

20RDPP
-C1599
78-01

보안 과제(), 일반 과제(o) / 공개(o), 비공개() 발간등록번호()
국토교통연구기획사업 최종보고서

R&D / 20RDPP-C159978-01

공간
지식
추론
엔진
기술
개발
기획
최종
보고
서

2021

국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원
국
토
교
통
부

공간 지식추론엔진 기술 개발 기획 최종보고서

2021 . 11 . 15 .

주관연구기관 / 서울대학교 산학협력단
공동연구기관 / 고려대학교 산학협력단
공동연구기관 / 가이아쓰리디㈜
공동연구기관 / (주)바이브컴퍼니
공동연구기관 / (주)비트나인(주)

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

‘공간 지식추론 엔진 기술 개발 기획’(연구개발 기간 : 2020. 12. 22 ~ 2021.08. 21) 과제의
최종보고서 2부를 제출합니다.

2021 . 11 . 15

주관연구기관명 :	서울대학교 산학협력단	(대표자) 최해천 (인)
공동연구기관명 :	고려대학교 산학협력단	(대표자) 조석주 (인)
공동연구기관명 :	가이아쓰리디㈜	(대표자) 신장희 (인)
공동연구기관명 :	㈜바이브컴퍼니	(대표자) 이재용 (인)
공동연구기관명 :	㈜비트나인	(대표자) 강철순 (인)

주관연구기관책임자: 서울대학교 산학협력단 유기윤
공동연구기관책임자: 고려대학교 산학협력단 이장혁
공동연구기관책임자: 가이아쓰리디㈜ 천정대
공동연구기관책임자: ㈜바이브컴퍼니 안창원
공동연구기관책임자: ㈜비트나인 강철순

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	20RDPP-C1 59978-01	해당 단계 연구 기간	2020.12.~ 2021.8.	단계구분	기획
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	공간 지식추론 엔진 기술개발 기획			
	세부과제명	공간 지식추론 엔진 기술개발 기획			
연구책임자	유기윤	해당단계 참여연구원 수	총: 17명 내부: 17명 외부: 명	해당단계 연구비	정부: 80,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 80,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 17명 내부: 17명 외부: 명	총 연구비	정부: 80,000천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 80,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	서울대학교 공학연구원			참여기업명	해당사항 없음
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기 탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약

본 기획과제는 공간 지식추론 엔진 기술개발 기획 수립을 목적으로 수행된 과제임. 이를 위해 관련분야 기술동향 분석을 바탕으로 기획연구의 방향성, 중점 추진과제를 설정하고, 이에 기반 한 과제의 비전 및 목표 수립, 기획위원회 운영 등을 통한 과제 도출을 실시함. 최종적으로 선정된 과제를 대상으로 향후, 본 사업 추진을 위한 연구 규모 및 연구수행 체계를 수립함

보고서 면수

요약문

연구의 목적 및 내용	○ 공간정보 분야에 특화된 공간 지식추론 엔진(공간 인공지능) 개발을 위한 「공간 지식추론 엔진 기술 개발」 기획				
연구개발성과	○ 국내외 현황 조사 및 분석 - 공간 지식추론 엔진의 연구와 개발 관련한 국내외 현황 조사 및 분석 - 공간 빅데이터 자료수집, DB구축·서비스, 시스템 설계·개발 등의 프로세스별 연구개발 현황 조사 및 분석 - 공간정보 분야 정보 활용, 인공지능 기술의 적용, 도시정보시스템 활용 정보서비스 등 국내외 정책·시장 현황 조사 및 분석 ○ 수요자 설문 및 요구사항 조사 - 공간 인공지능 엔진을 개발하여 서비스가 진행된다는 가정하에 공공 및 민간에서 중요하게 간주되는 기능 파악을 위한 설문 및 요구사항 조사 ○ 연구개발 환경 분석 - 국내외 현황 조사·분석, 수요자 설문 조사 결과 기반의 핵심 요소기술 분석 - 본 연구개발 기술 구현을 위한 문제점 도출 및 개선 방향 수립 - 공간 지식추론 엔진의 기술개발 사업추진 필요성, 시급성 도출 ○ 중장기 추진계획 수립 - 본 연구개발의 최종 비전 설정 및 목표 수립 - 추진전략 수립, 기술개발 로드맵(TRM) 작성, 세부추진과제 도출, 연차별 소요예산 등 공간 지식추론 엔진 기술개발 상세 기획 수립 - 도시정보시스템 업그레이드 등 공공분야, 킬러 어플리케이션 개발을 통한 혁신 스타트업 육성, 기존 민간 비즈니스 모델 개선 등 활용방안 도출 및 기대·파급효과 제시 - 다계층 비용 대비 편익 분석을 통한 본 연구개발 사업의 경제적 타당성 분석				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ (기술적 효과) 세계 최고 수준 공간AI 원천기술과 응용시스템 기술력 확보 ○ (경제·사회적) 전국민 인텔리전트한 공간정보 활용 및 분석 전문가로 탈바꿈 ○ (산업적 효과) 유망 스타트업 10+(개), 유니콘 기업 3+(개), 공공시스템 고도화				
국문핵심어 (5개 이내)	공간정보	지식추론	인공지능	플랫폼	자연어
영문핵심어 (5개 이내)	spatial information	knowledge inference	artificial intelligence	platform	natural language

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

I . 연구개발과제의 개요	1
II . 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	2
III . 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	10
1. 기술의 정의 및 필요성	10
2. 국내외 동향 및 환경 분석	30
3. 연구개발과제 구성 및 추진전략	102
4. 사전타당성 검토	220
5. 인력투입 소요예산 산정	237

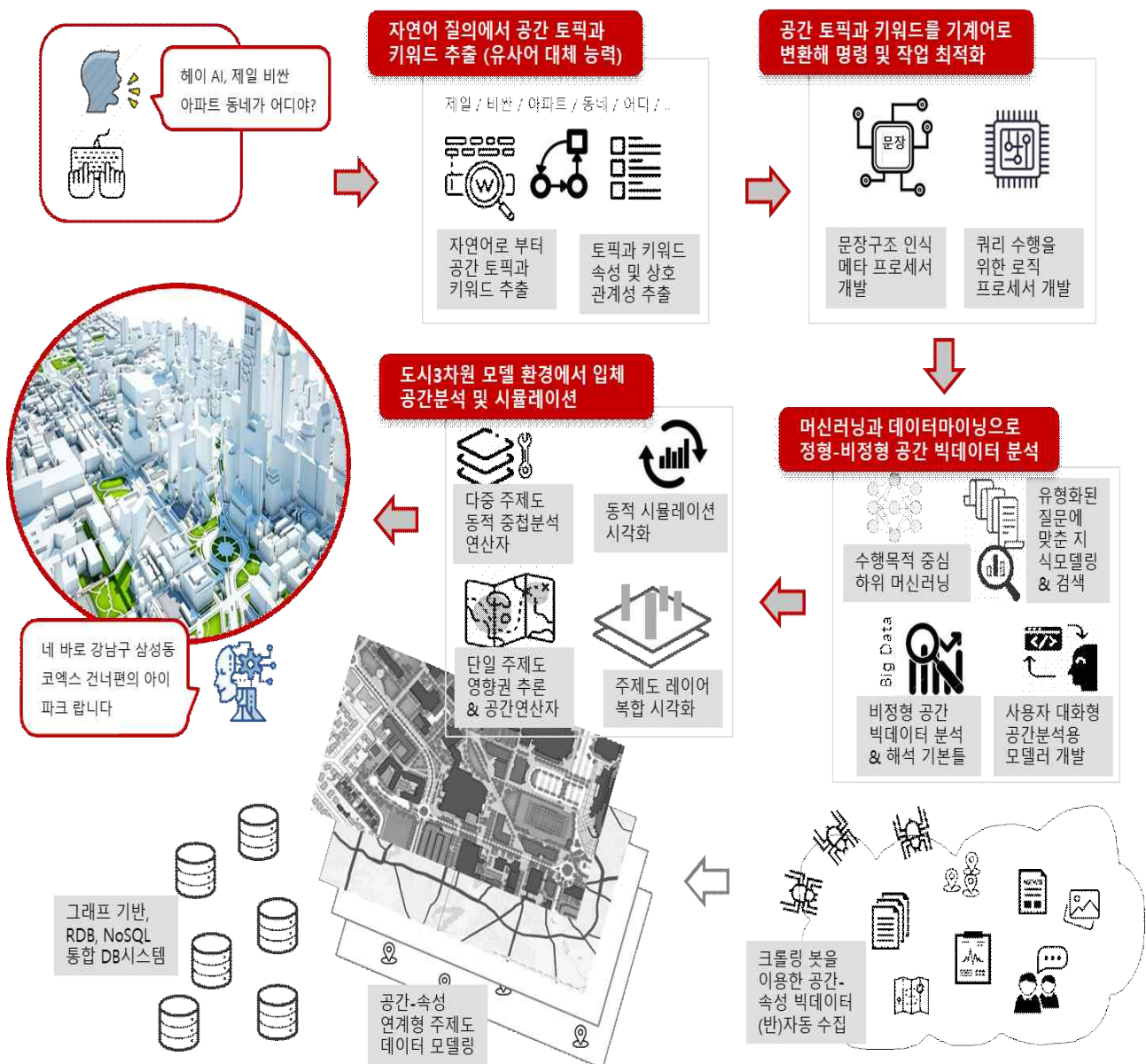
붙임. 참고 문헌

<별첨> 주관연구기관의 자체평가 의견서

I. 기획연구과제의 개요

연구의 목적 및 내용	○ 공간정보 분야에 특화된 공간 지식추론 엔진(공간 인공지능) 개발을 위한 「공간 지식추론 엔진 기술 개발」 기획
주요 연구개발성과	○ 총 3개 세부로 이루어진 연구개발 주요 내용과 추진전략, 로드맵 등 제시
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ (기술적 효과) 세계 최고 수준 공간AI 원천기술과 응용시스템 기술력 확보 ○ (경제·사회적) 전국민 인텔리전트한 공간정보 활용 및 분석 전문가로 탈바꿈 ○ (산업적 효과) 유망 스타트업 10+(개), 유니콘 기업 3+(개), 공공시스템 고도화

<연구개발 전체 개요>



II. 기획연구과제의 수행 과정 및 수행 내용

1. 기획연구과제의 수행 과정

○ 국내외 현황 조사 및 분석

- 공간 지식추론 엔진의 연구와 개발 관련한 국내외 현황 조사 및 분석
- 공간 빅데이터 자료수집, DB구축·서비스, 시스템 설계·개발 등의 프로세스별 연구개발 현황 조사 및 분석
- 공간정보 분야 정보 활용, 인공지능 기술의 적용, 도시정보시스템 활용 정보서비스 등 국내외 정책·시장 현황 조사 및 분석

○ 수요자 설문 및 요구사항 조사

- 공간 인공지능 엔진을 개발하여 서비스가 진행된다는 가정하에 공공 및 민간에서 중요하게 간주되는 기능 파악을 위한 설문 및 요구사항 조사

○ 연구개발 환경 분석

- 국내외 현황 조사·분석, 수요자 설문 조사 결과 기반 핵심 요소기술 분석
- 본 연구개발 기술 구현을 위한 문제점 도출 및 개선 방향 수립
- 공간 지식추론 엔진의 기술개발 사업추진 필요성, 시급성 도출

○ 중장기 추진계획 수립

- 본 연구개발의 최종 비전 설정 및 목표 수립
- 추진전략 수립, 기술개발 로드맵(TRM) 작성, 세부추진과제 도출, 연차별 소요예산 등 공간 지식추론 엔진 기술개발 상세 기획 수립
- 도시정보시스템 업그레이드 등 공공분야, 킬러 어플리케이션 개발을 통한 혁신 스타트업 육성, 기존 민간 비즈니스 모델 개선 등 활용방안 도출 및 기대·파급효과 제시
- 다계층 비용 대비 편익 분석을 통한 본 연구개발 사업 경제적 타당성 분석

2. 기획연구과제의 수행 내용

1) 세부 과제별 주요 연구개발 내용

구분		과제명
연구단 총괄		공간 지식추론 엔진 기술 개발
1세부 과제		그래프 DB 기반 인공지능 구현
	1-1 (세세부)	자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 1-1-1 자연어로부터 토픽과 키워드 추출 기술 개발 1-1-2 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성 추출 기술 개발
	1-2 (세세부)	메타 프로세서와 로직 프로세서 개발 1-2-1 문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서 개발 1-2-2 쿼리 수행을 위한 로직 프로세서 개발
	1-3 (세세부)	그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 1-3-1 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도 데이터 모델링 1-3-2 그래프 기반 RDB 및 NoSQL 통합형 DB시스템 개발
2세부 과제		공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석
	2-1 (세세부)	공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 2-1-1 멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동/반자동 수집 2-1-2 공간-속성 빅데이터의 효율적인 정제, 통합 및 적재
	2-2 (세세부)	정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 2-2-1 수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위 목적 머신 러닝 2-2-2 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색 기술
	2-3 (세세부)	공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 2-3-1 비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발 2-3-2 사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발
3세부 과제		도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현
	3-1 (세세부)	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 3-1-1 단일 주제도 레이어의 영향권 추론 및 공간 연산자 개발 3-1-2 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 개발
	3-2 (세세부)	도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 3-2-1 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 개발 3-2-2 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 개발
	3-3 (세세부)	비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링 3-3-1 핵심 요소기술의 활용을 위한 서비스 모델링 및 사업화전략 3-3-2 공간 지식추론 엔진 기술 사업성 평가 및 산업정책

2) 제1세부 주요 연구개발 내용

세부과제 개념	그래프 DB 시스템을 기반으로 하는 인공지능 시스템의 프레임워크를 개발하는 것으로서 본 프레임워크 내에서 공간 빅데이터의 데이터마이닝 등 분석과 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 같은 어플리케이션이 작동		
정부 지원의 필요성	공간 인공지능 시장은 태동기로서 증강현실 고글이 활성화되는 2025년 기점으로 시장의 수요가 폭발적으로 늘어날 것으로 예상. 기술력과 열정이 많은 중소기업과 대학에 정부의 지원이 이루어진다면 유니콘 기업의 출현이 가능함		
As is – To be	기술개발	As is(현재)	To be(5년 후)
	사용자가 입력한 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링	- 공간 관련 자연어 질의를 이해하지 못함 - 공간 관련 토픽과 키워드를 추출하지 못함	- 공간 질의를 이해하고 이를 표준 문장으로 변환 - 공간 토픽과 키워드 추출, 유사어 대체 등 가능
	문장 구조 인식용 메타 프로세서와 쿼리 수행용 로직 프로세서 개발	- 표준 문장을 기계어로 변환 프로세서 부재 - 기계어를 이용한 논리 처리 프로세서 부재	- 표준 문장 기계어 변환 및 다양한 표준 문장에 대응 - 기계어 이용 논리처리 수행 및 최적 결과 반환
	그래프 DB 기반 시공간 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	- 현행 그래프 DB 제한된 시공간 데이터 모델 - 시공간 데이터 기반 DB시스템 미비	- 완전한 시공간 데이터 모델 기반 그래프 DB 설계 - 시공간 데이터 DB 시스템 개발과 인공지능에 활용
기술개발의 주요 내용	1-1 사용자가 입력한 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링		
	1-1-1 자연어로부터 토픽과 키워드 추출 기술 개발		
	- 인공지능 기반 음성인식을 통해 공간 질의 음성을 텍스트로 변환하는 기술 - 불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 텍스트 데이터 전처리하는 기술 - 단문 및 장문의 텍스트 데이터로부터 공간 관련 토픽과 키워드 추출 기술		
	1-1-2 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성 추출 기술 개발		
	- 공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술 - 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드 자동 추출하는 기술 - 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술		
	1-2 문장 구조 인식용 메타 프로세서와 쿼리 수행용 로직 프로세서 개발		
	1-2-1 문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서 개발		

		▪ 사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성 ▪ 단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함
	1-2-2 쿼리 수행을 위한 로직 프로세서 개발	▪ 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭 ▪ 쿼리의 최적화 수행 및 결과를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공
	1-3 그래프 DB 기반 시공간 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	
	1-3-1 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도 데이터 모델링	▪ 그래프 데이터 구조 기반 공간과 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델 ▪ 주제 피처의 종류별 및 추상화의 차원에 따라 점, 선, 면으로 모델링 ▪ 동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델
	1-3-2 그래프 기반 RDB 및 NoSQL 통합형 데이터베이스 시스템 개발	▪ 그래프 구조 중심 관계형 RDB와 비정형 NoSQL을 연결한 DB 시스템 개발 ▪ Cypher SQL과 RDB, NoSQL을 통제하는 JDBC 인터페이스와 드라이버 개발
기술개발 주요 성과물	▪ 공간과 관련된 사용자의 음성 질의 인식기 ▪ 공간 토픽과 키워드 추출을 위한 자연어 처리기 ▪ 그래프 DB 기반의 시공간 데이터 모델 ▪ 표준 문장을 기계어로 처리하기 위한 메타 프로세서 ▪ 기계어를 이용한 논리 추론용 로직 프로세서 ▪ 그래프 기반 공간 DB시스템 통합 툴	
기대 효과	▪ 최고 수준의 공간 인공지능 프레임워크의 개발로 추가적인 기능들을 모듈화해 탑재 가능해 무제한의 기능 확장이 가능해지고 ▪ 상황 인지, 증강 현실, 게임, 부동산, 교통 등 다양한 어플리케이션에 적용해 부가적인 가치를 창출할 수 있는 기반이 마련됨	

3) 제2세부 주요 연구개발 내용

세부과제 개념	대규모 공간과 속성 데이터를 수집하여 구축한 후 이를 이용해 공간검색, 중첩 분석, 시뮬레이션, 예측, 현상의 설명 등을 수행코자 하는 것으로서 제1세부의 인공지능 시스템 프레임워크 내에서 공간적 분석을 강화		
정부 지원의 필요성	공간 인공지능을 개발하기 위해서는 공간-속성 빅데이터를 자동으로 수집하고 이를 데이터 페더레이션과 데이터 팩토리의 형태로 구축 후 머신 러닝, 데이터마이닝 등을 수행해야 하는데 이는 정부의 전폭적인 데이터 지원과 민간 데이터 취득용 투자, 그리고 기술개발의 지원이 있어야 가능함		
As is - To be	기술개발	As is(현재)	To be(5년 후)
	공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재	- 공간 AI용 특화된 빅데이터 수집 기술 부족 - 공간 AI 빅데이터 정제, 적재, 클라우드 소싱 부재	- 공간 AI용 특화 DB 자동 수집 및 클라우드 소싱 - 공간 AI 빅데이터 페더레이션과 팩토리 대규모 구축
	정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	- 공간AI 개발과 훈련 미비로 복잡 질의 무응답 - 사용자 맞춤형 검색과 정확한 답변 부재	- 공간 머신러닝으로 특화된 복잡 질의 응답 제공 - 다양한 검색에 맞춤형 실시간 정확한 답변 제공
	공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	- 공간 데이터마이닝 개발 미비로 분석 부재 - 대화형 질의-응답 개발 미비로 단순 반응	- 공간 데이터마이닝으로 비즈니스 인텔리전스 실현 - 편리한 질의-응답으로 전문가 수준 지식 획득
기술개발의 주요 내용	2-1 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재		
	2-1-1 멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동/반자동 수집		
	- 정형 레거시 공간 데이터 및 비정형 빅데이터 소스 분석과 수집 방법론 연구 - 공간 및 속성 빅데이터를 자동/반자동 방법으로 수집하는 기술 개발 - 다수의 사용자가 클라우드 소싱 방식으로 입력하는 자료의 처리기술 개발		
	2-1-2 공간-속성 빅데이터의 효율적인 정제, 통합 및 적재		
	- 공간 및 속성 빅데이터를 효율적인 방식으로 정제, 통합 및 적재 기술 개발 - 이미지, 문자, 숫자, 소리, 동영상 등 멀티미디어 데이터 특성에 따른 차별화 - 정형 및 비정형 데이터의 규모, 실시간성, 다양성 속성에 따른 차별화된 기술		
	2-2 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색		
	2-2-1 수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위 목적 머신 러닝		
	사전 훈련된 AI가 답변 가능하며 사용자가 고빈도로 질의하는 공간 문제 도출		

	▪ AI 훈련을 위해 필요한 소주제별 데이터 팩토리를 정의하고 DB로 구축 ▪ 각각의 고빈도 질의에 대하여 보다 하위 목적의 머신 러닝을 수행하여 훈련
	2-2-2 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색 기술 ▪ 사용자의 고빈도 질문을 유형화하여 이에 대한 지식을 선형순차회로 형식으로 모델링하고 머신 러닝 결과를 연결시켜 저장 ▪ 사용자로부터의 유형화되고 다양하게 변화하는 질문에 대해 맞춤형 검색이 가능하도록 질문 매칭 및 답변 대응 기술 개발
	2-3 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석
	2-3-1 비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발 ▪ 공간 웨어하우징과 페더레이션에서 요구되는 데이터 선택, 변환, 로딩 기술 ▪ 데이터 마이닝 모델과 테크닉, 그리고 알고리즘 선택 및 변수 자동 조정 기술 ▪ 전문가 추출 지식 베이스 기반 특성/연관/패턴/트렌드 등 분석을 행하는 기술
	2-3-2 사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발 ▪ 자연어 입력 표시 및 데이터마이닝 기능 선택용 사용자 인터페이스 개발 ▪ 마이닝 결과를 비즈니스 인텔리전스로 전환 위한 공간적 평가 및 해석기술
기술개발 주요 성과물	▪ 공간-속성 빅데이터의 자동/반자동 수집기 ▪ 빅데이터의 효율적 정제, 통합, 적재를 위한 빅데이터 처리기 ▪ 목적형 머신러닝을 위한 정형 공간 데이터 팩토리 ▪ 비정형 실시간 데이터마이닝을 위한 공간 데이터 페더레이션 ▪ 공간 관련 사전 기계학습 셋, 지식모델링 및 검색 엔진 ▪ 사용자와의 연속적인 질의-응답을 지원하는 대화 모델러
기대 효과	▪ 공간-속성 빅데이터의 자동 수집 및 적재로 공간 인공지능의 구현 ▪ 사용자의 유형화된 다빈도 공간 질의에 실시간 정확한 답변을 제공 ▪ 논리적으로 복잡한 공간 질의에 대해 고도의 추론을 통한 비즈니스 인텔리전스를 제공해 최상의 지식서비스 가능

4) 제3세부 주요 연구개발 내용

세부과제 개념	공간 머신러닝과 데이터마이닝을 통해 얻은 지식을 3차원 도시 모델 환경에서 불러들여 논리 추론을 보강함으로써 보다 깊은 공간 지식화를 수행하는 것이며 더 나아가 그 결과를 3차원 도시 모델 환경에서 다양한 방식으로 시각화		
정부 지원의 필요성	3차원 도시모델 공간분석과 인공지능, 그리고 데이터마이닝의 결합은 매우 혁신적이고 도전적인 과제로서 많은 전문가의 장기적인 융합 연구가 필요하며 따라서 기초과학의 지원과 비슷하게 정부의 지원이 매우 중요하며 성공 시 인재양성, 산업육성, 시민편익 등 공익을 극대화할 수 있음		
As is - To be	기술개발	As is(현재)	To be(5년 후)
	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션	- 데이터마이닝, 머신러닝과 공간분석 미결합 - 공간AI 기반 다중 주제도 동적 중첩연산 미비	- 데이터마이닝+머신러닝+공간분석 완전한 융합 활용 - 공간AI 기반 동적 중첩연산으로 시계열 변화 예측
	도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	- 자동화된 맞춤형 공간 시각화 서비스 부족 3차원 동적 시뮬레이션 자유도와 속도감 부족	- 최적 공간 지식 시각화로 편리한 활용과 통찰 증대 - 완전한 3차원 몰입형 동적 시뮬레이션 소장비 서비스
	비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링	- 공간 지식추론 기술 서비스 및 비즈니스 모델 부재 - 기술 개발과 활용에 따른 비용-효과 분석 부재	- 혁신적인 서비스 및 비즈니스 모델로 신시장 개척 - 정확한 비용-효과 분석으로 타당성 확인
기술개발의 주요 내용	3-1 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션		
	3-1-1 단일 주제도 레이어의 영향권 추론 및 공간 연산자 개발		
	- 데이터마이닝 결과를 주제에 따른 각각의 주제 레이어로 분해 저장 관리 - 단일 주제도 레이어의 근접 영향권을 다양한 시나리오 기반으로 추론 - 단일 주제도 레이어의 공간연산자(거리, 면적, 연결성, 네트워크, 복잡도, 3차원 쉼도잉, 경사, 최적화 등)를 3차원 환경에서 작동하도록 개발		
	3-1-2 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 개발		
	- POI, 네트워크, 건물 등 다중 주제도 레이어의 중첩 분석(인터섹션, 유니언, 클리핑, 아이덴티티 등) 가능 연산자를 3차원 환경에서 개발 - 시간적으로 계속 변화하는 레이어를 동적으로 중첩해 시계열 시뮬레이션하는 기술 개발		
	3-2 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현		
	3-2-1 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 개발		

