최종보고서

보안등급
일반[✔], 보안[ ]

중앙행정기관명	국토교통부	사업명	사업명	국토교통연구기획사업
전문기관명(해당 시 작성)	국토교통과학기술진흥원		내역사업명 (해당 시 작성)	-
공고번호	재공고-제30호	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		미정
		연구개발과제번호		21RDPP-C164448-01

기술분류	국가과학기술 표준분류	EI0201	50%	SF0206	35%	EE0204	15%	
	부처기술분류 (해당 시 작성)	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	

총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	-
	영문	-
연구개발과제명	국문	사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획
	영문	Research and Development Planning for Advanced Technology of 3D Geo-spatial Grid System to Strengthen Social Safety Net

주관연구개발기관	기관명	안양대학교 산학협력단	사업자등록번호	123-82-12111
	주소	(우)14028 경기도 안양시 만안구 삼덕로37번길 22	법인등록번호	
연구책임자	성명	안 종 욱	직위	부교수
	연락처 직장전화		휴대전화	
	연락처 전자우편		국가연구자번호	

연구개발기간	전체	2021. 04. 01 - 2022. 01. 31(10개월)
	단계 1단계	2021. 04. 01 - 2022. 01. 31(10개월)

연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
				지방자치단체		기타( )					
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계	120,000	0	0	0	0	0	0	120,000	0	120,000	0
1단계 1년차	120,000	0	0	0	0	0	0	120,000	0	120,000	0

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	
						역할	기관유형
공동연구개발기관	㈜씨엠월드	이봉준	대표이사			공동연구책임자	중소기업

연구개발담당자 실무담당자	성명	최원욱	직위	책임연구원	
	연락처 직장전화		휴대전화		
	연락처 전자우편		국가연구자번호		

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 7월 일

연구책임자: 안 종 욱 (인)

주관연구개발기관의 장: 이 승 훈 (직인)

공동연구개발기관의 장: 이 봉 준 (직인)

중앙행정기관의 장 귀하

< 요 약 문 >

사업명	국토교통연구기획사업	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	
내역사업명 (해당 시 작성)	-	연구개발과제번호	21RDPP-C164448-01

기술분류								
기술분류	국가과학기술 표준분류	EI0201	50%	SF0206	35%	EE0204	15%
기술분류	부처기술분류 (해당 시 작성)	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%

총괄연구개발명 (해당 시 작성)	-
연구개발과제명	사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획
전체 연구개발기간	2021. 04. 01 - 2022. 01. 31(10개월)
총 연구개발비	총 120,000천원 (정부지원연구개발비: 120,000천원)

연구개발단계	기초[ ] 응용[✔] 개발[ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]	기술성숙도 (해당 시 기재)	착수 시점 기준( ) 종료 시점 목표( )

연구개발과제 유형 (해당 시 작성)	지정공모[✔] 자유공모[ ]
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)	기획

연구개발 목표 및 내용			
	최종 목표		3차원 입체격자를 활용하여 빅데이터를 관리하고, 시간(과거/현재/미래)과 공간(점/선/면/입체) 맞춤형의 Geo AI 분석이 가능한 공간정보기반 핵심기술 개발 기획
	전체 내용		국내외 현황조사 및 분석, 기술수요조사, 연구개발 환경분석, 기획위원회 운영 등을 통해 총 3개 핵심기술을 도출하고, 각 핵심기술에 대한 목표, 주요 내용, 추진전략, 로드맵 등 제시
	1단계 (해당 시 작성)	목표	-
		내용	-
	n단계 (해당 시 작성)	목표	-
		내용	-

연구개발성과	사회안전망 강화를 위한 입체격자기술 고도화 기술개발 기획보고서
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	입체격자기술을 기반으로 3차원 시공간 빅데이터, 공간 센서 스트림데이터, Geo-AI 기술을 융복합 활용하여 Geo-DNA(Data-Network-AI) 기술로 전환하는 핵심요소기술 개발과 선진국 대비 국내 SW 기술 경쟁우위 확대에 기여
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	-

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	ZEUS 등록번호
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

국문핵심어 (5개 이내)	입체격자체계	사회안전망	공간 빅데이터	포인트 클라우드	인공지능
영문핵심어 (5개 이내)	3D Geo-spatial Grid System	Social Safety Net	Geo-spatial Big Data	Point Cloud	Artificial Intelligence

〈 목 차 〉

Ⅰ. 연구개발과제의 개요 ····· 1

Ⅱ. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 ····· 2

1. 기획연구과제의 수행 과정 ····· 2

2. 기획연구과제의 수행 내용 ····· 5

Ⅲ. 연구개발과제의 수행 결과 ····· 12

1. 기술의 정의 및 필요성 ····· 12

1-1 기술의 정의 및 관련 요소기술 ····· 12

1-2 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 17

2. 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 25

2-1 국내외 정책 동향 및 분석 ····· 25

2-2 국내외 시장 현황 및 전망 ····· 37

2-3 국내외 사회 동향 및 분석 ····· 48

2-4 국내외 기술 동향 및 분석 ····· 49

2-5 논문 및 특허 분석 ····· 67

2-6 연구개발 인프라 분석 ····· 85

2-7 기술 수요조사 ····· 90

2-8 전문가 기획 위원회, 자문위원회 의견 정리 ····· 100

2-9 종합 분석을 통한 추진전략 방향 도출 ····· 101

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 104

3-1 비전 및 목표 ····· 104

3-2 중점 추진분야 정의 및 후보과제 선정 ····· 105

3-3 핵심요소기술(CTE) 평가 ····· 115

3-4 연구개발 과제 구성 ····· 117

3-5 세부과제별 주요 내용 및 추진전략 ····· 119

3-6 핵심과제 간 기술연계 ····· 188

3-7 핵심과제 기술개발 로드맵 ····· 189

3-8 연구개발 추진전략 ····· 190

4. 사전타당성 검토 ····· 198

4-1 사전타당성 분석 방법론 ····· 198

4-2 과학기술적 타당성 분석 ····· 200

4-3 정책적 타당성 분석 ····· 221
4-4 경제적 타당성 분석 ····· 239
5. 인력투입 소요예산 산정 ····· 251
5-1 인력투입계획 ····· 251
5-2 소요 예산 ····· 252

별첨자료 ····· 255
1. 참고 문헌 ····· 256
2. 자문위원 명단 ····· 259
3. 수요조사 결과 ····· 261
4. 과제 제안요구서(RFP) ····· 282
5. 전략계획서 ····· 298

Ⅰ. 기획연구과제의 개요

연구의 목적 및 내용	○ 본 연구는 3차원 입체격자를 활용하여 빅데이터를 관리하고, 시간(과거/현재/미래)과 공간(점/선/면/입체) 맞춤형의 Geo AI 분석이 가능한 공간정보 기반 핵심기술 개발 기획
주요 연구개발성과	○ 총 3개 핵심과제로 이루어진 연구개발 주요 내용과 추진전략, 로드맵 등 제시
연구개발성과의 활용계획(기대효과)	○ 과학·기술적 - 3차원 시공간 빅데이터의 제반기술 노하우 확보 및 공유를 통한 고급 기술 인력 양성에 기여 - Geo-DNA기반 공간정보기술 고도화에 기여 ○ 경제·산업적 - 3차원 시공간 빅데이터 관련 사업화 기반 마련 - 기술 국산화에 따른 공간정보 시장 재편에 기여 ○ 사회적 - 연구개발성과의 사회적 문제해결에 기여 - 신규 표준/지침 개발 및 규제 개선에 기여

<그림 1> 기획연구과제의 개요

Ⅱ. 기획연구과제의 수행 과정 및 수행 내용

1. 기획연구과제의 수행 과정

<그림 2> 기획연구과제의 수행 과정

1) [1단계] 현황·동향 분석 및 추진방향 정립

○ 기술 동향분석 및 수요조사

- (동향분석을 위한 원시데이터 수집 및 분석) 입체격자체계 고도화 기술 실증 플랫폼을 구성하는 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 핵심기술과 관련된 키워드를 선정하여 논문, 특허, 동향분석서, 보고서, 뉴스 등의 동향분석을 위한 원시데이터 수집 및 분석
  - 국토교통 R&D 포털 중심의 연구개발 성과분석, 한국특허정보원(KIPRIS)을 이용한 국내 특허 및 세계지식재산권기구(WIIPO) 등을 통한 해외 특허 동향 자료 수집 및 분석
- (글로벌 기술 트렌드 및 환경변화 분석) 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 핵심기술의 국내외 기술개발 트렌드 및 적용사례를 종합하여 연구개발을 위한 성공전략 제시
- (미래 이슈 도출 및 기술적 니즈 도출) 국내외 동향분석 결과를 바탕으로, 기존 연구성과 검토, 정부 정책 및 타 연구과제와의 연관성 검토, 국내 수요처 의견 수렴 및 시장요구사항 분석 등을 통하여 미래기술 개발 이슈 도출 및 기술적 이슈 해결을 위한 수요와 연구개발 전략 제시
- (기술수요조사) 입체격자 고도화 기술에 대한 긴급도-중요도 매트릭스 분석을 통해 기술수요 특성에 따른 단기, 중기, 장기적 기술수요 도출

○ 기술 정의 및 사업추진방향 정립

- (3차원 입체격자체계 고도화 기술 정의 및 세분화) 환경 및 동향분석을 통하여 도출된 미래 이슈와 수요 분석 결과를 기반으로 하여 3차원 입체격자체계 고도화의 개념, 정의 및 범위를 검토하고 세분화
- (3차원 입체격자 고도화 기술 범위 설정) 선행과제 연구성과와의 차별성을 명확히 하고, 그동안의 연구환경 변화에 따른 기술의 고도화 대상 및 범위를 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 측면에서 구체화함
- (기 개발기술과의 차별성 및 고도화 기술개발 가능성 심층 검토) 기존 입체격자체계 연구성과물의 기술 수준과 현황분석 결과를 기반으로 새롭게 변화된 연구개발 환경과 최신 기술개발 트렌드를 반영
- (상위계획 및 국토교통 관련 정부 정책 검토를 통한 사업추진 방향 정립) 과학기술 부문 상위계획과 국토교통 관련 정부 정책과의 관련성 및 연계성을 분석, 미래 이슈 및 니즈, 정부 정책과의 부합성 등을 토대로 이슈 해결을 위한 사업추진 방향 및 기술 대안 제시

2) [2단계] 기술개발 전략 및 연구내용 설정

○ 기술개발 전략수립

- 본 기획과제는 미래사회의 변화와 기술 연구개발 수요가 반영된 연구개발 비전설정 및 연구목표를 도출하는 등의 기술개발 전략수립

○ 연구내용 설정

- (연구개발 후보 과제 Pool 구성) 후보 과제를 도출하기 위하여 비전 달성을 위한 목표 설정,

그에 부합하는 중점 추진 분야 및 요소기술 설정

- (연구개발 후보 과제 우선순위 도출) 기술개발 중요도 및 예산 비중 검토를 바탕으로 우선순위 판단
- (연구개발 후보 과제별 과제 카드 작성) 연구개발목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존 기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구내용, 정부 지원 타당성, 기술확보전략, 과제 규모, 최종성과물 및 활용방안 등 제시

3) [3단계] 연구개발과제 기획 및 RFP 작성

❍ 연구개발과제 기획

- (연구목표 및 범위 설정) 정량적이고 구체적인 목표 설정, 연구범위 및 핵심과제 설정에 대해 실현 가능한 수준을 고려한 구체적 연구범위 및 방법 등 설정
- (세부과제 도출 및 연구내용 설정) 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시, 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정
- (연구목표 달성을 위한 추진방안 수립) 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계방안 수립, 컨소시엄 형태 등 최적의 연구추진체계 제안
- (성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시) 성과분석 및 검증방안 제시, 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유 측면에서의 3차원 입체격자기술 특성을 고려하여 제도·정책 활용, 현장적용, 시범운행사업 등 구체적인 사업화 및 실용화 방안과 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략 제시

❍ 사전 타당성 검토 및 RFP 작성

- (과학기술적 타당성) 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부 활동 및 추진전략 적절성 검토
- (정책적 타당성) 정책의 일관성 및 추진체계, 사업추진 상의 위험요인에 대한 검토
- (경제적 타당성) 사업추진에 소요되는 비용과 예상되는 편익을 추정하여 비용편익분석 수행
- 연구개발과제 공모를 위한 RFP 작성 및 평가 기준 설정

2. 기획연구과제의 수행 내용

1) 핵심과제별 주요 연구개발 내용

구분		과제명
연구단 총괄		국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
1핵심 과제		국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발
	1-1	[1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 1-1-1 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 1-1-2 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시
	1-2	[1-2] 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 1-2-1 입체격자화 및 경량화 기술개발 1-2-2 전처리 자동화 기술개발
	1-3	[1-3] 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 1-3-1 저장·관리 고도화 기술개발 1-3-2 정보검색 고도화 기술개발
2핵심 과제		입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발
	2-1	[2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 2-1-1 벡터 데이터 분석 기술개발 2-1-2 래스터 데이터 분석 기술개발
	2-2	[2-2] 입체격자 기반 Geo-IoT 센서데이터 분석·가시화 기술개발 2-2-1 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터 분석 기술개발 2-2-2 위치 이동형 Geo-IoT 센서데이터 분석 기술개발
	2-3	[2-3] Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 2-3-1 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 2-3-2 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발
3핵심 과제		브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발
	3-1	[3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 3-1-1 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발 3-1-2 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발
	3-2	[3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 3-2-1 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발 3-2-2 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발

2) 1핵심 주요 연구개발 내용

<table>
<tr><td>핵심과제
개념</td><td colspan="3">❍ 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 입체격자 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발</td></tr>
<tr><td>정부지원의
필요성</td><td colspan="3">❍ 정부 디지털 트윈 활성화 전략과 국토교통부에서 수립 중인 지상·지하 통합관리 디지털 트윈 체계의 통합운영을 위한 기반 데이터로서 3차원 입체격자 데이터 구축 기반 마련 필요
❍ 공중-지상-지하 복합재난의 체계적인 대응을 통한 국토 안전강화 및 보안 정보, 개인정보, 비공개정보에 대한 비식별화 지원 등을 위한 3차원 입체격자기술 적용 필요
❍ 개별적인 인프라가 아닌 입체격자 기반의 공중-지상-지하 데이터 연계를 통해 국가 단위의 입체격자 기반 통합모델 구축 및 활용에 따른 데이터 구축비용 절감과 국내 SW 기술경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="4">As is
-
To be</td><td>기술개발</td><td>As is(현재)</td><td>To be(5년 후)</td></tr>
<tr><td>• 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술</td><td>• 격자 개념, 범위 등 3차원 입체격자 기초연구 개발</td><td>• 입체격자 데이터모델 정의 및 서비스 구현으로 새로운 위치기준체계 확립
• 입체격자 단위의 공간데이터 관리 분석기법에 대한 표준화 선도</td></tr>
<tr><td>• 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술</td><td>• 국토정보 및 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보 입체격자화 기술 부재</td><td>• 입체격자 경량화 기술개발을 통한 데이터 용량 20% 절감
• 입체격자 데이터 전처리 자동화 기술개발을 통한 업무 효율화로 30% 작업시간 단축</td></tr>
<tr><td>• 입체격자 저장·관리·검색 방식 고도화 기술</td><td>• 공중-지상-지하 데이터 통합연계를 위한 입체격자 기반 NoSQL 등 데이터 변환 기술 미흡</td><td>• 입체격자 표준 데이터모델 기반 데이터 교환 및 변환 기술개발
• 센서데이터 등 입체격자 기반 검색 기술개발</td></tr>
<tr><td>기술개발의
주요내용</td><td colspan="3">(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술개발
1-1-1 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발
• 표준 데이터 모델
• 표준 서비스 모델
1-1-2 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시
• 입체격자 응용기술개발 로드맵
• 입체격자 표준기술 적용 확대 및 활성화 방안제시
(1-2) 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발
1-2-1 입체격자화 및 경량화 기술개발
• 정적(Static) 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술
• 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술
1-2-2 전처리 자동화 기술개발</td></tr>
</table>

	• 정적(Static) 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술 • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술
	(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발
	1-3-1 저장·관리 고도화 기술개발
	• Hybrid 기반의 입체격자 분산· 저장·관리기술 • 다양한 데이터 포맷(GML,GeoJson 등) 변환·관리기술
	1-3-2 정보검색 고도화 기술개발
	• 시·공간·속성 데이터 다차원 검색처리기술 • 실시간 공간 센서 스트림데이터 검색처리 기술
기술개발 주요 성과물	❍ 입체격자 표준 데이터 및 서비스 모델 표준화 문서 ❍ 입체격자 표준기술 적용 확대 및 활성화 방안 ❍ 입체격자화 및 경량화 SW ❍ 입체격자 데이터 전처리 자동화 SW ❍ 입체격자 저장·관리 고도화 SW ❍ 입체격자 정보검색 고도화 SW
기대효과	❍ 입체격자체계 고도화 기술 활용을 통한 고정밀 데이터 댐 및 디지털 트윈 구축 관련 신규 표준/지침 개발 및 규제 개선에 기여 ❍ 3차원 시공간 빅데이터를 입체격자를 기반으로 활용하는 제반기술 노하우 확보 및 기술 전수를 통한 최고급 기술인력양성에 기여

3) 2핵심 주요 연구개발 내용

<table>
<tr><td>핵심과제
개념</td><td colspan="3">❍ 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 지능화 기술개발</td></tr>
<tr><td>정부지원의
필요성</td><td colspan="3">❍ 디지털 트윈의 기술적 진화에 따라 고도화 기술수요에 선제적으로 대응하기 위한 기반기술 확보 필요
❍ 「제6차 국가공간정보정책기본계획('18.5)」에서 사용자 요구사항을 반영한 공간정보 생산 모듈 개발 시 격자 단위의 민감정보 가공 및 분석 필요
❍ 입체격자 기반의 Geo-AI 기술은 기존에 존재하지 않는 기술로 정부 차원에서 기구축된 다양한 GIS 데이터들을 입체격자 기반의 Geo-AI 기술과 융합하여 효율적 정보제공 및 활용성 증대가 가능
❍ 최근 일상생활에 대한 객체기반의 시공간 행태분석이 이루어지고 있으나 3차원 형태의 네트워크 분석 기술개발이 부재하여 관련 기술개발 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="4">As is
–
To be</td><td>기술개발</td><td>As is(현재)</td><td>To be(5년 후)</td></tr>
<tr><td>• 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석 ·가시화 기술</td><td>• 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특장점을 충분히 활용하지 못하고 있음</td><td>• 3D 벡터/래스터 데이터의 기하 구조 분석 기술로 공중·지상·지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감</td></tr>
<tr><td>• Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술</td><td>• 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 특정 이벤트의 감지와 공간 정보화를 위한 기술 부족</td><td>• 위치 고정/이동형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링
• 입체격자 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감</td></tr>
<tr><td>• Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용 기술</td><td>• 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원기술 부족</td><td>• 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발
• 2종 이상의 시공간 시뮬레이션 분석 응용기술 개발</td></tr>
<tr><td>기술개발의
주요내용</td><td colspan="3">(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발
2-1-1 벡터 데이터 분석 기술개발
• 입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석 기술개발
• 입체격자 기반 3D 벡터 네트워크데이터 시공간 분석 기술개발
2-1-2 래스터 데이터 분석 기술개발
• 입체격자 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술개발
• 고정밀 위성영상 데이터의 입체격자 시공간 분석 기술개발
(2-2) 입체격자 기반 Geo-IoT 센서데이터 분석·가시화 기술개발
2-2-1 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터 분석 기술개발
• 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발
• 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 시공간 분석 기술개발</td></tr>
</table>

	2-2-2 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터 분석 기술개발 • 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발 • 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터의 입체격자 시공간 분석 기술개발
	(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발
	2-3-1 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 • Geo-AI 분석을 위한 입체격자 데이터 후처리 및 기계학습 데이터 셋 구축기술 개발 • 입체격자 기반의 인공지능 알고리즘 적용기술 개발
	2-3-2 입체격자 기반 Geo-AI 활용기술개발 • Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 구현 기술개발 • Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 가시화 기술개발
기술개발 주요 성과물	○ 3D 벡터/래스터 데이터의 공간/속성연산 모듈 및 활용분석모델 SW ○ 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 센서 데이터의 실시간 모니터링 및 상태변화 감지 분석모델 SW ○ 입체격자 기반 기계학습 데이터 셋 구축을 위한 후처리 및 인공지능 알고리즘 적용 SW ○ Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 및 가시화 SW
기대효과	○ 3차원 시공간 빅데이터, 센서 스트림데이터, AI 기술의 융복합 활용기반을 마련, Geo-DNA(Data-Network-AI) 기술로의 고도화로 공간정보 기술 혁신에 기여

4) 3핵심 주요 연구개발 내용

<table>
<tr><td>핵심과제
개념</td><td colspan="3">❍ 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합, 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성, 브이월드를 통한 실용화 기반 마련을 통하여 연구성과의 사업화 기회 창출</td></tr>
<tr><td>정부지원의
필요성</td><td colspan="3">❍ 한국판 뉴딜이 촉발한 디지털 트윈화 시장 활성화를 위하여 공공/민간부문의 비즈니스 기회 창출 필요
❍ 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발을 통해 공공의 안전을 확보하고 국민복리 증진을 위해 정부 지원이 시급함</td></tr>
<tr><td rowspan="4">As is
-
To be</td><td>기술개발</td><td>As is(현재)</td><td>To be(5년 후)</td></tr>
<tr><td>• 공중-지상-지하공간정보의 연계·통합·활용기술 개발</td><td>• 입체격자기술의 특장점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델 부재</td><td>• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축</td></tr>
<tr><td>• 입체격자 데이터의 효율적인 공개·공유 기술</td><td>• 파일 기반의 입체격자 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성</td><td>• 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합을 위한 데이터 공개·공유 생태계 기반 마련</td></tr>
<tr><td>• 실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영</td><td>• 입체격자 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융복합을 통해 입체격자기술의 특장점 발견 및 점진적인 개선 필요</td><td>• 연구개발 성과와 다양한 활용서비스 적용으로 브이월드 활용률 30% 향상</td></tr>
<tr><td>기술개발의
주요내용</td><td colspan="3">(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발
3-1-1 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발
• 입체격자 기반 건축 시설물 데이터 연계·구축 기술개발
• 건축물 시설안전 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석 기술개발
• 입체격자 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션 실증시스템 개발
3-1-2 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원기술 개발
• 입체격자 기반 실내 시설물 데이터 연계·구축기술 개발
• 실내 시설물 관리 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석 기술개발
• 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 시뮬레이션 실증시스템 개발
(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발
3-2-1 입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발
• 입체격자 기반 미세먼지 데이터 구축기술 개발
• 입체격자 기반 기상환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석 기술개발
• 입체격자 기반 미세먼지 시뮬레이션 실증시스템 개발
3-2-2 입체격자 기반의 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발
• 입체격자 기반 도시유역 침수데이터 구축기술 개발
• 입체격자 기반 침수환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발
• 입체격자 기반 침수피해 시뮬레이션 실증시스템 개발</td></tr>
</table>

기술개발 주요 성과물	○ 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 구축 ○ 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템 구축 ○ 브이월드 기반 입체격자 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축 ○ 브이월드 기반 입체격자 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축
기대효과	○ 입체격자 기술을 기반으로 효율적인 정보제공과 신속한 의사결정 지원 ○ 연구개발성과를 활용한 도시기반시설 재난대응, 미세먼지 및 침수피해 대응 시뮬레이션 개발로 국토 안전 환경 조성에 기여

Ⅲ. 기획연구과제의 수행 결과

1. 기술의 정의 및 필요성

1-1 기술의 정의 및 관련 요소기술

1) 공간정보 정의와 범위

○ 법률적 정의

- 국가공간정보 기본법 제2조에 따르면 공간정보란 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보를 의미함

○ 국가 공간정보 포털에서의 공간정보 정의

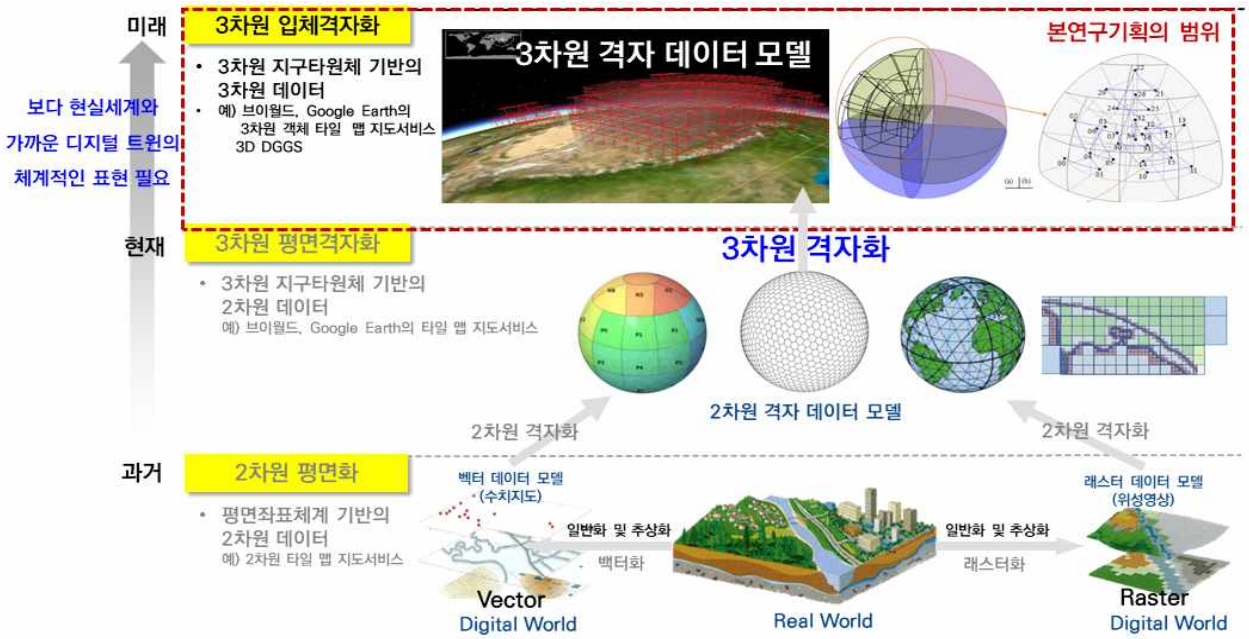
- '공간'에 대한 정보는 '시간'과 함께 인간이 생활하는 데 있어 반드시 알아야 하는 가장 근본적인 정보
- 지도와 지도 위에 표현할 수 있도록 위치, 분포 등을 알 수 있는 모든 정보로 일상생활이나 특정한 상황에서 행동이나 태도를 결정하는 중요한 기초정보와 기준

○ 입체격자 고도화 기술개발에서의 공간정보 범위

- 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보로서 3차원 기반의 시공간 데이터를 주요 대상으로 함

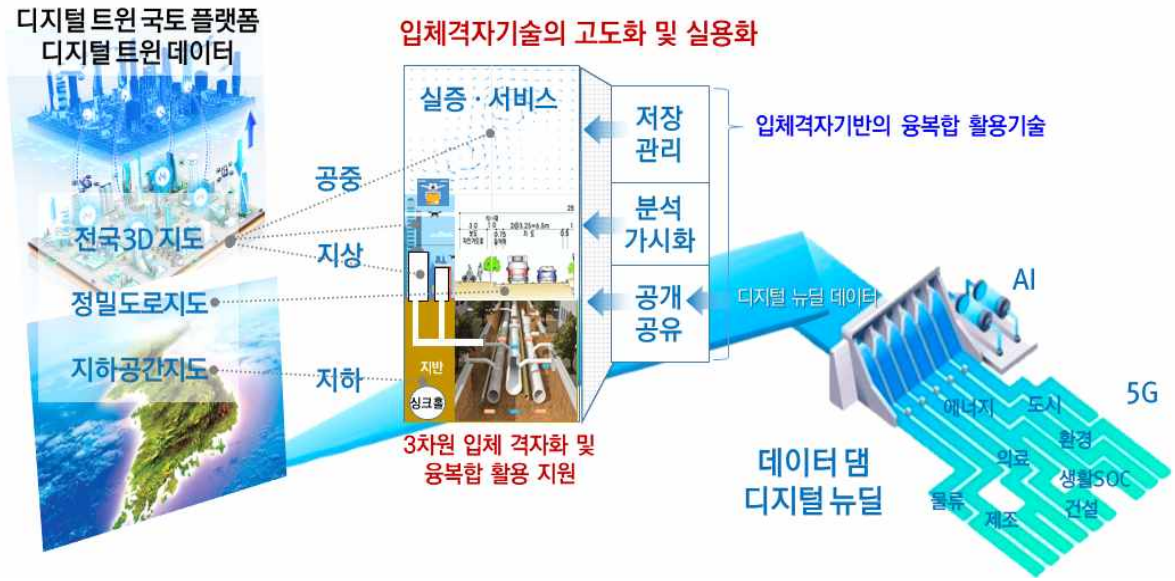
2) 입체격자기술 개념 정립

○ (기술적 측면) 입체격자기술은 3차원 입체격자의 계층적 데이터모델을 활용하여 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체를 유기적·입체적으로 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유 및 서비스하기 위한 플랫폼 구현기술



<그림 3> 기술적 측면에서의 입체격자기술 개념 정립

❍ (활용적 측면) 입체격자기술은 3차원의 계층적 데이터모델을 기반으로 국토부의 공중/지상/지하 디지털 트윈 데이터와 디지털 뉴딜 데이터를 유기적·입체적으로 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유 및 서비스하기 위한 실용화 기술



<그림 4> 활용적 측면에서의 입체격자기술 개념 정립

3) 입체격자체계 정의

❍ 선행과제에서 입체격자체계의 개념, 기준 좌표계, 격자 활용범위 등을 아래와 같이 정의하고 있음

❍ 입체격자체계의 정의

- (개념적 정의) 지상, 지하, 수중, 공중에 대한 정보를 일정한 체계에 따라 분할한 다수의 입체격자들의 집합
- (기술적 정의) 3차원 공간의 절대 위치를 격자 형태로 정의하고, 공간정보를 저장·관리하는 체계

❍ 기준 좌표계

- 경위도 좌표계(GRS 80) 사용

<그림 5> 기준좌표계 선정근거

출처 : 국토교통부(2019), 3차원 입체 격자 체계 기반 국토 통합관리 지원 기술 개발 최종보고서

❍ 격자 범위

- 격자의 범위는 사용 용도에 따라 달라지나 일반적으로 인간이 활동하는 범위를 기준으로 한다면, 지상, 지하(수중) 10km 이내에서 표현 가능

<표 1> 입체격자의 범위

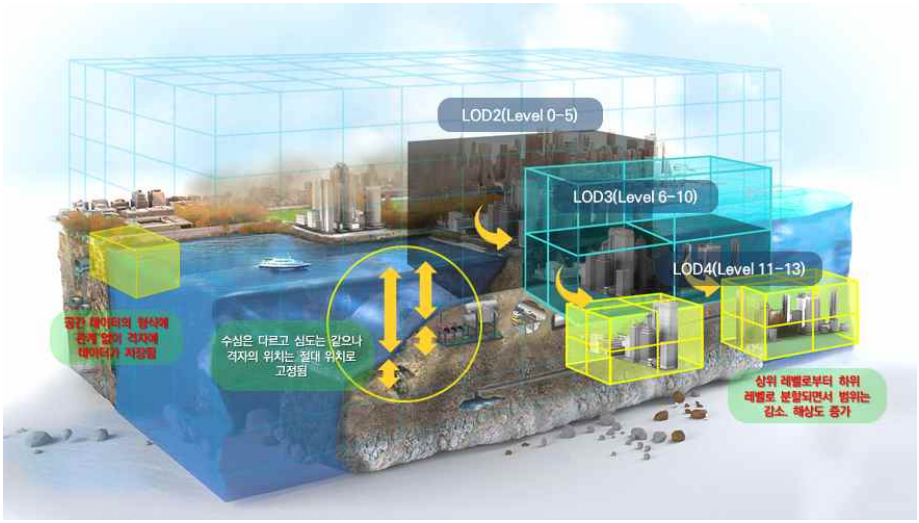
영역	활동범위
공중범위	• 비행기 운항 범위 : 지표면으로부터 10km
지하범위	• 지하시설물 깊이 : 지표면으로부터 약 20m • 지하구조물 깊이 : 지표면으로부터 약 80m • 지하철 깊이 : 지표면으로부터 약 13~80m • 대심도 도로 깊이 : 지표면으로부터 약 40~60m
수중범위	• 국내 무인잠수정 '해미래' 해저탐사 : 수심 6km

출처 : 국토교통부(2019), 3차원 입체 격자 체계 기반 국토 통합관리 지원 기술 개발 최종보고서

4) 입체격자데이터 구조

❍ 격자 원점, 좌우, 상하 간격 임의로 정의 가능

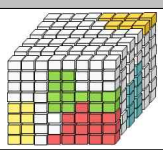
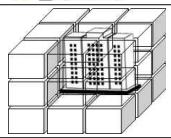
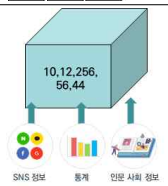
❍ 계층적 입체격자데이터 활용으로 3차원 공간정보의 체계적 저장 및 시각화 가능



<그림 6> 입체격자데이터 구조 개념도

❍ 입체격자데이터 구조는 래스터, 벡터, 비정형 형식으로 구분하여 정의됨

<표 2> 입체격자 데이터 구조

구분		내용
래스터 형식		• Voxel로 알려진 일정 간격의 3차원 래스터 데이터로 구성 • 미세먼지, 지반정보, PointCloud와 같은 데이터의 저장·관리 및 분석·시각화에 적합
벡터 형식		• 벡터 기반의 3차원 데이터 분할 및 저장 • 건물, 지상·지하 시설물 등 벡터 기반의 3차원 데이터의 저장·관리 및 분석· 시각화에 적합
비정형 형식		• 지오태깅 비정형 데이터의 체계적인 저장 • SNS 정보, 통계, 인 사회 정보 등 위치정보를 포함하는 비정형 데이터의 저장·관리 및 분석·시각화에 적합

5) 입체격자기술 고도화 요소기술의 정의

○ 입체격자 고도화 기술개발에 필요한 요소기술에는 1) 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술, 2) 입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술, 3) 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술 등 3가지 기술로 구분

가. 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술

○ 입체격자 표준화 및 자동화 기술

- 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 기구축 정보를 입체격자화 하고 효율적으로 저장·관리·검색하기 위하여 입체격자 데이터를 표준화, 입체격자 전처리기술을 자동화, 입체격자 저장·관리·검색기술을 고도화를 위한 제반기술

○ (요소기술 1) 입체격자 데이터 모델 및 서비스 활용체계 표준화 기술

- 입체격자 기반 공중-지상-지하정보의 새로운 위치참조체계 정립을 위한 표준화 기술개발을 목적으로, 입체격자 기반 데이터 및 서비스 모델을 표준화, 표준기술의 지속적인 활용과 실용화를 위한 입체격자 응용기술개발 로드맵 및 표준기술 적용 활성화 방안제시

○ (요소기술 2) 시공간 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술

- 공간정보, 위성영상과 같은 정적정보와 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보와 같은 동적 정보를 입체격자화 및 경량화 기술을 개발하여 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산 기술개발

○ (요소기술 3) 입체격자 저장·관리·검색 고도화 기술

- NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 입체격자 저장·관리 기술과 다양한 데이터 포맷 변환 관리기술을 개발하고, 시공간·속성데이터 등 다차원 데이터 검색·처리 기술개발

나. 입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술

○ 시공간정보 융합 및 지능화 기술

- 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석 기술을 고도화하여 기존 선행과제의 분석기능을 확장하고, 실시간 센서 데이터 처리 및 인공지능 기술과의 접목을 통한 디지털 트윈국토 구현을 위한 핵심 기반기술 개발

○ (요소기술 1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술

- 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보 분석기술 개발을 목적으로, 벡터 및 Voxel 기반 3차원 기하/속성정보의 분석을 위한 공간연산자 기술을 개발하고, 벡터 네트워크 데이터(정밀도로지도 등) 및 고정밀 위성/드론 영상 데이터의 시공간 분석·가시화 기술개발

○ (요소기술 2) 입체격자 기반 Geo-IoT 센서데이터 분석·가시화 기술

- 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링하고 특정 이벤트 감지분석 및 시각화를 지원하는 입체격자 분석·가시화 기술개발을 목적으로, 시설물 CCTV 영상, 센서

데이터 등과 같은 위치 고정형 데이터와 자율주행/드론 영상+GPS 데이터 등과 같은 이동형 센서데이터의 입체격자 분석·가시화 기술개발

❍ (요소기술 3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축·활용 기술

- 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계·활용을 위한 지능화 기술기반 확보를 목적으로, 입체격자의 시공간 정보를 기준으로 맞춤형 데이터 추출, 기계학습 데이터 셋을 구축하여 다양한 머신러닝 알고리즘을 적용하는 기술을 개발하고, 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 구현기술 개발

다. 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술

❍ 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술

- 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화를 위한 실증기술

❍ (요소기술 1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술

- 시설물 유지관리의 예측 시뮬레이션 및 재난대응지원 관리·분석 기술을 브이월드를 통하여 실증 사업화를 목적으로, 입체격자 기반 노후건축물 유지관리와 재난 예측 시뮬레이션 기술과 재난 발생 시 재난대응 시설물을 입체격자 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션이 가능한 서비스를 개발하고, 실증서비스 시스템을 브이월드에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발

❍ (요소기술 2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술

- 입체격자 기반으로 기후변화 관련 국토정보를 연계·통합하여 신속한 재난대응을 지원하는 등 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축을 목적으로, 입체격자 기반 미세먼지 최적 분포 모형 및 미세먼지 시각화 기술과 입체격자 기반 도시유역 침수모형 및 시뮬레이션 기술개발

1-2 연구개발의 배경 및 필요성

1) 연구개발의 개요

❍ 연구개발의 추진배경

- (디지털트윈 시장 급성장) 글로벌 디지털 트윈 시장 규모는 2027년까지 635억 달러(MarketsandMarkest, 2022)에 이를 것으로 예상하며, 제조, 농업, 에너지, 유틸리티, 의료, 자동차 산업 등 다양한 최종 산업에서 디지털 트윈 데이터의 응용 및 다양한 핵심기술과의 접목을 통한 고도화로 시장 활성화가 전망됨
- (디지털 트윈국토 추진) 국토부는 국내 디지털 트윈 시장 활성화를 위하여 디지털 트윈국토 로드맵과 단계별 실행계획을 수립하여 디지털 트윈국토 기반 마련을 위해 선제적으로 대응하고 있음

❍ 연구개발의 목적

- 입체격자기술 고도화를 통한 국토정보 기술혁신, 가치 증대, 실용성 증진을 위함
- (국민) 입체격자를 기반으로 기후변화정보를 국토정보와 연계·통합하여 신속한 재난·재해 대응 지원 및 사회안전망 강화를 통한 국민안전 확보
- (민간/전문가) 디지털 트윈 데이터의 경량화 및 분석 효율화 등 산업경쟁력 향상
- (정부/지자체) 디지털 트윈국토 전주기(저장·관리–분석·가시화–공유·공개)에 입체격자체계 적용을 통해 국토부 사업의 고도화 및 공공업무 효율성 강화 기대

❍ 주요 연구개발 내용

- (국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술) 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 입체격자 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발
- (입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술) 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 및 지능화 기술 개발
- (브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술) 입체격자를 기반으로 공중–지상–지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고, 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증기술 개발

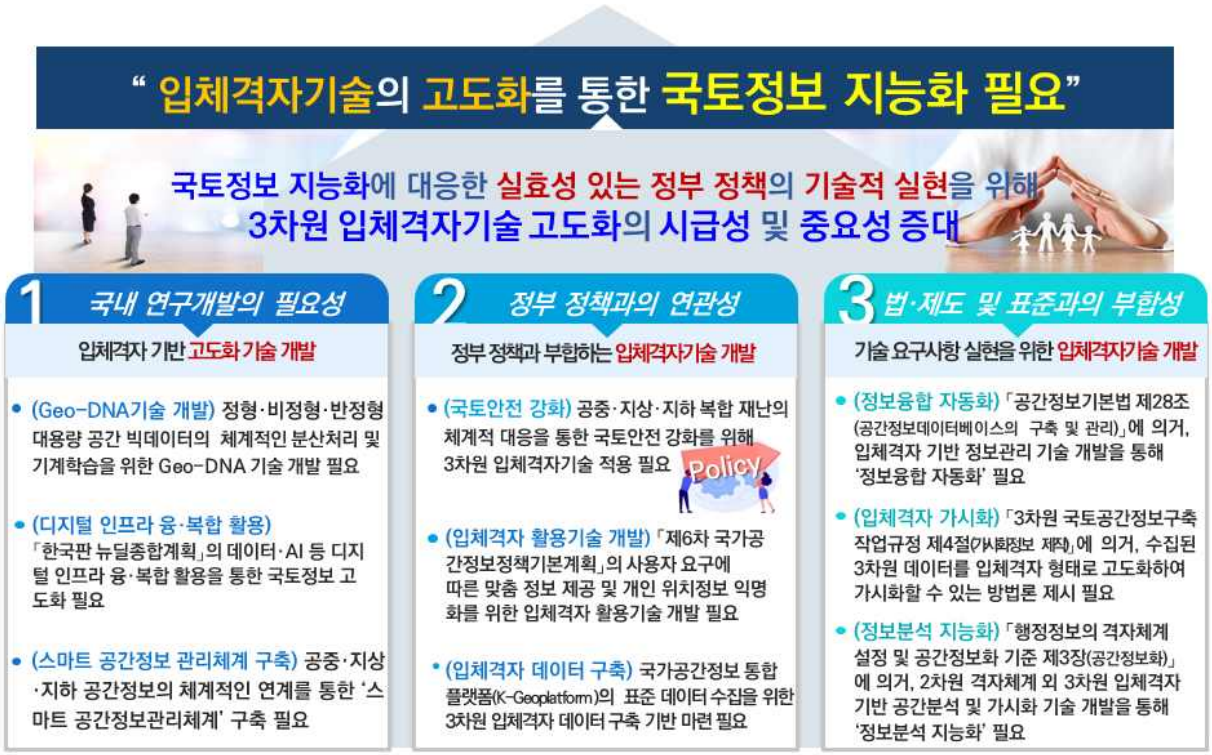
❍ 연구기간 및 연구비 : ’23.4～’27.12 / 25,000백만원

단위 : 백만원

총연구비	’23년	’24년	’25년	’26년	’27년
25,000 (정부출연금)	4,000	5,500	5,500	5,500	4,500

2) 연구개발의 필요성과 정부 지원 타당성

가. 연구개발의 필요성과 시급성



<그림 7> 연구개발의 필요성

○ 국내 연구개발의 필요성

- (Geo-DNA기술 개발) 정형·비정형·반정형 대용량 공간 빅데이터의 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 Geo-DNA 기술개발 필요
- (디지털 인프라 융·복합 활용) 「한국판 뉴딜종합계획」의 데이터·AI 등 디지털 인프라 융·복합 활용을 통한 국토정보 고도화 필요
- (스마트 공간정보 관리체계 구축) 공중·지상·지하 공간정보의 체계적인 연계를 통한 ‘스마트 공간정보관리체계’ 구축 필요

○ 정부 정책과의 연관성

- (국토안전 강화) 공중·지상·지하 복합 재난의 체계적 대응을 통한 국토안전 강화를 위해 3차원 입체격자기술 적용 필요
- (입체격자 활용기술 개발) 「제6차 국가공간정보정책기본계획」의 사용자 요구에 따른 맞춤 정보 제공 및 개인 위치정보 익명화를 위한 입체격자 활용기술 개발 필요
- (입체격자 데이터 구축) 국가공간정보 통합플랫폼(K-Geoplatform)의 표준 데이터 수집을 위한 3차원 입체격자 데이터 구축 기반 마련 필요

○ 법제도 및 표준과의 부합성

- (정보융합 자동화) 「공간정보기본법 제28조 (공간정보데이터베이스의 구축 및 관리)」에 의거, 입체격자 기반 정보관리 기술 개발을 통해 ‘정보융합 자동화’ 필요
- (입체격자 가시화) 「3차원 국토공간정보구축 작업규정 제4절(가시화정보 제작)」에

의거, 수집된 3차원 데이터를 입체격자 형태로 고도화하여 가시화할 수 있는 방법론 제시 필요

- (정보분석 지능화) 「행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준 제3장(공간정보화)」에 의거, 2차원 격자체계 외 3차원 입체격자 기반 공간분석 및 가시화 기술 개발을 통해 '정보분석 지능화' 필요

나. 정부지원의 타당성

○ D.N.A. 기반 신 시장 창출 및 도시의 (인공) 지능화 실현을 위한 국토정보 고도화 핵심 요소기술 및 실용화 기술개발 필요

- 본 연구는「2022년 경제정책방향(기획재정부, '21.12.20)」중, D.N.A.기반 新시장 창출의 AI학습용 데이터 확대, 차세대 AI 핵심원천기술 확보와 Post-新산업 집중육성의 클라우드 및 메타버스와 일맥상통하고 있음

<그림 8> 차세대 성장동력 보강 BIG3, D.N.A., Post-新산업 등 유망 전략산업 육성
출처 : 관계부처합동(2021), 2022년 경제정책방향 브로셔

- 국토교통부 도시경제과('21.11.9)는 '전국 (인공) 지능화 시동, 지역거점 지능형 도시 조성'을 시작한다고 발표하였음

<그림 9> 지역거점 스마트시티 조성사업의 기본방향

출처 : 국토교통부(2021), 전국(인공) 지능화 시동, 지역거점 지능형 도시 조성 추진 보도자료

다. 정부의 지원 근거 및 추진경과

❍ 국토교통부는 「과학기술기본법」을 근거로 「국토교통과학기술 육성법」을 마련하였고, 공간정보산업의 발전을 위해 「국가공간정보 기본법」, 「공간정보산업진흥법」, 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」을 개정하여 추진하고 있음

❍ 정부는 한국판 뉴딜의 10대 대표과제 및 한국판 뉴딜 2.0 '디지털 초혁신 프로젝트' 과제에 포함된 '디지털 트윈'의 체계적 발전 계획을 위하여「디지털 트윈 활성화 전략('21.9)」발표

- 정부의 '디지털 트윈 산업 성장기반 조성', '대규모 선도시장 창출', '기술 경쟁력 강화', '표준화·제도 개선' 추진 전략에 부합하는 기술개발 지원 필요

❍ 정부는 「2022년 경제정책방향('21.12)」에서 차세대 성장동력 보강을 위하여 BIG3, D.N.A., Post-新산업 등 유망 전략산업 집중 육성을 발표

- D.N.A. 기반 新 시장 창출을 위한 국토정보 고도화 핵심 요소기술 및 실용화 기술개발 필요

❍ (국토교통부) 전국 도시의 (인공) 지능화를 위해 '지역거점 지능형 도시조성' 시작을 발표(도시경제과, '21.11)

- '지역 맞춤형 도시공간 조성 및 데이터 기반 스마트 도시운영' 등 도시의 (인공) 지능화 실현을 위하여 국토정보 기술개발 필요

❍ (국토교통부) 디지털 트윈국토 기반 마련, 문제해결을 위한 활용기능 구축 등을 목표로 「디지털 트윈국토 로드맵」을 마련하여 우선추진('22)/구축('23～'24)/고도화('25～'26) 단계로 추진할 계획

- '국토·시설분야 데이터 연계 및 디지털 트윈국토 표준화·품질관리('23～'25)', '국토변화 가상체험 서비스('23～'24)', '공공시설 절차별 관리 예측모델 및 솔루션 개발('24～'25)'과 입체격자기술을 연계한 성과 및 시너지 창출 가능

❍ (국토교통부) 「제6차 국가공간정보정책기본계획('18.5)」에서 사용자 요구사항*을 반영한 맞춤형 공간정보 자동생산모듈을 개발하고 있음

* 영역별(격자형/행정 구역), 주제별(건물/도로), 시점별(연도/계절/월), 형태별(파일포맷) 사항

- 영역별 요구사항 반영을 위해 격자 단위의 민감정보 가공 등 입체격자 기술 활용가능

3) 국내외 시장 및 연구개발 동향

❍ (공간정보시장) 공간정보가 산업 전 분야에서 위치기반 서비스 사용이 증가함에 따라 지속적으로 성장할 것으로 예상

- 국내 공간정보 산업 매출액은 '20년 기준 9조 7,691억 원으로 전년도 대비 4.6% 증가, 종사자 수도 3.6% 증가 등 성장세를 보임('22, 국토교통부)
- 세계 공간정보 시장은 '19년 72억 1천만 달러에서 '27년 215억 달러로 14.4%로 성장할 것으로 전망('20, Research and Markets)

❍ (공간정보 분석 시장) 공간정보와 디지털트윈, AI 등 신기술과의 융복합으로 인한 공간정보 분석 시장 활성화 예상

- 세계 공간정보 분석 시장은 '20년 220억 달러로 평가, '21～'26년 동안 연평균 7.2% 성장하여 '26년까지 3,319억 달러 전망('21, Expert Market Research)
- 세계 공간정보 가시화 분석 시장은 '20년 54억 달러로 추정하여 '27년에는 79억 달러를 전망, 세계 공간정보 AI 분석 시장은 '20~'25년 동안 연평균 24% 성장을 예측('20, Research and Markets)

❍ (AI 시장) AI 기술의 발전은 공간정보 시장 성장에도 영향을 미칠것으로 예상

- '21년 세계 AI 시장은 3,418억 달러를 전망, '22년에는 18.8% 성장률, '24년에는 5000억 달러 전망('21, 한국IDC)

❍ (Geo-AI 기술) AI 발전으로 인하여 패턴 분석 및 변화 감지에 관한 연구가 공공, 민간에서 연구사업으로 진행되고 있음('18, 국토연구원)

- 미국 피츠버그시, 스위스, 베트남, 구글 등 Geo AI를 활용하여 다양한 프로젝트 수행중이며, IBM, Oracle 등 AI 기반 데이터 품질관리 솔루션 제공 중

❍ (국내 연구) 국토의 공간정보를 통합·관리할 수 있는 입체격자체계 관련 기초 기술을

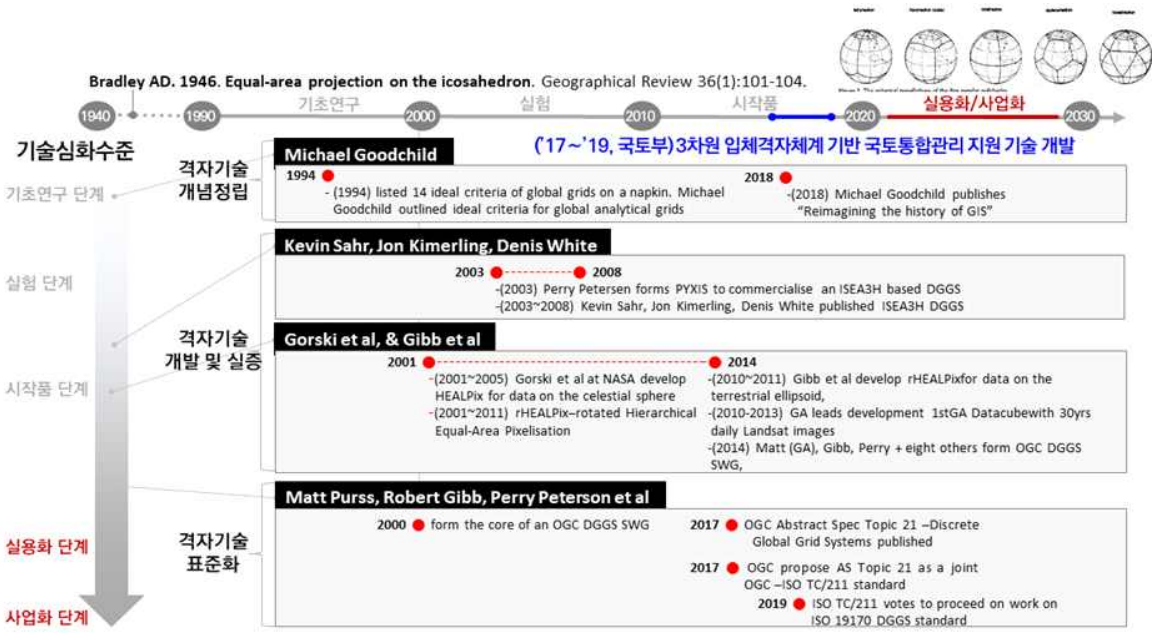
개발, 입체격자 기술과 관련하여 국가차원에서 개발한 사례는 없음

- 입체격자를 운영하기 위해 입체격자체계에 대한 기본 규격, 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 입체격자 가시화 기술 등 기초 기술 개발

○ (국외 연구) Gang Wan 등은(2013) 지구 중심으로부터 대기까지 입체적으로 공간을 분할하는 Sphere Shell Space 3D Grid를 제안 및 연구 수행

- Zhai et al.(2019)은 무인항공기 충돌 감지를 위한 계산 비용 산출을 위해 DGGS 개념으로 GeoSOT-3D이라는 3차원 지리공간 참조 시스템을 제안
- Ulmer et al.(2020)은 3D DGGS를 구축하여 항공기 및 위성 경로 추적, 도시 계획 및 관리, 기상 예측 등 적용
- Lia et al.(2020)은 캐나다에 DGGS을 적용하여 캐나다의 지형 데이터 통합 및 관리하고, 데이터 수집 프로세스를 표준화함

○ 현재 입체격자기술은 시작품단계를 거쳐 3차원 기반의 시공간 빅데이터의 저장관리, 분석시각화, 공개공유를 위한 실용화 단계로 AI, IoT, 디지털 트윈, 메타버스 등과 융복합하여 기술 고도화가 진행 중



<그림 10> 입체격자 관련 기술개발 동향

4) 연구개발 성과로 본 미래상

○ 본 연구개발을 통해 달성하고자 하는 기술 수준은 ①효율적인 입체격자 저장·관리·검색을 위한 표준화·자동화·고도화 기술개발, ②입체격자 기반 시공간분석 및 정보융합 지능화 기술개발, ③입체격자 기반 공중-지상-지하 공간정보 연계·공유·실증기술 개발의 세 가지 핵심 항목에 걸쳐 현재의 부족하거나 부재한 기술을 보완하여 각 기술을 고도화함으로써 서비스로 실용화하는 것임

<그림 11> 기획연구과제의 핵심과제별 현재 수준, R&D 수행 시 개선 수준, 향후 수준의 주요 내용

5) 연구 추진전략

○ 기술개발전략 수립

- (동향조사 및 환경분석) 국내외 시장 및 기술에 대한 핵심 과제별 거시적 동향을 조사하고, 이를 바탕으로 PEST 분석(정책, 환경, 사회, 기술) 수행
- (기술수요조사) 공간정보 관련 전문가를 대상으로 입체격자 관련 1차 전문가 기술수요조사 실시
- (기획위원회 운영) 4회 운영을 통한 기술수요조사, 기술개발추진, 비전 등 검토 수행
- (추진방향 정립) PEST 분석, 논문 및 특허 동향분석, 1차 기술수요조사 분석 결과, 1차 기획위원회와 1차 총괄위원회의 의견을 종합하여 SWOT 분석을 수행하고, 이를 바탕으로 입체격자 고도화 기술개발 방향 설정
- (비전 설정) 현재 해결해야 할 문제/이슈와 연구개발사업을 통해 최종적으로 달성하고자 하는 비전 및 목표 설정

○ 과제 기획

- (기술개발 전략수립) 기술 정의 및 사업추진방향 정립을 통하여 도출된 미래 이슈와 기술수요 분석결과를 기반으로 3차원 입체격자기술 고도화 개념, 정의, 범위 검토 및 세분화
- (후보과제 도출) 기술개발 전략을 기반으로 2차 전문가 기술수요조사, 자문위원회, 2~3차 기획위원회를 통하여 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 중점 기획영역 식별, 3개 핵심과제 정의 및 세부 후보과제 도출
- (기술개발 로드맵 작성) 세부 연구과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵에 반영
- (성과 로드맵 작성) 세부 연구과제별 예상 성과를 도출하여 성과목표(정량적, 정성적)와

성과지표(필수지표 포함) 설정

- (인력투입계획 및 소요예산 산정) 세부과제별로 예상되는 소요인력, 장비, 시설을 파악하고 이를 기반으로한 소요예산 산정

○ 타당성 조사

- (과학기술적 타당성) 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성에 대한 검토
- (정책적 타당성) 정책의 일관성 및 추진체계, 사업추진 상의 위험요인에 대한 검토
- (경제적 타당성) 사업추진에 소요되는 비용과 예상되는 편익을 추정하여, 비용편익분석 수행

○ RFP 작성

- (RFP 작성 및 평가기준 설정) RFP는 핵심과제 아래에 세부과제 단위로 작성하는 것을 원칙으로 작성 수행

6) 최종 연구개발 개념도

<그림 12> 국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발 개념도

2. 국내외 동향 및 환경 분석

2-1 국내외 정책 동향 및 분석

1) 국내 정책 동향

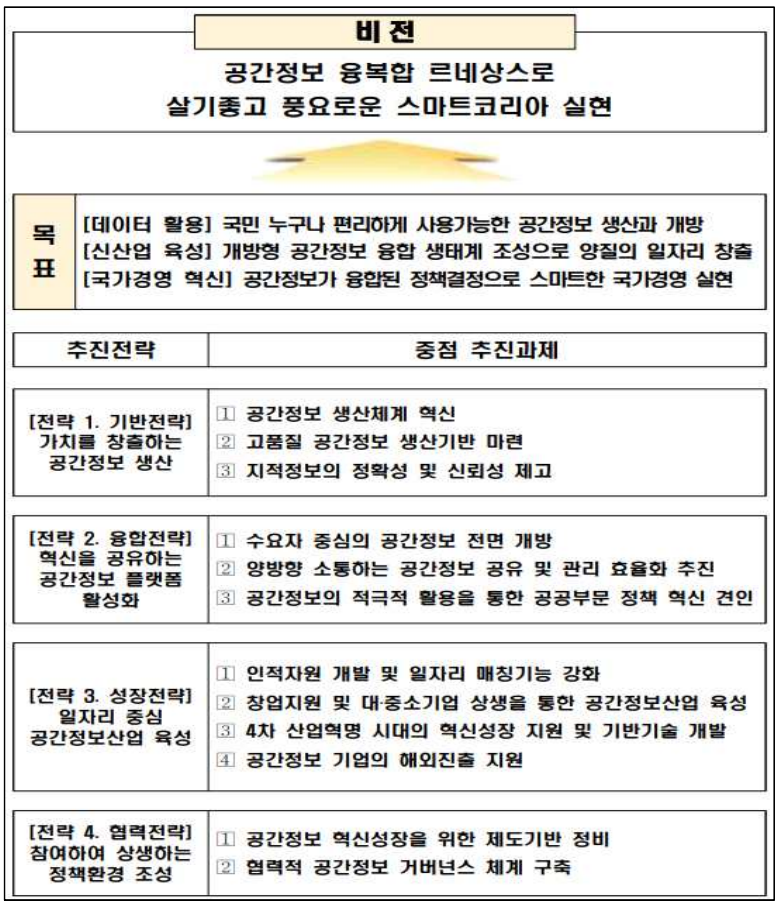
가. 국내 상위 계획

(1) 제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22)

○ 국가공간정보정책 기본계획은 「국가공간정보 기본법」 제6조에 따라 국가공간정보체계의 구축 및 활용을 촉진하기 위하여 5년마다 수립하고 있음

○ 「제6차 국가공간정보정책 기본계획(2018~2022)」은 공간정보 융복합 르네상스로 살기좋고 풍요로운 스마트코리아 실현이라는 비전으로, 3대 목표, 4대 추진전략을 제시

- 기반, 융합, 성장, 협력전략으로 구분하여 가치를 창출하는 공간정보 생산, 혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화, 일자리 중심 공간정보산업 육성, 참여하여 상생하는 정책환경 조성으로 추진전략 설정

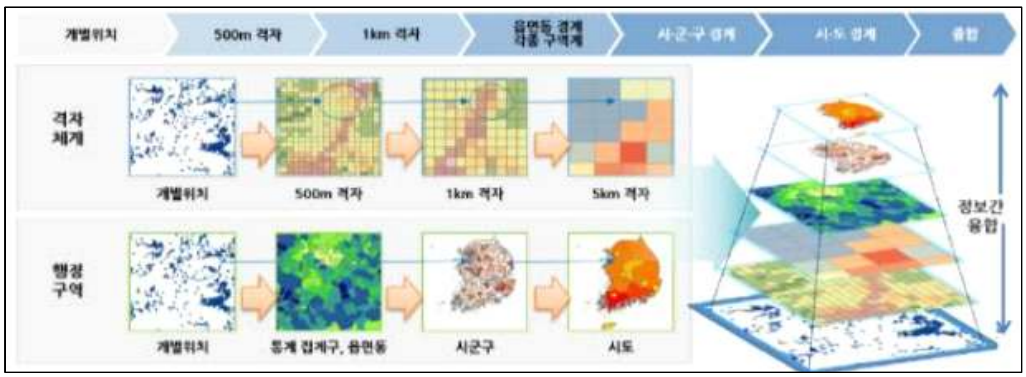


<그림 13> 제6차 국가공간정보정책 기본계획 추진전략

출처 : 국토교통부(2018), 제6차 국가공간정보정책 기본계획

○ 제6차 국가공간정보정책 기본계획 중 추진과제 1-1 공간정보 생산체계 혁신, 2-1 수요자 중심의 공간정보 전면 개방, 2-2 양방향 소통하는 공간정보 공유 및 관리 효율화 추진, 2-3 공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 혁신 견인, 3-3 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발 등이 본 사업과 관련이 있음

- ‘공간정보 생산체계 혁신’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 사용자 요구에 따른 주제별, 시점별, 영역별(격자형), 형태별 맞춤형 정보를 제공하고, 민감 정보는 격자 단위로 가공하여 개방하는 방안 추진 가능
- ‘공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 혁신 견인’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 국토종합계획 수립·평가 등을 위한 격자기반 국토조사 범위 확대 등 국토조사 내실화 및 타부터 원시자료 자동 통계화 등 국토조사 플랫폼의 기능 고도화 추진 가능



<그림 14> 격자형 국토통계지도

출처 : 국토교통부(2018), 제6차 국가공간정보정책 기본계획

- ‘4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발’ 과제는 분석의 용이성 향상을 위한 대용량 공간정보의 경량화 적용방안 마련, 실내외, 공중, 지상, 지하까지 통합 연결하는 입체 공간정보 구축 및 활용방안 마련 등이 포함되어 있음

(2) 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획('21~'25)

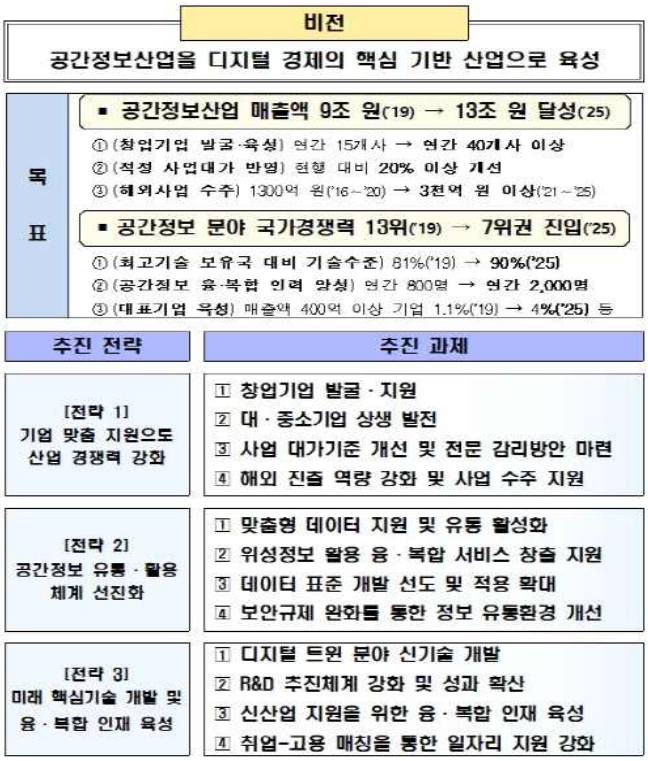
❍ 공간정보산업 진흥 기본계획은 공간정보산업 진흥법 제4조에 따라 국가공간정보체계의 구축 및 활용을 촉진하기 위하여 5년마다 수립하고 있음

❍ 「제3차 공간정보산업 진흥 기본계획(2021~2025)」은 공간정보산업을 디지털 경제의 핵심 기반 산업으로 육성을 비전으로 설정함

- '25년까지 공간정보산업 매출액 13조 원, 공간정보 분야 국가경쟁력 7위권 진입 목표를 달성하기 위해 3대 추진전략과 12개 중점 추진과제를 제시

❍ 공간정보 유통·활용 체계 선진화, 미래 핵심기술 개발 및 융·복합 인재 육성 추진전략이 본 사업과 관련이 있음

- ‘공간정보 유통·활용 체계 선진화’ 전략의 추진과제 중 맞춤형 데이터 지원 및 유통 활성화, 데이터 표준 개발 선도 및 적용 확대, 보안규제 완화를 통한 정보 유통환경 개선 과제가 본 사업과 부합하는 것으로 판단
  • 데이터 상호운용성 확보를 위해 디지털 트윈 등 신기술 관련 표준을 개발하고 정밀도로지도 등 신 구축된 데이터와의 연계도 강화하고자 함
- ‘미래 핵심기술 개발 및 융·복합 인재 육성’ 전략의 추진과제 중 디지털 트윈 분야 신기술 개발 과제가 본 사업과 부합하는 것으로 판단
  • 디지털 트윈국토 사업에서 수집된 데이터를 AI 기반으로 가공·분석하여 드론 분야에서 활용하도록 지원하고자 함



<그림 15> 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획

출처 : 국토교통부(2021), 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획

(3) 2021년 국가공간정보정책 시행계획

○ 국가공간정보정책 시행계획은 국가공간정보 기본법 제7조에 따라 기본계획에 따라 소관 업무와 관련된 기관별 국가공간정보정책 시행계획을 매년 수립하여야 함

○ 2021년 국가공간정보 시행계획에 따르면 제4차 산업혁명과 더불어 우리나라 공간정보의 주요 키워드는 한국판 뉴딜로 데이터 경제·스마트시티·자율주행차 등의 현실화를 위해 4차 산업의 사이버 인프라인 공간정보 기반 디지털 트윈의 중요성 제고

- 데이터 구축, 제도 개선, 핵심기술 국가 R&D 사업 시행 등의 소요 기간을 고려한 3단계 중기 로드맵 수립

<그림 16> 디지털 트윈 국토 로드맵 구성체계

출처 : 국토교통부(2021), 국가공간정보정책 시행계획

❍ 한국판 뉴딜의 대표과제인 정밀도로지도 구축·갱신(16,000백만원), 실내 공간정보 구축(600백만원), 3차원 수치표고모형 구축(9,082백만원) 등의 사업을 추진하여 첨단산업 육성을 위한 공간정보 구축 및 융복합 공간정보 기술 개발 추진

<표 3> 공간정보 관련 추진사업 현황(2020년 기준)

구 분	공간정보 관련 추진사업(국토부, 지리원)
공간정보 구축 및 관리	▪ 1/1000 수치지형도 및 국가기본도 제작·수정 ▪ 접근불능지역 공간정보 구축 ▪ 지하공간통합지도 구축 ▪ 정밀도로지도 갱신 ▪ 실내공간정보 구축 ▪ 3차원 건물·도로 데이터 구축 시범사업 등
공간정보 기술개발(R&D)	▪ 공간정보기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실제공 기술개발 ▪ 디지털트윈 기반의 예측 및 능동대처가 가능한 화재재난지원 통합플랫폼 기술개발 ▪ 영상처리기초, 응용기술개발 ▪ 자율주행 지원도로 변화탐지 ▪ 지하공간통합지도 갱신 자동화 및 굴착현장 안전관리지원 기술개발 ▪ 지하정보 변화 모니터링 및 정확도 향상 기술개발
공간정보 활용 시스템	▪ 국가공간정보통합체계 유지관리 및 운영지원 ▪ 공간빅데이터 분석 플랫폼 유지관리 및 운영지원 ▪ 공간정보Dream 유지관리 및 운영지원 ▪ 지하시설물 통합체계 운영 ▪ 국토정보플랫폼 고도화 등
표준 및 법제도 등	▪ 공간정보표준화, 공간정보 품질관리 ▪ 공간정보 산업육성 ▪ 공간정보 인력양성 등

출처 : 국토교통부(2020), 2020년 국가공간정보정책 시행계획 참고 재분류

(4) 제5차 국토종합계획('20~'40)

❍ 국토종합계획은 헌법 제120조제2항, 국토기본법 제6조에 근거한 최상위 국가공간계획이며, 국토기본법 제10조에 따라 기본적·장기적 정책방향을 포함하고 있음

❍ 「제5차 국토종합계획(2020~2040)」은 '모두를 위한 국토, 함께 누리는 삶터'라는 비전 하에 균형국토, 스마트국토, 혁신국토라는 3대 목표와 6대 추진전략을 제시

❍ 24개의 추진과제 중 8개의 추진과제가 본 사업과 관련이 있으며, 특히 '지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신'이 본 사업과 가장 부합함

- '지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신' 과제에서는 스마트시티 개발 및 확산을 위한 기반 조성, 디지털트윈 가상국토의 구축 및 운영, 국토정보 보안체계 정비 등에 대한 계획 설정
- 특히 데이터를 활용한 지능형 국토관리 강화를 위한 방안으로 입체격자체계를 활용한 데이터 관리를 고려할 수 있음

<표 4> 제5차 국토종합계획 내용

추진 전략	추진 과제
지역 산업혁신과 문화·관광 활성화	4차 산업혁명 시대의 신산업 공간 육성
세대와 계층을 아우르는 안심 생활공간 조성	인구 감소에 대응한 유연한 도시개발·관리
	안전하고 회복력 높은 안심국토 조성
품격있고 환경 친화적 공간 창출	깨끗하고 환경 친화적 국토 조성
	기후변화 대응과 미세먼지 저감 노력
	국토자원의 미래가치 창출과 활용도 제고
인프라의 효율적 운영과 국토 지능화	인프라의 전략적 운영과 포용적 교통정책 추진
	지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신

(5) 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)

○ 국토교통과학기술 육성법 제4조에 따라 국토교통과학기술의 효율적·체계적 육성을 위하여 10년 단위의 국토교통과학기술 연구개발 종합계획을 5년마다 수립함

○ 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」은 국토교통 각 분야가 융복합된 R&D 전반에 대하여 정책 방향 및 중점 기술개발 전략을 설정함

- 혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통이란 비전을 설정하고, 4대 추진전략, 12개의 실천과제를 제시

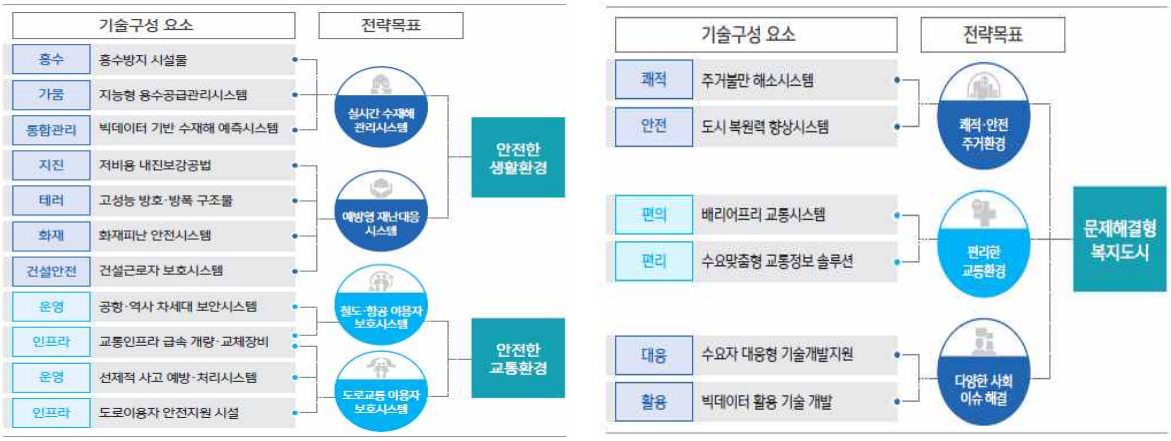
○ 첫 번째 추진전략인 '4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성'에서 '초연결 도시 구현 기술 개발'과 '디지털기반 국토정보 기술 고도화'라는 실천과제와 세 번째 추진전략인 '사람 중심의 국토교통 기술개발'에서 '재난·재해 예방 등 안전 기술 개발'과 '사회이슈 해결형 기술 개발' 실천과제가 본 사업과 관련되어 있음

- 초연결 도시 구현 기술 개발 과제는 '인공지능(AI) 도시'를 전략목표로 설정하고, 도시 전체를 연결하여 다양한 서비스를 창출하기 위하여 센서, 네트워크, 통합 플랫폼, 관리 솔루션 등을 기술구성요소로 선정함
- 디지털기반 국토정보 기술 고도화 과제는 '가상과 현실이 융합된 지능 공간'을 전략목표로 설정하고, 대용량 공간정보를 실시간으로 수집·처리하기 위한 갱신시스템 및 공유 플랫폼과 현실 세계를 정밀하게 표현하기 위한 최적화된 UI·UX 기술개발 등 공간정보서비스 시각화 시스템을 기술구성요소로 선정함

<그림 17> 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성 추진전략의 기술 전략 트리
(좌 : 초연결 도시 구현 기술 개발, 우 : 디지털기반 국토정보 기술 고도화)

출처 : 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획

- 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 과제는 재난·재해 사전예방 및 신속대응을 통해 국민의 생명과 재산이 보호되는 '안전한 생활환경 및 교통환경'을 전략목표로 설정
- 사회이슈 해결형 기술 개발 과제는 국토교통 서비스에 대한 요구사항 및 불편에 대한 대응이 실시간 이루어지는 '문제해결형 복지도시'를 전략목표로 설정



<그림 18> 사람 중심의 국토교통 기술개발 추진전략의 기술 전략 트리
(좌 : 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발, 우 : 사회이슈 해결형 기술개발)
출처 : 국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획

(6) 제4차 국가과학기술기본계획('18~'22)

○ 제4차 과학기술기본계획은 과학기술기본법 제7조에 따라 우리나라의 과학기술발전을 위해 20개 부·처·청 합동으로 중·장기 정책목표와 방향, 전략, 중점과제를 수립

○ '과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여'라는 비전 하에 4대 전략, 19개의 중점 추진과제, 70개 중점과제를 제시

- 12번째 중점 추진과제인 '국민이 체감하는 혁신성장동력 육성'에서 '유망 산업의 성장동력화 촉진' 과제가 본 사업과 가장 부합함

(7) 제3차 국토교통 R&D 중장기전략('14~'23)

○ 국토교통 R&D 중장기전략은 노동·자본 집약적인 국토교통 산업을 기술·지식 중심의 신성장동력으로 전환하기 위해 '국가교통 기술을 통한 국민행복 및 글로벌 가치 창조'라는 비전 하에 3대 목표, 4대 전략, 10대 중점 프로젝트를 수립

- 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 '자율주행도로', 인공지능 국토공간', '지능형 인프라 자동관리' 프로젝트가 본 사업과 가장 부합함

(8) 국토교통 2050 미래기술(20-Wonder 프로젝트)

○ 국토교통부는 미래시장 규모와 기술성, 실현가능성 등을 종합 고려하여 '50년까지 추진해야 할 50대 미래전략 프로젝트를 선정하였으며, 그 중 '30년까지 집중할 20대 유망기술(20-Wonder)을 확정

○ 'Customized 국토교통 Service Provider'라는 비전 하에 3대 방향성과 시스템/프로세

스 혁신, 모빌리티 효용성 향상, 국민생활 편의성 향상, 안전사회 기반 구축, 지속가능한 국토공간 조성 등의 국토교통 R&D 5대 전략 제시

- 국토교통 기술의 미래 및 지향점 도출을 위해 선정한 20대 유망기술(20-Wonder) 중 국토분야의 '지하 매설물 스마트 유지관리', '스마트시티', '미래 가상 국토공간 구현' 프로젝트가 본 사업과 가장 부합함

나. 공간정보 관련 정책 동향

(1) 디지털 뉴딜 정책

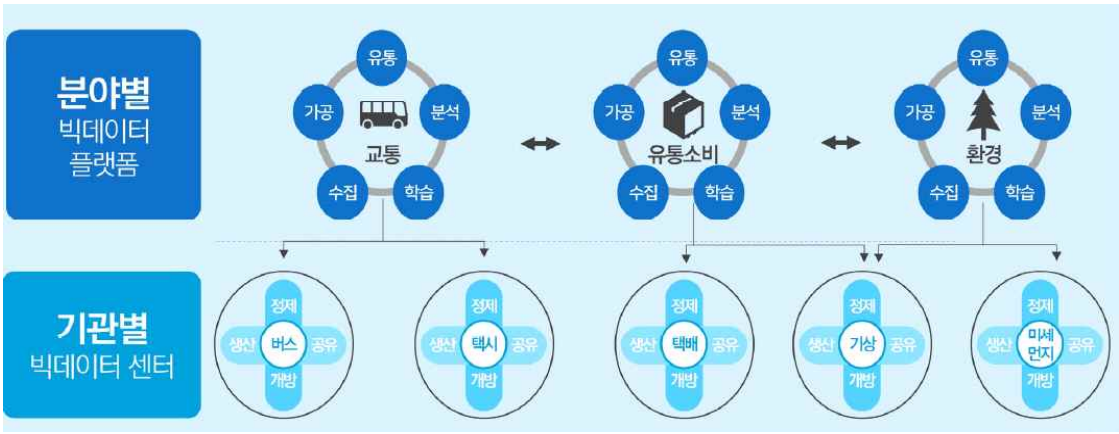
❍ 정부의 「데이터·AI 경제 활성화 계획('19.1)」, 「한국판 뉴딜 종합계획('20.7)」에 따른 이종데이터 결합 등 정보 활용 확대 및 생태계 강화

❍ 데이터·AI 경제 활성화 계획('19~'23)은 '데이터와 AI를 가장 안전하게 잘 쓰는 나라'를 비전으로 3대 추진전략, 9개 추진과제를 수립, 이 중 '체계적 데이터 축적 및 개방 확대', '사회적·산업적 수요 확산' 등 2개 추진과제가 본 사업과 관련되어 있음

- '19년~'23년 5년간 데이터 가치사슬 활성화, 데이터·AI 융합촉진 전략에 따라 체계적 데이터 축적 및 개방 확대를 위한 빅데이터 플랫폼 및 센터 구축 등 추진
- 빅데이터 플랫폼을 통해 분야별 빅데이터 수집·분석·유통·활용 지원하고 빅데이터 센터로 활용 수요 높은 양질의 데이터를 체계적으로 생산·구축하여 플랫폼을 통해 유통, 데이터 공급, 유통, 수요기업 등이 상호 협력할 수 있는 협력 기반을 마련함

❍ 한국판 뉴딜 종합계획에서는 '선도국가로 도약하는 대한민국으로 대전환'을 비전으로 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜, 안전망 강화라는 2+1 정책방향에 따라 10대 대표 과제를 제시, 이중 '데이터 댐', '디지털 트윈', '국민안전 SOC 디지털화', '친환경 미래 모빌리티'가 본 사업과 관련되어 있음

- 디지털 댐과 같은 대규모 디지털 인프라 구축으로 국토교통부는 자율자동차, 드론 등 신산업의 기반 마련 및 안전한 국토·시설 관리를 위해 전국 3D 지도, 정밀도로지도 구축(11,670㎞), 정밀도로지도 데이터 온라인 제공('21.12), 디지털 트윈 지자체 시범사업('21년 35억) 추진할 예정임



<그림 19> 빅데이터 플랫폼 및 네트워크 개념

출처 : 관계부처 합동(2021), 디지털 뉴딜 사업 설명회 자료

(2) 2022년 경제정책방향

❍ 기획재정부는 2021.12.20. 대통령 주재 2022년 경제정책방향 보고 및 확대 국민경제자문회의를 통해 2022년 경제정책방향을 발표함

- '22년 경제정책방향 주요내용은 경제 정상궤도로의 도약, 민생경제 회복 본격화, 대내외 리스크 관리 강화, 차세대 성장동력 보강, 미래 도전과제 선제 대응으로 구성됨
- 차세대 성장동력 보강을 위해 한국판뉴딜 성과 창출 및 D.N.A., Post-新산업 등 유망 전략산업을 집중 육성을 적극 추진
- 뉴딜 2.0 정책에서 개방형 메타버스 플랫폼 개발, 지능형메모리 AI 반도체 개발 등 초연결 신사업이 신규과제로 채택
- D.N.A. 인프라 기반으로 민간 중심의 新서비스 시장 창출을 가속화하고, 산업 육성을 위해 정책금융 공급을 대폭 확대
- 클라우드·블록체인·메타버스 등 디지털 신기술·산업을 미래 먹거리로 적극적으로 육성을 계획하고 있음

<그림 20> 2022년 경제정책방향

출처 : 관계부처 합동(2021), 2022년 경제정책방향

(3) 디지털 트윈 활성화 전략('21.9)

❍ 한국판 뉴딜의 10대 대표과제 및 한국판 뉴딜 2.0 '디지털 초혁신 프로젝트' 과제에 포함된 '디지털 트윈'의 체계적 발전을 위하여 디지털 트윈 활성화 전략을 제시

❍ 국토부 측면에서 관련 산업 성장기반 조성 및 글로벌 기술 경쟁력 강화를 위하여 '3차원 공간정보 구축 및 활용', '핵심 기술·다부처 협력기술 개발' 과제가 본 과제와 관련

- 전국 3차원 지도, 정밀도로지도, 지하공간 통합지도 등 고품질의 3차원 공간정보를 구국하고, 디지털 트윈 공통 활용기반을 조성하고 표준 행정모델의 구축 및 확산
- 디지털 트윈 미래 핵심기술인 '디지털 트윈 기반 지하공동구 화재재난 지원 통합 플랫폼 기술', '디지털 국토정보기술' 등 R&D 사업 추진

<table>
<tr><td>비전</td><td colspan="3">디지털 뉴딜 2.0과 함께, 대한민국 대전환을 선도하는
'디지털 트윈 초혁신 프로젝트'</td></tr>
<tr><td>목표</td><td>활용기반 구축
AI 학습用 3D 객체 데이터
50,000건 구축·개방</td><td>산업 생태계 조성
요소기술·솔루션 기업
100개 전환</td><td>기술 경쟁력 확보
선도국 대비 기술 수준
95% 달성</td></tr>
<tr><td>추진방향</td><td colspan="2">공통 활용기반 마련을 통한
신시장 창출 및 산업생태계 조성</td><td>범부처·민간 데이터 연계 및
상호운용성 확보</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진 전략 및 과제</td><td>1. 디지털 트윈 산업 성장기반 조성</td><td colspan="2">❶ 3D 객체 데이터 구축·개방
❷ 시뮬레이션 SaaS 개발·실증
❸ 3차원 공간정보 구축 및 활용</td></tr>
<tr><td>2. 대규모 선도시장 창출</td><td colspan="2">❶ 주력산업 경쟁력 향상
❷ 국민 안전 강화
❸ 탄소중립 사회 전환</td></tr>
<tr><td>3. 기술 경쟁력 강화</td><td colspan="2">❶ 기술개발 로드맵 수립
❷ 핵심 기술·다부처 협력기술 개발</td></tr>
<tr><td>4. 표준화 · 제도 개선</td><td colspan="2">❶ 상호운용성을 위한 기술 표준화
❷ 법·제도 정비
❸ 범부처 민-관 협업 거버넌스 구축</td></tr>
</table>

<그림 21> 디지털 트윈 활성화 전략의 비전 및 목표

출처 : 관계부처합동(2021), 디지털 트윈 활성화 전략

(4) 디지털 트윈국토 로드맵

○ 국토부는 국내 디지털 트윈 시장 활성화를 위하여 「디지털 트윈국토 로드맵」과 단계별 실행계획을 수립하여 디지털 트윈국토 기반 마련을 위해 선제적으로 대응하고 있음

- 「디지털 트윈국토 로드맵」은 현재 지도기반 육안 분석 및 2D 기반 신산업 발굴에 따른 한계(As-Is)를 극복하고 디지털 시뮬레이션 분석 및 3D 기반의 신산업 경쟁력 확보(To-Be)를 위해 1단계: 우선 추진('22), 2단계: 구축('23～'24), 3단계: 고도화('25～'26) 단계에 따른 실행계획을 제시

<그림 22> 국토부 디지털 트윈국토 로드맵 실행계획

출처 : 국토교통부(2021), 디지털 트윈국토 추진전략 소개자료

(5) 지역거점 지능형 도시 조성 사업

○ 국토교통부는 전국 도시의 인공 지능화를 위하여 2022년부터 지역거점 지능형 도시를 조성한다고 발표함

- 지역거점 지능형 도시는 도시공간 구조를 재설계하고, 도시서비스의 인공 지능화를 촉진하여 지역경제 활성화 및 일자리 창출을 기대하고 있음

❍ 본 사업을 통해 지역 도시문제를 해결하는 솔루션을 개발하고, 도시 기반과 공간구조, 도시계획, 도시운영이 종합적으로 융합되는 지능형 도시를 조성하는 것을 목표로 하고 있음

- 지능형 도시조성 사업은 각종 센서로부터 수집된 데이터에 기반하여 도시계획 수립 및 서비스 개발이 되므로 공간정보 데이터 활용을 증진에 기여할 수 있음

다. 입체격자 관련 법제도 현황

(1) 격자체계 관련 법제도

❍ 국토조사를 위한 격자체계는 국토기본법 제25조 및 시행령 제10조, 제10조의2에 따라 국토조사 시 행정구역 또는 일정한 격자 형태의 구역 단위로 설정함

<표 5> 국토조사 관련 법제도 규정

구 분	조항 내용
국토기본법	제25조(국토조사) ① 국토교통부장관은 국토에 관한 계획 또는 정책의 수립, 「국가공간정보 기본법」 제32조제2항에 따른 공간정보의 제작, 연차보고서의 작성 등을 위하여 필요할 때에는 미리 인구, 경제, 사회, 문화, 교통, 환경, 토지이용, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항에 대하여 조사할 수 있다. ②～⑤ 생략
국토기본법 시행령	제10조(국토조사의 실시) ①법 제25조제1항에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다. 1. 지형·지물 등 지리정보에 관한 사항 2. 농림·해양·수산에 관한 사항 3. 방재 및 안전에 관한 사항 4. 정주지(定住地: 도시 등 사람이 거주하고 있는 일정한 지역) 온실가스 통계에 관한 사항 5. 그밖에 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항 ②국토조사는 다음 각호의 구분에 따라 실시하며, 국토교통부장관은 국토조사를 효율적으로 실시하기 위하여 국토조사 항목 및 조사주체 등 필요한 사항에 대하여 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와 사전협의를 거쳐 국토조사계획을 수립할 수 있다. 1. 정기조사 : 국토에 관한 계획 및 정책의 수립, 집행, 성과진단 및 평가, 국토현황의 시계열적·부문별 변화상 측정 및 비교 등에 활용하기 위하여 매년 실시하는 조사 2. 수시조사 : 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 경우 특정지역 또는 부문 등을 대상으로 실시하는 조사 ③ **국토조사는 행정구역 또는 일정한 격자(格子) 형태의 구역 단위로 할 수 있다.** ④제2항에 규정한 사항외에 국토조사의 실시에 필요한 사항은 국토교통부장관이 정한다. 제10조의2(국토조사 성과의 효율적 관리 및 활용) 국토교통부장관은 국토조사 성과의 효율적인 관리 및 활용을 위하여 다음 각 호의 업무를 수행하여야 한다. 1. 국토조사 자료의 유지·관리 2. 국토조사 자료의 제공 3. 국토조사를 이용한 국토통계지도의 구축, 유지·관리 및 활용

❍ 국토지리정보원 예규인 국토조사에 관한 규정, 행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준이 있으며, 이를 통해 격자 구조, 격자 크기 등을 제시하고 있음

<표 6> 국토지리정보원 격자체계 관련 규정

구 분	조항 내용
국토조사에 관한 규정	제10조(조사주기 및 조사단위) ① 조사주기는 1년으로 하며, 시 · 군 · 구 단위 또는 격자(格子) 형태의 구역단위로 조사한다. ②국토지리정보원장은 제1항의격자(格子) 형태의 구역단위로 국토조사를 하기 위하여 필요한 기준을 설정하여 공고하여야 한다. ③제1항의 규정에 의한 조사주기 및 조사단위를 적용할 수 없는 경우에는 국토지리정보원장이 객관성이 있는 과학적인 방법을 따로 정하여 시행할 수 있으며, 조사결과에 그 방법과 내용을 명시하여야 한다.
행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준	제6조(격자체계) 격자기반 국토 통계지도를 생산하기 위한 방법은 다음과 같다. ① 격자 구조 : 상하위 격자는 계층적으로 중첩관계를 유지 ② 격자 크기 : 격자는 가로와 세로의 길이를 동일하게 하며, 평면상 면적이 동일하도록 10m, 50m, 100m, 250m, 500m, 1km, 10km, 100km 구획 ③ 격자 번호 : 격자크기가 10m, 100m, 1km, 10km, 100km에 대해서는 도로명주소법 시행령 제11조의13 지점번호의 부여기준을 따르고, 그 외 격자크기에 대해서는 국토지리정보원 기관표준 사양을 따라야 한다.

❍ 도로명주소 격자체계는 행정안전부 도로명주소법 시행령에 따라 국가지점번호를 부여하고 있음

<표 7> 국가지점번호 격자체계 관련 조항

구 분	조항 내용
도로명주소법 시행령	제11조의13(지점번호의 부여기준) ① 법 제8조의5제1항에 따라 부여하는 지점번호는 가로와 세로의 길이가 각각 10미터인 지점을 기본단위로 하며,「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제6조제1항 및 같은 법 시행령 제7조에 따른다. ② 지점번호는 제1호의 문자에 제2호의 번호를 연결하여 사용한다. 1. 행정안전부장관이 정하여 고시한 기준점에서 가로와 세로 방향으로 각각 100킬로미터씩 나누어 각각의 방향에 행정안전부장관이 정하여 고시한 기준에 따라 체계적으로 부여한 가로방향의 문자에 세로방향의 문자를 연결한 문자 2. 제1호에 따라 나누어진 지점의 왼쪽 아래 모서리를 기준으로 가로방향을 10,000으로 나누어 왼쪽부터 오른쪽으로 부여한 정수에 세로방향을 10,000으로 나누어 아래쪽부터 위쪽으로 부여한 정수를 연결한 번호. 이 경우 각 정수가 4자리에 미달하는 경우에는 4자리가 될 때까지 그 앞에 "0"을 삽입한다. ③ 제1항에 따른 지점번호의 기본단위를 다르게 사용하려는 경우에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따른다.

