컴퓨팅을 통하여 저비용 실시간 데이터 서비스를 제공할 수 있는 지능형 Edge 컴퓨팅 기반의 IT 시장으로의 관심이 크게 증가하고 있음

- 가트너에서는 Edge 컴퓨팅을 2018년과 2019년의 10대 유망 기술로 선정했으며, 클라우드 확산과 IoT 인프라의 확산에 따른 빅데이터 증가와 인공지능 활용으로 말미암아 Edge 컴퓨팅의 급성장을 예상하고 있음[134)]



[그림 7-78] 클라우드 컴퓨팅과 엣지 컴퓨팅 비교

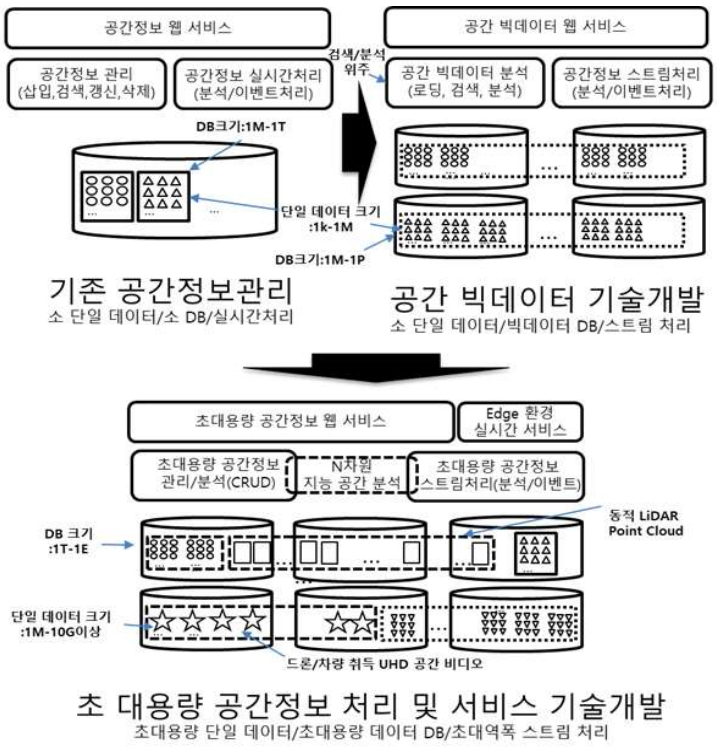
- Edge 컴퓨팅은 기존 클라우드 컴퓨팅에 비하여 네트워크 불안정, 불필요한 데이터 전송 문제, 프라이버시 문제, 서비스 지연 문제 등을 해결하면서 다양한 스마트 기기 기반의 수많은 새로운 서비스를 창출하고 있음[135)]

- 특히 자율주행, 스마트시티, 디지털트윈 등의 다양한 응용 영역에서 대용량 공간·위치·영상·센서 융합정보 기반 실시간 분석, 위치추적, 이벤트 처리, 콘텐츠 생성을 위한 Edge 컴퓨팅 기술에 대한 관심이 크게 증가하고 있음

134) 출처: 엣지 컴퓨팅을 갖춘 클라우드의 급성장, 소프트웨어정책연구소, 2019.01
135) 출처: 엣지 컴퓨팅 시장 동향 및 산업별 적용 사례, 전자통신동향분석, 2019.04

(2) 추진 필요성

□ **N차원 정형/비정형 입체 공간정보로 이루어진 초대용량 라이브 국토정보와 공간지능정보에 대하여 실시간으로 저장·관리·분석·시각화 및 서비스를 제공하기 위한 기반 프레임워크로서 초대용량 공간 지능 분산 관리 및 처리 기술과 서비스 플랫폼 기술 개발이 시급히 필요한 상황임**



[그림 7-79] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 배경

○ 기존에 수행되었던 공간정보 빅데이터 기술 개발은 위의 그림에서 보듯이 기존의 공간정보기술에서 지원하지 않는 다음과 같은 두 가지 문제에 대한 해결방안을 제시하는 것을 목적으로 하였음

- (작은 데이터의 빅데이터베이스 저장·분석 처리와 서비스) 단일 객체의 크기가 1K에서 최대 1G 정도인 2D 및 3D 벡터 데이터, 교통정보 등 GPS 궤적 데이터, 그리고 이와 결합된 비공간 정보들로 구성된 빅데이터의 분산 저장·분석과 서비스 기술 개발
- (작은 데이터의 대용량 대역폭 실시간 분석 처리와 서비스) 온도·습도·GPS와 같이 비교적 작은 크기이나 동시에 매우 큰 수의 공간 IoT 들에 의해 수집되는 대용량 대역폭 공간 데이터의 실시간 분석 처리와 서비스 기술 개발

○ 기존의 공간정보 빅데이터 기술 개발은 새롭게 등장하는 다수의 LiDAR 센서 부착 자율주행차들에 의해 구축되는 초대용량의 데이터를 관리하고 분석 처리하며 서비스하기 위한 기술 개발은 포함하고 있지 않으며, 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 기술은 기존 공간정보 빅데이터 기술개발 대비 다음과 같은 차별성을 포함하고 있음

- (초대용량 단일 데이터의 실시간 분석 처리와 서비스) 단일 객체의 크기가 최대 1TB까지 도달할 수 있는 장시간 축적 LiDAR나 초고세밀 공간 영상/비디오를 분산 처리 서비스를 이용하여 실시간으로 분석하고 서비스를 제공하기 위한 기술 개발
- (초대용량 단일 데이터의 엑사스케일 데이터베이스 관리·분석 처리와 서비스) 초대용량 단일 데이터들로 구성된 엑사스케일 규모의 초대용량 공간정보 데이터베이스를 저장·분석 할 수 있을 뿐만 아니라 CRUD 관리 기능(생성·검색·갱신·삭제)까지 제공할 수 있는 시스템 기술 개발
- (초대용량 단일 데이터의 초대용량 대역폭 실시간 분석 처리와 서비스) 도시규모에 구축된 초고속 네트워크 및 Edge들을 통하여 수집되는 초대용량 대역폭 공간정보 데이터 스트림을 실시간으로 분석하고 서비스를 제공하기 위한 기술 개발

○ 초대용량 N차원 공간 미디어 분산 저장 및 클라우드 서비스 플랫폼을 통해 공간정보 관리의 효율성과 용이성이 제고되고, 사용자 중심의 고품질, 고확장성 공간정보 공유 활용 서비스가 가능해질 것으로 예상됨

- 모바일에서부터 초고성능 서버까지 여러 형태의 컴퓨팅 환경이 도입되고, 공간정보 및 이와 연계된 정보를 이용하는 서비스가 확대되고 있으며, 이들을 가시화 하는 환경 역시 다양해지고 있음
- 기존의 클라우드 환경과 더불어 다양한 형태의 분산처리 환경이 대두되고 있고, 다수의 차세대 디스플레이(플렉서블, 폴더블, 글래스, 홀로그램 등)가 연구개발 되어 점차 확산되어 가고 있음

○ 초연결 네트워크, 대규모 데이터 공유, 지능형 분석을 통하여 현실과 가상이 융합된 미래공간지능 시대에는 공간지능 콘텐츠 및 서비스를 보다 효과적으로 제공할 수 있는 지원 기술이 요구됨

- 공간지능정보를 실시간으로 서비스하기 위해서는 Edge 컴퓨팅 환경에서 대용량 동적 정보와 공간 콘텐츠에 대한 분산 저장 관리 및 제공기술의 신속한 확보가 필요
- 실감적인 실세계 표현을 위한 VR/AR/MR 등의 기술 발전에 따라 지능 공간정보를 차세대 디바이스에 시각화하고 다양한 공간 콘텐츠와 인터렉션하기 위한 요구가 급증
- 국토가상화, 공간정보 초연결, 공간정보 지능화 등 디지털 라이브 국토정보 핵심기술 성과물을 통합 연계하고 타분야와의 융·복합 환경을 지원할 수 있는 통합 시스템 필요

○ ICT 발전에 따른 다양한 컴퓨팅 환경, 확대되는 서비스, 그리고 풍부해지는 사용자 환경에 맞추어 대용량 N차원 공간정보를 효율적이고 효과적인 방법으로 가시화하기 위한 요구가 점차 증가되고 있음

- 기존의 전통적 공간정보 가시화 방법 외에, 동적 스트리밍, 웹 어셈블리와 같은 최신 ICT표준 기술을 적용한 대용량 N차원 공간정보의 최적화된 시각화 요구되고 있음

□ 기존 클라우드 컴퓨팅 기술로는 Mobile, AI, IoT, 5G 등의 신기술과 공간·위치·영상·센서의 빅데이터 처리 기술을 활용하여 자율자동차, 스마트시티, 스마트그리드, 스마트공장, 디지털트윈 등의 응용 영역에서 현행 비즈니스의 초저지연 서비스 경쟁력을 획기적으로 개선한 신규 비즈니스 창출에 어려움이 있음

○ Edge 컴퓨팅 시대로의 전환과 더불어 자율자동차, 스마트시티, 스마트그리드, 스마트공장, 디지털트윈 등의 응용 영역 분야에 적용하기 위한 5G, IoT의 초연결 인프라와 Mobile AI 기술을 활용한 공간·위치·영상·센서 융합정보의 초저지연 서비스 핵심기술 확보가 필요함

○ 마이크로소프트, 구글, IBM, 인텔, 아마존 등의 클라우드 기반 글로벌 기업들이 Edge 컴퓨팅 플랫폼 시장의 선점을 위하여 열심히 경쟁하고 있으며, Edge 컴퓨팅 플랫폼을 활용한 3rd-party 응용 서비스 시나리오도 활발히 만들어지고 있음

- AR/VR, 자율주행, 스마트시티 등의 응용 서비스 시나리오에서 점차적으로 공간·위치·영상·센서 융합 정보 처리에 대한 요구가 증가하고 있어, 기존 Edge 컴퓨팅 플랫폼을 개선 및 확장한 Geospatial Cloudlet 플랫폼의 기술개발이 반드시 필요한 상황임[136]

2.3 현황 및 개선방안

(1) 현황 및 문제점

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ (국토정보 서비스의 실시간성 부재) 국토정보 정책 결정은 생생한 국토정보를 기반으로 이루어져야 하나 기존의 디지털트윈 기술은 최소 1개월 주기의 정적 2D/3D 및 위성영상을 기반으로 디지털트윈 인프라를 구축하고 이를 기반으로 서비스를 제공하고 있음

- 기존의 디지털트윈을 이용하여 서비스를 제공할 때 센서 데이터에 대한 실시간 가시화 기능만 제공하고 있으며, 실세계에서 실시간으로 변경되는 빌딩이나 도로정보, 3D 정보, 상점 정보 등은 차기 재구축시까지 반영되지 못하여 시간이 경과함에 따라 디지털트윈의 효용성이 급격하게 하락하는 문제점이 있음
- 4차 산업혁명 시대의 국토교통 정책 결정의 핵심 기반으로서 다양한 입체적인 공간정보 획득 수단을 기반으로 도시의 생생한 정보를 저장하고 관리하며 이를 기반으로 라이브한 디지털트윈 국토정보 관리 체계 서비스를 제공할 수 있어야 하며 이를 위한 기술개발이 시급히 요구됨
- 특히, 재난상황 등 안전한 국가를 위한 서비스를 제공하고자 할 경우 현 시점의 국토정보를 다소의 위치정확도를 희생할지라도 신속하게 입체적으로 특정지역의 국토정보를 구축할 수 있어야 하나 기존의 국토정보 기술은 이러한 '국토정보의 라이브성'을 지원하지 못하고 있음

○ (공간지능정보의 클라우드 서비스 문제) 공간 정보에 대한 지능형 정보 처리(GeoAI)기술이 개별적으로 개발되고 있으나, 엑사스케일 및 다중 클라우드 플랫폼으로 확장되어 적용하기 위한 운용 서비스 기술은 개발되지 못한 상태임

- 초대용량 엑사스케일로 갈 경우, 하나의 클라우드가 아닌 다중 클라우드 기반으로 구현을 해야 할 것으로 예상되며, 그에 따른 각종 데이터 수집 및 서비스 공급을 위한 각종 관리 기술 개발이 필요
- 엑사스케일의 다중 소스 데이터에 대한 지능형모델링(GeoAI)을 위해서 필요한 플랫폼 요소기술은 다중 클라우드에 걸쳐서 개발이 필요하므로, 지능형 모델링을 구동할 플랫폼 기술부터, 워크 플로우 및 오케스트레이션 기술, 지능형 모델에 대한 검색 기술이 개발될 필요가 있음

136) 출처: 엣지 컴퓨팅 시장 동향 및 산업별 적용 사례, 전자통신동향분석, 2019.04

- 대규모 플랫폼이 원활하게 운용되기 위해서, GeoAI 모델링에서 참조할 수 있는 각종 데이터 표준, 개발표준, 운영 및 프로세스 표준을 필요로 함

○ (초대용량 N차원 공간정보의 시각화 서비스 문제) 2D/3D 공간정보를 기본적으로 시각화하기 위한 기술과, 이에 기반한 서비스 등이 제공되고 있으나, 초대용량 N차원 공간정보를 다양한 환경과 응용에서 최적화된 시각화를 제공하기에는 한계점이 있음

- LiDAR, 영상 등 공간속성을 포함하는 공간정보의 유형이 다양해지고 있으며, 보다 많은 정보가 연계되고 있음으로 인해 그 차원의 복잡도 역시 증가하고 있으나, 이를 고려하는 대용량 N차원 공간정보의 시각화는 아직 따라가지 못하고 있음
- 동적 스트리밍, 웹어셈블리 등과 같이 시각화에 활용될 수 있는 최신 기술 및 표준에 대한 논의가 활발히 진행되고 있고 향후 활용될 것으로 예상되나 공간정보 분야에는 아직 적용되지 못하고 있음
- 최근 Edge 컴퓨팅 및 차세대 디스플레이 등과 같은 환경에서 AR/VR 등과 같이 공간정보에 기반한 다양한 응용을 제공하고자 하고자 하는 수요가 증가하고 있으나, 이들을 효율적이고 효과적으로 지원하기 위한 핵심공통 프레임워크에 대한 연구개발은 본격적으로 진행되고 있지 못함

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

○ (초대용량 국토정보 지원 부재) LiDAR 장착 자율주행차과 같이 도시규모에서 다중 소스에 의해 획득되는 포인트 클라우드 데이터 또는 크라우드 소싱 공간 이미지/비디오 데이터와 같은 새로운 형태의 초대용량 동적 공간정보들이 등장하고 있으며, 이러한 데이터를 클라우드 상에서 저장·관리하고 통합적으로 처리·분석할 수 있는 서비스 기술 개발이 필요한 상황

- 새로운 형태의 초대용량 동적 공간정보들은 일반적으로 초정밀 해상도로 시공간상에 누적해서 축적되며 광역 도시규모 또는 공공기관 데이터가 장기간 축적될 경우 엑사스케일 크기에 달할 것으로 판단되고 있으며, 초고속 분석뿐만 아니라 효율적인 관리를 지원할 수 있는 기술 개발이 요구됨
- 다수의 공간 빅데이터 플랫폼 독립적으로 개발되고 있으나, 단일 소스 데이터 처리에 국한되어 있으며, 기존의 빅데이터 기술개발은 엑사 규모의 초대용량 스케일의 라이브 국토정보 데이터를 지원할 수 있는 서비스나 저장·관리를 포함하고 있지 않음

○ (초세밀화와 초대용량화 동시 지원 문제) 공간지능정보의 구축과 서비스는 Exa-scale 및 Nano-scale로 동시 진화 중이며, 정보의 규모 측면에서 Exa-scale 수준, 처리 및 서비스 속도 측면에서 Nano-scale 수준으로, 4차 산업혁명 시대의 안전한 국토 보장을 위한 핵심 기술이 될 것으로 예상됨

- 기존의 공간 데이터는 2D와 위성 공간 영상, StreetView 데이터 수준의 사진 영상 정도로 구성되어 있으며, 가장 대규모인 공간영상도 단일 데이터베이스 수준에서 수 TB급 정도의 규모를 구성하고 있음
- 현재 등장하는 자율이동체 LiDAR 데이터는 단일 데이터가 TB급(70MB/s)이며, 드론 및 공공 차량 등에 의해 다수의 지역/공간에서 수시로 획득되는 공간 비디오(40MB/s) 및 영상 데이터베이스는 엑사스케일에 이를 것으로 전망되며 이를 위한 엑사스케일 공간정보 처리 기술 개발이 요구됨

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

○ (Edge 컴퓨팅 기반 초저지연 공간 융합정보 처리 기술 부재) Edge 환경에서 5G, IoT 인프라를 활용하여 발생되는 대용량 공간·영상·위치·센서 융합정보의 초저지연 처리를 위한 기반 기술 부재

- 디지털트윈, 자율주행차, 스마트팩토리 등의 서비스에서 반드시 요구되는 실내외 환경에서 이동체들의 실시간 위치추적 및 관리 서비스, 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 서비스, 공간·영상·위치·센서 정보 기반 실시간 고정밀 VR/AR 콘텐츠 생성 및 전송 서비스 등이 불가능한 현실임
- 모빌리티를 포함한 Edge 환경에서 실시간 수집되는 공간·영상·위치·센서 융합정보에 대한 관심은 급증하고 있으나, 현재 영상정보 위주의 분석 및 활용 기술 개발만 주로 추진되어 왔음

○ (Edge 컴퓨팅 환경 기반 공간 융합정보 서비스 인프라 부재) 대용량 공간·영상·위치·센서 융합정보에 대한 Edge 기반 초저지연 서비스 수요가 급증하고 있으나, 현재 중앙 서버 플랫폼 또는 클라우드 기반의 융합정보 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 서비스 기술 개발만 활성화 되어 있음

- 서버 기반 공간·영상·위치·센서 융합정보의 저장관리 및 분석을 위한 클라우드 플랫폼 기술개발은 활발히 추진되어 왔으나, Edge 환경에서의 기술개발은 고성능 단말기, 5G 통신, IoT 인프라 등의 미비로 인하여 기술개발이 활발히 추진되지 못하였으며 최근에서야 디지털트윈 등의 새로운 서비스 실현과 관련하여 기술개발에 대한 관심이 증가하고 있는 상황임

(2) 개선방안

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ 다중 소스로부터 수집되는 초대용량의 공간정보를 저장하고 관리하기 위한 기술로서, 다중의 클라우드 인프라를 활용하여 통합 데이터를 분산 관리하고 서비스하기 위한 기술 개발

- 도시 규모의 LiDAR 데이터 및 다중 소스의 공간 이미지 및 비디오 데이터를 저장하고 관리하기 위해, 다중 클라우드를 활용한 초대용량 분산 데이터의 저장 및 서비스 기술 개발
- 다중 소스의 데이터를 통합적으로 수집·가공·관리하며, 통합된 데이터를 다양한 목적에 맞게 서비스 해주는 서비스 제공 기술을 개발

○ 엑사스케일의 정형·비정형/정적·동적 라이브 국토정보와 GeoAI 모델을 연계하고 운용할 수 있는 초대용량 공간정보 지능모델 운용 서비스 기술 개발

- 엑사스케일 GeoAI의 모델링, 저장, 검색, 워크플로우 오케스트레이션 등을 지원하는 서비스 플랫폼 기술개발 추진
- 통합적이고 일관성 있는 지능형 모델의 축적 및 서비스를 위한 각종 데이터 표준, 서비스 표준, 코딩 표준, 프로세스 표준 개발
- 엑사스케일 GeoAI 서비스 플랫폼을 다중의 클라우드에서 구동 가능하도록 확장하기 위한 기술 개발

○ 다양한 응용 및 환경에서 초대용량의 N차원 공간정보를 효과적・효율적으로 시각화를 제공하기 위한 공통 프레임워크 기술 개발 및 적용

- 공간정보를 중심으로 다양한 유형의 정보가 연계되는 대용량 N차원 공간정보를 효과적으로 시각화하기 위한 공통 프레임워크 기술 개발
- 동적 스트리밍(Streaming), 웹 어셈블리(Web Assembly) 등과 같은 최신의 ICT 표준기반 기술을 적용하여 대용량 N차원 공간정보가 효율적으로 시각화될 수 있도록 하는 기술 개발
- Edge 컴퓨팅 및 차세대 디스플레이 등과 같은 다양한 환경에서 대용량 N차원 공간정보를 일관되게 시각화하는 인터페이스 및 API 기술 개발

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

○ 초대용량 공간정보를 다수의 분산 클러스터 기반으로 저장하고 질의할 수 있게 지원하는 공간 분산 데이터 컴퓨팅 플랫폼 기술과 지능형 처리를 위한 인터페이스 기술 개발

- 초대용량 국토정보와 관련하여 지속적으로 축적되는 거대 용량의 데이터에 대한 효율적인 처리와 제한시간 내의 실시간 질의처리를 지원할 수 있는 초대용량 데이터 분산 저장·관리 및 분석 기술 개발
- 초대용량 공간정보 분산 처리 기술은 기존의 오픈소스를 최대한 활용하여 확장성와 보편적 이용 가능성을 담보하여야 하며, 기존의 빅데이터 기술이 CRUD를 지원하지 않아 관리에 어려움이 있었던 점을 고려하여 CRUD 지원 관리가 지원되는 시스템 기술을 개발함
- 예를 들면, 기존의 공간정보 빅데이터 기술개발이 빠른 분석처리를 위해 Hadoop과 Spark과 같이 Read-Only 시스템에 초점을 두었던데 비해 초대용량 공간정보 저장·관리 기술의 기본 인프라는 HBase와 MongoDB 등과 같이 CRUD를 지원하는 시스템이 후보가 될 수 있음
- 초대용량 공간정보에 대한 정적·동적 공간 지능 데이터 뿐만 아니라 모델까지 초대용량 공간지능 분산 관리·관리 및 처리 시스템에서 지원되어야 함
- 딥러닝 기술을 기반으로 한 GeoAI 기술 등에 의해 실시간 분산 처리를 지원할 수 있는 기반 프레임워크를 시스템상에서 지원할 수 있어야 함

○ 초대용량 정형·비정형/정적·동적 공간정보의 스트림을 다수의 분산 클러스터 기반으로 실시간으로 분석하고 처리할 수 있게 지원하는 기술 개발

- (초단위 의사결정 처리 대응) 향후 5년 이내에 LiDAR 및 비전인식 기반의 GeoAI 기술 등에 의하여 초 단위 초정밀 공간지능정보의 구축과 의사결정이 가능한 분산 공간 데이터 컴퓨팅 기술 개발
- (긴급 로컬 정책 대응) 대형 건물 화재사고 등의 긴급 실시간 대처를 위해 대량의 공간센서를 입체적으로 동원투입하고 이를 기반으로 한 긴급 안전 대응 의사 결정을 지원 위해 초대용량 공간정보 스트림까지 실시간으로 처리할 수 있는 기술 개발

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

○ 공간·위치·영상·센서 융합정보를 Edge 컴퓨팅 환경에서 가공, 변환하여 분산 저장하고 다양한 분석을 수행할 수 있는 Geospatial Cloudlet 기반 기술 개발

- 모빌리티를 포함한 Edge 환경에서 다양한 공간·위치센서·영상·센서 융합정보의 분산 저장, 실시간 위치추적 및 관리, 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션, 실시간 고정밀 VR/AR 콘텐츠 생성 및 전송 기술 개발 추진
- Edge 컴퓨팅 환경에서 실시간성, 초저지연성, 보안이 가능하며, 클라우드 기반의 중앙 서버 플랫폼과 연계를 통하여 하이브리드 서비스가 가능한 Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기술 개발 추진

○ 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스를 제공할 수 있는 Geospatial Cloudlet 인프라 구축 기술 개발 추진

- Geospatial Cloudlet 기반 Edge 디바이스 및 핵심 기능 가상화를 위한 IaaS, SaaS 핵심기술 개발 추진
- 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합정보 서비스를 위한 Geospatial Cloudlet 플랫폼 개발 추진
- Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 디바이스를 위한 클라이언트 개발 추진

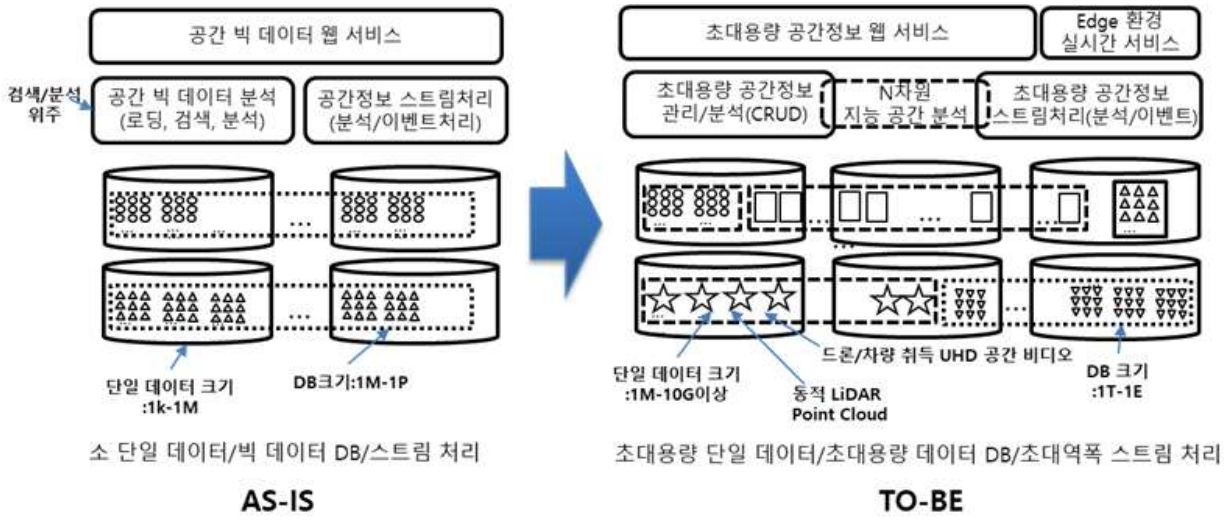
〈표 7-75〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용(As-is To-be)

AS-IS	TO-BE
▸ 3-1-1 초대용량 공간정보 서비스 구축 - LiDAR 및 고해상도 공간 비디오와 같은 새롭게 등장하는 초대용량 공간정보에 대한 서비스 부재 - 기존의 디지털트윈 서비스들은 2D/3D 및 센서 데이터의 가시화에 중점을 두고 있으나 2D/3D 데이터는 최소 1개월 이상의 과거 데이터를 기반으로 함 - 포인트 클라우드 및 영상 등 비정형 초대용량 공간정보의 실시간 공간지능 정보 처리를 지원하는 서비스 기술 부재 - 초대용량 공간정보의 분석과 연계 서비스는 아직 걸음마 단계이며 파편화 되어있고, 데스크톱 수준의 서비스만을 지원 - 다양한 컴퓨팅 환경에서 초대용량 N차원 공간정보를 시각화하기 위한 공통 프레임워크 기술 부재	▸ 3-1-1 초대용량 공간정보 서비스 구축 - 다중 소스로부터 수집되는 초대용량의 LiDAR 및 고해상도 공간영상/비디오 데이터를 클라우드를 기반으로 통합된 환경에서 처리하기 위한 엑사스케일의 초대용량 서비스 플랫폼 기술 제공 - N차원 고품질 공간정보 활용 기반 구축 기술 등과 연계하여 초대용량 공간정보로부터 지능 공간정보 기술과 연계하여 라이브한 데이터를 추출할 수 있는 서비스 제공 - 초대용량 공간 정보 서비스 제공을 위한 모델링 및 운용 표준 제공, 워크플로우 오케스트레이션 및 모니터링 기술 제공 - 동적 스트리밍, 웹 어셈블리 등과 같은 최신 ICT 표준기술과, 인터페이스 및 API를 기반으로 초대용량 N차원 공간정보를 시각화하는 공통 프레임워크 기술 확보

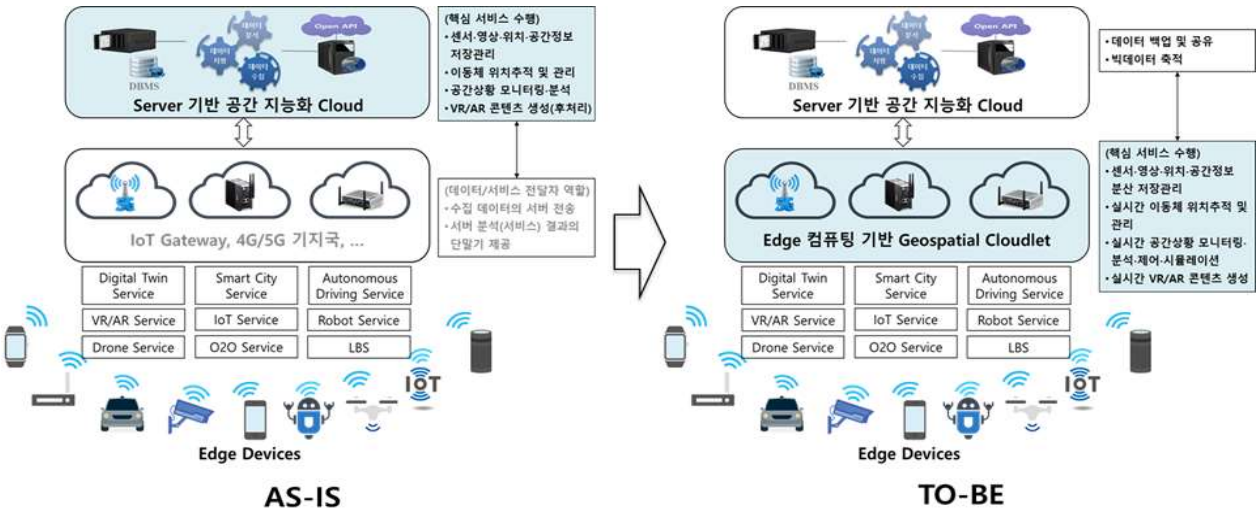
AS-IS	TO-BE
▸ 3-1-2 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 - LiDAR 및 고해상도 공간 비디오와 같은 초대용량 공간정보의 저장·관리 및 분석 처리를 지원하지 않음 - 초대용량 공간정보에 대한 딥러닝 인식 등 공간지능 모델(GeoAI)의 분산 관리 및 분석 처리기능을 지원하지 않음 - 공간 영상과 같은 비정형 초대용량 공간정보 스트림의 분산처리를 지원하지 않아 긴급한 상황의 분석 등 실시간 국토정보 처리에 한계	▸ 3-1-2 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 - 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용한 크라우드소싱 LiDAR 및 고해상도 공간 비디오 및 사물인터넷 데이터 실시간 분산 저장 관리 기술 지원 - 초대용량 지능 공간 정보에 대한 분산 컴퓨팅 환경 기반의 고속 분산 처리 기술을 통해 실시간 지능 공간 분석 지원 - 기존 스트림 분석과 융합된 인메모리 기반의 초대용량 공간정보 스트림의 분산 처리 기술을 지원하여 도시 규모의 실시간 상황 파악 및 긴급 대응 서비스 지원
▸ 3-1-3 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 - Edge 환경 기반 대용량 위치/공간 콘텐츠 실시간 전송 서비스 및 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션 서비스 불가 - 디지털트윈 또는 자율주행차 등의 서비스에서 반드시 요구되는 이동체들의 실시간 위치추적 및 관리, 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션, 실시간 VR/AR 콘텐츠 생성 및 전송 서비스 불가	▸ 3-1-3 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 - Edge 환경 기반 실시간성 보장, 서비스 지연 제거, 보안성 강화가 가능한 Geospatial Cloudlet 플랫폼 서비스 가능 - 모빌리티 포함 Edge 환경에서 다양한 공간·위치·영상·센서 융합 정보의 분산 저장, 실시간 위치추적 및 관리, 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션, 실시간 고정밀 VR/AR 콘텐츠 생성 및 전송 서비스 가능



[그림 7-80] 초대용량 공간정보 서비스 구축(As-is, To-be)



[그림 7-81] 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리(As-is, To-be)

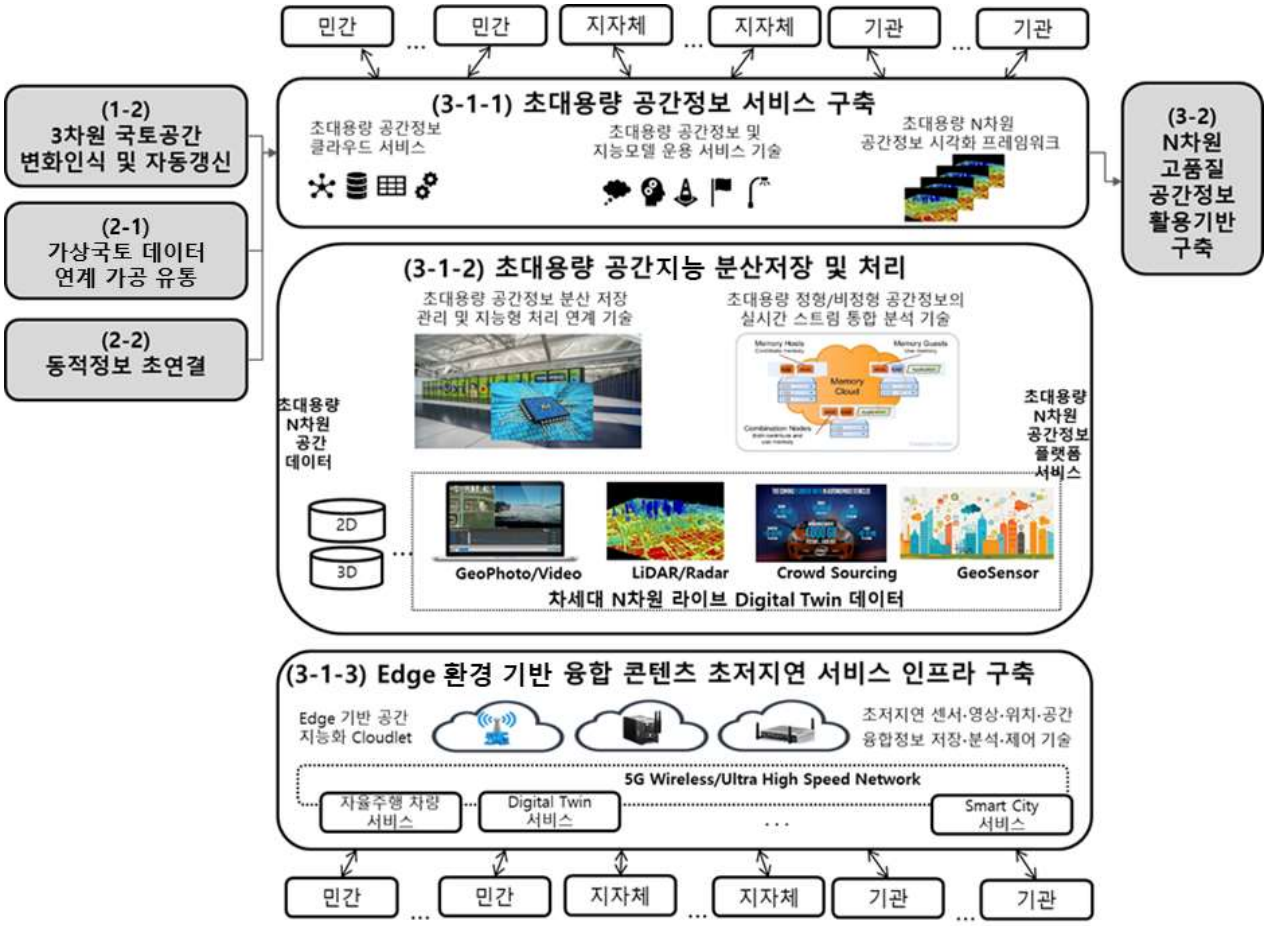


[그림 7-82] Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축(As-is, To-be)

2.4 기술개발 개요

(1) 기술개발 정의

□ 라이브 국토정보 서비스의 핵심 정보 기반인 엑사스케일 저장 규모의 이종 N차원 라이브 공간정보를 Edge 환경을 기반으로 수집하고 관리하며 서비스하기 위한 안전한 분산 초고성능 공간정보 처리·서비스 기술을 개발하며, 선도적 기술개발을 개발 통해 미래 국토정보 서비스를 위한 공간지능정보의 핵심 기술 경쟁력 확보를 목적으로 함



[그림 7-83] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 개념도

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 구현

- 도시 규모의 공공 및 크라우드 소싱 LiDAR 데이터와 고해상도 공간 이미지/비디오에 대한 관리 서비스를 제공하기 위한 기술
- 최대 엑사스케일 규모의 초대용량 국토정보를 다중 클라우드 플랫폼을 활용하여 서비스 할 수 있는 기술

- 초정밀 가상국토 구축 서비스(1중점) 연계 및 초연결 기반 실시간 공간정보 구축(2중점) 연계를 위한 데이터 연동 API 기술

○ 초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 구현

- 초대용량 공간정보 메타데이터와 사용자 관리 등 전반적인 서비스가 안정적으로 제공될 수 있도록 하기 위한 운용 서비스 기술
- 초대용량 공간정보를 활용한 모델링의 표준 정의 및 GeoAPI 모델 저장, 검색 서비스 제공 기술
- 모델 운용을 위한 워크플로우 오케스트레이션 및 모니터링 기술
- 서비스 운용 경량화를 위한 컨테이너 레벨의 API 관리 기술
- 대규모 다중 클라우드로 확장이 가능한 API 관리 및 모니터링 기술

○ 초대용량 N차원 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술

- 동적 스트리밍, 웹 어셈블리 등과 관련된 최신 표준 ICT 기술을 사용하여 다양한 유형의 정보가 복잡하게 연계되는 N차원 공간정보를 효율적·효과적으로 시각화하기 위한 프레임워크 기술
- Edge 등과 같은 차세대 컴퓨팅 환경에서 초대용량 N차원 공간정보 시각화를 지원하기 위한 프레임워크 확장 기술
- 다양한 응용 및 서비스에서 초대용량 N차원 공간정보의 활용성을 극대화하기 위한 시각화 API 및 표준 개발

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

○ 초대용량 공간지능 분산관리 및 지능형 처리를 위한 연계

- 오픈소스 시스템을 기반으로 엑사스케일 규모의 초대용량 공간정보를 분산 저장 및 관리할 수 있는 공간정보 분산 시스템 기술
- LiDAR 포인트 클라우드와 WAMI(Wide Area Motion Imagery) 영상과 같은 초대용량 공간정보의 시공간 분산 분석과 검색 질의를 처리하는 기술
- 일반 공간정보 뿐만 아니라 초대용량 공간정보에 대한 지능분석을 지원하는 공간지능 데이터 및 모델을 분산 저장하고 관리하며 분산 처리 시스템을 기반으로 실시간으로 처리할 수 있도록 지원하는 기술
- 대규모 공공 차량, UAV 또는 크라우드 소싱과 같이 동시 다수에 의해 수집된 초대용량 공간정보를 협업적 기술을 사용하여 공간정보를 빠르게 추출하고 처리하도록 지원하는 기술
- 기록적 관점에서 엑사스케일의 라이브 국토정보를 생생하게 검증가능 하도록 저장하고, 실시간 타임머신형 인터랙션을 지원하는 일기 전용의 가시화 최적화 서비스 지원 기술

○ 초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석

- 오픈소스 시스템을 기반으로 초대용량 공간정보를 인메모리상에서 빠르게 분석하고 검색 질의 및 분석을 할 수 있도록 하는 시스템 기술
- 실시간으로 수집되는 이기종의 다양한 초대용량 공간정보 스트림에 대하여 N차원의 분석을 지원하는 실시간 처리 프레임워크 기술
- 초대용량 공간정보를 인메모리 기반의 분산 구조에서 빠르게 공간지능 및 마이닝 분석을 할 수 있도록 연계하는 프레임워크 기술

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

○ Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서정보 분산 저장 관리

- 고정밀, 다차원, 대용량의 공간·위치·센서 융합정보를 Edge 환경에서 실시간 효율적으로 분산하여 저장하고 관리하기 위한 기술
- 차량, 무인 항공기, CCTV, 사용자 단말기 등으로부터 획득되는 공간·위치 정보가 융합된 대용량 영상정보를 실시간 수집, 저장하고 사용자 정의 이벤트를 처리하는 기술
- Edge 환경 기반 공간·위치·영상·센서정보의 융합을 통하여 VR/AR, 게임, 영화 등을 위한 다양한 디지털 콘텐츠를 실시간 생성, 관리하고 전송하기 위한 기술

○ Edge Cloudlet 환경 기반 초저지연 공간상황 실시간 모니터링·분석·제어·시뮬레이션

- Edge Cloudlet 환경에서 공간정보를 중심으로 이동체 위치정보, IoT 센서정보, 영상정보의 융합을 통하여 시공간상황에 대한 실시간 모니터링 및 인지를 수행하고 사용자 요구에 따라 미래 공간상황을 실시간 예측하고 시뮬레이션하기 위한 기술
- Edge Cloudlet 환경에서 차량, 무인 항공기, CCTV, 사용자 단말기 등의 다양한 이동체들에 대한 위치를 추적하고 사용자 요구에 따라 IoT 센서에 대한 제어를 수행하기 위한 기술

○ 초저지연 공간정보 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축

- 사용자 단말기 주변의 상호 이질적인 ICT 인프라 가상화 및 융합 활용 기능, 공간·위치·영상·센서 융합 기반 실시간 디지털 콘텐츠 생성과 모니터링, 분석, 예측, 시뮬레이션 서비스 제공 기능과 서버 클라우드 플랫폼과의 상호 연계 기능 등을 포함한 Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술
- 사용자 단말기 기반 Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 지원하기 위한 모바일 클라이언트 애플리케이션 기술

(2) 기술개발 목표

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 구축 기술 확보

- 도시 규모의 공간정보 데이터(LiDAR, 이미지, 비디오)의 관리 기술 확보
- 엑사스케일 공간정보 데이터의 크라우드 소싱 서비스 기술 확보
- 엑사스케일 공간정보 데이터의 저장/관리를 위한 클라우드 서비스 기술 확보
- 엑사스케일 공간정보 데이터 연동 API 기술 확보
- 초정밀 가상국토 구축 서비스(1중점) 연계 데이터 연동 API 기술 확보
- 초연결 기반 실시간 공간정보 구축(2중점) 연계 데이터 연동 API 개발 기술 확보

○ 초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 개발

- 엑사스케일 GeoAI 모델 저장 및 검색 서비스 제공 기술 확보
- 지능형 공간정보 모델링 및 운용 서비스의 개발 표준화
- 모델링 및 운용을 위한 워크플로우 오케스트레이션 및 모니터링 기술 확보
- 서비스 경량화를 위한 컨테이너 레벨의 API 관리 기술 확보
- 다중 클라우드로 확장 가능한 API 관리 및 모니터링 기술 확보

○ 초대용량 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술 개발

- 3종이상의 최신 ICT 표준을 지원하는 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 기술 확보
- Edge 등의 차세대 컴퓨팅 환경에서 초대용량 N차원 공간정보의 일관된 시각화를 지원하는 프레임워크 확장 기술 확보
- 초대용량 N차원 공간정보 시각화 지원을 위한 API 및 표준 기술 확보

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

○ 초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 지능형 처리를 위한 연계 기술 확보

- 오픈소스 엑사스케일 초대용량 공간정보 분산 저장 및 관리 시스템 기술 개발
- LiDAR, 고해상도 영상/비디오 등 초대용량 공간정보 지원 시공간 분산 분석 및 질의 처리 기술 확보
- 초대용량 공간지능 데이터 및 모델의 분산 저장 및 관리 시스템 기술 확보
- 초대용량 공간정보 기반 협업적 공간 정보 추출 및 처리 기술 확보
- 엑사스케일 라이브 공간정보 기록 및 타임머신 검색·가시화 지원 기술 확보

○ 초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석 기술 확보

- 오픈소스 기반 초대용량 공간정보 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템 기술 확보
- 초대용량 N차원 공간정보 스트림 실시간 처리 프레임워크 기술 확보
- 초대용량 인메모리 공간지능 및 마이닝 분석 연계 프레임워크기술 확보
- 초대용량 인메모리 공간 네트워크 분석 및 처리 기술 확보

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

○ Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서정보 수집 및 분산 저장 관리를 위한 Geospatial Cloudlet 핵심 기술 확보

- Edge 컴퓨팅 기반 고정밀/다차원 공간·센서정보 및 실시간 위치정보 분산 저장관리 기술 확보
- 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 이벤트 처리 기술 확보
- 대용량 공간·위치·영상·센서 정보 융합 기반 디지털콘텐츠 생성 기술 확보

○ 초저지연 공간상황 모니터링·분석·제어·시뮬레이션을 위한 Geospatial Cloudlet 확장 기술 확보

- IoT 센서정보, 이동체정보, 공간정보 융합 기반 초저지연 공간상황 모니터링 및 인지 기술 확보
- 초저지연 공간상황 예측 및 시뮬레이션 기술 확보
- IoT 센서 및 이동체 추적 및 제어 기술 확보

○ 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축

- 초저지연 대용량 공간·위치·센서·영상 정보 분산 저장관리 및 분석을 위한 Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능 통합 시스템 개발 및 적용
- Edge 디바이스/이동체의 위치 기반 이질적인 ICT 인프라의 가상화 및 융합 활용 모듈 적용
- Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능의 초저지연 서비스 제공 모듈 적용
- 초대용량 공간정보 처리 중앙 서버 연계 모듈 적용
- Geospatial Cloudlet 통합 플랫폼 구축
- Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 클라이언트 프레임워크 구축

2.5 국내외 기술개발 동향

(1) 해외동향

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

〈표 7-76〉 초대용량 공간정보 서비스 구축 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 구현	대규모 맵서비스 상에서 공간정보와 관련된 데이터를 융합하여 서비스로 제공하고 있음			
	미국	구글	구글맵/스트리트	지도서비스에 통합한 공간정보 서비스
	미국	구글	구글 Earth	위성 영상 서비스와 접목한 공간정보 융합 서비스 제공
초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 구현	대규모 클라우드 상에서 서비스를 제공하기 위해서, 경량화된 프로세스 수준의 서비스 제공 프레임웍으로 발전하고 있음			
	미국	구글	GCP (Google Cloud Platform)	가상머신 수준이 아닌 API 수준에서 서비스 운용 프레임워크를 제공함
	미국	마이크로소프트	Azure 클라우드 서비스	사용하기 쉬운 API 서비스를 제공하며, 특히 마이크로 서비스 아키텍쳐를 지원함
초대용량 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술	대용량 공간정보를 도시 등과 같은 의미 단위로 패키징하여 가시화하는 환경을 제공하는 추세			
	미국	ESRI	CityEngine	마크업 언어 및 웹 스크립트 등을 기반으로 웹 등에서 공간정보를 도시단위로 가시화하기 위해 패키징 및 가시화
	미국	Cesium	Cesium	웹 표준 등에 기반하여 대상 지역에 대한 건물 등의 공간정보를 패키징 및 가시화

○ 구글 맵 서비스 및 구글 클라우드 서비스는 대규모 지도 서비스와 스트리트 사진, 위성영상, 사용자가 업로드 하는 사진 및 이미지 데이터를 융합한 초대규모 서비스를 제공하고 있음

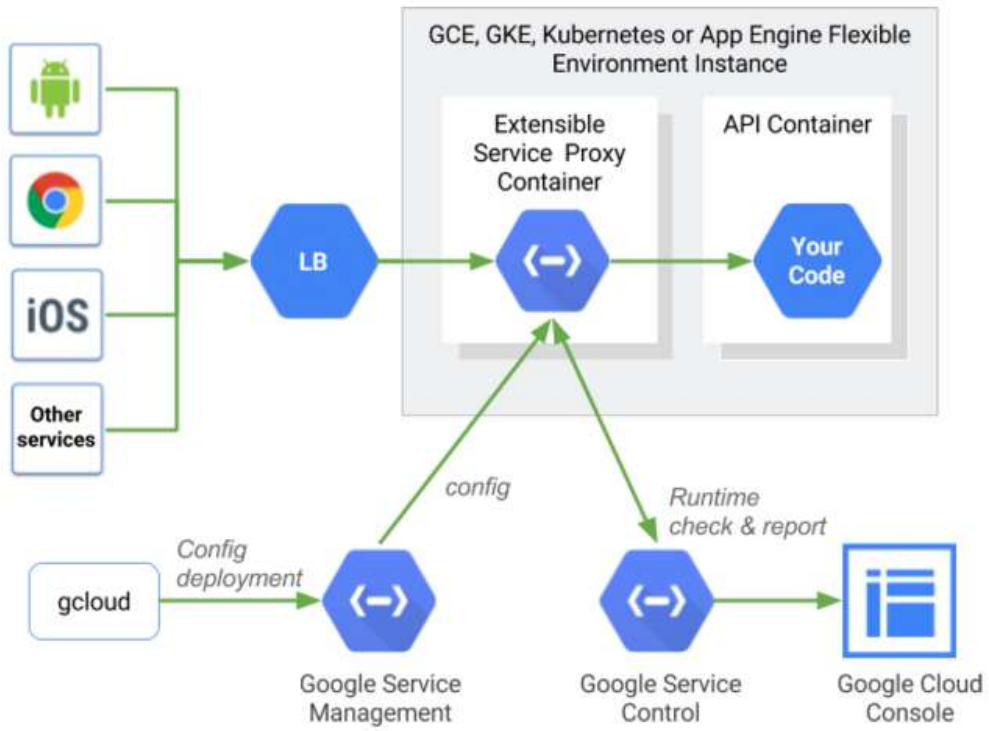
- 특히 대규모 스트리트 맵, 위성 영상은 다수의 기관과 연계하여 데이터를 수집하고 있으며, 사용자로부터 크라우드 소싱으로 공간정보에 연결된 각종 사진 데이터를 수집하고 있음



[그림 7-84] 공간정보와 각종 영상, 위성영상, 사진 정보를 융합한 구글 맵 및 구글 어스 서비스

○ 구글 클라우드 서비스(Google Cloud Service)에서 특기할 만한 내용은 클라우드 서비스 제공의 수준이 가상 머신 수준이 아니고, 경량화된 가상 프로세스 수준으로 제공함으로써 서비스 개발자들로 하여금 각종 운용 관리의 부담을 확실히 경감시켜 준다는 점임

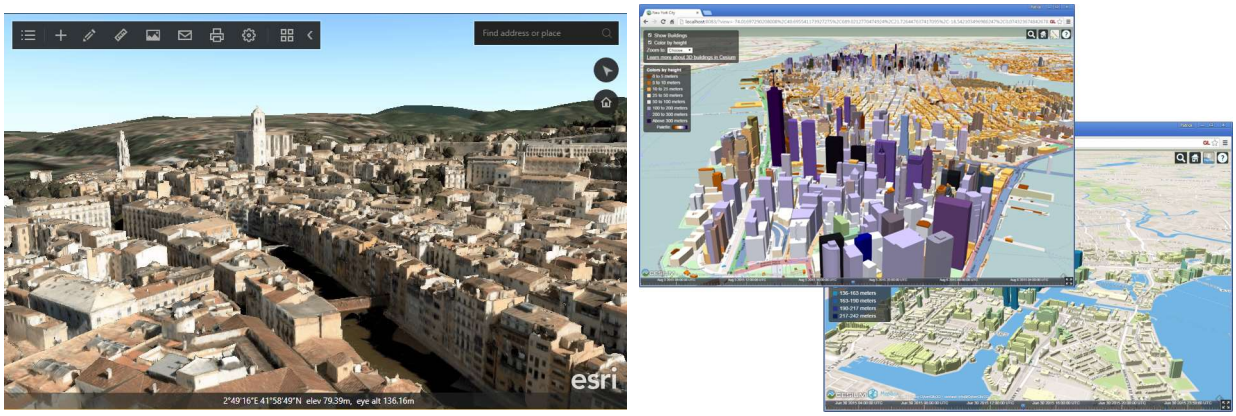
- 클라우드 서비스 제공의 레벨이 경량 프로세스 수준으로 간략화 되어 있음
- API로 표현된 프로세스 레벨의 가상화로, 마이크로 서비스 아키텍쳐를 실현할 수 있음
- 대규모 API 운용 관리를 위한 특별한 관리 SW가 필요함



[그림 7-85] 마이크로 서비스 아키텍처를 제공하는 구글 클라우드 엔진 구성

○ 현재까지는 공간정보 활용의 의미적 관점에 중점을 두어 공간정보를 패키징 및 가시화하는 기술 및 제품 등이 주를 이루고 있음

- 세계 최대 공간정보 관련 업체인 ESRI 에서는 CityEngine이라는 제품을 통해 도시공간의 다양한 공간정보를 패키징 및 가시화 하기 위한 기능을 제공하고 있으며, 이를 통해 기본적인 브라우징이 가능하도록 서비스를 지원하고 있음. 다만, 대용량으로 인한 속도의 부분은 아직 많이 개선되어야 하는 상황
- 오픈소스에 기반한 공간정보 플랫폼을 개발하는 Cesium에서는 javascript와 표준명세를 기반으로 공간정보를 가시화하는 기능을 제공



[그림 7-86] ESRI I3S 및 Cesium 3D Tiles 포맷을 이용한 도시공간정보 가시화

○ OGC 등과 같은 관련 표준화 기구를 통해 도시단위 대용량의 공간정보 가시화를 위한 다양한 명세 등에 대한 표준화(CityGML, I3S 등)가 진행

○ 다양한 유형의 공간정보 및 비공간정보가 복합적으로 연계되는 N차원 고정밀 공간정보에 대한 시각화는 아직 본격 대중화가 진행되어 있지 못함으로 인해 이에 대한 명시적은 연구개발은 크게 알려진 바가 없는 상황

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

〈표 7-77〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 관련 국외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
초대용량 공간지능 분산 관리 및 지능형 처리를 위한 연계 기술	주류 빅데이터 시스템 시장은 저장·분석 위주의 시스템에서 갱신(CRUD) 기능을 지원하는 시스템으로 변화하고 있으며, 초대용량 공간정보와 공간지능의 분산 처리 연구는 이제 초기 단계			
	미국	Apache	Cassandra	빅데이터 시스템 마켓 2위로 와이드 컬럼 저장 구조상에서 2D 공간질의를 지원하며 SQL 상에서 갱신(CRUD)과 동시성 제어가 가능
	미국	MongoDB	MongoDB (오픈소스)	빅데이터 시스템 마켓 1위로서 문서 저장구조를 지원하며 삭제·갱신기능과 GeoJSON 기반의 2D 공간질의를 지원
	미국	UC Riverside	Asterix-DB	확장 가능한 오픈소스 빅데이터 관리 시스템(BDMS)으로서 RDMS 수준의 DAG 기반의 질의 최적화를 지원하는 시스템

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석	대용량 공간정보를 도시 등과 같은 의미 단위로 패키징하여 가시화하는 환경을 제공하는 추세			
	미국	NASA	SciSpark	대용량 기후 과학 및 분석을 위해 인메모리 Spark 상에서 위성영상 분석 및 처리를 지원하는 시스템
	미국	Arizona State University	GeoSpark	Spark 시스템상에서 2D 데이터에 대하여 범위 검색과 조인 질의를 지원하며 질의 최적화 기능을 보유
	미국	LocatioinTech	GeoMesa (오픈소스)	Hbase, Spark, Bigtable, Cassandra 상에서 2D 데이터에 대하여 분산 시공간 데이터의 저장과 색인, 질의를 지원하는 프레임워크

○ NoSQL이라고 불리기도 하는 빅데이터 시스템들은 적은 수의 고성능 서버를 사용하는 기존의 병렬 관계형 데이터베이스 시스템의 대체 기술로서, 확장성 있는 저비용의 서버들을 많은 수로 확장할 수 있는 분산 클러스터 상에서 안정적이며 빠른 데이터 처리를 지원

- 빅데이터베이스 시스템 초기에는 Hadoop MapReduce를 기반으로 분석 처리 위주의 시스템이 대부분이었으나 인메모리 기반 시스템인 Apache Spark의 등장으로 실시간 분석은 Spark 기반의 시스템으로 수렴되고 있으며, 디스크 기반 초대용량 빅데이터베이스 시스템은 MongoDB와 Cassandra와 같이 CRUD 갱신 기능을 지원하는 시스템들이 대세

〈표 7-78〉 디스크 기반 공간정보 빅 데이터 시스템의 종류와 특성

시스템명	공간 데이터	CRUD 지원	질의 언어	특성
SpatialHadoop	2D	미지원	미지원	U. of Minnesota
MongoDB	2D	지원	미지원	MongoDB Inc.
Cassandra	2D	지원	SQL-like CQL	Facebook, Apache
DynamoDB	2D	지원	SQL	Amazon
SyllaDB	2D	지원	SQL-like CQL	Sylla
Asterix-DB	2D	지원	AQL	UC Riverside

○ 최근 빅데이터 시스템들의 사용이 최근 폭발적으로 증가하였으며, 특히 CRUD 갱신 기능을 지원하는 시스템들이 데이터베이스 시스템 사용자 인기도에서(https://db-engines.com/en/ranking) 상위권에 위치

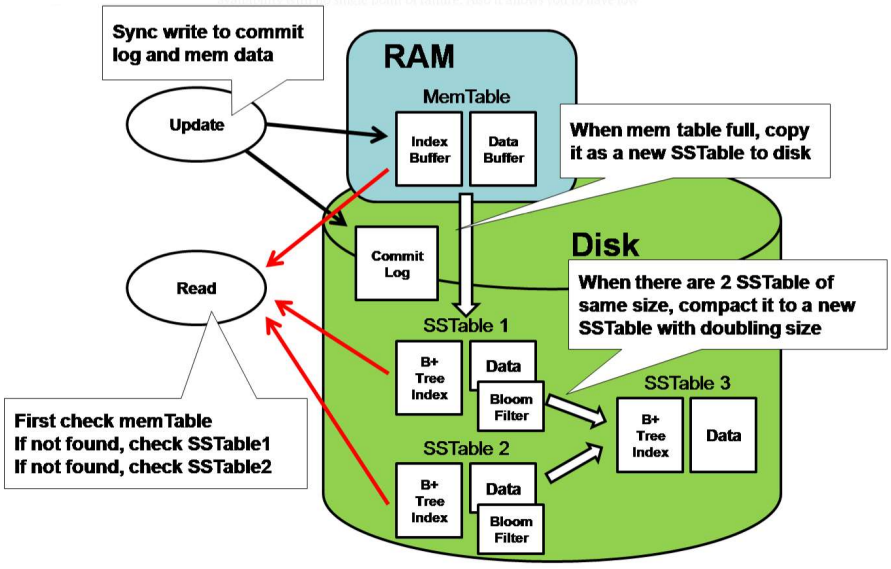
- MongoDB가 Oracle, MySQL, SQL Server, PostgreSQL에 다섯 번째에 위치하며 Cassandra는 11번째 순위임

〈표 7-79〉 빅데이터 시스템의 사용 인기도 순위

순위	시스템명	전체 순위	공간 데이터	데이터 모델	CRUD지원
1	MongoDB	#5	2D	document	지원
2	Cassandra	#11	2D	column-store	지원
3	Hive	#14	2D	relational	미지원
4	DynamoDB	#16	2D	multi-model	지원
5	Neo4j	#21	-	graph	
6	HBase	#22	2D	column-store	지원
7	CouchBase	#24	2D	document, multi-model	지원
8	Google BiqQuery	#26	2D	relational	Append only
9	Spark SQL	#35	2D	relational	미지원
10	Impala	#36	2D	relational, multi-model	지원

○ Cassandra 시스템은 Facebook에서 개발하여 2008년에 발표하고 Apache 재단을 통해 오픈소스화한 시스템으로서 SQL-like한 질의처리 기능뿐만 아니라 갱신에 대한 동시성 제어 기능도 지원하고 있음

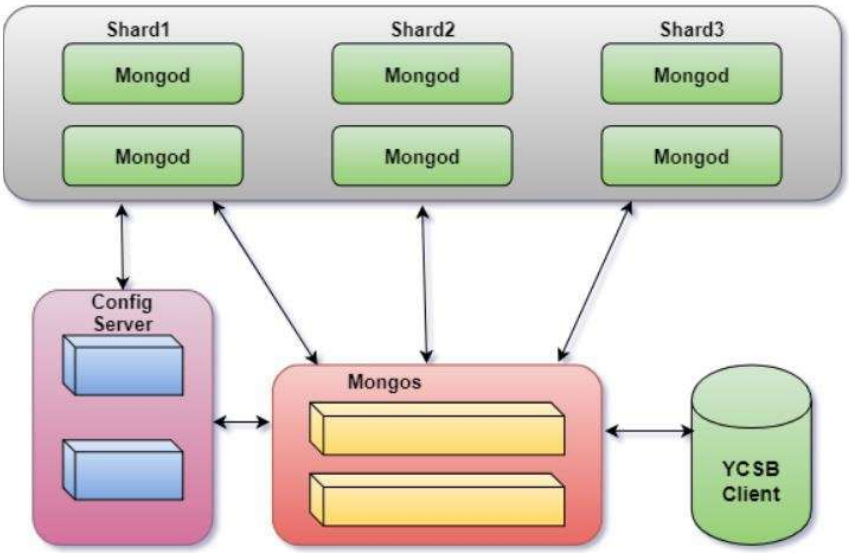
- Java 언어로 개발된 시스템으로서 컬럼 저장구조를 가지며, 대용량 데이터 트랜잭션에 대해 고성능 처리가 가능한 장점이 있어 Twitter에서 MySQL에서 Cassandar로 저장시스템을 변경하기도 함
- 최소 3대 이상의 구성에서 동작하며 확장성이 뛰어난 것으로 알려져 있음



[그림 7-87] Cassandra 시스템의 구조

○ 10gen사에서 개발한 MongoDB는 빅데이터 시스템 시장에서 1위의 시스템으로 빠른 검색 및 갱신 속도를 지원하여 일반적인 데이터베이스 시스템으로도 채택되고 있을 정도로 대중화되었음

- C++ 언어로 개발되었으며 문서형 저장구조를 지원하는 것이 특징이며, 이에 따라 스키마가 없고 SQL과 비슷한 형태의 질의를 지원하고 있음



[그림 7-88] MongoDB 시스템의 구조

○ 공간정보의 빠른 분석과 처리를 위해 Apache Spark 기반의 공간정보 기능 확장 접근 방법이 매우 다양하게 시도되고 있으며, 일반 2D 공간정보 뿐만 아니라 GPS 궤적, 위성영상과 일반 래스터 영상 등을 지원하고 있음

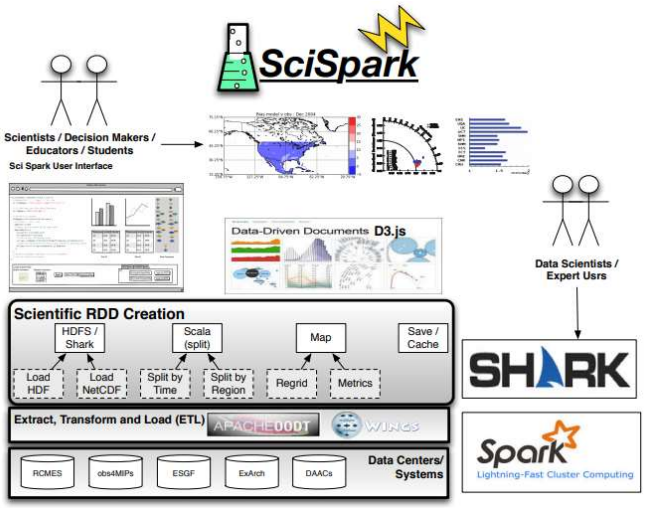
- 2D 공간정보 지원 시스템의 경우 Range, Join, KNN 질의를 일반적으로 지원하고 있으며, 위성영상과 래스터 영상 처리 시스템의 경우에는 단순한 Filter, Join 연산 등을 지원하며, SQL 표준 수준의 질의를 지원하는 시스템은 아직 부재함
- 초대용량 공간정보를 지원하는 시스템은 NASA에서 개발은 SciSpark 시스템이 대표적이며, LiDAR 지원 시스템은 응용 형태의 단순 시스템만 아직 존재하나 시도는 활발히 진행 중임

〈표 7-80〉 인메모리 Spark 기반 실시간 공간정보 분산 분석 및 처리 시스템

시스템명	데이터 타입	공간색인 지원	질의	특성
GeoSpark	2D	2단계	Range, Join, KNN	질의최적화지원
Simba	2D	2단계	Range, Join, KNN, KNN-join	질의최적화지원
LocationSpark	2D	2단계	Range, Join, KNN	질의최적화지원
GeoMesa	2D	global grid file	Range, Join	
SpatialSpark	2D	2단계	Range, Join	
DST	GPS 궤적	2단계	Similarity search	
DITA	GPS 궤적	2단계	Similarity join	질의최적화지원
SciSpark	위성영상	미지원	Filter, Join	
Geotrellis	래스터 영상	미지원	Crop, Warp, Map Algebra	
BinJoin	2D	Local	Join	질의최적화지원

○ NASA는 2015년 대용량 기후 과학 및 분석을 위해 실시간으로 고해상도 위성영상을 분석할 수 있는 인메모리 Spark 기반의 시스템인 SciSpark을 발표하였으며, 기존의 MySQL 기반의 시스템에 비해 월등한 성능 향상을 보여주고 있음

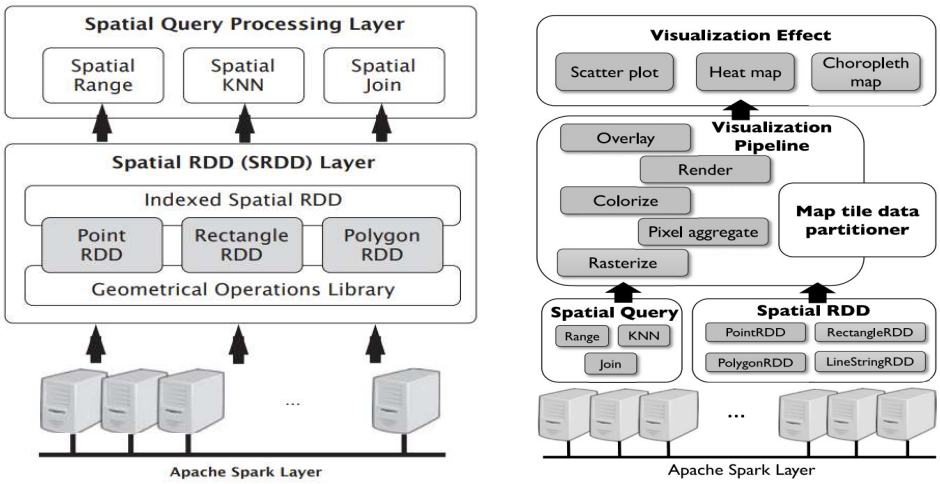
- 고해상도 위성영상의 효율적인 처리를 위해 e Grab 'em Tag 'em Graph 'em(GTG) 알고리즘을 개발하여 적용하여 National Centers for Environmental Prediction / Climate Prediction Center (NCEP/CPC) 4km Global (60N – 60S) Infrared 데이터셋 등에 적용
- 오픈소스로 공개: https://github.com/SciSpark/SciSpark



[그림 7-89] NASA SciSpark 시스템의 구조

○ GeoSpark은 Arizona State University에서 2015년에 발표하고 오픈소스로 공개한 시스템으로, 인메모리 Spark 시스템 상에서 2D 공간정보와 공간질의를 지원함

- 또한 2018년 GeoSpark 상에서 공간정보의 실시간 가시화를 지원할 수 있는 GeoSparkViz 시스템을 발표함

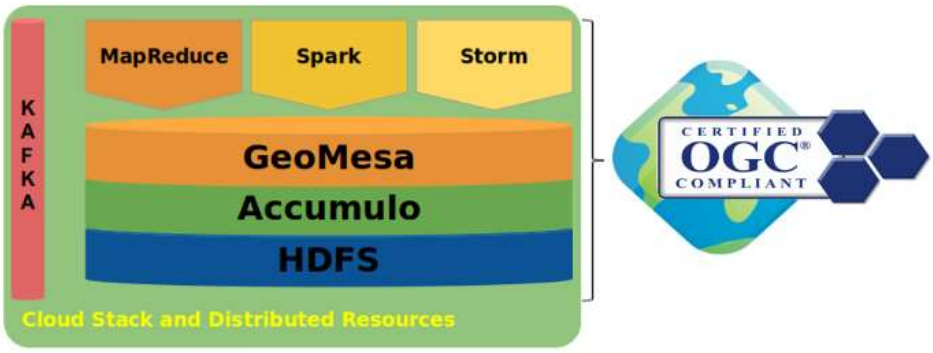


(a) GeoSpark의 구조 (b) GeoSparkViz

[그림 7-90] GeoSpark 시스템과 GeoSparkViz 시스템의 구조

○ LocationTech 그룹의 GeoMesa는 Spark을 포함한 다양한 분산시스템 상위에서 공간정보의 시공간 색인 및 질의를 지원하는 분산 프레임워크로서, scala 언어로 개발된 오픈소스 시스템임

- Spark 뿐만 아니라 MapReduce, Hbase, Cassandra, Storm 등의 상위에서 2D 공간정보에 대한 시공간 색인과 질의를 지원하고 있으며, OGC의 WMS와 WFS 프로토콜을 구현하고 있어 다양한 웹 서비스를 쉽게 구현할 수 있음
- Google의 BigTable에서 공간정보의 검색과 처리를 위해 이용되고 있음



[그림 7-91] GeoMesa의 구조

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

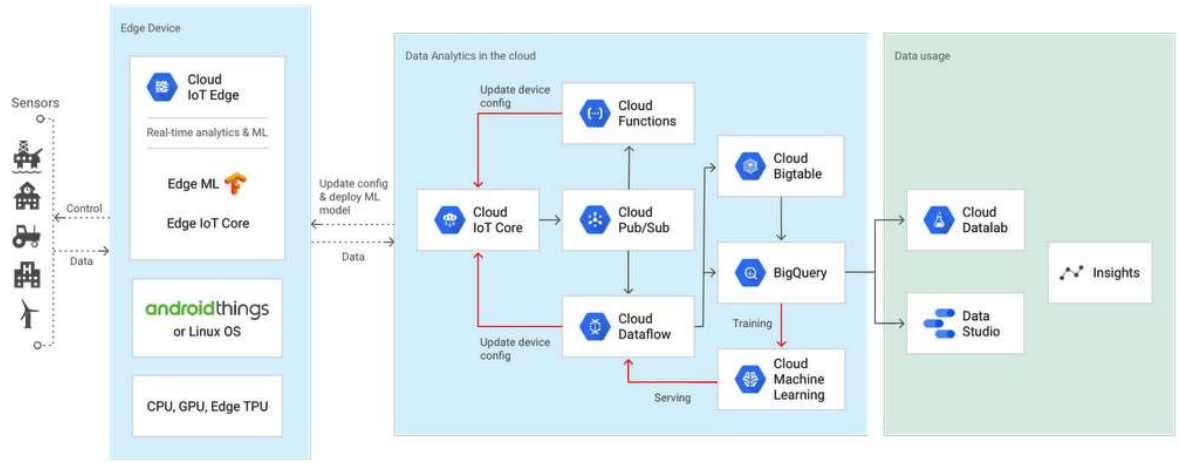
〈표 7-81〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 관련 국외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서정보 수집 및 분산 저장관리를 위한 Geospatial Cloudlet 핵심 기술	Edge 컴퓨팅 환경에서 대용량 데이터 수집 및 처리 기능과 다양한 분석 기능을 포함하는 플랫폼 형태의 기술들이 발표되고 있는 추세이며, 대용량 공간·위치 정보 처리 기술은 연구 및 표준 개발 단계에 있음			
	미국	DELL	Edge Gateway	Edge 환경에서 대용량 데이터 수집, 집계, 저장, 분석이 가능하며, 중앙 클라우드 연계 기능 제공
	미국	HPE	Converged Edge System	Edge 환경에서 방대한 양의 데이터 처리가 가능하며, 개방형 플랫폼으로 다양한 시스템과의 원활한 통합 가능
	-	OGC (국제표준화기구)	Edge-Fog-Cloud Computing (White Paper)	Edge 컴퓨팅 환경에서 공간·위치·영상·센서 정보의 처리 방법에 대한 표준 방향 제시

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
초저지연 공간상황 모니터링·분석·제어·시뮬레이션을 위한 Geospatial Cloudlet 확장 기술	Edge 컴퓨팅 환경에서 초저지연 및 초전력 기반 다양한 데이터 분석 및 AI 기능을 수행하기 위한 기술이 점차적으로 개선되고 있으며, N차원 공간·위치 정보를 융합한 분석 기술 개발은 초기 단계에 진입하고 있음			
	미국	Google	Edge TPU	Edge 환경에서 이상감지, 머신비전, 로봇, 음성인식 등의 분야에 적용 가능한 저전력, 고성능 AI 수행 솔루션 제공
	미국	IBM	Edge IoT Analytics	Edge 컴퓨팅 환경에서 Watson Speech-to-Text를 활용한 분산 IoT Query 엔진 기능 제공
	미국	Intel	OpenVINO	Edge 환경에서 컴퓨터 비전과 딥러닝 추론을 수행하기 위한 Toolkit 제공
초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축	글로벌 기업들을 중심으로 초저지연의 Edge Cloudlet 플랫폼 솔루션들이 발표되고 있는 상황이며, 공간·위치·영상·센서 융합정보 서비스가 가능한 Geospatial Cloudlet 플랫폼으로의 확장을 위한 연구개발이 추진되고 있음			
	미국	Microsoft	Azuer IoT Edge	Edge 기반 데이터 저장 관리, 분석 기능 및 Edge-Cloud 하이브리드 솔루션 지원
	미국	Amazon	AWS IoT Greengrass	Edge 기반 분석, 메시징, 캐싱, 머신러닝, AWS 클라우드 동기화 등의 기능 제공
	미국	GE	Predix Edge	산업용 Edge 컴퓨팅 플랫폼으로 데이터 수집, 분석, 관리 기능과 장비 공급 및 통합 관리 기능 지원
	미국	Qualcomm	Snapdragon Ride	자율주행차 환경에서 초고속 연산을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼 기능 제공
	중국	Baidu	Apollo	오픈소스로 고정밀 맵 학습데이터 기반 자율주행 AI 알고리즘 처리 기능 제공

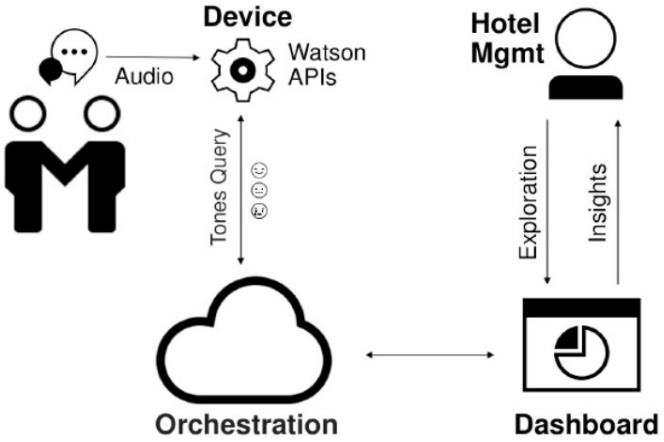
○ 최근 MS, Google, IBM, Intel, Amazon, Qualcomm 등과 같이 컴퓨팅 장비, 네트워크 장비, 통신, 데이터센터 업체 등의 글로벌 기업들을 중심으로 다양한 Edge 컴퓨팅 기반 분석 및 플랫폼 솔루션들을 시장 선점을 위하여 경쟁적으로 출시하고 있음

- Dell은 빌딩과 공장 자동화 분야용으로 데이터 센터 솔루션, 디지털 서비스, 분석이 포함된 Edge 게이트웨이 솔루션을 제공하고 있으며, 데이터 수집, 집계, 저장, 분석 기능 수행이 가능하며 필요한 경우 데이터를 클라우드에 전달하여 저장 관리하는 미들웨어 기능을 포함하고 있음
- HPE는 Converged Edge System을 제공하고 있으며, 배치 속도 향상과 Edge 애플리케이션 간결화로 방대한 양의 데이터를 쉽게 처리할 수 있으며 개방형 플랫폼으로 광범위한 애플리케이션 시스템과 산업용 첨단 구현을 위한 장치들을 원활하게 통합할 수 있는 특징을 가지고 있음
- Google은 예측 유지관리, 이상감지, 머신비전, 로봇공학, 음성인식 등의 분야에 활용하기 위하여 Edge에서 저전력의 고성능 AI를 실행할 수 있는 Edge TPU 솔루션을 제공하고 있음



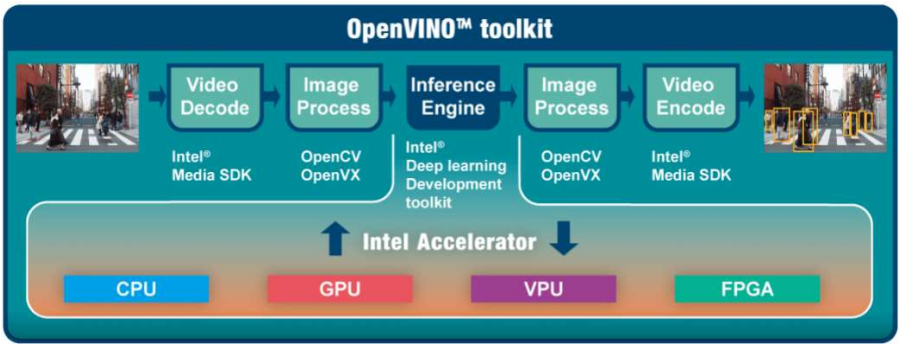
[그림 7-92] Google의 Cloud IoT Edge, Edge TPU와 Cloud IoT Core 구성

- IBM은 Watson Tone Analyzer와 Watson Speech-to-Text를 활용하여 Edge 컴퓨터에서 분산형 IoT Query 엔진 기능을 수행하는 'Edge IoT Analytics' 기술을 개발하였음



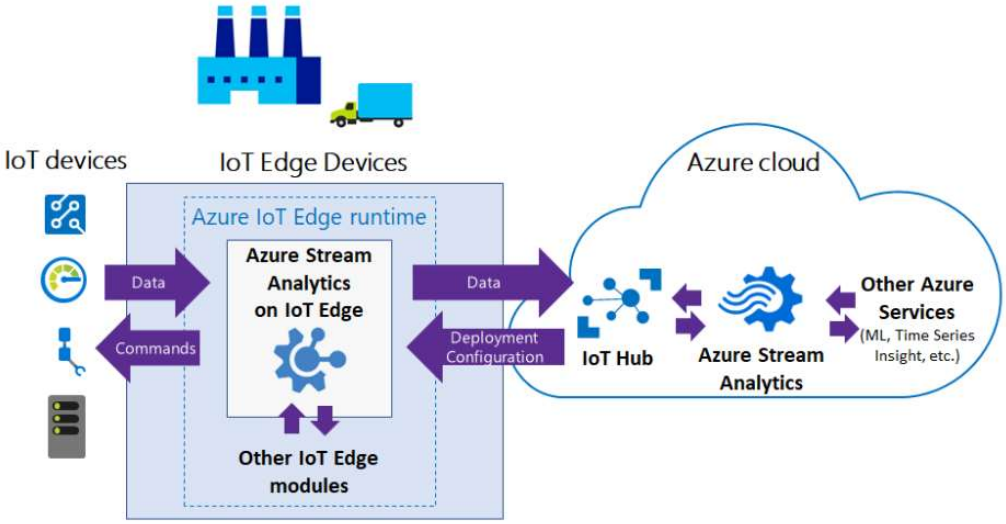
[그림 7-93] IBM Edge IoT Analytics 동작 방식

- Intel은 Edge용 컴퓨터 비전과 딥러닝 추론을 구현하기 위한 OpenVINO(Open Visual Inference & Neural network Optimization)의 비전 툴킷을 제공하고 있음



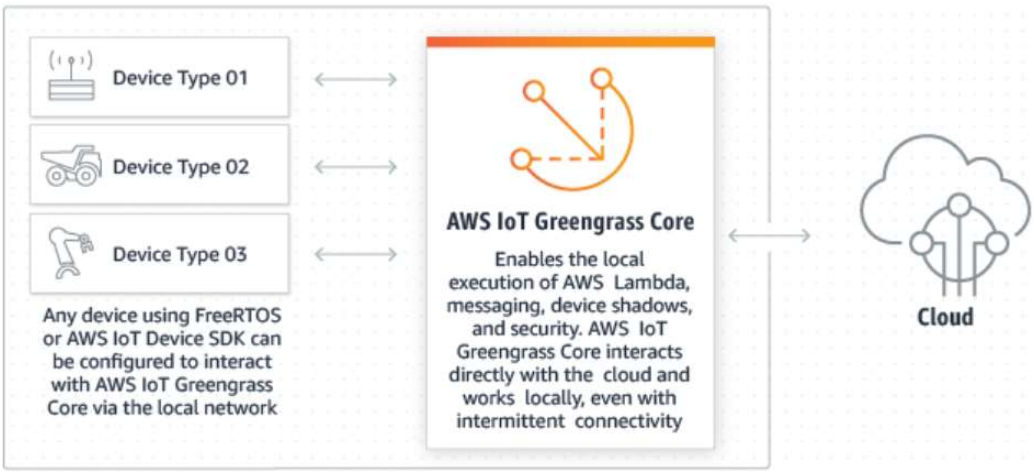
[그림 7-94] Intel의 Edge 기반 딥러닝 추론을 위한 OpenVINNO

- MS는 대용량 인터넷 미디어 콘텐츠용 Edge 컴퓨팅 플랫폼 관련 특허를 포함하여 300개에 이르는 Edge 컴퓨팅 관련 특허를 확보하고 있으며, 2017년에 Cloud와 Edge의 하이브리드 솔루션으로 'Azure IoT Edge' 플랫폼을 출시하였음



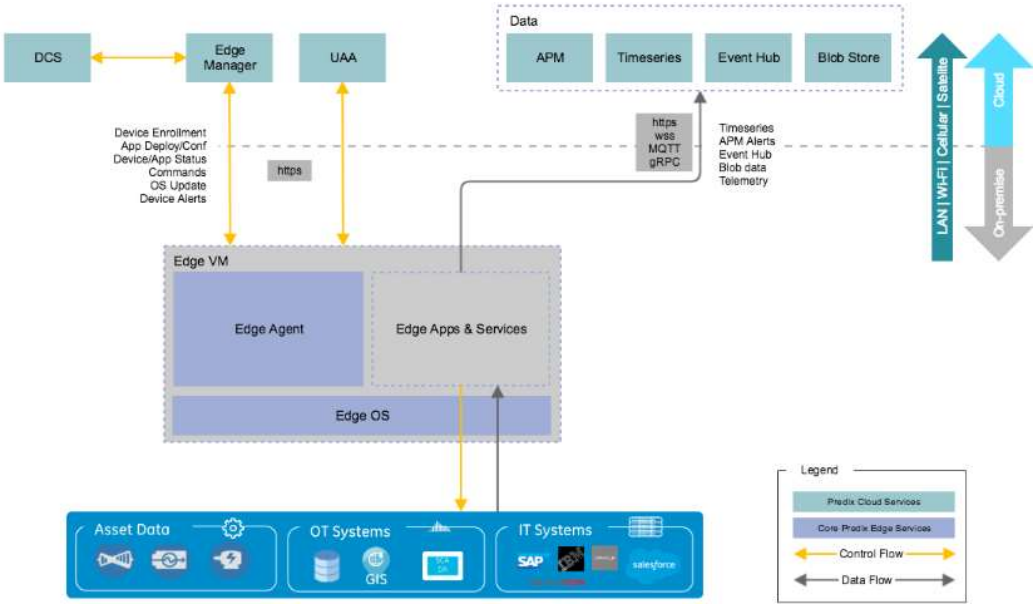
[그림 7-95] Azure IoT Edge 플랫폼

- Amazon은 라즈베리 파이, 비글본과 같은 기존 IoT 디바이스를 포함하는 Edge 컴퓨팅 환경에서 로컬 분석, 메시징, 데이터 캐싱, 머신러닝, AWS 클라우드 동기화 등의 기능을 제공할 수 있는 AWS IoT Greengrass 소프트웨어 플랫폼을 제공하고 있음



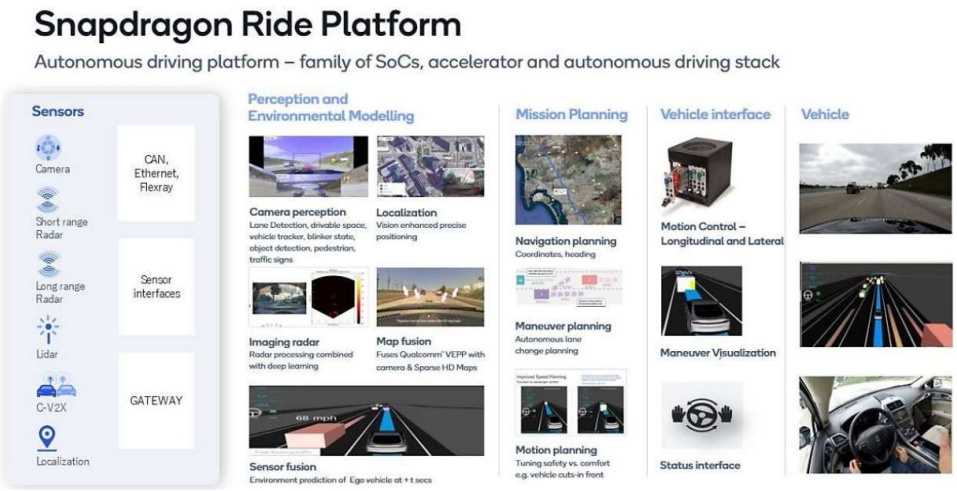
[그림 7-96] Amazon Greengrass 플랫폼

- GE의 Predix Edge는 Edge부터 Cloud까지 데이터를 배치하고 처리할 수 있는 대표적인 산업용 Edge 컴퓨팅 플랫폼으로 원활한 데이터 수집, 분석, 관리 기능, 장비 공급 및 관리를 지원하는 통합 기능들을 포함하고 있으며, 제조, 의료, 에너지 등 다양한 산업에 확산/적용되고 있음



[그림 7-97] GE Predix Edge 플랫폼 구성

- Qualcomm은 최근 자율주행차이라는 특화된 Edge 환경에서 초당 700조 회 이상 연산이 가능하며 이때 최악의 전력 소비량이 초당 700조 회 연산에 130W의 저전력이 소모되는 하드웨어 플랫폼과 안전 미들웨어, 운영체제 및 드라이버의 소프트웨어 플랫폼으로 구성된 스냅드래곤 라이드의 자율주행 플랫폼 솔루션을 제공하고 있음

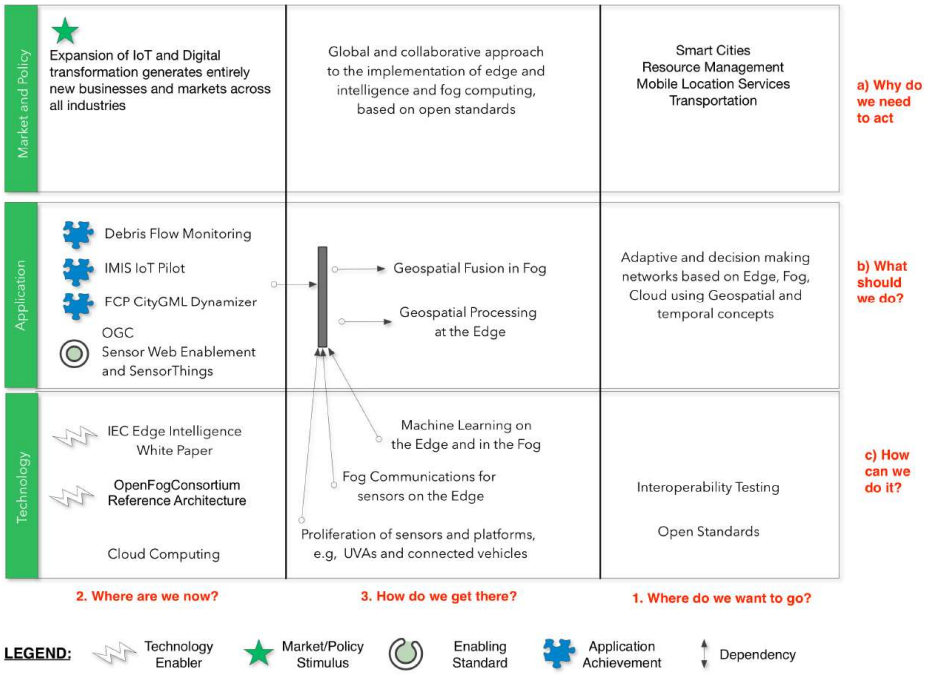


[그림 7-98] Qulcomm Snapdragon Ride 플랫폼

- Baidu도 자율주행차이라는 특화된 Edge 환경에서 다양한 고정밀 맵 학습데이터를 활용하여 AI 기반의 자율주행 알고리즘을 효율적으로 처리할 수 있는 자율주행 플랫폼인 Apollo를 오픈소스 기반으로 제공하고 있음

○ OGC는 'The Role of Geospatial in Edge-Fog-Cloud Computing – An OGC White Paper'에서 Edge 컴퓨팅 분야에서 공간·위치·영상·센서정보의 역할과 관련하여 Edge-Fog-Cloud 컴퓨팅을 활용한 서비스 시나리오와 향후 수행해야 할 연구 및 표준화 방향을 제시하고 있음 (공간정보 저장 관리)

- Edge-Fog-Cloud 컴퓨팅 기반으로 스마트시티, 자원관리, 모바일 위치기반 서비스, 교통 및 이동체 관련 응용 시나리오를 제시하고 있으며, Edge 컴퓨팅 관련 표준으로 SWE, SensorThings, CityGML, OGC Web services 등을 제시하고 있음



[그림 7-99] Edge-Fog-Cloud 기반 공간정보 기술 로드맵

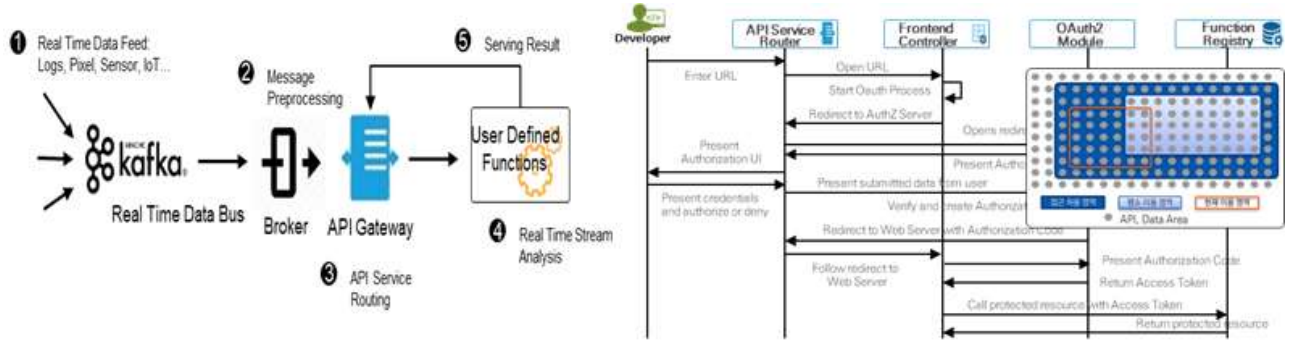
(2) 국내동향

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

〈표 7-82〉 초대용량 공간정보 서비스 구축 관련 국내 구축기술 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 구현	대규모 맵서비스 상에서 공간정보와 관련된 데이터를 융합하여 서비스로 제공하고 있음		
	네이버	네이버맵/스트리트	2D 맵, 항공영상, 스트리트 맵 등의 다양한 공간정보 서비스 제공
초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 구현	대규모 클라우드 상에서 서비스를 제공하기 위해서, 경량화된 프로세스 수준의 서비스 제공 프레임웍으로 발전하고 있음		
	전자부품연구원	OpenFX 프레임워크	마이크로 서비스를 클라우드상에서 제공하기 위한 프레임워크로서 콘테이너 레벨의 가상화 API 서비스를 제공함
초대용량 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술	대용량 공간정보를 도시 등과 같은 의미 단위로 패키징하여 가시화하는 환경을 제공하는 추세		
	이지스	XDWorld	LoD(Level of Detail)를 이용한 대용량 공간정보의 가시화 및 브라우징
	씨엠월드	CmWorld3D	WebGL을 이용한 대용량 벡터 및 영상 공간정보의 가시화 및 브라우징 제공

○ 전자부품 연구원의 Open FX 프레임워크는, 마이크로 서비스를 클라우드상에서 제공하기 위한 프레임워크로서 콘테이너 레벨의 가상화 API 서비스를 제공하고, 효율적인 서비스 구현을 가능하게 함

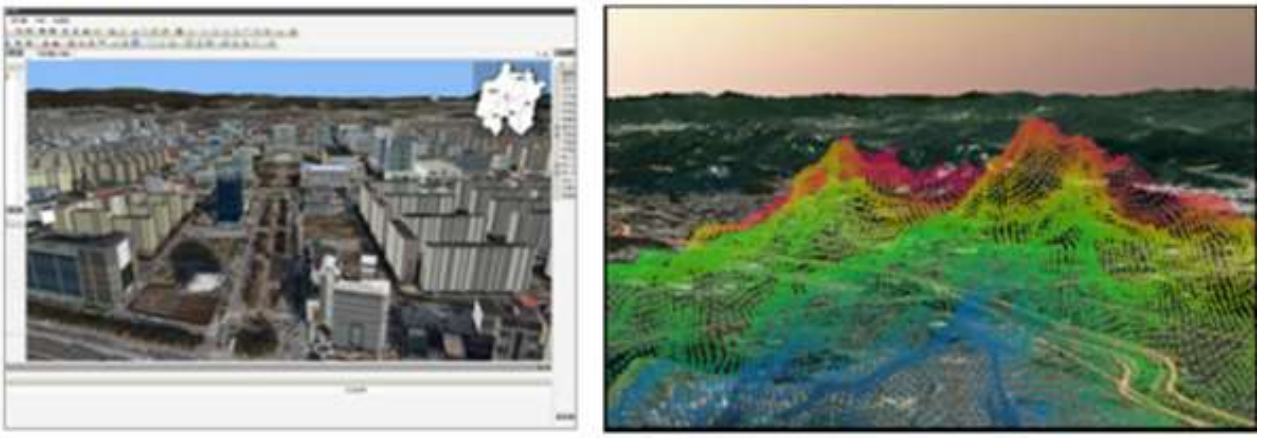


[그림 7-100] 마이크로 서비스를 제공하는 Open FX 프레임워크의 구조 및 서비스 플로우

○ 현재까지는 기존의 전통적 공간정보 제공 프레임워크 개념을 기반으로 대용량 공간정보를 가시화 및 브라우징 하고 타 정보를 연계할 수 있는 플랫폼 형태가 주를 이루고 있음

- 이지스의 XDWorld 라는 제품은 테라바이트 급의 데이터 관리와 함께 LoD를 기반으로 대용량 3차원 공간정보를 가시화 및 브라우징하고, 기존 공간분석을 제공하는 기능을 제공하는 플랫폼으로써 활용

- 씨엠월드의 CmWorld 3D라는 제품은 WebGL을 이용하여 웹을 기반으로 3차원 공간정보를 가시화 및 브라우징 함과 동시에 기본적인 공간분석 기능을 제공하고 있음



[그림 7-101] 이지스 XDWorld 및 씨엠월드 CmWorld 3D에서의 공간정보 가시화 사례

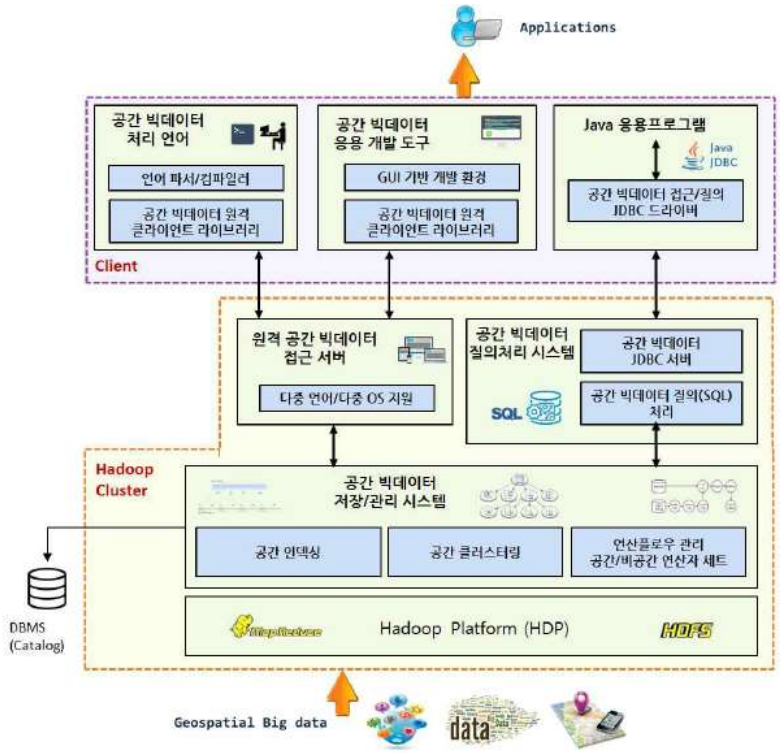
□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

〈표 7-83〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 관련 국내 구축기술 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
초대용량 공간정보 분산 관리 및 지능형 처리를 위한 연계 기술	공간정보 빅데이터 기술은 Hadoop 기반으로 2D 공간정보를 지원하는 수준임		
	ETRI	국토공간정보 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발 과제	Hadoop의 MapReduce를 기반으로 2D 공간정보를 지원하며, 검색을 위한 공간 질의처리 기능을 지원함
초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석	Spark을 기반으로 2D 공간정보와 GPS 궤적을 지원하는 수준임		
	KAIST	국토공간정보 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발 과제	인메모리 Aapach Spark시스템을 기반으로 2D 공간정보와 GPS 궤적 정보를 검색하고 분석하는 지원함

○ 2014년부터 2019년까지 국토공간정보 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발 과제에 의해 ETRI가 개발한 시스템으로서 Hadoop을 기반으로 2D 공간정보와 공간질의처리를 지원하도록 확장되었음

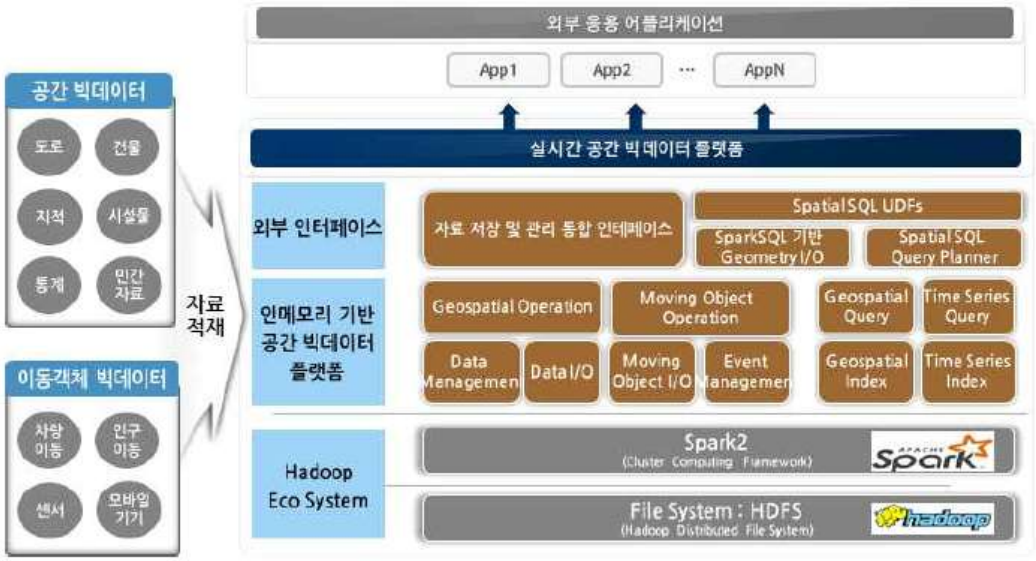
- SQL 기반의 공간 빅 데이터 질의와 JDBC 형태의 공간 질의 처리 연결 인터페이스를 지원



[그림 7-102] ETRI의 Hadoop 기반 공간정보 빅데이터 시스템

○ 국토공간정보 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발 과제에 의해 KAIST에 의해 Spark 기반 실시간 데이터 분석을 위해 개발된 시스템

- 일반적인 2D 공간정보 뿐만 아니라 이동 GPS 궤적 데이터 타입에 대한 분석 및 처리를 지원하고 있음



[그림 7-103] KAIST의 Spark 기반 공간정보 빅데이터 시스템

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

〈표 7-84〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 관련 국내 구축기술 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
초저지연 공간상황 모니터링·분석·제어·시뮬레이션을 위한 Geospatial Cloudlet 확장 기술	초저지연의 다양한 데이터 분석 및 AI를 수행하기 위한 기술 개발이 활발히 추진되는 단계이나, N차원 공간·위치 정보 융합 분석 기술 개발은 초기 단계임		
	ETRI, KT, SKT, LGU+	ITU-T Q.5001 (국제표준)	지능형 Edge 컴퓨팅 표준으로 다수의 IoT 기기 접속과 인공지능을 위한 표준 규격 제공
	ETRI	사물 스스로 학습이 가능한 IoT 공통 SW 엔진 개발 과제	IoT 기기 지능화를 위한 추론 및 기계학습 적용 엔진과 고정 환경에서의 사물 간 협업 기술 제공
	KAIST	공간지능을 위한 IoT 사물간 자율협업 기술 개발 과제	IoT/SNS 기반 사용자 성향 및 서비스 선호도 학습을 통하여 스마트 공간의 지능 수준을 고도화하는 기술 제공
초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축	국내의 IoT 디바이스와 Edge 컴퓨팅 플랫폼 중에는 아직까지 지능형 데이터 분석 및 처리가 가능한 독자적인 제품/기술은 부재한 상황임		
	SKT	5GX MEC 플랫폼	독일 MobiledgeX와 MEC 협업 추진, 5G 기반 초저지연 서비스 및 5G MEC 기반 퍼블릭 클라우드 서비스 제공
	KT	5G Edge 통신센터	Edge 기반 초저지연(1m sec) 데이터 전송 기능 제공, Intel 제휴를 통한 초저지연의 대용량 Edge 플랫폼 설계

○ Edge 컴퓨팅 기술개발의 필요성을 인식하고 과학기술정보통신부는 '자율형 사물인터넷 핵심기술개발사업'에 대한 예비타당성 조사를 추진하고 있음

- 8개 전략과제, 27개 핵심과제, 75개 세부기술로 구성되어 있으며 사업기간은 2021~2027(7년)이며, 4,684억 원의 총사업비를 예상하고 있음
- 주요 전략과제는 자가 진단, 학습과 지능 사물간 협력을 통해 강화된 지능을 구현하는 자율사물 기술, 다양한 유형의 사물을 자유롭게 연결하는 자율연결 기술, 디지털트윈 서비스를 위한 자율트윈 기술과 서비스 및 인증 기술로 구성되어 있음
- 공간·위치·영상·센서정보의 융합을 통한 지능화 기술개발 내용이 다소 부족하며, 추후 사업이 추진되는 경우 상호 연계가 필요할 것으로 판단됨

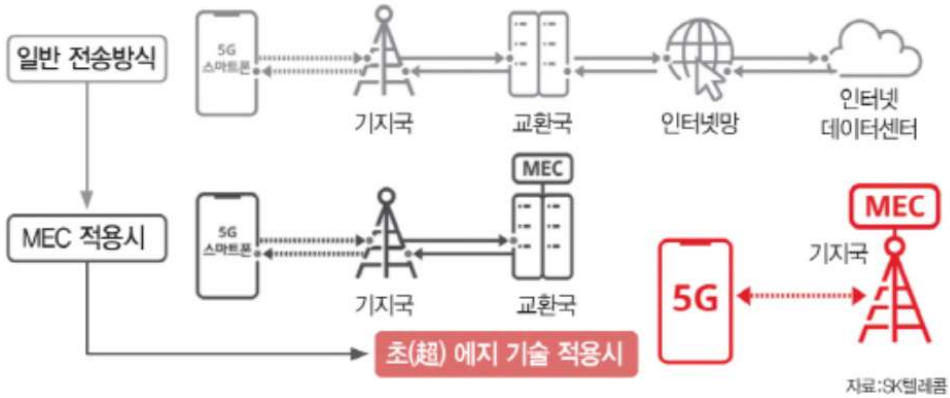


출처: 2019년도 예비타당성조사 보고서 자율형 사물인터넷 핵심기술개발사업, KISTEP

[그림 7-104] 자율형 사물인터넷 핵심기술개발 사업의 전략과제 및 핵심과제 구성

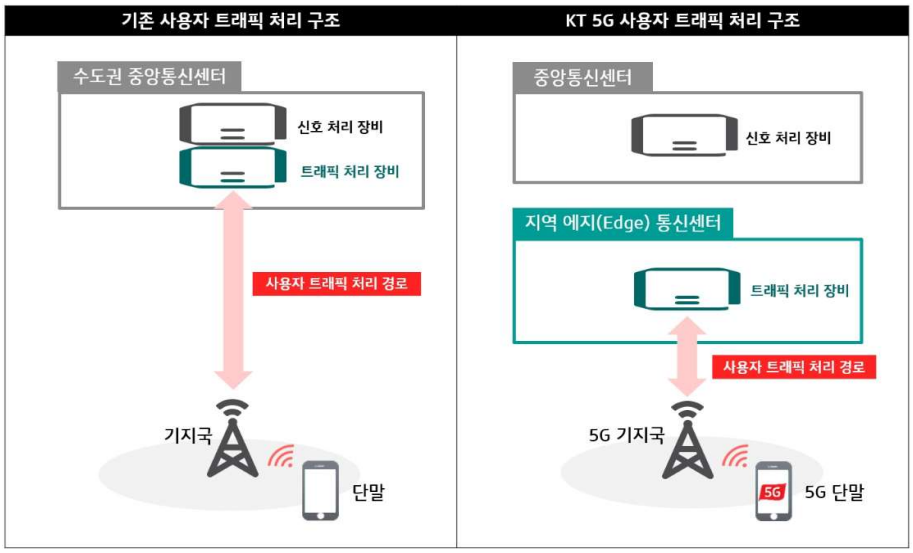
○ 국내 이동통신사들은 2018년 12월 5G 상용화 발표를 계기로 MEC 도입 계획을 공개하고 글로벌 기업과 제휴를 통해 생태계를 형성하고 있음

- SKT는 독일 MobiledgeX와 MEC 협업을 위한 업무협약을 체결하고 MEC 핵심기술 공동개발, 플랫폼 연동과 생태계 확대, 비즈니스 모델 개발 등을 추진하고 있으며, 또한 5G 기반 초저지연 서비스 제공을 위한 핵심 솔루션인 '5GX MEC 플랫폼' 기술을 공개하고, AWS와 협력하여 5G MEC 기반 퍼블릭 클라우드 서비스를 제공하고 있음



[그림 7-105] SKT MEC 플랫폼 기반 데이터 전송 방식

- KT는 Intel과 제휴하고 최신 프로세서와 메모리 기술, 네트워크 가속화 기술 등을 활용해 초저지연, 대용량 Edge 플랫폼 설계를 추진하며 5G 기반의 VR, 게임 등의 신규 서비스를 개발할 계획이며, 또한 단말기와 기지국 사이의 무선구간에서 1m sec의 짧은 시간에 고품질 데이터를 전송할 수 있는 '5G Edge 통신센터'를 8개 지역에 구축하였음



[그림 7-106] KT 5G Edge 통신센터 기반 데이터 전송

- LGU+는 MEC 기반 초저지연 영상처리 기술을 확보할 계획이며, MEC를 기반으로 자율주행 스마트 팩토리 등 분야에서의 시장 확보 전략을 추진하고 있음

○ ITU-T SG11 회의에서 국내의 ETRI, KT, SKT, LGU+ 연합하여 개발한 지능형 Edge 컴퓨팅 기술 관련 권고안이 국제 표준(Q.5001)으로 최종 채택

- ITU-T Q.5001은 인공지능을 위한 지능형 Edge 컴퓨팅 표준으로 다수의 IoT 기기 접속을 지원하고 인공지능 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 Edge 기반 표준 규격을 정의하고 있음

○ 과학기술정보통신부는 사물인터넷융합기술개발사업을 통하여 지능형 IoT를 위한 다양한 연구개발 과제를 수행하고 있음

- ETRI는 사물 스스로 학습이 가능한 IoT 공통 SW 엔진 개발 과제를 통하여 IoT 기기의 지능화를 위하여 사전에 정의되는 규칙 기반의 인지, 추론 및 기계학습 적용 엔진과 고정 환경에서의 사물 간 협업을 위한 기술을 개발
- KAIST에서는 공간지능을 위한 IoT 사물간 자율협업 기술 개발 과제를 통하여 사용자 SNS와 IoT로부터 수집되는 상호작용 데이터를 기반으로 사용자의 성향 및 서비스 선호도를 학습하여 스마트 공간의 지능 수준을 고도화하는 기술을 개발

○ Edge 컴퓨팅 관련 국내 연구동향을 살펴보면 대부분 응용 분야별로 IoT 객체의 실시간 감지와 처리에서 자율적 지능화에 의한 지연 감소와 네트워킹 에너지의 최적화를 위한 논문들이 주로 발표되고 있음

- Edge 컴퓨팅, 네트워킹, 플랫폼, 디바이스 관련 특허들이 출원되고 있으며, 2019년 2월 6일 기준 과거 10년간 세계의 총 출원 건수 1,909건에 비하여 국내는 27건으로 매우 저조한 상황이며, 글로벌 출원건수로는 MS 82건, 퀄컴 62건, 구글 31건, 아마존 26건, 인텔 25건, 화웨이 22건 등이 있음

(3) 해외 및 국내 기술 수준 비교

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 구현

- 구글의 경우 대규모 공간 정보와 그에 관련된 각종 미디어 정보를 융합하여 퍼블릭하게 서비스 하고, 크라우드 소싱까지 연결하는 대규모 서비스가 실현되어 있는 상태임
- 국내 서비스는 규모 면에서는 국내 지도에 한정되어 있고, 특히 데이터 연동 수준 및 종류가 한정되어 있음

○ 초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 구현

- 구글과 마이크로소프트에서는 경량화된 프로세스 레벨의 API 서비스를 제공함으로서, 서비스 개발자들이 마이크로 서비스 아키텍쳐를 이용해서 대규모 서비스를 구현할 수 있도록 제공함
- 국내에서는 아직 마이크로서비스 아키텍처를 퍼블릭 클라우드 레벨에서 제공하는 경우는 없음

○ 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 기술

- 해외의 경우 기존의 전통적 공간정보 시각화 뿐 아니라, 다양한 조건 및 의미 등에 따른 공간정보의 패키징 및 가시화를 지원하고 있으나, 최신의 웹 기반 ICT 기술 적용 및 차세대 디스플레이 환경 지원 등은 아직 본격적으로 이루어지지 못하고 있는 상태임
- 국내의 경우는 기존의 대용량 공간정보 플랫폼이라는 개념에 충실한 기본 시각화 및 브라우징 기능제공에 머물러 있는 상황임

〈표 7-85〉 초대용량 공간정보 서비스 구축 수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 서비스를 퍼블릭하게 제공할 만큼 성숙해 있으며, 마이크로 서비스 아키텍처를 대규모 퍼블릭 클라우드에 제공하는 수준. 최신 웹 기반 ICT기술기반 시각화 등은 아직 본격적으로 적용되지 못하고 있음	• 일부 데이터에 대해서 공간 데이터와 연계한 서비스 제공중이며, 퍼블릭한 마이크로서비스 아키텍처 제공 플랫폼 부재 • (Open FX같은 플랫폼으로 개발하는 단계임), 시각화는 기존의 공간정보 플랫폼이 제공하는 대용량 공간정보 가시화 및 브라우징을 제공하는 수준	• 초대용량 공간정보 서비스에 대한 처리 능력 확보. 퍼블릭한 마이크로 서비스 아키텍처를 구현 하능하게 기술이 개발됨.
TRL 단계	7	5	7
기술 성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 전세계적인 데이터 구축 및 서비스 제공. • 전세계 대상 서비스 제공. • 웹 기반 대용량 공간정보 시각화 및 브라우징 • 의미기반 공간정보 패키징 및 시각화	• 국내 국토 대상 공간정보 구축 기술 제공. 다중 클라우드로 스케일아웃하는 것은 검증되지 않음. • 웹 기반 대용량 공간정보 시각화 및 브라우징 지원	• 엑사스케일 확장 가능 • 각종 센서 데이터 및 미디어 데이터 통합 수용. • 다중 클라우드에 적용 가능한 마이크로 서비스 아키텍처 제공. • 최신 ICT 표준에 기반한 효율적인 N차원 공간정보 가시화와 다양한 컴퓨팅 환경 및 응용에 대한 일관된 시각화 기능 지원 등

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리

○ 초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 지능형 처리를 위한 연계

- 미국의 경우 2D, 3D, 위성영상, GPS 궤적 등의 몇 가지 초대용량 공간정보에 대하여 분산 분석을 지원하는 시스템을 실험실 수준에서 구현하고 실험하고 있는 단계임
- 국내의 경우 Hadoop 기반으로 간단한 2D 공간정보만을 관리하고 SQL 수준의 공간질의를 지원하는 시스템을 막 개발하여 실증 적용을 위해 테스트 중인 단계로서 아직 초대용량 공간정보의 관리와 처리에 대한 기술개발은 보고되지 않음

○ 초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석

- 미국의 경우 2D, 3D, 위성영상, GPS 궤적 등의 몇 가지 초대용량 공간정보에 대하여 Spark 기반의 실시간 분산 분석을 지원하는 시스템이 실험실 수준에서 등장한 상태이며, LiDAR에 대한 기본적인 성능 테스트 논문 정도가 보고된 단계임
- 국내는 KAIST에서 Spark 기반의 2D 공간정보와 GPS 궤적에 대한 분석과 질의 처리를 지원하는 프로토타입을 개발하고 실증 적용하기 위해 시도하고 있는 단계로서 초대용량 공간정보 처리 기술은 매우 초보 단계임

〈표 7-86〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 2D, 3D, 위성영상 등의 공간정보 분산 분석 관련 아이디어 특허 등 개념정립 단계	• Hadoop 기반의 2D 공간정보에 대한 질의처리 지원만 완료되고 초대용량 공간정보 지원은 기초 이론/실험 단계	• 2D, 3D, 위성영상, LiDAR 포인트 클라우드 데이터에 대한 CRUD 지원 시스템 시제품 신뢰성 평가
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 2D, 3D, 위성영상 등의 공간정보 분산 분석과 CRUD 관리 기능 실험단계	• Hadoop 기반의 2D 공간정보에 대한 질의처리 지원	• 2D, 3D, 위성영상, LiDAR 포인트 클라우드 데이터에 대한 CRUD 지원 분산관리시스템

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

○ Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서정보 수집 및 분산 저장관리를 위한 Geospatial Cloudlet 핵심

- 해외의 경우, Edge 컴퓨팅 기반 일반적인 데이터 캐싱 및 저장관리 기능의 상용화 단계, 공간·위치·영상·센서 융합 데이터 저장관리 기능은 연구개발 단계에 있으나, 국내는 Edge 컴퓨팅 기반 대용량 데이터 분산 저장관리 기술 관련 기초 연구개발 단계에 있음

○ 초저지연 공간상황 모니터링·분석·제어·시뮬레이션을 위한 Geospatial Cloudlet 확장

- 해외의 경우, Edge에서 저전력으로 고성능 AI 기반 분석을 실행할 수 있는 솔루션이 일부 발표되고 있으며 공간·위치·영상·센서 융합 데이터 분석 기술 개발에 대한 관심이 증가하고 있으나, 국내는 Edge 컴퓨팅 기반 데이터 분석 및 지능화 관련 기반 연구 단계에 머물러 있음

○ 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축

- 해외의 경우, 다양한 MEC 플랫폼 또는 게이트웨이 플랫폼 솔루션이 발표되어 이동통신사 또는 클라우드 기업을 중심으로 MEC 플랫폼 서비스의 시작 단계에 있으며, 국내는 해외 MEC 플랫폼 솔루션 기업과의 협력을 통하여 이동통신사에서 MEC 플랫폼 서비스를 계획하고 있는 단계임

〈표 7-87〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축 수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• Edge 컴퓨팅 기반 일반 데이터의 캐싱, 저장관리 및 고성능 AI 기반 분석 기능 및 MEC 플랫폼의 일부 상용화 단계, 공간·위치·영상·센서 융합정보의 분산 저장관리 기능 및 분석 기능의 연구개발 및 시작품 개발 단계	• Edge 컴퓨팅 기반 공간·위치·영상·센서 융합정보 의 분산 저장관리 및 분석 기능의 기초연구 및 실험 단계, • 이통사 기지국 기반의 MEC 플랫폼 서비스 제공의 시작품 개발 단계	• 대용량 공간·위치·영상·센서 융합정보의 분산 처리 및 저장 관리기술, 분석기술 및 Cloudlet 기술 확보를 통한 현장 적용 가능 단계
TRL 단계	7	5	7
기술 성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• Edge 컴퓨팅 기반 대용량 데이터의 캐싱, 저장관리 및 클라우드 동기화 가능 • 기본적인 예측, 이상감지, 머신비전, 로봇공학, 음성인식 등을 위한 AI 분석 가능 • MEC 게이트웨이/기지국과 단말기 연결 가능, Cloud와 Edge의 하이브리드 가능, 단순 초저지연 고품질 데이터 전송 시간 1msec	• Edge 컴퓨팅 기반 대용량 데이터 저장관리 및 분석 관련 연구개발 결과 수준 • Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서 융합정보 분산 저장관리 및 분석 불가 • 기지국과 단말기 연결 가능, Cloud-Edge 하이브리드 지원 • 단순 데이터 전송 시간 1msec, 공간·위치·영상·센서 융합정보 처리 플랫폼 기능 불가	• Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서의 4종 이상 융합 정보 수집, 변환, 분산 저장 관리, LOD4 이상의 콘텐츠 생성, 다양한 분석 가능 • Geospatial Cloudlet 기반 대용량 공간·위치·영상·센서 융합 분석 후 결과의 초저지연 (10m sec) 제공 가능

2.6 세부개발 내용

(1) 연구 방향

〈표 7-88〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 내용별 한계점 및 기술개발 방향

구성기술	한계점	기술개발 방향
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축 기술	■ LiDAR 및 고해상도 영상과 같은 새롭게 등장하는 초대용량 공간정보 처리를 위한 통합 분석 서비스 없음 ■ 크라우드 기반으로 수집되는 엑사스케일 규모의 정형/비정형 초대용량 시공간정보 데이터베이스를 처리하기 위한 다중 클라우드 확장 기술에 대한 시도 부재 ■ 공간 비디오와 같은 비정형 초대용량 다중 소스 데이터의 공간지능 등과의 통합 서비스 위한 플랫폼 기술 부족 ■ 공간정보를 중심으로 다양한 정보가 연계된 초대용량 N차원 공간정보의 효율적이고 효과적인 시각화 지원의 한계	■ 초대용량 공간데이터 처리를 위한 기반 분산 처리 플랫폼 개술 개발 ■ 초대용량 용량 수용을 위한 다중 클라우드로의 확장 기술 개발 ■ 다중 소스 공간데이터의 지능형 모델링을 가능하게 할 지능형 서비스 플랫폼 기술의 개발 ■ 동적 스트리밍 및 웹 어셈블리 등과 같은 최신 ICT 표준기술을 기반으로 초대용량 N차원 공간정보를 효율적으로 시각화하고, 다양한 컴퓨팅 환경에서 일관된 시각화를 지원하는 공통기반 프레임워크 기술 개발
3-1-2. 초대용량 공간정보 분산관리 및 처리기술	■ 공간정보 빅 데이터에 대한 실시간 분산 처리에 초점을 두어 개발되어 기존 공간정보의 데이터의 저장과 분석 기능만을 제공하며 데이터의 통합적인 갱신/삭제(CRUD) 기능이 없음 ■ 2D/3D 및 정적 공간 영상 정보만을 대상으로 하며 LiDAR 및 실시간 공간 비디오와 같은 초대용량 공간정보를 처리할 수 있는 공간 빅 데이터 분산 처리 기술의 부재 ■ 매우 큰 컴퓨팅 부하를 필요로 하며 필수적으로 분산처리를 요구하는 공간영상과 같은 정형/비정형 공간정보에 대한 실시간 공간지능 분석의 분산 처리 기능 부재 ■ 도시규모에 분산된 Edge 및 크라우드 소싱 사용자들에 의해 실시간 수집되는 비정형 초대용량 공간정보 스트림에 대한 실시간 스트림 융합 분석 처리 기술의 부재	■ 일반 공간정보 뿐만아니라 초대용량 공강정보까지 갱신/삭제를 포함하는 통합 관리 기능을 제공할 수 있는 초대용량 공간지능 분산 관리·관리 시스템 기술을 개발 ■ 고밀도 포인트 클라우드와 멀티미디어 공간정보를 포함한 엑사스케일 규모의 융복합 초대용량 국토 공간정보를 실시간 처리와 분석을 지원할 수 있는 기반 기술 개발 ■ LiDAR 및 고해상도 영상 등 비정형 초대용량 공간정보에 대한 실시간 N차원 공간지능 분석 뿐만 아니라 모델 및 학습 데이터에 대한 관리까지 통합 지원할 수 있는 기술 개발 ■ 인메모리 분산 컴퓨팅 기술을 기반으로 분산된 Edge 및 크라우드 소싱 사용자들에 의해 실시간 수집되는 정형/비정형 초대용량 공간정보 스트림까지 실시간 스트림 분산 처리가 가능한 기술 개발
3-1-3. Edge 컴퓨팅 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 기반 구축	■ Edge 컴퓨팅 환경에서 공간·위치·영상·센서정보의 실시간 수집 및 저장을 위한 기반 기술 부재 ■ Edge 컴퓨팅 환경에서 실시간 위치 추적, 공간상황의 분석·제어·시뮬레이션, VR/AR 콘텐츠 생성을 위한 핵심 기술 부재 ■ 모바일 환경에서 5G, IoT 인프라를 활용하여 지속적으로 수집되는 대용량 공간·영상·위치·센서 융합정보에 대한 Edge 기반 저지연 실시간 서비스 수요를 충족시킬 수 있는 플랫폼 기술 부재	■ Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서 융합정보의 초저지연 수집 및 분산 저장 관리를 수행할 수 있는 기술 개발 ■ 초저지연 실시간 위치 관리, 공간상황 모니터링·분석·제어·시뮬레이션, VR/AR 디지털콘텐츠 생성 등의 기능을 수행할 수 있는 Geospatial Cloudlet 기술 개발 ■ 실시간 공간·위치·영상·센서 정보 수집 및 관리와 초저지연 분석 서비스를 자유롭게 지원할 수 있는 Geospatial Cloudlet 플랫폼 및 Edge 클라이언트 기술 개발

(2) 연구 필요성

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ LiDAR 및 각종 크라우드 소싱으로 얻어지는 이미지 및 동영상 데이터는 엑사스케일이 예상되나, 그에 대응되는 기술 개발이 전무한 상태임

○ 초대용량 엑사스케일 수용을 위해서는 다중 클라우드로 확장하는 기술이 필수적이며, 다중 클라우드 플랫폼 상에서 데이터 수집, 저장, 관리, 서비스 공급을 가능하게 하는 기술개발이 필요함

○ 다중 소스의 공간데이터에 대해서 지능형 모델링을 수행할 수 있도록 하는 지능형 서비스 플랫폼 기술이 필요함

○ 구축되는 초대용량 N차원 공간정보가 다양한 분야 및 응용에서 활용이 극대화 될 수 있도록, 최신 ICT 표준기술을 기반으로 효율적이고 효과적으로 시각화 되어야 할 필요성 존재

○ 더불어, N차원 공간정보가 많은 응용 및 도메인에서 연계 및 활용될 것으로 예상됨에 따라, 이들을 다양한 환경에서 확장성 있고, 효율적인 방법으로 시각화해야 할 필요성이 지속적으로 확대되고 있음

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리

○ 현재까지 국내에서 추진된 공간정보 빅 데이터 연구는 실시간 분산 처리에 초점을 두어 개발되어 기존 공간정보의 데이터의 저장과 분석 기능만을 제공하며 데이터의 통합적인 관리기능에서 갱신/삭제(CRUD) 기능이 없음. 일반 공간정보 뿐만 아니라 초대용량 공간정보까지 관리할 수 있는 기술 개발이 필요

○ 현재의 국토정보 정책 결정의 기반은 최소 1개월 주기 정적 2D/3D 및 위성영상 수준임, 향후 5년 이내에 전세계적으로 LiDAR 및 공간영상에 대한 딥러닝 기반 공간지능 지원 기술 등에 의해 실시간으로 생생한 공간정보를 제공할 수 있는 N차원 라이브 공간지능정보의 구축과 분석이 가능해질 것으로 예상되며 이에 대한 대응 기술 개발 필요

○ 대형 건물 화재사고 등의 긴급 실시간 대처를 위해 차량 및 드론에 장착된 대량의 공간센서를 입체적으로 동원투입하고 단일 상황에 대한 N차원의 초대용량 공간정보를 취득하며 이를 기반으로 한 긴급 안전 대응 의사 결정을 지원 위해 정형/비정형 초대용량 공간정보 스트림에 대한 실시간 분산 처리 기술 개발이 요구됨

□ (구성기술 3-1-3) Edge 컴퓨팅 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 기반 구축

○ 데이터의 폭발적인 증가와 빠른 서비스 속도 요구 등은 중앙 클라우드에서 데이터를 수집하고 처리하는 전통 방식에 한계상황을 유발시키고 있으며 Edge 컴퓨팅이 대안으로 제시되고 있으나 ,디바이스 및 네트워크 인프라 한계로 Edge 플랫폼 핵심기술 개발이 활발히 추진되지 못하고 있음

○ 클라우드 컴퓨팅에서 Edge 컴퓨팅 시대로의 전환과 관련하여 자율주행, 디지털트윈, 스마트시티, 의료, 교통 등의 다양한 산업 분야에 적용 가능한 5G 및 IoT의 초연결 인프라와 다양한 모바일 Cloudlet 기반의 공간·위치·영상·센서 융합정보의 실시간 처리를 위한 기술의 신속한 확보가 필요한 상황임

○ Mobile, AI, IoT, 5G 등의 신기술과 공간·위치·영상·센서의 Big Data를 활용하여 현행 비즈니스의 실시간 경쟁력을 획기적으로 개선하고 가상과 현실을 융합한 CPS 관련 다양한 신규 비즈니스 창출이 가능한 Edge 기반의 디지털 트랜스포메이션이 가속화될 것으로 예측되며, 이를 초저지연으로 지원하기 위한 Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술 확보가 시급히 요구됨

(3) 연구 내용

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ 초대용량 공간정보 데이터 서비스 프레임워크 구현

- 도시 규모의 공간정보 데이터(LiDAR, 이미지, 비디오)의 관리 기술 개발
- 엑사스케일 공간정보 데이터의 크라우드 소싱 서비스 기술 개발
- 엑사스케일 공간정보 데이터의 저장/관리를 위한 클라우드 서비스 기술 개발
- 엑사스케일 공간정보 데이터 연동 API 기술 개발
- 초정밀 가상국토 구축 서비스(1중점) 연계 데이터 연동 API 개발
- 초연결 기반 실시간 공간정보 구축(2중점) 연계 데이터 연동 API 개발

○ 초대용량 공간정보 모델링 및 운용 서비스 프레임워크 구현

- 엑사스케일 GeoAI 모델 저장 및 검색 서비스 제공 기술 개발
- 지능형 공간정보 모델링 및 운용 서비스의 개발 표준 정의
- 모델링 및 운용을 위한 워크플로우 오케스트레이션 및 모니터링 기술 개발
- 서비스 운용 경량화를 위한 컨테이너 레벨의 API 관리 기술
- 다중 클라우드로 확장 가능한 API 관리 및 모니터링 기술 개발

○ 초대용량 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술 개발

- 최신 ICT 표준기반 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 기술 개발
- 차세대 컴퓨팅 환경기반 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 확장 기술 개발
- 초대용량 N차원 공간정보의 시각화 API 및 표준개발

〈표 7-89〉 초대용량 공간정보 서비스 구축의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 엑사스케일 공간정보 클라우드 서비스를 위한 요구사항 분석 및 아키텍쳐 설계 - 초대용량 GeoAI 모델링 서비스를 위한 요구사항 분석 및 아키텍쳐 설계 - N차원 공간정보 시각화를 위한 최신 ICT 표준분석 및 시각화 프레임워크 기초설계 ▪ **(연구내용)** - 데이터 종류에 따른 수집 구조 및 저장 구조의 설계 - 다중 클라우드 확장을 위한 클라우드 확장 요구사항 수집 및 확장 아키텍처 설계 - 다중 소스 공간 데이터 지능형 모델링에 필요한 요구사항 수집 - 다중 소스 공간 데이터 지능형 모델링 아키텍처 설계 - 지능형 모델링 서비스의 다중 클라우드로의 확장 구조 설계 - N차원 공간정보 시각화를 위한 최신 ICT 표준동향분석 및 적용방안 수립 - N차원 공간정보 시각화 프레임워크 요구사항 정의 및 기초설계 ▪ **(기술개발 방안)** - 퍼블릭 클라우드 서비스의 API 비교 분석을 통한 확장 모델 설계 - 초대용량 공간 데이터 처리 절차의 식별 및 각 처리 절차별 성능/용량의 요구사항 및 한계점 파악 - 다중소스 데이터에 대한 지능형 모델링 플랫폼 구축을 위한 데이터 표준화 및 프로세스 표준화 요구사항 수집 - N차원 공간정보의 시각화에 적용가능한 ICT 표준개발동향을 분석하고, 적용방안을 도출 - N차원 공간정보에 대한 응용 시나리오 분석 등을 통해 시각화를 위한 요구사항을 분석 및 정의하고, 이를 기반으로 기초설계를 진행	▪ 엑사스케일 공간정보 클라우드 서비스 요구사항 분석서 및 아키텍처 설계서 ▪ 초대용량 GeoAI 서비스 모델링 플랫폼 요구사항 분석서 및 아키텍처 설계서 ▪ 데이터 중점 N차원 공간정보 시각화 요구사항정의서 ▪ N차원 공간정보 시각화를 위한 ICT 표준적용방안 분석서 및 시각화 프레임워크 설계서
2차년도	▪ **(연구목표)** - 엑사스케일 확장을 위한 다중 클라우드 연동 및 기반 API 정의 및 구동 엔진 개발 - 대규모 지능형 모델링 서비스용 기반 API 정의 및 구동 엔진 개발 - N차원 공간정보 시각화 프레임워크 PoC (Proof of Concept) 구현 및 기능단위시험 ▪ **(연구내용)** - 다중 소스 데이터의 수집, 저장, 관리, 검색에 필요한 API 정의 - 대규모 공간 데이터, 이미지 및 비디오 데이터 처리를 위한 API 정의 - 대규모 공간 데이터 관리 및 서비스를 위한 API 정의 - 크라우드 소싱을 위한 API 정의 - 지능공간 모델링의 데이터 표준 정의 - 지능공간 모델링의 개발 표준 및 서비스 표준 정의 - 지능공간 모델링의 프로세스 모델 표준 정의	▪ 엑사스케일 확장이 가능한 다중 클라우드 연동 API 엔진 SW ▪ 규모 다중 클라우드를 고려한 지능형 모델링 프로세스 API 엔진 SW ▪ N차원 공간정보 시각화 엔진・및 프레임워크 PoC SW ▪ N차원 공간정보 시각화 프레임워크 API 및 표준화 추진계획서

(구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
	- 지능공간 모델링의 API 정의 및 API 엔진 개발 - N차원 공간정보 시각화 프레임워크 PoC 구현 및 기능단위시험 - N차원 공간정보 시각화 프레임워크 API 및 표준화 추진계획 수립 ▪ **(기술개발 방안)** - API 정의 및 개발을 통한 최종 산출물의 형태 확정 - 기술 개발을 위한 기준 및 표준의 확정 - 설계된 N차원 공간정보 프레임워크 PoC 구현 및 테스트를 통해 가능성을 확인 - 확장 설계를 바탕으로 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크에 대한 API 및 표준개발방안 수립	
3차년도	▪ **(연구목표)** - 다중 데이터 소스 수집 및 서비스 성능 및 용량 검증 - 다중 클라우드 플랫폼 적용을 위한 성능 및 용량 검증 - 크라우드 소싱을 위한 대규모 접속 성능 검증 - N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 시험 - 차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 확장 설계(고도화) ▪ **(연구내용)** - 초대용량 데이터 처리를 위한 용량 및 성능의 검증 및 최적화 기술 개발 - 대규모 서비스 접속 기능 개발 및 다중 클라우드로의 확장 기능 개발 - 차세대 컴퓨팅 환경지원 및 초대용량 N차원 공간정보 시각화를 위한 프레임워크 확장 설계 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 관련(API 등) 표준개발진행 ▪ **(기술개발 방안)** - 성능 및 용량 검증을 위한 프레임워크 개발 - 비용을 고려한 성능 및 용량의 한계 검증 방안의 연구 개발 - 크라우드 소싱을 위한 대규모 클라이언트 접속 프레임워크 시험 기술 개발 - 차세대 컴퓨팅 환경에서의 N차원 공간정보 시각화와, 초대용량 N차원 공간정보 시각화를 위한 요구사항의 추가도출, 분석을 통한 프레임워크 확장방안 설계 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 관련 표준문서개발 및 표준논의절차 진행	▪ 다중 소스 데이터 및 크라우드 소싱 데이터 처리를 위한 성능 및 요량 검증 시험결과 ▪ 최적화된 다중 클라우드 기반 공간 빅데이터 처리 엔진 SW ▪ N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 및 기능시험결과서 ▪ 차세대 컴퓨팅 환경 지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 확장 설계서
4차년도	▪ **(연구목표)** - 다중 클라우드로 확장가능한 초대용량 공간 빅데이터 처리 플랫폼 통합 패키징 - 다중 소스 공간 빅데이터를 수용하는 공간정보 지능모델링 플랫폼 통합 패키징 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 확장 구현 및 기능별 통합테스트 ▪ **(연구내용)** - 초대용량 공간 빅데이터 처리를 위해, 설계된 API 규격과 엔진에 최적화된 처리 엔진이 결합된 통합 패키지 개발 - 데이터 저장, 관리, 배포, 사용 및 지능형 모델링에 필요로 하는 관리 기능 개발 - 다중 클라우드로 확장한 지능형 모델링 프로세스의 자원	▪ 다중 클라우드로 확장가능한 초대용량 공간 빅데이터 처리 플랫폼 통합 SW ▪ 다중 소스 공간 빅데이터를 수용하는 공간정보 지능모델링 플랫폼 통합 SW ▪ 차세대 컴퓨팅 환경 지원 ICT 표준기반 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW

(구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
	관리 기능 개발 - 확장 설계된 차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크의 구현 및 단위, 통합시험 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 관련(API 등) 표준개발(계속) ▪ **(기술개발 방안)** - 전체 하위 모듈들의 통합 및 인터페이스 통합 개발 - 기능적 통합과 성능/용량의 요구사항 만족을 고려한 통합 시험 체계 개발 - 통합 관리 및 통합 시험을 보조하는 관리 도구 및 시험 도구의 개발 - 확장 설계안을 바탕으로 차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크를 구현하고, 기능단위 및 통합 테스트를 수행 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 관련 표준문서보완 및 표준제정절차 진행(계속)	
5차년도	▪ **(연구목표)** - 초대용량 공간데이터 처리의 다중 클라우드 확장 기능의 검증 - 다중 클라우드로 확장된 GeoAI 모델링 플랫폼의 검증 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 실증 ▪ **(연구내용)** - 초대용량 공간데이터 처리의 다중 클라우드 확장 기술 검증 프레임워크 개발 - 다중 클라우드로 확장된 GeoAI 모델링 플랫폼의 검증 프레임워크 개발 - 연구과제 타 부분의 시나리오 등을 참고한 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 실증 시나리오 작성 및 구현 - 통합 시험된 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크의 적용과 이를 통한 검증(실증) - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 관련(API 등) 표준개발(계속) ▪ **(기술개발 방안)** - 국내외 다수의 퍼블릭 클라우드와 일부 자체 구현한 국내의 프라이빗 클라우드를 기반으로 다중 클라우드 환경을 구축하고 검증할 수 있는 환경 구축 - 다중 출처의 데이터 취합 및 연동을 통한 GeoAI 모델링 프로세스의 타당성 검증 - 타 연구기술 참고 및 추진주체와의 협력을 통해 검증 및 실증을 위한 테스트베드 환경 구축 후, 직접 적용을 통해 실증추진 - 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 관련 표준문서보완 및 표준 제개정	▪ 초대용량 공간데이터 처리의 다중 클라우드 확장 기술 검증 프레임워크 SW ▪ 다중 클라우드로 확장된 GeoAI 모델링 플랫폼의 검증 프레임워크 ▪ 차세대 컴퓨팅 환경 지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 실증결과
최종 성과물	- 초대용량 공간 빅데이터 처리를 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW - 초대용량 GeoAI 모델링을 위한 다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW - 차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW 및 관련 개발표준	

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리

○ 초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 지능형 처리를 위한 연계

- 오픈소스 엑사스케일 초대용량 공간정보 분산 저장 및 관리 시스템 기술
- LiDAR, 고해상도 영상/비디오 등 초대용량 공간정보 지원 시공간 분산 분석 및 질의 처리 기술 〈지원 초대용량 공간정보 : 초대용량 LiDAR 포인트 클라우드, 고해상도 공간영상, 고해상도 공간 비디오, WAMI(Wide Area Motion Imagery), 크라우드 소싱 GPS, 시공간 이동면체, 시공간 지오센서, 시간축적 도로 교통정보〉
- 초대용량 공간지능 데이터 및 모델의 분산 저장 및 관리 시스템 기술
- 초대용량 공간정보 기반 협업적 공간 정보 추출 및 처리 기술
- 엑사스케일 라이브 공간정보 기록 및 타임머신 검색·가시화 지원 기술

○ 초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석 개발

- 오픈소스 기반 초대용량 공간정보 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템 기술
- 초대용량 N차원 공간정보 스트림 실시간 처리 프레임워크 기술
- 초대용량 인메모리 공간지능 및 마이닝 분석 연계 프레임워크 기술
- 초대용량 인메모리 공간 네트워크 분석 및 처리 기술초대용량 데이터 분석, 시계열 데이터 저장 및 백업을 위한 초대용량 공간정보 처리 중앙 서버 연계 기술 개발

〈표 7-90〉 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
1차년도	▪ (연구목표) - 초대용량 공간정보 타입 시스템 설계 및 저장 요소기술 개발 - 초대용량 공간정보 인메모리 고속 처리 시스템 요소 기술 개발 ▪ (연구내용) - 공간 영상 및 LiDAR 데이터 UDT/UDF 기반 요소 기술 - 이동체 및 3D 빅 데이터 처리 연계 기술 - 초대용량 공간정보 분산 저장 및 CRUD 저장 구조 기술 - 공간지능 데이터 및 모델 분산 저장 및 관리 프레임워크 기반 설계 - 고해상도 공간 영상 및 LiDAR 데이터 인메모리 분산 분석 프로토타입 설계 - 정형 공간정보 기반 인메모리 공간 네트워크 분석 및 처리 기반 설계	▪ 고해상도 LiDAR 및 공간 영상 기반 UDT/UDF ▪ 오픈소스 기반 초대용량 공간정보 저장 및 관리 시스템 기본 프로토타입 ▪ 고해상도 공간 영상 및 LiDAR 데이터 지원 인 메모리 분석 기본 프로토타입 ▪ 정형 공간정보 기반 공간 네트워크 분석 및 처리 기본 프로토타입

(구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	▪ **(기술개발 방안)** - 오픈소스 빅 데이터 관리 시스템 및 인메모리 시스템을 기반으로 고해상도 공간 영상 및 LiDAR 데이터 타입을 확장하며 향후 기술개발을 위한 공통 기본 프로토타입을 개발함	
2차년도	▪ **(연구목표)** - 초대용량 공간정보 질의 처리 프레임워크 개발 - 초대용량 공간정보 스트림 실시간 처리 프레임워크 개발 ▪ **(연구내용)** - 초대용량 LiDAR 포인트 클라우드 및 고해상도 공간 영상/비디오 UDT/UDF 기반 요소 기술 - 엑사스케일 확장을 보장하는 분산 저장 및 관리 프로토타입 설계 - 초대용량 LiDAR 포인트 클라우드 및 공간 미디어 SQL 질의 처리 프레임워크 개발 - 공간 미디어 데이터용 고성능 검색지원 분산 색인 기술 설계 - 초대용량 포인트 클라우드 및 공간 멀티미디어 복합 분석 프레임워크 기술 개발 - 공간지능 데이터 및 모델 분산 저장 및 CRUD 저장 구조 기술 - 초대용량 공간정보 스트림 기반 복합 이벤트 처리 기술 - 초대용량 인메모리 마인닝 분석 처리 엔진 기술 ▪ **(기술개발 방안)** - 기존 빅 데이터 관리 시스템 기반으로 엑사스케일 확장 가능성 검증 및 초대용량 공간정보 질의처리 프레임워크 설계	▪ 초대용량 LiDAR 포인트 클라우드 및 고해상도 공간영상/비디오 UDT/UDF ▪ 오픈소스 기반 초대용량 공간정보 질의 처리 기반 프로토타입 ▪ 오픈소스 기반 초대용량 공간정보 스트림 처리 기반 프레임워크
3차년도	▪ **(연구목표)** - 초대용량 공간정보 시공간 저장 및 CRUD 관리 기술 개발 - 초대용량 인메모리 공간 지능 분석 시스템 개발 ▪ **(연구내용)** - 도시규모 LiDAR 포인트 클라우드 및 WAIM(Wide Area Motion Imagery) UDT/UDF 기반 요소 기술 - 포인트 클라우드 및 크라우드 데이터용 고성능 N차원 공간정보 색인/검색기술 설계 - 초대용량 공간정보지원 공간지능 SQL 질의처리 기술 - 초대용량 공간정보 갱신 동시성 제어 기술 - 크라우드 소싱을 공간정보 기반 협업 프레임워크 기술 - 시공간 SQL 질의 처리를 위한 엔진 기술 개발 - 협업적 공간정보 추출 및 처리 프레임워크 기반 기술 - 다수동종 초대용량 공간정보의 광지역 도시 공간정보 분석 및 처리 기술	▪ 도시규모 LiDAR 포인트 클라우드 및 WAIM 용 UDT/UDF ▪ 동시성제어 지원 초대용량 공간정보 관리 시스템 프로토타입 ▪ 초대용량 공간정보 인메모리 고속 분산 분석 시스템 프로토타입 ▪ 인메모리 공간네트워크 분석 및 처리 시스템 프로토타입

(구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 엑사스케일 공간정보 기록 및 인증 프레임워크 - 고성능 N차원 시공간 질의 지원 초대용량 공간정보 인메모리 색인 기술 - GPU 가속 기반 초대용량 공간정보 인메모리 고속 분석 및 처리 기술 - 초대용량 공간정보 스트림 기반 복합 이벤트 처리 기술 - 초대용량 공간정보의 공간 지능 분석 및 처리 기술 - 초대용량 공간정보 지원 공간/도로 네트워크 저장 및 색인 기술 ▪ **(기술개발 방안)** - 실제 및 가상 생성 데이터를 통해 도시규모에 획득되는 다수의 초대용량 공간정보에 대한 안정적인 시공간 저장 및 관리 성능을 검증 - 프로토타입 테스팅을 GPU 및 대용량 메모리 장착 시스템 클러스터를 구축하고 이를 기반으로 시스템 개발	
4차년도	▪ **(연구목표)** - 초대용량 공간 지능 데이터 및 모델 분산 저장 및 관리 시스템 개발 - 초대용량 공간정보 스트림 인메모리 공간지능 및 마이닝 분석 시스템 개발 ▪ **(연구내용)** - 크라우드 소싱 도시규모 초대용량 공간정보 지원 가능 분산 저장 및 관리 안정성 확보 기술 - 초대용량 공간정보의 고성능 시공간 분산 분석 및 처리 알고리즘 기술 - GPU 가속 기반 초대용량 공간정보 고성능 분산 분석 및 처리 기술 - 초대용량 공간정보 지원 공간지능 SQL 질의 처리 기술 - 초대용량 공간정보 데이터 마이닝 알고리즘 지원 SQL 확장 기술 - 다수동종 초대용량 공간정보의 광지역 도시 공간정보 분석 및 처리 기술 - 초대용량 공간정보기반 협업적 분석 처리 용 저장/색인 기술 - 소규모 지역 실시간 다수이종 N차원 입체 획득 공간정보 분석 및 처리 기술 - 라이브 국토정보 기록의 초고속 타임머신 검색 알고리즘 기술 - RDMA 기반 초대용량 공간정보 인메모리 동시 고속 처리 기술 - GPU 가속 기반 초대용량 공간정보 스트림 분석 및 처리 기술 - 크라우드 소싱 초대용량 공간정보의 공간 지능 기반 처리 기술 - 초대용량 공간정보 지원 인메모리 공간/도로 네트워크 기반 질의 처리 기술	▪ 초대용량 공간지능 데이터 및 모델 저장 및 관리 시스템 프로토타입 ▪ 라이브 국토정보 초고속 타임머신 검색 시스템 프로토타입 ▪ RDMA 지원 초대용량 공간정보 인메모리 저장 및 분석 시스템 프토토타입 ▪ GPU 가속 지원 초대용량 공간정보 스트림 분석 및 처리 프로토타입 ▪ 인메모리 공간/도로 네트워크 기반 질의 처리 프로토타입

(구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	▪ **(기술개발 방안)** - N차원 시공간 분석 용 공간지능 데이터 및 모델 데이터베이스를 구축하고 이를 기반으로 저장 및 관리, 분산 처리 기술 개발을 검증 - 자율주행차 LiDAR 및 비디오 영상 등 다양한 거대규모 실험 DB를 구축하고 이를 기반으로 시스템 개발 검증	
5차년도	▪ **(연구목표)** - 협업적 융합처리 지원 초대용량 공간 지능 데이터 및 모델 분산 저장 및 처리 시스템 개발 - 초대용량 공간정보 스트림 기반 공간지능 분석 처리 시스템 개발 ▪ **(연구내용)** - 초대용량 공간정보와 융합정보간 N차원 분산 분석 및 처리 기술 개발 - 엑사스케일 초대용량 공간정보용 CRUD 지원 저장구조 검증 기술 - 초대용량 공간정보용 딥러닝 알고리즘 지원 SQL 확장 기술 - 다수이종 초대용량 공간정보의 광지역 도시 융합 공간정보 분석 및 처리 기술 - 라이브 국토정보 기록의 고속 가시화 지원 저장 기술(read/append) - 크라우드 소싱 초대용량 공간정보 스트림 처리 기술 - 공간지능 활용 기술 기반 초대용량 인메모리 분석 처리 연계 기술 - 인메모리 공간/도로 네트워크 기반 인메모리 지능 분석 처리 기술 - N차원 라이브 국토정보 활용 지원 기술 ▪ **(기술개발 방안)** - 공공 및 크라우드 소싱 초대용량 공간정보의 실시간 시공간 인터랙션 검색 지원이 필요한 검증 사이트를 발굴하고 이를 기반으로 테스트 웹 서비스를 구축하며 초대용량 공간정보 관리 및 타임머신 검색, 네트워크 분석, 인메모리 스트림 서비스를 실증 테스트	▪ 엑사스케일 확장가능 협업적 초대용량 공간정보 및 공간지능 저장, 질의 및 관리 시스템 ▪ 엑사스케일 라이브 공간정보 기록 및 타이머신 검색/가시화 프레임워크 ▪ 초대용량 공간정보 및 공간지능 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템 ▪ 초대용량 N차원 공간정보 스트림실시간 처리 프레임워크 ▪ 초대용량 공간정보 네트워크 분석 및 처리 시스템
최종 성과물	- 엑사스케일 확장가능 협업적 초대용량 공간정보 및 공간지능 저장, 질의 및 관리 시스템 - 초대용량 공간정보 및 공간지능 지원 인메모리 고속 분석 처리 시스템	

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

○ Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서정보 수집 및 분산 저장관리를 위한 Geospatial Cloudlet 핵심 기술

- Edge 컴퓨팅 기반 고정밀/다차원 공간·센서정보 가공·변환 및 분산 저장 관리 기술 개발
- Edge 컴퓨팅 기반 이동체의 실시간 위치정보 분산 저장 관리 기술 개발
- Edge 컴퓨팅 기반 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 실시간 이벤트 처리 기술 개발
- Geospatial Cloudlet 기반 공간·위치·영상·센서정보 융합을 활용한 VR/AR디지털 콘텐츠 생성 및 관리 기술 개발

○ 초저지연 공간상황 모니터링·분석·제어·시뮬레이션을 위한 Geospatial Cloudlet 확장

- Geospatial Cloudlet 기반 IoT 센서 정보, 이동체 정보, 공간정보 융합을 통한 초저지연 공간상황 모니터링 및 인지 기술 개발
- Geospatial Cloudlet 기반 초저지연 공간상황 예측, 분석 및 시뮬레이션 기술 개발
- Geospatial Cloudlet 기반 IoT 센서 및 이동체 추적·제어 기술 개발

○ 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축

- Edge 디바이스/이동체의 위치 기반 상호 이질적인 주변 ICT 인프라의 가상화 및 융합 활용 기술 개발 (IaaS of Geospatial Cloudlet)
- Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능의 초저지연 서비스 기술 개발 (SaaS of Geospatial Cloudlet)
- Geospatial Cloudlet 핵심·확장 모듈, 인터페이스 모듈, 클라우드 모듈 통합 기반 초저지연 서비스 플랫폼 개발
- Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 지원하기 위한 Edge 클라이언트 프레임워크 기술 개발

〈표 7-91〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - Edge 컴퓨팅 기반 대용량 공간·위치·영상·센서 정보 수집 및 분산 저장관리를 위한 Geospatial Cloudlet 핵심 모듈 설계/구현 ▪ **(연구내용)** - 고정밀/다차원 공간·센서정보 가공·변환 및 분산 저장관리 모듈 설계/구현	▪ Edge 컴퓨팅 기반 고정밀/다차원 공간·센서정보 및 실시간 위치정보 분산 저장관리 모듈 (S/W) ▪ Edge 컴퓨팅 기반 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 이벤트 처리 모듈 설계서

(구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 실내외 이동체의 실시간 위치정보 분산 저장 관리 모듈 설계/구현 - 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 실시간 이벤트 처리 모듈 설계 - Geospatial Cloudlet 기반 공간·위치·영상·센서 정보를 융합한 디지털콘텐츠 생성·관리 모듈 설계 ▪ **(기술개발 방안)** - Edge 컴퓨팅 기반의 다양한 플랫폼의 저장 장치 현황 파악 이후, 공간·위치·영상·센서정보에 대한 데이터 모델링 수행 및 분산 관리 방안 개발 추진	▪ 대용량 공간·위치·영상·센서 정보 융합 기반 디지털콘텐츠 생성 모듈 설계서
2차년도	▪ **(연구목표)** - 초저지연 공간상황 모니터링·분석·제어· 시뮬레이션을 위한 Geospatial Cloudlet 확장 모듈 설계/구현 ▪ **(연구내용)** - 고정밀/다차원 공간·센서정보 가공·변환 및 분산 저장관리 S/W 모듈 고도화 - 실내외 이동체의 실시간 위치정보 분산 저장 관리 S/w 모듈 고도화 - 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 실시간 이벤트 처리 모듈 구현 - 공간·위치·영상·센서 정보 융합 기반 디지털콘텐츠 생성·관리 모듈 구현 - IoT 센서정보, 이동체정보, 공간정보 융합을 통한 초저지연 공간상황 모니터링 및 인지 모듈 설계/구현 - 초저지연 공간상황 예측 및 시뮬레이션 모듈 설계/구현 - IoT 센서 및 이동체 추적 및 제어 모듈 설계 ▪ **(기술개발 방안)** - 관리 대상 실내외 이동체에 대한 결정을 통한 실시간 위치정보 관리 및 추적 모듈 개발 추진 - 수집 가능한 공간·위치·영상·센서 정보에 대한 자세한 분석 수행, 실시간 콘텐츠 수요 분석을 통한 지털콘텐츠 생성·관리 모듈 개발 추진	▪ 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 이벤트 처리 모듈 (S/W) ▪ 대용량 공간·위치·영상·센서 정보 융합 기반 디지털콘텐츠 생성 모듈 (S/W) ▪ IoT 센서정보, 이동체정보, 공간정보 융합 기반 초저지연 공간상황 모니터링 및 인지 모듈 (S/W) ▪ 초저지연 공간상황 예측 및 시뮬레이션 모듈 (S/W) ▪ IoT 센서 및 이동체 추적 및 제어 모듈 설계서
3차년도	▪ **(연구목표)** - 초저지연 서비스를 위한 Geospatial Cloudlet 플랫폼 핵심 모듈 안정화 및 확장 모듈 고도화 ▪ **(연구내용)**	▪ IoT 센서 및 이동체 추적 및 제어 모듈 (S/W) ▪ 초저지연 대용량

(구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 대용량 영상정보 수집·가공·변환 및 실시간 이벤트 처리 모듈 고도화 - 공간·위치·영상·센서 정보 융합 기반 디지털콘텐츠 생성·관리 모듈 고도화 - IoT 센서정보, 이동체정보, 공간정보 융합을 통한 초저지연 공간상황 모니터링 및 인지 모듈 고도화 - 초저지연 공간상황 예측 및 시뮬레이션 모듈 고도화 - IoT 센서 및 이동체 추적 및 제어 모듈 구현 - Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능의 통합 시스템 개발 - Geospatial Cloudlet 플랫폼 서비스를 위한 인터페이스 모듈 설계 ▪ **(기술개발 방안)** - 초저지연 기반 공간상황에 대한 명확한 정의 및 가능한 서비스 분야 확정 후, 공간상황 분석 기술 개발 추진 - 다양한 국내외 표준을 참고하여 Gepspatial Cloudlet 시스템의 외부 인터페이스 및 기능에 대한 명확한 정의 및 기술 개발 추진	공간·위치·센서·영상 정보 분산 저장관리 및 분석을 위한 Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능 통합 시스템 (System) ▪ Geospatial Cloudlet 플랫폼 인터페이스 설계서
4차년도	▪ **(연구목표)** - 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스 제공을 위한 Geospatial Cloudlet 인프라 구축 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - IoT 센서 및 이동체 추적 및 제어 모듈 고도화 - Edge 디바이스/이동체 위치 기반 이질적인 주변 ICT 인프라 가상화 및 활용 기술 개발 (IaaS) - Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능의 초저지연 서비스 기술 개발 (SaaS) - 초대용량 데이터 분석, 시계열 데이터 저장 및 백업을 위한 초대용량 공간정보 처리 서버 연계 기술 개발 - Geospatial Cloudlet 핵심·확장 모듈, 인터페이스 모듈, 클라우드 모듈 통합 기반 플랫폼 개발 - Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 지원하기 위한 Edge 클라이언트 프레임워크 기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 다양한 Edge 컴퓨팅 플랫폼에 적용 가능한 Geospatial Cloudlet 시스템 개발 및 오픈 인터페이스 개발 추진 - 다양한 모바일 기기에 적용 가능한 Edge 클라이언트 프레임워크 개발 추진	▪ Edge 디바이스/이동체의 위치 기반 이질적인 ICT 인프라의 가상화 및 융합 활용 모듈 (S/W) ▪ Geospatial Cloudlet 핵심 및 확장 기능의 초저지연 서비스 모듈 (S/W) ▪ 초대용량 공간정보 처리 서버 연계 모듈 (S/W) ▪ Geospatial Cloudlet 통합 플랫폼 (System) ▪ Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 클라이언트 프레임워크 (System)
최종 성과물	- 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 서비스를 위한 Geospatial Cloudlet 통합 시스템 - Geospatial Cloudlet 플랫폼의 효율적인 활용을 위한 Edge 클라이언트 프레임워크	

(4) 개발 목표

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축 기술	초대용량 데이터 처리 용량 달성	PB급[1]	수십 PB급	EB (용량)	●			2023
	다중 클라우드 활용 분산 및 확장 기능	단일 클라우드[2]	단일 클라우드	프라이빗 클라우드 1개 포함 5개 이상 다중 클라우드 수용 (건수)	●			2025
	초대용량 N차원 공간정보 시각화를 위한 적용 표준개수	1[3]	2 (ESRI)	8 (적용 표준개수)	●			2024
	초대용량 N차원 공간정보 서비스 구축 관련 국내외 표준 제개정	–[4]	–[4]	2/7 (국제/국내)	●			2026
3-1-2. 초대용량 공간정보 분산관리 및 처리기술	단일 초대용량 공간정보 최대 크기	1.61GB[5]	10GB	1TB	●			2025
	최대 CRUD 관리가능 초대용량 공간정보 분산 DB 크기	–[6]	–[6]	1EB[7]	●		● (오픈 소스)	2025
	지원가능 초대용량 공간정보 분산 색인 종류	–[8]	–[8]	3종 이상 (LiDAR, WAIM영상, 공간비디오)	●			2025
	스트림기반초대용량 공간정보 인메모리 분석처리	–[9]	–[9]	≤ 5 (sec)	●			2025
3-1-3. Edge 컴퓨팅 기반 공간 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 기반 구축	초저지연 융합 공간정보 종류	2종[9]	2종	4종 (종)	●			2024
	다차원 콘텐츠 세밀도	2[10]	2	≥ 4 (LOD)	●			2025
	초저지연 서비스 응답 시간	〈 50[11]	〈 30	≤ 10 (msec)	●			2025

[비 고]

1) 기존의 스토리지 서비스는 최대 페타바이트(PB)급 서비스이며, 향후 데이터 용량의 증가를 고려하면, 본 과제 종료시점에 엑사바이트(EB)급 서비스가 가능한 플랫폼이 필수적임
2) 기존의 국내외 서비스 플랫폼 및 API 관리 플랫폼이 존재하나, 모든 단일 클라우드에 국한하여 서비스를 제공하며, 공공을 위한 프라이빗 클라우드 서비스 1건과, 국내/외 주요 클라우드 서비스 4종이상에 확장이 가능하도록 시험하는 것은 향후 비용효율을 고려한 확장에 필요할 것으로 보임
3) 초대용량 N차원 공간정보의 시각화를 위해 적용되는 관련 최신 ICT 표준의 개수를 의미하는 것으로, 연계되는 공간정보 및 비공간정보의 유형과 범위 등에 따라 구체적인 대상 ICT 표준이 달라질 수 있음
4) 초대용량 공간정보 서비스 구축기술(데이터 수집, 처리, 관리, 분석 및 시각화 등과 관련)과 관련되어 개발되는 국내외 표준의 개수로써, 본 연구개발을 통한 결과물의 범위 내에서 개발되어야 하므로, 국내외 최고수준을 설정할 수 없어 (-)로 표기함
5) 세계적으로 많이 사용되는 Landsat 8(30cm해상도)의 단일 파일 사이즈가 1.61GB이며, 21년 발사되는 우리나라 아리랑 7호의 해상도와 같음. 현재 미국 기준 가장 크기가 큰 파일은 WAMI(wide area motion imagery, 도시 고해상도 모션 영상)은 현재 1.6G pixel*channel수의 크기로 약 10G 정도
6) 초대용량 공간정보에 대한 CRUD(삽입,검색,갱신,삭제) 관리 시스템에서 관리 가능한 데이터의 크기로, 현재 전세계적으로 처음 시도하는 연구로서 본 연구개발의 결과물 범위내에서 개발되어야 하므로 국내외 최고수준을 설정할 수 없어 (-)로 표기함.
7) 현재 특정 국토정보 관련 공공기관에서 사용되는 파일 단위로 관리하는 저장장치의 크기로 가 250TB 정도로 알려져 있으며 향후 과제 종료 후 바로 1PB 규모까지 도달할 것으로 예상하며, 향후 사용을 위해 1EB까지 확장 가능하여야 함
8) LiDAR 포인트 클라우드, 고해상도 WAIM, 고해상도 공간 비디오와 같은 초대용량 공간정보를 위한 시공간 분산 색인 지원의 개수로서, 현재 전세계적으로 처음 시도하는 연구로서 본 연구개발의 결과물 범위내에서 개발되어야 하므로 국내외 최고수준을 설정할 수 없어 (-)로 표기함.
9) 초대용량 공간정보에 대한 스트림 기반의 지능 인식 결과를 실시간으로 도시 관제 등에 사용하기 위해 최소 요구 시간으로서 현재 전세계적으로 처음 시도하는 연구로서 본 연구개발의 결과물 범위내에서 개발되어야 하므로 국내외 최고수준을 설정할 수 없어 (-)로 표기함. 향후 최소 5초 이내의 처리 시간이 요구될 것으로 예상
9) Edge 컴퓨팅에서 초저지연으로 분산 저장되고 분석될 수 있는 융합 공간정보로서 공간·위치·영상·센서 정보의 4종의 데이터가 포함되어야 함을 의미하며, 현재 국내외 Edge 컴퓨팅에서는 센서와 영상 정보의 2종 데이터 중심의 기술개발 및 서비스가 주를 이고 있음
10) 공간·위치·영상·센서 정보를 융합한 다차원 디지털콘텐츠 생성 과정과 관련하여 Edge 컴퓨팅에서 초저지연으로 생성되는 콘텐츠가 LOD4(Level Of Detail) 이상의 세밀도를 지원해야 함을 의미함. 현재 서버에서 후 처리를 통하여 생성되는 디지털콘텐츠는 LOD4 이상이나, Edge 환경에서 실시간 생성되는 디지털콘텐츠는 모바일 AR 서비스를 고려할 때 LOD2 수준에 머물러 있음
11) Edge 단말과 Edge 플랫폼간의 서비스 응답 시간으로 구체적으로 5G 단말에서의 서비스 요청 후 5G 무선 전송 시간과 Edge 플랫폼 내에서의 처리 시간을 포함한 시간을 의미함

(5) 개발목표의 설정근거

○ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

- (초대용량 데이터 처리 용량 달성) 세계적으로 엑사스케일의 데이터를 처리할 수 있는 역량은 전무한 실정이지만 데이터 증가속도 및 각종 국토정보 관련 데이터 생성을 고려하면, 엑사스케일의 데이터 처리 용량이 필요할 것으로 보임
- (다중 클라우드 활용 분산 및 확장 기능) 엑사스케일의 데이터 처리를 위해서는, 용량 및 성능의 이슈로 필수적으로 다중의 클라우드로의 확장이 불가피하며, 퍼블릭 클라우드 뿐만 아니라 프라이빗 클라우드 시스템까지 고려할 필요가 있음
- (초대용량 N차원 공간정보 시각화를 위한 적용 표준개수) 초대용량 N차원 공간정보 시각화 프레임워크의 특징점 중 하나는 "표준기반의 시각화"이며, 이를 위해 보편적이면서도 정량적으로 접근할 수 있는 부분은 적용되는 최신 ICT 표준의 개수임. 현재 일반적으로 공간정보를 가시화하기 위해 정보의 종류에 따라 CityGML, IndoorGML 등 특정 주제의 표준들이 적용되고 있고, N차원의 공간정보가 다양한 정보가 연계되는 복합정보임을 고려하여, 이들에 대한 연계표준들이 동시 적용되는 것을 목표로 설정함. 더불어, "공간정보", "비공간정보", "동적정보", "정적정보"의 정보 분류를 참조하여, 각 분류에서 두 개 씩의 정보가 연계되는 것을 고려하여 수치를 설정함
- (초대용량 N차원 공간정보 서비스 구축 관련 국내외 표준 제개정) 초대용량 공간정보 서비스 구축기술(데이터 수집, 처리, 관리, 분석 및 시각화 등과 관련)과 관련되어 제개정 되어야 하는 국내외 표준의 개수를 의미하는 것으로, 국제표준의 개발기간, 추진 가능한 국내 단체 또는 국가표준의 항목을 고려하여 수치를 설정함

○ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리

- (단일 초대용량 공간정보 최대 크기) 장시간 끊김 없이 축적되는 시공간정보를 포함하는 단일 고정밀 LiDAR 데이터 또는 고해상도 공간 비디오의 크기가 현재 10G-100G[137] 수준이며 향후 기술 발전에 따라 1TB 까지 도달할 수 있을 것으로 예상되는 것을 고려할 필요가 있음.
- (최대 관리가능 초대용량 공간정보 DB 크기) 2020년 3월 현재 국토지리정보원에서 관리하는 저장장치의 크기가 260TB 규모(수치지도용 60TB, 영상용 200TB)이며, 국토지리정보원 단일 기관의 정보로 한정하더라도 현재의 증가추세로 볼 때 5년후 1PB 저장장치 규모에 이를 것으로 전망됨. 다수의 크라우드소싱 LiDAR 장치와 영상 장치등에 의해서 수집되는 도시 규모의 초대용량 공간정보를 1년 이상 축적하고 분석하고자 할 경우 1 EB 크기에 이를 것으로 예상되며 관련 기술 개발이 필요함
- (지원가능 초대용량 공간정보 분산 색인 종류) 분산 클러스터 상에서 정형 공간정보뿐만 아니라 LiDAR 포인트 클라우드, 고해상도 WAIM, 고해상도 공간 비디오와 같은 비정형 공간에 대한 시공간 저장 및 실시간 검색과 갱신을 지원하기 위해 데이터 타입 당 1개 이상의 분산 색인이 지원될 필요가 있음

137) 세계적으로 가장 많이 사용되는 벨로다인 HDL-64E 의 의 경우 초당 2.2M points

- (실시간 초대용량 공간지능 분산 분석) 도시규모에서 수집되는 LiDAR 포인트 클라우드와 WAIM영상, 비디오에 대하여 실시간 분석 기능을 제공하기 위해 실시간 처리기능 지원을 위하여 10TB 이상의 초대용량 공간정보 객체들로 구성되는 데이터베이스에 대하여 분산 클러스터 상에서 5초이내 사용자가 요구하는 공간지능 분석 결과를 제시할 필요성이 있음

○ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

- (융합 공간정보 종류) 구글, 아마존, 마이크로소프트, 시스코, HPE, GE 등의 글로벌 기업들이 Edge 컴퓨팅과 관련하여 H/W 기술뿐만 아니라, Ambient Intelligence를 위하여 Edge 기반 플랫폼, AI, 디지털트윈 등의 다양한 S/W 기술을 개발하고 있음
  - 현재 Edge 컴퓨팅 기반 S/W 기술개발에서는 센서와 영상정보에 대한 처리가 중점적으로 다루어지고 있고 부분적으로 위치정보가 다루어지고 있는 상황으로, 본 연구에서는 센서·영상·위치정보 뿐만 아니라 다차원 공간정보를 포함한 전체 융합정보에 대한 저장관리, 분석 및 시뮬레이션을 목표로 설정함
- (다차원 콘텐츠 세밀도) Edge 환경에서 공간·위치·영상·센서 정보를 융합한 다차원 공간 콘텐츠를 실시간 생성하여 적용하는 과정에서 VR/AR, 게임, 디지털트윈 등의 분야에 다양하게 적용이 가능하도록 LOD4 이상의 세밀도를 목표로 설정함
  - OGC CityGML에서 정의하고 있는 LOD4(position/height<0.2m) 이상의 세밀도를 목표로 설정함
- (초저지연 서비스 응답 시간) Deutsche Telekom의 MobiledgeX 플랫폼에서는 자사의 AR 서비스 제공에서 30ms 미만의 지연시간으로 30fps 서비스를 달성하였음 (MobiledgeX Use Case - 1000 Realities : Edge-enabled Augmented Reality Feb. 2019, https://mobiledgex.com/use-cases/ 1000-realities)
  - 본 연구에서는 다양한 공간상황 분석, 제어, 시뮬레이션, 위치정보 추적, 자율형 IoT 제어 등의 서비스를 제공하는데 있어서 MobileedgeX 플랫폼 사례와 실시간 서비스를 고려하여 10 msec 이내로 응답시간 목표를 설정함

2.7 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

〈표 7-92〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 유사과제 중복성 및 연계방안

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	중복성 및 연계방안
	공간정보 SW 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발	-	▪ 외산 공간정보 SW를 대체할 수 있는 오픈소스 기반 공간정보 SW 개발 - 전자정부 프레임워크 연동 오픈소스기반 공간자료 가공·분석·제공기술 개발 - Live3D GeoPortal 및 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal SW - 오픈소스 위치기반 멀티미디어 지원	(차별성) - 빅 데이터가 아닌 관계형 데이터베이스 시스템 기술 개발이며, 초대용량 공간정보를 지원하지 않는 3D 가시화 지원 (연계방안) - '오픈소스 위치기반 멀티미디어 지원 공간 DBMS SW' 기술은 이동체

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	중복성 및 연계방안
			공간 DBMS SW	데이터 표현기술을 포함하며 이동체 동적정보 수집 및 예측 기술 및 공간정보 분산 저장 및 처리에 활용가능 - 'Live3D GeoPortal 및 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal SW'는 웹상에서 3D 및 뉴미디어 콘텐츠를 가시화를 위한 기본적인 GeoPortal 서비스 기능을 포함하며 초대용량 공간정보서비스 구축 기술 개발의 기반으로 활용 가능 - 3차원 정형/비정형을 포함하는 초대용량 공간정보 처리 중 기본적인 3차원 공간정보 처리 및 분석 기능과 연계하여 초대용량 공간정보의 서비스·검색·분석에 활용 가능
	국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발	-	▪ 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터(Geospatial Big Data)의 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 개발 - 공간 빅데이터 자장관리 인프라 기술개발 - 공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술개발 - 공간 빅데이터 서비스 활성화 방안	(차별성) - 초대용량 공간정보를 제외한 기존 공간정보 빅 데이터 서비스만을 지원 (연계방안) - '공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술개발' 및 공간 빅데이터 서비스 플랫폼 기술은하나 요소 기반 기술로 활용 가능 - '공간 빅데이터 저장관리 인프라', '인메모리 기반 빅데이터 저장관리 기술', 'Batch 분석 컴포넌트'는 초대용량 공간정보 서비스 플랫폼과 스트리밍 데이터 실시간 처리 기술과 연계하여 초대용량 공간정보 서비스에 활용 가능
	안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범 기술 개발	-	▪ 사회안전망 구축을 지원할 수 있는 공간정보 기반 지능형 방범 서비스 개발 및 실증지구 구축 - 정밀위치결정기술 및 지원서비스 기술개발 - 공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술개발	(차별성) - CCTV 비디오에 기반한 위치 결정 및 방범서비스만을 지원 (연계방안) - '공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술'을 확장하여 Edge 환경에서 공간·위치·영상·센서의 융합 정보 기반 개선된 다양한 방범 서비스 가능
	세계 최고수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증	-	▪ 사용자 참여형 자료 기반 실내공간정보 자동/반자동 구축 및 생성 기술 개발, 저시용/고정밀 정형/비정형 형상 정보 구축 자동화 기술개발 - 저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 기술 개발 - 실내공간정보 활용지원기술개발	(차별성) - 초대용량 공간정보 3D 가시화를 지원하지 않으며, 실내정보에 국한되어 있음 (연계방안) - '저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 기술'을 확장하여 공간·위치·영상·센서 융합 정보 기반 고품질 실내공간 콘텐츠 생성 및 초대용량 공간정보 가시화 서비스에 활용 가능
	3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발	-	▪ 미래 지능사회 지원을 위한 새로운 패러다임의 3차원 입체격자체계 기반 국토 공간 통합관리 원천기술 개발 - 3차원 입체격자체계 기반 연구	(차별성) - 통계 등을 위한 3D 입체 격자 체계에 국한되어 있으며 초대용량 공간정보 등을 지원하지 않음

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	중복성 및 연계방안
			- 3차원 입체격자체계 핵심기술 개발 - 3차원 입체격자 통합운영 지원 기술 개발 및 실증서비스	(연계방안) - '3차원 입체격자체계' 및 '3차원 입체격자 통합운영 지원 기술'은 초대용량 공간정보 서비스 구축기술의 가시화 및 분석 서비스를 위해 활용 가능
	자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신 기술 개발 및 실증	-	▪ 실시간 도로변화 정보를 정밀도로지도에 반영하기 위한 저비용 신속 갱신 기술력 확보 및 수시갱신 시스템 개발 - 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션 개발 - 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신 기술개발 - 도로 변화 신속탐지·갱신 기술 통합실증 및 공유기술 개발	(차별성) - 자율주행차를 위한 탐지 및 갱신 기술이며 전반적인 도시규모의 초대용량 공간정보 기반의 기술개발이 아님 (연계방안) - 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션은 초대용량 공간정보서비스의 도시형 서비스 중 하나로 활용 가능
	수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발	-	▪ 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용기술을 개발하여 고정밀 3D 공간정보의 지속가능한 공유 및 활용 생태계 구축을 위한 핵심 기술을 확보 - 저비용 고정밀 실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신기술 개발 - 실감형 3D 도시모델 저작 및 제공 기술 개발 - 실감형 3D 도시모델 활용 지원 및 타산업 연계 실증	(차별성) - 초대용량 및 N차원의 공간정보를 고려하지 않는 3D 공간정보 구축 및 시각화 기술임 (연계방안) - '수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발'의 '실감형 3D 도시모델 저작 및 제공 기술'에서 개발되는 일부 제공기술(메커니즘)이 본 연구개발결과와 연계 가능한 부분으로 고려될 수 있음
	고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술 개발	-	▪ 가상훈련시스템용 고정밀 3D 공간정보 변환·활용 기술 및 고정밀 3D 공간정보 기반 육상·비행 이동체 가상훈련 시스템 개발 - 가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 변환 및 활용기술 개발 - 가상훈련용 3D 공간정보 기반 육상이동체용 가상훈련 활용 및 지원 기술 개발 - 가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술개발	(차별성) - 3D 가상 훈련 지원 기술이며 초대용량 공간정보 가시화 및 서비스 기술을 지원하지 않음 (연계방안) - '가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술개발'은 초대용량 공간정보와 결합하여 서비스에 활용 가능
	공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술	-	▪ 3D 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발 및 실증 - 공간정보 기반 소방활동 정보생성 및 활용 기술개발 - 공간정보 기반 맞춤형 재난 상황 모델 및 시변정보 융합기술 개발	(차별성) - 3D의 기반의 실감서비스 기술이나 초대용량 공간정보까지 포함되는 기술개발이 아님 (연계방안) - '공간정보 기반 맞춤형 재난 상황 모델 및 시변정보 융합기술 개발'은 초대용량 공간정보와 결합하여 신규 서비스 중 하나로 활용 가능
	공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술 (2013-2018) (국토교통부)	16,273 백만원	▪ 공간정보 산업 생태계 조성 및 공간정보 공유 인프라 고도화를 위한 3차원 오픈플랫폼(V-World) 시스템 및 서비스 고도화 기술 개발 추진	(차별성) - 유사과제는 웹 환경에서 대용량 3차원 공간정보를 안정적으로 서비스하기 위하여 플랫폼 엔진을 고도화하는 기술을 개발하는 것이 주이며, 그러한 기능 중에 대용량

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	중복성 및 연계방안
			- 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 - 공간정보 오픈플랫폼 데이터 확보·가공 기술 고도화	공간정보의 시각화를 포함하고 있는 반면, 본 과제는 당시에는 고려되지 못했던 웹 등에서의 최신 ICT 표준기술을 기반으로 보다 다양한 정보들이 연계되는 N차원 공간정보에 대한 시각화를 위한 핵심 프레임워크를 개발한다는 점에서 차별화됨 (연계방안) - '공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술'의 결과물은 기존의 전통적 공간정보 플랫폼 개념에 기반하여 웹 환경에서 다양한 브라우저의 지원과 함께 공간정보를 시각화하기 위한 것으로, 본 연구개발의 기본 reference로 참조
	저지연 융합서비스를 위한 모바일 에지 컴퓨팅 플랫폼 기술 개발 (2017-2020) (과학기술정보통신부)	9,839 백만원 (총연구비)	▪ 모바일 에지 컴퓨팅 플랫폼과 SDK 개발 및 기술 검증을 위한 2종의 PoC(proof of concept) 시스템 구축 - URLLC 기반 융합서비스를 위한 MEC 플랫폼 기술 개발 - URLLC 응용지원 및 SDK 개발 - 저지연 응답시간 지원을 위한 MEC 기반 응용 성능 최적화 모듈 개발	(차별성) - 기존 과제는 공간·위치·영상·센서의 융합 정보가 아니라, IoT 센서정보만을 위한 모바일 엣지 컴퓨팅 플랫폼 개발을 목표로 하고 있으며, 본 과제는 센서 뿐만 아니라, 공간·위치·영상·센서의 융합 정보를 효율적으로 처리하기 위한 기술을 개발한다는 점에서 차별화됨 (연계방안) - 기존 과제의 모바일 엣지 환경에서의 분산 저장 및 관리 기능을 확장하여 본 과제에서 공간·위치·영상·센서의 융합 정보를 효율적으로 분산 저장 관리 기능으로 활용 가능
	AI 어플리케이션을 지원하는 IoT 연동 분산 Edge-클라우드 기술 개발 (2018-2021) (과학기술정보통신부)	2,845 백만원 (총연구비)	▪ 다종 IoT 데이터의 처리 및 Cloud-Edge간 분산 처리를 통한 AI 어플리케이션 지원 IoT 연동 분산 Edge-클라우드 기술 개발 - Edge 에서의 자원관리를 위한 Fog Computing Platform 기술 개발 - 블록체인 기반의 Cross-border 자원 관리 기술 개발 - IoT 연동을 지원하는 분산 AI 기술 및 프리젠테이션 기술 개발	(차별성) - 기존 과제는 대용량 IoT 센서 데이터를 Edge-클라우드 간에 실시간 공유하고 분산 처리하기 위한 기술을 개발하는 반면, 본 과제는 공간·위치·영상·센서 융합 정보의 Edge 환경에서의 처리를 위한 Geospatial Cloudlet 개발을 목표로 한다는 점에서 차별화됨 (연계방안) - Edge-클라우드 간에 대용량 데이터를 실시간 공유하고 분산 처리하기 위한 기술을 확장하여 공간·위치·영상·센서 융합 정보를 Geospatial Cloudlet과 클라우드 간에 연동하는데 활용 가능
	엣지 컴퓨팅 기반 실시간 다계층/다기능 데이터 스트림 처리 프레임워크 (2017-2020) (과학기술정보통신부)	300 백만원 (총연구비)	▪ 실시간 다단계/다기능 엣지 데이터 스트림 처리 프레임워크 연구 - 단일 소스 다중 활용이 가능한 다중 데이터 스트림 마이닝 소스코드 체계 연구 - 엣지 서버 위치 중심의 복합 지식 패턴을 추출할 수 있는 기술 - 지식 패턴의 공유와 데이터 이동이 가능한 다단계/다계층 엣지 컴퓨팅 프레임워크 구축	(차별성) - 기존 과제는 엣지 컴퓨팅 환경에서 1차원 데이터스트림 처리 기술만을 개발하는 반면, 본 과제는 다차원의 공간·위치·영상·센서 융합 정보에 대한 실시간 저장, 분석, 시뮬레이션 등의 기술을 개발 한다는 점에서 차별화됨 (연계방안) - 실시간 다계층 엣지 데이터의 처리 기술을

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	중복성 및 연계방안
				다차원 공간·위치·영상·센서 융합 정보의 수집 및 저장 기술 개발에 적용 가능
	5G 기반 모빌리티를 지원하는 지능형 영상보안 핵심기술 개발 (2020-2023) (과학기술정보통신부)	5,615 백만원 (정부 출연금)	▪ 드론, 차량 등 5G 모빌리티에 연계되어 지속적으로 이동하면서 범용적 위험을 자율적으로 찾아 감지, 대응, 상호 협력하는 지능형 CCTV 핵심기술 개발 - 5G 엣지 기반 범용 지능형 영상보안 핵심기술 개발 - 5G 엣지 서버 상호간, 5G 엣지 서버/유선형 CCTV-VMS간 지능형 CCTV 협업 기술 개발	(차별성) - 기존 과제는 모빌리티 환경에서 5G 엣지 기반으로 CCTV 영상만을 이용하여 위험을 감지하고 대응하기 위한 기술을 개발하는 반면, 본 과제는 모빌리티를 포함한 엣지 환경에서 영상을 포함한 다차원 공간·위치·영상·센서의 융합 정보에 대한 실시간 저장, 분석, 활용 기술을 개발 한다는 점에서 차별화됨 (연계방안) - 5G 엣지 기반으로 CCTV 영상을 실시간 수집하고 저장 관리하는 기술을 공간·위치·영상·센서의 융합 정보에 대한 실시간 저장, 분석 기술 개발하는데 활용 가능
	엣지 데이터 특성에 따라 가변적으로 확장·재구성이 가능한 엣지 서버 시스템 및 통합 기술 개발 (2020-2023) (과학기술정보통신부)	10,500 백만원 (정부 출연금)	▪ 가변적으로 확장·재구성이 가능한 엣지 서버 통합 시스템 개발 - 컴퓨팅 집약적 엣지 서비스 제공을 위한 서버 컴퓨팅 모듈 기술 개발 - 저지연 입출력 집약적 엣지 데이터 처리를 위한 스토리지 모듈 기술 개발 - 엣지 서버 시스템 자원 관리 및 제어를 위한 경량 시스템 소프트웨어 기술 개발	(차별성) - 기존 과제는 엣지 서버의 컴퓨팅 모듈, 스토리지 모듈의 H/W와 운영체제와 미들웨어의 시스템 S/W를 개발하는 과제인 반면, 본 과제는 유사과제에서 개발된 엣지 통합 시스템을 활용해 다양한 공간·위치·영상·센서 융합 정보 처리 기술과 활용을 위한 엣지 Cloudlet 기술을 개발 한다는 점에서 차별화됨 (연계방안) - 기존 과제에서 개발되는 엣지 서버 통합 시스템의 H/W와 운영체제를 포함한 시스템 S/W 환경을 이용하여 본 과제의 Geospatial Cloudlet을 개발 가능

2.8 민간기술과의 차별성·연계성

□ (구성기술 3-1-1) 초대용량 공간정보 서비스 구축

○ 기존의 구글/네이버 등의 지도 서비스는 새로운 제 2의 공간정보 서비스 창출에 한계가 있음

- 기존의 구글/네이버의 지도 서비스에서는 공간정보와 융합된 각종 미디어 데이터를 서비스하고 있지만, 데이터 서비스 자체로 서비스를 활용할 수 없어서, 제2의 공간정보 서비스를 구축하는 것이 가능하지 않음

○ 구글/마이크로소프트의 클라우드 서비스 및 전자부품 연구원 OpenFX 프레임워크 서비스의 경우도 2차 공간정보 서비스를 구축하는데 한계점을 가지고 있음

- 구글/마이크소프트의 기술은 성숙되어 있는 마이크로아키텍처 플랫폼이기는 하지만, 서비스를 활용만 할 수 있으며 플랫폼 형태로 가져와서 2차적인 활용을 할 수 없음
- 전자부품 연구원의 OpenFX는 마이크로서비스 아키텍처 관리 프레임워크를 제공하나, 다중 클라우드로 확장하는 것이 고려되어 있지 않음

○ 최신 ICT 표준에 기반하여 다양한 정보가 복합적으로 연계되는 초대용량의 N차원 공간정보를 시각화하는 프레임워크 기술이 필요함

- 기존의 대용량 공간정보 시각화 기술은 기본적으로 공간정보를 화면에 출력하고 브라우징하기 위한 기능을 제공하고 있으나, 개별 정보 별 제공관점이 강하며, 웹 환경 등에서의 동적 스트리밍 및 웹 어셈블리 등과 같은 최신 ICT (표준)기술을 반영하지 못한다는 제한점이 있음
- 초대용량 N차원 공간정보의 시각화에 활용될 수 있는 표준은 시각화하고자 하는 공간정보의 정보 및 유형, 그리고 컴퓨팅 환경 등과 관련된 다양한 주제에 대해 논의되고 있으며, 제개정 등을 통해 지속적으로 보완 및 확대되어 가고 있어, 이를 고려한 표준적용 및 시각화가 필요함

〈표 7-93〉 초대용량 공간정보 서비스 구축의 민간기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	초대용량 공간정보 서비스 구축	• 구글 • 네이버	• 대용량 공간정보 서비스의 융합 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 포털 서비스의 일환으로 맵(지도)서비스를 제공하는 것이므로, 다양한 목적을 위해서 공간정보를 융합해서 서비스 하는 것이 가능하지 않음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 대규모 공간정보 서비스 제공을 위한 기반 프레임워크를 제공하는 것이므로, 그 위에 2차적인 서비스를 다양하게 구성할 수 있음. • 필요에 따라서는 특정 목적으로 별도 설치하여 서비스를 구축하는 것이 가능함

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
		• GCS(Google Cloud Service) • Microsoft Azure • 전자부품연구원 Open FX	• 경량 콘테이너 레벨의 마이크로서비스 아키텍처 제공 기술	〈기존 기술의 한계〉 • Google/MS 클라우드 서비스의 경우, 클라우드를 활용은 가능하지만, 운용기술은 확보할 수 없음 • 전자부품연구원의 OpenFX는 다중 클라우드로 확장하는 것이 부족하고, 운용기술이 보완되어야 함 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 다양한 공간정보 서비스 개발을 위한 기반 플랫폼으로 서비스 프레임워크를 제공하며, • 다중 클라우드로 확장성을 높여서, 향후 엑사바이트(EB) 수준의 대용량 시스템 구축에 활용이 가능함
		• ESRI • 이지스 • 씨엠월드	• 대용량 공간정보 가시화기술	〈기존 기술의 한계〉 • 국내 기업의 경우, 전통적 방식의 대용량 공간정보 가시화 및 브라우징 수준에 있으며, 웹 에서의 데이터 전달 등을 위한 최신 ICT 기술 등을 본격적으로 반영하지 못하고 있음 • 현재까지의 공간정보 시각화는 특정 컴퓨팅 및 서비스 환경을 기반으로 제공되고 있음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제를 통해 동적 스트리밍, 웹 어셈블리 등과 같은 최신 표준기반 기술 등을 적용하여 대용량 공간정보 가시화를 보다 최적화하고, 보다 다양한 컴퓨팅 환경 및 서비스에서 시각화를 지원함으로써 구축되는 공간정보의 활용성을 극대화 • 기존 기술은 본 과제의 기술을 개발하기 위한 선행기술로써, 기존 기술을 바탕으로 기능을 보완 및 개선하여 기술개발 목표를 달성

□ (구성기술 3-1-2) 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리

○ 기존의 대용량 공간정보 분석 관리 및 처리 기술은 구글, 페이스북 등의 빅 컴퓨팅 기업 및 오픈소스 커뮤니티에서 적극적으로 기술개발을 수행하고 있음

- 최근의 기술개발은 다음 두 가지의 서비스 요구 사항에 대처하기 위한 개별적인 시스템 기술로 구성되어 있음

- 첫째, 시간에 따라 계속적으로 축적되는 거대 용량의 데이터로부터 적합한 데이터 질의를 처리하기 위한 서비스로서 Hadoop, Spark과 같은 Read Only 시스템 기술과 HBase, MongoDB, Cassandra와 같은 CRUD 지원 시스템으로 구분됨
- 둘째, 실시간으로 특정 질의에 실시간으로 응답해야 하는 서비스로서 스트림 데이터 분석 서비스 기술들이며 Spark Streamming 등이 여기에 해당됨
- 그러나, 현재 개발된 CRUD 지원 시스템과 스트림 데이터 분석 시스템 기술 들 중에서 초대용량 공간정보를 지원하는 오픈소스 시스템은 연구용으로만 일부 제시되고 있으며 통합 시스템의 형태로 지원되고 있지 않음

〈표 7-94〉 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리의 민간기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	초대용량 공간정보 분산관리 및 처리	• Spatial Hadoop • HadoopGIS • GeoSpark	• 빅 데이터 저장 처리 기술	〈기존 기술의 한계〉 • Hadoop의 MapReduce와 Apache Spark을 기반으로 공간 빅데이터 분석 기능을 제공하기 위한 기술로서 Read Only 분석 기능만을 제공하며 CRUD 관리 기능을 제공하지 못함 • 또한 LiDAR 포인트 클라우드, WAIM 등의 초대용량 공간정보를 지원하는 시스템은 아직 없음
				〈연계성〉 • 연구개발을 통해 개발되는 초대용량 공간정보 기술은 Spark 기반의 시스템이나 Hadoop MapReduce 기반 시스템에서 활용하여 연계 시스템 개발을 위한 기반으로 사용될 수 있음
		• Hbase Spatial • GeoMesa • Casandra • MongoDB	-	〈기존 기술의 한계〉 • 공간 빅데이터 분석 기능뿐만 아니라 CRUD 관리 기능을 제공하고 있으나 초대용량 공간정보에 대한 지원을 제공하지 않음 • 2D/3D에 대한 갱신 관리만을 지원하며 LiDAR 포인트 클라우드, WAIM 등의 초대용량 공간정보를 지원하는 시스템은 아직 없음
				〈연계성〉 • 기술개발의 기반 시스템으로서 오픈소스를 사용할 수 있으며, Cassandra, Hbase 또는 MongoDB 등의 상위에서 초대용량 공간정보를 지원하도록 기술을 개발할 수 있음

□ (구성기술 3-1-3) Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

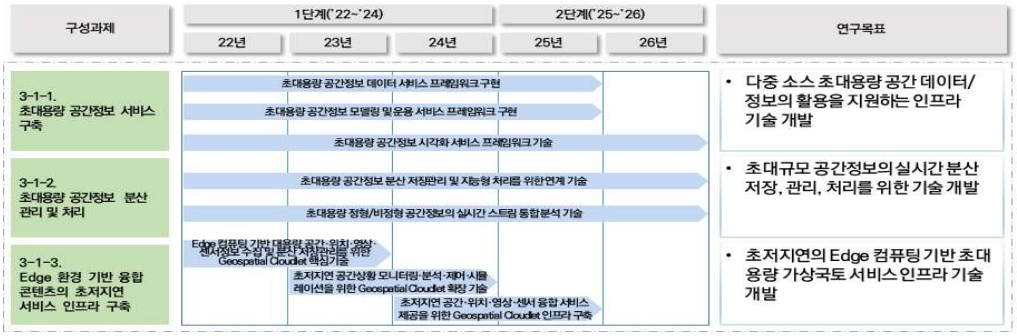
○ Edge 환경에서 동작 가능한 고성능의 자율형 Edge 컴퓨팅에 대한 자체 기술이 다소 부족하며, Edge 기반 융합 공간정보의 실시간 가공, 생성 및 서비스 기술 개발에 대한 투자 여력은 어려운 상황임

- SK텔레콤은 Deutsche Telekom의 MobiledgeX 플랫폼 사업에 참여를 논의 중에 있으며, 삼성전자는 Edge 컴퓨팅 기법을 Smart Things로 통합하여 진행할 예정이며, LG전자는 Open Connectivity를 목표로 자사의 가전 플랫폼 Web OS를 개방하여 구글 홈, 아마존, 애저 등에서 자사의 가전을 제어하고 활용할 수 있게 하도록 하고 있음
- 국내 기업에서 추후 개발되는 자율형 Edge 컴퓨팅 기술을 활용하는 경우, 다차원 공간·위치·영상·센서 융합 정보 가공, 콘텐츠 생성, 분석, 시뮬레이션 등의 기술 개발 및 상용화가 용이할 것으로 예상됨

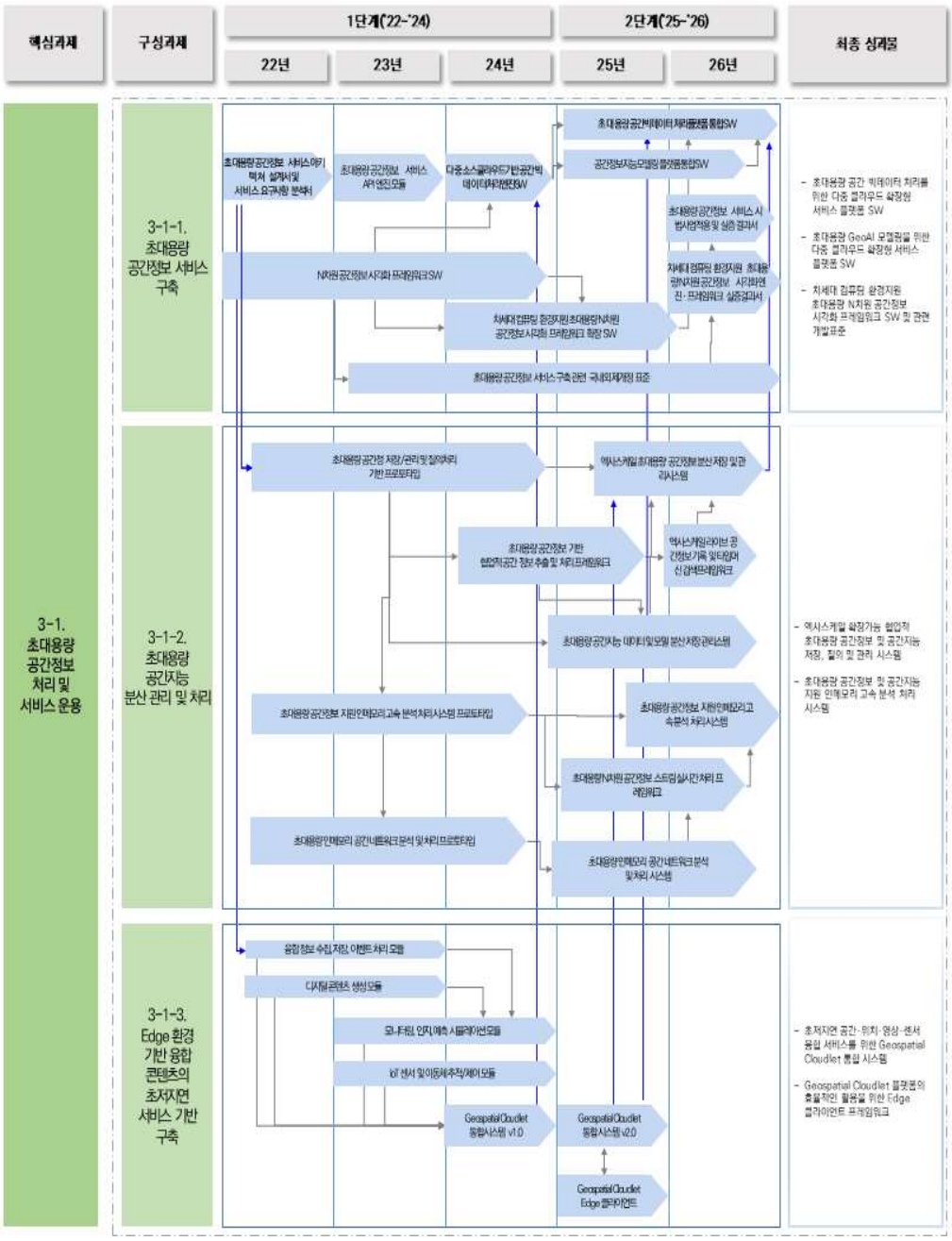
〈표 7-95〉 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축의 민간기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	• SK텔레콤 • 삼성전자 • LG전자	• 자율형 IoT 디바이스 및 Edge 컴퓨팅 플랫폼 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 국내 기업의 경우, Edge 환경에서 복잡한 분석, 인공지능/머신러닝 등을 처리할 수 있는 지능형 데이터 처리 모듈이 적용된 독자적 Edge 컴퓨팅 플랫폼 기술이 아직 부족함 • Edge 환경에서 다차원 공간·위치·영상·센서 융합 정보를 실시간으로 처리하고 가공하여 새로운 콘텐츠를 생성하기 위한 Edge 컴퓨팅 플랫폼 기술 부재
				〈차별성·연계성〉 • 향후 국내 기업에서 개발되는 지능형 데이터 처리 모듈이 적용된 Edge 컴퓨팅 플랫폼을 활용하여 다차원 공간·위치·영상·센서 융합 정보 가공, 콘텐츠 생성, 분석, 시뮬레이션 등의 기술을 효율적으로 개발하고 상용 서비스에도 직접 적용할 수 있음
		• SK텔레콤 • KT • LG유플러스	• 5G 기지국 기반의 실시간 대용량 데이터 전송 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 글로벌 기업과의 제휴를 통하여 Edge 컴퓨팅 플랫폼 기술을 반영한 단말기와 5G 기지국 사이의 실시간 대용량 데이터 전송 서비스 제공 • 이동통신사의 기지국 이외의 다양한 자율형 IoT 디바이스 간의 실시간 대용량 데이터 전송 및 분석 서비스 기술 부재
				〈차별성·연계성〉 • 이동통신사에서 제공되는 5G 기술, Edge 컴퓨팅 플랫폼 기술, 5G 기지국 등을 활용하는 경우, 다차원 공간·위치·영상·센서 융합 정보에 대한 가공, 콘텐츠 생성, 분석, 시뮬레이션 등에 대한 분산처리 기술을 효율적으로 개발하고 빠른 상용화가 가능함

2.9 과제추진 및 기술성과 로드맵



[그림 7-107] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 기술 과제추진 로드맵



[그림 7-108] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 기술 성과 로드맵

2.10 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

(1) 연도별 소요예산

○ 총액 264.69억원, 국고보조금 198.51억원, 민간 자본금 66.18억원으로 구성

(단위: 백만원, 개)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계	과제 수
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	국고	889	1,423	2,134	1,245	237	5,928	3
	민자	296	474	711	415	79	1,975	
	총액	1,185	1,897	2,845	1,660	316	7,903	
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리	국고	1,075	1,720	2,581	1,505	287	7,168	2
	민자	358	573	860	502	96	2,389	
	총액	1,433	2,293	3,441	2,007	383	9,557	
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	국고	1,013	1,621	2,432	1,418	270	6,754	3
	민자	338	540	811	473	90	2,252	
	총액	1,351	2,161	3,243	1,891	360	9,006	
합계	국고	2,978	4,764	7,146	4,169	794	19,851	8
	민자	993	1,588	2,382	1,390	265	6,618	
	총액	3,971	6,352	9,528	5,559	1,059	26,469	

○ 직접비(인건비)

(단위: 백만원)

구성기술	'22	'23	'24	'25	'26	계
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	293	541	794	438	116	2,182
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리	373	582	929	553	116	2,553
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	353	562	836	500	116	2,367
합계	1,019	1,685	2,559	1,491	348	7,102

○ 소요 인력

(단위: 명)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	책임급	2	4	6	3	1	16
	선임급	3	5	7	4	1	20
	원급	6	11	16	9	2	44
	소계	11	20	29	16	4	80
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리	책임급	3	4	7	4	1	19
	선임급	3	5	8	5	1	22
	원급	8	13	19	11	2	53
	소계	14	22	34	20	4	94
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	책임급	3	4	6	4	1	18
	선임급	3	5	7	4	1	20
	원급	7	12	18	10	2	49
	소계	13	21	31	18	4	87
합계		38	63	94	54	12	261

○ 직접비(인건비 제외)

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
연구장비·재료비	763	986	1,458	1,107	122	4,436
연구활동비	439	874	1,293	498	108	3,212
연구수당	205	336	512	299	69	1,421
합계	1,407	2,196	3,263	1,904	299	9,069

○ 간접비

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
간접비	552	883	1,325	773	147	3,680

○ 설정근거

〈NTIS 대표 유사과제〉

o 구성기술 3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축

- 대규모 트랜잭션 처리와 실시간 복합 분석을 통합한 일체형 데이터 엔지니어링 기술 개발, 2,810백만원/년, 미래창조과학부
- 공간 빅데이터 저장 관리 인프라 기술 개발, 1,618백만원/년, 국토교통부
- 클라우드 기반 UHD 방송콘텐츠 스트리밍 서비스 기술 개발, 1,369백만원/년, 미래창조과학부

o 구성기술 3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리

- (딥뷰-1세부) 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발, 3,800백만원/년, 미래창조과학부
- 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발, 3,550백만원/년, 미래창조과학부
- (1세부) 휴먼 지식증강 서비스를 위한 지능진화형 Wise QA 플랫폼 기술 개발, 3,500백만원/년, 미래창조과학부

o 구성기술 3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축

- 고령 사회에 대응하기 위한 실환경 휴먼케어 로봇 기술 개발, 6,000백만원/년, 과학기술정보통신부
- (초저지연-총괄/1세부)저지연 융합서비스를 위한 모바일 에지 컴퓨팅 플랫폼 기술 개발, 3,289백만원/년, 과학기술정보통신부
- 초대규모(Massive) 실시간 IoT 인프라 및 네트워크 기술 개발, 2,429백만원/년, 국토교통부

〈비목별 소요예산 산정근거〉

o 인건비는 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업기간을 고려하여 산출

- 인건비의 단가는 2020년 학술용역단가(참여율 50%)에 최근 5년('15~'19)의 소비자 물가지수 상승률의 평균인 1.1을 반영

o 연구장비·재료비와 연구활동비의 규모는 기존유사사업인 국토공간정보연구사업의 예산 비중을 고려하여 산정

- 3천만원 이상 연구장비는 실제 구축 가격을 반영하였으며, 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 47:53

o 연구수당의 규모는 국가연구개발 관리등에 관한 규정에 따라 인건비의 20% 이내로 산정

o 간접비의 규모는 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준*의 평균을 산출하여 직접비의 22.8% 이내로 산정
* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2017-37호, 시행 2017.12.29.)