	▪ 점,선,면의 정보속성과 문자, 이미지, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 형식에 따라 다른 시각화와 표출 인터페이스 기술 개발 ▪ 2차원과 3차원을 통합해 다차원으로 다양하게 보여줄 수 있는 방법론 ▪ 주제도 레이어의 시각화 결과를 표출할 디바이스(컴퓨터 모니터, 스마트폰, TV, 키오스크 등)에 따라 맞춤형 표출 기술 개발
	3-2-2 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 개발 ▪ 3차원 도시 모델 환경하에서 시계열로 변화하는 현상과 예측을 동적 시뮬레이션의 형식으로 보여줄 수 있는 기술 개발 ▪ 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등 사용자의 다양한 시각적 확인 욕구를 충족해 줄 수 있는 동적 플레이 기술 개발
	3-3 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링
	3-3-1 핵심 요소기술의 활용을 위한 서비스 모델링 및 사업화 전략 수립 ▪ 핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링 ▪ 서비스 모델에 따른 현재와 미래 비즈니스 모델링, 국내외 시장 전략 수립
	3-3-2 공간 지식추론 엔진 기술 사업성 평가 및 산업정책 ▪ 비즈니스 모델 기반의 비용 대비 효과 분석, 중장기 정부 지원 정책방안
기술개발 주요 성과물	▪ 단일 주제도 레이어 기반 영향권 추론기 및 공간 연산자 ▪ 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 ▪ 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 인터페이스와 표출기 ▪ 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이터와 디스플레이 엔진 ▪ 공간 지식추론 핵심 요소기술에 대한 비즈니스 및 서비스 모델 ▪ 비즈니스 모델 기반의 중장기 비용-효과 분석서, 중장기 정책방안서
기대 효과	▪ 공간과 관련한 단순하거나 복잡한 모든 질의에 대해 3차원 도시 모델 환경에서 분석하고 해석해 다차원으로 지식 서비스 ▪ 공간 지식추론 핵심기술을 이용한 혁신적인 서비스와 비즈니스 모델, 그리고 비용-효과 분석을 통한 타당성 확인

III. 기획연구과제의 수행 결과

1. 기술의 정의 및 필요성

1-1 기술의 정의 및 관련 요소기술

1) 공간정보의 정의

- 공간정보에 관한 3대 법률로서 「국가공간정보기본법」, 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」, 「공간정보산업진흥법」이 제정되어 있으며 동 법률에 의해 공간정보와 공간정보 데이터베이스, 공간정보체계, 공간정보사업을 정의함

<표 1-13> 공간정보의 정의

공간정보란 지상, 지하, 수상, 수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보를 의미

- 공간정보 데이터베이스란 공간정보를 체계적으로 정리하여 사용자가 검색하고 활용할 수 있도록 가공한 정보의 집합체를 의미
- 공간정보체계란 공간정보를 효과적으로 수집, 저장, 가공, 분석, 표현할 수 있도록 서로 유기적으로 연계된 컴퓨터의 하드웨어, 소프트웨어, 데이터베이스 및 인적 자원의 결합체를 의미
- 공간정보사업이란 공간정보산업에 속하는 아래 표에 언급된 각 목 사업들을 의미

<표 1-14> 공간정보 사업의 범위

구분	공간정보 사업 범위
가	공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률에 따른 측량업 및 수로사업
나	위성영상을 공간정보로 활용하는 사업
다	위성측위 등 위치결정 관련 장비산업 및 위치기반 서비스업
라	공간정보의 생산 관리 가공 유통을 위한 소프트웨어의 개발 유지관리 및 용영업
마	공간정보시스템의 설치 및 활용업
바	공간정보 관련 교육 및 상담업
사	그 밖에 공간정보를 활용한 사업

- 결론적으로 공간 지식추론 엔진의 개발에 있어 공간정보란 우리가 생활하고 있는 이 세계에 존재하는 모든 객체를 의미하며 특히 위치를 근간으로 함
- 공간정보는 객체의 위치와 관련된 정보(좌표나 주소 등)와 위치와 관련이 없는 객체의 속성(특징, 외형 등)으로 나누어 볼 수 있으며 벡터와 래스터 포맷으로 구분
- 또한 형식에 있어 정형과 비정형(반정형 포함)으로 나누어 볼 수 있으며 정형 데이터의 경우 공공과 민간의 레거시 데이터(수치지형도와 속성, 지적도와 대장, 카드 데이터와 위치정보 등)가 해당되며 비정형의 경우 소셜미디어 정보, 뉴스나 블로그 등이 대표적임
- 공간정보의 사례로는 관심지점(맛집, 행정기관 등)의 위치와 속성, 도로망도의 형태와 도로의 특성, 건물의 외곽선과 속성, 토지 필지의 경계와 속성, 사진과 촬영지점, 소셜미디어 글과 위치, 뉴스 콘텐츠와 위치, 결재정보와 지점 위치 등이며 본 연구개발에 서는 이들 대표적인 공간정보 포함

2) 지식추론 엔진의 정의

- 지식추론 엔진이란 지능형 에이전트가 지식베이스를 이용해 사실과 규칙을 적용함으로써 새로운 지식을 추론해 내는 시스템을 의미
 - 지능형 에이전트란 사용자를 대신해 복잡한 프로세스를 수행하는 능동적 객체로서 운영체제를 기반으로 작동하며 네트워크를 통해 정보를 수집하고 운반
 - 에이전트는 지식베이스를 이용한 추론을 수행하여 전체 시스템을 추론 엔진화하며 사용자의 지식 획득을 보조
- 지식추론 엔진은 연역 추론과 귀납 추론의 두 가지 추론 방식을 선택적으로 적용해 나가면서 최종 결론에 도달
 - 연역 추론은 정방향 추론(forward chaining)으로서 사용자의 질의를 받아 순서대로 원하는 영역의 결론에 이를 때까지 지식베이스를 검색해 규칙을 수행
 - 귀납 추론은 역방향 추론(backward chaining)으로서 사용자의 질의를 받아 원하는 영역의 결론을 지닌 목표를 정한 후 거꾸로 사용자에게 반복 질의를 하면서 지식베이스를 토대로 결론에 도달
 - 연역 추론은 논리규칙을 만들고 이를 적용해 지식을 얻는 방법론을 채택하고 귀납 추론은 딥러닝과 같은 머신러닝을 이용해 지식을 얻어나감
 - 본 연구개발에서는 지식베이스를 구축한 후 논리규칙과 머신러닝을 모두 활용하여 하이브리드 형식의 지식 추론을 수행
 - 지식베이스는 정형과 비정형의 공간 빅데이터와 함께 전문가들의 지식을 추출해 페더레이션 DB와 데이터 팩토리의 구축을 통해 구현

3) 공간 지식추론 엔진 정의

가. 범용 지식추론 엔진

- 범용 지식추론 엔진은 몇 가지 방법론에 기반해 개발되어 성공하였으며 대표적인 것으로 If-Then 규칙을 기반으로 하는 규칙기반 지식시스템, 불확실성을 제거하기 위해 확률 그래프 모델을 채택한 베이즈넷 시스템, 그리고 딥러닝을 활용한 추론 플랫폼 등이 이에 해당
- 범용 엔진의 경우 질병의 진단, 신용카드의 도용 방지, 자율차용 영상 판독과 같이 다양한 분야에서 그 활용이 확대 중이며 시간이 지남에 따라 더 좋은 알고리즘을 통해 세분화된 버티컬 응용이 계속 있을 것으로 예상
- 특히 그래프 구조와 딥러닝의 결합을 통해 범용 지식추론 엔진이 한 단계 업그레이드 되어 기존의 방법론에 비해 뛰어난 성능을 발휘할 것으로 인식됨

나. 해결 대상으로서의 공간 문제

- 범용 지식추론 엔진이 광범위한 영역으로 그 응용분야가 확장 중이나 공간에 특화된 지식추론 엔진은 아직 연구와 개발이 상대적으로 저조한 편
- 국내의 지니야 등 인공지능 서비스와 국외의 헤이 구글 등 서비스는 공간과 관련한 깊은 질의-응답을 제공하지 못하고 있으며 더 나아가 예측 추론은 아예 불가능
- 공간과 관련해 일반적인 사용자들이 제기할 수 있는 질의는 다음의 유형으로 분류

<표 1-15> 공간문제의 유형별 질의사례

대분류	중분류	소분류	질의 사례	서비스 구현도
실제 위치 중심	상황 인지	내 상황 인지	여기가 어디야? 설명해봐 ○○에 어떻게 가지?	① 사용자 개입
		주변 상황 인지	이 근처에 사우나가 있어? 저 가게에서 쿠폰 주나?	② 사용자 개입
	시뮬레이션	가정(If-Then)	이 단지가 개발되면 어떤 모습?	③ 전문가 개입
		시계열 표현	30년 동안 변한 모습이 궁금해	④ 전문가 개입
가상 위치 중심	공간 분석	단일 주제 분석	공시지가 상위 10% 지역은? 이 지역 경사 위험도는?	⑤ 전문가 개입
		중첩 주제 분석	불난 건물 주변 도로는? 강남 8학군 아파트 가격 상승율?	⑥ 전문가 개입
	시나리오	가정(If-Then)	3기 신도시 주민 반응 좋을까? 갤럭시 새 모델 지역별 반응은?	⑦ 전문가 개입
		예측	내일 시간별로 강남 미세먼지는?	⑧ 전문가 개입

- 사용자들의 질의 유형별로 서비스 구현의 정도를 살펴보면, 모든 질의에 대해 부분적인 대답이 가능한 수준으로서 답을 얻기 위해서는 사용자들이 개입하여 검색과 분석을 직접 수행해야 하고(유형 ①~②), 전문가의 긴 시간에 걸친 개입과 분석이 필요한 경우(③~⑧)가 대부분
- 특히 대화형-3차원 시각화 측면에서는 미구현된 상태로서 모든 질의 유형에 대해 사용자 서비스가 불비함
- 따라서 해결 대상으로서의 공간 문제 전체에 걸쳐 연구개발을 거쳐 공간 지식추론 엔진을 구현함으로써 사용자와 전문가 개입없이 대화형으로 3차원 시각화를 통해 질의 응답 서비스를 제공할 수 있음

다. 공간 지식추론 엔진

- 공간 지식추론 엔진은 범용 지식추론 엔진을 공간정보 분야에 특화시킨 것으로서 사용자의 공간 관련 질의에서 주요 토픽과 키워드를 추출한 후(step1) 이에 대한 답변을 제공하기 위해 공간 빅데이터를 수집해(step2) 그래프 데이터베이스로 구축하고(step3) 공간 데이터마이닝과 머신러닝을 통해 분석한 후(step4) 3차원 도시모델 환경에서 추가적인 공간분석을 수행하여(step5) 그 결과를 입체 도시 환경에서 시각적으로 보여주는(step6) 것을 주요 목표로 하여 연구개발하는 소프트웨어 컴포넌트 일체를 의미함
- 이러한 공간 지식추론 엔진은 해결 대상으로서의 공간 문제에 대한 보다 높은 수준의 대답을 제공함으로써 사용자로 하여금 지식을 얻을 수 있게 지원
- 또한 자연어 기반 음성 질의를 지원하여 사용자와 시스템 사이에 끊임없는 대화식의 질의와 응답을 3차원 도시모델 환경 하에서 수행할 수 있게 지원

라. 엔진의 적용과 어플리케이션 개발

- 공간 지식추론 엔진은 하나의 플랫폼을 만드는 것이 아니라 수많은 요소기술들을 개발하고 이를 자유롭게 조합하여 모듈을 만들며, 다시 모듈을 조합하여 하나의 플랫폼을 만들 수 있는 계층적 조합방식으로 개발
- 완전하게 기능하는 플랫폼의 형식을 갖춘 공간 지식추론 엔진은 하나의 공간 인공지능으로서 입력-출력을 통제하며 자동화된 분석과 해석, 시각화 능력을 지니고 사용자와의 대화 형식으로 작동함

- 또한 요소기술들은 각각 분해되어 기존의 도시정보시스템의 일부로 임베딩되어 활용이 가능하며 새로운 어플리케이션 개발을 목표로 조합해 활용이 가능

4) 공간 지식추론 엔진 요소 기술의 정의

- 공간 지식추론 엔진의 개발에 필요한 요소기술은 매우 많으나 이들을 3가지 핵심적인 기술로 나누어 볼 수 있음. 1)그래프 DB 기반 공간AI 프레임워크 기술, 2)공간 빅데이터 처리 및 분석 기술, 3)3차원 도시모델 환경의 시공간 분석과 시각화 기술이 이에 해당함

가. 그래프 DB 기반 공간 AI 프레임워크 기술

- 공간 지식추론 엔진 = 공간AI로 볼 수 있으며 이를 위한 기본 프레임워크를 그래프 구조의 DBMS를 이용해 제작이 가능하며 다음과 같은 목적을 지닌 요소기술들의 집합으로 이해할 수 있음
- (제1 요소기술) 공간 인공지능의 활용에 있어서 대표적인 입력방식인 사용자의 음성 또는 문자 형식의 자연어 기반 질의를 분해하여 단어로 재구성하고 이를 분석해 다수의 토픽과 키워드를 추출하는 것을 주 목적으로 함. 이때 토픽과 키워드의 속성 및 상호간의 관계성을 함께 추출하여 유사한 토픽과 키워드를 자동으로 추론하는 한편 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술을 목적으로 함
- (제2 요소기술) 사용자의 자연어 질의에 적절한 대답을 제공하기 위해서 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장(단문, 중문, 복문의 형식)으로 재구성하는 기술을 개발하고 이를 그래프 기반 공간 DB에 적용할 수 있도록 다시 쿼리 언어로 매칭시켜 최적화된 방법으로 쿼리를 수행할 수 있도록 하며 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공하는 기술을 개발함을 목적으로 함
- (제3 요소기술) 사용자가 요청한 공간과 관련된 자연어 질문에 대해 메타 프로세서와 로직 프로세서를 거쳐 쿼리의 형식으로 날아오는 질의에 응답하기 위해 필요한 데이터베이스 시스템을 구축하는 것을 목적으로 하며 이를 위해 그래프 기반의 데이터베이스 시스템을 구축하되 DB 구축에 필요한 공간-속성 DB 모델링을 점, 선, 면 객체에 대해 각각 수행하고 이를 그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB와 비정형 NoSQL을 연결하는 DB 시스템을 개발함을 목적으로 함

나. 공간 빅데이터 처리 및 분석 기술

- 공간 인공지능의 프레임워크 하에서 임베딩되어 개발되는 부분으로서 그래프DB 기반의 공간-속성 빅데이터를 이용해 데이터마이닝과 머신러닝을 기반으로 현상 분석, 논리 추론, 시뮬레이션 등을 수행하는 것으로서 다음의 목적을 지닌 요소 기술들의 집합으로 이해할 수 있음

- (제1 요소기술) 정부에서 구축 관리하는 레거시 공간데이터로부터 민간의 데이터, 소셜미디어 데이터, 웹 문서 등 다양한 소스의 공간 및 속성정보를 그 특성에 따라 다른 전략과 기술로 접근해 최소의 비용과 최대의 효과를 얻을 수 있도록 수집하는 것이 일차적인 목적이며 이로부터 분석에 필요한 정보만을 추출하고 이를 데이터 베이스화하는 것이 추가적인 목적임
- (제2 요소기술) 사용자가 요구하는 지식을 제공하는 것을 최종 목적으로 하며 특히 맞춤형으로 검색을 통해 그러한 지식을 제공받을 수 있도록 함. 이를 위해 맞춤형 지식 검색 기술, 지식 모델링, 방대한 공간-속성 빅데이터의 팩토리화, 특정 목적 중심의 하위 머신 러닝 등의 기술을 개발함을 목적으로 함
- (제3 요소기술) 비정형의 공간 빅데이터는 실시간 다양한 형식, 그리고 대규모로 수집이 되는데 이를 이용한 공간 분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에 제공되고 있어 사용자의 이용에 제한이 있는바 이에 대한 원천기술의 개발을 통해 보다 폭넓은 사용자의 다양한 질의에 응답할 수 있도록 함. 즉 실시간 변화하는 환경하에서의 공간적 질의에 최대한 정확한 답변을 제공하기 위해 비정형의 공간 빅데이터를 이용해 데이터마이닝을 수행하되 사용자와의 대화형 인터페이스를 통해 보다 유연한 질의-응답이 되도록 기술 개발

다. 3차원 도시모델 환경의 시공간 분석과 시각화 기술

- 공간 빅데이터 처리 및 분석기술을 통해 구현된 분석과 추론 결과를 기반으로 도시 3차원 모델 환경에서 추가적인 주제 레이어 기반 모델링과 분석, 추론을 수행하고 이를 3차원의 입체 시각화 기술을 이용해 사용자에게 쉽게 이해할 수 있도록 제공하는 부분으로서 다음의 목적을 지닌 요소기술들의 집합으로 이해할 수 있음
- (제1 요소기술) 그래프 기반 DB, RDB, NoSQL DB 등에서 추출한 자료를 기반으로 데이터마이닝을 통해 얻어진 지식을 3차원 도시 모델 환경에서 공간분석을 통해 공간 지식화하기 위해 필요한 요소기술의 개발이 주 목적으로서 단일 주제도 레이어의 경우 영향권 추론이나 공간 연산자의 개발이 주 목적이고 다중 주제도 레이어의 경우 동적 중첩 분석 연산자의 개발이 주 목적임
- (제2 요소기술) 도시 3차원 모델 환경에서 사용자의 자연어 질의에 대해 입체적으로 분해된 공간 지식형 답변을 볼 수 있도록 필요한 핵심기술을 개발함을 목적으로 하며 이를 위하여 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술과 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술을 개발
- (제3 요소기술) 공간 지식추론 엔진은 공간과 관련하여 기계가 스스로 논리적으로 지식을 추론하는 엔진으로서 동 기술개발을 통해 얻어진 핵심기술들을 이용해 어떤 미래 지향적인 도시의 비즈니스 문제에 도전하고 해결책을 제시하는 어플리케이션을 만들 것인지를 도출하고 그러한 어플리케이션의 서비스 모델과 기술개발 비용 대비 효과를 통해 사업화 평가 분석함을 목적으로 함

1-2 연구개발의 배경 및 필요성

1) 연구개발의 개요

○ 연구개발의 목적

- 3차원 도시공간모델 환경에 인공지능(AI)을 접목하여 공간 관련 대국민 공공서비스 창출, 공공업무능률 향상 및 공간정보산업 활성화
- 복잡한 자연어를 이해하고 및 다양한 시나리오를 지원하는 3차원 도시공간모델 기반 인공지능 오픈 플랫폼* 개발

* 공공업무 의사결정, 협업, 도시개발, SOC 기획, 부동산 분석, 센스메이킹 등 지원

○ 연구개발의 배경

- 한국판 뉴딜* 사업으로 공간정보 중심의 디지털 인프라가 2조3천억 규모로 구축 중이며, 다양한 주체**에서 이러한 디지털 공공재***의 활용 활성화를 위해 인공지능 등 첨단기술 적용이 요구됨

* 한국판 뉴딜의 10대 대표과제인 디지털트윈(공간정보), 한국판 뉴딜 종합계획('20.7)

** 중앙정부 각 부처, 지방자치단체, 공공기관, 민간업체 등 모든 활용 주체

*** (디지털 전환) 디지털 공공재를 활용한 공공 업무 혁신 및 신산업 창출

- 1995년부터 시작된 국가공간정보구축사업으로 총 3조6천억*이 투자되었으며, 이중 공간정보 구축과 활용시스템 개발에 90% 집중 투자되었으나 사용자 만족도는 낮은 수준* (4.0 만점에 2.75 수준)

- 제1차~5차('95~'17) 국가사업을 통해 수치지형도, 항공사진 등 825종의 공간정보 및 368종의 공공시스템을 구축하였으나 복잡한 사용자 인터페이스와 고도의 지식 추론 능력 부족으로 활용 성과 부족

* 제1차~제5차 국가공간정보정책기본계획 평가, 제6차 기본계획('18.5)

- 국내 공간정보 산업 규모는 연 9조3천억으로서 종사자 수는 6.5만 명, 사업체 수는 5,589개이나 연매출 10억 미만 사업체 수가 62.5%(3,493개)*로서 영세사업체가 많고 신기술의 개발과 해외시장 진출 능력이 매우 부족

* 공간정보산업-한국판 뉴딜 핵심, 대한민국 정책브리핑, 국토교통부('21.1)

- 그간 대규모로 투자된 공간정보 구축 및 활용시스템, '25년까지 투자 예정인 한국판 뉴딜-디지털트윈 사업, 혁신적 시장 창출과 대외경쟁력 낮은 산업을 고려했을 때 공간정보에 특화된 인공지능의 개발 필요

- 음성 자연어 이용 쉬운 활용, 최신 데이터마이닝과 머신러닝 기반의 공간 빅데이터 분석, 도시3차원 모델 환경의 해석과 시각화 기능 개발이 필요한 실정
- 국내 전문 기술진에 의한 공간 인공지능 개발은 1)기존 공공시스템의 기능 고도화와 활용 촉진, 2)신규 구축 디지털트윈의 100% 활용으로 신시장 창출, 3)혁신 서비스모델 발굴로 스타트업 및 해외 시장 공략

○ 주요 연구개발 내용

- 자연어 기반의 음성인식과 3차원 도시공간 모델 환경에서 복합적 공간 관련 질의응답을 지원하는 인공지능 엔진* 기술 개발
 - * 음성 대화식 질의응답이 가능한 다수의 공간 논리를 지닌 인공지능 엔진
- (그래프 DB 기반 인공지능 구현) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링, 메타·로직 프로세서 개발, 그래프 기반 데이터 모델링 및 DB 시스템 구현
- (공간 빅데이터 전주기* 기술) 공간·속성 빅데이터 수집·추출·적재기술, 공간 데이터 마이닝 기반 비정형 빅데이터 분석 및 해석, 정형화된 데이터 팩토리 중심의 지식모델링 및 검색
 - * 빅데이터 수집, 저장, 다차원 분석 등
- (AI기반 도시환경 공간분석 및 가시화) 다중 레이어 중첩분석 및 복합 시뮬레이션 기술, 도시 3차원 모델환경의 공간분석 및 가시화, 비용효과 분석 및 비즈니스(서비스) 모델링

○ 연구기간 및 연구비 : '22.4~'26.12 / 15,000백만원

[단위 : 백만원]

총연구비	'22	'23	'24	'25	'26
15,000	2,500	3,500	3,500	3,000	2,500

2) 연구개발의 필요성과 정부 지원 타당성

가. 연구개발의 필요성과 시급성

○ 연구개발의 필요성

- AI기술의 한계로서 현재 AI 엔진은 시공간적인 질의 및 답변에 한계가 있어 연관된 공간 분석이 필요한 공공업무와 서비스 개발에 대응 불가능한 실정이며, 이에 대한 수요 증가로 기술개발 필요

* “AI, 3기 신도시 해당 지역은 어디지?” (O)

“AI, 3기 신도시 해당 지역별 담당 지자체는 몇 개로 구성되어 있고, 그 면적이 얼마이지?” (X)

- 공공서비스 고도화의 필요로서 공간 빅데이터 기반의 최신 데이터마이닝 기술들과 인공지능 딥러닝, 그래프 DB 등의 요소기술이 융합된 3차원 도시공간 공공서비스 고도화 필요

* “AI, 부동산 가격 변동성(투기)이 높은 지역을 월별 시계열 그래프로 보여줘” (X)

○ 연구개발의 시급성

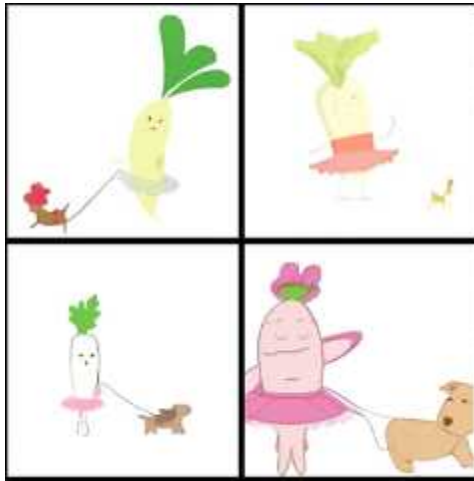
- 향후 기술동향을 고려할 때 수년 이내에 시공간 관련 분석과 지식 추론 기능이 AI 메인스트림으로 융합되어 서비스가 제공될 것으로 예상되기 때문에 이에 대한 선제적인 기술 개발 필요
- 디지털인프라 활용기반으로서 데이터 구축은 범국가적인 투자로 빠르게 발전하고 있으나, 이를 분석하고 활용하는 공간 빅데이터 분석과 공간 AI 기술의 발전 필요
- * 시공간 관련된 서비스는 아직 AI 메인스트림과의 본격적인 융합 및 연구개발이 진행되지 않아 일부 도시정보시스템 응용 영역에서 별도 제공 중
- 선제적 기술개발 측면에서 볼 때 현재 국내·외 AI 시장은 상업화 기반의 킬러 어플리케이션* 개발에 집중되어 있어 시공간분야와 융합한 공간 AI 기술은 미개척 분야로 선제적 기술개발 필요
- * 인공지능 음성 통역, 영상 인식, 검색과 추천 등

나. 정부지원의 타당성

○ 민간 중심으로 개발 추진 중인 인공지능 분야

- 음성인식 및 형상연계는 대표적인 인공지능 개발 분야로서 음성을 인식하여 문자로 전환하는 기술과 그 문자를 형상(이미지)와 연계하는 기술은 이미 많은 투자가 이루어졌고 상용제품(서비스)이 출시되었음

