

국토교통연구기획사업 최종보고서

국토정보
고도화를
위한
입체격자
체계
적용 및
활용
기술개발

국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용 기술개발

2024. 05.

보완기획
최종
보고서
2024

국토정보 고도화를 위한 입체격자체계 적용 및 활용
기술개발

국
토
교
통
부
국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

* 본 기획보고서는

연구개발계획 수립의 참고자료로 활용하되,

제안시 제출하는 연구개발계획서의 연구개발 최종

목표, 성과목표, 기술개발내용, 예산 등

상세내용은 반드시 공고시 게재되는 RFP를

따라야 함을 알려드립니다.

< 요약 문 >

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--|---|-------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|--------------|----------------------------|-----|-----------|--|----|
| 사업명 | | 국토교통연구기획사업 | | | | 총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성) | | | | | | | | | |
| 내역사업명 (해당 시 작성) | | - | | | | 연구개발과제번호 | | 21RDPP-C164448-01 | | | | | | | |
| 기술 분류 | 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) | | - | | | | | | | | | | | | | |
| 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[<input checked="" type="checkbox"/>] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[] | | | 기술성숙도 (해당 시 기재) | | 착수 시점 기준() 종료 시점 목표() | | | | | | | | |
| 연구개발과제 유형 (해당 시 작성) | | 지정공모[<input checked="" type="checkbox"/>] 자유공모[] | | | | | | | | | | | | | |
| 연구개발과제 특성 (해당 시 작성) | | 기획 | | | | | | | | | | | | | |
| 연구개발 목표 및 내용 | 최종 목표 | | 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증 연구기획 | | | | | | | | | | | | |
| | 전체 내용 | | 국내외 현황조사 및 분석, 기술수요조사, 연구개발 환경분석, 기획 위원회 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 입체격자체계 고도화 기술개발 기획보고서 | | | | | | | | | | | | | |
| 연구개발성과 활용계획 및 기대 효과 | | 공중-지상-지하의 통합관리, 기상·환경·행정 등 다양한 지식정보 융합·지능화와 인간과 기계 간의 상호작용을 지원하는 新 공간정보체계인 공간지능체계를 세계 최초 구현하여 첨단모빌리티를 위한 공간데이터큐브 기술 상용화 선도 | | | | | | | | | | | | | |
| 연구개발성과의 비공개여부 및 사유 | | - | | | | | | | | | | | | | |
| 연구개발성과의 등록·기탁 건수 | | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구 시설· 장비 | 기술 요약 정보 | 소프트 웨어 | 표준 | 생명자원 생명 정보 | | 생물 자원 | 화합물 | 신제품 정보 | | 실물 |
| 연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황 | | 구입 기관 | 연구시설· 장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입 연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | ZEUS 등록번호 | | | | | |
| 국문핵심어 (5개 이내) | | 공간데이터큐브 | | | 사회안전망 | | 공간 빅데이터 | | 포인트 클라우드 | | 인공지능 | | | | |
| 영문핵심어 (5개 이내) | | Geo-spatial Data Cube | | | Social Safety Net | | Geo-spatial Big Data | | Point Cloud | | Artificial Intelligence | | | | |

〈 목 차 〉

| | |
|---|-----|
| I. 기획연구과제의 개요 | 1 |
| II. 기획연구과제의 수행 과정 및 수행 내용 | 2 |
| 1. 기획연구과제의 수행 과정 | 2 |
| 2. 기획연구과제의 수행 내용 | 5 |
| III. 기획연구과제의 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 | 28 |
| 2-1 국내외 정책 동향 및 분석 | 28 |
| 2-2 국내외 시장 현황 및 전망 | 42 |
| 2-3 국내외 사회 동향 및 분석 | 53 |
| 2-4 국내외 기술 동향 및 분석 | 54 |
| 2-5 논문 및 특허 분석 | 72 |
| 2-6 연구개발 인프라 분석 | 90 |
| 2-7 기술 수요조사 | 95 |
| 2-8 전문가 기획위원회, 총괄위원회, 자문위원회 의견 정리 | 105 |
| 2-9 종합 분석을 통한 추진전략 방향 도출 | 106 |
| 3. 연구개발과제 구성 및 추진전략 | 109 |
| 3-1 비전 및 목표 | 109 |
| 3-2 중점 추진분야 정의 및 후보과제 선정 | 110 |
| 3-3 핵심요소기술(CTE) 평가 | 120 |
| 3-4 연구개발 과제 구성 | 122 |
| 3-5 세부과제별 주요 내용 및 추진전략 | 124 |
| 3-6 핵심과제 간 기술연계 | 198 |
| 3-7 핵심과제 기술개발 로드맵 | 199 |
| 3-8 연구개발 추진전략 | 200 |

| | |
|------------------------|-----|
| 4. 사전타당성 검토 | 222 |
| 4-1 사전타당성 분석 방법론 | 222 |
| 4-2 과학기술적 타당성 분석 | 224 |
| 4-3 정책적 타당성 분석 | 246 |
| 4-4 경제적 타당성 분석 | 263 |
| 5. 인력투입 소요예산 산정 | 274 |
| 5-1 인력투입계획 | 274 |
| 5-2 소요 예산 | 275 |
| | |
| 별첨 | 278 |
| 1. 참고 문헌 | 279 |
| 2. 자문위원 명단 | 282 |
| 3. 수요조사 결과 | 284 |
| 4. 과제 제안요구서(RFP) | 305 |

I. 기획연구과제의 개요

비전 “국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도”

“세계 최고의 보이는 디지털 플랫폼 정부 구축을 통한 디지털 국가인프라 완성”



목표 : 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증

기대효과

“첨단모빌리티 디지털지능체계 구현 및 공간데이터큐브 기술의 상용화 선도”



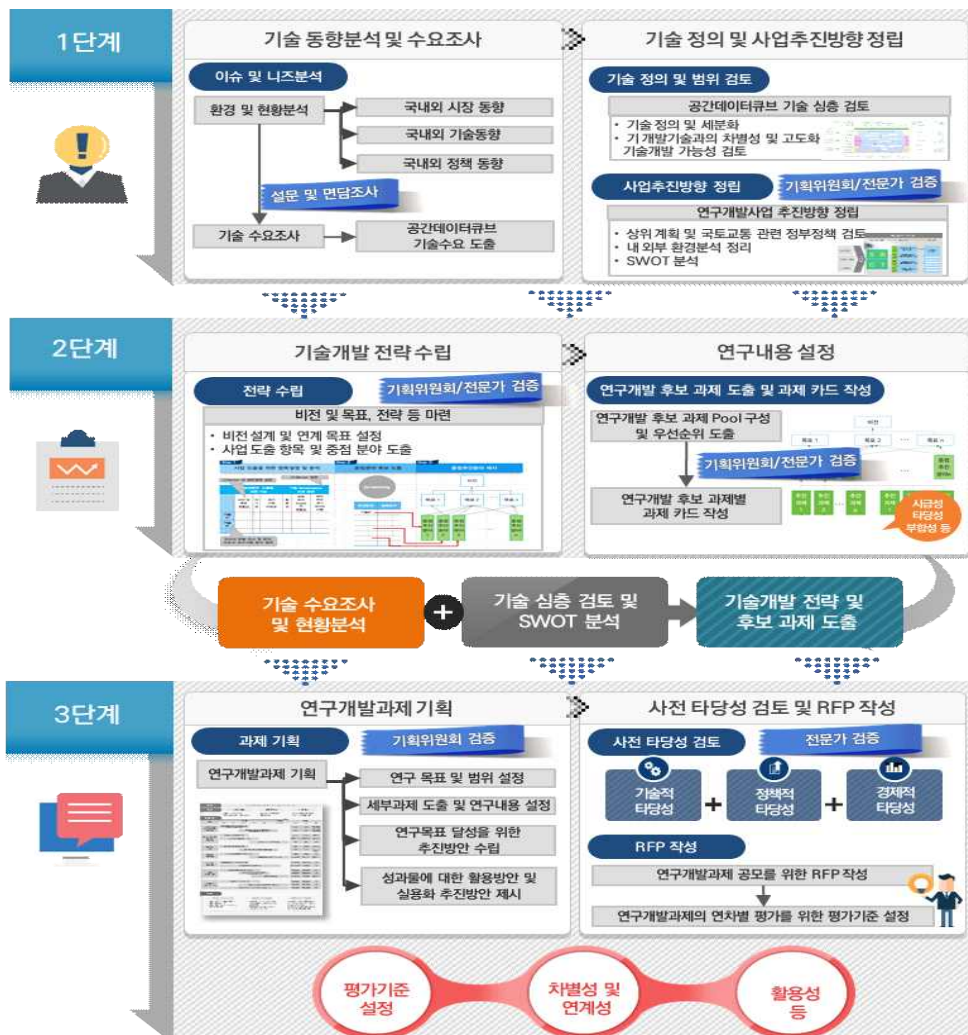
<그림 1> 기획연구과제의 개요

| | |
|---------------------------|--|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <p>○ 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브* 기반 세계 최초 공간지능체계** 개발 및 실증***</p> <p>* (공간데이터큐브) 공중-지상-지하의 통합관리 및 기상·환경·행정 등 다양한 정보의 융복합이 가능한 공간데이터 구조</p> <p>** (공간지능체계) 인간(Human)과 컴퓨터(Computer), 기계(Machine) 간의 상호작용(HCMI)을 지원하는 新 공간정보체계</p> <p>*** (실증) UAM(공중정밀지도), 자율차(정밀도로지도), 브이월드(실내공간-로봇지도)</p> |
|---------------------------|--|

| | |
|---------------------------|--|
| <p>주요 연구개발성과</p> | <p>○ 총 3개 핵심과제로 이루어진 연구개발 주요 내용과 추진전략, 로드맵 등 제시</p> |
| <p>연구개발성과의 활용계획(기대효과)</p> | <p>○ 세계 최초로 첨단모빌리티 공간지능체계* 구현을 위한 공간데이터큐브 기술 상용화 선도 가능</p> <p>* (공간지능체계) 공중-지상-지하의 통합관리, 기상·환경·행정 등 다양한 지식 정보 융합·지능화와 인간과 기계 간의 상호작용을 지원하는 新 공간정보체계</p> <p>○ 본 사업은 첨단모빌리티 디지털지능체계의 도전성, 혁신성, 파급성을 통하여 대한민국의 글로벌 기술 주도권 확보와 세계 선두그룹으로 도약하는 것을 지향</p> <p>○ (도전성) 세계최초로 수행되는 체계적인 첨단모빌리티 디지털지능체계 구현을 통해 초기수준에 머물러 있는 관련 기술들의 신뢰성 및 안전성 확보와 국제표준화 선점을 통해 대한민국의 글로벌 기술 주도권 확보 가능</p> <p>○ (혁신성) 공간데이터큐브는 인공지능(AI) 기술 적용에 특화된 3차원 데이터 구조로 공간정보산업 쏘단계(구축-분석-활용)의 혁신적인 발전 견인 가능</p> <p>○ (파급성) 첨단모빌리티 디지털지능체계는 UAM, 자율차, 로봇 등 스마트 모빌리티 산업의 지능화 기술로서 공간정보 산업 생태계 전환(Human Map→ Machine Map)을 위한 최적화된 솔루션 제공 가능</p> |

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) 공간데이터큐브 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 세계 지식재산권기구(WIPO) 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) 공간데이터큐브 고도화 기술에 대한 긴급도-중요도 매트릭스 분석을 통해 기술수요 특성에 따른 단기, 중기, 장기적 기술수요 도출

○ 기술 정의 및 사업추진방향 정립

- (공간데이터큐브 기술 정의 및 세분화) 환경 및 동향분석을 통하여 도출된 미래 이슈와 수요 분석결과를 기반으로 하여 공간데이터큐브 개념, 정의 및 범위를 검토하고 세분화
- (공간데이터큐브 기술 범위 설정) 선행과제 연구성과와의 차별성을 명확히 하고, 그동안의 연구환경 변화에 따른 기술대상 및 범위를 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 측면에서 구체화함
- (기 개발기술과의 차별성 및 기술개발 가능성 심층 검토) 선행 연구성과의 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 전략 수립

- 본 기획과제는 미래사회 변화와 기술 연구개발 수요가 반영된 연구개발 비전설정 및 연구목표를 도출하는 등의 기술개발 전략 수립

○ 연구내용 설정

- (연구개발 후보 과제 Pool 구성) 후보 과제 도출을 위해 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 공간데이터큐브 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

- (과학 기술적 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 | 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 |
| 1핵심 과제 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 |
| 1-1 | [1-1] HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 1-1-1 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 |
| 1-2 | [1-2] HCMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 1-2-1 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 1-2-2 전처리 자동화 기술개발 |
| 1-3 | [1-3] 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 1-3-1 저장·관리 고도화 기술개발 1-3-2 정보검색 고도화 기술개발 |
| 2핵심 과제 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 |
| 2-1 | [2-1] 공간데이터큐브 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] 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 2-2-1 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 2-2-2 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 |
| 2-3 | [2-3] HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 2-3-1 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 2-3-2 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 |
| 3핵심 과제 | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 |
| 3-1 | [3-1] 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 3-1-1 공간데이터큐브 기반 도심항공로 모니터링 지원 기술개발 3-1-2 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 |
| 3-2 | [3-2] 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 3-2-1 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 3-2-2 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 |
| 3-3 | [3-3] 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 3-3-1 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발 3-3-2 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발 |

2) 1핵심 주요 연구개발 내용

| | | | |
|--|--|--|--|
| 핵심과제 개념 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 1단계 선행기술을 기반으로 공간데이터큐브 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발 | | |
| 정부지원의 필요성 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 정부 디지털 트윈 활성화 전략과 국토교통부에서 수립 중인 지상·지하 통합관리 디지털 트윈 체계의 통합운영을 위한 기반 데이터로서 공간데이터큐브 데이터 구축 기반 마련 필요 ○ 공중-지상-지하 복합재난의 체계적인 대응을 통한 국토 안전강화 및 보안 정보, 개인정보, 비공개정보에 대한 비식별화 지원 등을 위한 공간데이터큐브기술 적용 필요 ○ 개별적인 인프라가 아닌 공간데이터큐브 기반의 공중-지상-지하 데이터 연계를 통해 국가 단위의 공간데이터큐브 기반 통합모델 구축 및 활용에 따른 데이터 구축비용 절감과 국내 SW 기술경쟁력 확보 필요 | | |
| As is - To be | 기술개발 | As is(현재) | To be(5년 후) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 격자 개념, 범위 등 공간데이터큐브 기초연구 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 데이터모델 정의 및 서비스 구현으로 새로운 위치기준체계 확립 • 공간데이터큐브 단위의 공간데이터 관리 분석기법에 대한 표준화 선도 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 시공간 데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 국토정보 및 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보 공간데이터큐브화 기술 부재 | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 경량화 기술개발을 통한 데이터 용량 20% 절감 • 공간데이터큐브 데이터 전처리 자동화 기술개발을 통한 업무 효율화로 30% 작업시간 단축 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 저장·관리·검색 방식 고도화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 공중-지상-지하 데이터 통합 연계를 위한 공간데이터큐브 기반 NoSQL 등 데이터 변환 기술 미흡 | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 표준 데이터모델 기반 데이터 교환 및 변환 기술개발 • 센서데이터 등 공간데이터큐브 기반 검색 기술개발 | |
| 기술개발의 주요내용 | (1-1) HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | | |
| | 1-1-1 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> • 표준 데이터 모델 • 표준 서비스 모델 | | |
| | (1-2) HCMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | | |
| | 1-2-1 3차원 자동격자화 및 경량화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> • 정적(Static) 빅데이터의 3차원 자동격자화 및 경량화 기술 • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 3차원 자동격자화 및 경량화 기술 | | |
| | 1-2-2 전처리 자동화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> • 정적(Static) 빅데이터의 공간데이터큐브 전처리 자동화 기술 • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 공간데이터큐브 전처리 자동화 기술 | | |
| (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | | | |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <div data-bbox="416 127 1401 259"> <p>1-3-1 저장·관리 고도화 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hybrid 기반의 공간데이터큐브 분산· 저장·관리기술 • 다양한 데이터 포맷(GML,GeoJson 등) 변환·관리기술 </div> <hr/> <div data-bbox="416 259 1401 416"> <p>1-3-2 정보검색 고도화 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 시·공간·속성 데이터 다차원 검색처리기술 • 실시간 공간 센서 스트림데이터 검색처리 기술 </div> |
| <p>기술개발 주요 성과물</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 표준화 문서 ○ 공간데이터큐브 표준기술 적용 확대 및 활성화 방안 ○ 공간데이터큐브화 및 경량화 SW ○ 공간데이터큐브 데이터 전처리 자동화 SW ○ 공간데이터큐브 저장·관리 SW ○ 공간데이터큐브 정보검색 SW |
| <p>기대효과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공간데이터큐브 기술 활용을 통한 고정밀 데이터 댐 및 디지털 트윈 구축 관련 신규 표준/지침 개발 및 규제 개선에 기여 ○ 3차원 시공간 빅데이터를 공간데이터큐브를 기반으로 활용하는 제반기술 노하우 확보 및 기술 전수를 통한 최고급 기술인력양성에 기여 |

3) 2핵심 주요 연구개발 내용

| | | | |
|--|--|--|--|
| 핵심과제 개념 | ○ 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 지능화 기술개발 | | |
| 정부지원의 필요성 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 ○ 공간데이터큐브 기반의 Geo-AI 기술은 기존에 존재하지 않는 기술로 정부 차원에서 기 구축된 다양한 GIS 데이터들을 공간데이터큐브 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 | | |
| As is - To be | 기술개발 | As is(현재) | To be(5년 후) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특징점을 충분히 활용하지 못하고 있음 | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터의 기하구조 분석기술로 공중·지상·지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 2차원 격자 중심의 공중/지상/실내 행정 데이터 연계활용 • 2차원 격자 중심의 행정 빅데이터를 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 행정 빅데이터로 전환하는 기술 부족 | <ul style="list-style-type: none"> • 기 구축된 공중/지상/실내 행정 빅데이터를 공간데이터큐브로 자동구축하여 입체적 활용이 가능한 행정 빅데이터 구축 • 위치 이동형/고정형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 • 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Geo-AI 구현을 위한 공간데이터큐브 기반의 기계 학습데이터 구축활용 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원기술 부족 | <ul style="list-style-type: none"> • 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 • 2종 이상의 시공간 시뮬레이션 분석 응용기술 개발 | |
| 기술개발의 주요내용 | (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | | |
| | 2-1-1 벡터 데이터 분석 기술개발 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석 기술개발 • 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 네트워크 데이터 시공간 분석 기술개발 | | |
| | 2-1-2 래스터 데이터 분석 기술개발 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술개발 • 고정밀 위성영상 데이터의 공간데이터큐브 시공간 분석 기술개발 | | | |
| (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | | | |

| | |
|-------------------------------|--|
| | <p>2-2-1 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터 분석 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 공간데이터큐브 연계 및 실시간 모니터링 기술개발 • 위치 고정형 Geo-IoT 센서데이터의 공간데이터큐브 시공간 분석 기술개발 <p>2-2-2 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geo-IoT 센서데이터 및 비정형 텍스트 스트림데이터의 공간데이터큐브 연계 및 실시간 모니터링, 시공간 분석 기술개발 <p>(2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발</p> <p>2-3-1 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geo-AI 분석을 위한 공간데이터큐브 데이터 후처리 및 기계학습 데이터 셋 구축기술 개발 • 공간데이터큐브 기반의 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 <p>2-3-2 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 구현 기술개발 • Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 가시화 기술개발 |
| <p>기술개발 주요 성과물</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 3D 벡터/래스터 데이터의 공간/속성연산 모듈 및 활용분석모델 SW ○ 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 센서 데이터의 실시간 모니터링 및 상태변화 감지 분석모델 SW ○ 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 셋 구축을 위한 후처리 및 인공지능 알고리즘 적용 SW ○ Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 및 가시화 SW |
| <p>기대효과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 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

| | | | |
|--|---|--|---|
| 핵심과제 개념 | ○ 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합, 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성, 브이월드를 통한 실용화 기반 마련을 통하여 연구성과의 사업화 기회 창출 | | |
| 정부지원의 필요성 | ○ 한국판 뉴딜이 촉발한 디지털 트윈화 시장 활성화를 위하여 공공/민간부문의 비즈니스 기회 창출 필요 ○ 공간데이터큐브 기반 실증 및 사업화 기술개발을 통해 공공의 안전을 확보하고 국민 복리 증진을 위해 정부 지원이 시급함 | | |
| As is - To be | 기술개발 | As is(현재) | To be(5년 후) |
| | <ul style="list-style-type: none"> 공중-지상-지하공간정보의 연계·통합·활용기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술의 특장점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델 부재 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 데이터의 효율적인 공개·공유 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 파일 기반의 공간데이터큐브 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합을 위한 데이터 공개·공유 생태계 기반 마련 |
| <ul style="list-style-type: none"> 실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융복합을 통해 공간데이터큐브기술의 특장점 발견 및 점진적인 개선 필요 | <ul style="list-style-type: none"> 연구개발 성과와 다양한 활용서비스 적용으로 브이월드 활용률 30% 향상 | |
| 기술개발의 주요내용 | (3-1) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 | | |
| | 3-1-1 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 도심항로 데이터 구축기술 개발 공간데이터큐브 기반 도심항로 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발 공간데이터큐브 기반 도심항로 시뮬레이션 실증 시스템 개발 | | |
| | 3-1-2 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 구축기술 개발 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 시뮬레이션 실증 시스템 개발 | | |
| | (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | | |
| | 3-2-1 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류기술 개발 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구축 기술 개발 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발 | | |
| 3-2-2 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | | | |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 자율주행차 및 자율주행 시뮬레이터에서 바로 활용 가능한 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 개발 • 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석 기술 개발 • 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 시뮬레이션 실증 시스템 개발 <p>(3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발</p> <p>3-3-1 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 구축 기술개발 • 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 수집 기술개발 • 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술개발 <p>3-3-2 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 활용지원 시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 수집정보 통합 기술개발 • 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 간 위치·상황 정보공유 기술개발 • 공간데이터큐브 기반 실내자율주행 지원 기술개발 |
| <p>기술개발 주요 성과물</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 브이월드 기반 공간데이터큐브 도심항로 모니터링 실증시스템 구축 ○ 브이월드 기반 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운행 실증시스템 구축 ○ 브이월드 기반 공간데이터큐브 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 구축 ○ 브이월드 기반 공간데이터큐브 입체 정밀도로지도 실증시스템 구축 ○ 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축기술 ○ 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 활용지원 실증시스템 구축 |
| <p>기대효과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공간데이터큐브 기술을 기반으로 효율적인 정보제공과 신속한 의사결정 지원 ○ 연구개발성과를 활용한 도시기반시설 재난대응, 도심항로 및 UAM 운행지원 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

○ 국가공간정보포털에서의 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

○ 공간데이터큐브 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 시·공간 데이터를 주요 대상으로 함

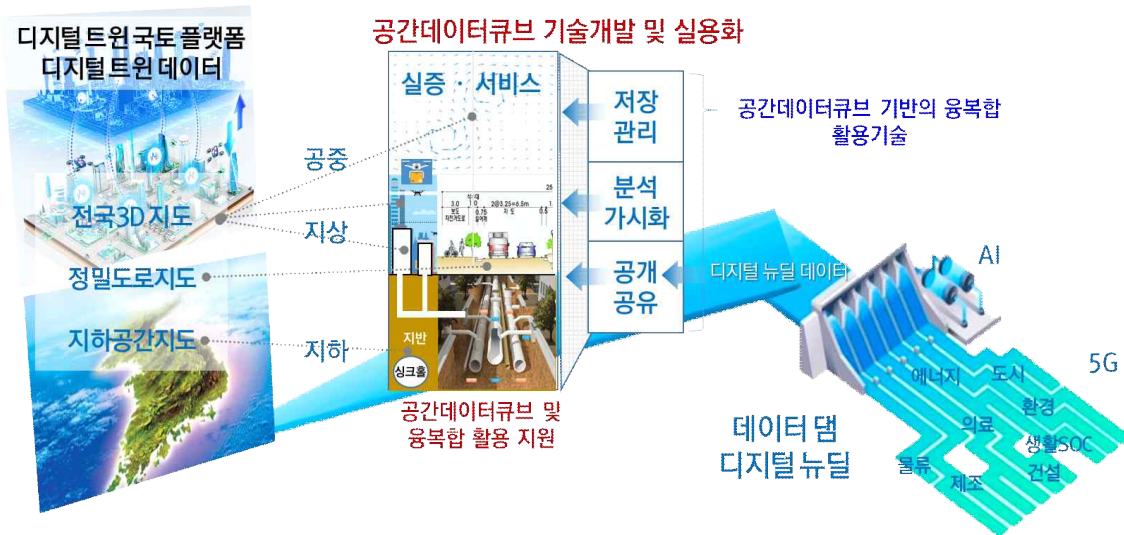
2) 공간데이터큐브기술 개념 정립

- (기술적 측면) 공간데이터큐브기술은 공간데이터큐브의 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 공간데이터큐브 개념 정립

- (활용적 측면) 공간데이터큐브기술은 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 공간데이터큐브 개념 정립

3) 공간데이터큐브 정의

- 선행과제에서 공간데이터큐브의 개념, 기준 좌표계, 격자 활용범위 등을 아래와 같이 정의하고 있음
- 공간데이터큐브의 정의
 - (개념적 정의) 지상, 지하, 수중, 공중에 대한 정보를 일정한 체계에 따라 분할한 다수의 공간데이터큐브들의 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

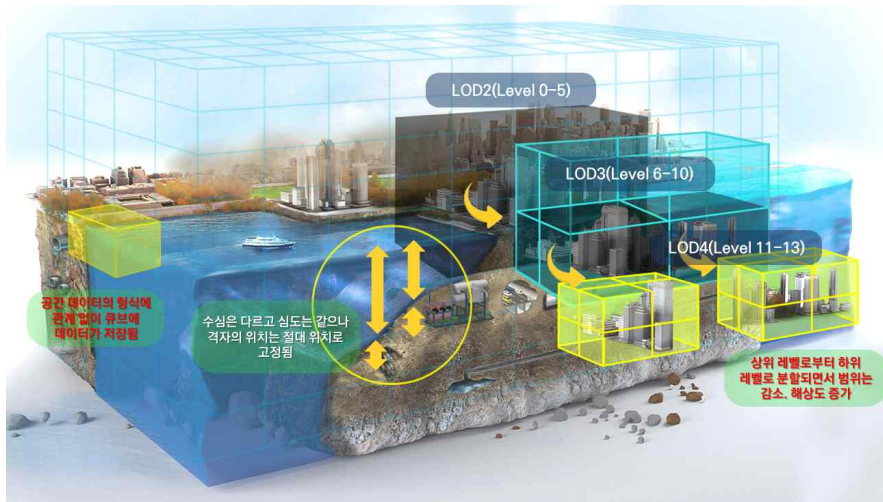
<표 1> 공간데이터큐브의 범위

| 영역 | 활동범위 |
|------|---|
| 공중범위 | <ul style="list-style-type: none"> 비행기 운항 범위 : 지표면으로부터 10km |
| 지하범위 | <ul style="list-style-type: none"> 지하시설물 깊이 : 지표면으로부터 약 20m 지하구조물 깊이 : 지표면으로부터 약 80m 지하철 깊이 : 지표면으로부터 약 13~80m 대심도 도로 깊이 : 지표면으로부터 약 40~60m |
| 수중범위 | <ul style="list-style-type: none"> 국내 무인잠수정 '해미래' 해저탐사 : 수심 6km |

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

4) 공간데이터큐브데이터 구조

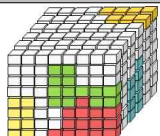
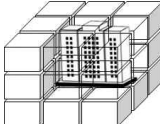
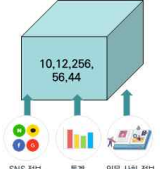
- 격자 원점, 좌우, 상하 간격 임의로 정의 가능
- 계층적 공간데이터큐브 활용으로 3차원 공간정보의 체계적 저장 및 시각화 가능



<그림 6> 공간데이터큐브 구조 개념도

- 공간데이터큐브데이터 구조는 래스터, 벡터, 비정형 형식으로 구분하여 정의됨

<표 2> 공간데이터큐브 데이터 구조

| 구분 | 내용 |
|---|---|
| 래스터 형식  | <ul style="list-style-type: none"> Voxel로 알려진 일정 간격의 3차원 래스터 데이터로 구성 미세먼지, 지반정보, PointCloud와 같은 데이터의 저장·관리 및 분석·시각화에 적합 |
| 벡터 형식  | <ul style="list-style-type: none"> 벡터 기반의 3차원 데이터 분할 및 저장 건물, 지상·지하 시설물 등 벡터 기반의 3차원 데이터의 저장·관리 및 분석·시각화에 적합 |
| 비정형 형식  | <ul style="list-style-type: none"> 지오태깅 비정형 데이터의 체계적인 저장 SNS 정보, 통계, 인 사회 정보 등 위치정보를 포함하는 비정형 데이터의 저장·관리 및 분석·시각화에 적합 |

5) 공간데이터큐브기술 고도화 요소기술의 정의

- 공간데이터큐브 기술개발에 필요한 요소기술에는 1) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발, 2) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발, 3) 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMl Map 적용 및 실증 3가지 기술로 구분

가. 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

- 공간데이터큐브 표준화 및 자동화 기술
 - 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 기구축 정보를 공간데이터큐브화하고 효율적으로 저장·관리·검색하기 위하여 공간데이터큐브 데이터를 표준화, 공간데이터큐브 전처리기술을 자동화, 공간데이터큐브 저장·관리·검색기술을 고도화를 위한 제반기술
- (요소기술 1) HCMl Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발
 - 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하정보의 새로운 위치참조체계 정립을 위한 표준화 기술개발을 목적으로, 공간데이터큐브 기반 데이터 및 서비스 모델을 표준(안)으로 개발
- (요소기술 2) HCMl Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발
 - 공간정보, 위성영상과 같은 정적정보와 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보와 같은 동적 정보를 공간데이터큐브화 및 경량화 기술을 개발하여 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산 기술개발
- (요소기술 3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발
 - NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 공간데이터큐브 저장·관리 기술과 다양한 데이터 포맷 변환 관리기술을 개발하고, 시공간·속성데이터 등 다차원 데이터 검색·처리 기술개발

나. 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

- 시공간정보 융합 및 지능화 기술
 - 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 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) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술
 - 공간데이터큐브를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 지하 정보 분석기술 개발을 목적으로, 벡터 및 Voxel 기반 3차원 지하/속성정보의 분석을 위한 공간연산자 기술을 개발하고, 벡터 네트워크 데이터(정밀도로지도 등) 및 고정밀 위성/드론 영상 데이터의 시공간 분석·가시화 기술개발
- (요소기술 2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발
 - 행정 빅데이터를 기반으로 이력 기반의 패턴 정보제공을 위한 행정빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발
 - 실시간 상황 정보제공을 위한 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발

- (요소기술 3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발
 - 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계·활용을 위한 지능화 기술기반 확보를 목적으로, 공간데이터큐브의 시공간 정보를 기준으로 맞춤형 데이터 추출, 기계학습 데이터 셋을 구축하여 다양한 머신러닝 알고리즘을 적용하는 기술을 개발하고, 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 구현기술 개발

다. 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

- 공간데이터큐브 기반 실증 및 사업화 기술
 - 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화를 위한 실증기술
- (요소기술 1) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발
 - 도심항로 예측 시뮬레이션 및 공중정밀지도 UAM 운영지원 기술을 브이월드를 통하여 실증 사업화를 목적으로, 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 기술과 공중정밀지도 데이터를 공간데이터큐브 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션이 가능한 서비스를 개발하고, 실증서비스 시스템을 브이월드에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발
- (요소기술 2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도의 구축 및 갱신 기술을 브이월드를 통하여 실증 사업화를 목적으로, 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술과 표준 데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공 서비스를 개발하고, 실증서비스 시스템을 브이월드에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발
- (요소기술 3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술 실증
 - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내위치 및 상황정보 지도 구축/운영지원 기술을 브이월드를 통하여 실증 사업화를 목적으로, 공간데이터큐브 기반 노후건축물 유지관리와 HCMI 실내지도를 활용한 재난 예측 시뮬레이션 기술과 재난 발생 시 재난대응 시설물을 공간데이터큐브 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션이 가능한 서비스를 개발하고, 실증서비스 시스템을 브이월드에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발

1-2 연구개발의 배경 및 필요성

1) 연구개발의 개요

○ 연구개발의 추진배경



- (디지털 대전환시대) 산업 기반을 이루고 있는 조직, 프로세스, 시스템 등을 데이터 기반 기술을 바탕으로 산업을 혁신시키고자 경제·사회 전반에 걸친 다양한 노력이 전개되고 있음

• 디지털트윈 등 공간정보 기술은 디지털 대전환 시대에 요구되는 필수 기술로 대두되고 있지만, 현재의 공간정보체계(2차원 격자)로는 Data Management, System Integration 측면에서 다수의 한계점*을 지니고 있음

* (한계점) 데이터 상호운용성 저하, 정보보호 취약, 고성능 컴퓨팅 성능 요구 등

- (新산업 공간) 인간의 공간적 활동범위가 지상에서 공중, 지하로 확대되면서 도심항공 모빌리티(UAM), 복합지하공간 등으로 산업의 대상 공간이 확장되고 있음

• 공중, 지하, 수중 등 새로운 공간들의 정보수집과 관리에 대한 요구가 증가하고 있지만 기존 공간정보체계(2차원 격자)로는 공간적 분리에 따른 기술적 한계점*이 존재

* (한계점) 지하/공중 데이터 수집/가공의 어려움, 지하/공중정보 표현 불가능, 데이터 통합의 어려움

○ 연구개발의 목적

- 디지털 대전환 시대에 적합한 첨단 공간정보체계(수집-저장-분석-제공) 구축

- (정부/지자체) 디지털 트윈국토 전주기(저장·관리-분석·가시화-공유·공개)에 공간데이터 큐브 적용을 통해 국가사업의 고도화 및 공공업무 효율성 강화 기대

- (공간정보산업) 국토정보 데이터의 경량화 및 분석 효율화 등 산업경쟁력 향상

- (국민) 공간데이터큐브 적용을 통한 지능화된 맞춤형 공간정보 서비스 확대

○ 주요 연구개발 내용

- (공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발) 1단계 공간데이터큐브 선행 기술을 기반으로 공간데이터큐브 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준 체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발

- (공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발) 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토 정보의 정보융합 및 지능화 기술 개발

- (정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCI Map 적용 및 실증) 공간 데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고, 공간 데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증기술 개발

○ 연구기간 및 연구비 : '25.4~'29.6 / 23,000백만원

단위 : 백만원

| 총연구비 | '25년 | '26년 | '27년 | '28년 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| 23,000 (정부출연금) | 3,500 | 6,500 | 6,500 | 6,500 |

2) 연구개발의 필요성과 정부 지원 타당성

가. 연구개발의 필요성과 시급성



<그림 8> 연구개발의 시급성과 필요성

○ (국가전략사업 기술지원 요구) 정부는 도심항공모빌리티(UAM), 자율주행차(정밀도로지도), 디지털트윈(브이월드) 등 다양한 국가전략사업을 추진중이며, 세계 최초로 개발되는 공간데이터큐브 기술 활용을 통해 글로벌 선도 가능

- (K-UAM) 정부는 미래 성장동력인 UAM 산업 육성을 위해, 민·관·학 합동정책 추진체계 UAM Team Korea(UTK) 운영 중('20.6~)이며, '26년 UAM 상용화(2개 노선)를 목표로 함
- 본 사업은 UAM의 '26년 상용화 및 안전운행 환경 조성을 위한 핵심기술 R&D에 해당되어 '25년 사업 추진이 필요
- (정밀도로지도) 정부는 디지털 트윈국토 조기완성을 위해 「제2차 국가측량기본계획('21~'26)」 이행을 위한 2023년도 국가측량시행계획(안)에서 '고정밀 전자지도', '3차원 입체지도', '자율주행 핵심 인프라' 구축을 국정과제로 본격화('23.5) 함
- 現, 정밀도로지도는 구축되어 있으나 자율주행차에서 바로 활용하기 어려워 실시간으로 활용 가능한 정밀도로지도 구축을 '25년 사업으로 추진 필요
- (실내지도-브이월드) 정부는 4차 산업혁명시대 건축 융합 혁신을 통한 국민 행복과 국가 성장동력 확보를 위한 공간분야 혁신정책으로 「스마트+빌딩 활성화 로드맵('23.12)」을 발표
- 디지털 기술을 접목한 첨단 건축공간 조성을 위해 로봇·자율주행 이동 지원 등 실내지도 표준화 및 구축 기술 R&D 추진 계획('27~)
- 現, 브이월드(공간정보)로는 디지털 디바이스(로봇 등) 지원 불가, 기계학습 및 대용량 데이터 처리 등을 위한 3차원 공간데이터큐브 기반의 정밀지도 구축 필요

“공간데이터큐브 기술개발을 통한 국토정보 지능화 필요”

국토정보 지능화에 대응한 실효성 있는 정부 정책의 기술적 실현을 위해
공간데이터큐브 기술개발 시급성 및 중요성 증대

| | | |
|---|---|---|
| <p>1 국내 연구개발의 필요성 공간데이터큐브 기반 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Geo-DNA기술 개발) 정형·비정형·반정형 대용량 공간 빅데이터의 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 Geo-DNA 기술 개발 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 | <p>2 정부 정책과의 연관성 정부 정책과 부합하는 공간데이터큐브 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • (국토안전 강화) 공중·지상·지하 복합 재난의 체계적 대응을 통한 국토안전 강화를 위해 공간데이터큐브 적용 필요 • (공간데이터큐브 활용기술 개발) 「제6차 국가공간정보정책기본계획」 사용자 요구에 따른 맞춤형 정보 제공 및 개인 위치정보 익명화를 위한 공간데이터큐브 활용기술 개발 필요 • (공간데이터큐브 구축) 국가공간정보 통합 플랫폼(K-Geoplatform)의 표준 데이터 수집을 위한 공간데이터큐브 구축 기반 마련 필요 | <p>3 법·제도 및 표준과의 부합성 기술 요구사항 실현을 위한 공간데이터큐브 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • (정보융합 자동화) 「공간정보기본법 제28조 (공간정보데이터베이스의 구축 및 관리)」에 의거, 공간데이터큐브 기반 정보관리 기술 개발을 통해 ‘정보융합 자동화’ 필요 • (공간데이터큐브 가시화) 「3차원 국토공간정보 구축 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 공간데이터큐브 기반 공간분석 및 가시화 기술 개발을 통해 ‘정보분석 지능화’ 필요 |
|---|---|---|

<그림 9> 공간데이터큐브 기술개발을 통한 국토정보 지능화 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 공간데이터큐브기술 적용 필요
- (공간데이터큐브 활용기술 개발) 「제7차 국가공간정보정책기본계획(‘23~’27)」의 사용자 요구에 따른 맞춤형 정보 제공 및 개인 위치정보 익명화를 위한 공간데이터큐브 활용기술 개발 필요
- (공간데이터큐브 데이터 구축) 국가공간정보 통합플랫폼(K-Geoplatform)의 표준 데이터 수집을 위한 공간데이터큐브 데이터 구축 기반 마련 필요

○ 법제도 및 표준과의 부합성

- (정보융합 자동화) 「공간정보기본법 제28조 (공간정보데이터베이스의 구축 및 관리)」에 의거, 공간데이터큐브 기반 정보관리 기술 개발을 통해 ‘정보융합 자동화’ 필요
- (공간데이터큐브 가시화) 「3차원 국토공간정보구축 작업규정 제4절(가시화정보 제작)」에 의거, 수집된 3차원 데이터를 공간데이터큐브 형태로 고도화하여 가시화할 수 있는 방법론 제시 필요
- (정보분석 지능화) 「행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준 제3장(공간정보화)」에 의거, 2차원 격자체계 외 공간데이터큐브 기반 공간분석 및 가시화 기술개발을 통해 ‘정보분석 지능화’ 필요

나. 정부지원의 타당성

- D.N.A. 기반 신시장 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 신시장 창출의 AI학습용 데이터 확대, 차세대 AI 핵심원천기술 확보와 Post-新산업 집중육성의 클라우드 및 메타버스와 일맥상통하고 있음



<그림 1> 차세대 성장동력 보강 BIG3, D.N.A., Post-新산업 등 유망 전략산업 육성
출처 : 관제부처합동(2021), 2022년 경제정책방향 브로셔

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

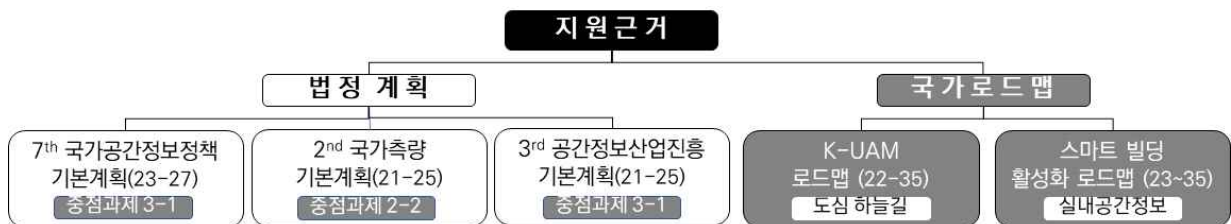


<그림 10> 지역거점 스마트시티 조성사업의 기본방향

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

다. 정부의 지원 근거 및 추진경과

○ 정부의 지원 근거



- (제7차 국가공간정보정책 기본계획, '23~'27) 공간정보 융복합산업 육성 및 국토의 디지털전환을 위한 공간데이터큐브 기술개발 추진
- (제2차 국가측량기본계획, '21~'25, 중점과제 2-2) 디지털 트윈국토 구현을 위한 3차원 입체모형 구축 기반(공간데이터큐브)를 개발하여 공간정보의 융복합 활용을 확대 추진
- (제3차 공간정보산업진흥 기본계획, '21~'25, 중점과제 3-1) 디지털 트윈 핵심 기반기술인 3D격자 기반 공간정보 수집·가공·분석 기술개발 추진
- (K-UAM 기술 로드맵, '22~'35) 새로운 시장으로 부상하고 있는 UAM산업의 기술개발 지원을 위해 공간정보, 기체, 항행/교통, 인프라 등 분야별 UAM 기술로드맵을 마련함
- (스마트 빌딩 활성화 로드맵, '23~'35) 실내지도 표준화를 통한 건물내 디지털장비 활

성화 및 3차원 입체격자 활용 건물과 연계된 정밀하늘지도 구축 등을 포함한 스마트+빌딩 추진 로드맵 수립

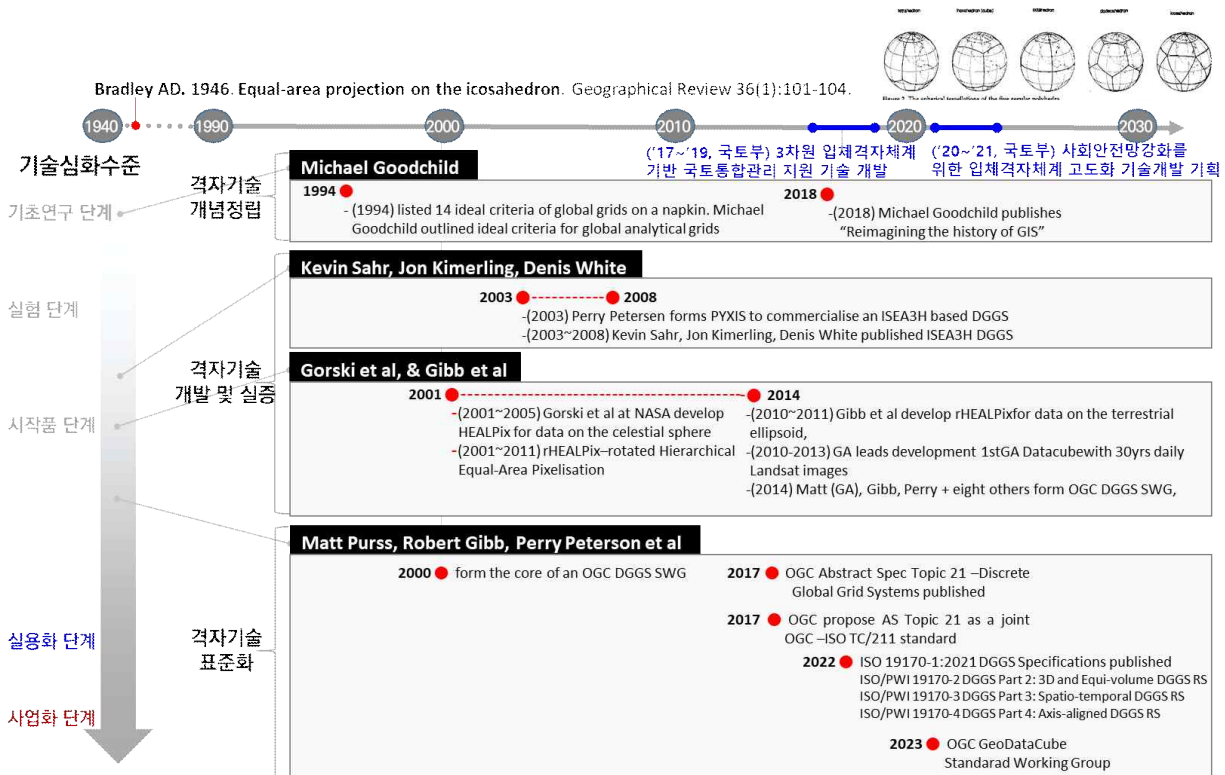
○ 추진경과

- (선행연구) 공간데이터큐브의 정의, 데이터 모델, 표준화 활동 등 공간데이터큐브 관련 기초연구 수행
 - * (과제명/기간/연구비) 3차원 공간데이터큐브 기반 국토통합관리 지원기술 개발 / '17.7 ~ '19.12 / 28억원
- (디지털트윈 ISP) 국토·시설 안전관리 및 신산업 지원을 위해 지상·지하가 3차원 디지털지도로 연계된 공간데이터큐브 기반 '디지털트윈 체계' 추진전략 마련
 - * (용역명/기간/비용) 지상·자하 통합관리 디지털트윈 체계 정보화전략계획 수립/ '21.3~'22.1 / 5.4억원
- (UAM Team Korea) UAM 산업 육성을 위해 민·관·학 합동정책 추진체계를 운영중이며 공간정보 및 기상정보에 대한 정보망 구축·제공방안 연구(2분과)를 담당
 - * (구성/기간) 산·학·연·관 37개 기관이 함께하는 정책공동체 / '20.6~현재
 - (역할) K-UAM 로드맵의 공동 이행, 주요 정책 및 국내외 이슈 분석 및 기술개발 방안 마련

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 공간데이터큐브 관련 기초 기술을 개발, 공간데이터큐브 기술과 관련하여 국가차원에서 개발한 사례는 없음

- 공간데이터큐브를 운영하기 위해 공간데이터큐브에 대한 기본 규격, 공간데이터큐브 구현 및 갱신 기술, 공간데이터큐브 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 DGGS를 적용하여 캐나다의 지형 데이터 통합 및 관리하고, 데이터 수집 프로세스를 표준화함
- 현재 공간데이터큐브기술은 시작품단계를 거쳐 3차원 기반의 시공간 빅데이터의 저장 관리, 분석시각화, 공개공유를 위한 실용화 단계로 AI, IoT, 디지털 트윈, 메타버스 등과 융복합하여 기술 고도화가 진행 중

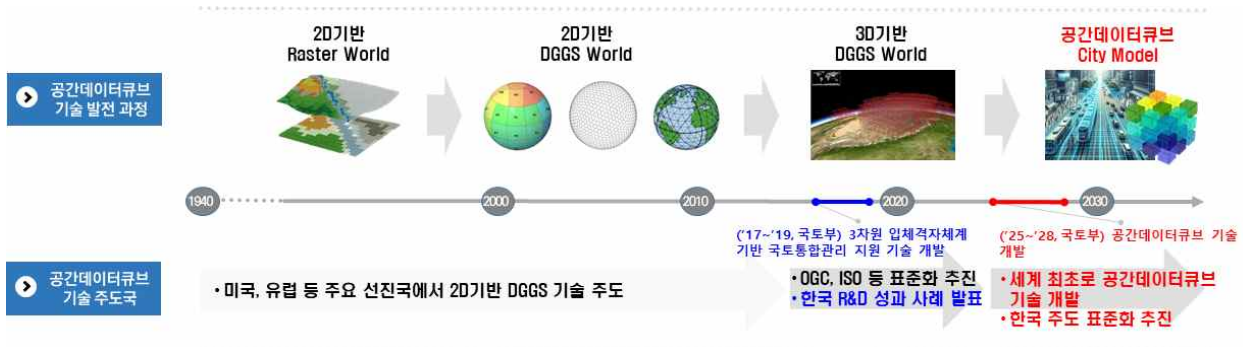


<그림 12> 공간데이터큐브 관련 기술개발 동향

4) 국내외 정책/산업/기술 등 동향

- (글로벌) 국제 표준화 기구 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 DGGS(입체격자)*의 개념 정의를 완료하고('17) 표준워킹그룹(GeoDataCube Standard Working Group)을 발족('23.5)하여 본격적인 논의가 시작됨
 - DGGS(Discrete Global Grid System): 글로벌 이산격자체계, 지구 표면을 일정한 크기의 다각형, 즉 격자로 계층적으로 분할하여 위치를 식별할 수 있는 표준 공간 참조 체계

- 선진국 중심의 해외 각국은 공간데이터큐브를 차세대 공간정보로 인식하고, 관련 산업의 주도권을 확보하기 위하여 국가 차원의 초기 기술개발 프로젝트를 추진 중
- (유럽) Earth System Data Cube(19~현재), DeepCube(22~현재) 등, (호주) Australian Geoscience Data Cube(23~현재)
- (국내) 국내는 선행과제*를 통해서 일부 국내 표준**을 제정하였으나, 최근 관련 연구개발 추진 과제의 부재로 공간데이터큐브 국제 표준화를 위한 활동은 미흡한 실정임
- 3차원 입체격자체계 기반 국토통합관리 지원기술개발(17~19) : 입체격자의 정의(규격, 크기, 위치 등)하고, 프레임워크 기반 입체격자 기초(기반) 기술 개발
- (선행과제 연구성과) 국내 단체 표준 제정(TTAK.KO-10.1218, 3차원 격자 인코딩 명세)
- 입체격자체계는 OGC, ISO 등을 통해 국제표준화 추진되고 있으나, 입체격자체계를 토대로 다양한 데이터를 저장·관리, 융·복합분석 등을 위한 기술인 공간데이터큐브를 세계 최초로 개발하여 국가 표준 개발 및 국제 표준화 선도 필요
- 입체격자체계(DGGS)는 OGC, ISO 등을 통해 국제표준화 추진, DGGS를 토대로 다양한 데이터를 저장·관리, 융·복합 분석 등을 할 수 있는 공간데이터큐브를 세계 최초로 개발하여 국가 표준 개발 및 국제 표준화 선도 필요
- 공간데이터큐브 기술은 전 지구적 공간참조모형을 토대로 도시차원(지상, 지하, 공중)에서 ICT기술과 함께 첨단모빌리티(UAM, 자율자동차, 로봇) 등을 지원할 수 있는 핵심 미래 공간정보 기술임



<그림 13> 공간데이터큐브 국내외 정책/산업/기술 동향

4) 연구개발 성과로 본 미래상

- 본 연구개발을 통해 달성하고자 하는 기술 수준은 ①공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발, ②공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발, ③정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 실증의 세 가지 핵심 항목에 걸쳐 현재의 부족하거나 부재한 기술을 보완하여 각 기술을 고도화함으로써 서비스로 실용화하는 것임

<표 3> 기획연구과제의 핵심과제별 현재 수준, R&D 수행 시 개선 수준, 향후 수준의 주요 내용

| 핵심 항목 (내용) | 현재 수준 (모습) | R&D 수행시 개선수준(모습) | | 향후 수준 (모습) |
|---------------|--|---|--|---|
| | | '25년 수준 | 목표수준 | |
| | ~'24(착수 전) | '25(착수년도) | '28(종료년도) | '29~(종료이후) |
| 단계 | 기존 격자 체계 | 디지털지능체계(新공간정보체계) 공간정보 in 큐브 | | 디지털지능체계로의 디지털 대전환 전환 완료 |
| 개념도 |  |  |  |  |
| 주요 목표 기능 | <ul style="list-style-type: none"> 지하/공중정보 통합&연계 표현 어려움 인간 중심의 2차원 공간정보 2D기반 3D 데이터 처리 → 고성능 컴퓨팅 요구 2차원 데이터 중심의 시각화 3차원 공간정보를 체계적으로 활용하지 못하는 2차원 중심의 데이터 구조 | <ul style="list-style-type: none"> 지하/공중정보 표현 및 연계 인간-컴퓨터기계가 상호작용(HCM)하는 3차원 공간정보 - (Human/Machine Map) 인간-기계 간의 상호작용을 표현하는 3차원 공간정보 체계적인 3D 데이터 구조 제공 - 큐브 단위로 공간정보 통합 x 분할 x 압축 x 공유 → 사용자 요구에 맞게 수정 → 컴퓨팅 자원 효율적 사용 | <ul style="list-style-type: none"> 기계(UAM 자율차, 로봇 등) 인지, 학습 가능 기계어(Binary) 기반의 3차원 공간정보 - (Machine Map) 기계 운용을 위한 경량화된 3차원 공간정보 Total(완전) Cube화된 공간정보 데이터 처리 → 초경량화 → 인메모리 데이터 처리 → 빠른 처리와 실시간 요구사항 대응 → 스마트 모빌리티 최적화 | <ul style="list-style-type: none"> → 휴먼-컴퓨터-머신 간의 상호운용이 가능한 HCM 3차원 공간정보 DB 구축 기술 확보 → UAM은행지원 공중정밀지도/실내 정밀지도/정밀도로지도 구축 사업관리비 절감 30% → 암호화 기술 개발로 공간정보 공개면적 및 건수 확대 (20~50%) |
| 보안 기능 | <ul style="list-style-type: none"> 보안구역과 일반구역으로 공간정보를 분리하고 저장하여 보안처리 중 → 분리 & 저장을 위한 다수의 인력과 시간 소요 | <ul style="list-style-type: none"> 큐브 단위로 보안구역의 공간정보 제외하여 공유 큐브 단위로 효율적인 암호화 기능 적용 → 국가보안시설 정보의 개별적 비공개 및 암호화 → 위치기반 개인정보 익명화 기술 적용 → 공간정보 암호화 기술 개발로 인한 공간정보의 공개면적 확대 | | <ul style="list-style-type: none"> → 암호화 기술 개발로 공간정보 공개면적 및 건수 확대 (20~50%) |
| 형식 | GIS 및 CAD 파일 포맷 (SHP, GeoTIFF, DWG, SVG) | 新국제표준 포맷 | 新국제표준 기계어(Binary) 포맷 | → 공간데이터큐브 기반의 경량화 및 비정형 데이터 처리 가능(컴퓨팅 자원 30% 절감) |
| 경량화 수준 | - | 기존 대비 약 43% 경량화 이상 | 기존 대비 약 95% 경량화 이상 | |
| 분할 기술 | Quadtree | 3D Model Tiler, Reality Tiler, Sparse Voxel Octree 등 다수의 분할 기술 적용 | | |
| GPU 텍스처 메모리 | - | 기존(JPEG) 대비 텍스처 압축기술 적용 시 80~90% 절감 | GPU 텍스처 처리 불필요 | → 국가공간정보시스템 관리비용 절감 (약27억원/년) |
| 기계 학습 | 불가 | 가능 | 가능 | → 이기종 빅데이터 다차원정보(3차원공간+시계열+속성정보)의 Geo-AI 및 시물레이션 분석을 지원하는 디지털 트윈국토 |
| 분석 | 2D 별도의 분석 툴(Tool)로 존재 | <ul style="list-style-type: none"> 큐브(Cube) 안에 다양한 정보의 입출력이 가능하고 큐브(3D 데이터구조)로 별도의 분석 프로그램 없이 → 3차원 공간분석 환경 제공 | | |

<표 4> 기획연구과제의 핵심과제별 현재 수준, R&D 수행 시 개선 수준, 향후 수준의 주요 내용 상세

| 핵심 항목 (내용) | 현재 수준 (모습) ~'24(착수 전) | R&D 수행시 개선수준(모습) | | 향후 수준 (모습) '29~(종료이후) | |
|--------------------|--------------------------|--|--|--|--|
| | | '25년 수준 | 목표수준 | | |
| | | 디지털지능체계(新공간정보체계) | | 디지털지능체계로의 디지털 대전환 전환 완료 | |
| 단계 | 기존 격자 체계 | 공간정보 in 큐브 | 공간정보의 큐브화 | | |
| 공간 데이터 큐브 주요 기능 구분 | 저장/관리 | [공간데이터큐브 기반 국가공간DB 전무] • 비효율적인 컴퓨팅 자원 소모 • 구축/관리비용 과다 공간데이터큐브 변환/관리 모델 방법 확정 기존 데이터 격자화 가능성 확인 | (대상) 공간DB 2종 • Raster/Vector Data (운영방식) • File System Based (검색지원) • 격자 내 가능 (데이터 변환/관리) • 기존 데이터 단 순 격자화 | [공간데이터큐브 기반 국가공간DB 4종 이상] (대상) 공간DB 2종 + 비정형 (2종) • Raster, Vector, 비정형 (운영방식) • Non-SQL(Big Data DBMS) (검색지원) • 격자 인덱싱, 격자 내·외간 검색, 속성기반 검색 (데이터 변환/관리) • 비정형 데이터의 격자화, 공간데이터 경량화, 격자 간 매핑 등 | → [휴먼-컴퓨터-머신 간의 상호운용이 가능한 HCM 3차원 공간정보 DB 구축 기술 확보] → 공간데이터큐브 기반의 경량화 및 비정형 데이터 처리 가능(컴퓨팅 자원 30% 절감) → 국가공간정보시스템 관리비용 절감 (약27억원/년) |
| | 분석/지능화 | [2.5D 분석] 벡터기반의 3D모델에 래스터기반의 이미지를 랜더링하여 2.5D 수준의 단순 공간정보 가시화 | 2차원 기본분석 • 기본통계 • 격자네트워크 분석 정형 데이터 가시화 • Octree 방식 기술 | [3D분석 & 지능화] 3차원 시·공간 데이터 기계학습 및 시뮬레이션 기술 개발 • 공간패턴, 머신러닝 공간예측 • 실시간센싱,이동체, 이벤트) 분석 이기종 빅데이터 통합 및 가시화 기술개발 • Octree 방식 고도화 기술 | → 이기종 빅데이터 다차원정보(3차원공간+시계열+속성정보)의 Geo-AI 및 시뮬레이션 분석을 지원하는 디지털 트윈국토 |
| | 공개/공유 | [공간정보 암호화 기술 부재] 심의위원회 의결에 의한 공개/공유 사항 결정 중 | | [공간정보 암호화 기술 개발] 공간데이터큐브의 보안정보 관리기술 개발 • 국가보안시설 정보 암호화 기술 • 위치기반 개인정보 익명화 기술 | → 암호화 기술 개발로 공간정보 공개면적 및 건수 확대 (20~50%) |
| | 실증/서비스 | [활용 사례 전무] 공간데이터큐브기술을 활용한 국가사업(서비스) 전무 | 2차원 격자 데이터 중심의 조사관리 등 | [국가사업(3건) 시범 적용] (K-UAM)공중정밀지도 구축 및 운영지원 • ('25)비도심 → ('26-27)도심 (브이월드)HCM 실내지도 구축 및 운영지원 • 실내지도 표준화 및 장비간 연계·활용 (자율주행)정밀도로지도 구축 및 갱신 • ('22)일반국도 → ('25)간선도로 | → UAM운영지원 공중정밀지도 /실내 정밀지도/ 정밀도로지도 구축 사업관리비 절감 30% |
| 공간데이터큐브 구성기술 개념도 | | | | | |

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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브기술 고도화 개념, 정의, 범위 검토 및 세분화
- (후보과제 도출) 기술개발 전략을 기반으로 2차 전문가 기술수요조사, 자문위원회, 2~3차 기획위원회를 통하여 공간데이터큐브기술 고도화 및 실용화를 위한 중점 기획영역 식별, 3개 핵심과제 정의 및 세부 후보과제 도출
- (기술개발 로드맵 작성) 세부 연구과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가시 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 22> 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 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

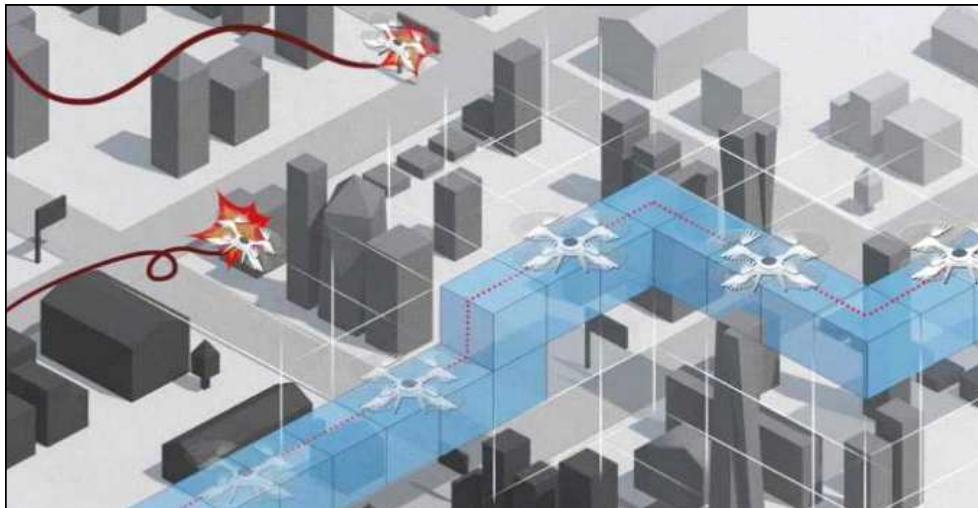
(1) 제7차 국가공간정보정책 기본계획('23~'27)

- 국가공간정보정책 기본계획은 「국가공간정보 기본법」 제6조에 따라 국가공간정보체계의 구축 및 활용을 촉진하기 위하여 5년마다 수립하고 있음
- 「제7차 국가공간정보정책 기본계획(2023~2027)」은 모든 데이터가 연결된 디지털트윈 KOREA 실현이라는 비전으로, 3대 목표, 4대 추진전략을 제시
 - 국가 차원의 디지털트윈 구축 및 활용 체계 마련, 누구나 쉽게 활용할 수 있는 공간정보자원 유통·활용 활성화, 공간정보 융복합 산업 활성화를 위한 인재양성과 기술개발, 국가공간정보 디지털트윈 생태계를 위한 정책기반 조성으로 추진전략 설정
- 제7차 국가공간정보정책 기본계획 중 추진과제 1-1 국가 차원의 디지털트윈 체계 구상 및 설계, 3-2 국토 디지털전환을 위한 정보 융복합 기술 개발, 3-3 분석 및 활용 기술 혁신, 3-4 국토 디지털전환을 위한 혁신기술 개발로 사회문제 해결 지원 등이 본 사업과 관련이 있음

| | | |
|-------------------|---|---|
| 비전 | 모든 데이터가 연결된 디지털트윈 KOREA 실현 | |
| 목표 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 최신성이 확보된 고정밀 데이터 생산 및 디지털트윈 고도화 디지털트윈 구현단계: 2 → 4 ; 갱신주기: 0.5~2년 → [준]실시간갱신 ◆ 위치기반 융복합 산업 활성화 '20: 총매출액 10조 → '27: 15조 (융복합산업인력 46% → 58%) ◆ 공간정보 분야 국가경쟁력 Top10 진입 '22: 25위(GKI Readiness Index, GW&UNSD) → '27: 10위권 * GKI : Geospatial Knowledge Infrastructure | |
| 전략 및 추진 과제 | 전략 | 추진과제 |
| | ① 국가 차원의 디지털트윈 구축 및 활용 체계 마련 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가공간정보 디지털트윈체계 구축 ▪ 국가공간정보 디지털트윈 구축을 위한 표준 기반 마련 ▪ 국가공간정보 디지털트윈을 위한 지적정보 고도화 |
| | ② 누구나 쉽게 활용할 수 있는 공간정보자원 유통·활용 활성화 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가공간정보 디지털트윈을 위한 새로운 유통체계 구축 ▪ 공간정보를 쉽고 빠르게 찾을 수 있도록 유통체계 고도화 ▪ 공간정보 기반 오픈이노베이션 창출을 위한 활용체계 확산 |
| | ③ 공간정보 융복합 산업 활성화를 위한 인재양성과 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간정보 디지털 창의인재 10만 양성 ▪ 고부가가치 창출을 위한 산업구조 개편 ▪ 국토의 디지털 전환(Dx)을 위한 혁신기술 개발 ▪ 협력적 글로벌 공간정보시장 확대 및 기술 선도 |
| | ④ 국가공간정보 디지털트윈 생태계를 위한 정책기반 조성 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가공간정보 기반 디지털트윈 생산-유통-활용을 위한 제도기반 마련 ▪ 국가공간정보 기반 디지털트윈 생태계 활성화를 위한 거버넌스 구축 및 운영 |

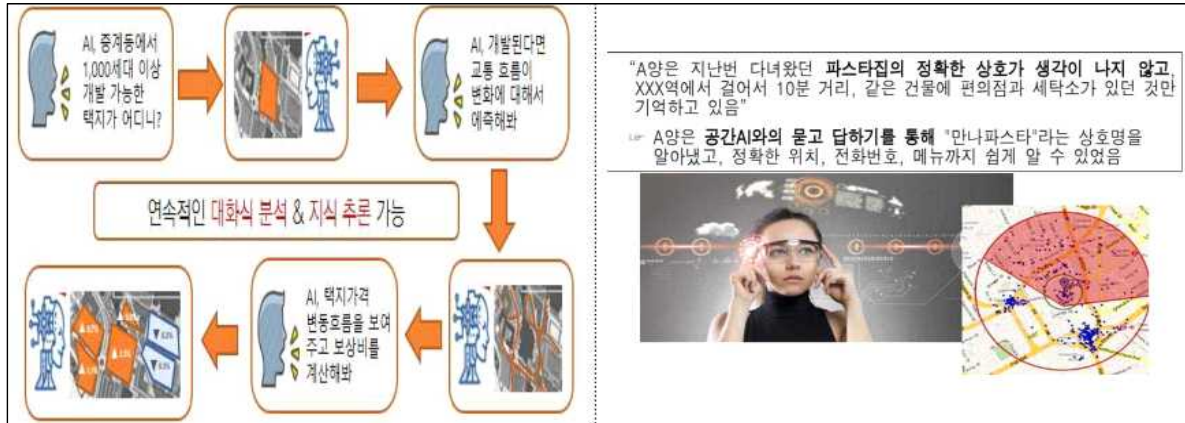
<그림 23> 제7차 국가공간정보정책 기본계획 추진전략
출처 : 국토교통부(2023), 제7차 국가공간정보정책 기본계획

- ‘국가 차원의 디지털트윈 체계 구상 및 설계’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 고정체 또는 이동체의 센싱 데이터를 NDT와 융합할 수 있는 공간데이터큐브 구축 가능
- 드론, UAM이 3차원 공간에서 위치와 경로를 파악하고, 미세먼지 3차원 시각화 등을 위해 본사업의 공간데이터큐브 활용 가능



<그림 24> 3차원 공간데이터큐브 드론길 탐색 및 운행 개념도
출처 : 국토교통부(2023), 제7차 국가공간정보정책 기본계획

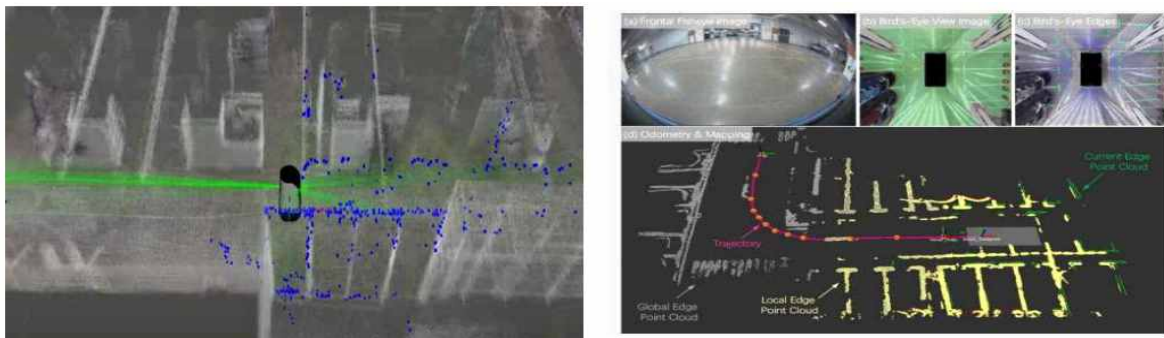
- ‘정보 융복합 기술 개발’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 대용량 융복합 정보(3차원 공간정보, 실내공간정보 등) 데이터의 경량화를 위한 자동격자화 기술 활용 가능
- ‘분석 및 활용 기술 혁신’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 Geo-AI, AIoT 실현을 위한 데이터 자동화 기술개발에 연계·활용 가능



<그림 25> 공간 지식추론 엔진 활용 시나리오 예시

출처 : 국토교통부(2023), 제7차 국가공간정보정책 기본계획

- ‘사회문제 해결 지원’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 사회 및 재난안전 향상을 위한 NDT 기반 기술을 개발해 위치기반 초연결 사회안전망 구축에 기여할 수 있고, 실내공간정보 갱신 효율화를 통해 첨단 지능형 모빌리티 실현 지원 가능



< 실내 맵핑 로봇 사례 >

< 자율차 센서 활용 주차장 지도 구축 사례 >

<그림 26> 실내 맵핑 로봇 및 관련 기반기술 개발 사례

출처 : 국토교통부(2023), 제7차 국가공간정보정책 기본계획

(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 활

성화, 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

| 비전 | |
|--------------------------------------|--|
| 공간정보산업을 디지털 경제의 핵심 기반 산업으로 육성 | |
| 목 표 | <p>■ 공간정보산업 매출액 9조 원(19) → 13조 원 달성(25)</p> <p>① (창업기업 발굴·육성) 연간 15개사 → 연간 40개사 이상 ② (적정 사업대가 반영) 현행 대비 20% 이상 개선 ③ (해외사업 수주) 1300억 원(16~20) → 3천억 원 이상(21~25)</p> |
| | <p>■ 공간정보 분야 국가경쟁력 13위(19) → 7위권 진입(25)</p> <p>① (최고기술 보유국 대비 기술수준) 81%(19) → 90%(25) ② (공간정보 융·복합 인력 양성) 연간 800명 → 연간 2,000명 ③ (대표기업 육성) 매출액 400억 이상 기업 1.1%(19) → 4%(25) 등</p> |
| 추진 전략 | 추진 과제 |
| [전략 1] 기업 맞춤형 지원으로 산업 경쟁력 강화 | <p>① 창업기업 발굴·지원 ② 대·중소기업 상생 발전 ③ 사업 대가기준 개선 및 전문 감리방안 마련 ④ 해외 진출 역량 강화 및 사업 수주 지원</p> |
| [전략 2] 공간정보 유통·활용 체계 선진화 | <p>① 맞춤형 데이터 지원 및 유통 활성화 ② 위성정보 활용 융·복합 서비스 창출 지원 ③ 데이터 표준 개발 선도 및 적용 확대 ④ 보안규제 완화를 통한 정보 유통환경 개선</p> |
| [전략 3] 미래 핵심기술 개발 및 융·복합 인재 육성 | <p>① 디지털 트윈 분야 신기술 개발 ② R&D 추진체계 강화 및 성과 확산 ③ 신산업 지원을 위한 융·복합 인재 육성 ④ 취업-고용 매칭을 통한 일자리 지원 강화</p> |

<그림 27> 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 28> 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 5> 공간정보 관련 추진사업 현황(2020년 기준)

| 구 분 | 공간정보 관련 추진사업(국토부, 지리원) |
|----------------|--|
| 공간정보 구축 및 관리 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가공간정보통합체계 유지관리 및 운영지원 ▪ 공간빅데이터 분석 플랫폼 유지관리 및 운영지원 ▪ 공간정보Dream 유지관리 및 운영지원 ▪ 지하시설물 통합체계 운영 ▪ 국토정보플랫폼 고도화 등 |
| 표준 및 법제도 등 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 공간데이터큐브를 활용한 데이터 관리를 고려할 수 있음

<표 6> 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 공

유 플랫폼과 현실 세계를 정밀하게 표현하기 위한 최적화된 UI·UX 기술개발 등 공간 정보서비스 시각화 시스템을 기술구성요소로 선정함

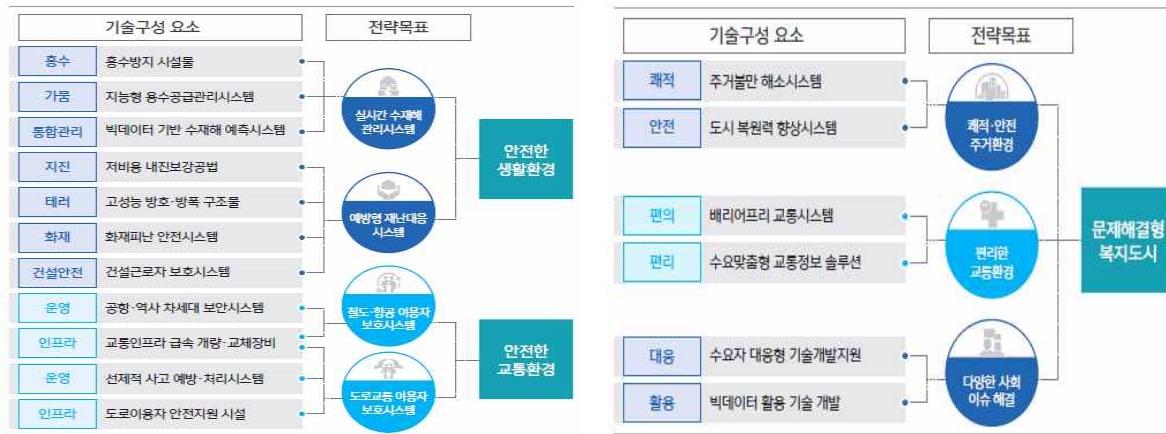


<그림 29> 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성 추진전략의 기술 전략 트리

(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 30> 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 국가과학기술기초계획('18~'22)

- 제4차 과학기술기초계획은 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/프로세스 혁신, 모빌리티 효율성 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

(8) 제2차 국가측량기본계획('21~'25)

- 제2차 국가측량기본계획 중 중점과제 2-2는 디지털 트윈국토 구현을 위한 3차원 입체모형 구축 기반(공간데이터큐브)를 개발하여 공간정보의 융복합 활용을 확대 추진

(9) K-UAM 기술 로드맵('22~'35)

- K-UAM 기술 로드맵은 새로운 시장으로 부상하고 있는 UAM산업의 기술개발 지원을 위해 공간정보, 기체, 항행/교통, 인프라 등 분야별 UAM 기술로드맵을 마련함

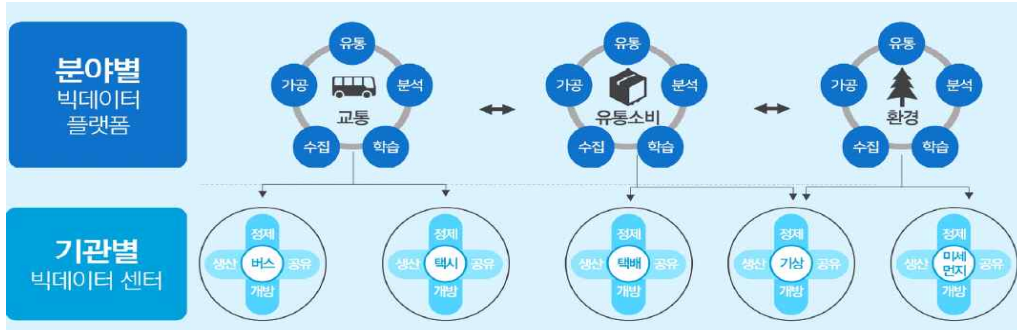
나. 공간정보 관련 정책 동향

(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(11,670km), 정밀도로지도 데이터 온라인 제공('21.12), 디지털 트윈 지자체 시범사업('21년 35억) 추진할 예정임



<그림 31> 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 국민경제 자문회의를 통해 2022년 경제정책방향을 발표함



<그림 32> 2022년 경제정책방향

출처 : 관계부처 합동(2021), 2022년 경제정책방향

- '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

(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 구축하고, 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

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

<그림 33> 디지털 트윈 활성화 전략의 비전 및 목표

출처 : 관제부처합동(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 확

보(To-Be)를 위해 1단계: 우선 추진('22), 2단계: 구축('23~'24), 3단계: 고도화('25~'26) 단계에 따른 실행계획을 제시

- 디지털 트윈국토 로드맵은 공간데이터큐브기술을 활용하여 2차원 한계(As-is)를 극복하고 3차원 관리·분석·활용(To-be)을 통해 새로운 경쟁력을 확보하는 디지털 트윈국토 관련 실행계획 제시

| 전략목표 | 중점과제 | 우선추진 단계 | 구축 단계 | | 고도화 단계 | |
|-----------------------|-------------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| | | I단계 (2022년) | II단계 (2023~2024년) | | III단계 (2025~2026) | |
| 디지털 트윈국토 기반 마련 | 디지털 트윈국토 통합 플랫폼 구축 | 디지털 트윈국토 통합플랫폼 기반 구축 ① 기반시스템 구축(1,730) ② 공공 사업(건축물) ③ 국가기반시설 지원 파일럿(도로·교량) 서비스(1,857) | 통합플랫폼 클라우드 인프라 확충(1,500) | 통합플랫폼 클라우드 인프라 운영 및 안정화(2,200) | | 통합플랫폼 기반시스템 안정화(1,449) |
| | 트윈국토 공간정보 관리 및 갱신체계 구축 | 일차별 관리서비스(928) ④ 국가기반시설 지원 파일럿(도로·교량) 서비스(1,857) | 지상·지하 3D 공간정보 구축 및 갱신(893,114) 국토·시설분야 데이터 연계구조 설계 연구(900) 디지털 트윈국토 표준화 및 품질관리체계 연구(1,128) | | | |
| 문제해결을 위한 활용기능 구축 | 지자체 행정활동 모델 개발과 확산사업 추진 | 지자체 2차 시범사업(4,900) | 지자체 표준행정활동모델 서비스 확산 및 고도화(18,500) | | 공공사업 절차별 관리 서비스(연구개발)1,346 | |
| | 도시문제 해결과 행정업무 효율화 서비스 제공 | | 공공사업 절차별 관리 예측모델 및 솔루션 개발 연구(900) 3D건물*본 및물류*본(900) 국도변화 가상체험 서비스(1,772) | | | |
| 혁신기업 성장 환경 조성 | 공간정보산업 지원체계 마련 | | 창업 및 인재양성 지원 확대 디지털 라이브 국토정보 R&D 추진 및 연계(80,900) | | | |
| | 민간기업 데이터 활용 기반 조성 | | 스타트업 지원 및 지식정보 공유체계(1,213) 민간 수요 공간정보 개발 및 공유 확대 | | | |
| 디지털 트윈국토 관리체계 정비 | 공간정보기본법 개정을 통한 디지털 트윈국토 근거 마련 | 법제도 정비 | | | | |
| | 주요 기능별 전담기구 선정 | | 주요 기능별 전담기구 선정 및 운영 | | | |
| 연차별 예산(유지관리 및 감리비 포함) | | 4,988 | 6,728 | 6,874 | 5,617 | 5,104 |
| 총 예산 | | | | | | 29,310 |