(2) 데이터 3법

❍ 데이터 3법(개인정보 보호법, 정보통신망법, 신용정보법) 개정으로 통계작성, 연구, 공익적 기록보존 등을 위해 가명 정보 활용 가능해짐

- 추가 정보 없이는 특정 개인을 알아볼 수 없도록 처리한 정보인 '가명 정보' 개념의 도입으로 추후 데이터 활용 및 분석에 유리
- 다수의 부처에 데이터 관련 법들이 산재하여 생긴 중복 규제의 해결을 위한 법 제도 및 감독 기구 일원화하여 규제 완화
- 데이터 보안 강화 및 개인정보처리 위반 처벌 강화를 통해 '활용 범위는 넓히되 처벌은 강하게'라는 방식 추진

2) 국외 정책 동향

가. 영국

❍ 영국은 위치 데이터를 활용해 영국의 경제 회복과 성장을 촉진하고 향후 5년 동안 위치 데이터 프레임워크 개발을 지원하기 위한 새로운 공간정보 전략을 발표(2020, Geospatial Commission)

- 정확한 위치 데이터는 정부의 인프라 개발, 커뮤니티 및 지역 활성화, 환경 피해 감소 등 사회에 전반적으로 긍정적인 영향을 미침
- 이에, 개인정보 보호 및 보안에 대한 지침 마련을 통한 위치 데이터 사용 장려, 위치 데이터 접근 개선 및 고품질 데이터로 유지, 위치 데이터를 다루는 기술 및 도구 향상, 인재 양성, 고부가가치의 신흥 시장으로 확대 등의 전략을 제시

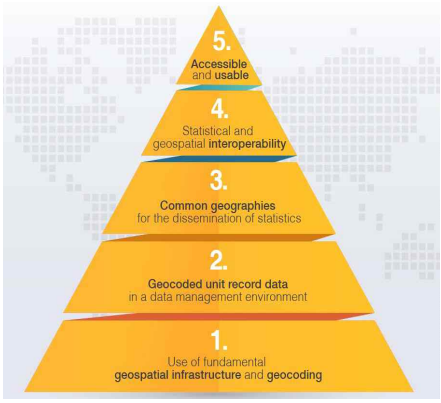
나. 유럽

❍ 유럽은 범유럽 R&D 프로젝트 'Horizon 2020'을 추진 중이며, 이를 통해 공간정보와 융복합된 과학기술 및 서비스 개발을 추진 중이며, CPS 분야의 선도국인 독일은 'Agenda CPS'를 비롯한 여러 형태의 정책 수립 및 추진을 통해 동 분야의 기술개발 및 산업육성을 추진 중임(2017, 국토교통부)

- 도시 전체의 3D 모델링을 위한 '바시티(VarCity) 프로젝트'를 지원하고 있으며, 공간정보 활용 분야의 확대 및 활용성 강화를 목적으로 기술개발 추진 중
- 유럽연구위원회(European Research Council, ERC)는 복잡한 도시 생활을 반영한 3D 모델을 위해 추진된 VarCity 프로젝트에 5년간 244만 유로를 지원함
- 도시 생활을 반영한 3D 도시모델링 프로젝트로 항공사진, 특수차량을 통해 촬영한 파노라마 이미지, 소셜네트워크 및 인터넷에 게시된 사진, 웹캠과 같은 동영상 등 모든 종류의 자료를 평가하고 자동으로 결합하는 기술개발을 추진함

❍ UN-GGIM은 공간정보와 통계정보 활용을 위해 글로벌 공간정보통계프레임워크(GSGF)의 중요성을 인식하고 관련 원칙과 활용 사례 등을 공유하고 있음

- 기본공간인프라(건물, 지번 등) 및 지오코딩의 사용, 데이터 관리 환경에서 지오코딩된 단위 레코드 데이터, 통계 보급을 위한 일반지역체계(행정지역체계와 그리드(격자형)체계), 공간정보와 통계 상호운용성, 접근 사용가능한 공간기반 통계



5. 접근·사용가능 한 공간기반 통계
4. 통계와 공간정보의 상호운용성 * 통계와 공간데이터 표준과 상호운용성
3. 통계 보급을 위한 일반지역체계 * 행정지역체계와 그리드(격자형)체계
2 데이터 관리 환경에서 지오코딩 된 단위 레코드 데이터 * 개별 통계자료의 지역단위 집계를 위한 지역코드 등
1. 기본공간 인프라 및 지오코딩의 사용 * 건물·지번 관련 지도 인프라 구축

<그림 23> GSGF 5원칙

다. 일본

○ 일본은 4차 산업혁명의 핵심기술들에 대한 발전과 이를 기반으로 한 경제 성장을 달성하기 위해 새로운 기술혁신 전략을 수립 및 시행하고 있음(2017, 과학기술정책연구원)

- '소사이어티 5.0' 달성을 위한 「미래투자전략 2017」에는 3D 공간정보 활용에 관한 내용을 포함하고 있음
- ICT 기술을 활용한 다양한 사회문제 해결을 위해 쾌적한 인프라 도시, 이동혁신 실현, 공급망 첨단화, 핀테크, 건강수명연장 등 5개 핵심전략 분야 설정
- 5개 핵심전략 분야 중 '이동 혁명 실현'의 주요사항에는 고정밀 3차원 지도의 작성 및 시스템 구축에 관한 내용 포함, '쾌적한 인프라 도시 구축'의 경우 고공-공사가 보유한 3차원 데이터를 오픈하여 정보의 활용성 확장을 추진함
- 공간정보 고도 활용을 위한 기반 및 환경 정비를 위해 총무성 주도로 공간정보 융복합을 위한 'G 공간플랫폼' 구축

2-2 국내외 시장 현황 및 전망

1) 국내 시장 동향 및 전망

가. 공간정보 분야

○ 국내 공간정보산업[1]은 2000년까지는 공간데이터베이스 구축, 2005년까지는 GIS 활용 시스템 구축, 최근에는 공간정보서비스산업으로 확대·성장하고 있음

- 초기에는 데이터베이스와 시스템 구축에 주력하였으나, 정보통신기술의 발전에 따라 고도화된 활용시스템 개발 및 서비스 중심의 고부가가치 창출 산업구조로 급속히 변화 중

<표 8> 국내 공간정보산업 트렌드 변화

구분	주요 내용
공간정보산업 구조	▪ 제조업 → 서비스업 중심으로 전환
공간정보 생산	▪ 양적 생산 → 공간정보를 통한 가치창조로 전환
공간정보 수집	▪ 하드웨어적 데이터 취득 → 소프트웨어적 데이터 처리로 확대
공간정보산업 형태	▪ 단일 공간정보산업 → 공간정보와 타 사업(또는 서비스)이 융합된 Geo-Fusion형 산업으로 진화
서비스 대상 및 정보의 질적 수준	▪ 공간정보를 이용한 서비스 대상이 확대되고, 정보의 상세성이 증대되는 Glocalization 현상 대두

출처 : 국가공간정보포털, http://www.nsdi.go.kr

○ 공간정보산업 특수분류는 한국표준산업분류(KSIC, 10차)에 따라 공간정보 제조·유통·서비스·교육·관련 단체 등 6개 분야(대분류), 16개 분야(중분류), 20개(소분류) 세부업종으로 분류되어 있고, 2018년 공간정보산업조사 결과 공간정보 사업체는 5,563개,

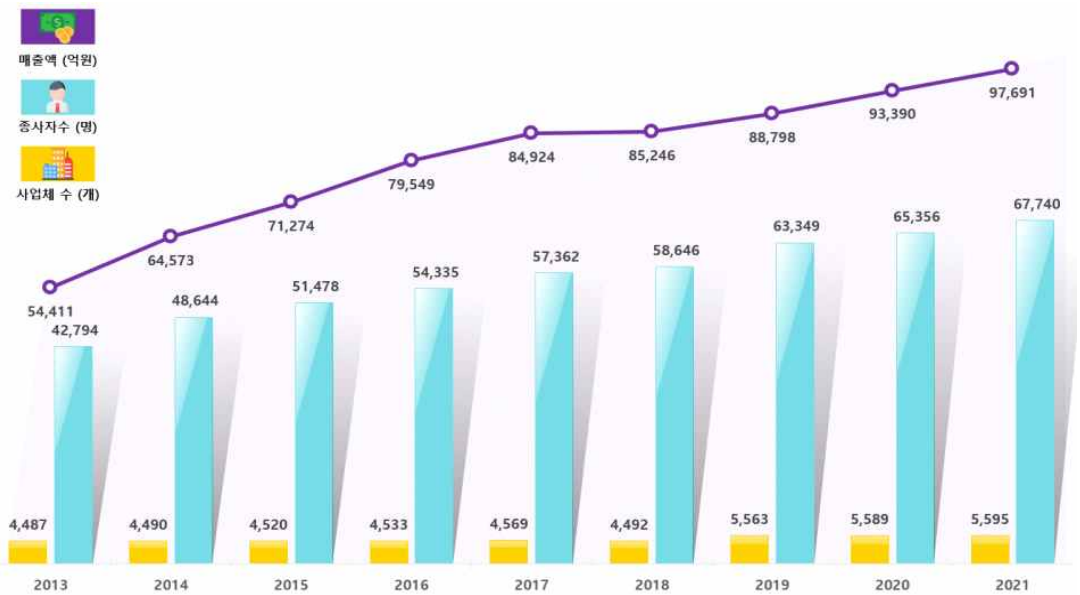
1) 공간정보산업은 공간정보를 생산·관리·가공·유통하거나 다른 산업과 융·복합하여 시스템을 구축하거나 서비스 등을 제공하는 산업

산업체 구성은 '기술 서비스업(69.3%)', '출판 및 정보서비스업(20.8%)', '관련 도매업(6.1%)' 순이며 매출액은 8조 8,798억 원으로 조사됨[2)]

- 특수산업분류에 따른 공간정보 사업체는 5,563개이며, 공간정보 관련 매출액은 8조 8,798억원으로 업체 총 매출액(18조 479억원)의 49.2% 수준
- 공간정보사업체는 1-4인 사업체가 2,428개(43.6%)로 가장 많으며, 9인 이하 사업체가 전체 사업체의 60.9%로 대체로 영세함
- 수도권의 공간정보사업체가 전체 사업체의 48.6%를 차지하며, 시도별 공간정보 사업체수는 인천/경기도가 27.8%로 가장 많고, 서울이 20.8%, 경남이 18.0% 순으로 나타남
- 공간정보사업체에 근무하고 있는 공간정보산업 종사자수는 63,349명으로 업체 총 종사자수 (110,196명)의 57.5% 수준임
- 사업대상별 매출 비중은 '민간분야'가 67.5%, '공공분야'가 32.5%이며, 종사자가 10인 이상인 사업체에서 공공분야 매출 비중 높고 법인 형태 사업체는 기업, 공공분야 매출비중이 높게 나타남

❍ 국내 공간정보 산업 규모는 2020년 기준으로 매출액·종사자수·사업체수가 지속적으로 증가 추세[3)]

- 공간정보 산업 매출액은 '20년 기준 9조 7,691억 원으로 전년도 대비 4.6% 증가, 종사자 수도 3.6% 증가하는 등 2013년 조사 이래 지속적인 성장세를 나타냄
- 2020년 기준 공간정보산업 종사자 수는 6만 7,740명, 사업체 수는 5,595개임



<그림 24> 공간정보 관련 주요 산업규모 현황('13~'21)

출처 : 국토교통부(2022), 19년 9.3조→20년 9.7조로 4.6% ↑ 공간정보산업, 매출액 10조 원대 규모로 우뚝 성장 보도자료

❍ 국내 공간정보기업 현황은 전체 5,589개('19) 업체 중에서, 매출액 400억 원 미만이 98.9%(5,527개), 종사자 수 10인 미만이 60.7%(3,395개) 차지

2) 공간정보산업진흥원(2019), 2019 공간정보사업조사 통계서
3) 국토교통부 보도자료, 공간정보산업, 매출액 10조 원대 규모로 우뚝 성장, 21.1.5

<그림 25> 매출액 규모별 기업 비중(좌측)과 종사자 규모별 기업 비중(우측)
출처 : 국토교통부(2021), 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획

○ 업종별 현황은 측량·지도제작 등을 중심으로 한 전통적 생산·관리 분야의 기술 서비스업(매출액, 52.9%)이 큰 비중을 차지하고 있음

<그림 26> 연관산업 및 파급효과
출처 : 국토교통부(2021), 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획

○ 우리나라 공간정보 분야 국가경쟁력은 조사대상 75개국 중 13위로 중상위권에 해당(GEOBUIZ, 2019)

- 국내 공간정보 산업은 정책·제도(보안규제 등), 교육 역량, 산업구조(기업 성장 지원 등)의 분야에서 다소 미흡한 것으로 평가
- 국가경쟁력 산정기준(Geospatial Readiness Index)은 데이터 인프라(Data Infrastructure), 정책(Policy Framework), 교육 역량(Institutional Capacity), 사용자 채택(User Adoption), 산업구조(Industry Fabric)임

<표 9> 공간정보산업 분야 국가경쟁력 순위

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(2019), GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index, 재구성

○ 표면상무관회의(SUR: Seemingly Unrelated Regression) 모형을 적용하여 공간정보산

업 시장규모를 추정[4]한 결과, 인구증가 시 2025년 28.6조원에서 2030년 46.4조원, 평균임금 상승 시 2025년 29.1조원에서 2030년 51.0조원으로 최종 추산함

- 국내 인구의 급격한 변화를 시나리오 1로 하고, 공간정보산업은 노동집약적인 산업으로 노동자의 임금이 산업 규모에 중요한 영향을 준다는 측면에서 평균임금 변화를 시나리오 2로 구성

○ 공간정보산업의 사업체별 연평균 매출액이 높은 분야는 1단계 위치결정 및 위치측정 분야, 2단계 경로정보 및 도로정보, 상태정보, 3단계 지능형 사업이 해당됨

- 측량업(한국표준산업분류 코드 72921)에서 공간정보기술을 활용한 스마트건설 BIM설계 분야는 측량업의 새로운 사업영역으로 추가 필요
- 스마트건설 BIM설계는 드론 및 라이다(LiDAR)측량을 이용하여 제작된 3차원 지형모델 위에 도로, 구조물, 상하수도 등의 정보모델을 구성하므로, 해당 작업에서 측량 부분만을 분리하기 어려움. 기존 일반설계업체(건물 및 토목엔지니어링 서비스업, 72121)에서 3차원 공간정보측량 업무를 함께 추진하고 있어 공간정보산업의 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업으로 편입시키는 작업이 신속히 추진되어야 함

○ 공간정보산업에서 콘텐츠 기반의 서비스를 제공하는 분야는 타 산업의 매출원이 되는 경우가 빈번하여, 공간정보라는 업역[5]을 분리해서 제정해 놓은 공간정보산업진흥 기본법과 관련 고시안 수정 필요

○ 공간정보산업 특수분류는 공간정보 제조·유통·서비스·교육·관련 단체 등 6개 분야(대분류) 20개 세부업종으로 분류되어 있고, 2018년 공간정보산업조사 결과 공간정보 사업체는 5,563개, 산업체 구성은 '기술 서비스업(69.3%)', '출판 및 정보서비스업(20.8%)', '관련 도매업(6.1%)' 순이며 매출액은 8조 8,798억 원으로 조사됨[6]

○ 2021년 5월 수립된 「제3차 공간정보산업 진흥 기본계획(2021～2025)」에서는 2025년까지 공간정보산업 매출액 13조원, 공간정보 분야 국가경쟁력 7위권 진입 목표를 제시함

- 세계 공간정보 시장규모는 '18년 기준 3,390억 불로서 북미, 아시아·태평양, 유럽 지역이 전체의 91.7%를 차지하고, 국내 공간정보 산업규모는 '18년 기준 약 100억 불로 세계시장의 3%를 차지하고 있음(GEOBUIZ, 2019)
- 향후 글로벌 공간정보 시장은 IoT, 클라우드 등을 이용한 융·복합 시장을 중심으로 성장할 것으로 전망하고 있고, 공간정보 융·복합 솔루션 시장이 2018년 2,075억 불에서 2027년 7,416억 불로 성장할 것으로 예측[7]
- 4차 산업혁명과 비대면·온택트(Online+Untact) 문화 확산 등 최근 환경변화가 융·복합 서비스를 중심으로 공간정보 시장을 성장시킬 기회 요인으로 작용하고 있음

○ 공간정보연구원의 공간정보산업의 업역 분석 및 시장 규모 예측 연구보고서(2021년)에 따르면 우리나라 공간정보산업의 시장 규모는 2025년 29.1조 원, 2030년 51조 원으로 예측하였고, 각각 2.33%, 12.19%가 증가할 것으로 전망하고 있음

---

4) 공간정보연구원(2020), 공간정보산업의 업역 분석 및 시장규모 예측 연구
5) 업역이란, 건설공사를 따낼 수 있는 영역 구분
6) 공간정보산업진흥원(2019), 2019 공간정보사업조사 통계서
7) Geospatial Solutions-Global Market Outlook, 2019

나. 빅데이터 분석 분야

❍ 2019년 국내 빅데이터 및 분석 시장은 2018년 대비 10.9% 증가한 1조 6,744억 원으로 2024년까지 연평균 11.2% 성장해 2조 8,569억 원 규모로 성장 전망

❍ AI 기반 데이터 가치 고도화 플랫폼은 수집된 다양한 형태와 유형의 데이터 생성규칙과 분포를 찾아 학습하고 학습 데이터를 근거로 오류 데이터를 판정하는 기술로, 2018년 15조 1,545억 원에서 연평균 12.4$로 성장하여 2024년 30조 5,406억 원 규모로 성장 전망

- 데이터 기반 경제가 활성화되고, 다양한 데이터 활용 분야에서 데이터 원천 가치에 대한 관심이 증가하여 이에 대한 정비/보정/재생할 수 있는 기술 필요성 증대

❍ 빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼은 빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼은 통상적으로 사용하는 소프트웨어가 수용할 수 없는 크기의 데이터인 빅데이터로부터 가치를 추출하고 결과분석 기술과 데이터 분석 결과를 유의미한 정보로 표현하는 기술로, 2018년 1,584억 원 규모에서 연평균 16.3%로 성장하여 2024년 3,920억 원 규모로 성장 전망

- 사물인터넷, 웨어러블 디바이스의 이용 증가와 미디어 매체 증가에 따라 비정형 데이터가 빅데이터 시장의 90% 이상을 차지하여 시각화 플랫폼의 역할이 증대

❍ 공공 빅데이터 수집 및 분석 시스템은 다양한 공공 데이터 수집을 통해 대량의 정형/비정형 빅데이터를 분석함으로써 국민건강 예방 및 정책서비스 설계가 가능하도록 가치 있는 공공기관의 정보를 추출할 수 있는 시스템으로, 2018년 1,584억 원 규모에서 연평균 12.5%로 성장하여 2024년 3,211억 원 규모로 성장 전망

❍ 데이터, 네트워크, AI 분야 디지털 산업전망으로 통신서비스와 클라우드, 데이터 시장에서 이익창출 및 성장이 예상되며, 특히 인공지능 분야의 경우 IoT 플랫폼과의 상호발전으로 연평균 성장률이 33.1%가 될 것으로 기대(2020, NIA)

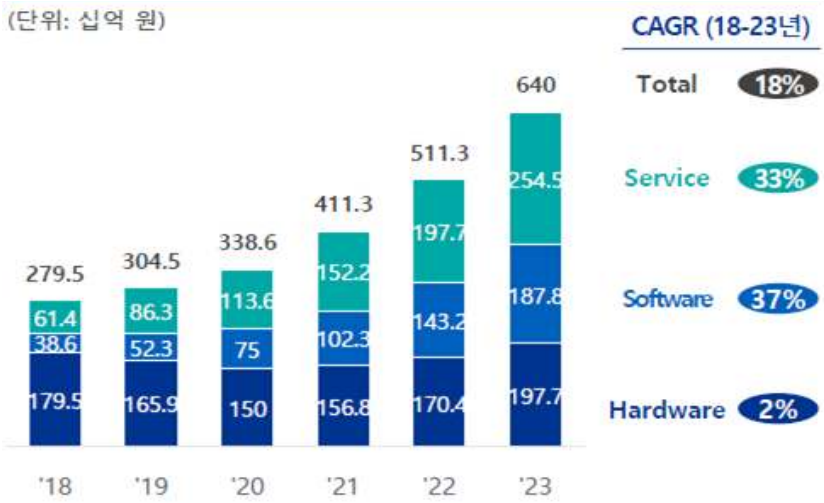
<그림 27> 디지털 산업전망 D.N.A 분야

출처 : 한국지능정보사회진흥원(2020), 2021년 디지털 분야 주요 이슈 및 10대 정책 방향

❍ 한국데이터센터협회는 2020~2023년 국내 상업용 데이터센터 시장이 연평균 20.1% 성장하여 세계시장(10.9%) 대비 큰 폭으로 성장할 것으로 전망하였으며, 한국은 아시

아 시장 2위로 부상할 것으로 예상

❍ 스마트시티의 핵심기술로 떠오르고 있는 AI기술은 국내 18%의 높은 연평균 성장률이 전망되며, 이는 AI 기술 확보의 경제적 타당성을 의미함[8)]



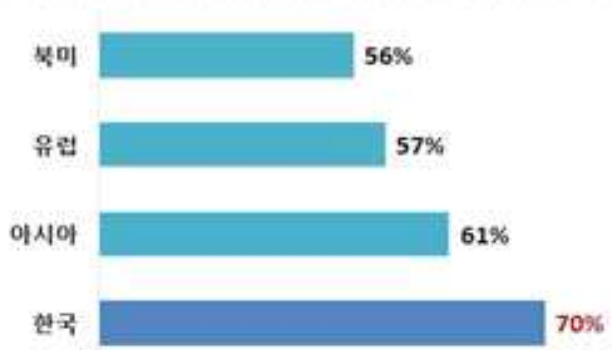
<그림 28> AI 산업 분류별 국내 시장 성장 전망(2018～2023년)
출처 : 삼정KPMG(2021), AI·데이터 사이언스 기술기획위원회 자료

- 소프트웨어 및 서비스 시장의 주도로 시장이 지속적으로 확대될 전망. 소프트웨어 및 서비스 시장은 20118년 기준 전체 AI 시장 내 낮은 비중을 차지하나, 2018년～2023년까지 각각 연평균 성장률 37%, 33%로 고성장 전망
- 반면, 2018년 기준 전체 AI 시장 내 가장 높은 비중을 차지했던 하드웨어 시장은 2018년～2023년까지 연평균 성장률 2%로 저조한 성장 예상

다. 디지털 트윈 분야

❍ 디지털 트윈 활성화 전략에 따르면 국내 디지털 트윈 시장은 690억원 규모로 주요 국가에 비해 규모는 작지만 향후 고성장이 예측되어 관심을 모이고 있는 상황

- 디지털 트윈 시장의 연평균 성장률은 북미 56%, 유럽 57%, 아시아 61%에 비해 한국은 70%로 고성장이 예측되고 있음



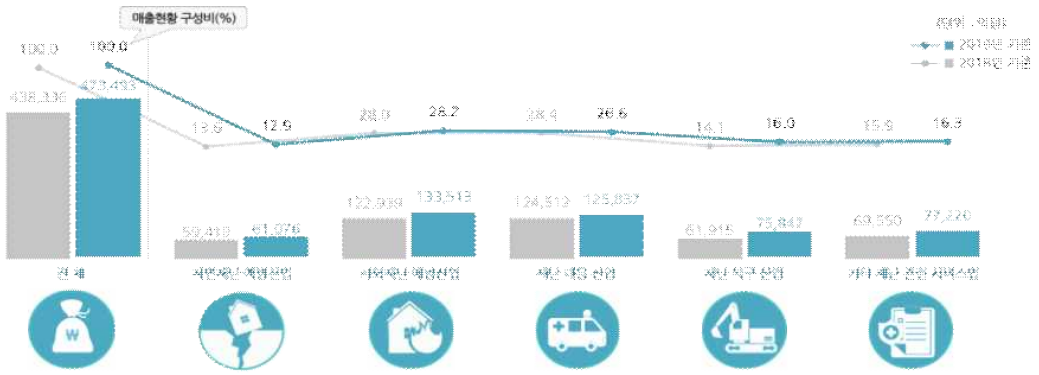
<그림 29> 디지털 트윈 시장 연평균 성장률
출처 : 관계부처합동(2021), 디지털 트윈 활성화 전략

8) 삼정KPMG(2021), AI·데이터 사이언스 기술기획위원회 자료, 2021.1

라. 디지털 재난 안전 분야

❍ 국내 재난안전산업 시장 규모는 2019년 말 기준 47조 원으로 2019년 보다 3조원 정도 성장하였고, 업종별 사업체는 사회재난 예방산업이 22,035개(31.0%), 재난대응 산업이 22,026개(31.0%)로 전체 사업체의 62.0%를 차지함[9)]

- 사업체들은 초기투자비용 부담, 판로개척의 어려움 등을 주요 애로사항으로 꼽았으며, 저리 자금 지원(51.7%), 업체 간 연계(19.0%), 채용 장려금 지원(9.6%) 등의 정부 지원 필요성을 강조함



<그림 30> 전년도 매출액 실태조사 결과 비표(2018, 2019년 기준)
출처 : 행정안전부(2021), 2019년 기준 재난안전산업 실태조사

- 2019년 기준으로 전체 매출액 47조 3,493억 원 중, 사회재난 예방산업이 13조 3,513억 원(28.2%), 재난 대응 산업 12조 5,837억 원(26.6%), 기타 재난 관련 서비스업 7조 7,220억 원(16.3%) 등의 순으로 나타남

<표 10> 사회재난 예방산업 매출액 비중

(단위 : %)

방재 (자연재해)	소방	교통 안전	건설 안전	산업 안전	해양 안전	보안/ 치안	환경	의료 방역	기타	계
5.5	32.4	16.4	18.3	20.2	1.2	0.7	4.3	1.1	-	100.0

출처 : 행정안전부(2021), 2019년 기준 재난안전산업 실태조사

❍ 디지털 재난 안전[10)] 분야 국내 시장규모는 2020년 9조 원에서 2025년 12조 원으로 연평균 성장률이 6.28%가 될 것으로 기대

<표 11> 디지털 재난안전 분야 국내시장 규모 예측

(단위 : 십억 원)

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR
8,395	8,922	9,483	10,079	10,712	11,385	12,100	12,861	6.28%

출처 : 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드랩 2025-ICT융합/방송/콘텐츠

❍ 국내 사물인터넷(IoT) 플랫폼 분야의 `17년 매출액은 1조 1,112억 원으로 `16년 대비 18.2% 증가하였으며, IoT 산업을 활성화시키기 위한 플랫폼의 중요도가 높아지고 있음

9) 행정안전부, 2019년 기준 재난안전산업 실태조사, 2021
10) 디지털 재난 안전이란, 재난의 예방, 대비, 대응 및 복구 과정에 ICT 기술을 활용하여 사람에게 닥칠 수 있는 안전사고의 위험을 최소화하기 위한 기술 (ICT R&D 기술로드맵)

❍ 지능형 영상보안 분야에서는 한화테크윈, 에스원, 인텔리빅스, 아이브스테크놀러지, 이노뎁, 인콘 등의 기업이 CCTV 자동화 및 VMS와 연계한 지능형 영상분석 기술을 개발하고 이를 통한 사업화 진행

- 인텔리빅스의 지능형 영상분석 솔루션은 다채널 CCTV 카메라 입력에 대한 영상 관제가 가능하며, 딥러닝을 활용한 실시간 객체 감지·추적·분류 등의 고성능 영상분석 가능

❍ 일부 지자체는 세계적인 흐름보다 앞서 디지털 트윈화 기술을 활 용하여 재난 안전 분야를 포함하는 시민 복지 정책을 추진 중이며, 이로 인해 관련 시장이 서서히 형성되고 있음

- 국토정보공사(LX)는 전주시에 공간정보 및 행정 데이터 기반 디지털 트윈을 구축하여 국민의 생명과 안전을 담보하는 사회안전망 구축 시도

❍ 現, 현장 대응 및 사후 분석을 위한 공공안전 기술시장에서 시민이 재난 및 일상 환경에서 발생 가능한 안전 위협을 사전예측하고 선제 대응이 가능한 지능형 안전 사회 시스템 시장으로 발전 전망

- 지능형 디지털 트윈화 기술을 활용하여 고도화된 재난 안전관리 시장형성을 통해 새로운 패러다임으로 자리매김 가능
- 공공안전·재난 예방 ICT 기술은 기초, 응용 및 사업화 측면에서 미국이 선도하고 있으므로 기술격차를 줄이기 위한 기술 고도화와 시장형성 및 지원 필요

<표 12> 지능형 디지털 트윈화 기술 내용

지능형 디지털 트윈화 기술	재난·안전사고 발생과 관련된 도시·건축물·공간·환경 요소를 디지털 트윈으로 모델링하고, 지능형 분석을 통하여 재난·안전사고 대응을 지원하는 기술
	소방의 경우 건축물·공간·소방시설·소방안전도 등을 대상으로, 폭염의 경우 건축물·거주 특성·거주자 특성 등을 대상으로 재난 및 안전사고의 특성을 고려하여 공간적 측면의 디지털 트윈을 기능·논리적 측면의 에이전트 모델링으로 확대 적용
※ 지능형 디지털 트윈화 기술 관련 국내시장은 2017년부터 2023년까지 연평균 약 16.3%씩 성장할 것으로 전망(Infoholic Research, 2017)	

출처 : 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025-ICT융합/방송/콘텐츠

2) 국외 시장 동향 및 전망

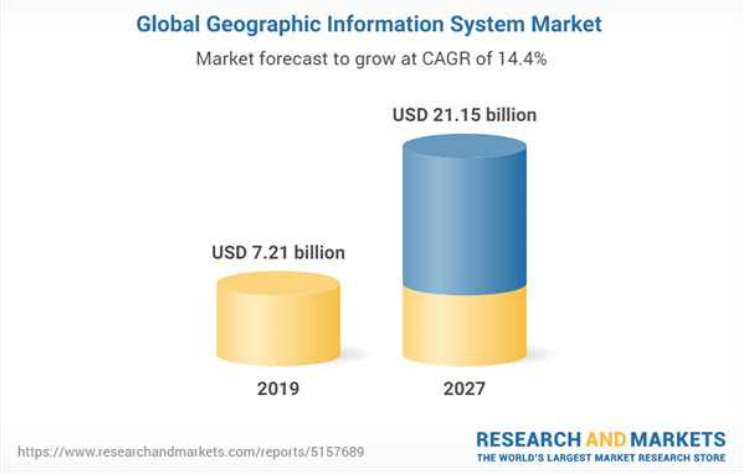
가. 공간정보 분야

❍ 공간정보 시장은 산업 전 분야에서 위치기반 서비스 사용이 증가함에 따라 공간정보 시장의 규모도 지속해서 성장할 것으로 예상하며, 다양한 산업 분야에서 시장분석, 유통 계획, 비상대응 등 최상의 결정을 내리기 위해서 공간정보 활용도가 높아지고 있음

❍ 세계 공간정보 시장규모는 ’18년 기준 3,390억 달러로서 북미, 아시아·태평양, 유럽 지역이 전체의 91.7%를 차지하고 있음(GEOBUIZ, 2019)

❍ Research and Markets의 2020년 보고서에서 공간정보(GIS), 공간정보 분석, 공간정보 가시화 분석, 공간정보 분석 AI 관련 세계 시장 규모를 전망

- 공간정보 관련 세계 시장은 2019년 72억 1천만 달러에서 2027년 215억 달러로 14.4%로 성장할 것으로 전망



<그림 31> 세계 GIS 시장 규모 전망

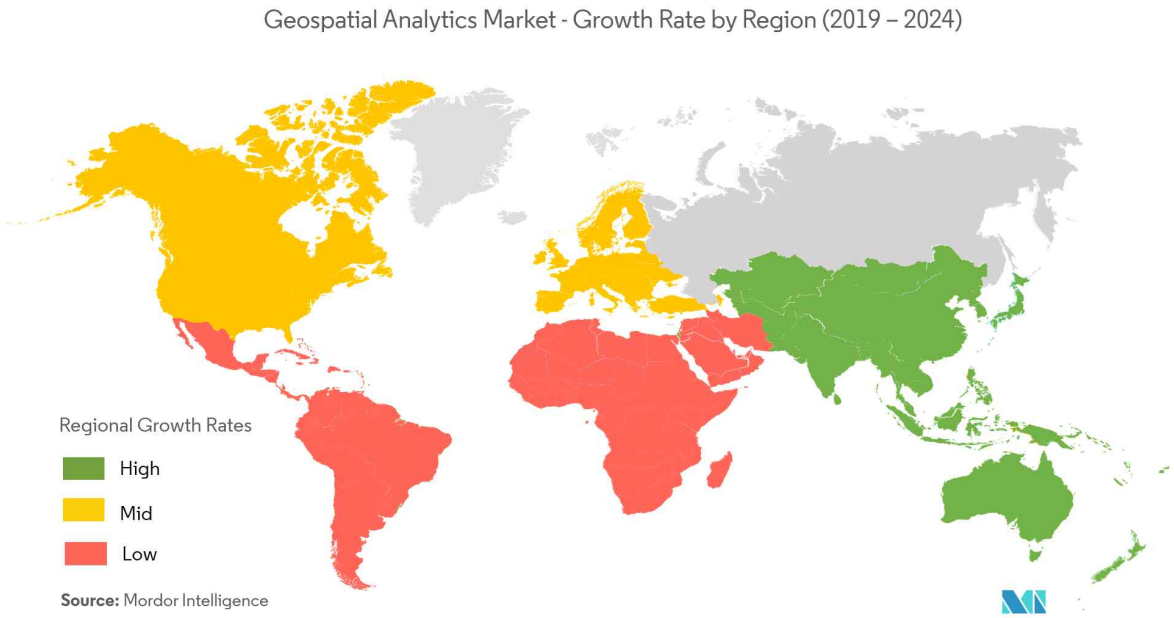
출처 : Research and Markets(2020), Stratistics Market Research Consulting Pvt Ltd

- 공간정보 분석 관련 세계 시장은 코로나 영향으로 2020년은 462억 달러로 추정하였으며, 2027년에는 1,292억 달러로, 15.8%로 성장할 것으로 전망
- 공간정보 가시화 분석 관련 세계 시장은 코로나 영향으로 2020년은 54억 달러로 추정하였으며, 2027년에는 79억 달러로, 5.6%로 성장할 것으로 전망
- 공간정보 분석 AI 시장은 2020-2025년 예측 기간 동안 CAGR 24%로 성장할 것으로 예측, 아시아 태평양 지역은 CAGR이 32.6%로 가장 빠르게 성장할 것으로 전망

❍ Expert Market Research의 2021년 Geospatial Analytics Market 보고서[11]에서 세계 공간정보 분석 시장은 2020년 220억 달러로 평가되었고, 2021~2026년 동안 연평균 7.2% 성장하여 2026년까지 3,319억 달러로 성장할 것으로 전망

- 최근 스마트시티 투자가 급격히 확대되어 위치 기반 솔루션을 사용하는 서비스에 대한 수요가 증가할 것으로 예상되고, 소비자 기술 협회 (Consumer Technology Association)는 스마트시티 지출이 2015년에 148억 5천만 달러로 2020년에는 346억 5천만 달러에이를 것으로 전망
- 주요기업은 GE(General Electric), ESRI Inc., MDA Corporation, Hexagon AB, Trimble Geospatial, Bentley Systems, Inc., Fugro NV, Harris Corporation, Atkins PLC, Critigen LLC, Intermap Technologies Inc.가 있음
- 세계 공간정보 분석 시장에서 가장 높은 성장을 이룰 곳으로 아시아 태평양을 선정함. 특히, 중국은 국가의 글로별 능력 향상과 건강·안보·복지를 향상시키기 위해 우주항공 관측시스템 개발에 투자하고 있음. 인도네시아 기업들은 LiDAR와 같은 첨단 기술을 사용하여 국가공간기술에 대한 새로운 기회를 개발하고 있음(Terra Drone Corporation의 그룹 회사인 Terra Drone Indonesia는 건설 회사를 위해 LiDAR에 기반한 드론 측량 및 매핑 서비스 시연)

11) Expert Market Research(2021), Geospatial Analytics Market-Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts(2021 - 2026)



<그림 32> 공간정보 분석 시장의 지역별 성장 비율(2019～2024)
출처 : Expert Market Research(2021), Geospatial Analytics Market

나. 빅데이터 분석 분야

❍ Big Data Market이 2019년 발표한 세계 빅데이터 시장은 2018년 1,136억 달러 규코로 평가되었고, 연평균 성장률 10.6%로 2024년 2,075억 달러 규모로 성장이 전망됨

❍ 미국, 중국, 일본 등의 선진국은 물론 아시아 태평양 지역의 국가들까지 빅데이터와 인공지능(AI) 분야에 관심이 높고, 특히 4차 산업혁명의 핵심으로 평가받고 있는 빅데이터 및 AI를 위해 빅데이터를 차세대 산업으로 선정하고 육성하기 위해 노력 중

❍ (AI 기반 데이터 가치 고도화 플랫폼) IndustryARC가 2020년 발표한 세계 데이터 가치 고도화 플랫폼 시장규모는 2018년 11억 9,500만 달러 규모에서 연평균 12.7%로 성장해 2024년 24억 4,900만 달러 규모로 성장 전망

❍ (빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼) 세계 데이터 통합시장은 2018년 130억 달러에서 연평균 16.2% 성장하여 2024년 320억 달러까지 성장 전망

- 전 세계 빅데이터 및 데이터 엔지니어링 서비스 시장(Big Data and Data Engineering Services)은 2018년 약 344억 7,000만 달러에서 연평균 17.6% 성장하여 2024년 약 909억 9,000만 달러에 이를 것으로 전망

❍ (공공 빅데이터 수집 및 분석 시스템) Statista가 2020년에 발표한 빅데이터 분석 분야의 세계 시장규모는 2018년 1,688억 달러 규모에서 연평균 12.9%로 성장하여 2024년 3,500억 달러 규모로 성장 전망

❍ (데이터센터) WFRI의 Industry Watch(2020)에 의하면 데이터센터 관련 국내외 시장 규모가 제시되어 있음

- 전 세계 데이터 사용량이 급증하고 클라우드 서비스가 확대되며 데이터센터가 빠르게 증가하고 있으며, 이에 데이터센터 관련 세계 시장 규모는 2,006억 달러로 추산(2018년 기준)

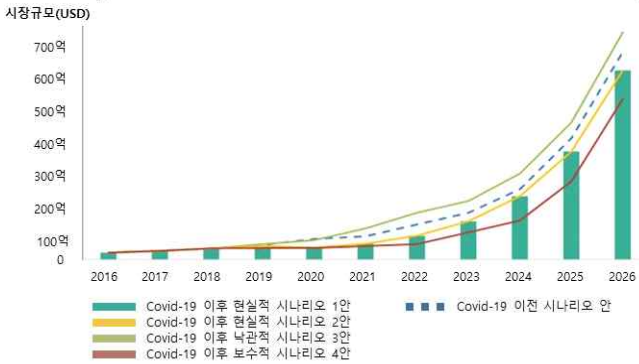
- 한국데이터센터협회는 2020~2023년 국내 상업용 데이터센터 시장이 연평균 20.1% 성장하여 세계 시장(10.9%) 대비 큰 폭으로 성장할 것으로 전망하였으며, 한국은 아시아 시장 2위로 부상할 것으로 예상

다. 디지털트윈 분야

○ 글로벌 디지털 트윈 시장 규모는 2027년까지 635억 달러에 이를 것으로 예상

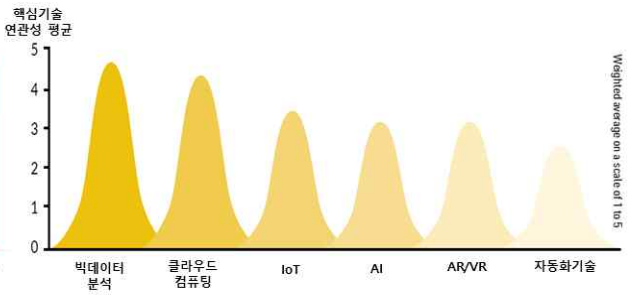
- 디지털 트윈 시장은 제조, 농업, 에너지, 유틸리티, 의료, 자동차 산업 등 다양한 최종 산업에서 디지털 트윈 데이터의 응용 및 다양한 핵심기술과의 접목을 통한 고도화로 시장 활성화가 전망됨

[Covid-19 전후 시나리오에 따른 세계 디지털 트윈 시장 규모]



출처: 2020 Digital Twin Market Report

[디지털 트윈 데이터와 고도화 기술과의 연관성]



출처: Geospatial Media Analysis

<그림 33> 세계 디지털 트윈 시장 규모 현황 및 관련 고도화 기술 연관성 분석

라. 재난 안전 분야

○ 디지털 재난 안전 분야 국외 시장규모는 2020년 318조 원에서 2025년 812조 원으로 연평균 성장률이 14.3%가 될 것으로 기대

<표 13> 디지털 재난안전 분야 국외시장 규모 예측

(단위 : 십억 원)

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR
318,200	363,800	415,900	475,600	543,700	621,600	710,700	812,600	14.3%

출처 : 정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드랩 2025-ICT융합/방송/콘텐츠

○ 세계 디지털 재난안전(public safety and security) 시장은 2018년 기준 3,182억 달러 규모에 이르는 것으로 추산되며, 공공안전을 위한 IoT 기술이 향후 몇 년간 시장을 주도할 것으로 전망[12)]

- IoT 기술을 활용한 커넥티드 센서, 3D 공간정보를 활용한 입체적 건물 모델링, 인공지능을 활용한 시뮬레이션 및 제어 등이 결합한 디지털 트윈 기술을 디지털시티로 발전하고 있는 도시의 공공안전 문제 해결에 적용

○ 세계적으로 재난·재해, 사고, 테러 등의 사회적 불안요소 증가로 공공안전에 관한 관심이 높아지고 있으며 이에 따라 공공안전 제품 및 서비스에 대한 수요가 지속적으로

12) Grand View Research(2019), Public Safety and Security Market Analysis Report

증가할 것으로 전망됨

- 중국은 공공안전을 위해 텐왕(天网) 프로젝트를 통하여 인공지능 기술을 적용한 얼굴 인식, 번호판 인식 및 실시간 영상감시시스템 도입[13)]
- 미국 마이크로소프트사는 2012년에 범죄와 테러 위협에 대처하기 위해 CCTV 기반 DAS(Domain Awareness System)를 뉴욕 경찰청과 공동으로 적용하고, 싱가포르, 말레이시아 등에 도시 안전 시스템으로 수출[14)]

○ 공공안전 확보를 위하여 AI 기반 영상처리 기술을 적용한 위험 감지, 실시간 상황 관리 및 데이터 분석을 통한 위험예측 기술 등이 강조되고 있으며, Nvidia, IBM 등 다수 글로벌 기업에서 관련 기술개발 및 서비스 제공 중

○ 재난관리 측면에서 GIS 솔루션의 애플리케이션이 증가하고 있으며, 재난 상황을 식별, 예측, 피해 최소화에 대한 필요성이 증가함에 따라 공간정보 시장이 성장하고 있음

- 특히, 코로나 상황으로 인해 바이러스 발생 감지, 이해, 대응하는데, 위치 정보, 매핑, 공간분석 등의 기능이 활용되고 있음

2-3 국내외 사회 동향 및 분석

1) 국내외 사회 동향

가. 4차 산업혁명 시대

○ 정부, 민간의 다양한 서비스에서 공간정보 융복합 활용이 증대되고 있음

- 기존에는 국토·도시계획, 토지이용계획, 환경계획 등 정책 수립을 위한 기초자료로 공간정보를 활용하였으나, 디지털 트윈, 스마트시티, 자율주행차 등 신기술 발전으로 공공뿐만 아니라 민간에서도 3차원 공간정보 수요가 증가되고 있음
- 센서 정보, 사물인터넷, 자율주행차, 드론 등에서 위치정보의 수집 및 분석은 필수적인 과정이며, 대용량의 데이터에 대한 저장 및 관리의 중요성이 증대되고 있음

○ 3차원 공간정보와 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야와의 융복합 기술개발을 통해 시급한 사회문제를 해결하기 위한 정부의 의지 및 관심 증대

- 디지털 트윈은 3차원 공간정보를 기반으로 행정·민간정보 등 각종 데이터를 융합하여 사회 문제를 해결할 수 있는 방법 중 하나로 발전되고 있음

<그림 34> 공간정보가 기반이 되는 메타버스, 디지털 트윈

출처 : https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=87044, http://www.kpinews.co.kr/news/articleView.html?idxno=131146

13) 한국과학기술기획평가원(2019), 안면인식 도입 확산과 국내 활성화 방안 모색, ICT Spot Issue 2019-13호
14) 행정안전부(2018), 공공서비스 디지털기술로 날다

❍ 4차 산업혁명과 디지털 대전환 등 변화된 정부 정책 기조에 대응하기 위한 국가 R&D 연구개발 수요 증대

- 플랫폼 사업을 많이 추진하지만 기반이 되는 기술은 외산 소프트웨어를 활용하기 때문에 국가 R&D 연구개발로 공간정보 기술의 국산화율 증대 필요
- 현재 공간정보 오픈 플랫폼인 브이월드를 구축·운영하고 있지만, 3차원 공간정보 및 실시간 특성이 반영되지 못하여 3차원 공간정보를 다루는 핵심 인프라로서 한계 존재
- 브이월드에서 활용하는 공간정보는 주로 2차원 또는 3차원처럼 보여지는 실제 2.5차원 정보로써 무인이동체, 드론, 로봇 등에서 요구하는 니즈를 충족시키지 못하여 추가적인 국가 R&D 연구개발이 필요

나. 코로나19로 인한 디지털 대전환

❍ 기후변화 및 질병으로 인한 재난재해를 신속하게 대응하기 위해 대면 중심의 정부 행정 서비스가 비대면 중심으로 전환

- 국가 차원에서 코로나 19에 신속히 대응하기 위한 언택트 기술개발을 장려하고 있으며, 경제·사회 전반에 비대면 환경으로의 디지털 대전환 추진

❍ 비대면 환경에 대한 가상화 기술수요가 급속히 성장함에 따라 공간정보 가치가 증대되면서 연계·공유에 대한 중요성이 커지고 있음

- 디지털 트윈을 각 지자체별로 구축함에 있어 기관별 기준 마련 및 데이터 중복 생산 등으로 데이터 융복합 시 오류 발생
- 디지털 트윈 기반의 메타버스로 발전하려면 공간정보의 연계·공유가 원활하게 운영되어야 하며, 향후 공간정보의 상호운용성 확보가 핵심 키워드가 될 것

2-4 국내외 기술 동향 및 분석

1) 국내 기술 동향

가. 기술 트렌드

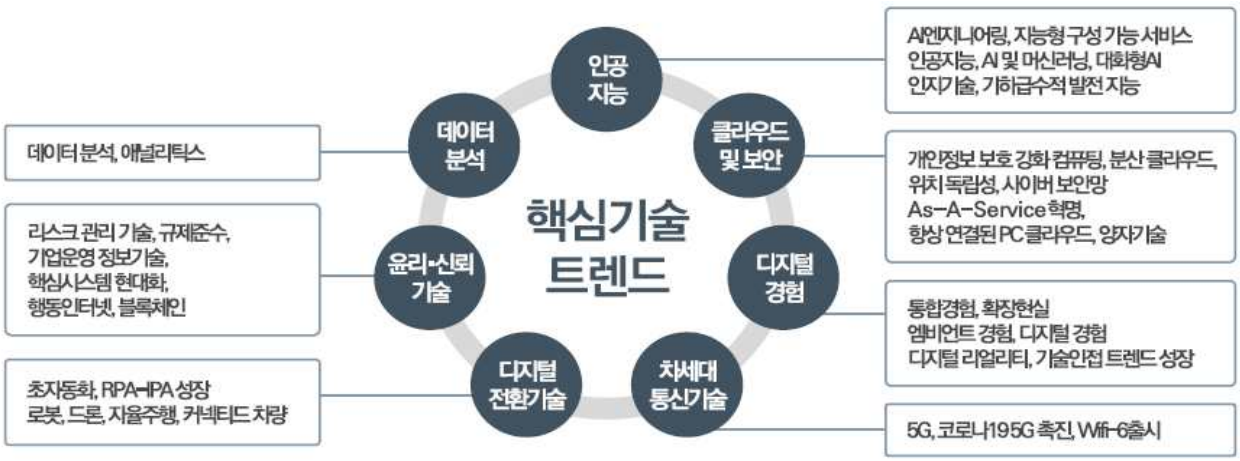
❍ (기술 트렌드) Gartner, Forbes, Deloitte 등 세계 주요 기관은 ’21년 포스트 코로나 시대 기술 트렌드로 인공지능, 디지털 경험, 로봇, 자율주행, 드론, 분산 클라우드, 인지기술 등을 전망함

- (Gartner) ’21년 기술은 여전히 사람에 초점을 두고 공간과 조직의 유연성을 갖춰나가는 방식으로 발전할 것으로 전망
- (Forbes) 코로나 19를 관통하는 디지털 전환 트렌드와 테크 트렌드가 생활양식의 디지털화를 빠른 속도로 촉진할 것으로 전망
- (Deloitte) 지금까지의 혁신을 이끌어왔던 정보기술들이 지속해서 중심역할을 할 것이며, 차세대 정보기술이 보완적 역할을 담당할 것으로 전망

<그림 35> Gartner, Forbes, Deloitte 2021년 포스트 코로나 시대 기술 트렌드 전망

출처 : 한국지능정보사회진흥원(2020), 2021년 디지털 분야 주요 이슈 및 10대 정책 방향

- Gartner, Forbes, Deloitte에서 전망한 기술 트렌드를 재구성하여 2021년 7대 기술 트렌드로 인공지능(AI), 데이터 분석, 클라우드 및 보안, 차세대 통신기술, 윤리·신뢰 기술, 디지털 경험, 디지털 전환 기술 등을 선정



<그림 36> Gartner, Forbes, Deloitte 2021년 포스트 코로나 시대 기술 트렌드를 통한 핵심 기반 기술 선정

출처 : 한국지능정보사회진흥원(2020), 2021년 디지털 분야 주요 이슈 및 10대 정책 방향

나. 입체격자 관련 기술

❍ 입체격자 기술과 관련하여 국내에서는 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원 기술 개발('17~'19, 국토부)을 하였음

- 단일화된 공간(지상, 지하, 수중, 공중)의 통합관리를 지원하고, 융복합 정보체계 기반을 마련하기 위해 3차원 입체격자체계 핵심기술을 개발함
- 3차원 격자체계의 필요성을 제시하고, 3차원 격자체계를 위한 기본적인 프레임워크 연구를 수행하였으며, 연구의 당위성 및 활용성을 입증하기 위해 기존의 공간정보를 연계하여 3차원 입체격자로 가시화하는 요소기술을 개발하여 2가지 이상의 서비스에 적용하는 등 기초연구를 수행함

<그림 37> 3차원 입체격자체계 기반 국토공간 통합관리 원천기술 개발 개념도

출처 : 국토교통부(2019), 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 자원 기술 개발 최종보고서

- 입체격자를 운영하기 위해 입체격자체계에 대한 기본 규격, 연계기술, 핵심기술, 활용기술을 개발하여 향후 3차원 입체격자체계 활용 및 고도화 연구의 기반을 마련하였다는 점에서 의의가 있음
  - 연계기술 : 데이터 연계·수집 기술, 입체격자 변환 기술
  - 핵심기술 : 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 입체격자 가시화 기술, 입체격자 Auto Scaling 및 공간분석 기술, 통합운영 기술
  - 활용기술 : 스마트 모빌리티 서비스, 국토도시 통합관리 서비스

<그림 38> 3차원 입체격자체계 기술 구성도

출처 : 국토교통부(2019), 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 자원 기술 개발 최종보고서

- 브이월드 데이터를 활용하여 실증서비스를 구현하였으나, 브이월드 시스템 성능의 한계로 브이월드 시스템에는 입체격자기술을 적용하지 못함. 향후 실용화 및 사업화를 위해선 입체격자기술을 체계적이며 효율적으로 적용할 수 있는 고도화 기술 연구개발 필요

❍ 입체격자 기술은 대용량 데이터 처리 가능, 분석속도 감소, 다양한 데이터 통합관리, 빈 공간 관리 등의 장점을 가지고 있음

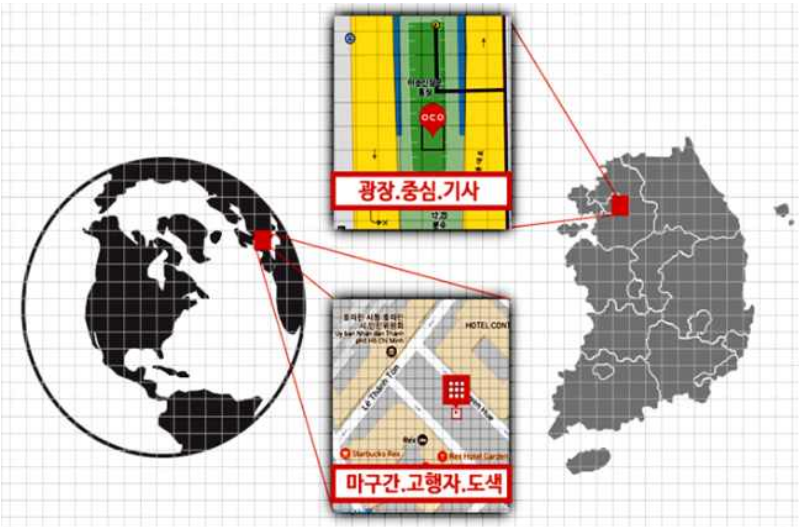
- 미세먼지, 홍수, 자율주행차, 드론, 복합재난 등 다양한 분야에서 입체격자 기반의 기술 요구 증대

<표 14> 3차원 공간정보 기술과 입체격자 기술 비교

구분	3차원 공간정보 분석기술	현재 입체격자 기술(선행과제)
가시화를 위해 데이터 사용 용량	▪ 평면상 해상도 기준으로 고층 및 좁은 영역의 고해상도 데이터 처리가 어렵고, 영역에 따라 데이터 밀도 차이가 큼	▪ 고도, 영역별 데이터 사용 용량의 편차가 크지 않음
	▪ 조건 : 지표에서 200m 정도에 면당 256개의 포인트를 채울 경우	
	▪ 같은 조건에서 가시화하는데 대략 타일당 256MB 필요	▪ 같은 조건에서 한 번에 42MB로 가시화 처리 가능(3차원 공간정보 분석의 약 1/6)
통계 데이터 분석	▪ Raster 분석을 위한 별도 시스템 필요	▪ 표준화된 Raster 분석 체계 적용 ▪ 개별 분석 결과의 중첩 활용 가능
다중 해상도 타일 셋	▪ 영상, DEM 모델을 동일 평면 격자에서 처리	▪ 영상, DEM과 별도로 고도에 평면 및 고도에 따른 개별 해상도 모델 데이터 처리
빈 공간 관리	▪ 지원 불가능	▪ 비어있는 공간(공중, 지하, 수중 등)에 대한 데이터 표현 및 관리 가능
주 활용 분야	▪ 3차원 정보 가시화	▪ 공간정보 분석 및 관제

❍ 국내 인포씨드에서 개발한 지오닉(geo.nick)은 3개의 단어로 주소를 나타내는 W3W와 같은 방식으로 지구 전체를 지구 전체를 약 1m의 사각격자로 나누고 격자에 3단어 주소를 제공하고 있음

- What3Words과 다르게 지오닉은 높이와 지하를 구분할 수 있고 차량 등의 이동형 사물에도 주소 부여가 가능



<그림 39> 인포씨드의 격자 활용 사례

출처 : https://blog.naver.com/waynowinfo/221230390573

다. 빅데이터 기술

❍ (빅데이터기술 수준) 빅데이터 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 최고기술국은 미국이고, 우리나라는 최고기술국 대비 71% 수준으로 나타났고 중소기업은 64% 수준으로 평가됨(2020, 중소벤처기업부)

- 최고기술국 대비 우리나라의 기술격차는 2.3년으로 평가되었고, 중소기업의 경우 3.3년으로 평가됨
- 국내 빅데이터 활용기술 수준은 낮은 편이며 주로 금융 및 통신 산업 관련 도메인 지식 기반 빅데이터기술을 활용하고 있음
- 빅데이터 예측·분석, 이종소스 분석 등의 기술은 초기 단계로 기술개발의 필요성이 증대되고 있음
- 텍스트 및 음성 분석 부문은 한국전자통신연구원에서 웹 데이터 및 대규모 코퍼스로부터 반자동으로 언어분석에 필요한 지식 추출방법을 개발해 기술문서 자동번역 시스템을 탑재함
- 영상 빅데이터 분석 부문은 국내 영상분석 솔루션 기업들이 자체 개발한 분석 알고리즘으로 기술을 고도화하면서 시장발전을 이끌고 있음
- 공간분석 부문은 Daum, NHN, 솔트룩스, SK텔레콤 등의 업체가 자체 관련 기술을 개발해 공간 빅데이터 서비스를 제공하고 있으나 전문인력 및 연구 역량을 체계적으로 확보하고 있지 않아 관련 연구는 초기 단계라 평가됨
- 빅데이터 서비스 기술(BDaaS) 부문은 클라우드 환경에서 여러 사용자 간의 데이터 공유과 분석을 지원하기 위해 업체 중심으로 멀티 테넌트 Hadoop 개발 진행 중

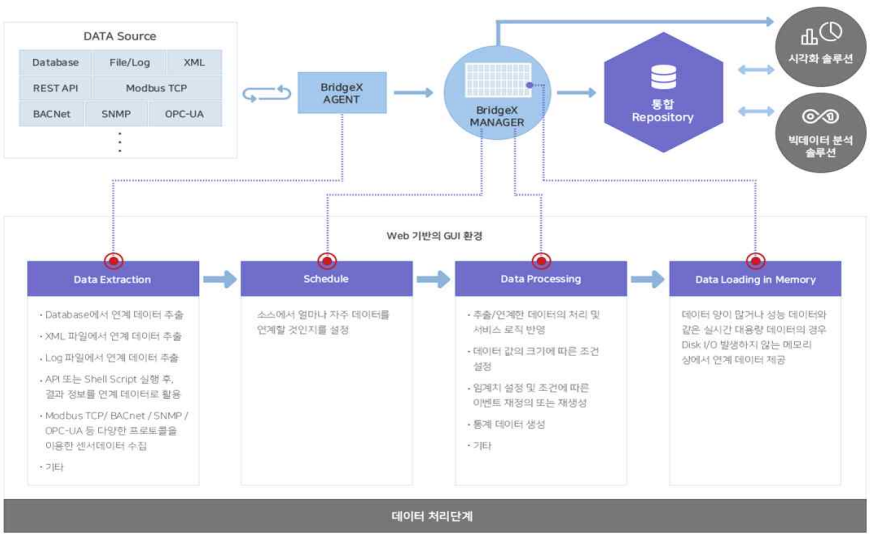
❍ (빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼) 통상적으로 사용하는 소프트웨어가 수용할 수 없는 크기의 데이터인 빅데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술과 데이터 분석결과를 유의미한 정보로 표현하는 기술의 총체를 의미함(2020, 중소벤처기업부)

- 빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼은 미국이 최고기술국으로 평가되었고, 우리나라는 최고기술국 대비 70.6%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.2년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 65.2%, 기술격차는 2.8년으로 평가되고, EU(81.3%)>중국(73.8%)>한국>일본(70.5%) 순으로 평가됨
- 빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼의 기술수명주기(TCT)1)는 65.88의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악됨
- 엑셈은 기계학습 자동화 솔루션 기업인 데이터로봇, 빅데이터 분석 솔루션 기업인 나임(KNIME)과 파트너 계약을 체결하여 데이터에서 최적의 알고리즘 조합을 찾아내 결과 예측 및 분석된 데이터 시각화까지 제공하는 서비스인 ‘아울아이(Owleye)’사이트를 ’19년에 오픈함
- KT 넥스알은 클라우드 환경에서 분석하는 신규 빅데이터 플랫폼 ‘콘스탄틴’을 출시함
- 솔트룩스는 빅데이터의 수집, 변환, 분석, 시각화, 의사결정 지원에 이르는 빅데이터 분석 가치사슬 전체를 커버하는 플랫폼과 시스템을 구축함
- 효성인포메이션시스템은 100% GUI 기반의 간편한 환경의 데이터수집 및 통합부터 기계학습 모델 구축, 모델기반 고급분석, 모델 업그레이드, 시각화 및 리포팅을 모두 제

공하는 히타치 밴타라의 원스톱 빅데이터 플랫폼인 ‘펜타호’를 개발함

❍ (공공 빅데이터 수집 및 분석 시스템) 다양한 공공데이터 수집을 통해 대량의 정형·비정형 빅데이터를 분석하여 서비스를 제공하는 등 가치 있는 공공기관의 정보를 추출할 수 있는 시스템(2020, 중소벤처기업부)

- 공공 빅데이터 수집 및 분석 시스템은 미국이 최고기술국으로 평가되었고, 우리나라는 최고기술국 대비 84%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.4년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 74.1%, 기술격차는 2.3년으로 평가되고, EU(92.5%)>한국>일본(79.5%)>중국(67.3%) 순으로 평가됨
- 공공 빅데이터 수집 및 분석 시스템의 기술수명주기(TCT)는 6.13의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악됨
- 위엠비는 빅데이터 수집 활용 솔루션인 BridgeX를 개발함
- 빅인사이트는 AI 기반 데이터 가공, 데이터 분석 솔루션, 고객사 맞춤 컨설팅 및 개발을 제공하고 있음
- 와이즈넛은 빅데이터 정보수집 솔루션 ‘WISE BICrawler’, 빅데이터 의미분석 솔루션 ‘WISE BIC Analyzer’을 개발함



<그림 40> BridgeX 시스템 구성도

출처 : 중소벤처기업부(2020), 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023 빅데이터 부문

라. Geo AI

❍ (Geo AI) AI 발전으로 인하여 패턴 분석 및 변화 감지에 관한 연구가 공공, 민간에서 연구사업으로 진행되고 있음(2018, 국토연구원)

- Geo AI는 공간정보과학(geospatial science)과 인공지능(artificial intelligence)의 합성어이며, 공간 빅데이터(spatial bigdata)로부터 유의미한 정보를 도출하기 위해 인공지능 기술(AI)을 활용하는 분야
- 인공위성, 항공기, 드론 등 원격탐사 영상은 패턴 인식 또는 영상추출 AI 기술을 활용하여 국토이용변화 모니터링 분야에서 활용도가 높을 것으로 전망

- 위성영상과 Geo AI 기술을 접목하여 한반도 전역에 대한 시계열 토지이용현황 및 변화 모니터링이 가능
- 드론과 Geo AI 기술을 접목해 재난·재해(홍수, 가뭄, 산불, 지진 등) 상황에 대한 현황 파악 및 변화탐지를 통해 피해지역에 대한 즉각적인 대응자료로 활용 가능
- 옥상 및 옥외 불법 증·개축 건축물 탐지, 접근이 어려운 도서·산간 지역의 토지이용변화 모니터링 등 현장조사가 필요한 지자체 업무에 활용 가능

<표 15> 국내 관련 기관 빅데이터 업무 활용 현황

구분	내 용	분석기법
국토연구원	토지이용 변화 모니터링 방안 연구	딥러닝을 이용한 영상 패턴 인식 및 추출
다비오, 망고시스템	공간정보 데이터 구축	이미지 분석

❍ (AI 기반 데이터 가치 고도화 플랫폼) 수집된 다양한 형태와 유형의 데이터 생성규칙과 분포를 찾아 학습하고, 학습데이터를 근거로 오류데이터를 판정하는 기술(2020, 중소벤처기업부)

- 판정된 오류를 학습해 오류데이터를 보정, 재생 추천을 통한 융합분석 및 데이터 활용 가치를 고도화할 수 있는 플랫폼
- AI 기반 데이터 가치 고도화 플랫폼은 미국이 최고기술국으로 평가되었고, 우리나라는 최고기술국 대비 66.4%의 기술 수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.7년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 59.7%, 기술격차는 3.2년으로 평가되고, EU(78.5%)>중국(73.8%)>일본(73.7%)>한국 순으로 평가됨
- AI 기반 데이터 가치 고도화 플랫폼의 기술수명주기(TCT)는 6.35의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악됨
- 다양한 분야에서 생성하여 사용하는 데이터 유형의 분류 및 탐색 기술과 데이터 서비스 가치 극대화를 위한 데이터 관점에서의 기초 원천기술이 요구되고, 핵심 원천기술 및 국가경쟁력의 확보가 시급한 실정임
- 위세아이텍은 기계학습기반의 데이터 품질관리와 데이터 정비를 지원하는 웹 기반의 데이터 품질 및 정비 솔루션 WiseDQ를 제공하고 있음
- 데이터스트림즈는 QualityStream을 통해 데이터 품질을 모니터링 및 정제하고, 프로파일링하여 사용자가 데이터를 검증할 수 있도록 데이터 품질정보를 제공하고 있음
- GTONE의 DQ시리즈는 다양한 데이터 유형에 대한 품질관리 솔루션(DQMiner, DQXpress, DQIoT)을 제공하고 있음

2) 국외 기술 동향

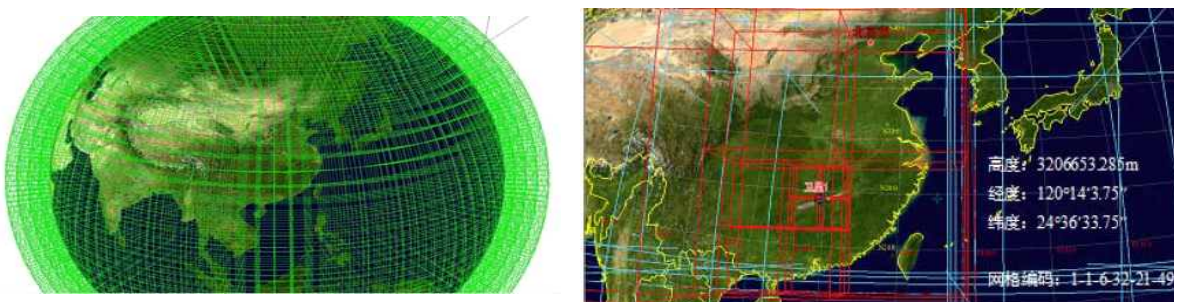
가. 입체격자 관련 기술

❍ 최근 들어 DGGS 필요성과 관련하여 기초 이론, 응용 및 확장 분야 중심의 연구 논문이 이슈되고 있음

- DGGS의 기초 이론을 다룬 논문에서는 초기 다면체의 효율적 사용을 위한 DGGS 구성 요소 수정, DGGS 계층구조를 활용한 토폴로지 왜곡 수정 등의 이슈가 제시
- DGGS의 응용 및 확장 관련 논문에서는 무인항공기 충돌 감지 문제에 3D 격자 시스템 활용, 2D에서 3D GGS로 일반화하는 방법, DGGS의 2D/3D 버전 사이의 상호운용성 지원 방식 등을 제안

❍ Gang Wan 등은(2013) 지구 중심으로부터 대기까지 입체적으로 공간을 분할하는 Sphere Shell Space 3D Grid(SSSG)를 제안

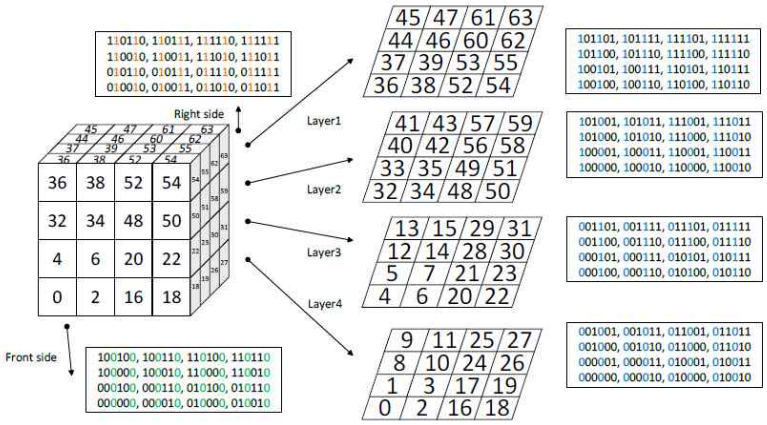
- SSSG는 디지털 지구를 위한 새로운 3D 공간 참조모델이자 글로벌 변화 연구 및 지구 시스템 과학을 위한 새로운 방법론으로 제시
- SSSG는 균일한 프레임워크 내에서 지하, 육지, 바다, 공중에서 공간으로 분산된 공간 객체를 표현하고 각 지구 쉘에서 다양한 종류의 공간정보를 균일하게 구성하도록 설계
- SSSG는 모든 공간 객체와 프로세스를 표현할 수 있으며, 아래 그림과 같이 전 지구의 지형 시각화, 우주 궤도에 있는 인공위성 등과 같은 물체의 위치 표현 등이 가능함



<그림 41> 전 지구를 SSSG로 구축(좌) 및 SSSG의 격자 코드 형식에 인공위성 위치 표현(우)
출처 : Gang Wan(2013), SPHERE SHELL SPACE 3D GRID

❍ Zhai et al.(2019)은 무인 항공기 충돌 감지를 위한 계산 비용을 산출하기 위해 DGGS 개념을 참조하여 GeoSOT-3D이라는 3차원 지리 공간 참조 시스템을 제안

- 공간정보를 공간 데이터베이스에 저장하기 위해 GeoSOT-3D 코드를 다단계 시공간 인덱싱에 적용함
- GeoSOT-3D를 활용함으로써 기존 계산 비용의 50~80% 개선할 수 있었으며, 효과적인 관리 및 제어를 통해 공역 활용을 증대시킬 수 있음
- GeoSOT-3D는 공간 데이터 재통합, 데이터베이스 인덱싱, 천연가스 파이프라인에 대한 위험 분석, BIM 데이터 시각화, 원격 감지 데이터 관리 및 도시 구성요소 식별 등 다양한 분야에서 광범위하게 연구되고 있음

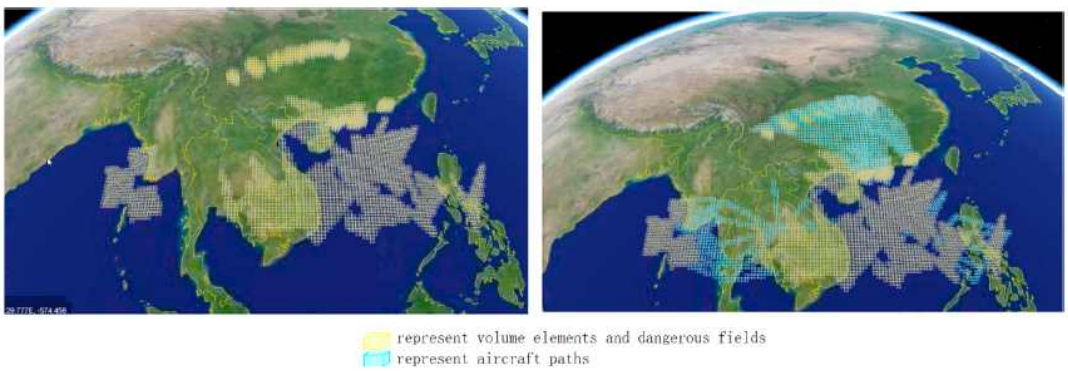


<그림 42> GeoSOT-3D 격자 및 코드

출처 : Zhai et al.(2019), Collision Detection for UAVs Based on GeoSOT-3D Grids

❍ Miao et al.(2019)은 항공 교통계획을 수립함에 있어 다중 그리드 공간 분할 방법을 사용하여 비행 충돌 탐지를 위한 계산 작업을 수행함

- 다중 레벨 그리드 시공간 인덱스를 기반으로 하는 새로운 저고도 비행 충돌 감지 알고리즘을 제시하였으며, 기준 알고리즘보다 높은 효율성이 있다는 것을 입증
- 비행 경로, 저고도 장애물 및 위험한 필드의 형상을 설명하고 그리드 코드를 통해 그리드를 식별할 수 있음



<그림 43> 비행 경로 및 위험 구간 격자의 데이터 표현

출처 : Miao et al.(2019), A Low-Altitude Flight Conflict Detection Algorithm Based on a Multilevel Grid Spatiotemporal Index

❍ Ulmer et al.(2020)은 2D 글로벌 그리드 시스템을 3D 지구 중심 DGGS로 일반화하는 방법과 DGGS의 2D 및 3D 버전 간의 상호운용성을 지원하는 방식으로 인코딩, 디코딩 및 인덱싱 작업 등을 제안함

- 3D DGGS를 구축하여 항공기 및 위성 경로 추적, 도시 계획 및 관리. 기상 예측 등 3가지 사례를 적용하였음

❍ Bowater et al.(2018)은 rHEALPix DGGS 관련 최근 연구, 특징 등을 검토하고, rHEALPix DGGS 캐나다 적용 시 고려사항 등 제시

- rHEALPix DGGS는 정사각형 기반으로 지구 표면을 세분화하고, 각 픽셀이 다른 모든 픽셀과 동일한 표면 영역을 포괄하고 있음
- 캐나다 영역에 rHEALPix DGGS 적용 시 국가의 크기와 위치로 인해 다양한 셀 모양과 셀 방향을 고려가 필요

- 향후 연구에서는 점, 선 및 다각형과 같은 지리 공간 엔티티에 대한 모델링, 시각화 및 분석 방법 등의 연구 필요

❍ Bondaruk et al.(2019)은 H3 및 OpenEEGR의 오픈소스 소프트웨어로 DGGS 구현을 통한 비교 분석

- H3의 라이브러리는 공간 데이터의 할당 및 검색, 데이터 양자화, 기본 공간분석, 쿼리 및 방송 기능을 위한 주요 기능 중 일부 누락
- OpenEEGR의 라이브러리는 공간 분석, 데이터 쿼리 및 방송 구현은 성공적이지만 데이터 양자화, 위치 고유성의 필수 속성, 영역 보존에 대한 지원 부족
- H3 및 OpenEEGR 소프트웨어 모두 DGGS의 기본 기능을 제공하지만 OGC 요구사항은 반영되지 않았고, 지리공간 분석에 대한 새로운 기준 및 연구 필요

❍ Lia et al.(2020)은 캐나다에 DGGS을 적용하여 국가 지형 데이터 관리

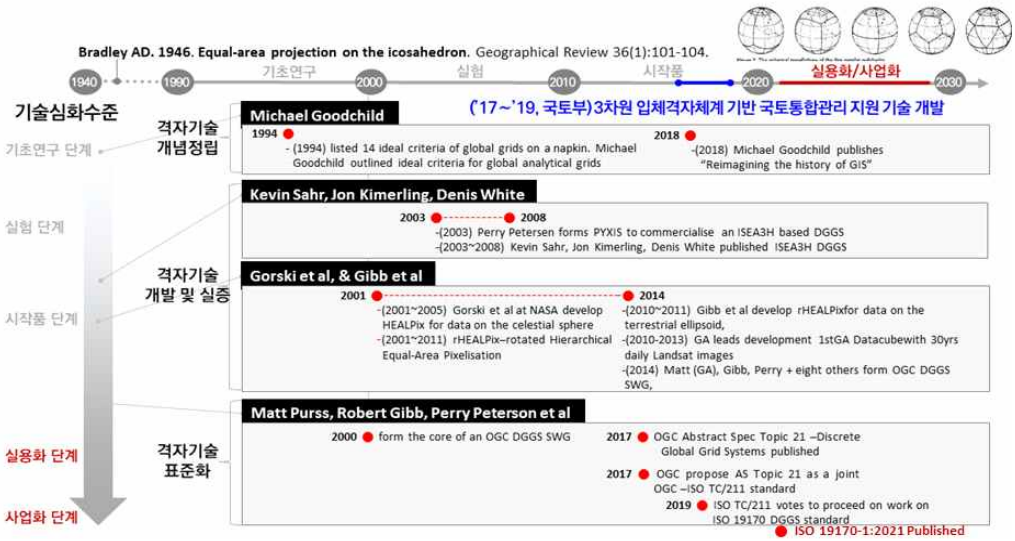
- 이기종 데이터 통합, 다중 스케일 분석 등의 특성을 가진 DGGS는 캐나다 지형 데이터 통합을 통해 데이터 수집 프로세스를 표준화
- DGGS 기반의 지형 데이터를 홍수 지도에 적용하여 의사결정 지원 가능성을 제시

❍ Bowater et al.(2020)은 DGGS의 셀로 양자화 된 IoT 디바이스(정적, 모바일)의 지점을 둘러싼 상쇄영역을 모델링하는 방법을 제시

- DGGS의 기본 인덱싱 구조를 사용하여 다른 공간 해상도에서 상쇄영역의 셀을 결정하는 방법 제시

❍ 입체격자기술은 현재 OGC, ISO/TC 211, UN-GGIM[15] 등 활발한 국제표준화 활동을 통하여 실용화 및 사업화 단계로 진입하고 있음

- UN-GGIM은 제6차 회의에서 글로벌 통계 지리 공간 프레임워크 구현을 위해 입체격자기술 적용을 필수 구현 요소 중 하나로 제시('16, UN-GGIM)
- 특별히, 입체격자기술은 공간상황인식(Spatial Context Awareness) 기술을 구현하기 위하여 시공간 데이터 간의 융복합 및 지능화를 가능하게 하는 Geo-AI 핵심기술로 인식됨('20, OGC)

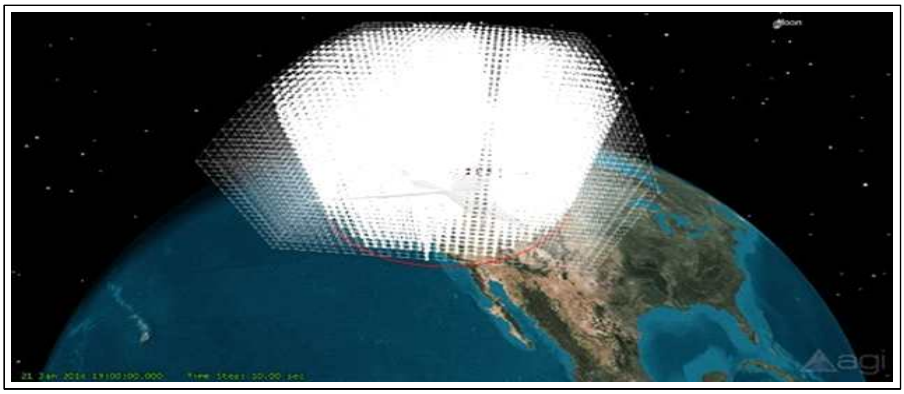


<그림 44> 입체격자 기술의 발전

15) UN-GGIM : United Nations Global Geospatial Information Management

❍ 미국 기업인 AGI는 지상, 해상, 공중 및 우주 플랫폼에 대한 복잡한 분석을 수행할 수 있도록 하는 프로그램(STK(Systems Tool Kit))을 제공

- STK는 지상, 해상, 항공, 우주 범위까지 모델링이 가능하며, 분석 및 가시화를 하기 위한 수단으로 입체격자 개념을 사용하고 있음
- 대기 및 우주의 요소가 지표면에 있는 객체에 미치는 영향 분석, 지구 궤도를 도는 위성과 관련된 문제 해결, 미사일 비행 시뮬레이션 등 우주, 국방 분야에서 활용하고 있음
- STK가 제공하는 격자를 활용하면 대기의 요소, 우주의 요소가 지표면에 있는 객체에 미치는 영향을 파악할 수 있음

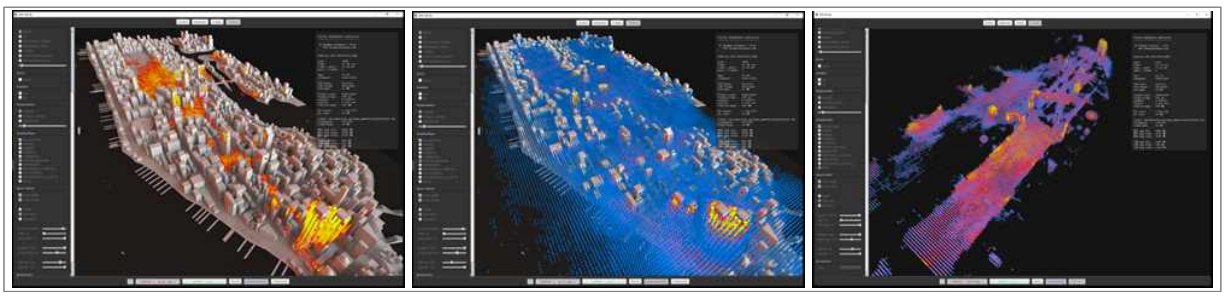


<그림 45> STK를 활용한 격자 생성

출처 : https://www.agi.com/products/stk

❍ 토마스 디왈드(Thomas Diwald)는 공간분할을 입체격자 개념을 활용하여 3차원 실세계에서 일어나는 현상을 분석할 수 있는 기술 개발

- 3차원 입체격자를 활용하여 미세먼지 등 도시권에서 발생하는 현상을 높이에 따라 표현할 수 있으며, 밀도의 변화에 따라 색상변화를 통해 가시화할 수 있는 도구를 제시
- 제시된 도구는 분석된 정보를 3차원 입체격자 기반으로 가시화함으로써 도시에서 발생할 수 있는 상황을 시각적으로 인지하고, 대응하는데 유용함



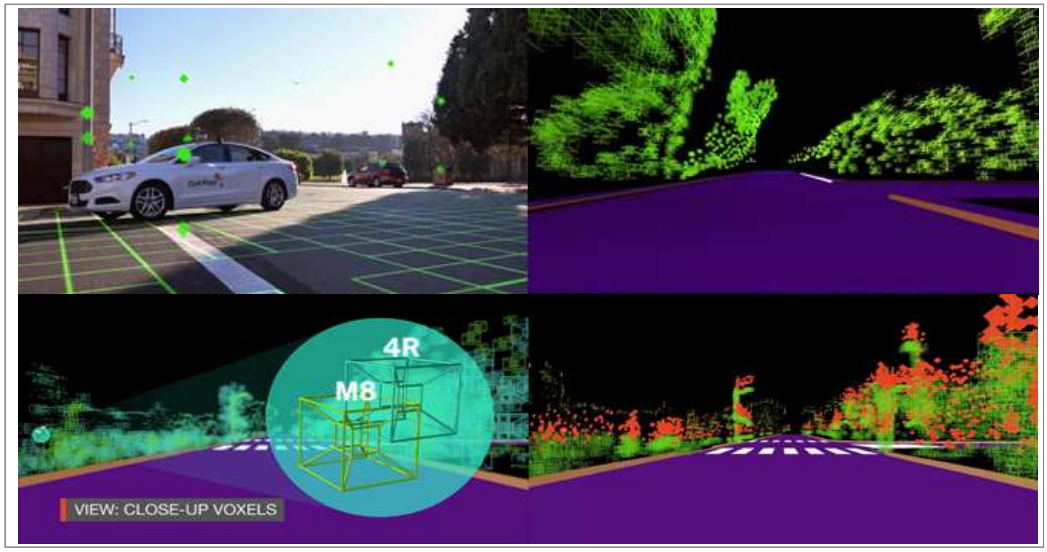
<그림 46> 격자 데이터 시각화 사례

출처 : https://goo.gl/QkYoeg

❍ Civil Maps는 자율주행차의 실용화를 위해 Fingerprint Base Map이라는 도시 주변의 고화질 3D 지도를 만드는 기술을 개발(2018, spar3d)

- Fingerprint Base Map은 자율주행 자동차의 라이다 데이터를 3차원 격자를 활용하여 저장함으로써 대용량의 포인트 클라우드를 효과적 저장관리가 가능
- Fingerprint Base Map은 포인트 클라우드를 저장하고 있는 3차원 격자에 자율주행 중

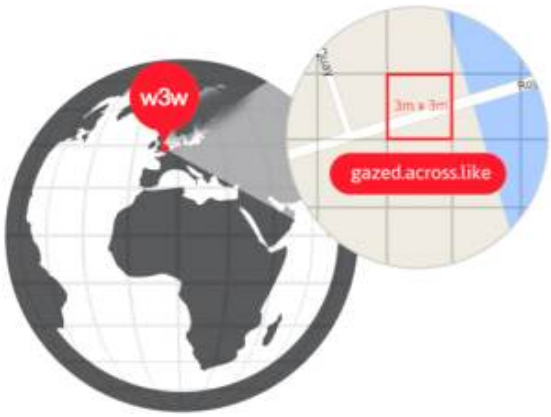
에 인지된 지형지물의 변화를 실시간으로 반영하여 최신화 할 수 있도록 함



<그림 47> Fingerprint Base Map
출처 : https://www.youtube.com/watch?v=JOLzVoYq7cE&t=114s

❍ 2013년 영국에서 출시된 What3Words(W3W)는 전 세계를 3m×3m 격자로 구분하여 3개의 단어로 이루어진 고유한 주소를 부여하여, 주소체계가 존재하지 않는 지역에서도 위치정보를 습득할 수 있게 됨

- What3Words 런던 본사의 출입구의 GPS 좌표는 51.520847, -0.195521100이며, W3W 주소는 '///믿었다.변화.각자의'라고 표시됨
- W3W의 장점은 지번이나 장소명만으로 표기하기 어려운 위치를 정확하게 표기할 수 있다는 점이며, 2019년에 국내 카카오맵이 what3words 기능을 도입하여 서비스 중임



<그림 48> what3words의 격자 활용 사례
출처 :국토교통부(2019), 3차원 입체 격자 체계 기반 국토 통합관리 지원 기술 개발 최종보고서

❍ Mapbox의 경우 모든 데이터를 격자에 저장할 수 있도록 서비스하고 있음

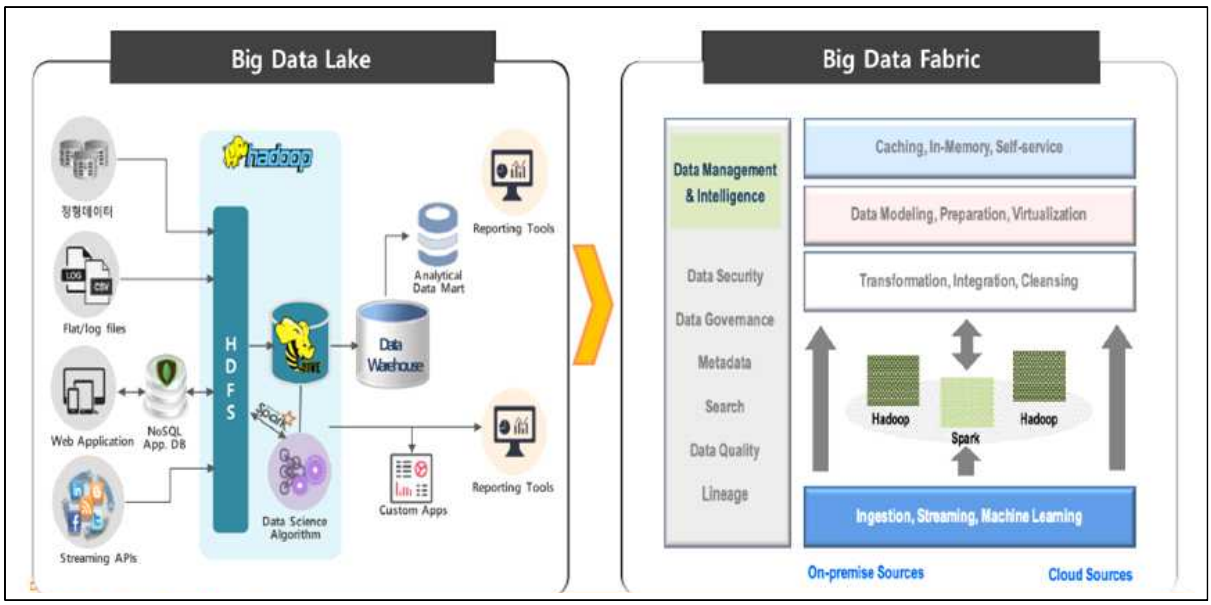
- Mapbox에서는 모든 데이터를 격자(벡터 타일 셋)에 저장할 수 있는 MTS(Mapbox Tiling Service) 서비스를 제공하고 있으며, 데이터가 변경됨에 따라 지속적으로 업데이트가 가능함
- 야후 일본은 MTS를 사용하여 5분마다 업데이트 되는 실시간 날씨 시계열 시각화 지

도를 제공하고 있음

나. 빅데이터 기술

❍ (빅데이터) 데이터 거버넌스 기반 빅데이터 패브릭 개념으로 발전되고 있으며, IoT 기술을 활용하여 데이터 결합 및 분석 등 다양한 플랫폼 서비스 구축·제공 중

- 빅데이터 패브릭(Big data Fabric)은 데이터 거버넌스를 기반으로 기존 빅데이터 레이크 기술에 이기종의 다양한 데이터를 물리적 이동 없이 가상화 레이어에서 통합 및 분석할 수 있는 기술이 접목된 개념으로 분산 데이터 환경에서 마찰 없는 엑세스와 데이터 공유를 가능하게 하며 사일로화 된 저장소를 탈피해 일관된 단일 데이터 관리 프레임워크를 구축함



<그림 49> 빅데이터 플랫폼 발전 동향

출처 : 컴퓨터월드 http://www.comworld.co.kr/, 2020.3.30. 데이터스트림즈 '테라원 슈러쿼리'

- 블록체인을 활용한 데이터 분석 기술개발 추진하고 있으며, IoT 기술을 활용한 데이터 수집 및 솔루션 제공이 이루어지고 있음
- IBM, 구글, 마이크로소프트가 센싱 디바이스, 웹, 음성 등의 데이터를 결합 및 분석하여 빅데이터 분석 플랫폼 서비스를 제공하고 있음
- 아마존은 아마존 웹과 알렉사를 통해 클라우드 기반의 인공 신경망 기반 분석 서비스와 음성인식 서비스를 융합적으로 제공하고 있음
- 후지쯔는 농지작물 및 작업에 대한 이미지 등의 데이터를 분석하는 플랫폼 서비스를 제공하고 있음
- 시스코는 인프라 측면에서 IT 아키텍처, 네트워킹, 클라우드 인프라, 실시간 분석, 보안플랫폼, 벤처 투자 등으로 신산업 생태계를 창출하고 있음
- 인텔은 IoT 환경에 적합한 쿼크(Quak) 프로세서를 기반으로 윈드리버의 클라우드 서비스, 다양한 분석 기능 등을 포함한 새로운 제품군을 공개하고 있음
- 영국, 미국 등 호라이즌 스캐닝 센터, 센트리카, OPOWER는 미래변화 예측을 위한 패턴 분석 등에 활용하고 있음

<표 16> 국외 관련 기관 빅데이터 업무 활용 현황

구분	내 용	분석기법
영국 호라이즌 스캐닝 센터	미래변화 예측에 기반한 선제적 대응	시나리오기법 및 시스템 다이나믹스
영국 센트리카	스마트계량기 도입으로 에너지 소비패턴을 분석하여 에너지 절감	소비패턴 분석
미국 OPOWER	스마트계량기 데이터를 활용한 에너지 절감 서비스	소비패턴 분석

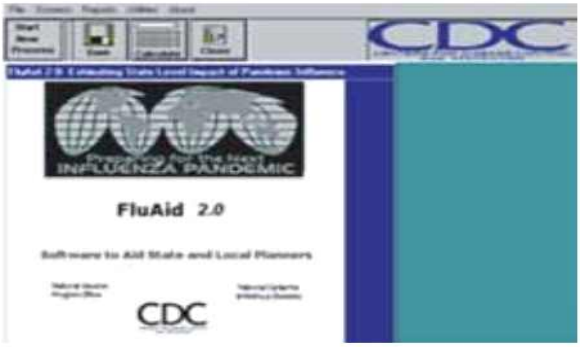
❍ (빅데이터 수집·분석 및 시각화 플랫폼) 분석용 클라우드 서비스, Spotfire Data Streams, 인터랙티브 시각화 라이브러시 서비스와 AI, 소셜 분석, 로봇 자동화 등 다양한 분석·시각화 서비스 제공 중(2020, 중소벤처기업부)

- 구글은 클라우드 플랫폼의 빅데이터 분석 기술인 '클라우드 데이터 플로우' 서비스와 페타바이트의 데이터 장 분석용 클라우드 서비스를 개발하여 제공하고 있음
- Oracle은 빅데이터 환경에 요구되는 시스템의 개념 아키텍처와 빅데이터 분석 참조 아키텍처를 발표함
- Spotfire는 시각화 도구 Spotfire, 자연어 검색 및 AI 기반 인사이트를 제공하는 Spotfire X, 다양한 데이터 소스에 대한 스트리밍 분석을 제공하는 Spotfire Data Streams 등의 다양한 솔루션을 제공하고 있음
- Data Planet은 개인과 정부, 다양한 기업, 기관이 보유한 공공데이터를 라이브 에디터를 활용해서 인터랙티브 시각화 라이브러리 서비스, 무료 차트 및 3D 입체 지도 제작의 데이터 시각화 서비스를 제공하고 있음
- Clickworker는 기계학습 및 인공지능(AI) 교육을 위한 데이터 세트 수집 및 분석을 제공하고 있음
- Qburst는 데이터 기반의 인공지능솔루션, 소셜미디어 분석, 로봇 프로세스 자동화 등의 솔루션을 제공하고 있음
- ScienceSoft는 분석, 컨설팅, 구현, 지원 및 빅데이터 서비스를 포함한 모든 범위의 빅데이터 서비스를 제공하고 있음

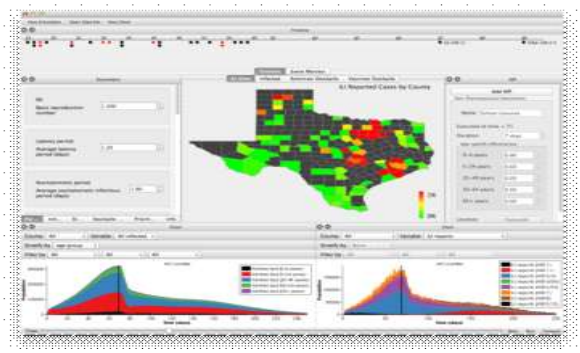
다. 공간정보 분석 기술

❍ (분석모듈) 메르스(MERS), 사스(SARS)와 같은 감염병의 확산 예측을 위한 Geo AI 분석 시뮬레이션 분야의 지속적 시스템 개발 추진 중

- 신종플루 대유행(`09) 이후 미국 질병통제예방센터(CDC)는 독감 확산예측을 위한 '지역사회 독감(Community Flu) 2.02)' 개발
- Community Flu 2.0은 SEIR모델을 기반으로 설계되고 다른 모델을 활용한 'FluAid 2.0', 'FluSurge 2.0' 소프트웨어를 지속적으로 개발
- 텍사스의 TPFT, BM의 STEM, EU는 GLEaM 프로젝트 등 다양한 공간 시뮬레이션 시스템 개발 추진



<그림 50> 미 질병관리센터의 FluAid 2.0



<그림 51> Texas Pandemic Flu Toolkit

출처 : 한국과학기술정보연구원(2014), 한국형 감염병 확산시뮬레이션을 위한 대용량공공데이터 활용방안 연구(좌), https://flu.tacc.utexas.edu/exercise/(우)

❍ (Geo AI 및 AI 기반 데이터 플랫폼) 미국 피츠버그시, 스위스, 베트남, 구글 등 Geo AI를 활용하여 다양한 프로젝트 수행 중이며, IBM, Oracle 등 AI 기반 데이터 품질관리 솔루션 제공 중

- 미국 피츠버그시는 변화하는 교통상황에 즉각적으로 대응할 수 있는 교통신호 체계를 개발하기 위해 실제 교통량 흐름을 감지하여 인공지능 알고리즘 기반으로 신호제어를 조정하는 시스템(SURTRAC)을 개발하고 실증을 진행

<그림 52> 인공지능 알고리즘 기반 신호제어 시스템 활용 사례

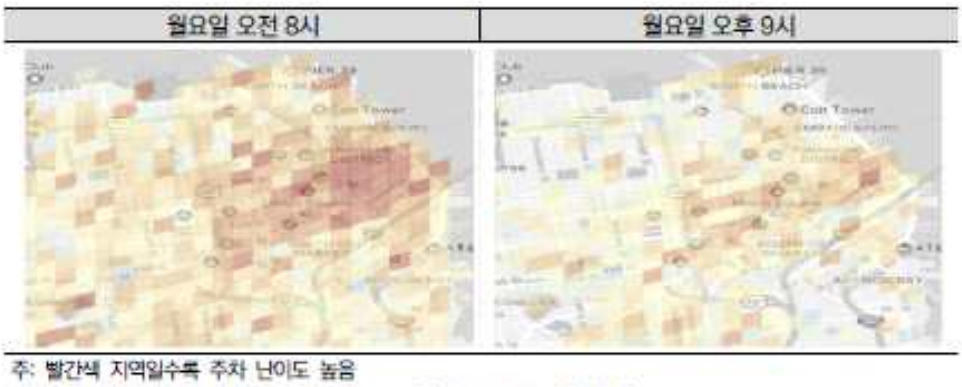
출처 : https://www.rapidflowtech.com/surtrac/how-it-works

- Planet Watchers사는 광학/레이더 이미지, 기상 및 고객 데이터 등을 통합하고, 인공지능 알고리즘 기반의 분석을 통해 산림상태에 관한 다양한 정보를 추출할 수 있는 플랫폼을 운영하여 기업, 정부 및 NGO 등을 지원
- 스위스에서는 시계열 위성영상 및 수치표면모델(DSM)에서 직접 토지이용 변화를 탐지하는 방법 개발을 위해 RF, 다계층 SVM, DT-SVM 등 인공지능 기반의 패턴 인식 알고리즘을 비교·평가

<그림 53> 인공지능 알고리즘 기반 분석 사례

출처 : https://rongjunqin.weebly.com/projects.html

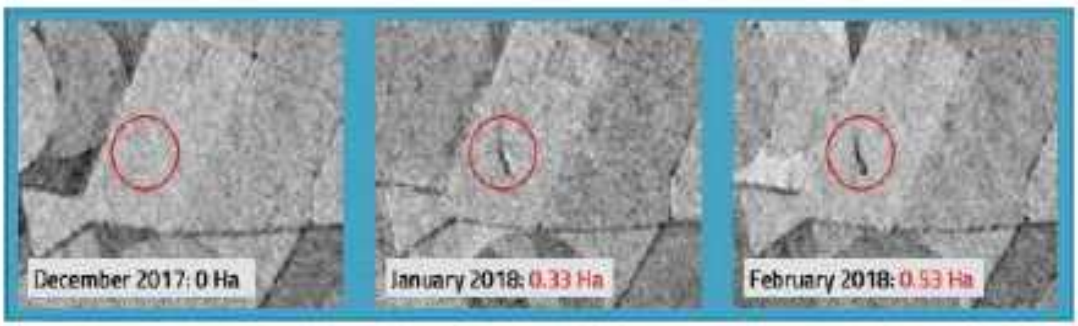
- 구글은 일상생활에서 주차에 허비하는 시간을 최소화하기 위해 크라우드 소싱과 기계학습 알고리즘을 결합하여 목적지에 대한 주차 난이도 정보를 제공하는 기능을 개발하여 구글맵 서비스를 통해 서비스



<그림 54> 구글의 주차 난이도 정보 제공 서비스

출처 : https://www.sphinfo.com/ml-parking/

- 베트남 호치민시는 스마트도시 건설 대상 지역의 효율적 공간계획을 위해 위성영상/지형 공간 데이터와 기계학습 알고리즘을 이용하여 토지이용변화를 탐지하여 용도지역/지구 등을 파악하는 프로젝트를 수행



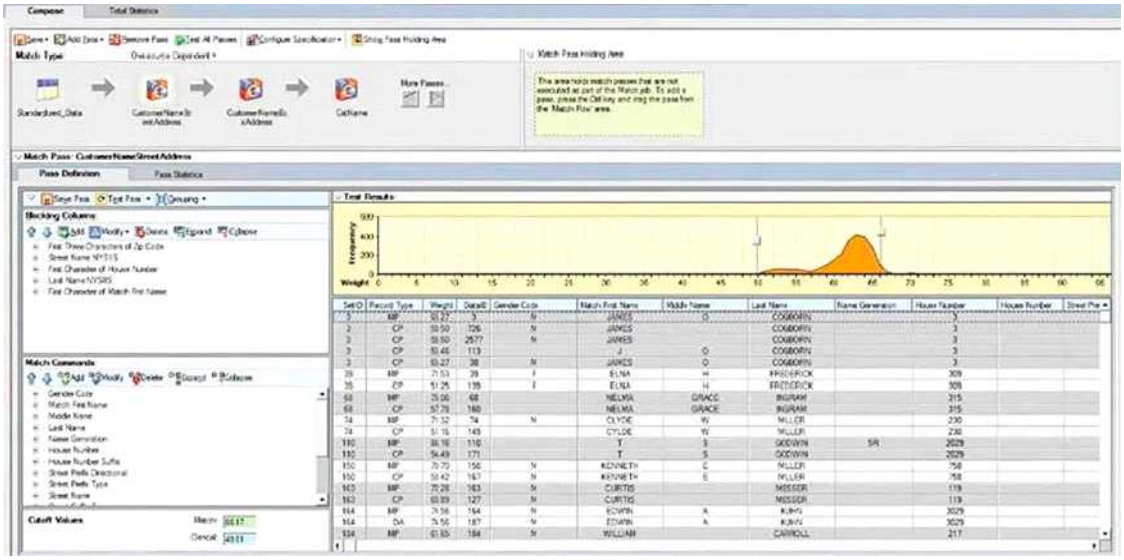
<그림 55> 인공지능 기반 레이더 분석을 통한 토지이용변화 탐지 사례

출처 : https://www.planetwatchers.cm/platform/

- Geo AI에서는 양질의 데이터 규모가 기술의 차이를 만드는데 일반 기계학습 및 통계적 알고리즘은 양질의 데이터양이 증가하더라도 일정량 이상에서 한계에 도달하게 되

는데, 딥러닝은 양이 증가할수록 모델의 성능도 비례해서 향상됨

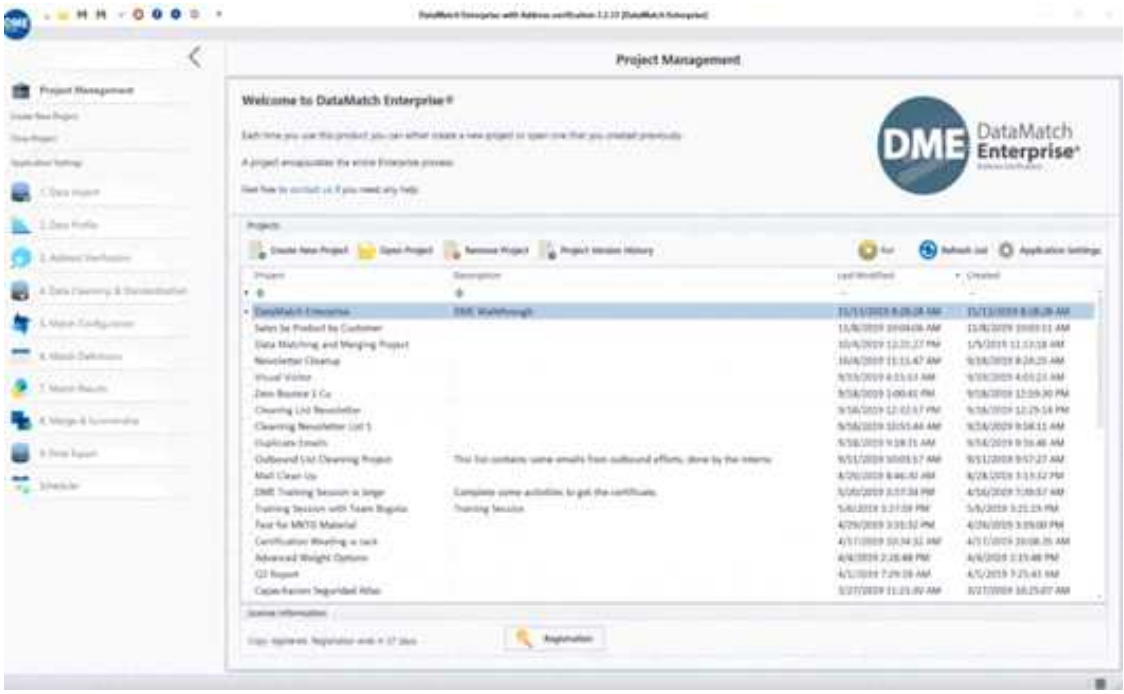
- IBM은 데이터를 신뢰할 수 있는 정보로 전환하기 위한 품질관리 솔루션을 제공하고 있음