(예) 미국, OpenAI(GPT-3)의 결과



<개를 산책시키는 아기무>



<해가 떠오르는 들뜬에서 앉은 카피바라>

<그림 1-3> Open AI (GPT-3) 테스트 결과

- 한계점으로는 GPT-3는 오직 언어적으로만 학습했기 때문에 시공간적 정보나 인과관계, 동기 부여 등에 대한 지식이 필요한 응용 분야에서는 많은 실수가 발생됨

○ 본 연구개발의 차별성

- 본 사업에서는 상기 기술(음성인식 등)을 활용할 예정이며 음성에서 문자로 전환 이 후가 연구개발 시점*임

* 연구개발 첫단계로서 문자에서 토픽과 키워드를 추출하고 표준화된 형식의 문장으로 재구성하는 기술 개발을 연구 시점으로 함

○ 공간 인공지능 관련 기술 민간기업 미개발 사유

- 대기업 위주의 민간기업에서는 ‘공간AI’를 현재 높은 수익창출 분야로 구분하지 않고 음성통역, 영상인식, 검색, 챗봇 등 현 시장(구매)영향력이 높은 기술에 연구개발 시행중
- 하지만 5년 이내에 ‘스마트 글래스’와 같은 모바일 시각용 장비의 보편·대중화가 반드시 도래할 것이며 그 시점에서 ‘공간AI’의 중요성과 시장성이 크게 부각될 것임
- Vuzix Blade, GWD HiiDii, Toshiba dynaEdge, Recon Jet과 같은 스마트 글래스 제품이 출시되었으나 기술 성숙까지는 수년의 연구개발 필요

초기단계의 스마트 글래스



<Vuzix Blade>



<Toshiba dynaEdge>



<Recon Jet>

<그림 1-2> 초기 단계의 스마트 글래스

○ 인공지능 관련한 기업 활용 현황

- 국내 AI 활용현황을 보면 공공부문은 미진한 수준이며 민간의 경우 전체 기업의 3.6%가 IT자동화와 사이버 보안에 제한적으로 활용*
- 기업들은 AI 활성화를 위해 ‘연구개발 지원(AI 테스트베드 구축)’(23.3%), ‘AI 인력 양성’(21.6%), ‘데이터 개방 등 AI 인프라 구축’(19.8%) 요망
- 기업들은 향후 5년 후 한국이 AI 주도국 부상하려면 ‘국가적 차원의 적극적 지원’(31.3%)과 ‘데이터 개방 등 풍부한 AI 인프라’(29.0%)를 지목
- 민간이 시도하기 어려운 영역에 정부가 선도적으로 투자한 후 민간이 이를 적극적으로 활용할 수 있도록 국가 차원의 과감한 투자가 필요

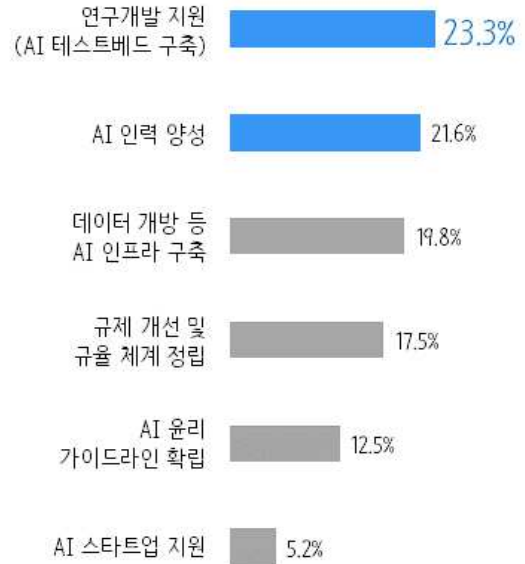
* AI에 대한 기업체 인식 및 실태조사 결과, 한국개발연구원(’21.1)

○ 공간 인공지능 개발을 정부에서 지원해야 하는 타당성

- 공간AI는 앞으로 5년 후를 바라보며 지금부터 장기적인 연구개발 투자가 시작되어야 하나 핵심인재를 보유한 대학과 중소기업, 스타트업은 재정이 열악하여 추진 어려움
- 대학은 자체 연구개발비가 없으며 유망 중소기업과 스타트업은 용역사업을 통해 인건비를 겨우 충당하며 간헐적인 연구를 수행하는 실정
- 향후 수년 간 기술개발에 매진할 수 있도록 지원이 이루어진다면 새로운 차원의 시장을 열고 유니콘 기업을 다수 배출할 수 있는 호기 선점
- 앞으로 5년 내 시장 수요가 큰 폭으로 증가할 것으로 예상되며 정부가 마중물 차원의 재정지원을 해준다면 유망한 중소기업과 스타트업 크게 성장
- 본 연구개발의 기술들이 spin-off 된다면 가상현실(메타버스), 증강현실, e-러닝, 영화/게임 등 다양한 산업 분야 더욱 활성화 가능

AI 활성화를 위해 가장 필요한 정책

- 공간정보 분야 기업들은 고부가가치 융합·활용 보다는 정부사업에 의존(매출 대비 60%)하여 공간DB 구축과 UIS 시스템 개발 중심
- AI 기술·서비스 개발 기업들은 캐쉬카우인 안면인식, 검색과 추천 등에 투자하여 공간AI 장기연구 미흡
- 5년 후를 내다보는 정부의 마중물 차원 지원으로 세계 최고 융합기술연구를 통해 공간AI를 구현
- 공간+AI+빅데이터 분석 분야 국내 최고 기술자, 전문가의 공동 개발로 미국 대비 99% 기술선진국 목표로 추진할 수 있음



AI 활성화와 정부의 역할(출처:KDI, '21)

<정부 지원을 통한 공공 부문에서의 활용 사례>

사례 1	각종 공공계획, SOC 건설 등에서 공간 지식의 활용
○ 국토 및 도시계획, 택지개발, 물류, SOC 건설 등 많은 공공업무에서 최고 수준의 공간적인 분석 및 지식을 손쉽게 얻고 활용 - 본 사업에서 개발하고자 하는 공간 지식추론 엔진은 세계 최고 수준의 공간적인 분석과 지식추론 능력 개발을 목표로 하고 있으며, 최종성과물은 음성 대화식으로 어린이도 사용가능할 정도의 사용자 편의성 제공 예정	
사례 2	공공의 UIS 시스템에 탑재하여 업무의 획기적 개선
○ 중앙정부와 지자체에서 운영 중인 모든 UIS 시스템에 연구성과 탑재가 가능하며 관련 업무가 획기적으로 개선 - 공간 지식추론 엔진은 수천 개의 컴포넌트를 만들고, 이들을 조립하여 다수 모듈을 만들	

고, 모듈을 자유로 조립해 공간시를 만드는 방식의 개발

- 각각의 컴포넌트와 모듈은 자유자재로 조립 활용이 가능하므로 기 개발된 UIS 등 정보시스템에서 얼마든지 필요한 기능을 가져다 추가보강이 가능하여 저비용으로 기존 공공시스템의 고도화 가능



사례 3

다양한 재난 시에 사고 위치 중심의 분석과 실시간 대응

- 도로·제방 붕괴, 열차·항공 사고 등 다양한 재난 시에 사고 위치 중심의 다양한 분석이 실시간 가능해 대응력 제고에 기여
- 공간 지식추론 엔진에서 사용하는 공간-속성 빅데이터는 인터넷을 통한 크롤링, 소셜미디어의 자동 수집, 항공사진과 3차원 입체지도의 융합 등을 통해 사고 시에 실시간 위치 추적과 주변 영향권 분석, 피해 주민 권역 분석 등을 수행할 수 있어 재난에 유효한 대응을 지원

(사례) 5번 국도 창녕 부근에서 산사태로 도로 유실 시, 소셜미디어 정보를 즉시 수집해 항공사진에 해당 위치를 표시해 주고 도로 차단 지역, 피해 주민 분석, 관련 뉴스 자동 연계 등 관련 공공업무 지원

다. 정부의 지원 근거 및 추진경과

- 「한국판 뉴딜 사업」의 10대 대표과제 중 디지털트윈에서 인공지능의 활용으로 도시 문제의 해결과 국민 삶의 질 제고 발표('20.7)
- 「제6차 국가공간정보정책 기본계획」에서 공간정보와 인공지능을 융합한 공공서비스 혁신모델 개발을 표방('18.5)

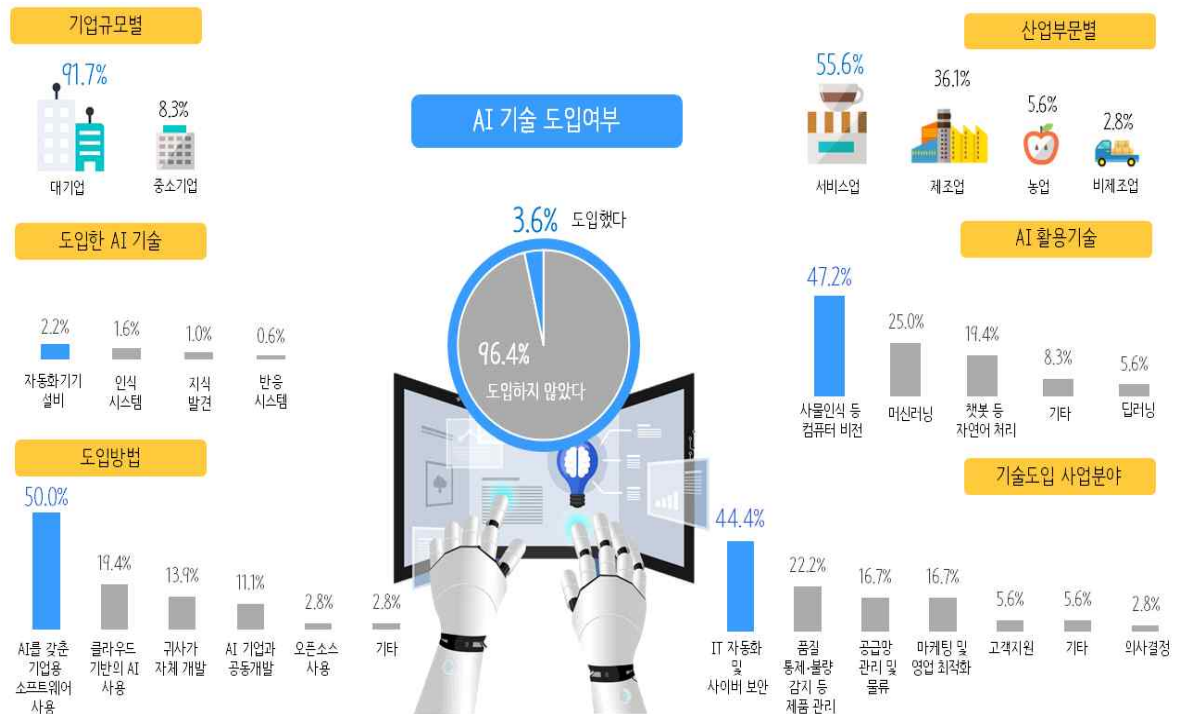
- 머신러닝을 위한 공간정보 생산·수집 및 가공기술 개발, 공간정보와 인공지능을 융합한 플랫폼 개발, 공간AI 기반 혁신행정 발굴 등 추진
- 「AI 국가전략」 발표로 산업 및 사회적 변화에 능동적 대처 강조 ('19.12)
- 「혁신성장을 위한 사람중심의 4차 산업혁명 대응계획」 발표('17.11)
 - 산업혁명 공통기반인 고도의 의사결정을 지원하는 차세대 AI 개발 추진
- 「제3차 공간정보산업진흥기본계획」을 수립 중이며 공간지능화를 주요한 의제로 삼아 공간정보와 AI의 융복합을 통한 산업 혁신을 기획('21.3)
- 추진경과
 - 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 2020년도 신규R&D 기술수요조사 공모 당선
 - 국토교통부 중기재정계획 사업(안) 채택 및 예산(안) 반영('20)
 - 기획연구 추진 : 공간 지식추론 엔진 기술개발(국토교통과학기술진흥원, 주관기관: 서울대학교, '20.12)

3) 국내외 정책, 시장 및 연구개발 동향

- (해외 정책) 공간 인공지능(공간 지식추론 엔진) 관련해 원천기술 개발과 프로토타입 시스템 개발 등이 산발적으로 시도 중(IRS Global, '19)
 - 미 국방연구원(DARPA)은 AI Next 캠페인을 통해 3년간 20억 달러를 투자할 계획('19)으로 공간AI에 깊은 관심을 가지고 World Modeler 등 추진
 - 중국은 '25년 까지 전국에 500개 스마트시티를 조성 중이며 교통, 치안 등 도시 인프라에 인공지능 기술을 적용하는 대대적 투자(FortuneUS, '20)
- (해외 시장) 음성통역, 영상인식, 검색과 추천 등 캐쉬카우에 연구개발을 중점 투자 중이나 공간 인공지능은 간단한 검색 수준(MIT Tech Review, '20)
 - Google은 지식그래프 기술을 이용해 이미지 관련 지명을 자동 찾아주고 '헤이 구글' 인공지능을 이용해 위치찾기 서비스 제공(Google AI Blog, '21)
- (해외 기술) 인공지능과 그래프DB의 결합을 통해 자율차를 성공시켰으며 공간 상황인식 인공지능의 활용분야가 지속적으로 확장 예상(Neo4j, '20)
 - AI 분석가 Amy Hodler는 “공간분석을 위해 그래프DB가 사용될 것이며 기존 머신러닝이 따라잡기 힘들 경쟁격차를 가져올 것”(Cray Inc, '20)
 - 시장조사기업 M&M은 그래프DB 기술 '23년 2.4조원 시장가치 예상(M&M, '18)

○ (국내 시장) 국가기관 중심으로 공간데이터 및 AI 기술 제공에 초점이 있으나 공간에 특화된 AI 기술 및 시장 서비스 수준은 걸음마 단계(KDI, '21)

- 공공부문에서 AI 활용은 미진한 형편이고, 민간 기업의 경우 3.6%만이 IT자동화 및 사이버 보안에 부분적으로 활용 중(KDI, '21)
- 공간AI의 경우 공공부문의 활용은 전무하며 민간의 경우 위치검색 서비스 등에서 일부 제한적으로 서비스를 제공 중(AI Times, '20)



<그림 1-3> 국내 AI에 대한 기업의 인식 및 도입 활용 실태(출처: KDI, '21)

○ (국내 기술) 비트나인, 솔트룩스 등 중소기업을 중심으로 그래프 DB 및 지식추론 관련한 원천기술에 꾸준히 연구개발 중이나 아직 성과는 불충분

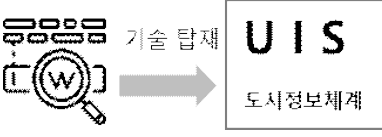
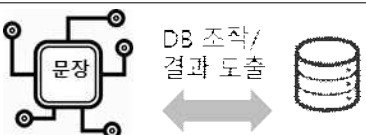
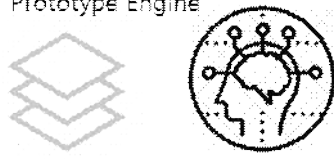
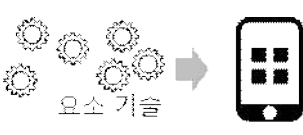
- 국가별 AI 기술수준에서 한국은 7~8위 수준으로서 인재, 운영환경, 정부전략 등 세부항목에서 글로벌 선진국 평균에 미달(Oxford Insights, '20)
- 세계 최고인 미국 대비 70% 수준이지만 5년 이내에 비슷한 수준을 예상하며 그래프DB, 공간분석, 빅데이터 분석 등의 융합연구 시동(KDI, '21)

4) 연구개발 성과로 본 미래상

- 본 연구개발을 통해 달성하고자 하는 기술 수준은 ①그래프DB 기반 인공지능 구현, ②공간 빅데이터의 수집, 저장, 지능형 다차원 분석, ③도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현의 세 가지 핵심 항목에 걸쳐 현재의 부족하거나 부재한 기술을 극복하고 각각의 항목에서 세계 최고 수준을 달성함으로써 기술 흠결없는 완전한 어플리케이션 서비스에 도달하는 것임

핵심 항목	R&D 수행 시 개선 수준(모습)		향후('27년 이후) 수준
	착수('22년) 수준	최종('27년) 목표 수준	
그래프DB 기반 인공지능 구현	- 공간 관련 자연어 질의를 이해하지 못하고 토픽과 키워드 추출 불가 - 표준 문장의 기계어 변환 및 논리처리 프로세서의 부재 - 제한된 시공간 그래프 DB 모델 및 시스템 미비	- 공간 질의를 이해하고 토픽과 키워드 추출 및 유사어 대체 등 가능 - 표준 문장 기계어 변환 및 논리처리 가능하며 질의에 최적결과 반환 - 완전한 시공간 그래프 DB 설계 및 구현	- 공간 질의 이해와 활용을 필요로 하는 응용 어플리케이션에 적용 - 공공 및 민간의 범용 인공지능 CPU 개발에 중추적 모듈로서 적용 - UIS, MIS 등 시스템에 광범위하게 탑재 활용
	공간 인공지능 기반: 2단계	공간 인공지능 기반: 6단계	공간 인공지능 기반: 상업화
공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석	- 공간 AI 특화된 빅데이터 수집, 정제, 적재 부족 및 클라우드 소싱 부재 - 공간 AI 머신러닝 부족으로 복잡 질의 무응답 및 맞춤형 검색 부재 - 공간 데이터마이닝 부재 및 대화형 질의-응답 극도의 단순 반응	- 공간 AI용 특화 DB 자동 수집 및 클라우드 소싱, 데이터 팩토리 등 구축 - 공간 머신러닝셋 제공 및 복잡 질의에 응답, 다양한 검색에 맞춤형 답변 - 공간 데이터마이닝 기능 탑재 및 편리한 질의-응답, 비즈니스 인텔리전스	- 공간 AI 특화 DB 공동 확장 구축 및 공유로 대규모 페더레이션 실현 - 정형 DB 기반의 공간 관련 모든 질의에 응답 가능한 서비스로 확대 - 공간 데이터마이닝 고도화 및 비즈니스 영역에서 접목 활용의 확대
	공간 데이터 분석: 2단계	공간 데이터 분석: 6단계	공간 데이터 분석: 상업화
도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현	- 공간 AI 기반 다중 주제 동적 중첩 연산 미비 - 자동 맞춤형 공간 시각화와 3차원 동적 시뮬레이션 자유도와 속도감 부족 - 공간 지식추론 기술 서비스 및 비즈니스 모델 부재, 비용-편익 등 사업화 평가 분석 부재	- 데이터마이닝+머신러닝+공간분석 융합연구로 동적 중첩 연산, 예측 가능 - 최적 공간 지식 시각화로 편리한 활용, 3차원 몰입형 동적 시뮬레이션 구현 - 혁신적인 서비스 및 비즈니스 모델로 신시장 개척, 비용-편익 타당성 확인 및 사업화 도모	- 시계열로 변화하는 공간 현상에 대한 분석을 요하는 다양한 시스템 적용 - TV, 스마트폰, 태블릿 등 주기종 디바이스에 3차원 도시 모델 환경 시각 서비스 확대 - 유니콘 기업 창출 및 창의적 스타트업 탄생
	공간분석&시각화: 3단계	공간분석&시각화: 6단계	공간분석&시각화: 상업화

- 본 연구개발을 추진함에 있어 공간 지식추론 엔진, 즉 공간AI 기술의 단계별 기술 성숙도의 수준과 예시를 들어보면 다음과 같음

레벨 수	사례 소개	기술 수준
Level 1 (Basic Research)	 (예시) 자연어 문장에서 공간 키워드와 토픽 추출 기술	▪ 공간 지식추론 엔진 원천 기술들을 부분적 연구하고 개발 ▪ 논문, 특허 등의 형태로 성과품 확보/ 가능성 도출
Level 2 (Partial Development)	 (예시) 키워드 및 토픽 추출 SW 라이브러리 개발 노력 중	▪ 일부 원천기술을 SW 라이브러리 형태로 개발 노력 중 ▪ 기존의 UIS 시스템 등에서 선형적으로 활용 가능성 높음
Level 3 (Extended Function)	 (예시) 키워드를 기계어로 전환해 DB를 조작하고 결과 도출	▪ 요소 기술 아이템의 연구와 개발을 확장하고 성과 확보 ▪ 분화된 기능들이 다양한 시스템에서 탑재 활용
Level 4 (Integrated System)	 (예시) DB 결과를 3차원 도시모델에서 분석 및 결과 시각화	▪ 개별적인 요소기술들의 통합을 통해 모듈 수준으로 완성 ▪ 각각의 모듈들을 연동해 특화된 기능들을 수행하는 엔진화
Level 5 (Prototype Application)	 (예시) 공간분석+그래프DB+빅데이터 분석+도시 모델러 = 프로토타입 공간 AI	▪ 모듈을 통합해 공간 지식추론엔진(공간AI) 구현을 목표 ▪ Full 엔진에 필요한 부분 누락 기술을 보완해 프로토타이핑
Level 6 (Commercial Product)	 (예시) 핵심 요소 기술들을 모든 APP에 임베딩 서비스	▪ 모든 공간 관련 복잡 질의에 답변을 제공하는 상용 엔진 ▪ 핵심 요소기술을 모든 APP에 임베딩하여 상업화 서비스

5) 연구 추진전략

○ 본 기획연구를 수행함에 있어서 연구팀은 아래와 같은 전략을 통해 연구를 수행

○ 기술개발전략 수립

- (동향조사 및 환경분석) 국내외 시장 및 기술에 대한 핵심 과제별 거시적 동향을 조사하고, 이를 바탕으로 정책, 환경, 사회, 기술분석 수행



<그림 1-4> 기획연구 추진전략

- (기술수요조사) 기업, 정책입안자, 전문가 등 다양한 이해관계자 대상의 기술수요를 조사하고, 내외부 전문가 및 담당부처 관계자들의 의견수렴을 통해 분류·분석
- (기획위원회운영) 4회 운영을 통한 기술수요조사, 기술개발추진, 비전 등 검토 수행
- (추진방향 정립) 국내외 기술, 시장, 동향 분석 결과를 바탕으로 기회요인과 위험요인을 도출하고 국내 기술 인프라·기술 인력 현황 분석결과와 기술 예측 결과를 바탕으로 강점과 약점 도출
- (비전 설정) 비전 분석 및 수립 틀 설계, 기존 비전 분석, 비전 수립 및 단계별 발전 목표 수립의 과정별 수행을 통해 본 연구개발의 비전을 수립

○ 과제 기획

- (세부목표 및 중점추진분야 설정) 공간 지식추론 엔진 기술에 대한 국가차원에서의 기술개발 청사진 제시
- (후보과제 도출) 비전 달성을 위한 목표를 구체화하고 이를 달성하기 위해 중점적으로 추진할 연구분야를 비전 및 목표 부합성, 적시성, 국가지원 타당성 등의 기준으로 도출
- (우선순위 도출) 시장성, 기술성, 실현 가능성, 전략적 타당성 등의 기술개발 중요도에 따라 종합적으로 고려하여 후보과제의 우선순위를 도출
- (기술 로드맵 작성) 중점추진 세부과제에 대한 우선순위 개념, 개발 시작 및 목표시점, 기술개발 방법, 기술연계등을 고려하여 시간 축을 기준으로 도식화
- (성과목표 도출) 세부과제별 예상 성과를 정략적으로 도출하고 이를 달성하기 위한 성과목표 제시
- (성과지표 설정) 비전과 목표, 중점분야의 전략목표, 중점추진 세부과제의 성과목표가 일관되게 연계되는 성과지표 설정 및 지표의 측정방법, 목표치 등 제시
- (예산·인력·장비·시설 조사) 세부과제별로 예상되는 소요인력, 장비, 시설을 파악하고 이를 기반으로한 소요예산 산정
- (전문가 평가 수행) 평가회 개최를 통한 기획연구결과 공유 및 연구개발 방향 모색