<그림 34> 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. 공간데이터큐브 관련 법제도 현황

(1) 공간데이터큐브 관련 법제도

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

<표 7> 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·도지사 와 사전협의 를 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 부문을 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 공간데이터큐브 설정 및 공간정보화 기준이 있으며, 이를 통해 격자 구조, 격자 크기 등을 제시하고 있음

<표 8> 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 공간데이터큐브는 행정안전부 도로명주소법 시행령에 따라 국가지점번호를 부여하고 있음

<표 9> 국가지점번호 격자체계 관련 조항

| 구 분 | 조항 내용 |
|---------------|---|
| 도로명주소법 시행령 | <p>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.</p> <p>② 지점번호는 제1호의 문자에 제2호의 번호를 연결하여 사용한다.</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>③ 제1항에 따른 지점번호의 기본단위를 다르게 사용하려는 경우에는 행정안전부령으로 정하는 바에 따른다.</p> |

(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

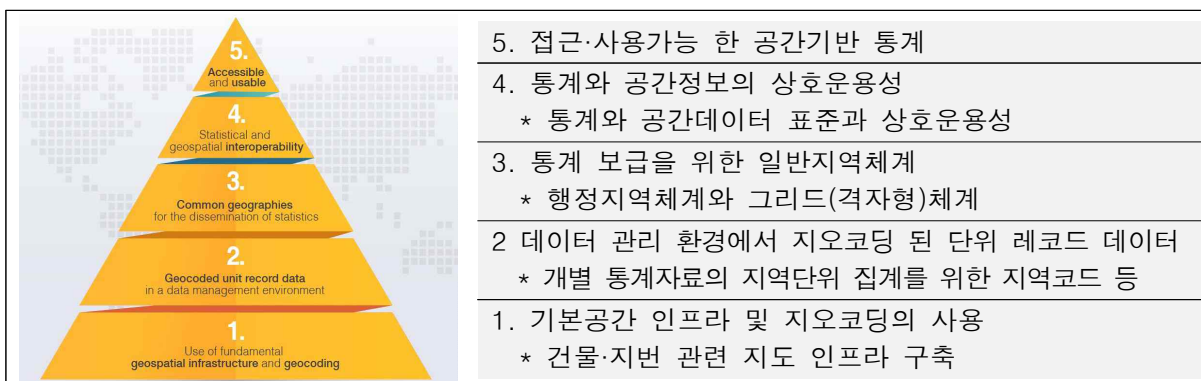
2) 국외 정책 동향

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 가능한 공간기반 통계



<그림 35> 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 혁신 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 공간정보산업¹⁾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 10> 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 |

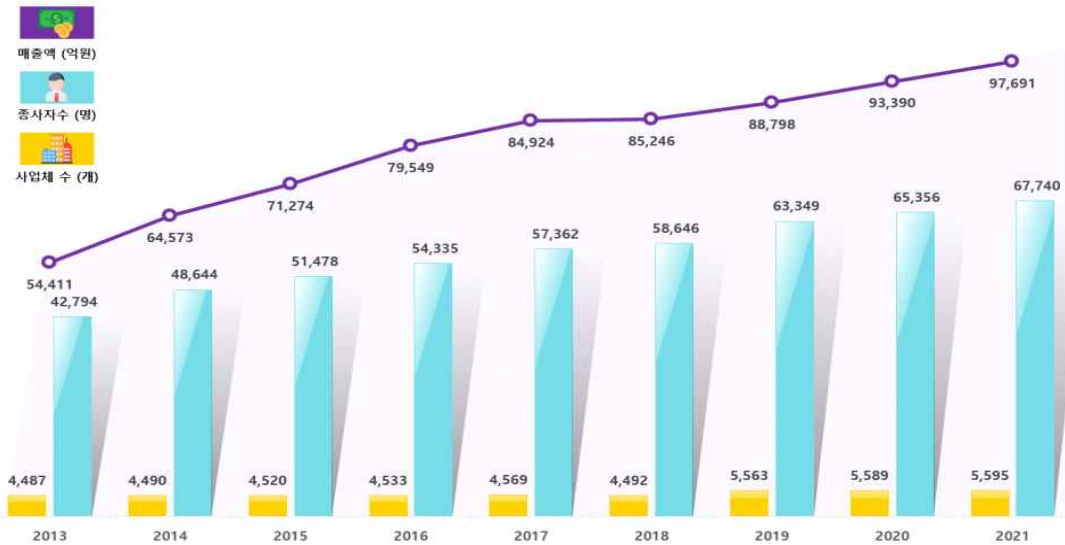
출처 : 국가공간정보포털, <http://www.nsd.go.kr>

- 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, 산업체 구성은 ‘기술 서비스업(69.3%)’, ‘출판 및 정보서비스업(20.8%)’, ‘관련 도매업(6.1%)’ 순이며 매출액은 8조 8,798억 원으로 조사됨²⁾
- 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
- 수도권은 공간정보사업체가 전체 사업체의 48.6%를 차지하며, 시도별 공간정보 사업체 수는 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

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

2) 공간정보산업진흥원(2019), 2019 공간정보사업조사 통계서

- 국내 공간정보 산업 규모는 2020년 기준으로 매출액·종사자수·사업체수가 지속적으로 증가 추세³⁾
 - 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 36> 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

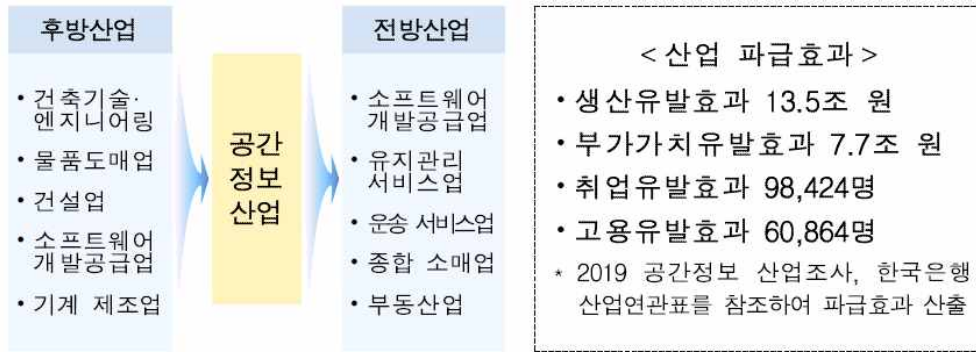


<그림 37> 매출액 규모별 기업 비중(좌측)과 종사자 규모별 기업 비중(우측)

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

3) 국토교통부 보도자료, 공간정보산업, 매출액 10조 원대 규모로 우뚝 성장, 21.1.5



<그림 38> 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 11> 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

○ 표면상무관회귀(SUR: Seemingly Unrelated Regression) 모형을 적용하여 공간정보산업 시장규모를 추정⁴⁾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

4) 공간정보연구원(2020), 공간정보산업의 업역 분석 및 시장규모 예측 연구

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 업역⁵⁾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 조사됨⁶⁾
- 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 예측⁷⁾
 - 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

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 사

5) 업역이란, 건설공사를 따낼 수 있는 영역 구분

6) 공간정보산업진흥원(2019), 2019 공간정보사업조사 통계서

7) Geospatial Solutions-Global Market Outlook, 2019

용하는 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 상호 발전으로 연평균 성장률이 33.1%가 될 것으로 기대(2020, NIA)

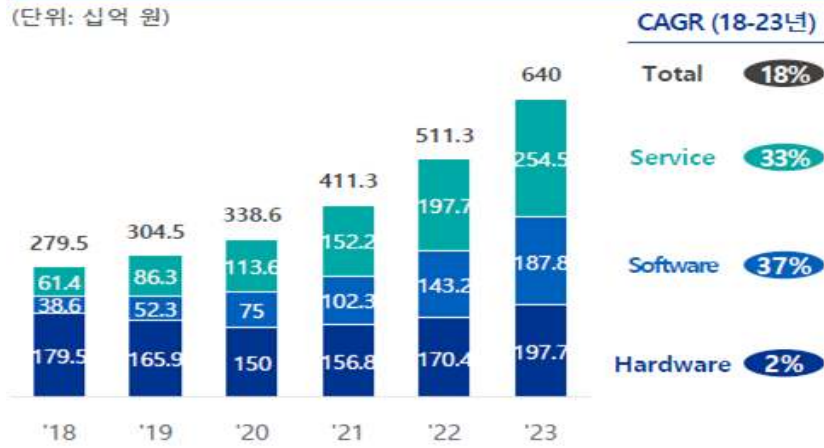


<그림 39> 디지털 산업전망 D.N.A 분야

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 아시아 시장 2위로 부상할 것으로 예상
- 스마트시티의 핵심기술로 떠오르고 있는 SI기술은 국내 18%의 높은 연평균 성장률이 전망되며, 이는 AI 기술 확보의 경제적 타당성을 의미함⁸⁾

8) 삼성KPMG(2021), AI-데이터 사이언스 기술기획위원회 자료, 2021.1

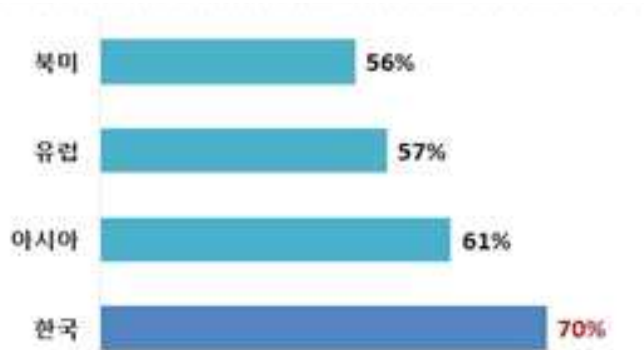


<그림 40> AI 산업 분류별 국내 시장 성장 전망(2018~2023년)
 출처 : 삼성KPMG(2021), AI-데이터 사이언스 기술기획위원회 자료

- 소프트웨어 및 서비스 시장의 주도로 시장이 지속적으로 확대될 전망. 소프트웨어 및 서비스 시장은 2018년 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



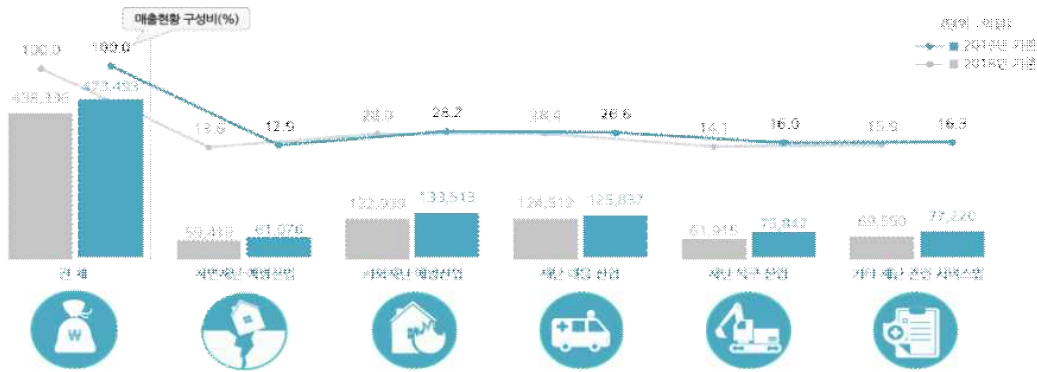
<그림 41> 디지털 트윈 시장 연평균 성장률
 출처 : 관계부처합동(2021), 디지털 트윈 활성화 전략

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 차지함⁹⁾
- 사업체들은 초기투자비용 부담, 판로개척의 어려움 등을 주요 애로사항으로 꼽았으며,

9) 행정안전부, 2019년 기준 재난안전산업 실태조사, 2021

저리 자금 지원(51.7%), 업체 간 연계(19.0%), 채용 장려금 지원(9.6%) 등의 정부 지원 필요성을 강조함



<그림 42> 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 12> 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 안전¹⁰⁾ 분야 국내 시장규모는 2020년 9조 원에서 2025년 12조 원으로 연평균 성장률이 6.28%가 될 것으로 기대

<표 13> 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 기술로드맵 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
- 지능형 영상보안 분야에서는 한화테크윈, 에스원, 인텔리빅스, 아이브스테크놀러지, 이노덱, 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

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)

- 일부 지자체는 세계적인 흐름보다 앞서 디지털 트윈화 기술을 활용하여 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 14> 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 |

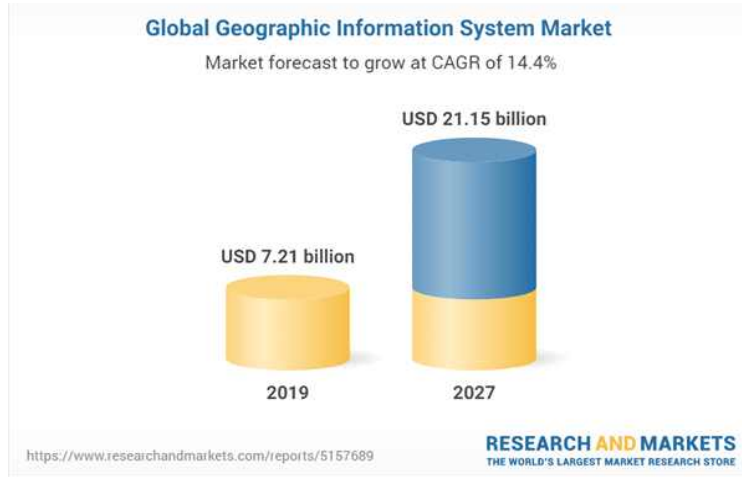
※ 지능형 디지털 트윈화 기술 관련 국내시장은 2017년부터 2023년까지 연평균 약 16.3%씩 성장할 것으로 전망(Infoholic Research, 2017)

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

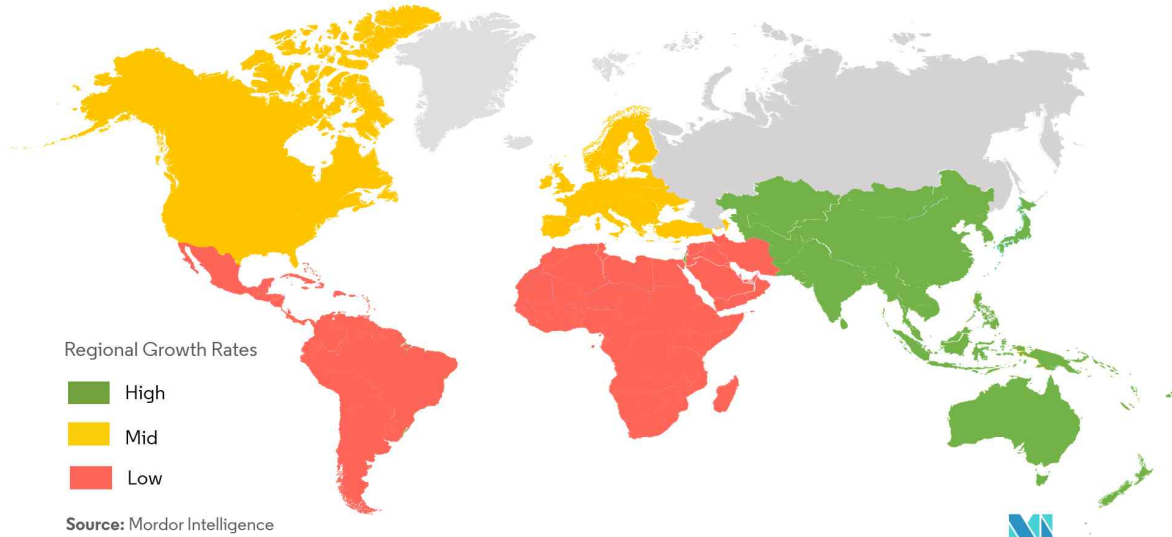


<그림 43> 세계 GIS 시장 규모 전망

출처 : Research and Markets(2020), Statistics 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 보고서¹¹⁾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 달러에 이를 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 글로벌 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 44> 공간정보 분석 시장의 지역별 성장 비율(2019~2024)

출처 : Expert Market Research(2021), Geospatial Analytics Market

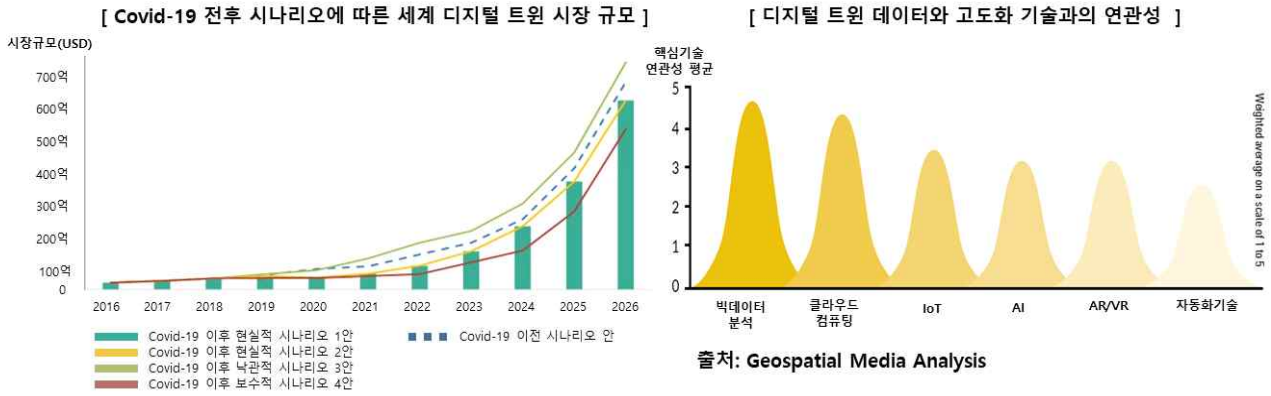
나. 빅데이터 분석 분야

- Big Data Market이 2019년 발표한 세계 빅데이터 시장은 2018년 1,136억 달러 규모로 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



<그림 45> 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 15> 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 기술로드맵 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 전망¹²⁾
- 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 도입¹³⁾
- 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 수출¹⁴⁾

○ 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, 맵핑, 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 46> 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

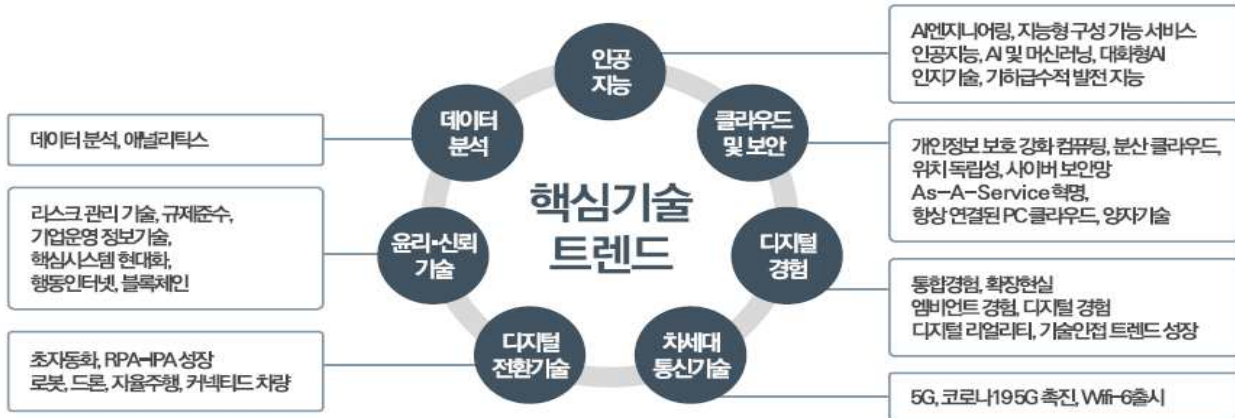
가. 기술 트렌드

- (기술 트렌드) Gartner, Forbes, Deloitte 등 세계 주요 기관은 '21년 포스트 코로나 시대 기술 트렌드로 인공지능, 디지털 경험, 로봇, 자율주행, 드론, 분산 클라우드, 인공지능 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

| Gartner | Forbes | Deloitte |
|--|--|--|
| 사람 중심성 행동인터넷 통합경험 개인정보 보호 강화 컴퓨팅 | 테크 트렌드 인공지능 로봇, 드론, 자율주행 As-A-Service 혁명 5G 확장현실 | 조력 정보기술 디지털 경험 애널리틱스 클라우드 |
| 위치 독립성 분산클라우드 어디서나 운영 사이버보안망 | 디지털 전환 트렌드 코로나19 5G 촉진 데이터분석 블록체인 대화형시 카넥티드 차량 | 기본 정보기술 기업운영 정보기술 리스크 관리 기술-규제 준수 핵심 시스템 현대화 |
| 탄력 제공 지능형 구성 가능 서비스 시애틀나어링 초자동화 | Wifi-6 출시 AI 및 머신러닝 RPA-IPA의 성장 항상 연결된 PC 기술인접 트렌드 성장 | 격변적 정보기술 디지털 리얼리티 인지기술 블록체인 |
| | | 차세대 정보기술 엠버전트 경험 기하급수적 발전 지능 양자기술 |

<그림 47> 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 48> 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. 공간데이터큐브 관련 기술

- 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 핵심기술을 개발함
 - 공간데이터큐브 필요성을 제시하고, 기본적인 프레임워크 연구를 수행하였으며, 연구의 당위성 및 활용성을 입증하기 위해 기존의 공간정보를 연계하여 공간데이터큐브로 가시화하는 요소기술을 개발하여 2가지 이상의 서비스에 적용하는 등 기초연구를 수행함

미래 지능사회 지원을 위한 통합 국토관리 '新 패러다임'선도



<그림 49> 공간데이터큐브 기반 국토공간 통합관리 원천기술 개발 개념도

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

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



<그림 50> 공간데이터큐브 기술 구성도

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

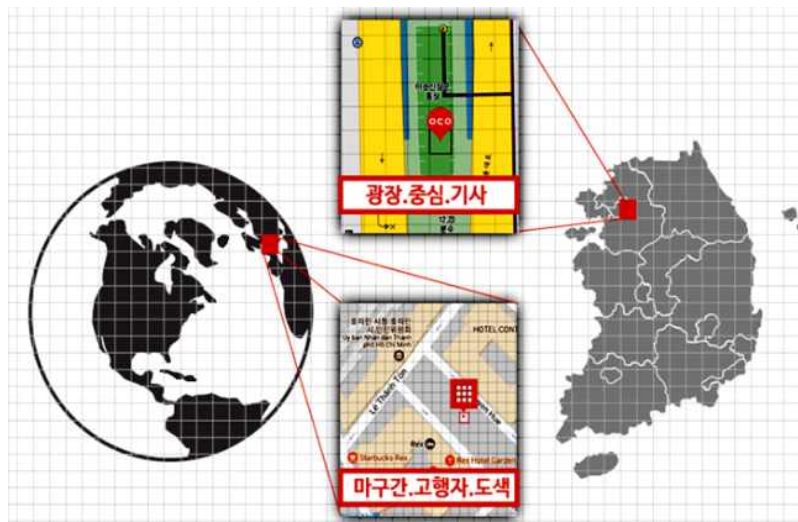
- 브이월드 데이터를 활용하여 실증서비스를 구현하였으나, 브이월드 시스템 성능의 한 계로 브이월드 시스템에는 공간데이터큐브기술을 적용하지 못함. 향후 실용화 및 사업화를 위해선 공간데이터큐브기술을 체계적이며 효율적으로 적용할 수 있는 고도화 기술 연구개발 필요

- 공간데이터큐브 기술은 대용량 데이터 처리 가능, 분석속도 감소, 다양한 데이터 통합 관리, 빈 공간 관리 등의 장점을 가지고 있음
 - 미세먼지, 홍수, 자율주행차, 드론, 복합재난 등 다양한 분야에서 공간데이터큐브 기반의 기술 요구 증대

<표 16> 3차원 공간정보 기술과 공간데이터큐브 기술 비교

| 구분 | 3차원 공간정보 분석기술 | 현재 공간데이터큐브 기술(선행과제) |
|-------------------|--|--|
| 가시화를 위해 데이터 사용 용량 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 평면상 해상도 기준으로 고층 및 좁은 영역의 고해상도 데이터 처리가 어렵고, 영역에 따라 데이터 밀도 차이가 큼 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 고도, 영역별 데이터 사용 용량의 편차가 크지 않음 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 조건 : 지표에서 200m 정도에 면당 256개의 포인트를 채울 경우 ▪ 같은 조건에서 가시화하는데 대략 타일당 256MB 필요 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 같은 조건에서 한 번에 42MB로 가시화 처리 가능(3차원 공간정보 분석의 약 1/6) |
| 통계 데이터 분석 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Raster 분석을 위한 별도 시스템 필요 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 표준화된 Raster 분석 체계 적용 ▪ 개별 분석 결과의 중첩 활용 가능 |
| 다중 해상도 타일 셋 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 영상, DEM 모델을 동일 평면 격자에서 처리 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 영상, DEM과 별도로 고도에 평면 및 고도에 따른 개별 해상도 모델 데이터 처리 |
| 빈 공간 관리 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 지원 불가능 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 비어있는 공간(공중, 지하, 수중 등)에 대한 데이터 표현 및 관리 가능 |
| 주 활용 분야 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3차원 정보 가시화 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 51> 인포씨드의 격자 활용 사례

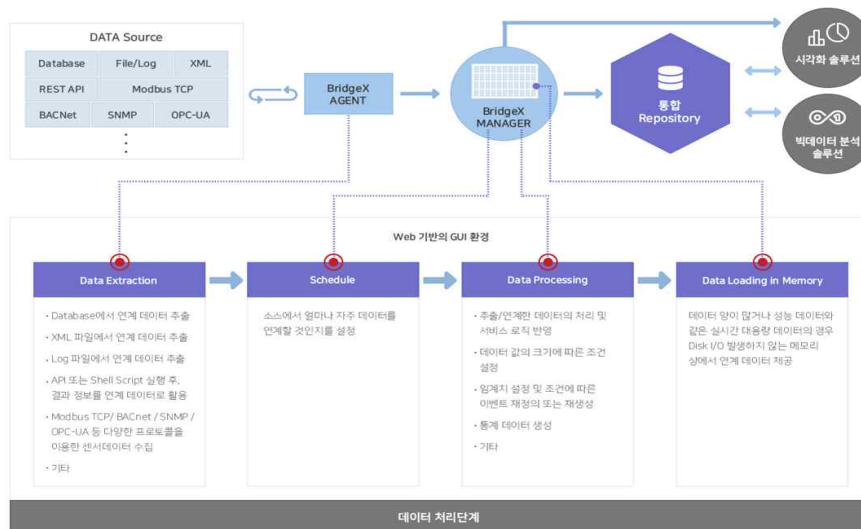
출처 : <https://blog.naver.com/waynowinfo/221230390573>

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 공유와 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
 - 엑셀은 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 맨타라의 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
 - 와이즈넷은 빅데이터 정보수집 솔루션 ‘WISE BICrawler’, 빅데이터 의미분석 솔루션 ‘WISE BIC Analyzer’을 개발함



<그림 52> 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 17> 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, 중소기업부)
 - 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. 공간데이터큐브 관련 기술

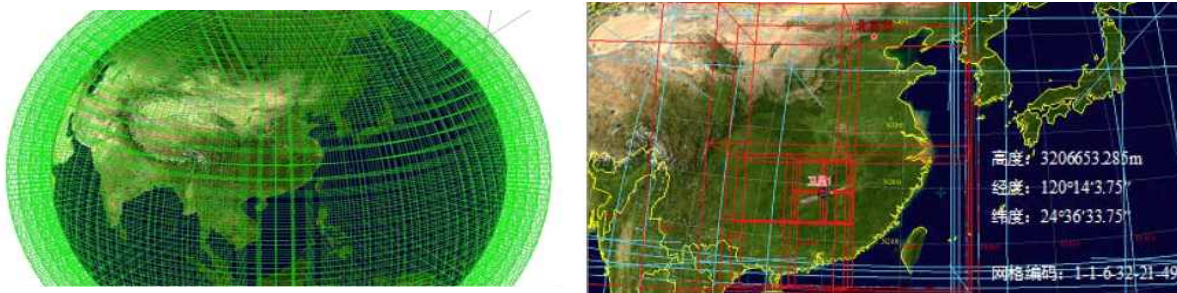
- 최근 들어 DGGS 필요성과 관련하여 기초 이론, 응용 및 확장 분야 중심의 연구 논문이 이슈되고 있음
 - DGGS의 기초 이론을 다룬 논문에서는 초기 다면체의 효율적 사용을 위한 DGGS 구

성 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

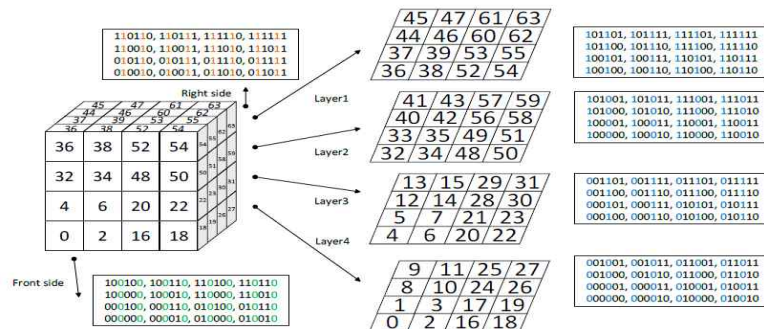
- SSSG는 디지털 지구를 위한 새로운 3D 공간 참조모델이자 글로벌 변화 연구 및 지구 시스템 과학을 위한 새로운 방법론으로 제시
- SSSG는 균일한 프레임워크 내에서 지하, 육지, 바다, 공중에서 공간으로 분산된 공간 객체를 표현하고 각 지구 셀에서 다양한 종류의 공간정보를 균일하게 구성하도록 설계
- SSSG는 모든 공간 객체와 프로세스를 표현할 수 있으며, 아래 그림과 같이 전 지구의 지형 시각화, 우주 궤도에 있는 인공위성 등과 같은 물체의 위치 표현 등이 가능함



<그림 53> 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

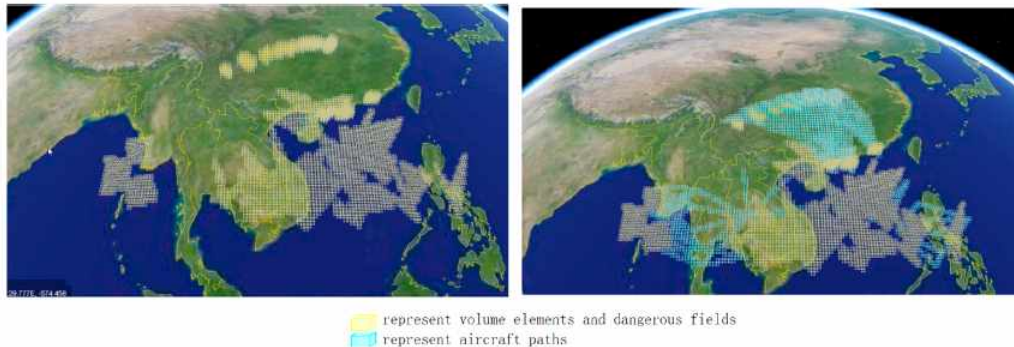
- 공간정보를 공간 데이터베이스에 저장하기 위해 GeoSOT-3D 코드를 다단계 시공간 인덱싱에 적용함
- GeoSOT-3D를 활용함으로써 기존 계산 비용의 50~80% 개선할 수 있었으며, 효과적인 관리 및 제어를 통해 공역 활용을 증대시킬 수 있음
- GeoSOT-3D는 공간 데이터 재통합, 데이터베이스 인덱싱, 천연가스 파이프라인에 대한 위험 분석, BIM 데이터 시각화, 원격 감지 데이터 관리 및 도시 구성요소 식별 등 다양한 분야에서 광범위하게 연구되고 있음



<그림 54> 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, 기존 알고리즘보다 높은 효율성이 있다는 것을 입증
 - 비행경로, 저고도 장애물 및 위험한 필드의 형상을 설명하고 그리드 코드를 통해 그리드를 식별할 수 있음

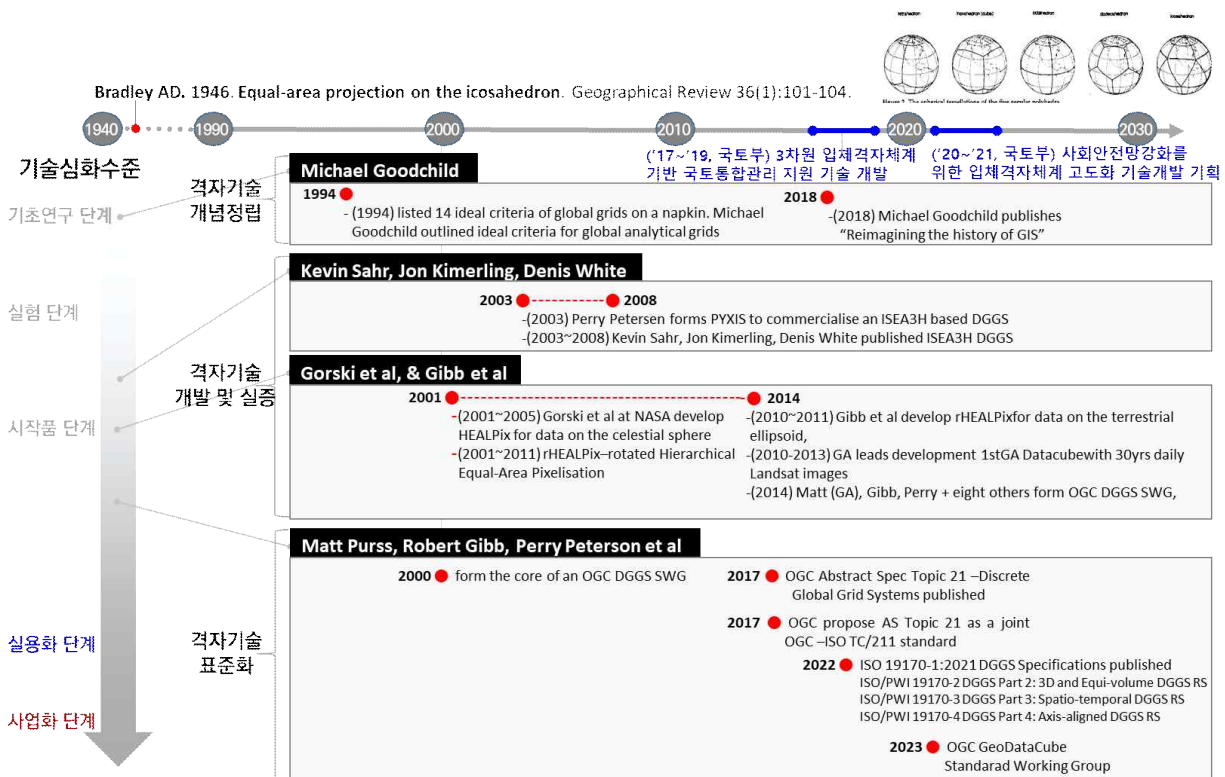


<그림 55> 비행경로 및 위험 구간 격자의 데이터 표현

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 DGGs를 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
- 공간데이터큐브기술은 현재 OGC, ISO/TC 211, UN-GGIM¹⁵⁾ 등 활발한 국제표준화 활동을 통하여 실용화 및 사업화 단계로 진입하고 있음
- UN-GGIM은 제6차 회의에서 글로벌 통계 지리 공간 프레임워크 구현을 위해 공간데이터큐브기술 적용을 필수 구현 요소 중 하나로 제시('16, UN-GGIM)
 - 특별히, 공간데이터큐브기술은 공간상황인식(Spatial Context Awareness) 기술을 구현하기 위하여 시공간 데이터 간의 융복합 및 지능화를 가능하게 하는 Geo-AI 핵심기술로 인식됨('20, OGC)

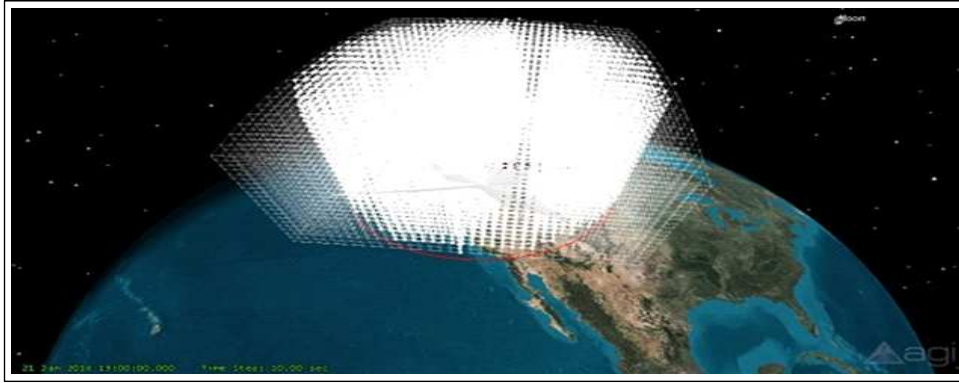


<그림 56> 공간데이터큐브 기술의 발전

- 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 공간데이터큐브 개념을 사용하고 있음
 - 대기 및 우주의 요소가 지표면에 있는 객체에 미치는 영향 분석, 지구 궤도를 도는 위성 과 관련된 문제 해결, 미사일 비행 시뮬레이션 등 우주, 국방 분야에서 활용하고 있음

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

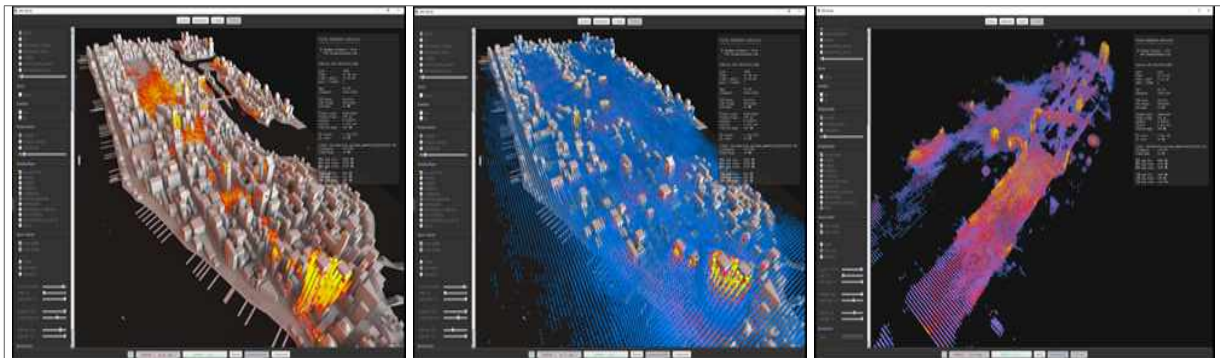
- STK가 제공하는 격자를 활용하면 대기의 요소, 우주의 요소가 지표면에 있는 객체에 미치는 영향을 파악할 수 있음



<그림 57> STK를 활용한 격자 생성

출처 : <https://www.agi.com/products/stk>

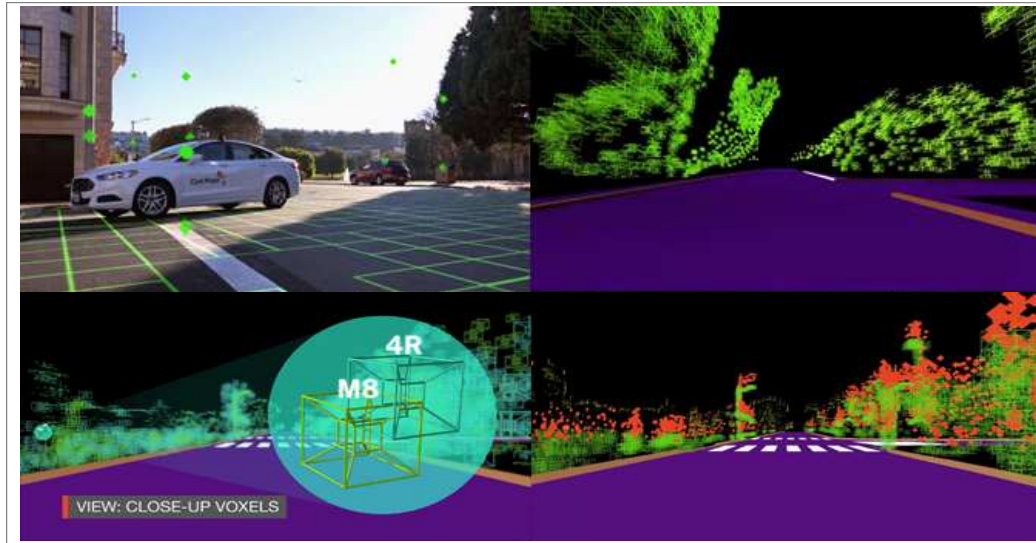
- 토마스 디왈드(Thomas Diwald)는 공간분할을 공간데이터큐브 개념을 활용하여 3차원 실세계에서 일어나는 현상을 분석할 수 있는 기술 개발
 - 3차원 공간데이터큐브를 활용하여 미세먼지 등 도시권에서 발생하는 현상을 높이에 따라 표현할 수 있으며, 밀도의 변화에 따라 색상변화를 통해 가시화할 수 있는 도구를 제시
 - 제시된 도구는 분석된 정보를 3차원 공간데이터큐브 기반으로 가시화함으로써 도시에서 발생할 수 있는 상황을 시각적으로 인지하고, 대응하는데 유용함



<그림 58> 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 중에 인지된 지형지물의 변화를 실시간으로 반영하여 최신화 할 수 있도록 함



<그림 59> 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, -0.19552100이며, W3W 주소는 ‘<https://what3words.com/ko/products/what3words-app>’라고 표시됨
 - W3W의 장점은 지번이나 장소명만으로 표기하기 어려운 위치를 정확하게 표기할 수 있다는 점이며, 2019년에 국내 카카오맵이 what3words 기능을 도입하여 서비스 중임



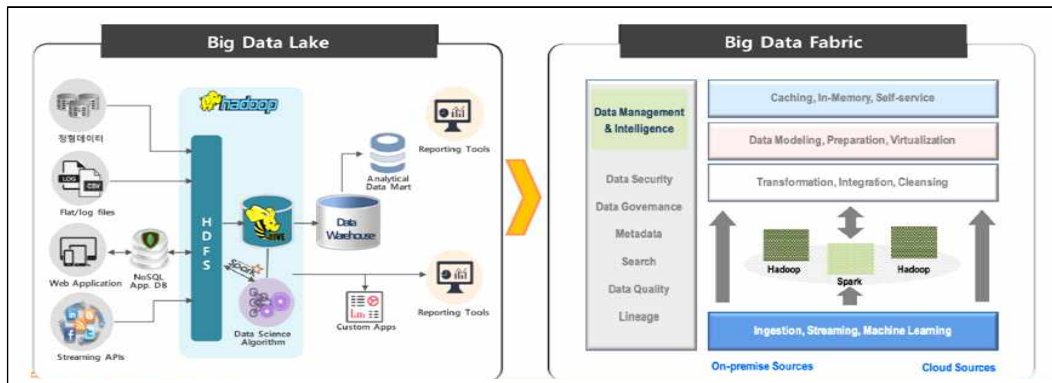
<그림 60> what3words의 격자 활용 사례

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 지도를 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 액세스와 데이터 공유를 가능하게 하며 사일로화 된 저장소를 탈피해 일관된 단일 데이터 관리 프레임워크를 구축함



<그림 61> 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 퀴크(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

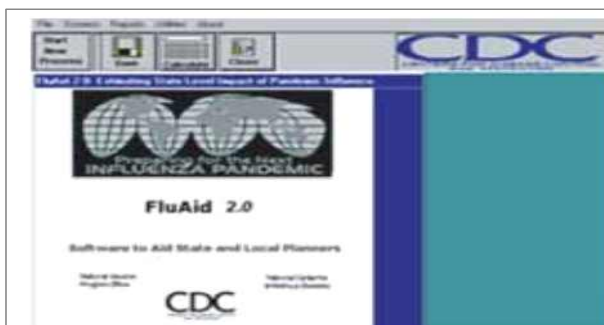
<표 18> 국외 관련 기관 빅데이터 업무 활용 현황

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

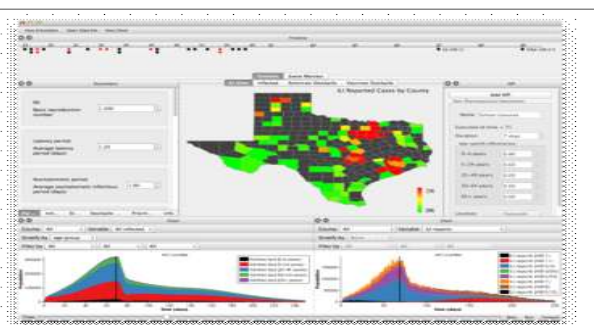
- (빅데이터 수집·분석 및 시각화 플랫폼) 분석용 클라우드 서비스, Spotfire Data Streams, 인터랙티브 시각화 라이브러리 서비스와 AI, 소셜 분석, 로봇 자동화 등 다양한 분석·시각화 서비스 제공 중(2020, 중소벤처기업부)
 - 구글은 클라우드 플랫폼의 빅데이터 분석 기술인 ‘클라우드 데이터 플로우’ 서비스와 페타바이트의 데이터 장 분석용 클라우드 서비스를 개발하여 제공하고 있음
 - Oracle은 빅데이터 환경에 요구되는 시스템의 개념 아키텍처와 빅데이터 분석 참조 아키텍처를 발표함
 - Spotfire는 시각화 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 62> 미 질병관리센터의 FluAid 2.0



<그림 63> 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 64> 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

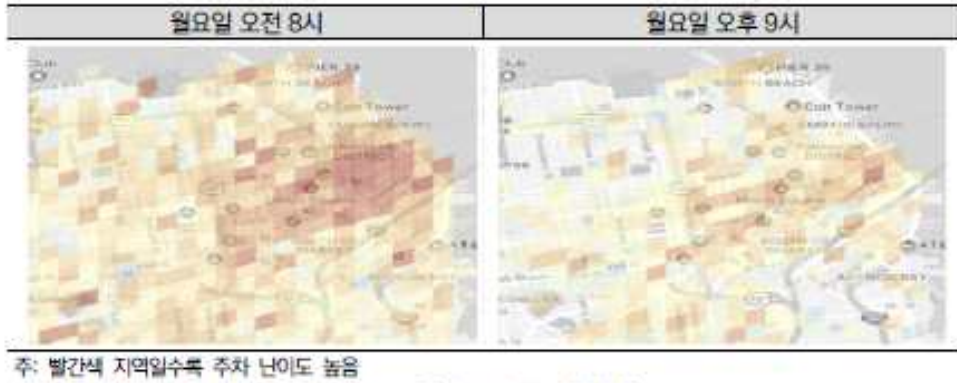


주: 빨래: 빨간색 - 철거, 녹색 - 신축 시설.

<그림 65> 인공지능 알고리즘 기반 분석 사례

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

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



<그림 66> 구글의 주차 난이도 정보 제공 서비스

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

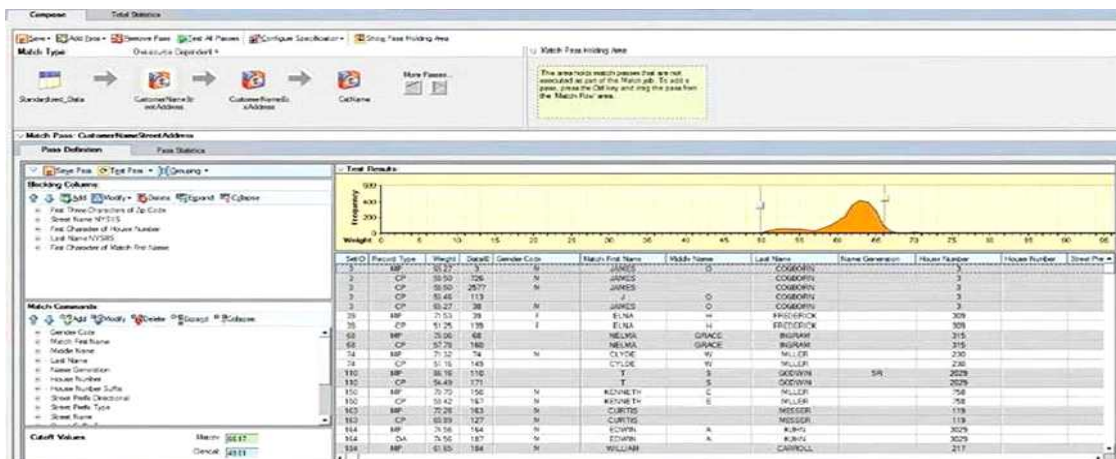
- 베트남 호치민시는 스마트도시 건설 대상 지역의 효율적 공간계획을 위해 위성영상/지형 공간 데이터와 기계학습 알고리즘을 이용하여 토지이용변화를 탐지하여 용도지역/지구 등을 파악하는 프로젝트를 수행



<그림 67> 인공지능 기반 레이더 분석을 통한 토지이용변화 탐지 사례

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

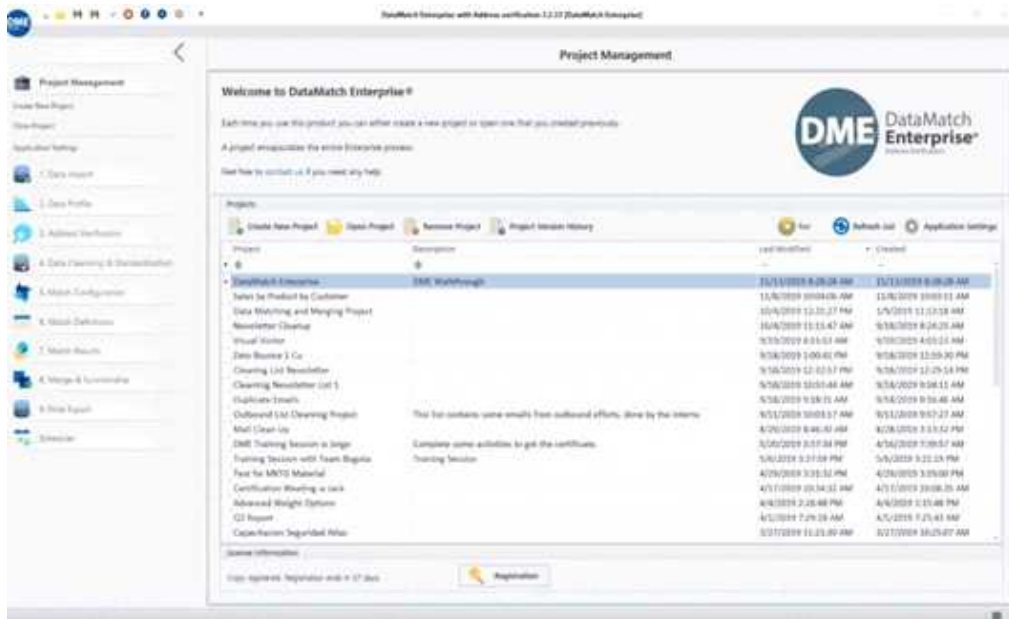
- Geo AI에서는 양질의 데이터 규모가 기술의 차이를 만드는데 일반 기계학습 및 통계적 알고리즘은 양질의 데이터양이 증가하더라도 일정량 이상에서 한계에 도달하게 되는데, 딥러닝은 양이 증가할수록 모델의 성능도 비례해서 향상됨
- IBM은 데이터를 신뢰할 수 있는 정보로 전환하기 위한 품질관리 솔루션을 제공하고 있음



<그림 68> 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 69> DataMatch Enterprise

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

[PEST 분석결과]

| 구분 | 국내 현황 | 국외 현황 | 주요 시사점 |
|-----------|---|--|---|
| P (정책) | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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) | <ul style="list-style-type: none"> '20년 공간정보산업 매출액이 10조원대 규모로 성장하였으며, 29.1조원('25년), 51조원('30년)으로 예측 AI 분야는 IoT 플랫폼과 함께 연평균 성장률 33.1%로 예측 | <ul style="list-style-type: none"> 공간정보 분야는 215억 달러('27년)로 예측 공간정보분석 AI 분야는 연평균 성장률 24%로 예측 | <ul style="list-style-type: none"> 국내외 공간정보 산업 시장의 성장률이 지속적으로 상승 대면 환경의 디지털 트윈화를 위한 국토정보 구축 및 활용시장 확대 |
| S (사회) | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 기후변화 및 질병으로 인한 재난 재해를 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) | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 글로벌 기업들이 디지털 트윈, 메타버스 등의 솔루션을 개발하여 경쟁 우위 확보 Geo AI, 블록체인, 증강데이터를 활용한 데이터 분석 기술개발 추진 중 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 대용량의 공간정보 융복합 데이터를 경량화하여 다양한 분야에서 실시간 활용이 가능한 기술개발 필요 |
| 분석·시각화 | <ul style="list-style-type: none"> 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야의 고도화된 분석기술과 공간데이터큐브 기술 간의 융복합을 지원하는 제반기술 마련 시급 |
| 공개·공유 | <ul style="list-style-type: none"> 공공/민간기업의 디지털 트윈화를 지원하기 위하여 3차원 공간정보의 효율적이며 체계적인 공개·공유환경 조성 필요 |
| 실증·사업화 | <ul style="list-style-type: none"> 기후변화 및 전염병 등으로 인한 재난재해를 신속하게 대응할 수 있는 공공기술개발 및 실증·사업화 시급 |

2-5 논문 및 특허 분석

1) 공간데이터큐브기술 고도화를 위한 요구 기술 Pool 정의

○ 국내외 기술 동향 분석결과를 토대로 공간데이터큐브 고도화를 위한 요구 기술 Pool 을 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 19> 공간데이터큐브기술 고도화를 위한 요구 기술 Pool

| 구분 | 요구 기술 | 주요 기술내용 | 기술예시 |
|--------|----------------------------|--|---|
| 저장·관리 | 위치 측위 및 원격탐사기술 | <ul style="list-style-type: none"> 다양한 위치 측위 기술을 활용하여 공간상의 좌표 제시 좌표(x,y,z)를 포함하는 공간 데이터큐브를 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 | <ul style="list-style-type: none"> Geo-IoT 기술을 활용하여 실시간 데이터 센싱 및 처리 관측된 데이터를 공간데이터 큐브화 하여 저장·관리 운용 | Geo-IoT, Edge Computing, Cloud Computing, 실시간 데이터 저장관리기술, 오픈소스, 하드웨어 기술 |
| | 다양한 시공간 빅데이터 연계기술 | <ul style="list-style-type: none"> 정형/반정형/비정형 공간 빅데이터를 공간데이터큐브화하여 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 |
| | 공간데이터큐브기반 공간데이터 융합복합기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 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 | <ul style="list-style-type: none"> QGIS, Python, R 등과 같이 공간 빅데이터 분석을 위한 범용성 있는 오픈소스 소프트웨어와 연동하여 공간데이터 큐브 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) |
| | 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 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 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 단위로 가공된 분석데이터를 활용하여 Geo-AI 분석을 지원하는 기술 | 3차원 시공간통계모형 구현기술, 3차원 시공간통계 시각화 기술, Geo-AI 구현기술, 딥러닝 구현기술, 기계학습 구현기술 |
| | 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 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 | 공간데이터큐브기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 센서데이터, 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 제반 기술 | 공간데이터큐브 기반 데이터 교환 및 공유서비스 구현기술, Geo-Sensor 기반 실시간 정보 교환 및 공유기술, 5G 기반 데이터 교환 및 공유기술, 공간데이터큐브 데이터 카탈로그 구현기술, Geo-Cloud 적용기술 |
| | Geo-Linked Data와 공간데이터큐브 연계기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 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 |
| | 공간데이터큐브 Open API 구현기술 | <ul style="list-style-type: none"> Open API를 통하여 공간데이터큐브 기반의 다양한 3차원 공간정보 및 속성정보를 교환 및 공유하기 위한 제반 기술 | 공간데이터큐브 Open API를 통한 데이터 교환 및 공유기술, 공간데이터큐브 Open API와 타 Open API 간의 연동기술, 공간데이터큐브 Open API 응용서비스 구현기술, 공간데이터큐브 Open API 운용 및 관리기술, 공간데이터큐브 Open API 서비스 플랫폼 구현기술 |
| | 공간데이터큐브 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 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 | 공간데이터큐브 기반의 4차원 시공간 빅데이터 시각화 기술, 공간데이터큐브 기반의 실시간 센서데이터 시각화 기술, 공간데이터큐브 기반의 XR(AR/VR/MR) 구현기술, 공간데이터큐브 기반의 디지털트윈 시티 시각화 기술, 모바일 XR(AR/VR/MR) 기기와의 연계 및 서비스 구현기술 |
| 실증·사업화 | 공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 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 |
|----|---|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 지상 데이터를 활용한 저고도 공중 공간정보 분석 기술 | <p>도시 내 미시기후의 시뮬레이션 및 시각화 기술, 기상/공중 대기환경센서 데이터 연계 및 분석 기술</p> |
| | <p>지상 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술</p> | <ul style="list-style-type: none"> 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 공간데이터큐브와 연계, 자연재해 대응 모니터링 및 가상 분석 시뮬레이션을 지원하는 기술 | <p>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</p> |
| | <p>지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술</p> | <ul style="list-style-type: none"> 지하 공동구, 지하철 등 지하 시설물의 공간정보와 공간데이터큐브와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술 | <p>지하시설물 데이터의 공간데이터큐브화 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</p> |
| | <p>공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 데이터의 계층적 특성을 기반으로 공중, 지상, 지하의 개별 도메인 데이터 간 연계 통합기술 | <p>공중-지상-지하 3D 포인트 클라우드의 격자화 및 연계 통합기술, 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 구분 및 식별 기술</p> |
| | <p>공간데이터큐브 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술</p> | <ul style="list-style-type: none"> CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 공간데이터큐브를 기반으로 모니터링 및 시뮬레이션하여 선제적 방역 대응에 활용하기 위한 기술 | <p>CCTV 영상 기반의 확진자 동선 공간 정보화, 확진자 동선 시공간 시뮬레이션 기술, 선제적 방역 대응을 위한 공간데이터큐브 활용기술, 공간데이터큐브 기반 감염 확산 시뮬레이션 기술, 공간데이터큐브 기반 오염지역 식별 및 관리 기술</p> |
| | <p>위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술</p> | <ul style="list-style-type: none"> 정보의 손실을 최소화하면서 위치정보를 포함하는 개인정보를 익명화하기 위한 기술 | <p>위치기반 마이크로데이터의 공간데이터큐브화 기술, Geo-IoT의 개인 위치정보 익명화 기술, 디지털 윤리(Ethics) 및 프라이버시 보호를 위한 공간데이터큐브 활용기술, 익명화를 위한 LoD 기반 위치정보의 공간데이터큐브 변환기술</p> |

2) 논문 동향분석

가. 분석범위 및 방법

- 본 분석에서는 NDSL 사이트를 통하여 논문 데이터를 수집하였으며, 공간데이터큐브기술 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 세부기술에 대한 정성적 연구내용을 파악하기 위해 워드클라우드 시각화 분석 수행

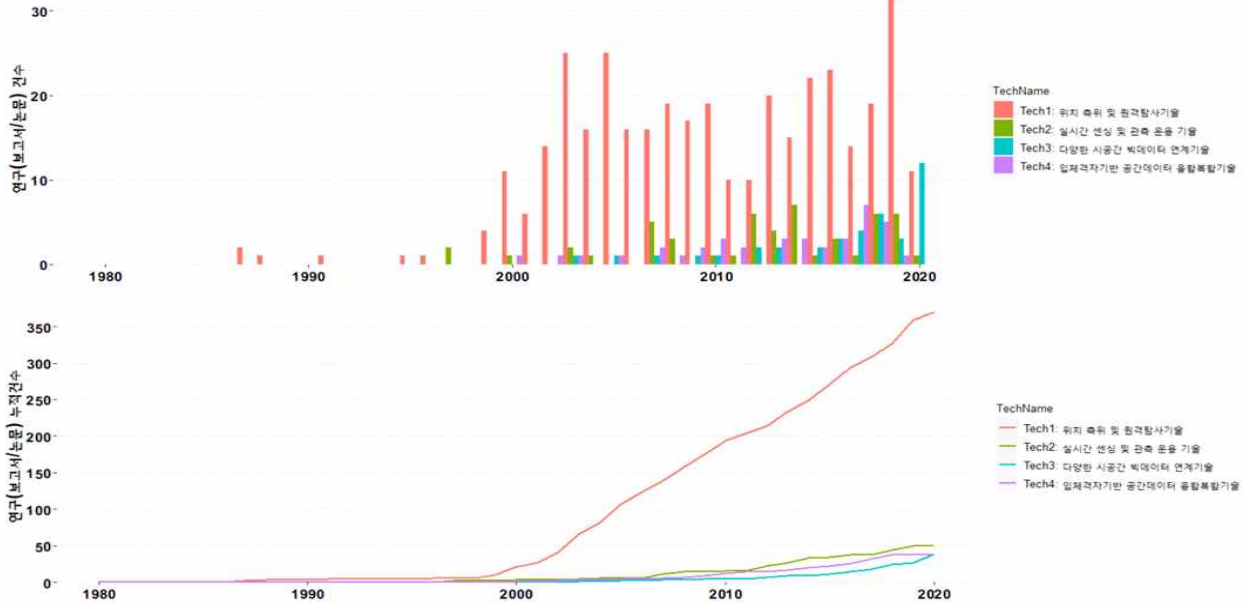
나. 정량적 분석결과

(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 공간데이터큐브 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, 공간데이터큐브기반 공간데이터 융합복합기술 순으로 연구가 진행되고 있으며, 위치 측위 및 원격탐사기술이 압도적으로 많은 연구가 수행되고 있음
 - 분석·가시화 기술 부문은 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술, 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술, Geo-AI 적용기술, 오픈소스 소프트웨어 연계기술 순으로 연구가 수행되었음
 - 공개·공유 기술 부문은 공간데이터큐브기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술, 공간데이터큐브 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술, 공간데이터큐브 Open API 구현기술, Geo-Linked Data와 공간데이터큐브 연계기술 순으로 연구가 수행되었음
 - 실증·사업화 기술 부문은 지상 도메인 활용기술, 공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술, 공중 도메인 활용기술, 지하 도메인 활용기술, 공간데이터큐브 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, 공간데이터큐브기반 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

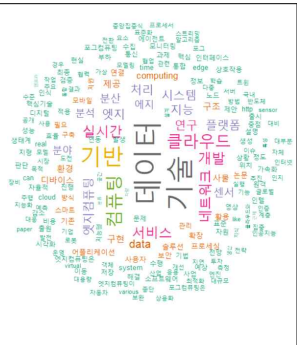
: 다양한 위치 측위 기술을 활용하여 공간상의 좌표를 제시하고, 좌표(x,y,z)를 포함하는 공간데이터큐브를 기준으로 다양한 속성정보를 구축하는 기술



- 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 공간데이터큐브화하여 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 공간데이터큐브화하여 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

공간데이터큐브기반 공간데이터 융합복합기술 정의

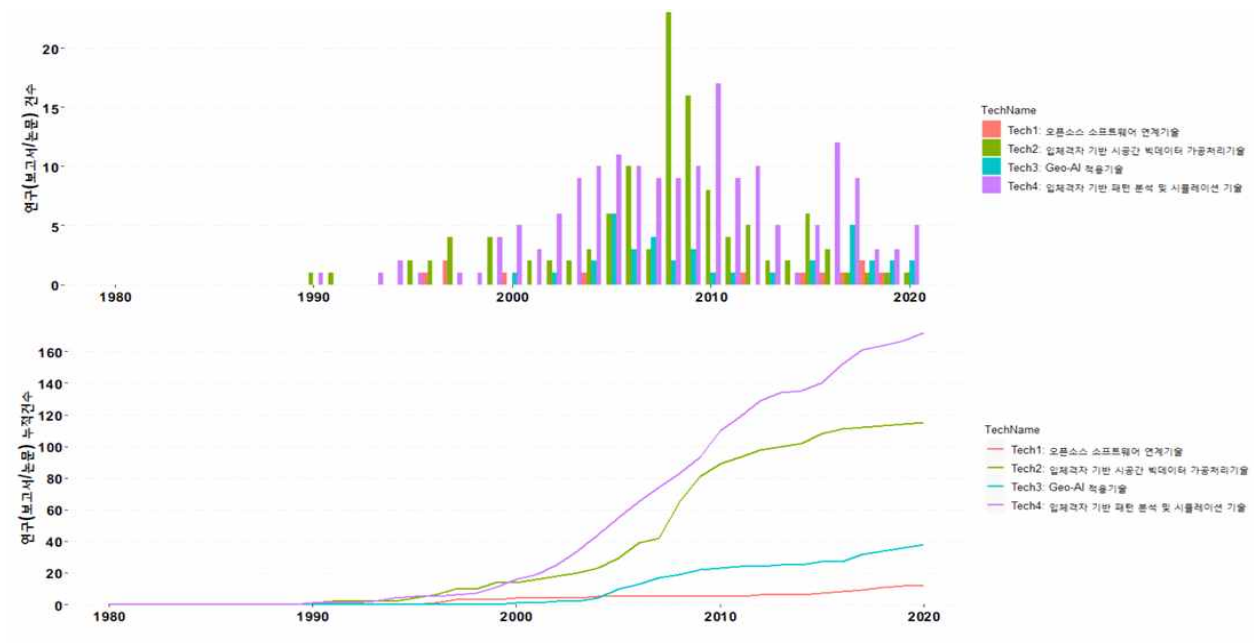
: 공간데이터큐브를 포함하는 공간객체를 분석하여 공간객체의 특성을 도출하여 분류 및 저장하는 기술



- 3차원 공간데이터큐브 체계 기반 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

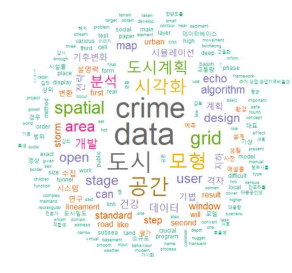
- 분석·가시화 부문의 연구는 총 341건으로 조사되었으며, 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 173건, 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 116건, Geo-AI 적용기술 39건, 오픈소스 소프트웨어 연계기술 13건으로 나타남
- 공간데이터큐브 기술 개발이 고부가가치를 창출할 수 있는 새로운 기술로 전망됨에 따라 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술, 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 관련 연구가 2000년대에 들어 급격하게 증가하고 있음



□ 기술별 워드클라우드

오픈소스 소프트웨어 연계기술 정의

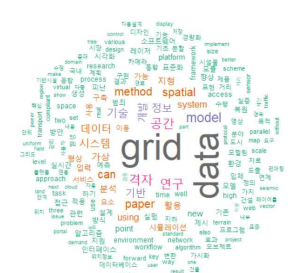
: QGIS, Python, R 등과 같이 공간 빅데이터 분석을 위한 범용성 있는 오픈소스 소프트웨어와 연동하여 공간데이터큐브 데이터 분석 지원하는 기술



- 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

공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 정의

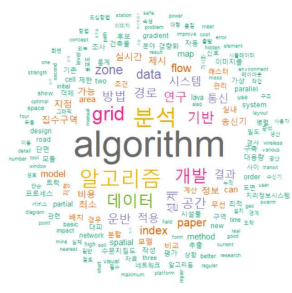
: 공간데이터큐브를 기반으로 데이터 분석에 필요한 분석용 데이터를 가공 처리하는 기술



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

Geo-AI 적용기술 정의

: 공간데이터큐브 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

공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 정의

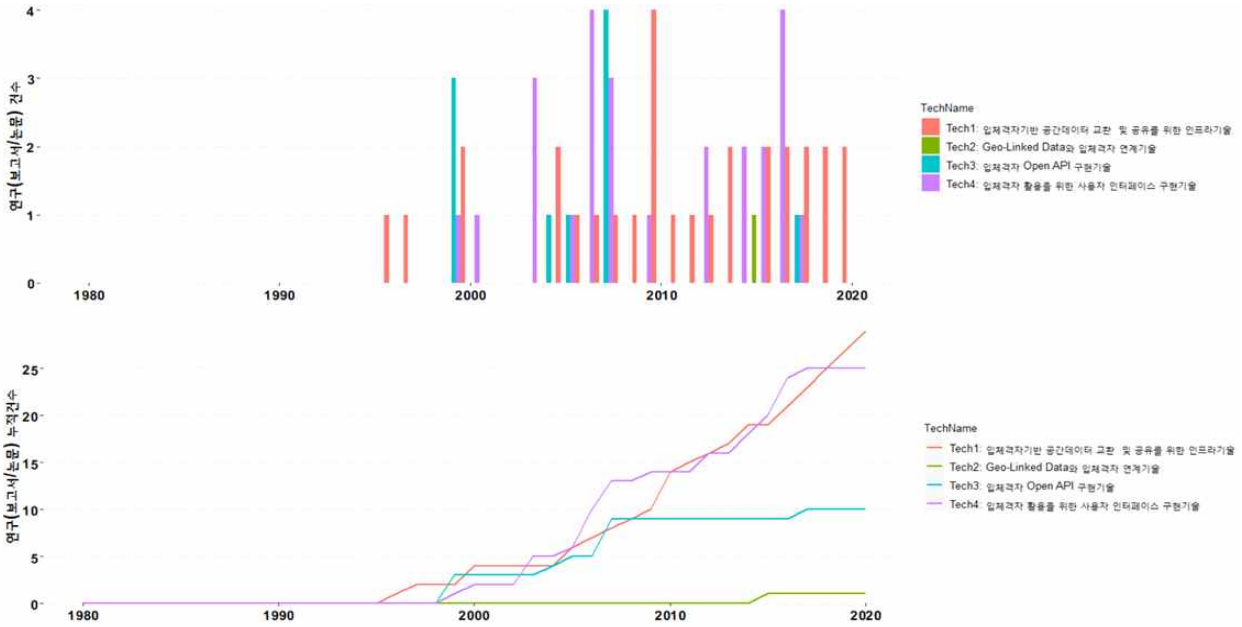
: 공간데이터큐브 단위로 시공간 빅데이터 패턴을 학습하고, 이상치 분석, 예측, 시뮬레이션을 지원하는 기술



- 관련 기술에는 포인트 클라우드 패턴 분석기술, 이동 객체 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, 공간데이터큐브기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 29건, 공간데이터큐브 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 25건, 공간데이터큐브 Open API 구현기술 10건, Geo-Linked Data와 공간데이터큐브 연계기술 1건으로 나타남
- 공간데이터큐브를 기반으로 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 인프라 기술 관련 연구는 1990년대 중반에 들어 나타나 꾸준히 연구가 되고 있음



□ 기술별 워드클라우드

공간데이터큐브기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 정의

: 공간데이터큐브를 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 공간데이터큐브 연계기술 정의

: 공간데이터큐브를 기반으로 Geo-Linked 데이터를 융합하여 다양한 시공간 빅데이터를 연계하고, 맞춤형 교환 및 공유 서비스를 지원하는 제반 기술

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

공간데이터큐브 Open API 구현기술 정의

: Open API를 통하여 공간데이터큐브 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

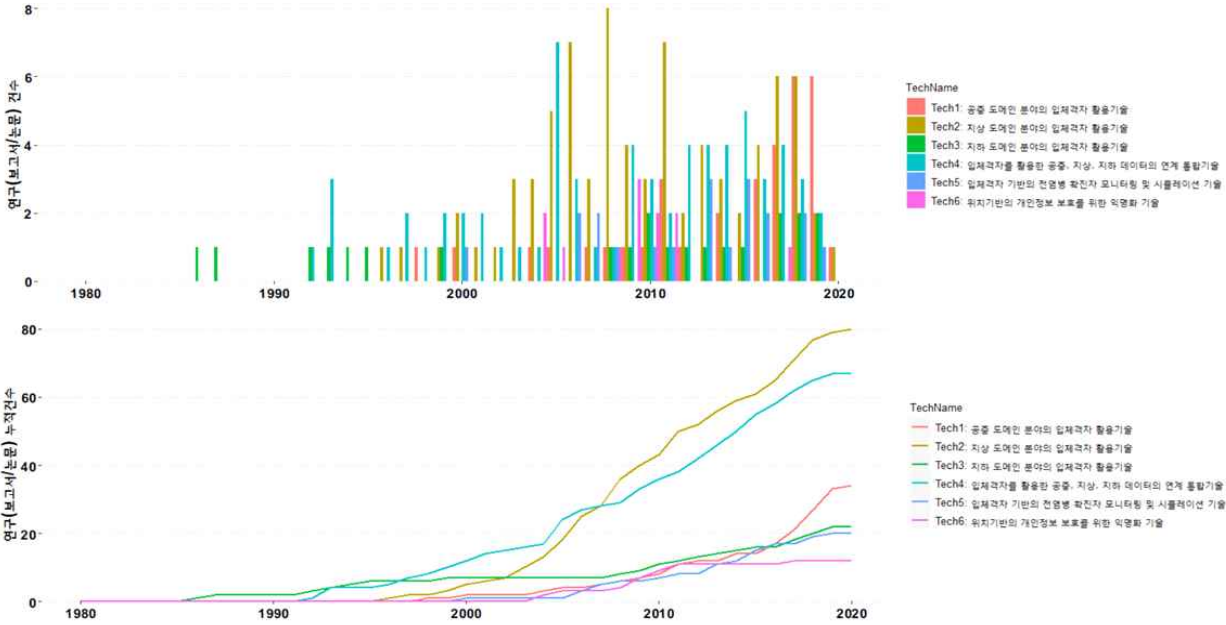
공간데이터큐브 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 정의

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

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

□ 실증·사업화 부문 연구(보고서, 논문) 현황

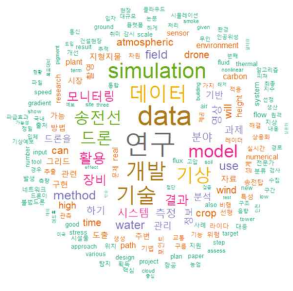
- 실증·사업화 부문의 특허는 총 237건으로 조사되었으며, 지상 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 80건, 공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 68건, 공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 35건, 지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 22건, 공간데이터큐브 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 20건, 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 12건으로 나타남
- 지상과 지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술은 1990년부터 시작되어 2000년대 들어서 연구가 많이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



□ 기술별 워드클라우드

공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 정의

: 공간데이터큐브를 기반으로 공중 정보를 데이터화하여 드론 길 정밀도로를 구축, 지상 데이터를 활용한 저고도 공중 공간정보를 분석하는 기술



- 관련 기술에는 저고도 유무인 비행체 장애물 모니터링 기술, 가상 공중도로 네트워킹 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 공간데이터큐브 활용기술 정의

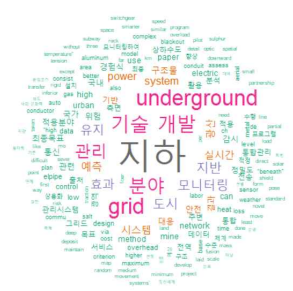
: 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 공간데이터큐브와 연계, 자연재해 대응 모니터링 및 가상 분석 시뮬레이션을 지원하는 기술



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

지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 정의

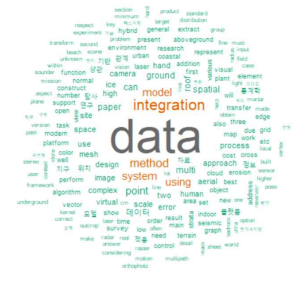
: 지하공동구, 지하철 등 지하시설물의 공간정보와 공간데이터큐브와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술



- 관련 기술에는 지하시설물 데이터의 공간데이터큐브화 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

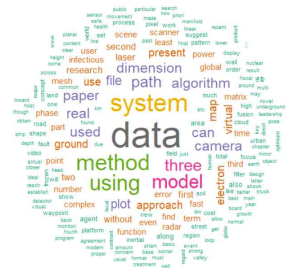
공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 정의

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



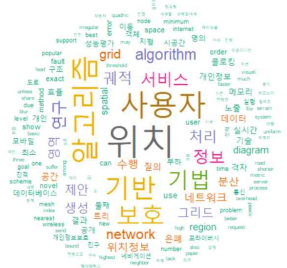
- 관련 기술에는 3D 포인트 클라우드의 격자화, 공간 유형별 공간데이터큐브 구분 및 식별기술 등이 있으며, 통합 3D 데이터 관련 연구가 많은 빈도수를 차지하고 있음
- 워드 클라우드를 통해 상위 빈출 단어는 integration, data, method 등으로 나타남

공간데이터큐브 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 정의
 : CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 공간 데이터큐브를 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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 관련 기술 분야를 특허 분석 대상으로 하였으며, 분석 대상 기간은 출원일자를 기준으로 2021년 12월까지 출원/공개된 특허를 대상으로 함

<표 20> 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, 공간데이터큐브 기술 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