【연임금(참여율 50%)】

(단위: 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
책임급	39,614,092	40,049,844	40,490,389	40,935,780	41,386,070
선임급	30,375,559	30,709,687	31,047,491	31,389,011	31,734,288
원급	20,427,690	20,652,393	20,879,568	21,109,241	21,341,441

(2) 연구장비 및 시제품

○ 연구장비 내역

〈표 7-96〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 연구장비내역

No	장비	관련 개발내용	단가 (백만원)	수량	금액 (백만원)
1	개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터	• 개발용 초대용량 공간정보 인메모리 GPU 클러스터 구축 용도	268	1	268
2	실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터	• 개발용 초대용량 공간정보 인메모리 GPU 클러스터 구축 용도 • 3-1-1. 구성 기술과 공동 구축	545	1	545
합계					813

2.11 추진체계 및 대내외 협력방안

(1) 추진체계도

○ 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운영 기술의 효율적인 개발 및 실용화를 위하여 유관기관 협력, 국내외 표준 기구 협력, 전문가 위원회 구성, 중점분야 협의체 운영 등의 추진체계가 필요함



[그림 7-109] 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 개발 추진체계도

(2) 협력방안

○ (연구기관) 초대용량 공간정보 서비스 구축, 초대용량 공간정보 분산저장 및 처리, Edge 환경 기반 융합 공간정보 실시간 서비스 구축 기술 개발을 효율적으로 추진하기 위한 산학연 컨소시엄 구성

○ (유관 기관) 기존의 국가공간정보포털, 브이월드, 국토정보 플랫폼에서 3차원 공간정보, 국가기본도, 지적도, 건물, 지하공간정보 등의 다양한 공간데이터 및 API 서비스를 제공하고 있는 국토지리정보원, LX, SpaceN 등의 기관들과의 협력을 통하여 개발된 기술들의 서비스 적용 방안 마련

○ (국제표준 기구) 자율형 IoT 플랫폼 및 네트워크 관련 표준, 초대용량 공간정보 저장 및 전송 관련 표준, Edge 컴퓨팅 관련 표준, 다차원 공간정보 표준, Edge 기반 공간정보 서비스 관련 표준의 수용과 신규 표준안 마련에 참여하기 위하여 OCF, oneM2M, ITU-T, ISO, OGC 등의 국제 표준 기구와 협력

○ (국내표준 기구) 자율형 사물인터넷 표준, 스마트홈 표준, 초대용량 공간정보 서비스 표준, Edge 기반 공간정보 표준의 수용과 신규 표준 개발을 위하여 국토부 공간정보 표준개발협력기관(LX) 및 정보통신단체표준 제정기관(TTA)와 협력

○ (전문가 위원회) 본 기술을 도입하여 초대용량 공간정보 서비스 및 초저지연 공간정보 서비스 제공과 관련하여 관산학연으로 구성된 각 분야별 기술 및 법제도 전문가 그룹 구성 및 자문

○ (중점분야 협의체) 각 중점분야로부터 제공되는 다양한 데이터 종류, 형태, 모델 등에 대한 협의와 외부로 제공되는 초대용량 공간정보 및 초저지연 공간정보 서비스 방안에 대항 협의를 위하여 중점분야별 협의체 구성 및 운영

2.12 위험요인 및 해결방안

〈표 7-97〉 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용의 위험요인 및 해결방안

핵심 기술	위험요인	해결방안
초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 기술	• 실질적인 비용 이슈로 엑사바이트(EB)스케일을 시험할 수 없는 상황	• 수용할 수 있다는 증거를 제시하는 식으로 검증방안을 마련 (스케일아웃시 성능저하 및 오버헤드를 감안했을때, 엑사바이트(EB)를 실현할 수 있는지를 검토하도록 함)
	• 초대용량 N차원 공간정보 시각화 기술의 개발을 위한 고품질, 고차원 데이터의 확보 어려움	• 본 과제의 타 세부로부터 취득, 생성되는 데이터를 연계활용하고, 기존 시스템 데이터의 적극적 활용을 통해 시각화 대상 데이터를 확보
	• 엑사규모 공간정보의 데이터를 처리할 수 있는 시스템을 개발하는 것이 목표이나 엑사스케일 규모 초대용량 공간정보의 확보가 어려워 실제 환경에서의 성능 검증이 어려움	• 엑사스케일 규모의 데이터에 대한 저장과 관리가 가능한 확장성을 보장하기 위하여, KITTI, BDD100k 등 공개 데이터 세트를 적극적으로 활용하고, 1 PB 급의 실제 및 가상 데이터를 이용하여 저장과 관리 및 분석 기능과 성능의 scalability를 보장할 수 있게함
	• 초대용량 공간정보의 인메모리 분석 및 공간지능 분석 연계 프레임워크 기술의 테스트를 위해 사용될 충분한 양의 다양한 데이터 확보와 검증이 어려움	• KITTI, BDD100k 등 공개 지능 모델 및 데이터를 확보하고, 2단계부터 매년차 2과제 및 3-2 과제와 연계하여 다양한 공간지능 데이터 및 모델과 연계함으로서 계속적인 성능과 기능 검증을 수행하여 신뢰성을 확보
	• Geospatial Cloudlet 기술은 세계적으로 초기 단계 기술로 Edge 컴퓨팅 기술과 5G 기술이 사전에 확보되어야 하는 위험요인이 있음	• 구글, MS, 인텔, 아마존 등의 글로벌 기업과 SKT, KT, 삼성, LG 등의 대기업과 연구기관을 중심으로 5G 기반의 자율형 Edge 서비스 및 기술 개발을 추진하고 있어, 이들 기술을 활용하여 Geospatial Cloudlet의 기술 개발이 가능함
	• 다양한 자율형 Edge 컴퓨팅 기기들 간의 다차원 공간·위치·영상·센서 융합 정보 기반 서비스 활성화 과정에서 국내/국제 표준화가 필요한 문제가 있음	• 국내 TTA 사물인터넷 및 스마트홈 관련 표준, 국외 OCF, oneM2M, ITU-T 등의 IoT 플랫폼 및 네트워크 표준을 참조하고 OGC의 CityGML 확장 및 Edge-Fog-Cloud Computing 표준안 마련에 적극 참여
	• 공간·위치·영상·센서 융합 정보의 시계열 정보 백업 및 초대용량 정보의 저장/분석을 위하여 클라우드 서비스와 연계를 통한 하이브리드화가 필요한 문제가 있음	• 초대용량 공간정보 서비스 구축 과제와 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리 과제에서 개발되는 초대용량 공간정보 클라우드 서비스를 활용하여 클라우드 서비스 연계 문제 해결이 가능함

2.13 실용화 전략

(1) 기존 실용화 사례

□ 기존의 구글 맵, 구글 클라우드 서비스를 통해서 필요한 대부분의 개념들이 확인되고 있음

○ 초대용량 데이터 서비스 프레임워크 및 초대용량 운용 서비스 프레임워크는 결과적으로 구글 맵, 구글 클라우드 서비스 형태로 개념적인 검증은 되어 있다고 보는 것이 타당함

○ 다만 구글은 해당 서비스에 사용되는 코드를 공개하고 있지 않으며, 운용 노하우도 공개되어 있지 않으므로 별도의 기술 개발을 통해서 얻어야 함

□ 빅데이터 기술은 태생부터 실용화 시스템으로 시작되었으며, 구글 BigTable/BigQuery, Facebook의 Cassandra, Amazon의 DynamoDB와 같이 기업의 사용을 위해 개발된 시스템을 민간이 사용할 수 있도록 오픈소스화 함으로서 Hadoop, Apach Cassandra, Apache Spark과 같은 대중적 시스템들이 등장하고 모두 웹 서비스를 위해 2D 공간정보를 기본적으로 지원하며 서비스에 이용 중임

○ 구글은 구글 클라우드 상에서 2D 공간정보 데이터를 가시화 하고 분석할 수 있게 해주는 BigQuery GIS 서비스를 제공 중이며, 또한 ESRI 클라우드 서비스를 통해 클러스터 클라우드 상에서 2D 공간정보와 LiDAR 포인트 클라우드를 가시화 하고 분석할 수 있는 유료서비스를 제공 중

○ 국내의 경우 공간정보 오픈플랫폼(vWorld)에 2D/3D 공간정보를 분석하기 위해 Hadoop 기반의 시스템을 적용하기 위한 사업을 수행중이며, 2014년부터 시작되어 2019년에 종료된 빅데이터 연구개발 과제의 결과물은 2D 및 이동체 빅데이터 분석을 지원하며 추가적으로 공간정보 오픈플랫폼에 적용될 예정

○ 위와 같이 다양한 공간정보 빅데이터 시스템 기반 서비스가 활용되고 있으나, 아직 WAIM 및 공간영상/비디오와 같은 초대용량 공간정보를 지원하고 있지 않으며, 시공간 분석 등 높은 수준의 분석 기능도 아직 개발 중

□ 구글, 아마존, 인텔, MS 등의 글로벌 대기업 중심으로 스마트팩토리, 자율주행, 가전기기, 에너지, 유틸리티, 의료, 생명과학 등의 다양한 분야에 적용 가능한 Edge 컴퓨팅을 위한 H/W 플랫폼과 시스템 소프트웨어 및 미들웨어를 포함한 S/W 플랫폼들을 다수 출시함

○ 구글은 안드로이드 또는 리눅스 기반의 Edge 디바이스에서 라이트 머신러닝을 구동할 수 있는 텐서 프로세싱 유닛(TPU)의 제품을 출시함

○ 아마존은 기존에는 클라우드에서 처리했던 인텔리전트 게이트웨이 플랫폼을 라즈베리파이 등 다양한 ARM Cortex M4 이상의 프로세서에서 사용할 수 있도록 그린그래피스 인텔리전트 IoT SW 플랫폼을 발표함

○ 마이크로소프트는 Azure IoT Hub, Azure IoT Edge, Azure IoT Suite라는 3가지 Edge 기반의 처리 기술을 공개하여 x86 기반의 제온부터 시작하여 라즈베리파이와 아두이노까지 폭넓게 Edge 솔루션을 지원하고 있음

○ 인텔은 IoT용 프로세서 아톰 E3900과 제온 D-2100 프로세서를 출시하여 향후 5년간 폭발적 성장이 예상되는 IoT는 물론 Edge 기반의 다양한 서비스 영역을 넘보는 컴퓨팅 전략을 마련함

○ GE의 원활한 통신과 데이터 수집, 분석, 관리 등, 장비 공급 및 관리를 지원하는 통합 기술들을 포함하고 Edge부터 클라우드까지 배치할 수 있는 포괄적이고 전문적인 산업용 플랫폼으로 Predix를 지원하고 있음

(2) 성공 사례의 시사점

□ 구글 맵, 구글 클라우드 서비스를 통해서 대규모 공간정보 서비스의 가능성은 확인하였으나, 확장 기술 및 운영 관리 기술은 공개되지 않아서 자체로 확보를 해야 함

○ 대규모 클라우드 공급사에서 기술을 공개하지 않는 이유는 해당 기술 영역이 핵심 자산이기 때문임

○ 상대적으로 기반 플랫폼을 구축하고 운용하는 기술이 난이도가 높고 기술을 획득할 환경을 얻기도 쉽지 않으므로 별도의 연구개발 자원을 투입할 필요가 있어야 함

□ 공간정보가 점차 초대용량화 되고, 보다 많은 정보들이 연계되어 N차원으로 복잡해지며, 다양한 분야 및 응용에서 요구되고 있음에 따라 이의 시각화는 최신 ICT 기술을 고려한 유관 표준기술을 기반으로 다양한 컴퓨팅 환경에서 일관되도록 제공되어야 함

○ 웹 기반 환경의 경우, 동적 스트리밍 및 웹 어셈블리와 같은 최신 기술이 개발 표준화되어 가고 있으므로, 향후 적용가능성 및 활용방안 등을 고려할 때 초대용량 N차원 공간정보의 시각화는 최신 표준을 기반으로 개발되어야 함

○ 더불어, Edge등과 같이 다양한 컴퓨팅 환경이 대두되고 있음에 따라, 보다 다양한 환경 및 응용 등에서 효율적으로 N차원 공간정보가 시각화될 수 있도록 하는 프레임워크 성격의 SW 개발이 필요

□ 크기 및 처리 시간 등의 문제로 기존의 공간정보 응용 환경에서 불가능했던 공간정보의 관리가 성공적인 시스템들에서 빌트인 데이터 타입 지원에 의해 사용이 매우 단순해졌을 뿐만 아니라, 분산 클러스터를 통해 매우 빠른 처리가 가능해짐

○ 초대용량 공간정보 저장 및 관리 시스템이 성공적으로 활용되기 위해서는 다양한 초대용량 공간정보 데이터 타입을 빌트인 타입으로 지원해야하며, 빠르고 용이한 검색을 위해 각 초대용량 공간정보에 특화된 색인과 질의가 지원되어야 함

○ 또한, 클라우드 서비스와의 밀접한 결합 서비스에 의해 활용성이 결정되므로 초대용량 공간정보 서비스 과제와의 밀접한 협력이 요구됨

□ **Edge 컴퓨팅 디바이스 시장과 Edge 컴퓨팅 기반 서비스 시장의 주도권을 놓고 다양한 글로벌 기업들 간의 경쟁 또는 협업 모델이 활성화 될 것으로 예측됨**

○ Edge 컴퓨팅 디바이스와 관련하여 HCI(Hyper Converged Infra structure)[138] 수요 증가로 인해 컴퓨팅 장비 업체와 네트워크 장비 업체 간의 경쟁이 심화될 것으로 예측됨

○ Edge 컴퓨팅 기반 서비스와 관련하여 대규모 클라우드 인프라를 구축한 데이터센터 사업자와 대규모 네트워크 인프라를 구축한 통신 사업자 간의 경쟁 또는 협업이 활발히 일어날 것으로 예측됨

(3) 실용화 전략 수립

□ **클라우드 서비스를 구성하기 위한 오픈소스 기술이 빠르게 개발되고 있으므로 과제 초기 요구분석 단계에서 활용 가능한 오픈소스를 다수 분석하여 전망이 밝은 오픈소스 기술을 활용하여 개발**

○ 특히 컨테이너 기반 오픈소스 기술이 빠르게 발전하고 있으므로, 해당 기술에 대한 다양한 기술 조사를 선행할 필요가 있음

○ 클라우드의 구성 자체는 퍼블릭 클라우드와 프라이빗 클라우드를 동시에 고려할 필요가 있음

□ **초대용량 N차원 공간정보의 시각화에 활용될 수 있는 최신 ICT 표준을 분석하고, 다양한 환경에서 N차원 공간정보를 효율적으로 시각화를 요구사항을 면밀하게 사전분석하며, 과제 내부의 기술개발 부분과 밀접하게 협력하여 활용도 높은 공간정보 시각화 기술을 개발**

○ 동적 스트리밍, 웹 어셈블리, 차세대 WebGL 등과 같이 시각화에 활용될 수 있는 다양한 표준기반 기술을 면밀하게 분석하여 초대용량 N차원 공간정보의 시각화 기술이 확장성있고 효율적으로 개발될 수 있도록 설계 및 구현 추진

○ 초대용량 N차원 시각화 기능의 활용성을 극대화하기 위해 과제에서 구축되는 N차원 공간정보 및 검증 등을 위한 실증 시나리오와 밀접하게 협력하여 기술을 개발하고 실용화를 추진

□ **자율주행차, 스마트시티 및 국토정보 관리에서 실제 활용되며 활발한 수요가 예상되는 초대용량 공간정보를 수집하며, 수요 분석을 기반으로 요구되는 관리 및 분석 처리 기능을 우선적으로 개발하여 제공**

○ 우선적으로 수요가 있는 고해상도 공간 영상 등을 관리 및 분석할 수 있는 시스템을 우선적으로 개발하며, 딥러닝 기반 공간지능 분석 기술을 활용할 수 있는 기반 기술 프레임워크를 빠른 시기에 제공할 있도록 함

○ 초대용량 공간정보의 안정적인 저장 및 관리를 지원하도록 DB 시스템 검증 표준에 기반한 안정성 테스트와 벤치마크 성능 평가를 수행함으로서 대외적인 신뢰성을 확보하도록 함

138) 컴퓨팅 장비와 네트워킹 장비가 단일 장비로 구현된 장비

□ **Edge 컴퓨팅 기반 서비스 사업자와의 협력을 통하여 실용화 전략을 수립함**

○ 기술개발 단계에서 다양하게 개발되고 있는 Edge 컴퓨팅 H/W 및 S/W 플랫폼들의 기술 및 제품을 상세히 검토하여 가능한 다양한 Edge 컴퓨팅 플랫폼에 적용 가능한 표준화된 Geospatial Cloudlet을 개발전략을 수립하여 실용화를 용이하게 추진

○ 다양한 IoT 네트워크 인프라 환경에서 동작 가능하며, 다양한 서비스 분야에 적용 가능한 표준화된 실시간 공간·위치·영상·센서 융합 정보 처리 기술을 개발하여 실용화를 용이하게 추진

○ Edge 컴퓨팅 기반 서비스를 직접적으로 제공하는 사업자와의 협력을 통하여 본 과제에서 개발된 Gepspatial Cloudlet 모듈을 해당 사업자의 Edge 컴퓨팅 플랫폼에 추가하는 방식으로 실용화 추진

2.14 기대 및 파급효과

(1) 과학기술적 측면

○ 해외에서는 글로벌한 스케일로 공간정보의 퍼블릭 서비스가 활발하게 발전하는 것을 국내 기술을 이용해서 국산화 하고, 국내 공간정보 응용서비스 발전의 기반을 제공함으로서 공간정보 분야 최고 기술 기업을 육성할 수 있을 것으로 기대됨

- 초대용량 공간정보 서비스 기술의 국산화로, 국내의 공간정보 기반 서비스가 다양하게 창출되는 것을 기대할 수 있음

○ 효율적이고 확장 가능한 방법으로 초대용량 N차원 공간정보 시각화 기술을 개발함으로써, N차원 공간정보의 시각화를 위한 기초기술 확보에 기여하여 2건 이상의 국제 표준화 및 선도 기술을 확보할 것으로 예상.

- 초대용량 N차원 공간정보를 표준을 기반으로 효율적, 효과적으로 시각화 할 수 있도록 하는 기초 및 응용기술을 확보임으로써, 관련 표준분야에서의 경쟁력 확보는 물론, 유관 분야 및 응용에서의 효율적 정보 시각화를 위한 기반마련

○ 도시 환경, 자율자동차, 기상, 국방, 재난재해 등 초대용량 공간정보를 일반적으로 사용하나 빅데이터 기술의 도입이 다소 늦은 분야에 초대용량 공간정보에 특화된 빅데이터 관리 기술을 제공함으로서 공간정보 산업뿐만 아니라 국가적인 과학기술 발전의 토대로 사용될 수 있음

- 초대용량 공간영상인 WAMI 등은 향후 도시 환경 및 국방 분야의 공간정보 활용을 위한 최신 기술로서 해당 기술의 선제적 연구 개발은 국내 기술 개발에 초석이 될 수 있을 것으로 예상됨
- 초대용량 공간정보 분산 저장 및 분석 기술은 세계적으로 처음 시도되는 기술로서 글로벌 기술 개발 및 표준화 선도 기대

○ 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 정보 생성 및 처리 원천 기술 확보 및 국제 표준 선도 기대

- Edge 컴퓨팅 환경에서 다양한 IoT 네트워크 인프라를 지원하고 다양한 서비스 분야에 적용 가능한 실시간 공간·위치·영상·센서 융합 정보 생성 및 처리 소프트웨어 관련 세계 최고 수준의 핵심기술과 IPR 확보 기대

- 실시간 공간·위치·영상·센서 융합 정보 생성 및 처리가 가능한 Geospatial Cloudlet 원천 기술 확보를 통하여 최근 이슈화되고 있는 OGC Edge-Fog-Cloud Computing 관련 글로벌 기술 개발 및 표준화 선도 기대

(2) 사회경제적 측면

○ 대규모 클라우드 기반 공간정보 서비스 기반을 국산화 함으로써, 규모가 큰 비용이 해외로 유출되는 것을 막고, 관련된 국내의 산업 발전에 기여

- 비용효율 면에서 최적화된 공간정보 클라우드 서비스의 제공으로, 공간정보를 이용한 부가서비스가 다양하게 창출되고 활용되는데 기여

○ 다양한 컴퓨팅 환경, 응용 및 도메인에서 공통적으로 활용 가능한 초대용량 N차원 공간정보 시각화 기술을 개발함으로써, N차원 공간정보를 이용 및 활용하는 분야의 개발 및 서비스 효율성을 극대화 가능

- 구축되는 초대용량 N차원의 공간정보의 활용 극대화를 위한 기본 기능으로 활용됨으로써, 과학기술적 R&D 및 서비스 확산에 기여

○ 도시 환경, 자율자동차, 기상, 국방, 재난재해 등 초대용량 공간정보를 일반적으로 사용하는 공간정보 영역에서 세계 최초로 시도되는 기술로서 국내 회사의 국제 경쟁력을 확보하고 해외 진출의 기반을 마련할 수 있음

- 초대용량 공간정보 관리 및 처리 기술의 확보를 통해 글로벌 Top 5 수준의 기술을 확보할 수 있으며 적극적인 해외시장 진출을 기대할 수 있음
- 재난 및 환경 분석에 활용됨으로서 공공분야에서 공간정보의 대국민 서비스를 강화할 수 있으며, 국민 삶의 안전성이 증대될 수 있음

○ Geospatial Cloudlet 원천 기술 확보를 통한 Edge 컴퓨팅 서비스 관련 국제 경쟁력 제고 및 초저지연 대국민 서비스 확대

- Geospatial Cloudlet 핵심 모듈 기반으로 공간·위치·영상·센서 융합 정보를 필요로 하는 다양한 실시간 스마트팩토리, 자율주행, 디지털트윈, 스마트시티 관련 Edge 컴퓨팅 서비스 산업 활성화 기대
- 세계 최고 수준의 5G와 IoT 기술 기반의 Edge 컴퓨팅에 Geospatial Cloudlet 기능을 추가함으로서 공간·위치 정보가 융합된 신시장 선점과 해외시장 진출 기대
- Edge 기반의 고정밀 공간·위치·영상·센서정보 융합을 통한 재난재해, 시설물, 도시관리, 교통, 지하시설물 등에 대한 초저지연 대국민 서비스를 통한 삶의 질 및 사회 안정성 향상 기대
- Edge 컴퓨팅 기반 서비스 시장에서 5G, IoT 인프라 뿐만 아니라, 초저지연 공간·위치·영상·센서 융합 데이터 인프라를 기반으로 국내 기업 및 정부의 국제 경쟁력 향상에 기여

3. (핵심기술 3-2) N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축

3.1 기본 개념 및 범위

(1) 기본 개념

□ 건설, 자율주행, 드론, 물류, 재난 분야를 중심으로 수요가 증가하고 있는 N차원 고품질 공간정보를 제공하기 위하여 초대규모 가상공간 학습데이터 구축, 시공간 데이터 학습과 공간지능화 그리고 다차원 공간정보의 활용을 지원하는 서비스운영 플랫폼을 구축하고, 수요분야에 적용하여 실증을 추진

□ 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 다양한 기술 수요에 부합하는 시험 데이터와 시험 환경을 제공하기 위하여, 현실을 모사한 가상환경에서 실세계와 동등한 수준의 가상데이터를 만들고 시험할 수 있는 환경을 제공하는 기술

○ CCTV, GPS, LiDAR 등 다양한 센서로부터 생성되는 초대규모 공간정보를 대상으로 인간 수준의 정확도 지원이 가능한 학습데이터 레이블링 자동화 기술 및 공간 영상 내 개인정보 익명화, 수도 학습데이터 생성 등 레이블링된 학습데이터셋에 대한 후처리를 통한 품질 개선 기술

□ 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 재난, 교통사고 등 시공간상에서 복합적으로 발생하는 다양한 요소를 모델링하고, 관련 데이터에 대한 학습을 통해, 시공간 특성을 기반으로 하는 대규모 시공간 학습 네트워크를 구성하고, 이를 이용하여 상황판단, 추론 및 예측을 수행하는 기술

○ 시공간 환경에서 발생되는 다양한 인공지능의 상황판단 과정을 사람이 이해할 수 있도록 설명하는 기술로, 공간지능에 대한 인간친화적인 활용 가능성과 서비스에 대한 신뢰성을 제고하는 기술

□ 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 실시간 공간분석 서비스 프로비져닝을 위해 공간정보 학습데이터 구축, 학습과 최적화, 배포 및 운영에 이르는 각 과정을 파이프라인으로 연동하여 자동화함으로써 실시간 공간분석 서비스 개발 및 운영의 효율성을 극대화하는 기술

○ 초대규모 시공간 데이터에 대한 실시간 분석을 통한 상황 인지 및 multi-source 공간 데이터 학습을 지원하는 공간지능화 플랫폼 기술을 바탕으로 AI 최적화 모델을 개발하여 재난대응, 자율주행, 드론 등의 수요 분야에 적용 및 검증을 수행하는 서비스 실증 기술

○ 강화학습 등 AI 기반 보행모델과 실시간 실내외 상황정보(교통량, 실내 위험정보 및 인원분포 등)를 이용하여, 요구조자에게는 최소 이동시간이 소요되는 안전한 대피경로를 안내하고, 구조자에게는 재난 발생 지점까지의 최적의 출동경로 및 예측 기반 구조 의사결정을 지원하는 지능형 재난대응 기술

○ 자율주행차과 일반차량이 혼재되어 가는 상황에서 이들 간의 상호작용을 고려한 시뮬레이션 환경을 바탕으로, 교통정체 최소화를 위해 자율주행차 스스로 교통량 분산을 실현하는 경로를 탐색하는 자율주행차 운행경로 최적화 기술

○ 3차원 공간 데이터, 실시간 교통량 및 유동인구, 시설물 정보 등 multi-source 데이터들 간의 복합적인 공간 및 속성관계를 학습하여, 시간대별로 유동적인 드론 항로를 구축하고, 다중결정요소(에너지, 안전, 이동시간 등)를 고려하여 최적 경로를 탐색하는 드론 비행경로 최적화 기술



[그림 7-110] N차원 고품질 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 개념도

(2) 기술 범위

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 자유롭고 유연한 시험 환경을 제공하는 현실모사 가상학습데이터 생성 및 시험환경 구축 기술

- 드론, 자율주행 등 실세계 환경에서 기능 및 성능 시험이 필요한 분야에서 저비용의 유연한 시험 데이터 및 시험 환경을 제공하기 위하여, 현실과 동등한 수준의 가상환경에서 현실을 모사하는 가상 공간정보, 센싱데이터 등 학습용 데이터와 시나리오 기반의 시험 환경을 구축하여 제공하는 것이 기술 범위에 포함

- 특히, 현실세계를 모사하는 가상공간 데이터는 가상공간에서 카메라, GPS, LiDAR와 같은 실세계 센서를 모방한 가상 센서로 획득되는 가상공간 데이터를 포함할 뿐 아니라, 획득된 가상공간 원시 데이터에서 도로, 건물, 인도, 사람 등 객체별 영상 분할, 클러스터링 및 레이블링 작업을 거친 1차 가공된 데이터를 생성하는 기술도 포함
- 또한, 수요 분야의 다양한 시나리오에 맞는 가상 시험 환경을 생성하기 위한 시나리오 기반 가상 시험 환경을 생성하기 위한 저작 도구를 개발하고, 자동차, 드론과 같은 자율 운영 기술의 실증을 통한 기술을 검증하는 것도 개발 범주에 포함
- 인공지능을 융합한 공간정보의 기술 경쟁력을 확보하기 위하여, 활용 분야별 주요 시나리오를 선정하여 현실모사 학습용 가상데이터 셋트를 활용할 수 있도록 하는 것도 기술 개발 범위에 포함됨

○ 초대규모 공간지능화 학습데이터 생성 기술

- 드론, 자율주행 등 시공간적 상황인지를 위해 필요한 이미지, 동영상 등 다양한 포맷으로 구성된 초대규모 시공간 정보를 대상으로 인공지능 기반 자동화 기술을 적용하여 수기로 직접 레이블링하는 것과 유사한 정확도를 제공할 수 있는 오토 레이블링 기술 개발을 포함
- 항공영상, CCTV 영상 등 학습데이터로 사용되는 공간영상 내 존재하는 다양한 개인정보 (사람 얼굴, 차량번호판, 전화번호 등)을 제거하면서 동시에 기계학습이나 분석을 위한 데이터의 활용도는 보존할 수 있는 데이터 익명화 기술을 포함
- 공간정보 학습데이터셋 구성에 대한 품질 개선 기술 개발을 포함. 즉, 클래스별 공간정보 학습데이터의 다양성 확보, 클래스 불균형 문제 등 학습데이터셋 구성을 최적화함으로써 학습 시 빠른 수렴이 가능하도록 하는 수도 학습데이터 생성 기술을 포함

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 시공간상에서 복합적으로 발생하는 다양한 상황에 대한 판단, 추론 및 예측을 지원하기 위한 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 최적화기술

- 시공간적 상호작용을 시공간 학습 네트워크에 반영할 수 있도록 핵심 데이터 요소를 추상화하는 기술
- 시공간에서 발생하는 복합 상황을 효과적으로 모델링하기 위한 시공간 특성 기반 학습 네트워크 구성 및 최적화 기술
- 구축된 시공간 학습 네트워크를 기반으로, 시공간 복합 상황에 대한 판단, 추론 및 예측을 지원하는 기술

○ 공간상에서 발생되는 다양한 상황에 대한 인공지능의 판단 과정을 사람이 이해할 수 있도록 설명하고, 인터랙션할 수 있는 공간지능화 해석력 확보 기술

- 설명가능한 공간지능화 학습 모델 및 인터페이스를 개발하고 공간지능화 학습 과정과 결과를 시각화할 수 있는 기술을 개발

- 설명가능한 공간지능화 해석력의 수준 및 능력을 평가하기 위한 공간지능화 해석력에 대한 평가 요소 및 평가 기술을 개발

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 데브옵스 기반 초대규모 실시간 공간분석 서비스 운영을 위한 파이프라인 기반 확보

- 실시간 공간분석 서비스 프로비져닝을 위해 필요한 학습데이터 구축, 학습과 최적화, 배포 및 운영에 이르는 각각의 과정을 프로세스로 정의하고, 개별 프로세스 요구 사항 및 프로세스간 상호 연동 방안 정의 등 인공지능 파이프라인 자동 생성을 위한 플랫폼 기술이 포함됨
- 분산된 초대규모 공간정보를 분산된 딥러닝 컴퓨팅 자원을 활용하여 고속으로 학습 및 추론할 수 있는 기술 및 기본적인 실시간 공간분석 서비스 프로비져닝에 필요한 서비스 팩 개발 포함
- 저장된 장기간의 대규모 시공간 데이터에 대해 연구·개발된 인공지능 모델로 확산 추론하여 시계열 통계치를 고속으로 생산하는 기술이 포함됨
- 내·외부에서 개발된 인공지능 모델을 탑재하여 검증, 하이퍼파라미터 튜닝, 모니터링, 추론 서비스까지 할 수 있는 유연한 분석 및 학습플랫폼 포함

○ 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기술을 활용한 서비스 개발 및 실증 수행

- 화재, 인원분포, 영상정보 등 건물 내 실시간 상황인지를 위한 센서 네트워크, 실내외 연계형 재난대응을 위한 공간 데이터 모델, 강화학습 기반 보행모델과 상황인지 정보를 활용한 최적 대피 시뮬레이션, 교통량 및 신호를 고려한 긴급 출동경로 최적화, 재난 현장의 상황정보에 기반한 구조 의사결정 지원 등 요구조자와 구조자를 위한 멀티플랫폼(모바일, 데스크톱) 재난대응시스템 개발
- 연속적 시공간 데이터 모델 및 자율주행차과 일반차량의 상호작용이 고려된 마이크로 시뮬레이션, 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 등 대규모 시뮬레이션 환경에서 자율주행차의 도로 점유 비율별 교통정체 최소화 테스트를 수행하는 AI 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 개발
- Multi-source 시공간 데이터 융합, 정밀하고 유동적인 시공간 레이어 기반 가변형 드론 항로 구축, 다중결정요소(에너지, 안전, 시간 등)를 고려한 다목적 최적 경로 탐색을 지원하는 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템 개발

3.2 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

□ 자율주행, 드론, 건설 등 공간정보와 연계된 기술개발 분야에서는 증가하는 데이터 구축 비용과 안전성, 신뢰성 등의 이유로 현장시험 이전에 가상환경에서 시험하기 위한 가상 데이터와 시험 환경 구축에 대한 요구가 커지고 있음

○ 통상 인공지능 학습 시간의 약 80% ~ 90%가 학습데이터를 만들기 위한 레이블링 작업이 차지할 정도로 시간과 비용이 많이 소요되는 작업이며, 특히 자율주행 등은 기존에 비해 고품질의 학습 데이터를 요구하는 분야에서는 데이터 확보가 중요한 이슈로 부각되고 있음

- 데이터 레이블링 시장은 2018년 5억$에서 2023년 12억$로 성장 예상(출처: 커드니리티가)하고 있으며, 2018년 맥킨지 보고서에 따르면 자율주행차을 위한 1시간 분량의 동영상을 대상으로 고품질 데이터를 구축하는 데 800시간이 소요된다고 보도

※ Waymo에서 공개한 자율주행데이터는 총 16.7 시간의 비디오 데이터, 600,000개 프레임, 약 2,500만개의 3D 경계상자 및 2,200만개의 2D 경계상자가 포함된 3,000개의 주행 장면을 포함

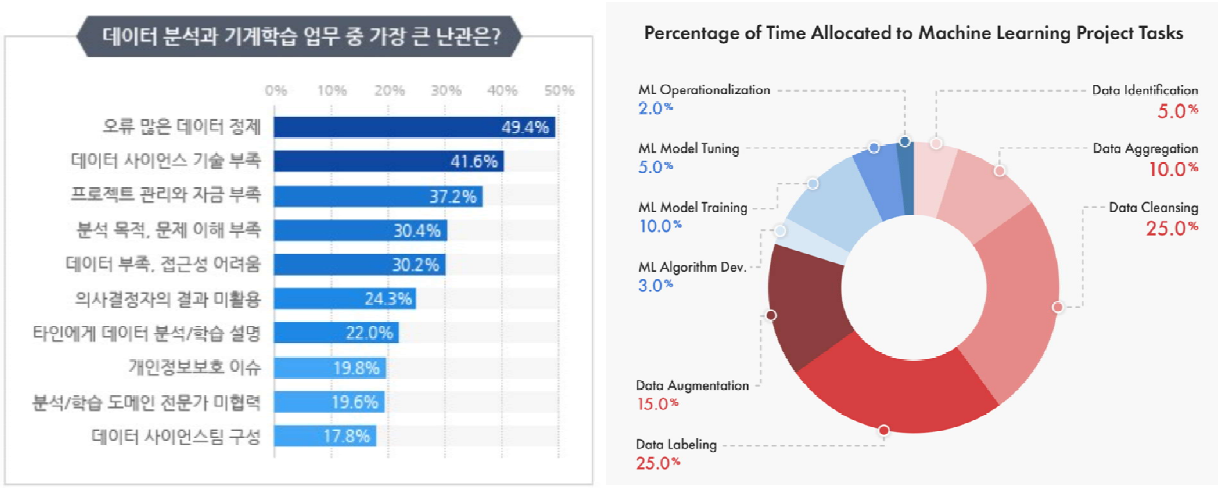


[그림 7-111] 데이터 레이블링 작업, 시장 규모 및 Waymo의 자율주행차 데이터 예시

- 또한, 센서 오작동 등 기술적인 신뢰성에 대한 검증이 부족한 상태에서, 우버, 테슬라, 구글 등 주행시험 중에 발생한 교통사로고 인하여 안전성 논란이 커지고 있으며, 이를 보완하기 위하여 현실과 같은 가상 시험 환경에 대한 요구가 커지고 있음

○ 실시간 공간분석 서비스를 비롯하여 인식률 높은 인공지능 서비스를 제공하기 위해서는 우수한 인공지능 알고리즘과 더불어 양질의 데이터를 필요로 함. 특히 학습데이터 품질에 따라 인공지능 서비스의 품질이 좌우될 수 있기 때문에 대용량 고품질 데이터 확보를 위한 프로세스의 중요성이 점차 부각되고 있음

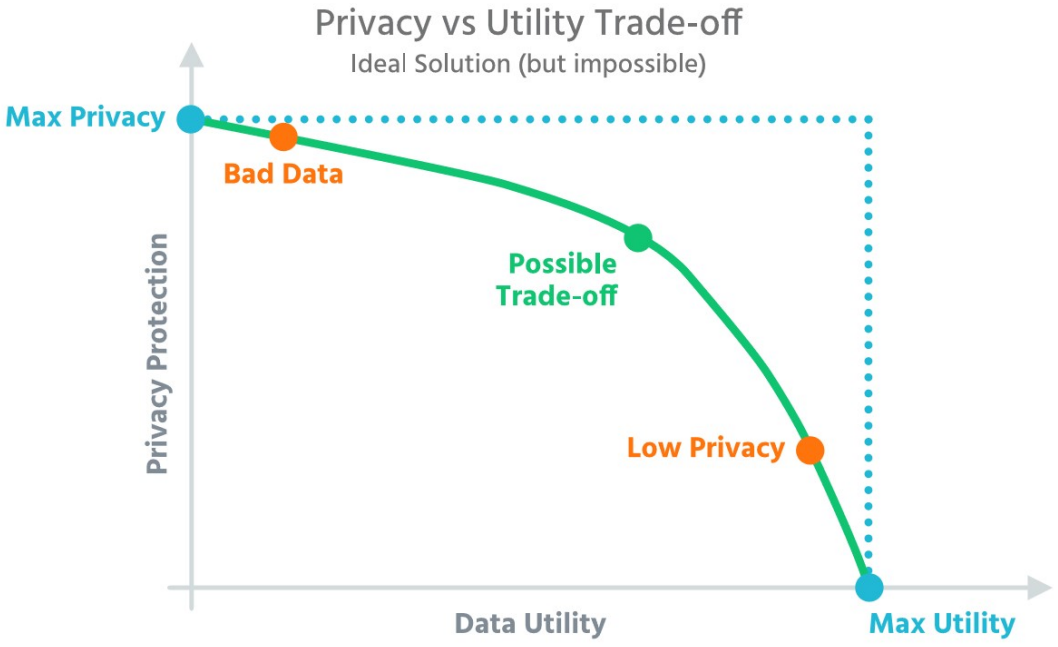
- AI 응용 프로젝트에서 가장 많은 비용이 필요한 단계는 학습데이터 정제 및 구축 과정으로서 기존의 노동집약적 데이터 가공 비효율을 개선하기 위해 딥러닝을 활용한 데이터 가공 서비스를 바탕으로 데이터 품질 및 처리 속도를 극대화하는 추세로 발전하고 있음



출처: 전자신문 2018, CloudFactory, 2010

[그림 7-112] 인공지능 서비스 개발 단계 및 투자 시간

- 화질 개선, 노이즈 제거 등 공간영상 학습데이터의 품질 개선과 더불어 최근에는 기계학습에 사용되는 학습데이터에 내재된 민감한 개인정보를 보호하기 위한 연구 및 개발이 진행되고 있음. 그러나 개인정보보호와 데이터의 활용성간에는 트레이드오프가 존재하며 따라서 기계학습이나 분석을 위한 데이터의 활용도를 보존하면서 동시에 개인정보를 보호할 수 있는 기술이 필요함



출처: aircloak.com

[그림 7-113] 개인정보보호와 데이터 활용성간의 트레이드 오프

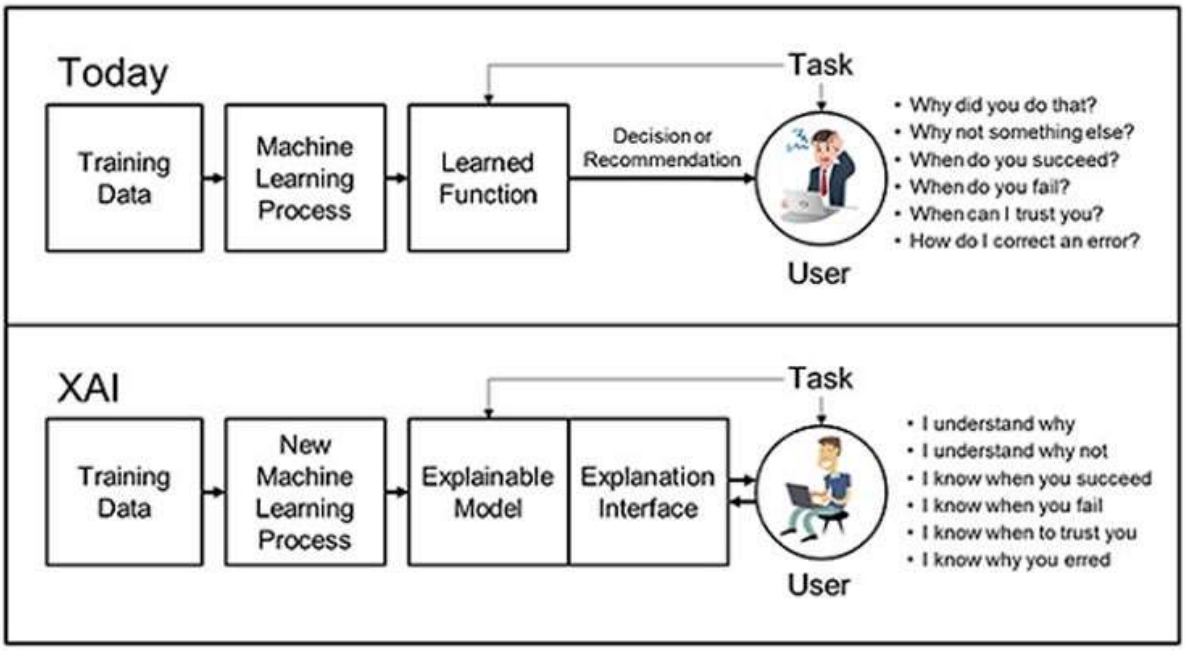
□ **자율주행, 드론, 건설 등 공간정보 연계 활용분야에서는 공간정보 기반의 인공지능 기술 적용에 대한 요구가 증가하고 있으나, 수요 분야에서 활용하기 위한 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술에 대한 전문가 및 기술 인프라가 부족한 실정임**

○ 시공간을 기반으로 일어나는 다양한 현상들이 보다 복잡해지고 있으며, 이로 인해 명시적 모델 등의 도출 및 적용이 점차 불가능해지고 있음. 이로 인해, 보다 다양한 시공간 인자 및 특성을 반영한 모델의 도출을 자동화하고, 도출된 모델을 최적화하고자 하는 노력에 여러 인공지능 기법을 도입하고자 하는 요구가 높아지고 있음

- 이미 교통혼잡, 효율적인 차량공유 등과 같은 분야에서의 해결책을 도출하기 위해 신경망 등을 기반으로 하는 다양한 유형의 인공지능 기법들이 도입되고 있으며, 이러한 시도는 보다 다양한 분야로 확대되어 갈 것으로 예상되고 있음

○ 공간정보 기반 인공지능이 내린 판단에 대한 과정 및 근거에 대한 설명이 부재하여 인공지능에 대한 신뢰성 확보와 활용을 위해서는 공간정보 기반 인공지능의 판단 근거에 대한 설명과 사용자와의 인터랙션이 요구

- 설명 가능한 공간정보 기반 인공지능 기술이 이슈로 부각되고 있으나, 공통 인프라 성격의 공간정보 관련 부분에 대한 기술 개발 기반은 매우 미흡한 실정임



(출처: aarpa.mil)

[그림 7-114] 현재의 인공지능과 설명하는 인공지능

□ **일반적으로 공간정보 기반 인공지능 서비스 개발 및 배포를 위해서는 데이터 수집/분석/전처리, 특징 선택/변환, 최적 알고리즘 선택/튜닝/설계를 거쳐 배포까지 약 8단계의 정형화된 머신러닝 파이프라인이 필요**

○ 수요자 요구 사항을 충족시키기 위한 AI 서비스를 빠른 시간 내에 시장에서 선보이기 위해서는 머신러닝 파이프라인에 걸쳐 관련 작업을 오케스트레이션하고 인프라 구성과 데이터 처리, 저장, 배포와 모니터링 등 부수적인 작업을 자동화 기반으로 간소화할 필요가 있음

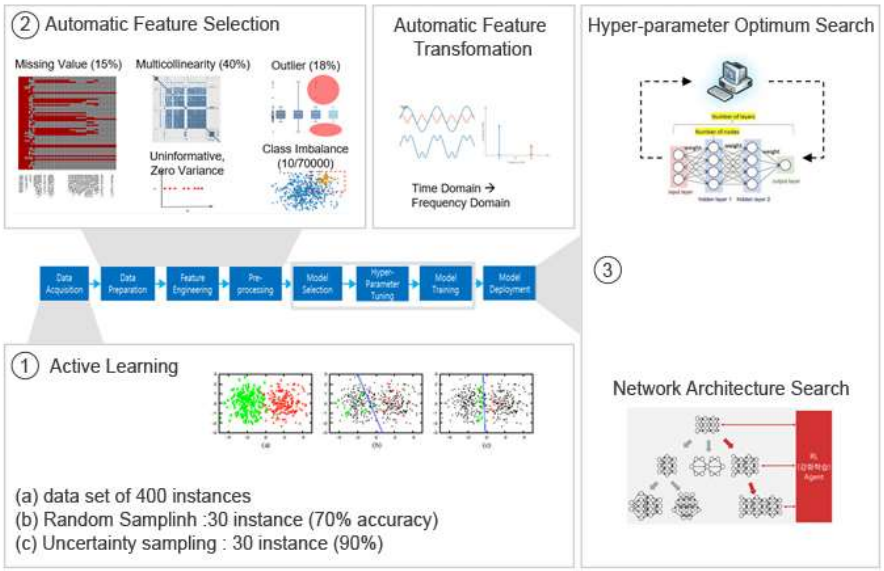
○ 우버, 넷플릭스, 에어비앤비, 페이스북 등 AI 분야를 선도하는 기업에서는 숱한 시행착오를 거쳐 자사의 서비스에 특화된 딥러닝 파이프라인 관리 플랫폼 환경을 구축하여 사용하고 있음

○ 최근 IBM, NVIDIA 등 글로벌 기업들은 데이터 파이프라인 간소화 문제를 인지하고 인공지능 인프라 구축과 관련하여 데이터 준비부터 학습, 추론에 이르는 인공지능의 전체 생명주기를 지원하는 시스템을 출시하고 있음

○ 현재 수집되고 있는 센서 정보에 대한 단편적인 분석이 아닌 과거에서 현재까지 대규모 시공간 데이터 분석을 통한 추이 예측이 필요하며 장기간 다량 데이터에 대해 다양한 모델 추론을 위한 고속 병렬 분산 파이프라인이 필요

○ 인공지능 모델은 점점 범용적으로 사용할 수 있도록 개발되고 있기 때문에 외부에서 개발된 모델을 검증 및 탑재 그리고 서비스할 수 있는 인터페이스가 필요

○ 외부 연구자들이 등록된 데이터셋에 대해서 자유로이 신규 인공지능 모델을 개발하고 테스트할 수 있도록 학습플랫폼 지원



출처: 삼성 SDS

[그림 7-115] 머신러닝 파이프라인

□ **공공 영역 및 실시간 AI 처리 기술이 요구되는 분야의 활용 모델 개발이 활발해질 전망**

○ 현재 많은 컴퓨터가 연계되어 연산을 수행하는 Cloud 기반 AI 처리 방식이 일반적으로 활용되고 있으나 자율주행, 드론, 스마트시티에서의 재난대응 등 실시간 데이터 처리가 요구되는 상황이 대두되고 있음

○ Cloud 기반 서비스는 실시간 AI 처리에 한계가 있기 때문에 AI 반도체와 같은 Edge 기반 처리 기술이 연구되고 있고, 이로 인해 자율주행, 드론, 재난대응, 스마트폰 단말 등 실시간 대응이 중요한 분야에서의 AI 활용기술 개발이 활발해질 전망임

○ 또한 AI 기술은 방대한 데이터를 바탕으로 인간이 수행하는 업무영역에서의 비효율을 줄일 수 있어, 많은 데이터를 보유하고 있는 공공 영역에서 활용한다면 높은 수준의 성능을 보일 것으로 예측되고 있음

○ 재난대응, 자율주행, 드론 등의 최적화 문제는 실시간 AI 처리 기술이 요구됨과 동시에 공공 데이터 활용이 필수적이기 때문에, AI 서비스 개발의 핵심 분야로 분류되고 있음

(2) 추진 필요성

□ **자율주행, 드론, 건설 등 공간정보 활용 분야에서는 중복 기술 개발을 방지하고, 공통 기반 기술의 공동 활용으로 경쟁력과 시너지를 창출할 수 있는 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터가 시급히 필요**

○ 자율주행, 드론, 건설 등 공간정보를 활용하는 분야의 기술 개발을 위해서는 실환경에 대한 학습데이터와 다양한 기능과 성능을 시험할 수 있는 환경 구축이 공통적으로 요구됨

- 많은 비용이 소요되는 실환경 시험 이전에 현실과 같은 가상환경을 구축하여 다양한 시나리오를 기반으로 안전성을 시험하고 검증할 수 있는 수요 맞춤형 현실모사 가상데이터 및 시험환경이 필요
- 가상환경에서 학습용 공간데이터 생성을 위한 중복 투자 방지 및 협업을 통한 시너지를 창출을 위해서는 공통 인프라 기술인 공간정보가 다양한 수요분야의 요구에 부합하는 학습데이터를 지원하는 공통 기술과 활용 커스터마이징 기술로 구분하여 전략적 개발이 필요

○ 공간정보는 수시로 변하는 국토의 지형적 요소들과 그에 관련된 각종 속성 정보들을 포함하기 때문에 초대규모 데이터를 가진다는 특징이 있음. 특히 다양한 센싱 장비로부터 생성되는 공간정보의 경우 센싱 장비 규격 및 성능, 센싱 환경 등의 차이로 인해 생성되는 데이터 품질에도 차이가 발생할 있음

- 초대규모 공간정보를 대상으로 인간이 직접 데이터 품질 개선 및 학습에 필요한 레이블링 작업을 수행할 경우 기하급수적인 비용 및 시간 투자가 수반되어야 하며, 이로 인해 사회 현상 및 수요자 요구에 즉각적으로 대응할 수 있는 실시간 공간분석 서비스 개발에는 제약이 따름
- 현재 상용으로 제공되는 대부분의 학습데이터 구축 서비스의 경우 인공지능 데이터셋 구축 전문 인력을 이용한 서비스 제공을 주축으로 하기 때문에 처리 속도와 품질 측면에서 한계가 존재하며, 초대규모 공간정보의 경우 이러한 문제점이 더욱 부각될 것으로 예상됨.

- 국내외적으로 인공지능 기반 자동화 도구를 활용하여 다단계 데이터 가공 프로세스를 적용하여 단기간에 고품질의 학습데이터를 생산할 수 있는 서비스가 지속적으로 시장에 소개되고 있음

○ 항공사진, 차량, CCTV 등을 통해 획득한 영상 공간정보 내에는 불특정 다수를 대상으로 개인정보수집이 불가피해질 수 있으며, 따라서 공간지능화 학습데이터 구축 시 개인정보 문제를 해결하기 위한 방법이 필요함

- 국내외적으로 개인정보 관련 규제들이 지속적으로 등장하고 있으며, 이와 발맞추어 데이터에 존재하는 개인정보 비식별화 서비스를 제공하는 업체들 역시 증가하고 있음
- 개인정보 비식별화가 적용된 공간영상을 학습에 재사용하기 위해서는 기존의 원본 공간영상을 적용했을 때와 동일한 결과 도출이 가능해야 되므로 단순 마스킹 방법으로는 한계가 있음

□ 자율주행, 드론, 건설 분야의 기술 경쟁력을 확보하기 위해서는 대규모 시공간 데이터의 학습·추론 기술과 인공지능의 판단과정을 사람이 이해할 수 있도록 설명하고 상호작용 하는 기술 개발이 필요

○ 근래까지 이미지 객체 추출 및 언어 번역 등의 비교적 명확하고 단순한 문제 해결에 초점을 맞추어 인공지능 기법들이 개발되어 오고 있으나, 현실에서 발생되는 보다 복잡한 문제의 해결을 위해서는 시공간 특징에 기반한 다양한 인공지능기반 방법들의 개발이 필요

- 시공간 속성, 연산 및 이를 고려한 데이터 추상화 및 레이블링 등을 이용하는 대규모 학습 네트워크 구조 구성과 최적화 등의 접근방법을 통해 복잡한 문제에 대한 해결책의 효과적 도출방안이 요구

○ 인공지능이 내린 판단에 대한 신뢰와 타당성 확보를 위해서는 판단에 대한 과정과 근거를 가시화 및 설명할 수 있는 공간지능화 해석력 기술 및 검증이 필요

- 인공지능이 내린 판단은 결과만 제시되고 있으며, 인공지능의 판단에 대한 신뢰성을 확보하기 위해서는 판단 과정과 근거에 대한 설명이 필요
- 사용자가 쉽게 이해하고 상호작용하기 위해서는 공간지능화 학습 과정과 결과를 시각화 하는 기술이 필요

□ 인공지능 모델 기반의 실시간 공간분석 서비스를 탑재하기 위해서는 전처리, 학습, 서빙 등 다양한 기술요소들이 유기적으로 연계하고 자동으로 동작하여 시간 및 비용을 최소화시킬 수 있는 단계별 관리 플랫폼이 필요함

○ 다양한 영역에서 인공지능에 대한 필요성을 인식하고 있으나, 대부분 머신러닝 모델의 학습 정확도를 개선하는데만 노력에 집중되어 있음. 실제 산업에서 머신러닝 기술을 이용한 인공지능 서비스를 제공받기까지는 데이터에 대한 처리부터, 학습, 서빙 등을 위한 다양한 인프라 기술들이 필요하며, 이들이 산업 시스템과 연계되어 유기적으로 작동되어야 함

- 구글 리서치 팀의 연구 결과에 따르면 머신 러닝 프로젝트에서 핵심 코드 개발이 차지하는 비중은 5% 이고 시스템 관리에서 시작해 원천 데이터에서 특징을 추출하고, 모델 트레이닝을 하고, 결과를 분석하는 등의 부가적인 작업 비중이 95%나 되는 것으로 보고됨

○ 공간정보 전문가가 AI 전문가들의 도움없이 인프라 구축과 데이터 전처리와 후처리 그리고 모델 배포와 모니터링 등의 관리 작업을 단계별 관리 도구를 이용해 직접 처리하는 함으로써 실시간 공간분석 서비스 개발에 필요한 시간 및 비용 최소화

○ 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기술의 유용성을 검증하고 국민체감형 AI 활용 모델 개발을 위한 서비스 실증 필요

- 공간지능화 플랫폼의 요소기술에 대한 유용성 검증이 요구되고, 국민들의 삶의 질 향상을 정량적으로 실증할 수 있는 AI 활용 모델에 대한 연구개발이 필요함
- 재난대응, 자율주행, 드론 등은 AI 기술을 활용한 상황인지 기반의 지능형 솔루션에 대한 필요성이 끊임없이 제기되는 분야이기 때문에, 공간지능화 플랫폼을 바탕으로 한 서비스 개발 및 실용화를 위한 노력이 요구됨

3.3 현황 및 개선방안

(1) 현황 및 문제점

□ 교통사고, 교통체증, 환경오염, 주차문제 등 도심지 교통 문제를 해결하기 위하여 자율주행차, 드론들을 활용한 기술 개발이 경쟁적으로 진행되고 있으나, 다양한 시나리오 기반의 시험 환경을 구축하고, 관련 데이터를 구축하여 시험하기에는 물리적인 시간, 공간 측면의 한계가 있음

○ 고속도로에서 SAE(국제자동차기술자협회) 레벨 3 이하 자율주행차는 민간에서 양산 및 상용화 단계이지만, 레벨 4 이상 자율주행차는 아직까지 실험실 수준의 선행연구단계이며, 실도로 환경과 같은 가상시험 환경 확보가 어려움

○ 자율주행차 및 드론 관련 전장 및 부품 관련 기술은 선진 기술에 비해 성능 및 신뢰성이 떨어지고 있으며, 기술 우위 확보를 위해서는 실세계 환경에서 다양한 시나리오 기반의 시험 환경 구축이 필요

○ 기술의 성능 및 안정성 확보를 위해서는 실세계 공간을 대상으로 발생 가능한 수많은 시나리오에서 시험이 필요하나, 물리적인 시간, 공간 및 비용적 한계로 데이터 확보 및 시험 환경을 구축하기에는 한계가 있음

○ 현실모사 가상환경을 활용하는 경우 시간, 비용 등 많은 장점을 가지고 있으나, 아직까지 실세계 환경과는 차이가 있기 때문에 활용하는 분야는 제한적임

□ 현재 CCTV, GPS, 라이다 등 다양한 센서로부터 생산되는 데이터를 대상으로 필요 목적에 따라 독자적인 레이블링 툴을 이용하여 공간정보 학습데이터를 구축하고 있음

○ 공간정보의 경우 데이터 종류, 생산 속도 및 생산량 측면에서 일반적인 학습데이터 대비 뚜렷한 차이점이 존재하며, 사람이 직접 레이블링 작업을 진행할 경우 소요 비용 및 시간은 기하급수적으로 증가할 수 있기 때문에 오토 레이블링 툴의 개발이 반드시 수반되어야 함

- 구글, 아마존 등 세계적 IT 기업에서는 학습데이터 구축 서비스를 제공하고 있으며, 사람이 직접 레이블링을 지정하는 것과 더불어 기계 학습 기반의 오토 레이블링 서비스도 부가적으로 제공하고 있으나 정확도 측면과 지원 가능한 레이블링 작업 종류에는 현재까지 한계점이 존재함

○ 공간정보를 생산하는 센서의 규격 및 성능, 측정 환경 등에 따라 데이터의 품질에 차이가 존재할 수 있으며, 학습 목적에 따라 활용할 수 있는 공간정보의 종류 및 데이터양에서도 차이가 존재할 수 있음

- 영상 품질 개선을 위해 전통적 영상 처리 기법 및 기계학습을 이용한 알고리즘 개발이 활발히 진행되고 있으나, 다차원 공간 데이터에 대한 정제 기법 연구는 미진한 상태임
- 학습데이터 불균형 문제를 해결하기 위해 크롭핑, 회전 등 단순한 데이터 확장 기법, 학습데이터 샘플링 방법 개선, 가중치 기반 학습 목표 적용 등의 방법을 사용해오고 있으나, 최근에는 생성적 적대 신경망(Generative Adversarial Network, GAN)을 이용한 데이터 확장 기법을 적용한 연구가 활발히 진행되고 있음. 그러나 생성된 이미지가 실제 상황을 사실적으로 묘사하기에는 여전히 많은 개선이 필요함

○ 초대규모 공간정보를 대상으로 수기로 개인정보를 포함하는 데이터를 학습에서 제외시키거나 또는 개인정보에 해당하는 영역을 마스킹 처리를 할 경우 비용 및 시간 측면에서 적절하지 못함

- 개인정보 영역의 단순 마스킹을 통해 생성한 학습데이터를 사용할 경우 인공지능 모델이 공간영상 내에 포함된 주요 특징을 원활하게 추출하지 못하는 경우가 발생하기 때문에 기계학습이나 분석을 위한 데이터의 활용도는 보존할 수 있는 데이터 익명화 기술 개발이 필요함

□ 영상, 음성, 텍스트(문자) 등과 같은 단일 유형의 데이터에 대한 학습 및 이에 기반한 추론을 위한 기술개발이 진행되고 있으나, 시공간적 관계 및 이를 기반으로 다양한 데이터에 대한 복합 상황에 대한 대규모 학습 및 추론기술개발은 아직 시초단계임

○ 영상에서의 객체추출 및 추적, 영상합성, 음성인식 및 합성, 번역 등과 같이 단일 유형 데이터 및 단일 상황 데이터에 기반한 학습모델 및 이에 기반한 추론은 각 관련 분야에서 활발히 진행되고 있음

○ 하지만, 이들은 데이터들의 시공간적 특징 및 상관관계를 아직 본격적으로 고려하고 있지 못함

○ 더불어, 상황판단, 추론 및 예측을 지원하기 위한 지식구조가 시공간 특징을 기반으로 하는 학습 네트워크 및 그래프 등으로 표현되는 경우도 이제 연구가 제안 및 시작되고 있는 단계임

□ 현재 공간정보 기반의 인공지능기술은 결과에 대한 판단 기준 및 과정에 대한 설명 부재로 다양한 문제에 대한 원인 분석 및 개선에 활용하기에는 어려움이 있음

○ 시각, 청각 등 인간 감각을 모사하는 공간지능화 기술의 경우에도 오인식, 오판단의 문제가 생기고 있으나, 결과 산출에 대한 근거가 제시되고 있지 않아, 공간지능화 성능 향상과 신뢰성 제고의 장애물이 되고 있음

○ 공간지능화의 내부 운영 구조는 사람이 공간지능의 판단 근거를 이해할 수 없는 복잡한 블랙박스로 되어 있으며, 인간이 이해할 수 있는 공간지능화 서비스를 위해서는 관련 판단 근거 및 과정을 시각적으로 제시하고, 사용자가 인공지능의 판단 과정에서 상호작용하기 위한 인터페이스가 부재

□ 현재 공간분석 인공지능을 비롯하여 데이터 수집에서 모델 정의 및 학습, 모델 배포에 이르는 인공지능 파이프라인은 각 단계별로 태스크의 목적에 맞게 독립적으로 개발 및 운영되고 있음

○ 기 구축된 학습데이터를 대상으로 학습이 완료된 딥러닝 모델을 사용할 수 있도록 OpenAPI를 제공하는 서비스는 다수 존재하나 자신의 목적에 맞는 인공지능 파이프라인 자동 생성을 위한 플랫폼 기술은 아직 걸음마 단계에 있음

○ 높은 정확도의 공간상황 인지·분석·예측을 위해서는 분산되어 저장되어 있는 초대규모 공간정보를 대용량 딥러닝 모델에 적용해야하므로 효율적인 분산 처리가 필수적임. 기존의 분산처리 프레임워크 기술은 딥러닝 분산처리를 위해 GPGPU를 이용하는 별도의 딥러닝 프레임워크과 결합해야 하는 등 최고의 성능을 보장하기는 어려움

○ 시공간정보 기반의 모델은 장기간 시계열 분석 또는 광대역 공간 분석 등 다양한 시나리오를 가질 수 있기 때문에 이를 구현가능한 파이프라인이 필요함

○ 다양한 외부 모델을 검증할 수 있으며 파이프라인으로 구성할 수 있는 유연하고 확장성 있는 플랫폼이 필요함

□ 대부분의 관련 연구가 인공지능을 구현하기 위한 기술력 개발과 데이터 구축에 초점이 맞추어져 있고, 유동적인 공간, 비공간 정보를 복합적으로 활용하여 시장에서 받아들여지고 활성화될 수 있는 인공지능 활용 모델을 구축하는 연구와 용용은 부재한 실정

○ 인공지능 연구개발, 인재 양성, 데이터 구축 및 하드웨어에 대한 투자, 연구를 위한 협력 기반 조성 사업 등 인공지능 기술력 확보를 위한 다양한 노력들이 가속화되고 있지만, 기술 주도 관점에 치우져 실제 사용자들이 체감할 수 있는 활용 모델에 대한 연구는 미흡함

○ 특히, 위성 및 항공 이미지, 3차원 데이터 등의 정형적인 공간데이터 이외에도 유동인구, 교통량, 다양한 센서를 통한 데이터 등 실시간으로 변하는 유동적인 데이터를 복합적으로 활용하여 상황 인지 기반의 지능적인 솔루션을 제공하는 실증 서비스는 부족한 실정임

○ 인공지능 플랫폼과 수집된 방대한 데이터가 활용 서비스로 seamless하게 연결되지 않으면, 요소기술들의 유용성을 증명하기 어려움

(2) 개선방안

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 현실세계를 모사하는 가상공간에서 학습데이터를 생성하고 시험환경을 제공하는 기술 개발로 데이터와 시험 환경 구축의 물리적인 공간적 범위, 구축시간 및 비용 등 여러 가지 제약조건을 극복

- 자율주행, 드론 및 관련 센서 기술의 안전하고 신뢰성 있는 시험·평가 환경을 제공하기 위하여 현실과 동일한 가상환경을 구축하고, 관련 가상센서를 모델링하는 기술을 개발하여, 수요분야의 요구에 맞는 다양한 시험 데이터를 생성하여 제공하는 기술을 개발
- 또한, 요구분야의 다양한 학습 및 시험 시나리오에 대응하기 위하여, 시나리오 기반 시험환경 저작기술을 개발하여 요구분야의 기술 성능 및 신뢰성을 가상공간에서 개발하고 검증할 수 있는 시험 환경을 제공
- 현실모사 가상환경에서의 시험 결과를 실세계환경에 수정없이 적용할 수 있도록 가상환경과 실세계환경과의 격차를 해소하기 위한 기술을 개발

○ 초대규모 공간정보를 대상으로 단기간에 고품질 학습데이터셋을 구축하기 위해 인공지능을 활용하여 학습데이터 레이블링을 자동화하고 학습데이터셋의 품질을 개선하기 위한 기술 개발

- 준지도학습 및 액티브 러닝을 이용하여 초대규모 시공간정보 데이터에 대한 인간 수준의 정확도를 제공하는 오토 레이블링 기술 개발
- 공간영상 내 존재하는 다양한 개인정보을 제거하면서 동시에 기계학습이나 분석을 위한 데이터의 활용도는 보존할 수 있는 데이터 익명화 기술 개발
- 공간정보 학습데이터셋 구성에 대한 품질 개선을 위해 딥러닝을 이용한 사실적 공간정보 기반의 수도 학습데이터 생성 기술 개발

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 시공간 특징을 반영하는 대규모 학습 네트워크 구축과 이를 이용한 추론 및 예측 기술을 개발

- 시공간 상호작용 및 특징을 반영하는 시공간 그래프 및 관계연산 등을 이용하여 학습요소를 추상화하고, 추론하고자 하는 복합 상황에 대한 데이터를 모델링
- 대규모 그래프 기반 복합 상황 데이터를 기반으로 시공간 상관관계 등을 고려하는 네트워크 등의 학습 모델을 구축 및 최적화
- 구축되는 대규모 시공간 학습 네트워크를 기반으로 시공간적 복합상황에 대한 추론 및 판단을 수행하고 이를 기반으로 상황을 예측

○ 공간정보 기반의 상황 판단 결과에 대하여 인공지능이 판단하는 과정을 사람이 이해할 수 있도록 설명하고, 상호작용하는 공간지능화 해석력 기술을 확보

- 자율주행, 드론 등 주행 판단 과정을 설명할 수 있고, 공간지능의 판단 과정에 사람이 개입할 수 있는 공간지능화 모델과 설명 인터페이스를 개발하고, 과정을 시각적으로 가시화하는 기술을 개발
- 공간지능화의 해석력을 판단할 수 있는 평가 지표를 개발하고, 실제 공간정보 문제에 적용하여 개발 기술의 성능을 판단할 수 있는 테스트베드를 추진

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 데브옵스 기반 초대규모 실시간 공간분석 서비스 운영을 위한 파이프라인 기반 확보

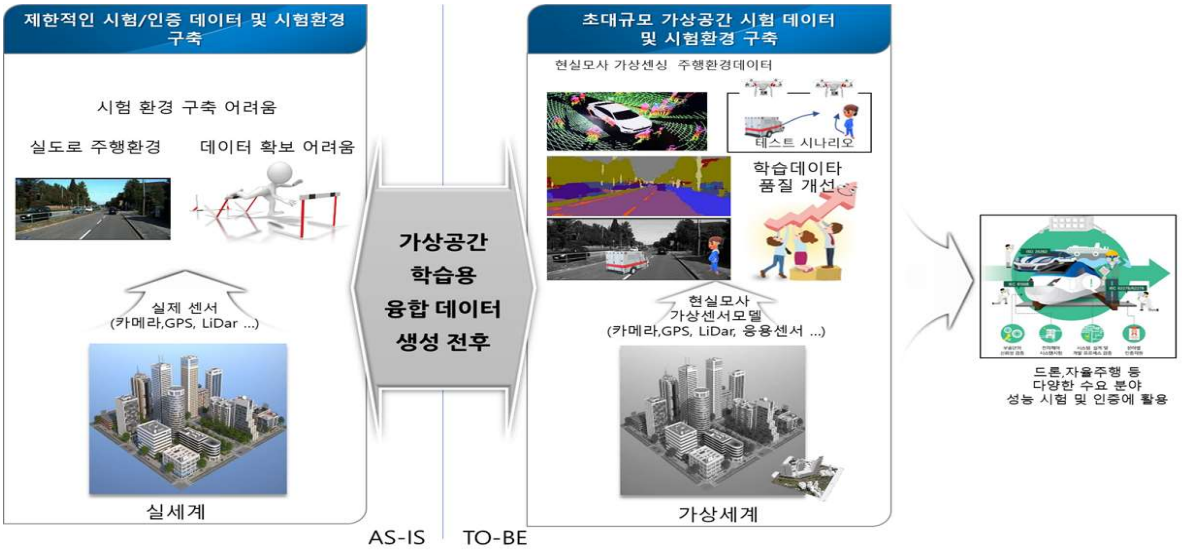
- 공간정보 학습데이터 구축에서부터 공간상황 인지·예측·분석에 이르는 전 과정을 포함하는 워크플로우를 정의하고 이를 실행하기 위한 end-to-end 파이프라인을 생성함으로써 실시간 공간분석 서비스 개발 및 운영에 따른 효율성 극대화
- 확장성을 고려한 토폴로지와 딥러닝 모델의 가중치 공유에 필요한 통신 오버헤드를 최소화하기 위한 시스템 HW 및 SW 기술 개발
- 저장된 장기간의 대규모 시공간 데이터에 대해 연구개발된 인공지능 모델로 확산 추론하여 시계열 통계치를 고속으로 생산할 수 있는 대규모 시공간 모델 실험 환경 제공
- 외부 연구자들이 등록된 데이터셋에 대해서 자유로이 신규 인공지능 모델을 개발하고 테스트할 수 있도록 학습플랫폼 개발
- 내외부에서 개발된 인공지능 모델을 탑재하여 검증, 하이퍼파라미터 튜닝, 모니터링, 추론 서비스까지 할 수 있는 유연하고 확장성이 높은 추론 기술 개발
- 대표적인 실시간 공간분석 서비스를 위한 서비스팩 (워크플로우 모델, 심층신경망 모델, 최적화를 위한 하이퍼파라메터 리스트, 성능 평가 척도 시각화 등)을 제공함으로써 실시간 공간분석 서비스 개발 시간 단축

○ 고품질 데이터 및 플랫폼에 대한 활용성 제고를 위해 핵심 응용분야에 대한 서비스 실증 수행

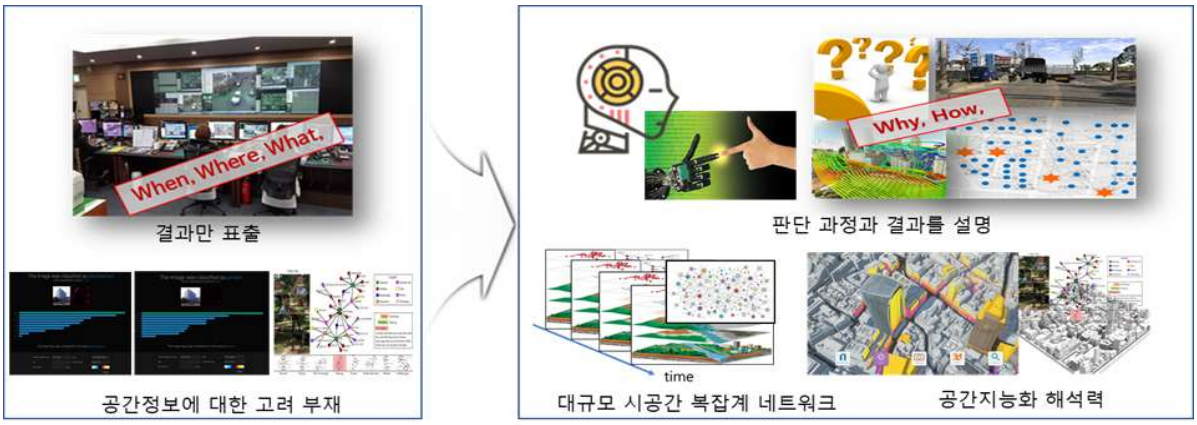
- 현실모사 가상 학습데이터 생성과 시나리오 기반 시험환경 구축 기술, 상호작용이 고려된 시공간 네트워크 시뮬레이션 기술 등이 적용되는 공간지능화 플랫폼을 바탕으로 재난대응, 자율주행, 드론 등 핵심 응용분야에 대한 활용 서비스 개발
- 강화학습 기반 보행모델을 이용한 실내외 연계형 대피 시뮬레이션 기술, 교통량 및 차량, 신호 제어 등을 고려한 긴급출동경로 최적화, 센서로부터 수집되는 실시간 실내 상황정보(화재, 인원분포 등)에 기반한 최적의 구조계획 수립 등을 지원하는 지능형 재난대응 기술 개발
- 자율주행차과 일반차량 간의 상호작용을 고려하며, 교통 시스템 최적을 위한 차량들의 동적인 분산 경로계획 문제를 공간지능화 플랫폼의 학습 및 시뮬레이션 기술을 이용하여 해결하는 자율주행차 운행 경로 최적화 기술 개발
- 미시적인 3차원 공간 데이터, 실시간 교통량 및 유동인구 등 유동적인 multi-source 데이터들 간의 복합적인 공간 및 속성관계를 학습하여 가변적인 드론 항로를 구축하고, 다중결정요소(에너지, 안전, 시간 등)를 고려한 최적 경로를 탐색하는 드론 비행경로 최적화 기술 개발

〈표 7-98〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 (As-is To-be)

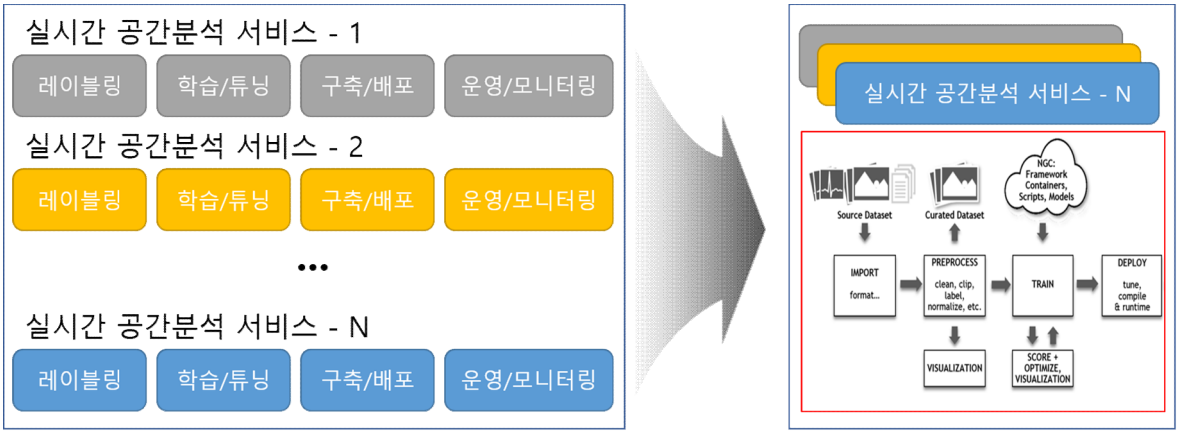
AS-IS	TO-BE
▸ 3-2-1 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 - 자율주행, 드론 및 관련 센서 시험을 위한 안전하고 신뢰성 있는 시험·평가 환경 부재 - 초대규모 공간정보를 대상으로 수작업을 통한 공간지능화 학습데이터 생성 및 1차원적 학습데이터 품질 개선 방법 사용	▸ 3-2-1 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 - 다양한 시나리오 기반의 가상공간 시험 환경데이터 생성 및 활용으로, 자율주행, 드론 및 관련 부품에 대한 안전하고 신뢰성 있는 시험·평가 가능 - 높은 정확도로 양질의 안전한 공간지능화 학습데이터를 단기간에 자동 생성 및 품질 개선 가능
▸ 3-2-2 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 - 시공간적 상관관계를 포함한 복합 상황에 대한 표현과 이에 기반한 및 학습, 추론기술의 부재 - 교통사고, 감염병 발생 등 다양한 공간상황에 대한 이벤트 판단 기준 및 발생 과정에 대한 설명 부재	▸ 3-2-2 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 - 시공간 상호작용, 상관관계 및 복합상황을 대규모 시공간 그래프 등의 방법으로 추상 모델링하고, 이를 이용하여 시공간적 상관관계를 고려하는 네트워크 기반 학습 모델을 구축함으로써, 시공간 복합상황에 대한 판단 및 추론을 지원 - 공간지능이 판단한 결과에 대한 학습 과정과 결과를 설명함으로써 인간친화적인 공간지능의 활용 가능성과 서비스 신뢰성을 제고
▸ 3-2-3 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술 - 서비스별 인공지능 파이프라인의 독자적 개발·운영으로 효율성 저하 - 인공지능을 구현하기 위한 기술력 개발과 데이터 구축에 초점이 맞추어져 있고, 활용 모델로 이어지는 실증 사례 부재 - 가변적 상황과 무관한 정적인 대피 계획, 현장지휘자의 경험에 의존적인 재난대응 방식 - 자율주행차과 일반차량이 혼재된 교통흐름을 묘사하거나 예측할 수 있는 마이크로 시뮬레이션 모델 부재 - 인공지능 기반의 지능화된 드론 항로 구축 기술 부재	▸ 3-2-3 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술 - 데브옵스 기반 인공지능 파이프라인 생성 자동화를 통한 실시간 공간분석 서비스 개발 효율성 극대화 - 실시간 공간분석 플랫폼 기술을 이용한 서비스를 통해 구축 기술에 대한 유용성 검증 - 센서 기반 실시간 실내외 상황인지를 바탕으로 동적인 대피 시뮬레이션 및 구조자를 위한 지능화된 의사결정지원 모델 개발 - 자율주행차과 일반차량의 상호작용을 고려한 시뮬레이션 환경에서 시스템 최적을 위한 운행경로 학습 모델 개발 - 서로 다른 소스와 차원의 데이터들 간의 공간 및 속성정보 융합을 통한 지능화된 최적의 드론 항로 구축



[그림 7-116] 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 (As-is, To-Be)



[그림 7-117] 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보(As-is, To-Be)



[그림 7-118] 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 (As-is, To-be)



[그림 7-119] 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 - 실증 기술 개발((As-is, To-be)

3.4 기술개발 개요

(1) 기술개발 정의

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 현실모사 가상학습데이터 생성 및 시험환경 구축

- 다양한 수요 분야의 요구사항에 맞도록 현실을 모사하는 공간정보, 센서 기반의 가상 학습데이터와 레이블을 생성하는 기술
- 자율주행의 주행 환경 인지, 장애물 회피, 드론의 사전촬영 시뮬레이션 등 수요 분야에서 요구하는 다양한 시험 시나리오를 시험하기 위한 시험 환경 저작 및 시험 환경을 구축하는 기술

○ 초대규모 공간지능화 학습데이터 생성

- 준지도 학습 및 액티브 러닝 기술을 이용하여 초대규모 시공간정보 데이터를 대상으로 단기간에 고품질의 학습데이터를 생성하는 기술
- 공간영상 내 존재하는 다양한 개인정보을 제거하면서 동시에 기계학습이나 분석을 위한 데이터의 활용도는 보존할 수 있는 데이터 익명화 기술
- 공간정보 학습데이터 다양성 확보, 학습데이터 클래스 불균형 문제 해결을 통한 학습데이터셋 구성에 대한 품질 개선 등 딥러닝을 이용한 사실적 공간정보 기반의 수도 학습데이터 생성 기술 개발

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 대규모 시공간 신경망 네트워크 기반 학습 및 추론

- 시공간 내에서의 상호작용 및 상관관계를 표현하기 위한 학습요소 추상화기술
- 시공간에서 발생하는 복합 상황을 효과적으로 모델링하기 위한 시공간 특성 기반 학습 네트워크 구성 및 최적화 기술
- 학습되는 시공간 복합 상황을 기반으로 상황판단, 추론 및 예측을 수행하는 기술

○ 공간지능화 해석력 확보

- 설명가능한 인공기능 기반 공간지능화 모델을 개발하고 공간지능화 학습 과정과 결과를 시각화 할 수 있는 기술 및 설명 인터페이스를 개발하는 기술을 포함
- 설명 가능한 공간지능화 해석력의 수준 및 능력을 평가하기 위한 공간지능화 설명력 요소, 설명 역량 평가 요소 및 지표가 기술 범위에 포함됨

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 데브옵스 기반 초대규모 실시간 공간분석 서비스 운영을 위한 파이프라인 기반 확보

- 실시간 공간분석 서비스 개발에 필요한 기계학습 모델을 빠르고 쉽게 구축하고 훈련시킬 수 있으며, 이들 모델들을 직접 배포 및 성능 모니터링까지 지원 가능한 머신러닝 파이프라인 관리 플랫폼 기술을 포함
- 컨테이너 환경을 이용한 라이브러리 배포, Restful API 등을 이용한 온라인 배포 등 2가지 배포 모드를 지원
- 장기간 시계열 초대규모 공간정보를 학습하기 위한 초고속 분산 학습 등 고속 처리 기술 포함

○ 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기반 서비스 개발 및 실증

- 인간의 보행 매커니즘을 학습을 통해 추론하는 AI 기반 보행모델과 실시간 상황정보(건물 구조, 화재, 재실자 분포 등)를 이용하여 요구조자의 인명피해 최소화를 위한 대피 최적화 기술을 개발하고, 구조자의 인명구조율 제고를 위해 출동경로 및 현장대응에 대한 지능형 솔루션을 개발하는 실시간 상황인지 기반 재난대응 기술
- 자율주행차의 특성과 자율주행차과 일반차량들이 혼재되면서 나타나는 미시적 행태를 동시에 고려한 시뮬레이션 기술을 개발하고, 실시간 교통량 및 신호체계와의 연동을 고려한 자율주행차 분산 경로계획 기법을 개발하여 도시의 교통정체를 최소화하는 AI 기반 자율주행차 운행경로 최적화 기술
- Multi-source 시공간 레이어(실시간 유동인구 및 교통량, DSM, 위험 시설물 등)를 기반으로 드론 운행에 특화된 동적 드론 항로 구축 기술을 개발하고, 에너지, 안전, 이동시간 등 다중결정요소를 고려한 3차원 경로 탐색 기법을 개발하여 드론 운행에 대한 최적화를 지원하는 드론 비행경로 최적화 기술

(2) 기술개발 목표

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 수요 기반 센서 모델, 공간 환경 및 시험 시나리오를 지원하는 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 및 환경 구축

- 4종 이상의 현실모사 가상 센서 모델링 및 센서 데이터 생성 기술을 통해 현실을 모사한 가상환경에서 실세계와 동등한 수준의 가상데이터 생성 기술 개발
- 수요 분야의 다양한 시험 시나리오에 부합하는 가상 시험 환경 구축 및 환경 제공 기술 개발을 통해 현장 시험 이전에 가상환경에서 저비용으로 다양한 시나리오를 대비한 안정성 및 신뢰성 확보
- 실세계 센서를 모방한 가상 센서로 획득되는 가상공간 데이터와 더불어 획득된 가상공간 원시데이터에서 도로, 건물, 인도, 사람 등 객체별 영상 분할, 클러스터링, 레이블링 및 부가적인 메타정보 삽입 등의 저작 SW를 개발하여 학습데이터 구축 비용 절감

○ 초대규모 공간지능화 학습데이터 생성

- 다양한 포맷의 영상 기반 공간정보를 대상으로 객체 탐지 및 검출, 공간 분할 등 공간분석 지능화 서비스 개발을 지원하기 위한 제레닉 공간정보 수동 레이블링 SW를 제공함으로써 독자적 공간정보 레이블링 SW 개발에 따른 시간 및 비용 감소, 고도화된 SW를 통한 학습데이터 품질 확보 등 공간지능화 서비스 개발에 필요한 토대 제공
- 준지도학습 및 액티브 러닝 기법을 이용하여 수작업을 통한 레이블링 정확도 대비 95% 이상의 정확도의 초대규모 공간정보 학습데이터 오토 레이블링 기술을 개발함으로써 학습데이터 생산에 따른 비용 및 시간 절감
- 공간영상 내 존재하는 다양한 개인정보 (사람 얼굴, 차량번호판, 전화번호 등)을 제거하면서 동시에 기계학습이나 분석을 위한 데이터의 활용도는 보존할 수 있는 데이터 익명화 기술 개발
- 딥러닝 생성 모델을 적용하여 사실적 공간영상 기반의 수도 학습데이터셋 생성 기술을 개발함으로써 학습데이터 비균형 문제를 해소 및 궁극적으로 고품질 학습데이터셋 구성을 통해 공간정보 지능화 서비스 품질 개선

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 추론 기술 개발

- 시공간 학습요소 추상화 기술 개발로 시공간 상호작용 및 상관관계 분석 능력 확보
- 시공간 기반 대규모 학습 네트워크 구축 기술로 시공간 다차원 공간에서 다양한 유형의 데이터가 연계되는 복합 문제 해결

- 시공간 속성 및 특징에 기반한 대규모 학습 네트워크 구축 기술로 대규모 시공간 문제에 대한 판단, 추론 및 예측 능력 확보
- 대규모 학습 네트워크 구축 최적화 기술 개발로 대규모 시공간 학습 및 추론 분야의 운영 효율 제고

○ 공간지능화 해석력 확보 기술

- 공간지능화 학습 모델 및 설명 인터페이스 기술 개발로 공간정보 관련 학습 및 판단 과정에 대한 사용자와의 공감능력 확보
- 공간지능화 학습 과정 및 결과 시각화 기술 개발로 사용자와 인터랙션할 수 있는 학습 과정 및 결과 시각화
- 실시간 공간분석을 위한 학습 및 판단 과정을 가시화하고 설명하는 공간지능화 해석력 확보
- 공간정보 기반 인공지능의 설명력 평가 기술 개발로 공간지능화 수준 측정 및 정량화 기술 확보

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 데브옵스 기반 초대규모 실시간 공간분석 서비스 운영을 위한 파이프라인 기반 확보

- 기존의 처리 모듈별로 개별적으로 수행하였던 머신러닝 모델 개발, 빌드, 학습 배포 및 분석처리 과정을 머신러닝 파이프라인을 구성하고 이를 자동화할 수 있는 통합 머신러닝 개발 환경을 구축하여 효율적인 서비스 운영 확보
- 프로덕션 단계의 모델을 모니터링 및 분석하여 모델 품질의 데이터 드리프트 및 편차를 감지할 수 있는 기술을 통해 모델 품질을 지속적으로 모니터링하여 지속가능하고 재현 가능한 서비스 달성
- 지속적으로 수집되는 다중 소스의 대용량 데이터를 학습할 수 있도록 분산 학습 알고리즘 개발 및 플랫폼 구축
- 협업 연구개발 플랫폼 요소 기술 개발을 통해 외부에서 구축된 데이터셋을 업로드하거나 외부에서 개발된 머신러닝 모델을 플랫폼에 탑재하고 서비스를 할 수 있는 프로토콜 마련

○ 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기반 서비스 개발 및 실증

- 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템
  - IoT 기반 실시간 상황정보(화재, 재실자 분포 등) 및 에이전트 기반 시뮬레이션 기술을 활용한 요구조자용 최적 대피 유도 모듈 개발
  - 재난 현장까지의 실시간 교통정보 및 고품질 3차원 실내 공간정보를 활용한 구조자용 의사결정지원 모듈 개발
  - 위 세부 모듈들을 통합한 지능형 재난대응 솔루션을 개발하여 요구조자의 총 대피시간 및 구조자의 초기 대응시간 20% 이상 감소 목표
- 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템
  - 자율주행차와 일반차량의 상호작용 모델, 신호체계, 정밀도로지도 및 실시간 교통 상황정보 등이 연계된 마이크로 시뮬레이션 모듈 개발

- 전체 교통 시스템 관점에서 도로 공간의 통행을 최적화하는 인공지능 기반 자율주행차 운행경로 최적화 모듈 개발
- 위 세부 모듈들을 통합한 강화학습 기반 자율주행 운행경로 시뮬레이션 시스템을 개발하여 교통정체(총 대기시간) 20% 이상 감소 목표

- Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템
  - 드론의 에너지, 정적 3차원 데이터 레이어(Digital Surface Model, 위험 건물, 토지 이용 등) 뿐 아니라 유동인구, 교통량, 다른 실시간 무인비행장치 등의 동적 공간정보를 포함한 multi-source 시공간 레이어 연계 모듈 개발
  - 이와 같은 복합적인 다중결정요소를 고려하여 공역, 드론 스테이션 위치 등 뿐 아니라 실시간 최적 비행경로를 제공하는 AI 기반 드론 공간분석 최적화 모듈 개발
  - 위 세부 모듈들을 통합한 드론 항로 시뮬레이션 시스템을 개발하여 물류, 택시, 치안 등 비즈니스별 드론 최적 항로 도출 목표

3.5 국내외 기술개발 동향

(1) 해외 동향

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

〈표 7-99〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 국외 구축 기술 사례 제시

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
현실모사 가상데이터 생성 및 시험 환경 구축	Scalable하며 다양한 고품질 시나리오를 지원하며 현실과 유사한 수준의 가상 데이터 생성 및 시험 환경을 제공하는 추세			
	미국	CARLA	CARLA 0.9.7	• 자율주행연구를 위한 시뮬레이터로 도시, 건물, 자동차 등 다양한 디지털 엣셋을 제공하고 있으며, 센서, 환경 조건, 지도 생성 등 다양한 실험 환경 생성이 가능
	미국	NVIDIA	Drive Constellation	• 가상환경에서 안전하고 Scalable한 자율주행 시험 및 검증을 할 수 있는 Photorealistic 시뮬레이션 플랫폼 기술
	독일	VIRES	VTD	• 센서 모델, 차량 모델 뿐 아니라 OpenSCENARIO, OpenDRIVE 등 가상환경에서 주행시뮬레이션 응용을 지원하는 토탈 솔루션 제공

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
초대규모 공간지능화 학습데이터 생성 기술	수기로 레이블링하는 것과 병행하여 인공지능 기반 자동화 기술을 접목하여 처리 속도 및 품질을 개선하는 추세임			
	미국	Amazon	Amazon SageMaker Ground Truth	• 인공지능 기반 자동 레이블링 서비스를 제공하며 이를 통해 자사 제공 수기 레이블링 비용 대비 최대 70%까지 낮출 수 있음
	미국	Supervisely	Smart Tool	• 수동으로 레이블링 된 데이터를 정제하여 고품질 레이블링 데이터 생성
	미국	NVIDIA	NVIDIA Clara Train SDK	• Transfer Learning 기반의 학습데이터 레이블링 자동화 SDK 제공

○ 자율주행 등 실세계 기반 실험을 위한 학습 및 벤치마크용 데이터를 구축하여 공개하는 사례가 많아지고 있으며, 실험용 학습데이터가 점차 고품질, 다양화되고 가고 있음

- 미국 시카고의 도요타 기술연구소와 KIT는 자율주행 분야에서 Stereo, Optical Flow, Visual Odometry, 3D Object Dtection, 3D Tracking 등을 위한 비전용 벤치마크 데이터 셋인 KITTI를 구축하여 공개하였음. 이미지 당 최대 15대의 차량, 30명의 보행자가 포함된 복합 데이터로 구축되어 있으며, 단순 원시데이터에서 점차 3D Semantic Scene 분석을 위한 영역분할 등 데이터가 고도화되고 있음



[그림 7-120] KITTI의 데이터 수집 장치 및 구축된 데이터 샘플

- 최근 중국 BAIDU와 Peking 대학에서는 기존 KITTI, ObjectNet3D 등의 공개 데이터에 비해 풍부한 데이터로 구성된 자율주행 기술 개발용 벤치마크 데이터를 공개하였으며, Kaggle 및 공개 기술 경쟁을 통해 기술 개발 활성화를 추진하고 있음. 공개한 데이터는 5,277장의 실제 영상을 기반으로 60만장 이상의 차량 정보가 레이블링 되어 있으며, CAD 수준의 3D 차량 모델 등 보다 실사와 유사한 수준의 품질로 데이터 셋트가 발전하고 있음



[그림 7-121] ApolloScape의 차량 객체 데이터 및 Scene Parsing 데이터

- 버클리 인공지능연구실에서는 BDD100K라는 운전 데이터베이스를 공개하였으며, 거친 주행환경, GPS 정보, IMU 데이터, 타임스탬프 등이 포함된 비디오 시퀀스 등으로 구성되어 있으며, 차선 구분, 운전 경로, 주행 가능 구역 등이 구분되어 있음



[그림 7-122] BDD100K의 Lane Marking, Road Object Detection 데이터

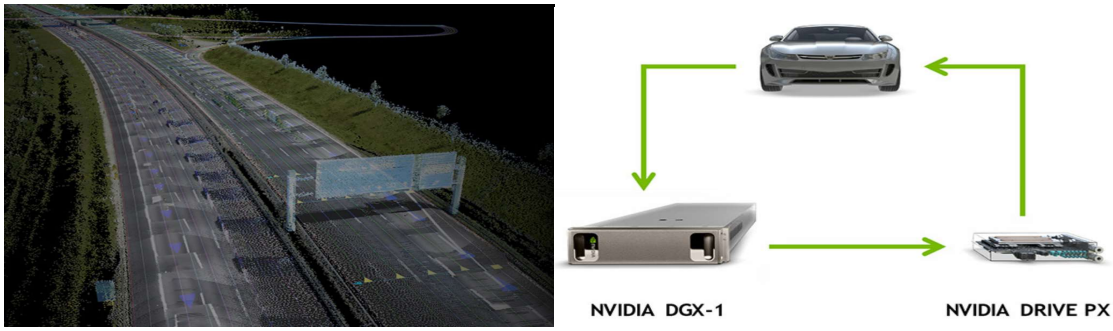
○ 자율주행차, 로봇 등 스마트모빌리티 관련 활발한 기술 개발로 실세계 환경에서 시험하기 이전에 실세계와 유사한 가상환경에서 기술 개발 할 수 있는 가상의 데이터 셋트, 센서 등이 제공되는 시뮬레이션기술이 경쟁적으로 개발되고 있음

- MILS, SILS, HILS, VILS 등 단위 모델 기반, 소프트웨어, 하드웨어 및 차량 중심의 드라이빙 시뮬레이션 기법으로 다양하게 개발되고 있으며, 특히 인공지능 기술의 발전에 따라 고성능의 컴퓨팅 환경을 기반으로 인공지능 아키텍쳐를 기반으로 자율주행 개발 플랫폼으로 발전하고 있음

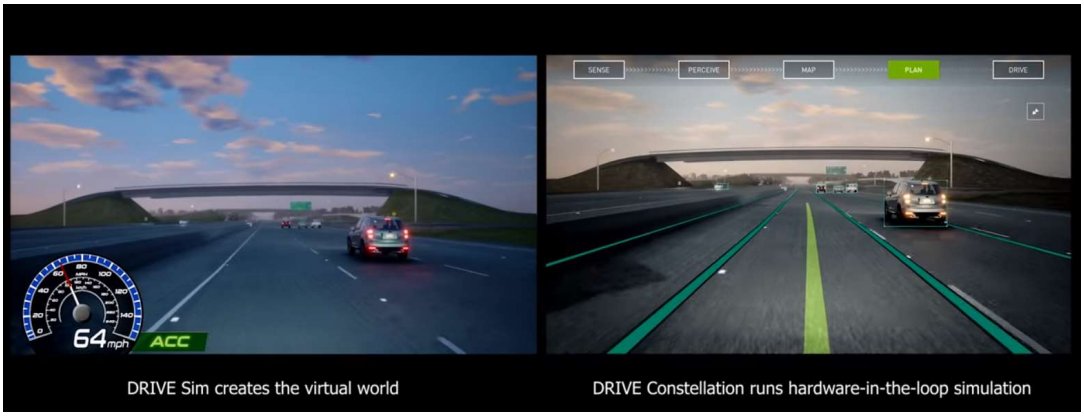


[그림 7-123] CarSim , MS AirSim, 구글 Waymo Craft 등 드라이빙 시뮬레이터 S/W

- NVIDIA는 자율주행차을 위한 고해상도의 지도 제작과 업데이트를 위한 MapWorks 제품을 출시하였으며, 도로 주행전에 자율주행 플랫폼을 테스트 및 검증을 위한 사실적인 시뮬레이션 솔루션인 NVIDIA Drive Constellation 솔루션을 통해 카메라, 레이더, 라이더 센서를 시뮬레이션 하며 다양한 자율주행 테스트 시나리오를 제공할 수 있는 기능을 제공



[그림 7-124] NVIDIA의 지도제작과 업데이트를 위한 Drive PX, Tesla GPU 기반의 MapWorks

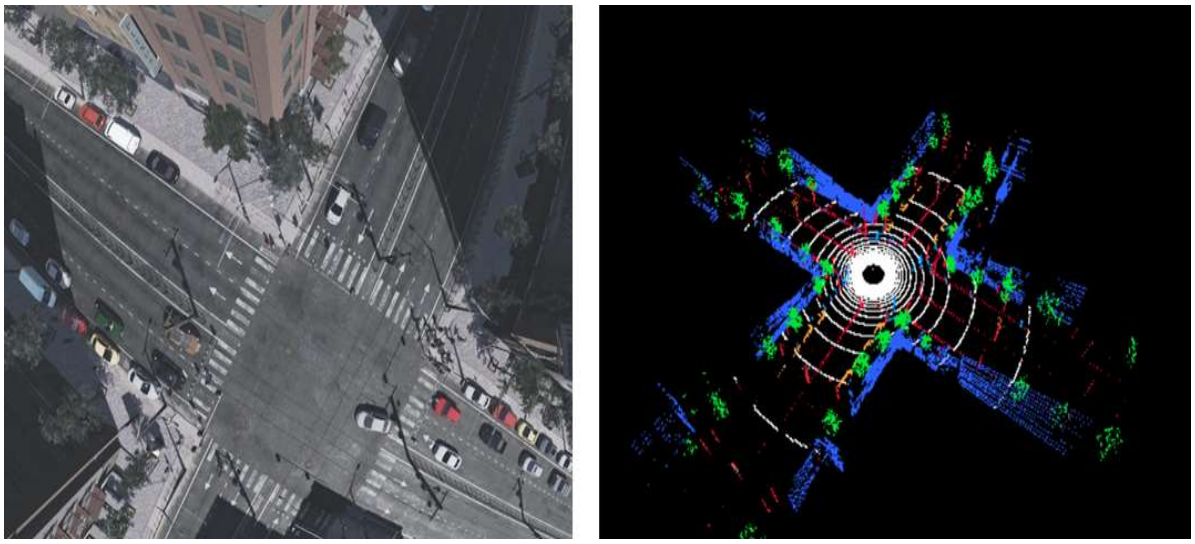


[그림 7-125] Virtual Reality 자율주행 시뮬레이터인 NVIDIA Drive Constellation

○ CVEDIA에서는 LiDAR, GPS, IMU 등의 다양한 센서 모델링, 가상 환경에서의 인공지능 기반 학습을 위한 가상 데이터를 생성하는 학습 데이터를 생성하는 Entropic Synthetic Datasets, 알고리즘 학습을 위한 서비스 솔루션 등을 제품화 하였으며, 이를 기반으로 HILS 기반의 시뮬레이션을 제공하는 SynCity 시뮬레이션를 개발



[그림 7-126] 3가지 레벨의 데이터 생성 환경을 지원하는 SynCity 시뮬레이터



[그림 7-127] Synthetic Datasets의 가상 데이터와 센서 모델 데이터 예시

- 독일의 VIRES에서는 드라이빙 시뮬레이션 응용을 위한 데이터 생성, 시험 환경 설정, 가상환경 표현 등 ADA, 자율주행 학습용 시뮬레이션 기능을 지원하는 VTD(Virtual Test Drive) 제품을 출시하였으며, Sil, DiL, Vil, Hil 기반의 시뮬레이션 등 3rd파티 제품과의 연동을 지원하는 개방형 Modular 디자인 기반의 제품을 출시. 특히 가상환경을 구성하는 데 있어서 OpenDRIVE 데이터베이스 표준을 기반으로 OpenSCENARIO를 지원하고 있음



[그림 7-128] 다양한 환경, 객체, 시나리오를 지원하는 VIRES의 VTD 시뮬레이터 예시

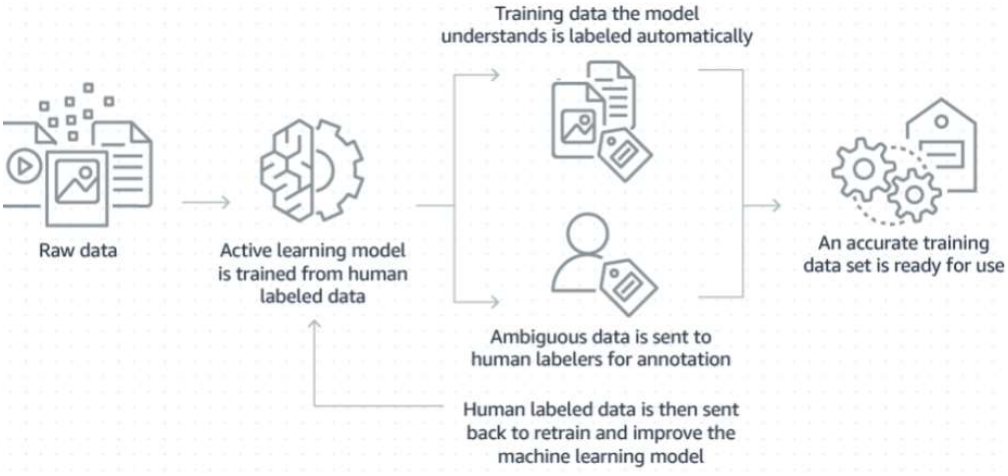
- BAIDU에서는 Unity와 협업을 통해 도로 형태, 장애무, 드라이빙 플랜, 교통신호등 실감있는 시나리오를 만들 수 있는 기술, 실시간 도로 상황을 표출하는 3D 가시화 등을 지원하는 자율주행 기술 개발을 위한 Apollo Simulation Platform을 개발



[그림 7-129] Apollo Simulation Platform (BAIDU)

○ 미국의 Amazon은 기계학습 모델을 사용하여 원시 데이터 레이블링을 자동화함으로써 수동 레이블링 비용 절감 및 학습데이터 구축 속도를 개선시킴

- 객체 탐지 및 검출, 공간 분할 등 다양한 AI 서비스 목적에 따른 학습데이터셋을 구축하기 위한 레이블링 작업, 워크플로우, 인터페이스 등을 제공함
- 자동으로 생성된 레이블은 레이블별로 신뢰도 점수를 제공하며, 일정 수준의 신뢰도를 확보하지 못한 데이터의 경우 사람에게 라우팅되어 수기로 레이블링 작업을 수행함
- 액티브 러닝 기법을 적용하여 사람이 분류해낸 결과는 다시 딥러닝 모델의 학습데이터로 사용되어 레이블링 작업이 진행될수록 오토 레이블링 모델의 성능 역시 증가하게 됨

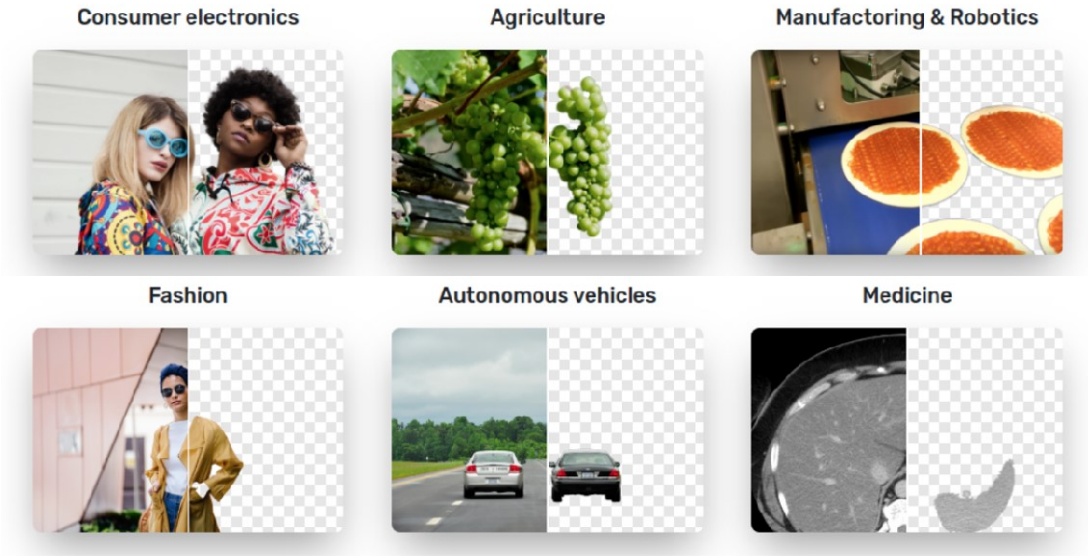


출처: amazon.com

[그림 7-130] Amazon SageMaker Ground Truth 작동 방식

○ 미국의 Supervisely는 사람이 수동으로 레이블링한 결과를 대상으로 딥러닝 기술을 적용하여 레이블링된 결과를 좀 더 정교하게 fine-tuning할 수 있는 기술을 보유함

- 영상 내에 관심 영역을 대상으로 바운딩 박스 또는 외곽선을 대략적으로 그리게 되면 딥러닝 기술을 통해 해당 객체를 배경으로부터 정확히 추출하여 영역 분할을 위한 레이블링 데이터를 제공함

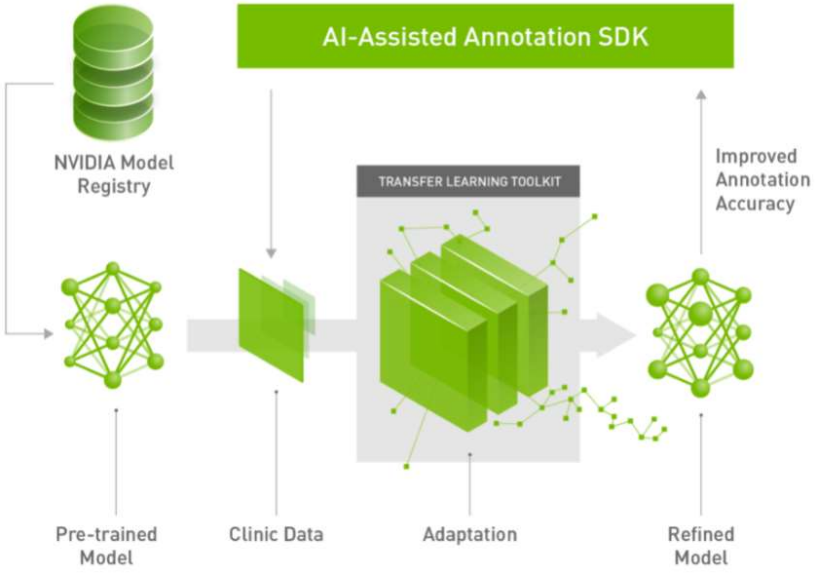


출처: supervisely.com

[그림 7-131] 다양한 분야에서 Smart Tool을 적용한 학습데이터 예시

○ 공간정보와 유사하게 대용량 데이터를 보유하고 있는 의료영상 분야에서도 오토 레이블링 기법에 바탕을 둔 솔루션 개발이 활발히 이루어지고 있음. 대표적으로 미국의 NVIDIA에서는 2018년 북미영상의학회(RSNA)에서 의료영상 자동 레이블링 기능을 포함한 의료 AI 서비스 개발에 필요한 SDK를 선보임

- NVIDIA Clara Train SDK를 통해 개발자가 직접 인공지능 기반 학습데이터 레이블링 작업을 수행할 수 있는 프레임워크를 제공함. 특히 전이학습을 바탕으로 기존에 개발된 학습 모델을 이용하여 사용자의 목적에 맞는 학습데이터 자동 레이블링 모델을 생성함

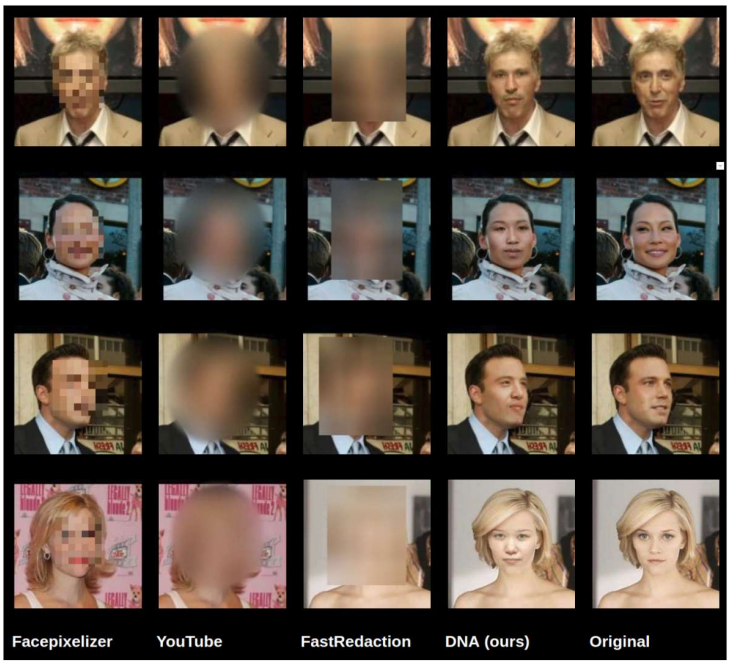


출처: nvidia.com

[그림 7-132] NVIDIA Transfer Learning Toolkit 워크플로우

○ 최근 영상 기반 데이터 익명화 서비스를 제공하는 기업들이 점차 시장에 선보이고 있음

- BrighterAI는 독일 벤쳐 기업으로 심층신경망을 이용하여 CCTV 등의 카메라에서 생성된 영상을 대상으로 데이터 익명화 기술을 개발함

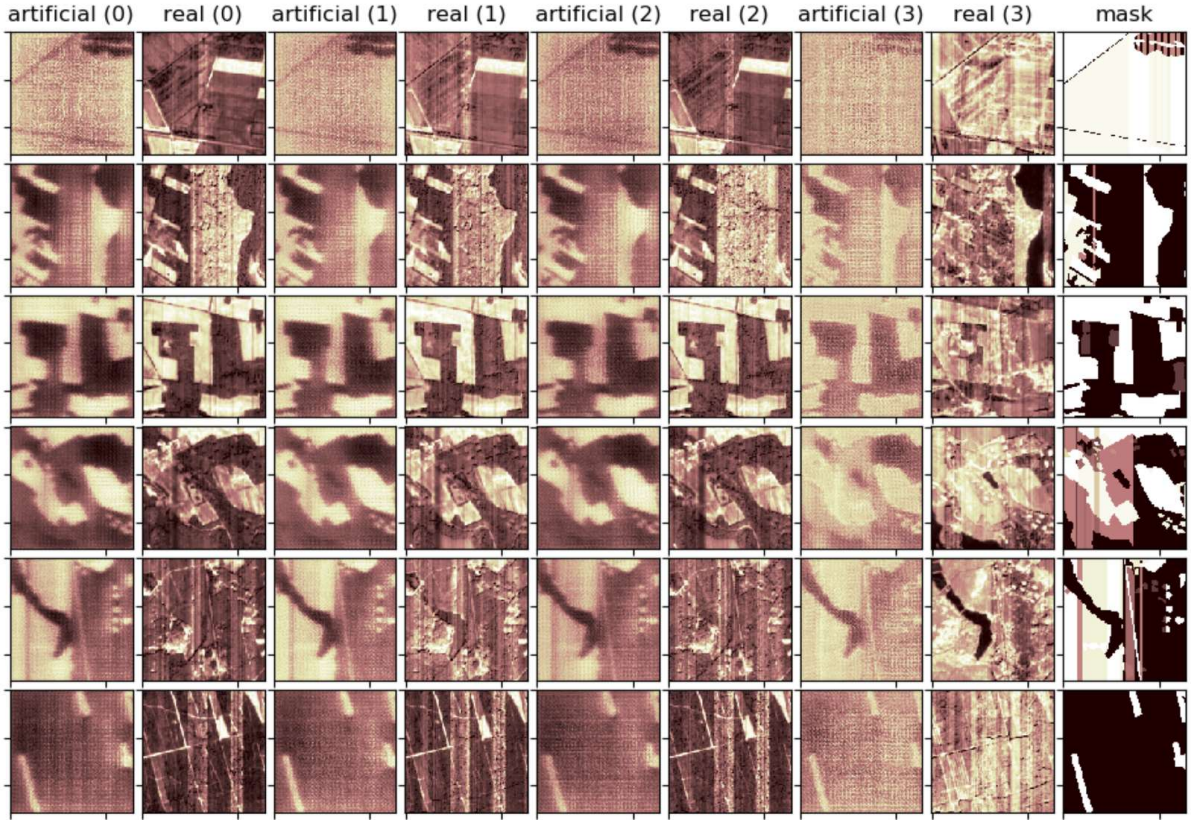


출처: brighter.ai

[그림 7-133] 데이터 익명화 적용 예시

○ 영상 품질 개선을 위한 노력은 수십년전부터 지속적으로 연구되어 왔으며, 최근에는 딥러닝을 이용한 알고리즘 통해 혁신적인 성능 개선을 경험하고 있음

- 클래스 불균형 문제를 해소하기 위해 기존의 전통적 영상처리에 바탕을 둔 학습데이터 확장 기술은 원본 영상과 상당히 유사하기 때문에 학습에 미치는 영향이 상대적으로 낮다고 볼 수 있음
- 최근에는 공간정보를 비롯한 세밀한 정확도를 요구하는 의료영상 확장을 위해서도 딥러닝 기반의 생성 모델을 활용하고 있음
- 그러나, 현재까지는 대학 또는 기업 연구소 차원에서 학습데이터 불균형을 해소하기 위해 딥러닝 기반 솔루션의 유효성 검증이 대부분을 차지하고 있으며, 상용 서비스로 제공되는 경우는 없음



출처: https://blog.softwaremill.com/

[그림 7-134] 생성적 적대 신경망을 이용한 항공사진 생성 예시

○ 미국이 주도하는 AI 분야 국제표준화위원회(ISO/IEC JTC1 SC42) 등 관련 표준화도 의료, 제조 등 활용분야와 연계하여 표준 작업이 진행되고 있으며, 미국 국립표준기술연구원(NIST)에서는 AI 기술 표준 개발을 공개('19.7)

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

〈표 7-100〉 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 국외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 추론기술	다양한 유형의 신경망 기법들을 일부 유형의 공간정보에 적용하기 시작하고 있으며, 고차원에 정보에 대한 적용연구는 시작단계			
	미국	ESRI	ArcGIS suites	• 영상, 벡터지도 등에서 객체추출, 그룹화, 분류 등에 대한 인공지능 기법 적용
	미국	AutoDesk	Fusion360	• 조건에 따른 설계를 자동으로 수행할 수 있도록 인공지능기법을 적용
공간지능화 해석력 확보 기술	자율주행 등 공간정보 활용 분야에서 공간정보를 고려한 판단 과정의 가시화 및 설명 기술로 발전			
	미국	NVIDIA	PilotNet	• 자율주행지능이 판단하게 된 과정을 시각적으로 가시화하는 인공지능 아키텍쳐

○ 단순 2차원 데이터 등에 대한 신경망 네트워크 적용을 위한 기술개발에 비해 3차원 이상의 시공간 데이터에 대해 학습 네트워크를 구축하기 위한 연구는 유명 학회에서 관련 논문들이 일부 발표되기 시작되고 있는 상황임

○ 기존의 단순 이미지, 음성, 문자 등과 같은 단순 데이터 뿐 아니라, 위성영상, 수치지도 등과 같은 시공간적 속성 및 특징을 가지는 데이터에 대해 신경망 등과 같은 인공지능 기법이 점차 적용되어 가기 시작하고 있으며, 현재까지는 단일 응용분야의 문제에 대해 집중하고 있으나 점차 보다 다양한 응용 및 분야가 연계되는 복합문제로 확대될 것으로 예상됨

- 미국 ESRI 에서는 ArcGIS를 위주로 하는 SW suites 들을 통해 위성영상으로부터의 객체추출, 객체 분류 및 그룹화 등의 기능에 기계학습 기반 방법을 적용하기 시작하였음
- 또한 최근의 인공지능 기법을 적용하여 데이터의 예측, 변화추이 등을 분석하고, 나아가 이를 기반으로 교통혼잡 분석 등의 분야에서 이를 활용하기 위한 연구개발이 진행되고 있음



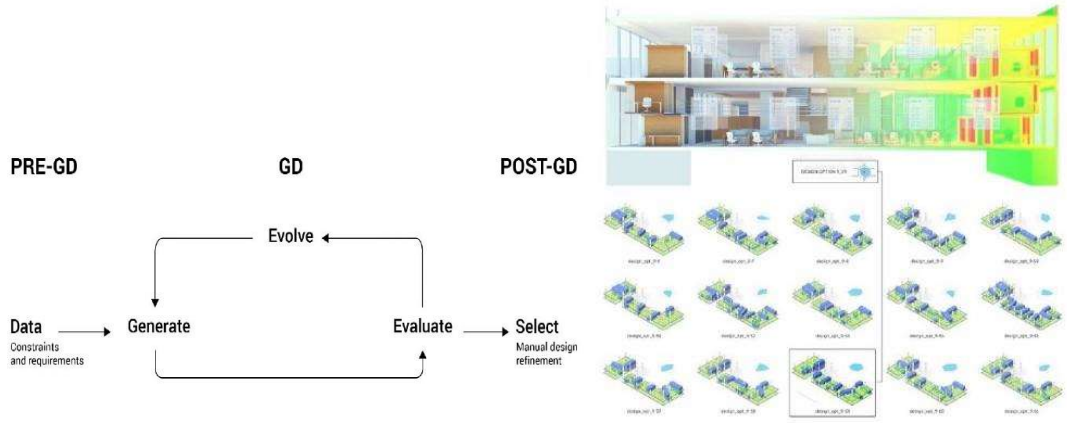
<ESRI machine learning framework> <ArcGIS에서의 신경망을 이용한 Land Cover 분류사례>

출처: ESRI user conference 2019 발표자료 및 홈페이지

[그림 7-135] ESRI ArcGIS의 인공지능기법 적용 프레임워크 및 사례

○ 기존의 디자인 및 설계의 분야에서도 인공지능 기법을 적용하여 보다 효율적이고 효과적인 결과를 도출할 수 있도록 하는 연구개발이 진행되고 있으며, 일부 제한적 제품설계에 적용되어 있고 향후 보다 확대되어 갈 예정임

- 미국 Autodesk 에서는 제품의 설계과정에 인공지능 기법을 도입하여, 초기 디자인 없이 작업 효율 및 생산성을 높이는 제너레이티브 디자인(GD, Generative Design)이라는 기능을 도입하였으며, 이를 통해 주어진 조건에 맞는 수천가지 디자인을 빠른 시간에 만들어 낼 수 있도록 연구개발 중

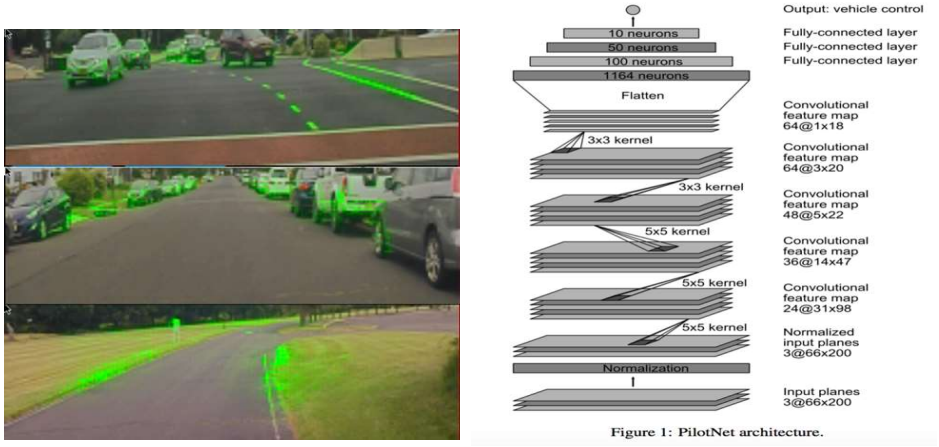


출처: Autodesk 홈페이지

[그림 7-136] Autodesk의 Generative Design개념과 구조물 설계에 적용한 사례

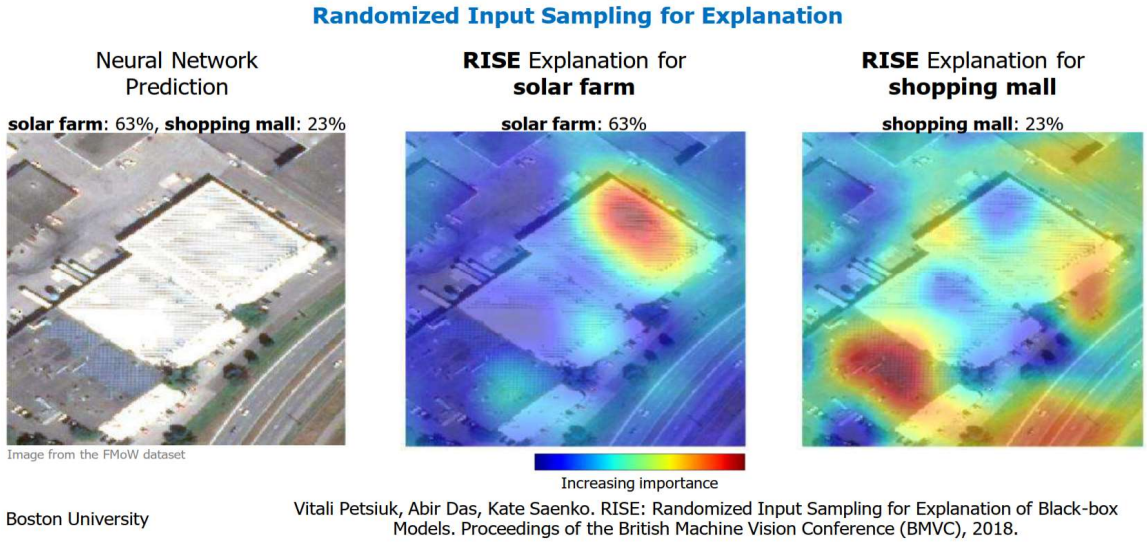
○ 인공지능이 의사 결정을 수행하는 과정에서 결과에 대한 근거 및 과정에 대한 타당성있는 근거 제시를 위한 기술개발이 핫이슈로 활발하게 진행되고 있으며, 공간정보와 관련된 응용분야 맞춤형 기술개발이 점차 확산되고 있음

- 구글의 경우는 XAI에 대한 기술을 오랬동안 개발해왔으며, IBM도 OpenScale를 활용하여 인공지능 모델이 어떻게 동작되는지 설명하는 설명 가능한 AI 서비스를 제공하기 시작하였으며, Watson OpenScale로 지속적인 개선 작업을 추진하고 있음
- NVIDIA에서는 자율주행의 판단 근거를 시각적으로 설명하는 PilotNet을 개발하였음



[그림 7-137] 자율주행의 판단 근거를 설명하는 NVIDIA의 PilotNet

- 보스톤 대학에서는 입력 영상에 대한 판단 근거를 공간정보 기반의 건물의 정보를 고려한 가시화 기술로 설명하는 RISE 기술을 개발하였음



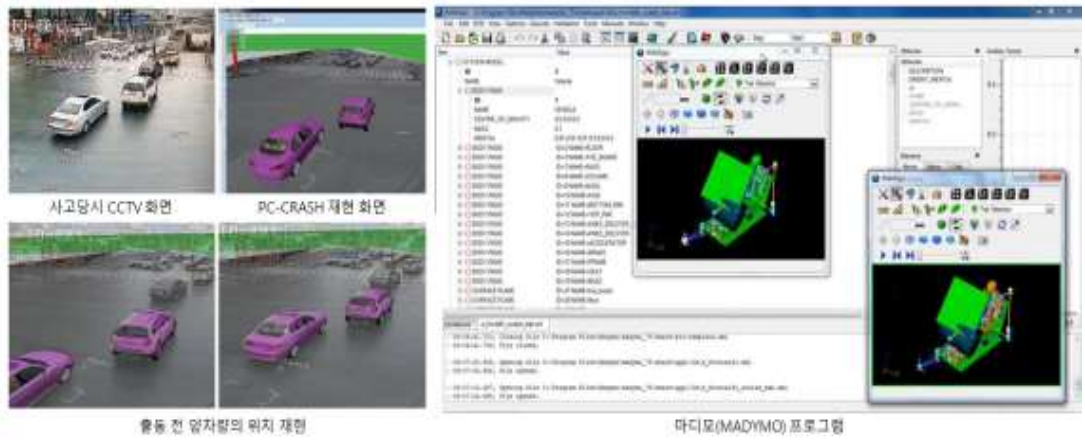
[그림 7-138] 영상에 대한 판단 근거를 시각적 요소로 가시화하는 RISE 기술 (Boston 대학)

- 제조 분야에서도 일본의 스타트업인 Skydisc에서는 자동차 부품의 결함의 결함여부를 판정하고 그 요인이 되는 매개변수를 시각화하여 알려주는 MotionBoard for SkyAI 모델을 개발하였음

○ LiDAR, CCTV, 블랙박스 등 영상 정보, IoT 센싱 정보를 활용하여, 교통사고와 같은 도시현상을 가상공간에 재현하여, 분석하는 기술이 개발되어 활용되고 있으며, 향후에는 교통사고의 인과관계를 근거로 판정을 내리는 활용으로 발전

- 해외에서는 CCTV, 블랙박스, 3D 스캐너를 이용하여 수집된 교통사고 현장 정보를 융합하여 3차원 복원하여 교통사고 상황을 재현·분석하는 Madymo, PC-Crash 등이 개발되어 있으나, 아직까지 많은 부분 수작업에 의존하고 있음

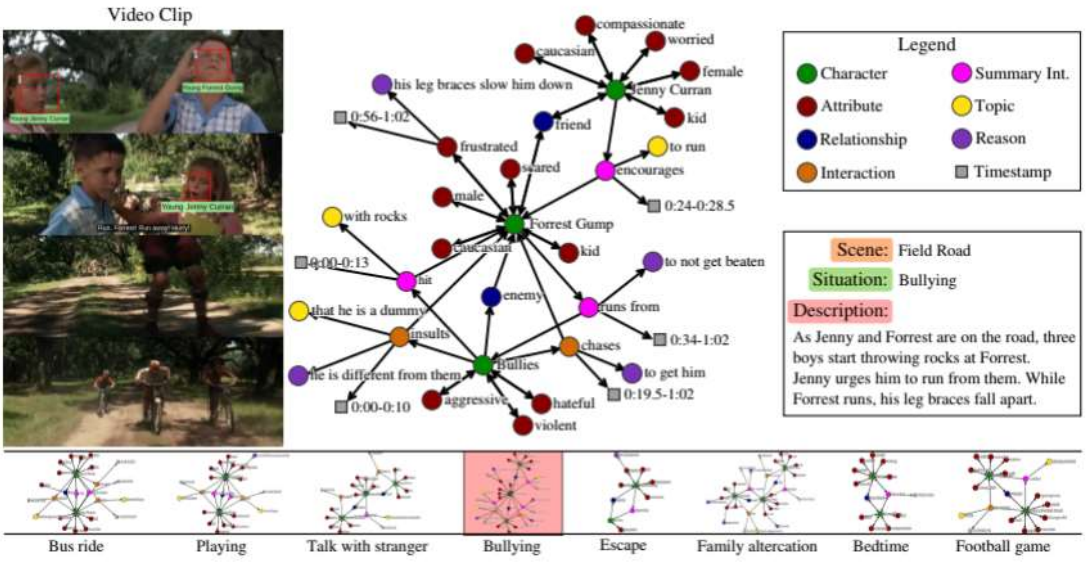
- 최근 Atlantic Laser Scanning Service Inc.와 The CAD Zone 등은 교통사고 현장을 3차원 스캐너, 영상정보 및 사고증거 등을 기반으로 사고현장을 3차원으로 복원하는 서비스도 제공하고 있으나, 사고 당시의 차량 주행 정보 등을 시계열 3차원 정보로 복원하여 재현하기에는 한계가 있음



[그림 7-139] 교통사고에 대한 사고상황을 복원하여 재현하는 기술

○ 복잡한 네트워크를 표현하고 분석하기 위한 그래프 데이터베이스로 ArangoDB, Neo4j, Amazon Neptune, OrientDB 등이 기술을 선도하고 있으며, 최근에는 Oracle의 Spatial and Graph 등 시간과 공간을 중심으로 그래프 기반 데이터 처리가 가능한 제품이 출시되고 있으나 아직까지는 초기 단계임

- 그래프 데이터 모델에서 공간정보에 대한 이슈를 다루기 위해 사람, 사물, 공간의 관계를 그래프로 모델링하여 표현하는 기술 개발이 진행되고 있음



[그림 7-140] 사람이 이해할 수 있게 비디오를 설명하기 위한 그래프 구성 기술(MovieGrpah)

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

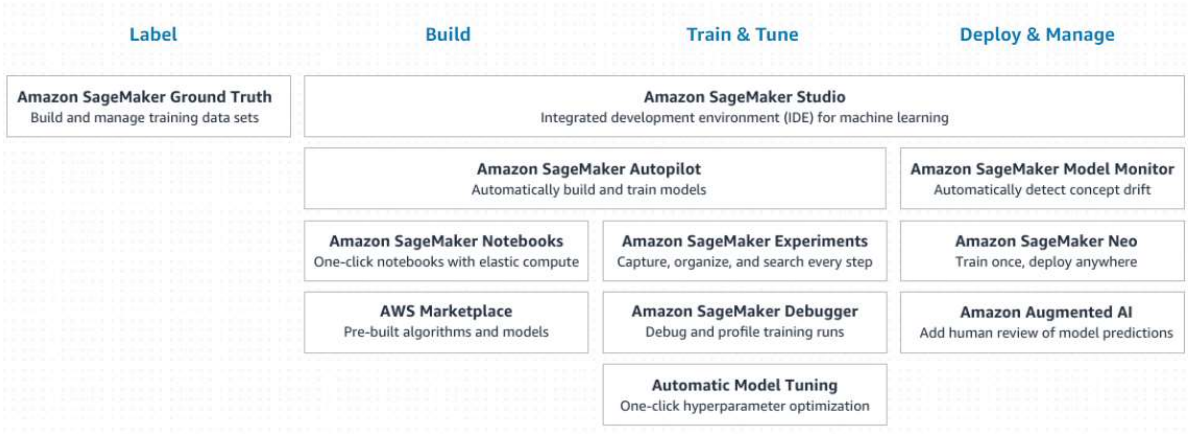
〈표 7-101〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 국외 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
데브옵스 기반 초대규모 실시간 공간분석 서비스 운영 기술	기업별로 자사 서비스에 특화된 머신러닝 파이프라인 관리 플랫폼을 자체 개발하고 있으며, 이와 더불어 머신러닝 파이프라인을 전체 과정을 지원하는 AI 서비스 개발 툴을 시장에 선보이고 있음			
	미국	Amzon	Amazon Sage Maker	• 머신러닝 파이프라인에 포함된 모든 단계를 단일 툴셋으로 제공
	미국	Microsoft	Azure ML Studio	• ML 모델을 쉽게 관리하고 서비스 품질을 유지할 수 있도록 돕는 'ML옵스(MLOps)' 제공
	미국	Google	Google Cloud Platform	• 'AI 플랫폼(AI Platform)'은 고객이 신경망과 알고리즘 모델을 생성하고, 모든 규모의 데이터 세트에서 예측을 수행할 수 있는 완전한 관리형 서비스
	미국	Valohai	Deep Learning Management Platform	• 오픈 소스 및 오픈 API 기반의 머신러닝 파이프라인 관리 플랫폼
IoT 기술을 활용한 실시간 모니터링 기반 재난대응	IoT, AI를 이용한 디지털 트윈 기술을 바탕으로 재난 발생에 따른 시뮬레이션 수행, 기존의 고정적 대피 유도가 아닌 상황인지 기반 대피 유도 시스템으로 개발 진행 중			
	중국	HEX	HEX Dynamic evacuation	• 다중밀집시설 내 가변형 대피 유도 시스템을 구축하고 화재 상황에 대한 실시간 모니터링을 바탕으로 재난대응 수행
	프랑스	Dassult Systems	Virtual Singapore	• 초고층 건물에 대한 디지털 트윈을 구축하고, 마이크로 시뮬레이션 기술을 이용하여 재난 발생 시 최적 대응방안 수립
	독일	BOSCH	Smart Safety Link	• IoT 클라우드 기반의 지능형 화재경보시스템을 통해 대피경로를 안내하고, 평시에는 의료장비, 침입통제, 건물관리 등으로 활용

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
딥러닝 기술을 이용한 자율주행 모델 및 마이크로 시뮬레이션 모델 개발	자율주행차의 특성을 모사하기 위한 시뮬레이션 모델, 인간의 주행특성을 고려한 강화학습 기반 자율주행 모델, 자율주행환경에서의 신호 최적화 등이 연구개발 중			
	독일	Aerospace Center	SUMO	• 교통량, 차량, 네트워크, 신호 등을 고려한 open source 마이크로 교통 시뮬레이터 • 딥러닝 기술을 활용한 신호 최적화 분야에서 주된 시뮬레이터로 활용됨
	미국	Microsoft	Airsim Car	• 인간의 주행특성을 고려한 자율주행 모델 개발을 위해 인공지능 라이브러리, 3차원 도시 모델 등을 제공하고 Unity와 연동
	스페인	Computer Vision Center (CVC)	CARLA	• 자율주행 시스템 개발을 위한 딥러닝 라이브러리, 학습 및 검증, 센서 데이터를 제공하는 시뮬레이터
	미국	Intel	MADRas	• 강화학습 기반 자율주행 모델 및 자율주행차 간의 상호작용을 고려한 시뮬레이션 제공
상황인지 기반 드론 자율주행 모델 개발	자율적으로 장애물을 감지하고 회피하는 비행 기술 개발을 위해 상황인지 기반 드론 자율비행 모델 개발 진행 중			
	미국	Microsoft	Airsim Drone	• 자율적인 장애물 감지 및 회피 비행을 위한 딥러닝 기반 드론 비행모델 개발 환경 제공
	미국	Amazon	Prime Air	• 드론을 이용한 무인택배 서비스 • 강화학습을 통한 상황인지 기반 드론 자율비행 모델 개발
	미국	Google	Project Wing	• Cellular network를 활용하여 기상상황, 장애물, 다른 무인비행장치의 위치를 고려한 드론 자율비행 기술 개발

○ 미국 아마존의 SageMaker는 종합 관리형 기계 학습 서비스로 기계 학습 모델을 빠르고 쉽게 구축하고 훈련시킬 수 있으며, 이들 모델을 프로덕션 지원 호스팅 환경에 직접 배포할 수 있도록 지원함

- Amazon SageMaker Studio는 모든 ML 개발 단계를 수행할 수 있는 웹 기반의 단일 시각적 인터페이스를 제공하며, 모델을 빌드, 학습 및 배포하는 데 필요한 액세스 권한, 제어 및 가시성을 각 단계별로 제공
- Amazon Elastic Inference를 사용하여 코드 변경 없이 매우 적절한 양의 GPU 지원 추론 가속을 Amazon EC2 또는 Amazon SageMaker 인스턴스 유형 또는 Amazon ECS 작업에 연결하여 고속의 학습 추론 및 비용 절감

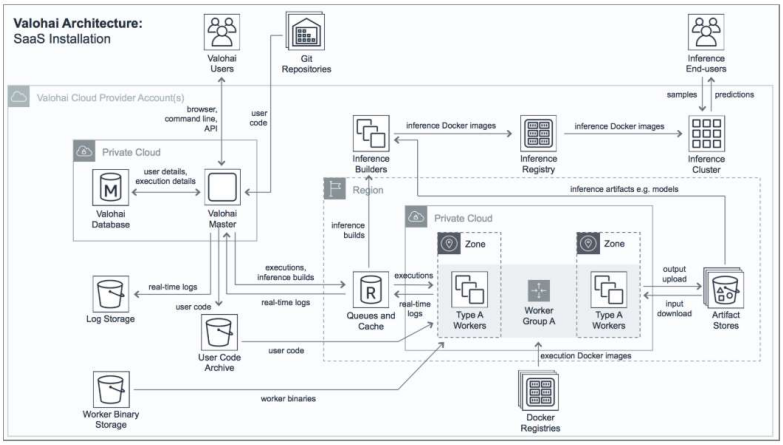


출처: amazon.com

[그림 7-141] Amzon SageMaker 구성도

○ 미국 Valohai에서 제공되는 딥러닝 파이프라인 오케스트레이션 플랫폼 서비스는 코드 및 데이터 버전 관리, 인프라 셋업, 워크플로우 자동화 등 파이프라인 관리 등 AI 프로젝트 수행에 따르는 전 과정을 매우 쉽고 간편하게 사용할 수 있도록 함

- VM 자동 생성, 설정, 배포 등 데브옵스에서 수작업이 필요한 비중을 최소화하였으며, 지속적 통합 프로세스 상에서 모델 생성과 학습 관련 수작업을 제거하여 자동화 기반으로 처리
- 특정 기술이나 업체 종속에 대한 우려를 없애기 위해 오픈 API, 오픈 소스, 업계 표준 기술을 기반으로 핵심 컴포넌트가 구성됨



출처: valohai.com

[그림 7-142] Valohai 서비스 아키텍쳐

○ IoT, AI를 이용한 디지털 트윈 기술을 바탕으로 재난 발생에 따른 시뮬레이션 수행, 기존의 고정적 대피 유도가 아닌 상황인지 기반 대피 유도 시스템 개발

- 열/연기, 인구밀도 등 IoT 센서들을 이용하여 건물 내 상황정보를 실시간으로 모니터링하고, 수집된 데이터들을 바탕으로 재난 발생 시에 대한 시뮬레이션을 수행, 최적의 대응방안을 수립하기 위한 의사결정지원 도구로 디지털 트윈 기반 스마트 재난대응시스템이 연구되고 있음
- CCTV와 같이 건물 내 기 설치된 인프라를 활용하여 재난 발생 시 재실자들의 위치 및 동선을 파악하고, 이를 통해 기존의 고정형 대피 유도가 아닌, 음성 안내, LED 디스플레이 기기 등을 활용하여 동적으로 대피를 유도하는 상황인지 기반 대피 유도 시스템 개발이 진행되고 있음
- 요구조자를 위한 서비스뿐 아니라, 재난 현장의 실내 공간정보 가시화, BLE 기술을 활용한 실시간 실내 포지셔닝, 시뮬레이션 기반 요구조자 피난 예상동선 등 구조자를 위한 현장대응 솔루션 개발도 함께 이루어지고 있음



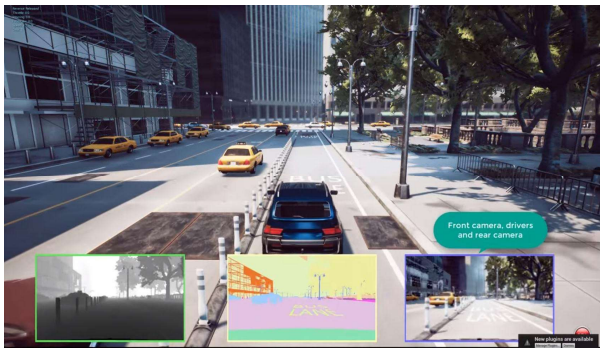
[그림 7-143] IoT 기술을 이용한 실시간 모니터링 기반 HEX Dynamic Evacuation System

○ 자율주행차의 특성을 모사하기 위한 시뮬레이션 모델, 인간의 주행특성을 고려한 강화학습 기반 자율주행 모델, 자율주행환경에서의 신호 최적화 등

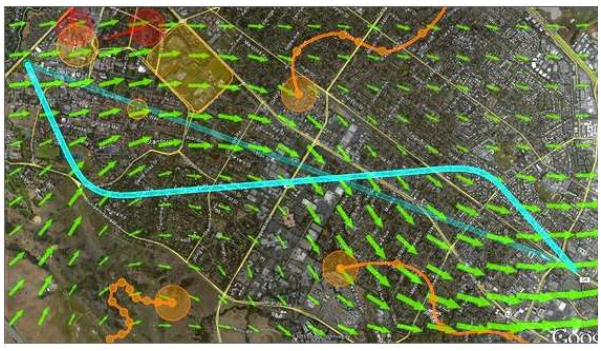
- 자율주행 시뮬레이션 기술 개발을 위해, 강화학습을 이용하여 인간의 주행특성을 학습시키는 자율주행 모델과, 반응속도 증가, 차간거리 감소 등 일반차량과 구별되는 자율주행차들의 특성이 고려된 도로 시뮬레이션 모델 등이 중점적으로 연구되고 있음
- 실제 도시와 유사한 가상환경을 바탕으로 신호, 보행자 등의 요소를 고려한 자율주행 시뮬레이션에 대한 개발이 활발히 진행되고 있으며, Intel의 MADRas(Multi-Agent DRiving Simulator), VISSIM, SUMO, CARLA 등이 대표적임
- 대부분의 시뮬레이터는 Open source로 개발이 진행되어 동일한 실험 데이터에 대하여, 개발자들이 각자의 학습 알고리즘을 적용하고 지속적인 검증을 수행해 자율주행 모델의 성능을 향상시키고 있음

○ 저고도에서 운행되는 무인비행장치의 안전하고 효율적인 관리를 위해 다양한 국가 및 기업에서 무인비행장치 교통관리시스템(UTM)을 개발하고 있음

- UTM(UAS Traffic Managemnt)는 저고도(150m 이하)에서 운항하는 무인비행장치의 비행계획 관리, 충돌 방지, 공역 설정 등 안전운항을 위한 교통관리시스템으로 기상상황, 교통량, 무인비행장치의 위치 등에 따라 무인비행 장치를 제어하는 것을 목표로 함
- Amazon, Google과 같은 민간 기업에서도 소형 무인비행장치의 운항을 위해 고도별 관리체계를 갖추고 있으며, Google 사의 Project Wing은 cellular network를 활용하여 기상상황, 장애물, 다른 무인비행장치의 위치를 고려한 비행경로를 계획하고 있음
- UC Berkeley에서는 Air Parcel Model을 구축하여 무인비행장치의 식별, 비행계획 관리, 정보 송·수신에 이용하고 있으며, 비행경로 계획 시 충돌 없는 최적의 경로를 계산하여 무인비행 장치에 전달함
- 유럽은 SESAR 프로젝트, Metropolis 프로젝트, 영국은 ASTREA 프로젝트 등 무인비행장치의 상용화를 위한 다양한 프로젝트들이 진행 중이며, Metropolis 프로젝트는 무인비행장치의 시간대별 교통량, 교통정체 등 다양한 요소가 고려된 비행 시나리오에 대한 연구를 진행하고 있음



[Airsim을 이용한 자율주행 모델 개발]



[Google 사의 무인비행장치 비행계획 관리 시스템]

(2) 국내 동향

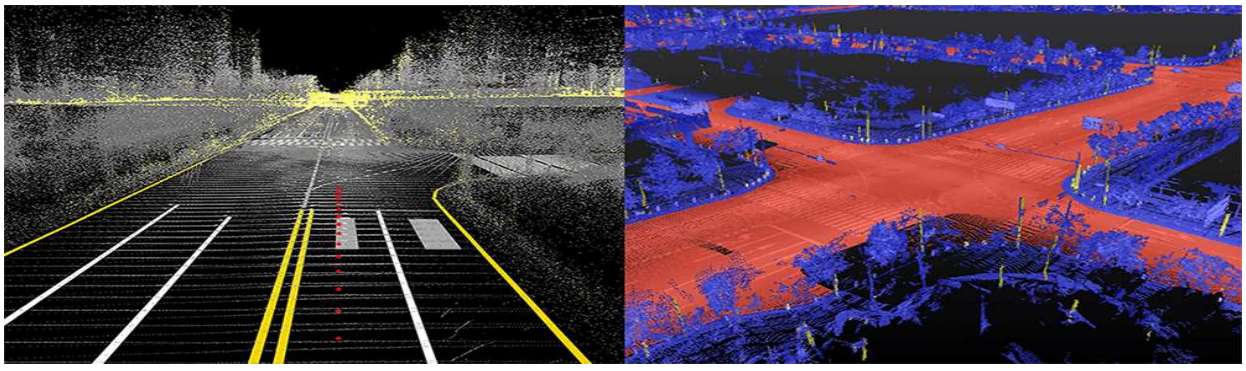
□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

〈표 7-102〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 국내 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
현실 모사 가상데이터 생성 및 시험 환경 구축	고해상도의 학습 데이터 생성, 데이터 종류 및 범위의 다변화		
	네이버랩스	HD 맵 데이터	• 하이브리드 HD 매핑 기술을 활용한 실환경에 대한 센싱 데이터
공간지능화 학습데이터 가공 기술	데이터 레이블링 전문 인력을 활용한 서비스 제공에서 벗어나 점차 인공지능 기반 레이블링 자동화 서비스 제공으로 발전하는 추세임		
	㈜솔트룩스	데이터 큐레이션 서비스	• Active Learning 기반의 데이터 큐레이션 서비스 제공
	㈜테스트웍스	aiWorks	• 인공지능 기반 객체 탐지 결과를 활용한 다단계 가공 프로세스

○ 자율주행, 드론 등 공간정보 기반 인공지능에 대한 기술 개발 경쟁이 심화되면서, 공간정보 기반의 학습 데이터에 대한 요구가 증가하고 있으며, 학습데이터를 효율적으로 생성하는 기술 등 응용 분야 중심의 기술개발이 이루어지고 있으며, 효율적인 데이터 구축, 고품질화 및 공간적 구축 범위의 확대가 진행되고 있음

- 네이버랩스에서는 도심지역의 대단위 정밀지도를 빠르게 제작하기 위한 하이브리드 HD 매핑 기술을 이용하여 자율주행을 위한 도로 HD맵을 구축하여 배포하고 있음



[그림 7-144] 네이버랩스에서 구축한 HD 맵 데이터 예시

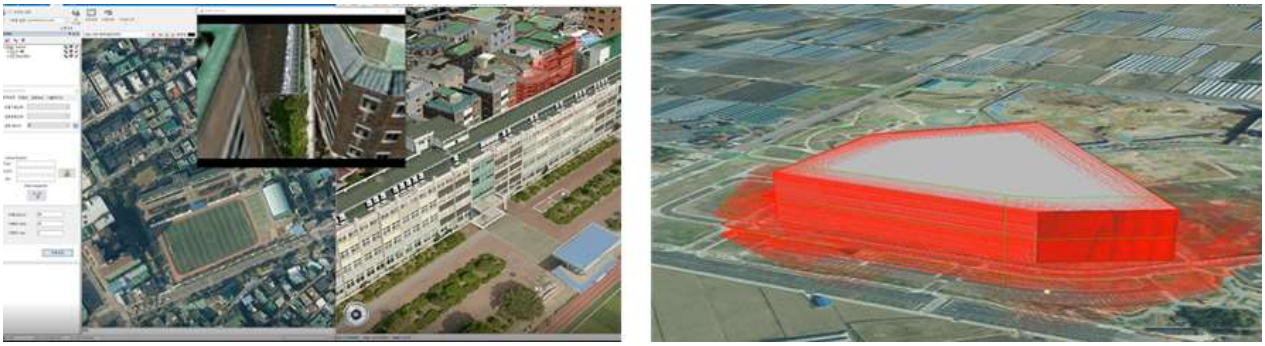
- LG전자의 미국 R&D센터는 센서 에뮬레이터, HD 맵 생성 및 차량 제어 기능을 제공하고 있으며, Autoware나 Apollo와 같은 자율주행플랫폼과의 연동도 지원하는 자율주행차를 위한 유니티 기반 시뮬레이터인 LGSVL을 개발하였음



[그림 7-145] 센서 에뮬레이터, HD 맵 생성 등 차량제어를 지원하는 Unity기반 시뮬레이터(LGSVL)

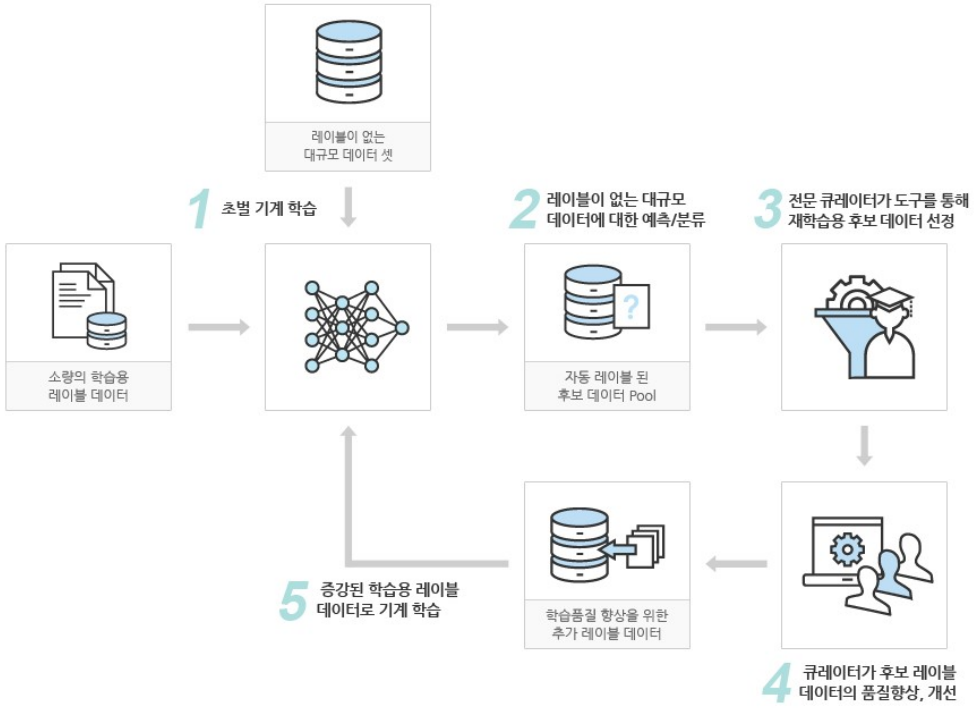
○ 드론 등 다양한 활용 분야에서는 실환경 적용시 발생되는 시행착오를 줄이기 위하여, 사전에 가상 공간에서 미리 시뮬레이션을 통한 실험 및 검증을 거친 다음 실환경에 적용하는 사례도 증가하고 있음

- 국토부 실감형공간정보연구단에서는 3D 정보 수집을 위한 드론 경로를 가상 환경에서 사전에 시뮬레이션을 통해 보다 효율적으로 시험하고 검증한 다음, 실제 현장에 적용하는 기술을 개발하고 있음



[그림 7-146] 3D 기반 비행경로 사전 시뮬레이션 기술 (지오멕스소프트)

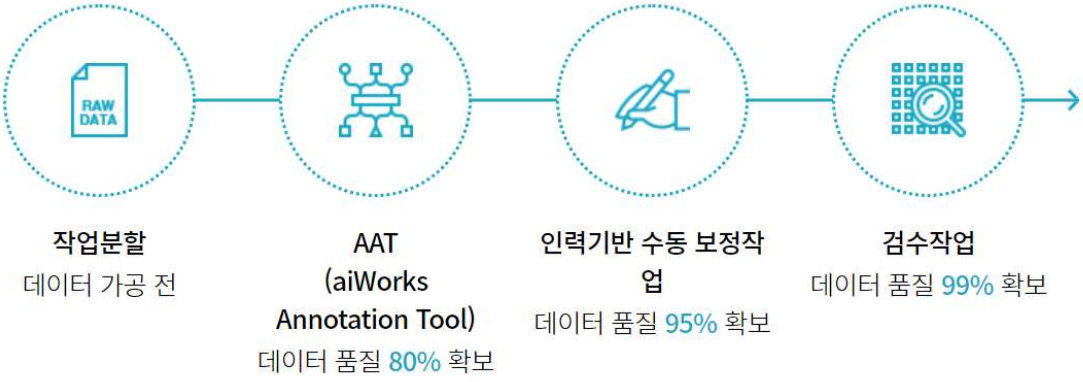
○ ㈜솔트룩스는 대규모, 고품질의 레이블링된 학습 데이터를 생성하기 위해 레이블이 없는 대규모 원시 데이터로부터 교사학습에 최적화된 레이블 데이터를 반복적으로 확보하여 낮은 비용으로 지능형 시스템을 구현하기 위한 데이터 큐레이션 방법을 적용함



출처: saltlux.com

[그림 7-147] 인공지능 기반의 데이터 레이블링 자동화 워크플로우

○ ㈜테스트웍스는 다단계 가공 프로세를 통한 고품질 데이터셋 구축 서비스를 제공하고 있음. 즉, 인공지능을 기반으로 미리 학습된 개체들에 대해 자동으로 탐지한 후 이를 대상으로 데이터 가공 전문 인력을 활용하여 학습데이터셋의 품질을 향상시킴



출처: testworks.co.kr

[그림 7-148] 학습데이터셋 구축을 위한 다단계 가공 프로세스

○ 과학기술정보통신부의 데이터 현황조사에 따르면, 국내의 데이터 구축 업계는 2,252개로 상대적으로 적은 수치는 아님. 그러나 해당 분류에서 인공지능 데이터 구축에 대한 전문성을 보유한 기업은 높지 않다고 판단되며, 주요 대기업을 제외하고 데이터 구축 전문기업이 비교적 영세하기 때문에 데이터 구축을 넘어서 고품질 데이터 정제 기술을 보유한 기업은 찾아보기 힘듬[139)]

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

〈표 7-103〉 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 국내 사례

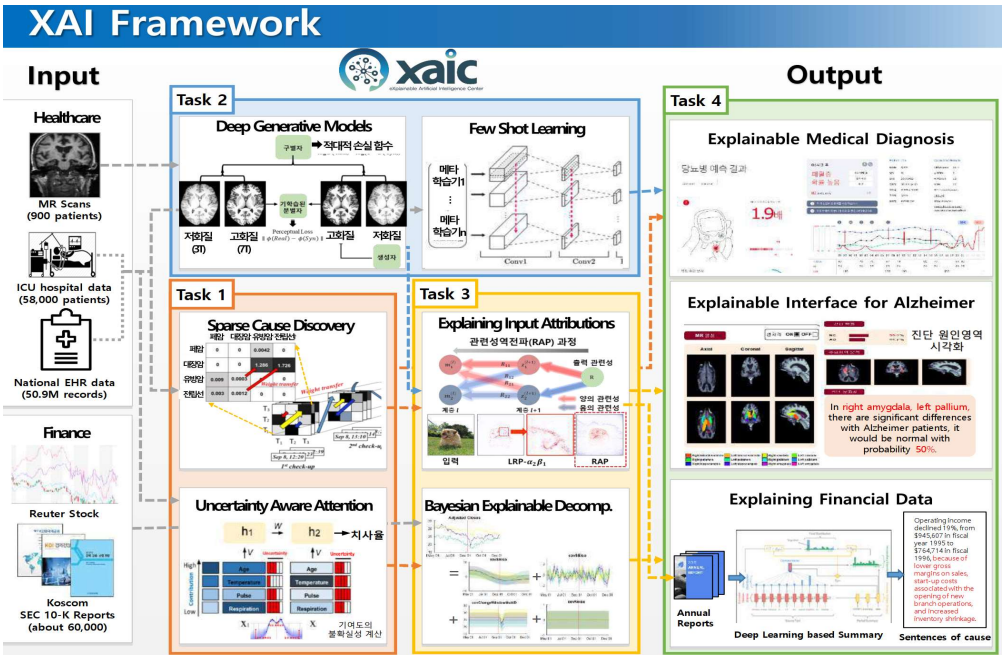
개발방향	기업명	제품명	특징
대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 추론기술	CCTV 영상 등과 같은 특정매체를 대상으로 객체 추출 등을 위해 인공지능 기법의 적용을 진행하고 있음		
	삼성SDS, ㈜공간정보기술, 솔트룩스 등	지능형 CCTV 등	• 주로 CCTV 영상으로부터의 객체추출을 위한 인공지능 기법적용
공간지능화 해석력 확보 기술	금융, 의료 등 활용분야와 연계한 Few-shot learning과 인터페이스 기술이 개발		
	XAI 연구센터 컨소시움	의료,금융,게임	• 의료, 금융 분야를 대상으로 판단에 대한 근거를 설명

○ 기존의 전통적 공간정보 산업보다는 보안/관제 및 데이터 처리분야에서 요구되는 일부 공간정보 관련 기능으로써 CCTV 영상을 위주로 객체를 추출하는 기능을 위한 인공지능 기법의 도입이 다수 진행되고 있으며, 보다 다양한 부분으로 확대되어 나갈 것으로 예상됨

- 삼성SDS 및 ㈜공간정보기술 등에서는 기존의 CCTV 영상처리기법을 확장하여 인공지능 기반의 객체 추출을 지원할 수 있도록 제품개발 및 적용을 진행하고 있음
- 솔트룩스에서는 빅데이터 관점에서 시맨틱 데이터 처리를 위한 인공지능 기법의 개발 및 적용을 진행하고 있음

○ 국내에서는 과기정통부의 지원을 받아 UNIST, KAIST, 서울대 등이 공동으로 XAI 연구센터 컨소시엄을 구성하여 설명가능한 모델과 인터페이스 기술을 개발하여 의료, 게임, 금융에 적용하는 연구가 진행 중에 있음

139) 출처: 2018 데이터산업 현황 조사 모집단 분포(2018 데이터산업 현황조사, 과학기술정보통신부 한국데이터산업진흥원)



출처: XAI 연구센터

[그림 7-149] XAI R&D 프레임워크 구조

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

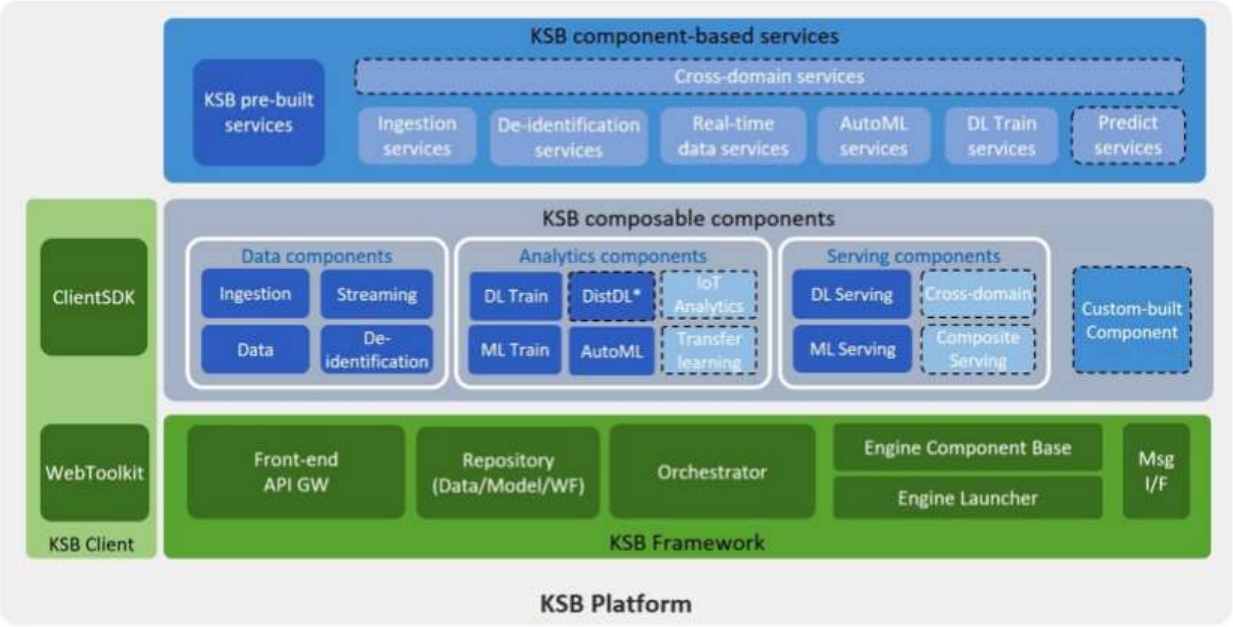
〈표 7-104〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 국내 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
데브옵스 기반 초대규모 실시간 공간분석 서비스 운영 기술	웹서비스를 통해 이미 개발된 머신러닝 알고리즘을 사용자가 보유한 데이터에 적용할 수 있는 서비스는 제공되고 있으나 머신러닝 파이프라인 관리 플랫폼 기술 개발은 초기 단계임		
	한국전자통신연구원	BeeAI	• 실시간 데이터 수집 및 처리, 그리고 기계 학습모델을 이용한 실시간 서빙을 위한 시스템을 동적으로 구성하여 실행 및 운영할 수 있는 기술을 제공
다중밀집시설 실시간 재난대응을 위한 플랫폼 구축	실시간/능동적 재난대응을 위한 디지털 트윈 기반 통합 플랫폼 구축 기술 개발		
	한국건설기술연구원	• 능동적 대응을 위한 개방형 플랫폼 기술 개발 및 재난대응체계 구축	
	한국기계연구원	• IoT 센서가 수집한 건물 내 실시간 상황정보를 학습하여 위험도를 평가하고, 현장대응 기록을 학습하여 안전경로를 제시하는 AI 기반 화재 대피 시스템 개발	
	한국전자통신연구원	• 공간정보기반 맞춤형 소방활동 서비스를 위한 소방활동융합정보 생성/융합/분석/활용 시스템 개발 및 실증	
C-ITS와 연계한 자율주행 관제	AI 기술을 활용한 주행경로 생성 기술 및 C-ITS와 연계한 통합 관제시스템 개발		

개발방향	기업명	제품명	특징
시스템 개발	현대자동차	커뮤니티형 모빌리티 서비스	• AI 기술을 활용하여 실시간 이동수요를 분석하고, 이를 기반으로 모빌리티 서비스(택시 합승) 솔루션 제공
	한국교통연구원	자율주행기반 대중교통시스템	• 자율주행 관제 시스템 및 C-ITS 시스템을 연계하여 스마트 대중교통시스템 구축
UAV 비행경로 최적화 기술 개발	무인비행장치의 안전 운행을 위한 저고도 교통관리체계 및 비행경로 최적화 기술 개발		
	항공안전기술원	• 유연한 공역구조 설정 및 지형적 경계 설정 기술	
	주식회사 코레스	• 실시간 상황정보 기반 네트워크 토폴로지 변경 가능	
	주식회사 빅스(VICS Inc.)	• 다중 센서를 통한 비행 위험 인지 및 회피 알고리즘 개발	

○ KSB 인공지능 프레임워크를 사용하여 사물인터넷으로부터 다양한 데이터를 수집·적재·처리가 가능하며, 학습·융합 서빙·분석하여 지식을 추출하고 도메인 지식과 연동(등록)해 도메인 특화 응용서비스 개발까지 전 주기적 솔루션 개발을 지원 받을 수 있게 됨. 또한 인공지능 서비스와 관련하여 모든 부분을 엮어 완벽한 시스템 구축이 가능함도 장점임

- 프레임워크의 핵심기술로는 워크플로우 구성기술과 분산 병렬처리기술들로 관련기술은 특허 출원하였음, 특히 특정 클라우드에 종속되지 않고 소프트웨어를 서버 등에 직접 설치 운영 할 수 있어 기업은 자체 데이터와 경험을 활용, 인공지능 기술력을 내재화할 수 있고 기존 사물인터넷(IoT) 플랫폼과도 쉽게 연동이 가능함
- 비전문가도 쓰기 편리하게 웹 방식의 워크플로우 저작도구인 웹 툴킷과 컨테이너 기반 스탠드 얼론(stand-alone) 실행환경을 제공함. 이를 통해 손쉽게 인공지능 서비스를 개발 및 구축이 가능해짐.