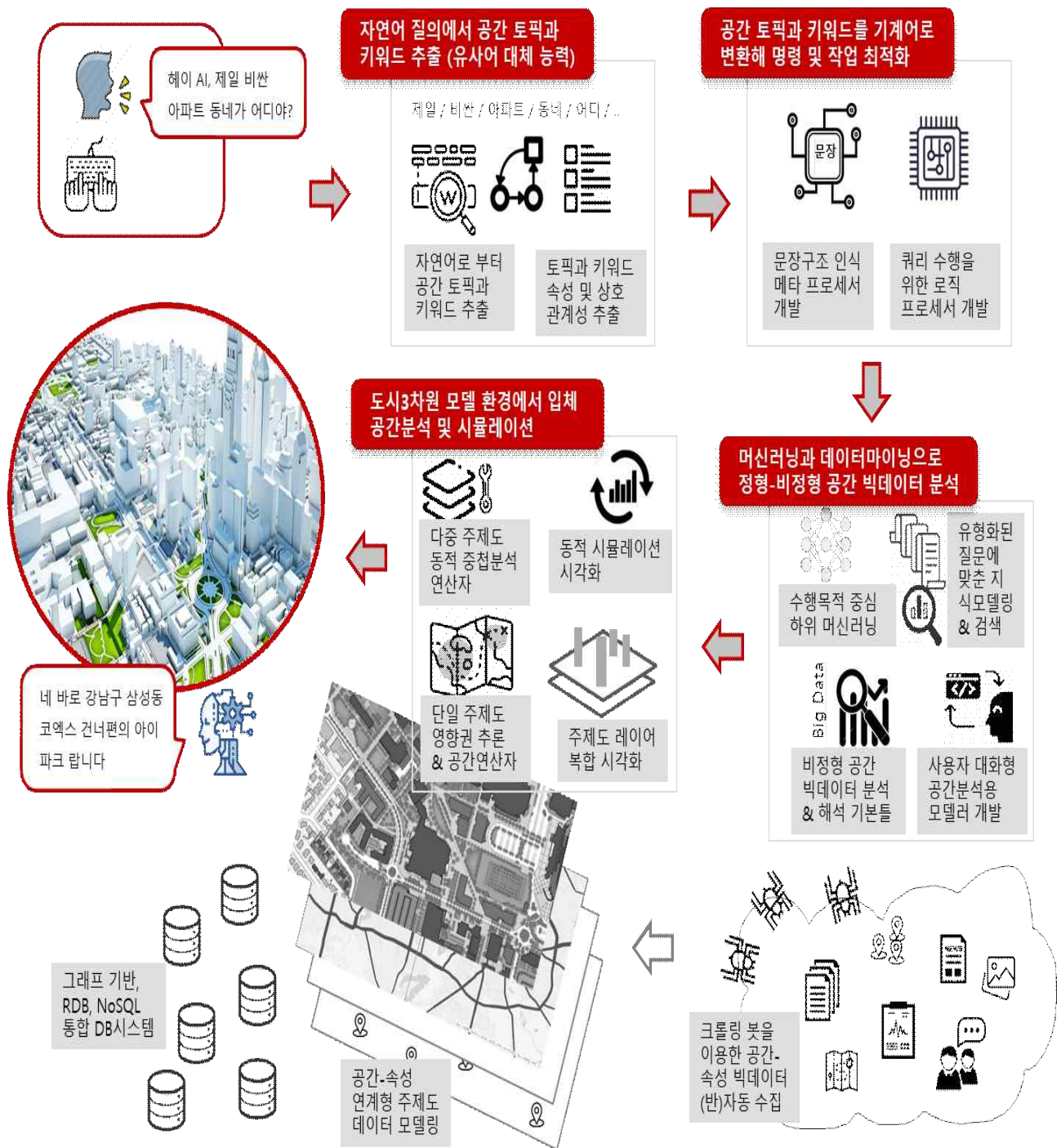
○ 타당성 조사

- (사전 타당성 분석) 기술적 타당성(기술개발 적정성, 성공가능성, 중복성), 정책적 타당성(정책의 일관성 및 추진의지, 위험요인), 경제적 타당성(경제성, 파급효과, 예산 적정성)을 고려한 분석 수행

○ RFP작성

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

6) 최종 연구 개발 개념도



2. 국내외 동향 및 환경 분석

2-1. 국내외 정책동향 및 분석

- 국내외 정책동향을 분석하기 위하여 정부부처, 지자체 등에서 현재 추진 중인 공간 지식추론 엔진 관련 법·제도 및 계획 등을 검토하여 분석함

1. 국내 정책동향

가. 국가정보화기본법

- 국가정보화의 기본 방향과 관련 정책의 수립·추진에 필요한 사항을 규정함으로써 지속가능한 지식정보사회의 실현에 이바지하고 국민의 삶의 질을 높이는 것을 목적으로 수립함

국가 및 지방자치단체는 국가정보화의 추진을 통하여 사회적, 윤리적 가치가 조화를 이루는 지식정보사회를 실현하고 이를 지속적으로 발전시키는 것을 기본이념으로 고려하여 국가정보화 추진을 위한 시책을 수립하고 시행하도록 함. 또한 이 때 민간과의 협력체계 및 정보보호를 위한 대책을 마련해야 함

국가의 경우 국가정보화의 효율적, 체계적 추진을 위하여 정부는 5년마다 국가정보화 정책의 기본 방향 및 중장기 발전방향, 공공 분야의 정보화 등의 내용을 담은 국가정보화 기본계획을 수립하여야 함

나. 국가공간정보 기본법

- 국가공간정보 기본법은 공간정보 관련 연구개발 시 가장 기본적으로 참고해야하는 기본 법령으로, 이 법은 국가공간정보체계의 효율적인 구축과 종합적 활용 및 관리에 관한 사항을 규정함으로써 국토 및 자원을 합리적으로 이용하여 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 수립됨
- 공간 지식추론 엔진과의 관련성을 정리하면 <표 2-1>과 같음

<표 2-22> 국가공간정보 기본법과 공간 지식추론 엔진의 관련성

기본계획 내용	관련 영역	공간 지식추론 엔진과 관련성
제20조 공간객체등록번호의 부여	생산 및 구축	공간 지식추론 엔진 구축 시 공간정보참조체계를 적용해야 함
제21조 공간정보 표준화	생산 및 구축	공간 지식추론 엔진 구축 시 표준화 준수 필요
제24조 국가공간정보통합체계의 구축과 운영	생산 및 구축	국가공간정보통합체계와 연계활용 가능
제28조 공간정보데이터베이스의 구축 및 관리	관리 및 갱신	공간정보 구축 시 호환성을 가지며, 최신성을 가지도록 관리해야 함
제30조 공간정보 목록정보의 작성	생산 및 구축	공간정보에 대한 목록정보 작성이 필요
제32조 공간정보의 활용 등	활용 및 보안	공간 지식추론 엔진 관리시스템 및 활용체계 구축에 대한 근거
제35조 보안관리	활용 및 보안	공간 지식추론 엔진 구축 시 보안관리를 위한 규정 및 정책이 필요
제36조 공간정보데이터베이스의 안전성 확보	활용 및 보안	구축된 공간 지식추론 엔진에 대한 백업 및 관리지침 마련 필요

출처 : 국가공간정보 기본법 재구성

다. 소프트웨어산업진흥법

- 이 법은 소프트웨어 진흥에 필요한 사항을 정하여 국가 전반의 소프트웨어 역량을 강화하고 소프트웨어산업 발전의 기반을 조성함으로써 국가경쟁력의 확보, 국민생활의 향상 및 국민경제의 건전하고 지속적인 발전에 이바지함을 목적으로 수립됨

국가와 지방자치단체는 소프트웨어산업을 진흥시키고 국가 전반의 소프트웨어 역량을 강화하는 데 필요한 각종 시책을 수립 및 시행하여야 함

라. 공공데이터의제공및이용활성화에 관한법률

- 이 법은 공공기관이 보유·관리하는 데이터의 제공 및 그 이용 활성화에 관한 사항을 규정함으로써 국민의 공공데이터에 대한 이용권을 보장하고, 공공데이터의 민간 활용을 통한 삶의 질 향상과 국민경제 발전에 이바지함을 목적으로 수립됨

공공데이터의 효율적인 제공 및 이용 활성화 지원을 위하여 공공데이터활용지원센터를 「지능정보화 기본법」 제12조에 따른 한국지능정보사회진흥원에 설치·운영함

마. 국가공간정보정책 기본계획

- 국내에서는 국가 공간정보 DB 구축의 기반조성을 목적으로 「국가공간정보 기본법」에

따라 5년 단위로 국가 공간정보 기본계획을 수립 중

1995년 제1차 국가 GIS 구축사업을 시작으로 현재 제6차 국가공간정보정책 기본계획이 추진 중

○ 국내에서의 국가 공간 정보 정책 관련 국내 주요 여건

국내 공간정보산업은 매출액, 종사자 및 사업체 수가 지속적인 성장 추세를 보이며, 국가경제 발전과 일자리 창출에 기여 함

국토교통부는 중앙·지자체·공공기관이 생산 및 관리하는 공간정보를 연계·수집·활용할 수 있는 플랫폼을 구축·운영하고 데이터 활용을 증진시키기 위해 브이월드 오픈 API 서비스, 기술 컨설팅을 제공하며, 공간정보 활용 창업기업 발굴·육성 중

스마트시티·데이터경제 등 신산업의 활성화에 따라 데이터의 융복합 활용기반인 공간정보의 수요 증가에 기여함

향후 고정밀 3차원 공간정보, 디지털트윈 플랫폼 등을 국가에서 선도적으로 추진·확산하고, 민간산업 활성을 위한 산업 생태계 조성함으로써 디지털트윈 구현을 위한 필요기술을 개발하고, 사회문제 서비스를 공간정보 업계가 선도할 수 있도록 R&D 등 추진 함

○ 제6차 국가공간정보정책 기본계획(2018~2022)에서의 공간 지식추론 엔진은 공간정보를 통한 공간 지식추론 엔진 기술을 개발함으로써 국내외 상용화된 제품에 임베딩 형식으로 서비스 제공을 하고자 함. 또한, 새로운 서비스를 출시하여 국내 관련 산업의 혁신과 해외 서비스를 통한 유니콘 기업 성장을 기대함

바. 국토공간정보연구사업

○ 국토공간정보의 효율적, 체계적 생산 및 가공, 다양한 국토공간정보 활용·융합 서비스 기술 구현을 통해 국민 편의 향상 및 산업 발전 지원을 목적으로 함

공간정보 구축·공유 인프라, 대용량 공간빅데이터 분석 및 국민 안전 증진을 위한 지능형 방법 실증 서비스 지속 지원하고자 함

국토공간정보연구사업에는 국토공간 상시모니터링 체계 구축을 위한 공간정보 전용위성 탑재체 기술 개발 또한 지원하고자 함

○ 국토공간정보연구사업은 ‘20년 탑재체 개발·발사에 집중 투자 및 공간정보 기반 융복합 서비스 R&D 추진 함

국토 전역에 대한 고정밀 공간정보의 구축 및 상시 모니터링을 위한 공간정보 전용위성 탑재체 개발·발사에 집중 투자 함

또한, 자율주행, 스마트시티 등 미래 유망산업의 핵심 인프라인 공간정보의 적시적 제공 및 활용을 위한 공간정보 기반 융복합 서비스 R&D 추진 함

사. 공간정보기반실감형콘텐츠융복합사업

- 국가 고정밀 공간정보와 타산업을 융합하는 유기적 협업체계를 구축하고, 공간정보 기반 실감형 콘텐츠 경쟁력 확보 및 관련 산업선도를 목적으로 함

- 공간정보기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공기술 개발을 하고자 함

수요처 맞춤형 고정밀 3D 공간정보 갱신 기술개발 및 활용을 지원하고자 함

- 고정밀 3D 공간정보를 기반으로 가상훈련(산업부), 실감재난관리 (행안부), 실감형 문화 콘텐츠(문체부) 등에 실감형 공간 정보를 제공하고자 함

아. AI·데이터 기반 스마트시티 통합플랫폼 모델개발 및 실증연구

- 지자체, 민간, 유관기관(범부처 포함)의 서비스와 플랫폼간 연계하여 기존 통합플랫폼을 확장하고 AI 및 데이터 분석 솔루션을 탑재한 스마트도시 통합플랫폼 개발 및 실증을 목적으로 함

기존 스마트시티 통합플랫폼을 AI 및 빅데이터 서비스를 포함한 기능 및 성능 개선과 타 부처 서비스 니즈 확장을 고려한 AI·데이터 연계 스마트시티 통합플랫폼 상용 모델 및 시범실증을 통한 진화된 통합플랫폼 개발 및 실증을 하고자 함

- '21년에는 기 구축된 스마트시티 통합플랫폼의 연계를 위한 운영 및 분석기술 개발 신규 추진 하고자 함

자. 혁신성장동력프로젝트

- 지속가능한 성장 및 시민 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 스마트시티 혁신모델 구현을 사업목적으로 함

도시의 문제 해결 및 지속가능한 성장을 위한 데이터기반의 스마트시티 핵심기술(데이터수집·가공·저장·공유 기술, 데이터허브 아키텍처 모델, 스마트시티 서비스 및 리빙랩 구축 기술 등) 개발 하고자 함

'21년엔 지속가능한 성장 및 시민 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 스마트시티혁신모델 기반기술 고도화, 실증도시 분야별 실증서비스 운영 및 검증을 추진 하고자 함

차. 스마트시티 국제표준화 기반 조성

- 스마트시티 세계기술선도를 위한 국제 표준화에 대응할 수 있는 스마트시티 연계 도메인별 국제표준개발 및 표준화 역량강화 기반 조성을 사업목적으로 함

스마트시티 표준화 전략 프레임워크 개발 및 표준 거버넌스 구축, 스마트시티 도메인별 표준지침 및 서비스 시험 표준 개발, 스마트시티 표준 데이터 관리 체계 구축 및 국제표준화 활동을 하고자 함

'21년엔 글로벌 스마트시티 기술시장 선점, 국제협력에서의 선도적 지위 확보 및 스마트시티 생태계 구축을 위한 국제표준화 기반조성 지속 지원 하고자 함

2. 국외 정책동향

가. 미국

<표 2-23> 미국의 국가 공간정보체계 관련 정책들

정책명	년도	주요내용
OMB Circular A-16 Revised	2002	- 정부기관들이 어떻게 직접적·간접적으로 공간 정보 데이터들을 생성·유지·사용할지 설명함 - 연방정부와 국가의 이익을 위해 디지털 환경에서 공간 데이터 자산을 효과적이고 경제적으로 사용하고 관리하는 방법을 설명함
E-Government Act of 2002 (PUBLIC LAW 107-347)	2002	- 중복되는 데이터 및 정보 수집을 줄일 것을 명시함 - 정부 지리 정보 표준 공동 작업 및 사용을 촉진할 것을 명시함
OMB Memorandum M-13-13	2013	- 이 비망록은 ‘열린 데이터’를 정의 함. 그것은 정보의 수명주기의 각 단계 별 효과적인 정보 관리 원칙을 제도화하여 상호운용성과 개방성을 촉진하는 데 도움이 되는 프레임워크를 확립함 - 기관들이 다운스트림 정보 처리·보급 활동을 지원하기 위한 정보 수집 및 작성을 요구함 - 모든 새로운 정보 생성·수집을 위해 기계판독·개방형 형식·데이터 표준·공통 핵심·확장 가능한 메타데이터 사용을 권장함

출처: 연방지리데이터위원회, 미국의 공간정보체계 정책

○ 국가공간정보 관련 정책

미국은 국가공간정보인프라 구축을 위해 연방지리데이터위원회(Federal Geographic Data Committee: FGDC)를 운영하고 있음

FGDC는 지리정보의 활용을 통한 지리정보 서비스 관련 국가 공간정보체계 (National Spatial Data Infrastructure: NSDI) 관련 정책들을 갖고 있음

- 정부 기관들의 데이터 생성·유지·사용 방안에 대한 구체적인 정책들 제공
- 중복되는 데이터 및 정보 수집을 줄이고 정부 지리 정보 표준 공동 작업 및 사용을 촉진할 것을 명시함
- 모든 새로운 정보 생성·수집을 위해 어떠한 형식·표준·확장 가능성 등과 관련하여 기준을 제공함

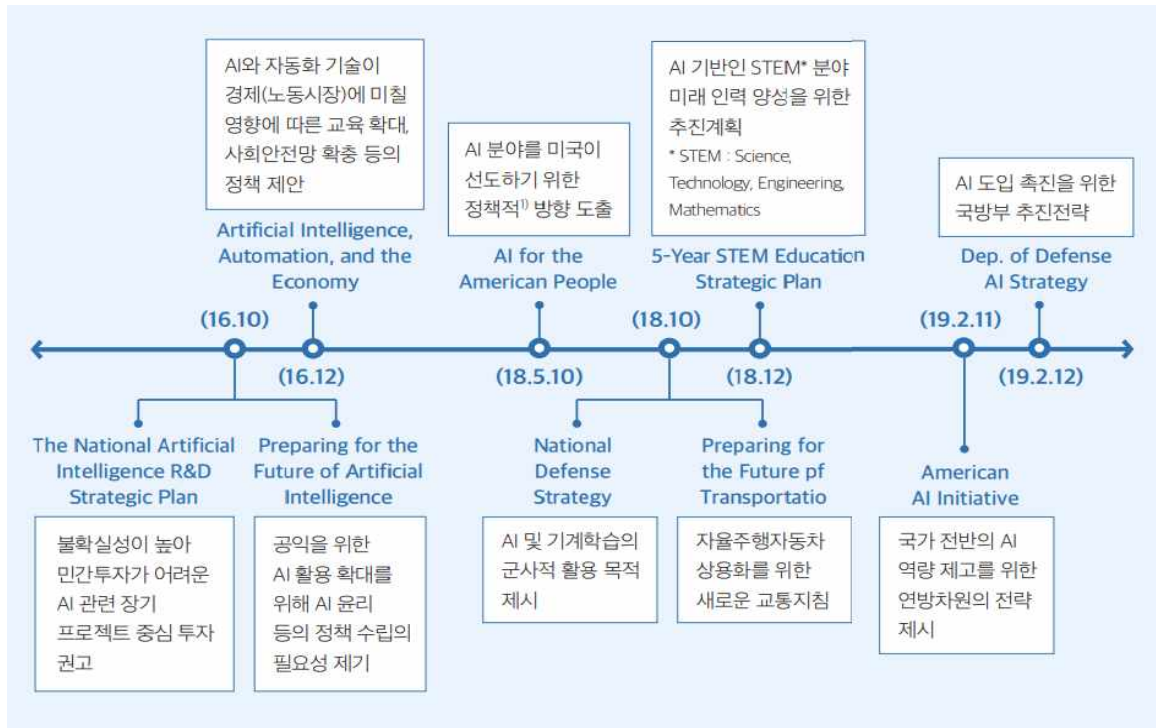
○ 인공지능(AI) 관련 최신 정책 동향

‘16년 10월을 거점으로 AI 관련 투자, 정책 제안, 활용 목적 제시, 인력 양성, 도입 추진을 위한 전략들 관련 정책들을 제안 및 추진함

중국, 영국, 프랑스 등 세계 각국은 인공지능을 국가 주요 어젠다로 추진하면서, 국가 차원의 마스터플랜과 대규모 투자계획을 발표하면서 국가 간 경쟁이 심화 됨

- ‘16년 중국의 차세대 인공지능 개발계획, ’ 18년 영국의 AI 섹터 딜, ‘18년 프랑스 빌라니 보고서

트럼프 정부는 AI 정책 추진방향 제시 및 관련 연구개발(R&D)을 우선 과제로 설정하는 등 AI 발전을 위한 정책을 추진함



<그림 2-22> 미국 AI 관련 정책 추진현황

출처 : 한국정보화진흥원 스페셜리포트 19-6 : 미국 인공지능 관련 최신 정책 동향

- ‘18년 5월 ‘AI for American People’ 보고서를 통해 AI R&D 우선 지원, AI 교육 강화, 규제개선 등 인공지능 관련 정책추진 방향을 제시함
- ‘19년 예산요청안에서 ’ 인공지능과 고성능 컴퓨터의 활용(Harnessing Intelligence and High Performance Computing)’ 을 연방 R&D 예산의 주요 목표로 제시함

<표 2-24> 트럼프 정부의 AI 기술 지원 정책

6대 부문	정책 사례
AI R&D 예산 우선 지원	• ‘15년 이후 연방 정부의 R&D 투자 40% 이상 증가 • 머신러닝 및 자동화 시스템을 강조하는 지침 제공 • 예산 신청(안)에서 R&D 우선 과제로 명시
규제 장벽의 제거	• ‘16년 연방 자율주행차 정책 제시 • 주 및 지방 정부에 드론의 운행 허가권 제공 • AI 기반 망막증 진단 기기의 사용 허가
미래 인력 양성	• 어프런티스십을 촉진하는 행정명령에 서명 • STEM 교육 강화를 위한 자원 확보
전략적 군사력 우위 확보	• 군사안보전략에 AI의 중요성 명시 • 국방전략을 통한 자동화, AI, 머신러닝에 대한 광범위한 투자
정부 서비스 부문에의 활용	• 자동화 소프트웨어의 활용 • 총무청의 AI 활용 시범 사업 수행
국제적 AI 협상 주도	• 2018 G7 혁신장관회의 AI 관련 성명서 작성 주도 • 영국, 프랑스와의 과학기술 협력 협정 체결

출처: 과학기술&ICT 정책·기술 동향 134호 (‘19.1.11)

○ 미국 AI 이니셔티브 (American AI Initiative)

트럼프 대통령은 19년 2월 11일 ‘AI 분야에서 미국의 리더십 유지(Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence)’ 라는 행정명령(executive order)에 서명함

- 트럼프 정부에서 최초로 발표된 전 연방 차원의 AI 전략으로, 미국 경제와 안보를 지키기 위해 미국의 AI 분야를 선도해야 한다는 트럼프 대통령의 생각을 반영함

이번 행정명령은 AI R&D 최우선 투자, 정부 소유 AI 관련 리소스 개방, STEM 교육 등을 통해 국가 전반의 AI 역량을 높이기 위한 5대 전략을 제시함

- 또한, 정부가 진행하고 있는 AI 관련 활동을 쉽게 파악할 수 있도록 통합 홈페이지(ai.gov)를 개설함

<표 2-25> 미국 AI 이니셔티브 주요 내용

전략	내용
연구개발 투자	연방기관들은 장기적인 관점으로 AI 연구개발 투자를 최우선 추진함
인프라 개방	- 데이터, 모델, 컴퓨팅 리소스를 AI 연구자에게 개방함 - 정부 데이터 법(OPEN Government Data Act)을 시행함
거버넌스 표준화	- 인공지능 시스템 개발 지침을 수립함 - 인공지능 시스템 기술표준을 개발함
전문인력 확충	- 펠로우십 및 연수 프로그램을 운영함 - 국민의 AI 잠재력 향상을 위한 STEM 교육을 확대함
국제협력	- AI R&D를 장려하고 시장 창출이 가능한 국제적 환경을 조성함 - 미국의 이익을 보호하고 경제안보를 지키기 위한 액션플랜을 개발함

출처 : 한국정보화진흥원 스페셜리포트 19-6 : 미국 인공지능 관련 최신 정책 동향

○ 기타 AI 관련 프로젝트 추진현황

미국 정부는 AI 기반산업 창출과 기존 산업의 AI 채택을 촉진하기 위해 안전한 AI 기술 개발 및 테스트에 대한 규제와 기타 장벽을 제거하기 위해 노력 중

<표 2-26> 미국 기타 분야 별 AI 관련 프로젝트 추진 현황

분야	추진기관	내용
교통	연방항공청	- 무인항공기 개발 및 안전한 테스트를 위한 파일럿 프로젝트를 착수함 - 무인항공기를 국가 영공시스템에 통합하기 위한 새로운 규정을 발표함 ('19년 1월)
헬스케어	식품의약품안전처	안과질환, 손목골절 진단 시스템 등 AI 기반 의료용 시스템 판매를 허가함 ('18년)
	국립보건원	- 기존 연구 데이터를 새로운 생물의학 연구에 활용할 수 있도록 AI 기반 분석시스템 개발을 추진 중 - 불규칙한 심장박동을 감지해 질병을 찾아내는 SW를 개발 중
제조업	국립표준기술연구소	AI 기반 스마트 제조 확산을 위한 무선기술 도입 지침 및 모범사례를 발표함 ('18년 4월)
금융서비스	재무부	국가 재무서비스에 AI 및 기계학습과 같은 혁신적 도구 활용을 장려하는 내용을 담은 보고서를 발표함
	증권거래위원회	증권시장 부정행위 모니터링 및 탐지를 위해 기계학습 알고리즘 활용을 권장함
농업	농무부	데이터 기반 농업 구현을 위한 프로젝트를 지원하는 FACT(Food and Agriculture cyberinformatics and Tools) 이니셔티브를 추진중
기상예측	해양대기청	AI 기반 기상예측 시스템 도입 및 해양지원 관리 시스템을 활용함

출처 : 한국정보화진흥원 스페셜리포트 19-6 : 미국 인공지능 관련 최신 정책 동향

이외에도 국방연구원(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA),

**TOP 10 RANKINGS FOR GOVERNMENT AI READINESS
2018/19**

Rank	Country	Score
1	Singapore	9.186
2	United Kingdom	9.069
3	Germany	8.810
4	United States of America	8.804
5	Finland	8.772
6	Sweden	8.674
6	Canada	8.674
8	France	8.608
9	Denmark	8.601
10	Japan	8.582

<그림 2-23> 정부 AI 준비지수 2019

출처 : 정보통신산업진흥원 [글로벌 ICT이슈] 영국의 인공지능(AI) 산업 현황

에너지부(Department of Energy, DOE) 등이 인공지능 관련 프로젝트를 추진하고 있으며, 관련 R&D 자금을 지원함

- 국방연구원은 상황변화 인식, 적응, 추론을 통해 사람과 의사소통하며 파트너로 함께 일할 수 있는 AI 기술 연구(AI Next 캠페인)에 3년간 20억 달러를 투자할 예정임
- 에너지부는 고성능컴퓨팅(HPC) 기술과 AI의 융합을 위한 슈퍼컴퓨터를 개발 중
- 국립과학재단은 미래 투자의 중심이 될 10개의 아이디어 중 ‘인간-기술 간 협력적 업무환경 조성’, ‘융합연구 발전’ 목적으로 관련 AI 프로젝트를 지원
 - ▷ 지능형 비서, 증강현실, 자율주행차, 미래공장, 인간-로봇 간 업무 흐름 등에 관한 연구를 지원함