<그림 56> IBM InforSphere

출처 : 중소벤처기업부(2020), 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023 빅데이터 부문

- Oracle은 폐쇄적 데이터를 가지고 있는 기업 내의 품질관리를 구현하기 위한 소프트웨어를 개발하고 전사적 차원에서의 품질관리가 가능하도록 구현함
- Data Ladder는 광범위한 데이터 품질관리를 위해 데이터 강화 솔루션을 제공하고 있음



<그림 57> DataMatch Enterprise

출처 : 중소벤처기업부(2020), 중소기업 전략기술로드맵 2021-2023 빅데이터 부문

[PEST 분석결과]

구분	국내 현황	국외 현황	주요 시사점
P (정책)	▪ D.N.A. 정부정책에 따라 국토·도시에 대한 디지털 트윈 사업의 추진 활성화 ▪ 3D 시각화 시뮬레이션 등 디지털 트윈 요소기술 R&D 사업 추진 계획 ▪ 탄소중립도시를 위하여 디지털 기반의 기술개발 과제 기획 추진 중	▪ 영국 등 주요 국가들은 디지털 트윈을 핵심기술로 하여 관련 정책을 적극 추진 중 ▪ 공간정보와 융복합된 과학기술 및 서비스 개발 추진 중 ▪ '위치데이터 프레임워크 개발', 'Agenda CPS' 등의 정책 추진 중	▪ 국가 주도의 데이터 기반 활성화 정책 수행 중 ▪ 디지털 인프라 구축 및 CPS 정책 수립 지원 ▪ 디지털 트윈 기술의 핵심 인프라인 공간정보 분야 정책의 활성화
E (경제)	▪ '20년 공간정보산업 매출액이 10조원대 규모로 성장하였으며, 29.1조원('25년), 51조원('30년)으로 예측 ▪ AI 분야는 IoT 플랫폼과 함께 연평균 성장률 33.1%로 예측	▪ 공간정보 분야는 215억 달러('27년)로 예측 ▪ 공간정보분석 AI 분야는 연평균 성장률 24%로 예측	▪ 국내외 공간정보 산업 시장의 성장률이 지속적으로 상승 ▪ 대면 환경의 디지털 트윈화를 위한 국토정보 구축 및 활용시장 확대
S (사회)	▪ 4차 산업혁명과 디지털 대전환 등 변화된 정부 정책 기조에 대응하기 위한 국가 R&D 연구개발 수요 증대 ▪ 3차원 공간정보와 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야와의 융복합 기술개발을 통해 시급한 사회문제를 해결하기 위한 정부의 의지 및 관심 증대	▪ 국가 차원에서 코로나 19에 신속히 대응하기 위한 언택트 기술개발 장려 ▪ 경제·사회 전반에 비대면 환경으로의 디지털 대전환 추진 ▪ 비대면 환경에 대한 가상화 기술수요가 급속히 성장함에 따라 공간정보 가치가 증대되면서 연계·공유에 대한 중요성이 커지고 있음	▪ 기후변화 및 질병으로 인한 재난재해를 신속하게 대응하기 위해 대면 중심의 정부 행정 서비스가 비대면 중심으로 전환 ▪ 국가 차원에서 관련 ICT 기술을 신속하게 적용하기 위한 정부의 의지와 관심 증대 ▪ 3차원 공간정보는 공공/민간기업 환경의 디지털 트윈화를 위한 핵심데이터로 간주 되고 있어, 데이터 구축 및 활용기술에 대한 수요 급증
T (기술)	▪ 디지털 국토정보기술, 시뮬레이션 분석 기술 등 디지털 트윈 미래 핵심기술 개발 추진 중 ▪ 빅데이터 활용 기술 수준이 낮고, 예측 및 이종데이터 분석 기술은 초기 단계	▪ 글로벌 기업들이 디지털 트윈, 메타버스 등의 솔루션을 개발하여 경쟁 우위 확보 ▪ Geo AI, 블록체인, 증강데이터를 활용한 데이터 분석 기술개발 추진 중	▪ 이종데이터 간의 분석 및 AI 등 신기술을 활용한 데이터 분석 기술이 개발되고 있음 ▪ 공간정보 외 여러 분야에서 AI 기술을 접목한 기술개발 진행 중 ▪ 디지털 트윈 수요를 뒷받침 할 수 있는 기술 마련을 통해 선도국과의 기술격차 완화 필요

⬇

저장관리, 분석 시각화 공개 공유, 실증 사업화 측면에서 시사점 정리	
저장·관리	▪ 대용량의 공간정보 융복합 데이터를 경량화하여 다양한 분야에서 실시간 활용이 가능한 기술 개발 필요
분석·시각화	▪ 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야의 고도화된 분석 기술과 입체격자 기술 간의 융복합을 지원하는 제반 기술 마련 시급
공개·공유	▪ 공공/민간기업의 디지털 트윈화를 지원하기 위하여 3차원 공간정보의 효율적이며 체계적인 공개·공유환경 조성 필요
실증·사업화	▪ 기후변화 및 전염병 등으로 인한 재난재해를 신속하게 대응할 수 있는 공공기술개발 및 실증·사업화 시급

2-5 논문 및 특허 분석

1) 입체격자기술 고도화를 위한 요구 기술 Pool 정의

❍ 국내외 기술 동향 분석결과를 토대로 입체격자 고도화를 위한 요구 기술 Pool을 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화 부문별로 정의하고 기술내용을 대표할 수 있는 요소 기술명을 기술예시로 제시

- 기술예시로 제시한 요소 기술명은 논문 및 특허 데이터 검색 키워드 설정에 활용

<표 17> 입체격자기술 고도화를 위한 요구 기술 Pool

구분	요구 기술	주요 기술내용	기술예시
저장·관리	위치 측위 및 원격탐사기술	▪ 다양한 위치 측위 기술을 활용하여 공간상의 좌표 제시 ▪ 좌표(x,y,z)를 포함하는 입체격자를 기준으로 다양한 속성정보를 구축	GNSS 기반 고정밀 위치 측위, 고정밀 위성영상, 고정밀 항공영상, 포인트 클라우드, 3D 레이저 스캐닝 기술
	실시간 센싱 및 관측 운용 기술	▪ Geo-IoT 기술을 활용하여 실시간 데이터 센싱 및 처리 ▪ 관측된 데이터를 입체격자화 하여 저장·관리 운용	Geo-IoT, Edge Computing, Cloud Computing, 실시간 데이터 저장관리기술, 오픈소스, 하드웨어 기술
	다양한 시공간 빅데이터 연계기술	▪ 정형/반정형/비정형 공간 빅데이터를 입체격자화하여 저장·관리 운용	공간정보 기반 링크드 데이터, CCTV 동영상 데이터, 시민참여형 공간정보(VGI), 3차원 디지털 트윈 데이터, GPS기반 이동객체 데이터, 정밀도로지도 데이터, 데이터 전처리 자동화 기술, 데이터 경량화 기술
	입체격자기반 공간데이터 융합복합기술	▪ 입체격자를 포함하는 공간객체를 분석하여 공간객체의 특성을 도출하여 분류 및 저장	위치정보 익명화 기술, 공간 패턴 인식기술, 공간 특성 분류기술, 데이터 모델 통합기술, 공중-지상-지하 공간데이터 연계기술
분석·시각화	오픈소스 소프트웨어 연계기술	▪ QGIS, Python, R 등과 같이 공간 빅데이터 분석을 위한 범용성 있는 오픈소스 소프트웨어와 연동하여 입체격자 데이터 분석 지원	빅데이터 분석 SW (Tensor flow, MongoDB, Spark), 데스크톱 GIS(QGIS, GRASS), 통계분석 SW(R, Python), 시각화 툴 (Google data studio, FineReport, D3)
	입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술	▪ 입체격자를 기반으로 데이터 분석에 필요한 분석용 데이터를 가공 처리하기 위한 기술개발	3차원 시공간연산자 구현기술, 3차원 벡터 가공처리기술, 3차원 래스터 가공처리기술, 3차원 포인트 클라우드 가공처리기술, 3차원 영상 가공처리기술

구분	요구 기술	주요 기술내용	기술예시
	Geo-AI 적용기술	▪ 입체격자 단위로 가공된 분석 데이터를 활용하여 Geo-AI 분석을 지원하는 기술	3차원 시공간통계모형 구현기술, 3차원 시공간통계 시각화 기술, Geo-AI 구현기술, 딥러닝 구현기술, 기계학습 구현기술
	입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술	▪ 입체격자 단위로 시공간 빅데이터 패턴을 학습, 이상치 분석, 예측, 시뮬레이션 지원	포인트 클라우드 패턴 분석기술, 이동객체 이동패턴 분석기술, CCTV 영상패턴 분석기술, 실내외 주행 영상패턴 분석기술, 드론 영상패턴 분석기술, 재난분야 데이터 가시화 기술
공개·공유	입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술	▪ 입체격자를 기반으로 센서데이터, 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 제반 기술	입체격자 기반 데이터 교환 및 공유서비스 구현기술, Geo-Sensor 기반 실시간 정보 교환 및 공유기술, 5G 기반 데이터 교환 및 공유기술, 입체격자 데이터 카탈로그 구현기술, Geo-Cloud 적용기술
	Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술	▪ 입체격자를 기반으로 Geo-Linked 데이터를 융합하여 다양한 시공간 빅데이터를 연계하고, 맞춤형 교환 및 공유서비스를 지원하는 제반 기술	레거시 공간데이터의 Geo-Linked Data 변환기술, Geo-Linked Data 구축기술, Geo-SPARQL 질의기술, 시민참여형 공간정보(VGI) 연계기술, Geo-Semantic Web 구현기술
	입체격자 Open API 구현기술	▪ Open API를 통하여 입체격자 기반의 다양한 3차원 공간정보 및 속성정보를 교환 및 공유하기 위한 제반 기술	입체격자 Open API를 통한 데이터 교환 및 공유기술, 입체격자 Open API와 타 Open API 간의 연동기술, 입체격자 Open API 응용서비스 구현기술, 입체격자 Open API 운용 및 관리기술, 입체격자 Open API 서비스 플랫폼 구현기술
	입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술	▪ 입체격자를 기반으로 다양한 3차원의 시공간 데이터를 사용자에게 전달하기 위한 제반 기술 ▪ 비즈니스 로직에서 요구하는 중요도 표현을 위한 격자 테깅 인터페이스 및 테깅 격자의 능동적 정보 표출을 위한 방안	입체격자 기반의 4차원 시공간 빅데이터 시각화 기술, 입체격자 기반의 실시간 센서데이터 시각화 기술, 입체격자 기반의 XR(AR/VR/MR) 구현기술, 입체격자 기반의 디지털트윈 시티 시각화 기술, 모바일 XR(AR/VR/MR) 기기와의 연계 및 서비스 구현기술
실증·사업화	공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술	▪ 입체격자를 기반으로 공중 정보를 데이터화 하여 드론길 정밀도로 구축	저고도 유무인 비행체 장애물 모니터링 기술, 가상 공중도로 네트워크 구축 기술,

구분	요구 기술	주요 기술내용	기술예시
		▪ 지상 데이터를 활용한 저고도 공중 공간정보 분석 기술	도시 내 미시기후의 시뮬레이션 및 시각화 기술, 기상/공중 대기환경센서 데이터 연계 및 분석 기술
	지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술	▪ 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 입체격자와 연계, 자연재해 대응 모니터링 및 가상 분석 시뮬레이션을 지원하는 기술	도로 정밀지도 구축기술, 실시간 센서 기반의 시설물 모니터링 기술, 시설물 가상 시뮬레이션 기술, 재난대응 및 세이프티 존 운영기술, 재난 시뮬레이션 기술, 센서 기반 이동체 추적 기술
	지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술	▪ 지하 공동구, 지하철 등 지하 시설물의 공간정보와 입체격자와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술	지하시설물 데이터의 입체격자화 기술, 센서 기반의 지하환경 모니터링 및 시각화 기술, 지하탐사 로봇의 원격탐사를 위한 지하 정밀지도 구축기술, 주요 지하 재난(침수, 붕괴 등) 시뮬레이션 기술, 지하 대피 시뮬레이션 기술
	입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술	▪ 입체격자 데이터의 계층적 특성을 기반으로 공중, 지상, 지하의 개별 도메인 데이터 간 연계 통합기술	공중-지상-지하 3D 포인트 클라우드의 격자화 및 연계 통합기술, 입체격자 연결성 분석을 통한 공중-지상-지하 3차원 데이터모델의 연계 통합기술, 공중-지상-지하 3차원 데이터의 Indexing 기술, 공중-지상-지하 3차원 데이터 카탈로그 기술, 시설물 및 공간 유형별 입체격자 구분 및 식별기술
	입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술	▪ CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 입체격자를 기반으로 모니터링 및 시뮬레이션하여 선제적 방역 대응에 활용하기 위한 기술	CCTV 영상 기반의 확진자 동선 공간 정보화, 확진자 동선 시공간 시뮬레이션 기술, 선제적 방역 대응을 위한 입체격자 활용기술, 입체격자 기반 감염 확산 시뮬레이션 기술, 입체격자 기반 오염지역 식별 및 관리 기술
	위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술	▪ 정보의 손실을 최소화하면서 위치정보를 포함하는 개인정보를 익명화하기 위한 기술	위치기반 마이크로데이터의 입체격자화 기술, Geo-IoT의 개인 위치정보 익명화 기술, 디지털 윤리(Ethics) 및 프라이버시 보호를 위한 입체격자 활용기술, 익명화를 위한 LoD 기반 위치정보의 입체격자 변환기술

2) 논문동향분석

가. 분석범위 및 방법

- ❍ 본 분석에서는 NDSL 사이트를 통하여 논문 데이터를 수집하였으며, 입체격자기술 고도화를 위한 요구 기술 Pool 결과를 기준으로 검색 키워드를 설정하여 적용
- ❍ 연구 분석 기간은 1981.01.01 ~ 2020.12.31로 설정
- ❍ 국내외 연구(보고서 및 논문)의 시계열 동향을 분석하기 위해 키워드 및 초록 검색 결과를 바탕으로 4가지 기술(저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화) 부문별 발행연도별 동향분석 수행
- ❍ 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화 기술에서 세부 기술에 대한 정성적 연구내용을 파악하기 위해 워드클라우드 시각화 분석 수행

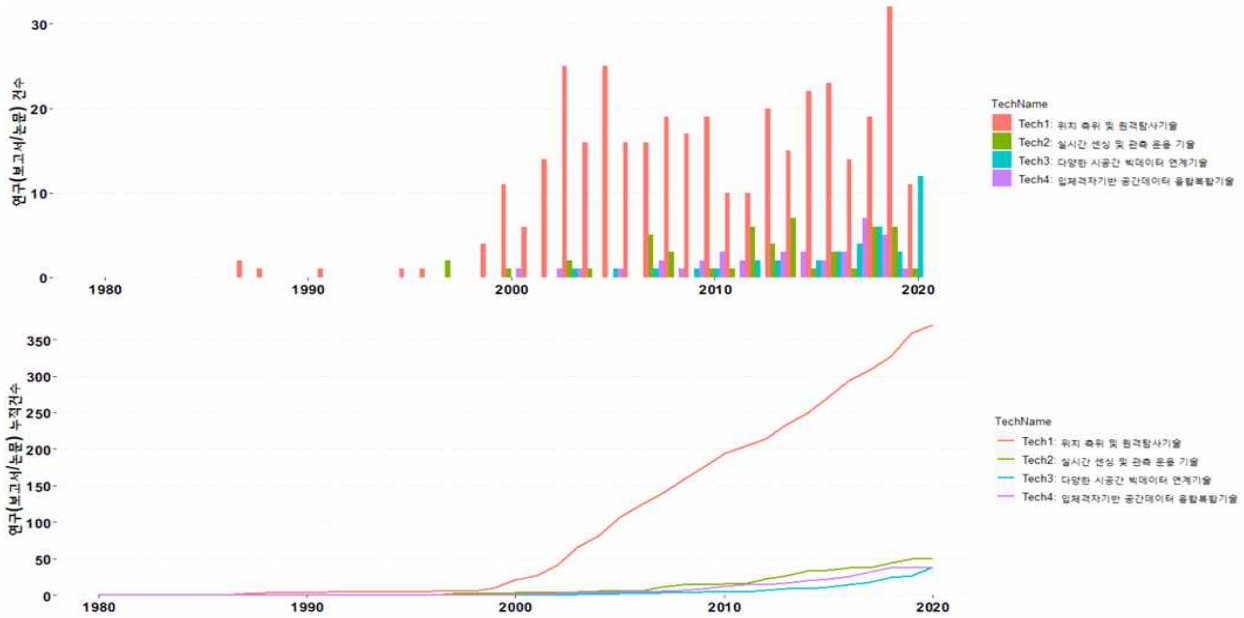
나. 정량적 분석결과

(1) 기술별 논문동향 및 워드클라우드

- ❍ 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화 기술 부문에서 각각 487건, 341건, 65건, 237건의 연구 건수가 도출되었으며, 저장·관리 기술이 입체격자 관련 기술 측면에서 가장 활발한 연구가 진행되고 있음
  - 저장·관리 기술 부문은 위치 측위 및 원격탐사기술, 실시간 센싱 및 관측 운용 기술, 시공간 빅데이터 연계기술, 입체격자기반 공간데이터 융합복합기술 순으로 연구가 진행되고 있으며, 위치 측위 및 원격탐사기술이 압도적으로 많은 연구가 수행되고 있음
  - 분석·가시화 기술 부문은 입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술, 입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술, Geo-AI 적용기술, 오픈소스 소프트웨어 연계기술 순으로 연구가 수행되었음
  - 공개·공유 기술 부문은 입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술, 입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술, 입체격자 Open API 구현기술, Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 순으로 연구가 수행되었음
  - 실증·사업화 기술 부문은 지상 도메인 활용기술, 입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술, 공중 도메인 활용기술, 지하 도메인 활용기술, 입체격자 기반 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술, 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 순으로 연구가 수행되었음

□ 저장·관리 부문 연구(보고서, 논문) 현황

- 저장·관리 부문의 연구는 총 487건으로 조사되었으며, 위치 측위 및 원격탐사기술 365건, 실시간 센싱 및 관측 운용 기술 50건, 시공간 빅데이터 연계기술 37건, 입체격자기반 공간데이터 융합복합기술 35건으로 나타남
- 저장·관리 기술 부문은 가장 많은 연구가 수행되었으며, 실시간 센싱 및 관측 운용 기술은 2000년대를 기점으로 꾸준히 증가하고 있으며, 나머지 3개 기술은 2010년대에 들어 꾸준히 증가하고 있는 추세임



□ 기술별 워드클라우드

위치 측위 및 원격탐사기술 정의

: 다양한 위치 측위 기술을 활용하여 공간상의 좌표를 제시하고, 좌표(x,y,z)를 포함하는 입체격자를 기준으로 다양한 속성정보를 구축하는 기술

- RTK GPS 시스템 관련 연구가 가장 높은 빈도수를 차지하고 있으며, 위성항법시스템, 정확한 좌표값을 추출하기 위한 3차원 스캐너 관련 연구가 두 번째 비중을 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 포인트, 원격, 스캐닝 등으로 나타남

실시간 센싱 및 관측 운용 기술 정의

: Geo-IoT 기술을 활용하여 실시간 데이터 센싱 및 처리하고, 관측된 데이터를 입체격자화하여 저장·관리 운용하는 기술

- GPS 기반 정형 데이터가 지속적으로 발생함에 따라 사물인터넷 실시간 센서데이터 관련 연구가 가장 높은 빈도수를 차지하며, 그 다음으로 에지 컴퓨팅에 관한 연구가 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 네트워크, 엣지컴퓨팅, 실시간 등으로 나타남

다양한 시공간 빅데이터 연계기술 정의

: 정형/반정형/비정형 공간 빅데이터를 입체격자화하여 저장·관리 운용하는 기술

- 공간 빅데이터를 분석 목적과 방법에 맞는 형태로 처리하기 위해 가공하는 데이터 전처리 관련 연구가 가장 높은 비중을 차지하며, 빅데이터 관련 연구가 다음으로 빈도가 높음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 재난, 플랫폼, 포인트, 등으로 나타남

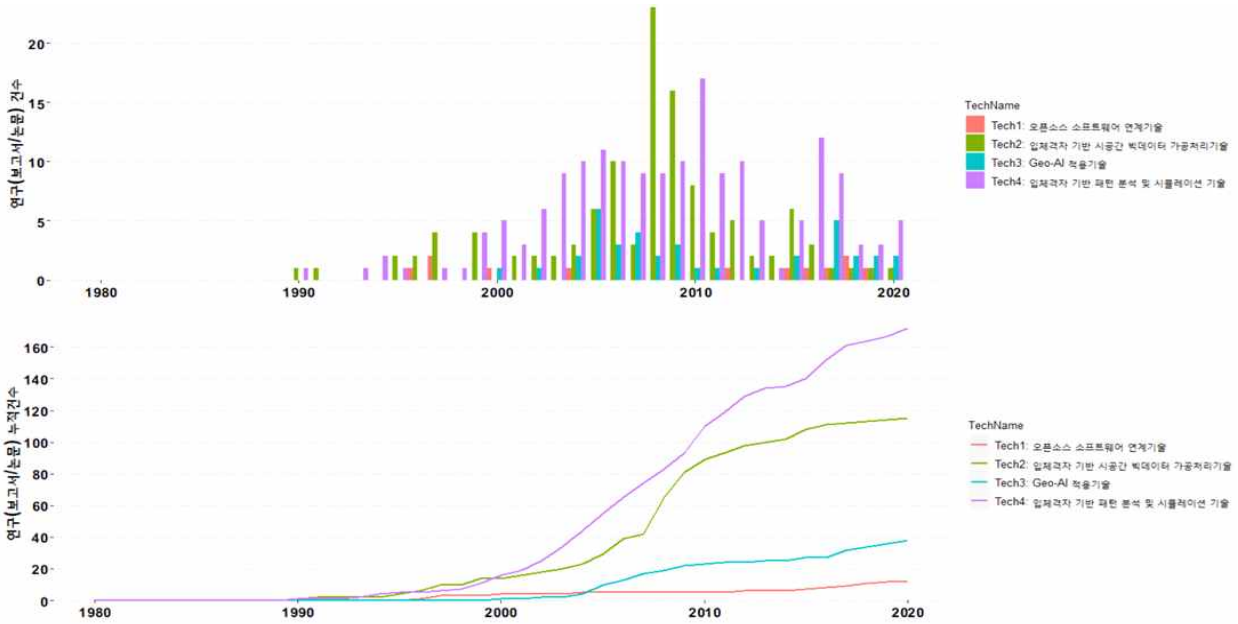
입체격자기반 공간데이터 융합복합기술 정의

: 입체격자를 포함하는 공간객체를 분석하여 공간객체의 특성을 도출하여 분류 및 저장하는 기술

- 3차원 입체격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발이 대두됨에 따라 공간정보의 특성, 분류, 융복합 공간정보 등의 키워드에 관련된 연구가 증가 추세를 보이고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 공간, 정보, 가상, 고정밀, 콘텐츠 등으로 나타남

□ 분석·가시화 부문 연구(보고서, 논문) 현황

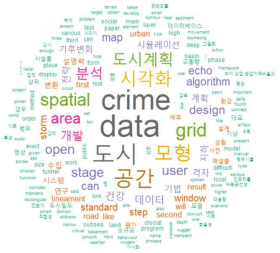
- 분석·가시화 부문의 연구는 총 341건으로 조사되었으며, 입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 173건, 입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 116건, Geo-AI 적용기술 39건, 오픈소스 소프트웨어 연계기술 13건으로 나타남
- 입체격자체계 기술 개발이 고부가치를 창출할 수 있는 새로운 기술로 전망됨에 따라 입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술, 입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 관련 연구가 2000년대에 들어 급격하게 증가하고 있음



□ 기술별 워드클라우드

오픈소스 소프트웨어 연계기술 정의

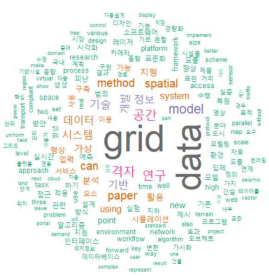
: QGIS, Python, R 등과 같이 공간 빅데이터 분석을 위한 범용성 있는 오픈소스 소프트웨어와 연동하여 입체격자 데이터 분석 지원하는 기술



- 데이터 시각화와 관련된 GIS Visualization, 3D 소프트웨어 애플리케이션인 Spatial SW 관련 연구가 증가하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터(data), 도시, 공간(spatial), 시각화, 모형 등으로 나타남

입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 정의

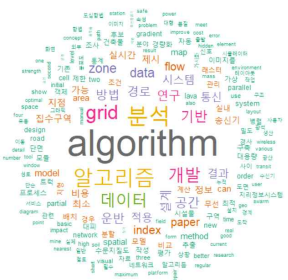
: 입체격자를 기반으로 데이터 분석에 필요한 분석용 데이터를 가공 처리하는 기술



- 여러 분야에서 활용되는 3D Grid에 관한 연구 건수가 증가추세에 있으며, 그 뒤로 3차원 GIS, 3차원 격자에 관련 연구가 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 격자(grid), data, 도시, 공간(spatial), 시각화, 모형 등으로 나타남

Geo-AI 적용기술 정의

: 입체격자 단위로 가공된 분석데이터를 활용하여 Geo-AI 분석을 지원하는 기술



- 기존 GIS의 문제를 해결하기 위한 명령들로 구성된 GIS algorithm 관련 연구 건수가 증가하고 있으며, AI 기술 관련 연구도 소폭 증가하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 알고리즘(algorithm), 분석, grid, 데이터 등으로 나타남

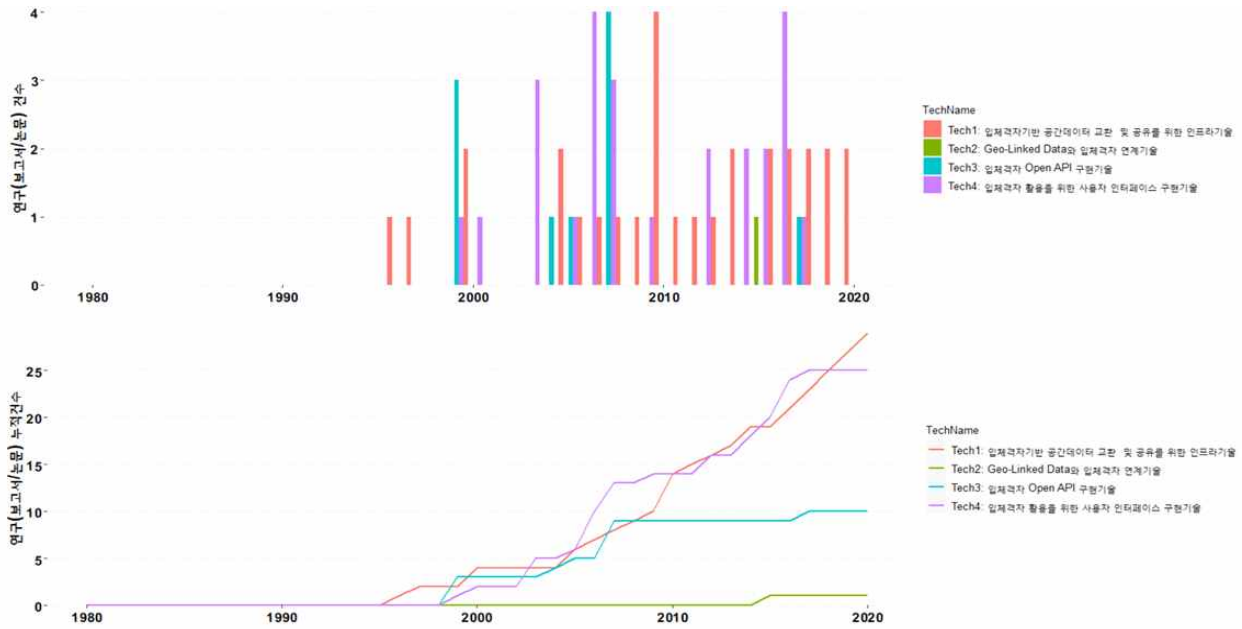
입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 정의

: 입체격자 단위로 시공간 빅데이터 패턴을 학습하고, 이상치 분석, 예측, 시뮬레이션을 지원하는 기술

- 관련 기술에는 포인트 클라우드 패턴 분석기술, 이동객체 이동 패턴 분석기술, 재난 분야 데이터 가시화 기술 등이 있으며, GPS 분석, 재난 예측 등의 키워드 연구가 가장 많은 비중을 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 시뮬레이션, 예측, 홍수, 주행 등으로 나타남

□ 공개·공유 부문 연구(보고서, 논문) 현황

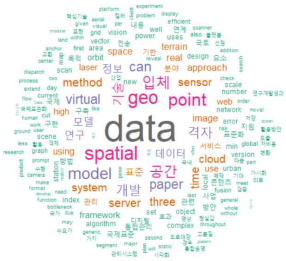
- 공개·공유 부문의 특허는 총 65건으로 조사되었으며, 입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 29건, 입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 25건, 입체격자 Open API 구현기술 10건, Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 1건으로 나타남
- 입체격자를 기반으로 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 인프라 기술 관련 연구는 1990년대 중반에 들어 나타나 꾸준히 연구가 되고 있음



□ 기술별 워드클라우드

입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 정의

: 입체격자를 기반으로 센서데이터, 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 제반 기술



- 관련 기술에는 RFID 리더, CCTV 등과 같이 위치를 획득할 수 있는 GeoSensor 기반 실시간 정보 교환 및 공유 기술이 있으며, GPS 분석, 3D 시뮬레이션 관련 연구가 증가하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터(data), 격자, 공간(spatial). geo, point 등으로 나타남

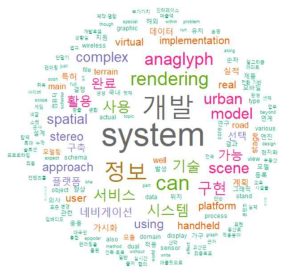
Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 정의

: 입체격자를 기반으로 Geo-Linked 데이터를 융합하여 다양한 시공간 빅데이터를 연계하고, 맞춤형 교환 및 공유서비스를 지원하는 제반 기술

- Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 관련 연구는 1건 있었으며, 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 정보, 지적, 서비스 등으로 나타남

입체격자 Open API 구현기술 정의

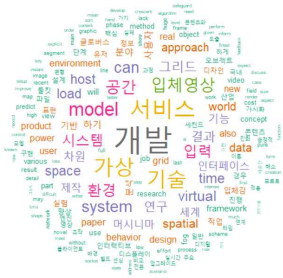
: Open API를 통하여 입체격자 기반의 다양한 3차원 공간정보 및 속성정보를 교환 및 공유하기 위한 제반 기술



- Open API 구현 기술 관련 연구는 GIS API, Grid API 순으로 빈도가 나타났으며, 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터(data), 격자, 공간(spatial). geo, point 등으로 나타남

입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 정의

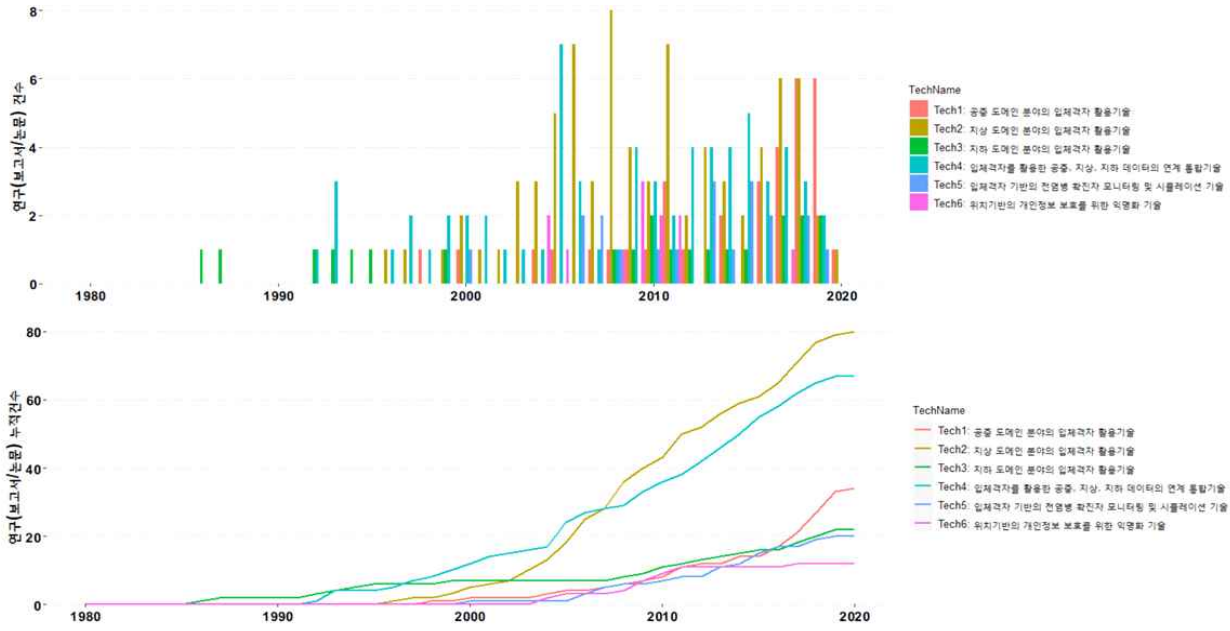
: 입체격자를 기반으로 다양한 3차원의 시공간 데이터를 사용자에게 전달하기 위한 제반 기술



- 관련 기술에는 입체격자 기반의 3차원 시공간 빅데이터 시각화 기술, XR(AR/VR/MR) 구현 기술 등이 있으며, 4D spatial, Grid MR 순으로 연구 빈도수가 증가하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 서비스, 입체, 가상(virtual) 등으로 나타남

□ 실증·사업화 부문 연구(보고서, 논문) 현황

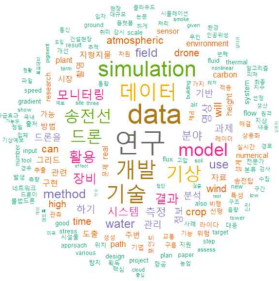
- 실증·사업화 부문의 특허는 총 237건으로 조사되었으며, 지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술 80건, 입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 68건, 공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술 35건, 지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술 22건, 입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 20건, 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 12건으로 나타남
- 지상과 지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술은 1990년부터 시작되어 2000년대 들어서 연구가 많이 수행되기 시작하였으며,
- 이는 현재까지는 공중, 지하 도메인 분야의 입체격자 기술보다는 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보에 해당하는 지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술의 비중이 큰 것을 알 수 있음



□ 기술별 워드클라우드

공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술 정의

: 입체격자를 기반으로 공중 정보를 데이터화하여 드론길 정밀도로를 구축, 지상 데이터를 활용한 저고도 공중 공간정보를 분석하는 기술



- 관련 기술에는 저고도 유무인 비행체 장애물 모니터링 기술, 가상 공중도로 네트워크 구축 기술 등이 있으며, 기상데이터, 드론 모니터링 순으로 연구 빈도수를 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 드론, 기상, 시뮬레이션, 모니터링 등으로 나타남

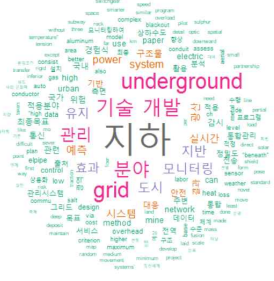
지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술 정의

: 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 입체격자와 연계, 자연재해 대응 모니터링 및 가상 분석 시뮬레이션을 지원하는 기술

- 관련 기술에 도로 정밀지도 구축기술, 재난대응 및 세이프티 존 운영기술 등이 있으며, 세이프티 존, 세이프티 섹터 관련 연구가 증가하고 있는 추세임
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 시설물, 건물, 정보, 관리, 분석 등으로 나타남

지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술 정의

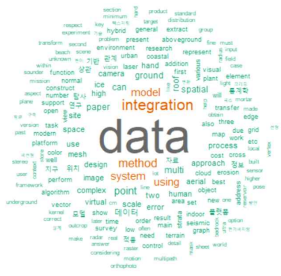
: 지하공동구, 지하철 등 지하시설물의 공간정보와 입체격자와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술



- 관련 기술에는 지하시설물 데이터의 입체격자화 기술, 센서 기반의 지하환경 모니터링 및 시각화 기술 등이 있으며, 홍수 시뮬레이션, 지하 모니터링 관련 연구가 많은 빈도수를 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 지하, 기술, 모니터링 등으로 나타남

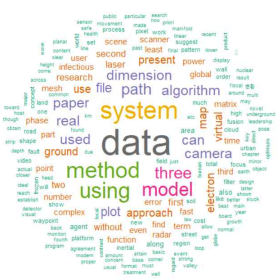
입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 정의

: 입체격자 데이터의 계층적 특성을 기반으로 공중, 지상, 지하의 개별 도메인 데이터 간 연계 통합기술



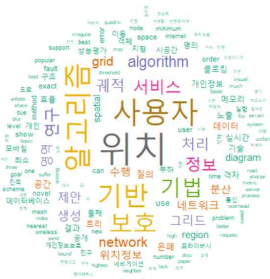
- 관련 기술에는 3D 포인트 클라우드의 격자화, 공간 유형별 입체격자 구분 및 식별기술 등이 있으며, 통합 3D 데이터 관련 연구가 많은 빈도수를 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 intergration data, method 등으로 나타남

입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 정의
: CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 입체격자를 기반으로 모니터링 및 시뮬레이션하여 선제적 방역 대응에 활용하기 위한 기술



- 관련 기술에는 CCTV 영상 기반의 확진자 동선 공간 정보화, 확진자 동선 시공간 시뮬레이션 기술 등이 있으며, 전염병 시뮬레이션, 확인된 데이터 사례 등의 관련 해외 연구가 많은 비중을 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 system, algorithm, model, virtual 등으로 나타남

위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 정의
: 정보의 손실을 최소화하면서 위치정보를 포함하는 개인정보를 익명화하기 위한 기술



- 관련 기술에는 Geo-IoT의 개인 위치정보 익명화 기술, 디지털 윤리 보호를 위한 입체격자 활용기술 등이 있으며, 디지털 윤리, 개인 위치정보 보호 순으로 관련 연구의 빈도수가 높게 나타남
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 사용자, 위치, 보호 등으로 나타남

2) 특허동향분석

가. 분석범위

○ 본 분석에서는 입체격자 관련 기술 분야를 특허 분석 대상으로 하였으며, 분석대상 기간은 출원일자를 기준으로 2021년 12월까지 출원/공개된 특허를 대상으로 함

<표 18> 국가별 분석기간 및 특허 출원 건수

국가	분석기간	특허 출원
한국	1999.01.01 ~ 2021.12.31	406
미국		1218
국제특허		264
중국		258
유럽		130
일본		86
캐나다		64
호주		60
기타		61

나. 분석방법

(1) 검색 키워드 선정

○ 본 분석에서는 KIPRIS 사이트를 통하여 특허 데이터를 수집하였으며, 입체격자기술 고도화를 위한 요구 기술 Pool 결과를 기준으로 검색 키워드를 설정하여 적용

(2) 동향분석 방법

○ 특허동향은 조사대상국인 한국, 미국, 유럽, 일본, 중국 등 주요 국가별 기술개발 활동 현황, 특허출원 동향, 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 특허 기술 성장 현황을 분석함

○ 국내외 특허의 키워드 및 초록 검색 결과를 바탕으로 4가지 기술(저장·관리, 분석·가시

화, 공개·공유, 실증·사업화) 부문별 발행연도별 동향분석 수행

○ 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화 기술에서 세부 기술에 대한 정성적 연구내용을 파악하기 위해 워드클라우드 시각화 분석 수행

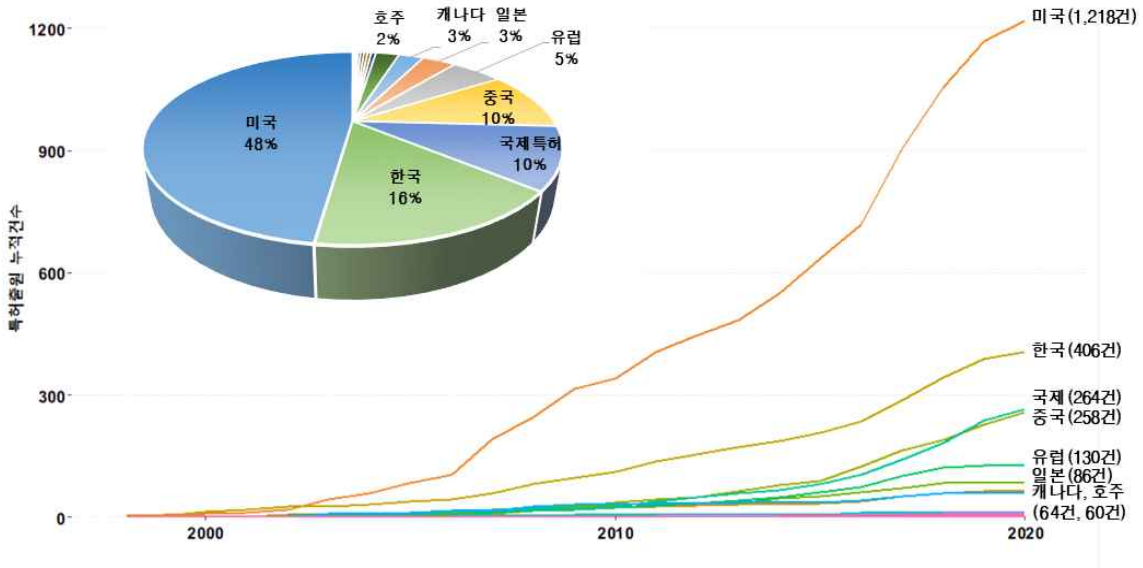
다. 정량적 분석결과

(1) 주요 국가별 연도별 출원동향

○ 한국, 미국, 국제특허, 중국, 유럽 등 국가별 특허기술 출원점유율을 통해 해당 기술을 주도하는 국가 파악

○ 국내외 3차원 공간정보를 활용한 기계학습 데이터 구축 및 인공지능 적용 관련 특허를 분석한 결과, 주요국 전체적으로 3차원 공간정보 및 AI 분야에 대한 관심과 특허출원이 증가하고 있는 추세

- 미국이 48%로 가장 많은 특허를 차지하고 있으며, 2순위로 한국이 16%, 그 뒤로 국제특허 10%, 중국이 10%, 유럽 5% 순으로 출원율을 차지하고 있음



<그림 58> 국가별 특허현황(2021.12 기준)

(2) 특허기술 성장단계 분석

○ 분석 대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원건수와 출원인수의 증감 변화를 토대로 해당 기술분야의 특허기술 성장단계를 파악

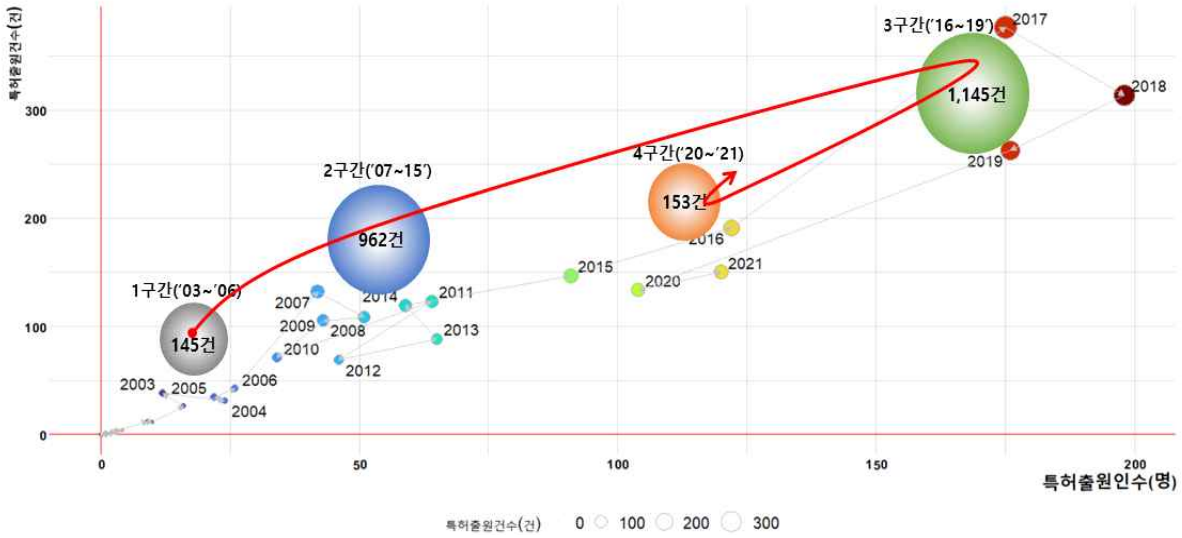
○ 특허기술 성장단계 분석구간의 설정은 전체 기간을 일정한 연간 단위로 구간을 구분하되, 최근 급부상하거나 이슈가 있는 기술분야의 경우, 최근 기간 등으로 한정하여 구간을 설정하여 분석하는 것이 유의미할 수 있음

○ 특허기술을 기반으로 입체격자 및 기계학습 기술의 성장단계는 1구간에서 3구간까지 출원인 수, 출원 건수가 지속적인 성장세를 보였으나, 4구간에서는 다소 약화된 성장세를 보임

○ 국가별 특허현황으로 기술성장단계를 분석한 결과, 1구간(2003～2006), 2구간

(2007~2015), 3구간(2016~2019)까지는 출원인 수, 출원 건수가 지속적인 성장세를 보였으나, 4구간(2020~2021)에서는 다소 약화된 성장세를 보임

- 4구간의 약세는 코로나-19에 따른 영향으로 판단되며 향후 디지털 트윈, AI, 메타버스 등 디지털 비대면 시장이 확대됨에 따라 관련 출원 건수는 다시 증가할 것으로 예상함



<그림 59> 국내외 특허기술 성장단계

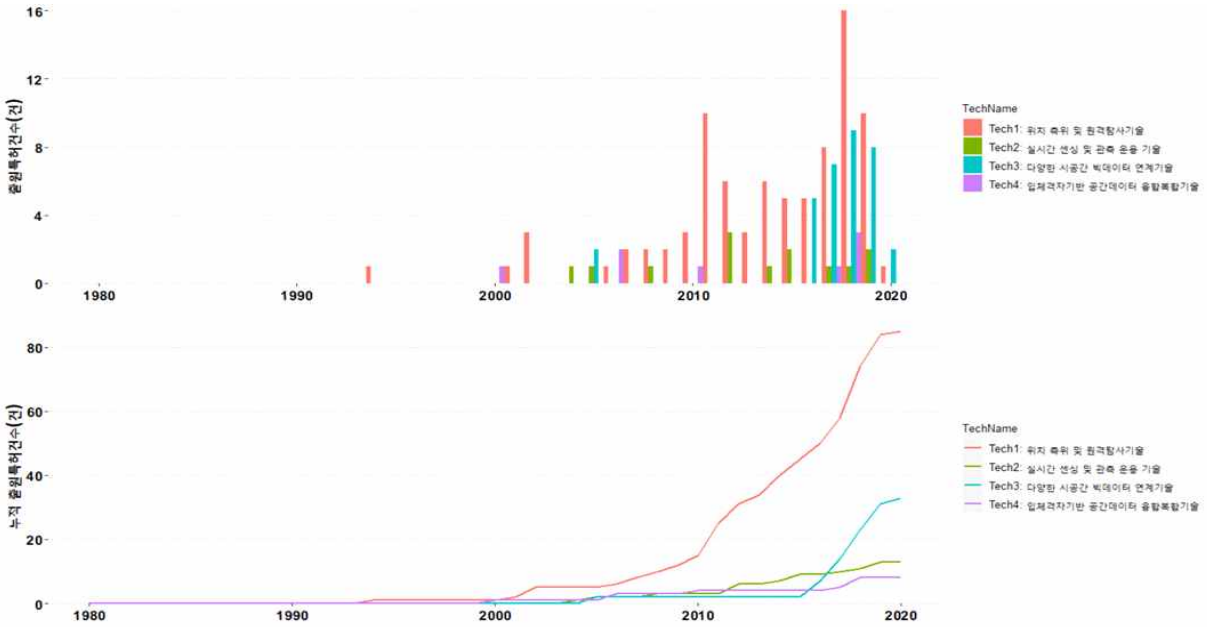
(3) 기술별 특허동향 및 워드클라우드

❍ 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화 기술 부문에서 각각 140건, 121건, 113건, 135건의 특허 건수가 도출되었으며, 전체적으로 비슷한 수준으로 특허 활동이 이루어지고 있음

- 저장·관리 기술 부문은 위치 측위 및 원격탐사기술, 분석·가시화 기술 부문은 입체격자기반 시공간 빅데이터 가공처리기술, 공개·공유 기술 부문은 입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술, 실증·사업화 기술 부문은 지상 도메인 활용기술, 공중 도메인 활용기술 위주로 특허가 등록되었음

□ 저장·관리 부문 특허동향

- 저장·관리 부문의 특허는 총 140건으로 조사되었으며, 위치 측위 및 원격탐사기술 85건, 시공간 빅데이터 연계기술 33건, 실시간 센싱 및 관측 운용 기술 13건, 입체격자기반 공간데이터 융합복합기술 9건으로 나타남
- 위치 측위 및 원격탐사기술은 2000년대부터 증가하여 가장 많은 건수를 차지하고 있으며, 시공간 빅데이터 연계기술은 2016년부터 급격하게 증가하고 있음



□ 기술별 특허동향 및 워드클라우드

위치 측위 및 원격탐사기술 정의

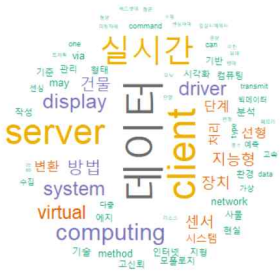
: 다양한 위치 측위 기술을 활용하여 공간상의 좌표를 제시하고, 좌표(x,y,z)를 포함하는 입체격자를 기준으로 다양한 속성정보를 구축하는 기술

- 인공위성을 이용한 위치 및 시각 결정 시스템인 위성항법시스템 관련 건수가 가장 높은 비중을 차지하였고, 캐너를 활용하여 물체 외곽선의 좌표값을 추출하여 다양한 분야에서 활용이 되는 3차원 스캐너가 그 다음으로 높은 비중을 차지하고 있음

- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 정보, 포인트, 좌표, 영상 등으로 나타남

실시간 센싱 및 관측 운용 기술 정의

: Geo-IoT 기술을 활용하여 실시간 데이터 센싱 및 처리하고, 관측된 데이터를 입체격자화하여 저장·관리 운용하는 기술



- 사물인터넷 기기의 확산으로 데이터 양이 폭증하면서 이를 처리하기 위해 활용되는 에지 컴퓨팅이 가장 많은 특허 건수를 차지했으며, 센서기반 실시간으로 데이터를 수집 및 분석하는 실시간 센서 데이터 관련 특허가 다음으로 높은 비중을 차지함

- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 실시간, client, server, computing 등으로 나타남

다양한 시공간 빅데이터 연계기술 정의

: 정형/반정형/비정형 공간 빅데이터를 입체격자화하여 저장·관리 운용하는 기술

- 다양한 데이터들을 분석하고 목적과 방법에 맞는 형태로 처리하기 위하여 불필요한 정보를 가공하기 위한 데이터 전처리 키워드 관련 특허의 건수가 가장 많은 비중을 차지하였으며, CCTV 등의 영상 데이터와 관련 있는 CCTV 데이터가 두번째로 많은 비중을 차지하고 있음

- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 전처리, 방법, 학습, 시스템, 디지털 등으로 나타남

입체격자기반 공간데이터 융합복합기술 정의

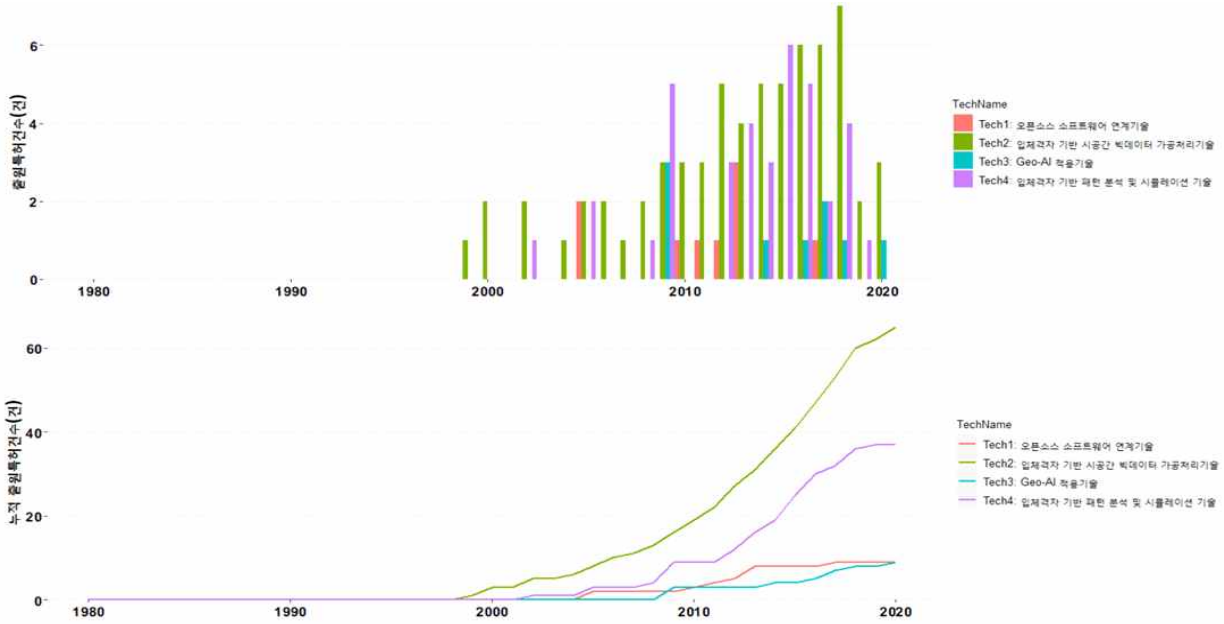
: 입체격자를 포함하는 공간객체를 분석하여 공간객체의 특성을 도출하여 분류 및 저장하는 기술

- 데이터 모델 통합기술, 공간패턴 인식기술들을 기반으로 공간데이터 통합, 공간패턴 인식 키워드 등과 관련된 특허의 건수가 높게 나타남

- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터(data), object, complex, 공간, 시스템 등으로 나타남

□ 분석·가시화 부문 특허동향

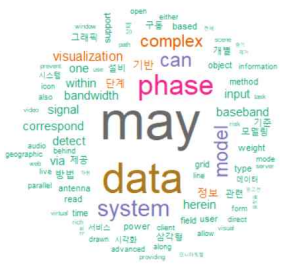
- 분석·가시화 부문의 특허는 총 121건으로 조사되었으며, 입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 65건, 입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 37건, Geo-AI 적용기술 10건, 오픈소스 소프트웨어 연계기술 9건으로 나타남
- 3차원 격자를 활용하여 데이터 분석에 필요한 데이터들을 가공하기 위한 입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공 처리기술은 1999년부터 중요성이 강조되여 특허출원 건수가 증가하기 시작하였으며, 입체격자를 활용하여 재난 시뮬레이션을 사용하기 위해 입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술의 관심도 2000년대 초반부터 증가하기 시작하였음



□ 기술별 특허동향 및 워드클라우드

오픈소스 소프트웨어 연계기술 정의

: QGIS, Python, R 등과 같이 공간 빅데이터 분석을 위한 범용성 있는 오픈소스 소프트웨어와 연동하여 입체격자 데이터 분석 지원하는 기술



- 공간 데이터를 분석하고 시각화하기 위한 기술들이 주된 특허 출원으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 공간데이터와 연계할 수 있는 소프트웨어들과 관련된 기술들이 출원되는 것으로 나타남
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 data, model, system, complex, visualization 등으로 나타남

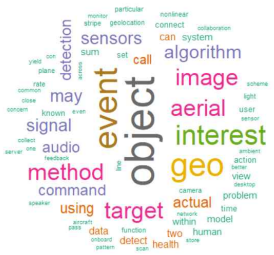
입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 정의

: 입체격자를 기반으로 데이터 분석에 필요한 분석용 데이터를 가공 처리하는 기술

- 3차원 격자 데이터들을 영상으로 처리하기 위한 기술들과 관련된 특허 출원이 가장 많았고, 데이터들을 GIS에서 사용할 수 있게 하는 기술들이 그 다음으로 많았음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 영상, 격자, 데이터, 공간, 시스템, 좌표, 위치 등으로 나타남

Geo-AI 적용기술 정의

: 입체격자 단위로 가공된 분석데이터를 활용하여 Geo-AI 분석을 지원하는 기술



- 공간 빅데이터를 활용하여 도시를 예측할 수 있는 AI Geo와 관련된 기술들의 특허 출원이 가장 많았으며, 이 기계들이 기존 데이터와 학습을 통해 자동으로 개선하는 알고리즘, geo Machine learning이 뒤를 이으며
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 object, event, geo, method, aerial, algorithm 등으로 나타남

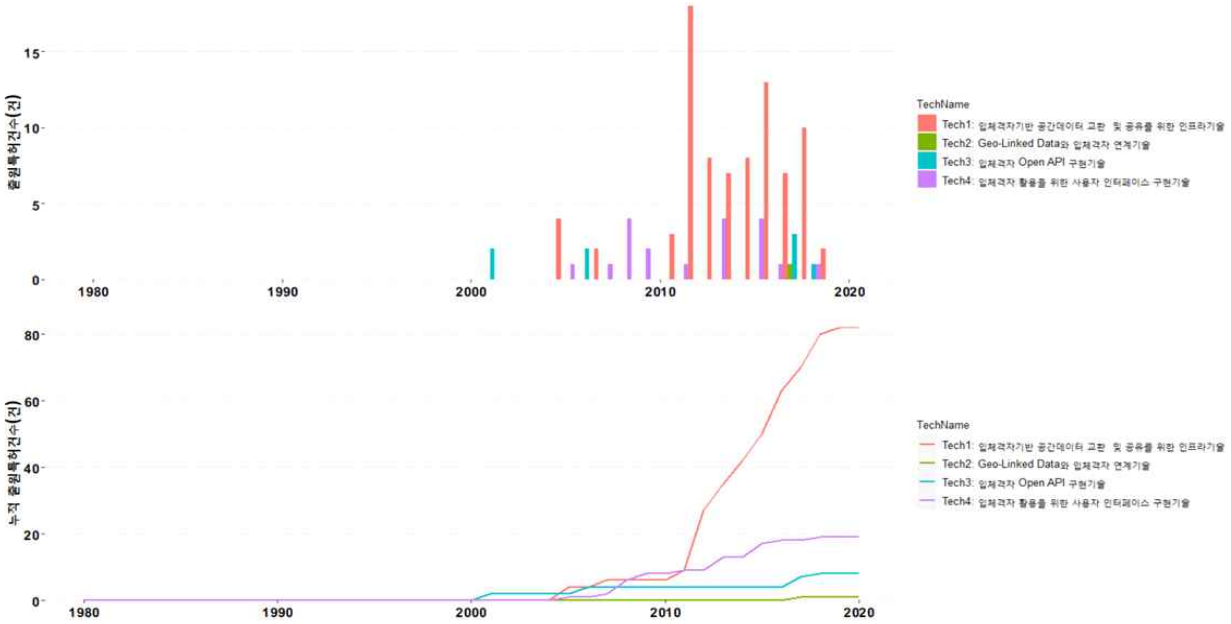
입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 정의

: 입체격자 단위로 시공간 빅데이터 패턴을 학습하고, 이상치 분석, 예측, 시뮬레이션을 지원하는기술

- 입체격자 데이터들을 활용하여 재난을 예측해볼 수 있는 3차원 시뮬레이션 기술과 관련된 특허 출원이 가장 많았으며, 드론과 CCTV를 통해 습득한 데이터들의 패턴을 분석하는 기술 관련 특허 출원이 그 다음으로 많았음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 시뮬레이션, 정보, 분석, 데이터, 영상, 시스템 등으로 나타남

□ 공개·공유 부문 특허동향

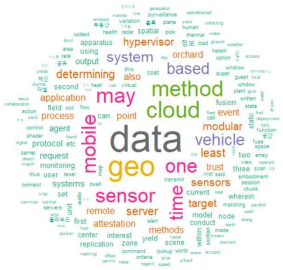
- 공개·공유 부문의 특허는 총 113건으로 조사되었으며, 입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 85건, 입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 19건, 입체격자 Open API 구현기술 8건, Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 1건으로 나타남
- Geo-Sensor 기반 실시간 정보 교환 및 공유 기술이 대두됨에 따라 2010년도 초반부터 입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 관련 특허 출원이 급격하게 증가했으며, 입체격자 기반의 데이터를 시각화하기 위해 입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 관련 특허 출원과 Open API를 통하여 정보를 교환 및 공유하기 위한 입체격자 Open API 구현기술 관련 특허 출원이 소폭 상승했음을 알 수 있음



□ 기술별 워드클라우드

입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 정의

: 입체격자를 기반으로 센서데이터, 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 제반 기술



- 직접 또는 간접적으로 위치정보를 획득할 수 있는 Geo-Sensor 기술을 활용한 실시간 정보 교환 및 공유 기술 관련 특허 출원 건수가 많이 나타남
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 data, sensor, cloud 등으로 나타남

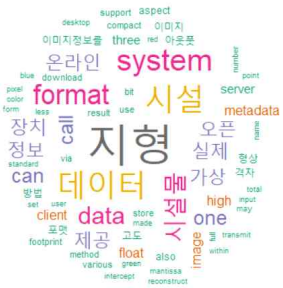
Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 정의

: 입체격자를 기반으로 Geo-Linked 데이터를 융합하여 다양한 시공간 빅데이터를 연계하고, 맞춤형 교환 및 공유서비스를 지원하는 제반 기술

- Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술 관련 특허는 1건이 있었으며, 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 영상, 빅데이터, 클라우드 등으로 나타남

입체격자 Open API 구현기술 정의

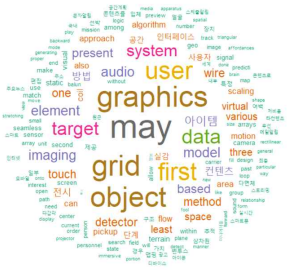
: Open API를 통하여 입체격자 기반의 다양한 3차원 공간정보 및 속성정보를 교환 및 공유하기 위한 제반 기술



- 공간정보 및 데이터를 교환 및 공유하고 서비스를 구현할 수 있는 3D API 기술 관련 특허 출원 건수가 많이 나타남
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 지형, 데이터(data), 시설물, 가상 등으로 나타남

입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 정의

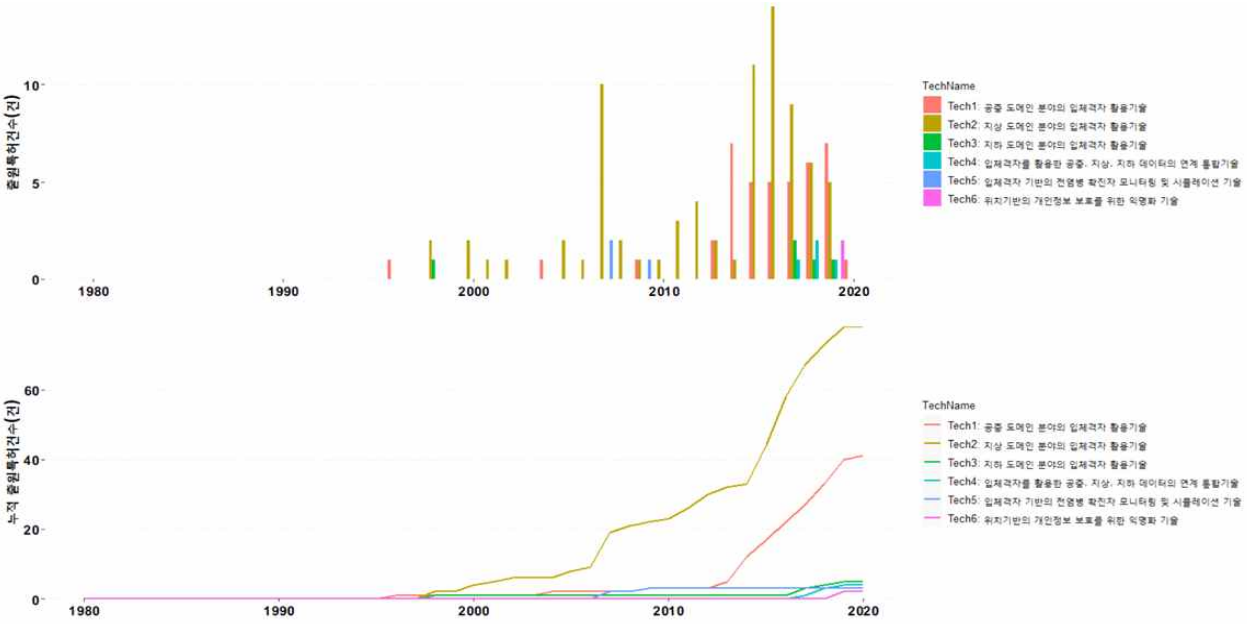
: 입체격자를 기반으로 다양한 3차원의 시공간 데이터를 사용자에게 전달하기 위한 제반 기술



- 입체격자 기반의 정보들을 시각화하여 사용자에게 전달하기 위한 3D UI 기술 관련 특허 출원이 가장 많았음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 graphics, grid, object, user, 실감 등으로 나타남

□ 실증·사업화 부문 특허동향

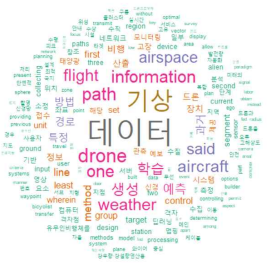
- 실증·사업화 부문의 특허는 총 135건으로 조사되었으며, 지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술 78건, 공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술 43건, 지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술 5건, 입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 4건, 입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 3건, 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 2건으로 나타남
- 자연재해로부터 안전한 세이프티 존의 중요성으로 인하여 지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술 관련 특허 출원이 1990년대 말부터 증가세를 보이다가 2010년 후반부터는 하락세를 보이고 있으며, 공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술 특허 출원은 2010년 초반부터 증가세를 보이기 시작하고 있음



□ 기술별 워드클라우드

공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술 정의

: 입체격자를 기반으로 공중 정보를 데이터화하여 드론길 정밀도로를 구축, 지상 데이터를 활용한 저고도 공중 공간정보를 분석하는 기술



- 저고도 유무인 비행체 장애물 모니터링과 관련된 드론 모니터링 기술 관련 특허 출원이 가장 많았고, 다음으로 도시 내 미시기후의 시뮬레이션 및 시각화 기술, 기상/공중 대기환경센서 데이터 연계 및 분석 기술 관련 특허 출원이 많았음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 기상, drone, aircraft, path 등으로 나타남

지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술 정의

: 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 입체격자와 연계, 자연재해 대응 모니터링 및 가상 분석 시뮬레이션을 지원하는 기술

- 재난으로부터 안전한 세이프티 존 운영기술 관련 특허 출원이 가장 많았으며, 시설물을 관리하기 위해 실시간 센서 기반의 시설물 모니터링 기술 관련 특허 출원이 두 번째로 많았음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 시설물, 건물, 위치, 재난 등으로 나타남

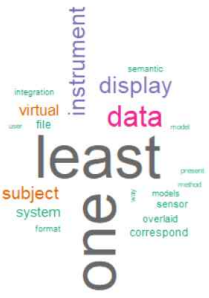
지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술 정의

: 지하공동구, 지하철 등 지하시설물의 공간정보와 입체격자와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술

- 지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술 관련 특허 출원은 5건이 있었으며, 건물의 이상징후를 파악하기 위한 센서 및 모니터링 기술, 지하탐사 로봇의 원격탐사를 위한 지하지도 구축기술 등의 특허가 출원되었음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 데이터, 위치, 센서 등으로 나타남

입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 정의

: 입체격자 데이터의 계층적 특성을 기반으로 공중, 지상, 지하의 개별 도메인 데이터 간 연계 통합기술

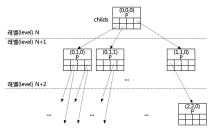
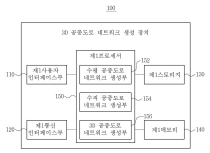
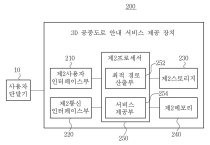


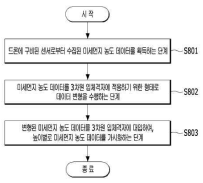
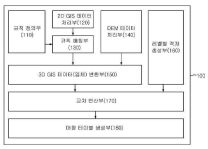
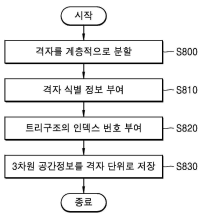
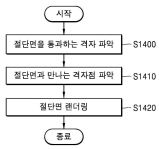
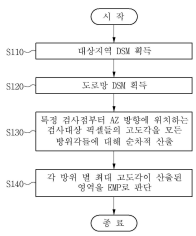
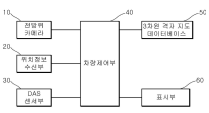
- 공중-지상-지하 각각의 3D 데이터를 연계하고 통합하는 기술 관련 특허 출원은 모두 해외 특허이며, 총 4건이 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 data, instrument, virtual 등으로 나타남

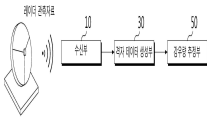
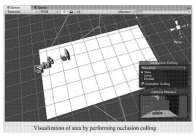
입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 정의 : CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 입체 격자를 기반으로 모니터링 및 시뮬레이션하여 선제적 방역 대응에 활용하기 위한 기술 ▪ 입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 관련 특허로 3건이 있었으며, CCTV 영상 기반의 확진자 동선을 공간 정보화하는 기술 관련 특허 출원되었음 ▪ 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 영상, image, system, 디지털 등으로 나타남	**위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 정의** : 정보의 손실을 최소화하면서 위치정보를 포함하는 개인정보를 익명화하기 위한 기술 ▪ 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 관련 특허로 2건이 있었으며, 개인정보 보호를 위한 격자 LoD, Grid LoD 관련 기술로 특허 출원되었음 ▪ 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 격자, LOD, 지형, 가시화 등으로 나타탐

(4) 입체격자 관련 특허현황

<표 19> 입체 격자 관련 특허 주요 내용

명칭	출원·등록 번호	기관명	기술 내용	관련 그림
3차원 격자를 이용한 공간정보 저장 방법 및 그 장치	10-2020-0006740/ 10-2152879	씨엠월드	공간정보 저장장치는 경도, 위도 및 높이로 정의되는 공간을 분할하여 격자를 생성하고, 격자에 속한 공간정보 좌표값을 플로트(float) 자료형으로 저장하는 기술	
계층적 입체 격자를 이용한 공간 표현 방법, 공간 표현 디바이스 및 공간정보 생성 장치	10-2019-0004892	한국전자통신연구원	공간정보 생성 장치와 연동하는 디바이스가 복수의 레벨을 포함하는 계층적 구조로 구성된 공간을 표현하는 방법에 관한 기술	
유무인비행체를 위한 3D 공중도로 네트워크 생성 장치 및 방법	10-2019-0171785/ 10-2099136	한국건설기술연구원	유무인 비행체를 위한 3D 공중도로 네트워크를 생성 장치는 수평 공중도로 네트워크 생성부, 수직 공중도로 네트워크 생성부, 3D 공중도로 네트워크 생성부를 포함함	
유무인비행체를 위한 3D 공중도로 안내서비스 제공 장치 및 방법	10-2019-0171786/ 10-2099137	한국건설기술연구원	유무인 비행체를 위한 3D 공중도로 안내서비스제공 장치는 3D 공중도로 네트워크에 출발지와 목적지를 적용하여 3D 최적 경로를 산출하는 최적 경로 산출부와 3D 공중도로 안내서비스를 제공하는 서비스 제공부를 포함함	

명칭	출원·등록 번호	기관명	기술 내용	관련 그림
3차원 격자기반의 미세먼지 정보 가시화 장치 및 방법	10-2019-0149911	포도, 안양대학교 산학협력단	3차원 격자기반의 미세먼지 정보 가시화 장치는 데이터 획득부, 데이터를 3차원 입체격자에 적용하기 위한 데이터 변형부, 데이터를 가시화하는 가시화부를 포함하는 장치임	
3차원 입체 격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템	10-2018-0172572/ 10-2057448	웨이버스	3차원 지리정보체계 데이터 생산을 위한 시스템은 규칙 정의부, 2차원 GIS 데이터 처리부, 규칙 매핑부, DEM 데이터 처리부, 3차원 GIS 데이터 변환부, 레벨별 격자 생성부, 교차 연산부, 매칭 테이블 생성부를 포함하고 있음	
3차원 격자를 이용한 공간정보관리방법 그 장치	10-2018-0126870/ 10-1993755	안양대학교 산학협력단, 씨엠월드	공간정보관리장치는 최상위 격자에서 계층적으로 분할하여 격자 생성, 생성된 격자에 식별정보 부여, 3차원 공간정보를 격자 단위로 저장하는 단계로 관리되고 있는 기술	
3차원 공간 가시화 장치 및 그 방법	10-2018-0091440/ 10-1966343	씨엠월드	3차원 공간 가시화 장치를 통한 방법은 공간정보를 포함하는 복수 개의 격자 중 절단면이 통과하는 격자를 파악하고, 격자 내 절단면과 만나는 격자점들을 파악한 후 이를 이용하여 절단면의 지하 공간을 렌더링하여 표시함	
DSM 기반 항법위성의 관측환경 시뮬레이션 방법 및 장치	10-2018-0142799/ 10-1969863	한국건설기술연구원	DSM을 기반 항법 위성의 관측환경 시뮬레이션 방법은 대상 지역 및 도로 영역에 대한 격자 기반 DSM을 획득하는 단계와 도로망 DSM의 도로영역에 위치하는 특정 검사점에서 대상 지역 장애물들에 의해 항법 위성으로부터의 신호가 차폐되는 영역을 결정하는 단계를 포함함	
3차원 격자지도를 이용한 자율 주행 제어 장치 및 방법	10-2017-0066531/	현대모비스	3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치는 전방위 카메라, 위치정보 수신부, DAS 센서부, 3차원 격자지도 DB, 차량 제어부를 포함하고 있음	

명칭	출원·등록 번호	기관명	기술 내용	관련 그림
레이더 관측자료를 3차원 격자 데이터로 구축하여 활용하는 강우량 추정 장치	10-2013-0104541/ 10-1541519	(주)헤르메시스	격자 데이터를 활용한 강우량 추정 장치는 레이더 관측자료를 수신하는 수신부, 격자 데이터 생성부, 강우량 추정부를 포함하고 있으며, 고도에 따라 위치한 구름과 지형의 영향에 따른 오차를 크게 줄일 수 있는 장점이 있음	
격자구조를 이용한 3차원 모델링 장치 및 방법	10-2009-0044144/ 10-1028698	중앙대학교 산학협력단	복수의 곡면모델을 서로 결합하여 3차원 입체형상을 생성하는 기술	-
3차원 격자 지도 작성 방법 및 이를 이용한 자동 주행 장치의 제어 방법	10-2008-0078692/ 10-0955483	삼성전자 주식회사	무인 차량, 이동 로봇의 현재 위치 및 주변 지형 파악하기 위하여 3차원 지도를 작성하는데 2차원 위치 확인 및 2차원 결과와 3차원 복원 결과 등을 사용하여 3차원 격자 지도를 작성하는 기술	-
Method of providing 3D GIS web	PCT/KR2018/003004	GAIA3D	이 특허는 웹 클라이언트와 서버를 이용하여 3D GIS 웹서비스에서 공간 인덱스를 처리하는데 있어 3D 객체 정보에 대한 격자를 포함시키고, 정보와 공간 인덱스와 겹치는 가시성 인덱스에 해당하는 내부 객체에 대한 정보 전송하는 기술	

2-6 연구개발 인프라 분석

1) 국내 연구개발 인프라 현황 분석

가. 정부출연연구소

○ 국내 공간정보 연구는 정부투자를 중심으로 이루어지고 있으며, 디지털트윈, 교통, 스마트공간, 융복합 분야의 정부출연연구소에서 공간정보에 대한 정책 및 기술개발 연구를 수행하고 있음

- 국토연구원, 한국국토정보공사 공간정보연구원, 공간정보산업진흥원에서는 공간정보 정책 및 전략 수립 연구 등을 수행하고 있음
- 한국건설기술연구원, 한국전자통신연구원, 한국교통연구원 등 정부출연연구소에서 공간정보 관련 기술개발 연구를 수행하고 있음
- 지역 기반의 지역발전연구원에서는 GIS 분석, 공간 빅데이터 분석 등 공간정보 기술 등을 활용하여 지역 단위에서의 연구를 추진하고 있음

<표 20> 공간정보 연구 관련 정부출연연구소 연구현황

기관명	관련 부서	연구내용
공간정보산업진흥원	산업진흥본부, 디지털국토본부, 품질검증본부	▪ 공간정보 정책 연구 및 공간정보산업통계 조사 ▪ 국가공간정보산업진흥 중장기계획수립 및 지원 ▪ 브이월드 운영 및 지원 ▪ 공간정보 인력양성 사업 및 창업활성화 지원관리 ▪ 기본측량성과(3차원, 실내공간정보, 정밀도로지도) 검증
국토연구원	디지털트윈연구센터, 스마트공간연구센터	▪ 국토정보의 효율적 생산/활용/분석 관련 연구 ▪ 국가공간정보인프라(NSDI) 관련 정책 및 계획 ▪ 공간 빅데이터 및 DB 활용 연구 ▪ 스마트시티 관련 연구(스마트시티 조성, 스마트시티 경쟁력 강화, 해외진출 전략 등) ▪ 지능형 방범 실증지구 실증 및 사업화 지원체계 구축 연구
한국건설기술연구원	미래스마트건설연구본부	▪ 스마트 건설정보화 및 공간정보 기반의 융복합 기술 연구 ▪ 디지털 트윈 기반 건설자동화를 위한 BIM, 가상건설, 3D 프린팅 기술 연구 ▪ 극한의 특수환경 조건에 대응한 건설기술 연구 ▪ 국토교통 빅데이터 및 스마트시티 연구
한국국토정보공사 공간정보연구원	연구기획실, 정책연구실, 융복합연구실	▪ 국가공간정보 정책 지원 및 전략 연구 ▪ 공간 빅데이터 기반 융·복합 활용 연구 ▪ GNSS 상시 기준국 운영 및 GNSS 측위기술 연구 ▪ 공간정보 표준 연구 및 지원
한국교통연구원	모빌리티 전환연구본부, 교통빅데이터연구본부, 항공교통연구본부	▪ 모빌리티 전환 전략 연구 ▪ 스마트시티 교통 연구 ▪ 자율협력주행/ 미래차 연구 ▪ 교통 빅데이터 플랫폼 구축·운영 ▪ 항공 안전 및 드론 연구
한국도로공사	도로교통연구원	▪ 스마트교통분야 ITS 기반기술 연구 ▪ 스마트교통분야 공간정보/도로 융·복합 연구
한국전자통신연구원	산업·IoT 지능화연구단,	▪ 지능형 엣지 IoT, 자율형 IoT, 디지털 지능 트윈, 공통융합 IoT 관련 기술연구

기관명	관련 부서	연구내용
	도시·교통 ICT 연구단, 자율무인이동체 연구단	▪ 5G 기반 스마트시티 서비스 플랫폼 기술을 연구개발 ▪ 자율 무인이동체 관련 기술연구
한국토지주택공사 토지주택연구원	연구정책부, 국토도시연구실, 정책지원TF단	▪ 도시재생/도시인프라/도시환경계획/스마트시티 관련 연구 ▪ IT기술을 활용한 국토정보체계 관련 연구
경기연구원	도시주택연구실	▪ 공간 및 지리정보관련 정책(GIS, 공간계획, 빅데이터, 스마트시티) 연구
인천연구원	도시공간연구부	▪ 도시인프라 조성을 위한 첨단교통체계 연구 ▪ 도시공간 기반 조성분야 공간정보 관련 연구
충남연구원	공간환경연구실	▪ 공간통계 및 GIS 연구, 빅데이터/공간빅데이터 연구 ▪ 환경보전 및 GIS, 공간계획 연구
대구경북연구원	미래전략연구실, 스마트공간연구실	▪ 공간 빅데이터 활용을 통한 도시재정비 및 주택정책 연구 ▪ 공간 빅데이터 활용을 통한 지속 가능한 도시관리 연구
부산연구원	도시·환경연구실	▪ 해양환경 분야 3차원 공간정보 구축 관련 연구 ▪ 그린인프라 공간분석을 통한 기후변화 관련 연구
강원연구원	균형발전연구실, 미래전략 연구실	▪ GIS 기반의 방재정책 및 산림환경/생태 분야 연구 ▪ 공간정보 활용 도시계획 및 설계/정책 연구
광주전남연구원	지속가능공간 연구실	▪ 공간정보 기반 도시계획 및 교통계획 관련 연구 ▪ 공간정보를 활용한 생태관리 연구

출처 : 국토교통과학기술진흥원(2021), 디지털라이브 국토정보 기술개발사업 기획보고서, 재구성

나. 대학

○ 국토교통과학기술진흥원 홈페이지에서 국가공간정보연구사업과 공간정보 키워드로 R&D 최종보고서를 검색하여 최근 공간정보 관련 연구에 참여한 대학을 조사함

<표 21> 국내 공간정보 관련 R&D 연구 수행 대학

대학명	R&D 연구 제목
부산대학교	▪ 공간정보 SW활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발(14~19)
서울시립대학교	▪ 차세대 국토해양공간정보 기술 기획(1)(10~11) ▪ 디지털 뉴딜 시대에 공간정보 지능화를 통한 탄소제로 관련 도시정책 예측 평가-추진지원시스템 개발(21~22)
서울대학교	▪ 국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발(14~19)
성균관대학교	▪ 스마트 도시공간 계획 및 관리기술 기획(12)
안양대학교	▪ 공간정보 오픈플랫폼 인프라 고도화 기술개발(13~18) ▪ 국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발(14~19) ▪ 3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발(17~19)
인하대학교	▪ 안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방범기술 개발(14~19) ▪ 국토위성정보 수집 및 활용기술 개발(18~20)
연세대학교	▪ 국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발(14~19)

다. 기업

❍ 국내 공간정보 산업과 관련된 공간정보산업 분류는 5개 대분류, 15개 소분류로 구분

- 대분류 측면에서 공간정보 관련 기술 서비스업이 사업체 수 3,837개(68.9%)로 가장 많은 비중을 차지하며, 공간정보 관련 출판 및 정보서비스업, 공간정보 관련 도매업, 공간정보 관련 제조업, 공간정보 관련 협회 및 단체 순으로 후순위를 차지하고 있음
- 소분류 측면에서는 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업의 사업체 수 2,274개(40.6%), 공간정보 관련 탐사 및 측량업의 사업체 수 1,363개(24.4%)로 대부분의 비중을 차지하며, 공간정보 관련 연구개발업의 사업체 수는 66개(1.2%) 수준임

<표 22> 국내 공간정보 산업체 대/소분류별 사업체 수 및 비율

구분(대분류/소분류)		2020년	
		사업체 수(개)	비율(%)
전체		5,595	100.0
업종	**공간정보 관련 제조업**	227	4.1
	공간정보 관련 정보·영상 기기 및 용품 제조업	187	3.3
	공간정보 관련 인쇄 및 기록매체 복제업	40	0.7
	공간정보 관련 도매업	340	6.1
	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 도매업	17	0.3
	공간정보 관련 정보·영상 기기 및 용품 도매업	244	4.4
	공간정보 관련 전산장비 및 소프트웨어 도매업	79	1.4
	공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	1,187	21.2
	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 출판업	49	0.9
	공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업	748	13.4
	공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업	244	4.4
	공간정보 관련 포털 및 인터넷 서비스업	44	0.8
	공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	102	1.8
	공간정보 관련 기술 서비스업	3,837	68.6
	공간정보 관련 연구개발업	66	1.2
	공간정보 관련 탐사 및 측량업	1,363	24.4
	공간정보 관련 제도 및 지도제작업	134	2.4
	공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	2,274	40.6
	공간정보 관련 협회 및 단체	4	0.1
	공간정보 관련 협회 및 단체	4	0.1

출처 : 국토교통부(2021), 2020년 공간정보산업조사 통계보고서, 재구성

❍ 공간정보 산업 내에서 연구개발 전담부서를 보유한 기업은 28.4%로 나타남

- 공간정보산업 업종 중, 공간정보 관련 출판 및 정보서비스 업체에서 53.1%, 공간정보 관련 제조업체에서 39.8%의 비율로 연구개발 전담부서를 보유하고 있었음
- 종사자 규모가 큰 업체일수록 연구개발조직 보유 비중이 높은 경향을 보이고 있음

❍ 입체격자 연구와 관련된 국내 연구 인프라 현황은 다음과 같음

- 입체격자 관련 기술개발 연구는 대학 1개, 연구소 1개, 기업 3개 기관에서 참여하였음

<표 23> 입체격자 관련 국내 연구 인프라 현황

기관명	연구내용	비고
안양대학교	▪ 입체격자체계 프레임워크 개발 및 법제도 관련 연구	대학
한국건설기술연구원	▪ 입체격자 기반 스마트 모빌리티 서비스 개발	연구소
씨엠월드	▪ 입체격자체계 구현 및 입체격자 관련 핵심기술 개발	기업
웨이버스	▪ 입체격자 관련 연계 기술 개발	기업
포도	▪ 입체격자 기반 국토관리서비스 개발	기업

2) 국내외 연구개발 인프라 수준

❍ 입체격자 기술 개발과 관련하여 “2020년 기술수준평가”에서 건설·교통 분야의 스마트시티 구축 및 운영기술, 국토정보 구축 및 분석기술, 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술 내용을 인프라 중심으로 정리하면 다음과 같음

<표 24> 나라별 연구개발 인프라 수준 비교

기술 분류	국가명	인프라 수준
스마트시티 구축 및 운영기술	한국	▪ 초창기에는 민간 선도기업과 정부산한 관련 연구기관 중심으로 스마트시티 기술 분야에서 선도적인 역할을 했다면, 최근 양적 및 질적 질표에 있어 중국에 밀리는 양상이 보임 ▪ 디지털 뉴딜 등 정부 주도로 스마트시티 활성화
	중국	▪ 화웨이, ZTE, 알리바바, 바이두, 텐센트 등 민간기업의 참여로 사물인터넷 및 스마트검침 솔루션, 인공지능 기술을 활용한 스마트시티 도시 사업 진행 중 ▪ 활발한 스마트시티 구축 및 운영 기술 관련 특허 출원 활동
	일본	▪ 자생적으로 스마트도시와 관련된 기술들을 축적하여 현장에 활용되고 있으나 타 국가의 비해 활성화 정도가 낮은 편임 ▪ 개별적, 통합적 시스템 개발은 활발하지만, 구축 및 운영 부분에서는 추격단계임
	EU	▪ 스마트시티 관련 R&D 투자 전략으로 Horizon 2020 사업을 추진하고 있으며, 2014~2020년까지 약 800억 유로를 투자하여 스마트시티 관련 실증기술 개발에 주력 ▪ EU 주도의 정책적, 제도적 뒷받침에 따라 기술을 개발하는 안정적인 환경으로 운영
	미국	▪ 구글, 테슬라, 아마존 등 업계를 선도하는 민간기업의 역할로 스마트시티 기술개발의 선도적인 나라임 ▪ 실리콘밸리 창업 생태계의 혁신성을 바탕으로 민간 스마트시티 인프라가 풍부함
국토정보 구축 및 분석기술	한국	▪ 국가 주도로 디지털트윈 구축을 시도하고 있으나, 3D 공간정보 분야는 외국 기술 의존도가 높고 예측분석 기술력이 미흡함 ▪ 타 분야의 비해 민간시장 규모가 작은 편이며, 기술의 발전을 위해서는 정부의 꾸준한 투자가 필요함

기술 분류	국가명	인프라 수준
	중국	▪ 많은 인적 자원과 정부의 집중투자를 통해 빠른 속도로 기술 발전 중임 ▪ 위성측위시스템 관련 투자가 증가하고 민간 소프트웨어 기업의 지속적으로 출현하고 있음
	일본	▪ 국가 중심적으로 추진하는 공간정보 사업이 부족함 ▪ 선도그룹 대비 인력 배출이 부족하고, 요소기술의 부족으로 국가 단위의 지원이 미비함
	EU	▪ INSPIRE 프로젝트를 통해 디지털트윈 구축을 위한 기술개발 및 표준, 로드맵을 수립하고 진행하고 있음 ▪ 연구 성과는 많지만 이를 구현할 국가의 정책적 지원이 미비
	미국	▪ 국가와 기업의 투자, 논문 및 특허 영향력, 기술력의 지표가 세계 최고 수준임 ▪ 대학에서도 자율주행 등 신산업과 공간정보의 융복합 기술 연구에 집중 투자하고 있음
빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술	한국	▪ 국가 빅데이터 정보센터 운영 등 빅데이터 관련하여 국가의 꾸준한 투자와 연구가 진행되고 있음 ▪ 시설물 유지관리 정보는 비정형 데이터로 활용도가 떨어지고, 다양한 유지관리 정보를 통합하여 분석하는 플랫폼이 부재
	중국	▪ 원천기술 확보를 위한 국가적 투자가 우수하며, 기술 개발을 위해 규제 완화 방법을 추진 중 ▪ 국가 주도의 인프라 유지관리를 추진하고 있지만, 최근 시설물이 많아 관심도는 높지 않음
	일본	▪ 장수명화 기본계획에 따라 인프라 유지관리 정책이 추진 중 ▪ 빈번한 재난재해로 인해 하드웨어적 연구를 많이 이루어졌으나, AI. 빅데이터 등 소프트웨어 측면은 미흡함
	EU	▪ 유럽 내 여러 국가의 연구진이 컨소시엄을 이루어 연구개발을 수행하고 있음 ▪ 효과적인 노후시설물 유지관리에 대한 관심이 높으며, Vinci, Bouygues 등 대형 종합건설사가 빅데이터 기반의 예방적 유지관리를 선도하고 있음
	미국	▪ 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기술의 선도국가로써 세계적인 기업들이 건설 분야의 다양한 연구를 진행하고 있음 ▪ 노후시설물의 증가로 유지관리에 대한 관심이 높아 디지털 트윈을 통한 예방적 유지관리 기술에 대한 연구 중

❍ 각 분야 인프라 구축에 대한 정책제언은 다음과 같음

- 스마트시티 구축 및 운영 기술: 스마트 건물 및 도시 구축을 위한 인프라 구축은 5g, 센서 네트워크, 클라우드 센서 등 하드웨어 구축에 많은 투자를 하되, 콘텐츠와 같은 소프트웨어에 투자가 필요함
- 국토공간정보 구축 및 분석기술: 국토공간정보 기술개발에 필요한 데이터 공유체계, 유관사업과의 연계체계 등 인프라 구축이 필요함
- 빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 유지관리 기술: 건설 분야의 다양하고 방대한 데이터를 저장, 관리, 활용할 수 있는 인프라 구축이 필요함

2-7 기술 수요조사

1) 기술 수요조사 개요

❍ 기술 수요조사 목적

- 본 과제에서 추진하는 기술 수요조사의 목적은 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고, 기술 수요 현황 및 기술 개발 범위 설정 등 기초자료로 활용하기 위함

❍ 기술 수요조사 내용

- 입체격자기술 인지도 및 필요성 조사
- 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증 사업화 측면의 문제점
- 입체격자기술 고도화를 위해 개발되어야 하는 기술수요 조사
- 입체격자기술 관련 현 업무와의 연관성 조사

❍ 조사 대상자 : 공간정보를 업무에 활용하는 담당자, 공간정보 분야 전문가 등

❍ 조사 기간 : 2021. 7. 2 ~ 16

❍ 조사 방법 : 이메일 조사

❍ 조사 건수 : 총 80건

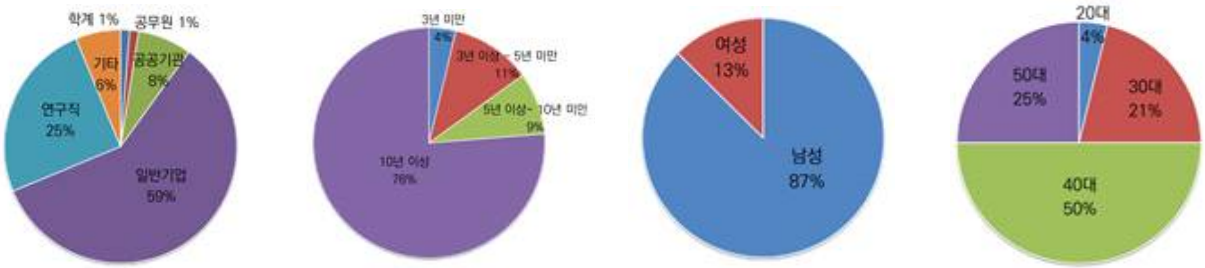
2) 기술 수요조사 결과

가. 조사대상자의 기본사항

❍ 응답자 소속 현황은 일반기업(59%), 연구직(25%), 공공기관(8%), 기타(6%) 순으로 나타나며, 응답자의 76%는 10년 이상의 경력을 가지고 있음

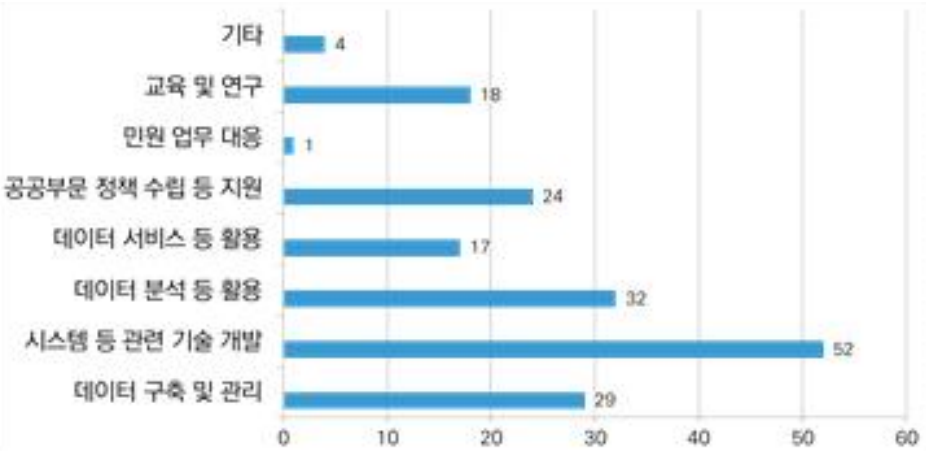
❍ 응답자 성별은 남성(87%), 여성(13%)으로 나타났으며, 응답자 연령대는 40대(50%), 50대(25%), 30대(21%), 20대(4%) 순으로 나타남

<소속> <업무경력> <성별> <연령>



<그림 60> 응답자의 기본사항

❍ 응답자의 담당 업무는 시스템 관련 기술 개발, 데이터 분석 등 활용, 데이터 구축 및 관리, 공공부문 정책 수립 지원, 교육 및 연구 업무 순으로 나타남



<그림 61> 응답자의 담당 업무 현황

나. 공간정보에 대한 이해 정도 및 격자체계 인지도 결과

❍ 수요조사 대상자의 대부분은 공간정보에 대한 이해가 있으며, 전체 응답자의 83%는 공간정보에 대한 이해도가 높은 편이라 답변하였음

<그림 62> 공간정보 이해 정도

❍ 현존하는 격자체계에 대한 이해 정도는 행정안전부의 국가지점번호, 국토지리정보원의 국토조사에 따른 격자체계에 비해 국토교통부의 3차원 격자체계에 대한 인지도가 낮은 편임

<그림 63> 현존하는 격자체계에 대한 이해 정도

다. 공간정보 관련 업무 시 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증·사업화 측면에서의 문제점 및 한계점

❍ 저장·관리 측면에서의 문제점

- 공간정보 간 데이터 ID 체계, 입력방식 등 표준 코드와 좌표 체계, 양식 등이 상이하므로 공간정보 활용 증대 방안이 필요
- 실시간·시계열 데이터, 센서 정보, 비정형 속성 정보 등 이용 가능한 최신자료 확보를 위한 방안 마련 필요
- 도심 수위 등 수중의 물리적 현실세계 디지털 트윈 공간정보 부족, 데이터 표준화 필요