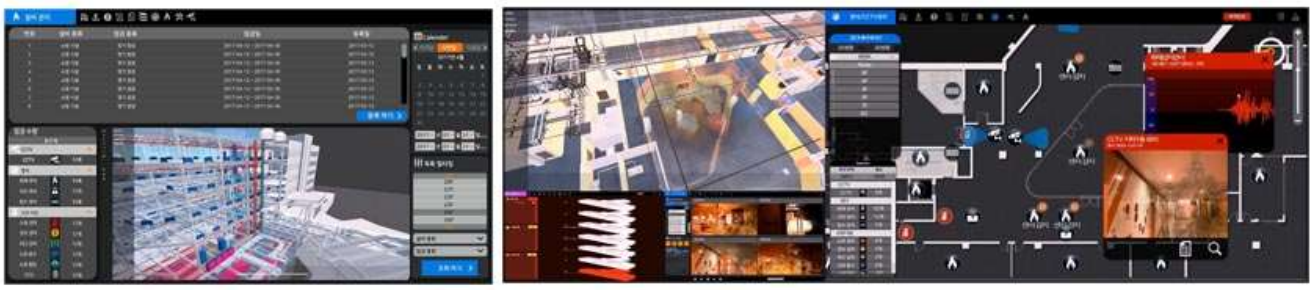


출처: 한국전자통신연구원

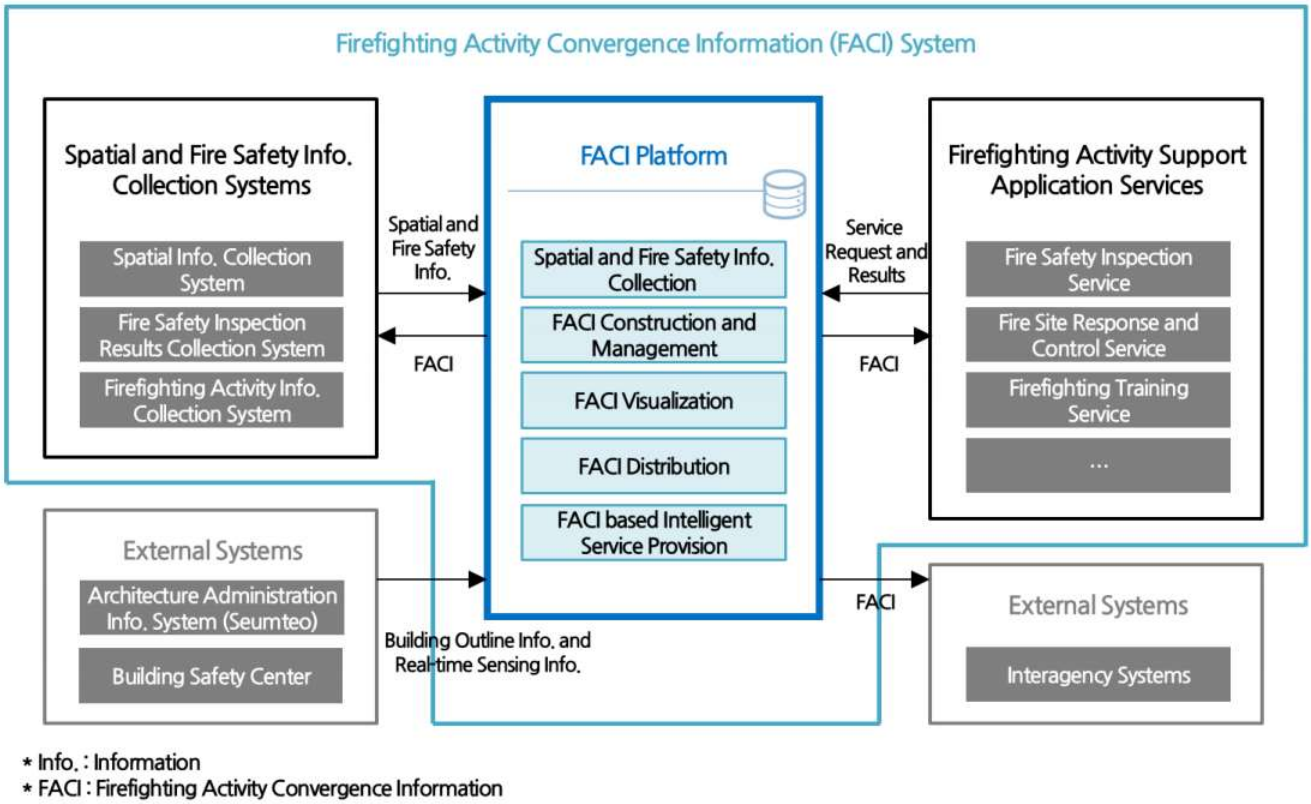
[그림 7-150] KSB 인공지능 프레임워크 구조

○ 실시간/능동적 재난대응을 위한 디지털 트윈 기반 통합 플랫폼 구축 기술 개발

- 재난에 의한 피해를 저감하고 국민이 체감할 수 있는 재난안전 서비스를 제공하기 위한 목적으로, 다양한 종류의 재난 감지를 위한 센서 기술, 재난/재해 종류별 피해 예측 기술, 실시간 모니터링 및 이에 기반한 능동적 재난대응 기술 등이 연구되고 있음
- 정확한 재난 감지, 신속한 정보 공유, 안전한 피난체계를 구축하기 위해 디지털 트윈 기반 통합 플랫폼이 구축되고 있으며, 비콘, CCTV 등을 이용한 실내 위치정보 수집 기술을 바탕으로 개인별 맞춤 서비스가 제공될 예정임
- 소방안전 및 위험시설에 대한 공간 데이터 생성, IoT 센서망 구축, 실내외 연계형 공간정보 기술 등 공간정보 기반 소방활동 서비스를 위해 소방활동융합정보 생성/분석/활용 시스템이 개발되고 있음



[그림 7-151] 디지털 트윈 기반 재난정보 통합 관리시스템



[그림 7-152] 소방활동융합정보 시스템 아키텍처

○ AI 기술을 활용한 주행경로 생성 기술 및 C-ITS와 연계한 통합 관제시스템 개발

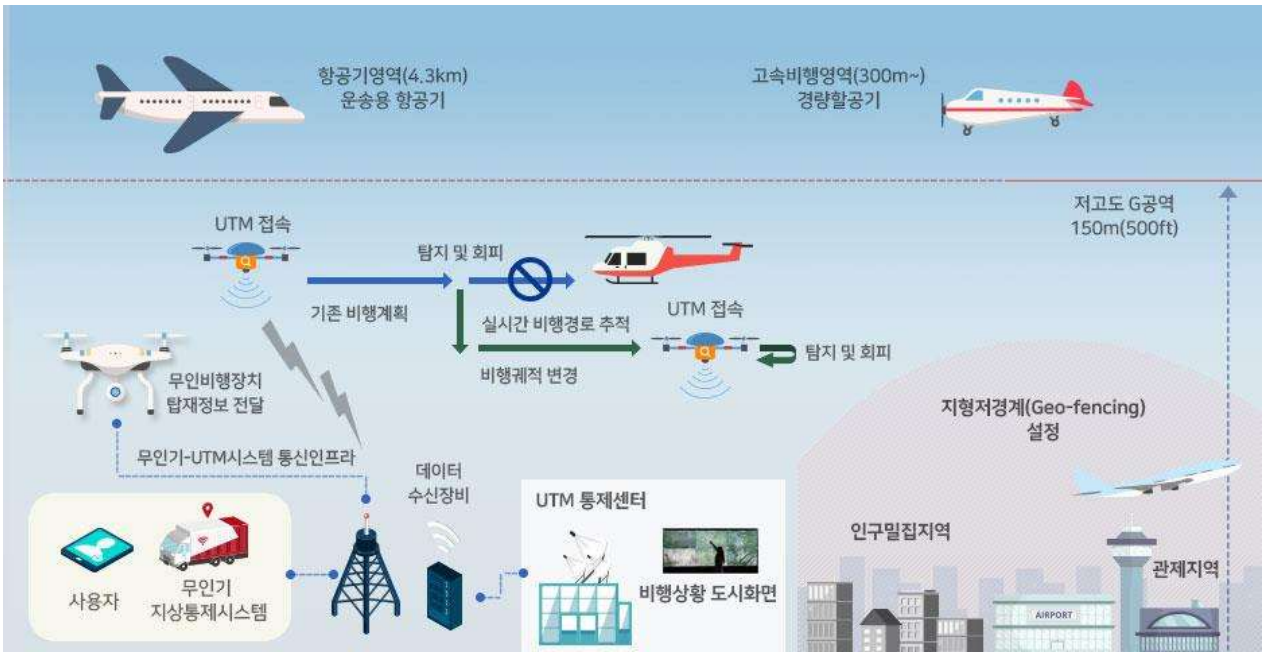
- AI 기술을 바탕으로 실시간으로 발생하는 이동 수요를 분석하여 가장 효율적 경로를 탐색하는 실시간 최적경로 탐색 기술이 연구되고 있으며, 현대자동차는 이와 같은 기술을 이용하여 소규모 운송사업자들을 위한 이동 서비스 솔루션을 제공, 모빌리티 서비스 플랫폼 개발에 대한 활성화를 촉진할 계획임
- 국내 자율주행 모델 및 자율주행환경을 고려한 교차로 신호 최적화 등의 연구 분야에서는 VISSIM, SUMO 등의 시뮬레이터를 활용하고 있으며, 인간의 주행특성을 학습시키기 위한 마이크로 시뮬레이션 환경으로는 마이크로소프트사의 AirSim이 활용되고 강화학습 알고리즘이 적용되고 있음
- 또한 자율주행차의 V2X 통신을 통해 교통량, 실시간 이벤트 등을 취득할 수 있기 때문에, 중앙 관제 시스템을 이용한 자율주행차 제어, 시스템 최적 관점의 네트워크 신호 제어 등이 연구되고 있음



[그림 7-153] 현대차동차 커뮤니티형 모빌리티 서비스

○ 3차원 공간정보 및 AI 기술을 활용한 드론 비행경로 최적화

- Digital Surface Model, 항공 촬영 이미지 등을 고려한 3차원 공간정보 상에서 이동시간 및 비행 난이도 등을 복합적으로 고려한 드론 최적경로 탐색 기술이 개발되었고, AI 기술과 실시간 센싱 기술을 이용하여 드론 스스로 위험 회피 비행이 가능한 자율비행시스템이 개발되었음
- 비행경로 탐색에 고려되고 있는 데이터로는 비행금지구역, 고도, 기체 특성, 건물군, 지형정보(DEM, DSM) 등이 고려되고 있으며, 난기류, 교통상황 등을 센서로 판단하여 자율비행을 수행하는 알고리즘이 제안되었음
- 또한 드론의 고정밀 비행 시뮬레이션 및 안전하고 효율적인 드론 운영 환경을 구축하기 위해 저고도 교통관리체계가 연구되고 있으며, 항공안전기술원에서는 저고도 교통관리체계의 핵심기술을 개발하고, 교통관리체계의 운용기준과 실증을 진행하여, 국내 무인비행장치의 전반적인 운영기반을 구축하고 있음



[그림 7-154] 항공안전기술원의 저고도 교통관리체계

(3) 해외 및 국내 기술 수준 비교

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ (세부기술 1) 현실모사 가상학습데이터 생성 및 시험환경 구축 기술

- 해외의 경우 가상환경에서 공간정보, 가상센서, 시나리오 기반의 시험 환경을 생성하여 수요 분야의 시뮬레이션 모듈과 연계하여 현업에서 활용하는 사업화 단계이며, 자율주행 분야 등 다양한 업체에서 관련 제품이 출시되어 있는 상태임

- 국내에서는 자율 주행을 위한 학습용 데이터는 해외의 공개된 데이터에 많이 의존하고 있으나, 점차 정밀 도로 데이터와 센싱 데이터를 부분적으로 구축하여 활용하며, 관련 스타트업도 등장하는 단계이며, 관련 시장 및 수요가 점차 확대되고 있음

○ (세부기술 2) 공간지능화 학습데이터 가공 기술

- 해외의 경우 학습데이터 구축을 위한 툴 제공과 더불어, 학습데이터 레이블링 자동화, 수동으로 작성된 초벌 학습데이터에 대한 고품질화, 레이블링 데이터 생성을 위한 SDK 개발 등 학습데이터 생성과 관련된 다양한 분야에서 인공지능을 접목한 기술을 선보이고 있음

- 국내의 경우 학습데이터 구축 서비스를 제공하는 일부 기업에서 초보적인 인공지능을 활용한 레이블링 자동화를 제공하고 있음

〈표 7-105〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 실감있는 공간정보, 다양한 센서 모델, 시나리오 저작을 지원하는 실용화 준비 및 수동 레이블링 정확도 수준의 자동 레이블링 서비스 제공	• 데이터 구축 및 실험실 수준 • 수동 레이블링 작업의 보조 수단으로 사용	• 응용 도메인별 시제품 신뢰성 평가 및 실용화 준비
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 다양한 복합 센서 및 시나리오 지원 • 수동 레이블링과의 95% 정확도 제공. 그러나 레이블링 툴과 학습데이터셋 구성 관련 품질 개선 기능은 포함되어 있지 않음	• 실험실 수준 데이터 지원 • 초벌 레이블링으로 사용되고 있음. 학습데이터셋 구성 관련 품질 개선 기능은 포함되어 있지 않음	• 4종 이상의 복합 센서 및 시나리오 지원 • 학습데이터셋의 품질 개선이 포함된 초대규모 공간정보 레이블링 자동화

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ (세부기술 1) 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 추론 기술

- 해외의 경우, 다양한 유형의 공간정보에 대해 신경망 등과 같은 인공지능 기법이 적용되어 가기 시작하고 있으며, 현재까지는 단일 상황 문제에 대해 집중한 일부 제품들이 출시되어 있는 어느 정도 상용화가 진행되고 있는 상태임
- 국내에서는 CCTV 영상과 같은 특정 유형의 정보를 대상으로 특정 유형의 인공지능 기법이 제한적으로 개발, 적용되고 있는 초기 단계이며, 아직 본격 확산은 되지 않고 있으나 점차 보완 및 확산되어 나갈 것으로 예상됨

○ (세부기술 2) 공간지능화 해석력 확보 기술

- 해외의 경우 다양한 분야에서 인공지능의 판단 근거 및 설명할 수 있는 기술을 개발하고 있으며, 특히 공간정보를 기반으로 하는 자율주행 등의 분야에서도 높은 수준의 기술 개발이 진행 중임
- 국내는 금융, 의료분야에 한정된 XAI 프로젝트가 최근 시작이 되었으며, 공간정보와 연계한 공간지능화 기술은 초보 단계에 있음

〈표 7-106〉 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 다양한 유형의 공간정보에 대한 학습 네트워크 구축 및 자율주행의 조향제어 등 판단 근거를 시각적 가시화 및 시작품 성능 평가 단계	• 실험실 수준의 • 기초 연구 단계	• 대규모 시공간 학습 네트워크을 구축하여 추론하고, 공간지능의 판단 근거에 대한 설명을 수요 분야에서 제한적 실증할 수 있는 단계
TRL 단계	6	5	6
기술성숙도	시작품 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 기존 학습 프레임에 대규모 시공간 학습기법에 대한 적용과 • 자율주행의 조향제어 등 도메인별 설명하는 AI 시험 수준	-	• 수요 분야 대상의 시작품 시험 시험 평가 및 실증 가능 단계

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ (세부기술 1) 데브옵스 파이프라인 기반 확보

- 해외의 경우 자사 제공 서비스에 특화된 머신러닝 파이프라인 관리 플랫폼을 자체 개발하는 것과 더불어 아마존을 비롯한 일부 기업들은 AI 서비스 개발 및 배포를 위한 통합 환경 및 플랫폼 개발을 진행하고 있음
- 국내의 경우 국가연구기관에서 개발된 솔루션에 대한 기술이전 과정을 밟고 있음
- 현재까지 데이터 규모면에서 공간정보 데이터와 비교해서 상대적으로 적은 규모의 데이터 처리 및 학습을 요구하는 AI 서비스를 대상으로 검증하였으나 초대규모 데이터 처리 및 학습을 위한 기능 및 성능 검증은 미진한 상태임

○ (세부기술 2) 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기반 서비스 개발 및 실증

- 국내·외 모두 IoT, AI 기술을 활용한 능동형 솔루션 개발을 목표로 하고 있으며, 고려하는 데이터의 종류가 적고 비교적 단순한 서비스에 해당하는 독립적인 제품의 경우 사업화 단계에 해당함
- 다만, 방대한 데이터 수집체계, AI 분석 엔진, 마이크로 시뮬레이션 기술 등이 통합된 하나의 플랫폼을 바탕으로, 디지털 트윈 기반 지능형 솔루션을 제공하는 기술은 워킹모델에 대한 개발 및 검증이 필요한 단계임

〈표 7-107〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술수준 비교

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	• 데브옵스 기반 파이프라인 확보 - 자체 개발되어 기업에서 사용되고 있거나 상용 서비스로 시장에서 제공되고 있음 • 실시간 공간분석 서비스 실증 - 디지털 트윈 기반 재난 예측 및 대응 - 인공지능 라이브러리가 탑재된 마이크로 교통 시뮬레이터 - 무인비행장치 교통관리시스템 및 AI 기반 드론 자율비행 시뮬레이터	• 데브옵스 기반 파이프라인 확보 - 실험실 수준 - 기초 연구 단계 • 실시간 공간분석 서비스 실증 - IoT, AI 기술을 활용한 상황인지 기반 재난대응 - 해외 open source 시뮬레이터를 이용한 AI 기반 자율주행 모델 개발 - 저고도 교통관리체계	• 데브옵스 기반 파이프라인 확보 - 실시간 공간정보 서비스를 자유롭게 탑재할 수 있는 플랫폼 제공 • 실시간 공간분석 서비스 실증 - 구조자 및 요구조자를 위한 통합 플랫폼 기반 실시간 재난대응 솔루션 - 지능화 학습 엔진을 이용한 자율주행차 운행경로 최적화 - Multi-source 시공간 레이어 기반 동적 드론 항로
TRL 단계	7	5	7
기술성숙도	실용화 단계	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• 데브옵스 기반 파이프라인 확보 - AI 서비스 개발에서 배포에 이르는 전 과정을 데브옵스 기반 플랫폼으로 제공 • 실시간 공간분석 서비스 실증 - 디지털 트윈 기술을 바탕으로 홍수와 같은 자연재해를 예측하고, 건물 내 대피 시뮬레이션을 수행하는 등 재난관리에 활용 - 신호, 보행자 등 실제 도시와 유사한 가상환경을 바탕으로 AI 기술을 이용한 자율주행 시뮬레이션 개발 - 무인비행장치 교통관리체계 구축 및 자율비행을 위한 AI 학습 라이브러리 제공	• 데브옵스 기반 파이프라인 확보 - 단일 공간정보 인공지능 서비스가 가능한 형태 • 실시간 공간분석 서비스 실증 - IoT 센서 데이터를 학습하여 위험상황을 감지하고, 현장대응 기록을 학습하여 안전경로를 유도하는 대피 시스템 개발 - 인간의 주행특성을 학습하는 강화학습 기반 자율주행 모델 및 이동 수요를 고려한 모빌리티 서비스 최적화 - 인구밀집지역 우회, 비경로 추적 및 변경, 충돌 회피 등 통합관제시스템 기반 무인비행장치 관리	• 데브옵스 기반 파이프라인 확보 - 공간정보를 비롯한 초대규모 데이터 기반 AI 서비스 개발 • 실시간 공간분석 서비스 실증 - GeoAI 플랫폼을 기반으로 요구조자를 위한 최적 대피 안내 및 구조자를 위한 지능형 현장대응 솔루션 제공 - 실시간 교통량이 반영된 도시 모델에서 교통정체 최소화를 위한 자율주행차의 점유 비율별 운행경로 최적화 기술 - 실시간 다종 공간 데이터를 고려한 가변형 드론 항로 제공 및 다중결정요소를 고려한 최적경로 탐색

3.6 세부개발 내용

(1) 연구 방향

〈표 7-108〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술의 내용별 한계점 및 기술개발 방향

구성기술	한계점	기술개발 방향
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	• 실세계 환경에서 직접 시험용 데이터를 수집하여 구축하고, 다양한 시나리오 기반의 시험 환경을 구축하기에는 시간, 공간 등 물리적인 한계가 존재 • 1차원적 공간정보 품질 보정 및 초대규모 공간정보 학습데이터 구축을 위한 수작업으로 인해 추론 정확도 및 효율성 저하 • 학습데이터에 내재된 개인정보에 대한 완벽한 처리에 한계 존재	• 현실을 모사하는 가상환경 및 가상센서 모델링 기술 개발로 다양한 수요에 맞는 학습데이터 및 시험 시나리오를 저작하는 기술을 개발 • 인공지능을 이용하여 초대규모 데이터에 대한 레이블링 작업 자동화 및 공간정보 학습데이터 품질 개선 • 개인정보 익명화 기술을 통한 공간영상의 학습데이터로의 활용도는 유지하면서 동시에 개인정보 보호 가능
3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	• 현재의 인공지능 기반 학습과정이 시공간 특징 및 상관관계를 충분히 고려하지 못하여, 복합적인 시공간적 상황에 대한 학습 및 추론 과정에 한계점 존재 • 인공지능의 학습 과정과 판단 결과에 대한 설명 부재로 인한 인공지능에 대한 신뢰성 확보에 한계	• 시공간적 상호작용 및 상관관계를 반영하고, 시공간 특징과 다양한 형태의 데이터에 기반한 대규모 신학습 네트워크를 구축하여, 복합 시공간 상황에 대한 판단 및 추론을 지원 • 자율주행, 드론 등 수요분야에서 시공간특성을 가진 문제에 대하여 인공지능이 인지·설명하고, 판단 근거를 제시할 수 있는 공간지능화 해석력을 확보
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	• 학습데이터 구축에서부터 실시간 공간분석 서비스 제공에 이르는 전과정을 독립적으로 개발·운영함에 효율성 저하 • Multi-source로부터 수집되는 서로 다른 형태의 다양한 공간 데이터와 속성을 융합하고, 반복적인 학습을 수행하여 미래상황 예측 및 최적화 등의 문제에 적용할 수 있는 4차 산업에 적합한 서비스 모델 개발 필요 • 외산 소프트웨어에 의존적인 국내 방재분야 기술력, 패키지화 되어 있는 기존 소프트웨어로는 다양한 지능화된 확장 개발에 한계가 존재 • 시공간이 연속적인 자율주행 시뮬레이션 자체로도 높은 복잡도가 요구되며, 동적인 상황을 고려한 운행경로 최적화 문제를 수리적 모델로 접근하는 것은 현실적으로 어려움 • 임의의 기종점에 대한 드론 경로 탐색 알고리즘은 다수 연구된 바 있으나, 복잡한 도시 내에서 경제성, 안전과 실시간 상황에 기반하여 드론 운행에 활용될 수 있는 항로 구축에 대한 연구는 미흡	• 실시간 공간분석 서비스 프로비져닝을 위한 데브옵스 기반 인공지능 파이프라인 생성 기술을 제공 • 재난대응, 자율주행, 드론 등 인공지능 핵심 응용분야에 대한 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기반 서비스 개발 및 테스트베드, 대규모 시뮬레이션 환경에서의 실증 수행 • 외산 소프트웨어에서는 시도된 바 없는 강화학습 등 인공지능 기반 보행모델을 개발하고, 실내외 센서와 연계하여 실시간 상황인지 기반의 지능화된 솔루션을 제공하는 재난대응 기술을 개발함 • 개별 자율주행차을 학습 주체, 목적함수를 시스템 최적으로 설정하여 반복적인 학습 및 유전 알고리즘을 이용한 솔루션의 진화를 수행하는 지능화된 방법론을 적용함 • 실시간 상황에서 수집되는 multi-source 공간 데이터들 간의 trade-off 관계를 분석하여 다목적 드론 경로 탐색에 활용될 수 있는 최적의 드론 항로 구축 기술 개발

(2) 연구 필요성

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 자율주행, 드론 등 개발 기술의 성능 평가 및 신뢰성 시험을 위해서는 다양한 시험 시나리오에 맞는 실세계 실험 환경을 구축하는 것이 어려우므로, 현실을 모사하는 가상공간에서 요구하는 시나리오에 맞는 데이터 및 시험 환경을 구축하는 기술이 필요

※ 자율주행차, 드론의 안정성 및 성능 시험은 실도로와 같은 실환경 시험환경을 기반으로 하고 있으며, 다양한 시나리오 기반 시험을 위해서 현실을 모사하는 가상환경에서 시험하고 검증할 수 있는 기반 기술 확보에 대한 요구가 증가

○ 가상환경에서 카메라, LiDAR, 레이더와 같은 물리적인 센서를 모사하기 위하여 실세계 환경의 센서 모델을 가상화하는 기술 개발이 필요

○ 수요처 요구 시나리오에 따른 가상공간에 대한 원시데이터 환경 뿐 아니라 객체 분할 및 식별된 데이터와 같은 1차 가공된 가상 시험데이터 구축 기술이 필요

○ 실시간 공간분석 기술 개발 및 성능 평가를 위한 기준이 되는 학습데이터 구축 및 공개가 필요

○ 실시간 공간분석 기술 개발의 핵심은 양질의 대규모 공간정보 학습데이터 구축에 있음. 따라서 개별 학습데이터의 품질 개선과 더불어 초대규모 공간정보에 대한 빠르고 정확한 레이블링 방법이 제공되어야 함

※ 초대규모 공간정보 데이터를 대상으로 양질의 학습데이터를 구축하기 위해 사람이 직접 레이블링 작업을 수행하기에는 많은 시간과 비용 투자가 필요함. 따라서 사람이 직접 레이블링 작업을 수행하는 것과 유사한 높은 정확도로 레이블링 작업을 자동화할 수 있는 기술이 필요

※ 학습데이터 불균형을 해소하기 위해 기존의 크롭핑, 회전, 이동 등 단순 연산에 의해 데이터 확산 기법으로는 공간상황 분석 및 예측 정확도 향상에 한계가 존재함. 따라서 딥러닝 등 고차원적 기술 적용을 통해 사실적 공간정보 생성이 필요함

○ 항공사진, 차량, CCTV 등을 통해 획득한 영상 공간정보 내에는 불특정 다수를 대상으로 개인정보수집이 불가피해질 수 있으며, 따라서 공간지능화 학습데이터 구축 시 개인정보 문제를 해결하기 위한 방법이 필요함

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 시공간내에서 발생할 수 있는 상호작용과 상관관계를 고려한 학습모델의 개발을 위해 학습요소를 추상화하는 기술이 필요

○ 영상, 음성, 문자 등과 같은 단순한 유형의 데이터가 아닌 다양한 유형의 공간정보를 이용하여 시공간적 특징 및 상관관계에 기반하는 복합 시공간 상황에 대한 판단, 추론 및 예측을 지원하는 기술이 필요

○ 인공지능의 학습 과정과 학습 결과에 대한 신뢰성을 높이고, 사용자와의 공감대를 형성하기 위해서는 인공지능이 결정하는 과정과 판단의 근거를 제시할 수 있는 설명 가능한 공간지능화 기술이 필요

○ 공간정보를 활용한 학습 과정과 학습 결과를 시각적으로 표현하고, 학습 과정에 사용자와의 상호작용을 지원하기 위하여 공간정보를 기반으로 하는 공간정보 기반의 인터페이스 기술이 필요

○ 설명가능한 공간지능화 능력과 수준을 평가하기 위한 평가 지표 및 평가 기술이 개발

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 실시간 공간분석 서비스 개발을 위해서는 서비스 목적에 부합하는 학습데이터 구축, 인공지능 모델 선택, 학습 및 최적화, 모델 배포 및 모니터링 등의 과정이 필요하며, 현재 실시간 공간분석 서비스별로 독자적인 SW 및 툴을 이용하여 개발하고 있음

○ 특히 공간정보의 특성 상 새로운 데이터가 끊임없이 생산되기 때문에 신규 데이터를 실시간 또는 준실시간으로 학습에 지속적으로 사용함으로써 인공지능 모델의 성능을 개선시킬 수 있음. 이를 위해서는 인공지능 파이프라인 자동화가 반드시 필요함

○ 인공지능 기술력 강화를 위해 데이터 구축, 학습 엔진, 플랫폼 기술 등이 연구되고 있지만, 4차산업과 직결된 도시민의 삶의 질 향상을 위한 활용 서비스에 대한 연구는 미흡한 실정임

○ 이에 재난대응, 자율주행, 드론 등 인공지능 핵심 응용분야에 대한 공간지능화 플랫폼 기반 서비스를 개발하고, 고품질의 데이터를 바탕으로 시뮬레이션을 수행하여 플랫폼 기술에 대한 유용성을 검증할 필요가 있음

○ 재난상황에서의 복합적인 대피 패턴, 자율주행차과 일반차량이 혼재된 도로 환경, 동적인 다종 공간 데이터를 고려한 드론 항로 등 수리적 최적해를 탐색하기 어려운 문제에 대하여 공간지능화 플랫폼 기술의 적용이 필요함

(3) 연구 내용

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 및 환경 구축 기술

- 현실모사 가상공간 학습용 원시데이터 생성 기술
- 현실모사 가상센서(카메라, 라이다 등) 모델링 및 가상센싱 데이터 생성 기술
- 현실모사 가상센싱 데이터 분할 및 레이블링 기술
- 자동차 및 드론 주행을 위한 현실모사 가상공간 시나리오 환경 구축 기술

○ 다양한 유형의 공간정보 학습데이터를 대상으로 딥러닝 기반 품질 고도화 및 고정확도의 자동 레이블링 기술 개발

- 텍스트, 이미지, 동영상 등 다양한 포맷의 공간정보 학습데이터 및 텍스트 분류, 이미지 분류, 객체 감지 및 분할 등 다양한 태스크에 적용될 수 있는 제네릭 수동 레이블링 SW
- 사람에 의해 레이블링된 최소한의 공간정보 학습데이터를 이용하여 고정확도의 자동 레이블링 가능한 준지도학습 기반의 딥러닝 모델 개발
- 액티브 러닝 기반의 오토 레이블링 모델 성능 개선
- 심층신경망 기반의 공간영상 내 개인정보 익명화 기술
- 인공지능 기반의 사실적 영상기반 공간정보 생성을 통한 수도 학습데이터 생성 기술

〈표 7-109〉 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
1차년도	▪ (연구목표) - 현실모사 가상공간 학습용 원시데이터 생성 및 가상센서 모델링 기술 - 데이터 포맷 및 태스크 유형에 따른 초대규모 공간정보 레이블링 SW 인터페이스 및 기능 요구 사항 정립 - 얼굴영역 개인정보 익명화 기술 개발 ▪ (연구내용) - 현실모사 가상공간 학습용 원시데이터 규격 정의 및 데이터 생성 기술 - 현실모사 가상센서 모델링 및 인터페이스 정의 - 초대규모 공간정보 레이블링 솔루션 기능 요구사항 명세서 정의 - 다양한 공간정보 학습데이터 포맷 및 태스크 지원이 가능한 제네릭 수동 레이블링 인터페이스 및 기능 요구 명세서 정의 - 공간영상 내 얼굴 영역 분할 및 GAN을 이용한 익명화 알고리즘 개발 ▪ (기술개발 방안) - 현실모사 가상공간 학습데이터 생성을 위해 공간정보 오픈플랫폼을 확장하는 기술 개발 - 자율주행차, 드론 등 관련 분야 요구사항에 부합하는 원시데이터 규격 확보 - 공간정보 포맷 및 공간분석 서비스 유형에 따른 레이블링 툴 요구 사항 확보 - GAN 기반 얼굴 영역 Fake 이미지 교체 알고리즘 개발	▪ 현실모사 가상공간 학습용 원시데이터 생성 요구사항정의서 ▪ 초대규모 공간정보 레이블링 SW 인터페이스 및 기능 요구사항 명세서 ▪ 얼굴영역 익명화 SW
2차년도	▪ (연구목표) - 제네릭 수동 레이블링 SW 개발 - 오토 레이블링 기술 개발 - 비얼굴 영역 개인정보 익명화 기술 - 사실적 영상기반 수도 학습데이터 생성 기술 ▪ (연구내용) - 현실모사 가상센서 모델 및 데이터 모델링 기술 - 공간정보 포맷 및 공간분석 서비스 유형에 따른 제네릭 수동 레이블링 툴 프로토타입 개발 - 수동으로 작성한 학습데이터 분류 결과를 이용한 분류 대상 특징 추출 기능 개발 - 차량번호, 전화번호 등 얼굴 이외의 개인정보 익명화 기술 개발 - GAN을 이용한 사실적 공간정보 생성 기술 개발 ▪ (기술개발 방안) - 준지도학습을 이용한 특징 추출 모델 개발 - 작은 크기의 객체 탐지/분할 성능 개선 및 GAN을 이용한 Fake 정보 교체 알고리즘 개발	▪ 현실모사 가상센서 모델 및 데이터 모델링 규격서 ▪ 제네릭 수동 학습데이터 레이블링 SW 프로토타입 ▪ 비얼굴 영역 익명화 SW
3차년도	▪ (연구목표) - 오토 레이블링 기술 개발 - 동영상 기반 개인정보 익명화 기술 - 사실적 영상기반 수도 학습데이터 생성 기술	▪ 현실모사 가상센싱데이터 레이블링 S/W ▪ 현실모사 가상학습 데이터 생성 및 저작 S/W

(구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	▪ **(연구내용)** - 현실모사 가상센싱데이터 레이블링 기술 - 현실모사 가상시험환경 저작 기술 - 사실적 공간영상 생성 모델 - 분류 대상 특징 추출 성능 개선 - 액티브 러닝을 이용한 피드백 제공 기술 - 동영상에 내재된 개인정보 익명화 기술 ▪ **(기술개발 방안)** - GAN, VAE 기반 공간영상 생성 모델 개발 - 표현력이 높은 딥러닝 모델을 이용하여 성능 개선 - 액티브 러닝을 지원하기 위한 오토 레이블링 워크플로우 정의	▪ 동영상 기반 개인정보 익명화 SW ▪ 수도학습데이터 생성 SW
4차년도	▪ **(연구목표)** - 자율주행, 드론 운영 시험을 위한 현실모사 가상센싱 데이터 레이블링 및 시나리오 환경 저작도구 개발 - 오토 레이블링 기술 개발 - 사실적 영상기반 공간정보 수도 학습데이터 생성 기술 고도화 - 개인정보 익명화 기술 고도화 ▪ **(연구내용)** - 시나리오 기반 현실모사 가상센서 모델링 및 가상센싱 데이터 생성 기술 - 시나리오 기반 현실모사 가상공간 저작 및 시험 환경 구축 기술 - 오토 레이블링 SW 프로토타입 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 테스트베드 적용 분야 선정 및 표준화된 시험 시나리오 규격 정의 - 다양한 공간정보 데이터를 이용한 레이블링 툴 기능 검증 - 동영상 및 정지영상 학습데이터 확보를 통한 개인정보 익명화 기술 성능 개선	▪ 시나리오 기반 현실모사 가상학습데이터 생성 S/W ▪ 시나리오 기반 현실모사 가상시험환경 저작 S/W ▪ 샘플용 가상학습데이터 셋트 ▪ 오토 레이블링 SW 프로토타입 ▪ 개인정보 익명화 SW ▪ 수도학습데이터 생성 SW
5차년도	▪ **(연구목표)** - 시나리오 기반 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 및 시험 기술 - 초대규모 공간정보 레이블링 솔루션 고도화 - **(연구내용)** - 시나리오 기반 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 기술 고도화 - 시나리오 기반 현실모사 가상공간 시험환경 저작 기술 고도화 - 제네릭 수동 레이블링 SW 및 오토 레이블링 SW 통합 - 개인정보 익명화 기술 및 수도 학습데이터 생성 기술 통합 ▪ **(기술개발 방안)** - 테스트베드 선정 후 시험 방법 및 범위 조율 - 다양한 데이터 포맷 및 공간분석 서비스 유형에 따른 레이블링 기능 및 학습데이터 생성 기능 검증	▪ 시나리오 기반 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 및 시험 환경 구축 S/W ▪ 초대규모 공간정보 학습데이터 레이블링 SW ▪ 수도 학습데이터 생성 SW
최종 성과물	- 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 S/W - 초대규모 공간정보 학습데이터 레이블링 솔루션 - 공간영상 내 개인정보 익명화 SW	

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 추론 기술

- 시공간 상호작용 및 상관관계를 반영하기 위한 학습요소 추상화기술
- 시공간 및 다차원 공간지원을 위한 시공간 학습 네트워크 모델 구축기술
- 시공간 속성 및 특징에 기반한 대규모 학습 네트워크 구축 최적화 기술
- 대규모 시공간 학습 네트워크에 기반한 복합상황 판단 및 추론기술

○ 공간지능화 해석력 확보 기술

- 설명가능한 공간지능화 학습 모델 및 설명 인터페이스 기술
- 설명가능한 공간지능화 학습 과정 및 결과 시각화 기술
- 공간지능화 해석력 평가 요소 및 평가 기술

〈표 7-110〉 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
1차년도	▪ **(연구목표)** - 시공간적 상관관계를 반영하는 데이터 추상화 및 학습 네트워크 모델링 요소기술 개발 - 공간지능화 해석력 확보 및 평가 요구사항 정의 ▪ **(연구내용)** - 시공간 상호작용 및 상관관계를 반영하는 학습요소 추상화기술 연구 - 시공간 특징 및 상관관계를 기술하는 학습네트워크 모델링 기반기술 - 공간지능화 해석력 확보를 위한 요구사항 분석 및 요소 기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 네트워크 등을 기반으로 다양한 시공간 특징 및 상관관계를 모델링하는 방법 분석 및 적용가능성 확인 - 수요분야의 공간지능화 해석력 확보 요구사항 조사	▪ 시공간 특징 및 상관관계 반영 학습 네트워크 구축 기술문서 ▪ 설명가능한 공간지능화 요구사항 정의서

(구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
2차년도	▪ (연구목표) - 시공간 특징 및 상관관계 지원 대규모 학습 네트워크 구축기술 설계 - 설명 가능한 공간지능화 데이터 모델링 및 시각화 요소 기술 설계 ▪ (연구내용) - 추상화된 시공간 특징 및 상관관계를 용이하게 반영할 수 있는 학습 네트워크 구조 - 대규모 학습 네트워크 구축에 있어 시공간 특징 및 상관관계의 영향 - 시공간 특징 및 상관관계를 고려한 대규모 학습 네트워크의 구축 절차 및 방안 - 설명가능한 공간지능화 학습 데이터 모델 요소 기술 - 설명가능한 공간지능화 시각화 요소 기술 - 공간지능화 해석력 평가 요소 분석 ▪ (기술개발 방안) - 시공간 특징 및 상관관계를 반영하는 추상화 요소를 기 학습구조에 적용 및 활용 가능성 확인 - 기 학습 네트워크 구조의 확장 및 변형 등을 통한 시공간 요소기반 대규모 학습 네트워크 구조 도출 - 설명가능한 공간지능화 학습 모델 및 인터페이스 규격 정의 - 설명가능한 공간정보 기반 학습 및 시각화 요소 기술 개발 - 공간지능화 해석력 평가 요소 분석 및 평가 지표 개발	▪ 시공간 특징 및 상관관계 지원 대규모 학습 네트워크 구축 설계서 ▪ 공간지능화 인터페이스 및 시각화 규격 ▪ 공간지능화 해석력 평가 지표
3차년도	▪ (연구목표) - 시공간적 상호작용 및 상관관계를 반영하여 복합 상황을 모델링하기 위한 대규모 학습 네트워크 구축기술 기본구현 및 테스트 - 설명가능한 공간지능화 학습 및 시각화 프로토타입 개발 ▪ (연구내용) - 시공간 특징 및 상관관계를 반영하는 대규모 시공간 학습 네트워크의 기본구현 - 구현되는 대규모 시공간 학습 네트워크 기능적 테스트 - 공간지능화 학습 모델 및 인터페이스 공통 기술 - 설명가능한 공간지능화 학습 과정 및 결과 시각화 공통 기술 - 설명가능한 공간지능화 평가 기술 ▪ (기술개발 방안) - 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 테스트를 위한 기초 시나리오 구축 및 학습 데이터 준비 - 시공간 특징 및 상관관계를 포함한 학습 데이터를 이용하여 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 - 기초 시나리오에 기반한 대규모 시공간 학습 네트워크 기본 테스트 - 수요 맞춤형 테스트 시나리오 기반 공간지능화 과정의 시각화	▪ 시공간 특징 및 상관관계 지원 대규모 시공간 학습 네트워크 구현 SW ▪ 공간지능화 학습 모델 및 인터페이스 공통 S/W ▪ 공간지능화 학습 과정 및 결과 시각화 공통 S/W

(구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보		
연도	**연구 목표 및 내용**	**주요 성과물**
4차년도	▪ **(연구목표)** - 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 최적화 - 공간지능화 설명 능력 평가 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 대규모 시공간 학습 네트워크의 구축을 최적화 요소 도출 - 대규모 시공간 학습 네트워크의 구축 최적화 절차 및 방안 설계 - 대규모 시공간 학습 네트워크의 구축 최적화 구현 및 테스트 - 수요 맞춤형 공간지능화 학습 모델 및 인터페이스 기술 - 수요 맞춤형 공간지능화 학습 과정 및 결과 시각화 기술 - 공간지능화 해석력 평가 기술 고도화 ▪ **(기술개발 방안)** - 대규모 시공간 학습 네트워크 구축의 원활한 적용 및 활용을 위한 문제요소 확인(구축속도 등) - 도출된 문제요소를 해결하기 위한 학습 네트워크 구축 개선 방안 설계 - 설계되는 학습 네트워크 구축개선 방안의 구현 및 테스트 - 응용 분야별 공간지능화 학습 및 결과 시각화 기술 개발 - 공간지능화 해석력 평가 기술에 대한 고도화	▪ 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 학습 네트워크 구축 최적화 지원 SW ▪ 수요 맞춤형 공간지능화 학습 및 인터페이스 S/W ▪ 수요 맞춤형 공간지능화 시각화 S/W
5차년도	▪ **(연구목표)** - 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 시공간 학습 네트워크 실증 - 공간지능화 해석력 S/W 통합 및 고도화 ▪ **(연구내용)** - 재난 및 사고 등과 같은 복합상황에 대한 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 실증 - 공간지능화 해석력 S/W 통합 시험 및 고도화 ▪ **(기술개발 방안)** - 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 실증을 위한 재난 및 사고 등의 복합 시공간 상황에 대한 시나리오 도출 및 학습 데이터 마련 - 대규모 시공간 학습 네트워크의 구축 및 실행을 통한 적용 및 활용 가능성 실증 - 자동차의 주행 판단 과정을 묘사하고 설명하는 공간지능화 실증을 통해 성과 검증	▪ 대규모 시공간 학습 네트워크 기반 최적화 SW 및 실증 결과서 ▪ 설명가능한 공간지능화 해석 S/W
최종 성과물	- 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 신경망 학습 네트워크 구축 SW - 설명가능한 공간지능화 해석력 S/W - 설명가능한 공간지능화 평가 지표	

□ **(구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축**

○ 데브옵스 파이프라인 기반 확보 기술

- 인공지능 파이프라인 자동화를 위한 데이터 플로우 오케스트레이션(Data Flow Orchestration) SW 개발
- 장기간 시계열 초대규모 공간정보 학습을 위한 고속의 분산 학습 처리 기술
- 응용 분야에 따른 인공지능 서비스팩 개발

○ 실시간 상황인지 기반 재난대응 기술

- 강화학습 기반 보행모델을 활용한 요구조자용 최적 대피 시뮬레이션 및 안내 기술 (요소기술 1)
- 실내외 실시간 상황인지(교통량, 화재, 인원분포, 영상정보 등) 기반 구조자용 출동경로 최적화 및 지능형 현장대응 기술 (요소기술 2)
- 요소기술 통합 및 멀티플랫폼(모바일, 데스크탑) 기반 지능형 재난대응시스템
- 공간지능화 플랫폼 연계 및 테스트베드에서의 서비스 실증

○ 실시간 상황인지 기반 재난대응 기술

- 강화학습 기반 보행모델을 활용한 요구조자용 최적 대피 시뮬레이션 및 안내 기술 (요소기술 1)
- 실내외 실시간 상황인지(교통량, 화재, 인원분포, 영상정보 등) 기반 구조자용 출동경로 최적화 및 지능형 현장대응 기술 (요소기술 2)
- 요소기술 통합 및 멀티플랫폼(모바일, 데스크탑) 기반 지능형 재난대응시스템

○ 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 기술

- 연속적 시공간 데이터 모델 및 자율주행차과 일반차량의 상호작용을 고려한 마이크로 시뮬레이션 기술 (요소기술 1)
- 교통정체 최소화를 위한 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 기술 (요소기술 2)
- 실시간 교통량 및 요소기술이 연계된 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템

○ Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 최적화 기술

- 드론의 에너지, 정적/동적 3차원 공간정보를 포함한 multi-source 시공간 레이어 연계 기술 개발 (요소기술 1)
- 다중결정요소를 고려하여 공역, 드론 스테이션 위치, 실시간 최적 비행경로 등을 연산하는 AI 기반 드론 공간분석 최적화 기술 개발 (요소기술 2)
- 요소기술 연계를 통한 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템 개발

〈표 7-111〉 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술의 연차별 연구개발 내용

(구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
1차년도	▪ **(연구목표)** - 데이터 플로우 오케스트레이션 SW 요구 사항 정립 - 사용자 요구사항 분석 및 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템 설계 - 자율주행차 운행경로 최적화를 위한 인공지능 활용 기술 분석 및 시뮬레이션 시스템 설계 - 동적 드론 항로 구축을 위한 multi-source 시공간 데이터 분석 및 시뮬레이션 시스템 설계 ▪ **(연구내용)** - 인공지능 파이프라인을 구성하는 각 단계의 요구사항 분석 - 지능화된 재난대응시스템 개발을 위한 요구사항 분석 및 시스템 설계 - 자율주행 시뮬레이션 및 최적화 관련 기술/연구동향 분석, 최적화 전략 수립 및 시뮬레이션 시스템 설계 - 드론 항로 구축을 위한 데이터 레이어 정의 및 속성정보 분석, 시뮬레이션 시스템 설계 ▪ **(기술개발 방안)** - 학습데이터 구축, 모델 정의, 학습 및 최적화, 모델 배포 단계에서의 요구 사항 분석 - 소방재난본부 등 관련 부처와의 연구협력체계를 구축하여 실효성 높은 시스템 설계 수행 - 강화학습 등 인공지능 기반 자율주행차 운행경로 최적화 전략 수립 - 드론 항로 구축을 위한 multi-source 시공간 데이터 분석 및 융합기법 개발	▪ 데이터 플로우 오케스트레이션 SW 요구 사항 명세서 ▪ 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템 설계서 ▪ 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 전략 및 시뮬레이션 시스템 설계서 ▪ 드론 항로 구축을 위한 시공간 데이터 레이어 및 시뮬레이션 시스템 설계서
2차년도	▪ **(연구목표)** - 데이터 플로우 오케스트레이션 컴포넌트 기술 개발 - 요구조자용 대피경로 안내를 위한 강화학습 기반 시뮬레이션 기술 개발 - 자율주행차과 일반차량의 상호작용이 고려된 마이크로 시뮬레이션 모델 개발 - Multi-source 시공간 데이터 기반 동적 드론 항로 구축 기술 개발	▪ 인공지능 모델 학습 SW ▪ 인공지능 모델 튜닝 SW ▪ 인공지능 모델 배포 SW ▪ 강화학습 기반 보행모델을 활용한 요구조자용 최적 대피 시뮬레이션 및 안내 기술 ▪ 연속적 시공간 데이터 모델 및 자율주행차과 일반차량의

(구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	▪ **(연구내용)** - 인공지능 모델 개발을 위한 IDE 개발 - 모델 학습 및 튜닝, 디버깅 기능 개발 - 분산학습 기반 실시간 공간분석 고속 학습 기술 - 프로덕션 환경에 학습된 실시간 공간분석 서비스 모델 배포 기술 - 실내외 연계형 재난대응을 위한 공간 데이터 모델 및 다양한 상황정보, 시각 이미지 등을 이용하여 경로를 결정하고 위험요인을 회피하는 강화학습 등 인공지능 기반 보행모델, 요구조자를 위한 안내 기술 개발 - 연속적 시공간 데이터 모델, 자율주행, 신호, 자율주행차과 일반차량 간의 상호작용 등이 복합적으로 고려된 에이전트 기반 시뮬레이션 모델 개발 - 시공간 데이터 학습을 통한 공간, 속성정보 융합 및 이에 기반한 동적 드론 항로 구축 기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 대표적 딥러닝 개발 플랫폼 분석 및 사용자 편의성을 고려한 기능 개발 - 컨테이너식 응용 프로그램 배포, 확장, 및 관리 기술 활용 - 화재 확산 모델과 연계된 보행모델 개발 및 인원분포를 고려하여 최소 대피시간이 산출되는 최적 시뮬레이션 분석 - VISSIM, SUMO 등 기존 교통 시뮬레이터 분석 및 자율주행차의 특성을 고려한 시뮬레이션 모델 개발 - Multi-source 시공간 다중결정요소를 고려한 드론 항로 구축 기술 개발	상호작용을 고려한 마이크로 시뮬레이션 기술 ▪ Multi-source 시공간 데이터 융합 기반 동적 드론 항로 구축 기술
3차년도	▪ **(연구목표)** - 워크플로우 정의 및 자동 실행 기술 개발 - 실시간 상황인지 기반 구조자용 출동경로 최적화 및 현장대응 의사결정지원 기술 개발 - 교통정체 최소화를 위한 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 기술 개발 - 다중결정요소(에너지, 안전, 이동시간 등)를 고려한 드론 비행경로 최적화 기술 ▪ **(연구내용)** - 데이터 플로우 연동을 위한 워크플로우 정의 기술 - 공간정보 학습데이터 스트리밍을 통한 온라인 공간분석 학습 기술	▪ 인공지능 파이프라인 자동화 SW ▪ 실내외 실시간 상황인지(교통량, 화재, 인원분포, 영상정보 등) 기반 구조자용 출동경로 최적화 및 지능형 현장대응 기술 ▪ 교통정체 최소화를 위한 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 기술

(구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	- 실시간 concept drift 모니터링 기술 - 교통량, 신호 제어 등을 고려한 출동경로 최적화 기술 및 건물 내 실시간 센서 모니터링 및 시뮬레이션 예측 데이터에 기반한 구조 의사결정지원 기술 개발 - 자율주행차 스스로 교통량 분산을 실현하여 시스템 최적에 근사한 운행경로를 탐색하는 경로계획 기술 개발 - Multi-source 기반 동적 항로를 바탕으로 다중결정요소를 고려한 기종점 간 최적경로를 산출하는 드론 비행경로 최적화 기술 개발 ▪ **(기술개발 방안)** - 학습데이터 구축에서 실시간 공간분석 서비스 배포에 이르기까지 워크플로우 정의 및 실행 검증 - 화재, 인원감지를 위한 건물 내 센서 네트워크 구축 및 구조 진입동선 분석 기술, 긴급출동을 위한 네트워크 분석 기술 개발 - 자율주행 시뮬레이션 모델에 강화학습 기반 운행경로 최적화 기술을 적용하여 시스템 최적화 테스트 수행 - 유전 알고리즘 및 기타 인공지능 기술을 활용하여 다중결정요소를 고려한 비행경로 최적화 기술 개발	▪ 다중결정요소(에너지, 안전, 이동시간 등)를 고려한 드론 비행경로 최적화 기술
4차년도	▪ **(연구목표)** - 실시간 공간분석 서비스 워크플로우 탑재 - 요소기술 통합 및 모바일/데스크탑 등 멀티플랫폼 기반 재난대응시스템 개발 - 요소기술 연계를 통한 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 개발 - 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템 개발 ▪ **(연구내용)** - 테스트베드 구축, 요소기술 통합, 멀티플랫폼(모바일, 데스크탑) 지원 등 재난대응시스템 개발 - 실시간 공간분석 운영체계 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 개발 및 거대 규모 테스트환경 구축 - 요소기술을 연계를 통한 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템 개발	▪ 실시간 공간분석 서비스 워크플로우 3종 ▪ 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템 ▪ 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 ▪ Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템

(구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축		
연도	연구 목표 및 내용	주요 성과물
	▪ **(기술개발 방안)** - 실시간 실내 상황정보 센싱을 위한 테스트베드 구축 및 운영체계 연계를 통한 재난대응시스템 개발 - 세부 요소기술 통합에 따른 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 개발 - Multi-source 시공간 데이터 연계 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템 개발	
5차년도	▪ **(연구목표)** - 실시간 공간분석 서비스팩 개발 - 테스트베드 기반 재난대응 서비스 실증 및 고도화 - 시뮬레이션 기반 자율주행 서비스 실증 및 고도화 - 시뮬레이션 기반 드론 서비스 실증 및 고도화 ▪ **(연구내용)** - 대표적 실시간 공간분석 서비스를 위한 서비스팩 개발 - 다중 출구, IoT 센서 네트워크, 고품질 3차원 공간정보가 구축된 테스트베드를 대상으로 재난대응시스템 실증 및 고도화 수행 - 대규모 가상 환경에서 자율주행차의 도로 점유 비율에 따른 시나리오 기반 운행경로 최적화 및 모델 캘리브레이션 - 물류, 택시, 치안 등 비즈니스별 다중결정요소 가중치 분석 및 드론 비행경로 최적화 테스트 및 검증 ▪ **(기술개발 방안)** - 영상기반 공간정보 상에서 객체 검출 및 분할, 변화 탐지를 위한 실시간 공간분석 서비스팩 개발 - 솔루션을 이용하여 테스트베드에서의 모의 대피/소방 훈련 수행 및 훈련 결과 반영 - 실세계의 교통량과 유사한 가상 환경을 가정하고 자율주행차 운행경로 최적화 테스트 수행 - 시뮬레이션 기반 택배, 택시 등 드론 항로 기반 서비스 모델 도출 및 테스트	▪ 실시간 공간분석 서비스팩 ▪ 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템 실증 및 고도화 ▪ 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 실증 및 고도화 ▪ Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 실증 및 고도화
최종 성과물	- 인공지능 파이프라인 자동화 SW - 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템 - 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템 - Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템	

○ 실시간 공간분석 서비스 운영체계 실증 수행 계획

- 실증 모델
  - (모델 Ⅰ) 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템
  - (모델 Ⅱ) 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템
  - (모델 Ⅲ) Multi-source 시공간 레이어 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템
- 실증 방안
  - 실증 모델 개발을 위한 테스트베드 선정 및 실시간 데이터 수집체계 구축
    ① 소아/성인/노인/장애인 등 다양한 사회적 계층의 이용을 고려한 다중밀집시설, 다중출구, 건물의 복잡도 등의 복합적 조건을 갖춘 실내외 공간 환경
    ② 실시간 교통정보, 다양한 공간적 조건 등이 반영되어 실제 도시 환경과 유사한 시뮬레이션 환경 구축 및 자율주행 실증단지 연계
    ③ 실시간 유동인구 및 교통량, 3차원 도시 모델 등 실제 도시 지형과 유사한 비행 시뮬레이션 환경 구축 및 상용 드론 모델 연계를 통한 실증
  - 초정밀 디지털 국토 구축(1중점), 초연결 라이브 국토 실현(2중점) 기술 적용을 통한 테스트베드의 고품질 3차원 공간정보 구축
  - 초대용량 디지털 라이브 국토 활용(3중점) 기술을 이용하여 실증 모델 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ의 실시간 공간분석 서비스 운영체계 기반 디지털 트윈 구축
  - 테스트베드에 대하여 상용 기술과 개발 기술을 동시에 적용하여 기술개발 목표 달성 여부 및 실효성 검증
- 실증 결과물
  - 실증 모델 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ에 대한 최종 성과물
  - 테스트베드 기반 목표 달성 검증 및 상용 기술 대비 성능 비교 보고서
  - 실증 모델 운영 매뉴얼
  - 개발 기술의 활용·확산과 기술생태계 조성을 위한 표준 데이터 모델 및 정책·제도 개선안

(4) 개발 목표

세부기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	모사가능 센서종류	-[1]	4종 (미국, Carla)	4종	●			2026
	모사가능 환경종류	-[2]	4종 (미국, Carla)	4종	●			2025
	수도학습데이터 성능 개선율	1~2%[3]	1~2%[3]	3.5%	●			2025
	자동 레이블링 정확도	-[4]	-[4]	95%	●			2026
3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	시공간 학습 네트워크 구축을 위해 활용되는 시공간 정보종류	1[5]	3[5] (미국, ESRI)	5종	●			2025
	학습모델의 설명라벨 중에서 공간정보 기반 설명라벨의 비율	-[6]	10%[6] (NVIDIA,Pilot Net)	10% 이상	●	-	-	2026
	설명가능한 공간지능화 가시화 방법	-[7]	1종[7] (NVIDIA,Pilot Net)	4종 이상	●	-	-	2026
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	동시사용자(명)	5명[8]	5명[8]	10명	●	-		2026
	요구조자의 대피시간 및 구조자의 초기대응시간 감소율	-[9]	-[9]	20%	●	-		2026
	교통정체 감소율	-[9]	-[9]	20%	●	-		2026
	다중결정요소를 고려한 최적해 탐색 확률	-[9]	-[9]	90%	●	-		2026

[비 고]

1) 해외의 경우 가상공간 기반 자동차시뮬레이션 등 일부 분야에서 Lidar, 카메라 등 4가지 이상의 모사 가능 센서를 제공하고 있으나, 아직 국내에는 현실과 같은 초대규모 가상공간에서 학습용 실세계 센서를 모사하는 기술은 연구 초기 단계로 공개된 공식 지표가 없는 상태임
2) 해외의 경우 가상공간 기반 자동차시뮬레이션 등 일부 분야에서 비, 안개 등 4가지 이상의 환경 모사 기능을 제공하고 있으나, 아직 국내에는 현실과 같은 초대규모 가상공간에서 학습을 목적으로 하는 환경 모사 기술은 아직까지 연구 초기 단계로 공식적인 지표는 없는 상태임
3) 대부분의 연구에서 사용되고 있는 영상처리 기술을 바탕으로 한 데이터 확장 기법을 사용할 경우 일반적으로 1~2%의 성능 개선 효과가 있음을 다수의 연구 논문에서 발표됨
4) 현재 상용 서비스로 제공되고 있는 오토 레이블링의 경우 분류 정확도가 미리 설정된 임계값 이하의 경우 사람이 직접 개입하여 레이블링 작업을 수행하기 때문에 이와 관련된 공식적인 지표는 부재하여 (-)로 표기하였음
5) 영상, 라이다, GPS/GNSS 위치정보, 도로지도 등과 같이 상황 판단을 위해 활용되는 시공간정보 유형의 종류로써, 구체적인 종류는 테스트 및 실증 시나리오를 고려하여 설정필요
6) 해외에서도 공간정보를 기반으로 설명가능한 인공지능 기술은 최근 연구가 시작된 분야이며, 국내의 공간정보를 연계한 공간지능화 기술은 아직까지 공개된 연구사례가 부재하여 (-)로 표기하였음
7) 설명가능한 인공지능 기술은 최근 활발하게 연구가 시작되고 있는 인공지능 분야이며, 특히, 공간정보와 연계하여서는 국내에서도 공개된 연구가 거의 없는 초기 연구 단계이므로 (-)로 표기하였음
8) 단일 CPU에서 GPU를 나누어 동시에 몇 명이 Inception-v3 모델을 학습가능한지 측정
9) 실시간 공간분석 서비스 실증에서는 ① 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템을 이용한 요구조자의 대피시간 및 구조자의 초기대응시간(재난현장까지의 도달시간, 구조계획 수립시간) 감소, ② 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 최적화 기술을 이용한 교통정체 감소, ③ 다중결정요소를 고려한 드론 비행경로 최적해 탐색을 목표로 연구개발을 수행함. 기존의 전통적인 최적화 이론을 적용하기 어려운 문제에 대하여 인공지능 기술을 적용하는 접근방식은 기초 연구 단계이며, 공간정보와 연계한 실증 모델 개발 분야는 초기 연구에 해당하므로 (-)로 표기하였음

(5) 개발목표의 설정근거

○ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

- (모사가능 센서종류) 자율자동차, 드론 분야에서 공통적으로 요구하는 카메라, 라이다, 초음파, 영상분석 등 4종의 센서를 대상으로 가상환경에서 시험할 수 있도록 개발하는 것으로 목표를 설정
- (모사가능 환경종류) 자율자동차, 드론 분야에서 공통적으로 요구하는 날씨 및 조명 조건인 눈, 비, 주간, 야간 상황을 현실과 동등한 수준으로 모사하는 것을 목표로 설정
- (수도 학습데이터 성능 개선율) 수도 학습데이터를 적용하여 학습할 경우와 그렇지 않을 경우의 성능 개선 비율을 나타내며 일반적인 영상처리 기반 데이터 확장을 통한 성능 개선의 150%를 목표로 설정함
- (자동 레이블링 정확도) 사람이 직접 레이블링 작업을 수행하는 것과 유사한 정확도 제공을 목표로 함

○ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

- (시공간 학습 네트워크 구축을 위해 활용되는 시공간 정보종류) 시공간에서 발생되는 복합상황에 대한 상황판단, 추론 및 예측을 지원하기 위해서는, 시공간과 관련된 다양한 정보가 연계되어 학습 네트워크가 구축되어야 하므로, 연계되는 시공간 정보종류의 수를 목표로 설정

- (공간지능화를 통한 설명 콘텐츠 및 가시화 종류) 인공지능 학습모델에서 설명라벨을 가진 노드 중에서 공간정보를 가진 노드의 구성 비율과 공간지능화 해석력을 표현할 수 있는 가시화 지원 종류로 설정

○ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

- (동시사용자) 여러 개의 실시간 공간분석 서비스 파이프라인을 운영하기 위해서는 한 노드에서도 여러 개로 분산되어 처리할 수 있는 기술이 필요하며, 이는 단일 CPU에서 GPU를 나누어 동시에 몇 명이 사용할 수 있는 것으로 측정
- 실시간 상황인지 기반 재난대응시스템은 기존의 정적인 대피계획 대비 요구조자의 대피시간 감소 및 현장지휘자의 경험에 의존적인 기존 초기대응방식 대비 구조자의 초기대응시간(재난현장까지의 도달시간, 구조계획 수립시간) 감소를 목표로 연구개발을 수행하며, 목표 스펙은 개발 성과의 실효성을 높이기 위해 현장 전문가들의 자문을 통해 설정
- 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템은 전체 교통 시스템 관점에서 교통정체 최소화를 목표로 하며, 국내외에서 진행 중인 관련 연구 사례들과 비교하여 도전적인 목표 스펙을 설정
- 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템은 다수의 시나리오를 바탕으로 다중결정요소를 고려한 최적해 탐색 테스트를 수행하고, 90% 이상의 최적해 및 근사 최적해 탐색에 대한 통계적 확률을 목표 스펙으로 설정

3.7 국내 타 연구과제와의 차별성·연계성

○ 검색된 6개 유사과제의 연구개발 목적, 적용범위 및 기술목표 등을 본 사업과 비교하여 차별성과 기술개발의 효율화를 위한 연계 방안 도출

〈표 7-112〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 유사과제와의 차별성 및 연계방안

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
1	지능형자동차 인식기술 개발 지원을 위한 공개용 표준 DB 구축 및 평가시스템 개발 (2015-2020) (산업통상자원부)	6,358 백만원	▪ 다양한 상황 (날씨, 위치, 차량 속도 등) 및 다양한 환경 (교차로, 터널, 횡단보도 등)에서 데이터 취득 및 전처리 ▪ 인식대상 이동체 확장을 위한 객체 분류기술 개발 (50m 이상 원거리 객체 추출을 위한 다중센서 융합 annotation 프레임워크 구축 및 이를 통 한 Ground Truth Data Range 확장)	(연계점) - 유사과제에서 생성한 초대규모 영상 데이터 및 Ground Truth 데이터를 성능 검증용 데이터로 활용 가능 (차별점) - 유사과제는 지능형 자동차의 상황인지 학습 기능을 구축하기 위해 수동 레이블링 툴을 개발하는 반면, 본 과제는 태스크 유형에 상관없이 초대규모 학습 데이터를 자동으로 레이블링하기 위한 기술을 개발한다는 점에서 차별화됨

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
2	수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발 (2018 ~ 2022) (국토교통부)	14,346 백만원	▪ 가상훈련, 문화콘텐츠 등 공간정보를 활용하는 수요처 요구사항에 맞는 현실감있는 3D 공간정보 모델링 및 갱신하고, 3D 도시모델을 저작 및 제공하는 기술 ▪	(연계점) - 실감있는 공간정보를 활용한 현실을 모사하는 기본 3D 공간정보 데이터로 연계 활용 가능 (차별점) - 수요처 요구에 맞는 가상환경에서의 학습용 데이터 생성 불가, 가상 센서 모델 부재로 가상 환경에서 시나리오 기반의 기능 시험이 어렵다는 점에서 차별화
3	공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술개발 (2014-2019) (국토교통부)	7,976 백만원	▪ 공간정보를 포함하는 빅데이터를 빠르게 분석 및 가시화하기 위한 다양한 컴포넌트 및 UI/UX 기술을 개발 - 공간특성을 지원하지 않는 DBMS 등과 비교하여, 특정 기능에 대해 제시된 수치 이상의 성능향상을 목표로 기 정의된 분석기능의 성능을 향상시키는 것이 목표	(연계점) - 문제해결을 위한 신경망 및 네트워크의 구축을 위해 요구되는 데이터의 마련 및 관리 차원에서 기본적인 연계가능 (차별점) - 유사과제는 전통적으로 사용되던 DBMS 상에서의 통계적/비통계적 질의처리 성능향상 및 그 결과의 효율적인 가시화를 주요 목표로 하고 있는 반면, 본 과제는 최근 집중적으로 연구되기 시작하고 있는 신경망 및 네트워크 구조에 기반한 최적화된 모델을 구축하는 것이 주 목적으로써 문제해결을 위한 기본적인 접근방법에 매우 큰 차이점이 있음
4	선응적 재난 대응을 위한 에이전트 기반의 실시간 대피자 행동 및 화재 거동 통합 시뮬레이션 모델 개발 (2017-2020) (교육부)	50 백만원 (1차년)	▪ 대피자의 행동 및 화재 거동 예측을 통한 선응적 재난대응 - 사물인터넷(IoT) 또는 무선 센서 네트워크(WSN)를 통한 재난정보 실시간 수집 - 피난 시에 발생할 수 있는 재실자들의 밀집 현상과 대기열을 분석하여 재실자들의 안전 대피경로 제공	(연계점) - 센서 네트워크 기반 실시간 공간 데이터를 활용한 상황인지 기반 동적 재난대응시스템 (차별점) - 대피자의 행동패턴과 화재 거동을 통합한 마이크로 시뮬레이션 모델을 개발하는 측면은 유사 - 본 과제에서는 시뮬레이션 모델과 AI 최적화 기법을 융합하여 대피자를 위한 능동형 경로 서비스 제공 - 또한 실시간 상황인지 정보를 바탕으로 구조자의 현장대응을 위한 지능형 솔루션도 함께 제공

연번	과제명 (부처)	규모	유사과제 내용	차별성 및 연계방안
5	자율주행차의 도로주행을 위한 운행체계 및 교통인프라 연구개발 (2019-2021) (경찰청)	155 백만원 (1차년)	▪ 자율주행 상용화를 위한 첨단 인프라 조성과 운행체계 개발 - 자율주행 지원을 위한 AI 기반 통합신호제어 시스템 개발 - 자율주행차와 일반차량이 혼재되어 운영되는 도로 환경에서의 AI기반 스마트 신호제어를 위한 관리체계 개발	(연계점) - AI 최적 신호제어 모델과 상호작용 가능한 운행경로 최적화 모델을 개발하여 자율주행차과 일반차량이 혼재된 도로 환경 제어 (차별점) - 유사과제는 신호체계 최적화를 통한 교통흐름 개선인 반면, 본 과제는 자율주행차들의 분산 경로계획을 실현하는 운행경로 최적화 기법 및 시뮬레이션 개발이라는 점에서 차별화됨
6	360°카메라+HMD 기반 드론 운항을 위한 요소기술 개발 (2016-2020) (과학기술정보 통신부)	907 백만원	▪ 360°카메라와 HDM으로 구성된 영상플랫폼을 이용한 드론 조종 효율성 및 편의성 극대화 - 드론 운항 환경에 대한 3차원 모델링 및 목적지까지의 최적 운항 경로 계산 - 취득된 영상정보 및 지리정보 DB를 바탕으로 고정/이동 물체가 혼재된 운항공간을 모델링하고 기상조건을 고려하여 최적의 드론 경로를 계산함	(연계점) - 영상, 지리정보, 기상조건 등을 multi-source로 가용하여 동적 드론 항로 구축 (차별점) - 에너지, 안전, 이동시간 등 다중결정요소를 고려한 드론 비행경로 최적화 기술 개발 - Multi-source 시공간 레이어를 융합하여 드론 비행에 특화된 유동적인 드론 항로 구축

3.8 민간기술과의 차별성·연계성

□ (구성기술 3-2-1) 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

○ 자유롭고 유연한 가상의 시험 환경을 제공하는 현실모사 가상학습데이터 생성 및 시험환경 구축 기술

- 실제 물리 환경에서 자율주행, 드론 분야의 인공지능 기술 개발에 필요한 시험 데이터를 구축하고, 시험 환경을 구축·시험하기에는 시간, 공간 및 비용적인 한계가 있음
- 실제 물리 환경에서 학습용 시험데이터와 시험환경을 구축하는 것은 많은 비용과 시간이 소요되므로 제한적인 데이터 및 시험 환경 구축만 가능함
- 반면, 현실과 같은 가상환경에서 원하는 지역, 원하는 시나리오로 자유로운 데이터 및 시험 시나리오를 구축하여 활용할 수 있는 기술적인 차별점이 있음

○ 초대규모 공간지능화 학습데이터 생성 기술

- 학습데이터 구축 서비스 요청 시 인공지능 기반의 자동 레이블링 기능을 선택함으로써 비용을 절감할 수 있으나 여전히 사용자가 단기간에 직접 대규모 데이터를 처리할 수 있는 방법은 제한적임
- 레이블링 자동화 기능을 서비스가 아닌 SDK와 같은 SW 툴로 제공함으로써 누구나 손쉽게 초대규모 고품질 공간정보 학습데이터 구축이 가능해짐
- 레이블링된 학습데이터를 대상으로 개인정보 익명화 기능은 내재되지 않음

〈표 7-113〉 민간 보유기술과 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	현실모사 가상학습데이터 생성 및 시험환경 구축 기술	LG전자	• 가상환경에서의 센서 에뮬레이터, HD 맵 지원 시뮬레이터	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행에 중심의 시뮬레이터에 포커싱되어 있음 • 다양한 모빌리티를 지원하기 위한 확장성에 한계 • 우리나라 국토를 대상으로 가상데이터 생성 기반을 부족
				〈차별성·연계성〉 • 우리나라와 동일한 가상 국토를 대상으로 데이터 및 시험 환경을 제공 • 다양한 시나리오 기반 시험 환경 제공
		네이버랩스	• 하이브리드 HD 매핑 기술을 활용한 맵 데이터 구축 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행 중심의 정밀지도에 포커싱 되어 있음 • 판교와 상암 지역 등 직접 구축한 지역으로 데이터가 한정됨
				〈차별성·연계성〉 • 현실모사 가상 환경을 활용하여 시험 데이터 및 시험 환경을 구축하여 제공 • 다양한 시나리오 기반 시험 환경 제공
		아마존	• 딥러닝을 이용한 데이터 레이블링 자동화 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 상용 서비스를 통하지 않고 사용자가 직접 초대규모 공간정보 학습데이터 구축은 제한적임
				〈차별성·연계성〉 • 인공지능 기반의 레이블링 자동화 기능을 SDK로 제공함으로써 수요자 맞춤형 학습데이터 구축이 가능해짐 • 개인정보 익명화 기술 내재

□ (구성기술 3-2-2) 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

○ 시공간상에서 복합적으로 발생하는 다양한 상황에 대한 판단 및 예측을 지원하기 위한 대규모 시공간 학습 네트워크 구축 및 추론 기술

- 현재 단일 유형의 공간정보 및 전통적 공간정보 처리 기법을 중심으로 일부 통계적 기법에 기반한 기계학습 방법의 적용이 연구 및 시도되고 있음

- 본 기술개발은, 시공간 상호작용 및 상관관계를 고려하여, 다양한 유형의 공간정보에 기반한 대규모 시공간 학습 네트워크를 구축함으로써, 복합상황에 대한 효과적, 효율적인 판단, 추론 및 예측을 지원하고자 하는 것에 차별점이 있음

○ 공간정보를 기반으로 인공지능의 의사결정 근거를 제시하고 사용자와 인터랙션하는 공간지능화 해석력 확보 및 실증

- 현재 개발되는 설명가능한 인공지능 기술 분야에서는 공간정보에 대한 고려가 부재하므로, 공간정보를 활용한 의사결정 근거 및 사용자와 인터랙션을 하는 방법에서 차별성이 있음

- 기존에는 인공지능의 판단 근거에 대한 가시화 및 설명이 부재하였으나, 본 기술은 인공지능의 판단 근거와 과정을 시각적으로 가시화하고 설명한다는 차별점이 있음

〈표 7-114〉 민간 보유기술과 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보기술과의 차별성·연계성

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	ESRI	• 수치 및 영상형태의 공간정보에 대한 통계적 기계학습 기법 적용 기술 • 단일 유형 공간정보에 대한 소규모 신경망 기법적용(시도)	〈기존 기술의 한계〉 • 현재까지는 주로 통계적 기법에 기반한 기계학습을 중점으로 하고 있으며, 단일 소규모 공간정보에 대한 네트워크 기법의 적용 연구 중 〈차별성·연계성〉 • 해당 제품의 연구개발 방향을 참조하면서, 상호 활용 가능성을 확보할 수 있도록 연계 • 대규모의 시공간 학습 네트워크를 최적화 형태로 구축할 수 있도록 함으로써, 복합상황으로의 적용가능성을 높일 수 있도록 차별화

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
		NVIDIA	• 자율주행용 PilotNet 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행의 주행 판단 근거만을 영상의 픽셀 단위로 시각적 제시 〈차별성·연계성〉 • 다양한 모빌리티를 지원하기 위한 환경 지원으로 차별화
		XAI컨소시움	• 의료, 금융, 게임 분야의 XAI 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 공간정보를 고려하지 않는 XAI 기술 〈차별성·연계성〉 • 의료, 금융 등 공간정보와 무관한 적용 도메인에서의 차별성

□ (구성기술 3-2-3) 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 자유롭고 유연한 시험 환경을 제공하는 데브옵스 파이프라인 기반 확보

- AIaaS, ML Ops 등의 개념으로 데브옵스 파이프라인을 구성할 수 있는 인공지능 개발 플랫폼은 클라우드 기업 뿐만아니라 중소기업 및 오픈소스 계열에서도 솔루션을 제공할 수 있음

- 하지만, 이러한 범용 솔루션은 본 과제에서 수행하고자 하는 N차원의 초대규모 장기간 시계열 및 광역 공간정보 분석에는 제약사항이 많으며, 공간정보에 특화된 다종다형 데이터와 프로세스 파이프라인을 구성할 수 있는 기술과 병렬분산 및 협업 학습 기술요소가 결합된 플랫폼을 제공하는 것에 차별성을 가짐

- 또한 공간정보에 관련된 외부 데이터 및 외부 인공지능 모델을 본 과제 플랫폼 위에서 가동 및 관리를 할 수 있어 여러 기관과 협업할 수 있는 환경을 제공할 수 있음

○ 상황인지 기반 실시간 재난대응체계 최적화

- IoT 기반 화재 감지 센서 네트워크를 이용하여 위험구역을 연산하고, 능동형 비상 대피로 표시 등을 활용하여 재실자들에게 우회경로를 안내하는 대피시스템은 국내·외에서 상용화되고 있음

- 본 과제는 에이전트 기반 마이크로 시뮬레이션 모델과 AI 기법을 융합한 대피 최적화 기법에 건물 내 환경정보(열, 연기)와 세부 공간에 대한 이동객체 감지 정보를 입력하여 요구조자를 위한 높은 신뢰도의 재난대응 서비스 제공을 목표로 함

- 또한 실내외 실시간 상황정보(교통량, 화재, 인원분포 등)를 고려하여 출동경로 및 건물 진입 동선 최적화, 우선 구조지역 분석 등 구조자의 현장대응을 위한 지능형 솔루션을 개발하기 때문에, 기존 민간기술과 확연한 차별성을 가짐

○ AI 기반 자율주행차 운행경로 최적화

- 사용자 관점(User equilibrium)의 경로 최적화는 다양한 상용 서비스들이 존재하나, 시스템 관점(System optimum)의 경로 최적화는 개인 차량을 컨트롤 할 수 없는 현실적인 문제로 인해 일반적인 도로 환경에는 적용되지 않고 있음

- 유사 목적을 가진 서비스로는, 실시간 이동 수요를 클러스터링하여 운행 비용을 최소화할 수 있는 경로 계획을 수립하는 AI 기반 모빌리티 서비스가 시범 운영되고 있으며, 택시, 셔틀버스 등 소규모 운송사업자를 대상으로 한 솔루션 제공 계획이 논의되고 있음

- 본 과제는 민간에서 보유하고 있는 차량 이동에 대한 빅데이터를 공간지능화 플랫폼과 연계하여 학습 데이터로 활용할 수 있을 것으로 예상되며, 운행경로 최적화 기술과 초대용량 공간데이터 처리 기술을 활용하여 자율주행 환경에 대비한 도시 규모 교통정체 시뮬레이션이 가능할 것으로 판단됨

○ Multi-source 시공간 레이어 기반 드론항로 최적화

- 상용화되고 있는 드론 비행관리 플랫폼에서 사용자들에게 제공되는 데이터는 비행금지구역과 같은 정적인 2D 공간 데이터가 대부분이며, 플랫폼에 등록된 타 드론들의 비행경로와 같은 일부 실시간 위치정보가 공유되고 있음

- 드론의 에너지 효율 및 추락사고를 고려한다면, DSM과 같은 정적 데이터 뿐만 아니라 유동인구, 교통량 등의 미시적인 동적 데이터가 반영된 항로 구축이 필요하며, 유동적인 시공간 데이터의 특성에 맞게 항로 역시 유동적인 성질을 가져야 함

- 본 과제는 multi-source 시공간 레이어 기반의 동적 드론 항로 구축 기술과, 에너지, 안전, 이동시간 등 다중결정요소를 고려한 3D 비행경로 최적화 기술 개발을 목적으로 하기 때문에, 상용 비행관리 플랫폼과의 연계 및 드론 교통망 기술의 고도화가 가능함

〈표 7-115〉 민간 보유기술과 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술과의 차별성·연계성

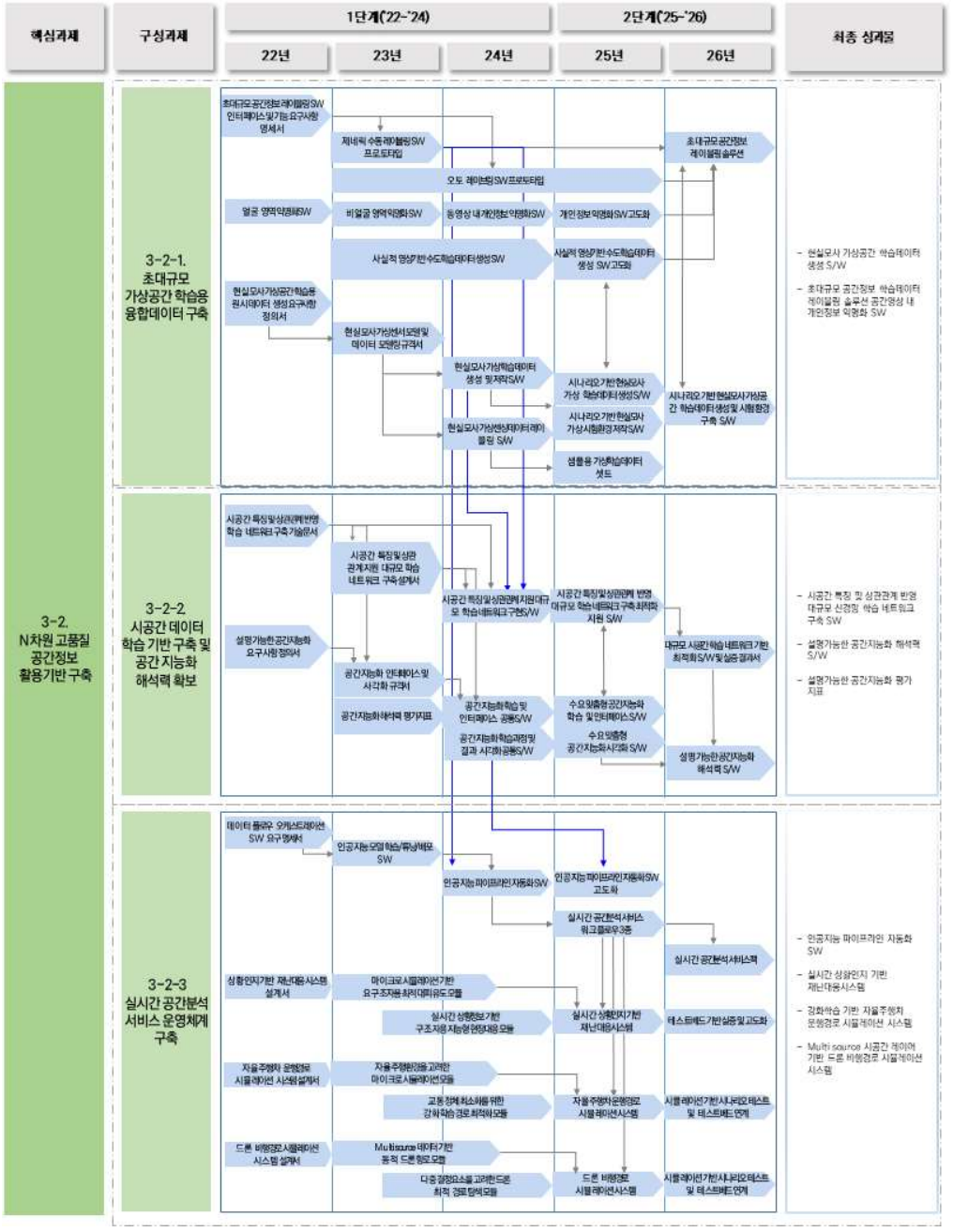
순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
1	실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	마이크로소프트	• 에저 머신러닝 • API 형태로 호출해 사용하는 서비스뿐만 아니라 머신러닝도 서비스 형태로 제공해 빠르게 모델을 빌드하고 배포할 수 있게 지원	〈기존 기술의 한계〉 • Azure Cognitive Service에는 결정, 언어, 음성, 시각, 웹 검색 등 다양한 분야에서의 API를 제공하나 공간정보에 대한 서비스는 미비한 상태임 • 〈차별성·연계성〉 • 공간정보에 특화된 초대규모 데이터와 다형다종의 파이프라인 구성 가능 • 공간정보 분야의 다양한 시나리오를 만족시킬 수 있는 API 제공

순번	구성기술명	기업명	보유기술	구성기술과의 차별성·연계성
		코너스	• 실시간 재난대응시스템 • 환경인지 센서를 이용하여 실시간으로 건물 내 상황 정보 모니터링 • 상황정보 기반 실시간 경로 연산 및 능동형 대피 유도 지원	• 〈기존 기술의 한계〉 • 열, 연기 등 화재 감지에 국한된 센서 정보, 이동 객체 감지 불가능 • 거시적 네트워크 모델을 이용한 경로 연산으로 인해 예측 정확도가 낮음 • 요구조자를 위한 서비스에 초점, 재난본부, 소방기관과의 연계를 통한 구조자 지원 시스템 미비
				• 〈차별성·연계성〉 • 이동객체 감지를 통해 세부 공간단위 실시간 인원분포 모니터링 • 에이전트 기반 보행모델을 이용한 미시적 대피 시뮬레이션 • 출동경로 최적화, 지능형 현장대응 솔루션 등 구조자 지원시스템 개발
		현대자동차	• 커뮤니티형 모빌리티 서비스 • AI 기술을 활용한 실시간 이동 수요 분석 • 기존점 쌍들의 클러스터링 및 최적경로 연산을 통해 운송사업자들을 위한 이동 서비스 솔루션 제공	• 〈기존 기술의 한계〉 • 소규모 운송사업자 타겟으로 한 모빌리티 서비스 • 도시 규모 이동 수요를 고려한 교통 시스템 최적화에는 적용하기 어려움
				• 〈차별성·연계성〉 • 교통정체 최소화를 위해 신호체계와의 상호작용을 고려한 자율주행차 운행경로 최적화 기술 개발 • 민간에서 보유하고 있는 차량 이동에 대한 빅데이터를 공간지능화 플랫폼과 연계하여 운행경로 최적화를 위한 학습 데이터로 활용
		에어맵(AirMap)	• 드론 비행관리 플랫폼 AirMap • 안전한 드론 운행을 위한 공간정보, 타 드론의 비행정보, 공항 연계 서비스 제공 • RESTful API, SDK 등 사용자의 확장 개발을 위한 플랫폼 기술 지원	• 〈기존 기술의 한계〉 • 2D에 국한된 데이터 제공, 세밀한 단위의 실시간 공간 데이터 제공의 한계 존재 • 정적 데이터가 가시화된 지도 서비스 제공
				• 〈차별성·연계성〉 • 유동인구, 교통량 등 유동적 시공간 데이터를 고려한 드론 항로 구축 기술 개발 • 다중결정요소를 고려한 3D 경로 연산 지원

3.9 과제추진 및 기술성과 로드맵



[그림 7-155] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 과제추진 로드맵



[그림 7-156] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술 성과 로드맵

3.10 소요예산 및 장비 구축, 인력 계획

(1) 연도별 소요예산

○ 총액 273.86백만원, 국고보조금 205.40백만원, 민간 자본금 68.46백만원으로 구성

(단위: 백만원, 개)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계	과제 수
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	국고	1,055	1,241	1,241	1,303	1,365	6,205	2
	민자	352	414	414	434	455	2,069	
	총액	1,407	1,655	1,655	1,737	1,820	8,274	
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	국고	1,031	1,213	1,213	1,274	1,334	6,065	2
	민자	344	404	404	425	445	2,022	
	총액	1,375	1,617	1,617	1,699	1,779	8,087	
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	국고	1,406	1,654	1,654	1,737	1,820	8,271	4
	민자	469	551	551	579	607	2,757	
	총액	1,875	2,205	2,205	2,316	2,427	11,028	
합계	국고	3,492	4,108	4,108	4,313	4,519	20,540	8
	민자	1,164	1,369	1,369	1,438	1,506	6,846	
	총액	4,656	5,477	5,477	5,751	6,025	27,386	

○ 직접비(인건비)

(단위: 백만원)

구성기술	'22	'23	'24	'25	'26	계
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	313	408	413	417	443	1,994
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	313	408	413	417	443	1,994
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	424	541	547	553	580	2,645
합계	1,050	1,357	1,373	1,387	1,466	6,633

○ 소요 인력

(단위: 명)

구성기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	책임급	2	3	3	3	3	14
	선임급	3	4	4	4	4	19
	원급	7	8	8	8	9	40
	소계	12	15	15	15	16	73
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	책임급	2	3	3	3	3	14
	선임급	3	4	4	4	4	19
	원급	7	8	8	8	9	40
	소계	12	15	15	15	16	73
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	책임급	3	4	4	4	4	19
	선임급	4	5	5	5	5	24
	원급	9	11	11	11	12	54
	소계	16	20	20	20	21	97
합계		40	50	50	50	53	243

○ 직접비(인건비 제외)

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
연구장비·재료비	1,009	1,123	1,012	995	1,018	5,157
연구활동비	574	595	687	854	903	3,613
연구수당	211	272	275	277	294	1,329
합계	1,794	1,990	1,974	2,126	2,215	10,099

○ 간접비

(단위: 백만원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
간접비	647	761	761	799	838	3,806

○ 설정근거

〈NTIS 대표 유사과제〉

o 구성기술 3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축

- 직독식 수질복합센서 및 초분광영상 기반 시공간 복합 인공지능 녹조 예측 기술, 5,100백만원/년, 과학기술정보통신부
- (딥뷰-1세부) 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발, 3,800백만원/년, 미래창조과학부
- 국제안전인증 규격을 준수한 반복정밀도 0.1mm, 가반하중 15kg급의 6자유도 협동로봇 기술 개발, 1,400백만원/년, 산업통상자원부

o 구성기술 3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보

- (BCI-2세부) 딥러닝을 이용하여 사람의 의도를 인지하는 BCI 기반 뇌인지컴퓨팅 기술 개발, 2,667백만원/년, 과학기술정보통신부

- 몰입형 스크린 미디어 서비스산업 촉진을 위한 스마트스페이스 기술개발, 2,168백만원/년, 미래창조과학부
- 문화 체험 극대화를 위한 공간 재구성 및 공간 확장형 다기능/다목적 라이더 플랫폼 개발, 1,000백만원/년, 문화체육관광부

o 구성기술 3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

- 자율주행 AI 컴퓨팅모듈 검증 및 차량실증기술 개발, 2,860백만원/년, 산업통상자원부
- 실외 무인 경비 로봇을 위한 멀티모달 지능형 정보분석 기술 개발, 2,000백만원/년, 과학기술정보통신부
- (딥뷰-4세부) 예지형 시각 지능 원천 기술 개발, 600백만원/년, 다부처

〈비목별 소요예산 산정근거〉

o 인건비는 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업기간을 고려하여 산출
- 인건비의 단가는 2020년 학술용역단가(참여율 50%)에 최근 5년('15~'19)의 소비자 물가지수 상승률의 평균인 1.1을 반영

o 연구장비·재료비와 연구활동비의 규모는 기존유사사업인 국토공간정보연구사업의 예산 비중을 고려하여 산정
- 3천만원 이상 연구장비는 실제 구축 가격을 반영하였으며, 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 47:53

o 연구수당의 규모는 국가연구개발 관리등에 관한 규정에 따라 인건비의 20% 이내로 산정

o 간접비의 규모는 국가연구개발사업 기관별 간접비 계상기준*의 평균인 22.8% 이내로 산정
* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2017-37호, 시행 2017.12.29.)

【연임금(참여율 50%)】

(단위: 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
책임급	39,614,092	40,049,844	40,490,389	40,935,780	41,386,070
선임급	30,375,559	30,709,687	31,047,491	31,389,011	31,734,288
원급	20,427,690	20,652,393	20,879,568	21,109,241	21,341,441

(2) 연구장비 및 시제품

○ 연구장비 내역

〈표 7-116〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축의 연구장비내역

No	장비	관련 개발내용	단가 (백만원)	수량	금액 (백만원)
1	GPU 서버 시스템	• 공간정보 학습데이터 오토 레이블링을 위한 딥러닝 모델 개발 개인정보 익명화 및 수도 학습데이터 생성 모델 개발	43	4	172
2	액티브 러닝 운용 서버 시스템	• 사용자 연동 기반 수동 레이블링 및 레이블링 피드백 전송	32	2	64
3	주행시뮬레이션 시스템	• 가상공간학습용 데이터를 차량 가상환경 시뮬레이션과 연동하여 시험하기 위한 테스트용 S/W	30	1	30
4	공간지능화 학습용 GPU 서버	• 공간지능화 학습 및 추론을 위한 고성능 GPU 기반 인공지능 학습 서버	50	2	100
5	시공간 네트워크 모델링 서버	• 시공간 네트워크 모델링 개발용 서버	40	2	80
6	실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버	• 데이터 플로우 처리 • 인공지능 모델 병렬 분산 학습 및 배포 • 파이프라인 자동화	319	2	638
합계					1,084

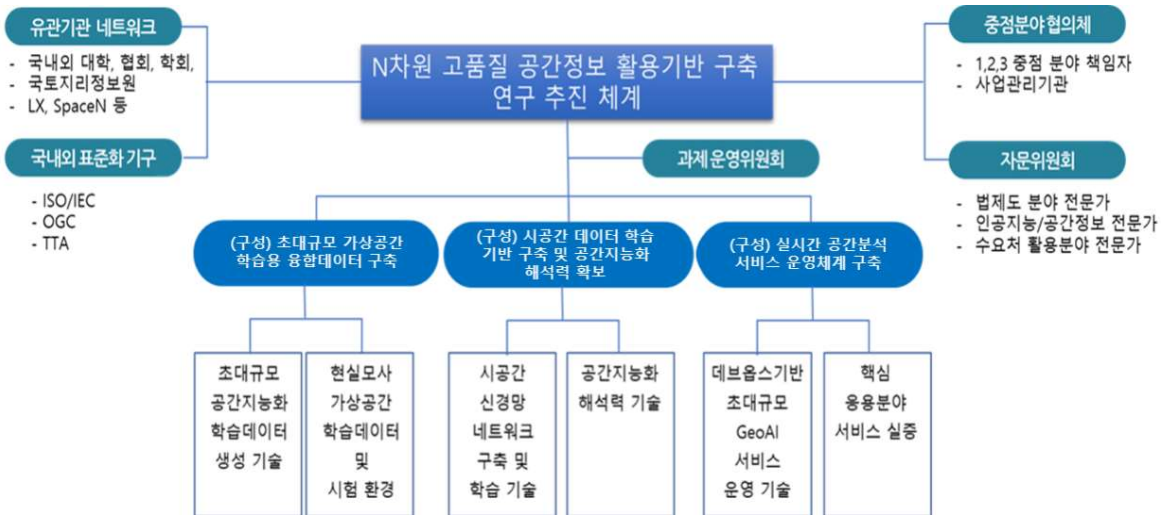
3.11 추진체계 및 대내외 협력방안

(1) 추진체계도

□ **N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축을 위한 사업 추진 체계는 그림과 같이 연구단을 중심으로 내부 수행 조직과 외부 지원 조직으로 체계를 구성**

○ 전체 사업은 3개의 세부 과제로 구성하며, 세부 과제간 업무 조율을 위한 과제 운영 위원회를 운영하여 과제 간 인터페이스, 연구성과 공유 등 사업 전반에 대한 진도 관리, 이슈 등의 논의를 수행

○ 외부 지원 조직으로 중점분야 과제와 기술 협의를 위한 협의체, 법제도, 인공지능/공간정보 전문가, 수요처 활용분야 전문가로 구성된 자문위원회를 구성하여 사업에 대한 기술 자문 및 연구 방향성을 검증하며, 국제 표준 트렌드 및 기술 홍보 등을 위한 국내외 표준화 기구 활동 및 유관기관 네트워크를 활용



[그림 7-157] N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술의 추진체계

(2) 협력방안

□ **국내외 유관기관과의 공동연구, 표준활동 등 글로벌 리더쉽 확보를 위한 협업 체계 구축**

○ 공간분석 서비스 유형에 따른 학습데이터 요구사항 분석 및 SW 개발·검증을 위한 협업체계 구축

○ 미국, 중국 등 국제공동연구, 심포지움 개최 등 인공지능분야 글로벌 연구 협력 강화

○ AI분야 국제 표준화 위원회(ISO/IEC JTC1 SC42) 등 글로벌 표준 활동을 통한 GeoAI 표준화 전략 수립

○ 실내외 공간 데이터(CityGML, IndoorGML), 이동 객체(Moving Features), 센서 데이터(Sensor Things) 등 OGC 표준 모델에 대한 확장 모듈을 제안함으로써, 공간정보 표준화 관련 국내외 연구기관과의 유기적 협력체계 구축

□ **수요기관 밀착지원을 위한 실증 분야별 리빙랩 운영 및 수요조사를 위한 전문가 네트워크 구축**

○ 기술 개발 결과를 실증할 수요 분야별로 리빙랩 운영을 위한 산학연 중심의 전략적 MOU 체결 및 컨소시움 사업 추진

○ 기술 요구사항 및 피드백을 위한 수요 분야별로 산학연 전문가로 구성된 전문가 포럼을 운영

○ 수요기관과의 파트너십을 바탕으로 실효성 높은 연구 성과 도출을 위해, 테스트베드 기반 서비스 실증 결과를 공유하고 주요 개선사항 도출 및 모델 캘리브레이션과 같은 성과 고도화 방안에 대한 공동 연구를 진행하여, 성공적인 시장 안착을 위한 실증적 연구 수행

3.12 위험요인 및 해결방안

〈표 7-117〉 N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 기술의 위험요인 및 해결방안

핵심기술	위험요인	해결방안
N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	• 초대규모 공간지능화 학습 데이터의 개인프라이버시 문제 존재	• 공간지능화 학습데이터의 익명화 기술 개발을 통한 개인정보보호
	• 공간지능화 데이터에 대한 법제도 제약 및 보안 문제	• 시험용 임시허가, 규제샌드박스 등을 통한 기술 개발 추진
	• 초대규모 공간정보 레이블링 자동화 솔루션의 유효성 검증	• 자동 레이블링된 공간정보 학습데이터를 AI 허브 등 인공지능 학습데이터 유통 인프라를 통한 배포함으로써 실제 서비스 개발자를 통한 검증
	• 대규모 시공간 신경망 네트워크 모델링을 위한 N차원 고품질 데이터의 확보 어려움	• 본 과제의 현실모사, 학습데이터 생성 및 시뮬레이션 기술 등을 연계활용하고, 기존 시스템 데이터의 적극적 활용을 통한 데이터 확보
	• 초대규모 공간정보 학습을 위한 기술 및 장기간 시계열 공간정보 분석을 위한 기술 이슈	• 분산형 멀티-하이브리드 환경 위에서 유연한 파이프라인을 구성할 수 있는 플랫폼 연구
	• (재난대응) 실시간 상황인지 센서 네트워크 구축에 소요되는 비용 이슈 • (자율주행) 교통정체 최소화를 위한 자율주행차 경로 최적화 기술의 실용화 이슈 • (드론) 민간 데이터 활용 이슈	• (재난대응) 기 구축된 CCTV 시스템을 이용한 실시간 모니터링 체계 구축, BLE 등의 저비용·고효율 통신 기술 활용 • (자율주행) 자율주행 통합관제시스템 개발 및 법·제도적 장치 마련을 위한 후속 연구 추진 • (드론) 고품질 데이터를 보유하고 있는 민간기관과의 협력체계 구축 및 공동연구를 수행하여, 데이터 공유, 연구성과 고도화 진행

3.13 실용화 전략

(1) 기존 실용화 사례

□ 2018년 AI 허브 시스템을 오픈하여 인공지능 산업 강국 실현을 위해 AI데이터 기반을 조성하고 다양한 사용자가 AI를 개발 및 활용하기 위한 인프라 서비스를 제공하고 있음

○ 지능정보산업 시급성과 유망성이 높은 분야를 발굴하여 인공지능용 지식베이스 및 학습데이터 구축을 목표로 하고 있음

○ '17년부터 법률, 특허, 일반상식, 한국형 이미지 데이터 구축을 시작하여 '19년 기준 한국어 음성, 한국어 대화, 기계독해 등 7종의 인공지능 학습용 데이터를 추가하여 총 11종의 데이터셋을 공개 중

□ 2014년~2019년 공간정보 빅데이터 과제를 통해 공간분석을 보다 효율적으로 제공하기 위한 연구개발을 수행한 바 있으며, 이를 교통상황 등의 다양한 도메인에 적용 중

○ 국토교통부에서는 공간정보에 대한 빅데이터 분석 연구개발을 통해 보다 빠르고 효율적인 공간정보 분석 기술 및 시스템을 개발한 바 있음

○ 이는 교통분야 및 부동산 산업체에서 공간정보 관련 도메인에 적용하고자 하는 여러 노력이 진행 중임

□ 자율주행을 위한 인공지능 기반 주행 환경인지에 필요한 데이터 확보를 위하여 현실과 유사한 가상 환경을 활용한 학습데이타 구축 및 시험 환경을 제공하는 서비스가 제공되고 있음

○ 자율주행을 위한 주행환경에 필요한 학습 데이터 구축에 많은 비용가 시간이 소요되고 초기에는 GTA와 같은 디테일있는 게임의 주행환경을 활용하여 학습데이타를 구축하여 활용한 사례가 있음

○ 3D 공간정보의 구축 기술 발달로 CarSim, Calra와 같은 그래픽 기반의 시험용 시나리오 환경을 구축하여 제공하였으며, VIRES, CVEDIA 등은 센서모델, 차량 모델 등 가상환경을 생성하고 주행시뮬레이션을 제공하는 토탈 솔루션으로 제공하고 있음

○ 최근에는 NVIDIA 등 고성능 GPU를 활용한 현실과 유사한 수준의 가상환경을 구축하여, 다양한 시험 환경을 제공하는 시뮬레이션 플랫폼으로 기능이 확대

□ 클라우드 대기업 중심으로 최근 AI 서비스를 효율적이고 쉽게 제공할 수 있는 플랫폼이 AIaaS, MLOps, AI DevOps 등등의 개념으로 개발되고 있음

○ 아마존웹서비스(AWS), 마이크로소프트(MS), 구글 등 클라우드 기업들이 자사 클라우드 상에서 AI 개발 및 구동을 위한 플랫폼을 서비스하고 있음

○ 국내 정부출연연인 ETRI에서도 인공지능을 손쉽게 개발할 수 있는 인공지능 플랫폼을 개발하여 오픈소스로 공개함

□ **재난대응, 자율주행, 드론 등 실시간 공간분석 서비스 실용화 사례**

○ IoT 기술을 이용하여 건물 내 세부 구역에 대한 열, 연기 등의 위험요인을 실시간으로 모니터링하고, 재난 발생 시 감지된 상황정보에 기반한 안전경로를 연산하여, 건물 내 설치된 경로 안내 디바이스 및 스마트폰을 통해 서비스를 제공하는 실시간 재난대응시스템이 상용화되고 있음

○ 도시의 교통 시스템 최적화를 위한 실시간 자율주행차 운행경로 분석 기술은 현재 이론적 연구단계이며, AI 기술을 이용하여 유사 기종점을 통행하는 실시간 이동 수요에 대한 최적경로를 분석하고 차량을 배치하는 모빌리티 솔루션이 시범 서비스 되고 있음

○ 상용 드론 비행관리 플랫폼에서는 비행 중인 타 드론들에 대한 실시간 위치정보를 제공하여 드론 간의 충돌을 방지하고 있으며, 인구, 교통량 등이 집중되는 지역에 대해서는 Geo-fencing 기능을 적용하여 드론 추락으로 인한 인명 및 재산 피해를 방지하고 있음

(2) 성공 사례의 시사점

□ **국내 중소벤처기업, 연구소, 개인 등이 높은 비용과 투입시간으로 인해 자체적으로 확보하기 어려운 양질의 대용량 인공지능 학습용 데이터를 누구에게나 공개하여 지능 정보사회와 인공지능 산업 생태계를 조성**

○ 법률, 특허, 헬스케어, 관광, 의료영상, 이상행동 영상 등 다방면에 걸친 고품질 학습데이터 제공

○ 내부적으로 데이터 정제, 가공, 융합을 통해 학습용 데이터 제작 및 배포

□ **기술의 성공적 개발 및 적용을 위해서는 사실적인 상황 및 데이터를 기반으로 데이터 분석 및 예측에 대한 명확한 목표를 설정하여 기술개발을 진행할 필요가 있음**

○ 성공적인 대규모 시공간 신경망 네트워크 모델링 기술개발을 위해, 현실적으로 적용 가능한 상황과 수집 가능한 데이터를 기반으로 신경망 네트워크의 구축 목적을 명확하게 설정

○ 활용 가능한 데이터에 기반한 신경망 네트워크 모델링을 통해 개발기술의 적용가능성을 극대화

□ **공간정보를 기반으로 다양한 수요 분야와 협업을 통한 기술 개발이 상용화 성공률이 높음**

○ 공간정보는 인프라 기반의 공통 기술 분야이므로 상용화 성공률을 제고하기 위해서는 실제 활용분야의 요구를 반영한 활용 지원 기술이 개발되어야 상용화 성공률이 극대화 가능

○ 수요 분야와의 밀접한 협력을 통한 초대용량 공간정보 활용기술을 플랫폼화하는 것이 중요함

□ **관·학·연·산이 법·제도 지원, 선행기술연구, 핵심원천기술 그리고 사업화로 이어지는 역할 분담에 따른 실용화**

○ 역할에 맞는 사업 추진 체계 구성 및 사업 수행 과정에서 참여기관간 긴밀한 소통을 통한 기술 개발이 진행되어 사업화 성공가능성이 제고됨

□ 클라우드 서비스와 오픈소스 그리고 솔루션을 중심으로 다양한 인공지능 개발 프레임워크가 실제 현업에 적용되어 활용되고 있음

○ 2018년 15.2억 달러(1.82조 원) 규모였던 AIaaS 시장은 연 평균 48.2% 성장해 2023년에는 108.8억 달러(13.05조 원)에 도달, AI가 퍼블릭 클라우드 서비스 전체 매출의 약 50%를 차지할 것으로 보임

○ 이러한 시장 성장 및 저변확대는 협업에 AI 적용 가속화가 되고 있으며, 데브옵스 기반 파이프라인 요소 기술 성숙도가 높음과 동시에 기술 발전 속도도 높음

□ 실시간 데이터 처리 기술을 활용한 상황인지 기반 맞춤형 솔루션 제공

○ 대용량 데이터의 수집·처리·분석·예측 등 빅데이터 기술과 IoT, AI와 같은 4차 산업혁명 기술을 통해 지능화·실시간성을 충족하고, 사용자 맞춤형 솔루션을 제공할 수 있는 상황인지형 서비스가 개발되고 있음

○ 상황인지 기반 솔루션은 수집된 데이터를 토대로 선제적/능동적 대응이 가능하기 때문에 정적인 데이터를 이용하는 기존 시스템에 비해 사용자의 다양한 니즈를 만족시킬 수 있고 환경 변화에 따른 대처가 용이한 장점이 있음

(3) 실용화 전략 수립

□ 초대규모 공간정보 학습데이터 레이블링 정확도 확보, 데이터셋 구축 과정의 프로세스화를 통한 단계별 커스터마이징 기능 제공 등 현업에서 필요로 하는 유연성을 제공함으로써 상용화 가능성 극대화

○ 레이링된 학습데이터를 대상으로 개인정보를 익명화하면서 동시에 학습데이터로서의 활용도는 보존할 수 있는 기능을 제공함으로써 법적·기능적 우수성 확보

○ 구축 완료된 학습데이터만을 제공하는 것이 아니라 사용자가 직접 자신의 니즈에 필요한 학습데이터를 구축할 수 있도록 SDK 또는 SW솔루션 형태로 제공함으로써 사용자 수 최대화

□ 활용 가능한 다양한 비즈니스 시나리오를 도출하고, 세부 과제간 연계를 통한 연구 결과물의 실증을 통한 상용화 가능성을 극대화

○ 현실모사, 현실적 학습데이터 생성 기술, 시공간 네트워크 모델링, 공간지능화 등 세부과제간 연동 인터페이스를 구축하고, 공동 활용 가능한 데이터를 적극적으로 연계하여 적용가능한 현실적 상황의 범위를 확대함으로써 개발되는 대규모 신경망 네트워크 모델링 방법의 상용화 가능성을 극대화 추진

□ **법제도, 보안문제, 개인정보보호 등 다양한 실용화 문제에 대응하기 위하여 규제샌드박스 등을 활용한 기술 개발 및 시험**

○ 기술 개발 과정에서 실용화에 따른 법제도, 보안문제 및 개인정보보호 문제에 대한 이슈를 검토할 수 있도록 규제샌드박스를 활용한 기술 개발을 통한 실용화 장애 요소를 사전에 분석하여 해소

□ **N차원 고품질 공간정보 활용 기반 기술에 대해 구성기술별로 수요 분야와의 전략적 컨소시엄을 구성하여, 기술 개발 초기부터 수요처와의 긴밀한 협력 체계 구축으로 실용화 가능성을 제고**

○ 구성기술별로 자율차, 드론, 건설, 재난 등 수요 분야의 참여기관이 참여하는 기술 실증이 포함된 컨소시엄으로 참여를 제한하여, 기술 개발에 따른 공급에서 활용에 이르는 전주기를 사전에 문제점을 검토하고 해소하여 실용화 성공 가능성을 제고

□ **실시간 공간정보 서비스를 위한 데이터, 시나리오, 인공지능 모델, 서비스 성능을 고려한 파이프라인 구성 기술요소 개발 및 구성**

○ 장기간 시계열 및 광역 공간정보로 구성된 초대규모 서비스 구성을 위한 병렬 분산 처리, 협업 학습 등 난이도 높은 기술 요소에 대한 프로토타이핑을 선제적을 수행한 뒤 다양한 시나리오 검토와 서비스 제약 사항을 고려한 플랫폼 설계 및 개발

□ **상황변화에 따른 능동적 대응 기술 적용 및 테스트베드 기반 실증 수행**

○ IoT 환경에서 생성되는 대용량의 복합적인 데이터를 통합 분석할 수 있고, 실시간 AI 처리를 통해 상황변화에 능동적으로 대응할 수 있는 공간지능화 플랫폼 기반 응용 서비스 개발

○ 재난대응, 자율주행, 드론 등 실시간 공간분석 기반 지능형 의사결정 지원체계가 요구되는 분야에 대하여 빅데이터 모니터링, 사전예측, 조기 대응이 가능하도록 플랫폼 기반 응용 서비스를 개발하고, 테스트베드를 이용한 실증 연구 수행

○ 데이터 수집/처리/분석/시각화 등의 전 과정이 공간지능화 플랫폼에서 수행될 수 있도록 개발하여, 응용 서비스의 안정성과 사용자/관리자의 편의성을 높이고, 공공/민간 플랫폼 기술과의 연계를 통해 시너지 극대화 추진

3.14 기대 및 파급효과

(1) 과학기술적 측면

○ 초대규모 공간정보를 대상으로 단기간에 고품질의 안전한 학습데이터 생성이 가능해짐으로써 다양한 응용분야에서 인공지능 기반의 공간분석 서비스 개발에 활용 가능

- 공간정보 학습데이터 구축 과정의 자동화 및 프로세스화를 통해 데이터 품질 및 처리속도 극대화
- 공간분석 서비스 유형에 커스터마이징된 고품질 학습데이터를 제공함으로써 다양한 현실문제 해소를 위한 인공지능 솔루션 개발에 기여

○ 현실에서 발행하는 복잡한 상황을 보다 현실적으로 모델링하고 이를 기반으로 상황 예측 및 추론할 수 있도록 지원하기 위한 시공간 기반 대규모 신경망 네트워크의 개발에 선도적 기여

- 시공간을 기반으로 이루어지는 복잡한 상황을 모델링 할 수 있도록 하는 기계학습기술 선도에 기여
- 시공간 현실로의 적용을 통해 개발되는 기술의 현실적 가치를 극대화하고, 보다 고도화된 기술개발을 위한 단초를 마련

○ 디지털화된 가상의 국토공간에서 지형정보 뿐 아니라 센서 및 센싱 결과까지 모사하여 학습데이터로 제공하는 현실모사 가상학습데이터 구축 기술 확보

- 현실과 같은 가상의 국토 공간 뿐 아니라 카메라, 라이다, GPS, 초음파 등 가상의 센서 정보도 가상 환경에서 서비스
- 가상의 국토공간이 사용자의 요구에 따라 다양한 학습데이터, 시험 환경을 제공할 수 있는 플랫폼 서비스로 위상이 강화

○ 시공간 데이터 기반의 학습 및 사용자가 납득할 수 있는 판단에 대한 근거 제시는 공간정보 기반의 인공지능의 수준을 업그레이드하는 혁신을 선도

- 인공지능의 판단 근거를 공간정보를 기반으로 설명하며, 사용자와의 인터랙션을 통해 최적의 의사 결정 지원으로 인공지능의 지적 수준 향상을 선도

○ 장기간 시계열 및 광역 공간정보의 N차원의 초대규모 데이터를 다루는 파이프라인은 기술적인 난이도가 높을뿐만 아니라 다양하고 정교한 시나리오가 탑재될 예정

- 병렬처리, 협업 학습, 초대규모 데이터 및 다형다종의 프로세스 파이프라인 구성은 공간정보 분석 분야에 필수적이며 타 산업 분야에 기술적 파급효과가 클 것으로 기대

○ Multi-source 시공간 데이터 분석 기술과 AI 기술을 융합한 창의적인 모델링 방법론 제시

- 시각 이미지를 통해 3D 공간의 구조를 이해하고 화재와 같은 위험요인을 인지하여 목적지를 결정하는 에이전트 기반 보행모델, 멀티 에이전트의 반복적인 경로 선택을 통해 시스템 최적에 다다르는 강화학습 기반 운행경로 최적화 기법 등 기존 대피/교통 시뮬레이터에는 적용된 바 없는 창의적인 AI 모델 제안

- 다중결정요소(에너지, 안전, 이동시간 등)를 고려한 드론 비행경로 최적화 기법을 개발하여 multi-source 시공간 데이터의 유동적인 특성에 따라 3차원 교통망이 변화하는 반응형 드론 항로 모델 제시

(2) 사회경제적 측면

○ 수요 기반 공간분석 인공지능 기술·서비스 개발 및 지능정보산업 활성화에 필수적인 양질의 대규모 공간정보 학습용 데이터 구축 가능

- 학습데이터 구축 및 정제 과정을 자동화함으로써 기존의 노동집약적 데이터 가공 비효율 개선
- 세계 수준의 인공지능 데이터 인프라 구축 및 선순환 생태계 조성에 기여

○ 교통, 재난재해, 사회안전 등의 이슈해결을 위한 적용시도를 통해 보다 효율적이고 안전한 사회 기초의 마련을 위한 기술적 및 정책적 토대를 제공

- 공간정보를 기반으로 다양한 도메인이 연계되는 복합적 문제에서의 판단 및 예측 지원을 위한 강력한 도구로 사용
- 건강·안전 등 국민생활과 밀접한 사회적 이슈해결을 위한 정책적 판단을 지원하기 위한 도구로 사용

○ 국가 위상국가 핵심 인프라인 공간정보를 활용한 다양한 산업에서 공통 활용함으로써, 중복 투자 방지 및 선택과 집중에 의한 기술 개발로 국가 기술 경쟁력 확보 및 국가 위상 제고

○ 공간정보 분석에 AI 활용 가속화를 달성하고 장기간 대규모 시공간 통계 분석 제공하여 사회경제적 문제 해결을 위한 기술적 기반 마련

- 인공지능 기반의 다양한 공간분석 분석 시나리오 제공으로 인공지능 활용 문제해결 사례 확산
- 초대규모 시공간 분석 및 실시간 공간분석 서비스를 통해 추이분석 및 적시성 높은 판단도구로 활용

○ 안전, 교통 분야에 대한 체감형 서비스 개발을 통해 시민들의 삶의 질 향상 기대

- 사람 중심의 스마트시티 개발을 위해 안전, 교통 등 도시민의 일상과 매우 밀접한 인프라와 연계할 수 있는 AI 활용 모델 개발 및 실증 수행
- 요구조자의 대피시간 및 구조자의 대응시간 감소를 통한 인명피해 최소화, 자율주행차 분산 경로 계획을 통한 교통정체 최소화 등 정량적 지표를 통해 AI 활용 모델의 검증을 수행하고 시민체감형 서비스 개발

제4절 파급효과

1. 과학기술적 파급효과

□ 동 사업으로 인하여 국토 공간정보 관련 기술의 기술수준이 선진국 수준에 도달할 것으로 기대

○ 현재 우리나라 디지털 라이브 국토정보 기술 수준은 기술선도국 대비 평균 74.5% 수준이나, 동 사업의 추진을 통해 기술수준을 최고기술보유국의 84.7% 수준으로 향상시킬 수 있을 것으로 기대

- 초정밀 디지털 국토 구축 기술의 경우 기술수준은 85.2%로 향상, 기술격차는 2.0년으로 축소
- 초연결 라이브 국토 실현 기술의 경우 기술수준은 85.7%로 향상, 기술격차는 2.0년으로 축소
- 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술의 경우 기술수준은 83.3%로 향상, 기술격차는 2.2년으로 축소

* 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업의 기술수준 격차를 40% 수준 정도로 축소한다고 가정했을 경우

□ 동 사업을 통해 공간정보 기술의 첨단화를 추구하고, 공간정보 분야에서 세계적 국가경쟁력 확보와 성과 창출을 달성하기 위한 기술적 동력을 마련

○ 동 사업에서 개발하고자 하는 '모바일 환경에서의 Mulit-GNSS 정밀 측위 기술'은 현재 국제적으로도 기초연구 개발 수준에 있는 기술로, 기술 개발을 선도하여 원천 기술 확보 및 국가 과학기술 경쟁력 제고

○ 블록체인 증명 기반 탈중앙 신원정보처리 기술의 표준화와 국내 보급을 통해 각종 서비스, 플랫폼, 디바이스 등에 보안성, 편리성, 확장성을 강화함으로써 기술경쟁력을 높일 것으로 기대

□ 공간정보를 기반으로 IoT, 자율주행, 빅데이터, SNS 등 다양한 기술이 연계 및 융·복합될 수 있는 기술적 틀 마련

○ 동 사업에서 개발하고자 하는 '보정신호 변환과 전송 매체에 따른 최적화 기술'은 향후 한국형위성항법시스템을 통한 보정신호 생성과 서비스 기술 개발에 기여

○ 다차원 도로변화 정보의 감지, 분석, 예측기술 확보로 미래 지상 모빌리티의 주행환경 통합 관리 플랫폼 기반 기술 선도

○ 공중 시변 공간정보의 변화인식기술 확보로 드론 등 미래 공중 모빌리티 통합관리 플랫폼 기반 기술 선도

○ 이동체 정보, 사람의 동적정보 뿐만 아니라 및 감성정보 등 공간맥락정보를 연계·분석함으로써 동적정보의 활용을 배가

□ 공간정보 활용체계 구축을 통해 보다 다양한 공간정보 기반 서비스 관련 산업의 활성화를 촉진할 수 있는 기술적 기반으로 활용

○ 공간정보 모델링 및 운용 서비스의 표준을 개발하여 응용 서비스 발전의 기반을 제공

○ 초대규모 공간정보를 대상으로 단기간에 고품질의 안전한 학습데이터 생성이 가능해짐으로써 다양한 응용분야에서 인공지능 기반의 공간분석 서비스 개발에 활용 가능

○ GNSS 수신기를 활용한 정밀위치 정보 제공으로 위치기반 서비스 산업에 기여
- 상용수신기 위주로 형성되어 있는 우리나라 GNSS 시장에서 업무 맞춤형 수신기 개발로 다양한 분야의 서비스 확대가 가능할 것으로 기대

2. 경제사회적 파급효과

□ 동 사업을 통해 사회적 비용 감소, 공공 및 민간의 의사결정 지원, 사회적 이슈 해결을 위한 토대 마련 등의 파급효과 기대

○ 지상 1~20분 전방상황 도로 정보 제공으로 도로 교통사고 발생 최소화 및 사회적 비용 감소
- 지상 시변 공간정보의 변화인식 기술 개발을 통해 지상 1~20분 전방 도로상황의 준 실시간 제공이 가능해지며, 첨단차/비첨단차의 상황대처 능력이 극대화 되고 교통사고 발생 최소화 가능

○ 공간정보 기반의 유동인구 및 거래내역 정보 연계를 통해 공공 및 민간의 과학적 의사 결정 지원
- 교통량, 상권 형성 등에 영향을 미치는 유동인구 및 거래 내역 정보 등의 시계열 분석을 통해 교통 인프라 등의 주요 정책 수립 및 입지분석 등을 위한 기초자료로 활용
- 최근 활용이 급증하고 있는 비정형 데이터를 기반으로 정책적 대응 및 민간 부분의 비즈니스 모델 개발

○ 가상국토 기반의 행정정보 및 도면 정보 연계를 통한 공공정보의 체계적인 관리와 유관 기관 간의 데이터 연계 및 공유를 위한 데이터 허브로 활용

○ 5G의 통신 속도에 부합하는 실시간 위치정보 처리기술 확보로 신속한 도시관리 및 정책결정 지원
- 최신 IT 통신기술인 5G 세대가 도래함에 따라 통신속도를 완벽히 활용할 수 있는 위치정보 연계·분석·표현 기술을 개발하여 분초를 다투는 도시의 다양한 범죄·재난 대응을 위한 의사결정 지원

○ 교통, 재난재해, 사회안전 등의 이슈 해결을 위한 적용 시도를 통해 보다 효율적이고 안전한 사회기초의 마련을 위한 기술적 및 정책적 토대를 제공
- 공간정보를 기반으로 다양한 도메인이 연계되는 복합적 문제에서의 판단 및 예측 지원을 위한 강력한 도구로 사용

□ GIS SW 등 국내 공간정보 시장에서 높은 비중을 차지하고 있는 외산 제품을 대체함으로써 막대한 비용 절감이 가능

○ 고품질 공간정보 분석·시각화 SW를 개발·상용화·실용화하여 중앙부처·지자체에 우선 보급하고, 민간으로 시장을 확대해 감으로써 공간정보 SW 구매/유지보수 비용 절감
- 17개 광역시 및 시군구 외산 GIS SW 325억 원, 연간 GIS 엔진 도입비 142억 원 수준('16년 기준)으로 국산화 대체 시 450억 원 이상의 수입대체효과와 공공재원 절감 효과 창출 가능

□ 동 사업을 통해 고부가가치와 신규 일자리 창출 효과가 높을 것으로 기대

○ 산업연관표에서 제공하는 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수 등을 바탕으로 동 사업에서 기대되는 부가가치 및 일자리 효과를 산출

〈표 7-118〉 동사업에서 기대되는 부가가치 및 일자리 효과 산출

구 분	산업분류		생산유발계수	부가가치 유발계수	고용유발계수 (명/10억원)	취업유발계수 (명/10억원)
디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업	서비스업	정보서비스	1.006	0.535	-	8.1
		소프트웨어 개발 공급 및 기타 IT서비스	1.081	0.74	6.6	9.1
		연구개발	1.003	0.616	7.9	10.7
		과학기술 및 기타 전문서비스	1.025	0.682	9.5	12.4
		공공행정, 국방 및 사회보장	1.001	0.75	9.0	10.3
	평 균		**1.02**	**0.66**	**9.4**	**10.14**

출처: 한국은행 경제통계시스템(ecos.bok.or.kr), 산업연관표(2017)

- (생산유발액) 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업은 2021~2025년 기간동안 1,838억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 1,881억원의 생산을 창출할 것으로 추정됨
  * 1,881억 원(생산유발액) : 1,838억 원(총예산) × 1.02(생산유발계수)
- (부가가치유발액) 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업은 2021~2025년 기간동안 1,838억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 1,222억원의 부가가치를 창출할 것으로 추정됨
  * 1,222억 원(부가가치유발액) : 1,838억 원(총예산) × 0.66(부가가치유발계수)
- (고용유발효과) 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업은 2021~2025년 기간동안 1,838억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 1,595명의 일자리를 창출할 것으로 추정됨
  * 1,561명(고용유발효과) : 1,838억 원(총예산) × 8.49(고용유발계수)/10
- (취업유발효과) 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업은 2021~2025년 기간동안 1,838억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 1,863명의 취업자를 창출할 것으로 추정됨
  * 1,863명(취업유발효과) : 1,838억 원(총예산) × 10.14(취업유발계수)/10

3. 정량적 파급효과 산출근거

(1) 분석 방법 개요

□ 본 절에서는 산업연관분석 중 협의 개념을 가지는 생산활동 파급효과를 분석 모형으로 이용함

○ 협의의 산업연관분석은 산업연관분석중 생산활동파급효과를 의미함

○ 생산활동파급효과는 산업 또는 부문간 투입과 산출 관계를 나타내주는 산업연관표와 투입산출(Input - Output) 모형을 이용함

○ 이는 한 산업의 최종수요가 변화할 때 경제에 미치는 직·간접적인 생산, 부가가치, 수입, 고용 등의 유발 효과를 측정하는 방법을 의미함

○ 따라서 본 보고서에서의 산업연관효과의 측정은 생산유발액, 부가가치유발액, 취업유발인원으로 평가됨

(2) 유발계수의 도출 방법과 의미

□ 산업연관표의 종류

○ 산업연관표는 산업별 중간투입액 그리고 최종수요(소비, 투자)액에 대하여 국산재와 수입재 구분 여부에 따라 경쟁수입형표(competitive imports type), 비경쟁수입형표(non-competitive imports type)로 구분됨

○ 경쟁수입형표란 중간투입재와 최종수요(수출은 제외)재의 국산재와 수입재를 구분하지 않고 하나의 형태로 나타내는 투입산출표(총거래표)를 의미함

○ 비경쟁수입형표는 국산재만 포함되는 국산거래표(Transactions Table of Domestic Goods and Suvices)와 수입재만 포함되는 수입거래표(Transactions Table of Imported Goods and Services)의 투입산출표가 존재함

□ 생산유발계수의 도출과 의미

○ 특정 산업의 최종수요가 변화하면서 발생하는 생산유발액을 측정하기 위해서는 생산유발계수 값이 필요함

○ 특정 산업의 생산유발계수를 도출하기 위해서는 우선 A^d 즉 국산거래표의 투입계수행렬을 계산해야 함

○ 이는 비경쟁수입형표중 국산거래표상 내생부문 각 열에 대하여 총거래표상 해당 산업의 총 투입액 또는 총 산출액 벡터로 나누어 구할 수 있음

○ 산업별 중간투입액은 총거래표상 중간수요 행렬을 이용하지 않고 비경쟁수입형표중 국산거래표의 중간수요 행렬을 이용해야 됨

○ 위와 같이 다른 종류의 산업연관표를 사용하는 이유는 총거래표상의 중간투입액과 산출액은 수입재가 포함되어 있기 때문에 순수한 국내 산업 활동의 영향을 파악하기 어렵기 때문임

○ 위에서 도출된 국산투입계수행렬(A^d)을 국산생산유발계수행렬(표)로 전환하는 방법은 국산투입계수행렬(A^d)과 동일한 차원을 가지는 항등행렬에서 국산투입계수행렬(A^d)을 빼고 이에 대해 역행렬(Leontief Inverse Matrix)을 구하는 방법을 사용함

○ 국산생산유발계수표 : $(I-A^d)^{-1}=\begin{pmatrix}\alpha_{11}\,\alpha_{12}\\ \alpha_{21}\,\alpha_{22}\end{pmatrix}$ (2부문일 경우)

○ 국산생산유발계수 행렬의 각각의 원소 α_{ij}는 i 산업부문 생산물의 최종수요 한 단위 증가할 때 j 산업부문에서 직·간접으로 유발되는 생산파급효과를 의미함

○ 국산생산유발계수표를 열(row)로 볼 때 j 번째의 열의 값을 모두 합하면 그 값은 j 산업의 생산유발계수가 됨

○ 생산유발계수의 의미는 A산업의 생산유발계수가 2라면 A산업에 대한 소비, 투자, 수출의 최종수요가 1원 증가할 때, 승수효과에 의해 A산업과 나머지 다른 산업을 포함한 경제 전체에 직·간접적으로 2원이 유발된다는 것임

□ 부가가치유발계수

○ 부가가치유발계수를 구하기 위해서는 부가가치유발계수행렬을 도출해야 하는데, 이는 앞에서 만들어진 국산생산유발계수행렬 ($(I-A^d)^{-1}$)에 부가가치계수벡터의 대각행렬($\widehat{A^v}$)을 곱하여 계산함

- 대각행렬이란 주대각원소가 0이 아닌 값을 가지고, 나머지 원소들이 모두 0인 행렬을 의미함
- 부가가치계수란 경쟁수입형표 즉 총거래표 상의 부가가치 벡터를 총거래표상의 총산출 벡터로 나누어 구할 수 있으며, 이에 따라 부가가치유발계수표는 아래와 같은 형태를 가짐
- 부가가치유발계수표: $\widehat{A^v}(I-A^d)^{-1}=\begin{pmatrix}\gamma_{11}\,\gamma_{12}\\ \gamma_{21}\,\gamma_{22}\end{pmatrix}$ (2부문일 경우)
- 부가가치유발계수 행렬의 각각의 원소 γ_{ij}는 i 산업부문 생산물의 최종수요 한 단위 증가할 때 j 산업부문에서 직·간접으로 유발되는 부가가치파급효과를 의미함

○ 부가가치유발계수표를 열(row)로 볼 때 j 번째의 열의 값을 모두 합하면 그 값은 j 산업의 부가가치유발계수가 됨

○ 부가가치유발계수의 의미는 A산업의 부가가치유발계수가 0.5라면 A산업에 대한 소비, 투자, 수출의 최종수요가 1원 증가할 때, A산업을 포함한 경제 전체에 직·간접적으로 0.5원의 부가가치가 유발된다는 것임

□ 취업유발계수

○ 취업유발계수를 구하기 위해서는 취업유발계수행렬을 도출해야 하는데, 이는 앞에서 만들어진 국산생산유발계수행렬 ($(I-A^d)^{-1}$)에 취업계수의 대각행렬($\widehat{l_w}$)을 곱하여 계산함

- 대각행렬이란 주대각원소가 0이 아닌 값을 가지고, 나머지 원소들이 모두 0인 행렬을 의미함
- 취업계수란 산업연관표 부속표중 고용표상의 취업자수를 경쟁수입형표 즉 총거래표 상의 총산출 벡터로 나누어 구할 수 있음
- 취업계수 : $l_w=L_w/X$ (단, l_w: 취업계수, L_w: 총취업자수, X:총산출액)
- 이에 따라 취업유발계수표는 아래와 같은 형태를 가짐
- 취업유발계수표: $\widehat{l_w}(I-A^d)^{-1}=\begin{pmatrix}\theta_{11}\,\theta_{12}\\ \theta_{21}\,\theta_{22}\end{pmatrix}$ (2부문일 경우)

- 취업유발계수 행렬의 각각의 원소 θ_{ij}는 i 산업부문 생산물의 최종수요 한 단위 증가할 때 j 산업부문에서 직·간접으로 유발되는 취업유발인원을 의미함

○ 산업별 취업유발계수란 특정 산업의 최종수요가 10억원 증가할 때 해당 산업을 포함하여 경제 전체에 유발되는 취업자수를 의미함

- 예를 들어 A산업의 취업유발계수가 20명이라면 A산업에 대한 소비, 투자, 수출의 최종수요가 10억 원 증가할 때, 경제 전체에 직·간접적으로 20명의 취업자가 유발된다는 것임

□ 2017년 산업연관표 기준 디지털 라이브 국토정보 분야의 유발계수 값은 생산유발계수 1.02, 부가가치유발계수 0.66, 고용유발계수 8.49명, 취업유발계수 10.14명임

○ 2017년 산업연관표 기준 디지털 라이브 국토정보 분야의 생산유발계수는 최종수요 단위당 1.91임

○ 2015년 산업연관표 기준 디지털 라이브 국토정보 분야의 부가가치유발계수는 최종수요 단위당 0.66임

○ 2015년 산업연관표 기준 디지털 라이브 국토정보 분야의 고용유발계수 값은 최종수요 10억원당 8.49명임

○ 2015년 산업연관표 기준 디지털 라이브 국토정보 분야의 취업유발계수 값은 최종수요 10억원당 10.14명임

〈표 7-119〉 디지털 라이브 국토정보 분야의 생산 및 부가가치 및 취업 유발계수

구분	생산유발계수 (최종수요 단위당)	부가가치유발계수 (최종수요 단위당)	고용유발계수 (최종수요 10억원당)	취업유발계수 (최종수요 10억원당)
디지털 라이브 국토정보 분야*	1.91	0.66	8.49	10.14

출처 : 한국은행 경제통계시스템(ecos.bok.or.kr), 산업연관표(2017)

* 디지털 라이브 국토정보 관련 기술은 정보서비스, 소프트웨어 개발 공급 및 기타 IT서비스, 연구개발, 과학기술 및 기타 전문서비스, 공공행정·국방·사회보장의 평균값을 계산

(3) 유발효과의 추정 방법과 의미

□ 생산, 부가가치, 취업의 유발계수를 이용하여 실제 최종수요가 증가하였을 때 경제 전체적으로 어느 정도 규모의 생산, 부가가치, 취업이 창출되는 지를 계산할 수 있음

○ 특정 산업(부문)의 생산유발액을 계산하기 위해서는 해당 산업의 국산생산유발계수에 최종수요를 곱해서 추정됨

- 이를 수식으로 표현하면 다음과 같음

- $(I-A^d)^{-1}=\begin{pmatrix}\alpha_{11}\,\alpha_{12}\\ \alpha_{21}\,\alpha_{22}\end{pmatrix}$ (2부문일 경우)이라 할때

- 산업의 최종수요에 대한 생산유발액은 $\begin{pmatrix}\alpha_{11}\,\alpha_{12}\\ \alpha_{21}\,\alpha_{22}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\Delta Y_1\\ \Delta Y_2\end{pmatrix}$와 같이 계산되는데

- 이 때 1산업의 최종수요에 따른 직·간접적인 생산유발액은 $\begin{pmatrix}\alpha_{11}\,\alpha_{12}\\ \alpha_{21}\,\alpha_{22}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\Delta Y_1\\ 0\end{pmatrix}$이 되고, 이를 계산하면

$\begin{pmatrix}\alpha_{11}\Delta Y_1\\ \alpha_{21}\Delta Y_1\end{pmatrix}$과 $\Delta Y_1\begin{pmatrix}\alpha_{11}\\ \alpha_{21}\end{pmatrix}$이 됨

- 여기서 $\begin{pmatrix}\alpha_{11}\\ \alpha_{21}\end{pmatrix}$이 1산업의 생산유발계수이므로 $\Delta Y_1\begin{pmatrix}\alpha_{11}\\ \alpha_{21}\end{pmatrix}$은 1산업의 최종수요가 ΔY_1만큼 증가할 때 경제전체에 직·간접적으로 유발되는 생산유발액이 됨

○ 특정 산업(부문)의 부가가치유발액을 계산하기 위해서는 해당 산업의 부가가치유발계수에 최종수요를 곱해서 추정됨

- 이를 수식으로 표현하면 다음과 같음
- $\widehat{A^v}(I-A^d)^{-1}=\begin{pmatrix}\gamma_{11}\gamma_{12}\\ \gamma_{21}\gamma_{22}\end{pmatrix}$ (2부문일 경우)이라 할때
- 산업의 최종수요에 대한 부가가치유발액은 $\begin{pmatrix}\gamma_{11}\gamma_{12}\\ \gamma_{21}\gamma_{22}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\Delta Y_1\\ \Delta Y_2\end{pmatrix}$와 같이 계산되는데
- 이 때 1산업의 최종수요에 따른 직·간접적인 부가가치유발액은 $\begin{pmatrix}\gamma_{11}\gamma_{12}\\ \gamma_{21}\gamma_{22}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\Delta Y_1\\ 0\end{pmatrix}$이 되고, 이를 계산하면 $\begin{pmatrix}\gamma_{11}\Delta Y_1\\ \gamma_{21}\Delta Y_1\end{pmatrix}$과 $\Delta Y_1\begin{pmatrix}\gamma_{11}\\ \gamma_{21}\end{pmatrix}$이 됨
- 여기서 $\begin{pmatrix}\gamma_{11}\\ \gamma_{21}\end{pmatrix}$이 1산업의 부가가치유발계수이므로 $\Delta Y_1\begin{pmatrix}\gamma_{11}\\ \gamma_{21}\end{pmatrix}$은 1산업의 최종수요가 ΔY_1만큼 증가할 때 경제전체에 직·간접적으로 유발되는 부가가치유발액이 됨

○ 특정 산업(부문)의 취업유발인원을 계산하기 위해서는 해당 산업의 취업유발계수에 최종수요를 곱해서 추정됨

- 이를 수식으로 표현하면 다음과 같음
- $\widehat{l_w}(I-A^d)^{-1}=\begin{pmatrix}\theta_{11}\theta_{12}\\ \theta_{21}\theta_{22}\end{pmatrix}$ (2부문일 경우)이라 할때
- 산업의 최종수요에 대한 취업유발인원은 $\begin{pmatrix}\theta_{11}\theta_{12}\\ \theta_{21}\theta_{22}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\Delta Y_1\\ \Delta Y_2\end{pmatrix}$와 같이 계산되는데
- 이 때 1산업의 최종수요에 따른 직·간접적인 취업유발인원은 $\begin{pmatrix}\theta_{11}\theta_{12}\\ \theta_{21}\theta_{22}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\Delta Y_1\\ 0\end{pmatrix}$이 되고, 이를 계산하면 $\begin{pmatrix}\theta_{11}\Delta Y_1\\ \theta_{21}\Delta Y_1\end{pmatrix}$과 $\Delta Y_1\begin{pmatrix}\theta_{11}\\ \theta_{21}\end{pmatrix}$이 됨
- 여기서 $\begin{pmatrix}\theta_{11}\\ \theta_{21}\end{pmatrix}$이 1산업의 취업유발계수이므로 $\Delta Y_1\begin{pmatrix}\theta_{11}\\ \theta_{21}\end{pmatrix}$은 1산업의 최종수요가 ΔY_1만큼 증가할 때 경제전체에 직·간접적으로 유발되는 취업유발인원이 됨

제8장

사업운영관리계획(안)

제1절 사업추진체계
제2절 사업관리방안
제3절 성과 활용 및 확산 계획
제4절 사업예산 및 조달계획

제8장 사업운영관리계획(안)

제1절 사업추진체계

1. 사업추진체계

□ **전체적인 사업총괄은 국토교통부가 담당하며, 사업주관은 국토교통과학기술진흥원, 기술개발 사업관리는 사업단에서 수행**



[그림 8-1] 사업 추진 체계도

2. 사업추진 주체별 역할

○ (**국토교통부**) 사업총괄 주관부처로서 중장기 목표 설정, 예산·시행 계획 수립, 유관부처 협력 체계 구축, 사업시행계획 수립, 관련 정책과의 연계 및 정책수요 제공

○ (**전문기관**) 사업추진 전담 관리기관으로 사업 기획·평가·운영위원회를 구성·운영하고, 사업단 및 세부과제 선정·단계·최종평가, 사업단 진도 및 실적 점검, 성과관리 및 사후관리 및 성과확산 지원 등을 수행

○ (**운영위원회**) 사업 세부시행계획, 주요 내용변경, 지원 우선순위 등 국토부 및 전문기관의 요청사항에 대한 검토·심의·조정 수행

○ (**평가위원회**) 사업진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행

○ (**기술활용 협의체**) 정부기관(부처, 지자체, 전문기관 등), 사업단(참여연구기관), 유관 사업단, 공간정보 서비스 기관, 서비스 활용기관·기업 등의 산·학·연 전문가로 구성하여 연구개발 기술 활용 확대를 위한 연계 협력

- (공공정보 연계·활용) 공공정보의 정부기관 활용성 증대를 위한 연계 협력
- (개발기술 현장적용) 개발기술의 현장 적용 확대를 위한 연계방안 모색
- (유관사업 성과연계) 스마트시티, 스마트건설, 자율주행차, 고부가가치 융복합 물류, 생활기반시설 유지보수 등 유관 사업단과의 연구성과 연계 추진

○ (**정보보안위원회**) 국가공간정보보안 및 개인정보보호 등과 관련된 업무를 검토·심의·조정 수행

○ (**사업단**) 사업수행을 총괄하는 주체로서 세부과제 기획·자체평가, 진도관리 및 연구과제 성과물 관리, 대외협력업무, 사업화 전략, 기술 공인인증 추진, 표준화 지원, 대국민 홍보 등을 수행

○ (**세부과제 수행기관**) 사업내 중점분야별로 기술개발을 직접 수행하는 기관으로 전문성을 갖춘 산·학·연 전문가로 컨소시엄을 구성하여 기술개발을 수행하고, 해외 기술 협력이 필요한 경우에는 해외 연구기관과 공동연구를 수행

〈표 8-1〉 추진주체별 역할

추진주체	역할
국토교통부	• 사업총괄 주관부처로 정책적 주요 의사결정 등 수행
전문기관	• 사업의 기획 및 추진계획 수립, 기술발굴, 평가 및 관리, 추적평가, 성과관리·확산 등 사업 전반의 전략 구성 및 관리 등 수행
운영위원회	• 사업 세부시행계획, 주요 내용변경, 지원 우선순위 등 국토부 및 전문기관의 요청사항에 대한 검토·심의·조정 수행
평가위원회	• 연구개발 성과 및 계획에 대한 평가(선정, 연차·단계, 최종) 수행
기술활용 협의체	• 공공정보 활용성 증대, 개발기술 현장적용성 확대, 유관사업 성과연계를 희망하는 정부기관(부처, 지자체, 전문기관 등), 연구기관, 유관 사업단, 공간정보 서비스 기관, 서비스 활용 기관·기업 등의 산·학·연 전문가로 구성하여 연계방안 모색
정보보안위원회	• 공간정보보완 및 개인정보보호 업무 수행에 필요한 사항을 심의·의결하기 위한 '정보보안위원회'를 운영함
사업단	• 연구과제 성과물 관리, 대외협력업무, 사업화 전략, 기술 공인인증 추진, 표준화 지원, 대국민 홍보 등 사업단 운영 관리 등 수행
세부과제 수행기관	• '초정밀 디지털 국토 구축', '초연결 라이브 국토 실현', '초대용량 디지털 라이브 국토 활용' 3대 중점분야별 산·학·연 중심의 연구단 구성

제2절 사업관리방안

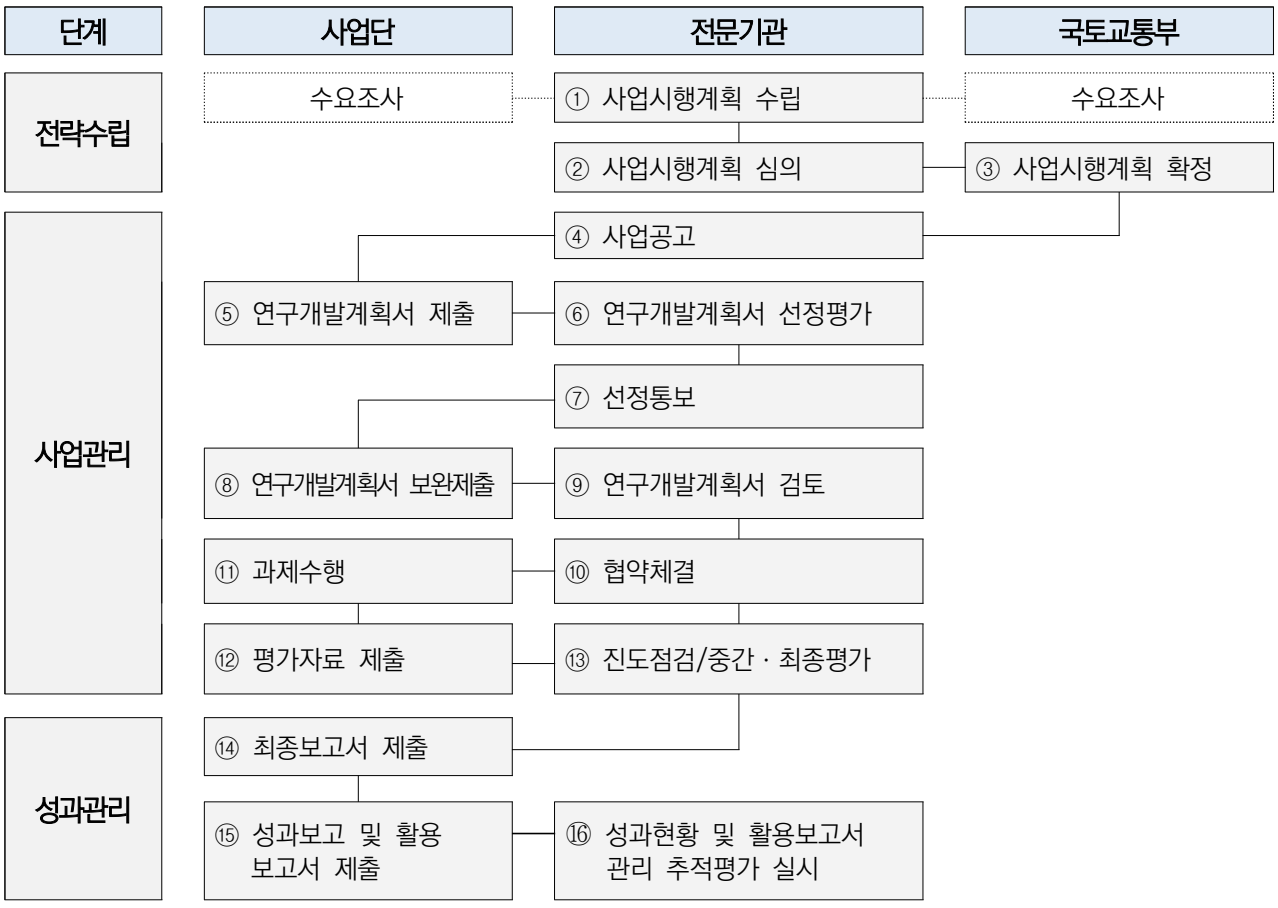
1. 사업관리 체계 및 프로세스

□ **동 사업은 국토교통부(정책총괄 및 재정지원), 전문기관(사업기획, 평가, 관리), 사업단을 중심으로 3단계(①전략수립→②사업관리→③성과관리)의 사업관리 체계를 구축하여 운영예정**

〈표 8-2〉 사업관리 단계별 세부내용

단 계	세 부 내 용
① 전략수립	선행과제와의 중복성 및 차별성 검토를 강화하고 유사과제와의 구체적인 연계·활용방안을 계획함으로써 과제 추진의 목적 지향성을 확보
② 사업관리	성과창출 및 활용을 장려하기 위해 주기적인 성과 조사·관리 및 평가와 연동한 과제 진도수행 점검으로 연구성과의 효과성을 강화
③ 성과관리	연구수행 과정을 평가결과에 반영하고, 단계(연차) 및 최종평가위원회를 구성·운영하여 평가의 내실화와 평가결과 환류체계 등 평가의 실효성 강화

□ **사업기획부터 공고, 선정 및 연구수행, 사후관리까지 세부프로세스 및 수행주체별 명확한 역할 분담을 통해 R&D 전주기적 관리 프로세스 확립**



□ **사업단장 선정, 세부과제 선정 및 평가 등 사업운영의 전반적인 절차는 전문기관에서 수행**

○ 사업단장 선정

- 전문기관은 관계 법령/지침을 준용하여 사업단장 선정계획 및 공모를 시행하고, 선정평가위원회를 구성하여 후보자를 선별 후 국토교통부의 최종 승인과 함께 사업단장 선정

〈표 8-3〉 사업단장 선정 평가항목 및 평가의 주안점

평가항목	평가의 주안점
비전 및 리더십	- 동 사업의 기술적인 개념을 제대로 이해하고 있는가? - 제시하는 사업단 비전이 구체적이고 실현가능한가? - 사업 관리 조직에서 리더십을 발휘한 경험을 가지고 있는가? - 유관분야 학회 등 연구자 커뮤니티에서 활동하고 있는가?
과거 업적 및 R&D관리 역량	- R&D 과제 수행 경험이나 자문경험을 가지고 있는가? - 국가연구개발사업 운영관리 경험을 갖추고 있는가?
	- 공간정보·혁신기술과 관련한 경험과 업적이 충분한가? - 동 사업의 사업단에 대한 이해가 충분한가?
사업 운영전략 및 계획	- 사업목표가 명확하고 추진전략이 구체적인가? - 사업단 조직구성 및 운영전략이 얼마나 구체적이고 우수한가? - 사업단 운영관리 계획이 얼마나 우수한가?
주관기관의 지원체계	- 후보자의 소속기관의 연구성과가 충분하고 인지도가 높은가? - 사업단 지원의지의 적극적이고 지원방안이 구체적인가? - 사업단 지원이 가능한 적절한 인프라를 구축하고 있는가?

○ 신규사업 공모 및 사업계획서 접수

- 전문기관는 세부과제별 RFP, 사업지원 규모 및 기간 등을 포함한 과제 선정 공고문 공고하고, 지원기관은 사업계획서 등을 작성하여 해당 전문기관의 전산시스템에 사업계획서를 접수

○ 참여기관 선정(세부과제별)

- 세부과제별 참여기관의 선정은 전문기관과 사업단장이 협의하여 세부과제 선정평가 계획을 세운 후 평가·선정

○ 전담평가단 구성

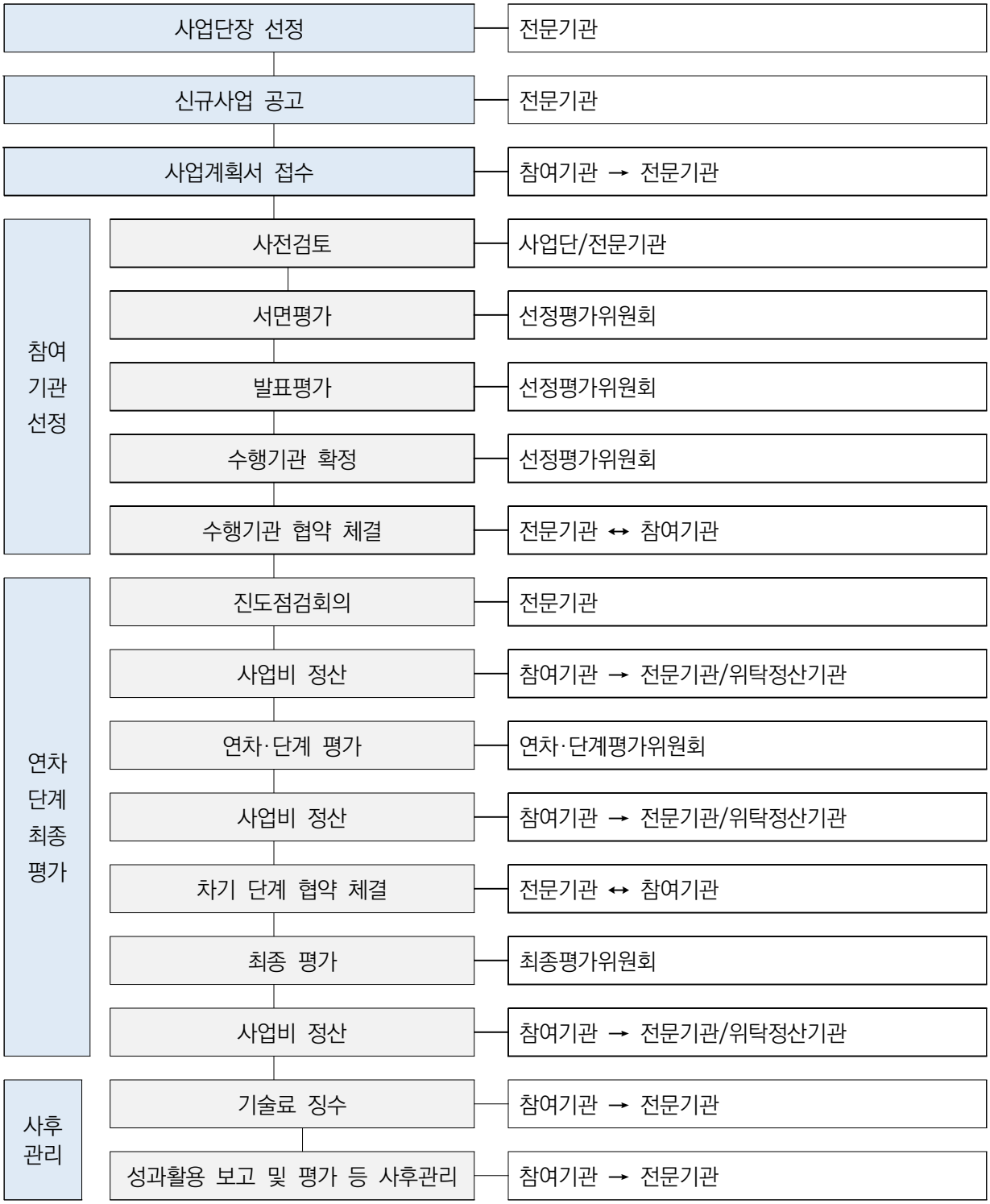
- 참여기관 선정평가위원 중 우수한 전문가를 3명 내로 선정하고, 전문기관의 담당자 및 사업단장을 포함하여 5명 이내의 전담평가단을 구성

○ 연차·단계·최종 평가

- 전문기관/사업단은 전담평가단을 포함하는 평가위원회를 구성하여 세부과제별 참여기관의 연차·단계·최종평가를 시행

○ 기술료 징수 및 사후관리

- 참여기관은 정부지원 R&D 성과물의 활용과 권리획득 대가로 전문기관에 기술료를 징수하며, 성과활용 보고 및 평가 등 사후관리 시행



[그림 8-2] 사업운영 절차

2. 사업관리 계획

1) 선정평가

□ 전문기관이 사업단과제 공고에서 최종선정 및 협약까지 전반적인 사업단 선정업무를 수행

○ 세부과제 선정 시에는 사업단장과 협의하여 공모하고, 세부과제 공모내용 중에는 사업단의 운영에 필요한 사항이 포함되도록 공고함

주요 절차	내 용
신청서류 접수 (전문기관)	연구개발계획서 등 신청서류 접수
⇩	
선정평가 계획수립 (전문기관)	선정평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
⇩	
사전검토 (전문기관)	과제담당자 사전검토 - 신청서류 적합성, RFP 부합여부, 중복성 조사내용 등
⇩	
연구과제 평가단 구성 (전문기관)	전문가 중심 연구과제 평가단 구성 - 이해관계인 제척
⇩	
선정평가 실시 (연구과제 평가단)	서면평가, 온라인평가, 발표평가, 현장평가 중 하나 이상의 방법 고가(3천만원 이상) 연구장비 심의
⇩	
평가결과 보고 및 통보 (전문기관)	선정평가 결과 국토부 보고 평가결과 신청기관 통보 및 협약체결 안내
⇩	
협약체결 (전문기관↔사업단)	선정기관은 평가위원 의견을 반영 조치 협약체결

- (사전검토) 신청기관이 제출한 연구개발계획서에 대해 과제제안요구서(RFP)와의 부합성, 타 과제와의 중복성 등 사전검토 자료를 연구과제 평가단에 제공 가능
- (평가방법) 서면평가, 온라인평가, 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 개별 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
- (평가결과의 산정) 종합평가점수 산정시 「국토교통 연구개발사업 관리지침」제17조에 따라 과제 획득점수를 기준으로 가점 및 감점을 부여 가능하며, 이를 반영한 과제별 최종점수로 지원대상 기관 선정
- (평가결과의 조치) 선정평가 결과를 국토교통부장관에게 보고하고, 평가위원의 명단 및 종합의견 등 평가결과를 신청기관에 통보 후 연구과제 평가단 의견 등을 반영 및 보완하여 협약 추진

2) 중간평가

□ 중간(연차, 단계)평가는 연구목표 달성도와 차년도(다음단계) 연구계획 적절성을 중심으로 평가

○ 사업단 및 세부과제 수행기관은 연차(단계)실적·계획서를 해당연도(단계) 연구개발 종료 1개월 전까지 전문기관에 제출토록 하고, 전문기관은 이를 평가하여 차년도(다음단계) 연구지원 여부 및 지원연구비를 확정

- 연구책임자가 제시한 마일스톤의 목표 달성여부를 확인 및 평가하고, 과제 진척도 및 성과추적 등이 가능하도록 전주기적 온라인 연구실적·성과정보 모니터링 시스템 구축, 운영

주요 절차	내 용
연차(단계)평가 계획수립 (전문기관)	연차(단계)평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
⇩	
연차(단계)평가 자료 제출	연차(단계)실적계획서, 성과점검기준표 증빙서류 등 평가자료 제출
⇩	
사전검토	과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적·양적 달성도 - 연구계획 변경내용 - 실용화 점검결과 반영내용 - 연구비 집행실적 및 이월신청 등
⇩	
연구과제 평가단 구성 (전문기관)	전문가 중심 연구과제 평가단 구성 - 이해관계인 제척
⇩	
연차(단계)평가 실시 (전문기관)	해당 연도(단계) 실적평가 및 다음 연차(단계) 계획 검토 * 대면(발표)평가, 현장평가 등 적합한 평가방법 선택
⇩	
연차(단계)평가 결과 보고 및 통보 (전문기관)	연차(단계)평가결과 국토부 보고 연차(단계)평가결과 주관기관 통보 및 협약체결 안내
⇩	
협약체결 (전문기관↔주관연구기관)	연차(단계)평가결과를 반영하여 차년도 협약체결

- (사전검토) 주관연구기관이 제출한 연차(단계)실적·계획서, 성과점검 기준표 등을 전담기관 담당자가 사전검토하고, 검토 내역을 평가단에 제공 가능
- (평가방법) 세부과제 단위로 평가하고 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 연차(단계) 평가계획 수립시 「국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음
  - (기본방향) 원칙적으로 정성평가를 실시하되 연구목표 달성도 등 일부 평가항목은 정량평가 실시 가능

- (실적) 당해연차(단계)의 핵심성과 중심의 질적 달성수준을 중심으로 점수평가 실시
- (계획) 최종목표 달성을 위해 수립된 다음 연차(단계) 연구계획의 적정성에 대한 연구과제 평가단의 검토를 통해 “일부보완” 또는 “전면수정” 판정

〈표 8-4〉 중간평가 평가항목 및 평가지표(안)

평가 항목	세부 항목	평가 지표
해당년도 목표달성	개발 목표의 달성정도	- 계획 대비 목표의 정량적 달성도 - 핵심 기술개발 내용의 질적 수준 - 마일스톤(TRL) 계획 대비 달성 수준 - 비즈니스 모델을 적절히 업데이트 하였는가?
	수행결과의 파급효과	- 연구결과의 기술적·사회적 기여도 - 기술이전 및 매출 발생 실적 - 상위사업 성과목표 달성 기여도
차년도 계획	개발 목표의 구체성과 타당성	- 국내외 기술/산업 환경 변화에 따른 기술개발 목표의 적정성 - 차년도 비즈니스 모델의 적절성
	연구역량	- 총괄책임자 및 연구진의 능력 및 역할분담의 적절성 - 연구시설·장비 등 연구 인프라 보유 및 활용 계획이 적절성
평가 결과	계속 / 중단(성실, 불성실) / 조기 종료(혁신성과, 보통, 성실수행)	

- (평가결과의 산정) 종합평가점수 산정시 연구과제 평가단 평가점수(90%) 및 진도관리 평가결과(10%)를 기준으로 종합평가점수를 정하되, 진도관리평가 생략시 평가단 결과만으로 종합평가점수를 정함
- (평가결과의 조치) 실적 종합평가점수에 따라 과제의 ‘계속지원’(60점 이상) 또는 ‘지원중단’(60점 미만)으로 판정하고, 실적 종합평가점수에 따라 평가단위 과제의 연구수당 지급기준을 차등적용함
  - ‘계속지원’ 대상과제는 평가결과 및 종합의견을 통보하고, 보완대비표 및 연차(단계)실적·계획서 등을 수정·보완 요청

〈표 8-5〉 중간평가 결과와 근거

연차평가 결과	평가 근거
계속	연차별 계획된 기술개발목표를 양호하게 달성하여 기술개발 성공 가능성이 높은 경우
지원중단(성실)	해당연도 목표를 달성하였으나 정부의 정책상 중단된 경우, 해당연도 목표를 달성하였으나 상대비교평가에 따라 하위과제로 분류되어 중단된 경우, 해당연도 목표를 달성하였으나 재무상태 악화 등으로 사업화 가능성이 낮아 중단된 경우
지원중단(불성실)	연차보고서 미제출, 과제의 해당연도 목표 달성 미흡 등 과제수행 결과가 극히 불량한 경우, 사업비의 관리 및 집행도가 불성실한 경우 또는 의무사항·시행조치 불이행의 경우 등
조기종료(혁신성과)	사업계획서상의 최종목표를 달성하였으며, 기술적 성취도와 사업화 가능성 측면에서 그 결과가 우수한 경우
조기종료(보통)	사업계획서상의 최종목표를 달성한 경우
조기종료(성실수행)	해당연도 목표를 달성하였으나 계속수행의 필요성이 적은 경우

3) 최종평가

□ 최종평가는 연구목표 달성도와 연구결과의 우수성을 중심으로 평가 진행

- (연구목표 달성도) 사업 특성을 평가하는 지표와 각 세부과제별 연구목표 달성도를 평가하는 지표를 설계
- (연구결과 우수성) 기술적 성과와 경제·사업적 성과를 중심으로 파악하여, 사업의 목적 달성을 통한 사회경제적 기여도를 평가

주요 절차	내 용
최종평가 자료 제출 (주관연구기관)	최종보고서, 성과점검기준표, 자체평가보고서, 연구개발결과 활용계획서(SMK 포함) 등 평가자료 제출
⇩	
최종평가 계획수립 (전문기관)	최종평가 절차 및 일정 계획수립 및 안내
⇩	
사전검토 (전문기관)	과제담당자 사전검토 - 연구성과 질적·양적 달성도 - 당초 연구개발계획 대비 수행여부 - 연구성과 활용계획의 적정성 등
⇩	
연구과제 평가단 구성 (전문기관)	전문가 중심 연구과제 평가단 구성 - 이해관계인 제척
⇩	
최종평가 실시 (연구과제 평가단)	연구개발 목표 달성여부, 연구성과 우수성 등에 대한 평가
⇩	
최종평가 결과 보고 및 통보 (전문기관)	최종평가결과 국토부 보고 최종평가결과 주관기관 통보 및 보완요청
⇩	
최종보고서 발간·배포 (주관연구기관)	최종보고서 보완본 필수배포처 배포

(사전검토) 주관연구기관이 제출한 최종보고서, 성과점검 기준표, 자체평가 보고서, 연구개발성과 활용계획서 등을 전담기관 담당자가 사전검토하고, 검토 내역을 평가단에 제공 가능

- (평가방법) 세부과제 단위로 평가하고 대면(발표)평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 실시
- (평가항목 및 배점) 최종평가계획 수립시 국토교통R&D 평가 업무매뉴얼」의 평가항목 및 배점을 참고하되 연구과제의 유형을 고려하여 평가항목과 배점을 달리할 수 있음

〈표 8-6〉 최종평가 평가항목 및 평가지표(안)

평가 항목	세부 항목	평가 지표
목표 달성도 (20점)	개발 목표의 달성정도	- 계획 대비 목표의 정량적 달성도 - 핵심 기술개발 내용의 질적 수준 - 마일스톤(TRL) 계획 대비 달성 수준
	수행결과의 파급효과	- 연구결과의 기술적·사회적 기여도 - 기술이전 및 매출 발생 실적 - 상위사업 성과목표 달성 기여도
기술성 (30점)	기술개발 결과의 혁신성	글로벌 사업화를 위해 국외 특허 출원/등록을 하였는가?
	기술적 파급 효과	다른 기술 분야로의 파급효과 및 사회적 기여가 가능한가?
경제성 및 사업성 (50점)	사업화 추진 전략의 적정성	비즈니스 모델은 적절한가 마케팅 전략은 적정한가? 투자 계획은 적정한가? 시장 진출 시 경제적, 제도적인 면에서 용이하고 점유 가능한가?
	경제성	기술개발을 통하여 추가적인 가치(extra value) 창출이 가능한가? (매출, 수익, 수입대체, 수출효과, 고용창출 등)
		사업화에 따른 수익성은 우수한가?

- (평가결과의 산정 및 조치) 최종평가결과 종합평가점수에 따라 과제의 '성공'(60점 이상) 또는 '실패'(60점 미만) 판정
  - '실패'로 판정받은 과제는 연구개발과제 수행실태 등 점검을 통해 성실수행 여부를 확인하고, 그 결과에 따라 참여제한 등 조치
- (추적평가) 최종평가 후 연구개발결과의 활용 촉진을 위해 연구종료 3년 이내에 연구개발 결과의 활용을 위한 추적평가를 실시할 수 있음

〈표 8-7〉 과제 최종평가 결과와 근거

최종평가 결과	평가 근거
혁신성과	최종평가 결과 90점 이상인 과제로서, 성실하게 수행하여 계획된 최종 개발 목표를 달성하였으며 수행결과의 사업화 가능성이 매우 높은 경우 등
보통	최종평가 결과 75점 이상 90점 미만인 과제로서, 성실하게 수행하여 계획된 최종 개발 목표를 달성한 경우, 수행결과의 사업화 가능성이 비교적 높은 경우 등
성실수행	최종평가 결과 60점 이상 75점 미만인 과제로서, 성실하게 수행하였으나 계획된 최종 개발 목표를 약간 미달성한 경우나 수행결과의 사업화 가능성이 약간 낮은 경우 등
불성실수행	최종평가 결과 60점 미만인 과제로서, 최종보고서 미제출, 계획된 최종 개발 목표 달성 정도가 매우 낮은 경우, 수행결과의 사업화 가능성이 매우 낮은 경우, 사업비의 관리 및 집행정도가 불성실한 경우 또는 의무사항·시행조치 불이행의 경우 등

4) 사업진도 및 성과 관리 방안

□ 성과모니터링중심 과제 진도관리 체계 도입

○ (원칙) 평가중심 진도관리에서 성과모니터링중심 진도관리로 전환 필요

- 기존 평가중심의 진도관리는 연구성과를 사후적으로 관리하게 됨으로써 성과제고에 기여하지 못하고 평가의 행정부담을 가중하는 부작용이 존재
- 성과모니터링중심의 사업진도관리로 전환함으로써 성과목표관리 및 환경변화에 선제적으로 대응할 수 있게 되어 사업의 목표 달성에 기여

○ (성과모니터링위원회 구성) 세부과제별로 5인 이내의 성과모니터링분과위원회를 구성하여 전문성에 입각한 모니터링을 구현하고 과제수행에 실질적인 도움이 될 수 있도록 함

- 성과모니터링중심 진도관리가 이루어지더라도 성과를 점검하고 후속조치를 이행하기 위해서 연차, 단계, 종료평가는 실시하여야 함
- 성과모니터링 결과를 평가에 활용함으로써 평가업무를 간소화할 수 있어, 평가를 준비하는 전문기관과 연구자의 행정부담 최소화 기대

□ 성과중심 사업관리의 주체인 전문기관은 사업단 및 성과모니터링위원회와 함께 전체 사업 성과관리의 실무책임이 있음

○ (전문기관) 연구개발관리 계획 및 최종평가에 대한 검토·결재와 사업 전반적 성과관리 수행

- (사업단) 연구개발관리계획 수립 및 연차, 단계, 종료평가를 통해 과제진도와 성과점검 수행
- (성과모니터링위원회) 각 과제의 평가일정이 도래하기 전에 연 1~2회의 모니터링을 실시하여 계획한 목표를 달성할 수 있는지를 사전적으로 점검하고 목표 달성을 위한 후속조치 수행

※ (기준) 동 사업의 운영절차에 따라 평가위원회를 구성하여 연차, 단계, 종료평가를 실시하고, 성과모니터링위원회를 통해 연 1~2회씩 세부과제별 진도점검을 수행

※ 세부과제별 성과모니터링위원회 및 평가위원회의 구성과 운영은 사업단에서 담당

□ (전주기 성과중심 사업진도관리) 예산규모 확정에 따라 상세 연구개발관리 계획을 수립하고, 성과모니터링, 성과조사분석, 성과평가, 성과확산을 추진함

○ (연구개발관리계획 수립) 사업예산의 확정에 따라 사업단은 세부과제별 개발관리계획을 수립하고 사업성과 계획과 부합하는 지 점검한 후, 구체적인 성과모니터링 및 성과평가 실시계획을 수립

- 사업 착수 첫해인 2022년 뿐만아니라, 매년 성과분석결과를 환류하고, 당해연도 국토부의 국가연구개발사업 성과평가계획 등 기술·정책 환경변화를 반영하여 연차별 성과관리 계획 수립

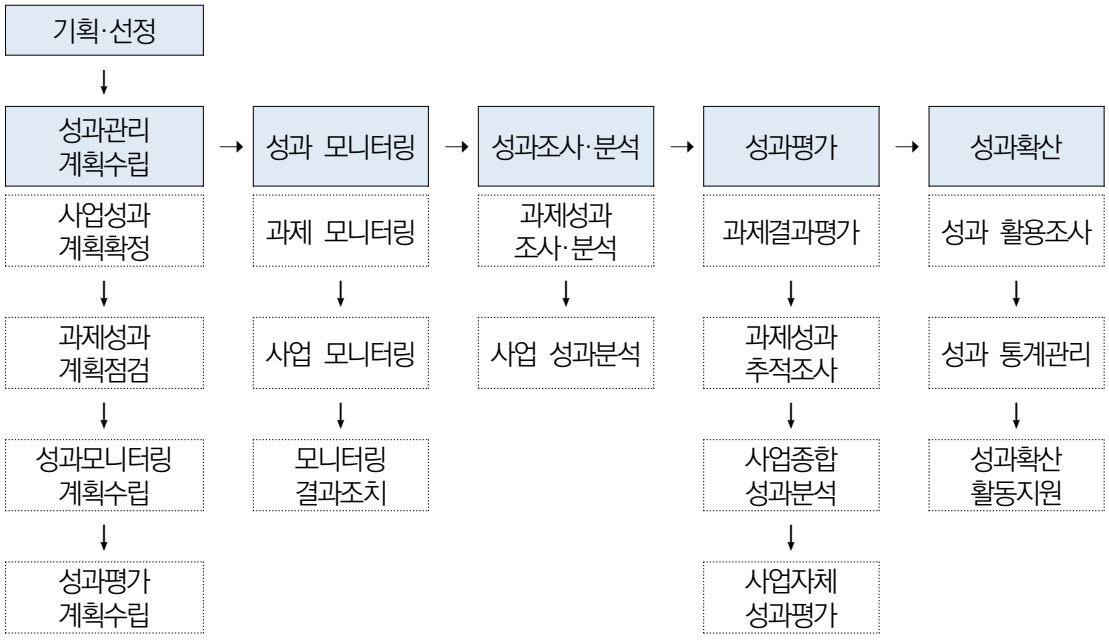
○ 성과모니터링 항목·기준·시점 등을 확정하고, 세부사업 유형별로 성과모니터링 위원 확정

- (성과모니터링) 세부과제 모니터링을 통한 성과통계를 근거로 각 세부과제와 전체 사업의 성과목표 달성가능성을 주기적으로 파악하여 효율적인 사업운영 도모

※ 과제별 연구책임자가 제공한 성과정보를 검증하고 DB화함으로써 과제별 비교분석, 전체성과 규모를 파악하고, 연구책임자에게 공유 및 결과 조치하여 성과 제고

※ 사업단위 성과모니터링은 종합적인 연구성과를 점검하고, 사업의 운영성과와 사업위험요인을 동시에 모니터링

○ (성과조사분석) 매년 개별 과제의 모니터링 결과를 취합하여 성과조사와 성과계획대비 달성도 등을 분석하고 성과모니터링 위원회를 통해 분석 결과를 심의한 후, 전체 사업에 대한 성과분석 보고서를 작성



[그림 8-3] 동 사업의 성과중심 사업관리

□ 국가연구개발사업 중간평가(상위평가) 대응

○ 국가연구개발사업은 중간평가*를 받도록 하고 있으며, 체계적인 중간평가를 위해 사업시행년도에 성과목표 및 성과지표를 점검함

* '2018년 국가연구개발사업 성과평가 실시계획'에 따르면, 4년 이하 사업의 중간평가는 미실시하고 8년 이상의 장기·계속 사업은 2회 이상으로 규정하고 있어, 중간평가 횟수 및 시점은 불확실함

○ (성과목표와 성과지표 확정) 동 사업이 예비타당성 평가를 통과할 경우, 2022년 국토부의 성과목표 및 성과지표 점검에 대응

- 예비타당성 조사를 거치면서 조정된 사업내용 및 사업규모, 실제 확보한 사업 예산규모에 맞게 상세 사업계획의 수정과 함께 성과목표와 성과지표, 성과지표의 목표치를 최종 확정

○ (중간평가 대응) 동 사업은 '2018년 국가연구개발사업 성과평가 실시계획'에 따라 사업기간 중 1번의 중간평가가 실행될 것으로 예상됨

- (종료추적평가 대응) 동 사업의 2026년 종료평가 결과에 기반하여 국토부의 종료평가에 대응할 수 있도록 함

5) 국가공간정보보안 및 개인정보보호 관리 방안

□ **국가공간·개인정보 관련된 위험요인(①국가보안, ②개인정보수집/활용)를 제거하고자, 공간정보 구축 및 활용(공개)에 관한 법·제도를 종합 분석하여 사업단 내 정보보안·개인정보보호 세부 규정 등 상세 사업관리 운영방안 마련하여 사업 수행 예정**

○ 사업단 내 정보보안·개인정보보호 세부규정(안) 마련

- 동 사업에서는 「국가공간정보기본법」제35조, 동법 시행령 제24조,「국가공간정보 보안관리 기본지침」및「공간정보 보안관리 규정」과 「개인정보보호법」과 동법 시행령 등에 제시된 공간정보 및 개인정보 수집·활용에 관한 법·제도를 준수하기 위하여 다음과 같은 정보보안·개인정보보호 세부규정(안)을 마련하여 준수 예정

- 사업단 정보보안·개인정보보호 세부규정(안)

구 분	상 세 내 용	수행시기
관리 체계 구축	- (**사업단장의 책무**) 사업단장은 공간 및 개인정보를 보호할 책무를 명시하여 그 보호에 필요한 보안·보호대책*을 연구개발계획서 제시하도록 함 * 보안관련 공간 및 개인정보 현황파악, 보안지도/교육/감사 등 보안지도·관리계획	사업 제안시
	- (**정보보안담당자 지정 및 임무**) 사업단(주관연구기관)에서는 공간정보의 보안업무와 개인정보 보호업무를 담당하기 위하여 '보안담당자'를 지정하고 임무*를 지정함 * 공간·개인정보 보안·보호업무 계획의 수립 및 수행관리, 공간정보의 생산·구축·관리·활용 및 유통에 따른 보안대책 강구, 공간·개인정보의 보안관리를 위한 지도·점검·교육 및 감사, 공간·개인정보 보안·보호심사위원회의 운영 및 관리, 기타 공간정보 관련 보안·보호 업무, 개인정보 유출 및 오용·남용 방지를 위한 내부통제시스템의 구축, 개인정보 보호 교육 계획의 수립 및 시행, 개인정보파일의 보호 및 관리·감독 등	사업 제안시
	- (**정보보안위원회 운영**) 사업단 내 중요 공간·개인정보 보안·보호업무* 수행에 필요한 사항을 심의·의결하기 위한 '정보보안위원회'를 운영함 * 공간정보보안업무 계획의 수립 및 추진에 관한 사항, 비공개·공개제한 공간정보의 재분류에 관한사항, 비공개·공개제한 공간정보의 공개여부 및 공개 활용에 따른 보안대책, 기타 공간정보 보안업무에 관한 주요 사항	사업 수행시 (상시)
보안 분류기준 마련	- (**보안정보 분류기준 마련**) 본 사업수행 시 취급되는 모든 공간정보는 「국가공간정보 보안관리규정」내 〈별표1〉*과 같이 비공개 및 공개가 제한되는 공간정보에 대한 분류기준에 따라 자체실정에 맞는 세부분류기준을 마련함 * 〈별표1〉 국가공간정보 세부 분류기준 (부록참조)	사업 착수후 3개월 이내

구 분	상 세 내 용	수행시기
세부 보안관리 기준/절차 마련	- (**위탁/용역 관리 체계**) 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보 생산·구축·관리 등과 연계된 연구개발 외부위탁(용역)을 추진과 관련하여 사업단 차원의 별도의 보안대책에 대한 가이드라인*이 마련되어 있어야 하며, 위탁(용역)을 추친 하고자 연구기관은 보안대책을 마련하여 사업단 사전검토가 필요함 * (가이드라인) 비밀 준수 및 공간정보 보호 의무와 위반시 조치사항 명시, 참여인원에 대한 신원확인, 서약집행 및 보안교육 계획, 작업장소를 통제구역 또는 제한구역으로 설정, 용역종료 시 성과물과 제공된 각종 자료 회수 계획, 기타 보안관리를 위해 필요한 사항, 위탁업무 수행 목적 외 개인정보의 처리 금지에 관한 사항, 개인정보의 기술적·관리적 보호조치에 관한 사항, 그 밖에 개인정보의 안전한 관리를 위하여 대통령령으로 정한 사항 등	해당시
	- (**국외반출 기준**) 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 경우 국외로 반출이 금지됨. 다만, 정부간 협정 또는 합의에 의한 경우, 정부를 대표하여 국제회의(국제기구) 참석하는 연구진의 자료로 사용의 경우 시 국토교통부(장관) 승인이 필요함 * 국외반출 승인 요청 절차 (해당) 연구기관 → (승인요청) 사업단 검토/취합 → (승인요청) 국토부 승인	해당시
	- (**외국인 보안관리**) 과제별 연구책임자는 외국인을 공간정보 관련 업무에 종사하게 할 때에는 다음 각 호의 보안대책*을 마련해야함 * 신원 확인, 신상기록부 작성·유지, 보안교육 및 서약 집행, 계약서에 기밀 누설·유출 시 해고 및 손해 배상 책임 명시, 비공개 등 중요 공간정보 취급 및 보호구역 출입 차단 대책	해당시
	- (**공개제한 요건/절차**) 공개가 제한되는 공간정보를 학술연구 등의 목적으로 활용하고자 할 때는 미리 사업단의 승인을 받아야 하며, 공개가 제한되는 공간정보에 대한 공개신청은 일부사항*을 검토해야함 * 성명, 주소, 생년월일 등 신원사항, 소속 기관·단체 및 직책, 사용목적 및 타당성, 활용 후 관리대책 등	해당시
	- (**비공개 요건/절차**) 비공개 공간정보는 공개하여서는 아니 됨을 원칙으로 하며, 본 사업 수행시 공개할 필요성이 있는 경우 공개할 자료의 내용과 공개 목적·시기 및 방법 등에 대해 국토교통부(장관) 승인을 요청하여 받아야함. 또한, 해당사항과 관련하여 국토부-국정원 협의 및 보안대책 마련시 사업단 및 신청 연구기관은 적극 지원 필요 (해당) 연구기관 → (승인요청) 사업단 (보안심사 위원회) → (승인요청) 국토부 승인 ↔ (협의) 국정원 국토부-국정원 협의(보안대책 마련 등) 지원	해당시
	- (**공간정보의 재분류**) 사업단은 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보가 기간의 경과 등으로 인하여 비공개 또는 공개제한의 필요성이 없어진 경우에는 '보안심사 위원회' 운영을 통해 해당 공간정보를 공개 대상으로 재분류할 수 있음	해당시

구 분	상 세 내 용	수행시기
개인정보 처리기준 /절차 마련	[**개인정보의 수집시 보호조치**] - (**개인정보 수집제한**) 개인정보는 서비스 제공을 위하여 필요한 최소한의 정보를 관계 법령*에 따라 적법하고 정당하게 수집하여야 하며, 필수정보 이외의 개인정보를 수집하는 경우에는 선택항목으로 구분하여 해당 정보를 제공하지 않는다는 이유로 서비스 제공을 거부하지 않음 * 개인정보 보호법 제16조(개인정보의 수집제한)	해당시
	- (**개인정보의 수집 동의**) 사업단 및 연구기관은 개인정보 수집시, 개인정보는 정보주체의 동의를 받거나 관계 법령*에 따라 적법하게 수집하여야 함 * 개인정보 보호법 제15조(개인정보의 수집·이용), 제22조(동의를 받는 방법)	해당시
	- (**주민등록번호 처리 제한**) 사업단과 연구기관은 본 사업수행 시 주민등록번호를 수집·이용할 수 없으며, 법적* 근거가 있어 처리가 허용된 경우라 하더라도 대체수단을 제공해야함 * 개인정보 보호법 제24조의2(주민등록번호 처리의 제한)	해당시
	- (**민감정보 및 고유식별정보의 처리제한**) 본 사업수행 시 민감정보*와 고유식별정보**를 처리하기 위해서는 법령***에서 구체적으로 처리를 요구하거나 허용하는 경우를 제외하고는 정보주체의 별도 동의를 받아야 함 * 사상·신념, 정치적 견해, 건강 및 성생활에 관한 정보, 사생활을 현저하게 침해할 우려가 있는 개인정보 ** 여권번호, 운전면허정보, 외국인 등록번호 *** 개인정보 보호법 제23조(민감정보의 처리제한), 제24조(고유식별정보의 처리 제한)	해당시
	- (**간접수집 보호조치**) 정보주체 이외로부터 개인정보를 수집하거나 제공받은 경우에는 업무에 필요한 최소한의 개인정보만 수집·이용하여야 하고 법령*에 근거하나 정보주체의 요구가 있으면 개인정보의 수집 출처, 처리목적, 처리정지의 요구권리를 알려야 함 * 개인정보 보호법 제16조(개인정보의 수집제한), 제19조(개인정보를 제공받은자의 이용·제공 제한), 제20조(정보주체 이외로부터 수집한 개인정보의 수집 출처 등 고지)	해당시
	- (**영상정보처리기기 설치·운영**) 본 사업 수행시 연구의 목적으로 영상정보처리기기를 공개된 장소에 설치·운영하는 경우 설치 목적 및 위치에 따라 법적*요구사항을 준수하고, 적절한 보호대책을 수립·이행하여야 함 * 개인정보 보호법 제25조(영상정보처리기기의 설치·운영 제한)	해당시
	[**개인정보 보유 및 이용 시 보호조치**] - (**개인정보 현황관리**) 사업단은 수집·보유하는 개인정보의 항목, 보유량, 처리 목적 및 방법, 보유기간 등 현황을 정기적으로 관리하여야 함 * 개인정보 보호법 제32조(개인정보파일의 등록 및 공개)	해당시
	- (**개인정보 표시제한 및 이용시 보호조치**) 개인정보의 조회 및 출력 시 용도를	해당시

구 분	상 세 내 용	수행시기
	특정하고 용도에 따라 출력 항목 최소화, 개인정보 표시제한, 출력물 보호조치 등을 수행하여야 함. 특히 빅데이터 분석, 테스트 등 데이터 처리 과정에서 개인정보가 과도하게 이용되지 않도록 연구에 반드시 필요하지 않은 개인정보는 삭제하고나 또는 식별할 수 없도록 조치하여함 * 개인정보의 기술적·관리적 보호조치 기준 제9조(출력·복사 시 보호조치), 제10조(개인정보 표시 제한 보호조치)	
	- (**개인정보 목적 외 이용 및 제공**) 개인정보는 수집 시의 정보주체에게 고지·동의 받은 목적 또는 법령에 근거한 범위* 내에서만 추가 동의를 받고, 적절한 보호대책을 수립·이행하여야 함 * 통계작성 및 학술연구 등의 목적을 위하여 필요한 경우로서 특정 개인을 알아볼 수 없는 형태로 개인정보를 제공하는 경우	해당시
	[**개인정보 제공 및 파기 시 보호조치**] - (**개인정보 제3자 제공**) 사업단은 본 사업과 무관한 제3자에게 개인정보 제공 할 수 없음	해당시
	- (**연구기관 변경 등에 따른 개인정보의 이전**) 연구기관의 양도·합병 등으로 개인정보를 이전하거나 이전받는 경우 정보주체 통지 등 적절한 보호조치를 수립·이행함	해당시
	- (**개인정보의 파기**) 사업단은 개인정보의 보유기간 및 파기 관련 내부 정책을 수립하고 개인정보의 보유기관 경과, 처리목적 달성 등 파기 시점이 도달한 때에는 파기의 안전성 및 완전성이 보장될 수 있는 방법으로 지체 없이 파기함	해당시
보안점검/교육/조사	- (**보안점검**) 사업단(단장)은 참여 연구기관에 대해 공간·개인정보 보안·보호관리 실태를 점검해야함, 보안점검은 연1회 이상의 정기점검과 수시점검으로 구분하여 실사함. 다만, 정기점검은 국토교통부에서 실시하는 보안점검으로 대신할 수 있으며, 보안점검시 확인된 문제점에 대해 개선대책을 마련하여 시행해야 함	정기/수시
	- (**보안교육**) 사업단(단장)은 참여 연구기관에 대하여 공간·개인정보의 보호를 위하여 연1회 이상 보안·보호교육을 실시해야함	정기/수시
	- (**보안사고 조사**) 사업단(단장)은 참여 연구기관에서 보안사고*가 발생한 때에는 지체 없이 국토교통부(국가정보원)에게 사고 일시·장소·내용 및 사고 유발자 인적사항, 조치내용 등을 통보해야함 * 공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 누설·유출·침해·훼손·분실, 공간정보 데이터베이스의 침해·훼손·무단이용, 비밀준수 의무 위반 행위, 공간정보유통망 또는 보호구역에 대한 불법 침입, 기타 공간정보에 대한 중대한 침해 행위	해당시

제3절 성과 활용 및 확산 계획

□ 연구성과 활용체계

○ 동 사업의 연구성과 활용은 정부의 「연구성과 관리·활용 기본계획」의 정책기조에 부합토록 활용체계를 운영

- 연구성과의 기술성과 시장성·사업성 간의 간극을 간소화하고, 성과활용 중심의 연구개발 혁신과 유기적 협력체제 구축을 통해 일자리 창출 및 경제활성화 견인

○ 성과계획-성과관리-성과평가-활용지원-성과활용 등 기획부터 연구성과 활용까지 연구 전주기적으로 연구성과 활용체계를 구축·운영

- (성과계획) 사업기획시부터 기술개발과제의 최종성과물을 제시하고 연구책임자는 구체적인 성과지표·목표, 성과도출 마일스톤, 성과활용방안 등을 연구개발계획에 제시하여 연구수행 및 성과를 도출하며, 중간(단계)평가 결과를 반영하여 필요한 경우 성과계획을 수정 보완 실시
- (성과관리) 전문기관 및 사업단은 사업기획시 제시한 사업관리방안에 따라 세부과제별 연구성과 도출 및 진척도 등을 모니터링하고, 진도점검을 실시
- (성과평가) 전문기관은 사업단과 협의하여 중간(연차, 단계) 평가를 통해 성과목표 달성 등 연구목표 달성도와 차년도(다음단계) 연구계획을 평가하고, 연구종료시에는 최종 성과목표 달성 여부를 평가
- (성과활용 지원) 전문기관은 연구성과의 활용촉진 및 확산을 위해 인프라 지원(기술가치평가, 금융연계 지원), 기술사업화 및 기술이전 컨설팅, 시장지출 지원(기술설명회, 공공구매협의체 등) 등 성과활용 지원체계를 운영
- (성과활용) 대학, 연구소, 기업 등 연구에 참여한 기관들은 연구성과를 활용하여 현장적용, 기술사업화 달성, 정책·제도 반영, 지식재산권 확보 등 실시

○ 국토교통부와 전문기관은 매년 연구성과 조사·분석·평가를 통해 연구성과 활용체계 운영을 점검하고, 성과관리 및 평가 개선, 활용지원 체계 확대 등 연구성과 활용체계를 개선하여 성과활용을 촉진

□ 사업 수혜자

○ 공간정보체계는 무형의 공공재로서, 도로, 공항, 항만 등 사회기반시설처럼 全 국가적으로 공동 활용해야 하는 “디지털 SOC”이며, 이를 전국 단위로 구축하고, 갱신하며 총괄 관리하기 위해서는 많은 비용과 시간이 소요되기 때문에 선진 각국을 비롯한 대부분의 나라에서 국가 주요 정책으로 추진하고 있으며 우리나라의 경우 공간정보는 중앙행정기관, 지자체, 공공기관에서 생산·관리

[참고] 국가공간정보기본법(법률 제12736호, 2015. 06. 04.) 제2조(정의)

1. "공간정보"란 지상 · 지하 · 수상 · 수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보를 말한다.
2. "공간정보데이터베이스"란 공간정보를 체계적으로 정리하여 사용자가 검색하고 활용할 수 있도록 가공한 정보의 집합체를 말한다.
3. "공간정보체계"란 공간정보를 효과적으로 수집 · 저장 · 가공 · 분석 · 표현할 수 있도록 서로 유기적으로 연계된 컴퓨터의 하드웨어, 소프트웨어, 데이터베이스 및 인적자원의 결합체를 말한다.
4. "관리기관"이란 공간정보를 생산하거나 관리하는 중앙행정기관, 지방자치단체, 「공공기관의 운영에 관한 법률」제4조에 따른 공공기관(이하 "공공기관"이라 한다), 그 밖에 대통령령으로 정하는 민간기관을 말한다.