나. 영국

- 주요국에서는 AI 기술 및 인적자원 우위 확보를 위해 적극적으로 노력하고 있으며, 영국은 정부 정책 및 인재육성으로 두각을 보임

‘19년 정부 AI 준비지수에서 영국은 싱가포르에 이어 2위를 차지하며, AI 분야에서 캐나다와 함께 ’ 신흥 AI 허브 ’로 급부상하고 있음

- 영국 정부는 인공 지능 사회에 도래에 대비하여 AI산업 육성 전략 수립을 위해 데이터 접근 개선, 전문 역량 강화, 영국 AI 연구 강화, AI 활용지원을 포함한 4개 영역에 대해 총 18개의 권고안을 발표함 (‘17년 10월)

전문 역량 강화 영역에는 인력 다양성, 석사 인력 지원, 박사과정 개설 등 AI 전문 인력양성을 위한 6개 권고안이 포함됨

<표 2-27> 영국 AI 산업 육성 권고안

분야	주요내용
데이터 접근 개선	• 기관 간 데이터 공유 활성화, 데이터 교환의 신뢰성 강화 • 데이터 가용성을 높이는 형식과 권리 정보 연구에 대한 정부 지원

	• 기존 연구의 텍스트 데이터와 데이터 마이닝 활용 독려
전문 역량 강화	• 인공지능을 위한 다양한 인력의 가치와 중요성 인정 • 산업계가 인공지능 전공(석사) 학생들을 지원 • 대학은 컴퓨팅 및 데이터 과학 전공자가 인공지능 석사로 전환하도록 검토 • 인공지능에 앞선 대학들이 최소 200개 수준의 AI 박사과정 추가 확대 • 대학은 STEM 분야 사람들이 석사 학위를 취득하도록 AI MOOC과정 개설 및 온라인 평생 교육과정을 실시하여 인공지능 지식을 갖도록 지원 • 앨런 튜링 연구소와 협력하여 전 세계 전문가에게 열린 펠로우십 개발
영국 AI 연구 강화	• 앨런 튜링 연구소를 인공지능, 데이터과학의 중심 연구소로 강화 • 대학은 지적재산권 라이선싱 제고를 위한 정책, 사례 연구 • 앨런 튜링 연구소, EPSRC 등이 협력해 컴퓨팅 요구 사항 마련
AI 활용 지원	• 정부는 산업계와 협력하여 영국 인공지능위원회(UK AI Council) 설립 • 정보장관실과 앨런 튜링 연구소는 설명 가능 인공지능 틀 개발 • 국제무역부는 인공지능 비즈니스 지원 프로그램을 확대 • techUK는 산·학·연 공동으로 인공지능 촉진을 위한 가이드라인 개발 • 인공지능을 공공 서비스 운영과 개선에 적용 • 혁신 지원 관련 기금의 모든 사업에 인공지능 적용 유도

출처 : 정보통신산업진흥원 [글로벌ICT이슈] 영국의 인공지능(AI) 산업 현황

- ‘영국 인공 지능 산업 육성’ 권고 사항을 구체화 하고 주요 행동전략을 담은 정부-산업 간 분야별 합의문을 통해 AI 인재양성 방안을 제시함 (‘18년 4월)

<표 2-7> 합의안에 따른 인력양성 방안

주체	방안	주요내용
정부	교육기관 및 산업계와의 협력	• Turing Fellowship 프로그램 개발을 통해 AI인력의 유치 및 확보 • ‘20~’21년까지 추가 200개의 AI 박사과정 개설 • EPSRC 박사훈련센터 통한 1억 파운드의 AI장학금 지급
	글로벌 고급인재 확보	• AI를 비롯한 과학·디지털·기술·공학 등 창의인재 유치를 위해 연간 2천명 수준의 Double Tier 1(Exceptional Talen) 비자 발급 • Tier 1비자로 입국한 선진 과학자·연구자들의 정착 위한 이민법 변경 • 학위를 취득한 고급 인재들이 영국에서 일할 수 있고 해외 연구자들을 고용할 수 있도록 관련 규정 개정
	AI개발 다양성 촉진	• AI연구 기반과 인력 다양성의 중요성을 홍보하기 위해 AI Council과 협력
산업	AI인력 규모의 확대를 위한 투자	• 영국 선도대학 내 민간 지원 AI석사과정 개설을 위해 대학과 협력 • 6천만 파운드의 박사과정 장학금 지원
	인력 다양성 증대 협력	• AI인력의 다양성 증대를 위한 노력과 이를 위한 AI Council 지원

출처 : 정보통신산업진흥원 [글로벌ICT이슈] 영국의 인공지능(AI) 산업 현황

- 영국 정부는 산업전략에 따른 산업 부문별 민관협약 ‘Introduction to Sector Deals’ 을 체결함 (‘18년 12월)

‘17년 영국 정부는 기술, 산업, 인프라의 투자를 통해 양질의 일자리 창출, 국민 소득 향상 등 국가 생산성을 증대시키고자 산업전략을 수립함

- R&D를 통한 기술 개발·상업화, 일자리 창출 및 국민 경제력 향상, 디지털 인프라 구축, 창업 및 기업성장 환경 조성, 지역 발전 등을 목표
- 이를 위해 각 경제부문별 민관협약을 체결하고 4대 도전과제 (1) AI·빅데이터 분석, (2) 청정성장, (3) 이동성 미래, (4) 고령화 사회를 추진

영국 정부는 기업 성장의 장벽 해소, 생산성 제고, 양질의 일자리 보장을 위해 핵심 분야별 민관협약을 체결하여 전략적 파트너십을 구축함

IT, 소프트웨어, 게임, 영화, 건설, 출판, 광고, 디자인 산업 등을 포함한 창조산업은 영국 경제의 5%를 차지하며, 2백만 명 이상의 고용 및 870억 파운드의 부가가치를 창출하는 산업임

- 세계적 수준의 창조산업 육성을 위해 산업전략챌린지기금을 통한 창조산업 R&D 지원, 창조적 직업 프로그램을 통한 인재 양성, 영국 전역의 창조센터 설립을 추진함

세계적인 AI기업인 Deepmind, Babylon, Swiftkey 등은 영국 이노베이트 UK의 지원을 받아 설립된 기업으로, AI의 영국경제 기여 가치는 ‘30년까지 2,320억 파운드에 이를 것으로 추정됨

- 영국 정부는 AI 및 데이터 기반 경제 발전 정책을 도입 중에 있으며, 이를 통해 AI 기술개발 및 투자의 선도국이 되고자 함

- 영국 상원 AI 특별위원회는 전문가 인터뷰를 통해 AI전략의 방향을 제시하는 보고서를 발간하고, 국영 은행은 AI 투자를 위한 별도기금을 조성, AI 정책 개발을 담당하는 정부기관들의 역할을 명확하게 하도록 제안 (‘18년 4월)

- AI 기술력을 높이기 위해서는 뛰어난 인재를 육성하는 것이 중요함에 따라, 영국은 AI과정을 확대하며 인력 공급을 강화함

- 영국의 26개의 대학교가 AI관련 학부를 운영하며, 20개 대학에서 대학원 과정을 운영하고 있으며, 석·박사 수준의 등록 학생 수는 꾸준히 증가하고 있음

- ‘유럽의 AI수도’ 로 불리는 영국은 유럽 AI 스타트업 수의 1/3에 해당하는 AI 스타트업이 있으며 유치한 투자액은 13억 달러에 달함 (‘18년 기준)

- 영국의 AI기업 대다수는 런던을 기반으로 하고 있으나, 영국 내 다른 지역에도 다양한 학술대회, 논문 발표 기관, 연구개발비 지원 등을 기반으로 AI 활동 클러스터를 형성함

- 영국의 AI 창업 및 중소기업이 있는 가장 중요한 지역으로 런던 소재 주요 대학의 AI 연구들도 런던을 AI주요 클러스터로 만드는 요인임

- Darktrace를 비롯한 다양한 AI 스타트업 회사들이 만들어졌으며, 케임브리지대학 컴퓨터 학과와 직접 관련되어 현지 투자자의 지원이 많음

- 영국이 배출한 17개 유니콘 기업 중 11개 기업이 AI 마케팅, 고객 서비스를 제공하거나 AI 기술

을 제품과 서비스에 도입함

- 영국 정부가 민관 협력을 이끌고 AI 기술 개발 지원 및 인력양성 결과 AI 분야 유니콘 기업 배출 및 인재 확보 등 두각을 보임

또한, 해외 인재유치를 위해 비자법(우수인재 비자, 스타트업 비자 등)을 도입하고 이민법을 개정하는 등 인재 유치를 위한 노력을 기울이며 국내외 인재들의 자국 내 육성을 강조하고 있음

다. 일본

- 일본은 ‘16년 제5기 과학기술기본계획에 처음 ’ 초스마트사회 ‘라는 개념을 언급함으로써 산업경쟁력을 강화하고 사회 과제를 해결하는 것을 목표로하고 있음

일본판 제4차 산업혁명인 초스마트사회 정책은 “사이버 공간과 물리적 공간을 고도로융합하는 것”을 중시하여 인간 중심의 사회를 실천하고자 제조업 혁신을 넘어 사회 전반적인 혁신을 이야기 하고 있음

아베노믹스의 행동전략으로 불리는 ‘일본재흥전략’은 제4차 산업혁명의 사령탑으로 종합과학기술·이노베이션회의에서 발표한 제5기 과학기술기본계획(‘16년 5월)의 초스마트사회(Society 5.0) 실현을 기본 방침으로 정하고 주요 핵심키워드로서 ’ AI’ 와 ‘로컬’을 이야기 하고 있음

- 일본재흥전략의 경우 규제와 제도를 지속적으로 개혁하고 실행가능성을 높이기 위해 ‘목표역산로드맵’을 도입하여 추진하고 있음
- 일본은 제4차 산업혁명을 통해 새로운 비즈니스 모델을 창출하기 위한 환경정비를 위해 새로운 방식을 도입하여 구체화하고 있음
- 중장기 공정표를 통해 구체적인 상황과 성과 목표(KPI)를 설정하고 있고, 이는 정부가 언제 어떤 규제나 제도를 정비할 것인지에 대한 예측가능성을 제공해줌으로서 민간 투자를 촉진하는 것을 목표로 하고 민간의 역할이 증대되는데 활용할 만한 연구 개발이나 시설투자에 관한 방침을 결정함으로서 민간기업을 지원하고 있음

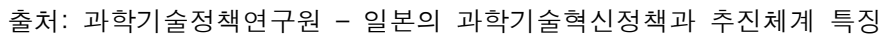
일본정부는 전문성을 강화하기 위해 과학기술전담부처를 만들고 융합형 창의 인재 양성과 국가 미래 전략 기능을 수행하고 있음

- 국가 과학기술 R&D 기능을 전담부처로 집중해 중복성을 배제하고 종합과학기술·이노베이션회의가 강력한 사령탑 역할을 통해 전문성을 강화하고 있음

‘18년에 발표된 일본 과학기술혁신 정책의 주요 이슈는 데이터 연계, 사이버보안 강화 및 미래기술 대비임

- 세계 최초 AI를 활용한 데이터 연계 기반 정비, 글로벌 데이터 유통시장 창출을 목표로 ‘18년 7월 ‘통합이노베이션전략’에서 데이터 연계 추진계획을 제시함
- 연구데이터의 관리·공개·검색을 촉진하는 오픈 사이언스 기반 시스템 운용하기로 함
- 대학, 연구개발법인 및 기업의 연구자를 대상으로 한 경쟁적 연구비 제도에 데이터를 관리·공유할 수 있는 시스템을 도입하여 데이터 공유를 촉진함
- 자유롭고 안전한 사이버공간 창출을 통해 경제사회 활동 기반 구축, 국민 안전에 기

- AI, 로봇을 활용한 업무 프로세스 디지털화, 거점도시 내 스마트 시티 네트워크화 추진, 지방으로의 기관 유치 전략을 제시
- AI, IoT, 블록체인 등 최첨단 기술을 통한 다양한 산업구조 전환서비스 개발 전략을 제시



- 일본재흥전략의 경우 규제와 제도를 지속적으로 개혁하고 실행가능성을 높이기 위해 ‘목표역산로드맵’을 도입하여 추진하고 있음

구분	생산·가동 주도	데이터 품질 및 호환성	구축 데이터
미국	범정부위원회 (FGDC)	국 가 지 리 정 보 프 레 임 위 크 (NDGDF) 표준 준수	- 기본공간정보 - 주제도
영국	지리원 (OS)	- INSPIRE 표준 준수 - 데이터 셋의 메타데이터, 데이터 모델, 코드 목록 등 표준화된 기 주을 명시	국가기 본 도 33 종 (OS MasterMap포 함)

일본	국토지리원 (GSI)	- ISO/TC211국제규격을 준용한 JPGIS(일본 지리정보 표준 프로파일) 표준 준수 - 기반지리정보는 1개월 단위 갱신 - 수치표고모형은 1년단위 갱신	- 기반지리정보 13종 - 수치표고모형 (5m, 10m)
----	-------------	---	--

출처: 국토교통부(2018), 2018년 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안 보고서(2017년 기준)

2-2. 국내외 시장현황 및 전망

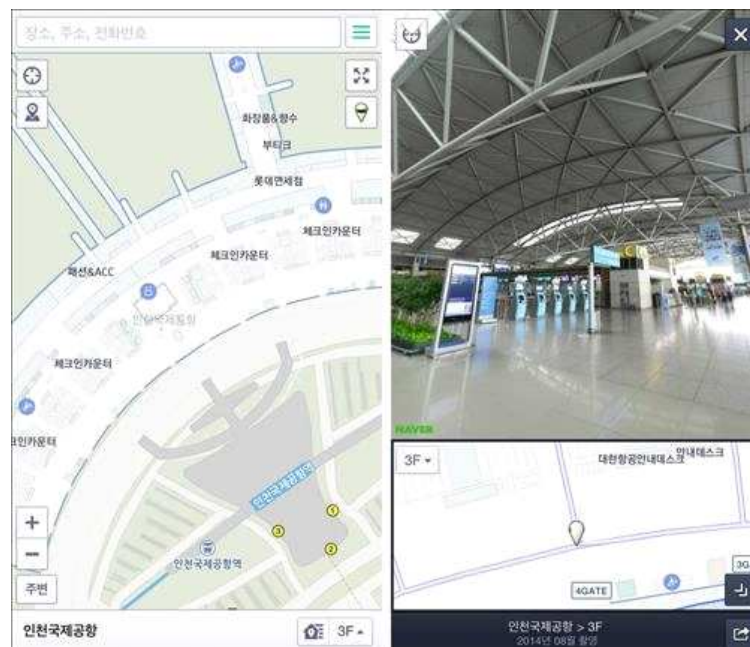
- 국내외 시장동향은 공간지식추론 엔진과 관련된 시장을 분석하고, 공간분석, 공간 빅데이터, 그래프 DB, 3차원 모델 등과 관련한 사업 물량을 기반으로 분석함

1. 국내 시장 동향

- 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현 서비스 출시 현황

- 민간 부분

- 네이버는 공간정보 업체 ‘에피폴라’를 100억에 인수하며 3D 지도사업에 높은 의지를 보이고 있으며, 2015년부터 전국 주요 교통·상업시설 328곳의 실내지도를 제공하고 있음. 실내지도는 3D 파라노마뷰를 지원하는 실제 화상과 연계되어 실내 환경에 대한 자세한 정보를 제공하고 있음



<그림 2-25> 네이버 실내지도 출처: 연합뉴스(2015)

- 다음 카카오는 2011년부터 스토어뷰 서비스를 제공하고 있음. 로드뷰 지역 근처에

스토어뷰가 있을 시, 스토어뷰 에어태그가 로드뷰에 연동되어 나타나며 실내사진을 비롯해 음식점의 메뉴, 가격 등의 정보가 제공됨

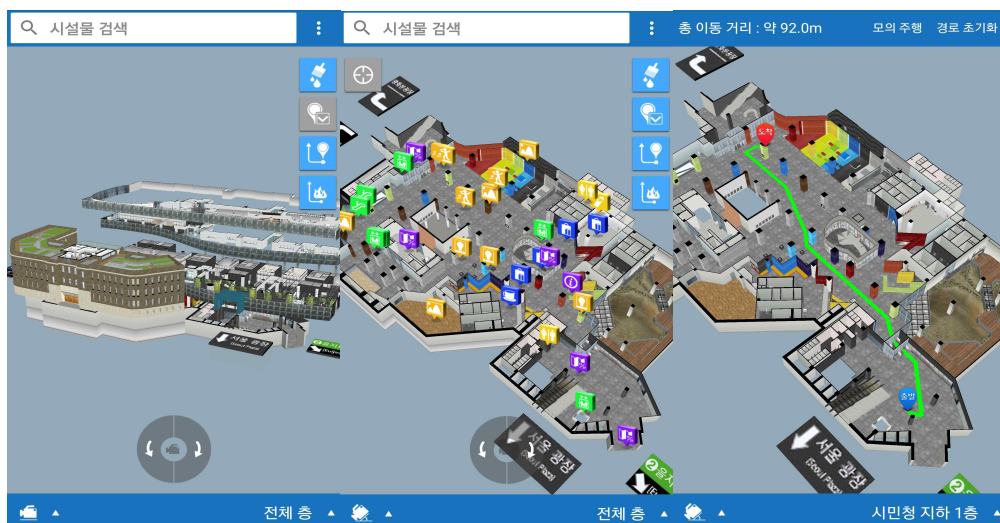


<그림 2-26> 카카오맵 스토어뷰

- 이외에도 인천공항 가이드, 롯데인사이드 아이, 롯데월드 물 표준화 데이터, 마이코엑스 등의 실내공간정보 서비스가 출시되어 활용되고 있음

- 공공 부분

- 국토교통부에서는 스마트폰의 WiFi 신호 및 지자기 신호 등을 이용해 실내 위치를 파악하고, 이를 바탕으로 위급 상황 시 대피동선을 안내하는 서비스를 개발하였으며, 공항, 지하철 등을 레이저 3D 측량을 통해 실내공간정보를 구축한 사례가 있음
- 서울시는 지하철 역사, 청사 등 107개소 1,099.842 m^2 규모의 3D 실내지도를 웹과 모바일로 서비스하고 있음. 서울시청에 한해 비콘을 활용한 실내위치기반서비스를 제공하고 있으며, 셀프투어, 피난대피로 조회, 실내 공간 관심정보 조회 등의 기능을 제공함



<그림 2-27> 서울시 실내지도서비스

- 서울시는 3D 가상공간에 서울 전역의 지형과 약 60만 동의 시설물을 구현하고 행정·환경정보를 결합한 S-Map(Smart Seoul Map) 1단계를 구축하였음.
‘S-Map’에서 클릭으로 부동산 정보와 실시간 CCTV 교통정보 등 행정정보, 시간과 계절에 따른 일조량과 풍향의 변화 등 환경정보를 확인할 수 있음
- 서울시는 S-Map을 활용해 시물레이션을 바탕으로 도시계획을 수립하고 도시문제 진단 및 해결 등 다양한 기능을 하는 인프라로 발전시킬 계획임



<그림 2-28> 스마트도시 플랫폼 체계도

출처: 정보통신신문, 3D 입체적 공간에 서울이 그대로 ‘S-Map’ 공개, 2020.06.30.

○ 공간 빅데이터의 지능형 수집과 다차원 분석 서비스 출시 현황

- 공간 빅데이터의 지능형 수집 측면의 서비스 현황

- 국내 인공지능, 빅데이터 플랫폼 구축 기업인 솔트룩스는 2015년부터 국토교통부와 함께 진행한 사업을 통해 공간 빅데이터 체계 구축 사업을 통해 행정정보와 민간정보 등 공간데이터 기반 정형·비정형 빅데이터 및 텍스트 데이터를 융합하여 생산성 있는 지능형 공간데이터를 구축하였으며 다양한 공간분석 모델과 템플릿을 사용자에게 제공함
- 2018년까지 공간·행정·민간 정보 등 341종의 데이터를 수집하였으며 사용자는 웹 환경에서 손쉽게 접근, 활용 가능함
- 교통·행정·지역개발 등 특정분야에 맞춘 융합 데이터를 생산하고, 생산된 융합 데이터 서비스를 통해 다양한 형태, 주제의 데이터를 융합 DB를 통해 제공하며 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 다양한 유형의 결과값을 대시보드 형태로 제공함

- 시공간 다차원 분석 서비스 현황

- 플랫폼화를 통해 공간정보 및 공간 빅데이터에서 제공되는 데이터와 다양한 공간데이터 관련 라이브러리를 활용한 다방면의 분석을 지원, 쉽게 알아볼 수 있는 가시화 기술을 활용, 지도 위 시각화 서비스를 지원함
- 정형데이터와 더불어 비정형데이터를 정제, 감성 분석 등 다양한 분석 후 위치,

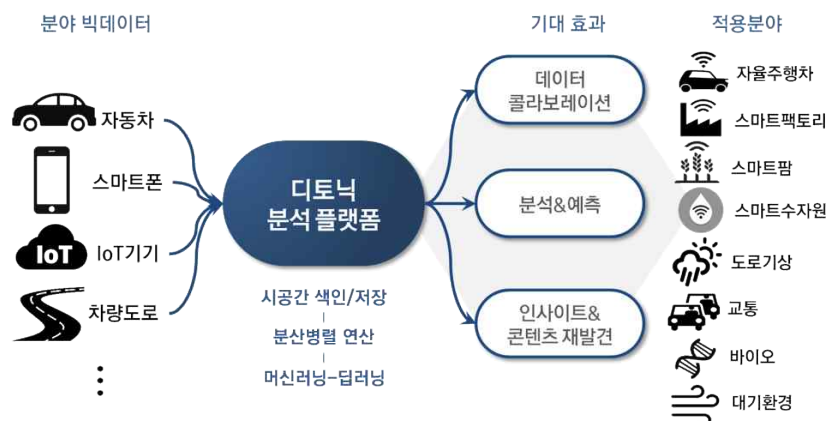
공간 데이터와 결합해 더욱 고차원적인 분석기능을 구현함

- 자연어처리, 소셜 네트워크 데이터 등 공간데이터 외 다양한 데이터 처리를 지원해 융합데이터 분석에 특화된 솔루션을 제공함



<그림 2-29> 솔트룩스 공간빅데이터분석 기능 출처: 솔트룩스

- GIS와 ICT 기술 기반의 시공간 빅데이터 전문기업인 디토닉은 시공간 데이터 분석 엔진을 바탕으로 현대자동차, 도로교통공단 등을 주요 고객으로 두고 있으며 부산 스마트시티 국가시범도시 사업과 부천시 스마트챌린지 등 스마트시티 사업, 미래 모빌리티 사업, 스마트팩토리 사업에도 참여하고 있음. 최근 질병관리청 코로나19 역학조사 지원 시스템에도 적용되었음
- 교통, 도로기상/기상기후, 실시간 지도, 활동기반 모델링 등 공간 빅데이터 보유 산업에 지속적으로 확장하는 중임



<그림 2-30> 디토닉 GeoHiker 개요 출처: 디토닉

- AI 딥러닝 기반 머신비전 분야 영상분석솔루션과 실시간 인메모리 DB 기반 빅데이터 저장/처리/관리 솔루션을 제공하는 리얼타임테크는 센서 등으로부터 스트리밍 형태로 수집된 데이터를 실시간으로 분석하는 기능과 Long-Term Batch 분석을 할 수 있는 기능을 제공함.