❍ 분석·가시화 측면에서의 문제점

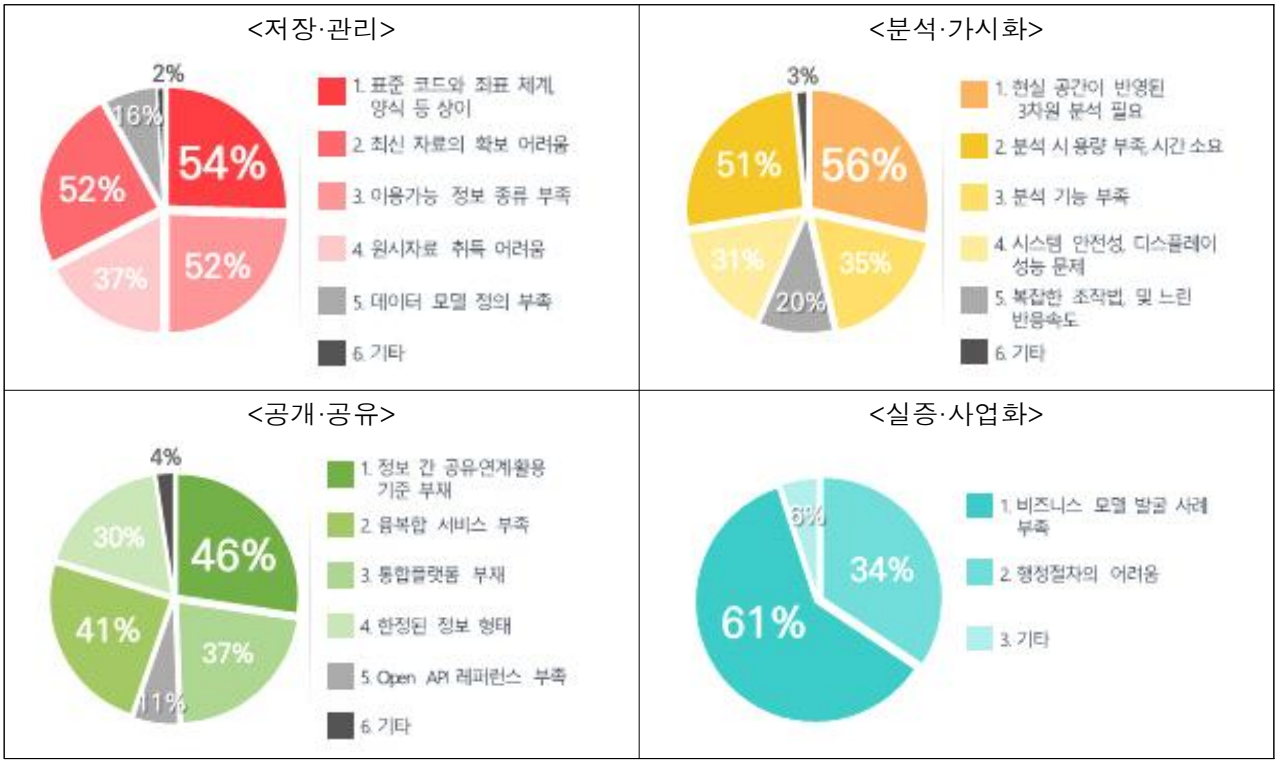
- 지상·지하가 포함된 건물에 대한 이동 동선 파악 등 현실 공간이 반영된 3차원 분석 필요
- 고정밀·대용량 정보, 실시간 데이터 분석이 가능한 시스템 용량이 필요하고, 시간 소요에 대한 기술적 대책 마련이 필요
- 다양한 공간정보분석 기능이 부족하여 취득 데이터 활용에 한계 발생
- 서비스 제공 대상에 따른 서비스 기준 마련 필요, 하천/해안 등 수심에 대한 분석·가시화 부족

❍ 공개·공유 측면에서의 문제점

- 정보 간 공유·연계·활용을 위한 공통 기준 마련 필요
- 최신 기술로 획득되는 공간 정보와의 융·복합 서비스가 부족하므로 융·복합 데이터의 연계 활용방안 마련 필요
- 기존 데이터 외 최신 데이터를 구축하고 있는 여러 시스템 간 연계·활용을 위한 통합 플랫폼 구축 필요
- 관련 보안 지침의 과도한 적용으로 공개·활용에 제약 발생(예: 3D, 지하정보 등), 기존 및 신규 공간정보의 차별성 및 공개·공유 정책 부족, 보안을 이유로 공개 대상이 한정적임

❍ 실증·사업화 측면에서의 문제점

- 공간정보를 활용한 서비스 분야가 한정적이므로 다양한 분야의 비즈니스 모델 개발 필요
- 공간정보 활용 관련 행정절차를 간소화하여 사업화 증대 필요
- 제공 데이터와 행정 데이터 간의 연계 효율화 필요
- ALB 활용 디지털 트윈 공간정보 기반의 재난재해 등 비즈니스 모델 발굴 필요, 기존 사업과 연계한 사업화 부족



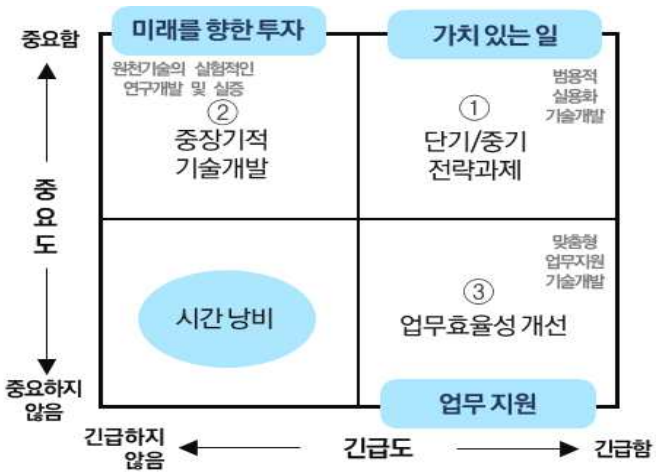
<그림 64> 공간정보 업무 시 기술 부문별 문제점

라. 분야별 입체격자기술 고도화를 위해 개발이 요구되는 기술

(1) 매트릭스 분석 개요

❍ 입체격자기술 고도화를 위해 개발이 요구되는 기술의 긴급도와 중요도 조사를 통해 긴급도-중요도 매트릭스 분석 실시

- 긴급도가 높고, 중요도가 높다면, 단기적인 기술개발에 따른 성장을 목표로 할 때 기술개발 우선순위가 가장 높음
- 긴급도가 낮고, 중요도가 높다면, 중장기적인 기술개발에 따른 성장을 목표로 할 때 집중 기획이 요구됨
- 긴급도가 높고, 중요도가 낮다면, 기술개발의 중요성은 떨어지나 기술 개선에 대한 수요가 높아 단기적인 기술개발을 위한 기획이 요구됨

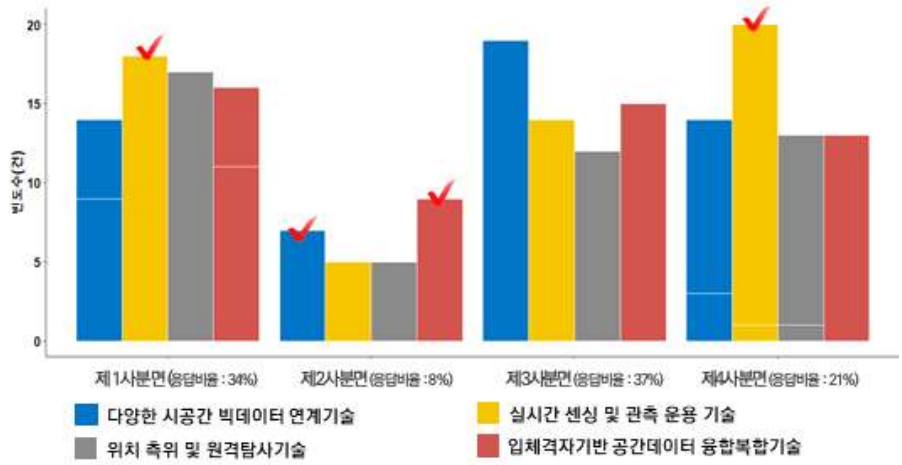


<그림 65> 긴급도-중요도 매트릭스 분석 개요

(2) 입체격자 기반 정보의 저장 및 관리에 요구되는 기술 수요

❍ 긴급도가 높은 제1, 4사분면에 위치한 '실시간 센싱 및 관측 운용 기술'이 개발 수요가 높게 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음

❍ 긴급도는 낮으나 중요도가 높은 제2사분면에서 '입체격자기반 공간데이터 융합기술'과 '다양한 시공간 빅데이터 연계기술'이 1, 2순위로 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음

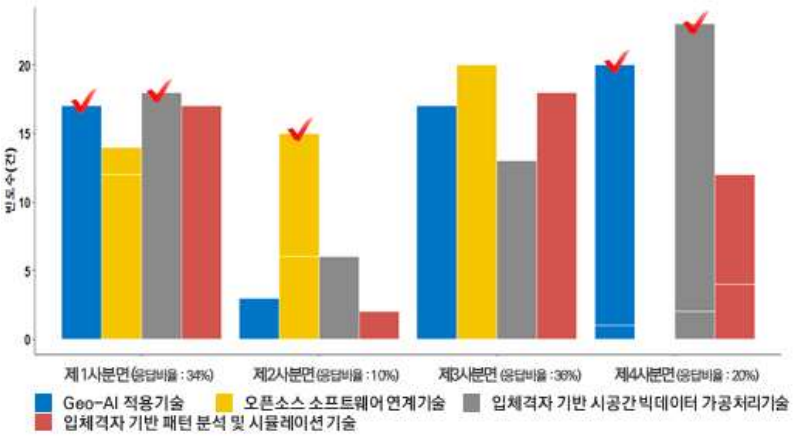


<그림 66> 저장·관리 분야의 기술 수요 결과

(3) 입체격자 기반 정보의 분석 및 가시화에 요구되는 기술 수요

❍ 긴급도가 높은 제1, 4사분면에서 '입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술'과 'Geo-AI 적용기술'이 1, 2순위로 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음

❍ 긴급도는 낮으나 중요도가 높은 제2사분면에 위치한 '오픈소스 소프트웨어 연계기술'에 대한 기술개발 수요가 타 기술에 비하여 월등히 높아 중장기적 측면에서의 기술개발을 고려할 필요가 있음



<그림 67> 분석·가시화 분야의 기술 수요 결과

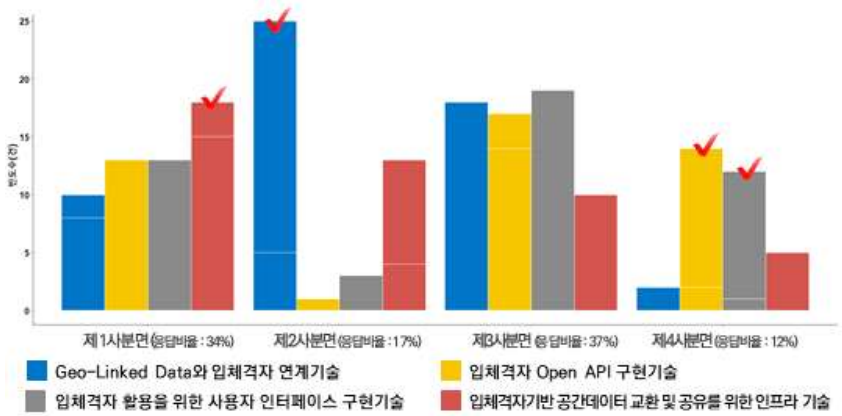
(4) 입체격자 기반 정보의 공개 및 공유에 요구되는 기술 수요

❍ 제1사분면의 '입체격자기반 공간 데이터 교환 및 공유를 위한 인프라 기술'이 타 기술

에 비하여 긴급도와 중요도의 응답이 상대적으로 높은 것으로 나타남

❍ 제4사분면의 ‘입체격자 Open API 구현기술’과 ‘입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현 기술’은 기술개발의 중요성은 낮으나 긴급도가 높아 단기적 기술개발을 위한 기획이 요구됨

❍ 제2사분면의 ‘Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술’에 대한 기술개발 수요가 상대적으로 높게 나타나, 중장기적 측면에서의 기술개발을 고려할 필요가 있음

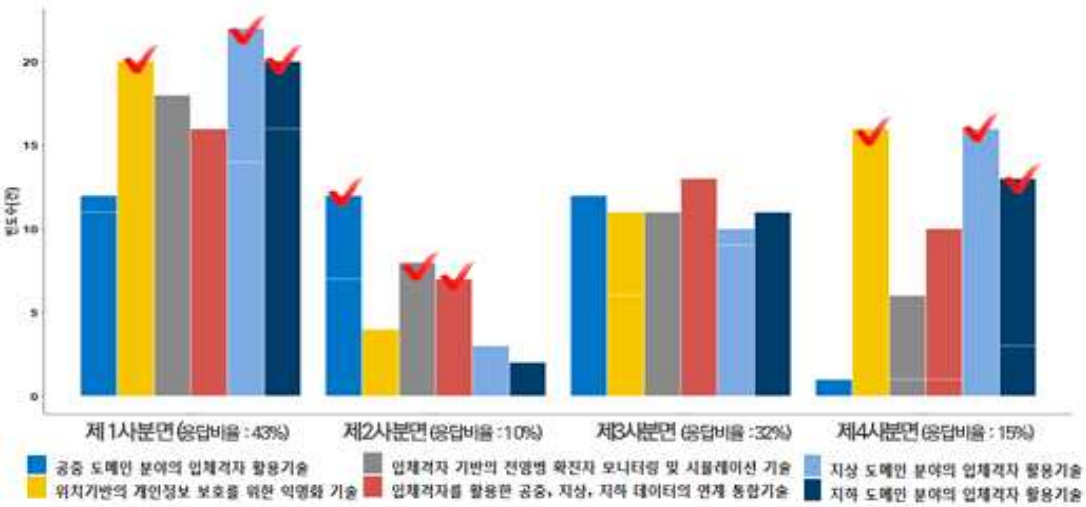


<그림 68> 공개·공유 분야의 기술 수요 결과

(5) 입체격자 기반 정보의 실증 및 사업화에 요구되는 기술 수요

❍ 긴급도가 높은 제1, 4사분면에서 ‘지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술’, ‘위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술’, ‘지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술’ 순으로 기술개발의 긴급도가 높은 것으로 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음

❍ 긴급도는 낮으나 중요도가 높은 제2사분면에는 ‘공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술’, ‘전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션’, ‘입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술’ 순으로 도출되었고, 중장기적 관점에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음



<그림 69> 실증·사업화 분야의 기술 수요 결과

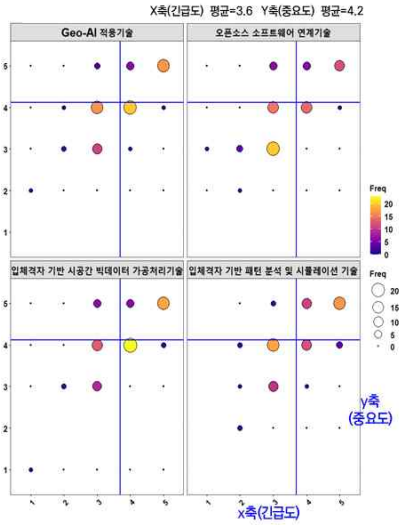
(6) 기술별 긴급도-중요도 매트리스 분석 평균값 비교

❍ 저장·관리와 분석·가시화 기술의 긴급도 및 중요도의 평균값은 3.6, 4.2로 동일하게 나타났으며, 공개·공유 기술은 3.5, 3.9, 실증·사업화 기술은 3.6, 4.1로 나타났음

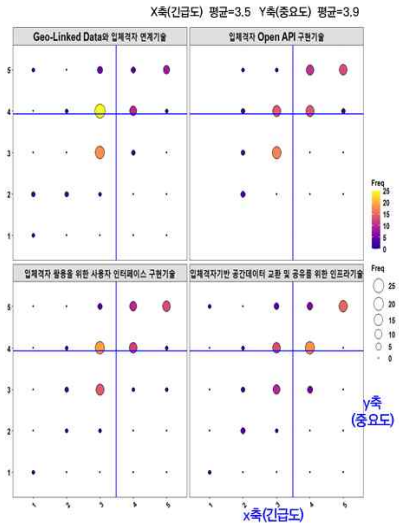
❍ 타 기술에 비해 긴급도 및 중요도 값이 작게 나온 공개·공유 기술의 기술 수요가 가장 적음을 알 수 있으며, 나머지 기술은 비슷한 값이 도출되었음

<저장·관리>

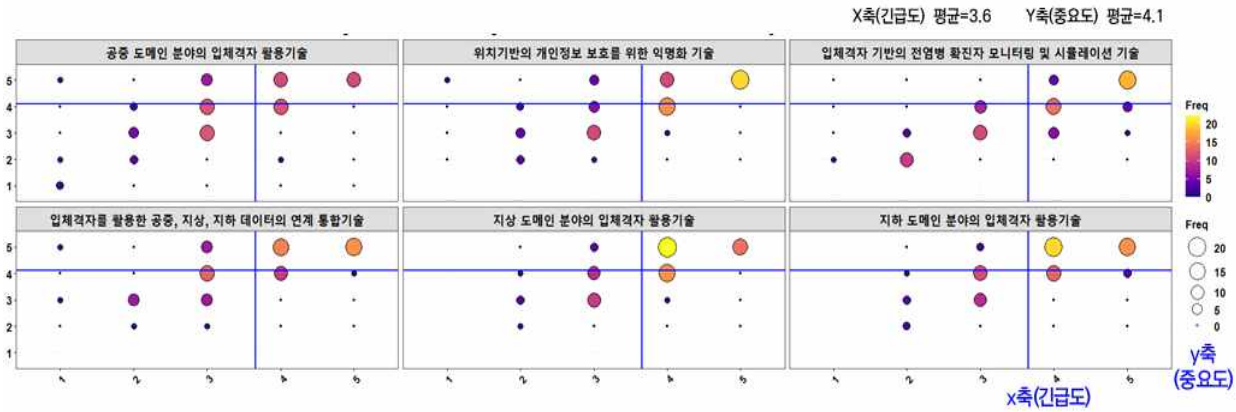
<분석·가시화>



<공개·공유>



<실증·사업화>

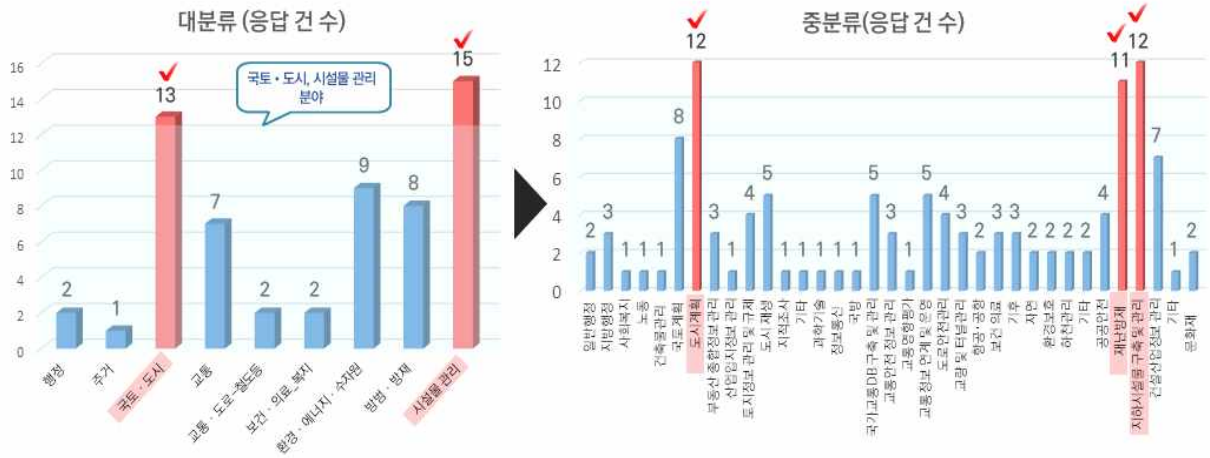


<그림 70> 기술별 긴급도-중요도 매트리스 분석 평균값

마. 입체격자기술 활용 계획 및 분야 현황

❍ 응답자의 61%가 입체격자기술 활용을 계획 중이며, 전반적으로 국토· 도시, 교통, 시설물 관리, 방범·방재 4개 분야를 중심으로 현재 또는 향후 업무를 위한 입체격자기술 활용을 고려하고 있음

❍ 중분류 측면에서 국토·도시(도시계획, 국토계획, 도시재생), 교통(국가교통DB구축 및 관리, 교통정보 연계 및 운영), 시설물 관리(지하시설물 구축 및 관리, 건설산업정보 관리), 방범 ·방재(재난방재, 공공안전) 순으로 입체격자기술 활용을 고려하고 있음



<그림 71> 입체격자기술 활용 계획 및 분야 현황

○ 지하시설물, 건설, 기후환경, 토지정보, 재난방재, 행정, 도시계획 분야에서 입체격자기술과 관련하여 현재 업무 중에 있거나, 향후 계획이 있는 업무에 대한 현황은 다음과 같음

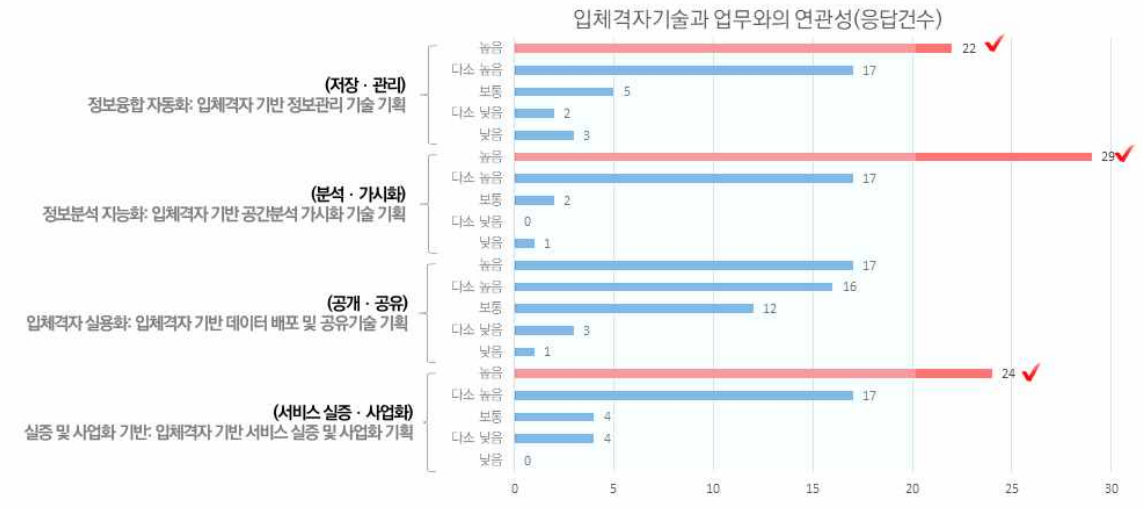
<표 25> 입체격자기술 관련 현재 또는 계획 중인 업무 현황

분야	해당 업무 내용
지하시설물 구축 및 관리/건설산업정보 관리	▪ 지상·지하 통합관리 디지털 트윈 체계 정보화전략계획 수립 ▪ 지하정보통합체계 구축사업(지하안전사고 예방을 위한 지하시설물 지반정보 관리), 지하시설물 관리 ▪ 지반 액상화 위험도 평가 ▪ 차세대 건설정보관리시스템(입체격자기술을 활용한 3차원 속성정보 입력) ▪ 디지털 트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합플랫폼 기술개발 ▪ GIS 기반 도시가스 배관 관리 및 배관망 해석 시스템
기후/환경보호 및 하천관리	▪ 디지털 트윈 방식의 하천 플랫폼 구축 ▪ 광해 통합관리시스템 개발 ▪ 도심지 건설현장 미세먼지 저감을 위한 스마트 감시 및 드론 기반의 Water Fog 분사시스템 개발 ▪ 입체격자체계를 이용한 미세먼지 시뮬레이션 연구 ▪ 미세먼지 3차원 매핑 ▪ 도시환경평가 등에 입체격자를 도입한 도시환경 분석 서비스 ▪ AI 영상인식 기반 내 주변 3차원 미세먼지정보 구축 기술개발
토지정보 관리 및 규제	▪ 3차원 공간정보를 이용한 지적경계 기준 용적율·건폐율 산정 및 법제도화
재난방재	▪ 재난안전분야 격자공간체계 활용 위험분석 기술개발 ▪ 입체격자기반 실내외 실시간 안전상태정보 구축/분석/제공기술개발
행정 및 플랫폼	▪ 2021년 주소 국제표준화 대응방안 마련 연구 ▪ 지도정보플랫폼(스마트 서울맵, 행정정보 공간화, 국가지점번호 등 연계) ▪ 공간정보 오픈 플랫폼 운영
도시계획	▪ 도시기반시설 데이터의 입체적 저장, 결합 활용, 융합 가시화 분석 서비스 개발 ▪ 디지털 트윈 구축
기타	▪ 유무인 비행체를 위한 저고도 공중 도로체계 구축 기술개발 ▪ AI 기반 도로교통, 환경 데이터 관측 및 활용 ▪ 공간정보 기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공 기술개발 사업 ▪ 3차원 데이터모델링 및 시각화 기술 개발

바. 입체격자기술 활용 분야 현황

❍ 4개 부문의 고도화 기술 중 분석·가시화 부문이 현재 또는 향후 업무 활용을 위한 연관성이 가장 높은 비중을 차지하며, 그 다음으로 서비스 실증·사업화 부문, 저장·관리 부문 순으로 응답됨

❍ 공개·공유 부문은 현재 또는 향후 업무활용과의 연관성이 전반적으로 타 부문에 비하여 낮은 것으로 응답됨



<그림 72> 입체격자기술과 업무와의 연관성

아. 기타 요구사항

❍ 도로명주소체계, 국가지점번호 등 다양한 기관과 기업에서도 활용하고 있는 격자체계 검토가 필요하며, 상호 연계할 수 있는 방안 및 국가 표준 확보도 필요함

❍ 지오코딩, 인접매트릭스, 핫스팟 등 2차원 폴리곤 기반의 다양한 공간분석·통계적 기법에 대한 검토가 필요하며, 기존 공간정보 서비스와 입체격자기술 기반 서비스와의 차별화가 명확히 보여야 함

❍ 드론, 자율주행 및 지하공간, 입체지적 등을 고려한 서비스 개발 필요

❍ 소프트웨어 측면에서 입체격자기술을 처리·분석할 수 있도록 확장 컴포넌트, API 등에 대한 방안 고려 필요하며, 향후 빅데이터 분석, 센서데이터 연계 등을 위하여 엔진 경량화 기술이 필요함

자. 기술수요조사 분석결과 종합

❍ 4개 부문 기술 수요 특성을 파악하여 본 기획연구에서 집중해야 할 영역 및 기술개발 대상에 대해서 도출하였음

- 단기적으로 필요로 하는 기술에는 실시간 센싱 및 관측 운용기술, 입체격자 기반 시공간 가공처리 기술, Geo-AI 적용 기술, 입체격자 기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라 기술, 입체격자 Open API 구현 기술, 지상/지하 도메인 활용 기술, 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 등이 도출됨
- 중기적으로 필요로 하는 기술에는 입체격자 기반 공간데이터 융합기술, 입체격자 기반

패턴분석 및 시뮬레이션 기술, 입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현 기술, 공준, 지하 데이터의 연계통합기술, 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 등이 도출됨

- 장기적으로 필요로 하는 기술에는 다양한 시공간 빅데이터 연계기술, 오픈소스 소프트웨어 연계기술, Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술, 공중 도메인 활용기술 등이 도출됨
- 특히 분석·가시화 부문이 현재/향후 업무 활용을 위한 연관성이 가장 높은 비중을 차지하여 해당 기술수요특성이 반영된 기획이 요구됨

<그림 73> 입체격자기술 고도화를 위한 부문별 기술 수요 특성

❍ 입체격자기술 활용분야 현황을 통해 국토·도시, 교통, 시설물 관리, 방범·방재 분야에서 입체격자기술 실증 및 활용 모델 개발이 요구되고 있음을 파악할 수 있었음

- 국토·도시(도시계획, 국토계획, 도시재생), 교통(국가교통DB구축 및 관리, 교통정보 연계 및 운영), 시설물 관리(지하시설물 구축 및 관리, 건설산업정보 관리), 방범·방재(재난방재, 공공안전)

2-8 전문가 기획위원회, 총괄위원회, 자문위원회 의견 정리

1) 개요

❍ 입체격자체계 고도화 기술개발을 위해 총괄위원회, 기획위원회, 자문위원회를 구성하여 운영함

❍ 기획위원회

- (역할) 입체격자 관련 기술수요조사, 과제카드 작성, 비전 및 추진전략, 세부과제별 연구내용 등 사업 기획에 필요한 세부기술 내용에 대한 논의
- (구성) 저장·관리 기술, 분석·가시화·공유·공개 기술, 서비스 실증 및 사업화 등 3개 분과로 구분하여 산·학·연 기술전문가로 19명으로 구성
- (회의) 총 4회 개최(8/19, 10/14, 11/22, 12/28)

❍ 총괄위원회

- (역할) 본 사업 기획의 방향성 제시 및 기획위원회에서 도출한 사업기획내용(안)에 대한 심의·조정 및 최종 확정
- (구성) 산·학·연 전문가 및 관계기관 담당자 등 10명으로 구성
- (회의) 총 2회 개최(10/6, 12/29)

❍ 자문위원회

- (역할) 입체격자 기술의 방향성 및 관련 R&D 연구와의 연계방안에 대한 자문의견 제시
- (구성) IoT, 디지털 트윈, 입체격자 관련 기술 분야 및 표준, 법제도 분야의 산·학·연 전문가 10명으로 구성
- 총 1회 서면자문(11/12~11/19)

분야	기획위원회	자문위원회	총괄위원회
저장·관리	▪ 입체격자의 장점을 부각하여 입체격자 기술로 인해 국토정보 관리에 어떻게 효과적인지 제시 필요 ▪ 현재 구축된 국토정보를 입체격자로 구축 및 활용되는 연구내용으로 포함 필요 ▪ 산업 수요에 적격한 격자의 크기와 모양을 유연하게 설계할 수 있어야 함 ▪ 입체격자 표준 데이터모델, 제품사양 등의 표준 필요	▪ 격자기반 데이터 융합, 활용 방안에 관한 구체화 필요(격자 내 데이터 종류, 공간정보 격자 변환 및 보정 방법 등) ▪ 데이터 저장 · 관리의 효율성 측면에서 데이터 경량화 및 이력정보 관리 기술 중요 ▪ 격자 속성정보 차이에 따른 입체격자/지형지물 유형화, 유형 등록, 검색관리방안 필요 ▪ 저장 · 관리 방식으로 RDBMS와 NoSQL DB를 하이브리드로 융합한 DBMS 채택 고려 필요 ▪ 입체격자 관련 OGC 표준 동향을 파악하고 국제표준 일정을 고려한 표준 개발이 되어야 함	▪ 지리원의 국토조사를 입체격자를 활용할 시 효과성 제시 필요 ▪ 기존 분석 기술과 격자 기술이 추가된 분석을 비교하여 입체격자의 강점 및 효용성 명확화 필요 ▪ 입체격자 표준 및 규정화에 대한 연구내용 추가 필요
분석·시각화 · 공개 · 공유	▪ 입체격자에 사회 속성(인문, 사회, 경제, 인구 등)을 사용자 및 주제 관점으로 매핑하는	▪ 입체격자 기반 인공지능 기법(CNN, RNN, LSTM, GAN 등) 적용 여부 검토 필요	▪ 3분과(실증서비스)에 있는 기술이 1분과(저장·관리), 2분과(분석·가시화)에 나올 수

분야	기획위원회	자문위원회	총괄위원회
	것을 AI 기술로 활용 필요 ▪ 입체격자 기술에 Geo-IoT, Geo-AI 등 반영 필요 ▪ 입체격자 기반 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술을 활용하여 건물부문 탄소배출 공간지도 구축을 연구내용으로 검토 필요 ▪ 공중-지상-지하 통합모델 개발 시 보안 데이터를 다루므로 데이터 공유·개방 고려 필요	▪ 비정형데이터 등 융복합 데이터 품질향상을 통한 공간패턴, 예측모델 분석 필요	있도록 표현 ▪ 벡터/래스터 분석 결과를 2D/3D 격자로 표현 방법 연구 필요 ▪ 입체격자를 활용하면 수많은 데이터에 접근하여 단시간에 분석·예측이 가능한 점을 중요한 포인트로 언급 필요
실증·사업화	▪ 입체격자 활용서비스 분야로 국토, 도시, 환경, 재난, 국방 등 고려 * 국토: 시설물 관리 측면 도시: 지자체 추진 디지털 트윈 사업과 연계한 서비스 환경: 미세먼지, 오염물질 확산 ▪ 입체격자의 장점을 표현할 수 있는 지상-지하-공중 전체를 아우르는 서비스 제시 필요 ▪ 제안서비스 : 건축물 시설안전 관리 지원 서비스, 공중-지상-지하 통합정보 시뮬레이션 지원 서비스, 지하시설물 정보, 안전관리, GTX터널 시설물에 대한 설계 및 관리 서비스, 대도심터널, UAM, 자율자동차에 대한 서비스 등	▪ 서비스 개발 시 서비스 대상자 및 대상지 선정 후, 서비스 목적·표출 정보·시각화·요구사항 등 반영 추진 필요 ▪ 후보 과제의 우선순위는 구축 가능 기술과 업무 적용·활용, 관리·운영 측면에서 실무자/서비스 대상자 의견 수렴 필요 ▪ 관련 부처 유사 연구사업*과 연계될 수 있는 방안 마련 필요 * 국토부 지상·지하 기반시설 통합플랫폼 개발/활용 기술 개발 기획 연구, 디지털 트윈 국토 연구개발사업 등	▪ 실제 데이터 구축 활용 중심의 국가사업, 주요 민간서비스에 대한 현황 파악 필요 ▪ 격자 활용, 격자 우수성·필요성을 증명해야 한다면 격자 본질 + ∂가 포함된 서비스가 필요

2-9 종합 분석을 통한 추진전략 방향 도출

1) 연구개발 주요 이슈

구분			이슈사항
저장관리기술	내부환경	강점요인(S)	▪ 선행 연구를 통해 입체격자 관련 기초 기술을 보유하고 있음 ▪ 입체격자 기술은 빈공간에 대한 정보 구축, 데이터의 경량화 기술의 장점을 지님 ▪ 선행 연구를 통해 입체격자 관련 단체 표준이 있음
		약점요인(W)	▪ 국내 DBMS 기업의 기술은 다양한 시공간 빅데이터를 융합 및 처리하는데 아직까지 미흡한 수준 ▪ 입체격자 기반의 시공간 빅데이터 처리 기술 개발 필요
	외부환경	기회요인(O)	▪ 3차원 입체격자체계는 지상, 지하, 수중, 공중 등 모든 공간을 3차원으로 통합·관리하는 수단으로써 다양한 분야에서 활용 가능 ▪ 클라우드, 빅데이터, 비정형데이터 등 다양한 공간정보에 대한 요구가 지속적으로 증대

구분			이슈사항
		위협요인 (T)	▪ OGC DGGS 표준들이 ISO 표준화를 통해 국내 KS 표준으로 수용될 가능성이 높음 ▪ 입체격자 개념은 실 좌표체계 기반의 복잡한 연산, 대용량 정보처리의 한계 등으로 공간정보 분야에서의 활용은 초기정립 단계임 ▪ 국내 DBMS 시장의 국내기업 점유율이 증가 추세지만 아직까지 오라클 점유율이 60% 이상 ▪ 디지털트윈, 자율주행 등 3차원 공간정보의 기술발전과 시장성은 급속히 확대되고 있으며, 국제적 기술경쟁이 치열해지고 있음
분석 가시화 / 공개 공유 기술	내부 환경	강점요인 (S)	▪ 브이월드 Open API 서비스는 매년 사용자가 증가하고 있음 ▪ 공간정보 분야 국가경쟁력 상승을 위한 정부의 강한 의지가 있음
		약점요인 (W)	▪ 객체 기반의 시공간 행태분석이 이루어지고 있으나, 3차원 형태의 시공간 네트워크 분석 기술은 미흡 ▪ 브이월드를 통해 2·3차원 공간정보에 대한 Open API를 제공하고 있으나, 비식별 공간(공중, 지하, 수중 등)에 대한 Open API 제공은 미흡 ▪ 국내 민간분야에서의 입체격자체계의 데이터 가시화 및 분석 도구 지원 기술을 개발되어 있지 않음 ▪ 3차원 공간정보의 객체에 대한 인공지능 학습체계에 대한 기초 기술 및 핵심 인프라 부족
	외부 환경	기회요인 (O)	▪ 인공지능 시장 규모가 지속적으로 증대하고 있는 추세이며, 입체격자 기반의 Geo-AI 기술 필요 증대 ▪ 비식별 공간에 대한 다차원 공간정보의 구축 및 활용 기술 개발 요구 증대 ▪ 대규모 인공지능 학습데이터 구축 사업을 추진 중에 있으며, 국가 성장 주도사업으로 인공지능 기술 선정
		위협요인 (T)	▪ 해외에서는 3차원 상에서의 격자 단위 공간데이터 관리 및 분석 기법에 대한 연구 개발이 진행 중 ▪ 해외는 메타버스 등 인공지능 기반의 핵심기술이 국가경쟁력 및 차세대 육성산업으로 관리하고 있음
실증 사업화 기술	내부 환경	강점요인 (S)	▪ 선행 연구를 통해 입체격자 기반의 미세먼지, 침수예측, 드론 관련 가시화 서비스 개발 경험 보유 ▪ 싱크홀 감지 및 예측을 위한 드론, 열영상 카메라, GPR, AI 등 다양한 기술이 개발 중
		약점요인 (W)	▪ 복합재난 관리를 위해 지상-지하의 상호 영향을 중심으로 모니터링 및 예측하는 분석기술 필요 ▪ 입체격자 기반의 공중-지상-지하공간 데이터 통합 및 연계 기술 개발은 미흡 ▪ 기존 도시 홍수 시뮬레이션 연구는 도심지 복합공간 침수피해 예측 기술로 적용하는데 부적합 ▪ 미세먼지 정보 관련 서비스는 지역 단위의 거시적인 정보를 공개하고 있는 수준으로 미세먼지 변화를 예측할 수 있는 서비스 필요
	외부 환경	기회요인 (O)	▪ 미세먼지 저감 정책에 따른 미세먼지 변화 정보를 예측할 수 있는 연구 개발 필요 ▪ 기상이변에 대비하여 지상/지하공간에 대한 예측력이 높은 침수피해 시뮬레이션 서비스의 필요 증대 ▪ 실내생활 빈도가 높아짐에 따라 실내공간 재난지원체계 개발 요구
		위협요인 (T)	▪ 국내외에서 도로 함몰 및 싱크홀 관련 사고 발생 빈도 수 증대 ▪ 지하시설물 유지, 모니터링, 지반 침하 예측 및 방지를 위한 기술 개발 관련 사업 확대 추세

2) SWOT 분석을 통한 추진전략 방향

내부 환경 / 외부 환경	기회(O)	위협(T)
	▪ 4차 산업혁명으로 공간정보의 중요성 증대 및 국내외 공간정보 산업 시장의 지속적인 성장 추세 ▪ 공간정보 분야 국가경쟁력 확보를 위한 정부의 의지 및 관심 증가 ▪ 공간정보와 디지털트윈, AI 등 신기술 분야와 융복합으로 신기술 수요 증대	▪ 디지털트윈, 자율주행 등 3차원 공간정보 분야의 국제적 기술경쟁 치열하여 국내기술 경쟁력 확보 시급 ▪ 공간정보 분석, Geo AI 등 해외 기업의 기술 및 시장 지배력 확대 ▪ DGGS 등 입체격자 관련 기술 의 ISO, OGC 국제표준화에 대응하기 위한 국내 기술개발 시급
강점(S)	**SO 전략**	**ST 전략**
▪ 선행사업을 통한 3차원 공간 통합관리를 할 수 있는 입체 격자 관련 원천기술 보유 ▪ 지상-지하-공중 공간정보의 통합관리에 적용 가능한 입체격자 원천기술 확보 ▪ 미세먼지, 도심수위, 모빌리티 등 입체격자 기반 실증서비스 개발 경험 보유	▪ 신기술 분야와의 융복합 기술개발과 시급한 사회문제 해결을 위한 입체격자 고도화 기술 활용 ▪ 선행사업 성과를 고도화하여 공중-지상-지하 공간데이터의 연계통합을 위한 실용화 및 사업화 추진 ▪ 디지털 트윈 활성화를 위한 정부 정책 기조에 대응하여 디지털 트윈국토 플랫폼과 디지털 뉴딜 데이터의 연계활용	▪ 선행사업 성과를 기반으로 기술환경변화에 유연하게 대응, Geo-AI 등 신기술 적용을 통한 확장 가능한 입체격자 고도화 기술 확보 ▪ ISO, OGC 국제표준화에 대응하는 입체격자 표준기술개발과 표준화된 기술성과의 확산을 통하여 국토정보의 고도화 및 기술혁신 여건 조성 ▪ 기후변화에 신속하게 대응하여 국토안전 및 그린국토를 실현하기 위한 입체격자 실용화 기술개발
약점(W)	**WO 전략**	**WT 전략**
▪ 선행사업의 입체격자 기술은 초기 단계로 현실에 바로 적용하기엔 기술 수준 미흡 ▪ 지상-지하-공중 등 데이터 연계·통합 및 분석·시각화 기술 개발 어려움에 따른 기술적 장벽이 높음 ▪ 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족	▪ 입체격자기술과 융복합 신기술 간의 접목을 통하여 기존 공간정보 산업의 기술혁신 및 국토정보의 디지털 대전환을 위한 계기 마련 ▪ 기존 2D 기반 공간정보기술의 기술적 한계 극복, 디지털 시뮬레이션 분석 및 3D 기반 신산업 경쟁력 확보 계기 마련 ▪ 입체격자기술을 기반으로 3차원 공간데이터 맞춤형 공개·공유 기술개발 및 디지털 트윈 데이터의 맞춤형 공개·공유 생태계 기반 조성	▪ 입체격자기술 고도화, 실용화 및 사업화를 통해 해외기술에 대한 의존도와 기술개발 장벽을 낮추기 위한 핵심기술 개발 ▪ 입체격자기술 고도화 성과를 민간부문에 기술이전 하여 기술생태계 및 공간정보 중소기업의 기술경쟁력 확보를 위한 기반 조성 ▪ 입체격자기술 고도화 성과의 기술개선과 활용 활성화를 위한 체계적인 입체격자 기술로드맵 및 육성정책 마련

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

3-1 비전 및 목표

○ 본 연구개발 과제는 「국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도」를 비전으로 “국토 지능정보화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술 개발을 목표로 함

○ 입체격자 표준화 및 전처리·저장·관리·검색기술 고도화, 입체격자 기반 시·공간 분석 및 정보융합 지능화, 공중-지상-지하 정보의 연계·통합, 공개·공유, 실증·사업화를 중심으로 목표 달성 추진

<table>
<tr><td>비전</td><td colspan="4">국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도</td></tr>
<tr><td>사업목표</td><td colspan="4">국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발</td></tr>
<tr><td></td><td>입체격자 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 디지털 국토정보 혁신</td><td colspan="2">입체격자 융합 및 지능화 기술개발을 통한 국토정보 가치 증대</td><td>입체격자 실증 및 사업화 기술개발을 통한 국토정보 실용성 증진</td></tr>
<tr><td rowspan="3">성과목표
(핵심지표)</td><td>(국토정보 데이터 표준화 및 효율화)
• 데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감</td><td>(국토정보 경량화)
• 모바일 및 모빌리티 서비스 활용 기기 30% 이상 확대</td><td>(국토정보 활용범위 확대)
• 맞춤형 고정밀, 고화질 3차원 데이터 20% 이상 확대</td><td>(국토정보 활용서비스 확대)
• 지능화 분석기술 확장에 따른 서비스 활용성 30% 이상의 확대</td></tr>
<tr><td colspan="2">SW 국산화 100% (SW : 18종)</td><td colspan="2">실증시스템 개발 (시스템 : 4종)</td></tr>
<tr><td colspan="4">SW 등록 건수 | 학술지 게재/발표 건수 | 특허 출원/등록 건수 | 시제품 출시/현장시험 건수 | 표준화 건수</td></tr>
<tr><td>중점분야
및
핵심과제</td><td>[중점분야 1]
국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발</td><td>[중점분야 2]
입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발</td><td colspan="2">[중점분야 3]
브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발</td></tr>
<tr><td>1-1. (표준화) 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발</td><td>2-1. (체계화) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발</td><td colspan="2" rowspan="2">3-1. (국토안전) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발</td></tr>
<tr><td>1-2. (자동화) 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발</td><td>2-2. (융합화) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발</td></tr>
<tr><td>1-3. (고도화) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발</td><td>2-3. (지능화) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발</td><td colspan="2">3-2. (기후변화) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발</td></tr>
</table>

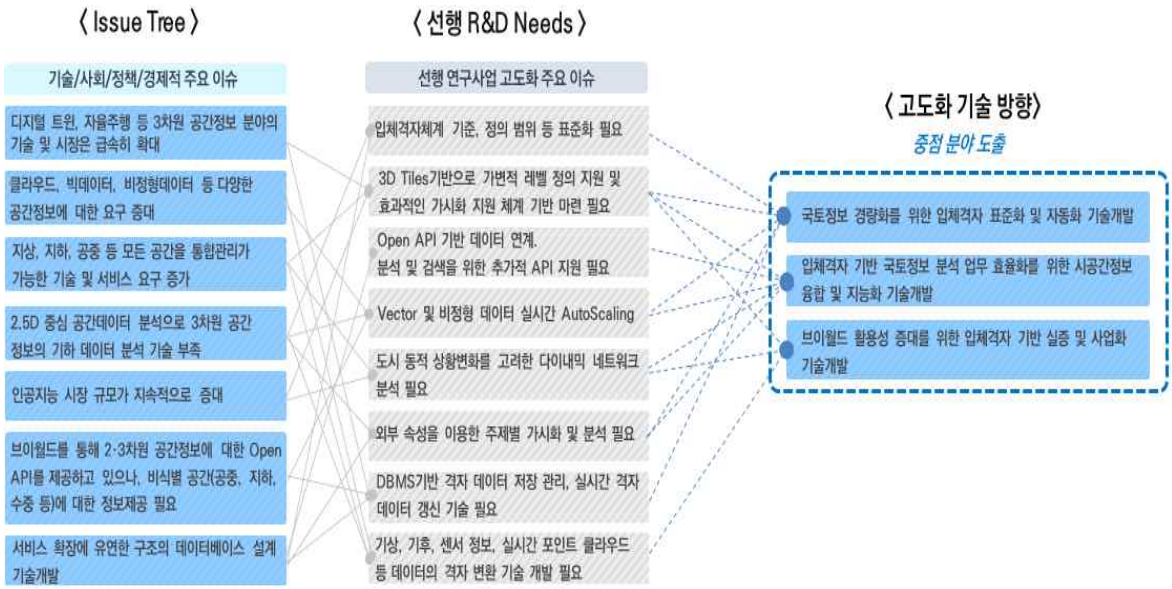
3-2 중점 추진분야 정의 및 후보과제 선정

1) 중점 추진분야 및 후부과제 도출 과정

❍ SWOT 분석을 바탕으로 다음 그림과 같이 사업추진방향과 주요 이슈를 도출하고 이를 바탕으로 비전 및 목표를 달성하기 위한 중점 분야 및 주요 기술과의 연관 관계를 제시함

❍ 본 기획연구의 연구책임자, 중점분야별 기획위원회 및 자문위원의 브레인스토밍을 통하여 환경조사 및 동향 분석 결과, 이슈, 연구개발 필요성을 통해 중점추진분야를 도출하였으며, 도출된 중점추진분야를 기반으로 세부추진분야를 도출하여 조사된 기술수요조사의 주요기술과의 연관관계를 제시함

❍ 중점분야는 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발, 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발, 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발로 도출됨



<그림 74> 입체격자기술 고도화 기술방향 도출 과정

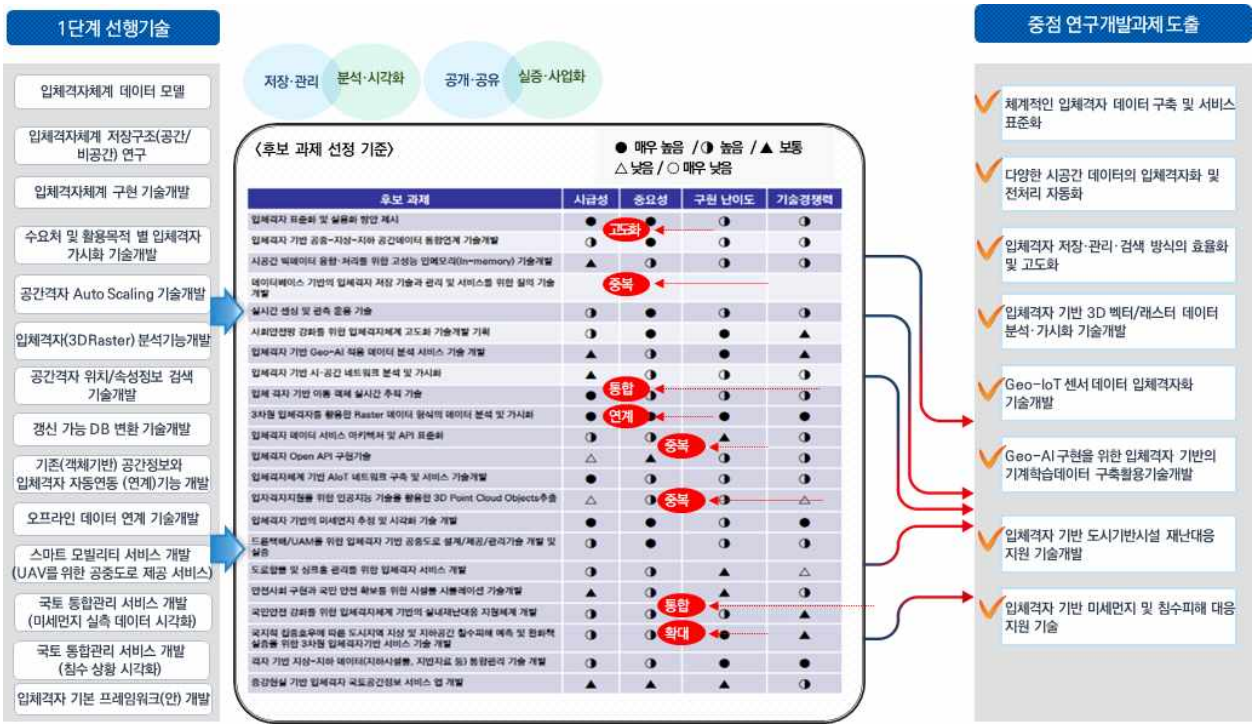
❍ 또한, 선행기술 성과와 한계점을 검토하고 기획위원회의 3개 분과위원회에서 도출된 1, 2차 후보과제와 매칭을 통해 중점분야 연구개발과제를 도출함

- 선행기술 성과에 대한 한계점과 후보과제를 저장·관리, 분석·시각화, 공개·공유, 실증·시각화 측면에서 구분하여 검토함
- 선행기술 한계점은 정형 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장 표준화 기술개발, 기구축 공간정보에 대한 격자변환 기술만 지원, 센서데이터의 격자변환기술 필요, 파일 시스템 기반 데이터 저장구조로 다양한 데이터와의 연계 구현 어려움, 격자 내 위치, 속성정보 검색만 지원, 격자내 속성을 이용한 가시화 서비스 지원 필요, 래스터 데이터만 Auto Scaling 기술 지원으로 벡터 데이터에 대한 지원 필요, 개념 모형 및 구현 가능성 실증 중심의 서비스 모델 개발로 현장 적용에 한계 등으로 도출됨

❍ 분과위원회에서 총 22개 후보과제를 도출하였으며, 각 후보과제에 대한 제안기술 개발의 중요성, 시급성, 제안기술 구현을 위한 국내기술환경의 경쟁력, 제안기술의 기술개발 구

현 난이도를 선정 기준으로 함

- 후보 과제에 대해 제안기술의 현재 단계를 고려하여 매우 높음, 높음, 보통, 낮음, 매우 낮음으로 평가함



<그림 75> 중점분야 후보과제 도출 과정

2) 중점 추진분야 정의

가. (1핵심) 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

분야	기술분야	
국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	[1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	
	정의	공중-지상-지하의 3차원 공간정보를 체계적으로 연계하기 위하여 입체격자 표준화를 통한 공간정보 표준기술 확보
	목표	정형·비정형·반정형 대용량 공간 빅데이터의 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 Geo-DNA(Data, Network, Artificial Intelligence) 기술개발을 위해 입체격자 기반의 데이터 모델 및 활용체계 표준화 모델(갭분석, 기술로드맵, 데이터 및 서비스 모델 표준 등) 개발을 목적으로 함. 또한, 입체격자 표준화/기술지침/가이드 제시를 통해 법제도적 지원방안을 마련하여 실용화 및 활성화를 도모하고자 함
	[1-2] 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	
	정의	다양한 원시데이터(정적/동적 데이터)를 여러 분야에 신속하게 적용하기 위한 입체격자화 및 경량화
	목표	실증서비스의 원시데이터 수집 및 전처리를 위해 실시간 센싱 및 관측 운용 기술을 개발하고, 수집된 시공간 빅데이터를 3차원 격자로 융합·처리하기 위한 고성능 인메모리(In-memory) 기술개발을 목적으로 함

	[1-3] 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	
	정의	3차원 공간정보를 다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술 개발을 통해 하이브리드 기반의 입체격자 데이터 운용기술 마련
	목표	수집/전처리/분석된 3차원 입체격자 데이터를 갱신 가능 데이터와 실시간 데이터로 변환하기 위한 기술을 개발하고, 기존 래스터 및 벡터 데이터 저장 기술을 고도화 개발하고자 함 또한, 공간격자 위치(입체격자 인덱싱 기술 등) 및 속성정보 검색기술을 개발하여 입체격자 기반의 검색기술을 마련하고자 함

나. (2핵심) 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

분야	기술분야	
입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	[2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	
	정의	2.5D 중심의 공간데이터 분석을 통한 단순 시각화 서비스가 아닌 다양한 3차원 기하정보의 입체격자 분석 기술개발을 통한 기존 기술 고도화
	목표	입체격자를 활용하여 IoT의 Geo-tagging, Geo-coding으로 실시간 센서 데이터, 비정형 데이터들을 저장·관리하여 신속하고 효율적으로 Geo-IoT 서비스가 가능하도록 함
	[2-2] 입체격자 기반 Geo-IoT 센서 데이터 분석·가시화 기술개발	
	정의	4차원(3차원 공간+시간) 현실세계의 실시간 센서데이터를 체계적으로 모니터링하고 분석 및 시각화를 위한 입체격자 데이터 및 Geo-ioT 센서 데이터 융합 기술 개발
	목표	3차원 벡터와 래스터 데이터 유형에 따른 입체격자 데이터로 가공처리하고 연산기능 개발과 가시화에 따른 저장구조 개발, 중접 가시화에 따른 개발방안 고도화 등을 목적으로 하며, 입체격자 기반 객체 활동별, 유형별 시·공간 네트워크 분석 모델 개발 등 네트워크 및 활동 분석 모듈 개발을 통해 시공간 네트워크 구현 및 공간분석 모듈 개발을 목적으로 함
	[2-3] 입체격자 기반 Geo-AI 분석·가시화 기술개발	
	정의	입체격자 기반 공간패턴을 체계적으로 기계학습 할 수 있는 기계학습데이터를 구축하고, 다양한 인공지능 알고리즘 활용 기술 개발
	목표	입체격자 기반 기상, 교통, 재해 데이터 등 분야별 딥러닝 학습 모델링을 생성하고 딥러닝 분석 가능한 사용자 설정 등 Geo-AI 분석 툴을 개발함

다. (3핵심) 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

분야	기술분야	
브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	[3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 실증 및 사업화	
	정의	입체격자를 기반으로 도시기반시설 재난대응 지원을 위해 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구 성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발
	목표	입체격자 기반 노후 건축물 유지관리와 재난유형에 따른 서비스 시나리오를 도출하고 분석, 시뮬레이션하는 서비스 개발과 화재, 붕괴 등 재난 발생 시 대규모 건축물 실내에 설치되어 있는 다양한 재난 대응 시설물(소화전, 스프링클러, 비상구 등)을 입체격자 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션 서비스를 개발하고 실증 서비스 시스템을 브이월드 등 관련 플랫폼에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발을 목표로 함
	[3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 실증 및 사업화	
	정의	입체격자를 기반으로 미세먼지 및 침수피해 대응 지원을 위해 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구 성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발
	목표	미세먼지 위성관측 자료 수집/저장 및 공간 해상도 최적화 기술, 입체격자 기반 미세먼지 최적 분포 모형, 입체격자 기반 미세먼지 시각화 기술, 입체격자 기반 도시유역 침수 데이터 환경 구축, 입체격자 기반 도시유역 침수모형 및 시뮬레이션 기술개발을 목표로 함

3) 후보과제 선정

가. (1핵심) 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

후보과제명	후보과제 정의
체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	- 입체격자 아키텍처 참조모델(안) 개발 - 입체격자 데이터 모델 표준 개발 - 입체격자체계 구축 및 활용을 위한 법제도 지원방안 제시
다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화	- 3차원 입체격자 기본데이터 대상 도출 및 분류 - 실증서비스를 위한 데이터 목록 및 신규데터 정의 - 오프라인 데이터 연계를 위한 기초데이터 수집 및 연계 기술개발 - 3차원 입체격자의 저장구조(공간/비공간) 연구 - 래스터 데이터 저장기술 - 3차원 입체격자 기본데이터별/분류별 연계방안 - 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 통합·연계 기술개발 - 실시간 센싱 및 관측 운용 기술 - 시공간 빅데이터 융합·처리를 위한 고성능 인메모리(In-memory) 기술개발

후보과제명	후보과제 정의
입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화	- 데이터 수집·가공에 따른 신규 데이터 생성 및 연계 - 3차원 입체격자체계 구현 기술개발 - 기존(객체 기반) 공간정보와 3차원 입체격자 자동연동 연계기능 개발 - 3차원 입체격자 체계에 범용 RDMS가 데이터를 수용하기 위한 방안 - 데이터베이스기반의 입체격자 저장 기술과 관리 및 서비스를 위한 질의 기술개발 - 공간격자 Auto Scaling 기술개발 - 갱신 가능 DB 및 실시간 DB 변환 기술개발 - 래스터/벡터 데이터 저장 형식 고도화 기술개발 - 인터그레이션 지원 개발 - 공간격자 위치/속성정보 검색, 입체격자 인덱싱 기술 및 속성 검색 기술개발

나. (2핵심) 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

후보과제명	후보과제 정의
입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	- 3D 벡터의 입체격자(3D Object-3D Point, Line, Polygon) 분석/시각화 모델 개발 - 입자격자지원을 위한 인공지능 기술을 활용한 3D Point Cloud Objects 추출 - 입체격자 기반 3D 래스터(Voxcel) 분석/시각화 모델 개발 - 3차원 입체격자(3D 래스터) 분석 기능 개발 - 3차원 입체격자를 활용한 래스터 데이터 형식의 데이터 분석 및 가시화 - (정형화된) 래스터 격자 데이터 가시화 - 입체격자 (기반) 도로/공중 네트워크 분석/시각화 모델 개발 - 공간격자 3차원 네트워크 분석 - 입체격자 기반 시·공간 네트워크 분석 및 가시화
입체격자 기반 Geo-IoT 센서 데이터 분석·가시화 기술개발	- 입체격자체계 기반 AIoT 네트워크 구축 및 서비스 기술개발 - 입체 격자 기반 이동 객체 실시간 추적 기술
입체격자 기반 Geo-AI 분석·가시화 기술개발	- 입체격자 기반 Geo-AI 적용 데이터 분석 서비스 기술 개발

다. (3핵심) 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

후보과제명	후보과제 정의
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	- 입체격자 기반 건축 시설물 데이터 연계·구축 기술개발 - 건축물 시설안전 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석 기술개발 - 입체격자 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션 실증시스템 개발 - 입체격자 기반 실내 시설물 데이터 연계·구축 기술개발 - 실내 시설물관리 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석 기술개발 - 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 시뮬레이션 실증시스템 개발
입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	- 입체격자 기반 미세먼지 데이터 구축 기술개발 - 입체격자 기반 기상환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석 기술개발

후보과제명	후보과제 정의
	- 입체격자 기반 미세먼지 시뮬레이션 실증시스템 개발 - 입체격자 기반 도시유역 침수데이터 구축 기술개발 - 입체격자 기반 침수환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석 기술개발 - 입체격자 기반 침수피해 시뮬레이션 실증시스템 개발

4) 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)과의 차별성

가. 유사 연구개발 과제 현황 및 차별성, 연계방안

○ 「(1핵심) 효율적인 입체격자 저장·관리·검색을 위한 표준화·자동화·고도화 기술개발」, 「(2핵심) 입체격자 기반 시공간분석 및 정보융합 지능화 기술개발」, 「(3핵심) 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간정보 연계·공유·실증기술 개발」에 해당되는 관련 기술 검토

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
국토교통연구기획사업 (공간정보기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 개발 기획)	국토연구원 (국토교통과학기술진흥원)	• (주요연구내용) 국내 공공·산업 부문에서 요구하는 공간정보 기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 연구개발 사업 기획 • (주요성과물) 국제사회에 기여할 수 있는 오픈소스 공간정보 기술개발 및 현장검증 사업을 기획 - AR·IoT·Edge컴퓨팅환경 융합에 필요한 오픈소스 공간정보 기술 개발 - 오픈소스 공간정보 솔루션 개발 및 현장검증 - 오픈소스 공간정보 분야 국제 커뮤니티 주도	• (차별성) 오픈소스 솔루션 개발 기획과제는 입체격자 데이터 및 저장관리·가시화 기술을 기술개발 대상 범위에 포함하지 않고, 격자 정보는 실측 정보로부터 격자를 생성하는 과정에서 데이터의 추상화가 발생하여 정밀한 현장의 실측데이터를 다루는 기술과 구현 대상 데이터 자체가 차이가 있음 • (연계성) 기술개발 및 기술 커뮤니티 측면에서 협력방안이 가능할 것으로 판단됨. 즉, 기술개발 협력 측면에서 한국 입체격자 R&D팀이 OctoMap 오픈소스 개발 커뮤니티와 함께 GitHub 등 협업 개발 환경을 활용하여 Octree 기반의 3차원 저장관리 기술을 공동개발이 가능
국토교통연구기획사업 (공간 지식추론 엔진 기술 개발 기획)	서울대학교 산학협력단 (국토교통과학기술진흥원)	• (주요연구내용) 자연어 기반의 음성인식과 3차원 도시공간 모델 환경에서 무제한의 공간 관련 질의응답을 지원하는 인공지능 엔진 개발 • (주요성과물) 공간 관련 질의에 실시간 응답이 가능한 공간 지식추론 엔진 기술개발 - 공간 AI 프레임워크 - 공간 빅데이터 분석 - 3D 도시 모델 분석 및 표현	• (차별성) 공간 지식추론 엔진 기술개발사업은 2D 공간검색, 중첩 분석, 시뮬레이션, 예측, 현상 분석 결과를 이용하여 3차원 도시 모델 환경에 중첩 등을 통해 가시화하는 기술로서 공간정보 기반의 지식추론 엔진 개발이 주요 기술개발 대상이며, 본 기획과제는 3차원 디지털 트윈 데이터의 입체격자 저장·관리 및 분석 시각화에 대한 고도화 기술개발로 다루는 기술과 구현 대상 데이터 자체에서 차이가 있음 • (연계성) 3차원 입체격자 데이터의 계층적 특성을 활용하여 공간정보 기반의 지식추론을 위한 입력 데이터로서 기계학습을 위한 데이터를 제공할 수 있다는 측면에서 공간 지식 추론 엔진 기술과 입체격자 고도화 기술과의 연계활용이 가능할 것으로 판단됨

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
디지털 국토정보 기술개발사업 (디지털 국토정보 기술개발)	미정* (국토교통과학기술진흥원) * 시행 공고 중	• (주요연구내용) 실시간 다차원 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로 다양한 서비스 제공이 가능한 디지털 라이브 국토 구현 기술개발 • (주요성과물) 초정밀 디지털 국토 구축, 초연결 라이브 국토 실현, 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술개발 - 초정밀 디지털 국토정보 측위 고도화 기술개발 - 다차원/다시점 공간데이터 기반 국토정보 변화인식 및 자동갱신 기술개발 - 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용검증 체계 - 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 구축 기술개발	• (차별성) 디지털 국토정보 기술개발은 국가공간정보체계 고도화를 위해 고정밀 측위 고도화, 다차원/다시점 공간데이터 활용 자동갱신, 융복합 데이터 통합 활용/운용검증, 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 구축 개발 사업임. 본 기획과제는 3차원 데이터를 일정한 크기의 입체격자로 계층적으로 분할하여 경량화된 데이터로 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유하기 위한 기술로 디지털 트윈 데이터를 맞춤형으로 활용할 수 있는 기반기술임 • (연계성) 디지털 국토정보 기술개발 중 끊김 없는 실내외 고정밀 위치 측위 기술과 입체격자의 계층적 특성을 연계하여 실내외 사용자 주변의 공간정보를 맞춤형으로 탐색 및 분석하는 등의 연계활용 기술개발이 가능할 것으로 판단됨
국토공간정보연구사업 (국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발)	안양대학교 산학협력단 (국토교통과학기술진흥원)	• (주요연구내용) 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터의 수집, 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 개발 • (주요성과물) 공간 빅데이터 플랫폼 기술개발 - 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터 저장관리 시스템 - 소셜 및 실시간 취득 공간정보 빅데이터 분석 알고리즘 및 SW - 공간 빅데이터 플랫폼 활용을 위한 서비스 실증	• (차별성) 선행사업은 저비용·고성능·고확장성의 2차원 중심의 공간 빅데이터의 저장·관리·분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼을 개발하는 것으로, 본 기획과제에서 다루는 3차원 공간정보 중심의 데이터 저장·관리·분석·시각화 기술과 구현 대상 데이터 자체에서 차이가 있음 • (연계성) 2차원 공간연산자를 기반으로 하는 선행사업의 공간 하둡 기반 고성능 공간데이터 분산처리 알고리즘을 개선하여 3차원 데이터의 입체격자화 및 자동화 기술개발에 적용 가능할 것으로 판단되나 기술 적용 가능성을 사전에 면밀히 검토할 필요가 있음

나. 민간 기술(연구) 현황 및 차별성

기존 기술	기존 기술내용	동사업 개발기술 수준
GEO-REGISTERING AN AERIAL IMAGE BY AN OBJECT DETECTION MODEL USING MACHINE LEARNING (미국_2020)	• 관심 객체의 항공이미지를 획득하고 기계학습 알고리즘을 활용해 훈련된 물체감지 모델에 엑세스하여 지리 등록하는 방법 제공	• 선행기술은 머신러닝을 사용한 객체감지 모델에 의한 항공 이미지 지리 등록 기술로 객체의 항공이미지 훈련 세트와 객체 감지 모델 기술, 항공이미지에 묘사된 객체의 경계에 대한 예측 기술임 • 본 기획과제는 Geo-IoT 센서를 이용해 수집한 데이터를 입체격자화하여 머신러닝 데이터를 구축하는 기술로 항공뿐만 아니라 공중-지상-지하 객체 전반에 적용 가능한 기술개발임

기존 기술	기존 기술내용	동사업 개발기술 수준
Real-time monitoring video and three-dimensional scene fusion method based on three-dimensional GIS (중국_2020)	• 3차원 GIS 기반 실시간 모니터링 영상 및 3차원 장면 융합 방법 제공	• 선행기술은 3차원 장면에서 실시간 모니터링 비디오의 연결 투영기술로 여러 경로의 실시간 영상 통합 성능을 3차원 장면에 표출하여 GIS 서비스의 스마트시티 분야에 적용 가능 • 본 기획과제는 CCTV 영상 데이터를 입체격자화하여 시공간 분석을 하는 기술개발로 필요한 부분을 입체격자화하여 3차원 장면 융합보다 맞춤형 데이터 표출 및 제공 가능
HYBRID ROAD NETWORK AND GRID BASED SPATIAL-TEMPORAL INDEXING UNDER MISSING ROAD LINKS (미국_2017)	• 하이브리드 도로망 및 그리드 기반 공간 시간 지수를 구축하여 큰 궤적 데이터를 처리할 수 있는 효율적이고 동적인 시스템과 방법	• 선행기술은 누락된 도로연계 하에서의 하이브리드 도로망 및 그리드 기반 공간-임시색인화 기술로 큰 궤적 데이터의 낮은 인덱싱 및 압축률 문제를 충족하고 인덱스 쿼리의 효율성 향상 및 지도에서 누락된 도로 링크를 설명하는 메커니즘 제공기술임 • 본 기획과제는 실시간 공간 센서 스트림 데이터의 입체격자 검색 및 처리기술 개발로 3차원 공간정보 검색 고도화 기술개발임
POWER GRID VISUALIZATION SYSTEM AND METHOD BASED ON THREE-DIMENSIONAL GIS TECHNOLOGY (미국_2013)	• 전력망 시각화 시스템과 3차원 지리정보시스템(GIS) 기술을 기반으로 한 전력망 시각화 방법	• 선행기술은 3차원 GIS 기술을 이용한 전력망 시각화 시스템 기술로 전체 장면 대비 객체의 비율에 따라 해당 세분성을 가진 객체 모델 파일을 선택할 수 있는 기술임. 객체의 3차원 모델 파일이 세분성이 다른 3차원 모델 파일의 다수를 구성함 • 본 기획과제는 고정밀 3차원 영상 데이터(위성/드론)의 입체격자 시공간 분석과 그 결과를 시각화하는 기술로 다양한 차원에서 시각화 가능
3차원 격자를 이용한 공간정보 저장 방법 및 그 장치 (국내_씨엠월드)	• 공간정보 저장장치는 경도, 위도 및 높이로 정의되는 공간을 분할하여 격자를 생성하고, 격자에 속한 공간정보 좌표값을 플로트(float) 자료형으로 저장하는 기술	• 본 기획과제는 기존에 고려되지 않은 비정형 데이터를 활용한다는 점에서 선행연구와 차별화됨 • 기존 선행연구에서 개발한 공간정보를 입체격자화하는 기술을 활용하여 비정형 텍스트, 실시간 센서데이터 등을 입체격자화하는데 적용할 계획
3차원 공간 가시화 장치 및 그 방법 (국내_씨엠월드)	• 공간정보를 포함하는 복수 개의 격자 중 절단면이 통과하는 격자를 파악하고, 격자 내 절단면과 만나는 격자점들을 파악한 후 이를 이용하여 절단면의 지하 공간을 렌더링하여 표시함	• 기존 선행연구는 3차원 공간을 사용자의 요구에 따라 다양한 시점에서 가시화할 수 있는 기술 • 공간을 다양한 크기의 격자로 저장하고 3차원 공간을 가시화할 때 해당 공간의 랜더링에 적합한 최적의 격자를 통해 계산량을 줄여 신속한 가시화를 가능하게 함
3차원 입체 격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템 (국내_웨이버스)	• 2차원 지리정보체계 데이터와 입체 격자를 융합하여 가공 및 관리에 용이한 지리정보체계 데이터 변환 방법을 개발	• 기존 선행연구는 시스템 고유의 데이터 포맷으로 운영함 • 본 기획과제는 GML, GeoJson 등 표준 데이터 포맷으로 입체격자 데이터 변환 및 관리기술을 개발할 계획
3차원 격자지도를 이용한 자율 주행 제어	• 3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치	• 차량의 위치정보 및 주변정보의 신뢰도에 따라 3차원 격자지도 반영 여부를 결정하며, 3차원 격자

기존 기술	기존 기술내용	동사업 개발기술 수준
장치 및 방법 (국내_현대모비스)	는 전방위 카메라, 위치 정보 수신부, DAS 센서부, 3차원 격자지도 DB, 차량 제어부를 포함하고 있음	지도를 이용하여 자율주행을 수행하도록 하는 기술임

다. 주요 선진국들의 정책 및 기술 동향

- ❍ 국외에서는 3차원 상에서의 격자 단위 공간데이터 관리와 분석기법에 대한 활발한 연구개발 및 표준화 활동이 진행 중이며, 입체격자를 기반으로 빅데이터, 인공지능, 실시간 센서, 드론 등 최신 ICT 기술과의 융합을 통해 기존에 해결할 수 없었던 기술적 한계를 극복하기 위한 연구개발 활동이 활발히 진행되고 있음
- ❍ 3차원 공간정보를 주도하는 주요 선진국에서도 지상 디지털트윈을 중심으로 한 공간분석과 시뮬레이션을 통해 도시사회 문제 해결에 활용하고 있으나 입체격자 기반의 공중-지상-지하 공간데이터 통합·연계 기술개발 및 활용은 미흡한 실정
- ❍ 공간정보 분야 국제표준 기구인 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 상호운용성 확보를 위해 고품질의 3차원 시뮬레이션을 위한 구조,모델링,공간정보 저장에 대한 국제표준안 Common DataBase Volumne1 Main BOdy, Volumn2 Appendices 가 제안되어 진행되고 있으며, 대규모 3D 지리 공간 콘텐츠 스트리밍을 위한 OGC 3D Tiles Spec 활용 중
- ❍ 2020년에 제정된 ISO 19170-1(Discrete Global Grid Systems Specifications) 표준에서는 Zone(격자)의 위상관계에 의해 질의할 수 있는 Opeations을 정의하고 있음
- ❍ (미국) 미국 기업인 AGI는 지상, 해상, 공중 및 우주 플랫폼에 대한 복잡한 분석을 수행할 수 있도록 하는 프로그램(STK(Systems Tool Kit))을 제공
  - STK는 지상, 해상, 항공, 우주 범위까지 모델링이 가능하며, 분석 및 가시화를 하기 위한 수단으로 입체격자 개념을 사용함
  - 대기 및 우주의 요소가 지표면에 있는 객체에 미치는 영향 분석, 미사일 비행 시뮬레이션 등 우주, 국방 분야에서 활용
- ❍ (DGGS) Gang Wan 등은(2013) 지구 중심으로부터 대기까지 입체적으로 공간을 분할하는 Sphere Shell Space 3D Grid를 제안
  - Zhai et al.(2019)은 무인항공기 충돌 감지를 위한 계산 비용 산출을 위해 DGGS 개념으로 GeoSOT-3D이라는 3차원 지리공간 참조 시스템을 제안
  - Ulmer et al.(2020)은 3D DGGS를 구축하여 항공기 및 위성 경로 추적, 도시 계획 및 관리, 기상 예측 등 적용
  - Lia et al.(2020)은 캐나다에 DGGS을 적용하여 캐나다의 지형 데이터 통합 및 관리하고, 데이터 수집 프로세스를 표준화함
- ❍ (미국) 미국 기업인 Civil Maps은 자율주행차의 실용화를 위해 Fingerprint Base Map이라는 고화질 3D 지도를 만드는 기술을 개발('18, spar3d)

- Fingerprint Base Map은 자율주행차의 라이다 데이터를 3차원 격자를 활용하여 저장함으로써 대용량의 포인트 클라우드를 효과적 저장관리 가능

○ (국내) 국토의 공간정보를 통합·관리할 수 있는 입체격자체계 관련 기초 기술을 개발, 입체격자 기술과 관련하여 국가차원에서 개발한 사례는 없음

- 입체격자를 운영하기 위해 입체격자체계에 대한 기본 규격, 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 입체격자 가시화 기술 등 기초 기술개발

라. 입체격자체계 기술 관련한 국내 활용수준

○ 입체격자 기술의 중요성 및 필요성에 대해서는 인식하고 있으나, 현시점에서는 정부에서 개발한 기초단계 기술이 전부임

- 2017년부터 2019년가지 선행사업인 3차원 입체격자체게 기반 국토통합관리 지원 기술개발을 통해 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 데이터 연계·수집 기술, 입체격자 변환 기술, 입체격자 가시화 기술, 입체격자 Auto Scaling 및 공간분석 기술 등을 개발

- 입체격자 기반 기술을 활용하여 유무인비행체 공중도로체계 제공서비스, 미세먼지 모니터링 서비스 등 구현

○ 입체격자 기술은 대용량 데이터 처리 가능, 분석속도 감소, 다양한 데이터 통합관리, 빈 공간 관리 등의 장점을 가지고 있음

- 미세먼지, 홍수, 자율주행차, 드론, 복합재난 등 다양한 분야에서 입체격자 기반의 기술 요구 증대

○ 국내에서 개발한 입체격자 관련 기술은 국토통합관리의 실증을 검토하기 위한 초기 단계 기술로써 현장에서 바로 적용이 어려운 상황, 공중-지상-지하정보의 연계·통합 및 분석을 가능케 하는 입체격자 기술 고도화가 필요

- 입체격자 기술이 민간영역에서 적용·활용되기 위해서는 정부 주도의 기술개발 필요

마. 입체격자체계 기술 관련한 산업경쟁력 분석

○ 국내외 3차원 공간정보를 활용한 기계학습 데이터 구축 및 인공지능 적용 관련 특허를 분석한 결과, 주요국 전체적으로 3차원 공간정보 및 AI 분야에 관한 관심과 특허출원이 증가하는 추세

- 미국이 48%로 가장 많은 특허를 차지하고 있으며, 2순위로 한국이 16%, 그 뒤로 국제특허 10%, 중국이 10%를 출원함

○ 국가별 특허 현황으로 기술성장단계를 분석한 결과, 1구간에서 3구간까지 출원인 수, 출원 건수가 지속적인 성장세를 보였으나, 4구간에서는 다소 약화된 성장세를 보임

- 1구간(2003～2006), 2구간(2007～2015), 3구간(2016～2019), 4구간(2020～2021)을 나타내며, 4구간의 약세는 코로나-19에 따른 영향으로 판단되며 향후 디지털 트윈, AI, 메타버스 등 디지털 비대면 시장이 확대됨에 따라 관련 출원 건수는 다시 증가할 것으로 예상함

3-3 핵심요소기술(CTE) 평가

❍ 본 과제 추진 핵심기술요소(CTE) 평가를 위한 체크리스트 선정

항목번호	체크리스트
1	해당 기술이 운용 요구사항, 비용, 일정 등에 중대한 영향을 주는가?
2	해당 기술이 개발 또는 시연 시 실패위험을 포함하는가?
3	해당 기술이 무기체계에 적용된 실적이 없는 새로운 기술인가?
4	기존에 성공적으로 적용된 기술인 경우, 금번 개발시 변경된 사항이 있는가?
5	해당 기술이 새로운 운용환경에 적용되는가?
6	해당 기술이 개발과정에서 초기 설계목표 혹은 요구성능을 초과하여 개발해야 할 것으로 예상되는가?

❍ 핵심요소기술(CTE) 평가를 위한 후보 도출

No.	CTE명
후보1	체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화
후보2	다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화
후보3	입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화
후보4	입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발
후보5	Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발
후보6	Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발
후보7	입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발
후보8	입체격자 기반 미세먼지 및 침수피해 대응 지원 기술

❍ 후보 항목 중 핵심기술요소(CTE) 평가

체크리스트	후보1	후보2	후보3	후보4	후보5	후보6	후보7	후보8	비고
해당 기술이 운용 요구사항, 비용, 일정 등에 중대한 영향을 주는가?	○	○	○	○	○	○	○	○	반드시 충족
해당 기술이 개발 또는 시연 시 실패위험을 포함하는가?						○			하나 이상 충족
해당 기술이 새롭거나 독창적인가?	○	○		○		○			
기존에 성공적으로 적용된 기술인 경우, 금번 개발 시 변경된 사항이 있는가?		○	○	○	○	○	○	○	
해당 기술이 새로운 운용환경에 적용되는가?		○	○				○	○	
해당 기술이 개발 과정에서 초기 설계목표 혹은 요구성능을 초과하여 개발해야 할 것으로 예상되는가?		○	○						
핵심기술요소 (CTE) 선정여부	○	○	○	○	○	○	○	○	

❍ 핵심기술요소(CTE) 목록 및 최종 TRL

CTE	유형	CTE명	최종 TRL
1	소프트웨어	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	7
2	소프트웨어	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	7
3	소프트웨어	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	7

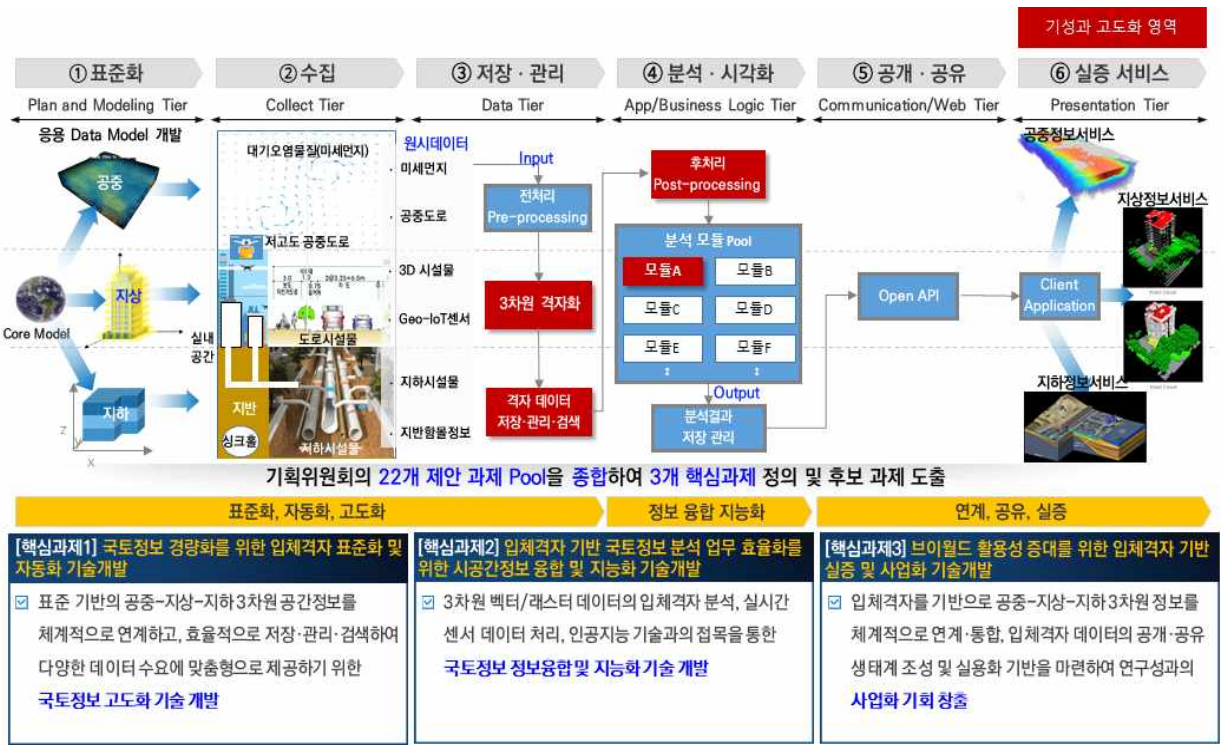
❍ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발	유형		소프트웨어		
프레임워크		선행단계	시제품 제작 및 시연		현장 적용		제품화/ 실용화
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
마일스톤 일정		2	2	3-4	5	6	7
CTE No.	기술명						
CTE 1	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	2	2	3-4	5	6	7
CTE 2	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	2	2	3-4	5	6	7
CTE 3	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	2	2	3-4	5	6	7

3-4 연구개발 과제 구성

구분		과제명
총괄		국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
1핵심 과제		국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발
	1-1	[1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 1-1-1 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 1-1-2 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시
	1-2	[1-2] 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 1-2-1 입체격자화 및 경량화 기술개발 1-2-2 전처리 자동화 기술개발
	1-3	[1-3] 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 1-3-1 저장·관리 고도화 기술개발 1-3-2 정보검색 고도화 기술개발
2핵심 과제		입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발
	2-1	[2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 2-1-1 벡터 데이터 분석 기술개발 2-1-2 래스터 데이터 분석 기술개발

구분		과제명
	2-2	[2-2] 입체격자 기반 Geo-IoT 센서 데이터 분석·가시화 기술개발 2-2-1 위치 고정형 센서 데이터 분석 기술개발 2-2-2 위치 이동형 센서 데이터 분석 기술개발
	2-3	[2-3] Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 2-3-1 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 2-3-2 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발
3핵심 과제		브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발
	3-1	[3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 3-1-1 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발 3-1-2 입체격자 기반 실내 시설물 재난 대응 지원 기술개발
	3-2	[3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 3-2-1 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발 3-2-2 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발



<그림 76> 연구개발 과제 전체구성도

3-5 세부과제별 주요 내용 및 추진전략

1) (1핵심) 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

배경

• 공중-지상-지하의 3차원 공간정보를 체계적으로 연계하고, 효율적으로 저장 · 관리 · 검색하여 다양한 데이터 수요에 맞춤형으로 제공하기 위한 국토정보 고도화 기술 필요

현재 수준(As-Is)	연구개발 필요성	향후 수준(To-Be)
• 이론적 입체격자 데이터 모델의 기술적 구현 및 실증	**입체격자 표준화 기술 필요** • 입체격자 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보	• 공간정보표준기술을 기반으로 기술환경변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 기술플랫폼
• 3차원 벡터/래스터 공간데이터의 입체격자화 가능성 확인 및 실증	**다양한 원시데이터 적용 필요** • 다양한 원시데이터의 신속한 입체격자화 및 경량화	• 다양한 원시데이터의 입체격자 적용을 통한 활용 범위 확대 및 경량화를 통한 비용 절감
• 파일 시스템 기반의 입체격자 저장 · 관리 · 검색 기술개발	**다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술 필요** • Hybrid 기반의 입체격자 저장 · 관리 · 검색 기술 고도화	• 다양한 형식의 DB 저장 · 관리 · 검색이 가능한 Hybrid 기반의 입체격자 DB 운용

목표

• 입체격자 표준화 및 전처리 · 저장 · 관리 · 검색 자동화를 위한 고도화 기술개발

핵심과제		
(표준화) 입체격자 데이터 모델 및 서비스 활용체계 표준화	(자동화) 시공간 빅데이터의 입체격자 전처리기술 자동화	(고도화) 입체격자 저장·관리·검색기술 고도화
• 입체격자 데이터 모델 표준화 • 입체격자 서비스 구현 및 활용체계 표준화	• 정형 · 비정형 공간 빅데이터의 적재, 입체 격자화 및 경량화 • 실시간 공간 센서 스트림데이터 자동 수집, 입체 격자화 및 경량화	• Hybrid 기반의 입체격자 DB 운용기술 개발을 통한 저장 · 관리 · 검색 기술 고도화

[1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

[1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발		[1-2] 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발		[1-3] 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	
[1-1-1] 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	[1-1-2] 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시	[1-2-1] 입체격자화 및 경량화 기술개발	[1-2-2] 전처리 자동화 기술개발	[1-3-1] 저장·관리 고도화 기술개발	[1-3-2] 정보검색 고도화 기술개발
• 표준 데이터 모델 • 표준 서비스 모델	• 입체격자 응용기술개발 로드맵 • 입체격자 표준기술 적용 확대 및 활성화 방안제시	• 정적(Static) 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술 • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술	• 정적(Static) 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술 • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술	• Hybrid 기반의 입체격자 분산 · 저장 · 관리기술 • 다양한 데이터 포맷(GML,GeoJson 등) 변환 · 관리기술	• 시 · 공간 · 속성 데이터 다차원 검색처리기술 • 실시간 공간 센서 스트림데이터 검색처리 기술

가. 연구개발 목표

핵심과제의 개념	▪ 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 기구축 정보를 입체격자화 하고 효율적인 저장관리검색을 위한 입체격자 표준화자동화 고도화 기술개발
핵심과제의 범위	▪ 입체격자 데이터 모델 및 서비스 활용체계 표준화 ▪ 시공간 빅데이터의 입체격자 전처리기술 자동화 ▪ 입체격자 저장·관리·검색기술 고도화
기술개발 목표	▪ 1단계 입체격자체계 선행 기술을 기반으로 입체격자 표준화 및 전처리·저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 하는 것을 목표로 하며 이를 달성하기 위한 요소기술로 표준문서와 정적·동적 센서 데이터의 입체격자화 및 경량화 알고리즘(프로그램), 시공간 데이터 융합처리를 위한 소프트웨어, 설계서 등의 형태로 개발하는 것임

나. 연구개발 배경 및 필요성

(1) 연구개발 배경 및 필요성

❍ 입체격자 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보

- 1단계 입체격자체계 선행연구에서 제시된 이론적 입체격자 데이터 모델의 기술적 구현 및 실증 필요

❍ 디지털 트윈, AI, 분석·시뮬레이션 등 활용모델에 적용하기 위해 다양한 원시데이터의 신속한 입체격자화 및 경량화

- 3차원 벡터/래스터 공간데이터와 속성정보, 센서정보 등 기구축 정보의 입체격자화 가능성 확인 및 실증 필요

❍ NoSQL, RDBMS, Graph DBMS 등 Hybrid 기반의 다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술개발

- 빅데이터 분석 시 공간정보 외에 소셜데이터와 같은 비정형 빅데이터의 경우 NoSQL 형식으로 저장관리되므로 다양한 형식을 고려한 파일 시스템 기반 입체격자 저장·관리·검색 기술개발 필요

❍ 따라서 공중-지상-지하의 3차원 공간정보를 체계적으로 연계하고, 효율적으로 저장·관리·검색하여 다양한 데이터 수요에 맞춤형으로 제공하기 위한 국토정보 고도화 기술 필요함

(2) 정부지원 필요성

❍ 정부 디지털 트윈 활성화전략과 국토교통부에서 수립 중인 지상·지하 통합관리 디지털 트윈 체계의 통합운영을 위한 기반 데이터로서 3차원 입체격자 데이터 구축 기반 마련 필요

❍ 공중-지상-지하 복합 재난의 체계적인 대응을 통한 국토안전 강화 및 보안정보, 개인정보, 비공개정보에 대한 비식별화 지원 등을 위한 3차원 입체격자기술 적용 필요

- 미세먼지, 감염병 등의 다양한 국가문제와 교통·물류, 기상, 에너지 등 국가 주도적으로 체계적인 관리가 필요한 각 분야에 입체격자 기반의 공중-지상-지하 공간데이터와

다양한 정보를 융합하여 전후방 효과 분석을 통한 의사결정 지원에 필요

- 입체격자를 적용한 사회안전망 강화를 위해 지하시설물 또는 각종 실시간 센싱 데이터 등의 국가 보안 정보에 대한 접근 및 데이터 연계 필요
- 사용자 요구에 따른 맞춤 정보제공 및 개인 위치정보 익명화를 위한 입체격자 활용기술 개발 필요

○ 개별적인 인프라가 아닌 입체격자 기반의 지역·도시 단위의 공중-지상-지하 통합 구축과 연계를 통해 국가전략으로 개발하여 국가 단위의 입체격자 기반 통합모델 구축·활용 및 해외수출 전략과 엔진 개발 비용 절감 필요

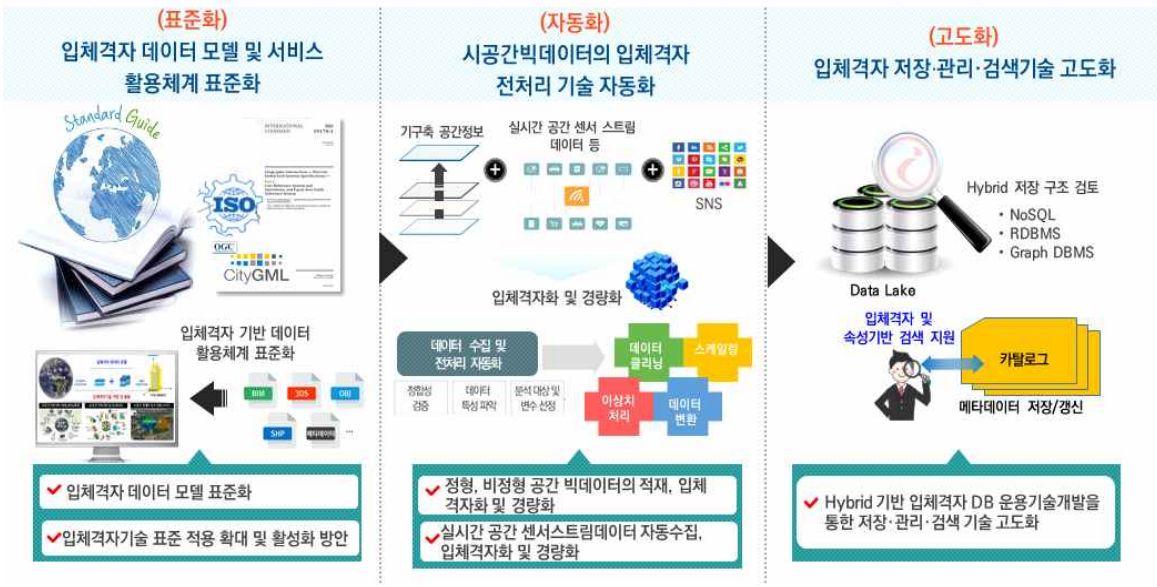
- 외산 GIS SW에 의존적인 국내 GIS 분야의 핵심 기능인 데이터 관리 및 분석 기술을 고성능 시·공간 DBMS 엔진에서 자체적으로 제공하는 기능으로 대체함으로써 개발 비용 절감 필요
- MS, Oracle을 중심으로 글로벌 기업이 50% 이상 점유 중인 국내 DBMS 시장에서 국내 점유율 확대 필요(소프트웨어정책연구소(SPRi), '디지털 주권과 소프트웨어:현황과 과제)
  - 2015년부터 최근 5년간 한국 내 미국산 SW 점유율은 56.3%에서 59.9%로 증가, 같은 기간 국산 SW 시장 점유율은 25.7%에서 23.6%로 낮아졌으며, 특히 MS와 오라클의 점유율이 높은편임

다. 연구개발 내용

○ (기술개발 목표) 1핵심 연구개발은 입체격자 표준화 및 전처리·저장·관리·검색 자동화를 위한 기술개발에 목적이 있음

○ (기술개발 구성 체계) 1핵심은 표준화, 자동화, 고도화로 총 3개의 하부팀으로 분류되며 유기적으로 연계되어 추진됨

- 입체격자 데이터 모델 및 서비스 활용체계 표준화(1-1핵심), 시공간 빅데이터의 입체격자 전처리 기술 자동화(1-2핵심), 입체격자 저장·관리·검색 기술 고도화(1-3핵심) 연계



<그림 77> 1핵심 연구개발 내용

핵심과제명	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	
구성기술	기술명	주요 내용
	체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화	국토정보 고도화를 위한 입체격자 기반 데이터 및 서비스 모델을 표준화, 표준기술의 지속적인 활용과 실용화를 위한 입체격자 응용기술개발 로드맵 및 표준기술 적용 활성화 방안 마련을 주요 내용으로 함
	다양한 시공간 데이터 입체격자화 및 전처리 자동화	입체격자 기술을 기반으로 공간정보, 위성영상과 같은 정적정보와 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보의 입체격자화 및 경량화 기술을 개발하여 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산 기술개발을 주요 내용으로 함
	입체격자 저장·관리·검색 방식 효율화 및 고도화	NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 입체격자 저장·관리 기술과 다양한 데이터 포맷 변환 관리기술을 개발하고, 시공간·속성데이터 등 다차원 데이터 검색·처리 기술개발을 주요내용으로 함

(1) (1-1 공동) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

○ 정부의 디지털 트윈 사업과 '한국판 뉴딜종합계획'의 데이터, AI 등 디지털 인프라 융·복합 활용을 위해서는 공간정보 뿐만 아니라 속성정보, 센서정보 등 다양한 정보를 반영할 수 있는 위치기준체계 확보가 필요함

○ 1단계 입체격자 선행기술에서 도출된 입체격자개념, 범위 등을 기반으로 표준화된 데이터·서비스 모델 설계, 표준기술의 지속적인 활용과 실용화를 위한 입체격자 응용기술개발 로드맵 및 표준기술 적용 활성화 방안을 마련함

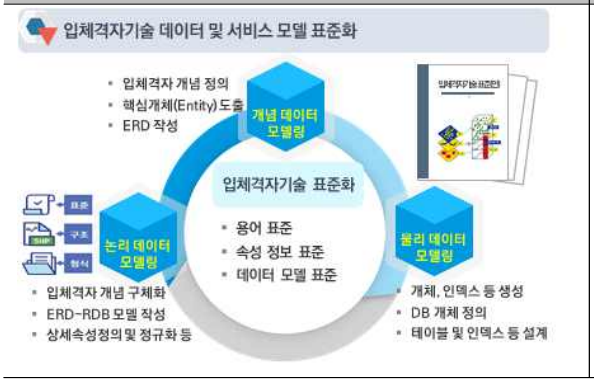
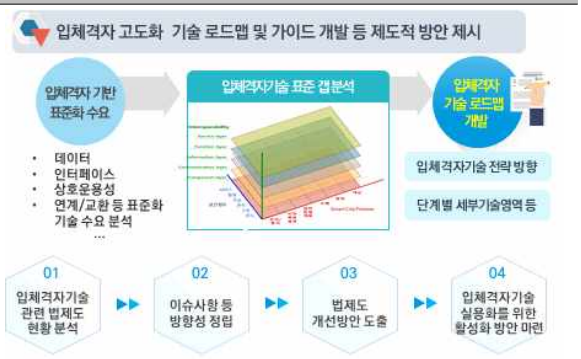
(나) 기술 내용

○ 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발

- 입체격자기술 데이터 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발
- 입체격자기술 서비스 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발

○ 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시

- 입체격자 고도화 기술 표준 갭 분석 및 입체격자 응용기술개발 로드맵
- 입체격자 표준 데이터 및 서비스 모델 개발 가이드 작성
- 입체격자 표준기술 적용 확대 및 활성화 방안제시