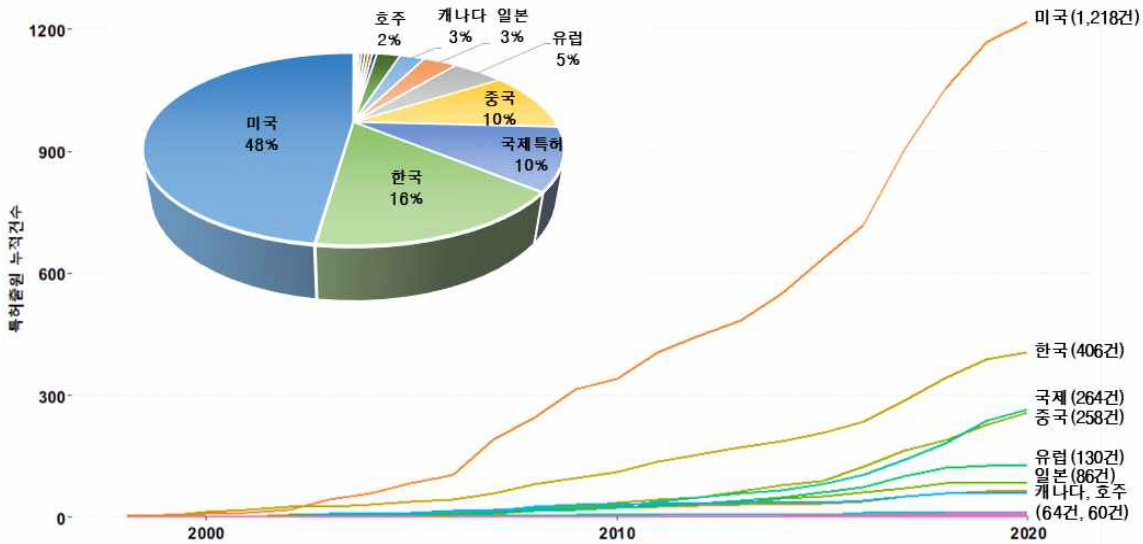
화, 공개·공유, 실증·사업화) 부문별 발행연도별 동향분석 수행

- 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



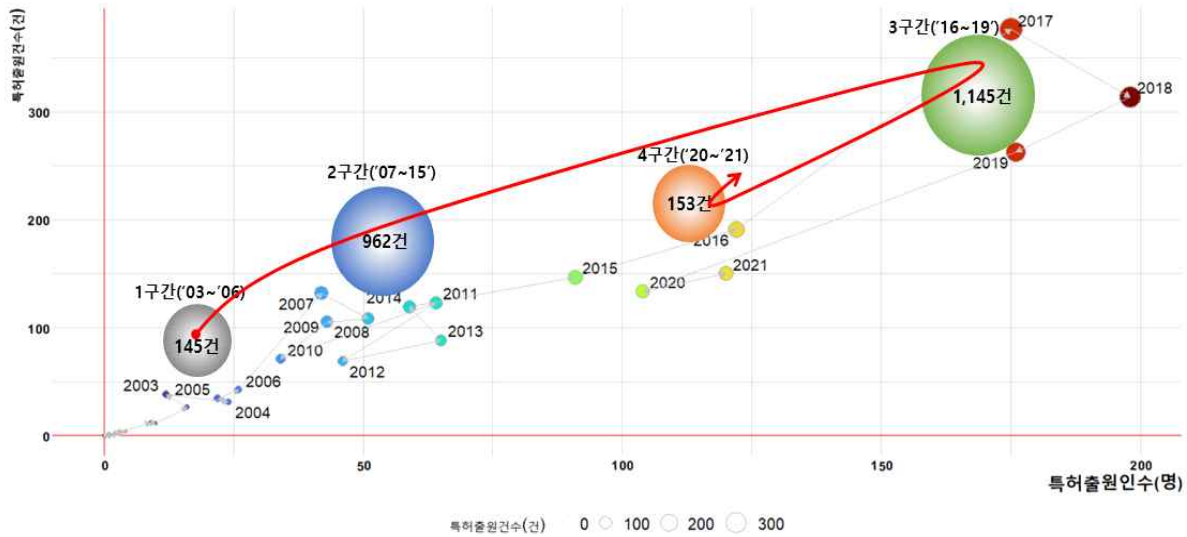
<그림 70> 국가별 특허현황(2021.12 기준)

(2) 특허기술 성장단계 분석

- 분석 대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원건수와 출원인수의 증감 변화를 토대로 해당 기술 분야의 특허기술 성장단계를 파악
- 특허기술 성장단계 분석구간의 설정은 전체 기간을 일정한 연간 단위로 구간을 구분하되, 최근 급부상하거나 이슈가 있는 기술 분야의 경우, 최근 기간 등으로 한정하여 구간을 설정하여 분석하는 것이 유의미할 수 있음
- 특허기술을 기반으로 공간데이터큐브 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 71> 국내외 특허기술 성장단계

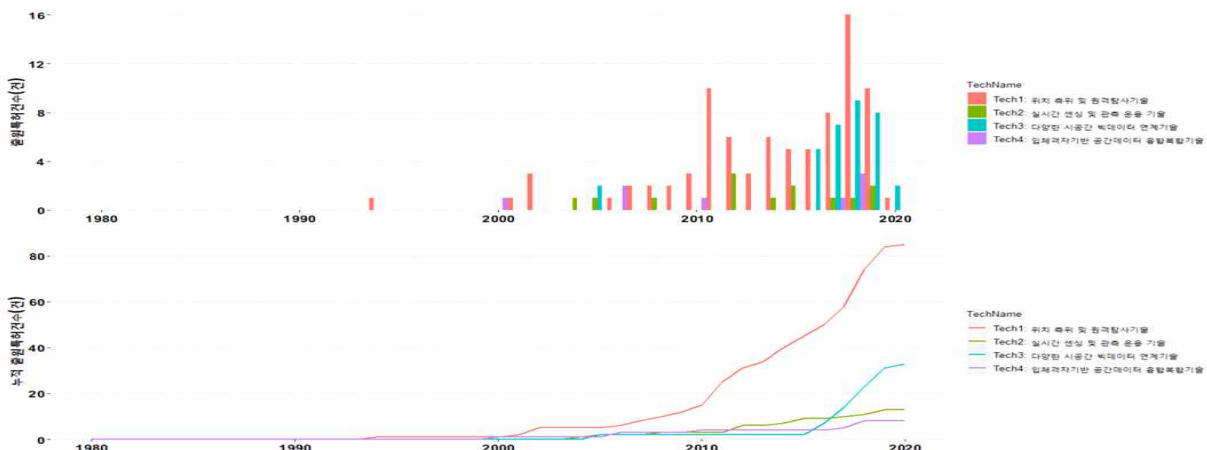
(3) 기술별 특허동향 및 워드클라우드

○ 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 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술, 공개·공유 기술 부문은 공간데이터큐브 기반 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, 공간데이터큐브 기반 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 공간데이터큐브를 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

다양한 시공간 빅데이터 연계기술 정의

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

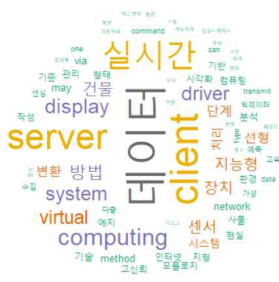


- 다양한 데이터들을 분석하고 목적과 방법에 맞는 형태로 처리하기 위하여 불필요한 정보를 가공하기 위한 데이터 전처리 키워드 관련 특허의 건수가 가장 많은 비중을 차지하였으며, CCTV 등의 영상 데이터와 관련 있는 CCTV 데이터가 두번째로 많은 비중을 차지하고 있음

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

실시간 센싱 및 관측 운용 기술 정의

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



- 사물인터넷 기기의 확산으로 데이터 양이 폭증하면서 이를 처리하기 위해 활용되는 에지 컴퓨팅이 가장 많은 특허 건수를 차지했으며, 센서 기반 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

공간데이터큐브기반 공간데이터 융합복합기술 정의

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

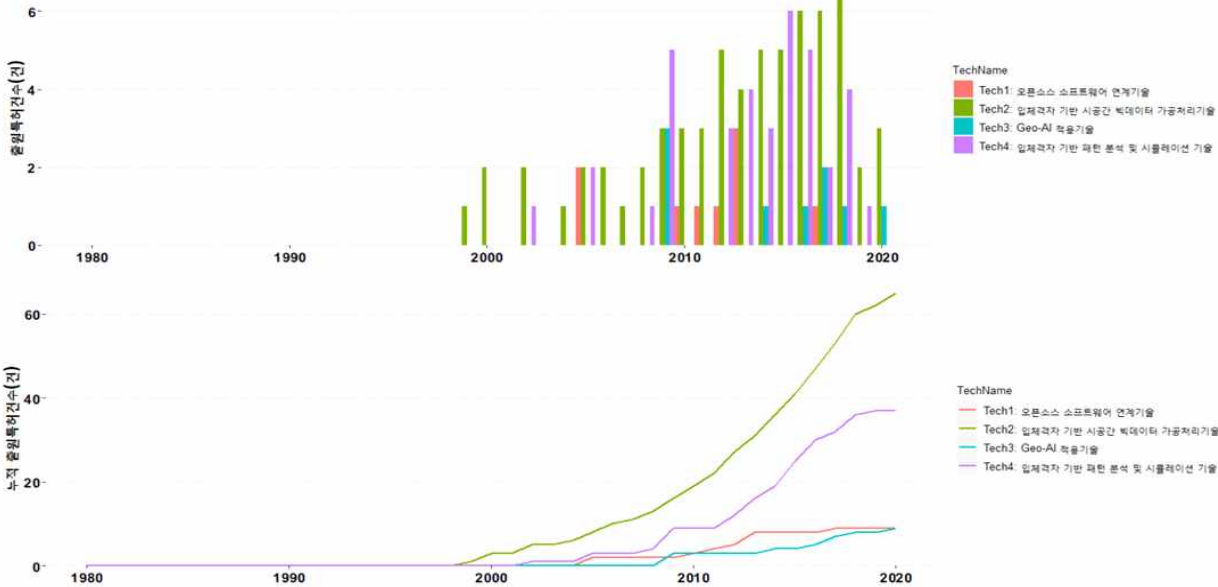


- 데이터 모델 통합기술, 공간 패턴 인식기술을 기반으로 공간데이터 통합, 공간패턴 인식 키워드 등과 관련된 특허의 건수가 높게 나타남

- 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, 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 65건, 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시물레이션 기술 37건, Geo-AI 적용기술 10건, 오픈소스 소프트웨어 연계기술 9건으로 나타남
- 3차원 격자를 활용하여 데이터 분석에 필요한 데이터들을 가공하기 위한 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술은 1999년부터 중요성이 강조되어 특허출원 건수가 증가하기 시작하였으며, 공간데이터큐브를 활용하여 재난 시물레이션을 사용하기 위해 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시물레이션 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 공간데이터큐브 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

공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 정의

: 공간데이터큐브를 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

: 공간데이터큐브 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

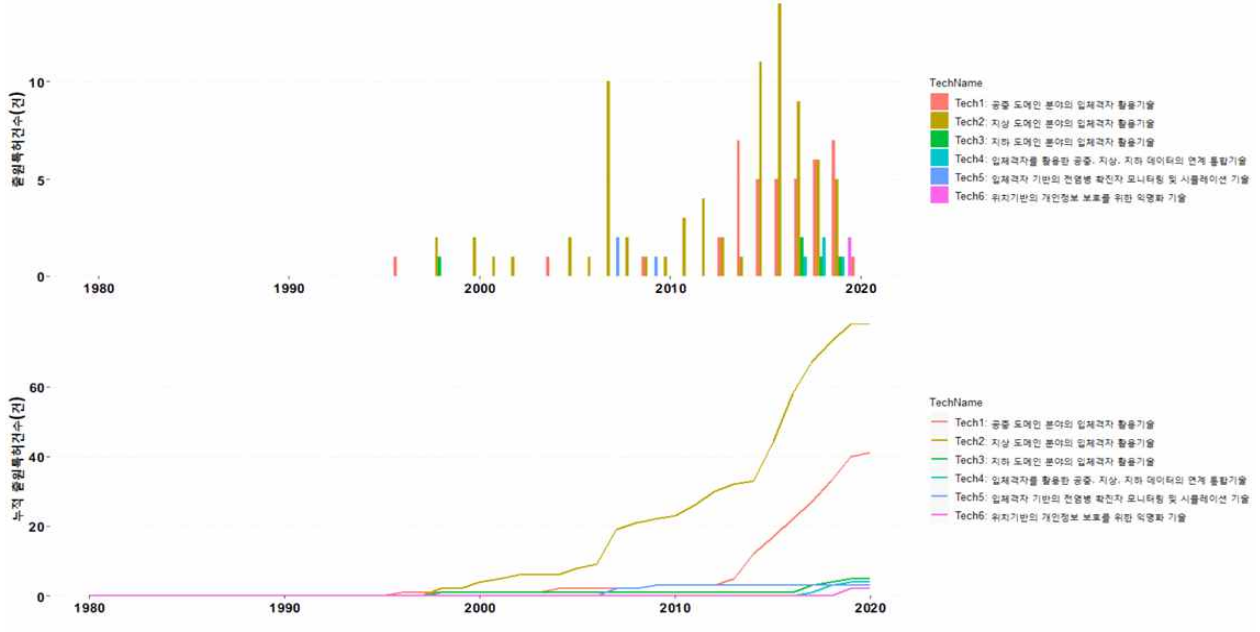
공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시물레이션 기술 정의

: 공간데이터큐브 단위로 시공간 빅데이터 패턴을 학습하고, 이상치 분석, 예측, 시물레이션을 지원하는 기술

- 공간데이터큐브 데이터들을 활용하여 재난을 예측해볼 수 있는 3차원 시물레이션 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 시물레이션, 정보, 분석, 데이터, 영상, 시스템 등으로 나타남

□ 실증·사업화 부문 특허동향

- 실증·사업화 부문의 특허는 총 135건으로 조사되었으며, 지상 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 78건, 공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 43건, 지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 5건, 공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 4건, 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 활용기술 관련 특허 출원이 1990년대 말부터 증가세를 보이다가 2010년 후반부터는 하락세를 보이고 있으며, 공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 특허 출원은 2010년 초반부터 증가세를 보이기 시작하고 있음



□ 기술별 워드클라우드

공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 정의
 : 공간데이터큐브를 기반으로 공중 정보를 데이터화하여 드론 길 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 미세먼지의 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 공간데이터큐브 활용기술 정의
 : 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 공간데이터큐브와 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 공간데이터큐브 활용기술 정의
 : 지하공동구, 지하철 등 지하시설물의 공간정보와 공간데이터 큐브와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술

- 지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 관련 특허 출원은 5건이 있었으며, 건물의 이상 징후를 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

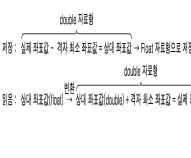
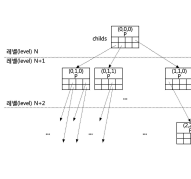
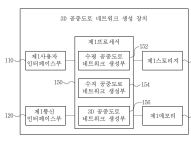
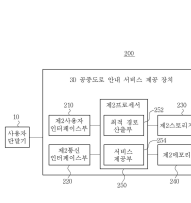
공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 정의
 : 공간데이터큐브 데이터의 계층적 특성을 기반으로 공중, 지상, 지하의 개별 도메인 데이터 간 연계 통합기술

- 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

| | |
|--|--|
| <p>공간데이터큐브 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 정의</p> <p>: CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 공간 데이터큐브를 기반으로 모니터링 및 시뮬레이션하여 선제적 방역 대응에 활용하기 위한 기술</p>  <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 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 | <p>위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 정의</p> <p>: 정보의 손실을 최소화하면서 위치정보를 포함하는 개인정보를 익명화하기 위한 기술</p>  <ul style="list-style-type: none"> 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 나타남 |
|--|--|

(4) 공간데이터큐브 관련 특허현황

<표 21> 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 안내 서비스 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 | 10-2019-01 49911 | 포도, 안양대학교 산학협력단 | 3차원 격자기반의 미세먼지 정보 가시화 장치는 데이터 획득부, 데이터를 3차원 공간데이터큐브에 적용하기 위한 데이터 변형부, 데이터를 가시화하는 가시화부를 포함하는 장치임 | |
| 3차원 입체 격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템 | 10-2018-01 72572/ 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 | 10-2018-01 26870/ 10-1993755 | 안양대학교 산학협력단 , 씨엠월드 | 공간정보관리장치는 최상위 격자에서 계층적으로 분할하여 격자 생성, 생성된 격자에 식별정보 부여, 3차원 공간 정보를 격자 단위로 저장하는 단계로 관리되고 있는 기술 | |
| 3차원 공간 가시화 장치 및 그 방법 | 10-2018-00 91440/ 10-1966343 | 씨엠월드 | 3차원 공간 가시화 장치를 통한 방법은 공간정보를 포함하는 복수 개의 격자 중 절단면이 통과하는 격자를 파악하고, 격자 내 절단면과 만나는 격자 점들을 파악한 후 이를 이용하여 절단면의 지하 공간을 렌더링하여 표시함 | |
| DSM 기반 항법위성의 관측환경 시뮬레이션 방법 및 장치 | 10-2018-01 42799/ 10-1969863 | 한국건설 기술연구원 | 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 | 10-2017-00 66531/ | 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 | 10-2013-01 04541/ 10-1541519 | (주)헤르메 시스 | 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 | 10-2009-00 44144/ 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 | 10-2008-00 78692/ 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 22> 공간정보 연구 관련 정부출연연구소 연구현황

| 기관명 | 관련 부서 | 연구내용 |
|---------------------|-------------------------------------|---|
| 공간정보산업진흥원 | 산업진흥본부, 디지털국토본부, 품질검증본부 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 방법 실증지구 실증 및 사업화 지원체계 구축 연구 |
| 한국건설기술연구원 | 미래스마트건설연구본부 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 전환 연구본부, 교통빅데이터 연구본부, 항공교통연구본부 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 모빌리티 전환 전략 연구 ▪ 스마트시티 교통 연구 ▪ 자율협력주행/ 미래차 연구 ▪ 교통 빅데이터 플랫폼 구축·운영 ▪ 항공 안전 및 드론 연구 |
| 한국도로공사 | 도로교통연구원 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 스마트교통분야 ITS 기반기술 연구 ▪ 스마트교통분야 공간정보/도로 융·복합 연구 |
| 한국전자통신연구원 | 산업·IoT 지능화 연구단, | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 지능형 엣지 IoT, 자율형 IoT, 디지털 지능 트윈, 공통융합 IoT 관련 기술연구 |

| 기관명 | 관련 부서 | 연구내용 |
|------------------|----------------------------|---|
| | 도시·교통 ICT 연구단, 자율무인이동체 연구단 | <ul style="list-style-type: none"> 5G 기반 스마트시티 서비스 플랫폼 기술을 연구개발 자율 무인이동체 관련 기술연구 |
| 한국토지주택공사 토지주택연구원 | 연구정책부, 국토도시연구실, 정책지원TF단 | <ul style="list-style-type: none"> 도시재생/도시인프라/도시환경계획/스마트시티 관련 연구 IT기술을 활용한 국토정보체계 관련 연구 |
| 경기연구원 | 도시주택연구실 | <ul style="list-style-type: none"> 공간 및 지리정보관련 정책(GIS, 공간계획, 빅데이터, 스마트시티) 연구 |
| 인천연구원 | 도시공간연구부 | <ul style="list-style-type: none"> 도시인프라 조성을 위한 첨단교통체계 연구 도시공간 기반 조성분야 공간정보 관련 연구 |
| 충남연구원 | 공간환경연구실 | <ul style="list-style-type: none"> 공간통계 및 GIS 연구, 빅데이터/공간빅데이터 연구 환경보전 및 GIS, 공간계획 연구 |
| 대구경북연구원 | 미래전략연구실, 스마트공간연구실 | <ul style="list-style-type: none"> 공간 빅데이터 활용을 통한 도시재정비 및 주택정책 연구 공간 빅데이터 활용을 통한 지속 가능한 도시관리 연구 |
| 부산연구원 | 도시·환경연구실 | <ul style="list-style-type: none"> 해양환경 분야 3차원 공간정보 구축 관련 연구 그린인프라 공간분석을 통한 기후변화 관련 연구 |
| 강원연구원 | 균형발전연구실, 미래전략 연구실 | <ul style="list-style-type: none"> GIS 기반의 방재정책 및 산림환경/생태 분야 연구 공간정보 활용 도시계획 및 설계/정책 연구 |
| 광주전남연구원 | 지속가능공간 연구실 | <ul style="list-style-type: none"> 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 23> 국내 공간정보 관련 R&D 연구 수행 대학

| 대학명 | R&D 연구 제목 |
|---------|---|
| 부산대학교 | <ul style="list-style-type: none"> 공간정보 SW활용을 위한 오픈소스 가공기술 개발(14~19) |
| 서울시립대학교 | <ul style="list-style-type: none"> 차세대 국토해양공간정보 기술 기획(1)(10~11) 디지털 뉴딜 시대에 공간정보 지능화를 통한 탄소제로 관련 도시정책 예측 평가-추진지원시스템 개발(21~22) |
| 서울대학교 | <ul style="list-style-type: none"> 국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발(14~19) |
| 성균관대학교 | <ul style="list-style-type: none"> 스마트 도시공간 계획 및 관리기술 기획(12) |
| 안양대학교 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 안전한 국민생활을 위한 공간정보 기반 지능형 방법기술 개발(14~19) 국토위성정보 수집 및 활용기술 개발(18~20) |
| 연세대학교 | <ul style="list-style-type: none"> 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 24> 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

○ 공간데이터큐브 연구와 관련된 국내 연구 인프라 현황은 다음과 같음

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

<표 25> 공간데이터큐브 관련 국내 연구 인프라 현황

| 기관명 | 연구내용 | 비고 |
|-----------|------------------------------------|-----|
| 안양대학교 | ▪ 공간데이터큐브 프레임워크 개발 및 법제도 관련 연구 | 대학 |
| 한국건설기술연구원 | ▪ 공간데이터큐브 기반 스마트 모빌리티 서비스 개발 | 연구소 |
| 씨엠월드 | ▪ 공간데이터큐브 구현 및 공간데이터큐브 관련 핵심 기술 개발 | 기업 |
| 웨이버스 | ▪ 공간데이터큐브 관련 연계 기술 개발 | 기업 |
| 포도 | ▪ 공간데이터큐브 기반 국토관리서비스 개발 | 기업 |

2) 국내외 연구개발 인프라 수준

○ 공간데이터큐브 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 26> 나라별 연구개발 인프라 수준 비교

| 기술 분류 | 국가명 | 인프라 수준 |
|-----------------------|-----|--|
| 스마트시티 구축 및 운영기술 | 한국 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 초창기에는 민간 선도기업과 정부산한 관련 연구기관 중심으로 스마트시티 기술 분야에서 선도적인 역할을 했다면, 최근 양적 및 질적 지표에 있어 중국에 밀리는 양상이 보임 ▪ 디지털 뉴딜 등 정부 주도로 스마트시티 활성화 |
| | 중국 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국가 주도로 디지털트윈 구축을 시도하고 있으나, 3D 공간정보 분야는 외국 기술 의존도가 높고 예측분석 기술력이 미흡함 |

| 기술 분류 | 국가명 | 인프라 수준 |
|----------------------------|-----|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 타 분야의 비해 민간시장 규모가 작은 편이며, 기술의 발전을 위해서는 정부의 꾸준한 투자가 필요함 |
| | 중국 | <ul style="list-style-type: none"> 많은 인적 자원과 정부의 집중투자를 통해 빠른 속도로 기술 발전 중임 위성측위시스템 관련 투자가 증가하고 민간 소프트웨어 기업의 지속적으로 출현하고 있음 |
| | 일본 | <ul style="list-style-type: none"> 국가 중심으로 추진하는 공간정보 사업이 부족함 선도그룹 대비 인력 배출이 부족하고, 요소기술의 부족으로 국가 단위의 지원이 미비함 |
| | EU | <ul style="list-style-type: none"> INSPIRE 프로젝트를 통해 디지털트윈 구축을 위한 기술개발 및 표준, 로드맵을 수립하고 진행하고 있음 연구 성과는 많지만 이를 구현할 국가의 정책적 지원이 미비 |
| | 미국 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 장수명화 기본계획에 따라 인프라 유지관리 정책이 추진 중 빈번한 재난재해로 인해 하드웨어적 연구를 많이 이루어졌으나, AI, 빅데이터 등 소프트웨어 측면은 미흡함 |
| | EU | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 공간데이터큐브기술 개발 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고, 기술 수요 현황 및 기술 개발 범위 설정 등 기초자료로 활용하기 위함
- 기술 수요조사 내용
 - 공간데이터큐브기술 인지도 및 필요성 조사
 - 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 실증 사업화 측면의 문제점
 - 공간데이터큐브기술 고도화를 위해 개발되어야 하는 기술수요 조사
 - 공간데이터큐브기술 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

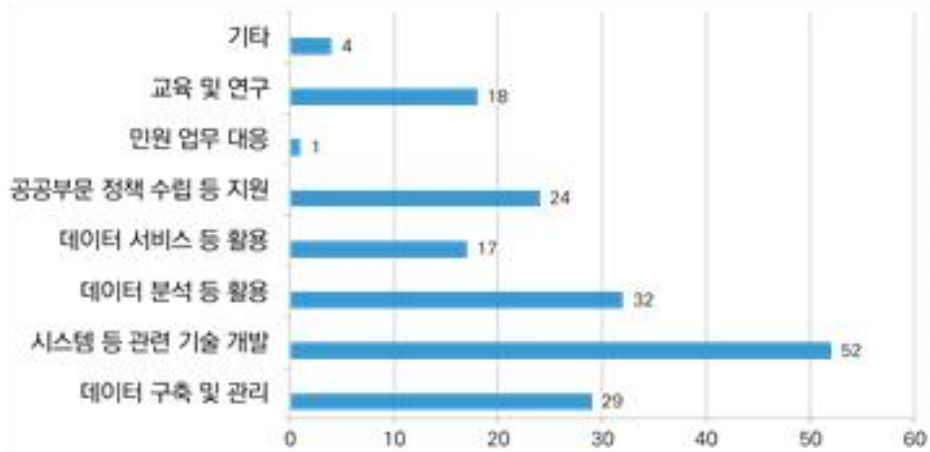
가. 조사대상자의 기본사항

- 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



<그림 72> 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 73> 응답자의 담당 업무 현황

나. 공간정보에 대한 이해 정도 및 공간데이터큐브 인지도 결과

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



<그림 74> 공간정보 이해 정도

- 현존하는 격자체계에 대한 이해 정도는 행정안전부의 국가지점번호, 국토지리정보원의 국토조사에 따른 공간데이터큐브에 비해 국토교통부의 공간데이터큐브에 대한 인지도가 낮은 편임



<그림 75> 현존하는 공간데이터큐브에 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

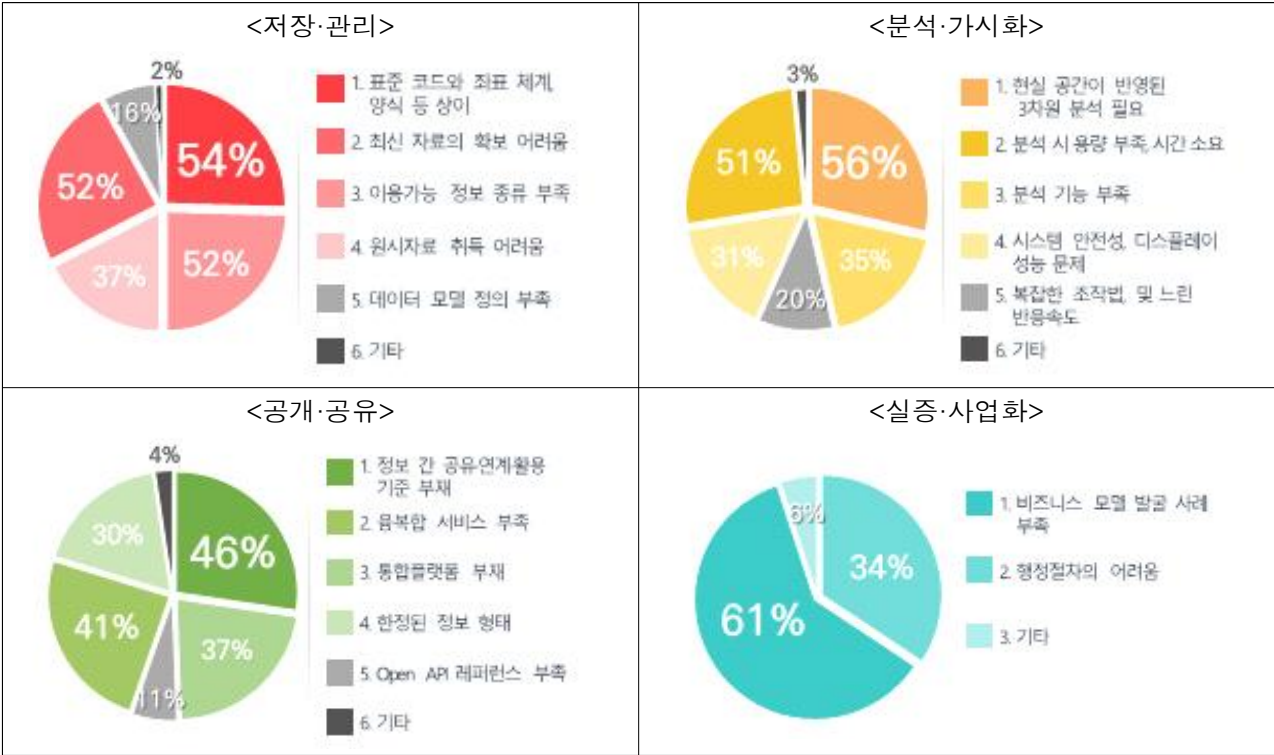
- 지상·지하가 포함된 건물에 대한 이동 동선 파악 등 현실 공간이 반영된 3차원 분석 필요
- 고정밀·대용량 정보, 실시간 데이터 분석이 가능한 시스템 용량이 필요하고, 시간 소요에 대한 기술적 대책 마련 필요
- 다양한 공간정보분석 기능이 부족하여 취득 데이터 활용에 한계 발생
- 서비스 제공 대상에 따른 서비스 기준 마련 필요, 하천/해안 등 수심에 대한 분석·가시화 부족

○ 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

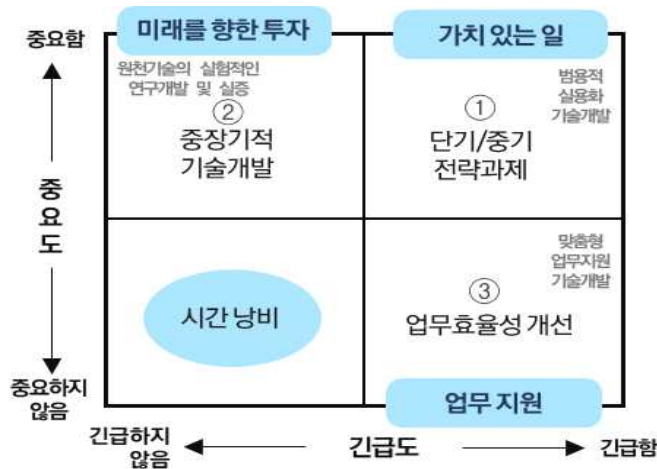


<그림 76> 공간정보 업무 시 기술 부문별 문제점

라. 분야별 공간데이터큐브기술 고도화를 위해 개발이 요구되는 기술

(1) 매트릭스 분석 개요

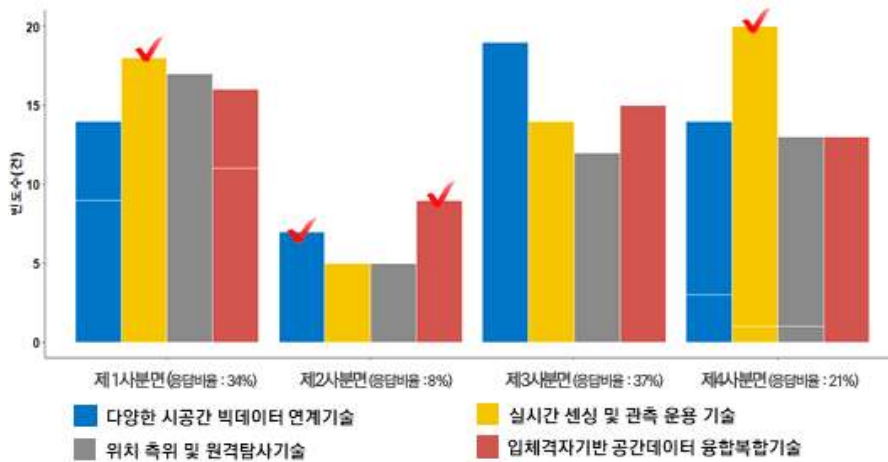
- 공간데이터큐브기술 고도화를 위해 개발이 요구되는 기술의 긴급도와 중요도 조사를 통해 긴급도-중요도 매트릭스 분석 실시
 - 긴급도가 높고, 중요도가 높다면, 단기적인 기술개발에 따른 성장을 목표로 할 때 기술개발 우선순위가 가장 높음
 - 긴급도가 낮고, 중요도가 높다면, 중장기적인 기술개발에 따른 성장을 목표로 할 때 집중 기획이 요구됨
 - 긴급도가 높고, 중요도가 낮다면, 기술개발의 중요성은 떨어지나 기술 개선에 대한 수요가 높아 단기적인 기술개발을 위한 기획이 요구됨



<그림 77> 긴급도-중요도 매트릭스 분석 개요

(2) 공간데이터큐브 기반 정보의 저장 및 관리에 요구되는 기술 수요

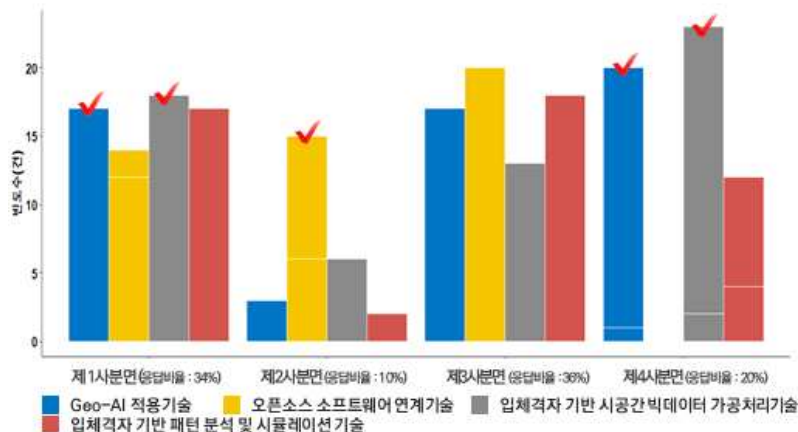
- 긴급도가 높은 제1, 4사분면에 위치한 ‘실시간 센싱 및 관측 운용 기술’이 개발 수요가 높게 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음
- 긴급도는 낮으나 중요도가 높은 제2사분면에서 ‘공간데이터큐브기반 공간데이터 융합 기술’과 ‘다양한 시공간 빅데이터 연계기술’이 1, 2순위로 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음



<그림 78> 저장·관리 분야의 기술 수요 결과

(3) 공간데이터큐브 기반 정보의 분석 및 가시화에 요구되는 기술 수요

- 긴급도가 높은 제1, 4사분면에서 ‘공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리 기술’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



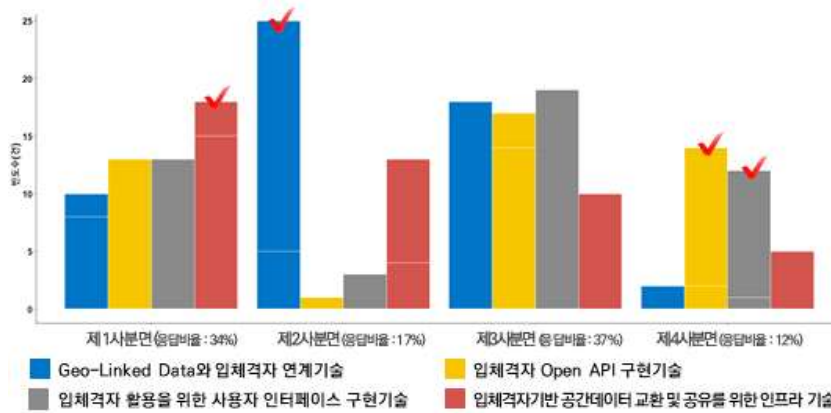
<그림 79> 분석·가시화 분야의 기술 수요 결과

(4) 공간데이터큐브 기반 정보의 공개 및 공유에 요구되는 기술 수요

- 제1사분면의 ‘공간데이터큐브기반 공간 데이터 교환 및 공유를 위한 인프라 기술’이

타 기술에 비하여 긴급도와 중요도의 응답이 상대적으로 높은 것으로 나타남

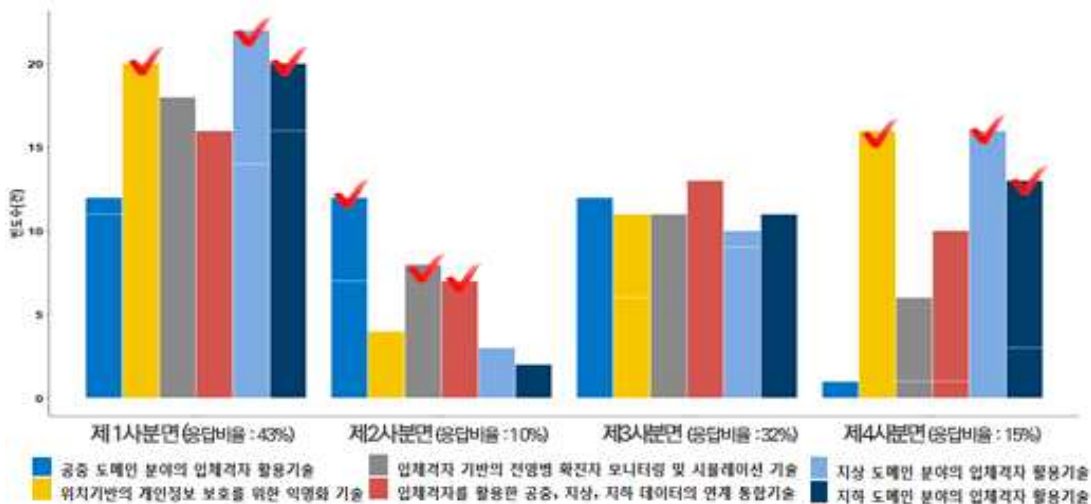
- 제4사분면의 ‘공간데이터큐브 Open API 구현기술’과 ‘공간데이터큐브 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현 기술’은 기술개발의 중요성은 낮으나 긴급도가 높아 단기적 기술개발을 위한 기획이 요구됨
- 제2사분면의 ‘Geo-Linked Data와 공간데이터큐브 연계기술’에 대한 기술개발 수요가 상대적으로 높게 나타나, 중장기적 측면에서의 기술개발을 고려할 필요가 있음



<그림 80> 공개·공유 분야의 기술 수요 결과

(5) 공간데이터큐브 기반 정보의 실증 및 사업화에 요구되는 기술 수요

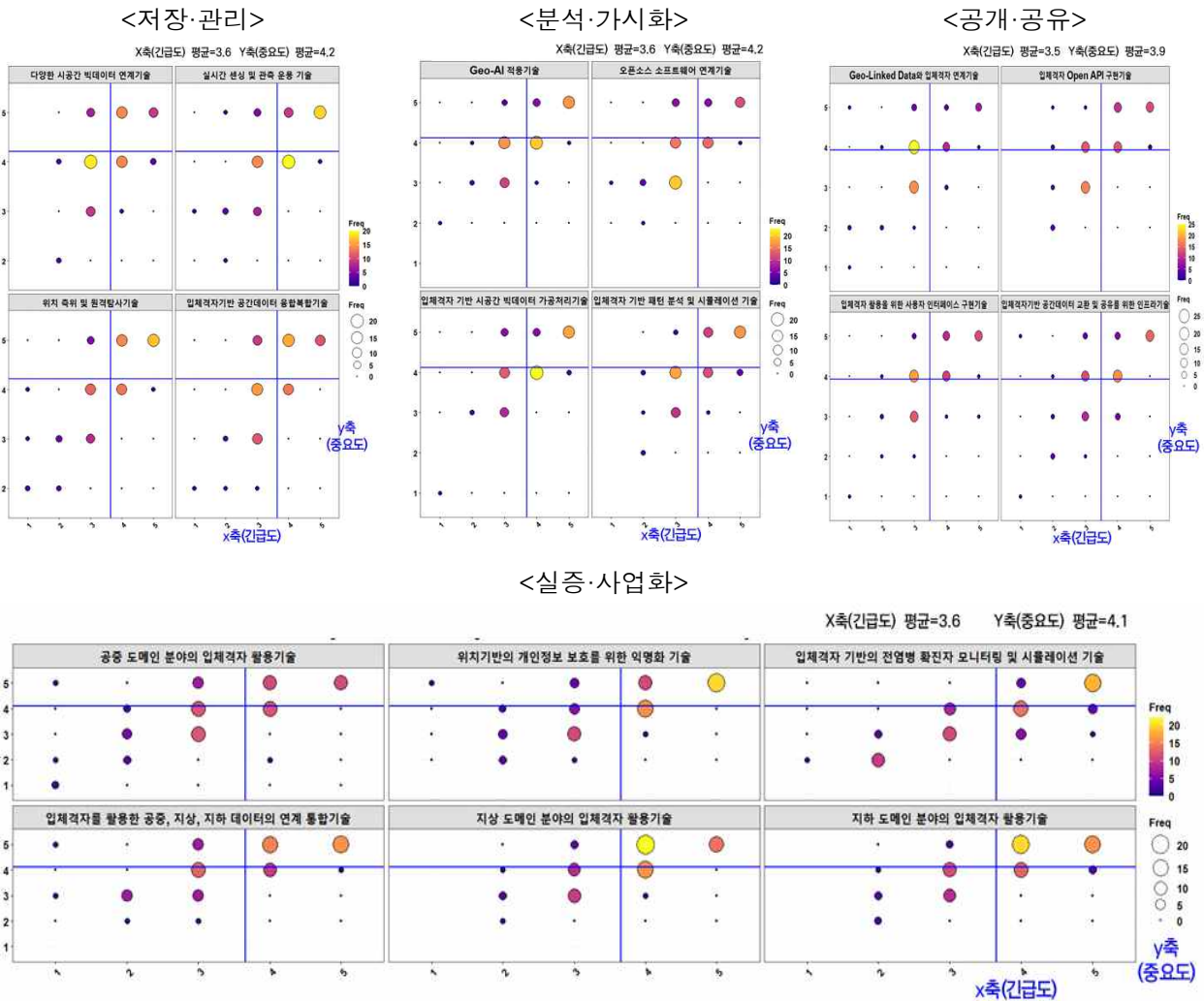
- 긴급도가 높은 제1, 4사분면에서 ‘지상 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술’, ‘위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술’, ‘지하 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술’ 순으로 기술개발의 긴급도가 높은 것으로 도출되었으며, 단기적 측면에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음
- 긴급도는 낮으나 중요도가 높은 제2사분면에는 ‘공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술’, ‘전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션’, ‘공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술’ 순으로 도출되었고, 중장기적 관점에서의 기술개발이 고려될 필요가 있음



<그림 81> 실증·사업화 분야의 기술 수요 결과

(6) 기술별 긴급도-중요도 매트릭스 분석 평균값 비교

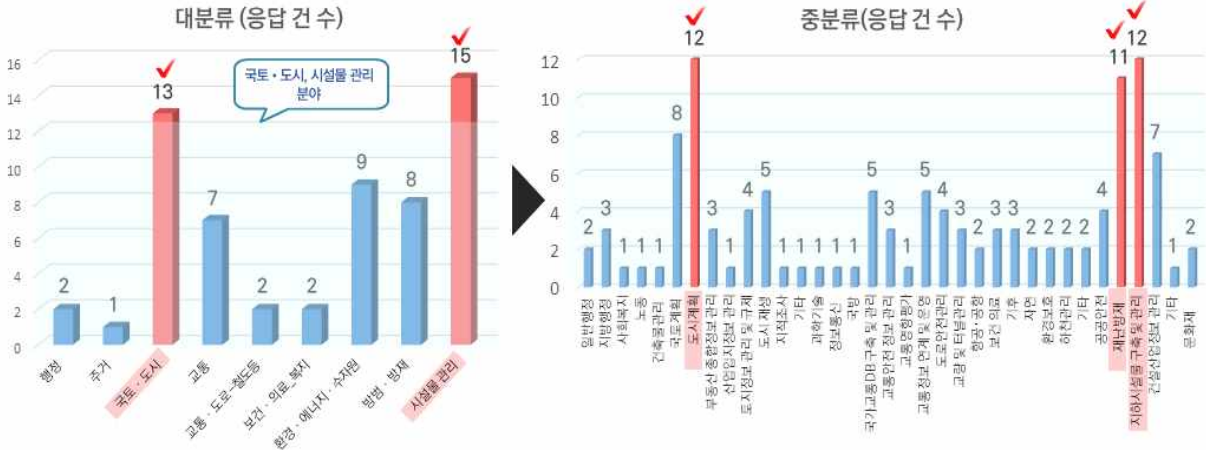
- 저장·관리와 분석·가시화 기술의 긴급도 및 중요도의 평균값은 3.6, 4.2로 동일하게 나타났으며, 공개·공유 기술은 3.5, 3.9, 실증·사업화 기술은 3.6, 4.1로 나타났음
- 타 기술에 비해 긴급도 및 중요도 값이 작게 나온 공개·공유 기술의 기술 수요가 가장 적음을 알 수 있으며, 나머지 기술은 비슷한 값이 도출되었음



<그림 82> 기술별 긴급도-중요도 매트릭스 분석 평균값

마. 공간데이터큐브기술 활용 계획 및 분야 현황

- 응답자의 61%가 공간데이터큐브기술 활용을 계획 중이며, 전반적으로 국토· 도시, 교통, 시설물 관리, 방법·방재 4개 분야를 중심으로 현재 또는 향후 업무를 위한 공간데이터큐브기술 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), 방법·방재(재난방재, 공공안전) 순으로 공간데이터큐브기술 활용을 고려하고 있음



<그림 83> 공간데이터큐브기술 활용 계획 및 분야 현황

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

<표 27> 공간데이터큐브기술 관련 현재 또는 계획 중인 업무 현황

| 분야 | 해당 업무 내용 |
|-------------------------|---|
| 지하시설물 구축 및 관리/건설산업정보 관리 | <ul style="list-style-type: none"> 지상·지하 통합관리 디지털 트윈 체계 정보화전략계획 수립 지하정보통합체계 구축사업(지하안전사고 예방을 위한 지하시설물 기반정보 관리), 지하시설물 관리 지반 액상화 위험도 평가 차세대 건설정보관리시스템(공간데이터큐브기술을 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 | <ul style="list-style-type: none"> 디지털 트윈 방식의 하천 플랫폼 구축 광해 통합관리시스템 개발 도심지 건설현장 미세먼지 저감을 위한 스마트 감시 및 드론 기반의 Water Fog 분사시스템 개발 공간데이터큐브를 이용한 미세먼지 시뮬레이션 연구 미세먼지 3차원 매핑 도시환경평가 등에 공간데이터큐브를 도입한 도시환경 분석 서비스 AI 영상인식 기반 내 주변 3차원 미세먼지정보 구축 기술개발 |
| 토지정보 관리 및 규제 | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간정보를 이용한 지적경계 기준 용적율·건폐율 산정 및 법제도화 |
| 재난방재 | <ul style="list-style-type: none"> 재난안전분야 격자공간체계 활용 위험분석 기술개발 공간데이터큐브기반 실내외 실시간 안전상태정보 구축/분석/제공기술개발 |
| 행정 및 플랫폼 | <ul style="list-style-type: none"> 2021년 주소 국제표준화 대응방안 마련 연구 지도정보플랫폼(스마트 서울맵, 행정정보 공간화, 국가지점번호 등 연계) 공간정보 오픈 플랫폼 운영 |
| 도시계획 | <ul style="list-style-type: none"> 도시기반시설 데이터의 입체적 저장, 결합 활용, 융합 가시화 분석 서비스 개발 디지털 트윈 구축 |
| 기타 | <ul style="list-style-type: none"> 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. 공간데이터큐브기술 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 84> 공간데이터큐브기술과 업무와의 연관성

아. 기타 요구사항

- 도로명주소체계, 국가지점번호 등 다양한 기관과 기업에서도 활용하고 있는 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브기술 기반 서비스와의 차별화가 명확히 보여야 함
- 드론, 자율주행 및 지하공간, 입체지적 등을 고려한 서비스 개발 필요
- 소프트웨어 측면에서 공간데이터큐브기술을 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, 공간데이터큐브 기반 시공간 가공처리 기술, Geo-AI 적용 기술, 공간데이터큐브 기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라 기술, 공간데이터큐브 Open API 구현 기술, 지상/지하 도메인 활용 기술, 위치기반의 개인정보 보호를 위한 익명화 기술 등이 도출됨
 - 중기적으로 필요로 하는 기술에는 공간데이터큐브 기반 공간데이터 융합기술, 공간데

이터큐브 기반 패턴분석 및 시뮬레이션 기술, 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 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 85> 공간데이터큐브기술 고도화를 위한 부문별 기술 수요 특성

- 공간데이터큐브기술 활용분야 현황을 통해 국토·도시, 교통, 시설물 관리, 방법·방재 분야에서 공간데이터큐브기술 실증 및 활용 모델 개발이 요구되고 있음을 파악할 수 있음
- 국토·도시(도시계획, 국토계획, 도시재생), 교통(국가교통DB구축 및 관리, 교통정보 연계 및 운영), 시설물 관리(지하시설물 구축 및 관리, 건설산업정보 관리), 방법·방재(재난방재, 공공안전)

2-8 전문가 기획위원회, 총괄위원회, 자문위원회 의견 정리

1) 개요

- 공간데이터큐브 고도화 기술개발을 위해 총괄위원회, 기획위원회, 자문위원회를 구성하여 운영함
- 기획위원회
 - (역할) 공간데이터큐브 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) 공간데이터큐브 기술의 방향성 및 관련 R&D 연구와의 연계방안에 대한 자문의견 제시
 - (구성) IoT, 디지털 트윈, 공간데이터큐브 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브의 장점을 부각하여 공간데이터큐브 기술로 인해 국토정보 관리에 어떻게 효과적인지 제시 필요 ▪ 현재 구축된 국토정보를 공간데이터큐브로 구축 및 활용되는 연구내용으로 포함 필요 ▪ 산업 수요에 적절한 격자의 크기와 모양을 유연하게 설계할 수 있어야 함 ▪ 공간데이터큐브 표준 데이터 모델, 제품사양 등의 표준 필요 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브 기반 데이터 융합, 활용방안에 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 공간데이터큐브/지형지물 유형화, 유형 등록, 검색관리방안 필요 ▪ 저장·관리 방식으로 RDBMS와 NoSQL DB를 하이브리드로 융합한 DBMS 채택 고려 필요 ▪ 공간데이터큐브 관련 OGC 표준 동향을 파악하고 국제표준 일정을 고려한 표준 개발이 되어야 함 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 지리원의 국토조사를 공간데이터큐브를 활용할 시 효과성 제시 필요 ▪ 기존 분석 기술과 격자 기술이 추가된 분석을 비교하여 공간데이터큐브의 강점 및 효율성 명확화 필요 ▪ 공간데이터큐브 표준 및 규정화에 대한 연구내용 추가 필요 |
| 분석·시각화 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브에 사회 속성(인 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브 기반 인공지 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3분과(실증서비스)에 있는 기 |

| 분야 | 기획위원회 | 자문위원회 | 총괄위원회 |
|-----------|---|--|---|
| · 공개 · 공유 | <p>문, 사회, 경제, 인구 등)을 사용자 및 주제 관점으로 매핑하는 것을 AI 기술로 활용 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브 기술에 Geo-IoT, Geo-AI 등 반영 필요 ▪ 공간데이터큐브 기반 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술을 활용하여 건물부문 탄소 배출공간지도 구축을 연구내용으로 검토 필요 ▪ 공중-지상-지하 통합모델 개발 시 보안 데이터를 다루므로 데이터 공유·개방 고려 필요 | <p>능 기법(CNN, RNN, LSTM, GAN 등) 적용 여부 검토 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 비정형데이터 등 융복합 데이터 품질향상을 통한 공간 패턴, 예측모델 분석 필요 | <p>술이 1분과(저장·관리), 2분과(분석·가시화)에 나올 수 있도록 표현</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 벡터/래스터 분석 결과를 2D/3D 격자로 표현 방법 연구 필요 ▪ 공간데이터큐브를 활용하면 수많은 데이터에 접근하여 단시간에 분석·예측이 가능한 점을 중요한 포인트로 언급 필요 |
| 실증·사업화 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브 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 ▪ 공간데이터큐브의 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 서비스 개발 시 서비스 대상자 및 대상지 선정 후, 서비스 목적·표출 정보·시각화·요구사항 등 반영 추진 필요 ▪ 후보 과제에 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제 데이터 구축 활용 중심의 국가사업, 주요 민간서비스에 대한 현황 파악 필요 ▪ 격자 활용, 격자 우수성·필요성을 증명해야 한다면 격자 본질 + θ가 포함된 서비스가 필요 |

2-9 종합 분석을 통한 추진전략 방향 도출

1) 연구개발 주요 이슈

| 구분 | | 이슈사항 | |
|----------------|------------------|----------|---|
| 저장 관리 기술 | 내 부 환 경 | 강점요인 (S) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 선행 연구를 통해 공간데이터큐브 관련 기초 기술을 보유하고 있음 ▪ 공간데이터큐브 기술은 빈공간에 대한 정보 구축, 데이터의 경량화 기술의 장점을 지님 ▪ 선행 연구를 통해 공간데이터큐브 관련 단체 표준이 있음 |
| | | 약점요인 (W) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 DBMS 기업의 기술은 다양한 시공간 빅데이터를 융합 및 처리하는데 아직까지 미흡한 수준 ▪ 공간데이터큐브 기반의 시공간 빅데이터 처리 기술 개발 필요 |
| | 외 부 환 경 | 기회요인 (O) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브는 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 |
| | | 위협요인 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ OGC DGGs 표준들이 ISO 표준화를 통해 국내 KS 표준으로 수용될 가능 |

| 구분 | | 이슈사항 | |
|----------------------------------|------------------|---|---|
| 분석 가시화 / 공개 공유 기술 | 내 부 환 경 | (T) | <p>성이 높음</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 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 |
| | | 강점요인 (S) | <ul style="list-style-type: none"> 브이월드 Open API 서비스는 매년 사용자가 증가하고 있음 공간정보 분야 국가경쟁력 상생을 위한 정부의 강한 의지가 있음 |
| | | 약점요인 (W) | <ul style="list-style-type: none"> 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 공간데이터큐브의 데이터 가시화 및 분석 도구 지원 기술을 개발되어 있지 않음 3차원 공간정보의 객체에 대한 인공지능 학습체계에 대한 기초 기술 및 핵심 인프라 부족 |
| | | 기회요인 (O) | <ul style="list-style-type: none"> 인공지능 시장 규모가 지속적으로 증대하고 있는 추세이며, 공간데이터큐브 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 |
| 실증 사업화 기술 | 내 부 환 경 | 위협요인 (T) | <ul style="list-style-type: none"> 해외에서는 3차원 상에서의 공간데이터큐브 단위 공간데이터 관리 및 분석 기법에 대한 연구 개발이 진행 중 해외는 메타버스 등 인공지능 기반의 핵심기술이 국가경쟁력 및 차세대 육성산업으로 관리하고 있음 |
| | | 강점요인 (S) | <ul style="list-style-type: none"> 선행 연구를 통해 공간데이터큐브 기반의 미세먼지, 침수예측, 드론 관련 시설물 가시화 서비스 개발 경험 보유 디지털 대전환시대 디지털공간정보체계 구축을 위한 정부의 강력한 추진 의지 |
| | | 약점요인 (W) | <ul style="list-style-type: none"> 복합재난 관리를 위해 지상-지하의 상호 영향을 중심으로 모니터링 및 예측하는 분석기술 필요 현재 정밀도로지도는 구축되어 있으나 자율주행차에서 바로 활용하기 어려워 실시간으로 활용 가능한 정밀도로지도 구축 기술 필요 공중, 지하, 수중 등 새로운 공간들의 정보수집과 관리에 대한 요구가 증가하고 있지만, 기존 공간정보체계로는 공간적 분리에 따른 기술적 한계가 있음 현재 브이월드(공간정보)로는 디지털 디바이스(로봇 등) 지원 불가, 기계 학습 및 고용량 데이터 처리 등을 위한 3차원 공간데이터큐브 기반의 정밀지도 구축 필요 |
| | | 기회요인 (O) | <ul style="list-style-type: none"> 도심항공모빌리티(UAM), 자율차, 복합지하공간 개발 등 지상에서 공중, 지하로 산업공간이 확장됨에 따른 새로운 공간에 대한 기술개발 필요 실내생활 빈도가 높아짐에 따라 실내공간 재난지원체계 개발 요구 정부는 드론택배, UAM의 실용화를 2025년으로 설정 중으로 다중 UAV에 대한 운용 인프라를 공간데이터큐브기술을 활용한 공중정밀지도 필요 |
| 외 부 환 경 | 위협요인 (T) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반의 공중-지상-지하공간 데이터 통합 및 연계 기술 개발은 미흡 디지털 기술을 접목한 첨단 건축공간 조성을 위해 로봇·자율주행 이동 지원 등 실내지도 표준화 및 구축 기술 기획/연구 등 추진 예정 | |

2) SWOT 분석을 통한 추진전략 방향

| 외부 환경 내부 환경 | 기회(O) | 위협(T) |
|---|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| 강점(S) | SO 전략 | ST 전략 |
| <ul style="list-style-type: none"> 선행사업을 통한 3차원 공간 통합관리를 할 수 있는 공간데이터큐브 관련 원천기술 보유 지상-지하-공중 공간정보의 통합관리에 적용 가능한 공간데이터큐브 원천기술 확보 미세먼지, 도심수위, 모빌리티 등 공간데이터큐브 기반 실증 서비스 개발 경험 보유 | <ul style="list-style-type: none"> 신기술 분야와의 융복합 기술개발과 시급한 사회문제 해결을 위한 공간데이터큐브 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 | <ul style="list-style-type: none"> 선행사업 성과를 기반으로 기술환경 변화에 유연하게 대응, Geo-AI 등 신기술 적용을 통한 확장 가능한 공간데이터큐브 고도화 기술 확보 ISO, OGC 국제표준화에 대응하는 공간데이터큐브 표준기술개발과 표준화된 기술성과의 확산을 통하여 국토정보의 고도화 및 기술혁신 여건 조성 공간데이터큐브를 활용하여 디지털 트윈국토 및 K-UAM을 실현하기 위한 공간데이터큐브 실용화 기술개발 |
| 약점(W) | WO 전략 | WT 전략 |
| <ul style="list-style-type: none"> 선행사업의 공간데이터큐브 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 기하데이터 분석 기술 부족 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술과 융복합 신기술 간의 접목을 통하여 기존 공간정보 산업의 기술혁신 및 국토정보의 디지털 대전환을 위한 계기 마련 기존 2D 기반 공간정보기술의 기술적 한계 극복, 디지털 시물레이션 분석 및 3D 기반 신산업 경쟁력 확보 계기 마련 공간데이터큐브기술을 기반으로 3차원 공간데이터 맞춤형 공개·공유 기술개발 및 디지털 트윈 데이터의 맞춤형 공개·공유 생태계 기반 조성 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술 고도화, 실용화 및 사업화를 통해 해외기술에 대한 의존도와 기술개발 장벽을 낮추기 위한 핵심기술 개발 공간데이터큐브기술 고도화 성과를 민간 부문에 기술이전 하여 기술생태계 및 공간정보 중소기업의 기술경쟁력 확보를 위한 기반 조성 공간데이터큐브기술 고도화 성과의 기술 개선과 활용 활성화를 위한 체계적인 공간데이터큐브 기술로드맵 및 육성정책 마련 |

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

3-1 비전 및 목표

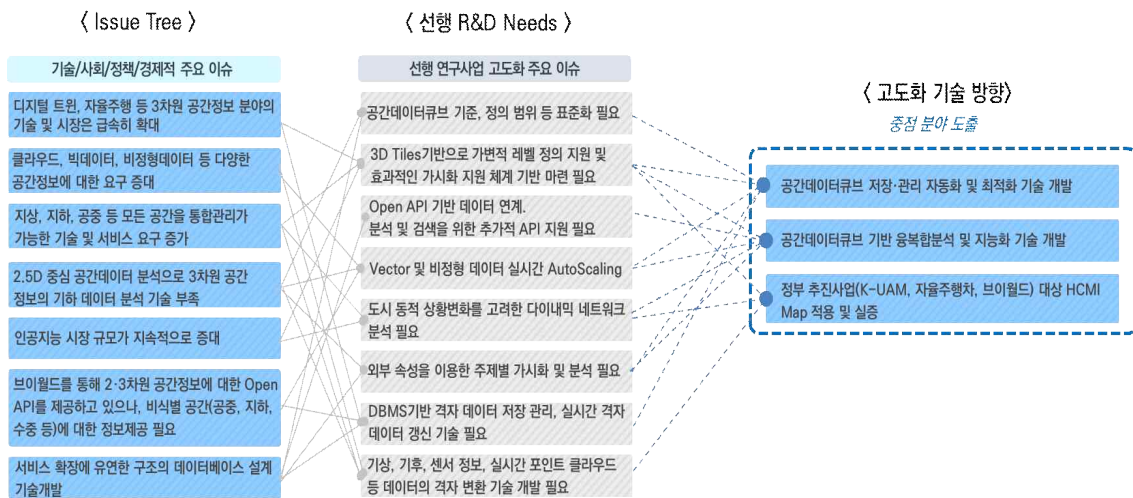
- 본 연구개발 과제는 「국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도」를 비전으로 “디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 디지털공간정보체계를 구축하기 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증”을 목표로 함
- 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화, 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화, 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증을 중심으로 목표 달성 추진



3-2 중점 추진분야 정의 및 후보과제 선정

1) 중점 추진분야 및 후보과제 도출 과정

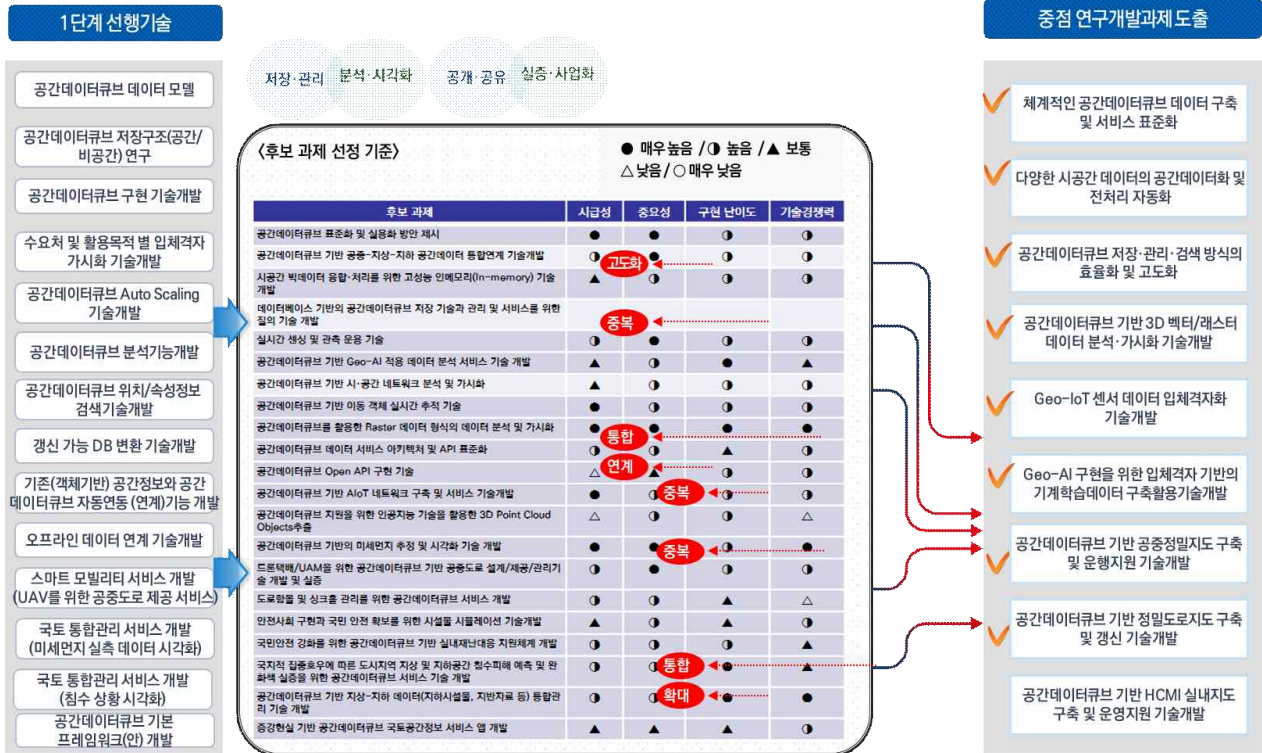
- SWOT 분석을 바탕으로 다음 그림과 같이 사업추진방향과 주요 이슈를 도출하고 이를 바탕으로 비전 및 목표를 달성하기 위한 중점 분야 및 주요 기술과의 연관 관계를 제시함
- 본 기획연구의 연구책임자, 중점분야별 기획위원회 및 자문위원의 브레인스토밍을 통하여 환경조사 및 동향 분석 결과, 이슈, 연구개발 필요성을 통해 중점추진분야를 도출하였으며, 도출된 중점추진분야를 기반으로 세부추진분야를 도출하여 조사된 기술수요조사의 주요기술과의 연관관계를 제시함
- 중점분야는 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발, 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발, 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증으로 도출됨



<그림 86> 공간데이터큐브기술 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 공간데이터큐브 변환 기술만 지원, 센서데이터의 격자변환기술 필요, 파일 시스템 기반 데이터 저장구조로 다양한 데이터와의 연계 구현 어려움, 격자 내 위치, 속성정보 검색만 지원, 공간데이터큐브 내 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 국내기술 환경의 경쟁력, 제안기술의 기술개발 구현 난이도를 선정 기준으로 함

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



<그림 87> 중점분야 후보과제 도출 과정

2) 중점 추진분야 정의

가. (1핵심) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

| 분야 | 기술분야 | |
|--|--|--|
| 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | [1-1] HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | |
| | 정의 | HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화를 통한 공간정보 표준기술 확보 |
| | 목표 | HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 기반의 데이터 모델 및 활용체계 표준화 모델(갭분석, 기술로드맵, 데이터 및 서비스 모델 표준 등) 개발을 목적으로 함 |
| | [1-2] HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 | |
| | 정의 | 다양한 원시데이터(정적/동적 데이터)를 여러 분야에 신속하게 적용하기 위한 공간데이터큐브화 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] 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | |
| | 정의 | 3차원 공간정보를 다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술 |

| | | |
|--|----|---|
| | | 개발을 통해 하이브리드 기반의 공간데이터큐브 데이터 운용기술 마련 |
| | 목표 | 수집/전처리/분석된 3차원 공간데이터큐브 데이터를 갱신 가능 데이터와 실시간 데이터로 변환하기 위한 기술을 개발하고, 기존 래스터 및 벡터 데이터 저장 기술을 고도화 개발하고자 함 또한, 공간격자 위치(공간데이터큐브 인덱싱 기술 등) 및 속성 정보 검색기술을 개발하여 공간데이터큐브 기반의 검색기술을 마련하고자 함 |

나. (2핵심) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

| 분야 | 기술분야 | |
|-----------------------------------|---|--|
| 공간데이터큐브기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | [2-1] 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | |
| | 정의 | 2.5D 중심의 공간데이터 분석을 통한 단순 시각화 서비스가 아닌 다양한 3차원 기하정보의 공간데이터큐브 분석 기술개발을 통한 기존 기술 고도화 |
| | 목표 | 공간데이터큐브를 활용하여 IoT의 Geo-tagging, Geo-coding으로 실시간 센서 데이터, 비정형 데이터들을 저장·관리하여 신속하고 효율적으로 Geo-IoT 서비스가 가능하도록 함 |
| | [2-2] 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | |
| | 정의 | 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터(공중/지상/실내 행정 빅데이터 분석 및 Geo-IoT 센서 /비정형 텍스트 스트림 등 센싱 빅데이터)의 실시간 모니터링 및 시공간 분석 기술개발 |
| | 목표 | 기 구축된 공중/ 지상/실내 행정 빅데이터를 공간데이터큐브로 자동구축하여 입체적 활용이 가능한 행정 빅데이터 구축, 위치 이동형/고정형 Geo-IoT센서데이터의 실시간 모니터링, 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 |
| | [2-3] HCMi Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | |
| | 정의 | 공간데이터큐브 기반 공간패턴을 체계적으로 기계학습 할 수 있는 기계학습데이터를 구축하고, 다양한 인공지능 알고리즘 활용 기술 개발 |
| | 목표 | 공간데이터큐브 기반 기상, 교통, 재해 데이터 등 분야별 딥러닝 학습 모델링을 생성하고 딥러닝 분석 가능한 사용자 설정 등 Geo-AI 분석 툴을 개발함 |

다. (3핵심) 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

| 분야 | 기술분야 | |
|--|--|---|
| 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | [3-1] 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 | |
| | 정의 | 공간데이터큐브를 기반으로 도시 공중 교통혼잡 해결 및 증가하는 항공교통 정보량을 효율적으로 관리하기 위해 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구 성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발 |
| | 목표 | 도심항로 예측 시뮬레이션 및 공중정밀지도 UAM 운영지원 기술을 브이월드를 통하여 실증 사업화를 목적으로, 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 기술과 공중정밀지도 데이터를 공간데이터큐브 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션이 가능한 서비스를 개발하고, 실증서비스 시스템을 브이월드에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발 |
| | [3-2] 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | |
| | 정의 | 공간데이터큐브를 기반으로 도시 지상 교통혼잡 해결 및 증가하는 교통 정보량을 효율적으로 관리하기 위해 지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구 성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발 |
| | 목표 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발, 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 |
| | [3-3] 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | |
| | 정의 | 공간데이터큐브를 기반으로 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 위치 및 상황정보 지도(HCMI 실내지도)를 구축하고, 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발 |
| | 목표 | 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축과 디바이스 수집정보 통합, 디바이스간 위치·상황 정보 공유, KS 7318 실내배송 로봇 인증심사 기준 등 운영을 지원하고, 실증서비스를 브이월드 등 관련 플랫폼에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발을 목표로 함 |

3) 후보과제 선정

가. (1핵심) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

| 후보과제명 | 후보과제 정의 |
|---------------------------------------|---|
| HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 | - 공간데이터큐브 아키텍처 참조모델(안) 개발 - 공간데이터큐브 데이터 모델 표준 개발 - 공간데이터큐브 서비스 모델 표준 개발 |

| 후보과제명 | 후보과제 정의 |
|----------------------------------|--|
| 기술개발 | |
| 다양한 시공간 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 | <ul style="list-style-type: none"> - 3차원 공간데이터큐브 기본데이터 대상 도출 및 분류 - 실증서비스를 위한 데이터 목록 및 신규데이터 정의 - 오프라인 데이터 연계를 위한 기초데이터 수집 및 연계 기술개발 - 3차원 공간데이터큐브의 저장구조(공간/비공간) 연구 - 래스터 데이터 저장기술 - 3차원 공간데이터큐브 기본데이터별/분류별 연계방안 - 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하 공간데이터 통합·연계 기술 개발 - 실시간 센싱 및 관측 운용 기술 - 시공간 빅데이터 융합·처리를 위한 고성능 인메모리(In-memory) 기술개발 |
| 공간데이터큐브 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 | <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 수집·가공에 따른 신규 데이터 생성 및 연계 - 3차원 공간데이터큐브 구현 기술개발 - 기존(객체 기반) 공간정보와 3차원 공간데이터큐브 자동연동 연계기능 개발 - 3차원 공간데이터큐브 체계에 범용 RDMS가 데이터를 수용하기 위한 방안 - 데이터베이스기반의 공간데이터큐브 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, 공간데이터큐브 인덱싱 기술 및 속성 검색 기술개발 |

나. (2핵심) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발

| 후보과제명 | 후보과제 정의 |
|--------------------------------------|---|
| 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 3D 벡터의 공간데이터큐브(3D Object-3D Point, Line, Polygon) 분석/시각화 모델 개발 - 입자격자지원을 위한 인공지능 기술을 활용한 3D Point Cloud Objects 추출 - 공간데이터큐브 기반 3D 래스터(Voxel) 분석/시각화 모델 개발 - 3차원 공간데이터큐브(3D 래스터) 분석 기능 개발 - 3차원 공간데이터큐브를 활용한 래스터 데이터 형식의 데이터 분석 및 가시화 - (정형화된) 래스터 격자 데이터 가시화 - 공간데이터큐브 (기반) 도로/공중 네트워크 분석/시각화 모델 개발 - 공간격자 3차원 네트워크 분석 - 공간데이터큐브 기반 시·공간 네트워크 분석 및 가시화 |
| 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 - 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 |
| 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 분석·가시화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 적용 데이터 분석 서비스 기술 개발 |

다. (3핵심) 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

| 후보과제명 | 후보과제 정의 |
|--|---|
| 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운행 지원 기술 개발 |
| 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 - 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 |
| 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발 - 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발 |

4) 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)과의 차별성

가. 유사 연구개발 과제 현황 및 차별성, 연계방안

- 「(1핵심) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발」, 「(2핵심) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발」, 「(3핵심) 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증」에 해당되는 관련 기술 검토

| 연번 | 과제명 | 차별성 및 연계방안 |
|----|--------------------------------------|--|
| 1 | 3차원 공간데이터큐브 기반 국토 통합관리 지원기술개발 (선행과제) | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 선행사업은 공중-지상-지하 공간을 3차원으로 통합·관리할 수 있는 수단인 3차원 공간데이터큐브의 규격과 프레임워크, 데이터 변환기술을 개발하여 공간정보를 3차원으로 시각화하는 실증서비스를 활용사례로 제시함. 본 사업은 선행사업을 기반으로 하여 빅데이터의 3차원 통합·관리 고도화 외 시간(과거/현재/미래)과 공간(점/선/면/입체) 맞춤형의 실시간 융복합 활용 기술개발로 실용화 사업임 • (연계성) 본 사업은 선행사업 연구성과를 유스케이스로 적용하고, 디지털 트윈국토에서 발생하는 격자의 기술적 한계 및 그에 따른 필요기술을 개선 및 고도화할 계획임 |
| 2 | 디지털 국토정보 기술개발사업 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 디지털 국토정보 기술개발사업은 실시간 다차원 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로 다양한 서비스 제공이 가능한 디지털 라이브 국토 구현 사업임. 본 사업은 3차원 데이터를 일정 크기의 공간데이터큐브로 계층분할 및 경량화하여 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유하기 위한 고도화 기술개발로 디지털 라이브 국토 구현 시 맞춤형 기반기술로 활용할 수 있음 • (연계성) 계층적 공간데이터큐브 기술을 디지털 국토정보 기술개발사업의 실내외 고정밀 위치 측위기술에 연계하여 사용자 주변의 공간정보를 맞춤형으로 탐색 및 분석하는 등 고도화된 기술 지원 가능함 |
| 3 | 국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 유사사업은 2차원 중심의 공간 빅데이터 저장·관리·분석·서비스 제공을 위한 기술 및 플랫폼을 개발하는 것임. 본 사업은 2차원 데이터에 높이 값을 3차원 격자 프레임에 추가하여 저장·관리·분석·시각화하는 것으로 융복합 데이터뿐만 아니라 융복합 분석 결과를 도출할 수 있음 |

| 연번 | 과제명 | 차별성 및 연계방안 |
|----|-----------------------------------|---|
| | 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> • (연계성) 선행사업의 하둡(Hadoop) 기반 고성능 공간데이터 분산처리 알고리즘을 개선하여 3차원 데이터의 공간데이터큐브화 및 자동화 기술개발에 적용할 수 있음 |
| 4 | 공간정보기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 개발 기획 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 오픈소스 솔루션 개발 기획과제는 보행약자 이동지원, 특수현장 안전지원을 대상으로 한 오픈소스 솔루션 기술을 개발하는 사업임. 본 사업은 특정 대상이 아닌 공간데이터큐브에 대한 기반기술을 개발하여 다양한 분야에 적용 및 활용할 수 있는 사업임 • (연계성) 오픈소스 솔루션 개발 기획과제의 Geo-IoT 기반 정보 구축과 Geo-AI 기반공간분석 및 시각화 기술을 본 사업과 연계하여 활용범위를 확장할 수 있음 |
| 5 | 공간 지식추론 엔진 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 공간 지식추론 엔진 기술개발 사업은 현재 텍스트/이미지 위주의 인공지능 엔진의 한계를 벗어나 공간정보(점, 선, 면 등)에 특화된 인공지능 엔진을 개발하여 다양한 공간분석을 가능하게 하는 기술을 개발하는 사업임. 반면, 본 사업은 기존 2차원 공간정보체계를 3차원 체계로 고도화하는 기술개발 사업으로 차이가 있음 • (연계성) 공간 인공지능 프레임워크의 기계학습을 위한 입력 데이터로서 3차원 공간데이터큐브 데이터를 제공하여 공간정보에 특화된 융복합 정보 도출 및 활용이 가능함 |
| 6 | 위성정보 빅데이터 활용 국토종합관리 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 위성정보 빅데이터 활용 국토종합관리 기술개발사업은 다중 센서에서 취득되는 위성정보의 빅데이터 변환기술과 위성정보와 부가공간정보(기구축 지형공간정보 등)의 융복합화 기술 등 데이터 확보 기술개발 사업임. 본 사업은 위성정보를 포함한 다양한 정보를 3차원 공간데이터큐브에 담아 분석하고 실증서비스를 개발하는 사업으로 개발 대상에서 차이가 있음 • (연계성) 위성정보 빅데이터 변환기술과 부가공간정보 융복합 기술을 통해 구축된 정보를 3차원 공간데이터큐브에서 관리, 분석하여 활용 가능 |

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) | <ul style="list-style-type: none"> • 관심 객체의 항공이미지를 획득하고 기계학습 알고리즘을 활용해 훈련된 물체감지 모델에 엑세스하여 지리 등록하는 방법 제공 | <ul style="list-style-type: none"> • 선행기술은 머신러닝을 사용한 객체감지 모델에 의한 항공 이미지 지리 등록 기술로 객체의 항공 이미지 훈련 세트와 객체 감지 모델 기술, 항공 이미지에 묘사된 객체의 경계에 대한 예측 기술임 • 본 기획과제는 Geo-IoT 센서를 이용해 수집한 데이터를 공간데이터큐브화하여 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) | <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 GIS 기반 실시간 모니터링 영상 및 3차원 장면 융합 방법 제공 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 공간데이터큐브화하여 시공간 분석을 하는 기술개발로 필요한 부분을 공간데이터큐브화하여 3차원 장면 융합보다 맞춤형 데이터 표출 및 제공 가능 |
| HYBRID ROAD NETWORK | <ul style="list-style-type: none"> • 하이브리드 도로망 및 | <ul style="list-style-type: none"> • 선행기술은 누락된 도로연계 하에서의 하이브리드 |

| 기존 기술 | 기존 기술내용 | 동사업 개발기술 수준 |
|--|---|--|
| AND GRID BASED SPATIAL-TEMPORAL INDEXING UNDER MISSING ROAD LINKS (미국_2017) | 그리드 기반 공간 시간 지수를 구축하여 큰 쿼리 데이터를 처리할 수 있는 효율적이고 동적인 시스템과 방법 | 도로망 및 그리드 기반 공간-임시색인화 기술로 큰 쿼리 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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 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 공간데이터 큐브화하는 기술을 활용하여 비정형 텍스트, 실시간 센서데이터 등을 공간데이터큐브화하는데 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 렌더링에 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 공간데이터큐브 데이터 변환 및 관리기술을 개발할 계획 |
| 3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치 및 방법 (국내_현대모비스) | • 3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치는 전방위 카메라, 위치 정보 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 |