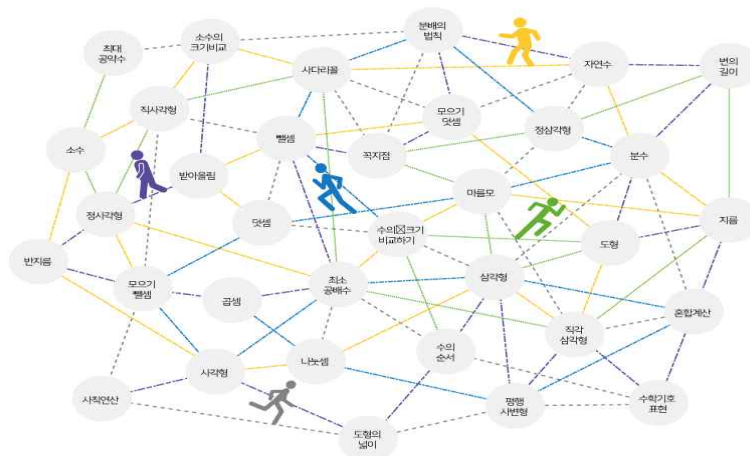
-

<그림 2-31 >리얼타임테크의 빅데이터 수집/저장/분석 플랫폼 출처: 리얼타임테크

○ 그래프 DB 기반 인공지능 구현과 활용 서비스

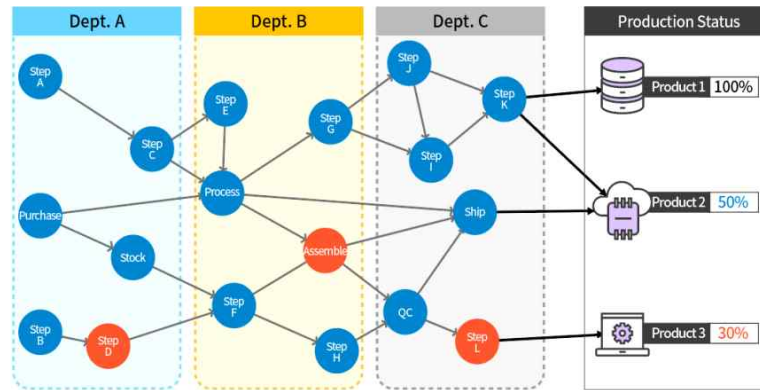
- 그래프 DB 기반 인공지능 구현과 활용 서비스 출시 현황

- 개인화된 교육 서비스인 에듀테크(Education + Technology)는 4차 산업혁명의 주요 기술 중 하나로 학생 개인의 학습 계획 정보를 관리하고 이를 통해 새로운 커리큘럼 등 정보를 얻을 수 있는 서비스임. 그래프 DB 관련 기업인 비트나인은 AI 기반의 교육 프로그램을 위해 구축된 30억 건 이상의 학습 데이터를 그래프 DB에 저장 및 관리하여 패턴 분석을 시행해 지식 그래프(Knowledge Graph)의 형태로 구축함



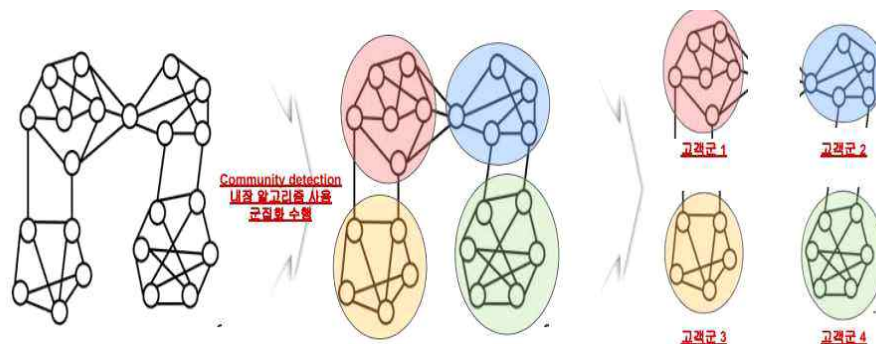
<그림 2-32> 개인별 맞춤형 학습경로 추천

- 부서 간 협업 관계를 네트워크 형태로 저장해 그래프 DB 형태로 저장하는 협업/성능 관리 시스템(Performance Management System)을 통해 진행 상황과 목표 달성률을 쉽게 파악할 수 있음. 업무 관리자들이 온/오프라인에서의 흐름과 성과 지표를 바탕으로 관리할 수 있게 도움



<그림 2-33> 그래프 DB 형태의 협업/생산 관리 시스템

- 관계형 DB 형식으로 구축된 카드 승인 정보를 그래프 DB 전문 언어인 Cypher 쿼리 언어를 통해 그래프 모델로 재구축해 더욱 깊은 패턴 추론 기능을 구현함
- 각 고객 간 카드 사용 패턴의 유사도를 산출하고 이를 군집분석과 같은 머신러닝 모델의 입력 값으로 사용, 새롭게 분류된 고객 군을 위한 프로모션 등 새로운 사업 모델로 발전시킬 수 있는 솔루션을 제공함



<그림 2-34> 카드 사용 패턴 기반 고객 분류 알고리즘

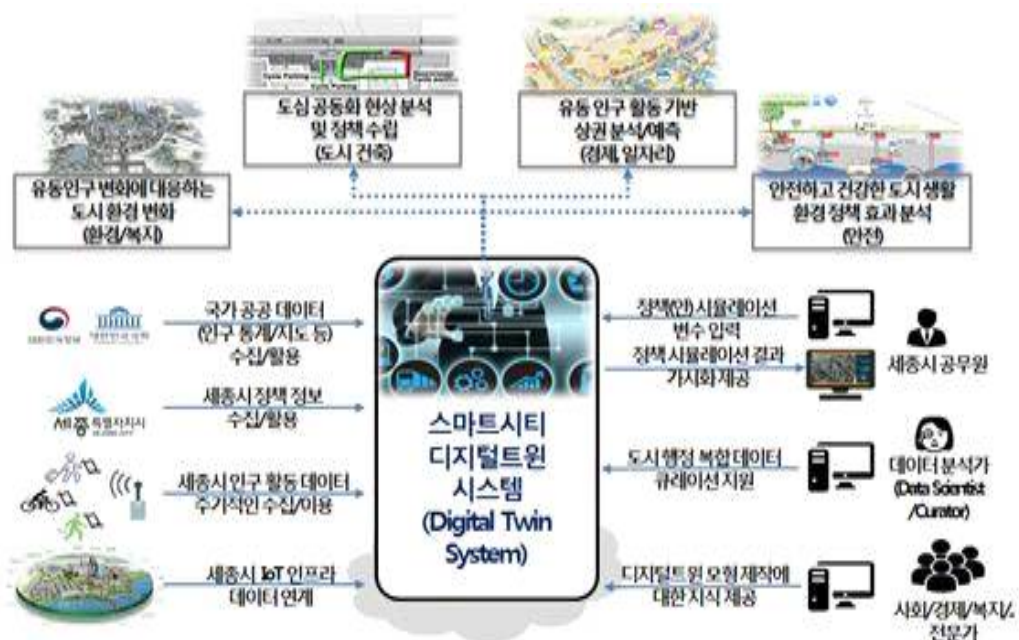
- 이외에도 기업의 마스터데이터관리(MDM), 금융권의 대표통장 기반 사기 방지, 바이오 신약개발에서 성분과 질병 증상 등 의약정보 간 관계를 그래프로 연결해 분석하는 서비스를 제공함

2. 국내 시장 전망

○ 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현 시장 전망

- 국가 전략 프로젝트 연구개발(R&D) 측면의 시장 전망

- 서울, 부산, 전주, 세종 등 여러 도시들과 연계하여 도시 3차원 모델을 구현하고 다양한 모의실험을 통해 정책에 도움을 줄 수 있는 다양한 연구들이 진행 중
- 아직은 초기 단계이나, 앞으로 이 연구들이 완료되고 결과물들이 공개 및 공유된다면 이 시장에 기초자료로써 마중물 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨
- 일례로, 세종시와 ETRI는 2018년부터 2022년까지 연계하여 세종 5-1생활권을 테스트 베드로 한 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현이 가능한 스마트시티 디지털



<그림 2-35> 스마트시티 디지털트윈 개요도

출처: 세종방송, 세종시-ETRI, 스마트시티위한 ‘디지털트윈’ 구축, 2018.04.19

- 기업 측면의 시장 전망

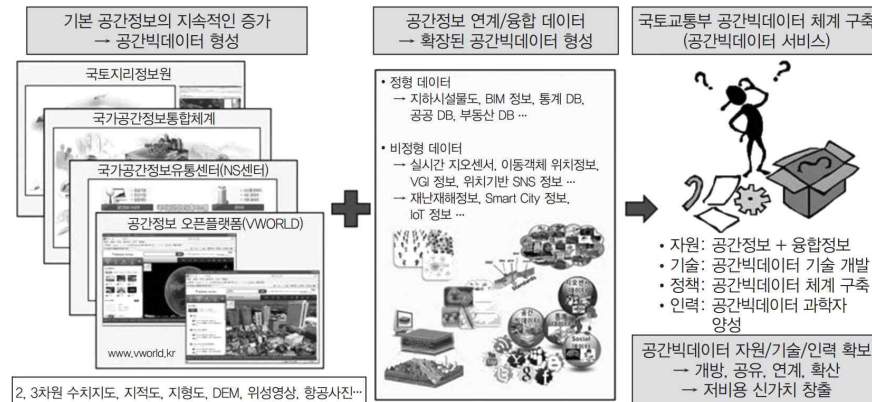
- 통신사들이 5G 네트워크를 필두로 스마트시티 사업에 진출하였고 LG CNS에서 스마트 시티 플랫폼인 Cityhub를 구축했으나 아직 시작단계에 있어 발전 여지가 많음
- 대기업 위주로 시장이 주도될 것으로 전망됨. 복합적인 데이터가 필요하여 중소기업에서는 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현에 대한 전체 솔루션에 대한 공급은 어려울 것이고 그 중 특화된 부분만을 강조하여 공급할 것으로 예상함(출처 : ICT SPOT ISSUE 동향분석, 2019-26)

○ 공간 빅데이터 분석과 그래프 DB 인공지능 시장 전망

- 공간 빅데이터 지능형 수집과 다차원 분석 측면의 시장 전망

- 실세계에 존재하는 모든 정보의 80% 이상이 위치 또는 공간과 관련되어있는 상황에서 공간정보는 빅데이터 분석에서 결코 빠뜨릴 수 없는 정보임. 국토교통부는 수치 지도, 지적도, 지형도, DEM, 지하시설물도 등의 다양한 정형 데이터와 위성영상, 항공사진, 위치정보, 위치기반 SNS 정보 등의 다양한 반정형/비정형 데이터 등을 보유하고 있으며, 이들 데이터들의 볼륨도 지속적으로 증가하고 있음
- 공간정보와 밀접한 연관성을 가지고 있는 국가 공공정보, 통계정보, 재난재해정보, 스마트시티정보, IoT 정보 등과 융합하여 더욱 확장된 개념의 공간 빅데이터를 형성할 것으로 예측되는데, 이러한 공간 빅데이터는 공공부문에서 주거, 교통, 교육, 재난재해 문제들과 같은 국가 사회적 문제를 종합적으로 해결할 수 있을 뿐만 아니라,

상권분석, 모바일 광고, 위치기반 서비스 등과 같이 민간부문에서의 활용도도 매우 높을 것으로 예측됨



<그림 2-36> 국토교통부 공간 빅데이터 체계 구축 흐름

- 그래프 DB 기반 인공지능 구현과 활용 측면의 시장 전망

- 과학기술정보통신부는 2019년 12월에 인공지능 AI 국가전략을 발표하며 ‘IT 강국을 넘어 AI 강국’이 되기 위해서 모든 직군에 AI 교육을 하여 AI 인재를 양성하고 2030년까지 AI를 통해 경제 활력을 제고하고, 최대 455조원 창출을 목표로 하고 있다고 밝혔음
- 또한 과학기술정보통신부는 ‘한국판 뉴딜’ 계획 중 데이터 • 인공지능 • 클라우드 분야 2020년 7개 추경산업에 관한 사업설명회에서 데이터 분야 사업으로 빅데이터 플랫폼과 인공지능 학습용 데이터 구축, 인공지능 데이터 가공 바우처 등 3개 사업에 약 3,800억 원이 투입될 예정이며, 인공지능 융합 프로젝트(211억), 인공지능 바우처 지원 사업(560억) 등의 사업에 막대한 예산이 투입될 예정이라 발표함
- 진행 중이던 AI 기술 및 사업의 경쟁력을 키우는 것뿐만 아니라 사람 중심 AI 실현을 위한 과제를 추진하고 있다는 점이 핵심으로, 그래프 기반 머신러닝으로 인지, 학습, 추론 기능을 더한 AI 기술은 앞으로 산업의 고객과 연결하고 직원들의 생산력을 개선하며, 사기 위험을 줄이고, 더 나은 비즈니스 투자 결정을 내릴 것이며, 이는 그래프 DB 시장의 무궁무진한 성장을 이끌 것으로 주목됨

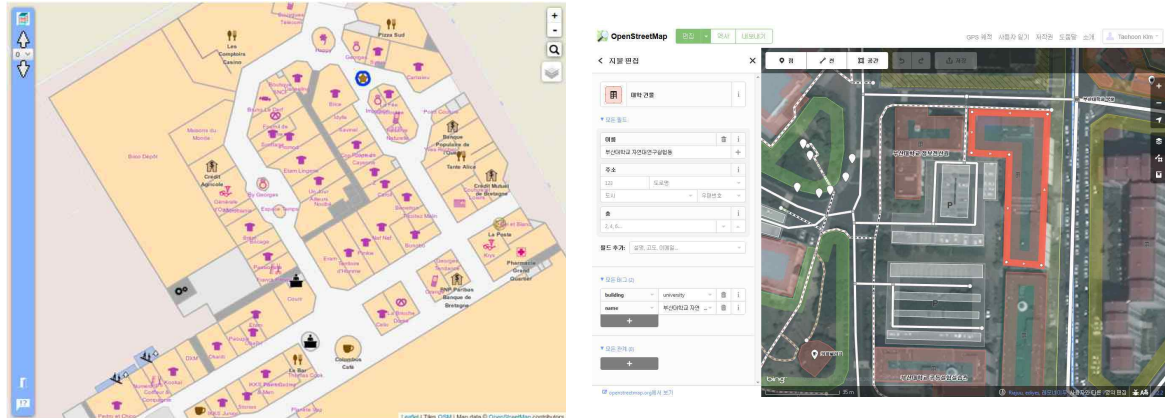
3. 국외 시장 동향

○ 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현 서비스 출시 현황

- 도시 실내공간정보 서비스 출시 현황

- Google Indoor Map은 구축된 실내지도를 통하여 단순한 지도서비스 및 경로 찾기 서비스 제공. Aisle411, Magelan 등의 서비스에서는 도소매 상점의 상품위치 안내서비스를 제공하는 도소매 상품진열 위치정보 서비스를 제공함

- Venue Map 서비스는 대규모 전시회나 회의를 위하여 전시부스 안내 및 회의장 안내, 그리고 길찾기 서비스를 제공. 병원의 자원관리의 경우 유럽의 병원에 대하여 병원 내의 환자와 자원의 위치관리 시스템에 사용
- OpenLevelUp(openlevelup.net)은 건물의 내부를 층별로 표시하는 웹지도로 실내 데이터를 보는데 매우 유용함. OSM 서버에서 실제 데이터를 검색하고 지도의 확대/축소를 통해 실내 세부정보를 확인할 수 있음

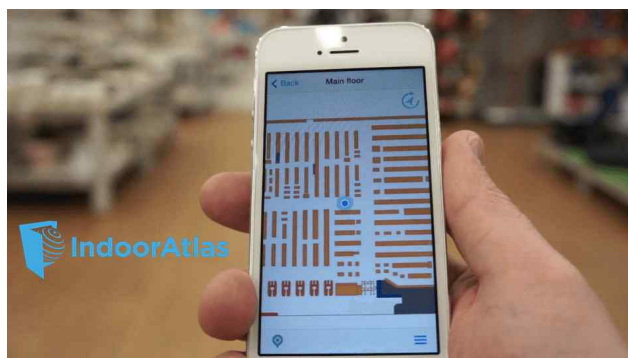


<그림 2-37> OpenLevelUp 상의 쇼핑몰지도(左), OpenStreetMap 사용 예시(右)

출처: wikipedia

- 도시 3차원 데이터 관리 및 표현 관련 서비스 현황

- 핀란드 IndoorAtlas사는 지자기 센서를 이용한 실내공간 포지셔닝 기술을 기반으로 실내공간 위치데이터를 관리하고 실내공간서비스를 제공하기 위한 PaaS형태의 클라우드 플랫폼을 응용개발자들에게 제공



<그림 2-38> IndoorAtlas 사용 예시

출처: techinasia, Here's how a finnish startup landed \$10M from Baidu. In a Mcdonald's, 2015.08.10

- 프랑스 Insiteo사는 BLE(Bluetooth Low Energy) Beacon을 활용한 실내 공간 포지셔닝 기술을 기반으로 실내 위치서비스 플랫폼을 제공
- Apple사는 현재 내·외부 전문가 수백 명으로 구성된 AR기술 관련 조직을 운영하고 있으며, 아이폰과 연동하여 사용하는 AR글래스를 개발

○ 공간 빅데이터의 지능형 수집과 다차원 분석 서비스 출시 현황

- 공간 빅데이터의 지능형 수집 및 활용 측면의 서비스 현황

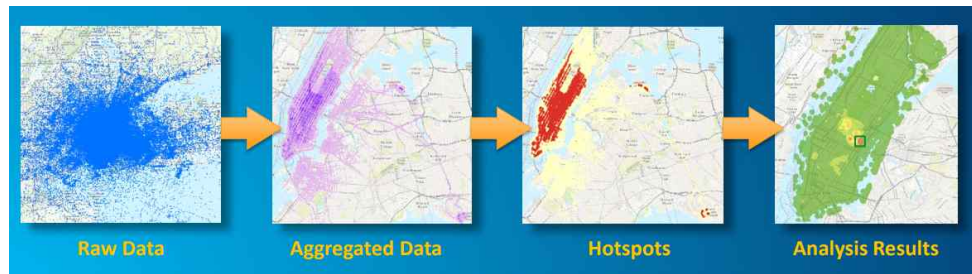
- 일본의 대표적인 이동통신사 KDDI, 자동차 제조기업 토요타, 모빌리티 회사인 재팬 택시가 공간 빅데이터의 지능형 수집 및 활용을 통한 인공지능 기반의 택시 배차 지원 시스템을 협동 개발함
- 재팬택시는 택시의 서비스 로그 기록 데이터, 미배차 택시의 위치 데이터, 택시 배차 요청이 높은 지역 데이터 등을 기반으로 택시 수요를 예측하였음. KDDI는 승객들의 스마트폰에서 위치 기반 공간 빅데이터를 수집하여 유동인구를 예측함
- 재팬택시와 KDDI에서 수집한 빅데이터를 기반으로 토요타와 협업하여 인공지능 기반의 택시 수요 예측 시스템을 'Taxi Dispatch App'의 어플리케이션 형태로 개발함. 해당 앱은 사용자에게 인근 미배차 택시 차량 대수 정보를 전달, 택시 기사에게 택시 승객 예상 위치를 안내함



<그림 2-39> 재팬택시, KDDI, 토요타 협업한 인공지능 기반 택시수요 예측 시스템
(출처: Toyota, 2018.03.09.)

- 공간 빅데이터의 다차원 분석 측면의 서비스 현황

- 지리정보시스템 소프트웨어를 제공하는 소프트웨어 개발사인 ESRI에서는 1년간 뉴욕시의 택시 위치 정보를 다각도 방면에서 분석한 스토리 맵을 웹사이트 형태의 서비스로 제공함
- 승하차 위치, 승차 시간 등 다양한 카테고리의 데이터들을 다차원에서 분석 및 시각화하여 user-interactive한 형태로 제공함



<그림 2-40> ESRI의 뉴욕시 택시 위치정보 분석

출처: Quality life, 5 Case Studies For Merging BIG Data Analytics With GIS, 2018.8.3

- IBM과 ESRI는 트위터의 위치 데이터, 게시글 등을 활용한 소셜 모니터(Social Monitor)를 바탕으로 브랜드별 지역에 따른 감정분석을 함
- 트위터 활동을 모니터링하여 지역별 소비자들의 반응을 통해 결함 있는 clothing recall의 범위를 증명함

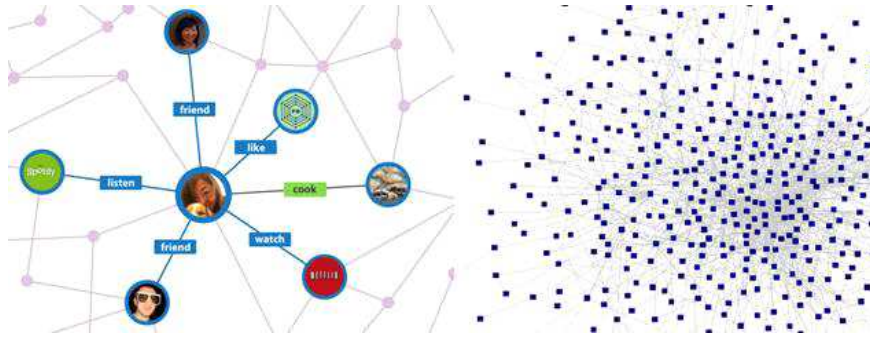


<그림 2-41> IBM, ESRI가 협업한 소셜 모니터 출처: ESRI 홈페이지

○ 그래프 DB 기반 인공지능 구현과 활용 서비스 출시 현황

- 그래프 DB 기반 인공지능 구현 측면의 서비스 현황

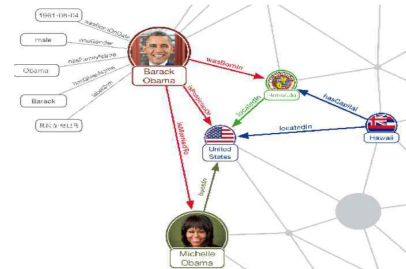
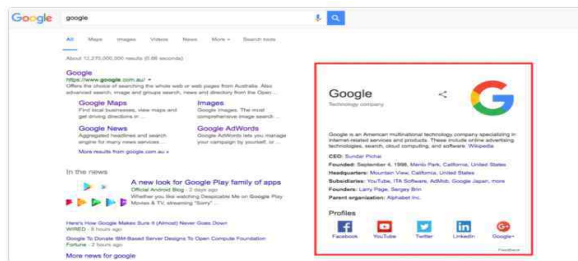
- 2013년 페이스북에서 그래프 DB 기반 인공지능 그래프 검색 기능을 구현하여 서비스하기 시작함
- 페이스북 그래프 검색은 사람, 사진, 장소, 관심사에 초점을 두고 기존의 제한된 검색 툴을 대체해 네트워크에 연결된 사람들에 대해 더욱 구체적인 탐색이 가능하게 함. 그래프 검색은 페이스북 네트워크 내부의 다양한 콘텐츠에 대한 다각도의 검색 결과를 제시함



<그림 2-42> 페이스북의 그래프 DB 기반 그래프 검색

- 그래프 DB 기반 인공지능 활용 측면의 서비스 현황

- 2012년 5월 구글에서 새로운 검색서비스 기술인 ‘지식 그래프’를 도입함. 그래프 DB 기반 지식 그래프는 기존의 나열된 단어 위주의 검색방식을 버리고, 검색어와 현실 세계에 존재하는 대상 간의 연결 관계를 이해한 유기적인 검색을 가능하게 함. 동음이의어 검색, 요약정보 제공, 관련 정보 제공 등의 기능을 제공함



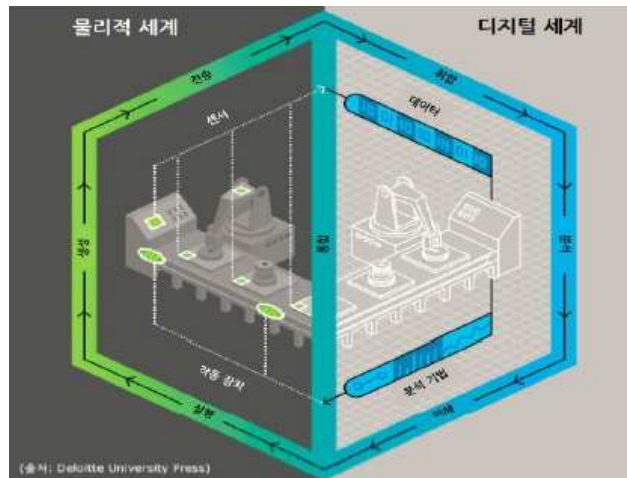
<그림 2-43> 구글의 검색서비스 기술 ‘지식 그래프’

4. 국외 시장 전망

○ 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현 시장 전망

- 디지털 트윈(Digital twin) 측면의 시장 전망

- ‘디지털 트윈’이란 가상의 세계에 현실을 반영한 모델을 구현하여 데이터의 ‘생성→전송→취합→분석→이해→실행’ 등의 절차로 실제 세계와 가상의 세계를 실시간으로 통합하는 것이 핵심으로 도시 3차원 모델의 ‘분석’과 ‘표현’ 기술의 주요 활용 분야임
- 가트너 ‘사물인터넷의 2019 하이프 사이클’에서 디지털 트윈은 ‘부풀려진 기대 정점’에 위치함. 10년 안에 디지털 트윈은 디지털 솔루션의 지배적인 설계 패턴이 될 전망
- 2019년 발행된 ‘Market and Markets’의 디지털 트윈 보고서는 세계 디지털 트윈 시장의 폭발적 성장을 예상함(2019년 38억 달러 → 2025년 385억 달러(성장률 37.8%))



<그림 2-44> 2017 딜로이트의 디지털트윈 개념도

- 도시 3차원 모델 활용 측면의 시장 전망

- 코로나19 상황과 다가오는 경제 불황 속에서도 전세계의 3D Mapping 및 3D 모델링 시장은 20.8%의 CAGR(연평균 성장률)에 힘입어 2027년까지 294억 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨
- 드론, 자동차, 모바일 기기를 이용한 저비용/고효율의 3D 모델링 및 매핑 기술을 도입하는 추세이며, 고정밀 3D 모델링 및 매핑시장은 2020년 170억 달러로 평가되고 있으며, 앞으로 연평균 55.5%의 성장률로 성장할 것으로 예상됨
- Research and Markets의 보고서에 의하면 공간정보 분야 중에서 분석 및 가시화 관련 세계시장은 2020년 720억 달러에서 연간 21.4%의 성장을 지속할 것으로 전망하고 있음