입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시
	

(다) 기술 미래상

○ 새로운 위치기준 체계

- 입체격자기술 데이터 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발

기술명	AS-IS	TO-BE
입체격자 데이터 모델 표준화	○ 격자 개념, 범위 등 3차원 입체격자 기초연구 개발	○ 입체격자 데이터모델 정의 및 서비스 구현으로 새로운 위치기준체계 확립 ○ 입체격자 단위의 공간데이터 관리 분석기법에 대한 표준화 선도

(2) (1-2 공동) 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

○ 입체격자 기반 정적, 동적 데이터 등 대용량 시공간 빅데이터를 융합·활용하기 위해서는 인메모리 기반 데이터 저장 및 처리 핵심 기술개발 필요

○ DBMS 엔진 수준에서 다양한 분야의 응용 서비스를 위한 핵심 기능 제공을 위한 입체격자체계 기반의 시공간 빅데이터 처리 기술개발 필요

○ 1단계 입체격자 선행기술에서 도출된 입체격자 기술을 기반으로 공간정보, 위성영상과 같은 정적정보와 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보의 입체격자화 및 경량화 기술을 개발하여 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터를 생산함

(나) 기술 내용

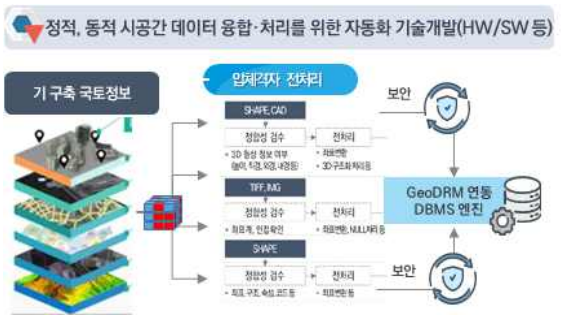
○ 입체격자화 및 경량화 기술개발

- (정적) 2D/3D 공간정보, 위성영상 데이터 등 기 구축 국토정보의 입체격자화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발

- (동적) IoT 센서 및 관측자료(기상, 온도), SNS 데이터 등의 입체격자화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발

❍ 입체격자 전처리 자동화 기술개발

- (정적) 기 구축 국토정보의 신속한 입체격자 데이터 셋 구축 및 품질관리 자동화를 위한 전처리 자동화 기술개발
- (동적) 센서 스트림 데이터의 신속한 입체격자화를 위한 전처리 자동화, GeoDRM(Geospatial Digital Rights Management Reference) 연동 공간 DBMS 엔진 기술개발

입체격자화 및 경량화 기술개발	입체격자 전처리 자동화 기술개발
	

(다) 기술 미래상

기술명	AS-IS	TO-BE
입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술	❍ 국토정보 및 IoT 센서, 온도, 기상정보와 같은 관측정보, SNS 정보 입체격자화 기술 부재	❍ 입체격자 경량화 기술개발을 통한 데이터 용량 20% 절감 ❍ 입체격자 데이터 전처리 자동화 기술개발을 통한 업무 효율화로 30% 작업시간 단축

(3) (1-3 공동) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

❍ 도시 단위 또는 지역 단위의 효율적 도시운영에 필요한 다양한 도시분석 및 시뮬레이션 활용을 위해서는 입체격자 기반 NoSQL 등 데이터 통합 및 변환·연계기술 필요

❍ 사회안전망 강화를 위해 눈에 보이지 않는 실내공간, 지하시설물 등의 데이터와 안전 관련 각종 센서 데이터 및 비정형 빅데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 융복합 저장·관리 기술개발과 시공간 다차원 검색 등이 가능한 고도화 기술개발 필요

❍ 입체격자 가시화에 중점을 두었던 1단계 선행기술에서 다양한 데이터 변환구조와 공간쿼리 분석 등 고도화 기술을 반영한 입체격자 저장·관리기술 내재화 및 상호호환 가능한 데이터 서비스 체계를 마련함

(나) 기술 내용

❍ 입체격자 저장·관리 고도화 기술개발

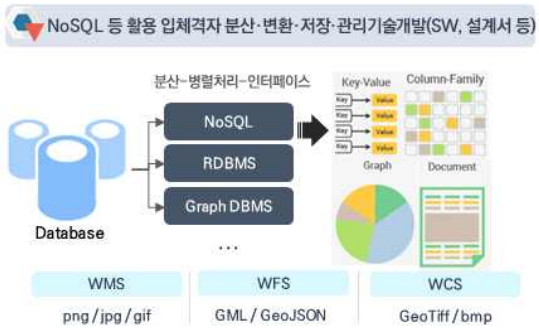
- NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 Hybrid 기반 입체격자 저장·관리 및 데이터 품질 검

증 기술개발, 입체격자 3D Tiles 적용 기술개발

- 실시간, 시계열, 융복합 서비스를 고려한 입체격자 저장·가공·변환 구조(GML,GeoJson 등) 및 데이터베이스 설계

❍ 입체격자 정보검색 고도화 기술개발

- 입체격자 공간 인덱싱 방안 및 검색기술, 조건검색, 데이터 간 공간쿼리 설계 등 시공간·속성 데이터 다차원 검색·처리 기술개발
- IoT 실시간 센서 및 관측정보공유를 위한 입체격자 3D Tiles에 Geotagging 기술 적용 등 실시간 공간 센서 스트림데이터 검색·처리 기술개발

입체격자 저장·관리 고도화 기술개발	입체격자 정보검색 고도화 기술개발
	

(다) 기술 미래상

기술명	AS-IS	TO-BE
시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술	❍ 공중-지상-지하 데이터 통합 연계를 위한 입체격자 기반 NoSQL 등 데이터 변환 기술 미흡	❍ 다양한 원시데이터의 입체격자 적용을 통한 활용범위 확대 및 경량화를 통한 10% 비용 절감

라. 연차별 연구개발 내용

구분	연구내용
1차년도	❍ (1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 - (1-1-1) 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 · 입체격자 표준 데이터 모델 PoC 설계(안) 개발 · 입체격자 표준 데이터 서비스 모델 PoC 설계(안) 개발 ❍ (1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 - (1-2-1) 입체격자화 및 경량화 기술개발 · 기구축 국토정보 입체격자화 및 경량화 기술 현황분석 및 프로토타입 설계 · 실시간 센서, 시계열 데이터 입체격자화 및 경량화 기술 현황분석 프로토타입 설계 ❍ (1-3) 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 - (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 입체격자 기반 다기종 데이터베이스 활용 분석 및 프로토타입 설계

구분	연구내용
	- (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 시공간 · 속성 기반 다차원 입체격자 검색 · 처리 기술현황 분석 및 프로토타입 설계
2차년도	❍ (1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 - (1-1-1) 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 · 입체격자 표준 데이터 모델 PoC 구현 및 표준(안) 개발 · 입체격자 표준 데이터 서비스 모델 PoC 구현 및 표준(안) 개발 ❍ (1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 - (1-2-1) 입체격자화 및 경량화 기술개발 · 기구축 국토정보 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(1) · 실시간 센서, 시계열 데이터 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(1) ❍ (1-3) 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 - (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 입체격자 기반 다기종 데이터베이스 활용 및 데이터 품질 검증 기술개발(1) - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 시공간 · 속성 기반 다차원 입체격자 검색 · 처리 기술개발(1)
3차년도	❍ (1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 - (1-1-1) 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 · 입체격자 표준 데이터 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발 · 입체격자 표준 데이터 서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발 - (1-1-2) 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시 · 입체격자 응용기술개발을 위한 표준 갭 분석 ❍ (1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 - (1-2-1) 입체격자화 및 경량화 기술개발 · 기구축 국토정보 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(2) · 실시간 센서, 시계열 데이터 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(2) · - (1-2-2) 전처리 자동화 기술개발 · 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로로타입 설계 · 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로토타입 설계 ❍ (1-3) 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 - (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 입체격자 기반 다기종 데이터베이스 활용 및 데이터 품질 검증 기술개발(2) · 입체격자 표준 데이터모델 데이터교환 및 공유 포맷 등 기술 현황분석 - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 시공간 · 속성 기반 다차원 입체격자 검색 · 처리 기술개발(2) · 실시간 공간 센서 스트림데이터의 입체격자 검색 · 처리기술 현황분석 및 프로토타입 설계
4차년도	❍ (1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 - (1-1-2) 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시 · 입체격자 응용기술개발 로드맵 개발 · 입체격자 표준기술 적용 확대를 위한 법제도적 지원방안 제시 ❍ (1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 - (1-2-2) 전처리 자동화 기술개발 · 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(1) · 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(1) ❍ (1-3) 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발

구분	연구내용
	- (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 프로토타입 설계 · 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술개발(1) - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색 · 처리 기술개발(1)
5차년도	❍ (1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 - (1-1-2) 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시 · 입체격자 표준기술 활성화를 위한 실용화 및 사업화 방안 마련 · 입체격자 활용체계 표준화(안) 제시 ❍ (1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발 - (1-2-2) 전처리 자동화 기술개발 · 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(2) · 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(2) ❍ (1-3) 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 - (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술개발(2) - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색 · 처리 기술개발(2) ·

마. 추진전략

구분	과제명	주요 내용	추진전략
1 핵심	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	- 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 표준문서와 정적·동적 센서데이터의 입체격자화 및 경량화 알고리즘(프로그램), 시공간 데이터 융합처리를 위한 소프트웨어, 설계서 등의 형태로 개발함 - 입체격자화·경량화 기술개발을 통해 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 구축 기술개발	- 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 입체격자 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발
1-1 공동	체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술	국토정보 고도화를 위한 입체격자 기반 데이터 및 서비스 모델 표준화, 표준적용 확대 및 활성화 방안 제시	- 입체격자 표준 데이터 및 서비스 모델 표준(안)과 상호운용성 구현 기술기준 제시를 통해 새로운 위치기준체계 확보 - 입체격자 고도화 기술 로드맵 및 가이드 개발 등 활용 활성화를 위한 제도적 방안제시
1-2 공동	다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술	비정형데이터(IoT 센서, SNS 데이터 등)에 대한 입체격자화 및 경량화 기술개발	- 입체격자 기반 시공간 빅데이터 전처리 자동화를 위한 고도화 기술개발 - 정적(Static)/동적(Dynamic) 데이터의 입체격자화 및 경량화 기술개발

구분	과제명	주요 내용	추진전략
1-3 공동	입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술	1단계 선행기술에서 다양한 데이터 변환구조와 공간쿼리 분석 등 고도화 기술을 반영한 입체격자 저장·관리기술 내재화 및 상호호환 가능한 데이터 서비스체계 마련	- Hybrid 기반의 입체격자 분산·저장·관리 및 다양한 데이터 포맷 변환관리 기술개발 - 시공간 속성 데이터 다차원/실시간 공간 센서스트림 데이터 검색·처리 기술개발

바. 기술로드맵 및 성과로드맵

(1) (1-1 공동) 체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술개발

<표 26> 1-1 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차년도	입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 표준 데이터 모델 PoC 설계(안) 개발	①	분석서	1건	외부 전문가 검증
		입체격자 표준 데이터 서비스 모델 PoC 설계(안) 개발	②	분석서	1건	외부 전문가 검증
2차년도	입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 표준 데이터 모델 PoC 구현 및 표준(안) 개발	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
		입체격자 표준 데이터 서비스 모델 PoC 구현 및 표준(안) 개발	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
3차년도	입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 표준 데이터 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발	①	정 책 보고서	1건	외부 전문가 검증
		입체격자 표준 데이터 서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발	②	정 책 보고서	1건	외부 전문가 검증
	입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시	입체격자 응용기술개발을 위한 표준 갭 분석	③	분석서	1건	외부 전문가 검증
4차년도	입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시	입체격자 응용기술개발 로드맵 개발	①	연 구 보고서	1건	외부 전문가 검증
		입체격자 표준기술 적용 확대를 위한 법제도적 지원방안 제시	②	연 구 보고서	1건	외부 전문가 검증
5차년도	입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시	입체격자 표준기술 활성화를 위한 실용화 및 사업화 방안 마련	①	연 구 보고서	1건	외부 전문가 검증
		입체격자 활용체계 표준화(안) 제시	②	표 준 등록	1건	외부 전문가 검증

<표 27> 1-1 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		1/0	1/0	1/1	1/1	0/1	4/3
	표준채택					1	1	2
	소프트웨어 등록건수		2	2	2	1	1	8
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수							
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	0	1	1	1	1	4
		비SCI(E)급	1	2	2	2	1	8
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		2	3	2	2	2	11
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수							
	사업화·제품화 건수					1	1	2
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		2	2	2	1	1	8
	연구개발 관련 홍보		1	1	2	1	1	6
	기타 목표							

(2) (1-2 공동) 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발

<표 28> 1-2 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차년도	입체격자화 및 경량화 기술개발	기구축 국토정보 입체격자화 및 경량화 기술 현황분석 및 프로토타입 설계	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
		실시간 센서, 시계열 데이터 입체격자화 및 경량화 기술 현황분석 프로토타입 설계	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
2차년도	입체격자화 및 경량화 기술개발	기구축 국토정보 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(1)	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
		실시간 센서, 시계열 데이터 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(1)	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
3차년도	입체격자화 및 경량화 기술개발	기구축 국토정보 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(2)	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
		실시간 센서, 시계열 데이터 입체격자화 및 경량화 모듈 개발(2)	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	전처리 자동화 기술개발	기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로로타입 설계	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
		센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로토타입 설계	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
4차년도	전처리 자동화 기술개발	기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(1)	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
		센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(1)	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
5차년도	전처리 자동화 기술개발	기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(2)	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
		센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 개발(2)	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증

<표 29> 1-2 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		1/0	1/0	1/1	1/1	0/1	4/3
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		2	2	2	1	1	8
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1	1	3
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급		1	1	1	1	4
		비SCI(E)급	2	2	2	2	1	9
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		2	3	3	2	2	12
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수							
	사업화·제품화 건수					1	1	2
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		2	2	2	1	1	8
	연구개발 관련 홍보		1	1	2	1	1	6
	기타 목표							

(3) (1-3 공동) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발

<표 30> 1-3 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차년도	저장·관리 고도화 기술개발	입체격자 기반 다기종 데이터베이스 활용 분석 및 프로토타입 설계	⑤	설계서	1건	외부 전문가 검증
	정보검색 고도화 기술개발	시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색·처리 기술현황 분석 및 프로토타입 설계	⑥	설계서	1건	외부 전문가 검증
2차년도	저장·관리 고도화 기술개발	입체격자 기반 다기종 데이터베이스 활용 및 데이터 품질 검증 기술개발(1)	⑤	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	정보검색 고도화 기술개발	시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색·처리 기술개발(1)	⑥	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
3차년도	저장·관리 고도화 기술개발	입체격자 기반 다기종 데이터베이스 활용 및 데이터 품질 검증 기술개발(2)	⑧	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
		입체격자 표준 데이터모델 데이터교환 및 공유 포맷 등 기술 현황분석	⑨	분석서	1건	외부 전문가 검증
	정보검색 고도화 기술개발	시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색·처리 기술개발(2)	⑩	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
		실시간 공간 센서 스트림데이터의 입체격자 검색·처리기술 현황분석 및 프로토타입 설계	⑪	설계서	1건	외부 전문가 검증
4차년도	저장·관리 고도화 기술개발	입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 프로토타입 설계	⑤	설계서	1건	외부 전문가 검증
		입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술개발(1)	⑥	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	정보검색 고도화 기술개발	실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술개발(1)	⑦	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
5차년도	저장·관리 고도화 기술개발	입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술개발(2)	⑤	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	정보검색 고도화 기술개발	실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술개발(2)	⑥	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증

<표 31> 1-3 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		1/0	1/0	1/1	0/2	0/1	3/4
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		1	2	2	1	1	7
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				2	2	2	6
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	0	1	1	1	1	4
		비SCI(E)급	2	2	2	2	1	9
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		2	3	3	2	2	12
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수		0	0	1	1	1	3
	사업화·제품화 건수		0	0	0	1	1	2
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		1	2	2	1	1	7
	연구개발 관련 홍보		1	1	2	1	1	6
	기타 목표							

사. 핵심과제별 핵심성과

(1) (1핵심) 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

정의(설명)	• 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 입체격자 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발
설정 근거 및 사유	• 1핵심은 1단계 사업에서 이론적으로 구현된 입체격자기술 기준체계 확보와 변환 기술의 실증 사업화를 위한 기반으로 입체격자기술 표준화와 데이터 저장관리 고도화를 위한 기술개발이 필요함
목적	• 입체격자 기반 공중-지상-지하정보의 새로운 위치참조체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 수집·저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발 - 체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술 - 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술 - 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술
성능목표	(현재 기술 수준) • 입체격자 기반 위치기준체계에 대한 표준 또는 지침 제정 부재 - 선행사업에서 입체격자기술 정의, 범위 정립 등 기초연구가 수행되었으나, 실증 및 사업화를 위해서는 입체격자기술 기준 또는 표준 마련이 필요함 - 또한, 기 구축 3차원 공간정보 저장 및 분석 시 관련 표준이 없어 전/후처리를 위한 데이터 변환 및 중복 발생 • 1단계 선행사업에서 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 데이터 연계 · 수집 기술, 입체격자 변환 기술이 개발되었으나 래스터 데이터, 비정형 데이터 등에 대한 포함 필요 - 디지털 트윈국토 및 디지털 뉴딜 사업지원을 위해서는 다양한 3차원 벡터/래스터 공간데이터와 비정형데이터 등 대용량 데이터의 입체격자화 변환저장·관리 기술개발 필요 (개발 기술 수준) • 입체격자기술 표준화를 통한 공간정보표준기술 확장 및 새로운 위치기준체계 확립 • 데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 • 다양한 원시데이터의 입체격자 적용을 통한 활용범위 확대 및 경량화를 통한 10% 비용 절감
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023～2027년 (5년)

(가) (1-1 공동) 체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술개발

정의(설명)	• 국토정보 고도화를 위한 입체격자 기반 데이터 활용체계 표준화 및 실용화 기술개발
설정 근거 및 사유	• 선행기술에서 개발된 성과와 별개로 ISO, OGC에서는 3차원 입체격자를 보다 다양하게, 구체적으로 정의하고자 하는 표준화 활동이 진행 중이며, 일부 OGC DGGS 표준들은 ISO 표준화를 통해 국내 KS 표준으로 수용될 여지가 있어 이에 대응하기 위한 표준화 연구 필요
목적	• 입체격자 기반 공중-지상-지하정보의 새로운 위치참조체계 정립을 위한 표준화 기술개발 - 입체격자기술 데이터/서비스 모델 설계 및 구현, 표준(안) 개발 - 입체격자기술 활용체계 표준화(안) 제시
성능목표	(현재 기술 수준) • 국내 입체격자 관련 기술은 입체격자체계의 기초기술 개발 등 연구개발 초기 단계를 거쳐 시제품 개발 및 응용기술 개발단계로 진화하는 과정에 있으며, 이를 위한 최신 ICT 기술 환경변화와 국내 연구개발여건에 부합하는 연구개발이 진행 중 • 국외에서는 3차원 상에서의 격자 단위 공간데이터 관리와 분석기법에 대한 활발한 연구개발 및 표준화 활동이 진행 중 (개발 기술 수준) • 입체격자 단위의 공간데이터 관리 분석기법에 대한 표준화 선도 • 공간정보표준기술을 기반으로 기술환경변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 기술플랫폼 구현
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(나) (1-1-1) 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발

정의(설명)	• 입체격자기술 개념, 용어 정의, 테이블, 인덱스 설계 등 데이터 및 서비스 모델 표준화
설정 근거 및 사유	• 1단계 입체격자체계 선행기술에 최신 표준화 내용을 반영한 데이터 및 서비스 모델 표준화 마련 필요
목적	• 입체격자 표준 데이터 및 서비스 모델 표준(안)과 상호운용성 구현 기술기준 제시를 통해 새로운 위치기준체계 확보 - 입체격자기술 데이터 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발 - 입체격자기술 서비스 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 1단계 선행기술에서 입체격자 개념·기술적 정의, 기준 좌표계, 범위 등 제시 및 실증 - 이론적 입체격자 데이터모델의 기술적 구현 가능성을 제시하였으나, 표준화 단계까지는 도달하지 못함 (개발 기술 수준) • 입체격자체계 배분 기준, 인덱싱 기준과 3차원 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장·관리 표준화 기술개발로 국토 공간정보의 효율적 통합·관리와 국제표준 기반 상호운용성 확보
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2025년 (3년)

(다) (1-1-2) 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시

정의(설명)	• 입체격자기술 표준의 지속적인 활용 및 고도화를 위한 표준 갭 분석 및 응용기술개발 로드맵 개발과 표준기술적용 확대를 위한 법제도적 지원방안 마련
설정 근거 및 사유	• 1단계 선행기술에서 개발된 입체격자기술은 국토통합관리의 실증을 검토하기 위한 초기 단계 기술로써 현장에서 바로 적용이 어려운 상황이었음 • 실효성 있는 입체격자 표준기술 개발 및 적용 확대를 위하여 표준 갭 분석과 응용기술개발 로드맵 개발 및 표준기술적용 확대를 위한 정책적 제도적 활성화 방안 마련이 필요함
목적	• 입체격자 고도화 기술로드맵 및 가이드 개발 등 활용 활성화를 위한 제도적 방안제시 - 입체격자 고도화 기술 표준 갭 분석 및 기술로드맵 개발 - 입체격자 표준 데이터모델 및 서비스 개발 가이드 작성 - 입체격자 응용기술개발 로드맵 개발 - 입체격자 활용체계 표준화를 위한 법제도 지원 및 활성화 방안제시
성능목표	(현재 기술 수준) • 시의성 있는 입체격자 관련 기술기준, 표준에 대한 갭 분석에 따른 체계화된 기술 로드맵 부재 (개발 기술 수준) • 국내외 입체격자기술 관련 정책 및 표준, 제도 현황분석을 통한 이슈 등 방향성 정립 • 입체격자기술 실증 및 실용화를 위한 정책적 제도적 기본방향을 설정하고, 이에 따른 대응과제 도출, 추진전략 제시
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2025～2027년 (3년)

(라) (1-2 공동) 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발

정의(설명)	• 비정형데이터(IoT 센서, SNS 데이터 등)에 대한 입체격자화 및 경량화 기술개발
설정 근거 및 사유	• 입체격자 기반 정적, 동적 데이터 등 대용량 시공간 빅데이터를 융합·활용하기 위해서는 인메모리 기반 데이터 저장 및 처리 핵심 기술개발 필요 • DBMS 엔진 수준에서 다양한 분야 응용 서비스와 핵심 기능 제공을 위한 입체격자체계 기반의 시공간 빅데이터 처리 기술개발 필요
목적	• 입체격자 기반 시공간 빅데이터 전처리 자동화를 위한 고도화 기술개발 - 정형, 비정형 공간 빅데이터의 적재, 입체격자화 및 경량화 - 실시간 공간 센서스트림데이터 자동 수집, 입체격자화 및 경량화
성능목표	(현재 기술 수준) • 국토정보 및 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보 입체격자화 기술 부재 • 3차원 벡터/래스터 공간데이터의 입체격자화 가능성 확인 및 실증 (개발 기술 수준) • 입체격자 경량화 기술개발을 통한 데이터 용량 20% 절감 • 입체격자 데이터 전처리 자동화 기술개발을 통한 업무 효율화로 30% 작업시간 단축 • 다양한 원시데이터의 입체격자 적용을 통한 활용범위 확대 및 경량화를 통한 10% 비용 절감
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(마) (1-2-1) 입체격자화 및 경량화 기술개발

정의(설명)	• 1단계 선행기술에서 개발된 입체격자 변환 기술을 기반으로 3차원 데이터(벡터/래스터), 위성영상, 센서데이터 등을 입체격자화 하고 대용량 데이터를 경량화하는 기술개발
설정 근거 및 사유	• 디지털 트윈의 기술적 진화에 따라 고정밀 빅데이터, 실시간 센서, AI 지능화 기술 등을 체계적으로 연계 활용하기 위해서는 입체격자 기반 대용량 데이터 경량화할 수 있는 기술개발 필요
목적	• 정적(Static)/동적(Dynamic) 데이터의 입체격자화 및 경량화 기술개발 - 2D/3D 공간정보, 위성영상 데이터 등 기 구축 국토정보의 입체격자화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발 - IoT 센서 및 관측자료(기상, 온도), SNS 데이터 등의 입체격자화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 1단계 선행기술에서는 기구축 공간정보에 대한 입체격자 변환 기술만을 지원하여 센서데이터, SNS 등 비정형 데이터에 대한 변환 기술은 부재함 • 미국 기업인 Civil Maps은 자율주행차의 실용화를 위해 Fingerprint Base Map이라는 고화질 3D 지도를 만드는 기술을 개발(’18, spar3d) - Fingerprint Base Map은 자율주행차의 라이다 데이터를 3차원 격자를 활용하여 저장함으로써 대용량의 포인트 클라우드를 효과적 저장관리 가능 (개발 기술 수준) • 국토정보의 입체격자화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발을 통해 국가 단위의 입체격자 기반 통합 모델 구축 및 활용 가능
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023～2025년 (3년)

(바) (1-2-2) 전처리 자동화 기술개발

정의(설명)	• 입체격자체계 기반의 다양한 시공간 빅데이터 융합서비스를 위한 초대용량 융합 데이터를 저장하고 실시간 처리하는 기술개발
설정 근거 및 사유	• 디지털 뉴딜 데이터, 디지털 트윈 국토 플랫폼 등 다양한 원시데이터의 활용을 위해서는 입체격자 기반 데이터 수집부터 저장·관리 전처리 단계의 자동화 된 기술개발 필요
목적	• 정적(Static)/동적(Dynamic) 데이터 전처리 자동화 기술개발 - 기 구축 국토정보의 신속한 입체격자 데이터 셋 구축 및 품질관리 자동화를 위한 전처리 자동화 기술개발 - 센서 스트림 데이터의 신속한 입체격자화를 위한 전처리 자동화와 GeoDRM Geospatial Digital Rights Management Reference) 연동 공간 DBMS 엔진 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 국내 시장을 점유하고 있는 오라클은 자체적으로 다양한 시공간 분석 기능을 제공하고 있으나 기본적으로 디스크 기반의 DBMS로 인메모리 DBMS에 비해 성능의 저하를 초래 • 일부 국내 인메모리 DBMS 기업들이 지속적으로 기술개발을 추진하고 있으나 다양한 시공간 빅데이터를 융합 및 처리하기 위해서는 아직 미흡한 실정임 (개발 기술 수준) • 시공간 빅데이터 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산기반 제공 • DBMS 엔진 수준에서 다양한 분야의 응용 서비스를 위한 핵심 기능을 제공함으로써 입체격자 기반의 시공간 융합서비스 기술개발 촉진
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2025~2027년 (3년)

(사) (1-3 공동) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발

정의(설명)	• 1단계 선행기술에서 다양한 데이터 변환구조와 공간쿼리 분석 등 고도화 기술을 반영한 입체격자 저장·관리기술 내재화 및 상호호환 가능한 데이터 서비스체계 마련
설정 근거 및 사유	• 센서, 이동객체 등 활용 증가로 다양한 형태의 공간데이터가 수집됨에 따라 상호운용성 기반 공간정보 서비스를 위한 아키텍처 마련이 요구되고 있어 입체격자 기반 데이터 저장·관리 검색 체계 마련이 필요함
목적	• Hybrid 기반 입체격자 DB 운용기술개발을 통한 저장·관리·검색기술 고도화 - Hybrid 기반 입체격자 분산·저장·관리기술 개발 - 시공간 · 속성 데이터 다차원 검색·처리기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 공중-지상-지하 데이터 통합·연계를 위한 입체격자 기반 NoSQL 등 데이터 변환 기술 미흡 • OGC(Open Geospatial Consortium)에서 상호운용성 확보를 위해 고품질의 3차원 시뮬레이션을 위한 구조, 모델링, 공간정보 저장에 대한 국제표준안이 제안되어 진행되고 있으며, 대규모 3D 지리 공간 콘텐츠 스트리밍을 위한 OGC 3D Tiles Spec 활용 중임 (개발 기술 수준) • 입체격자 표준 데이터 모델 기반 데이터 교환 및 변환 기술개발로 공중-지상-지하 공간의 세밀한 정보 제공과 신뢰성 확보 • 다양한 형식의 DB 저장 · 관리 · 검색이 가능한 Hybrid 기반의 입체격자 DB 운용 가능
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(아) (1-3-1) 저장·관리 고도화 기술개발

정의(설명)	• 입체격자 기반 실시간 센서 데이터, 비정형 데이터들을 NoSQL 등 데이터베이스에 저장·관리하여 신속하고 효율적인 Geo-IoT 서비스 지원이 가능하도록 하는 기술
설정 근거 및 사유	• 눈에 보이지 않는 실내공간, 지하시설물 등의 데이터와 안전 관련한 각종 센싱데이터 및 비정형 빅데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 입체격자 기반 융복합 저장· 관리방안 연구 필요
목적	• Hybrid 기반의 입체격자 분산·저장·관리 및 다양한 데이터 포맷 변환관리 기술개발 - NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 입체격자 저장 · 관리 기술개발, 입체격자 3D Tiles 적용 기술개발 - 실시간, 시계열 융복합 서비스를 고려한 입체격자 저장·가공·변환 구조 및 데이터베이스 설계 및 데이터 품질 검증 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 파일 시스템 기반의 데이터 저장 구조로 다양한 데이터와의 연계 구현이 어려움 • 국토통합 관리를 위해서는 입체격자 기반 지하시설물 또는 각종 실시간 센싱 데이터 등의 비정형 정보에 대한 접근 및 데이터 연계 필요 (개발 기술 수준) • DBMS 기반 데이터 저장·관리 체계로 입체격자 데이터 실시간 갱신, 이력 관리, 데이터 품질 검증 등 가능 • 입체격자를 활용하여 비정형데이터에 대한 Geo-tagging 및 Geo-coding 기술을 적용하여 사회현상에 대한 복합적 분석으로 선제적 문제점 제시와 해결방안 모색으로 국토 안전강화 도모
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2025년 (3년)

(자) (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발

정의(설명)	• 입체격자 기반 시공간/실시간 데이터의 원활한 서비스를 위해 공간쿼리와 오픈소스를 활용한 입체격자 서비스체계 기술개발
설정 근거 및 사유	• 1단계 선행기술을 기반으로 입체격자 활용을 통한 공중-지상-지하 데이터의 유연한 검색을 위해 정보검색 고도화 기술개발 필요
목적	• 시공간 속성 데이터 다차원/실시간 공간 센서스트림 데이터 검색·처리 기술개발 - NoSQL 등 데이터베이스에서 입체격자 공간 인덱싱 방안 및 검색기술, 조건검색, 데이터 간 공간쿼리 설계 기술개발 - IoT 실시간 센서 및 관측 자료 정보공유를 위해 입체격자 3D Tiles에 Geotagging 기술 적용
성능목표	(현재 기술 수준) • 1단계 선행기술은 입체격자 내 위치, 속성정보 검색 등 기초 기능기술 구현 단계로 시공간/실시간 데이터 미반영 및 조건검색, 공간연산 등 확장 기능 부재 (개발 기술 수준) • 실시간 공간센서 스트림데이터 검색 · 처리 기술을 다양한 Geo-IoT 서비스에 활용하여 사회현상에 대한 복합분석 및 선제적 대응 가능 • 입체격자 기반 신속한 위치 검색, 공간분석 및 분석 결과 가시화를 통한 Geo-IoT 서비스에 활용 가능
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토, 스마트시티, 빅데이터 사업 등 지원 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2025~2027년 (3년)

2) (2핵심) 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

배경

• 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 및 지능화 기술 필요

현재 수준(As-Is)	연구개발 필요성	향후 수준(To-Be)
• 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족	**다양한 3차원 기하정보의 입체격자 분석 기술 필요** • 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발	• 단순시각화에서 서비스에서 벗어난 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 분석기반 확보
• 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 분석시각화를 위한 지원기술 부족	**실시간 센서데이터 분석·활용 기술 필요** • 입체격자 데이터와 Geo-IoT 센서데이터 간의 정보융합 기술개발	• 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 센서데이터 분석·활용기반 확보
• 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원기술 부족	**인공지능 기술 적용을 위한 공간정보 지능화 기술 필요** • 공간패턴을 체계적으로 기계 학습할 수 있는 지능화 기술개발	• 3차원 공간데이터의 인공지능 기술 연계활용을 위한 지능화 기술기반 확보

목표

• 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

핵심과제		
(체계화) 3차원 공간데이터의 입체격자 분석 기술 고도화	(융합화) 실시간 센서데이터의 입체격자 분석 기술 융합화	(지능화) 입체격자 기반의 인공지능기술 적용을 통한 국토정보 지능화
• 3D 벡터/래스터 데이터 분석기술 고도화	• 입체격자 기반 Geo-IoT 센서 데이터 실시간 모니터링 및 시공간분석기술 융합화	• 입체격자 기반 기계학습데이터 구축 및 인공지능 알고리즘 활용기술 개발을 통한 국토정보 지능화

[2] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

[2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발		[2-2] Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발		[2-3] Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	
[2-1-1] 벡터 데이터 분석 기술개발	[2-1-2] 래스터 데이터 분석 기술개발	[2-2-1] 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화기술개발	[2-2-2] 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화기술개발	[2-3-1] 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 개발	[2-3-2] 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 개발
• 입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/Polygon) 기하 분석 기술 개발 • 입체격자 기반 3D 벡터 네트워크데이터* 시공간 분석 기술 개발 *정밀도로지도 등	• 입체격자 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술 개발 • 고정밀 위성영상 데이터*의 입체격자 시공간 분석 기술 개발 *국토위성영상 데이터 등	• 위치 고정형 Geo-IoT 센서 데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발 • 위치 고정형 Geo-IoT 센서 데이터*의 입체격자 시공간 분석기술 개발 *사설물 CCTV 영상 데이터 등	• 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발 • 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터*의 입체격자 시공간 분석 기술 개발 *스마트 모빌리티 GPS 및 주행 영상 데이터 등	• Geo-AI 분석을 위한 입체격자 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축기술 개발 • 입체격자 기반의 인공지능 알고리즘* 적용기술 개발 *CNN, RNN, LSTM, GAN 등	•Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 구현기술 개발 •Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션* 가시화 기술 개발 *기후변화, 도로건설 등에 따른 토지이용 변화

가. 연구개발 목표

핵심과제의 개념	• 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 지능화 기술개발
핵심과제의 범위	• 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 • Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발 • Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발
기술개발 목표	• (체계화) 3차원 공간데이터의 입체격자 분석 기술 고도화 • (융합화) 실시간 센서데이터의 입체격자 분석 기술 융합화 • (지능화) 입체격자 기반 인공지능기술 적용을 통한 국토정보 지능화

나. 연구개발 배경 및 필요성

(1) 연구개발 배경 및 필요성

❍ 다양한 3차원 기하정보의 입체격자 분석 기술 필요

- 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석 기술개발

❍ 실시간 센서데이터 분석·활용기술 필요

- 입체격자 데이터와 Geo-IoT 센서데이터 간의 정보융합 기술개발

❍ 인공지능 기술 적용을 위한 공간정보 지능화 기술 필요

- 공간패턴을 체계적으로 기계 학습할 수 있는 지능화 기술개발

(2) 정부지원 필요성

❍ 디지털 트윈의 기술적 진화에 따라 고도화 기술수요에 선제적으로 대응하기 위한 기반 기술 확보 필요

- 고정밀 빅데이터, 실시간 센서, AI 지능화 기술 등을 체계적으로 연계·활용하기 위한 입체격자 기반의 Geo-DNA(Data-Network-AI) 기술개발 필요

❍ 「제6차 국가공간정보정책기본계획('18.5)」에서 사용자 요구사항을 반영한 공간정보 생산모듈 개발 시 격자 단위의 민감정보 가공 및 분석 필요

- 사용자 요구사항 중, 영역별(격자형/행정구역) 요구사항 반영을 위해 격자 단위의 민감정보 가공 등 입체격자 기술 활용이 가능

❍ 입체격자 기반의 Geo-AI 기술은 기존에 존재하지 않는 기술로 정부 차원에서 기구축된 다양한 GIS 데이터들을 입체격자 기반의 Geo-AI 기술과 융합하여 효율적 정보제공 및 활용성 증대가 가능

- Geo-AI를 적용한 결과를 기존 3차원 평면 격자보다 입체 격자를 활용할 경우 좀 더 다양한 분석과 결과 확인이 가능

❍ 최근 일상생활에 대한 객체기반의 시공간 행태분석이 이루어지고 있으나 3차원 형태의 네트워크 분석 기술개발이 부재하여 관련 기술개발 필요

- 이동객체 대상의 3차원 격자 기반 네트워크 분석 기술개발을 통하여 객체별 활동

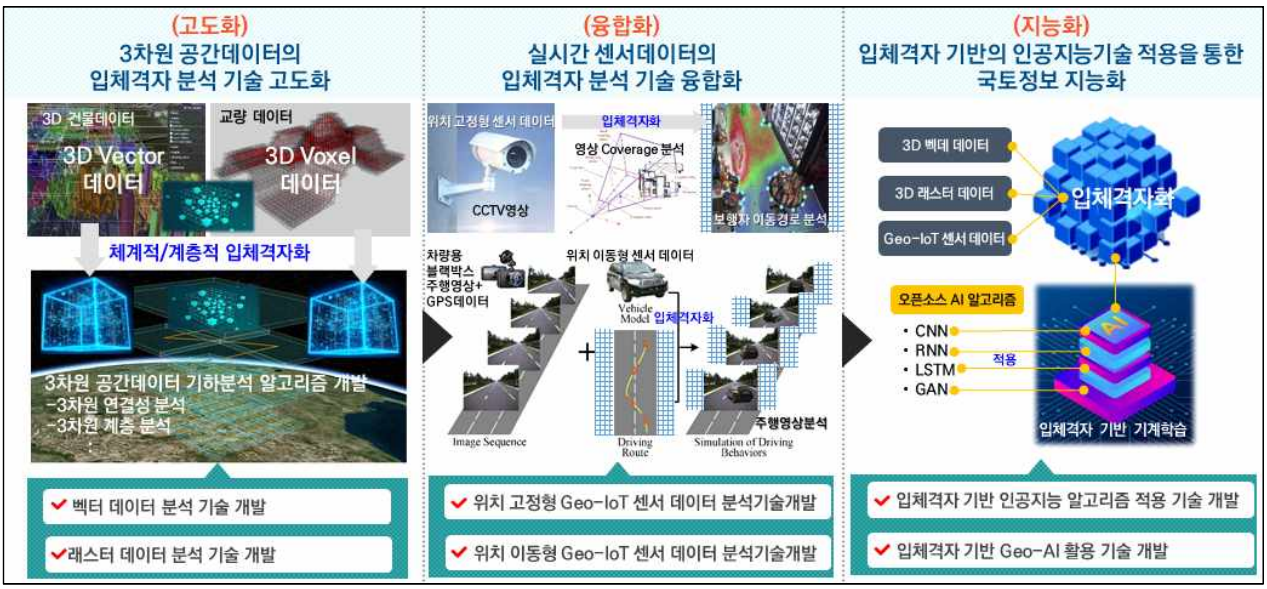
(activity)의 다차원 공간 탐색이 가능

다. 연구개발 내용

○ (기술개발 목표) 2핵심 연구개발은 입체격자 기반 시공간 분석 및 정보융합 지능화를 위한 기술개발에 목적이 있음

○ (기술개발 구성 체계) 2핵심은 체계화, 융합화, 지능화로 총 3개의 하부팀으로 분류되며 유기적으로 연계되어 추진됨

- 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발(2-1공동), Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발(2-2공동), Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발(2-3공동) 연계



<그림 78> 2핵심 연구개발 내용

핵심과제명	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	
구성기술	기술명	주요 내용
	입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석 · 가시화 기술개발	벡터 기반 3차원 기하/속성정보의 연결성 및 계층성 분석을 위한 공간 연산자 개발, 이동객체 분석을 위한 벡터 네트워크 데이터(정밀도로지도 등)의 시공간 분석, Voxel 기하/속성정보의 연결성 및 계층성 분석을 위한 공간 연산자 개발, 고정밀 위성/드론 영상 데이터의 입체격자 시공간 분석을 주요 내용으로 함
	Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	시설물 CCTV 영상, CO2, 온습도, 자외선 센서 데이터와 입체격자 데이터 간의 연계 및 실시간 모니터링 기술, CCTV 영상 이벤트 감지, 영상기록, 이벤트 입체격자화를 위한 시공간 분석 기술, 자율주행/드론 영상 + GPS 데이터와 입체격자 데이터 간의 연계 및 실시간 모니터링 기술, 스마트 모빌리티를 위한 시설물 감지, 특정 주행 이벤트 감지, 영상기록, 이벤트 입체격자화를 위한 시공간 분석 기술개발을 주요 내용으로 함

핵심과제명	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	
	Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	3D 벡터/래스터, Geo-IoT센서 데이터를 입체격자의 시공간 정보를 기준으로 맞춤형 추출, 기계학습 데이터셋 구축 기술, 입체격자 기반의 기계학습 데이터셋에 오픈소스 기반의 머신러닝 알고리즘을 적용하는 기술, 입체격자 기반의 기계학습 모델을 적용하여 일련의 분석 시나리오에 따라 시공간 시뮬레이션을 수행하는 기술, 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 분석 결과를 시간, 공간, 속성 정보에 따라 다양한 차원에서 가시화 하는 시각화 기술개발을 주요 내용으로 함

(1) (2-1 공동) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

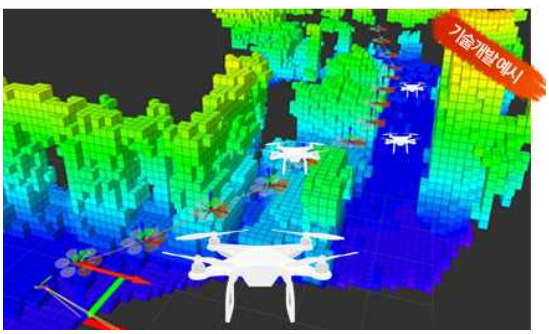
○ (배경) 인구 감소 및 1인 가구 증대 및 코로나19로 인한 일상생활의 행태변화에 따라 개인 개별 활동에 대한 분석수요가 증대하고 있으며, 이러한 분석 결과를 기반으로 한 서비스 산업 마케팅, 개인 가구별 정책지원 등의 관련 시장이 확대되고 있음. 이에 객체별 활동에 대한 다차원 네트워크 구현 및 분석 기술개발이 필요

○ (목적) 입체격자 기반의 객체별 활동(activity)의 시·공간 네트워크 구현 및 공간적 탐색 기술개발

(나) 기술 내용

○ 입체격자 기반 벡터 데이터 분석 기술개발
- 입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석 기술개발
- 입체격자 기반 3D 벡터 네트워크데이터 시공간 분석 기술개발

○ 입체격자 기반 래스터 데이터 분석 기술개발
- 입체격자 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술개발
- 고정밀 위성영상 데이터의 입체격자 시공간 분석 기술개발

입체격자 기반 벡터 데이터 분석 기술개발	입체격자 기반 래스터 데이터 분석 기술개발
	

(다) 기술 미래상

○ 입체격자 기반 3D 공간데이터 기하분석 알고리즘 개발
- 3D 벡터 시공간 네트워크 및 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석 기술

	AS-IS	TO-BE
입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	❍ 3D 래스터 데이터에 대한 입체격자 내의 기본 Boolean 연산만을 지원하는 등의 기초기술 구현 수준	❍ 3차원 벡터/래스터 공간정보의 기하구조를 정밀하게 분석하여 공중·지상·지하정보의 연계/통합 지원하는 제반기술 확보
	❍ 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특장점을 충분히 활용하지 못하고 있음	❍ 3D 벡터/래스터 데이터의 기하구조 분석 기술로 공중·지상·지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감

(2) (2-2 공동) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

❍ (배경) 사회안전망 강화를 위해 눈에 보이지 않는 실내공간, 지하시설물 등의 데이터와 안전 관련한 각종 센서데이터 및 비정형 빅데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 융복합 관리 및 저장기술개발 필요

❍ (목적) 입체격자를 활용한 IoT의 Geo-tagging, Geo-coding으로 실시간 센서데이터, 비정형 데이터들을 저장·관리하여 신속하고 효율적인 Geo-IoT 분석서비스 기술개발

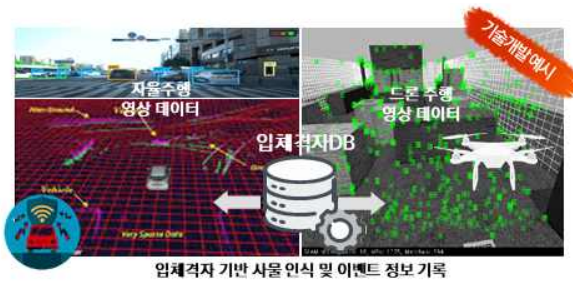
(나) 기술 내용

❍ 위치 고정형 센서데이터 입체격자화 기술개발

- 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발
- 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 시공간 분석 기술개발

❍ 위치 이동형 센서데이터 입체격자화 기술개발

- 위치 이동형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발
- 위치 이동형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 시공간 분석 기술개발

위치 고정형 센서데이터 입체격자화 기술개발	위치 이동형 센서데이터 입체격자화 기술개발
	

(다) 기술 미래상

❍ 입체격자 기반 위치고정/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술

- 위치 고정형 센서데이터의 상태변화 감지분석 및 이동객체 실시간 경로추적 분석 기술

	AS-IS	TO-BE
Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	❍ 현행 기술 없음	❍ 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발
	❍ 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 특정 이벤트의 감지와 공간 정보화를 위한 기술 부족	❍ 위치 고정/이동형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 ❍ 입체격자 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감

(3) (2-3 공동) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

❍ (배경) 인공지능 기반 3차원 데이터의 중요성과 활용성이 부각되고 있으며, 입체격자 체계와 같은 3차원 공간정보의 활용성은 중요한 핵심 인프라로 자리매김하고 있음

- 디지털 뉴딜 사업으로 NIA에서 대규모 인공지능 학습데이터 구축 사업을 추진하고 있으며, 향후 국가 성장 주도산업으로 인공지능을 선정하여 정부 차원에서 추진하고 있음

❍ (목적) 격자체계 기반의 3차원 객체 인공지능 학습 데이터 구축을 위한 기초 tool/SW 개발 및 Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 기술개발

(나) 기술 내용

❍ 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발

- Geo-AI 분석을 위한 입체격자 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축 기술개발
- 입체격자 기반의 인공지능 알고리즘 적용 기술개발

❍ 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발

- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 구현 기술개발
- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 가시화 기술개발

(다) 기술 미래상

❍ 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 개발 및 시공간 시뮬레이션 기술

- 입체격자 기반의 기계학습 데이터셋 구축 및 Geo-AI를 활용한 시공간 시뮬레이션 가시화

	AS-IS	TO-BE
Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	❍ 현행 기술 없음	❍ 3차원 공간데이터의 기계학습이 가능한 입체격자 데이터셋 자동구축기술 개발 ❍ 다양한 인공지능 알고리즘 적용이 가능한 기계학습 및 시뮬레이션 분석 기술개발
	❍ 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원기술 부족	❍ 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 ❍ 2종 이상의 시공간 시뮬레이션 분석 응용기술 개발

라. 연차별 연구개발 내용

구분	연구내용
1차년도	❍ (2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 · 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술분석 및 요구사항 정의 - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술분석 및 요구사항 정의 ❍ (2-2) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발 - (2-2-1) 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 연계·활용 가능한 위치 고정형 시설물 센서 데이터 현황분석 · 유형별 위치 고정형 시설물 입체격자화 요구사항 정의 - (2-2-2) 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 연계·활용 가능한 위치 이동형 센서 데이터 현황분석 · 유형별 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 요구사항 정의 ❍ (2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 - (2-3-1) 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 · 입체격자 기반 기계학습 데이터 구축 기술 분석 · 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 요구사항 정의
2차년도	❍ (2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 · 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계 · 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 기술개발(1) - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계 · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술개발(1) ❍ (2-2) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발 - (2-2-1) 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계 · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 실시간 모니터링 기술개발(1) - (2-2-2) 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 이동형 센서 데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계 · 입체격자 기반 위치 이동형 센서 데이터 실시간 모니터링 기술개발(1) ❍ (2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 - (2-3-1) 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 · 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 및 인공지능 알고리즘 적용 프로토타입 설계 · 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술개발(1) · 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 개발(1)
3차년도	❍ (2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 · 3D 벡터 데이터의 공간·속성연산 기술개발(2) · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 요구사항정의 및 프로토타입 설계 - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성연산 기술개발(2) · 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계

구분	연구내용
	❍ (2-2) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발 - (2-2-1) 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 실시간 모니터링 기술개발(2) · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 상태변화 감지 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 - (2-2-2) 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 이동형 센서 데이터 실시간 모니터링 기술개발(2) · 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 ❍ (2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 - (2-3-1) 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 · 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술개발(2) · 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 개발(2) - (2-3-2) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발 · Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 · Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 요구사항 정의 및 프로토타입 설계
4차년도	❍ (2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 · 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술 검증 · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(1) - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술 검증 · 입체격자 기반 고정밀 위성영상 데이터 분석 모델 개발(1) ❍ (2-2) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발 - (2-2-1) 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 실시간 모니터링 기술 검증 · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 상태변화감지 분석모델 개발(1) - (2-2-2) 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 이동형 센서 데이터 실시간 모니터링 기술 검증 · 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 개발(1) ❍ (2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 - (2-3-2) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발 · Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 개발(1) · Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 개발(1)
5차년도	❍ (2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(2) · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 검증 - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 · 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 개발(2) · 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 검증 ❍ (2-2) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발 - (2-2-1) 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 상태변화감지 분석모델 개발(2)

구분	연구내용
	· 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 상태변화감지 분석모델 검증 - (2-2-2) 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발 · 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 개발(2) · 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 검증 ❍ (2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 - (2-3-2) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발 · Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 개발(2) · Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 개발(2)

마. 추진전략

구분	과제명	주요 내용	추진전략
2핵심	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	- (1단계) 지자체 디지털 트윈 데이터 및 V-World 등 3차원 데이터를 대상으로 3차원 벡터/래스터 데이터 입체격자 분석 기술, 실시간 Geo-IoT 센서데이터 모니터링 기술, 입체격자 기반 기계학습데이터 자동구축 기술을 선제적으로 개발하여 기술 실용화 가능성 실증 - (2단계) 입체격자를 활용하는 3D 벡터 시공간 네트워크 분석 모델, 고정밀 위성영상 분석모델, 위치고정/이동형 센서데이터 상태변화 감지 분석모델, Geo-AI를 활용한 시공간 시뮬레이션 분석모델 등 실용화 중심의 응용SW 개발	- 입체격자 기반 3차원 공간정보와 센서데이터, 비정형 데이터 등 유형별 시공간 분석 및 Geo-AI 구현을 위한 기술개발
2-1 공동	입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	- 3D 벡터/래스터 데이터의 공간/속성연산 모듈 및 활용분석모델 개발	- 단순 시각화 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 오픈소스 개발
2-2 공동	Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 센서 데이터의 실시간 모니터링 및 상태변화 감지 분석모델 개발	- 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 센서데이터 분석 기술개발
2-3 공동	Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	- 입체격자 기반 기계학습 데이터 셋 구축을 위한 후처리 및 인공지능 알고리즘 개발 - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 및 가시화 SW	- 3차원 공간데이터의 인공지능 기술 연계활용을 위한 지능화 기술개발

바. 기술로드맵 및 성과로드맵

(1) (2-1 공동) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석 · 가시화 기술개발

<표 32> 2-1 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
				산출물	목표치	측정방법
1차년도	벡터 데이터 분석 기술개발	- 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술분석 및 요구사항 정의	①	기술분석서 /요구사항 정의서	1건	전문가 검증
	래스터 데이터 분석 기술개발	- 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술분석 및 요구사항 정의	①	기술분석서 /요구사항 정의서	1건	전문가 검증
2차년도	벡터 데이터 분석 기술개발	- 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계	①	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
		- 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 기술개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	래스터 데이터 분석 기술개발	- 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계	①	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
		- 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
3차년도	벡터 데이터 분석 기술개발	- 3D 벡터 데이터의 공간·속성연산 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 요구사항정의 및 프로토타입 설계	②	요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
	래스터 데이터 분석 기술개발	- 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성연산 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계	②	요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
4차년도	벡터 데이터 분석 기술개발	- 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술 검증	①	GS인증서	1건	공인기관 검증
		- 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	래스터 데이터 분석 기술개발	- 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술 검증	①	GS인증서	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 개발 (1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
5차년도	벡터 데이터 분석 기술개발	- 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 검증	②	GS인증서	1건	공인기관 검증
	래스터 데이터 분석 기술개발	- 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 개발 (2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 검증	②	GS인증서	1건	공인기관 검증

※ GS(Good Software) 인증서 : 과학기술정보통신부 지정 소프트웨어 품질인증기관인 한국정보통신기술협회(TTA)에서 공인하는 SW제품에 대한 품질인증제도

<표 33> 2-1 공동 연차별 성과목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		1/0	2/0	2/2	1/2	0/1	6/5
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		2	3	3	2	2	12
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				0	1	1	2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	0	1	2	1	1	5
		비SCI(E)급	2	2	2	3	2	11
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		3	3	3	3	3	15
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수							
	사업화·제품화 건수		0	0	0	1	2	3
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		2	2	2	2	2	10
	연구개발 관련 홍보		1	2	2	2	1	8
	기타 목표							

(2) (2-2 공동) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발

<표 34> 2-2 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
				산출물	목표치	측정방법
1차년도	위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 연계·활용 가능한 위치 고정형 시설물 센서데이터 현황분석	①	현황분석서	1건	전문가 검증
		- 유형별 위치 고정형 시설물 입체격자화 요구사항 정의	②	요구사항 정의서	1건	전문가 검증
	위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 연계·활용 가능한 위치 이동형 센서데이터 현황분석	①	현황분석서	1건	전문가 검증
		- 유형별 위치 이동형 센서데이터 입체격자화 요구사항 정의	②	요구사항 정의서	1건	전문가 검증
2차년도	위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계	①	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 이동형 센서데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계	①	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 위치 이동형 센서데이터 실시간 모니터링 기술개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
3차년도	위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서 데이터 실시간 모니터링 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화 감지 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계	②	요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
	위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 이동형 센서데이터 실시간 모니터링 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계	②	요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
4차년도	위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 검증	①	GS인증서	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 이동형 센서데이터 실시간 모니터링 기술 검증	①	GS인증서	1건	공인기관 검증

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
		- 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
5차년도	위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 검증	②	GS인증서	1건	공인기관 검증
	위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발	- 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 검증	②	GS인증서	1건	공인기관 검증

※ GS(Good Software) 인증서 : 과학기술정보통신부 지정 소프트웨어 품질인증기관인 한국정보통신기술협회(TTA)에서 공인하는 SW제품에 대한 품질인증제도

<표 35> 2-2 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		1/0	2/0	2/1	1/2	0/1	6/4
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		2	2	2	2	2	10
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1	1	3
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	0	1	2	2	1	6
		비SCI(E)급	2	2	2	3	2	11
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		3	3	4	3	3	16
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수		0	0	0	0	1	1
	사업화·제품화 건수		0	0	0	1	1	2
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		2	2	2	2	2	10
	연구개발 관련 홍보		1	2	2	2	1	8
	기타 목표							

(3) (2-3 공동) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발

<표 36> 2-3 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
				산출물	목표치	측정방법
1차년도	입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발	- 입체격자 기반 기계학습 데이터 구축 기술 분석	①	기술 분석서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 요구사항 정의	②	요구사항 정의서	1건	전문가 검증
2차년도	입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발	- 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 및 인공지능 알고리즘 적용 프로토타입 설계	①	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 개발(1)	③	SW 등록	1건	공인기관 검증
3차년도	입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발	- 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 개발(2)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발	- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 요구사항 정의 및 프로토타입 설계	①	요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
		- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 요구사항 정의 및 프로토타입 설계	②	요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
4차년도	입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발	- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 개발(1)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 개발(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
5차년도	입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발	- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 개발(2)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증

<표 37> 2-3 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록			1/0	1/1	1/2	0/1	3/4
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		2	2	2	1	1	8
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				2	2	2	6
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	1	1	1	1	1	5
		비SCI(E)급	2	2	3	3	2	12
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		3	3	3	3	3	15
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수		0	0	1	1	1	3
	사업화·제품화 건수		0	0	0	2	1	3
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		2	3	2	2	2	11
	연구개발 관련 홍보		1	1	2	2	1	7
	기타 목표							

사. 핵심과제별 핵심성과

(1) (2핵심) 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

정의(설명)	• 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석 기술을 고도화하여 기존 선행과제의 분석 기능을 확장하고, 실시간 센서 데이터 처리 및 인공지능 기술과의 접목을 통한 디지털 트윈국토 구현을 위한 핵심기반기술 개발
설정 근거 및 사유	• 입체격자 기술은 공간상황인식 기술을 구현하기 위하여 시공간 데이터 간의 융복합 및 지능화를 가능하게 하는 Geo-AI 핵심기술로 인식되고 있음 • 최근 일상생활에 대한 객체기반의 시공간 행태분석이 이루어지고 있으나 3차원 형태의 네트워크 분석 기술개발이 부재하여 관련 기술개발 필요
목적	• 입체격자 기반 3차원 공간정보와 센서데이터, 비정형데이터 등 유형별 시공간 분석 및 Geo-AI 구현을 위한 정보융합 지능화 기술개발 - (체계화) 3차원 공간데이터의 입체격자 분석 기술 고도화 - (융합화) 실시간 센서데이터의 입체격자 분석 기술 융합화 - (지능화) 입체격자 기반의 인공지능기술 적용을 통한 국토정보 지능화
성능목표	(현재 기술 수준) • 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족 • 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 분석 시각화를 위한 지원 기술 부족 • 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원 기술 부족 (개발 기술 수준) • 단순시각화에서 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 분석기반 확보 • 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 센서데이터 분석 · 활용기반 확보 • 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계활용을 위한 지능화 기술기반 확보
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토 사업의 고도화 및 정책 의사결정 지원 가능 • 디지털 엔지니어링 관련 민간기업 및 관련 연구소·대학 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(가) (2-1 공동) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발

정의(설명)	• 3차원 공간데이터의 입체격자 분석 기술 고도화를 위해 3D 벡터/래스터 데이터 분석 기술개발
설정 근거 및 사유	• 고정밀/고화질 3차원 입체격자 분석데이터를 위한 디지털 트윈기술 기반의 지능환경 조성 및 적용 필요 • 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하정보의 입체격자 분석 기술 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 - 벡터/래스터 데이터 분석 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 3D 래스터 데이터에 대한 입체격자 내의 기본 Boolean 연산만을 지원하는 등의 기초기술 구현 수준 • 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하 구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특장점을 충분히 활용하지 못하고 있음 (개발 기술 수준) • 3차원 벡터/래스터 공간정보의 기하 구조를 정밀하게 분석하여 공중 · 지상 · 지하정보의 연계/통합 지원하는 제반 기술 확보 • 3D 벡터/래스터 데이터의 기하구조 분석 기술로 공중 · 지상 · 지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감
수요처	• 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(나) (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발

정의(설명)	• 3차원 공간데이터의 입체격자 분석 기술 고도화를 위해 3D 벡터 데이터 분석 기술개발
설정 근거 및 사유	• 고정밀/고화질 3차원 입체격자 분석데이터를 위한 디지털 트윈기술 기반의 지능환경 조성 및 적용 필요 • 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하정보의 입체격자 분석 기술 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 - 벡터 데이터 분석 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하 구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특장점을 충분히 활용하지 못하고 있음 (개발 기술 수준) • 3차원 벡터 공간정보의 기하 구조를 정밀하게 분석하여 공중 · 지상 · 지하정보의 연계/통합 지원하는 제반 기술 확보 • 3D 벡터 데이터의 기하구조 분석 기술로 공중 · 지상 · 지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감
수요처	• 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(다) (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발

정의(설명)	• 3차원 공간데이터의 입체격자 분석 기술 고도화를 위해 3D 래스터 데이터 분석 기술개발
설정 근거 및 사유	• 고정밀/고화질 3차원 입체격자 분석데이터를 위한 디지털 트윈기술 기반의 지능환경 조성 및 적용 필요 • 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하 정보의 입체격자 분석 기술 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 - 래스터 데이터 분석 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 3D 래스터 데이터에 대한 입체격자 내의 기본 Boolean 연산만을 지원하는 등의 기초기술 구현 수준 • 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하 구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특장점을 충분히 활용하지 못하고 있음 (개발 기술 수준) • 3차원 래스터 공간정보의 기하 구조를 정밀하게 분석하여 공중 · 지상 · 지하정보의 연계/통합 지원하는 제반 기술 확보 • 3D 래스터 데이터의 기하구조 분석 기술로 공중 · 지상 · 지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감
수요처	• 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(라) (2-2 공동) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발

정의(설명)	• 입체격자 기반 Geo-IoT 센서데이터 실시간 모니터링 및 시공간 분석 기술개발
설정 근거 및 사유	• 디지털 트윈의 분석 환경 조성 및 효율적인 운영을 위하여 입체격자를 활용한 IoT의 Geo-tagging, Geo-coding으로 IoT 시설물 시계열 정보, 실시간 측량 정보 등의 가시화 및 분석이 필요 • 드론과 같은 장치를 이용한 공중에서의 택배, 택시 등의 서비스 등장으로 스마트 모빌리티를 지원(시설물 감지, 특정 주행 이벤트 감지, 영상기록, 이벤트 격자화 등) 할 수 있는 입체 격자 기반 공중 인프라 기술개발 필요
목적	• 시공간 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링하고 특정 이벤트 감지 등 공간정보 입체격자화 기술개발 - 위치 고정형/이동형 센서데이터 입체격자화 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 현행 기술 없음 • 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 특정 이벤트의 감지와 공간 정보화를 위한 기술 부족 (개발 기술 수준) • 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 • 위치 고정형/이동형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 • 입체격자 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감
수요처	• 국방부, 국토부 등 지상/공중의 시설물 및 이동체를 관할하는 중앙부처의 정책 결정 및 안보전략환경 조성에 활용 • 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(마) (2-2-1) 위치 고정형 센서데이터 입체격자화 기술개발

정의(설명)	• 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링, 시공간 분석 기술개발
설정 근거 및 사유	• 디지털 트윈의 분석 환경 조성 및 효율적인 운영을 위하여 입체격자를 활용한 IoT의 Geo-tagging, Geo-coding으로 IoT 시설물 시계열 정보, 실시간 측량 정보 등의 가시화 및 분석이 필요 • 사회안전망 강화를 위해 Geo-IoT를 활용한 사회 기반 시설물 즉, 지능형 시설물의 안전관리 시스템 구축이 필요 • 공간을 기준으로 센서데이터를 모으고, 공간을 중심으로 센서데이터를 분석할 수 있는 고도화된 입체격자 기술개발 필요
목적	• 시설물 CCTV 영상, CO_2 , 온습도, 자외선 등 센서데이터와 입체격자 데이터 간의 연계 및 실시간 모니터링 기술개발 • CCTV 영상 이벤트 감지, 영상기록, 이벤트 입체격자화를 위한 시공간 분석 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 현행 기술 없음 • 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 특정 이벤트의 감지와 공간 정보화를 위한 기술 부족 (개발 기술 수준) • 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 • 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 • 입체격자 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감
수요처	• 국방부, 국토부 등 지상/공중의 시설물 및 이동체를 관할하는 중앙부처의 정책 결정 및 안보전략환경 조성에 활용 • 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(바) (2-2-2) 위치 이동형 센서데이터 입체격자화 기술개발

정의(설명)	• 위치 이동형 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링, 시공간 분석 기술개발
설정 근거 및 사유	• 드론과 같은 장치를 이용한 공중에서의 택배, 택시 등의 서비스 등장으로 스마트 모빌리티를 지원할 수 있는 입체 격자 기반 공중 인프라 기술개발 필요 • 디지털 트윈 등 다양한 Geo-IoT 서비스 수요에 대한 선제적 대응 및 원천기술 확보를 위해 센서데이터의 입체격자화 기술개발 필요
목적	• 자율주행/드론 영상+GPS 데이터와 입체격자 데이터 간의 연계 및 실시간 모니터링 기술개발 • 스마트 모빌리티를 위한 시설물 감지, 특정 주행 이벤트 감지, 영상기록, 이벤트 입체격자화를 위한 시공간 분석 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 현행 기술 없음 • 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 특정 이벤트의 감지와 공간 정보화를 위한 기술 부족 (개발 기술 수준) • 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 • 위치 이동형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 • 입체격자 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감
수요처	• 국방부, 국토부 등 지상/공중의 시설물 및 이동체를 관할하는 중앙부처의 정책 결정 및 안보전략환경 조성에 활용 • 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(사) (2-3 공동) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발

정의(설명)	• 입체격자 기반 기계학습데이터 구축 및 인공지능 알고리즘 활용기술 개발
설정 근거 및 사유	• 공간정보와 디지털 트윈/인공지능 등 신기술 분야 간의 융복합 기술 수요가 증대하고 있으며, 특히 3차원 공간정보 기반 공간패턴을 체계적으로 기계학습 할 수 있는 공간정보 지능 분야 기술개발 필요성이 증대되고 있음 • 기 구축된 다양한 GIS 데이터를 활용하여 상세하고 유의미한 정보를 제공하기 위해 입체격자 기반의 Geo-AI 기술과 융합 필요
목적	• 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계·활용을 위한 지능화 기술기반 확보 - 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 - 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 입체격자 기반의 Geo-AI 현행 기술은 없음 • 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원 기술 부족 (개발 기술 수준) • 3차원 공간데이터의 기계학습이 가능한 입체격자 데이터셋 자동구축기술 개발 • 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 • 다양한 인공지능 알고리즘 적용이 가능한 기계학습 및 2종 이상의 시공간 시뮬레이션 분석 응용기술개발 • 시공간에 대한 이벤트 및 메시지(IoT, 디지털 트윈, 빅데이터) 정보를 제공하는 공간 빅데이터와 AI를 포함하는 데이터에 대한 통찰력, 미래예측 솔루션 개발
수요처	• 공간정보뿐만 아니라 다양한 분야의 기업이 업무기획, 자원배분, 의사결정, 수요공급의 집중 시기 예측, 서비스 제공 최적화 등에 활용 • 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(아) (2-3-1) 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발

정의(설명)	• Geo-AI 분석을 위한 입체격자 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축, 인공지능 알고리즘 기술개발
설정 근거 및 사유	• 기존 3차원 평면 격자보다 입체격자를 활용하여 Geo-AI를 적용할 경우 다양한 알고리즘 분석이 가능하여 분석 효율성 향상 가능 • 공간정보산업 분야의 발전을 위해 실제 산업에 적용할 수 있는 신기술 즉, 인공지능+입체격자 기술을 융복합하여, 응용 서비스 활성화와 기술경쟁력 확보 방안 마련 필요
목적	• 3D 벡터/래스터, Geo-IoT 센서데이터를 입체격자의 시공간 정보를 기준으로 맞춤형 추출, 기계학습 데이터셋 구축 기술개발 • 입체격자 기반의 기계학습 데이터셋에 오픈소스 기반의 머신러닝 알고리즘을 적용하는 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 입체격자 기반의 Geo-AI 현행 기술은 없음 • 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원 기술 부족 (개발 기술 수준) • 3차원 공간데이터의 기계학습이 가능한 입체격자 데이터셋 자동구축기술 개발 • 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발
수요처	• 공간정보뿐만 아니라 다양한 분야의 기업이 업무기획, 자원배분, 의사결정, 수요공급의 집중 시기 예측, 서비스 제공 최적화 등에 활용 • 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(자) (2-3-2) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발

정의(설명)	• Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 구현 및 시뮬레이션 가시화 기술개발
설정 근거 및 사유	• 기 구축된 다양한 GIS 데이터를 활용하여 상세하고 유의미한 정보를 제공하기 위해 입체격자 기반의 Geo-AI 기술과 융합 필요 • 최신 인공지능 트렌드를 파악하여, 실제 산업에 적용해 효과를 발휘할 수 있는 맞춤형 기술 선정 및 구현, 검증 필요 • 4차 산업혁명 이후, 확장현실(XR), 메타버스, 스마트시티, 디지털 트윈 등의 추진으로 고도화된 3차원 공간정보의 수요가 증대되고, 이에 대응하기 위한 활용기술개발 필요
목적	• 입체격자 기반의 기계학습 모델을 적용해 시공간 시뮬레이션 기술개발 • 시공간 시뮬레이션 분석결과를 시공간 속성정보에 따라 다양한 차원에서 가시화하는 시각화 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 입체격자 기반의 Geo-AI 현행 기술은 없음 • 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능을 활용한 서비스 활용기술이 부족한 실정 (개발 기술 수준) • 다양한 인공지능 알고리즘 적용이 가능한 기계학습 및 2종 이상의 시공간 시뮬레이션 분석 응용기술개발 • 시공간에 대한 이벤트 및 메시지(IoT, 디지털 트윈, 빅데이터) 정보를 제공하는 공간 빅데이터와 AI를 포함하는 데이터에 대한 통찰력, 미래예측 솔루션 개발
수요처	• 공간정보뿐만 아니라 다양한 분야의 기업이 업무기획, 자원배분, 의사결정, 수요공급의 집중 시기 예측, 서비스 제공 최적화 등에 활용 • 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

3) (3핵심) 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

배경

• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계 · 통합하고, 입체격자 데이터의 공유 · 공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증기술 개발 필요

현재 수준(As-Is)	연구개발 필요성	향후 수준(To-Be)
• 입체격자기술의 특장점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델이 없음	**공중-지상-지하공간정보의 연계·통합·활용기술 개발 필요** • 공중-지상-지하 공간데이터의 연계 · 통합을 위해 입체격자를 활용하기 위한 응용기술 및 서비스 모델 개발 필요	• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축
• 파일 기반의 입체격자 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성	**입체격자 데이터의 효율적인 공개·공유 기술 필요** • 입체격자 활용서비스 적용을 위한 시범 데이터의 구축 및 공개 · 공유기술개발	• 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계 · 통합을 위한 데이터 공개 · 공유 생태계 기반 마련
• 입체격자 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융복합을 통해 입체격자기술의 특장점 발견 및 점진적인 개선 필요	**실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영 필요** • 사용자 활용서비스의 지속적인 모의실험을 통하여 점진적인 연구성과의 개선을 지원하는 테스트베드 구축 및 운영	• 연구개발 성과와 다양한 활용서비스 기술을 체계적으로 적용하여 다양한 새로운 활용서비스를 창출할 수 있는 기술플랫폼 환경 구축

목표

• 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

핵심과제	
(국토안전) 입체격자기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 실증 및 사업화	(기후변화) 입체격자기반 기후변화 재난대응 지원기술 실증 및 사업화
• 입체격자 기반의 실내외 시설물 유지관리 및 재난대응 지원기술 개발 및 실증 시스템 구축	• 입체격자 기반의 기후변화 관련 국토정보 재난대응 지원 기술 개발 및 실증 시스템 구축

[3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

[3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 개발		[3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	
[3-1-1] 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술 개발	[3-1-2] 입체격자 기반 실내 시설물 재난 대응 지원 기술 개발	[3-2-1] 입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 개발	[3-2-2] 입체격자 기반의 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 개발
• 입체격자 기반 건축 시설물 데이터 연계 · 구축기술 개발 • 건축물 시설안전 및 재난 대응을 위한 시뮬레이션 분석기술 개발 • 입체격자 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션 실증 시스템 개발	• 입체격자 기반 실내 시설물 데이터 연계 · 구축기술 개발 • 실내 시설물 관리 및 재난 대응을 위한 시뮬레이션 분석기술 개발 • 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 시뮬레이션 실증 시스템 개발	• 입체격자 기반 미세먼지 데이터 구축기술 개발 • 입체격자 기반 기상환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발 • 입체격자 기반 미세먼지 시뮬레이션 실증 시스템 개발	• 입체격자 기반 도시유역 침수 데이터 구축기술 개발 • 입체격자 기반 침수환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발 • 입체격자 기반 침수피해 시뮬레이션 실증 시스템 개발

가. 연구개발 목표

핵심과제의 개념	• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발
핵심과제의 범위	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발
기술개발 목표	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 실증 및 사업화 • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 실증 및 사업화

나. 연구개발 배경 및 필요성

(1) 연구개발 배경 및 필요성

❍ 공중-지상-지하 공간정보의 연계·통합·활용 기술개발 필요

- 공중-지상-지하 공간데이터의 연계·통합을 위해 입체격자를 활용하기 위한 응용기술 및 서비스 모델 개발 필요

❍ 입체격자 데이터의 효율적인 공개·공유 기술 필요

- 입체격자 활용서비스 적용을 위한 시범데이터의 구축 및 공개·공유 기술개발

❍ 실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영 필요

- 사용자 활용서비스의 지속적인 모의실험을 통하여 점진적인 연구성과의 개선을 지원하는 테스트베드 구축 및 운영

(2) 정부지원 필요성

❍ 한국판 뉴딜이 촉발한 국토정보의 디지털 트윈화에서 나아가 보다 넓은 분야의 시장 수요와 기업의 비즈니스 기회 창출 필요

- 국토정보의 3D 시각화 시뮬레이션 등 디지털 트윈 핵심기술과 더불어 적용 분야의 확대를 위한 다양한 서비스 기술개발 추진 필요

❍ 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발을 통해 공공의 안전을 확보하고 나아가 국민의 복리 증진에 기여하기 위해 정부의 지원이 필수적임

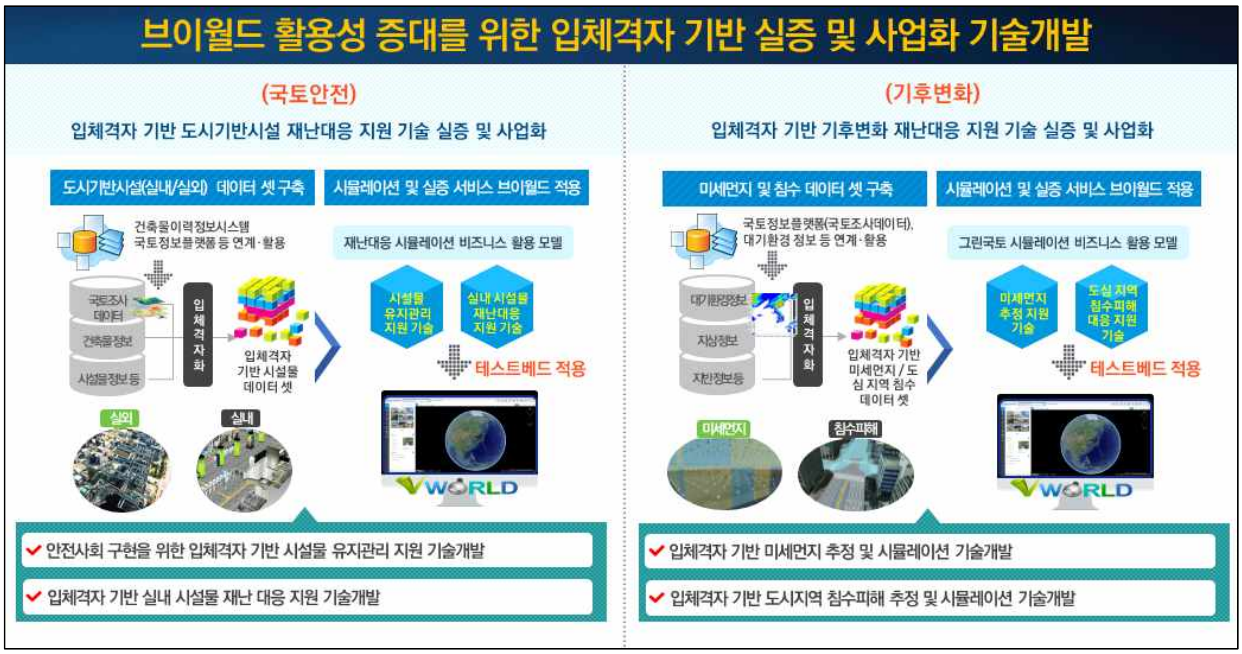
- 코로나19 등의 영향으로 국민의 실내생활 빈도가 높아지고 있어 실내공간에서 국민의 안전을 지키기 위해 실내공간 재난지원체계의 개발이 요구되며, 국민 생활 안전에 소요되는 기반 체계에는 데이터의 구축과 관련 기술개발 등에 고비용이 소요되어 이에 대한 정부 지원 필요
- 미세먼지는 국가차원의 문제로 대두되고 있어, 정부의 미세먼지 저감 정책과 함께 입체격차 체계 기반의 영역 기반 미세먼지 변화 정보 제공은 정부 차원의 연구개발 필요
- 국지적 집중호우 등 기상이변에 대비하여 여타 도시지역의 지상/지하공간에 대한 예측력 높고 고난이도의 침수피해 시뮬레이션 서비스 필요

다. 연구개발 내용

❍ (기술개발 목표) 3핵심 연구개발은 지속가능한 국토안전과 기후변화 대응을 위한 입체격자 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화 기술개발에 목적이 있음

❍ (기술개발 구성 체계) 3핵심은 국토안전과 기후변화로 총 2개의 하부팀으로 분류되며 유기적으로 연계되어 추진됨

- 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발(3-1공동), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발(3-2공동) 연계



<그림 79> 기술개발 구성 체계도(구성기술-3)

핵심과제명	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	
구성기술	기술명	주요 내용
	입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	입체격자 기반 노후 건축물 유지관리와 재난유형에 따른 서비스 시나리오를 도출하고 분석, 시뮬레이션하는 서비스 개발과 화재, 붕괴 등 재난 발생 시 대규모 건축물 실내에 설치되어 있는 다양한 재난 대응 시설물(소화전, 스프링클러, 비상구 등)을 입체격자 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션 서비스를 개발하고 실증 서비스 시스템을 브이월드 등 관련 플랫폼에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발을 주요 내용으로 함
	입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	미세먼지 위성관측 자료 수집/저장 및 공간 해상도 최적화 기술, 입체격자 기반 미세먼지 최적 분포 모형, 입체격자 기반 미세먼지 시각화 기술, 입체격자 기반 도시유역 침수 데이터 환경 구축, 입체격자 기반 도시유역 침수모형 및 시뮬레이션 기술개발을 주요 내용으로 함

(1) (3-1 공동) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

○ (배경) 시설물은 국민 생명과 재산에 직결되어 있으며, 수동적 유지관리에 초점이 맞춰졌던 시설물 관리가 재난·재해 등 다양한 상황에 능동적으로 대처하기 위한 방향으로 변화되고 있음. 기존에 예측하지 못했던 시설물 피해가 발생하는 경우, 기존의 시뮬레이션 기술의 분석범위를 벗어나기 때문에 시설물 가상 시뮬레이션 기술개발이 필요

○ (목적) 국토안전을 위한 공중-지상-지하정보를 입체격자 기반으로 연계·통합하고, 시설물 유지관리의 다양한 분석·예측 시뮬레이션 및 재난대응지원 관리·분석 기술을 3차원 공간정보 관련 플랫폼(브이월드 등)을 통하여 실증 사업화

(나) 기술 내용

○ 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발

- 입체격자 기반 건축 시설물 데이터 연계·구축 기술개발
- 건축물 시설안전 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석 기술개발
- 입체격자 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션 실증시스템 개발

○ 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발

- 입체격자 기반 실내 시설물 데이터 연계·구축 기술개발
- 실내 시설물 관리 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석 기술개발
- 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 시뮬레이션 실증시스템 개발

안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발

(다) 기술 미래상

○ 입체격자 기반 통합 시설물 관리/재난·재해 대처 시뮬레이션 분석 기술

- 실내외 다양한 시설물 정보를 3차원 입체격자체계로 경량화하여 체계적인 시설물 관리 및 구조·구호 활동의 효율성을 증대시킨 분석·시뮬레이션 기술

기술명	AS-IS	TO-BE
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술	○ 개별로 구축 관리되고 있는 공중, 지상, 지하정보의 연계·활용 부족 - 데이터의 상이한 속성, 유형, 형식 등에 따라 융합 및 시각화가 어려움	○ 공중-지상-지하정보가 분리되어 관리되었으나 입체격자기술을 통해 통합된 정보관리 및 활용 가능 - 시설물 정보(노후 건축물 유형·특성 등)의 효과적인 관리와 재난·재해

기술명	AS-IS	TO-BE
	- 특히, 유지관리에 초점이 맞춰져 시설물 정보(노후화 건물 등)의 단순 저장 및 시각화 위주의 활용이 대부분이며, 재난재해 상황에 대한 시나리오에 따라 해당 정보를 융합하여 활용하기 위한 기반 기술 필요	등 다양한 상황에 능동적으로 대처하기 위한 시뮬레이션 서비스 제공
	○ (브이월드) 포인트 클라우드, 센서정보, 비정형 정보 등과 같은 대용량 정보의 융합활용을 위한 연계 및 지원서비스 기술 부재	○ 입체격자기술을 활용한 대용량 정보 연계 서비스 제공 - 포인트 기반 공간정보 참조 데이터 쉽게 생성, 유연한 크기의 격자 사용으로 세밀한 분석 및 시계열 정보 관리에 용이, 최신 데이터 소스와 통합 가능

(1) (3-2 공동) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

○ (배경) 기후변화 위기에 따라 미세먼지, 홍수 발생 등은 국가차원의 문제로 대두되고 있어 정부의 미세먼지 저감 정책, 도시지역 홍수예방 치수 정책과 함께 입체격자 체계 기반의 영역 기반 미세먼지/강우량 변화정보 제공은 정부 차원의 연구개발이 필요

○ (목적) 국토안전을 위한 공중-지상-지하정보를 입체격자 기반 체계적으로 연계·통합하고 데이터의 공개·공유 생태계 조성 및 3차원 공간정보 관련 플랫폼(브이월드 등)을 통한 실증 사업화 기술개발

(나) 기술 내용

○ 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발
- 입체격자 기반 미세먼지 데이터 구축 기술개발
- 입체격자 기반 기상환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석 기술개발
- 입체격자 기만 미세먼지 시뮬레이션 실증시스템 개발

○ 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발
- 입체격자 기반 도시유역 침수데이터 구축 기술개발
- 입체격자 기반 침수환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석 기술개발
- 입체격자 기반 침수피해 시뮬레이션 실증시스템 개발

입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발

(다) 기술 미래상

❍ 동적 입체격자 기반 대기오염/침수피해 분포 시뮬레이션 분석 기술

- 사용자 위치에 해당하는 지역 단위의 거시적 정보제공기술에서 3차원 입체격자 적용을 통하여 국지적 정보 및 고도차에 따른 편차를 상세화한 분포 정보 제공기술

기술명	AS-IS	TO-BE
입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술	❍ 기존 대기오염 및 침수피해를 시각화하기 위한 지도 서비스는 2D 기반으로 제공됨에 따라 사용자의 현재 위치에 해당하는 지역 단위의 거시적 대기오염/침수피해 정보(통계, 일반적 수치 등)만을 제공하는 한계가 있음 - 특히, 2차원 공간정보를 활용한 홍수 예측 시뮬레이션은 있으나 집중강우 시 지하로 유입된 지표수의 입체적 침수피해 시뮬레이션은 지상-지하로 연결되는 구성 데이터의 복잡성과 종합적 분석 기술이 전무함	❍ 3차원 입체격자 적용 시 국지적이고 고도차에 따른 대기오염/침수피해 편차를 세부적으로 상세화한 분포 정보를 제공할 수 있음 ❍ 3차원 디지털 트윈을 이용하여 지역 맞춤형 대기오염 및 침수지역 시뮬레이션 및 시각화 할 수 있음

마. 연차별 연구개발 내용

구분	연구내용
1차년도	❍ (3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 - (3-1-1) 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발 · 노후 건축물 데이터 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의 · 입체격자 기반 노후건축물 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 - (3-1-2) 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발 · 실내 시설물 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의 · 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 ❍ (3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 - (3-2-1) 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 미세먼지 데이터 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의 · 입체격자 기반 미세먼지 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 - (3-2-2) 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 도시지역 침수피해 데이터 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의 · 입체격자 기반 침수피해 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계
2차년도	❍ (3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 - (3-1-1) 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발 · 노후 건축물 데이터셋 시범구축(1) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(1) - (3-1-2) 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발 · 실내 시설물 재난대응 데이터셋 시범구축(1) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(1) ❍ (3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 - (3-2-1) 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발

구분	연구내용
	· 미세먼지 데이터셋 시범구축(1) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(1) - (3-2-2) 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 침수피해 데이터셋 시범구축(1) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(1)
3차년도	❍ (3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 - (3-1-1) 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발 · 노후 건축물 데이터셋 시범구축(2) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(2) · 입체격자 기반 노후 건축물 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계 · 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 설계 - (3-1-2) 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발 · 실내 시설물 재난대응 데이터셋 시범구축(2) · 실내데이터 서비스 프로토타입 구축(2) · 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계 · 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증 시스템 설계 ❍ (3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 - (3-2-1) 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 미세먼지 데이터셋 시범구축(2) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(2) · 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 설계 - (3-2-2) 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 침수피해 데이터셋 시범구축(2) · 데이터 서비스 프로토타입 구축(2) · 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 설계
4차년도	❍ (3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 - (3-1-1) 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발 · 입체격자 기반 노후 건축물 분석 및 시뮬레이션 기술개발(1) · 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 구현(1) - (3-1-2) 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발 · 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 분석 및 시뮬레이션 기술개발(1) · 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템 구현(1) ❍ (3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 - (3-2-1) 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 기술개발(1) · 브이월드 기반 입체격자 미세먼지 추정 실증시스템 구현(1) - (3-2-2) 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 개발(1) · 브이월드 기반 도시지역 침수피해 추정 실증시스템 구현(1)
5차년도	❍ (3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발 - (3-1-1) 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발 · 입체격자 기반 노후 건축물 분석 및 시뮬레이션 기술개발(2) · 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증 시스템 구현(2) - (3-1-2) 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발 · 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 분석 및 시뮬레이션 기술개발(2) · 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증 시스템 구현(2)

구분	연구내용
	❍ (3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발 - (3-2-1) 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 기술개발(2) · 브이월드 기반 입체격자 미세먼지 추정 실증시스템 구현(2) - (3-2-2) 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발 · 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 개발(2) · 브이월드 기반 도시지역 침수피해 추정 실증시스템 구현(2)

마. 추진전략

구분	과제명	주요 내용	추진전략
3핵심	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	- (1단계) 실증서비스 데이터의 입체격자화 및 데이터셋 시범구축, 데이터 서비스 프로토타입 구축 - (2단계) 입체격자 기반 실증서비스의 시뮬레이션 분석 모듈 개발 및 시뮬레이션 시스템 구축	- 시급성 및 중요성이 있는 실증서비스 아이템을 중심으로 1, 2세부의 연구개발 성과 기술을 활용하여 브이월드 등 타 사업과 연계·활용할 수 있는 입체격자 기반 실증서비스 시스템을 구축하여 정부·민간·국민이 활용 가능한 서비스 개발
3-1 공동	입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	- 입체격자 기반 도시기반시설(실내/실외) 재난대응 지원 기술 - 브이월드, 건축물 생애 이력 관리시스템, 국토조사데이터(국토기본법 제25조에 따른 인구, 주택 정보 등 국토지표) 연계·활용하여 시뮬레이션 시스템 구축	- 재난대응 시범데이터 구축 및 현장적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증
3-2 공동	입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	- 입체격자 기반 미세먼지 및 침수피해 대응 지원 기술 - 국토정보플랫폼(국토조사데이터), 대기 환경/강우량 정보 등 연계 · 활용하여 시뮬레이션 시스템 구축	- 미세먼지 및 침수피해 대응 시범데이터 구축 및 현장적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증

바. 기술로드맵 및 성과로드맵

(1) (3-1 공동) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발

<표 38> 3-1 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
				산출물	목표치	측정방법
1차년도	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발	- 노후 건축물 데이터 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의	①	기술분석서/요구사항 정의서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 노후건축물 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계	②	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	- 실내 시설물 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의	①	기술분석서/요구사항 정의서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계	②	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
2차년도	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발	- 노후 건축물 데이터셋 시범 구축(1)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 데이터 서비스 프로토타입 구축(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	- 실내 시설물 재난대응 데이터셋 시범구축(1)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 실내데이터 서비스 프로토타입 구축(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
3차년도	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발	- 노후 건축물 데이터셋 시범 구축(2)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 데이터 서비스 프로토타입 구축(2)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 노후 건축물 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계	③	분석 모듈 설계서	1건	전문가 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 설계	④	실증시스템 설계서	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	- 실내 시설물 재난대응 데이터셋 시범구축(2)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 실내데이터 서비스 프로토타입 구축(2)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계	③	분석 모듈 설계서	1건	전문가 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템 설계	④	실증시스템 설계서	1건	전문가 검증

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
4차년도	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발	- 입체격자 기반 노후건축물 분석 및 시뮬레이션 기술개발(1)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 구현(1)	②	실증시스템 구현 보고서(1)	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	- 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 분석 및 시뮬레이션 기술개발(1)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템 구현(1)	②	실증시스템 구현 보고서(1)	1건	전문가 검증
5차년도	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술개발	- 입체격자 기반 노후 건축물 분석 및 시뮬레이션 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 구현(2)	②	실증시스템 구현 보고서(2)	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	- 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 분석 및 시뮬레이션 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템 구현(2)	②	실증시스템 구현 보고서(2)	1건	전문가 검증

<표 39> 3-1 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		2/0	1/1	1/2	1/1	0/1	5/5
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		2	2	2	3	3	12
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	2	1	4
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	1	2	1	1	1	6
		비SCI(E)급	3	3	3	2	2	13
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		4	4	3	3	3	17
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수		0	0	1	1	0	2
	사업화·제품화 건수		0	0	1	1	1	3
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		3	2	2	2	2	11
	연구개발 관련 홍보		1	2	2	2	2	9
	기타 목표							

(2) (3-2 공동) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발

<표 40> 3-2 공동 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
				산출물	목표치	측정방법
1차년도	입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 미세먼지 데이터 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의	①	기술분석서/요구사항 정의서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 미세먼지 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계	②	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 도시지역 침수피해 데이터 입체격자화 기술분석 및 요구사항 정의	①	기술분석서/요구사항 정의서	1건	전문가 검증
		- 입체격자 기반 침수피해 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계	②	프로토타입 설계서	1건	전문가 검증
2차년도	입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 미세먼지 데이터셋 시범구축(1)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 데이터 서비스 프로토타입 구축(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 침수피해 데이터셋 시범구축(1)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 데이터 서비스 프로토타입 구축(1)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
3차년도	입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 미세먼지 데이터셋 시범구축(2)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 데이터 서비스 프로토타입 구축(2)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 설계	③	분석 모듈 설계서	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 침수피해 데이터셋 시범구축(2)	①	데이터셋 보고서	1건	전문가 검증
		- 데이터 서비스 프로토타입 구축(2)	②	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 설계	③	분석 모듈 설계서	1건	전문가 검증
4차년도	입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 기술개발(1)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 미세먼지 추정 실증시스템 구현(1)	②	실증시스템 구현 보고서(1)	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 개발(1)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 도시지역 침수피해 추정 실증시스템 구현(1)	②	실증시스템 구현 보고서(1)	1건	전문가 검증

구분	연구내용	성과목표	성과점증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
5차년도	입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 기술개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 입체격자 미세먼지 추정 실증시스템 구현(2)	②	실증시스템 구현 보고서(2)	1건	전문가 검증
	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	- 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 분석 모듈 개발(2)	①	SW 등록	1건	공인기관 검증
		- 브이월드 기반 도시지역 침수피해 추정 실증시스템 구현(2)	②	실증시스템 구현 보고서(2)	1건	전문가 검증

<표 41> 3-2 공동 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		2/0	2/1	1/2	1/1	0/1	6/5
	표준채택							
	소프트웨어 등록건수		2	2	2	3	2	11
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				2	2	1	5
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급	1	2	1	1	1	6
		비SCI(E)급	3	3	2	2	2	12
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		4	4	3	3	3	17
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수		0	0	0	1	0	1
	사업화·제품화 건수		0	0	1	1	1	3
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성		3	3	2	2	2	12
	연구개발 관련 홍보		1	2	2	2	1	8
	기타 목표							

사. 핵심과제별 핵심성과

(1) (3핵심) 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

정의(설명)	• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계 · 통합하고 입체격자 데이터의 공유 · 공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발
설정 근거 및 사유	• 입체격자 선행연구에서 브이월드 데이터를 활용하여 실증서비스를 구현하였으나, 브이월드 시스템 성능 한계로 입체격자기술을 적용하지 못함 • 디지털 트윈의 고도화된 기술수요, 브이월드와 입체격자기술을 연계하여 지능화된 맞춤형 디지털 트윈 서비스 제공 필요
목적	• 지속가능한 국토안전과 기후변화 대응을 위한 입체격자 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화 기술개발 - (국토안전) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 실증 및 사업화 - (기후변화) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 개발 실증 및 사업화
성능목표	(현재 기술 수준) • 입체격자기술의 특장점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델 부재 • 파일 기반의 입체격자 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성 • 입체격자 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융 · 복합을 통해 입체격자기술의 특장점 발견 및 점진적인 개선 필요 (개발 기술 수준) • 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 • 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계 · 통합을 위한 데이터 공개 · 공유 생태계 기반 마련 • 연구개발 성과와 다양한 활용서비스 적용으로 브이월드 활용률 30% 향상
수요처	• 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토 사업의 고도화 및 공공업무 지원 가능 • 입체격자기술을 적용한 공중-지상-지하 정보를 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 • 디지털 트윈 분야의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 추구하는 민간/전문가 업무에 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(가) (3-1 공동) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발

정의(설명)	• 3차원 입체격자기술을 활용하여 브이월드 등 타 사업과 연계 · 활용할 수 있는 입체격자 기반의 도시기반시설 재난대응 지원 실증서비스 시스템 구축 및 서비스 제공
설정 근거 및 사유	• 4차 산업혁명 이후, 확장현실(XR), 메타버스, 스마트시티, 디지털 트윈 등의 추진으로 3차원 실내외 공간정보에 대한 수요가 증가하고 있으며, 입체격자기술을 활용하여 경량화된 실내외 정보를 구축할 수 있음 • 고도화된 입체격자 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 대국민 서비스 제공 확대 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 도시기반시설물 유지관리를 위한 분석 및 예측, 재난발생 시 시설물의 내외부 재난대응시설물을 입체격자로 관리·분석하여 실시간으로 재난에 대응·지원할 수 있는 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 시설물 유지관리에 초점이 맞춰져 시설물 정보(노후화 건물 등)의 단순 저장 및 시각화 위주의 활용이 대부분이고, 재난재해 상황에 대한 시나리오에 따라 해당 정보를 융합하여 활용하기 위한 기반기술 필요 • 브이월드는 공간정보 대표 공공플랫폼으로 다양한 행정공간정보를 제공하지만 데이터의 단순 저장·검색·시각화 위주의 활용이 대부분이고, 비정형 데이터와의 연계를 통한 특정 이벤트 테마별 분석 및 이슈 트렌드 가시화 서비스 개발이 필요 (개발 기술 수준) • 시설물 정보(노후건축물 유형·특성 등)의 효과적인 관리와 재난·재해 등 다양한 상황에 능동적으로 대처하기 위한 시뮬레이션 서비스 제공 • 입체격자 활용 시 건물 층수, 면적에 대한 밀도 등 정보제공으로 세밀한 분석 및 고정밀 시뮬레이션 가능 • 실내공간에서의 다양한 시설정보를 입체격자기술로 경량화하여 이용할 수 있어, 실내 지장물 정보의 신속한 파악 등 구조·구호 활동의 효율성 증가로 국민안전 강화 • 최적 배치 시뮬레이션 및 관리·모니터링 기술과 최적 경로 및 유형별 대응 시뮬레이션 기술을 기반으로 실내 재난뿐만 아니라 전반적인 시설물 관리·모니터링 확대 가능 * (성과 예시) 브이월드 디지털 트윈기술 적용·실증, 입체격자기반 국가기준점 관리 적용지침(안) 외
수요처	• 행안부, 국토부 등 정부부처, 지자체의 도시기반시설 재난대응 및 관련 정책수립 시 의사결정을 위한 정책적 토대 제공 • 국민재난안전포털, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 도시기반시설 재난대응을 위한 기본정보를 제공하고, 비즈니스모델 개발을 통해 대국민 서비스로 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(나) (3-1-1) 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발

정의(설명)	• 안전사회 구현과 국민안전 확보를 위한 시설물 시뮬레이션 기술개발
설정 근거 및 사유	• 기존에 예측하지 못했던 시설물 피해 발생 시 기존 시뮬레이션 기술의 분석 범위를 벗어나기 때문에 시설물 가상 시뮬레이션 기술개발이 필요 • 고성능 장비와 분석 소프트웨어 필요 등의 제약으로 3D 모델링에 국한되었던 기존 시뮬레이션의 기술적 보완을 위해 입체격자체계를 활용한 고정밀 시뮬레이션 분석 필요
목적	• 입체격자체계 기반으로 효과적인 시설물 유지관리가 가능하고 다양한 상황에 따라 분석·예측 등 시뮬레이션이 가능한 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 수동적 유지관리에 초점이 맞춰졌던 시설물에 대해 효과적인 관리와 재난·재해 등 다양한 상황에 능동적 대처 및 고도화된 기술을 적용하기 위한 기술개발 부족 • 국가연구개발사업 과제로 3차원 증강현실 기반 지하시설물 현장 안전 지원 시스템 개발, 가상/증강현실 기술을 건설에 적용한 스마트건설 가상화 시뮬레이션 지원 시스템 개발 연구가 수행되었지만, 도출된 연구성과의 실용화 및 디지털 트윈국토사업 등 신규 사업과의 연계활용 부족 * 지하시설물 현장 안전 지원 시스템 개발('16~'17, 한국산업기술진흥원) * 스마트 건설 가상화 시뮬레이션 지원 시스템 개발('18~'20, 한국건설기술연구원) (개발 기술 수준) • 입체격자체계 기반으로 다양한 상황에서 시설물 관리, 분석, 예측이 가능한 시뮬레이션 시스템 개발 • 신규 시설물로 인한 경관, 조망, 일조권 변화 등 분석에 필요한 시설물 입체격자 데이터셋 개발
수요처	• 행안부, 국토부 등 정부부처, 지자체 공공시설물 관리에 대한 의사결정지원을 위한 정책적 토대 제공 • 국민재난안전포털, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 시설물안전정보 등을 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(다) (3-1-2) 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발