다. 주요 선진국들의 정책 및 기술 동향

- 국외에서는 3차원 상에서의 격자 단위 공간데이터 관리와 분석기법에 대한 활발한 연구개발 및 표준화 활동이 진행 중이며, 공간데이터큐브를 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 공간 분석과 시뮬레이션을 통해 도시사회 문제 해결에 활용하고 있으나 공간데이터큐브 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 Volume1 Main BODy, Volume2 Appendices 가 제안 되어 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 Operations을 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 공간데이터큐브 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 분할 하는 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 DGGS를 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 라이더 데이터를 3차원 격자를 활용하여 저장함으로써 대용량의 포인트 클라우드를 효과적 저장관리 가능
- (국내) 국토의 공간정보를 통합·관리할 수 있는 공간데이터큐브 관련 기초 기술을 개발, 공간데이터큐브 기술과 관련하여 국가차원에서 개발한 사례는 없음
 - 공간데이터큐브를 운영하기 위해 공간데이터큐브에 대한 기본 규격, 공간데이터큐브 구현 및 갱신 기술, 공간데이터큐브 가시화 기술 등 기초 기술개발

라. 공간데이터큐브 기술 관련한 국내 활용수준

- 공간데이터큐브 기술의 중요성 및 필요성에 대해서는 인식하고 있으나, 현시점에서는 정부에서 개발한 기초단계 기술이 전부임
 - 2017년부터 2019년까지 선행사업인 3차원 공간데이터큐브체계 기반 국토통합관리 지원 기술개발을 통해 공간데이터큐브 구현 및 갱신 기술, 데이터 연계·수집 기술, 공간데이터큐브 변환 기술, 공간데이터큐브 가시화 기술, 공간데이터큐브 Auto Scaling 및 공간분석 기술 등을 개발
 - 공간데이터큐브 기반 기술을 활용하여 유무인비행체 공중도로체계 제공서비스, 미세먼지 모니터링 서비스 등 구현
- 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반의 기술 요구 증대
- 국내에서 개발한 공간데이터큐브 관련 기술은 국토통합관리의 실증을 검토하기 위한 초기 단계 기술로써 현장에서 바로 적용이 어려운 상황, 공중-지상-지하정보의 연계·통합 및 분석을 가능케 하는 공간데이터큐브 기술 고도화가 필요
 - 공간데이터큐브 기술이 민간영역에서 적용·활용되기 위해서는 정부 주도의 기술개발 필요

마. 공간데이터큐브 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 | HDMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 |
| 후보2 | HDMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 |
| 후보3 | 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 |
| 후보4 | 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 |
| 후보5 | 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 |
| 후보6 | HDMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 |
| 후보7 | 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 |
| 후보8 | 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 |
| 후보9 | 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HDMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 |

○ 후보 항목 중 핵심기술요소(CTE) 평가

| 체크리스트 | 후보1 | 후보2 | 후보3 | 후보4 | 후보5 | 후보6 | 후보7 | 후보8 | 후보9 | 비고 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 해당 기술이 운용 요구사항, 비용, 일정 등에 중대한 영향을 주는가? | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 반드시 충족 |
| 해당 기술이 개발 또는 시연 시 실패위험을 포함하는가? | | | | | | ○ | | | | |
| 해당 기술이 새롭거나 독창적인가? | ○ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | 하나 이상 충족 |
| 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 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 7 |
| 2 | 소프트웨어 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 7 |
| 3 | 소프트웨어 | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | 7 |

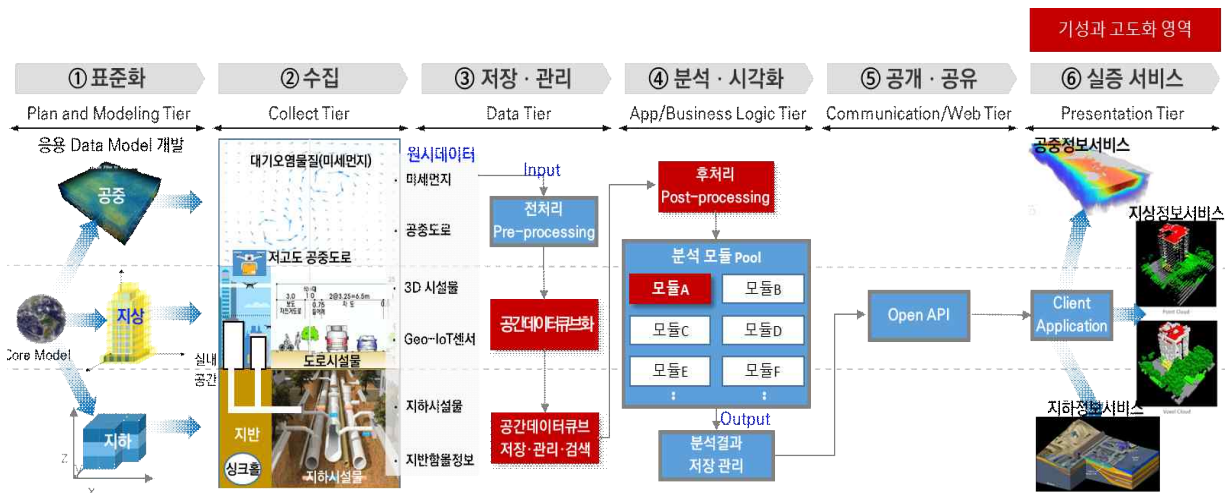
○ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

| 연구과제명 | 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발 | 유형 | 소프트웨어 | | | | |
|---------|--|-------------|----------------|----------|-------------|-----|---|
| | | | 시제품 제작 및 시연 | 현장 적용 | 제품화/ 실용화 | | |
| 프레임워크 | 선행단계 | | | | | | |
| 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 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 2 | 2 | 3-4 | 5 | 6 | 7 |
| CTE 2 | 공간데이터큐브 기반 융복 합분석 및 지능화 기술개발 | 2 | 2 | 3-4 | 5 | 6 | 7 |
| CTE 3 | 정부 추진사업(K-UAM, 자 율주행차, 브이월드) 대상 HCMi Map 적용 및 실증 | 2 | 2 | 3-4 | 5 | 6 | 7 |

3-4 연구개발 과제 구성별 주요 내용 및 추진전략

| 구분 | 과제명 |
|--------|---|
| 총괄 | 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 |
| 1핵심 과제 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 |
| 1-1 | [1-1] HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 1-1-1 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 |
| 1-2 | [1-2] HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 1-2-1 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 1-2-2 전처리 자동화 기술개발 |
| 1-3 | [1-3] 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 1-3-1 저장·관리 고도화 기술개발 1-3-2 정보검색 고도화 기술개발 |
| 2핵심 과제 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 |

| 구분 | 과제명 |
|--------|--|
| 2-1 | [2-1] 공간데이터큐브 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] 공간데이터큐브기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 2-2-1 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 2-2-2 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 |
| 2-3 | [2-3] HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 2-3-1 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 2-3-2 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 |
| 3핵심 과제 | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 |
| 3-1 | [3-1] 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 3-1-1 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 3-1-2 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 |
| 3-2 | [3-2] 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 3-2-1 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 3-2-2 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 |
| 3-3 | [3-3] 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 3-3-1 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발 3-3-2 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 실증 |

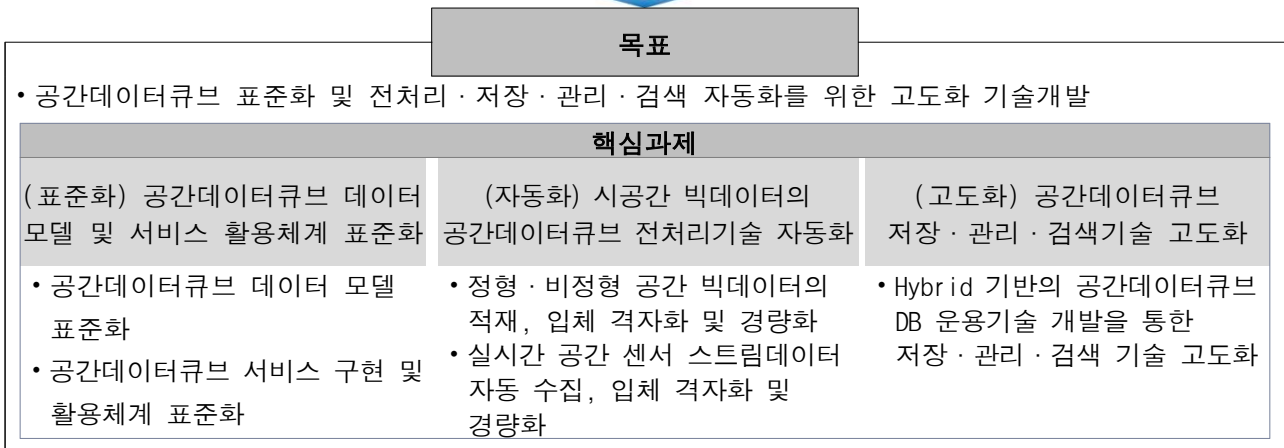
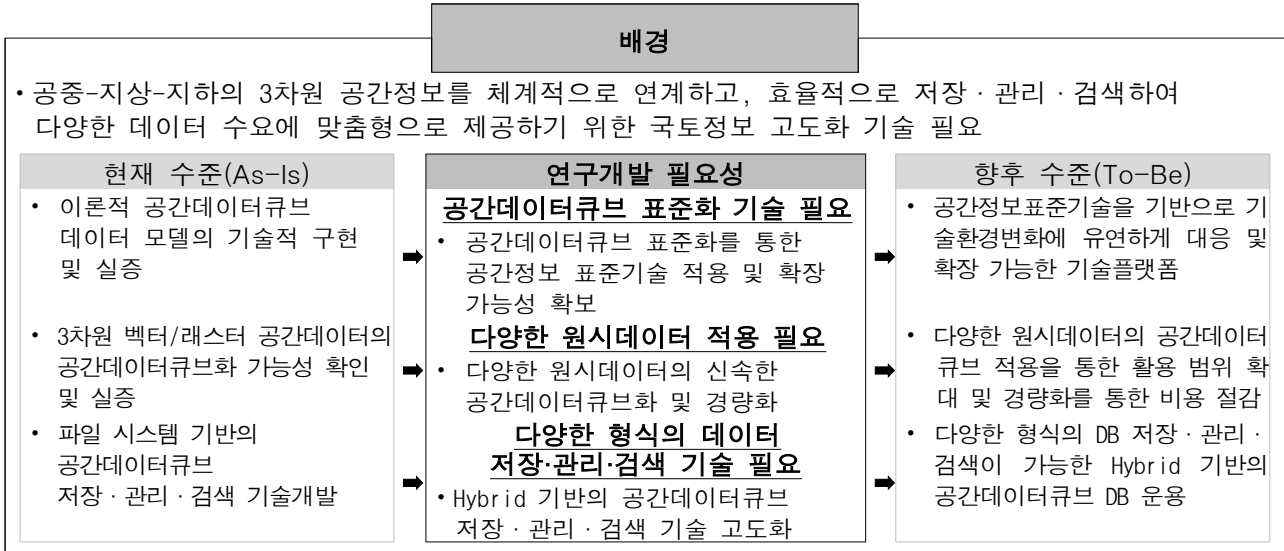


기획위원회의 22개 제안 과제 Pool을 종합하여 3개 핵심과제 정의 및 후보 과제 도출

| [저비용] → 표준화, 자동화, 고도화 | [다차원] → 정보융합 지능화 | [초경량] → 연계, 공유, 실증 |
|--|---|---|
| [핵심과제1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 □ 표준 기반의 공중-지상-지하 3차원 공간정보를 체계적으로 연계하고, 효율적으로 저장·관리·검색하여 다양한 데이터 수요에 맞춤형으로 제공하기 위한 국토정보 고도화 기술 개발 | [핵심과제2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 □ 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보 정보융합 및 지능화 기술 개발 | [핵심과제3] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 □ 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합, 공간데이터큐브 공개·공유 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과 사업화 기회 창출 |

<그림 88> 연구개발 과제 전체구성도

1) (1핵심) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발



가. 연구개발 목표

| | |
|----------|--|
| 핵심과제의 개념 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 기구축 정보를 공간데이터큐브화 하고 효율적인 저장관리검색을 위한 공간데이터큐브 표준화자동화 고도화 기술개발 |
| 핵심과제의 범위 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간데이터큐브 데이터 모델 및 서비스 활용체계 표준화 ▪ 시공간 빅데이터의 공간데이터큐브 전처리기술 자동화 ▪ 공간데이터큐브 저장·관리·검색기술 고도화 |
| 기술개발 목표 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1단계 공간데이터큐브 선행 기술을 기반으로 공간데이터큐브 표준화 및 전처리·저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 하는 것을 목표로 하며 이를 달성하기 위한 요소기술로 표준문서와 정적·동적 센서 데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 알고리즘(프로그램), 시공간 데이터 융합처리를 위한 소프트웨어, 설계서 등의 형태로 개발하는 것임 |

나. 연구개발 배경 및 필요성

(1) 연구개발 배경 및 필요성

- 공간데이터큐브 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보
 - 1단계 공간데이터큐브 선행연구에서 제시된 이론적 공간데이터큐브 데이터 모델의 기술적 구현 및 실증 필요
- 디지털 트윈, AI, 분석·시뮬레이션 등 활용모델에 적용하기 위해 다양한 원시데이터의 신속한 공간데이터큐브화 및 경량화
 - 3차원 벡터/래스터 공간데이터와 속성정보, 센서정보 등 기구축 정보의 공간데이터큐브화 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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브기술 적용 필요
 - 미세먼지, 감염병 등의 다양한 국가문제와 교통·물류, 기상, 에너지 등 국가 주도적으로 체계적인 관리가 필요한 각 분야에 공간데이터큐브 기반의 공중-지상-지하 공간데

이터와 다양한 정보를 융합하여 전후방 효과 분석을 통한 의사결정 지원에 필요

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

○ 개별적인 인프라가 아닌 공간데이터큐브 기반의 지역·도시 단위의 공중-지상-지하 통합 구축과 연계를 통해 국가전략으로 개발하여 국가 단위의 공간데이터큐브 기반 통합 모델 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)

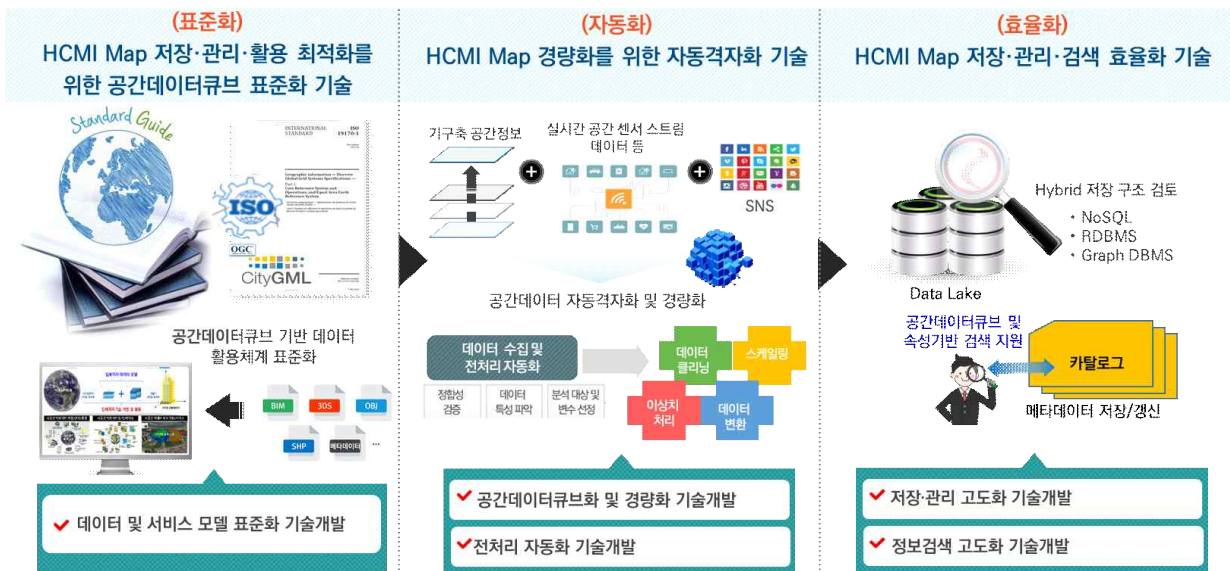
- 2015년부터 최근 5년간 한국 내 미국산 SW 점유율은 56.3%에서 59.9%로 증가, 같은 기간 국산 SW 시장 점유율은 25.7%에서 23.6%로 낮아졌으며, 특히 MS와 오라클의 점유율이 높은편임

다. 연구개발 내용

○ (기술개발 목표) 1핵심 연구개발은 공간데이터큐브 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

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



<그림 89> 1핵심 연구개발 내용

| 핵심과제명 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | |
|-------------------------------------|--|--|
| 구성기술 | 기술명 | 주요 내용 |
| | HCMl Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발 | 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 기반 데이터 및 서비스 모델 표준화 개발을 주요 내용으로 함 |
| | HCMl Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 | 공간데이터큐브 기술을 기반으로 공간정보, 위성영상과 같은 정적정보와 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측 정보, SNS 정보의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술을 개발하여 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산 기술개발을 주요 내용으로 함 |
| 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 | NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 공간데이터큐브 저장·관리 기술과 다양한 데이터 포맷 변환 관리기술을 개발하고, 시공간·속성데이터 등 다차원 데이터 검색·처리 기술 개발을 주요 내용으로 함 | |

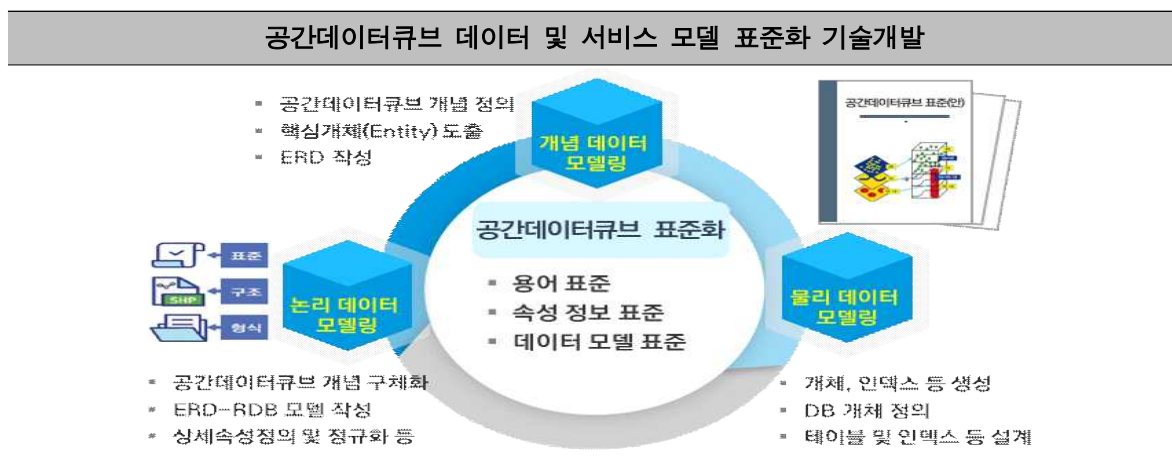
(1) (1-1 공동) HCMl Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발

(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 공간데이터큐브 선행기술에서 도출된 공간데이터큐브 개념, 범위 등을 기반으로 표준화된 데이터·서비스 모델 설계 및 표준을 개발함

(나) 기술 내용

- 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발
 - 공간데이터큐브기술 데이터 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발
 - 공간데이터큐브기술 서비스 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발



(다) 기술 미래상

○ 새로운 위치기준 체계

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

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

(2) (1-2 공동) HCMl Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

- 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반의 시공간 빅데이터 처리 기술개발 필요
- 1단계 공간데이터큐브 선행기술에서 도출된 공간데이터큐브 기술을 기반으로 공간정보, 위성영상과 같은 정적정보와 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술을 개발하여 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터를 생산함

(나) 기술 내용

○ 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발

- (정적) 2D/3D 공간정보, 위성영상 데이터 등 기 구축 국토정보의 공간데이터큐브화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발
- (동적) IoT 센서 및 관측자료(기상, 온도), SNS 데이터 등의 공간데이터큐브화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발

○ 공간데이터큐브 전처리 자동화 기술개발

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



(다) 기술 미래상

| 기술명 | AS-IS | TO-BE |
|-----------------------------|--|--|
| 공간데이터큐브 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국토정보 및 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보 공간데이터큐브화 기술 부재 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공간데이터큐브 경량화 기술개발을 통한 데이터 용량 20% 절감 ○ 공간데이터큐브 데이터 전처리 자동화 기술개발을 통한 업무 효율화로 30% 작업시간 단축 |

(3) (1-3 공동) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발

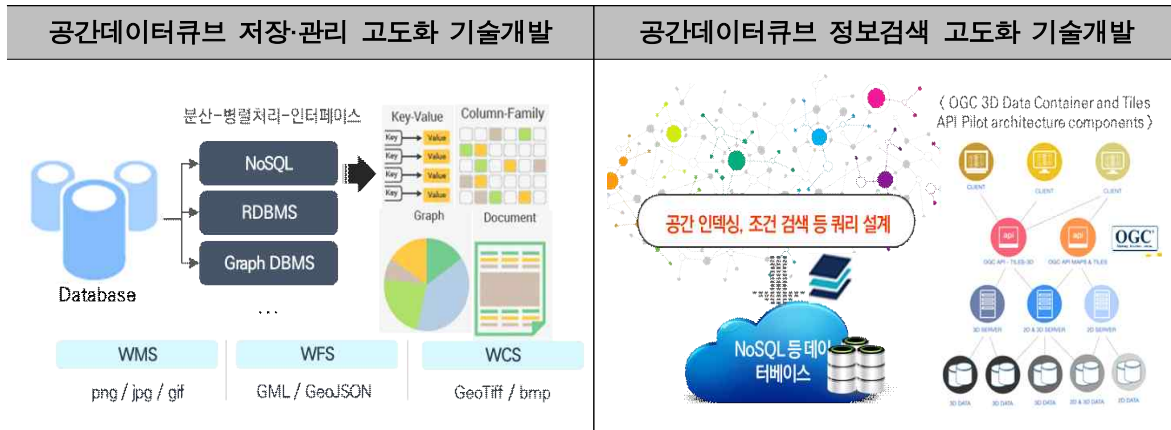
(가) 기술 개요 (배경, 목적)

- 도시 단위 또는 지역 단위의 효율적 도시운영에 필요한 다양한 도시분석 및 시뮬레이션 활용을 위해서는 공간데이터큐브 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
- 공간데이터큐브 가시화에 중점을 두었던 1단계 선행기술에서 다양한 데이터 변환구조와 공간쿼리 분석 등 고도화 기술을 반영한 공간데이터큐브 저장·관리기술 내재화 및 상호호환 가능한 데이터 서비스 체계를 마련함

(나) 기술 내용

- 공간데이터큐브 저장·관리 고도화 기술개발
 - NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 Hybrid 기반 공간데이터큐브 저장·관리 및 데이터 품질 검증 기술개발, 공간데이터큐브 3D Tiles 적용 기술개발
 - 실시간, 시계열, 융복합 서비스를 고려한 공간데이터큐브 저장·가공·변환 구조 (GML, GeoJson 등) 및 데이터베이스 설계
- 공간데이터큐브 정보검색 고도화 기술개발
 - 공간데이터큐브 공간 인덱싱 방안 및 검색기술, 조건검색, 데이터 간 공간쿼리 설계 등 시공간·속성 데이터 다차원 검색·처리 기술개발

- IoT 실시간 센서 및 관측정보공유를 위한 공간데이터큐브 3D Tiles에 Geotagging 기술 적용 등 실시간 공간 센서 스트림데이터 검색·처리 기술개발



(다) 기술 미래상

| 기술명 | AS-IS | TO-BE |
|--------------------------------|--|---|
| 시공간 데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공중-지상-지하 데이터 통합 연계를 위한 공간데이터큐브 기반 NoSQL 등 데이터 변환 기술 미흡 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 원시데이터의 공간데이터큐브 적용을 통한 활용범위 확대 및 경량화를 통한 10% 비용 절감 |

라. 연차별 연구개발 내용

| 구분 | 연구내용 |
|------|---|
| 1차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (1-1) HCI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-1-1) 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 PoC 설계(안) 개발 · 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 PoC 설계(안) 개발 ○ (1-2) HCI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-2-1) 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 및 경량화 기술 현황분석 및 프로토타입 설계 · 실시간 센서, 시계열 데이터 공간데이터큐브화 및 경량화 기술 현황분석 프로토타입 설계 ○ (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-3-1) 저장·관리 고도화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 다기종 데이터베이스 활용 분석 및 프로토타입 설계 |
| 2차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (1-1) HCI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-1-1) 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 PoC 구현 · 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 PoC 구현 ○ (1-2) HCI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-2-1) 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(1) |

| 구분 | 연구내용 |
|------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> · 실시간 센서, 시계열 데이터 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(1) - (1-2-2) 전처리 자동화 기술개발 · 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로토타입 설계 · 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로토타입 설계 ○ (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 공간데이터큐브 기반 다기종 데이터베이스 활용 및 데이터 품질 검증 기술개발 - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 시공간 · 속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색 · 처리 기술현황 분석, 프로토타입 설계 및 개발 |
| 3차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (1-1) HCMi Map 저장 · 관리 · 활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-1-1) 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 · 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 표준(안) 개발 · 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 표준(안) 개발 ○ (1-2) HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-2-1) 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 · 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(2) · 실시간 센서, 시계열 데이터 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(2) - (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) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-3-1) 저장 · 관리 고도화 기술개발 · 공간데이터큐브 표준 데이터모델 데이터교환 및 공유 포맷 등 기술 현황분석 · 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 프로토타입 설계 · 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술개발 - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 시공간 · 속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색 · 처리 기술개발 · 실시간 공간 센서 스트림데이터의 공간데이터큐브 검색 · 처리기술 현황분석 및 프로토타입 설계 |
| 4차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (1-1) HCMi Map 저장 · 관리 · 활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-1-1) 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 · 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발 · 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발 ○ (1-2) HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (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) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발 · 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색 · 처리 기술개발 |

마. 추진전략

| 구분 | 과제명 | 주요 내용 | 추진전략 |
|--------|---|---|--|
| 1 핵심 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 표준문서와 정적·동적 센서데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 알고리즘(프로그램), 시공간 데이터 융합처리를 위한 소프트웨어, 설계서 등의 형태로 개발함 - 공간데이터큐브화·경량화 기술개발을 통해 체계적인 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 구축 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 공간데이터큐브 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발 |
| 1-1 공동 | HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발 | 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 기반 데이터 및 서비스 모델 표준화 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 표준(안)과 상호운용성 구현 기술기준 제시를 통해 새로운 위치기준체계 확보 |
| 1-2 공동 | HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 | 비정형데이터(IoT 센서, SNS 데이터 등)에 대한 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 전처리 자동화를 위한 고도화 기술개발 - 정적(Static)/동적(Dynamic) 데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 |
| 1-3 공동 | 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 | 1단계 선행기술에서 다양한 데이터 변환구조와 공간쿼리 분석 등 고도화 기술을 반영한 공간데이터큐브 저장·관리기술 내재화 및 상호호환 가능한 데이터 서비스체계 마련 | <ul style="list-style-type: none"> - Hybrid 기반의 공간데이터큐브 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) HCMi Map` 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발

<표 30> 1-1 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|--------------------------------|------------------------------------|---------|-----|-----------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술 개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 PoC 설계(안) 개발 | ① 분석서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| | | 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 PoC 설계(안) 개발 | ② 분석서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 2차년도 | 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술 개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 PoC 구현 | ① 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | | |
|------|--------------------------------|---|---------|--------|------|-----------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 | |
| | | 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 PoC 구현 | ② | 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 3차년도 | 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술 개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 표준(안) 개발 | ① | 표준(안) | 1건 | 표준 채택 |
| | | 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 표준(안) 개발 | ② | 표준(안) | 1건 | 표준 채택 |
| 4차년도 | 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술 개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발 | ① | 정책 보고서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| | | 공간데이터큐브 표준 데이터 서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발 | ② | 정책 보고서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |

<표 31> 1-1 공동 연차별 성과 목표

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

(2) (1-2 공동) HCMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발

<표 32> 1-2 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|---------------------|---|---------|-----|------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 | 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 및 경량화 기술 현황분석 및 프로토타입 설계 | ① 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| | | 실시간 센서, 시계열 데이터 공간데이터큐브화 및 경량화 기술 현황분석 프로토타입 설계 | ② 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 2차년도 | 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 | 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(1) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | 실시간 센서, 시계열 데이터 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(1) | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 전처리 자동화 기술개발 | 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로토타입 설계 | ① 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| | | 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 프로토타입 설계 | ② 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 3차년도 | 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 | 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(2) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | 실시간 센서, 시계열 데이터 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(2) | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 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 |
| 4차년도 | 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 33> 1-2 공동 연차별 성과 목표

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

(3) (1-3 공동) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발

<표 34> 1-3 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|-------------------|---|---------|-----|------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 저장·관리 고도화 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 다기종 데이터베이스 활용 분석 및 프로토타입 설계 | ① 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 2차년도 | 저장·관리 고도화 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 다기종 데이터베이스 활용 및 데이터 품질 검증 기술개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 정보검색 고도화 기술개발 | 시공간·속성 기반 다차원 공간 데이터큐브 검색·처리 기술현황 분석, 프로토타입 설계 및 개발 | ② 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 3차년도 | 저장·관리 고도화 기술개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터모델 데이터교환 및 공유 포맷 등 기술 현황분석 | ① 분석서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| | | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 프로토타입 설계 | ② 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| | | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술개발 | ③ SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 정보검색 고도화 기술개발 | 시공간·속성 기반 다차원 공간 데이터큐브 검색·처리 기술개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | 실시간 공간 센서 스트림데이터의 공간데이터큐브 검색·처리 기술 현황분석 및 프로토타입 설계 | ② 설계서 | 1건 | 외부 전문가 검증 |
| 4차년도 | 정보검색 고도화 기술개발 | 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술 개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |

<표 35> 1-3 공동 연차별 성과 목표

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

사. 핵심과제별 핵심성과

(1) (1핵심) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 공간데이터큐브 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1핵심은 1단계 사업에서 이론적으로 구현된 공간데이터큐브기술 기준체계 확보와 변환 기술의 실증 사업화를 위한 기반으로 공간데이터큐브기술 표준화와 데이터 저장관리 고도화를 위한 기술개발이 필요함 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하정보의 새로운 위치참조체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 수집·저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 체계적인 공간데이터큐브 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술 - 다양한 시공간 데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 - 공간데이터큐브 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 위치기준체계에 대한 표준 또는 지침 제정 부재 <ul style="list-style-type: none"> - 선행사업에서 공간데이터큐브기술 정의, 범위 정립 등 기초연구가 수행되었으나, 실증 및 사업화를 위해서는 공간데이터큐브기술 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 공간데이터큐브 구현 및 갱신 기술, 데이터 연계·수집 기술, 공간데이터큐브 변환 기술이 개발되었으나 래스터 데이터, 비정형 데이터 등에 대한 포함 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 트윈국토 및 디지털 뉴딜 사업지원을 위해서는 다양한 3차원 벡터/래스터 공간데이터와 비정형데이터 등 대용량 데이터의 공간데이터큐브화 변환저장·관리 기술개발 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술 표준화를 통한 공간정보표준기술 확장 및 새로운 위치기준체계 확립 데이터 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 다양한 원시데이터의 공간데이터큐브 적용을 통한 활용범위 확대 및 경량화를 통한 10% 비용 절감 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(가) (1-1 공동) HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술 개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 기반 데이터 활용체계 표준화 및 실용화 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 선행기술에서 개발된 성과와 별개로 ISO, OGC에서는 3차원 공간데이터큐브를 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 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하정보의 새로운 위치참조체계 정립을 위한 표준화 기술개발 - 공간데이터큐브기술 데이터/서비스 모델 설계 및 구현, 표준(안) 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 국내 공간데이터큐브 관련 기술은 공간데이터큐브의 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 단위의 공간데이터 관리 분석기법에 대한 표준화 선도 공간정보표준기술을 기반으로 기술환경변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 기술플랫폼 구현 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(나) (1-1-1) 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술 개념, 용어 정의, 테이블, 인덱스 설계 등 데이터 및 서비스 모델 표준화 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1단계 공간데이터큐브 선행기술에 최신 표준화 내용을 반영한 데이터 및 서비스 모델 표준화 마련 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 표준(안)과 상호운용성 구현 기술기준 제시를 통해 새로운 위치기준체계 확보 - 공간데이터큐브기술 데이터 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발 - 공간데이터큐브기술 서비스 모델 설계 및 구현(PoC), 표준(안) 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1단계 선행기술에서 공간데이터큐브 개념·기술적 정의, 기준 좌표계, 범위 등 제시 및 실증 - 이론적 공간데이터큐브 데이터모델의 기술적 구현 가능성을 제시하였으나, 표준화 단계까지는 도달하지 못함 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 배분 기준, 인덱싱 기준과 3차원 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장·관리 표준화 기술개발로 국토 공간정보의 효율적 통합·관리와 국제표준 기반 상호운용성 확보 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(라) (1-2 공동) HCI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 비정형데이터(IoT 센서, SNS 데이터 등)에 대한 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반의 시공간 빅데이터 처리 기술개발 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 전처리 자동화를 위한 고도화 기술개발 - 정형, 비정형 공간 빅데이터의 적재, 공간데이터큐브화 및 경량화 - 실시간 공간 센서스트림데이터 자동 수집, 공간데이터큐브화 및 경량화 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 국토정보 및 IoT 센서, 온도, 기상 정보와 같은 관측정보, SNS 정보 공간데이터큐브화 기술 부재 3차원 벡터/래스터 공간데이터의 공간데이터큐브화 가능성 확인 및 실증 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 경량화 기술개발을 통한 데이터 용량 20% 절감 공간데이터큐브 데이터 전처리 자동화 기술개발을 통한 업무 효율화로 30% 작업시간 단축 다양한 원시데이터의 공간데이터큐브 적용을 통한 활용범위 확대 및 경량화를 통한 10% 비용 절감 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(마) (1-2-1) 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1단계 선행기술에서 개발된 공간데이터큐브 변환 기술을 기반으로 3차원 데이터(벡터/래스터), 위성영상, 센서데이터 등을 공간데이터큐브화 하고 대용량 데이터를 경량화하는 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 디지털 트윈의 기술적 진화에 따라 고정밀 빅데이터, 실시간 센서, AI 지능화 기술 등을 체계적으로 연계 활용하기 위해서는 공간데이터큐브 기반 대용량 데이터 경량화할 수 있는 기술개발 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 정적(Static)/동적(Dynamic) 데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 - 2D/3D 공간정보, 위성영상 데이터 등 기 구축 국토정보의 공간데이터큐브화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발 - IoT 센서 및 관측자료(기상, 온도), SNS 데이터 등의 공간데이터큐브화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1단계 선행기술에서는 기구축 공간정보에 대한 공간데이터큐브 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 국토정보의 공간데이터큐브화 및 저장 구조·모델 경량화 기술개발을 통해 국가 단위의 공간데이터큐브 기반 통합 모델 구축 및 활용 가능 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2027년 (3년) |

(바) (1-2-2) 전처리 자동화 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반의 다양한 시공간 빅데이터 융합서비스를 위한 초대용량 융합 데이터를 저장하고 실시간 처리하는 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 디지털 뉴딜 데이터, 디지털 트윈 국토 플랫폼 등 다양한 원시데이터의 활용을 위해서는 공간데이터큐브 기반 데이터 수집부터 저장·관리 전처리 단계의 자동화 된 기술개발 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 정적(Static)/동적(Dynamic) 데이터 전처리 자동화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기 구축 국토정보의 신속한 공간데이터큐브 데이터 셋 구축 및 품질관리 자동화를 위한 전처리 자동화 기술개발 - 센서 스트림 데이터의 신속한 공간데이터큐브화를 위한 전처리 자동화와 GeoDRM Geospatial Digital Rights Management Reference) 연동 공간 DBMS 엔진 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 시공간 빅데이터 분산처리 및 기계학습을 위한 분석처리용 데이터 생산기반 제공 DBMS 엔진 수준에서 다양한 분야의 응용 서비스를 위한 핵심 기능을 제공함으로써 공간데이터큐브 기반의 시공간 융합서비스 기술개발 촉진 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2026~2028년 (3년) |

(사) (1-3 공동) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 1단계 선행기술에서 다양한 데이터 변환구조와 공간쿼리 분석 등 고도화 기술을 반영한 공간데이터큐브 저장·관리기술 내재화 및 상호호환 가능한 데이터 서비스체계 마련 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 센서, 이동객체 등 활용 증가로 다양한 형태의 공간데이터가 수집됨에 따라 상호운용성 기반 공간정보 서비스를 위한 아키텍처 마련이 요구되고 있어 공간데이터큐브 기반 데이터 저장·관리 검색 체계 마련이 필요함 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Hybrid 기반 공간데이터큐브 DB 운용기술개발을 통한 저장·관리·검색기술 고도화 - Hybrid 기반 공간데이터큐브 분산·저장·관리기술 개발 - 시공간·속성 데이터 다차원 검색·처리기술 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공중-지상-지하 데이터 통합·연계를 위한 공간데이터큐브 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 DB 운용 가능 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

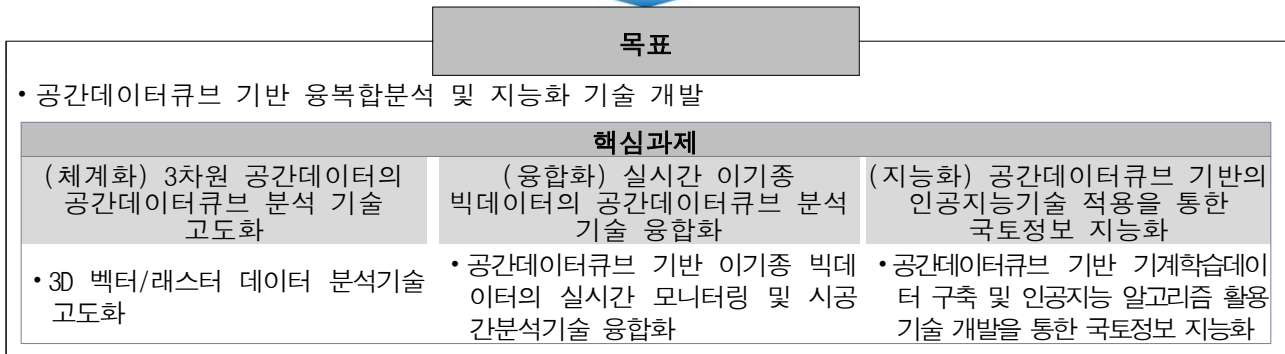
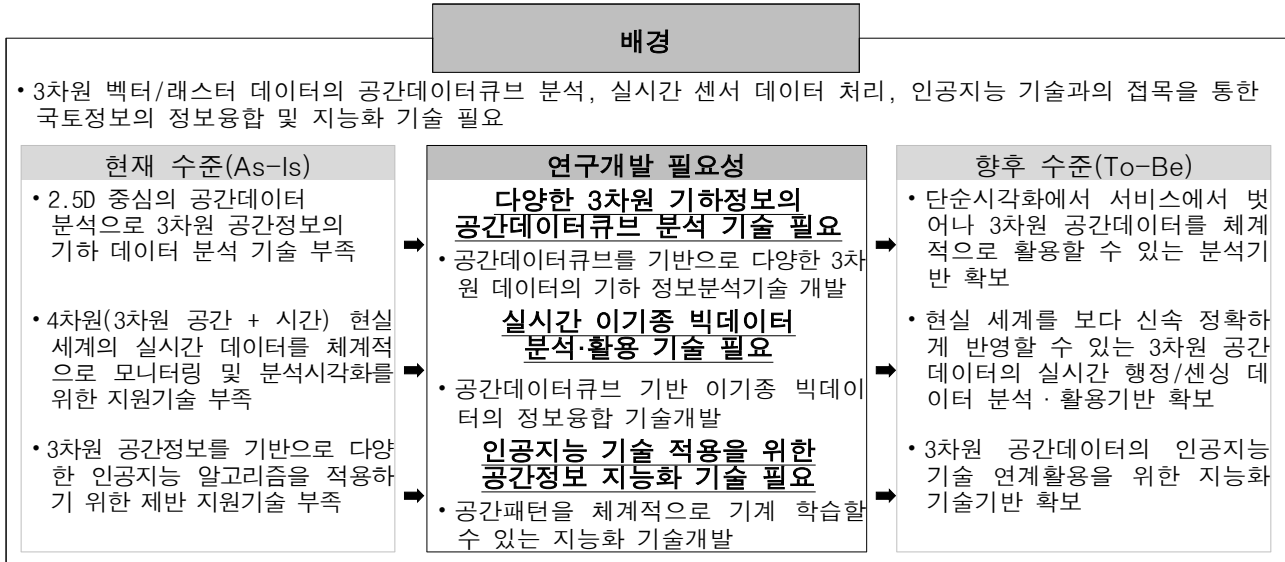
(아) (1-3-1) 저장·관리 고도화 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 실시간 센서 데이터, 비정형 데이터들을 NoSQL 등 데이터베이스에 저장·관리하여 신속하고 효율적인 Geo-IoT 서비스 지원이 가능하도록 하는 기술 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 눈에 보이지 않는 실내공간, 지하시설물 등의 데이터와 안전 관련한 각종 센싱데이터 및 비정형 빅데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 공간데이터큐브 기반 융복합 저장·관리방안 연구 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> Hybrid 기반의 공간데이터큐브 분산·저장·관리 및 다양한 데이터 포맷 변환관리 기술개발 - NoSQL 등 데이터베이스를 활용한 공간데이터큐브 저장·관리 기술개발, 공간데이터큐브 3D Tiles 적용 기술개발 - 실시간, 시계열 융복합 서비스를 고려한 공간데이터큐브 저장·가공·변환 구조 및 데이터베이스 설계 및 데이터 품질 검증 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 파일 시스템 기반의 데이터 저장 구조로 다양한 데이터와의 연계 구현이 어려움 국토통합 관리를 위해서는 공간데이터큐브 기반 지하시설물 또는 각종 실시간 센싱 데이터 등의 비정형 정보에 대한 접근 및 데이터 연계 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> DBMS 기반 데이터 저장·관리 체계로 공간데이터큐브 데이터 실시간 갱신, 이력 관리, 데이터 품질 검증 등 가능 공간데이터큐브를 활용하여 비정형데이터에 대한 Geo-tagging 및 Geo-coding 기술을 적용하여 사회현상에 대한 복합적 분석으로 선제적 문제점 제시와 해결방안 모색으로 국토 안전강화 도모 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2027년 (3년) |

(자) (1-3-2) 정보검색 고도화 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 시공간/실시간 데이터의 원활한 서비스를 위해 공간쿼리와 오픈소스를 활용한 공간데이터큐브 서비스체계 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1단계 선행기술을 기반으로 공간데이터큐브 활용을 통한 공중-지상-지하 데이터의 유연한 검색을 위해 정보검색 고도화 기술개발 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 시공간 속성 데이터 다차원/실시간 공간 센서스트림 데이터 검색·처리 기술개발 - NoSQL 등 데이터베이스에서 공간데이터큐브 공간 인덱싱 방안 및 검색기술, 조건검색, 데이터 간 공간쿼리 설계 기술개발 - IoT 실시간 센서 및 관측 자료 정보공유를 위해 공간데이터큐브 3D Tiles에 Geotagging 기술 적용 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1단계 선행기술은 공간데이터큐브 내 위치, 속성정보 검색 등 기초 기능기술 구현 단계로 시공간/실시간 데이터 미반영 및 조건검색, 공간연산 등 확장 기능 부재 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 실시간 공간센서 스트림데이터 검색·처리 기술을 다양한 Geo-IoT 서비스에 활용하여 사회현상에 대한 복합분석 및 선제적 대응 가능 공간데이터큐브 기반 신속한 위치 검색, 공간분석 및 분석 결과 가시화를 통한 Geo-IoT 서비스에 활용 가능 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2026~2028년 (3년) |

2) (2핵심) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발



가. 연구개발 목표

| | |
|-----------------|---|
| 핵심과제의 개념 | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 지능화 기술개발 |
| 핵심과제의 범위 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 HCM Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 |
| 기술개발 목표 | <ul style="list-style-type: none"> (체계화) 3차원 공간데이터의 공간데이터큐브 분석 기술 고도화 (융합화) 실시간 이기종 빅데이터의 공간데이터큐브 분석 기술 융합화 (지능화) 공간데이터큐브 기반 인공지능기술 적용을 통한 국토정보 지능화 |

나. 연구개발 배경 및 필요성

(1) 연구개발 배경 및 필요성

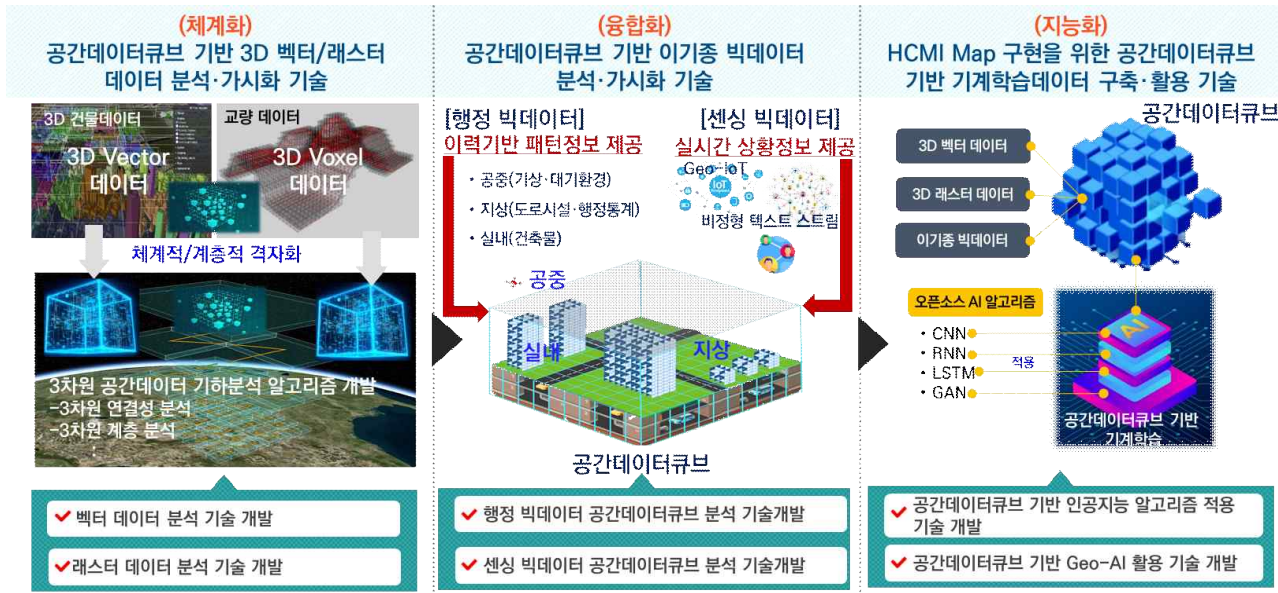
- 다양한 3차원 기하정보의 공간데이터큐브 분석 기술 필요
 - 공간데이터큐브를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석 기술개발
- 실시간 이기종 빅데이터의 분석·활용기술 필요
 - 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터의 정보융합 기술개발
- 인공지능 기술 적용을 위한 공간정보 지능화 기술 필요
 - 공간패턴을 체계적으로 기계 학습할 수 있는 지능화 기술개발

(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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기술 활용이 가능
- 공간데이터큐브 기반의 Geo-AI 기술은 기존에 존재하지 않는 기술로 정부 차원에서 기구축된 다양한 GIS 데이터들을 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반 시공간 분석 및 정보융합 지능화를 위한 기술개발에 목적이 있음
- (기술개발 구성 체계) 2핵심은 체계화, 융합화, 지능화로 총 3개의 하부팀으로 분류되며 유기적으로 연계되어 추진됨
 - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발(2-1공동), 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발(2-2공동), Geo-AI 구현을 위한 공간데이터큐브 기반의 기계학습데이터 구축·활용기술개발(2-3공동) 연계



<그림 95> 2핵심 연구개발 내용

| 핵심과제명 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | |
|-------|--------------------------------------|---|
| | 기술명 | 주요 내용 |
| 구성기술 | 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 시공간 분석 기술개발을 주요 내용으로 함 |
| | 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 | 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터(공중/지상/실내 행정 빅데이터 분석 및 Geo-IoT 센서/비정형 텍스트 스트림 등 센싱 빅데이터)의 실시간 모니터링 기술 및 시공간 분석 기술개발을 주요 내용으로 함 |
| | 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | 3D 벡터/래스터, Geo-IoT센서 데이터를 공간데이터큐브의 시공간 정보를 기준으로 맞춤형 추출, 기계학습 데이터셋 구축 기술, 공간데이터큐브 기반의 기계학습 데이터셋에 오픈소스 기반의 머신러닝 알고리즘을 적용하는 기술, 공간데이터큐브 기반의 기계학습 모델을 적용하여 일련의 분석 시나리오에 따라 시공간 시뮬레이션을 수행하는 기술, 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 분석 결과를 시간, 공간, 속성 정보에 따라 다양한 차원에서 가시화 하는 시각화 기술개발을 주요 내용으로 함 |


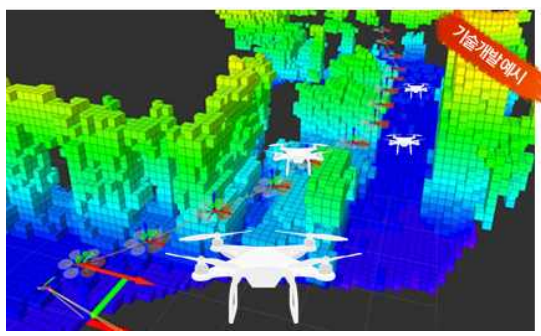
(1) (2-1 공동) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발

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

(나) 기술 내용

- 공간데이터큐브 기반 벡터 데이터 분석 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 네트워크데이터 시공간 분석 기술개발
- 공간데이터큐브 기반 래스터 데이터 분석 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술개발
 - 고정밀 위성영상 데이터의 공간데이터큐브 시공간 분석 기술개발

| 공간데이터큐브 기반 벡터 데이터 분석 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 래스터 데이터 분석 기술개발 |
|---|--|
|  |  |

(다) 기술 미래상

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

| | AS-IS | TO-BE |
|--------------------------------------|---|---|
| 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 3D 래스터 데이터에 대한 공간데이터 큐브 내의 기본 Boolean 연산만을 지원하는 등의 기초기술 구현 수준 ○ 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특징점을 충분히 활용하지 못하고 있음 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 3차원 벡터/래스터 공간정보의 기하구조를 정밀하게 분석하여 공중·지상·지하정보의 연계/통합 지원하는 제반기술 확보 ○ 3D 벡터/래스터 데이터의 기하구조 분석 기술로 공중·지상·지하 공간정보 연계/통합 구축비용 10% 절감 |

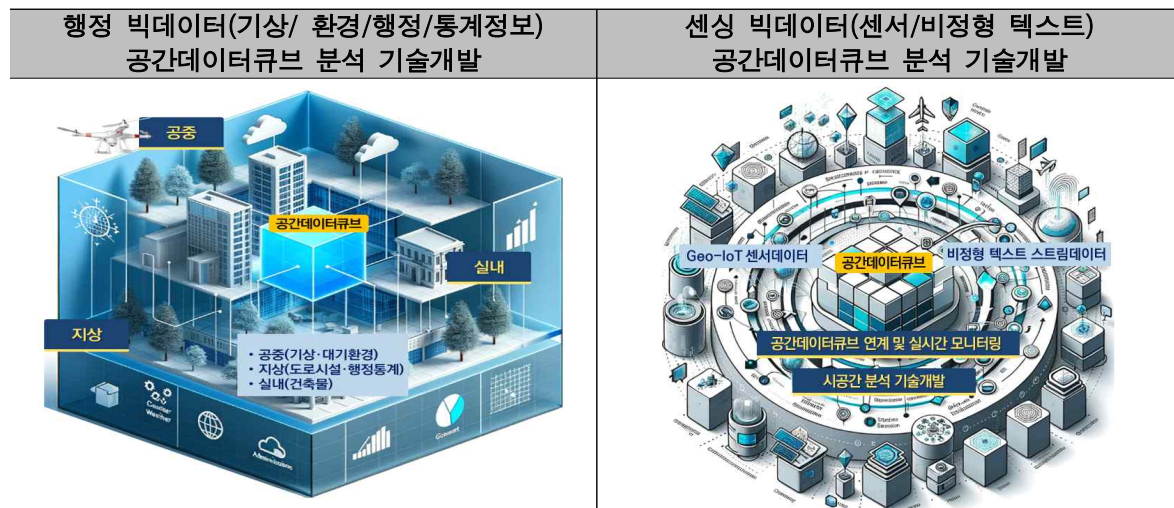
(2) (2-2 공동) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

- (배경) 사회안전망 강화를 위해 눈에 보이지 않는 공중/지상/실내공간, 지하시설물 등의 행정빅데이터와 센싱 빅데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 융복합 관리 및 저장 기술개발 필요
- (목적) 공간데이터큐브를 활용한 이기종 빅데이터(공중/지상/실내 행정빅데이터 및 Geo-IoT의 센싱데이터)들을 저장·관리하여 실시간 모니터링 및 시공간 분석 기술개발

(나) 기술 내용

- 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발
 - 공간정보를 참조하는 공중/지상/실내 행정 빅데이터 공간데이터큐브 연계 기술개발
 - 공간정보를 참조하는 공중/지상/실내 행정 빅데이터 공간데이터큐브 시공간분석 기술개발
- 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발
 - Geo-IoT 센서데이터 및 비정형 텍스트 스트림데이터의 공간데이터큐브 연계 및 실시간 모니터링 기술개발
 - Geo-IoT 센서데이터 및 비정형 텍스트 스트림데이터의 공간데이터큐브 시공간분석 기술개발



(다) 기술 미래상

- 공간데이터큐브 기반 위치고정/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술
 - 위치 고정형 센서데이터의 상태변화 감지분석 및 이동객체 실시간 경로추적 분석 기술

| | AS-IS | TO-BE |
|----------------------------------|--|--|
| 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 | ○ 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 ○ 공간데이터큐브 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감 |

(3) (2-3 공동) 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

- (배경) 인공지능 기반 3차원 데이터의 중요성과 활용성이 부각되고 있으며, 공간데이터큐브와 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 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 기술개발

(나) 기술 내용

- 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발
 - Geo-AI 분석을 위한 공간데이터큐브 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반의 인공지능 알고리즘 적용 기술개발
- 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발
 - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 구현 기술개발
 - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 가시화 기술개발

(다) 기술 미래상

- 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 개발 및 시공간 시뮬레이션 기술
 - 공간데이터큐브 기반의 기계학습 데이터셋 구축 및 Geo-AI를 활용한 시공간 시뮬레이션 가시화

| | AS-IS | TO-BE |
|-------------------------------|---|--|
| 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | ○ 현행 기술 없음 | ○ 3차원 공간데이터의 기계학습이 가능한 공간데이터큐브 데이터셋 자동 구축기술 개발 ○ 다양한 인공지능 알고리즘 적용이 가능한 기계학습 및 시뮬레이션 분석 기술개발 |
| | ○ 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 | ○ 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 |

| | AS-IS | TO-BE |
|--|------------|-------------------------------|
| | 제한 지원기술 부족 | ○ 2종 이상의 시공간 시뮬레이션 분석 응용기술 개발 |

라. 연차별 연구개발 내용

| 구분 | 연구내용 |
|------|--|
| 1차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술분석 및 요구사항 정의 · 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계 - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술분석 및 요구사항 정의 · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계 ○ (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-2-1) 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 연계·활용 가능한 행정 빅데이터 현황분석 · 유형별 행정 빅데이터의 공간데이터큐브화 요구사항 정의 - (2-2-2) 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 연계·활용 가능한 센싱 빅데이터 현황분석 · 유형별 센싱 빅데이터 공간데이터큐브화 요구사항 정의 ○ (2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-3-1) 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 구축 기술 분석 · 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 요구사항 정의 |
| 2차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 기술개발 · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 요구사항정의 및 프로토타입 설계 - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술개발 · 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 ○ (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-2-1) 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계 · 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 실시간 모니터링 기술개발 - (2-2-2) 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계 · 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 모니터링 기술개발 ○ (2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-3-1) 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 및 인공지능 알고리즘 적용 프로토타입 설계 · 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술개발(1) · 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 개발(1) - (2-3-2) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 |

| 구분 | 연구내용 |
|------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> · Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 |
| 3차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술 검증 · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(1) - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술 검증 · 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상 데이터 분석 모델 개발(1) ○ (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-2-1) 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 실시간 모니터링 기술검증 · 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 상태변화 감지 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 - (2-2-2) 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 모니터링 기술검증 · 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 경로추적 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 ○ (2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-3-1) 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술개발(2) · 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 개발(2) - (2-3-2) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 기술 개발(1) · Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 개발(1) |
| 4차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(2) · 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 검증 - (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 개발(2) · 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 검증 ○ (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-2-1) 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 상태변화감지 분석모델 개발 · 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 상태변화감지 분석모델 검증 - (2-2-2) 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 경로추적 분석모델 개발 · 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 경로추적 분석모델 검증 ○ (2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (2-3-2) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 기술 개발(2) · Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 개발(2) |

마. 추진전략

| 구분 | 과제명 | 주요 내용 | 추진전략 |
|--------|---|---|--|
| 2핵심 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - (1단계) 지자체 디지털 트윈 데이터 및 V-World 등 3차원 데이터를 대상으로 3차원 벡터/래스터 데이터 공간데이터큐브 분석 기술, 실시간 Geo-IoT 센서데이터 모니터링 기술, 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 자동구축 기술을 선제적으로 개발하여 기술 실용화 가능성 실증 - (2단계) 공간데이터큐브를 활용하는 3D 벡터 시공간 네트워크 분석 모델, 고정밀 위성영상 분석모델, 위치고정/이동형 센서데이터 상태 변화 감지 분석모델, Geo-AI를 활용한 시공간 시뮬레이션 분석모델 등 실용화 중심의 응용SW 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 3차원 공간정보와 센서데이터, 비정형 데이터 등 유형별 시공간 분석 및 Geo-AI 구현을 위한 기술 개발 |
| 2-1 공동 | 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 3D 벡터/래스터 데이터의 공간/속성연산 모듈 및 활용분석모델 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 단순 시각화 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 오픈소스 개발 |
| 2-2 공동 | 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 및 센싱 빅데이터의 실시간 모니터링 및 상태 변화 감지, 실시간 경로추적 분석모델 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 행정/센싱 데이터 분석 기술개발 |
| 2-3 공동 | HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 셋 구축을 위한 후처리 및 인공지능 알고리즘 개발 - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 및 가시화 SW | <ul style="list-style-type: none"> - 3차원 공간데이터의 인공지능 기술 연계활용을 위한 지능화 기술개발 |

바. 기술로드맵 및 성과로드맵

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

<표 36> 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 |
| | | - 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계 | ② 프로토타입 설계서 | 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 |
| | | - 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 프로토타입 설계 | ② 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| 2차년도 | 벡터 데이터 분석 기술개발 | - 3D 벡터 데이터 공간·속성 연산 기술개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 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·속성 연산 기술개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 | ② 요구사항 정의서/ 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| 3차년도 | 벡터 데이터 분석 기술개발 | - 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술 검증 | ① GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 검증 |
| | | - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(1) | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 래스터 데이터 분석 기술개발 | - 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술 검증 | ① GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 개발(1) | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| 4차년도 | 벡터 데이터 분석 기술개발 | - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 개발(2) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 검증 | ② GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 래스터 데이터 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 개발(2) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 검증 | ② GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |

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

<표 37> 2-1 공동 연차별 성과목표

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

(2) (2-2 공동) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발

<표 38> 2-2 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|--|--|-------------|-----|------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 연계·활용 가능한 행정 빅데이터 현황분석 | ① 현황분석서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 유형별 행정 빅데이터의 공간데이터큐브화 요구사항 정의 | ② 요구사항 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 연계·활용 가능한 센싱 빅데이터 현황분석 | ① 현황분석서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 유형별 센싱 빅데이터의 공간데이터큐브화 요구사항 정의 | ② 요구사항 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| 2차년도 | 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 실시간 모니터링 프로토타입 설계 | ① 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 실시간 모니터링 기술개발 | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 모니터링 프로 | ① 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | | |
|------|---|---|---------|--------------|------|------------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 | |
| | 형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | 토타입 설계 | | | | |
| | | - 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 모니터링 기술개발 | ② | SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| 3차년도 | 행정 빅데이터(기상/환경 /행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 실시간 모니터링 기술검증 | ① | GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 상태변화 감지 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 | ② | 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 센싱 빅데이터(센서/비정 형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 모니터링 기술검증 | ① | GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 경로추적 분석모델 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 | ② | 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| 4차년도 | 행정 빅데이터(기상/환경 /행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 상태변화감지 분석모델 개발 | ① | SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 행정 빅데이터 상태변화감지 분석모델 검증 | ② | GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 센싱 빅데이터(센서/비정 형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 경로추적 분석모델 개발 | ① | SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 센싱 빅데이터 실시간 경로추적 분석모델 검증 | ② | GS인증서 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |

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

<표 39> 2-2 공동 연차별 성과 목표

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

(3) (2-3 공동) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발

<표 40> 2-3 공동 연구내용 및 성과목표

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

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

<표 41> 2-3 공동 연차별 성과 목표

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

사. 핵심과제별 핵심성과

(1) (2핵심) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석 기술을 고도화하여 기존 선행과제의 분석 기능을 확장하고, 실시간 센서 데이터 처리 및 인공지능 기술과의 접목을 통한 디지털 트윈국토 구현을 위한 핵심기반기술 개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 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 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 3차원 공간정보와 센서데이터, 비정형데이터 등 유형별 시공간 분석 및 Geo-AI 구현을 위한 정보융합 지능화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (체계화) 3차원 공간데이터의 공간데이터큐브 분석 기술 고도화 - (융합화) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터의 실시간 모니터링 및 시공간분석기술 융합화 - (지능화) 공간데이터큐브 기반의 인공지능기술 적용을 통한 국토정보 지능화 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 단순시각화에서 서비스에서 벗어나 3차원 공간데이터를 체계적으로 활용할 수 있는 분석기반 확보 현실 세계를 보다 신속 정확하게 반영할 수 있는 3차원 공간데이터의 실시간 행정/센싱 데이터 분석·활용기반 확보 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계활용을 위한 지능화 기술기반 확보 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

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

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터의 공간데이터큐브 분석 기술 고도화를 위해 3D 벡터/래스터 데이터 분석 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 고정밀/고화질 3차원 공간데이터큐브 분석데이터를 위한 디지털 트윈기술 기반의 지능환경 조성 및 적용 필요 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하 정보의 공간데이터큐브 분석 기술 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 - 벡터/래스터 데이터 분석 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3D 래스터 데이터에 대한 공간데이터큐브 내의 기본 Boolean 연산만을 지원하는 등의 기초기술 구현 수준 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하 구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특징점을 충분히 활용하지 못하고 있음 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 공간데이터큐브기술을 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(나) (2-1-1) 벡터 데이터 분석 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터의 공간데이터큐브 분석 기술 고도화를 위해 3D 벡터 데이터 분석 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 고정밀/고화질 3차원 공간데이터큐브 분석데이터를 위한 디지털 트윈기술 기반의 지능환경 조성 및 적용 필요 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하 정보의 공간데이터큐브 분석 기술 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 벡터 데이터 분석 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하 구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특징점을 충분히 활용하지 못하고 있음 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 공간데이터큐브기술을 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(다) (2-1-2) 래스터 데이터 분석 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터의 공간데이터큐브 분석 기술 고도화를 위해 3D 래스터 데이터 분석 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 고정밀/고화질 3차원 공간데이터큐브 분석데이터를 위한 디지털 트윈기술 기반의 지능환경 조성 및 적용 필요 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하 정보의 공간데이터큐브 분석 기술 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 래스터 데이터 분석 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3D 래스터 데이터에 대한 공간데이터큐브 내의 기본 Boolean 연산만을 지원하는 등의 기초기술 구현 수준 시각화 서비스 위주의 데이터 활용으로 3차원 기하 구조의 분석 등 3차원 공간데이터 고유의 특징점을 충분히 활용하지 못하고 있음 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 빅데이터 관련 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 업무에 활용 공간데이터큐브기술을 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(라) (2-2 공동) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터(공중/지상/실내 행정 빅데이터 분석 및 Geo-IoT 센서/비정형 텍스트 스트림데이터)의 실시간 모니터링 및 시공간 분석 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> (공중 데이터 융합) 기상 데이터와 공중 이동체 정보를 통합하여 공중정밀지도, 도심 안전 항로 정보 제공 및 항공 교통 및 재난 대응 시스템을 개선하는 데이터 융합 기술 개발 필요 (지상 데이터 분석) 지상 행정 빅데이터(도로 시설물, 환경, 통계정보)를 공간데이터큐브와 연계하여 분석함으로써 도시계획, 교통 시스템 최적화, 공공시설물 관리를 지원하는 행정정보분석 제공 고도화 기술 필요 (실내 정보관리) 실내 공간정보와 공간데이터큐브를 연계하여 HCM1 실내지도 및 실내 환경 데이터(온습도, 공기질 등)를 제공함으로써 실내 상황 인식과 관리를 향상시키는 기술개발 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> (공중 데이터 통합 및 분석) 공중 행정 빅데이터(공중 이동체, 기상데이터 등)를 공간데이터큐브와 연계하여 공중정밀지도 구축과 도심항로운행지원을 위한 실시간 모니터링 및 분석기술 개발 (지상 데이터 활용) 지상 행정 빅데이터(도로 시설물, 환경정보, 통계정보 등)를 공간데이터큐브와 통합하여 도시계획과 공공시설 관리를 지원하는 효율적인 분석 및 정보제공 기술을 개발 (실내 데이터 관리 및 분석) 실내 행정 빅데이터(건축물 공간정보, 실내 온습도, 공기질 등)를 활용하여 실내 자율주행 및 상황 인식을 지원하기 위해 공간데이터큐브를 기반으로 한 데이터 통합 및 시공간 분석기술을 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2차원 격자 중심의 공중/지상/실내 행정 데이터 연계활용 2차원 격자 중심의 행정 빅데이터를 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 행정 빅데이터로 전환하는 기술 부족 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 기 구축된 공중/지상/실내 행정 빅데이터를 공간데이터큐브로 자동구축하여 입체적 활용이 가능한 행정 빅데이터 구축 위치 이동형/고정형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> (중앙부처) 중앙부처는 공간데이터큐브 기술을 활용하여 공중, 지상 및 실내 데이터를 통합 분석함으로써, 국가의 기후변화 대응, 도시 및 교통 계획 최적화, 실내 공공안전강화 등의 정책 결정을 지원 (전문사용자) 데이터 과학자, 분석가, 엔지니어는 이 기술을 사용하여 공중 이동체 분석, 지상 행정 데이터의 도시계획 현황분석, 실내환경 데이터를 활용한 건축 효율성 분석 등에 활용, 디지털 트윈 분야에서의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 구현 (공공플랫폼) 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼을 통해 공간데이터큐브 기술로 통합된 공중, 지상, 실내 데이터를 제공, 시민들이 보다 정확하고 다양한 정보에 접근할 수 있도록 지원, 공공데이터 서비스의 접근성과 활용성을 촉진 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(마) (2-2-1) 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간정보를 참조하는 공중/지상/실내 행정 빅데이터 (기상/환경/행정/통계 정보)의 공간데이터큐브 연계 및 시공간 분석 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> (공중) 기상데이터와 공중 이동체 관련 정보를 통합하여 실시간 기상 변화와 공중 교통 패턴 분석을 지원하는 공중정밀지도 및 도심안전항로정보 제공과 항공교통 관리 및 재난대응 시스템의 데이터 융합기술 제공 필요 (지상) 지상 행정 빅데이터(도로 시설물 행정정보, 환경정보, 통계정보 등)를 공간데이터큐브와 연계하여 분석함으로써, 도시계획, 교통 시스템 최적화, 공공시설물 관리에 필요한 행정정보 제공 필요 (실내) 건축물 공간정보 빅데이터와 공간데이터큐브와 연계하여 HCM1 실내지도 구축에 필요한 속성정보 및 실내 환경 데이터(온습도, 공기질 등) 등의 실내상황정보 제공 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공중 행정 빅데이터(공중 이동체, 기상데이터 등)를 공간데이터큐브를 기준으로 연계통합하여 공중정밀지도 구축과 도심항로운영 지원 지상 행정 빅데이터(도로 시설물 행정정보, 환경정보, 통계정보 등)를 공간데이터큐브를 기준으로 연계통합하여 도시계획과 공공시설 관리 지원 실내 행정 빅데이터(건축물 공간정보 빅데이터, 실내 온습도, 공기질 등)를 공간데이터큐브를 기준으로 연계통합하여 실내자율주행 및 실내상황인식 지원 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2차원 격자 중심의 공중/지상/실내 행정 데이터 연계활용 2차원 격자 중심의 행정 빅데이터를 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 행정 빅데이터로 전환하는 기술 부족 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 기 구축된 공중/지상/실내 행정 빅데이터를 공간데이터큐브로 자동구축하여 입체적 활용이 가능한 행정 빅데이터 구축 현장적용 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> (중앙부처) 공중, 지상, 실내 행정 빅데이터를 활용하여 국가의 기후변화 대응, 도시 및 교통계획 최적화, 실내 공공안전 강화와 같은 정책 결정 지원 (전문사용자) 데이터 과학자, 분석가 및 엔지니어는 향상된 공공플랫폼을 통해 지역 기상 조건, 도시계획 변경, 실내 환경 품질 등에 대한 정보를 실시간으로 확인하고, 공중 이동체 분석, 지상 행정 데이터의 도시계획현황 분석, 실내 환경 데이터를 활용한 건축 효율성 분석 등에 활용 (공공플랫폼) 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼은 공중, 지상, 실내 데이터를 통합하여 공공에 제공함으로써, 시민들이 더 정확하고 다양한 정보에 접근할 수 있도록 지원 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(바) (2-2-2) 이기종 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> Geo-IoT 센서데이터 및 비정형 텍스트 스트림데이터의 공간데이터큐브 연계 및 실시간 모니터링, 시공간 분석 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> (Geo-IoT 센서 데이터) Geo-IoT 센서 데이터는 공간 데이터큐브와 연계하여 실시간 Geo-IoT 센서 데이터 수집/분석/제공을 통해 UAM 및 드론 기반 공중 택배, 택시 등 공공/민간 부문의 스마트 모빌리티 지원을 위한 공중 인프라 기술개발 필요 (비정형 텍스트 스트림데이터) 비정형 텍스트 스트림데이터는 공간데이터큐브와 연계하여 국토 공간에 실시간으로 발생하는 사회적 이벤트들의 상호작용을 실시간으로 3차원 공간에서 이해하고 공공/민간부문에서 신속하게 대응하기 위한 핵심기술임 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 도시기반 시설물에서의 CCTV 영상, CO₂ , 온습도, 자외선 등의 다양한 센서 데이터와 공간데이터큐브 데이터 간의 연계를 통해 실시간 모니터링 및 분석기술을 개발 CCTV 영상에서 이벤트를 감지하고, 영상기록, 특정 이벤트를 기록하며, 해당 이벤트의 시공간적 분석을 통해 공간데이터큐브화하는 기술을 개발 자율주행 및 드론의 영상과 GPS 데이터를 공간데이터큐브와 연계하여 실시간 모니터링 및 스마트 모빌리티를 위한 시설물 감지, 주행 시 주변 동적 이벤트 감지, 영상기록과 특정 이벤트들을 공간데이터큐브화를 위한 시공간 분석 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 현행 기술 없음 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 특정 이벤트의 감지와 공간 정보화를 위한 기술 부족 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감 위치 이동형/고정형 Geo-IoT 센서데이터의 실시간 모니터링 현장적용을 위한 관제 시스템 탑재 및 시범 시스템 운용이 가능한 실용화 기술개발 공간데이터큐브 기반 특정 공간 이벤트 감지 및 이력 DB 구축 자동화로 도시 관제 대응 및 처리 비용 10% 절감 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> (중앙부처) 국방부와 국토부와 같은 중앙부처는 공간데이터큐브 기술을 활용하여 지상과 공중의 시설물 및 이동체 관리를 위한 정책 결정과 안전전략 환경을 조성하는 데 사용 (전문사용자) 데이터 과학자, 데이터 분석가, 데이터 엔지니어 등의 전문사용자는 이 기술을 사용하여 3차원 빅데이터의 분석 및 관리 업무에 활용, 디지털 트윈 분야에서의 데이터 경량화 및 분석 효율화를 구현 (공공플랫폼) 공간데이터큐브 기술을 통해 통합된 공중-지상-지하정보는 국가공간정보포털 및 공간정보 오픈플랫폼을 통해 대국민 서비스로 제공되어 공공데이터 서비스의 접근성과 활용성을 촉진 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(사) (2-3 공동) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발

| | |
|------------|--|
| 정의(설명) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축 및 인공지능 알고리즘 활용기술 개발 |
| 설정 근거 및 사유 | <ul style="list-style-type: none"> 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 공간데이터큐브 기반의 Geo-AI 기술과 융합 필요 |
| 목적 | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터의 인공지능기술 연계·활용을 위한 지능화 기술기반 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 - 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 |
| 성능목표 | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반의 Geo-AI 현행 기술은 없음 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원 기술 부족 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터의 기계학습이 가능한 공간데이터큐브 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 시를 포함하는 데이터에 대한 통찰력, 미래예측 솔루션 개발 |
| 수요처 | <ul style="list-style-type: none"> 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 공간데이터큐브기술을 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 | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

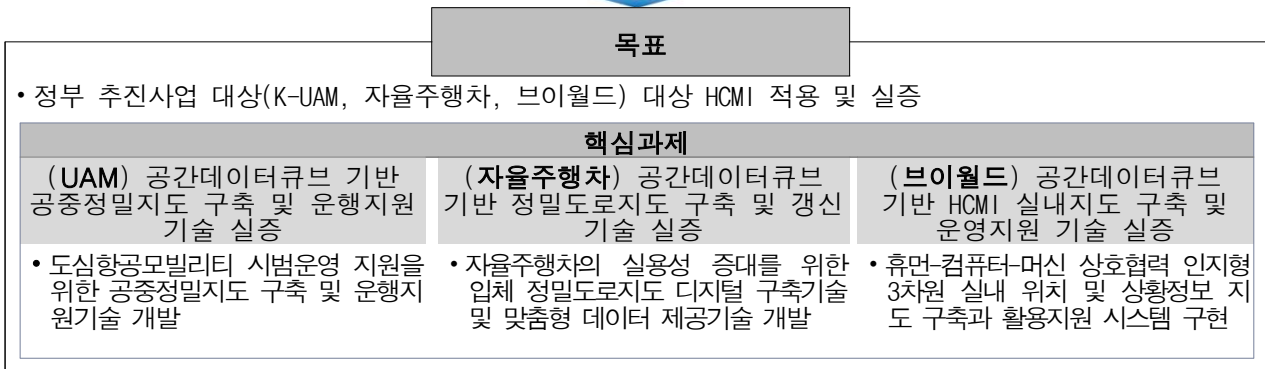
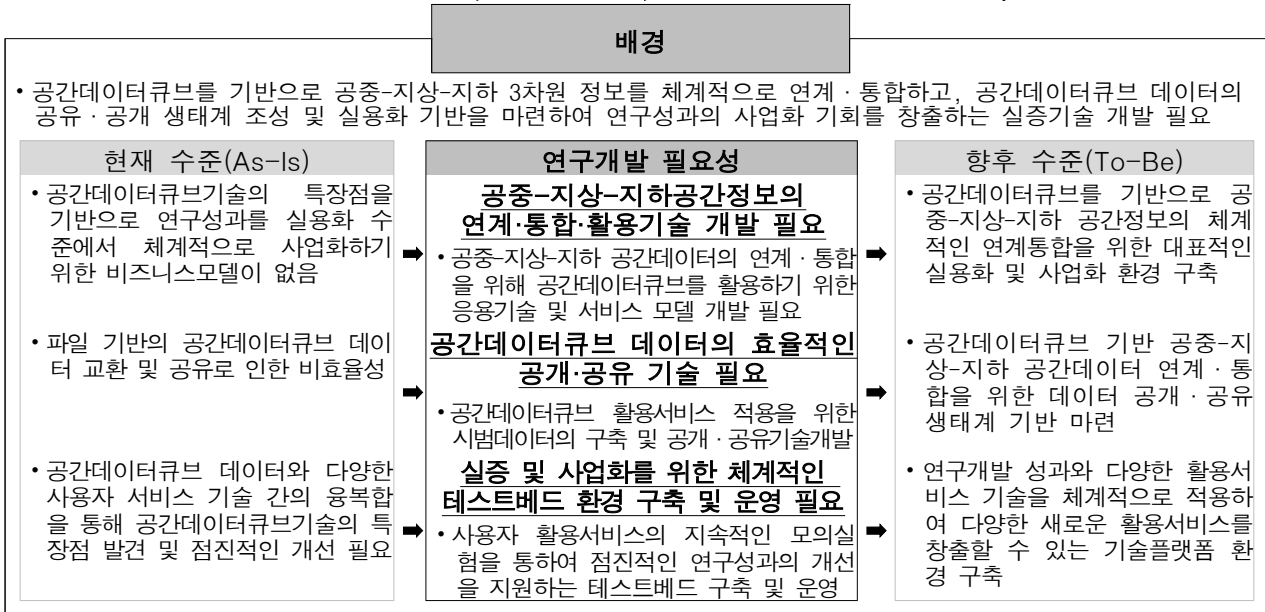
(아) (2-3-1) 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> Geo-AI 분석을 위한 공간데이터큐브 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축, 인공지능 알고리즘 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 기존 3차원 평면 격자보다 공간데이터큐브를 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+공간데이터큐브 기술을 융복합하여, 응용 서비스 활성화와 기술경쟁력 확보 방안 마련 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3D 벡터/래스터, Geo-IoT 센서데이터를 공간데이터큐브의 시공간 정보를 기준으로 맞춤형 추출, 기계학습 데이터셋 구축 기술개발 공간데이터큐브 기반의 기계학습 데이터셋에 오픈소스 기반의 머신러닝 알고리즘을 적용하는 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반의 Geo-AI 현행 기술은 없음 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원 기술 부족 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터의 기계학습이 가능한 공간데이터큐브 데이터셋 자동구축기술 개발 3종 이상의 오픈소스 인공지능 알고리즘 적용기술 개발 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 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 공간데이터큐브기술을 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2027년 (3년) |