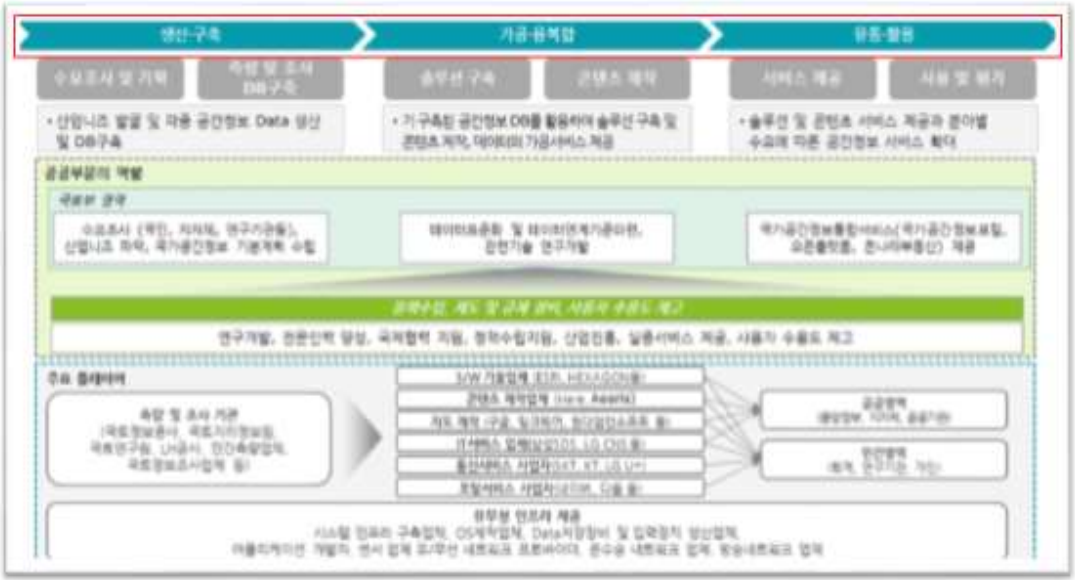
○ 또한, 국가 및 지자체는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 노력해야 하며, 국민은 법령에 따라 관리기관이 생산한 공간정보를 정당한 절차를 거쳐 활용할 권리를 소유

[참고] 국가공간정보기본법(법률 제12736호, 2015. 06. 04.) 제3조(국민의 공간정보복지 증진)

① 국가 및 지방자치단체는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개함으로써 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다.

② 국민은 법령에 따라 공개 및 이용이 제한된 경우를 제외하고는 관리기관이 생산한 공간정보를 정당한 절차를 거쳐 활용할 권리를 가진다.

○ 이러한 국가공간정보법에 의거, 국토교통 신산업 중장기 로드맵(국토부, 2017)에서 공간정보산업을 크게 (1) 생산·구축 (2) 가공·융복합 (3) 유통·활용 단계로 구분

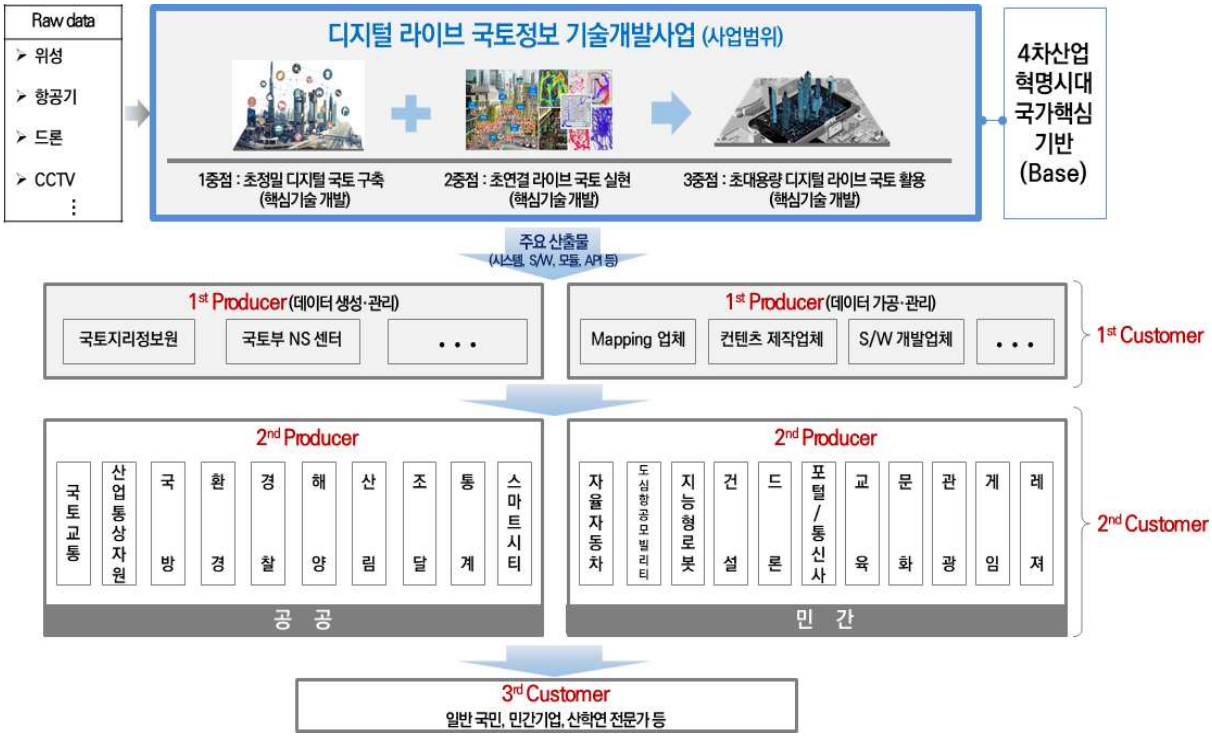


[그림 8-4] 공간정보산업 생태계 개요

○ 또한, 공간정보산업 內 정보유통구조를 자료 구축, 정보가공, 최종사용자 등으로 세분화 하였으며, ‘자료 구축 및 정보가공’ 주체를 producer, 최종사용자를 customer로 정의

○ 본 사업의 핵심기술을 실질적으로 활용하는 공간정보 서비스 기관·기업과 가공된 공간정보를 활용하는 서비스 활용 기관·기업, 사업목표를 고려하였을 때 다음과 같은 이해관계자가 도출

- 공간정보 서비스 기관·기업은 1차 수혜자인 동시에 1차 생산자로 데이터 생성·가공·관리를 통해 2차 수혜자에 국토정보 등을 제공하며, 2차 수혜자는 국토정보를 활용한 서비스를 사용자에게 제공



○ 1st Producer와 2nd Producer는 다음과 같이 구분할 수 있음

- (1st Producer) 본 R&D 사업의 다양한 성과물(S/W,시스템,플랫폼,API 등)이 1st Customer인 공간정보 서비스 기관(국토지리정보원, 국토부 NS센터 등) 및 민간기업(매핑업체, 컨텐츠 제작업체, S/W 개발업체 등)에 제공되며, 이를 활용한 국토정보 생성·가공·관리 가능
- (2nd Producer) 주요 산업 분야(자율주행차, 도심항공모빌리티, 지능형로봇, 건설, 교육, 문화, 관광, 게임, 레저 등) 및 포털·통신사 등은 1st Producer에서 제공한 다수 산출물(신규 생성된 국토정보, 공간정보 컨텐츠, 공간정보 S/W 등)을 활용하여 다양한 서비스를 기획·개발 및 제작 후 일반 국민, 민간기업, 산학연 전문가 등에게 제공

□ 연구성과 실증계획

○ 본 사업에서 선정한 6개 활용분야를 대상으로 요구하는 공간 데이터 셋을 분야별로 제공·적용하고, 특히 참여의향이 높은 상위 3개 분야(재난/재해, 드론, 자율차)에는 공간 데이터 셋 및 지능 공간 분석 서비스를 추가적으로 제공하여 실증 수행

- (1차) 기술활용협의체 및 활용수요기관과의 업무협의를 통해 6개 활용 분야를 대상으로 수요 공간정보를 제공하고, 현장 적용 및 피드백 접수·대응

※ 본 사업의 실증은 실제적인 분야별 응용서비스 개발이 아닌, 응용서비스 개발을 주도하는 각각의 활용수요기관에서 요구하는 공간 데이터 셋을 제공·적용하고 피드백을 받아 반영하는 형태로 진행

※ 본 사업 기획 단계에서 다양한 분야별 전문가 협의를 통하여 미래 활용시나리오 작성 및 실제 구현을 위한 공간정보 기술트리 마련, 활용 서비스 구성도 작성 등의 파일럿 테스트(pilot test)를 실시하였으며, 이를 통하여 분야별 현장 적용 가능성을 확인

※ 향후 본 사업 추진시, 기술활용협의체를 적극 가동하여 6개 분야별 활용 수요기관 선정 및 현장 적용 실시 예정

분야	활용시나리오	공간정보 기술트리	서비스 구성도	참여의향서 제출 기관(기업)	참여의향 건수
재난 / 재해				- LG CNS - 한국해양대학교 - 전자통신연구원 - 제주특별자치도	81개 기관·업체
드론				- 삼성 SDS - 상지대학교 - 전자부품연구원 - 강원도청	70개 기관·업체
자율주행차				- 도로교통공단 - 인하대학교 - 건설기술연구원 - 아산시청	63개 기관·업체
스마트건설				- 대우건설 - 한양대학교 - 건설경제연구원 - 아산시청	47개 기관·업체
스마트물류				- 웨이버스 - 인천대학교 - 철도기술연구원	17개 기관·업체
감염병				- 신한항업 - 상명대학교 - 한국과학기술원	24개 기관·업체

- (2차) 활용 참여의향이 높은 상위 3개 분야 즉, 재난/재해, 드론, 자율차 분야의 경우에는 '3-2 핵심과제'에서 수요자 맞춤형 공간정보 제공 및 지능 공간 분석 서비스 실증 진행

※ 초정밀 디지털 국토 구축(1중점), 초연결 라이브 국토 실현(2중점) 기술을 적용하여 테스트베드 內 고품질 3차원 공간정보를 구축하고, 초연결 디지털 라이브 국토 활용(3중점) 기술을 이용하여 실증모델 I(재난재해), 실증모델 II(자율차), 실증모델 III(드론)의 실시간 지능 공간 분석 서비스 실증

[참고] 공간정보 활용 6대 분야별 활용 시나리오(안)

○ 재난/재해 관련 활용 시나리오

가상국토 기술로 사상자 최소화 혁신 재난 대응

(2025년 5월 9일 금요일 오후 6시)

7.0 지진 발생 10분전 퇴근길 모바일 기기에 긴급재난 문자가 발송되었다.

“약 10분 뒤 진도 7.0의 지진 발생이 예상 되오니 국민여러분은 안전한 곳으로 대피하여 주시기 바랍니다. 현재 위치에서 가장 가까운 대피소(3-2. 기술)는 진흥원 지하주차장 입니다.”

퇴근길이던 기획오씨는 황급히 차에서 내려 가까운 대피소로 이동을 하고 있었다. 그 때 옆에서 폭발음과 함께 옆 건물에 지진에 의한 화재가 발생하였다. 그 광경을 보던 시민들은 119신고(2-2. 기술)와 함께 SNS에 사진, 동영상, 텍스트를 업로드(2-2. 기술) 하였다.

가까운 지구대에서 출동하여 미리 도착한 경찰들은 화재상황을 확인(1-2. 기술)하며, 피해의 범위와 바람길에 따른 화재의 확산 범위(3-2. 기술)까지 계산하여 폴리스라인으로 시민들을 안전하게 유도하고 소방차가 도착하기 전 소방전 앞 모니터링 및 상황정보를 (1-2. 기술) 받아 소방전을 확보해둔 상황이었다.

소방서에 긴급출동 벨이 울렸다. 소방 관제 센터에서는 화재의 범위와 화재 확산 범위를 국가공간정보 센터(전체 기술)에서 정보를 제공 받았고 알맞은 출동 차량과 장애물, 지반상황까지 고려한 소방차량 부서 위치(1-1. 기술)를 실시간으로 확인 하였다. 소방관인 진흥원씨는 화재신고를 받고 출동 하는 동안 완벽하게 장비를 착용하였고 이번에 도입된 N차원 고글과 헬멧을 장착하고 건물의 실내정보(2-1. 기술)와 자재정보(2-1. 기술)등 건물 내부의 공간정보 데이터를 공유하여 요구조자의 위치를 전송(1-1. 기술)받았다. 그리고 지휘관은 평소에 훈련 받은 지휘관 의사결정 가상 훈련 시스템 기반으로 인공지능이 시공간 시뮬레이션을 통해 제시한 3가지 구조경로에 대한 선정 근거를 검토(3-2. 기술)하고, 가장 적합한 최적의 구조경로(3-1. 기술)로 구조활동 지시를 하였다.

화재 현장에 갇혀 있는 국토부씨는 소지하고 있던 모바일로 완강기의 위치(1-1. 기술)를 확인하고 완강기까지의 대피경로(3-1. 기술)를 제공 받아 큰 창문에 설치된 완강기로 탈출을 하였으나 최공간씨는 완강기까지의 거리가 멀고 화재가 확산되면서 오픈된 공간 및 구조적으로 안전한 장소로 안내받아(3-1.기술) 구조되었다.

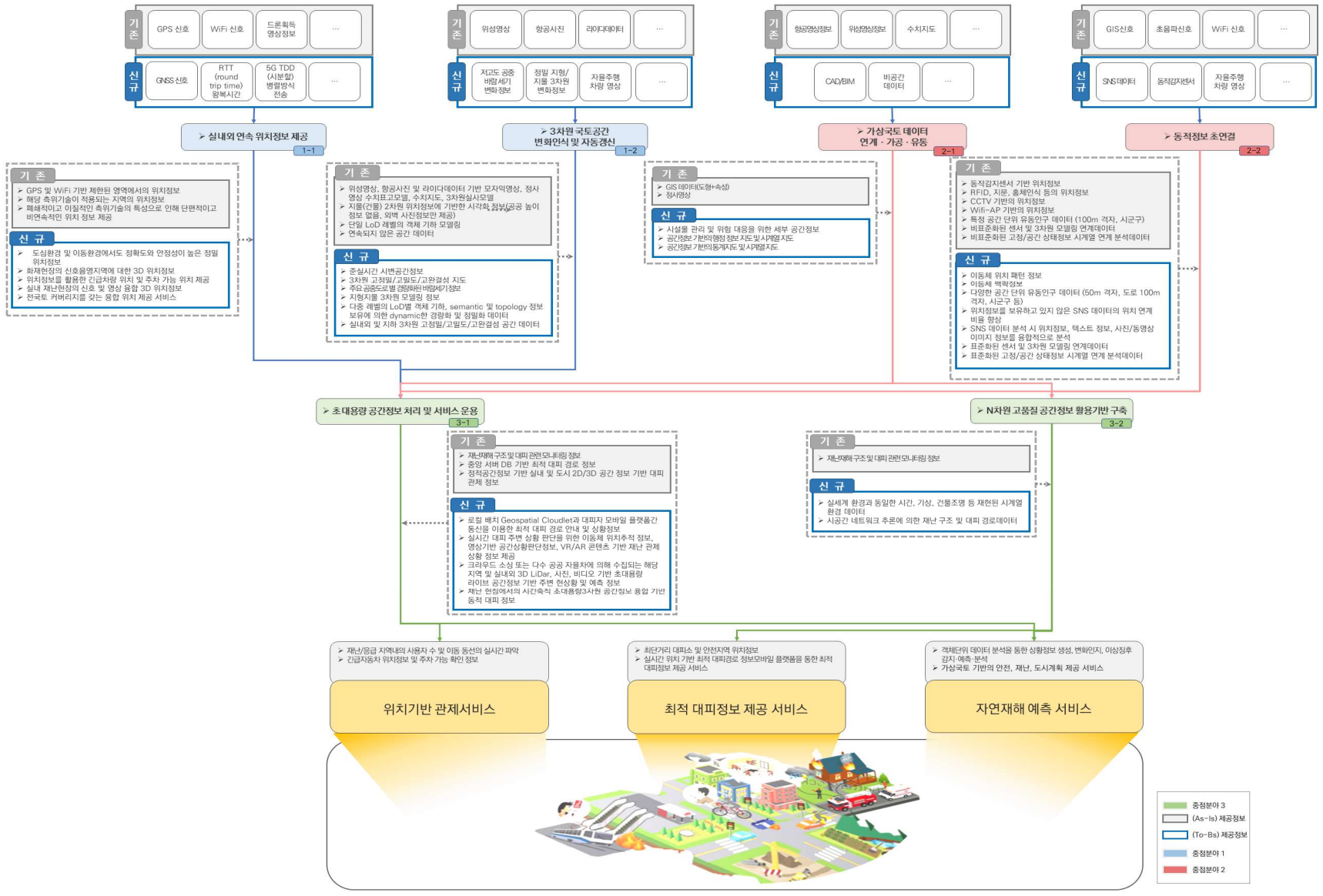
- 재난대응 미래형 시나리오-공간정보기술 트리

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공 가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
1-1	[기존] • GPS 신호 • WiFi 신호 • GNSS 신호 [신규] • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 오차요소별 GNSS 보정 정보 • 영상 특징점으로 구성된 랜드마크 DB 정보 • 차량 획득 영상정보 • 모바일기기 획득 영상정보 • 드론 획득 영상정보 • 실내외 연동 복합측위	• GPS 및 WiFi 기반 제한된 영역에서의 위치정보 • 해당 측위기술이 적용되는 지역의 위치정보 • 폐쇄적이고 이질적인 측위 기술의 특성으로 인해 단편적이고 비연속적인 위치 정보 제공	• 도심환경 및 이동환경에서도 정확도와 안정성이 높은 정밀 위치정보 • 화재현장의 신호음영지역에 대한 3D 위치정보 • 위치정보를 활용한 긴급차량 위치 및 주차 가능 위치 제공 • 실내 재난현장의 신호 및 영상 융합 3D 위치정보 • 전국토 커버리지를 갖는 융합 위치 제공 서비스	**위치기반 관제 서비스** - 재난/응급 지역내의 사용자 수 및 이동 동선의 실시간 파악 - 긴급자동차 위치정보 및 주차 가능 확인 정보
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • 차량영상 [신규] • 라이다데이터 • 휴대용기기 영상 • 도심/정밀 변화정보 • 재난대응을 위한 3차원 실내외 공간정보	• 위성영상, 항공사진 및 라이다 데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델 • 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이정보 없음, 외벽 사진정보만 제공) • 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링 • 연속되지 않은 공간 데이터	• 준실시간 시변공간정보 • 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도 • 지형지물 3차원 모델링 정보 • 다중 레벨의 LoD와 축척의 semantic 및 topology 정보를 보유한 경량화된 공간정보 • 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터	
2-1	[기존] • 수치지도 • 영상정보 [신규] • CAD/BIM • 비공간 데이터	• GIS 데이터(도형+속성) • 정사영상	• 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보 • 재난 상황 대응을 위한 실내 공간 상세 정보	
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 재난재해 구조 및 대피 관련 모니터링 정보 • 중앙 서버 DB 기반 재난재해 상황 판단을 위한 위치·공간·영상·센서 융합정보 • 정적공간정보 기반 실내 및 도시 2D/3D 공간 정보 기반 관제 정보	• Geospatial Cloudlet 기반 실시간 재난 상황 판단을 위한 이동체 위치추적 정보, 영상기반 공간상황판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 재난 관제 상황 정보 제공 • 크라우드 소싱 또는 다수 공공자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDAR, 사진, 비디오 기반 초대용량 라이브 공간정보 기반 멀티미디어 공간정보 기반의 라이브 재난 관제 정보 • 실시간 재난 현장에서의 시간 축적 초대용량3차원 공간정보 융합 기반 동적 구조 및 대피 정보	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공 가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
2-2	[기존] • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이터 [신규] • 다양한 SNS데이타 • 민원/불편신고 데이터	• 동작감지센서 기반 위치정보 • RFID, 지문, 홍체인식 등의 위치정보 • CCTV 기반의 위치정보 • Wifi-AP 기반의 위치정보 • 특정 공간 단위 유동인구 데이터 (100m 격자, 시군구) • 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 비표준화된 고정/공간 상태 정보 시계열 연계 분석데이터	• 이동체 위치 패턴 정보 • 이동체 맥락정보 • 다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (50m 격자, 도로 100m 격자, 시군구 등) • 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS 데이터의 위치 연계 비율 향상 • SNS 데이터 분석 시 위치 정보, 텍스트 정보, 사진/동영상 이미지 정보를 융합적으로 분석 • 표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	**최적 대피정보 제공 서비스** - 최단거리 대피소 및 안전지역 위치정보 - 실시간 위치 기반 최적 대피경로 정보모바일 플랫폼을 통한 최적 대피정보 제공 서비스
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 재난재해 구조 및 대피 관련 모니터링 정보 • 중앙 서버 DB 기반 최적 대피 경로 정보 • 정적공간정보 기반 실내 및 도시 2D/3D 공간 정보 기반 대피 관제 정보	• 로컬 배치 Geospatial Cloudlet과 대피자 모바일 플랫폼간 통신을 이용한 최적 대피 경로 안내 및 상황정보 • 실시간 대피 주변 상황 판단을 위한 이동체 위치추적 정보, 영상기반 공간상황판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 재난 관제 상황 정보 제공 • 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDAR, 사진, 비디오 기반 초대용량 라이브 공간정보 기반 주변 현상황 및 예측 정보 • 재난 현장에서의 시간축적 초대용량3차원 공간정보 융합 기반 동적 대피 정보	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • Full 3D기반 시간/시점 변화에 따른 관찰자시점 (자율차,드론, 로봇, 사람 등) 영상시퀀스 • 활용분야 시나리오 데이터 • 고정밀 도로 / 건물 / 도로시설물 속성데이터	• 재난재해 구조 및 대피 관련 모니터링 정보	• 실세계 환경과 동일한 시간, 기상, 건물조명 등 재현된 시계열 환경 데이터 • 시공간 네트워크 추론에 의한 재난 구조 및 대피 경로데이터	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공 가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • 라이다데이터 • 차량영상 • CCTV영상 [신규] • 휴대용기기 영상 • 광역도심/정밀 변화정보 • 재난대응을 위한 3차원 실내외 공간정보	• 위성영상, 항공사진 및 라이다 데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델 • 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공) • 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링 • 연속되지 않은 공간 데이터	• 준실시간 시변공간정보 • 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도 • 지형지물 3차원 모델링 정보 • 다중 레벨의 LoD와 축척의 semantic 및 topology 정보를 보유한 경량화된 공간정보 • 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터	**자연재해 예측 서비스** - 객체단위 데이터 분석을 통한 상황 정보 생성, 변화인지, 이상징후 감지·예측·분석 - 가상국토 기반의 안전, 재난, 도시계획 제공 서비스
2-1	[기존] • 수치지도 • 영상정보 [신규] • CAD/BIM • 비공간 데이터	• GIS데이터(도형+속성) • 정사영상	• 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보	
2-2	[기존] • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이터 [신규] • 다양한 SNS데이xj • 민원/불편신고 데이터	• 동작감지센서 기반 위치정보 • RFID, 지문, 홍체인식 등의 위치정보 • CCTV 기반의 위치정보 • Wifi-AP 기반의 위치정보 • 특정 공간 단위 유동인구 데이터 (100m 격자, 시군구) • 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	• 이동체 위치 패턴 정보 • 이동체 맥락정보 • 다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (50m 격자, 도로 100m 격자, 시군구 등) • 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS 데이터의 위치 연계 비율 향상 • SNS 데이터 분석 시 위치정보, 텍스트 정보, 사진/동영상 이미지 정보를 융합적으로 분석 • 표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 중앙 서버 DB 기반 자연재해 예측 정보 • 2D/3D/공간영상정보 및 자연재해 타임라인 기반 자연재해 예측 정보	• 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDAR, WAMI, 사진, 비디오 등 멀티미디어 정보 기반 자연재해 예측 및 상황 판단 정보 • VR/AR 콘텐츠 형 자연재해 피해 예측 시뮬레이션 가시화 정보	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • 시공간 네트워크 모델링 학습 및 추론 기술 • 공간지능화 해석력 확보 기술 • 실시간 공간분석 서비스 플랫폼 기술	• 재난재해 구조 및 대피 관련 모니터링 정보	• 실세계 환경과 동일한 시간, 기상, 건물조명 등 재현된 시계열 환경 데이터 • 시공간 네트워크 추론에 의한 재난 구조 및 대피 경로데이터	

본 사업 개발기술 범위


기존
GPS 신호
WiFi 신호
드론획득 영상정보
…
신규
GNSS 신호
RTT (round trip time) 왕복시간
5G TDD (시분할) 병렬방식 전송
…
➢ 실내외 연속 위치정보 제공
1-1
기 존
➢ GPS 및 WiFi 기반 제한된 영역에서의 위치정보
➢ 해당 측위기술이 적용되는 지역의 위치정보
➢ 폐쇄적이고 이질적인 측위기술의 특성으로 인해 단편적이고 비연속적인 위치 정보 제공
신 규
➢ 도심환경 및 이동환경에서도 정확도와 안정성이 높은 정밀 위치정보
➢ 화재현장의 신호음영지역에 대한 3D 위치정보
➢ 위치정보를 활용한 긴급차량 위치 및 주차 가능 위치 제공
➢ 실내 재난현장의 신호 및 영상 융합 3D 위치정보
➢ 전국토 커버리지를 갖는 융합 위치 제공 서비스
위성영상
항공사진
라이다데이터
…
지오도 공중 바람 세기 변화정보
정밀 지형/ 지물 3차원 변화정보
자율주행 차량 영상
…
➢ 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
1-2
기 존
➢ 위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델
➢ 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공)
➢ 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링
➢ 연속되지 않은 공간 데이터
신 규
➢ 준실시간 시변공간정보
➢ 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도
➢ 주요 공중도로별 경량화된 버랩세기정보
➢ 지형지물 3차원 모델링 정보
➢ 다중 레벨의 LoD별 객체 기하, semantic 및 topology 정보 보유에 의한 dynamic한 경량화 및 정밀화 데이터
➢ 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터
항공영상정보
위성영상정보
수치지도
…
CAD/BIM
비공간 데이터
…
➢ 가상국토 데이터 연계 · 가공 · 유통
2-1
기 존
➢ GIS 데이터(도형+속성)
➢ 정사영상
신 규
➢ 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보
➢ 공간정보 7분의행정 정보지도및시계열지도
➢ 공간정보 7분의통계지도 및 시계열지도
GIS신호
초음파신호
WiFi 신호
…
SNS 데이터
동작감지센서
자율주행 차량 영상
…
➢ 동적정보 초연결
2-2
기 존
➢ 동작감지센서 기반 위치정보
➢ RFID, 지문, 홍채인식 등의 위치정보
➢ CCTV 기반의 위치정보
➢ WiFi-AP 기반의 위치정보
➢ 특정 공간 단위 유동인구 데이터 (100m 격자, 시군구)
➢ 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터
➢ 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터
신 규
➢ 이동체 위치 패턴 정보
➢ 이동체 맥락정보
➢ 다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (50m 격자, 도로 100m 격자, 시군구 등)
➢ 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS 데이터의 위치 연계 비율 향상
➢ SNS 데이터 분석 시 위치정보, 텍스트 정보, 사진/동영상 이미지 정보를 융합적으로 분석
➢ 표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터
➢ 표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터
➢ 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-1
기 존
➢ 재난재해 구조 및 대피 관련 모니터링 정보
➢ 중앙 서버 DB 기반 최적 대피 경로 정보
➢ 정적공간정보 기반 실내 및 도시 2D/3D 공간 정보 기반 대피 관제 정보
신 규
➢ 로컬 배치 Geospatial Cloudlet과 대피자 모바일 플랫폼간 동신을 이용한 최적 대피 경로 안내 및 상황정보
➢ 실시간 대피 주변 상황 판단을 위한 이동체 위치추적 정보, 영상기반 공간상황판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 재난 관제 상황 정보 제공
➢ 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDar, 사진, 비디오 기반 초대용량 라이브 공간정보 기반 주변 현상황 및 예측 정보
➢ 재난 현장에서의 시간축적 초대용량3차원 공간정보 융합 기반 동적 대피 정보
➢ N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
3-2
기 존
➢ 재난재해 구조 및 대피 관련 모니터링 정보
신 규
➢ 실세계 환경과 동일한 시간, 기상, 건물조명 등 재현된 시계열 환경 데이터
➢ 시공간 네트워크 추론에 의한 재난 구조 및 대피 경로데이터
➢ 재난/응급 지역내의 사용자 수 및 이동 동선의 실시간 파악
➢ 긴급지원차 위치정보 및 주차 가능 확인 정보
위치기반 관제서비스
➢ 최단거리 대피소 및 안전지역 위치정보
➢ 실시간 위치 기반 최적 대피경로 정보모바일 플랫폼을 통한 최적 대피정보 제공 서비스
최적 대피정보 제공 서비스
➢ 객체단위 데이터 분석을 통한 상황정보 생성, 변화인지, 이상징후 감지 예측·분석
➢ 가상국토 기반의 안전, 재난, 도시계획 제공 서비스
자연재해 예측 서비스
중점분야 3
(As-Is) 제공정보
(To-Be) 제공정보
중점분야 1
중점분야 2

○ "드론으로 편리하고 효율적인 삶“

실내외 공중을 지배 하는 드론

(2050년 5월 9일 금요일 오전 7시)

출근시간 진흥원씨는 현관을 나서려는데 주머니에 모바일 기기가 없는 것을 알아 챘다. 진흥원씨가 곧장 드론에게 모바일 기기를 가져다 달라고 하자 드론은 실내에 있는 장애물을 피해(1-2. 기술) 측위센서(1-1. 기술)를 통하여 모바일기기가 있는 곳을 찾아 모바일기기를 진흥원씨에게 건네주었다. 아침으로 사과를 먹으며 출근길에 나섰다.

진흥원씨는 출근을 위하여 드론 택시를 호출하였으며, 드론 택시는 진흥원씨의 주거지에 대한 정보(2-1. 기술)를 파악하여, 건물 옥상에서 픽업을 대기하고 있다. 진흥원씨는 승강기를 타고 자율 주행 드론 택시가 기다리고 있는 옥상으로 올라갔다. 드론 택시에 탑승하여 목적지를 입력하면, 공역 내 3차원 지형・지물에 대한 정보(1-2. 기술)와 바람, 기상 등의 동적 정보(1-2. 기술)를 받아 택시와 목적지의 위치(1-1. 기술)를 이용하여 최적의 경로(3-2. 기술)를 탐색하여 이에 따라 운항을 시작한다. 운항 중 갑작스럽게 맞은편에 날아오는 철새 무리를 발견하였으나 당황하지 않고 철새 무리의 위치와 규모를 파악(1-2. 기술, 3-1. 기술)하고, 이동 경로를 예측(2-2. 기술)하여 우회 경로(3-2. 기술)를 탐색하여 운항 경로를 재설정하였다.

창밖을 보면 많은 드론이 날아 다니고 있다. 물류드론부터 시작해서 방범드론, 플라잉카, 감시드론, 통신드론 까지 진흥원씨는 저 많은 드론들이 어떻게 항로(3-2. 기술)를 결정하고 서로 충돌하지 않고 운항 하는지(3-1. 기술) 신기할 따름이다.

출근을 한 진흥원씨는 시골에서 키우고 있는 사과가 잘 자라고 있는지 확인(1-2. 기술)을 하였다. 그중 한그루가 병충해를 입어 농약살포를 지시하였고 대기중인 스마트팜드론이 병충해를 입은 나무(1-1, 3-1. 기술)에 농약을 살포 하였다. 스마트팜 시스템(전체 기술)이 개발되어 도심에서 농경지를 제어 할 수 있게 되었다.

국토부씨는 진흥원씨에게 급히 처리할 서류를 물류드론을 이용하여 발송하였다. 드론은 배송을 시작하기 전에 저고도 정적 장애물 정보(1-2. 기술)를 받아 최적의 경로(3-2. 기술)를 탐색하여 출발하였다. 배송 중 경로 인근 화재정보(2-2. 기술)가 접수되었고 화재로 인한 연기와 기후, 풍속 정보(1-2. 기술)를 전달받아 경로를 재탐색하여 배송을 다시 시작한다. 진흥원씨에게 서류를 전달하기 5분전 물류드론이 비행하던 중 사람이 길에 쓰러져 있는 것을 발견하여 동작감지센서 및 영상정보(1-2. 기술)를 소방서에 제공하였고 이를 전달받은 소방서에서는 긴급 출동을 한다.

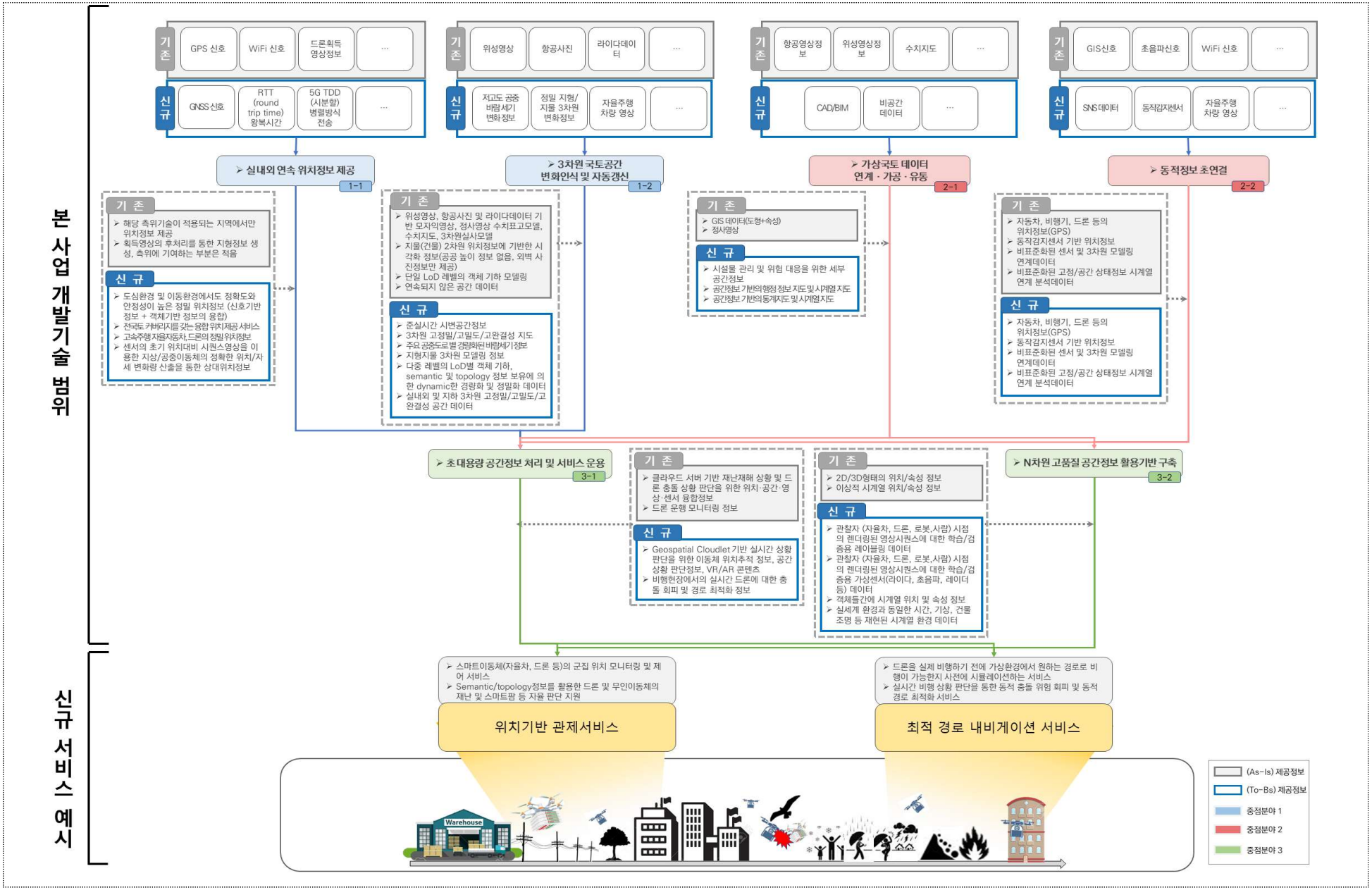
물류드론은 진흥원씨에게 서류를 전달하기 위하여 진흥원 6층 창문의 택배함에 서류를 내려놓는다. 진흥원씨는 여유롭게 창문으로 다가가 창문에 놓여있는 서류봉투를 집어 들고 사무실로 돌아가 업무처리 후 스마트폰으로 다시 물류드론을 호출한 뒤 창가 택배함에 서류봉투를 넣는다.

- 드론 미래상 시나리오-공간정보기술 트리

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
1-1	[기존] • GNSS 신호 • WiFi 신호 [신규] • BLE 신호 • 기압계 신호 • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 고정밀 GNSS 오차 보정정보 • 영상 특징점으로 구성된 랜드마크 DB 정보 • 차량 획득 영상정보 • 모바일기기 획득 영상정보 • 드론 획득 영상정보 • 공중 이동체 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위	• 해당 측위기술이 적용되는 지역에서만 위치정보 제공 • 획득영상의 후처리를 통한 지형정보 생성, 측위에 기여하는 부분은 적음	• 도심환경 및 이동환경에서도 정확도와 안정성이 높은 정밀 위치정보 (신호기반 정보 + 객체기반 정보의 융합) • 전국토 커버리지를 갖는 융합 위치 제공 서비스 • 고속주행 자율자동차, 드론의 정밀 위치정보 • 센서의 초기 위치대비 시퀀스영상을 이용한 자상/공중이동체의 정확한 위치/자세 변화량 산출을 통한 상대위치정보	**위치기반 관제서비스** - 스마트이동체의 군집 위치 모니터링 및 제어 서비스 - Semantic/ topology 정보를 활용한 드론 및 무인 이동체의 재난 및 스마트팜 등 자율 판단 지원
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • 차량영상 • CCTV영상 [신규] • 저고도 공중 바람세기 변화정보 • 정밀 지형/지물 3차원 변화 정보 • 최신 3차원 공간정보 • 드론 장애물 정보	• 위성영상, 항공사진 및 LiDAR데이터 기반 모자이크 영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델 • 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공) • 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링 • 연속되지 않은 공간 데이터	• 준실시간 시변공간정보 • 3차원 고정밀/고밀도/ 고완결성 지도 • 주요 공중도로 별 경량화된 바람세기 정보 • 지형지물 3차원 모델링 정보 • 다중 레벨의 LoD와 축척의 semantic 및 topology 정보를 보유한 경량화된 공간정보 • 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터	
2-1	[기존] • 수치지도 • 영상정보 [신규] • CAD/BIM • 비공간 데이터	• GIS 데이터(도형+속성) • 정사영상	• 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보 • 공간정보 기반의 행정 정보 지도 및 시계열 지도 • 공간정보 기반의 통계지도 및 시계열 지도	
2-2	[기존] • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • WiFi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • 휴대폰 기지국 데이터 [신규] • 다양한 SNS데이타 • 민원/불편신고 데이터	• 자동차, 비행기, 드론 등의 위치정보(GPS) • 동작감지센서 기반 위치정보 • 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	• 시계열 위치정보 • 이동체 위치 패턴정보 • 이동체 맥락정보 • 표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 중앙 서버 DB 기반 드론 충돌 상황 판단을 위한 위치·공간·영상·센서 융합 정보 • 정적공간정보 기반 실내 및 도시 2D/3D 공간 정보 기반 관제 정보 • 드론 운행 모니터링 정보	• Geospatial Cloudlet 기반 실시간 상황 판단을 위한 이동체 위치추적 정보, 공간상황 판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 관제 상황 정보 제공 • 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDAR, 사진, 비디오 기반 초대용량 라이브 공간정보 기반 멀티미디어 공간정보 기반의 라이브 관제 정보 • 비행현장에서의 실시간 드론에 대한 충돌 회피 및 경로 최적화 정보	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • Full 3D기반 시간/시점 변화에 따른 관찰자시점 (자율차,드론, 로봇, 사람 등) 영상시퀀스 • 활용분야 시나리오 데이터 • 고정밀도로/건물/도로시설물 속성데이터	• 2D/3D 공간정보 • 자율비행 드론데이터	• 자율드론 학습용 비행환경 데이터셋 • 비행용 가상환경 및 가상 시험 시나리오	
1-1	[기존] • GNSS 신호 • WiFi 신호 [신규] • BLE 신호 • 기압계 신호 • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 고정밀 GNSS 오차 보정 정보 • 영상 특징점으로 구성된 랜드마크 DB 정보 • 차량 획득 영상정보 • 모바일기기 획득 영상정보 • 드론 획득 영상정보 • 공중 이동체 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위	• 해당 측위기술이 적용되는 지역에서만 위치정보 제공 • 획득영상의 후처리를 통한 지형정보 생성, 측위에 기여하는 부분은 적음 • 실내외 공간 변화시 단속적인 위치정보 제공	• 도심환경 및 이동환경에서도 정확도와 안정성이 높은 정밀 위치정보 (신호기반 정보 + 객체기반 정보의 융합) • 전국토 커버리지를 갖는 융합 위치 제공 서비스 • 고속주행 자율자동차, 드론 등 이동체의 실시간의 정밀 위치정보 • 센서의 초기 위치대비 시퀀스영상을 이용한 자상/공중이동체의 정확한 위치/자세 변화량 산출을 통한 상대위치정보 • 실내외 공간 변화시 연속적인 위치정보 제공	**최적 경로 내비게이션 서비스** - 드론을 실제 비행하기 전에 가상환경에서 원하는 경로로 비행이 가능한지 사전에 시뮬레이션 하는 서비스 - 실시간 비행 상황 판단을 통한 동적 충돌 위험 회피 및 동적 경로 최적화 서비스

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • 차량영상 • LiDAR데이터 • CCTV영상 [신규] • 저고도 공중 바람세기 변화정보 • 정밀 지형/지물 3차원 변화 정보 • 드론 장애물 정보	• 위성영상, 항공사진 및 LiDAR데이터 기반 모자익 영상, 정사영상 수치표고 모델, 수치지도, 3차원실사 모델 • 지물(건물) 2차원 위치 정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공) • 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링 • 연속되지 않은 공간 데이터	• 준실시간 시변공간정보 • 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도 • 주요 공중도로 별 경량화된 바람세기 정보 • 지형지물 3차원 모델링 정보 • 다중 레벨의 LoD와 축척의 semantic 및 topology 정보를 보유한 경량화된 공간정보 • 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터	
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 중앙서버 정적 공간 DB 기반 재난재해 상황 및 드론 충돌 상황 판단을 위한 위치·공간·영상·센서 융합정보 • 서버 연결 드론의 실시간 운행정보 모니터링 시스템 기반 회피 네비게이션	• 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDAR, 사진, 비디오 기반 생생한 라이브 멀티미디어 공간정보 기반 네비게이션 • 시공간 초대용량 공간정보 분석을 이용한 운행 경로별 시간 예측 및 최적 네비게이션 경로 정보 • Geospatial Cloudlet 기반 실시간 상황 판단을 지원한는 주변 이동체 위치추적 정보, 공간상황 판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 내비게이션 서비스 • 비행현장에서의 실시간 드론에 대한 충돌 회피 및 경로 최적화 정보	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • Full 3D기반 시간/시점 변화에 따른 관찰자시점 (자율차,드론, 로봇, 사람 등) 영상시퀀스 • 활용분야 시나리오 데이터 • 고정밀도로/건물/도로시설물속성데이터	• 2D/3D 공간정보 • 자율비행 드론데이터	• 자율드론 학습용 비행환경 데이터셋 • 자율비행용 가상환경 및 가상시험 시나리오	


본 사업 개발기술 범위
기존
GPS 신호
WiFi 신호
드론획득 영상정보
...
신규
GNSS신호
RTT (round trip time) 왕복시간
5G TDD (시분할) 병렬방식 전송
...
기존
위성영상
항공사진
라이다데이터
...
신규
저고도 공중 바람세기 변화정보
정밀 지형/지물 3차원 변화정보
자율주행 차량 영상
...
기존
항공영상정보
위성영상정보
수치지도
...
신규
CAD/BIM
비공간 데이터
...
기존
GIS신호
초음파신호
WiFi 신호
...
신규
SNS데이터
동작감지센서
자율주행 차량 영상
...
➢ 실내외 연속 위치정보 제공 1-1
➢ 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 1-2
➢ 가상국토 데이터 연계 · 가공 · 유통 2-1
➢ 동적정보 초연결 2-2
기 존
➢ 해당 측위기술이 적용되는 지역에서만 위치정보 제공
➢ 획득영상의 후처리를 통한 지형정보 생성, 측위에 기여하는 부분은 적음
신 규
➢ 도심환경 및 이동환경에서도 정확도와 안정성이 높은 정밀 위치정보 (신호기반 정보 + 객체기반 정보의 융합)
➢ 전국토 커버리지를 갖는 융합위치제공 서비스
➢ 고속주행자율자동차,드론의 정밀위치정보
➢ 센서의 초기 위치대비 시퀀스영상을 이용한 지상/공중이동체의 정확한 위치/자세 변화량 산출을 통한 상대위치정보
기 존
➢ 위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델
➢ 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공)
➢ 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링
➢ 연속되지 않은 공간 데이터
신 규
➢ 준실시간 시변공간정보
➢ 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도
➢ 주요 공중도로별 경량화된 바람세기정보
➢ 지형지물 3차원 모델링 정보
➢ 다중 레벨의 LoD별 객체 기하, semantic 및 topology 정보 보유에 의한 dynamic한 경량화 및 정밀화 데이터
➢ 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터
기 존
➢ GIS 데이터(도형+속성)
➢ 정사영상
신 규
➢ 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보
➢ 공간정보 기반의행정정보 지도및시계열지도
➢ 공간정보 기반의통계지도 및시계열지도
기 존
➢ 자동차, 비행기, 드론 등의 위치정보(GPS)
➢ 동작감지센서 기반 위치정보
➢ 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터
➢ 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터
신 규
➢ 자동차, 비행기, 드론 등의 위치정보(GPS)
➢ 동작감지센서 기반 위치정보
➢ 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터
➢ 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터
➢ 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 3-1
➢ N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 3-2
기 존
➢ 클라우드 서버 기반 재난재해 상황 및 드론 충돌 상황 판단을 위한 위치·공간·영상·센서 융합정보
➢ 드론 운행 모니터링 정보
신 규
➢ Geospatial Cloudlet 기반 실시간 상황 판단을 위한 이동체 위치추적 정보, 공간상황 판단정보, VR/AR 콘텐츠
➢ 비행현장에서의 실시간 드론에 대한 충돌 회피 및 경로 최적화 정보
기 존
➢ 2D/3D형태의 위치/속성 정보
➢ 이상적 시계열 위치/속성 정보
신 규
➢ 관찰자 (자율차, 드론, 로봇,사람) 시점의 렌더링된 영상시퀀스에 대한 학습/검증용 레이블링 데이터
➢ 관찰자 (자율차, 드론, 로봇,사람) 시점의 렌더링된 영상시퀀스에 대한 학습/검증용 가상센서(라이다, 초음파, 레이더 등) 데이터
➢ 객체들간에 시계열 위치 및 속성 정보
➢ 실세계 환경과 동일한 시간, 기상, 건물 조명 등 재현된 시계열 환경 데이터
신규 서비스 예시
➢ 스마트이동체(자율차, 드론 등)의 군집 위치 모니터링 및 제어 서비스
➢ Semantic/topology정보를 활용한 드론 및 무인이동체의 재난 및 스마트팜 등 자율 판단 지원
위치기반 관제서비스
➢ 드론을 실제 비행하기 전에 가상환경에서 원하는 경로로 비행이 가능한지 사전에 시뮬레이션하는 서비스
➢ 실시간 비행 상황 판단을 통한 동적 충돌 위험 회피 및 동적 경로 최적화 서비스
최적 경로 내비게이션 서비스
Warehouse
(As-Is) 제공정보
(To-Bs) 제공정보
중점분야 1
중점분야 2
중점분야 3

○ “다중센서를 통한 자율주행”

전국토 미개척지가 없는 자율주행차

(2050년 8월 5일 금요일 오후 3시)

진홍원씨는 오랜만에 휴가를 받아 여행을 계획하고 있다. 해외여행보다는 강원도 철원 계곡 속에 있는 집에서 한달살이를 할 계획이다. 우선 그는 짐을 꾸려 철원으로 보냈다. 그의 짐은 자율주행 물류차(전체 기술)에 실려 철원읍 허브센터로(전체 기술) 이송되었고 드론으로 휴가지 숙소에 곧 도착 예정인 것을(2-2. 기술) 확인하였다.

진홍원씨는 본인의 자율주행차를 이용하여 철원으로 이동할 계획이다. 편도 2시간, 117km에 달하는 거리이다. 특히, 이번에 가는 길은 자율주행차로 처음 가는 곳이라, 자율주행차가 목적지까지 잘 갈 수 있는지 사전에 확인할 필요가 있었다. 국토부의 디지털라이브가상국토시스템에서 제공하는 목적지까지의 가상 주행환경를 이용하여 가상의 주행 테스트를 해 보니 자율주행차가 학습하지 못한 지역적인 특징이 있어, 안전한 자율주행을 위해서는 주행 환경에 대한 학습을 보완할 필요가 있었다. 디지털라이브가상국토정보시스템에서 제공하는 현실모사 가상공간 학습용데이타(3-2. 기술)를 이용하여 자율주행차의 주행기술을 다시 학습을 시켰고, 주행시험시나리오(3-2. 기술)에 따라 치러진 가상의 주행테스트는 무사히 통과하였다.

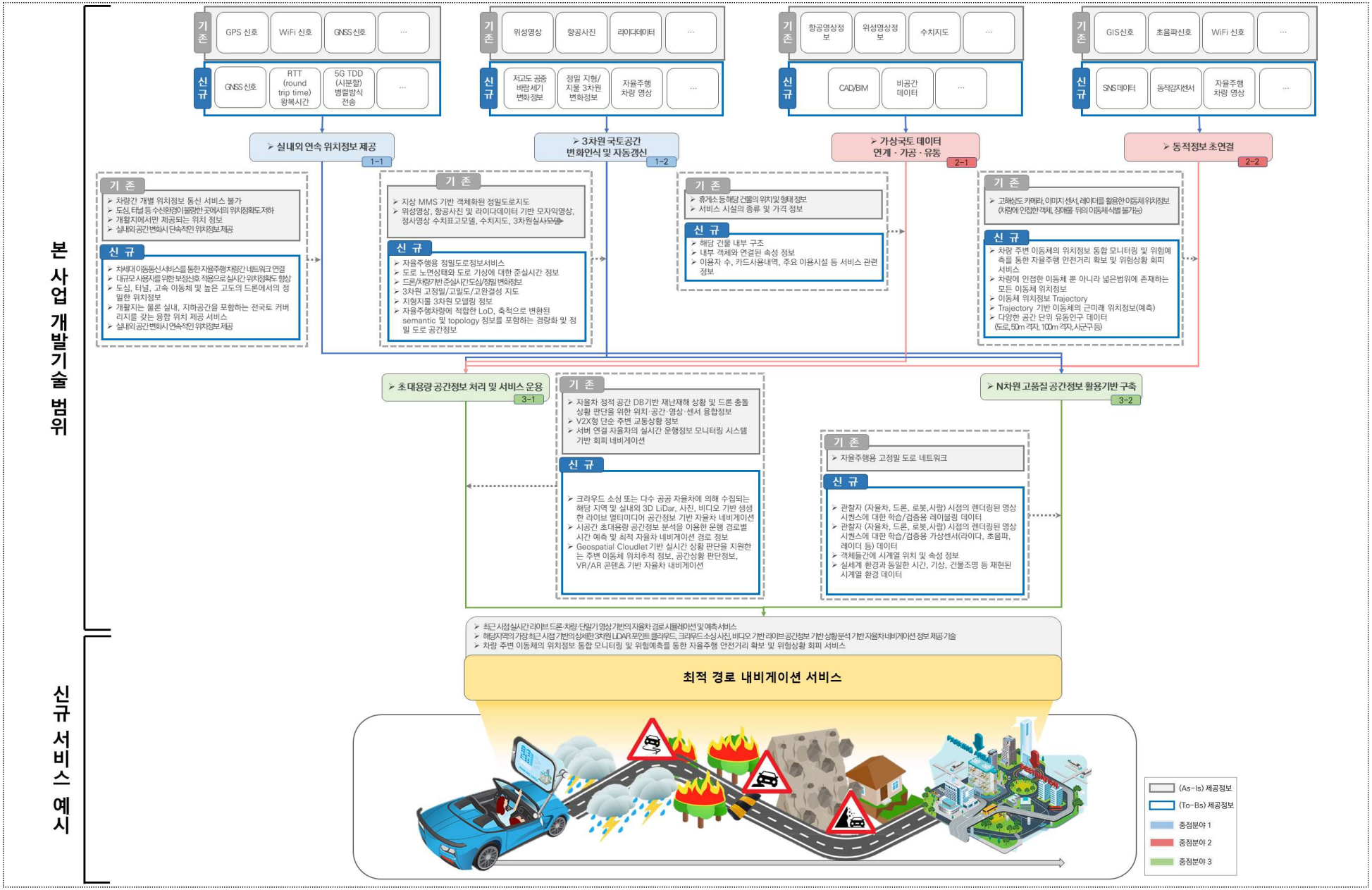
순조롭게 진홍원씨는 휴가지로 출발을 하였다. 주행 중 화장실이 급해진 진홍원씨는 근처 화장실을 찾아 달라고 말하였다. 그때 안내가 왔다. “현재 위치에서 가장 가까운 화장실은 OOO휴게소입니다.” 처음 보는 휴게소였다. 새로 생긴 휴게소의 정보(2-1. 기술)를 자율차는 학습(3-2. 기술)하였고 V2V를 통하여 인근 자율차량(1-1. 기술)과 공유(3-1.기술)하였다. 그런데, 탐색된 경로가 진홍원씨가 평소 알고 있고 있던 우회경로와는 다른 경로였기에, 자율주행차가 우회경로로 선택한 근거(3-2. 기술)를 검토하고 나서, 자율주행차가 탐색한 경로가 최적이라는 것을 확인하였다.

강원도 철원에 도착한 진홍원씨는 숲속의 비포장 도로를 발견 하였다. 출발 전 학습을 통하여 발견하지 못한 길이었다. 깊은 산속에 있는 숙소까지 자율차의 진입이 더 이상 불가능할 것으로 생각되었다. 그러나 실시간으로 학습을 완료한 자율 주행차는 운행을 시작 하였다. 숙소에 도착하여 확인해보니 최근 설치한 CCTV의 영상(1-2. 기술), 진홍원씨가 짐을 보냈던 물류드론의 영상(1-2. 기술), 위성 영상(1-2. 기술), 기존에 숙소에 다녀간 자율주행 차량의 정보(3-2. 기술)을 분석하여 목적지까지 운행 가능한 경로를 탐색한 것이었다.

- 자율차 미래형 시나리오-공간정보기술 트리

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
1-1	**[기존]** • GNSS 신호 • WiFi 신호 **[신규]** • BLE 신호 • 기압계 신호 • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 고정밀 GNSS 오차 보정정보 • 고속 이동체 위치결정 기술 • 지상 이동체 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위	• 차량간 개별 위치정보 통신 서비스 불가 • 도심, 터널 등 수신환경이 불량한 곳에서의 위치정확도 저하 • 개활지에서만 제공되는 위치 정보 • 실내외 공간 변화시 단속적인 위치정보 제공	• 차세대 이동통신 서비스를 통한 자율주행 차량간 네트워크 연결 • 대규모 사용자를 위한 보정신호 적용으로 실시간 위치정확도 향상 • 도심, 터널, 고속 이동체 및 높은 고도의 드론에서의 정밀한 위치정보 • 개활지는 물론 실내, 지하공간을 포함하는 전국토 커버리지를 갖는 융합 위치 제공 서비스 • 실내외 공간 변화시 연속적인 위치정보 제공	**최적 경로 내비게이션 서비스** - 차량 주변 이동체의 위치정보 통합 모니터링 및 위험예측를 통한 자율주행 안전거리 확보 및 위험상황 회피 서비스
1-2	**[기존]** • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • 차량영상 **[신규]** • 라이다데이터 • 도로 CCTV영상 • 준실시간 도심/정밀 변화정보 • 준실시간 도로 상태/기상정보 • 자율주행차 탑재용 경량/최적화된 도로지도	• 지상 MMS 기반 객체화된 정밀도로지도 • 위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델	• 자율주행용 정밀도로정보서비스 • 도로 노면상태와 도로 기상에 대한 준실시간 정보 • 차량기반 준실시간 도심/정밀 변화정보 • 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도 • 지형지물 3차원 모델링 정보 • 자율주행차에 적합한 LoD, 축척으로 변환된 semantic 및 topology 정보를 포함하는 경량화 및 정밀 도로 공간정보	
2-1	**[기존]** • CAD/BIM **[신규]** • 비공간 데이터 • 통계정보	• 휴게소 등 해당 건물의 위치 및 형태 정보 • 서비스 시설의 종류 및 가격 정보	• 해당 건물 내부 구조 • 내부 객체와 연결된 속성 정보 • 이용자 수, 카드사용내역, 주요 이용시설 등 서비스 관련 정보	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
2-2	[기존] • GPS 신호 [신규] • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이터	• 고해상도 카메라, 이미지 센서, 레이더를 활용한 이동체 위치정보(차량에 인접한 객체, 장애물 뒤의 이동체 식별 불가능)	• 차량 주변 이동체의 위치정보 통합 모니터링 및 위험예측를 통한 자율주행 안전거리 확보 및 위험상황 회피 서비스 • 차량에 인접한 이동체 뿐 아니라 넓은범위에 존재하는 모든 이동체 위치정보 • 이동체 위치정보 Trajectory • Trajectory 기반 이동체의 근미래 위치정보(예측) • 다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (도로, 50m 격자, 100m 격자, 시군구 등)	
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 자율차 정적 공간 DB기반 재난재해 상황 및 드론 충돌 상황 판단을 위한 위치·공간·영상·센서 융합정보 • V2X형 단순 주변 교통상황 정보 • 서버 연결 자율차의 실시간 운행정보 모니터링 시스템 기반 회피 네비게이션	• 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDAR, 사진, 비디오 기반 생생한 라이브 멀티미디어 공간정보 기반 자율차 네비게이션 • 시공간 초대용량 공간정보 분석을 이용한 운행 경로별 시간 예측 및 최적 자율차 네비게이션 경로 정보 • Geospatial Cloudlet 기반 실시간 상황 판단을 지원한는 주변 이동체 위치추적 정보, 공간상황 판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 자율차 내비게이션 서비스	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • Full 3D기반 시간/시점변화에 따른 관찰자시점(자율차,드론, 로봇, 사람 등) 영상시퀀스 • 활용분야 시나리오 데이터 • 고정밀도로/건물/도로시설물 속성데이터	• 자율주행용 고정밀 도로 네트워크	• 자율환경 데이터셋 • 자율주행용 가상환경 및 가상시험 시나리오 주행 학습용 주행	


본 사업 개발기술 범위
신규 서비스 예시
기존
GPS 신호
WiFi 신호
GNSS 신호
...
신규
GNSS 신호
RTT (round trip time) 왕복시간
5G TDD (시분할) 병렬방식 전송
...
기존
위성영상
항공사진
라이다데이터
...
신규
저고도 공중 비람 세기 변화정보
정밀 지형/지물 3차원 변화정보
자율주행 차량 영상
...
기존
항공영상정보
위성영상정보
수치지도
...
신규
CAD/BIM
비공간 데이터
...
기존
GIS신호
초음파신호
WiFi 신호
...
신규
SNS 데이터
동작감지센서
자율주행 차량 영상
...
➢ 실내외 연속 위치정보 제공 1-1
➢ 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 1-2
➢ 가상국토 데이터 연계 · 가공 · 유통 2-1
➢ 동적정보 초연결 2-2
기 존
➢ 차량간 개별 위치정보 통신 서비스 불가
➢ 도심, 터널 등 수신환경이 불량한 곳에서의 위치정확도 저하
➢ 개활지에서만 제공되는 위치 정보
➢ 실내외 공간변화시 단속적인 위치정보제공
신 규
➢ 차세대 이동통신서비스를 통한 자율주행차량간 네트워크 연결
➢ 대규모 사용자를 위한 보장신호 적용으로 실시간 위치정확도 향상
➢ 도심, 터널, 고속 이동체 및 높은 고도의 드론에서의 정밀한 위치정보
➢ 개활지는 물론 실내, 지하공간을 포함하는 전국토 커버리지를 갖는 융합 위치 제공 서비스
➢ 실내외 공간변화시 연속적인 위치정보제공
기 존
➢ 지상 MMS 기반 객체화된 정밀도로지도
➢ 위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델
신 규
➢ 자율주행용 정밀도로정보서비스
➢ 도로 노면상태와 도로 기상에 대한 준실시간 정보
➢ 드론/차량기반 준실시간 도심정밀 변화정보
➢ 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도
➢ 지형지물 3차원 모델링 정보
➢ 자율주행차량에 적합한 LoD, 축적으로 변환된 semantic 및 topology 정보를 포함하는 경량화 및 정밀 도로 공간정보
기 존
➢ 휴게소 등 해당 건물의 위치 및 형태 정보
➢ 서비스 시설의 종류 및 가격 정보
신 규
➢ 해당 건물 내부 구조
➢ 내부 객체와 연결된 속성 정보
➢ 이용자 수, 카드사용내역, 주요 이용시설 등 서비스 관련 정보
기 존
➢ 고해상도 카메라, 이미지 센서, 레이더를 활용한 이동체 위치정보 (차량에 인접한 객체, 장애물 뒤의 이동체 식별 불가능)
신 규
➢ 차량 주변 이동체의 위치정보 통합 모니터링 및 위험예측을 통한 자율주행 안전거리 확보 및 위험상황 회피 서비스
➢ 차량에 인접한 이동체 뿐 아니라 넓은범위에 존재하는 모든 이동체 위치정보
➢ 이동체 위치정보 Trajectory
➢ Trajectory 기반 이동체의 근미래 위치정보(예측)
➢ 다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (도로, 50m 격자, 100m 격자, 시군구 등)
➢ 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 3-1
➢ N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 3-2
기 존
➢ 자율차 정적 공간 DB기반 재난재해 상황 및 드론 충돌 상황 판단을 위한 위치·공간·영상·센서 융합정보
➢ V2X형 단순 주변 교통상황 정보
➢ 서버 연결 자율차의 실시간 운행정보 모니터링 시스템 기반 회피 네비게이션
신 규
➢ 크라우드 소싱 또는 다수 공공 자율차에 의해 수집되는 해당 지역 및 실내외 3D LiDar, 사진, 비디오 기반 생생한 라이브 멀티미디어 공간정보 기반 자율차 네비게이션
➢ 시공간 초대용량 공간정보 분석을 이용한 운행 경로별 시간 예측 및 최적 자율차 네비게이션 경로 정보
➢ Geospatial Cloudlet 기반 실시간 상황 판단을 지원하는 주변 이동체 위치추적 정보, 공간상황 판단정보, VR/AR 콘텐츠 기반 자율차 내비게이션
기 존
➢ 자율주행용 고정밀 도로 네트워크
신 규
➢ 관찰자 (자율차, 드론, 로봇,사람) 시점의 렌더링된 영상 시퀀스에 대한 학습/검증용 레이블링 데이터
➢ 관찰자 (자율차, 드론, 로봇,사람) 시점의 렌더링된 영상 시퀀스에 대한 학습/검증용 가상센서(라이다, 초음파, 레이더 등) 데이터
➢ 객체들간에 시계열 위치 및 속성 정보
➢ 실세계 환경과 동일한 시간, 기상, 건물조명 등 재현된 시계열 환경 데이터
➢ 최근 시점 실시간 라이브 드론·차량·단말기 영상 기반의 자율차 경로시뮬레이션 및 예측 서비스
➢ 해당지역의 가장 최근 시점 기반의 상세한 3차원 LiDAR 포인트 클라우드, 크라우드 소싱 사진, 비디오 기반 라이브 공간정보 기반 상황분석 기반 자율차 네비게이션 정보 제공 기술
➢ 차량 주변 이동체의 위치정보 통합 모니터링 및 위험예측을 통한 자율주행 안전거리 확보 및 위험상황 회피 서비스
최적 경로 내비게이션 서비스
(As-Is) 제공정보
(To-Bs) 제공정보
중점분야 1
중점분야 2
중점분야 3

○ 건설 분야 활용시나리오 및 구성도

원가 절감 및 사고 방지를 위한 스마트 건설

(2030년 7월 19일 금요일 오전 6시)

진홍원씨는 출근하자마자 드론(전체 기술)을 띄워 카메라와 라이다 등 각종 센서를 이용하여 현장의 지형 및 장비 위치 등을 빠르게 수집(1-2. 기술)하여 건설장비의 지능형 자율(3-2. 기술) 작업을 지시하였다.

아직 공사 초장기인 현장에 주기적으로 드론이 수집한 정보와 3D 스캐닝을 통해 취득한 정보(1-2. 기술)로부터 현장 특성에 따른 공법을 분석(3-1. 기술)하여 적용하였다. 터파기에 용이한 장소는 백호우로 공사를 진행하고 지반이 약한 곳은 강화를 위하여 PHC파일을 항타기로 박는 작업을 진행 중이다. 외각에는 우수 및 하수관거의 설치를 위하여 프리팹 공법으로 공장에서 미리 만들어 놓은 관거를 자율주행(전체 기술) 크레인으로 이동시키며 공사 중이다.

건설 장비로 하지 못하는 부분은 근로자들이 공사를 진행하는데 사물인터넷을 통하여 건설장비와 근로자의 충돌 위험에 대한 정보를 받아 근로자들에게 지속적으로 공유(2-2. 기술) 하면서 진행 중이다. 근로자들은 안전교육을 모두 이수한 사람들로 채용하게 되어있으며 안전교육과정에는 VR & AR 프로그램(3-1. 기술)이 포함되어 있어 현장에서 제공하는 정보에 따라 즉각 대응을 할 수 있도록 한다.

점심시간이 되자 모두들 현장 밖으로 나가 식당에서 밥을 먹고 있다. 여전히 그 시각에도 자율주행 건설장비는 멈추지 않고 지속적으로 작업 중에 있다. 모바일 기술로 건설현장의 다양한 정보를 수집 분석하여 위험요소에 관한 정보를 근로자에게 실시간으로 제공하여 현장의 안전성을 증진시키는 모바일 기술(3-1. 기술)로 편안히 점심식사를 즐길 수 있었다. 그때 진홍원씨의 모바일 기기에 알림이 온다. “ 6W-1 백호우 섹터3 작업 끝, 섹터4로 이동 중” 순간 밥을 먹던 진홍원씨는 섹터4에서 작업을 하던 항타기와의 충돌을 예상하며 깜짝 놀랐다. 하지만 중장비 간의 V2X으로 인하여 서로의 충돌을 피하여 섹터4에서 각자의 공사를 진행하는 모습을 드론영상으로 확인(2-1. 기술)한 진홍원씨는 마음을 놓고 식사를 마쳤다.

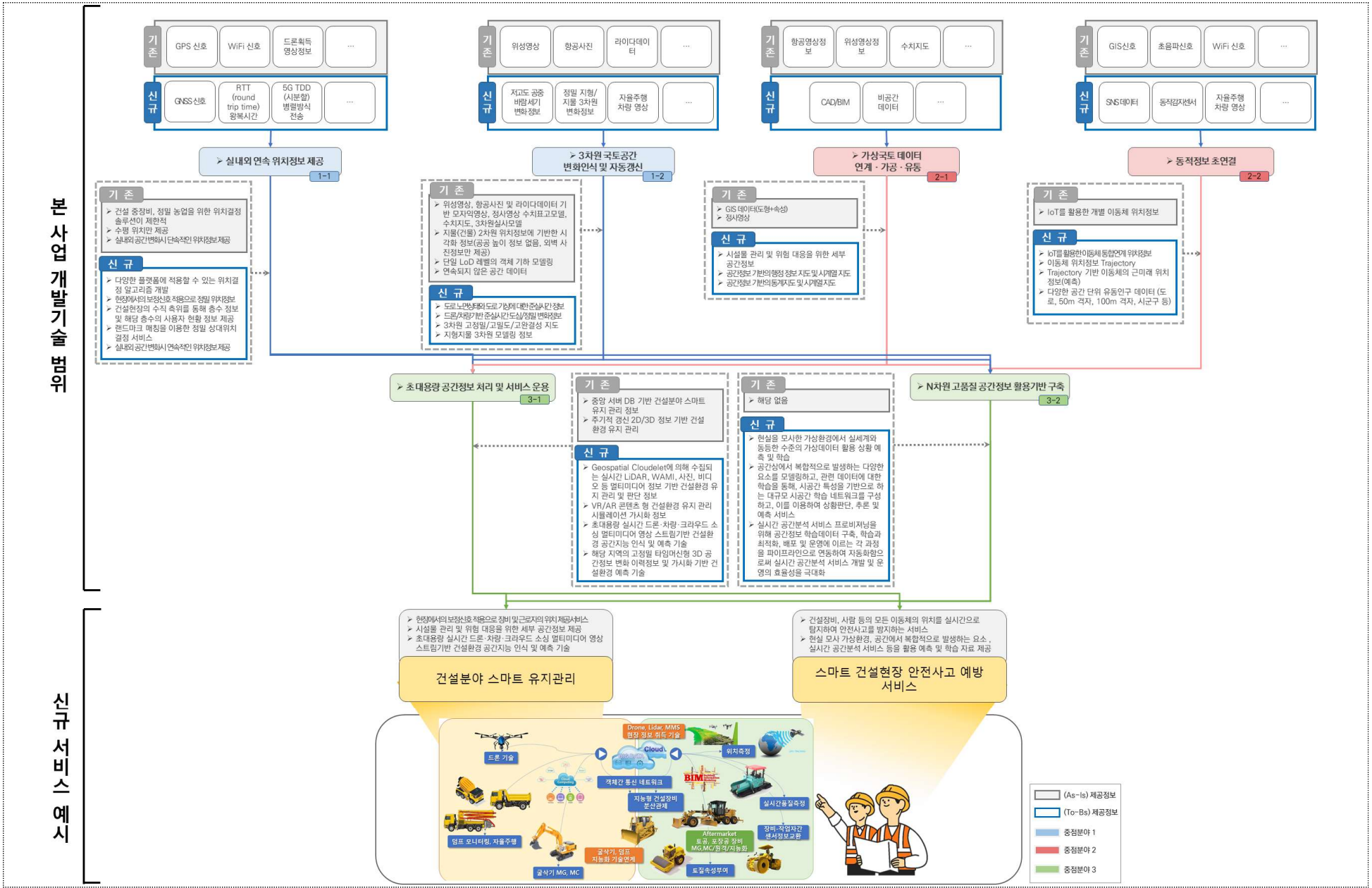
건설사의 본사에서 근무 중인 국토부씨는 디지털 트윈으로 시공현황을 확인하고 3D로 시각화 하여 현실감 있는 가상건설(1-2. 기술)을 보며 진홍원씨의 현장이 문제없이 공사가 진행되어 있는 것을 확인하였으며, VR & AR을 통하여 준공 후의 모습을 미리 시각화(3-1. 기술) 하여 볼 수 있었고 BIM기술과 연계(2-1. 기술)하여 건설장비 타입 및 자동화 수준에 따른 지능형 건설 장비 관제 시스템을 통하여 진홍원씨의 현장에 적기의 장비를 미리 공수 하였다.

지능형 스마트 건설로 인하여 오차가 줄어 재시공의 확률이 낮아 졌으며, 공사기간과 생산성이 급격히 증가 하였다.

- 스마트 건설 미래형 시나리오-공간정보기술 트리

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
1-1	[기존] • GNSS 신호 • WiFi 신호 [신규] • BLE 신호 • 기압계 신호 • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 고정밀 GNSS 오차 보정정보 • 랜드마크 매칭을 이용한 작업자 정밀 위치정보 • 공중 이동체 기반 영상 및 신호위치 정보 통합 측위	• 건설 중장비, 정밀 농업을 위한 위치결정 솔루션이 제한적 • 수평 위치만 제공 • 실내외 공간 변화시 단속적인 위치정보 제공	• 다양한 플랫폼에 적용할 수 있는 위치결정 알고리즘 개발 • 현장에서의 보정신호 적용으로 정밀 위치정보 • 건설현장의 수직 측위를 통해 층수 정보 및 해당 층수의 사용자 현황 정보 제공 • 랜드마크 매칭을 이용한 정밀 상대위치결정 서비스 • 실내외 공간 변화시 연속적인 위치정보 제공	**건설분야 스마트 유지관리** - 현장에서의 보정신호 적용으로 장비 및 근로자의 위치 제공서비스 - 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보 제공 - 초대용량 실시간 드론·차량·크라우드 소싱 멀티미디어 영상 스트림기반 건설환경 공간지능 인식 및 예측 기술
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 [신규] • 드론영상 • 차량영상 • 라이다데이터 • 도로 CCTV영상 • 준실시간 도심/정밀 변화정보 • 준실시간 도로 상태/기상정보 • 자율주행차 탑재용 경량/최적화된 도로지도	• 위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델 • 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공) • 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링 • 연속되지 않은 공간 데이터	• 도로 노면상태와 도로 기상에 대한 준실시간 정보 • 드론/차량기반 준실시간 도심/정밀 변화정보 • 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도 • 지형지물 3차원 모델링 정보	
2-1	[기존] • 수치지도 • 영상정보 [신규] • CAD/BIM • 비공간 데이터	• GIS 데이터(도형+속성) • 정사영상	• 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보 • 공간정보 기반의 행정 정보 지도 및 시계열 지도 • 공간정보 기반의 통계지도 및 시계열 지도	
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 중앙 서버 DB 기반 건설분야 스마트 유지 관리 정보 • 주기적 갱신 2D/3D 정보 기반 건설 환경 유지 관리	• Geospatial Cloudelet에 의해 수집되는 실시간 LiDAR, WAMI, 사진, 비디오 등 멀티미디어 정보 기반 건설환경 유지 관리 및 판단 정보 • VR/AR 콘텐츠 형 건설환경 유지 관리 시뮬레이션 가시화 정보 • 초대용량 실시간 드론·차량·크라우드 소싱 멀티미디어 영상 스트림기반 건설환경 공간지능 인식 및 예측 기술 • 해당 지역의 고정밀 타임머신형 3D 공간정보 변화 이력정보 및 가시화 기반 건설환경 예측 기술	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
2-2	[기존] • GPS 신호 [신규] • PIR 신호 • 초음파 신호 • 비콘 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이터	• IoT를 활용한 개별 이동체 위치정보	• IoT를 활용한 이동체 통합연계 위치정보 • 이동체 위치정보 Trajectory • Trajectory 기반 이동체의 근미래 위치정보(예측) • 다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (도로, 50m 격자, 100m 격자, 시군구 등)	**스마트 건설현장 안전사고 예방 서비스** - 건설장비, 사람 등의 모든 이동체의 위치를 실시간으로 탐지하여 안전사고를 방지
2-1	[기존] • 수치지도 • 영상정보 [신규] • CAD/BIM • 비공간 데이터	• GIS 데이터(도형+속성) • 정사영상	• 시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보 • 공간정보 기반의 행정 정보 지도 및 시계열 지도 • 공간정보 기반의 통계지도 및 시계열 지도	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • Full 3D기반 시간/시점변화에 따른 관찰자시점(자율차,드론, 로봇, 사람 등) 영상시퀀스 • 활용분야 시나리오 데이터 • 고정밀 도로/건물/도로시설물속성 데이터	• 해당 없음	• 현실을 모사한 가상환경에서 실세계와 동등한 수준의 가상데이터 활용 상황 예측 및 학습 • 공간상에서 복합적으로 발생하는 다양한 요소를 모델링하고, 관련 데이터에 대한 학습을 통해, 시공간 특성을 기반으로 하는 대규모 시공간 학습 네트워크를 구성하고, 이를 이용하여 상황판단, 추론 및 예측 서비스 • 실시간 공간분석 서비스 프로비져닝을 위해 공간정보 학습데이터 구축, 학습과 최적화, 배포 및 운영에 이르는 각 과정을 파이프라인으로 연동하여 자동화함으로써 실시간 공간분석 서비스 개발 및 운영의 효율성을 극대화	


본 사업 개발기술 범위
기존
GPS 신호
WiFi 신호
드론획득 영상정보
신규
GNSS 신호
RTT (round trip time) 왕복시간
5G TDD (시분할) 병렬방식 전송
➢ 실내외 연속 위치정보 제공
1-1
기 존
건설 중장비, 정밀 농업을 위한 위치결정 솔루션이 제한적
수평 위치만 제공
실내외 공간변화시 단속적인 위치정보제공
신 규
다양한 플랫폼에 적용할 수 있는 위치결정 알고리즘 개발
현장에서의 보정신호 적용으로 정밀 위치정보
건설현장의 수직 측위를 통해 층수 정보 및 해당 층수의 사용자 현황 정보 제공
랜드마크 매칭을 이용한 정밀 상대위치 결정 서비스
실내외 공간변화시 연속적인 위치정보제공
기존
위성영상
항공사진
라이다데이터
신규
저고도 공중 바람세기 변화정보
정밀 지형/지물 3차원 변화정보
자율주행 차량 영상
➢ 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
1-2
기 존
위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델
지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공)
단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링
연속되지 않은 공간 데이터
신 규
도로 노면상태와 도로 가상에 대한 준실시간 정보
드론차량기반 준실시간 도심정밀 변화정보
3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도
지형지물 3차원 모델링 정보
기존
항공영상정보
위성영상정보
수치지도
신규
CAD/BIM
비공간 데이터
➢ 가상국토 데이터 연계 · 가공 · 유통
2-1
기 존
GIS 데이터(도형+속성)
정사영상
신 규
시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보
공간정보 기반의 행정정보 지도 및 시계열 지도
공간정보 기반의 동계지도 및 시계열 지도
기존
GIS신호
초음파신호
WiFi 신호
신규
SNS 데이터
동적감지센서
자율주행 차량 영상
➢ 동적정보 초연결
2-2
기 존
IoT를 활용한 개별 이동체 위치정보
신 규
IoT를 활용한 이동체 통합연계 위치정보
이동체 위치정보 Trajectory
Trajectory 기반 이동체의 근미래 위치정보(예측)
다양한 공간 단위 유동인구 데이터 (도로, 50m 격자, 100m 격자, 시군구 등)
➢ 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-1
기 존
중앙 서버 DB 기반 건설분야 스마트 유지 관리 정보
주기적 갱신 2D/3D 정보 기반 건설환경 유지 관리
신 규
Geospatial Cloudelet에 의해 수집되는 실시간 LiDAR, WAMI, 사진, 비디오 등 멀티미디어 정보 기반 건설환경 유지 관리 및 판단 정보
VR/AR 콘텐츠 형 건설환경 유지 관리 시뮬레이션 가시화 정보
초대용량 실시간 드론·차량·크라우드 소싱 멀티미디어 영상 스트림기반 건설환경 공간지능 인식 및 예측 기술
해당 지역의 고정밀 타임머신형 3D 공간정보 변화 이력정보 및 가시화 기반 건설환경 예측 기술
기 존
해당 없음
신 규
현실을 모사한 가상환경에서 실세계와 동등한 수준의 가상데이터 활용 상황 예측 및 학습
공간상에서 복합적으로 발생하는 다양한 요소를 모델링하고, 관련 데이터에 대한 학습을 통해, 시공간 특성을 기반으로 하는 대규모 시공간 학습 네트워크를 구성하고, 이를 이용하여 상황판단, 추론 및 예측 서비스
실시간 공간분석 서비스 프로비저닝을 위해 공간정보 학습데이터 구축, 학습과 최적화, 배포 및 운영에 이르는 각 과정을 파이프라인으로 연동하여 자동화함으로써 실시간 공간분석 서비스 개발 및 운영의 효율성을 극대화
➢ N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
3-2
신규 서비스 예시
현장에서의 보정신호 적용으로 장비 및 근로자의 위치 제공서비스
시설물 관리 및 위험 대응을 위한 세부 공간정보 제공
초대용량 실시간 드론·차량·크라우드 소싱 멀티미디어 영상 스트림기반 건설환경 공간지능 인식 및 예측 기술
건설분야 스마트 유지관리
건설장비, 사람 등의 모든 이동체의 위치를 실시간으로 탐지하여 안전사고를 방지하는 서비스
현실 모사 가상환경, 공간에서 복합적으로 발생하는 요소, 실시간 공간분석 서비스 등을 활용 예측 및 학습 자료 제공
스마트 건설현장 안전사고 예방 서비스
Drone, Lidar, MMS 현장 정보 취득 기술
Cloud
위치측정
드론 기술
객체간 통신 네트워크
BIM
지능형 건설장비 본산관제
실시간품질측정
Aftermarket 토공, 포장공 장비 MG,MC/원격/지능화
장비-작업자간 센서정보교환
덤프 모니터링, 자율주행
굴삭기, 덤프 지능화 기술연계
굴삭기 MG, MC
토질측성부여
(As-Is) 제공정보
(To-Bs) 제공정보
중점분야 1
중점분야 2
중점분야 3

○ 물류 분야 활용 시나리오 및 구성도

자동화로 배송 시간 단축과 안전한 물류배송시스템

(2027년 11월 12일 금요일 오전 11시)

진홍원씨는 물건을 주문을 하였다. 그 물건을 판매하는 기획육씨는 주문이 들어오자 매장에서 주문 발주를 하였다. 물류는 기획육씨의 창고에 별도 보관 되어 있었는데 상품의 위치(1-1.기술)를 파악하고 영상 매칭(1-1. 기술)을 통하여 자동 분류가 되어 물류배송의 VR/AR 콘텐츠형 물류 가상 운행 관리 시스템(3-1. 기술)에 의하여 배송지별로 컨테이너에 담겨져 물류센터로 배송 되었다.

물류센터로 배송된 물건은 로보틱스 영상과 대상물건의 상대적 위치/거리 정보로 인하여 자동으로 재분류가 되었으며, IoT기반 스마트 시스템으로 센터내에서 이송이 이루어졌다.

물류 중 배송의 거리가 장거리 이거나 온도 민감성 물류, 파손의 우려가 있는 물건의 경우 블록체인을 활용한 기술로 구매자 정보 및 신원을 확인(2-1. 기술)하여 콜드체인 포장의 선택 유무를 확인하고 재분류 후 적합한 크기 및 온도에 따라서 콜드체인 포장이 이루어 졌다.

자율주행 물류배송 차량에서는 교통량 분석(2-2. 기술)과 화물차 전용 도로 등의 정보(2-2. 기술), 자율주행 학습용 주행환경 데이터셋(3-2. 기술)를 활용하여 최적 경로 및 최단 시간이 반영되어 최적의 시나리오 작업(3-2. 기술)을 마치고 실시간 배송 스케쥴링(2-2. 기술)이 입력 되어 자율주행을 시작하였다. 하역장에 도착한 자율주행 화물차는 실시간으로 하역장 공간을 확인(1-1, 1-2. 기술)하여 하역 중인 차량이 없는 것을 확인하고 하역장으로 진입 하였다.

라스트 마일은 물류드론(전체 기술)과 물류로봇(전체 기술)등이 활용 되고 있는데, 라스트 마일의 경우 공간에 대한 제약이 있어 이외의 지역은 여전히 사람이 직접 배송 중이다. 공간에 대한 제약으로 사람이 직접 물류를 배달하는 경우는 스마트비서를 데리고 다니거나 근력보조 슈트를 착용하여 배달을 진행하고 좁은 길도 안내 하는 이륜차 네비게이션(3-2. 기술)을 장착하여 최적 배송 및 배송시간을 단축한다.

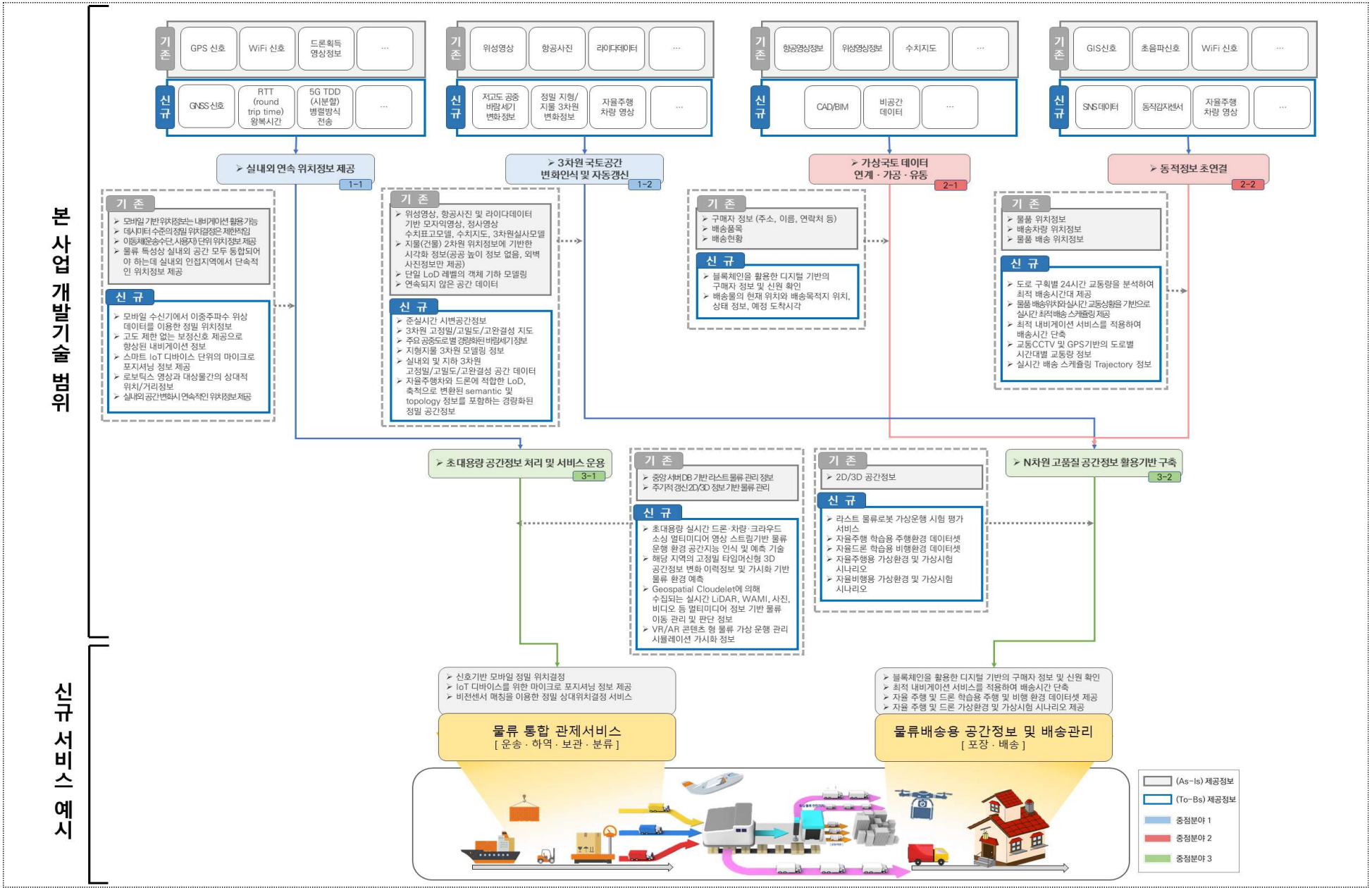
배송이 끝난 자율 화물차의 경우 예전엔 한적한 도로에 불법 주정차를 하였지만 지금은 차고지의 빈자리를 실시간으로 확인(1-1, 1-2. 기술)하여 자동 주차 까지 되어 대형차량의 불법주정차 문제도 해결이 되었다.

서울에서 대전으로 출장을 가게 된 진홍원씨는 오늘 배송 되기로 한 택배가 대전에서 꼭 필요한 물건이었다. 진홍원씨는 배송 희망지를 재설정하고 배송요청을 하였다. 그 정보는 물류사로 전송되어 실시간 배송관리 시스템으로 인하여 진홍원씨에게 바로 전달이 될 수 있도록 물류가상 운행 관리 시뮬레이션(3-1. 기술)으로 재설정되어 서울에서 대전까지 자율주행 화물차에 의하여 이동하고 진홍원씨의 위치(1-1. 기술)를 파악하여 물류로봇이 안전하고 신속하게 운반하여 주었다. 이젠 소비자가 언제든 원하는 곳에서 원하는 시간에 물류를 받는 것이 가능하게 되었다.

- 물류배송 미래형 시나리오-공간정보기술 트리

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
1-1	[기존] • GNSS 신호 • WiFi 신호 [신규] • 기압계 신호 • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 고정밀 GNSS 오차 보정정보 • 차세대 통신을 이용한 위치보정 신호 • 비전센서 매칭을 이용한 정밀 상대위치결정 • 실내외 연동 복합 측위	• 모바일 기반 위치정보는 내비게이션 활용 가능 • 데시미터 수준의 정밀 위치결정은 제한적임 • 이동체(운송수단, 사용자) 단위 위치 정보 제공 • 물류 특성상 실내외 공간 모두 통합되어야 하는데 실내외 인접지역에서 단속적인 위치정보 제공	• 모바일 수신기에서 이중주파수 위상 데이터를 이용한 정밀 위치정보 • 고도 제한 없는 보정신호 제공으로 향상된 내비게이션 정보 • 스마트 IoT 디바이스 단위의 마이크로 포지셔닝 정보 제공 • 로보틱스 영상과 대상물간의 상대적 위치/거리정보 • 실내외 공간 변화시 연속적인 위치정보 제공	**물류 통합 관제서비스** - 신호기반 모바일 정밀 위치결정 - IoT 디바이스를 위한 마이크로 포지셔닝 정보 제공 - 비전센서 매칭을 이용한 정밀 상대위치결정 서비스
3-1	[기존] • GNSS 신호 [신규] • 실시간 드론·차량·단말기 영상 • 실내외 3D 공간정보 • 실시간 IoT 데이터 • 실시간 SNS 데이터	• 중앙 서버 DB 기반 라스트 물류 관리 정보 • 주기적 갱신 2D/3D 정보 기반 물류 관리	• 초대용량 실시간 드론·차량·크라우드 소싱 멀티미디어 영상 스트림기반 물류 운행 환경 공간지능 인식 및 예측 기술 • 해당 지역의 고정밀 타임머신형 3D 공간정보 변화 이력정보 및 가시화 기반 물류 환경 예측 • Geospatial Cloudelet에 의해 수집되는 실시간 LiDAR, WAMI, 사진, 비디오 등 멀티미디어 정보 기반 물류 이동 관리 및 판단 정보 • VR/AR 콘텐츠 형 물류 가상 운행 관리 시뮬레이션 가시화 정보	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보 (As-Is)	추가 되는 공간정보 (To-Be)	
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • LiDAR데이터 • CCTV영상 • 차량영상 • 휴대용기기 영상 [신규] • 저고도 공중 바람세기 변화정보 • 정밀 지형/지물 3차원 변화 정보 • 저고도 공중 바람세기 변화정보 • 최신 3차원 공간정보 • 드론 장애물 정보 • 자율주행차과 드론 네비게이션용 지도	• 위성영상, 항공사진 및 LiDAR데이터 기반 모자익영상, 정사영상 수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델 • 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공) • 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링 • 연속되지 않은 공간 데이터	• 준실시간 시변공간정보 • 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도 • 주요 공중도로 별 경량화된 바람세기 정보 • 지형지물 3차원 모델링 정보 • 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터 • 자율주행차와 드론에 적합한 LoD, 축척으로 변환된 semantic 및 topology 정보를 포함하는 경량화된 정밀 공간정보	**물류배송용 공간정보 및 배송관리 서비스** - 블록체인을 활용한 디지털 기반의 구매자 정보 및 신원 확인 - 최적 내비게이션 서비스를 적용하여 배송시간 단축 - 자율 주행 및 드론 학습용 주행 및 드론 환경 데이터셋 제공 - 자율 주행 및 드론 가상환경 및 가상시험 시나리오 제공
2-1	[기존] • 수치지도 • 영상정보 [신규] • CAD/BIM • 비공간 데이터	• 구매자 정보 (주소, 이름, 연락처 등) • 배송품목 • 배송현황	• 블록체인을 활용한 디지털 기반의 구매자 정보 및 신원 확인 • 배송물의 현재 위치와 배송목적지 위치, 상태 정보, 예정 도착시각	
2-2	[기존] • GPS 신호 • CCTV 영상 [신규] • SNS 데이터 • 동적감지센서 데이터 • 자율주행 차량 영상 데이터	• 물품 위치정보 • 배송차량 위치정보 • 물품 배송 위치정보	• 도로 구획별 24시간 교통량을 분석하여 최적 배송시간대 제공 • 물품 배송위치와 실시간 교통상황을 기반으로 실시간 최적 배송 스케쥴링 제공 • 최적 내비게이션 서비스를 적용하여 배송시간 단축 • 교통CCTV 및 GPS기반의 도로별 시간대별 교통량 정보 • 실시간 배송 스케쥴링 Trajectory 정보	
3-2	[기존] • 2D/3D공간정보 [신규] • Full 3D기반 시간/시점변화에 따른 관찰자시점(자율차,드론, 로봇, 사람 등) 영상시퀀스 • 활용분야 시나리오 데이터 • 고정밀도로/건물/도로시설물속성데이터	• 2D/3D 공간정보	• 라스트 물류로봇 가상운행 시험 평가 서비스 • 자율주행 학습용 주행환경 데이터셋 • 자율드론 학습용 비행환경 데이터셋 • 자율주행용 가상환경 및 가상시험 시나리오 • 자율비행용 가상환경 및 가상시험 시나리오	


본 사업 개발기술 범위
기존
GPS 신호
WiFi 신호
드론획득 영상정보
신규
GNSS신호
RTT (round trip time) 왕복시간
5G TDD (시분할) 병렬방식 전송
기존
위성영상
항공사진
라이다데이터
신규
저고도 공중 바람세기 변화정보
정밀 지형/지물 3차원 변화정보
자율주행 차량 영상
기존
항공영상정보
위성영상정보
수치지도
신규
CAD/BIM
비공간 데이터
기존
GIS신호
초음파신호
WiFi 신호
신규
SNS데이터
동작감지센서
자율주행 차량 영상
➢ 실내외 연속 위치정보 제공 1-1
➢ 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 1-2
➢ 가상국토 데이터 연계 · 가공 · 유통 2-1
➢ 동적정보 초연결 2-2
기 존
➢ 모바일 기반 위치정보는 내비게이션 활용 가능
➢ 데시미터 수준의 정밀 위치결정은 제한적임
➢ 이동체(운송수단, 사용자) 단위 위치정보 제공
➢ 물류 특성상 실내외 공간 모두 통합되어야 하는데 실내외 인접지역에서 단속적인 위치정보 제공
신 규
➢ 모바일 수신기에서 이중주파수 위상 데이터를 이용한 정밀 위치정보
➢ 고도 제한 없는 보정신호 제공으로 향상된 내비게이션 정보
➢ 스마트 IoT 디바이스 단위의 마이크로 포지셔닝 정보 제공
➢ 로보틱스 영상과 대상물간의 상대적 위치/거리정보
➢ 실내외 공간 변화시 연속적인 위치정보 제공
기 존
➢ 위성영상, 항공사진 및 라이다데이터 기반 모자익영상, 정사영상
수치표고모델, 수치지도, 3차원실사모델
➢ 지물(건물) 2차원 위치정보에 기반한 시각화 정보(공공 높이 정보 없음, 외벽 사진정보만 제공)
➢ 단일 LoD 레벨의 객체 기하 모델링
➢ 연속되지 않은 공간 데이터
신 규
➢ 준실시간 시변공간정보
➢ 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 지도
➢ 주요 공중도로별 경량화된 바람세기정보
➢ 지형지물 3차원 모델링 정보
➢ 실내외 및 지하 3차원 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터
➢ 자율주행차와 드론에 적합한 LoD, 축척으로 변환된 semantic 및 topology 정보를 포함하는 경량화된 정밀 공간정보
기 존
➢ 구매자 정보 (주소, 이름, 연락처 등)
➢ 배송품목
➢ 배송현황
신 규
➢ 블록체인을 활용한 디지털 기반의 구매자 정보 및 신원 확인
➢ 배송물의 현재 위치와 배송목적지 위치, 상태 정보, 예정 도착시각
기 존
➢ 물품 위치정보
➢ 배송차량 위치정보
➢ 물품 배송 위치정보
신 규
➢ 도로 구획별 24시간 교통량을 분석하여 최적 배송시간대 제공
➢ 물품 배송위치와 실시간 교통상황을 기반으로 실시간 최적배송 스케줄링 제공
➢ 최적 내비게이션 서비스를 적용하여 배송시간 단축
➢ 교통CCTV 및 GPS기반의 도로별 시간대별 교통량 정보
➢ 실시간 배송 스케쥴링 Trajectory 정보
➢ 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용 3-1
➢ N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축 3-2
기 존
➢ 중앙 서버DB 기반 라스트물류 관리 정보
➢ 주기적 갱신 2D/3D 정보 기반 물류 관리
신 규
➢ 초대용량 실시간 드론·차량·크라우드 소싱 멀티미디어 영상 스트림기반 물류 운행 환경 공간지능 인식 및 예측 기술
➢ 해당 지역의 고정밀 타임머신형 3D 공간정보 변화 이력정보 및 가시화 기반 물류 환경 예측
➢ Geospatial Cloudelet에 의해 수집되는 실시간 LiDAR, WAMI, 사진, 비디오 등 멀티미디어 정보 기반 물류 이동 관리 및 판단 정보
➢ VR/AR 콘텐츠 형 물류 가상 운행 관리 시뮬레이션 가시화 정보
기 존
➢ 2D/3D 공간정보
신 규
➢ 라스트 물류로봇 가상운행 시험 평가 서비스
➢ 자율주행 학습용 주행환경 데이터셋
➢ 자율드론 학습용 비행환경 데이터셋
➢ 자율주행용 가상환경 및 가상시험 시나리오
➢ 자율비행용 가상환경 및 가상시험 시나리오
신규 서비스 예시
➢ 신호기반 모바일 정밀 위치결정
➢ IoT 디바이스를 위한 마이크로 포지셔닝 정보 제공
➢ 비전센서 매칭을 이용한 정밀 상대위치결정 서비스
물류 통합 관제서비스
[운송 · 하역 · 보관 · 분류]
➢ 블록체인을 활용한 디지털 기반의 구매자 정보 및 신원 확인
➢ 최적 내비게이션 서비스를 적용하여 배송시간 단축
➢ 자율 주행 및 드론 학습용 주행 및 비행 환경 데이터셋 제공
➢ 자율 주행 및 드론 가상환경 및 가상시험 시나리오 제공
물류배송용 공간정보 및 배송관리
[포장 · 배송]
(As-Is) 제공정보
(To-Be) 제공정보
중점분야 1
중점분야 2
중점분야 3

○ 감염병 분야 활용 시나리오 및 구성도

신종 감염병 예방 및 대응을 위한 공간 기반 대응체계

(2026년 2월 27일 금요일 오후 1시)

A부처에 재직 중인 공무원 진홍원씨는 스크린 앞에 서서 신종 감염병 B-Virus에 대한 브리핑을 진행하고 있다. 유럽에서 시작된 B-Virus는 높은 감염율과 높은 치사율을 보이며, 전 지구적인 위협이 되고 있는 상황이다. 화면에는 B-Virus의 실시간 확산 현황과 시뮬레이션을 통해 구현한 확산 예측 경로(3-1. 기술, 3-2. 기술)가 표시되어 있다. 확진자 및 고위험군 등 익명화된 개인들의 이동 현황도 보여지며(2-2. 기술), 확산 예측 경로를 고려한 지역 내, 지역 간 차단 전략 및 의료시설, 의료진, 의료장비 등 의료자원의 최적 배치 대안(2-2. 기술, 3-1. 기술, 3-2. 기술)이 나타난다.

각 부처의 관계 담당자들은 각 부처 사무실에 각각 앉아 신종 감염병 대응 시스템이 제공하는 분석결과(2-2 기술, 3-2 기술)를 토대로 의사결정을 진행한다. 검토 및 결정이 필요한 다양한 의사결정 대안들은 즉각 B-Virus 시뮬레이션에 반영되어 각 대안에 대한 예측 결과가 모니터에 표시된다. 별도의 의사결정이 필요하지 않은 긴급 재난문자 발송, 확진 정보 안내, 대피 안내와 같은 상시 업무들은 학습된 시스템이 자동으로 진행(3-2. 기술)한다.

해당 정보를 제공하는 시스템은 유럽에 B-Virus가 최초로 발병한 시점에 긴급 구축되었다. 감염병은 특히 공간 접근성과 밀집도가 전파 경과에 끼치는 영향이 지대한 영역으로 실제 국민의 생활공간을 재현한 가상국토(1-1. 기술)를 중심으로 시스템을 구축하였다. 사전에 가상국토 및 동적 데이터의 운영 기반이 조성되어 있었기 때문에(1-1. 기술, 1-2. 기술, 2-1. 기술, 2-2. 기술) 감염병과 관련한 시뮬레이션 모델의 간단한 접목(3-1. 기술, 3-2. 기술)을 거쳐 빠른 시일 내에 구축이 가능했다. 해당 시스템에는 현실세계를 그대로 재현한 가상국토(1-1. 기술, 1-2. 기술) 위에 각 부처 및 기관들이 생산한 데이터가 실시간으로 수집되며(2-1. 기술), SNS 등을 통해 국민들이 생산한 다양한 질병 관련 정보가 실시간으로 추가된다.(2-2. 기술)

같은 시간, 한국민씨는 스마트폰의 신종 감염병 예방 정보를 확인하며 길을 걷고 있다. 정부가 제공하는 어플리케이션은 일반 도로 뿐 아니라 지하상가와 건물과 같은 실내공간을 포함한 3차원 공간을 대상으로(1-2. 기술) 해당 지역의 감염 정보 및 상황별로 적합한 예방 수단, 그리고 가장 빠른 시간에, 가장 안전하게 진료 가능한 진료소와 백신 정보를 함께 제공하고 있다. 길을 걷던 중, 한국민씨는 B-Virus의 주요 증상인 구토와 함께 쓰러지는 시민을 발견하고 119에 신고하고, SNS로 상황을 공유한다. 공유한 정보는 실시간으로 수집되고 익명화되어 보다 정확한 예측과 대응을 위해 신종 감염병 대응 시스템에 축적된다.(2-2. 기술)

- 감염병 미래형 시나리오-공간정보기술 트리

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
1-1	[기존] • GPS 신호 • WiFi 신호 • GNSS 신호 [신규] • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 오차요소별 GNSS 보정정보 • 영상 특징점으로 구성된 랜드마크 DB 정보 • 차량 획득 영상정보 • 모바일기기 획득 영상정보 • 드론 획득 영상정보 • 실내외 연동 복합측위	• 부정확하고 단절된 실내외 동선 (위치정보)	• 연속적으로 표현되는 실내외 동선 (위치정보) • 랜드마크 생성 기술로 사전 구축된 진료소 관련 랜드마크 정보	**질병확산현황 및 예측 서비스** - 감염 예측모델을 이용한 실시간 헬스케어와 감염의심자 감성 패턴 분석 - 감염자의 스마트폰 위치데이터, 대중교통 이용 데이터 등의 동적 위치정보와 감염단계, 확진 판정일과 같은 상태 정보를 이용하여 감염자의 이동 경로 시각화 - 이동수단별 확산 경로 및 인구 유동정보를 이용한 감염 바이러스의 이동 경로를 예측 분석하고, 이동 경로의 시뮬레이션 모델링 - 열화상 센서, CCTV 등 실내외 고정형데이터를 이용한 공간 상태 정보와 유동 인구 정보를 분석하고, 확산 경로의 실시간 모니터링 - 고병원성 병원체가 탐지된 위치에 병원체 확산 차단 인력을 신속히 투입하고, 모바일 플랫폼을 이용한 병원체 위치 차단 안내 서비스 - 확진자 이동/접근 지역 등의 당시 촬영 동영상 AI 인식 기반 공간 상황 인식 및 도시 통계 서비스 - 바람 및 기온 등 다양한 정보와 결합된 N차원 확진자의 공간 접근 가능성 분석 서비스 및 가시화 - Edge 환경 기반 지역사회별 실시간 감염병 확산 모델 예측 서비스
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • LiDAR데이터 • CCTV영상 • 차량영상 • 휴대용기기 영상 [신규] • 드론 광학/열영상 • 드론 라이다/동영상 • 자율차 광학/열영상 • 자율차 라이다/동영상 • 고해상도 위성/항공 영상 • 휴대용기기(스마트폰 등) 영상 • 기상탐지정보(풍향,풍속,난기류,강우,미세먼지) • 도로/교통변화 정보 • CCTV 동영상 • 고정밀/고밀도/고완결성 맞춤형 3차원 공간 데이터 • 높은 LOD 공간정보 객체모델 • LOD간 공간정보 동적 변환 • AI기반 자동화된 객체인식 • GIS/BIM 통합 모델	• 수치지도/항공영상 기반 - 감염자 위치정보 - 감염자 접촉자 위치정보 - 감염 밀도 계산 및 감염병 확산 정도 추정 • 감염자 동선/방문지 정보 - 2차원 동선(Spot별) - 방문지 2차원 POI	• 크라우드소싱 공간정보데이터로부터 준실시간으로 변화탐지 및 갱신되는 고정밀 3차원 지도 • 방역 맞춤형 고품질 실내외 연속적인 3차원 공간 데이터 • 소독 대상 영역에 대한 실내외 3차원 공간 데이터 • 감염자/접촉자 고정밀 3차원 위치정보 • 감염병 확산 고정밀 3차원 추정 경로 • 도로/교통정보 기반 유동인구 • 기상정보, 바람정보, 지형정보, BIM 정보, 시설물 객체정보(예: 출입문, 창문, 공간의 높이) 등을 활용한 감염 밀도 및 통풍 정보 • 감염자 이동 동선을 파악하여 실내외 소독 범위/영역을 파악하여 소독 관련 자원에 대한 효율적인 배정	

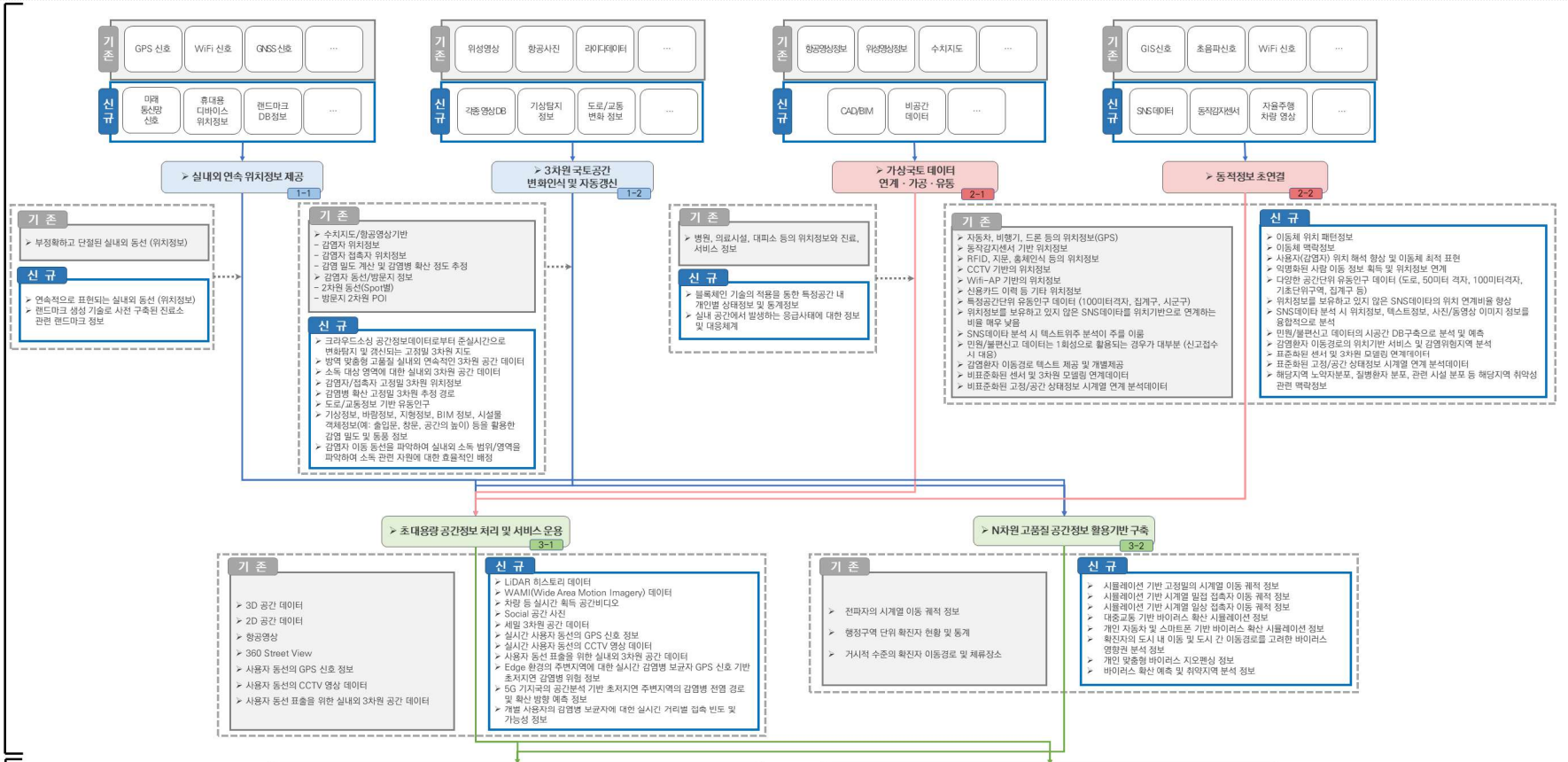
핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
2-2	[기존] • 비표준 사물/공간 연계데이터 • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이타 • 다양한 SNS데이타 • 민원/불편신고 데이터 • 온도, 습도, 열, 에너지 등 실내외 고정 센서 데이터 • 3차원 모델링 데이터 [신규] • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이타 • 다양한 SNS데이타 • 민원/불편신고 데이터 • 온도, 습도, 열, 에너지 등 실내외 고정 센서 데이터 • 3차원 모델링 데이터 • 표준 사물/공간 연계데이터	• 자동차, 비행기, 드론 등의 위치정보(GPS) • 동작감지센서 기반 위치정보 • RFID, 지문, 홍체인식 등의 위치정보 • CCTV 기반의 위치정보 • Wifi-AP 기반의 위치정보 • 신용카드 이력 등 기타 위치정보 • 특정공간단위 유동인구 데이터 (100미터격자, 집계구, 시군구) • 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS데이타를 위치기반으로 연계하는 비율 매우 낮음 • SNS데이타 분석 시 텍스트위주 분석이 주를 이룸 • 민원/불편신고 데이터는 1회성으로 활용되는 경우가 대부분 (신고접수 시 대응) • 감염환자 이동경로 텍스트 제공 및 개별제공 • 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	• 동작감지센서 기반 위치정보 • RFID, 지문, 홍체인식 등의 위치정보 • CCTV 기반의 위치정보 • Wifi-AP 기반의 위치정보 • 신용카드 이력 등 기타 위치정보 • 시계열 위치정보 • 이동체 위치 패턴정보 • 이동체 맥락정보 • 사용자(감염자) 위치 해석 향상 및 이동체 최적 표현 • 익명화된 사람 이동 정보 획득 및 위치정보 연계 • 다양한 공간단위 유동인구 데이터 (도로, 50미터 격자, 100미터격자, 기초단위구역, 집계구 등) • 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS데이타의 위치 연계비율 향상 • SNS데이타 분석 시 위치정보, 텍스트정보, 사진/동영상 이미지 정보를 융합적으로 분석 • 민원/불편신고 데이터의 시공간 DB구축으로 분석 및 예측 • 감염환자 이동경로의 위치기반 서비스 및 감염위험지역 분석 • 표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터 • 해당지역 노약자분포, 질병환자 분포, 관련 시설 분포 등 해당지역 취약성 관련 맥락정보	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
3-1	[기존] • GPS 신호 • 영상 데이터 • SNS 데이타 • IoT 센서 데이터 • 기상청 데이터 • 실내외 3차원 공간 데이터 [신규] • GPS 신호 • CCTV 동영상 • LiDAR 정보 • WAMI 영상 • 실시간 영상 데이터 • 실시간 SNS 데이타 • 실시간 IoT 센서 데이터 • 실내외 3차원 공간 데이터 • 실시간 5G 기지국 데이터	• 3D 공간 데이터 • 2D 공간 데이터 • 항공영상 • 360 Street View • 사용자 동선의 GPS 신호 정보 • 사용자 동선의 CCTV 영상 데이터 • 사용자 동선 표출을 위한 실내외 3차원 공간 데이터	• LiDAR 히스토리 데이터 • WAMI(Wide Area Motion Imagery) 데이터 • 차량 등 실시간 획득 공간비디오 • Social 공간 사진 • 세밀 3차원 공간 데이터 • 실시간 사용자 동선의 GPS 신호 정보 • 실시간 사용자 동선의 CCTV 영상 데이터 • 사용자 동선 표출을 위한 실내외 3차원 공간 데이터 • Edge 환경의 주변지역에 대한 실시간 감염병 보균자 GPS 신호 기반 초저지연 감염병 위험 정보 • 5G 기지국의 공간분석 기반 초저지연 주변지역의 감염병 전염 경로 및 확산 방향 예측 정보 • 개별 사용자의 감염병 보균자에 대한 실시간 거리별 접촉 빈도 및 가능성 정보	
3-2	[기존] • 시계열 사용자 위치 정보 • 대중교통 스케줄 • 확진자 거주지역 및 동선 [신규] • 시계열 사용자 위치 정보 • 대중교통 스케줄 • 확진자의 현 거주지 및 동거인 데이터(동선, 직장 등) • 익명화된 확진자 소유 차량 운행 및 대중교통 카드, 택시 이용 데이터 • 익명화된 확진자 스마트폰 GPS 데이터 • 확진자의 도시 간 통행(고속버스, 기차, 비행기 등 광역 이동) 데이터 및 탑승객 데이터 • 개별 트레킹이 가능한 미시적 집계 수준의 유동인구(스마트폰, 차량, 대중교통 등) 데이터	• 전파자의 시계열 이동 궤적 정보 • 행정구역 단위 확진자 현황 및 통계 • 거시적 수준의 확진자 이동경로 및 체류장소	• 시뮬레이션 기반 고정밀의 시계열 이동 궤적 정보 • 시뮬레이션 기반 시계열 밀접 접촉자 이동 궤적 정보 • 시뮬레이션 기반 시계열 일상 접촉자 이동 궤적 정보 • 대중교통 기반 바이러스 확산 시뮬레이션 정보 • 개인 자동차 및 스마트폰 기반 바이러스 확산 시뮬레이션 정보 • 확진자의 도시 내 이동 및 도시 간 이동경로를 고려한 바이러스 영향권 분석 정보 • 개인 맞춤형 바이러스 지오펜싱 정보 • 바이러스 확산 예측 및 취약지역 분석 정보	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
1-1	[기존] • GPS 신호 • WiFi 신호 • GNSS 신호 [신규] • 미래통신망 신호 (RTT, 5G TDD, 60Ghz WiFi, 6GTHz 등) • 휴대용 디바이스 기반 위치정보 • 오차요소별 GNSS 보정정보 • 영상 특징점으로 구성된 랜드마크 DB 정보 • 차량 획득 영상정보 • 모바일기기 획득 영상정보 • 드론 획득 영상정보 • 실내외 연동 복합측위	• 부정확하고 단절된 실내외 동선 (위치정보)	• 랜드마크 생성 기술로 사전 구축된 진료소 관련 랜드마크 정보	**의료자원의 최적 배치 서비스** • 확산 예측 경로를 고려한 지역 내, 지역 간 차단 전략 및 의료시설, 의료진, 의료장비 등 의료자원의 최적 배치 • 실내 공간 내 긴급제어 및 원격의료서비스 • 고정밀 지도기반 감염병 치료소 및 장비들의 효율적인 배치 및 운용 • 플랜 구축에 활용 • 감염발생상황을 고려하여 임시격리시설 배치 및 격리기간 중 무단 이탈자 동선 파악
1-2	[기존] • 위성영상 • 항공사진 • 드론영상 • LiDAR데이터 • CCTV영상 • 차량영상 • 휴대용기기 영상 [신규] • 고해상도 위성/항공 영상 • 휴대용기기(스마트폰 등) 영상 • 기상탐지정보(풍향,풍속,난기류,강우,미세먼지) • 도로/교통변화 정보 • CCTV 동영상 • 고정밀/고밀도/고완결성 맞춤형 3차원 공간 데이터 • 높은 LOD 공간정보 객체모델 • LOD간 공간정보 동적 변환 • AI기반 자동화된 객체인식 • GIS/BIM 통합 모델	• 수치지도/항공영상 기반 - 감염자 위치정보 - 감염자 접촉자 위치정보 - 감염 밀도 계산 및 감염병 확산 정도 추정 • 감염자 동선/방문지 정보 - 2차원 동선(Spot별) - 방문지 2차원 POI	• 임시 치료/격리 시설로 활용 가능한 공간에 대한 정보 • 기상정보, 바람정보, 지형정보, BIM 정보, 시설물 객체정보(예: 출입문, 창문, 공간의 높이) 등을 활용한 감염 밀도 및 통풍 정보	

핵심	RAW DATA	제공되는 공간정보		향후 제공가능 서비스
		기존 공간정보(As-Is)	추가 되는 공간정보(To-Be)	
2-1	• 수치지도 • 영상정보 • CAD/BIM • 비공간 데이터	• 병원, 의료시설, 대피소 등의 위치정보와 진료, 서비스 정보	• 블록체인 기술의 적용을 통한 특정공간 내 개인별 상태정보 및 통계정보 • 실내 공간에서 발생하는 응급사태에 대한 정보 및 대응체계	
2-2	[기존] • 비표준 사물/공간 연계데이터 • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이터 • 다양한 SNS데이터 • 민원/불편신고 데이터 • 온도, 습도, 열, 에너지 등 실내외 고정 센서 데이터 • 3차원 모델링 데이터 [신규] • GPS 신호 • PIR 신호 • 초음파 신호 • Wifi 신호 • RFID 신호 • 지문/홍체 신호 • 신용카드 이력 • CCTV 영상 • 휴대폰 기지국 데이터 • 다양한 SNS데이터 • 민원/불편신고 데이터 • 온도, 습도, 열, 에너지 등 실내외 고정 센서 데이터 • 3차원 모델링 데이터 • 표준 사물/공간 연계데이터	• 자동차, 비행기, 드론 등의 위치정보(GPS) • 동작감지센서 기반 위치정보 • RFID, 지문, 홍체인식 등의 위치정보 • CCTV 기반의 위치정보 • Wifi-AP 기반의 위치정보 • 신용카드 이력 등 기타 위치정보 • 특정공간단위 유동인구 데이터 (100미터격자, 집계구, 시군구) • 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS데이터를 위치기반으로 연계하는 비율 매우 낮음 • SNS데이터 분석 시 텍스트위주 분석이 주를 이룸 • 민원/불편신고 데이터는 1회성으로 활용되는 경우가 대부분 (신고접수 시 대응) • 감염환자 이동경로 텍스트 제공 및 개별제공 • 비표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 비표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터	• 이동체 위치 패턴정보 • 이동체 맥락정보 • 사용자(감염자) 위치 해석 향상 및 이동체 최적 표현 • 익명화된 사람 이동 정보 획득 및 위치정보 연계 • 다양한 공간단위 유동인구 데이터 (도로, 50미터 격자, 100미터격자, 기초단위구역, 집계구 등) • 위치정보를 보유하고 있지 않은 SNS데이터의 위치 연계비율 향상 • SNS데이터 분석 시 위치정보, 텍스트정보, 사진/동영상 이미지 정보를 융합적으로 분석 • 민원/불편신고 데이터의 시공간 DB구축으로 분석 및 예측 • 감염환자 이동경로의 위치기반 서비스 및 감염위험지역 분석 • 표준화된 센서 및 3차원 모델링 연계데이터 • 표준화된 고정/공간 상태정보 시계열 연계 분석데이터 • 해당지역 노약자분포, 질병환자 분포, 관련 시설 분포 등 해당지역 취약성 관련 맥락정보	

본 사업 개발기술 범위



신규 서비스 예시



□ 성과 활용계획

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발로 1차 수혜자인 공간정보 서비스 기관·기업에서는 국토정보 데이터를 생성·가공·관리하며, 2차 수혜자인 서비스 활용 기관·기업에서는 국토정보를 활용하여 최종 사용자인 국민·기업이 이용할 수 있는 서비스를 제공

〈표 8-8〉 성과 활용계획

<table>
<tr><th colspan="3">수혜자</th><th>활용분야</th><th>세부 활용계획</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1차</td><td>공공</td><td>국토지리정보원, 국토부 NS 센터 등
공간정보 서비스 기관</td><td>공간정보
데이터
생성·관리</td><td>• 디지털 라이브 국토정보 기술을 적용하여 다양한 데이터가 융·복합된 국토정보 데이터를 생성하여 축적 및 관리</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>Mapping 업체,
컨텐츠 제작업체,
S/W 개발업체 등
공간정보 서비스 기업
(12개 업종)</td><td>공간정보
데이터
가공·관리</td><td>• 기 구축된 공간정보 DB를 활용하여 솔루션 구축 및 콘텐츠 제작, 데이터의 가공서비스 등을 제공
- (Mapping 및 컨텐츠 제작 업체) Thematic map, 위치기반 서비스 모듈, 라이브러리, 맞춤형 컨텐츠 등을 제작
- (S/W 개발업체) 분야별 솔루션을 제작하고 이를 국민, 민간기업 등에 판매</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2차</td><td>공공</td><td>공공 분야의 서비스 활용 기관</td><td rowspan="2">공간정보
활용 서비스
제공</td><td rowspan="2">• 국토정보를 활용하여 국민, 기업 등에 다양한 서비스를 제공</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>민간 분야의 서비스 활용 기업</td></tr>
<tr><td>3차</td><td colspan="2">사용자
(국민, 기업 등)</td><td>-</td><td>• 서비스 활용 기관을 통하여 국토정보를 활용한 다양한 서비스를 이용</td></tr>
</table>

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업의 직접적 수혜자는 1차 수혜자인 공간정보 데이터를 생성·관리하는 공공기관과 공간정보 데이터를 가공·유통하는 민간기업으로 보는 것이 타당

- 이에 따라 공간정보 데이터를 생성·관리하는 공공기관은 국토지리정보원, 국토교통부 NS센터 등과 같은 공간정보 서비스 기관이 대상
- 「공간정보산업 특수분류」에 따른 대상 민간기업의 업종은 소분류의 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업, 공간정보시스템 소프트웨어 개발 및 공급업 등 12개 업종이 해당

〈표 8-9〉 공간정보산업 특수분류 상의 본 사업 대상 업종

대분류	중분류	소분류	대상 업종
공간정보기기 및 용품 제조업	공간정보 기기 제조업	항행용 무선기기 및 측량기구 제조업	• GPS(측량용), 가속도계, 지자기 센서, 자이로스코프, 토탈스테이션, 휴대용 거리측정기 등 항행용 무선기기 및 측량기구 제조업 등 해당
	공간정보 용품 제조업	기타 공간정보 활용장비 제조업	• 항공영상 취득장비, 위성영상 취득장비, 항공 LiDAR 취득장비 등의 무선 통신장비 제조업이 해당
공간정보 출판 및 정보서비스업	공간정보 소프트웨어 개발 및 공급업	공간정보시스템 소프트웨어 개발 및 공급업	• 공간정보 데이터 관리를 위한 DBMS, 관련 시스템 소프트웨어 등의 개발·공급업이 해당
		공간정보 응용소프트웨어 개발 및 공급업	• 위치, 지도, 영상 등을 활용한 모바일 소프트웨어, 데이터 편집·처리·분석 소프트에어 등의 응용소프트웨어 개발업 등이 해당
	공간정보 프로그램 및 시스템 통합업	공간정보 프로그래밍 서비스업	• 위치, 지도, 영상 등을 활용한 맞춤형 소프트웨어 서비스업 등이 해당
		공간정보 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업	• 공간정보시스템, G-CRM, LBS, U-City, ITS 등 컴퓨터 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업이 해당
	공간정보 제공 서비스업	공간정보 포털 및 인터넷 서비스업	• 지도서비스, 공간정보 관련 오픈 API 서비스, 위치기반 정보제공 서비스, 공간정보 관련 DB 구축 등의 인터넷 정보 매개 서비스업이 해당
		공간정보 온라인정보 제공업	• 지도서비스, 공간정보 관련 오픈 API 서비스, 위치기반 정보제공 서비스, 공간정보 관련 DB 구축 등의 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업이 해당
공간정보 관련 기술 서비스업	공간정보 연구 개발업	공간정보 연구 개발업	• 측량, 지적, GIS, 원격탐사, 공간정보와 관련된 기술개발 및 연구용역 등 해당
	측량업	측량업	• 측지·공공측량, 일반측략, 연안조사 측량, 해양관측, 항공촬영·공간영상 도화·영상처리, 지하시설물 측량, 수로측량업 등 해당
	지도제작업	지도제작업	• 지도, 수치지도, 해도, 항공영상 및 위성영상 지도 제작업 등 해당
	기타 공간정보 서비스업	공간정보 엔지니어링 서비스업	• 지도가 필수요소로 활용되는 BIM, 사전안전관리, 교통, 지질, 자원개발, 방재 등 공간정보 관련 엔지니어링 스비스업 등 해당

□ 연구성과 확산 방안

○ **(확산체계)** '제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획'에 따라 연구개발사업과 공간정보산업의 실용화 및 연결고리가 강화될 수 있도록 **사업화-후속지원-연계홍보의 연구성과 확산체계를 구축하여 운영**

사업화	후속지원	연계·홍보
■ 연구성과가 시장에 진입하여 새로운 산업으로 연결될 수 있도록 사업화 지원	■ 신기술 인증을 위한 개발 기술의 검증을 지원하고, 금융 등 후속지원 프로그램과 연계	■ 기술이전, 홍보기회 제공 등 기술 보유자와 수요처와의 미스매칭 해소를 지원

○ **(사업화·후속지원 사업 연계)** 기존의 기술사업화지원사업 및 연구성과활용지원사업과의 연계 등을 통해 연구성과 확산을 극대화

국토교통 기술사업화 지원사업	국토교통 연구성과활용 지원사업
• 공공기관 보유기술의 중소기업 이전 및 기술사업화 촉진 • 중소기업 공간정보기술의 사업화를 위해 필요한 추가기술 개발 • 재난안전, 교통시설물 등 국토교통 안전분야 요소기술에 대한 사업화를 위한 후속연구 지원 • ICT 기술 접목 등 기술융합을 통한 사업화 지원	• 국토교통 분야 기술 신뢰성 검증을 위한 기술시험 및 기술가치평가 지원 • 국토교통 연구성과의 시장진출을 위한 홍보 마케팅, 공공기술 이전, 중소기업 투자유치 지원 등

디지털 라이브 국토정보 연계활용	■ 단위(요소)기술, 통합 실용화기술 등에 대한 사업화 지원 확산 연계 ■ 디지털 라이브 국토정보 통합플랫폼 기술 등에 대한 신기술인증 및 기술가치평가 지원 연계 ■ 중소기업 대상 클라우드 기반 공간지능화 솔루션과 공간정보산업(공간정보 생성·가공·활용·유통 등)의 융합을 통한 사업화 지원 ■ 디지털 라이브 국토정보 기반의 자율차, 드론, 물류 등의 공공 인프라 사업화 지원 연계 ■ 지하안전관리, 시설물 안전관리 등 국토교통 안전분야 요소기술에 대한 사업화 지원

○ **(유관 사업·지원센터 연계)** 기 추진 중인 '스마트 건설 사업단'과 향후 추진('21년 착수) 예정인 '자율주행 기술개발 혁신사업' 등 유관 사업과의 연계를 통해 연구성과 확산 시너지 효과를 창출

- 국토지리정보원 전산센터와도 연계하여 선순환적 공간정보 산업생태계 조성에 이바지할 수 있도록 성과 확산 도모

스마트 건설 사업단('20~'25)	자율주행 기술개발 혁신사업('21 예정)
■ 동적 공간정보 시각화 등 지능공간 운영시스템 구축 기술을 본 사업의 '건설현장 정보 수집 및 분석기술(중점분야1)'개발에 연계·활용 ☞ **(시너지효과)** 장비 작업 이외에도 광범위한 현장 정보의 실시간 활용으로 스마트 시공능력 향상	■ 정적/동적 공간정보가 실시간 연동되는 초정밀 가상국토 구축 기술을 본 사업의 '도로 상황 예측 및 운영 기술(중점분야3)'개발에 연계·활용 ☞ **(시너지효과)** 도로공간의 다양한 정적/동적 정보가 연동된 초정밀 가상공간 활용으로 도로 상황인지 및 관리 고도화 달성

✚

국토지리정보원 전산센터 연계	■ 공간정보 생성, 분석, 지능화 서비스 기술 등 본 사업을 통해 개발된 디지털 라이브 국토정보 기술을 국토지리정보원 전산센터에 연계하여 공간정보산업 중소기업의 비즈니즈모델 발굴·지원에 활용토록 연계

○ **(기술마케팅·홍보 강화)** 연구성과 확산을 위해 기술 수요처를 대상으로 기술 마케팅을 적극 실시하고, 다양한 홍보채널을 통해 대국민 R&D 홍보를 강화

구분		내용
기술 마케팅	사업화 연계실적 조사·검증	• 성과 집중조사기간 운영, 연구자 대상 성과관리 교육 • NTIS 연계한 성과검증 및 사업평가 연계 등 추진
	연구기관 컨설팅 지원	• 기술료 설명회, 중소기업 기술료 상담 등 실시 • 실시계약 미체결 기업 집중 조사 및 실시계약 컨설팅 지원 • 기술료 확대를 위한 부처 훈련 및 매뉴얼 운영
	국내외 시장진출 지원	• 기술소개자료 제작·발주처 배포, 공공구매협의체 기술설명회 개최 • 발주기관 대상 기술설명회 개최 • 해외 기업 대상 연구성과·신기술 홍보활동 추진(해외기술로드쇼 등)
홍보	국토교통 기술대전 개최	• 매년 국토교통 기술대전 개최 – "도슨트 프로그램" 운영 → 청소년 대상 공간정보 기술 홍보 – 중소기업특별관, 신산업관 등 중소기업 참여
	기관홍보 채널	• 소식지 'KAIA 인사이트' 콘텐츠 강화 • 정부정책 등 반영한 브로슈어 및 동영상 신규 제작·배포
	기사·언론 홍보	• 기관장 활동, 기획기사 등 전략적 기획보도 추진(연중) • 기자간담회·TV방송 등 언론사 홍보

○ **(연구성과 공유)** 사업성과의 활용 및 확산을 위한 성과정보시스템 운영

- (성과·사업화 정보시스템 운영) 과제별 연구성과, 기술소개 홍보자료(SMK) 등 사업화 정보 및 성과정보 등을 총체적으로 수집하여 제시
- 국토교통 R&D 사업의 성과관리를 위하여 종합관리시스템(http://www.kaia.re.kr) 운영

제4절 사업예산 및 조달계획

1. 총 사업비

□ **5년(`22~`26년)간 1,838억원(국고 1,378.5억원, 민자 459.5억 원), 연평균 367.6억원 규모로 3대 중점분야, 6개 핵심과제, 16개 구성과제를 선정**

〈표 8-10〉 3대 중점분야별, 6개 핵심기술별 사업 추진 규모

(단위: 억 원)

중점분야	핵심과제	총사업비	국고	민자
초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	292.2	219.2	73.0
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	446.7	335.0	111.7
	소계	738.9	554.2	184.7
초연결 라이브 국토 실현	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	200.3	150.2	50.1
	2-2. 동적정보 초연결	360.3	270.2	90.1
	소계	560.6	420.4	140.2
초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	264.6	198.5	66.1
	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	273.9	205.4	68.5
	소계	538.5	403.9	134.6
합계		1,838.0	1,378.5	459.5

□ **3대 중점분야별 소요 예산**

○ (초정밀 디지털 국토 구축) 총 738.9억 원 (연평균 147.8억 원) 규모

○ (초연결 라이브 국토 실현) 총 560.6억 원(연평균 112.1억 원) 규모

○ (초대용량 디지털 라이브 국토 활용) 총 538.5억 원(연평균 107.7억 원) 규모

〈표 8-11〉 동 사업의 중점분야별, 연도별 총사업비

(단위: 억 원)

중점 분야	구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계
1. 초정밀 디지털 국토 구축	국고	99.7	116.4	116.4	116.4	105.3	554.2
	민자	33.2	38.8	38.8	38.8	35.1	184.7
	소계	132.9	155.2	155.2	155.2	140.4	738.9
2. 초연결 라이브 국토 실현	국고	51.7	94.0	107.5	96.1	71.1	420.4
	민자	17.3	31.3	35.8	32.0	23.7	140.2
	소계	69.0	125.3	143.3	128.1	94.8	560.6
3. 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	국고	64.7	88.7	112.5	84.8	53.1	403.9
	민자	21.6	29.6	37.5	28.3	17.7	134.6
	소계	86.3	118.3	150.0	113.1	70.8	538.5

□ 구성과제별 예산

〈표 8-12〉 동 사업의 구성기술별, 연도별 총사업비

(단위: 백만 원)

구성과제	구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계	과제수
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	국고	2,109	2,461	2,461	2,461	2,226	11,717	3
	민자	703	820	820	820	742	3,906	
	소계	2,812	3,281	3,281	3,281	2,968	15,623	
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	국고	1,836	2,142	2,142	2,142	1,938	10,201	2
	민자	612	714	714	714	646	3,400	
	소계	2,448	2,856	2,856	2,856	2,584	13,601	
1-2-1. 다종시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	국고	1,092	1,274	1,274	1,274	1,152	6,065	3
	민자	364	425	425	425	384	2,022	
	소계	1,456	1,698	1,698	1,698	1,537	8,087	
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	국고	3,102	3,619	3,619	3,619	3,274	17,231	3
	민자	1,034	1,206	1,206	1,206	1,091	5,744	
	소계	4,136	4,825	4,825	4,825	4,365	22,975	
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	국고	1,836	2,142	2,142	2,142	1,938	10,201	3
	민자	612	714	714	714	646	3,400	
	소계	2,448	2,856	2,856	2,856	2,584	13,601	
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	국고	993	1,522	1,522	1,257	1,323	6,617	2
	민자	331	507	507	419	441	2,206	
	소계	1,323	2,029	2,029	1,676	1,764	8,822	
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	국고	1,261	1,934	1,934	1,598	1,682	8,409	3
	민자	420	645	645	533	561	2,803	
	소계	1,682	2,579	2,579	2,130	2,242	11,212	
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	국고	1,042	2,123	2,605	2,412	1,467	9,650	3
	민자	347	708	868	804	489	3,217	
	소계	1,390	2,831	3,474	3,217	1,956	12,866	

구성과제	구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계	과제수
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	국고	923	1,880	2,308	2,137	1,299	8,547	3
	민자	308	627	769	712	433	2,849	
	소계	1,231	2,507	3,077	2,849	1,732	11,396	
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	국고	953	1,941	2,382	2,206	1,341	8,822	3
	민자	318	647	794	735	447	2,941	
	소계	1,270	2,588	3,176	2,941	1,788	11,763	
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	국고	889	1,423	2,134	1,245	237	5,928	3
	민자	296	474	711	415	79	1,976	
	소계	1,186	1,897	2,845	1,660	316	7,903	
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	국고	1,075	1,720	2,581	1,505	287	7,168	2
	민자	358	573	860	502	96	2,389	
	소계	1,434	2,294	3,441	2,007	382	9,558	
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	국고	1,013	1,621	2,432	1,418	270	6,755	3
	민자	338	540	811	473	90	2,252	
	소계	1,351	2,161	3,242	1,891	360	9,006	
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	국고	1,055	1,241	1,241	1,303	1,365	6,203	2
	민자	352	414	414	434	455	2,068	
	소계	1,406	1,654	1,654	1,737	1,820	8,271	
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	국고	1,031	1,213	1,213	1,274	1,334	6,065	2
	민자	344	404	404	425	445	2,022	
	소계	1,375	1,617	1,617	1,698	1,779	8,087	
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	국고	1,406	1,654	1,654	1,737	1,820	8,271	4
	민자	469	551	551	579	607	2,757	
	소계	1,875	2,206	2,206	2,316	2,426	11,028	
합계	**국고**	21,616	29,909	33,642	29,729	22,954	137,850	44
	민자	7,205	9,970	11,214	9,910	7,651	45,950	
	소계	28,821	39,879	44,856	39,638	30,605	183,800	

2. 재원조달 방안

가) 재원조달 방식

□ 지원형태: 정부출연, 민자보조

□ 국고지원 비율: 75%, 1,378.5억 원

□ 재원 분담(민간 부담금): 25%, 459.5억 원

나) 재원조달 방식 검토

□ 부처 R&D 예산 현황

○ 국토교통 R&D 예산의 최근 5년간 연평균 증가율은 6.5% 수준

〈표 8-13〉 국토교통부 최근 5년간 R&D 예산운용 추이

(단위: 억 원, %)

구분	'16실적	'17실적	'18실적	'19예산	'20예산	연평균 증가율
국토교통 R&D 예산 총계	4,075	4,329	4,667	4,822	5,247	6.5%

□ 향후 부처 R&D 예산 계획

○ 국토교통 R&D 중기재정계획('20~'24)을 기본으로, '25년 이후 예산은 국토교통 R&D 예산의 최근 5년 연평균 증가율(6.5%)을 적용하여 예산 추정

- '22~'26 국토교통부 R&D 예산은 46,144억 원으로 추정

〈표 8-14〉 국토교통부 향후 5년간 R&D 예산운용 계획

(단위: 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
국토교통 R&D 예산 추정치	5,247	6,528	7,944	8,611	9,249	9,852	10,495	11,180	11,909	12,686	13,514

□ 본 사업의 정부 재원 조달 가능성

○ 동 사업의 `22년 이후 총 소요예산은 정부출연금 기준 1,378.5억 원으로 동 기간 국토교통 신규 R&D 사업 가용예산 추정치(36,954억 원)의 3.7%에 해당하여 수용 가능

〈표 8-15〉 국토교통부 5년간 신규 R&D사업('22년~'26년) 가용예산 규모

(단위: 억 원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	합계
국토교통 R&D 예산 추정치(A)	7,944	8,611	9,249	9,852	10,495	46,151
계속사업 소요예산(B)	3,584	2,405	1,566	1,095	547	9,197
신규 R&D사업 가용예산 추정치(C=A-B)	4,360	6,206	7,683	8,757	9,948	36,954
동 사업 소요예산 (국비, D)	216.2	299.1	336.4	297.3	229.5	1,378.5
비율(D/C, %)	5.0%	4.8%	4.4%	3.4%	2.3%	3.7%

□ 본 사업의 민간 재원 조달 가능성

○ 민간기업 참여의향 수요조사 결과 중소기업 55건, 중견기업 0건, 대기업 1건으로 민간부담금 비율 25%*를 3개 분과에 일괄 적용

* 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」〈별표 1의 4 2)〉 "참여기업 중 중소기업(연구개발수요기업인 대기업·중견기업을 포함한다)의 비율이 3분의2 이상인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내" 적용
* 「국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정」〈별표 1의 3 바〉 "참여기업이 3개 이상이고, 이 중 중소기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내" 적용

〈표 8-16〉 민간기업 참여의향 수요조사 결과

구분		응답수
민간기업 참여의향 조사 결과	중소기업	55
	중견기업	0
	대기업	1
합계		56

○ 총 예산 중 75%(1,378.5억원)는 국고로, 25%(459.5억원)는 민자에서 재원을 조달

〈표 8-17〉 동 사업의 연간 민간부담금 투자계획

(단위: 억 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계
1분과	33.2	38.8	38.8	38.8	35.1	184.7
2분과	17.3	31.3	35.8	32.0	23.7	140.2
3분과	21.6	29.6	37.5	28.3	17.7	134.6
총계	72.1	99.7	112.1	99.1	76.5	459.5

○ 사업기간 5년(`22~`26)간 459.5억 원의 민간부담금이 필요하며, 연평균 약 91.9억 원의 민자 재원 확보가 필요한 상황으로 세부과제별 참여의향을 보인 56곳의 민간 업체의 동사업 R&D 투자규모를 바탕으로 민자 재원 조달 가능성을 분석

- 참여 의향을 보인 56곳의 민간 기업의 R&D투자 규모의 총액이 약 862.3억 원 수준으로 연평균 약 172.5억 원의 투자가 가능한 것으로 확인되어 민자 재원 조달이 가능할 것으로 판단됨
- 3개 분야별 필요로 하는 연평균 민간 부담금과 참여의향 기업의 연간 투자 의향금액을 고려해 볼 때 충당할 수 있는 수준이라고 판단됨

3. 사업예산의 적정성 검토

□ 기획위원회에서 구성기술별로 제안한 사업예산을 기존 유사과제 규모와 비교를 통해 적정성 검토를 수행

○ 유사과제 규모, 범위 및 보정단가*와의 비교를 통해 신규과제 예산의 적정성을 검토·반영

* 보정단가는 기존사업의 단가에 최근 4년('16~'19)의 평균 물가상승률 1.20%를 지원기간('22~'26) 의 중간값 6.0%를 적용하여 계산

<table>
<tr><th>디지털 라이브
국토정보 기술개발</th><th>국토부 기존 유사 사업</th><th>NTIS 유사사업</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>중점분야</td><td rowspan="2">총괄과제</td><td>사업명</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>핵심기술</td><td>내역사업</td></tr>
<tr><td>구성기술</td><td>세부과제</td><td rowspan="2">과제명</td><td rowspan="2">비교
범위</td></tr>
<tr><td>세부기술</td><td>세세부과제</td></tr>
</table>

○ 총 16개 구성기술의 단가는 대부분 국토부 선행 유사사업 및 NTIS유사사업의 단가의 범위 내에 존재

- 국토부 기존 유사사업의 예산의 범위에 들어가는 사업은 6개이나 평균 사업규모 범위 보다는 높고 최고 사업규모 범위 내에 존재함
- NTIS 유사사업 예산의 범위에 들어가는 사업은 16개의 구성기술이 모두 포함 되고 NTIS 유사과제의 평균 사업규모 범위 보다 낮은 구성기술은 13개이고, 그 외 3개의 구성과제의 경우 최고치 사업규모 범위 내에 존재 하므로 사업비의 구성은 적정한 것으로 판단 됨

(단위: 백만 원)

구성기술	분과위원회에서 제안한 신규 사업		국토부 기존 유사사업				NTIS 유사사업				검토의견
	연구비	단가	최저	최고	평균단가	보정단가	최저	최고	평균단가	보정단가	
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	11,717	837	20	434	215	228	120	3,000	796	845	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현	10,201	1,020	50	94	72	76	180	4,500	971	1,030	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	6,065	758	50	317	147	156	172	2,300	718	762	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	17,231	1,231	20	1,455	249	264	102	16,939	879	933	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제의 최고 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	10,201	1,275	10	1,400	223	237	100	11,286	745	790	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제의 최고 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	6,617	662	79	749	395	419	100	3,355	763	810	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제보다 낮은 수준으로 과제규모 적정
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	8,409	561	-	-	-	-	100	6,000	1,973	2,093	• 국토부 선행 유사사업이 존재하지 않고, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	9,650	877	-	-	-	-	131	4,800	833	884	• 국토부 선행 유사사업이 존재하지 않고, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정

(단위: 백만 원)

구성기술	분과위원회에서 제안한 신규 사업		국토부 기존 유사사업				NTIS 유사사업				검토의견
	연구비	단가	최저	최고	평균단가	보정단가	최저	최고	평균단가	보정단가	
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	8,547	855	10	509	185	196	114	3,091	1,229	1,304	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	8,822	1,764	60	499	218	231	100	2,640	506	537	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 최고 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	5,928	456	35	808	239	253	92	2,810	1,215	1,289	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제보다 낮은 수준으로 과제규모 적정
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리	7,168	717	20	1,051	251	266	94	3,800	705	748	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	6,755	1,126	15	312	116	123	100	6,000	1,134	1,203	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	6,203	620	0	0	0	0	260	5,100	1,070	1,135	• 국토부 선행 유사사업이 존재하지 않고, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	6,065	607	32	183	121	128	98	2,667	854	906	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	8,271	414	43	603	318	337	100	2,860	565	599	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정

4. 소요인력

□ 중점분야별 소요인력

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 총 소요인력은 1,724명이며 연 평균 344명이 소요

- 책임급 인력은 345명, 선임급 416명, 원급 963명이 소요

〈표 8-18〉 중점분야별 인력 현황

(단위: 명)

중점분야	구분	'22	'23	'24	'25	'26	계
1. 초정밀 가상국토 구축	책임급	24	28	28	28	24	132
	선임급	28	34	34	34	29	159
	연구원	67	79	79	78	68	371
	소계	119	141	141	140	121	662
2. 초정밀 가상국토 실현	책임급	15	25	29	25	19	113
	선임급	17	30	34	30	22	133
	연구원	39	70	80	71	52	312
	소계	71	125	143	126	93	558
3. 초정밀 가상국토 활용	책임급	15	22	29	21	13	100
	선임급	19	28	35	26	16	124
	연구원	44	63	80	57	36	280
	소계	78	113	144	104	65	504
합 계	책임급	54	75	86	74	56	345
	선임급	64	92	103	90	67	416
	연구원	150	212	239	206	156	963
	소계	**268**	**379**	**428**	**370**	**279**	**1,724**

제9장

사전 타당성 분석

제1절 사전 타당성 분석 방법론
제2절 과학기술적 타당성 분석
제3절 정책적 타당성 분석
제4절 경제적 타당성 분석

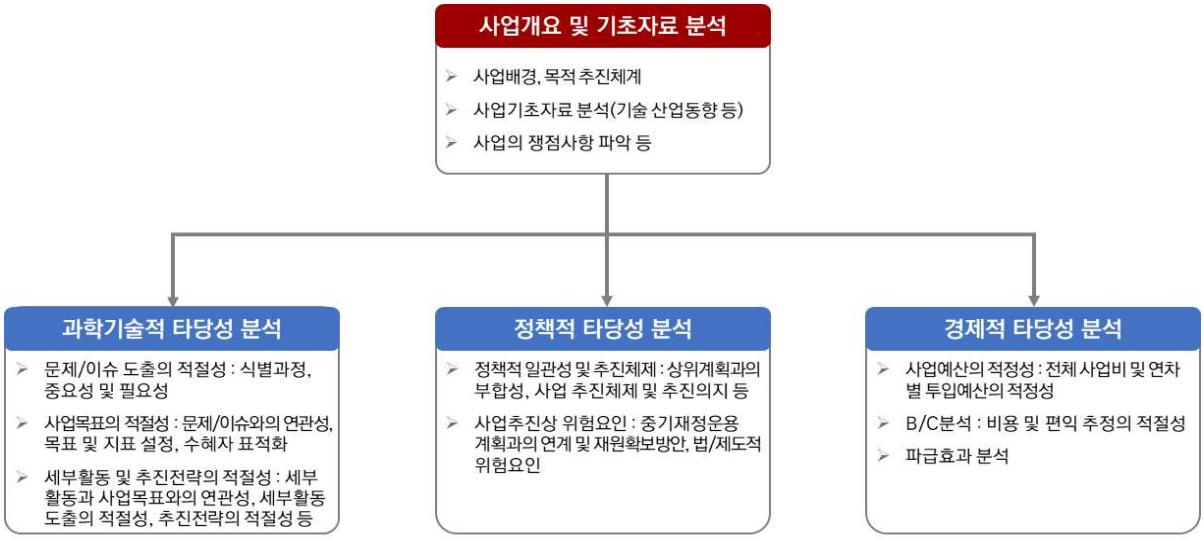
제9장 사전 타당성 분석

제1절 사전 타당성 분석 방법론

1. 개요

□ 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석 수행

○ 「디지털 라이브 국토정보 기술개발사업」 기획을 위한 과학기술적, 정책적, 경제적 예비타당성 분석 실시



[그림 9-1] 사전 예비타당성 분석 프로세스

2. 영역별 타당성 분석 수행 체계

2.1 과학기술적 타당성

□ 분석 목적 및 조사 항목

○ 과학기술적 타당성 분석은 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성을 검토함으로써 사업의 과학기술적 정당성을 부여하기 위함임

○ 과학기술적 타당성 분석을 위한 조사 항목 및 쟁점사항은 다음표와 같음

〈표 9-1〉 과학기술적 타당성 분석 항목 및 쟁점사항

조사항목		조사 쟁점사항
문제/이슈 도출의 적절성	문제/이슈 식별 과정의 적절성	• 사전 기획활동 등을 통해 식별(또는 발굴)된 문제/이슈가 적절한가?
	과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성	• 식별된 문제/이슈를 해결하기 위해 국가적 차원에서 별도의 R&D사업을 추진할 필요가 있는가?
사업목표의 적절성	사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성	• 사업목표와 해결할 문제와의 연관관계가 존재하는가?
	사업목표 설정의 적절성	• 사업목표는 달성하고자 하는 효과를 구체적으로 제시하고 있는가? (사업목표의 설정)
	사업 성과지표의 적절성	• 사업목표의 효과성을 측정하기 위한 성과지표가 적절히 제시되었는가?
	수혜자 표적화의 적절성	• 사업성과에 대한 수혜자의 표적화가 적절히 이루어졌는가?
세부활동 및 추진전략의 적절성	세부활동과 사업목표와의 연관성	• 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되는가?
	세부활동 도출의 적절성	• 적절한 수준의 세부활동을 도출하여 제시하고 있는가?
	세부활동별 성과지표의 적절성	• 세부활동의 효과성을 측정하기 위한 성과지표를 적절히 제시하고 있는가?
	세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성	• 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계는 논리적인가?
	추진전략의 적절성	• 연구개발 특성을 고려한 추진전략을 적절히 제시하였는가?

□ 분석 방법 및 내용

○ 문제/이슈 도출의 적절성 측면

- (문제/이슈 식별과정의 적절성) 사업을 통해 해결하고자 하는 문제/이슈를 적절한 절차를 통해 식별하였고, 문제의 구체적 제시 및 사전 기획활동을 적절히 수행하였음을 설명함
- (과학기술기반 문제/이슈 정의의 적절성) 과학기술을 통한 문제해결의 중요성과 필요성이 검토되었으며, 사업을 기획하게 된 배경과 추진당위성을 제시함

○ 사업목표의 적절성 측면

- (사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성) 식별된 문제/이슈를 해소할 수 있도록 사업목표를 설정하였으며, 이를 설명하기 위해 문제/이슈와 사업목표 간의 연관성을 제시함
- (사업목표 설정 및 성과지표의 적절성) 사업의 목표 및 지표에 대한 설정근거를 제시함으로써 사업목표 및 지표가 적절하게 설정되었음을 설명함
- (수혜자 표적화의 적절성) 사업성과의 활용과 확산을 통해 직접적인 영향을 받을 것으로 예상되는 수혜자에 대해 구체적으로 제시함

○ 세부활동 및 추진전략의 적절성 측면

- (세부활동과 사업목표와의 연관성) 본 사업이 디지털 라이브 국토정보 기술개발로 구성된 이유와 각 중점분야 및 대분류 과제의 구성 및 추진내용이 공간정보산업시장변화와 국내 역량을 감안하여 설정되었음을 설명하고, 사업목표 달성을 위하여 연구개발 과제로 대변되는 세부 활동들이 구체적으로 제시되고 서로 효과적이고 유기적으로 연기되어 있는지를 관리 가능성의 관점에서 제시함
- (세부활동 도출의 적절성) 세부활동 도출을 위해 수요조사를 통한 우선순위 도출을 실시하였으며 전문가 집단을 구성하여 도출한 세부활동의 조정 및 확정하였음을 설명하였고, 과학기술적 유사·중복성 검토 결과를 제시함
  · 국토교통부, 과학기술정보통신부 등에서 수행하였거나 수행하고 있는 유사 사업과의 사업목적, 추진방법, 지원분야 등에 대한 중복성 검토를 수행하여 차별성이 있음을 증명함
  · 본 사업의 목적 달성을 위해 기존 유관사업 및 타부처/유관기관간의 연계협력 추진이 가능한 분야 및 방법을 제시함
- (세부활동별 성과지표의 적절성) 국내·외 기술수준을 고려한 세부활동별 성과지표를 제시함
- (세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성) 추진 로드맵 및 성과로드맵의 제시를 통해 세부활동의 시간적 선후관계를 합리적으로 제시함
- (추진전략의 적절성) 과제선정 기준 및 절차, 성과관리 방안 등을 포함한 연구개발 추진방안을 적절히 제시함

2.2 정책적 타당성

□ 분석 목적 및 조사 항목

○ 정책적 타당성 분석은 본 사업이 국가 전략적 측면에서 가지는 의미를 판단하고, 국가에서 추진 중인 정책 및 R&D 상위 계획에 대한 부합성 여부를 분석함과 동시에 사업의 추진력 등을 종합적으로 조사 및 분석하는 것이 목적임

○ 정책적 타당성 분석을 위한 조사 항목 및 쟁점사항은 아래와 같음

〈표 9-2〉 정책적 타당성 분석 항목 및 쟁점사항

조사항목		조사 쟁점사항
정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	• 과학기술기본계획 및 선택군 계획과 해당 사업계획서의 내용이 부합되는가?
	사업 추진체제 및 추진의지	• 관련 사업들과의 차별성이 무엇이고, 별도의 사업으로 추진이 적절한가?
		• 관련 정책목표 달성을 위해 부처간·부처내 유관 사업과의 연계·협력 방안을 적절히 제시하였는가?
사업추진상 위험요인	재원조달 가능성	• 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체별 재원조달 방안과 재원분담 방식이 적절히 제시되었는가?
	법/제도적 위험요인	• 국내 연구개발사업과 관련된 법·제도·규정에 따른 사업추진상의 위험요인 대응방안을 적절히 제시하였는가? • 조약 또는 국제협약 등과 관련된 사업추진 상의 위험요인 대응방안을 적절히 제시하였는가?

□ 분석 방법 및 내용

○ 정책의 일관성 및 추진체제 측면

- 국정과제, 국가과학기술기본계획, 국토교통부 계획 등 상위계획을 검토하여 본 사업에서 개발하고자 하는 기술이 정부 정책과 일관성이 있으며, 정부 정책을 효과적으로 달성할 수 있는 수단임을 제시
- 국민의 안전과 직접적으로 연관된 공간정보 기술은 정부 주도형 정책 사업이므로 정부지원의 필요성을 정부 상위계획과의 부합성 분석을 통해 도출
- 부처의 사업 추진체계와 그에 관련된 자료를 바탕으로 역할분담과 협력체계, 사업 운영 관리체계, 각 주체별 의지, 사업 준비 정도 등을 평가하여 분석 수행

○ 사업 추진상 위험요인

- 사업추진상의 위험요인들을 식별(재원 조달의 불확실성, 법/제도적 기반 마련 등)하고 각 위험요인에 대한 대응방안을 제시함으로써 사업이 성공적으로 추진될 수 있음을 설명함

2.3 경제적 타당성

□ 분석 목적 및 기본 이론

○ 경제적 타당성 분석은 본 사업의 비용과 편익을 추정하여 사업의 추진이 경제적 관점에서 타당성을 확보하고 있음을 증명하기 위함임

○ 경제적 타당성 분석을 위한 방법은 다음과 같은 유형이 있음

- 비용-편익비율분석(Benefit-Cost Ratio Analysis)
- 순현재가치분석(Net Present Value Analysis)
- 내부수익률분석(Internal Rate of Return Analysis)

○ 본 기획에서는 비용-편익비율분석 방법론을 사용하였음

- 해당 사업의 시행을 통해 발생할 수 있는 모든 비용과 편익을 추정하여 비용대비 편익의 비율을 계산

※ 총 편익비(BC Ratio) $= \frac{\sum_{j=1}^{n} B_j}{\sum_{j=1}^{m} C_j} \geq 1$

※ 총비용(C) $= \sum_{j=1}^{m} C_j$, C_j: 각 항목 당 발생하는 비용

※ 총편익(B) $= \sum_{j=1}^{n} B_j$, B_j: 각 항목 당 발생하는 편익

- 비용이 1을 넘으면 사업 시행이 경제적 의미를 지니고 있으며, 1을 넘지 못하면 경제적 의미가 없는 것으로 해석함

□ **분석 방법 및 내용**

○ 예산의 적정성 분석

- 기존 기술개발사업의 예산 규모와의 비교, 국가 중장기 투자계획과의 비교, 연도별 과제별 예산 사용 계획의 구체성 등을 통하여 분석함
- 예산의 과다 책정 여부, 목표 및 범위 대비 예산의 적절성 등을 분석
- 국가 중장기 투자계획, 부처 예산계획 및 예산 확보방안 등을 토대로 투자재원의 확보 가능성 등을 분석
- 연도별 과제별 예산 배분 내역과 예산 편성 근거를 검토하여 예산 사용 계획의 구체성을 분석

○ 비용-편익분석(B/C Analysis : Benefit/Cost Analysis) 방법론 사용

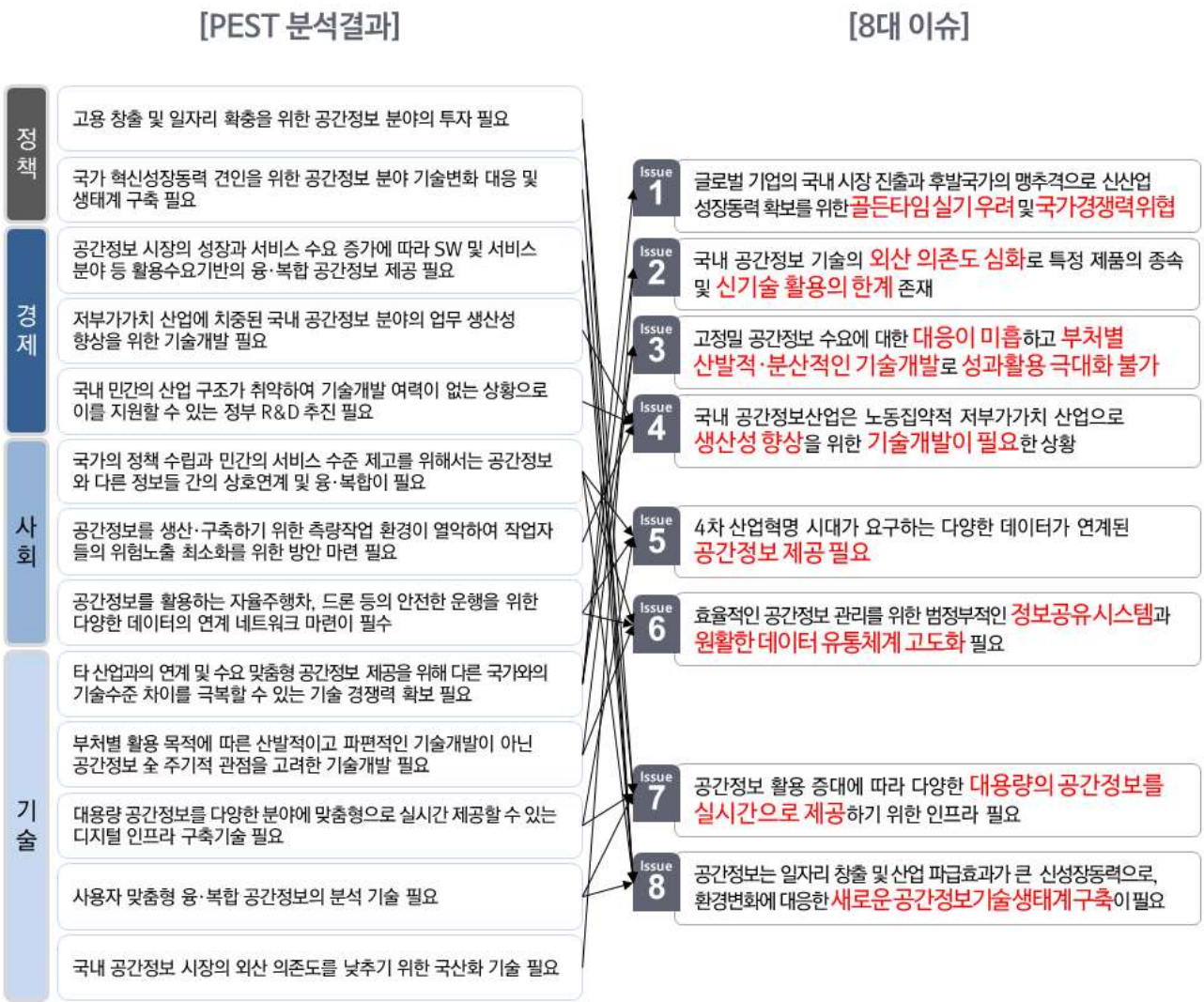
- 사업 예산 및 부대비용을 비용으로 하고, 사업을 통하여 발생할 것으로 예상되는 편익을 산정하여 그 비율을 계산하는 것으로, B/C 값이 1이상일 때 경제적 타당성을 확보함
- 본 사업의 편익은 신규 사업기획 결과에 따른 부가가치 발생으로 인한 편익을 산정 가능
  ※ 편익: 사업화 성공률, 기술료수입, 민간기업 수익 증대, 고용유발효과, 부가가치 등
- 연도별로 투자되는 비용과 발생하는 편익을 현재가치화 하여 그 비율을
- 계산하여 B/C값을 산출

제2절 과학기술적 타당성 분석

1. 문제/이슈 도출의 적절성

1.1 대내외 환경분석을 통한 문제/이슈 도출

【PEST 분석을 통한 문제/이슈 도출】



【연구개발 측면의 정부 지원 필요성 및 시급성】

□ (필요성) 공간정보는 일자리 창출 및 산업 파급 효과가 큰 미래 신성장 동력으로서, 환경 및 기술 변화에 대응한 새로운 개념의 공간정보 기술 생태계 구축 필요

○ 공간정보는 현 정부 주요 국정과제인 고용 창출 및 일자리 확충을 위한 핵심 분야

- 공간정보 분야는 문재인 정부 100대 국정과제 중 “사회서비스 공공인프라 구축과 일자리 확충”과 “좋은 일자리 창출을 위한 서비스 산업 혁신” 과제 달성을 위한 신성장 동력
- 고용노동부는 ‘14년 고용영향평가에서 실시한 Top 6 과제별 평가 중 공간정보 분야가 고용창출 효과가 가장 우수한 것으로 발표[140)]

· 공간정보 융복합 사업은 재정지출 10억원 당 35명 고용창출 효과가 있어, 유사 산업의 고용 효과와 비교 시 고용창출효과가 큰 편이며, 이는 관련 분야[141)]로의 스필오버(Spill-over) 효과가 매우 크기 때문

○ 공간정보는 제13회 국가과학기술심의회 ‘미래성장동력특별위원회’에서 발표한 혁신성장동력 추진계획(’17.12.22)의 13대 혁신성장동력 中 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목

- 6개 분야에 맞춤형 공간정보를 제공하기 위하여 신속한 기술개발 필요

〈표 9-3〉 국가 혁신성장동력 中 공간정보 지원 가능 분야

혁신성장 분야	공간정보 활용 기술
빅데이터	지오 태깅 기술, 지오 코딩 기술 ⇒ 공간기반의 빅데이터 분석을 위한 데이터와 위치정보 매칭
자율주행차	정밀도로지도, 신호 및 영상 기반 위치 정보 제공 기술 ⇒ 센서 한계 극복, 운행 지원 정보 제공
드론(무인기)	3차원 공간정보, 정밀 위치 제공 기술 ⇒ 드론 길 제공을 통한 자동 항법 가능
스마트시티	3차원 공간정보, 국토 가상화 기술 ⇒ 도시 인프라, 서비스, 시설의 실시간 관제 및 정보 제공
가상증강현실	3차원 공간정보, 실감형 공간정보 기술 ⇒ 초실감형 공간정보를 통한 가상·증강 현실 구현
지능형로봇	고정밀지도, 정밀 위치 제공, 실시간 맵핑 기술 ⇒ 정밀지도와 위치 기술을 통한 자동 항법 및 실시간 위치 관제

140) 국토교통부, 공간정보산업 조사 통계보고서, 2019
141) 빅데이터, 한국형 구글어스, GIS 데이터베이스 및 장비 업체, 지하시설 전산화 사업체, 내비게이션 연동 시스템, GPS 데이터, 방송/통신회사 등



출처 : 과기정통부, 혁신성장동력 추진계획(재구성),'17.12.22

[그림 9-2] 공간정보가 핵심기반인 6대 혁신성장동력

○ 국토교통부는 "혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통"이라는 비전 달성을 위해, 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성을 통한 공간정보 기술변화 대응 및 생태계 구축이 필요[142)]

- 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라인 '디지털 기반 국토정보' 위에 초연결 도시와 무인이동체 자율주행 실현을 목표로 설정
- 국가 혁신성장 8대 선도사업인 스마트 시티, 자율주행차, 드론과 그 기반기술이 되는 공간정보 분야를 집중 육성하는 전략 수립

○ 다양한 활용 분야에서 공간정보와 융복합을 통한 가상공간 기반의 분석 및 예측정보 요구

- 자율주행차, 드론 등의 무인이동체 운용 중 충돌·추락 사고 발생으로 인하여 안전성에 대한 우려가 커지고 있으며, 이에 따라 신뢰도 확보, 성능 검증 등을 위하여 다양한 경우의 수를 고려한 실제 도로 환경에서의 주행시험이 요구되고 있으나, 시·공간적*, 사회·경제적** 한계가 존재

* 우리나라 국토환경을 대상으로 다양한 시나리오 기반 시험을 할 수 있도록 실제 국토공간을 모사한 가상 환경 (교통시설, 주행조건, 기상환경, 돌발상황 등) 제공 필요

** 실환경 시험 시 발생하는 교통통제 및 사고위험을 제거하여 관련된 사회적 비용 절감 및 대국민 안전망 확보 필요

- 최근 빈번한 재난·재해 발생과 이로 인한 피해규모 증대에 따른 과학적 재난·재해 대응 및 관리체계 강화가 요구되고 있으나, 현장 전문가의 경험과 직관에만 의존하여 예측 불가능한 다양한 상황 대응력 부족

142) 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018



출처 : 국토교통부, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획, 2018

[그림 9-3] 국토교통의 미래모습

□ (필요성) 효율적인 공간정보관리를 위해 범정부적인 융복합 정보공유 시스템과 원활한 데이터 유통체계 고도화 필요

○ 선진국에서는 국가 공간정보 가공·유통을 위해 범정부적 차원에서 국가공간정보기반을 구축 중[143)]

- 미국은 1990년대부터 연방지리정보위원회(Federal Geographic Data Committee, FGDC)를 중심으로 국가차원에서 GIS 데이터 기반을 구축
- 유럽은 2007년 범유럽적인 공간 데이터를 구축하고 통합된 관리기반을 마련하기 위해 유럽연합 공간정보기반(Infrastructure for Spatial Information in the European Coummunity, INSPIRE)을 발표
- 영국은 지리원(Ordnance Survey, OS)을 중심으로 정부 주도로 공간정보를 관리하고 있으며, EU의 INSPIRE의 공간데이터 표준을 준수

○ 국내에서도 공간정보 활용 및 서비스 개발 지원을 위해 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼(브이월드)을 구축·운영 중[144)]

- 공간정보 생산자와 수요자가 데이터를 거래하고 가치를 지불할 수 있는 오픈마켓(유통 플랫폼)도 구축·운영
- 또한, 공간정보 유통을 위해 국토교통부는 국토정보플랫폼, 국가공간정보포털, 공간정보오픈플랫폼을 운영·관리하고, 행정안전부는 공공데이터포털 등 다양한 유통채널을 운영 중

○ 공간정보는 타 분야와의 융·복합이 필수적이나, 국내의 경우 각 분야·업계 간 보유정보에 대한 공유·연계활용 부진[145)146)]

143) 국토교통부, 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안, 2018
144) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

- 공간정보와 행정정보, 통계정보 등 데이터 간의 공유·연계 미흡으로 국가 및 공공기관의 비효율적인 의사결정 및 민간 서비스 개발에 한계
- 개방형 공공데이터의 대부분이 위치정보와 연결되지 않은 텍스트 형태의 속성정보로서, 일반인이나 민간기업에서 적극적으로 활용하는데 한계가 존재
- 민간기업에서 생성된 데이터를 연계·공유하기 위한 기술력이 미흡하여 다양한 민간데이터 확보가 어렵고 공간정보와 융복합이 힘든 상황
- 데이터 공동 활용을 위해 각 부처에 산재되어 있는 공간정보 관련 시스템 연계를 추진하고 있으나, 부처·기관 간 칸막이로 인한 한계가 존재*

  * 시스템 연계는 66개 기관 328종 시스템 중 41개 기관 88종에 불과

- 또한, 민간업체 간 공간정보를 거래할 수 있는 시스템인 '국가공간정보포털 오픈마켓'을 구축·운영 중이나, 민간 참여는 매우 저조한 수준*

  * '16.1.1 구축 후 입점 기업은 7개, 등록 데이터는 83종으로 실적 미미

- 이는 데이터의 갱신주기, 좌표계, 포맷 등이 상이하여 데이터의 호환성이 부족하고, 데이터의 품질 또한 제각각이어서 민간에서 실제 업무에 활용하기 위해 추가적인 가공비용이 소요되기 때문

□ (필요성) 국내 공간정보산업은 노동집약적 저부가가치 산업으로 생산성 향상을 위한 기술개발이 필요한 상황

○ 과거에는 공간정보를 '생산·관리'하는 측량·DB 구축사업 위주였으나, 최근 정보통신기술의 발달로 공간정보 기반의 서비스 수요가 증가함에 따라 공간정보를 유통·활용·융복합하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전[147]

- 초연결성(hyper-connected), 초지능화(hyper-intelligent)로 대변되는 4차 산업혁명 시대의 도래로 미래사회의 획기적 변화가 예상되면서 현실세계를 실시간 반영하여 융복합이 가능한 체계 마련이 중요

○ 그러나 국내 공간정보산업은 주로 낮은 생산성을 가지는 저부가가치 산업* 비중이 높으며, 산업 가치사슬** 중 하위 단계인 생산·관리(측량 및 DB 구축업 등) 단계에 치중된 산업구조 문제를 가지고 있음[148]

  * (기술서비스업 분야) 연구개발업, 탐사 및 측량업, 제도 및 지도제작업, 엔지니어링 서비스업 등

  ** (공간정보산업의 가치사슬) 공간정보 생산·구축 → 가공·융·복합 → 유통·활용

- 공간정보 관련 기술 서비스업 분야는 공간정보 전체 업종 중 대부분(71% 종사자 기준)을 차지하고 있는 상황

145) 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018
146) 국토교통부, 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안, 2018
147) 한국국토정보공사, 빅이슈 공간정보산업의 현황과 미래, 2016
148) 국토교통부, 제2차 공간정보산업진흥 기본계획, 2016

〈표 9-4〉 공간정보 관련 업체 현황

구분	사업체 수(개)	비중(%)	매출액(억 원)	비중(%)	종사자 수(명)	비중(%)
공간정보 관련 제조업	207	3.7	9,202	6.9	2,570	4.1
공간정보 관련 도매업	338	6.1	9,651	14.5	2,132	3.4
공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	1,157	20.8	21,027	25.1	13,527	21.4
공간정보 관련 기술 서비스업	**3,857**	**69.3**	**48,780**	**53.5**	**44,998**	**71.0**
- 공간정보 관련 연구개발업	65	1.2	8,950	19.0	11,809	6.2
- 공간정보 관련 탐사 및 측량업	1,392	25.0	8,922	5.5	11,360	12.3
- 공간정보 관련 제도 및 지도제작업	136	2.4	1,691	1.0	2,289	2.2
- 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	2,264	40.7	29,216	28.0	29,540	45.7
공간정보 관련 협회 및 단체	4	0.1	138	0.1	122	0.1
합 계	5,563	100.0	88,798	100.0	63,227	100.0

출처: 2019년 공간정보산업조사, 재가공

○ 항공 영상 등을 이용하여 사람이 육안으로 객체를 식별하고 공간정보를 갱신하기 때문에 비용과 시간이 많이 소요되어 비효율적임

- 토지이용현황 조사, 지상장애물 측량, 재난피해 조사 등의 조사·측량이 노동집약적 방식으로 이루어지는 실정

○ 국내 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 타 산업 대비 다소 낮은 편으로 나타남

- 공간정보산업의 1인당 평균 매출액은 '제조업', '도매 및 소매업', '출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업', '건설업' 보다 낮게 나타났으며, 전체 산업 평균 매출액의 약 74% 수준에 불과함

〈표 9-5〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 주요 산업

구분	전체 산업	공간정보	제조업	도매 및 소매	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스	전문,과학 및 기술 서비스	건설	사업시설 관리 사업지원 서비스
종사자수 (만명)	2,219.5	6.3	411.7	324.3	59.6	108.1	147.9	118.8
매출액 (천억원)	45,516	89	19,008	8,955	1,702	667	4,279	755
1인당 매출액 (백만원)	187.1	140.2	461.2	276.1	285.7	61.7	289.3	63.6

출처: 2019년 공간정보산업조사 연구보고서 p.54

- 특수산업분류 대비 공간정보산업의 1인당 평균 매출액을 살펴보면, 관광산업을 제외한 스포츠산업, 로봇산업, 콘텐츠산업, 환경산업, ICT산업 대비 모두 낮게 나타남

〈표 9-6〉 1인당 매출액 비교 : 공간정보산업 대비 타 특수산업

구분	공간정보	스포츠	로봇	콘텐츠	관광	환경	ICT
종사자수(명)	58,646	423,503	29,097	644,847	280,270	443,956	1,034,334
매출액(억원)	85,246	746,955	55,255	1,132,165	257,359	988,188	4,743,229
1인당 매출액 (백만원)	145.4	176.4	189.9	175.6	91.8	222.6	458.6

출처: 2019년 공간정보산업조사 (산업별 기준년도 상이) p.70

○ 공간정보를 생산·구축하기 위한 측량작업 환경이 매우 열악하여 작업자들의 위험노출 최소화를 위한 방안 마련이 필요

- 공간정보산업의 업무 특성상, 공간정보를 생산하는 측량 작업자들은 하수맨홀, 자연터널, 도로, 군사접경지역, 지하관로, 공사현장, 해안선, 사고현장 등 위험하고 열악한 작업 환경에 직접적으로 노출

〈표 9-7〉 열악한 공간정보 데이터 취득 환경

		
하수맨홀	자연터널	고소 현장
		
도로	군사접경지역	지하관로 매설
		
공사현장	해안선	사고현장
		
부속시설물	산림경계	지하터널

- 공간정보 산업의 열악한 작업 환경으로 인하여 작업 현장에서 다양한 안전사고 발생 가능성이 상존

〈표 9-8〉 작업 현장 사고 발생 사례

	
맨홀 추락사고	건설장비 추돌사고
	
옹벽붕괴	밀폐공간 질식사고

□ **(필요성) 공간정보 활용 증대에 따라 다양한 분야에 대용량의 공간정보를 실시간으로 제공하기 위한 인프라 필요**

○ 국가차원의 공간 빅데이터는 공통기반으로서 활용성 증대를 위해 융합DB 구축범위 확대 필요[149)]

- 연계체계를 통해 수집된 정형·비정형 대용량 데이터를 기반으로 공간 빅데이터 분석을 위한 역량 및 인프라 확충 필요
- 공간정보 활용 분야가 확대되고 더 많은 기관 간에 데이터 연동이 요구됨에 따라 수요 데이터의 원활한 연동 시스템의 개발 필요
- 공간 빅데이터 체계를 통해 공공분야뿐만 아니라 민간분야의 빅데이터 활용을 위한 DB와 공간분석모형을 지원함으로써 정보 활용 효과를 극대화

○ 우리나라의 경우, 현재 공간정보 오픈 플랫폼인 브이월드를 구축·운영 중이지만, 3차원·실시간 특성이 반영되지 못하여 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라로서 한계 존재

- 공간정보의 활용 분야가 확대되면서 모바일, 차량, IoT 등 각 분야에서 실시간으로 수집되는 빅데이터와 결합하여 공간정보가 대용량화되고 있어, 이를 관리·처리할 인프라가 필요
- 현재 제공되는 공간정보 오픈 플랫폼은 실시간 정보 제공이 불가능하며, 연계 가능한 정형·비정형 데이터가 대용량화됨에 따라 인프라 확충이 필요한 상황
- 긴급 재난 발생지역에 대해 다수의 지상 차량 및 공중 드론에 의해 획득되는 CCTV, 고해상도 영상 등 다수의 영상을 실시간으로 처리하여 실시간 대피 경로를 제공하는 등 공간정보 기술 인프라의 부재
- 도시의 방범, 교통 등의 문제를 해결하기 위하여 동일 객체의 실시간 추척, 이동 경로 예측 등이 요구되고 있으나, 현재는 이를 위한 CCTV 네트워크, 도시를 운행 중인 차량의 블랙박스, 시민의 신고 영상들을 실시간 처리하기 위한 기술적·시스템적 한계 존재

149) 국가공간정보포털, 공간빅데이터 서비스 개요(http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=2684)

□ **(시급성) 4차 산업혁명 시대가 요구하는 다양한 데이터가 연계된 공간정보 제공 필요**

○ 4차 산업혁명 변화의 원동력으로 공간정보의 중요성이 높아짐에 따라 공간정보 데이터 기반 산업의 활성화로 고품질 공간정보 생성 및 활용의 필요성 증대

- 4차 산업혁명으로 변화될 미래 사회는 초지능 초연결 기술의 발전으로 데이터가 비즈니스의 원천이 되고, 산업을 이끌어갈 원동력으로 부각되면서 공간정보의 중요성이 부각
- 다양한 정밀 센서, 사물인터넷(IoT), 무인이동체 등에서 위치정보의 수집과 분석은 필수 과정으로서, 실시간으로 생성되는 공간 데이터의 효과적인 처리 및 활용이 필요
- 또한, 공간정보의 영역은 IoT, 인공지능, 빅데이터 등과 결합하여 사용자 중심의 소셜 미디어로 발전하고 있으며, 이에 따라 소셜 네트워크 서비스와 결합한 새로운 공간정보 활용 필요[150]

○ 자율주행차, 드론 등의 시장은 안전한 운행을 위하여 공간 변화의 신속한 인식과 갱신이 필수적이며, 이를 위한 데이터 연계 기술개발 시급

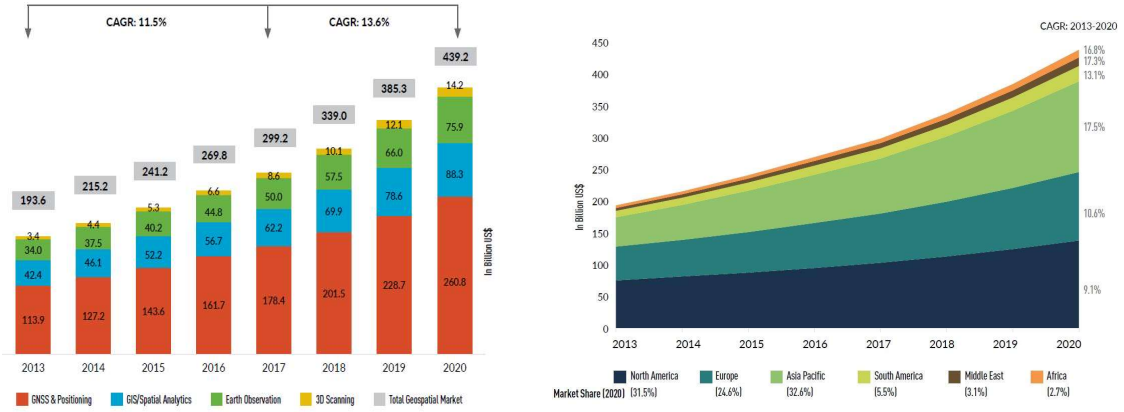
- 자율주행차와 드론은 도로 및 항공의 모든 정보를 정확하게 알고 있어야만 안전하고 정확하게 운행 가능
  · 다양한 하드웨어(HW)와 센서로 필요한 정보를 수집한다 하더라도 아직 현재의 기술만으로는 안개·악천후 등의 영향으로 인한 오차가 발생할 수 있으며 이는 사고 발생 가능성이 높음[151]
  · 눈이 오거나 안개가 짙게 끼는 상황에서 자율주행차에 달린 카메라와 센서만으로는 주변 상황을 제대로 인지할 수 없는 경우, 지도가 도로의 모든 상황을 알려줄 수 있다면 훨씬 효율적이고 안전한 운행이 가능
- '15년~'17년 5월까지 소비자위해감시시스템(CISS)에 접수된 드론 관련 위해 사례는 총 40건으로 매년 증가하고 있는 추세이며, 가장 높은 위해 원인으로 프로펠러 등 드론과의 충돌이 23건(57.5%)[152] 보고
  · 드론 사용자가 급증함에 따라 드론으로 인한 물적, 인적 피해는 매년 꾸준히 발생 중이며[153], 드론 사고는 조종사의 실수보다 기계 오작동, 통신 두절, 무선신호 단절 등 기술적 오류가 상당수[154] 차지
- 도로나 환경정보가 정밀 3차원 지도로 구축되어야 하며, 정확한 위치 파악을 위해 GNSS 기술이 고도화되고, 도로의 상태 및 환경상태를 자동차에게 미리 알려줄 수 있는 체계가 GeoIoT 기반으로 구축되어야하는 등 수많은 공간정보 구축, 유지, 활용기술 개발 필요

150) 공간정보와 소셜네트워크서비스 산업 전망, 공간정보 뉴스레터, 2018
151) 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 (오피니언,2019.11)
152) 드론 안전실태 조사결과, 한국소비자원 안전감시국 제품안전팀, 2017
153) 마른 하늘에 '드론 날벼락'...드론 인구 늘면서 사고도 급증 (중앙일보,2019.05)
154) 드론 사고, 사람 실수보다 기계 오류 많다 (로봇신문, 2016.08)

□ **(시급성) 전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고 부처별 산발적·분산적인 기술개발로 인해 성과활용 극대화 불가**

○ 스마트시티, 무인이동체, 스마트 건설 등 다양한 미래 유망 산업 분야의 공간정보 활용 증대에 따라 '20년 전세계 공간정보 시장은 약 497조 규모로 연평균 13.6% 증가 예상

- 특히, 아시아-태평양 지역은 '17년~'20년 연평균 18.2%로, '17년 29.0%에서 '20년 32.6%로 성장하여 북아메리카를 제치고 가장 큰 시장이 될 것으로 예측



출처 : GEOBUIZ, GeoBuiz 2018 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 2018

[그림 9-4] 공간정보 세계시장 규모(좌) 및 공간정보 지역별 시장 규모(우)

○ 융·복합 신산업 분야에서 공간정보 활용이 가속화되고 있으며 전세계적으로 고정밀 3차원 공간정보에 대한 수요가 증가되면서 공간정보에 대한 투자 증대 및 경쟁 가속화

- 3차원(3D) 고정밀 지도 스타트업인 '딥맵(DeepMap)'은 2017년 설립 이후 실리콘밸리의 벤처캐피탈을 통해 3200만달러(약 363억6000만원) 규모의 투자를 유치[155]

- 자율주행차 개발 경쟁이 가열되면서 인공지능(AI)과 함께 정밀도 높은 차세대 3D 지도 개발이 관건으로 꼽히며 글로벌 업체들의 경쟁도 치열

  · 첨단운전자보조시스템(ADAS) 개발에 나서고 있는 만도는 레벨 5의 3D 고정밀 지도구축이 완전 자율주행차 실현에 필요한 최대 과제라고 강조

- 고정밀 3D 공간정보의 효율적인 활용을 위한 플랫폼 수요가 증가하고 있으며, 구글·네이버·카카오 등 국내외 포털 사업자가 공간정보를 플랫폼에 담아 제공

- 수요자들이 수집한 공간정보를 직접 업로드하여 공유하거나 거래할 수 있는 참여형 공간정보 플랫폼도 연구 중[156]

155) 자율주행 시대 3차원(3D) 고정밀 지도 경쟁 '가열' (머니투데이,2017.05)
156) 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼 (전자신문,2019.11)



[ET단상]자율주행의 기반, 고정밀 3D 공간정보 플랫폼

발행일 : 2019.11.14 기사만 쭉

[옴쇼TV] 복잡한 정보보안은 그만! 올인원 보안 서비스 'SISGuard'로 해결하세요

서울시는 상암 DMC에 5세대(5G) 통신 자율주행 테스트베드를 구축하고 자율주행 셔틀버스 시범 주행을 마쳤다. 5G자율주행 테스트베드는 서울시 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS) 실증 사업의 핵심 기반 시스템이다. 마포구 상암동 DMC 일대 도로에서 5G 기반 자율주행이 가능하도록 네트워크, 관제 플랫폼 등 관련 인프라를 조성했다. 일반 도로를 달리는 무인자동차를 보면서 자율주행 시대가 성큼 다가왔음을 실감한다.