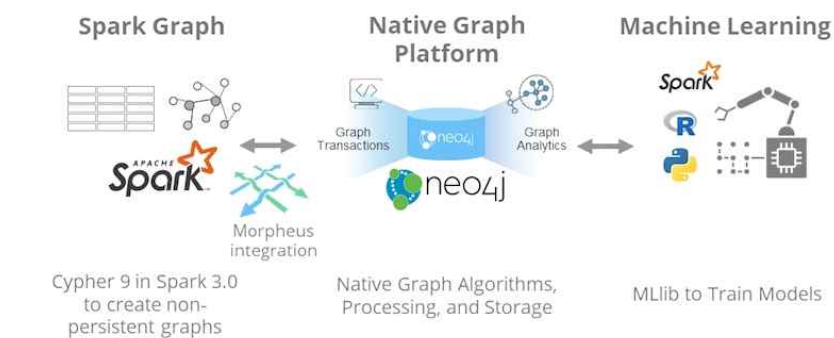
○ 공간 빅데이터 분석과 그래프 DB 인공지능 시장 전망

- 공간 빅데이터 지능형 수집과 다차원 분석 측면의 시장 전망

- 해외 글로벌 기업들은 이미 상당한 수준의 빅데이터 핵심기술을 보유하고 있으며, 이를 기반으로 시장을 선점해나가고 있음. IBM, HP 등의 대형 IT 기업은 빅데이터 솔루션 확보를 위하여 빅데이터 전문 기업을 인수하며 기존 자사 제품과 결합해 오고 있고, Google, Amazon 등의 기업은 Hadoop과 같은 빅데이터 저장-관리-처리기술과 빅데이터 서비스를 제공하는 플랫폼 기술을 확보하고 있음
- 주요 선진국들은 이러한 빅데이터 기술을 국가 안전을 위협하는 글로벌 요인이나 테러, 재난 재해, 질병, 위기 등에 선제적으로 대응하기 위하여 다양한 방법으로 활용 방안을 모색하고 있음. 예를 들어 미국 국토안보부에서는 테러 및 범죄 방지를 위해 범정부적으로 빅데이터 수집-분석 및 예측체계를 도입 중이며, FBI는 범인 DNA 분석 및 색출을 위해 종합 DNA 색인 시스템을 기반으로 빅데이터 실시간 분석 솔루션을 도입하는 중임

- 그래프 DB 기반 인공지능 구현과 활용 측면의 시장 전망

- Gartner의 도널드 페인버그 부사장은 2019년 초에 Gartner Data & Analytics Summit에서 2019년 10대 데이터 및 분석 기술 트렌드를 발표하였고, 상위 10개 기술 트렌드 중에서 ‘그래프’ 데이터 분석이 포함되었고, 그래프DBMS 시장이 2022년까지 연간 100% 성장할 것으로 예상함
- 미국의 글로벌 시장조사기관인 ‘Markets and Markets’은 그래프 DB 시장이 2024년에는 그 규모가 약 3억 달러로, 2019년 대비 3배의 고성장을 이뤄낼 것으로 예상하였음
- Neo4j의 AI 분석가 에이미 호들러는 2020년 그래프 피처 엔지니어링(Graph-feature engineering)이 머신러닝의 정확도를 높이기 위해 가장 많이 사용될 것이며 기존 일반 머신러닝으로는 경쟁 격차를 따라잡기 힘들 것으로 예상함(출처: Bengani Ilena, “Neo4j Staff Predictions for 2020” Neo4j, 2020.1.8.)
- 시장조사기관 Allied Market Research는 2019년부터 2026년까지 전세계 그래프 데이터베이스 시장을 조사하였는데, 그 결과, 그래프 데이터베이스 시장은 2018년에 6억 6500만 달러로 평가되었고, 이후 연평균 24.5% 성장하여 2026년에는 37억 3,100만 달러에 이를 것으로 예상함
- 현재 그래프 DB는 AI와 머신러닝이 통합된 지식 그래프로 많이 활용되고 있음. AI 분석가 에이미 호들러는 그래프 DB가 앞으로도 머신러닝의 정확도를 높이기 위해 가장 많이 사용될 것이며, 기존의 일반 머신러닝으로는 경쟁 격차를 따라잡기 힘들 것이라고 예상함



<그림 2-45> 그래프 DB 업무흐름 출처: Neo4j

2-3. 국내외 기술동향 및 분석

- 국내외 기술동향은 공간 지식추론 엔진 개발을 위한 세 가지 기술 측면에서 분석함.
즉, 도시 3차원 환경에서 공간분석과 표현 기술, 공간 빅데이터의 지능형 수집과 다차원 분석 기술, 그래프DB 기반 인공지능 구현과 활용 기술 등을 분석하고, 관련 기술에 대한 선진국과의 기술수준 및 기술격차를 분석함

1. 국내 기술동향

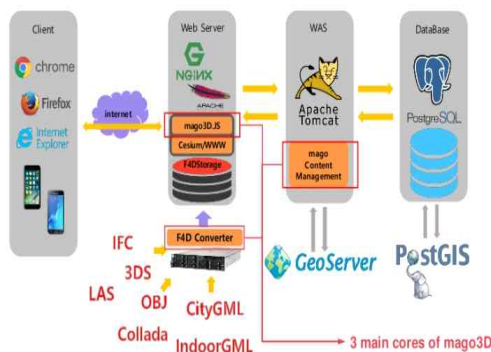
가. 도시 3차원 환경에서 공간분석과 표현 기술

(1) 도시 3차원 모델링과 플랫폼 기술

- 심시티(Sim City)와 같은 게임 기반의 온라인 도시 분석과 표현 기술은 1970년대부터 나타나기 시작했으며 1970년대의 텍스트 및 그래픽의 혼용 - 1980년대 풀 그래픽 지원 - 1980년대 시나리오 기반 도시 구현 - 2000년대 도시의 완전한 3차원 그래픽 뷰 - 2010년대 다중 사용자가 참여하는 온라인 플랫폼 - 2020년대 가상현실 및 인공지능과의 융합으로 진화하였음 (출처: TECHNICA, 2015)

(2) OGC City GML 등 기반 3차원 공간객체 모델 구축 및 활용

가이아 3D는 mago3D 엔진을 소유중임. CityGML, IndoorGML, IFC 등 파일을 F4D 형식으로 전환하여 HTML5 환경에서 시각화함. 3D GIS, BIM/AEC 데이터를 통합 가능하게 만듦



하나의 플랫폼에서 실내(BIM)와 실외(GIS) 자료의 통합

<그림 2-46> 마고 3D 시스템 아키텍처 및 구현 화면

출처: <https://www.slideshare.net/endofcap/ss-195583584>

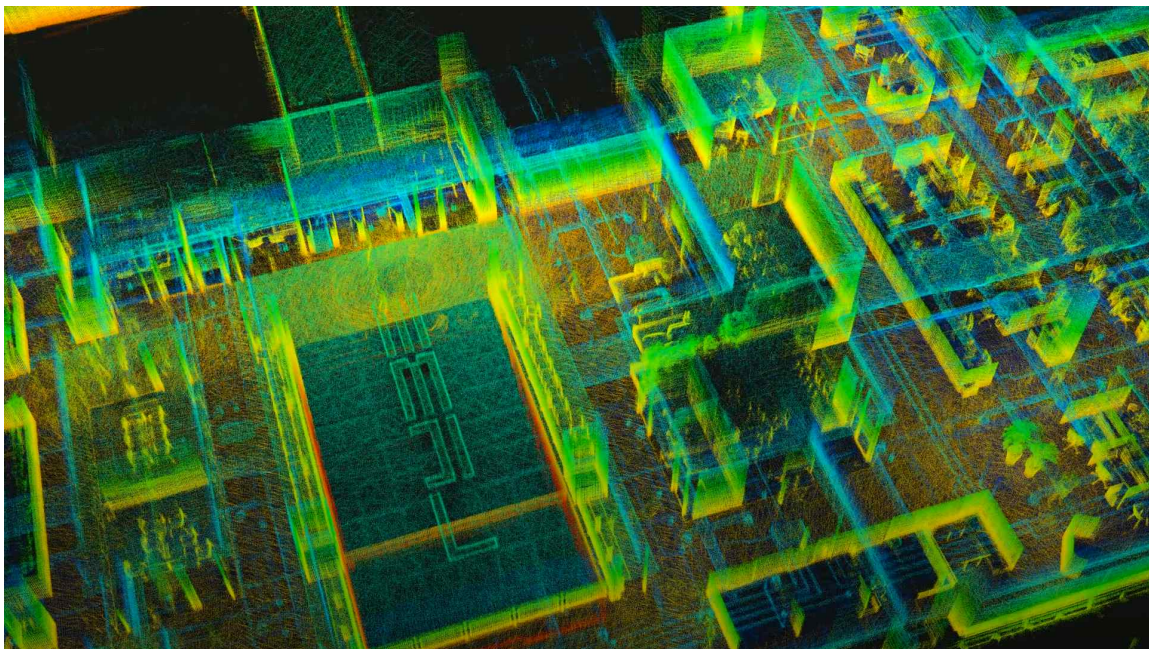
(3) 실내 자율주행 로봇 기반 인도어 매핑

라이다(LiDAR)센서 또는 레이저 스캐닝을 통한 포인트 클라우드(Point-cloud), 실내 자율 주행 기술, 360도 사진 촬영 등을 이용하여 실내 지도 생성

포인트 클라우드를 3차원 공간에 mesh로 표현한 후 이미지를 붙여 3차원 지도 생성함

포인트 클라우드 및 사진 데이터 등을 정제하여 기계학습 시켜 원하는 물체를 인식시켜 반자동 실내 지도 업데이트 등을 구현 중임

실내 자율주행 로봇과 인도어 매핑을 결합한 기술은 네이버랩스에서 연구중이며 실내 자율주행 기술은 인티그리트와 에스오에스랩 등이 개발 및 서비스 중임



<그림 2-47> 네이버랩스 M1으로 얻어진 포인트 클라우드 예시

출처 : 네이버랩스, 로봇이 보는 세상, 매핑로봇 M1X

(4) 항공사진 기반 3D 모델링

○ 도시규모의 3D 모델을 위해 항공사진이 사용 되며 사진측량을 기반으로 함.

사진측량은 2D사진 영상을 3D로 복원하는 작업이라고 할 수 있음

사진 측량은 이미지 매칭(Image Matching), 광속 조정법(BA: Bundle Adjustment), 밀집 정합(Dense Matching)의 과정을 거쳐 최종적으로 3d 모델(DSM:Digital Surface Model)을 구현함.

<표 2-30> 항공사진 기반 사진측량 과정

이미지 매칭	-	수천 장의 항공사진의 동일한 지점 연결
번들조정	-	지상기준점(GCP)을 통한 자세 추정
밀집 정합	-	동일 지역을 촬영한 여러 영상으로부터 DSM 생성
3D모델링	-	밀집 정합 결과를 취합한 DSM에 텍스처 매핑

출처 : 네이버랩스,서울 전역을 3D로, 항공사진 기반 서울시 3D 모델링



<그림 2-48> <도시단위 3d 모델링 개념도> 출처 : 네이버랩스

(5) 공간분석에 인공지능을 활용한 지능형 공간문제

- 공간정보 분야에서는 복잡한 제약조건을 풀기 위한 방안으로 AI를 도입하는 연구들이 시작되었으며 공간 질의응답, 공간분석 등 다양한 분야에 시도되고 있음

나. 공간 빅데이터의 지능형 수집과 다차원 분석 기술

- 실세계에 존재하는 정보의 80% 이상이 위치 또는 공간과 관련되어 있음. 공간 빅데이터는 수치지도, 지적도, 지형도, DEM, 지하시설물도 등의 정형 데이터와 위성영상, 항공사진, 위치정보, 위치기반 SNS 정보 등의 다양한 반정형/ 비정형 데이터를 포함
- 공간 빅데이터 관련 연구의 경우 SNS정보, IoT 및 GeoSensor 정보 등을 주요 데이터 원천데이터 소스로 처리하여 이에 대한 수집, 저장, 관리 및 질의에 관한 기술을 주요 연구주제로 삼고 있음

(1) 국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발

- 4차 산업혁명 등과 함께 공간 빅데이터에 대한 관심이 높아지면서 2013년부터 다양한 연구과제가 수행되었으며, 국토교통부에서는 ‘국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석, 및 서비스 플랫폼 기술 개발(2014-2019)’이라는 장기과제를 추진
- 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터(Geospatial Big Data)의 저장, 관리, 분석 및 서비스 제공을 목표로 연구가 진행되었으며, 공간 빅데이터 서비스 플랫폼을 통해 사용자에게 맞춤형 공간 서비스를 제공함



<그림 2-49> 공간 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼의 목표 이미지

출처 : 국토공간정보연구사업 제6차연도 최종보고서(2020.02)

- 다음과 같은 연구개발 성과를 가지고 있음.

Spatial Hadoop & Analytics 기술 개발을 통한 기존방식 대비 최소 30% 이상 향상된 속도와 기존대비 50% 이상 저렴한 고성능, 저비용 빅데이터 저장 관리 시스템 구축

공간 확장 Open API서비스를 통한 실제 Business에서 접근 가능한 고확장성 기술 개발

기존 GIS로는 하기 어려운 대용량 데이터에 대한 공간/비공간 조인을 이용하여 ‘건물통합정보마스터’ 내의 UFID, 건물 중첩 오류 등을 탐지함.

(2) 레인센서 빅데이터를 활용한 실시간 도로 강우 정보 및 실시간 운전자 안전정보 제공 기술 개발

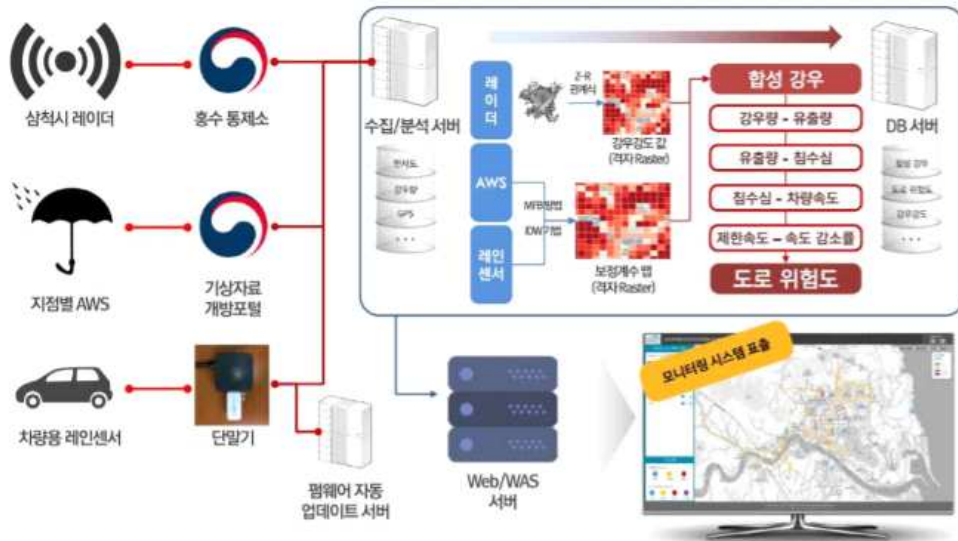
- 차량용 레인센서와 AWS, 레이더 강우를 활용 하여 더 정확한 강우 결과 제공 및 빗길 위험도 분석을 통한 실시간 안전정보를 제공하는 체계를 구축하는데 목적이 있음
- 공간빅데이터의 다차원 수집 측면에서 다음과 같은 내용과 성과를 지님

Raspberry Pi 및 Arduino, Rain Sensor와 GPS 데이터를 4G LTE를 통해 빅데이터 서버로 전송 및 분석

- 센서ID, 센서코드, 센서위치좌표,x좌표,y좌표, 표준노드링크 ID, 읍면동코드, 강우강도, 강우발송시간, 강우수신시간, 센서계산시작시간, 센서계산종료시간 전송

데이터 수집을 위한 효율적인 아키텍처 설계

- 레이더, AWS, 차량용 레인센서의 강우 데이터를 활용하기 위해 효율적인 하드웨어 소프트웨어 구성
- 소프트웨어 측면에서 Apache Tomcat, geoserver, Post GIS등을 통하여 전송되는 데이터 저장



<그림 2-50> 데이터 수집을 위한 효율적인 아키텍처 설계 구성도

출처: 레인센서 빅데이터를 활용한 실시간 도로 강우정보 및 실시간 운전자 안전 정보 제공 기술개발 (2018~2020)

(3) 저용량 클라우드 기반의 3차원 문화재 공간정보 기술

- 저용량 클라우드 생성기술을 이용한 문화재 3D DB구축, AI기술을 접목을 통한 단가를 낮춘 대규모 DB 구축 기반 마련, 저용량 고품질 3차원 문화재 구축 및 클라우드 기반 디지털트윈 기술 개발을 목표로 함

드론 및 사진 데이터를 통한 문화재 3D DB구축
AI기술을 통한 저용량 클라우드 공간정보 구축
Web 3D, AR, VR 등을 통한 3D 활용 플랫폼 구축

- 연구 내용과 범위는 다음과 같음

AI를 통한 저용량 클라우드 기반 공간정보 구축

- 객체 윤곽선 인식 알고리즘 개발, 데이터 윤곽선 작업을 인공지능으로 대체

저용량 클라우드 개발

- 3D Scan Data 용량을 최적화한 저용량 클라우드 생성, 3D 스캔 데이터와 사진 데이터를 삼차원 공간에 투영하여 데이터 정리 및 최적화

드론 및 사진 데이터를 통한 문화재 3D DB구축

- 문화재청의 ‘문화유산 3차원 스캔데이터 구축 가이드라인’에 기반한 데이터 유형별 최적의 획득 조건 제시

이미지 매칭 알고리즘 개발

- 수학적 알고리즘에 기반한 SIFT와 AI 기법을 적용한 image segmentation 알고리즘 개발 및 비교 후 우수한 기법 성능 개선

(4) 빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축

- 정량적이고 예측적인 예방형 항공안전관리를 위한 항공안전 빅데이터 분석 기술 및 플랫폼 기술 개발을 목표로 함

항공분야 가용 데이터 구조 등을 분석하여 데이터 전처리 기술 개발

항공사고, 안전장애, 공항운형, 기상 등의 운항관련 데이터를 융합 및 기계학습, AI기법을 적용한 항공안전 위험 분석

데이터 관리 및 빅데이터 분석 알고리즘을 통한 실시간 위험 예측 및 감지를 위한 데이터 저장, 관리 및 분석 플랫폼 개발

- 사업의 1차년도 주요 내용은 다음과 같음

각 이해관계자의 항공안전과 관련된 데이터 보유 현황 조사 및 분석 후 분석 활용 대상이 되는 데이터 분류 및 접근성 현황 조사

빅데이터 수집 인프라 및 분석결과 공유 운영관리 시스템 사례 수집

항공 데이터 분류체계 수립 및 기술 표준 정의와 형식 수립을 위한 항공안전 데이터 표준 체계 시범 적용

이해관계자별 시스템 차리를 고려한 데이터 수집 방안 및 플랫폼 아키텍처 설계

가용 데이터 내의 각종 비정형 데이터 목록화 및 적용 가능한 데이터 마이닝 기법 시험 적용

항공안전 관련 이해관계자간 데이터 공유와 활용을 위한 관련 법령 정비 및 제·개정 방안 도출

- 주제도, 분포도 등 공간 빅데이터 시각화 관련 기술이 한 축을 이루고 있으며, 공간 빅데이터 등으로 분류되는 비정형데이터를 기존의 정형데이터와 융합하여 분석하는 융합기술 등이 활발히 연구

(5) 선제적 교통사고 예방을 위한 교통안전관리용 빅데이터 활용 교통사고 위험요인 분석기술 개발

- 교통사고 위험요소 분석을 위해 교통사고 이력 빅데이터와 교통 흐름 관련 데이터를 융합하여 도로 환경 정보를 보완한후 데이터 마이닝 기법 등을 적용하여 교통사고 유형과 사고의 부상 심각도에 영향을 주는 위험요인을 알아내는 데 목적이 있음

- 위험요인 분석기술을 개발하여 실제 수집된 다양한 데이터를 통합 적용하며 관리기관에 제약 받지 않는 통합 솔루션을 개발

- 다음과 같은 연구 수행 내용 및 성과를 지님

교통사고 관련 다양한 데이터 통합을 위한 데이터베이스 이해를 위한 국내외 교통사고 관련 데이터베이스를 수집 분석

위험요인 분석을 위해 통합 데이터 플랫폼 개발함

- 위험요인 분석을 위한 플랫폼 개발을 위해 교통사고데이터, 교통흐름데이터를 SQL형태로 데

이터베이스화하고, R을 이용해 통합함

- 통합한 데이터를 기반으로 사고전후 교통 흐름 속도 차이를 분석하여 데이터가 유효하게 통합되었는지 검증

교통사고 심각도 결정 모델 개발을 위해 서로 다른 특징들을 가지는 교통사고와 연류된 차량들을 subgroup으로 정의하고 risk factor를 계산하기 위해 다음과 같은 기법들을 조사 및 활용함

- Regularized random forest기법을 기반으로 subgroup들의 risk factor 순위를 정의
- Logit and Probit models을 활용한 모델들을 조사함
- CART(classification and regression tree) 기법을 사용한 사례들을 조사함
- Random Forest 모델을 활용하여 목표 변수를 예측함

모델 학습을 위해 통계분석 툴인 R과 RRF 패키지를 사용함

- 주어진 변수가 사용될 때와 그렇지 않을 때 모델정확도 차이를 계산한 Mean decrease accuracy를 이용함

(6) 빅데이터 기반 위험물 안전운송 통합관리체계 개발

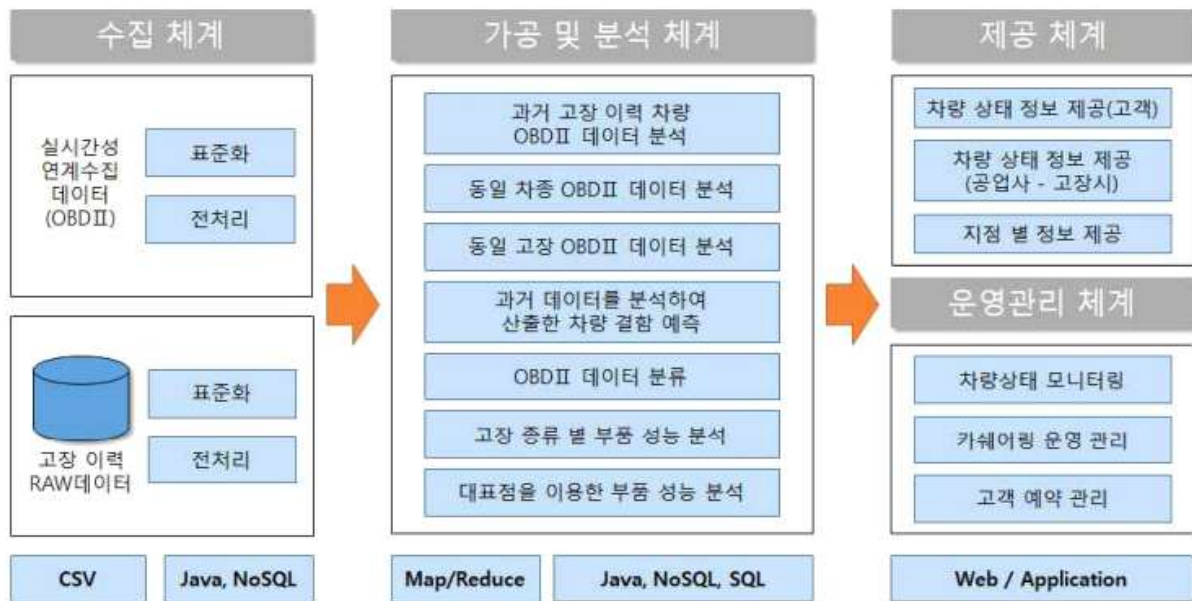
- 각종 데이터의 최단시간 분석을 통해 안전운행을 위해 필요한 정보를 운전자에게 제공하며 운행 사고를 최소화하는 것을 목표로 함

- 다음과 같은 주요 성과를 가지고 있음

다양한 이종 데이터를 빅데이터 분석 플랫폼을 이용하여 데이터를 분류, 군집 및 빅데이터 분석 기법 등을 통해 안전운행에 필요한 정보 생성

수집된 정보를 분석/예측하고 맞춤형 서비스를 제공하는 플랫폼 개발

- 과거 사고데이터, 도로 구조적 위험도 등 정적인 데이터와 재난, 사고, 공사 등의 동적인 데이터를 결합하여 유동적인 도로 위험도를 제공하는 플랫폼 구축
- NoSQL, RDBMS를 통해 플랫폼을 이용해 구축한 DB를 제공하거나 DB를 검토함
- 현재 기상상태, 재난정보 등 실시간성 데이터, 과거 기상상태와 같은 Raw 데이터, 국가표준 노드링크 데이터 등의 기초 데이터 등을 Flume, Open API 또는 사이트에서 직접 수집하여 빅데이터 수집
- 과거 교통사고 정보, 기상상태, 등고선 데이터, 사고/공사 데이터, 재난 데이터 분석 및 가공을 통한 GIS상에 맵매칭이 가능한 공간 빅데이터 분석 엔진을 설계
- Java 기반의 오픈소스 서블릿 컨테이너 Jetty를 이용하여 Open API 제공 서버 구축
- HDFS(Hadoop Distributed File System)을 이용하여 화물차량 운행데이터, 과거 교통사망사고 데이터 등을 업로드 하여 분석



<그림 2-51> 빅데이터 기반 차량 위험도 서비스 플랫폼 개념도

출처 : 빅데이터기반 위험물 안전운송 통합관리체계개발 최종보고서

(7) 빅데이터 활용한 쇠퇴도시 주거지역 진단평가 및 사업유형 개발

- 빅데이터를 활용한 쇠퇴도시 주거지역의 지속가능한 사업유형 개발을 최종목표로 하며 세부목표로 주거지역의 미래 환경변화 예측을 위한 지표 및 평가도구 개발, 빅데이터를 활용한 쇠퇴도시 주거지역 진단평가 및 단계별 관리등급 개발, 미래 환경변화에 대응하는 쇠퇴도시 주거지역의 지속가능한 사업유형 개발을 목표로 함