(자) (2-3-2) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 구현 및 시뮬레이션 가시화 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 기 구축된 다양한 GIS 데이터를 활용하여 상세하고 유의미한 정보를 제공하기 위해 공간데이터큐브 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 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반의 기계학습 모델을 적용해 시공간 시뮬레이션 기술개발 • 시공간 시뮬레이션 분석결과를 시공간 속성정보에 따라 다양한 차원에서 가시화하는 시각화 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반의 Geo-AI 현행 기술은 없음 • 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능을 활용한 서비스 활용기술이 부족한 실정 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 시를 포함하는 데이터에 대한 통찰력, 미래예측 솔루션 개발 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 공간데이터큐브기술을 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 핵심 연구개발 기간 2026~2028년 (3년) |

3) (3핵심) 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증



가. 연구개발 목표

| | |
|-----------------|--|
| 핵심과제의 개념 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발 |
| 핵심과제의 범위 | <ul style="list-style-type: none"> (UAM) 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술 실증 (자율주행차) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증 (브이월드) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술 실증 |
| 기술개발 목표 | <ul style="list-style-type: none"> 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술 개발 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원 HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 |

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 공간데이터큐브를 활용하기 위한 응용 기술 및 서비스 모델 개발 필요
- 공간데이터큐브 데이터의 효율적인 공개·공유 기술 필요
 - 공간데이터큐브 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
- 공간데이터큐브 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
 - 정부는 미래 성장동력인 UAM 산업육성을 위해, 민·관·학 합동정책 추진체계인 UAM Team Korea(UTK) 운영 중('20.6~)이며, '25년 UAM 상용화(2개 노선)를 목표로 하고 있음. 이에 UAM의 상용화 및 안전운행 환경 조성을 위한 핵심기술로 공간데이터큐브 기반 도심항공로 모니터링 지원 기술이 필요

다. 연구개발 내용

- (기술개발 목표) 3핵심 연구개발은 UAM과 디지털 트윈국토를 위한 공간데이터큐브 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화 기술개발에 목적이 있음
- (기술개발 구성 체계) 3핵심은 UAM과 자율주행차, 브이월드 총 3개의 하부팀으로 분류되며 유기적으로 연계되어 추진됨
 - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발(3-1 공동), 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발(3-2 공동), 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발(3-3 공동) 연계



<그림 99> 기술개발 구성 체계도(구성기술-3)

| 핵심과제명 | 정부 추진사업 대상(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI 적용 및 실증 | |
|-------|--|--|
| | 기술명 | 주요 내용 |
| 구성기술 | 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 공간데이터큐브기반 도심 항로를 모니터링하여 지원하는 서비스 시나리오를 도출하고 분석, 시뮬레이션하는 서비스 개발과 도심항로 및 공중정밀지도 데이터를 공간데이터큐브 기반으로 관리, 분석, 시뮬레이션 서비스를 개발하고 실증 서비스 시스템을 브이월드 등 관련 플랫폼에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발을 주요 내용으로 함 |
| | 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술을 개발하고, 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발을 주요 내용으로 함 |
| | 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 기계학습 및 고용량 데이터 처리 등을 위한 공간데이터큐브 기반 실내정밀지도 구축과 관리, 분석, 시뮬레이션 서비스를 개발하고 실증서비스를 브이월드 등 관련 플랫폼에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발을 주요 내용으로 함 |

(1) (3-1 공동) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

○ (배경) 미래 성장동력인 UAM 산업육성 및 관련 기술 상용화 지원을 위해 공간데이터 큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발이 필요

○ (목적) 공중의 도심 항로 및 공중정밀지도 정보를 공간데이터큐브 기반으로 구축하고, UAM 운항로의 분석·예측 시뮬레이션 및 운영지원 관리·분석 기술을 3차원 공간정보 관련 플랫폼(브이월드 등)을 통하여 실증 사업화

(나) 기술 내용

○ 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발

- 공간데이터큐브 기반 도심항로 데이터 구축기술 개발
- 공간데이터큐브 기반 도심항로 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발
- 공간데이터큐브 기반 도심항로 시뮬레이션 실증 시스템 개발

○ 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발

- 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 구축기술 개발
- 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발
- 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 시뮬레이션 실증 시스템 개발

공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 실증 지원 기술개발

항공정보 데이터 입체격자화



요구사항 조사 및 데이터 모델 개발



DATA MODELING

입체격자 기반 도심 실증 노선 항공데이터 구축

입체격자 기반 항로 모니터링 시뮬레이션 실증 시스템



기상 외 모니터링



운영 항로/통신DB 외 기타 항공정보 및 관제 모니터링





도심항로 모니터링 지원기술 테스트베드 적용

V WORLD



1-2핵심 기술개발 성과

브이월드 등 타 사업과 연계·활용 가능한 실증시스템 개발

(다) 기술 미래상

○ 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 지원 시뮬레이션 분석 기술

- 도심항로 및 공중정밀지도 정보를 3차원 공간데이터큐브로 경량화하여 체계적인 항로 모니터링과 효율적인 UAM 운영지원을 위한 분석·시뮬레이션 기술

| 기술명 | AS-IS | TO-BE |
|------------------------------|---|--|
| 공간데이터 큐브 기반 항로 모니터링 실증 지원 기술 |  |  |

(2) (3-2 공동) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발

(가) 기술 개요 (배경, 목적)

- (배경) 정부는 전국의 고속·일반국도에 자율주행용 정밀도로지도 구축을 완료하여 국민에게 무상 제공('23.4) 중이고, '27년 완전자율주행 상용화 추진 중임.'23년 국가측량시행계획(안)에서는 '고정밀 전자지도', '3차원 입체지도', '자율주행 핵심 인프라' 구축 등 국정과제 추진을 본격화함('23.5). 공간데이터큐브를 활용한 고품질 측량데이터 구축을 통해 고정밀 전자지도와 3차원 입체지도의 구축 및 활용 가능한 기술개발이 필요
- (목적) 자율주행차의 실용성 증대를 위한 디지털 입체 정밀도로지도 구축하고, 자율주행지원을 위한 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공 기술을 3차원 공간정보 관련 플랫폼(브이월드 등)을 통하여 실증 사업화

(나) 기술 내용

- 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발
 - 공간데이터큐브 기반 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류기술 개발
 - 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구축 기술 개발
 - 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발
- 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발
 - 자율주행차 및 자율주행 시뮬레이터에서 바로 활용 가능한 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 개발
 - 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발
 - 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 시뮬레이션 실증 시스템 개발

공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증



공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발



정밀도로지도 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발



(다) 기술 미래상

○ 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술

- 공간데이터큐브 기반 자율주행차의 자동구축 알고리즘을 적용하여 공간데이터큐브 단위 별 선별적 갱신 및 자율차/로봇 등 기계가 즉각적인 인지/학습이 가능하도록 하는 분석·시뮬레이션 기술

| 기술명 | AS-IS | TO-BE |
|-------------------------------|---|---|
| 공간데이터 큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 |  <ul style="list-style-type: none"> • 인간 관점에서의 지형과 사물을 인지 |  <ul style="list-style-type: none"> • 무인항공기, 자율차, 로봇 등 기계가 즉각적인 인지 및 학습 가능 |

(2) (3-3 공동) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 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 공간데이터큐브 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

- 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발
 - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 구축 기술개발
 - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 수집 기술개발
 - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술개발
- 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발
 - 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 수집정보 통합 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 간 위치·상황 정보공유 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 실내자율주행 지원 기술개발



(다) 기술 미래상

- 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술
 - 실내지도 정보를 3차원 공간데이터큐브로 경량화하여 휴먼-컴퓨터-머신(HCMI) 간 상호협력이 가능한 3차원 실내지도를 구축하고, 실내자율주행 지원 시스템 분석·시뮬레이션 기술

| 기술명 | AS-IS | TO-BE |
|---|--|--|
| 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 개별로 구축 관리되고 있는 공중, 지상, 지하정보의 연계·활용 부족 - 데이터의 상이한 속성, 유형, 형식 등에 따라 융합 및 시각화가 어려움 - 특히, 실내외지도는 휴먼-컴퓨터 간 협력에 초점이 맞춰져 시각화 위주의 활용이 대부분이며, 휴먼-컴퓨터-머신 간 상호협력 시나리오에 맞춘 정보를 융합하여 활용하기 위한 기반 기술 필요 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공중-지상-지하정보가 분리되어 관리되었으나 공간데이터큐브기술을 통해 통합된 정보관리 및 활용 가능 - 휴먼-컴퓨터-머신(HCMI) 간 상호협력 인지형 3차원 실내지도 정보의 효과적 관리 및 활용으로 실내자율주행 지원을 위한 시뮬레이션 서비스 제공 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ○ (브이월드) 포인트 클라우드, 센서 정보, 비정형 정보 등과 같은 대용량 정보의 융합활용을 위한 연계 및 지원서비스 기술 부재 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공간데이터큐브기술을 활용한 대용량 정보연계 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 |

마. 연차별 연구개발 내용

| 구분 | 연구내용 |
|------|--|
| 1차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (3-1) 도심항공모빌리티 시범운행 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (3-1-1) 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 도심항로 데이터 공간데이터큐브화 기술분석 및 요구사항 정의 · 공간데이터큐브 기반 도심항로 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 - (3-1-2) 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공중정밀지도 공간데이터큐브화 기술분석 및 요구사항 정의 · 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 UAM 운영 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 ○ (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (3-2-1) 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 입체 정밀도로지도 구축을 위한 요구사항 정의 · 입체 정밀도로지도 데이터 및 서비스 모델 프로토타입 설계 - (3-2-2) 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 정의 · 입체 정밀도로지도 데이터 연계를 위한 요구사항 정의 · 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 및 서비스 모델 프로토타입 설계 |

| 구분 | 연구내용 |
|------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ○ (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (3-3-1) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 구축/실내 상황정보 수집 기술 현황조사·분석 및 요구사항 정의 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력인지형 3차원 실내지도 구축 기술 알고리즘 설계 및 개발 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 수집 기술 알고리즘 설계 및 개발 - (3-3-2) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 수집정보 통합/위치·상황 정보 공유 기술 현황조사·분석 및 요구사항 정의 · 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 수집정보 통합/위치·상황 정보 공유 기술 알고리즘 설계 및 개발 · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 서비스 알고리즘 설계 및 개발 |
| 2차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (3-1) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (3-1-1) 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 도심항로 데이터셋 시범구축 · 데이터 서비스 프로토타입 구축 - (3-1-2) 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공중정밀지도 데이터셋 시범구축 · 데이터 서비스 프로토타입 구축 ○ (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (3-2-1) 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류 기술 정의 · 입체 정밀도로지도 데이터셋 시범구축 · 데이터 및 서비스 프로토타입 구축(1) - (3-2-2) 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 개발 · 입체 정밀도로지도 연계 데이터셋 시범구축 · 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 및 서비스 프로토타입 구축 ○ (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (3-3-1) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력인지형 3차원 실내지도 데이터셋 시범구축 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력인지형 3차원 실내지도 데이터 서비스 프로토타입 설계 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 데이터셋 시범구축 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 데이터 서비스 프로토타입 설계 - (3-3-2) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 서비스 프로토타입 설계 · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 서비스 데이터셋 시범구축 · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 모듈 설계 · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 실증시스템 설계 |
| 3차년도 | <ul style="list-style-type: none"> ○ (3-1) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 |

| 구분 | 연구내용 |
|------|--|
| | <p>밀지도 구축 및 운영지원 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-1-1) 공간데이터큐브기반 도심향로 모니터링 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 도심향로 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계 · 브이월드 기반 공간데이터큐브 도심향로 모니터링 실증시스템 설계 - (3-1-2) 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운행 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계 · 브이월드 기반 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운행 실증 시스템 설계 <p>○ (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-2-1) 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 데이터 및 서비스 프로토타입 구축(2) · 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류 기술 개발(1) · 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발(1) - (3-2-2) 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 입체 정밀도로지도 연계 시뮬레이션 모듈 설계 · 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 기술개발(1) · 입체 정밀도로지도 실증 시스템 설계 및 구현(1) <p>○ (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-3-1) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술 알고리즘 설계 및 개발 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합 데이터 셋 시범구축 - (3-3-2) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 기술개발(1) · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 실증시스템 구현(1) |
| 4차년도 | <p>○ (3-1) 도심항공모빌리티 시범운행 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-1-1) 공간데이터큐브기반 도심향로 모니터링 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 도심향로 분석 및 시뮬레이션 기술개발 · 브이월드 기반 공간데이터큐브 도심향로 모니터링 실증시스템 구현 - (3-1-2) 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운행 지원 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 분석 및 시뮬레이션 기술개발 · 브이월드 기반 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운행 실증시스템 구현 <p>○ (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-2-1) 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류 기술 개발(2) · 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발(2) - (3-2-2) 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 기술개발(2) · 입체 정밀도로지도 실증 시스템 구현(2) <p>○ (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - (3-3-1) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술 프 |

| 구분 | 연구내용 |
|----|---|
| | 로토타입 설계 · 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술 프 로토타입 개발 및 실증 - (3-3-2) 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 기술개발(2) · 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 실증시스템 구현(2) |

마. 추진전략

| 구분 | 과제명 | 주요 내용 | 추진전략 |
|--------|--|---|--|
| 3핵심 | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCI Map 적용 및 실증 | - (1단계) 실증서비스 데이터의 공간데이터큐브화 및 데이터 셋 시범구축, 데이터 서비스 프로토타입 구축 - (2단계) 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반 실증서비스 시스템을 구축하여 정부·민간·국민이 활용 가능한 서비스 개발 |
| 3-1 공동 | 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영 지원 기술개발 | - 공간데이터큐브기반 도심항공로 모니터링 지원 기술개발 - 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 | - 도심항공로 및 공중정밀지도 공간데이터큐브 데이터 구축 및 현장적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증 |
| 3-2 공동 | 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | - 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 - 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | - 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발과 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 실증 |
| 3-3 공동 | 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCI 실내지도 구축 및 운영 지원 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 기술개발 - 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 | - 휴먼-컴퓨터-머신(HCI) 간 상호협력 인지형 3차원 실내지도 시범데이터 구축 및 실내지도 활용지원 서비스 기술구현 및 실증 |

바. 기술로드맵 및 성과로드맵

(1) (3-1 공동) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발

<표 42> 3-1 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|--------------------------------------|---|-------------------|-----|------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 | - 도심항로 데이터 공간데이터큐브화 기술분석 및 요구사항 정의 | ① 기술분석서 /요구사항 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 도심항로 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 | ② 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 | - 공중정밀지도 공간데이터큐브화 기술분석 및 요구사항 정의 | ① 기술분석서 /요구사항 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 UAM 운영 데이터 모델 및 서비스 모델 프로토타입 설계 | ② 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| 2차년도 | 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 | - 도심항로 데이터셋 시범구축 | ① 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 데이터 서비스 프로토타입 구축 | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 검증 |
| | 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 | - 공중정밀지도 데이터셋 시범구축 | ① 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 데이터 서비스 프로토타입 구축 | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 검증 |
| 3차년도 | 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 도심항로 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계 - 브이월드 기반 공간데이터큐브 도심항로 모니터링 실증 시스템 설계 | ① 분석 모듈 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 분석 및 시뮬레이션 모듈 설계 - 브이월드 기반 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운영 실증 시스템 설계 | ① 분석 모듈 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| 4차년도 | 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 도심항로 분석 및 시뮬레이션 기술개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 브이월드 기반 공간데이터큐브 도심항로 모니터링 실증 시스템 구현 | ② 실증시스템 구현 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 분석 및 시뮬레이션 기술개발 | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 브이월드 기반 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운영 실증시스템 구현 | ② 실증시스템 구현 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |

<표 43> 3-1 공동 연차별 성과 목표

| 구분 | 목표 | 성과 | | | | | |
|----------------|--------------------|----------|------|------|------|-----|----|
| | | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 합계 | |
| 사업 연계 지표 | 특허 출원/등록 | 2/0 | 2/1 | 1/2 | 1/2 | 6/5 | |
| | 표준채택 | | | | | | |
| | 소프트웨어 등록건수 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | |
| | 시제품 출시(제작)·현장시험 건수 | | | 2 | 3 | 5 | |
| | 학술성과 (논문게재) | SCI(E)급 | 1 | 2 | 2 | 1 | 6 |
| | | 비SCI(E)급 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 기타 지표 | 정책성과 | 정책제안 | | | | | |
| | | 정책채택 | | | | | |
| | 신기술지정건수 | | | | | | |
| | 국내외 학술회의 발표 건수 | 4 | 5 | 4 | 4 | 17 | |
| | 기술료 징수 금액 | | | | | | |
| | 기술 실시계약 건수 | | | | | | |
| | 현장적용에 따른 비용절감 건수 | | | | 1 | 1 | |
| | 사업화제품화 건수 | | | 1 | 2 | 3 | |
| | 국내학협회지 기술기사 | | | | | | |
| | 전문인력양성 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | |
| | 연구개발 관련 홍보 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | |
| | 기타 목표 | | | | | | |

(3) (3-2 공동) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발

<표 44> 3-2 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|--|--|-------------------|-----|------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 | - 입체 정밀도로지도 구축을 위한 요구사항 정의 | ① 기술분석서 /요구사항 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 데이터 및 서비스 모델 프로토타입 설계 | ② 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | - 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 정의 | ① 기술 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 데이터 연계를 위한 요구사항 정의 | ② 기술분석서 /요구사항 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 및 서비스 모델 프로토타입 설계 | ③ 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | | | | |
| 2차년도 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 | - 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류 기술 정의 | ① 기술 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 데이터셋 시범구축 | ② 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 데이터 및 서비스 프로토타입 구축(1) | ③ SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | - 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 개발 | ① 기술분석 및 구축 정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 연계 데이터셋 시범구축 | ② 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 및 서비스 프로토타입 구축 | ③ SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| 3차년도 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 | - 데이터 및 서비스 프로토타입 구축(2) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류 기술 개발(1) | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발(1) | ③ SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | - 입체 정밀도로지도 연계 시뮬레이션 모듈 설계 | ① 분석모듈 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 기술개발(1) | ② SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 실증 시스템 설계 및 구현(1) | ③ 실증시스템 | 1건 | 전문가 |

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|--|------------------------------------|-------------------|-----|------------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| | | | 구현 보고서(1) | | 검증 |
| 4차년도 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 | - 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류 기술 개발(2) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발(2) | ② SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | - 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 기술개발(2) | ① SW 등록 | 1건 | 외부 공인기관 인증 |
| | | - 입체 정밀도로지도 실증 시스템 구현(2) | ② 실증시스템 구현 보고서(2) | 1건 | 전문가 검증 |

<표 45> 3-2 공동 연차별 성과 목표

| 구분 | 목표 | 성과 | | | | |
|------------|--------------------|---------|------|------|------|-----|
| | | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 합계 |
| 사업 연계 지표 | 특허 출원/등록 | 2/0 | 1/1 | 1/2 | 1/2 | 5/5 |
| | 표준채택 | | | | | |
| | 소프트웨어 등록건수 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| | 시제품 출시(제작)·현장시험 건수 | | | 2 | 2 | 4 |
| | 학술성과 (논문게재) | SCI(E)급 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 비SCI(E)급 | | 3 | 4 | 3 | 3 | 13 |
| 기타 지표 | 정책성과 | 정책제안 | | | | |
| | | 정책채택 | | | | |
| | 신기술지정건수 | | | | | |
| | 국내외 학술회의 발표 건수 | 4 | 5 | 4 | 4 | 17 |
| | 기술료 징수 금액 | | | | | |
| | 기술 실시계약 건수 | | | | | |
| | 현장적용에 따른 비용절감 건수 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 사업화제품화 건수 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| | 국내학협회지 기술기사 | | | | | |
| | 전문인력양성 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 |
| 연구개발 관련 홍보 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | |
| 기타 목표 | | | | | | |

(3) (3-3 공동) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발

<표 46> 3-3 공동 연구내용 및 성과목표

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | |
|------|----------------------------------|--|--------------------|-----|---------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 |
| 1차년도 | 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발 | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 구축/실내 상황정보 수집 기술 현황조사·분석 및 요구사항 정의 | ① 현황조사 분석서/요구사항정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 구축 기술 알고리즘 설계 및 개발 | ② SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 수집 기술 알고리즘 설계 및 개발 | ③ SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발 | - 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 수집정보 통합/위치·상황 정보 공유 기술 현황조사·분석 및 요구사항 정의 | ① 현황조사 분석서/요구사항정의서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 수집정보 통합/위치·상황 정보 공유 기술 알고리즘 설계 및 개발 | ② SW 등록 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 서비스 알고리즘 설계 및 개발 | ③ SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 |
| 2차년도 | 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발 | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 데이터셋 시범구축 | ① 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 데이터 서비스 프로토타입 설계 | ② 프로토타입 설계서 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 데이터셋 시범구축 | ③ 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 상황정보 데이터 서비스 프로토타입 설계 | ④ 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발 | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 서비스 프로토타입 설계 | ① 프로토타입 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 서비스 데이터셋 시범구축 | ② 데이터셋 보고서 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 모듈 설계 | ③ 분석 모듈 설계서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 실증시스템 설계 | ④ 실증시스템 설계서 | 2건 | 전문가 검증 |
| 3차년도 | 공간데이터큐브 기반 HCMI | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술 알고리즘 설계 및 | ① SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 |

| 구분 | 연구내용 | 성과목표 | 성과점증 기준 | | | |
|--|--|---|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | 산출물 | 목표치 | 측정방법 | |
| 4차년도 | 실내지도 구축 기술개발 | 개발 | | | | |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합 데이터셋 시범구축 | ② | 데이터셋 보고서 | 1건 | 전문가 검증 |
| | 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 기술개발 (1) | ① | SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 실증시스템 구현(1) | ② | SW 등록 실증시스템 구현 보고서(1) | 2건 | 전문가 검증 |
| | 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구축 기술개발 | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술 프로토타입 설계 | ① | 프로토타입 설계서 | 1건 | 공인기관 검증 |
| | | - 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합기술 프로토타입 개발 및 실증 | ② | SW 등록 | 1건 | 전문가 검증 |
| 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 시스템 개발 | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 기술개발 (2) | ① | SW 등록 | 1건 | 공인기관 검증 | |
| | - 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 실증시스템 구현(2) | ② | SW 등록 실증시스템 구현 보고서(2) | 2건 | 전문가 검증 | |

<표 47> 3-3 공동 연차별 성과 목표

| 구분 | 목표 | 성과 | | | | |
|----------------|--------------------|---------|------|------|------|-----|
| | | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 합계 |
| 사업 연계 지표 | 특허 출원/등록 | 2/0 | 1/1 | 1/2 | 1/2 | 5/5 |
| | 표준채택 | | | | | |
| | 소프트웨어 등록건수 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| | 시제품 출시(제작)·현장시험 건수 | | | 2 | 2 | 4 |
| | 학술성과 (논문게재) | SCI(E)급 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 비SCI(E)급 | | 3 | 4 | 3 | 3 | 13 |
| 기타 지표 | 정책성과 | 정책제안 | | | | |
| | | 정책채택 | | | | |
| | 신기술지정건수 | | | | | |
| | 국내외 학술회의 발표 건수 | 4 | 5 | 4 | 4 | 17 |
| | 기술료 징수 금액 | | | | | |
| | 기술 실시계약 건수 | | | | | |
| | 현장적용에 따른 비용절감 건수 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 사업화제품화 건수 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| | 국내학협회지 기술기사 | | | | | |
| | 전문인력양성 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 |
| | 연구개발 관련 홍보 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 |
| | 기타 목표 | | | | | |

사. 핵심과제별 핵심성과

(1) (3핵심) 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 도시 지상 교통혼잡 해결 및 도시기반시설 재난대응 지원을 위해 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 선행연구에서 브이월드 데이터를 활용하여 실증서비스를 구현하였으나, 브이월드 시스템 성능 한계로 공간데이터큐브기술을 적용하지 못함 디지털 트윈의 고도화된 기술수요, 브이월드와 공간데이터큐브기술을 연계하여 지능화된 맞춤형 디지털 트윈 서비스 제공 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 지속가능한 국토안전과 복합 재난의 체계적 대응을 위한 공간데이터큐브 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> (K-UAM) 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술 실증 (자율주행차) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증 (브이월드) 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술 실증 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술의 특징점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델 부재 파일 기반의 공간데이터큐브 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성 공간데이터큐브 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융·복합을 통해 공간데이터큐브기술의 특징점 발견 및 점진적인 개선 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합을 위한 데이터 공개·공유 생태계 기반 마련 연구개발 성과와 다양한 활용서비스 적용으로 브이월드 활용률 30% 향상 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 중앙정부 부처, 지자체, 관련 유관기관의 디지털 트윈국토 사업의 고도화 및 공공업무 지원 가능 공간데이터큐브기술을 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 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(가) (3-1 공동) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀 지도 구축 및 운영지원기술개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간데이터큐브기술을 활용하여 브이월드 등 타 사업과 연계·활용할 수 있는 공간데이터큐브기반의 항로 모니터링 실증서비스 시스템 구축 및 서비스 제공 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 개별로 구축 관리되고 있는 공중-지상-지하 공간정보의 연계활용 부족으로 국지적 차원의 국토정보가 제공되지 못하고 있는 실정임 고도화된 공간데이터큐브 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 대국민 서비스 제공 확대 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 3차원 공간데이터큐브 기반 공간정보 분포 및 이를 활용한 변화예측 모형 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2차원 기반의 지도서비스와 예측 시뮬레이션으로 국토정보가 활용되고 있음 3차원 기반의 예측 시뮬레이션 연구가 진행되고 있으나 시각화 위주의 진행단계로 3차원 격자기술을 적용한 서비스 모델이 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 브이월드 기반의 도심항로 정보 추정 및 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성 3차원 공간데이터큐브 적용으로 공중-지상-지하 데이터를 연계하여 종합분석할 수 있는 기반 마련 도심항로, 공중정밀지도 등 도심 지상의 교통혼잡 발생에 따른 실시간 대응 및 공중정밀지도 정보 제공으로 UAM 운영지원·관리 <p>* (성과 예시) 공간데이터큐브기반 도심항로 및 공중정밀지도 관리시스템 실증, 기 구축 2/3D 적용을 위한 공간데이터큐브 구축 작업규정(안), SW 및 서비스 활용가이드</p> |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 국토부 등 중앙정부 부처, 지자체 국토정책 수립 시 기본정보 제공 및 이를 통한 의사결정 지원 가능 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 국토정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(나) (3-1-1) 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 도심항로 데이터를 활용한 공간데이터큐브 기반의 도심항로 분석 및 예측 시뮬레이션 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 도시의 인구집중 및 지상교통망 혼잡에 따라 3차원 교통수단인 도심항공교통(UAM)이 개발되고 있으나 2D 또는 2.5D 수준의 평면적 공중지도를 구축하여 정보를 제공하고 있음 • 3차원 공간데이터큐브 기반의 공간정보 체계를 이용한 3차원 공중정밀지도 구축과 UAM 등의 안전성 확보를 위한 정확한 정보를 제공할 수 있는 기술개발 필요 • 또한, 증가하는 항공교통 정보량을 효율적으로 관리하기 위한 고도화된 기술 도입 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 • 공간데이터큐브 기반 도심항로 분석 및 모니터링 모듈 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 도심에서 이용하고 있는 교통형태(MaaS, Seamless 교통)가 다양화되고 있지만, 현재는 2D에서 2.5D 기반의 지도서비스로 제공되고 있음 • 특히, 기상정보의 영향을 받는 UAM 등은 세밀한 정보가 필요하지만 거시적인 대기정보(통계, 일반수치 등)만 제공하고 있는 한계가 있음 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 공간데이터큐브를 적용하여 2D 또는 2.5D 수준의 평면적 공중지도 정보가 아닌 3차원의 입체적이고 정밀한 공중정보 제공 가능 • 브이월드 기반의 공간데이터큐브 도심항로 모니터링 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성 • 산재되어 있는 항공정보의 통합 및 관리 기반 제공 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 국토부, 산업부, 국방부 등 정부 부처, 유관기관의 업무 추진 시 기본정보 및 도심항로지도를 제공하여 의사결정 지원 • 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 도심항로 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(다) (3-1-2) 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운행지원 기술개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공중정밀지도 데이터를 활용한 공간데이터큐브 기반의 UAM 운행 분석 및 예측 시뮬레이션 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 도심의 인구집중 및 지상교통망 혼잡에 따라 3차원 교통수단인 도심항공교통(UAM)이 개발되고 있으나 2D 또는 2.5D 수준의 평면적 공중지도를 구축하여 정보를 제공하고 있음 • 3차원 공간데이터큐브 기반의 공간정보 체계를 이용한 3차원 공중정밀지도 구축과 UAM 등의 안전성 확보를 위한 정확한 정보를 제공할 수 있는 기술개발 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 실용화 및 사업화 환경 구축 • 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 분석 및 UAM 운행 지원 모듈 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 도심에서 이용하고 있는 교통형태(MaaS, Seamless 교통)가 다양화되고 있지만, 현재는 2D에서 2.5D 기반의 지도서비스로 제공되고 있음 • 특히, 기상정보의 영향을 받는 UAM 등은 세밀한 정보가 필요하지만 거시적인 대기정보(통계, 일반수치 등)만 제공하고 있는 한계가 있음 • 평면적 환경영향(소음, 진동 등) 평가로 정확한 분석이 불가능 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 공간데이터큐브를 적용하여 2D 또는 2.5D 수준의 평면적 공중지도 정보가 아닌 3차원의 입체적이고 정밀한 공중정보 제공 가능 • 브이월드 기반의 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운행 지원 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성 • 산재되어 있는 항공정보의 통합 및 관리 기반 제공 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 국토부, 산업부, 국방부 등 정부 부처, 유관기관의 업무 추진 시 기본정보 및 공중정밀지도를 제공하여 의사결정 지원 • 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 공중정밀지도 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(라) (3-2 공동) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술을 활용하여 브이월드 등 타 사업과 연계·활용할 수 있는 공간데이터큐브기반의 입체 정밀도로지도 구축 및 제공서비스 시스템 구축 및 서비스 제공 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 정밀도로지도가 지속적으로 구축/갱신되고 있으나 입체 정밀지도에 대한 자동구축 및 데이터가 제공되지 못하고 있는 실정임 또한, 미래 도로환경에 대한 자동화된 시뮬레이션 솔루션 기술의 고도화가 필요 고도화된 공간데이터큐브 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 대국민 서비스 제공 확대 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 현재 정밀지도는 기존 구축 절차에 따라 구축되어 인간 관점에서의 지형과 사물을 인지할 수 있는 Human Map으로 제공되고 있음 기 계획된 갱신 범위에 따른 갱신이 이루어지고 있어 실시간으로 필요한 정보에 대한 선별적 갱신이 어려운 실정 3차원 기반의 예측 시뮬레이션 연구가 진행되고 있으나 시각화 위주의 진행단계로 공간데이터큐브기술을 적용한 서비스 모델이 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 브이월드 기반의 입체 정밀도로지도 구축 및 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성 무인항공기, 자율주행차, 로봇 등 기계가 즉각적인 인지 및 학습이 가능한 Machine Map으로 제공 가능 정밀도로지도 등 도심 지상의 교통혼잡 발생에 따른 실시간 대응 및 정밀도로지도 정보 제공으로 자율주행차의 운행지원·관리 <p>* (성과 예시) 공간데이터큐브기반 정밀도로지도 관리시스템 실증, 기 구축 2/3D 적용을 위한 공간데이터큐브 구축 작업규정(안), SW 및 서비스 활용가이드</p> |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 국토부 등 중앙정부 부처, 지자체 국토정책 수립 시 기본정보 제공 및 이를 통한 의사결정 지원 가능 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 국토정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(마) (3-2-1) 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술을 활용하여 3차원 정밀도로데이터를 자동수집, 분류, 구축하고, 실시간 갱신이 가능한 입체 정밀도로지도 구현 서비스 시스템 구축 및 서비스 제공 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 現, 정밀도로지도는 구축되어 있으나 자율주행차에서 바로 활용하기 어려워 실시간으로 활용 가능한 정밀도로지도 구축 필요 공간데이터큐브 기반의 공간정보 체계를 이용한 입체 정밀도로지도 구축과 자율주행차, 로봇 등의 안전성 확보를 위한 정확한 정보를 제공할 수 있는 기술개발 필요 또한, 증가하는 도심교통 정보량을 효율적으로 관리하기 위한 고도화된 기술 도입 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 3차원 점군 클라우드 데이터 자동수집/분류기술 개발 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구축 기술 개발 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 현재 정밀지도는 기존 구축 절차에 따라 구축되어 인간 관점에서의 지형과 사물을 인지할 수 있는 Human Map으로 제공되고 있음 정밀도로지도는 2019년부터 단계별로 구축*되고 있어 실제 활용시 어려움을 겪고 있음 <p>* 기구축 완료된 고속('19년)/일반국도('22년)와 향후 추진 예정인 전국 주요 간선도로 구축('25년) 및 완전자율주행 상용화('27년)에 맞춰 단계별 실증 추진 중</p> <ul style="list-style-type: none"> 3차원 기반의 예측 시뮬레이션 연구가 진행되고 있으나 시각화 위주의 진행단계로 공간데이터큐브기술을 적용한 서비스 모델이 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 브이월드 기반의 입체 정밀도로지도 구축 및 시뮬레이션 시스템 구축으로 디지털 트윈 기반 환경 조성 무인항공기, 자율주행차, 로봇 등 기계가 즉각적인 인지 및 학습이 가능한 공중정밀도로지도 정보 제공 가능 산재되어 있는 공중정밀도로지도 정보의 통합 및 관리 기반 제공 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 국토부, 산업부 등 정부 부처, 유관기관의 업무 추진 시 기본정보 및 도심의 입체 정밀도로지도를 제공하여 의사결정 지원 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 도심교통 운행로 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(바) (3-2-2) 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발

| | |
|--------------------------|--|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 입체 정밀도로지도 데이터를 활용한 공간데이터큐브 기반의 자율주행차 운행 분석 및 예측 시뮬레이션 기술개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 現, 정밀도로지도는 구축되어 있으나 자율주행차에서 바로 활용하기 어려워 실시간으로 활용 가능한 정밀도로지도 구축 필요 공간데이터큐브 기반의 공간정보 체계를 이용한 입체 정밀도로지도 구축과 자율주행차, 로봇 등의 안전성 확보를 위한 정확한 정보를 제공할 수 있는 기술개발 필요 또한, 증가하는 도심교통 정보량을 효율적으로 관리하기 위한 고도화된 기술 도입 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 자율주행차 및 자율주행 시뮬레이터에서 바로 활용 가능한 정밀도로지도 모델 변환 및 구축기술 개발 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 분석기술 개발 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 시뮬레이션 실증 시스템 개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 현재 정밀지도는 기존 구축 절차에 따라 구축되어 인간 관점에서의 지형과 사물을 인지할 수 있는 Human Map으로 제공되고 있음 정밀도로지도는 2019년부터 단계별로 구축*되고 있어 실제 활용시 어려움을 겪고 있음 * 기구축 완료된 고속('19년)/일반국도('22년)와 향후 추진 예정인 전국 주요 간선도로 구축('25년) 및 완전자율주행 상용화('27년)에 맞춰 단계별 실증 추진 중 기 계획된 갱신 범위에 따른 갱신이 이루어지고 있어 실시간으로 필요한 정보에 대한 선별적 갱신이 어려운 실정 3차원 기반의 예측 시뮬레이션 연구가 진행되고 있으나 시각화 위주의 진행단계로 공간데이터큐브기술을 적용한 서비스 모델이 필요 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 무인항공기, 자율주행차, 로봇 등 기계가 즉각적인 인지 및 학습이 가능한 Machine Map으로 제공 가능 정밀도로지도 등 도심 지상의 교통혼잡 발생에 따른 실시간 대응 및 정밀도로지도 정보 제공으로 자율주행차의 운행지원 · 관리 산재되어 있는 공중정밀도로지도 정보의 통합 및 관리 기반 제공 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 국토부, 산업부 등 정부 부처, 유관기관의 업무 추진 시 기본정보 및 도심의 입체 정밀도로지도를 제공하여 의사결정 지원 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 도심교통 운행로 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(사) (3-3 공동) 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술 실증

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 위치 및 상황정보 지도(HCMi 실내지도)를 구축하고, 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 브이월드를 통한 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증기술 개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 정부는 4차 산업혁명시대 건축 융합 혁신을 통한 국민 행복과 국가 성장동력 확보를 위한 공간분야 혁신정책으로 「스마트+빌딩 활성화 로드맵('23.12)」을 발표 현재 브이월드(공간정보)로는 디지털 디바이스(로봇 등) 지원이 불가, 기계학습 및 고용량 데이터 처리 등을 위한 3차원 공간데이터큐브 기반의 정밀지도 구축 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축과 디바이스 수집정보 통합, 디바이스간 위치·상황 정보 공유, KS 7318 실내배송로봇 인증심사 기준 등 운영을 지원하고, 실증서비스를 브이월드 등 관련 플랫폼에 적용하기 위한 서비스 기능 탑재 기술개발을 목표로 함 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 건축 구조물 또는 지하 공간 등의 실내에 진입하는 경우 시각화 위주의 활용이 대부분임, 공간데이터 큐브 기반 디지털 디바이스를 활용한 실내정밀지도 구축을 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 실내지도 구축을 통한 다양한 상황에 대처가능한 능동적 시뮬레이션 서비스 제공 공간데이터큐브 활용 시 건물 층수, 면적에 대한 밀도 등 정보제공으로 세밀한 분석 및 고정밀 시뮬레이션 가능 실내공간에서의 다양한 시설정보를 공간데이터큐브기술로 경량화하여 이용할 수 있어, 실내 지장물 정보의 신속한 파악 등 구조·구호 활동의 효율성 증가로 국민안전 강화 디지털 디바이스를 활용한 최적 배치 시뮬레이션 및 관리·모니터링 기술과 최적 경로 및 유형별 대응 시뮬레이션 기술을 기반으로 전반적인 시설물 관리·모니터링 확대 가능 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 행안부, 국토부 등 정부 부처, 지자체 도시계획, 건축심사 등 관련 정책수립 시 의사결정을 위한 정책적 토대 제공 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 및 운영지원을 위한 기본정보를 제공하고, 비즈니스모델 개발을 통해 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(아) (3-3-1) 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 위치 및 상황정보 지도 구축 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> 정부는 4차 산업혁명시대 건축 융합 혁신을 통한 국민 행복과 국가 성장동력 확보를 위한 공간분야 혁신정책으로 「스마트+빌딩 활성화 로드맵(’ 23.12)」을 발표 현재 브이월드(공간정보)로는 디지털 디바이스(로봇 등) 지원이 불가, 기계학습 및 고용량 데이터 처리 등을 위한 3차원 공간데이터큐브 기반의 정밀지도 구축 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 위치 및 상황정보 지도 구축을 통한 다양한 상황에 분석·예측 등 시뮬레이션이 가능한 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 실내 위치정보 수집의 한계로 실내공간에 대한 정밀한 데이터 구축 부족 휴먼 위주의 수동적 유지관리에 초점이 맞춰졌던 실내공간정보에 대한 효과적인 관리와 분석 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) <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> 실내의 위치정보를 수집하여 휴먼-컴퓨터-머신 간 상호협력이 가능하도록 인지형 3차원 실내 위치 및 상황정보지도 구축 기술 개발 공간데이터큐브 기반으로 다양한 상황에서 시설물 관리, 분석, 예측이 가능한 시뮬레이션 기술개발 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내지도 및 상황정보 융합 데이터셋 개발 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> 행안부, 국토부 등 정부 부처, 지자체 도시계획, 건축심사 등 관련 정책수립 시 의사결정을 위한 정책적 토대 제공 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 및 운영지원을 위한 기본정보를 제공하고, 비즈니스모델 개발을 통해 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

(자) (3-3-2) 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발

| | |
|--------------------------|---|
| <p>정의(설명)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내위치 및 상황정보 지도 구축 및 시스템 개발 |
| <p>설정 근거 및 사유</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 공간정보의 디지털 대전환(Human Map→Machine Map)을 위한 고용량, 고정밀의 3차원 실내정밀지도 구축 필요 |
| <p>목적</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 고용량, 고정밀의 실내지도 정보를 디지털 디바이스로 수집·구축하고, 공간데이터큐브 기반으로 위치·상황 정보를 관리 및 지원하는 기술개발 |
| <p>성능목표</p> | <p>(현재 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 실내공간정보를 기반으로 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 <p>(개발 기술 수준)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 공간데이터큐브는 실내공간에서의 다양한 위치정보를 경량화된 형태로 이용할 수 있어 통합정보관리 및 활용 가능 • 공간데이터큐브 기반 3차원 실내지도 데이터셋 구축 및 실내자율주행 시 실시간 위치 확인 및 대응이 가능한 활용지원 시스템 개발 |
| <p>수요처</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 행안부, 국토부 등 정부부처, 지자체의 3차원 실내지도정보 구축 및 관리, 정책수립 시 의사결정을 위한 정책적 토대 제공 • 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등을 통해 3차원 실내지도 정보를 제공하기 위한 대국민 서비스로 활용 |
| <p>수요기간</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 핵심 연구개발 기간 2025~2028년 (4년) |

3-6 핵심과제 간 기술연계

- 사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획과제는 3개의 핵심과 9개의 공동으로 구성됨
 - 1핵심은 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발에 중점이 있고, 2핵심은 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발, 3핵심은 1, 2핵심에서 개발한 연구성과물을 활용하여 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증에 중점을 둠
- 1, 2핵심은 기존 선행연구 성과를 확대 적용하고, 기술적 한계 및 기능 확장을 위한 성과를 개선 및 고도화하여 3핵심에서 해당 성과를 활용한 공간데이터큐브 기반 실증 서비스 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 48> 핵심과제 간 연관성 분석

| 구분 | | 1핵심 | | | 2핵심 | | | 3핵심 | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 |
| 1핵심 | 1-1 | | ● | ● | ◐ | ◐ | ○ | ◐ | ◐ | ◐ |
| | 1-2 | | | ● | ● | ● | ◐ | ● | ● | ● |
| | 1-3 | | | | ● | ● | ◐ | ● | ● | ● |
| 2핵심 | 2-1 | | | | | ○ | ● | ◐ | ◐ | ◐ |
| | 2-2 | | | | | | ● | ◐ | ◐ | ◐ |
| | 2-3 | | | | | | | ○ | ○ | ○ |
| 3핵심 | 3-1 | | | | | | | | ◐ | ◐ |
| | 3-2 | | | | | | | | ◐ | ◐ |
| | 3-3 | | | | | | | | ◐ | ◐ |

● 강한 연관성, ◐ 중간 연관성, ○ 약한 연관성

3-7 핵심과제 기술개발 로드맵

○ 핵심과제별로 기술개발 로드맵은 아래와 같으며 투입 연구비는 정부출연금 기준으로 작성하였음

<표 49> 핵심과제 기술개발 로드맵

| 핵심과제 | 주요 연구내용(개발기술) | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | 연구비(백만원) |
|---|---|------|------|------|------|---------------|
| [구성기술-1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | | | | | | 6,700 |
| (1-1) HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 | | | | | 1,500 |
| | (연구내용 삭제) | - | - | - | - | - |
| (1-2) HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 | | | | | 1,300 |
| | 전처리 자동화 기술개발 | | | | | 1,300 |
| (1-3) 공간데이터큐브 저·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 저장·관리 고도화 기술개발 | | | | | 1,300 |
| | 정보검색 고도화 기술개발 | | | | | 1,300 |
| [구성기술-2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | | | | | | 8,000 |
| (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 벡터 데이터 분석 기술개발 | | | | | 1,450 |
| | 래스터 데이터 분석 기술개발 | | | | | 1,450 |
| (2-2) 공간데이터큐브 기반 이종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | | | | | 1,100 |
| | 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | | | | | 1,100 |
| (2-3) HCMi Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 | | | | | 1,450 |
| | 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 | | | | | 1,450 |
| [구성기술-3] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMi Map 적용 및 실증 | | | | | | 8,300 |
| (3-1) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발 | 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발 | | | | | 1,350 |
| | 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영지원 기술개발 | | | | | 1,400 |
| (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 | | | | | 1,350 |
| | 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공 기술 개발 | | | | | 1,400 |
| (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 기술개발 | | | | | 1,400 |
| | 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 활용지원 시스템 개발 | | | | | 1,400 |
| 총계 | | | | | | 23,000 |

3-8 연구개발 추진전략

1) 연구개발 단계별 목표 및 개발 중점

- 국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도를 위해 4년의 연구 기간을 1단계, 2단계로 나누어 단계별로 연구개발을 진행함
- 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증이 최종 사업목표이며, 기존 공간정보 대비 공간데이터큐브 적용 후 효율성, 경량화, 사용성, 서비스 확장성, 국산화율로 구분하여 설정하여 세부 성과목표를 마련함
- 또한, 공간데이터큐브 성숙도 레벨을 Level 1, Level 2, Level 3, Level 4로 정의하여 공간데이터큐브기술의 단계별 고도화 수준을 구체화하고, 각 레벨에 해당되는 기술성과 달성을 위해 총 3개의 중점분야를 마련하고, 중점분야별 핵심과제를 선정함
- 「공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발」 측면에서 단계별 추진전략은 다음과 같고, 각 단계는 서로 연계되어 추진되어야 함
 - 1단계는 공간데이터큐브 데이터의 구축 및 서비스 활용체계 표준 기반 마련을 위해 기초연구와 시공간 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술을 개발하여 데이터 자동화 기술기반을 마련하고, 2단계는 Hybrid 기반 공간데이터큐브 데이터 운용기술개발을 통한 저장·관리·검색 기술을 고도화하여 기술 성능을 증대시킴
- 「공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발」 측면에서 단계별 추진전략은 다음과 같고, 각 단계는 서로 연계되어 추진되어야 함
 - 1단계는 기존 선행과제에서 개발한 기술을 바탕으로 벡터/래스터 데이터 분석 기능을 확장 및 고도화하고, 2단계는 4차 산업혁명의 핵심기술인 Geo-IoT, Geo-AI 기반 실시간 모니터링 및 머신러닝 알고리즘 기술개발을 통해 분석 기술을 융합하여 활용기술로 개발하도록 함
- 「정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증」 측면에서 단계별 추진전략은 다음과 같고, 각 단계는 서로 연계되어 추진되어야 함
 - 범국가적으로 시급성 및 중요성이 있는 실증서비스 아이템 선정을 기반으로 1단계는 요구사항 및 시나리오 구성과 1, 2핵심 연구개발 성과기술을 활용하여 데이터셋 구축 및 프로토타입을 구축하고 2단계는 프로토타입을 기반으로 실증서비스 시뮬레이션 분석 모듈 및 시스템을 구현하여 고도화된 공간데이터큐브의 실증·사업화 기반을 마련함

2) 연차별 투자계획 및 추진일정

- 기술개발 단계에 따른 연차별 투자계획과 기술개발 추진일정은 다음과 같고, 투입하는 연구개발비는 정부출연금 기준으로 작성함

<표 50> 연차별 투자계획

(단위 : 백만원)

| 구분 | 1단계 | | 2단계 | | 계 |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 1년차 | 2년차 | 3년차 | 4년차 | |
| 1핵심 | 1,400 | 2,600 | 1,400 | 1,300 | 6,700 |
| 2핵심 | 1,500 | 2,700 | 1,900 | 1,900 | 8,000 |
| 3핵심 | 600 | 1,200 | 3,200 | 3,300 | 8,300 |
| 계 | 3,500 | 6,500 | 6,500 | 6,500 | 23,000 |

- 연구개발 추진일정에 따른 연구개발비 및 연구목표는 다음과 같음

<표 51> 핵심과제 연차별 기술개발 로드맵

| 연차 | 연구개발 목표 | | 추진일정 | | | | | | | | | | | | 연구비 (백만원) | 비고 |
|-------------|-------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------------|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1 년 차 | 1 핵 심 | (1-1) HCMl Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 PoC설계(안) | | | | | | | | | | | | 3,500 | |
| | | (1-2) HCMl Map 경로화를 위한 자동격자화 기술개발 | 공간데이터큐브화 및 경로화 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 다기종 데이터베이스 활용 분석 및 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 핵 심 | (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 벡터/래스터 데이터 공간/속성연산 기술 요구사항 정의 및 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 연계·활용 가능한 행정/센싱 빅데이터 현황분석, 요구사항 정의 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (2-3) HCMl Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 요구사항 정의 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 핵 심 | (3-1) 도심항공모빌리티 시범 운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발 | 기술분석 및 요구사항 정의, 서비스 모델 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 기술분석 및 요구사항 정의, 서비스 모델 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | | |

| 연차 | 연구개발 목표 | 추진일정 | | | | | | | | | | | | 연구비 (백만원) | 비고 | |
|-------------|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------------|-------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| | (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 기술분석 및 요구사항 정의, 알고리즘 설계 및 개발 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 년 차 | 1 핵 심 | (1-1) HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 PoC 구현 | | | | | | | | | | | | 6,500 | |
| | | (1-2) HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(1) | | | | | | | | | | | | | |
| | | (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 다기종 DB 활용 및 데이터 품질 검증기술개발 다차원 공간데이터큐브 검색·처리 현황 및 프로토타입 설계·개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 핵 심 | (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 3D 벡터/래스터 데이터 공간/속성 연산 기술개발, 시공간 네트워크/고정밀 위성데이터 분석모델 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 행정/센싱 빅데이터 모니터링 프로토타입 설계 및 기술개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (2-3) HCMi Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계 학습데이터 구축·활용 기술개발 | 인공지능 알고리즘 프로토타입 설계 및 개발(1) | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 핵 심 | (3-1) 도심항공모빌리티 시범 운행 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발 | 데이터 셋 시범구축, 서비스 프로토타입 구축 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 데이터 셋 시범구축, 서비스 프로토타입 구축 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 시뮬레이션 모듈 설계 및 실증시스템 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 년 차 | 1 핵 심 | (1-1) HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 표준(안) 개발 | | | | | | | | | | | | 6,500 | |
| | | (1-2) HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 개발(2), 전처리 자동화/보안암호화 모듈 개발(1) | | | | | | | | | | | | | |
| | | (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 교환/공유 포맷 현황분석, 프로토타입 설계 및 변환기술개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 핵 심 | (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 3D 벡터/래스터 데이터 공간/속성 연산 기술 검증, 시공간 네트워크/고정밀 위성데이터 분석 모델 개발(1) | | | | | | | | | | | | | |
| | | (2-2) 공간데이터큐브 기반 | | | | | | | | | | | | | | |

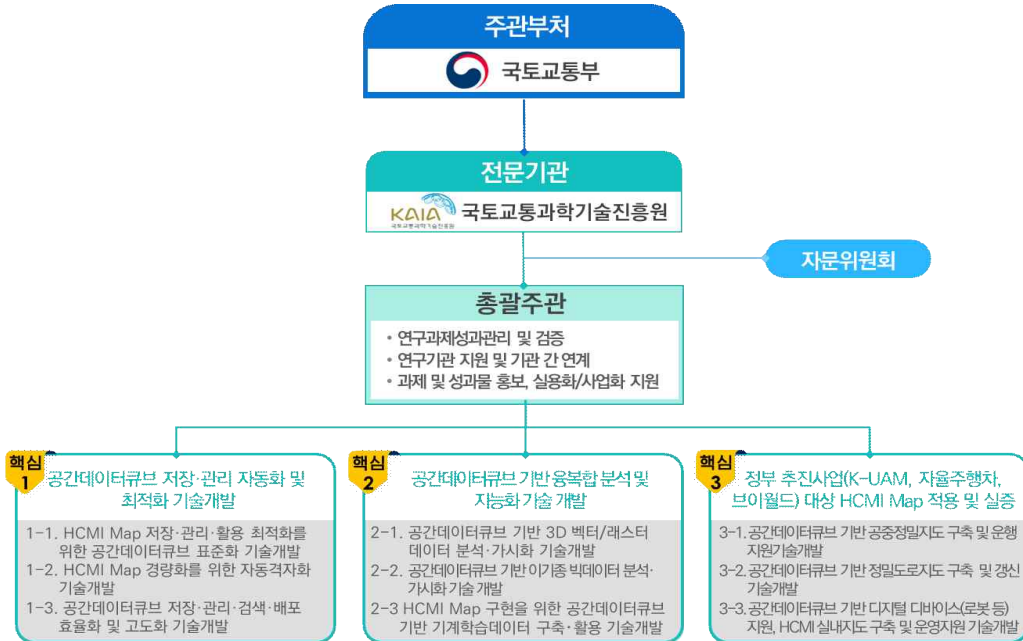
| 연차 | 연구개발 목표 | | 추진일정 | | | | | | | | | | | | 연구비 (백만원) | 비고 |
|-------------|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---------------|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 4 년 차 | 1 핵 심 | 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 행정/센싱 빅데이터 모니터링 기술 검증, 상태변화/경로추적 분석모델 프로토타입 설계 | | | | | | | | | | | | 6,500 | |
| | | (2-3) HCMl Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계 학습데이터 구축·활용 기술개발 | 인공지능 알고리즘 개발(2), Geo-AI 활용한 시공간 시뮬레이션 기술개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (3-1) 도심항공모빌리티 시범 운영 지원을 위한 공간데이터 큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발 | 시뮬레이션 모듈 및 실증 시스템 설계 | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 핵 심 | (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 솔루션 개발, 시뮬레이션 설계 및 개발, 실증시스템 설계 및 구현 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMl 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 실내지도/상황정보 융합기술 알고리즘 설계/개발, 실내지도 활용지원 시뮬레이션 기술개발 및 실증시스템 구현 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (1-1) HCMl Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터 큐브 표준화 기술개발 | 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 구현, 상호운용성 가이드 개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 핵 심 | (1-2) HCMl Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | 전처리 자동화/보안암호화 모듈 개발(2) | | | | | | | | | | | | | |
| | | (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | | (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 시공간 네트워크 분석모델 개발(2) 및 검증, 고정밀 위성데이터 분석모델 개발(2) 및 검증 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 핵 심 | (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 행정 빅데이터 상태변화감지/센싱 빅데이터 분석모델 개발 및 검증 | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2-3) HCMl Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계 학습데이터 구축·활용 기술개발 | Geo-AI 활용한 시공간 시뮬레이션 기술 및 가시화 기술개발 | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3-1) 도심항공모빌리티 시범 운영 지원을 위한 공간데이터 큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발 | 도심항로 모니터링 및 공중정밀지도 UAM 운영 실증시스템 구현 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 핵 심 | (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 및 시뮬레이션 기술개발, 실증시스템 구현 | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원 HCMl 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 실내지도/상황정보 융합기술 프로토타입 개발/실증 실내지도 활용지원 시뮬레이션 기술개발 및 실증시스템 구현 | | | | | | | | | | | | | | |
| 총계 | | | | | | | | | | | | | | | 23,000 | |

3) 연구개발 추진체계 및 대내외 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 107> 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) 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

| 핵심기술 | 위험요인 | 해결방안 |
|--|---|---|
| HCMi Map 저장·관리·활 용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 공간데이터큐브 분할기준에 따른 전문가, 측량업 종사자 등 이해관계자들 간 의견이 상이할 수 있음 | 국제 ISO/OGC 등 표준 준수와 전문가의 의견을 충분히 반영 |
| HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | 드론, CCTV, SNS 등 센서 및 영상 데이터의 경우 개인정보 이슈 발생 여지가 있음 | 「개인정보보호법」 제15조 개인정보의 수집·이용과 제25조 영상정보처리기의 설치·운영 제한에 관한 규정을 준수, 공익적 목적에서만 활용하도록 제한 |
| 공간데이터큐브 저장·관리·검색· 배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 공간정보, 센서 정보, 시계열 정보 등 대용량 정보의 저장·관리를 위해 클라우드 서비스 연계를 통한 하이브리드화 필요 | Hybrid 기반 공간데이터큐브 분산·저장·관리 및 다양한 데이터 포맷 변환관리 기술개발 과제를 통해 반영 |

- (2핵심) 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

| 핵심기술 | 위험요인 | 해결방안 |
|---|---|---|
| 공간데이터큐브 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 공간 데이터 고유 특장점 활용 어려움 | 공간데이터큐브 기반으로 다양한 3D 데이터의 기하 정보분석기술개발과 공공/민간을 대상으로 3D 데이터 및 국토정보 활용을 위한 공간데이터큐브기술 공유 협의체 마련으로 공감대 형성 |
| 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 행정/센싱 빅데이터와 같이 공공시설의 보안 처리 및 개인정보의 익명화 어려움 | 국토교통부 개인정보처리방침, 국가공간정보시스템 개인정보처리방침, 정보보안 규정, 무선 센서 네트워크 보안관리 지침 등 준용 |
| HCMi Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | AI, 기계학습에 대한 이슈 확대로 공간지능화에 대한 기술 혼재, 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 기술에 대한 차별성 있는 성과 필요 | 시공간의 대용량 국토정보를 공간데이터큐브기술을 통해 경량화하고 이를 기준으로 맞춤형 추출, 기계학습 데이터 셋을 구축하는 기술개발 적용 |

- (3핵심) 공간데이터큐브 상용화 기술개발 및 정부 추진사업(디지털 트윈국토, UAM) 대상 실증

| 핵심기술 | 위험요인 | 해결방안 |
|--|--|--|
| 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터 큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술개발 | 개별 플랫폼에서 구축·관리되고 있는 공중-지상-지하 공간정보 연계 활용을 위해 다양한 분야 전문가들의 협력 필요 | 기술개발 초기부터 협력체계(3차원 예측 시뮬레이션 연구 관련 전문가 등)를 구축하여 실용화 및 사업화 환경구축 |
| 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 현재, 정밀도로지도는 구축되어 있으나 자율주행차에서 바로 활용하기 어려워 실시간으로 활용 가능한 정밀도로지도 구축을 '25년 사업으로 추진 필요 | 기술개발 초기부터 협력체계(정밀도로지도 사업 추진기업 및 관련 전문가 등)를 구축하여 실용화 및 사업화 환경구축 |
| 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 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 공간데이터큐브기술로 대용량 데이터를 경량화하고 시설물 정보의 효과적인 관리와 재난·재해 등 다양한 상황에 능동적으로 대처하기 위한 시뮬레이션 서비스 제공 |

5) 연구개발 품질향상을 위한 전략

- 선행사업을 통해 3차원 공간 통합관리를 할 수 있는 공간데이터큐브 관련 원천기술을 보유한 연구기관 및 민간기업, 공간데이터큐브 관련 유사사업 또는 연구를 추진하고 있는 산·학·연 담당자와의 업무협력 체결 추진
- 국제공동연구를 추진하여 공간데이터큐브화 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

- 본 사업은 인간에서 '인간 & 기계'로의 공간정보 패러다임 변화에 대응하기 위한 기술 개발사업으로 다양한 지식정보 융합·지능화와 인간-컴퓨터-기계 간의 상호작용(HCMI)을 지원하는 新 공간정보체계 구축을 목표로 하고 있음
 - 기존 공간정보체계는 2차원 격자로 구현할 수 없는 기술적 한계점이 존재하므로 기계가 스스로 이용가능하고, 글로벌 확대 적용을 지원하는 新 공간정보체계로의 기술개발이 필요함
 - 지하/공중 데이터 수집/가공의 어려움, 지하/공중정보 표현 불가능, 데이터 통합의 어려움 등 한계점이 존재

공간정보 패러다임 변화

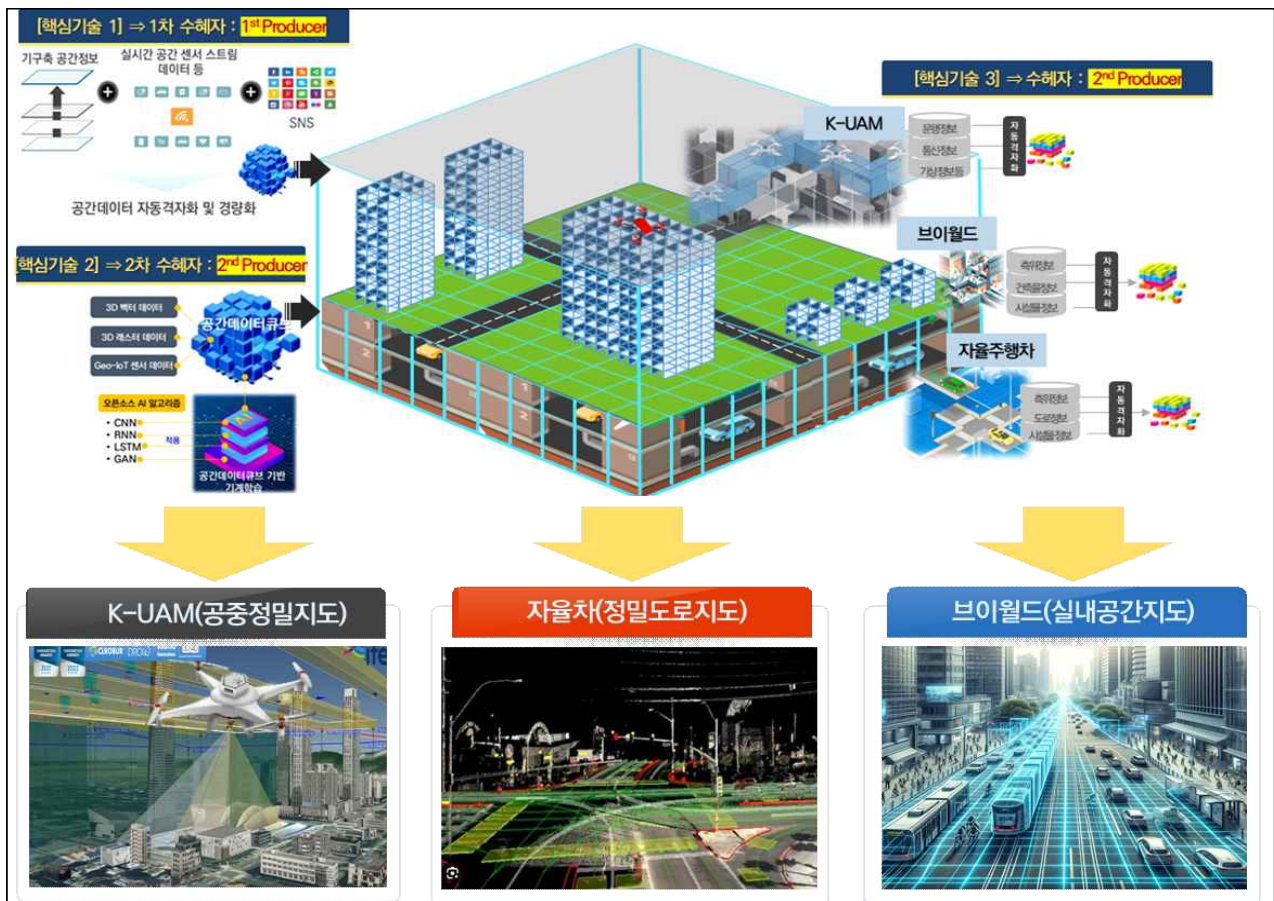
| 과거/현재 | 가까운 미래 | 중장기 미래 |
|---------------------|------------------|---------------------|
| 들여다보는 공간 | → | 직접 걷고 만지고 느끼는 공간 |
| 현실공간의 묘사(描寫) | → | 현실공간의 묘사(描寫)/추상화 |
| 실재(實在) 공간 | → | 실재(實在)+가상 공간 융합 |
| 과거기록 | → 실시간 지도 → | 미래 예측이 가능한 디지털트윈 |
| 인간이 이용 | → 인간+기계 → | 기계가 스스로 이용 |
| 필요시 선택적으로 간헐적 이용 | → | 일상에서 늘 이용 |
| 평면.이미지 | → 3차원 → | 3차원 실감형, 4D/5D |
| 데이터/정보 인프라 | → 인공 지능 → | 거대AI, 공간지능(GeoAI) 등 |

<그림 108> 공간정보 패러다임 변화

출처 : 제7차 국가공간정보정책 기본계획

○ 사업 대표성과

- 본 사업은 공간데이터큐브 기술개발을 통해 공간데이터큐브 기반 K-UAM의 공중정밀 지도, 자율차의 정밀도로지도, 브이월드의 실내공간지도를 구축 및 실증 예정



<그림 121> 공간데이터큐브 기술개발을 통한 대표성과

○ 현장적용 방안

- 지자체 구 단위(20km² 이상의 면적)를 대상으로 공간데이터큐브 기술의 특징점을 활용한 비즈니스모델 및 실증시스템 개발 및 실증(S/W, H/W)

○ 시범운행사업 방안

- 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도* 구축 및 운영지원기술** 개발

* (공중정밀지도) 경인아라뱃길('25), 인천공항('26), 도심노선('27~'29)

** (주요 기능) ①구역 모니터링, ②기상환경 분석, ③소음영향평가, ④운영안전 위험평가 (건물, 전선 및 기타 장애물 등 잠재적 위험요인), ⑤응급구난 대응지원 등

- 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발

* (정밀도로지도) 고속도로(19년) 및 일반국도(22년) 구축 완료, 25년까지 전국 주요 간선도로 구축 예정

** (기존대비 개선사항)

구축 단계 : 정밀도로지도 자동구축 알고리즘의 맞춤형 적용·개선 가능

관리(갱신) 단계: 도로환경변화 신속한 탐지 및 선별적 갱신에 의한 비용 절감

사용 단계: 현재/미래 도로환경 시뮬레이션 및 최적화를 위한 기계학습 데이터 제공 가능

- 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원 HCMI 실내지도* 구축 및 운영 지원* 기술개발

* (HCMI 실내지도) 휴먼-컴퓨터-머신 상호협력 인지형 3차원 실내 위치 및 상황정보 지도

** (주요 기능) ①디바이스 수집정보 통합, ②디바이스간 위치·상황 정보 공유, ③KS 7318*** 지원 등

*** (KS 7318:실내배송로봇 인증심사기준) ①정적/동적 장애물 감지 및 회피, ②속도/정지 및 추락 방지, ③문턱 및 점자 블록 통과 성능, ④협로 주행 및 선회 폭 성능 등

○ 제도·정책 활용방안

- 연구개발 완료 이후 새롭게 등장하는 응용기술과의 기술융합 및 실용화를 위한 단·중기적 기술개발 로드맵을 개발하여 국토정보의 지속적인 고도화 및 사업화 방안제시

- 공간데이터큐브 기술을 이용하는 유관기관과 협업하여 공간데이터큐브 확대·적용하기 위한 제도·정책 검토 및 실무적용을 위한 적용지침(안) 제시

* 국토정보지리원 행정규칙 「행정정보의 격자체계 설정 및 공간정보화 기준」을 대상으로 공간데이터큐브 적용방안 제시

* 국토정보지리원의 격자 관련 기관표준 「격자체계 제품사양」과 「격자기반 국토지표 데이터 제품사양」을 대상으로 공간데이터큐브 적용방안 제시

- 본 사업에서는 공간정보 관련 국가재정사업에서 구축되는 모든 데이터를 공간데이터큐

브로 변환 및 적용 예정

- 국토부는 『국가공간정보 기본법』에서 근거하여 국가공간정보체계의 효율적인 구축과 활용 및 관리의 책무를 다하기 위하여 다양한 국가재정사업(8건)을 진행 중에 있음
- * 건설시추정보 전산화, 항공사진 구축, 지하시설물 전산화, DEM 구축, 브이월드 구축/운영, 정밀도로지도 구축/운영, 디지털트윈 시범사업, K-UAM사업

| 사업명 | 담당과 | 세부내용 | 공간데이터큐브 적용시기(안) |
|-----------------------|----------------------|---|--|
| 건설시추정보 전산화 ('00~현재) | 공간정보 진흥과 /국토지리 정보원 | - 건설 시추정보 DB 구축 - 공공 건설공사 시추정보(20천공/매년) - 민간 건설공사 시추정보(20천공/매년) | '26년(기DB 일부) '27년(신규DB) '29년(상용화) |
| 항공사진 구축 ('97~현재) | 공간정보 진흥과 /국토지리 정보원 | - 도시지역 1년 주기(12cm), 일반지역 2년 주기(25cm)로 갱신중 - 제작범위 : 1/5,000 도엽단위 | '26년(기구축 영상 적용) '29년(상용화) |
| 지하시설물 전산화 ('09~현재) | 공간정보 진흥과 /지자체 | - 7종* 지하시설물 정보(2D)의 통합DB 구축 * 상하수도, 가스·통신·전력·열수송·송유관 - 전국 76개 시 구축완료('21년), 갱신('21년~) | '27년(일부 DB 적용) '29년(상용화) |
| DEM 구축 ('00~현재) | 공간정보 진흥과 /국토지리 정보원 | - 국가 전역의 DEM 구축 완료(~'20년) - '21년부터 매년 수정·갱신 중 | '27년(기구축 DEM 적용) '28년(신규 DEM 적용) '29년(상용화) |
| 브이월드 구축/운영 ('13~현재) | 공간정보 진흥과 /공간정보 산업진흥원 | - 대국민 국가공간정보 서비스 - 오픈API(개발자센터), 3D테스크톱(3차원 분석, 부동산 분석 등), 영문지도 서비스 등 제공중 | '27년(공간 DB 적용) '28년(서비스기능 적용) '29년(상용화) |
| 정밀도로지도 구축/운영 ('07~현재) | 공간정보 진흥과 /국토지리 정보원 | - 특별·광역 시도 및 지방도 구축(~'26년) - 기구축 정밀도로지도 갱신('23년~) | '27년(기구축 지도 적용) '29년(상용화) |
| 디지털트윈 시범사업 ('22~'26) | 공간정보진흥과 | - 특별·광역 시도 및 지방도 구축(~'26년) - 기구축 정밀도로지도 갱신('23년~) | '27년(기구축 지도 적용) '29년(상용화) |
| K-UAM 사업 ('25~계속) | 도심항공정책과/공간정보진흥과 | - 단계별 K-UAM 운용시나리오 기반 시범사업 실시 예정 - 초기('25년~, 수도권) - 성장기('30년~수도권/광역권) - 성숙기('35년~전국확대) | '25년(경인아라뱃길) '26년(인천공항 부근) '27년~(도심노선) |

- (확산 방안) 본 사업의 성과를 법제 및 기술적 측면에서 활용성을 증대시켜 상용화 가능하도록 추진, 공간데이터큐브를 확대·적용하기 위한 제도 마련과 실무적용을 위한 활용 가이드를 개발하여 제공
- * 공간데이터큐브 데이터모델 표준개발, 공간데이터큐브 구축 작업규정, 공간데이터큐브 활용 가이드 등 공간데이터큐브기술을 이용하는 공공/민간기관과 협업을 통한 활용 방안 마련

| 구분 | 법·제도적 성과 | 활용 기관 | 비고 |
|----------------------------------|---|--|---|
| [효율화] 표준화 및 자동화 기술 | 공간데이터큐브모델 표준 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 국내외 공간데이터큐브기술 표준 개발 기관 (OGC, ISO/TC 211 등) • 공공/민간의 공간정보 관련 유관기관 | 3차원국토공간정보구축 작업규정, 기본공간 정보구축규정, 공개 SW 솔루션 가이드와의 연계·활용을 통한 확대적용 가능 |
| [지능화] 시공간정보 융합 및 지능화 기술 | 기 구축 2/3D 적용을 위한 공간데이터큐브 구축 작업규정 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 국토조사를 위해 격자체계 설정과 기준을 정하는 국토지리정보원 등 공공기관 • 디지털 트윈 등 공간정보사업의 공공/민간 발주처 | |
| [실용화] 실증 및 사업화 기술 | 공간데이터큐브 SW 및 서비스 활용 가이드 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 엔지니어링 기업 등 민간의 디지털 트윈 서비스 개발 기관 | |

○ 기대효과

- (파급효과) UAM, 국가공간정보 플랫폼(브이월드), 국토조사 등 2차원 기반으로 수행되던 국가사업의 고도화를 통한 공공업무 효율성 강화
- (기술적 성과) 점·선·면의 공간정보 영역을 공간데이터큐브로 통합함으로써, 공간정보와 비공간정보의 데이터 융합 활용 수요에 대응하고 고품질 데이터 관리체계 확보. 1) 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감, 2) UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화, 3) 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보 공개면적 20% 이상 확대, 4) 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대, 5) 공간정보 영역(점·선·면)을 공간데이터큐브로 통합하여 공간/비공간정보의 데이터 융합·활용 수요의 확대와 고품질 데이터 관리체계 확보
- (경제/사회적 성과) 공간데이터큐브 기술 적용을 통한 디지털 트윈의 확산을 촉진하고 개별적인 디지털 트윈을 국가 위치기반으로 통합, 상호 연계함으로써 공간정보 기반의 '보이는 디지털 플랫폼' 정부 조기 실현. 1) 3차원 시공간 빅데이터 관련 사업화 기반 마련, 2) 공간데이터큐브 관련 기술 국산화에 따른 공간정보 시장 재편에 기여, 3) 연구개발성과의 사회적 문제 해결에 기여, 4) 신규 표준/지침 개발 및 규제 개선에 기여

○ 3개 실증분야의 비즈니스모델 상세

- 3개 실증 분야(공중정밀지도, 정밀도로지도, HCMI 실내지도)와 관련하여 예상되는 비즈니스모델의 상세내용은 다음과 같음

| 구분 | (UAM) 공중정밀지도 | (자율주행차) 정밀도로지도 | (브이월드) HCMI 실내지도 | |
|--|---|--|--|--|
| 1. 실증지역 | - 경인아라뱃길('25년), 인천공항('26년), 도심노선('27-'29) 순으로 추진 | - 서울시 C-ITS 자율주행노선(상암동) 등, 고속도로, 국도, 시도 등 도로의 특성 고려하여 실증 | - 광명역 중심 | |
| 2. 공급처 (데이터 구축 공공기관 또는 민간기업) | (공공) 국토지리정보원, 항공안전기술원 (민간) 항공회사, UAM 운항기업 등 | (공공)국토지리정보원 (민간)자동차 기업, 네비게이션 기업 등 | (공공) 공공시설관리 부처 (민간) 빌딩관리 업체 또는 부서 | |
| 수집 구축 관리 제공 | 대표적인 (원시) 입력 데이터 | 신규 구축 | 기구축 성과(국토지리정보원) | 시설 BIM 자료, 도면, 실내 도면, |
| | 공중정밀지도 정밀도로지도 HCMI 실내지도 구축방법 | - 일정 규격으로 구축 - 구축 방법은 정밀도로지도, 실내지도와 통합 가능한 주소체계로 구성 - 규격에 대한 연구가 필요하여 좌표, 속성이 함께 구성되어야 함 | - 국토지리정보원 정밀도로지도 작업규정에 따른 표준규격 구축 - MMS측량을 통한 3차원 점군 취득 - 3차원 점군클라우드 큐브화(Voxelization) - 3차원 점군클라우드 기반 객체 자동추출 - 정밀도로지도 객체 추출 및 구조화 구축 | - 실내모델 자료를 기반으로 측정된 Lidar 데이터를 이용하여 구축 |
| | 데이터 파일형식 및 제공 방법 | shp, geojson, 3dtiles 등 | shp opendriver format | 공간데이터큐브 형식 |
| 3. 수요처 (데이터 활용 공공기관 또는 민간기업) | (공공) 항공공항공사 (민간) 항공회사, 드론회사, 디지털트윈 회사, 항공사 | (민간) 자율주행운행 운영 기업 및 연구기관 - 현대AutoXX - 아이나비XXX - 스프링클XXX - 한국자동차XXX - 내비게이션 업체 등 | (공공) 공공시설관리 부처 (민간) 대형 쇼핑몰, 빌딩관리 업체 또는 부서, | |



| 구분 | (UAM) 공중정밀지도 | (자율주행차) 정밀도로지도 | (브이월드) HCMI 실내지도 |
|---------|--|--|---|
| | Product /Platform /Service | <ul style="list-style-type: none"> - 드론배송 사업 - 도심항공교통 사업 | <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행(로봇) 운행 관련 사업 <p style="text-align: center;">상동</p> |
| 활용 | Product /Platform /Service 주요 내용 및 기능 | <ul style="list-style-type: none"> - 드론배송사업 1. 모바일 주문/결제 2. 주문접수 3. 패키징 및 입고 4. 접수번호 부여 5. 배송정보 전송 6. 드론 격자 경로 지정 * 배송경로 내 위험분석 7. 경로 전송 및 자율배송 - 도심항공교통 사업 1. 공항, 이외 탑승장 어플리케이션으로 목적지 지정예약 2. 예약 시 드론 격자 기반 경로 탐색 * 이동경로 내 위험분석 3. 안전교육 이수 후 탑승, 이륙 및 도심 비행 4. 최종 목적지 도착 | <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행(로봇)운행 1. 정밀도로지도 실시간 업데이트 서비스 2. 자율주행 차선별 최단경로 서비스 3. 자율주행 자차 차량 위치 서비스 4. 도로 공사정보 서비스 5. 도로 변화정보 업데이트 서비스 6. 자율주행 로봇택시 - 자율협력주행(C-ITS) 1. 버스 자율협력주행 서비스 2. 도로 재난 안전 시설물 관리 서비스 3. 심야 자율주행버스 운행에 시민 편의 제공 <p>자동 청소, 로봇안내, 장애인 안내, 공간 효율 분석,</p> |
| 4. 기대효과 | | <ul style="list-style-type: none"> - 복잡한 도심, 장거리 구간 빠른 배송/이동 - 도심 교통 혼잡 해결 - 격자 단위 분석으로 보다 안전한 비행경로 설정 가능 - 재난안전사고 방지 - 지하, 지상, 공중, 수중 통합주소 체계로 일원화된 서비스 및 분석 가능 | <ul style="list-style-type: none"> - 장거리 자율주행에 따른 물류 비용 절감 - 배달로봇 활성화 및 비용절감 - 교통 재난안전사고 방지 - 신속한 도로 시설물 관리 및 입체적 안전 서비스 <p>- 실내에서 운영되는 자율기기에 대한 표준화로 기기 개발과 운영, 데이터 갱신 관련 산업의 활성화</p> |

7) 관련 기술의 해외시장 진출전략


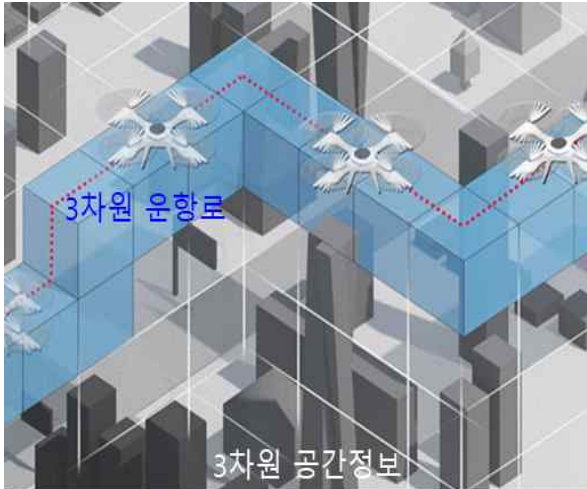
- 한국형 3차원 공간데이터큐브 기술개발을 통해 수요자 맞춤형 해외 진출전략을 수립하고, 관련 산업 및 관련 분야 담당자를 육성하기 위한 방안 마련
- 다각적 수주지원을 통한 해외진출 활성화 방안을 마련하여 연구개발 성과물 판매촉진 전략 수립
- 3차원 공간데이터큐브기술 고도화를 통해 공간정보 외 관련 산업생태계를 조성하고 이를 발판으로 전략적 홍보 및 수출지원 기술구성 및 운영