자율주행 기술은 이제 부분자율주행 단계를 넘어 완전자율주행 단계로 발전하고 있다. 자율주행은 주변 상황을 정확하게 인지하고, 판단하며, 제어하는 단계로 이뤄진다. 정확한 주변 상황 인지가 없다면 자율주행은 불가능하며, 인지 능력을 높이기 위해 위성항법장치(GPS)·관성항법장치·카메라·레이더·라이다 등 다양한 센서가 자동차에 필요하다. 사물인터넷(IoT) 시설물, 차량·사물 간 양방향 통신 인프라도 중요하다.

그러나 다양한 하드웨어(HW)와 센서로 자율주행에 필요한 정보를 수집한다 하더라도 아직 현재의 기술만으로는 안개·악천후 등 영향으로 인한 인지 오차가 발생할 수 있으며, 이는 자칫 사고로 이어질 수 있다. 이 때문에 이를 보완하기 위한 해결책이 필요하다.

고정밀 3차원(3D) 공간 정보가 해결책으로 부각되고 있다. 길 찾기를 위해 자동차에서 내비게이션을 사용하듯 자율주행 자동차도 목적지까지 안전하게 운행하기 위해서는 자율주행에 적합한 고정밀 3D 공간정보 기술을 확보해야 한다. 기존 내비게이션 지도 데이터가 경로 탐색 및 안내를 위한 용도로 구축됐다면 고정밀 3D 공간 정보는 차선, 차로중심선, 규제선, 도로경계, 신호등, 교통표지, 지형 높낮이, 도로 곡선 반경 등 다양한 정보를 구체화해서 담고 있다. 고정밀 3D 공간 정보는 자율주행에 필요한 유용한 정보로 제공돼 자율 주행 자동차의 인지 능력 향상은 물론 안정성을 높이는 데 크게 기여할 수 있다.

3D 공간 정보는 이동식도면화시스템(MMS)을 통해 데이터베이스(DB)로 구축되며, MMS로 획득된 데이터를 자율주행에 필요한 정보로 가공하기 위해서 상당한 시간과 비용이 들어가는 후처리 작업이 필요하다. 완성된 막대한 양의 데이터를 유지하기 위해서는 지속된 관리가 따른다. 이에 따라 고정밀 3D 공간 정보의 효율 활용을 위한 플랫폼 수요가 증가하고 있으며, 구글·네이버·카카오 등 국내외 포털 사업자가 공간 정보를 플랫폼에 담아 제공하고 있다. 수요자들이 수집한 공간 정보를 직접 업로드해 공유하거나 거래할 수 있는 참여형 공간 정보 플랫폼도 연구되고 있다.

국토교통부는 2015년부터 자율주행차 상용화 지원 방안에 따라 정밀지도 기초 연구와 시범 구축을 하고 있으며, 민간 영역에서도 자동차회사와 IT업계 중심으로 정밀지도 구축에 노력하고 있다. 결국 고정밀 3D 공간 정보를 확보하고 정밀도를 높이는 것이 자율주행 자동차 안전성을 높이고 시장 주도권을 확보하는 길이다.

고정밀 3D 공간 정보는 게임이나 가상훈련에도 유용하게 활용된다. 자동차나 항공기 시뮬레이터 등에 활용됨은 물론 더 나아가 실내공간 정보 서비스로도 확장되고 있다. 고정밀 3D 실내공간 정보와 실내 측위 기술을 활용하면 현장과 동일한 사용자 환경을 제공하기 때문에 화재나 재난 등 상황에서 안전하게 대처할 수 있는 모의훈련 등에 유용하게 활용된다. 이렇듯 무한한 발전 가능성이 있는 고정밀 3D 공간 정보 플랫폼은 4차 산업혁명과 연계돼 산업 전반에 다양한 응용 서비스를 제공하는 계기가 될 것이다.

[그림 9-5] 자율주행과 고정밀 3D 공간정보 플랫폼

○ 고정밀 공간정보의 수요가 급증하고 있으나, 수요 분야에 공간정보 제공이 미흡하여 공간정보 활용 서비스 제공이 어려운 상황

- 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 및 정책 수립의 기초자료로 공간정보의 수요가 증가하고 있지만, 기존의 토지이용변화 모니터링에 사용하는 토지이용현황도와 토지피복도는 시·공간적 일관성이 낮아 현업에서의 활용이 저조

  · 부정확한 도면·위치·속성정보로 인하여 공간정보 품질이 저하되면, 타 분야 공동 활용이 어렵고 오류정보로 인한 사고 발생 가능성 상존



출처 : 국토교통부, 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 2018

[그림 9-6] 서로 상이한 기준 적용으로 인한 공간정보 오류 발생 사례

- 교통정보, 공간정보 및 위치정보 등이 실외 공간에 대하여 한정적으로 제공되어 있기 때문에 점차 대형화되고 있는 실내 공간에서는 다양한 위치 기반 서비스 제공이 불가능한 상황

  · GPS 신호 수신이 어려운 실내, 터널, 지하 공간에서의 위치 기반 서비스 제공이 어려우며, 실외와 실내 공간 이동 시 연속적인 위치정보 제공에 한계

- 기 구축된 공간정보는 주로 2차원 또는 2.5차원으로 구축되어 있기 때문에 4차 산업혁명의 핵심 분야인 자율주행차, 드론, 로봇 등에서 요구하는 고정확, 고정밀 공간정보 니즈를 충족시키지 못하는 상황



〈브이월드 사이트〉



〈브이월드에서 제공되는 공간정보〉

출처: 브이월드 사이트(https://www.vworld.kr)

[그림 9-7] 브이월드 활용 예시

· 자율주행차와 드론 등 유·무인 이동체의 기술이 급속하게 발전하는 가운데 안전한 주행 및 비행을 지원하고 이를 검증할 수 있는 고정밀 공간정보 제공 필요

- 과기부 과학기술혁신본부에서는 「'21년도 R&D 투자방향 및 기준」에 근거한 전략적 예산배분·조정을 위해 R&D 예산심의를 받은 모든 부처의 신규 기획 사업을 중심으로 컨설팅 추진

· "2020년 과기부 찾아가는 기획컨설팅"의 일환으로 국토부에서 기획중인 신규 사업에 대한 컨설팅 과정에서 '초고정밀 위치정보 서비스' 등 공간정보 기술개발에 대한 필요성 제기

〈표 9-9〉 2020 과기부 찾아가는 컨설팅 주요 내용('20.4월)

"자율주행차의 상용화와 드론 등 개인비행체의 기술개발 가속화로 해당 객체에 대한 안전주행 및 안전비행을 지원하고 이를 검증할 수 있는 **고정밀 위치측위(cm급)가 절실히 요구**되는 상황" "그동안 국토교통부의 주관으로 일부 주요도로를 대상으로 고정밀 지도를 제작하여 보급하고 있지만, 자율주행차 및 드론 등 개인비행체에 대한 고도의 안전을 담보하기 위해서는 **최근 보급이 확산되는 이동통신(5G) 기술과 디지털방송(ATSC 3.0) 기술 등 방송통신 인프라를 활용하여 cm 정확도의 초고정밀 위치정보서비스 시스템 개발 및 체계 구축에 대한 연구개발사업의 추진이 필요**한 실정"

○ 부처별로 필요시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하거나 공간정보 관련 기술개발을 파편적으로 추진하여 기존 공간정보와 연계·정합이 되지 않으며, 그 성과의 공유와 활용도가 낮아지고 중복투자 문제 등이 발생

- 현재 국가기본도의 갱신 주기(2년)가 길어서 각 부처 및 수요기관별로 정책추진이나 서비스 개발 시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하는 등 비효율적인 상황 발생
- 부처별 활용 분야에 따라 공간정보 관련 기술을 각각 개발하고 있으므로 시간과 비용이 중복적으로 투자되어 효율성 저하
- 농촌진흥청에서는 농업기상재해 관측을 위해 드론을 활용하는 공간정보 기술을 개발 중이며, 행정안전부에서는 재난데이터 관리를 위한 공간정보 활용 기술개발 사업을 진행 중

- 각 부처 및 기관별로 공통 표준이 아닌 자체 기준에 따라 공간정보 구축, 관리, 갱신, 보안 업무를 수행함에 따라 상호 정보공유 및 융·복합 시 오류 발생

□ (시급성) 글로벌 기업의 국내 시장 진출과 후발 국가의 맹추격으로 인해 신산업 성장동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려 및 국가경쟁력 위협

○ 구글과 히어 등 글로벌 기업들이 우리나라 공간정보 시장 진입을 위하여 국내 주요 기업들과 기술 제휴 및 사업 다각화 시도로 국가경쟁력 위협

- 구글의 경우, '07년부터 우리나라 지도의 해외 반출을 지속적으로 요청하며 국내 시장 진입 시도[157]

  · 구글은 카카오모빌리티, 현대기아자동차 등과 협력하여 '안드로이드 오토' 서비스 제공

- 글로벌 공간정보 업체인 히어社는 네이버랩스, LG 전자, 현대엠엔소프트 등과 제휴를 통해 국내 시장 선점을 위한 신산업 진출 모색[158]



[그림 9-8] 글로벌 지도 제작업체와 국내 기업의 제휴 사례

○ 국내 공간정보 기술 수준은 '16년 80.7%에서 '18년 77.0%로 3.7% 하락하였으나, 중국의 경우 '16년 70.5%에서 '18년 80.0%로 대비 9.5% 상승하며 순위 역전

- '14년 중국은 '지리정보산업 발전 촉진 계획(중국 국무원)'을 발표[159]한 이후 국가 차원의 공격적 기술 개발 투자를 진행하고 있으며, 관련 산업 규모도 확장 중

  ※ 2018년 현재 중국 공간정보산업 규모는 약 620억 위안으로 전년대비 20% 증가하였으며, 이는 세계 시장의 27% 규모로 예상[160]

157) 구글의 지도 반출 시도가 우리에게 남긴 것 (IT dongA,2016.11)
158) 현대엠엔소프트, 글로벌 지도업체 '히어'와 HD맵 전략적 제휴 (매일경제,2019.10)
159) http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/7/globalBbsDataView.do?setIdx=245&dataIdx=137753
160) 2018년 중국 지리정보산업 컨퍼런스 발표(http://www.ocn.com.cn/touzi/chanye/201807/zftoh27102056.shtml)

〈표 9-10〉 주요국의 기술 수준 평가

국가	기초연구 수준		응용·개발연구 수준		기술수준(%)		
	2016	2018	2016	2018	2016	2018	증감
한국	76.7	보통	84.7	우수	80.7	77.0	-3.7
중국	65.9	우수	75.0	우수	70.5	80.0	9.5
일본	86.6	우수	91.0	우수	88.8	78.0	-10.8
미국	100.0	탁월	100.0	탁월	100.0	100.0	0.0

출처 : 2018년 기술수준평가, KISTEP, 2019

○ 공간정보 기술 수준은 관련 산업역량과 직결되어있어 기술개발에 대한 시급한 투자가 진행되지 않을 경우, 성장 동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려

- 우리나라의 경우, 정부연구비 지원이 축소될 경우 기술수준의 하락이 확연하게 나타나기 때문에 국가 기술경쟁력 강화 차원에서 정부의 전략적 지원이 필요
- 건설·교통 분야의 국가전략기술 중 하나인 '국토정보 구축 및 활용기술'은 '14년 대비 '16년 정부의 국가 연구개발사업비 지원이 7.2% 감소하였으며, 이러한 영향으로 기술수준 역시 3.2% 감소한 것으로 분석

□ (시급성) 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심화로 특정 제품의 종속 및 신기술 활용의 한계 존재

○ 공간정보 분야의 하드웨어(H/W) 및 소프트웨어(S/W)는 이미 국산화 기술개발 실기로 인해 외산 의존도가 심각한 상황

- 국내 공간정보업체의 공간정보 관련 하드웨어 및 소프트웨어 평균 보유 현황에 따르면, 국산 대비 외산이 압도적으로 높은 비율 차지



출처 : 국토교통부, 공간정보산업조사, 2017

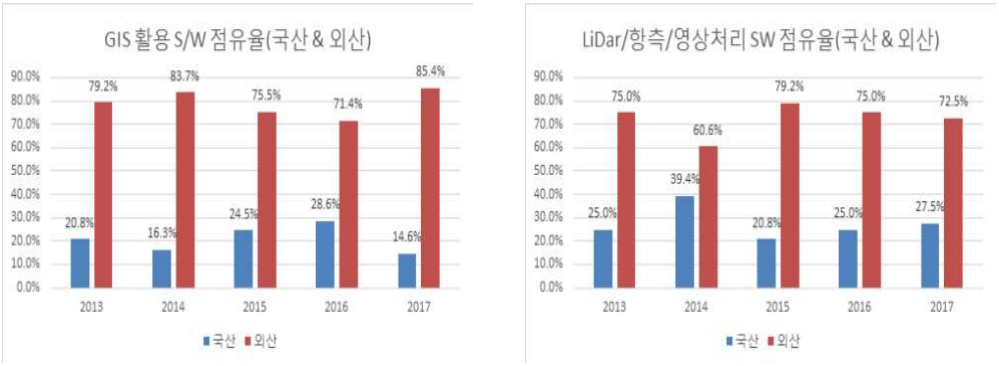
[그림 9-9] 공간정보 국산/외산 H/W 평균 보유현황(좌), 공간정보 국산/외산 S/W 평균 보유현황(우)

- 공간정보 관련 S/W는 크게 GIS 활용 S/W, LiDAR/항측/영상처리 S/W, 측량 S/W, DBMS S/W로 분류되며 각 SW 시장의 상황은 악화되는 추세[161]

· (GIS 활용 S/W) 최근 5년간 국내 공간정보 산업의 GIS 활용 S/W 외산 점유율은 70~80%이며, 상대적으로 국산 점유율은 10~20%대로 매우 낮고, 2017년 국산 S/W 점유율(14.6%)이 전년 대비(28.6%) 절반 수준으로 급격히 하락하여 외산 GIS 활용 S/W의 국내 시장 잠식이 심각한 상황

161) 공간정보산업 통계조사(2014~2018), 국토교통부

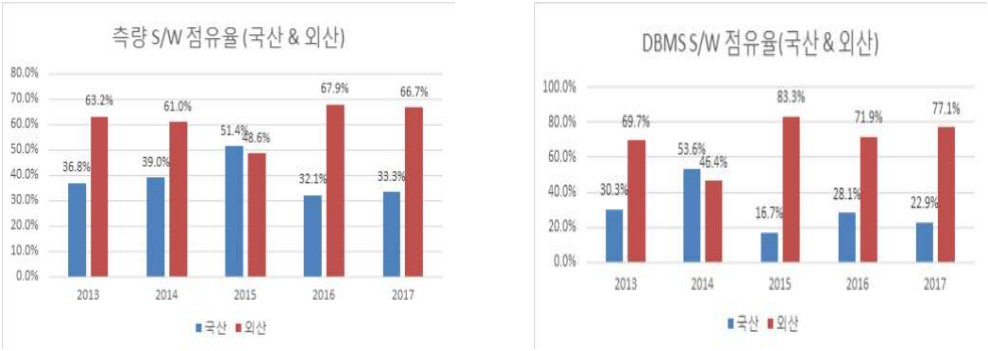
· (LiDAR/항측/영상처리 S/W) 최근 5년간 국내 공간정보 산업에서 외산 S/W가 70% 후반의 높은 점유율을 보인 반면, 국산 S/W 비율은 20%대의 매우 낮은 수치로 조사



[그림 9-10] GIS 활용 S/W 및 LiDAR/항측/영상처리S/W 점유율(국산&외산)

· (측량 S/W) 외산 S/W 점유율이 60% 후반대이며, 국산 비율은 30% 중후반대를 유지하고 특히, 2016년 이후 국산 S/W 점유율이 30%대 초반까지 급락한 상황

· (DBMS S/W) 방대한 공간정보를 저장·관리하는 DBMS S/W의 경우, 외산 점유율이 70~80%대를 유지하고, 특히 2015년 이후로 국산 점유율이 10~20%대로 급격하게 하락하고 있으며, 이는 외산 대비 국내 공간정보 S/W 경쟁력 저하가 매우 우려되는 수준



[그림 9-11] 측량 S/W 및 DBMS S/W 점유율(국산&외산)

○ 실시간 위치 보정 서비스의 외산 장비에 대한 의존도가 높아 특정 제조사 제품에 종속될 뿐만 아니라 모바일, 차량, 드론 등 신기술 분야에 커스터마이징이 어려운 실정

- 우리나라 독자적인 위성항법시스템(KPS)과 연계하여 이동체 특성에 맞는 위치 보정 서비스*를 제공하기 위하여 독자적인 기술 확보 필요

* 자율주행차의 상용화를 위해서는 항시적으로 차선을 구분할 수 있는 위치정확도가 요구되지만, 현재 오차 편차가 매우 크기 때문에 서비스 제공 불가

* 드론의 군집 비행이나 공중에 플라잉카, 택배 드론 등 다양한 목적의 드론이 동시에 안전하게 운항하기 위해서는 실시간 고정밀 위치정보 제공이 필수적이나, 현재는 오차 보정의 한계로 높이에 대한 정확한 위치를 결정하기 어려움

【필요성 및 시급성과 중점 분야의 부합성】

필요성/시급성	본 사업 중점 분야별 부합성 (◎ 부합성 높음; ○ 부합성 보통; △ 부합성 낮음)		
	① 초정밀 디지털 국토 구축	② 초연결 라이브 국토 실현	③ 초대용량 디지털 라이브 국토 활용
(필요성) 공간정보는 일자리 창출 및 산업 파급 효과가 큰 미래 신성장 동력으로서, 환경 및 기술 변화에 대응한 새로운 개념의 공간정보 기술 생태계 구축 필요	○	○	◎
(필요성) 효율적인 공간정보관리를 위해 범정부적인 융복합 정보공유 시스템과 원활한 데이터 유통체계 고도화 필요	○	◎	○
(필요성) 국내 공간정보산업은 노동집약적 저부가가치 산업으로 생산성 향상을 위한 기술개발이 필요한 상황	◎	○	○
(필요성) 공간정보 활용 증대에 따라 다양한 분야에 대용량의 공간정보를 실시간으로 제공하기 위한 인프라 필요	○	○	◎
(시급성) 4차 산업혁명 시대가 요구하는 다양한 데이터가 연계된 공간정보 제공 필요	○	◎	○
(시급성) 전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고 부처별 산발적·분산적인 기술개발로 인해 성과활용 극대화 불가	◎	○	○
(시급성) 글로벌 기업의 국내 시장 진출과 후발국가의 맹추격으로 인해 신산업 성장동력 확보를 위한 골든타임 실기 우려 및 국가경쟁력 위협	◎	○	○
(시급성) 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심화로 특정 제품의 종속 및 신기술 활용의 한계 존재	◎	○	○

1.2 정부 개입의 타당성

□ 공공재적 성격의 R&D분야로 정부주도의 기술 공급이 필요한 분야

○ 국토정보 구축을 위해서는 막대한 비용과 시간이 투입되며, 고정밀 다차원 국토정보 구축은 전 국토를 대상으로 국가 주도하에 사업 추진 필요

- 전국토 대상 고정밀 다차원 국토정보 구축은 기본공간정보와 대장정보, 국토 조사·모니터링 정보, 행정정보, 통계정보 등 국토의 공간정보, 속성정보가 모두 유기적으로 융합되어 있는 네트워크가 필요하며 이는 정부만이 주도하여 구축 가능

○ 공간정보기술은 융·복합을 기반으로 개발해야 하므로 원활한 기술협력 및 경계 없는 공간정보의 공동 활용을 위한 정부 인프라 지원 중요성이 증가

- 공간정보기술의 초융합 트렌드에 부합하는 성공적인 공간정보 기술 개발을 위해 개별 부처, 연구기관, 연구자를 초월한 유기적 연계·협업을 이끄는 정부주도 협업 기술개발 및 지원 체계 구축이 절실
- 민간 분야에서는 각각의 개별적· 독자적 연구개발과 공동 활용을 위한 인프라 부족으로 성과의 공유·확산을 위한 기업 간 소통 부족
- 공간정보의 경우, 공공 성격이 강한 기술로서 민간투자보다 정부 지원을 통한 투자가 더 효율적이고 성공적인 성과로 연계

□ 민간의 시장 창출역량이 부족하여 정부 주도의 시장 창출의 역할이 필요한 분야

○ 정책대상은 정책공급과 소비의 측면에서 정부, 기업, 개인 등 3개의 주체로 구분할 때 기업은 정책대상자로서 기술의 시장 공급자 역할을 수행하지만, 공간정보 기업들의 시장창출 역할이 미흡

- 민간주도 의존 시 국내 공간정보 산업은 공공시장의 쏠림현상 심화, 핵심신기술개발 및 고부가가치 컨설팅 능력 부족, 기술자 양성의 어려움 등의 문제 발생 확률이 높음

○ 국내 공간정보 관련 민간기업은 공급자로서의 기능보다는 기개발된 공간정보 기술을 이용하여 시장과 고객의 수요에 맞게 제공하는 기술 수요자로서의 기능이 주를 이루므로 기술개발은 국가지원이 필요

- 국내 산업체는 공간정보 관련 기술 서비스업이 69.3%에 육박하고 대상별 매출비중이 민간이 67.5%로 민간 대상의 기술 서비스업이 활발한 것으로 조사
- 공간정보 산업의 대부분이 기술서비스업이나 국가제작 데이터를 대부분을 구입하여 업데이트 하는 실정

□ 국토정보는 국가주도의 공공정보 공유, 표준화 등의 연구지원이 필요한 분야

○ 정부는 산학연 공동연구 및 시장 육성을 위하여 공공 정보공유, 표준화, 인증, 시험·평가 등의 지원자로서 협력해야 하는 의무가 존재

- 국가 역할은 공간정보시장을 활성화시키는 공간정보시장을 활성화시키기 위하여 모든 국가기관이 공유할 수 있는 표준화된 기반공간정보의 지속적인 공급으로 행정업무의 생산성 향상, 비용절감, 품질 개선 등을 촉진 의무 보유

- 정부는 국가지리정보체계(NGIS) 구축('95~)을 시작으로, 3D('11~), 실내('13~), 빅데이터('14~) 등 구축범위 지속 확대하였으나 구축된 정보의 정확성 부족, 데이터 구축의 표준화 미흡에 따른 융·복합 과정에서의 품질 저하 등으로 원활한 공간정보 활용 저해
- 또한, 기본공간정보의 민간활용 활성화, 활용체계간 호환성 제고를 위한 유통(1.5%)이나 표준화(0.6%)에 대한 투자는 상대적으로 저조하여 앞으로는 구축된 공간정보의 활용을 활성화하기 위한 표준화, 유통 및 공간정보 R&D에 대한 투자증대 필요

○ 민간은 각 분야의 분절화된 자동화·최적화 기술을 개발하고 있어 국가 차원에서 공간정보 산업에 적용할 수 있는 공통 플랫폼 구축이 필요
- 공간정보기술과 정보통신기술의 융합으로 부가정보서비스가 생산되기 때문에 참여하는 기업이 보유한 기술, 노하우 등의 결합형태에 따라 다양한 정보서비스가 창조될 수 있으나 이를 가능하게 할 기반공간정보는 민간이 독자적으로 구축하는 데 한계가 존재
- 국가·기업·국민 사이에 정보가 장애 없이 흐를 수 있도록 여러 기관이 관리하는 공간정보를 취합하고 효율적으로 생산·관리·유통하기 위한 공통 플랫폼 정보서비스 체계구축이 필요

□ 공간정보는 정부 각 부처의 주요 행정 업무 및 대국민 서비스 시스템의 핵심 기반 역할을 수행하며 수혜대상자 및 범위가 넓은 공익기술개발 영역

○ 고품질 행정서비스 제공을 위하여 정부 주도의 공간정보기술 개발로 각 부처 및 산하 기관에 제공·활용함으로써 대국민 서비스 수준 제고가 필요
- 정부 행정업무의 근간인 공간정보의 최신성 및 정확성 확보, 안정적인 유통·활용체계 마련은 대국민 행정서비스 품질 수준과 직결
- 공간정보는 안전·보건·교육·국방 등 다양한 분야의 활용을 극대화하기 위하여 공간정보 거버넌스 체계 마련 및 운영 활성화, 타 부처와의 협업 추진이 필요
- 범정부 차원의 공간정보 공동 활용은 성공적인 국정운영의 핵심 요소로 정부는 공공 정보공유, 표준화, 인증, 시험·평가 등의 지원자로서 협력해야 하는 의무가 존재

□ 공간정보는 공공인프라로서 정부 주도의 기술개발을 통해 기반을 마련하고 다양한 분야에서 정보를 활용할 수 있도록 제공하는 생태계 조성 필요

○ 공간정보에 대한 생산 및 관리는 중앙행정기관, 지방자치단체, 공공기관에서 수행하도록 법률로 지정
- 국가공간정보 기본법 제2조는 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 관리기관은 체계적으로 공간정보를 생산 및 관리하고 공개하여 국민의 공간정보복지를 증진시킬 수 있도록 노력하여야 한다고 규정
- 공간정보체계는 도로와 같은 기반시설처럼 공동으로 활용해야 하는 사회간접자본이며, 이를 구축하기 위해서는 많은 비용이 소요되기 때문에 대부분의 국가에서 중요정책으로 추진하고 있으며 국가공간정보의 생산, 유통 및 활용 등에 대한 정책을 체계적으로 추진

○ 국내 공간정보산업의 가치사슬(Value Chain)단계는 크게 생산·구축, 가공·융·복합, 유통·활용으로 구분하며 가장 중요한 산업의 원료인 공간정보데이터 생산 및 구축은 정부의 역할

○ 국내 공간정보산업은 정부의 주관기관인 국토교통부의 역할이 매우 중요

- 지금까지 국토교통부는 국가 공간정보 기본계획 수립, 공간정보 표준화 기반 제공 및 관련기술 연구개발, 국가 공간정보통합서비스 운영 등 공간정보 산업생태계에서 매우 중요한 역할 수행
- 향후, 미래 사회·산업의 핵심 인프라인 공간정보의 지속가능성 확보를 위하여 관련 기술개발 및 실용화·상용화 등에 정부(국토부)의 관심과 투자가 절실

□ 주요 선진국에서도 공간정보 분야는 국/가 기술력 강화를 위해 정부차원의 전략적 지원을 수행

○ 해외 주요 선진국은 공간정보의 중요성 및 활용성을 인식하고, 공간정보 기술혁신을 위하여 정부 주도의 정책 수립 및 기술개발 추진

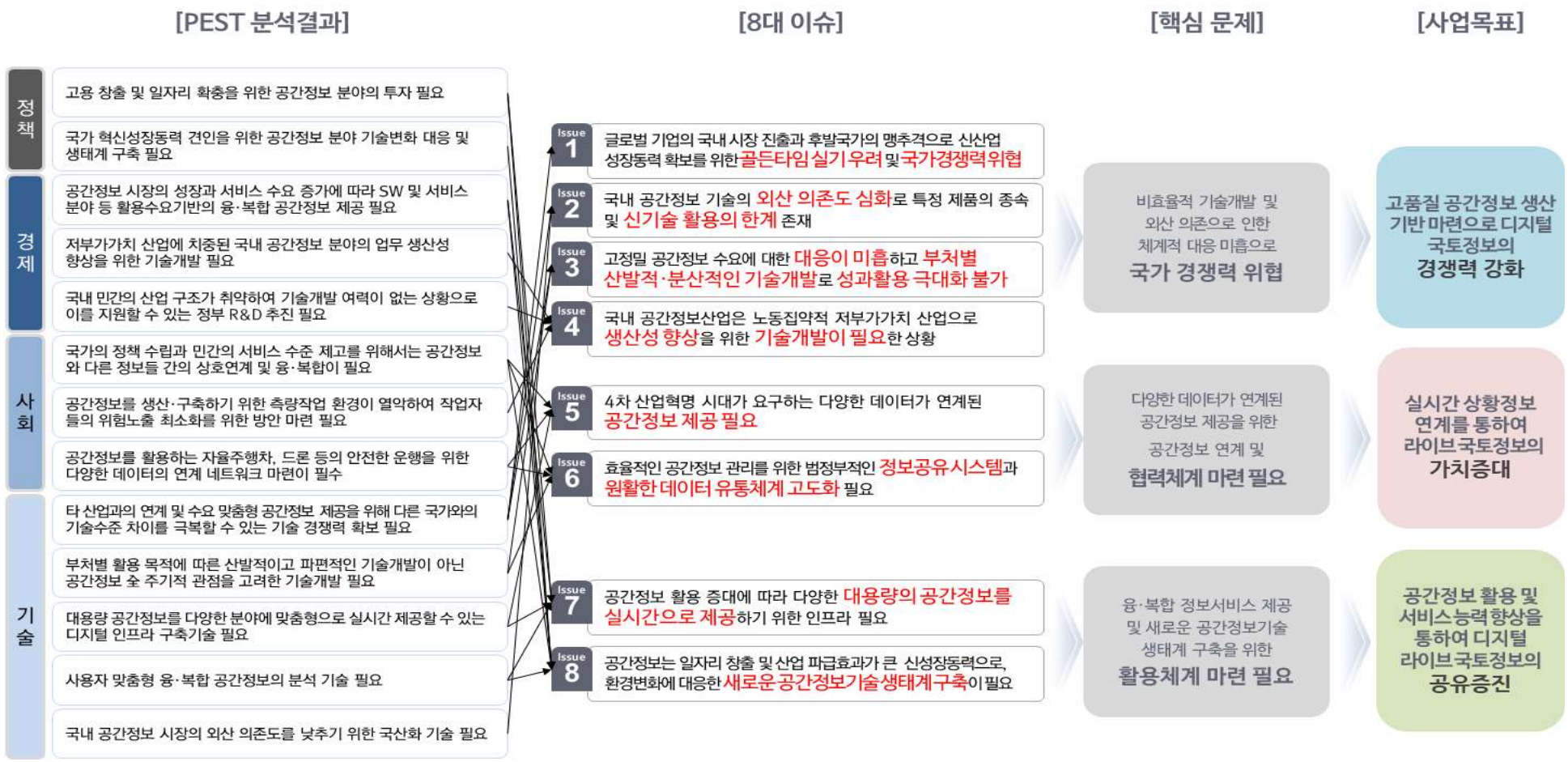
- 미국 연방지리정보위원회[162]는 국가공간정보인프라를 공간정보의 획득·처리·저장·유통·활용 증진에 필요한 기술·정책·표준·인적자원으로 정의, 관련 정책을 추진하며 분야별 국토 가상공간(사이버물리시스템, CPS) 통합 구현 추진
- 영국은 첨단 디지털을 통한 정부서비스 혁신, 디지털전환에 대응하는 시민-정부 관계 재정립 등의 전략 목표 추진을 위해 '정부 디지털 전략(Government Digital Strategy,2017)','정부 전환 전략(Government Transformation Strategy,2020)' 등을 계획
- 일본은 'G공간 오픈데이터 플랫폼'을 구축하여 지방자치단체 및 공공 서비스사업자 등이 보유한 공간정보를 통합·공유하여 혁신적인 신산업 창출과 방재 대책 강화 등에 활용, 또한 장기국토개발계획 '국토그랜드비전 2050'에 따라 실물공간과 지식·정보기관이 융합된 가상공간 구현을 목표로 CPS를 구축하는 것을 추진
- 호주는 뉴질랜드와 공간정보 공유 및 관리를 위한 협의회(ANZLIC)를 구성하고, ① 디지털기술을 활용하여 보다 나은 공공서비스 제공 및 정책 수립, ② 정부 주도가 아닌 국민 요구와 편리성에 초점을 맞춘 공공서비스 제공, ③ 개인과 기업 등 디지털 기술과 역량을 향상시키고 혁신적인 조직과 파트너 관계 구축 등의 목표를 달성하기 위한 '디지털 변혁 전략(Digital Transformation Strategy2025)'을 추진
- 싱가포르는 도시문제해결을 위해 자연지형, 건물, 도로 등을 3D로 구현하고 사람, 에너지 등 실제 데이터를 가미해 도시를 디지털 공간이 옮기는 '버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)프로젝트'를 수행, 또한 시민과 기업에게 간편한 공공서비스 제공을 위해 'Digital Government Blueprint'를 수립으로 공공서비스 혁신을 추진

162) FGDC: Federal Geographic Data Committee

2. 사업목표의 적절성

2.1 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

□ 사업 미추진시 발생 가능한 이슈와 사업목표와의 연계도



□ 사업 미추진 시 발생 가능한 중점 이슈 별 과학기술적 이슈 도출 및 구성기술 연계

중점 이슈	주요 과학기술적 이슈	구성기술
공간정보 분야의 미흡한 보정기술 국산화 기술개발로 인한 국내 공간정보 기술의 외산의존도 심각	■ 실시간 위치 보정 서비스의 외산 장비에 대한 의존도가 높아 특정 제조사 제품에 종속될 뿐만 아니라 모바일, 차량, 드론 등 신기술 분야에 커스터마이징이 어려운 실정 - 우리나라 독자적인 위성항법시스템(KPS)과 연계하여 이동체 특성에 맞는 위치 보정 서비스*를 제공하기 위하여 독자적인 기술 확보 필요 * 자율주행차의 상용화를 위해서는 항시적으로 차선을 구분할 수 있는 위치 정확도가 요구되지만, 현재는 큰 오차 편차로 인하여 서비스 제공 불가 * 드론의 군집 비행이나 공중에 플라잉카, 택배드론 등 다양한 목적의 드론이 동시에 안전하게 운항하기 위해서는 실시간 고정밀 위치 정보 제공이 필수적이나, 현재는 오차 보정의 한계로 높이에 대한 정확한 위치를 결정하기 어려움	1-1-1 신호기반 고정밀 절대측위
전세계적으로 증가하는 고정밀 공간정보 수요에 대한 대응이 미흡하고 부처별 산발적·분산적인 기술개발로 인해 성과활용 극대화 불가	■ 현재 위치정보의 정확도 수준으로는 자율주행차, 드론, 로봇 등의 안전하고 효율적인 운용을 지원하기에 한계 존재 - 스마트 모빌리티(차량, 자전거, 퀵보드 등)의 정확한 위치파악이 어려워 충전·수리 등을 위한 회수나 공유 서비스를 받기 위해 영역 기반으로 탐색 - 무인비행 로봇의 장시간 광역 임무수행을 위한 자율 충전, 함상 이착륙, 플라잉카의 정확한 스테이션 이착륙 등을 지원하기 위하여 실시간 고정밀 위치 정보 서비스 필요	1-1-1 신호기반 고정밀 절대측위
	■ GPS 등 신호 수신이 어려운 공간(실내, 터널, 지하 등)에서 신뢰도 높은 위치기반 서비스 제공이 어려우며, 실외 및 실내 공간 이동 시 연속적인 위치정보 제공에 한계 존재 - 실외 도로에서부터 실내 지하주차장까지 연속적인 자율주행차 서비스 이용 어려움 - 택배 상품을 최종 목적지까지 전달하는 라스트 마일 딜리버리(last mile delivery) 서비스*를 위해서는 실외 이동로에서 실내 목적지까지의 연속적인 택배 로봇 운용이 필수적이나 현재 다양한 제약조건으로 인해 어려운 상황 * 유통에서 제품이 목적지에 도착하기까지의 마지막 단계를 의미하며, 이와 같은 말단 배송에 로봇, 드론, 자율주행차 등을 적용하여 자율화 추진 - 모바일 단말에서 제공되는 길찾기 서비스는 실외 공간에 한정됨	1-1-2 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현
	■ 다양한 수단(인공위성, 항공기, 드론, 차량, 모바일 등)으로 수집되는 센서 데이터 간 정보의 불일치, 각기 다른 품질 수준 등의 오류로 인하여 다양한 시점의 데이터를 융합한 공간정보 생성 및 분석 등에 활용하기 어려운 상황 - 드론, 테블릿PC 등에서 사용하는 위치좌표가 서로 다르고 취득된 영상의 해상도 차이 등으로 인하여, 재난재해 발생 시 신속한 피해조사, 긴급대응 또는 시설물 안전점검 수행 시 시계열 관리 등에 적극 활용하기 어려움	1-2-1 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질향상
	■ 자율주행차, 드론 등의 안전하고 효율적인 운용을 위하여 기존 고정밀 도로지도 뿐만 아니라 실시간 주변 상황 정보 제공이 요구됨 - (자율주행차) 포트홀, 블랙 아이스 등 노면상태, 사고, 공사, 낙석 발생 여부 등의 실시간 상황 정보 * 대만에서 낮에 자율주행 중이던 테슬라 전기자동차가 고속도로에 넘어진 화물차를 추돌하는 사고 발생('20.06) - (드론) 안개, 강풍, 강수 등 기상 정보, 조류의 이동정보 등의 실시간 상황 정보 * 대전시에서 열린 독립 기념 횃불 릴레이 봉송 행사에서 예상하지 못했던 돌풍에 드론 추락 사고 발생('20.04)	1-2-2 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식
	■ 현재 국가기본도의 갱신 주기(2년)가 길어서 각 부처 및 수요기관별로 정책 추진이나 다양한 서비스 개발 시 공간정보를 자체적으로 구축·활용하는 등 비효율적인 상황 발생 - (공공) 도시계획, 도시재생 등의 의사결정을 위하여 지자체 및 공공기관에서 자체적으로 구축한 대상지역의 최신 공간정보는 기존 공간정보와 정합성이 낮고 다른 수요기관과 공유·활용에 한계 발생 - (민간) 네이버, 카카오 등 자체적인 서비스를 위하여 공간정보를 구축하고 있으나, 국가의 검증 프로세스를 거치지 않기 때문에 특정 목적 이외에 활용 불가	1-2-3 3차원 공간정보 실시간 자동갱신

중점 이슈	주요 과학기술적 이슈	구성기술
국내 공간정보 산업은 노동집약적 저부가가치 산업으로 생산성 향상을 위한 기술개발이 필요한 상황	■ 공간정보 취득 시, 현장 작업자에 의한 직접 관측에 상당부분 의존하기 때문에 위험지역*에서 안전사고 발생이 빈번함 * 지하시설물(상하수도, 지하관로, 공동구 등) 현장, 고소작업 현장, 교통운행 현장, 해상구조물 현장 등 고위험군 작업 현장 ■ 항공영상 등을 이용하여 사람이 육안으로 객체를 식별하고 공간정보를 갱신하기 때문에 비용과 시간이 많이 소요되어 비효율적임 - 토지이용현황 조사, 지상장애물 측량, 재난피해 조사 등의 조사·측량이 노동집약적 방식으로 이루어지는 실정	1-2-3 3차원 공간정보 실시간 자동갱신
4차 산업혁명 시대가 요구하는 다양한 데이터가 연계된 공간정보 제공 필요	■ 이동체 간의 위치 및 상태정보 공유가 원활하지 않아 충돌 방지 및 비가시권에 대한 위험 예측에 한계 존재 - 이동체에 탑재된 센서 데이터에만 의존하는 경우 사각지대에 대한 인지가 어려워 이동체 간 충돌 위험 증가 - 스쿨존의 경우, 제한 속도만 제공할 것이 아니라 어린이의 위치 및 예측 이동 경로 등을 분석하여 제공함으로써 보행자와 운전자의 안전 제고 가능	2-2-1 이동체 동적정보 수집 및 예측
	■ 사람과 사람, 이동체, 공간 등의 상호작용을 고려한 맥락정보 생성 및 감성정보, 텍스트 등 유의미한 데이터가 공간정보에 연계·활용되지 못함 - 감염병 발생시 초동 역학조사는 감염자의 진술에 의존하고 있으며, 신용카드, CCTV 정보 등을 분석하여 진위여부를 파악하는데 많은 시간이 소요되어 신속한 대응이 어렵고 감염병 확산 가능성이 높음 - 개인이 표출하는 다양한 형태의 주관적인 의견과 감성정보를 공공서비스에 대한 만족도 조사, 재난/안전에 대한 전조 감지, 관광서비스에 대한 만족도 평가 및 서비스 개선 방향 수립 등에 활용 불가	2-2-2 인간 중심의 공간정보 취득 및 분석
	■ 사람-사물-IoT 간의 연계 미흡으로 다양한 공간정보 활용 서비스의 제공이 어려움 - 현재 물류 정보는 단순히 물류의 위치정보만을 비실시간으로 제공하고 있어 물류의 실시간 상태 파악이 어렵고, 소비자가 미리 정한 위치로만 배송되는 등 소비자의 니즈를 충족시키지 못하는 상황 - 유치원, 어린이집에서 집단 식중독 발병이 사회적 이슈로 부각되고 있으나, 자녀들에게 제공된 식재료의 상태정보 등이 공유되지 못하여 불안감이 만연하고, 원인 분석에 어려움 발생	2-2-3 IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득
효율적인 공간정보 관리를 위한 범정부적인 정보공유 시스템과 원활한 데이터 유통체계 고도화 필요	■ 공간정보와 행정정보, 통계정보 등 데이터 간 연계·공유가 되지 않아서 국가 및 공공기관의 재난 사고 대응 미흡 및 비효율적 의사결정, 민간 서비스 개발에 한계 * KT 아현지사 통신구 화재('18.11), 고양 백석동 열수관 파열 사고('18.12)는 시설물 관련 행정정보 및 공간정보 연계성 부족, 공간정보 부재 등으로 인하여 사고 원인 조사 및 복구에 심각한 문제가 발생하여 국민 불안과 불편 야기 * 국가 및 지자체에서 도시계획 및 택지 개발, 도로/지하철/주택 건설 시, 공간정보와 행정정보 연계 후 다양한 분석·시뮬레이션을 통한 의사결정이 필수	2-1-1 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계

중점 이슈	주요 과학기술적 이슈	구성기술
	■ 공공기관, 민간기업 등의 다양한 시스템 간의 연계 표준화가 되지 않아, 공간정보의 융·복합 활용이 어려운 상황 - 데이터의 공동 활용을 위해 각 부처에 산재되어 있는 공간정보 관련 시스템 연계를 추진중이나, 부처·기관 간 칸막이로 인한 한계* * 시스템 연계는 66개 기관 328종 시스템 중 41개 기관 88종에 불과 - 국토교통부 내 90개 시스템과 1,055개의 데이터가 구축되어 있으나, 현재는 각 시스템별로 대량의 데이터가 수집·축적되어 시스템 간 연계나 융합에 추가적인 비용과 노력이 필요한 실정	2-1-2 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
공간정보 활용 증대에 따라 다양한 분야에 대용량의 공간정보를 실시간으로 제공하기 위한 인프라 필요	■ 다양한 활용 분야에서 공간정보 기반 융복합 정보의 신속한 서비스 요구가 증대하는 반면, 영상 등을 포함하는 대용량의 융복합 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 정보 서비스 인프라가 부재한 상황 - 긴급 재난 발생지역에 대해 다수의 지상 차량 및 공중 드론에 의해 획득되는 CCTV, 고해상도 영상 등 다수의 영상을 실시간으로 처리하여 실시간 대피 경로를 제공하는 등 공간정보 기술 인프라의 부재 - 도시의 방범, 교통 등의 문제를 해결하기 위하여 동일 객체의 실시간 추적, 이동 경로 예측 등이 요구되고 있으나, 현재는 이를 위한 CCTV 네트워크, 도시를 운행 중인 차량의 블랙박스, 시민의 신고 영상들을 실시간 처리하기 위한 기술적·시스템적 한계 존재	3-1-1 초대용량 공간정보 서비스 구축 3-1-2 초대용량 공간정보 분산관리 및 처리 3-1-3 Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축
공간정보는 일자리 창출 및 산업 파급효과가 큰 신성장동력으로, 환경변화에 대응한 새로운 공간정보기술 생태계 구축이 필요	■ 우버, 테슬라, 구글 등 해외 유수기업의 자율주행차들은 빈번한 교통사고로 인해 안전성 논란이 커지고 있으며, 이를 극복하고자 실제 도로 환경의 주행시험이 요구되고 있으나, 시·공간적*, 사회·경제적** 다양한 한계 존재 * 우리나라 국토환경을 대상으로 다양한 시나리오 기반 시험을 할 수 있도록 실제 국토공간을 모사한 가상 환경 (교통시설, 주행조건, 기상환경, 돌발상황 등) 제공 필요 * 실환경 시험 시 발생하는 교통통제 및 사고위험을 제거하여 관련된 사회적 비용 절감 및 대국민 안전망 확보 필요 ■ 최근 다수의 재난·재해 사고가 발생하여 대규모 피해를 초래하고 있으며, 이에 따른 과학적 재난·재해 관리체계 강화가 요구되고 있음 - 현재, 현장 전문가들의 경험과 직관에 의존되어 예측 불가한 다양한 현장 상황에 정확한 대응 역부족 - 또한, 인력동원 중심의 훈련은 시나리오 한계, 인력참여 한계, 반복훈련 한계, 시·공간의 한계 등의 많은 한계를 지니고 있음	3-2-1 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축 3-2-2 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 3-2-3 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

2.2 사업목표 및 성과지표의 적절성

(1) 사업 비전 설정의 적절성

□ 사업 비전의 설정 근거

국가공간정보 기본법	■ 국민이 공간정보에 쉽게 접근하여 활용할 수 있도록 하여 **공간정보 복지를 증진**	
⇩		
제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획	비전	■ 혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통
	추진 전략	(전략1) 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성
	실천 과제	(실천과제3) 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 - 실시간 3차원 공간정보 수집·제공 기반으로 새로운 공간 서비스를 제공하는 **"가상과 현실이 융합된 지능공간"**을 전략목표로 설정
⇩		
제6차 국가공간정보정책 기본계획	비전	■ 공간정보 융복합 르네상스로 살기 좋고 풍요로운 스마트코리아 실현
	추 진 전략	(전략1) **가치를 창출하는 공간정보 생산** (전략2) **혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화**
	실천 과제	(실천과제1-1) **공간정보 생산체계 혁신** - 정확성, 일관성, 최신성을 갖춘 공간정보 생산체계 혁신 (실천과제1-2) **고품질 공간정보 생산기반 마련** - 공간정보 생산기준의 통일성을 확보하여 고품질 공간정보 생산 및 융·복합 활용성 제고 (실천과제2-1) **수요자 중심의 공간정보 전면 개방** - 다품종·다형식·최신의 수요자 맞춤형 공간정보 전면 개방 (실천과제2-2) **양방향 소통하는 공간정보 공유 및 관리 효율화 추진** - 공간정보체계의 효율적 운영·관리 및 공간정보 서비스 체계의 전면 정비 (실천과제2-3) **공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 혁신 견인** - 공공부문 정책 혁신을 지원하는 공간정보 구축 및 범부처 공동 활용체계 마련·확산 추진
⇩		
공간정보 R&D 혁신 로드맵	비전	■ 공간정보로 만들어가는 스마트한 국토, 편리하고 안전한 삶
	목표	1. **가상과 현실이 융합된 지능공간 Geo-CPS 실현** 2. 스마트 사회의 미래·혁신형 공간정보 융복합 산업 창출 3. **편리하고 안전한 사회를 위한 사람중심 공간정보** 활용기술 확산
	중점 분야	(중점분야 1) **현실보다 더 현실 같은** 공간정보 (중점분야 2) **끈김없는 실시간** 공간정보 (중점분야 3) **스스로 인지하는 지능화** 공간정보 (중점분야 4) **가볍고 이용이 편리한** 공간정보
⇩		
제2차 공간정보산업진흥 기본계획	비전	■공간정보 융복합 산업의 대도약 및 국가 신성장동력 창출
	추진 전략	(전략2) **융복합을 통한 공간정보 활용성 제고**
	세부 과제	(세부과제 2-1) **공간정보 개방 확대 및 공유 체계 정비** - 민간부문 활용이 용이하도록 다양한 국가공간정보 개박확대, 다원화된 공유체계를 플랫폼 기반으로 개선하여 공유 촉진 등 (세부과제 2-2) **미래 산업수요에 기반한 고정밀 공간정보 구축** - 미래 신산업 분야에서 요구하는 고정밀 공간정보 구축, 3차원 지하/실내 등의 공간정보 연계 구축, 고정밀 공간정보의 신속 정확한 검색·활용 기능 강화 (세부과제 2-3) **상호협력형 공간정보 표준화 추진** - 협력형 표준체계 구축, 표준적용 정착을 위해 인식 제고 및 활성화를 위한 제도 운영, 표준을 전략적으로 활용하여 국가경쟁력 강화

사업비전	가치를 창출하고 혁신을 공유하는 가상과 현실이 융합된 디지털 라이브 국토 구현으로 공간정보 복지 실현

(2) 성과 목표·지표 설정의 적절성

□ 성과목표 및 지표 설정 근거

○ 과학기술정보통신부에서 발간한 '국가연구개발사업 표준성과지표 가이드라인'에서 제시한 R&D 사업 유형을 참고하여 '중장기 산업기술 개발사업을 위한 R&D 사업'을 동 사업의 유형으로 설정

○ ① 개발목표 달성도 ② HW/SW 국산화 ③ 융합데이터 공급율 ④ 공간정보 표준화 ⑤ 산출물의 보급률 ⑥ 국토정보 활용도를 성과목표로 구성하여 사업의 성공여부를 판단할 수 있도록 설정

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발 활동을 통해 ⑦ SW등록 ⑧ 특허출원 ⑨ 특허등급지수를 표준 성과지표로 설정

※ SMART 원칙: Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound

사업목표	**N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심기술 개발**		
	고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 경쟁력 강화	실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 가치증대	공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 공유증진
성과목표	개발목표(67개) 달성도 100%	융합데이터 공급률 50% 이상	산출물의 보급률 70%
	HW/SW 국산화(7종) 100%	공간정보 표준화(15건) 100%	국토정보 활용도 20% 증대
성과지표	SW 등록 건수	특허출원 건수	특허등급 지수

주요 산출물	스마트폰용 정밀측위 APP	N-RTK 보정신호 서비스 시스템	건설도면 가상국토 통합 SW	비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 SW	다중 클라우드 확장형 서비스 플랫폼 SW	N차원 공간정보 시각화 프레임워크 SW
	실내외 다중신호 기반 복합측위 SW	비전센서 측위 SW	On-demand 기반 데이터 연계 시스템	블록체인 기반 데이터 유통 시스템	초대용량 공간정보 저장·질의 및 관리 시스템	인메모리 고속 분석 처리 시스템
	영상 및 위치 정보 통합 측위 솔루션	실내외 연동 복합측위 SDK	이동체 위치정보 자동연계 SW	이동체 위치정보 가시화 SW	Geospatial Cloudlet 통합 시스템	Edge 클라이언트 프레임워크
	크라우드 소싱 데이터 전처리 API/플랫폼	데이터 품질분석/ 정합결과 가시화 SW	이동체 위치정보 예측 및 분석 SW	유동인구 추정 및 분석·예측 SW	현실모사 학습데이터 생성 SW	학습데이터 레이블링 솔루션
	변화탐지/ 모니터링 API·플랫폼	지상/공중 동적 변화인식/시각화 시스템	비정형 데이터 분석·예측 SW	동적/정적정보 초연결 표준 정의서	공간영상 내 개인정보 익명화 SW	대규모 신경망 학습 네트워크 구축 SW
	3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW	LoD 기반 객체정보 자동 변환 SW	공간상태 정보 자동 획득 SW	시계열 통합 데이터 연계·분석·가시화 SW	공간지능화 해석력 SW	인공지능 파이프라인 자동화 SW
중점분야	초정밀 디지털 국토 구현		초연결 라이브 국토 실현		초대용량 디지털 라이브 국토 활용	

목표 ①	디지털 라이브 국토정보 기술의 개발목표 달성				
성과목표	• 개발목표 달성도 100%('26)				
측정산식	= (개발목표치 달성 건수 / 총 개발목표 수) × 100				
설정근거	• 동 사업의 각 구성기술별로 제시한 총 67개의 성능지표에서 제시한 개발목표 중 연차별 달성 가능한 개발목표의 개수(비율)를 목표치로 설정				
측정방법	• 디지털 라이브 국토정보 기술의 성능지표별 개발목표 달성 건수로 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	4.5%	13.5%	35.9%	100%

목표 ②	디지털 라이브 국토정보 HW/SW의 국산화				
성과목표	• HW/SW의 국산화 100%('26)				
측정산식	= (해외제품(HW/SW)의 국산화 대체 수 / 대체 해외 제품 수) × 100				
설정근거	• 공간정보 관련 HW/SW의 외산의존도가 높은 편이기 때문에 국내에서 '디지털 라이브 국토정보 기술'을 개발하여 7종의 HW/SW를 100% 국산화하는 것을 목표치로 설정				
측정방법	• 국내에 보급 가능한 공간정보 관련 HW/SW의 외산 장비 7종 중에서 실제 서비스에 적용·운영 및 오픈소스를 제공하여 국산화로 대체된 것만을 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	71.4%	85.7%	100%

목표 ③	공간정보 활용 서비스별 융합데이터 공급				
성과목표	• 공간정보 활용분야의 서비스별 융합데이터* 공급률 50% 이상'26) * 건축물/구조물 시변 안전 상태정보, 지상 동적 도로변화 위험요인 정보, 3차원 공중도로 격자체계 정보, 건설현장 장비/인력/지형 실시간 변화관제 정보, 시계열 감염자 이동동선을 고려한 바이러스 위험영향권 분석정보 등 기존 데이터와 신규 데이터가 융합된 새로운 공간정보				
측정산식	= (실제 제공한 융합데이터 수 / 서비스별 요구되는 융합데이터 항목) × 100				
설정근거	• 다양한 활용분야의 사용자 요구 사항에 적합한 공간정보 제공을 위하여, 5대 활용분야의 68개* 서비스에 대해 요구되는 융합데이터를 50% 이상** 공급하는 것을 목표치로 설정 * 활용분야별 서비스의 수는 본 사업의 활용수요조사에 기반한 서비스 수로, 재난/재해, 자율차, 드론, 건설, 물류 분야가 해당되며, 본 사업 추진 시 기술활용협의체를 통해 감염병 분야 및 5대 분야별 제공 서비스 수와 요구하는 공간정보 항목을 추가 조사하여 구체적으로 설정 ** 다양한 수요자의 니즈를 100% 만족시키는 것은 한계가 존재하므로, 동 사업에서는 수요자의 니즈를 최대한 충족시킬 수 있도록 50% 이상을 목표치로 설정				
측정방법	• 기술활용협의체 및 정보항목 수요조사를 통해 수요처(활용 분야)에서 실질적으로 서비스를 제공하기 위해 필요한 서비스별 공간정보 항목을 도출 • 서비스별 공간정보 필요 항목 중 기존에 제공되는 공간정보가 아닌 새로운 융합데이터(기존 데이터+신규 데이터) 항목을 도출 • 동 사업을 통해 각 서비스별 요구되는 융합데이터 항목 중 실질적으로 제공된 융합데이터 수를 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	20%	35%	50% 이상

목표 ④	공간정보의 표준화				
성과목표	• 공간정보 표준화 100%('26)				
측정산식	= (표준화가 적용된 공간정보 / 표준화 대상 공간정보) × 100				
설정근거	• 동 사업을 통해 수집되는 다양한 정보들을 표준화된 공간정보로 제공해야하기 때문에 '디지털 라이브 국토정보 기술'을 개발하여 국내 9건, 국외 6건의 공간정보 표준화를 100% 달성하는 것을 목표치로 설정				
측정방법	• 표준화가 필요한 공간정보(국내:9건, 국외:6건) 중 실제 표준화가 적용된 공간정보를 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	6.7%	-	33.4%	66.7%	100%

목표 ⑤	디지털 라이브 국토정보 기술의 최종 산출물 보급				
성과목표	• 산출물의 보급률 70%('26)				
측정산식	= (보급된 산출물 수 / 본 사업의 최종 산출물 수) × 100				
설정근거	• 공간정보를 공급하는 기관들을 대상으로 동 사업에서 개발한 최종 산출물(46개)을 70% 이상 보급하는 것(70%)을 목표치로 설정				
측정방법	• 동 사업을 통해 개발된 최종 산출물(46개) 중 실제 공급기관에 보급한 산출물을 측정				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	-	-	70%

목표 ⑥	디지털 라이브 국토정보의 활용도				
성과목표	• 공간정보 활용도 20% 증대				
측정산식	$= \left[\left(\frac{A'}{A}\times 40\right)+\left(\frac{B'}{B}\times 20\right)+\left(\frac{C'}{C}\times 20\right)+\{(D-D')\times 20\}\right]$ A : 기존 정보의 이용자 수 A' : 현재 정보의 이용자 수 B : 기존 세부 서비스별 제공되는 데이터의 양(용량) B' : 현재 세부 서비스별 제공되는 데이터의 양(용량) C : 기존 제공되는 서비스의 수 C' : 현재 제공되는 서비스의 수 D : 기존 이용자 서비스 만족도 D' : 현재 이용자 서비스 만족도				
설정근거	• 맥킨지 글로벌에서 제시한 industry digitalization index를 참고하여, 본 사업의 국토정보 활용지수를 자체 개발하여, 연구개발 이후('26) 20% 이상 향상하는 것을 목표로 설정				
측정방법	• 사업 착수 시점('22)의 활용도를 측정하고, 연구개발 이후('26) 공간정보의 활용도를 측정 • 서비스 만족도의 경우 5점 리커트 척도로, 실제 공간정보를 활용한 수요자의 만족도를 조사 후 100점 만점으로 환산 • 개발된 기술이 적용되어 서비스가 공급된 시스템(기관)의 서비스 활용도를 추적조사				
단계	1단계			2단계	
구분	'22	'23	'24	'25	'26
목표치	-	-	-	-	20% 증대

<table>
<tr><th>지표 ①</th><th colspan="5">SW 등록 건수</th></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">= Σ(소프트웨어 등록 건수)</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 선행사업인 국토공간정보연구사업의 최근 3년간 소프트웨어 등록 건수의 평균값을 목표치로 설정
• 초기 사업임을 감안하여 선행사업의 1/5 수준으로 초기목표를 설정하고, 2단계까지 선행사업의 평균수준에 도달하는 것으로 목표치 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS, 특허정보원 DB에 출원된 출원건수로 측정
〈국토공간정보연구사업의 최근 3년간 SW 등록건수〉
<table><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>평균</th></tr><tr><td>51</td><td>46</td><td>59</td><td>52</td></tr></table>
• 2단계는 도전적 목표치 설정에 따라 매년 5% 증가한 수준으로 목표치를 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS에 소프트웨어 개발 성과로 등록된 건수로 측정</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’22</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>10</td><td>21</td><td>31</td><td>42</td><td>52</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>지표 ②</th><th colspan="5">특허출원 건수</th></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">= Σ(특허 출원 건수)</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 선행사업인 국토공간정보연구사업의 최근 3년간 특허출원 건수의 평균값을 목표치로 설정
• 초기 사업임을 감안하여 선행사업의 1/3 수준으로 초기목표를 설정하고, 특허의 등록시점인 ’24년도까지 선행사업의 평균수준에 도달하는 것으로 목표치 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS, 특허정보원 DB에 출원된 출원건수로 측정
〈국토공간정보연구사업의 최근 3년간 특허출원 건수〉
<table><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>평균</th></tr><tr><td>10</td><td>18</td><td>16</td><td>15</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’22</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>–</td><td>–</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>지표 ③</th><th colspan="5">특허등급지수</th></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">특허등급지수 = $\sum_i (A_i \times B_i)$ / $\sum_i (B_i)$
* A_i : 특허 등급별 가중치
<table><tr><td>등급</td><td>C</td><td>CC</td><td>CCC</td><td>B</td><td>BB</td><td>BBB</td><td>A</td><td>AA</td><td>AAA</td></tr><tr><td>가중치</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr></table>
* B_i : 등급별 특허건수</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 선행사업인 국토공간정보연구사업의 최근 3년간 평균 특허등급지수 값 3.68을 본 사업으로 출원된 특허의 등록시점인 ’24년도의 목표치로 설정
〈국토공간정보연구사업의 최근 3년간 특허등급지수〉
<table><tr><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>평균</th></tr><tr><td>4.20</td><td>3.40</td><td>3.44</td><td>3.68</td></tr></table>
• 도전적 목표치 설정에 따라 매년 2% 증가 수준으로 설정
※ 국토교통R&D사업 관리시스템, NTIS, 특허정보원 DB에 등록된 특허등록건수로 측정</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’22</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>–</td><td>–</td><td>3.68</td><td>3.75</td><td>3.82</td></tr>
</table>

□ 단계별 성과 목표 및 지표

○ 동 사업의 성과목표 및 지표에 대해 내·외부 전문가들을 대상으로 AHP 분석을 실시하여 목표별 가중치를 설정

<table>
<tr><td>구분</td><td colspan="6">내용</td></tr>
<tr><td>사업 목표</td><td colspan="6">○ N차원 디지털 라이브 가상국토 구현을 위한 핵심기술 개발
- 고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 경쟁력 강화
- 실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 가치 증대
- 공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 공유 증진</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과 목표</td><td colspan="2">개발목표 달성도 100%</td><td colspan="2">융합데이터 공급율 50% 이상</td><td colspan="2">산출물의 보급률 70%</td></tr>
<tr><td colspan="2">HW/SW 국산화 100%</td><td colspan="2">공간정보 표준화 100%</td><td colspan="2">국토정보 활용도 20% 증대</td></tr>
<tr><td rowspan="11">단계별 성과 목표 및 지표</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="3">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="3">○ S/W 등록 건수 (31건)
○ 특허 출원 건수(15건)
○ 특허 등급 지수(3.68)
○ 개발목표 달성도(13.5%)
○ HW/SW의 국산화(71.4%)
○ 융합데이터 공급율(20%)
○ 공간정보 표준화(33.4%)</td><td colspan="3">○ S/W 등록 건수(52건)
○ 특허 등급 지수(3.82)
○ 개발목표 달성도(100%)
○ HW/SW의 국산화(100%)
○ 융합데이터 공급율(50% 이상)
○ 공간정보 표준화(100%)
○ 산출물의 보급률(70%)
○ 국토정보 활용도(20% 증대)</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표구분</td><td>가중치</td><td>지표명</td><td>지표구분</td><td>가중치</td></tr>
<tr><td>S/W 등록</td><td>양적</td><td>0.050</td><td>S/W 등록</td><td>양적</td><td>0.025</td></tr>
<tr><td>특허 출원</td><td>양적</td><td>0.075</td><td>특허 출원</td><td>양적</td><td>0.025</td></tr>
<tr><td>특허 등급지수</td><td>질적</td><td>0.075</td><td>특허 등급지수</td><td>질적</td><td>0.050</td></tr>
<tr><td>개발목표 달성도</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>개발목표 달성도</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>HW/SW 국산화</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>HW/SW 국산화</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>융합데이터 공급율</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>융합데이터 공급율</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>공간정보 표준화율</td><td>질적</td><td>0.200</td><td>공간정보 표준화율</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>산출물의 보급률</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>국토정보 활용도</td><td>질적</td><td>0.150</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>-</td><td>1.000</td><td>합계</td><td>-</td><td>1.000</td></tr>
</table>

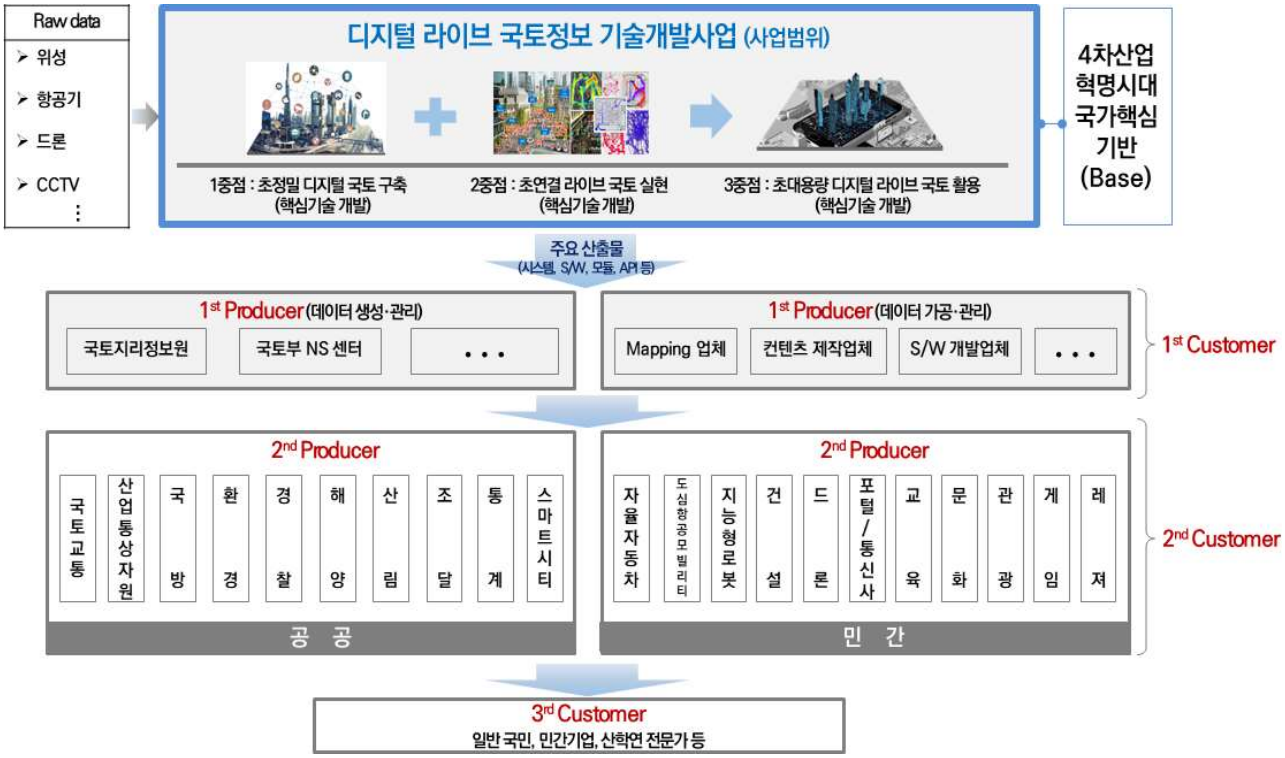
2.3 수혜자 표적화의 적절성

□ 사업 수혜자

○ 공간정보산업 內 정보유통구조를 자료 구축, 정보가공, 최종사용자 등으로 세분화 하였으며, '자료 구축 및 정보가공' 주체를 producer, 최종사용자를 customer로 정의

○ 본 사업의 핵심기술을 실질적으로 활용하는 공간정보 서비스 기관·기업과 가공된 공간정보를 활용하는 서비스 활용 기관·기업 및 사업목표를 고려하였을 때 다음과 같은 이해관계자가 도출됨

- 공간정보 서비스 기관·기업은 1차 수혜자인 동시에 1차 생산자로 데이터 생성·가공·관리를 통해 2차 수혜자에 국토정보를 제공하며, 2차 수혜자는 국토정보를 활용한 서비스를 사용자에게 제공



○ 1st Producer와 2nd Producer는 다음과 같이 구분할 수 있음

- (1st Producer) 본 R&D 사업의 다양한 성과물(S/W,시스템,플랫폼,API 등)이 1st Customer인 공간정보 서비스 기관(국토지리정보원, 국토부 NS센터 등) 및 민간기업(매핑업체, 컨텐츠 제작업체, S/W 개발업체 등)에 제공되며, 이를 활용한 국토정보 생성·가공·관리 가능
- (2nd Producer) 주요 산업 분야(자율주행차, 도심항공모빌리티, 지능형로봇, 건설, 교육, 문화, 관광, 게임, 레저 등) 및 포털·통신사 등은 1st Producer에서 제공한 다수 산출물(신규 생성된 국토정보, 공간정보 컨텐츠, 공간정보 S/W 등)을 활용하여 다양한 서비스를 기획·개발 및 제작 후 일반 국민, 민간기업, 산학연 전문가 등에게 제공

3. 세부활동 및 추진전략의 적절성

3.1 세부활동과 사업목표와의 연관성

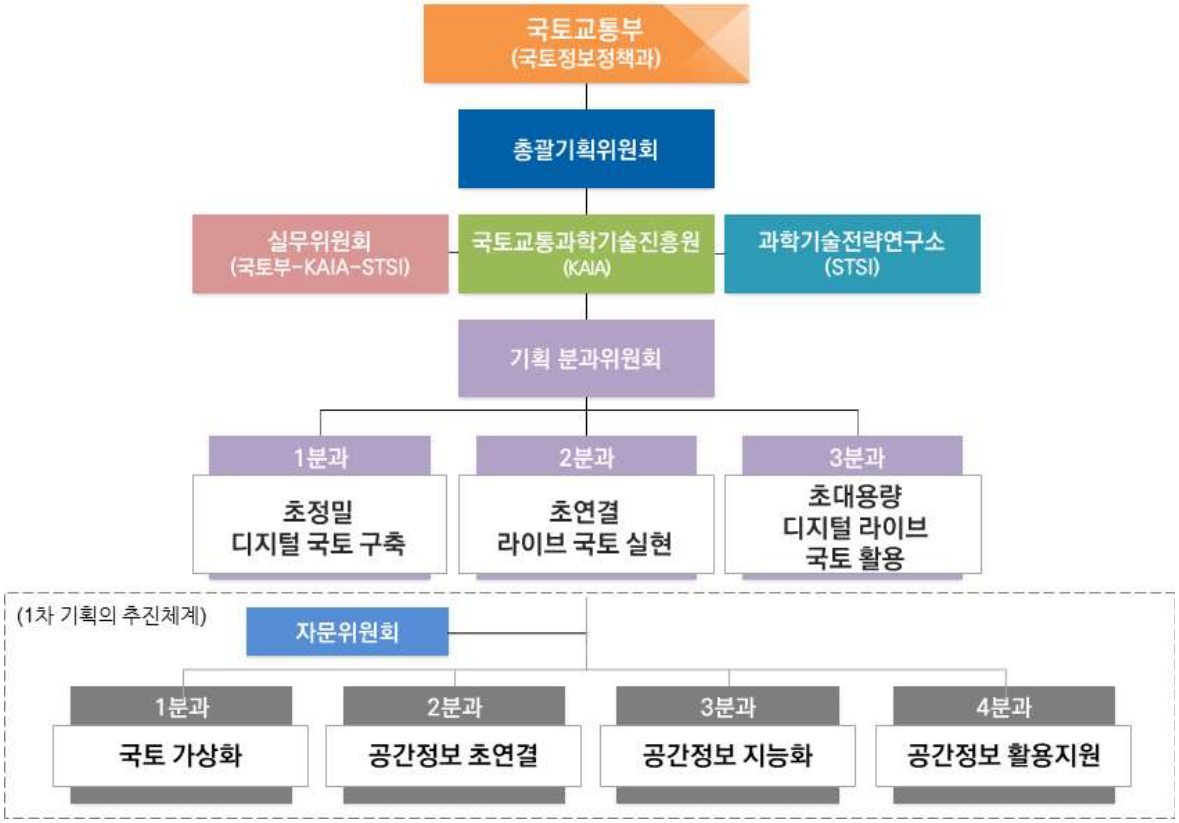
□ 비전 및 목표 체계도

비전	가치를 창출하고 혁신을 공유하는 가상과 현실이 융합된 디지털 라이브 국토 구현으로 **공간정보 복지 실현**		
사업목표	**N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심기술 개발** 디지털 라이브 가상국토 = 초정밀 가상국토 + 실시간 상황정보(정적·동적) + 수요 맞춤 공간지능화 서비스		
	고품질 공간정보 생산기반 마련으로 디지털 국토 정보의 **경쟁력 강화**	실시간 상황정보 연계를 통하여 라이브 국토 정보의 **가치 증대**	공간정보 활용 및 서비스 능력 향상을 통하여 디지털 라이브 국토 정보의 **공유 증진**
성과목표 (핵심지표)	개발목표 달성도 100% (개발목표 : 67개)	융합데이터 공급율 50% 이상	산출물의 보급률 70% (최종 산출물 : 46개)
	HW/SW 국산화 100% (HW/SW : 7종)	공간정보 표준화 100% (국내:9건, 국외:6건)	국토정보 활용도 20% 증대
성과지표 (일반지표)	SW 등록 건수	특허출원 건수	특허등급 지수
중점분야 및 핵심과제	**[중점분야 1]** 초정밀 디지털 국토 구축	**[중점분야 2]** 초연결 라이브 국토 실현	**[중점분야 3]** 초대용량 디지털 라이브 국토정보 활용
	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	2-2. 동적정보 초연결	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축

3.2 세부활동 도출의 적절성

(1) 기획과정의 적절성

□ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획을 위해 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 전문가로 구성된 기획위원회가 협력하여 체계적인 사업기획 추진



※ 1차 기획의 추진체계에서는 자문위원회가 운영되었으며, 기획 분과위원회가 4개 분과로 구성된 것을 2차 기획과정에서 공간정보 활용지원을 제외한 3개 분과로 구성하고 각 분과명을 조정

○ **(국토교통부) 사업 주관부처로서 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업기획 총괄**

- 사업 추진계획(안) 수립 및 총괄관리, 총괄기획위원회 조정의견 등을 종합·검토하고 추진계획의 적합 여부 확정 등 수행

○ **(총괄기획위원회) 디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업에 대해 거시적 관점에서 기획 방향을 제시하고, 세부계획 결과(안) 검토·조정**

- 기술·정책·경제전문가, 국토부 사업담당관, 분과별 위원장·간사 등 17명 내외로 구성하여 사업 기획 방향 제시 및 추진전략, 기술적·정책적·경제적 타당성 등 검토

  ※ 전문기관 담당부서장은 총괄위원회 간사로 참여

- 분과위원회 중간 또는 최종 결과에 대한 검토 및 조정

○ **(실무위원회)** 관계기관(국토부, 진흥원, 기획연구 수행기관 등) 중심으로 구성되며, 추진사항 점검 및 방향 논의 등 실무에 대한 의사결정

○ **(국토교통과학기술진흥원)** 기획연구 수행기관을 활용하여 기획 분과위원회 운영, 사업 상세기획 등 기획연구 전반을 주관

- 사업에 대한 니즈를 제시, 참여 전문가 후보 추천, 과제 수행과 관련하여 상세 기획내용의 검토·조정 등의 역할을 수행

○ **(기획연구 수행기관)** 사업기획 수행을 위탁받아 자료 분석, 각종 정보제공, 기획위원회 운영 지원 등 사업기획의 실무적 역할 수행

- 총괄기획위원회의 간사기관 역할을 수행하며, 추진 분과별 위원회 운영을 지원
- 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 세부 추진전략 수립, 신규 사업의 성과목표·지표의 설정, 기존 사업과의 차별성 분석, 사업 타당성 분석 등 사업기획 전반의 실무업무에 대한 체계적 수행

○ **(기획 분과위원회)** 사업에 대한 기술적 관점에서 전문적으로 검토하여 기획 대상 기술에 대한 기획결과(안) 도출

- 분과위원회는 주요 기획 분야별로 구성·운영하고, 각 핵심과제별 기술 소위원장과 외부전문가를 포함한 10명 내외로 구성
- 분과별 기술 소위원장은 각 핵심과제별 총괄 관리자로서, 분과위원회의 위원 간 의견 조율 등을 통해 객관적이고 일관적인 추진계획(안)을 도출하고, 총괄기획위원회의 위원으로 참여하여 분과별 위원회의 계획 및 도출 결과 등을 보고
- 외부전문가는 산·학·연을 고려*하여 선출된 각 기술 분야 및 산업분야 전문가로서, 분과별 약식 및 기준을 바탕으로 전문적인 기획을 수행하고 분과위원회 내 세부기획 결과에 대한 교차검토를 수행

  * 산·학·연의 안배를 고려하였으나, 공간정보 산업의 특성상 참여 가능한 출연연이 협소하여, 타 분과와 중복된 소속 전문가를 제외함에 따라 연의 비율이 상대적으로 적게 구성

○ **(자문위원회) 산·학·연 등 공간정보 관련 분야 전문가를 중심으로 과제기획, 추진전략의 타당성 등을 자문하며, 사전기획 및 상세기획 지원**

- 기획과정에 별도로 검토해야 할 사항이 발생할 경우, 이를 검토하기 위한 특별 자문위원회 형식으로 운영
- 사업의 객관성 확보, 사업 성과물의 확산 시 문제점·이슈사항 등 논의

□ 기획과정별 내용

○ 사전 기획

날짜	회의명	내용
’17.03.23	1차 공청회	공간정보 분야 기술혁신 방향 및 중점 추진분야에 대한 산업계 의견 수렴
’17.12.19	국가공간정보위원회 심의 의결	공간정보 R&D혁신 로드맵(안) 대한 국가공간정보위원회 심의 의결

○ 총괄 기획위원회 운영(3회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’18.09.28	1차 총괄기획위원회의	사업기획 방향 공유 및 세부기술 기획 결과 검토·조정
	’18.10.15	2차 총괄기획위원회의	사업 전반에 대한 내용 검토 및 확정
2차 기획	’20.04.20	3차 총괄기획위원회의	사업 전반에 대한 내용 검토 및 확정

○ 기획 분과위원회(44회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(1분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(2분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(3분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.08.09	1차 기술분과위원회의(4분과)	요구성능 및 국내 기술수준 검토, 추가 기술수요조사 필요성 검토
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(1분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(2분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(3분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.09.20	2차 기술분과위원회의(4분과)	세부기술 검토 및 활용지원 연계 방안 마련
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(1분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(2분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(3분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
	’18.10.02	3차 기술분과위원회의(4분과)	핵심별 세부기술 확정 및 기술체계도 완성
2차 기획	’20.01.06	1차 기술소위원장회의	분과별 위원장을 대상으로 분과별 기술 개발, 용어 등의 내용 검토 및 중복성 검토
	’20.01.09	5차 기술분과위원회의(1분과)	사업 개념·기술체계 및 보고서 작성방식 설명, 각 분과 별 분과회의
	’20.01.09	5차 기술분과위원회의(2분과)	사업 개념·기술체계 및 보고서 작성방식 설명, 각 분과 별 분과회의
	’20.01.09	5차 기술분과위원회의(3분과)	사업 개념·기술체계 및 보고서 작성방식 설명, 각 분과 별 분과회의
	’20.01.22	1차 기술소위원회의(2-2분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(2-1분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(1-1분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(1-2분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(3-1분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.01.29	1차 기술소위원회의(3-2분과)	국토부 보고 내용 및 기술체계, 보고서 작성방식 설명
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(2-1분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(2-2분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(1-1분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.18	2차 기술소위원회의(1-2분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.19	2차 기술소위원회의(3-1분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의
	’20.02.19	2차 기술소위원회의(3-2분과)	연구과제 구성도, 활용 시나리오, 핵심연구개발 내용 검토 및 협의

구분	날짜	회의명	내용
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(3-1분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(3-2분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(2-1분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.02.28	3차 기술소위원회의(2-2분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.03.03	3차 기술소위원회의(1-1분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.03.03	3차 기술소위원회의(1-2분과)	국토지리정보원과의 토론회 관련 주요사항 공유, 용어 정의 및 과제명 논의, 유사과제와의 중복성 내용 관련 검토, 핵심과제별 작성내용 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(1-1)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(1-2)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(2-1)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(2-2)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(3-1)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	4차 기술소위원회의(3-2)	핵심기술 개발내용 검토, 과제 및 성과 로드맵 연계성 검토
	’20.03.11	1차 1분과 강독회	1분과 내 과제 간 정합성 및 연계성 검토
	’20.03.11	1차 2분과 강독회	2분과 내 과제 간 정합성 및 연계성 검토
	’20.03.11	1차 3분과 강독회	3분과 내 과제 간 정합성 및 연계성 검토
	’20.04.10	2차 기술소위원장회의	선행 사업 과제와의 차별성 및 연계성 검토, 총괄 로드맵 검토, 사업 성과 목표·지표 검토

○ 실무위원회(28회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’17.08.10	1차 실무위원회의	기획연구 수행을 위한 상세 프로세스 정의 및 업무진행방식 협의
	’17.08.18	2차 실무위원회의	집필진 운영방안, 사업스토리, 보고서 목차, 예타조사 BP보고서 분석, 전문가 섭외 결과 등 논의
	’17.08.25	3차 실무위원회의	사업추진 방향, 예타 수요처 발굴, 시나리오, 논리모형 등 논의
	’17.09.05	4차 실무위원회의	논리모형, 수혜자 관련 논의
	’17.09.13	5차 실무위원회의	논리모형, 실증분야 도출, 수요조사, 향후 일정 등 논의
	’17.09.18	6차 실무위원회의	연구범위, 로드맵 및 개념도, 향후 일정 논의
	’17.09.21	7차 실무위원회의	사업정의, 실증분야 발굴, 수요조사 계획 등 논의
	’17.10.16	8차 실무위원회의	향후 추진방향, 워크숍 추진계획, R&R, 목차 관련 논의
	’17.10.26	9차 실무위원회의	실증 관련 시설물 분야 설명, 실증분야 발굴에 관한 논의, CVM모델의 본 사업 적용가능성 검토
	’17.11.02	10차 실무위원회의	기술수요조사 추진현황 보고, WBS 최종안 확인, 주요사업 실증 및 경제성 분석 비교, 실증 관련 논의, 전체 사업 시나리오 검토 및 공유
	’17.11.09	11차 실무위원회의	실증 후보 설명, 주요사업 실증 및 경제성 분석 비교, 실증 관련 논의, 전체 사업 시나리오 검토 및 공유

구분	날짜	회의명	내용
	’17.11.29	12차 실무위원회의	사업에 대한 UN의 의견 수렴 및 향후 협력방안 논의
	’17.12.08	13차 실무위원회의	컨설팅업체 업무회의 결과 보고, 삼성중공업 미팅, 실증사업관련 협의
	’17.12.15	14차 실무위원회의	실증팀 미팅결과 브리핑, 1,2핵심분야 추진계획, 기술수요조사, 정책적, 경제적 타당성 관련 논의
	’17.12.28	15차 실무위원회의	경제성 분석, 1,2핵심분야, 기술수요조사, 실증수요조사, 신규인력 활용 계획 등 논의
	’18.02.01	16차 실무위원회의	사업제목, 사업 시나리오, 실증구성, 사업구성에 관한 논의
	’18.04.03	17차 실무위원회의	기획연구 내용 작성 시 고려사항, 행정 사항, 향후 절차 논의
2차 기획	’19.12.17	18차 실무위원회의	기획연구 내용 방향 검토 및 추진계획 협의
	’19.12.29	19차 실무위원회의	기획보고서 보완을 위한 세부 추진방안 협의
	’20.01.06	20차 실무위원회의	중점 추진방향 및 기획내용의 전반적 검토
	’20.01.09	21차 실무위원회의	핵심기술 작성내용 검토
	’20.02.19	22차 실무위원회의	기획보고서 세부내용 검토
	’20.02.28	23차 실무위원회의	사업의 추진배경 및 필요성 구성 논의, 기획 내용의 전체 내용 검토
	’20.03.11	24차 실무위원회의	사업 추진체계도 및 기획보고서 세부내용 검토
	’20.03.26	25차 실무위원회의	기획보고서 세부내용 검토
	’20.04.01	26차 실무위원회의	LX, 국토지리정보원과 R&D 테스트베드 구축 관련 협의
	’20.04.02	27차 실무위원회의	중점분야별 구조화 관련 논의
	’20.04.10	28차 실무위원회의	중점분야별 구조화 및 활용 분야 관련 일정 논의

○ 자문회의(8회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’17.10.19	1차 자문위원회의	기획과제 전략 수립을 위한 기획연구팀 및 전문자문위원회
	’18.01.10	2차 자문위원회의	예비타당성조사를 위한 프로세스 및 구성방향 등 기획 내용 보완
	’18.01.15	3차 자문위원회의	지능공간에서 구현되는 활용지원 분야에 대한 내용 및 타당성 검토
	’18.02.26	4차 자문위원회의	사업명/사업추진배경, 기획방향, 목표설정 등 재검토 및 국토부 보고
	’18.03.15	5차 자문위원회의	국토교통부 기획과제 사업방향 논의 및 핵심기술 논의
	’18.04.25	6차 자문위원회의	핵심기술 및 활용지원 분야(안) 타당성 논의
	’18.05.14	7차 자문위원회의	기획연구 결과 공유, 핵심기술 검토
	’18.06.22	8차 자문위원회의	기획과제 방향설정 및 기술, 중복성 검토

○ 의견 수렴 및 공청회(23회)

구분	날짜	회의명	내용
1차 기획	’18.07.24	2차 공청회	디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획 내용에 대한 전문가 의견 수렴
	’18.09.04	전문가 회의	기획 방향에 대한 전문가 의견 수렴
	’18.10.26	3차 공청회	기획연구 내용 공유 및 의견 수렴
2차 기획	’19.06.19	국토교통부 및 유관기관 전문가 간담회	과기부 예타 조사 결과 중 지적 사항에 대한 원인분석 및 대응 방안을 도출
	’19.09.20	보완기획 전문가 간담회	공간정보 예타 보완기획 추진전략 및 관련 기관별 협업 방안 마련
	’19.10.10	공간정보서비스 기업·연구기관 협의회의	공간정보 예타 보완기획 및 수요처 발굴을 위한 의견수렴
	’19.10.16	지자체 간담회	공간정보 분야 예타 사업기획(R&D) 추진 현황 공유, 공간정보 활용 지자체 의견수렴 및 추진 전략 토의
	’19.11.11	국토교통 분야(건설자동화) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(건설자동화) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.12	국토교통 분야(자율주행차) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(자율주행차) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.15	국토교통 분야(제로에너지 건축) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(제로에너지 건축) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.18	국토교통 분야(지능형철도) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(지능형철도) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.25	국토교통 분야(드론) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(드론) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.11.26	국토교통 분야(스마트물류) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(스마트물류) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’19.12.03	국토교통 분야(스마트시티) 공간정보 연계·활용 자문회의	7대 혁신성장동력(스마트시티) 분야 구성 기술 조사 및 공간정보 연계·활용 기술, 요구 수준 등 자문
	’20.02.26	1차 공간정보서비스 기관 협의회의	“디지털 라이브 국토정보 기술개발(R&D)” 사업의 예타 추진 현황 및 상세 방안 공유를 통하여 업무 활용 및 협업 방안 논의
	’20.03.09	2차 공간정보서비스 기관 협의회의	공간정보 R&D 예타 사업기획 관련, 국토지리정보원 GNSS 고정국 및 이동국 외산 S/W의 국산화 방안 협의
	’20.03.24	3차 공간정보서비스 기관 협의회의	공간정보 R&D 주요 현황 보고 및 통합테스트 환경 구축 방안 토의
	’20.04.01	4차 공간정보서비스 기관 협의회의	지리원 전산환경 및 주요 서비스 내역 파악 및 R&D 테스트 환경 구성 가능성 검토
	’20.04.07	활용 분야 관련 협의회의 (드론)	활용 분야(드론) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.07	활용 분야 관련 협의회의 (스마트물류)	활용 분야(스마트물류) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.10	활용 분야 관련 협의회의 (자율주행차)	활용 분야(자율주행차) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.10	활용 분야 관련 협의회의 (스마트건설)	활용 분야(스마트건설) 관련 의견 수렴 및 협의
	’20.04.14	활용 분야 관련 협의회의 (재난재해)	활용 분야(재난재해) 관련 의견 수렴 및 협의

(2) 기술수요조사의 적절성

□ 산·학·연 전문가의 다양한 의견수렴을 통한 디지털 라이브 국토정보 기술 수요 발굴

○ 디지털 라이브 국토정보 기술 개발사업의 중점분야별 핵심·구성과제 선정의 근거자료로 활용

○ 핵심·구성과제 선정에 있어 산·학·연·관 전문가의 다양한 의견수렴 및 반영

□ 조사개요

○ 기존 유사사업 수행 연구자, 기술 수요 및 개발 전문가 등을 대상으로 4차례 조사

- 관련 학회, 협회 등 관련 기관 회원을 대상으로 기술수요 조사 공고 및 E-mail 송부를 통해 온라인 기술수요조사 시행

구분	조사주체	조사대상	조사시기
1차 기술수요조사	국토교통과학 기술진흥원	산·학·연 전문가	’17.11~12월
2차 기술수요조사			’18.1월
3차 기술수요조사			’18.8월
4차 기술수요조사			‘20.2월

□ 응답자 현황

○ 4차례의 기술수요조사 제안자는 산업체, 대학, 연구기관 등에서 총 140명이 응답

- 산·학·연·관별 수요조사 실시 대상자 수는 산업체 79명(56.4%), 학계 35명(25.0%), 연구계 22명(15.7%), 정부기관 4명(2.9%)으로 구성

구분		산업체	대학교	연구기관	정부기관	합계
1차	명	21	8	6	-	35
	%	60.0	22.9	17.1	-	100.0
2차	명	19	12	6	-	37
	%	51.4	32.4	16.2	-	100.0
3차	명	19	9	3	-	31
	%	61.3	29.0	9.7	-	100.0
4차	명	26	10	10	4	50
	%	52.0	20.0	20.0	8.0	100.0
합계	명	79	35	22	4	140*
	%	56.4	25.0	15.7	2.9	100.0

* 1~4차 조사의 중복 응답자를 제외한 값

□ 응답자가 제시한 기술수요 결과

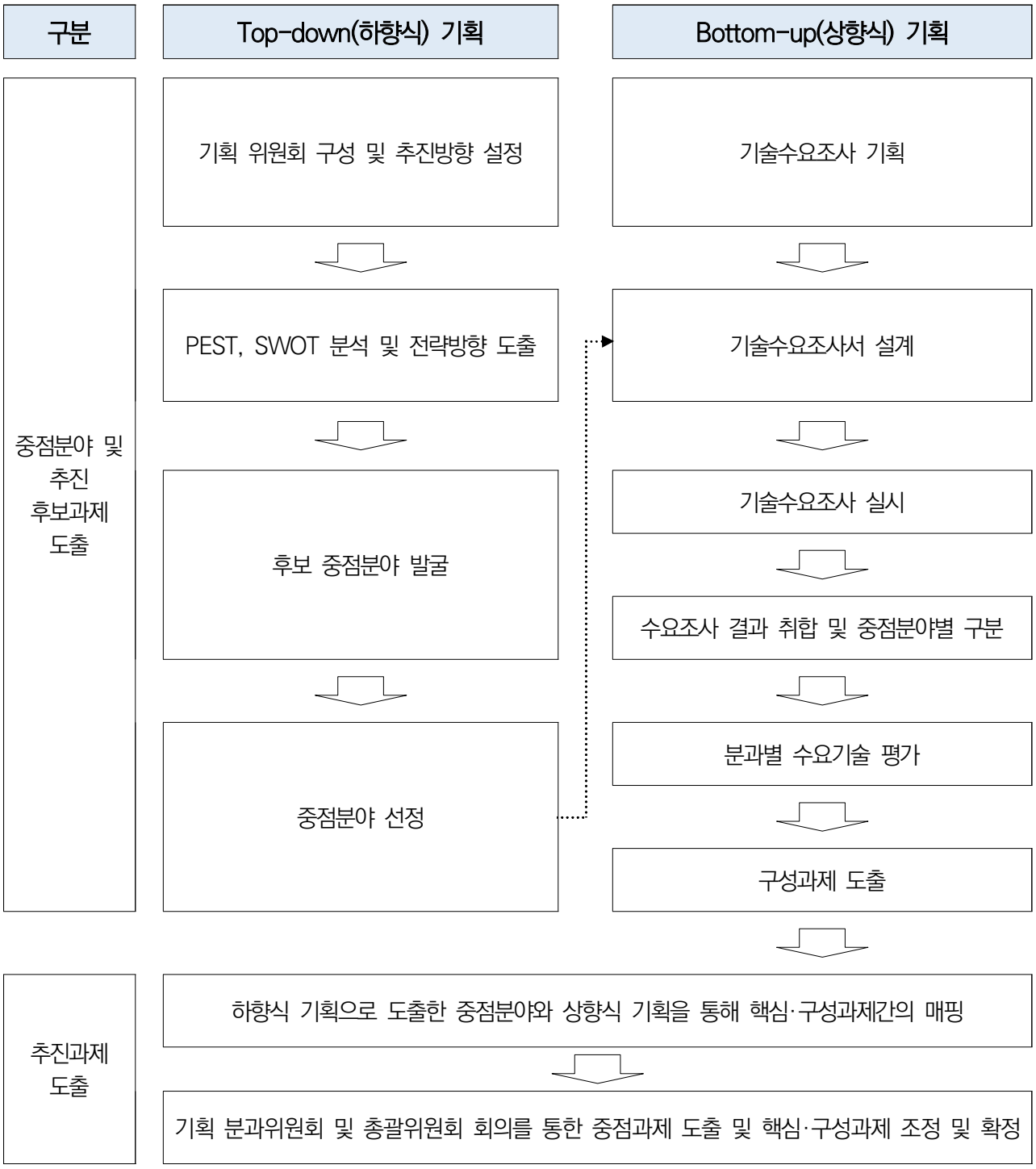
○ 4차례 진행된 기술수요조사를 통해 발굴한 기술은 총 178건으로 조사됨

중점분야	기술수요 건수				
	1차	2차	3차	4차	합계
초정밀 디지털 국토 구축	10	11	18	14	53
초연결 라이브 국토 실현	13	12	9	12	46
초대용량 디지털 라이브 국토 활용	17	19	11	32	79
합계	40	42	38	58	178

(3) 추진과제 도출방법의 적절성

□ 추진과제 도출방법 : Top-down 및 Bottom-up 방식 도출

○ 추진과제는 Top-down(하향식)을 통해 도출한 중점분야에 기반하여 Bottom-up(상향식) 방식의 기술 수요 조사를 통하여 도출



□ 추진과제 도출 과정

○ 핵심 및 구성과제의 도출 방법에 따라 다음 프로세스를 수행

1단계	• 기술수요조사 기획
2단계	• 과제명, 연구개발목표 등 10개 항목으로 기술수요조사서 설계
3단계	• 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 산업계 종사자, 공공기관·대학 등의 연구자를 대상으로 1, 2, 3차 기술수요조사 실시 – 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 후보기술 120건 발굴
4단계	• 중점분야에 알맞게 기술수요조사 신청 기술 목록 취합 및 정리
5단계	• 추가 기술수요 발굴을 위한 4차 기술수요조사 실시 – 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 추가 후보기술 58건 발굴
6단계	• 기술수요조사 신청기술 및 분과기획위원회에서 제안한 기술 목록 취합 및 정리 – 디지털 라이브 국토정보 기술개발 관련 후보기술 178건 발굴
7단계	• 1~4차 기술수요조사를 통해 발굴한 178건의 후보기술에 대해서 매력도, 적합도를 기준으로 평가
8단계	• 수요기술의 평가를 통해 80점 이상의 기술만을 선정하여 총 102건의 기술을 도출
9단계	• 기획 분과위원회 논의를 통해 102건의 기술 중 유사한 기술을 통합하여 17개의 구성과제를 도출하였고, 구성과제를 Grouping하여 6개의 핵심과제를 도출
10단계	• 기획 분과위원회 및 총괄위원회 회의를 통해 6개 핵심·16개 구성과제로 조정 및 확정

(4) 전문가 위원 구성의 적절성

□ 본 사업을 위해 구성된 전문가의 경우 산·학·연 비율이 균형적으로 구성되었으며, 검토하기 어려운 분야(사각)가 존재하지 않도록 다양한 분야의 전문가를 구성함

○ 총괄기획위원회

- (역할) 본 사업 기획의 방향성 제시 및 세부 계획결과(안)의 검토, 조정 및 의결

· 분과기획위원회에서 검토·도출한 사업기획내용(안)에 대한 심의·조정 및 최종 확정

- (구성) 산·학·연·관 분야별 전문가 17명 내외로 구성

○ 기획 분과위원회

- (역할) 분야별 핵심·구성·세부과제 도출 등 세부 기술기획 수행

· 사업기획에 필요한 세부기술 내용에 대한 논의 및 기획연구진에서 제공하는 서식에 따라 보고서 작성

- (구성) 분과별 산·학·연 기술전문가로 28명 내외로 구성

○ 실무위원회

- (역할) 추진사항 점검 및 방향 논의 등 실무에 대한 의사결정

- (구성) 국토부, 진흥원, 기획연구 수행기관 등 11명으로 구성

□ 총괄 기획위원회 명단

○ 산업계(6명), 학계(6명), 연구계(3명), 관계(2명) 등 총 17명으로 구성

산(6명,35.3%), 학(6명,35.3%), 연(3명,17.6%), 관(2명,11.8%)

구분	성명	소속	직책	기관분류	비고
1	남영우	국토교통부 국토정보정책관	국장	관	-
2	장은미	㈜지인컨설팅	대표	산	-
3	이강원	㈜한국에스지티	대표	산	-
4	신동빈	안양대학교	교수	학	총괄위원장
5	윤종성	삼인공간정보	부사장	산	-
6	최인구	한국도로공사	부사장	산	-
7	김진	한국국토정보공사(LX)	연구위원	산	-
8	이재용	국토연구원	센터장	연	-
9	최현상	한국건설기술연구원	연구위원	연	-
10	신성웅	한국전자통신연구원	책임연구원	연	-
11	박관동	인하대학교	교수	학	1-1 핵심과제 기술소위원장
12	이임평	서울시립대학교	교수	학	1-2 핵심과제 기술소위원장
13	이성훈	이엔지정보기술(주)	상무	산	2-1 핵심과제 기술소위원장
14	강영옥	이화여자대학교	교수	학	2-2 핵심과제 기술소위원장
15	남광우	군산대학교	교수	학	3-1 핵심과제 기술소위원장
16	이병대	경기대학교	교수	학	3-2 핵심과제 기술소위원장
17	최송욱	국토교통과학기술진흥원	그룹장	관	간사

□ 기획 분과위원회 명단

○ 초정밀 디지털 국토 구축

산(3명, 33.3%), 학(5명, 55.6%), 연(1명, 11.1%)

구분	성명	소속 및 직위	전문분야	구분	비고
1	박관동	인하대학교 교수	공간정보 및 GIS	학	분과장
2	배태석	세종대학교 교수	GNSS/측지	학	위원
3	정원조	Code42 이사	공간정보	산	위원
4	이수암	쓰리디랩스 이사	수치사진측량, 영상처리	산	위원
5	최원익	인하대학교 교수	빅데이터, 데이터인텔리젼스 측위/LBS/GIS	학	위원
6	이임평	서울시립대 교수	사진측량, 컴퓨터비전	학	분과장
7	윤준희	한국건설기술연구원 연구위원	멀티센서기반 대상물 인식	연	위원
8	김창재	명지대학교 교수	공간정보	학	위원
9	좌윤석	수성엔지니어링 이사	드론/영상/라이다 데이터처리	산	위원

○ 초연결 라이브 국토 실현

산(8명, 72.7%), 학(2명, 18.2%), 연(1명, 9.1%)

구분	성명	소속 및 직위	전문분야	구분	비고
1	이성훈	이엔지정보기술(주) 상무	수치사진측량	산	분과장
2	조장관	쿠노소프트 대표	블록체인, 보안	산	위원
3	권춘식	한컴위드 부장	블록체인	산	위원
4	배상원	엔쓰리 이사	아키텍처(비즈니스, 데이터, 응용)	산	위원
5	김병주	유원지리정보 이사	공간정보	산	위원
6	강영옥	이화여자대학교 교수	공간정보, 데이터마이닝, 딥러닝	학	분과장
7	이종훈	헬리오센(주) 대표	공간정보	산	위원
8	김의명	남서울대학교 교수	측량 및 GIS	학	위원
9	남상관	올포랜드 전무	데이터마이닝	산	위원
10	김장욱	웨이버스 상무	공간정보, 무선통신	산	위원
11	김태훈	한국건설기술연구원 수석연구원	공간정보	연	위원

○ 초대용량 디지털 라이브 국토 활용

산(2명, 25.0%), 학(4명, 50.0%), 연(2명, 25.0%))

구분	성명	소속 및 직위	전문분야	구분	비고
1	남광우	군산대학교 교수	IT, GIS	학	분과장
2	김형근	모비젠 상무	빅데이터, AI	산	위원
3	김민수	대전대학교 교수	컴퓨터공학(공간정보)	학	위원
4	유재준	한국전자통신연구원 책임연구원	GIS/LBS/ITS/표준화	연	위원
5	이병대	경기대학교 교수	정보통신	학	분과장
6	김주완	한국전자통신연구원 책임연구원	공간정보	연	위원
7	전철민	서울시립대학교 교수	공간DB, 공간분석	학	위원
8	김태영	에이아이팩토리 대표	인공지능	산	위원

□ 실무위원회

○ 국토교통부(3명), 국토교통과학기술진흥원(2명), 과학기술전략연구소(6명) 등 총 11명으로 구성

구분	성명	소속	직위	전문분야
국토교통부	한동민	국토교통부	과장	총괄
	이선영	국토교통부	사무관	총괄
	장석원	국토교통부	주무관	총괄
국토교통 과학기술진흥원	최송욱	국토교통과학기술진흥원	그룹장	공간정보
	최경아	국토교통과학기술진흥원	PD	공간정보
과학기술 전략연구소	유경만	과학기술전략연구소	대표	기획지원
	원동규	과학기술전략연구소	부대표	기획지원
	최준락	과학기술전략연구소	팀장	기획지원
	조경민	과학기술전략연구소	부연구위원	기획지원
	장지수	과학기술전략연구소	부연구위원	기획지원
	황보석	과학기술전략연구소	부연구위원	기획지원

(5) 세부활동별 과학기술적 유사·중복성 검토의 적절성

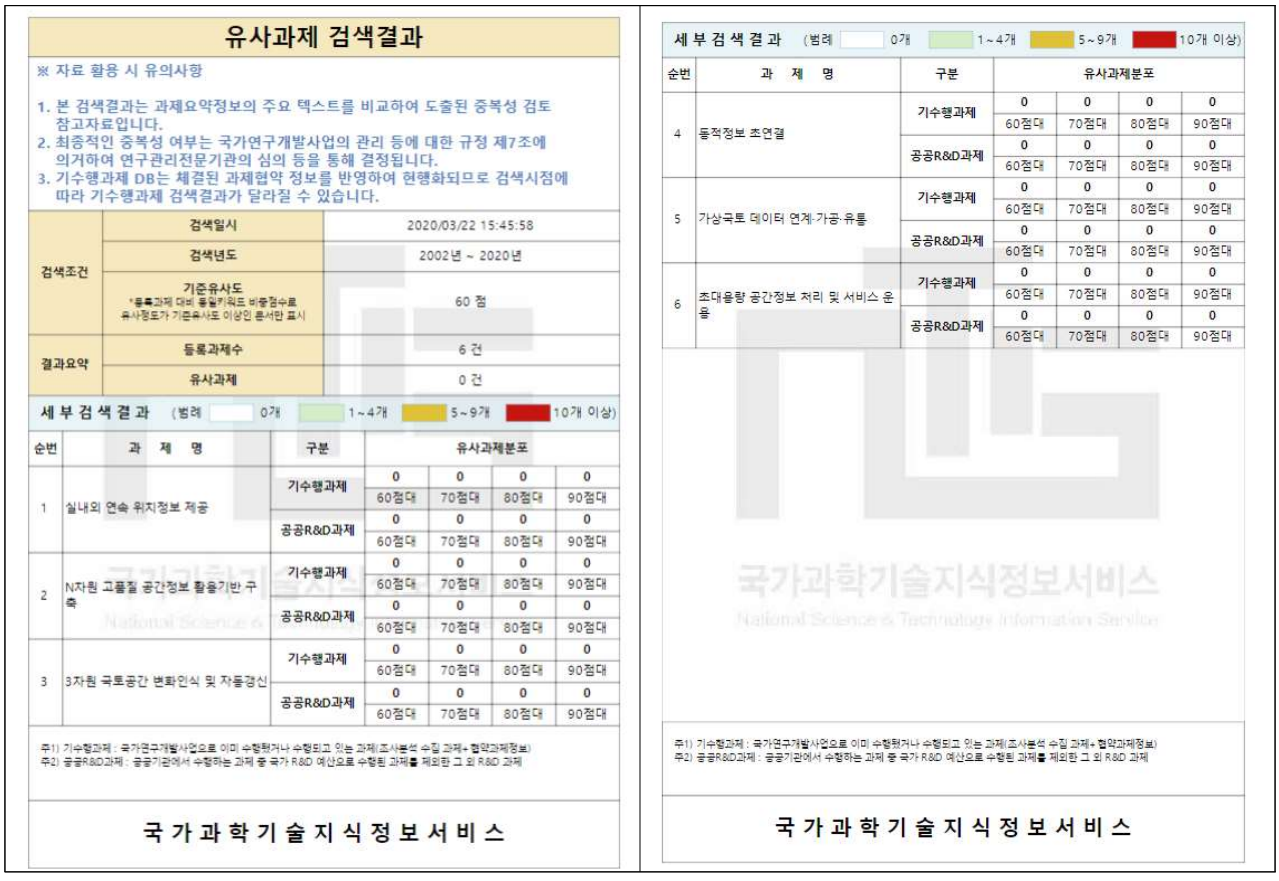
【세부활동별 유사과제 중복성 검토 결과】

□ 중점 기술개발 과제 단위에서 'NTIS 유사성 검토*' 기능을 활용하여 분석한 결과, 유사·중복 과제가 확인되지 않았음

* 'NTIS 유사성 검토' 방법 : NTIS 웹사이트(https://www.ntis.go.kr/rndgate/eg/ia/sp/index.do) 과제관리 〉 유사성검토 메뉴를 활용하여 검토하고자 하는 대상과제의 과제명, 연구목표, 연구내용, 기대효과, 키워드 등을 등록하여 유사성 검토를 수행

〈표 9-11〉 중점 기술개발 과제의 중복성 검색 결과(전체 핵심기술)

핵심 기술개발 과제	중복성 검색 키워드	검색결과
(1-1) 실내외 연속 위치정보 제공	실내외, 연속, 고정밀, 측위, 절대측위	중복성 없음
(1-2) 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	3차원, 국토공간, 변화인식, 자동갱신	중복성 없음
(2-1) 가상국토 데이터 연계·가공·유통	가상국토, 매핑, 연계	중복성 없음
(2-2) 동적정보 초연결	동적정보, 정적정보, 초연결	중복성 없음
(3-1) 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	초대용량, 공간정보, 클라우드, 분산저장	중복성 없음
(3-2) N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	N차원, 고품질, 공간정보, 지능화	중복성 없음



유사과제 검색결과

※ 자료 활용 시 유의사항

1. 본 검색결과는 과제요약정보의 주요 텍스트를 비교하여 도출된 중복성 검토 참고자료입니다.
2. 최종적인 중복성 여부는 국가연구개발사업의 관리 등에 대한 규정 제7조에 의거하여 연구관리전문기관의 심의 등을 통해 결정됩니다.
3. 기수행과제 DB는 체결된 과제협약 정보를 반영하여 현행화되므로 검색시점에 따라 기수행과제 검색결과가 달라질 수 있습니다.

검색조건	검색일시	2020/03/22 15:45:58
	검색년도	2002년 ~ 2020년
	기준유사도 *등록과제 대비 등록키워드 비중점수로 유사정도가 기준유사도 이상인 문서만 표시	60 점
결과요약	등록과제수	6 건
	유사과제	0 건

세 부 검 색 결 과 (범례 0개 1~4개 5~9개 10개 이상)

순번	과 제 명	구분	유사과제분포			
1	실내외 연속 위치정보 제공	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
2	N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
3	3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대

주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행했거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제+협약과제정보)
주2) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스

세 부 검 색 결 과 (범례 0개 1~4개 5~9개 10개 이상)

순번	과 제 명	구분	유사과제분포			
4	동적정보 초연결	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
5	가상국토 데이터 연계·가공·유통	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
6	초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대

주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행했거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제+협약과제정보)
주2) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스

□ **NTIS에서 '공간정보', '플랫폼', '갱신', 'AI', '측위', '변화탐지', 'GNSS' 등의 포괄적 키워드로 검색을 통해 도출한 51개 유사과제와의 연계·협력 방안을 제시함**

○ 포괄적 키워드 검색을 통한 유사과제 도출과정

1단계	• NTIS에서 '공간정보', '플랫폼', '갱신', 'AI', '측위', '변화탐지', 'GNSS' 등의 키워드로 포괄적 검색을 통한 500개의 과제를 검색
⇩	
2단계	• 500개의 과제 중 중복된 과제명 195개를 제외한 305개의 과제를 추출
⇩	
3단계	• 305개 과제 중 선행사업을 포함한 연구내용이 중복된 17개 과제를 제외한 288개 과제를 추출
⇩	
4단계	• 추가적인 세부 검토과정을 통해 '디지털 국토정보 기술'과 무관한 237개의 과제를 제외*하여 51개 과제를 추출 * 제외한 항목에 대해서는 아래에 참고로 제시

○ 51개 과제와의 연계·활용 방안에 대한 검토사항은 다음과 같이 제시하였음

〈표 9-12〉 유사과제와의 연계활용방안 검토사항

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
1	3D 공간 정보 활용 자동비행 기술 및 낙하산 활용 기술 개발	드론 최적 비행경로 생성 기술은 드론 항로 구축 기술에 사용
	주식회사 코레스	3-2-3
2	3D융합산업 육성을 위한 고해상도 항공영상기반 3D 공간정보 제작 및 활용시스템 개발	항공사진으로 부터 3D 공간정보 추출기술은 3차원 공간정보 자동 생성 기술에 활용
	(주)원지리정보	1-2-3
3	3차원 고정밀 공간정보 생성 무인시스템 개발	고품질의 위치/자세 센서는 이동체의 고정밀 위치정보와 실시간 위치정보 측위 기술에 활용
	켄코아에어로스페이스(주)	1-1-1, 2-2-1
4	5G 기반 요구조자 중심 재난안전 서비스 개발 및 실증	5G/WPS 기반 실내 정밀 측위 기술은 복합 연속측위 모델 구현에 활용 가능
	(주)KT	1-1-2
5	AR Indoor LBS를 위한 복합 정밀 실내측위 상용화 기술 개발	실내공간정보 구축기술은 복합 연속측위 모델 구현에 활용 가능
	(주)유앤아이씨	1-1-2
6	DB연계 및 공간정보 기반 재난확산 가시화 기술 개발	공간정보 기반 재난확산 가시화 기술은 사물 및 공간 상태정보 획득 및 가시화 기술 개발에 활용
	한국시설안전공단	2-2-3
7	MR(Mixed Reality)기술을 활용한 건축 IT협업 서비스 플랫폼 개발	빅데이터 플랫폼 설계 기술은 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 구현에 활용
	(주) 동우이앤씨건축사사무소	3-1-1

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
8	Scale-up한 빅데이터 플랫폼의 개발 및 상용화 포굿컴퍼니	빅데이터 플랫폼 설계 기술은 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 구현에 활용 3-1-1
9	SLAM 기술과 장애물 인식 및 회피 경로계획 기술을 포함하는 무인이동체의 자율주행 SW 개발 에이엠오토노미	무인 이동체의 자율주행을 위한 SW는 이동체 실시간 위치정보 연계 기술개발에 활용 2-2-1
10	개방형 클라우드 플랫폼 기반의 3D GIS 서비스 제공 기술 개발 (주)이지스	클라우드 기반 공간 데이터 관리 기술은 초대용량 공간정보 클라우드 서비스 구현에 활용 3-1-1
11	개인형 웨어러블 공간정보 구축장비를 이용한 As-Built BIM 자동 구축 시스템 명지대학교	경량의 개인형 웨어러블 공간정보 구축 장비 제작은 모바일 환경 정밀 측위 기술에 활용 1-1-1
12	객체추출 및 실-가상 정합지원 모바일 AR 기술개발 한국전자통신연구원	실-가상 정합 지원 모바일 AR 기술은 VR/AR 및 디지털트윈 콘텐츠 생성 기술 개발에 활용 3-1-3
13	고성능 레이더 감지 기술과 머신러닝을 융합한 침입탐지 시스템 개발 주식회사 포휴먼테크	침입 감지 기술은 이동체 위치정보 탐색 및 예측 분석 기술에 활용 2-2-1
14	고정밀 공간정보 구축을 위한 MMS용 복합센서 모델링 지원연구 한국건설기술연구원	고정밀공간정보(정밀도로지도-정확도15cm급) 구축을 위한 MMS(Mobile Mapping System)용복합센서시스템캘리브레이션 기법개발은 신호 기반 고정밀 절대측위 기술에 활용 1-1-1
15	공간정보 구축 기술 선진화를 위한 실시간 GNSS 측량시스템 개발 서일대학교	실시간 GNSS 측량시스템 개발 기술은 공간데이터 실시간 수집 기술에 활용 1-2-1
16	공간정보 기반의 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공기술 개발 사전기획연구 한국전자통신연구원	VR/AR 분야의 실감형 콘텐츠 제공 기술은 VR/AR 및 디지털트윈 콘텐츠 생성 기술개발에 활용 3-1-3
17	공간정보 융합 서비스를 위한 3D 고성능 공간 DBMS 개발 (주)리얼타임테크	실내 지오코딩 기술개발은 실내외 연동 위치제공을 위한 지오코딩 기술 개발에 활용 2-1-1
18	공간정보 효율적인 관리를 위한 딥러닝 기술 기반의 지리공간 인공지능(GeoAI) 플랫폼 개발 주식회사 무한정보기술	딥러닝 기술기반의 지리공간 인공지능(GeoAI) 플랫폼 개발은 엑사스케일 GeoAI 모델 개발에 활용 3-1-1
19	공간정보구축을 위한 일련의 영상처리 알고리즘 개발 경북대학교	영상처리 알고리즘을 이용하여 영상 정보를 이용한 랜드마크/특징점 추출 및 데이터베이스 구축기술 개발에 활용 1-1-1
20	글로벌 스트리트뷰 및 공간정보 기반 360도 VR 콘텐츠 저작도구 플랫폼 개발 (주)포스트미디어	360도 VR 컨텐츠 저작도구 플랫폼 개발 기술은 VR/AR 및 디지털트윈 콘텐츠 생성 기술개발에 활용 3-1-3
21	다수 휴대폰 사용자의 센서 정보를 활용한 이동경로 파악과 실내 평면정보의 자동 업데이트 인하대학교	휴대폰 사용자의 센서 정보를 활용한 실내 측위 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술개발에 활용 1-1-1
22	대용량 포인트 클라우드를 이용한 3차원 실내 공간정보 구축 분산 처리(Hadoop) 통합 솔루션 개발 연세대학교	대용량 포인트 클라우드를 이용한 분산 처리 통합 솔루션 개발은 초대용량 공간정보 분산저장 검색 시스템 및 지능형 처리 기술개발에 활용 3-1-2

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
23	도심지역 자율주행을 위한 Depth Map 개발	웹/모바일 기반의 고해상도 AR/VR 영상시각화플랫폼 개발 기술은 VR/AR 및 디지털트윈 콘텐츠 생성 기술개발에 활용
	스트리스	3-1-3
24	도심지역 정밀 공간정보 구축을 위한 차량 MMS 및 UAV 간 영상기반 Pairing 방식의 공간정보 수집기술 개발	차량기반/UAV기반MMS pairing 기술은 이동체 위치정보 연계 및 활용 기술개발에 활용
	강원대학교	2-1-1
25	디지털 트윈 기반의 예측 및 능동대처가 가능한 화재재난지원 통합플랫폼 기술개발	디지털 트윈 공간정보 생성 및 관리 기술은 디지털트윈 콘텐츠 생성 및 관리 기술개발에 활용
	한국전자통신연구원	3-1-3
26	라이다와 전방위 카메라를 이용한 3D 공간정보 생성기술 개발	고속데이터 취득 및 3차원 자동 공간정보 구축을 위한 영상신호 정합기술은 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위 기술개발에 활용
	주식회사 코레스	1-1-2
27	모바일 P2P 네트워크에서 효율적인 공간정보 관리	P2P 환경에서의 사용자 간 공간정보를 실시간으로 교환하는 기술은 이동체 실시간 위치정보 연계 기술개발에 활용
	원광대학교	2-2-1
28	보안안전 통합관제 솔루션 개발	고품질 다채널 영상정보를 빠르게 처리할 수 있는 영상처리 기술은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술개발에 활용
	주식회사 미래엔에스	3-2-3
29	복합센서를 활용한 시각장애인용 진동 패널 기반 웨어러블 디바이스 기술 개발	근접 센서를 이용한 사용자의 이동감지 기술은 이동체 위치정보 인터렉티브 시각화 기술 개발에 활용
	(주)엠포러스	2-2-1
30	복합측위기술 기반 3차원 실내공간정보 상용서비스 플랫폼 개발	Wireless LAN 신호기반 복합 측위 시스템은 복합 연속측위 모델 구현 및 실증에 활용 가능
	버츄얼빌더스(주)	1-1-2
31	분산형 센서-시뮬레이션 네트워크를 활용한 도시재난대응 플랫폼 기반기술 구축	도시 재난대응 플랫폼 기반기술은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화에 활용
	이화여자대학교	3-2-3
32	빅-데이터 분석을 활용한 공간정보 기반의 재난 위기 대응 시스템	공간정보 기반 재난 위기 대응 의사결정지원 예측 모델은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술에 활용
	인천대학교	3-2-3
33	사물-인터넷 서비스의 고도화를 위한 공간정보 활용기술의 개발	공간정보기반 사물-인터넷 서비스 시뮬레이션 기술은 사물정보 호환을 위한 IoT 데이터 교환 표준 기술개발에 활용
	호서대학교	2-2-3
34	산업응용에서의 로봇 활용을 위한 인공지능 기반 CPS 기술 개발	로봇의 충돌 검출 및 예측을 위한 3D 공간정보 모델링 기술은 이동체 위치정보 최적 탐색 및 예측 분석 기술에 활용
	(주)이지로보틱스	2-2-1
35	수재해 통합 공간정보구축을 통한 피난경로 배분 지원 시스템(MUFESS) 개발	수재해 DB 기반의 수재해 발생시 대피경로 할당모델은 상황인지 기반 실시간 재난 대응 체계 최적화 기술개발에 활용
	경주대학교	3-2-3
36	스마트 단말 기반 실시간 실내 경로 안내 서비스 개발	지자기 측위, WiFi 측위, 관성항법(PDR), 맵매칭 기술 등을 활용한 하이브리드 측위기술은 다중신호 기반 융합 측위 기술개발 시 활용
	코디스페이스(주)	1-1-1
37	스마트 원클릭 공간정보구축업무 자동화 시스템	스마트폰을 활용한 측량 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발에 활용
	에이케이티공간정보 주식회사	1-1-1

연번	과제명 수행기관	연계활용방안 구성과제
38	스마트형 실시간 재난현장정보 공유기술개발	재난정보제공및가시화를통한상황모니터링지원 기술은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술 개발에 활용
	국립재난안전연구원	3-2-3
39	실내 공간정보 융합 플랫폼 기술개발	공간정보와 실내측위 정보, 실내 맵좌표 정보와 자동으로 맵핑하는 기술은 공간정보 객체 자동 매핑 기술에 활용
	(주)다비오	1-2-3
40	실내 위치기반 서비스를 위한 실내공간정보 및 서비스 인터페이스 표준개발	다양한 실내공간 기반 서비스(로봇 응용 등)에서의 정보교환을 위한 국내표준 개발은 사물 정보 호환을 위한 공간정보 표준화 기술개발에 활용
	한국전자통신연구원	2-2-3
41	실내위치 인식 서비스를 위한 정밀위치측정기술개발 및 복합 실내공간 위치정보 제공 플랫폼 개발	스마트폰을 활용한 복합실내 위치인식 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀측위 기술개발에 활용
	(주)가온엔아이티	1-1-1
42	실시간 3차원 복합정보지도 구축과 다차원 랜드마크 매칭을 통한 위치 추정 및 최적이동 경로 생성기법 개발	고정밀 GPS/INS 복합항법 기술을 활용한 실시간 오차추정 및 보상기술은 고정밀 실시간 위치보정 최적화 기술개발에 활용
	포항공과대학교	1-1-1
43	영상정보기반의 재난 훈련 및 대응을 위한 재난통합관리 시스템 개발	영상정보를 활용한 GIS 기반의 재난감시 통합관리시스템은 상황인지 기반 실시간 재난대응 체계 최적화 기술에 활용
	(주)유엔이	3-2-3
44	이동 로봇을 이용한 3차원 지도 작성을 위한 공간정보 추출 및 관리기술	RGB-D 카메라 기반 3차원 매핑 기술은 공간정보 객체 자동 매핑 기술에 활용
	고려대학교	1-2-3
45	입체적 재난 공간영상정보 기반 기술	공간영상정보를 활용한 전방위국가재난감시기반체계구축 기술은 실시간 재난 대응 체계 최적화 기술에 활용
	국립재난안전연구원	3-2-3
46	자율주행 AI 컴퓨팅모듈 검증 및 차량실증 기술개발	표준기반 자율주행 및 통합관제지원 정밀지도구축 및 GNSS 위치정보 Mapping 기술은 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술개발에 활용
	인포뱅크(주)	1-1-1
47	자율주행 실증용 도로와 객체 정보를 포함한 고정밀 디지털 맵 기술 개발	3차원 점군데이터를 이용한 변경오브젝트 인식기술은 다중 센서 기반 공간정보 변화인식 기술에 활용
	맵퍼스	1-2-2
48	재난현장 공간정보 적시 확보를 위한 드론/UAV 기술 기반 영상데이터 수집 및 가공 기술개발	클라우드 데이터 분산처리 알고리즘 개발 및 최적화 기술은 분산 공간데이터 기계학습 기술개발에 활용
	엔젤스윙	3-1-2
49	저가형 MMS를 위한 멀티센서 기반의 차량 위치/자세 결정 시스템 개발	영상 및 공간정보 DB에서의 효율적인 관심객체탐색 기술은 영상 데이터베이스 신속 검색 및 정밀 객체 추출 기술개발에 활용
	서울시립대학교	1-1-2
50	저비용.고정밀 실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신 기술개발	실감형3D 공간정보 모델링 및 갱신기술은 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 기술개발에 활용
	한국국토정보공사 공간정보연구원	1-2-3
51	지하공간 통합지도 갱신 자동화 및 굴착현장 안전관리지원 기술 개발 기획	지하공간 통합지도 변화정보 탐지·구축 자동화 기술은 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 기술개발에 활용
	한국건설기술연구원	1-2-3

【세부활동별 시설·장비 구축의 중복성 분석】

□ 중복성 검토결과

○ 구축계획 예정인 장비 20종의 장비 중 9종의 장비에 대해 기구축 유사장비가 존재하는 것으로 확인*

* 국가과학기술지식정보서비스(https://www.ntis.go.kr), 시설장비심의평가서비스(http://red.zeus.·go.kr)를 통해 중복성 분석을 수행

○ 기구축 유사장비가 존재하는 장비 중 4종*은 SW 및 서버 관련 장비로 특수 목적을 위해 특정 컴퓨터에 탑재, 상시 모니터링 및 프로그램 개발 등의 역할을 수행해야 하므로 기구축장비를 활용하기 어려움

* GNSS 신호생성 시뮬레이터, 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템, 인공지능용 워크스테이션, GPU 서버 시스템

○ 라이다/영상/열화상 센서 드론, 라이다/카메라 센서 자율주행 차량, 주행시뮬레이션 시스템의 경우 구축예정장비와 동일 모델, 유사 사양의 기구축장비가 부재 하여 중복성이 낮은 것으로 판단

○ 고정형, 이동형 공중기상환경정보 관측 장비의 경우 상시 모니터링을 수행하는 장비로 기구축된 장비의 활용이 어려움

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
GNSS 신호생성 시뮬레이터 (1-1-1-001)	GPS 시뮬레이터	Spirent Communications	GSS8000	선박해양플랜트연구소	X	NFEC-2012-03-157280	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	GNSS Simulator, GSS7000, GNSS신호 생성 시뮬레이터
	GNSS시뮬레이터	Spirent Communications	GSS6700 GNSS SIMULATOR	에이피우주항공(주)	O	NFEC-2013-05-179201		
	지피에스 위성신호 생성기	Spirent Communications	GSS7710-3	(주)마이크로인피니티	O	NFEC-2011-02-143484		
	지피에스 시뮬레이터	Spirent Communications	GSS6300M	삼우에레코(주)	O	NFEC-2013-09-182639		
	지엔에스에스 위성신호 생성기	Spirent Communications	GSS7800	(주)마이크로인피니티	O	NFEC-2009-10-074105		

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템 (1-2-1-001)	MODIS 위성 송수신·처리 하드웨어	Agilent Technologies	DL 580 G7	국립재난안전연구원	X	NFEC-2014-02-186054	• 본 구축예정 장비의 기구축장비는 유사 장비가 존재 하는 것으로 판단되나 공동활용 가능 장비가 없어 신규 구축이 불가피함	수집, 전처리, 서버, 크라우드소싱
	컴퓨터서버 클러스터	HPCKOREA(주)	R13N148C592G	충북대학교	X	NFEC-2012-01-152158		
	급전소(KEPA-99) 테스트베드 FEP	제이엔티씨(JNTC)	모델명 없음	한국전력공사 전력연구원	X	NFEC-2014-06-189447		
	인투다스커버리	솔트룩스	IN2 Discovery	정보통신산업진흥원	X	NFEC-2013-02-176297		
라이다/영상/ 열화상센서 드론 (1-2-1-002)	산업용 드론 플랫폼_회전익	DJI	MATRICE 600 PRO	부산테크노파크	O	NFEC-2018-08-245268	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	드론, Matrix 300 VX20, DJI
	산업용 드론 플랫폼_회전익_소형	DJI	MATRICE 210 RTK-G	부산테크노파크	O	NFEC-2018-06-244443		
	회전익 산업드론	DJI	Matrice M210	부경대학교 대연캠퍼스	X	NFEC-2019-03-255040		
	드론시스템	DJI	Matrice M210	한국에너지기술연구원	O	NFEC-2018-12-247660		
	4K 드론	DJI	INSPIRE 1	동신대학교 산학협력단	O	NFEC-2015-06-203227		
	600급 드론	DJI	MATRICE M600	㈜예홍 프로덕션	O	NFEC-2017-06-238609		

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
라이다/카메라 센서 자율주행차 (1-2-1-003)	ADAS 테스트 시나리오 생성용 소프트웨어	Tno	PreScan	한국자동차 연구원	O	NFEC-2013-12-184407	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	자율주행, 가메라 센서, 라이다 센서
	타이거컵 3차원 플래시 라이다 카메라 키트	Advanced Scientific Concepts	모델명 없음	한국과학기술원	X	NFEC-2015-10-205404		
	3차원 스캐닝 라이다	Velodyne acoustics	HDL-32E	한국생산기술 연구원	X	NFEC-2012-10-172501		
	고정밀 공간정보구축 시스템	Trimble	mx8	현대엠엔 소프트	X	NFEC-2014-04-186706		
다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템 (1-2-2-001)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	다종 플랫폼 변화탐지 모니터링 서버 전산 시스템, 변화탐지 모니터링 서버 전산 시스템
위성/항공센서 시험 데이터 (1-2-2-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	위성 항공 센서 시험 데이터
위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-003)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	위성 항공센서 기반 광역 변화 탐지

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-004)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	저고도 지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지, 변화탐지 서버 전산 시스템
크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-005)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지, 정밀 변화탐지 시스템
고정형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-006)	천리안위성 2차 기상 산출물 처리 장비	(주)솔탑	GlobemP	국립재난안전 연구원	X	NFEC-2016-10-212241	• 본 구축장비는 특정 구역에 위치하여 상시 모니터링 역할을 수행하는 장비로 기구축 된 장비의 활용이 어려워 신규 구축이 불가피함	기상환경정보 관측장비
	AMIGOS 시스템	Campbell Scientific	AMIGOS KA2	극지연구소	O	NFEC-2016-04-208919		
	기상관측장비	Theromo Fhisher Scientific Messtechnik	DT80	국립원예특작 과학원	O	NFEC-2014-09-191444		
	아미고스 시스템	Campbell Scientific	AMIGOSKA2	극지연구소	O	NFEC-2013-02-176197		
	아미고스 시스템	Campbell Scientific	AMIGOS KA2	극지연구소	O	NFEC-2013-02-176196		
	기상위성수신 장비	Seaspace	XR100	국립수산과학 원	O	NFEC-2009-04-070893		

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
이동형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-007)	이동형도로및 도시기상관측 시스템	주식회사 지비엠 아이엔씨	모델명 없음	주식회사 지비엠 아이엔씨	X	NFEC-2016-08-211413	• 본 구축장비는 기구축장비의 공동활용이 불가피 하여 신규 구축이 필요 함	이동형 기상환경정보 관측장비
인공지능용 워크스테이션 (1-2-3-001)	GPU 워크스테이션 시스템	Nvidia	DGX Station	충북 테크노파크	O	NFEC-2020-03-261263	• 본 구축예정 장비는 대부분 서버구축을 위한 전산장비로, 상시 모니터링 역할을 수행해야 하므로, 기축장비를 활용하기 어려워 구축이 불가피함	DGX Station, 인공지능, 워크스테이션
	GPU 서버	Nvidia	DGX Station	가톨릭대학교 성심교정 산학협력단	O	NFEC-2020-02-260500		
	GPU 서버	Nvidia	DGX Station	가톨릭대학교 성심교정 산학협력단	O	NFEC-2020-02-260501		
	계산용 슈퍼 컴퓨터	Nvidia	DGX Station	한국과학 기술원	X	NFEC-2018-12-247957		
	딥러닝용 인공지능 서버	Nvidia	DGX Station	경북대학교	X	NFEC-2019-02-254430		
	워크스테이션	Nvidia	DGX Station	중앙대학교 산학협력단	X	NFEC-2018-10-246285		
	컴퓨터 서버	Nvidia	DGX Station	한양대학교 ERICA 캠퍼스	X	NFEC-2018-12-247921		
	GPU서버(딥러닝 기반 비전 연구용 서버)	Nvidia	DGX Station	광주과학 기술원	X	NFEC-2020-01-260438		
	초고성능 GPU 워크스테이션	Nvidia	DGX Station	광주과학 기술원	X	NFEC-2019-07-257025		
	엔비디아 DGX 스테이션	Nvidia	DGX Station	경북대학교	X	NFEC-2019-12-259204		
	컴퓨터서버	Nvidia	DGX Station	중앙대학교	X	NFEC-2020-01-260378		
	워크스테이션, 연산	Nvidia	DGX Station	성균관대학교 자연과학 캠퍼스	X	NFEC-2020-01-260351		
	딥러닝 실습용 워크스테이션	Nvidia	DGX Station	국민대학교 산학협력단	X	NFEC-2019-12-259638		
개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-001)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	개발용 초대용량 공간정보, 공간정보 통합 클러스터

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	실증용 초대용량 공간정보 클러스터
GPU 서버 시스템 (3-2-1-001)	초단시간 예측 전용 GPU 클러스터	Appro	APPRO 1423G	국립기상 과학원	X	NFEC-2011-02-143203	• 본 구축예정 장비는 대부분 서버구축을 위한 전산장비로, 상시 모니터링 역할을 수행해야 하므로, 기축장비를 활용하기 어려워 구축이 불가피함	GPU 서버
	GPU 병렬컴퓨터 시스템	Intel	clic-80000x	서울대학교 산학협력단	X	NFEC-2014-10-191906		
	IT융합기술, 가상 GPU 및 심층자식저장소 연구/교육용 GPU 클라우드 시스템	Agilent Technologies	ProLiant SL270s Gen8	한국뉴욕주립 대학교	X	NFEC-2014-09-191487		
	인피니밴드를 사용한 계산 서버 및 GPU 클러스터	Supermicro	모델명 없음	서울대학교 산학협력단	X	NFEC-2016-05-209976		
	GPU 서버	Supermicro	1028GQ-TXR	매니코어소프트 주식회사	O	NFEC-2017-07-238761		
	다중 GPU 계산서버	유에이 테크	개발장비	국가핵융합연구소	X	NFEC-2014-05-188090		
	델 파워에지 R720 GPU 서버	Dell	PowerEdge R720 GPU Server	(주)인사이드 옵틱스	X	NFEC-2014-12-194085		
	초고성능 GPU서버	넥스코 시스템	없음	광주과학 기술원	X	NFEC-2019-10-258379		
	계산용 GPU 서버	Ibm	power system S822LC	포항공과 대학교	X	NFEC-2017-06-238556		
	GPGPU 서버	Dell	PowerEdge C6100 MLK	포항공과 대학교	O	NFEC-2012-03-157484		
	GPGPU 서버	Dell	PowerEdge C6100 MLK	포항공과 대학교	O	NFEC-2012-03-157483		
	GP-GPU 서버	Supermicro	7046GT-TRF	㈜테라젠 이텍스	X	NFEC-2013-06-180418		
	대용량 학습	Tyan	B7079F77C	한국전자통신	X	NFEC-2016-		

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
	데이터의 고속 처리를 위한 GPU 기반 서버 시스템 장비		V10HR	연구원		11-212718		
	GPU 클러스터 더노피 서버	주식회사 아스카넷	모델명 없음	한국과학 기술원	X	NFEC-2019-05-255809		
	GPU서버 시스템	Asus	ESC8000 G4	국민대학교 산학협력단	O	NFEC-2019-01-248463		
	GPU 서버 시스템	Asus	ESC8000 G4	국민대학교 산학협력단	O	NFEC-2019-01-248464		
	GPU서버 시스템	Asus	ESC8000 G4	국민대학교 산학협력단	O	NFEC-2019-01-248462		
액티브 러닝 운용 서버 시스템 (3-2-1-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	액디브 러닝 운용, 액티브 러닝 운용 시스템
주행시뮬레이션 시스템 (3-2-1-003)	도로주행 시뮬레이터 운동시스템 장비	이노시뮬레이션	Motion System	한국도로공사 도로교통 연구원	O	NFEC-2018-11-247060	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	주행시뮬레이션 시스템
	틸팅동특성 주행 시뮬레이터(시작품)	(주)브이에스테크	TDS	한국철도 기술연구원	X	NFEC-2004-12-005058		
공간지능화 학습용 GPU 서버 (3-2-2-001)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	공간지능화 학습용 GPU서버
시공간 네트워크 모델링 서버 (3-2-2-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	시공간 네트워크 모델링, 시공간 네트워크 서버
실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버 (3-2-3-003)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	실시간 공간 분석 서비스, 데브옵스 플랫폼 서버

□ 장비의 가격적정성 검토 결과

○ 3천만원 이상 구축예정 연구장비를 대상으로 시설장비심의평가서비스(http://red.zeus.go.kr) 및 국가과학기술지식정보서비스(https://www.ntis.go.kr)를 통해 적정가격 분석을 수행

○ 기구축장비의 범위를 상회하는 2건*은 기구축장비의 사양과 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움

* 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템, 라이다/영상/열화상센서 드론

〈표 9-13〉 구축장비 가격적정성 검토결과

※구분 : 가격적정(-), 가격 부적정(▲)

구축예정장비		기구축장비		적정가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
GNSS 신호생성 시뮬레이터 (1-1-1-001)	200	NFEC-2012-03-157280	248	-	-	• 적정수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2013-05-179201	127				
		NFEC-2011-02-143484	89				
		NFEC-2013-09-182639	22				
		NFEC-2009-10-074105	19				
크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템 (1-2-1-001)	148	NFEC-2012-01-152158	92	-	-	• 기구축장비와 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2013-02-176297	74				
		NFEC-2014-06-189447	68				
		NFEC-2014-02-186054	19				

구축예정장비		기구축장비		적정 가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
라이다/영상/ 열화상센서 드론 (1-2-1-002)	38	NFEC-2018-08-245268	30	-	-	• 기구축장비와 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2018-06-244443	14				
		NFEC-2019-03-255040	14				
		NFEC-2018-12-247660	13				
		NFEC-2015-06-203227	8				
		NFEC-2017-06-238609	7				
라이다/카메라 센서 자율주행차 (1-2-1-003)	50	NFEC-2014-04-186706	800	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2015-10-205404	416				
		NFEC-2013-12-184407	155				
		NFEC-2012-10-172501	49				
다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템 (1-2-2-001)	330	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
위성/항공센서 시험 데이터 (1-2-2-002)	150	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-003)	165	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-004)	165	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재

구축예정장비		기구축장비		적정 가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
클라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-005)	165	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
고정형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-006)	30	NFEC-2009-04-070893	72	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2016-04-208919	62				
		NFEC-2016-10-212241	55				
		NFEC-2013-02-176197	51				
		NFEC-2013-02-176196	51				
		NFEC-2014-09-191444	30				
이동형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-007)	94	NFEC-2016-08-211413	118	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
인공지능용 워크스테이션 (1-2-3-001)	81	NFEC-2020-03-261263	176	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2020-02-260500	83				
		NFEC-2020-02-260501	83				
		NFEC-2018-12-247957	78				
		NFEC-2019-02-254430	67				
		NFEC-2018-10-246285	60				
		NFEC-2018-12-247921	59				
		NFEC-2020-01-260438	54				
		NFEC-2019-07-257025	54				
		NFEC-2019-12-259204	52				
		NFEC-2020-01-260378	52				
		NFEC-2020-01-260351	51				
		NFEC-2019-12-259638	50				
개별용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-001)	268	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재

구축예정장비		기구축장비		적정 가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-002)	545	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
GPU 서버 시스템 (3-2-1-001)	43	NFEC-2011-02-143203	220	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2014-10-191906	138				
		NFEC-2014-09-191487	75				
		NFEC-2016-05-209976	69				
		NFEC-2017-07-238761	59				
		NFEC-2014-05-188090	58				
		NFEC-2014-12-194085	53				
		NFEC-2019-10-258379	52				
		NFEC-2017-06-238556	37				
		NFEC-2012-03-157484	36				
		NFEC-2012-03-157483	36				
		NFEC-2013-06-180418	34				
		NFEC-2016-11-212718	32				
		NFEC-2019-05-255809	30				
		NFEC-2019-01-248463	29				
		NFEC-2019-01-248464	29				
		NFEC-2019-01-248462	29				
액티브 러닝 운용 서버 시스템 (3-2-1-002)	32	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
주행시뮬레이션 시스템 (3-2-1-003)	30	NFEC-2018-11-247060	6,064	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2004-12-005058	145				
공간지능화 학습용 GPU 서버 (3-2-2-001)	50	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
시공간 네트워크 모델링 서버 (3-2-2-002)	40	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버 (3-2-3-003)	319	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재

(6) 사업예산의 적정성

□ **기획위원회에서 구성과제별로 제안한 사업예산을 기존 유사과제 규모와 비교를 통해 적정성 검토를 수행하였으며, 검토결과는 다음과 같이 제시하였음**

○ 유사과제 규모, 범위 및 보정단가*와의 비교를 통해 신규과제 예산의 적정성을 검토·반영

* 보정단가는 기존사업의 단가에 최근 4년('16~'19)의 평균 물가상승률 1.20%를 지원기간('22~'26) 의 중간값 6.0%를 적용하여 계산

디지털 라이브 국토정보 기술개발	국토부 기존 유사 사업	NTIS 유사사업	비고
중점분야	총괄과제	사업명	
핵심기술		내역사업	
구성기술	세부과제	과제명	비교 범위
구성과제	세세부과제		

○ 총 16개 구성기술의 단가는 대부분 국토부 선행 유사사업 및 NTIS유사사업의 단가의 범위 내에 존재

- 국토부 기존 유사사업의 예산의 범위에 들어가는 사업은 6개이나 평균 사업규모 범위 보다는 높고 최고 사업규모 범위 내에 존재함
- NTIS 유사사업 예산의 범위에 들어가는 사업은 16개의 구성기술이 모두 포함 되고 NTIS 유사과제의 평균 사업규모 범위 보다 낮은 구성기술은 13개이고, 그 외 3개의 구성과제의 경우 최고치 사업규모 범위 내에 존재 하므로 사업비의 구성은 적정한 것으로 판단 됨

(단위: 백만 원)

구성기술	분과위원회에서 제안한 신규 사업		국토부 기존 유사사업				NTIS 유사사업				검토의견
	연구비	단가	최저	최고	평균단가	보정단가	최저	최고	평균단가	보정단가	
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	11,717	837	20	434	215	228	120	3,000	796	845	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현	10,201	1,020	50	94	72	76	180	4,500	971	1,030	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정

(단위: 백만 원)

구성기술	분과위원회에서 제안한 신규 사업		국토부 기존 유사사업				NTIS 유사사업				검토의견
	연구비	단가	최저	최고	평균단가	보정단가	최저	최고	평균단가	보정단가	
1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	6,065	758	50	317	147	156	172	2,300	718	762	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	17,231	1,231	20	1,455	249	264	102	16,939	879	933	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제의 최고 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	10,201	1,275	10	1,400	223	237	100	11,286	745	790	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제의 최고 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	6,617	662	79	749	395	419	100	3,355	763	810	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제보다 낮은 수준으로 과제규모 적정
2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	8,409	561	-	-	-	-	100	6,000	1,973	2,093	• 국토부 선행 유사사업이 존재하지 않고, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	9,650	877	-	-	-	-	131	4,800	833	884	• 국토부 선행 유사사업이 존재하지 않고, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	8,547	855	10	509	185	196	114	3,091	1,229	1,304	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	8,822	1,764	60	499	218	231	100	2,640	506	537	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 최고 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정

(단위: 백만 원)

구성기술	분과위원회에서 제안한 신규 사업		국토부 기존 유사사업				NTIS 유사사업				검토의견
	연구비	단가	최저	최고	평균단가	보정단가	최저	최고	평균단가	보정단가	
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	5,928	456	35	808	239	253	92	2,810	1,215	1,289	• 국토부 선행 유사사업 및 NTIS 유사과제보다 낮은 수준으로 과제규모 적정
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리	7,168	717	20	1,051	251	266	94	3,800	705	748	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축	6,755	1,126	15	312	116	123	100	6,000	1,134	1,203	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	6,203	620	0	0	0	0	260	5,100	1,070	1,135	• 국토부 선행 유사사업이 존재하지 않고, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-2-2. 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	6,065	607	32	183	121	128	98	2,667	854	906	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정
3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	8,271	414	43	603	318	337	100	2,860	565	599	• 국토부 선행 유사사업의 단가보다는 높지만, NTIS 유사과제의 범위 안에 속하므로 사업 규모는 적정

3.3 세부활동별 성과지표의 적절성

□ **7장 핵심기술개발내용에 각 구성과제 별 국내·외 동향을 통한 사례를 분석하였으며, 기술개발목표를 바탕으로 기술 성능지표, 국내외 기술수준, 개발목표 스펙 등을 제시하였음**

○ 본 타당성분석에서 [참고]로 제시한 내용은 '7장 1절 초정밀 디지털 국토 구축'의 핵심과제 1-1 실내외 연속 위치정보 제공에서 발췌한 것으로 각 핵심과제마다 [참고]와 같이 작성되어 있음

참고 **[핵심과제 1-1] 실내외 연속 위치정보 제공**

【개발목표】

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대 측위	스마트폰 GNSS 측위 정확도	-	open sky, 수 m, 도심환경 스펙 없음	open sky, 〈 30cm, 도심환경 〈 1m	●			4차년도
	동체환경에 따른 저비용 GNSS 측위 정확도	-	open sky, 〈 2~3cm, 도심환경 스펙 없음	open sky, 〈 2~3cm, 도심환경 〈 50cm	●			5차년도
	GNSS 기준국 모호정수 결정율	-	60-80%	60% 이상	●			3차년도
	단 · 중기선 위치정확도	-	기준국 〈 1~2cm	기준국 〈 2~3cm	●			3차년도
	GNSS 보정신호 기반 측위 정확도	-	이동국 〈 2~3cm	이동국 〈 4~5cm	●			4차년도
	다중신호 융합측위 수평 정확도	-	10m (미국/구글) 50m (미국/FCC)	5m 이내	●			4차년도
	다중신호 융합측위 수직 정확도	-	-	3m 이내	●			4차년도

구성기술	기술 성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙	개발방법			목표달성 가능년도
		국내	해외		자체 개발	기술 도입	글로벌 협력	
1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	특징점 매칭 속도	-	영상당 0.1초 (SOFT2 2 cores @ 2.5 Ghz 기준)	영상당 0.17초	●			3차년도
	누락영상 보정 정확도	-	-	육안분석 왜곡영상과 보정된 영상의 오차비율 10% 이내	●			2차년도
	영상 측위 이동량 오차 (translation)	-	0.65%	1.2%	●			5차년도
	영상 측위 회전각 오차 (Rotation)	-	0.0014 [deg/m]	0.0041 [deg/m]	●			5차년도
	실내 측위기술의 융합 개수	2개	3개	3개 이상	●			2차년도
	연속측위 시간지연	-	1초	1초	●			5차년도

【개발목표의 설정근거】

□ (구성기술 1-1-1) 신호기반 고정밀 절대 측위

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀 측위 기술

- 스마트폰 등의 모바일에서 출력되는 Dual-Frequency 원시데이터 기반의 정밀측위 솔루션은 전세계적으로 아직 완성되지 않은 연구개발 시작단계이기 때문에 현재까지는 이상적인 케이스에 대한 실험 결과만을 참고할 수 밖에 없음
- GNSS의 특성상 관측환경에 민감하고 모바일 특성상 사용자가 소지하는 형태에 따라 관측환경의 영향을 많이 받을 수 있다는 특성을 고려하여 목표 수치를 설정함
- 현재 자율주행차에서 요구하는 정확도 수준은 분야마다 상이하지만, 차선구분을 목표로 요구하는 가장 타이트한 정확도 30cm를 목표 수치로 설정함

○ 개별 오차요소 보정신호 적용 기술

- 현재 사용하고 있는 외산 S/W를 국산화하는 것을 목표로 하고 있기 때문에 기존 성능과 유사한 수준으로 개발목표를 설정함

○ 다중신호 기반 융합 측위 기술

- 전국토를 대상으로한 시험환경 중 선정된 시험환경에 대해서, 참 수평 및 수직 위치 대비 계산 수평 위치의 거리 오차를 CEP(Circular Error Probable, 계산된 수평 위치오차들의 50%를 포함하는 원의 최소 거리)로 측정한 평균 수치임
- 전국토의 특정 실내지역에서 사용자 참여형 데이터를 이용하여 오픈 신호데이타베이스를 구축하고 목표 성능 수치에 도달하는 것을 목적으로 함
- 국내는 물론 해외에도 다중신호와 미래 통신체계까지 고려한 융합측위 기술은 개발되지 않았으므로 다중신호융합측위용, 사용자참여형수집용, 오픈신호데이타베이스 관련 API를 개발하여 융합측위 오픈 생태계를 구축하는 것을 목표로 함

□ (구성기술 1-1-2) 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현

○ 객체 기반 영상 매칭 및 정밀 상대 측위

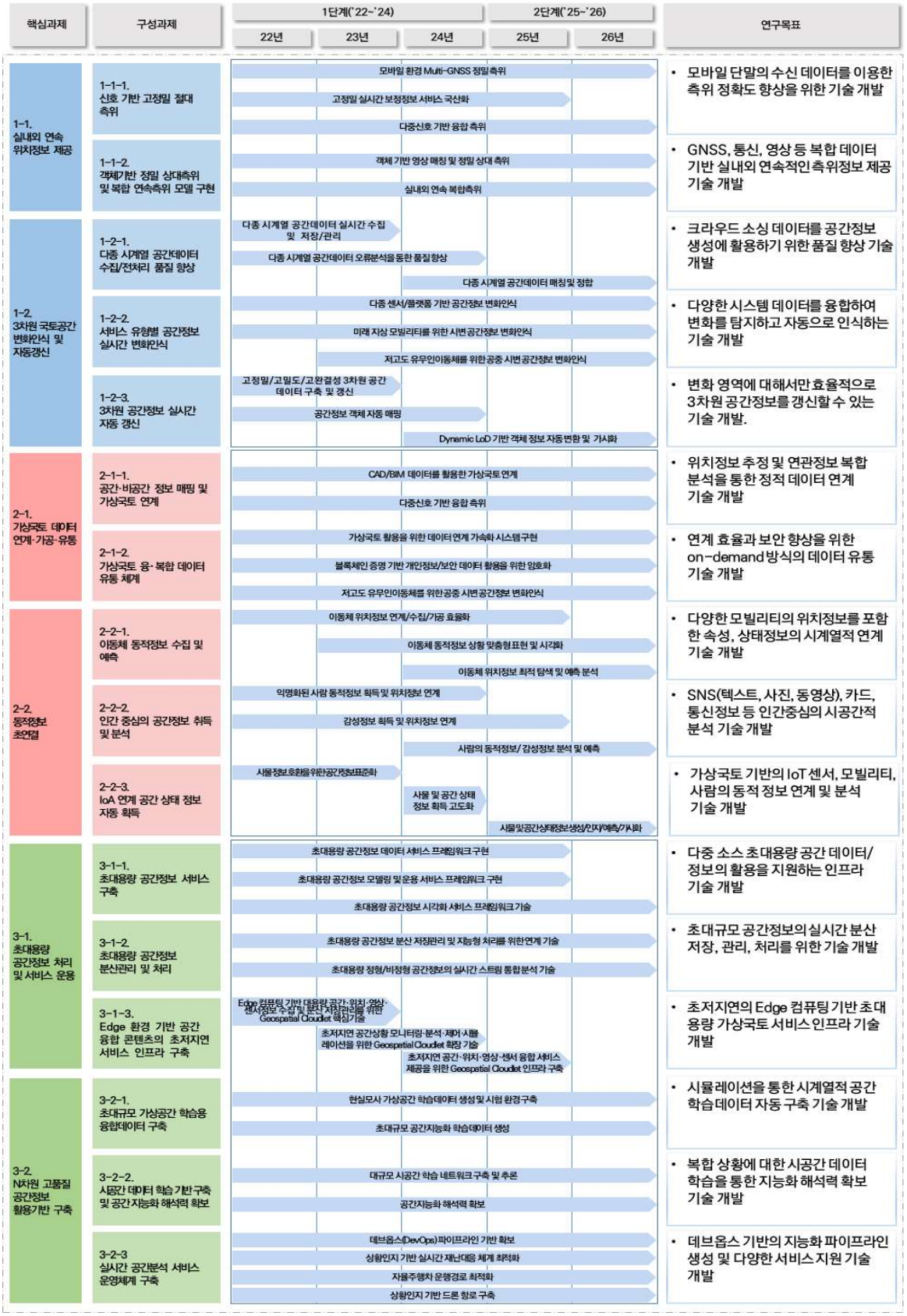
- 현재 영상을 이용한 차량기반의 정밀 측위 기술은 KITTI (A project of Karlsruhe Institute of Technology and Toyota Technological Institute at Chicago)데이터 odometry 분야에서 SOFT2(Stereo odometry with feature tracking 2) 기법이 최고 성능으로 랭크되어 있음
- 스테레오 영상을 이용한 분야에서는 2017년 발표된 SOFT2를 능가하는 기법은 아직까지 나오지 않고 있음. 설정목표는 현재까지 해당 데이터를 이용한 국내 기록이 없는 것을 감안하여 50위권 우선 달성을 목표로 설정했음
- 이에 KITTI 데이터셋 챌린지에서 50위에 해당되는 특징점 매칭 속도 및 영상 측위 이동량, 회전각 오차를 목표 기준으로 설정함. 현 50위 기술은 SLUP(Stereo based Localization considering Uncertainty Propagation) 기법으로 2017년에 발표된 기술임
- 끊김 없는 실시간 영상 매칭을 위해서는 누락영상의 보간이 필요함. 누락영상의 온전한 보관을 위해 육안분석을 통한 대상 영상의 선별을 먼저 수행하고, 개발기술을 적용하여 보정된 영상과 선별된 영상의 일치도를 측정하여 기술의 정확도를 검증

○ 실내외 연속 복합측위 기술

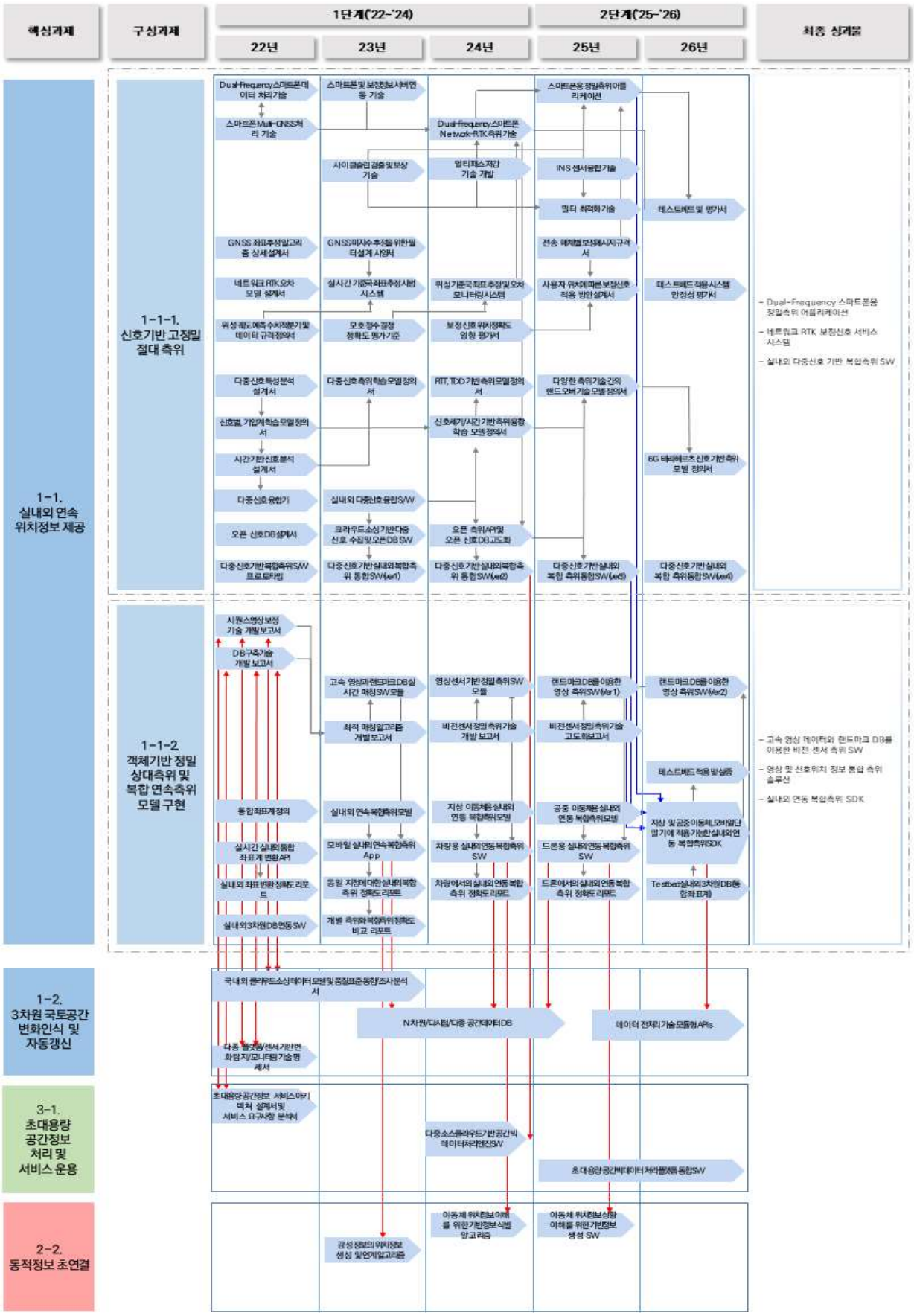
- 실내외 연속 복합측위 기술에서 몇 개의 측위기술을 융합하는지가 성능 자체를 담보하지 않으나, 상호 보완적인 기술을 적용을 강제화 하기 위한 목표치는 설정 되어야 함
- 해외의 경우 실내기술에 3가지 측위기술을 적용한 경우와 실내 2, 실외 1가지 기술을 통합하여 사용한 연구사례가 조사되었음
- 국내의 경우 실내를 대상으로 2가지 측위기법을 통합한 네이버랩스의 경우 실내외 연속 측위가 보장되지 않고 있음
- 실내외 각각 한가지씩의 측위기술을 적용한 건국대학교 연구 결과는 실외에서만 상호 보완적이며 실내공간에서는 VIO에 의존하는 형태임

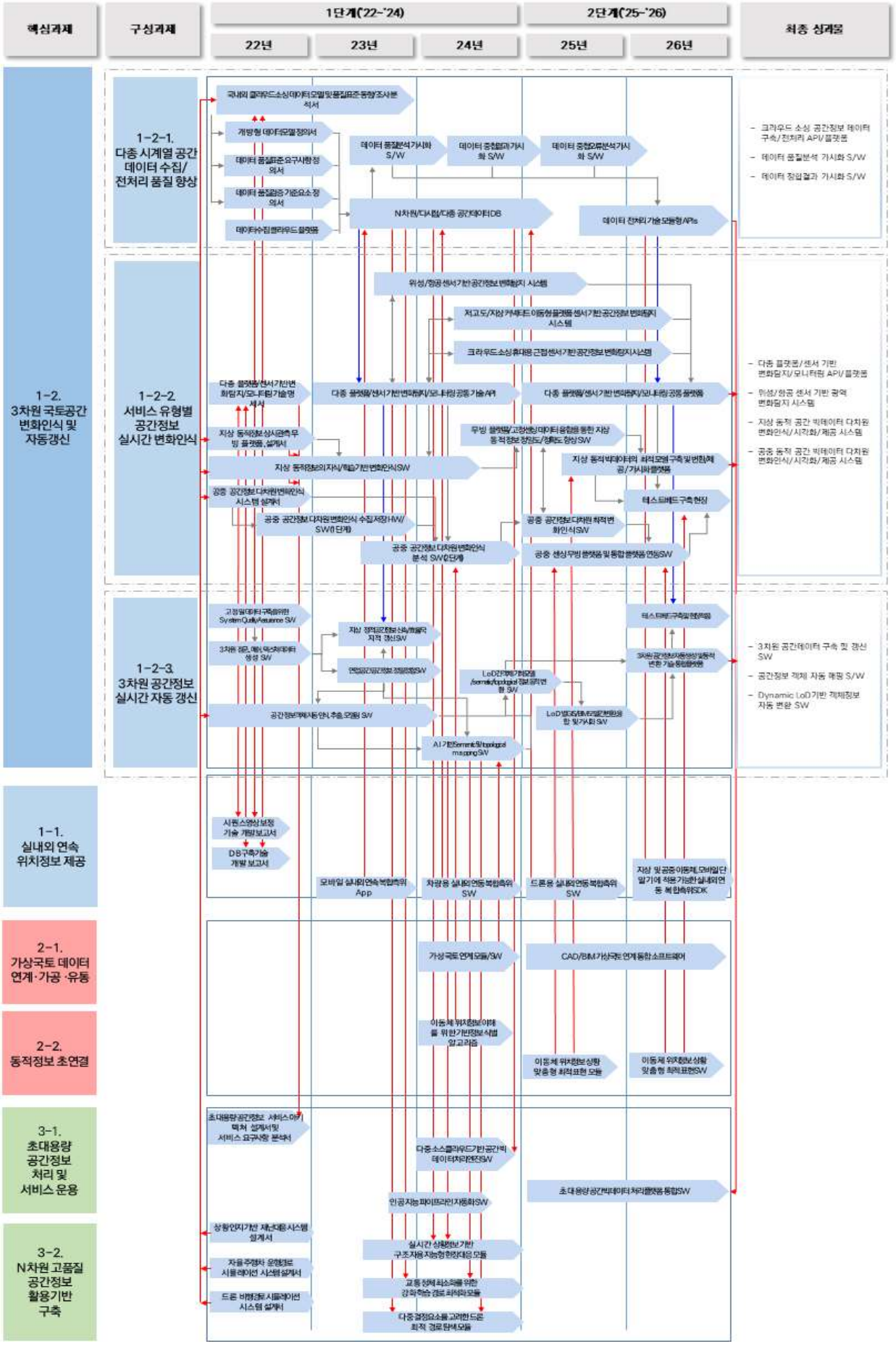
3.4 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 적절성

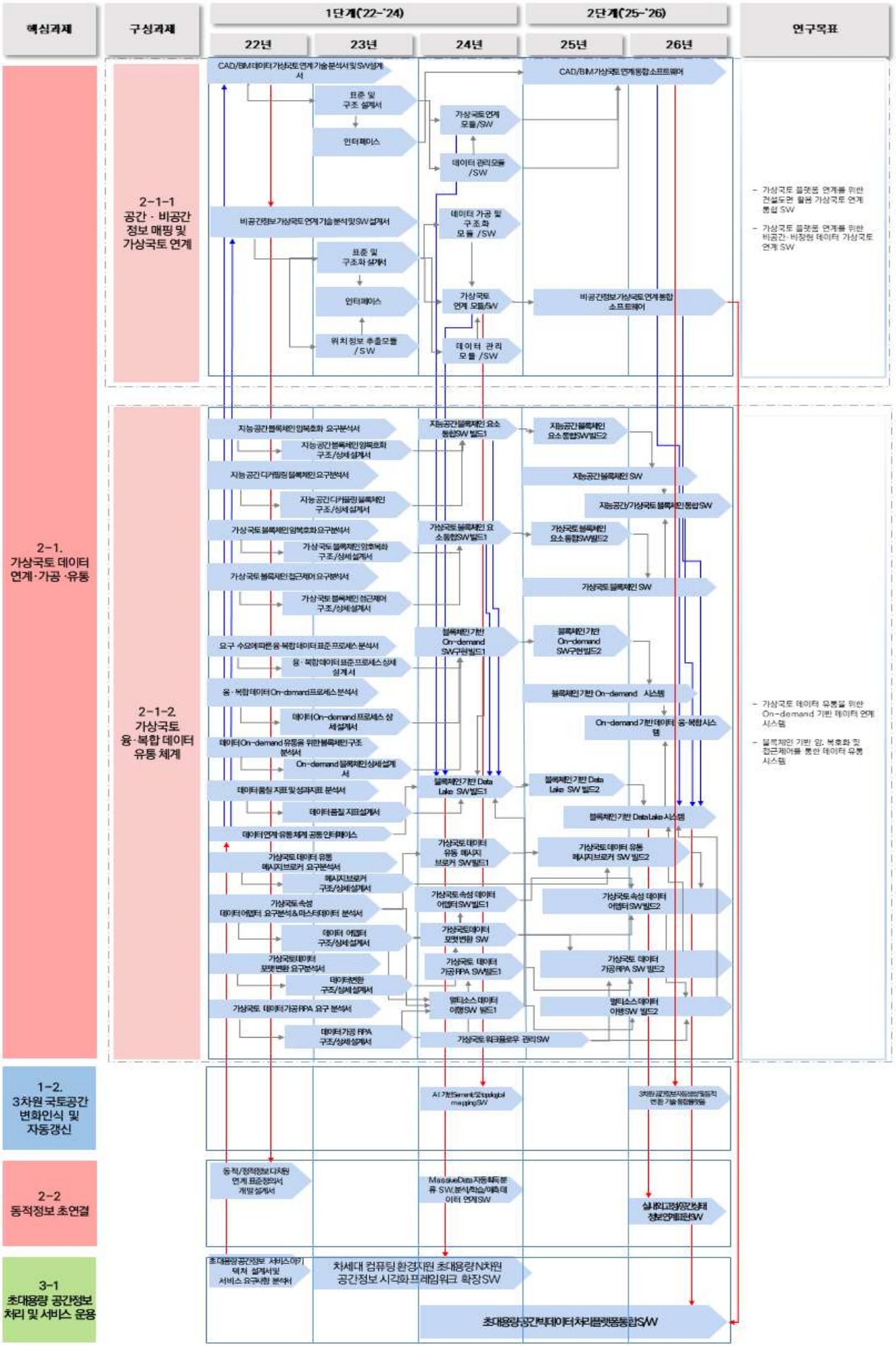
【과제추진 로드맵】

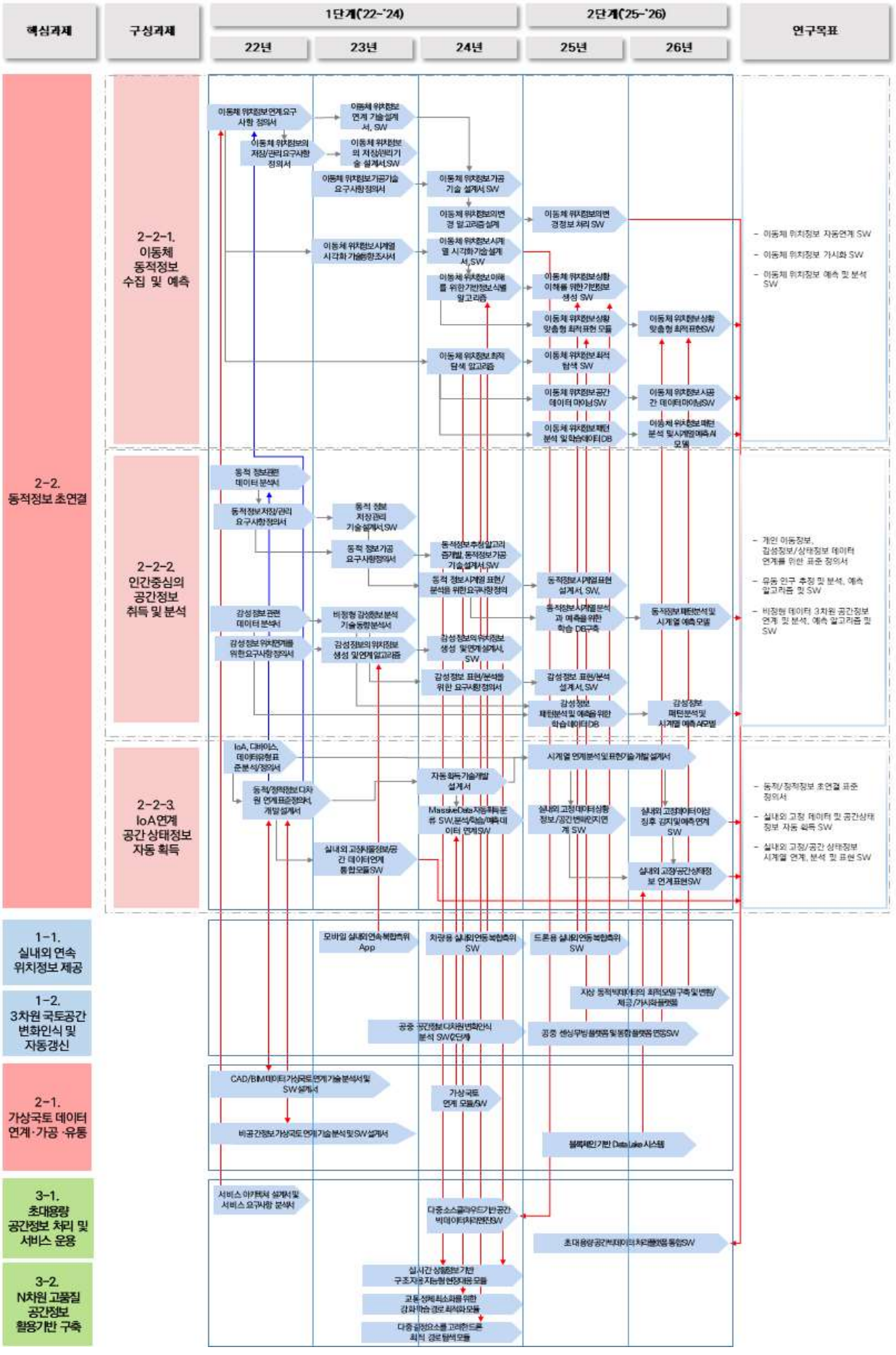


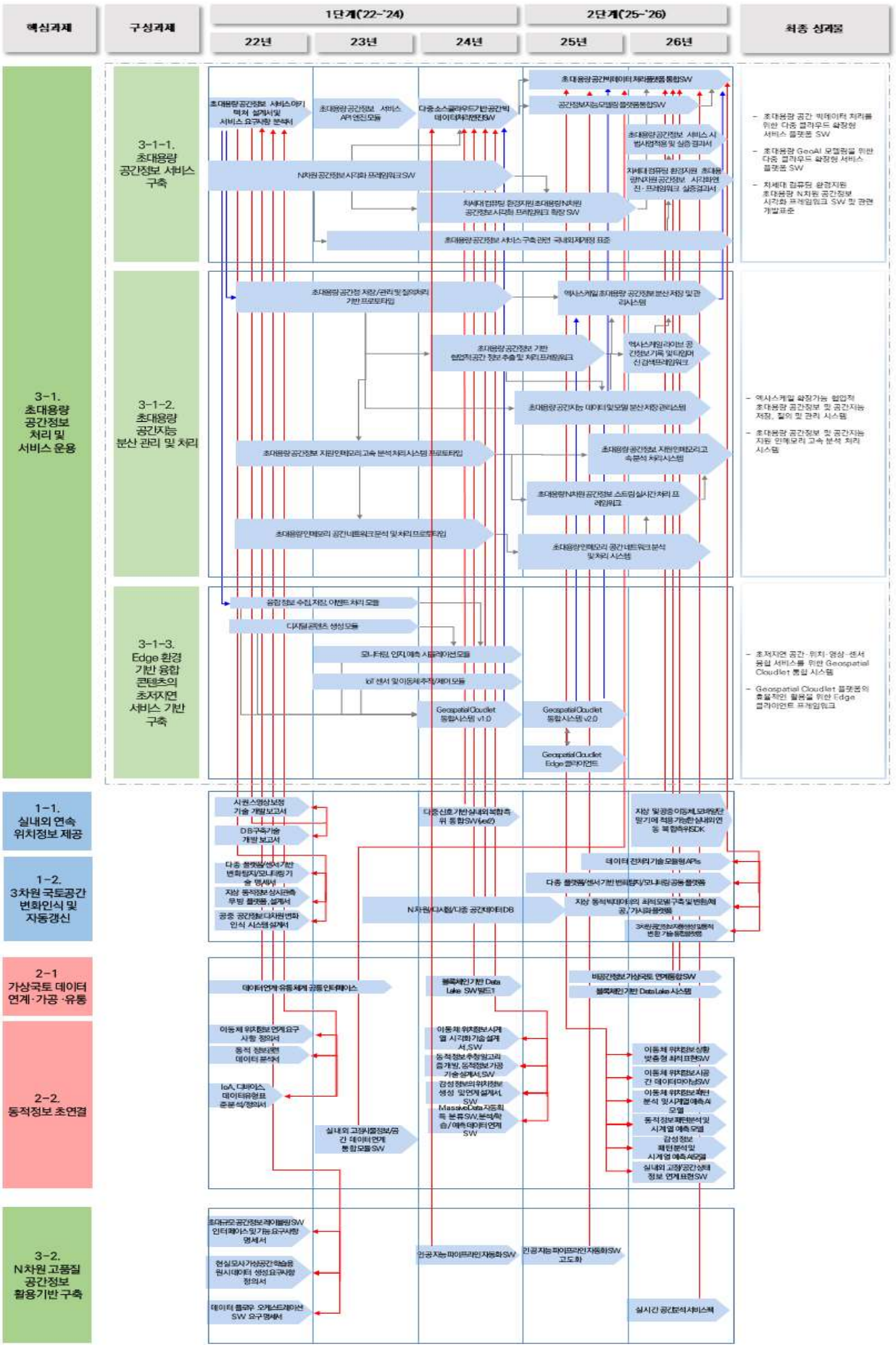
【기술성과 로드맵】

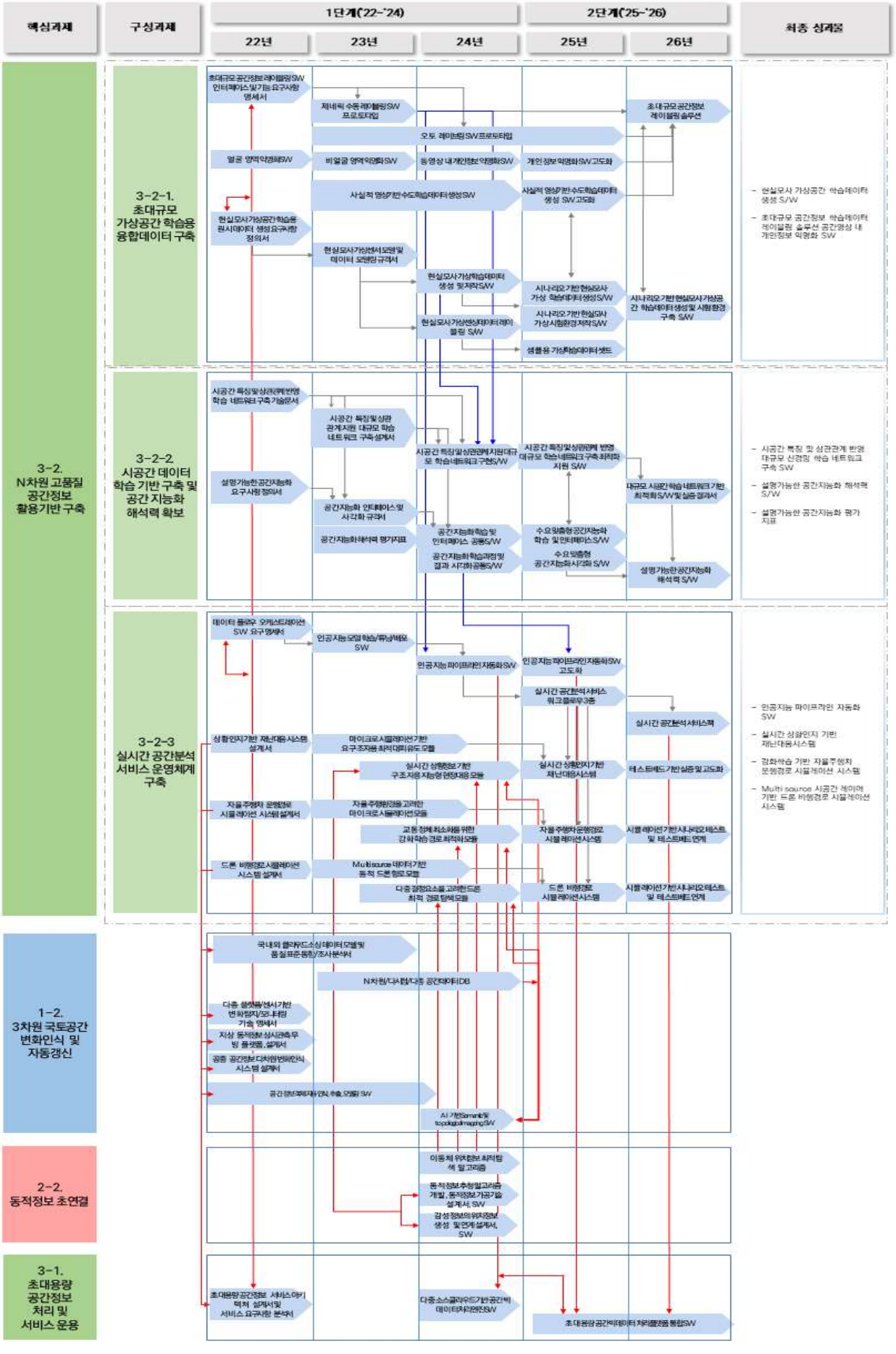

핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
최종 성과물
22년
23년
24년
25년
26년
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-1-1. 신호기반 고정밀 절대 측위
1-1-2. 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
2-2. 동적정보 초연결
- Dual-Frequency 스마트폰용 정밀측위 어플리케이션
- 네트워크 RTK 보정신호 서비스 시스템
- 실내외 다중신호 기반 복합측위 SW
- 고속 영상 데이터와 랜드마크 DB를 이용한 비전 센서 측위 SW
- 영상 및 신호위치 정보 통합 측위 솔루션
- 실내외 연동 복합측위 SDK