정의(설명)	• 국민안전 강화를 위한 입체격자체계 기반의 실내재난대응 지원체계 개발
설정 근거 및 사유	• 실내공간정보는 국토교통부, 서울시 등에서 2013년부터 공간정보산업 활성화, 대국민 안전강화를 목적으로 데이터 구축 및 서비스를 제공하고 있으나, 기술 한계성 등의 이유로 활성화되지 못함 • 4차 산업혁명 이후 XR, 메타버스, 스마트시티, 디지털 트윈 등의 추진으로 3차원 실내공간정보에 대한 수요가 증가하고 있으며, 경량화된 실내서비스 개발이 필요
목적	• 화재, 붕괴 등 재난 발생 시 대규모 건축물 실내에 설치되어있는 다양한 재난대응 시설물(소화전, 스프링클러, 비상구 등)을 입체격자 기반으로 관리·분석하는 기술개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 3차원 실내공간정보를 기반으로 안전관리 및 실내내비게이션 등에 활용하려는 시도들이 진행 중이며 비콘, WiFi 등 통신에 의한 실내 측위 기술의 고도화로 AR 등의 기술과 연계한 경량화된 실내서비스 개발이 시도되고 있음 • 실내공간에서 POI를 기반으로 시설명칭 정보를 제공하던 수준에서 세부시설정보, 시설의 구성요소 등을 함께 제공하고 다양한 빅데이터, AI 분석을 통해 사용자 기반의 정보를 제공하는 서비스가 공공·민간에서 진행 중 (개발 기술 수준) • 3차원 입체격자체계는 실내공간에서의 다양한 시설정보를 경량화된 형태로 이용할 수 있어 구조·구호 활동의 효율성을 증가시켜 국민안전을 강화함 • 실내 입체격자 데이터를 기반으로 하는 재난상황 시 활용 시설 분석 및 시뮬레이션이 반영된 재난대응 시스템 개발 • 실내공간 소방안전시설에 대한 입체격자 데이터셋 개발
수요처	• 행안부, 국토부 등 정부부처, 지자체의 3차원 실내공간정보 구축 및 관리, 정책수립 시 의사결정을 위한 정책적 토대 제공 • 국민재난안전포털, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 실내공간 재난지원정보 등을 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(라) (3-2 공동) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발

정의(설명)	• 3차원 입체격자기술을 활용하여 브이월드 등 타 사업과 연계 · 활용할 수 있는 입체격자기반의 기후변화 실증서비스 시스템 구축 및 서비스 제공
설정 근거 및 사유	• 개별로 구축 관리되고 있는 공중-지상-지하 공간정보의 연계활용 부족으로 국지적 차원의 국토정보가 제공되지 못하고 있는 실정임 • 고도화된 입체격자 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 대국민 서비스 제공 확대 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 • 3차원 입체격자 기반 공간정보 분포 및 이를 활용한 변화예측 모형 개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 2차원 기반의 지도서비스와 예측 시뮬레이션으로 국토정보가 활용되고 있음 • 3차원 기반의 예측 시뮬레이션 연구가 진행되고 있으나 시각화 위주의 진행단계로 3차원 격자기술을 적용한 서비스 모델이 필요 (개발 기술 수준) • 브이월드 기반의 기후변화정보 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성 • 3차원 입체격자 적용으로 공중-지상-지하 데이터를 연계하여 종합분석할 수 있는 기반 마련 • 미세먼지, 침수피해 등 기후변화 재난재해 발생에 따른 실시간 대응 및 피해 최소화 추진 * (성과 예시) 입체격자기반 사회안전망 관리시스템 실증, 입체격자기반 국토조사사업 적용지침(안) 외
수요처	• 국토부 등 중앙정부 부처, 지자체 국토정책 수립 시 기본정보 제공 및 이를 통한 의사결정 지원 가능 • 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 입체격자 국토정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(마) (3-2-1) 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발

정의(설명)	• 대기환경 센서데이터를 기반으로 한 입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 변화예측 기술개발
설정 근거 및 사유	• 미세먼지 정보는 이용자의 현재 위치로부터 가장 가까운 고정형 측정 장비(도심, 교외, 도로변 등)의 관측정보를 그대로 제공하거나 이용자의 현재 위치에 해당하는 지역 단위의 거시적인 미세먼지 정보만을 제공 • 3차원 입체격자 기반의 공간정보 체계를 이용한 국지적 미세먼지 편차와 고도차에 따른 미세먼지 편차를 세부적 미세먼지 분포 정보로 제공할 수 있는 기술개발 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 공중-지상 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 • 동적 입체격자 기반 미세먼지 분포 모형 및 입체격자 기반 시계열 미세먼지 변화예측 모듈 개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 한국환경공단에서는 미세먼지 측정을 위해 특정 지점에 설치된 고정형 미세먼지 측정 장비(광산란 방식 등)를 활용하고, 미세먼지 측정 장비의 설치 위치에 따라 도시대기 측정망, 교외대기 측정망, 국가배경농도 측정망, 도로변대기 측정망 등 고정형 미세먼지 측정소를 설치 운영 중임 • 대기오염도를 대기오염 시계, 대기오염 달력 등의 표현 방식과 접목하여 시간대별, 일자별, 요일별로 제공하며, 인체 영향과 체감오염도를 반영한 통합대기환경지수의 적용을 통해 대기오염의 상황을 한눈에 알기 쉽게 4개 등급과 색상으로 표현하여 제공 • 위 정보들은 2D 기반의 지도서비스로 제공하고, 거시적 대기오염 정보(통계, 일반수치 등)만 제공하고 있는 한계가 있음 (개발 기술 수준) • 3차원 입체격자를 적용하여 국지적이고 고도차에 따른 대기오염 편차를 세부적으로 상세화한 분포 정보 제공 가능 • 브이월드 기반의 입체격자 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성
수요처	• 환경부, 국토부 등 정부 부처, 지자체 미세먼지 저감조치 수립 시 기본정보 제공 • 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 입체격자 미세먼지 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

(바) (3-2-2) 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발

정의(설명)	• 국지적 집중호우에 따른 도시지역 지상 및 지하공간 침수피해 예측 및 완화책 실증을 위한 3차원 입체격자기반 서비스 기술개발
설정 근거 및 사유	• 2차원 공간정보(지형기복)를 활용한 홍수 예측 시뮬레이션은 있지만 포장면이 많아 구조적으로 지표유출(Runoff)이 많이 발생하고, 집중강우 시 배수시설의 용량을 초과한 잉여유출 지표수가 지하로 유입될 수 있는 지하공간이 많아 침수에 취약한 도시지역의 특성에 적합한 입체적 침수피해 예측모형 개발 필요 • 입체적 침수피해 예측모형 개발과 모의실험 분야는 지상-지하로 연결되는 구성 데이터의 복잡성과 종합분석기술의 어려움으로 인해 새로운 방식의 기술적 접근이 필요
목적	• 입체격자를 기반으로 지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 • 3차원 입체격자 기반 지표면 유출 이동모형, 우수관 통수능 분석 모형, 잉여유량(Surcharge)의 침수지역(지상-지상, 지상-지하, 지하-지하) 예측 모형 개발 • 강우강도에 따른 침수 피해지역(지상/지하) 예측 시뮬레이션 개발
성능목표	(현재 기술 수준) • 2차원 공간정보를 활용한 홍수 예측 시뮬레이션이 활용되고 있고, 3차원 공간정보 기반 침수 예측 시뮬레이션도 연구를 통해 개발 및 실증되고 있음 • 도시지역 홍수피해는 다방면으로 나타나고 있는데 이를 방지하고 완화하는 복합적 기술이 부족함 (개발 기술 수준) • 3차원 입체격자 적용으로 지상-지하 데이터를 연계하여 종합분석할 수 있는 기반 마련 • 한번 발생하면 막대한 인명/재산상의 피해를 가져오는 도시지역 침수피해 경감 가능 • 브이월드 기반의 입체격자 침수피해 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성
수요처	• 해수부, 국토부 등 정부 부처, 지자체 치수 정책 수립 시 기본정보를 제공하여 의사결정 지원 • 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 입체격자 침수피해 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용
수요기간	• 핵심 연구개발 기간 2023~2027년 (5년)

3-6 핵심과제 간 기술연계

❍ 사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획과제는 3개의 핵심과 8개의 공동으로 구성됨

- 1핵심은 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발에 중점이 있고, 2핵심은 입체격자 기반 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발, 3핵심은 1, 2핵심에서 개발한 연구성과물을 활용하여 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발에 중점을 둠

❍ 1, 2핵심은 기존 선행연구 성과를 확대 적용하고, 기술적 한계 및 기능 확장을 위한 성과를 개선 및 고도화하여 3핵심에서 해당 성과를 활용한 입체격자 기반 실증서비스 시스템을 구축하는 프로세스로 되어 있음

❍ 따라서 본 과제의 성공을 위해서는 1, 2, 3핵심의 기술연계가 반드시 이루어져야 하며 양질의 성과물 도출을 위해서는 연계·활용 여부가 매우 중요함

❍ 이에 본 연구개발 과제에서는 아래와 같은 상호 연계 매트릭스의 구조하에서 주기적인 JAD(Joint Application Design) 활용을 통해 기술연계를 보장해야 함

<표 42> 핵심과제 간 연관성 분석

구분		1핵심			2핵심			3핵심	
		1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2
1핵심	1-1		●	●	◐	◐	○	◐	◐
	1-2			●	●	●	◐	●	●
	1-3				●	●	◐	●	●
2핵심	2-1					○	●	◐	◐
	2-2						●	◐	◐
	2-3							○	○
3핵심	3-1								◐
	3-2								

● 강한 연관성, ◐ 중간 연관성, ○ 약한 연관성

3-7 핵심과제 기술개발 로드맵

○ 핵심과제별로 기술개발 로드맵은 아래와 같으며 투입 연구비는 정부출연금 기준으로 작성하였음

<표 43> 핵심과제 기술개발 로드맵

핵심과제	주요 연구내용(개발기술)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	연구비(백만원)
[1핵심] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발							**7,500**
(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	▨	▨	▨			1,240
	입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시			▨	▨	▨	1,240
(1-2) 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	입체격자화 및 경량화 기술개발	▨	▨	▨			1,265
	전처리 자동화 기술개발			▨	▨	▨	1,265
(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	저장·관리 고도화 기술개발	▨	▨	▨	▨		1,245
	정보검색 고도화 기술개발		▨	▨	▨	▨	1,245
[2핵심] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발							**10,000**
(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	벡터 데이터 분석 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,645
	래스터 데이터 분석 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,645
(2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	위치 고정형 센서데이터 입체격자화 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,670
	위치 이동형 센서데이터 입체격자화 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,670
(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발	▨	▨	▨			1,685
	입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발			▨	▨	▨	1,685
[3핵심] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발							**7,500**
(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 개발	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,878
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,877
(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,873
	입체격자 기반의 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨	1,872
총계							**25,000**

3-8 연구개발 추진전략

1) 연구개발 단계별 목표 및 개발 중점

❍ 국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도를 위해 5년의 연구 기간을 1단계, 2단계, 3단계로 나누어 단계별로 연구개발을 진행함

❍ 국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발이 최종 사업목표이며, 디지털 국토정보 혁신, 국토정보 가치 증대, 국토정보 실용성 증진을 주요 키워드로 선정하여 세부 성과목표를 마련함

❍ 또한, 입체격자 성숙도 레벨을 Level 1, Level 2, Level 3, Level 4로 정의하여 입체격자기술의 단계별 고도화 수준을 구체화하고, 각 레벨에 해당되는 기술성과 달성을 위해 총 3개의 중점분야를 마련하고, 중점분야별 핵심과제를 선정함

❍ 「국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화」 측면에서 단계별 추진전략은 다음과 같고, 각 단계는 서로 연계되어 추진되어야 함

- 1단계는 입체격자 데이터의 구축 및 서비스 활용체계 표준 기반 마련을 위해 기초연구를 수행하고, 2단계는 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술을 개발하여 데이터 자동화 기술기반을 마련함. 3단계는 Hybrid 기반 입체격자 데이터 운용기술개발을 통한 저장·관리·검색 기술을 고도화하여 기술 성능을 증대시킴

❍ 「입체격자 기반 시공간분석 및 정보융합 지능화」 측면에서 단계별 추진전략은 다음과 같고, 각 단계는 서로 연계되어 추진되어야 함

- 1단계는 기존 선행과제에서 개발한 기술을 바탕으로 벡터/래스터 데이터 분석 기능을 확장하여 고도화하고, 2단계는 4차 산업혁명의 핵심기술인 Geo-IoT, Geo-AI 기반 실시간 모니터링 및 머신러닝 알고리즘 기술개발을 통해 분석 기술을 융합하여 그 성과를 3단계에서 적용 및 활용기술로 개발하도록 함

❍ 「입체격자 기반 실증 및 사업화」 측면에서 단계별 추진전략은 다음과 같고, 각 단계는 서로 연계되어 추진되어야 함

- 1단계는 범국가적으로 시급성 및 중요성이 있는 실증서비스 아이템 선정, 요구사항 및 시나리오를 구성하고, 2단계는 1, 2핵심 연구개발 성과기술을 활용하여 데이터셋 구축 및 프로토타입을 구축함. 3단계는 프로토타입을 기반으로 실증서비스 시뮬레이션 분석 모듈 및 시스템을 구현하여 고도화된 입체격자체계의 실증·사업화 기반을 마련함

2) 연차별 투자계획 및 추진일정

○ 기술개발 단계에 따른 연차별 투자계획과 기술개발 추진일정은 다음과 같고, 투입하는 연구개발비는 정부출연금 기준으로 작성함

<표 44> 연차별 투자계획

(단위 : 백만원)

구분	1단계		2단계		3단계	계
	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
1핵심	1,150	1,650	1,650	1,650	1,400	**7,500**
2핵심	1,700	2,200	2,200	2,200	1,700	**10,000**
3핵심	1,150	1,650	1,650	1,650	1,400	**7,500**
계	**4,000**	**5,500**	**5,500**	**5,500**	**4,500**	**25,000**

○ 연구개발 추진일정에 따른 연구개발비 및 연구목표는 다음과 같음

<표 45> 핵심과제 연차별 기술개발 로드맵

연차	연구개발 목표		추진일정 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)	연구비 (백만원)	비고
1년차	1핵심	(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 표준 데이터/서비스 모델 PoC설계(안)	4,000	
		(1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	데이터 입체격자/경량화 프로토타입 설계		
		(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식 효율화 및 고도화 기술개발	입체격자 데이터 검색/처리 및 활용기술 프로토타입 설계		
	2핵심	(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	벡터/래스터 데이터 공간/속성연산 기술 요구사항 정의		
		(2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	위치 고정/이동형 센서데이터 입체격자화 요구사항 정의		
		(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용 기술개발	입체격자 기반 기계학습 데이터 요구사항 정의		
	3핵심	(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	기술분석 및 요구사항 정의, 서비스 모델 프로토타입 설계		
		(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	기술분석 및 요구사항 정의, 서비스 모델 프로토타입 설계		

2년차	1핵심	(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 표준 데이터/서비스 모델 PoC구현, 표준(안)	5,500	
		(1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	입체격자화 및 경량화 모듈 개발(1)		
		(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식 효율화 및 고도화 기술개발	입체격자 데이터 검색/처리 및 활용기술개발(1)		
	2핵심	(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	3D 벡터/래스터 데이터 공간/속성 연산 프로토타입 설계 및 개발(1)		
		(2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 개발	위치 고정/이동형 센서데이터 실시간 모니터링 기술개발(1)		
		(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	인공지능 알고리즘 프로토타입 설계 및 개발(1)		
	3핵심	(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	데이터 셋 시범구축(1), 서비스 프로토타입 구축(1)		
		(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	데이터 셋 시범구축(1), 서비스 프로토타입 구축(1)		
3년차	1핵심	(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 표준 데이터/서비스 모델 구현, 상호운용성 가이드	5,500	
		(1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	입체격자화 및 경량화 모듈 개발(2), 전처리 자동화/보안암호화 모듈 프로토타입 설계		
		(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식 효율화 및 고도화 기술개발	입체격자 데이터 검색/처리 및 활용기술개발(2)		
	2핵심	(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	3D 벡터/래스터 데이터 공간/속성 연산 기술개발(2), 시공간 네트워크/고정밀 위성데이터 분석모델 프로토타입 설계		
		(2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 개발	위치 고정/이동형 센서데이터 실시간 모니터링 기술개발(2)		
		(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	인공지능 알고리즘 개발(2), Geo-AI 활용한 시공간 시뮬레이션 기술개발(1)		
	3핵심	(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	데이터 셋 시범 및 서비스 프로토타입 구축(2), 시설물 재난대응 실증 시스템 설계		
		(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	데이터 셋 시범 및 서비스 프로토타입 구축(2), 미세먼지 및 침수피해 실증 시스템 설계		

4년차	1핵심	(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 고도화 기술로드맵, 법제도지원방안	5,500	
		(1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	전처리 자동화/보안암호화 모듈 개발(1)		
		(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식 효율화 및 고도화 기술개발	실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술개발(1)		
	2핵심	(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	3D 벡터/래스터 데이터 공간/속성 연산 기술검증, 시공간 네트워크/고정밀 위성데이터 분석모델 개발(1)		
		(2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	위치 고정/이동형 센서데이터 실시간 모니터링 기술검증, 상태변화감지 분석모델 개발(1)		
		(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	Geo-AI 활용한 시공간 시뮬레이션 기술 및 가시화 기술개발(1)		
	3핵심	(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	시설물 재난대응 실증 시스템 구현(1)		
		(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	미세먼지 및 침수피해 실증 시스템 구현(1)		
5년차	1핵심	(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 고도화 기술 실용화 방안, 입체격자 활용체계 표준화(안)	4,500	
		(1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	전처리 자동화/보안암호화 모듈 개발(2)		
		(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식 효율화 및 고도화 기술개발	실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술개발(2)		
	2핵심	(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	시공간 네트워크/고정밀 위성데이터 분석모델 개발(2) 및 검증		
		(2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 개발	상태변화감지/경로추적 분석모델 개발(2) 및 검증		
		(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	Geo-AI 활용한 시공간 시뮬레이션 기술 및 가시화 기술개발(2)		
	3핵심	(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 개발	시설물 재난대응 실증 시스템 구현(2)		
		(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	미세먼지 및 침수피해 실증 시스템 구현(2)		
총계				25,000	

3) 연구개발 추진체계 및 대내 외 협력방안

가. 연구개발 추진체계 및 역할

(1) 연구개발 추진체계

○ 본 연구개발과제의 총괄은 국토교통부가 담당하고, 주관은 국토교통과학기술진흥원, 기술개발사업관리는 연구단(산·학·연 협동연구체계)에서 수행함

- 「국가연구개발혁신법」 개정('22.3.1 시행)에 따라 추진체계가 변경될 수 있음

<그림 80> 연구개발 추진 체계도

(2) 연구개발 추진 주체별 역할

○ (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, 연구단 및 세부과제 선정·단계·최종평가, 사업단 진도 및 실적 점검, 성과관리 및 사후관리 및 성과확산 지원 등을 수행

○ (자문위원회) 정부기관(부처, 지자체, 전문기관 등), 유관기관 및 민간 기업 등의 산·학·연 전문가로 구성하여 연구개발 기술 활용 확대를 위한 연계 협력 및 논의를 통해 의견수렴

○ (연구단) 사업수행을 총괄하는 주체로서 세부과제 기획·자체평가, 진도관리 및 연구과제 성과물 관리, 대외협력업무, 사업화 전략, 기술 공인인증 추진, 표준화 지원, 대국민 홍보 등을 수행

○ (연구수행기관) 사업 내 핵심분야별로 기술개발을 직접 수행하는 기관으로 전문성을 갖춘 산·학·연 전문가로 컨소시엄을 구성하여 기술개발을 수행하고, 해외 기술 협력이 필요한 경우에는 해외 연구기관과 공동연구를 수행

4) 위험요인 및 해결방안

○ 핵심기술별 위험요소 및 해결방안

- (1핵심) 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

핵심기술	위험요인	해결방안
체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	입체격자 분할기준에 따른 전문가, 측량업 종사자 등 이해관계자들 간 의견이 상이할 수 있음	국제 ISO/OGC 등 표준 준수와 전문가의 의견을 충분히 반영
다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	드론, CCTV, SNS 등 센서 및 영상 데이터의 경우 개인정보 이슈 발생 여지가 있음	「개인정보보호법」 제15조 개인정보의 수집·이용과 제25조 영상정보처리기기의 설치·운영 제한에 관한 규정을 준수, 공익적 목적에서만 활용하도록 제한
입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	공간정보, 센서 정보, 시계열 정보 등 대용량 정보의 저장·관리를 위해 클라우드 서비스 연계를 통한 하이브리드화 필요	Hybrid 기반 입체격자 분산·저장·관리 및 다양한 데이터 포맷 변환관리 기술개발 과제를 통해 반영

- (2핵심) 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

핵심기술	위험요인	해결방안
입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	국토지리정보원, 일부 지자체에서 구축 중인 3D 데이터 수급 제한 및 시각화서비스 위주 데이터 활용으로 3차원 기하구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유 특장점 활용 어려움	입체격자 기반으로 다양한 3D 데이터의 기하 정보분석기술개발과 공공/민간을 대상으로 3D 데이터 및 국토정보 활용을 위한 입체격자기술 공유 협의체 마련으로 공감대 형성
Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발	IoT기기와 같이 실시간·저용량·다수의 특성을 가지는 IoT 데이터 연계·보안 어려움	국토교통부 개인정보처리방침, 국가공간정보시스템 개인정보처리지침, 정보보안 규정, 무선 센서 네트워크 보안관리 지침 등 준용
Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	AI, 기계학습에 대한 이슈 확대로 공간지능화에 대한 기술 혼재, 입체격자 기반 Geo-AI 기술에 대한 차별성 있는 성과 필요	시공간의 대용량 국토정보를 입체격자기술을 통해 경량화하고 이를 기준으로 맞춤형 추출, 기계학습 데이터 셋를 구축하는 기술개발 적용

- (3핵심) 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

핵심기술	위험요인	해결방안
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	공공플랫폼의 경우 3차원 정보를 제공하고 있으나, 인프라 한계로 재난·재해 관련 실시간 정보, 비정형 정보 등 대용량의 정보 특성을 반영하기 어려움	브이월드 활용, 고도화 된 입체격자 기술로 대용량 데이터를 경량화하고 시설물 정보의 효과적인 관리와 재난·재해 등 다양한 상황에 능동적으로 대처하기 위한 시뮬레이션 서비스 제공
입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	개별 플랫폼에서 구축·관리되고 있는 공중-지상-지하 공간정보 연계활용을 위해 다양한 분야 전문가들의 협력 필요	기술개발 초기부터 협력체계(3차원 예측 시뮬레이션 연구 관련 전문가 등)를 구축하여 실용화 및 사업화 환경구축

5) 연구개발 품질향상을 위한 전략

❍ 선행사업을 통해 3차원 공간 통합관리를 할 수 있는 입체격자 관련 원천기술을 보유한 연구기관 및 민간기업, 입체격자 관련 유사사업 또는 연구를 추진하고 있는 산·학·연 담당자와의 업무협력 체결 추진

❍ 국제공동연구를 추진하여 입체격자화 표준기술 정의 및 개발, 검증 및 고도화에 국내 기술을 사용할 수 있도록 맞춤형 기술활성화 전략 마련

❍ 관련 행사 및 컨퍼런스 참석, 연구개발 성과물 홍보, 연구자 간 네트워크를 구성하여 브레인스토밍을 실시하고, 이를 통하여 연구개발 성과의 시장확대 등 실용화/활성화 방안 도모

6) 세부 실행계획의 실용화 방안

❍ 제도·정책 활용방안

- 입체격자기술개발 성과를 국토조사와 국가기준점 등 국토부사업에 적용하기 위한 관련 제도·정책 검토 및 실무적용을 위한 적용지침(안) 제시
- 입체격자기반 국토조사사업* 적용지침(안) 및 시스템(S/W→지리원)

  * (국토조사) 인구, 건물, 토지 등 180개 국토지표 조사관리 사업 적용을 위한 제도·정책 검토 및 실무적용을 위한 적용지침(안) 제시
- 입체격자기반 국가기준점* 관리 적용지침(안) 및 시스템(S/W→지리원)

  * (국가기준점) 통합기준점(5,500점), 삼각점(16,412점), 수준점(7,300점), 중력점(20점), 지자기점(30점)의 3차원 입체격자체계 활용을 위한 제도·정책 검토 및 실무적용을 위한 적용지침(안) 제시

❍ 현장적용 방안

- 지자체 구 단위(20㎢ 이상의 면적)를 대상으로 입체격자기술의 특장점을 활용한 비즈니스모델 및 실증시스템* 개발 및 실증(S/W, H/W)

* (가칭) 입체격자 기반 사회안전망 관리시스템

❍ 시범운행사업 방안

- 연구개발성과를 브이월드(V-World) 디지털 트윈기술에 적용 및 실증(S/W→국토부/브이월드)

* 브이월드를 통해 다양한 활용서비스 기술을 체계적으로 적용하여 브이월드 가시화 속도 30% 이상 향상, 브이월드 기반 고정밀 데이터 가시화 및 분석기능 추가, 브이월드 3.0(모바일, 모빌리티 활용) 구축 등 새로운 서비스 창출을 가능하게 하는 기술플랫폼 환경 구축 및 실증

7) 관련 기술의 해외시장 진출전략

❍ 한국형 3차원 입체격자 기술개발을 통해 수요자 맞춤형 해외 진출전략을 수립하고, 관련 산업 및 관련 분야 담당자를 육성하기 위한 방안 마련

❍ 다각적 수주지원을 통한 해외진출 활성화 방안을 마련하여 연구개발 성과물 판매촉진 전략 수립

❍ 3차원 입체격자기술 고도화를 통해 공간정보 외 관련 산업생태계를 조성하고 이를 발판으로 전략적 홍보 및 수출지원 기술구성 및 운영

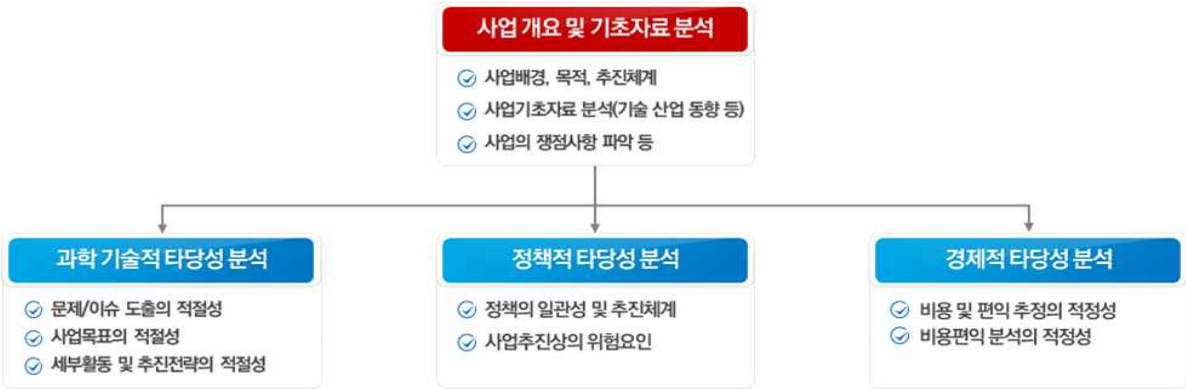
4. 사전타당성 검토

4-1 사전타당성 분석 방법론

1) 개요

가. 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석 수행

○ 「사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획」을 위한 사전타당성 분석을 위해 기획내용에 대한 사업개요 및 기초자료를 바탕으로 과학기술적, 정책적, 경제적 예비타당성 분석



<그림 81> 사전타당성 분석 프로세스

2) 부문별 사전타당성 분석 방향

가. 과학기술적 타당성 분석

○ 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성을 위한 주요 검토대상과 세부 검토내용을 설정하여 과학 기술적 타당성 분석 수행

<표 46> 과학기술적 타당성 분석의 주요 검토대상 및 세부 내용

주요 검토 대상		세부 내용
문제/이슈 도출의 적절성	문제/이슈 식별과정의 적절성	• 문제/이슈를 식별하기 위한 조사(관련 분야 현황예측조사 및 현안진단을 위한 설문 등) 활동의 적절성과 식별 또는 발굴된 문제/이슈의 '과정'과 '문제 정의'의 적절성 검토
	문제/이슈 정의 및 국가 R&D 사업추진 필요성	• 식별된 문제/이슈를 해결하기 위한 별도의 효율적인 대안 검토 및 국가 R&D 사업 추진 필요성과 중요성 검토
사업목표의 적절성	사업목표와 해결해야할 문제/이슈와의 연관성	• 사업목표와 해결할 문제와의 개념설계 및 연관관계의 부합성을 검토
	사업목표의 구체성 및 성과지표의 적절성, 수혜자 표적화 검토	• 사업목표의 구체성 및 효과성을 측정하기 위한 성과지표, 수혜자 표적화의 적절성을 검토
세부활동 및 추진전략의 적절성	세부활동과 사업목표와의 연관성	• 적절한 수준의 세부활동 도출 여부 및 사업목표와의 논리적 연계성 등을 검토
	세부활동 도출, 성과지표 설정, 세부활동 기간 추정 및 시간적 선후관계의 적절성	• 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계의 논리성 및 연구개발 특성을 고려한 추진전략 제시 여부에 대해 검토

나. 정책적 타당성 분석

○ 정책의 일관성 및 추진체계, 사업추진상의 위험요인에 대한 검토대상과 세부 검토내용을 설정하여 정책적 타당성 분석 수행

<표 47> 정책적 타당성 분석의 주요 검토대상 및 내용

주요 검토 대상		세부 내용
정책의 일관성 및 추진체계	상위계획과의 부합성 검토	• 동사업의 목표, 전략 및 세부 기술분야의 특성과 관련된 정부의 법정계획을 도출한 후 계획과의 부합성을 검토
	사업 추진체계 및 추진 의지 검토	• 사업 추진주체와 수행기관, 유관부처·기관 등 각 주체 간의 역할분담 및 협조체계, 그리고 효율적인 사업 운영방안 등과 함께 각 주체들의 사업 추진의지를 판단함 • 국토교통부의 사업 준비 정도, 유관부처들과의 협력체계 등을 바탕으로 사업 추진의지와 수혜자들의 선호도를 판단 • 주관부처의 역할 위임, 주관 연구기관 선정 기준, 목표 달성을 위한 관리체계 등을 평가
사업추진상의 위험요인	재원조달 가능성 검토	• 정부의 중장기 R&D 투자전략과 제출된 민간의 참여의향서를 통해 총사업비 중 정부 및 민간 부담분에 대한 조달 가능성을 분석함
	법·제도적 위험요인 검토	• 법·제도적 측면에서는 동 사업의 연구내용과 관련한 현행 법률들을 분석하여 유의하여야 할 내용을 조사하여 제시함

다. 경제적 타당성 분석

○ 사업추진에 소요되는 비용과 예상되는 편익을 추정하고, 비용/편익 분석을 수행하여 경제적 타당성 분석 수행

<표 48> 경제적 타당성 분석의 주요 검토대상 및 내용

주요 검토 대상		세부 내용
비용추정	총사업비 구성, 비용규모, 총비용 추정의 적정성	• 전체 사업 기간 내에 소요되는 비용으로 국가 전체 차원이 아닌, 동 사업 기준 총 사업비와 사업 기간 내와 이후 편익발생의 모든 기간을 고려한 국가 전체 차원의 소요비용인 총비용을 도출함
편익추정	편익추정의 적정성	• 사업부처가 제출한 경제성 분석 내용을 검토하고, 부적절한 가정 및 항목에 대한 조정을 통해 동 사업의 편익을 산정
비용편익 분석	비용편익 분석의 적정성	• 사업 시행에 따른 수요를 추정하여 편익을 산정한 결과와 해당 사업의 운영에 필요한 모든 경비를 합하여 산정한 총비용의 결과를 통해 비용편익분석을 수행 • 할인율에 따른 민감도 분석 수행

4-2 과학기술적 타당성 분석

1) 문제/이슈 도출의 적절성

가. 문제/이슈 식별과정의 적절성

(1) 문제/이슈 식별 및 도출 과정 및 주요 내용

(가) 문제/이슈 식별 및 도출 과정

○ '기술정의 및 사업추진방향 정립'을 통하여 기획연구의 문제/이슈 식별 및 도출

- (동향분석을 위한 원시데이터 수집) 문제/이슈 식별을 위하여 PEST 분석을 수행, 핵심 키워드를 선정하여 논문·특허자료 수집
- (글로벌 기술 트렌드 및 환경변화 분석) 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 핵심 기술 도출, 기술수요 현황 및 기술개발 범위 설정 등 기초자료로 활용하기 위하여 1차 기술 수요조사 실시
- (미래 이슈 도출 및 기술적 수요 도출) 1차 기획위원회를 통해 입체격자 고도화 기술 정의, 후보 기술 스크리닝 및 그룹핑을 실시하였으며, 1차 총괄위원회를 통해 사업추진 방향 및 요소기술을 검토하여 확정
- (현황 종합 및 SWOT 분석) PEST 분석, 논문 및 특허 동향분석, 1차 기술수요조사 분석 결과, 1차 기획위원회와 1차 총괄위원회의 의견을 종합을 위한 SWOT 분석 수행
- (문제/이슈 도출 및 대응전략 제시) SWOT 분석결과를 바탕으로 미래 문제/이슈를 도출, 현황 종합 및 문제/이슈에 대한 대응전략을 제시

<그림 82> 기획연구의 문제/이슈도출과정

(나) 문제/이슈 주요 내용

○ (PEST분석) 본 기획연구를 위한 거시적 환경분석을 위해 PEST분석을 통하여 국내외 정책/경제/사회/기술에 대한 동향을 분석하고, 그 결과를 저장·관리, 분석·시각화, 공개·공유, 실증 사업화 측면에서 시사점을 도출

<표 49> PEST 분석을 통한 시사점 도출

구분	국내 현황	국외 현황	주요 시사점
P (정책)	▪ D.N.A. 정부정책에 따라 국토·도시에 대한 디지털 트윈 사업의 추진 활성화 ▪ 3D 시각화 시뮬레이션 등 디지털 트윈 요소기술 R&D 사업 추진 계획 ▪ 탄소중립도시를 위하여 디지털 기반의 기술개발 과제 기획 추진 중	▪ 영국 등 주요 국가들은 디지털 트윈을 핵심기술로 하여 관련 정책을 적극적으로 추진 중 ▪ 공간정보와 융복합된 과학기술 및 서비스 개발 추진 중 ▪ '위치데이터 프레임워크 개발', 'Agenda CPS' 등의 정책 추진 중	▪ 국가 주도의 데이터 기반 활성화 정책 수행 중 ▪ 디지털 인프라 구축 및 CPS 정책 수립 지원 ▪ 디지털 트윈 기술의 핵심 인프라인 공간정보 분야 정책의 활성화
E (경제)	▪ '20년 공간정보산업 매출액이 10조원대 규모로 성장하였으며, 29.1조원('25년), 51조원('30년)으로 예측 ▪ AI 분야는 IoT 플랫폼과 함께 연평균 성장률 33.1%로 예측	▪ 공간정보 분야는 215억 달러('27년)로 예측 ▪ 공간정보분석 AI 분야는 연평균 성장률 24%로 예측	▪ 국내외 공간정보기술 시장의 성장률이 지속해서 상승 ▪ 대면 환경의 디지털 트윈화를 위한 국토정보 구축 및 활용시장 확대
S (사회)	▪ 4차 산업혁명과 디지털 대전환 등 변화된 정부 정책 기조에 대응하기 위한 국가 R&D 연구개발 수요 증대 ▪ 3차원 공간정보와 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야와의 융복합 기술개발을 통해 시급한 사회문제를 해결하기 위한 정부의 의지 및 관심 증대	▪ 국가 차원에서 코로나 19에 신속히 대응하기 위한 언택트 기술개발 장려 ▪ 경제·사회 전반에 비대면 환경으로의 디지털 대전환 추진 ▪ 대면 환경에 대한 가상화 기술 수요가 급속히 성장함에 따라 공간정보 가치가 증대되면서 연계·공유에 대한 중요성이 커지고 있음	▪ 기후변화 및 질병으로 인한 재난재해를 신속하게 대응하기 위해 대면 중심의 정부 행정 서비스가 비대면 중심으로 전환 ▪ 국가 차원에서 관련 ICT 기술을 신속하게 적용하기 위한 정부의 의지와 관심이 증대 ▪ 3차원 공간정보는 공공/민간기업 환경의 디지털 트윈화를 위한 핵심데이터로 간주 되고 있어, 데이터 구축 및 활용기술에 대한 수요 급증
T (기술)	▪ 디지털 국토정보기술, 시뮬레이션 분석 기술 등 디지털 트윈 미래 핵심기술 개발 추진 중 ▪ 빅데이터 활용 기술 수준이 낮고, 예측 및 이종데이터 분석 기술은 초기 단계	▪ 글로벌 기업들이 디지털 트윈, 메타버스 등의 솔루션을 개발하여 경쟁 우위 확보 ▪ Geo-AI, 블록체인, 증강현실 데이터를 활용한 데이터 분석 기술개발 추진 중	▪ 이종데이터 간의 분석 및 AI 등 신기술을 활용한 데이터 분석 기술이 개발되고 있음 ▪ 공간정보 외 여러 분야에서 AI 기술을 접목한 기술개발 진행 중 ▪ 디지털 트윈 수요를 뒷받침 할 수 있는 기술 마련을 통해 선도국과의 기술격차 완화 필요

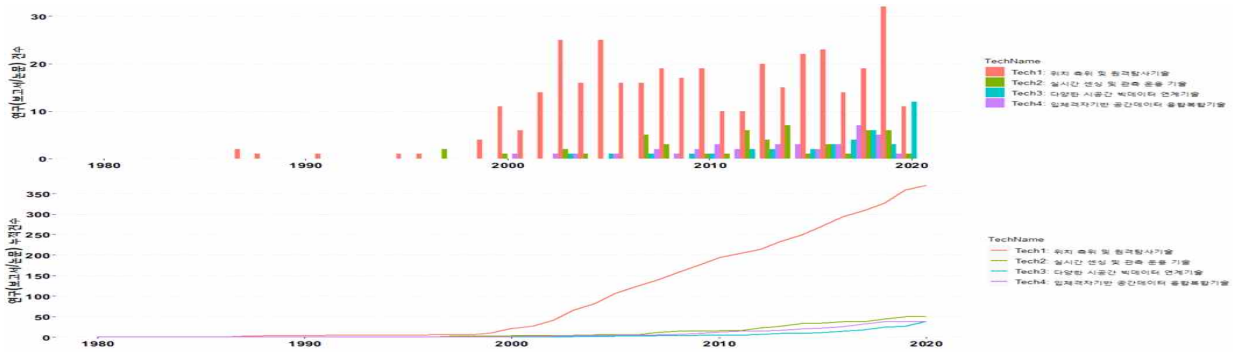
주요 시사점	
저장·관리	▪ 대용량의 공간정보 융복합 데이터를 경량화하여 다양한 분야에서 실시간 활용이 가능한 기술개발 필요
분석·시각화	▪ 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야의 고도화된 분석 기술과 입체격자 기술 간의 융복합을 지원하는 제반 기술 마련이 시급
공개·공유	▪ 공공/민간기업의 디지털 트윈화를 지원하기 위하여 3차원 공간정보의 효율적이며 체계적인 공개·공유환경 조성 필요
실증·사업화	▪ 기후변화 및 전염병 등으로 인한 재난재해를 신속하게 대응할 수 있는 공공기술개발 및 실증·사업화가 시급

❍ (논문 및 특허 동향분석) 저장·관리, 분석·시각화, 공개·공유, 실증 사업화 측면에서 입체격자 고도화를 위한 18개의 요소기술을 정의, 18개 요소기술을 대표하는 검색 키워드를 설정하여 관련 연구(보고서/논문)와 특허를 수집 및 분석하여 해당 요소기술의 주요 이슈 및 기술수요 특성을 파악

<표 50> 국내외 연구 및 특허 동향분석 주요 내용

❍ (국내외 연구 동향) 저장 · 관리, 분석 · 가시화, 공개 · 공유, 실증 · 사업화 기술 부문과 관련된 국내외 보고서 및 논문을 수집하여 분석하였으며, 저장 · 관리 기술 부문에서 가장 활발한 연구가 진행되고 있음

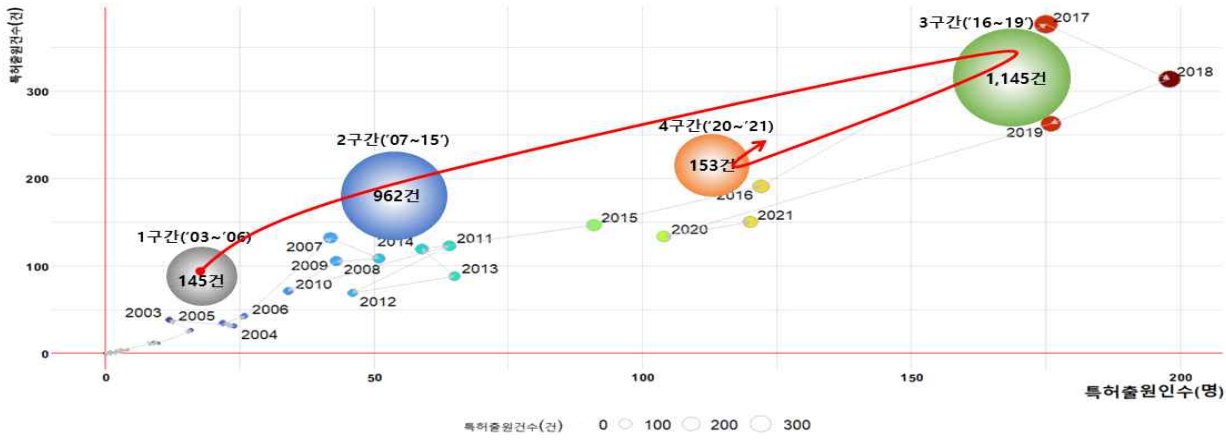
- 저장 · 관리 기술 부문은 위치 측위 및 원격탐사기술이 상대적으로 많은 비중을 차지
- 2000년대를 기점으로 실시간 센싱 및 관측 운용기술 관련 연구가 지속적으로 증가
- 2010년대를 기점으로 시공간 빅데이터 연계기술과 입체격자기반 공간데이터 융합복합기술 관련 연구가 지속적인 성장세를 보임



< 저장·관리 기술 부문의 연구 동향 >

❍ (국내외 특허 동향) 국내외 특허기술의 성장단계를 분석한 결과, 1구간에서 3구간까지 출원인수, 출원 건수가 지속적인 성장세를 보였으나, 4구간에서는 다소 약화된 성장세를 보임

- 4구간의 약세는 코로나-19에 따른 영향으로 판단되며 향후 디지털 트윈, AI, 메타버스 등 디지털 비대면 시장이 확대됨에 따라 관련 출원 건수는 다시 증가할 것으로 예상함



< 국내외 특허기술 성장단계 >

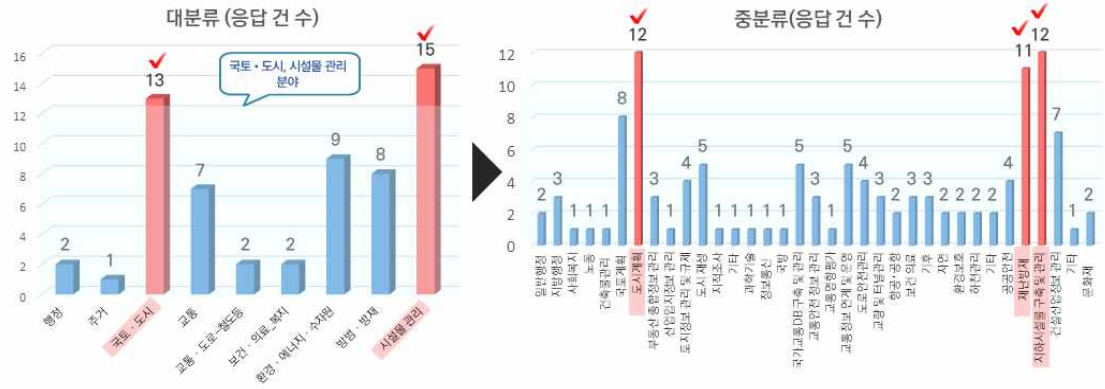
주요 시사점

❍ 디지털 비대면 시장이 확대됨에 따라 입체격자기술의 고도화를 위하여 공간 빅데이터, AIoT, Geo-AI, 디지털 트윈, 메타버스 등 신기술 분야와의 융복합 기술개발을 위한 최신 연구 및 특허 동향 반영 필요

❍ (1차 기술수요조사) 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술 도출, 기술 수요 현황 및 기술 개발 범위 설정 등 기초자료로 활용하기 위하여 1차 기술수요조사 수행 및 분석

- 1차 기술수요조사의 주요 조사 내용은 1) 입체격자기술 인지도 및 필요성 조사, 2) 입체격자기술 고도화를 위해 개발되어야 하는 기술수요조사, 3) 입체격자기술 관련 현 업무와의 연관성 조사를 수행
- 저장·관리, 분석·시각화, 공개·공유, 실증 사업화 측면에서 18개의 요소기술의 중요도와 긴급도를 조사분석하여 입체격자기술의 고도화를 위한 부문별, 단기적/중기적/장기적 기술수요특성을 도출

<표 51> 1차 기술수요조사의 주요 내용



< 입체격자기술 활용 계획 및 분야 현황 >

< 입체격자기술의 고도화를 위한 부문별 기술수요특성 >

주요 시사점

❍ 국토·도시(도시계획, 국토계획, 도시재생), 교통(국가교통DB구축 및 관리, 교통정보 연계 및 운영), 시설물 관리(지하시설물 구축 및 관리, 건설산업정보 관리), 방범 ·방재(재난방재, 공공안전) 분야를 중심으로 입체격자기술 실증 및 활용 모델 개발이 요구됨

❍ 특별히, 분석 가시화 부문이 현재/향후 업무 활용을 위한 연관성이 가장 높은 비중을 차지하여 해당 기술수요특성이 반영된 기획이 요구됨

❍ (선행과제 검토) 1차 기획위원회를 통하여 입체격자기술 고도화가 필요한 선행과제의 연구성과물 9종을 선별하여 해당 성과의 주요 내용 및 한계점, 기술 고도화를 위한 대응 방향을 설정

<표 52> 선행과제 검토 주요 내용

구분	선행과제 성과	선행과제의 한계점	대응 방향
저장·관리	3차원 입체격자체계 표준화 및 데이터모델	• 정형 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장 표준화 개발	▸ 입체격자 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보 필요
	기구축 공간정보의 입체격자 DB 변환 기술	• 기구축 공간정보에 대한 격자 변환 기술만 지원, 센서 데이터의 격자 변환 기술은 다루지 않음	▸ 다양한 원시데이터의 신속한 입체격자화 및 경량화 기술개발 필요
	3차원 입체격자 저장 기술	• 파일 시스템 기반의 데이터 저장 구조로 다양한 데이터와의 연계 구현이 어려움	▸ 다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술 필요
	공간격자 위치/속성정보 검색 기술	• 격자 내 위치, 속성정보 검색만 지원	
분석·가시화	3차원 입체격자 가시화 기술	• 격자 내 속성을 이용한 가시화 서비스 지원	▸ 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 기하/속성 분석기술 개발을 통한 기존 분석 기능 확장 필요
	공간격자 Auto Scaling 기술	• 래스터 데이터만 Auto Scaling 기술 지원	
	3차원 입체격자(3D Raster) 분석 기술	• 격자 내 래스터 데이터에 대한 Boolean 연산만을 지원하여 격자간, 다른 격자 레이어와의 연산 지원이 미흡	
공개·공유	데이터 통합 지원 기술	• 서비스 기반의 Restful 형식 API 제공으로 기본적 데이터 서비스 체계 지원	▸ 입체격자 활용서비스 적용을 위한 시범데이터의 구축 및 공개·공유기술 개발 필요
서비스 실증·사업화	국토 통합관리 실증서비스 (미세먼지 모니터링 서비스, 도심 수위(침수) 현황 모니터링 서비스)	• 개념 모형 및 구현 가능성 실증 중심의 서비스 모델 개발로 현장적용에 한계가 있음	▸ 사용자 활용서비스의 지속적인 모의실험을 통하여 점진적인 연구성과의 개선을 지원하는 테스트베드 구축 및 운영 필요

주요 시사점	
저장·관리	▪ 기 성과의 고도화를 위한 최신 표준 기술적용, 다양한 원시데이터의 입체격자화 및 경량화, 신속한 저장·관리·검색을 위한 자동화 기술개발 필요
분석·시각화	▪ 입체격자를 기반으로 3D 벡터/래스터 데이터의 기하/속성정보를 분석하기 위한 고도화 기술 필요
공개·공유	▪ 입체격자 활용서비스 적용을 위한 시범데이터 구축 및 공개·공유 기술개발 필요
실증·사업화	▪ 모의실험을 통한 점진적인 연구성과 개선을 위한 테스트베드 구축 및 운영 필요

(다) 문제/이슈 정의 및 국가 R&D 사업추진 필요성

❍ SWOT 분석을 통하여 내·외부 환경의 문제/이슈를 식별 및 정의, 국가 R&D 사업추진의 필요성과 주요 대응전략을 반영하여 입체격자 고도화 기술개발 방향 설정

<표 53> SWOT 분석을 통한 국내외 현황 종합 및 입체격자 고도화 기술개발 방향 설정

내부 환경 \ 외부 환경	기회(O)	위협(T)
	• 4차 산업혁명으로 공간정보의 중요성 증대 및 국내외 공간정보 산업 시장의 지속적인 성장 추세 • 공간정보 분야 국가경쟁력 확보를 위한 정부의 의지 및 관심 증가 • 공간정보와 디지털트윈, AI 등 신기술 분야와 융복합으로 신기술 수요 증대	• 디지털트윈, 자율주행 등 3차원 공간정보 분야의 국제적 기술경쟁 치열하여 국내기술 경쟁력 확보 시급 • 공간정보 분석, Geo AI 등 해외 기업의 기술 및 시장 지배력 확대 • DGGS 등 입체격자 관련 기술 의 ISO, OGC 국제표준화에 대응하기 위한 국내 기술개발 시급
강점(S)	**SO 전략**	**ST 전략**
• 선행사업을 통한 3차원 공간 통합관리를 할 수 있는 입체격자 관련 원천기술 보유 • 지상-지하-공중 공간정보의 통합관리에 적용 가능한 입체격자 원천기술 확보 • 미세먼지, 도심수위, 모빌리티 등 입체격자 기반 실증서비스 개발 경험 보유	• 신기술 분야와의 융복합 기술개발과 시급한 사회문제 해결을 위한 입체격자 고도화 기술 활용 • 선행사업 성과를 고도화하여 공중-지상-지하 공간데이터의 연계 통합을 위한 실용화 및 사업화 추진 • 디지털 트윈 활성화를 위한 정부 정책 기조에 대응하여 디지털 트윈국토 플랫폼과 디지털 뉴딜 데이터의 연계활용	• 선행사업 성과를 기반으로 기술환경변화에 유연하게 대응, Geo-AI 등 신기술 적용을 통한 확장 가능한 입체격자 고도화 기술 확보 • ISO, OGC 국제표준화에 대응하는 입체격자 표준기술개발과 표준화된 기술성과의 확산을 통하여 국토정보의 고도화 및 기술혁신 여건 조성 • 기후변화에 신속하게 대응하여 국토안전 및 그린국토를 실현하기 위한 입체격자 실용화 기술개발
약점(W)	**WO 전략**	**WT 전략**
• 선행사업의 입체격자 기술은 초기 단계로 현실에 바로 적용하기엔 기술 수준 미흡 • 지상-지하-공중 등 데이터 연계·통합 및 분석·시각화 기술개발 어려움에 따른 기술적 장벽이 높음 • 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족	• 입체격자기술과 융복합 신기술 간의 접목을 통하여 기존 공간정보 산업의 기술혁신 및 국토정보의 디지털 대전환을 위한 계기 마련 • 기존 2D 기반 공간정보기술의 기술적 한계 극복, 디지털 시뮬레이션 분석 및 3D 기반 신산업 경쟁력 확보 계기 마련 • 입체격자기술을 기반으로 3차원 공간 데이터 맞춤형 공개공유 기술개발 및 디지털트윈 데이터의 맞춤형 공개공유 생태계 기반조성	• 입체격자기술 고도화, 실용화 및 사업화를 통해 해외기술에 대한 의존도와 기술개발 장벽을 낮추기 위한 핵심기술 개발 • 입체격자기술 고도화 성과를 민간부문에 기술이전 하여 기술생태계 및 공간정보 중소기업의 기술경쟁력 확보를 위한 기반조성 • 입체격자기술 고도화 성과의 기술개선과 활용 활성화를 위한 체계적인 입체격자 기술로드맵 및 육성정책 마련

구분	문제/이슈 정의	국가 R&D 사업추진 필요성
저장·관리	• 입체격자 데이터 모델의 이론적 기술적 구현 및 실증 수준의 기술을 현장 적용을 위한 실용화 기술로의 적용 필요	**(표준화) 입체격자 표준화 기술 필요** ▸ 입체격자 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보 필요
	• 적용 가능한 입체격자기술의 공간데이터가 3차원 벡터/래스터에 국한되어 활용의 저변 확대를 위한 기술 개선 필요	**(자동화 및 경량화) 다양한 원시데이터 적용 필요** ▸ 다양한 원시데이터의 신속한 입체격자화 및 경량화 필요
	• 파일 시스템 기반의 입체격자 저장·관리·검색 기술로 인하여 다양한 형식의 데이터 적용에 한계가 있음	**(고도화) 다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술 필요** ▸ Hybrid 기반의 입체격자 저장·관리·검색 기술 고도화 필요
분석·시각화	• 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족	**(체계화) 다양한 3차원 기하정보의 입체격자 분석 기술 필요** ▸ 입체격자를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 필요
	• 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 분석시각화를 위한 지원기술 부족	**(융합화) 실시간 센서데이터 분석·활용 기술 필요** • 입체격자 데이터와 Geo-IoT 센서데이터 간의 정보융합 기술개발 필요
	• 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원기술 부족	**(지능화) 인공지능 기술 적용을 위한 공간정보 지능화 기술 필요** ▸ 공간패턴을 체계적으로 기계 학습할 수 있는 지능화 기술개발 필요
실증·사업화	• 입체격자기술의 특장점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델이 없음	**(공개·공유) 공중-지상-지하공간정보의 연계·통합·활용기술 개발 필요** ▸ 공중-지상-지하 공간데이터의 연계·통합을 위해 입체격자를 활용하기 위한 응용기술 및 서비스 모델 개발 필요
	• 파일 기반의 입체격자 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성	**(연계·통합) 입체격자 데이터의 효율적인 공개·공유 기술 필요** ▸ 입체격자 활용서비스 적용을 위한 시범데이터의 구축 및 공개·공유기술개발 필요
	• 입체격자 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융복합을 통해 입체격자기술의 특장점 발견 및 점진적인 개선 필요	**(실증·사업화) 실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영 필요** ▸ 사용자 활용서비스의 지속적인 모의실험을 통하여 점진적인 연구성과의 개선을 지원하는 테스트베드 구축 및 운영 필요

주요 대응전략을 반영하여 입체격자 고도화 기술개발 방향 설정

❍ (저장·관리) 입체격자 표준화 및 전처리 저장 관리 검색 자동화를 위한 고도화 기술 개발 필요

❍ (분석·시각화) 입체격자 기반 시공간 분석 및 정보융합 지능화 기술개발 필요

❍ (실증·사업화) 입체격자 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화기술 개발 필요

2) 연구목표의 적절성

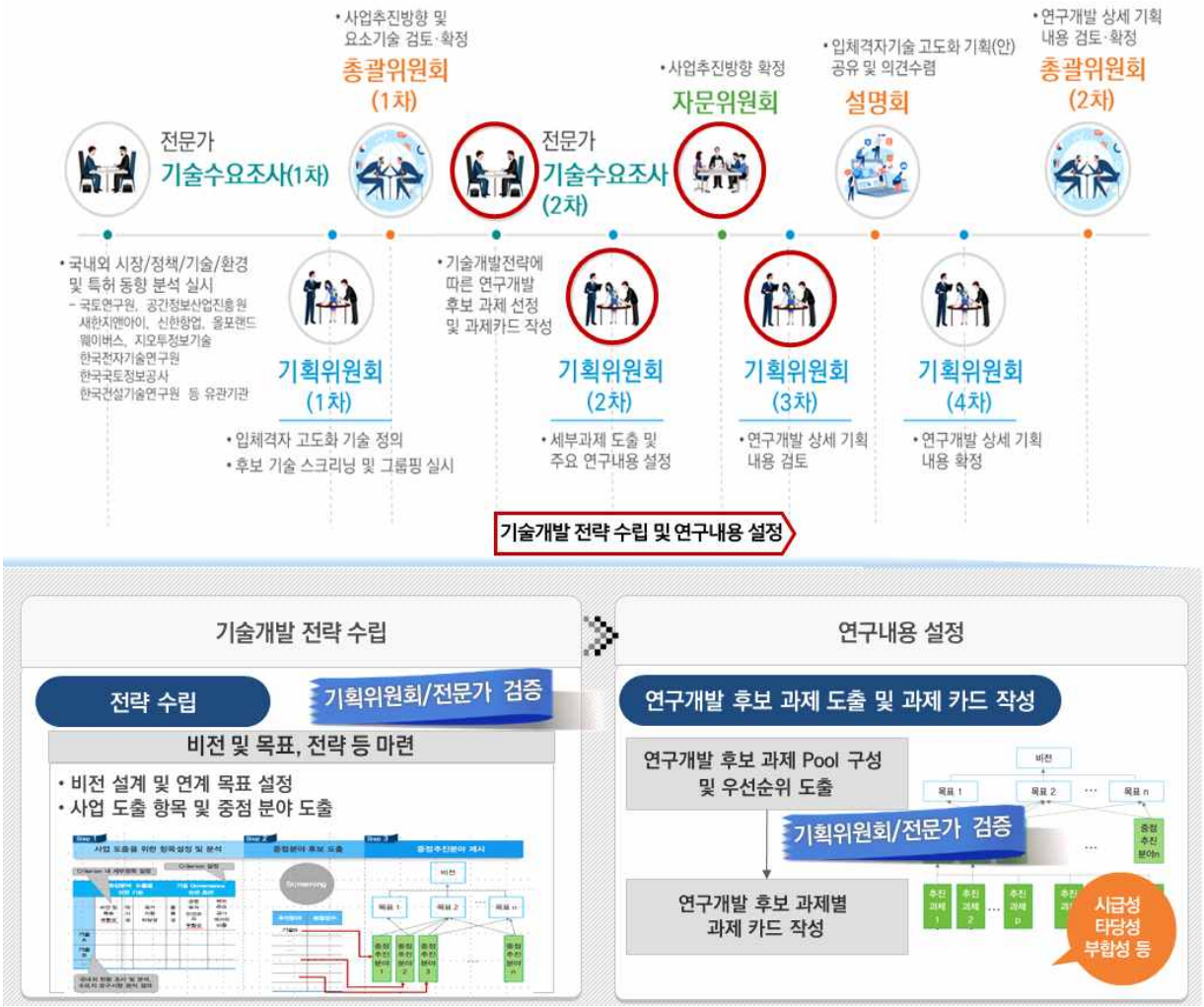
가. 연구목표 설정의 적절성

(1) 연구목표 설정 과정 및 주요 내용

(가) 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정 과정

○ 사업추진방향 정립을 통하여 기술개발 전략을 수립, 기획연구 중점분야 도출, 해당 중점분야에 대한 연구개발 후보 과제 카드 작성 및 Pool 구성을 통해 주요 연구내용 설정

- (기술개발 전략수립) 기술 정의 및 사업추진방향 정립을 통하여 도출된 미래 이슈와 기술수요 분석결과를 기반으로 3차원 입체격자기술 고도화 개념, 정의, 범위 검토 및 세분화
- (연구내용 설정) 기존 입체격자체계 연구성과물의 기술 수준과 현황 분석결과를 기반으로 새롭게 변화된 연구개발 환경 및 최신 기술개발 트렌드를 반영, 2차 전문가 기술수요조사, 자문위원회, 2~3차 기획위원회를 통하여 연구개발 과제카드 작성 및 후보과제선정에 대한 심층 논의를 통해 주요 연구내용 설정



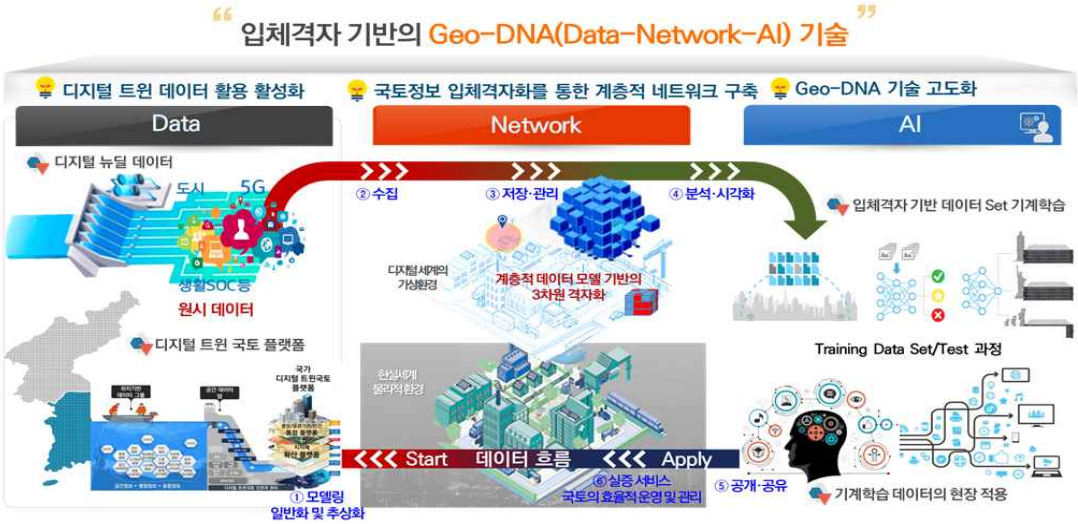
<그림 83> 기획연구의 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정

(나) 연구목표와 해결해야 할 문제/이슈와의 연관성

❍ (기술개발 전략수립) 입체격자 고도화 기술 개념으로 Geo-DNA(Data-Network-AI) 기술을 정의, 정의된 기술 개념을 구체화하기 위해 현재 해결해야 할 문제/이슈와 연구개발사업을 통해 최종적으로 달성하고자 하는 연구 비전 및 목표를 제시

<표 54> 기술개발전략 주요 내용

입체격자 고도화 기술 개념 정의



❍ '입체격자 고도화 기술'이란 국토부의 공중/지상/지하 디지털 트윈 데이터와 디지털 뉴딜 데이터의 유기적·입체적 데이터 연계활용을 위한 저장·관리, 분석·시각화, 공개·공유 기술 고도화 및 실용화 기술

기술개발 전략수립

❍ 비전: 국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도

❍ 연구목표: 입체격자체계 활용 기술개발을 통한 국토정보 효율성 증진 및 가치 증대

세부목표	현재 주요 문제/이슈		사업 후
국토정보 데이터 표준화 및 효율화	데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 **데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감**		
	· 3차원 공간정보 저장 및 분석 시 관련 표준이 없어 전/후처리를 위한 데이터 변환 및 중복 구축비용 증대	➡	· 데이터 모델 표준 및 분석모델 표준을 제시하여 데이터 재사용에 따른데이터 전/후처리 가공 비용 30% 이상 절감
국토정보 경량화	모바일 및 모빌리티 **서비스 활용 기기 30% 이상 확대**		
	· 데스크탑 중심의 활용에 따라 모바일 서비스를 위한 데이터 경량화 작업 요구	➡	· 모바일 및 모빌리티 서비스 대상 기기 30% 이상 확대
국토정보 활용범위 확대	맞춤형 고정밀, 고화질 **3차원 데이터 20% 이상 확대**		
	· 2차원 주제도와 3차원 건물 및 시설물 모델 데이터 중심의 공간정보 활용	➡	· BIM, PointCloud, 비정형 데이터 등 맞춤형 고정밀, 고화질 데이터 20% 이상 확대
국토정보 활용서비스 확대	지능화 분석기술 확장에 따른 **서비스 활용성 30% 이상의 확대**		
	· 3차원 데이터의 단순 정보검색 및 가시화 위주의 육안 분석	➡	· 3차원 데이터의 디지털 시뮬레이션 분석 등 지능화 분석기술 확장에 따른 서비스 활용성 30% 이상 확대

❍ (연구내용 설정) 기술개발 전략을 기반으로 2차 전문가 기술수요조사, 자문위원회, 2~3차 기획위원회를 통하여 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 중점 기획영역 식별, 3개 핵심과제 정의 및 세부 후보 과제를 도출

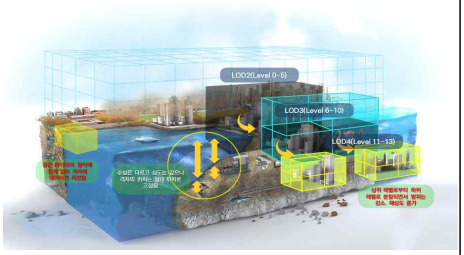
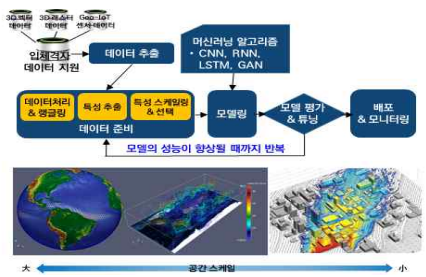
- 선행과제의 고도화가 필요한 요소기술을 포함하여 표준화에서 실증·서비스에 이르기까지 각 단계에 대응하는 고도화 요소기술 도출
- 기획위원회를 통하여 도출된 고도화 요소기술을 기반으로 21개의 제안과제 Pool을 도출, 이를 종합하여 3개 핵심과제를 정의하고 8개 세부 후보 과제를 도출

<그림 84> 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 중점 기획영역 식별, 핵심과제 정의, 세부 후보 과제 도출 과정 및 주요 내용

(다) 연구목표의 구체성

❍ 입체격자 성숙도 레벨을 정의하여 입체격자기술의 단계별 고도화 수준을 구체화하고, 정의된 성숙도 레벨을 기준으로 현재 수준에서 최종 목표 수준 달성을 위해 요구되는 주요 성과지표와 향후 수준(모습)의 주요 내용을 제시

<표 55> 입체격자 성숙도 레벨 정의

Level 1 **(입체격자 이론적 데이터모델 기술구현)**	 (선행과제) 입체격자체계 개념 및 범위 등 정의, 기술구현 가능성 실증	• 입체격자 기반 위치기준체계에 대한 표준 또는 지침 제정 부재 • 입체격자 개념·기술적 정의, 기준 좌표계, 범위 등 제시 및 실증 – 이론적 입체격자 데이터 모델의 기술적 구현 및 실증 – 3차원 벡터/래스터 공간데이터의 입체격자화 가능성 확인 및 실증 – 파일 시스템 기반의 입체격자 저장·관리·검색 기술개발
Level 2 **(입체격자 저장·관리·검색기술 표준화 및 자동화)**	 (예시) 디지털 트윈, 스마트시티 등 3차원 시공간 데이터의 입체격자분석 활용	• 시공간 빅데이터 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산기반 제공 – 입체격자 데이터 모델 표준화부터 수집–저장·관리–전처리 단계까지 국토정보, 실시간 센서 정보 등의 입체격자화 및 경량화 기술개발
Level 3 **(입체격자 기반 시공간 데이터 분석 고도화)**	 (예시) 입체격자를 기반으로 3차원 공간정보의 기하 데이터를 신속·정확하게 분석	• 다양한 3차원의 시공간 데이터를 입체격자를 기반으로 체계적으로 분석하기 위한 고도화 기술개발 – 3차원 벡터/래스터, 실시간 Geo-IoT 센서데이터의 입체격자 분석을 지원하는 시간·공간·속성 연산자 개발 및 분석기능 고도화
Level 4 **(입체격자 기반 공간데이터 융합 및 지능화)**	 (예시) 3차원 공간정보의 인공지능기술 연계활용 지능화 기술개발 및 활용	• 3차원 공간정보를 입체 격자화 하여 다양한 인공지능 알고리즘 적용 및 시뮬레이션 응용분석이 가능한 기술 플랫폼 환경 구축 – 연구개발 성과 이외에 다양한 응용서비스 기술을 체계적으로 적용하여 새로운 서비스 창출을 가능하게 하는 기술플랫폼 환경 구축

<표 56> 입체격자 성숙도 레벨에 따른 기획연구과제의 핵심과제별 현재 수준, R&D 수행 시 개선 수준, 향후 수준의 주요 내용

핵심 항목	현재 수준(모습)	R&D 수행 시 개선 수준(모습)		향후 수준(모습)
		'23년 수준	최종 목표 수준	
	~'22	'23	'27(종료연도)	'28(종료 이후)~
국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	- 이론적 입체격자 데이터 모델의 기술적 구현 및 실증 - 3차원 벡터/래스터 공간데이터의 입체격자화 가능성 확인 및 실증 - 파일 시스템 기반의 입체격자 저장·관리·검색 기술개발	- (대상) 3차원 벡터/래스터 입체격자화 기술 2종 - (운영방식) 파일 시스템 기반 - (검색지원) 격자 내 단순 검색만 가능 - (데이터 변환/관리) 시스템 고유의 데이터 포맷운영	- (대상) 3차원 벡터/래스터 입체격자화 기술개선 + 비정형 데이터 입체격자화 기술개발 • 3차원 벡터/래스터 입체격자화 기술의 경량화 및 자동화 기술 • 비정형 텍스트 입체격자화 기술 • 실시간 센서데이터 입체격자화 기술 - (운영방식) 다양한 형식의 이기종 데이터 운영을 위한 Hybrid 기반 저장 관리기술 개발 • 원시데이터의 특성에 따라 NoSql, In-Memory, Graph DB, RDB를 선별적으로 적용하여 다양한 이기종 데이터를 입체격자를 기반으로 운용 관리하는 기술 - (검색 지원) 원시데이터의 격자 인덱싱, 격자 내외간 공간/시간/속성 기반 검색 기술 개발 - (데이터 변환/관리) GML, GeoJson 등 표준 데이터 포맷으로 입체격자 데이터 변환/관리기술 개발	- 기술 환경 변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 오픈소스 기반의 기술플랫폼 • 입체격자화 표준 및 자동화를 지원하는 **오픈소스 SW 2종 개발** • 국토정보 경량화 지원 입체격자 기공·처리 **오픈소스 SW 2종 개발** - 다양한 형식의 DB 저장·관리·검색이 가능한 Hybrid 기반의 입체격자 DB 운용 • Hybrid 기반 입체격자 데이터 저장관리 **SW 4종 개발** - 원시데이터의 격자 인덱싱, 격자 내외간 공간/시간/속성 기반 검색 **SW 2종 개발** - 표준 데이터 포맷기반의 입체격자 데이터 변환/관리 **SW 2종 개발**
	입체격자 Level 1단계	→	입체격자 Level 4단계	
입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간 정보 융합 및 지능화 기술개발	- 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족 - 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 분석시각화를 위한 지원기술 부족 - 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원 기술 부족	- (공간분석) 3차원 래스터 데이터의 입체격자분석을 위한 기본기능 지원 - (센서데이터 분석) 지원기술 없음 - (지능화 분석) 지원기술 없음	- (공간분석) 3차원 벡터 및 래스터 데이터 기하 분석 기술개발 • 3차원 벡터(점/선/면/입체) 데이터의 연결성 분석 등 기하 분석이 가능한 입체격자 공간 연산자 구현기술 • 3차원 래스터(Voxel) 데이터의 격자 내외 기하 분석이 가능한 공간연산자 구현기술 - (센서데이터 분석) 위치 고정/이동형 Geo-IoT 센서데이터 모니터링 및 입체격자분석 기술개발 • 위치 고정형 실시간 센서데이터의 모니터링 및 변화 감지 이벤트 자동저장기술 • 위치 이동형 실시간 센서데이터의 모니터링 및 변화 감지 이벤트 자동저장기술 - (지능화 분석) 기계학습 데이터 자동화 구축 및 Geo-AI 알고리즘 적용기술 개발 • Geo-AI 분석을 위한 입체격자 후처리 및 기계학습 데이터 자동화 구축기술 • 오픈소스 기반의 Geo-AI 인공지능 학습 알고리즘 적용기술	- 단순 시각화에서 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 **오픈소스 SW 2종 개발** - 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 센서데이터 분석을 위한 **SW 2종 개발** - 3차원 공간데이터의 인공지능 기술 연계활용을 위한 지능화 **SW 2종 개발**
	입체격자 Level 1단계	→	입체격자 Level 4단계	
브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	- 입체격자기술의 특장점을 반영한 비즈니스모델이 없음 - 파일 기반의 입체격자 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성 - 입체격자기술을 손쉽게 활용하기 위한 서비스 구현기술 개발 필요	- (응용모델) 지상·지하 공간정보의 격자화 및 가시화 중심의 모델 개발 - (응용모델) 입체격자 기반 미세먼지 분포 가시화 중심의 모델 개발	- (응용모델) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술개발 및 실증시스템 구축 • 입체격자 기반 실내외 시설물 공간정보 유지관리기술 시뮬레이션 실증시스템 • 입체격자 기반 실내외 시설물 재난대응 시뮬레이션 실증시스템 - (응용모델) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술개발 및 실증시스템 구축 • 입체격자 기반 미세먼지 모니터링 및 시뮬레이션 실증시스템 • 입체격자 기반 도시유역 침수 모니터링 및 시뮬레이션 실증시스템	- 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 사업화 **비즈니스모델 4종 개발** - 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합 **실험 데이터 셋 4종 개발** - 입체격자기술의 실용화 및 사업화를 위한 **실증시스템 4종 개발** - 연구개발 성과 이외에 다양한 활용서비스 기술을 체계적으로 적용하여 **새로운 서비스 창출을 가능하게 하는 기술플랫폼 환경 구축**
	입체격자 Level 1단계	→	입체격자 Level 4단계	

(라) 수혜자 표적화

❍ (사용자 직업 유형별 수혜자 표적화) 주요 연구성과물의 수혜자를 기술숙련도, 일반/전문 사용자로 구분, 3개 핵심과제의 주요 연구성과물과 대응하여 수혜자 표적화 분석

- 핵심과제1과 핵심과제2를 통한 연구성과물의 경우 공공부문에서 공간정보 기술을 연구하거나 공간데이터 분석업무를 수행하는 연구자 및 데이터분석가, 민간 부문에서 공간데이터의 저장·관리 및 분석·시각화를 위한 전문 SW 개발 및 정보기술서비스를 제공하는 앱 개발자 또는 데이터과학자가 주요 수혜자가 될 것으로 판단됨
- 핵심과제3을 통한 연구성과물의 경우 입체격자기술의 실용화 및 사업화에 따른 실증시스템 및 활용서비스 제공을 통해 전문사용자뿐만 아니라 행정/연구기관의 일반 사용자들도 연구성과물을 손쉽게 활용할 수 있도록 주요 수혜자에 포함

<표 57> 기획연구과제의 핵심과제별 주요 연구성과에 대응하는 사용자 직업 유형별 수혜자 표적화

연구성과 수혜자 구분 / 주요 연구성과물 구분	기술숙련도	일반사용자				전문사용자			
	소속기관유형: 공공	행정기관		연구기관		전문연구기관			
	소속기관유형: 민간	일반국민		일반기업		전문기업			
	사용자 직업유형	일반시민	블로거	연구자	데이터분석가	프론트-엔드 웹개발자	앱 개발자	웹/앱 개발자	데이터과학자
[핵심과제1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발									
• 기술 환경 변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 오픈소스 기반의 기술플랫폼 - 입체격자화 표준 및 자동화를 지원하는 오픈소스 SW 2종 개발 - 국토정보 경량화 지원 입체격자 가공·처리 오픈소스 SW 2종 개발					○		○		○
• 다양한 형식의 DB 저장·관리·검색이 가능한 Hybrid 기반의 입체격자 DB 운용기술 개발 - Hybrid 기반 입체격자 데이터 저장관리 SW 4종 개발					○		○		○
• 원시데이터의 격자 인덱싱, 격자 내외간 공간/시간/속성 기반 검색 SW 2종 개발					○		○	○	○
• 표준 데이터 포맷기반의 입체격자 데이터 변환/관리 SW 2종 개발				○	○		○	○	○
[핵심과제2] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간 정보융합 및 지능화 기술개발									
• 단순 시각화에서 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 오픈소스 SW 2종 개발				○	○		○		○
• 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 센서 데이터 분석을 위한 SW 2종 개발				○	○		○		○
• 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계활용을 위한 지능화 SW 2종 개발				○	○		○		○
[핵심과제3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발									
• 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 사업화 비즈니스모델 4종 개발						○	○	○	
• 입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합 실험 데이터 셋 4종 개발					○		○	○	○
• 입체격자기술의 실용화 및 사업화를 위한 실증시스템 4종 개발					○		○	○	○
• 연구개발 성과 이외에 다양한 활용서비스 기술을 체계적으로 적용하여 새로운 서비스 창출을 가능하게 하는 기술플랫폼 환경 구축	○	○	○	○					○

❍ (공간정보산업 유형별 수혜산업 표적화) 주요 연구성과물의 수혜산업을 공간정보산업 유형별로 구분, 3개 핵심과제의 주요 연구성과물과 대응하여 수혜산업 표적화 분석

- 주요 연구성과물의 수혜산업은 공간정보 관련 출판 및 정보서비스업 중 1) 공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업, 2) 공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업, 3) 공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업을 주요 대상으로 함

<표 58> 기획연구과제의 핵심과제별 주요 연구성과에 대응하는 공간정보산업의 수혜산업 표적화

연구성과 수혜 산업 구분 / 주요 연구성과물 구분	공간정보 관련 제조업		공간정보 관련 도매업			공간정보 관련 출판 및 정보서비스업					공간정보 관련 기술 서비스업				공간정보 관련 협회 및 단체
	정보영상기기 및 품조업	인쇄 및 기록매체 복제업	지도, 서적 및 기타 인쇄물 도매업	정보·영상기기 및 용품 도매업	전산장비 및 소프트웨어 도매업	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 출판업	공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업	공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업	공간정보 관련 포털 및 인터넷 서비스업	공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	공간정보 관련 연구개발업	공간정보 관련 탐사 및 측량업	공간정보 관련 제도 및 지도 제작업	공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	공간정보 관련 협회 및 단체
[핵심과제1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발															
• 기술 환경 변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 오픈소스 기반의 기술플랫폼 – 입체격자화 표준 및 자동화를 지원하는 오픈소스 SW 2종 개발 – 국토정보 경량화 지원 입체격자 가공·처리 오픈소스 SW 2종 개발							○	○		○					
• 다양한 형식의 DB 저장·관리·검색이 가능한 Hybrid 기반의 입체격자 DB 운용기술 개발 – Hybrid 기반 입체격자 데이터 저장관리 SW 4종 개발							○	○		○					
• 원시데이터의 격자 인덱싱, 격자 내외간 공간/시간/속성 기반 검색 SW 2종 개발							○	○		○					
• 표준 데이터 포맷기반의 입체격자 데이터 변환/관리 SW 2종 개발							○	○		○					
[핵심과제2] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간 정보융합 및 지능화 기술개발															
• 단순 시각화에서 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 오픈소스 SW 2종 개발							○	○		○					
• 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 센서데이터 분석을 위한 SW 2종 개발							○	○		○					
• 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계활용을 위한 지능화 SW 2종 개발							○	○		○					
[핵심과제3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발															
• 입체격자를 기반으로 공중–지상–지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 사업화 비즈니스모델 4종 개발							○	○		○					
• 입체격자 기반 공중–지상–지하 공간데이터 연계·통합 실험 데이터 셋 4종 개발							○	○		○					
• 입체격자기술의 실용화 및 사업화를 위한 실증시스템 4종 개발							○	○		○					
• 연구개발 성과 이외에 다양한 활용서비스 기술을 체계적으로 적용하여 새로운 서비스 창출을 가능하게 하는 기술플랫폼 환경 구축							○	○		○					

3) 세부 연구 활동 및 추진전략의 적절성

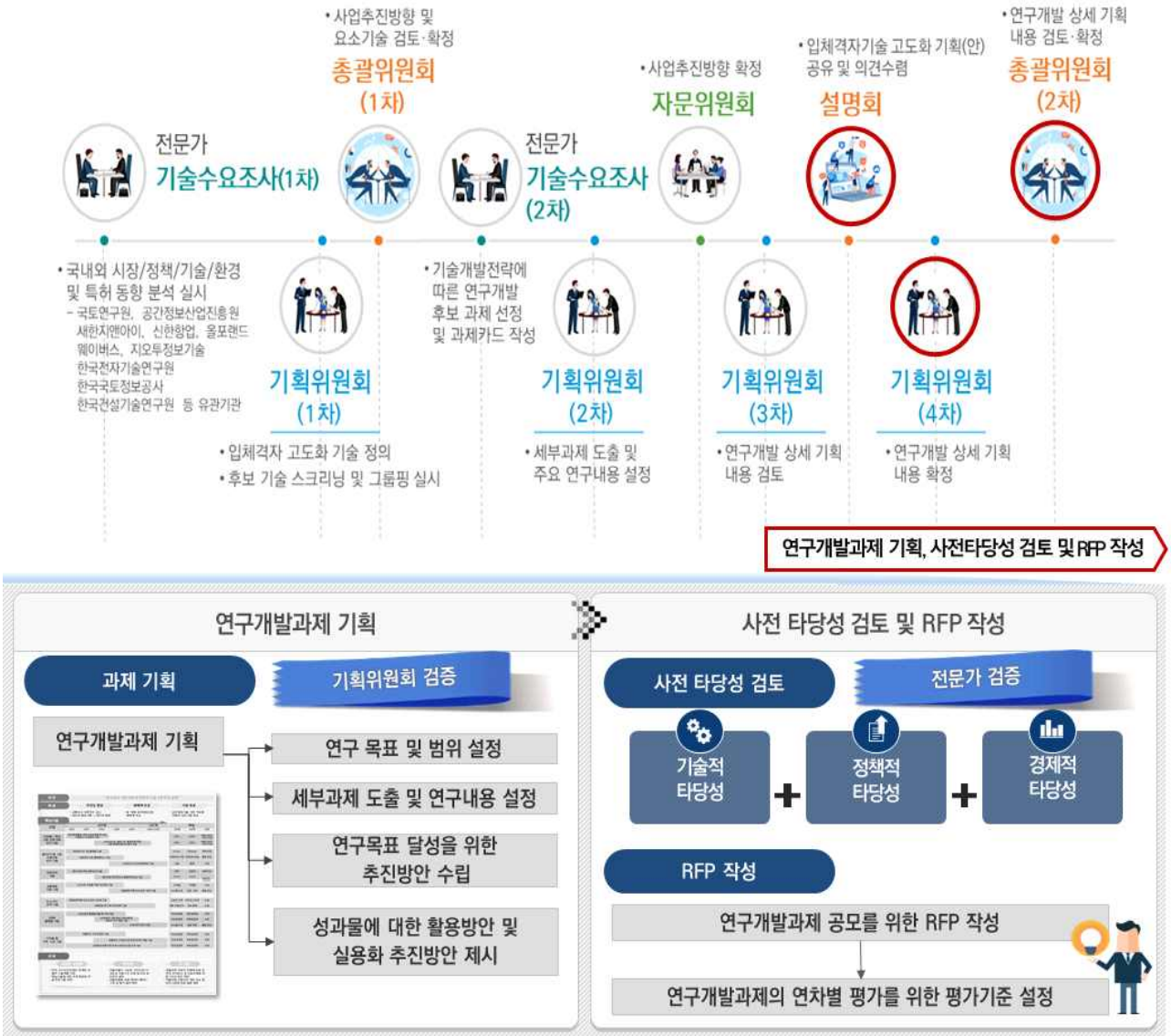
가. 세부 연구 활동 및 추진전략의 적절성

(1) 세부 연구 활동 및 추진전략 수립 과정 및 주요 내용

(가) 세부 연구 활동 및 추진전략 수립 과정

○ 세부 연구과제의 연차별·단계별 기술개발 로드맵, 성과로드맵, 인력투입계획 및 소요예산 제시

- (기술개발 로드맵) 세부 연구과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가 기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵에 반영
- (성과로드맵) 세부 연구과제별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정
- (인력투입계획 및 소요예산 산정) 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토



<그림 85> 기획연구의 세부 연구 활동 및 추진전략 수립 과정

(나) 세부 연구 활동과 성과목표, 사업목표, 비전과의 연관성

❍ 비전, 사업목표, 성과목표(핵심지표)와의 연관성을 고려하여 3개의 핵심과제, 8개 세부과제, 16개의 세세부 과제로 세부 연구 활동을 구성하고 그에 대응하는 36개의 주요 산출물을 정의

- 세부 연구 활동을 통한 36개의 주요산출물은 1) 국토정보 데이터표준화 및 효율화, 2) 국토정보 경량화, 3) 국토정보 활용범위 확대, 4) 국토정보 활용서비스 확대의 성과목표(핵심지표) 달성에 기여
- 4개 부문의 성과목표 달성은 1) 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 디지털 국토정보 혁신, 2) 입체격자 융합 및 자동화 기술개발을 통한 국토정보 가치 증대, 3) 입체격자 실증 및 사업화 기술개발을 통한 국토정보 실용성 증진으로 이어져 '국토정보 고도화를 위한 입체격자 체계 적용 및 활용 기술개발' 사업목표를 통해 최종적으로 '국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도' 비전을 달성하는 것으로 세부 연구 활동과 사업목표를 체계적으로 연계

<표 59> 세부 연구 활동과 성과목표, 사업목표, 비전과의 연관성

비전	**국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도**			
사업목표	**국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발**			
	입체격자 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 **디지털 국토정보 혁신**	입체격자 융합 및 지능화 기술개발을 통한 **국토정보 가치 증대**	입체격자 실증 및 사업화 기술개발을 통한 **국토정보 실용성 증진**	
성과목표 (핵심지표)	**(국토정보 데이터 표준화 및 효율화)**	**(국토정보 경량화)**	**(국토정보 활용범위 확대)**	**(국토정보 활용서비스 확대)**
	· 데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 **데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감**	· 모바일 및 모빌리티 **서비스 활용 기기 30% 이상 확대**	· 맞춤형 고정밀, 고화질 **3차원 데이터 20% 이상 확대**	· 지능화 분석기술 확장에 따른 **서비스 활용성 30% 이상의 확대**

[핵심과제1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

[1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발

[1-1-1] 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발
• 표준 데이터 모델, • 표준 서비스 모델

[1-1-2] 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시
• 기술개발 로드맵, • 개발 가이드 및 활성화 방안

[1-2] 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발

[1-2-1] 입체격자화 및 경량화 기술개발
• 정적(Static) 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술, • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 입체격자화 및 경량화 기술

[1-2-2] 전처리 자동화 기술개발

• 정적(Static) 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술, • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 입체격자 전처리 자동화 기술

[1-3] 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발

[1-3-1] 저장·관리 고도화 기술개발

• Hybrid 기반의 입체격자 분산· 저장·관리기술, • 다양한 데이터 포맷(GML,GeoJson 등) 변환·관리기술

[1-3-2] 정보검색 고도화 기술개발

• 시·공간·속성 데이터 다차원 검색처리기술, • 실시간 공간 센서 스트림데이터 검색처리 기술

[핵심과제2] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

[2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발

[2-1-1] 벡터 데이터 분석 기술개발

• 입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석 기술 개발, • 입체격자 기반 3D 벡터 네트워크데이터 (예: 정밀도로지도 등) 시공간 분석 기술개발

[2-1-2] 래스터 데이터 분석 기술개발

• 입체격자 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술 개발, • 고정밀 위성영상 데이터(예: 국토위성영상 데이터 등)의 입체격자 시공간 분석 기술 개발

[2-2] Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발

[2-2-1] 위치 고정형 센서데이터 입체격자화기술개발

• 위치 고정형 Geo-IoT 센서 데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발, • 위치 고정형 Geo-IoT 센서 데이터 (예: 시설물 CCTV 영상 데이터 등)의 입체격자 시공간 분석기 술 개발

[2-2-2] 위치 이동형 센서데이터 입체격자화기술개발

• 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터의 입체격자 연계 및 실시간 모니터링 기술개발, • 위치 이동형 Geo-IoT 센서 데이터 (예: 스마트 모빌리티 GPS 및 주행 영상 데이터 등)의 입체격자 시공간 분석 기술 개발

[2-3] Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발

[2-3-1] 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용기술개발

• Geo-AI 분석을 위한 입체격자 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축기술 개발, • 입체격자 기반의 인공지능 알고리즘 (예: CNN, RNN, LSTM,GAN 등) 적용기술 개발

[2-3-2] 입체격자 기반 Geo-AI 활용기술개발

• Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 구현기술 개발, • Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 (예: 기후변화, 도로건설 등에 따른 토지이용변화) 가시화 기술개발

[핵심과제3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

[3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발

[3-1-1] 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원기술개발

• 입체격자 기반 건축 시설물 데이터 연계·구축기술 개발, • 건축물 시설안전 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석기술개발, • 입체격자 기반 시설물 유지관리 시뮬레이션 실증시스템 개발

[3-1-2] 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응지원기술개발

• 입체격자 기반 실내 시설물 데이터 연계·구축기술 개발, • 실내 시설물 관리 및 재난대응을 위한 시뮬레이션 분석기술개발, • 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 시뮬레이션 실증시스템 개발

[3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발

[3-2-1] 입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발

• 입체격자 기반 미세먼지 데이터 구축기술 개발, • 입체격자 기반 기상환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술개발, • 입체격자 기반 미세먼지 시뮬레이션 실증시스템 개발

[3-2-2] 입체격자 기반의 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발

• 입체격자 기반 도시유역 침수 데이터 구축기술 개발, • 입체격자 기반 침수환경 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술개발, • 입체격자 기반 침수피해 시뮬레이션 실증 시스템 개발

(다) 세부 연구 활동 기간 추정 및 시간적 선후 관계

○ 입체격자기술 성숙도 모형과 입체격자 고도화 기술 간의 연계체계를 고려하여 연차별 세부 연구 활동 추진 로드맵 제시

- 4단계 입체격자기술 성숙도 모형을 기준으로 16개 세세부 과제에 대응하는 연구성과물 간의 시간적 선후 관계를 입체격자 고도화 기술 간의 연계체계를 고려하여 연차별 세부 연구 활동 추진 로드맵 작성

<그림 86> 연차별 세부 연구 활동 추진 로드맵

(라) 성과지표 설정

사업목표	**국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발**			
	입체격자 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 **디지털 국토정보 혁신**	입체격자 융합 및 지능화 기술개발을 통한 **국토정보 가치 증대**		입체격자 실증 및 사업화 기술개발을 통한 **국토정보 실용성 증진**
성과목표 (핵심지표)	· 데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 **데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감**	· 모바일 및 모빌리티 **서비스 활용 기기 30% 이상 확대**	· 맞춤형 고정밀, 고화질 **3차원 데이터 20% 이상 확대**	· 지능화 분석기술 확장에 따른 **서비스 활용성 30% 이상의 확대**
	SW 국산화 100% (SW : 18종)		**실증시스템 개발 (시스템 : 4종)**	
성과지표 (일반지표)	**SW 등록 건수**	**학술지 게재/발표 건수**	**특허 출원/등록 건수**	**시제품 출시/현장시험 건수**	**표준화 건수**
주요산출물	입체격자 활용체계 표준화(안)	입체격자 고도화 기술로드맵	3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 SW	입체격자 고정밀위성 영상데이터 분석모델 SW	입체격자 노후건축물 분석/시뮬레이션 SW	입체격자 실내시설물 재난대응 분석/시뮬레이션 SW
	기구축 국토정보 입체격자화/경량화 모듈 SW	실시간 센서데이터 입체격자화/경량화 모듈 SW	위치 고정/이동형 센서데이터 실시간 모니터링 SW	입체격자 위치고정형 센서데이터 상태변화감지 분석 모델 SW	브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템	브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템
	기구축 국토정보 전처리 자동화/보안 암호화 모듈 SW	센서스트림 데이터 전처리 자동화/보안 암호화 모듈 SW	입체격자 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 SW	입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 SW	입체격자 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 SW	입체격자 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 SW
	실시간 센서스트림 데이터 입체격자 검색 · 처리 SW	입체격자 표준데이터 모델의 데이터교환/공유 포맷 변환 SW	Geo-AI를 활용한 입체격자 기반시공간 시뮬레이션 SW	Geo-AI를 활용한 입체격자 기반시공간 시뮬레이션 가시화 SW	브이월드 기반 입체 격자 미세먼지 추정 실증시스템	브이월드 기반 도시지역 침수피해 추정 실증시스템
중점분야	**국토정보 데이터 표준/경량화**	**국토정보 활용범위 확대**			**국토정보 활용서비스 확대**

○ 과학기술정보통신부에서 발간한 ‘국가연구개발사업 표준성과지표 가이드라인’에서 제시한 R&D 사업 유형을 참고하여 ‘중장기 산업기술 개발 및 공공기술개발사업을 위한 R&D 사업’을 동 사업의 유형으로 설정

- (중장기산업기술개발) 중장기적(3년 이상) 상용화를 목표로 추진 중인 응용개발 연구사업
- (공공기술개발) 응용·개발단계 연구개발사업 중 최종적인 성과가 국민 건강증진, 재난방지 등 국민 삶의 질에 기여하는 형태로 나타나는 사업

○ ①데이터 전/후처리 비용 절감률 ②모바일/모빌리티 서비스 활용기기 확대 ③맞춤형 고정밀/고화질 3차원 데이터 공급률 ④서비스 활용성 확대율 ⑤SW 국산화 ⑥실증시스템 개발을 성과목표로 구성하여 사업의 성공 여부를 판단할 수 있도록 설정

○ 사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획연구를 통해 ⑦SW 등록 ⑧학술지 게재/발표 ⑨특허출원/등록 ⑩시제품 출시/현장시험 ⑪표준화 건수를 표준성과지표로 설정

○ 해당 사업의 단계별 성과목표 및 지표는 다음과 같음

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="4">내용</th></tr>
<tr><td>사업
목표</td><td colspan="4">• 국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
- 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 디지털 국토정보 혁신
- 입체격자 융합 및 지능화 기술개발을 통한 국토정보 가치 증대
- 입체격자 실증 및 사업화 기술개발을 통한 국토정보 실용성 증진</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과
목표</td><td>데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감</td><td>모바일 및 모빌리티 서비스 활용 기기 30% 이상 확대</td><td>맞춤형 고정밀, 고화질 3차원 데이터 20% 이상 확대</td><td>지능화 분석기술 확장에 따른 서비스 활용성 30% 이상의 확대</td></tr>
<tr><td colspan="2">SW 국산화 100%
(SW : 18종)</td><td colspan="2">실증시스템 개발
(시스템 : 4종)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별
성과
목표
및
지표</td><td>1단계(1, 2차년도)</td><td>2단계(3, 4차년도)</td><td colspan="2">3단계(5차년도)</td></tr>
<tr><td>• SW 등록 건수(32건)
• 학술지 게재/발표 건수(47/49건)
• 특허출원/등록 건수(20/2건)</td><td>• SW 등록 건수(31건)
• 학술지 게재/발표 건수(56/44건)
• 특허출원/등록 건수(17/23건)
• 시제품 출시/ 현장시험 건수(20건)
• 표준채택(1건)</td><td colspan="2">• 데이터 전/후처리 비용 30% 절감
• 서비스 활용 기기 30% 확대
• 맞춤형 3차원 데이터 20% 확대
• 서비스 활용성 30% 확대
• SW 국산화(100%)
• 실증시스템 개발(4종)
• SW 등록 건수(13건)
• 학술지 게재/발표 건수(21/21건)</td></tr>
</table>

구분	내용					
					• 특허등록 건수(8건) • 시제품 출시/ 현장시험 건수(9건) • 표준채택(1건)	
	지표명	**지표 구분**	**지표명**	**지표 구분**	**지표명**	**지표 구분**
	SW 등록	양적	SW 등록	양적	데이터 전/후처리 비용 30% 절감	질적
	학술지 게재/발표	양적	학술지 게재/발표	양적	서비스 활용 기기 30% 확대	질적
	특허출원/ 등록	양적	특허출원/등록	양적	맞춤형 3차원 데이터 20% 확대	질적
			시제품 출시/ 현장시험	양적	서비스 활용성 30% 확대	질적
			표준채택	양적	SW 국산화 (100%)	질적
					실증시스템 개발	질적
					SW 등록	양적
					학술지 게재/발표	양적
					특허등록	양적
					시제품 출시/ 현장시험	양적
					표준채택	양적

4-3 정책적 타당성 분석

1) 정책의 일관성 및 추진체계

가. 상위계획과의 부합성

○ ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(한국과학기술기획평가원, 2021)’에 따라 과학기술기본계획을 필수 계획으로, 그 외 계획을 선택군 계획으로 선정하여 부합성을 검토

<표 60> 상위계획 목록 및 부합성

구분	계획명	부합성			
		낮음	보통	높음	주요근거
필수 계획	제4차 국가과학기술기본계획(’18~’22)			○	• 국토공간정보 구축 및 분석기술이 동 사업과 높은 관련
선택군 계획	제5차 국토종합계획(’20~’40)			○	• 지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신 과제가 동 사업과 높은 관련
	데이터·AI 경제 활성화 계획(’19.1)			○	• 체계적 데이터 축적 및 개방 확대, 사회적 · 산업적 수요 확산 과제가 동 사업과 높은 관련
	한국판 뉴딜 종합계획(’20.7)			○	• 데이터 댐, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 친환경 미래 모빌리티가 동 사업과 관련
	디지털 트윈 활성화 전략(’21.9)			○	• 3차원 공간정보 구축 및 활용, 핵심 기술 · 다부처 협력기술 개발 과제가 동 사업과 높은 관련
	제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(’18~’27)		○		• 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 과제가 동 사업과 높은 관련
	제3차 국토교통 R&D 중장기전략(’14~’23)			○	• 자율주행도로, 인공지능 국토공간, 지능형 인프라 자동관리 등이 동 사업과 관련
	제6차 국가공간정보정책 기본계획(’18~’22)			○	• 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발 과제가 동 사업과 높은 관련
	제3차 공간정보산업 진흥 기본계획(’21~’25)			○	• 디지털 트윈 분야 신기술 개발 과제가 동 사업과 높은 관련
	국토교통 2050 미래기술(20-Wonder 프로젝트)			○	• 지하 매설물 스마트 유지관리, 스마트시티,미래 가상 국토공간 기술이 동 사업과 관련

❍ 공간정보 분야 관련 국가계획과의 부합성

- 국가계획의 근거로, 「제4차 국가과학기술기본계획('18~'22)」, 「제5차 국토종합계획('20~'40)」, 「데이터·AI 경제 활성화 계획('19.1)」, 「한국판 뉴딜 종합계획('20.7)」, 「디지털 트윈 활성화 전략('21.9)」 등이 있으며, 각 계획에 제시된 로드맵에 따라 사업을 추진

<표 61> 국가계획 근거

<table>
<tr><th>계획명</th><th>소관부처</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>제4차
국가과학기술기본
계획('18~'22)</td><td>관계부처합동</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>제5차
국토종합계획
('20~'40)</td><td>국토교통부</td><td>• '모두를 위한 국토, 함께 누리는 삶터'를 비전으로 3대 목표, 6대 추진전략, 총 24개 추진과제를 수립, 이 중 8개 추진과제가 동 사업과 관련
• 특히, '인프라의 효율적 운영과 국토 지능화' 전략의 '지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신' 과제가 동 사업과 높은 관련
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="4">개성있는
지역발전과
연대·협력 촉진</td><td>① 지역 간 연대·협력을 통한 지역발전기반 조성</td></tr>
<tr><td>② 지역 특성을 살린 상생형 국가균형발전</td></tr>
<tr><td>③ 농산어촌의 경쟁력 강화와 새로운 위기지역에 대응</td></tr>
<tr><td>④ 중앙-지방간 새로운 협업체계 운영 확대</td></tr>
<tr><td rowspan="4">지역 산업혁신과
문화·관광 활성화</td><td>① 4차 산업혁명 시대의 신산업 공간 육성</td></tr>
<tr><td>② 산업생태계 전환을 통한 지역산업 회복력 제고</td></tr>
<tr><td>③ 매력있는 문화공간 조성과 협력적 관광 활성화</td></tr>
<tr><td>④ 문화적 일상의 보편화와 글로벌 문화 경쟁력 향상</td></tr>
<tr><td rowspan="4">세대와 계층을
아우르는 안심
생활공간 조성</td><td>① 인구 감소에 대응한 유연한 도시개발·관리</td></tr>
<tr><td>② 인구구조 변화에 대응한 도시생활주거 공간 조성</td></tr>
<tr><td>③ 포용적 주거복지의 정착</td></tr>
<tr><td>④ 안전하고 회복력 높은 안심국토 조성</td></tr>
<tr><td rowspan="4">품격있고 환경
친화적 공간 창출</td><td>① 깨끗하고 환경 친화적 국토 조성</td></tr>
<tr><td>② 기후변화 대응과 미세먼지 저감 노력</td></tr>
<tr><td>③ 국토자원의 미래가치 창출과 활용도 제고</td></tr>
<tr><td>④ 품격있고 아름다운 국토경관 창출</td></tr>
<tr><td rowspan="5">인프라의 효율적
운영과 국토
지능화</td><td>① 기간교통망의 효율화와 대도시권 혼잡 해소</td></tr>
<tr><td>② 인프라의 전략적 운영과 포용적 교통정책 추진</td></tr>
<tr><td>③ 미래형 혁신 교통체계 구축</td></tr>
<tr><td>④ 물류산업의 글로벌 경쟁력 강화</td></tr>
<tr><td>⑤ 지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신</td></tr>
<tr><td rowspan="3">대륙과 해양을
잇는 평화국토
조성</td><td>① 한반도 평화·번영의 기반 조성</td></tr>
<tr><td>② 대륙과 해양을 잇는 관문국가로 위상 강화</td></tr>
<tr><td>③ 글로벌 대한민국의 네트워크 역량 강화</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>데이터·AI 경제
활성화
계획('19.1)</td><td>관계부처합동</td><td>• '데이터와 AI를 가장 안전하게 잘 쓰는 나라'를 비전으로 3대 추진전략, 9개 추진과제를 수립, 이 중 2개 추진과제가 동 사업과 관련
• 특히, 체계적 데이터 축적 및 개방 확대, 사회적 · 산업적 수요 확산 과제가 동 사업과 높은 관련
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="3">데이터 가치사슬
전주기 활성화</td><td>① 체계적 데이터 축적 및 개방 확대</td></tr>
<tr><td>② 양질의 데이터 유통기반 구축</td></tr>
<tr><td>③ 개인 · 기업 · 사회 데이터 활용 확대</td></tr>
<tr><td>세계적 수준의 AI</td><td>① AI 허브 구축</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>계획명</th><th>소관부처</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td rowspan="2">혁신 생태계 조성</td><td>② AI 기술력 제고</td></tr>
<tr><td>③ AI 활용 생태계 조성</td></tr>
<tr><td rowspan="3">데이터 · AI 융합 촉진</td><td>① 인공지능 융합 클러스터 조성</td></tr>
<tr><td>② 사회적 · 산업적 수요 확산</td></tr>
<tr><td>③ 제도적 · 인적 융합</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>한국판 뉴딜 종합계획('20.7)</td><td>관계부처합동</td><td>
• ‘선도국가로 도약하는 대한민국으로 대전환’ 을 비전으로 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜, 안전망 강화라는 2+1 정책방향에 따라 10대 대표과제를 제시
• 이중 데이터 댐, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 친환경 미래 모빌리티가 동 사업과 관련
<table>
<tr><th>구분</th><th>10대 대표과제</th></tr>
<tr><td rowspan="3">디지털 뉴딜</td><td>① 데이터 댐</td></tr>
<tr><td>② 지능형 정부</td></tr>
<tr><td>③ 스마트 의료 인프라</td></tr>
<tr><td rowspan="4">디지털 그린 융복합</td><td>① 그린 스마트 스쿨</td></tr>
<tr><td>② 디지털 트윈</td></tr>
<tr><td>③ 국민안전 SOC 디지털화</td></tr>
<tr><td>④ 스마트 그린산단</td></tr>
<tr><td rowspan="3">그린 뉴딜</td><td>① 그린 리모델링</td></tr>
<tr><td>② 그린 에너지</td></tr>
<tr><td>③ 친환경 미래 모빌리티</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>디지털 트윈 활성화 전략('21.9)</td><td>관계부처합동</td><td>
• ‘디지털 뉴딜 2.0과 함께, 대한민국 대전환을 선도하는 디지털 트윈 초혁신 프로젝트’ 를 비전으로 11개 추진과제를 수립, 이 중 5개 추진과제가 동 사업과 관련
• 특히, 3차원 공간정보 구축 및 활용, 핵심 기술 · 다부처 협력기술 개발 과제가 동 사업과 높은 관련
<table>
<tr><th>추진전략</th><th>추진과제</th></tr>
<tr><td rowspan="3">디지털 트윈 산업 성장기반 조성</td><td>① 3D 객체 데이터 구축 · 개방</td></tr>
<tr><td>② 시뮬레이션 SaaS 개발 · 실증</td></tr>
<tr><td>③ 3차원 공간정보 구축 및 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="3">대규모 선도시장 창출</td><td>① 주력산업 경쟁력 향상</td></tr>
<tr><td>② 국민 안전 강화</td></tr>
<tr><td>③ 탄소중립 사회 전환</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술 경쟁력 강화</td><td>① 기술개발 로드맵 수립</td></tr>
<tr><td>② 핵심 기술 · 다부처 협력기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="3">표준화 · 제도 개선</td><td>① 상호운용성을 위한 기술 표준화</td></tr>
<tr><td>② 법 · 제도 정비</td></tr>
<tr><td>③ 범부처 민-관 협업 거버넌스 구축</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

❍ 공간정보 분야 관련 부처계획과의 부합성

- 부처계획의 경우 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」, 「제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22)」, 「제3차 공간정보산업 진흥 기본계획('21~'25)」, 「2021년 국가공간정보 시행계획」 등을 근거로 제시

<표 62> 부처계획 근거

계획명	주요 내용
제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)	• ‘혁신을 통한 성장, 사람을 위한 국토교통’ 을 비전으로 수립된 4개 추진전략, 12개 추진과제 중 4개 추진과제가 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

<table>
<tr><th>계획명</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td></td><td>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>
<tr><td>제3차 국토교통 R&D 중장기전략 ('14~'23)</td><td>• 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 '자율주행도로', '인공지능 국토공간', '지능형 인프라 자동관리' 등 3개 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="3">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 rowspan="2">국민생활복지 향상</td><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 5개가 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>① 공간정보를 활용한 국민생활 편의서비스 발굴 확대</td></tr>
<tr><td>② 공간정보 혁신성장을 위한 제도기반 정비</td></tr>
<tr><td>③ 협력적 공간정보 거버넌스 체계 구축</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>제3차 공간정보산업 진흥 기본계획('21~'25)</td><td>• '공간정보산업을 디지털 경제의 핵심 기반 사업으로 육성'을 비전으로 수립된 3개 추진전략, 12개 추진과제 중 4개가 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 창업기술 발굴·지원</td></tr>
<tr><td>② 대·중소기업 상생 발전</td></tr>
<tr><td>③ 사업 대가기준 개선 및 전문 감리방안 마련</td></tr>
<tr><td>④ 해외 진출 역량 강화 및 사업 수주 지원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">공간정보 유통·활용 체계 선진화</td><td>① 맞춤형 데이터 지원 및 유통 활성화</td></tr>
<tr><td>② 위성정보 활용 융·복합 서비스 창출 지원</td></tr>
<tr><td>③ 데이터 표준 개발 선도 및 적용 확대</td></tr>
<tr><td>④ 보안규제 완화를 통한 정보 유통환경 개선</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>계획명</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td rowspan="4">미래 핵심기술 개발 및 융·복합 인재 육성</td><td>① 디지털 트윈 분야 신기술 개발</td></tr>
<tr><td>② R&D 추진체계 강화 및 성과 확산</td></tr>
<tr><td>③ 신산업 지원을 위한 융·복합 인재 육성</td></tr>
<tr><td>④ 취업-고용 매칭을 통한 일자리 지원 강화</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 ‘지하 매설물 스마트 유지관리’, ‘스마트시티’, ‘미래 가상 국토공간 기술’이 동 사업과 관련
<table>
<tr><th>구분</th><th>전략 프로젝트</th></tr>
<tr><td rowspan="10">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 스마트시티</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>

나. 사업 추진체계

❍ 국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용기술 과제는 `23-`27년에 총 250억/출연금 250억이 투입되는 사업으로 「국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정」에 따라 **중형사업**의 연구단급(산·학·연 협동연구체계) 사업으로 추진

- (과제 선정방식) 기술수요 조사 등을 반영한 Top-down(지정공모*) 방식을 통해 평가기준에 따른 선정

  * 개발에 필요한 대상기술과 도전적 기술품목(RFP)를 제시

<표 63> 사업의 구성 및 연구개발 주요 내용

<table>
<tr><td colspan="3">연구개발 과제</td></tr>
<tr><td colspan="3">국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발</td></tr>
<tr><td>구성기술-1</td><td>구성기술-2</td><td>구성기술-3</td></tr>
<tr><td>담당연구개발내용</td><td>담당연구개발내용</td><td>담당연구개발내용</td></tr>
<tr><td>국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발</td><td>입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발</td><td>브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발</td></tr>
<tr><td>- 체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화
- 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화
- 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화</td><td>- 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발
- Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 개발
- Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발</td><td>- 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 개발
- 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 개발</td></tr>
</table>

<표 64> 국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정 제2조

5. "대형사업"이란 「국가재정법」 제38조제1항제3호에 해당하는 총사업비가 500억원 이상이고 국가의 재정지원 규모가 300억원 이상인 연구개발사업을 말한다. 6. "중형사업"이란 국가의 재정지원 규모가 300억원 미만이고 둘 이상의 연구개발과제가 서로 연관되어 추진되는 연구개발사업을 말한다.