8) 공간데이터큐브의 활용분야

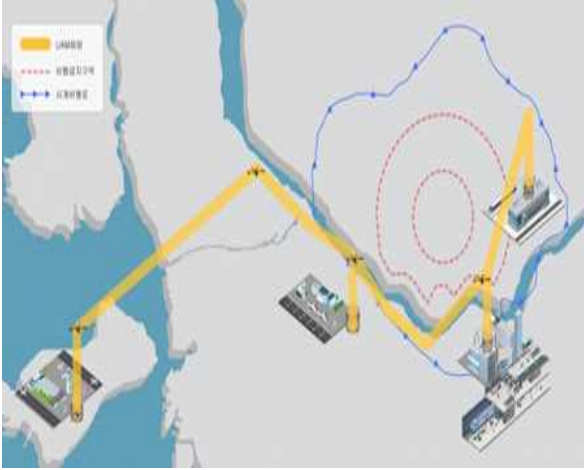

- 국가공간정보시스템(디지털 트윈국토) 고도화

| 현재(지상-지하 개별적 관리) | 향후(지상-지하 통합연계 관리) |
|---|--|
|  <p>• 지상-지하 데이터 연계 및 통합 불가능</p> |  <p>• 지상-지하 데이터의 입체적 연계 및 통합 가능</p> |

- 공중정밀지도(하늘길) 구축

| 현재(평면적 하늘길 구축) | 향후(3차원 하늘길 구축) |
|--|--|
|  <p>• 기존 체계로는 2D 또는 2.5D 수준의 평면적 공중지도(하늘길) 구축</p> |  <p>• 3D(입체) 공중정밀지도 구축을 통한 UAM, 드론의 안전성 확보</p> |

○ UAM(도심항공모빌리티) 운행 지원

| 현재(평면적 환경영향 평가) | 향후(3차원 환경영향 평가) |
|--|---|
|  <p>• 정확한 환경영향(소음, 진동 등) 분석 불가능</p> |  <p>• 3D(입체) 환경영향(소음, 진동 등) 분석 가능</p> |

○ 휴먼 MAP ⇒ 머신 MAP

| 현재(평면적 환경영향 평가) | 향후(3차원 환경영향 평가) |
|---|---|
|  <p>• 인간 관점에서의 지형과 사물을 인지</p> |  <p>• 무인항공기, 자율차, 로봇 등 기계가 즉각적인 인지 및 학습 가능</p> |

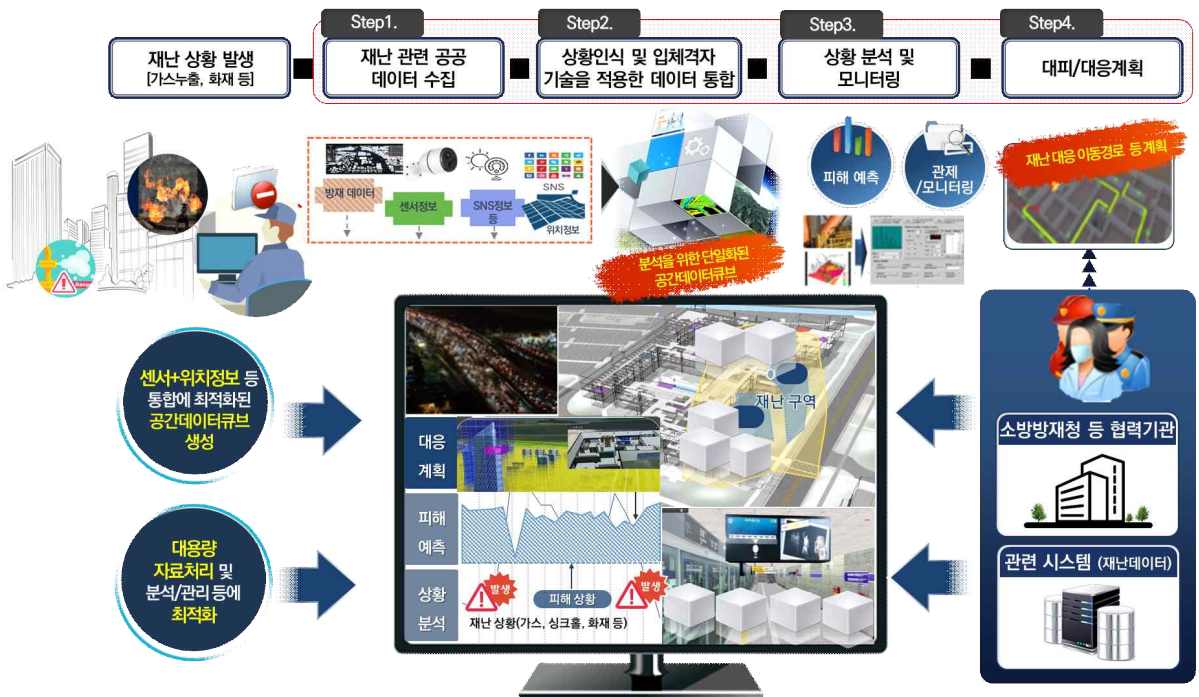
○ 사회환경문제 해결 지원

공간정보 기반 무인항공기(공역) 모니터링 및 대응



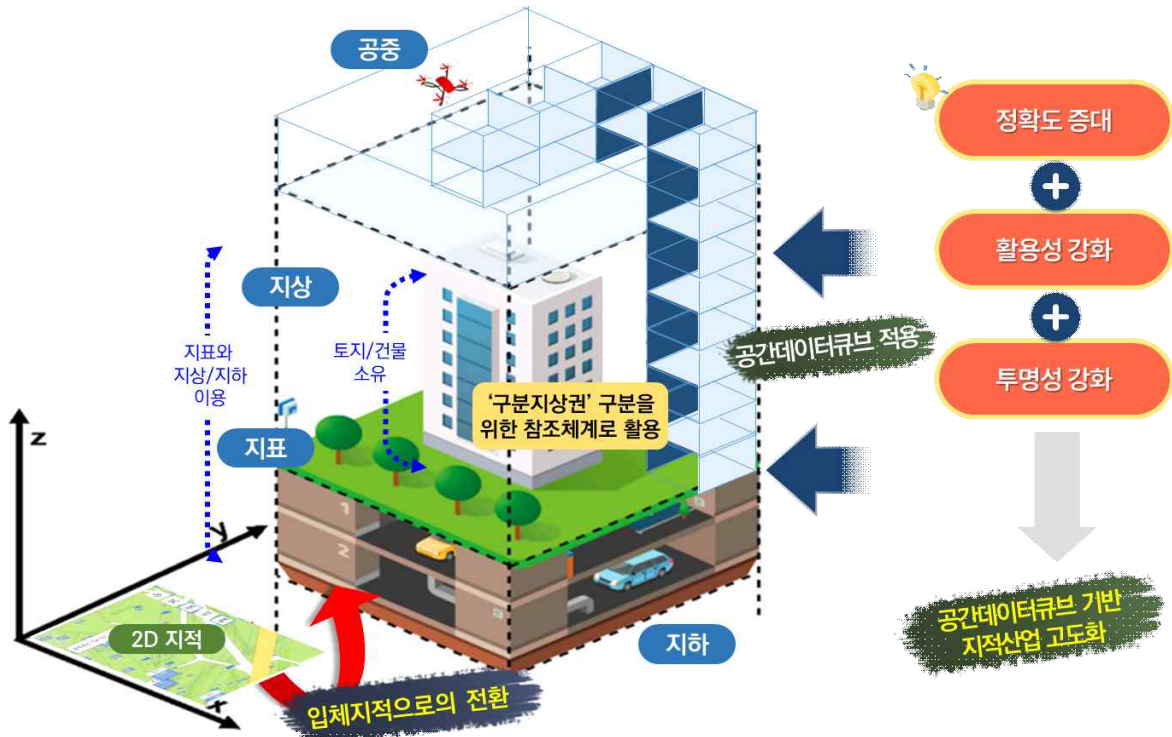
☞ 공간데이터큐브기술을 활용하여 보다 정확한 무인기의 위치, 예상경로 등을 분석할 수 있어 방공시스템의 실시간 관제, 전파 및 대응 가능

대형사고(화재, 가스유출 등) 분석 및 대응



• 화재 및 유독가스 유출 등 대형사고 발생시, 공간데이터큐브를 활용하여 기상정보, 공간정보, 사고정보 등을 종합적으로 분석하여 신속하고 정확한 국가적 대응 가능

입체지적 도입을 위한 최적의 솔루션 제공



- (입체지적) 2차원 평면으로 표현되는 지적공간을 3차원 입체공간으로 확장하고 표현하여 등록하기 위한 고도화된 지적 모델
- (정확성 향상) 입체지적은 3차원 공간정보가 추가되어 부동산 거래시 건물의 높이, 건물의 복잡한 구조 등과 같은 다양한 정보를 더욱 정확하게 파악 가능
→ 부동산 거래에서의 오류와 비효율성 최소화 가능
- (효율성 강화) 입체지적은 지형과 건물의 공간정보를 정확하게 파악 가능
→ 특히, 도시계획 및 건축 설계 등에 있어 더욱 정확한 정보제공 가능
→ 도시개발 및 건축 관련 과정에서 오류와 비효율성 최소화 가능
→ 향후 도시의 확장 및 재개발에 대한 효율적인 토대 마련
- (투명성 강화) 입체지적은 건물의 부가정보를 더욱 정확하게 반영 가능
→ 부동산 거래 과정에서의 투명성 강화 → 허위 거래나 불필요한 분쟁 방지 가능

☞ 지적산업의 고도화(입체지적구현)를 위한 기술적 해법 → “공간데이터큐브”

9) 공간데이터큐브 활용 기대효과

○ 공간정보 실시간 구축과 실시간 활용기반 마련

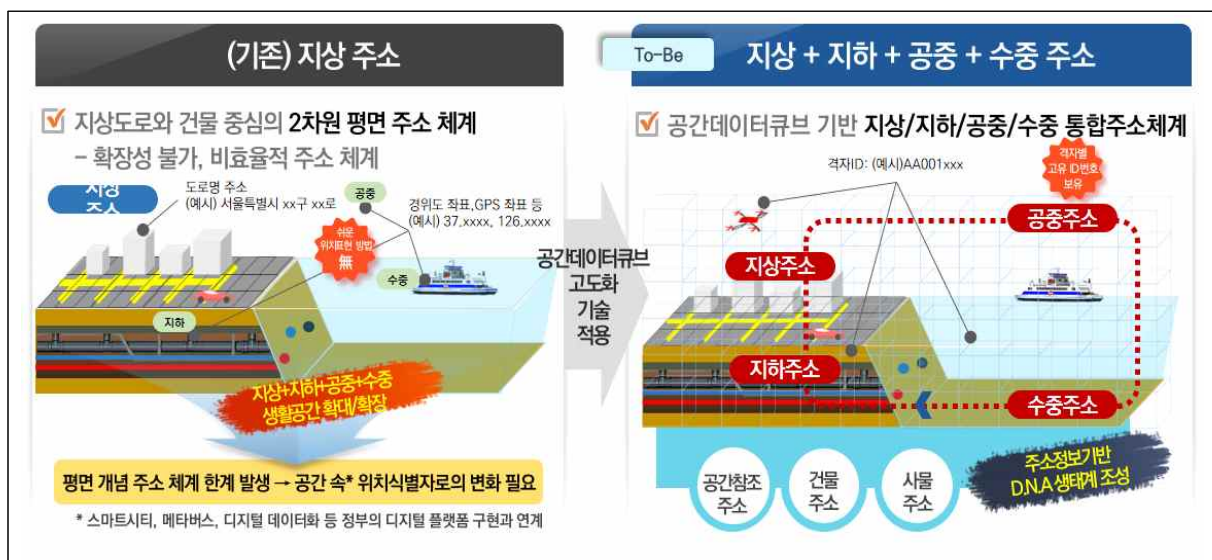
- 컴퓨팅 기술 발전에 따라 공간정보의 생산(주기적 생산/저용량 → 실시간 생산/대용량) 및 활용(2D/정적 활용 → 3D/동적 활용) 방법 변화
- 기존 공간정보 생산체계를 거치지 않고 실시간으로 생산 후 바로 활용*할 수 있는 체계로 전환할 수 있는 기반 마련
- * 위성, 드론, MMS 등을 통해 실시간으로 생산되는 데이터를 공간데이터큐브기술을 통해 즉시 3차원 공간정보로 변환해서 활용 분야에 적용

○ 새로운 빅데이터 산업 및 SI산업의 창출

- 컴퓨팅 기술 발전에 따라 공간정보의 생산(주기적 생산/저용량 → 실시간 생산/대용량) 및 활용(2D/정적 활용 → 3D/동적 활용) 방법 변화
- 공간데이터큐브 데이터셋을 기반으로 3차원 공간빅데이터 분석 및 Geo-AI 시장 개척에 기여
- * 공간빅데이터 기술을 3차원으로 확대할 수 있으며, 공간 지식추론엔진에 적용할 수 있는 데이터셋 제공

○ 주소정보기반 D.N.A 생태계 조성 및 관련 산업 확장

- 기존 지상 주소(도로, 건물)를 중심으로 공간데이터큐브를 통한 “지상+지하+공중+수중” 주소 체계로의 변화
- 위치정보사업(위치기반서비스) 등의 공간적 확대 및 드론배송사업, 도심항공교통(UAM) 사업* 등 활성화에 기여
- * 공간데이터큐브 기반의 정밀공중지도의 구축 및 제공으로 도심내 교통문제 해결 및 지상의 교통인프라 구축 및 유지관리 비용 최소화에 기여



10) 공간데이터큐브 원천기술개발에 대한 정부 R&D 추진 타당성

- 국내 공간정보산업의 생태계는 타 산업과 달리 정보화 측면에서 기반산업에 해당,정부가 주도적으로 국가기본도 등을 구축·제공하기 위한 기술 개발에 투자하고 있음
 - 국가기본도는 일상에서 활용되고 있는 지도의 국가 표준으로 국토지리정보원이 구축 및 제공하고 있음
 - 현재 국가기본도가 다양한 활용산업에 적용되고 있으며, 네비게이션이나 인터넷 양대 포털에서 제공되는 네이버 지도, 카카오 맵 등이 대표적인 활용 사례임
 - 공간정보산업 생태계는 생산, 관리·가공, 유통·서비스, 활용·서비스로 구성되며, 정부 및 공공이 주도하고 있음

| 구분 | 주요 활동 | 참여주체 |
|----------------|---|--|
| 생산 |   <측량> <항공촬영> <위성영상> <라이다> | 국토지리정보원, 지방자치단체, 한국국토정보공사, 측량업체 등 |
| 관리 · 가공 |    <공공측량관리> <정밀도로품질점검> <정사영상보정> | 국토지리정보원, 한국국토정보공사, 공간정보산업진흥원, 공간정보품질관리원, SI 업체 등 |
| 유통 · 서비스 |   <민간플랫폼> <공공플랫폼> | 국토교통부, 국토지리정보원, 한국국토정보공사, 공간정보산업진흥원, Data·SW공급업체 등 |
| 활용 · 융복합 |    <디지털 트윈> <스마트 건설> <AR/VR 콘텐츠> | 국토교통부, 한국국토정보공사, 한국건설기술연구원, 한국전자통신연구원, 응용 SW개발업체 등 |

- 공간정보는 4차 산업혁명 시대 첨단기술의 핵심기반으로 자리잡고 있으나 대부분의 사업체가 정부사업 수행 중심의 중소기업, 자체적인 연구개발 투자가 미흡한 실정
 - '22년 기준 공간정보산업의 사업체수는 5,807개, 종사자수는 72,486명으로 국내 전체 사업체 수의 0.1%에 해당함
 - 특히, 공간정보 사업체 중에서 매출액 400억 원 미만이 98.9%, 종사자수 50인 이상 사업체수는 542개(9.2%)임

- 정부는 공간정보산업의 파급효과가 크기 때문에 기반산업으로서 연구개발 및 공간정보 구축 등에 주도적으로 투자하고 있음
 - 공간정보와 ICT기술(IoT, Cloud, AI, VR 등), 타 산업 간의 융복합이 증가하면서 다양한 부가가치가 창출되고 있음



<그림 135 공간정보산업 파급효과>

| | | |
|---|---|--|
| 건설 | 제조 | 농업 |
|  |  |  |
| 공간정보 + 도시·건축 = 스마트건설 | 공간정보 + 제조공정 = 스마트팩토리 | 공간정보 + 농업 = 팜맵 |
| 교통 | 부동산 | 에너지 |
|  |  |  |
| 공간정보 + 교통·자동차 = 자율주행차 | 공간정보 + 부동산 AR = 부동산 가상 플랫폼 | 공간정보 + 에너지 = 신재생에너지 자원지도 |

<그림 136 공간정보 융·복합 사례>

- 공간데이터큐브는 디지털 대전환(Human Map→Machine Map)에 최적화된 공간정보로 새롭게 부각되고 있으며 하고 공간정보체계를 고도화하기 위한 연구개발과제로 국가 차원의 지원이 필요함
 - 공간데이터큐브 기술개발은 국내외 모두 초기 단계로 국가가 적극적인 주도 기술개발 하고, 해당 성과물을 민간에 제공하여 다양한 비즈니스모델이 개발되어 확산될 수 있도록 기반을 마련함

| 구분 | 공공 | 민간 | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---|--------|------------------|-----|--------------|----|--------|--------|--------|---------|--------|-------------|--|
| 역할 | <p>공간데이터큐브 기술개발을 통한 공간정보체계 구축·관리·활용 기반 마련</p> | <p>국가가 제공하는 정보 가공·활용</p> | | | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - 新 공간정보체계를 마련하여 기구축 및 신규구축 공간정보 연계·통합하고, 공공 플랫폼(브이월드 등)에 적용, 민간 정보 제공 - 공간데이터큐브 관련 표준개발, 데이터 구축관리 등 거버넌스 업무 추진 | <ul style="list-style-type: none"> - 공공에서 제공받은 공간정보를 활용한 비즈니스모델 개발 및 서비스 제공 - 국가가 구축한 新 공간정보체계를 기준으로 비즈니스 데이터 생산·가공·적용 추진 | | | | | | | | | | | | |
| | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>공공(G)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">데이터 제공</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">데이터(기본도 등) 구축·관리</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">표준화</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">지침·규정 등 행정제도</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">보안</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">품질관리 등</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> <p>G2B →</p> <p>B2G ←</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">공간 데이터 큐브</div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>민간(B)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">데이터 거래</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">데이터 가공</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">비즈니스 활동</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">시스템 구축</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">서비스 창출·제공 등</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> </div> </div> | | 데이터 제공 | 데이터(기본도 등) 구축·관리 | 표준화 | 지침·규정 등 행정제도 | 보안 | 품질관리 등 | 데이터 거래 | 데이터 가공 | 비즈니스 활동 | 시스템 구축 | 서비스 창출·제공 등 | |
| 데이터 제공 | | | | | | | | | | | | | | |
| 데이터(기본도 등) 구축·관리 | | | | | | | | | | | | | | |
| 표준화 | | | | | | | | | | | | | | |
| 지침·규정 등 행정제도 | | | | | | | | | | | | | | |
| 보안 | | | | | | | | | | | | | | |
| 품질관리 등 | | | | | | | | | | | | | | |
| 데이터 거래 | | | | | | | | | | | | | | |
| 데이터 가공 | | | | | | | | | | | | | | |
| 비즈니스 활동 | | | | | | | | | | | | | | |
| 시스템 구축 | | | | | | | | | | | | | | |
| 서비스 창출·제공 등 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 법적 근거 | <p>국가공간정보기본법</p> <p>제9조(연구·개발 등) ① 관계 중앙행정기관의 장은 공간정보체계의 구축 및 활용에 필요한 기술의 연구와 개발사업을 효율적으로 추진하기 위하여 다음 각 호의 업무를 행할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 공간정보체계의 구축·관리·활용 및 공간정보의 유통 등에 관한 기술의 연구·개발, 평가 및 이전과 보급 2. 산업계 또는 학계와의 공동 연구 및 개발 <p>제10조(정부의 지원) 정부는 국가공간정보체계의 효율적 구축 및 활용을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 업무를 수행하는 자에 대하여 출연 또는 보조금의 지급 등 필요한 지원을 할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 공간정보체계와 관련한 기술의 연구·개발 3. 공간정보체계와 관련한 전문지식 및 기술의 지원 <p>제21조(공간정보 표준화), 제22조(표준의 연구 및 보급) 등</p> | | | | | | | | | | | | | |

4. 사전타당성 검토

4-1 사전타당성 분석 방법론

1) 개요

가. 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석 수행

- 「사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획」을 위한 사전타당성 분석을 위해 기획내용에 대한 사업개요 및 기초자료를 바탕으로 과학기술적, 정책적, 경제적 예비타당성 분석



<그림 139> 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 66> 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 67> 정책적 타당성 분석의 주요 검토대상 및 내용

| 주요 검토 대상 | | 세부 내용 |
|----------------|--------------------|--|
| 정책의 일관성 및 추진체계 | 상위계획과의 부합성 검토 | <ul style="list-style-type: none"> • 동사업의 목표, 전략 및 세부 기술분야의 특성과 관련된 정부의 법정계획을 도출한 후 계획과의 부합성을 검토 |
| | 사업 추진체계 및 추진 의지 검토 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • 정부의 중장기 R&D 투자전략과 제출된 민간의 참여의향서를 통해 총사업비 중 정부 및 민간 부담분에 대한 조달 가능성을 분석함 |
| | 법·제도적 위험요인 검토 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 68> 경제적 타당성 분석의 주요 검토대상 및 내용

| 주요 검토 대상 | | 세부 내용 |
|----------|----------------------------|--|
| 비용추정 | 총사업비 구성, 비용규모, 총비용 추정의 적정성 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업부처가 제출한 경제성 분석 내용을 검토하고, 부적절한 가정 및 항목에 대한 조정을 통해 동 사업의 편익을 산정 |
| 비용편익 분석 | 비용편익 분석의 적정성 | <ul style="list-style-type: none"> • 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) 공간데이터큐브기술 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술 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 공간데이터큐브 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 140> 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 69> PEST 분석을 통한 시사점 도출

| 구분 | 국내 현황 | 국외 현황 | 주요 시사점 |
|-----------|---|--|---|
| P (정책) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ‘20년 공간정보산업 매출액이 10조원대 규모로 성장하였으며, 29.1조원(‘25년), 51조원(‘30년)으로 예측 ▪ AI 분야는 IoT 플랫폼과 함께 연평균 성장률 33.1%로 예측 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공간정보 분야는 215억 달러(‘27년)로 예측 ▪ 공간정보분석 AI 분야는 연평균 성장률 24%로 예측 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내외 공간정보기술 시장의 성장률이 지속해서 상승 ▪ 대면 환경의 디지털 트윈화를 위한 국토정보 구축 및 활용시장 확대 |
| S (사회) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 글로벌 기업들이 디지털 트윈, 메타버스 등의 솔루션을 개발하여 경쟁 우위 확보 ▪ Geo-AI, 블록체인, 증강현실 데이터를 활용한 데이터 분석 기술개발 추진 중 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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

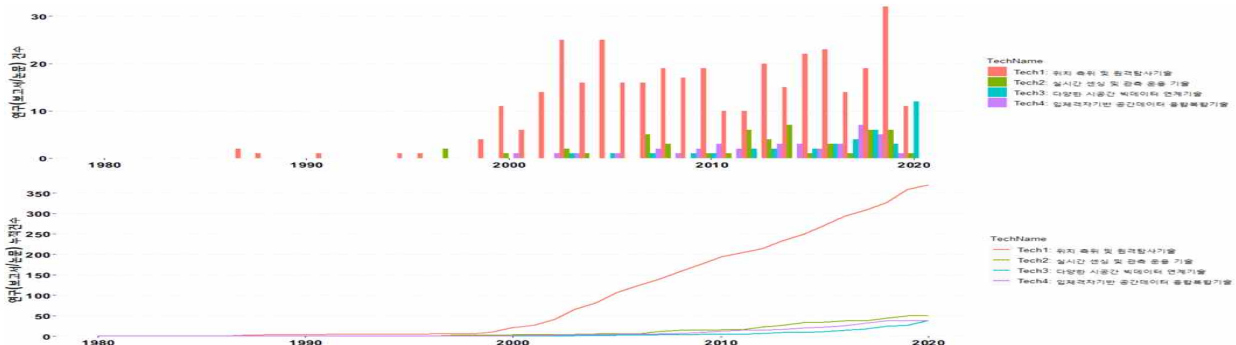
| 주요 시사점 | |
|--------|---|
| 저장·관리 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 대용량의 공간정보 융복합 데이터를 경량화하여 다양한 분야에서 실시간 활용이 가능한 기술개발 필요 |
| 분석·시각화 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 디지털 트윈, 메타버스, AI 등 신기술 분야의 고도화된 분석 기술과 공간데이터큐브 기술 간의 융복합을 지원하는 제반 기술 마련이 시급 |
| 공개·공유 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공/민간기업의 디지털 트윈화를 지원하기 위하여 3차원 공간정보의 효율적이며 체계적인 공개·공유환경 조성 필요 |
| 실증·사업화 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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 공간데이터큐브 고도화를 위한 18개의 요소기술을 정의, 18개 요소기술을 대표하는 검색 키워드를 설정하여 관련 연구(보고서/논문)와 특허를 수집 및 분석하여 해당 요소 기술의 주요 이슈 및 기술수요 특성을 파악

<표 70> 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

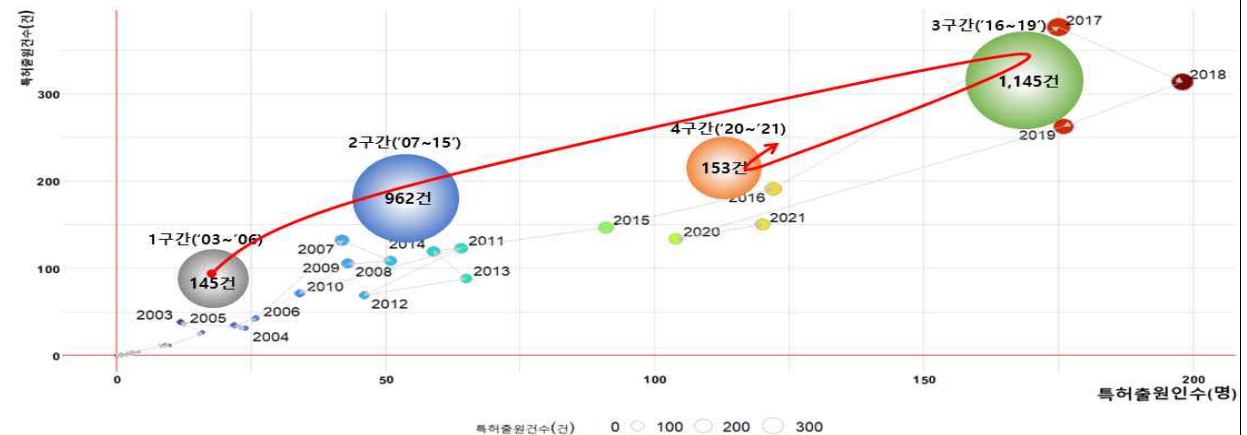
- 저장·관리 기술 부문은 위치 측위 및 원격탐사기술이 상대적으로 많은 비중을 차지
- 2000년대를 기점으로 실시간 센싱 및 관측 운용기술 관련 연구가 지속적으로 증가
- 2010년대를 기점으로 시공간 빅데이터 연계기술과 공간데이터큐브기반 공간데이터 융합복합기술 관련 연구가 지속적인 성장세를 보임



< 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 공간데이터큐브기술의 고도화를 위하여 공간 빅데이터, AIoT, Geo-AI, 디지털 트윈, 메타버스 등 신기술 분야와의 융복합 기술개발을 위한 최신 연구 및 특허 동향 반영 필요

○ (선행과제 검토) 1차 기획위원회를 통하여 공간데이터큐브기술 고도화가 필요한 선행 과제의 연구성과물 9종을 선별하여 해당 성과의 주요 내용 및 한계점, 기술 고도화를 위한 대응 방향을 설정

<표 72> 선행과제 검토 주요 내용

| 구분 | 선행과제 성과 | 선행과제의 한계점 | 대응 방향 |
|------------|--|---|--|
| 저장·관리 | 3차원 공간데이터큐브 표준화 및 데이터모델 | • 정형 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장 표준화 개발 | ▶ 공간데이터큐브 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보 필요 |
| | 기구축 공간정보의 공간데이터큐브 DB 변환 기술 | • 지구축 공간정보에 대한 격자 변환 기술만 지원, 센서 데이터의 격자 변환 기술은 다루지 않음 | ▶ 다양한 원시데이터의 신속한 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 필요 |
| | 3차원 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 가시화 기술 | • 격자 내 속성을 이용한 가시화 서비스 지원 | ▶ 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브(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 | ▶ 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브화 및 경량화, 신속한 저장·관리·검색을 위한 자동화 기술개발 필요 |
| 분석·시각화 | ▪ 공간데이터큐브를 기반으로 3D 벡터/래스터 데이터의 기하/속성정보를 분석하기 위한 고도화 기술 필요 |
| 공개·공유 | ▪ 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 고도화 기술개발 방향 설정

<표 73> SWOT 분석을 통한 국내외 현황 종합 및 공간데이터큐브 고도화 기술개발 방향 설정

| 내부 환경 외부 환경 | 기회(O) | 위협(T) |
|---|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 공간데이터큐브 관련 기술의 ISO, OGC 국제표준화에 대응하기 위한 국내 기술개발 시급 |
| 강점(S) | SO 전략 | ST 전략 |
| <ul style="list-style-type: none"> 선행사업을 통한 3차원 공간 통합관리를 할 수 있는 입체 격자 관련 원천기술 보유 지상-지하-공중 공간정보의 통합관리에 적용 가능한 공간데이터큐브 원천기술 확보 미세먼지, 도심수위, 모빌리티 등 공간데이터큐브 기반 실증 서비스 개발 경험 보유 | <ul style="list-style-type: none"> 신기술 분야와의 융복합 기술개발과 시급한 사회문제 해결을 위한 공간데이터큐브 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 | <ul style="list-style-type: none"> 선행사업 성과를 기반으로 기술 환경변화에 유연하게 대응, Geo-AI 등 신기술 적용을 통한 확장 가능한 공간데이터큐브 고도화 기술 확보 ISO, OGC 국제표준화에 대응하는 공간데이터큐브 표준기술개발과 표준화된 기술성과의 확산을 통하여 국토정보의 고도화 및 기술혁신 여건 조성 공간데이터큐브를 활용하여 디지털 트윈국토 및 K-UAM을 실현하기 위한 공간데이터큐브 실용화 기술개발 |
| 약점(W) | WO 전략 | WT 전략 |
| <ul style="list-style-type: none"> 선행사업의 공간데이터큐브 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 지하 데이터 분석 기술 부족 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술과 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 공간데이터큐브기술을 기반으로 3차원 공간 데이터 맞춤형 공개공유 기술개발 및 디지털트윈 데이터의 맞춤형 공개공유 생태계 기반조성 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술 고도화, 실용화 및 사업화를 통해 해외기술에 대한 의존도와 기술개발 장벽을 낮추기 위한 핵심기술 개발 공간데이터큐브기술 고도화 성과를 민간 부문에 기술이전 하여 기술 생태계 및 공간정보 중소기업의 기술경쟁력 확보를 위한 기반조성 공간데이터큐브기술 고도화 성과의 기술 개선과 활용 활성화를 위한 체계적인 공간데이터큐브 기술 로드맵 및 육성정책 마련 |



| 구분 | 문제/이슈 정의 | 국가 R&D 사업추진 필요성 |
|--------|---|---|
| 저장·관리 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 데이터 모델의 이론적 기술적 구현 및 실증 수준의 기술을 현장 적용을 위한 실용화 기술로의 적용 필요 | (표준화) 공간데이터큐브 표준화 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준화를 통한 공간정보 표준기술 적용 및 확장 가능성 확보 필요 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 적용 가능한 공간데이터큐브기술의 공간데이터가 3차원 벡터/래스터에 국한되어 활용의 저변 확대를 위한 기술 개선 필요 | (자동화 및 경량화) 다양한 원시데이터 적용 필요 <ul style="list-style-type: none"> 다양한 원시데이터의 신속한 공간데이터큐브화 및 경량화 필요 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 파일 시스템 기반의 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술로 인하여 다양한 형식의 데이터 적용에 한계가 있음 | (고도화) 다양한 형식의 데이터 저장·관리·검색 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> Hybrid 기반의 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 고도화 필요 |
| 분석·시각화 | <ul style="list-style-type: none"> 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족 | (체계화) 다양한 3차원 기하정보의 공간데이터큐브 분석 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브를 기반으로 다양한 3차원 데이터의 기하 정보분석기술 개발 필요 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 4차원(3차원 공간 + 시간) 현실 세계의 실시간 데이터를 체계적으로 모니터링 및 분석시각화를 위한 지원기술 부족 | (융합화) 실시간 센서데이터 분석·활용 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 데이터와 Geo-IoT 센서데이터 간의 정보융합 기술개발 필요 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 공간정보를 기반으로 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하기 위한 제반 지원기술 부족 | (지능화) 인공지능 기술 적용을 위한 공간정보 지능화 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> 공간패턴을 체계적으로 기계 학습할 수 있는 지능화 기술개발 필요 |
| 실증·사업화 | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브기술의 특징점을 기반으로 연구성과를 실용화 수준에서 체계적으로 사업화하기 위한 비즈니스모델이 없음 | (공개·공유) 공중-지상-지하공간정보의 연계·통합·활용기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> 공중-지상-지하 공간데이터의 연계·통합을 위해 공간데이터큐브를 활용하기 위한 응용기술 및 서비스 모델 개발 필요 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 파일 기반의 공간데이터큐브 데이터 교환 및 공유로 인한 비효율성 | (연계·통합) 공간데이터큐브 데이터의 효율적인 공개·공유 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 활용서비스 적용을 위한 시범데이터의 구축 및 공개·공유기술개발 필요 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 데이터와 다양한 사용자 서비스 기술 간의 융복합을 통해 공간데이터큐브기술의 특징점 발견 및 점진적인 개선 필요 | (실증·사업화) 실증 및 사업화를 위한 체계적인 테스트베드 환경 구축 및 운영 필요 <ul style="list-style-type: none"> 사용자 활용서비스의 지속적인 모의실험을 통하여 점진적인 연구성과의 개선을 지원하는 테스트베드 구축 및 운영 필요 |



주요 대응전략을 반영하여 공간데이터큐브 고도화 기술개발 방향 설정

- (저장·관리) 공간데이터큐브 표준화 및 전처리 저장 관리 검색 자동화를 위한 고도화 기술 개발 필요
- (분석·시각화) 공간데이터큐브 기반 시공간 분석 및 정보융합 지능화 기술개발 필요
- (실증·사업화) 공간데이터큐브 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화기술 개발 필요

2) 연구목표의 적절성

가. 연구목표 설정의 적절성

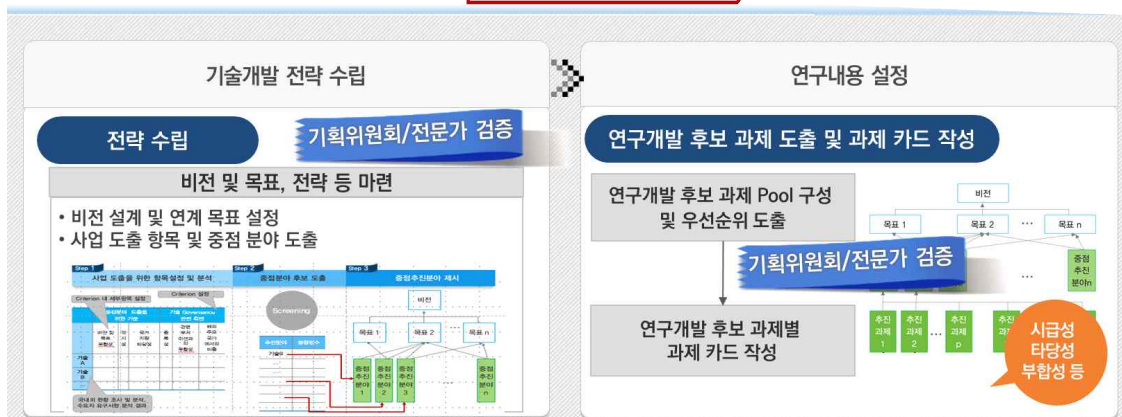
(1) 연구목표 설정 과정 및 주요 내용

(가) 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정 과정

- 사업추진방향 정립을 통하여 기술개발 전략을 수립, 기획연구 중점분야 도출, 해당 중점 분야에 대한 연구개발 후보 과제 카드 작성 및 Pool 구성을 통해 주요 연구내용 설정
 - (기술개발 전략수립) 기술 정의 및 사업추진방향 정립을 통하여 도출된 미래 이슈와 기술 수요 분석결과를 기반으로 3차원 공간데이터큐브기술 고도화 개념, 정의, 범위 검토 및 세분화
 - (연구내용 설정) 기존 공간데이터큐브 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 후보 과제선정에 대한 심증 논의를 통해 주요 연구내용 설정



기술개발 전략수립 및 연구내용 설정



<그림 142> 기획연구의 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정

(나) 연구목표와 해결해야 할 문제/이슈와의 연관성

- (기술개발 전략수립) 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브의 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 74> 기술개발전략 주요 내용

본사업의 비전/목표 및 기대효과

○ (비전 및 목표) 세계 최초로 첨단모빌리티 공간지능체계 구현을 위한 공간데이터큐브 기술 상용화 선도

- “공간지능체계”란 공중-지상-지하의 통합관리, 기상·환경·행정 등 다양한 지식정보 융합 지능화와 인간과 기계 간의 상호작용을 지원하는 新 공간정보체계

비전 “국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도”

“ 세계 최고의 보이는 디지털 플랫폼 정부 구축을 통한 디지털 국가인프라 완성 ”

목표 : 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증

○ 본 사업은 첨단모빌리티 디지털지능체계의 도전성, 혁신성, 파급성을 통하여 대한민국의 글로벌 기술 주도권 확보와 세계 선두그룹으로 도약하는 것을 지향

기대효과

“첨단모빌리티 디지털지능체계 구현 및 공간데이터큐브 기술의 상용화 선도”



기술개발 전략수립

- 비전: 국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도
- 연구목표: 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증

| 세부목표 | 현재 주요 문제/이슈 | 사업 후 |
|----------------------|---|---|
| 국토정보 데이터 표준화 및 효율화 | <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 데이터 구축·관리기술의 효율화에 따른 데이터 구축 및 전/후처리 비용 30% 이상 절감 · 3차원 공간정보 저장 및 분석 시 관련 표준이 없어 전/후처리를 위한 데이터 변환 및 중복 구축비용 증대 | <ul style="list-style-type: none"> · 데이터 모델 표준 및 분석모델 표준을 제시하여 데이터 재사용에 따른 데이터 전/후처리 가공 비용 30% 이상 절감 |
| 국토정보 경량화 | <ul style="list-style-type: none"> · 기존 공간정보 용량 대비 첨단모빌리티 활용 데이터 95% 이상 경량화 · 데스크탑 중심의 활용에 따라 모바일 서비스를 위한 데이터 경량화 작업 요구 | <ul style="list-style-type: none"> · 모바일 및 모빌리티 서비스 대상 기기 95% 이상 확대 |
| 3D 데이터 융복합 분석 기술 고도화 | <p style="text-align: center;">3D 벡터/래스터 데이터 및 이기종 빅데이터 융복합 분석기능 6종 이상 확대</p> <ul style="list-style-type: none"> · 2.5D 중심의 공간데이터 분석으로 3차원 공간정보의 기하 데이터 분석 기술 부족 | <ul style="list-style-type: none"> · 융복합 3차원 공간데이터 모니터링 및 분석·시각화 기능 6종 이상 확대 |
| 고정밀 데이터 활용 확대 | <ul style="list-style-type: none"> · 맞춤형 고정밀, 고화질 3차원 데이터 활용 20% 이상 확대 · 2차원 주제도와 3차원 건물 및 시설물 모델 데이터 중심의 공간정보 활용 | <ul style="list-style-type: none"> · BIM, PointCloud, 비정형 데이터 등 맞춤형 고정밀, 고화질 데이터 20% 이상 확대 |
| 3D 서비스 활용성 증대 | <ul style="list-style-type: none"> · 지능화 분석 기술 확장에 따른 3차원 분석 서비스 활용성 30% 이상 확대 · 3차원 데이터의 단순 정보검색 및 가시화 위주의 육안 분석 | <ul style="list-style-type: none"> · 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 공간데이터큐브기술 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 9개 세부 후보 과제를 도출

비전

“국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도”

사업목표

디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증

추진전략

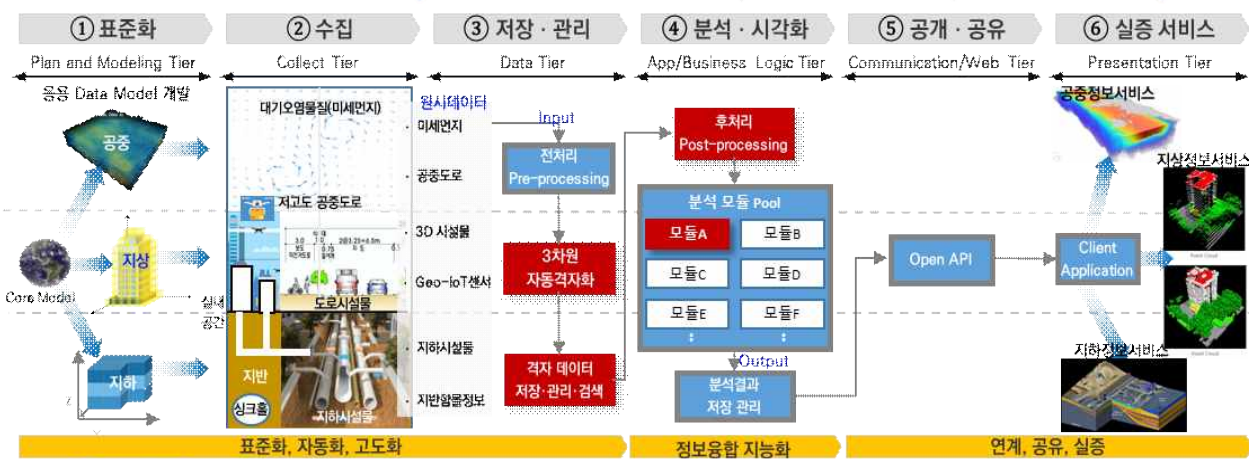


공간데이터큐브 중점 기획 영역 식별

기성과 고도화 영역

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 공간데이터큐브표준화 | 정보융합 자동화 | 정보분석 지능화 | 공간데이터큐브실용화 | 서비스실증·사업화 |
| 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 기반 데이터 활용 체계 표준화 기술 기획 | 정보융합 자동화를 위한 공간데이터큐브기반 저장·관리·검색·배포 기술 자동화 및 정보화 기술 기획 | 정보융합 지능화를 위한 공간데이터큐브 기반 Geo-DNA 지능화 기술 기획 | 공간데이터큐브 실용화를 위한 공간데이터큐브 기반 실시간 데이터 수집 및 공개 공유 기술 기획 | 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 기반 서비스 실증 및 사업화 기획 |

요소기술 도출



추진전략

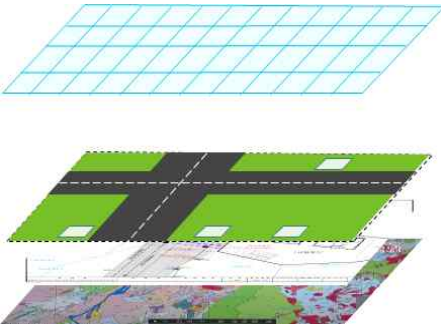
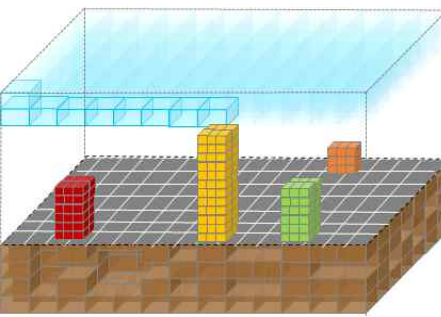
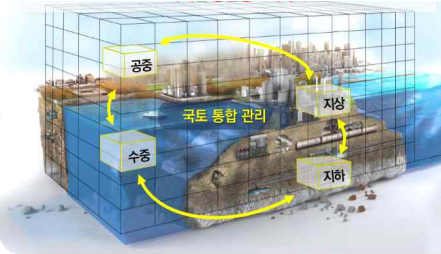
| | | |
|---|---|---|
| <p>[핵심과제1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발</p> <p>표준 기반의 공중-지상-지하 3차원 공간정보를 체계적으로 연계하고, 효율적으로 저장·관리·검색하여 다양한 데이터 수요에 맞춤형으로 제공하기 위한 국토 정보 고도화 기술 개발</p> | <p>[핵심과제2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발</p> <p>3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보 정보융합 및 지능화 기술 개발</p> | <p>[핵심과제3] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 바이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증</p> <p>공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계 통합, 공간데이터큐브 공개 공유 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과 사업화 기회 창출</p> |
|---|---|---|

<그림 145> 공간데이터큐브기술 중점 기획영역 식별, 핵심과제 정의, 세부 후보 과제 도출 과정 및 주요 내용

(다) 연구목표의 구체성

- 공간데이터큐브 성숙도 레벨을 정의하여 공간데이터큐브기술의 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 75> 공간데이터큐브 성숙도 레벨 정의

| | | |
|---|---|--|
| <p>현재 수준(모습) ~'24(착수 전)</p> <p>Level 1</p> |  <p>기존 격자 체계</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 지하/공중정보 통합&연계 표현 어려움 • 인간 중심의 2차원 공간정보 • 2D기반 3D 데이터 처리 <ul style="list-style-type: none"> → 고성능 컴퓨팅 요구 - 2차원 데이터 중심의 시각화 - 3차원 공간정보를 체계적으로 활용하지 못하는 2차원 중심의 데이터 구조 |
| <p>R&D 수행시 개선수준(모습) '25(착수년도)</p> <p>Level 2</p> |  <p>공간지능체계 (新공간정보체계) 공간정보 in 큐브</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 지하/공중정보 표현 및 연계 • 인간-컴퓨터-기계가 상호작용 (HCMI) 하는 3차원 공간정보 <ul style="list-style-type: none"> - (Human/Machine Map) 인간/기계 간의 상호작용을 표현하는 3차원 공간정보 • 체계적인 3D 데이터 구조 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 큐브 단위로 공간정보 통합 × 분할 × 압축 × 공유 → 사용자 요구에 맞게 수정 → 컴퓨팅 자원 효율적 사용 |
| <p>R&D 수행시 개선수준(모습) 목표수준 '28(종료년도)</p> <p>Level 3</p> |  <p>공간지능체계 (新공간정보체계) 공간정보의 큐브화</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 기계(UAM, 자율차, 로봇 등) 인지, 학습 가능 • 기계어(Binary) 기반의 3차원 공간정보 <ul style="list-style-type: none"> - (Machine Map) 기계 운용을 위한 경량화된 3차원 공간정보 • Total(완전) Cube화된 공간정보 데이터 처리 <ul style="list-style-type: none"> → 초경량화 → 인메모리 데이터 처리 → 빠른 처리와 실시간 요구사항 대응 → 스마트 모빌리티 최적화 |
| <p>향후 수준(모습) '29~(종료이후)</p> <p>Level 4</p> |  <p>공간지능체계로의 디지털 대전환 전환 완료</p> | <ul style="list-style-type: none"> → 휴먼-컴퓨터-머신 간의 상호운용이 가능한 HCMI 3차원 공간정보 DB 구축 기술 확보 → UAM운행지원 공중정밀지도 /실내 정밀지도/ 정밀도로지도 구축 사업 관리비 절감 30% |

<표 76> 공간데이터큐브 성숙도 레벨에 따른 기획연구과제의 핵심과제별 현재 수준, R&D 수행 시 개선 수준, 향후 수준의 주요 내용

| 핵심 항목 (내용) | 현재 수준 (모습) | R&D 수행시 개선수준(모습) | | 향후 수준 (모습) |
|---------------|--|---|---|--|
| | | '25년 수준 | 목표수준 | |
| | ~'24(착수 전) | '25(착수년도) | '28(종료년도) | '29~(종료이후) |
| 단계 | 기존 격자 체계 | 디지털지능체계(新공간정보체계) 공간정보 in 큐브 | | 디지털지능체계로의 디지털 대전환 전환 완료 |
| 개념도 |  |  |  |  |
| 주요표기능 | <ul style="list-style-type: none"> 지하/공중정보 통합&연계 표현 어려움 인간 중심의 2차원 공간정보 2D기반 3D 데이터 처리 → 고성능 컴퓨팅 요구 2차원 데이터 중심의 시각화 3차원 공간정보를 체계적으로 활용하지 못하는 2차원 중심의 데이터 구조 | <ul style="list-style-type: none"> 지하/공중정보 표현 및 연계 인간-컴퓨터가계가 상호작용(HCM)하는 3차원 공간정보 (Human/Machine Map) 인간/기계 간의 상호작용을 표현하는 3차원 공간정보 체계적인 3D 데이터 구조 제공 큐브 단위로 공간정보 통합 × 분할 × 압축 × 공유 → 사용자 요구에 맞게 수정 → 컴퓨팅 자원 효율적 사용 | <ul style="list-style-type: none"> 기계(UAM 자율차, 로봇 등) 인지, 학습 가능 기계어(Binary) 기반의 3차원 공간정보 (Machine Map) 기계 운용을 위한 경량화된 3차원 공간정보 Total(완전) Cube화된 공간정보 데이터 처리 → 초경량화 → 인메모리 데이터 처리 → 빠른 처리와 실시간 요구사항 대응 → 스마트 모빌리티 최적화 | <ul style="list-style-type: none"> 휴먼-컴퓨터-머신 간의 상호운용이 가능한 HCM 3차원 공간정보 DB 구축 기술 확보 UAM은행지원 공중장말지도/실내 정밀지도/정밀도로지도 구축 사업관리비 절감 30% |
| 보안기능 | <ul style="list-style-type: none"> 보안구역과 일반구역으로 공간정보를 분리하고 저장하여 보안처리 중 → 분리 & 저장을 위한 다수의 인력과 시간 소요 | <ul style="list-style-type: none"> 큐브 단위로 보안구역의 공간정보 제외하여 공유 큐브 단위로 효율적인 암호화 기능 적용 → 국가보안시설 정보의 개별적 비공개 및 암호화 → 위치기반 개인정보 익명화 기술 적용 → 공간정보 암호화 기술 개발로 인한 공간정보의 공개면적 확대 | <ul style="list-style-type: none"> 암호화 기술 개발로 공간정보 공개면적 및 건수 확대 (20~50%) | <ul style="list-style-type: none"> 암호화 기술 개발로 공간정보 공개면적 및 건수 확대 (20~50%) |
| 형식 | GIS 및 CAD 파일 포맷 (SHP, GeoTIFF, DWG, SVG) | 新국제표준 포맷 | 新국제표준 기계어(Binary) 포맷 | → 공간데이터큐브 기반의 경량화 및 비정형 데이터 처리 가능(컴퓨팅 자원 30% 절감) |
| 경량화 수준 | - | 기존 대비 약 43% 경량화 이상 | 기존 대비 약 95% 경량화 이상 | |
| 분할 기술 | Quadtree | 3D Model Tiler, Reality Tiler, Sparse Voxel Octree 등 다수의 분할 기술 적용 | | |
| GPU 텍스처 메모리 | - | 기존(JPEG) 대비 텍스처 압축기술 적용 시 80~90% 절감 | GPU 텍스처 처리 불필요 | → 국가공간정보시스템 관리비용 절감 (약27억원/년) |
| 기계 학습 | 불가 | 가능 | 가능 | → 이기종 빅데이터 다차원정보(3차원공간+시계열+속성정보)의 Geo-AI 및 시뮬레이션 분석을 지원하는 디지털 트윈국토 |
| 분석 | 2D 별도의 분석 툴(Tool)로 존재 | 큐브(Cube) 안에 다양한 정보의 입출력이 가능하고 큐브(3D 데이터구조)로 별도의 분석 프로그램 없이 → 3차원 공간분석 환경 제공 | | |

(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 공간데이터큐브기술의 실용화 및 사업화에 따른 실증시스템 및 활용서비스 제공을 통해 전문사용자뿐만 아니라 행정/연구기관의 일반 사용자들도 연구성과물을 손쉽게 활용할 수 있도록 주요 수혜자에 포함

<표 77> 기획연구과제의 핵심과제별 주요 연구성과에 대응하는 사용자 직업 유형별 수혜자 표적화

| 연구성과 수혜자 구분 | 기술숙련도 | | 일반사용자 | | | | 전문사용자 | | | |
|--|----------|-------|-------|-------|---------|-------------|-------|---------|--------|--|
| | 소속 기관 유형 | 공공 | 행정 기관 | 연구 기관 | 전문연구기관 | | | | | |
| | | 민간 | 일반 국민 | 일반 기업 | 전문기업 | | | | | |
| | 사용자 직업유형 | 일반 시민 | 블로거 | 연구자 | 데이터 분석가 | 프론트-엔드 웹개발자 | 앱 개발자 | 웹/앱 개발자 | 데이터과학자 | |
| [핵심과제1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 기술 환경 변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 오픈소스 기반의 기술플랫폼 <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브화 표준 및 자동화를 지원하는 오픈소스 SW 2종 개발 - 국토정보 경량화 지원 공간데이터큐브 가공·처리 오픈소스 SW 2종 개발 • 다양한 형식의 DB 저장·관리·검색이 가능한 Hybrid 기반의 공간데이터큐브 DB 운용기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Hybrid 기반 공간데이터큐브 데이터 저장관리 SW 4종 개발 • 원시데이터의 격자 인덱싱, 격자 내외간 공간/시간/속성 기반 검색 SW 2종 개발 • 표준 데이터 포맷기반의 공간데이터큐브 데이터 변환/관리 SW 2종 개발 | | | | | | | | | | |
| [핵심과제2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCI Map 적용 및 실증 | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 공간정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 사업화 비즈니스모델 3종 개발 • 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합 실험 데이터 셋 3종 개발 • 공간데이터큐브기술의 실용화 및 사업화를 위한 실증시스템 3종 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 78> 기획연구과제의 핵심과제별 주요 연구성과에 대응하는 공간정보산업의 수혜산업 표적화

| 연구성과 수혜 산업 구분 | 공간정보 관련 제조업 | | 공간정보 관련 도매업 | | 공간정보 관련 출판 및 정보서비스업 | | | | 공간정보 관련 기술 서비스업 | | | | 공간정보 관련 협회 및 단체 | |
|---|-----------------|------------|------------------|----------------|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------|---------------|------------------|-----------------|--------------------|
| | 정보기기 및 응용제품 제조업 | 인쇄 및 기록복제업 | 지도, 지적 및 기타 물도매업 | 정보영상기기 및 응용도매업 | 전산 및 소프트웨어 도매업 | 공간정보 관련 도서 및 출판업 | 공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업 | 공간정보 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보기술 서비스업 | 공간정보 관련 인터넷 서비스업 | 공간정보 관련 데이터베이스 및 온라인 정보제공업 | 공간정보 관련 연구개발업 | 공간정보 관련 타사 및 타종업 | 공간정보 관련 도매업 | 공간정보 관련 엔지니어링 서비스업 |
| [핵심과제1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | | | | | | | | | | | | | | |
| • 기술 환경 변화에 유연하게 대응 및 확장 가능한 오픈소스 기반의 기술플랫폼 - 공간데이터큐브화 표준 및 자동화를 지원하는 오픈소스 SW 2종 개발 - 국토정보 경량화 지원 공간데이터큐브 가공·처리 오픈소스 SW 2종 개발 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| • 다양한 형식의 DB 저장·관리·검색이 가능한 Hybrid 기반의 공간데이터큐브 DB 운용기술 개발 - Hybrid 기반 공간데이터큐브 데이터 저장·관리 SW 4종 개발 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| • 원시데이터의 격자 인덱싱, 격자 내외간 공간/시간/속성 기반 검색 SW 2종 개발 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| • 표준 데이터 포맷기반의 공간데이터큐브 데이터 변환·관리 SW 2종 개발 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| [핵심과제2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | | | | | | | | | | | | | | |
| • 단순 시각화에서 서비스에서 벗어나 3차원 공간 데이터를 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] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCM Map 적용 및 실증 | | | | | | | | | | | | | | |
| • 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 공간 정보의 체계적인 연계통합을 위한 대표적인 사업화 비즈니스모델 3종 개발 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| • 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하 공간데이터 연계·통합 실험 데이터 셋 3종 개발 | | | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| • 공간데이터큐브기술의 실용화 및 사업화를 위한 실증시스템 3종 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



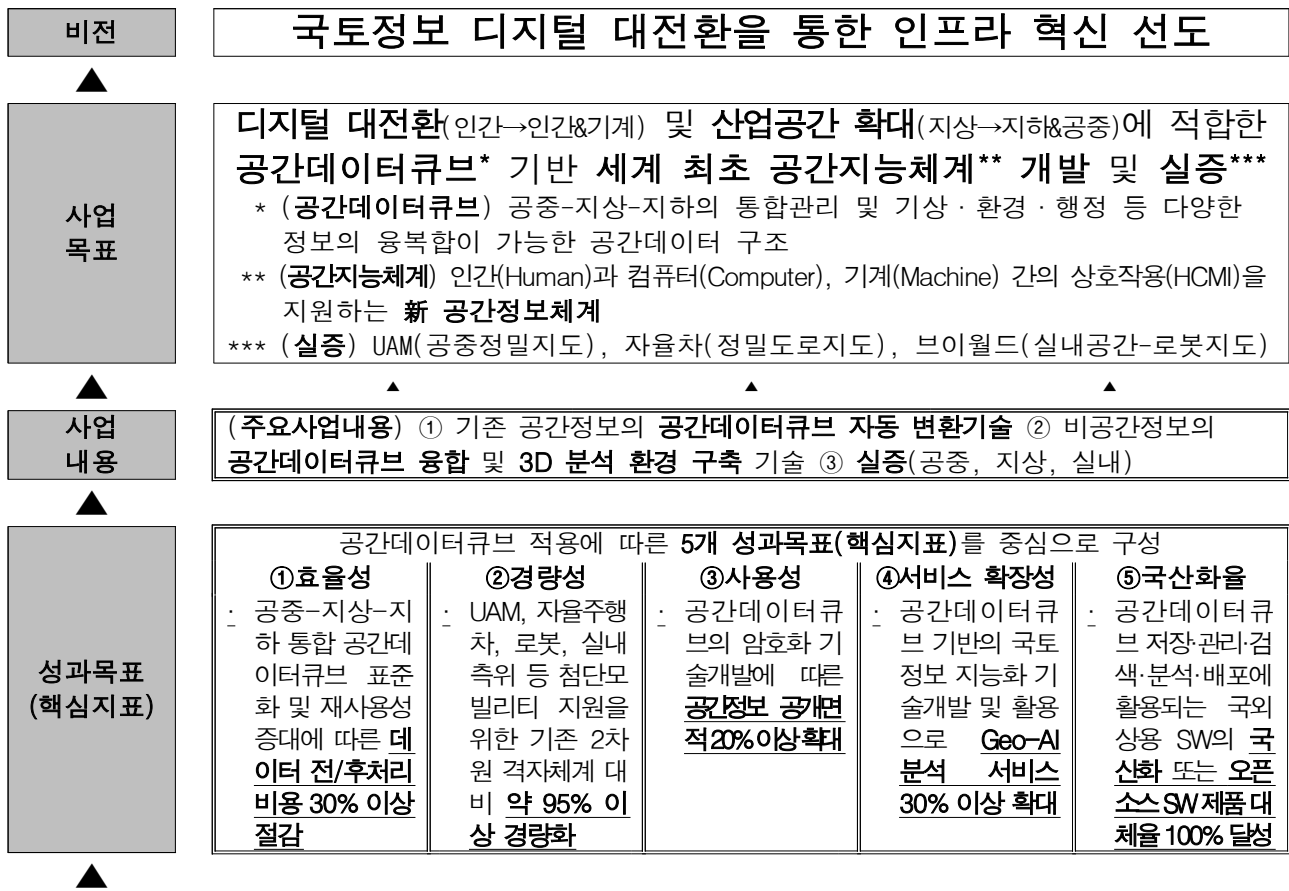
<그림 154> 기획연구의 세부 연구 활동 및 추진전략 수립 과정

(나) 세부 연구 활동과 성과목표, 사업목표, 비전과의 연관성

○ 비전, 사업목표, 성과목표(핵심지표)와의 연관성을 고려하여 3개의 핵심과제, 9개 세부 과제, 17개의 세세부 과제로 세부 연구 활동을 구성하고 그에 대응하는 36개의 주요 산출물을 정의

- 세부 연구 활동을 통한 36개의 주요산출물은 1) 효율성: 국토정보 데이터표준화 및 효율화, 2) 경량성: 국토정보 경량화, 3) 사용성: 국토정보 활용범위 확대, 4) 서비스 확장성: 국토정보 활용서비스 확대, 5) 국산화: 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW 대체와 같은 성과목표(핵심지표) 달성에 기여
- 4개 부문의 성과목표 달성은 1) 공간데이터큐브 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 디지털 국토정보 혁신, 2) 공간데이터큐브 융합 및 자동화 기술개발을 통한 국토정보 가치 증대, 3) 공간데이터큐브 실증 및 사업화 기술개발을 통한 국토정보 실용성 증진으로 이어져 '디지털 대전환 및 산업공간 확대에 적합한 공간데이터큐브 기반 세계 최초 공간지능체계 개발 및 실증' 사업목표를 통해 최종적으로 '국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도' 비전을 달성하는 것으로 세부 연구 활동과 사업목표를 체계적으로 연계

<표 79> 세부 연구 활동과 성과목표, 사업목표, 비전과의 연관성



[핵심과제1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

[1-1] HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발

[1-1-1] 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발

- 표준 데이터 모델, • 표준 서비스 모델

[1-2] HCMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발

[1-2-1] 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발

- 정적(Static) 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술, • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 경량화 기술

[1-2-2] 전처리 자동화 기술개발

- 정적(Static) 빅데이터의 공간데이터큐브 전처리 자동화 기술, • 동적(Dynamic) 센서 빅데이터의 공간데이터큐브 전처리 자동화 기술

[1-3] 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발

[1-3-1] 저장·관리 고도화 기술개발

- Hybrid 기반의 공간데이터큐브 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] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

[2-1] 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발

[2-1-1] 벡터 데이터 분석 기술개발

- 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/ Polygon) 기하 분석 기술 개발, • 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 네트워크데이터 (예: 정밀도로지도 등) 시공간 분석 기술개발

[2-1-2] 래스터 데이터 분석 기술개발

- 공간데이터큐브 기반 3D 래스터 데이터(Voxel) 기하 분석 기술 개발, • 고정밀 위성영상 데이터(예: 국토위성영상 데이터 등)의 공간데이터큐브 시공간 분석 기술 개발

[2-2] 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발

[2-2-1] 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발

- 공중/지상/실내 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보)의 공간데이터큐브 연계 기술개발,
• 공중/지상/실내 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보)의 공간데이터큐브 시공간 분석기술 개발

[2-2-2] 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발

- Geo-IoT 센서 데이터 및 비정형 텍스트 스트림데이터의 공간데이터큐브 연계 및 실시간 모니터링 기술개발,
• Geo-IoT 센서 데이터 및 비정형 텍스트 스트림데이터의 공간데이터큐브 시공간 분석 기술 개발

[2-3] HCMi Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발

[2-3-1] 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용기술개발

- Geo-AI 분석을 위한 공간데이터큐브 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축기술 개발,
• 공간데이터큐브 기반의 인공지능 알고리즘 (예: CNN, RNN, LSTM, GAN 등) 적용기술 개발

[2-3-2] 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용기술개발

- Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 구현기술 개발, • Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 (예: 기후변화, 도로건설 등에 따른 토지이용변화) 가시화 기술개발

[핵심과제3] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMi Map 적용 및 실증

[3-1] 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발

[3-1-1] 공간데이터큐브 기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발

[3-1-2] 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발

[3-2] 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발

[3-2-1] 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발

[3-2-2] 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발

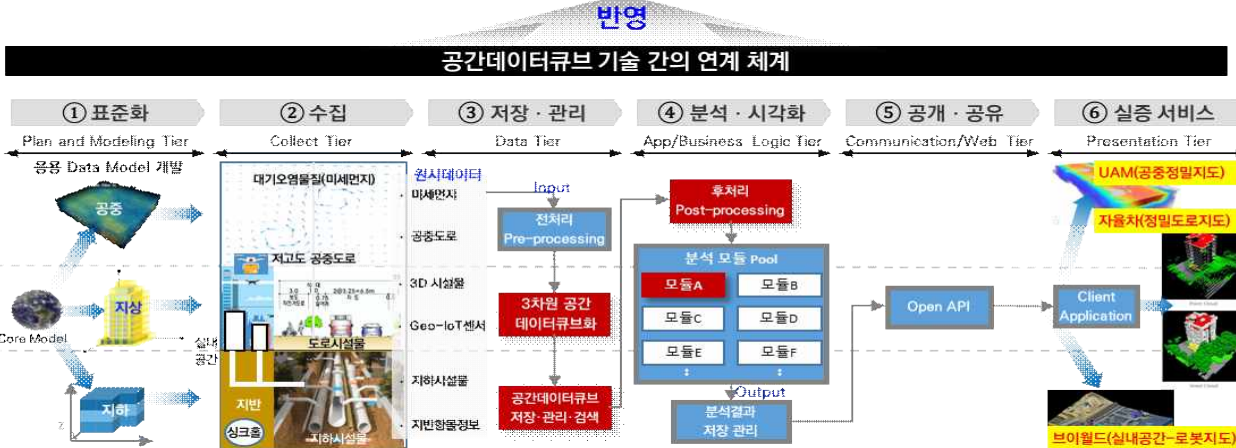
[3-3] 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발

[3-3-1] 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 기술개발

[3-3-2] 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 활용지원 시스템 개발

(다) 세부 연구 활동 기간 추정 및 시간적 선후 관계

- 공간데이터큐브기술 성숙도 모형과 공간데이터큐브 고도화 기술 간의 연계체계를 고려하여 연차별 세부 연구 활동 추진 로드맵 제시
 - 4단계 공간데이터큐브기술 성숙도 모형을 기준으로 18개 세부 과제에 대응하는 연구성과물 간의 시간적 선후 관계를 공간데이터큐브 고도화 기술 간의 연계체계를 고려하여 연차별 세부 연구 활동 추진 로드맵 작성



<그림 155> 연차별 세부 연구 활동 추진 로드맵

(라) 성과지표 설정

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--|--|--|--|
| 사업 내용 | <p>(주요사업내용) ① 기존 공간정보의 공간데이터큐브 자동 변환기술 ② 비공간정보의 공간데이터큐브 융합 및 3D 분석 환경 구축 기술 ③ 실증(공중, 지상, 실내)</p> | | | | | | | | | | | |
| 성과목표 (핵심지표) | <p>공간데이터큐브 적용에 따른 5개 성과목표(핵심지표)를 중심으로 구성</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"> ①효율성 : 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 </td> <td style="width: 20%;"> ②경량성 : UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화 </td> <td style="width: 20%;"> ③사용성 : 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보 공개면적20%이상확대 </td> <td style="width: 20%;"> ④서비스 확장성 : 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대 </td> <td style="width: 20%;"> ⑤국산화율 : 공간데이터큐브 저장·관리·검색·분석·배포에 활용되는 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW제품 대체율 100% 달성 </td> <td></td> </tr> </table> | | | | | | ①효율성 : 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 | ②경량성 : UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화 | ③사용성 : 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보 공개면적20%이상확대 | ④서비스 확장성 : 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대 | ⑤국산화율 : 공간데이터큐브 저장·관리·검색·분석·배포에 활용되는 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW제품 대체율 100% 달성 | |
| ①효율성 : 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 | ②경량성 : UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화 | ③사용성 : 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보 공개면적20%이상확대 | ④서비스 확장성 : 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대 | ⑤국산화율 : 공간데이터큐브 저장·관리·검색·분석·배포에 활용되는 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW제품 대체율 100% 달성 | | | | | | | | |
| 성과지표 (일반지표) | SW 국산화 100% (SW : 19종) | | | 실증시스템 개발 (시스템 : 3종) | | | | | | | | |
| | ⑥SW 등록 건수 | ⑦학술지 게재/발표 건수 | ⑧특허 출원/등록 건수 | ⑨시제품 출시/현장시험 건수 | ⑩표준화 건수 | | | | | | | |
| 주요 산출물 | 공간데이터큐브 활용체계 표준화(안) | 공간데이터큐브 고도화 기술로드맵 | 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 SW | 공간데이터큐브 고정밀위성 영상데이터 분석모델 SW | 공간데이터큐브 기반 HCI 상향정보 융합기술 SW | 공간데이터큐브 기반 실내지도 활용지원 시뮬레이션 SW | | | | | | |
| | 기구축 국토정보 공간데이터큐브화 /경량화 모듈 SW | 실시간 센서데이터 공간데이터큐브화/경량화 모듈 SW | 위치 고정/이동형 센서데이터 실시간 모니터링 SW | 공간데이터큐브 위치고정형 센서데이터 상태변화감지 분석 모델 SW | 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 구현 SW | 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 실증시스템 | | | | | | |
| | 기구축 국토정보 전처리 자동화/보안 암호화 모듈 SW | 센서스트림 데이터 전처리 자동화/보안 암호화 모듈 SW | 공간데이터큐브 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 SW | 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 SW | 공간데이터큐브 기반 도심 항로 분석 /시뮬레이션 SW | 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 SW | | | | | | |
| | 실시간 센서스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 SW | 공간데이터큐브 표준데이터모델의 데이터교환/공유 포맷 변환 SW | Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반시공간 시뮬레이션 SW | Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반시공간 시뮬레이션 가시화 SW | 공간데이터큐브 기반 도심 항로 모니터링 및 시뮬레이션 실증시스템 | 공간데이터큐브 기반 UAM 운행지원 시뮬레이션 실증시스템 | | | | | | |
| 중점 분야 | 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
- 기존 공간정보 대비 공간데이터큐브 적용 후 ①효율성, ②경량성, ③사용성, ④서비스 확장성, ⑤국산화를 성과목표(핵심지표)로 구성하여 사업의 성공 여부를 판단할 수 있도록 설정
- ⑥SW 등록 ⑦학술지 게재/발표 ⑧특허출원/등록 ⑨시제품 출시/현장시험 ⑩표준화 건수를 표준 성과지표로 설정
- 해당 사업의 단계별 성과목표 및 지표는 다음과 같음

| 구분 | 내용 | | | | |
|----------------------------|--|--|--|---|--|
| 사업 목표 | <ul style="list-style-type: none"> • 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 공간데이터큐브* 기반 세계 최초 공간지능체계** 개발 및 실증 * (공간데이터큐브) 공중-지상-지하의 통합관리 및 기상·환경·행정 등 다양한 정보의 융복합이 가능한 공간데이터 구조 ** (공간지능체계) 인간(Human)과 컴퓨터(Computer), 기계(Machine) 간의 상호작용(HCMI)을 지원하는 新 공간정보체계 - 공간데이터큐브 표준화 및 자동화 기술개발을 통한 디지털 국토정보 혁신 - 공간데이터큐브 융합 및 지능화 기술개발을 통한 국토정보 가치 증대 - (실증)정부 추진사업 대상 (K-UAM:공중정밀지도, 자율주행차:정밀도로지도, 브이월드:실내공간-로봇지도) 공간데이터 큐브기술 적용 및 실증 | | | | |
| 성과 목표 | 공간데이터큐브 적용에 따른 5개 성과목표(핵심지표) 를 중심으로 구성 | | | | |
| | ① 효율성 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 | ② 경량성 UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화 | ③ 사용성 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보공 개면적 20% 이상 확대 | ④ 서비스 확장성 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대 | ⑤ 국산화를 공간데이터큐브 저장·관리·검색·분석·배포에 활용되는 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW 제품 대체율 100% 달성 |
| | SW 국산화 100% (SW : 19종) | | 실증시스템 개발 (시스템 : 3종) | | |
| 단계별 성과 목표 및 지표 | 1단계(1, 2차년도) | | 2단계(3, 4차년도) | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • SW 등록 건수(32건) • 학술지 게재/발표 건수(47/49건) • 특허출원/등록 건수(20/2건) | | <ul style="list-style-type: none"> • 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(3종) • SW 등록 건수(44건) • 학술지 게재/발표 건수(77/65건) • 특허출원/등록 건수(17/31건) • 시제품 출시/ 현장시험 건수(29건) • 표준채택(2건) | | |

| 구분 | 내용 | | | | | |
|----|-----------|-------|-------------|-------|---------------------|-------|
| | 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 81> 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 |
| 선택 군 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 |
| | 제7차 국가공간정보정책 기본계획('23~'27) | | | ○ | • 국가 차원의 디지털트윈 체계 구상 및 설계 과제와 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 국가과학기술기초계획('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 82> 국가계획 근거

| 계획명 | 소관부처 | 주요 내용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|---|------|------|---------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|
| 제4차 국가과학기술기초 계획('18~'22) | 관계부처합동 | <ul style="list-style-type: none"> • 「제4차 과학기술기초계획」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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 제5차 국토종합계획 (‘20~'40) | 국토교통부 | <ul style="list-style-type: none"> • ‘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 border="1"> <thead> <tr> <th>추진전략</th> <th>추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <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 문화관광 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 조성 및 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 도시개발관리</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 평화번영의 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> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 개성있는 지역발전과 연대·협력 촉진 | ① 지역 간 연대·협력을 통한 지역발전기반 조성 | ② 지역 특성을 살린 상생형 국가균형발전 | ③ 농산어촌의 경쟁력 강화와 새로운 위기지역에 대응 | ④ 중앙-지방간 새로운 협업체계 운영 확대 | 지역 산업혁신과 문화관광 활성화 | ① 4차 산업혁명 시대의 신산업 공간 육성 | ② 산업생태계 전환을 통한 지역산업 회복력 제고 | ③ 매력있는 문화공간 조성 및 협력적 관광 활성화 | ④ 문화적 일상의 보편화와 글로벌 문화 경쟁력 향상 | 세대와 계층을 아우르는 안심 생활공간 조성 | ① 인구 감소에 대응한 유연한 도시개발관리 | ② 인구구조 변화에 대응한 도시생활주거 공간 조성 | ③ 포용적 주거복지의 정착 | ④ 안전하고 회복력 높은 안심국토 조성 | 품격있고 환경 친화적 공간 창출 | ① 깨끗하고 환경 친화적 국토 조성 | ② 기후변화 대응과 미세먼지 저감 노력 | ③ 국토자원의 미래가치 창출과 활용도 제고 | ④ 품격있고 아름다운 국토경관 창출 | 인프라의 효율적 운영과 국토 지능화 | ① 기간교통망의 효율화와 대도시권 혼잡 해소 | ② 인프라의 전략적 운영과 포용적 교통정책 추진 | ③ 미래형 혁신 교통체계 구축 | ④ 물류산업의 글로벌 경쟁력 강화 | ⑤ 지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신 | 대륙과 해양을 잇는 평화국토 조성 | ① 한반도 평화번영의 기반 조성 | ② 대륙과 해양을 잇는 관문국가로 위상 강화 | ③ 글로벌 대한민국의 네트워크 역량 강화 |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 개성있는 지역발전과 연대·협력 촉진 | ① 지역 간 연대·협력을 통한 지역발전기반 조성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 지역 특성을 살린 상생형 국가균형발전 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 농산어촌의 경쟁력 강화와 새로운 위기지역에 대응 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ④ 중앙-지방간 새로운 협업체계 운영 확대 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 지역 산업혁신과 문화관광 활성화 | ① 4차 산업혁명 시대의 신산업 공간 육성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 산업생태계 전환을 통한 지역산업 회복력 제고 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 매력있는 문화공간 조성 및 협력적 관광 활성화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ④ 문화적 일상의 보편화와 글로벌 문화 경쟁력 향상 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 세대와 계층을 아우르는 안심 생활공간 조성 | ① 인구 감소에 대응한 유연한 도시개발관리 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 인구구조 변화에 대응한 도시생활주거 공간 조성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 포용적 주거복지의 정착 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ④ 안전하고 회복력 높은 안심국토 조성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 품격있고 환경 친화적 공간 창출 | ① 깨끗하고 환경 친화적 국토 조성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 기후변화 대응과 미세먼지 저감 노력 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 국토자원의 미래가치 창출과 활용도 제고 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ④ 품격있고 아름다운 국토경관 창출 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 인프라의 효율적 운영과 국토 지능화 | ① 기간교통망의 효율화와 대도시권 혼잡 해소 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 인프라의 전략적 운영과 포용적 교통정책 추진 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 미래형 혁신 교통체계 구축 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ④ 물류산업의 글로벌 경쟁력 강화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ⑤ 지능형 국토공간 조성 및 국토관리 혁신 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 대륙과 해양을 잇는 평화국토 조성 | ① 한반도 평화번영의 기반 조성 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 대륙과 해양을 잇는 관문국가로 위상 강화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 글로벌 대한민국의 네트워크 역량 강화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 데이터·AI 경제 활성화 계획('19.1) | 관계부처합동 | <ul style="list-style-type: none"> • ‘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 border="1"> <thead> <tr> <th>추진전략</th> <th>추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 데이터 가치사슬 전주기 활성화 | ① 체계적 데이터 축적 및 개방 확대 | ② 양질의 데이터 유통기반 구축 | ③ 개인·기업·사회 데이터 활용 확대 | 세계적 수준의 AI | ① AI 허브 구축 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 데이터 가치사슬 전주기 활성화 | ① 체계적 데이터 축적 및 개방 확대 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ② 양질의 데이터 유통기반 구축 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 개인·기업·사회 데이터 활용 확대 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 세계적 수준의 AI | ① AI 허브 구축 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 계획명 | 소관부처 | 주요 내용 | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|---|-----------|-------------------------------|-------------------|---|-------------|--|-----------|--|-----------|---|
| | | <table border="1"> <tr> <td>혁신 생태계 조성</td> <td>② AI 기술력 제고 ③ AI 활용 생태계 조성</td> </tr> <tr> <td>데이터·AI 융합 촉진</td> <td>① 인공지능 융합 클러스터 조성 ② 사회적·산업적 수요 확산 ③ 제도적·인적 융합</td> </tr> </table> | 혁신 생태계 조성 | ② AI 기술력 제고 ③ AI 활용 생태계 조성 | 데이터·AI 융합 촉진 | ① 인공지능 융합 클러스터 조성 ② 사회적·산업적 수요 확산 ③ 제도적·인적 융합 | | | | | | |
| 혁신 생태계 조성 | ② AI 기술력 제고 ③ AI 활용 생태계 조성 | | | | | | | | | | | |
| 데이터·AI 융합 촉진 | ① 인공지능 융합 클러스터 조성 ② 사회적·산업적 수요 확산 ③ 제도적·인적 융합 | | | | | | | | | | | |
| 한국판 뉴딜 종합계획('20.7) | 관계부처합동 | <ul style="list-style-type: none"> · '선도국가로 도약하는 대한민국으로 대전환' 을 비전으로 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜, 안전망 강화라는 2+1 정책방향에 따라 10대 대표과제를 제시 · 이 중 데이터 댐, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 친환경 미래 모빌리티가 동 사업과 관련 <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>10대 대표과제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>디지털 뉴딜</td> <td>① 데이터 댐 ② 지능형 정부 ③ 스마트 의료 인프라</td> </tr> <tr> <td>디지털 그린 융복합</td> <td>① 그린 스마트 스킴 ② 디지털 트윈 ③ 국민안전 SOC 디지털화 ④ 스마트 그린산단</td> </tr> <tr> <td>그린 뉴딜</td> <td>① 그린 리모델링 ② 그린 에너지 ③ 친환경 미래 모빌리티</td> </tr> </tbody> </table> | 구분 | 10대 대표과제 | 디지털 뉴딜 | ① 데이터 댐 ② 지능형 정부 ③ 스마트 의료 인프라 | 디지털 그린 융복합 | ① 그린 스마트 스킴 ② 디지털 트윈 ③ 국민안전 SOC 디지털화 ④ 스마트 그린산단 | 그린 뉴딜 | ① 그린 리모델링 ② 그린 에너지 ③ 친환경 미래 모빌리티 | | |
| 구분 | 10대 대표과제 | | | | | | | | | | | |
| 디지털 뉴딜 | ① 데이터 댐 ② 지능형 정부 ③ 스마트 의료 인프라 | | | | | | | | | | | |
| 디지털 그린 융복합 | ① 그린 스마트 스킴 ② 디지털 트윈 ③ 국민안전 SOC 디지털화 ④ 스마트 그린산단 | | | | | | | | | | | |
| 그린 뉴딜 | ① 그린 리모델링 ② 그린 에너지 ③ 친환경 미래 모빌리티 | | | | | | | | | | | |
| 디지털 트윈 활성화 전략('21.9) | 관계부처합동 | <ul style="list-style-type: none"> · '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 border="1"> <thead> <tr> <th>추진전략</th> <th>추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>디지털 트윈 산업 성장기반 조성</td> <td>① 3D 객체 데이터 구축·개발 ② 시뮬레이션 SaaS 개발·실증 ③ 3차원 공간정보 구축 및 활용</td> </tr> <tr> <td>대규모 선도시장 창출</td> <td>① 주력산업 경쟁력 향상 ② 국민 안전 강화 ③ 탄소중립 사회 전환</td> </tr> <tr> <td>기술 경쟁력 강화</td> <td>① 기술개발 로드맵 수립 ② 핵심 기술·다부처 협력기술 개발</td> </tr> <tr> <td>표준화·제도 개선</td> <td>① 상호운용성을 위한 기술 표준화 ② 법·제도 정비 ③ 범부처 민-관 협업 거버넌스 구축</td> </tr> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 디지털 트윈 산업 성장기반 조성 | ① 3D 객체 데이터 구축·개발 ② 시뮬레이션 SaaS 개발·실증 ③ 3차원 공간정보 구축 및 활용 | 대규모 선도시장 창출 | ① 주력산업 경쟁력 향상 ② 국민 안전 강화 ③ 탄소중립 사회 전환 | 기술 경쟁력 강화 | ① 기술개발 로드맵 수립 ② 핵심 기술·다부처 협력기술 개발 | 표준화·제도 개선 | ① 상호운용성을 위한 기술 표준화 ② 법·제도 정비 ③ 범부처 민-관 협업 거버넌스 구축 |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | | |
| 디지털 트윈 산업 성장기반 조성 | ① 3D 객체 데이터 구축·개발 ② 시뮬레이션 SaaS 개발·실증 ③ 3차원 공간정보 구축 및 활용 | | | | | | | | | | | |
| 대규모 선도시장 창출 | ① 주력산업 경쟁력 향상 ② 국민 안전 강화 ③ 탄소중립 사회 전환 | | | | | | | | | | | |
| 기술 경쟁력 강화 | ① 기술개발 로드맵 수립 ② 핵심 기술·다부처 협력기술 개발 | | | | | | | | | | | |
| 표준화·제도 개선 | ① 상호운용성을 위한 기술 표준화 ② 법·제도 정비 ③ 범부처 민-관 협업 거버넌스 구축 | | | | | | | | | | | |