핵심과제
구성과제
1단계('22-'24)
2단계('25-'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
1-2-1. 다종 시계열 공간 데이터 수집/ 전처리 품질 향상
국내외 클라우드소싱 데이터 모델 및 품질표준 동향 조사 분석서
개방형 데이터모델 정의서
데이터 품질표준요구사항 정의서
데이터 품질검증 기준요소 정의서
데이터수집 클라우드 플랫폼
데이터 품질분석 가시화 S/W
데이터 중첩률 가시화 S/W
데이터 중첩오류분석 가시화 S/W
N차원/다시점/다종 공간데이터DB
데이터 전처리 기술모듈형 APIs
- 크라우드 소싱 공간정보 데이터 구축/전처리 API/플랫폼
- 데이터 품질분석 가시화 S/W
- 데이터 정합결과 가시화 S/W
1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식
위성/항공 센서기반 공간정보 변화탐지 시스템
저고도/지상 카메라드 이동형 플랫폼 센서기반 공간정보 변화탐지 시스템
크라우드 소싱 휴대용 근접 센서기반 공간정보 변화탐지 시스템
다종 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 공통 기술 API
다종 플랫폼/센서기반 변화탐지/모니터링 공통 플랫폼
무빙 플랫폼/고정센싱 데이터 융합을 통한 지상 동적정보 정밀도/정확도 향상 SW
지상 동적데이터의 최적모델 구축 및 변화체 공/가시화 플랫폼
지상 동적정보의 자사/핵심기반 변화인식SW
공중 공간정보 다차원 변화인식 시스템 설계서
공중 공간정보 다차원 변화인식 수집저장 HW/SW 0단계
공중 공간정보 다차원 변화인식 분석 SW 0단계
공중 공간정보 다차원 최적변화인식SW
공중 센싱 무빙 플랫폼 및 통합 플랫폼 연동SW
테스트베드 구축 현장
- 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 API/플랫폼
- 위성/항공 센서 기반 광역 변화탐지 시스템
- 지상 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템
- 공중 동적 공간 빅데이터 다차원 변화인식/시각화/제공 시스템
1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신
고정밀데이터 구축을 위한 System Quality Assurance SW
3차원 정밀 객체데이터 생성 SW
지상 정적공간정보 상시갱신 지적 갱신SW
연속공간정보 정밀편집SW
LoD간 Semantic/topological mapping SW
공간정보 객체 자동 추출 모델링 SW
LoD2단계 기반모델 /Semantic/topological 정보 융합변환 SW
LoD별 3D/BIM/건물 통합 및 가시화 SW
테스트베드 구축 및 현장적용
3차원 공간정보 동영상 실시간 변환 기술 통합플랫폼
- 3차원 공간데이터 구축 및 갱신 SW
- 공간정보 객체 자동 매칭 S/W
- Dynamic LoD기반 객체정보 자동 변환 SW
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
시뮬스캔상 보정 기술 개발 보고서
DB구축기술 개발 보고서
모바일 실내외연속 복합측위 App
차량용 실내외연동 복합측위 SW
드론용 실내외연동 복합측위 SW
지상 및 공중이동체 모바일단말기에 적용가능한 실내외연동 복합측위SDK
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
가상국토 연계모듈/SW
CAD/BIM 가상국토 연계 통합 소프트웨어
2-2. 동적정보 초연결
이동체 위치정보 이력을 위한 기반정보 식별 알고리즘
이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적표현 모듈
이동체 위치정보 상황 맞춤형 최적표현SW
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
초대용량 공간정보 서비스 아키텍처 설계서 및 서비스 요구사항 분석서
다중소스 클라우드기반 공간빅데이터처리엔진SW
초대용량 공간빅데이터 처리플랫폼 통합SW
인공지능 파이프라인 자동화SW
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
상황인지기반 재난대응 시스템 설계서
자율주행차 운행정보 시뮬레이션 시스템 설계서
드론 비행정보 시뮬레이션 시스템 설계서
실시간 상황정보 기반 구조자율지능형 현장대응 모듈
교통정체 최소화를 위한 강화학습 경로 최적화 모듈
다중경쟁요소를 고려한 드론 최적 경로탐색 모듈


핵심과제
구성과제
1단계('22~'24)
2단계('25~'26)
22년
23년
24년
25년
26년
연구목표
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공 ·유통
2-1-1 공간 · 비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계
CAD/BIM데이터가상국토연계기술분석및SW설계서
표준 및 구조 설계서
인터페이스
가상국토연계 모듈/SW
데이터 관리모듈 /SW
CAD/BIM가상국토 연계통합소프트웨어
비공간정보가상국토연계기술분석및SW설계서
데이터 가공 및 구조화 모듈 /SW
표준 및 구조화 설계서
인터페이스
위치정보 추출모듈 /SW
가상국토 연계 모듈/SW
데이터 관리 모듈 /SW
비공간정보가상국토연계통합 소프트웨어
- 가상국토 플랫폼 연계를 위한 건설도면 활용 가상국토 연계 통합 SW
- 가상국토 플랫폼 연계를 위한 비공간·비정형 데이터 가상국토 연계 SW
2-1-2 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
지능공간블록체인암복호화 요구분석서
지능공간블록체인암복호화 구조/상세설계서
지능공간 디커플링 블록체인 요구분석서
지능공간디커플링 블록체인 구조/상세설계서
가상국토 블록체인암복호화 요구분석서
가상국토 블록체인암호화 구조/상세설계서
가상국토 블록체인 접근제어 요구분석서
가상국토 블록체인 접근제어 구조/상세설계서
요구 수요예측융·복합데이터 표준프로세스 분석서
융·복합데이터표준프로세스 상세 설계서
융·복합데이터On-demand프로세스 분석서
데이터On-demand프로세스 상세설계서
데이터On-demand 유통을 위한블록체인구조 분석서
On-demand 블록체인상세설계서
데이터품질 지표 및 성과지표 분석서
데이터품질 지표설계서
데이터연계·유통체계 공통인터페이스
가상국토 데이터 유통 메시지브로커 요구분석서
메시지브로커 구조/상세설계서
가상국토속성 데이터 어댑터 요구분석&마스터데이터 분석서
데이터 어댑터 구조/상세설계서
가상국토데이터 포맷변환 요구분석서
데이터변환 구조/상세설계서
가상국토 데이터가공 RPA 요구 분석서
데이터가공 RPA 구조/상세설계서
지능공간블록체인 요소통합SW 빌드1
블록체인기반 On-demand SW구현빌드1
가상국토 블록체인 요소통합SW빌드1
블록체인기반 Data Lake SW빌드1
가상국토데이터 유통 메시지브로커 SW빌드1
가상국토속성 데이터 어댑터SW빌드1
가상국토데이터 포맷변환 SW
가상국토 데이터 가공RPA SW빌드1
멀티소스 데이터 어댑SW 빌드1
가상국토 워크플로우 관리SW
지능공간블록체인 요소통합SW빌드2
지능공간블록체인 SW
지능공간/가상국토 블록체인통합SW
가상국토 블록체인 요소통합SW빌드2
가상국토 블록체인 SW
블록체인기반 On-demand SW구현빌드2
블록체인기반 On-demand 시스템
On-demand기반데이터 융·복합시스템
블록체인기반 Data Lake SW 빌드2
블록체인기반 Data Lake 시스템
가상국토데이터 유통 메시지브로커 SW 빌드2
가상국토속성 데이터 어댑터SW빌드2
가상국토 데이터 가공RPA SW 빌드2
멀티소스 데이터 어댑SW 빌드2
- 가상국토 데이터 유통을 위한 On-demand 기반 데이터 연계 시스템
- 블록체인 기반 암, 복호화 및 접근제어를 통한 데이터 유통 시스템
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
AI기반Semantic및topological mapping SW
3차원 공간정보자동생성및정밀 변화 기술 통합플랫폼
2-2 동적정보 초연결
동적/정적정보 디지털 연계 표준정의서 개발설계서
MassiveData자동처리분류 SW,분석학습/예측데이터 연계SW
실시간고정밀공간정보 정보연계플랫폼SW
3-1 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
초대용량공간정보 처리시스템 아키텍처 설계서및 서비스 요구사항 분석서
차세대 컴퓨팅 환경지원 초대용량N차원 공간정보 시각화 프레임워크 확장SW
초대용량공간정보데이터처리플랫폼통합SW


핵심과제
구성과제
1단계('22-'24)
2단계('25-'26)
22년
23년
24년
25년
26년
연구목표
2-2. 동적정보 초연결
2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측
2-2-2. 인간중심의 공간정보 취득 및 분석
2-2-3. IoA연계 공간 상태정보 자동 획득
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
이동체 위치정보 연계 요구사항 정의서
이동체 위치정보 연계 기술설계서, SW
이동체 위치정보의 저장/관리 요구사항 정의서
이동체 위치정보의 저장/관리 기술 설계서,SW
이동체 위치정보가공기술 요구사항정의서
이동체 위치정보가공 기술 설계서 SW
이동체 위치정보의변경 알고리즘설계
이동체 위치정보의변경정보 처리 SW
이동체 위치정보시계열 시각화기술설계서,SW
이동체 위치정보 이해를 위한기반정보식별 알고리즘
이동체 위치정보상황 이해를 위한기반정보 생성 SW
이동체 위치정보상황 맞춤형 최적표현 모듈
이동체 위치정보상황 맞춤형 최적표현SW
이동체 위치정보 최적 탐색 알고리즘
이동체 위치정보 최적 탐색 SW
이동체 위치정보공간 데이터 마이닝SW
이동체 위치정보시공간 데이터마이닝SW
이동체 위치정보 패턴 분석 및학습데이터DB
이동체 위치정보 패턴 분석 및시계열예측AI 모델
- 이동체 위치정보 자동연계 SW
- 이동체 위치정보 가시화 SW
- 이동체 위치정보 예측 및 분석 SW
동적 정보관련 데이터 분석서
동적정보저장/관리 요구사항정의서
동적 정보 저장관리 기술설계서,SW
동적 정보가공 요구사항정의서
동적정보추정알고리즘개발, 동적정보가공 기술설계서,SW
동적 정보시계열 표현/분석을 위한요구사항정의
동적정보시계열표현 설계서, SW,
동적정보시계열분석과 예측을 위한 학습 DB구축
동적정보 패턴분석및 시계열 예측모델
감성정보 관련 데이터 분석서
비정형 감성정보분석 기술동향분석서
감성정보 위치연계를 위한요구사항정의서
감성정보의위치정보 생성 및연계 알고리즘
감성정보의위치정보 생성 및연계 설계서, SW
감성정보 표현/분석을 위한 요구사항정의서
감성정보 표현/분석 설계서,SW
감성정보 패턴분석및 예측을 위한 학습데이터DB
감성정보 패턴분석및 시계열 예측 AI모델
- 개인 이동정보, 감성정보/상태정보 데이터 연계를 위한 표준 정의서
- 유동 인구 추정 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW
- 비정형 데이터 3차원 공간정보 연계 및 분석, 예측 알고리즘 및 SW
IoA, 디바이스, 데이터유형표준분석/정의서
동적/정적정보 다차원 연계표준정의서, 개발 설계서
자동취득기술개발 설계서
시계열 연계분석및표현기술개발 설계서
MassiveData자동취득분류 SW,분석학습/예측데이터 연계SW
실내외 고정데이터상황정보/공간맵핑연계 SW
실내외 고정데이터이상징후 감지및예측연계 SW
실내외 고정/공간상태정보 연계표현SW
실내외 고정시설정보/공간 데이터연계 통합모듈SW
- 동적/정적정보 초연결 표준 정의서
- 실내외 고정 데이터 및 공간상태정보 자동 획득 SW
- 실내외 고정/공간 상태정보 시계열 연계, 분석 및 표현 SW
모바일 실내외연속복합측위 App
차량용 실내외연동 복합측위 SW
드론용 실내외연동 복합측위 SW
지상 동적객체데이터의 최적모델구축및변환/제공/가시화플랫폼
공중 공간정보다차원변화인식 분석 SW모듈
공중 센싱무빙플랫폼및통합플랫폼연동SW
CAD/BIM데이터가상국토연계기술분석서및 SW설계서
가상국토 연계 모듈SW
비공간정보가상국토연계기술분석및SW설계서
블록체인기반 DataLake 시스템
서비스 아키텍처 설계서및 서비스 요구사항 분석서
다중소스클라우드기반공간빅데이터처리엔진SW
초대용량공간빅데이터처리플랫폼통합SW
실시간 상황정보기반 구조자율지능형현장제어 모듈
교통상황최적화를 위한 강화학습경로최적화모듈
다중감정요소를 고려한드론 최적 경로탐색모듈


핵심과제
구성과제
1단계('22-'24)
2단계('25-'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축
3-1-2. 초대용량 공간지능 분산 관리 및 처리
3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 기반 구축
1-1. 실내외 연속 위치정보 제공
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
2-1 가상국토 데이터 연계·가공·유통
2-2. 동적정보 초연결
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축


핵심과제
구성과제
1단계('22-'24)
2단계('25-'26)
22년
23년
24년
25년
26년
최종 성과물
3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축
3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축
3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간 지능화 해석력 확보
3-2-3 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축
1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신
2-2. 동적정보 초연결
3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용
초대규모 공간정보 레이블링 SW 인터페이스 및 기능 요구사항 명세서
제네릭 수동 레이블링 SW 프로토타입
초대규모 공간정보 레이블링 솔루션
오토 레이블링 SW 프로토타입
얼굴 영역 익명화 SW
비얼굴 영역 익명화 SW
동영상 내 개인정보 익명화 SW
개인정보 익명화 SW 고도화
사실적 영상 기반 수도학습데이터 생성 SW
사실적 영상 기반 수도학습데이터 생성 SW 고도화
현실모사 가상공간 학습용 원시데이터 생성 요구사항 정의서
현실모사 가상센서 모델링 및 데이터 모델링 규격서
현실모사 가상학습데이터 생성 및 저작 S/W
시나리오 기반 현실모사 가상 학습데이터 생성 S/W
시나리오 기반 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 및 시뮬 환경 구축 S/W
현실모사 가상센싱데이터 레이블링 S/W
시나리오 기반 현실모사 가상시뮬환경 저작 S/W
샘플용 가상학습데이터 셋트
- 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 S/W
- 초대규모 공간정보 학습데이터 레이블링 솔루션 공간영상 내 개인정보 익명화 SW
시공간 특징 및 상관관계 반영 학습 네트워크 구축 기술문서
시공간 특징 및 상관관계 대규모 학습 네트워크 구축 설계서
시공간 특징 및 상관관계 지원 대규모 학습 네트워크 구현 S/W
시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 학습 네트워크 구축 최적화 지원 S/W
설명가능한 공간지능화 요구사항 정의서
공간지능화 인터페이스 및 사각화 규격서
대규모 시공간 학습 네트워크 기반 최적화 S/W 및 실증 결과서
공간지능화 해석력 평가지표
공간지능화 학습 및 인터페이스 공통 S/W
수요맞춤형 공간지능화 학습 및 인터페이스 S/W
공간지능화 학습과정 및 결과 시각화 공통 S/W
수요맞춤형 공간지능화 시각화 S/W
설명가능한 공간지능화 해석력 S/W
- 시공간 특징 및 상관관계 반영 대규모 신경망 학습 네트워크 구축 SW
- 설명가능한 공간지능화 해석력 S/W
- 설명가능한 공간지능화 평가 지표
데이터 플러우 오케스트레이션 SW 요구 명세서
인공지능 모델 학습/튜닝 배포 SW
인공지능 파이프라인 자동화 SW
인공지능 파이프라인 자동화 SW 고도화
실시간 공간분석 서비스 워크플로우 3종
실시간 공간분석 서비스팩
상황인지 기반 재난대응 시스템 설계서
마이크로시뮬레이션 기반 요구조자용 최적대피유도 모듈
실시간 상황인지 기반 재난대응 시스템
테스트베드 기반 실증 및 고도화
실시간 상황정보 기반 구조자용 지능형 안전대응 모듈
자율주행차 운행정보 시뮬레이션 시스템 설계서
자율주행차 운행환경을 고려한 마이크로시뮬레이션 모듈
교통정체 최소화를 위한 강화학습 경로 최적화 모듈
자율주행차 운행정보 시뮬레이션 시스템
시뮬레이션 기반 시나리오 테스트 및 테스트베드 연계
드론 비행경로 시뮬레이션 시스템 설계서
Multisource 데이터 기반 동적 드론 항로 모듈
다중 경쟁요소를 고려한 드론 최적 경로 탐색 모듈
드론 비행경로 시뮬레이션 시스템
시뮬레이션 기반 시나리오 테스트 및 테스트베드 연계
- 인공지능 파이프라인 자동화 SW
- 실시간 상황인지 기반 재난대응 시스템
- 강화학습 기반 자율주행차 운행경로 시뮬레이션 시스템
- Multi source 시공간 데이터 기반 드론 비행경로 시뮬레이션 시스템
국내외 플라우드소싱 데이터 모델링 품질표준 동향 조사분석서
N차원/디지털/다중 공간데이터 DB
다중 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 기술 명세서
지상 동적정보 실시간 측우 및 플랫폼 설계서
공중 공간정보 디지털변화인식 시스템 설계서
공간정보 객체 자동인식 추출 모델링 SW
AI 기반 Semantic 및 Topological Mapping SW
이동체 위치정보 최적탐색 알고리즘
동적정보 추정알고리즘 개발, 동적정보 가공기술 설계서 SW
감성정보의 위치정보 생성 및 연계 설계서, SW
초대용량 공간정보 서비스 아키텍처 설계서 및 서비스 요구사항 분석서
다중소스클라우드기반 공간빅데이터처리엔진 SW
초대용량 공간빅데이터 처리플랫폼 통합 SW

3.5 추진전략의 적절성

(1) 연구개발 추진체계의 적절성

□ **본 사업은 국토교통부 소관 사업으로 국토교통부, 전문기관, 운영위원회, 기술활용 협의체, 정보보안위원회, 사업단으로 구성한 추진체계와 주체별 역할을 다음과 같이 제시하였음**



[그림 9-12] 사업 추진 체계도

○ (**국토교통부**) 사업총괄 주관부처로서 중장기 목표 설정, 예산·시행 계획 수립, 유관부처 협력체계 구축, 사업시행계획 수립, 관련 정책과의 연계 및 정책수요 제공

○ (**전문기관**) 사업추진 전담 관리기관으로 사업 기획·평가·운영위원회를 구성·운영하고, 사업단 및 세부과제 선정·단계·최종평가, 사업단 진도 및 실적 점검, 성과관리 및 사후관리 및 성과확산 지원 등을 수행

○ (**운영위원회**) 사업 세부시행계획, 주요 내용변경, 지원 우선순위 등 국토부 및 전문기관의 요청사항에 대한 검토·심의·조정 수행

○ (**평가위원회**) 사업진도 및 연구개발 성과에 대한 검증 및 평가 수행

○ (**기술활용 협의체**) 정부기관(부처, 지자체, 전문기관 등), 사업단(참여연구기관), 유관 사업단, 공간정보 서비스 기관, 서비스 활용기관·기업 등의 산·학·연 전문가로 구성하여 연구개발 기술 활용 확대를 위한 연계 협력

- (공공정보 연계·활용) 공공정보의 정부기관 활용성 증대를 위한 연계 협력
- (개발기술 현장적용) 개발기술의 현장 적용 확대를 위한 연계방안 모색
- (유관사업 성과연계) 스마트시티, 스마트건설, 자율주행차, 고부가가치 융복합 물류, 생활기반시설 유지보수 등 유관 사업단과의 연구성과 연계 추진

○ (**정보보안위원회**) 국가공간정보보안 및 개인정보보호 등과 관련된 업무를 검토·심의·조정 수행

○ (**사업단**) 사업수행을 총괄하는 주체로서 세부과제 기획·자체평가, 진도관리 및 연구과제 성과물 관리, 대외협력업무, 사업화 전략, 기술 공인인증 추진, 표준화 지원, 대국민 홍보 등을 수행

○ (**세부과제 수행기관**) 사업내 중점분야별로 기술개발을 직접 수행하는 기관으로 전문성을 갖춘 산·학·연 전문가로 컨소시엄을 구성하여 기술개발을 수행하고, 해외 기술 협력이 필요한 경우에는 해외 연구기관과 공동연구를 수행

〈표 9-14〉 추진주체별 역할

추진주체	역할
국토교통부	• 사업총괄 주관부처로 정책적 주요 의사결정 등 수행
전문기관	• 사업의 기획 및 추진계획 수립, 기술발굴, 평가 및 관리, 추적평가, 성과관리·확산 등 사업 전반의 전략 구성 및 관리 등 수행
운영위원회	• 사업 세부시행계획, 주요 내용변경, 지원 우선순위 등 국토부 및 전문기관의 요청사항에 대한 검토·심의·조정 수행
평가위원회	• 연구개발 성과 및 계획에 대한 평가(선정, 연차·단계, 최종) 수행
기술활용 협의체	• 공공정보 활용성 증대, 개발기술 현장적용성 확대, 유관사업 성과연계를 윈한, 정부기관(부처, 지자체, 전문기관 등), 연구기관, 유관 사업단, 공간정보 서비스 기관, 서비스 활용 기관·기업 등의 산·학·연 전문가로 구성하여 연계방안 모색
정보보안위원회	• 공간정보보완 및 개인정보보호 업무 수행에 필요한 사항을 심의·의결하기 위한 '정보보안위원회'를 운영함
사업단	• 연구과제 성과물 관리, 대외협력업무, 사업화 전략, 기술 공인인증 추진, 표준화 지원, 대국민 홍보 등 사업단 운영 관리 등 수행
세부과제 수행기관	• '초정밀 디지털 국토 구축', '초연결 라이브 국토 실현', '초대용량 디지털 라이브 국토 활용' 3대 중점분야별 산·학·연 중심의 연구단 구성

(2) 선행사업 성과반영의 적절성

□ 기존 선행사업인 '국토공간정보연구사업'의 한계 및 공간정보 분야 대내외 환경변화를 고려한 개선 방안을 분석함

〈표 9-15〉 선행사업 분석을 통한 추진 체계 개선 방안 도출

구분	국토공간정보연구사업	본사업
사업목표	▪ 기술 개발을 통한 사업 목표 달성 여부에 대한 판단기준 불명확	▪ 사업목표-중점분야 기술 목표 간 연계성을 강화하고 본 사업의 기술개발 산출물에 기반한 핵심성과지표를 설정하여 사업목표 달성 여부 명확화
과제발굴	▪ 매년 제안되는 아이템 중 사업예산을 고려하여 이슈 위주의 공급자 관점 기술 개발 추진	▪ 실제 수요처의 니즈를 반영한 목적지향형 기술 개발 추진
실용화 지원체계	▪ 개별 과제에서 시험 인증을 수행하고 별도의 실용화 지원체계 부재	▪ 기술 활용 협의체 운영 등을 통하여 공간정보 활용기관과의 정보 구축·연계 수행
과제평가	▪ 과제 관련 전문가 pool을 통해 무작위로 평가위원을 선정하여 연속적이고 전문적인 관점에서 과제평가 한계	▪ 책임평가위원제 도입을 통해 기술 선정, 중간, 최종 평가 전 주기적으로 전문성을 기반한 과제평가 추진

□ '국토공간정보연구사업'의 8개 세부과제와 본 사업과의 차별성 및 연계성을 분석하여 제시하였음

〈표 9-16〉 디지털 국토정보 기술개발 관련 기존 과제와의 차별성 및 연계성

연번	과제명	주요성과	차별성 및 연계성
1	공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술 개발	- 웹 표준 기반 오픈플랫폼 엔진 - 사용자 참여형 공간정보 생성 프로그램 - 하이브리드 공간정보 DB 모델 - 초분광 영상 분석 모듈	• (차별성) 기존 과제는 오픈플랫폼의 안정적인 서비스를 위하여 서비스 구조, 네트워크, 시스템 장애 모니터링, 스토리지 등의 성능을 개선하기 위한 기술 개발에 집중하고, 제한된 환경 및 응용소프트웨어 내에서 수작업에 의한 2.5차원 공간정보 구축 및 갱신을 수행하였으나, 본 사업에서는 드론, 차량, CCTV 등 상용화된 디바이스로 실시간 수집되는 다중소스 데이터를 검증하여 변화가 발생한 영역에 대하여 효율적으로 갱신함으로써 최신의 3차원 공간정보를 제공하기 위한 기술 개발에 집중함 • (연계성) '사용자 참여형 오픈 플랫폼 공간정보 제작 및 갱신' 기술은 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능한 품질을 확보하였는지 검증하여 3D 공간정보 실시간 자동 갱신과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)

연번	과제명	주요성과	차별성 및 연계성
2	공간정보 SW 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발	- 엔터프라이즈급 오픈소스 공간정보 SW - 국내외 현장적용 사이트	• (차별성) 기존 과제는 사물인터넷 데이터의 실시간 저장 및 기술의 한계가 있으나, 본 사업은 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하여 실시간 저장 관리 기술 확보 가능 • (연계성) '오픈소스 기반 공간자료 가공·분석' 기술은 3차원 정형/비정형을 포함하는 초대용량 공간정보 처리 중 2차원 공간정보 처리 및 분석 기능과 연계하여 활용 가능 (3-1핵심)
3	미래 성장동력 확보를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발	- 해상도 1m급, 관측폭 20km급, 다중파장 위성 탑재체 - 위성 자료 수신 시스템	• (차별성) 기존 과제는 넓은 대상 영역에 대한 위성/항공 데이터 기반의 수동 변화탐지 기술이었다면, 본 사업은 광역/도심/객체 대상 활용 맞춤형으로 이동형 플랫폼/디바이스 데이터를 활용하여 자동 변화 탐지기술 개발 • (연계성) '공간정보 위성영상 활용처리 및 지원 시스템' 기술은 고해상도 위성영상 기반 광역 변화인식 기술과 연계하여 활용 가능(1-2핵심)
4	국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발	- Hadoop기반 공간 빅데이터 저장 프레임워크 및 공간질의 엔진 - 인메모리 기반 실시간 저장관리 프레임워크 - 공간 빅데이터 Batch 분석 및 가시화 컴포넌트	• (차별성) 기존 과제는 2D 및 GPS 등 소규모 공간정보 빅 데이터의 분석 처리만을 지원하며 갱신/삭제 등 관리기능을 지원하지 않으나, 본 사업은 초대용량 LiDAR, WAIM, 공간동영상의 CRUD관리 기능을 지원할 뿐만 아니라 실시간 스트림 분석처리까지 지원 • (연계성) '공간 빅데이터 저장관리 인프라', '인메모리 기반 빅데이터 저장관리 기술', 'Batch 분석 컴포넌트'는 초대용량 공간정보 서비스와 스트리밍 데이터 실시간 처리 기술과 연계하여 활용 가능 (3-1핵심)
5	안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범 기술 개발	- Multi-GNSS 기반 측위 플랫폼 - 사회안전망 정보 공유 시스템	• (차별성) 기존 과제는 별도의 고가 장비가 있어야만 정밀 측위 기술이 이용가능했다면, 본 사업에서는 스마트폰 등의 모바일 단말기 데이터만으로도 정밀 위치정보 확보가 가능한 기술을 개발 • (연계성) 'Multi-GNSS 기반 측위 기술'은 모바일 환경 Multi-GNSS 최적화 기술과 연계하여 활용가능하며, '사회안전망 정보 공유 시스템'은 이동체나 사람중심 공간정보와 연계하여 활용 가능 (1-1, 2-2핵심)

연번	과제명	주요성과	차별성 및 연계성
6	세계 최고수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증	- 실내공간 데이터 생성·편집·가시화 도구 - OpenIndoorMap 포털	• (차별성) 기존 과제는 전통적인 공간정보 데이터를 기반으로 3차원 공간정보 데이터를 구축했다면, 본 사업에서는 크라우드 소싱 데이터를 기반으로한 고정밀/고밀도/고완결성 3차원 공간정보 데이터 구축기술 개발 및 국산화 • (연계성) '실내공간정보 구축 및 갱신 기술'은 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)
7	3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발	- 3차원 입체격자체계 프레임워크 및 서비스 엔진	• (차별성) 기존 과제는 모바일기기, 고정감지기 등의 한정된 센서로부터 위치정보를 수집하는 기술이었다면, 본 사업은 버스, 택시, 자동차 등 다양한 센서 및 IoT기기로부터 수집된 이동체 위치정보를 실시간으로 연계 • (연계성) '3차원 입체격자체계'는 이동체의 동적정보를 연계하고 동적정보를 시각화하는 기술과 연계하여 활용 가능 (2-2핵심)
8	자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신 기술 개발 및 실증	- 카메라기반 MMS 시작품 - 도로 및 시설물 정밀맵 데이터 관리 및 배포 SW 패키지	• (차별성) 기존 과제의 도로 영역에 한정된 변화정보를 정밀도로지도에 반영하기 위하여 MMS로 취득되는 영상과 기존 정밀도로지도를 비교하여 차선, 도로시설물의 변화탐지를 수행하는 반면, 본 사업에서는 크라우드 소싱되는 다양한 데이터를 이용하여 정밀도로지도로 표현되는 정적정보뿐만 도로상에 발생하는 파손, 적치, 사고 등의 동적정보에 대한 변화탐지도 수행하고, 대상 영역 측면에서도 도로에 한정되는 것이 아니라 다양한 특성을 갖는 국토의 변화 탐지 기술 개발 • (연계성) '카메라 기반 정밀도로지도 자동 구축·갱신 기술'은 차량 센서 기반 준실시간 도심 변화인식 기술, 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 활용 가능 (1-2핵심)

제3절 정책적 타당성 분석

1. 정책적 일관성 및 추진체제

1.1 상위계획과의 부합성

□ **'국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(KISTEP, 2019)'에 따라 과학기술기본계획을 필수계획으로, 그 외 계획을 선택군 계획으로 선정하여 부합성을 검토**

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수계획	제4차 국가과학기술기본계획('18~'22)			○
선택군 계획	문재인 정부 국정운영 5개년 계획			○
	제4차 국토종합계획 수정계획('11~'20)			○
	국토교통 4차산업혁명 대응 전략		○	
	제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)		○	
	제3차 국토교통 R&D 중장기전략('14~'23)		○	
	제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22)			○
	제2차 공간정보산업진흥 기본계획('16~'20)			○
	제1차 국가측량 기본계획('16~'20)			○
	국토교통 2050 미래기술(20-Wonder 프로젝트)			○

○ '제4차 국가과학기술기본계획'에 동 사업 관련 기술을 명시하고 있어 부합성이 높으며, 그 외 선택군 계획에서도 동 사업 관련 내용을 명시하고 있어 상위계획과의 부합성은 적절함

필수계획 / 선택군 계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	**적절**
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

□ 공간정보 분야 관련 국가계획 및 부처계획과의 부합성

○ 국가계획의 근거로, 「제4차 국가과학기술기본계획」, 「문재인정부 국정운영 5개년 계획」, 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차산업혁명 대응계획」, 「데이터 산업 활성화 전략」 등이 있으며, 각 계획에 제시된 로드맵에 따라 사업을 추진

〈표 9-17〉 국가계획 근거

<table>
<tr><th>계획명</th><th>소관부처</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>제4차
국가과학기술
기본계획
['18~'22]</td><td>관계부처
협동</td><td>• 「제4차 과학기술기본계획」의 70개 추진과제 중의 하나로, 120개 중점과학기술 중의 하나로 포함
• 4대 전략 중 '과학기술이 선도하는 신산업 창출', 19개 중점추진과제 중 '국민이 체감하는 혁신성장동력 육성', 70개 추진과제 중 '유망 산업의 성장동력화 촉진' 과제에 포함
• 핵심기술인 국토공간정보 구축 및 분석기술은 12개 중점과학기술 중 건설·교통분야 도시 및 국토 부문에 포함</td></tr>
<tr><td>문재인정부
국정운영
5개년 계획</td><td>국정기획
자문위원회</td><td>• 20대 국정전략 중 '과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명', '국민안전과 생명을 지키는 안심사회'와 관련
• 100대 국정과제 중 '소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차산업혁명 선도 기반 구축', '고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성' 등 5개 과제와 관련
• 4대 복합·혁신과제 중 '4차산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가'와 관련</td></tr>
<tr><td>제4차
국토종합계획
수정계획
['11~'20]</td><td>국토
교통부</td><td>• '대한민국의 새로운 도약을 위한 글로벌 녹색국토'를 비전으로 23개 추진과제를 수립, 이 중 11개 추진과제가 동 사업과 관련
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td>국토경쟁력 제고를 위한 지역특화 및 광역적 협력 강화</td><td>① 글로벌 경쟁력을 갖춘 신성장 산업 육성</td></tr>
<tr><td rowspan="3">자연친화적이고 안전한 국토공간 조성</td><td>① 江·山·海를 연계한 국토 품격의 새로운 창출</td></tr>
<tr><td>② 인간과 강이 함께하는 친수 국토공간 조성</td></tr>
<tr><td>③ 지속가능하고 안전한 국토공간</td></tr>
<tr><td rowspan="3">쾌적하고 문화적인 도시·주거환경 조성</td><td>① 인구 감소에 대비한 도시경쟁력 제고</td></tr>
<tr><td>② 한국형 녹색 문화도시 창조</td></tr>
<tr><td>③ 국토가치 제고를 위한 토지이용 합리화 및 선진화</td></tr>
<tr><td rowspan="3">녹색교통·국토정보 통합네트워크 구축</td><td>① 지속가능하고 경제성장을 지원하는 녹색교통체계 구축</td></tr>
<tr><td>② 국민 생활편익 증대를 위한 친환경 교통정책 추진</td></tr>
<tr><td>③ 선진 국토정보 인프라 구축</td></tr>
<tr><td>초국경적 국토경영 기반 구축</td><td>① 남북한 교류협력 확대에 대비한 기반 구축</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

○ 부처계획의 경우 「국토교통 4차산업혁명 대응 전략」, 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 등을 근거로 제시

〈표 9-18〉 부처계획 근거

<table>
<tr><th>계획명</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>국토교통
4차산업혁명
대응 전략</td><td>• ‘스마트 국토 조성’의 세부과제로 ‘공간정보 고도화 및 융·복합 서비스 제공’이 포함되어 있으며, 이 외 10개 과제도 동 사업과 부합
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="3">스마트 국토 조성</td><td>① 신산업 Total Test-bed 구축</td></tr>
<tr><td>② 스마트한 도시·생활공간 구현</td></tr>
<tr><td>③ 공간정보 고도화 및 융·복합 서비스 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="3">교통 서비스·산업 혁신</td><td>① AI·빅데이터 기반 교통서비스 혁신</td></tr>
<tr><td>② 자율주행차, 무인비행체, 물류서비스 산업 육성</td></tr>
<tr><td>③ 도로·철도·항공 운영 서비스 효율화</td></tr>
<tr><td rowspan="2">공공인프라 안전·효율 제고</td><td>① 건설 사업 전주기 안전·효율 제고</td></tr>
<tr><td>② IoT 기반 선제적 SOC 유지 관리</td></tr>
<tr><td rowspan="3">혁신 기반 조성</td><td>① R&D 투자 확대 및 관리체계 개선</td></tr>
<tr><td>② 국토교통 공공 데이터의 개방과 활용 지원</td></tr>
<tr><td>③ 규제 혁신 및 인력 양성</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>제1차
국토교통과학기술
연구개발 종합계획
[’18~’27]</td><td>• ‘혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통’을 비전으로 수립된 4개 추진전략, 12개 실천과제가 동 사업과 관련
• 특히, ‘4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성’ 전략의 ‘디지털 기반 국토정보 기술 고도화’ 과제가 동 사업과 높은 관련
• 해당 계획에서 ‘국토교통 8대 혁신성장동력’의 하나로 ‘가상국토공간’을 포함하고 있으며, 이 외 7개 혁신성장동력 역시 동 사업의 결과물을 활용하는 과제로 관련성 존재
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="3">4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성</td><td>① 초연결 도시 구현 기술 개발</td></tr>
<tr><td>② 무인이동체 자율주행 기술 개발</td></tr>
<tr><td>③ 디지털 기반 국토정보 기술 고도화</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술융합을 통한 새로운 가치창출</td><td>① 융합기술을 통한 건설지능화 실현</td></tr>
<tr><td>② 고부가가치 건설기술 창출</td></tr>
<tr><td>③ 기존 수송시스템 혁신기술 도입</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사람 중심의 국토교통 기술개발</td><td>① 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발</td></tr>
<tr><td>② 친환경 생활공간 조성 기술 개발</td></tr>
<tr><td>③ 사회이슈 해결형 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="3">미래지향적 R&D 시스템 도입</td><td>① 국토교통 R&D 관리체계 혁신</td></tr>
<tr><td>② 국토교통 연구개발 기반 강화</td></tr>
<tr><td>③ 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>계획명</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>제3차 국토교통
R&D 중장기전략
['14~'23]</td><td>• 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 '인공지능 국토공간', '지능형 인프라 자동관리' 등 2개 프로젝트가 동 사업과 관련
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="2">글로벌 시장 선도</td><td>① TOP 메가 스트럭처</td></tr>
<tr><td>② 글로벌 TOP 플랜트 건설기술</td></tr>
<tr><td rowspan="3">융·복합 신산업
창출 기반조성</td><td>① 한국형 위성항법</td></tr>
<tr><td>② 자율주행도로</td></tr>
<tr><td>③ 미래 항공기술 인프라 조성</td></tr>
<tr><td rowspan="5">안전하고 편리한
국토공간 조성</td><td>① 인공지능 국토공간</td></tr>
<tr><td>② 지능형 인프라 자동관리</td></tr>
<tr><td>③ 분산형 물관리</td></tr>
<tr><td>① 수요자 맞춤형 주택</td></tr>
<tr><td>② 스마트 철도교통시스템</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>제6차
국가공간정보정책
기본계획
['18~'22]</td><td>• '데이터 활용·신산업 육성·국가경영 혁신'의 3대 방향성 하에 추진되는 12개 중점추진과제 중 6개가 동 사업과 관련
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="3">[전략 1. 기반전략]
가치를 창출하는
공간정보 생산</td><td>① 공간정보 생산체계 혁신</td></tr>
<tr><td>② 고품질 공간정보 생산기반 마련</td></tr>
<tr><td>③ 지적정보의 정확성 및 신뢰성 제고</td></tr>
<tr><td rowspan="3">[전략 2. 융합전략]
혁신을 공유하는
공간정보 플랫폼
활성화</td><td>① 수요자 중심의 공간정보 전면 개방</td></tr>
<tr><td>② 양방향 소통하는 공간정보 공유 및 관리 효율화 추진</td></tr>
<tr><td>③ 공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 혁신 견인</td></tr>
<tr><td rowspan="3">[전략 3. 성장전략]
일자리 중심
공간정보산업 육성</td><td>① 인적자원 개발 및 일자리 매칭기능 강화</td></tr>
<tr><td>② 창업지원 및 대·중소기업 상생을 통한 공간정보산업 육성</td></tr>
<tr><td>③ 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="3">[전략 4. 협력전략]
참여하여 상생하는
정책환경 조성</td><td>④ 공간정보를 활용한 국민생활 편의서비스 발굴 확대</td></tr>
<tr><td>① 공간정보 혁신성장을 위한 제도기반 정비</td></tr>
<tr><td>② 협력적 공간정보 거버넌스 체계 구축</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

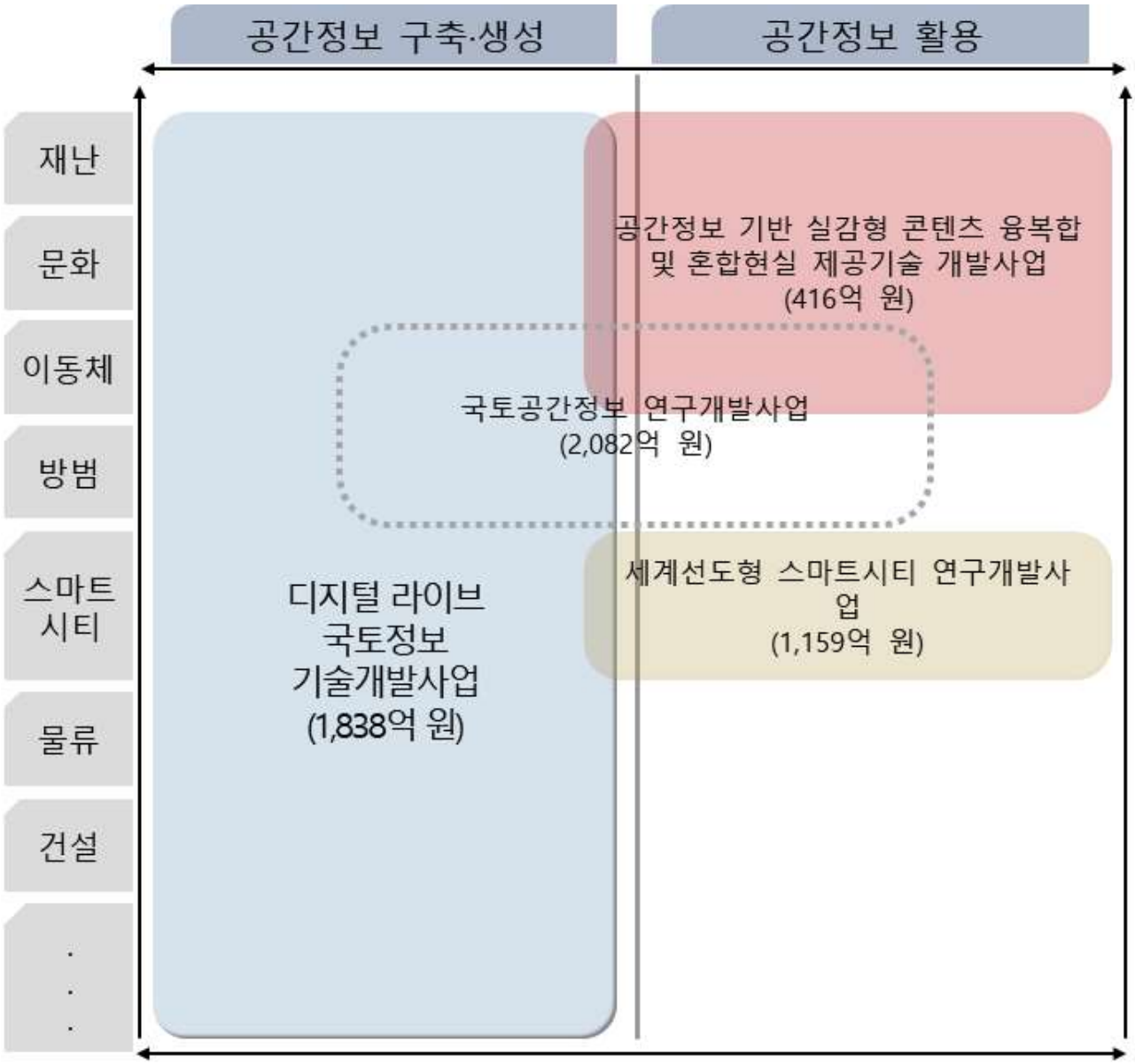
<table>
<tr><th>계획명</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>제2차
공간정보산업진흥
기본계획
['16~'20]</td><td>• 공간정보 융·복합 산업의 대도약 및 국가 신성장동력 창출을 위해 수립된 12개 추진과제 중 '공간정보 융·복합 수요 발굴' 등 4개 과제가 동 사업과 관련
<table><tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr><tr><td rowspan="4">창의적인 융·복합 산업 창출 지원</td><td>1-1. 국가기술지도 기반의 공간정보 융·복합 산업 발굴</td></tr><tr><td>1-2. 미래신산업 중심 R&D 환경 조성</td></tr><tr><td>1-3. 창의적 융복합 영역 확대를 위한 창업 활성화</td></tr><tr><td>1-4. 공간정보 융·복합 수요 발굴</td></tr><tr><td rowspan="3">융·복합을 통한 공간정보 활용성 제고</td><td>2-1. 공간정보 개방 확대 및 공유 체계 정비</td></tr><tr><td>2-2. 미래산업 수요에 기반한 고정밀 공간정보 구축</td></tr><tr><td>2-3. 상호협력형 공간정보 표준화 추진</td></tr><tr><td rowspan="3">공간정보기업의 역량 강화 지원</td><td>3-1. 기술중심의 중견 기업 육성</td></tr><tr><td>3-2. 미래 선도형 창의인재 양성</td></tr><tr><td>3-3. 해외시장 진출을 위한 국가 지원체계 강화</td></tr><tr><td>산업발전을 위한 제도 개선</td><td>4-1. 비용 절감을 통한 중소기업 부담 완화</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>제1차 국가측량
기본계획
['16~'20]</td><td>• 국토의 가치 제고를 목표로 수립된 3개 중점추진목표, 5개 중점추진과제가 동 사업과 관련
<table><tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr><tr><td rowspan="4">신산업을 창출하는 측량</td><td>① 측량 관련 융·복합 산업 육성</td></tr><tr><td>② 측량기술 선진화</td></tr><tr><td>③ 측량산업 활성화를 위한 제도 개선</td></tr><tr><td>④ 측량산업 국제 경쟁력 강화</td></tr><tr><td rowspan="3">국민 생활을 편리하게 하는 측량</td><td>① 측량기준점 기반의 고정밀 위치정보 서비스 강화</td></tr><tr><td>② 기본공간정보 관리체계 개선</td></tr><tr><td>③ 생활밀\착형 공간정보 제공</td></tr><tr><td rowspan="3">국가안전에 초석이 되는 측량</td><td>① 국가측량 기준체계 정비</td></tr><tr><td>② 공간정보 기반의 재해대응 지원</td></tr><tr><td>③ 통일 대비 한반도 위치기준 일원화 및 공간정보 구축</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>국토교통 2050
미래기술
[20-Wonder
프로젝트]</td><td>• 국토교통 기술의 미래 및 지향점 도출을 위해 선정한 20대 유망기술(20-Wonder) 중 국토분야의 "미래 가상 국토공간 기술"이 동 사업과 관련
<table><tr><th>구 분</th><th>전략 프로젝트</th></tr><tr><td rowspan="11">국토분야 미래 유망기술</td><td>① AI 활용 건설 엔지니어링</td></tr><tr><td>② 인프라 재료 혁신</td></tr><tr><td>③ 스마트 건설 로봇</td></tr><tr><td>④ 지하 매설물 스마트 유지관리</td></tr><tr><td>⑤ 지능형 주택</td></tr><tr><td>⑥ 스마트 시티</td></tr><tr><td>⑦ 수소 도시</td></tr><tr><td>⑧ 플러스 에너지 도시건축</td></tr><tr><td>⑨ 미래 가상 국토공간 구현</td></tr><tr><td>⑩ 환경 플랜트</td></tr></table></td></tr>
</table>

1.2 사업 추진체제 및 추진의지

(1) 유사사업 현황 및 중복성 검토결과

□ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업과 관련 유사 사업을 조사 및 분석하여 차별성 및 연계방안을 제시하였음

○ '공간정보', '국토정보', '디지털', '지능공간' 등의 키워드를 활용하여 2개 유사 사업을 도출하였으며 본 사업과의 차별성 및 연계방안을 제시하였음



[그림 9-13] 부처별 유사사업과의 차별성

〈표 9-19〉 사업수준 중복성 검토

사업명	디지털 라이브 국토정보 기술개발(기획사업)	국토공간정보연구개발(선행사업)	공간정보기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공기술 개발사업(유사사업)	세계선도형 스마트시티 연구개발 사업(유사사업)
소관부처	국토교통부	국토교통부	다부처 사업	다부처 사업
관리기관	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원
사업기간	2022년 ~ 2026년	2007년 ~ 2019년	2018년 ~ 2022년	2018년 ~ 2022년
예산	'22~'26 1,838억 원	'07~'19 2,482억 원	'18~'22 416억 원	'18~'22 1,159억 원
사업목적	N차원 디지털 라이브 가상국토 구현 - 고품질 공간정보 생산체계 마련으로 가상국토 정보의 경쟁력 강화 - 실시간 상황정보 연계를 통하여 가상국토 정보의 가치 증대 - 가상국토 서비스 능력 향상을 통하여 가상국토 정보의 공유 증진	- 국토공간정보의 효율적, 체계적 생산 및 가공, 다양한 국토공간정보활용융합 서비스 기술 구현을 통해 국민 편의 향상 및 산업 발전 지원	- 국가 고정밀 공간정보와 타산업을 융합하는 유기적 협업체계를 구축하고, 공간정보 기반 실감형 콘텐츠 경쟁력 확보 및 관련 산업선도	- 시민 삶의 질 향상, 4차 산업혁명의 핵심기술 개발 및 산업의 체계적인 육성을 위한 서비스 중심형 데이터 기반 스마트시티 모델 및 기반기술을 개발하고 실증을 통해 기술 검증
사업내용	- 실내외 연속 위치정보 제공 - 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신 - 가상국토 데이터 매핑 및 연계 - 동적정보 초연결 - 초대용량 공간정보 처리 및 운용 - N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	- 실내외 고정밀 공간정보 제공을 위한 실내공간정보 고도화 기술 및 3차원 입체격자 국토 관리 기술 개발 신규 추진 - 공간정보 구축·공유 인프라, 대용량 공간빅데이터 분석 및 국민 안전 증진을 위한 지능형 방범 실증 서비스 지속 지원	- (국토부) 수요처 맞춤형 고정밀 3D 공간정보 갱신 및 활용 지원 기술 개발 - (행안부) 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술 개발 - (산업부) 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술 개발 - (문체부) 공간정보 기반 실감형 문화콘텐츠 제작 및 유통 인프라 구축 기술 개발	- 인프라 시스템 연계 통합 - 통합 및 공유를 위한 개방형 플랫폼 개발 - 공공·민간 협력형 서비스 솔루션 개발 - 스마트시티 실증 모델 구현
차별성		- 국토공간정보연구사업은 정부 '장기계속사업 일몰제'에 따라 2019년 일몰 대상으로 지정된 국토부의 공간정보 R&D사업으로, 본 사업이 대상사업의 후속으로 기획되는 사업이라는 점에서 중복사업이 아닌 후속연계사업의 성격에 속함	- 실감형 콘텐츠 제공기술 개발 사업은 특정 요구 분야의 공간정보를 생성하고, 그 정보의 응용 및 활용을 위한 기술 개발인 반면, 본 사업은 기존 공간정보의 구축 및 생성 기술의 고도화가 주 내용으로, 차별성이 있음	- 스마트시티 연구개발 사업은 도시 관리의 효율성을 높이고, 도시 문제를 효과적으로 해결하기 위한 네트워크 인프라 개발에 집중함. 데이터허브에 관련 데이터를 통합하고 도시 문제 해결을 위한 서비스 제공을 위한 기술 개발 및 실증이 핵심 내용임. 반면 본 사업은 국토에 대한 최신의 정밀한 공간 모델을 생성하고 다양한 공간 속성 정보를 분석·연계하여 제공하는 디지털 인프라 기술 개발로 차별성이 있음
연계성			- 고정밀 3D 공간정보 갱신 및 활용 지원 기술 개발 등 기존 성과물을 3차원 국토 활용체계 구축에 연계 활용	- 본 사업의 디지털 라이브 공간정보 기술을 적용하여 도시공간에 대한 디지털 트윈을 고도화함으로써, 스마트시티 서비스 효과 극대화 가능

(2) 국토교통과학기술진흥원 소관 사업과의 연계방안

□ 국토교통과학기술진흥원 소관 3개 사업의 12개의 유사 세부과제 중 디지털 라이브 국토정보 개발사업과 관련된 과제를 비교 및 분석하여 연계방안을 제시

○ 구성과제별 국토교통과학진흥원 소관 사업과의 연계방안은 다음과 같음

〈표 9-20〉 진흥원 소관 사업과의 연계활용방안

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
국토공간정보 연구사업	공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술 개발	■ 공간정보 오픈플랫폼(V-World)의 성능 향상과 활용성 제고를 위한 기술 개발 - 아키텍처 및 소프트웨어 인프라 고도화 - 데이터 확보·가공 기술 고도화 - 수출경쟁력 확보방안 및 제도 지원 연구	• 웹 표준 기반 오픈플랫폼 엔진 • 사용자 참여형 공간정보 생성 프로그램 • 하이브리드 공간정보 DB 모델 • 초분광 영상 분석 모듈	'사용자 참여형 오픈 플랫폼 공간정보 제작 및 갱신' 기술은 다종 시계열 공간데이터 품질 검증 기술, 3D 공간정보 실시간 자동 갱신 기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-1. 1-2-3. 현실모사 가상공간 학습데이터 생성 시 고품질 3D 공간영상 활용 가능 3-2-1.
	공간정보 SW 활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발	■ 외산 공간정보 SW를 대체할 수 있는 오픈소스 기반 공간정보 SW 개발 - 전자정부 프레임워크 연동 오픈소스기반 공간자료 가공·분석·제공기술 개발 - 공간정보산업 활성화를 위한 오픈소스 기반 응용 연계기술 개발	• Live3D GeoPortal 및 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal SW • 오픈소스 위치기반 멀티미디어 지원 공간 DBMS SW • 국내외 현장적용 사이트	'오픈소스 위치기반 멀티미디어 지원 공간 DBMS SW' 기술은 이동체 데이터 표현기술을 포함하며 이동체 동적정보 수집 및 예측 기술 및 공간정보 분산 저장 및 처리에 활용가능 2-2-1. 'Live3D GeoPortal 및 뉴미디어 콘텐츠 GeoPortal SW'는 웹상에서 3D 및 뉴미디어 콘텐츠 가시화를 위한 기본적인 GeoPortal 서비스 기능을 포함하며 초대용량 공간정보서비스 구축 기술 개발의 기반으로 활용 가능 3-1-1. 3차원 정형/비정형을 포함하는 초대용량 공간정보 처리 중 기본적인 3차원 공간정보 처리 및 분석 기능과 연계하여 초대용량 공간정보의 서비스·검색·분석에 활용 가능 3-1-2.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	미래 성장동력 확보를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발	■ 지역적, 시간적 한계를 극복하여 효율적인 국토공간 정보 구축 및 서비스를 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발 - 공간정보 위성 탑재체 개발 - 공간정보 위성 자상 수신처리 시스템 개발 - 공간정보 활용처리 및 지원시스템 개발	• 해상도 1m급, 관측폭 20km급, 다중파장 위성 탑재체 • 위성 자료 수신 시스템	'공간정보 위성영상 활용처리 및 지원 시스템' 기술은 고해상도 위성영상 기반 광역 변화인식 기술과 연계하여 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식에 활용 가능 1-2-2.
	국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발	■ 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터(Geospatial Big Data)의 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 개발 - 공간 빅데이터 자장관리 인프라 기술개발 - 공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술개발 - 공간 빅데이터 서비스 활성화 방안	• Hadoop기반 공간 빅데이터 저장 프레임워크 및 공간질의 엔진 • 인메모리 기반 실시간 저장관리 프레임워크 • 공간 빅데이터 Batch 분석 및 가시화 컴포넌트	'공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술개발' 및 공간 빅데이터 서비스 플랫폼 기술은 초대용량 공간정보를 제외한 기존 공간정보 빅 데이터 서비스만을 지원하나 요소 기반 기술로 활용 가능 3-1-1. '공간 빅데이터 Batch 분석 기술'은 대규모 시공간 복합상황 판단 및 예측 기술에 활용 가능 3-2-2.
	안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범 기술 개발	■ 안전한 국민생활을 위한 사회안전망 구축을 지원할 수 있는 공간정보 기반 지능형 방범 서비스 개발 및 실증지구 구축 - 정밀위치결정기술 및 지원서비스 기술개발 - 공간정보기반 지능형 방범 서비스 기술개발 - 지능형 방범 실증지구 구축 및 운영	• Multi-GNSS 기반 측위 플랫폼 • 사회안전망 정보 공유 시스템 • 실증지구 통합운영 모듈 및 시스템 개발	'Multi-GNSS 기반 측위 기술'은 모바일 환경 Multi-GNSS 최적화 기술과 연계하여 신호기반 고정밀 측위에 활용 가능하며, '사회안전망 정보 공유시스템'은 이동체나 사람중심 공간정보와 연계하여 동적정보 상황 맞춤형 서비스 제공에 활용 가능 1-1-1. '지능형 방범 실증지구 구축 및 운영' 연구에서 개발된 '실증지구 통합운영 모듈/시스템'은 다양한 시스템 공간정보, 위치정보, CCTV정보, 속성정보를 연계하여 통합적으로 지도에 가시화하고 있으며, 이 기술과 협업 및 고도화하면 다양한 이동체를 통합적으로 연계하고 다차원으로 표시하는데 활용가능 3-1-3.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	세계 최고수준의 저비용 고효율 실내공간정보 핵심기술 개발 및 실증	■ 사용자 참여형 자료 기반 실내공간정보 자동/반자동 구축 및 생성 기술 개발, 저비용/고정밀 정형/비정형 형상 정보 구축 자동화 기술개발 - 저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 기술 개발 - 실내공간정보 활용지원기술개발 - 실내공간정보 테스트베드 구축 및 실증	• 실내공간 데이터 생성·편집·가시화 도구 • OpenIndoorMap 포털	'실내공간정보 구축 및 갱신 기술'은 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-3. '저비용 고효율 실내공간정보 구축 및 갱신 기술'을 확장하여 공간·위치·영상·센서 융합 정보 기반 고품질 실내공간 콘텐츠 생성 및 초대용량 공간정보 가시화 서비스에 활용 가능 3-1-3. 실내공간정보 테스트베드 및 OpenIndoorMap을 활용한 실시간 공간분석 서비스 운영체계 실증(실시간 재난대응) 3-2-3.
	3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발	■ 미래 지능사회 지원을 위한 새로운 패러다임의 3차원 입체격자체계 기반 국토 공간 통합관리 원천기술 개발 - 3차원 입체격자체계 기반 연구 - 3차원 입체격자체계 핵심기술 개발 - 3차원 입체격자 통합운영 지원 기술 개발 및 실증서비스	• 3차원 입체격자체계 프레임워크 및 서비스 엔진	'3차원 입체격자체계'는 이동체 위치정보 수집/가공 기술과 연계하여 이동체 유형별 맥락정보 생성과 상황 맞춤형 시각화에 활용 가능 2-2-1. 3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술'에서 대상으로 하는 일부 수집·연계 및 서비스 대상 데이터의 처리를 가상국토 활용을 위한 데이터 연계가속화 시스템에 반영할 수 있음 2-1-2. 3차원 입체격자체계를 활용한 실시간 공간분석 서비스 운영체계 실증(반응형 드론 항로 구축) 3-2-3.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지, 갱신 기술 개발 및 실증	■ 실시간 도로변화 정보를 정밀도로지도에 반영하기 위한 저비용 신속 갱신 기술력 확보 및 수시갱신 시스템 개발 - 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션 개발 - 도로 및 시설물 변화정보 신속수집 및 갱신 기술개발 - 도로 변화 신속탐지·갱신 기술 통합실증 및 공유기술 개발	• 카메라기반 MMS 시작품 • 도로 및 시설물 정밀맵 데이터 관리 및 배포 SW 패키지	'카메라기반 정밀도로지도 자동 구축·갱신 기술'은 차량 센서 기반 준실시간 도심 변화인식 기술, 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-2. 이 연구는 자율주행을 위해 도로와 시설물의 변화정보를 신속히 수집하는 기술을 개발하고 있으며, 이러한 도로의 변화정보 뿐 아니라 "이동체 동적정보 수집" 연구에서 개발된 다양한 이동체 위치정보를 연계하면 보다 정밀한 자율주행 알고리즘 및 서비스의 개발이 가능 1-2-3. 정밀도로 공간정보 구축 센서/소프트웨어 통합솔루션은 초대용량 공간정보서비스의 도시형 서비스 중 하나로 활용 가능 3-1-1.
공간정보기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실제공 기술 개발	수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발	■ 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용기술을 개발하여 고정밀 3D 공간정보의 지속가능한 공유 및 활용 생태계 구축을 위한 핵심 기술을 확보 - 저비용 고정밀 실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신기술 개발 - 실감형 3D 도시모델 저작 및 제공 기술 개발 - 실감형 3D 도시모델 활용 지원 및 타산업 연계 실증	• 3D 모델링 시뮬레이션 SW • 3D 모델 생성 SW • 3D 모델 관리 시스템	'무인기 기반 3D 도시모델 생성 기술'은 다중 센서 기반 공간정보 변화인식 기술, 다시기 연접공간(지상, 지하, 실내)에서 취득된 3차원 공간정보 정밀 정합 기술, 공간객체 자동 매핑기술과 연계하여 고품질의 3D 공간정보 구축 및 갱신에 활용 가능 1-2-3. CAD/BIM 기술 기반 실내공간정보 자동화 기술과 연계하여 영상, 속성정보, 텍스트 정보 등을 결합하여 실내외 3차원 공간정보 구축에 활용 가능 2-1-1. '실감형 3D 도시모델 저작 및 제공 기술'은 초대용량 공간정보와 결합하여 서비스에 활용 가능 3-1-1.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
	고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술 개발	■ 가상훈련시스템용 고정밀 3D 공간정보 변환·활용 기술 및 고정밀 3D 공간정보 기반 육상·비행 이동체 가상훈련 시스템 개발 - 가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 변환 및 활용기술 개발 - 가상훈련용 3D 공간정보 기반 육상이동체용 가상훈련 활용 및 지원 기술 개발 - 가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술개발	• 육상 이동체 가상훈련 시스템 • 유무인 비행체 가상훈련 시스템	'가상훈련용 고정밀 3D 공간정보 기반 유무인 이동체 가상훈련 지원 기술개발'은 초대용량 공간정보와 결합하여 서비스에 활용 가능 3-1-1. '육상·비행 이동체 가상훈련 시스템'은 지능형 공간정보 활용 서비스 통합 플랫폼, Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술, 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술과 연계하여 초대용량 국토정보 활용체계 구축에 활용 3-1-3, 3-2-3.
	공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술	■ 3D 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발 및 실증 - 공간정보 기반 소방활동 정보생성 및 활용 기술개발 - 공간정보 기반 맞춤형 재난 상황 모델 및 시변정보 융합기술 개발	• 소방활동 융합정도 플랫폼 • 안전상태정보 플랫폼 • 모델링 객체에 대한 시변 특성의 재난안전환경센싱정보 획득/결합/전송 시스템	'공간정보 기반 맞춤형 재난 상황 모델 및 시변정보 융합기술 개발'은 초대용량 공간정보와 결합하여 신규 서비스 중 하나로 활용 가능 3-1-3. '소방활동정보 및 재난상황정보 융합기술'은 지능형 공간정보 활용 서비스 통합 플랫폼, Geospatial Cloudlet 플랫폼 기술, 비영상 공간정보 레이블링 자동화 기술, 공간지능화 해석력 화보 기술, 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축 기술과 연계하여 초대용량 국토정보 활용체계 구축에 활용 가능 3-2-3.
국토위성정보 수집 및 활용기술 개발 사업	국토위성정보 수집 및 활용기술 개발	■ 국토관측위성정보를 체계적으로 수집·처리·저장관리·배포하기 위한 시스템 및 핵심기술 개발 - 국토위성정보 수집·활용시스템 개발 - 국토위성정보 활용기초기술 개발 - 국토위성정보 응용기술 개발	• 국토위성정보 활용 시스템 • 국토위성영상 기하·정사보정, 모자이크 SW • 국토위성영상 탐지, 추출, 분석 SW	'공간정보 위성영상 활용처리 및 지원 시스템' 기술은 고해상도 위성영상 기반 광역 변화인식 기술과 연계하여 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식에 활용 가능 1-2-2.

진흥원 소관 사업명	과제명	연구내용	성과물	연계활용방안 구성과제
세계선도형 스마트시티 연구개발 사업	디지털 트윈을 이용한 스마트시티 서비스 가시화 기술개발	■ 데이터 허브를 통해 수집된 데이터를 디지털화 된 가상공간에 표현·실시간 동기화하고 활용하기 위한 가상화 플랫폼 기술 개발 - 소프트웨어 중심 지능형 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발 - SaaS(Software as a Service) 기반 디지털 트윈 관리 및 서비스 기술 개발 - 스마트시티를 위한 디지털 트윈 프로토타입 모델 검증 및 안정화	• Digital Twin 기반 물리세계 가시화를 위한 3D 객체모델 • 디지털 트윈 프로토타입	'가상화 모델 구축' 기술은 3차원 공간정보 실시간 자동갱신 기술과 연계하여 다종 이동체/센서 데이터를 이용한 정교하고 현행화된 가상화 서비스 제공 가능 1-2-3. 'SaaS 기반 서비스 운용' 기술은 초대용량 공간정보 시각화 서비스 프레임워크 기술과 연계하여 공간정보 서비스 기술 고도화 가능 3-1-1. '인공지능 서비스' 기술은 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술과 연계하여 더욱 정확하고 다양한 추론 서비스 제공 가능 3-2-2.
	데이터 허브 센터 및 도시행정 서비스 고도화 기술 개발	■ Use Case 서비스 중심으로 대구시 현안 및 시민 참여 중심의 데이터 허브센터 구축 및 운영 - 개방형 데이터 허브센터 구축 - 스마트시티 운영모델 구축 및 Use Case 서비스 실증 및 구축 - 스마트시티 소셜 크라우드 소싱 및 포털 기술 - 5D기반의 도시공간 시설물 통합관리	• Data Flow Management 시스템(교통, 안전, 도시행정) • 교통, 안전, 도시행정 데이터의 식별/분류 체계 • 서비스 중심형 데이터 관리, 품질향상 및 통합관리 시스템	'데이터 저장·관리' 기술은 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 기술과 연계하여 공간정보 데이터 허브 플랫폼의 고도화 가능 3-1-2. '공간 데이터 분석' 기술은 시공간 데이터 학습기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보 기술과 연계하여 예측 및 분석 지능화, 정확성·신뢰성 확보, 결과의 해석력 향상 가능 3-2-2.
	리빙랩 혁신 모델 기반 개방형 데이터 허브 플랫폼 구축 및 검증	■ 개방형 데이터 허브 아키텍처 기반의 데이터허브 플랫폼 구축 및 실증 - 개방형 데이터 플랫폼 구축 및 운용모델 정립 - City Lab을 통한 혁신 기술 검증 및 비즈니스 모델개발	• 개방형 데이터 허브 아키텍처(HW,SW,NW) • 데이터 허브 시스템	'가상화 모델 구축' 기술은 3차원 공간정보 실시간 자동갱신 기술과 연계하여 활용 가능 1-2-3. '데이터 저장·관리' 기술은 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리 기술과 연계하여 공간정보 데이터 허브 플랫폼의 고도화 가능 3-1-2.

□ 민간 기술과의 연계방안

○ 민간기업의 정확한 보유기술은 확인이 어려웠으나, 스마트폰 정밀 측위, 공간 데이터 간 융합·분석, 3차원 모델링 기술 등을 수행하고 있는 것으로 확인

○ 디지털 라이브 국토정보 연구개발 사업과 관련된 기술을 보유하고 있는 기업들을 대상으로 본 사업의 수행 방법인 공동연구에 참여할 수 있도록 과제 공고 시 안내 수행 및 협력 가능 분야 의사 조율을 수행

〈표 9-21〉 차별성 및 연계방안

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
1	1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	CNES	• 스마트폰 정밀측위(single-frequency, 1m 정확도, 긴 수렴시간)	**〈기존 기술의 한계〉** • 기존의 스마트폰 기반 정밀측위 기술은 현재까지는 연구개발 단계에 불과하여 민간에서 활용되는 경우가 거의 없으며, 도심환경과 같은 관측환경이 불량한 지역에서 정확도 및 안정성이 현저하게 저하됨 • 자율주행차 및 드론 등에 활용할 수 있는 동체환경에 적합한 저비용 수신기 또는 알고리즘이 없음 **〈차별성·연계성〉** • 도심환경 등과 같이 관측환경이 불량한 지역에 강건하도록 사이클슬립, 멀티패스 저감 기술을 개발 및 적용함 • 자율주행 및 비행 지원을 위하여 저비용 모듈 데이터를 기반으로 동체 환경에 최적화된 알고리즘을 개발함 • 기존의 민간기술과 연계하여 스마트폰 원시데이터 처리, 분석 등에 대한 검증 도구로 활용 가능함 • 기존의 저비용 모듈 등의 제품에 개발 기술을 적용하여 시제품 등을 만들고 검증 및 홍보 등에 활용 가능함
2	1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위	Google	• Fused Location Provider는 환경에 따라 GNSS, WiFi RSS/RTT와 내장 센서 정보 등을 융합하여 제한적인 공간에서 측위	**〈기존 기술의 한계〉** • 기존의 국내,외 측위 기술은 WiFi, BLE, 지자계 등의 몇 가지 신호원만을 이용하여 측위 • 아울러 오픈 측위 API와 오픈 신호데이타베이스를 제시하지 못하고 있음 **〈차별성·연계성〉** • 본 과제에서는 가용한 모든 신호와 미래의 신호 체계까지 고려한 융합 측위임 • 따라서, 서로 다른 영역에서 이질 신호가 존재하는 상황에서도 실내외 연속 측위가 가능함 • 또한, 오픈 API와 오픈신호데이타베이스를 구축하여 오픈 측위 생태계를 구축함 • 본 과제의 오픈신호데이타베이스를 국내외 측위 기술과 상호연동하여 융합측위 기술을 글로벌화 할 수 있음

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
3	1-1-2. 객체 기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	Waymo	• 자율주행 차량 기술 • 드론 하드웨어 제어 및 영상처리 연동 솔루션	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행 차량과 같이 제한된 상황이나 기체에 부착된 장비들을 통한 복합 측위 등에 대한 기술 개발은 있으나, 일반적인 촬영 센서들은 높은 정확도를 보장하지 않아 이에 대한 비중이 크지 않음 • 드론 하드웨어 제어를 위한 영상처리 기술 적용의 경우 영상에 맞추어 하드웨어의 위치자세를 보정하는 기술이나, 측위의 개념과는 차이가 있음 • 기존의 촬영 센서 기반 측위 기술은 현재까지 연구개발 단계에 불과하며, 일부 기업 등이 폐쇄적인 연구를 수행 중 〈차별성·연계성〉 • 과제를 통해 달성하고자 하는 기술은 부가장비 없이도 촬영 센서 정보만을 이용하여 서브미터 급으로 GNSS 신호의 보정이 가능 • 영상센서는 타 센서의 보조자료로 주로 활용되나 타 센서와 다르게 속성정보를 얻을 수 있으므로 활용도가 높음 • 영상 인식 기술과 사진측량기술의 연계를 통한 기술의 향상, 인프라의 증대 사업화의 추진 가능
4	1-1-2. 객체 기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속 측위 모델 구현	MapsPeople	• GPS, 객체기반 영상 측위, IoT 등을 이용한 실내외 연계 측위기술	〈기존 기술의 한계〉 • 실내외 측위 기술을 적용함에 있어 복수의 측위 기술을 선별적으로 사용하고 있어 복합측위 기술로 보기 어려움. 특히 실내외 진출입 지역에서 선별적인 측위기술 사용으로 단속성이 있음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 복수의 측위기술을 선택적으로 사용하는 것이 아닌 복합적으로 융합하는 모델을 개발하여 실내외 연속 측위에서도 연속성을 보장 가능함 • 그동안 실내외 연속 측위의 부재로 어려움을 겪고 있는 자율주행차, last mile 배송로봇 등의 서비스로 확장 가능
5	1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집/전처리 품질 향상	네이버시스템즈	• 공간/대용량데이터간 융합/분석	〈기존 기술의 한계〉 • 개별적으로 취득된 공간데이터들의 수동기반 품질 검증 및 정합은 가능하나, 기업간 복잡도 및 다양성이 높은 크라우드 소싱 공간데이터의 자동 품질 확보 및 정합의 한계 〈차별성·연계성〉 • 대용량 정형/비정형 시공간 데이터를 GIS 기반으로 융합, 분석, 시각화함 • 고정밀 지도와의 연계을 통해 각종 사회현안에 대한 의사결정의 단초를 제공

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
6	1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식	현대자동차	• 차량센서(영상, 레이더, LiDAR, GPS 등)를 이용하여 차량 주변의 도로상황을 인식 • 도로상황의 핵심은 상대 차량, 차선, 도로구조물, 사람, 기상정보 등 • 기업 별로 자체 센서 탑재 차량의 데이터를 중앙에서 클라우드로 수집하고 재 학습해서 학습 효과를 증가시킴	**〈기존 기술의 한계〉** • 지상 동적 정보의 인식은 차량 탑재 자체 센서만을 이용함으로써, 차량 주변의 변화는 인식하나, 전방 1~20분 전방의 도로변화 상황 인지에 한계 존재 • 주변의 차량/사람/차선 등 학습데이터의 양이 많은 경우 인식에 용이하나, 교통사고나 도로공사, 적치물 등 정보의 양이 부족하거나 대상물의 크기/형태가 다양한 경우 인식에 한계 존재 **〈차별성·연계성〉** • 차량 자체 센서의 인식기술 및 클라우드 기반 학습데이터 축적기술 연계가능 • 상시 관측이 가능한 무빙 플랫폼을 활용하여 1~20분 전방 도로의 변화상황을 전달 하는 기술로 차별성 존재 • 상시관측을 통해 다양한 학습데이터를 취득함으로써 시간이 지남에 따라 정확도 높은 인식이 가능
7	1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	공간정보기술	• 드론영상의 SfM 및 dense matching을 통한 3차원 포인트 클라우드 및 texture추출	**〈기존 기술의 한계〉** • 영상 데이터만을 이용하여 포인트 클라우드를 추출하는 한계를 보임 **〈차별성·연계성〉** • 영상기반 포인트 클라우드 처리 기술 연계 활용 • 본 과제에서는 다종 데이터 기반 신속/정밀한 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신이 가능
8	1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신	Leica	• 라이다 기반 데이터 취득 및 처리를 통한 포인트 클라우드 및 형상 추출	**〈기존 기술의 한계〉** • 라이다 데이터만을 이용하여 포인트 클라우드를 추출하는 한계를 보임 **〈차별성·연계성〉** • 라이다기반 포인트 클라우드 처리 기술 연계 활용 • 본 과제에서는 다종 데이터 기반 신속/정밀한 3차원 공간 데이터 구축 및 갱신이 가능
9	2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계	가이아 쓰리디	• BIM/3차원 공간정보 통합 관리/가시화 플랫폼 기술	**〈기존 기술의 한계〉** • 단순한 데이터의 관리 및 시각화는 실내외 공간정보 연동을 통한 국토 관리 및 재난 사고에 대응하기에 한계 **〈차별성·연계성〉** • BIM과 3차원 공간정보를 활용하여 실내외 공간정보를 통합 관리할 수 있는 플랫폼으로 실내외 공간정보 연계 기술 활용
10	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	링크드인	• 메시지 브로커	**〈기존 기술의 한계〉** • 정형적/비공간적 데이터 중심의 메메시징 처리 **〈차별성·연계성〉** • 가상국토 데이터(메타데이터/데이터/마스터데이터)에 특화된 메시징 • N:N 메시징 기술 활용
11	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	데이터스트림즈	• ETL	**〈기존 기술의 한계〉** • 정형적/비공간적 데이터 중심의 메메시징 처리 **〈차별성·연계성〉** • 가상국토 데이터(메타데이터/데이터/마스터데이터에 특화된 ETL • 가상국토의 정형적 속성자료의 이행에 기존 보유기술(솔루션)과 통합하여 활용

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
12	2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계	그리드윈	• RPA	〈기존기술의 한계〉 • 정형적/비공간적 데이터 중심의 메메시징 처리 〈차별성·연계성〉 • 가상국토 관련 비정형적 데이터 정제 및 가공에 특화된 RPA 가상국토의 정형적 속성자료의 정제에 보유기술(솔루션)과 통합하여 활용
13	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	SK broad band	• 중장비, 관용차량, 배달차량, 개인용 이동장비 등의 다양한 LBS 단말을 통해 수집되는 위치정보를 이용하여 정밀한 이동체 모니터링 제공	〈기존 기술의 한계〉 • 해당 기술에서는 LBS 단말만을 활용하여 이동체의 위치정보를 수집함 〈차별성·연계성〉 • 본 연구에서는 LBS 단말 등에서 획득한 위치정보를 연계활용 • 본 과제에서는 LBS 단말과 같이 위치정보를 직접 구축하지 않는 CCTV, RFID, 센서 등의 디바이스와 연계하고, 위치정보와 매칭하여 다양한 이동체의 위치정도 데이터를 활용함
14	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	LG 히다찌	• 사람과 사물의 동선을 LiDAR방식으로 센싱하여 위치정보를 데이터화하고 시각화하는 솔루션	〈기존 기술의 한계〉 • 해당기술은 탐지한 이동체에 대한 상시 트래킹을 통해 실시간궤적표시, 궤적 중첩도표시, 히트맵을 제공하나, 2차원 지도화면만을 제공하는 한계점을 지님 〈차별성·연계성〉 • 기존 민간기술에서 제공하는 실시간궤적표시, 궤적 중첩도표시, 히트맵 등의 다양한 2차원 지도표출 기능을 활용 • 본 과제에서는 각 이동체 간의 위치관계 및 시계열 분석을 제공하며 특히, 이동체의 움직임이 의미하는 맥락정보를 도출하여 다양한 Visual Analysis 기법으로 2/3차원 지도화면에 표출
15	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측	그래비티	• 사용자 주변 와이파이 신호를 분석해 실내 위치를 측위하고, 모바일앱이용자의 오프라인 행동 분석 뿐 아니라 행동 패턴에 기반한 마케팅 및 LBS 구현	〈기존 기술의 한계〉 • 유사기술은 가상 비콘 기반의 실내측위기술과 WPS(Wi-Fi Positioning System)을 결합하여 위치정보를 측위하며, 지오펜싱 기반으로 단일 사용자의 현재 행동을 분석 〈차별성·연계성〉 • 단일 사용자의 현재 위치에 대한 분석기술 적용 가능 • 본 과제에서는 현재의 위치뿐 아니라 이동체의 시계열 위치정보를 분석하고, 다양한 종류의 이동체 간의 상호연관성 및 Trajectory 패턴을 기반으로 통합 분석을 수행

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
16	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	KT	• 통신가입자의 기지국단위로 수집된 실시간 이동데이터를 100미터 격자단위로 가공처리하여 성별, 연령대별, 시간대별 데이터 구축	〈기존 기술의 한계〉 • 개별 통신사가 보유한 기지국 데이터에 기반하여 유동인구를 추정하며, 추정되는 지역의 상세한 특성을 반영하지 못함. 〈차별성·연계성〉 • 통신사의 데이터 연계활용 • 본 과제에서는 통신기반 데이터 뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 자가용, 퍼스널 모빌리티 데이터를 연계하고, 추정되는 공간단위는 도로별, 블록별 등 토지이용의 특성을 고려하여 추정하도록 함
17	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	SKT	• 통신가입자의 기지국단위로 수집된 실시간 이동데이터를 50미터 격자단위로 가공처리하여 성별, 연령대별, 시간대별 데이터 구축	〈기존 기술의 한계〉 • 개별 통신사가 보유한 기지국 데이터에 기반하여 유동인구를 추정하며, 추정되는 지역의 상세한 특성을 반영하지 못함. 〈차별성·연계성〉 • 통신사의 데이터 연계활용 • 본 과제에서는 통신기반 데이터 뿐 아니라 버스, 지하철, 택시, 자가용, 퍼스널 모빌리티 데이터를 연계하고, 추정되는 공간단위는 도로별, 블록별 등 토지이용의 특성을 고려하여 추정하도록 함
18	2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석	다음소프트	• 다양한 유형의 소셜미디어데이터를 수집하고, 텍스트 기반으로 선호도, 감성등을 분석	〈기존 기술의 한계〉 • 위치기반 분석이 매우 미흡하며, 분석한다 하더라도 분석의 공간단위가 매우 작음. 〈차별성·연계성〉 • 텍스트기반 분석방법론이나 감성분석 방법론, 감성분석을 위한 텍스트 정보 등 활용 가능 • 본 과제에서는 소셜미디어데이터의 위치추정 및 위치연계 비율을 향상시키고, 소셜미디어데이터의 텍스트분석 뿐 아니라 사진, 동영상 등 이미지 분석을 연계하여 분석실시
19	2-2-3. IoA 연계 공간 상태정보 자동 획득	㈜엔텔스 공간정보기술(주)	• IoT 국제표준기반 oneM2M 사물인터넷 공통플랫폼기술 • IoT / 3차원 공간정보 연계 빌딩에너지관리 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 사물인터넷 / 공간정보 각각의 표준에 맞는 기술로 개발되어져 있음 • 시스템 구축을 할 때마다 데이터 스키마 정의 / 통신프로토콜 정의에 따른 자원소모 • 확장성, 재구축비용에 대한 제한이 있음 〈차별성·연계성〉 • 기존 R&D로 개발된 각각의 표준에 맞는 기술을 활용한 연계 표준 재정의 및 통합 플랫폼 개발 • 분석/학습/예측 데이터 연계기술 개발을 통한 4차산업혁명, 가상국토 구축과 미래의 사물/공간기반 신산업 기본기술 확보

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
20	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	구글 네이버	• 대용량 공간정보 서비스의 융합 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 포털 서비스의 일환으로 맵(지도)서비스를 제공하는 것이므로, 다양한 목적을 위해서 공간정보를 융합해서 서비스 하는 것이 가능하지 않음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 대규모 공간정보 서비스 제공을 위한 기반 프레임워크를 제공하는 것이므로, 그 위에 2차적인 서비스를 다양하게 구성할 수 있음. • 필요에 따라서는 특정 목적으로 별도 설치하여 서비스를 구축하는 것이 가능함
21	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	GCS(Google Cloud Service) Microsoft Azure 전자부품연구원 Open FX	• 경량 콘테이너 레벨의 마이크로서비스 아키텍처 제공 기술	〈기존 기술의 한계〉 • Google/MS 클라우드 서비스의 경우, 클라우드를 활용은 가능하지만, 운용기술은 확보할 수 없음 • 전자부품연구원의 OpenFX는 다중 클라우드로 확장하는 것이 부족하고, 운용기술이 보완되어야 함 〈차별성·연계성〉 • 본 과제에서는 다양한 공간정보 서비스 개발을 위한 기반 플랫폼으로 서비스 프레임워크를 제공하며, • 다중 클라우드로 확장성을 높여서, 향후 엑사바이트(EB) 수준의 대용량 시스템 구축에 활용이 가능함
22	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축	ESRI 이지스 씨엠월드	• 대용량 공간정보 가시화기술	〈기존 기술의 한계〉 • 국내 기업의 경우, 전통적 방식의 대용량 공간정보 가시화 및 브라우징 수준에 있으며, 웹 에서의 데이터 전달 등을 위한 최신 ICT 기술 등을 본격적으로 반영하지 못하고 있음 • 현재까지의 공간정보 시각화는 특정 컴퓨팅 및 서비스 환경을 기반으로 제공되고 있음 〈차별성·연계성〉 • 본 과제를 통해 동적 스트리밍, 웹 어셈블리 등과 같은 최신 표준기반 기술 등을 적용하여 대용량 공간정보 가시화를 보다 최적화하고, 보다 다양한 컴퓨팅 환경 및 서비스에서 시각화를 지원함으로써 구축되는 공간정보의 활용성을 극대화 • 기존 기술은 본 과제의 기술을 개발하기 위한 선행기술로써, 기존 기술을 바탕으로 기능을 보완 및 개선하여 기술개발 목표를 달성
23	3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	Spatial Hadoop HadoopGIS GeoSpark	• 빅 데이터 저장 처리 기술	〈기존 기술의 한계〉 • Hadoop의 MapReduce와 Apache Spark을 기반으로 공간 빅데이터 분석 기능을 제공하기 위한 기술로서 Read Only 분석 기능만을 제공하며 CRUD 관리 기능을 제공하지 못함 • 또한 LiDAR 포인트 클라우드, WAIM 등의 초대용량 공간정보를 지원하는 시스템은 아직 없음 〈차별성·연계성〉 • 연구개발을 통해 개발되는 초대용량 공간정보 기술은 Spark 기반의 시스템이나 Hadoop MapReduce 기반 시스템에서 활용하여 연계 시스템 개발을 위한 기반으로 사용될 수 있음

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
24	3-1-2. 초대용량 공간지능 분산관리 및 처리	LG전자	• 가상환경에서의 센서 에뮬레이터, HD 맵 지원 시뮬레이터	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행에 중심의 시뮬레이터에 포커싱되어 있음 • 다양한 모빌리티를 지원하기 위한 확장성에 한계 • 우리나라 국토를 대상으로 가상데이터 생성 기반을 부족 〈차별성·연계성〉 • 우리나라와 동일한 가상 국토를 대상으로 데이터 및 시험 환경을 제공 • 다양한 시나리오 기반 시험 환경 제공
25	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	네이버랩스	• 하이브리드 HD 매핑 기술을 활용한 맵 데이터 구축 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행 중심의 정밀지도에 포커싱 되어 있음 • 판교와 상암 지역 등 직접 구축한 지역으로 데이터가 한정됨 〈차별성·연계성〉 • 현실모사 가상 환경을 활용하여 시험 데이터 및 시험 환경을 구축하여 제공 • 다양한 시나리오 기반 시험 환경 제공
26	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축	아마존	• 딥러닝을 이용한 데이터 레이블링 자동화 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 상용 서비스를 통하지 않고 사용자가 직접 초대규모 공간정보 학습데이터 구축은 제한적임 〈차별성·연계성〉 • 인공지능 기반의 레이블링 자동화 기능을 SDK로 제공함으로써 수요자 맞춤형 학습데이터 구축이 가능해짐 • 개인정보 익명화 기술 내재
27	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	ESRI	• 수치 및 영상형태의 공간정보에 대한 통계적 기계학습 기법 적용 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 현재까지는 주로 통계적 기법에 기반한 기계학습을 중점으로 하고 있으며, 단일 소규모 공간정보에 대한 네트워크 기법의 적용 연구 중 〈차별성·연계성〉 • 해당 제품의 연구개발 방향을 참조하면서, 상호 활용 가능성을 확보할 수 있도록 연계 • 대규모의 시공간 학습 네트워크를 최적화 형태로 구축할 수 있도록 함으로써, 복합상황으로의 적용가능성을 높일 수 있도록 차별화
28	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	NVIDIA	• 자율주행용 PilotNet 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 자율주행의 주행 판단 근거만을 영상의 픽셀 단위로 시각적 제시 〈차별성·연계성〉 • 다양한 모빌리티를 지원하기 위한 환경 지원으로 차별화
29	3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보	XAI컨소시움	• 의료, 금융, 게임 분야의 XAI 기술	〈기존 기술의 한계〉 • 공간정보를 고려하지 않는 XAI 기술 〈차별성·연계성〉 • 의료, 금융 등 공간정보와 무관한 적용 도메인에서의 차별성

연번	구성기술명	기업명	보유기술	기존기술의 한계 구성기술과의 차별성·연계성
30	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	마이크로소프트	• 에저 머신러닝	〈기존 기술의 한계〉 • Azure Cognitive Service에는 결정, 언어, 음성, 시각, 웹검색 등 다양한 분야에서의 API를 제공하나 공간정보에 대한 서비스는 미비한 상태임 〈차별성·연계성〉 • 공간정보에 특화된 초대규모 데이터와 다형다종의 파이프라인 구성 가능 • 공간정보 분야의 다양한 시나리오를 만족시킬 수 있는 API 제공
31	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	코너스	• 실시간 재난대응시스템	〈기존 기술의 한계〉 • 열, 연기 등 화재 감지에 국한된 센서 정보, 이동 객체 감지 불가능 • 거시적 네트워크 모델을 이용한 경로 연산으로 인해 예측 정확도가 낮음 • 요구조자를 위한 서비스에 초점, 재난본부, 소방기관과의 연계를 통한 구조자 지원 시스템 미비 〈차별성·연계성〉 • 이동객체 감지를 통해 세부 공간단위 실시간 인원분포 모니터링 • 에이전트 기반 보행모델을 이용한 미시적 대피 시뮬레이션 • 출동경로 최적화, 지능형 현장대응 솔루션 등 구조자 지원시스템 개발
32	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	현대자동차	• 커뮤니티형 모빌리티 서비스	〈기존 기술의 한계〉 • 소규모 운송사업자 타겟으로 한 모빌리티 서비스 • 도시 규모 이동 수요를 고려한 교통 시스템 최적화에는 적용하기 어려움 〈차별성·연계성〉 • 교통정체 최소화를 위해 신호체계와의 상호작용을 고려한 자율주행차 운행경로 최적화 기술 개발 • 민간에서 보유하고 있는 차량 이동에 대한 빅데이터를 공간지능화 플랫폼과 연계하여 운행경로 최적화를 위한 학습 데이터로 활용
33	3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축	에어맵 (AirMap)	• 드론 비행관리 플랫폼 AirMap	〈기존 기술의 한계〉 • 2D에 국한된 데이터 제공, 세밀한 단위의 실시간 공간 데이터 제공의 한계 존재 • 정적 데이터가 가시화된 지도 서비스 제공 〈차별성·연계성〉 • 유동인구, 교통량 등 유동적 시공간 데이터를 고려한 드론 항로 구축 기술 개발 • 다중결정요소를 고려한 3D 경로 연산 지원

2. 사업추진 상의 위험요인

2.1 재원조달 가능성

□ **5년('22~'26년)간 1,838억 원(국고 1,378.5억원, 민자 459.5억 원), 연평균 367.6억원 규모로 3대 중점분야, 6개 핵심기술, 16개 구성과제를 선정**

〈표 9-22〉 3대 중점분야별, 6개 핵심기술별 사업 추진 규모

(단위: 억 원)

중점분야	핵심과제	총사업비	국고	민자
초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 연속 위치정보 제공	292.2	219.2	73.0
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	446.7	335.0	111.7
	소계	738.9	554.2	184.7
초연결 라이브 국토 실현	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	200.3	150.2	50.1
	2-2. 동적정보 초연결	360.3	270.2	90.1
	소계	560.6	420.4	140.2
초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	264.6	198.5	66.1
	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	273.9	205.4	68.5
	소계	538.5	403.9	134.6
합계		1,838.0	1,378.5	459.5

□ **3대 중점분야별 소요 예산**

○ (초정밀 디지털 국토 구축) 총 738.9억 원 (연평균 147.8억 원) 규모

○ (초연결 라이브 국토 실현) 총 560.6억 원(연평균 112.1억 원) 규모

○ (초대용량 디지털 라이브 국토 활용) 총 538.5억 원(연평균 107.7억 원) 규모

〈표 9-23〉 동 사업의 중점분야별, 연도별 총사업비

(단위: 억 원)

중점 분야	구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계
1. 초정밀 디지털 국토 구축	국고	99.7	116.4	116.4	116.4	105.3	554.2
	민자	33.2	38.8	38.8	38.8	35.1	184.7
	소계	132.9	155.2	155.2	155.2	140.4	738.9
2. 초연결 라이브 국토 실현	국고	51.7	94.0	107.5	96.1	71.1	420.4
	민자	17.3	31.3	35.8	32.0	23.7	140.2
	소계	69.0	125.3	143.3	128.1	94.8	560.6
3. 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	국고	64.7	88.7	112.5	84.8	53.1	403.9
	민자	21.6	29.6	37.5	28.3	17.7	134.6
	소계	86.3	118.3	150.0	113.1	70.8	538.5

□ 부처 R&D 예산 현황

○ 국토교통 R&D 예산의 최근 5년간 연평균 증가율은 6.5% 수준

〈표 9-24〉 국토교통부 최근 5년간 R&D 예산운용 추이

(단위: 억 원, %)

구분	'16실적	'17실적	'18실적	'19예산	'20예산	연평균 증가율
국토교통 R&D 예산 총계	4,075	4,329	4,667	4,822	5,247	6.5%

□ 향후 부처 R&D 예산 계획

○ 국토교통 R&D 중기재정계획('20~'24)을 기본으로, '25년 이후 예산은 국토교통 R&D 예산의 최근 5년 연평균 증가율(6.5%)을 적용하여 예산 추정

- '22~'26 국토교통부 R&D 예산은 46,144억 원으로 추정

〈표 9-25〉 국토교통부 향후 5년간 R&D 예산운용 계획

(단위: 억 원, %)

구분	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
국토교통 R&D 예산 추정치	5,247	6,528	7,944	8,611	9,249	9,852	10,495	11,180	11,909	12,686	13,514

□ 본 사업의 정부 재원 조달 가능성

○ 동 사업의 `22년 이후 총 소요예산은 정부출연금 기준 1,378.5억 원으로 동 기간 국토교통 신규 R&D 사업 가용예산 추정치(36,954억 원)의 3.7%에 해당하여 수용 가능

〈표 9-26〉 국토교통부 5년간 신규 R&D사업('22년~'26년) 가용예산 규모

(단위: 억 원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	합계
국토교통 R&D 예산 추정치(A)	7,944	8,611	9,249	9,852	10,495	46,151
계속사업 소요예산(B)	3,584	2,405	1,566	1,095	547	9,197
신규 R&D사업 가용예산 추정치(C=A-B)	4,360	6,206	7,683	8,757	9,948	36,954
동 사업 소요예산 (국비, D)	216.2	299.1	336.4	297.3	229.5	1,378.5
비율(D/C, %)	5.0%	4.8%	4.4%	3.4%	2.3%	3.7%

□ 본 사업의 민간 재원 조달 가능성

○ 민간기업 참여의향 수요조사 결과 중소기업 55건, 중견기업 0건, 대기업 1건으로 민간부담금 비율 25%*를 3개 분과에 일괄 적용

* 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」〈별표 1의 4 2)〉 “참여기업 중 중소기업(연구개발수요기업인 대기업·중견기업을 포함한다)의 비율이 3분의2 이상인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내” 적용

* 「국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정」〈별표 1의 3 바〉 “참여기업이 3개 이상이고, 이 중 중소기업의 비율이 3분의 2 이상인 경우 : 총연구개발비의 75퍼센트 이내” 적용

〈표 9-27〉 민간기업 참여의향 수요조사 결과

구분		응답수
민간기업 참여의향 조사 결과	중소기업	55
	중견기업	0
	대기업	1
합계		56

○ 총 예산 중 75%(1,378.5억원)는 국고로, 25%(459.5억원)는 민자에서 재원을 조달

〈표 9-28〉 동 사업의 연간 민간부담금 투자계획

(단위: 억 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계
1분과	33.2	38.8	38.8	38.8	35.1	184.7
2분과	17.3	31.3	35.8	32.0	23.7	140.2
3분과	21.6	29.6	37.5	28.3	17.7	134.6
총계	72.1	99.7	112.1	99.1	76.5	459.5

○ 사업기간 5년(`21~`22)간 459.5억 원의 민간부담금이 필요하며, 연평균 약 91.9억 원의 민자 재원 확보가 필요한 상황으로 세부과제별 참여의향을 보인 56곳의 민간 업체의 동사업 R&D 투자규모를 바탕으로 민자 재원 조달 가능성을 분석

- 참여 의향을 보인 56곳의 민간 기업의 R&D투자 규모의 총액이 약 862.3억 원 수준으로 연평균 약 172.5억 원의 투자가 가능한 것으로 확인되어 민자 재원 조달이 가능할 것으로 판단됨
- 3개 분야별 필요로 하는 연평균 민간 부담금과 참여의향 기업의 연간 투자 의향금액을 고려해 볼 때 충당할 수 있는 수준이라고 판단됨

2.2 법·제도적 위험요인

□ 위치정보를 포함한 모든 공간정보의 수집·활용 시 「국가공간정보 보안관리 규정」에 준수하여 사업 시행

○ 「국가공간정보기본법」 제35조, 동법 시행령 제24조, 국가공간정보 보안관리 기본지침에 의거하여 「공간정보 보안관리 규정」이 수립

[참고] 국가공간정보기본법(법령 제12736호, 2015. 06. 04.) 제35조(보안관리)

① 관리기관의 장은 공간정보 또는 공간정보데이터베이스의 구축 · 관리 및 활용에 있어서 공개가 제한되는 공간정보에 대한 부당한 접근과 이용 또는 공간정보의 유출을 방지하기 위하여 필요한 보안관리규정을 대통령령으로 정하는 바에 따라 제정하고 시행하여야 한다.

② 관리기관의 장은 제1항에 따라 보안관리규정을 제정하는 경우에는 국가정보원장과 협의하여야 한다. 보안관리규정을 개정하고자 하는 경우에도 또한 같다.

[참고] 국가공간정보기본법 시행령 (대통령령 제28211호 , 2017. 07. 26.) 제24조(공간정보의 보호)

① 법 제35조에 따른 보안관리규정에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 〈개정 2015. 6. 1.〉

1. 공간정보의 관리부서 및 공간정보 보안담당자 등 보안관리체계
2. 공간정보체계 및 공간정보 유통망의 관리방법과 그 보호대책
3. 보안대상 공간정보의 분류기준 및 관리절차
4. 보안대상 공간정보의 공개 요건 및 절차
5. 보안대상 공간정보의 유출 · 훼손 등 사고발생 시 처리절차 및 처리방법

② 국가정보원장은 법 제35조에 따른 협의를 위하여 필요한 때에는 제1항에 따른 보안관리규정의 제정 · 시행에 필요한 기본지침을 작성하여 관리기관의 장에게 통보할 수 있다. 〈개정 2015. 6. 1.〉

③ 국가정보원장은 관리기관에 대하여 공간정보의 보안성 검토 등 보안관리에 필요한 협조와 지원을 할 수 있다.

○ '개인정보 침해방지 대안'으로 「공간정보 보안관리 규정」(국토교통부훈령 제949호) 제8조 '공간정보 데이터베이스의 관리' 및 제4장 '공간정보 보호대책' 내 조항을 준수

[참고] 국토교통부 공간정보 보안관리규정(국토교통부훈령 제949호, 2017. 12. 28.) 제8조(공간정보 데이터베이스의 관리)

① 관리기관의 장은 공간정보 데이터베이스에 대한 훼손·파괴·유출 등을 방지하기 위한 보호대책을 마련하여야 한다.

② 제1항의 보호대책에 포함되어야 할 사항은 다음 각호와 같다.

1. 보안관리 책임자 지정
   가. 본부 및 소속기관 : 담당과장(단, 국토관리청과 지방항공청은 담당국장)
   나. 산하기관 : 담당부서장 또는 그에 상응한 담당직원
2. 데이터베이스 보관 시설에 대한 출입통제 등 외부로부터 위해 방지
3. 데이터베이스 복제본 관리대장 비치(별지 제1호 서식)
4. 공간정보자료(원시자료 및 원시자료를 이용하여 생산한 성과물포함)에 대한 접근권한을 구분하여 설정
5. 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보 자료목록 관리 및 무단 열람과 복제 여부
6. 해킹 등 불법접근 및 컴퓨터바이러스 예방대책 마련

③ 전자매체에 수록된 공간정보 자료는 열람·전송·출력 등 사용내역을 확인할 수 있도록 검색 시스템을 구축하여 관리하여야 한다.

[참고] 국토교통부 공간정보 보안관리규정(국토교통부훈령 제949호, 2017. 12. 28.) 제4장(공간정보 보호대책)

제9조(공간정보유통망 관리)

① 공간정보 유통관리기구 설치 및 운영 시 공간정보의 위·변조, 불법유출 등을 방지하기 위하여 공간정보 유통망에 대한 보호대책을 수립하여 시행하여야 한다.

② 제1항의 보호대책에 포함되어야 할 사항은 다음 각호와 같다.

제10조(공간정보의 복제·출력 등 제한)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 복제 또는 출력할 수 없다.

② 제1항에 따라 공간정보를 복제·출력한 때에는 경고문을 표시하고, 대외비 이상으로 분류된 공간정보는 예고문 부여 등 보호대책을 마련한 후 별지 제2호 서식의 공간정보자료 복제·출력대장에 기록하여야 한다.

제11조(공간정보의 외주용역)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 생산·구축·관리 등을 위하여 외주 용역을 하고자 할 경우에는 다음 각 호의 보안대책을 마련후 보안담당관의 사전 검토를 받아야 하여야 한다.

② 비밀로 분류된 공간정보의 외주 용역 시 보안업무규정 시행규칙 제13조에 따라 비밀취급인가특례업체로 지정된 업체를 이용하여야 한다.

③ 제1항의 비공개 또는 공개제한 공간정보를 외주 용역할 때에는 미리 보안책임자를 지정하여 용역업체(공간정보 수집·제작 현장사무소 포함)에 대한 보안관리 실태를 확인하고 대책을 마련하여야 한다.

제12조(보호구역 설정 및 출입통제)

① 공간정보의 보호를 위하여 필요한 경우 보호구역을 설정할 수 있다.

② 제1항의 보호구역에 대하여는 관리책임자를 지정하고 다음의 보호대책을 마련하여야 한다.

제13조(비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 국외반출 금지)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 국외로 반출할 수 없다.

② 제1항에 따른 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보를 국외로 반출하고자 할 때에는 국토교통부장관의 승인을 받아야 한다.

제14조(외국인 보안관리)

① 관리기관의 장은 외국인을 공간정보 관련 업무에 종사하게 할 때에는 다음 각 호의 보안대책을 마련하여야 한다.

② 국토교통부장관은 외국인에 대한 보안상 유해로운 사실이 확인된 때에는 공간정보에 대한 보호조치를 먼저 하고, 국가정보원장에게 관련사항을 통보하여야 한다.

③ 소속 및 산하기관의 장은 외국인에 대한 보안상 유해로운 사실이 확인된 때에는 공간정보에 대한 보호조치를 먼저하고, 국가정보원장과 국토교통부장관에게 관련사항을 통보하여야 한다.

제15조(안전반출 및 파기계획)

① 관리기관의 장은 유사시에 대비하여 공간정보를 안전하게 보호·반출 또는 파기할 수 있도록 안전반출 및 파기계획을 작성하여 비치하여야 한다.

② 안전반출 및 파기계획은 〈별표2〉와 같다.

③ 소속기관 및 산하기관의 장은 자체 실정에 맞는 공간정보 안전반출 및 파기계획을 작성·비치하여야 한다.

□ 「개인정보보호법」 제25조는 공익적 목적에서만 정보유출방지 방안을 수립한다는 전제하에 일부 개인정보 수집을 허용하고 있으며, 본 사업에서는 이를 준수한 사업추진이 가능

○ 수집되는 개인정보의 경우 「개인정보보호법」 제15조 1항의2, 1항의3에 의거하여 「개인정보보호법」 제25조 1항의1에 해당됨에 따라 사업 추진 가능

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제15조(개인정보의 수집·이용)

① 개인정보처리자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 개인정보를 수집할 수 있으며 그 수집 목적의 범위에서 이용할 수 있다.

1. 정보주체의 동의를 받은 경우
2. 법률에 특별한 규정이 있거나 법령상 의무를 준수하기 위하여 불가피한 경우
3. 공공기관이 법령 등에서 정하는 소관 업무의 수행을 위하여 불가피한 경우
4. 정보주체와의 계약의 체결 및 이행을 위하여 불가피하게 필요한 경우

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제25조(영상정보처리기기의 설치·운영 제한)

① 누구든지 다음 각 호의 경우를 제외하고는 공개된 장소에 영상정보처리기기를 설치·운영하여서는 아니 된다.

1. 법령에서 구체적으로 허용하고 있는 경우
2. 범죄의 예방 및 수사를 위하여 필요한 경우
3. 시설안전 및 화재 예방을 위하여 필요한 경우
4. 교통단속을 위하여 필요한 경우
5. 교통정보의 수집·분석 및 제공을 위하여 필요한 경우

○ 개인 위치정보 데이터에 대해서는 데이터 암호화 등의 기술을 적용하여 정보의 안정성을 높이고 개인을 식별할 수 없도록 「개인정보보호법 일부개정안」 제28조의2(가명정보의 처리 등), 동법 제28조의4(가명정보에 대한 안전조치의무 등)에 의거하여 블록체인 기술을 활용한 가명정보 도입을 통한 개인정보 데이터 활용 가능

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제28조의2(가명정보의 처리 등)

① 개인정보처리자는 통계작성, 과학적 연구, 공익적 기록보존 등을 위하여 정보주체의 동의 없이 가명정보를 처리할 수 있다.

② 개인정보처리자는 제1항에 따라 가명정보를 제3자에게 제공하는 경우에는 특정 개인을 알아보기 위하여 사용될 수 있는 정보를 포함해서는 아니 된다.

[참고] 개인정보보호법(법률 제14839호 일부개정 2017. 07. 26.) 제28조의4(가명정보에 대한 안전조치의무 등)

① 개인정보처리자는 가명정보를 처리하는 경우에는 원래의 상태로 복원하기 위한 추가 정보를 별도로 분리하여 보관·관리하는 등 해당 정보가 분실·도난·유출·위조·변조 또는 훼손되지 않도록 대통령령으로 정하는 바에 따라 안전성 확보에 필요한 기술적·관리적 및 물리적 조치를 하여야 한다.

② 개인정보처리자는 가명정보를 처리하고자 하는 경우에는 가명정보의 처리 목적, 제3자 제공 시 제공받는 자 등 가명정보의 처리 내용을 관리하기 위하여 대통령령으로 정하는 사항에 대한 관련 기록을 작성하여 보관하여야 한다.

□ **국가공간·개인정보 취급 관련된 위험요인(①국가보안, ②개인정보수집/활용)를 제거하고자, 관련 법·제도를 종합 분석하여 정보보안·보호규정 등 상세 사업관리 운영방안을 마련하여 시행 예정**

○ 사업단 정보보안·개인정보보호 세부규정 마련 및 시행

- 동 사업에서는「국가공간정보기본법」제35조, 동법 시행령 제24조,「국가공간정보 보안관리 기본지침」및「공간정보 보안관리 규정」과 「개인정보보호법」과 동법 시행령 등에 제시된 공간정보 및 개인정보 수집·활용에 관한 법·제도를 준수하기 위하여 사업단 내 정보보안·개인정보보호 세부규정(안)*을 마련

* 제8장 제2절 사업관리방안 제시

□ WTO 보조금협정 위배 가능성

○ 사업을 통해 얻어지는 산출물이 국제 교역제에 적용될 때의 고려사항으로써, 국가연구개발사업의 지원이 WTO 금지보조금 및 조치가능보조금에 해당하여 외국과의 마찰 가능성이 있는지를 검토

- 'WTO 보조금 및 상계조치협정(Agreement on Subsidies and Countervailing Measures, 이하 보조금 협정)' 제2조에 따르면 동 협정은 '특정성' 있는 보조금만을 규제 대상으로 하고 있음

- 현재 보조금은 크게 '금지보조금'과 '조치가능보조금'으로 구분되며 예비타당성조사에서의 보조금에 대한 사항은 상기 두 가지 보조금에 대해 검토하여야 함

〈표 9-29〉 WTO 보조금의 유형(2000년 1월1일 이후)

구분	내용
금지 보조금	• 그 자체로 특정성이 있는 것으로 간주되어 특정성 존재 여부와 관계없이 WTO 차원에서의 신속하고 직접적인 제재의 대상이 되거나, 수입국이 자국법에 의해 상계관세를 부과할 수 있음 • WTO 보조금협정상 금지보조금의 운용은 회원국의 경제개발 정도에 따라 적용시점이 달리 규정되어 있으나, 일부 예외를 제외하면 유예기간이 종료되어 거의 모든 회원국의 수출보조금과 수입대체보조금이 예외 없이 금지되고 있음 • 유형 - 수출보조금 : 법률상 또는 사실상 수출실적에 따라 공여되는 보조금 - 수입대체보조금 : 수입품 대신 국산품의 사용을 조건으로 하여 공여되는 보조금
조치가능 보조금	• ①정부 또는 공적 기관에 의한 재정적 기여로 인해, ② 혜택이 부여되고, ③ 특정성이 있을 경우의 3가지 요건이 모두 충족되면 그러한 재정적 기여는 조치가능보조금에 해당 • 다른 회원국의 이익에 부정적인 효과를 초래하였을 경우에는 WTO 제소 또는 피해국으로부터의 직접적인 상계조치를 받을 수 있음 • 다른 회원국의 국내 산업에 대한 피해, 1994년 GATT협정에 의한 양허혜택의 무효화 또는 침해, 다른 회원국의 이익에 대한 심각한 손상 등

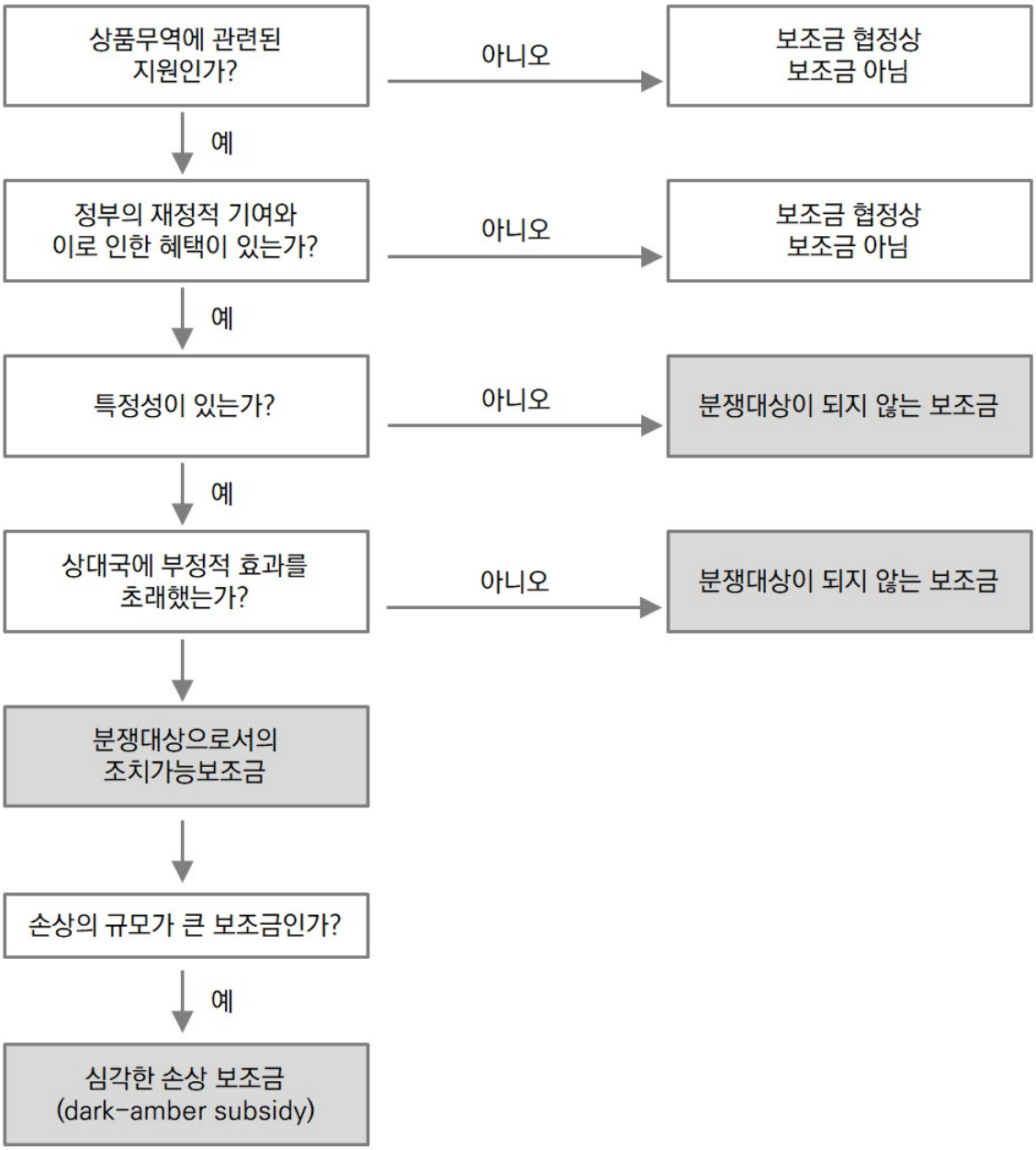
출처 : 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 제2-1판, 한국과학기술기획평가원, 2016.11

○ 금지보조금에 대한 검토

- **(수출보조금)** 정부의 연구개발 지원은 관련 산업의 수출 증진을 기대효과로 인식하고 있는 부분이 없는 것은 아니나, 본 사업을 통한 산출물의 수출을 목적으로 지원하는 것이 아니기 수출과 관련한 지원내용이 없음

- **(수입대체보조금)** 본 연구개발사업의 목적 상 수입품을 국산제품으로 대체하는 것이 주된 목적이 아니라 공간정보 서비스의 환경 개선, 디지털 통합·관리 등 서비스 제공 및 기반 구축을 위한 기술개발이 주된 목적으로 수입대체보조금형태로 지원하는 부분은 없음

○ 조치가능보조금에 대한 검토



출처 : KISTEP, 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(2019)

[그림 9-14] WTO 조치가능보조금 분석틀

- **(재정적 기여)** WTO 보조금 협정 제8조에 따르면, 'R&D 보조금은 산업적 연구비용의 75%를 초과하지 않아야 한다'고 연구개발 보조금 규범을 명시함

· 본 사업은 「국가 연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」에 따라 R&D 정부분담금 비율을 최대 75% 이내로 지원할 예정이므로 WTO 재정적 기여에 대한 위배사항은 없음

※ 국가 연구개발사업의 관리 등에 관한 규정(대통령령 제28043호) 제12조 3항 중앙행정기관의 연구개발비 출연기준 의거, 대기업 50% 이내, 중견기업 60% 이내, 중소기업 75% 이내로 규정

- **(혜택여부)** WTO 보조금협정 제1조1항은 정부 또는 공적기관에 의한 재정적 기여로 인해 수혜자에게 혜택이 발생하는 경우 보조금으로 인정함

  · 본 연구개발 사업은 기술개발 부분만 다룰 뿐 개발된 기술을 가지고 상품화, 사업화하기 위한 시설투자, 시장개척 등은 기업의 역할이므로 본 사업의 지원범위에 해당하지 않아 직접적인 혜택이 발생하는 것으로 볼 수 없음

- **(특정성)** WTO 보조금협정 제2조에 따르면 '특정성' 있는 보조금만을 규제 대상으로 판단하며 보조금 지급의 대상이 법률상 또는 사실상 특정 기업(군)이나 산업(군) 또는 특정 지역 안에 위치한 일정한 기업으로 제한하는 경우 특정성 있는 보조금으로 취급함

  · 본 사업은 공간정보와 관련한 특정 분야의 기업이 많이 참여하므로 '특정 기업에 의한 보조금 계획의 사용'에 해당될 수 있어 특정성이 다소 인정될 수 있으나 특정 기업에 집중 투자하여 시장 왜곡을 초래하는 사업이 아니므로 WTO 보조금 협정에 위반한다고 보기 어려움

  · 다만, 지원받은 보조금이 상대국에 부정적 효과를 초래하였을 경우 WTO 보조금 협정에 제소될 수 있으므로, 본 사업의 착수시점에서 사전 영향평가를 수행할 예정임

〈표 9-30〉 WTO 보조금 위배사항 종합검토

본 연구개발사업 / WTO 보조금 위배 규정항목		위배사항 검토	관련내용
금지보조금	수출보조금	×	• 기업의 수출을 위한 보조금 지원 부분 없음
	수입대체보조금	×	• 수입대체품 개발이 주된 목적이 아닌 국가인증체계 구축이 목적
조치가능 보조금	재정적 기여	×	• WTO 보조금 협정 내 산업적 연구비용 최대 75% 이내 지원 기준 준수
	혜택여부	×	• 정부는 기술개발만 지원, 시설투자 및 시장개척은 기업이 담당
	특정성	×	• 타 산업과의 연계가 가능하며, 기업 경쟁공모에 의한 사업 추진

제4절 경제적 타당성 분석

1. 편익 추정

1.1 편익 항목 도출

□ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 주요 연구 산출물 활용에 따른 예상 편익 항목을 도출

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업은 3대 중점분야, 6개 핵심과제, 16개 구성기술 개발 추진 예정

〈표 9-31〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 구성도

중점분야	핵심과제	구성과제
1. 초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 고정밀 측위정보 연동	1-1-1. 신호 기반 고정밀 절대측위
		1-1-2. 객체기반 정밀 상대 측위 및 복합 연속측위 모델 구현
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	1-2-1. 다종 시계열 공간데이터 수집·전처리 품질 향상
		1-2-2. 서비스 유형별 공간정보 실시간 변화인식
		1-2-3. 3차원 공간정보 실시간 자동 갱신
2. 초연결 라이브 국토 실현	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	2-1-1. 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계
		2-1-2. 가상국토 융·복합 데이터 유통 체계
	2-2. 동적정보 초연결	2-2-1. 이동체 동적정보 수집 및 예측
		2-2-2. 인간 중심의 공간정보 획득 및 분석
		2-2-3. IoA 연계 공간 상태 정보 자동 획득
3. 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	3-1-1. 초대용량 공간정보 서비스 구축
		3-1-2. 초대용량 공간지능 분산저장 및 처리
		3-1-3. Edge 환경 기반 융합 콘텐츠의 초저지연 서비스 인프라 구축
	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	3-2-1. 초대규모 가상공간 학습용 융합데이터 구축
		3-2-2. 시공간 데이터 학습 기반 구축 및 공간지능화 해석력 확보
		3-2-3. 실시간 공간분석 서비스 운영체계 구축

○ 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업은 3대 중점분야, 6개 핵심과제, 16개 구성기술 개발을 통해 실내외 연동 복합측위 SDK 시스템, 맞춤형 국토 공간정보 실시간 자동 갱신 시스템 등의 총 6개의 시스템이 구축 가능

〈표 9-32〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 최종성과물(안)

중점분야	핵심과제	최종성과물
1. 초정밀 디지털 국토 구축	1-1. 실내외 고정밀 측위정보 연동	■ 모바일 단말기 기반 실내외 연동 복합측위 SDK 시스템
	1-2. 3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신	■ 크라우드 소싱 다종 이동체/센서 기반 맞춤형 국토 공간정보 실시간 자동 갱신 시스템
2. 초연결 라이브 국토 실현	2-1. 가상국토 데이터 연계·가공·유통	■ 가상국토 실시간 연계 및 가공, 유통, 암호화 시스템
	2-2. 동적정보 초연결	■ 이동체, 사람, 센서 등 실시간 동적정보 가상국토 연계 및 상황분석·예측 시스템
3. 초대용량 디지털 라이브 국토 활용	3-1. 초대용량 공간정보 처리 및 서비스 운용	■ 초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 엣지 컴퓨팅 지원 클라우드 서비스 시스템
	3-2. N차원 고품질 공간정보 활용기반 구축	■ 시공간 복합상황 판단 및 예측을 위한 설명 가능한 공간지능화 서비스 프로비져닝 프레임워크

○ 최종 성과물에 기반하여 '국내 공간정보산업 제조 및 서비스 기업'을 수혜자로 설정하였고, 이를 통해 '국내 공간정보산업 부가가치창출 편익' 항목을 도출

〈표 9-33〉 디지털 국토정보 기술개발사업 최종성과물의 수혜자 및 예상 편익

최종성과물	수혜자	편익
■ 모바일 단말기 기반 실내외 연동 복합측위 SDK 시스템	국내 공간정보산업 제조 및 서비스 기업	국내 공간정보산업 부가가치창출 편익
■ 크라우드 소싱 다종 이동체/센서 기반 맞춤형 국토 공간정보 실시간 자동 갱신 시스템		
■ 가상국토 실시간 연계 및 가공, 유통, 암호화 시스템		
■ 이동체, 사람, 센서 등 실시간 동적정보 가상국토 연계 및 상황분석·예측 시스템		
■ 초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 엣지 컴퓨팅 지원 클라우드 서비스 시스템		
■ 시공간 복합상황 판단 및 예측을 위한 설명 가능한 공간지능화 서비스 프로비져닝 프레임워크		

□ **도출된 국내 공간정보산업 부가가치창출 편익에 대하여 편익 발생 시장을 '3D Mapping and Modeling Market'과 'Location Intelligence and Location Analytics Market'의 2개 시장으로 정의**

○ 초정밀 3차원 국토(공간)정보 및 서비스 관련 시장으로서 '3D Mapping and Modeling Market'을 정의

○ 위치정보 인식 및 분석 플랫폼 및 서비스 시장으로서 'Location Intelligence and Location Analytics Market'을 정의

〈표 9-34〉 디지털 국토정보 기술개발사업 부가가치창출편익 목표시장

편익		시장 정의		목표시장
국내 공간정보산업 부가가치창출 편익	▶	초정밀 3차원 국토(공간)정보 시스템	▶	3D Mapping and Modeling Market
	▶	위치정보 인식 및 분석 서비스 플랫폼	▶	Location Intelligence and Location Analytics Market

□ **도출된 '3D Mapping and Modeling Market'과 'Location Intelligence and Location Analytics Market' 2개 목표시장에 대하여 시장수요접근법 기반 가치창출편익을 본 사업의 편익으로 설정**

○ 시장수요접근법 기반 편익은 본 사업의 시행에 의한 미래 시장규모의 증가분에 본 사업의 기여로 창출된 직접적 편익을 한정시키기 위한 다양한 변수를 고려하여 산출된 편익을 의미

○ 가치창출편익은 본 사업의 기여로 새로운 제품·서비스 개발을 통해 시장에서 해당 제품·서비스가 실제 거래되며 발생한 매출 및 부가가치를 의미

1.2 편익 분석 방법론

(1) 기본 가정

□ **편익 회임기간 : 3년**

○ 편익 회임기간이란 연구개발사업에 대한 투자가 이루어진 후, 경제적인 편익 또는 효과가 발생하기 전까지의 시간적 격차를 의미

○ 본 분석에서는 예비타당성조사 지침에서 제시하는 개발·응용연구의 편익 회임기간 3년을 적용

〈표 9-35〉 연구개발단계별 회임기간

구분	기초연구	응용연구	개발연구
회임기간	5년	3년	

출처 : KISTEP, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침[제2-1판], 2016

□ 편익 기간 : TCT(Technology Cycle Time) 중간값 6년

○ STEPI가 실시한 '디지털 라이브 국토정보 기술개발사업' 관련 특허 분석 결과를 토대로 산출된 TCT(Technology Cycle Time) 중간값 6년[163]을 동일하게 적용

□ 가치창출편익 산식

○ 국토정보 관련 국내 시장규모를 토대로 본 사업의 기여율을 고려하여 산출

〈표 9-36〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 가치창출편익 산식

편익 추정 수식
가치창출편익 = 미래 국내시장 규모 × 사업기여율 × 부가가치율 × R&D 기여율 × R&D 사업화 성공률

(2) 편익 분석

□ 미래 국내시장 규모

○ 미래시장규모는 공인된 국내외 통계, 정부 및 공공기관 발표자료, 신뢰성 있는 전문시장분석기관의 시장규모 예측자료를 토대로 미래 시장규모를 추정

- 본 분석에서는 Markets and Markets의 '3D Mapping and Modeling Market by Component, Application, Vertical, and Region - Global Forecast to 2023(2019)'와 IndustryARC의 'Location intelligence & location analytics market(2018)'을 활용

〈표 9-37〉 미래시장규모 추정 근거

구분	발행기관	자료명	발행연도
3D Mapping and Modeling Market	Markets and Markets	3D Mapping and Modeling Market by Component, Application, Vertical, and Region - Global Forecast to 2023	2019
Location Intelligence and Location Analytics Market	IndustryARC	Location intelligence & location analytics market	2018

- 근거자료를 토대로 확인된 목표시장의 미래 세계시장규모는 다음과 같음

〈표 9-38〉 미래 세계시장규모

(단위 : 백만 $)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
3D Mapping and 3D Modeling	-	2,800	-	-	-	-	6,500	18.35%
Location Intelligence & Location Analytics	228.5	280.1	340.6	410.7	490.7	582.1	684.7	22.34%

163) STEPI, 2018년 예비타당성조사 위탁연구 보고서 디지털라이브 국토정보 기술개발사업, 2019

- 근거자료에 제시된 목표시장의 지역별·국가별 비중을 토대로 미래 세계시장 중 국내 시장 규모를 추정

〈표 9-39〉 미래 국내시장규모

(단위 : 백만 $)

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
3D Mapping and 3D Modeling	-	84.44	-	-	-	-	200.66	18.35%
Location Intelligence & Location Analytics	228.45	280.12	340.63	410.72	490.75	582.09	684.66	22.34%

- 근거자료에 제시된 미래 시장규모 전망 이후 시기의 시장규모는 근거자료에 제시된 시장규모의 연평균 성장률과 선형 추세선 추정 결과를 토대로 추정

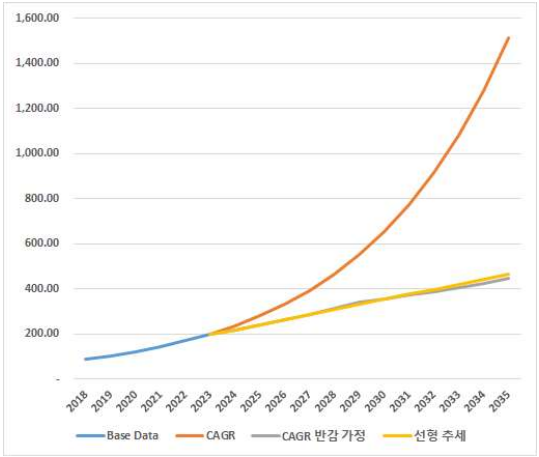
① CAGR : 2017~2023년 CAGR과 동일한 수준으로 시장규모 성장 가정

② CAGR 반감 : TCT 기간 단위로 연평균 성장률이 전기의 1/2로 반감되는 것으로 가정

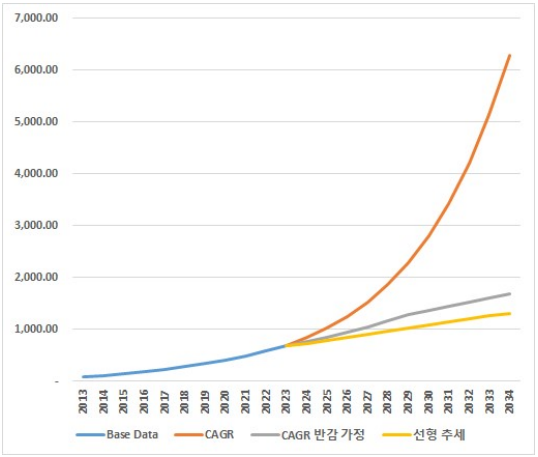
〈표 9-40〉 CAGR 적용 조건

구분	2017~2023	2024~2029	2030~2034
3D Mapping and 3D Modeling	18.35%	9.18%	4.59%
Location Intelligence & Analytics	22.34%	11.17%	5.59%

③ 선형 추세 : 2017~2023년 시장규모가 선형 추세선을 기준으로 시장규모 성장 가정



<3D Mapping and 3D Modeling>



<Location Intelligence & Location Analytics>

[그림 9-15] 미래 시장규모 추정 시나리오

- 이상의 가정을 토대로 각 목표시장별 미래 국내시장규모를 추정한 결과는 다음과 같음

· 국내 3D Mapping and 3D Modeling 시장

〈표 9-41〉 국내 3D Mapping and 3D Modeling 시장규모 전망

(단위 : 백만 $)

구분	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
CAGR	281	333	394	466	551	652	772	914	1,081	1,280	1,514
CAGR 반감	239	261	285	311	340	355	372	389	406	425	445
선형 추세	239	262	285	308	330	353	376	398	421	444	467

· 국내 Location Intelligence & Location Analytics 시장규모

〈표 9-42〉 국내 Location Intelligence & Location Analytics 시장규모 전망

(단위 : 백만 $)

구분	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
CAGR	1,025	1,254	1,534	1,876	2,295	2,808	3,435	4,203	5,141	6,290	7,695
CAGR 반감	846	941	1,046	1,162	1,292	1,364	1,441	1,521	1,606	1,696	1,790
선형 추세	790	849	907	965	1,024	1,082	1,141	1,199	1,257	1,316	1,374

○ 추정된 미래시장규모 중 가장 보수적 시나리오인 '선형추세'에 의한 미래 시장규모 추정 결과를 토대로 편익을 산출

- 원-달러 환율은 분석기준 연도인 2019년 평균 환율 1,165.65원/$[164] 적용

〈표 9-43〉 국내 목표시장 시장규모 추정 결과

(단위 : 억 원)

구분	2024	2025	2026	2027	2028	2029
3D Mapping & Modeling	2,526.1	2,790.9	3,055.7	3,320.5	3,585.3	3,850.1
Location Intelligence & Analytics	8,533.0	9,213.3	9,893.6	10,573.9	11,254.3	11,934.6
구분	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
3D Mapping & Modeling	4,114.9	4,379.7	4,644.5	4,909.2	5,174.0	5,438.8
Location Intelligence & Analytics	12,614.9	13,295.2	13,975.5	14,655.9	15,336.2	16,016.5

164) 한국은행 경제통계시스템(http://ecos.bok.or.kr/EIndex.jsp) - 주요국 통화의 대원화 환율 통계자료

□ **사업기여율 : 38.0%**

○ 사업기여율은 미래 시점 기준의 연구개발 활동 중 동 사업이 차지하는 비중만을 적용한다는 개념

○ 본 분석에서는 최근 5년(2014년~2018년) 간 유사과제 정부투입액 대비 동 사업의 소요예산 기준으로 산출

- 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 최근 5년 간 유사과제를 검색하였으며, 동 사업과 관련성이 있는 과제의 연평균 정부연구비를 도출한 결과, 연평균 유사과제 정부투자액은 126.1억원('3D Mapping and Modeling'은 62.3억 원, 'Location Intelligence and Location Analytics'의 경우 63.8억 원)

〈표 9-44〉 목표시장별 유사과제 정부투입액(최근 5년 간)

(단위 : 억 원)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	평균
3D Mapping & Modeling	83.4	66.8	66.2	35.5	59.5	62.3
Location Intelligence & Analytics	42.1	61.4	41.0	114.8	59.7	63.8
합계	125.5	128.2	107.2	150.3	119.2	126.1

- 2018년 국가연구개발활동조사 결과, 정부·공공 대 민간·외국 비중은 약 21:79을 기준으로 관련 디지털 국토정보 분야 국가연구개발 총투자 규모를 600.5억원으로 추정

〈표 9-45〉 디지털 국토정보 분야 국가연구개발 투자 규모

(단위 : 억 원)

구분	정부·공공	민간·외국	합계
금액	126.1	474.4	600.5
비중	21%	79%	100%

○ 디지털 국토정보 분야 연간 국가연구개발 총투자 규모 600.5억원 대비 동 사업의 연평균 투자 규모를 기준으로 사업기여율을 38.0%로 추정

□ **부가가치율 : 42.9%**

○ 부가가치율은 매출액 중에서 실제 새롭게 창출된 경제적 편익이 차지하는 비율을 의미하며, 편익은 사업 수행으로 창출된 매출액 전체가 아닌 부가가치를 기준으로 산정되기 때문에 부가가치율을 고려

○ 본 분석에서는 한국은행 산업연관표 2014연장표(한국은행, 2016)를 이용하여 동 사업과 직접적으로 관련있는 상품분류(통계청의 공간정보산업 적용)의 부가가치를 산술평균하여 추정

- 동 사업의 부가가치율은 동 사업으로 인한 산출물과 관련한 통신시설, 무선통신서비스, 소프트웨어 개발·공급 상품 부가가치율의 평균인 42.9% 적용

〈표 9-46〉 디지털 국토정보 분야 부가가치율 추정

코드	상품명	부가가치율(%)
298	통신시설	40.2
324	무선통신서비스	35.4
328	정보서비스	41.4
329	소프트웨어 개발 공급	60.2
330	컴퓨터관리서비스	37.4
평균		42.9

□ R&D 기여율 : 35.4%

○ R&D기여율은 연구개발성과의 상업화를 통해 부가가치가 창출되었을 때 전체 부가가치 가운데 연구개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표

○ 본 분석의 R&D기여율은 기존 국가연구개발 부문 예비타당성조사에서 활용되던 R&D 기여율 35.4%를 동일하게 적용

□ R&D 사업화 성공률 : 50.9%

○ R&D 사업화 성공률은 연구개발의 성과가 제품 또는 서비스의 형태로 시장에 출시되어 매출을 발생시킬 가능성을 의미

○ 본 분석의 사업화 성공률은 2019년 한국산업기술평가관리원에서 발간한 2018년도 산업기술 R&D 성과활용현황조사 종합분석보고서의 정보통신 분야 사업화성공률 50.9%를 적용

□ 사회적 할인율 : 4.5%

○ 편익의 현재가치 산정을 위한 사회적 할인율은 예비타당성조사 지침상의 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 분석

□ 현재가치 산정 기준연도 : 2019년

○ 현재가치 산정 기준연도는 기획보고서 제출 시점의 전년도를 평가기준연도로 산정

1.3 비용편익 분석 결과

(1) 비용 분석 결과

□ 상향식 방식으로 추정한 동 사업의 총 소요예산은 5년간 총 1,838억원을 사회적 할인율 4.5%를 적용한 2019년 현재가치는 약 1,476.2억원 수준

〈표 9-47〉 비용 분석 결과

(단위 : 억 원)

구분	2022	2023	2024	2025	2026	합계
소요예산	288.2	398.8	448.6	396.4	306.0	1,838.0
2019년 현재가치	252.6	334.4	360.0	304.4	224.9	1,476.2

(2) 편익 분석 결과

□ 동 사업의 부가가치 창출 편익 합계는 1,850.8억원 규모로 추정

○ 2030년~2035년간 국내 총 시장규모 11조 4,555.3억원 대비 사업기여율, 부가가치율, R&D 기여율, R&D 사업화 성공률을 적용한 동 사업의 총 편익은 3,364.9억원 규모

○ 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 동 사업의 총 편익 3,364.9억원을 2019년 현재가치로 환산한 결과, 동 사업 편익의 현재가치는 1,850.8억원 규모로 산출

〈표 9-48〉 편익 분석 결과

(단위 : 억 원)

구분		2030	2031	2032	2033	2034	2035
미래시장규모		16,729.8	17,674.9	18,620.0	19,565.1	20,510.2	21,455.3
사업기여율		38.0%					
사업기여 효과		6,357.3	6,716.5	7,075.6	7,434.7	7,793.9	8,153.0
부가가치율		42.9%					
부가가치		2,727.3	2,881.4	3,035.4	3,189.5	3,343.6	3,497.6
R&D 기여율		35.4%					
R&D 기여가치		965.5	1,020.0	1,074.5	1,129.1	1,183.6	1,238.2
사업화 성공률		45.6%					
R&D 사업화 성공가치		491.4	519.2	546.9	574.7	602.5	630.2
사회적 할인율		4.5%					
현재가치	연도별	302.8	306.1	308.6	310.3	311.3	311.6
	합계	1,850.8					

(3) 비용편익분석

□ 동 사업 산출 편익의 현재가치 1,850.8억원 대비 소요예산의 현재가치 1,476.2억원을 고려한 B/C ratio는 1.25로 경제성이 높은 것으로 분석

〈표 9-49〉 디지털 라이브 국토정보 기술개발사업의 B/C ratio

(단위 : 억 원)

구분	편익	비용	B/C ratio
2019년 현재가치	1,850.8	1,476.2	1.25

부 록

[부록1] 장비구축 계획서

[부록2] 국가공간정보
세부 분류기준

부록 1 **장비구축 계획서**

1) 연구장비 구축계획서의 세부사업별 구축 예정 장비 목록

〈표 1〉 연구장비 구축 예정 목록

순번	장비번호 (구성기술)	구축 장비명	제작사	모델명	주요사양	주요용도	구축 예정 연차	설치 예정 지역	단가 (백만원)	수량 (개)	총금액 (백만원)
1	1-1-1-001	GNSS 신호생성 시뮬레이터 GNSS Simulator	Spirent	GSS7000	• Multi-GNSS full constellation, signals • High dynamic, low latency • 최대 64 채널 • 0.3mm RMS pseudorange	• 스마트폰용 GNSS 신호처리와 측위정확도 분석 • Multi-constellation 측위 알고리즘 개발 • 위성신호 기반 개별 수신기 위치 보정 신호 생성	1차년도	미정	200	1	200
2	1-2-1-001	크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템 Server/computing system for collecting and pre-processing crowdsourcing geo-spatial data	-	-	• 서버 (2대) 사양 - CPU: 3.7Ghz, 8Core x 2ea - Memory: 128GB - GPU 12GB - Disk: SSD 512x2ea, 10TB x 2ea • 2D/3D 웹 엔진	• 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 웹 플랫폼 구축	1차년도	미정	148	1	148
3	1-2-1-002	라이다/영상/열화상 센서 드론 Laida/Video/Terror Sensor Drone	DJI	Matrix 300	• 영상/열화상센서 장착 드론 - 카메라 36MP이상 - 열화상센서 - RTK	• 영상/열화상/라이다 센서 데이터 수집	1차년도	미정	38	1	38

순번	장비번호 (구성기술)	구축 장비명	제작사	모델명	주요사양	주요용도	구축 예정 연차	설치 예정 지역	단가 (백만원)	수량 (개)	총금액 (백만원)
4	1-2-1-003	자율주행 모의 카메라/라이다 시스템 self-driving simulation camera/radar system	-	-	• 카메라 센서 • 라이다 센서	• 영상/라이다 센서 데이터 수집	2차년도	미정	50	1	50
5	1-2-2-001	다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템 Multidisciplinary platform/sensor change detection/monitoring server/computer	자체제작	-	• 위성/항공영상, 드론/차량영상, 휴대용기기 영상을 처리/분석하여 변화탐지/모니터링을 위한 공통 API 지원 가능해야함 • 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등 • API지원 등 플랫폼 서비스 가능한 백본 소프트웨어	• 다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링을 위한 공통 API 지원을 위한 서버/전산 시스템	3차연도	미정	330	1	330
6	1-2-2-002	항공/지상 센서 시험 데이터 Air/Ground Sensor Test Data	자체제작	-	• 시험검증 대상지역에 대한 위성과 항공 센서 데이터	• 위성/항공센서 기반 광역변화탐지 개발과 검증을 위한 시험 데이터 확보	2차연도	미정	150	1	150
7	1-2-2-003	위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템 Satellite/aircraft sensor-based wide-area change detection server/computer system	자체제작	-	• 대용량 위성/항공영상으로 광역 변화탐지를 수행 가능해야함 • 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등	• 위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템	3차연도	미정	165	1	165
8	1-2-2-004	저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템 Low Altitude/ground mobile platform based urban change detection server/computer system	자체제작	-	• 드론/차량영상으로 도심 변화탐지를 수행 가능해야함 • 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등	• 저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템	4차연도	미정	165	1	165

순번	장비번호 (구성기술)	구축 장비명	제작사	모델명	주요사양	주요용도	구축 예정 연차	설치 예정 지역	단가 (백만원)	수량 (개)	총금액 (백만원)
9	1-2-2-005	크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템 Crowd sourcing portable proximity sensor-based precision change detection server/computer system	자체제작	-	• 휴대용 근접센서영상으로 정밀 변화탐지를 수행 가능해야함 • 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등	• 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템	4차연도	미정	165	1	165
10	1-2-2-006	고정형 공중 기상환경정보 관측 장비 Fixed Air Weather Information Observation Equipment	웨더링크	WL-AWS 100S	• 측정풍속 : 0~75m/s • 측정풍향 : 0~360° • 온도센서 : -70~100°C • 습도센서 : 0~100%	• 공중 동적 공간정보(기상, 환경정보) 관측을 위한 장비	2차년도 3차년도	미정	30	2	60
11	1-2-2-007	이동형 공중 기상환경정보 관측 장비 Mobile Air Weather Information Observation Equipment	Metek	Wind Ranger 200	• 규격 : 620*530*340mm • 측정범위 : 고도 5~200m • 측정풍속 : 0~60m/s • 측정풍향 : 0~360°	• 공중 동적 공간정보(기상, 환경정보) 관측을 위한 장비	2차년도	미정	94	1	94
12	1-2-3-001	인공지능용 워크스테이션 Workstation for Artificial Intelligence	NVIDIA	DGX Station	• GPUs 4X Tesla V100 • TFLOPS 500 • GPU Memory 128 GB total system • NVIDIA Tensor Cores 2,560 - NVIDIA CUDA® Cores 20,480 • CPU Intel Xeon E5-2698 v4 2.2 GHz (20-Core) • System Memory 256 GB • Storage Data: 3X 1.92 TB SSD RAID 0 OS: 1X 1.92 TB SSD • Software Ubuntu Desktop Linux OS/DGX Recommended GPU Driver/CUDA Toolkit	• 인공지능기반 객체 추출 및 모델링	1차년도	미정	81	1	81

순번	장비번호 (구성기술)	구축 장비명	제작사	모델명	주요사양	주요용도	구축 예정 연차	설치 예정 지역	단가 (백만원)	수량 (개)	총금액 (백만원)
13	3-1-2-001	개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 Cluster for Super Scalable Spatial Information for Development	-	-	• 아래 사양의 단위 머신 10대, 12포트 40G 스위치허브로 구성되는 클러스터 (Intel Scalable Gold 5220*2이상,GTX2080ti*3개이상, 380G memory, 50TB HDD)	• 개발용 초대용량 공간정보 인메모리 GPU 클러스터 구축 용도	1차년도	미정	268	1	268
14	3-1-2-002	실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 Cluster for Super Scalable Spatial Information for Deployment	-	-	• 아래 사양의 단위 머신 20대, 2대이상의 12포트 40G 스위치허브들로 구성되는 클러스터 (Intel Scalable Gold 5220*2이상,GTX2080ti*3개이상, 380G memory, 100TB HDD)	• 개발용 초대용량 공간정보 인메모리 GPU 클러스터 구축 용도 • 3-1-1. 구성 기술과 공동 구축	4차년도	미정	545	1	545
15	3-2-1-001	GPU 서버 시스템 GPU Server System	-	-	• Intel Xeon Silver4114 2.2 Dual, 10C/20T • 128GB DDR4 RDIMM ECC • 960G SSD SAS 2ea+2TB 7.2 RPM NLSAS 4ea • NVIDIA TitanV 4ea	• 공간정보 학습데이터 오토 레이블링을 위한 딥러닝 모델 개발 개인정보 익명화 및 수도학습데이터 생성 모델 개발	1차년도(1대) 2차년도(1대) 3차년도(2대)	미정	43	4	172
16	3-2-1-002	액티브 러닝 운용 서버 시스템 Active Learning Server System	-	-	• Intel Xeon-Gold 6230 (2.1GHz/20-core/125W) • 32GB Dual Rank x4 DDR4-2933 CAS-21-21-21 • 480GB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Digitally Signed Firmware SSD • 3.84TB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Multi Vendor SSD	• 사용자 연동 기반 수동 레이블링 및 레이블링 피드백 전송	3차년도 4차년도	미정	32	2	64
17	3-2-1-003	주행시뮬레이션 시스템 Driving Simulation System	-	-	• VR 기반 몰입형 디스플레이 지원 • 4K급 고품질 영상 렌더링 • 주행 환경 시뮬레이션 • 고정밀 도로네트워크 연동	• 가상공간학습용 데이터를 차량 가상환경 시뮬레이션과 연동하여 시험하기 위한 테스트용 S/W	3차년도(1대)	미정	30	1	30

순번	장비번호 (구성기술)	구축 장비명	제작사	모델명	주요사양	주요용도	구축 예정 연차	설치 예정 지역	단가 (백만원)	수량 (개)	총금액 (백만원)
18	3-2-2-001	공간지능화 학습용 GPU 서버 GeoAI GPU Server	-	-	• Dual Socket P (LGA 3647) support • Intel® C622 chipset • 2nd Gen. Intel® Xeon® Scalable processors • 2000W (2+2) Redundant Power Supplies Titanium Level (96%+) • Intel Xeon Gold CPU (20Core) 2EA 이상 NVIDIA TITAN RTX 24GB GDDR6 6EA 이상 • DDR4 32GB ECC RDIMM 8EA 이상 HDD 10TB 이상	• 공간지능화 학습 및 추론을 위한 고성능 GPU 기반 인공지능 학습 서버	2차년도(1대) 3차년도(1대)	미정	50	2	100
19	3-2-2-002	시공간 네트워크 모델링 서버 Spatio-Temporal Network Modeling Server	-	-	• RTX GPU 4개 이상 • Intel CPU Core 14 개이상 • SSD 10TB 이상	• 시공간 네트워크 모델링 개발용 서버	2차년도(1대) 3차년도(1대)	미정	40	2	80
20	3-2-3-003	실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버 Real-Time Spatial Analysis DevOps Platform Server	LEADERS	LEADERS Series	• LEADERS SV8000 GP16-T416 1대 : SV8000-GP16 24x 3.5" 16GPU PCIe - CPU: 2x Intel Xeon PLATINUM 8260 (24Core, 2.4GHz, 35.75MB) Intel Socket LGA 3647 • LEADERS SV8000 GPx8 2대 : SV8000 GPx8 12x 3.5" 8GPU PCIe - CPU: 2x Intel Xeon PLATINUM 8268 (24 Core, 2.9 GHz, 35.75M) Intel Socket LGA 3647 • LEADERS SV5000 1대 : SV5000 12x 3.5", 1x 3.5*12_12SAS Backplane - 2x Intel Xeon Silver 42 (12 Core, 2.2Ghz, 85W) Intel Socket LGA 3647	• 데이터 플로우 처리 • 인공지능 모델 병렬 분산 학습 및 배포 • 파이프라인 자동화	1차년도(1대) 2차년도(1대)	미정	319	2	638

2. 구축하고자 하는 장비와 기구축장비와의 중복·유사도 자체검토

□ 중복성 검토결과

- 구축계획 예정인 장비 20종의 장비 중 9종의 장비에 대해 기구축 유사장비가 존재하는 것으로 확인*

  * 국가과학기술지식정보서비스(https://www.ntis.go.kr), 시설장비심의평가서비스(http://red.zeus.go.kr)를 통해 중복성 분석을 수행

- 기구축 유사장비가 존재하는 장비 중 4종*은 SW 및 서버 관련 장비로 특수 목적을 위해 특정 컴퓨터에 탑재, 상시 모니터링 및 프로그램 개발 등의 역할을 수행해야 하므로 기구축장비를 활용하기 어려움

  * GNSS 신호생성 시뮬레이터, 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템, 인공지능용 워크스테이션, GPU 서버 시스템

- 라이다/영상/열화상 센서 드론, 라이다/카메라 센서 자율주행 차량, 주행시뮬레이션 시스템의 경우 구축예정장비와 동일 모델, 유사 사양의 기구축장비가 부재 하여 중복성이 낮은 것으로 판단

- 고정형, 이동형 공중기상환경정보 관측 장비의 경우 상시 모니터링을 수행하는 장비로 기구축된 장비의 활용이 어려움

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
GNSS 신호생성 시뮬레이터 (1-1-1-001)	GPS 시뮬레이터	Spirent Communications	GSS8000	선박해양플랜트 연구소	X	NFEC-2012-03-157280	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	GNSS Simulator, GSS7000, GNSS신호 생성 시뮬레이터
	GNSS시뮬레이터	Spirent Communications	GSS6700 GNSS SIMULATOR	에이피우주항공(주)	O	NFEC-2013-05-179201		
	지피에스 위성신호 생성기	Spirent Communications	GSS7710-3	(주)마이크로인피니티	O	NFEC-2011-02-143484		
	지피에스 시뮬레이터	Spirent Communications	GSS6300M	삼우에레코(주)	O	NFEC-2013-09-182639		
	지엔에스에스 위성신호 생성기	Spirent Communications	GSS7800	(주)마이크로인피니티	O	NFEC-2009-10-074105		
크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산	MODIS 위성 송수신·처리 하드웨어	Agilent Technologies	DL 580 G7	국립재난안전연구원	X	NFEC-2014-02-186054	• 본 구축예정 장비의 기구축장비는 유사 장비가 존재 하는	수집, 전처리, 서버, 크라우드소싱

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
시스템 (1-2-1-001)	컴퓨터서버 클러스터	HPCKOREA(주)	R13N148 C592G	충북대학교	X	NFEC-2012-01-152158	것으로 판단되나 공동활용 가능 장비가 없어 신규 구축이 불가피함	
	급전소(KEPA-99) 테스트베드 FEP	제이엔티씨(JNTC)	모델명 없음	한국전력공사 전력연구원	X	NFEC-2014-06-189447		
	인투디스커버리	솔트룩스	IN2 Discovery	정보통신산업진흥원	X	NFEC-2013-02-176297		
라이다/영상/열화상센서 드론 (1-2-1-002)	산업용 드론 플랫폼_회전익	DJI	MATRICE 600 PRO	부산테크노파크	O	NFEC-2018-08-245268	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	드론, Matrix 300 VX20, DJI
	산업용 드론 플랫폼_회전익_소형	DJI	MATRICE 210 RTK-G	부산테크노파크	O	NFEC-2018-06-244443		
	회전익 산업드론	DJI	Matrice M210	부경대학교 대연캠퍼스	X	NFEC-2019-03-255040		
	드론시스템	DJI	Matrice M210	한국에너지기술연구원	O	NFEC-2018-12-247660		
	4K 드론	DJI	INSPIRE 1	동신대학교 산학협력단	O	NFEC-2015-06-203227		
	600급 드론	DJI	MATRICE M600	㈜예홍 프로덕션	O	NFEC-2017-06-238609		
라이다/카메라 센서 자율주행차 (1-2-1-003)	ADAS 테스트 시나리오 생성용 소프트웨어	Tno	PreScan	한국자동차연구원	O	NFEC-2013-12-184407	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이	자율주행, 가메라 센서, 라이다 센서

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
	타이거컵 3차원 플래시 라이다 카메라 키트	Advanced Scientific Concepts	모델명 없음	한국과학기술원	X	NFEC-2015-10-205404	부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	
	3차원 스캐닝 라이다	Velodyne acoustics	HDL-32E	한국생산기술연구원	X	NFEC-2012-10-172501		
	고정밀 공간정보구축 시스템	Trimble	mx8	현대엠엔소프트	X	NFEC-2014-04-186706		
다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템 (1-2-2-001)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	다종 플랫폼 변화탐지 모니터링 서버 전산 시스템, 변화탐지 모니터링 서버 전산 시스템
위성/항공센서 시험 데이터 (1-2-2-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	위성 항공 센서 시험 데이터
위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-003)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	위성 항공센서 기반 광역 변화 탐지
저고도/자상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-004)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	저고도 자상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지, 변화탐지 서버 전산 시스템

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-005)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지, 정밀 변화탐지 시스템
고정형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-006)	천리안위성 2차 기상 산출물 처리 장비	(주)솔탑	GlobemP	국립재난안전연구원	X	NFEC-2016-10-212241	• 본 구축장비는 특정 구역에 위치하여 상시 모니터링 역할을 수행하는 장비로 기구축 된 장비의 활용이 어려워 신규 구축이 불가피함	기상환경정보 관측장비
	AMIGOS 시스템	Campbell Scientific	AMIGOS KA2	극지연구소	O	NFEC-2016-04-208919		
	기상관측장비	Theromo Fhisher Scientific Messtechnik	DT80	국립원예특작과학원	O	NFEC-2014-09-191444		
	아미고스 시스템	Campbell Scientific	AMIGOS KA2	극지연구소	O	NFEC-2013-02-176197		
	아미고스 시스템	Campbell Scientific	AMIGOS KA2	극지연구소	O	NFEC-2013-02-176196		
	기상위성수신 장비	Seaspace	XR100	국립수산과학원	O	NFEC-2009-04-070893		
이동형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-007)	이동형도로및 도시기상관측 시스템	주식회사 지비엠아이엔씨	모델명 없음	주식회사 지비엠아이엔씨	X	NFEC-2016-08-211413	• 본 구축장비는 기구축장비의 공동활용이 불가피 하여 신규 구축이 필요 함	이동형 기상환경정보 관측장비

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
인공지능용 워크스테이션 (1-2-3-001)	GPU 워크스테이션 시스템	Nvidia	DGX Station	충북테크노파크	O	NFEC-2020-03-261263	• 본 구축예정 장비는 대부분 서버구축을 위한 전산장비로, 상시 모니터링 역할을 수행해야 하므로, 기축장비를 활용하기 어려워 구축이 불가피함	DGX Station, 인공지능, 워크스테이션
	GPU 서버	Nvidia	DGX Station	가톨릭대학교 성심교정 산학협력단	O	NFEC-2020-02-260500		
	GPU 서버	Nvidia	DGX Station	가톨릭대학교 성심교정 산학협력단	O	NFEC-2020-02-260501		
	계산용 슈퍼 컴퓨터	Nvidia	DGX Station	한국과학기술원	X	NFEC-2018-12-247957		
	딥러닝용 인공지능 서버	Nvidia	DGX Station	경북대학교	X	NFEC-2019-02-254430		
	워크스테이션	Nvidia	DGX Station	중앙대학교 산학협력단	X	NFEC-2018-10-246285		
	컴퓨터 서버	Nvidia	DGX Station	한양대학교 ERICA캠퍼스	X	NFEC-2018-12-247921		
	GPU서버(딥러닝 기반 비전 연구용 서버)	Nvidia	DGX Station	광주과학기술원	X	NFEC-2020-01-260438		
	초고성능 GPU 워크스테이션	Nvidia	DGX Station	광주과학기술원	X	NFEC-2019-07-257025		
	엔비디아 DGX 스테이션	Nvidia	DGX Station	경북대학교	X	NFEC-2019-12-259204		
	컴퓨터서버	Nvidia	DGX Station	중앙대학교	X	NFEC-2020-01-260378		
	워크스테이션, 연산	Nvidia	DGX Station	성균관대학교 자연과학캠퍼스	X	NFEC-2020-01-260351		
	딥러닝 실습용 워크스테이션	Nvidia	DGX Station	국민대학교 산학협력단	X	NFEC-2019-12-259638		
개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-001)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	개발용 초대용량 공간정보, 공간정보 통합 클러스터
실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	실증용 초대용량 공간정보 클러스터
GPU 서버 시스템 (3-2-1-001)	초단시간 예측 전용 GPU 클러스터	Appro	APPRO 1423G	국립기상과학원	X	NFEC-2011-02-143203	• 본 구축예정 장비는 대부분 서버구축을 위한 전산장비로, 상시	GPU 서버
	GPU 병렬컴퓨터 시스템	Intel	clic-80000x	서울대학교 산학협력단	X	NFEC-2014-10-191906		

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
	IT융합기술, 가상 GPU 및 심층지식저장소 연구/교육용 GPU 클라우드 시스템	Agilent Technologies	ProLiant SL270s Gen8	한국뉴욕주립대학교	X	NFEC-2014-09-191487	모니터링 역할을 수행해야 하므로, 기축장비를 활용하기 어려워 구축이 불가피함	
	인피니밴드를 사용한 계산 서버 및 GPU 클러스터	Supermicro	모델명 없음	서울대학교 산학협력단	X	NFEC-2016-05-209976		
	GPU 서버	Supermicro	1028GQ-TXR	매니코어소프트 주식회사	O	NFEC-2017-07-238761		
	다중 GPU 계산서버	유에이 테크	개발장비	국가핵융합연구소	X	NFEC-2014-05-188090		
	델 파워에지 R720 GPU 서버	Dell	PowerEdge R720 GPU Server	(주)인사이드옵틱스	X	NFEC-2014-12-194085		
	초고성능 GPU서버	넥스코 시스템	없음	광주과학기술원	X	NFEC-2019-10-258379		
	계산용 GPU 서버	Ibm	power system S822LC	포항공과대학교	X	NFEC-2017-06-238556		
	GPGPU 서버	Dell	PowerEdge C6100 MLK	포항공과대학교	O	NFEC-2012-03-157484		
	GPGPU 서버	Dell	PowerEdge C6100 MLK	포항공과대학교	O	NFEC-2012-03-157483		
	GP-GPU 서버	Supermicro	7046GT-TRF	(주)테라젠이텍스	X	NFEC-2013-06-180418		
	대용량 학습 데이터의 고속 처리를 위한 GPU 기반 서버 시스템 장비	Tyan	B7079F77CV10HR	한국전자통신연구원	X	NFEC-2016-11-212718		

구축예정장비 (장비번호)	기구축 장비						검토의견	중복검색 Key Word
	기구축 장비명	제작사	모델명	설치 기관명	공동 활용 여부	장비 등록번호		
	GPU 클러스터 더노피 서버	주식회사 아스카넷	모델명 없음	한국과학기술원	X	NFEC-2019-05-255809		
	GPU서버 시스템	Asus	ESC8000 G4	국민대학교 산학협력단	O	NFEC-2019-01-248463		
	GPU 서버 시스템	Asus	ESC8000 G4	국민대학교 산학협력단	O	NFEC-2019-01-248464		
	GPU서버 시스템	Asus	ESC8000 G4	국민대학교 산학협력단	O	NFEC-2019-01-248462		
액티브 러닝 운용 서버 시스템 (3-2-1-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	액디브 러닝 운용, 액티브 러닝 운용 시스템
주행시뮬레이션 시스템 (3-2-1-003)	도로주행 시뮬레이터 운동시스템 장비	이노시뮬레이션	Motion System	한국도로공사 도로교통연구원	O	NFEC-2018-11-247060	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨	주행시뮬레이션 시스템
	틸팅동특성 주행 시뮬레이터(시작품)	(주)브이에스테크	TDS	한국철도 기술연구원	X	NFEC-2004-12-005058		
공간지능화 학습용 GPU 서버 (3-2-2-001)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	공간지능화 학습용 GPU서버
시공간 네트워크 모델링 서버 (3-2-2-002)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	시공간 네트워크 모델링, 시공간 네트워크 서버
실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버 (3-2-3-003)	-	-	-	-	-	-	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재	실시간 공간분석 서비스, 데브옵스 플랫폼 서버

3. 구축하고자 하는 장비의 가격적정성 검토

□ 가격적정성 검토결과

- 3천만원 이상 구축예정 연구장비를 대상으로 시설장비심의평가서비스(http://red.zeus.go.kr) 및 국가과학기술지식정보서비스(https://www.ntis.go.kr)를 통해 적정가격 분석을 수행
- 기구축장비의 범위를 상회하는 2건*은 기구축장비의 사양과 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움

* 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템, 라이다/영상/열화상센서 드론

〈표 3〉 구축장비 가격적정성 검토결과

※구분 : 가격적정(-), 가격 부적정(▲)

구축예정장비		기구축장비		적정가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록번호	금액 (백만원)				
GNSS 신호생성 시뮬레이터 (1-1-1-001)	200	NFEC-2012-03-157280	248	-	-	• 적정수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2013-05-179201	127				
		NFEC-2011-02-143484	89				
		NFEC-2013-09-182639	22				
		NFEC-2009-10-074105	19				
크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템 (1-2-1-001)	148	NFEC-2012-01-152158	92	-	-	• 기구축장비와 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2013-02-176297	74				
		NFEC-2014-06-189447	68				
		NFEC-2014-02-186054	19				

구축예정장비		기구축장비		적정 가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
라이다/영상/ 열화상센서 드론 (1-2-1-002)	38	NFEC-2018-08-245268	30	-	-	• 기구축장비와 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2018-06-244443	14				
		NFEC-2019-03-255040	14				
		NFEC-2018-12-247660	13				
		NFEC-2015-06-203227	8				
		NFEC-2017-06-238609	7				
라이다/카메라 센서 자율주행차 (1-2-1-003)	50	NFEC-2014-04-186706	800	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2015-10-205404	416				
		NFEC-2013-12-184407	155				
		NFEC-2012-10-172501	49				
다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템 (1-2-2-001)	330	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
위성/항공센서 시험 데이터 (1-2-2-002)	150	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-003)	165	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
저고도/자상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-004)	165	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재

구축예정장비		기구축장비		적정 가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템 (1-2-2-005)	165	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
고정형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-006)	30	NFEC-2009-04-070893	72	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2016-04-208919	62				
		NFEC-2016-10-212241	55				
		NFEC-2013-02-176197	51				
		NFEC-2013-02-176196	51				
		NFEC-2014-09-191444	30				
이동형 공중 기상환경정보 관측 장비 (1-2-2-007)	94	NFEC-2016-08-211413	118	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
인공지능용 워크스테이션 (1-2-3-001)	81	NFEC-2020-03-261263	176	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2020-02-260500	83				
		NFEC-2020-02-260501	83				
		NFEC-2018-12-247957	78				
		NFEC-2019-02-254430	67				
		NFEC-2018-10-246285	60				
		NFEC-2018-12-247921	59				
		NFEC-2020-01-260438	54				
		NFEC-2019-07-257025	54				
		NFEC-2019-12-259204	52				
		NFEC-2020-01-260378	52				
		NFEC-2020-01-260351	51				
		NFEC-2019-12-259638	50				
개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-001)	268	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재

구축예정장비		기구축장비		적정 가격 여부	검토의견 수용여부	가격적정성 검토결과	비고
장비명 (장비번호)	금액 (백만원)	등록 번호	금액 (백만원)				
실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터 (3-1-2-002)	545	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
GPU 서버 시스템 (3-2-1-001)	43	NFEC-2011-02-143203	220	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2014-10-191906	138				
		NFEC-2014-09-191487	75				
		NFEC-2016-05-209976	69				
		NFEC-2017-07-238761	59				
		NFEC-2014-05-188090	58				
		NFEC-2014-12-194085	53				
		NFEC-2019-10-258379	52				
		NFEC-2017-06-238556	37				
		NFEC-2012-03-157484	36				
		NFEC-2012-03-157483	36				
		NFEC-2013-06-180418	34				
		NFEC-2016-11-212718	32				
		NFEC-2019-05-255809	30				
		NFEC-2019-01-248463	29				
		NFEC-2019-01-248464	29				
		NFEC-2019-01-248462	29				
액투브 러닝 운용 서버 시스템 (3-2-1-002)	32	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
주행시뮬레이션 시스템 (3-2-1-003)	30	NFEC-2018-11-247060	6,064	-	-	• 적정 수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 존재
		NFEC-2004-12-005058	145				
공간지능화 학습용 GPU 서버 (3-2-2-001)	50	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
시공간 네트워크 모델링 서버 (3-2-2-002)	40	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재
실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버 (3-2-3-003)	319	-	-	-	-	• 유사 기구축 장비의 가격 정보 부재	• ZEUS, NTIS내 유사 장비 정보 미존재

4. 연구장비구축계획서 장비개요 항목, 장비구축 타당성 자체검토 항목, 견적서

(1) 장비번호: 1-1-1-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">GNS 신호생성 시뮬레이터</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">GNSS Simulator</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">Spirent/GSS7000</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 200 / 수량 : 1 / 총금액 : 200</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 이중주파수 원시데이터를 지원하는 스마트폰 측위 알고리즘 검증 및 구현
• Multi-constellation 측위 알고리즘 개발, 구현
• 사용자별 보정신호 적용을 위한 GNSS 상시관측소 중장기선 기선해석 알고리즘 개발과 오차 모델링 정확도 검증
• 실시간 측위 알고리즘 최적화 및 대류층/전리층 지연오차 동적모델 개발
• 음영지역 내 위성신호 수신환경 검증 및 사이클슬립 강건성 확보 알고리즘 개발과 검증</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 동적변환이 큰 플랫폼에서의 측정값을 정밀하게 시뮬레이션
• 의사거리 RMS 0.3mm 정확도
• Multi-constellation(GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS 등)
• 주요 주파수 지원(L1, L2, L5, E1, E5, B1, B2 등)
• 최대 64개 채널 지원
• 유연한 Multi-GNSS 시스템 구성
• 다중 출력 지원(최대 10개)</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 국가대형연구시설 구축지도(NFRM) 분야별 중점 대형연구시설 구축지도 중 '신산업 창출 핵심기술개발 강화' 영역 • 미래 국가성장을 주도할 신산업 분야의 유망기술에 대한 선제적 투자 필요 • IT를 기반으로 한 융합을 통해 신산업을 창출하는 기술개발
사업(연구)과의 부합성	• GNSS Simulator는 multi-constellation 위성에 대해 모든 주파수 신호를 생성가능 • 다양한 플랫폼 기반의 수신기에 적용하기 위해서는 해당 수신환경에서 테스트가 필요함 • 위성 신호에 포함된 오차를 개별적으로 실시간 모델링하여 분석하기 위해서는 시뮬레이션 신호를 이용하여 검증할 필요가 있음
연구장비의 중복성	• 본 구축예정 장비의 기축장비는 동일모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨
연구장비의 활용성	• 본 장비는 고정밀 실시간 위치보정 기술을 위한 시뮬레이션 데이터 생성 뿐만 아니라, 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술 알고리즘 구현과 검증에 활용가능함 • 본 사업 종료 이후에도 한국형위성항법시스템 등 우리나라 위성 관련 연구개발에 활용 가능 • 필요시 스케쥴링을 통한 타 기관과 공동활용이 가능할 것으로 판단됨
연구장비 사양·수량의 적합성	• Multi-GNSS 기반의 정밀 측위 기술 개발을 위해 현재 운영 중인 모든 위성시스템 신호 시뮬레이션 가능한 사양 계획 • 다양한 플랫폼과 여러 수신기를 동시에 연결할 수 있도록 확장가능한 모델 선정
연구장비 구축비용의 적정성	• GNSS Simulator 중 최고의 제품으로 적정수준의 가격책정으로 가격적정성이 적당하다고 판단됨
장비 운영의 계획성	• 연구개발 인력은 GNSS 관련 전문가로 구성되어 있으므로 기본적인 장비 운영이 가능할 것으로 판단됨 • 연구장비의 크기는 일반 데스크탑 정도이므로 별도의 설치공간을 확보할 필요는 없음 • 향후 시스템 개발에 따른 채널과 출력 포트 등의 확장이 필요할 것으로 예상됨 • 연구과제 종료 이후에도 GNSS 관련 다양한 연구개발에 활용도가 매우 높을 것으로 판단됨

다. 견적서

Nubicom Quotation

Quotation

In Reply to your request, we are pleased to submit the following quotation

Date	2020-03-19			**Name Of Company**	NUBICOM Inc.	**Biz Reg Number**	220-86-72761
Quote #	QS200319002T	**Rev #**	1	**Business Address**	503-Ho, 3-Dong, Acehightech City, 775, Gyeongin-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul, Republic of Korea		
Effective	2020-03-19	**Until**	2020-04-19	**Website**	www.nubicom.co.kr	**Phone**	070-7872-0701
Status	Draft			**Representitive**	Steve (DM) Shin		
Quote Currency	KRW						
Payment Terms				**Contact Person**	Tae-woo Lee +82 10-9965-0053 / twlee@nubicom.co.kr		
Shipping Terms							

To	Bill To	Ship To
국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원	국토교통과학기술진흥원

GSS7000

Line Sequence	Part #	Product Description	Qty	Price	
1	GSS7000	**Spirent GNSS Simulator** - GPS L1/2/5 - GLONASS L1/2 - Beidou B1I / B2C - QZSS L1/2/5/6 - Galileo E1/E5 - Multi Channel Bank - Total 64 Channel - SimTest Software - 1 Year Warranty (H/W & S/W)	1	160,000.00	USD

Total : 160,000 USD / 200,000,000 KRW

※ 환율 1250원 **및 특별 할인** 적용 / VAT 제외

- 제품의 사양, 구성, 가격 등 기술 영업 관련 상담이 필요하신 경우 ㈜누비콤 영업 담당자에게 연락 주시기 바랍니다
- 상기 견적가 및 조건에 의거 발주를 원하시는 경우 하단에 명판 및 직인 날인 또는 대표자 서명 후 팩스 (02-2167-3801) 또는 메일 (spirent1@nubicom.co.kr) 로 송부 부탁 드립니다
- 발주일 년 월 일

- *Accepted by*

(2) 장비번호: 1-2-1-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><td colspan="2">구분</td><td>내용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td>크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td>Server/computing system for collecting and pre-processing crowdsourcing geo-spatial data</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td>1.Server: HP / DL360
2.웹엔진: 가이아3D / Margo3D, KAOS-G</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>단가</th><th>수량</th><th>금액</th></tr>
<tr><td>server</td><td>34</td><td>2</td><td>68</td></tr>
<tr><td>웹엔진</td><td>80</td><td>1</td><td>80</td></tr>
<tr><td colspan="3">합계</td><td>148</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td>미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td>• 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 웹 플랫폼 구축
- DB구축
- 데이터 처리 및 시각화</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>
<table>
<tr><th>구매</th><th>임대</th><th>제작의뢰</th><th>자체제작</th><th>기타(직접기재)</th></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td>• 서버 (2대) 사양
- CPU: 3.7Ghz, 8Core x 2ea
- Memory: 128GB
- GPU 12GB
- Disk: SSD 512x2ea, 10TB x 2ea
• 2D/3D 웹 엔진
- Geoserver
- Postgresql</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 데이터 산업 활성화 전략(2018) “전략 2. 데이터 가치사슬 전주기 혁신” 내 양질의 데이터 구축 및 개방, 데이터 저장/유통활성화, 데이터 분석/활용 확산 방향 제시 • 크라우드 소싱 공간 데이터 수집 및 전처리 품질 향상을 위한 기술 개발에 필수적인 장비로 국가전략 달성에 필요
사업(연구)과의 부합성	• 다종센서 크라우드 소싱 공간 데이터를 빠르게 실시간으로 수집/시각화/전처리를 위한 웹 시스템 테스트에 필요함
연구장비의 중복성	• 본 구축 예정 장비는 동일 모델, 유사 사양이 부재하여 중복성이 매우 낮은 것으로 판단됨
연구장비의 활용성	• 본 장비는 크라우드 소싱 공간정보 데이터의 품질향상 및 매칭/정합 기술 검증에 활용 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 다종 시계열 공간데이터 수집 전처리 품질향상 기술개발 및 검증에 필요한 웹 시스템 사양 및 수량으로 계획함
연구장비 구축비용의 적정성	• 구축예정 장비는 크라우드 소싱데이터 수집/전처리 연구 개발 및 평가에 적절한 제품으로 평가되며 기구축장비와 구축예정장비의 사양이 유사하지 않아 적정가격을 판단하기 어려움
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 연구 책임자 관리하에 장비 관련 인력을 배치하여 통합 관리함. • 해당과제 연구기간중에는 효과적인 기술개발을 위해 독점사용할 예정

다. 견적서

monami
Imaging Solutions

견 적 서

수 신 : 국토교통과학기술진흥원
참 조 :
End-User :

견적 일자 : 20후 4月 14日
유효 기간 : 견적일로 부터 14일
지불 조건 :

사업자 등록 120-87-02695
상 호 ㈜ 모나미이미징솔루션즈
대 표 장준수
개 업 일 2006년06월15일
사 업 장 소 경기도 용인시 수지구 동천동 854-2 모나미
업 태 도소매,서비스
종 목 사무용기계장비, 인쇄출력관련
직인 생략

* 아래와 같이 견적합니다. (단위: 원)

품 목 Product	품 명 Product Description	소비자가 SR Price	수량 Q'ty	단가 Unit Price	합계 Amount Price
서버	◆ HPE DL380 Gen10 8LFF NC CTO Svr				
	HPE DL380 Gen10 8LFF NC CTO Svr		1	2,058,000	2,058,000
	HPE DL380 G10 CTO Mod-X 8LFF WO NIC		1	-	-
	Intel Xeon-Gold 6250 (3.9GHz/8-core/185W) FIO Processor Kit for HPE ProLiant DL380 Gen10		1	5,422,000	5,422,000
	Intel Xeon-Gold 6250 (3.9GHz/8-core/185W) Processor Kit for HPE ProLiant DL380 Gen10		1	5,422,000	5,422,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE 32GB (1x32GB) Dual Rank x4 DDR4-2933 CAS-21-21-21 Registered Smart Memory Kit		4	1,110,000	4,440,000
	Factory Integrated		4	-	-
	HPE 12TB SAS 12G Midline 7.2K LFF (3.5in) SC 1yr Wty Helium 512e Digitally Signed Firmware HDD		3	1,771,000	5,542,000
	Factory Integrated		3	-	-
	HPE 480GB SATA 6G Read Intensive LFF (3.5in) SCC 3yr Wty Digitally Signed Firmware SSD		2	503,000	1,006,000
	Factory Integrated		2	-	-
	HPE 9.5mm SATA DVD-ROM Optical Drive		1	87,000	87,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE 96W Smart Storage Lithium-ion Battery with 145mm Cable Kit		1	189,000	189,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE Smart Array P408i-a SR Gen10 (8 Internal Lanes/2GB Cache) 12G SAS Modular Controller		1	558,000	558,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE Ethernet 1Gb 4-port 366FLR Adapter		1	269,000	269,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE DL38X Gen10 High Performance Temperature Fan Kit		1	209,000	209,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE 800W Flex Slot Platinum Hot Plug Low Halogen Power Supply Kit		2	343,000	686,000
	Factory Integrated		2	-	-
	HPE GPU 2x 8-pin Cable Kit		1	69,000	69,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE 2U Large Form Factor Easy Install Rail Kit		1	88,000	88,000
	Factory Integrated		1	-	-
	HPE 3 Year Foundation Care 24x7 DL380 Gen10 Service		1	1,847,000	1,847,000
	HPE NVIDIA Tesla T4 16GB Module		1	4,894,000	4,894,000

※ 참고사항 : 예열파일 필요시 요청 바랍니다.

소 계	₩	30,736,000
VAT(10%)	₩	3,073,600
총 계 (VAT포함)	₩	33,809,600

※ 영업담당 : 이홍성부장 010-7323-8439/ js.lee@monamiis.com
※ 계좌정보 :

※ 견적서를 검토하신 후 제품 발주를 원하시는 경우 하단의 내용을 작성하여 회신 주시기바랍니다.(본 내용은 발주서 효력을 가집니다.)
또는, 귀사 양식의 발주서를 엑스나 메일로 보내주시기 바랍니다.

발 주 담 당 :
연 락 처 :
결 제 일 자 :
배송주소지 :

monami
Imaging Solutions

견 적 서

수 신 : 국토교통과학기술진흥원
참 조 :
End-User :

견적 일자 : 20年 4月 14日
유효 기간 : 견적일로 부터 14일
지불 조건 :

사업자 등록 120-87-02695
상 호 ㈜ 모나미이미징솔루션즈
대 표 장문수
개 업 일 2006년06월15일
사 업 장 소 경기도 용인시 수지구 동천동 854-2 모나미
업 태 도소매,서비스
종 목 사무용기계장비, 인쇄출력관련
직인 생략

* 아래와 같이 견적합니다. (단위: 원)

품 목 Product	품 명 Product Description	소비자가 SR Price	수량 Q'ty	단가 Unit Price	합계 Amount Price
					-
	◈ HPE DL380 Gen10 8LFF NC CTO Svr		2	30,736,000	61,472,000

※ 참고사항 : 엑셀파일 필요시 요청 바랍니다.

소 계	₩	61,472,000
VAT(10%)	₩	6,147,200
총 계 (VAT포함)	₩	67,619,200

※ 영업담당 : 이종성부장 010-7323-8439/ js.lee@monamiis.com

※ 계좌정보 :

※ 견적서를 검토하신 후 제품 발주를 원하시는 경우 하단의 내용을 작성하여 회신 주시기바랍니다.(본 내용은 발주서 효력을 가집니다.)
또는, 귀사 양식의 발주서를 팩스나 메일로 보내주시기 바랍니다.

발 주 담 당 :
연 락 처 :
결 제 일 자 :
배송주소지 :

견 적 서

수신 : 국토교통과학기술진흥원

견적 총액 : ₩ 80,000,000 원 (부가세 별도)

* 견적 일자 : 2020년 4월 14일
* 문서 번호 : SOL200414-01A
* 납품 기한 : 발주처와 협의
* 대금 지불 : 발주처와 협의
* 견적 유효 기간 : 견적일로부터 30일

가이아쓰리디㈜
서울시 금천구 벚꽃로 278 SJ테크노빌 702호
사업자등록번호 : 214-86-70924
대표이사 : 신상희
Tel : 02)3397-3475(대표) / Fax : 02)3397-3478

"2D GIS 엔진/3D 시각화 SW 공급"에 관하여
아래와 같이 견적을 제출합니다.

아 래

구분	품 목 및 사 양	견적 내용	금액(원)
공간정보 솔루션	1. GeoServer for KAOS-G Enterprise Package : 1식 구매 - GeoServer(GIS엔진/서버), OpenLayers(GIS엔진/웹)로 구성 - PostGIS(GIS엔진/분석)를 이용한 안정적인 공간자료 관리 (PostgreSQL DBMS필요) - GeoWebCache를 통한 대용량 영상지도 쾌속 서비스 - OpenLayers를 이용한 웹 지도 서비스 - 국제표준인 OGC 사용 준수를 통한 확장성 - 대한민국 GS인증 제품(한국오픈소스GIS협동조합 제품)	- 지원 CPU Core: 8 Core 이상 - 1년 무상 유지보수 포함 . 업무시간중 온라인지원(20회) . 설치지원 1회, 방문지원 3회 . 개발자 교육 바우처 2장 지원	30,000,000
	2. mago3D Enterprise Package : 1식 구매 - 웹 브라우저 기반 대용량 3차원 객체 가시화 - 별도의 플러그인 및 ActiveX 설치 불필요 - 3차원 객체 조작을 위한 기본 API 제공 - IFC, OBJ, 3DS, COLLADA, LAS 등 오픈 포맷 지원 - OGC 표준 웹서비스(OWS)를 통한 확장 - 3차원 객체 속성 관리 기능 제공 - JavaScript를 이용한 유연한 시스템 통합 - 대한민국 GS인증 제품	- 지원 CPU Core: 16 Core 이상 (GPU VRAM 6GB이상 필요) - mago3D.js, 포맷 변환기 등으로 구성 - 서버 OS: Windows, Linux - 1년 무상 유지보수 포함 . 업무시간중 온라인지원(20회) . 방문지원 4회(설치 포함) . 개발자 교육 바우처 2장 지원	50,000,000
총계			80,000,000
견적 금액			**80,000,000**

※ 소프트웨어 패키지는 설치 후 1년간 무상 유지보수. 이후 연간 20% 유지보수율 권장

SJ TechnoVille #702, 278 Beotkkot-ro, Geumcheon-gu, Seoul, 08511 South Korea
TEL : +82-2-3397-3475 / FAX : +82-2-3397-3478

Gaia3D
The GeoSpatial Company

(3) 장비번호: 1-2-1-002

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><td colspan="2">구분</td><td colspan="5">내용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">라이다/영상/열화상 센서 드론</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Laida/Video/Terror Sensor Drone</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">DJI / M300</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 38 / 수량 : 1 / 총금액 : 38</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 드론에 장착된 영상/열화상/라이다 센서로 부터 데이터 수집</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 영상/열화상센서 장착 드론
- 카메라 36MP이상
- 열화상센서 (Flir)
- RTK</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 국토교통부 7대 신산업 내 드론 활용 3차원 정밀 지도 구축 방향 제시 • 영상/열화상/라이다 시스템을 장착한 드론 기반 고정밀 지도를 제작하여 디지털 인프라를 구축하기 위한 국가전략 달성에 필요
사업(연구)과의 부합성	• 3차원 고정밀 지도제작에 필수적인 변화인식 기술 및 실시간 자동 갱신을 위해 드론으로부터 취득한 다종 시계열 공간정보 데이터들을 수집하여 전처리를 통한 양질의 데이터 구축이 요구됨
연구장비의 중복성	• 본 과제 구축 예정 장비는 고성능 영상/열화상/라이다 시스템을 장착한 드론 장비로 중복성이 낮은 것으로 판단됨
연구장비의 활용성	• 드론으로부터 다종 시계열 고정밀 데이터(영상/열화상/라이다)들을 취득하는데 사용함 • 취득된 데이터들은 데이터 전처리 및 품질향상을 위한 기술 개발에 사용됨
연구장비 사양·수량의 적합성	• 드론에 장착된 다중센서(영상/열화상/라이다)로부터 시계열 공간정보 데이터 수집에 필요한 시스템 사양 및 수량으로 계획함
연구장비 구축비용의 적정성	• 4차산업혁명의 핵심 공중 이동체로서 드론에 다종 공간정보 취득 센서들을 장착하여 영상 및 라이다 데이터 수집에 적절한 제품으로 평가되며 전문적으로 드론 및 관련 센서들을 취급하는 업체로부터 비용을 산정
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 연구 책임자 관리하에 장비 관련 인력을 배치하여 통합 관리함. • 해당과제 연구기간중에는 효과적인 기술개발을 위해 독점사용할 예정

다. 견적서

견 적 서

견적일자 : 2020년 4월 13일 국토교통과학기술진흥원 귀하 견적요청에 감사드리며 아래와 같이 견적합니다.	공급자	등록번호	241-81-00240		
		상 호	(주) 엘셀	대표자	장성기
		주 소	서울특별시 송파구 법원로 127 문정 대명벨리온 209호		
		업 태	도, 소매	종 목	무역
		전화번호	1688-5343	팩스번호	02-6008-2181

합계금액 : ₩ 38,480,000 일금 (VAT 별도)

순번	품목명/규격	수량	단가	공급가액	비고
1	영상/열화상/RTK 드론				
	[DJI] Matrice 210 RTK V2 Combo	1	15,000,000	15,000,000	
	XT2 열영상 카메라 640*512 13mm 30HZ	1	17,000,000	17,000,000	
	X7 짐벌+렌즈(24mm)	1	4,700,000	4,700,000	
	[DJI] Matrice 200시리즈 TB55 인텔리전트 배터리	4	445,000	1,780,000	
합계				38,480,000	

납기일자		납품장소	
유효일자	견적일로부터 14일	결제조건	후입금
비 고	* 제품 인도방법에 따라 서울, 수도권 지역외 "출장 및 납품" 비용이 별도로 발생 할 수 있습니다. * A/S 및 보증정책은 각 제조사별 정책을 따르며, 해당 정책을 확인하지 않아 발생하는 불이익은 당사가 책임지지 않음 (이후 제품 사용시 사용자 부주의로 인한 파손 및 비용발생은 "유상처리" 됨을 고지합니다.) * 수입제품 특성 상 발주 후 30일 이내 납기를 원칙으로 합니다 단, 제조사, 수입사 사정(예약상품, 대량구매, 생산지연 등)으로 인한 특수상황 발생 시 사전 협의 후 납기일이 연장 될 수 있습니다. * 라이선스 제품의 특성상 입금 후 5일 이내 라이선스가 발급됩니다. (주말, 공휴일 제외) * 기재된 품목 조정 시, 견적가에 대한 추가할인이 적용되지 않습니다.		