<표 65> 사업추진체계(안)

구분	추진 주체	주요 역할 및 내용
주관부처	국토교통부	• 주관부처로서 사업의 기본계획을 수립하고, 중장기 목표 설정, 예산·시행 계획 수립, 유관부처 협력체계 구축, 관련 정책과의 연계 및 정책수요 제공
사업관리 및 운영	국토교통과학기술진흥원	• 사업의 실무대행기관으로서 '사업단(총괄기관)' 및 '사업단장' 선정평가, 사업의 기획 및 추진 계획 수립, 기술개발과제의 발굴, 평가 및 관리, 추적평가, 성과관리 및 성과 확산·활용 전략 구성 등 • 사업의 실질적 관리기관으로서의 역할을 수행하기 위한 사업단 기획위원회, 운영위원회 및 연구과제 평가단 설치·운영
심의기구	국토교통미래기술위원회	• 기술 성능 목표 검토·제시, 개발기술의 현장적용을 위한 연계방안 모색, 세부기술별 유사중복 과제 검토·조정, 사업성과의 활용성 제고를 위한 사업추진내용 및 방향에 대한 조정의견 제시 등 사업환경을 고려한 포괄적 사업추진 방향 검토·제시
협의기구	연구개발사업 협의체	• 타 연구개발 사업의 기술개발 정보 및 수요 제기, 사업영역의 유사 중복성 검토 및 조정

❍ (타 연구과제와의 차별성 및 연계성 검토) 1차 기획위원회와 1차 총괄위원회를 통하여 타 연구과제를 담당하거나 수행 경험이 있는 전문가를 대상으로 On/Off-Line 면담 및 서면 자문을 통해 본 기획연구와 타 연구과제와의 차별성 및 연계방안을 논의 및 협의

<표 66> 타 연구과제와의 차별성 및 연계성 검토 주요 내용

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
국토교통연구기획사업(공간정보 기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 개발 기획)	국토연구원 (국토교통과학기술진흥원)	• (주요연구내용) 국내 공공·산업 부문에서 요구하는 공간정보 기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 연구개발 사업 기획 • (주요성과물) 국제사회에 기여할 수 있는 오픈소스 공간정보 기술개발 및 현장검증 사업을 기획 • AR·IoT·Edge컴퓨팅환경 융합에 필요한 오픈소스 공간정보 기술개발 • 오픈소스 공간정보 솔루션 개발 및 현장검증 • 오픈소스 공간정보 분야 국제 커뮤니티 주도	• (차별성) 오픈소스 솔루션 개발 기획과제는 입체격자 데이터 및 저장관리·가시화 기술을 기술개발 대상 범위에 포함하지 않고, 격자 정보는 실측 정보로부터 격자를 생성하는 과정에서 데이터의 추상화가 발생하여 정밀한 현장의 실측데이터를 다루는 기술과 구현 대상 데이터 자체가 차이가 있음 • (연계성) 기술개발 및 기술 커뮤니티 측면에서 협력방안이 가능할 것으로 판단됨. 즉, 기술개발 협력 측면에서 한국 입체격자 R&D팀이 OctoMap 오픈소스 개발 커뮤니티와 함께 GitHub 등 협업 개발 환경을 활용하여 Octree 기반의 3차원 저장관리 기술을 공동개발이 가능
국토교통연구기획사업 (공간 지식추론 엔진 기술 개발 기획)	서울대학교 산학협력단 (국토교통과학기술진흥원)	• (주요연구내용) 자연어 기반의 음성인식과 3차원 도시공간 모델 환경에서 무제한의 공간 관련 질의응답을 지원하는 인공지능 엔진 개발 • (주요성과물) 공간 관련 질의에 실시간 응답이 가능한 공간 지식추론 엔진 기술개발 • 공간 AI 프레임워크 • 공간 빅데이터 분석 • 3D 도시 모델 분석 및 표현	• (차별성) 공간 지식추론 엔진 기술개발사업은 2D 공간검색, 중첩 분석, 시뮬레이션, 예측, 현상 분석 결과를 이용하여 3차원 도시 모델 환경에 중첩 등을 통해 가시화하는 기술로서 공간정보 기반의 지식추론 엔진 개발이 주요 기술개발 대상이며, 본 기획과제는 3차원 디지털 트윈 데이터의 입체격자 저장·관리 및 분석 시각화에 대한 고도화 기술개발로 다루는 기술과 구현 대상 데이터 자체에서 차이가 있음 • (연계성) 3차원 입체격자 데이터의 계층적 특성을 활용하여 공간정보 기반의 지식추론을 위한 입력 데이터로서 기계학습을 위한 데이터를 제공할 수 있다는 측면에서 공간 지식 추론 엔진 기술과 입체격자 고도화 기술과의 연계활용이 가능할 것으로 판단됨
디지털 국토정보 기술개발사업 (디지털 국토정보 기술개발)	미정* (국토교통과학기술진흥원) * 시행 공고 중	• (주요연구내용) 실시간 다차원 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로 다양한 서비스 제공이 가능한 디지털 라이브 국토 구현 기술개발 • (주요성과물) 초정밀 디지털 국토 구축, 초연결 라이브 국토 실현, 초대용량 디지털 라이브 국토 활용 기술개발 • 초정밀 디지털 국토정보 측위 고	• (차별성) 디지털 국토정보 기술개발은 국가공간정보체계 고도화를 위해 고정밀 측위 고도화, 다차원/다시점 공간데이터 활용 자동갱신, 융복합 데이터 통합 활용/운용검증, 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 구축 개발 사업임. 본 기획과제는 3차원 데이터를 일정한 크기의 입체격자로 계층적으로 분할하여 경량화된 데이터로 저장·관리, 분석·가시화, 공개·

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
		도화 기술개발 • 다차원/다시점 공간데이터 기반 국토정보 변화인식 및 자동갱신 기술개발 • 융복합 데이터의 통합 활용 및 운용검증 체계 • 고정/이동플랫폼 기반 동적 주제도 구축 기술개발	공유하기 위한 기술로 디지털 트윈 데이터를 맞춤형으로 활용할 수 있는 기반기술임 • (연계성) 디지털 국토정보 기술개발 중 끊김 없는 실내외 고정밀 위치측위 기술과 입체격자의 계층적 특성을 연계하여 실내외 사용자 주변의 공간정보를 맞춤형으로 탐색 및 분석하는 등의 연계활용 기술개발이 가능할 것으로 판단됨
국토공간정보연구사업 (국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발)	안양대학교 산학협력단 (국토교통과학기술진흥원)	• (주요연구내용) 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터의 수집, 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 개발 • (주요성과물) 공간 빅데이터 플랫폼 기술개발 • 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터 저장관리 시스템 • 소셜 및 실시간 취득 공간정보 빅데이터 분석 알고리즘 및 SW • 공간 빅데이터 플랫폼 활용을 위한 서비스 실증	• (차별성) 선행사업은 저비용·고성능·고확장성의 2차원 중심의 공간 빅데이터의 저장·관리·분석 및 서비스 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼을 개발하는 것으로, 본 기획과제에서 다루는 3차원 공간정보 중심의 데이터 저장·관리·분석·시각화 기술과 구현 대상 데이터 자체에서 차이가 있음 • (연계성) 2차원 공간 연산자를 기반으로 하는 선행사업의 공간 하둡 기반 고성능 공간데이터 분산처리 알고리즘을 개선하여 3차원 데이터의 입체격자화 및 자동화 기술개발에 적용 가능할 것으로 판단되나 기술 적용 가능성을 사전에 면밀히 검토할 필요가 있음

주요 시사점

❍ 지속적인 모의실험을 통하여 3차원 공간정보의 계층적 분할, 공간참조, 연계통합 등 입체격자의 기술적 특성을 타 연구과제의 연구성과와 연계 활용할 수 있도록 실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영 필요

❍ (기존 유사 기술현황 및 차별성 및 연계성 검토) 특허 동향분석, 1차 기획위원회, 1차 총괄위원회를 통하여 입체격자 고도화 기술과 관련된 민간기술 현황과 차별성 및 연계성을 논의 및 검토

<표 67> 민간기술 현황 및 본 기획연구와의 차별성과 연계성

민간 기술 구분	주요 기술 내용	차별성 및 연계성
GEO-REGISTERING AN AERIAL IMAGE BY AN OBJECT DETECTION MODEL USING MACHINE LEARNING (미국_2020)	• 관심 객체의 항공이미지를 획득하고 기계학습 알고리즘을 활용해 훈련된 물체감지 모델에 엑세스하여 지리 등록하는 방법 제공	▸선행기술은 머신러닝을 사용한 객체감지 모델에 의한 항공 이미지 지리 등록 기술로 객체의 항공이미지 훈련 세트와 객체 감지 모델 기술, 항공이미지에 묘사된 객체의 경계에 대한 예측 기술임 ▸본 기획과제는 Geo-IoT 센서를 이용해 수집한 데이터를 입체격자화하여 머신러닝 데이터를 구축하는 기술로 항공뿐만 아니라 공중-지상-지하 객체 전반에 적용 가능한 기술개발임
Real-time monitoring video and three-dimensional scene fusion method based on three-dimensional GIS (중국_2020)	• 3차원 GIS 기반 실시간 모니터링 영상 및 3차원 장면 융합 방법 제공	▸선행기술은 3차원 장면에서 실시간 모니터링 비디오의 연결 투영기술로 여러 경로의 실시간 영상 통합 성능을 3차원 장면에 표출하여 GIS 서비스의 스마트시티 분야에 적용 가능 ▸본 기획과제는 CCTV 영상 데이터를 입체격자화하여 시공간 분석을 하는 기술개발로 필요한 부분을 입체격자화하여 3차원 장면 융합보다 맞춤형 데이터 표출 및 제공 가능
HYBRID ROAD NETWORK AND GRID BASED SPATIAL-TEMPORAL INDEXING UNDER MISSING ROAD LINKS (미국_2017)	• 하이브리드 도로망 및 그리드 기반 공간 시간 지수를 구축하여 큰 궤적 데이터를 처리할 수 있는 효율적이고 동적인 시스템과 방법	▸선행기술은 누락된 도로연계 하에서의 하이브리드 도로망 및 그리드 기반 공간-임시색인화 기술로 큰 궤적 데이터의 낮은 인덱싱 및 압축률 문제를 충족하고 인덱스 쿼리의 효율성 향상 및 지도에서 누락된 도로 링크를 설명하는 메커니즘 제공기술임 ▸본 기획과제는 실시간 공간 센서 스트림 데이터의 입체격자 검색 및 처리기술 개발로 3차원 공간정보 검색 고도화 기술개발임
POWER GRID VISUALIZATION SYSTEM AND METHOD BASED ON THREE-DIMENSIONAL GIS TECHNOLOGY (미국_2013)	• 전력망 시각화 시스템과 3차원 지리정보시스템(GIS) 기술을 기반으로 한 전력망 시각화 방법	▸선행기술은 3차원 GIS 기술을 이용한 전력망 시각화 시스템 기술로 전체 장면 대비 객체의 비율에 따라 해당 세분성을 가진 객체 모델 파일을 선택할 수 있는 기술임. 객체의 3차원 모델 파일이 세분성이 다른 3차원 모델 파일의 다수를 구성함 ▸본 기획과제는 고정밀 3차원 영상 데이터(위성/드론)의 입체격자 시공간 분석과 그 결과를 시각화하는 기술로 다양한 차원에서 시각화 가능
3차원 격자를 이용한 공간정보 저장 방법 및 그 장치 (국내_씨엠월드)	• 공간정보 저장장치는 경도, 위도 및 높이로 정의되는 공간을 분할하여 격자를 생성하고, 격자에 속한 공간정보 좌표값을 플로트(float) 자료형으로 저장하는 기술	▸본 기획과제는 기존에 고려되지 않은 비정형 데이터를 활용한다는 점에서 선행연구와 차별화됨 ▸기존 선행연구에서 개발한 공간정보를 입체격자화하는 기술을 활용하여 비정형 텍스트, 실시간 센서데이터 등을 입체격자화하는데 적용할 계획
3차원 공간 가시화 장치 및 그 방법 (국내_씨엠월드)	• 공간정보를 포함하는 복수 개의 격자 중 절단면이 통과하는	▸기존 선행연구는 3차원 공간을 사용자의 요구에 따라 다양한 시점에서 가시화할 수 있는 기술 ▸공간을 다양한 크기의 격자로 저장하고 3차원 공간을

	격자를 파악하고, 격자 내 절단면과 만나는 격자점들을 파악한 후 이를 이용하여 절단면의 지하 공간을 렌더링하여 표시함	가시화할 때 해당 공간의 랜더링에 적합한 최적의 격자를 통해 계산량을 줄여 신속한 가시화를 가능하게 함
3차원 입체 격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템 (국내_웨이버스)	• 2차원 지리정보체계 데이터와 입체 격자를 융합하여 가공 및 관리에 용이한 지리정보체계 데이터 변환 방법을 개발	▸ 기존 선행연구는 시스템 고유의 데이터 포맷으로 운영함 ▸ 본 기획과제는 GML, GeoJson 등 표준 데이터 포맷으로 입체격자 데이터 변환 및 관리기술을 개발할 계획
3차원 격자지도를 이용한 자율 주행 제어 장치 및 방법 (국내_현대모비스)	• 3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치는 전방위 카메라, 위치정보 수신부, DAS 센서부, 3차원 격자지도 DB, 차량 제어부를 포함하고 있음	▸ 차량의 위치정보 및 주변정보의 신뢰도에 따라 3차원 격자지도 반영 여부를 결정하며, 3차원 격자지도를 이용하여 자율주행을 수행하도록 하는 기술임

주요 시사점

❍ 국외 민간기업의 경우 3차원 공간 데이터와 AIoT, Geo-AI, 디지털 트윈, 메타버스 등 신기술 분야와의 연계를 위해 입체격자기술 접목을 위한 연구개발이 활발히 진행 중

❍ 국내 민간기업도 선행사업을 통해 입체격자의 저장·관리와 분석·가시화를 위한 요소기술을 확보하고 있으나, 신기술 분야와의 연계 및 기능 확장을 위한 기술개발이 부족

❍ 향후 국내 해당 기술시장에 대한 국외 기업의 시장 지배력이 점진적으로 확대될 경우, 기술장벽과 기술종속으로 인한 시장 잠식 등의 위협요인이 될 수 있어 정부 차원의 선제인 기술개발 지원과 육성이 시급함

❍ (선행과제와 본 과제 간의 연계성) 선행과제 성과의 한계점 검토 및 개선을 위한 본 과제 수행방안을 제시

- 선행과제 성과를 확대 적용하고, 기술적 한계 및 기능 확장을 위한 성과는 본 과제 수행을 통하여 개선 및 고도화

<표 68> 선행과제의 한계점 개선을 위한 본 과제 수행방안

구분	선행과제 성과	선행과제의 한계점	본 과제 수행방안
(구성기술 1) 표준화 및 자동화 기술	3차원 입체격자체계 표준화 및 데이터모델	정형 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장 표준화 개발	**① 체계적인 입체격자 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술** ▸기 성과에 최신 표준화 내용을 반영한 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발
	기구축 공간정보의 입체격자 DB 변환 기술	기구축 공간정보에 대한 격자 변환 기술만 지원, 센서 데이터의 격자 변환 기술은 다루지 않음	**② 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술** ▸비정형데이터(IoT 센서, SNS 데이터 등)에 대한 입체격자화 및 경량화 기술 개발
	3차원 입체격자 저장 기술	파일 시스템 기반의 데이터 저장 구조로 다양한 데이터와의 연계 구현이 어려움	**③ 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술** ▸Hybrid 기반의 입체격자 분산·저장·관리기술 개발 ▸시공간·속성 데이터 다차원 검색·처리기술 개발
	공간격자 위치/속성정보 검색 기술	격자 내 위치, 속성정보 검색만 지원	
(구성기술 2) 시공간정보 융합 및 지능화 기술	3차원 입체격자 가시화 기술	격자 내 속성을 이용한 가시화 서비스 지원	**① 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술** ▸입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 기하/속성 분석기술 개발을 통한 기존 분석기능 확장
	공간격자 Auto Scaling 기술	래스터 데이터만 Auto Scaling 기술 지원	
	3차원 입체격자(3D Raster) 분석 기술	격자 내 래스터 데이터에 대한 Boolean 연산만을 지원하여 격자간, 다른 격자 레이어와의 연산 지원이 미흡	
(구성기술 3) 실증 및 사업화 기술	데이터 통합 지원 기술	서비스 기반의 Restful 형식 API 제공으로 기본적 데이터 서비스 체계 지원	**① 입체격자 기반 도시기반시설(실내/실외) 재난대응 지원기술** ▸재난대응 시범데이터 구축 및 현장적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증
	국토 통합관리 실증서비스 (미세먼지 모니터링 서비스, 도심 수위(침수) 현황 모니터링 서비스)	개념 모형 및 구현 가능성 실증 중심의 서비스 모델 개발로 현장 적용에 한계가 있음	**② 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술** ▸미세먼지 및 침수피해 대응 시범데이터 구축 및 현장적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증

2) 사업추진상의 위험요인

가. 재원조달 가능성

❍ 5년('23~'27)간 332.5억 원(국고 250억 원, 민자 82.5억 원), 연평균 66.5억 원 규모로 3개 핵심과제, 8개 세부과제를 선정

<표 69> 3개 핵심과제별, 8개 세부과제별 사업추진 규모

(단위: 억 원)

핵심과제	세부과제	총사업비	국고	민자
[핵심과제1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	[1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	33.05	24.8	8.25
	[1-2] 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	33.80	25.30	8.50
	[1-3] 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	33.15	24.90	8.25
[핵심과제2] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간 정보 융합 및 지능화 기술개발	[2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	43.65	32.90	10.75
	[2-2] Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	44.40	33.40	11.00
	[2-3] Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발	44.45	33.70	10.75
[핵심과제3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	[3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	50.05	37.55	12.50
	[3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	49.95	37.45	12.50

❍ 3개 핵심과제별 소요예산

- (국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발) 총 100억 원 (연평균 20억 원) 규모
- (입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발) 총 132.50억 원 (연평균 26.5억 원) 규모
- (브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발) 총 100억 원 (연평균 20억 원) 규모

<표 70> 동 사업의 핵심과제별, 연도별 총사업비

(단위: 억 원)

핵심과제	구분	2023	2024	2025	2026	2027	합계
[핵심과제1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	국고	11.50	16.50	16.50	16.50	14.00	75.00
	민자	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00
	소계	16.50	21.50	21.50	21.50	19.00	100.00
[핵심과제2] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	국고	17.00	22.00	22.00	22.00	17.00	100.00
	민자	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	32.50
	소계	23.50	28.50	28.50	28.50	23.50	132.50
[핵심과제3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	국고	11.50	16.50	16.50	16.50	14.00	75.00
	민자	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	25.00
	소계	16.5	21.5	21.5	21.5	19.00	100.00

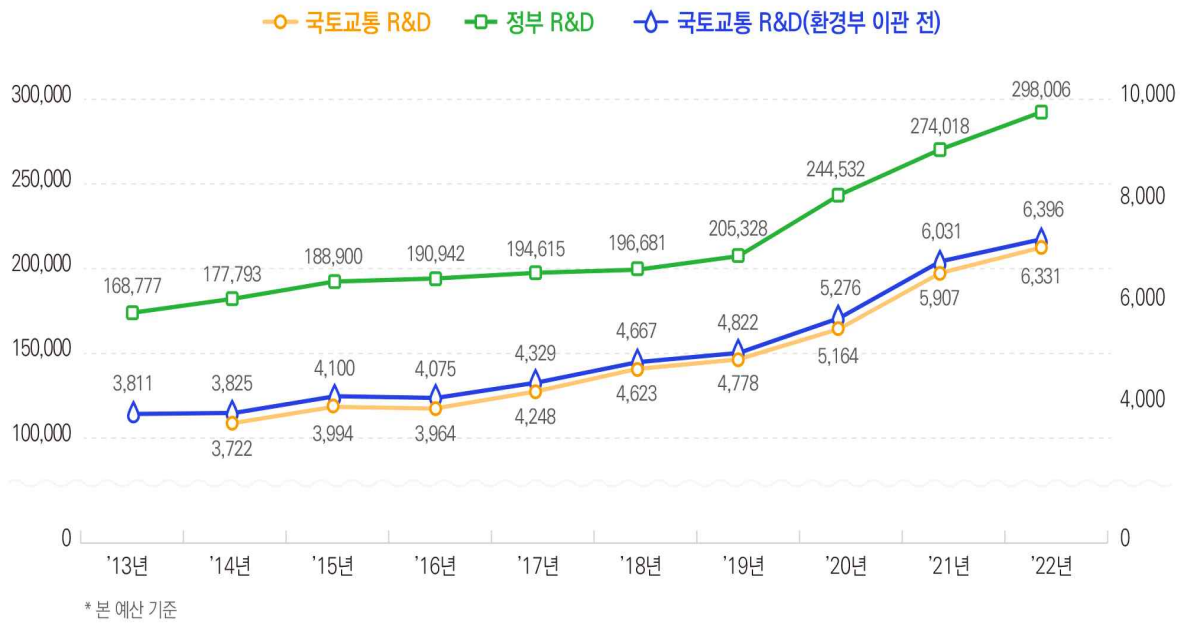
❍ 부처 R&D 예산 현황

- 국토교통 R&D 예산의 최근 5년간 연평균 증가율은 8.2% 수준

<표 71> 국토교통부 최근 5년간 R&D 예산운용 추이

(단위: 억 원, %)

구분	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	연평균 증가율
국토교통 R&D 예산 총계	4,667	4,822	5,276	6,031	6,396	8.2%



<그림 87> 연차별 정부 및 국토교통 R&D 투자 규모

출처 : 국토교통과학기술진흥원(2022), '22년 공간정보분야 R&D 추진 현황('22.2)

❍ 향후 부처 R&D 예산 계획

- 국토교통 R&D 투자 규모('13~'22)와 국토교통 R&D 중기재정계획('20~'24)을 기본으로, '25년 이후 예산은 국토교통 R&D 예산의 최근 5년 연평균 증가율(8.2%)을 적용하여 예산 추정
- '23~'27 국토교통부 R&D 예산은 38,302억 원*으로 추정

  * 2027년도 예산은 정보 취득이 어려운 관계로 계상에서 제외함

<표 72> 국토교통부 향후 5년간 R&D 예산운용 계획

(단위: 억 원, %)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	'27
국토교통 R&D 예산 추정치	7,944	8,611	9,249	9,852	10,495	-
'23~'27 국토교통 R&D 예산 누적 추정치		8,611	17,860	27,712	38,302	-

❍ 본 사업의 정부 재원조달 가능성

- 동 사업의 '22년 이후 총 소요예산은 정부출연금 기준 250억 원으로 동 기간 국토교통 신규 R&D 사업 가용예산 추정치(32,594억 원)*의 0.7%에 해당하여 수용 가능

  * 2027년도 가용예산 규모는 정보 취득이 어려운 관계로 계상에서 제외함

<표 73> 국토교통부 5년간 신규 R&D사업('23~'27년) 가용예산 규모

(단위: 억 원)

구분	'23	'24	'25	'26	'27	합계
국토교통 R&D 예산 추정치(A)	8,611	9,249	9,852	10,495	-	38,207
계속사업 소요예산(B)	2,405	1,566	1,095	547	-	5,613
신규 R&D사업 가용예산 추정치(C=A-B)	6,206	7,683	8,757	9,948	-	32,594
동 사업 소요예산 (국비, D)	40	55	55	55	45	250
비율(D/C, %)	0.6%	07%	0.6%	0.6%	-	0.7%

나. 법·제도적 위험요인 검토

❍ 본 사업에서는 입체격자기술을 적용하여 개인정보를 익명화 및 비식별화하는 기술을 개발

- 「개인정보보호법」제15조 개인정보의 수집·이용과 제25조 영상정보처리기기의 설치·운영 제한에 관한 규정을 준수, 공익적 목적에서만 정보유출방지 방안을 수립한다는 전제하에 일부 개인정보 수집을 허용하고 있음을 고려

<표 74> 입체격자기술 적용 시 개인정보 보호를 위한 관련 법규 주요 내용

개인정보보호법(법률 제16930호, 2020. 2. 4.) 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 5. 정보주체 또는 그 법정대리인이 의사표시를 할 수 없는 상태에 있거나 주소불명 등으로 사전 동의를 받을 수 없는 경우로서 명백히 정보주체 또는 제3자의 급박한 생명, 신체, 재산의 이익을 위하여 필요하다고 인정되는 경우 6. 개인정보처리자의 정당한 이익을 달성하기 위하여 필요한 경우로서 명백하게 정보주체의 권리보다 우선하는 경우. 이 경우 개인정보처리자의 정당한 이익과 상당한 관련이 있고 합리적인 범위를 초과하지 아니하는 경우에 한한다. ② 개인정보처리자는 제1항제1호에 따른 동의를 받을 때에는 다음 각 호의 사항을 정보주체에게 알려야 한다. 다음 각 호의 어느 하나의 사항을 변경하는 경우에도 이를 알리고 동의를 받아야 한다. 1. 개인정보의 수집·이용 목적 2. 수집하려는 개인정보의 항목 3. 개인정보의 보유 및 이용 기간 4. 동의를 거부할 권리가 있다는 사실 및 동의 거부에 따른 불이익이 있는 경우에는 그 불이익의 내용 ③ 개인정보처리자는 당초 수집 목적과 합리적으로 관련된 범위에서 정보주체에게 불이익이 발생하는지 여부, 암호화 등 안전성 확보에 필요한 조치를 하였는지 여부 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 정보주체의 동의 없이 개인정보를 이용할 수 있다. <신설 2020. 2. 4.>
개인정보보호법(법률 제16930호, 2020. 2. 4.) 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 ② 누구든지 불특정 다수가 이용하는 목욕실, 화장실, 발한실(發汗室), 탈의실 등 개인의 사생활을 현저히 침해할 우려가 있는 장소의 내부를 볼 수 있도록 영상정보처리기기를 설치·운영하여서는 아니 된다. 다만, 교도소, 정신보건 시설 등 법령에 근거하여 사람을 구금하거나 보호하는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설에 대하여는 그러하지 아니하다. ③ 제1항 각 호에 따라 영상정보처리기기를 설치·운영하려는 공공기관의 장과 제2항 단서에 따라 영상정보처리기기를 설치·운영하려는 자는 공청회·설명회의 개최 등 대통령령으로 정하는 절차를 거쳐 관계 전문가 및 이해관계인의 의견을 수렴하여야 한다. ④ 제1항 각 호에 따라 영상정보처리기기를 설치·운영하는 자(이하 “영상정보처리기기운영자”라 한다)는 정보주체가 쉽게 인식할 수 있도록 다음 각 호의 사항이 포함된 안내판을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다. 다만, 「군사기지 및 군사시설 보호법」 제2조제2호에 따른 군사시

설, 「통합방위법」 제2조제13호에 따른 국가중요시설, 그 밖에 대통령령으로 정하는 시설에 대하여는 그러하지 아니하다. <개정 2016. 3. 29.>
1. 설치 목적 및 장소
2. 촬영 범위 및 시간
3. 관리책임자 성명 및 연락처
4. 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항

⑤ 영상정보처리기기운영자는 영상정보처리기기의 설치 목적과 다른 목적으로 영상정보처리기기를 임의로 조작하거나 다른 곳을 비춰서는 아니 되며, 녹음기능은 사용할 수 없다.

⑥ 영상정보처리기기운영자는 개인정보가 분실·도난·유출·위조·변조 또는 훼손되지 아니하도록 제29조에 따라 안전성 확보에 필요한 조치를 하여야 한다. <개정 2015. 7. 24.>

⑦ 영상정보처리기기운영자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 영상정보처리기기 운영·관리 방침을 마련하여야 한다. 이 경우 제30조에 따른 개인정보 처리방침을 정하지 아니할 수 있다.

⑧ 영상정보처리기기운영자는 영상정보처리기기의 설치·운영에 관한 사무를 위탁할 수 있다. 다만, 공공기관이 영상정보처리기기 설치·운영에 관한 사무를 위탁하는 경우에는 대통령령으로 정하는 절차 및 요건에 따라야 한다.

❍ 위치 정보를 포함한 공간정보의 입체격자화 기술 적용 시 「국가공간정보기본법」 제35조, 동법 시행령 제24조, 국가공간정보 보안관리 기본지침에 의거한 「공간정보 보안관리 규정」을 준수하여 사업 시행

- ‘개인정보 침해방지 대안’으로 「공간정보 보안관리 규정」(국토교통부훈령 제949호) 제8조 ‘공간정보 데이터베이스의 관리’ 및 제4장 ‘공간정보 보호대책’ 내 조항을 준수하여 사업 시행

<표 75> 공간정보 보안관리 규정 관련 법규의 주요 내용

국가공간정보 기본법(법률 제17942호, 2021. 3. 16.) [시행 2022. 3. 17.] 제35조(보안관리)

① 관리기관의 장은 공간정보 또는 공간정보데이터베이스를 구축·관리하거나 활용하는 경우 공개가 제한되는 공간정보에 대한 부당한 접근과 이용 또는 공간정보의 유출을 방지하기 위하여 필요한 보안관리규정을 대통령령으로 정하는 바에 따라 제정하고 시행하여야 한다. <개정 2020. 6. 9.>

② 관리기관의 장은 제1항에 따라 보안관리규정을 제정하는 경우에는 제5조제6항에 따른 전문위원회의 의견을 들은 후 국가정보원장과 협의하여야 한다. 보안관리규정을 개정하고자 하는 경우에도 또한 같다. <개정 2021. 3. 16.>

[제28조에서 이동 <2014. 6. 3.>]

국가공간정보기본법 시행령 (법률 제28211호 , 2017. 07. 26.) [시행 2022. 3. 17.] 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 보호 대책
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.

국토교통부 국가공간정보 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 사용 내역을 확인할 수 있도록 검색 시스템을 구축하여 관리하여야 한다.

국토교통부 국가공간정보 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.
1. 보안관리 책임자 지정
가. 본부 및 소속기관 : 담당과장(단, 국토관리청과 지방항공청은 담당국장)
나. 산하기관 : 담당부서장 또는 그에 상응한 담당직원
2. 침입차단시스템 설치, 운용
3. 해킹 및 컴퓨터바이러스 예방대책 마련
4. 비밀로 분류된 공간정보 유통 시 암호자체 사용 등 보안업무규정 제21조에 따른 보안대책 마련
5. 유통망의 취약점, 중요공간정보 무단 포함 여부 등에 대한 주기적 분석 및 점검

제10조(공간정보의 복제·출력 등 제한)
① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 복제 또는 출력할 수 없다.
1. 영 제25조에 따라 복제·관리하는 경우
2. 비공개 공간정보는 관리기관의 장의 허가를 받은 때
3. 공개가 제한되는 공간정보는 보안담당관의 허가를 받은 때
② 제1항에 따라 공간정보를 복제·출력한 때에는 경고문(img32570905)을 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.
1. 계약서에 법 제38조에 따른 비밀 준수 및 공간정보 보호 의무와 위반시 조치사항 명시
2. 참여인원에 대한 신원확인, 서약집행 및 보안교육
3. 작업장소를 통제구역 또는 제한구역으로 설정
4. 용역종료 시 성과물과 제공된 각종 자료 회수
5. 기타 보안관리를 위해 필요한 사항
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.

1. 출입 인가자를 사전에 지정하고, 비인가자는 관리책임자의 허가를 받은 후 안내를 받아 출입
2. 무단출입 방지를 위해 출입문에 생체·카드 인식기 및 자동잠금장치 설치
3. 모든 출입자는 출입통제 대장에 출입사항을 기록(단, 생체·자동인식기 등을 통한 자동출입기록으로 대체 가능)
4. 출입구에 CCTV를 설치하고 특이사항 발생시 관리책임자에게 즉시 통보될 수 있도록 상황전파체계 구축
5. 비인가 카메라·휴대폰·휴대용 저장매체 등의 보관 용기를 출입구에 비치하여 불법 촬영 및 자료유출 방지

제13조(비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보의 국외반출 금지)

① 비공개 또는 공개가 제한되는 공간정보는 다음 각 호의 경우를 제외하고는 국외로 반출할 수 없다.

1. 대한민국 정부와 외국정부간에 체결된 협정 또는 합의에 의하여 상호 교환하는 경우
2. 정부를 대표하여 외국정부와 교섭하거나 국제회의 또는 국제기구에 참석하는 사람이 자료로 사용하기 위하여 반출하는 경우

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.

1. 신원 확인, 신상기록부 작성·유지, 보안교육 및 서약 집행
2. 계약서에 기밀 누설·유출 시 해고 및 손해 배상 책임 명시
3. 비공개 등 중요 공간정보 취급 및 보호구역 출입 차단 대책

② 국토교통부장관은 외국인에 대한 보안상 유해로운 사실이 확인된 때에는 공간정보에 대한 보호조치를 먼저하고, 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.

4-4 경제적 타당성 분석

1) 편익추정

가. 편익추정 개요

○ 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발」의 주요 연구 산출물 활용에 따른 예상 편익 항목을 도출

- 본 과제는 3대 중점분야, 8개 핵심과제, 16개 구성기술 개발 추진 예정

<표 76> 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발」 구성도

중점분야	핵심과제	구성기술
1. 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	1-1. 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	1-1-1. 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술 개발
		1-1-2. 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시
	1-2. 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	1-2-1. 입체격자 및 경량화 기술개발
		1-2-2. 전처리 자동화 기술개발
	1-3. 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	1-3-1. 저장 · 관리 · 고도화 기술개발
		1-3-2. 정보검색 고도화 기술개발
2. 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	2-1. 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석 · 가시화 기술개발	2-1-1. 벡터 데이터 분석 기술개발
		2-1-2. 레스터 데이터 분석 기술개발
	2-2. Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발	2-2-1. 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발
		2-2-2. 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발
	2-3. Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술 개발	2-3-1. 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발
		2-3-2. 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발
3. 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	3-1. 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	3-1-1. 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술 개발
		3-1-2. 입체격자 기반 실내 시설물 재난 대응 지원 기술 개발
	3-2. 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	3-2-1. 입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 개발
		3-2-2. 입체격자 기반의 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 개발

❍ 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발」은 3대 중점분야, 6개 핵심과제, 16개 구성기술 개발을 통해 입체격자를 기반으로 국토정보를 유기적, 입체적으로 연계하여 지능 정보화 단계로 고도화하는 3개의 실증시스템 구축 가능

<표 77> 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발」 최종성과물(안)

중점분야	핵심과제		핵심과제
1. 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	1-1. 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	▶	• 입체격자 전처리 · 저장 · 관리 · 검색 자동화 시스템
	1-2. 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발		
	1-3. 입체격자 저장 · 관리 · 검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발		
2. 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	2-1. 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석 · 가시화 기술개발	▶	• 입체격자 기반 시공간 데이터 분석 및 정보융합 지능화 시스템
	2-2. Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발		
	2-3. Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축 활용기술 개발		
3. 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	3-1. 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	▶	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 실증 시스템
	3-2. 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	▶	• 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 실증 시스템

❍ 최종성과물에 기반하여 국내 공간정보 산업 중 공간정보 관련 도매업, 공간정보 관련 출판 및 정보서비스업, 공간정보 관련 기술서비스업을 수혜자로 설정, 이를 통해 ‘국내 공간정보산업 부가가치창출 편익’ 항목을 도출

<표 78> 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발」 최종성과물의 수혜자 설정

핵심과제	수혜자	편익
• 입체격자 표준화 및 전처리 · 저장 · 관리 · 검색 자동화 시스템 • 입체격자 기반 시공간 데이터 분석 및 정보융합 지능화 시스템 • 입체격자 기반 도시기반 시설 재난대응 지원 실증 시스템 • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 실증시스템	**공간정보 관련 출판 및 정보서비스업** • 공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업 • 공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업 • 공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	국내 공간정보산업 부가가치창출 편익

❍ 도출된 국내 공간정보산업 부가가치창출 편익에 대해 편익 발생 시장을 'GIS/Spatial Analytics Market' 으로 정의

<표 79> 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발」의 부가가치창출편익 목표시장

편익		시장 정의		목표 시장
국내 공간정보산업 부가가치창출 편익	□	입체격자 전처리 · 저장 · 관리 · 검색 자동화 시스템	□	GIS/Spatial Analytics Market
		입체격자 기반 시공간 데이터 분석 및 정보융합 지능화 시스템		
	□	입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 실증시스템	□	
		입체격자 기반 기후변화 재난 대응 지원 실증시스템		

❍ 도출된 'GIS/Spatial Analytics Market' 목표시장에 대하여 시장수요접근법 기반 가치창출편익을 본 사업의 편익으로 설정

- 시장수요접근법 기반 편익은 본 산업의 시행에 의한 미래시장규모의 증가분에 본 사업의 기여로 창출된 직접편익을 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

2) 편익 분석 방법론

가. 기본가정

❍ 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 80> 연구개발단계별 회임 기간

구분	기초연구	응용연구	개발연구
회임기간	5년	3년	

출처 : 한국과학기술기획평가원(2021), 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

❍ 편익 기간

- 유사 기술의 특허 분석결과로 산출된 기술생명주기의 평균값 6.12를 근거로, 동 사업의 기술생명주기(Technology Cycle Time)는 6년을 적용

<표 81> 유사 기술의 기술생명주기

유사 기술 구분	기술생명주기
빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼	5.88
공공 빅데이터 수집 및 분석 시스템	6.13
AI 기반 데이터 가치 고도화 플랫폼	6.35
평균	6.12

출처 : 중소기업벤처기업부(2020), 중소기업 전략기술로드맵 2021~2023 빅데이터

❍ 가치창출편익 산식

- 한국과학기술기획평가원(2021)에서 제시한 가치창출 편익추정 방법 중 생산자 중심의 편익을 위한 시장수요접근법을 적용
- 시장수요접근법은 시장가치 창출을 목적으로 하는 많은 연구개발사업의 경제성 분석에 대표적으로 활용됨
- 시장수요접근법에서는 해당 연구개발사업의 시행에 의한 미래 시장 규모의 증가분에, 해당 연구개발사업의 기여로 창출된 직접적 편익을 한정시키기 위한 다양한 변수를 고려하여 편익을 산정
- 동 사업의 수혜산업으로 정의된 국내 공간정보산업의 시장규모를 토대로 본 사업의 기여율을 고려하여 산출

<표 82> 국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발사업의 가치창출편익 산식

편익 추정 수식
편익 = 미래 시장규모 × 사업기여율 × 부가가치율 × R&D기여율 × R&D사업화성공률

출처 : 한국과학기술기획평가원(2021), 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

나. 편익 분석

❍ 미래시장규모

- 미래시장규모는 공인된 국내외 통계, 정부 및 공공기관 발표자료, 신뢰성있는 5건의 세계 공간정보 분석 시장규모 분석보고서를 참고하여 2022년~2027년 목표시장의 미래 세계시장규모 추정

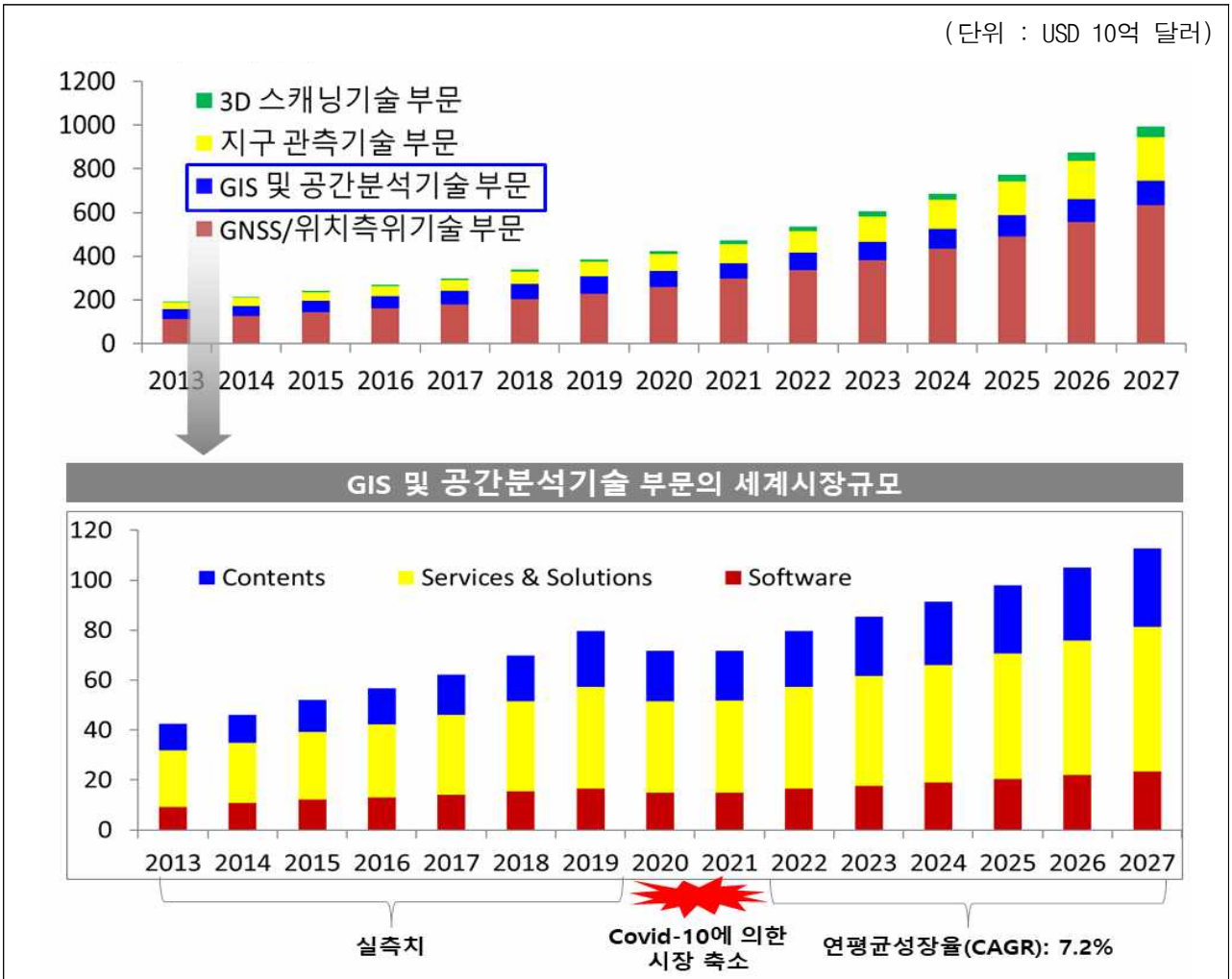
<표 83> 미래시장규모 추정 근거

구분	발행기관	시장규모 (USD Billion)	Compound Annual Growth Rate (CAGR)	자료명	발행연도
GIS/Spatial Analytics: Global Market Size	Geospatial Media and Communications	66.2(’ 17)~ 88.3(’ 20)	12.4%	GLOBAL GEOSPATIAL INDUSTRY OUTLOOK(2017 to 2020)	2018
Geospatial Analytics Market	BusinessWire	59.5(’ 21)~ 107.8(’ 26)	12.6%	Global Geospatial Analytics Market (2021 to 2026)	2021
Geospatial Data Analytics Market	ReportLinker	59.40 Growth (’ 21~’ 25)	15.27%	Global Geospatial Data Analytics Market (2021 to 2025)	2021
Geospatial Analytics Market	Research and Markets	59.5(’ 21)~ 107.8(’ 26)	12.6%	Geospatial Analytics Market - Global Forecast (2021 to 2026)	2021
Geospatial Analytics Market	Research and Markets	33.19 Growth (’ 22~’ 27)	7.2%	Geospatial Analytics Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022 to 2027)	2022

- 근거자료를 토대로 확인된 목표시장의 미래 세계시장규모는 다음 표와 같음
- 세계 공간정보시장은 크게 4개 부문으로 구분되며, 동 사업의 목표시장은 GIS 및 공간분석기술 부문으로 설정
- GIS 및 공간분석기술 부문은 Software, Services & Solutions, Contents로 세분화 할 수 있음
- 5건의 분석 보고서 중 3건은 세계시장규모의 연평균 성장률을 12.4%~15.27%로 설정하여 추정하였으나, 포스트 코로나-19의 영향을 고려한 Research and Markets(2022)는 7.2%로 설정하였으며, 본 사업도 보수적인 시나리오를 선택
- 코로나-19로 인한 영향을 고려하기 위해 2020년은 2019년 대비 -10%, 2021년은 2019년 -5%, 2022년은 2019년의 시장규모를 회복하여 2027년까지 7.2%의 연평균 성장률로 성장

하여 2023년 853억 달러에서 2027년 1,127억 달러로 총 331억 달러가 증가하는 것으로 추정

- 이러한 추정결과는 Research and Markets(2022)에서 제시한 동 기간 331.9억 달러 추정결과와 비교할 때 적정하게 추정된 것으로 판단됨



연도	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Software	16.6	14.94	15.0	16.6	17.8	19.1	20.4	21.9	23.5
Services & Solutions	40.8	36.72	36.8	40.8	43.7	46.9	50.3	53.9	57.8
Contents	22.2	19.98	20.0	22.2	23.8	25.5	27.3	29.3	31.4
총계	79.6	71.64	71.8	79.6	85.3	91.5	98.1	105.1	112.7

출처 : Geospatial Media and Communications(2018), Research and Markets(2022)을 참고하여 재가공

<그림 88> GIS 및 공간분석기술 부문의 미래 세계시장규모

- 2020년 국내 공간정보산업 통계 데이터(국토교통부,2021)를 기준으로 입체격자 고도화 기술 수혜산업의 시장규모 1,930억원(1.59억 US달러)이며, 이는 세계 GIS 및 공간정보분석기술 부문 전체 시장 규모 약 0.22%에 해당

<표 84> 2020년 국내 공간정보 관련 매출액과 입체격자 고도화기술 수혜산업 목표시장

(단위 : 억원, %, 개사)

구분		공간정보 관련 매출액(억원)	3차원 데이터활용 비중(%)	입체격자기술 관련 수혜산업 시장 규모(억원)	
					비중
전체		97,691		1,930	100.0
업종	공간정보 관련 제조업	9,529			
	공간정보 관련 정보·영상 기기 및 용품 제조업	9,295			
	공간정보 관련 인쇄 및 기록매체 복제업	233			
	공간정보 관련 도매업	9,071			
	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 도매업	237			
	공간정보 관련 정보·영상 기기 및 용품 도매업	6,774			
	공간정보 관련 전산장비 및 소프트웨어 도매업	2,059			
	공간정보 관련 출판 및 정보서비스업	29,114			
	공간정보 관련 지도, 서적 및 기타 인쇄물 출판업	121			
	공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업	**17,778**	**7.8**	**1,387**	**71.9**
	공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업	**9,141**	**3.7**	**338**	**17.5**
	공간정보 관련 포털 및 인터넷 서비스업				
	공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업	**1,694**	**12.1**	**205**	**10.6**
	공간정보 관련 기술 서비스업	49,904			
	공간정보 관련 연구개발업	9,060			
	공간정보 관련 탐사 및 측량업	9,242			
	공간정보 관련 제도 및 지도제작업	2,095			
	공간정보 관련 엔지니어링 서비스업	29,507			
	공간정보 관련 협회 및 단체	75			
	공간정보 관련 협회 및 단체	75			

- 세계 목표시장 대비 한국의 입체격자 수혜산업에 대한 시장 규모 비중 0.22%를 적용, 미래 세계시장 중 국내 시장 규모를 추정
- (시나리오1) 포스트 코로나-19의 영향을 고려한 Research and Markets(2022)와 같이 연평균성장률(CAGR) 7.2%이 2020~2037년 동안 지속
- (시나리오2) TCT 기간 단위로 연평균 성장률이 전기의 1/2로 반감되는 것으로 가정
- (시나리오3) 2020~2037년 시장규모가 선형 추세선을 기준으로 시장규모 성장 가정

<표 85> 시나리오2의 CAGR 반감기 적용

구분	2020~2027	2028~2032	2033~2037
입체격자기술 관련 수혜산업 연평균성장률	7.2%	3.6%	1.8%

- 이상의 가정을 토대로 각 목표시장별 미래 국내시장규모를 추정한 결과를 비교할 때 가장 보수적인 시나리오인 'CAGR반감기'에 의한 미래 시장규모 추정 결과를 토대로 편익을 산출
- 원-달러 환율은 한국은행 경제통계시스템(http://ecos.bok.or.kr/EIndex.jsp) - 주요국 통화의 대원화 환율 통계자료 적용하여 분석기준 연도인 2022년 평균 환율 1212.8원/$ 적용

<그림 89> 국내 입체격자기술 관련 미래 시장 규모 추정 시나리오별 비교

<표 86> CAGR 반감기 시나리오에 따른 국내 입체격자기술 관련 미래 시장 규모

(단위 : 억원)

연도	미래 국내 시장 규모			계	비고
	Software	Services & Solutions	Contents		
2013	248	609	286	1,142	실측치
2014	288	652	302	1,242	
2015	326	730	350	1,406	
2016	348	789	391	1,527	
2017	383	859	434	1,676	
2018	415	972	496	1,883	
2019	447	1,099	598	2,144	
2020	402	989	538	1,930	
2021	431	1,060	577	2,069	추정치: CAGR 7.2%
2022	463	1,137	619	2,218	
2023	496	1,219	663	2,377	
2024	532	1,306	711	2,549	
2025	570	1,400	762	2,732	
2026	611	1,501	817	2,929	
2027	655	1,609	876	3,140	
2028	534	1,313	714	2,561	추정치: CAGR 3.6%
2029	553	1,360	740	2,653	
2030	573	1,409	767	2,749	
2031	594	1,460	794	2,848	
2032	615	1,512	823	2,950	
2033	508	1,247	679	2,434	추정치: CAGR 1.8%
2034	517	1,270	691	2,477	
2035	526	1,293	703	2,522	
2036	535	1,316	716	2,567	
2037	545	1,340	729	2,614	

❍ **사업기여율: 44.0%**

- 사업기여율은 미래 시점 기준의 연구개발 활동 중 동 사업이 차지하는 비중만을 적용한다는 개념
- 본 분석에서는 최근 5년(2017~2021년)간 유사과제 정부투입액 대비 사업의 소요예산을 기준으로 산출
- 과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 최근 5년간 유사과제를 검색하였으며, 동 사업과 관련성이 있는 과제의 연평균 정부연구비를 도출한 결과, 연평균 유사과제 정부 투자액은 46.02억원

<표 87> 입체격자기술 유사과제 정부투입액(최근 5년간)

(단위 : 억원)

2017	2018	2019	2020	2021	평균
55.9	37.5	45.3	53.1	38.3	46.02

- 사업 기여율과 관련하여 미래 시장 규모나 매출액의 증가분을 기준으로 추정되는 연구개발 사업의 편익은 해당 사업 외에도 타 또는 유사 연구개발 사업 및 연구기관의 연구개발 활동으로 창출되는 편익이 포함되어 있다고 볼 수 있음
- 해당 연구개발 사업에 의해 창출되는 편익만을 계산해내기 위해서는 대상 시장의 연구개발투자규모 중에서 해당 사업이 차지하는 비중을 고려해야 함
- 사업기여율은 미래의 자료 예측이 어렵기 때문에, 한국과학기술기획평가원에서 발간하는 연구개발 활동조사 보고서(한국과학기술기획평가원, 2020)에 제시된 정부와 민간의 연구개발투자 비율 현황을 일반적으로 활용
- 2020년 국가연구개발활동조사 결과, 정부·공공 대 민간·외국 비율은 약 23:77을 기준으로 관련 GIS 및 공간분석기술 분야 국가연구개발 총 투자 규모를 200.09억 원으로 추정
- 현재 시점에서 정부와 민간의 연구개발투자 비중이 미래 해당 시점에서도 유지될 것이라는 가정과 연구개발투자 비중과 시장 규모 창출에서의 비중이 동일하다는 가정이 포함됨(한국과학기술기획평가원, 2021)
- 입체격자기술 분야의 연간 국가연구개발 총투자 규모 200.09억원 대비 동 사업의 연평균 투자 규모를 기준으로 사업기여율을 44.0%로 추정

<표 88> 입체격자기술 분야의 국가연구개발 투자 규모

구분	정부·공공	민간·외국	합계
금액	46.02	154.07	200.09
비중	23%	77%	100%

❍ **부가가치율: 42.9%**

- 부가가치율은 매출액 중에서 실제 새롭게 창출된 경제적 편익이 차지하는 비율을 의미하며, 편익은 사업수행으로 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%를 적용

<표 89> 동 사업 분야의 부가가치율 측정

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&D 기여율은 해당 시장에서 창출된 부가가치 중에서 연구개발이 기여한 정도를 나타내는 지표임
- 일반적으로 거시적 관점의 R&D 기여율이 활용되며 이는 총요소생산성에 대한 연구개발투자의 탄력성을 추정한 값임
- R&D 기여율은 추정된 수치를 적용할 수밖에 없으며, 조사 착수 시점을 기준으로 가장 최근에 발표된 공신력 있는 수치를 적용하는 것이 적절함
- 2019년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침에서는 '제3차 과학기술기본계획'의 35.4%를 사용할 것을 권고하고 있으며, 본 분석에서도 지침에 따라 R&D 기여율을 동일하게 적용

❍ **R&D 사업화 성공률: 50.9%**

- R&D 사업화 성공률은 연구개발의 성과가 제품 또는 서비스의 형태로 시장에 출시되어 매출을 발생시키는 가능성을 의미
- 본 본석의 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: 2021년**

- 현재가치 산정 기준연도는 기획보고서 제출 시점의 전년도를 평가기준연도로 산정

3) 비용편익 분석 결과

가. 비용 분석 결과

○ 상향식 방식으로 추정한 동 사업의 총 소요예산은 5년간 총 250억원을 사회적 할인율 4.5%를 적용한 2021년 현재가치는 약 198.1억원 수준

<표 1> 비용 분석 결과

(단위: 억원)

구분	2023	2024	2025	2026	2027	합계
소요예산	40.0	55.0	55.0	55.0	45.0	250.0
2021년 현재가치	36.6	48.2	46.1	44.1	34.6	209.6

나. 편익 분석 결과

○ 동 사업의 부가가치 창출 편익 합계는 228.3억원 규모로 추정

- 2030년~2035년 국내 총 시장규모 1조 5,979.5억원 대비 사업기여율, 부가가치율, R&D 기여율, R&D 사업화 성공률을 적용한 동 사업의 총 편익은 373.7억원 규모
- 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 동 사업의 총 편익 373.7억원을 2021년 현재가치로 환산한 결과, 동 사업 편익의 현재가치는 226.8억원 규모로 산출

<표 2> 편익 분석 결과

(단위: 억원)

구분	미래 시장규모	사업기여 효과 사업기여율 44.0%	부가가치 부가가치율 42.9%	R&D 기여가치 R&D 기여율 35.4%	R&D 사업화 성공가치 사업화 성공률 50.9%	현재가치 사회적 할인율 4.5%	합계
2030	2,748.7	1,195.8	513.0	181.6	64.3	43.3	**226.8**
2031	2,847.6	1,238.8	531.5	188.1	66.6	42.9	
2032	2,950.2	1,283.4	550.6	194.9	69.0	42.5	
2033	2,433.6	1,058.7	454.2	160.8	56.9	33.6	
2034	2,477.4	1,077.7	462.4	163.7	57.9	32.7	
2035	2,522.0	1,097.1	470.7	166.6	59.0	31.9	

다. 비용편익분석

○ 동 사업 산출 편익의 현재가치 226.8억원 대비 소요예산의 현재가치 209.6억원을 고려한 B/C ratio는 1.08로 경제성이 높은 것으로 분석

<표 3> 「국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발사업」의 B/C ratio

(단위: 억원)

구분	편익	비용	B/C ratio
2021년 현재가치	226.8	209.6	1.08

5. 인력투입 소요예산 산정

5-1 인력투입계획

1) 연차별 투입 연구인력

<표 90> 전체 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
총괄	**41**	**41**	**43**	**42**	**42**	**209**
1핵심	13	13	13	12	12	63
2핵심	16	16	17	17	17	83
3핵심	12	12	13	13	13	63

2) 상세 투입 연구인력

가. 1핵심 - 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

<표 91> 1핵심 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
책임연구원	1	1	1	1	1	5
연구원	7	7	7	6	6	33
연구보조원	3	3	3	3	3	15
보조원	2	2	2	2	2	10
합계	**13**	**13**	**13**	**12**	**12**	**63**

나. 2핵심 - 입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

<표 92> 2핵심 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
책임연구원	1	1	1	1	1	5
연구원	8	8	9	9	9	43
연구보조원	4	4	4	4	4	20
보조원	3	3	3	3	3	15
합계	**16**	**16**	**17**	**17**	**17**	**83**

다. 3핵심 - 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

<표 93> 3핵심 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
책임연구원	1	1	1	1	1	5
연구원	6	6	6	6	6	30
연구보조원	3	3	4	4	4	18
보조원	2	2	2	2	2	10
합계	**12**	**12**	**13**	**13**	**13**	**63**

5-2 소요 예산

1) 총괄 소요예산

<표 94> 전체 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

구분		1핵심	2핵심	3핵심	총계
1차년도	정부	1,150	1,700	1,150	4,000
	민간	500	650	500	1,650
	소계	**1,650**	**2,350**	**1,650**	**5,650**
2차년도	정부	1,650	2,200	1,650	5,500
	민간	500	650	500	1,650
	소계	**2,150**	**2,850**	**2,150**	**7,150**
3차년도	정부	1,650	2,200	1,650	5,500
	민간	500	650	500	1,650
	소계	**2,150**	**2,850**	**2,150**	**7,150**
4차년도	정부	1,650	2,200	1,650	5,500
	민간	500	650	500	1,650
	소계	**2,150**	**2,850**	**2,150**	**7,150**
5차년도	정부	1,400	1,700	1,400	4,500
	민간	500	650	500	1,650
	소계	**1,900**	**2,350**	**1,900**	**6,150**
총계	정부	7,500	10,000	7,500	25,000
	민간	2,500	3,250	2,500	8,250
	소계	**10,000**	**13,250**	**10,000**	**33,250**

2) 예산 항목별 소요예산

가. 1핵심 - 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

<표 1> 1핵심 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

분류			구분						소계	비율(%)
			단가(연봉)	1차년도 인원*참여율	2차년도 인원*참여율	3차년도 인원*참여율	4차년도 인원*참여율	5차년도 인원*참여율		
직접비	인건비	책임연구원	112	112	112	112	112	112	560	6%
		연구원	86	602	602	602	516	516	2,838	28%
		연구보조원	57	171	171	171	171	171	855	9%
		보조원	43	86	86	86	86	86	430	4%
	소계			971	971	971	885	885	4,683	47%
	연구장비/재료비			100	200	200	200	200	900	9%
	연구활동비			173	480	480	574	371	2,078	21%
	연구수당			97	97	97	89	89	469	5%
	소계			370	777	777	863	660	3,447	34%
직접비 소계				1,341	1,748	1,748	1,748	1,545	8,130	81%
간접비				309	402	402	402	355	1,870	19%
합계				1,650	2,150	2,150	2,150	1,900	10,000	100%

나. 2핵심 - 입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

<표 2> 2핵심 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

분류			구분						소계	비율(%)
			단가(연봉)	1차년도 인원*참여율	2차년도 인원*참여율	3차년도 인원*참여율	4차년도 인원*참여율	5차년도 인원*참여율		
직접비	인건비	책임연구원	112	112	112	112	112	112	560	4%
		연구원	86	688	688	774	774	774	3,698	28%
		연구보조원	57	228	228	228	228	228	1,140	9%
		보조원	43	129	129	129	129	129	645	5%
	소계			1,157	1,157	1,243	1,243	1,243	6,043	46%
	연구장비/재료비			250	400	350	350	200	1,550	12%
	연구활동비			388	644	600	600	344	2,576	19%
	연구수당			116	116	124	124	124	604	5%
	소계			754	1,160	1,074	1,074	668	4,730	36%
직접비 소계				1,911	2,317	2,317	2,317	1,911	10,772	81%
간접비				439	533	533	533	439	2,478	19%
합계				2,350	2,850	2,850	2,850	2,350	13,250	100%

다. 3핵심 - 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

<표 1> 3핵심 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

분류			단가 (연봉)	구분 1차년도 인원* 참여율	2차년도 인원* 참여율	3차년도 인원* 참여율	4차년도 인원* 참여율	5차년도 인원* 참여율	소계	비율 (%)
직접비	인건비	책임연구원	112	112	112	112	112	112	560	6%
		연구원	86	516	516	516	516	516	2,580	26%
		연구보조원	57	171	171	228	228	228	1,026	10%
		보조원	43	86	86	86	86	86	430	4%
	소계			885	885	942	942	942	4,596	46%
	연구장비/재료비			150	300	250	250	200	1,150	12%
	연구활동비			217	474	462	462	309	1,924	19%
	연구수당			89	89	94	94	94	460	5%
	소계			456	863	806	806	603	3,534	35%
직접비 소계				1,341	1,748	1,748	1,748	1,545	8,130	81%
간접비				309	402	402	402	355	1,870	19%
합계				1,650	2,150	2,150	2,150	1,900	10,000	100%

○ 비목별 소요예산 설정 근거

○ (인건비) 실제 소요인력을 추정하고 인건비 단가, 사업 기간을 고려하여 산출

- 인건비 단가는 '**2022년 학술연구용역인건비단가(참여율 50%)**' 에 "예정가격작성기준(계약예규 제577호, 2021.12.01.)" 제26조 제2항에 따라 소비자물가 상승률(2021년 2.5%)을 반영한 단가이며, 소수점 첫째자리에서 반올림한 금액임(상여금 400%, 퇴직급여충당금 100% 적용)

- 학술연구용역 인건비 기준 단가(' 22년)

책임연구원	연구원	연구보조원	보조원
월 3,327,026원	월 2,551,119원	월 1,705,337원	월 1,279,046원

* 본 인건비 기준단가는 1개월을 22일로 하여 용역 참여율 50%로 산정한 것이며, 용역 참여율을 달리하는 경우에는 기준단가를 증감할 수 있음

* 위 기준 단가에 의하되 「근로기준법」에서 규정하고 있는 상여금, 퇴직급여 충당금의 합계액으로 한다. 다만, 상여금은 기준 단가의 연 400%를 초과하여 계상할 수 없다.<개정 2018.12.31.>

- 책임연구원 : 당해 용역수행을 지휘·감독하며 결론을 도출하는 역할을 수행하는 자를 말하며, 대학 부교수 수준의 기능 보유
- 연구원 : 책임연구원을 보조하는 자로 대학 조교수 수준의 기능 보유
- 연구보조원 : 통계처리·번역 등의 역할을 수행하는 자로 당해 연구 분야에 대해 조교 정도의 전문지식을 가진 자
- 보조원 : 타자, 계산, 원고 정리 등 단순한 업무처리를 수행하는 자

○ (연구장비·재료비/연구활동비) 연구장비·재료비와 연구활동비의 비중은 **40:60 정도**의 **비율**을 반영하여 산정

○ (연구수당) 국가연구개발 관리 등에 관한 규정은 인건비 20% 이내로 산정하나 본 과제에서는 **10% 이내**로 산정

○ (간접비) 국가연구개발사업 비영리기관인 연구개발기관별 간접비 고시 비율(제114조 제2항)의 평균을 산출하여 **직접비의 23% 이내**로 산정

* 국가연구개발 간접비 계상기준 고시 (과기부 고시 제 2021-104호, 시행 2022.1.1.)

별첨

1. 참고 문헌

2. 자문위원 명단

3. 수요조사 결과

4. 과제 제안요구서(RFP)

5. 전략계획서

1. 참고 문헌

개인정보 보호법

공간정보산업진흥원(2019), 2019 공간정보사업조사 통계서

공간정보연구원(2020), 공간정보산업의 업역 분석 및 시장규모 예측 연구

과학기술정보통신부(2018), 제4차 과학기술기본계획(2018~2022) 2040년을 향한 국가과학기술 혁신과 도전

과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원(2020), 2020년도 연구개발활동조사보고서

관계부처합동(2019), 데이터·AI 경제 활성화 계획('19.1)

관계부처합동(2020), 한국판 뉴딜 종합계획('20.7)

관제부처합동(2021), 2022년 경제정책방향

관계부처합동(2021), 디지털 트윈 활성화 전략('21.9)

국토기본법

국토기본법 시행령

국토교통과학기술진흥원(2022), '22년 공간정보분야 R&D 추진 현황('22.2)

국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 공간정보산업진흥원(2017), 공간정보기술 R&D 중장기 기술로드맵(안) 2026

국토교통부(2018), 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)

국토교통부(2018), 제6차 국가공간정보정책 기본계획('18~'22)

국토교통부(2019), 제5차 국토종합계획('20~'40)

국토교통부, 국토교통과학기술진흥원(2019), 3차원 입체 격자 체계 기반 국토 통합관리 지원 기술 개발 최종보고서

국토교통부(2020), 세계를 선도하기 위한 20개 국토·인프라·교통 기술 (20-Wonder) 개발 착수 보도자료

국토교통부(2021), 2020년 국내 공간정보산업조사 통계보고서

국토교통부(2021), 2021년 국가공간정보 시행계획

국토교통부(2021), 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획('21~'25)

국토교통부(2021), 전국(인공) 지능화 시동, 지역거점 지능형 도시 조성 추진 보도자료

국토교통부(2022), 19년 9.3조 → 20년 9.7조로 4.6% ↑ 공간정보산업, 매출액 10조 원대 규모로 우뚝 성장 보도자료

국토조사에 관한 규정

도로명주소법 시행령

삼정KPMG(2021), AI·데이터 사이언스 기술기획위원회 자료

신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률

정보통신기획평가원(2020), ICT R&D 기술로드맵 2025-ICT융합/방송/콘텐츠

정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률

중소기업벤처기업부(2020), 중소기업 전략기술로드맵 2021~2023 빅데이터

한국과학기술기획평가원(2019), 안면인식 도입 확산과 국내 활성화 방안 모색, ICT Spot Issue 2019-13호

한국과학기술기획평가원(2021), 2020년도 연구개발활동조사보고서

한국과학기술기획평가원(2021), 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

한국과학기술정보연구원(2014), 한국형 감염병 확산 시뮬레이션을 위한 대용량 공공데이터 활용방안 연구

한국지능정보사회진흥원(2020), 2021년 디지털 분야 주요 이슈 및 10대 정책 방향

행정안전부(2018), 공공서비스 디지털기술로 날다

행정안전부(2021), 2019년 기준 재난안전산업 실태조사

행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준

Bowater et al.(2018), The rHEALPix Discrete Global Grid System: considerations for Canada

Bowater et al.(2020), Modelling Oset Regions around Static and Mobile Locations on a Discrete Global Grid System

BusinessWire(2021), Global Geospatial Analytics Market (2021 to 2026)

Expert Market Research(2021), Geospatial Analytics Market

Expert Market Research(2021), Geospatial Analytics Market-Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts(2021 - 2026)

Gang Wan(2013), SPHERE SHELL SPACE 3D GRID

GEOBUIZ(2019), GeoBuiz 2019 Report Geospatial Industry Outlook and Readiness Index

Geospatial Media and Communications(2018), GLOBAL GEOSPATIAL INDUSTRY OUTLOOK(2017 to 2020)

Grand View Research(2019), Public Safety and Security Market Analysis Report

Miao et al.(2019), A Low-Altitude Flight Conflict Detection Algorithm Based on a Multilevel Grid Spatiotemporal Index

ReportLinker(2021), Global Geospatial Data Analytics Market (2021 to 2025)

Research and Markets(2020), Stratistics Market Research Consulting Pvt Ltd

Research and Markets(2021), Geospatial Analytics Market - Global Forecast (2021 to 2026)

Research and Markets(2022), Geospatial Analytics Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022 to 2027)

Ulmer et al.(2020), General Method for Extending Discrete Global Grid Systems to Three Dimensions

http://www.comworld.co.kr/

http://www.kpinews.co.kr/news/articleView.html?idxno=131146

http://www.nsdi.go.kr

https://blog.naver.com/waynowinfo/221230390573

https://flu.tacc.utexas.edu/exercise/

https://goo.gl/QkYoeg
https://rongjunqin.weebly.com/projects.html
https://www.agi.com/products/stk
https://www.kaia.re.kr/portal/main.do
https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=87044
https://www.planetwatchers.cm/platform/
https://www.rapidflowtech.com/surtrac/how-it-works
https://www.sphinfo.com/ml-parking/
https://www.youtube.com/watch?v=JOLzVoYq7cE&t=114s

2. 자문위원 명단

□ 기획위원회 명단

분과	소속	직급	성명
입체격자 기반 정보관리 기술 기획	안양대학교	팀장	최원욱
	씨엠월드 기술연구소	이사	편말순
	올포랜드	이사	황정래
	정도 UIT	이사	박윤희
	포도	부장	홍정민
	부린	연구소장	송주일
입체격자 기반 공간분석·가시화·공유 기술 기획	한국전자통신연구원	책임연구원	김광수
	신한항업	연구소장	배경호
	지오스토리	이사	김윤형
	안양대학교	교수	유선철
	SPH(주)	이사	김선경
	웨이버스	차장	황병주
	씨엠월드 기술연구소	선임연구원	이용혁
	아이씨티웨이	정보기술연구소장	김정훈
	웨이버스	차장	황병주
입체격자 기반 재난 대응 서비스 실증 및 사업화 기획	국토연구원	부연구위원	임시영
	새한지앤아이	전무	이태형
	공간정보산업진흥원	실장	이승수
	한국건설기술연구원	연구위원	정규수
	공간인소프트	대표	김원균

□ 총괄위원회 명단

구분	소속	직급	성명
위원장	안양대학교	교수	안종욱
위원	한국건설기술연구원	연구위원	윤준희
위원	씨엠월드	대표	이봉준
위원	웨이버스	전무	김장욱
위원	포도	부장	최장범
위원	LX공간정보연구원	책임연구원	배상근
위원	건국대학교	교수	구지희

□ 자문위원회 명단

구분	성명	직급·직위	소속
1	유기윤	교수	서울대학교
2	구지희	교수	건국대학교
3	장용구	연구위원	한국건설기술연구원
4	장인성	책임연구원	한국전자통신연구원
5	강혜경	연구위원	국토연구원
6	이소희	시설연구사	국립재난안전연구원
7	권재현	교수	서울시립대학교
8	옥진아	연구위원	경기연구원
9	김걸	교수	한국교원대학교
10	유재준	책임연구원	한국전자통신연구원

3. 수요조사 결과

□ 수요조사 개요

<입체격자 기반의 기술 수요 요구사항 도출을 위한 기술수요조사>

- ○ 조사목적 : 입체격자기술 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고, 기술수요 현황, 기술개발 범위 설정 등 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 함
- ○ 조사내용 : 입체격자기술 인지도 및 필요성 조사, 입체격자기술 고도화를 위해 개발되어야 하는 기술수요 조사, 입체격자기술 관련 현업무와의 연관성 조사
- ○ 조사대상 : 공간정보를 업무에 활용하는 담당자, 공간정보 분야 전문가 등
- ○ 조사기간 : 2021년 7월 2일~16일(약 2주간)
- ○ 조사방법 : 이메일 조사
- ○ 조사건수 : 총 80부

<입체격자 관련 후보과제 도출을 위한 기술수요조사>

- ○ 조사대상 : 입체격자체계 고도화 기술개발 기획위원
- ○ 후보과제 목록 : 총 22개

순번	후보과제명
1	실시간 센싱 및 관측 운용 기술
2	입체격자 기반 공중-지상-지하 공간데이터 통합·연계 기술개발
3	시공간 빅데이터 융합·처리를 위한 고성능 인메모리(In-memory) 기술개발
4	데이터베이스 기반의 입체격자 저장 기술과 관리 및 서비스를 위한 질의 기술 개발
5	사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획
6	입체격자기술 표준화
7	입체격자기술 활성화를 위한 법제도 지원방안
8	입체격자 기반 시·공간 네트워크 분석 및 가시화
9	입체격자 기반 이동 객체 실시간 추적 기술
10	입체격자 기반 Geo-AI 적용 데이터 분석 서비스 기술 개발
11	입체격자지원을 위한 인공지능 기술을 활용한 3D Point Cloud Objects추출
12	3차원 입체격자를 활용한 Raster 데이터 형식의 데이터 분석 및 가시화
13	입체격자 데이터 서비스 아키텍처 및 API 표준화
14	입체격자체계 기반 AIoT 네트워크 구축 및 서비스 기술개발
15	입체격자 Open API 구현기술
16	입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시각화 기술개발
17	드론택배/UAM을 위한 입체격자 기반 공중도로 설계/제공/관리기술 개발 및 실증
18	도로함몰 및 싱크홀 관리를 위한 입체격자 서비스 개발
19	안전사회 구현과 국민 안전 확보를 위한 시설물 시뮬레이션 기술개발
20	국민안전 강화를 위한 입체격자체계 기반의 실내재난대응 지원체계 개발
21	국지적 집중호우에 따른 도시지역 지상 및 지하공간 침수피해 예측 및 완화책 실증을 위한 3차원 입체격자기반 서비스 기술 개발
22	격자 기반 지상-지하 데이터(지하시설물, 지반자료 등) 통합관리 기술 개발

□ 기술수요조사서 양식

입체격자체계 고도화 기술개발사업 기술수요조사서

안녕하십니까?

본 기술수요조사는 국토교통부(KAIA)에서 총괄하고 안양대학교 산학협력단 주관으로 추진하고 있는 **'사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발'** 기획과제의 일환으로 진행되고 있습니다.

최근 디지털트윈, 자율주행차, 드론 등의 기술이 발달하면서 대내외적으로 '공간정보기술'에 대한 관심이 증대되고 있습니다. 특히 입체격자 기술은 대용량 시공간 빅데이터를 3차원 입체격자 단위로 저장/관리/분석/시각화할 수 있는 장점이 있어 자율주행차, 드론 등의 분야에서 활발히 논의되고 있습니다. 이러한 입체격자 기술의 장점과 수요에 따라 선행 R&D 과제*를 수행하였으며, 그 결과를 고도화하고자 기술수요조사를 통하여 국내 공간정보 전문가분들을 대상으로 입체격자기술의 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고자 합니다.

* 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원 기술개발 연구('17～'19)

본 기획연구에서 입체격자기술은 **저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 부문**으로 **구분**하였으며, 예상 사업 기간 내('23～'27, 최대 5년)에 완료될 수 있는 핵심기술을 제안해주시길 바랍니다.

귀하의 응답 내용은 「통계응답자의 의무 및 보호에 관한 법률」 제33조에 의해 비밀이 보장되며, 연구목적 이외의 다른 용도로는 일절 사용되지 않습니다.

귀중한 시간을 내주셔서 진심으로 감사드립니다.

2021년 6월

안양대학교 산학협력단(연구책임자 안종욱 교수)

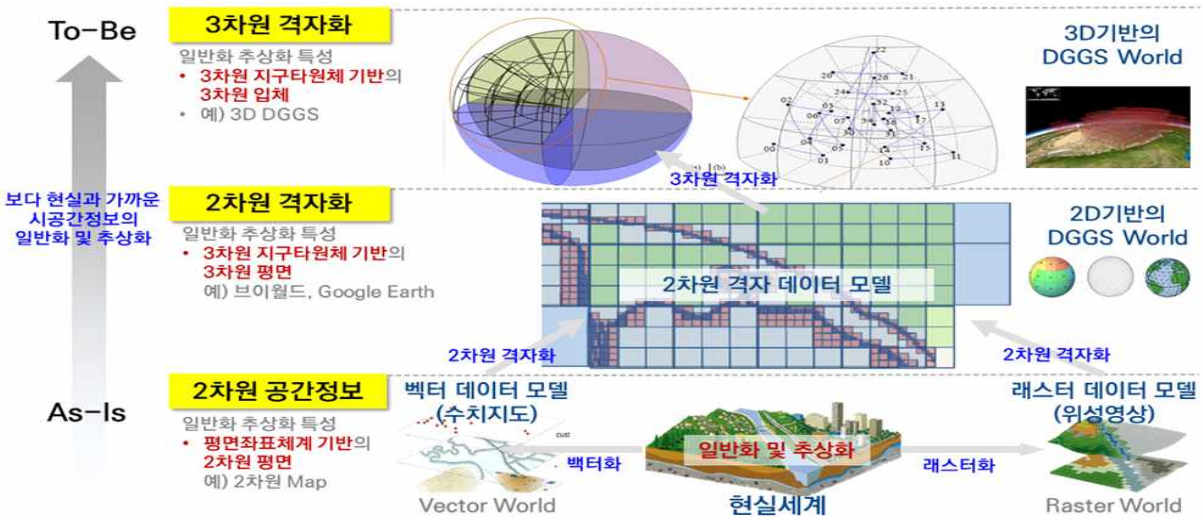
응답자 정보	**성명**		**소속기관 부서/팀**	**(필수)**
	직책		**연락처/ e-mail**	**핸드폰번호 :** e-mail :

☞ **입체격자기술의 주요 개념과 본 기획과제에 관한 내용을 읽어보시고 설문을 진행해 주시기 바랍니다.**

입체격자기술 개요

○ (**입체격자기술 정의**) 입체격자기술은 3차원 계층적 데이터 모델을 적용하여 지상, 지하, 공중, 수중의 물리적 현실세계를 보다 사실적이고 체계적으로 저장/관리/분석/서비스하기 위한 제반 기술

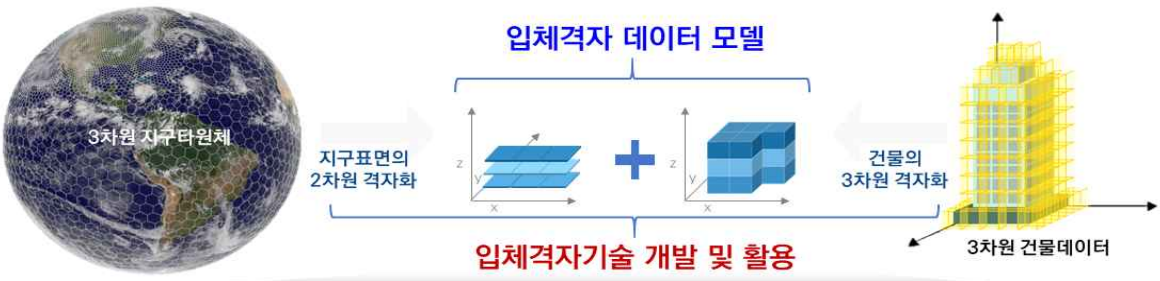
- 과거 공간정보 기술은 현실 세계의 사물과 현상들을 2차원 평면지도에 벡터와 래스터 데이터 모델을 기반으로 추상화하였으나, 현재는 벡터, 래스터 모델의 한계점을 극복하기 위하여 입체격자기술의 활용이 활발히 논의되고 있음



○ (**입체격자 데이터 모델**)

- 입체격자는 공간 빅데이터의 효율적인 관리, 저장, 통합, 탐색, 마이닝 및 시각화 등이 가능한 3차원의 계층적 데이터 모델 제공

* 지상, 항공 및 위성 센서의 수가 증가함에 따라 공간 자료수집 양, 다양성 및 속도가 급속히 증가하고 있으며, 이러한 데이터들은 기존 공간정보 데이터 모델에 적용하여 융합하는데 많은 시간과 비용 소요



선행 연구내용 및 성과

○ 국토부 R&D 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원 기술개발 연구('17~'19)에서 3차원 격자체계의 저장, 연계·변환, 분석, 가시화, 활용 기술 등을 개발

연계·변환 기술

- 2차원 공간정보(shp)의 3차원 공간정보 변환 모듈 개발
- 3차원 공간정보의 입체격자 변환 모듈 개발
- 공간정보 및 입체격자 매핑 데이터 제공을 위한 API 개발
- 특허 : 3차원 입체격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템(10-2057448)
- S/W : 온라인 공간정보 연계 및 입체격자 자동 변환 소프트웨어 외 3건

〈기존 2D, 3D 공간정보를 입체격자로 변환〉

분석 기술

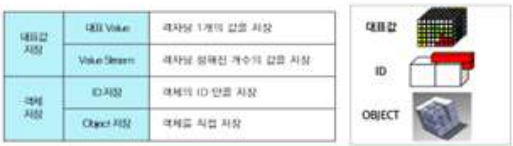
- 공간격자 위치정보 및 속성정보 검색 기술 개발
- 기초 데이터 분석 기술 개발
  - 단순연산, 필터연산, 데이터 분류, 불린연산, 비교연산, 통계연산 등

〈식별정보 활용한 정보 검색 예시〉

〈공간격자 위치 검색화면 예시〉

저장 기술

- 지오메트리와 래스터 데이터 저장 기술 개발
- 격자 LOD 생성 기술 개발
- 특허 : 3차원 격자를 이용한 공간정보 저장방법 및 그 장치(10-2152879)
  3차원 격자를 이용한 공간정보 관리방법 및 그 장치(10-1993755)



가시화 기술

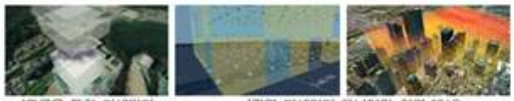
- 격자 내 공간객체 가시화 기술 개발
- LOD에 따른 거리별 가시화 기술 개발(Auto Scaling)
- 격자 내 속성(Raster, Vector, Spatial)를 고려한 격자 가시화 기술 개발
- 특허 : 3차원 공간 가시화 장치 및 그 방법(10-1966343)
- S/W : 3차원 입체격자 가시화 모듈, Auto Scaling 모듈 외 3건

포인트 클라우드 형태의 격자 가시화 | 3D 데이터의 분할 저장 및 가시화 | 2D Shp파일의 격자 가시화

활용 기술(실증 서비스)

국토 통합관리 실증서비스

- 센서 부착 드론 비행경로 및 미세먼지 데이터 수집 모니터링 서비스
- 격자 기반 광역 미세먼지 현황 분석 서비스
- S/W : 미세먼지 데이터 수집 모듈, 3차원 공간분석 프로그램



〈드론을 통한 미세먼지 모니터링 화면 예시〉 〈광역 미세먼지 모니터링 화면 예시〉

스마트 모빌리티 서비스

- 유무인 비행체의 안전운항을 위한 격자기반의 공중 도로체계를 설계하고 사용자에게 최적 안전경로(항로)를 제공해주는 서비스
- 특허 : 유무인비행체를 위한 3D 공중도로 네트워크 생성장치 및 방법(10-2099136).
  유무인비행체를 위한 3D 공중도로 안내 서비스 제공 장치 및 방법 (10-2099137)

〈Route Planning 경로탐색 결과〉

(본 기획과제) 부문별 기술개발 기획내용

○ (**저장·관리**) 저장·정보융합 자동화를 위한 입체격자 기반 정보의 저장 및 관리 기술

○ (**분석·가시화**) 정보분석 지능화를 위한 입체격자 기반의 공간분석, 가시화 기술

○ (**공개·공유**) 입체격자기술의 실용화를 위한 입체격자 기반 데이터 배포 및 공유 기술

○ (**서비스 실증·사업화**) 입체격자 기반 재난대응 서비스 실증 및 사업화

< 선행과제 분석을 통한 본 기획과제의 주요 연구 이슈>

구분	선행과제의 주요 성과	한계점	본 기획과제의 주요 이슈
데이터 모델	• Spatial 데이터 모델 구조 • 격자 구성 및 유연 방안 • 격자 내부 데이터모델 정의	• 격자 내부 데이터 구성을 위한 모델에 집중되어 있어 격자의 분포 및 이동체 지원 등의 현황 파악에 한계가 있음	• 격자의 분포, 격자간 데이터 이동, 실시간 데이터 변경 및 영향권 지원 등으로 실업무에 필요한 모델을 설계하고 적용할 수 있도록 지원
저장 기술	• 지오메트리와 래스터 데이터 저장 기술 • 격자 LOD 생성 기술	• 정형화된 데이터 형식만을 저장하여 비정형 데이터를 활용한 사회현상에 대한 복합적 분석 적용에 어려움이 있음	• 비정형 데이터 및 분포 데이터 등의 저장 • 빅데이터 기반 데이터의 저장 지원
분석 기술	• 기초분석 기술 (단순연산, 필터연산, 데이터 분류, 불린연산, 비교연산, 통계연산, 격자 위치/속성 검색 등) • 지오메트리 분석 위주	• 3차원 공간데이터 특성을 고려한 고도화 분석을 위해 복합연산 기능 개발 필요	• 범위 및 분포 분석 • 시간에 따른 변화 분석 • 심화분석 기술개발 필요 (통계분석, 이력관리, 위치탐색, 경로추적, 패턴분석 등)
가시화 기술	• 격자 내 공간 객체 가시화 • LOD에 따른 거리별 가시화 • 격자 내 속성을 이용한 격자 가시화	• 실시간으로 변화하는 객체에 대한 가시화 지원 필요 • 정형 지오메트리 및 래스터 값에 의한 가시화 기능 지원으로 속성 변화에 따른 데이터 가시화 지원 필요 • 비정형 데이터 가시화 관련 기술 개발 필요	• 비정형 데이터 분포에 의한 격자 주제도 개발 • 비정형 데이터 가시화 기술 • 실시간 속성 변경에 따른 가시화 기술
서비스 기술	• 스마트모빌리티 실증서비스 (유무인비행체 공동도로체계 제공서비스, 무인비행체용 VR/ MR 서비스) • 국토 통합관리 실증서비스 (미세먼지 모니터링, 도심 수위 모니터링)	• 서비스의 기술적 구현 가능성을 입증하기 위한 개발이 중심 • 입체격자 서비스의 활용성 및 확장성을 지원하는 실용화 중심의 기술개발 필요	• 보편적 격자 서비스를 위한 고도화된 데이터 서비스 및 분석 서비스 제공 • 사회 현안을 개선하기 위한 실질적 활용 서비스 위주로 개발 진행

Part A 입체격자기술 인지도 및 필요성 조사

1. 기본적인 질문 사항입니다. 해당 부분을 선택해 주시기 바랍니다.