○ 공간정보 분야 관련 부처계획과의 부합성

- 부처계획의 경우 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)」, 「제7차 국가공간정보정책 기본계획('23~'27)」, 「제3차 공간정보산업 진흥 기본계획('21~'25)」, 「2021년 국가공간정보 시행계획」 등을 근거로 제시

<표 83> 부처계획 근거

| 계획명 | 주요 내용 |
|---------------------------------|---|
| 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27) | <ul style="list-style-type: none"> · '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 |

| 계획명 | 주요 내용 | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------|----------------------------------|---|--|--|---------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| | <p>포함하고 있으며, 이 외 7개 혁신성장동력 역시 동 사업의 결과물을 활용하는 과제로 관련성 존재</p> <table border="1" data-bbox="400 255 1390 672"> <thead> <tr> <th data-bbox="400 255 667 293">추진전략</th> <th data-bbox="667 255 1390 293">추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 293 667 383">4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성</td> <td data-bbox="667 293 1390 383"> ① 초연결 도시 구현 기술 개발 ② 무인이동체 자율주행 기술 개발 ③ 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 383 667 472">기술융합을 통한 새로운 가치창출</td> <td data-bbox="667 383 1390 472"> ① 융합기술을 통한 건설지능화 실현 ② 고부가가치 건설기술 창출 ③ 기존 수송시스템 혁신기술 도입 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 472 667 562">사람 중심의 국토교통 기술개발</td> <td data-bbox="667 472 1390 562"> ① 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 ② 친환경 생활공간 조성 기술 개발 ③ 사회이슈 해결형 기술 개발 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 562 667 651">미래지향적 R&D 시스템 도입</td> <td data-bbox="667 562 1390 651"> ① 국토교통 R&D 관리체계 혁신 ② 국토교통 연구개발 기반 강화 ③ 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화 </td> </tr> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성 | ① 초연결 도시 구현 기술 개발 ② 무인이동체 자율주행 기술 개발 ③ 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 | 기술융합을 통한 새로운 가치창출 | ① 융합기술을 통한 건설지능화 실현 ② 고부가가치 건설기술 창출 ③ 기존 수송시스템 혁신기술 도입 | 사람 중심의 국토교통 기술개발 | ① 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 ② 친환경 생활공간 조성 기술 개발 ③ 사회이슈 해결형 기술 개발 | 미래지향적 R&D 시스템 도입 | ① 국토교통 R&D 관리체계 혁신 ② 국토교통 연구개발 기반 강화 ③ 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화 |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | |
| 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성 | ① 초연결 도시 구현 기술 개발 ② 무인이동체 자율주행 기술 개발 ③ 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 | | | | | | | | | | |
| 기술융합을 통한 새로운 가치창출 | ① 융합기술을 통한 건설지능화 실현 ② 고부가가치 건설기술 창출 ③ 기존 수송시스템 혁신기술 도입 | | | | | | | | | | |
| 사람 중심의 국토교통 기술개발 | ① 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 ② 친환경 생활공간 조성 기술 개발 ③ 사회이슈 해결형 기술 개발 | | | | | | | | | | |
| 미래지향적 R&D 시스템 도입 | ① 국토교통 R&D 관리체계 혁신 ② 국토교통 연구개발 기반 강화 ③ 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화 | | | | | | | | | | |
| <p>제3차 국토교통 R&D 중장기전략 ('14~'23)</p> | <p>• 중장기 국토교통 10개 중점 프로젝트 중 ‘자율주행도로’, ‘인공지능 국토공간’, ‘지능형 인프라 자동관리’ 등 3개 프로젝트가 동 사업과 관련</p> <table border="1" data-bbox="400 766 1390 1128"> <thead> <tr> <th data-bbox="400 766 667 804">추진전략</th> <th data-bbox="667 766 1390 804">추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 804 667 871">글로벌 시장 선도</td> <td data-bbox="667 804 1390 871"> ① TOP 메가 스트러처 ② 글로벌 TOP 플랜트 건설기술 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 871 667 960">융·복합 신산업 창출 기반조성</td> <td data-bbox="667 871 1390 960"> ① 한국형 위성항법 ② 자율주행도로 ③ 미래 항공기술 인프라 조성 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 960 667 1050">안전하고 편리한 국토공간 조성</td> <td data-bbox="667 960 1390 1050"> ① 인공지능 국토공간 ② 지능형 인프라 자동관리 ③ 분산형 물관리 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1050 667 1128">국민생활복지 향상</td> <td data-bbox="667 1050 1390 1128"> ① 수요자 맞춤형 주택 ② 스마트 철도교통시스템 </td> </tr> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 글로벌 시장 선도 | ① TOP 메가 스트러처 ② 글로벌 TOP 플랜트 건설기술 | 융·복합 신산업 창출 기반조성 | ① 한국형 위성항법 ② 자율주행도로 ③ 미래 항공기술 인프라 조성 | 안전하고 편리한 국토공간 조성 | ① 인공지능 국토공간 ② 지능형 인프라 자동관리 ③ 분산형 물관리 | 국민생활복지 향상 | ① 수요자 맞춤형 주택 ② 스마트 철도교통시스템 |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | |
| 글로벌 시장 선도 | ① TOP 메가 스트러처 ② 글로벌 TOP 플랜트 건설기술 | | | | | | | | | | |
| 융·복합 신산업 창출 기반조성 | ① 한국형 위성항법 ② 자율주행도로 ③ 미래 항공기술 인프라 조성 | | | | | | | | | | |
| 안전하고 편리한 국토공간 조성 | ① 인공지능 국토공간 ② 지능형 인프라 자동관리 ③ 분산형 물관리 | | | | | | | | | | |
| 국민생활복지 향상 | ① 수요자 맞춤형 주택 ② 스마트 철도교통시스템 | | | | | | | | | | |
| <p>제7차 국가공간정보정책 기본계획('23~'27)</p> | <p>• ‘데이터 활용·신산업 육성·국가경영 혁신’의 3대 방향성 하에 추진되는 12개 중점추진과제 중 5개가 동 사업과 관련</p> <table border="1" data-bbox="400 1223 1390 1688"> <thead> <tr> <th data-bbox="400 1223 667 1261">추진전략</th> <th data-bbox="667 1223 1390 1261">추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 1261 667 1350">전략 1. 국가 차원의 디지털트윈 구축 및 활용 체계 마련</td> <td data-bbox="667 1261 1390 1350"> ① 국가공간정보 디지털트윈체계 구축 ② 국가공간정보 디지털트윈 구축을 위한 표준 기반 마련 ③ 국가공간정보 디지털트윈을 위한 지적정보 고도화 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1350 667 1440">전략 2. 누구나 쉽게 활용 할 수 있는 공간정보 자원 유통·활용 활성화</td> <td data-bbox="667 1350 1390 1440"> ① 국가공간정보 디지털트윈을 위한 새로운 유통체계 구축 ② 공간정보를 쉽고 빠르게 찾을 수 있도록 유통체계 고도화 ③ 공간정보 기반 오픈이노베이션 창출을 위한 활용체계 확산 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1440 667 1563">전략 3. 공간정보 융 복합 산업 활성화를 위한 인재양성과 기술개발</td> <td data-bbox="667 1440 1390 1563"> ① 공간정보 디지털 창의인재 10만 양성 ② 고부가가치 창출을 위한 산업구조 개편 ③ 국토의 디지털 전환(Dx)을 위한 혁신기술 개발 ④ 협력적 글로벌 공간정보시장 확대 및 기술 선도 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1563 667 1688">전략 4. 국가공간정보 디지털트윈 생태계를 위한 정책기반 조성</td> <td data-bbox="667 1563 1390 1688"> ① 국가공간정보 기반 디지털트윈 생산-유통-활용을 위한 제도기반 마련 ② 국가공간정보 기반 디지털트윈 생태계 활성화를 위한 거버넌스 구축 및 운영 </td> </tr> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 전략 1. 국가 차원의 디지털트윈 구축 및 활용 체계 마련 | ① 국가공간정보 디지털트윈체계 구축 ② 국가공간정보 디지털트윈 구축을 위한 표준 기반 마련 ③ 국가공간정보 디지털트윈을 위한 지적정보 고도화 | 전략 2. 누구나 쉽게 활용 할 수 있는 공간정보 자원 유통·활용 활성화 | ① 국가공간정보 디지털트윈을 위한 새로운 유통체계 구축 ② 공간정보를 쉽고 빠르게 찾을 수 있도록 유통체계 고도화 ③ 공간정보 기반 오픈이노베이션 창출을 위한 활용체계 확산 | 전략 3. 공간정보 융 복합 산업 활성화를 위한 인재양성과 기술개발 | ① 공간정보 디지털 창의인재 10만 양성 ② 고부가가치 창출을 위한 산업구조 개편 ③ 국토의 디지털 전환(Dx)을 위한 혁신기술 개발 ④ 협력적 글로벌 공간정보시장 확대 및 기술 선도 | 전략 4. 국가공간정보 디지털트윈 생태계를 위한 정책기반 조성 | ① 국가공간정보 기반 디지털트윈 생산-유통-활용을 위한 제도기반 마련 ② 국가공간정보 기반 디지털트윈 생태계 활성화를 위한 거버넌스 구축 및 운영 |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | |
| 전략 1. 국가 차원의 디지털트윈 구축 및 활용 체계 마련 | ① 국가공간정보 디지털트윈체계 구축 ② 국가공간정보 디지털트윈 구축을 위한 표준 기반 마련 ③ 국가공간정보 디지털트윈을 위한 지적정보 고도화 | | | | | | | | | | |
| 전략 2. 누구나 쉽게 활용 할 수 있는 공간정보 자원 유통·활용 활성화 | ① 국가공간정보 디지털트윈을 위한 새로운 유통체계 구축 ② 공간정보를 쉽고 빠르게 찾을 수 있도록 유통체계 고도화 ③ 공간정보 기반 오픈이노베이션 창출을 위한 활용체계 확산 | | | | | | | | | | |
| 전략 3. 공간정보 융 복합 산업 활성화를 위한 인재양성과 기술개발 | ① 공간정보 디지털 창의인재 10만 양성 ② 고부가가치 창출을 위한 산업구조 개편 ③ 국토의 디지털 전환(Dx)을 위한 혁신기술 개발 ④ 협력적 글로벌 공간정보시장 확대 및 기술 선도 | | | | | | | | | | |
| 전략 4. 국가공간정보 디지털트윈 생태계를 위한 정책기반 조성 | ① 국가공간정보 기반 디지털트윈 생산-유통-활용을 위한 제도기반 마련 ② 국가공간정보 기반 디지털트윈 생태계 활성화를 위한 거버넌스 구축 및 운영 | | | | | | | | | | |
| <p>제3차 공간정보산업 진흥 기본계획('21~'25)</p> | <p>• ‘공간정보산업을 디지털 경제의 핵심 기반 사업으로 육성’을 비전으로 수립된 3개 추진전략, 12개 추진과제 중 4개가 동 사업과 관련</p> <table border="1" data-bbox="400 1778 1390 2042"> <thead> <tr> <th data-bbox="400 1778 667 1816">추진전략</th> <th data-bbox="667 1778 1390 1816">추진과제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="400 1816 667 1939">창의적인 융·복합 산업 창출 지원</td> <td data-bbox="667 1816 1390 1939"> ① 창업기술 발굴·지원 ② 대·중소기업 상생 발전 ③ 사업 대가기준 개선 및 전문 감리방안 마련 ④ 해외 진출 역량 강화 및 사업 수주 지원 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="400 1939 667 2042">공간정보 유통·활용 체계 선진화</td> <td data-bbox="667 1939 1390 2042"> ① 맞춤형 데이터 지원 및 유통 활성화 ② 위성정보 활용 융·복합 서비스 창출 지원 ③ 데이터 표준 개발 선도 및 적용 확대 </td> </tr> </tbody> </table> | 추진전략 | 추진과제 | 창의적인 융·복합 산업 창출 지원 | ① 창업기술 발굴·지원 ② 대·중소기업 상생 발전 ③ 사업 대가기준 개선 및 전문 감리방안 마련 ④ 해외 진출 역량 강화 및 사업 수주 지원 | 공간정보 유통·활용 체계 선진화 | ① 맞춤형 데이터 지원 및 유통 활성화 ② 위성정보 활용 융·복합 서비스 창출 지원 ③ 데이터 표준 개발 선도 및 적용 확대 | | | | |
| 추진전략 | 추진과제 | | | | | | | | | | |
| 창의적인 융·복합 산업 창출 지원 | ① 창업기술 발굴·지원 ② 대·중소기업 상생 발전 ③ 사업 대가기준 개선 및 전문 감리방안 마련 ④ 해외 진출 역량 강화 및 사업 수주 지원 | | | | | | | | | | |
| 공간정보 유통·활용 체계 선진화 | ① 맞춤형 데이터 지원 및 유통 활성화 ② 위성정보 활용 융·복합 서비스 창출 지원 ③ 데이터 표준 개발 선도 및 적용 확대 | | | | | | | | | | |

| 계획명 | 주요 내용 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-------------------|---------|--------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|----------|---------|---------|----------------|-----------------|----------|
| 미래 핵심기술 개발 및 융·복합 인재 육성 | ④ 보안규제 완화를 통한 정보 유통환경 개선 | | | | | | | | | | | | | |
| | ① 디지털 트윈 분야 신기술 개발 | | | | | | | | | | | | | |
| | ② R&D 추진체계 강화 및 성과 확산 | | | | | | | | | | | | | |
| | ③ 신산업 지원을 위한 융·복합 인재 육성 | | | | | | | | | | | | | |
| | ④ 취업-고용 매칭을 통한 일자리 지원 강화 | | | | | | | | | | | | | |
| 국토교통 2050 미래기술(20-Wonder 프로젝트) | <ul style="list-style-type: none"> 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 border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>전략 프로젝트</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> | 구분 | 전략 프로젝트 | 국토분야 미래 유망기술 | ① AI 활용 건설 엔지니어링 | ② 인프라 재료 혁신 | ③ 스마트 건설 로봇 | ④ 지하 매설물 스마트 유지관리 | ⑤ 지능형 주택 | ⑥ 스마트시티 | ⑦ 수소 도시 | ⑧ 플러스 에너지 도시건축 | ⑨ 미래 가상 국토공간 구현 | ⑩ 환경 플랜트 |
| | 구분 | 전략 프로젝트 | | | | | | | | | | | | |
| | 국토분야 미래 유망기술 | ① AI 활용 건설 엔지니어링 | | | | | | | | | | | | |
| | | ② 인프라 재료 혁신 | | | | | | | | | | | | |
| | | ③ 스마트 건설 로봇 | | | | | | | | | | | | |
| | | ④ 지하 매설물 스마트 유지관리 | | | | | | | | | | | | |
| | | ⑤ 지능형 주택 | | | | | | | | | | | | |
| | | ⑥ 스마트시티 | | | | | | | | | | | | |
| | | ⑦ 수소 도시 | | | | | | | | | | | | |
| | | ⑧ 플러스 에너지 도시건축 | | | | | | | | | | | | |
| ⑨ 미래 가상 국토공간 구현 | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑩ 환경 플랜트 | | | | | | | | | | | | | | |

나. 사업 추진체계

- 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 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 84> 사업의 구성 및 연구개발 주요 내용

| 연구개발 과제 | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 | | | | | |
| 과제1 | [과제2] | [과제3] | [과제4] | [과제5] | |
| 구성기술-1 | 구성기술-2 | 실증-1 | 실증-2 | 실증-3 | |
| 공간정보진흥과 | 공간정보진흥과 | 도심항공교통정책과 | 국토지리정보원 | 공간정보진흥과 | |
| 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | UAM | 정밀도로지도 | V-World | |
| - HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터 큐브 표준화 기술 개발 | - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 개발 | 공간데이터큐브 기반 공중 정밀지도 구축 및 운영지원 기술 실증 | 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증 | 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술 실증 | |
| - HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 | - 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술 개발 | | | | |
| - 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술 개발 | - 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | | | | |

<표 85> 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 86> 사업추진체계(안)

| 구분 | 추진 주체 | 주요 역할 및 내용 |
|-----------|-------------|--|
| 주관부처 | 국토교통부 | <ul style="list-style-type: none"> 주관부처로서 사업의 기본계획을 수립하고, 중장기 목표 설정, 예산·시행 계획 수립, 유관부처 협력체계 구축, 관련 정책과의 연계 및 정책수요 제공 |
| 사업관리 및 운영 | 국토교통과학기술진흥원 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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 87> 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) | <ul style="list-style-type: none"> (주요연구내용) 국내 공공·산업 부문에서 요구하는 공간정보 기반 현장관리 혁신을 위한 오픈소스 솔루션 연구개발 사업 기획 (주요성과물) 국제사회에 기여할 수 있는 오픈소스 공간정보 기술 개발 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 | <ul style="list-style-type: none"> (차별성) 오픈소스 솔루션 개발 기획과제는 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 R&D팀이 OctoMap 오픈소스 개발 커뮤니티와 함께 GitHub 등 협업 개발 환경을 활용하여 Octree 기반의 3차원 저장관리 기술을 공동개발이 가능 |

| 타 연구과제명 | 사업주관기관 (지원기관) | 주요연구내용 및 성과물 | 차별성 및 연계방안 |
|--|-----------------------------------|--|--|
| 국토교통연구기획사업 (공간 지식추론 엔진 기술 개발 기획) | 서울대학교 산학협력단 (국토교통과학기술진흥원) | <ul style="list-style-type: none"> • (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 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 공간 지식추론 엔진 기술 개발 사업은 현재 텍스트/이미지 위주의 인공지능 엔진의 한계를 벗어나 공간정보(점, 선, 면 등)에 특화된 인공지능 엔진을 개발하여 다양한 공간분석을 가능하게 하는 기술을 개발하는 사업임. 반면, 본 사업은 기존 2차원 공간정보체계를 3차원 체계로 고도화하는 기술개발 사업으로 차이가 있음 • (연계성) 공간 인공지능 프레임워크의 기계학습을 위한 입력 데이터로서 3차원 공간데이터큐브 데이터를 제공하여 공간정보에 특화된 융복합 정보 도출 및 활용이 가능함 |
| 디지털 국토정보 기술개발사업 (디지털 국토정보 기술개발) | 미정* (국토교통과학기술진흥원) * 시행 공고 중 | <ul style="list-style-type: none"> • (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 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 디지털 국토정보 기술개발 사업은 실시간 다차원 공간정보 수집·가공 기술을 기반으로 다양한 서비스 제공이 가능한 디지털 라이브 국토 구현 사업임. 본 사업은 3차원 데이터를 일정 크기의 공간데이터큐브로 계층분할 및 경량화하여 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유하기 위한 고도화 기술개발로 디지털 라이브 국토 구현 시 맞춤형 기반기술로 활용할 수 있음 • (연계성) 계층적 공간데이터큐브 기술을 디지털 국토정보 기술개발사업의 실내외 고정밀 위치 측위기술에 연계하여 사용자 주변의 공간정보를 맞춤형으로 탐색 및 분석하는 등 고도화된 기술 지원 가능함 |
| 국토공간정보연구사업 (국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발) | 안양대학교 산학협력단 (국토교통과학기술진흥원) | <ul style="list-style-type: none"> • (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 | <ul style="list-style-type: none"> • (차별성) 유사사업은 2차원 중심의 공간 빅데이터 저장·관리·분석·서비스 제공을 위한 기술 및 플랫폼을 개발하는 것임. 본 사업은 2차원 데이터에 높이 값을 3차원 격자 프레임에 추가하여 저장·관리·분석·시각화하는 것으로 융복합 데이터뿐만 아니라 융복합 분석 결과를 도출할 수 있음 • (연계성) 선행사업의 하둡(Hadoop) 기반 고성능 공간데이터 분산처리 알고리즘을 개선하여 3차원 데이터의 공간데이터큐브화 및 자동화 기술개발에 적용할 수 있음 |

주요 시사점

- 지속적인 모의실험을 통하여 3차원 공간정보의 계층적 분할, 공간참조, 연계통합 등 공간데이터큐브의 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) 특히 동향분석, 1차 기획위원회, 1차 총괄위원회를 통하여 공간데이터큐브 고도화 기술과 관련된 민간기술 현황과 차별성 및 연계성을 논의 및 검토

<표 88> 민간기술 현황 및 본 기획연구와의 차별성과 연계성

| 민간 기술 구분 | 주요 기술 내용 | 차별성 및 연계성 |
|--|---|--|
| <p>GEO-REGISTERING AN AERIAL IMAGE BY AN OBJECT DETECTION MODEL USING MACHINE LEARNING (미국_2020)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 관심 객체의 항공이미지를 획득하고 기계학습 알고리즘을 활용해 훈련된 물체감지 모델에 액세스하여 지리 등록하는 방법 제공 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 공간데이터큐브화하여 머신러닝 데이터를 구축하는 기술로 항공뿐만 아니라 공중-지상-지하 객체 전반에 적용 가능한 기술개발임 |
| <p>Real-time monitoring video and three-dimensional scene fusion method based on three-dimensional GIS (중국_2020)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 GIS 기반 실시간 모니터링 영상 및 3차원 장면 융합 방법 제공 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 공간데이터큐브화하여 시공간 분석을 하는 기술개발로 필요한 부분을 공간데이터큐브화하여 3차원 장면 융합보다 맞춤형 데이터 표출 및 제공 가능 |
| <p>HYBRID ROAD NETWORK AND GRID BASED SPATIAL-TEMPORAL INDEXING UNDER MISSING ROAD LINKS (미국_2017)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 하이브리드 도로망 및 그리드 기반 공간 시간 지수를 구축하여 큰 궤적 데이터를 처리할 수 있는 효율적이고 동적인 시스템과 방법 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 공간데이터큐브 검색 및 처리기술 개발로 3차원 공간정보 검색 고도화 기술개발임 |
| <p>POWER GRID VISUALIZATION SYSTEM AND METHOD BASED ON THREE-DIMENSIONAL GIS TECHNOLOGY (미국_2013)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 전력망 시각화 시스템과 3차원 지리정보시스템(GIS) 기술을 기반으로 한 전력망 시각화 방법 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 공간데이터큐브 시공간 분석과 그 결과를 시각화하는 기술로 다양한 차원에서 시각화 가능 |
| <p>3차원 격자를 이용한 공간정보 저장 방법 및 그 장치 (국내_씨엠월드)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간정보 저장장치는 경도, 위도 및 높이로 정의되는 공간을 분할하여 격자를 생성하고, 격자에 속한 공간정보 좌표값을 플로트(float) 자료형으로 저장하는 기술 | <ul style="list-style-type: none"> ▶ 본 기획과제는 기존에 고려되지 않은 비정형 데이터를 활용한다는 점에서 선행연구와 차별화됨 ▶ 기존 선행연구에서 개발한 공간정보를 공간데이터큐브화하는 기술을 활용하여 비정형 텍스트, 실시간 센서데이터 등을 공간데이터큐브화하는데 적용할 계획 |

| 민간 기술 구분 | 주요 기술 내용 | 차별성 및 연계성 |
|---|---|--|
| 3차원 공간 가시화 장치 및 그 방법 (국내_씨엠월드) | <ul style="list-style-type: none"> 공간정보를 포함하는 복수 개의 격자 중 절단면이 통과하는 격자를 파악하고, 격자 내 절단면과 만나는 격자점들을 파악한 후 이를 이용하여 절단면의 지하 공간을 렌더링하여 표시함 | <ul style="list-style-type: none"> 기존 선행연구는 3차원 공간을 사용자의 요구에 따라 다양한 시점에서 가시화할 수 있는 기술 공간을 다양한 크기의 격자로 저장하고 3차원 공간을 가시화할 때 해당 공간의 렌더링에 적합한 최적의 격자를 통해 계산량을 줄여 신속한 가시화를 가능하게 함 |
| 3차원 입체 격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템 (국내_웨이버스) | <ul style="list-style-type: none"> 2차원 지리정보체계 데이터와 입체 격자를 융합하여 가공 및 관리에 용이한 지리정보체계 데이터 변환 방법을 개발 | <ul style="list-style-type: none"> 기존 선행연구는 시스템 고유의 데이터 포맷으로 운영함 본 기획과제는 GML, GeoJson 등 표준데이터 포맷으로 공간데이터큐브 데이터 변환 및 관리기술을 개발할 계획 |
| 3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치 및 방법 (국내_현대모비스) | <ul style="list-style-type: none"> 3차원 격자지도를 이용한 자율주행 제어 장치는 전방위 카메라, 위치정보 수신부, DAS 센서부, 3차원 격자지도 DB, 차량 제어부를 포함하고 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 차량의 위치정보 및 주변정보의 신뢰도에 따라 3차원 격자지도 반영 여부를 결정하며, 3차원 격자지도를 이용하여 자율주행을 수행하도록 하는 기술임 |



주요 시사점

- 국외 민간기업의 경우 3차원 공간데이터와 AIoT, Geo-AI, 디지털 트윈, 메타버스 등 신기술 분야와의 연계성을 위해 공간데이터큐브기술 접목을 위한 연구개발이 활발히 진행 중
- 국내 민간기업도 선행사업을 통해 공간데이터큐브의 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 89> 선행과제의 한계점 개선을 위한 본 과제 수행방안

| 구분 | 선행과제 성과 | 선행과제의 한계점 | 본 과제 수행방안 |
|-------------------------------|---|---|---|
| (구성기술 1) 표준화 및 자동화 기술 | 3차원 공간데이터큐브 표준화 및 데이터모델 | 정형 데이터(벡터, 래스터)에 대한 저장 표준화 개발 | ① 체계적인 공간데이터큐브 데이터 구축 및 서비스 표준화 기술 ▶기 성과에 최신 표준화 내용을 반영한 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 |
| | 기구축 공간정보의 공간데이터큐브 DB 변환 기술 | 기구축 공간정보에 대한 격자 변환 기술만 지원, 센서 데이터의 격자 변환 기술은 다루지 않음 | ② 다양한 시공간 데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 ▶비정형데이터(IoT 센서, SNS 데이터 등)에 대한 공간데이터큐브화 및 경량화 기술 개발 |
| | 3차원 공간데이터큐브 저장 기술 | 파일 시스템 기반의 데이터 저장 구조로 다양한 데이터와의 연계 구현이 어려움 | ③ 공간데이터큐브 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술 ▶Hybrid 기반의 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 가시화 기술 | 격자 내 속성을 이용한 가시화 서비스 지원 | ① 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 ▶공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 기하/속성 분석기술 개발을 통한 기존 분석기능 확장 |
| | 공간격자 Auto Scaling 기술 | 래스터 데이터만 Auto Scaling 기술 지원 | |
| | 3차원 공간데이터큐브(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 기본적인 데이터 서비스 체계 지원 | ① 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCM 실내 지도 구축 및 운영지원 기술개발 ▶휴먼-컴퓨터-머신 상호협력인 지형 3차원 실내지도 구축 및 현장적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증 |
| | 국토 통합관리 실증서비스 (도심향로 모니터링 서비스, 공중정밀지도 UAM 운행 지원 서비스) | 개념 모형 및 구현 가능성 실증 중심의 서비스 모델 개발로 현장적용에 한계가 있음 | ② 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증 지원기술 ▶도심 내 향로 모니터링 분석을 위한 시범데이터 구축 및 현장 적용 가능한 Open API 기반 데이터 서비스 기술구현 및 실증 ③ 공간데이터큐브 기반 정밀도로 지도 구축 및 갱신 기술 실증 ▶자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발과 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 실증 |

2) 사업추진상의 위험요인

가. 재원조달 가능성

- 4년('25~'28)간 264.75억 원(국고 230억 원, 민자 34.75억 원), 연평균 66.18억 원 규모로 3개 핵심과제, 9개 세부과제를 선정

<표 90> 3개 핵심과제별, 9개 세부과제별 사업추진 규모

(단위: 억 원)

| 핵심과제 | 세부과제 | 총사업비 | 국고 | 민자 |
|---|--|-------|------|------|
| [핵심과제1] 공간 데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | [1-1] HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 17.91 | 15.0 | 2.91 |
| | [1-2] HCMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발 | 28.92 | 26.0 | 2.92 |
| | [1-3] 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 28.92 | 26.0 | 2.92 |
| [핵심과제2] 공간 데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | [2-1] 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 32.66 | 29.0 | 3.66 |
| | [2-2] 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 25.67 | 22.0 | 3.67 |
| | [2-3] HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | 25.67 | 29.0 | 3.67 |
| [핵심과제3] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | [3-1] 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 32.5 | 27.5 | 5.0 |
| | [3-2] 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발 | 32.5 | 27.5 | 5.0 |
| | [3-3] 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 33.0 | 28.0 | 5.0 |

○ 3개 핵심과제별 소요예산

- (공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발) 총 75.75억 원 (연평균 19억 원) 규모
- (공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발) 총 84억 원 (연평균 21억 원) 규모
- (정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증) 총 98억 원 (연평균 24억 원) 규모

<표 91> 동 사업의 핵심과제별, 연도별 총사업비

(단위: 억 원)

| 핵심과제 | 구분 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 합계 |
|--|----|------|------|------|-------|-------|
| [핵심과제1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 국고 | 1.4 | 2.6 | 1.4 | 1.3 | 6.7 |
| | 민자 | 0.2 | 0.32 | 0.2 | 0.155 | 0.875 |
| | 소계 | 1.6 | 2.92 | 1.6 | 1.455 | 7.575 |
| [핵심과제2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 국고 | 1.5 | 2.7 | 1.9 | 1.9 | 8 |
| | 민자 | 0.22 | 0.38 | 0.25 | 0.25 | 1.1 |
| | 소계 | 1.72 | 3.08 | 2.15 | 2.15 | 9.1 |
| [핵심과제3] 정부 추진사업 (K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | 국고 | 0.6 | 1.2 | 3.2 | 3.3 | 8.3 |
| | 민자 | 0.1 | 0.2 | 0.58 | 0.62 | 1.5 |
| | 소계 | 0.7 | 1.4 | 3.78 | 3.92 | 9.8 |

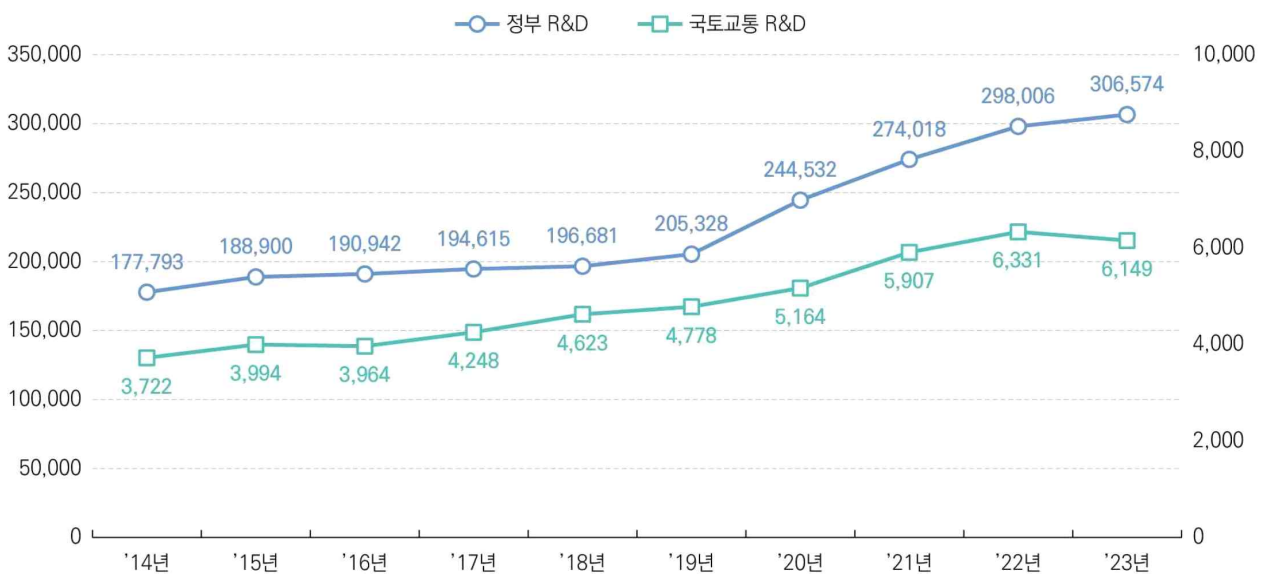
○ 부처 R&D 예산 현황

- 국토교통 R&D 사업 예산은 최근 10년 동안 연평균 5.7%씩 확대

* '23년도 국토교통 R&D 사업 예산은 6,149억원(전년 대비 2.9% 감소)으로 정부 R&D 예산(30.7조원)의 2.0%에 해당

【연차별 정부 및 국토교통 R&D 투자 규모】

[단위 : 억 원]



<그림 156> 연차별 정부 및 국토교통 R&D 투자 규모

출처 : 국토교통과학기술진흥원(2023), '23년 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획 (' 23.2)

○ 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 92> 국토교통부 향후 5년간 R&D 예산운용 계획

(단위: 억 원, %)

| 구분 | ' 22 | '23 | ' 24 | '25 | ' 26 | '27 |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-----|
| 국토교통 R&D 예산 추정치 | 6,944 | 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 93> 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 공간데이터큐브기술을 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 94> 공간데이터큐브기술 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 공간데이터큐브화 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 95> 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 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발」의 주요 연구 산출물 활용에 따른 예상 편익 항목을 도출
- 본 과제는 3대 중점분야, 9개 핵심과제, 18개 구성기술 개발 추진 예정

<표 96> 「국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발」 구성도

| 중점분야 | 핵심과제 | 구성기술 |
|--|---|--|
| 1. 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | 1-1. 체계적인 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 | 1-1-1. 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술 개발 |
| | 1-2. 다양한 시공간 데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술개발 | 1-2-1. 공간데이터큐브 및 경량화 기술개발 |
| | | 1-2-2. 전처리 자동화 기술개발 |
| 1-3. 공간데이터큐브 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 | | 1-3-1. 저장·관리·고도화 기술개발 |
| | | 1-3-2. 정보검색 고도화 기술개발 |
| 2. 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | 2-1. 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 2-1-1. 벡터 데이터 분석 기술개발 |
| | | 2-1-2. 래스터 데이터 분석 기술개발 |
| | 2-2. 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 2-2-1. 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계 정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 |
| 2-2-2. 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | | |
| 2-3. Geo-AI 구현을 위한 공간데이터큐브 기반의 기계학습데이터 구축활용기술 개발 | | 2-3-1. 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 |
| | | 2-3-2. 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 |
| 3. 정부 추진사업 (K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCM1 Map 적용 및 실증 | 3-1. 공간데이터큐브 기반 공중 정밀지도 구축 및 운영지원 기술 실증 | 3-1-1. 공간데이터큐브 기반 도심 항로 모니터링 지원 기술 개발 |
| | | 3-1-2. 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난 대응 지원 기술 개발 |
| | 3-2. 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증 | 3-2-1. 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 |
| 3-2-2. 자율주행 지원을 위한 정밀도로 지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | | |
| 3-2. 공간데이터큐브 기반 HCM1 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | | 3-3-1. 공간데이터큐브 기반 HCM1 실내지도 구축 기술개발 |
| | | 3-3-2. 공간데이터큐브 기반 HCM1 실내지도 활용지원 시스템 개발 |

- 「국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발」은 3대 중점분야, 6개 핵심과제, 16개 구성기술 개발을 통해 공간데이터큐브를 기반으로 국토정보를 유기적, 입체적으로 연계하여 지능 정보화 단계로 고도화하는 3개의 실증시스템 구축 가능

<표 97> 「국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발」 최종성과물(안)

| 중점분야 | 핵심과제 | 핵심과제 |
|---|--|--|
| 1. 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발 | 1-1. 체계적인 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 | ▶ • 공간데이터큐브 전처리·저장·관리·검색 자동화 시스템 |
| | 1-2. 다양한 시공간 데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술개발 | |
| | 1-3. 공간데이터큐브 저장·관리·검색 방식의 효율화 및 고도화 기술개발 | |
| 2. 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술 개발 | 2-1. 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | ▶ • 공간데이터큐브 기반 시공간 데이터 분석 및 정보융합 지능화 시스템 |
| | 2-2. 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | |
| | 2-3. Geo-AI 구현을 위한 공간데이터큐브 기반의 기계학습데이터 구축활용기술 개발 | |
| 3. 정부 추진사업 (K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCM1 Map 적용 및 실증 | 3-1. 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술 실증 | ▶ • 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영지원 실증 시스템 |
| | 3-2. 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증 | ▶ • 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 시뮬레이션 실증 시스템 |
| | 3-3. 공간데이터큐브 기반 HCM1 실내지도 구축 및 운영지원 기술 실증 | ▶ • 공간데이터큐브 기반 HCM1 실내지도 활용지원 실증 시스템 개발 |

- 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 98> 「국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발」 최종성과물의 수혜자 설정

| 핵심과제 | 수혜자 | 편익 |
|--|--|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 표준화 및 전처리·저장·관리·검색 자동화 기술 | 공간정보 관련 출판 및 정보서비스업 | 국내 공간정보산업 부가가치창출 편익 |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 시공간 데이터 분석 및 정보융합 지능화 기술 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영지원 실증 시스템 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 시뮬레이션 실증 시스템 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 HCM1 실내지도 활용지원 실증 시스템 개발 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 공간정보 관련 소프트웨어 개발 및 공급업 • 공간정보 관련 프로그래밍, 시스템 통합 및 기타 정보 기술 서비스업 • 공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업 | |

- 도출된 국내 공간정보산업 부가가치창출 편익에 대해 편익 발생 시장을 ‘GIS/Spatial Analytics Market’ 으로 정의

<표 99> 「국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발」의 부가가치창출편익 목표시장

| 편익 | 시장 정의 | 목표 시장 |
|------------------------|--|---------------------------------|
| 국내 공간정보산업 부가가치창출 편익 | 공간데이터큐브 전처리·저장·관리·검색 자동화 기술 | GIS/Spatial Analytics Market |
| | ▶ 공간데이터큐브 기반 시공간 데이터 분석 및 정보융합 지능화 기술 | |
| | 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영지원 실증 시스템 | |
| | ▶ 공간데이터큐브 기반 입체 정밀도로지도 시뮬레이션 실증 시스템 | |
| | 공간데이터큐브 기반 HCI 실내지도 활용지원 실증 시스템 | |

- 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 100> 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 101> 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

○ 가치창출편의 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 증가분예, 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 102> 국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발사업의 가치창출편의 산식

편익 추정 수식

$$\text{편익} = \text{미래 시장규모} \times \text{사업기여율} \times \text{부가가치율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{R\&D사업화성공률}$$

출처 : 한국과학기술기획평가원(2021), 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

나. 편익 분석

○ 미래시장규모

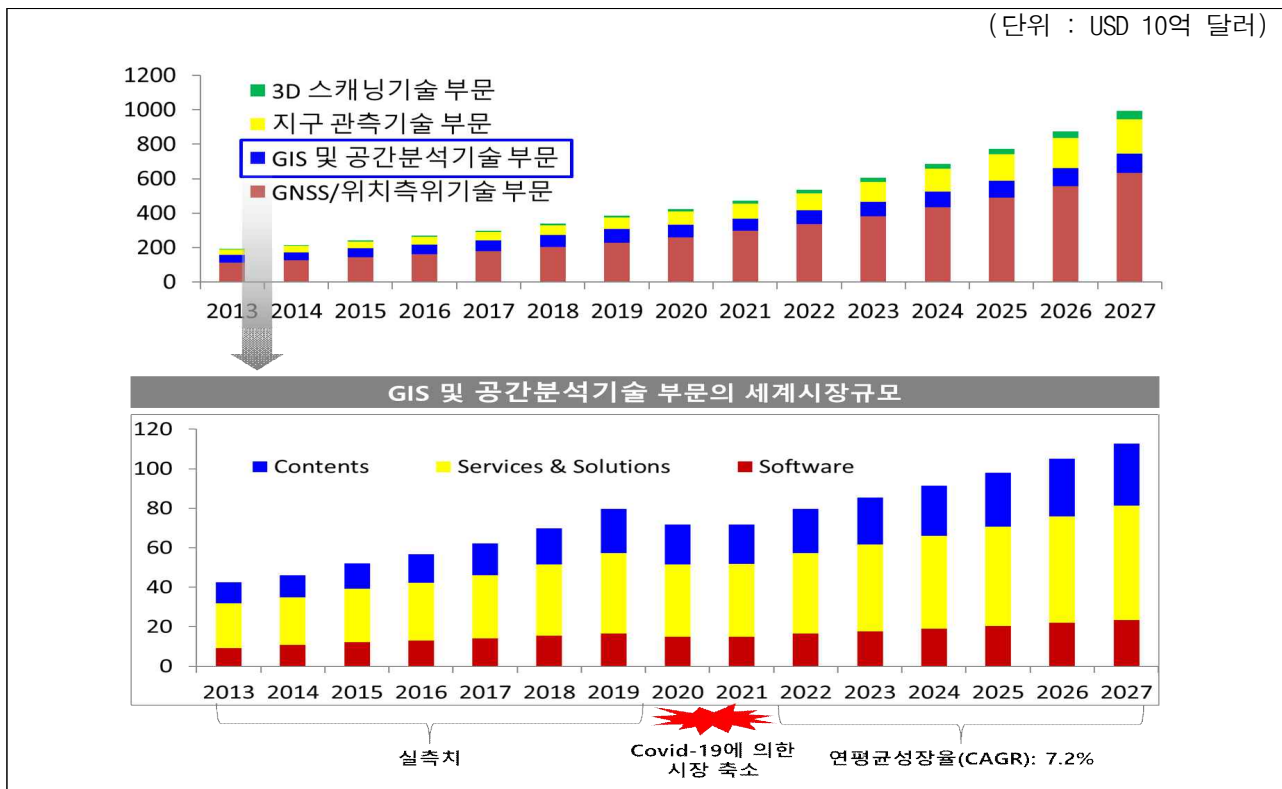
- 미래시장규모는 공인된 국내외 통계, 정부 및 공공기관 발표자료, 신뢰성있는 5건의 세계 공간정보 분석 시장규모 분석보고서를 참고하여 2022년~2027년 목표시장의 미래 세계시장규모 추정

<표 103> 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 |

| 구분 | 발행기관 | 시장규모 (USD Billion) | Compound Annual Growth Rate (CAGR) | 자료명 | 발행연도 |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|------------------------------------|---|------|
| 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 성장하여 2023년 853억 달러에서 2027년 1,127억 달러로 총 331억 달러가 증가하는 것으로 추정
- 이러한 추정결과와 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 157> GIS 및 공간분석기술 분야의 미래 세계시장규모

- 2020년 국내 공간정보산업 통계 데이터(국토교통부,2021)를 기준으로 공간데이터큐브 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 104> 2020년 국내 공간정보 관련 매출액과 공간데이터큐브 고도화기술 수혜산업 목표시장 (단위 : 억원, %, 개사)

| 구분 | 공간정보 관련 매출액(억원) | 3차원 데이터활용 비중(%) | 공간데이터큐브기술 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 | | | | |

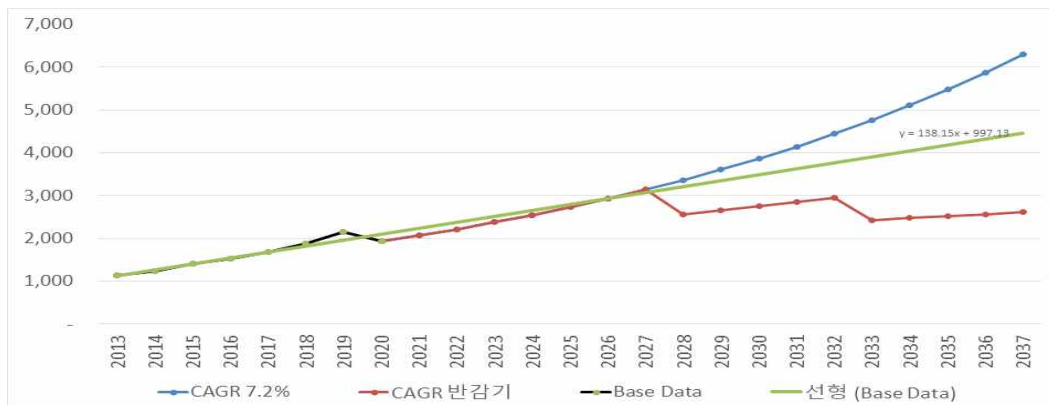
| 구분 | 공간정보 관련 매출액(억원) | 3차원 데이터활용 비중(%) | 공간데이터큐브기술 관련 수혜산업 시장 규모(억원) | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|------|
| | | | | 비중 |
| 공간정보 관련 자료처리, 데이터베이스 및 온라인 정보 제공업 | 1,694 | 12.1 | 205 | 10.6 |
| 공간정보 관련 기술 서비스업 | 49,904 | | | |
| 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 공간데이터큐브 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 105> 시나리오2의 CAGR 반감기 적용

| 구분 | 2020~2027 | 2028~2032 | 2033~2037 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 공간데이터큐브기술 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 159> 국내 공간데이터큐브기술 관련 미래 시장 규모 추정 시나리오별 비교

<표 106> CAGR 반감기 시나리오에 따른 국내 공간데이터큐브기술 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 | |
| 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 107> 공간데이터큐브기술 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 시장규모 창출에서의 비중이 동일하다는 가정이 포함됨(한국과학기술기획평가원, 2021)
- 공간데이터큐브기술 분야의 연간 국가연구개발 총투자 규모 200.09억원 대비 동 사업의 연평균 투자 규모를 기준으로 사업기여율을 44.0%로 추정

<표 108> 공간데이터큐브기술 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 109> 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 분석의 사업화 성공률은 2019년 한국산업기술평가관리원에서 발간한 2018년도 산업기술 R&D 성과활용현황조사 종합분석보고서의 정보통신 분야 사업화성공률 50.9%를 적용

○ 사회적 할인율: 4.5%

- 편익의 현재가치 산정을 위한 사회적 할인율은 예비타당성조사 지침상의 사회적 할인율 4.5%를 적용하여 분석

○ 현재가치 산정 기준연도: 2021년

- 현재가치 산정 기준연도는 기획보고서 제출 시점의 전연도를 평가기준연도로 산정

3) 비용편익 분석 결과

가. 비용 분석 결과

- 상향식 방식으로 추정한 동 사업의 총 소요예산은 4년간 총 230억원을 사회적 할인율 4.5%를 적용한 2024년 현재가치는 약 204.5억원 수준

<표 110> 비용 분석 결과

(단위: 억원)

| 구분 | 2025 | 2026 | 2025 | 2025 | 합계 |
|------------|------|------|------|------|-------|
| 소요예산 | 35.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 230.0 |
| 2024년 현재가치 | 33.5 | 59.5 | 57.0 | 54.5 | 204.5 |

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 할인을 4.5%를 적용하여 동 사업의 총 편익 373.7억원을 2021년 현재가치로 환산한 결과, 동 사업 편익의 현재가치는 226.8억원 규모로 산출

<표 111> 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 할인을 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 204.5억원을 고려한 B/C ratio는 1.11로 경제성이 높은 것으로 분석

<표 112> 「국토정보 고도화를 위한 공간데이터큐브 적용 및 활용 기술개발사업」의 B/C ratio

(단위: 억원)

| 구분 | 편익 | 비용 | B/C ratio |
|------------|-------|-------|-----------|
| 2024년 현재가치 | 226.8 | 204.5 | 1.11 |

5. 인력투입 소요예산 산정

5-1 인력투입계획

1) 연차별 투입 연구인력

<표 113> 전체 연차별 투입 연구인력

| 분류 | 총 개발인력(명) | | | | 합계 |
|-----------|-----------|------|------|------|-----|
| | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | |
| 1핵심 | 14 | 14 | 14 | 13 | 55 |
| 2핵심 | 18 | 18 | 18 | 18 | 72 |
| 3핵심 | 13 | 14 | 14 | 14 | 55 |
| 총괄 | 45 | 46 | 46 | 45 | 182 |

2) 상세 투입 연구인력

가. 1핵심 - 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

<표 114> 1핵심 연차별 투입 연구인력

| 분류 | 총 개발인력(명) | | | | 합계 |
|-----------|-----------|------|------|------|----|
| | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | |
| 책임연구원 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 연구원 | 7 | 7 | 6 | 6 | 26 |
| 연구보조원 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 보조원 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 합계 | 15 | 14 | 13 | 13 | 55 |

나. 2핵심 - 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

<표 115> 2핵심 연차별 투입 연구인력

| 분류 | 총 개발인력(명) | | | | 합계 |
|-----------|-----------|------|------|------|----|
| | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | |
| 책임연구원 | 1 | 2 | 2 | 2 | 7 |
| 연구원 | 9 | 9 | 8 | 8 | 34 |
| 연구보조원 | 5 | 5 | 4 | 4 | 18 |
| 보조원 | 4 | 3 | 3 | 3 | 13 |
| 합계 | 19 | 19 | 17 | 17 | 72 |

다. 3핵심 - 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

<표 116> 3핵심 연차별 투입 연구인력

| 분류 | 총 개발인력(명) | | | | 합계 |
|-----------|-----------|------|------|------|----|
| | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | 4차년도 | |
| 책임연구원 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 연구원 | 6 | 7 | 7 | 6 | 26 |
| 연구보조원 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 |
| 보조원 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 |
| 합계 | 14 | 14 | 14 | 13 | 55 |

5-2 소요 예산

1) 총괄 소요예산

<표 117> 전체 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

| 구분 | | 1핵심 | 2핵심 | 3핵심 | 총계 |
|------|----|-------|-------|-------|--------|
| 1차년도 | 정부 | 1,400 | 1,500 | 600 | 3,500 |
| | 민간 | 200 | 220 | 100 | 520 |
| | 소계 | 1,600 | 1,720 | 700 | 4,020 |
| 2차년도 | 정부 | 2,600 | 2,700 | 1,200 | 6,500 |
| | 민간 | 320 | 380 | 200 | 900 |
| | 소계 | 2,920 | 3,080 | 1,400 | 7,400 |
| 3차년도 | 정부 | 1,400 | 1,900 | 3,200 | 6,500 |
| | 민간 | 200 | 250 | 580 | 1,030 |
| | 소계 | 1,600 | 2,150 | 3,780 | 7,530 |
| 4차년도 | 정부 | 1,300 | 1,900 | 3,300 | 6,500 |
| | 민간 | 155 | 250 | 620 | 1,025 |
| | 소계 | 1,455 | 2,150 | 3,920 | 7,525 |
| 총계 | 정부 | 6,700 | 8,000 | 8,300 | 23,000 |
| | 민간 | 875 | 1,100 | 1,500 | 3,475 |
| | 소계 | 4,020 | 7,400 | 7,530 | 7,525 |

2) 예산 항목별 소요예산

가. 1핵심 - 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

<표 118> 1핵심 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

| 분류 | | | 구분 | | | | 소계 | 비율 (%) | |
|--------|----------|-------|------------|------------|------------|------------|-------|--------|------------|
| | | | 단가 (연봉) | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | | | 4차년도 |
| | | | | 인원* 참여율 | 인원* 참여율 | 인원* 참여율 | | | 인원* 참여율 |
| 직접비 | 인건비 | 책임연구원 | 112 | 112 | 112 | 112 | 560 | 6% | |
| | | 연구원 | 86 | 602 | 602 | 602 | 2,838 | 32% | |
| | | 연구보조원 | 57 | 171 | 171 | 171 | 855 | 10% | |
| | | 보조원 | 43 | 86 | 86 | 86 | 430 | 5% | |
| | 소계 | | | 971 | 971 | 971 | 885 | 4,683 | 53% |
| | 연구장비/재료비 | | | 100 | 200 | 200 | 200 | 900 | 10% |
| | 연구활동비 | | | 173 | 480 | 480 | 574 | 2,078 | 24% |
| | 연구수당 | | | 97 | 97 | 97 | 89 | 469 | 5% |
| | 소계 | | | 452 | 452 | 452 | 538 | 3,447 | 39% |
| 직접비 소계 | | | | 1,423 | 1,423 | 1,423 | 1,423 | 7,138 | 81% |
| 간접비 | | | | 327 | 327 | 327 | 327 | 1,642 | 19% |
| 합계 | | | | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 8,780 | 100% |

나. 2핵심 - 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

<표 119> 2핵심 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

| 분류 | | | 구분 | | | | 소계 | 비율 (%) | |
|--------|----------|-------|------------|------------|------------|------------|-------|--------|------------|
| | | | 단가 (연봉) | 1차년도 | 2차년도 | 3차년도 | | | 4차년도 |
| | | | | 인원* 참여율 | 인원* 참여율 | 인원* 참여율 | | | 인원* 참여율 |
| 직접비 | 인건비 | 책임연구원 | 112 | 112 | 112 | 112 | 560 | 5% | |
| | | 연구원 | 86 | 688 | 688 | 774 | 774 | 3,698 | 36% |
| | | 연구보조원 | 57 | 228 | 228 | 228 | 228 | 1,140 | 11% |
| | | 보조원 | 43 | 129 | 129 | 129 | 129 | 645 | 6% |
| | 소계 | | | 1,157 | 1,157 | 1,243 | 1,243 | 6,043 | 59% |
| | 연구장비/재료비 | | | 250 | 400 | 350 | 350 | 1,550 | 15% |
| | 연구활동비 | | | 388 | 644 | 600 | 600 | 2,576 | 25% |
| | 연구수당 | | | 116 | 116 | 124 | 124 | 604 | 6% |
| | 소계 | | | 469 | 469 | 383 | 383 | 4,730 | 46% |
| 직접비 소계 | | | | 1,626 | 1,626 | 1,626 | 1,626 | 8,301 | 81% |
| 간접비 | | | | 374 | 374 | 374 | 374 | 1,909 | 19% |
| 합계 | | | | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 10,210 | 100% |

다. 3핵심 - 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

<표 120> 3핵심 연차별 소요예산

(단위 : 백만원)

| 분류 | | 구분 | | | | 소계 | 비율 (%) | | |
|-----|----------|---------|--------------|--------------|--------------|-------|--------|--------------|-----|
| | | 단가 (연봉) | 1차년도 인원* 참여율 | 2차년도 인원* 참여율 | 3차년도 인원* 참여율 | | | 4차년도 인원* 참여율 | |
| 직접비 | 인건비 | 책임연구원 | 112 | 112 | 112 | 112 | 560 | 4% | |
| | | 연구원 | 86 | 516 | 516 | 516 | 2,580 | 24% | |
| | | 연구보조원 | 57 | 171 | 171 | 228 | 228 | 1,026 | 9% |
| | | 보조원 | 43 | 86 | 86 | 86 | 86 | 430 | 4% |
| | 소계 | | | 885 | 885 | 942 | 942 | 4,596 | 42% |
| | 연구장비/재료비 | | | 150 | 300 | 250 | 250 | 1,150 | 10% |
| | 연구활동비 | | | 217 | 474 | 462 | 462 | 1,924 | 18% |
| | 연구수당 | | | 89 | 89 | 94 | 94 | 460 | 4% |
| | 소계 | | | 741 | 741 | 684 | 684 | 3,534 | 32% |
| | 직접비 소계 | | | 1,626 | 1,626 | 1,626 | 1,626 | 8,911 | 81% |
| 간접비 | | | 374 | 374 | 374 | 374 | 2,049 | 19% | |
| 합계 | | | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 10,960 | 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%, 퇴직급여총당금 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 총당금의 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 정도의 비율을 반영하여 산정
- (연구수당) 국가연구개발 관리 등에 관한 규정은 인건비 20% 이내로 산정하나 본 과제에서는 10% 이내로 산정
- (간접비) 국가연구개발사업 비영리기관인 연구개발기관별 간접비 고시 비율(제114조 제2항)의 평균을 산출하여 직접비의 23% 이내로 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)

관계부처합동(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), Statistics 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.nsd.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 |
|--|------------|----------|-----|
| 공간데이터큐브 기반 정보관리 기술 기획 | 안양대학교 | 팀장 | 최원욱 |
| | 씨엠월드 기술연구소 | 이사 | 편말순 |
| | 올포랜드 | 이사 | 황정래 |
| | 정도 UIT | 이사 | 박윤희 |
| | 포도 | 부장 | 홍정민 |
| | 부린 | 연구소장 | 송주일 |
| 공간데이터큐브 기반 공간분석·가시화·공유 기술 기획 | 한국전자통신연구원 | 책임연구원 | 김광수 |
| | 신한항업 | 연구소장 | 배경호 |
| | 지오스토리 | 이사 | 김윤희 |
| | 안양대학교 | 교수 | 유선철 |
| | SPH(주) | 이사 | 김선경 |
| | 웨이버스 | 차장 | 황병주 |
| | 씨엠월드 기술연구소 | 선임연구원 | 이용혁 |
| | 아이씨티웨이 | 정보기술연구소장 | 김정훈 |
| 공간데이터큐브 기반 재난 대응 서비스 실증 및 사업화 기획 | 웨이버스 | 차장 | 황병주 |
| | 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

<공간데이터큐브 기반의 기술 수요 요구사항 도출을 위한 기술수요조사>

- 조사목적 : 공간데이터큐브기술 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고, 기술 수요 현황, 기술개발 범위 설정 등 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 함
- 조사내용 : 공간데이터큐브기술 인지도 및 필요성 조사, 공간데이터큐브기술 고도화를 위해 개발되어야 하는 기술수요 조사, 공간데이터큐브기술 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

<공간데이터큐브 관련 후보과제 도출을 위한 기술수요조사>

- 조사대상 : 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획위원
- 후보과제 목록 : 총 22개

| 순번 | 후보과제명 |
|----|--|
| 1 | 실시간 센싱 및 관측 운용 기술 |
| 2 | 공간데이터큐브 기반 공중-지상-지하 공간데이터 통합·연계 기술개발 |
| 3 | 시공간 빅데이터 융합·처리를 위한 고성능 인메모리(In-memory) 기술개발 |
| 4 | 데이터베이스 기반의 공간데이터큐브 저장 기술과 관리 및 서비스를 위한 질의 기술 개발 |
| 5 | 사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획 |
| 6 | 공간데이터큐브기술 표준화 |
| 7 | 공간데이터큐브기술 활성화를 위한 법제도 지원방안 |
| 8 | 공간데이터큐브 기반 시·공간 네트워크 분석 및 가시화 |
| 9 | 공간데이터큐브 기반 이동 객체 실시간 추적 기술 |
| 10 | 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 적용 데이터 분석 서비스 기술 개발 |
| 11 | 공간데이터큐브지원을 위한 인공지능 기술을 활용한 3D Point Cloud Objects추출 |
| 12 | 3차원 공간데이터큐브를 활용한 Raster 데이터 형식의 데이터 분석 및 가시화 |
| 13 | 공간데이터큐브 데이터 서비스 아키텍처 및 API 표준화 |
| 14 | 공간데이터큐브 기반 AIoT 네트워크 구축 및 서비스 기술개발 |
| 15 | 공간데이터큐브 Open API 구현기술 |
| 16 | 공간데이터큐브 기반의 미세먼지 추정 및 시각화 기술개발 |
| 17 | 드론택배/UAM을 위한 공간데이터큐브 기반 공중도로 설계/제공/관리기술 개발 및 실증 |
| 18 | 도로함몰 및 싱크홀 관리를 위한 공간데이터큐브 서비스 개발 |
| 19 | 안전사회 구현과 국민 안전 확보를 위한 시설물 시뮬레이션 기술개발 |
| 20 | 국민안전 강화를 위한 공간데이터큐브 기반의 실내재난대응 지원체계 개발 |
| 21 | 국지적 집중호우에 따른 도시지역 지상 및 지하공간 침수피해 예측 및 완화책 실증을 위한 3차원 공간데이터큐브기반 서비스 기술 개발 |
| 22 | 격자 기반 지상-지하 데이터(지하시설물, 지반자료 등) 통합관리 기술 개발 |

공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기술은 대용량 시공간 빅데이터를 3차원 공간데이터큐브 단위로 저장/관리/분석/시각화할 수 있는 장점이 있어 자율주행차, 드론 등의 분야에서 활발히 논의되고 있습니다. 이러한 공간데이터큐브 기술의 장점과 수요에 따라 선행 R&D 과제*를 수행하였으며, 그 결과를 고도화하고자 기술수요조사를 통하여 국내 공간정보 전문가분들을 대상으로 공간데이터큐브기술의 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고자 합니다.

* 3차원 공간데이터큐브 기반 국토통합관리 지원 기술개발 연구('17~'19)

본 기획연구에서 공간데이터큐브기술은 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 부문으로 구분하였으며, 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

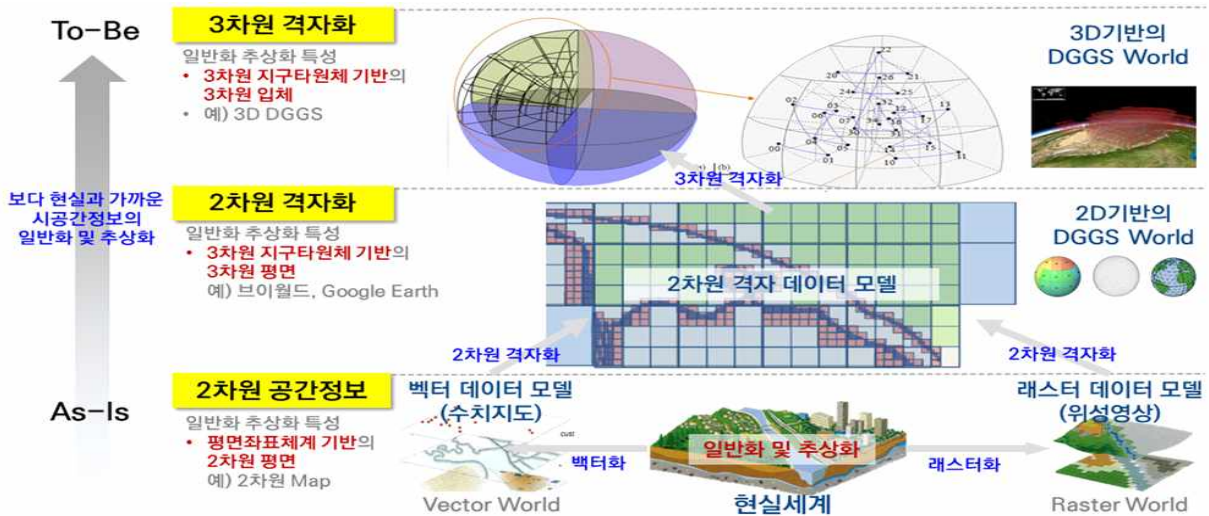
안양대학교 산학협력단(연구책임자 안종욱 교수)

| | | | | |
|-----------|----|--|----------------|---------------------|
| 응답자 정보 | 성명 | | 소속기관 부서/팀 | (필수) |
| | 직책 | | 연락처/ e-mail | 핸드폰번호 : e-mail : |

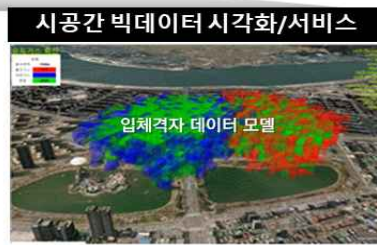
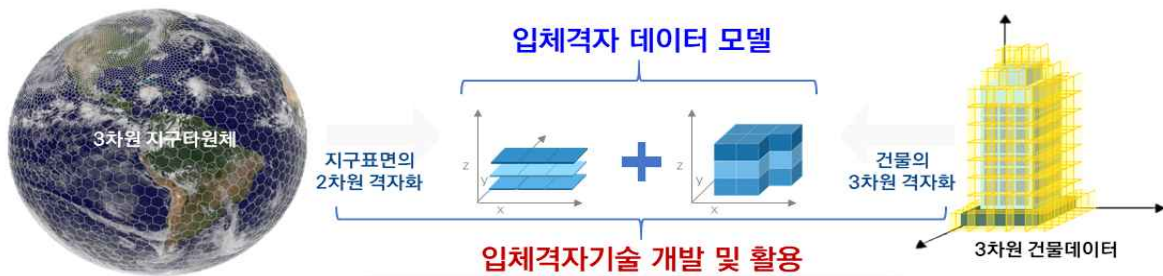
☞ 공간데이터큐브기술의 주요 개념과 본 기획과제에 관한 내용을 읽어보시고 설문을 진행해 주시기 바랍니다.

공간데이터큐브기술 개요

- (공간데이터큐브기술 정의) 공간데이터큐브기술은 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 공간데이터큐브기술의 활용이 활발히 논의되고 있음

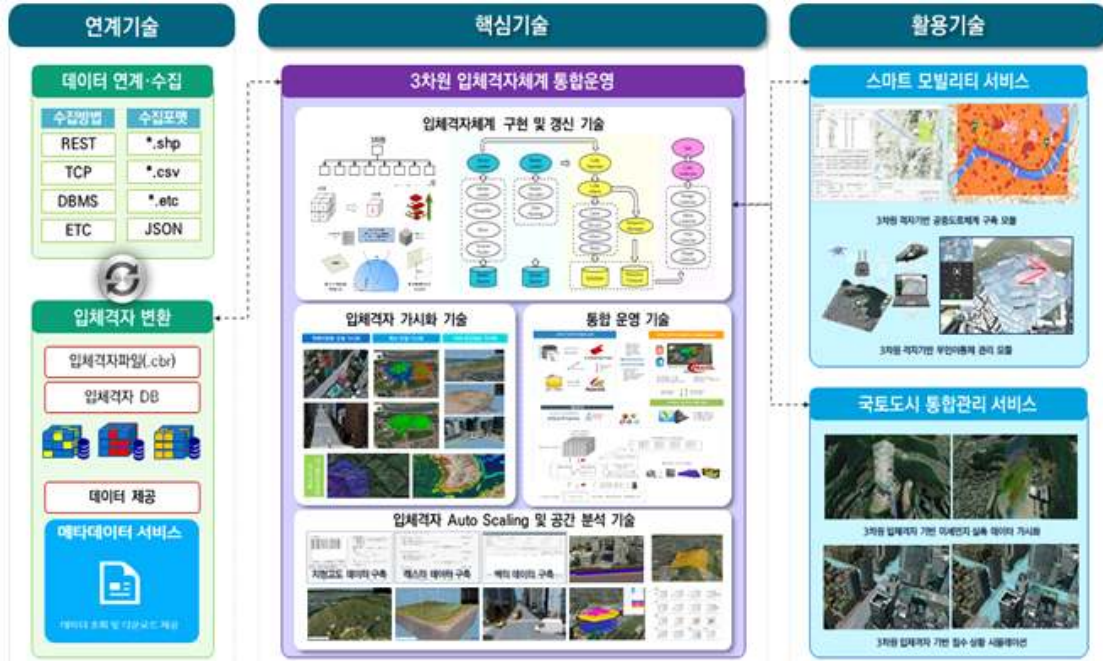


- (공간데이터큐브 데이터 모델)
 - 공간데이터큐브는 공간 빅데이터의 효율적인 관리, 저장, 통합, 탐색, 마이닝 및 시각화 등이 가능한 3차원의 계층적 데이터 모델 제공
 - * 지상, 항공 및 위성 센서의 수가 증가함에 따라 공간 자료수집 양, 다양성 및 속도가 급속히 증가하고 있으며, 이러한 데이터들은 기존 공간정보 데이터 모델에 적용하여 융합하는데 많은 시간과 비용 소요



선행 연구내용 및 성과

- 국토부 R&D 3차원 공간데이터큐브 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 검색하면 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)

| | | | | |
|--------|--------------|-------------------|--------|--|
| 데이터 저장 | RLE Value | 격자당 1개의 값을 저장 | 대표값 | |
| | Value Stream | 격자당 일정한 개수의 값을 저장 | ID | |
| 객체 저장 | ID 저장 | 객체의 ID 번호 저장 | OBJECT | |
| | Object 저장 | 객체로 직접 저장 | | |

가시화 기술

- 격자 내 공간객체 가시화 기술 개발
- LOD에 따른 거리별 가시화 기술 개발(Auto Scaling)
- 격자 내 속성(Raster, Vector, Spatial)을 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

모인드 클라우드 형태의 격자 가시화

3D 데이터의 분할 저장 및 가시화

2D Shp 파일의 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

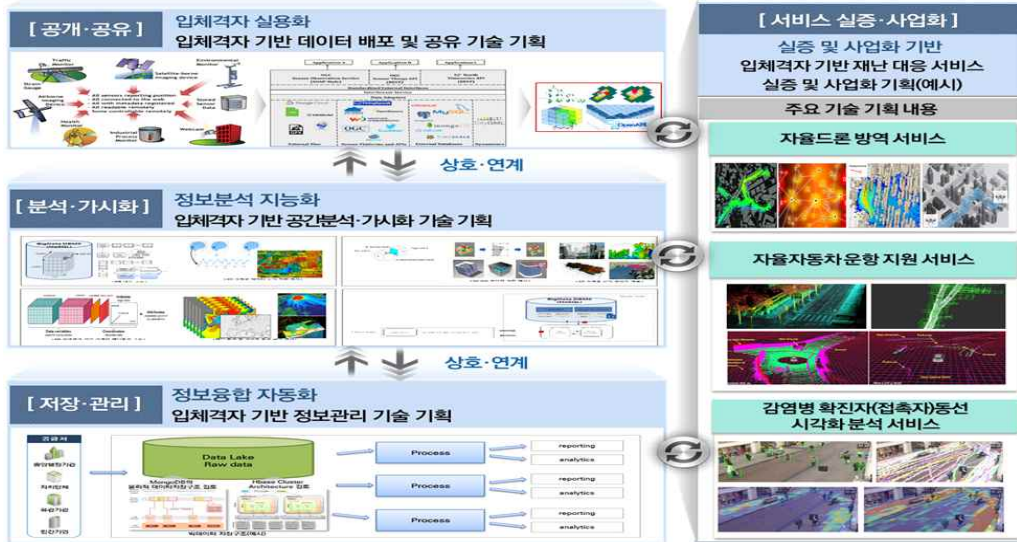
〈드론을 통한 미세먼지 모니터링 화면 예시〉 〈광역 미세먼지 모니터링 화면 예시〉

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 공간데이터큐브 기반 정보의 저장 및 관리 기술
- (분석·가시화) 정보분석 지능화를 위한 공간데이터큐브 기반의 공간분석, 가시화 기술
- (공개·공유) 공간데이터큐브기술의 실용화를 위한 공간데이터큐브 기반 데이터 배포 및 공유 기술
- (서비스 실증·사업화) 공간데이터큐브 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Spatial 데이터 모델 구조 • 격자 구성 및 운영 방안 • 격자 내부 데이터모델 정의 | <ul style="list-style-type: none"> • 격자 내부 데이터 구성을 위한 모델에 집중되어 있어 격자의 분포 및 이동체 지원 등의 현황 파악에 한계가 있음 | <ul style="list-style-type: none"> • 격자의 분포, 격자간 데이터 이동, 실시간 데이터 변경 및 영향권 지원 등으로 실업무에 필요한 모델을 설계하고 적용할 수 있도록 지원 |
| 저장 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 지오메트릭과 래스터 데이터 저장 기술 • 격자 LOD 생성 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 정형화된 데이터 형식만을 저장하여 비정형 데이터를 활용한 사회현상에 대한 복합적 분석 적용에 어려움이 있음 | <ul style="list-style-type: none"> • 비정형 데이터 및 분포 데이터 등의 저장 • 빅데이터 기반 데이터의 저장 지원 |
| 분석 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 기초분석 기술 (단순연산, 필터연산, 데이터 분류, 불린연산, 비교연산, 통계연산, 격자 위치/속성 검색 등) • 지오메트릭 분석 위주 | <ul style="list-style-type: none"> • 3차원 공간데이터 특성을 고려한 고도화 분석을 위해 복합연산 기능 개발 필요 | <ul style="list-style-type: none"> • 범위 및 분포 분석 • 시간에 따른 변화 분석 • 심화분석 기술개발 필요 (통계분석, 이력관리, 위치탐색, 경로추적, 패턴분석 등) |
| 가시화 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 격자 내 공간 객체 가시화 • LOD에 따른 거리별 가시화 • 격자 내 속성을 이용한 격자 가시화 | <ul style="list-style-type: none"> • 실시간으로 변화하는 객체에 대한 가시화 지원 필요 • 정형 지오메트릭 및 래스터 값에 의한 가시화 기능 지원으로 속성 변화에 따른 데이터 가시화 지원 필요 • 비정형 데이터 가시화 관련 기술 개발 필요 | <ul style="list-style-type: none"> • 비정형 데이터 분포에 의한 격자 주제도 개발 • 비정형 데이터 가시화 기술 • 실시간 속성 변경에 따른 가시화 기술 |
| 서비스 기술 | <ul style="list-style-type: none"> • 스마트모빌리티 실증서비스 (유무인비행체 공동도로체계 제공서비스, 무인비행체용 VR/ MR 서비스) • 국토 통합관리 실증서비스 (미세먼지 모니터링, 도심수위 모니터링) | <ul style="list-style-type: none"> • 서비스의 기술적 구현 가능성을 입증하기 위한 개발이 중심 • 공간데이터큐브 서비스의 활용성 및 확장성을 지원하는 실용화 중심의 기술개발 필요 | <ul style="list-style-type: none"> • 보편적 격자 서비스를 위한 고도화된 데이터 서비스 및 분석 서비스 제공 • 사회 현안을 개선하기 위한 실질적 활용 서비스 위주로 개발 진행 |

Part A 공간데이터큐브기술 인지도 및 필요성 조사

1. 기본적인 질문 사항입니다. 해당 부분을 선택해 주시기 바랍니다.

| 구 분 | 선택항목 | | | |
|------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 소 속 | 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 공간데이터큐브에 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(EPGS: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 100km, 10km, 1km, 100m, 10m | 약 100km, 10km, 1km, 500m, 250m, 100m, 50m, 10m | 최상위 격자에 따라 결정 |

※ 출처 : KOSDI Vo1, 17, 태풍대응을 위한 격자 기반 공간정보 활용방안 연구, 3차원 공간데이터큐브 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 | <input type="checkbox"/> |
| | ② 실시간 데이터, 시계열 데이터, 센서정보, 비정형 속성정보 등 이용 가능한 정보 종류 부족 | <input type="checkbox"/> |
| | ③ 공간정보 원자료(raw data) 취득의 어려움 | <input type="checkbox"/> |
| | ④ 자료의 최신성 확보의 어려움 | <input type="checkbox"/> |
| | ⑤ 단순화된 데이터 모델 정의 부족 | <input type="checkbox"/> |
| | ⑥ 기타() | <input type="checkbox"/> |
| 분석·가시화 | ① 2차원 평면지도 외에 지상-지하가 포함된 복합건물에 대한 이동 동선 파악 등 현실 공간이 반영된 3차원 분석 필요 | <input type="checkbox"/> |
| | ② 검색을 통한 단순 위치정보 파악, 통계 확인 외에 다양한 분석 기능 부족 | <input type="checkbox"/> |
| | ③ 공간정보서비스의 복잡한 조작법 및 느린 반응 속도 | <input type="checkbox"/> |
| | ④ 3차원 공간정보 활용 시 시스템의 안정성 및 디스플레이 성능 문제 | <input type="checkbox"/> |
| | ⑤ 고정밀-대용량 정보 또는 실시간 데이터 분석 시 시스템 용량 및 시간 소요 | <input type="checkbox"/> |
| | ⑥ 기타() | <input type="checkbox"/> |
| 공개·공유 | ① 정보 간 공유·연계·활용을 위한 기준 부재 | <input type="checkbox"/> |
| | ② 관련 시스템 간 연계·활용을 위한 통합플랫폼 부재 | <input type="checkbox"/> |
| | ③ 연계·활용을 위한 오픈 API 레퍼런스 부족 | <input type="checkbox"/> |
| | ④ 최신기술로 획득되는 공간정보와의 융복합 서비스 부족 (예: 드론 영상, VR 영상) | <input type="checkbox"/> |
| | ⑤ 한정된 정보 형태(크기, 레벨, 포맷 등)로 다양한 활용 대상 고려 시 어려움 | <input type="checkbox"/> |
| | ⑥ 기타() | <input type="checkbox"/> |
| 실증 사업화 | ① 공간정보 활용 관련 행정절차의 어려움 | <input type="checkbox"/> |
| | ② 국토·보건·기상·재난재해 등 다양한 분야 공간정보 활용 비즈니스 모델 발굴 사례 부족 | <input type="checkbox"/> |
| | ③ 기타() | <input type="checkbox"/> |

Part B 공간데이터큐브기술 고도화를 위한 기술수요

☞ 공간데이터큐브 고도화 기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 난이도, 시장성에 대한 질문 사항입니다.