박종섭 대리 070-7424-2127

(4) 장비번호: 1-2-1-003

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">자율주행 모의 카메라/라이다 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">self-driving simulation camera/radar system</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 50 / 수량 : 1 / 총금액 : 50</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 자율주행차에 장착된 영상/라이다 센서로 부터 데이터 수집</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td></td><td>√</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 카메라 센서
• 라이다 센서</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항없음
사업(연구)과의 부합성	• 3차원 고정밀 지도제작에 필수적인 변화인식 기술 및 실시간 자동 갱신을 위해 자율자동차로부터 취득한 다종 시계열 공간정보 데이터들을 수집하여 전처리를 통한 양질의 데이터 구축이 요구됨
연구장비의 중복성	• 본 과제 구축 예정 장비는 고성능 영상/라이다 시스템을 장착한 드론 장비로 중복성이 낮은 것으로 판단됨
연구장비의 활용성	• 자율쥬행차량으로 부터 다종 시계열 고정밀 데이터(영상/라이다)들을 취득하는데 사용함 • 취득된 데이터들은 데이터 전처리 및 품질향상을 위한 기술 개발에 사용됨
연구장비 사양·수량의 적합성	• 자율주행차에 장착된 다중센서(영상/라이다)로부터 시계열 공간정보 데이터 수집에 필요한 시스템으로 단기 임대 사용 계획 함
연구장비 구축비용의 적정성	• 4차산업혁명의 핵심 이동체로서 자율주행 차량에 다종 공간정보 취득 센서들을 장착하여 영상 및 라이다 데이터 수집에 적절한 제품으로 평가되며 자율주행차 보유 및 관련 센서들을 취급하는 업체로부터 비용을 산정하여 가격적정성이 있는 것으로 판단됨
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 연구 책임자 관리하에 장비 관련 인력을 배치하여 통합 관리 • 해당과제 연구기간 중 단기 임대 사용 예정

다. 견적서

TILAB2020-032001

TI·Lab

견 적 서

국토교통과학기술진흥원

견 적 일 2020년 03월 20일

유효기간 견적일로부터 1개월

공급자			
상호	㈜티아이랩	대표자	신 진 수 (인)
등록번호	264-81-36208		
주소	경기도 성남시 수정구 창업로 42 경기기업성장센터 922호		
전화	031-606-8012	팩스	031-606-8013

견적금액 : 일금 오천만원정 (₩50,000,000)

(공급가액 + 세액) (단위:원)

No.	품 명	내 용	수량	단 가	공급가액	비 고
1	자율주행 모의 카메라/라이다 시스템 임대	- 카메라 : 5MP급 거리별, 시간별 촬영 가능 - 라이다 : 초당 700,000 포인트 최대 100m 측정 - GNSS/INS : POS LV 210	1	50,000,000	50,000,000	
소 계					50,000,000	
합계(부가세 포함)					**50,000,000**	

기타사항

1. 납 기 : 협의 후 결정
2. 결재계좌 : 중소기업은행 513-025500-04-050, 예금주 : ㈜티아이랩
3. 담 당 자: 홍주석 책임연구원(HP: 010-9056-0792, E-mail: jshong@tilab.co.kr)
4. 상기 견적에 의거 발주를 원하시면 서명 후 재송부 바랍니다. 소속 : _____ 성명 : _____ (인)

(5) 장비번호: 1-2-2-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Multidisciplinary platform/sensor change detection/monitoring server/computer</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 330 / 수량 : 1 / 총금액 : 330</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 다종 플랫폼/센서 변화탐지/모니터링을 위한 공통 API 지원을 위한 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>√</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 위성/항공영상, 드론/차량영상, 휴대용기기 영상을 실시간/고속/자동 처리/분석하여 변화탐지/모니터링을 위한 공통 API 지원 가능해야 함
• 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등
• API지원 등 플랫폼 서비스 가능한 백본 소프트웨어
• 서버HW, 스토리지서버
• 다종 데이터 가공, 분석, 변화탐지 API 서비스 모듈
• 보안, 원격, 인증 및 기타 모듈</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 공간정보는 4차산업 핵심기술과 연계하고, 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 중에서 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목 • 이 중에서도 본 장비는 특히 자율주행차, 드론(무인기), 가상증강현실 분야에 접목되어 공간정보 변화탐지를 위한 빅데이터, 인공지능 기반 처리/분석에 적용 • 4차산업 핵심기술 기반 공간정보 융복합 신산업 창출에 기여하기 때문에 국가의 선제적 투자를 통한 기술 확보가 필요
사업(연구)과의 부합성	• 본 연구는 위성, 항공기, 드론, 차량, 휴대용 기기에서 수집한 센서 데이터를 활용해서 다양한 목적/대상/스케일의 변화인식에 적용되는 공통 API/플랫폼을 개발 • 개발된 변화인식 공통 API/플랫폼을 탑재하여 대용량 다종 플랫폼/센서 데이터를 입력으로 다양한 변화탐지 시스템에 효율적으로 적용되는지 검증해야 함 • 실제 대용량 데이터에 대한 실시간/고속 연산이 중요하기 때문에 세부 공정별 기술개발 과정, 통합 현장 적용과 성능 평가 등 전체 과정에서 지속적으로 활용 • 이에 데이터 용량, 연산 수요, 알고리즘 성능, 하드웨어 규격 등을 고려하여 별도의 최적화된 장비를 구축하고 지속적으로 업그레이드 해야 함
연구장비의 중복성	• 본 장비는 다종 플랫폼/센서 데이터 기반 변화인식/모니터링에 최적화된 장비로서 국내에 존재하지 않고 주문제작이나 자체제작해야하는 것으로 중복성이 없음
연구장비의 활용성	• 본 장비가 구축되면 위성, 항공기, 드론, 차량, 휴대용 기기에서 수집한 센서 데이터를 처리/분석한 변화인식/모니터링에 공통 API/플랫폼 개발과 시험에 활용 • 개별 목적/대상에 특화된 위성/항공기 기반 광역 변화인식 시스템, 드론/차량 기반 도심 변화인식 시스템, 휴대용 기기 기반 정밀 변화인식 시스템에 API 지원 • 사업 종료 후에도 국토교통부 NS센터, 국토지리정보원이나 지자체 공간정보 담당부서 등에서 활용 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 본 장비의 사양은 대용량 다종 플랫폼/센서 데이터를 처리/분석하여 실시간/고속/자동으로 변화인식/모니터링을 수행을 위해 센서 데이터의 종류와 용량, 처리/분석에 대한 연산 요구사항 등을 고려하여 설정하였고 적합하다고 판단됨 • 기술개발과 성능시험 목적으로 1기의 장비로 연구수행이 가능하며, 이후의 활용 단계에서는 활용기관의 요구사항에 따라 추가 장비 구축이나 성능 개선이 필요함
연구장비 구축비용의 적정성	• 제우스에서 해당 목적/성능과 유사한 장비의 정보가 검색되지 않고 기구축장비의 가격정보를 알 수 없어 가격적정성을 판단하기 어려움 • 그러나 데이터 용량, 연산 요구사항 등을 고려해서 설정한 사양에 따라 구축 예정 장비의 비교 견적을 통해서 최소 금액으로 제안
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 통합 관리함. 연구 장비는 연구 책임자의 관리하에서 장비 관련 인력을 배치하여 월/주 단위 장비 관리가 이루어짐 • 과제 진행 기간 동안 해당 장비의 운영에 있어서 실제 운용 경험이 있는 인력을 전담 배치함 • 해당 과제 연구기간 중에는 효과적인 기술 개발을 위해 독점 사용할 예정

다. 견적서

견 적 서

Bentley

GEOINT

고객명	담당자 貴中	견적번호	GI-Q-202004-112
부서명	담당부서	견적일	2020-04-14
담당자		담당자	조성휘
연락처 TEL		연락처 TEL	031-625-3388
연락처 FAX		연락처 FAX	031-737-2088
연락처 E-MAIL		연락처 E-MAIL	

귀사의 무궁한 발전을 기원하며, 아래와 같이 견적을 제출합니다.

견적금액: 330,000,000원(부가세 포함)

(단위: 원)

번호	품명	단가	수량	금액	비고
1	**다종 플랫폼 변화탐지 서버/전산시스템**		**1**	**300,000,000**	
	- 서버(HW)(실치력 등, 부수 기자재 포함)	33,456,000	3	100,368,000	
	- 스토리지서버(HW)	9,821,000	1	9,821,000	
	- 다종 플랫폼 데이터 가공 모듈	65,000,000	1	65,000,000	
	- 다종 플랫폼 데이터 분석 모듈	50,000,000	1	50,000,000	
	- 다종 플랫폼 데이터 변화탐지 서비스(API) 모듈	60,000,000	1	60,000,000	
	- 보안, 원격, 인증 및 기타 모듈	14,811,000	1	14,811,000	
	공 급 가 액			300,000,000	
	부가가치세			30,000,000	
	합 계(십만단위 절삭)			**330,000,000**	

※ 위 견적은 1개월간 유효합니다.
※ 납품은 발주 후 15일 이내입니다.

발주사(기관):

발주일자:

성 명: (인)

주식회사 지오인트
대표이사 조 성 휘

- 데이터 분석/처리/서비스 서버 사양 및 가격

구 분	설 명	수량	소비자단가	공급단가	공급합계
- 제품 설명 (4U, Xeon 4214 2CPU, 128GB Memory, 960GB SSD x4, 2TB SATA x4, 1600W x3 RPS)					
ESC8000-G4	ASUS GPU Server ESC8000-G4	1	9,144,000	5,852,000	5,852,000
	- Supports two Intel® Xeon® Scalable Processors Family				
	- Maximum up to 3072GB RDIMM, 24 (6-channel per CPU, 12 DIMM per CPU)				
	- 4U Rackmount, 2+1 Redundant 1600W 80PLUS Platinum Power Supply				
	- 8 x Hot-swap 2.5" HDD Bays				
	- GPU Kit for passive GPU/Xeon Phi support (Max. 8 GPU)				
	- 1 x Dual Port Intel I350-AM2 Gigabit LAN controller + 1 x Mgmt LAN				
	- ASWM Enterprise (Default 1xASMB8-iKVM for KVM-over-Internet)				
CD8069504212601	Intel® Xeon® Silver (12-core/24-thread) 4214 Processor (16.5M Cache, 2.20 GHz) FC-LGA14B	2	1,498,000	959,000	1,918,000
32E4RD2666	32GB DDR4 Registered ECC PC4 2666	4	300,150	192,000	768,000
SSDSC2KB960G801	Intel® SSD D3-S4510 Series (960GB, 2.5in SATA 6Gb/s, 3D2, TLC) Generic Single Pack	4	584,000	374,000	1,496,000
MH2000ST	S-ATA3 Enterprise 7.2krpm 2TB Disk	4	578,000	370,000	1,480,000
RS3DC080	Intel® RAID Controller RS3DC080, Single	1	697,000	446,000	446,000
SGPU-V100	NVIDIA TESLA V100 - Passive Fan, 5,120 CUDA Core, 32GB MEM	2	16,794,000	10,748,000	21,496,000
- 제품보증 : 2년 무상부품			합 계 (원)		33,456,000
			부가세 (원)		3,345,600
			총 금액 (원)		36,801,600

- 데이터 백업 서버 사양 및 가격

구 분	설 명	수량	소비자단가	공급단가	공급합계
- 제품 설명 (2U, Xeon 4214 2CPU, 128GB Memory, 480GB SSD x2, 10TB SATA x8, 1300W x2 RPS)					
R2312WFTZSR	Intel® Server System R2312WFTZSR, Single	1	4,110,000	2,630,000	2,630,000
CD8069504212601	Intel® Xeon® Silver (12-core/24-thread) 4214 Processor (16.5M Cache, 2.20 GHz) FC-LGA14B	2	1,498,000	959,000	1,918,000
32E4RD2666	32GB DDR4 Registered ECC PC4 2666	4	300,150	192,000	768,000
MZ7LH480HAHQ	Samsung Enterprise SSD PM883 480GB (2.5in SATA 6Gb/s, TLC)	2	300,564	192,000	384,000
MH10000ST	S-ATA3 Enterprise 7.2krpm 10TB Disk	8	578,000	370,000	2,960,000
RMS3CC080	Intel® Integrated RAID Module RMS3CC080, Single	1	697,000	446,000	446,000
RES3FV288	Intel® Storage Expander RES3FV288, 5 Pack	1	703,000	450,000	450,000
AXX1300TCRPS	1300W AC CRPS 80+ Titanium efficiency power supply module AXX1300TCRPS, Single	1	414,000	265,000	265,000
- 제품보증 : 2년 무상부품			합 계 (원)		9,821,000
			부가세 (원)		982,100
			총 금액 (원)		10,803,100

(6) 장비번호: 1-2-2-002

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">항공/지상 센서 시험 데이터</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Air/Ground Sensor Test Data</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 150 / 수량 : 1 / 총금액 : 150</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 항공/지상 센서 기반 광역변화탐지 개발과 검증을 위한 시험 데이터 확보</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><th>구매</th><th>임대</th><th>제작의뢰</th><th>자체제작</th><th>기타(직접기재)</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>√</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 시험검증 대상지역에 대한 항공/지상 센서 데이터
• 드론 항공 영상(1km^2)
• 드론 라이다 데이터(1km^2)
• 지상 MMS 데이터(0.5km^2)
• 항공사진 등 기타 데이터(1km^2)
• 1년 주기로 각 3회 이상</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 공간정보는 4차산업 핵심기술과 연계하고, 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 중에서 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목 • 이 중에서도 본 데이터는 특히 스마트시티 분야 등의 활용을 위해 국토 변화탐지를 위한 빅데이터, 인공지능 기반 처리/분석에 적용 • 4차산업 핵심기술 기반 공간정보 융복합 신산업 창출에 기여하기 때문에 국가의 선제적 투자를 통한 기술 확보가 필요
사업(연구)과의 부합성	• 본 연구는 위성, 항공기, 드론, 차량, 휴대용 기기에서 수집한 센서 데이터를 활용해서 다양한 목적/대상/스케일의 변화인식에 적용되는 공통 API/플랫폼을 개발 • 개발된 변화인식 공통 API/플랫폼의 학습과 시험검증을 위해 시험 대상 지역에서 다양한 시기에 지속적으로 취득된 다양한 플랫폼/센서 데이터가 필요함 • 기술 개발 전체 과정에 있어 지속적으로 성능 개선을 수행하면서 대상 지역의 표준 시계열 데이터를 이용하여 학습하고 성능 평가함
연구장비의 중복성	• 본 데이터는 다종 플랫폼/센서 데이터 기반 변화인식/모니터링 공통 API/플랫폼을 위한 학습과 성능평가에 최적화된 데이터로 중복성이 없음
연구장비의 활용성	• 시험 대상 지역에 대한 위성, 항공기, 드론, 차량, 휴대용 기기에서 시계열적으로 수집한 표준 센서 데이터로 변화인식/모니터링 공통 API/플랫폼 개발과 시험에 활용 • 사업 종료 후에도 개발된 플랫폼 또는 유사한 기능의 시스템의 학습과 성능평가를 위한 표준 데이터셋으로 활용 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 본 데이터의 사양은 다종 플랫폼/센서 데이터 기반 변화인식/모니터링 API/플랫폼의 학습과 성능평가를 위한 요구사항을 고려하여 설정하였고 적합하다고 판단됨 • 기술개발과 성능시험 목적으로 대상지역의 1 데이터셋으로 연구수행이 가능하며, 이후의 활용 단계에서는 활용기관의 요구사항에 따라 시험 대상지역을 추가하거나 플랫폼나 센서 종류를 추가할 수 있음
연구장비 구축비용의 적정성	• 제우스에서 해당 목적/성능과 유사한 장비의 정보가 검색되지 않고 기구축장비의 가격정보를 알 수 없어 가격적정성을 판단하기 어려움 • 데이터 용량, 연산 요구사항 등을 고려해서 설정한 사양에 따라 구축 예정 장비의 비교 견적을 통해서 최소 금액으로 제안
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 확보한 시험 데이터셋은 연구수행기관에서 통합 관리하고, 공동 수행기관이나 유사연구를 수행하는 기관에 공동 활용할 수 있도록 제공할 예정

다. 견적서

TILAB2020-0414

TI·Lab

견 적 서

서울시립대학교 산학협력단 귀하

견 적 일 2020년 04월 14일

유효기간 견적일로부터 1개월

공급자

상호 ㈜티아이랩 대표자 신 진

등록번호 264-81-36208

주소 서울시 성동구 성수일로8길 5, 서울숲 SK V1타워 A동 1002호

전화 02-6233-8012 팩스 02-6233-8013

견적금액 : 150,000,000

(단위:원)

No.	품 명	내 용	수량	단 가	공급가액	비 고
1	드론측량(광학)	드론측량(광학) (1제곱킬로미터)	3	10,000,000	30,000,000	
2	드론측량(LiDAR)	드론측량(광학) (1제곱킬로미터)	3	15,000,000	45,000,000	
3	지상MMS	드론측량(광학) (0.5제곱킬로미터, 차량접근 가능지역)	3	15,000,000	45,000,000	
4	항공사진 및 기타 데이터	항공사진 및 기타 데이터	3	10,000,000	30,000,000	

-이하여백

소 계(부가세 별도)				150,000,000	

기타사항

1. 납 기 : 계약일로부터 4주 이내(제조일정 및 기타 여건상 변경될 수 있음)
2. 결재계좌 : 중소기업은행 513-025500-04-050, 예금주 : ㈜티아이랩
3. 담 당 자: 홍주석 책임연구원(HP: 010-9056-0792, E-mail: jshong@tilab.co.kr)
4. 상기 견적에 의거 발주를 원하시면 서명 후 재송부 바랍니다.

(7) 장비번호: 1-2-2-003

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><td colspan="2">구분</td><td colspan="5">내용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Satellite/aircraft sensor-based wide-area change detection server/computer system</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 165 / 수량 : 1 / 총금액 : 165</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>√</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 대용량 위성/항공영상으로 광역 변화탐지를 수행 가능해야함
• 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등
• 서버HW
• 위성/항공 센서 데이터 처리/분석 모듈
• 위성/항공 센서 기반 변화탐지 서비스 모듈</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 공간정보는 4차산업 핵심기술과 연계하고, 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 중에서 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목 • 이 중에서도 본 장비는 특히 스마트시티 분야 등의 활용을 위해 국토 변화탐지를 위한 빅데이터, 인공지능 기반 처리/분석에 적용 • 국토위성, 환경위성 등 국가 주도 우주사업을 통해 확보되는 위성영상과 국토부나 지자체에서 주기적으로 촬영하는 항공 영상의 활용도 제고 • 4차산업 핵심기술 기반 공간정보 융복합 신산업 창출에 기여하기 때문에 국가의 선제적 투자를 통한 기술 확보가 필요
사업(연구)과의 부합성	• 본 연구는 국토위성 등 국내외 위성영상과 주기적으로 취득되는 항공영상을 활용해서 국토의 광역적인 변화인식/모니터링을 수행하는 기술 개발과 실증 시스템 구축 • 주기적으로 수집되는 위성영상과 항공영상 등을 기반으로 다종 플랫폼/센서 공통 변화인식 플랫폼과 연동하여 운영됨 • 위성영상과 항공영상에 대해 변화인식 플랫폼과 연동하여 실시간/고속 연산을 수행해야 하기 때문에 세부 공정별 기술개발 과정, 통합 현장 적용과 성능 평가 등 전체 과정에서 지속적으로 활용 • 이에 데이터 용량, 연산 수요, 알고리즘 성능, 하드웨어 규격 등을 고려하여 별도의 최적화된 장비를 구축하고 지속적으로 업그레이드 해야 함
연구장비의 중복성	• 본 장비는 대용량 위성영상과 항공영상를 활용해서 국토의 광역 변화인식/모니터링에 최적화된 장비로서 국내에 존재하지 않고 주문 제작이나 자체 제작해야 하는 것으로 중복성이 없음
연구장비의 활용성	• 본 장비가 구축되면 대용량 위성영상과 항공영상를 활용해서 국토의 광역 변화인식/모니터링을 수행하는 기술 개발과 시스템 구축에 활용 • 다종 플랫폼/센서 데이터 기반 변화인식 플랫폼과 유기적으로 연계하여 제공되는 핵심 API를 활용 • 사업 종료 후에도 국토교통부 국토지리정보원이나 지자체 공간정보 관련 부서 등에 설치되어 시범 적용과 성능 평가를 위해 활용 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 본 장비의 사양은 대용량 위성영상과 항공영상 기반 변화인식/모니터링을 위해 데이터의 종류와 용량, 처리/분석에 대한 연산 요구사항 등을 고려하여 설정하였고 적합하다고 판단됨 • 기술개발과 성능시험 목적으로 1기의 장비로 연구수행이 가능하며, 이후의 활용 단계에서는 활용기관의 요구사항에 따라 추가 장비 구축이나 성능 개선이 필요함
연구장비 구축비용의 적정성	• 제우스에서 해당 목적/성능과 유사한 장비의 정보가 검색되지 않고 기구축장비의 가격정보를 알 수 없어 가격적정성을 판단하기 어려움 • 그러나 데이터 용량, 연산 요구사항 등을 고려해서 설정한 사양에 따라 구축 예정 장비의 비교 견적을 통해서 최소 금액으로 제안
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 통합 관리함. 연구 장비는 연구 책임자의 관리하에서 장비 관련 인력을 배치하여 월/주 단위 장비 관리가 이루어짐 • 과제 진행 기간 동안 해당 장비의 운영에 있어서 실제 운용 경험이 있는 인력을 전담 배치함 • 해당 과제 연구기간 중에는 효과적인 기술 개발을 위해 독점 사용할 예정

다. 견적서

견 적 서

고객명		담당자	貴中
부서명		담당부서	
담당자			
연락처	TEL		
	FAX		
	E-MAIL		

견적번호	GI-Q-202004-113
견적일	2020-04-14
담당자	조성휘
연락처 TEL	031-625-3388
연락처 FAX	031-737-2088
연락처 E-MAIL	

귀사의 무궁한 발전을 기원하며, 아래와 같이 견적을 제출합니다.

견적금액: 165,000,000(부가세 포함)

(단위: 원)

번호	품명	단가	수량	금액	비고
1	**위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산시스템**		**1**	**150,000,000**	
	- 서버(HW)(설치랙 등, 부수 기자재 포함)	33,456,000	2	66,912,000	
	- 위성/항공영상 처리/분석 모듈	50,000,000	1	50,000,000	
	- 위성/항공영상 데이터 변화탐지 서비스 모듈	33,088,000	1	33,088,000	
공 급 가 액				150,000,000	
부가가치세				15,000,000	
합 계(십만단위 절삭)				**165,000,000**	

※ 위 견적은 1개월간 유효합니다.

※ 납품은 발주 후 15일 이내입니다.

발주사(기관):

발주일자:

성 명: (인)

주식회사 지오인트
대표이사 조 성 휘

- 데이터 분석/처리/서비스 서버 사양 및 가격

구 분	설 명	수량	소비자단가	공급단가	공급합계
- 제품 설명 (4U, Xeon 4214 2CPU, 128GB Memory, 960GB SSD x4, 2TB SATA x4, 1600W x3 RPS)					
ESC8000-G4	ASUS GPU Server ESC8000-G4	1	9,144,000	5,852,000	5,852,000
	- Supports two Intel® Xeon® Scalable Processors Family				
	- Maximum up to 3072GB RDIMM, 24 (6-channel per CPU, 12 DIMM per CPU)				
	- 4U Rackmount, 2+1 Redundant 1600W 80PLUS Platinum Power Supply				
	- 8 x Hot-swap 2.5" HDD Bays				
	- GPU Kit for passive GPU/Xeon Phi support (Max. 8 GPU)				
	- 1 x Dual Port Intel I350-AM2 Gigabit LAN controller + 1 x Mgmt LAN				
	- ASWM Enterprise (Default 1xASMB8-iKVM for KVM-over-Internet)				
CD8069504212601	Intel® Xeon® Silver (12-core/24-thread) 4214 Processor (16.5M Cache, 2.20 GHz) FC-LGA14B	2	1,498,000	959,000	1,918,000
32E4RD2666	32GB DDR4 Registered ECC PC4 2666	4	300,150	192,000	768,000
SSDSC2KB960G801	Intel® SSD D3-S4510 Series (960GB, 2.5in SATA 6Gb/s, 3D2, TLC) Generic Single Pack	4	584,000	374,000	1,496,000
MH2000ST	S-ATA3 Enterprise 7.2krpm 2TB Disk	4	578,000	370,000	1,480,000
RS3DC080	Intel® RAID Controller RS3DC080, Single	1	697,000	446,000	446,000
SGPU-V100	NVIDIA TESLA V100 - Passive Fan, 5,120 CUDA Core, 32GB MEM	2	16,794,000	10,748,000	21,496,000
- 제품보증 : 2년 무상부품		합 계 (원)			33,456,000
		부가세 (원)			3,345,600
		총 금액 (원)			36,801,600

(8) 장비번호: 1-2-2-004

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Low Altitude/ground mobile platform based urban change detection server/computer system</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 165 / 수량 : 1 / 총금액 : 165</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>√</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 드론/차량영상으로 도심 변화탐지를 수행 가능해야함
• 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등
• 서버HW
• 저고도/지상 센서 데이터 처리/분석 모듈
• 저고도/지상 센서 기반 변화탐지 서비스 모듈</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 공간정보는 4차산업 핵심기술과 연계하고, 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 중에서 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목 • 이 중에서도 본 장비는 특히 자율주행차, 드론(무인기) 분야에 접목되어 공간정보 변화탐지를 위한 빅데이터, 인공지능 기반 처리/분석에 적용 • 4차산업 핵심기술 기반 공간정보 융복합 신산업 창출에 기여하기 때문에 국가의 선제적 투자를 통한 기술 확보가 필요
사업(연구)과의 부합성	• 본 연구는 대량의 커넥티드된 드론, (자율)차량 기기에서 수집한 센서 데이터를 활용해서 도심의 변화인식/모니터링을 수행하는 기술 개발과 실증 시스템 구축 • 드론 또는 차량의 도심 관제 센터 등에 설치되어 실시간 전송되는 드론/차량 센서 데이터를 기반으로 다종 플랫폼/센서 공통 변화인식 플랫폼과 연동하여 운영됨 • 실시간 전송되는 대용량 드론/차량 센서 데이터 대해 변화인식 플랫폼과 연동하여 실시간/고속 연산을 수행해야하기 때문에 세부 공정별 기술개발 과정, 통합 현장 적용과 성능 평가 등 전체 과정에서 지속적으로 활용 • 이에 데이터 용량, 연산 수요, 알고리즘 성능, 하드웨어 규격 등을 고려하여 별도의 최적화된 장비를 구축하고 지속적으로 업그레이드 해야 함
연구장비의 중복성	• 본 장비는 대량의 커넥티드된 드론, (자율)차량 기기에서 수집한 센서 데이터를 활용해서 도심의 변화인식/모니터링에 최적화된 장비로서 국내에 존재하지 않고 주문제작이나 자체제작해야하는 것으로 중복성이 없음
연구장비의 활용성	• 본 장비가 구축되면 커넥티드된 드론/차량으로 취득하여 전송되는 센서 데이터를 활용해서 도심의 변화인식/모니터링을 수행하는 기술개발과 시스템구축에 활용 • 다종 플랫폼/센서 데이터 기반 변화인식 플랫폼과 유기적으로 연계하여 제공되는 핵심 API를 활용 • 사업 종료 후에도 국토교통부, 지자체 산하 드론이나 자율차 관제 센터 등에 설치되어 시범 적용과 성능 평가를 위해 활용 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 본 장비의 사양은 커넥티드된 드론/차량으로 취득하여 실시간 전송되는 대용량 센서 데이터 기반 변화인식/모니터링을 위해 센서 데이터의 종류와 용량, 처리/분석에 대한 연산 요구사항 등을 고려하여 설정하였고 적합하다고 판단됨 • 기술개발과 성능시험 목적으로 1기의 장비로 연구수행이 가능하며, 이후의 활용 단계에서는 활용기관의 요구사항에 따라 추가 장비 구축이나 성능 개선이 필요함
연구장비 구축비용의 적정성	• 제우스에서 해당 목적/성능과 유사한 장비의 정보가 검색되지 않고 기구축장비의 가격정보를 알 수 없어 가격적정성을 판단하기 어려움 • 그러나 데이터 용량, 연산 요구사항 등을 고려해서 설정한 사양에 따라 구축 예정 장비의 비교 견적을 통해서 최소 금액으로 제안
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 통합 관리함. 연구 장비는 연구 책임자의 관리하에서 장비 관련 인력을 배치하여 월/주 단위 장비 관리가 이루어짐 • 과제 진행 기간 동안 해당 장비의 운영에 있어서 실제 운용 경험이 있는 인력을 전담 배치함 • 해당 과제 연구기간 중에는 효과적인 기술 개발을 위해 독점 사용할 예정

다. 견적서

견 적 서

Bentley

GEOINT

고객명	담당자	貴中	견적번호	GI-Q-202004-114
부서명	담당부서		견적일	2020-04-14
담당자			담당자	조성휘
연락처 TEL			연락처 TEL	031-625-3388
연락처 FAX			연락처 FAX	031-737-2088
연락처 E-MAIL			연락처 E-MAIL	

귀사의 무궁한 발전을 기원하며, 아래와 같이 견적을 제출합니다.

견적금액: 165,000,000

(단위: 원)

번호	품명	단가	수량	금액	비고
1	**저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산시스템**		**1**	**150,000,000**	
	- 서버(HW)	33,456,000	2	66,912,000	
	- 저고도/지상 데이터 처리/분석 모듈	50,000,000	1	50,000,000	
	- 저고도/지상 데이터 변화탐지 서비스 모듈	33,088,000	1	33,088,000	
	공 급 가 액			150,000,000	
	부가가치세			15,000,000	
	합 계(십만단위 절삭)			**165,000,000**	

※ 위 견적은 1개월간 유효합니다.

※ 납품은 발주 후 15일 이내입니다.

발주사(기관):

발주일자:

성 명: (인)

주식회사 지오인트
대표이사 조 성 휘

- 데이터 분석/처리/서비스 서버 사양 및 가격

구 분	설 명	수량	소비자단가	공급단가	공급합계
- 제품 설명 (4U, Xeon 4214 2CPU, 128GB Memory, 960GB SSD x4, 2TB SATA x4, 1600W x3 RPS)					
ESC8000-G4	ASUS GPU Server ESC8000-G4	1	9,144,000	5,852,000	5,852,000
	- Supports two Intel® Xeon® Scalable Processors Family				
	- Maximum up to 3072GB RDIMM, 24 (6-channel per CPU, 12 DIMM per CPU)				
	- 4U Rackmount, 2+1 Redundant 1600W 80PLUS Platinum Power Supply				
	- 8 x Hot-swap 2.5" HDD Bays				
	- GPU Kit for passive GPU/Xeon Phi support (Max. 8 GPU)				
	- 1 x Dual Port Intel I350-AM2 Gigabit LAN controller + 1 x Mgmt LAN				
	- ASWM Enterprise (Default 1xASMB8-iKVM for KVM-over-Internet)				
CD8069504212601	Intel® Xeon® Silver (12-core/24-thread) 4214 Processor (16.5M Cache, 2.20 GHz) FC-LGA14B	2	1,498,000	959,000	1,918,000
32E4RD2666	32GB DDR4 Registered ECC PC4 2666	4	300,150	192,000	768,000
SSDSC2KB960G801	Intel® SSD D3-S4510 Series (960GB, 2.5in SATA 6Gb/s, 3D2, TLC) Generic Single Pack	4	584,000	374,000	1,496,000
MH2000ST	S-ATA3 Enterprise 7.2krpm 2TB Disk	4	578,000	370,000	1,480,000
RS3DC080	Intel® RAID Controller RS3DC080, Single	1	697,000	446,000	446,000
SGPU-V100	NVIDIA TESLA V100 - Passive Fan, 5,120 CUDA Core, 32GB MEM	2	16,794,000	10,748,000	21,496,000
- 제품보증 : 2년 무상부품		합 계 (원)			33,456,000
		부가세 (원)			3,345,600
		총 금액 (원)			36,801,600

(9) 장비번호: 1-2-2-005

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Crowd sourcing portable proximity sensor-based precision change detection server/computer system</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 165 / 수량 : 1 / 총금액 : 165</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 기술 개발과 실증을 위한 서버/전산 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>√</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 휴대용 근접센서영상으로 정밀 변화탐지를 수행 가능해야함
• 대용량 저장장소, 병렬처리 가능한 고속 CPU/GPU등
• 서버HW
• 휴대용 근접 센서 데이터 처리/분석 모듈
• 휴대용 근접 센서 기반 변화탐지 서비스 모듈</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 공간정보는 4차산업 핵심기술과 연계하고, 혁신성장동력 추진계획('17.12.22)의 13대 혁신성장동력 중에서 6개 분야 발전을 견인할 수 있는 핵심기술로 주목 • 이 중에서도 본 장비는 특히 기상증강현실 분야에 접목되어 공간정보 변화탐지를 위한 빅데이터, 인공지능 기반 처리/분석에 적용 • 4차산업 핵심기술 기반 공간정보 융복합 신산업 창출에 기여하기 때문에 국가의 선제적 투자를 통한 기술 확보가 필요
사업(연구)과의 부합성	• 본 연구는 다수 일반사용자나 현장근무자가 스마트폰, 스마트글래스 등 휴대용 기기로부터 근접하여 수집한 센서 데이터를 활용해서 건물, 도로, 시설물 등 주요 대상 객체의 정밀 변화인식/모니터링을 수행하는 기술 개발과 실증 시스템 구축 • 크라우드 소싱되어 실시간 전송되는 휴대용 근접 센서 데이터를 기반으로 다종 플랫폼/센서 공통 변화인식 플랫폼과 연동하여 운영됨 • 실시간 전송되는 대용량 휴대용 근접 센서 데이터에 대해 변화인식 공통 플랫폼과 연동하여 실시간/고속 연산을 수행해야하기 때문에 세부 공정별 기술개발 과정, 통합 현장 적용과 성능 평가 등 전체 과정에서 지속적으로 활용 • 이에 데이터 용량, 연산 수요, 알고리즘 성능, 하드웨어 규격 등을 고려하여 별도의 최적화된 장비를 구축하고 지속적으로 업그레이드 해야 함
연구장비의 중복성	• 본 장비는 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서 데이터를 활용해서 대상 객체의 정밀 변화인식/모니터링에 최적화된 장비로서 국내에 존재하지 않고 주문제작이나 자체제작해야하는 것으로 중복성이 없음
연구장비의 활용성	• 본 장비가 구축되면 크라우드 소싱된 휴대용 근접 센서 데이터를 활용해서 대상 객체의 정밀 변화인식/모니터링을 수행하는 기술개발과 시스템구축에 활용 • 다종 플랫폼/센서 데이터 기반 변화인식 공통 플랫폼과 유기적으로 연계하여 제공되는 핵심 API를 활용 • 사업 종료 후에도 국토교통부, 지자체 산하 건물, 도로, 시설물 등 관리부서에 설치되어 시범 적용과 성능 평가를 위해 활용 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 본 장비의 사양은 다수 휴대용 기기로부터 크라우드 소싱되어 실시간 전송되는 대용량 센서 데이터 기반 변화인식/모니터링을 위해 센서 데이터의 종류와 용량, 처리/분석에 대한 연산 요구사항 등을 고려하여 설정하였고 적합하다고 판단됨 • 기술개발과 성능시험 목적으로 1기의 장비로 연구수행이 가능하며, 이후의 활용 단계에서는 활용기관의 요구사항에 따라 추가 장비 구축이나 성능 개선이 필요함
연구장비 구축비용의 적정성	• 제우스에서 해당 목적/성능과 유사한 장비의 정보가 검색되지 않고 기구축장비의 가격정보를 알 수 없어 가격적정성을 판단하기 어려움 • 그러나 데이터 용량, 연산 요구사항 등을 고려해서 설정한 사양에 따라 구축 예정 장비의 비교 견적을 통해서 최소 금액으로 제안
장비 운영의 계획성	• 본 연구에서 개발한 모든 연구장비는 연구수행기관에서 통합 관리함. 연구 장비는 연구 책임자의 관리하에서 장비 관련 인력을 배치하여 월/주 단위 장비 관리가 이루어짐 • 과제 진행 기간 동안 해당 장비의 운영에 있어서 실제 운용 경험이 있는 인력을 전담 배치함 • 해당 과제 연구기간 중에는 효과적인 기술 개발을 위해 독점 사용할 예정

다. 견적서

견 적 서

Bentley Sustaining Infrastructure

GEOINT 주식회사 지오인트

고객명	담당자 貴中	견적번호	GI-Q-202004-115
부서명	담당부서	견적일	2020-04-14
담당자		담당자	조성휘
연락처 TEL		연락처 TEL	031-625-3388
연락처 FAX		연락처 FAX	031-737-2088
연락처 E-MAIL		연락처 E-MAIL	

귀사의 무궁한 발전을 기원하며, 아래와 같이 견적을 제출합니다.

견적금액: 165,000,000원

(단위: 원)

번호	품명	단가	수량	금액	비고
1	**크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산시스템**		**1**	**150,000,000**	
	- 서버(HW)	33,456,000	2	66,912,000	
	- 휴대용 근접 센서 데이터 처리/분석 모듈	50,000,000	1	50,000,000	
	- 휴대용 근접 센서 데이터 변화탐지 서비스 모듈	33,088,000	1	33,088,000	
공 급 가 액				150,000,000	
부가가치세				15,000,000	
합 계(십만단위 절삭)				**165,000,000**	

※ 위 견적은 1개월간 유효합니다.

※ 납품은 발주 후 15일 이내입니다.

발주사(기관):

발주일자:

성 명: (인)

주식회사 지오인트
대표이사 조 성 휘

- 데이터 분석/처리/서비스 서버 사양 및 가격

구 분	설 명	수량	소비자단가	공급단가	공급합계
- 제품 설명 (4U, Xeon 4214 2CPU, 128GB Memory, 960GB SSD x4, 2TB SATA x4, 1600W x3 RPS)					
ESC8000-G4	ASUS GPU Server ESC8000-G4	1	9,144,000	5,852,000	5,852,000
	- Supports two Intel® Xeon® Scalable Processors Family				
	- Maximum up to 3072GB RDIMM, 24 (6-channel per CPU, 12 DIMM per CPU)				
	- 4U Rackmount, 2+1 Redundant 1600W 80PLUS Platinum Power Supply				
	- 8 x Hot-swap 2.5" HDD Bays				
	- GPU Kit for passive GPU/Xeon Phi support (Max. 8 GPU)				
	- 1 x Dual Port Intel I350-AM2 Gigabit LAN controller + 1 x Mgmt LAN				
	- ASWM Enterprise (Default 1xASMB8-iKVM for KVM-over-Internet)				
CD8069504212601	Intel® Xeon® Silver (12-core/24-thread) 4214 Processor (16.5M Cache, 2.20 GHz) FC-LGA14B	2	1,498,000	959,000	1,918,000
32E4RD2666	32GB DDR4 Registered ECC PC4 2666	4	300,150	192,000	768,000
SSDSC2KB960G801	Intel® SSD D3-S4510 Series (960GB, 2.5in SATA 6Gb/s, 3D2, TLC) Generic Single Pack	4	584,000	374,000	1,496,000
MH2000ST	S-ATA3 Enterprise 7.2krpm 2TB Disk	4	578,000	370,000	1,480,000
RS3DC080	Intel® RAID Controller RS3DC080, Single	1	697,000	446,000	446,000
SGPU-V100	NVIDIA TESLA V100 - Passive Fan, 5,120 CUDA Core, 32GB MEM	2	16,794,000	10,748,000	21,496,000
- 제품보증 : 2년 무상부품		합 계 (원)			33,456,000
		부가세 (원)			3,345,600
		총 금액 (원)			36,801,600

(10) 장비번호: 1-2-2-006

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">고정형 공중 기상환경정보 관측 장비</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Fixed aerial weather observation equipment</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">웨더링크 / WL-AWS100S</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 30 / 수량 : 2 / 총금액 : 60</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 공중 동적 공간정보(기상, 환경정보) 관측을 위한 고정형 장비</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 타워높이 : 10~15m
• 구성센서 : 풍향센서, 풍속센서, 온도센서, 습도센서, 기압계, 우량계, 강우감지기, 공기순환기
• 측정풍속 : 0~75m/s
• 측정풍향 : 0~360°
• 온도센서 : -70~100°C
• 습도센서 : 0~100%
• 기압계 : 500~1100hPa
• 우량계 : 0.1~1.0mm/ 1pulse
• 강우감지기 : 비, 눈, 우박 등 강수현상</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항없음
사업(연구)과의 부합성	• 기상, 환경 등의 공중 동적 공간정보를 실시간으로 관측하기 위한 장비로 본 사업에서 추가적으로 구축하는 공중 동적정보 센싱 무빙플랫폼에서 관측된 자료와의 융합분석이 필요함
연구장비의 중복성	• 기상청 등 다른 연구기관에서 유사 사양의 장비를 보유하고 있는 것으로 조사되나, 해당 장비는 고정형으로 설치 지점의 측량만 가능하며, 고유 임무를 가진 것들로 본 사업을 위한 추가적인 장비 구축이 필요함
연구장비의 활용성	• 기상, 환경 등의 공중 동적 공간정보를 실시간으로 관측하기 위한 장비로 구축 후 수집된 공중 기상환경 빅데이터를 타 기관과 공유·공동활용 가능함. • 해당사업 종료 후 기상관측 관련 타 사업에서도 활용이 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 저도고 공중이동체의 안전운행을 목적으로 공중 동적 공간정보 취득을 위하여 정확한 공중 기상정보의 관측이 가능한 장비로 구축하고자 함. 고도별/환경별 구분 관측이 필요하므로 최소수량으로 구축하고자 함
연구장비 구축비용의 적정성	• 고정형 공중 기상환경정보 관측 장비는 저고도 공중기상환경 관측이 가능한 관측장비로 연구에 필요한 최소사양/금액의 장비로 구축함
장비 운영의 계획성	• 해당 장비를 운용할 연구기관은 기상관측센서 관련 전문인력 및 전문성을 확보하고 있으며 예산설계에서 연구장비의 구축 및 운영을 위한 적절한 운영비(운영인력 인건비, 유지보수비 등)를 확보하였음

다. 견적서

견 적 서

견적번호	WL2020-0422-1		공급자	등록번호	129-86-14361		
날짜	2020-04-22			상호	(주)웨더링크	대표이사	탁 승 주
수신	국토교통과학기술진흥원			사업장 소재지	경기도 성남시 중원구 둔촌대로 457번길 27 우림라이온스밸리 1차 501호		
참조				업 종	기상관측장비, 정보통신공사, SW	업 태	서비스,제조업, 도소매,건설
				전화	031-737-2198	팩스	031-737-2199

제목 : 지상관측장비(AWS) 견적서

구분	품 명	수량	이동형	예비품	총수량	단가	금액(KRW)
센서부	풍향계	2			2	850,000	1,700,000
	풍속계	2			2	850,000	1,700,000
	대기온도센서	2			2	300,000	600,000
	습도계	2			2	1,200,000	2,400,000
	온습도 차광통	2			2	550,000	1,100,000
	기압계	2			2	2,800,000	5,600,000
	전도형 강우설량계(바람막이포함)	2			2	1,280,000	2,560,000
자료처리부	데이터로거	2			2	3,450,000	6,900,000
	함체(일체형, 지지대, 커버 포함)	2			2	1,800,000	3,600,000
	ㄴ스위칭 전압공급기	2			2	196,000	392,000
	ㄴ통신용 서지보호기	2			2	40,500	81,000
	ㄴ전원용 서지보호기	2			2	80,000	160,000
	ㄴ누전차단기(자동복구형)	2			2	145,000	290,000
	ㄴ히터 및 콘트롤러	2			2	200,000	400,000
	ㄴ케이블 및 터미널단자 외 기타자재	2			2	200,000	400,000
부대설비	주 측기탑 (10M)	2			2	1,800,000	3,600,000
	풍향풍속센서 크로스암	2			2	130,000	260,000
	피뢰침 고정대	2			2	80,000	160,000
	차광통 및 강수유무계 설치대	2			2	380,000	760,000
	애자형 피뢰침	2			2	65,000	130,000
	기초앙카(삼각타워)	2			2	90,000	180,000
	접지함체	2			2	280,000	560,000
기타비용	Site Survey	2			2	350,000	700,000
	센서검정	2			2	950,000	1,900,000
	기초공사	2			2	2,900,000	5,800,000
	장비설치	2			2	1,500,000	3,000,000
	시험운영	2			2	500,000	1,000,000
	교육	2			2	1,000,000	2,000,000
	매뉴얼 제작	2			2	1,000,000	2,000,000
	하자보증 1년	2			2	2,200,000	4,400,000
	합 계						54,333,000
	부 가 세						5,433,300
	총 액						59,766,300

(11) 장비번호: 1-2-2-007

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">이동형 공중 기상환경정보 관측 장비</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Aerial weather observation equipment</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">Metek / LiDAR Wind Profiler Wind Ranger 200</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 94 / 수량 : 1 / 총금액 : 94</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 공중 동적 공간정보(기상, 환경정보) 관측을 위한 이동형 장비</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 규격 : 620*530*340mm
• 측정범위 : 고도 5~200m
• 측정풍속 범위 : 0~60m/s
• 측정풍속 정확도 : 0.2 m/s or 2 % at wind speeds 〉 10 m/s
• 측정풍향 범위 : 0~360°
• 측정풍향 정확도 : 3° at wind speeds 〉 5 m/s</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항없음
사업(연구)과의 부합성	• 기상, 환경 등의 공중 동적 공간정보를 실시간으로 관측하기 위한 장비로 본 사업에서 추가적으로 구축하는 공중 동적정보 센싱 무빙플랫폼에서 관측된 자료와의 융합분석이 필요함
연구장비의 중복성	• 기상청 및 국방부에서 유사 사양의 장비를 보유하고 있는 것으로 조사되나, 해당 장비들은 고유 임무를 가진 것들로 본 사업을 위한 추가적인 장비 구축이 필요함
연구장비의 활용성	• 기상, 환경 등의 공중 동적 공간정보를 실시간으로 관측하기 위한 장비로 구축 후 수집된 공중 기상환경 빅데이터를 타 기관과 공유·공동활용 가능함. • 해당사업 종료 후 기상관측 관련 타 사업에서도 활용이 가능함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 저도고 공중이동체의 안전운행을 목적으로 공중 동적 공간정보 취득을 위하여 드론 등의 저고도 공중이동체의 이동영역인 고도 200m이하의 정확한 기상정보(풍속, 풍향 등)의 관측이 가능한 장비로 구축하고자 함. 고도별/환경별 구분 관측이 필요하므로 최소수량으로 구축하고자 함
연구장비 구축비용의 적정성	• 공중 기상환경정보 관측 장비는 고도 200m의 풍속,풍향 등 기상환경 관측이 가능한 고성능 장비로 라이다가 장착 등 연구에 필요한 최소사양/금액의 장비로 구축함
장비 운영의 계획성	• 해당 장비를 운용할 연구기관은 기상 라이다 관련 전문인력 및 전문성을 확보하고 있으며 예산설계에서 연구장비의 구축 및 운영을 위한 적절한 운영비(운영인력 인건비, 유지보수비 등)를 확보하였음

다. 견적서

견 적 서

견적번호	WL2020-0318-1	공급자	등록번호	129-86-14361		
날짜	2020-03-18		상호	(주)웨더링크	대표	박승주 (인)
수신	국토교통과학기술진흥원		사업장 소재지	경기도 성남시 중원구 둔촌대로 457번길 27 우림라이온스밸리 1차 501호		
			업 종	정기전자통신,기상관측 장비,정보통신공사,SW, 연구개발	업태	서비스,제조업, 도소매,건설
참조			전화	031-737-2198	팩스	031-737-2199

제목	Wind Ranger 200 견적

견적금액(부가세포함)	구천삼백오십만원정 (₩93,500,000)

구분	품목	품명/규격	단위	수량	단가	금액
1	Wind Ranger 200	Model : Wind Ranger 200 - Laser Wavelength : 1550nm - Measuring Range : 5 ~ 200 m - Range of wind speed : 0 ~ 60m/s - Range of wind direction : 0 ~ 360 - Data output and control : Ethernet, Web GUI	식	1	85,000,000	85,000,000
비고	견적유효기간 : 견적후 2주 이내 설치지점 : 요구지점				소계	85,000,000
					부가세	8,500,000
					합계(천단위절사	93,500,000

(12) 장비번호: 1-2-3-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">인공지능용 워크스테이션</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Workstation for AI process</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">NVIDIA/DGX Station</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 81 / 수량 : 1 / 총금액 : 81</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 인공지능기반 객체 추출 및 모델링</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• GPUs 4X Tesla V100
• TFLOPS 500
• GPU Memory 128 GB total system
• NVIDIA Tensor Cores 2,560 - NVIDIA CUDA® Cores 20,480
• CPU Intel Xeon E5-2698 v4 2.2 GHz (20-Core)
• System Memory 256 GB
• Storage Data: 3X 1.92 TB SSD RAID 0 OS: 1X 1.92 TB SSD
• Software Ubuntu Desktop Linux OS/DGX Recommended GPU Driver/CUDA Toolkit</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항없음
사업(연구)과의 부합성	• 공간정보 객체에 대한 자동 인식 및 모델링, sematic 및 topological mapping을 수행하기 위해 인공지능기반 처리 프로세스가 필수
연구장비의 중복성	• 본 연구의 고유한 임무수행을 위해 프로그래밍과 학습 등을 시켜야 하므로 타 기관에서 보유하고 있는 장비를 활용하기 불가능
연구장비의 활용성	• 해당 사업 종료 후에도 인공지능과 관련된 후속과제를 지속하게 될 경우 그 활용성이 높음
연구장비 사양·수량의 적합성	• 해당 사업의 경우 대용량 공간정보 데이터, 클라우드 소싱 기반 다양한 데이터의 처리, 복잡한 연산 및 3차원 처리 등 다양한 난제와 이슈가 존재하므로, 높은 사양의 워크스테이션을 구축하고자 함
연구장비 구축비용의 적정성	• 대용량/다종 데이터/3차원 처리 등 연산로드가 상당한 작업 처리를 위해 최적사양/금액의 장비로 구축함
장비 운영의 계획성	• 해당 장비를 운용할 연구기관은 인공지능처리 관련 전문인력 및 전문성을 확보하고 있으며 예산설계에서 연구장비의 구축 및 운영을 위한 적절한 운영비(운영인력 인건비, 유지보수비 등)를 확보하였음

다. 견적서

Uclick

www.uclick.co.kr

견 적 서
(QUOTATION)

수 신	국토교통과학기술진흥원 귀중
참 조	정동기 이사님
견적발행일	2020년 03월 23일
견 적 내 용	NVIDIA Station V100-32GB
견 적 금 액(VAT포함)	80,795,000

등록번호	110 - 81 - 41781
회사명	㈜유클릭
소재지	서울시 중구 쌍림동 151-11
TEL/FAX	02-6320-0000 / 02-6320-000
대표이사	엄 [illegible]

당사에서 아래와 같이 귀사에 제안하게 됨을 감사하게 생각합니다.

1. Products (단위 : 원 / 부가세 별도)

No	Product	Description	수량	공급 단가	공급가
1	DGX Station	DGX DL WS P2587 4V100/256GB 32G, REG B - GPUs 4X Tesla V100 - TFLOPS 500 - GPU Memory 128 GB total system - NVIDIA Tensor Cores 2,560 - NVIDIA CUDA® Cores 20,480 - CPU Intel Xeon E5-2698 v4 2.2 GHz (20-Core) - System Memory 256 GB RDIMM DDR4 - Storage Data: 3X 1.92 TB SSD RAID 0 OS: 1X 1.92 TB SSD - Network Dual 10GBASE-T (RJ45) - Display 3X DisplayPort, 4K resolution - Additional Ports 2x eSATA, 2x USB 3.1, 4x USB 3.0 - Acoustics < 35 dB - System Weight 88 lbs / 40 kg - System Dimensions 518 D x 256 W x 639 H (mm) - Maximum Power Requirements 1,500 W - Operating Temperature Range 10–30 °C - Software Ubuntu Desktop Linux OS DGX Recommended GPU Driver CUDA Toolkit	1	73,450,000	73,450,000
2	Support Services	DGX DL WS 4V100/256GB 32G Support, 3 Years			
		공급 합계 (VAT 별도)			73,450,000
		공급 합계 (VAT 포함)			80,795,000

- Remark -

1. 납품 일자 : 발주 후 6주 이내
2. 대금 지불 : 협의
3. 견적유효기간 : 1개월
4. 인도조건 : 납품 후 시험 조건
5. 최초거래(여신확인) : 선급금 50%, 공동 통장 개설, 지급 보증이 필요 할 수 있습니다.
6. HW 변경 시 재견적이 필요 합니다.

* 영업대표 : ㈜유클릭 DT사업본부 이상학 부장(010-7117-7977 / leesh@uclick.co.kr)

(13) 장비번호: 3-1-2-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Cluster for Super Scalable Spatial Information for Development</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 268 / 수량 : 1 / 총금액 : 268</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 3-1-2에서 개발예정인 '초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 지능형 처리를 위한 연계 기술', '초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석 기술' 개발을 위한 통합 클러스터 구축
• 초대용량 공간정보 저장 및 관리 시스템 기술 개발
• GPU 프로세싱 알고리즘 개발
• 인메모리 초대용량 공간정보 스트림 처리 기술 개발
• 공간지능 융합 분석 처리 기술 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 아래 사양의 단위 머신 10대, 12포트 40G 스위치허브로 구성되는 초대용량 공간정보 관리 및 처리 개발 실험용 클러스터
- Intel Scalable Gold 5220*2이상
- GTX2080ti*3개이상
- 380G memory
- 50TB HDD
• 총 10대, 20CPU, 30GPU, 3.8T 메모리, 500TB 저장시스템 클러스터 구축</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 초대용량 공간정보 관리 및 처리 기술개발은 현재 급격하게 발전하고 있는 LiDAR 및 고해상동 공간영상, 비디오 기반의 시스템에서 생성되는 초대용량 공간정보를 처리하기 위한 기술을 개발하는 것으로 실시간으로 처리하기 위하여 기존의 단일 서버 중심의 시스템에서 인메모리 중심의 클러스터 시스템 기술 개발을 필요로 하며, 이 기술 개발의 실험을 위해 요구되는 장비임
사업(연구)과의 부합성	• 단일 데이터 10G-1TB 규모의 초대용량 공간정보들을 빠르게 처리하기 위하여 해당 기술개발은 클러스터 기반의 기술개발을 요구하고 있으며 사업의 요구에 보합되는 최소한의 장비를 기술개발 실험용으로 제안하고 있음.
연구장비의 중복성	• 현재 사용중인 초대용량 공간정보 클러스터 장비는 없으며, 계획중인 공간정보 클러스터장비는 서비스를 위한 용도로 계획되어 있으며 개발 실험용으로 사용하기에 부적합
연구장비의 활용성	• 동 사업의 1차년도에 개발 실험용 클러스터로 구축하며 5차년도까지 기술개발 실험용으로 사용될 예정이나, 5차년도 이후는 컴퓨팅 기술의 발전으로 유지 보수 대비 효용가치는 현저히 적을 것으로 예상
연구장비 사양·수량의 적합성	• 공간정보 관리 및 처리를 위해 현재 사용되는 장비를 기준으로 초대용량 공간정보의 활용 가능성과 확장성을 검증하기 위한 최소 대수 및 성능으로 지정하였으며 적합할 것으로 예쌍
연구장비 구축비용의 적정성	• 제안 구축 장비의 비용은 클러스터 장비의 설치 공간 및 전기 장치 등의 비용이 제외된 순수 컴퓨팅 장비 최소 비용 단가로 책정되었으며 실제 구축에서는 부대 비용이 추가될 수 있음.
장비 운영의 계획성	• 주관기관에서 클러스터 장비를 운용하기 위한 공간을 제공하며 해당 유지 보수 비용을 연구비에 책정하여야 하며, • 세부 기술 개발 기관이 용이하게 접근하여 통합 개발을 진행할 수 있도록 운용되어야 함 • 5차년도 이후 클러스터 장비는 장비 내구 연한 및 규정에 따라 처리됨.

다. 견적서

ICODA 온라인견적서

주문자		공급자	
견적명	통합클러스터	사업자 번호	106-86-42262
휴대전화	전화번호 입력	상호명	아이코다(주) 대표자 : 이용수
견적번호	19038	주소	서울특별시 용산구 청파로20길 9 제지1층(지하) 제비1049호
견적일자	20200317	업태/종목	도소매 / 컴퓨터 및 주변기기
주문자	주문자 입력	대표번호	1544-3082 FAX : 02-714-1041
견적금액	**267,859,000** 원(VAT포함)		

번호	분류	상품정보	판매가	수량	합계
1	메모리	[341376]삼성전자 DDR4 32GB PC4-19200R/ECC/REG/서버용 메모리	140,400원	40	5,616,000원
2	HDD	[1040733]WD Ultrastar DC HC330 (WUS721010ALE6L4) 3.5 SATA HDD (10TB x 4PACK)	1,680,000원	10	16,800,000원
3	서버	[1014954]타이안코리아 TYAN TAKO-KGT42-(B71S20-18C22G) 서버	22,250,000원	10	222,500,000원
4	네트워크 기기	[341241]멜라녹스 Open Ethernet SwitchX-2 MSX1012B-2BFS 스위칭허브 (12포트/40Gbps/QSFP12포트)	9,393,000원	1	9,393,000원
5	네트워크 기기	[341200]멜라녹스 ConnectX-4 VPI MCX455A-ECA 유선 랜카드 (PCI-EX/100Gbps/QSFP1포트)	1,355,000원	10	13,550,000원

총 견적금액 **267,859,000** 원 (부가세 포함)

입금계좌안내
예금주 : 아이코다(주)

- 기업은행 : 284-039112-04-047
- 국민은행 : 015437-04-006259
- 농협은행 : 011-01-458734
- 신한은행 : 140-008-103125
- 우리은행 : 1005-101-096224
- 하나은행 : 113-910042-03304

(14) 장비번호: 3-1-2-002

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Cluster for Super Scalable Spatial Information
for Deployment</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 545 / 수량 : 1 / 총금액 : 545</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 3-1-2에서 개발예정인 '초대용량 공간정보 분산 저장 관리 및 지능형 처리를 위한 연계 기술', '초대용량 정형/비정형 공간정보의 실시간 스트림 통합 분석 기술' 개발을 위한 통합 클러스터 구축기술의 실증 기관 설치용 시스템 개발
• 초대용량 공간정보 저장 및 관리 시스템 기술 개발
• GPU 프로세싱 알고리즘 개발
• 인메모리 초대용량 공간정보 스트림 처리 기술 개발
• 공간지능 융합 분석 처리 기술 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• 아래 사양의 단위 머신 20대, 3대의 12포트 40G 스위치허브로 구성되는 초대용량 공간정보 관리 및 처리 실증용 클러스터
- Intel Scalable Gold 5220*2이상
- GTX2080ti*3개이상
- 380G memory
- 100TB HDD
• 총 20대, 40CPU, 60GPU, 7.6T 메모리, 2PB 저장시스템 클러스터 구축</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 초대용량 공간정보 관리 및 처리 기술개발은 현재 급격하게 발전하고 있는 LiDAR 및 고해상동 공간영상, 비디오 기반의 시스템에서 생성되는 초대용량 공간정보를 처리하기 위한 기술을 개발하는 것으로 실시간으로 처리하기 위하여 기존의 단일 서버 중심의 시스템에서 인메모리 중심의 클러스터 시스템 기술 개발을 필요로 하며, 이 기술 개발의 실증을 위해 요구되는 장비임
사업(연구)과의 부합성	• 해당 연구개발 기술을 실증기관에서 필요로 하는 서비스에 바로 적용할 수 있도록 실증 장비를 해당 실증 기관에 설치하고, 이를 이용하여 개발 기술의 실증 시스템을 구축함. • 단일 데이터 10G-1TB 규모의 초대용량 공간정보들을 빠르게 처리하기 위하여 해당 기술개발은 클러스터 기반의 기술개발을 요구하고 있으며 사업의 요구에 보합되는 최소한의 장비를 기술개발 실증용으로 제안하고 있음.
연구장비의 중복성	• 1차년도에 구축되는 개발용 공간정보 클러스터장비는 연구개발 테스팅용 장비로 5차년도 연구개발 완료시까지 병행해서 사용될 예정이며, 실증기관에 설치될 수 있는 별도의 실증용 클러스터 장비가 요구됨
연구장비의 활용성	• 동 사업의 4차년도 말에 실증기관에 설치되며, 초대용량 공간정보 관리 및 처리기술 개발 프로토타입을 이 실증 클러스터를 통해 통합하고 서비스 유용성을 보이기 위해 사용. • 5차년도에는 안정화 및 서비스 보완 등을 위해 클러스터 장비를 활용하고 그 이후 실증기관에 인계함.
연구장비 사양·수량의 적합성	• 실증기관에서 공간정보 관리 및 처리를 위해 현재 사용되는 장비를 기준으로 초대용량 공간정보의 활용 가능성과 확장성을 실증하기 위한 최소 대수 및 성능으로 지정하였으며 적합할 것으로 예쌍
연구장비 구축비용의 적정성	• 제안 구축 장비의 비용은 클러스터 장비의 설치 공간 및 전기 장치 등의 비용이 제외된 순수 컴퓨팅 장비 최소 비용 단가로 책정되었으며 실제 구축에서는 부대 비용이 추가될 수 있음.
장비 운영의 계획성	• 실증기관 및 주관기관에서 연구개발 기간동안 클러스터 장비를 운용하기 위한 공간을 제공하며 해당 유지 보수 비용을 책정하여야 하며, 세부 기술 개발 기관이 용이하게 접근하여 통합 개발을 진행할 수 있도록 운용되어야 함. • 5차년도 이후 클러스터 장비는 실증기관에 인계되며 실사용 서비스를 위해 사용함.

다. 견적서

ICODA 온라인견적서

주문자		공급자	
견적명	통합클러스트2PB	사업자 번호	106-86-42262
휴대전화	전화번호 입력	상호명	아이코다(주) 대표자 : 이용수
견적번호	19044	주소	서울특별시 용산구 청파로20길 9 제지1층(지하) 제비1049호
견적일자	20200317	업태/종목	도소매 / 컴퓨터 및 주변기기
주문자	주문자 입력	대표번호	1544-3082 FAX : 02-714-1041
견적금액	**545,111,000** 원(VAT포함)		

번호	분류	상품정보	판매가	수량	합계
1	메모리	[341376]삼성전자 DDR4 32GB PC4-19200R/ECC/REG/서버용 메모리	140,400원	80	11,232,000원
2	HDD	[1040733]WD Ultrastar DC HC330 (WUS721010ALE6L4) 3.5 SATA HDD (10TB x 4PACK)	1,680,000원	20	33,600,000원
3	서버	[1014954]타이안코리아 TYAN TAKO-KGT42-(B71S20-18C22G) 서버	22,250,000원	20	445,000,000원
4	네트워크 기기	[341241]멜라녹스 Open Ethernet SwitchX-2 MSX1012B-2BFS 스위칭허브 (12포트/40Gbps/QSFP12포트)	9,393,000원	3	28,179,000원
5	네트워크 기기	[341200]멜라녹스 ConnectX-4 VPI MCX455A-ECA 유선 랜카드 (PCI-EX/100Gbps/QSFP1포트)	1,355,000원	20	27,100,000원

총 견적금액 **545,111,000** 원 (부가세 포함)

입금계좌안내
예금주 : 아이코다(주)

- 기업은행 : 284-039112-04-047
- 국민은행 : 015437-04-006259
- 농협은행 : 011-01-458734
- 신한은행 : 140-008-103125
- 우리은행 : 1005-101-096224
- 하나은행 : 113-910042-03304

(15) 장비번호: 3-2-1-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">GPU 서버 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">GPU Server System</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 43 / 수량 : 4 / 총금액 : 172</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 대규모 공간정보 학습데이터 오토 레이블링을 위한 딥러닝 기반 모델 개발 및 학습에 사용</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><th>구매</th><th>임대</th><th>제작의뢰</th><th>자체제작</th><th>기타(직접기재)</th></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• Intel Xeon Silver4114 2.2 Dual, 10C/20T
• 최대 1개 2.5 inch SAS.SATA HotPlug HDD
• 128GB DDR4 RDIMM ECC
• 960G SSD SAS 2ea+2TB 7.2 RPM NLSAS 4ea
• Onboard LOM 10Gbe Dual Port + Broadcom 5720 1Gb
• NVIDIA TitanV 4ea</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항 없음
사업(연구)과의 부합성	• 초대규모 공간정보 학습데이터를 대상으로 레이블링 자동화를 위한 딥러닝 모델 개발에 사용 • 개인정보 익명화 기술 및 수도학습데이터 생성을 위한 딥러닝 기반 모델 개발에 사용
연구장비의 중복성	• 딥러닝 학습용 서버 장비는 다수 존재하나 높은 복잡도의 심층신경망을 대상으로 초대규모 공간정보 학습데이터를 적용할 경우 학습 시간이 오래 걸리는 문제가 발생함 따라서 다양한 딥러닝 모델을 테스트하기 위해서는 전용 GPU 병렬처리 시스템이 필요함
연구장비의 활용성	• 딥러닝 학습용 GPU 장비는 초대규모 공간지능화 학습데이터 생성 기술을 개발하는데 필수적이며, 해당 사업 종료 후에도 다양한 딥러닝 모델 개발에 활용될 수 있음
연구장비 사양·수량의 적합성	• 1차년도에는 얼굴영역 익명화 기술 개발을 위해 1대가 사용되며, 2차년도에는 비얼굴영역 익명화 기술 개발 및 소규모 공간정보 학습데이터를 이용한 오토 레이블링 기술 개발이 병렬적으로 수행되기 때문에 각각의 기술 개발을 위해 2대를 배정함. 3차년도에는 수행되는 수도학습데이터 생성 모델 개발과 오토 레이블링 기술 개발의 경우 공통적으로 초대규모 공간정보를 이용하여 학습이 수행되어야 하기 때문에 개별 기술 개발을 위해 2대의 GPU 서버를 할당하여 학습 속도 및 성능 개선을 달성하고자 함.
연구장비 구축비용의 적정성	• 제안 장비는 딥러닝 관련 최신 장비로서 학습 성능에 밀접한 영향을 미치는 GPU를 Titan V 모델 4개를 장착하여 병렬 학습 수행이 가능하기 때문에 초대규모 공간정보 학습데이터를 다루는 데 적합한 것으로 판단됨
장비 운영의 계획성	• 제안한 답러닝용 GPU 병렬처리 시스템은 별도의 전담인력을 필요로 하지 않으며 딥러닝 모델 개발자가 직접 서버에 필요한 SW를 설치하여 운용 및 개발에 활용할 수 있음 • 연구 과제 종료 후 해당 장비는 딥러닝 모델 개발 또는 딥러닝 기반 서비스 제공을 위한 과제에서 재활용 가능함

다. 견적서

견적서

케이엠에스

Tel. 010-5231-8276

2020 년 3 월 17 일 국토교통과학기술진흥원 귀하 아래와 같이 견적합니다.	공급자	등록번호	629-44-00329		
		상 호	케이엠에스	대표자	이 재 호
		주 소	대구광역시 달서구 와룡로49길 109 1층		
		업 태	도, 소매	종 목	전산용품,전산소모품외

품 명	수 량	규 격	단 가	공 급 가 액	세 액
GPU 병렬처리 서버	1		39,000,000	42,900,000	3,900,000

제품사양

- Intel® Xeon® Scalable processors, up to 28 cores per processor
- 24 DDR4 DIMM slots, Supports RDIMMS/ LRDIMMS, speeds up to 2993MT/s, 3TB max (Up to 12 NVDIMM, 192GB max)
- Supports registered ECC DDR4 DIMMs only
- Internal controllers: PERC H330, H730P, H740P, HBA330, Software RAID (SWRAID) S140
- Boot Optimized Storage Subsystem: HWRAID 2 x M.2 SSDs 120GB, 240 GB
- External PERC (RAID): H840
- External HBAs (non-RAID): 12 Gbps SAS HBA
- GPU options: 4 x DW or 8 x SW, Nvidia Titan V
- 요청 시 딥러닝 프레임워크 무상 설치
- 납품일로부터 2년 무상 보증

1) 납기일 :	2) 발주량 :
3) 결재방법 :	

※견적 유효기간 : 발행일로부터 7 일.

(16) 장비번호: 3-2-1-002

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><td colspan="2">구분</td><td colspan="5">내용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">액티브 러닝 운용 서버 클러스터</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Active Learning Server System</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 32 / 수량 : 2 / 총금액 : 64</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 사용자 연동 기반 수동 레이블링 및 레이블링 피드백 전송</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• Intel Xeon-Gold 6230 (2.1GHz/20-core/125W) FIO Proessor Kit
• 32GB (1x32GB) Dual Rank x4 DDR4-2933 CAS-21-21-21 Registered Smart Memory Kit
• 480GB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Digitally
• 480GB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Digitally Signed Firmware SSD
• 3.84TB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Multi Vendor SSD
• 96W Smart Storage Battery (up to 20 Devices) with 145mm Cable Kit
• 500W Flex Slot Platinum Hot Plug Low Halogen Power Supply Kit</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항 없음
사업(연구)과의 부합성	• 본 사업의 오토 레이블링 솔루션은 액티브 러닝 기법을 적용하여 인공지능으로 분류하였으나 정확도가 상대적으로 낮은 레이블링 데이터는 사용자가 수기로 제작한 레이블링으로 대체하고, 대체된 레이블링 데이터를 학습에 재사용하여 정확도를 개선시키는 Scheme을 사용함. 따라서 딥러닝 학습 서버와의 연동을 위한 액티브 러닝 서버가 필수적임
연구장비의 중복성	• 액티브 러닝을 위한 서버는 다수의 사용자가 동시에 수기로 레이블링 작업 수행과 함께 레이블딩 데이터를 업로딩 또는 다운로딩이 가능해야 되며, 또한 딥러닝 학습 서버와의 실시간 연동이 되어야하므로 고속의 전용 서버가 필요함
연구장비의 활용성	• 본 사업에서는 초대규모 공간정보 학습데이터 오토 레이블링 솔루션 개발에 있어서 딥러닝 모델의 정확도 개선을 위해 액티브 러닝 기법을 적용할 계획이기 때문에 이를 위한 전용 고속 서버가 필수적임. 해당 서버는 본 사업 종류 후 실제적으로 공간정보 오토 레이블링 서비스에 활용될 수 있음
연구장비 사양·수량의 적합성	• 1차 개발 시에는 PoC를 위해 소량의 공간정보 및 동시 접속자수를 제한하여 개발할 예정이기 때문에 1대로 운용 가능함. 그러나 2차 개발부터는 공간정보 학습데이터의 양 및 동시 사용자 수에 제약을 최소화함으로써 서버를 확보함으로써 다양한 환경에서의 정상 동작이 가능한 솔루션 개발이 가능해짐
연구장비 구축비용의 적정성	• 액티브 러닝 서버는 다수의 사용자가 동시에 접속하여 대량의 공간정보에 대한 수기 레이블링 및 레이블링 결과 데이터를 동시에 업로딩/다운로딩하기 때문에 이를 처리하기 위한 고속의 HW가 필요함. 제안 장비는 20개의 코어를 포함한 고속의 Intel CPU가 2개, 128GB 메모리 용량을 지원하기 때문에 적정 성능을 보유한 것으로 판단됨
장비 운영의 계획성	• 액티브 러닝 서버 시스템은 별도의 전담인력을 필요로 하지 않으며 오토 레이블링 솔루션 개발자가 직접 서버에 필요한 SW를 설치하여 운용 및 개발에 활용할 수 있음 • 연구 과제 종료 후 해당 장비는 오토 레이블링 서비스 제공을 위해 재활용 가능함

다. 견적서

To be done I.T

상 호 : 투비던아이티㈜
주 소 : 서울 마포 도화 5[illegible] 대영테시앙 1712
업 태 : 도매, 서비스
종 목 : 컴퓨터 주변기[illegible]
대표이사 : 장 준 성 (인)

QUOTATION

수 신: 국토교통과학기술진흥원
합계 금액: **₩29,482,000 (VAT포함)**
납품 기한: 발주후 3주
납품 장소: 귀사 지정 장소
결제 조건: 귀사 결제 조건
유 효 :

Date : 2020년 3월 16일
Contact Point : 김 도 범 이사
e-mail : db@tobedone.net
Mobile : 010-6501-6270
Tel : 02-719-5071
Fax : 02-719-5074

P/N	내 역	수량	소비자가		공급가	
			단가	합계	단가	합계
	HPE DL380gen10 20core 2.1GHz 2cpu(40core), 128GB RAM, 480GB SSD*2, 3.84TB SSD*6					
868703-B21	**HPE ProLiant DL380 Gen10 8SFF Configure-to-order Server**	1	4,947,000	4,947,000	2,775,000	2,775,000
P02502-L21	HPE DL380 Gen10 Intel Xeon-Gold 6230 (2.1GHz/20-core/125W) FIO Processor Kit	1	5,518,000	5,518,000	3,649,000	3,649,000
P02502-B21	HPE DL380 Gen10 Intel Xeon-Gold 6230 (2.1GHz/20-core/125W) Processor Kit	1	5,518,000	5,518,000	3,049,000	3,049,000
P00924-B21	HPE 32GB (1x32GB) Dual Rank x4 DDR4-2933 CAS-21-21-21 Registered Smart Memory Kit	4	1,937,000	7,748,000	930,000	3,720,000
P04474-B21	HPE 480GB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Digitally Signed Firmware SSD	2	881,000	1,762,000	423,000	846,000
P18428-B21	HPE 3.84TB SATA 6G Read Intensive SFF (2.5in) SC 3yr Wty Multi Vendor SSD	6	4,730,000	28,380,000	2,370,000	14,220,000
804331-B21	HPE Smart Array P408i-a SR Gen10 (8 Internal Lanes/2GB Cache) 12G SAS Modular Controller	1	1,058,000	1,058,000	508,000	508,000
P01366-B21	HPE 96W Smart Storage Battery (up to 20 Devices) with 145mm Cable Kit	1	264,000	264,000	127,000	127,000
865408-B21	HPE 500W Flex Slot Platinum Hot Plug Low Halogen Power Supply Kit	2	529,000	1,058,000	254,000	508,000
733660-B21	HPE 2U Small Form Factor Easy Install Rail Kit	1	166,000	166,000	80,000	80,000
				-	-	-
소 계				-	-	29,482,000
총 공 급 가 (VAT별도)						29,482,000
총 공 급 가 (VAT포함)						**32,430,200**

(17) 장비번호: 3-2-1-003

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">주행 시뮬레이션 시스템</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Driving Simulation System</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 30 / 수량 : 1 / 총금액 : 30</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 현실모사 가상환경에서 생성한 가상공간학습용 데이터의 품질 및 성능을 시험하기 위하여 차량 등 가상환경 시뮬레이션과 연동하여 시험하기 위한 테스트용 S/W</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• VR 기반 몰입형 디스플레이 지원
• 4K급 고품질 영상 렌더링
• 주행 환경 시뮬레이션
• 고정밀 도로네트워크 연동</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항 없음
사업(연구)과의 부합성	• 현실모사 가상환경에서 생성한 가상공간학습용 데이터의 품질 및 성능을 시험r하기 위한 테스트 장비로 활용
연구장비의 중복성	• 가상공간학습용 데이터의 품질 및 성능을 측정하고, 피드백을 위해서는 시험용 S/W의 지속적인 활용이 필수적으로 필요함
연구장비의 활용성	• 현실모사 가상환경에서 생성한 가상공간학습용 데이터의 품질과 성능을 측정하기 위한 장비로 활용 가능성이 높음
연구장비 사양·수량의 적합성	• 가상환경에서 개발되는 가상센서 모델이 다수 존재하며, 각각의 센서 모델의 시험 개발에 시험용 장비로 필요하며, • 실험실에서 단위시제품이 나오는 3차년도에 1대 도입이 필요
연구장비 구축비용의 적정성	• 4종 이상의 센서모델을 개발하고, 시험하기 위한 연구 계획에 따라 제시된 연구장비 구축 비용은 적정함
장비 운영의 계획성	• 연구개발 기관에서 각각 도입하여 운영할 필요가 있으며, 최종 연도에는 실증 사업과 연계하여 장비 운영이 가능함

다. 견적서

No. CV2020-00317D

견 적 서

2020 년 03 월 17 일

KAIA 귀하

아래와 같이 견적합니다.

공급자				
	등 록 번 호	314-86-36774		
	상호(법인명)	㈜쿠바	성명	이상훈
	사업장주소	대전시 유성구 테크노2로 187, 516-1		
	업 종	통신장비도소매업외2		
	연 락 처	전화) 042-931-9766 팩스) 042-931-9767 담당자) 이상훈, 010-4841-9716		

합 계 금 액 (부가세포함) 금 삼천만원整(₩30,000,000)

품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액	비 고
주행시뮬레이션 시스템 - VR 기반 몰입형 디스플레이 지원 - 4K급 고품질 영상 렌더링 - 주행 환경 시뮬레이션 - 고정밀 도로네트워크 연동	식	1	30,000,000	30,000,000	부가세포함	
계				30,000,000	부가세포함	

(18) 장비번호: 3-2-2-001

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">공간지능화 학습용 GPU 서버</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">GeoAI GPU Server</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 50 / 수량 : 2 / 총금액 : 100</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 공간지능화 학습 및 추론을 위한 공간정보 기반 인공지능 학습 모델 개발에 사용</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• RTX GPU 8개 이상
• Intel CPUT Core 18 개이상
• 10TB</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항 없음
사업(연구)과의 부합성	• 공간지능화 해석력을 확보하기 위한 인공지능 학습 모델 개발에 사용하는 것으로 사업 내용에 부합
연구장비의 중복성	• 공간정보 기반 설명가능한 공간지능 개발에 필요한 GPU 서버로 타 장비와 중복성은 없음
연구장비의 활용성	• 공간정보 기반 설명가능한 공간지능 개발에 필수적으로 필요한 장비이며, 연구 개발 초기부터 실증까지 활용이 가능한 장비 가동율과 활용 효율이 높은 장비임
연구장비 사양·수량의 적합성	• 인공지능 학습 과정에는 많은 시간이 소요되므로, • 연구규모, 참여컨소시엄 규모 등을 고려하였을 경우, 적절한 시간내에 요구하는 수준의 연구 성과 창출을 위해서는 최소 2대 이상의 장비 도입이 필요
연구장비 구축비용의 적정성	• 제안 장비는 딥러닝 관련 최신 장비로서 학습 성능에 밀접한 영향을 미치는 GPU가 많이 장착될수록 연구 효율을 높일 수 있으며, 현재의 연구내용과 규모를 고려하였을 경우 제안된 장비 구축 비용은 적절함
장비 운영의 계획성	• 연구개발기관에서 장비를 도입하여 운영하면서 연구개발 초기부터 연구개발 종료시까지 활용

다. 견적서

견 적 서

상 호 : KAIA
참 조 :
수신참조 :
아래와 같이 견적 제출 합니다.

견적 유효 기간 :
결 제 조 건 :
견 적 담 당 : 남환희 (010-4201-4736)
견 적 일 자 : 2020년 3월 17일

(주)디엘정보

등록 번호	768-87-00989
상 호	(주)디엘정보
대표 이사	남환희
사 업 장	경기도 남양주시 다산
업 태	도매외
종 목	컴퓨터서버,전자부품외

경기도 남양주시 다산순환로220 ,301호(다산동,다산리코빌파크뷰) 우)12248
TEL : 031-523-4091 FAX : 02-6008-4736

NO.	모델명	제품사양	수량	세트	소비자단가	제안단가	금 액
A	Part NO.	**공간지능화 학습용 GPU 서버**		2		45,454,500	90,909,000
1	**Product SKUs**		1				
		- Dual Socket P (LGA 3647) support 2nd Gen. Intel® Xeon® Scalable processors (Cascade Lake/Skylake)‡					
		- Intel® C622 chipset					
		- 24 DIMMs; up to 6TB 3DS ECC DDR4-2933MHz† RDIMM/LRDIMM, Supports Intel® Optane™ DCPMM††					
		- 2x 10GBase-T LAN ports via Intel C622					
		- Support for Intelligent Platform Management Interface v.2.0					
		- ASPEED AST2500 BMC					
		- 11 PCI-E 3.0 x16 (FH, FL) slots 1 PCI-E 3.0 x8 (FH, FL in x16 slot)					
		- Width 17.2" (437mm) Height 7.0" (178mm) Depth 29" (737mm)					
		- Up to 24 Hot-swap 2.5" drive bays; 8x 2.5" SATA drives supported with included H/W, 2x 2.5" NVMe drives supported with included H/W, 1 NVMe based M.2 SSD					
		- 8 Hot-swap 92mm cooling fans					
		- 2000W (2+2) Redundant Power Supplies Titanium Level (96%+)					
		Standard Parts List					
	Processor	Intel Xeon Gold 6230 Processor (20Core, 2.1GHz, 27.5MB Cache)	2				
	Memory	DDR4 32GB 2666MHz ECC RDIMM	8				
	SSD	M.2 2280 1TB M.2 NVMe SSD	1				
	SSD	6Gb/s 2.5" 3.8TB Enterprise SSD	6				
	Video Card	NVIDIA TITAN RTX (Turing) 24GB GDDR6	6				
	Power Cable	8-pin to Two 6+2 Pin 5cm Power GPU Cable (CBL-PWEX-1040)	8				
	제출서류	제조사 정품공급 증명원 및 기술지원 확약서 제출 제품 모델의 방송통신기자재등의 적합등록 필증 제출 상기 서류는 계약전 제출					



** 보증 :납품일로부터 무상 2년
※ 납 품 기 일 : 발주후 8주 이내

소 액	₩90,909,000
세 액	₩9,090,900
총 액(포함가)	₩99,999,900

(19) 장비번호: 3-2-2-002

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">시공간 네트워크 모델링 서버</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Spatio-Temporal Network Modeling Server</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 40 / 수량 : 2 / 총금액 : 80</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 시공간 네트워크 모델링 기술을 개발을 위한 대규모의 복잡한 네트워크 데이터 학습 및 시뮬레이션을 위한 서버 장비로 활용</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• RTX GPU 4개 이상
• Intel CPU Core 14 개이상
• SSD 10TB 이상</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항 없음
사업(연구)과의 부합성	• 시공간 네트워크 모델링 기술 개발에 직접적으로 활용가능한 GPU 서버 장비로 본 사업 내용과 부합함
연구장비의 중복성	• 시공간 네트워크 모델링 기술 개발에 활용하기 위한 GPU 서버 장비로 타 장비와 중복성은 없음
연구장비의 활용성	• 시공간 네트워크 모델링 기술 개발에 필요한 학습 및 시뮬레이션 부분에 활용하며, 연구 개발 초기부터 실증에 이르기까지 장비 가동율과 활용 효율이 높은 장비임
연구장비 사양·수량의 적합성	• 인공지능 학습 과정에는 많은 시간이 소요되므로, • 연구규모, 연구내용 등을 고려하였을 경우, 적절한 시간내에 요구하는 수준의 연구 성과 창출을 위해서는 최소 2대 이상의 장비 도입이 필요
연구장비 구축비용의 적정성	• 제안 장비는 딥러닝 관련 최신 장비로서 학습 성능에 밀접한 영향을 미치는 GPU가 많이 장착될수록 연구 효율을 높일 수 있으며, 현재의 연구내용과 규모를 고려하였을 경우 제안된 장비 구축 비용은 적절함
장비 운영의 계획성	• 연구개발기관에서 장비를 도입하여 운영하면서 연구개발 초기부터 연구개발 종료시까지 시공간 네트워크 모델링 기술 개발에 활용

다. 견적서

No. CV2020-00317A

견 적 서

2020 년 03 월 17 일

KAIA 귀하

아래와 같이 견적합니다.

공급자				
	등 록 번 호	314-86-36774		
	상호(법인명)	㈜쿠바	성명	이상훈
	사업장주소	대전시 유성구 테크노2로 187, 510-1		
	업 종	통신장비도소매업외2		
	연 락 처	전화) 042-931-9766 팩스) 042-931-9767 담당자) 이상훈, 010-4841-9716		

합 계 금 액 (부가세포함) 금 팔천만원整(₩80,000,000)

품 명	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액	세 액	비 고
시공간 네트워크 모델링 서버 -NVIDIA RTX TiTan GPU 24GB 4개 이상 -Intel XEON Gold CPU Core 16 개 이상 -Dual Socket P (LGA 3647) support 2nd Gen. Intel® Xeon® Scalable processors -HDD 10TB 이상 -DDR4 32GB ECC RDIMM 4EA 이상 -2x 10GBase-T LAN ports via Intel C622 -2000W Power Supplies Titanium Level (96%+)	식	2	40,000,000	80,000,000	부가세포함	
계				80,000,000	부가세포함	

(20) 장비번호: 3-2-2-003

가. 연구장비 구축계획서 장비개요 항목

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th colspan="5">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">구축장비명</td><td>한글</td><td colspan="5">실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="5">Real-TimeSpatial Analysis DevOps Platform Server</td></tr>
<tr><td colspan="2">제작사/모델명</td><td colspan="5">• LEADERS / LEADERS SV8000 GP16-T416 1대
• LEADERS SV8000 GPx8 2대
• LEADERS SV5000 1대</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예상가격
(단위 : 백만원)</td><td colspan="5">단가 : 319 / 수량 : 2 / 총금액 : 638</td></tr>
<tr><td colspan="2">구축예정기관명
(설치예정지역)</td><td colspan="5">미정</td></tr>
<tr><td colspan="2">장비의 주요용도
(동 사업에서의 활용 용도)</td><td colspan="5">• 인공지능 모델 기반의 실시간 공간분석 서비스를 위한 데이터 처리, 인공지능 모델 병렬 분산 학습 및 배포, 파이프라인 자동화</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">취득방법
(해당란에 '√'표시)</td><td>구매</td><td>임대</td><td>제작의뢰</td><td>자체제작</td><td>기타(직접기재)</td></tr>
<tr><td>√</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">주요사양</td><td colspan="5">• Base System: SV8000-GP16 24x 3.5" 16GPU PCIe
- CPU: 2x Intel Xeon PLATINUM 8260 (24Core, 2.4GHz, 35.75MB) Intel Socket LGA 3647
• Base System: SV8000 GPx8 12x 3.5" 8GPU PCIe
- CPU: 2x Intel Xeon PLATINUM 8268 (24 Core, 2.9 GHz, 35.75M) Intel Socket LGA 3647
• Base System: SV5000 12x 3.5", 1x 3.5*12_12SAS Backplane
- 2x Intel Xeon Silver 42 (12 Core, 2.2Ghz, 85W) Intel Socket LGA 3647</td></tr>
</table>

나. 연구장비 구축계획서 장비구축 타당성 자체검토 항목

구분	내용
국가 전략적 필요성 (1억원 이상 장비만 작성)	• 해당사항없음
사업(연구)과의 부합성	• 인공지능 모델 기반의 실시간 공간분석 서비스를 위해서는 데이터 처리, 인공지능 모델 병렬 분산 학습 및 배포, 파이프라인 자동화를 위한 하드웨어 장비가 필요함
연구장비의 중복성	• 실시간 공간분석 서비스용의 데이터 플로우 오케스트레이션 및 인공지능 파이프라인을 위한 연구장비는 없음
연구장비의 활용성	• 인공지능 모델을 학습하고, 실시간 공간분석 서비스를 제공하기 위한 기반 플랫폼이므로 365일 24시간 가동이 될 예정임 • 인공지능 모델 개발 및 서비스를 위한 장비이므로 해당사업 종료 이후에도 활용이 가능함 • 해당 사업 기간에는 전용으로 사용될 장비이므로 공동활용이 불가함
연구장비 사양·수량의 적합성	• 본 사업은장기간 시계열 대규모 공간정보 데이터를 다루고 있으므로 이를 위해서는 고속 분산 학습이 필요하기 때문에, 다수개의 노드 및 각 노드는 최신 GPU 사양 탑재가 필수적임. 학습과 서비스를 위한 장비를 별도로 구분하여 분산학습을 위해 서버 4대, 서비스를 위해 1대로 구성하고, 이를 관리하기 위한 서버 1대를 구성함
연구장비 구축비용의 적정성	• 데이터 규모, 필요한 컴퓨팅 파워를 고려하였을 경우 적절함 • 연구장비의 비용 절감을 위해 사양을 낮출 경우 서비스 성능 저하가 일어날 수 있음
장비 운영의 계획성	• 365일 24시간 자동으로 구동되는 장비이며, 이를 관제하기 위한 소프트웨어 개발을 본 사업에서 수행할 예정이므로 최소 운영인력으로 운용이 가능함 • 본 사업 종료에도 지속적으로 활용 가능함

다. 견적서

Visual & AI Computing Platform Provider
LEADERS SYSTEMS

NVIDIA Elite Solution Provider
AI Deep Learning / High Performance Computing
NVIDIA Preferred Solution Provider
GPU Virtuallization / Professional Visuallization

견 적 서

상 호	주식회사 리더스시스템즈
등록번호	106-86-17609
주 소	서울시 영등포구 당산로 41길 11 SK V1 센터 E동 1801~1805호
대표이사	이 부 석 (직인생략)
전화번호	TEL 02) 717-5950 FAX 02) 2631-5880

▣견적수신 : 국토교통과학기술진흥원 貴中
▣견적참조 : 貴下
▣견적일자 : 2020-03-19
▣견적번호 : 20200319-31

▣견적담당 : 이사 차정호
▣전화번호 : 010-4789-4321
▣메일주소 : softcho@leaderssys.com

▣프로젝트명 인퍼런스 서버

아래와 같이 견적 제출합니다. (단위 : 원)

합계금액	금칠천오백사십일만원정	₩75,410,000	[부가세별도]

모델명	구분	사양	수량	공급단가	공급금액	비고
LEADERS SV8000 GP16-T416			1	75,410,000	75,410,000	
	Base System	SV8000-GP16 24x 3.5" 16GPU PCIe Base System				
	CPU	2x Intel Xeon PLATINUM 8260 (24Core, 2.4GHz, 35.75MB) Intel Socket LGA 3647				
	Chipset	Intel C620 Series Chipset				
	Memory	16x 64GB DDR4 PC4 ECC/REG				
	PCIe Slot	20x HHHL (x16) PCIe Card				
	Storage1 Storage2	1x SSD 480GB SATA3 2.5" 5x SSD 960GB SATA3 2.5" (RAID 5)				
	NIC1 NIC2 NIC3	1x 10G 2Port LAN (SFP+, On board) 1x 1G 2Port ETH PCI LAN (RJ45) 1x 100GbE ETH LAN CARD				
	RAID/SAS Card	1x 8ch SAS Raid Card 2G Cache				
	IO Port	Front: 2x USB 3.0 Port, 1x VGA Port, 1x Serial Port Rear: 2x USB 3.0 Port, 1x VGA Port, 1x IPMI Port				
	PSU	2200W Redundant (2+2), Platinum PSU				
	Dimension	4U Rackmount / 435(W) x 175(H) x 830(D) mm				
	GPU Option GPU	Up to 16x GPU (Single-Width PCIe GPU) 16x Tesla T4 16GB GDDR6				
	Install Kit	GPU Kit Installed : OS / Driver / CUDA / 기본 DL Framework 설치 NVDIA GPU 사용 프로세스 병목 탐색 및 가이드 필수 제공 Docker 기반 GPU Distribute 환경 구축 및 성능 Test (MPI Horovod) Grapector GPU Monitoring S/W Installed CUDA Parallel Programming 교육 지원				
		이하여백				
기타사항		* 견적의 유효기간은 15일입니다. * 제품의 무상보증기간은 3년입니다. * 발주 후 납품시까지 4주이상 기간이 소요됩니다. * 현금 선입금 (발주 시 50% 선결제, 출고 시 50% 결제 필요)		합계금액	75,410,000	
				VAT	7,541,000	
				합계(VAT 포함)	82,951,000	



[주]리더스시스템즈

Visual & AI Computing Platform Provider
LEADERS SYSTEMS

NVIDIA Elite Solution Provider
AI Deep Learning / High Performance Computing
NVIDIA Preferred Solution Provider
GPU Virtualization / Professional Visualization

견 적 서

상 호	주식회사 리더스시스템즈
등록번호	106-86-17609
주 소	서울시 영등포구 당산로 41길 11 SK V1 센터 E동 1801~1805호
대표이사	이 부 석 (직인생략)
전화번호	TEL 02) 717-5950 FAX 02) 2631-5880

▣견적수신 : 국토교통과학기술진흥원 貴中
▣견적참조 : 貴下
▣견적일자 : 2020-03-19
▣견적번호 : 20200319-32

▣견적담당 : 이사 차정호
▣전화번호 : 010-4789-4321
▣메일주소 : softcho@leaderssys.com

▣프로젝트명 트레이닝 서버

아래와 같이 견적 제출합니다. (단위 : 원)

합계금액	금이억삼천삼백육십이만원정	₩233,620,000	[부가세별도]

모델명	구분	사양	수량	공급단가	공급금액	비고
LEADERS SV8000 GPx8			2	116,810,000	233,620,000	
	Base System	SV8000 GPx8 12x 3.5" 8GPU PCIe Base System				
	CPU	2x Intel Xeon PLATINUM 8268 (24 Core, 2.9 GHz, 35.75M) Intel Socket LGA 3647				
	Chipset	Intel C620 Series Chipset				
	Memory	16x 64GB DDR4 PC4 ECC/REG				
	PCIe Slot	8x FHFL (x16) PCIe Card, 4x HHHL (x16) PCIe Card				
	Storage1 Storage2	1x SSD 480GB SATA3 2.5" 5x SSD 960GB SATA3 2.5" (RAID 5)				
	NIC1 NIC2 NIC3	1x 10G 2Port ETH LAN (SFP+, On board) 1x 100G 1Port ETH LAN Card 1x 1G 2Port ETH PCI LAN (RJ45)				
	RAID/SAS Card	1x 16ch SAS RAID CARD (2G Cache)				
	IO Port	Front: 2x USB 3.0 Port, 1x VGA Port, 1x Serial Port Rear: 2x USB 3.0 Port, 1x VGA Port, 1x IPMI Port				
	PSU	2200W Redundant (2+2), Platinum PSU				
	Dimension	4U Rackmount / 435(W) x 175(H) x 830(D) mm				
	GPU Option GPU	Up to 8x GPU (Double-Width PCIe GPU) 8x NVIDIA TESLA V100 32GB				
	Install Kit	GPU Kit Installed : OS / Driver / CUDA / 기본 DL Framework 설치 NVDIA GPU 사용 프로세스 병목 탐색 및 가이드 필수 제공 Docker 기반 GPU Distribute 환경 구축 및 성능 Test (MPI Horovod) Grapector GPU Monitoring S/W Installed CUDA Parallel Programming 교육 지원				
		이하여백				
기타사항		* 견적의 유효기간은 15일입니다. * 제품의 무상보증기간은 3년입니다. * 발주 후 납품시까지 4주이상 기간이 소요됩니다. * 결제조건: 현금 선입금 (발주 시 50% 선결제, 출고 시 50% 결제 필요)		합계금액	233,620,000	
				VAT	23,362,000	
				합계(VAT 포함)	256,982,000	

[주]리더스시스템즈

Visual & AI Computing Platform Provider
LEADERS SYSTEMS

NVIDIA Elite Solution Provider
AI Deep Learning / High Performance Computing
NVIDIA Preferred Solution Provider
GPU Virtualization / Professional Visualization

견 적 서

상 호	주식회사 리더스시스템즈
등록번호	106-86-17609
주 소	서울시 영등포구 당산로 41길 11 SK V1 센터 E동 1801~1805호
대표이사	이 부 석 (직인생략)
전화번호	TEL 02) 717-5950 FAX 02) 2631-5880

▣견적수신 : 국토교통과학기술진흥원 貴中
▣견적참조 : 貴下
▣견적일자 : 2020-03-19
▣견적번호 : 20200319-33

▣견적담당 : 이사 차정호
▣전화번호 : 010-4789-4321
▣메일주소 : softcho@leaderssys.com

▣프로젝트명 MGMT 서버

아래와 같이 견적 제출합니다. (단위 : 원)

합계금액	금일천일십삼만원정	₩10,130,000	[부가세별도]

모델명	구분	사양	수량	공급단가	공급금액	비고
LEADERS SV5000			1	10,130,000	10,130,000	
	Base System	SV5000 12x 3.5" Base System 1x 3.5"12_12SAS Backplane				
	CPU	2x Intel Xeon Silver 42 (12 Core, 2.2Ghz, 85W) Intel Socket LGA 3647				
	Chipset	Intel C620 Series Chipset				
	Memory	2x 32GB DDR4 PC4 ECC/REG				
	Storage1 Storage2	2x SSD 4800GB SATA3 2.5" N/A				
	NIC1 NIC2 NIC3	1x 1G 4Port PHY LAN (RJ45) 1x 10G 2Port ETH LAN (SFP+) 1x 100G 1Port ETH LAN CARD				
	RAID Card	1x 8Ch SAS RAID Card 2G Cache				
	Riser Kit1 Riser Kit2	2x PCIe Riser (x16*1 + x8*1) 1x PCIe Riser (x16*1)				
	IO Port	Front: 1x USB 3.0 Port , 1x USB 3.0/LCD Connector, 1x VGA Port Rear: 2x USB 3.0, 1x VGA Port, 1x Serial Port, 1x BMC Port Built-in: 2x USB 2.0				
	PSU	1300W Redundant (1+1), 80Plus platinum PSU				
	Dimension	2U Rackmount / 435(W) x 87(H) x 797.5(D) mm				
	GPU Option GPU	Not Support GPU N/A				
	Install Kit	GPU Kit Installed : OS / Driver / CUDA / 기본 DL Framework 설치 NVDIA GPU 사용 프로세스 병목 탐색 및 가이드 필수 제공 Docker 기반 GPU Distribute 환경 구축 및 성능 Test (MPI Horovod) Grapector GPU Monitoring S/W Installed CUDA Parallel Programming 교육 지원				
		이하여백				
기타사항		* 견적의 유효기간은 15일입니다. * 제품의 무상보증기간은 3년입니다. * 발주 후 납품시까지 4주이상 기간이 소요됩니다. * 현금 선입금 (발주 시 50% 선결제, 출고 시 50% 결제 필요)		합계금액	10,130,000	
				VAT	1,013,000	
				합계(VAT 포함)	11,143,000	



[주]리더스시스템즈

시설장비 중복성 검토 확인서

※ ZEUS 시설장비심의평가서비스 내 중복성검토 서비스 활용

※ ZEUS 시설장비심의평가서비스 중복성 검토 확인서 발급을 위해서는 설치장소를 지정해야하나, 본 사업에는 설치장소를 지정하지 않았기 때문에 견적요구기관을 국토교통과학기술진흥원으로 설정하여 확인서를 발급받음

※ 단가 3천만원 이상 장비에 한하여 확인서 발급

□ GNSS 신호생성 시뮬레이터(1-1-1-001)

NFEC-R-202004-137638 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	GNSS 신호생성 시뮬레이터				
시설장비명(영문)	GNSS Simulator				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	Spirent			모델명	개발장비
취득금액(예상)	200,000,000 원	제작국가	미국	표준분류체계	전기/전자장비 > 분석장비 > 신호분석기
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	**Novatel**(FlexPak6FLEX6-GIS-000-000), **Spectracom**(GSG-6), **Spirent Communications**(GSS6700 GNSS SIMULATOR), **Trimble**(NetR9 Ti-1)				

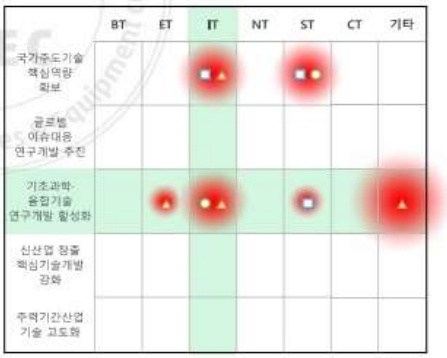
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	4	3	4	11

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬠	○
시설장비 수	2	6	3	0	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y8

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19 「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137638 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	2	0	1	3

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	1	2	0	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2018-01-241845	58	경기도 화성시	25	한국교통안전공단 | GSG-6 | 위치정보 계측 시뮬레이터
2	NFEC-2013-05-179201	126	서울시 금천구	11	에이피우주항공(주) | GSS6700 GNSS SIMULATOR | GNSS 시뮬레이터
3	NFEC-2012-09-170025	48	대전시 유성구	13,180	한국항공우주연구원 | FlexPak6FLEX6-GIS-000-000 | 중앙국(기준국) 위성항법 수신장치

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

※ 단독활용되고 있는 중복시설장비 목록 (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 적은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2008-07-078083	53	경기도 안산시	16	한국해양과학기술원 | hi-Target | 위성측량시스템측량장비
2	NFEC-2016-02-207581	89	인천시 연수구	25	연세대학교 | GSG-63 | GNSS 시뮬레이터
3	NFEC-2012-06-164335	42	대전시 유성구	116	선박해양플랜트연구소 | PolaRxS | 위성항법신호 수신장비
4	NFEC-2013-02-175357	47	대전시 유성구	118	한국항공우주연구원 | NI Pxle-5665 | 위성항법 신호 분석 장치
5	NFEC-2018-05-243704	40	대전시 유성구	118	한국전자통신연구원 | LabSat 3 Wideband | GNSS 시뮬레이터
6	NFEC-2015-04-201103	55	인천시 옹진군	199	한국해양과학기술원 | GR25 | GNSS모니터링 시스템
7	NFEC-2015-04-201113	55	인천시 옹진군	199	한국해양과학기술원 | GR25 | GNSS 모니터링 시스템-2
8	NFEC-2015-04-201114	55	인천시 옹진군	199	한국해양과학기술원 | GR25 | GNSS 모니터링 시스템 - 3

위의 내용과 같이 GNSS 신호생성 시뮬레이터에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템(1-2-1-001)

NFEC-R-202004-137624 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템				
시설장비명(영문)	Server/computing system for collecting and pre-processing crowdsourcing geo-spatial data				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	HP			모델명	개발장비
취득금액(예상)	150,000,000 원	제작국가	미국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 서버
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	**Dell**(Master Node (Dell PowerEdge 6850),PowerEdge R900), **Supermicro**(4028GR-TRT2,7047GR-TRF), **Hewlett Packard(HP)** (ProLiant DL360 G6)				

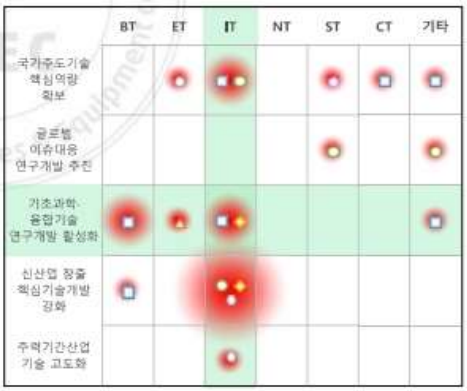
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	2	6	10	4	22

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬠	○
시설장비 수	6	1	8	2	1	3

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y29

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137624 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	1	5	0	7

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	1	0	3	0	1	2

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 연근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2018-01-242153	84	서울시 관악구	8	서울대학교 산학협력단 | 4028GR-TRT2 | 컴퓨터서버
2	NFEC-2009-10-074111	64	경기도 용인시	23	한국소방산업기술원 | PowerEdge R900 | 고성능 계산용 서버
3	NFEC-2010-09-084194	38	대전시 유성구	118	한국항공우주연구원 | ProLiant DL360 G6 | Workstation (HP DL360 G6)(통합 상용화 자료처리
4	NFEC-2012-08-168165	40	대전시 유성구	118	한국전자통신연구원 | 7047GR-TRF | PCIeLink기반 계산노드 개발장비
5	NFEC-2010-12-133099	41	대전시 유성구	119	한국과학기술정보연구원 | PowerEdge R900 | 가상 착후 모델 시뮬레이션 천후처리 지원 시스템

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 단일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

※ 단독활용되고 있는 중복시설장비 목록 (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 없은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2018-06-244358	53	서울시 관악구	7	서울대학교 산학협력단 | 4028GR-TRT2 | 컴퓨터서버
2	NFEC-2013-06-180394	41	경기도 수원시	13	(주)테라젠이엑스 | 7047GR-TRF | 생정보 연산 서버
3	NFEC-2012-03-159720	35	서울시 강남구	14	(주)헤리트 | M3000 | 서버
4	NFEC-2019-01-248490	82	경기도 성남시	16	가천대학교 글로벌캠퍼스 | HX240 | ←포트폴리오 시스템 지원 가상화서버
5	NFEC-2012-07-167011	48	서울시 광진구	19	건국대학교 산학협력단 | PowerEdge R510 | 리눅스 클러스터 컴퓨팅 시스템
6	NFEC-2007-12-049641	45	서울시 노원구	26	광운대학교 산학협력단 | 9133-55A | 컴퓨터(SERVER)
7	NFEC-2007-04-052813	44	대전시 유성구	116	한국기계연구원 | Master Node (Dell PowerEdge 6850) | 수치연산용 cluster system
8	NFEC-2012-03-157453	50	대전시 유성구	116	한국수력원자력(주) 중앙연구원 | M3000 | 지진자료 분석용 UNIX 시스템
9	NFEC-2017-01-235774	65	대전시 유성구	116	한국천문연구원 | DL380 Gen9/MSA 2040 | 우주물체 광학영상 자료처리 시스템
10	NFEC-2014-02-185653	32	대전시 유성구	118	한국생명공학연구원 | PowerEdge R900 | 분석시스템 운영용 Server

위의 내용과 같이 크라우드소싱 공간데이터 수집/전처리를 위한 서버/전산 시스템에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 라이다/영상/열화상 센서 드론(1-2-1-002)

NFEC-R-202004-137626 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	드론				
시설장비명(영문)	Drone				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	DJI Yelloscan			모델명	개발장비
취득금액(예상)	150,000,000 원	제작국가	미국	표준분류체계	기계가공/시험장비 > 자동화/이송장비 > 로봇
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	(주)고산자(Delta X8 Quad), 3SSolution(ATO-I)				

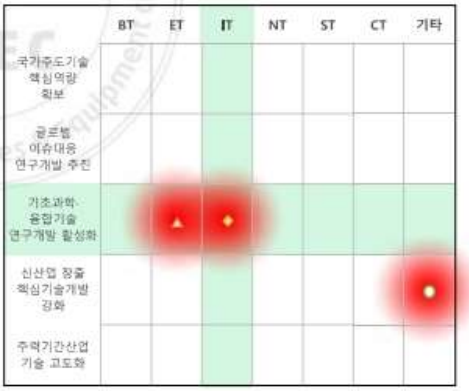
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	1	0	2	3

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬠	○
시설장비 수	1	1	0	1	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y3

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19 「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137626 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	0	2	2

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	1	0	0	1	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2019-05-255715	32	부산시 북구	305	부산과학기술대학교 | Delta X8 Quad | 드론(회전익)
2	NFEC-2018-02-242480	121	부산시 사상구	307	부산테크노파크 | ATO-I | 산업용 드론 플랫폼_회전익_소형

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

※ 단독활용되고 있는 중복시설장비 목록 (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 적은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2020-02-261062	39	서울시 동대문구	23	국립산림과학원 | MATRICE 600 PRO | 항공라이다센서 탑재용 멀티콥터

위의 내용과 같이 드론에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 위성/항공센서 시험 데이터(1-2-2-002)

NFEC-R-202004-137642 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	위성/항공센서 시험 데이터				
시설장비명(영문)	Satellite/Air Sensor Test Data				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	자체제작			모델명	개발장비
취득금액(예상)	150,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	데이터처리장비 > 달리 분류되지 않는 데이터처리장비
용도	분석용	6T 분야	ST	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	(주)영린기기(AC220V 60Hz), D.Marchiori(DIGITAL AIR DATA TEST SET), DRUCK(ADTS 403), IMC(CRFX-2000G / UNI2-8 / DCB2-8), Mistras Group Inc(PCI-2), 엠아이케이21(k-9834WS)				

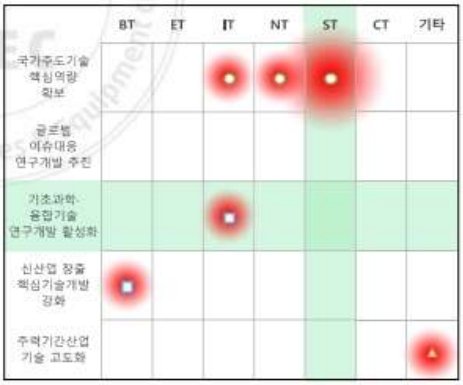
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	0	2	7	10

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬡	○
시설장비 수	5	1	2	0	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y2

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19 「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137642 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	0	1	4	6

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	4	1	1	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2015-02-197069	456	대구광역시 달서구	220	대구테크노파크 | k-9834WS | 스마트 센서 검사 시스템
2	NFEC-2016-02-207782	40	울산시 울주군	284	울산과학기술원 | PCI-2 | 음향방출측정기
3	NFEC-2016-07-210861	62	전남 영암군	296	목포대학교 산학협력단 | CRFX-2000G / UNI2-8 / DCB2-8 | 구조/재료 시험데이터 계측 시스템
4	NFEC-2007-10-008801	78	경기도 안양시	2	한국의류시험연구원 | AC220V 60Hz | GC 생분해성 측정기
5	NFEC-2004-11-028761	33	대전시 유성구	118	한국항공우주연구원 | ADTS 403 | 대기 데이타 센서 시험장비
6	NFEC-2013-07-181332	34	경남 사천시	276	한국항공우주산업(주) | DIGITAL AIR DATA TEST SET | 디지털 에어데이터 테스트셋

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

위의 내용과 같이 위성/항공센서 시험 데이터에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템(1-2-2-003)

NFEC-R-202004-137644 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템				
시설장비명(영문)	Satellite/aircraft sensor-based wide-area change detection server/computer system				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	자체제작			모델명	개발장비
취득금액(예상)	150,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 서버
용도	분석용	6T 분야	ST	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	**Hewlett Packard(HP)**(X8600,rp3410), **(주)리더스시스템즈**(GT4045), **Ibm**(IBM58952069998), **Supermicro**(IR6019P-MT), **삼성전자주식회사**(SmartServer 203), **유니와이드테크놀러지**(Appro 8400T Intel Xeon MP), **Sun Microsystems**(4CPU-300MHz,Ultra SPARCIII), **Enterasys**(ML-570), **Fujitsu Ltd.**(PW450), **Hewlett Packard(HP)**(HP Visualize J5000 PA-RISC 8600 552MHz), **Supermicro**(SYS-1028R-MCTR), **Unisys**(ES7000), **씨피에스테크놀러지**(CNT-3000), **에치피씨메이트**(CoolGX), **한국과학기술정보연구원**(클루토)				

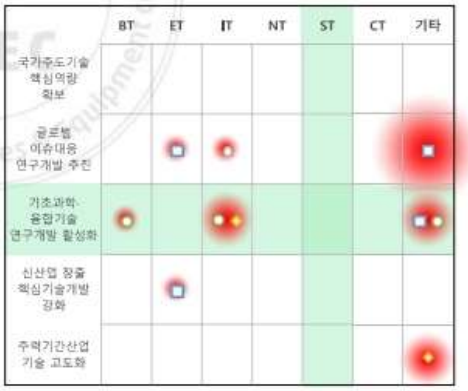
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	2	6	8	12	28

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬠	○
시설장비 수	3	0	7	3	0	1

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y28

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137644 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	1	2	5	9

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	4	0	2	3	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2018-09-245975	34	서울시 관악구	7	서울대학교 산학협력단 | IR6019P-MT | 컴퓨터서버
2	NFEC-2015-04-201189	62	충북 청주시	90	질병관리본부 국립보건연구원 | GT4045 | 컴퓨터서버
3	NFEC-2011-01-139011	410	서울시 동대문구	23	국립산림과학원 | IBM589S2069998 | 터미널서버
4	NFEC-2014-12-193965	120	충북 청주시	97	청주교육대학교 | Appro 8400T Intel Xeon MP | 컴퓨터서버
5	NFEC-2015-02-197329	71	전북 군산시	162	군산대학교 | X8600 | 컴퓨터서버
6	NFEC-2015-02-196908	182	전북 군산시	162	군산대학교 | rp3410 | 컴퓨터서버
7	NFEC-2014-11-193339	40	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버
8	NFEC-2014-11-193322	38	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버
9	NFEC-2014-11-193338	40	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 단일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

위의 내용과 같이 위성/항공센서 기반 광역 변화탐지 서버/전산 시스템에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템(1-2-2-004)

NFEC-R-202004-137646 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템				
시설장비명(영문)	Low Altitude/ground mobile platform based urban change detection server/computer system				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	자체제작			모델명	개발장비
취득금액(예상)	150,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 서버
용도	분석용	6T 분야	ST	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	**Enterasys**(ML-570), **Hewlett Packard(HP)**(rp3410), **Sun Microsystems**(Ultra SPARCIII), **삼성전자주식회사**(SmartServer 203), **씨피에스테크놀러지**(CNT-3000), **에치피씨메이트**(CoolGX), **Hewlett Packard(HP)**(HP Visualize J5000 PA-RISC 8600 552MHz,X8600), **Supermicro**(R6019P-MT,SYS-1028R-MCTR), **(주)리더스시스템즈**(GT4045), **Ibm**(IBM58952069998), **Sun Microsystems**(4CPU-300MHz), **유니와이드테크놀러지**(Appro 8400T Intel Xeon MP)				

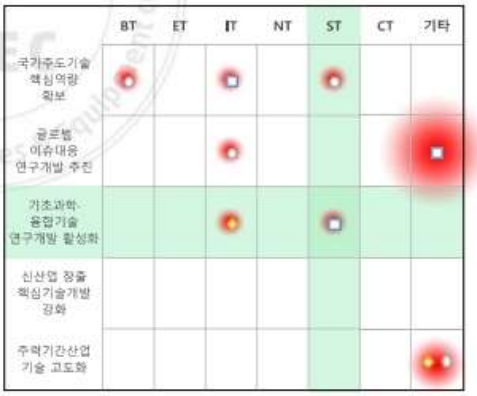
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	6	9	12	28

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬠	○
시설장비 수	0	0	6	2	0	4

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y16

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137646 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	0	1	6	8

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	3	0	1	3	0	1

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 연근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2019-11-259032	38	서울시 관악구	6	서울대학교 산학협력단 | CoolGX | 컴퓨터서버
2	NFEC-2015-02-197580	39	전북 군산시	162	군산대학교 | ML-570 | 컴퓨터서버
3	NFEC-2015-02-196908	182	전북 군산시	162	군산대학교 | rp3410 | 컴퓨터서버
4	NFEC-2015-02-196931	54	전북 군산시	162	군산대학교 | Ultra SPARCIII | 컴퓨터서버
5	NFEC-2014-11-193339	40	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버
6	NFEC-2014-11-193322	38	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버
7	NFEC-2014-11-193338	40	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

위의 내용과 같이 저고도/지상 이동형 플랫폼 기반 도심 변화탐지 서버/전산 시스템에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템(1-2-2-005)

NFEC-R-202004-137647 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템				
시설장비명(영문)	Crowd sourcing portable proximity sensor-based precision change detection server/computer system				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	자체제작			모델명	개발장비
취득금액(예상)	150,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 서버
용도	분석용	6T 분야	ET	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	**Hewlett Packard(HP)**(X8600,rp3410), **Enterasys**(ML-570), **Ibm**(IBM58952069998), **Supermicro**(R6019P-MT), **삼성전자주식회사**(SmartServer 203), **유니와이드테크놀러지**(Appro 8400T Intel Xeon MP), **Sun Microsystems**(4CPU-300MHz,Ultra SPARCIII), **(주)리더스시스템즈**(GT4045), **Fujitsu Ltd.**(PW450), **Hewlett Packard(HP)**(HP Visualize J5000 PA-RISC 8600 552MHz), **Supermicro**(SYS-102BR-MCTR), **Unisys**(ES7000), **씨피에스테크놀러지**(CNT-3000), **에치피씨에이트**(CoolGX), **한국과학기술정보연구원**(플루토)				

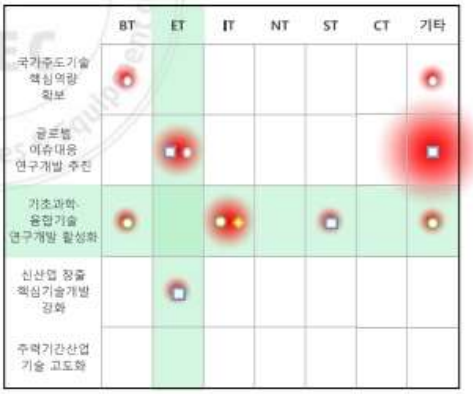
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	2	5	10	11	28

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬡	⬡
시설장비 수	3	0	7	1	0	3

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y27

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137647 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	1	1	6	9

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	4	0	1	4	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2018-09-245975	34	서울시 관악구	7	서울대학교 산학협력단 | IR6019P-MT | 컴퓨터서버
2	NFEC-2011-01-139011	410	서울시 동대문구	23	국립산림과학원 | IBM58952069998 | 티미널서버
3	NFEC-2014-12-193965	120	충북 청주시	97	청주교육대학교 | Appro 8400T Intel Xeon MP | 컴퓨터서버
4	NFEC-2015-02-197580	39	전북 군산시	162	군산대학교 | ML-570 | 컴퓨터서버
5	NFEC-2015-02-197329	71	전북 군산시	162	군산대학교 | X8600 | 컴퓨터서버
6	NFEC-2015-02-196908	182	전북 군산시	162	군산대학교 | rp3410 | 컴퓨터서버
7	NFEC-2014-11-193339	40	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버
8	NFEC-2014-11-193322	38	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버
9	NFEC-2014-11-193338	40	경북 안동시	188	안동대학교 | SmartServer 203 | 컴퓨터서버

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 단일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

위의 내용과 같이 크라우드 소싱 휴대용 근접 센서 기반 정밀 변화탐지 서버/전산 시스템에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 고정형 공중 기상환경정보 관측 장비(1-2-2-006)

NFEC-R-202004-137705 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

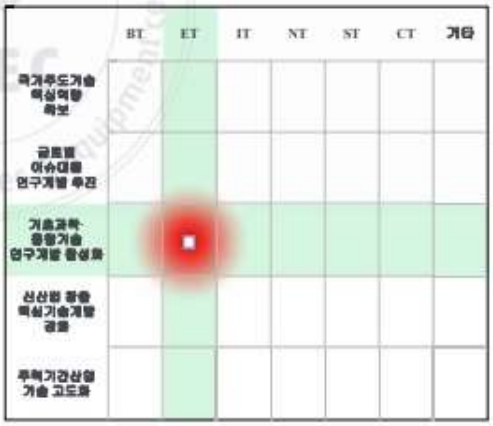
시설장비명(한글)	고정형 공중 기상환경정보 관측 장비				
시설장비명(영문)	Fixed Air Weather Information Observation Equipment				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	웨더힐크			모델명	WL-AWS 100S
취득금액(예상)	30,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	물리측정장비 > 달리 분류되지 않는 물리측정장비
용도	계측용	6T 분야	ET	핵심투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	어웰피(Road Weather Information Tower), 진양공업(Road Weather Information Tower)				

* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포

분류



(단위 : km, 개)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	5	0	0	6

(단위 : 개)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	○	○
시설장비 수	0	0	6	0	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y0

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19 「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137705 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	5	0	0	6

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	0	0	6	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

타모델시설장비 목록이 없습니다.

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출하여야 합니다.

※ **단독활용되고 있는 중복시설장비 목록** (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 적은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2014-07-190225	65	경기도 시흥시	9	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
2	NFEC-2016-03-208772	67	서울시 영등포구	18	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
3	NFEC-2016-03-208773	63	서울시 영등포구	18	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
4	NFEC-2014-07-190224	65	경기도 시흥시	20	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
5	NFEC-2014-12-193732	90	서울시 종로구	23	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
6	NFEC-2014-12-193733	51	서울시 성북구	24	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템

위의 내용과 같이 고정형 공공 기상환경정보 관측 장비에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.13

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 이동형 공중 기상환경정보 관측 장비(1-2-2-007)

NFEC-R-202004-137635 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

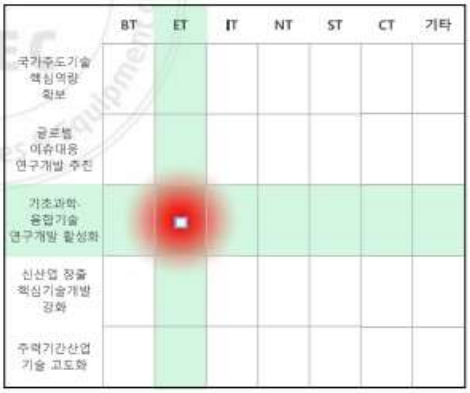
시설장비명(한글)	이동형 공중 기상환경정보 관측장비				
시설장비명(영문)	Mobile Air Weather Information Observation Equipment				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	Metek			모델명	개발장비
취득금액(예상)	95,000,000 원	제작국가	독일	표준분류체계	물리적측정장비 > 달리 분류되지 않는 물리적측정장비
용도	분석용	6T 분야	ET	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	이엘피(Road Weather Information Tower), 진양공업(Road Weather Information Tower)				

* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포

분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	5	0	0	6

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬡	○
시설장비 수	0	0	6	0	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y0

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137635 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	5	0	0	6

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	0	0	6	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

타모델시설장비 목록이 없습니다.

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

※ 단독활용되고 있는 중복시설장비 목록 (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 적은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2014-07-190225	65	경기도 시흥시	9	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
2	NFEC-2016-03-208772	67	서울시 영등포구	18	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
3	NFEC-2016-03-208773	63	서울시 영등포구	18	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
4	NFEC-2014-07-190224	65	경기도 시흥시	20	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
5	NFEC-2014-12-193732	90	서울시 종로구	23	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템
6	NFEC-2014-12-193733	51	서울시 성북구	24	한국외국어대학교 연구산학협력단 | Road Weather Information Tower | 기상대응도로관측시스템

위의 내용과 같이 이동형 공중 기상환경정보 관측장비에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 인공지능용 워크스테이션(1-2-3-001)

NFEC-R-202004-137636 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

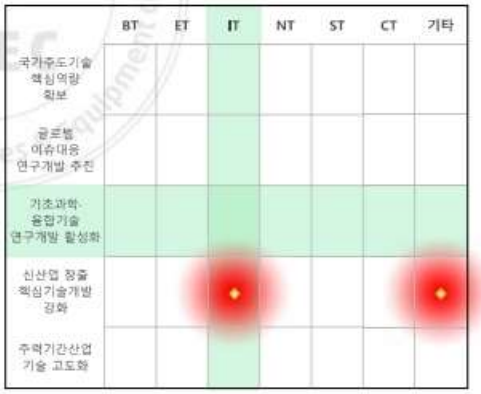
시설장비명(한글)	인공지능 워크스테이션				
시설장비명(영문)	artificial intelligence workstation				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	NVIDIA			모델명	개발장비
취득금액(예상)	80,000,000 원	제작국가	미국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 입/출력장치
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학-융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	패스엔진 / 스피드츄리(SpeedTree/PathEngine S아), 한컴로보틱스(큐아이)				

* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포

분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	1	1	2

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬡	○
시설장비 수	0	0	0	2	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y1

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137636 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	1	1	2

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	0	0	0	2	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2020-03-261304	68	충북 제천시	111	세명대학교 | 큐아이 | AI상담로봇
2	NFEC-2011-01-133686	80	부산시 사상구	310	동서대학교 | SpeedTree/PathEngine SDK | 인공지능엔진

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

위의 내용과 같이 인공지능 워크스테이션에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터(3-1-2-001)

NFEC-R-202004-137650 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

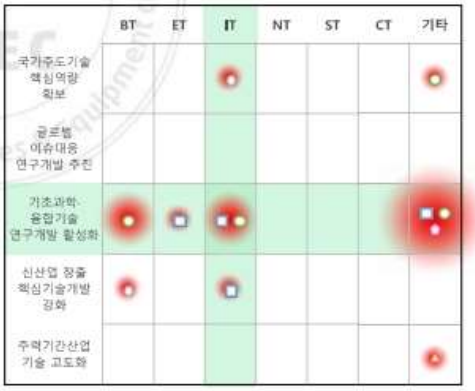
시설장비명(한글)	개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터				
시설장비명(영문)	High Capacity Space Information Integration Cluster for Development				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	미정			모델명	모델명 없음
취득금액(예상)	268,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 저장장치
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	**Dell**(EMC SC7020,PS6210X), **(주)STI**(Ceramic Printer), **DDN**(SFA7990), **Netapp**(FAS8060), **다산데이타**(HPC Cluster System)				

* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포

분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	2	6	6	15

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬡	○
시설장비 수	7	1	5	0	1	2

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y15

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19 「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137650 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	1	1	4	0	6

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	3	0	3	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 연근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2017-11-240806	93	서울시 관악구	7	서울대학교 산학협력단 | HPC Cluster System | 고성능 GPU를 포함한 전산처리 클러스터 시스템
2	NFEC-2015-07-203732	60	대전시 유성구	118	한국과학기술정보연구원 | PS6210X | 통합 정보관리 스토리지(웹사이트자가진단)
3	NFEC-2016-02-207704	120	대전시 유성구	118	한국과학기술정보연구원 | FAS8060 | 슈퍼컴퓨터 사용자 서비스용 고성능 스토리지 시스템
4	NFEC-2019-07-256945	188	대전시 유성구	119	한국과학기술정보연구원 | SFA7990 | 대용량 유전체 데이터 분석용 네트워크 스토리지
5	NFEC-2018-12-247534	194	대전시 유성구	119	한국과학기술정보연구원 | EMC SC7020 | 기초연구 글로벌데이터 공유분석용 클러스터 및 저장장치
6	NFEC-2012-02-154737	230	경기도 이천시	39	한국세라믹기술원 | Ceramic Printer | 고선명 도자디자인용 잉크젯 프린팅

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

위의 내용과 같이 개발용 초대용량 공간정보 통합 클러스터에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터(3-1-2-002)

NFEC-R-202004-137649 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

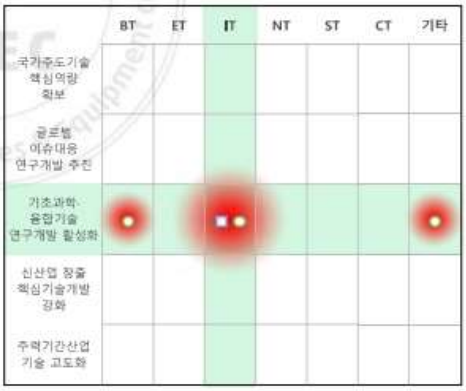
시설장비명(한글)	실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터				
시설장비명(영문)	Cluster for Super Scalable Spatial Information for Deployment				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	미정			모델명	모델명 없음
취득금액(예상)	545,000,000 원	제작국가	대한민국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 저장장치
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	DDN(SFA7990), Dell(EMC SC7020), Netapp(FAS8060)				

* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포

분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	5	0	5

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬡	⬡
시설장비 수	4	0	2	0	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y0

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137649 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	3	0	3

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	1	0	2	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2016-02-207704	120	대전시 유성구	118	한국과학기술정보연구원 | FAS8060 | 슈퍼컴퓨터 사용자 서비스용 고성능 스토리지 시스템
2	NFEC-2018-12-247534	194	대전시 유성구	119	한국과학기술정보연구원 | EMC SC7020 | 기초연구 글로벌데이터 공유분석용 클러스터 및 저장장치
3	NFEC-2019-07-256945	188	대전시 유성구	119	한국과학기술정보연구원 | SFA7990 | 대용량 유전체 데이터 분석용 네트워크 스토리지

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

※ 단독활용되고 있는 중복시설장비 목록 (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 적은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2019-02-254503	458	대전시 유성구	118	한국생명공학연구원 | SFA7990 | 생명정보데이터처잠스토리지시스템
2	NFEC-2003-08-041137	361	대전시 유성구	118	한국전자통신연구원 | AXDMP4CFWS | Reconfigurable System Prototyping for SOC Des

위의 내용과 같이 실증용 초대용량 공간정보 통합 클러스터에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

□ 실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버(3-2-3-003)

NFEC-R-202004-137611 (1/2)

시설장비 중복성검토 확인서

대상시설장비

시설장비명(한글)	실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버				
시설장비명(영문)	Real-TimeSpatial Analysis DevOps Platform Server				
설치기관	국토교통과학기술진흥원			설치장소	경기 안양시 동안구 관양동 1600
제작사	LEADERS			모델명	개발장비
취득금액(예상)	319,000,000 원	제작국가	미국	표준분류체계	데이터처리장비 > 하드웨어 > 서버
용도	분석용	6T 분야	IT	중점투자분야	기초과학·융합기술 연구개발 활성화
동일·유사 모델	Silicon Graphics(SGI)(Altix ICE), 케이티엔에프(KR580S1)				

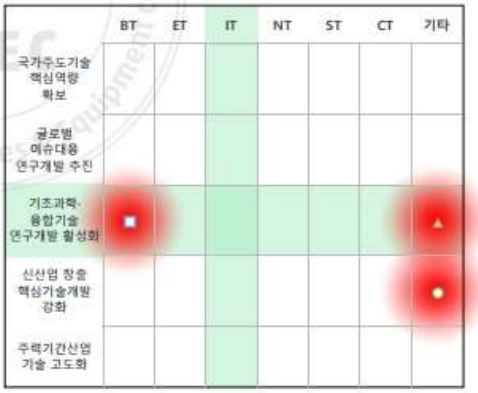
* 대상시설장비 정보는 사용자가 입력한 내용입니다. 중복성검토 내용은 입력한 정보에 따라 달라집니다.

중복시설장비 (대상시설장비와 기능 및 성능이 중복되는 시설장비)

분포



분류



(단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	1	2	3

(단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
범례	○	△	□	◇	⬯	⬭
시설장비 수	1	1	1	0	0	0

중복도

매우낮음	낮음	중간	높음	매우높음

▼ Y1

* 구축예정시설장비가 국내에서 제작된 경우 국산시설장비의 구입을 장려하기 위하여 중복도에 가산점이 적용될 수 있습니다.
(국가과학기술심의회, 2013.12.19 「2013년도 국가연구시설·장비 실태조사 결과 및 이용 효율화 종합대책(안)」)
* 중복도는 사용자가 입력한 내용과 ZEUS 연구시설장비 정보에 의하여 자동으로 산출됩니다. 산출된 중복도는 절대적인 기준은 아니며 연구자 또는 심의위원의 중복성검토를 도와주는 참고자료입니다.

NFEC-R-202004-137611 (2/2)

대체가능시설장비 (대상시설장비 대신 활용할 수 있는 시설장비)

분포 (단위 : km, 점)

거리범위	< 0.5	0.5~10	10~50	50~150	> 150	합계
시설장비 수	0	0	0	0	2	2

용도 (단위 : 점)

용도	분석용	계측용	시험용	교육용	생산용	기타
시설장비 수	1	1	0	0	0	0

* 대체가능시설장비는 구축예정시설장비의 인근지역에 위치한 중복시설장비 중 공동활용이 가능한 시설장비입니다. 거리와 최근 구축 순으로 최대 20점까지 선택됩니다.

동일모델시설장비 목록 (대상시설장비와 동일한 모델의 시설장비) (단위 : 백만원, km)

동일모델시설장비 목록이 없습니다.

타모델시설장비 목록 (대상시설장비와 모델이 다른 시설장비) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2020-01-259897	90	부산시 해운대구	313	부산테크노파크 | KR580S1 | 산업안전빅데이터플랫폼
2	NFEC-2011-01-137869	131	대구광역시 북구	222	경북대학교 산학협력단 | Altix ICE | 블레이드플랫폼

* 위 목록의 시설장비는 대상시설장비를 대신하여 활용할 수 있는 시설장비입니다. 이 시설장비를 활용하지 않고 대상시설장비를 구입하려면 목록의 시설장비마다 활용할 수 없는 사유를 작성해 심의위원회에 제출하여야 합니다. 만일 대상시설장비가 중복예외에 해당된다면 시설장비별 사유 대신 중복예외에 해당하는 사유를 제출해야 합니다.

※ 단독활용되고 있는 중복시설장비 목록 (구축금액 비교를 위한 시설장비 : 대체가능시설장비가 적은 경우에만 제시됩니다) (단위 : 백만원, km)

순번	NFEC등록번호	금액	설치위치	거리	설치기관 | 모델명 | 시설장비명
1	NFEC-2015-07-203559	89	대전시 유성구	119	재단법인 전통천연물기반 유전자동의보감사업단 | R730 N3048 | 가상인체 병렬 분석 플랫폼

위의 내용과 같이 실시간 공간분석 서비스 데브옵스 플랫폼 서버에 대하여 중복성검토를 수행하였음을 확인합니다.

2020.04.10

신청자 : 김은혜 신청자 소속기관 : 주식회사 과학기술전략연구소

부록 2

국가공간정보 세부 분류기준

공간정보	등 급	분 류 기 준
항공사진	비공개	o 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설 및 군사시설(휴전선 접경지역내 시설 포함)이 노출된 사진 및 영상, 3차원 입체자료
	공개 제한	o 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설 및 군사시설이 삭제된 흔적이 남아 있는 사진 및 영상, 3차원 입체자료 o 2차원좌표가 포함된 해상도 30m 보다 정밀한 자료 o 3차원좌표가 포함된 해상도 90m보다 정밀한 자료
	공 개	o “비공개” 및 “공개제한” 대상 이외의 항공사진 및 영상, 3차원 입체자료(인터넷·내비게이션·휴대폰에는 좌표 표시 불가) o 해상도 25cm보다 정밀한 항공사진은 건물 · 토지의 소유자와 법 제2조 제4호의 관리기관 및 관리기관의 장이 승인한 경우에 한하여 제공 또는 판매하고, 인적사항 및 사진 내용을 기록 하여야 한다. o 단, 올림픽 등 국제행사 지역은 관계기관과 협의를 거쳐, 행사기간 동안 해상도 25cm보다 정밀한 항공사진을 일반인에게 제공 또는 판매할 경우 기록을 생략할 수 있다
위성영상	비공개	o 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설 및 군사시설(휴전선 접경지역내 시설 포함)이 노출된 3차원 위성자료
	공개제한	o 정밀보정된 2차원좌표가 포함된 해상도 30m 보다 정밀한 자료 o 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설과 군사시설(휴전선 접경지역내 시설 포함)이 노출된 해상도 4m보다 정밀한 자료 o 3차원좌표가 포함된 해상도 90m보다 정밀한 자료
	공 개	o “비공개” 및 “공개제한” 대상 이외의 위성영상 및 3차원 위성자료 o 국가보안시설 및 군사시설 이외 지역의 자료(인터넷 · 내비게이션 · 휴대폰에는 좌표 표시 불가) o 단, 해상도 25㎝보다 정밀한 위성영상 제공 또는 판매 시 인적사항 및 사진내용에 대한 기록 유지

공간정보	등 급	분 류 기 준
전자지도	비공개	o 축척에 관계없이 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설 및 군사시설(휴전선 접경지역내 시설 포함)이 포함된 지도
	공개제한	o 군사지도 o 전력 · 통신 · 가스 등 공공의 이익 및 안전과 밀접한 관계가 있는 국가기간시설이 포함된 지도 o 단, 항공기 · 선박의 안전항행 등에 필요한 전력 · 통신 · 가스 등 국가기간시설은 보안성 검토를 거쳐 지도에 표기 o 1:1,000 축척 이상 지도의 등고선과 표고점
	공 개	o “비공개” 및 “공개제한” 대상 이외의 지도 o 인터넷 · 내비게이션 · 휴대폰 등을 통해 좌표와 1:5,000 축척 이상 지도의 등고선 · 표고값 표시 불가
해 양 공간정보	비공개	o 접경해역 수심 자료 o 좌표가 표기되어 있고 국가보안시설 및 군사시설 인근해역 또는 접경해역내 해상도 30m보다 정밀한 해저 영상자료
	공개제한	o 좌표가 포함된 해상도 120m보다 정밀한 수심 자료 o 단, 공개제한 대상 수심이라도 항해안전, 해양레저, 해양공간정보 산업화 등에 필수적인 해역의 수심은 관계기관 협의 후 공개 o 좌표가 포함된 해상도 90m보다 정밀한 해저 영상자료
	공 개	o “비공개” 및 “공개제한” 대상 이외의 수심 o “비공개” 및 “공개제한” 대상 이외의 해저 영상자료 o 해도, 전자해도 등
기 타 공간정보	비공개	o 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설 및 군사시설이 노출된 3차원 공간정보 o 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설 및 군사시설의 명칭 및 속성자료
	공개제한	o 공공의 이익 및 안전과 밀접한 관계가 있는 국가기간시설의 명칭 및 속성자료 o 해상도가 90m보다 정밀하고 3차원 좌표가 포함된 3차원 공간정보 o 단, 해상도 90m보다 정밀하고 3차원 좌표가 포함된 공간정보 중 도로 지역은 보안성 검토를 거쳐 국가안보상 위해 요인이 없는 경우 공개
	공 개	o “비공개” 및 “공개제한” 대상 이외의 기타공간정보 o 좌표가 없는 일반지역 3차원 영상자료 o 3차원 좌표가 있고 해상도가 90m보다 낮은 입체영상자료 o 토양 · 지질 · 지번도, 도시 · 도로 건설계획도 등

“디지털 국토정보 기술개발사업” 보완기획서

2021. 12.

국토교통과학기술진흥원 기획4그룹

□ 사업 개요

○ 사 업 명 : 디지털 국토정보 기술개발 사업

○ 총사업비 : 872.18억 원 (정부 654.17억 원, 민간 218.01억 원)

○ 사업기간 : 2022년 4월 ~ 2026년 12월 (4년 9개월)

○ 사업목적 : 고정밀·고품질의 3차원 디지털국토 구축 기술 및 동적정보를 실시간 연계 기술 등 국가공간정보체계를 고도화하기 위한 핵심기술 개발

○ 추진주체

- 주관부처 : 국토교통부
- 전문기관 : 국토교통과학기술진흥원

○ 추진근거

추진근거	내용
관계 법령	◆「과학기술기본법」 제11조(국가연구개발사업의 추진), 제17조(협동·융합 연구개발의 촉진) ◆「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진), 제9조(융·복합 연구개발의 추진), 제10조(국토교통과학기술의 보급 및 활용촉진) ◆「국가공간정보 기본법」 제9조(연구·개발 등), 제10조(정부의 지원) ◆「공간정보산업 진흥법」 제9조(융·복합 공간정보산업 지원), 제13조(공간정보기술의 개발 촉진), 제14조(공간정보산업의 표준화 지원) ◆「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제97조(연구·개발의 추진 등)
국정 과제	◆ 문재인정부 국정운영 5개년 계획 - 20대 국정전략 중 “과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명”, “국민안전과 생명을 지키는 안심사회”와 관련 - 100대 국정과제 중 “소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축”, “고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴·육성” 등 5개 과제와 관련 - 4대 복합·혁신과제 중 “4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가”와 관련
국가 계획	◆ 제4차 국가과학기술 기본계획('18~'22) ◆ 제5차 국토종합계획 실천계획('21~'25)
국토교통부 계획	◆ 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략 ◆ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27) ◆ 제3차 국토교통 R&D 중장기전략('14~'23) ◆ 제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22) ◆ 제3차 공간정보산업진흥 기본계획('21~'25) ◆ 제2차 국가측량 기본계획('21~'25)

○ 사업명·비전·목표 조정

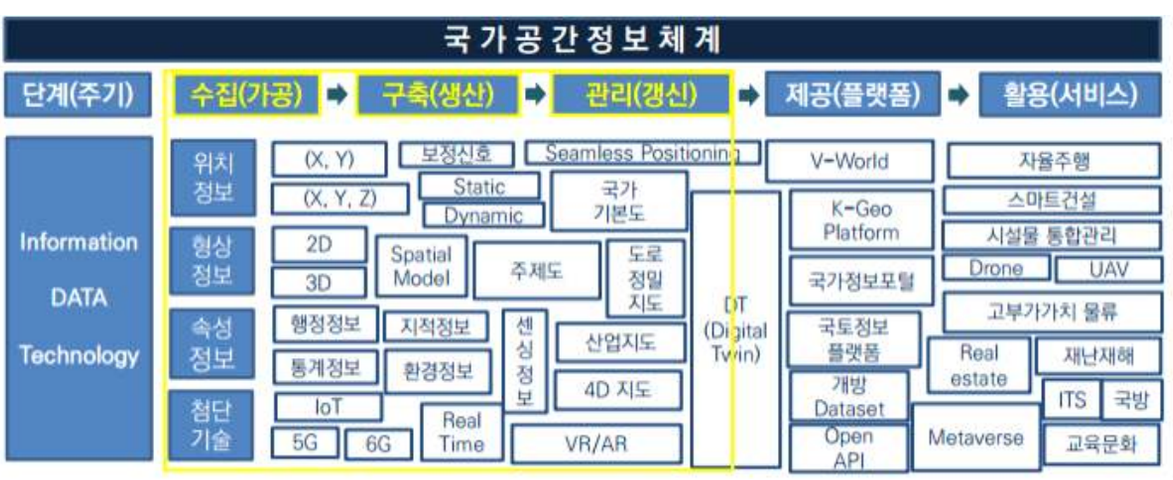
- 예비타당성조사 결과, ‘라이브’ 관련 연구성과 구현이 제한적임을 고려하여 아래 표와 같이 사업명, 비젼 및 목표 재정립

구분	원 안	조 정
사업명	디지털 라이브 국토정보 기술개발	디지털 국토정보 기술개발
비전	국토정보의 ‘**디지털化**’ & ‘**라이브化**’	국토정보의 ‘**초정밀化**’ & ‘**초연결化**’
목표	N차원 디지털 라이브 국토 구현을 위한 핵심 기술 개발	고정밀 디지털 국토에 사물-이동체 정보를 연계한 국가공간정보체계 고도화 핵심 기술 개발

- ① (**초정밀化**) 고정밀·고품질의 3차원 디지털 국토에 ②(**초연결化**) 사물-이동체 정보를 실시간 연계하여 국가공간정보체계를 고도화하기 위한 핵심기술 개발



○ 중점 개발 분야 : **국가공간정보체계**의 全단계 중 **수집 - 구축 - 관리 분야**에 **집중**하여 기술개발 실시



○ 주요 사업내용

- **(핵심과제 1) 초정밀 디지털 국토 구축**

  : 영상 및 다중 신호 데이터를 융합하여 실내외 고정밀 연속 위치정보를 취득하여 초정밀 디지털 국토 구축

- **(핵심과제 2) 디지털 국토의 구축 효율화**

  : 다양하게 수집되는 공간데이터를 기반으로 국토변화정보를 자동으로 인식 및 갱신하여 효율적인 국가공간정보 구축 기반 마련

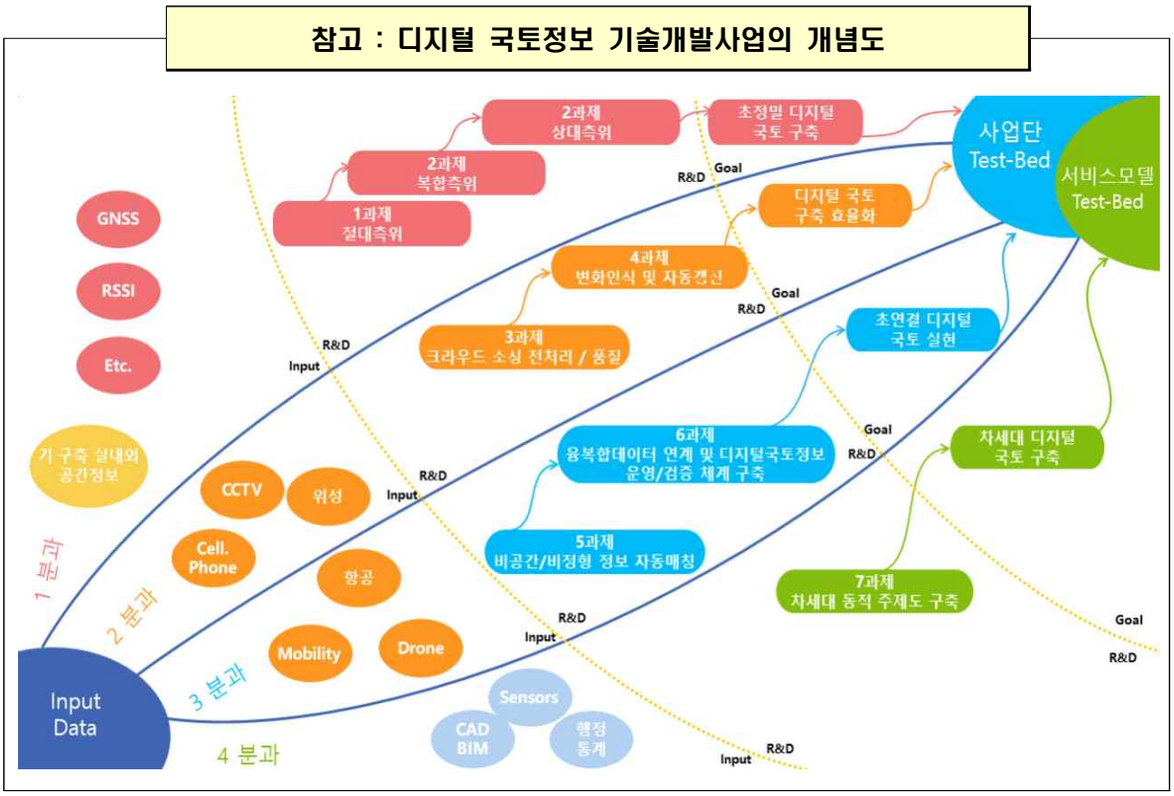
- **(핵심과제 3) 초연결 디지털 국토 실현**

  : 행정, 통계, 센서스 및 건설정보 등 비공간정보를 공간DB에 자동연계하여 국가 및 민간에서 생산되고 있는 다양한 정보가 초연결된 디지털 국토 실현

- **(핵심과제 4) 차세대 디지털 국토 구축**

  : 도시 생활 구역 내 활동하는 다양한 이동체와 사물의 상황 및 예측정보를 취득하여 다양한 사회문제 해결에 지원 가능한 차세대 디지털 국토 구축

참고 : 디지털 국토정보 기술개발사업의 개념도



□ 핵심과제 및 세부기술 개편

ㅇ 핵심/세부 과제 개편

- 예타 결과를 반영하여 핵심과제 구성 및 목표 재설정, 세부내용 조정, 과제간 역할 분담 구체화 등 핵심과제 세부내용 개편

구분	원 안	개 편
핵심과제	'실내외 고정밀 측위정보 연동' 등 **6개 핵심과제**	'실내외 절대·상대·복합측위 기술개발 고도화' 등 **4개 핵심과제**
세부기술	'신호기간 고정밀 절대측위' 등 **16개 세부기술**	'절대측위 고도화를 위한 GNSS 측위 인프라 구축 및 모바일 적용 기술 개발' 등 **7개 세부기술**

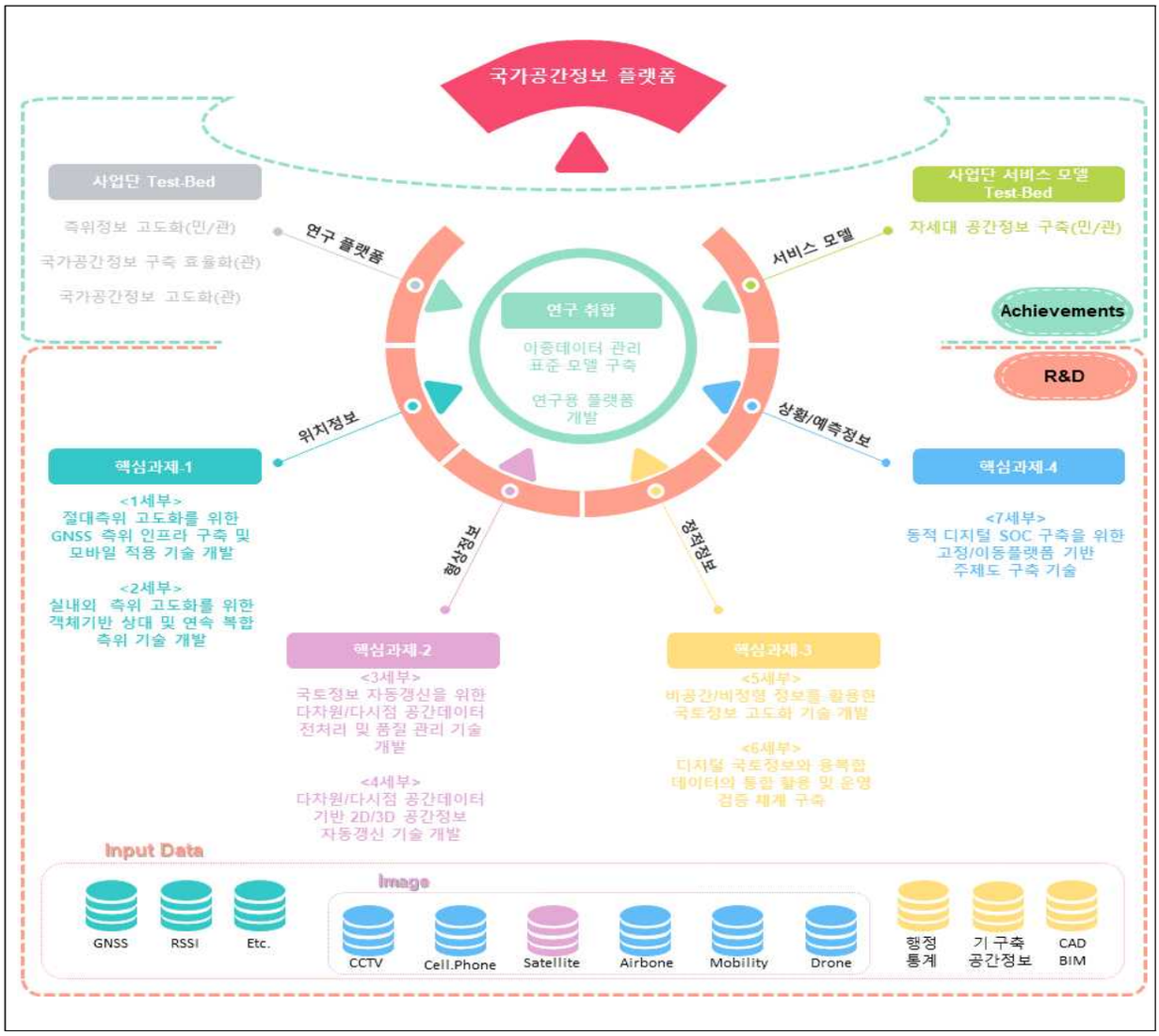
○ 세부내용 및 중점전략

원안 핵심과제		중점전략	개편 핵심과제	
1	**실내외 고정밀 측위정보 연동**	• 절대측위 : 1세부 • 상대/복합측위 : 2세부	1	**실내외 절대/상대/복합측위 기술 고도화** **① 절대측위** **② 상대·복합측위**
2	**3차원 국토공간 변화인식 및 자동갱신**	• '전처리→변화인식→자동갱신' 재편 (기존 4&5세부 통합) • '국가공간정보 구축 효율화' 관련 기술로 연구개발 집중	2	**크라우드 소싱기반 국가공간정보 자동갱신 기술 개발** **③ 수집·전처리** **④ 실시간 자동 갱신**
3	**가상국토 데이터 연계·가공·유통**	• 통합 및 실검증 관련 기술 추가 반영	3	**융복합 데이터 초연결 및 통합 기술 개발 (테스트베드 구축/운용)** **⑤ 비공간정보 매핑** **⑥ 국토정보데이터 연계/통합**
4	**동적정보 초연결 기술 개발**	• 기존 2핵심 일부 연구내용(동적정보 취득)과 통합 • 지자체 단위 T/B 고려	4	**이동체 위치 ·상황정보 기반 동적 주제도 구축 기술 개발 (지자체 테스트베드 구축/운용)** **⑦ 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 저작도구 개발**

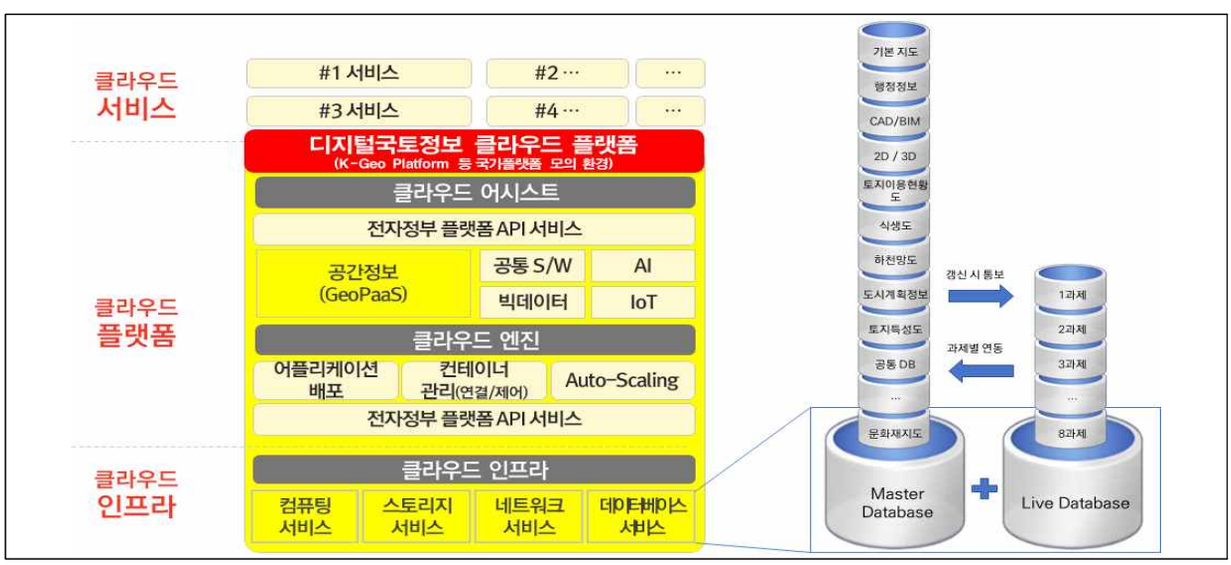
○ 과제 구성 체계

핵심과제	세부기술	구성기술
[1핵심] 초정밀 디지털 국토정보 획득을 위한 절대, 상대, 연속복합 측위 고도화 기술개발	[1세부] 절대측위 고도화를 위한 GNSS 측위 인프라 구축 및 모바일 적용 기술	[1-1] 모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술
		[1-2] 고정밀 실시간 GNSS 보정정보 제공 기술
	[2세부] 실내외 측위 고도화를 위한 객체기반 상대 및 연속복합 측위 기술	[2-1] 정밀 상대 및 연속복합측위 기술
		[2-2] 정밀 상대측위 및 연속복합측위 플랫폼 구축
		[2-3] 이동환경별 정밀상대측위 연계 연속복합측위 최적화 및 단위실증
[2핵심] 디지털 국토정보 구축 효율화를 위한 다차원/다시점 공간데이터 기반 국토정보 변화인식 및 자동갱신 기술 개발	[3세부] 국토정보 자동갱신을 위한 다차원/다시점 공간데이터 전처리 및 품질 관리 기술	[3-1] 크라우드 소싱 기반 다차원/다시점 공간 데이터 구축/관리 기술
		[3-2] 다차원/다시점 공간데이터 신뢰성 확보를 위한 품질 검증 및 향상 기술
		[3-3] 다차원/다시점 공간 데이터 간의 상호운용성 확보를 위한 다차원적 마스터 데이터 생성 기술
		[3-4] 클라우드 환경기반 다종 시계열 공간 데이터 품질관리 및 전처리 기술 검증 및 테스트
	[4세부] 다차원/다시점 공간데이터 기반 2D/3D 공간정보 자동갱신 기술	[4-1] 다종 플랫폼/센서 기반 공간정보 변화인식 자동화 기술
		[4-2] 변화인식 대상-범위의 공간정보 객체 자동인식, 추출, 모델링 기술
		[4-3] 변화인식 대상 지역의 고정밀/고밀도/고완결성 국가공간DB 자동 생성 기술
[3핵심-사업단총괄] 초연결 디지털 국토 실현을 위한 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용검증 체계 구축	[5세부] 비공간정보를 활용한 국토정보 고도화 기술	[5-1] 비공간 정보를 활용한 디지털 국토정보 고도화 기술
		[5-2] 지오코딩 기술 기반의 비정형 정보 동적매핑 기술
		[5-3] 비공간정보의 동적 매핑 및 변환 기술의 검증 및 테스트
	[6세부] 디지털 국토정보와 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용 검증 체계	[6-1] 디지털 국토정보 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 및 관리 기술
		[6-2] 통합 테스트베드 구축, 운영 및 검증 기술
		[6-3] 사업단 총괄 관리 및 성과 활용 기반 구축
[4핵심] 차세대 디지털 국토정보 구축을 위한 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 구축 기술 발	[7세부] 차세대 디지털 국토정보 구축을 위한 고정/이동 플랫폼 기반 동적주제도 구축 기술	[7-1] 고정플랫폼 기반 이동객체 연속 추적 기술
		[7-2] 이동플랫폼 기반 동적정보 취득 기술
		[7-3] 동적정보 기반 차세대 분석 및 표현 기술

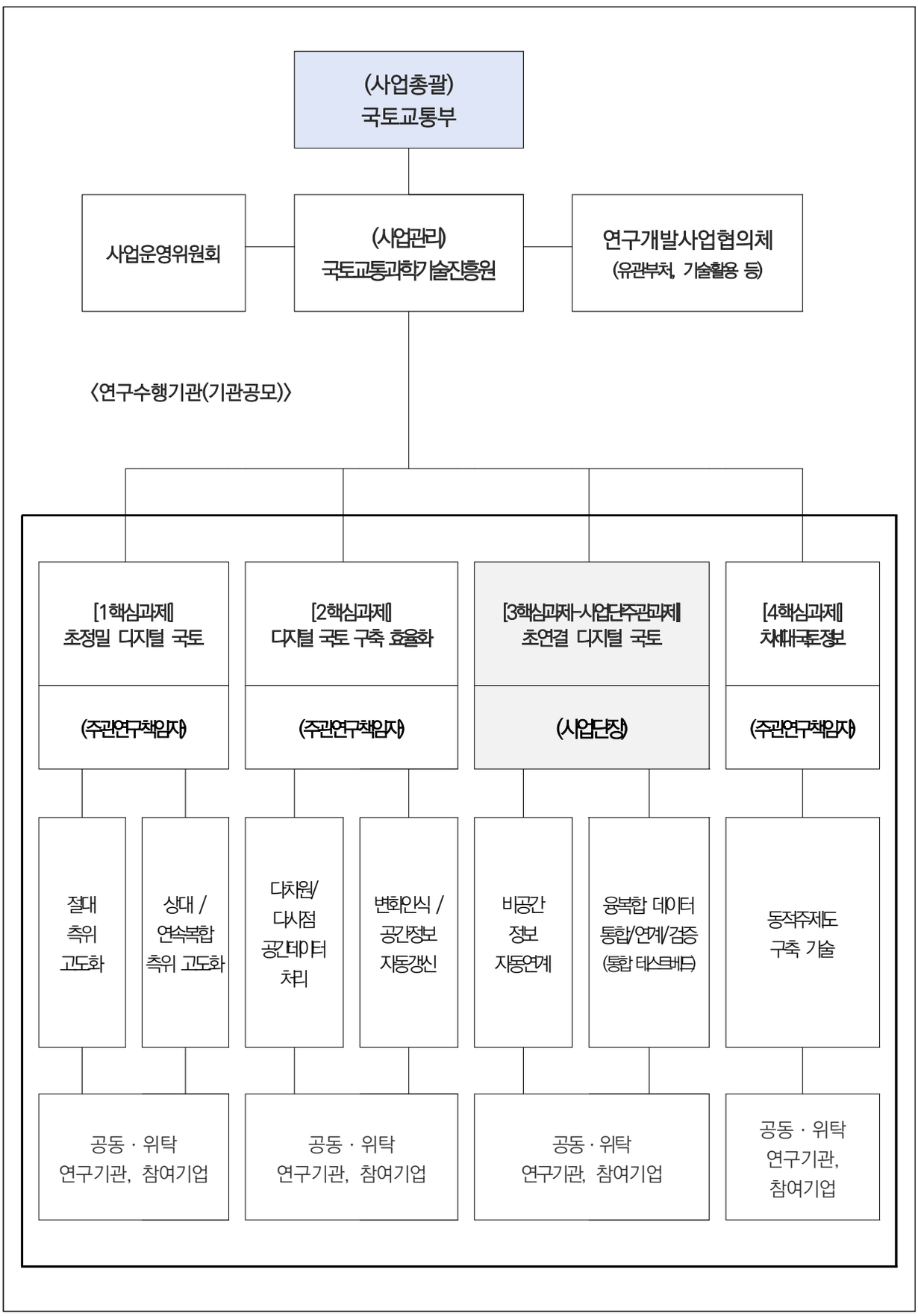
□ 핵심과제 및 세부기술 연계도



□ 연구개발환경

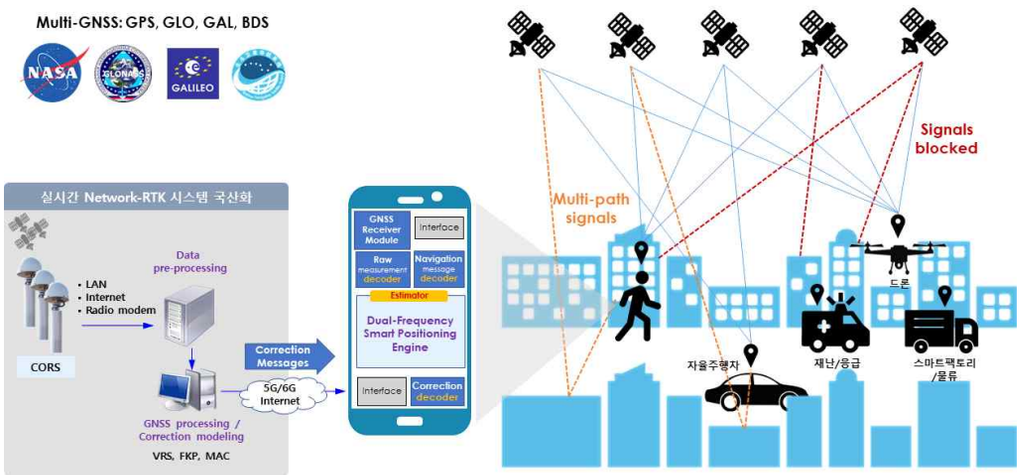


□ 사업추진체계


(사업총괄)
국토교통부
사업운영위원회
(사업관리)
국토교통과학기술진흥원
연구개발사업협의체
(유관부처, 기술활용 등)
〈연구수행기관(기관공모)〉
[1핵심과제]
초정밀 디지털 국토
(주관연구책임자)
[2핵심과제]
디지털 국토 구축 효율화
(주관연구책임자)
[3핵심과제-사업단주관과제]
초연결 디지털 국토
(사업단장)
[4핵심과제]
차세대국토정보
(주관연구책임자)
절대
측위
고도화
상대 /
연속복합
측위 고도화
다차원/
다시점
공간데이터
처리
변화인식 /
공간정보
자동갱신
비공간
정보
자동연계
융복합 데이터
통합/연계/검증
(통합 테스트베드)
동적유지도
구축 기술
공동 · 위탁
연구기관, 참여기업
공동 · 위탁
연구기관, 참여기업
공동 · 위탁
연구기관, 참여기업
공동 · 위탁
연구기관,
참여기업

디지털 국토정보 기술개발사업 상세기획서

중점분야	(중점분야-1) 초정밀 디지털 국토 구축
핵심과제명	(1핵심) 초정밀 디지털 국토정보 획득을 위한 절대, 상대, 연속복합 측위 고도화 기술개발
세부기술	(세부기술-①) 절대측위 고도화를 위한 GNSS 측위 인프라 구축 및 모바일 적용 기술
연구목표	○ Multi-GNSS 다중주파수 신호를 이용해 실시간으로 고정밀 측위를 가능하게 하는 보정정보 서버 SW 인프라를 국산화하고 모바일 환경에서 해당 보정정보를 적용함으로써 급증하는 고정밀 위치정보 관련 민간수요에 부응
연구개발 필요성	○ 일반 사용자들의 활용도를 높이기 위한 편의성과 실용성을 갖춘 고정밀 측위 기술의 부재 - GNSS 정밀측위를 위해서는 별도의 고가 장비가 필요, 부가적인 보정신호 수신 필요 - 저비용의 고성능 장비들도 출시되고 있으나 일반 사용자들에게 제약사항이 많아 활용도가 떨어짐 ○ 도심환경 및 이동환경에서는 GNSS 기술적인 한계와 다양한 원인들로 인하여 정확도와 안정성 저하 - 위성항법시스템 기술의 특성상 도심환경에서는 신호차폐요소로 인해 정확도와 안정성이 떨어지며, 이동환경에서는 이동특성에 따라 측위 알고리즘을 다르게 적용해야 하는 어려움이 있음 ○ 위성신호기반 고정밀 실시간 위치결정을 위한 보정신호 서비스 국산화 필요 - 고정밀 GNSS 보정신호 제공 서비스는 외산 SW*에 의존하고 있음 *네트워크 RTK 서비스 인프라 SW: Trimble, Geo++ 사의 PIVOT, GNSMART 등 - 위성, 이동통신, DMB 등 다양한 전송매체를 활용한 보정신호 제공을 위해서는 메시지 최적화 필요 - 대규모 사용자를 대상으로 대상업무에 적합한 보정신호를 전송하기 위해서는 다양한 매체를 활용해야 하며, 이를 위해서는 효율적인 전송이 이루어질 수 있도록 메시지 구조의 효율적 설계 필요



〈GNSS 고정밀 절대측위 개념도〉

○ 모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위 기술개발
- Dual-Frequency 스마트폰 multi-GNSS 원시데이터 기반 네트워크-RTK & PPP-RTK 측위 기술개발
- 네트워크-RTK 서브-데시미터*, PPP-RTK 30cm*급 스마트폰 정밀측위 라이브러리 및 어플리케이션 개발
  *개활지에서의 CEP 기준 수평방향 측위정확도
- 도심 자율주행 및 비행 지원용 싸이클슬립, 멀티패스 저감 기술 개발
- 저비용 칩·모듈 수신기시계 불안정성 대처 기술 개발
- 동체특성에 따른 저비용 칩·모듈 필터 최적화 기술 개발

○ 고정밀 실시간 GNSS 보정정보 서버 SW 개발
- 위성기준점 데이터를 이용한 GNSS 신호처리와 오차모델링을 통해 보정정보를 생성하는 기술 개발
- 위성기준점 좌표산출 정확도 2cm 이하 수준의 정밀측위 알고리즘 탑재
- VRS, FKP, MAC 네트워크-RTK 보정정보 생성 알고리즘 구현
- 실시간 보정정보를 다양한 전달매체를 통해 서비스하기 위해 보정신호 메시지를 최적화하고, 사용자 맞춤형 보정신호로 변환하는 기술 개발

기술동향

○ 모바일 환경 정밀 GNSS 측위 관련 연구

- (국내외 모바일 환경의 Multi-GNSS 정밀측위 칩셋 현황) 최근 전세계적으로 Dual-Frequency와 Multi-GNSS***를 지원하는 모바일이 많이 출시되고 있어 정밀 GNSS 측위를 적용할 수 있는 모바일 종류가 확대되고 있는 추세이며, 대표적으로는 다음과 같은 모델들이 있음

***Multi-GNSS: GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou

구분	모델	Dual-Frequency	Multi-GNSS	Raw Measurement
국외	Pixel 4a	×	○	L1, E1, B1
	Pixel 5	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a
	MI 9	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a
	MI 10 Lite	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a, B2a
국내	Galaxy S9	×	○	L1, E1, B1
	Galaxy S10	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a
	Galaxy Note10	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a
	Galaxy S20	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a
	Galaxy Note20	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a
	Galaxy S21	○	○	L1, E1, B1, L5, E5a

- (프랑스 JOCS社) 오픈소스인 RTKLIB와 프랑스 국립 우주 연구센터(CNES)의 PPP-Wizard를 결합하여 PPP-WizLite 앱을 출시하였으며, 해당 앱은 안드로이드 7 이상의 기기에서 Single-Frequency 원시데이터를 기반으로 약 1m의 정확도로 위치를 파악할 수 있다고 제시하고 있음
- (독일의 Geo++社) 스마트폰 원시데이터를 대상으로 개별오차 보정을 기반으로 한 네트워크 RTK 기술을 적용했을 때 후처리로 5분 경과 후 60cm 정확도를 달성하였으며, 관측공간 오차 보정을 기반으로 한 네트워크 RTK 기술을 적용하여 정밀위치를 결정하는 Ruler App을 이용한 결과 30초 경과 후 8cm 위치정확도를 달성하였음
- (KT) 스마트폰 Single-Frequency 원시데이터를 기반으로 RTK 솔루션을 개발 및 테스트하였으며, 원시데이터의 품질이 좋은 경우에 한해 정지모드에서는 10cm 이내의 RTK 정확도를 달성하였고, 동체 환경에서는 관측환경에 따라 수 m 이상의 오차가 발생하는 것을 확인하였음
- (국토지리정보원) 국토지리정보원에서 2021년 6월 스마트폰에서 새로운 방식의 GNSS 보정정보인 PPP-RTK 보정정보를 활용할 수 있도록 보정정보 디코딩 기술 및 개발자용 매뉴얼을 공개하였음. 새로운 보정정보를 스마트폰에서 활용할 경우 개활지에서 1m 이하까지 향상시킬 수 있는 것을 확인하였으나, 해당 솔루션은 Single-Frequency 기반으로 GLONASS, QZSS를 지원하지 않는 한계가 있음

○ 실시간 정밀측위 보정정보 서버SW 관련 개발

- (미국 Trimble社) 기존 실시간 보정정보 생성 SW인 RTNET을 개선한 PIVOT을 지속적으로 업그레이드하고 있으며, 특히 multi-GNSS, Multi-Frequency 신호처리 알고리즘의 탑재로 GNSS 다원화의 선두주자로 자리매김함
- (스위스 Leica社) 자사 서버 SW인 SpiderNET로 기존 네트워크-RTK 서비스 이외에도 SSR 보정정보를 생성함으로써 PPP-RTK 영역으로 서비스 영역을 확장하고 있음
- (독일 Geo++社) 세계최초로 단방향 네트워크-RTK 측위방식인 FKP를 개발한 Geo++는 약 10여년전부터 PPP-RTK 서비스에 주력하고 있으며 해당 기술은 유럽, 일본, 한국 등에서 사용자가 폭발적으로 증가하는 추세임
- (미국 NASA-JPL) JPL은 주로 과학기술 목적으로 실시간 GNSS 보정정보를 생성하고 있었으나 이를 상용으로 제공함으로써 Trimble, Leica, Geo++와 경쟁하는 체계를 갖춤
- (스위스 u-blox社) 세계적인 GNSS 대기업이 공동출자한 Sapcorda를 인수함으로써 GNSS 보정정보 제공서비스 시장의 주요 경쟁자로 등장. 주로 저가 단말을 위한 SSR 보정정보 서비스를 지향함

○ 자체 위성 개발을 통한 위성항법시스템 보강서비스 관련 연구

- (WAAS) 이착륙을 포함하여 항공기 운항 전 단계에서 정확도, 무결성, 가용성을 증대시키기 위하여 개발되었으며, 기준국에서 수신한 데이터를 기반으로 보정신호를 생성, 정지위성을 통해서 5초 이내의 주기로 규칙적으로 전송
- (EGNOS) WAAS와 유사하게 유럽지역에서 GPS와 Galileo 위성시스템에 대한 보강을 위해 개발되었으며, WAAS와 유사한 기능과 성능을 보여줌

- (QZSS) 전리층 지연오차 모델링을 통한 수 미터 수준의 측위서비스(SLAS)와 정밀 보정신호를 L6 신호에 실어 전송하는 센티미터 수준의 위치결정(CLAS) 서비스를 제공하고 있음

○ GNSS 고정밀 절대 측위 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위	프랑스	CNES	CNES PPP-WizLite	- (안드로이드 7) Single-Frequency 원시데이터 기반 PPP 솔루션(1m 정확도)
	독일	Geo++	Ruler App	- 오차요인별 PPP: 후처리로 5분 경과 후 60cm 정확도 - 네트워크 RTK: 30초 경과 후 8cm 정확도 (Nexus9, Galaxy 9)
	중국	Southeast University	-	- Xiaomi 8 Dual-Frequency 기반 정밀 측위 - 30초 이상 경과 후 1m 정확도
실시간 정밀측위 보정정보 서버SW	미국	Trimble	PIVOT	- RTNET에서 PIVOT으로 서버 SW 업그레이드 - 다중위성항법시스템, 다중주파수 기반의 VRS 네트워크-RTK 서비스 위주
	스위스	Leica	SpiderNET	- 기존 네트워크-RTK 서비스 중심에서 SSR 메시지 기반 PPP-RTK 생성 알고리즘 개발에 착수
	독일	Geo++	GNSMART	- FKP 위주의 서비스에서 탈피해 PPP-RTK 알고리즘 개발의 선두자리를 차지 - SSRG, SSRZ 등의 SSR 국제표준 주도
	미국	NASA	RTGx	- GPS/GLONASS/GALILEO/BEIDOU 4개 위성항법시스템의 실시간 자료처리 가능 - 제한된 고객을 대상으로 하는 과학기술용 SW 성격
	스위스	u-blox	SAPA	- u-blox의 F9P, M8T와 같은 저가형 칩·모듈을 대상으로 하는 SSR 측위서비스 - 인터넷 통신, 정지궤도위성 방송으로 현재 유럽, 미국 전역을 대상으로 서비스 개시
자체위성 개발을 통한 보정신호 서비스	미국	FAA	WAAS	- GPS의 정확도와 무결성을 향상시키기 위해 개발 - 항공기 이착륙을 위한 보정정보 서비스(수평 1.0m, 수직 1.5m 정확도)
	유럽	ESA	EGNOS	- 3개의 정지위성을 이용한 GPS/Galileo 시스템 보강 (수평정확도 미터 수준)
	일본	정부	QZSS	- 3개의 정지위성과 4개의 지역위성을 통한 보정신호 전송 - GPS와 동일한 신호구조로 위성 개수 증가 및 보정신호 전송

○ GNSS 고정밀 절대 측위 관련 국내 구축 사례

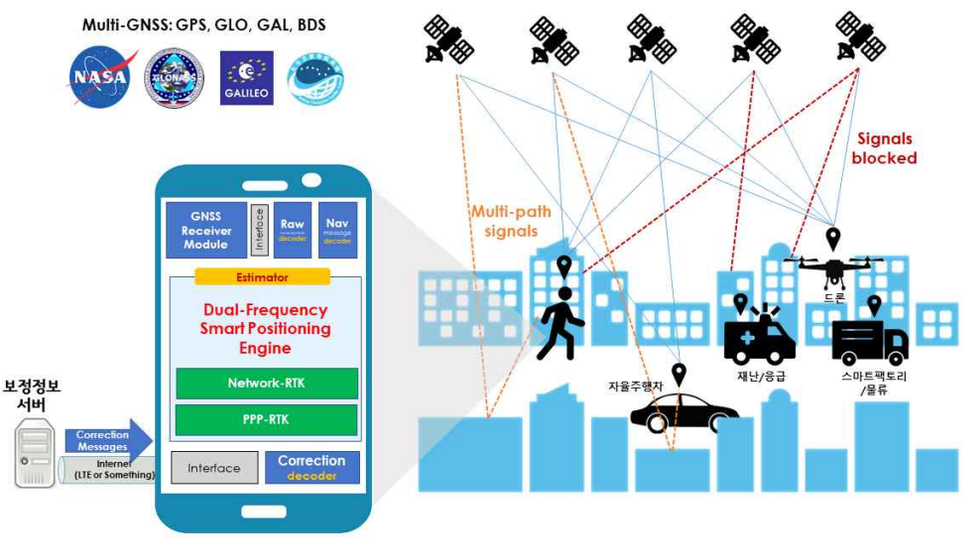
개발방향	기업명	제품명	특징
모바일 환경 multi-GNSS 정밀측위	KT	-	- 스마트폰 Single-Frequency 원시데이터 기반 RTK 솔루션 개발 및 테스트 - Single-Frequnecy 기반 솔루션으로 Galileo, BeiDou, QZSS는 지원하지 않음 - 기술 안정화 미흡으로 상용화 미진입
	국토지리정보원	-	- 스마트폰 Single-Frequency 원시데이터 기반 PPP-RTK 솔루션 개발 및 테스트 - Single-Frequency 기반 솔루션으로 GLONASS, QZSS는 지원하지 않음 - 보정정보 디코딩 기술만 공개되어 있음
DMB/LTE 기반 실시간 단일-RTK 측위	MBC	MBC RTK	- DMB 기반으로 단일-RTK 측위 서비스 제공 - 스마트폰 등의 모바일 플랫폼 서비스 불가
네트워크-RTK 및 PPP-RTK	국토지리정보원	-	- 단일-RTK, 네트워크-RTK, PPP-RTK 보정정보를 무상으로 제공 - 외산 보정정보 생성 서버 SW 기반 - PPP-RTK 단말의 보편화가 이슈로 대두

연구내용
(Spec. 포함)

○ **모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 기술 개발**

- Dual-Frequency 스마트폰 GNSS 원시 데이터 기반 30cm급 정밀측위 기술 개발
  - Dual-Frequency 스마트폰 원시데이터 분석 및 처리 기술 개발
  - 정밀측위를 위한 보정정보 서버 연동 및 적용 기술 개발
  - Dual-Frequency 스마트폰용 네트워크/PPP-RTK 측위 기술 개발
  - 스마트폰 정밀측위 어플리케이션 및 상용 라이브러리 개발

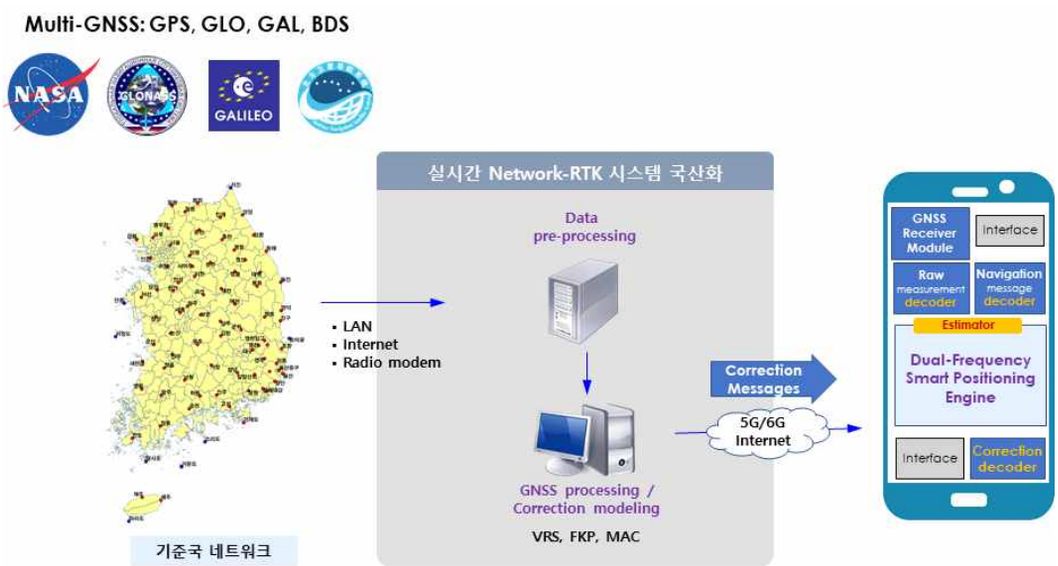
- **이동체의 특성***을 고려한 측위 최적화 기술 개발
  * 자동차, 드론, 전동킥보드, 자전거 등 모빌리티의 이동 속도 및 방향이 일정하지 않은 특성
  - 도심 자율주행 및 비행 지원용 싸이클슬립, 멀티패스 저감 기술 개발
  - **저비용 칩·모듈***에서 발생하는 수신기시계 불안정성 대처 기술 개발
    * u-blox, Quectel, Qualcomm, Broadcom 등의 10만원 이하의 원시(raw) 데이터 출력이 가능한 칩·모듈
  - 이동체 특성에 따른 저비용 칩·모듈 필터* 최적화 기술 개발
    * GNSS 기반 위치 계산을 위한 알고리즘상의 측위 필터를 의미
  - 도심환경 기준의 단위 테스트 및 검증