구 분	선택항목
소속	① 학계(교수) ② 공무원 ③ 공공기관 ④ 일반기업 ⑤ 연구직 ⑥ 기타( )
업무경력	① 3년 미만 ② 3년~5년 ③ 5년~10년 ④ 10년 이상
성 별	① 남성 ② 여성
연 령	① 20~30세 이하 ② 30~40세 이하 ③ 40~50세 이하 ④ 50~60세 이하 ⑤ 60세 이상

2. 다음은 담당 업무에 대한 질문 사항입니다. 해당 부분을 선택해 주시기 바랍니다. (중복 선택 가능)

① 데이터 구축·관리
② 시스템 등 관련 기술개발
③ 데이터 분석 등 활용
④ 데이터 서비스 등 활용
⑤ 공공부문 계획·정책 수립 등 지원
⑥ 민원 업무 대응
⑦ 교육 및 연구
⑧ 기타( )

☞ 다음은 입체격자에 대한 인지도 조사입니다.

3. 공간정보에 대한 이해 정도를 선택해 주시기 바랍니다.

① 모른다.
② 조금 알고 있다.
③ 보통
④ 대체로 알고 있다.
⑤ 매우 잘 알고 있다.

4. 현재 격자체계는「도로명주소법」에 따른 국가지점번호(행정안전부),「행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준」의 격자체계(국토지리정보원), R&D 연구결과인 3차원 격자체계(국토교통부)가 있습니다. 아래 표를 참고하여 격자체계에 대한 이해 정도를 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

현재 격자체계 이해도 정보를 체크 √	모른다	조금 알고 있다	보통	대체로 안다	매우 잘 알고 있다
	①	②	③	④	⑤
행정안전부 국가지점번호					
국토지리정보원 국토조사에 따른 격자체계					
국토교통부 3차원 격자체계					

<참고> 현재 격자체계 현황

관련 문서	「도로명주소법」의 국가지점번호 격자체계	「행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준」의 격자체계	3차원 격자체계 R&D(2017-2019) 연구결과
고시(관련)기관	행정안전부	국토지리정보원	국토교통부
좌표 참조체계	UTM-K, GRS80(EPSG:5179)		WGS84
격자 기준점	북위 31.648°, 동경 124.337°		남위 90°, 동경 0°
공간적 범위	북위 31.648°~38.81°, 동경 124.337°~132.106°		위도 –90° ~ 90° 경도 –180° ~ 180°
격자 분할방식	하위 100분할	하위 100분할 또는 4분할	최상위 격자로부터 Octree 방식으로 분할
격자 분할단계	총5단계	-	제한 없음
격자 형태	정사각형	정사각형	육면체
구성 격자크기	약 100㎞, 10㎞, 1㎞, 100m, 10m	약 100㎞, 10㎞, 1㎞, 500m, 250m, 100m, 50m, 10m	최상위 격자에 따라 결정

※ 출처 : KOSDI Vo1, 17, 태풍대응을 위한 격자 기반 공간정보 활용방안 연구, 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원기술 개발 연구(2017-2019) 참고 재작성

5. 공간정보 업무 활용 시 문제점 또는 한계점이 있다면 저장·관리 분석·가시화, 공개·공유, 실증 사업화 측면에서 선택해 주시기 바랍니다. (중복 선택 가능)

구 분	공간정보 업무 활용 시 문제점 또는 한계점	선택
저장·관리	① 정보 간 데이터 ID 체계, 입력방식 등 표준코드와 좌표체계, 양식 등 상이	□
	② 실시간 데이터, 시계열 데이터, 센서정보, 비정형 속성정보 등 이용 가능한 정보 종류 부족	□
	③ 공간정보 원자료(raw data) 취득의 어려움	□
	④ 자료의 최신성 확보의 어려움	□
	⑤ 단순화된 데이터 모델 정의 부족	□
	⑥ 기타( )	□
분석·가시화	① 2차원 평면지도 외에 지상-지하가 포함된 복합건물에 대한 이동 동선 파악 등 현실 공간이 반영된 3차원 분석 필요	□
	② 검색을 통한 단순 위치정보 파악, 통계 확인 외에 다양한 분석 기능 부족	□
	③ 공간정보서비스의 복잡한 조작법 및 느린 반응 속도	□
	④ 3차원 공간정보 활용 시 시스템의 안정성 및 디스플레이 성능 문제	□
	⑤ 고정밀-대용량 정보 또는 실시간 데이터 분석 시 시스템 용량 및 시간 소요	□
	⑥ 기타( )	□
공개·공유	① 정보 간 공유·연계·활용을 위한 기준 부재	□
	② 관련 시스템 간 연계·활용을 위한 통합플랫폼 부재	□
	③ 연계·활용을 위한 오픈 API 레퍼런스 부족	□
	④ 최신기술로 획득되는 공간정보와의 융복합 서비스 부족 (예: 드론 영상, VR 영상)	□
	⑤ 한정된 정보 형태(크기, 레벨, 포맷 등)로 다양한 활용 대상 고려 시 어려움	□
	⑥ 기타( )	□
실증 사업화	① 공간정보 활용 관련 행정절차의 어려움	□
	② 국토·보건·기상·재난재해 등 다양한 분야 공간정보 활용 비즈니스 모델 발굴 사례 부족	□
	③ 기타( )	□

Part B 입체격자기술 고도화를 위한 기술수요

☞ **입체격자 고도화 기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 난이도, 시장성에 대한 질문 사항입니다.**

1. (저장·관리) 저장·정보융합 자동화를 위하여 입체격자 기반 정보의 저장 및 관리에 요구되는 기술 내용을 보시고, 입체격자기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

입체격자기술의 고도화를 위한 요구 기술		**높음←----------→낮음**				
		5	4	3	2	1
1 **위치 측위 및 원격탐사기술** - 다양한 위치 측위 기술을 활용하여 공간상의 좌표 제시 - 좌표(x,y,z)를 포함하는 입체격자를 기준으로 다양한 속성정보를 구축	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) GNSS 기반 고정밀 위치 측위, 고정밀 위성영상, 고정밀 항공영상, 포인트 클라우드, 3D 레이저 스캐닝 기술						
2 **실시간 센싱 및 관측 운용 기술** - Geo-IoT 기술을 활용하여 실시간 데이터 센싱 및 처리 - 관측된 데이터를 입체격자화 하여 저장·관리 운용	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) Geo-IoT, Edge Computing, Cloud Computing, 실시간 데이터 저장관리기술, 오픈소스, 하드웨어기술						
3 **다양한 시공간 빅데이터 연계기술** - 정형/반정형/비정형 공간 빅데이터를 입체격자화하여 저장·관리 운용	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 공간정보 기반 링크드 데이터, CCTV 동영상 데이터, 시민참여형 공간정보(VGI), 3차원 디지털 트윈 데이터, GPS기반 이동객체 데이터, 정밀도로지도 데이터, 데이터 전처리 자동화 기술, 데이터 경량화 기술						
4 **입체격자기반 공간데이터 융합복합기술** - 입체격자를 포함하는 공간객체를 분석하여 공간객체의 특성을 도출하여 분류 및 저장	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 위치정보 익명화 기술, 공간 패턴 인식기술, 공간 특성 분류기술, 데이터 모델 통합기술, 공중-지상-지하 공간데이터 연계기술						
5 **기타( )** ※ 1~4예시 이외에 개발이 필요한 기술이 있으시면 작성해주세요 ※ 해당 기술과 입체격자기술과의 연관성 설명 **(기술예시)**	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					

2. (분석·가시화) 정보분석 지능화를 위하여 입체격자 기반의 공간분석, 가시화와 관련하여 요구되는 기술 내용을 보시고, 입체격자기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

입체격자기술의 고도화를 위한 요구 기술		높음←----------→낮음				
		5	4	3	2	1
1 **오픈소스 소프트웨어 연계기술** - QGIS, Python, R 등과 같이 공간 빅데이터 분석을 위한 범용성 있는 오픈소스 소프트웨어와 연동하여 입체격자 데이터 분석 지원	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 빅데이터 분석 SW (Tensor flow, MongoDB, Spark), 데스크톱 GIS(QGIS, GRASS), 통계분석 SW(R, Python), 시각화 툴(Google data studio, FineReport, D3)						
2 **입체격자 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술** - 입체격자를 기반으로 데이터 분석에 필요한 분석용 데이터를 가공 처리하기 위한 기술개발	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 3차원 시공간연산자 구현기술, 3차원 벡터 가공처리기술, 3차원 래스터 가공처리기술, 3차원 포인트 클라우드 가공처리기술, 3차원 영상 가공처리기술						
3 **Geo-AI 적용기술** - 입체격자 단위로 가공된 분석데이터를 활용하여 Geo-AI 분석을 지원하는 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 3차원 시공간통계모형 구현기술, 3차원 시공간통계 시각화 기술, Geo-AI 구현기술, 딥러닝 구현기술, 기계학습 구현기술						
4 **입체격자 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술** - 입체격자 단위로 시공간 빅데이터 패턴을 학습, 이상치 분석, 예측, 시뮬레이션 지원	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 포인트 클라우드 패턴 분석기술, 이동객체 이동패턴 분석기술, CCTV 영상패턴 분석기술, 실내외 주행 영상패턴 분석기술, 드론 영상패턴 분석기술, 재난분야 데이터 가시화 기술						
5 **기타( )** ※ 1~4예시 이외에 개발이 필요한 기술이 있으시면 작성해주세요 ※ 해당 기술과 입체격자기술과의 연관성 설명 **(기술예시)**	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					

3. (공개·공유) 입체격자기술의 실용화를 위하여 입체격자 기반 데이터 배포 및 공유에 요구되는 기술 내용을 보시고, 입체격자기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

입체격자기술의 고도화를 위한 요구 기술		높음←----------→낮음				
		5	4	3	2	1
1 **입체격자기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술** - 입체격자를 기반으로 센서데이터, 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 제반 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 입체격자 기반 데이터 교환 및 공유서비스 구현기술, Geo-Sensor 기반 실시간 정보 교환 및 공유기술, 5G 기반 데이터 교환 및 공유기술, 입체격자 데이터 카탈로그 구현기술, Geo-Cloud 적용기술						
2 **Geo-Linked Data와 입체격자 연계기술** - 입체격자를 기반으로 Geo-Linked 데이터를 융합하여 다양한 시공간 빅데이터를 연계하고, 맞춤형 교환 및 공유서비스를 지원하는 제반 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 레거시 공간데이터의 Geo-Linked Data 변환기술, Geo-Linked Data 구축기술, Geo-SPARQL 질의기술, 시민참여형 공간정보(VGI) 연계기술, Geo-Semantic Web 구현기술						
3 **입체격자 Open API 구현기술** - Open API를 통하여 입체격자 기반의 다양한 3차원 공간정보 및 속성정보를 교환 및 공유하기 위한 제반 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 입체격자 Open API를 통한 데이터 교환 및 공유기술, 입체격자 Open API와 타 Open API 간의 연동기술, 입체격자 Open API 응용서비스 구현기술, 입체격자 Open API 운용 및 관리기술, 입체격자 Open API 서비스 플랫폼 구현기술						
4 **입체격자 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술** - 입체격자를 기반으로 다양한 3차원의 시공간 데이터를 사용자에게 전달하기 위한 제반 기술 - 비즈니스 로직에서 요구하는 중요도 표현을 위한 격자 테깅 인터페이스 및 테깅 격자의 능동적 정보 표출을 위한 방안	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 입체격자 기반의 4차원 시공간 빅데이터 시각화 기술, 입체격자 기반의 실시간 센서데이터 시각화 기술, 입체격자 기반의 XR(AR/VR/MR) 구현기술, 입체격자 기반의 디지털트윈 시티 시각화 기술, 모바일 XR(AR/VR/MR) 기기와의 연계 및 서비스 구현기술						
5 **기타( )** ※ 1~4 예시 이외에 개발이 필요한 기술이 있으시면 작성해주세요 ※ 해당 기술과 입체격자기술과의 연관성 설명 **(기술예시)**	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					

4. (서비스 실증 및 사업화) 입체격자 기반 서비스 실증 및 사업화를 위하여 요구되는 기술 내용을 보시고, 입체격자기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

입체격자기술의 고도화를 위한 요구 기술		높음←---------→낮음				
		5	4	3	2	1
1 **공중 도메인 분야의 입체격자 활용기술** - 입체격자를 기반으로 공중 정보를 데이터화 하여 드론길 정밀도로 구축 - 지상 데이터를 활용한 저고도 공중 공간정보 분석 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 저고도 유무인 비행체 장애물 모니터링 기술, 가상 공중도로 네트워크 구축 기술, 도시 내 미시기후의 시뮬레이션 및 시각화 기술, 기상/공중 대기환경센서 데이터 연계 및 분석 기술						
2 **지상 도메인 분야의 입체격자 활용기술** - 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 입체격자와 연계, 자연재해 대응 모니터링 및 가상 분석 시뮬레이션을 지원하는 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 도로 정밀지도 구축기술, 실시간 센서 기반의 시설물 모니터링 기술, 시설물 가상 시뮬레이션 기술, 재난대응 및 세이프티 존 운영기술, 재난 시뮬레이션 기술, 센서 기반 이동체 추적 기술						
3 **지하 도메인 분야의 입체격자 활용기술** - 지하 공동구, 지하철 등 지하 시설물의 공간정보와 입체격자와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 지하시설물 데이터의 입체격자화 기술, 센서 기반의 지하환경 모니터링 및 시각화 기술, 지하탐사 로봇의 원격탐사를 위한 지하 정밀지도 구축기술, 주요 지하 재난(침수, 붕괴 등) 시뮬레이션 기술, 지하 대피 시뮬레이션 기술						
4 **입체격자를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술** - 입체격자 데이터의 계층적 특성을 기반으로 공중, 지상, 지하의 개별 도메인 데이터 간 연계 통합기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 공중-지상-지하 3D 포인트 클라우드의 격자화 및 연계 통합기술, 입체격자 연결성 분석을 통한 공중-지상-지하 3차원 데이터모델의 연계 통합기술, 공중-지상-지하 3차원 데이터의 Indexing 기술, 공중-지상-지하 3차원 데이터 카탈로그 기술, 시설물 및 공간 유형별 입체격자 구분 및 식별기술						
5 **입체격자 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술** - CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 입체격자를 기반으로 모니터링 및 시뮬레이션하여 선제적 방역 대응에 활용하기 위한 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) CCTV 영상 기반의 확진자 동선 공간 정보화, 확진자 동선 시공간 시뮬레이션 기술, 선제적 방역 대응을 위한 입체격자 활용기술, 입체격자 기반 감염 확산 시뮬레이션 기술, 입체격자 기반 오염지역 식별 및 관리 기술						

입체격자기술의 고도화를 위한 요구 기술		높음←---------→낮음				
		5	4	3	2	1
6 **위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술** - 정보의 손실을 최소화하면서 위치정보를 포함하는 개인정보를 익명화하기 위한 기술	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					
(기술예시) 위치기반 마이크로데이터의 입체격자화 기술, Geo-IoT의 개인 위치정보 익명화 기술, 디지털 윤리(Ethics) 및 프라이버시 보호를 위한 입체격자 활용기술, 익명화를 위한 LoD 기반 위치정보의 입체격자 변환기술						
7 **기타(** **)** ※ 1~6예시 이외에 개발이 필요한 기술이 있으시면 작성해주세요 ※ 해당 기술과 입체격자기술과의 연관성 설명 **(기술예시)**	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					

5. 입체격자기술 활용과 관련하여 현재 또는 계획된 업무와의 연관성에 대한 질문 사항입니다.

5-1. 현재 또는 향후 업무에 입체격자기술을 활용할 계획이 있다면 선택해 주시기 바랍니다.

① 있음(5-2번 문항으로 이동) ② 없음(6번 문항으로 이동)

5-2. 현재 또는 향후 업무에 입체격자기술을 활용할 대표적인 분야를 1개 선택해 주시고, 해당 분야와 입체격자기술과의 특성을 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

※ 분류기준은 '스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 시행령' 제2조 스마트도시서비스 정의 기준과 '국가공간정보포털 공간정보 분류체계', '국토교통부 정보시스템 가이드북(2020)'을 참고하여 연구진 재작성

활용분야와 입체격자기술과의 정도를 체크 √		높음←---------→낮음				
활용분야(1개 택일)	**특성**	5	4	3	2	1
□ 행정 □ 교통 □ 교통(도로/철도 등) □ 보건·의료·복지 □ 환경·에너지·수자원 □ 방범·방재 □ 시설물 관리 □ 교육 □ 문화·관광·스포츠 □ 물류 □ 근로·고용 □ 주거 □ 국토·도시 □ 과학기술 통신 □ 통일외교·국방 □ 기타 ( )	연관성					
	중요도					
	긴급도					
	구현 난이도					
	시장성					

5-3. 5-2에서 선택하신 분야와 관련하여 해당하는 업무(중분류)를 선택해 주시기 바랍니다. (중복 선택 가능)

대분류	중분류
행정	□ 일반행정 □ 지방행정 □ 기타( )
교통	□ 국가교통DB 구축 및 관리 □ 교통안전 정보 관리 □ 교통영향평가 □ 교통정보 연계 및 운영 □ 기타( )
교통(도로/철도 등)	□ 도로안전관리 □ 교량 및 터널관리 □ 철도안전관리 □ 철도산업 □ 항공·공항 □ 해운·항만 □ 기타( )
보건·의료·복지	□ 보건 의료 □ 식품의약안전 □ 기타( )
환경·에너지· 수자원	□ 기후 □ 자연 □ 환경보호 □ 하천관리 □ 기타( )
방범·방재	□ 공공안전 □ 재난방재 □ 기타( )
시설물 관리	□ 지하시설물 구축 및 관리 □ 건설산업정보 관리 □ 기타( )
교육	□ 교육시설 □ 평생직업교육 □ 기타( )
문화·관광· 스포츠	□ 관광 □ 문화예술 □ 문화재 □ 체육 □ 기타( )
물류	□ 국가물류정보 관리 □ 화물운송관리 □ 기타( )
근로·고용	□ 사회복지 □ 노동 □ 기타( )
주거	□ 건축물관리 □ 생활관리 □ 기타( )
국토·도시	□ 국토계획 □ 도시계획 □ 부동산 종합정보 관리 □ 산업입지정보 관리 □ 토지정보 관리 및 규제 □ 도시 재생 □ 지적조사 □ 기타( )
과학기술·통신	□ 과학기술 □ 정보통신 □ 기타( )
통일외교·국방	□ 국방 □ 외교 □ 통일 □ 기타( )
기타 ( )	

5-4. 입체격자기술과 관련하여 현재 또는 계획 중인 업무의 사업명과 주요 내용을 간략히 작성해 주시기 바랍니다.

업무 또는 사업명	※ 입체격자기술과 연관성 있는 업무 또는 사업명
주요 내용	※ 해당 사업과 입체격자기술과의 연관성 설명

5-5. 본 기획과제에서 제시된 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 기술과 업무 연관성의 정도를 선택해 주시기 바랍니다.

입체격자 고도화 기술		본 기획과제와 현재 또는 계획된 업무와의 연관성				
		높음←----------→낮음				
		⑤	④	③	②	①
(저장•관리)	정보융합 자동화: 입체격자 기반 정보관리 기술 기획					
(분석•가시화)	정보분석 지능화: 입체격자 기반 공간분석 가시화 기술 기획					
(공개•공유)	입체격자 실용화: 입체격자 기반 데이터 배포 및 공유기술 기획					
(서비스 실증 사업화)	실증 및 사업화 기반: 입체격자 기반 서비스 실증 및 사업화 기획					

6. 그 외에 입체격자기술 고도화를 위해 필요한 사항이 있다면 의견을 작성해 주시기 바랍니다.

* 귀한 시간 내주셔서 감사합니다. *

□ 후보과제카드 양식

입체격자체계 고도화 기술개발사업 기술수요조사서

안녕하십니까?

본 기술수요조사는 국토교통과학기술진흥원이 총괄하고 안양대학교 산학협력단 주관으로 추진하고 있는 **'사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발'** 기획사업의 일환으로 진행되고 있습니다.

최근 디지털트윈, 자율주행차, 드론 등의 기술이 발달하면서 대내외적으로 '공간정보기술'에 대한 관심이 증대되고 있습니다. 특히 입체격자 기술은 대용량 시공간 빅데이터를 3차원 입체격자 단위로 분산저장/관리/분석/시각화할 수 있는 장점이 있어 자율주행차, 드론 등의 분야에서 활발히 논의되고 있습니다.

본 기획과제는 입체격자 기술의 중요성이 증대됨에 따라 '3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원 기술개발 연구('17～'19)' 결과를 기반으로 **'입체격자기술의 고도화 및 실증'**을 위한 기획연구를 진행하고 있습니다.

이에 따라 기술수요조사를 통하여 국내 공간정보 전문가분들을 대상으로 입체격자 기술의 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고자 합니다. 본 기획과제에서 입체격자기술은 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 부문으로 구분하였으며, 예상 사업 기간 내(2022년～2027년)에 완료될 수 있는 핵심기술을 제안해주시길 바랍니다.

귀하의 응답 내용은 「통계응답자의 의무 및 보호에 관한 법률」 제33조에 의해 비밀이 보장되며, 연구목적 이외의 다른 용도로는 일절 사용되지 않습니다.

귀중한 시간을 내주셔서 진심으로 감사드립니다.

2021년 10월

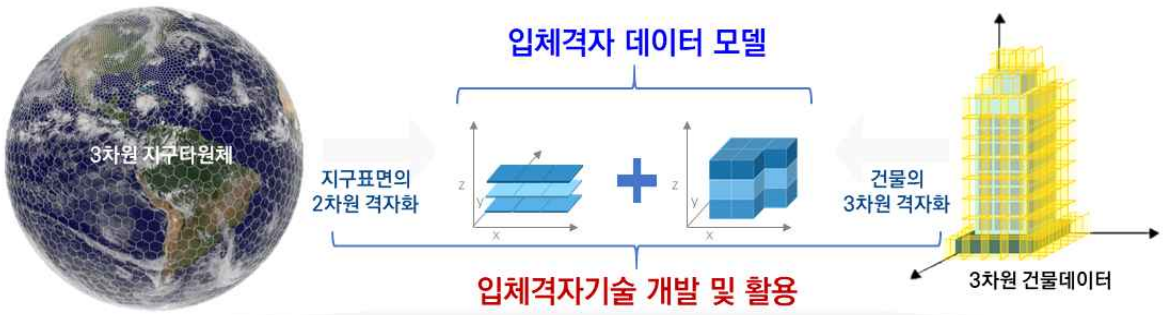
안양대학교 산학협력단

응답자 정보	성명		소속기관 부서/팀	(필수)
	직책		연락처/ e-mail	핸드폰번호 : e-mail :

입체격자기술 개요

○ (**입체격자기술의 정의**) 지상, 지하, 공중, 수중의 공간정보를 체계적으로 저장, 관리, 분석, 시각화를 지원하는 제반 기술

○ (**연구 배경**) 입체격자기술의 실용화를 위해 시공간 빅데이터의 효율적인 관리, 저장, 통합, 탐색, 마이닝 및 시각화, 서비스 등의 고도화 기술개발 연구가 필요

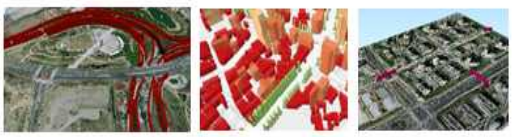


선행 연구내용

○ 국토부 R&D 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원 기술개발 연구('17~'19)에서 3차원 격자체계의 저장, 연계·변환, 분석, 가시화 기술개발

연계·변환 기술

- 2차원 공간정보 파일(shp)을 3차원 격자데이터로 변환하는 기술 개발
- 3차원 객체와 입체격자체계를 결합하는 입체격자 변환 기술 개발
- 공간정보 및 입체격자 매핑 데이터 제공을 위한 API 개발



〈기존 2D, 3D 공간정보를 입체격자로 변환〉

분석 기술

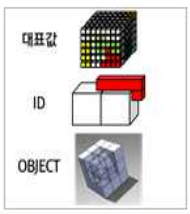
- 공간격자 위치정보 및 속성정보 검색 기술 개발
- 기초 데이터 분석 기술 개발
  - 단순연산, 필터연산, 데이터 분류, 불린연산, 비교연산, 통계연산 등

〈식별정보 활용한 정보 검색 예시〉 〈공간격자 위치 검색화면 예시〉

저장 기술

- 지오메트리와 래스터 데이터 저장 기술 개발
- 격자 LOD 생성 기술 개발

대표값 저장	대표 Value	격자당 1개의 값을 저장
	Value Stream	격자당 정해진 개수의 값을 저장
객체 저장	ID저장	객체의 ID 만을 저장
	Object 저장	객체를 직접 저장



가시화 기술

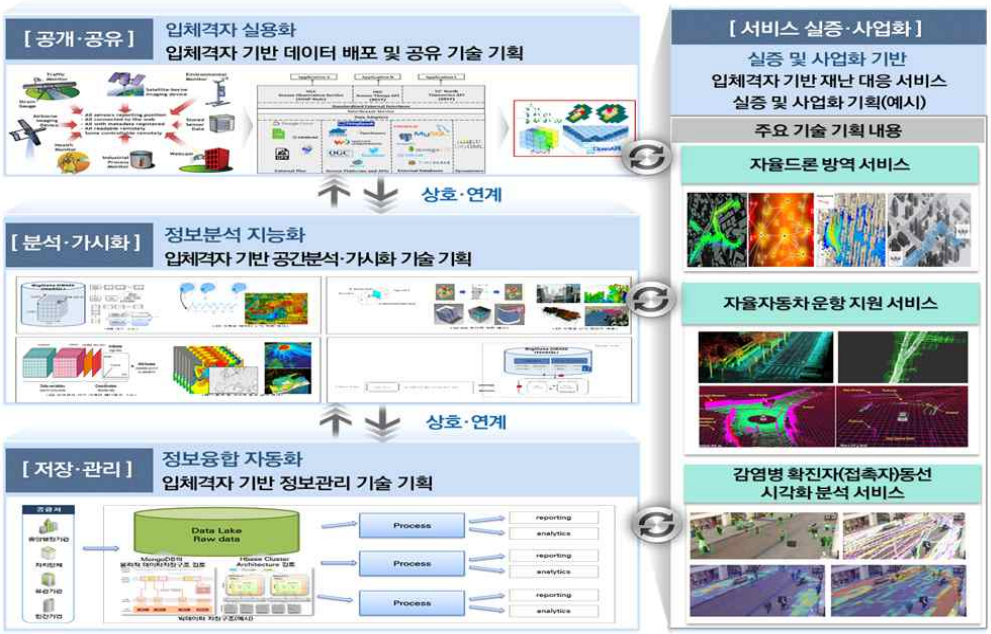
- 격자 내 공간객체 가시화 기술 개발
- LOD에 따른 거리별 가시화 기술 개발(Auto Scaling)
- 격자 내 속성(Raster, Vector, Spatial)를 고려한 격자 가시화 기술 개발

포인트 클라우드 형태의 격자 가시화 | 3D 데이터의 분할 저장 및 가시화 | 2D Shp 파일의 격자 가시화

(본 기획과제) 부문별 기술개발 기획 내용

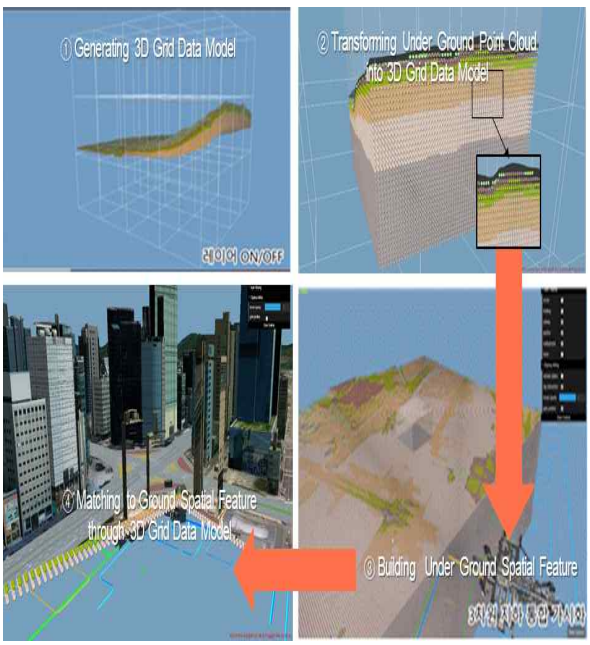
○ 입체격자기술의 고도화를 위하여 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 부문으로 구분하여 기술개발 기획

- (**저장·관리**) 저장정보융합 자동화를 위한 입체격자 기반 정보의 저장 및 관리 기술
- (**분석·가시화**) 정보분석 지능화를 위한 입체격자 기반의 공간분석, 가시화 기술
- (**공개·공유**) 입체격자기술의 실용화를 위한 입체격자 기반 데이터 배포 및 공유 기술
- (**서비스 실증·사업화**) 입체격자 기반 재난대응 서비스 실증 및 사업화

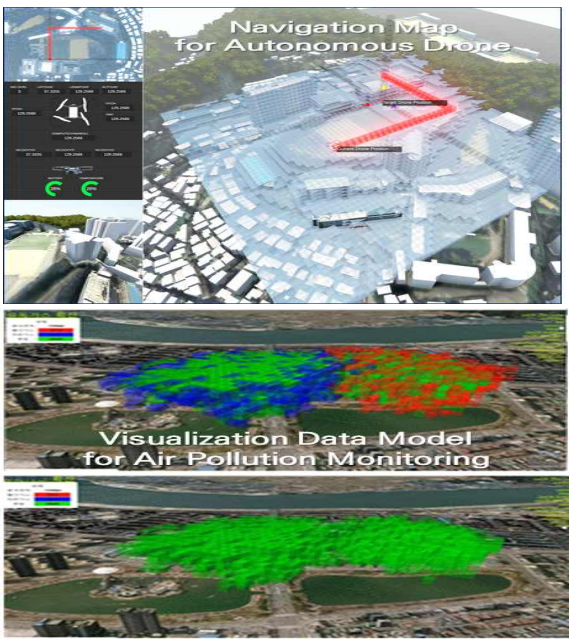


입체격자기술 활용 예시

○ (**지하 분야**) 입체격자를 활용한 지상과 지하시설물 간의 데이터 연계통합



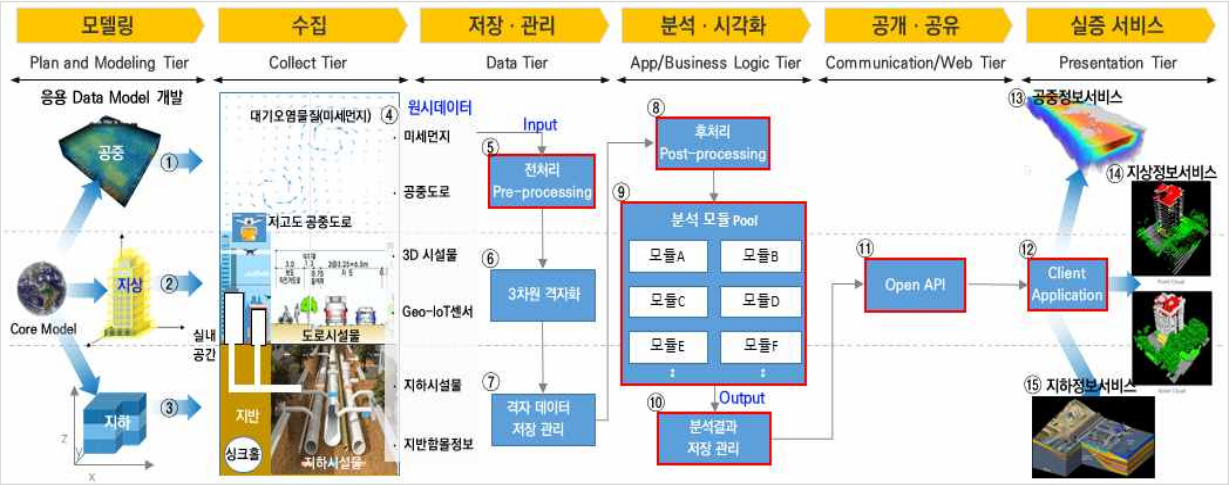
○ (**공중 분야**) 입체격자를 활용한 자율 드론 비행 내비게이션, 미세먼지 모니터링



입체격자체계 기술 데이터 플로우

○ 1차 총괄위원회(10/6)를 통해서 아래와 같이 **입체격자체계 기술 플로우**를 **정의**하였고, 향후 각 분과별 **제안 연구내용**은 해당 **플로우**를 **기반**으로 하여 구**체화 및 상세화**할 **계획**임

○ (데이터 플로우) 모델링 → 수집 → 저장·관리 → 분석·가시화 → 공개·공유 → 실증서비스



< 입체격자체계 기술 데이터 플로우 >

다음은 입체격자기술 고도화를 위한 기술수요 조사서입니다.

1 기술개발과제 개요

기술개발 과제명				
기술분류 유형 (복수응답 가능)	① 저장·관리 기술	( )	③ 공개·공유 기술	( )
	② 분석·가시화 기술	( )	④ 서비스 실증·사업화 기술	( )
제안기관		소속부서		
성명		연락처		

2 제안기술 개발 동향

국내외 시장분석 및 산업 동향	

관련 분야의 국내외 연구 및 기술 동향	국내	
	국외	

3 기술개발의 목표 및 내용

최종목표		
연차별 기술개발 상세내용	1 차년도	○ 기술개발을 위한 연차별 연구내용 기술 -
	2 차년도	○ -
	3 차년도	○ -
	4 차년도	○ -
	5 차년도	○ -

4 기술개발 필요성 및 성과

필요성	기술개발의 중요성	※ 제안하는 입체격자체계 고도화 기술 실증 플랫폼 구현 기술이 국가 차원에서 기초원천기술개발 또는 실용적인 성과달성을 통해 경제·산업적으로 중요도를 기술하고, 정부 지원의 필요성 및 기술개발의 최종성과물을 구체적으로 명시
	정부지원의 필요성	
최종성과물		※ 기술개발 과제의 최종 산출물 기술

5 제안기술 구현을 위한 국내 외 기술 수준 및 기술개발 현황

최고 선진국 대비 기술 수준(%) 및 격차(년)		( ) % , ( ) 년							
TRL수준	국내	기초연구 단계	TRL 1( )	실험 단계	TRL 3( )	시제품 단계	TRL 5( )	실용화 단계	TRL 7( )
			TRL 2( )		TRL 4( )		TRL 6( )		TRL 8( )
	국외	기초연구 단계	TRL 1( )	실험 단계	TRL 3( )	시제품 단계	TRL 5( )	실용화 단계	TRL 7( )
			TRL 2( )		TRL 4( )		TRL 6( )		TRL 8( )

※ TRL단계별 정의 : 첨부자료 참고

구분	제안기술의 현재 단계				
	매우낮음	낮음	보통	높음	매우높음
	①	②	③	④	⑤
제안기술 개발의 중요성					
제안기술 개발의 시급성					
제안기술 구현을 위한 국내기술환경의 경쟁력					
제안기술의 기술개발 구현 난이도					

6 기존 연구개발과의 연관성 및 차별성

기존 연구개발	연관성	※ 초정밀·초지능 국토정보를 구축하고 분석하는 기술과 시스템을 개발하는 「디지털라이브 국토정보 기술개발사업」과 「공간정보기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 개발 기획」, 「공간 지식추론 엔진 기술개발 기획」사업과의 연관성 및 차별성 기술
	차별성	

7 기술개발의 기대효과

기대 효과	사회·경제적	※ 제안된 과제의 성공적인 수행을 통한 사회경제적·기술적·정책적 파급효과 작성
	기술적	
	정책적	
기술개발 결과 활용방안		※ 기술개발 결과를 통해 해결/실현 가능한 부분 기술

8 기술개발 과제의 규모

(단위 : 백만원)

개발 기간	년	소요예산	

구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도 이후
연차별연구비	정부					
	민간					
	합계					
총 연구비	정부 합계			총 연구개발 기간	년 (~)	
	민간 합계					
	총 합계					

※ 예상되는 사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 과제의 규모 작성

9 제안기술의 성과 활용에 이르는 단계

단계	단계명	단계정의	기술개발 착수 후				
			1년 후	2년 후	3년 후	4년 후	5년 후
I	기술개발 완료 시점	국가 R&D 사업을 통한 기술개발 완료 시기					

단계	단계명	단계정의	기술개발 완료 후				
			1년 후	2년 후	3년 후	4년 후	5년 후
II	기술 검증·보완 단계	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증/보완하여 기술적 완성도 높이는 단계					
III	실용화 추진 단계	제품판매 및 공사 수주를 위한 마케팅(제안·홍보·입찰) 단계					
IV	시장수용 단계	제품판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계					

10 제안기술의 시장규모(예상 가능 매출액)

① 10~50억원 ② 50~100억원 ③ 100~500억원

④ 500억원 이상 ⑤ 기타( )억원

* 귀한 시간 내주셔서 감사합니다. *

4. 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
1. 연구기획 목표	국토정보의 고도화를 위한 입체격자체계 자동화, 지능화, 실용화 기술개발 및 실증
	<연구개발의 비전> ○ 본 연구개발 과제는 「국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도」를 비전으로 입체격자체계 활용 기술개발을 통한 국토정보 효율성 증진 및 가치 증대를 추구하는 것임 **<연구개발의 목표>** ○ 본 연구개발 과제는 “국토 지능정보화를 위한 입체격자체계 적용 및 기술개발”을 목표로 입체격자 표준화 및 전처리·저장·관리·검색기술 고도화, 입체격자 기반 시·공간 분석 및 정보융합 지능화, 공중-지상-지하정보의 연계·통합, 공개·공유, 실증·사업화를 중심으로 목표 달성을 추진함
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	**<연구개발의 필요성>** ○ (디지털트윈 시장 급성장) 글로벌 디지털 트윈 시장 규모는 2027년까지 635억 달러에 이를 것으로 예상 - 디지털 트윈 시장은 제조, 농업, 에너지, 유틸리티, 의료, 자동차 산업 등 다양한 최종 산업에서 디지털 트윈 데이터의 응용 및 다양한 핵심기술과의 접목을 통한 고도화로 시장 활성화가 전망됨 ○ (디지털 트윈국토 추진) 국토부는 국내 디지털 트윈 시장 활성화를 위하여 「디지털 트윈국토 로드맵」과 단계별 실행계획을 수립하여 디지털 트윈국토 기반 마련을 위해 선제적으로 대응하고 있음 - 「디지털 트윈국토 로드맵」은 현재 지도기반 육안 분석 및 2D 기반 신산업 발굴에 따른 한계(As-Is)를 극복하고 디지털 시뮬레이션 분석 및 3D 기반의 신산업 경쟁력 확보(To-Be)를 위해 1단계: 우선 추진(’22), 2단계: 구축(’23～’24), 3단계: 고도화(’25～’26) 단계에 따른 실행계획을 제시 ○ (입체격자기술의 필요성) 디지털 트윈국토 구현을 위해선 다양한 3D 데이터를 체계적으로 저장·관리하여 디지털 시뮬레이션 분석을 수행하기 위한 입체격자기술 확보가 시급함

- 국토부의 공중/지상/지하 디지털 트윈 데이터와 디지털 뉴딜 데이터를 대상으로 유기적·입체적 연계활용을 위한 저장·관리 자동화, 분석 지능화, 응용서비스 실용화를 지원하는 기반기술 확보 필요

○ 세계를 선도하는 입체격자 기반의 유기적·입체적인 디지털 트윈 데이터 연계활용 및 지능화 기술개발을 촉진하여, 디지털 트윈국토 구현을 위한 기반기술의 선제적 확보 및 공간정보 산업 전반의 국제 경쟁력 향상 필요

<연구개발의 중요성>

○ 선행 연구사업*은 입체격자기술의 이론적 구현 가능성을 실증하는 연구였으며, 연구성과가 실용화와 사업화로 이어지는 마중물 역할을 위한 고도화 기술 연구개발 필요

* 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원 기술 개발('17~'19, 국토부)

- 3차원 드론길 구축 시범사업('16, 국토부)을 통해 입체격자 필요성을 인식, 선행 연구사업을 수행하는 계기가 됨
- 선행사업으로 개발된 입체격자 기술은 기초단계 기술로써 현장적용에 어려움이 있으며, 공공 및 민간영역에서 활발히 활용되기 위해서는 정부 주도의 실용화와 사업화를 위한 고도화 기술 연구개발 필요

○ (브이월드 디지털 트윈기술 적용 검토) 선행 연구사업을 통해 브이월드를 테스트베드로 하여 입체격자체계 구현을 위한 적용 가능성 확인하였으나, 실용화 및 사업화를 위해선 입체격자기술을 체계적이며 효율적으로 적용할 수 있는 고도화 기술 연구개발 필요

- 입체격자 선행과제에서 브이월드 데이터를 활용하여 실증서비스를 구현하였으나, 브이월드 시스템 성능 한계로 입체격자 기술을 적용하지 못함
- 브이월드와 입체격자기술을 연계하여 격자를 이용한 3차원 정밀 데이터(BIM) 가시화 및 가시화 속도 증대, 격자간 패턴 분석 서비스 등 기술 고도화 가능

○ 브이월드를 테스트베드로 하여 디지털 트윈국토 및 디지털 뉴딜 데이터 등 다양한 3차원 공간정보 저장·관리·분석·서비스 기술을 입체격자체계를 기반으로 자동화, 지능화, 실용화하고 제반 기반기술을 활용하여 브이월드의 디지털 트윈화를 모색하기 위한 연구개발 필요

□ 기술동향 <정책동향>

○ 국토부는 「과학기술기본법」을 근거로 「국토교통과학기술 육성법」을 마련하였고, 공간정보산업의 발전을 위해 「국가 공간정보 기본법」, 「공간정보산업진흥법」, 「공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률」을 개정하여 추진하고 있음

○ 정부는 한국판 뉴딜의 10대 대표과제 및 한국판 뉴딜 2.0 '디지털 초혁신 프로젝트' 과제에 포함된 '디지털 트윈'의 체계적 발전 계획을 위하여「디지털 트윈 활성화 전략('21.9)」발표

- 정부의 '디지털 트윈 산업 성장기반 조성', '대규모 선도시장 창출', '기술 경쟁력 강화', '표준화·제도 개선' 추진 전략에 부합하는 기술개발 지원 필요

○ 정부는 「2022년 경제정책방향('21.12)」에서 차세대 성장동력 보강을 위하여 BIG3, D.N.A., Post-新산업 등 유망 전략산업 집중 육성을 발표

- D.N.A. 기반 新 시장 창출을 위한 국토정보 고도화 핵심 요소기술 및 실용화 기술개발 필요

○ (국토부) 전국 도시의 (인공) 지능화를 위해 '지역거점 지능형 도시조성' 시작을 발표(도시경제과, '21.11)

- '지역 맞춤형 도시공간 조성 및 데이터 기반 스마트 도시운영' 등 도시의 (인공) 지능화 실현을 위하여 국토정보 기술개발 필요

○ (국토부) 디지털 트윈국토 기반 마련, 문제해결을 위한 활용기능 구축 등을 목표로 「디지털 트윈국토 로드맵」을 마련하여 우선추진('22)/구축('23～'24)/고도화('25～'26) 단계로 추진할 계획

- '국토·시설분야 데이터 연계 및 디지털 트윈국토 표준화·품질관리('23～'25)', '국토변화 가상체험 서비스('23～'24)', '공공시설 절차별 관리 예측모델 및 솔루션 개발('24～'25)'과 입체격자기술을 연계한 성과 및 시너지 창출 가능

○ (국토부) 「제6차 국가공간정보정책기본계획('18.5)」에서 사용자 요구사항*을 반영한 맞춤형 공간정보 자동생산모듈을 개발하고 있음

* 영역별(격자형/행정 구역), 주제별(건물/도로), 시점별(연도/계절/월), 형태별(파일포맷) 사항

- 영역별 요구사항 반영을 위해 격자 단위의 민감정보 가공 등 입체격자 기술 활용가능

○ (국외 입체격자기술 동향) 입체격자기술은 현재 OGC,

ISO/TC 211, UN-GGIM* 등 활발한 국제표준화 활동을 통하여 실용화 및 사업화 단계로 진입하고 있음

* United Nations Global Geospatial Information Management

- 공간정보 서비스 플랫폼 기업들은 Google Maps, Bing Maps, WorldWind API, Cesium 등의 기술 플랫폼을 통하여 전 지구적으로 생성되는 2~3차원 공간정보를 입체격자를 기반으로 체계적으로 저장·관리·융합하여 고도화된 분석모델 개발을 통한 지능화된 공간정보서비스 제공
- UN-GGIM은 제6차 회의에서 글로벌 통계 지리 공간 프레임워크 구현을 위해 입체격자기술 적용을 필수 구현 요소 중 하나로 제시('16, UN-GGIM)
- 특별히, 입체격자기술은 공간상황인식(Spatial Context Awareness) 기술을 구현하기 위하여 시공간 데이터 간의 융복합 및 지능화를 가능하게 하는 Geo-AI 핵심기술로 인식됨('20, OGC)

<기술동향>

○ (미국) 미국 기업인 AGI는 지상, 해상, 공중 및 우주 플랫폼에 대한 복잡한 분석을 수행할 수 있도록 하는 프로그램(STK(Systems Tool Kit))을 제공

- STK는 지상, 해상, 항공, 우주 범위까지 모델링이 가능하며, 분석 및 가시화를 하기 위한 수단으로 입체격자 개념을 사용함
- 대기 및 우주의 요소가 지표면에 있는 객체에 미치는 영향 분석, 미사일 비행 시뮬레이션 등 우주, 국방 분야에서 활용

○ (DGGS) Gang Wan 등은(2013) 지구 중심으로부터 대기까지 입체적으로 공간을 분할하는 Sphere Shell Space 3D Grid를 제안

- Zhai et al.(2019)은 무인항공기 충돌 감지를 위한 계산 비용 산출을 위해 DGGS 개념으로 GeoSOT-3D이라는 3차원 지리 공간 참조 시스템을 제안
- Ulmer et al.(2020)은 3D DGGS를 구축하여 항공기 및 위성 경로 추적, 도시 계획 및 관리, 기상 예측 등 적용
- Lia et al.(2020)은 캐나다에 DGGS을 적용하여 캐나다의 지형 데이터 통합 및 관리하고, 데이터 수집 프로세스를 표준화함

○ (미국) 미국 기업인 Civil Maps은 자율주행차의 실용화를 위해 Fingerprint Base Map이라는 고화질 3D 지도를 만드는 기술을 개발('18, spar3d)

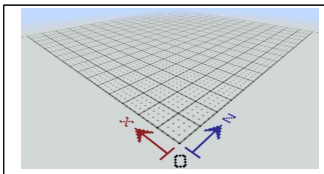
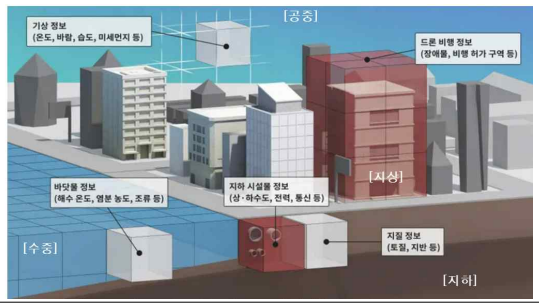
- Fingerprint Base Map은 자율주행차의 라이다 데이터를 3차

원 격자를 활용하여 저장함으로써 대용량의 포인트 클라우드를 효과적 저장관리 가능

○ (국내) 국토의 공간정보를 통합·관리할 수 있는 입체격자체계 관련 기초 기술을 개발, 입체격자 기술과 관련하여 국가차원에서 개발한 사례는 없음

- 입체격자를 운영하기 위해 입체격자체계에 대한 기본 규격, 입체격자체계 구현 및 갱신 기술, 입체격자 가시화 기술 등 기초 기술개발

[표1] 입체격자 활용 범위, 세부기술 수준

구 분	기술 수준
입체격자기술 개념 및 활용 범위	- (新위치참조체계) 3차원 지구를 현실과 가장 유사하게 사실적으로 표현하기 위한 절대 위치 격자 형태로 일정하게 분할하는 위치참조체계  (현재) 2D 격자체계 (향후) 3D 입체격자체계 - (융복합) 공중-지상-지하 공간정보의 통합·연계 기술로 적합, 유연한 크기의 입체격자 사용으로 세밀한 분석 가능(브이월드 등 국토정보서비스 활용 가능) 
입체격자 기술 수준 레벨1	입체격자 이론적 데이터모델 기술구현 단계 - (현재) 정형 데이터(벡터, 래스터만 고려), 파일 시스템 기반 데이터 저장(다양한 데이터 연계 불가) 가능, 입체격자 기반 위치기준체계에 대한 표준 또는 지침 제정 부재
입체격자 기술 수준 레벨2	입체격자 저장·관리· 검색기술 표준화 및 자동화 단계 - 디지털 트윈, 스마트시티 등 3차원 시공간 데이터의 입체격자분석 활용 가능
입체격자 기술 수준 레벨3	입체격자 기반 시공간 데이터 분석 고도화 - 입체격자를 기반으로 3차원 공간정보의 기하 데이터를 신속·정확하게 분석 가능
입체격자 기술 수준 레벨4	입체격자 기반 공간데이터 융합 및 지능화 - 3차원 공간정보 인공지능기술 연계활용 지능화 기술개발 및 활용 가능

<시장동향>

ㅇ 국내외 3차원 공간정보를 활용한 기계학습 데이터 구축 및 인공지능 적용 관련 특허를 분석한 결과, 주요국 전체적으로 3차원 공간정보 및 AI 분야에 대한 관심과 특허 출원이 증가하고 있는 추세

- 미국이 48%로 가장 많은 특허를 차지하고 있으며, 2순위로 한국이 16%, 그 뒤로 국제특허 10%, 중국이 10%를 출원함

ㅇ (국내) '20년 공간정보산업 매출액이 10조원대 규모로 성장하였으며, 29.1조원('25년), 51조원('30년)으로 예측

- 특히, AI 분야는 IoT 플랫폼과 함께 연평균 성장률 33.1%로 예측

ㅇ (국외) 공간정보 분야는 215억 달러('27년)로 예측되고, 공간정보분석 AI 분야는 연평균 성장률 24%로 예측

ㅇ 국내외 공간정보 산업 시장의 성장률이 지속적으로 상승하고 있으며, 대면 환경의 디지털 트윈화를 위한 국토정보 구축 및 활용시장이 확대되고 있음

3. 연구개발 내용

□ 연구개발 내용

[1핵심 과제] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발

(핵심과제 개념)

- 공중-지상-지하의 3차원 공간정보를 체계적으로 연계하고, 효율적으로 저장·관리·검색하여 다양한 데이터 수요에 맞춤형으로 제공하기 위한 국토정보 고도화

(핵심과제 범위)

- [1-1] 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발
- [1-2] 다양한 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발
- [1-3] 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발

(기술개발 목표)

- 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 입체격자 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발

(연구방법)

- ISO, OGC, KS, TTA 등 국내외 3차원 입체격자 관련 표준에

대응하는 데이터 및 서비스 프레임워크를 개발, 프레임워크를 구성하는 요소기술로서 입체격자화 및 전처리 자동화 기술, 입체격자 저장·관리·검색기술을 개선 및 표준화하여 기존 기술 대비 기술성능 효율화 및 고도화 기술개발

[2핵심 과제] 입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

(핵심과제 개념)

- 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보 융합 및 지능화

(핵심과제 범위)

- [2-1] 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발
- [2-2] Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발
- [2-3] Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발

(기술개발 목표)

- 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 Geo-IoT 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발

(연구방법)

- 벡터, 래스터, Geo-IoT 센서데이터 등 이기종의 공간 빅데이터를 입체격자를 기반으로 분석 및 융합하여 체계적인 Geo-AI 기술의 개발 및 활용을 위한 기계학습데이터 구축기술 개발

[3핵심 과제] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

(핵심과제 개념)

- 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고, 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증기술 개발

(핵심과제 범위)

- [3-1] 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발
- [3-2] 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발

	(기술개발 목표) - 지속가능한 국토안전과 기후변화 재난대응을 위한 입체격자 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화기술 개발 **(연구방법)** - 도시기반시설 재난대응 지원과 기후변화 재난대응 지원을 위한 비즈니스모델을 개발하고, 1핵심, 2핵심 연구개발 성과물을 비즈니스모델의 기술적 구현을 위한 요소기술로 활용, 연구개발 성과의 현장업무적용 가능성을 실증하는 사업화 기술개발
□ 연구개발 상세내용	**[1핵심 과제] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발** ○ (1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 ⇒ ISO, OGC의 3차원 입체격자 관련 표준 및 표준화 활동을 모니터링 및 입체격자 데이터 및 서비스 모델 관련 표준기술을 개발하고, 국내외 대응 표준의 재개정 등의 표준화 활동에 참여, 입체격자기술의 표준적용 확대와 활성화에 기여 - 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 - 입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시 ○ (1-2) 다양한 시공간 빅데이터 입체격자화 및 전처리 자동화 ⇒ 인메모리 기반 데이터 저장 및 처리 핵심 기술개발과 DBMS 엔진 수준의 핵심 기능 제공을 위한 입체격자기술 개발 - 입체격자화 및 경량화 기술개발 - 전처리 자동화 기술개발 ○ (1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 ⇒ 입체격자 저장·관리·검색기술을 개선 및 표준화하여 기존 기술 대비 저장·관리·검색 기술성능 효율화와 고도화 서비스 구현기술 개발 - 저장·관리 고도화 기술개발 - 정보검색고도화 기술개발 **[2핵심 과제] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발** ○ (2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 ⇒ 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하 정보의 입체격자 분석기술 개발 - 벡터 데이터 분석 기술개발

- 래스터 데이터 분석 기술개발

○ (2-2) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술개발

⇒ IoT의 Geo-tagging, Geo-coding으로 IoT 시설물 시계열 정보, 실시간 측량 정보 등의 가시화 및 분석과 스마트 모빌리티(드론 등) 지원 가능한 입체격자 기반 공중 인프라 기술개발

- 위치 고정형 센서 데이터 입체격자화 기술개발
- 위치 이동형 센서 데이터 입체격자화 기술개발

○ (2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축활용기술개발

⇒ 기구축 GIS 데이터를 활용하여 상세하고 유의미한 정보를 제공하기 위해 입체격자 기반 Geo-AI 기술 융합

- 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발
- 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발

[3핵심 과제] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발

○ (3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발

⇒ 입체격자 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 도시기반시설 재난대응 지원 대국민 서비스 제공 확대

- 안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발
- 입체격자 기반 실내 시설물 재난 대응 지원 기술개발

○ (3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발

⇒ 입체격자 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 기후변화 재난대응 지원 대국민 서비스 제공 확대

- 입체격자 기반의 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발
- 입체격자 기반의 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략**

<핵심과제 간 기술 연계>

○ 사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획과제는 3개의 핵심과 8개의 공동으로 구성됨

- 1핵심은 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발에 중점이 있고,

2핵심은 입체격자 기반 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발, 3핵심은 1, 2핵심에서 개발한 연구성과물을 활용하여 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발에 중점을 둠

○ 1, 2핵심은 기존 선행연구 성과를 확대 적용하고, 기술적 한계 및 기능 확장을 위한 성과를 개선 및 고도화하여 3핵심에서 해당 성과를 활용한 입체격자 기반 실증서비스 시스템을 구축하는 프로세스로 되어 있음

○ 따라서 본 과제의 성공을 위해서는 1, 2, 3핵심의 기술연계가 반드시 이루어져야 하며 양질의 성과물 도출을 위해서는 연계·활용 여부가 매우 중요함

○ 이에 본 연구개발 과제에서는 아래와 같은 상호 연계 매트릭스의 구조하에서 주기적인 JAD(Joint Application Design) 활용을 통해 기술연계를 보장해야 함

<핵심과제 간 연관성 분석>

구분		1핵심			2핵심			3핵심	
		1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2
1핵심	1-1		●	●	◐	◐	○	◐	◐
	1-2			●	●	●	◐	●	●
	1-3				●	●	◐	●	●
2핵심	2-1					○	●	◐	◐
	2-2						●	◐	◐
	2-3							○	○
3핵심	3-1								◐
	3-2								

● 강한 연관성, ◐ 중간 연관성, ○ 약한 연관성

□ 추진체계

○ 본 연구개발의 각 세부는 독립적이면서 동시에 유기적인 연구와 기술의 개발이 이루어지도록 기획되어있음

○ 연구개발과제의 총괄은 국토교통부가 담당하고, 주관은 국토교통과학기술진흥원, 기술개발사업관리는 연구단(산·학·연 협동연구체계)에서 수행함

– 「국가연구개발혁신법」 개정('22.3.1 시행)에 따라 추진체계가 변경될 수 있음

5. 최종성과물

□ 주요 성과물	**[1핵심 과제] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발** - 입체격자 표준 데이터 및 서비스 모델 표준화 문서 - 입체격자 실용화 및 활성화 방안 - 입체격자화 및 경량화 SW - 입체격자 데이터 전처리 자동화 SW - 입체격자 저장·관리 고도화 SW - 입체격자 정보검색 고도화 SW **[2핵심 과제] 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발** - 3D 벡터/래스터 데이터의 공간/속성연산 모듈 및 활용분석모델 SW - 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 센서 데이터의 실시간 모니터링 및 상태변화 감지 분석모델 SW - 입체격자 기반 기계학습 데이터 셋 구축을 위한 후처리 및 인공지능 알고리즘 적용 SW - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반의 시공간 시뮬레이션 및 가시화 SW **[3핵심 과제] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발** - 브이월드 기반 입체격자 시설물 유지관리 실증시스템 구축 - 브이월드 기반 입체격자 실내 시설물 재난대응 실증시스템 구축 - 브이월드 기반 입체격자 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축 - 브이월드 기반 입체격자 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축
6. 기대효과 및 파급효과	
□ 기대효과	○ 3차원 시공간 빅데이터의 제반기술 노하우 확보 및 공유를 통한 고급 기술인력 양성과 Geo-DNA 기반 공간정보기술 고도화에 기여 ○ 디지털 트윈국토 전주기에 입체격자체계 적용 기술 개발을 통해 관련 국내 산업 생태계 육성 및 디지털 트윈 시장 활성화 기대 - 3차원 시공간 빅데이터 관련 사업화 기반 마련 및 기술 국산화에 따른 공간정보 시장 재편에 기여 ○ (파급효과) 국토조사, 국가기준점 관리 등 2차원 기반으로 수행되던 국토부 사업의 고도화를 통한 공공업무 효율성 강화 기대

7. 연구기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : 2023.4 ~ 2027.12 (5년) ○ 1단계 - 1년차 연구개발기간 : 2023.4 ~ 2023.12 (9개월) - 2년차 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12.(12개월) ○ 2단계 - 3년차 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12.(12개월) - 4년차 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12.(12개월) ○ 3단계 - 5년차 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12.(12개월) ○ 총 정부출연금 : 25,000백만원 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여 시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	
	○ 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구개발 내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발 목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음 ○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사과제와 연구개발 내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ www.kaia.re.kr, http://www.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 - 제안된 연구개발 내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구개발 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 연구개발과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 연구개발과제간 연구개발 내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음

- 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발 목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구개발 내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음

<연구성과 목표(성과지표 등) 설정 기준>

- (**성과목표①**) 국토정보 데이터 표준화 및 효율화

<table>
<tr><td>성과목표</td><td colspan="5">입체격자 표준화, 국산화, 효율화에 따른 데이터 전/후처리 가공 비용
30% 이상 절감</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">$\left(\frac{A'}{A}\times 10\right)+\left(\frac{B'}{B}\times 10\right)+\left(\frac{C'}{C}\times 20\right)$
- A : 입체격자 표준화 목표성과 건수
- A′ : 입체격자 표준화 달성성과 건수
- B : 입체격자 저장·관리에 활용되는 국외SW 제품 건수
- B′ : 입체격자 저장·관리에 활용되는 국외SW의 국산화 또는 오픈SW 제품 대체 건수
- C : 연구착수 시점의 입체격자 데이터 전/후처리 가공 총 소요시간
- C′ : 기존 대비 입체격자 데이터 전/후처리 가공 절감 시간</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 본 사업의 입체격자 데이터 표준화, 국산화, 효율화 성과를 종합한 지표를 자체 개발, 연구착수 시점('23)과 비교하여 연구개발 이후('27) 30% 이상 향상
• A, B, C를 각각 표준화(중복방지)[1] + 국산화(SW 비용절감)[2] + 가공시간(성능개선)[3]으로 설정하고 항목에 대한 가중치 적용

1) 입체격자 표준화 성과를 통한 데이터 중복 구축 비용 절감
• 데이터 중복 구축 비용 절감 = 기존 데이터 구축비 - 표준화를 통한 데이터 구축비
※ 데이터 구축비 = 인건비+직접비+제경비+이윤 (데이터베이스 구축비 대가기준 가이드 참조)
2) 입체격자 SW 국산화 및 오픈소스화를 통한 SW 비용 절감
• 보급형 LiDAR 시스템 기반 입체격자 맵핑 비용: 약 $25,000 (USD)
• 클라우드기반 입체격자데이터 서비스 비용*: 연간·1개 라이센스 당 약 $4 (USD)
* Hexagon Geosystems 사의 Leica TruView Cloud-based digital reality SaaS platform 기준
3) 입체격자화를 통한 데이터 전/후처리 가공시간 절감
• 사업착수 시점('23)의 입체격자 데이터 전/후처리 가공 총 소요시간을 측정*하고, 연구개발 이후('25, '26, '27) 본 사업의 SW 개발성과를 적용한 입체격자 데이터 전/후처리 가공 소요시간을 측정하여 절감 시간 산출
* 인공지능 데이터 구축·활용 가이드라인(2021, 한국전자기술연구원) 기준 원시데이터 LiDAR Point Cloud 데이터 정제 시 100초(1000 프레임)을 1Hz로 샘플링, 포맷 변환 소요시간은 약 1분이며 입체격자 데이터 전/후처리 가공 알고리즘 및 SW의 효율성에 따라 총 소요시간이 결정됨</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td colspan="5">• 사업 착수 시점('23)의 표준화, 국산화, 효율화율을 측정하고, 연구개발 이후('27) 입체격자 데이터 표준화, 국산화, 효율화 성과를 종합한 지표 30 이상 달성
• 표준화의 경우 데이터 변환/관리, 인덱싱, 서비스 활용체계, 기술기준 등 표준화 성과의 목표 건수 대비 실제 달성 건수를 측정
• 국산화의 경우 입체격자 저장·관리에 활용되는 국외SW 제품 건수 대비 실증 서비스에 적용하여 국산화 또는 오픈SW로 대체한 건수로 측정
• 효율화의 경우 연구착수 시점의 입체격자 데이터 전/후처리 가공 총 소요시간 대비 기술 고도화를 통해 절감된 시간에 대한 비율을 측정</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td><td>3단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>'23</td><td>'24</td><td>'25</td><td>'26</td><td>'27</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>-</td><td>-</td><td>10%</td><td>20%</td><td>30% 이상</td></tr>
</table>

- (성과목표②) 국토정보 경량화

<table>
<tr><td>성과목표</td><td colspan="10">입체격자 기초 데이터 용량 대비 모바일 운영 데이터 용량의 경량화율
30% 이상 달성</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="10">$\left(1-\frac{A'}{A}\right)\times 100$
- A : 입체격자 기초 데이터 용량
- A′ : 입체격자 모바일 운영 데이터 용량)</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="10">• 평균 데스크탑 기기의 성능에 대비한 모바일 기기의 평균 성능(평균 30%수준)을 기준으로 운영 데이터의 용량(Vertex수, texture 감소에 의한 draw call 수 감소) 감소 비율
• 입체격자 적용에 따른 모델 데이터 가시화 시 사용 용량 측정
• 데이터 사용 용량 감소에 따른 운영 가능 기기 증가</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td colspan="10">• 기초 데이터 대비 모바일 운영 데이터 용량 감소 비율
• 모바일 기기 운영 시 목표 성능 frame(15fps) 동작 가능한 데이터 용량 경량화 비율
※ 기기별 성능 비교
(https://www.notebookcheck.net/Mobile-Processors-Benchmarklist.2436.0.html)
※ octree 분할에 따른 용량 비교
<table>
<tr><td></td><td>총용량</td><td>분할 용량</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>원본</td><td>100.%</td><td>100.%</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1차 분할시</td><td>31.25%</td><td>12.5%</td><td>6.25%</td><td>6.25%</td><td>6.25%</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2차 분할시</td><td>27.34%</td><td>12.5%</td><td>6.25%</td><td>6.25%</td><td>0.78%</td><td>0.39%</td><td>0.39%</td><td>0.39%</td><td>0.39%</td><td></td></tr>
<tr><td>3차 분할시</td><td>26.05%</td><td>12.5%</td><td>6.25%</td><td>6.25%</td><td>0.10%</td><td>0.05%</td><td>0.39%</td><td>0.39%</td><td>0.05%</td><td>0.02%</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td><td>3단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td><td>’27</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>-</td><td>-</td><td>10%</td><td>20%</td><td>30%</td></tr>
</table>

- (성과목표③) 국토정보 활용범위 확장

<table>
<tr><td>③
성과목표</td><td colspan="5">• 맞춤형 고정밀, 고화질 3차원 공간데이터 또는 디지털 트윈 데이터 Set의 입체격자화 20% 이상 확대</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">$\left(\frac{A'}{A}\right)\times 100$
- A : 연구착수 시점의 이용 가능한 3차원 공간데이터 또는 디지털 트윈 데이터 Set 수
- A′ : 입체격자기술 적용 및 실증이 완료된 3차원 공간데이터 또는 디지털 트윈 데이터 Set 수</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• 입체격자기술 개발로 인해 신규로 적용이 가능한 3차원 공간데이터(BIM, Point Cloud, 고정밀 데이터 등) 또는 디지털트윈 데이터 Set 활용범위가 20% 이상 향상하는 것을 목표로 설정</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td colspan="5">• 사업 착수 시점(’23)과 연구개발 이후(’27) 입체격자기술 활용도(활용 가능한 3차원 공간데이터 또는 디지털트윈 데이터 Set 수)를 조사하여 차이 값 측정</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td><td>3단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>’23</td><td>’24</td><td>’25</td><td>’26</td><td>’27</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>-</td><td>-</td><td>10% 증대</td><td>-</td><td>20% 증대</td></tr>
</table>

- (성과목표④) 국토정보 활용 서비스 확대

<table>
<tr><td>④ 성과목표</td><td colspan="5">• 지능화 분석기술 확장에 따른 서비스 활용성 30% 이상 확대</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td colspan="5">$\left(\frac{A'}{A}\right)\times 100$
- A : 기존 3차원 국토정보 분석 프레임워크 기능 수
- A′ : 입체격자기술 적용을 통해 추가 확장된 3차원 국토정보 분석 프레임워크 기능 수</td></tr>
<tr><td>설정근거</td><td colspan="5">• V-world 3D 데스크톱 등 기존 3차원 국토정보 분석 프레임워크 기능을 대상으로 입체격자기술 적용에 따라 확장 또는 신규 적용 가능한 기능이 연구개발 이후 30% 이상 증가하는 것을 목표로 설정</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td colspan="5">• 3차원 데이터의 활용성 확대를 위해 사업착수 시점('23)의 3차원 국토정보를 활용하는 분석 프레임워크 기능 수*를 측정하고, 연구개발 이후('24, '26, '27) 본 사업의 SW 개발성과를 적용한 확장 또는 신규 적용 가능한 기능 수 조사 후 비율로 환산* Vworld 3D 데스크톱 3.0의 경우 37개 분석 기능 지원</td></tr>
<tr><td>단계</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td><td>3단계</td></tr>
<tr><td>구분</td><td>'23</td><td>'24</td><td>'25</td><td>'26</td><td>'27</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>-</td><td></td><td>10%</td><td>20%</td><td>30% 이상</td></tr>
</table>

2022년도

국가연구개발사업
전략계획서

국 토 교 통 부

사업명: 국토교통연구기획사업

작성자	작성 부서	△△국(실) ◇ ◇과	작성 실무자 및 연락처	○○○사무관(주무관) / 전화번호 / e-mail
	작성 책임자	◇◇과장 ○○○		○○○기관 ○○○연구원/ 전화번호 / e-mail ①

① 부처 담당자 외 유관기관 담당 실무자가 있을 경우 기관명과 담당자 성명, 직책, 연락처를 기재

1. 사업개요

1 사업명

사업명	단위사업	
	세부사업	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
	내역사업	

2 사업목적

사업목적	기 구축중인 국토정보의 고도화를 위한 입체격자체계 기반 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유 기술개발 및 실증

3 사업추진경위

추진근거	법적 근거	○ 국토교통과학기술육법 제8조(연구개발사업의 추진) ○ 국가공간정보기본법 제9조(연구·개발 등)
	상위계획	○ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(국토부, ‘18.6) - (실천과제3) 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 ○ 제6차 국가공간정보정책 기본계획(국토부, ‘18.6) - (실천과제3-3) 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발 ○ 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획(국토부, ‘21. - (실천과제3-1) 디지털 트윈 분야 신기술 개발 ○「한국판 뉴딜 사업」의 10대 대표과제(‘20.7) - 데이터 댐, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 친환경 미래 모빌리티가 동 사업과 관련

4 사업 현황

사업구분	계속사업 □ 기한사업 ✔		
사업추진방식	상향식 □ 혼합식 □ 하향식 ✔		
사업유형	중장기산업기술개발/공공기술개발		
다부처 여부	다부처 □	참여부처 **(다부처사업)**	-
사업기간	2023년~2027년	**총사업비**	250억원
사업규모	1개 연구단(3개 핵심과제)	**지원대상**	대학, 정부출연, 민간 연구소 연구원
지원형태	직접수행	**지원조건**	민간매칭
사업시행주체	국토교통부(국토교통과학기술진흥원)		
예비타당성 통과여부	예타통과(사업타당성 평가 포함) □		

5 사업추진체계 및 전략

사업수행주체

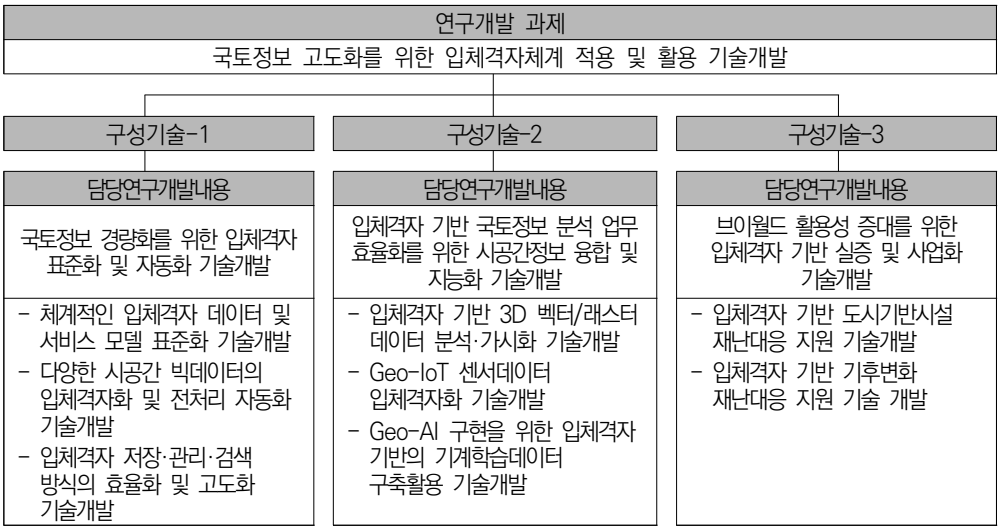
○ 추진주체 간 역할분담 : 부처-전문기관-연구단

수행주체	역할 세부내용
부처	○ 사업타당성 검토, 사업전략 검토, 년차별 예산지원
전문기관	○ 사업성과 관리, 사업내용 평가, 연구단 평가, 행정지원
총괄주관	○ 사업기획 및 추진, 성과지표 달성, 연구원 평가 및 지원

사업추진전략

추진전략

○ 사업추진 업무분장 및 연구성과 연계도



R&D 전주기 사업관리 계획

○ 과제 기획 : 2021.4~2022.1 지정공모 방식에 의한 기획기관 선정 및 연구수행
○ 연구단 선정 : 2023.1 지정공모 방식에 의한 연구단 선정(산학연컨소시엄)
○ 연구개발 수행 : 2023.4~2027.12(4.9년) 연구단 중심 3개 세부기관 연구수행
○ 성과 평가 : 2023.12부터 1년 단위 연차별 평가 및 성공여부 판정

위험요인 및 극복방안

위험요인	극복방안
○ 입체격자 분할기준 등에 대한 관련 이해관계자들 간의 의견이 상이할 수 있음	○ 국제 ISO/OGC 표준 및 국내 관계기관과의 면밀한 검토를 통하여 국내 표준 환경에 맞는 기준을 반영
○ IoT기기와 같이 실시간·저용량·다수의 특성을 가지는 IoT 데이터 연계·보안 어려움	○ 국토교통부 개인정보처리방침, 국가공간정보시스템 개인정보처리지침, 정보보안 규정, 무선센서 네트워크 보안관리 지침 등 준용
○ 드론, CCTV, SNS 등 센서 및 영상 데이터의 경우 개인정보 이슈 발생 여지가 있음	○ 「개인정보보호법」제15조 개인정보의 수집·이용과 제25조 영상정보처리기기의 설치 · 운영 제한에 관한 규정을 준수, 공익적 목적에서만 활용하도록 제한

수혜자

○ 일차적으로 참여기업이 기존 비즈니스 모델을 고도화하여 신시장 창출

6 사업기대효과

과학기술적 기대효과	○ 데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 ○ 모바일 및 모빌리티 활용 기기 30% 이상 확대 ○ BIM, PointCloud, 비정형 데이터 등 맞춤형 고정밀, 고화질 데이터 20% 이상 확대 ○ 지능화 분석기술 확장에 따른 서비스 활용성 30% 이상 확대
사회경제적 기대효과	○ 3차원 시공간 빅데이터 관련 사업화 기반 마련 ○ 입체격자 관련 기술 국산화에 따른 공간정보 시장 재편에 기여 ○ 연구개발성과의 사회적 문제해결에 기여 ○ 신규 표준/지침 개발 및 규제 개선에 기여

7 사업 내용

예산 규모

〈23년도 신규사업〉

(백만원)

구분		Y년도 예산	Y+1년도 예산	Y+2년도 예산	Y+3년도 예산	Y+4년도 예산
□ 국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발	25,000	4,000	5,500	5,500	5,500	4,500
■ 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	7,500	1,150	1,650	1,650	1,650	1,400
■ 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	10,000	1,700	2,200	2,200	2,200	1,700
■ 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	7,500	1,150	1,650	1,650	1,650	1,400

세부내용

○ 내역사업별로 세부 연구개발·활동 내용 작성

구분	주요 내용
■ 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발	○ 1단계 입체격자체계 선행기술을 기반으로 기구축 정보를 입체격자화 하고 효율적인 저장관리검색을 위한 입체격자 표준화자동화 고도화 기술 개발
■ 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	○ 3차원 벡터/래스터 데이터의 입체격자 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 지능화 기술 개발
■ 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	○ 입체격자를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 입체격자 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술 개발

연차별 추진내용(로드맵)

○ 내역사업별로 세부 연구개발·활동 내용 작성

세부 과제	주요 연구내용(개발기술)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
[구성기술-1] 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발						
(1-1) 체계적인 입체격자 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발	▨	▨	▨		
	입체격자기술 표준적용 확대 및 활성화 방안제시			▨	▨	▨
(1-2) 다양한 시공간 데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술개발	입체격자화 및 경량화 기술개발	▨	▨	▨		
	전처리 자동화 기술개발			▨	▨	▨
(1-3) 입체격자 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발	저장·관리 고도화 기술개발	▨	▨	▨		
	정보검색 고도화 기술개발			▨	▨	▨
[구성기술-2] 입체격자 기반 국토정보 분석업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발						
(2-1) 입체격자 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발	입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 분석 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
	입체격자 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 분석 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
(2-2) Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술개발	위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터 분석 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
	위치 이동형 Geo-IoT 센서데이터 분석 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
(2-3) Geo-AI 구현을 위한 입체격자 기반의 기계학습데이터 구축·활용 기술개발	입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발	▨	▨	▨		
	입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술개발			▨	▨	▨
[구성기술-3] 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발						
(3-1) 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술개발	안전사회 구현을 위한 입체격자 기반 시설물 유지관리 지원 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
	입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
(3-2) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술개발	입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨
	입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술개발	▨	▨	▨	▨	▨

2. 단계별 성과목표 및 지표

1 전략목표

전략목표	(브이월드 디지털 트윈기술 적용 대응) 입체격자 기반 국토정보 경량화 및 실용화

가. 1단계 성과목표 및 지표

2 단계별 성과목표

단계(평가주기)	1단계	기간	2023년 ~ 2025년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술 개발	가중치	0.3	설정 근거	사업내용/예산비율 반영	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
성과목표-2	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술 개발	가중치	0.4	설정 근거	사업내용/예산비율 반영	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
성과목표-3	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술 개발	가중치	0.3	설정 근거	사업내용/예산비율 반영	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발

3 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분 / 연도	실적 및 목표치 2023	2024	2025	지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
성과목표-1	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술 개발	0.10	SW등록	건	목표	5	6	6	양		기구축 국토정보/실시간 센서 등 입체격자화 및 경량화 SW(5종), 입체격자 기반 다기종 DB 활용 SW(6종), 시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색 SW(6종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.05	표준제안	건	목표			1	양		입체격자 표준 데이터 모델 표준 개발(1종)은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
			설계기준, 시방서,	건	목표			2	질		입체격자 표준 데이터 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발(1종), 입체격자 표준 서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발(1종)은
					실적						

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분 / 연도	실적 및 목표치 2023	2024	2025	지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
			지침에 제안								성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
		0.15	특허등록	건	목표			3	양		기구축 국토정보/실시간 센서 등 데이터 입체격자화 기술(2종), 시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색기술(1종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
성과목표-2	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술 개발	0.25	SW등록	건	목표	6	7	7	양		3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술 SW(8종), 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 SW(4종), 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술 SW(4종), 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 SW(4종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.15	특허등록	건	목표			4	양		3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술(2종), 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술(2종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적				양		
성과목표-3	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술 개발	0.17	SW등록	건	목표	4	4	4	양		입체격자 기반 시설물 유지관리 기술 SW(3종),입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술 SW(3종), 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 SW(3종), 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 SW(3종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적				양		
		0.13	특허등록	건	목표		2	4	양		입체격자 기반 시설물 유지관리 데이터 서비스/프로토타입 기술(1종), 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 데이터 서비스/프로토타입 기술(2종), 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 데이터 서비스 프로토타입(1종), 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 데이터 서비스 프로토타입(2종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적				양		
계											

4 성과지표의 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
입체격자화 및 경량화 SW(5종) 입체격자 다기종 활용 SW(6종) 입체격자 검색 SW(6종)	• 입체격자화 및 경량화 SW 개발 실적(5종) • 입체격자 다기종 활용 SW 개발 실적(6종) • 입체격자 검색 SW 개발 실적(6종)	• 입체격자화 및 경량화 SW 개발('23~'24) - 기구축 국토정보/실시간 센서 등 입체격자화 및 경량화 모듈 • 입체격자 다기종 활용 SW 개발 실적('24~'25) - NoSQL 등 다양한 데이터베이스를 활용한 입체격자 저장·관리 • 입체격자 검색 SW 개발 실적('24~'25) - 시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색 모듈	NTIS 등록 성과
입체격자 표준 제안(1종), 데이터/서비스 상호운용성 가이드 개발(2종)	• 입체격자 표준 데이터 모델 표준 개발(1종) • 입체격자 표준 데이터/서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발(2종)	• 입체격자 표준 데이터 모델 표준 개발('23~'24) - 입체격자 표준(안) 제안 및 상정, 심의 • 입체격자 표준 데이터/서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발('24~'25) - 입체격자 표준 기술기준 마련	NTIS 등록 성과
데이터 입체격자화/경량화 기술 특허(2종), 다차원 입체격자 검색기술 특허(1종)	• 기구축 국토정보/실시간 센서 등 데이터 입체격자화/경량화 기술(2종) 특허등록 • 시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색기술(1종) 특허등록	• 기구축 국토정보/실시간 센서 등 데이터 입체격자화/경량화 기술('24~'25) - 데이터 입체격자화/경량화 기술 특허 출원 - 데이터 입체격자화/경량화 기술 특허 등록 • 시공간·속성 기반 다차원 입체격자 검색기술('24~'25) - 다차원 입체격자 검색기술 특허 출원 - 다차원 입체격자 검색기술 특허 등록	NTIS 등록 성과
입체격자 3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 SW(8종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW(4종), 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종), 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술 SW 개발 실적(8종) • 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 SW 개발 실적(4종) • 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술 SW 개발 실적(4종) • 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 SW 개발 실적(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술 SW('23~'25) - 입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석기술 모듈 • 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 SW('23~'25) - 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 센서데이터 연계 모니터링 기술 • 입체격자 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술 SW('23~'25) - Geo-AI 분석을 위한 입체격자 데이터 후처리 및 기계학습	NTIS 등록 성과

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
		데이터셋 구축 기술 • 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 SW 개발 실적('23~'25) - 입체격자 기반 오픈소스 머신러닝 알고리즘 기술	
3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 특허(2종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 특허(2종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술(2종) • 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술(2종) 개발	• 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술('24~'25) - 입체격자 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석기술 특허 출원 및 등록 • 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술('24~'25) - 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 센서데이터 연계 모니터링 기술 특허 출원 및 등록	NTIS 등록 성과
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 SW(6종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 SW(6종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 SW(6종) • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 SW(6종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 SW('23~'25) - 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술 SW - 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술 SW • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 SW('23~'25) - 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 SW - 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 SW	NTIS 등록 성과
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 특허(3종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 특허(3종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 특허(3종) • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 특허(3종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 특허('24~'25) - 입체격자 기반 시설물 유지관리 데이터 서비스/프로토타입 기술 특허 출원 및 등록 - 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 데이터 서비스/프로토타입 기술 특허 출원 및 등록 • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 특허('24~'25) - 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 데이터 서비스 프로토타입 특허 출원 및 등록 - 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 데이터 서비스 프로토타입 특허 출원 및 등록	NTIS 등록 성과

나. 2단계 성과 목표 및 지표

1 단계별 성과목표

단계(평가주기)	2단계	기간	2026년 ~ 2027년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술 개발	가중치	0.3	설정 근거	사업내용/예산비율 반영	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
성과목표-2	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술 개발	가중치	0.4	설정 근거	사업내용/예산비율 반영	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발
성과목표-3	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술 개발	가중치	0.3	설정 근거	사업내용/예산비율 반영	국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발

2 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치			지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2026	2027	-			
성과목표-1	국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술 개발	0.06	SW등록	건	목표	3	3		양		기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW(1종), 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW(1종), 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 SW(2종), 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술 SW(2종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.04	시제품 제작/현장시험	건	목표	3	3		양		기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 시제품(1종), 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 시제품(1종), 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 시제품(2종), 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술 시제품(2종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.10	표준제안	건	목표	1			양		입체격자 표준 데이터/서비스 모델 표준 개발(2종)은

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치			지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2026	2027	-			
					실적				양		성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
			표준채택	건	목표	1	1		양		
					실적				양		
		0.10	특허등록	건	목표	4	3		양		시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술(4종), 입체격자 저장·관리·검색 기술(3종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적				양		
성과목표-2	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술 개발	0.10	SW등록	건	목표	5	5		양		3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW(4종), 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.10	품질인증	건	목표	4	4		양		3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 GS인증(4종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 GS인증(4종)
					실적						
		0.05	시제품 제작/ 현장시험	건	목표	4	4		양		3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 시제품(2종), 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.15	특허등록	건	목표	6	3		양		3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술(3종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술(3종), 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술(3종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
성과목표-3	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술 개발	0.15	SW등록		목표	6	5		양		입체격자 기반 시설물 유지관리 기술 SW(2종), 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술 SW(3종), 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 SW(3종), 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 SW(3종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
		0.10	시제품 제작/ 현장시험		목표	4	2		양		입체격자 기반 시설물 유지관리 기술(2종), 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술(1종), 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술(2종), 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술(1종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치			지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2026	2027	-			
		0.05	특허등록		목표	2	2				입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술(2종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술(2종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함
					실적						
계											

3 성과지표의 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
전처리 자동화 기술 SW(2종) 입체격자 저장·관리·검색 기술 SW(4종)	• 전처리 자동화 기술 SW(2종) • 입체격자 저장·관리·검색 기술 SW(4종)	• 전처리 자동화 기술 SW('26~'27) - 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW - 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW • 입체격자 저장·관리·검색 기술 SW('26~'27) - 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 SW - 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술 SW	NTIS 등록 성과
전처리 자동화 기술 시제품(2종) 입체격자 저장·관리·검색 기술 시제품(4종)	• 전처리 자동화 기술 시제품(2종) • 입체격자 저장·관리·검색 기술 시제품(4종)	• 전처리 자동화 기술 시제품('26~'27) - 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 - 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 • 입체격자 저장·관리·검색 기술 시제품('26~'27) - 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 - 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술	NTIS 등록 성과
입체격자 표준 제안(1종), 입체격자 표준 채택(2종)	• 입체격자 표준 데이터/서비스 모델 표준 개발(2종)	• 입체격자 표준 데이터 모델 표준 개발('26~'27) - 입체격자 표준(안) 채택 • 입체격자 표준 서비스 모델 표준 개발('26~'27) - 입체격자 표준(안) 제안 및 상정, 심의 - 입체격자 표준(안) 채택	NTIS 등록 성과
시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술	• 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술(4종)	• 시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술('26~'27)	NTIS 등록 성과

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
특허(4종), 입체격자 저장·관리·검색 기술 특허(3종)	• 입체격자 저장·관리·검색 기술(3종)	- 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 기술 특허 출원/등록 - 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 기술 특허 출원/등록 • 입체격자 저장·관리·검색 기술('26~'27) - 입체격자 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 특허 출원/등록 - 실시간 공간 센서 스트림데이터 입체격자 검색·처리 기술 특허 출원/등록	
3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW(4종) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종) • Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW(4종) • 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW('26~'27) - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 SW - 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 SW • Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW('26~'27) - 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 SW - 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 SW • 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 SW('26~'27) - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 SW - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 SW	NTIS 등록 성과
3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증(4종) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 검증(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증(4종) • Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 검증(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증('26~'27) - 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술 GS인증 - 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술 GS인증 - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 GS인증 - 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 GS인증 • Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 검증('26~'27) - 입체격자 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 GS인증 - 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 GS인증	NTIS 등록 성과

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
		- 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 GS인증	
3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 시제품(2종) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종) • Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술 시제품(2종) • 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품('26~'27) - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 - 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 • Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술 시제품('26~'27) - 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 - 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 • 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품('26~'27) - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술	NTIS 등록 성과
3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 특허(3종) Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 특허(3종) 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 특허(3종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 특허(3종) • Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 특허(3종) • 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 특허(3종)	• 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술('26~'27) - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 특허 출원/등록 - 입체격자 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 특허 출원/등록 • Geo-IoT 센서 데이터 입체격자화 기술('26~'27) - 입체격자 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화감지 분석모델 특허 출원/등록 - 입체격자 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 특허 출원/등록 • 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술('26~'27) - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 기술 특허 출원/등록 - Geo-AI를 활용한 입체격자 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 특허 출원/등록	NTIS 등록 성과
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 SW(5종) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 SW(6종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 SW(5종) • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 SW(6종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 SW('26~'27) - 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술 SW - 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원기술 SW • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 SW('26~'27) - 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 SW - 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 SW	NTIS 등록 성과

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 시제품(3종) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 시제품(3종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 시제품(3종) • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 시제품(3종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 시제품('26~'27) - 입체격자 기반 시설물 유지관리 실증시스템 - 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원 실증시스템 • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 시제품('26~'27) - 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 실증시스템 - 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 실증시스템	NTIS 등록 성과
입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 특허(2종) 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 특허(2종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 특허(2종) • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 특허(2종)	• 입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 특허('26~'27) - 입체격자 기반 시설물 유지관리 기술 특허 출원/등록 - 입체격자 기반 실내 시설물 재난대응 지원기술 특허 출원/등록 • 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 특허('26~'27) - 입체격자 기반 미세먼지 추정 및 시뮬레이션 기술 특허 출원/등록 - 입체격자 기반 도시지역 침수피해 추정 및 시뮬레이션 기술 특허 출원/등록	NTIS 등록 성과

[참고] 성과목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="3">내용</th></tr>
<tr><td>전략목표</td><td colspan="3">(브이월드 디지털 트윈기술 적용 대응) 입체격자 기반 국토정보 경량화 및 실용화</td></tr>
<tr><td>(최종)
성과목표</td><td colspan="3">기 구축중인 국토정보의 고도화를 위한 입체격자체계 기반 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유 기술개발 및 실증</td></tr>
<tr><td rowspan="11">단계별
성과목표
및 지표</td><td colspan="3">1단계(2023년도~2025년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표
구분</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발</td><td rowspan="3">0.3</td><td>입체격자화 및 경량화 SW(5종),
입체격자 다기종 활용 SW(6종),
입체격자 검색 SW(6종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td>입체격자 표준 제안(1종),
데이터/서비스 상호운용성 가이드 개발(2종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td>데이터 입체격자화/경량화 기술 특허(2종), 다차원 입체격자 검색기술 특허(1종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td rowspan="2">입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발</td><td rowspan="2">0.4</td><td>입체격자 3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 SW(8종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW(4종), 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종), 입체격자 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td>3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 특허(2종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 특허(2종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td rowspan="2">브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발</td><td rowspan="2">0.3</td><td>입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 SW(6종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 SW(6종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td>입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 특허(3종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 특허(3종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td colspan="3">2단계(2026년도~2027년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표
구분</td></tr>
<tr><td rowspan="2">국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발</td><td rowspan="2">0.3</td><td>전처리 자동화 기술 SW(2종),
입체격자 저장·관리·검색 기술 SW(4종)</td><td>양</td></tr>
<tr><td>전처리 자동화 기술 시제품(2종),</td><td>양</td></tr>
</table>

구 분	내용			
			입체격자 저장·관리·검색 기술 시제품(4종)	
			입체격자 표준 제안(1종), 입체격자 표준 채택(2종)	양
			시공간 빅데이터의 입체격자화 및 전처리 자동화 기술 특허(4종), 입체격자 저장·관리·검색 기술 특허(3종)	양
	입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	0.4	3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 SW(4종), 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종)	양
			3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증(4종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 검증(4종)	양
			3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 시제품(2종), 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종)	양
			3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 특허(3종), Geo-IoT 센서데이터 입체격자화 기술 특허(3종), 입체격자 기반 Geo-AI 활용 기술 특허(3종)	양
	브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	0.3	입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 SW(5종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 SW(6종)	양
			입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 시제품(3종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 시제품(3종)	양
			입체격자 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 특허(2종), 입체격자 기반 기후변화 재난대응 지원기술 특허(2종)	양

※ 사업 특성상 필요시 '3단계' 사업추진 단계로 양식을 변경하여 추가·작성 가능

3. 사업평가 계획

평가연도	평가대상 기간/ 해당 단계	평가대상 성과목표	평가 시기 설정 사유
2025	2023년도~2025년도(총 3년)/1단계	성과목표-1. 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발 성과목표-2. 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발	총 5개년 연구개발 사업 중 3차년도 까지 개발된 성과를 기준으로 연구개발 역량 우수성을 중간 평가함

평가연도	평가대상 기간/ 해당 단계	평가대상 성과목표	평가 시기 설정 사유
		성과목표-2. 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	
2027	2026년도~2027년도(총 2년)/2단계	성과목표-1. 국토정보 경량화를 위한 입체격자 표준화 및 자동화 기술개발 성과목표-2. 입체격자 기반 국토정보 분석 업무 효율화를 위한 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발 성과목표-2. 브이월드 활용성 증대를 위한 입체격자 기반 실증 및 사업화 기술개발	연구개발 완료 시점에 따라 최종평가함

4. 핵심특허 등 지식재산권 창출 활동(해당하는 경우 추가 작성)

1 사업 내용

지식재산 관련 예산 규모

〈Y연도 신규사업〉

(백만원)

구분		Y년도 예산	Y+1년도 예산	Y+2년도 예산	Y+3년도 예산	Y+4년도 예산
□ *세부사업명*	총 예산					
■ *내역사업명 1*	총 예산					
■ *내역사업명 2*	총 예산					
□ 비목(합계) ①						
■ 비목명(특허정보 조사비)						
■ 비목명(특허자료 구입비)						

〈기존사업〉

(백만원)

구분		Y-2년도 예산	Y-1년도 예산	Y년도 예산	Y+1년도 예산	Y+2년도 예산
□ *세부사업명*	총 예산					
■ *내역사업명 1*	총 예산					
■ *내역사업명 2*	총 예산					
□ 비목(합계) ①						
■ 비목명(특허정보 조사비)						
■ 비목명(특허자료 구입비)						

지식재산 관련 세부내용

내역사업(전략과제)별 주요 내용

○지식재산권 개발 / 지식재산 사업화 지원 / 지식재산 기반구축 ②

내역사업(전략과제)	주요 내용
5G 통신표준 선도	○ (주요 내용 기술) -
5G 통신표준 특허개발	○ (주요 내용 기술) -
표준특허 해외출원 지원	○ (주요 내용 기술) -

지식재산권 개발 계획 ③

연도	내역사업명	대표 핵심특허 주요내용	질적 수준 목표
Y년도		④	⑤
Y+1년도			
Y+2년도			

* 해당과제의 신규/기존 사업 여부 및 연차에 맞게 양식을 변경 또는 추가해서 작성

⑥ 핵심개발 내용 및 질적 수준 목표의 설정 근거

○ (주요 설정 근거 기술)
-

○ (주요 설정 근거 기술)
-

2 사업추진체계 및 추진전략

사업수행주체

○ 추진주체 간 역할분담: 부처-전문기관-사업단 또는 센터 ①

수행주체	역할 세부내용
부처	*○ 지식재산권 개발 / 사업화 지원 / 기반구축 역할 및 업무분장 내용*
전문기관	*○ 지식재산권 개발 / 사업화 지원 / 기반구축 역할 및 업무분장 내용*
사업단 / 센터	*○ 지식재산권 개발 / 사업화 지원 / 기반구축 역할 및 업무분장 내용*

지식재산 관련 사업추진전략

IP-R&D 추진전략 및 체계 ②

○ 추진전략 개념도, 사업추진의 흐름도 등 제시
○ 사업추진 주체별, 전략별 추진체계 제시
○ 역할 및 수행 주체별 협력 방안 제시

IP-R&D 전주기 사업 및 목표 관리 계획

○ IP-R&D 전주기별 사업 추진 및 관리 계획 ③
○ IP-R&D 활동 및 목표관리 계획 ④

연도	내역 사업명	사업관리 관점의 IP와 R&D 연계 활동 목표			대표성과
		기획(Plan)	연구개발(Do)	평가(See)	
Y년도					
Y+2년도					

* 해당과제의 연차에 맞게 양식을 추가해서 작성

지식재산 관련 위험요인 및 극복방안

구분	위험요인	극복방안
유사특허 발견	⑤	⑥

5. 성과 활용・확산 계획서 제출 계획(계속사업은 작성 불요)

사업 종료 연도	성과확용·확산 계획서 제출 연도
①	②

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업 사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획 과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 사회안전망 강화를 위한 입체격자체계 고도화 기술개발 기획 사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.