1. (저장·관리) 저장·정보융합 자동화를 위하여 공간데이터큐브 기반 정보의 저장 및 관리에 요구되는 기술 내용을 보시고, 공간데이터큐브기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

| 공간데이터큐브기술의 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 공간데이터큐브를 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 공간데이터큐브화 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 공간데이터큐브화 하여 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 공간데이터큐브기반 공간데이터 융합복합기술 - 공간데이터큐브를 포함하는 공간객체를 분석하여 공간 객체의 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 공간데이터큐브기술과의 연관성 설명 (기술예시) | 연관성 | | | | | |
| | 중요도 | | | | | |
| | 긴급도 | | | | | |
| | 구현 난이도 | | | | | |
| | 시장성 | | | | | |

2. (분석·가시화) 정보분석 지능화를 위하여 공간데이터큐브 기반의 공간분석, 가시화와 관련하여 요구되는 기술 내용을 보시고, 공간데이터큐브기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

| 공간데이터큐브기술의 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 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반 시공간 빅데이터 가공처리기술 - 공간데이터큐브를 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 - 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 기술 - 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브기술과의 연관성 설명 (기술예시) | 연관성 | | | | | |
| | 중요도 | | | | | |
| | 긴급도 | | | | | |
| | 구현 난이도 | | | | | |
| | 시장성 | | | | | |

3. (공개·공유) 공간데이터큐브기술의 실용화를 위하여 공간데이터큐브 기반 데이터 배포 및 공유에 요구되는 기술 내용을 보시고, 공간데이터큐브기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

| 공간데이터큐브기술의 고도화를 위한 요구 기술 | | 높음←-----→낮음 | | | | |
|--|--------|-------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 공간데이터큐브기반 공간데이터 교환 및 공유를 위한 인프라기술 - 공간데이터큐브를 기반으로 센서데이터, 3차원 공간 데이터를 실시간 교환 및 공유하기 위한 제반 기술 | 연관성 | | | | | |
| | 중요도 | | | | | |
| | 긴급도 | | | | | |
| | 구현 난이도 | | | | | |
| | 시장성 | | | | | |
| (기술예시) 공간데이터큐브 기반 데이터 교환 및 공유서비스 구현기술, Geo-Sensor 기반 실시간 정보 교환 및 공유기술, 5G 기반 데이터 교환 및 공유기술, 공간데이터큐브 데이터 카탈로그 구현기술, Geo-Cloud 적용기술 | | | | | | |
| 2 Geo-Linked Data와 공간데이터큐브 연계기술 - 공간데이터큐브를 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 공간데이터큐브 Open API 구현기술 - Open API를 통하여 공간데이터큐브 기반의 다양한 3차원 공간정보 및 속성정보를 교환 및 공유하기 위한 제반 기술 | 연관성 | | | | | |
| | 중요도 | | | | | |
| | 긴급도 | | | | | |
| | 구현 난이도 | | | | | |
| | 시장성 | | | | | |
| (기술예시) 공간데이터큐브 Open API를 통한 데이터 교환 및 공유기술, 공간데이터큐브 Open API와 타 Open API 간의 연동기술, 공간데이터큐브 Open API 응용서비스 구현기술, 공간데이터큐브 Open API 운용 및 관리기술, 공간데이터큐브 Open API 서비스 플랫폼 구현기술 | | | | | | |
| 4 공간데이터큐브 활용을 위한 사용자 인터페이스 구현기술 - 공간데이터큐브를 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) 공간데이터큐브 기반의 4차원 시공간 빅데이터 시각화 기술, 공간데이터큐브 기반의 실시간 센서데이터 시각화 기술, 공간데이터큐브 기반의 XR(AR/VR/MR) 구현기술, 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브기술과의 연관성 설명 (기술예시) | 연관성 | | | | | |
| | 중요도 | | | | | |
| | 긴급도 | | | | | |
| | 구현 난이도 | | | | | |
| | 시장성 | | | | | |

4. (서비스 실증 및 사업화) 공간데이터큐브 기반 서비스 실증 및 사업화를 위하여 요구되는 기술 내용을 보시고, 공간데이터큐브기술과의 연관성, 중요도, 긴급도, 구현 난이도, 시장성에 대하여 선택해 주시기 바랍니다. (5점 척도)

| 공간데이터큐브기술의 고도화를 위한 요구 기술 | | 높음←-----→낮음 | | | | | |
|--|--|-------------|---|---|---|---|--|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1 | 공중 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 - 공간데이터큐브를 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 미세먼지의 시뮬레이션 및 시각화 기술, 기상/공중 대기환경센서 데이터 연계 및 분석 기술 | | | | | | | |
| 2 | 지상 도메인 분야의 공간데이터큐브 활용기술 - 건물, 도로 등 지상 시설물의 공간정보와 다양한 실시간 센서데이터를 공간데이터큐브와 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 공간데이터큐브 활용기술 - 지하 공동구, 지하철 등 지하 시설물의 공간정보와 공간데이터큐브와 연계하여 실시간 모니터링 및 이상징후를 선제적으로 파악, 신속한 대응을 지원하는 기술 | 연관성 | | | | | |
| | | 중요도 | | | | | |
| | | 긴급도 | | | | | |
| | | 구현 난이도 | | | | | |
| | | 시장성 | | | | | |
| (기술예시) 지하시설물 데이터의 공간데이터큐브화 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 | 공간데이터큐브를 활용한 공중, 지상, 지하 데이터의 연계 통합기술 - 공간데이터큐브 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, 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 구분 및 식별기술 | | | | | | | |
| 5 | 공간데이터큐브 기반의 전염병 확진자 모니터링 및 시뮬레이션 기술 - CCTV, GPS 데이터 등 전염병 확진자의 이동 경로를 공간데이터큐브를 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 공간데이터큐브 활용기술, 공간데이터큐브 기반 감염 확산 시뮬레이션 기술, 공간데이터큐브 기반 오염지역 식별 및 관리 기술 | | | | | | | |

5-3. 5-2에서 선택하신 분야와 관련하여 해당하는 업무(중분류)를 선택해 주시기 바랍니다.
(중복 선택 가능)

| 대분류 | 중분류 |
|-------------------|---|
| 행정 | <input type="checkbox"/> 일반행정 <input type="checkbox"/> 지방행정 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 교통 | <input type="checkbox"/> 국가교통DB 구축 및 관리 <input type="checkbox"/> 교통안전 정보 관리 <input type="checkbox"/> 교통영향평가 <input type="checkbox"/> 교통정보 연계 및 운영 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 교통(도로/철도 등) | <input type="checkbox"/> 도로안전관리 <input type="checkbox"/> 교량 및 터널관리 <input type="checkbox"/> 철도안전관리 <input type="checkbox"/> 철도산업 <input type="checkbox"/> 항공·공항 <input type="checkbox"/> 해운·항만 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 보건·의료·복지 | <input type="checkbox"/> 보건 의료 <input type="checkbox"/> 식품의약품안전 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 환경·에너지·수자원 | <input type="checkbox"/> 기후 <input type="checkbox"/> 자연 <input type="checkbox"/> 환경보호 <input type="checkbox"/> 하천관리 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 방법·방재 | <input type="checkbox"/> 공공안전 <input type="checkbox"/> 재난방재 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 시설물 관리 | <input type="checkbox"/> 지하시설물 구축 및 관리 <input type="checkbox"/> 건설산업정보 관리 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 교육 | <input type="checkbox"/> 교육시설 <input type="checkbox"/> 평생직업교육 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 문화·관광·스포츠 | <input type="checkbox"/> 관광 <input type="checkbox"/> 문화예술 <input type="checkbox"/> 문화재 <input type="checkbox"/> 체육 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 물류 | <input type="checkbox"/> 국가물류정보 관리 <input type="checkbox"/> 화물운송관리 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 근로·고용 | <input type="checkbox"/> 사회복지 <input type="checkbox"/> 노동 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 주거 | <input type="checkbox"/> 건축물관리 <input type="checkbox"/> 생활관리 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 국토·도시 | <input type="checkbox"/> 국토계획 <input type="checkbox"/> 도시계획 <input type="checkbox"/> 부동산 종합정보 관리 <input type="checkbox"/> 산업입지정보 관리 <input type="checkbox"/> 토지정보 관리 및 규제 <input type="checkbox"/> 도시 재생 <input type="checkbox"/> 지적조사 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 과학기술·통신 | <input type="checkbox"/> 과학기술 <input type="checkbox"/> 정보통신 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 통일외교·국방 | <input type="checkbox"/> 국방 <input type="checkbox"/> 외교 <input type="checkbox"/> 통일 <input type="checkbox"/> 기타() |
| 기타 () | |

5-4. 공간데이터큐브기술과 관련하여 현재 또는 계획 중인 업무의 사업명과 주요 내용을 간략히 작성해 주시기 바랍니다.

| | |
|------------------|-------------------------------|
| 업무 또는 사업명 | ※ 공간데이터큐브기술과 연관성 있는 업무 또는 사업명 |
| 주요 내용 | ※ 해당 사업과 공간데이터큐브기술과의 연관성 설명 |

공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 기술은 대용량 시공간 빅데이터를 3차원 공간데이터큐브 단위로 분산저장/관리/분석/시각화할 수 있는 장점이 있어 자율주행차, 드론 등의 분야에서 활발히 논의되고 있습니다.

본 기획과제는 공간데이터큐브 기술의 중요성이 증대됨에 따라 ‘3차원 공간데이터큐브 기반 국토통합관리 지원 기술개발 연구(’17~’19)’ 결과를 기반으로 ‘공간데이터큐브 기술의 고도화 및 실증’을 위한 기획연구를 진행하고 있습니다.

이에 따라 기술수요조사를 통하여 국내 공간정보 전문가분들을 대상으로 공간데이터큐브기술의 고도화 및 실용화를 위한 핵심기술을 도출하고자 합니다. 본 기획과제에서 공간데이터큐브기술은 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.

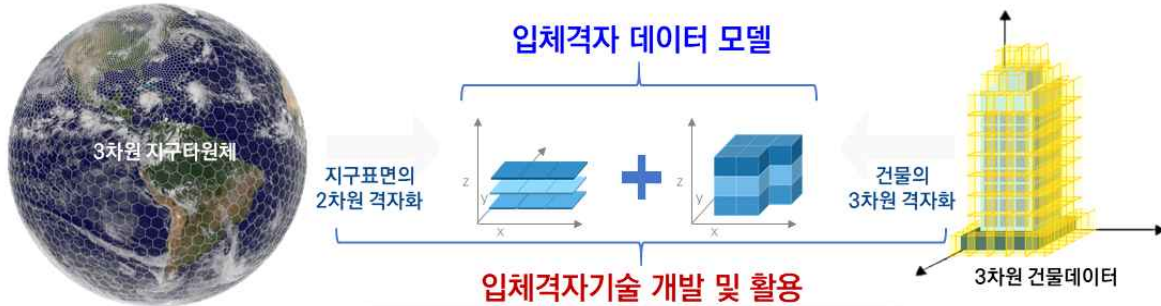
2021년 10월

안양대학교 산학협력단

| | | | | |
|-----------|----|--|----------------|---------------------|
| 응답자 정보 | 성명 | | 소속기관 부서/팀 | (필수) |
| | 직책 | | 연락처/ e-mail | 핸드폰번호 : e-mail : |

공간데이터큐브기술 개요

- (공간데이터큐브기술의 정의) 지상, 지하, 공중, 수중의 공간정보를 체계적으로 저장, 관리, 분석, 시각화를 지원하는 제반 기술
- (연구 배경) 공간데이터큐브기술의 실용화를 위해 시공간 빅데이터의 효율적인 관리, 저장, 통합, 탐색, 마이닝 및 시각화, 서비스 등의 고도화 기술개발 연구가 필요



시공간 빅데이터 저장/관리/통합

시공간 빅데이터 탐색/마이닝

시공간 빅데이터 시각화/서비스

선행 연구내용

- 국토부 R&D 3차원 공간데이터큐브 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, 불연연산, 비교연산, 통계연산 등

(식별정보 활용한 정보 검색 예시) (공간격자 위치 검색화면 예시)

저장 기술

- 지오메트릭과 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 | ID 저장 | 객체의 ID 만을 저장 |
| | Object 저장 | 객체를 직접 저장 |

대표값

ID

OBJECT

가시화 기술

- 격자 내 공간객체 가시화 기술 개발
- LOD에 따른 거리별 가시화 기술 개발(Auto Scaling)
- 격자 내 속성(Raster, Vector, Spatial)을 고려한 격자 가시화 기술 개발

Raster 데이터 가시화

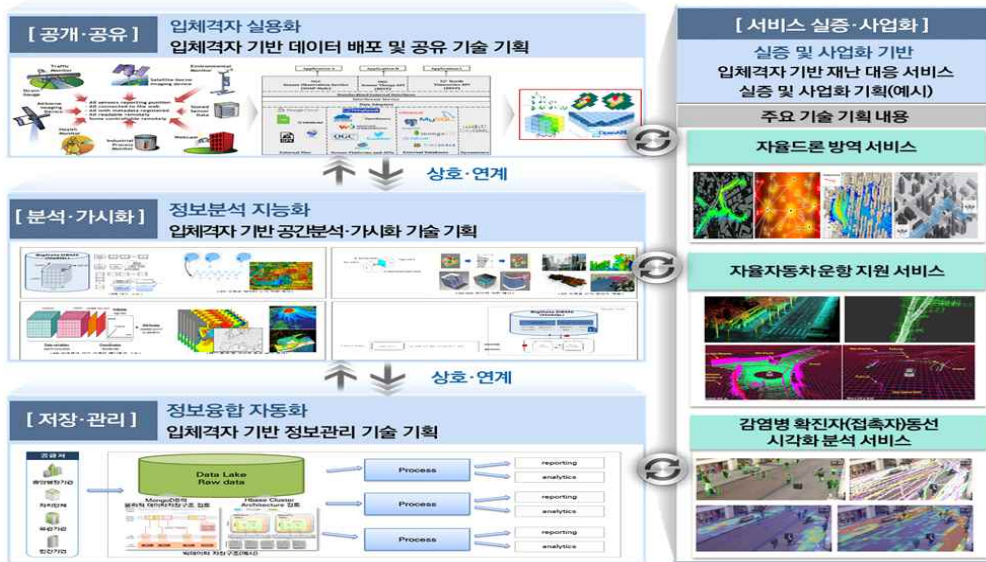
Vector 데이터 가시화

Spatial 데이터 가시화

포인트 클라우드 형태의 격자 가시화 3D 데이터의 분할 저장 및 가시화 2D Shp 파일의 격자 가시화

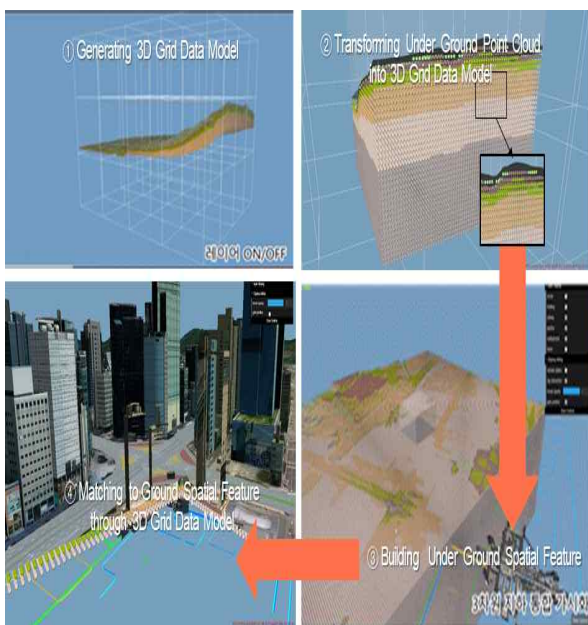
(본 기획과제) 부문별 기술개발 기획 내용

- 공간데이터큐브기술의 고도화를 위하여 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유, 서비스 실증·사업화 부문으로 구분하여 기술개발 기획
 - (저장·관리) 저장정보융합 자동화를 위한 공간데이터큐브 기반 정보의 저장 및 관리 기술
 - (분석·가시화) 정보분석 지능화를 위한 공간데이터큐브 기반의 공간분석, 가시화 기술
 - (공개·공유) 공간데이터큐브기술의 실용화를 위한 공간데이터큐브 기반 데이터 배포 및 공유 기술
 - (서비스 실증·사업화) 공간데이터큐브 기반 재난대응 서비스 실증 및 사업화

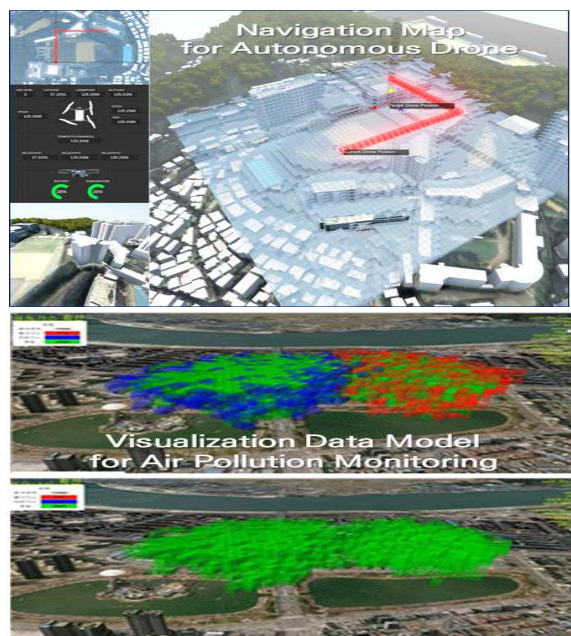


공간데이터큐브기술 활용 예시

- (지하 분야) 공간데이터큐브를 활용한 지상과 지하시설물 간의 데이터 연계통합

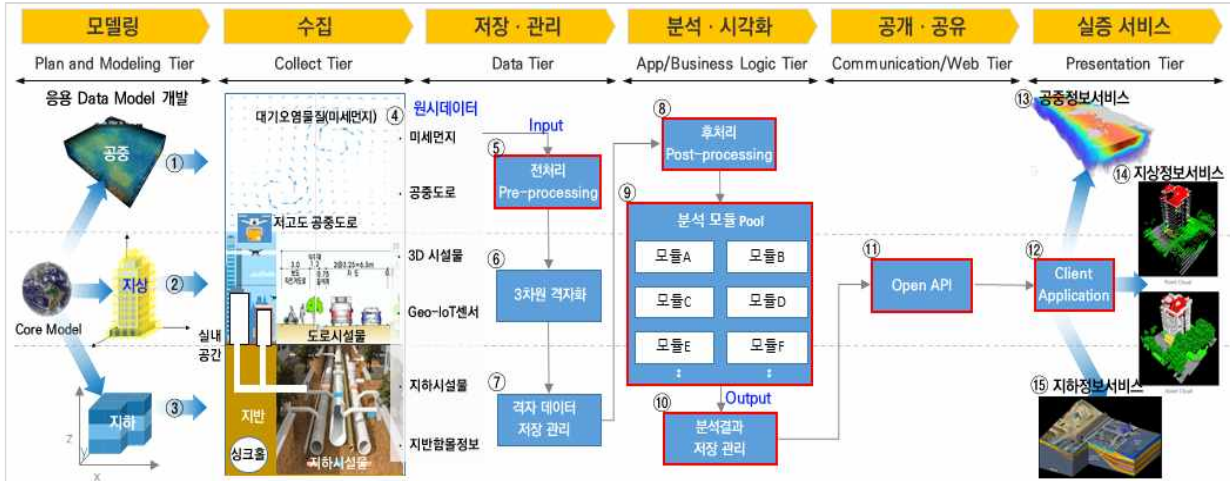


- (공중 분야) 공간데이터큐브를 활용한 자율드론 비행 내비게이션, 미세먼지 모니터링



공간데이터큐브 기술 데이터 플로우

- 1차 총괄위원회(10/6)를 통해서 아래와 같이 공간데이터큐브 기술 플로우를 정의하였고, 향후 각 분과별 제안 연구내용은 해당 플로우를 기반으로 하여 구체화 및 상세화할 계획임
- (데이터 플로우) 모델링 → 수집 → 저장·관리 → 분석·가시화 → 공개·공유 → 실증서비스



< 공간데이터큐브 기술 데이터 플로우 >

다음은 공간데이터큐브기술 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 공간데이터큐브 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 |
| 연 차 별 연 구 비 | 정부 | | | | | |
| | 민간 | | | | | |
| | 합계 | | | | | |
| 총 연구비 | 정부 합계 | | | 총 연구개발 기간 | 년 (~) | |
| | 민간 합계 | | | | | |
| | 총 합계 | | | | | |

※ 예상되는 사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 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 기술 개발 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·홍보입찰) 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 | 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 |
| 1. 연구기획 목표 | 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 디지털공간정보체계를 구축하기 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 |
| <p><연구개발의 비전></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구개발 과제는 「국토정보 디지털 대전환을 통한 인프라 혁신 선도」를 비전으로 공간데이터큐브 활용 기술개발을 통한 국토정보 효율성 증진 및 가치 증대를 추구하는 것임 <p><연구개발의 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구개발 과제는 “첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증”을 목표로 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화, 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화, 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCM Map 적용 및 실증을 중심으로 목표 달성을 추진함 | |
| 2. 연구개발 필요성 및 기술동향 | |
| <input type="checkbox"/> 연구개발의 필요성 | <p><연구개발의 필요성></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (디지털트윈 시장 급성장) 글로벌 디지털 트윈 시장 규모는 2027년까지 635억 달러에 이를 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 「디지털 트윈국토 로드맵」은 현재 지도기반 육안 분석 및 2D 기반 신산업 발굴에 따른 한계(As-Is)를 극복하고 디지털 시물레이션 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 |

- (공간데이터큐브기술의 필요성) 디지털 트윈국토 구현을 위해선 다양한 3D 데이터를 체계적으로 저장·관리하여 디지털 시뮬레이션 분석을 수행하기 위한 공간데이터큐브기술 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 공간데이터큐브 기반의 유기적·입체적인 디지털 트윈 데이터 연계활용 및 지능화 기술개발을 촉진하여, 디지털 트윈국토 구현을 위한 기반기술의 선제적 확보 및 공간정보산업 전반의 국제 경쟁력 향상 필요

<연구개발의 중요성>

- 선행 연구사업*은 공간데이터큐브기술의 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 공간데이터큐브 필요성을 인식, 선행 연구사업을 수행하는 계기가 됨
- 선행사업으로 개발된 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 구현을 위한 적용 가능성 확인하였으나, 실용화 및 사업화를 위해선 공간데이터큐브기술을 체계적이며 효율적으로 적용할 수 있는 고도화 기술 연구개발 필요
 - 공간데이터큐브 선행과제에서 브이월드 데이터를 활용하여 실증서비스를 구현하였으나, 브이월드 시스템 성능 한계로 공간데이터큐브기술을 적용하지 못함
 - 브이월드와 공간데이터큐브기술을 연계하여 공간데이터큐브를 이용한 3차원 정밀 데이터(BIM) 가시화 및 가시화 속도 증대, 공간데이터큐브 간 패턴분석 서비스 등 기술 고도화 가능
- 브이월드를 테스트베드로 하여 디지털 트윈국토 및 디지털 뉴

딜 데이터 등 다양한 3차원 공간정보 저장·관리·분석·서비스 기술을 공간데이터큐브를 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 전략 산업 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 활용 가능 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·품질 관리('23~'25)', '국토변화 가상체험 서비스('23~'24)', '공공 시설 절차별 관리 예측모델 및 솔루션 개발('24~'25)'과 공간 데이터큐브기술을 연계한 성과 및 시너지 창출 가능
- (국토부) 「제7차 국가공간정보정책기본계획('23.6)」 중 추진 과제 1-1 국가 차원의 디지털트윈 체계 구상 및 설계, 3-2 국토 디지털 전환을 위한 정보 융복합 기술 개발, 3-3 분석 및 활용 기술 혁신, 3-4 국토 디지털 전환을 위한 혁신기술

- 개발로 사회문제 해결 지원 부분이 연계되어 있음
- ‘국가 차원의 디지털트윈 체계 구상 및 설계’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 고정체 또는 이동체의 센싱 데이터를 NDT와 융합할 수 있는 공간데이터큐브 구축 가능
 - 드론, UAM이 3차원 공간에서 위치와 경로를 파악하고, 미세 먼지 3차원 시각화 등을 위해 본사업의 공간데이터큐브 활용 가능
 - ‘정보 융복합 기술개발’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 대용량 융복합 정보(3차원 공간정보, 실내공간정보 등) 데이터의 경량화를 위한 자동격자화 기술 활용 가능
 - ‘분석 및 활용 기술 혁신’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 Geo-AI, AloT 실현을 위한 데이터 자동화 기술개발에 연계·활용 가능
 - ‘사회문제 해결 지원’ 과제와 관련하여 본 사업을 통해 사회 및 재난안전 향상을 위한 NDT 기반 기술을 개발해 위치기반 초연결 사회안전망 구축에 기여할 수 있고, 실내공간정보 갱신 효율화를 통해 첨단 지능형 모빌리티 실현 지원 가능
- (국외 공간데이터큐브기술 동향) 공간데이터큐브기술은 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 공간데이터큐브를 기반으로 체계적으로 저장·관리·융합하여 고도화된 분석모델 개발을 통한 지능화된 공간정보서비스 제공
 - UN-GGIM은 제6차 회의에서 글로벌 통계 지리 공간 프레임워크 구현을 위해 공간데이터큐브기술 적용을 필수 구현 요소 중 하나로 제시(’16, UN-GGIM)
 - 특별히, 공간데이터큐브기술은 공간상황인식(Spatial Context Awareness) 기술을 구현하기 위하여 시공간 데이터 간의 융복합 및 지능화를 가능하게 하는 Geo-AI 핵심기술로 인식됨(’20, OGC)
 - 국제 표준화 기구 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 공간데이터큐브(입체격자)의 개념 정의를 완료하고(’17) 표준 워킹그룹(GeoDataCube Standard Working Group)을 발족(’23.5)하여 본격적인 논의가 시작됨

<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 공간데이터큐브 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 DGGS를 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 공간데이터 큐브 관련 기초 기술을 개발, 공간데이터큐브 기술과 관련하여 국가차원에서 개발한 사례는 없음
 - 공간데이터큐브를 운영하기 위해 공간데이터큐브에 대한 기본 규격, 공간데이터큐브 구현 및 갱신 기술, 공간데이터큐브 가시화 기술 등 기초 기술개발

[표1] 공간데이터큐브 활용 범위, 세부기술 수준

| 구 분 | 기술 수준 | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|------------------------|---|--|
| 공간데이터큐브 기술 개념 및 활용 범위 | - (新위치참조체계) 3차원 지구를 현실과 가장 유사하게 사실적으로 표현하기 위한 절대 위치 격자 형태로 일정하게 분할하는 위치참조체계 | | | | | |
| | <table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <th data-bbox="675 304 916 342">(현재) 기존 격자 체계</th> <th data-bbox="916 304 1157 342">공간데이터큐브 (큐브 in 공간정보)</th> <th data-bbox="1157 304 1398 342">공간데이터큐브 (공간정보의 큐브화)</th> </tr> <tr> <td data-bbox="675 342 916 517">  </td> <td data-bbox="916 342 1157 517">  </td> <td data-bbox="1157 342 1398 517">  </td> </tr> </table> <p data-bbox="675 517 1398 616">- (융복합) 공중-지상-지하 공간정보의 통합·연계 기술로 적합, 유연한 크기의 공간데이터큐브 사용으로 세밀한 분석 가능(브이월드 등 국토 정보서비스 활용 가능)</p>  | (현재) 기존 격자 체계 | 공간데이터큐브 (큐브 in 공간정보) | 공간데이터큐브 (공간정보의 큐브화) |  |  |
| (현재) 기존 격자 체계 | 공간데이터큐브 (큐브 in 공간정보) | 공간데이터큐브 (공간정보의 큐브화) | | | | |
|  |  |  | | | | |
| 공간데이터큐브 기술 수준 레벨1 | 공간데이터큐브 이론적 데이터모델 기술구현 단계 - (현재) 정형 데이터(벡터, 래스터만 고려), 파일 시스템 기반 데이터 저장(다양한 데이터 연계 불가) 가능, 공간데이터큐브 기반 위치기준 체계에 대한 표준 또는 지침 제정 부재 | | | | | |
| 공간데이터큐브 기술 수준 레벨2 | 공간데이터큐브 저장·관리·검색기술 표준화 및 자동화 단계 - 디지털 트윈, 스마트시티 등 3차원 시공간 데이터의 공간데이터큐브분석 활용 가능 | | | | | |
| 공간데이터큐브 기술 수준 레벨3 | 공간데이터큐브 기반 시공간 데이터 분석 고도화 - 공간데이터큐브를 기반으로 3차원 공간정보의 지하 데이터를 신속·정확하게 분석 가능 | | | | | |
| 공간데이터큐브 기술 수준 레벨4 | 공간데이터큐브 기반 공간데이터 융합 및 지능화 - 3차원 공간정보 인공지능기술 연계활용 지능화 기술개발 및 활용 가능 | | | | | |

<시장동향>

- 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
- (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

- (국외) 공간정보 분야는 215억 달러('27년)로 예측되고, 공간 정보분석 AI 분야는 연평균 성장률 24%로 예측
- 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] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발

(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] HCMl Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터 큐브 표준화 기술개발
- [1-2] HCMl Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발
- [1-3] 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발

(기술개발 목표)

- 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 공간데이터큐브 데이터, 서비스 모델을 표준화하여 새로운 위치기준체계를 정립하고, 데이터 전처리부터 저장·관리·검색 자동화를 위한 고도화 기술개발

(연구방법)

- ISO, OGC, KS, TTA 등 국내외 3차원 공간데이터큐브 관련 표준에 대응하는 데이터 및 서비스 프레임워크를 개발, 프레임워크를 구성하는 요소기술로서 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술, 공간데이터큐브 저장·관리·검색기술을 개선 및 표준화하여 기존 기술 대비 기술성능 효율화 및 고도화 기술개발

[2핵심 과제] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

(핵심과제 개념)

- 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 및 지능화

(핵심과제 범위)

- [2-1] 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발
- [2-2] 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발
- [2-3] HCMi Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발

(기술개발 목표)

- 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브를 기반으로 분석 및 융합하여 체계적인 Geo-AI 기술의 개발 및 활용을 위한 기계학습데이터 구축기술 개발

[3핵심 과제] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMi Map 적용 및 실증

(핵심과제 개념)

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

(핵심과제 범위)

- [3-1] 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발
- [3-2] 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발
- [3-3] 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발

(기술개발 목표)

- 정부 추진사업대상(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 공간데이터큐브 기반 공간정보 연계·통합 및 실증·사업화기술 개발

(연구방법)

- 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 및 정밀도로지도, HCMi 실내지도 실증과 도시기반시설 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] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술 개발

- (1-1) HCMI Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발
 - ⇒ ISO, OGC의 3차원 공간데이터큐브 관련 표준 및 표준화 활동을 모니터링 및 공간데이터큐브 데이터 및 서비스 모델 관련 표준기술을 개발하고, 국내외 대응 표준의 재개정 등의 표준화 활동에 참여, 공간데이터큐브기술의 표준적용 확대와 활성화에 기여
 - 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발
- (1-2) HCMI Map 경량화를 위한 자동격자화 기술개발
 - ⇒ 인메모리 기반 데이터 저장 및 처리 핵심 기술개발과 DBMS 엔진 수준의 핵심 기능 제공을 위한 공간데이터큐브기술 개발
 - 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발
 - 전처리 자동화 기술개발
- (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발
 - ⇒ 공간데이터큐브 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]공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

- (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발
 - ⇒ 맞춤형 3차원 데이터 제공 및 활용을 위하여 다양한 3차원 데이터 기하 정보의 공간데이터큐브 분석기술 개발
 - 벡터 데이터 분석 기술개발
 - 래스터 데이터 분석 기술개발
- (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발
 - ⇒ 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터(공중/지상/실내 행정 빅데이터 분석 및 Geo-IoT 센서/비정형 텍스트 스트림데이터)의 실시간 모니터링 및 시공간 분석 기술개발
 - 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발

- 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발
- (2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 구축·활용 기술개발
 - ⇒ 기구축 GIS 데이터를 활용하여 상세하고 유의미한 정보를 제공하기 위해 공간 데이터큐브 기반 Geo-AI 기술 융합
 - 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발

[3핵심 과제] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

- (3-1) 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발
 - ⇒ 도심항공모빌리티 시범운영 지원을 위한 공중정밀지도 구축 및 운영지원기술 개발 등
 - 공간데이터큐브기반 도심항로 모니터링 지원 기술개발
 - 공간데이터큐브기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영지원 기술개발
- (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술개발
 - 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발
 - 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발
- (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스(로봇 등) 지원, HCMI 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발
 - ⇒ 공간데이터큐브 기술을 활용하여 브이월드 등 공공 오픈플랫폼을 통한 도시 기반시설 재난대응 지원 대국민 서비스 제공 확대
 - 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축 기술개발
 - 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 시스템 개발

4. 연구개발 추진방법

추진전략

<핵심과제 간 기술 연계>

- 사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획과제는 3개의 핵심과 9개의 공동으로 구성됨

- 1핵심은 공간데이터큐브 표준화 및 자동화 기술개발에 중점이 있고, 2핵심은 공간데이터큐브 기반 시공간정보 융합 및 지능화 기술개발, 3핵심은 1, 2핵심에서 개발한 연구성과물을 활용하여 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 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 | 3-3 |
| 1핵심 | 1-1 | | ● | ● | ◐ | ◐ | ○ | ◐ | ◐ | ◐ |
| | 1-2 | | | ● | ● | ● | ◐ | ● | ● | ● |
| | 1-3 | | | | ● | ● | ◐ | ● | ● | ● |
| 2핵심 | 2-1 | | | | | ○ | ● | ◐ | ◐ | ◐ |
| | 2-2 | | | | | | ● | ◐ | ◐ | ◐ |
| | 2-3 | | | | | | | ○ | ○ | ○ |
| 3핵심 | 3-1 | | | | | | | | ◐ | ◐ |
| | 3-2 | | | | | | | | ◐ | ◐ |
| | 3-3 | | | | | | | | ◐ | ◐ |

● 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] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발

- 공간데이터큐브 표준 데이터 및 서비스 모델 표준화 문서
- 공간데이터큐브화 및 경량화 SW
- 공간데이터큐브 데이터 전처리 자동화 SW
- 공간데이터큐브 저장·관리 고도화 SW
- 공간데이터큐브 정보검색 고도화 SW

[2핵심 과제] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발

- 3D 벡터/래스터 데이터의 공간/속성연산 모듈 및 활용분석모델 SW
- 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터(공중/지상/실내 행정 빅데이터 분석 및 Geo-IoT 센서/비정형 텍스트 스트림데이터)의 실시간 모니터링 및 시공간 분석모델 SW
- 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 셋 구축을 위한 후처리 및 인공지능 알고리즘 적용 SW
- Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반의 시공간 시뮬레이션 및 가시화 SW

[3핵심 과제] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증

- 브이월드 기반 공간데이터큐브 도심항로 모니터링 실증시스템 구축
- 브이월드 기반 공간데이터큐브 공중정밀지도 UAM 운행 실증 시스템 구축
- 브이월드 기반 공간데이터큐브 입체 정밀도로지도 구현 솔루션 구축
- 브이월드 기반 공간데이터큐브 입체 정밀도로지도 실증시스템 구축
- 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 구축기술
- 공간데이터큐브 기반 HCMI 실내지도 활용지원 실증시스템 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 공간데이터큐브 적용 기술개발을 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) UAM, 국가공간정보 플랫폼(브이월드), 국토조사 등 2차원 기반으로 수행되던 국가사업의 고도화를 통한 공공업무 효율성 강화 기대

7. 연구기간 및 소요예산

- 총 연구기간 : 2025.4 ~ 2029.6 (4년 3개월)
- 1단계
 - 1년차 연구개발기간 : 2025.04 ~ 2025.12 (9개월)
 - 2년차 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12.(12개월)
- 2단계
 - 3년차 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12.(12개월)
 - 4년차 연구개발기간 : 2028.01.~2029.6.(18개월)
- 총 정부출연금 : 23,000백만원
 - ※ 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.kr>의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 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 개발 기술과 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 효율성) 국토정보 데이터 표준화 및 효율화

| | | | | |
|------|--|-----|-----|-----|
| 성과목표 | <ul style="list-style-type: none"> • 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 | | | |
| 측정산식 | $\left(\frac{A'}{A} \times 10\right) + \left(\frac{B}{B'} \times 20\right)$ <ul style="list-style-type: none"> - A : 공간데이터큐브 표준화 목표성과 건수 - A' : 공간데이터큐브 표준화 달성성과 건수 - B : 연구착수 시점의 공간데이터큐브 데이터 전/후처리 가공 총 소요시간 - B' : 기존 대비 공간데이터큐브 데이터 전/후처리 가공 절감 시간 | | | |
| 설정근거 | <ul style="list-style-type: none"> • 본 사업의 공간데이터큐브 데이터 표준화, 효율화 성과를 종합한 지표를 자체 개발, 연구착수 시점('25)과 비교하여 연구개발 이후('28) 30% 이상 향상 • A, B를 각각 표준화(중복방지)¹⁾ + 가공시간(성능개선)²⁾으로 설정하고 항목에 대한 가중치 적용 <hr/> <p>1) 공간데이터큐브 표준화 성과를 통한 데이터 중복 구축 비용 절감</p> <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 중복 구축 비용 절감 = 기존 데이터 구축비 - 표준화를 통한 데이터 구축비 ※ 데이터 구축비 = 인건비+직접비+제경비+이윤 (데이터베이스 구축비 대가기준 가이드 참조) <p>2) 공간데이터큐브화를 통한 데이터 전/후처리 가공시간 절감</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사업착수 시점('25)의 공간데이터큐브 데이터 전/후처리 가공 총 소요시간을 측정*하고, 연구개발 이후('26, '27, '28) 본 사업의 SW 개발성과를 적용한 공간데이터큐브 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 공간데이터큐브 데이터 전/후처리 가공 알고리즘 및 SW의 효율성에 따라 총 소요시간이 결정됨 | | | |
| 측정방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업착수 시점('25)의 표준화, 효율화율을 측정하고, 연구개발 이후('28) 공간데이터큐브 데이터 표준화, 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 • 효율화의 경우 연구착수 시점의 공간데이터큐브 데이터 전/후처리 가공 총 소요시간 대비 기술 고도화를 통해 절감된 시간에 대한 비율을 측정 | | | |
| 단계 | 1단계 | | 2단계 | |
| 구분 | '25 | '26 | '27 | '28 |
| 목표치 | 신규 | 10% | 20% | 30% |

- (성과목표② 경량성) 국토정보 경량화

| 성과목표 | <ul style="list-style-type: none"> • UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|----|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 측정산식 | $\left(1 - \frac{A'}{A}\right) \times 100$ <ul style="list-style-type: none"> - A : 기존 2차원 격자체계 기초 데이터 용량 - A' : 공간데이터큐브 모바일 운영 데이터 용량 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 설정근거 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 공간데이터큐브 적용에 따른 모델 데이터 가시화 시 사용 용량 측정 • 데이터 사용 용량 감소에 따른 운영 가능 기기 증가 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 측정방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 기초데이터 대비 모바일 운영 데이터 용량 감소 비율 • 모바일 기기 운영 시 목표 성능 frame(15fps) 동작 가능한 데이터 용량 경량화 비율 <p>※ 기기별 성능 비교 (https://www.notebookcheck.net/Mobile-Processors-Benchmarklist.2436.0.html)</p> <p>※ octree 분할에 따른 용량 비교</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>총용량</th> <th>분할용량</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | 총용량 | 분할용량 | | | | | | | | | 원본 | 100% | 100% | | | | | | | | | 1차 분할시 | 31.25% | 12.5% | 6.25% | 6.25% | 6.25% | | | | | | 2차 분할시 | 27.34% | 12.5% | 6.25% | 6.25% | 0.78% | 0.39% | 0.39% | 0.39% | 0.39% | | 3차 분할시 | 26.05% | 12.5% | 6.25% | 6.25% | 0.10% | 0.05% | 0.39% | 0.39% | 0.05% | 0.02% |
| | 총용량 | 분할용량 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 원본 | 100% | 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1차 분할시 | 31.25% | 12.5% | 6.25% | 6.25% | 6.25% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2차 분할시 | 27.34% | 12.5% | 6.25% | 6.25% | 0.78% | 0.39% | 0.39% | 0.39% | 0.39% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3차 분할시 | 26.05% | 12.5% | 6.25% | 6.25% | 0.10% | 0.05% | 0.39% | 0.39% | 0.05% | 0.02% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 단계 | 1단계 | | | | | 2단계 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 구분 | '25 | | '26 | | | '27 | | '28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 목표치 | 신규 | | 30% | | | 60% | | 95% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- (성과목표③ 사용성) 국토정보 활용범위 확장

| | | | | | | | | | | |
|--------|---|--|-----|--|--|-----|--|-----|--|--|
| ③ 성과목표 | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보 공개면적 20% 이상 확대 | | | | | | | | | |
| 측정산식 | $\left(\frac{A'}{A}\right) \times 100$ <ul style="list-style-type: none"> - A : 연구착수 시점의 이용 가능한 3차원 공간데이터 또는 디지털 트윈 데이터 Set 수 - A' : 공간데이터큐브기술 적용 및 실증이 완료된 3차원 공간데이터 또는 디지털 트윈 데이터 Set 수 | | | | | | | | | |
| 설정근거 | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브기술 개발로 인해 신규로 적용이 가능한 3차원 공간데이터(BIM, Point Cloud, 고정밀 데이터 등) 또는 디지털트윈 데이터 Set 활용범위가 20% 이상 향상하는 것을 목표로 설정 | | | | | | | | | |
| 측정방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 사업 착수 시점('25)과 연구개발 이후('29) 공간데이터큐브기술 활용도(활용 가능한 3차원 공간데이터 또는 디지털트윈 데이터 Set 수)를 조사하여 차이 값 측정 | | | | | | | | | |
| 단계 | 1단계 | | | | | 2단계 | | | | |
| 구분 | '25 | | '26 | | | '27 | | '28 | | |
| 목표치 | 신규 | | - | | | 10% | | 20% | | |

- (성과목표④ 서비스 확장성) Geo-AI 분석 서비스 확대

| | | | | |
|--------|---|-----|-----|-----|
| ④ 성과목표 | • 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대 | | | |
| 측정산식 | $\left(\frac{A'}{A}\right) \times 100$ | | | |
| | - A : 기존 3차원 국토정보 분석 프레임워크 기능 수 - A' : 공간데이터큐브기술 적용을 통해 추가 확장된 3차원 국토정보 분석 프레임워크 기능 수 | | | |
| 설정근거 | • V-World 3D 데스크톱 등 기존 3차원 국토정보 분석 프레임워크 기능을 대상으로 공간데이터큐브기술 적용에 따라 확장 또는 신규 적용 가능한 기능이 연구개발 이후 30% 이상 증가하는 것을 목표로 설정 | | | |
| 측정방법 | • 3차원 데이터의 활용성 확대를 위해 사업착수 시점('25)의 3차원 국토정보를 활용하는 분석 프레임워크 기능 수*를 측정하고, 연구개발 이후('26, '27, '28) 본 사업의 SW 개발성과를 적용한 확장 또는 신규 적용 가능한 기능 수 조사 후 비율로 환산* VWorld 3D 데스크톱 3.0의 경우 37개 분석기능 지원 | | | |
| 단계 | 1단계 | | 2단계 | |
| 구분 | '25 | '26 | '27 | '28 |
| 목표치 | 신규 | 10% | 20% | 30% |

- (성과목표⑤ 국산화율) SW 국산화

| | | | | |
|--------|--|-----|-----|------|
| ④ 성과목표 | • 공간데이터큐브 저장·관리·검색·분석·배포에 활용되는 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW 제품 대체율 100% 달성 | | | |
| 측정산식 | $\left(\frac{A'}{A}\right) \times 100$ | | | |
| | - A : 공간데이터큐브 저장·관리에 활용되는 국외SW 제품 건수 - A' : 공간데이터큐브 저장·관리에 활용되는 국외SW의 국산화 또는 오픈SW 제품 대체 건수 | | | |
| 설정근거 | • 본 사업의 공간데이터큐브 데이터 국산화 성과를 연구착수 시점('25)과 비교하여 연구개발 이후('28) 100% 달성 • A를 국산화(SW 비용절감) ¹⁾ 으로 설정 1) 공간데이터큐브 SW 국산화 및 오픈소스화를 통한 SW 비용 절감 • 보급형 LiDAR 시스템 기반 공간데이터큐브 맵핑 비용: 약 \$25,000 (USD) • 클라우드기반 공간데이터큐브데이터 서비스 비용: 연간·1개 라이선스 당 약 \$4 (USD) * Hexagon Geosystems 사의 Leica TruView Cloud-based digital reality SaaS platform 기준 | | | |
| 측정방법 | • 사업착수 시점('25)의 국산화율을 측정하고, 연구개발 이후('28) 공간데이터큐브 SW 국산화 성과 100% 달성 • 국산화의 경우 공간데이터큐브 저장·관리에 활용되는 국외SW 제품 건수 대비 실증 서비스에 적용하여 국산화 또는 오픈SW로 대체한 건수로 측정 | | | |
| 단계 | 1단계 | | 2단계 | |
| 구분 | '25 | '26 | '27 | '28 |
| 목표치 | 신규 | 30% | 60% | 100% |

2024년도

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 | 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 |
| | 내역사업 | |

② 사업목적

| | |
|------|---|
| 사업목적 | 디지털 대전환(인간→인간&기계) 및 산업공간 확대(지상→지하&공중)에 적합한 디지털공간정보체계를 구축하기 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 |
|------|---|

③ 사업추진경위

| | | |
|----------|-------|---|
| 추진 근거 | 법적 근거 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 국토교통과학기술육법 제8조(연구개발사업의 추진) ○ 국가공간정보기본법 제9조(연구·개발 등) |
| | 상위계획 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(국토부, '18.6) <ul style="list-style-type: none"> - (실천과제3) 디지털 기반 국토정보 기술 고도화 ○ 제6차 국가공간정보정책 기본계획(국토부, '18.6) <ul style="list-style-type: none"> - (실천과제3-3) 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발 ○ 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획(국토부, '21. <ul style="list-style-type: none"> - (실천과제3-1) 디지털 트윈 분야 신기술 개발 ○ 「한국판 뉴딜 사업」의 10대 대표과제('20.7) <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 댐, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 친환경 미래 모빌리티가 동 사업과 관련 |

④ 사업 현황

| | | | |
|------------|---|-----------------|----------------------|
| 사업구분 | 계속사업 <input type="checkbox"/> 기한사업 <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 사업추진방식 | 상향식 <input type="checkbox"/> 혼합식 <input type="checkbox"/> 하향식 <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 사업유형 | 중장기산업기술개발/공공기술개발 | | |
| 다부처 여부 | 다부처 <input type="checkbox"/> | 참여부처 (다부처사업) | - |
| 사업기간 | 2025년~2028년 | 총사업비 | 230억원 |
| 사업규모 | 1개 연구단(3개 핵심과제) | 지원대상 | 대학, 정부출연, 민간 연구소 연구원 |
| 지원형태 | 직접수행 | 지원조건 | 민간매칭 |
| 사업시행주체 | 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) | | |
| 예비타당성 통과여부 | 예타통과(사업타당성 평가 포함) <input type="checkbox"/> | | |

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 | | |
| | 연구개발 과제 | | |
| | 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 | | |
| | 과제1 | [과제2] [과제3] [과제4] [과제5] | |
| | 구성기술-1 | 구성기술-2 실증-1 실증-2 실증-3 | |
| | 공간정보진흥과 | 도심항공 교통정책과 국토지리 정보원 공간정보 진흥과 | |
| | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 UAM 정밀 도로지도 V-World | |
| | - HCMi Map 저장·관리·활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 - HCMi Map 경량화를 위한 자동격자화 기술 개발 - 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 - 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 - 공간데이터큐브 기반 기계학습데이터 구축·활용 기술개발 | 공간 데이터 큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운항지원 기술 실증 공간데이터 큐브 기반 정밀도로지도 구축 및 갱신 기술 실증 공간데이터 큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 및 운영 지원 기술 실증 |
| | R&D 전주기 사업관리 계획 | | |
| ○ 과제 기획 : 2020.4~2021.7 지정공모 방식에 의한 기획기관 선정 및 연구수행 ○ 연구단 선정 : 2025.1 지정공모 방식에 의한 연구단 선정(산학연컨소시엄) ○ 연구개발 수행 : 2025.4~2029.6(4년 3개월) 연구단 중심 3개 세부기관 연구수행 ○ 성과 평가 : 2025.12부터 1년 단위 연차별 평가 및 성공 여부 판정 | | | |
| 위험요인 및 극복방안 | 위험요인 | 극복방안 | |
| | ○ 공간데이터큐브 분할기준 등에 대한 관련 이해 관계자들 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 개인정보처리방침, 정보보안 규정, 무선 센서 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 활용 하도록 제한 | | |
| 수혜자 | ○ 일차적으로 참여기업이 기존 비즈니스 모델을 고도화하여 신시장 창출 | | |

6 사업기대효과

| | |
|-------------------|--|
| 과학기술적 기대효과 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공중-지상-지하 통합 공간데이터큐브 표준화 및 재사용성 증대에 따른 데이터 전/후처리 비용 30% 이상 절감 ○ UAM, 자율주행차, 로봇, 실내 측위 등 첨단모빌리티 지원을 위한 기존 2차원 격자체계 대비 약 95% 이상 경량화 ○ 공간데이터큐브의 암호화 기술개발에 따른 공간정보 공개면적 20% 이상 확대 ○ 공간데이터큐브 기반의 국토정보 지능화 기술개발 및 활용으로 Geo-AI 분석 서비스 30% 이상 확대 ○ 공간데이터큐브 저장·관리·검색·분석·배포에 활용되는 국외 상용 SW의 국산화 또는 오픈소스 SW 제품 대체율 100% 달성 |
| 사회경제적 기대효과 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 3차원 시공간 빅데이터 관련 사업화 기반 마련 ○ 공간데이터큐브 관련 기술 국산화에 따른 공간정보 시장 재편에 기여 ○ 연구개발성과의 사회적 문제 해결에 기여 ○ 신규 표준/지침 개발 및 규제 개선에 기여 |

7 사업 내용

| | | | | | | |
|---|---|--|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 예산 규모 | (25년도 신규사업) | | | | | |
| | (백만원) | | | | | |
| | 구분 | | Y년도 예산 | Y+1년도 예산 | Y+2년도 예산 | Y+3년도 예산 |
| | <input type="checkbox"/> 첨단모빌리티 지원을 위한 공간데이터큐브 기술개발 및 실증 | 23,000 | 3,500 | 6,500 | 6,500 | 6,500 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 6,700 | 1,400 | 2,600 | 1,400 | 1,300 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 8,000 | 1,500 | 2,700 | 1,900 | 1,900 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | 8,300 | 600 | 1,200 | 3,200 | 3,300 | |
| 세부내용 | ○ 내역사업별로 세부 연구개발·활동 내용 작성 | | | | | |
| | 구분 | 주요 내용 | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | ○ 1단계 공간데이터큐브 선행기술을 기반으로 기구축 정보를 공간데이터큐브화 하고 효율적인 저장관리검색을 위한 공간데이터큐브 표준화자동화 고도화 기술개발 | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | ○ 3차원 벡터/래스터 데이터의 공간데이터큐브 분석, 실시간 센서 데이터 처리, 인공지능 기술과의 접목을 통한 국토정보의 정보융합 지능화 기술개발 | | | | | |

| 구분 | 주요 내용 | | | | |
|---|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 공간데이터큐브를 기반으로 공중-지상-지하 3차원 정보를 체계적으로 연계·통합하고 공간데이터큐브 데이터의 공유·공개 생태계 조성 및 실용화 기반을 마련하여 연구성과의 사업화 기회를 창출하는 실증 기술개발 | | | | |
| 연차별 추진내용(로드맵) | | | | | |
| ○ 내역사업별로 세부 연구개발·활동 내용 작성 | | | | | |
| 세부 과제 | 주요 연구내용(개발기술) | 1 차년 도 | 2 차년 도 | 3 차년 도 | 4 차년 도 |
| [구성기술-1] 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | | | | | |
| (1-1) HCMI Map 저장·관리 활용 최적화를 위한 공간데이터큐브 표준화 기술개발 | 데이터 및 서비스 모델 표준화 기술개발 | | | | |
| (1-2) HCMI Map 경량화를 위한 자동 격자화 기술개발 | 공간데이터큐브화 및 경량화 기술개발 | | | | |
| | 전처리 자동화 기술개발 | | | | |
| (1-3) 공간데이터큐브 저장·관리·검색·배포 효율화 및 고도화 기술개발 | 저장·관리 고도화 기술개발 | | | | |
| | 정보검색 고도화 기술개발 | | | | |
| [구성기술-2] 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | | | | | |
| (2-1) 공간데이터큐브 기반 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술개발 | 벡터 데이터 분석 기술개발 | | | | |
| | 래스터 데이터 분석 기술개발 | | | | |
| (2-2) 공간데이터큐브 기반 이기종 빅데이터 분석·가시화 기술개발 | 행정 빅데이터(기상/환경/행정/통계정보) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | | | | |
| | 센싱 빅데이터(센서/비정형 텍스트) 공간데이터큐브 분석 기술개발 | | | | |
| (2-3) HCMI Map 구현을 위한 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터 구축·활용 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술개발 | | | | |
| | 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술개발 | | | | |
| [구성기술-3] 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | | | | | |
| (3-1) 도심항공 모빌리티 시범운영 지원을 위한 공간데이터 큐브 기반 공중정밀지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 도심항공로 모니터링 지원 기술개발 | | | | |
| | 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도를 활용한 UAM 운영 지원 기술개발 | | | | |
| (3-2) 공간데이터큐브 기반 정밀도로지도 구축 | 자율주행차의 실용성 증대를 위한 입체 정밀도로지도 디지털 구축기술 개발 | | | | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|--|--|--|--|
| | 및 갱신 기술개발 | 자율주행 지원을 위한 정밀도로지도의 표준데이터 포맷 및 맞춤형 데이터 제공기술 개발 | | | | |
| | (3-3) 공간데이터큐브 기반 디지털 디바이스 (로봇 등) 지원, HCMi 실내지도 구축 및 운영지원 기술개발 | 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 구축 기술개발 | | | | |
| 공간데이터큐브 기반 HCMi 실내지도 활용지원 시스템 실증 | | | | | | |

2. 단계별 성과목표 및 지표

① 전략목표

| | |
|------|---|
| 전략목표 | 디지털 대전환 시대에 적합한 디지털공간정보체계(수집-저장-분석-제공) 구축 |
|------|---|

가. 1단계 성과목표 및 지표

② 단계별 성과목표

| 단계(평가주기) | 1단계 | | | 기간 | | |
|-----------------|---|-----|-----|-------|--------------|--|
| 단계별 성과목표 | | | | | | |
| 성과목표-1 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 가중치 | 0.3 | 설정 근거 | 사업내용/예산비율 반영 | |
| 성과목표-2 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 가중치 | 0.4 | 설정 근거 | 사업내용/예산비율 반영 | |
| 성과목표-3 | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | 가중치 | 0.3 | 설정 근거 | 사업내용/예산비율 반영 | |

③ 성과지표

| 성과목표명 | 가중치 | 성과지표명 | 단위 | 구분 | 실적 및 목표치 | | 지표 유형 | 질적 지표 | 성과지표 설정 사유 | |
|--|------|-------|----|----|----------|------|-------|-------|--|---|
| | | | | 연도 | 2025 | 2026 | | | | |
| 성과목표-1 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 0.10 | SW등록 | 건 | 목표 | 5 | 6 | 양 | | 기구축 국토정보/실시간 센서 등 공간데이터큐브화 및 경량화 SW(5종), 공간데이터큐브 기반 다계층 DB 활용 SW(6종), 시공간·속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색 SW(6종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 | |
| | | | | 실적 | | | | | | |
| | 0.05 | 표준제안 | 건 | 목표 | | | 양 | | | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 표준 개발(1종)은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | | | 실적 | | | | | | |
| | | 설계기준 | 건 | 목표 | | | 질 | | | 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 구현 및 상호운용성 가이드 |
| | | | | 실적 | | | | | | |

| 단계별 성과목표명 | 가중치 | 성과지표명 | 단위 | 구분 연도 | 실적 및 목표치 | | 지표 유형 | 질적 지표 | 성과지표 설정 사유 |
|--------------|------|----------------|----|----------|----------|------|----------|----------|--|
| | | | | | 2025 | 2026 | | | |
| | 0.15 | 시방서, 지침에 제안 | 건 | 실적 | | | 양 | | 개발(1종), 공간데이터큐브 표준 서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발(1종)은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | 특허등록 | | 목표 | | 2 | | | 기구축 국토정보/실시간 센서 등 데이터 공간데이터큐브화 기술(2종), 시공간·속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색기술(1종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | 실적 | | | | | | | |
| 성과목 표-2 | 0.25 | SW등록 | 건 | 목표 | 6 | 9 | 양 | | 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술 SW(8종), 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 SW(4종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | | | 실적 | | | | | |
| | 0.15 | 특허등록 | 건 | 목표 | | 1 | 양 | | 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술(2종), 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술(2종) 개발은 성과목표-2에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | | | 실적 | | | 양 | | |
| 성과목 표-3 | 0.17 | SW등록 | 건 | 목표 | 8 | 9 | 양 | | 공간데이터큐브 기반 도심향로 분석 시뮬레이션 기술 SW(3종), 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 연계 및 시뮬레이션 기술 SW(3종), 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 기술 SW(3종), 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술 SW(3종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | | | 실적 | | | 양 | | |
| | 0.13 | 특허등록 | 건 | 목표 | | 3 | 양 | | 공간데이터큐브 기반 도심향로 모니터링 시뮬레이션 데이터 서비스 프로토타입(1종), 공간데이터큐브 기반 UAM 운행지원 시뮬레이션 데이터 서비스 프로토타입(2종), 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 데이터 서비스/프로토타입 기술(1종), 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원 데이터 서비스/프로토타입 기술(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 |
|--|---|--|
| 공간데이터큐브화 및 경량화 SW(5종) 공간데이터큐브 다기종 활용 SW(6종) 공간데이터큐브 검색 SW(6종) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브화 및 경량화 SW 개발 실적(5종) 공간데이터큐브 다기종 활용 SW 개발 실적(6종) 공간데이터큐브 검색 SW 개발 실적(6종) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브화 및 경량화 SW 개발('25~'26) <ul style="list-style-type: none"> - 기구축 국토정보/실시간 센서 등 공간데이터큐브화 및 경량화 모듈 공간데이터큐브 다기종 활용 SW 개발 실적('26~'27) <ul style="list-style-type: none"> - NoSQL 등 다양한 데이터베이스를 활용한 공간데이터큐브 저장·관리 공간데이터큐브 검색 SW 개발 실적('26~'27) <ul style="list-style-type: none"> - 시공간·속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색 모듈 |
| 공간데이터큐브 표준 제안(1종), 데이터/서비스 상호운용성 가이드 개발(2종) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 표준 개발(1종) 공간데이터큐브 표준 데이터/서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발(2종) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 표준 개발('25~'26) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 표준(안) 제안 및 상정, 심의 공간데이터큐브 표준 데이터/서비스 모델 구현 및 상호운용성 가이드 개발('26~'27) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 표준 기술기준 마련 |
| 데이터 공간데이터큐브화/경량화 기술 특허(2종), 다차원 공간데이터큐브 검색기술 특허(1종) | <ul style="list-style-type: none"> 기구축 국토정보/실시간 센서 등 데이터 공간데이터큐브화/경량화 기술(2종) 특허등록 시공간·속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색기술(1종) 특허등록 | <ul style="list-style-type: none"> 기구축 국토정보/실시간 센서 등 데이터 공간데이터큐브화/경량화 기술('26~'27) <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 공간데이터큐브화/경량화 기술 특허 출원 - 데이터 공간데이터큐브화/경량화 기술 특허 등록 시공간·속성 기반 다차원 공간데이터큐브 검색기술('26~'27) <ul style="list-style-type: none"> - 다차원 공간데이터큐브 검색기술 특허 출원 - 다차원 공간데이터큐브 검색기술 특허 등록 |
| 공간데이터큐브 3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 SW(8종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종) | <ul style="list-style-type: none"> 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술 SW 개발 실적(8종) 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 SW 개발 실적(4종) 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 기술 SW 개발 실적(4종) | <ul style="list-style-type: none"> 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술 SW('25~'27) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/Polygon) 기하 분석기술 모듈 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 SW('25~'27) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 센서데이터 연계 모니터링 기술 공간데이터큐브 기반 기계학습 데이터셋 구축을 위한 후처리 |

| 성과지표명 | 목표치 설정방법 및 근거 | 측정산식 및 방법, 시기 |
|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 SW 개발 실적(4종) | <p>기술 SW('25~'27)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geo-AI 분석을 위한 공간데이터큐브 데이터 후처리 및 기계학습 데이터셋 구축 기술 • 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 모델 SW 개발 실적('25~'27) - 공간데이터큐브 기반 오픈소스 머신러닝 알고리즘 기술 |
| <p>3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 특허(2종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 특허(2종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술(2종) • 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술(2종) 개발 | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 공간·속성 연산 기술('26~'27) - 공간데이터큐브 기반 3D 벡터 데이터(Point/Line/Polygon) 기하 분석기술 특허 출원 및 등록 • 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술('26~'27) - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 센서데이터 연계 모니터링 기술 특허 출원 및 등록 |
| <p>공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증지원 기술 SW(6종), 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 SW(6종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증지원 기술 SW(6종) • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 지원 기술 SW(6종) | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증 지원 기술 SW('25~'27) - 공간데이터큐브 기반 도심향로 분석 시뮬레이션 기술 SW - 공간데이터큐브 기반 UAM 운영지원 시뮬레이션 기술 SW • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 지원 기술 SW('25~'27) - 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 기술 SW - 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술 SW |
| <p>공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증 지원 기술 특허(3종), 공간데이터큐브 국가정보시스템 고도화 기술 특허(3종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증 기술 특허(3종) • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 지원 기술 특허(3종) | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 실증 지원 기술 특허('26~'27) - 공간데이터큐브 기반 도심 향로 데이터 연계 서비스/프로토타입 기술 특허 출원 및 등록 - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 연계 서비스/프로토타입 기술 특허 출원 및 등록 • 공간데이터큐브 기반 기후변화 재난대응 지원 기술 특허('26~'27) - 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 데이터 서비스/프로토타입 기술 특허 출원 및 등록 - 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원 데이터 서비스/프로토타입 기술 특허 출원 및 등록 |

나. 2단계 성과 목표 및 지표

① 단계별 성과목표

| 단계(평가주기) | 2단계 | | 기간 | | |
|-----------------|---|-----|-----|-------|--------------|
| 단계별 성과목표 | | | | | |
| 성과목표-1 | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 가중치 | 0.3 | 설정 근거 | 사업내용/예산비율 반영 |
| 성과목표-2 | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 가중치 | 0.4 | 설정 근거 | 사업내용/예산비율 반영 |
| 성과목표-3 | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | 가중치 | 0.3 | 설정 근거 | 사업내용/예산비율 반영 |

② 성과지표

| 단계별 성과목표명 | 가중치 | 성과지표명 | 단위 | 구분 연도 | 실적 및 목표치 | | | 지표 유형 | 질적 지표 | 성과지표 설정 사유 |
|--|------|--------------|----|-------|----------|------|---|-------|-------|--|
| | | | | | 2027 | 2028 | - | | | |
| 성과목표-1 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 0.06 | SW등록 | 건 | 목표 | 6 | 6 | | 양 | | 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW(1종), 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW(1종), 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 SW(2종), 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술 SW(2종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | | | 실적 | | | | | | |
| | 0.04 | 시제품 제작/ 현장시험 | 건 | 목표 | 4 | 5 | | 양 | | 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 시제품(1종), 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 시제품(1종), 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 시제품(2종), 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술 시제품(2종) 개발은 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 |
| | | | | 실적 | | | | | | |
| | 0.10 | 표준제안 | 건 | 목표 | 1 | | | 양 | | 공간데이터큐브 표준 데이터/서비스 모델 표준 개발(2종)은 |

| 단계별 성과목표명 | 가중치 | 성과지표명 | 단위 | 구분 연도 | 실적 및 목표치 | | | 지표 유형 | 질적 지표 | 성과지표 설정 사유 |
|--------------|-----------------|-------|----|----------|----------|------|---|----------|---|------------|
| | | | | | 2027 | 2028 | - | | | |
| 성과목 표-2 | | 표준채택 | 건 | 실적 | | | | 양 | 성과목표-1에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 | |
| | | | | 목표 | 1 | 1 | | 양 | | |
| | 0.10 | 특허등록 | 건 | 목표 | 4 | 4 | | 양 | | |
| | | | | 실적 | | | | 양 | | |
| | 0.10 | SW등록 | 건 | 목표 | 6 | 7 | | 양 | | |
| | | | | 실적 | | | | | | |
| 0.10 | 품질인증 | 건 | 목표 | 4 | 4 | | 양 | | | |
| | | | 실적 | | | | | | | |
| 0.05 | 시제품 제작/ 현장시험 | 건 | 목표 | 6 | 8 | | 양 | | | |
| | | | 실적 | | | | | | | |
| | 0.15 | 특허등록 | 건 | 목표 | 5 | 6 | | 양 | | |
| | | | | 실적 | | | | | | |
| 0.15 | SW등록 | | 목표 | 9 | 9 | | 양 | | | |
| | | | 실적 | | | | | | | |
| 0.10 | 시제품 제작/ 현장시험 | | 목표 | 6 | 7 | | 양 | | | |
| | | | 실적 | | | | | | | |

| 단계별 성과목표명 | 가중치 | 성과지표명 | 단위 | 구분 연도 | 실적 및 목표치 | | | 지표 유형 | 질적 지표 | 성과지표 설정 사유 |
|--------------|------|-------|----|----------|----------|------|---|----------|--|------------|
| | | | | | 2027 | 2028 | - | | | |
| | | | | 실적 | | | | | 기반 실내 시설물 재난대응 지원 기술(1종) 개발은 성과목표-3에 부합하며, 연구내용/투입예산을 반영하여 가중치를 설정함 | |
| | 0.05 | 특허등록 | | 목표 | 6 | 6 | | | 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술(2종), 공간데이터큐브 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 |
|--|---|--|
| 전처리 자동화 기술 SW(2종) 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 SW(4종) | <ul style="list-style-type: none"> 전처리 자동화 기술 SW(2종) 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 SW(4종) | <ul style="list-style-type: none"> 전처리 자동화 기술 SW('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 SW 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 SW('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 SW 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술 SW |
| 전처리 자동화 기술 시제품(2종) 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 시제품(4종) | <ul style="list-style-type: none"> 전처리 자동화 기술 시제품(2종) 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 시제품(4종) | <ul style="list-style-type: none"> 전처리 자동화 기술 시제품('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 모듈 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 시제품('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술 |
| 공간데이터큐브 표준 제안(1종), 공간데이터큐브 표준 채택(2종) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터/서비스 모델 표준 개발(2종) | <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준 데이터 모델 표준 개발('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> 공간데이터큐브 표준(안) 채택 |

| 성과지표명 | 목표치 설정방법 및 근거 | 측정산식 및 방법, 시기 |
|---|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 표준 서비스 모델 표준 개발('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 표준(안) 제안 및 상정, 심의 - 공간데이터큐브 표준(안) 채택 |
| <p>시공간 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 특허(4종), 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 특허(3종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 시공간 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술(4종) • 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술(3종) | <ul style="list-style-type: none"> • 시공간 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 ('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - 기구축 국토정보 전처리 자동화 및 보안 암호화 기술 특허 출원/등록 - 센서 스트림 데이터 전처리 자동화 및 보안 암호화 기술 특허 출원/등록 • 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 표준 데이터 모델의 데이터교환 및 공유 포맷 변환 기술 특허 출원/등록 - 실시간 공간 센서 스트림데이터 공간데이터큐브 검색·처리 기술 특허 출원/등록 |
| <p>3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종) Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 SW(4종) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종) • Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 SW(4종) • 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종) | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 SW - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 SW • Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 SW('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화 감지 분석모델 SW - 공간데이터큐브 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 SW • 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 SW('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시물레이션 기술 SW - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시물레이션 가시화 기술 SW |
| <p>3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증(4종) Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 검증(4종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증(4종) • Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 검증(4종) | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증('28~'29) <ul style="list-style-type: none"> - 3D 벡터데이터 공간·속성 연산 기술 GS인증 - 3D 래스터(Voxel)데이터 공간·속성 연산 기술 GS인증 - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 GS인증 - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 GS인증 |

| 성과지표명 | 목표치 설정방법 및 근거 | 측정산식 및 방법, 시기 |
|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 검증('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형/이동형 시설물 센서데이터 실시간 모니터링 기술 GS인증 - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화 감지 분석모델 GS인증 - 공간데이터큐브 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 GS인증 |
| <p>3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종) Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 시제품(2종) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종) • Geo-IoT 센서 데이터 공간데이터 큐브화 기술 시제품(2종) • 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종) | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품('28~'29) - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 • Geo-IoT 센서 데이터 공간데이터큐브화 기술 시제품('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화 감지 분석모델 - 공간데이터큐브 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 • 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품('28~'29) - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 기술 - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 가시화 기술 |
| <p>3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 특허(3종) Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 특허(3종) 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 특허(3종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 특허(3종) • Geo-IoT 센서데이터 공간데이터 큐브화 기술 특허(3종) • 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 특허(3종) | <ul style="list-style-type: none"> • 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술('28~'29) - 3D 벡터 시공간 네트워크 분석모델 특허 출원/등록 - 공간데이터큐브 기반 고정밀 위성영상데이터 분석모델 특허 출원/등록 • Geo-IoT 센서 데이터 공간데이터큐브화 기술('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 위치 고정형 시설물 센서데이터 상태변화 감지 분석모델 특허 출원/등록 - 공간데이터큐브 기반 이동객체 실시간 경로추적 분석모델 특허 출원/등록 • 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술('28~'29) - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시뮬레이션 기술 |

| 성과지표명 | 목표치 설정방법 및 근거 | 측정산식 및 방법, 시기 |
|--|---|---|
| | | <p>특허 출원/등록</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geo-AI를 활용한 공간데이터큐브 기반 시공간 시물레이션 가시화 기술 특허 출원/등록 |
| <p>공간데이터큐브 기반 도심향로 모니터링 실증 지원기술 SW(6종) 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 SW(5종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 도심향로 모니터링 실증 기술 SW(6종) • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 SW(5종) | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 도심향로 모니터링 실증 지원기술 SW('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 도심향로 분석 시물레이션 기술 SW - 공간데이터큐브 기반 UAM 운행지원 시물레이션 기술 SW • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 지원기술 SW('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 기술 SW - 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원기술 SW |
| <p>공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 지원기술 시제품(3종), 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 시제품(3종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 지원기술 시제품(3종) • 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원 기술 시제품(3종) | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 지원기술 시제품('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 도심향로 분석 및 시물레이션 실증시스템 - 공간데이터큐브 기반 UAM 운행지원 시물레이션 실증시스템 • 공간데이터큐브 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 시제품('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 실증시스템 - 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원 실증시스템 |
| <p>공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 지원기술 특허(2종), 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 특허(2종)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 지원기술 특허(2종) • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 특허(2종) | <ul style="list-style-type: none"> • 공간데이터큐브 기반 향로 모니터링 지원 기술 특허('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 도심향로 연계기술 특허 출원/등록 - 공간데이터큐브 기반 공중정밀지도 데이터 연계 및 시물레이션 기술 특허 출원/등록 • 공간데이터큐브 기반 국가정보시스템 고도화 기술 특허('28~'29) - 공간데이터큐브 기반 시설물 유지관리 기술 특허 출원/등록 - 공간데이터큐브 기반 실내 시설물 재난대응 지원기술 특허 출원/등록 |

[참고] 성과목표 및 지표 총괄표

| 구 분 | 내 용 | | | |
|---------------------------|--|--------------------|--|-------|
| 전략목표 | 디지털 대전환 시대에 적합한 디지털공간정보체계(수집-저장-분석-제공) 구축 | | | |
| (최종) 성과목표 | 기 구축중인 국토정보의 고도화를 위한 공간데이터큐브 기반 저장·관리, 분석·가시화, 공개·공유 기술개발 및 실증 | | | |
| 단계별 성과목표 및 지표 | 1단계(2025년도~2026년도) | | | |
| | 단계별 성과목표 | 가중치 | 성과지표 | |
| | | | 지표명 | 지표 구분 |
| | 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발 | 0.3 | 공간데이터큐브화 및 경량화 SW(5종), 공간데이터큐브 다기종 활용 SW(6종), 공간데이터큐브 검색 SW(6종) | 양 |
| | | | 공간데이터큐브 표준 제안(1종), 데이터/서비스 상호운용성 가이드 개발(2종) | 양 |
| | | | 데이터 공간데이터큐브화/경량화 기술 특허(2종), 다차원 공간데이터큐브 검색기술 특허(1종) | 양 |
| | 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 0.4 | 공간데이터큐브 3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 SW(8종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 인공지능 알고리즘 적용 기술 SW(4종) | 양 |
| | | | 3D 벡터/래스터 데이터 연산 기술 특허(2종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 특허(2종) | 양 |
| | 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증 | 0.3 | 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 지원기술 SW(6종), 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 SW(6종) | 양 |
| | | | 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 지원기술 특허(3종), 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 특허(3종) | 양 |
| 2단계(2027년도~2028년도) | | | | |
| 단계별 성과목표 | 가중치 | 성과지표 | | |
| | | 지표명 | 지표 구분 | |
| 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 | 0.3 | 전처리 자동화 기술 SW(2종), | 양 | |

| 구 분 | 내 용 | | |
|---|-----|--|---|
| 기술개발 | | | 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 SW(4종) |
| | | | 전처리 자동화 기술 시제품(2종), 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 시제품(4종) |
| | | | 공간데이터큐브 표준 제안(1종), 공간데이터큐브 표준 채택(2종) |
| | | | 시공간 빅데이터의 공간데이터큐브화 및 전처리 자동화 기술 특허(4종), 공간데이터큐브 저장·관리·검색 기술 특허(3종) |
| 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발 | 0.4 | | 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 SW(2종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 SW(4종), 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 SW(4종) |
| | | | 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 검증(4종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 검증(4종) |
| | | | 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 시제품(2종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 시제품(2종), 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 시제품(4종) |
| | | | 3D 벡터/래스터 데이터 분석·가시화 기술 특허(3종), Geo-IoT 센서데이터 공간데이터큐브화 기술 특허(3종), 공간데이터큐브 기반 Geo-AI 활용 기술 특허(3종) |
| 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMi Map 적용 및 실증 | 0.3 | | 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 지원기술 SW(6종), 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 SW(5종) |
| | | | 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 지원기술 시제품(3종), 공간데이터큐브 기반 도시기반 시설 재난대응 지원기술 시제품(3종) |
| | | | 공간데이터큐브 기반 항로 모니터링 지원기술 특허(2종), 공간데이터큐브 기반 도시기반시설 재난대응 지원기술 특허(2종), |

※ 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 |
|------|----------------------------|---|---|
| 2026 | 2025년도~2026년도(총 2년)/1단계 | <p>성과목표-1. 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발</p> <p>성과목표-2. 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발</p> <p>성과목표-3. 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증</p> | 총 4개년 연구개발 사업 중 2차년도까지 개발된 성과를 기준으로 연구개발 역량 우수성을 중간 평가함 |
| 2028 | 2027년도~2028년도(총 2년)/2단계 | <p>성과목표-1. 공간데이터큐브 저장·관리 자동화 및 최적화 기술개발</p> <p>성과목표-2. 공간데이터큐브 기반 융복합분석 및 지능화 기술개발</p> <p>성과목표-3. 정부 추진사업(K-UAM, 자율주행차, 브이월드) 대상 HCMI Map 적용 및 실증</p> | 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 |
| | <input type="checkbox"/> 세부사업명 | 총 예산 | | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 내역사업명 1 | 총 예산 | | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 내역사업명 2 | 총 예산 | | | | | |
| | <input type="checkbox"/> 비목(합계) ① | | | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 비목명(특허정보 조사비) | | | | | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 비목명(특허자료 구입비) | | | | | | |
| | 〈기존사업〉 | | | | | | |
| (백만원) | | | | | | | |
| 구분 | | Y-2년도 예산 | Y-1년도 예산 | Y년도 예산 | Y+1년도 예산 | Y+2년도 예산 | |
| <input type="checkbox"/> 세부사업명 | 총 예산 | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 내역사업명 1 | 총 예산 | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 내역사업명 2 | 총 예산 | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 비목(합계) ① | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 비목명(특허정보 조사비) | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 비목명(특허자료 구입비) | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | |
| 지식재산 관련 세부내용 | 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 | 성과활용·확산 계획서 제출 연도 |
| ① | ② |

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업 사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획 과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 사회안전망 강화를 위한 공간데이터큐브 고도화 기술개발 기획 사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.