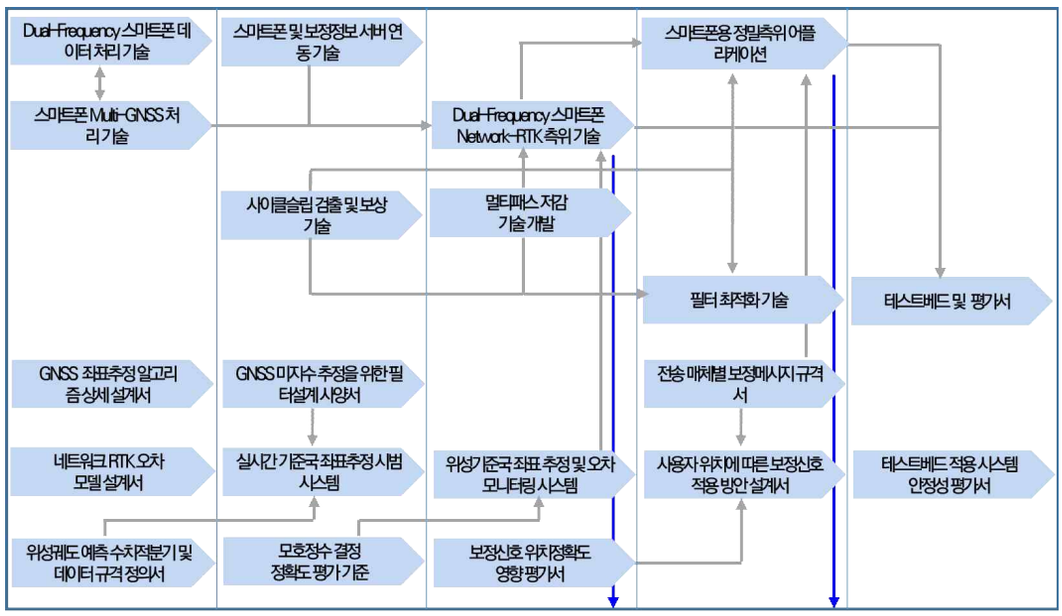


〈모바일 환경 Multi-GNSS 정밀 측위 개념도〉

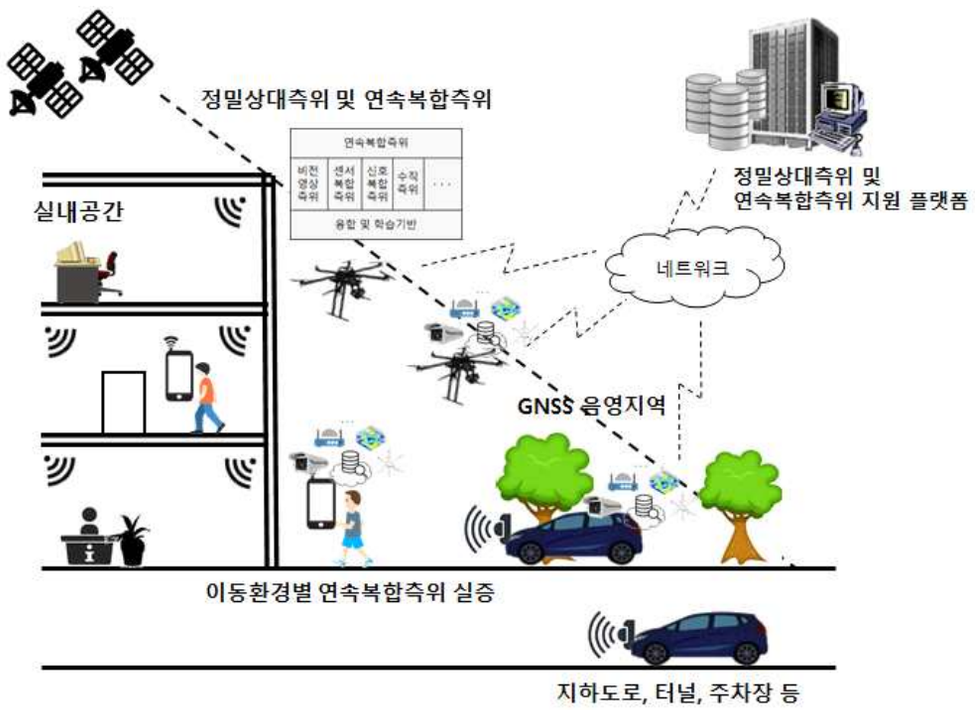
○ **고정밀 실시간 GNSS 보정정보 제공 기술 개발**

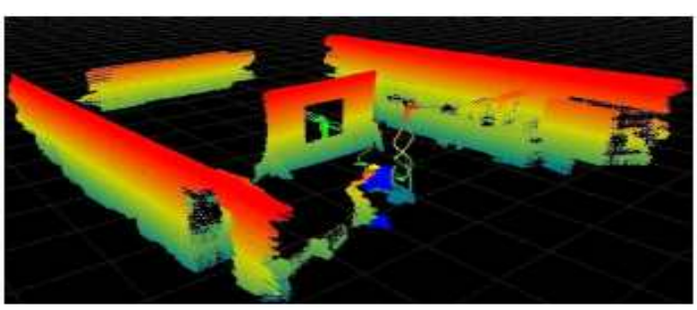
- 무제한 사용자*를 위한 고정밀 보정정보 생성시스템 구축
  * 로그인 등의 일대일 관리가 불필요한 이용자 수 제한이 없는 다수의 사용자
  - 위성기준점 수신기 기종별 실시간, 최적 통신 인터페이스 개발
  - VRS*, FKP*, MAC* 등의 네트워크 RTK 보정신호 서비스를 위한 오차모델링 알고리즘 개발
    * VRS: 기준국 네트워크를 기반으로 이동국 인근에 가상기준점을 생성하고 가상기준점과 이동국과의 RTK를 통해 정밀한 이동국의 위치를 결정하는 기법
    * FKP: 기준국 네트워크를 기반으로 네트워크 내부의 각 면보정계수를 생성하고 이동국에 전송 및 보정하여 정밀한 이동국의 위치를 결정하는 기법
    * MAC: 주기준국과 인접한 다수의 보조기준국들로 구성되는 셀 단위의 보정신호를 생성하여 이동국에 전송 및 보정하여 정밀한 이동국의 위치를 결정하는 기법
  - GNSS 기반 좌표추정 알고리즘 설계와 대류권 및 전리층 지연오차 모델 개발
  - 다중 위성항법시스템 위성관련 보정정보 생성 기술 개발
  - 외산 상용 솔루션*과의 보정 성능 비교
    * Trimble사의 PIVOT, Geo++사의 GNSMART, Leica의 SpiderNet 등
  - 학술용 정밀자료처리 프로그램* 결과와의 후처리 성능 비교
    * GIPSY-OASIS, Bernese, GAMIT-GLOBK 등

	- 고정밀 실시간 보정 시스템 활용 및 서비스 기술 개발 • 사용 환경*을 고려한 보정 시스템 활용 기술 개발 * 활용 목적, 요구 정확도 등 • 통신매체*에 따른 보정신호 전송규격 및 프로토콜 개발 * KPS 위성통신, 차세대 이동통신(5G/6G), 차세대 방송통신(UHD 모바일) • 서버시스템 관리용 업무시스템 개발 등 • 고정밀 보정정보 시스템 단위 테스트 및 실·검증  〈고정밀 실시간 GNSS 보정정보 서버 개념도〉
성과지표	기술 성능지표 / 현재 최고 기술수준 (국내 / 해외) / 개발목표 스마트폰 GNSS 측위 정확도 / - / 개활지: 수 m, 도심지: 스펙 없음 / 개활지: 〈 30cm, 도심지: 〈 1m 동체환경에 따른 저비용 GNSS 측위 정확도 / - / 개활지: 〈 5cm, 도심지: 스펙 없음 / 개활지: 〈 5cm(~100km/h), 도심지: 〈 50cm(~100km/h) GNSS 기준국 모호정수 결정율 / - / 60-80% / 80% 이상 단 · 중기선 위치정확도 / - / 기준국: 〈 1~2cm / 기준국: 〈 1~2cm GNSS 보정신호 기반 측위 정확도 / - / 이동국: 〈 2~3cm / 이동국: 〈 2~3cm
주요성과물	○ Dual-Frequency 스마트폰용 정밀측위 상용 라이브러리 및 어플리케이션 (S/W) ○ 네트워크 RTK 보정정보 서비스 시스템 (H/W, S/W, 운영지침)
활용방안 및 기대효과	○ 모바일 환경에서의 multi-GNSS 정밀 측위 기술은 현재 국제적으로도 기초연구 개발 수준에 있기 때문에 기술개발을 선도하여 원천기술을 확보하고 국가 과학기술 경쟁력을 강화시킬 수 있을 것으로 예상됨 ○ 국내 multi-GNSS 기반 위성 측위 기술 고도화를 통한 자율주행차 지원 및 드론을 활용한 물류 분야 활용 - Multi-GNSS 기술을 통해 정확한 위치 정보가 필요한 자율주행차 상용화 및 드론을 활용한 물류 분야 등의 활성화에 기여 ○ 보정정보 변환과 선택적 적용을 통한 메시지 최적화 기술 활용 - 보정신호 변환과 전송 매체에 따른 최적화 기술은 향후 한국형위성항법시스템을 통한 보정신호 생성과 서비스 기술 개발에 기여

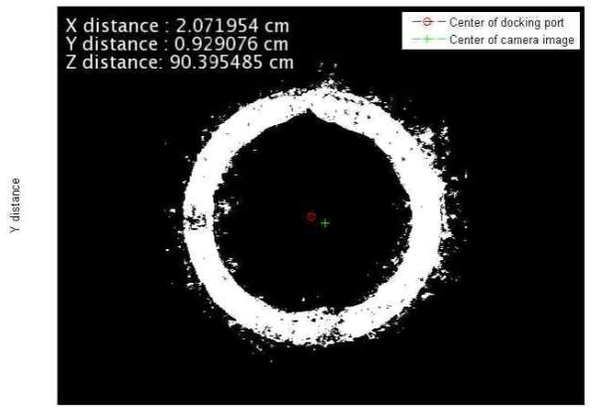
<table>
<tr><td>기술로드맵</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</td><td>○ (국제표준화연계) 고정밀 위치 보정신호의 표준화과 진행중이므로, 유연한 설계를 바탕으로 표준화 진행상황을 반영하고, 필요한 경우 연구개발 내용을 표준화위원회에 제안하여 국제표준화 추진
○ (유관시스템연계) 국토지리정보원 등 유관기관에서 운영 중인 네트워크-RTK 보정신호를 이용한 서비스 구축을 위해 상호 연계체계를 통해 협력 지속
○ (테스트베드) 핵심과제 내 연구진과 협력을 바탕으로 테스트베드를 구축하고, 일관성 있는 하나의 프로세스로 국토정보를 구축, 활용할 수 있도록 운영</td></tr>
<tr><td>기타</td><td>○ (통합테스트 관련) 중점 및 사업단 전체 테스트 관련 시나리오, 규모, 대상 등 세부 계획을 1단계에 수립하여 사업운영위원회 의결을 통해 확정 및 수행 필요</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td>(57) 개월</td></tr>
<tr><td>정부출연금(백만원)</td><td><table>
<tr><td>1차년도</td><td>2차년도</td><td>3차년도</td><td>4차년도</td><td>5차년도</td><td>합 계</td></tr>
<tr><td>1,564</td><td>1,812</td><td>1,801</td><td>1,799</td><td>1,625</td><td>8,601</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

디지털 국토정보 기술개발사업 상세기획서

중점분야	(중점분야-1) 초정밀 디지털 국토 구축
핵심과제명	(1핵심) 초정밀 디지털 국토정보 획득을 위한 절대, 상대, 연속복합 측위 고도화 기술개발
세부기술	(세부기술-②) 실내외 측위 고도화를 위한 객체기반 상대 및 연속복합 측위 기술
연구목표	○ 다양한 산업분야에서 요구되는 실내외 연속된 고정밀 위치정보를 제공하기 위한 상대 및 연속복합측위 기술 개발  〈정밀상대측위 및 연속복합측위 고도화 기술〉 ○ 정밀 상대 및 연속복합 측위 기술 개발 - 비전센서 영상으로부터 추출된 객체기반 정밀상대 측위 기술 - 비영상 다중복합센서 및 신호기반 복합측위 고도화 - 정밀상대측위 연계 연속복합측위 고도화 ○ 정밀상대측위 및 연속복합측위 플랫폼 구축 - 정밀상대측위 및 연속복합측위 특화 이동단말탑재 플랫폼 - 정밀상대측위 및 연속복합측위 특화 서버 오픈플랫폼 - 정밀상대측위 및 연속복합측위 지원 데이터 프레임워크 ○ 이동환경별 정밀상대측위 연계 연속복합측위 최적화 및 단위 실증 - 공중/지상/모바일단말 이동환경에서의 최적화 및 실증 - 실증지 선정, 실증환경 구성 방안 등 단위실증 시나리오 마련 - 시나리오 기반 정밀상대측위 및 연속복합측위 실증 - 사업단 통합 테스트베드 지원 및 적용 등
연구개발 필요성	○ 비전 센서를 이용한 이동체 기반의 높은 정확도 측위기술 필요 - 광학영상에 대하여 제한적으로 특징점 매칭, 에지추출, 차선검출 등의 방법이 수행된 사례는 있으나, 아직까지 높은 정확도의 다양한 비전 센서 기반 항법기술이 개발되지 못하고 있음. - 이동 중 취득되는 영상에 이동환경, 이동형태 등으로 인한 다양한 요소들이 반영되어 특징점을 추출, 매칭하는 부분에서 오류를 증가시키는 요인으로 작용하고 있어, 고정밀의 위치결정을 위해 에러 요인들을 해소할 수 있는 다양한 연구개발의 진행이 요구되고 있음 - 사전주행을 통해 획득된 주변 영상과의 매칭을 수행하고 이를 통해 이동체의 위치를 안정적으로 추정하는 방안이 고려되었으나, 운용지역에 대한 기준 데이터베이스 구축 기술의 개발과 특징점 추출 방식에 대한

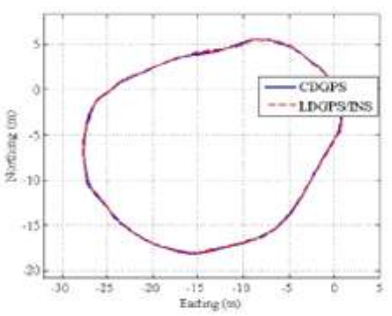
	이슈가 해결되지 않고 있으며, 이를 위한 실시간 검색 및 매칭이 보다 개선되어야 할 필요가 있음 - 자율주행차의 경우 시퀀스 스테레오 영상으로부터 차선 인식 기술을 적용하는 시스템 개발이 수행된 사례가 있으나, 비슷한 특성을 갖는 차선은 개별 위치파악을 위한 대상으로 사용하는데 한계가 있음 - 무인 비행체의 경우, 스테레오 시퀀스 영상을 이용한 두 비행체 간의 도킹임무 수행에 관한 실험이 보고된 바 있으며 컴퓨터비전 기반의 영상처리로 상대위치를 추정하는 기법이 개발된 바 있으나 GPS 오차를 보정, 보완할 만한 수준의 정밀 상대표정은 이루어지지는 않음 - GPS 오차 보정을 위한 INS와의 융합, 차량 간 통신 등 다양한 방법의 시도가 있었으며, GPS 신호의 차폐가 발생할 경우 영상을 이용한 항법에 관한 연구를 수행한 사례가 있음. 그러나 영상을 비롯한 다양한 비전 센서 데이터와의 융합을 통한 정밀 항법은 심도 있게 연구되지 않았으며, GPS 오차 보정이 가능한 수준의 영상기반 항법정보 생성은 이루어지지 못하였음 - 시퀀스 영상 프레임 별 매칭을 이용한 상대 측위에 대한 연구는 활발히 진행 중이나 신뢰도 높은 매칭을 이용한 측위 안정성의 확보가 필요한 상황임 ○ GNSS 음영지역에서도 연속적인 정밀측위를 제공할 수 있는 복합측위기술의 고도화가 필요 - GNSS 음영지역에서 활용될 수 있는 WiFi, 지자기, 자이로 등의 센서 또는 신호를 사용하는 단일 또는 일부를 제한적인 조건에서 사용하는 측위기술은 연구개발되어 오고 있으나, 보다 정밀한 측위를 연속적이고 실시간으로 제공하기 위해서는 이들을 보다 복합적으로 실시간 연계하고 상용수준의 적용 가능성을 높이는 기술의 고도화가 필요 - 비전센서로 획득되는 시퀀스 영상에 기반한 상대측위와의 결합을 통해 보다 넓은 적용범위에 대해 정확도 높은 연속적 측위를 달성할 수 있을 것으로 판단됨 - 연속적인 측위를 위해서는 복수의 측위기술이 선택적이 아닌 복합적으로 사용되어야 하며 국내에서도 GPS와 VIO(Visual Inertial Odometry)의 연동을 위한 통합 시스템에 대한 연구가 진행 된 바 있으나 차량용 내비게이션과 같은 특정 응용에 한정되어 있어, 이를 보다 넓은 응용범위로 확대할 필요가 있음 - 대부분의 측위 기술은 각각의 한계를 가지고 있어 복합측위를 이용하여 redundancy를 확보해야 하는 요구가 급증하고 있으나 실내 또는 실외 각각의 환경에서 동작하는 연구가 대부분이며 실내와 실외가 연동되는 복합측위 기술은 아직 연구 수준에 머무르고 있음
기술동향	○ 영상센서 기반 주행/항법 관련연구 - 미국 MIT에서는 Range-Robust Autonomous Navigation in GPS-denied Environments 연구를 통해 영상센서와 레이저 스캐너를 이용 GPS 미수신 환경에서 매핑을 통한 자율적인 항법체계 구축  - 루마니아 Technical University of Cluj-Napoca, Romania 에서는 흑백 스테레오 영상으로부터 에지를 추출하고 particle-filtering을 적용하여 차선을 인식하는 시스템 제안 • 모두 비슷한 특성을 갖는 차선은 개별 위치파악을 위한 대상으로 사용하는데 한계가 있음 • 이동체의 속도에 상응하는 영상처리가 이루어지지 못함 • 차선 대신 고유한 특성을 갖는 랜드마크를 이용하여 고속으로 정밀한 측위를 수행 

- KAIST 에서는 스테레오 영상을 이용한 상대항법 실험적 연구를 통해 두 비행체 간의 정밀 상대항법의 구현을 위해 스테레오 영상을 이용하여 획득된 3차원 영상정보로부터 카메라와 물체 간의 거리정보를 추정



  • 컴퓨터비전 기반의 영상처리로 상대위치를 추정하였는데 이러한 방법으로는 GPS 오차를 보정할만한 수준의 정밀한 상대위치 추정은 이루어지기 어려움
  • 사진측량 기술을 도입하여 이동체와 랜드마크 간의 상대위치를 정확하게 추정 필요

- 국방과학연구소에서는 무인로봇 정밀위치추정을 위한 전술통신 및 영상 기반의 통합항법 성능 분석 연구를 통해 사전 주행을 통해 구축된 영상 데이터베이스와의 매칭을 통해 안정적으로 위치 오차 보정이 가능함을 확인

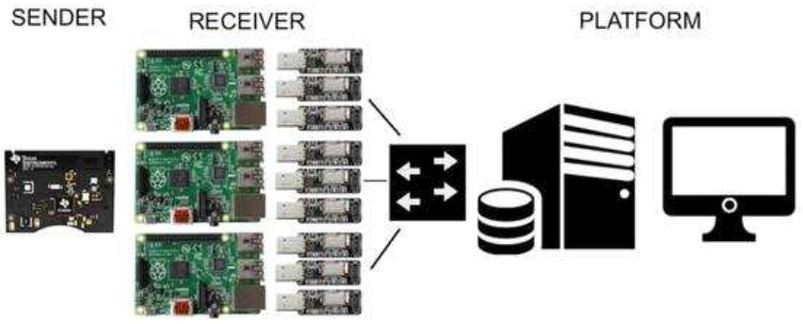


〈VISION/INS 시험의 기준궤적〉

  • 운용지역에 대한 영상 데이터베이스 구축이 사전에 이루어져야 하며, 위치 추정을 위해 다수의 특징점이 필요
  • 도로와 같은 특징점이 적은 환경에 대한 분석이 이루어지지 못함

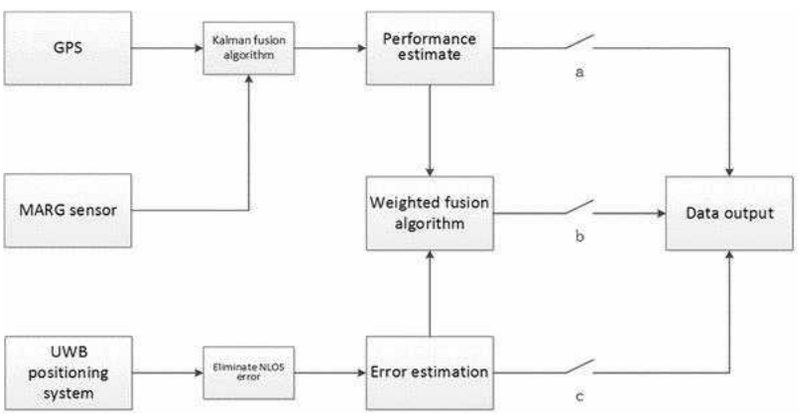
- 한국항공우주산업 주식회사 에서는 비전센서와 GPS를 이용한 보조항법장치 특허를 통해 비행체의 수평을 유지하기 위해 주 항법장치 고장시 수평선 영상을 획득하여 비행체를 안전하게 유도하는 기술 보고
  • 비행체의 수평을 유지하기 위한 기술로 지상 이동체의 정밀한 위치를 추정하는 것에 한계가 있으며, 공중 및 지상 이동체에 적용 가능한 기술의 개발이 필요
- 국방과학연구소에서는 3차원 영상 보조 항법 장치 및 이를 이용한 관성 항법 시스템 특허를 통해 지상 목표물에 대한 영상 센서에서 현재 위치오차를 산출하여 관성 항법시스템의 오차를 보정하는 장치 및 시스템 보고
  • 비행체에 탑재된 INS 정확도 보완 가능함을 보고했으나, 10km의 INS항법오차 최소화를 위한 기법으로 1m 이하의 정확도를 필요로 하는 지상 이동체에 적용하기 어려움
  • 공중/지상 이동체에 적용 가능한 GPS-영상센서의 융합 항법 기술을 개발 필요

○ 복합측위 기술 관련 연구
- 스페인의 Polytechnical University of Valencia에서는 서로다른 주기를 갖는 3가지 BLE 신호를 이용하여 3가지 케이스에 대한 fusion을 시도



• Weighted trilateration 이름으로 발생 가능한 case를 구분하고 각각의 fusion용 로직을 제시
• 서로 다른 정확도와 frequency를 갖는 데이터 fusion으로 확장 가능해 보임

- 중국의 Hinan University에서는 weighted fusion algorithm을 개발하여 GPS, UWB (Ultra Wide Band) 그리고 MARG (Magnetic, Angular Rate and Gravity) 센서를 통합
  •향후 본 사업이 지향하고자 하는 기술개발 관점에서 볼 때 가장 유사한 기술로 판단됨



- 네이버랩스에서 2가지 이상의 기술을 적용하였으나 실내외 연동까지 이루어지지 못 함
  . Visual Localization 기술과 센서와 영상 정보를 분석하여 실시간으로 위치를 추적하는 VIO (Visual Inertial Odometry) 기술을 활용하였으나 아직 실내외 연동은 적용되어 있지 못함
- 건국대학교에서 차량에 GPS와 Visual-inertial Odometry 기술을 적용하여 실내외 연동 기술을 적용
  . Visual-inertial Odometry와 GPS를 결합하였으나 개별 측위기술의 문제점을 극복하였다고 하기는 어려움. VIO 기술이 시간이 지날수록 오차가 누적 되는 점을 GPS로 극복하는 것이나 실내에서는 GPS신호가 보정용도로 사용되기 어려움

○ 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 관련 국외 구축 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
영상센서 기반 주행/항법 관련 연구	미국	MIT	Range-Robust Autonomous Navigation in GPS-denied Environments (논문)	- GPS 미수신 환경에서 매핑을 통한 자율적인 항법체계 구축
	루마니아	Technical University of Cluj-Napoca	Probabilistic Lane Tracking in Difficult Road Scenarios Using Stereovision (논문)	- 흑백 스테레오 영상에서 차선을 인식하는 시스템 연구를 수행

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
실내외 연속 통합좌표계 및 DB 구축	중국	Nanjing Normal University	Coordinate reference for the indoor/outdoor seamless positioning(논문)	- 실내외 연속 측위가 가능하도록 통합 좌표계를 제시하고 실내외가 연결된 3차원 DB 구축
복합측위 기술	스페인	Polytechnical University of Valencia	A Bluetooth Low Energy Indoor Positioning System (논문)	- 실내공간에 BLE 센서 사용복합측위 기술 - 칼만필터와 trilateration 기법을 사용하여 통합
	중국	Hainan University	A combined GPS, UWB and MARG locationing algorithm (논문)	- GPS/UWB/MARG 사용 - 측위기술을 선별하여 사용하지 않고 fusion하여 사용

○ 객체기반 정밀 상대측위 및 복합 연속측위 모델 구현 관련 국내 구축 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
영상센서 기반 주행/항법 관련 연구	KAIST	스테레오 영상을 이용한 상대항법 실험적 연구(논문)	- 영상을 이용하여 획득된 카메라와 물체 간의 거리정보를 추정
	국방과학연구소	무인로봇 정밀위치추정을 위한 전술통신 및 영상 기반의 통합항법 성능 분석(논문)	- 실시간 영상을 통해 야외환경에서 무인로봇의 위치를 안정적으로 추정
	한국항공우주산업 주식회사	비전센서와 GPS를 이용한 보조항법장치(특허)	- 항법장치(GPS/INS)의 고장시 비행체를 안전하게 유도하는 보조항법장치
	국방과학연구소	3차원 영상 보조 항법 장치 및 이를 이용한 관성 항법 시스템(특허)	- 영상 센서를 이용하여 관성 항법 시스템의 오차를 보정하는 장치 및 시스템
복합측위	네이버랩스	실내 AR 내비게이션	- Visual Localization 기술 이외에 Visual-inertial odometry 기술을 활용
	건국대학교	비선형 최적화 기법 기반 실내외 GPS/VIO 시스템 (논문)	- GPS와 VIO 기술을 차량에 적용하여 실내외 연동이 가능하도록 함

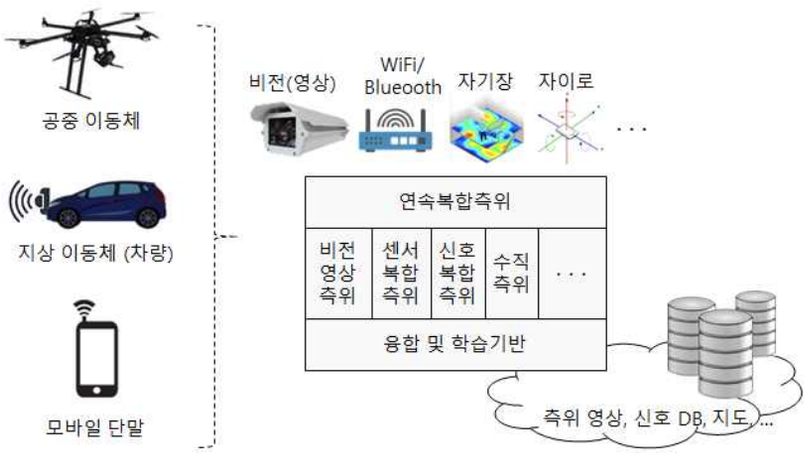
연구내용 (Spec. 포함)

○ **정밀 상대 및 연속복합측위** 기술 개발

- 비전센서 영상으로부터 추출된 객체기반 **정밀상대측위 기술**
  - 비전센서특징*, 이동환경**, 이동형태*** 기반 고속, 고정밀 상대측위 특징점 추출 기술
    * 다양한 해상도, 수집주기, 영상센서 정확도 등의 비전센서 특징요소
    ** 주변환경(폐쇄지역, 개방지역, 특정 지형지물 및 이동체 존재 등), 시간 및 날씨 등의 외부 요소
    *** 현재위치, 3차원 속도, 3차원 방향, 주행유형(직선, 회전, 유턴 등), 예상 이동경로 등 이동관련 요소
  - 비전센서특징, 이동환경, 및 이동형태를 고려한 정밀상대측위 기술 고도화
  - 이동체 유형(공중이동체, 지상이동체 및 모바일단말)별 정밀상대측위 고도화

- 비영상 **다중복합센서 및 신호기반 복합측위 고도화**
  - 측위센서 및 신호조합별* 복합측위 기술
    * WiFi, 5G, Bluetooth, Barometer, Gyro, Geo-magnetometer 등
  - 다중복합센서 및 신호를 이용한 학습기반 융합/수직측위 기술
  - 측위환경별 최적 측위센서, 신호조합 평가 및 최적화 기술
  - 이동체 유형(공중이동체, 지상이동체 및 모바일단말)별 복합측위 고도화

- **정밀상대측위 연계 연속복합측위 고도화**
  - 측위기반 좌표체계 실시간 연계 및 변환 기술
  - 공중/지상이동체/모바일단말의 정밀상대측위, 복합측위의 연계 및 실시간 측위 전환 기술



〈정밀상대측위 및 연속복합측위 고도화〉

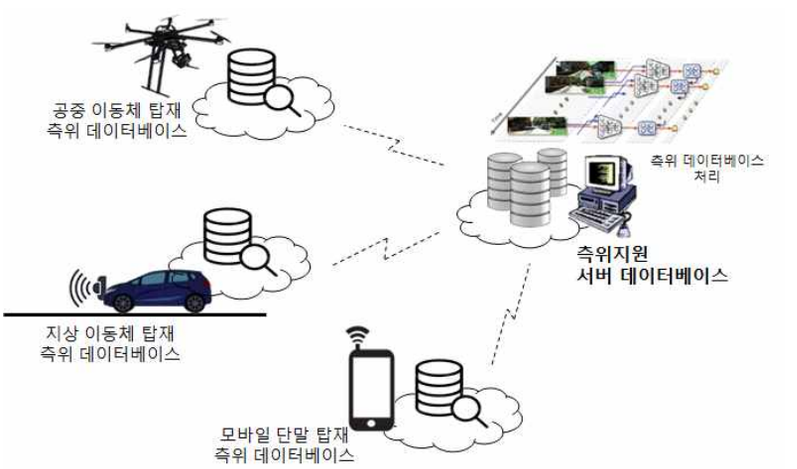
○ **정밀상대측위 및 연속복합측위 플랫폼***

* 측위지원 데이터 및 영상 데이터 처리 등 후처리 관련 기능 포함

- 정밀상대측위 및 연속복합측위 **특화 이동단말탑재 플랫폼**
  - 정밀상대측위 및 연속복합측위기술 탑재 및 최적화
  - 이동 시나리오 및 환경 조건기반 단말 데이터 최적검색 및 매칭
  - 이동 단말에 최적화된 정밀상대측위 및 연속복합측위 지원 데이터 저장 및 관리
  - 이동 시나리오 기반 측위지원 특화 서버 데이터 최적 동기화

- 정밀상대측위 및 연속복합측위 **특화 서버 오픈플랫폼**
  - 학습기반 측위지원 시계열 누락영상시퀀스 보간, 영상 이상점 탐지, 제거 및 보완
  - 학습기반 측위지원 다중측위센서 및 신호데이터 누락보간, 이상점 탐지, 제거 및 보완
  - 이동 시나리오 기반 측위지원 이동단말탑재 오픈플랫폼 최적 동기화 및 관리
  - 대용량 정밀상대측위 및 연속복합측위 지원 데이터 저장 및 관리

- 정밀상대측위 및 연속복합측위 지원 **데이터 프레임워크**
  - 데이터 모델 및 시나리오 기반 데이터 공유, 활용 체계
  - 데이터 수집, 관리 및 제공을 위한 API 및 인터페이스
  - 상호운용성 제공을 위한 데이터 모델, 공유체계 및 인터페이스 표준화



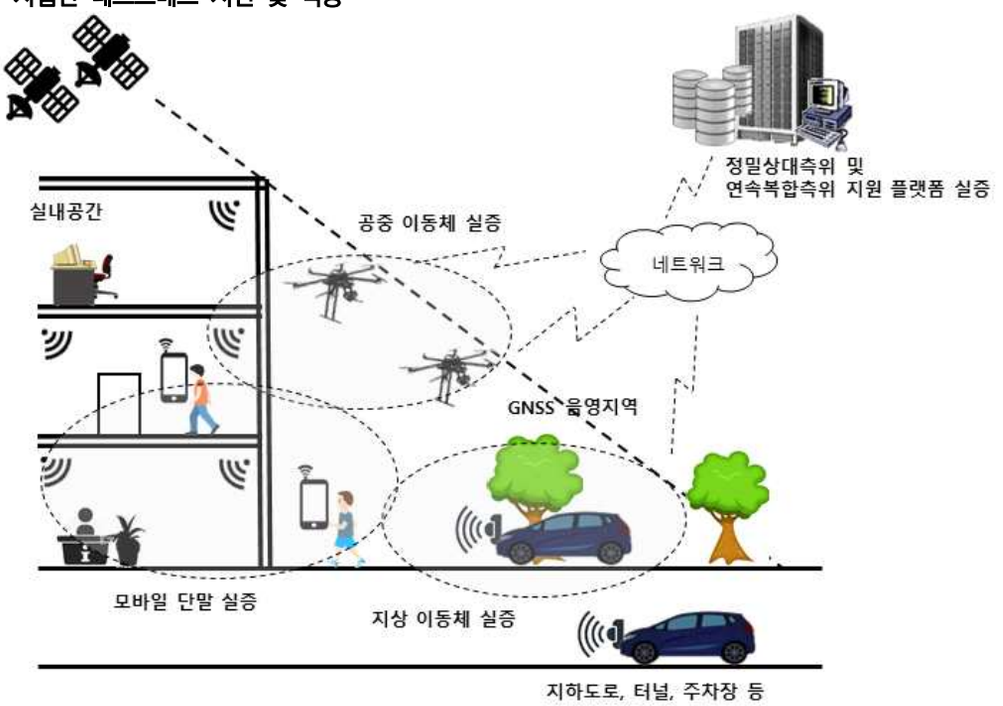
〈정밀상대측위 및 연속복합측위 특화 데이터베이스〉

○ 이동환경별 **정밀상대측위 연계 연속복합측위 최적화 및 단위실증***

* 개발내용을 각 이동환경에 맞도록 프로파일링, 최적화 하는 것을 포함

- **공중/지상/모바일단말 이동환경**에서의 최적화 및 실증
  . 정밀상대측위 및 연속복합측위 개발기술의 공중이동체 최적화
  . 단위실증 테스트베스 선정 및 시나리오 기반정밀상대측위 및 연속복합측위 실증

- **사업단 테스트베드 지원 및 적용**



〈이동환경별 정밀상대측위 연계 연속복합측위 최적화 및 실증〉

성과지표

성과항목		단 위	세계최고수준 (보유국, 기업)	현재 국내 최고수준	개발 목표치	평가방법(안)
정밀상대 및 연속복합 측위 고도화 기술	비전센서 특징점 추출 및 매칭 속도	ms	영상당 0.1초 (SOFT2 2 cores @ 2.5 Ghz 기준)	-	영상당 0.15초	실시간으로 수집된 비전센서에서 특징점을 추출하여 매칭하는 시간을 측정
	영상 측위 이동량 오차	%	0.65%	-	1%	측위를 위해 연속적으로 측정되는 영상의 이동량에 대한 오차를 측정
	영상측위 회전각 오차	deg /m	0.0014	-	0.003	측위를 위해 연속적으로 측정되는 영상의 회전각에 대한 오차를 측정
	단일 정밀상대측위 위치정확도	m	-	-	1m 이내	실내, 실외(밤,낮,날씨별 등)의 다양한 환경에서 비전센서의 단일 영상을 이용하여 계산될 수 있는 위치정확도를 측정
	누적 정밀상대측위 위치정확도	m	-	-	2m 이내	실내, 실외(밤,낮,날씨별 등)의 다양한 환경에서 비전센서를 사용하여 100m 주행 시 누적되는 데이터를 이용하여 연속적으로 측정되는 위치정확도를 측정
	다중신호 연속복합측위 수직 및 수평정확도	m	10m (미국/구글) 50m (미국/FCC)	-	3m 이내	개발되는 다중신호 연속복합측위의 대상 지역 및 시나리오 대상 평균 수평정확도를 측정하며, CEP50을 기준으로 함
	다중신호 연속복합측위 수직정확도	m	-	-	3m 이내	개발되는 다중신호 연속복합측위의 대상 지역 및 시나리오 대상 평균 수직정확도를 측정하며, CEP50을 기준으로 함
	연속복합측위	s	1초	-	0.5초	GNSS 가능지역과 음영지역 사이에서 변

	전환시간지연					화되는 연속복합측위의 전환에 소요되는 시간
	복합측위기술 융합 개수	개	3개	3개	5개	복합센서 및 신호기반 측위를 위해 연계되는 측위기술의 개수
정밀상대 및 연속복합 측위지원을 위한 단말탑재 및 서버 플랫폼 기술	측위 영상 및 신호 데이터 수집 API	개	3개	3개	5개	측위영상 및 측위신호를 수집하는 API 개수
	측위 영상 추출점 및 신호 데이터 검색시간	초	요청당 0.1초	-	요청당 0.1초	단말에서 대상측위영상이 포함하는 추출점을 검색, 획득하는 시간을 측정
	검색 측위영상 및 신호 데이터 동기화시간	초	1초	-	1초	서버의 측위지원 데이터가 단말로 전달되어 동기화되는 시간을 측정
	영상데이터 누락시퀀스 보간정확도	%	-	-	70%	영상 시퀀스에서 일부 영상을 고의적으로 누락시키고, 이에 대한 시퀀스보간을 수행하여, 기 누락되었던 영상과의 비교를 수행함으로써 보간정확도를 계산
	영상데이터 이상점 탐지 및 보완비율	%	90%	-	90%	측위영상에서 이상점을 탐지하여, 기 결정되어 있던 이상점과 비교함으로써 보완비율을 계산
	다중신호데이터 이상점 탐지 및 보완비율	%	90%	-	90%	측위신호데이터에서 이상점을 탐지하여, 기 결정되어 있던 이상점과 비교함으로써 보완비율을 계산
정밀상대 및 연속복합측위 지원 데이터 공유 및 API 국내외 표준		건	-	-	6	국내외 표준 6건 제안 및 채택
정밀상대 및 연속복합측위 적용 및 실증		건	-	-	3	이동환경별(공중,지상,모바일) 시나리오 정의에 따른 실증적용 결과 및 보고서 확인

주요성과물

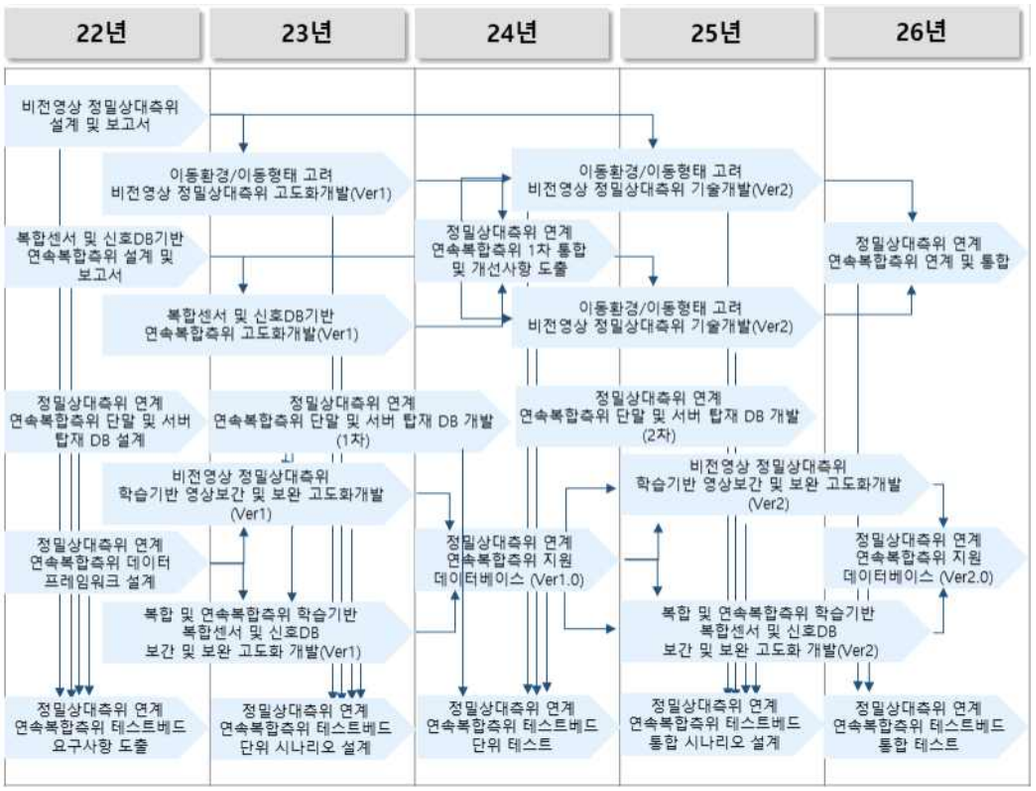
○ 고속영상 데이터와 랜드마크 데이터 등을 이용한 비전센서기반 정밀상대측위 기술 (소프트웨어)
○ 연속복합측위를 지원하는 실내외 다중신호기반 복합측위 (소프트웨어)
○ 정밀상대 및 연속복합측위 특화 이동단말탑재 플랫폼 (소프트웨어)
○ 정밀상대 및 연속복합측위 특화 서버 오픈플랫폼 (소프트웨어)
○ 정밀상대 및 연속복합측위 지원 API 및 데이터 최적교환 및 전송 등과 관련된 국내외 표준 6건
○ 정밀상대 및 연속복합측위 관련 지적재산권 및 논문 등

활용방안 및 기대효과

○ 영상센서 정밀 측위의 활용
- 전방 피사체와 두 센서간의 기하학적인 관계를 복원하는 센서모델링 기술
- 이동로봇의 위치인식 및 매핑, 각종 비전기반 탐사 등에 활용
- 영상을 이용한 3차원 모델의 활용
- 일반적인 도심지 환경에서의 영상처리를 이용하여 자동화된 방식의 GNSS 보정을 통한 복합기술 선점

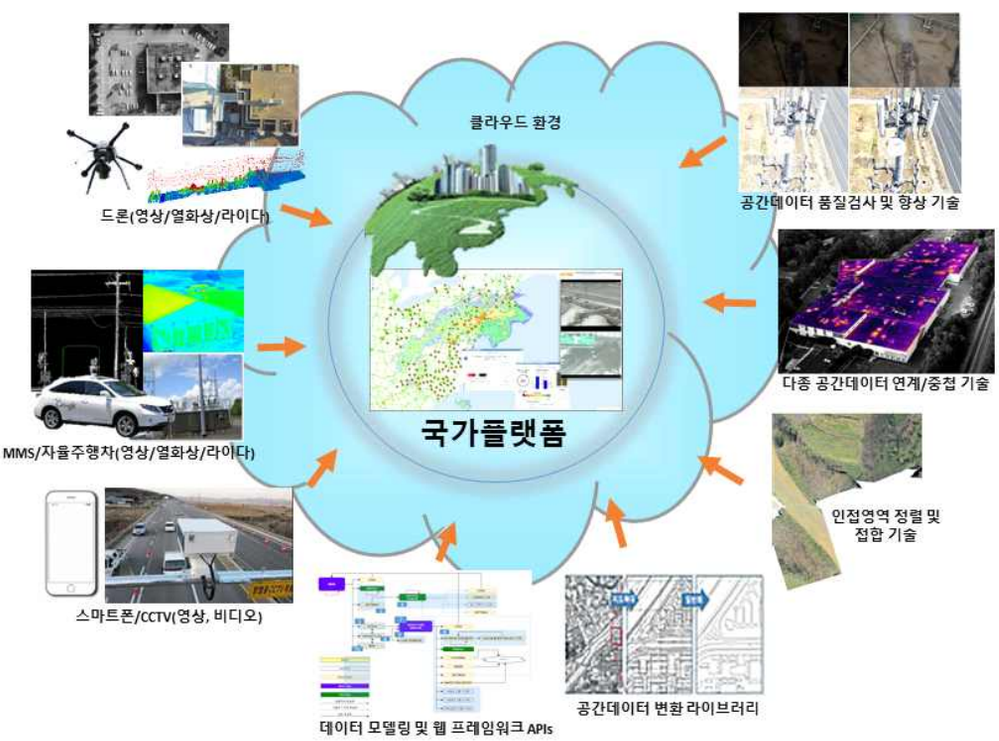
○ 고속·정밀 랜드마크 탐색기술의 개발을 통한 이동체 유도 원천기술 활용
- 영상 랜드마크 DB의 구축이 가능한 분야 및 실시간으로 영상 내 특징 물체를 탐지하는 기술에 적용 가능한 원천기술의 개발로 영상센서를 사용하는 각종분야에 활용
- MMS 영상, 위성항공영상, 무인항공기 영상 및 자율주행차 등에 적용을 통한 도로 교통 분야에서의 직접적인 활용
- 우주비행체간의 랑데부/도킹에 필수적인 기술
- 국방 분야에 사용되는 비행체등의 정밀유도에 활용

○ 실내 측위 기술을 통한 대규모 실내공간 내에서의 사람, 드론 및 로봇 등의 위치 결정, 실시간 모니터링 및 실내 항법 분야 활용
- 실내에서 운영되는 드론 및 로봇 등 실내 무인 이동체의 정밀 위치 결정이 가능해짐에 따라 관련 기술 및 서비스 개발 활성화에 기여
- 대규모 복합 쇼핑몰 및 지하 공간 등 GNSS 신호 수신 불가 지역에서의 위치 결정 및 항법 기능 제공을 통한 안전 및 생활 편익 증진

<table>
<tr><td>기술로드맵</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</td><td>○ (국내외 표준화연계) 본 연구개발에 있어, 다음과 같은 주요 항목에 대한 국내외 표준의 적용 및 개발이 주요하게 추진될 필요가 있음
- 비전기반 영상측위, GNSS 음영지역에서의 다양한 센서 및 신호자원을 이용한 측위를 지원하기 위한 각 데이터의 구조 및 명세 등에 대한 표준화
- 정밀상대측위 및 연속복합측위를 지원하는 이동단말탑재 플랫폼과 서버 오픈 플랫폼 사이에서 다양한 데이터를 효율적이고 실시간인 형태로 전달하기 위해 필요한 데이터 교환 및 전송 등과 관련된 표준화
- 개발되는 비전센서 기반 측위 및 신호기반 측위를 사용하기 위한 API 및 인터페이스 등에 대한 표준화
상기의 대상 내용에 따라 관련 국제표준기구에서의 논의추진과 함께, 국내 국가 및 단체표준을 추진함으로써, 개발되는 기술 및 시스템의 상호운용성을 극대화해야 할 필요가 있음
○ (유관시스템연계) 비전영상, 복합센서정보, 신호 데이터 등에 대한 데이터의 저장, 관리 및 활용에 있어 요구되는 경우 타 시스템 및 서비스와 연계될 수 있도록 인터페이스 등을 정의, 제시 및 연구개발 후 공개해야 함
○ (타과제연계) 본 사업에서 정밀상대측위 및 연속복합측위를 필요로 하는 타과제에서 개발되는 기술 및 관련 SW, DB 시스템등에 접근하여 활용할 수 있도록 연계구조를 마련해야 함
○ (테스트베드) 1세부 연구진과의 협력을 바탕으로, GNSS 기반 절대측위기술이 적용되는 테스트베드를 구축하고, 이와 연계된 정밀상대측위 및 연속복합측위의 결과물이 연계되는 시나리오를 구축하여 테스트베드를 운영, 검증하도록 함
○ (서비스연계) 공간정보를 구축하는 기관 및 업체, 공간정보를 이용하여 다양한 서비스를 제공하는 기관 및 업체, 그리고 다양한 위치기반서비스를 제공하는 기관 및 업체들로부터 요구사항을 수렴하고, 본 과제의 범위안에서 반영, 개발될 수 있도록 추진함으로써, 향후 서비스에서의 활용가능성 확보 추진 필요</td></tr>
<tr><td>기타</td><td>○ (실증 및 테스트관련) 중점 및 사업단 전체 테스트 관련 시나리오, 규모, 대상 등 세부 계획을 사업단 전체의 논의를 통해 수립하고, 사업운영위원회 의결을 통해 확정 및 점진적인 구현을 필수로 추진</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td>(57) 개월</td></tr>
</table>

정부출연금(백만원)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
	2,085	2,412	2,398	2,395	2,162	11,452

디지털 국토정보 기술개발사업 보완기획서

중점분야	(중점분야-2) 디지털 국토 구축 효율화
핵심과제명	(2핵심) 디지털 국토정보 구축 효율화를 위한 다차원/다시점 공간데이터 기반 국토정보 변화인식 및 자동갱신 기술개발
세부기술	(세부기술-③) 국토정보 자동갱신을 위한 다차원/다시점 공간데이터 전처리 및 품질관리 기술
연구목표	○ 대표적인 무빙플랫폼 및 휴대용기기 등의 활용 증가로 인해 공간 데이터 수집의 대중화가 가속화됨에 따라 드론, MMS/자율주행차, 스마트폰, CCTV에 장착된 이종센서(광학/열화상 카메라, 라이다)들로부터 취득된 다차원/다시점/시계열 다종 공간 데이터 및 관련 가공데이터들이 효과적으로 마스터 DB기반 구축/관리되고 크라우드 소싱을 포함한 다종 공간 데이터의 신뢰성 확보 및 품질 향상시키는 것을 목표로 함 - 또한, 클라우드 환경에서 시계열 공간 데이터들이 다차원(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D)적으로 정합되어 통합적으로 관리되고 관심 공간영역에서 다종 공간 데이터들이 연계되어 가시화 되어야함. 이를 통해, 기존 방식과 비교하여 공간정보 구축의 최신성과 정밀/정확성을 향상시키고 공간정보 변화탐지 및 갱신을 위한 품질 신뢰성이 확보된 다차원/다시점 공간데이터 구축 체계 마련  ○ 크라우드 소싱 기반 다차원/다시점 공간 데이터 구축/관리 기술 개발 - 다차원/다시점을 갖는 대량의 다종 시계열 공간 데이터 효과적인 수집/구축/관리 기술 개발 ○ 다차원/다시점 공간데이터 신뢰성 확보를 위한 품질 검수 및 향상 기술 개발 - 공간 데이터별 품질 모델 정의 및 검증 기준 개발 - 공간 데이터별 품질 검증 및 향상 자동화 기술 개발 ○ 다차원/다시점 시계열 공간 데이터 간의 상호운용성 확보를 위한 다차원적 마스터 데이터* 생성 기술 - 다차원 데이터 취득에 따른 다차원적(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D) 정합 기술 개발 - 공간 데이터 간의 인접/경계영역 정렬 및 접합 기술 개발 * 다종 시계열 공간 데이터는 크라우드 소싱 데이터를 포함하고 이종 센서로부터 취득된 원시데이터(광학/열화상 이미지, 영상비디오, 라이다 데이터 등) 및 가공/후처리 데이터(정사영상, 포인트클라우드, 메시, 수치지형도 등)를 의미함 ○ 클라우드 환경기반 다종 시계열 공간 데이터 품질관리 및 전처리 기술 검증 및 테스트

연구개발 필요성	○ 고정밀 국토 공간정보 구축/유지관리 비용절감 및 최신성 유지 필요성 - 항공측량을 비롯한 기존 공간정보 구축방식은 많은 시간과 비용을 수반하기 때문에 드론, 자율주행차 등 운영과 같은 고정밀 공간정보 최신성을 요구하는 분야를 대변하고 있지 못함 - 민간/공공분야의 대규모 건설사업/도시계획 등 다양한 분야에 무빙 플랫폼 기반 새로운 모바일 센서를 적용하여 공간정보를 표현하고 활용하고자 하는 수요가 급증하고 있음 - 크라우드 소싱 공간 데이터들을 최대한 활용하여 공간정보 구축 및 유지관리 비용을 절감하면서 기 구축된 공간정보의 최신성 유지가 필요함 - 데이터 획득 기술의 발달과 더불어 공간정보 고도화를 지속적으로 수행하기 위해 다차원/다종 공간 데이터 간의 효과적인 연계/변환/관리가 선행되어야 함 ○ 다종 공간 데이터 신뢰성 확보를 위한 품질 검증 및 향상 필요성 - 전통적인 방법(위성/항공영상 및 라이다 촬영)으로 수집되어진 공간데이터에 대한 품질검증은 특정 응용소프트웨어를 이용한 제한된 H/W 환경에서 수행되어 왔으나 익명성이 있는 대중적인 환경에서 드론/자율주행차 기반 다종 센서들로 부터 취득된 공간 데이터에 대한 본격적인 품질검증이 필요함 - 크라우드 소싱를 포함한 다종 데이터가 기 구축된 고정밀 공공 데이터와 통합 구축 되는데 있어서 새롭게 구축되는 데이터는 신뢰성 확보를 위한 품질검증이 선행되어야 함 - 다종 공간 데이터로부터 추출된 의미있는 공간정보가 인프라/가상객체/서비스가 유기적으로 결합하는 지능공간에 적절하게 활용되기 위해서는 공간 데이터별 품질검증을 통해 분석되는 다야한 기하학적/속성적 오류들이 수정되어 데이터 품질이 향상되어야 함 ○ 다종 공간 데이터 간의 상호 운용성 확보를 위한 정합 기술 개발 필요성 - 특정 센서들이 장착된 위성/항공기를 이용한 제한된 사용 및 일정 주기를 기반으로 공간 데이터가 취득되는 기존 방식을 활용하여 광범위한 국토 공간의 음영 지역을 보상하고 실감형 고정밀 3차원 공간정보를 구축하는데 한계가 있음 - 국토/도시 공간의 변화양상의 보다 신속/정확하게 판단하기 위해 다양한 이종 센서들이 장착된 무빙 플랫폼들로부터 다차원 공간 데이터들이 동일 영역에서 신속하고 시기적절하게 시계열적으로 취득 됨에 따라 공간 데이터들 간의 다차원적(2D/2D, 2D/3D, 3D/3D)으로 융합되는 정합 기술 개발이 필요함 - 인접/경계영역에서 구축방법이 상이한 멀티 공간 데이터 간의 효과적인 융합을 위해 일원화된 위치참조체계에서 공간적/기하학적 오류가 최소화된 정렬 및 접합 기술 개발이 필요함
기술동향	○ 무빙 플랫폼 대중화 기반 다종 소형센서들 활용 저비용 공간 데이터 구축 - 초정밀 센서들(디지털 카메라, 모바일 라이다등)의 성능향상 및 저비용 생산이 본격적으로 이루어짐에 따라 대표적인 대중 플랫폼인 드론 및 차량의 자율주행 기능 발전(인식/탐지 정확도 향상)으로 이루어지기 위한 고정밀 공간 빅데이터 구축을 위한 기반이 마련되고 있음 - 미국연방항공국, FAA (Federal Aviation Administration)에 따르면, 2018년 기준 90만 드론 사용자가 등록되어 있고 등록된 드론(개인 취미용 제외)수는 125만대에 이르고, 매년 15% 증가세를 보이고 있음. 또한, 5G환경 기반 구글, 테슬라, 우버등 자율주행 기술 개발의 선도그룹을 중심으로 자율주행 서비스 대중화가 가속될 예정이며, 이와 관련 빅테이터 마켓 가치는 2025년 890억 달러로 증가할 것으로 예상됨 - 초소형/초고화질 광학 카메라(PhaseOne iXM-100, 100MP)가 상용화되어 드론 장착용으로 가격경쟁력을 확보하였고, 라이다 장비도 360도 회전식에 비해 최근 고정형(solid state)라이다가 개발되어 단순화, 소형화 관점에서 활용성이 증대됨(현재 수만 달러에서 수년 내 250달러까지 하락 전망됨) - 공간데이터 구축 및 가시화를 위해 공간정보 오픈 플랫폼 사업 등을 통해 뷰어 서비스 중심의 제한적인 3차원 포맷 데이터 모델링 기술 활용됨 ○ 다종 공간 데이터 신뢰성 확보를 위한 품질검증 자동화 기술 - 세계적인 인프라 점검 웹 플랫폼을 갖추고 있는 DroneDeploy(미국), EasyInspect(덴마크)와 같은 기업들의 경우 사용자의 3D 공간정보 매핑기술을 적용하기 부적합한 이미지 데이터 업로드를 막기 위해 수동으로 미리 알람을 제공하고 있음. 향후, 인공지능 기술을 활용한 자동화된 데이터 품질 필터링 기술의 수요가 높아질 것으로 예상됨 - 공급자 위주 공간정보 데이터 단순 개방/공유에서 다양한 데이터 품질 수준에 따른 수요자 맞춤형 공간정보 활용을 위해 공간 데이터 신뢰성을 확보하는 방향으로 나아가고 있음. DroneDeploy사의 공간정보 웹 플랫폼에서 제공되는 관심 지역의 3차원 공간정보는 사용자의 활용 편의성을 고려하여 다양한 해상도(5/10/20/50 cm/px 등) 및 점밀도(0.5/1/2/5/10 million points 등) 옵션을 사용자에게 서비스하고 있음 ○ 다종 공간데이터 간의 상호 운용성 확보를 위한 융복합 기술

- 관심 지역에서 시계열적으로 취득된 다종 공간 데이터 간의 공간적/기하학적 통합을 통해 응용분야(도시계획, 환경 모니터링 등)에 적절하게 활용 되기 위해 필요한 다차원적 공간 데이터 융복합 기술 개발은 미진한 상태임
- 디지털트윈의 일종인 정밀지도 구현을 위해서는 이종 센서들로부터 취득된 다종 공간 데이터 간의 정합기술은 필수적이며 정합 시 발생하는 상대적/공간적 오류에 대한 자동 오류 수정 기술이 필요함
- 자율주행차의 정밀 측위 결정을 위해 사용되는 RTK(Real-Time Kenematic)와 PPP(Precise Point Positioning) 시스템 방식은 이동체에 오차가 보정된 신호 수신 시 끊김과 같은 문제가 발생할 수 있기 때문에 공간 인식을 위한 센서(카메라, 라이다 등)들로부터 취득된 공간 데이터들의 정합/융합을 통한 위치 오차 보정 기술이 필수적으로 요구됨
- 현대오토에버는 MMS(영상/라이다)기반 도로 정밀지도를 자동으로 제작하는 MAC(Map Auto Creation) 기술을 개발(2019)하여 정밀지도 제작 효율을 극대화(100km 도로정밀지도 제작시 수동인 경우 100시간 소요, MAC기술 적용시 8시간 소요)하고 안전한 자율주행 디지털 인프라 기반을 마련함. 이를 이용하여 공간적 제약이 덜한 드론(영상/열화상/라이다)데이터와 정합을 통해 MMS기반 정밀지도 구현의 효율성/완결성을 높일 수 있을 것으로 예상됨

○ 무빙 플랫폼 기반 다종 공간 데이터 국내외 구축기술 사례

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
다종 공간 데이터 기반 고정밀 지도 (디지털 인프라) 구축 기술 개발	미국	Drone Deploy	Drone Deploy	- 드론 촬영계획 수립부터 취득된 데이터 전처리, 분석, 시각화 기술 제공 - 이미지 매핑 성과물(정사영상, 포인트클라우드, 메시, DSM 등) 구축 및 통합/관리 제공
	스위스	Pix4D	Pix4D Cloud	- 전세계적으로 성능이 검증된 이미지 매핑 솔루션 기반 가공 공간 데이터 품질 검수 리포트를 제공하여 데이터 활용에 대한 신뢰성 향상 - 데이터 간의 융합/공유/가시화 등 응용기술 제공
	덴마크	Easy Inspect	Easy Inspect	- 인프라 시설물 전검 플랫폼을 제공하여 다차원 공간데이터 구축 및 관련 점검정보와 연계/관리/시각화 제공
	한국	엔젤스윙	엔젤 스윙	- 건설현장에 특화되어 건설관리의 효율성을 증대시키기 위해 건설현장에서 생성되는 다종 공간데이터(2D도면, BIM, 이미지, 포인트클라우드, 메시모델 등) 구축/연계/관리를 위한 웹 플랫폼 기술 제공
	한국	현대 오토에버	MAC	- 모바일 시스템(MMS)로부터 취득된 3차원 공간데이터 구축 및 객체 자동추출을 통한 고정밀 도로 지도 제작

연구내용 (Spec. 포함)

○ 다차원/다시점 공간 데이터 구축/관리 기술 개발

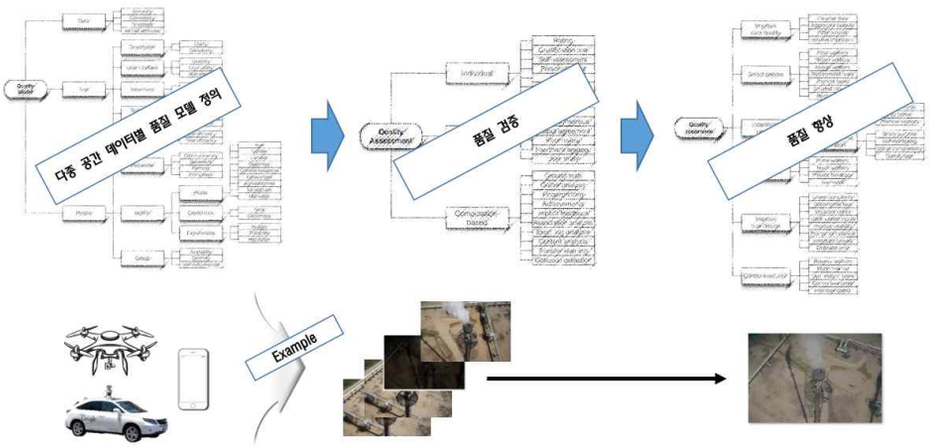
- 다차원/다시점을 갖는 대량의 다종 시계열 공간 데이터 효과적인 구축/관리 기술 개발
  - 대용량 다종 공간 데이터* 효율적인 수집 및 관리 방안 연구
    * 드론-영상/열화상/라이다, MMS/자율주행차-영상/라이다, 스마트폰, 스마트글래스 등 휴대용 기기-영상/라이다, CCTV-영상비디오, 가공/후처리 데이터-정사영상, 포인트클라우드, 메시, DSM 등
  - 다종 시계열 공간 데이터 효과적인 구축/관리를 위한 클라우드 플랫폼(3핵심과제) 구축 지원
    * 다종 시계열 공간 데이터는 크라우드 소싱 데이터를 포함하고 있음
    * 드론, MMS/자율주행차등 무빙/모바일 플랫폼들이 일반화되는 환경을 가정하여 크라우드 소싱 다종센서 공간 데이터들을 취득 후 LTE 혹은 5G기반 웹 플랫폼에 접속하여 데이터들을 서버로 구축
    * 1핵심(상대측위)와 4핵심(동적 주제도)로부터 취득되는 크라우드 소싱 공간데이터들 제공 받음



〈 다종 시계열 공간 데이터 구축/관리 기술 개발 개념도 〉

○ **다차원/다시점 공간 데이터 신뢰성 확보를 위한 품질 검증 및 향상 기술**

- 공간 데이터별 품질 모델 정의 및 검증 기준 개발
  - 국내외 공간정보 품질 요소(완결성, 논리일관성, 위치정확성 등) 기반 이종 센서로부터 취득된 공간 데이터별 품질 모델(품질 검증 요소) 정의 및 검증 기준(안)* 마련
    * 공간 데이터별 최소 1개 이상 품질 검증 요소에 따른 품질 검증 기준 정립
- 공간 데이터별 품질 검증 및 향상 자동화 기술 개발
  - 공간 데이터 대중적인 활용 시 신뢰성 확보를 위한 품질검증(QA/QC) 자동화 기술 개발
  - 공간 데이터 기하학적/속성적 이슈(오류요소) 분석 및 품질향상 기술 개발



〈 다종 시계열 공간 데이터 품질 검증 및 향상 기술 개발 개념도 〉

○ **다차원/다시점 시계열 공간 데이터 간의 상호운용성 확보를 위한 다차원적 마스터 데이터* 생성 기술**

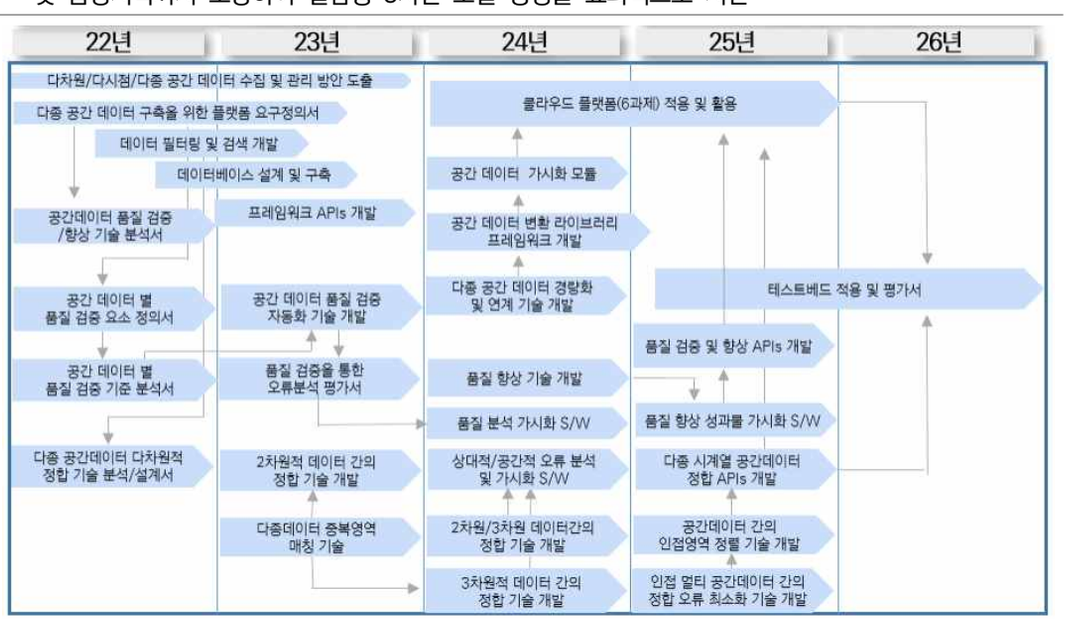
* (마스터 데이터) 크라우드 소싱을 통해 수집된 다차원/다시점 공간데이터가 전처리, 품질 향상 및 검수가 완료된 데이터셋

- 다차원 데이터 취득에 따른 다차원적(2D~3D) 마스터 데이터 생성 기술 개발
- 동일 영역에서 취득된 다종 공간 데이터 통합을 위한 중복 영역에서 feature 탐지 및 매칭 기술 개발
- 공간데이터 간(2D* ⇋ 2D ⇋ 3D** ⇋ 3D) 간의 정합 기술 개발
  * 광학/열화상 이미지, 정사영상 등 ** 포인트 클라우드, 메시 등
- 일원화된 위치 참조체계기반 인접 멀티 공간 데이터 간의 Registration 오류 최소화 기술 개발

○ **클라우드 환경기반 다종 시계열 공간 데이터 품질관리 및 전처리 기술 검증 및 테스트**

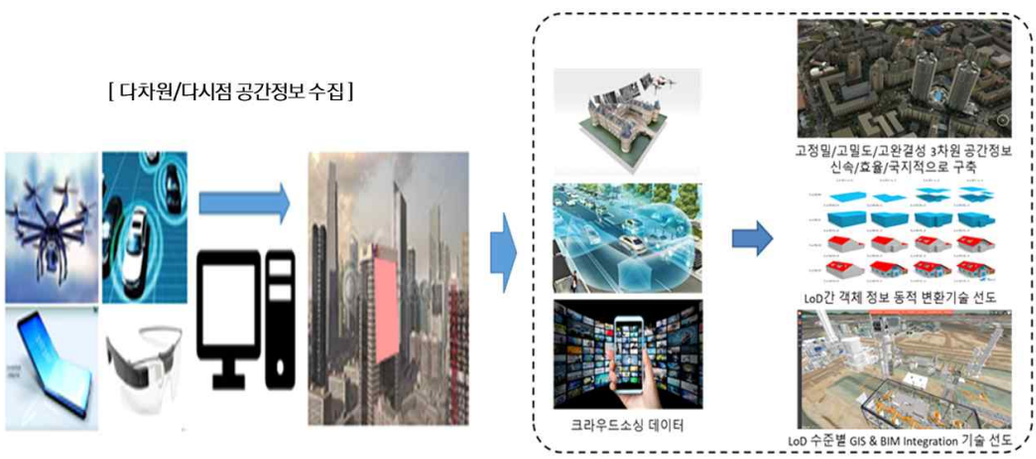
- 데이터 품질 분석 및 향상, 마스터 데이터 생성 소프트웨어등 개발된 소프트웨어 신뢰성 검증
- 테스트베드를 이용한 활용성 및 적용성 검증
  * 마스터 데이터는 4세부(변화인식/자동갱신)으로 제공 됨
- 핵심과제* 및 사업단**내 연계
  * (핵심과제) 4세부(변화인식/자동갱신)로 데이터 제공
  ** (사업단) 2세부(상대측위), 4핵심 과제(고정/이동플랫폼)로부터 크라우드 소싱 데이터를 제공 받음

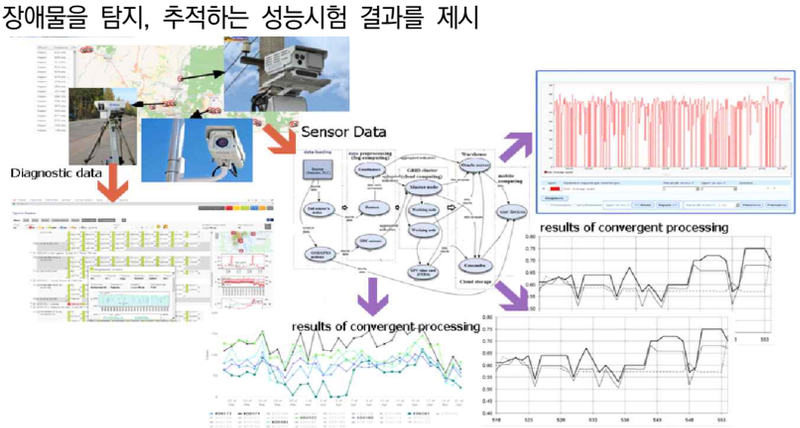
〈 다종 시계열 공간 데이터 간의 다차원적 정합 기술 개발 개념도〉

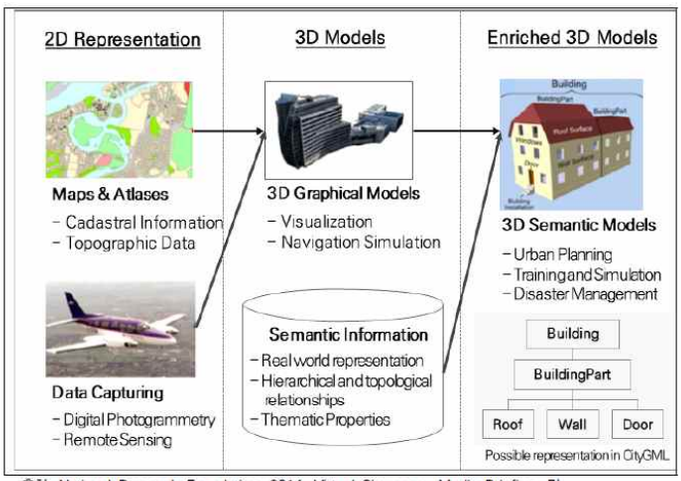
<table>
<tr><td></td><td> 
</td></tr>
<tr><td>성과지표</td><td>
<table>
<tr><th>성과항목</th><th>단 위</th><th>세계최고수준
(보유국, 기업)</th><th>현재 국내
최고수준</th><th>개발
목표치</th><th>평가방법</th></tr>
<tr><td>다종 공간 데이터 품질 검증 시스템 자동화율</td><td>%</td><td>80%이상
(스위스)</td><td>50% 이상 수준</td><td>90% 이상</td><td>기술수준</td></tr>
<tr><td>다종 공간데이터 정합 상대정밀도</td><td>cm</td><td>30cm 이하
(싱가포르)</td><td>-</td><td>10cm 이하</td><td>기술수준</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>주요성과물</td><td>○ 공간 데이터별 품질 모델 정의 및 검증 기준(안)
○ 다차원/다시점 공간 데이터 품질검증(QA/QC) 및 향상 소프트웨어
○ 다종 시계열 공간 데이터 정합(Registration) 소프트웨어</td></tr>
<tr><td>활용방안 및 기대효과</td><td>○ 대표적인 무빙 플랫폼인 드론(20.5%/년 마켓성장) 및 자율주행차(26.4%/년 마켓성장) 활용 분야에서 성장 지속에 따른 대량의 다종 공간 데이터가 생산됨에 따라 이를 클라우드 환경에서 구축 및 관리할 수 있는 전처리 기술 및 플랫폼을 개발하여 효과적인 국토 공간정보 구축에 활용
○ 데이터 품질에 관한 신뢰성이 확보된 다종 공간 데이터들의 통합기술 기반 공유/활용체계 마련
- 크라우드 소싱을 포함한 다종 시계열 공간정보 데이터들의 연계, 변환 등 전처리 기술을 기반으로 통합되어 대량의 다종 공간정보의 신속한 활용을 위한 기반 마련
○ 고도화/소형화된 이종 센서들로부터 N차원 공간 데이터들을 취득하여 광범위한 국토공간의 변화갱신/구축 및 음영지역까지 보상하여 실감형 3차원 모델 생성을 효과적으로 지원</td></tr>
<tr><td>기술로드맵</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</td><td>○ (유관시스템연계) 국토교통부, 국토지리정보원 등 유관기관에서 기 구축되어 있는 공간정보 연계체계를 통해 협력 지속
○ (테스트베드) 2핵심과제 연구진과 협력을 바탕으로 testbed를 구축하고, 일관성 있는 하나의 프로세스로</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="6">크라우드 소싱을 포함한 국토정보를 구축, 변화인식, 갱신할 수 있도록 운영
○ (서비스연계) 민간 플라잉카 제작 및 드론택배 서비스 업체 등으로부터 요구사항을 받아서 지상 및 공중 자율주행용 공간정보를 활용할 수 있도록 지원</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="6">○ (통합테스트 관련) 중점 및 사업단 전체 테스트 관련 시나리오, 규모, 대상 등 세부 계획을 1단계에 수립하여 사업운영위원회 의결을 통해 확정 및 수행 필수
○ (데이터 연계 관련) 2세부(상대측위) & 7세부(고정/이동플랫폼)로 부터 크라우드 소싱 데이터 제공받고, 4세부(자동갱신)로 마스터DB 제공 필요</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td colspan="6">(57) 개월</td></tr>
<tr><td rowspan="2">정부출연금(백만원)</td><td>1차년도</td><td>2차년도</td><td>3차년도</td><td>4차년도</td><td>5차년도</td><td>합 계</td></tr>
<tr><td>960</td><td>1,108</td><td>1,100</td><td>1,099</td><td>994</td><td>5,261</td></tr>
</table>

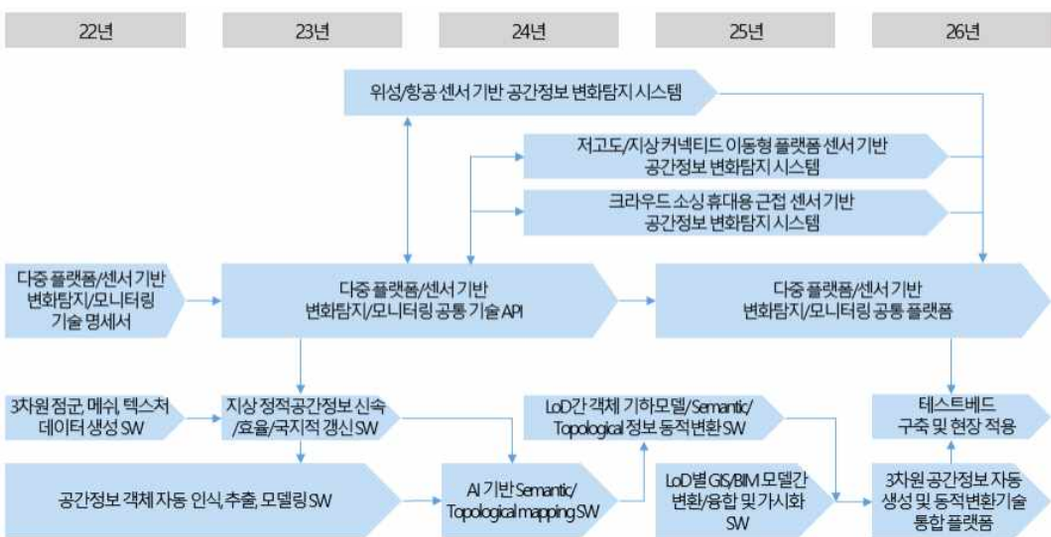
디지털 국토정보 기술개발사업 보완기획서

중점분야	(중점분야-2) 디지털 국토 구축 효율화
핵심과제명	(2핵심) 디지털 국토정보 구축 효율화를 위한 다차원/다시점 공간데이터 기반 국토정보 변화인식 및 자동갱신 기술개발
세부기술	(세부기술-④) 다차원/다시점 공간데이터 기반 2D/3D 실외 공간정보 자동갱신 기술 개발
연구목표	○ 광역/도심/객체 대상 활용 맞춤형으로 위성, 항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등 커넥티드 이동형 플랫폼/디바이스 데이터를 활용하여 자동 변화탐지 및 모니터링 기술을 개발하고, 이와 연계하여 신속/효율/국지적으로 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간정보를 자동 갱신할 수 있는 기술 개발  〈 4과제 전체 개념도〉 ○ 다종 플랫폼/센서 기반 공간정보 변화인식 기술 개발 - 다종 센서/플랫폼(위성/항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등)으로 수집되는 공간 데이터를 활용하여 광역, 도심 객체를 대상으로 서비스 맞춤형 공간정보를 고속으로 자동 변화탐지하고 모니터링 기술 개발 ○ 변화인식 대상 지역의 고정밀/고밀도/고완결성 국가공간DB 자동 생성 기술 - 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 국가공간정보* 구축 및 갱신 기술 개발 - 3차원 점군, 메시, Texture, 정사영상 데이터를 신속/효율적으로 생성하고 자동 갱신 기술 개발 - 공간정보 객체의 모델링 및 Semantic/Topological mapping 구현 기술 개발 - 활용도 확대를 위한 스케일 또는 응용분야에 따라 LoD간 객체 기하 모델/semantic/topological 정보의 동적 변환 기술 개발 * 국가공간정보 : 2차원 수치지도(1:1,000/1:5,000), 3차원 모델(LOD 3 수준) 등
연구개발 필요성	○ 다종 플랫폼/센서로부터 획득할 수 있는 공간정보 데이터의 실시간 변화인식/모니터링 필요 - 공간정보 구축/갱신, 불법 건축물 등 예방/탐지/단속, 녹지나 하천 변화/오염 감시, 시설물/문화재 유지관리, 도심 재생 지역 안전/변화 모니터링 등 다양한 목적으로 다양한 대상/객체에 대한 변화탐지 및 모니터링이 필요한데 주로 위성/항공영상을 활용하여 수동으로 수행되어 정확도가 떨어지고 비용이 많이 소모되어 실용화되지 못함 - 다양한 목적의 국토 변화 탐지에 적용 가능한 대상영역과 객체에 맞춤형으로 요구되는 시공간적 정밀도, 정확도, 자동화 수준, 실시간성, 비용 등 품질과 특성을 만족시키는 효율적이고 실용적인 변화탐지 기술을 향후 위성/이동체/통신 기술 발전에 따라 실현되는 위성/항공기, 드론, 자율차, 스마트폰 등 다양한 커넥티드 플랫폼/디바이스에서 수집되는 데이터를 고려하여 개발할 필요성이 있음 ○ 3차원 공간정보의 실시간 자동 갱신 필요 - 국토 공간정보의 최신성을 확보하기 위해 크라우드 소싱 기반 다종센서들로부터 취득된 공간데이터들을 활용하여 신속하게 고정밀 3차원 정보 구축 요구가 급격히 대두됨 - 각종 응용분야의 센서들과 크라우드 소싱에 기반한 공간정보 빅데이터만을 활용하여, 고정밀/고밀도/고완결성을 갖춘 3차원 공간 데이터를 구축 및 갱신하기에는 현재 기술로는 부족한 상황임. 또한 고정밀/고밀도의 3차원 점군, 메시 및 texture 데이터를 생성에 해외 기술 의존도가 매우 높아 기술 국산화가 필요한 실정임. 또한, 전국단위의 데이터를 2년 주기로 취득하는 기존 구축 방법을 개량하기 위해 신속/효율/국지적으로

	정밀하게 갱신하는 기술이 필수적임 - 공간정보의 주요 객체를 자동으로 인식, 추출 및 모델링하는 기술은 세계적으로 상당한 기간 연구를 해오고 있지만, 자동화 및 정확도 측면에서 높지 않은 상황임. 국내에서도 전문가를 활용하여 수동 및 반자동으로 추출 및 모델링 하고 있는 실정임. 이에 최고 LoD 수준의 객체를 자동으로 매핑하는 기술의 국산화가 필수적임. 더불어 객체 모델링을 넘어서, semantic 및 topological 정보를 추출하고자 하는 시도가 선진국에서 이루어지고 있어, 이의 기술적 추적이 필수적임 - 응용분야 및 스케일의 변화에 따라 적합한 수준의 LoD에 맞게 객체 기하 모델 및 정보를 동적으로 자동 변환시키는 기술이 디지털 트윈에서 필수적인 상황이나, 국내/국외적으로 연구가 미비한 실정임. 공간정보 모델 응용분야의 특성에 맞도록 모델의 복잡성 수준을 동적으로 변환시켜 최적화하는 기술을 선도할 필요성이 매우 높음. 더불어, 동적인 LoD 수준에 따라 BIM과 GIS 모델을 변환, 융합 및 가시화시키는 기술을 선도할 필요성이 있음
기술동향	○ 다종 플랫폼/센서 기반 공간정보 변화탐지/모니터링 기술 동향 - 넓은 대상 영역에 대한 위성/항공 데이터 기반 수동 변화탐지 수준에 그치고 있음 - 자동화 수준 미흡, 시공간 정밀도 부족, 실시간성/현행성 부족, 고비용/저효율 등의 문제점 발생 ○ 드론을 이용한 변화탐지 기술 - 벨로다인(미국)은 무인항공기(UAV) 측량 시스템인 옐로우 스캔 서베이어를 이용하여 헝가리 북서부 지역 고속도로의 47킬로미터 구간 데이터를 정밀하고 상세한 지형 데이터로 효율적인 방법으로 수집하고, 5cm 정확도의 고해상도 도로정보를 제공(Velodyne LiDAR, Inc) - 4S mapper(미국)는 Car-free street mapping을 개발하여 드론, MMS 기반의 도로 변화정보를 제공 - 한국건설기술연구원(2015)은 실시간 영상 정합 기술 및 객체 인지 기술을 기반으로 CCTV 영상을 이용한 정지차량 및 낙하물에 대한 검지시스템 및 응용 서비스를 개발하여 스마트 영상관제 시스템 내에서 구현, 도로 장애물 경보를 위한 지상 기반의 Ka-대역 펄스 도플러 레이더 시스템을 개발하였으며, 다양한 고정 및 이동 장애물을 탐지, 추적하는 성능시험 결과를 제시  〈 도로 모니터링 및 교통사고 예측시스템 〉 ○ UAV, 드론, LiDAR 등의 활용 사례 - NASA(미국)에서는 UAV를 이용한 전 지구 관측에 대한 연구를 진행 중 - Amazon(미국)은 ‘PremiunAir’ 서비스를 통해 드론을 이용한 택배 배송 기술을 개발 중이나, 기상, 돌발장애물에 대한 고려가 없어 현재 상용이 어려움 - 옐로우스캔(미국)은 2018년에 초경량 LiDAR 센서를 이용한 실시간 3D 데이터 포착 기술을 개발하여 주변환경 모델링이 가능하나, 기상 및 돌발상황 대응에 적합하지 않음 - Aviation Weather Center 서비스(미국)에서는 사용자 임의로 항공로를 그리면 그 항공로 상의 수직적 격자자료와 각종 관측 및 예보자료를 볼 수 있도록 그래픽 표출되는 기술 보유 - 국내 공중 기상 공간정보 구축은 고정형 센서를 활용하거나 DSM을 활용하여 빌딩 사이의 바람세기 등을 측정, 예측하고 있으며, 한국항공우주연구원은 지면에서 150m 이하의 낮은 고도에서 운항하는 민수용 UAV를 위한 저고도 무인항공기 교통관리(UTM : UAS Traffic Management)시스템을 설계하고 구현하는 연구를 진행 중 ○ 3차원 공간정보 모델링 기술 동향 - 버추얼 LA(미국)는 가상세계 데이터 서버(VWDS; Virtual World Data Sever) 프로젝트를 통해 고성능 실시간 가상 환경 데이터베이스 구축하였으며, 버추얼 싱가포르는 공간의 모든 객체에 의미 정보(semantics)

	결합하여, 건물과 시설물 각각을 객체로 구분하여 공간데이터를 구축하고 각 객체는 IoT 센서 네트워크 플랫폼에 연계하여 3차원 공간정보 서비스 제공  〈 버추얼 싱가포르 3D모델 개념도 〉 - 국내에서는 세종시 스마트시티에서 디지털트윈 플랫폼 모델링 개발/구축 진행 중이며, 전주시는 가상전주 프로젝트(전주시 공간정보 융복합 3차원 공간정보 구축), 사이버전주 프로젝트(전주시 정보 전산화 및 공간정보화)를 수행 중에 있음 - 해외 기술업체 동향을 살펴보면, SURE(독일)는 드론 영상 처리를 통한 3차원 포인트 클라우드, 메시, 텍스쳐, DSM, 정사영상 생성 및 라이다 포인트 데이터 처리가 가능하며, Metashape(러시아)는 항공삼각측량, 고밀도 포인트 클라우드 생성, DEM 제작, 정사영상 제작, 거리/면적/체적 등의 측정 솔루션을 제공함. Context Capture(미국)은 포인트 클라우드 생성, 도화 등 다양한 솔루션을 제공하며 ZEB-REVO-RT(영국)는 3D 모델링을 실내외 Seamless한 공간정보 구축에 활용하고 있음 - 국내 기술업체 동향을 살펴보면, 공간정보기술은 드론영상의 SFM 및 dense matching을 통한 3차원 포인트 클라우드 및 텍스쳐 추출 기술을 개발하였으며, LoDiCS_Realtime Digital Map은 포인트 클라우드를 생성하고, GIS 속성정보와 공간정보를 통합하여 가시화하는 기능을 개발함. 3D Labs는 다중 무인항공기 영상과 번들조정을 이용하여 건물의 벽면과 지붕에서 포인트 클라우드를 생성하는 기술을 확보함 ○ 3차원 공간정보 객체 자동매핑 및 동적 LoD 변환 관련 기술 동향 - Cyclone(스웨덴)은 3차원 포인트 클라우드의 정밀정합을 수행하여, 시설물 등의 모델링이 가능함. 3D Point Hub(독일)은 온라인 3D 포인트 클라우드 디스플레이, 데이터 처리, 분류 등의 기능을 제공하며, 3D Labs(한국)은 영상 매칭으로 생성된 DSM을 이용한 반자동 3차원 건물 외곽선 추출 기법을 개발하였음 - 공간정보연구원(2021)은 정적 및 동적 LoD 적용(여러 개의 메시를 준비하고 거리를 측정하여 가까운 거리에 있는 물체는 정밀한 메시를 사용하고 거리가 멀어지면 낮은 단계의 메시 사용, 거리 기반 LoD 적용), 메시 간략화 방안으로 점 제거, 점 합치기, 면 줄이기 적용 등의 연구를 수행하였음
연구내용 (Spec. 포함)	**○ 다종 플랫폼/센서 기반 공간정보 변화인식 자동화 기술** - 국가공간정보 DB 자동갱신을 위한 변화인식 대상-범위 선정 최적 프로세스 개발 • 국가공간정보 DB 자동갱신 대상/수준 정의 및 요구사항 분석 • 공간DB종류, 다종 플랫폼/센서 형태, 변화인식 영역/대상 등을 고려한 최적 프로세스 개발 - 변화인식을 위한 크라우드소싱 공간데이터 최적화 기술 개발 • 가용한 크라우드소싱 공간데이터 정의 및 분류 • 변화인식 대상영역(광역, 고밀도 지역, 단위시설물 등)에 따른 공간데이터 최적화 기술 개발 - 최적 프로세스 기반 다종 플랫폼/센서별 변화인식 자동화 기술 개발 • 고해상도 위성/항공영상을 활용한 광역대상 변화인식 자동화 기술 개발 • 드론/자율차 등 커넥티드 이동형 플랫폼 데이터를 활용한 중역대상 변화인식 자동화 기술 개발

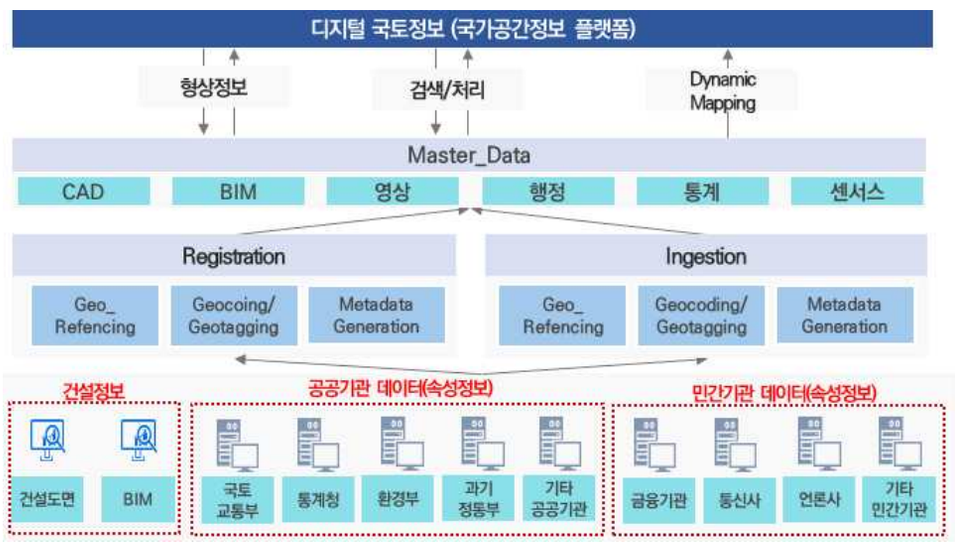
	• 고정형/휴대용 근접 센서를 활용한 협역 대상 정밀 변화인식 자동화 기술 개발 **○ 변화인식 대상-범위의 공간정보 객체 자동인식, 추출, 모델링 기술** - 변화탐지된 지역의 고정밀/고밀도/고완결성 공간 데이터 생성 기술 개발 • 고완결성 데이터 생성을 위한 크라우드소싱 데이터 완결성 분석 기술 개발 • 고정밀/고밀도 데이터 생성을 위한 이종 데이터 첨단 융합 기술 개발 • 고정밀/고밀도/고완결성 데이터 기반 점군/texture/정사영상 생성 기술 개발 - 공간정보 객체 자동인식, 추출, 모델링 기술 개발 • 건물 및 도로 자동인식 및 모델링 대상지 자동 추출 기술 개발 • LoD3 수준 건물 및 도로 자동 모델링 기술 개발 • 공간정보 객체 에디팅(모델 추가, 모델 수정 등) 구현 기술 개발 - 공간정보 객체 semantic mapping 구현 기술 개발 • 지식/학습기반 건물 및 도로 semantic segmentation 정확도 향상 기술 개발 • Semantic 정보와 기하 모델간의 최적 연결 기술 개발 **○ 변화인식 대상 지역의 고정밀/고밀도/고완결성 국가공간DB 자동 생성 기술** - 응용분야별 최적 LoD 수준 및 요구사항 분석 - LoD 수준 간 객체의 공간모델 동적 변환기술* 개발 * (동적변환) High LoD → Low LoD, 3D → 2D 수치지도 • Low/High LoD 및 3D에 대한 수준 및 기준 체계 정립(CityGML 확장) • LOD 수준에 따른 객체 단순화, Mesh reduction, Texture Altas 기술 개발 • 지식/합습기반의 알고리즘을 이용한 High LoD에서 Low LoD 변환 기술 개발 - 변화탐지 지역과 주변 변화되지 않은 지역간의 seamless한 정합 기술 개발 • 주변과의 DEM/DSM Seamless한 정합기술 개발 • 주변과의 영상 및 Texture 컬러 밸런싱 기술 개발 - 국가공간DB 갱신을 위한 성과품 품질 검증 절차 및 작업규정(안) 마련
성과지표	<table><tr><th rowspan="2">성능지표</th><th colspan="2">현재 최고 기술수준</th><th rowspan="2">개발목표 스펙</th></tr><tr><th>국내</th><th>해외</th></tr><tr><td>다종플랫폼/센서 기반 공간정보 변화인식 정확도/신속성</td><td>위성영상기반 후처리 변화인식 정확도 〉 60%</td><td>위성영상기반 후처리 변화인식 정확도 〉 80%</td><td>다종플랫폼/센서기반 준실시간 변화인식 정확도 〉 90%</td></tr><tr><td>공간데이터 구축 및 갱신 정밀도</td><td>0.4m</td><td>0.3m</td><td>0.2m이하</td></tr><tr><td>공간정보 객체 모델링 자동화율 (추출가능한 최고 LoD 고려시)</td><td>60%이상</td><td>80%이상</td><td>90%이상</td></tr></table>
최종성과물	○ 다종 플랫폼/센서 기반 변화탐지/모니터링 플랫폼 ○ 국가공간 DB 변화탐지(인식) 자동화 기술(S/W) ○ 공간정보 객체 자동 매핑 기술(S/W) ○ Dynamic LoD기반 객체정보 연계 및 자동 변환 기술(SW) ○ 2D/3D 공간데이터 구축 및 갱신 기술(SW)
활용방안 및 기대효과	○ 다중 센서 기반 공간정보 구축기술을 활용한 공간정보의 실시간 갱신을 통해 자율주행차 및 드론 분야 활용을 위한 공간정보 구축 분야 활용 - 크라우드 소싱 기술을 적용한 실시간 정보의 수집 및 처리 기술을 활용하여 공간의 변화 정보를 신속하게 반영함으로써 자율주행차(자율주행차 마켓 매년 26.4%씩 성장) 및 드론(드론 마켓 매년 20.5%씩 성장) 분야에 활용할 수 있는 공간정보 제공 ○ 국토정보의 실시간 수집을 통한 국토 전반에 걸친 모니터링 가능

<table>
<tr><td></td><td>- 이동체에 탑재된 영상센서, CCTV 등으로부터 확보되는 대용량 실시간 정보(예, 강남구 CCTV 데이터 발생량: 4.11GB/s, 관용차량내 플랙박스데이터 발생량: 0.38GB/s)의 수집 및 처리를 기반으로 국토 전반에 걸친 변화 탐지 및 안전, 범죄 예방 등을 위한 모니터링 가능
○ 다중 센서 데이터의 표준화 및 연계 활용 기술 개발을 통한 데이터 공유·활용 체계 마련
- 크라우드 소싱 기반으로 수집되는 다양한 정보의 표준적용 및 연계·변환 기술을 통해 대규모 정보의 공동 활용(드론 장착센서 기반 기간시설물점검: 일단위 작업에서 1시간단위 작업량으로 축소)을 위한 기반 마련
○ 공간정보 객체 기하 모델, semantic/topological 정보 최고 수준 구축 기술 선도
- 디지털 트윈의 기반이 되는 주요 객체들에 대한 자동 인식, 추출 및 기하 모델 자동화율을 세계 선도적인 수준으로 끌어올림
- 세계적으로도 거의 초기적 연구단계 상태인 semantic 및 topological 정보 자동 추출 기술을 인공지능을 기반으로 개발하여 선도함으로써 다양한 분야에서의 정밀한 의사결정을 지원
○ 다양한 응용분야와 스케일 변화에 따른 동적 LoD 변환 자동 구축 기술 세계적 선도
- LoD 변환에 따른 기하모델 및 속성 정보의 동적변환기술은 세계적으로도 거의 초기적인 연구단계로 각종 응용분야의 요구수준에 맞추어 경량의 공간정보를 효율적으로 생성/변환/전달할 수 있는 기술 제시
- LoD 수준에 따른 GIS 및 BIM 모델간의 변환, 융합 및 가시화를 통하여 스마트 건설, 스마트 유지관리, 재난재해 관리 등에 효율적인 정보 제공 및 세계적인 기술 선도
○ GIS 및 BIM 기반 모델간의 LoD별 동적변환 및 융합을 통해 다양한 활용분야의 효율성 및 생산성 증대
- 스마트 건설, 스마트 유지관리, 재난재해 관리 등에 효율적인 정보 제공, 의사결정 지원, 생산성 등의 증대</td></tr>
<tr><td>기술로드맵</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</td><td>○ (유관시스템연계) 국토교통부, 국토지리정보원 등 국가공간정보 구축 기관과의 협력을 바탕으로 연구성과 활용 전략 마련 필요
○ (테스트베드) 3세부(크라우드소싱 전처리) 연구진과 협력을 바탕으로 단위테스트를 실시하고, 일관성 있는 하나의 프로세스로 크라우드 소싱을 포함한 국토정보를 구축, 변화인식, 갱신할 수 있도록 운영</td></tr>
<tr><td>기타</td><td>○ (테스트관련) 중점 및 사업단 전체 테스트 관련 시나리오, 규모, 대상 등 세부 계획을 1단계에 수립하여 사업운영위원회 의결을 통해 확정 및 수행 필수
○ (데이터 연계 관련) 3세부(크라우드 소싱)로부터 마스트 데이터 제공받아 변화인식 및 자동갱신 필요</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td>(57) 개월</td></tr>
</table>

정부출연금(백만원)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
	1,319	1,513	1,606	1,564	1,316	7,318

디지털 국토정보 기술개발사업 상세기획서

중점분야	(중점분야-3) 초연결 디지털 국토 실현
핵심과제명	(3핵심-사업단총괄) 초연결 디지털 국토 실현을 위한 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용검증 체계 구축
세부기술	(세부기술-⑤) 비공간정보를 활용한 디지털 국토정보 고도화 기술
연구목표	○ 비공간정보의 디지털 국토정보 매핑 및 연계기술은 국토의 체계적인 분석 및 관리, 시설물 모니터링, 재난 대응 등을 위해 필요한 다양한 공간정보 및 비정형 데이터 등을 해당 공간객체에 연계시켜 디지털 공공재(국가공간정보)의 활용성을 확보하고 사용성을 제고하기 위한 기술 개발 실시



〈 5과제 전체 개념도〉

○ CAD/BIM 데이터의 효율적인 관리 및 제공을 위해 공간쿼리 기술 기반의 데이터 상호 간 연계를 통한 디지털 국토정보 연계기술 개발

- CAD/BIM 데이터의 가상국토 연계를 위해 공간 쿼리, 지오래퍼런싱, 지오코딩, 지오태깅, 고정점을 활용한 변환 기술 등 좌표정보 부여를 위한 자동화 및 간소화 기술 개발
- 국가공간정보 플랫폼 상에서 공간 및 세부 구성요소(부재) 정보 확인을 위해 CAD, BIM 등 건설도면을 검색하고 이를 통해 다양한 도형 및 속성정보를 추출하여 공간객체에 연결할 수 있는 자동화 기반의 기술개발을 목표로 함

○ 다양한 속성정보, 센서스 정보 등 위치정보가 포함되어 있지 않은 비정형 데이터의 가상국토 연계를 위한 위치정보 추출 및 동적 매핑 기술 개발

- 지오코딩에 기반한 비공간 정보연계 기술은 좌표정보를 포함하고 있지 않는 비공간정보에 대한 위치정보 부여를 위해 복합 규칙 기반의 위치정보 추출 및 정제 기술 개발, 공간-비공간정보 간 데이터 식별자 상호 변환 및 관리 기술, 비정형 데이터의 구조화 및 동적 매핑 기술 등을 개발하는 것을 목표로 함

연구개발 필요성	○ 중앙정부에서 국정운영 및 대국민 서비스를 위해 생산하고 관리하는 다종·다수의 정보는 연계 및 통합 활용은 사회·경제 전 분야에서 요구되는 - 국토부에서는'국가공간정보기본법'에 따라 중앙부처, 지자체, 공공기관 등에서 관리·생산하는 공간정보 현황을 공개하고, 각 기관에서 보유한 일부 정보를 국가공간정보센터에 연계 수집하여 공동 활용*을 추진하고 있음 * 공간정보와 속성정보 등 기관이 보유한 정보를 상호 공유하고, 사전에 협의된 공유정보는 민간부문에 개방 - '16년부터 매년 국가공간정보 공동 활용 협약식을 진행하여 각 기관에서 개별적으로 생산 관리하는 데이터의 상호 공유 및 민간 개방 등 공간정보 활용 활성화를 위한 협업체계를 구축하고 있음

* ‘16년 9개, ’17년 14개, ‘18년 7개 기관이 공동 활용 협약을 체결하였으며, 향후 지속적으로 관련기관의 협업 유도

기관		협약			‘16년	‘17년	‘18년
		‘16	‘17	‘18	(9개 기관 17종)	(총 23개 기관 39종)	(총 30개 기관 57종)
1	국토교통부	◉			공간정보사업공유및관리시스템	국유재산관리시스템	바른땅시스템
					국토지반정보시스템	도시계획정보시스템	
						토지이용규제정보시스템	
2	국토지리정보원	–			국가기준점성과발급시스템		국토포털
					국토조사플랫폼		
					연속수치지도관리시스템		
					영상정보통합관리시스템		
3	한국감정원	●			보상관리시스템		
					감정평가정보체계		
					주택가격정보체계	공동주택정보관리시스템	
4	한국도로공사	●			Hi-토지정보시스템		
5	한국토지주택공사	●			GIS-BANK		
					온나라부동산종합포털		
					택지정보시스템		
6	조달청	●			국유재산조사관리시스템		
7	산림청	●			산지정보시스템	국유림경영정보시스템	사유림경영정보시스템
						산림재해통합관리시스템	산림공간정보포털
							산림공간정책지원시스템
							산림항공사진검색시스템
							산사태위험지관리시스템
							숲에ON산림휴양포털시스템
8	한국자산관리공사	●			국유재산관리시스템		
9	한국농어촌공사	●			농지정보시스템		농업기반시설관리시스템
10	기획재정부		–			국고보조금통합관리시스템	
11	해양수산부		●			연안관리정보시스템	
12	한국전력공사		●			송전운영시스템 송변전 보상지원시스템	
13	한국시설안전공단		●			시설물관리종합시스템	
14	국토연구원		●			산업입지정보망	
15	공간정보산업진흥원		●			V-World	
16	교통안전공단		●			교통안전정보관리시스템	
17	한국국토정보공사		●			침수흔적관리시스템	공간정보기반 빈집정보시스템
18	한국수자원공사		●			e-공간정보센터	
19	금강유역환경청		●			4대강수계주민지원사업자료 관리시스템	
20	감사원		–			공공감사정보시스템	
21	국립환경과학원		●			물환경정보시스템	
						토양지하수정보시스템	
						공통기초자료관리시스템	
22	농림수산식품교육 문화정보원		●			농림사업정보시스템(AgriX)	
23	통계청		●			SGIS오픈플랫폼	
24	경찰청			–			사회적약자종합지원체계 지리적프로파일링시스템
25	국립산림과학원			–			연구정보통합관리시스템
26	공간정보산업협회			–			측량업정보종합관리체계
27	근로복지공단			★			노동보험시스템
28	국민연금공단			★			국민연금개방정보시스템
29	한국철도시설공단			★			KR-토지보상시스템
30	국립전파연구원			★			주파수자원분석시스템
소 계		7	12	4	9개 기관 (신규)	14개 기관 (신규)	7개 기관 (신규)

○ 정보의 활용성 향상을 위해서는 공간정보와 매핑될 수 있는 다양한 비정형·비공간 데이터의 연계가 필요하며, 이를 실현하기 위해서는 위치정보의 추출 및 지오코딩 기술 기반의 공간정보 매핑 기술 개발이 필요함

○ 현재 공공 및 민간기관에서 생성하고 관리하고 있는 자료는 매우 방대하며, 이들 대부분은 텍스트 형태의 비정형 데이터로 이루어져 있음

- 위치나 주소정보를 포함하지 않은 비공간 정보의 경우 전반적인 현황정보 이외에 지역별, 개체별로 세분화된 정보 제공이 불가능하며, 이로 인해 다양한 분야에의 활용이나 서비스 제공이 어려운 실정임

- 따라서, 사용자 활용성을 극대화하기 위해서는 이들 정보를 정형화된 공간정보와 연계하여 다양한 정보 제공 및 빅데이터 분석 등이 가능하여야 하며, 데이터 허브 형태로 이를 관리하고 활용할 수 있는 체계가 필요함

○ CAD/BIM 등을 활용한 공간정보 생성 및 가상국토 연계기술

- CAD/BIM을 이용하여 3차원 건물모델링, 실내공간모델링 및 융합활용을 위한 기술은 개발되고 국내의 경우에도 일정 부분 기술적 성숙단계에 있음
- 다만, 현재 수준에서 가상국토 플랫폼을 통해 3차원 위치 정보를 통해 건설도면 등에 대한 검색 및 제공할 수 있는 시스템 및 기술이 부족한 실정임

○ 지오코딩에 기반한 비공간 정보 연계기술

- 지번을 기반으로 지리좌표를 추출하는 지오코딩 기술은 이미 세계와 비슷한 수준을 확보하고 있으며, Indoor GML 등 실내 공간에 대한 데이터 모델에 대한 이해도 역시 충분히 확보되어 있는 상황임
- 특히, 텍스트 형태의 비공간 정보로부터 좌표정보를 유추하기 위한 기본적인 시맨틱 기반의 검색 기술도 어느 정도 확보가 되어있기 때문에 본 연구가 완료되는 시점에서는 90% 이상의 자동화 효율이 가능할 것으로 판단됨
- 또한, 본 연구의 전체적인 완성도와 활용도 제고를 위해서는 비공간 정보에 대한 지오코딩 자동화 효율이 목표치를 만족해야만 할 것으로 판단됨

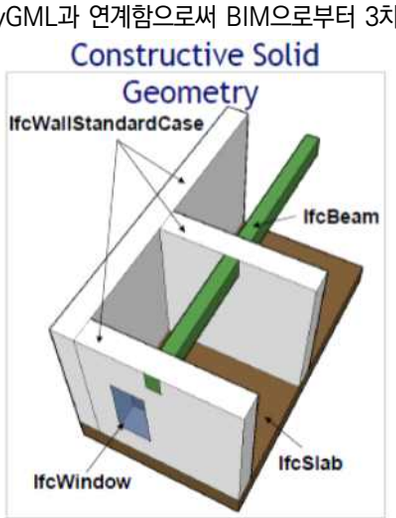
기술동향

○ 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 관련 국외 구축기술 사례

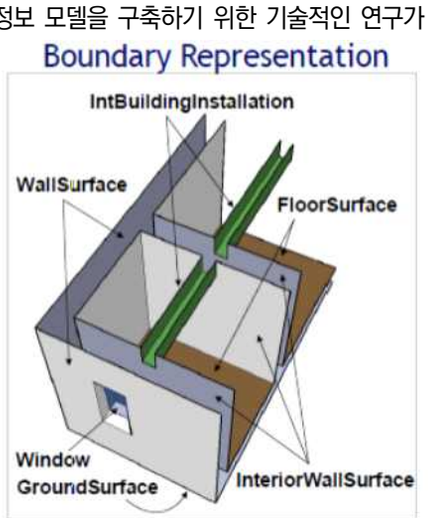
개발방향	국가	기업명	제품명	특징
CAD, BIM 등 건설 도면 연계	미국	벤틀리 시스템즈	2D/3D 데스크톱 GIS 및 매핑 소프트웨어	GIS, 엔지니어링, 비즈니스 정보를 생성/유지/분석할 수 있으며, 고품질 맵을 생성하고 이종 2D/3D 데이터를 통합
비정형 데이터 연계	미국	Google	Fusion Table	주소 정보를 이용하여 경위도 좌표로 변환하는 기능을 제공하며, 빠른 반응속도가 장점
	미국	ESRI	Portal for ArcGIS	주소, 도시, 랜드마크, 기업 이름, 우편번호 등을 이용하여 지리좌표 변환

○ 도시 모델링을 위한 CityGML과 BIM 연계기술 연구

- OGC에서는 도시 모델링을 위한 CityGML과의 연계에 주목하여 도시 모델링 측면에서 여러 소프트웨어를 이용하여 만들어진 다양한 BIM 데이터를 IFC 표준을 적용하고, 이를 3차원 공간정보 표준 모델인 CityGML과 연계함으로써 BIM으로부터 3차원 공간정보 모델을 구축하기 위한 기술적인 연구가 진행됨



(a)BIM



(b)CityGML

○ 좌표정보 제공을 위한 지오코딩 기술

- Google, ESRI, OSGeo 등에서 주소 정보와 우편번호, 랜드마크 등과 같은 POI 정보를 이용하여 경위도 등의 지리좌표로 변환하는 기술을 개발하여 제공하고 있음
- 하지만, 현재까지 사전에 정확한 위치정보가 구축되어 있는 공간정보 데이터를 기반으로 중심좌표를 찾아내 매핑하는 수준에 머물러 있으며, 건물 내부의 구조물이나 사무실 등과 같이 동일 주소, 지번 내에 존재하는 사물에 대해서는 아직까지 정확한 위치정보 제공이 어려운 상황임

○ 공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계 관련 국외 구축기술 사례

개발방향	기업명	제품명	특징
CAD, BIM 등 건설 도면 연계	가이아3D	mago3D	건축, 설계 영역과 3D 공간정보를 통합적으로 관리, 가시화 할 수 있는 플랫폼
비정형 데이터 연계	BIZGIS	X-Ray Map	지번, 새주소 정보를 이용하여 좌표정보 추출
	지오서비스	Geocoder-XR	
	batchgeo	batchgeo 지오코딩	
	국토연구원	GEEPS	

○ 지능형국토정보기술혁신사업의 일환으로 건설도면 활용 실내공간 DB 구축 기술개발 연구에서 설계정보 기반의 공간 DB 갱신 기술 개발을 통해 2D CAD 도면을 이용하여 GIS 데이터 생성 시스템과 공간 DB 갱신 및 검수 시스템을 개발하였음

○ BIM/GIS 상호운용 개방향 플랫폼 기술 개발에서 BIM/GIS 상호운용 시각화 기술 개발, 플랫폼 기반 실내외 공간정보 연계활용 서비스를 위한 요소기술 개발, 플랫폼 UI, 공통 기능 등 개발기술 및 플랫폼의 실용화 기반 기술 개발 등에 관한 연구를 수행하였으나 아직까지는 외산소프트웨어를 대처할 수 있는 상용화 소프트웨어의 국산화율은 매우 미미한 실정임



* 출처 : BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발 4차년도 보고서, 한국건설기술연구원

[BIM/GIS 상호운용 플랫폼의 가시화 형태]

- 비정형 데이터 연계를 위한 지오코딩 기술의 경우 현재 다양한 기관에서 서비스를 제공하고 있지만 외국의 경우와 마찬가지로 지번 데이터를 이용한 좌표변환에만 국한되어 있음

○ **해외 및 국내 기술 수준 비교**

- 건설도면을 활용한 디지털국토 연계를 위한 상호 호환성 분야의 경우 국내에서도 지속적으로 연구 · 개발이 진행되어 유통 플랫폼을 활용한 서비스를 위한 뷰어 등의 시각화 기능이 성숙단계에 있으나 CAD 및 BIM 데이터를 연동하는 기술 개발이 필요함

- 지오코딩 기술을 활용한 비공간정보 연계 기술의 경우 행정 및 통계 정보의 지번 및 주소 등을 확인할 수 있는 정보의 경우 지오코딩 및 이를 구조화하여 매핑할 수 있는 기술은 개발되었으나 지번 및 주소를 직접적으로 확인하기 어려운 경우에는 매핑이 어려운 실정임

[공간·비공간 정보 매핑 및 가상국토 연계의 기술수준 비교]

구분	최고 기술 보유국	현 국내 수준	구성기술 개발 이후
기술수준	미국	75%	90%
TRL 단계	7	6	7
기술성숙도	사업화	시작품 단계	실용화 단계
주요성능	• GIS/BIM 데이터 연동 • 공간정보 기반의 빅데이터 처리 기술		

연구내용
(Spec. 포함)

○ 비공간 정보를 활용한 디지털 국토정보 고도화* 기술 개발

* (고도화) CAD, BIM 등 건설정보를 활용하여 3D 공간DB LOD(세밀도) 향상 및 속성정보 연계

- 비공간정보(CAD, BIM 등 건설도면)의 디지털 국토 연계를 위한 기술분석 및 사양 정의
  - 비공간정보 취득을 위한 데이터 현황 및 특성 분석*
    * 세움터 등 국가 DB 관리기관 분석 및 취득 절차 최적 방안 포함
  - 디지털 국토정보 연계를 위한 데이터 요구사항 및 기술 분석*
    * 기 개발된 CAD/BIM to GIS 기술 분석 및 연계·활용 포함
  - CAD/BIM의 디지털 국토정보 연계를 위한 데이터 표준/자동변환/인터페이스 개발

- CAD/BIM to 디지털 국토정보 자동 연계 기술 개발
  - CAD/BIM 데이터의 위치정보 자동 부여 기술
  - CAD/BIM 데이터를 이용한 3차원 실내/외 공간모델 변환 기술(형상)
  - CAD/BIM 속성정보의 디지털국토 연계 기술(속성)

○ 지오코딩 기술 기반의 비공간정보(행정, 통계, 센서스) 정보 동적매핑 기술 개발

* 복합 규칙 기반 위치정보 추출 및 정제 기술, 공간-비공간 정보 데이터 식별자 상호 변환 및 관리 기술, 비정형 데이터의 구조화 및 공간정보 연계 모델링·동적 매핑 기술

- 비공간정보 정보 연계 항목 및 서비스 정의
  - 복합규칙 기반 위치정보 추출-정제 기술 요구사항 및 기술 분석*
    * 국내외 데이터 현황 및 활용현황, 타 분야의 유사 기술 분석을 통한 기술개발 방향 및 요구사항 분석 등
  - 데이터 식별자 상호 변환 및 관리 기술 요구사항 및 기술 분석
  - 비정형 데이터 구조화 및 공간정보 연계·동적 매핑 기술 요구 사항 및 기술 분석

- 비공간 데이터 디지털 국토정보 연계 기술 개발
  - 비정형 데이터 관리를 위한 데이터 구조화 설계
  - 비정형 데이터의 디지털 국토정보 연계를 위한 인터페이스 개발

○ 비공간정보의 동적 매핑 및 변환 기술의 검증 및 테스트

- 변환된 CAD/BIM 데이터의 정확도 및 신뢰성 평가 수행
- 비공간·비정형 정보 to 디지털 국토정보 연계 소프트웨어 등 개발된 소프트웨어의 신뢰성 검증
- 테스트베드를 이용한 활용성 및 적용 가능성 검증

성과지표

개발기술	성능지표	현재 최고 기술수준		개발 목표
		국내	해외	
건설정보 연계기술	건설도면 연계율	-	-	95% 이상
	CAD/BIM과 CityGML 변환 정확도	90%	95%	95% 이상
	건설도면 연계 정확도	-	-	〈 1m
	건설도면 위치정보 자동 부여 및 매핑 정확도	-	-	1m 이하 / 95% 이상
	3차원 실내/외 공간정보 구축 정확도 및 세밀도	-	-	1m 이하 / 95% 이상
비공간 정보 매핑기술	비정형 데이터 공간정보 연계율	-	-	90% 이상
	복합규칙 기반 위치정보 추출 및 정제 정확도	93%	95%	95% 이상
	비정형 데이터 공간정보 연계 구조화 정확도	-	-	〈 1m
	비공간정보 매핑 종류	-	-	10종 이상

주요성과물

○ 디지털 국토정보 연계를 위한 공간/비공간/비정형 데이터 표준 및 설계서

○ CAD, BIM 등 건설정보 기반 디지털 국토정보 연계 기술 (소프트웨어)

○ 비공간정보의 디지털 국토정보 자동 매핑 기술 (소프트웨어)

활용방안 및 기대효과

■ 과학기술적 측면

○ CAD, BIM 데이터를 활용한 가상국토 연계

- CAD, BIM, 가상국토의 연계는 현재 사용되고 있는 모든 도형정보 및 속성정보를 단일화 시킬 수 있는 측면에서 데이터 공유 체계 및 활용을 위한 최상의 데이터 호환성 및 서비스 기술을 확보할 수 있는 기술을 보유할 수 있으며, 관련 기술을 통해 공간정보 생성 및 데이터 관리 측면에서의 기술적 우위를 점유할 수 있음

○ 지오코딩 기술 기반의 비공간정보 연계

- 공공 및 민간 부분에 생성되고 있는 다양한 행정, 통계, 센서스 분야에 대한 공간정보 연계를 위한 지오코딩 기술, 구조화 기술, 가상국토에 대한 동적 매핑 기술 개발을 통해 가상국토 플랫폼에 연계시킴으로서 공간빅데이터 분야 등 관련 분야의 기술적 진보를 극대화 시킬 수 있음

■ 사회경제적 측면

○ CAD, BIM 등을 활용한 가상국토 연계

- CAD 및 BIM 데이터는 건설공사 과정뿐만 아니라 시설물의 유지보수 측면에서도 매우 중요한 자료이지만 이에 대해 관리가 제대로 이뤄지지 않는 측면이 있으며 향후 가상국토 플랫폼상에서 이를 연계하여 관리함으로써 중요 데이터에 대한 체계적인 관리가 이루어질 수 있을 것으로 예상함

○ 지오코딩에 기반한 비공간정보 연계

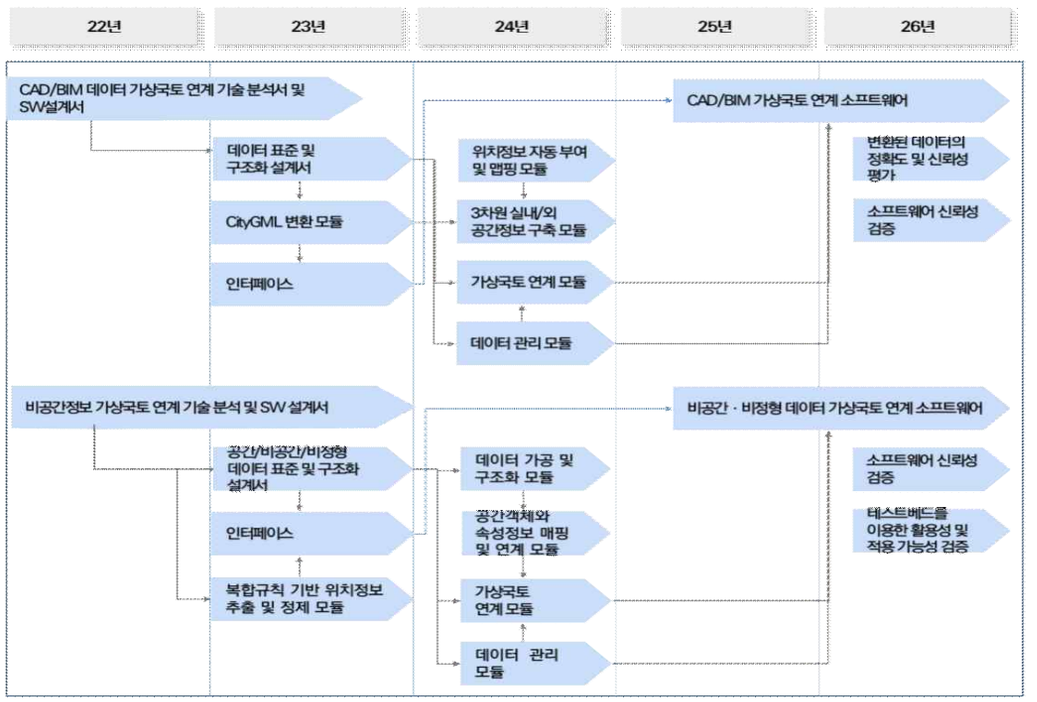
- 공공 및 민간에서 생성되는 다양한 자료를 연결시킬 수 있는 가장 좋은 식별자는 공간정보이기 때문에 최근 공간과 빅데이터를 연계한 공간빅데이터 기술 등이 상용화되고 있음
- 현재 활용되고 있는 주소 및 지번 정보 기반의 지오코딩 뿐만 아니라 복합규칙 기반의 위치정보 추출 및 정제 기술 개발을 통한 데이터간 연계를 통한 데이터 융합을 통해 다양한 사회 현상에 대한 복합적인 분석이 가능할 것으로 예상됨

○ 공간정보 기반의 유동인구 및 거래내역 정보 연계를 통해 공공 및 민간의 과학적 의사 결정 지원

- 교통량, 상권 형성 등에 영향을 미치는 유동인구 및 거래 내역 정보 등의 시계열 분석을 통해 교통 인프라 등의 주요 정책 수립 및 입지분석 등을 위한 기초자료로 활용
- 최근 활용이 급증하고 있는 비정형 데이터를 기반으로 정책적 대응 및 민간 부분의 비즈니스 모델 개발

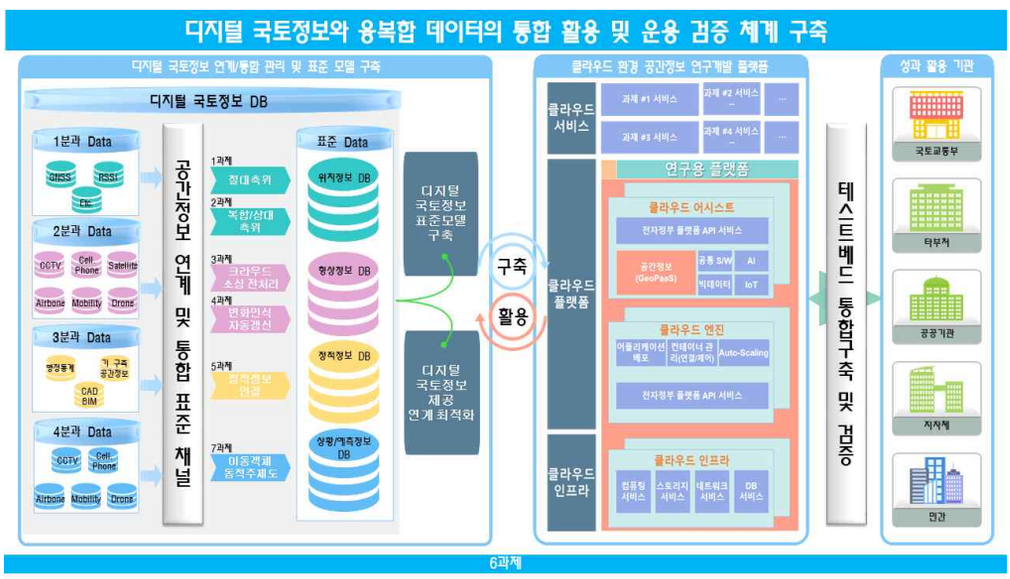
○ 디지털 국토정보 기반의 행정정보 및 도면 정보 연계를 통한 공공정보의 체계적인 관리와 유관 기관 간의 데이터 연계 및 공유를 위한 데이터 허브로 활용

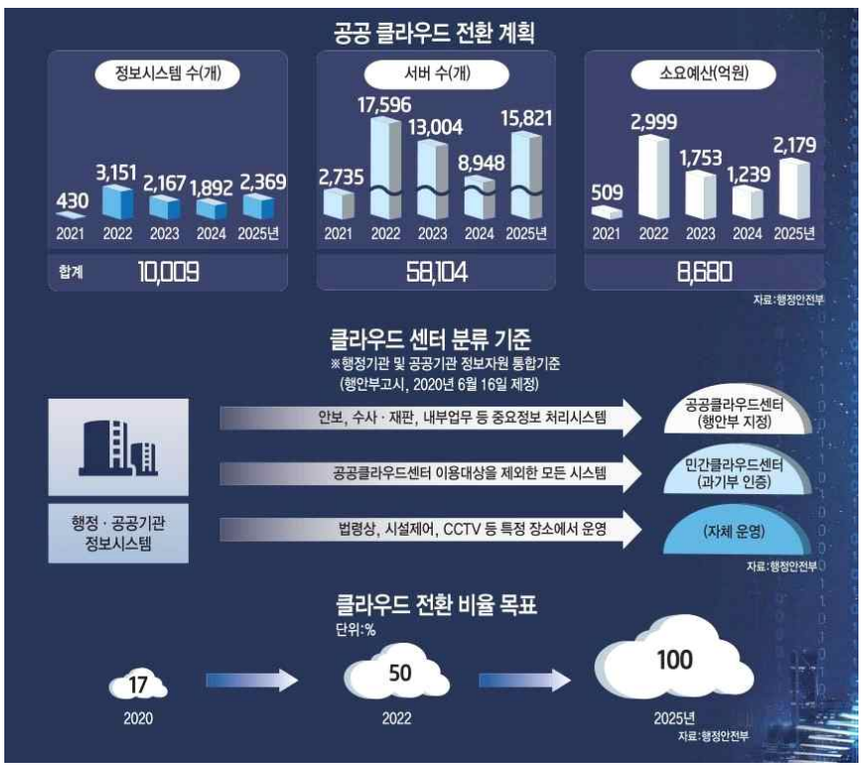
- 디지털 국토 플랫폼을 활용한 공공정보의 수집 및 관리를 통해 공간정보 기반의 공공정보의 체계적인 관리와 활용이 가능
- 가상국토 플랫폼에서 수집 및 관리하는 정보의 공유체계 수립을 통해 유관 기관 및 민간에서 필요로 하는 정보의 확인 및 제공이 가능

<table>
<tr><td>기술로드맵</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</td><td>○ BIM/GIS 기반 건설 공간정보
- IFC 형식의 BIM 데이터와 GIS 데이터의 연계를 위한 데이터 변환 및 앵커 포인트를 이용한 좌표계 부여 방식의 검토를 통해 개선점을 도출하여 적용
- 실내/외 공간정보 연계 활용 기술 및 BIM/GIS 데이터 교환 기술 분석 적용
○ 유관시스템 데이터 연계
- 국토교통부, 국토지리정보원, 행정안전부, 통계청 등 유관기관에서 기 구축되어 있는 공간정보 및 비공간 · 비정형 정보의 연계체계 구축을 통해 협력
- 국토부에서는‘국가공간정보기본법’에 따라 중앙부처, 지자체, 공공기관 등에서 관리·생산하는 정보 현황을 공개하고, 각 기관에서 보유한 공간정보를 국가공간정보센터에 연계 수집하여 공동 활용*하는 체계에 연구성과 적용 방안 마련 필요
* 공간정보와 속성정보 등 기관이 보유한 정보를 상호 공유하고, 사전에 협의된 공유정보는 민간부문에 개방
○ 타 연구과제 연계 및 성과 공유
- 6과제(총괄과제)에서 생성되는 3차원 공간정보의 표준 데이터 모델과의 연계 및 공동 활용체계를 수립함으로써 전체적인 연구성과의 원활한 공유 가능
○ 테스트베드를 통한 성과 검증
- 타 분과 연구진과의 협력을 통해 공통 테스트베드를 구축하고 전체 과제의 성과를 일관성 있는 동일한 프로세스로 검증을 수행함으로써 개별 연구성과의 성능 평가뿐만 아니라 전체적인 연구결과의 연계성 확인</td></tr>
<tr><td>기타</td><td>○ CAD/BIM 데이터를 이용한 3차원 실내/외 객체 모델 자동 생성기술을 신규로 포함하였으며, 구축된 3차원 모델에 비공간 · 비정형 속성정보를 매핑하여 연계할 수 있는 체계 구성</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td>(57) 개월</td></tr>
</table>

정부출연금(백만원)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
	892	1,373	1,363	1,115	1,183	5,926

디지털 국토정보 기술개발사업 상세기획서

중점분야	(중점분야-3) 초연결 디지털 국토 실현
핵심과제명	(3핵심-사업단총괄) 초연결 디지털 국토 실현을 위한 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용검증 체계 구축
세부기술	(세부기술-⑥) 디지털 국토정보와 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용 검증 체계
연구목표	○ 국가공간정보체계의 고도화를 위해 수행되는 '디지털 국토정보 기술개발사업'에서 개발되는 기술과 구축되는 융복합 데이터의 연계-통합-활용-운용-검증 기술 및 국가공간정보 플랫폼* 적용을 위한 기술 개발 * (국가공간정보 플랫폼) K-GeoPlatform, 디지털트윈 국토 플랫폼(구축예정), 국토정보플랫폼 등  ○ 디지털 국토정보 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 및 관리 기술 개발 - 디지털 국토정보 데이터 수집·연계·통합 표준 모델 구축 - 디지털 국토정보의 제공(활용) 및 연계 최적화 기술 개발 ○ 사업단 통합 테스트베드 구축, 운용 및 검증 기술 개발 - 테스트베드 통합 시나리오 연구 - 테스트베드 구축을 위한 아키텍처 연구 및 구현 - 테스트베드 인프라(소프트웨어, 하드웨어, 네트워크) 구축, 통합 및 성능 검증 기술 개발 - 사업단 주요 연구성과 활용 기반 구축
연구개발 필요성	○ 행정·공공기관 정보자원 클라우드 전환·통합 추진계획 대응 필요 - 다수 기관의 정보시스템이 소규모 전산실에서 운영 중으로 설비 미흡, 보안 취약, 전담 인력 부족 등 운영상 한계를 지님 - 국내 민간 클라우드 산업 활성화를 위해 공공부문의 선도적인 클라우드 활용에 대한 요구가 확대되고 있음 * 디지털정부 혁신('20.6.), 한국판 뉴딜('20.7.) 과제 지정 - 정부는 공공부문 클라우드 전환 5개년 로드맵을 수립하여 신속하게 클루우드 전환을 이행할 수 있도록 기반을 조성중에 있음 - 클라우드 전환 실행력 강화를 위해 공공클라우드센터 지정·취소, 정보자원통합심위위원회 구성·운영 등을 전자정부법 시행령으로 상향함 - 또한 공공클라우드센터의 안정적 운영을 위해 다양한 민·관 협력모델을 공공클라우드센터로 지정할 수 있도록 통합기준(고시) 개정함



○ 국가공간정보 통합·활용체계 구축에 대응한 R&D 수행 필요

- 행정·공공기관 정보자원 클라우드 전환의 일환으로 국토부는 국가공간정보의 통합·활용 환경 개선을 위해 '클라우드 기반의 공간정보 데이터 통합 및 융·복합 활용체계 구축 사업'을 진행중에 있음
- 국토부(국가공간정보센터)는 2009년 설립 이래 45개 기관, 73개 정보시스템에서 생산되는 각종 국가공간정보를 수집하여 제공하는 허브 역할을 해왔으나, 상이한 시스템 환경 및 분리된 운영장비 위치에 따른 불편, 시스템 노후화로 인한 유지보수 비용 증가 등으로 전반적인 개선에 필요성이 제기되어 왔음
- 이에 이번 사업을 통해 구축된 클라우드 기반 국가공간정보 통합 플랫폼(K-GeoPlatform)은 표준화된 국가공간정보 공급 및 서비스 활용 환경을 제공하는 것임
- 국가공간정보센터에서 운영 중인 공간정보Dream, 국토정보시스템, 국가공간정보통합체계, 한국토지정보시스템 등 국가공간정보 시스템을 클라우드 기반으로 통합하고 데이터 표준화를 통해 국가공간정보 통합 데이터베이스(DB) 구축 및 품질 향상을 목표로 하고 있음



○ 디지털 국토정보의 활용기반을 확대하기 위해 다양한 출처의 이종 데이터를 디지털 국토정보로 구축하기 위한 데이터 연계·통합·융복합 기술이 요구됨

- 데이터 경제로 이행하기 위해 중앙정부 및 지자체와 산하 공공기관들의 공공데이터 개방 및 민간 데이터와 연계·활용 극대화 정책에 따른 디지털 국토정보의 데이터 자원화가 필요함
- 공간정보와 함께 다양한 출처의 데이터 가공을 통해 생산한 융복합데이터를 표준 기반의 디지털 국토정보와 함께 구축하여 제공할 수 있는 기술이 필요
- 다양한 출처의 수집·연계 데이터를 활용도가 높은 디지털 국토정보로 구축하기 위한 데이터 파이프라인 자동화 기술이 필요함
- 테스트베드 및 국가 공간정보 플랫폼 외부의 다양한 기관을 통해서 디지털 국토정보를 연계·제공하여 활용하기 위한 기술 개발이 필요함

○ 단위 연구과제의 성과를 통합·실증하고 연구성과의 활용성 제고를 위해 테스트베드 인프라 구축 및 검증 기술 개발이 요구됨

- 전체 세부과제의 요소기술을 연계·통합하여 요소기술 간 융합 안정화 및 효율화 필요
- 다양한 출처의 이종 데이터 처리를 지원하기 위한 테스트베드 통합·실증 기술 필요
- 이종의 데이터 처리 및 디지털 국토정보의 다양한 가시화 방식을 지원하는 응용·소프트웨어 등이 시스템 아키텍처 수립이 필요
- 국토교통분야 공통의 연구개발 플랫폼 구축을 위해 연구개발에 활용될 수 있는 테스트베드 인프라 구축·검증하는 기술이 필요함
- 구축 테스트베드를 국가 공간정보 플랫폼으로 이행하기 위해 국가 공간정보 플랫폼의 시스템 아키텍처 및 서비스 API 연구가 요구됨

기술동향

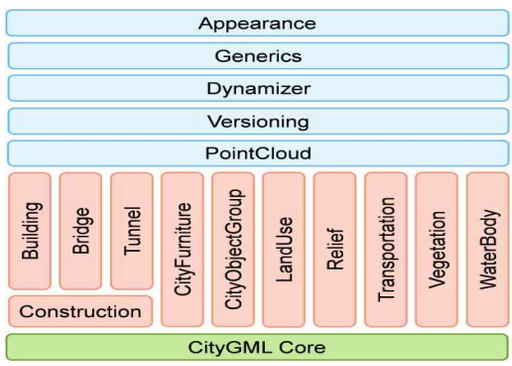
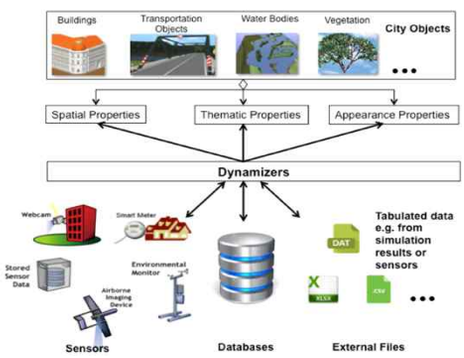
○ 디지털 국토정보 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 및 관리 기술

- 국외 데이터 연계·통합기술 분야에서는 Infomatica 등이 데이터 통합에 필요한 다양한 제품군을 개발하여 공공 및 민간 분야의 기관 내외부 시스템 간 데이터 연결을 촉진하는 솔루션을 공급 중임
- 국외 데이터 통합 기술 분야에서는 오픈소스 CKAN 기반의 기술을 적용하여 영국, 미국, 호주 등 40개 이상의 공공데이터 포털에 적용되었으며 공공 및 민간 부분에서도 확산 중임

개발방향	기업명	제품명	특징
데이터 관리 및 통합·구축	비영리재단인 OKF(Open Knowledge Foundation)	CKAN(Comprehensive Knowledge Archive Network)	데이터 저장 및 관리, 데이터 검색, 메타데이터 관리, 시각화 기능 제공 등
데이터 통합·구축	Infomatica	데이터 통합 제품군 (Informatica Integration Hub, Advanced Data Transformation 등)	데이터 통합을 위한 데이터 변환, 교환, 연결 및 통합 허브, 데이터 카탈로그, 울트라 메시징 등 지원
데이터 통합·구축	데이터 스트림즈	데이터통합솔루션 (TerraStream, DeltaStream 등)	데이터 추출/변환/적재(배포), DB 변경사항 포착/확인/전달 등
데이터 통합 및 시각화	세일즈포스	태블로(CRM, Public, Prep, Online, Server, Desktop, Platform)	비즈니스인텔리전스(BI), 시각화 등

- 디지털 국토정보에 대한 표준 모델로서 개방형 공간정보 컨소시엄(Open Geospatial Consortium, OGC)의 표준 및 ISO TC211의 다양한 표준이 적용가능함
- OGC에서는 지리공간 데이터를 웹에 효과적으로 제공하기 위해 기존의 OWS(OGC Web Service)에 기반하면서도 현대적 웹 개발 사례의 이점을 이용하기 위한 리소스 중심의 API를 정의하여 적용한 OGC API 표준 제정작업이 폭넓게 진행 중
- 디지털 국토정보 모델의 표준에 적용한 가능한 표준 중의 하나인 CityGML 3.0 Conceptual Model이

공식 표준으로 발표되었으며, GML JSON 등을 포함한 다양한 인코딩 표준화 작업과 ADE (Application Domain Extension) 등의 표준화 작업이 이어질 것으로 예상됨

CityGML 3.0 구성	Dynamizer
	

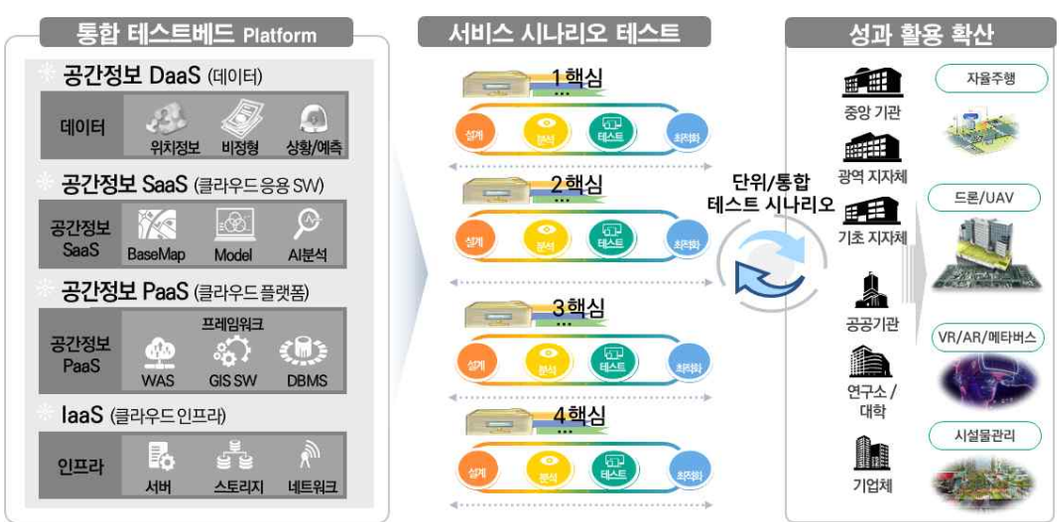
- OGC에서 센서 기반 메시지 연동 관련하여 Sensor Thing API(STA)가 제정되었으며, 스마트폰 환경 등을 고려한 확장 표준(STA+)이 논의되고 있음
- 또한 OGC와 ISO에서는 데이터 모델의 추상화 수준을 정교화하고 데이터 모델링에 따른 산출물의 자동 생성을 위해 테스트베드를 통한 개념 검증과 함께 데이터 모델링의 자동화를 위한 표준 모델의 도입 추진중

○ 테스트베드 통합을 위한 인프라 구축 및 검증 기술

- 링크드인 등의 기업을 중심으로 데이터 수집·연계를 위해 다양한 메시지 브로커(kafka, RabbitMQ 등)과 메시지 전송(Sqoop, Flume, Chukwa 등) 기술을 적용하여 제품서비스용 시스템을 구축하였고, 공공 및 민간 부분에서도 확산 중임
- 방대한 멀티소스 데이터를 처리·저장·분석하기 위해 하둡, 스파크, 플럼, 척화 등의 다양한 프레임워크로 아키텍처 스택을 구성하는 형태로 기술이 발전 중임

개발방향	기업명	제품명	특징
데이터 연계 및 연동	링크드인	Kafka	푸쉬&풀 기반 메시지 수요/공급, 다수의 메시지 처리 최적화, 데이터 스트림 증가 시 확장성 지원 등
	도전하는 사람들	통합연동모듈(IIM)	메시지 송·수신 관리, 메시지생성, 메시지 라우팅, 시스템 관리, 메시지 변환, 연동 어댑터 등
공간빅데이터 플랫폼	ETRI	국토공간정보의 빅데이터 관리분석 및 서비스 플랫폼	공간빅데이터 저장관리 인프라, 분석 및 가시화, 서비스 활성화 실증
데이터·서비스 플랫폼	Google, MS, Amazon	구글 클라우드 MS 클라우드 AWS	하둡을 기반으로 데이터 수집, 분산 컴퓨팅 및 병렬 처리, 분석 등을 지원

- 모노리스 사용자 인터페이스의 문제를 극복하기 위해 프론트엔드 아키텍처 연구가 진행 중임
- 망분리 환경에서 기존의 망연계 솔루션과 함께 여러 시스템에 대한 접근을 단일한 방식으로 제어할 수 있는 통합 SSO(Single Sign-On) 솔루션이 고도화되고 있으며, 데이터 중심의 보안을 위한 블록체인 기술을 공간정보와 통합하기 위한 표준의 논의가 OGC에서 도메인 워킹그룹 수준에서 진행 중임

연구내용 (Spec. 포함)	○ 디지털 국토정보 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 및 관리 기술 개발  - 디지털 국토정보 데이터 수집·연계·통합 표준 모델* 구축 * 공간데이터 표준 모델, 통합데이터를 위한 연계 표준 모델 등 - 공간정보 융복합데이터 계층구조화 기술 개발 - 디지털 국토정보 제공 및 연계 최적화 기술 개발 - 국가공간정보 플랫폼* 연동 연구 및 API 개발 * (국가공간정보 플랫폼) K-GeoPlatform, 디지털트윈 국토 플랫폼(예정), 공간정보 오픈플랫폼(V-World) 등 - 공간정보 융복합데이터 제공 일원화 기술 개발 (*가시화 포함) - 디지털 국토정보 연계/제공 기술 개발 ○ 사업단 통합 테스트베드 구축, 운용 및 검증 기술 개발  - 통합 테스트베드 통합 시나리오 연구 - 단위 연구 기술 적용을 위한 최적 시나리오 연구 - 테스트베드를 위한 통합 시나리오 연구 및 최적화 연구

	- 테스트베드(연구개발플랫폼) 이행 시나리오 연구 ○ 테스트베드 구축을 위한 아키텍처 연구 - 테스트베드 인프라/연계 보안 아키텍처 설계 연구 - 응용/시스템 아키텍처 설계 연구 ○ 테스트베드 인프라 구축, 통합 및 성능 검증 기술 개발 - 테스트베드를 위한 국가 공간정보 플랫폼 적용 방안* 연구 * 연구개발 환경 구축·통합과 국가 공간정보 플랫폼으로 이행하기 위한 연구 포함 - 테스트베드 인프라 통합 및 성능 검증 기술 개발 ○ 사업단 세부과제 총괄 관리 및 성과 활용 기반 구축 - 연구성과(산출물·성과지표 등) 관리 및 지원시스템 구축 등 세부과제 총괄 관리 실시 - 성과 활용 기반 구축을 위한 법·제도 및 거버넌스 연구 - 핵심과제별 성과활용 기반 연구 - 1,2핵심과제 성과활용기반 연구(지리원, 공간정보진흥원, 디지털 트윈국토 등 적용·활용 지원) - 3핵심과제 성과활용기반 연구(국가 공간정보 플랫폼과 정부 타부처 연계, 사업단 외부로 디지털 국토정보 제공 지원) - 4핵심과제 성과활용기반 연구(기본 데이터 제공 지원)
성과지표	
최종성과물	○ 디지털 국토정보 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 및 관리 기술 개발 - 공간정보 통합데이터 표준, 연계 표준 등 - 국가 공간정보 플랫폼 API, 국가 공간정보 플랫폼 API 연동 모듈 - 공간정보 융복합 프로세스 SW, 공간정보 융복합데이터 계층구조화 SW, 공간정보 융복합데이터 제공 SW, 디지털 국토정보 연계·제공 SW - 데이터 모델 설계서, 데이터 교환 설계서 - SW 요구사항 정의서, SW 설계서, SW 시험 절차서·결과서

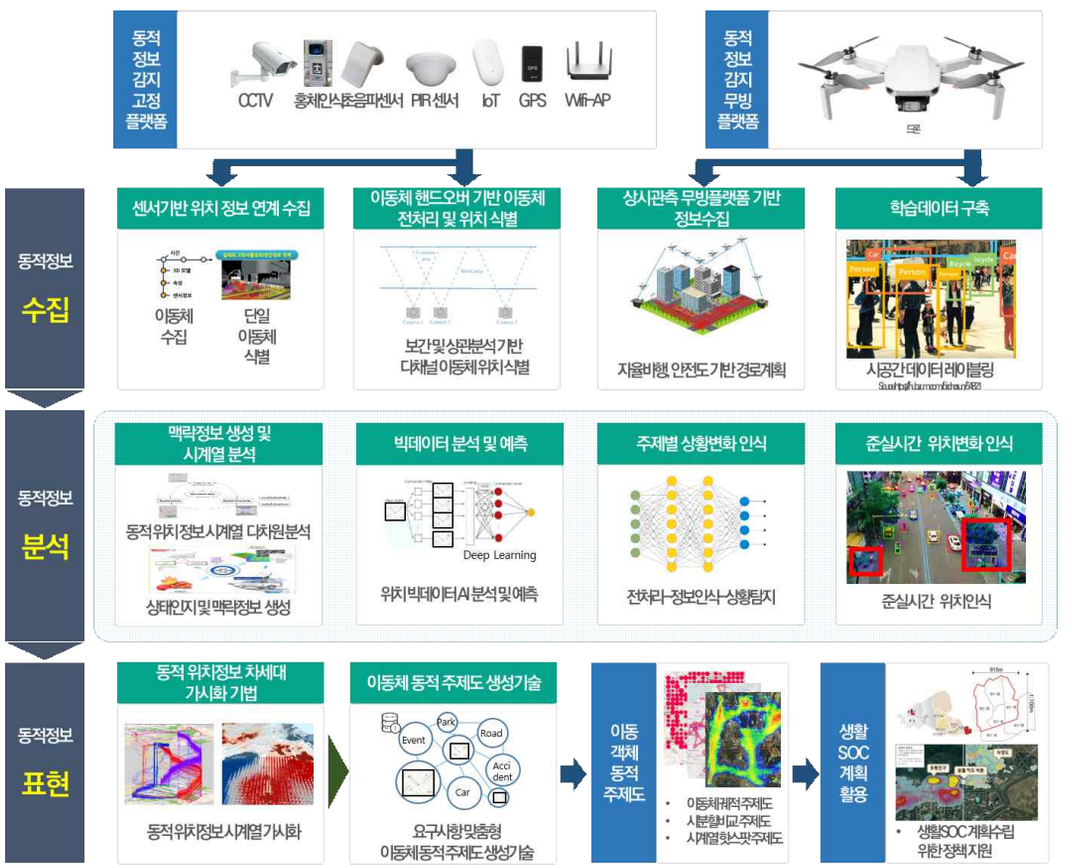
성과항목		단 위	세계 최고수준	국내 최고수준	개발 목표치	평가방법
이종 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 관리 기술 개발	성과지표별 디지털국토정보 및 융복합데이터 종류 수	종	-	-	7	성과지표별 융복합데이터를 구성하는 데이터 종류 숫자
	디지털국토정보용 데이터처리 자동화율	%	-	90	90	데이터 파이프라인 구성 기반 자동화율 계산
	디지털 국토정보 활용성과지표 수	건	3	3	3	디지털 국토정보의 활용가치 측정이 가능한 활용성과지표 숫자
테스트베드 통합을 위한 인프라 구축 및 검증 기술 개발	디지털 국토정보용 데이터 연계·이행율	%	90	-	90	융복합데이터를 구성하는 대상 데이터의 종류와 데이터량을 종합하여 연계·이행 비율 계산
	디지털 국토정보 활용 위한 보안 기술 적용 방식	건	2	2	2	테스트베드에 적용가능한 보안 기술의 종류의 숫자

	○ 테스트베드 통합을 위한 인프라 구축 및 검증 기술 개발 - 테스트베드 통합 체계 요구사항 명세서(단위 연구기술 통합 및 테스트베드 통합 시나리오) - 테스트베드 통합 체계 아키텍처 설계서(인프라, 연계보안, 응용, 시스템 인터페이스) - 테스트베드 통합 체계 HW/NW/SW (설치 계획서·결과서 포함) - 테스트베드 통합 체계 시험 절차서·결과서, 사용자 매뉴얼 - 시스템 운영자 매뉴얼, SW 산출물 명세서 - 연구개발 플랫폼(테스트베드)의 국가 공간정보 플랫폼 이행 계획서(SW 설치계획 포함) - 국가 공간정보 플랫폼 운용 시험 지원 계획서 - 표준 모델 및 디지털 국토정보 이행 설계서 - 표준 모델 및 디지털 국토정보 이행 SW - 연구개발 플랫폼의 국가 공간정보 플랫폼 이행 결과서(SW 설치결과서 포함) - 국가 공간정보 플랫폼 운용 시험 지원 결과 보고서
활용방안 및 기대효과	○ 국토부 국가공간정보센터*에서 국가공간정보를 통합 관리하고 있으며 동 사업을 통해 구축되는 데이터 및 최종 성과물을 향후 센터에 연계·활용 할 수 있도록 추진 필요 * 주요임무: 중앙부처, 지자체, 공공기관 등에서 관리·생산하고 있는 공간정보 수집·가공·제공 * 2018년 국가공간정보 공동활용 업무 협약을 통해 30개 기관 57종 공간정보 시스템을 연계 운영 * '18년 기준 각 기관에서 보유한 공간정보 2,021건 수집되었고, 비공개 정보를 제외한 455건의 공간정보가 민간에 개방 ○ 이종 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계·통합 및 관리 기술 개발 - 다양한 종류의 공간정보를 수집·처리하여 표준 모델로 구축함으로써 데이터 공유·개방 효율과 효과를 극대화 - 공간정보 통합데이터 및 융복합데이터의 구축 과정에 사용되는 데이터 파이프라인(프로세스 및 계층구조화) 모듈을 프레임워크화하여 유관 소프트웨어 개발의 효율 극대화 - 국가 공간정보 플랫폼 외부로 디지털 국토정보를 구성하는 다양한 공공데이터를 공통의 인터페이스 기반으로 개방함으로써 데이터 불일치 제거하고 데이터 경제의 기반을 제공 ○ 테스트베드 통합을 위한 인프라 구축 및 검증 기술 개발 - 연구개발플랫폼의 재사용성 증가로 비용 절감 - 국가 공간정보 플랫폼 기반 활용성 극대화 - 디지털 국토정보와 관련된 시스템을 구축하는 다양한 재정사업의 수행 기관에 기술이전 등을 통해 재정사업 추진 시 효율 제고(구축 기간 단축, 비용 절감)
기술로드맵	

<table>
<tr><td>타 연구과제 연계·협력 및 성과연계도</td><td colspan="6">○ 테스트베드 구축 및 국가 공간정보 플랫폼 이행 협력
- 각 과제 담당 연구진과 협의를 통해 본 과제의 세세부 과제 및 타 세부 과제와 인터페이스 식별를 식별하고, 테스트베드를 구축에 필요한 시스템 아키텍처를 수립하여 디지털 국토정보를 구축하고 이의 활용이 검증될 수 있도록 협력
- 국가 공간정보 플랫폼 기반 시스템 인페이스(API, 프로토콜, 데이터 교환, 카탈로그 등) 분석을 기반으로 내외부 연계 및 구축되는 디지털 국토정보의 이행을 위해 유관 기관과 협력
○ 표준 데이터 모델
- 각 과제 간 성과 연계 시 관련 표준을 식별하여 적용하고, 이를 효율적으로 추진하기 위해 국토교통분야 표준개발협력기관인 한국국토정보공사 등과 협력하여 국제표준 모니터링 및 국제표준 적용(또는 신규 표준 요소 식별 시 국제표준화) 추진
○ 성과활용기반 구축을 위해 다양한 유관 기관과의 협력 필요</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="6">○ 기존 융복합데이터 연계 가속화 부분과 블록체인 기반 요소를 이종 데이터 처리 환경을 지원하는 데이터 연계/통합 및 관리 기술 개발과 디지털 국토정보의 보안에 대한 요소기술로 통합하여 정리
○ 테스트베드(연구개발 플랫폼) 및 국가 공간정보 플랫폼 항목을 추가하고, 이를 기반으로 성과활용 활성화 방안 마련 필요</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td colspan="6">(57) 개월</td></tr>
<tr><td rowspan="2">정부출연금(백만원)</td><td>1차년도</td><td>2차년도</td><td>3차년도</td><td>4차년도</td><td>5차년도</td><td>합 계</td></tr>
<tr><td>1,786</td><td>2,538</td><td>2,557</td><td>2,201</td><td>2,207</td><td>11,289</td></tr>
</table>

디지털 국토정보 기술개발사업 보완기획서

중점분야	(중점분야-4) 차세대 디지털 국토정보 구축
핵심과제명	(4핵심) 차세대 디지털 국토정보 구축을 위한 고정/이동플랫폼 기반 동적주제도 구축 기술개발
세부기술	(세부기술-⑦) 차세대 디지털 국토정보 구축을 위한 고정/이동플랫폼 기반 동적주제도 구축 기술
연구목표	'디지털 SOC' 패러다임 변화에 대응하고자 고정-이동플랫폼 기반 도시 내 이동 객체와 변화 현상을 인식하고 예측하여 표현하는 주제도 구축기술 개발
연구개발	○ 4차산업혁명 시대를 맞이하여 사회간접시설(SOC)의 패러다임이 변화하고 있으며, 이러한 변화에 대응



〈4핵심과제 연구개념도〉

○ 동적정보 수집 기술 개발

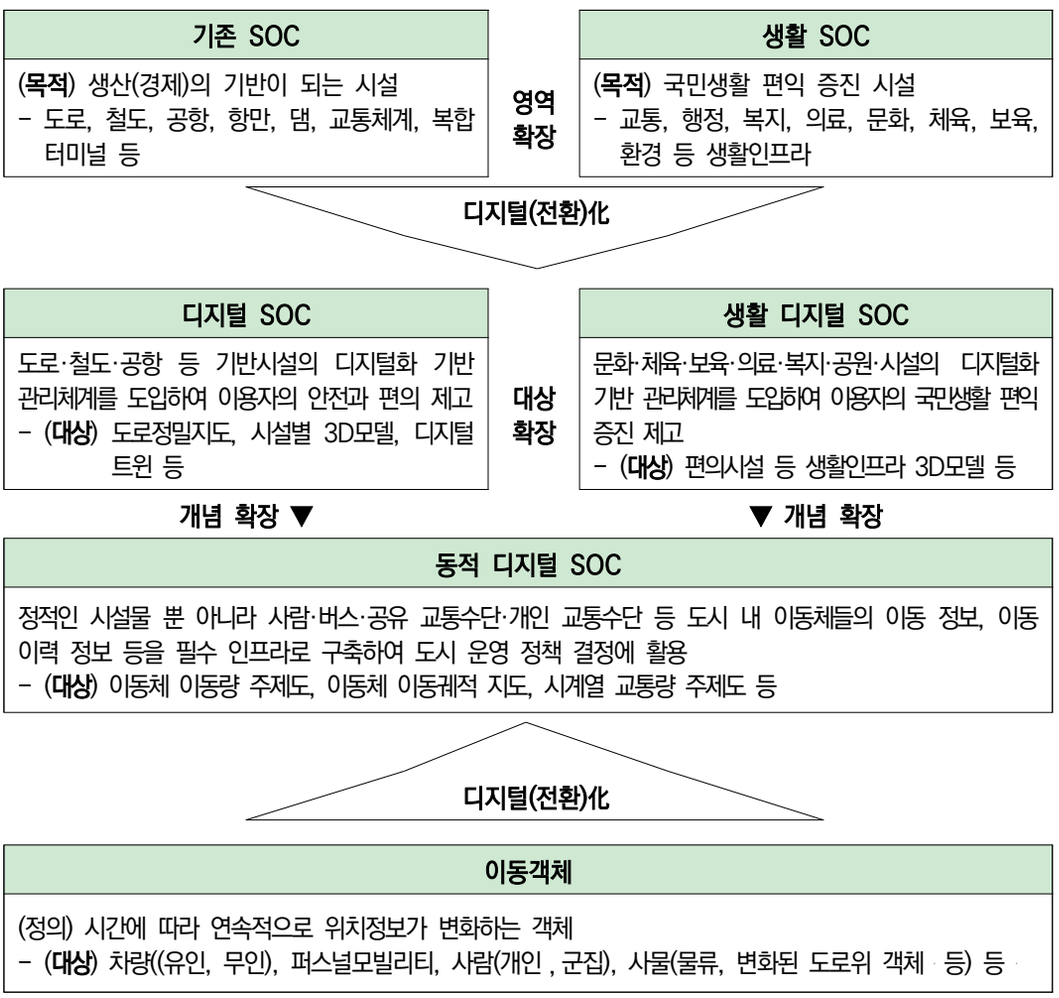
- 고정 플랫폼 기반의 센싱정보 수집을 통한 이동체 추적 및 위치 식별
- 이동 플랫폼 기반의 상시 관측 운영시스템 구축을 통한 동적정보 및 AI학습 데이터 수집

○ 동적정보 분석 기술 개발

- AI학습 기반의 시계열 분석을 통한 이동 객체 맥락정보 생산
- 객체 인식/추적 기반의 다차원 동적정보를 이용한 주제별 준실시간 상황변화 인식
- 고정/이동 플랫폼 협업형 준실시간 동적정보 위치변화 인식

○ 동적정보 표현 기술 및 주제도 구축 기술 개발

- 4차원(3D + 시간) 가시화 기반의 객체 동적정보 주제도 생산/갱신 기술 개발
- 서비스 맞춤형 동적정보 주제도 작성 및 활용 기술 개발

필요성	하고 관련 정책을 지원할 수 있는 공간정보 기술의 개발이 절실히 요구되고 있음 - 생산기반시설에서 국민생활 편익시설로 SOC의 영역이 확장되고 있음 - 디지털 뉴딜사업의 일환으로 SOC의 디지털전환이 진행되고 있으며 이에 대한 대상도 생활 SOC로 확장 필요 - 또한, SOC 형상과 같은 정적인 정보뿐만 아니라 SOC 인프라 이용 현황, 품질 상태, 외부 환경 요인 등 다양한 동적정보가 구축이 요구되고 있음  ○ 도시 모빌리티 다양화에 따라 SOC를 이용하는 이동객체가 기존 차량에서 드론, 개인이동수단 등 매우 다양하게 그 종류*와 공간적 범위**가 확장되고 있음 * (기존) 이륜/승용/화물차 등 차량 위주 → (확장) 드론, PM(개인이동수단), 화물 등 다양한 이동객체 ** (기존) 차도 → (확장) 차도 + 보차혼용도 + 보도 - 지상 정적 공간정보는 건물 도로 등 그 변화가 크지 않고 한번 정보를 구축하였을 때 그 변화 정보의 갱신 필요 주기가 짧게는 수개월에서 일년 이상에 해당하는 정보로 정의될 수 있음 - 이에 반해 지상 동적 공간정보는 교통사고, 보행자/차량 이동 및 교통밀도, 시설물의 변화 등 일시적(temporary)으로 존재했다가 사라지는 공간정보로 그 갱신 필요 주기가 수초에서 수 시간에 해당하는 정보로 정의될 수 있음 - 최근 도시 모빌리티의 다양화 (일반차, 첨단차, 전동킥보드)와 함께 코로나 이후 폭증하는 물류이동으로 인해 다양한 도시 안전문제가 이슈화 되고 있으며, 신속하고 정확한 지상 동적 공간정보의 인식 및 정보 갱신 필요성이 커지고 있음

디지털 SOC의 대상 및 범위(예시)	동적 디지털 SOC의 대상 및 범위(예시)
	

○ 현 지상 동적 공간정보 인식 및 갱신 한계를 극복할 기술의 개발 필요

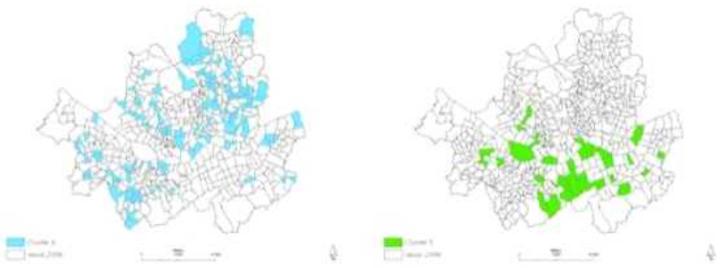
- 현재 지상 동적 공간정보의 변화 인식은 운전/보행자의 제보, CCTV/검지기 등의 고정센서, 그리고 프로브 카 등을 활용 중
- 운전/보행자의 제보에 의한 지상 동적정보 갱신은 수 분~ 수십 분이 걸리며, 그 위치를 특정함에 한계가 존재함
- CCTV등의 센서는 전 국도의 일부구간(30% 가량)에만 설치되어 있으며 최대 인식거리가 50m 이내이고 프로브카/첨단차 또한 그 삼차원 공간적 정보 인식 범위(coverage)에 한계가 존재함
- 따라서 기존 방식이 센싱할 수 있는 범위(고정센서 주위, 차량센서 주위) 이상의 전반적인 상황 변화 공간정보를 준 실시간, 맞춤형 정밀도와 해상도로 구축하고 변화를 자동으로 인식하여 제공하는 기술의 개발이 필요함

○ 이종센서 기반의 지속적이고 끊임없는 위치추적 미흡

- 버스, 택시, 지하철과 같은 전통적 교통수단(이동수단)에서 공유자전거, 전동형보드, 킥보드 등과 같이 개인형 이동 수단(Personal Mobility)이 다양해지고 있음
- 하루에도 수차례 교통수단을 환승하고, 실내외 및 고층/지상/지하공간을 넘나드는 현실세계에서 지속적이고 끊김없이 이동체의 위치를 추적하기 위해서는 각 공간 및 교통수단별로 효과적으로 위치를 식별할 수 있는 센서들을 연계하여 복합적인 연산에 의해 시계열 위치정보를 생산하여야 함
- 현실세계의 다양한 센서는 각 객체를 중복적으로 식별하게 되므로, 이들 객체를 분석에 활용하기 위해서는 객체의 상관(correlation) 분석을 통해 중복된 객체를 유일한 객체로 식별하는 전처리기술이 필요
- 비전센서 분야에서는 다양한 영상센서를 통해 수집된 영상으로부터 객체를 식별하고 각 객체들로부터 동일객체를 식별하여 시간의 흐름에 따른 시계열 위치정보를 도출하는 연구가 추진되고 있으나 Beacon, Bluetooth, Wifi 등의 이종 센서로부터 취득한 이동체를 유일객체로 식별하는 연구는 미흡한 실정임

○ 실시간 위치의 맥락정보의 효과적인 전달을 위해 위치정보의 분석 및 가시화 기술 개발 필요

- 시계열 공간정보의 일반적 시각화 방법으로는 시간변화에 따른 공간의 변화를 한 장, 한 장 보여주는 스냅샷 모델이 있음



〈특정 시간별 공간정보 비교 기법(스냅샷)〉

- 특정 시점에 따른 위치의 변화를 비교하기 위해서는 스냅샷 모델이 효과적일 수 있으나, 시간의 흐름에 따라 방대한 양의 이동체 위치정보 변화를 표현하기 위해서는 분석적인 표현기법이 필요
- 과거에는 각 센서별로 취득된 위치정보가 단순 모니터링를 위해 가시화되었으나, 향후에는 다양한 이동체의 위치정보를 사용자가 통합적으로 분석할 수 있는 통찰을 지원하는 가시화 방안이 필요함
- 또한 이동객체의 시계열 패턴 및 주변정보와의 관계성을 융합하여 맥락(Context)정보를 완성하고, 이와 함께 사용자의 활용 목적 및 지도레벨에 따라 최적의 시계열 이동체 정보의 가시화 화면을 제공하여 정보가독성 향상 필요

○ SOC의 기획-운영-관리-운영 관련 의사결정 지원을 위한 주제도 구축 기술 요구

AS-IS	
TO-BE	

기술동향	○ 동적정보 수집 및 예측 관련 해외 기술 동향 - (존스홉킨스대학 시스템과학 공학센터) 신종 코로나바이러스 감염이 확인된 위치와 감염현황을 실시간으로 시각화한 맵 'Coronavirus 2020-nCoV'를 공개 - 최근 신종 코로나가 전세계적으로 확산됨에 따라 감염확진자 및 접촉에 의한 의심자들의 분포와 이동경로에 대한 관심이 급증 - 이에 따라 존스홉킨스대학은 세계보건기구(WHO), 미국 질병통제예방센터(CDC), 중국 국가위생건강위원회(NHC) 등의 데이터를 융합하여 오픈 스트리트 맵을 이용해 시각화함 - (FedEx) 머신러닝 알고리즘과 통합된 카메라와 라이다(LiDAR)등의 센서를 탑재하여 보행자와 장애물을 피해갈 수 있는 자율 주행 배송 로봇을 개발하여 장애물을 탐지 및 충돌을 방지하고 안전한 경로를 추적하며 도로 및 안전 규정을 준수하여 자율 주행을 수행함

구분	국가	기업명	제품명	특징
우한 폐렴 실시간 시각화 맵	미국	존스 홉킨스 대학	Coronavirus 2020-nCoV	신종 코로나바이러스의 위치와 사례수를 실시간으로 시각화하여 오픈스트리트맵을 통해 제공
자율주행 로봇으로 상품 배송	미국	FedEx	FedEx SameDay Bot	주문 당일 소비자 집까지 상품을 배달하는 로봇으로, 테니시주 멤피스에 시험 운영
5G NR 단말 위치기반 서비스	독일	Rohde & Schwarz	R&S CMX500	세계 최초의 5G NRA-GPS 테스트 세션이 성공적으로 완료됨

○ 동적정보 수집 및 예측 관련 국내 기술 동향

- (SK C&C) SK E&S의 도시가스 자회사인 충청에너지서비스와 함께 드론·CCTV·모바일 영상 등 다양한 영상을 실시간 분석해 위험상황을 파악하고 위험위치를 인식하는 플랫폼을 개발함
- 인간의 시각적 인식 능력을 재현하는 비전 AI솔루션 '에이든(AIDEN)'을 적용하여 사람이 접근하기 어려운 산지나 위험지역의 시설물과 가스관 등을 감시함
- (모비두) '소닉 스팟'은 음파를 이용, 사물 및 사람의 위치를 인식하는 솔루션을 기반으로 '스마트사운드(SmartSound) 특허를 획득

  사람에게 들리지 않는 비가청 음역대에 정보를 담아, 전송하는 음파 통신 기술로 블루투스나 와이파이 등의 타 통신 기술에 비해 위치 정확도가 높고 개방된 공간에서 장거리 측정도 가능
- (스켈터랩스) 높은 정확도의 위치 정보를 포함해 실제 소비자 행동을 파악해 사용자의 실제 행동을 파악하는 마케팅 솔루션을 개발하여 고객의 행태분석을 위해 실시간 정소로부터의 일상 패턴, 라이프스타일 등을 학습하고 AI엔진 기반으로 분석함

구분	기업명	제품명	특징
인공지능과 AR, 드론을 결합한 도시가스 시설물 위험예방	SK C&C	에이든 드론관제 플랫폼	AR과 AI를 적용한 자율비행 드론이 위험현장에 대한 위치정보를 빠르게 제공
음파를 이용해 사물·사람의 위치를 인식	모비두	소닉 스팟	사람에게 들리지 않는 비가청 음역대에 정보를 담아 전송하는 스마트사운드를 기반으로 사물·사람의 위치를 인식
높은 정확도의 위치정보를 포함해 실제 소비사 행동 파악	스켈터랩스	AIQ-AWARE	모바일 센서로부터 다양한 신호와 위치정보를 수집하고, 자체적으로 구축한 AI기반 추론모델을 활용해 소비자의 행동을 파악

○ 국가공간정보 기반 주제도 구축 기술 동향

- 국가공간정보포털*에서 개방하는 데이터넷 또는 사용자생성테이블(Excel)자료를 활용하여 자유로운 주제를 가진 지도를 작성하고 공유할 수 있는 서비스를 제공중임

  * [국가공간정보포털(www.nsdi.go.or)] 〉 [활용공간] 〉 [나만의 주제도 만들기]
- 개방데이터셋을 활용하여 제목, 공개여부, Color 지정, 썸네일 및 배경, 배경지도, 데이터셋, 그리드사용여부 등을 결정하여 주제도 생성 가능
- 한국국토정보공사(공간정보연구원)은 정부 및 지자체, 공공기관 등 여러 기관에서 각각의 사업, 수행업무 등에 따라 다양한 주제도를 제작/활용 현황을 분석하여 국토공간 현황을 시공간적으로 분석가능한 수요자 맞춤형 정보 제공 방안을 제시함

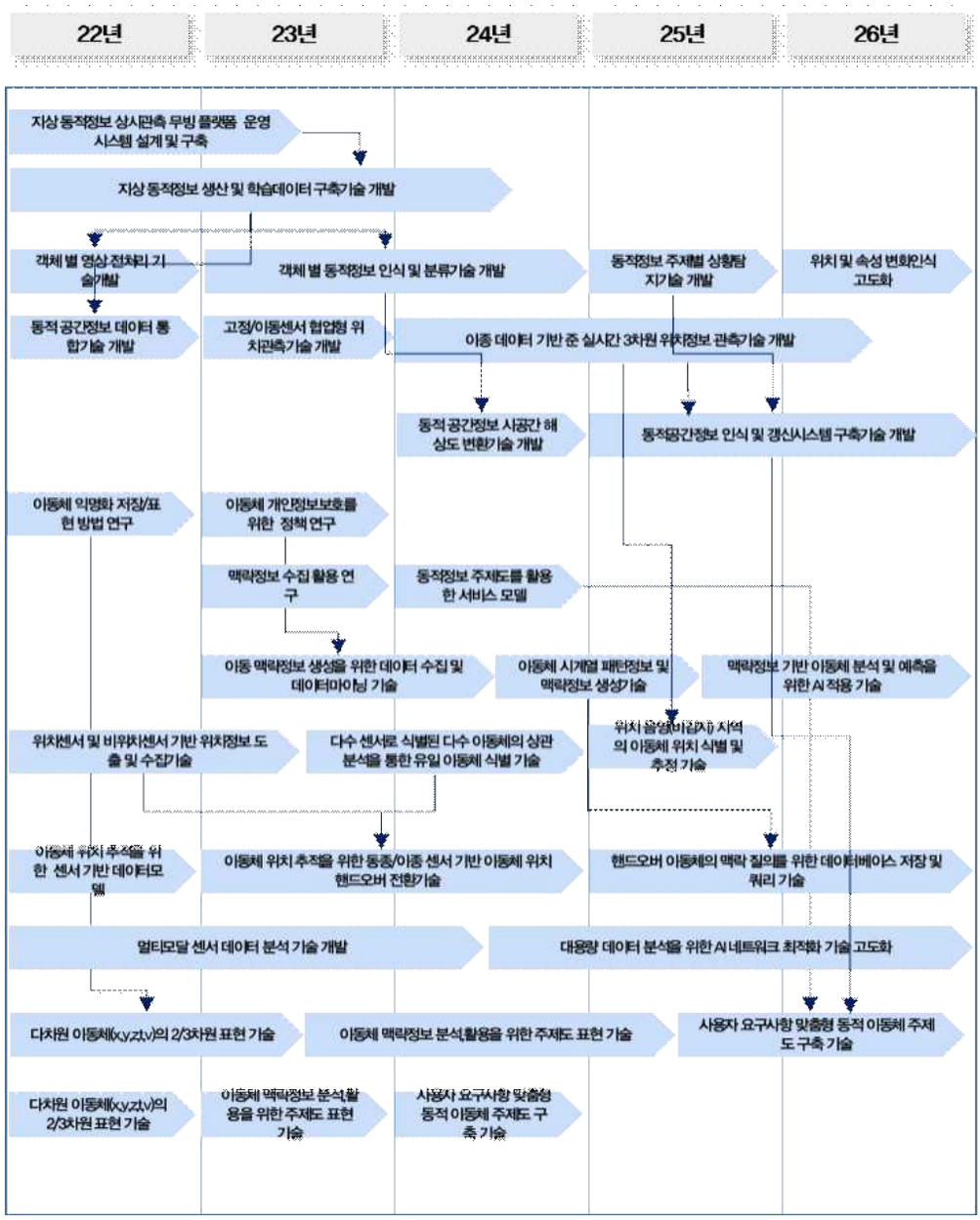
	○ 민간분야 주제도 구축 기술 동향 - 국내 카카오모빌리티는 '카카오 T' 이용자들의 이동 빅데이터를 분석한 '카카오모빌리티 리프트'를 발간 중임 - 본 리포트(2021)에서는 모빌리티 기술로 변화하고 있는 택시 서비스의 현황을 주제도 표현하고 이를 분석하여 카카오 T에서 제공되는 대리, 주차 등 각 서비스별 이동 트렌드를 분석함 - 최근 분석 대상을 '사람'에서 '사물'로 사업 영역을 확대 중이며, 사물의 이동 목적(구입 등)을 분석하는 연구를 진행중에 있음
연구내용 (Spec. 포함)	○ 동적 공간정보 수집/생산 및 구축 기술 개발 • 지상 동적정보 상시 관측 무빙 플랫폼 운영 시스템 설계 및 구축 - 지상 동적정보 관측 무빙 플랫폼 연계기술 개발 - 무빙 플랫폼 자율 운행을 위한 장애물 정보 매핑 기술 개발 - 무빙 플랫폼 운행 상황(위험도/3D) 모니터링 시스템 구축 기술 개발 - 안전도 기반 Zero-occlusion Auto-routing 알고리즘 개발 ○ 이동플랫폼 기반 동적정보 수집 기술 개발 - 동적정보 수집 및 AI 학습데이터 구축 기술 개발 • 동적정보 상시 관측 이동플랫폼 운용* 시스템 설계 및 구축기술 개발 * (운용) 안전도 기반 3차원 운행 계획, 비가시/야간 안전모니터링 기술 포함 • 학습데이터 구축을 위한 데이터 변환 기술 개발 • 주제별 다차원 동적정보 데이터세트 구축 자동화 기술 개발 - 지식/학습기반 동적정보의 인식 기술 개발 • 동적정보 인식 최적화를 위한 객체별 데이터 전처리 기술 개발 • 객체별 동적정보 인식, 분류 및 준 실시간 위치결정 기술 개발 • 시공간 변화를 고려한 동적정보 데이터 통합 기술 개발 • 주제별 준 실시간 상황 탐지 기술 개발 • 고정-이동플랫폼 협업형 객체 위치결정 기술 개발 ○ 고정플랫폼 기반 동적정보 수집 기술 개발 - 고정플랫폼 이종센서 연계 및 이동체정보 수집기술 개발 • 이종센서 데이터를 활용한 이동체 위치 전송 및 저장 데이터 모델링 기술 • 이종센서 연계 및 이동객체 인식, 분류 기술 개발 • 이종센싱 환경의 이동객체 위치정보 추출 기술 개발 - 고정플랫폼 연계기반 시계열 이동체정보 연속 추적 기술 개발 • 연속 위치 추적을 위한 이종 센서 간 이동체 데이터 모델 개발 • 동종/이종 센서 간 이동객체 위치 핸드오버* 기술 개발 * (위치 핸드오버 기술) 다수 센서로부터 동일(유일) 이동객체의 위치정보 지속적으로 추적하는 기술 ○ 동적정보 분석, 예측 및 표현 기술 개발 - 이동맥락정보* 기반 동적정보 분석 및 예측 기술 개발 * 이동맥락정보(Context Information) - (맥락) 어떤 사물이나 대상 등이 서로 연결되어 있는 관계 - (맥락정보) 여러 센서로부터 수집한 데이터를 통해 객체(들)의 실시간 상황 및 행위가 인지된 정보 - (이동맥락정보) 여러 센서로부터 수집한 객체(들)의 위치정보를 통해 객체(들)의 실 시간 이동궤적 및 이동상황, 이동 목적 등의 실시간 상황과 행위가 인지된 정보 • 이동맥락정보 생성을 위한 정적데이터 연계 및 데이터마이닝 기술 개발 • 이동체 시계열 패턴정보 및 맥락정보 생성 기술 개발 • 맥락정보 기반 이동체 분석 및 예측을 위한 AI 적용 기술 개발

<table>
<tr><td></td><td>• 대용량 도시공간 데이터 AI 분석 및 최적화 기술 개발

- 동적 주제도 구축 및 저작 도구 개발
• 개인정보보호(익명화 등)를 위한 저장 기술 및 법제도 연구
• 시계열 2D/3D 동적주제도 구축 및 갱신시스템 기술 개발
• 동적 주제도를 활용한 서비스 모델 발굴 및 구축</td></tr>
<tr><td>성과지표</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">개발기술</th><th rowspan="2">성능지표</th><th colspan="2">현재 최고 기술수준</th><th rowspan="2">개발 목표</th></tr>
<tr><th>국내</th><th>해외</th></tr>
<tr><td rowspan="3">이동플랫폼 기반 동적정보 수집 기술</td><td>동적정보 변화대상 인식률</td><td>-</td><td>-</td><td>95% 이상</td></tr>
<tr><td>동적정보 위치정확도</td><td>-</td><td>-</td><td>60cm 이상</td></tr>
<tr><td>동적정보 변화인식 시간
(센싱 후)</td><td></td><td></td><td>10분 이내</td></tr>
<tr><td rowspan="2">고정플랫폼 기반 동적정보 수집 기술</td><td>다중센서 기반 유일객체 인식률</td><td>-</td><td>-</td><td>90% 이상</td></tr>
<tr><td>센서 음영 지역의 위치예측 정확도
(5m 오차 허용 기준)</td><td>-</td><td>-</td><td>90% 이상</td></tr>
<tr><td rowspan="4">동적정보 분석, 예측 및 표현 기술</td><td>동적주제도 구축 건수</td><td>-</td><td>-</td><td>5건 이상</td></tr>
<tr><td>맥락기반 이동예측 정확도
(5m 오차 허용 기준)</td><td>-</td><td>-</td><td>90% 이상</td></tr>
<tr><td>디지털 국토정보 연계 API</td><td>-</td><td>-</td><td>1식</td></tr>
<tr><td>동적(정보) 주제도 저작 SW</td><td>-</td><td>-</td><td>1식(TRL7)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>주요성과물</td><td>○ 동적정보 상시관측 플랫폼 운영 소프트웨어
○ 대상/공간/상황/목표별 동적정보 데이터 관리 소프트웨어
○ 이동플랫폼 기반 동적정보 인식 소프트웨어
○ 고정플랫폼 기반 이동체 위치정보 식별 소프트웨어
○ 다기종·다중 센싱 환경 시계열 이동체 위치 연속추적 소프트웨어
○ 시계열 패턴정보 및 이동맥락정보 생성 소프트웨어
○ 다차원 시계열 동적정보 가시화 기법
○ 동적 주제도 저작 소프트웨어</td></tr>
<tr><td>활용방안 및 기대효과</td><td>○ 지상 동적 공간정보의 실시간 위치, 속성정보 변화인식 기술 확보로 도시 모빌리티의 주행환경 통합관리 플랫폼 기반 기술 선도
- 준 실시간 다차원 지상 변화정보서비스의 제공으로 도시 도로 위험에 대한 선제적 대응이 가능한 도로 디지털트윈 체계의 고정밀 삼차원 지도 표준화 기반 마련
- 다변화 할 도시 모빌리티를 수용할 수 있는 감지, 분석, 예측기술 개발을 통해 지상 교통 및 물류 전반에 대한 인프라 통합관리 플랫폼 기반 기술 선도

○ 실시간 동적 객체 위치정보를 통한 새로운 생활 SOC 정보 융합 서비스 제공
- 끊기지 않는 다양한 생활 (유일)객체 식별과 이들의 동적(궤적)디지털정보를 활용하여 사회적 가치 창출(정책지원, 민원해소, 민간서비스)에 기여할 수 있는 서비스 생성
- 위치정보 기반 디지털SOC를 구축하여 중앙부처와 지자체별 생활SOC 구축을 위한 정책결정 지원
- 특히, 국토교통부와 지방자치단체에서 추진 중인 SOC 공간 도시계획-운영서비스 마련에 활용 가능

○ 스마트도시의 사용자편의 서비스 및 도시문제해결에 활용
- 도시 전반에 걸쳐 이동하는 모든 객체가 디지털트윈 공간에 투영되면, 스마트도시 운영자는 도시 전반을 관리하고, 시민을 위한 다양한 서비스를 제공하고 변화상황을 예측할 수 있어 실제 도시와 가상세계가 유기적으로 결합 된 스마트도시 구현이 가능하여, 스마트도시의 다양한 도시문제 해결과 삶의 질 향상을 위한 새로운 패러다임을 제시</td></tr>
</table>

	○ 5G기술과 결합하여 재난·방범분야 서비스에 적용하여 피해 감소 효과 기대 - 5G의 통신속도에 부합하는 실시간 이동체 위치정보 처리기술 확보로 신속한 도시관리 및 정책결정 지원 - 최신 IT 통신기술인 5·6G 세대가 도래함에 따라 통신속도와 주파수 범위를 완벽히 활용할 수 있는 위치정보 연계·분석·표현 기술을 개발하여 분초를 다투는 도시의 다양한 범죄·재난 대응을 위한 의사결정 지원 - 도시의 범죄 및 재난 발생율 및 피해도 감소 - 지자체 다양한 도시 서비스의 고도화 가능 ○ 이동체 궤적 데이터 기반 다양한 비즈니스 모델 창출 기대 - 취득 가능한 데이터가 증가하고, 데이터로부터 얻은 통찰력을 통해 새로운 가치가 생성되고 있음 - 사물에 센서의 부착이 증가하고, 서로 연결되고, 지능화되면서, 데이터는 기하급수적으로 중가하고 있고, 이러한 환경은 새로운 비즈니스 모델을 가능하게 하고 있음 - 데이터 가치사슬의 각 단계에서 가치가 생성되고 새로운 비즈니스 모델의 가능성이 증대되고 있으며, 이러한 가능성은 IOT나 빅데이타에 투자를 증가시키고, 새로운 player들이 증가
기술로드맵	
타 연구과제	○ 3세부(크라우드소싱 공간데이터 전처리)와의 연계

<table>
<tr><td>연계·협력 및 성과연계도</td><td colspan="6">- (3세부)다중 센서 전처리 기술개발 중, CCTV와 드론의 융합센서 전처리 결과물을 활용하여 (7과제)동적 위치정보 변화인식 추적 기술 개발에 활용
○ 6세부(디지털 국토정보 통합활용)와의 연계
- 4핵심에서 도출된 동적주제도는 3핵심에 전달, 유통 플랫폼을 통해 ITS, 자치단체에서 활용하도록 함
○ (타분과 연계) 본 과제의 이동체 위치정보 핸드오버 기술은 직접적인 위치측위를 다루고 있지않으나 측위센서로부터 수집된 다양한 위치정보의 연계활용을 다루고 있으므로, 타 분과에서 수행중인 측위기술로 수집된 정보를 포함하여 다양한 센서로부터 수집된 정보를 활용하기 위한 연계 필요
○ (협의체 구축) 위치정보 연계 수집을 위한 협의체 구축
- 공공에서 수집되는 다양한 위치정보의 연계를 위해 공유 이동수단, 대중 교통수단 등 위치정보를 생산하는 플랫폼을 가진 공공기관과 긴밀한 협조체계 구축
○ (활용처 연계) 위치정보 주요 활용처(관산학연)를 대상으로 Visual Analysis 및 최적 표현을 위한 요구사항 수렴
- 위치정보에 대한 Visual Analysis는 지방자치단체나 중앙부처의 주요 정책결정을 지원하기 위한 중요 수단으로 제공될 수 있으므로, 주요 활용처의 요구사항을 적극 수렴하고 활용사례 세미나 등을 개최</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="6">○ (실증 및 테스트관련) 중점 및 사업단 전체 테스트 관련 시나리오, 규모, 대상 등 세부 계획을 사업단 전체의 논의를 통해 수립하고, 사업운영위원회 의결을 통해 확정 및 점진적인 구현을 필수로 추진 필요</td></tr>
<tr><td>연구기간</td><td colspan="6">(57) 개월</td></tr>
<tr><td rowspan="2">정부출연금(백만원)</td><td>1차년도</td><td>2차년도</td><td>3차년도</td><td>4차년도</td><td>5차년도</td><td>합 계</td></tr>
<tr><td>2,044</td><td>3,336</td><td>4,002</td><td>3,709</td><td>2,479</td><td>15,570</td></tr>
</table>


국토교통부


KAIA
국토교통
과학기술진흥원