- 주거지역의 미래 환경변화 예측을 위한 지표 및 평가도구 개발

공간 빅데이터 이해 및 활용 방법론 분석

- 모바일기지도, 교통·결제 집계, 와이파이 기기 등의 위치기반 데이터 이용
- 공간 빅데이터를 통합·분석·활용하기 위해 데이터 시각화, 시공간 분석, 시뮬레이션 등이 필요하며 상업·오픈소스 분석도구 및 소프트웨어 활용 및 자체 개발 등을 통해 구현 가능
- 건축물대장 등의 자료를 공간 정보와 결합한 시뮬레이션 결과를 통계지도로 생성하여 분석 가능 함

빅데이터를 활용한 쇠퇴중소도시 주거지역 진단평가 총괄 프로세스 구축

- SKKT 2017 유동인구 데이터, 행정경계(SHP), 건축물대장, 통계데이터(txt) 등을 정리 재분류하여 건축물 데이터(Polygon) 및 유동인구 데이터(point) 매핑을 통한 진단평가 총괄 프로세스 구축

2017년 휴대폰 위치기반 데이터를 활용 쇠퇴중소도시 주거지역 시뮬레이션

- 광양, 여수, 순천, 나주, 목포 다섯 개 도시 선정함
- 행정동은 행정상 편의로 설정됐지만 데이터 분석에 있어 분석에 한계가 있으므로 분석단위를 집계구 단위로 설정
- 휴대폰 위치기반 데이터 매핑을 통해 각 도시의 기본현황 및 유동인구 특성 분석

주거지역 건축물 데이터 분석

- 5개 지역의 건축물을 노후도, 건축구조, 건축물 용도 4가지로 시각화 및 데이터 분석함

쇠퇴중소도시 주거지역의 건축물 및 유동인구 데이터 분석결과 종합

- 5개 지역의 유동인구, 건축물 노후도, 건축구조, 건축물 용도 지도에 비교 분석

○ 쇠퇴도시 공간구조 변천과 미래 환경변화 예측 측면의 내용 및 성과

GIS를 활용하여 광주광역시를 중심으로 쇠퇴도시 공간구조 변천을 연구함

- 인구 증감, 노인인구 증감, 노령화 지수, 경제활동인구 증감률, 종사자 증감률, 사업체 증감률, 사업체당 종사자 수, 노후 건축물 비율, 노후 단독주택 비율 등 광주 광역시 도시재생전략계획에 제시된 10가지 쇠퇴지표 적용

GIS를 이용하여 행정동별 공폐가의 발생 분포를 분석함

공폐가 핫스팟 유형을 삼각도표를 이용해 시각화함

○ 쇠퇴도시 주거지역 분석을 위한 기초로드맵 작성 측면의 내용 및 성과는 다음과 같음

해당 지역의 주거적합도 지표별 가중치 및 분석틀을 연구함

- 공간정보모델링을 통해 주거적합성 평가 방법론을 도출함
- 기본 공간데이터를 분류하여 격자별 공간조인을 실시함

GIS grid system을 활용하여 도시쇠퇴진단 정밀도 향상 연구 및 격자 단위 데이터 변환을 활용해 도시쇠퇴 측정을 고도화함

- GIS grid system의 단위격자와 쇠퇴지수를 연동함
- GIS 격자기반으로 도시쇠퇴를 진단하고 정밀도를 측정함
- 인구사회, 산업경제 등의 통계자료를 종합하여 격자형 쇠퇴지수를 추정함
- 행정구역 단위 및 격자 단위 분석을 비교하여 쇠퇴지표 및 가중치를 산정함

분석 프로세스를 정립 및 기초로드맵을 작성함

- 다양한 공간 분석 도구와 의사결정 기법을 사용하여 분석단계에서 사용함
- 레스터 유형으로 표현된 표고, 경사 등의 데이터는 단위격자에 포함된 데이터의 평균치 적용



<그림 2-52> 쇠퇴지역 주거적합도 분석 프로세스 및 기초로드맵

출처 : 빅데이터를 활용한 쇠퇴도시 주거지역 진단평가 및 사업유형 개발 최종보고서 (2018.10)

(8) 빅데이터를 활용한 주택시장 분석 및 예측 모형 개발

○ 다음과 같은 최종 목표를 가지고 있음

- 통합 통계 데이터베이스(DB) 구축, 통계의 신뢰성 제고 및 One Stop 자료 분석 실현을 위한 주택시장 데이터 통합 기반구축 및 주택시장 통계 생산체계 고도화 기술개발을 목표로 함
- 주택시장에 대한 종합적 진단과 예측, 주택정책 수립 지원 실현을 위한 빅데이터 기반 주택 시장 예측 및 주택정책의 효과적인 분석 모형 개발을 목표로 함
- 사용자의 편의성을 제고하고, 시스템 확장이 용이성을 확보하여 주택시장 통계 이용성과 정책적 활용 편의성 제고를 목표로 함

○ 5차년도(2020)연구개발 내용 및 방법은 다음과 같음

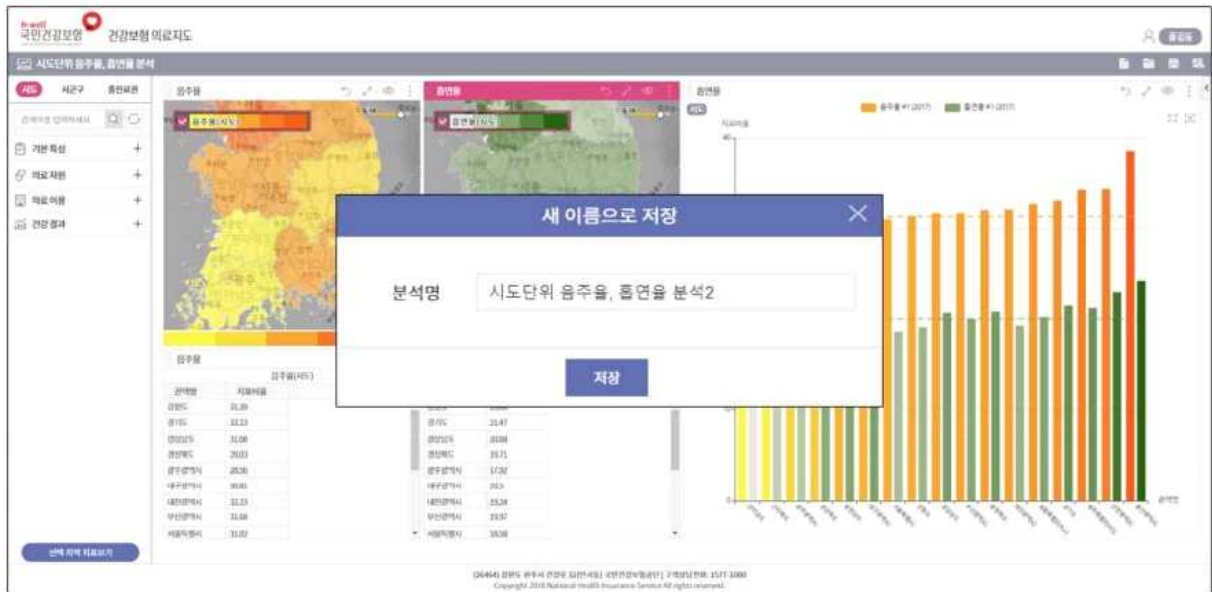
- 데이터 관리 기관의 DB구조 조사 및 기존 데이터 중 개별주택 식별키를 활용한 데이터 연계를 위한 고유키(primary key)부여 및 데이터의 통합 가능성을 진단함
- 분석 및 예측을 위한 플랫폼 구축을 위해 빅데이터 저장 및 분석, NoSQL 및 시공간 기반 웹분석이 가능한 저장소 설계
- 금리, 경제 성장률과 같은 거시경제 관련 인자들이 주택시장에 미치는 파급효과와 향후 시장 전망을 위한 연립방정식 기반 알고리즘 개발 및 다양한 시뮬레이션 모형을 검토함
- 지역시장 전망 및 미시모형 구상을 위해 주택시장에 영향을 미치는 다양한 요인 발굴 및 영향 분석을 위한 모형 구상 연구를 수행함

(9) 도로관리 효율화를 위한 건설사업정보(건설CALS) 빅데이터 서비스 기술 개발

- 국토교통부 건설사업정보시스템(건설CALS*)이 보유중인 데이터와 외부 데이터를 연계하여 빅데이터 처리 및 표출 서비스 기술을 과적단속 최적 위치·시기 예측, 비탈면 붕괴 위험도 예측, 도로 점용(연결) 허가 가능 구간 예측, 신규 보상지역 보상비 예측 등 4개 중점 분야에 도입 개발 하여, 건설CALS 포털시스템을 진일보하여 국토교통부 및 국민에게 더욱 편리한 서비스를 제공하기 위한 실용성 중심의 연구개발 사업임
- 연구개발 내용 및 방법은 다음과 같음
 - 비탈면 붕괴 위험도예측서비스 기술 개발을 위해 다음과 같은 항목을 수행함
 - CSMS보유 데이터를 빅데이터분석용으로 정제함
 - 비탈면 붕괴 유발 요인 외부 데이터를 수집하고 다른 데이터와 연계 방안 마련함
 - 과적단속 최적 위치·시기 예측 서비스 기술 개발 및 중량센서 기반 과적예방기준 연구
 - 과적단속 최적 위치 시기 예측 서비스 기술 개발을 위해 다음과 같은 항목을 수행함
 - 화물차량 이동경로, 과적단속 최적위치 및 시기 예측을 위해 필요한 자료를 수집 및 분석함
 - 도로점용(연결) 허가 가능구간 예측 서비스 기술 개발을 위해 다음과 같은 항목을 수행함
 - 교차로 규정과 현장조사에 기반한 교차로 분류 기준 도출함
 - 기존 정보시스템이 관리하는 도로정보 및 설계도면 등 연결허가 신청 제출자료를 조사함
 - 도로점용(연결) 관련 도로형상 및 기하구조 정보 추출 및 생성 방안 도출
 - 보상비 예측 서비스 기술개발을 위해 다음과 같은 항목을 수행함
 - 보상 관련 데이터베이스 스키마 및 속성정보 정의

(10) 국민건강보험공단 ‘건강보험 의료지도’

- 사용자가 지도, 도표, 차트를 통해 의료 지표를 조회, 분석하고 다운로드 할 수 있으며, 행정구역 단위 뿐만 아니라 의료생활권 개념을 도입 및 지표 산출의 기본 단위로 설정하여 국민이 쉽게 체감할 수 있는 정보를 제공함
- 지표 목록에서 지표를 선택하고 지도, 차트, 리포트 형태로 카드를 대시보드에 추가할 수 있음. 지원하는 지표들은 다음과 같음
 - 음주율, 비만율, 고도비만율, 초고도비만율, 복부비만율, 흡연율 등 건강형태와 관련된 지표
 - 병원, 병상, 진료과목, 인력, 장비 등 의료자원과 관련된 지표
 - 기본특성, 의료이용, 건강결과와 관련된 지표 등
- 분석환경 설정을 통해 분석한 지표를 웹상에 저장하거나 저장 기능을 통해 컴퓨터에 다운로드 가능함
 - 로그인한 사용자는 본인의 분석환경을 저장하고 불러옴으로서 추후 추가적인 분석 작업 가능함
 - 지표 다운로드는 CSV, SHP, SHX, DBF 등의 파일로 다운이 가능함



<그림 2-53> 건강보험 의료지도 분석예시 출처 : 건강보험 의료지도 사용자 메뉴얼

(11) 브이월드

공간정보산업진흥원에서는 국민이 공간정보를 쉽게 활용할 수 있고 직접 새로운 서비스를 창출할 수 있도록 브이월드(Vworld) 서비스를 제공하고 있음

Open API를 통해 사용자가 자신의 콘텐츠와 아이디어를 반영한 서비스 구축 가능

3D 데스크톱 앱을 통해 경사도, 토공량과 같은 3차원 분석기능, 조망권 일조권 등의 부동산 분석 기능 등을 제공함

브이월드가 제공하는 데이터에 대한 상세한 정보를 조회할 수 있으며, 잘못된 정보에 대한 신고 기능을 제공함

브이월드에 맛집, 여행 등을 등록하고 나만의 지도를 만들어 다른 사람들과 공유할 수 있음
다양한 국가공간정보에 대한 주제도 시각화 가능



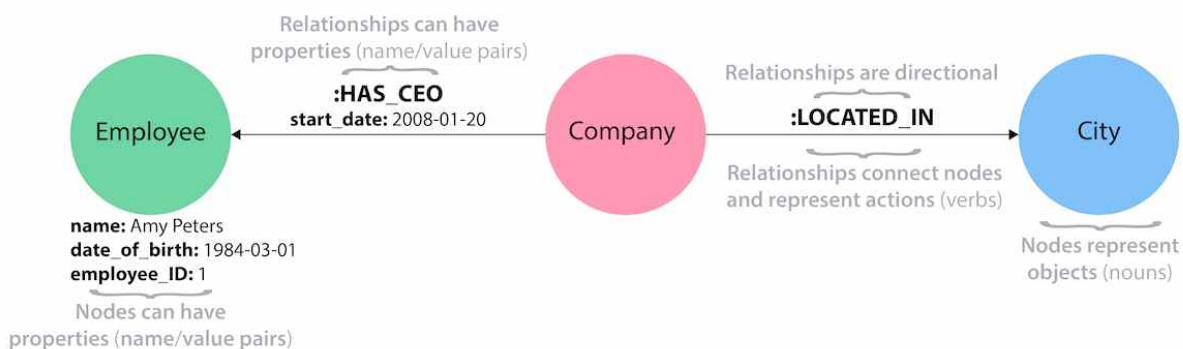
<그림 2-54> 브이월드 이미지

다. 그래프 DB 기반 인공지능 구현과 활용 기술

- 그래프 DB를 이용하여 문장형 데이터를 체계적으로 분석하고 처리할 수 있는 다양한 연구가 진행되고 있음

(1) 그래프 DB

- 그래프 데이터베이스는 기존의 관계형 데이터베이스 시스템 (RDBMS: relational database management system)과 다르게 관계를 저장하고 탐색하기 위해 구축되었음
 - 기존 RDBMS에서는 관계를 찾기 위해선 연산이 오래 걸리는 JOIN을 사용해야 하지만 그래프 데이터베이스에서는 데이터간의 관계를 저장하고 관리하여 빠른 처리가 가능
 - 기존 데이터베이스 시스템과 비교해 다음의 세가지 장점을 가짐
 - 성능: 기존 데이터베이스 시스템에선 JOIN 등을 통한 관계 탐색으로 오래걸리던 연산을 그래프 데이터베이스에서는 저장된 관계를 통해 개선함
 - 유연성: 그래프 데이터베이스는 기존의 노드에 새로운 노드를 관계를 통해 쉽게 더할 수 있기 때문에 기존 데이터베이스 시스템에 비해 유연한 체계를 가짐
 - 기민함: 빠르게 변하는 현대 시장에 기민하게 대응할 수 있음. 유연한 데이터베이스 시스템 덕분에 기민하고 테스트 중점적인 개발 시장에 적응할 수 있도록 함
- 국내에선 비트나인, 솔트룩스 등의 회사가 그래프 데이터베이스 기반 서비스를 제공하고 있으며 쿠팡(글램) 등의 데이터베이스로 활용 중



<그림 2-55> 그래프 데이터베이스 개념 출처 : Neo4j: What is a Graph Database?

(2) 자연어 처리

- 자연어란 인간이 일상 생활에서 사용하는 언어를 뜻함. 자연어 처리란 인간의 언어를 컴퓨터 등에서 이용할 수 있도록 연구하고 구현하는 인공지능의 분야 중 하나임
- 자연어 처리 과정은 형태소 분석, 구문 분석, 개체명 분석, 화행 분석, 의도 분석으로 이루어짐

<표 2-31> 자연어 처리과정 및 정의

형태소 분석	-	단어의 최소 의미 단위 분석
구문 분석	-	문장을 구성성분으로 분해 후 의존 관계 분석
개체명 인식	-	인명, 지명 등을 문장 구성 성분 의미 부여함.
화행 분석	-	문장에 나타난 범용적인 의미를 나타냄
의도 분석	-	화행 분석에 영역지식을 구체적인 의도 분석

출처 : 국립국어원, 4차 산업 혁명 시대의 국어생활

○ 음성 인식, 내용 요약, 번역, 감성 분석, 텍스트 분류 작업, 챗봇 등의 분야에 사용 됨

○ 국내에선 LG CNS가 주관하는 KorQuAD 1.0 / 2.0을 통해 자연어 처리 모델의 순위를 확인 할 수 있음.

- KorQuAD 1.0은 1~2문단에 대해 정답을 찾는 방식이지만 KorQuAD 2.0은 위키피디아 문서의 글에서 정답을 찾아야 함.

- SDS-NET(삼성 SDS AI Research), Ko-LongBERT(LAIR), SkERT-Large 1.1(Skelter Labs), LGSP-LM-Large V2.0(LG AI NLP Team) Americano(SK Planet RB Dialogue Team), KoBERT-Large v1.0(ETRI), LaRva-Kor-Large++Claf(Clova AI Larva Team)등을 확인 할 수 있음.

Rank	Reg. Date	Model	EM	F1
-	2018.10.17	Human Performance	80.17	91.20
1	2020.08.24	SDS-XFormer+ (single model) Samsung SDS AI Research	88.10	95.57
2	2020.07.13	LGSP-LM-Large V2.0 LG AI NLP Team	87.46	95.39
3	2020.01.08	SkERT-Large (single model) Skelter Labs	87.66	95.15
4	2020.11.09	Americano (single) SK Planet RB Dialogue Team(JunSeok Kim)	86.81	95.13
5	2020.07.13	BERT (single model) Anonymous	86.99	95.12
6	2020.09.08	Tubu the Destroyer 1.2 (single model) Anonymous	87.87	95.06
7	2019.10.25	KoBERT-Large v1.0 ETRI ExoBrain Team	87.76	95.02
8	2020.07.08	BERT (single model) Anonymous	86.45	94.78
9	2020.01.07	SkERT-LARGE (single model) Skelter Labs	87.25	94.75
10	2019.06.26	LaRva-Kor-Large++ Claf (single) Clova AI Larva Team	86.84	94.75

Rank	Reg. Date	Model	EM	F1
-	2019.09.05	Human Performance	68.82	83.86
1	2020.09.21	SDS-NET v1.3 (single model) Samsung SDS AI Research	77.86	89.82
2	2020.08.28	Ko-LongBERT (single model) LAIR	77.88	89.62
3	2020.08.28	SkERT-Large 1.1 (single model) Skelter Labs	77.44	88.81
4	2020.07.01	SDS-NET v1.2 (single model) Samsung SDS AI Research (Bae & Kwon)	76.73	88.78
5	2020.06.24	SkERT-Large (Single model) Skelter Labs	76.64	88.09
6	2020.05.03	SDS-NET v1.1 Samsung SDS AI Research (Bae & Kwon)	73.87	86.81
7	2020.04.29	SDS-NET (single model) Sanghwan Bae & Soonthwan Kwon	73.51	86.56
8	2020.08.31	anonymous-baseline (single model) Anonymous	71.24	86.37
9	2020.06.22	SkERT-Large (Single model) Skelter Labs	73.29	86.03
10	2020.06.15	CNS-BERT (single model) Seungyoung Lim	70.67	83.57

<그림 2-56> KorQuAD 1.0 / 2.0 순위 출처 : <https://korquad.github.io/>

○ 자연어 질의를 DB에서 사용할 수 있는 Query문장으로 변환하는 NL2SQL 분야에서 그래프 DB를 이용하려는 시도가 이루어지고 있음.

(3) 공간 추론

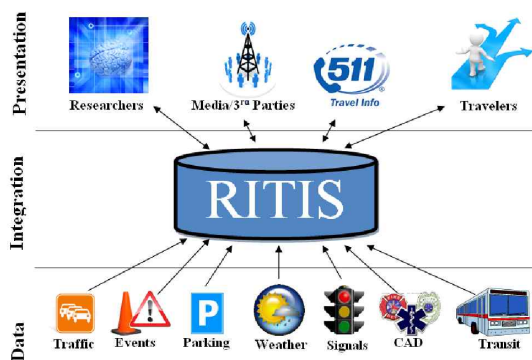
○ 각 공간 객체가 가지고 있는 위치, 속성 등의 정보와 각 객체들의 연결 관계를 모델링하고 이를 통해 객체의 특성을 추가적으로 추론해내는 연구들이 진행되었음.

- 각 공간은 미리 정의된 규칙에 의해 그래프 구조로 변환되며 공간구문론, 통합도 및 결정트리를 이용하여 각 공간을 유의미한 정확도로 식별할 수 있음
- 건물정보모델(BIM) 기반의 CAD 시스템에 공간구문론(Space Syntax)을 적용한 설계안 평가 모델 개발(2013~2016) 연구가 진행되었음

2. 국외 기술동향

가. 미국

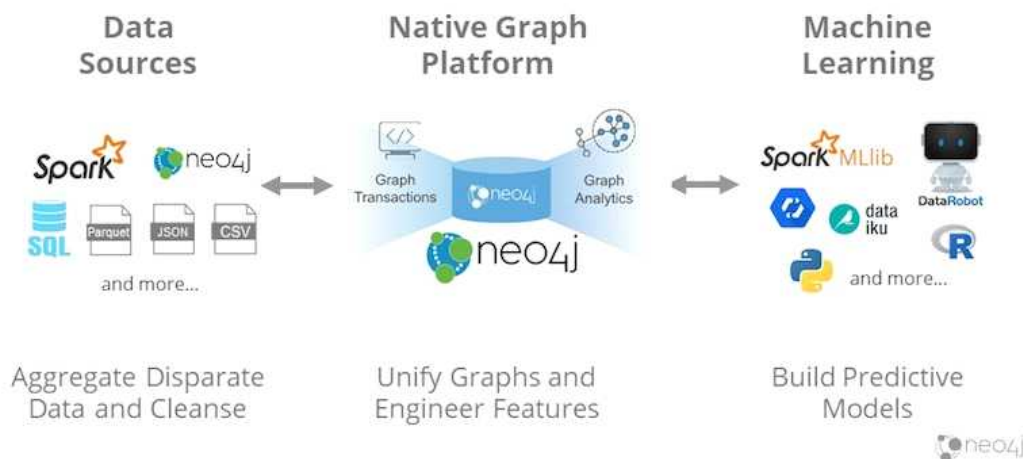
- OGC(Open Geospatial Consortium)의 CityGML은 3D GIS 데이터의 표준으로 자리잡음
 - 건물, 도로, 교량등 수백만개 이상의 도로 시설물이 CityGML 스키마로 모델링 되어 3DCityDB에 저장되어 있으며 CityGML 문서로 제공되고 있음
 - CityGML을 중심으로 3D객체들을 가시화하고 회전, 선택 등의 기능을 제공하는 뷰어가 개발되었음
 - 대표적으로 Cesium 기반 web뷰어가 있으며, MacOS에 특화된 Azul, KIT에서 개발된 FZKViewer도 충분한 인지도를 얻고 있음
- CityGML외에도 OGC의 3DPS(3D Portrayal Service), WFS(Web Feature Service) 등에서도 3D 객체 가시화 기술을 다루고 있음
- CATT Laboratory(The Center for Advanced Transportation Technology Laboratory at the University of Maryland) 에서 공간정보 기반 플랫폼 RITIS(Regional Integrated Transportation Information System) 개발하여 데이터를 지능형 수집 및 다차원 분석함
 - RITIS는 여러 가지 성능측정, 대쉬보드 제공, 시각화를 통해 대중과 기관들이 정보를 소통할 수 있게 하는 자동화된 데이터 교환, 보급, 아카이브 시스템이며 데이터 분석도구를 통해 보관된 데이터를 분석 가능



<그림 2-57> RITIS 개념도 및 히트맵 분석 예시

출처 : <https://www.cattlab.umd.edu/?portfolio=ritis>

- 데이터가 방대해짐에 따라 기존의 RDB(Relational database)로는 처리하기 까다로운 사례들이 다수 발생함
데이터가 방대해짐에 따라 기존의 RDB(Relational database)로는 처리하기 까다로운 사례들이 다수 발생하여 해결책으로 그래프 데이터베이스(Graph DB)가 대두됨
- 조인 연산에 기반이 아닌 그래프 형태의 DB를 통해 손쉽게 데이터를 질의하고 도출하여 기계 학습하는 연구가 진행중임
- Neo4j, Apach Spark 등을 활용한 기계학습 수행한 사례들이 보고되고 있으며 방대한 데이터 처리하기 위한 버퍼링, 해싱, 하드웨어 가속화 방안들이 다수 제시됨



<그림 2-58> 그래프 데이터베이스를 이용한 기계학습 흐름 개념도

출처 : <https://neo4j.com/blog/how-graphs-enhance-artificial-intelligence/>

나. 영국

- 영국은 buildingSMART International(bSI) 건물객체모델인 IFC(Industrial Foundation Class)표준을 정립하고 있음
- bSI는 OGC와 Integrated Digital Built Environment(IDBE)라는 이름으로 IFC, CityGML, LandInfra를 통합하는 방법을 연구 분석중임
- VU.CITY 플랫폼은 런던 및 주요 영국 도시들을 15cm 정확도로 3D로 구현
- 데이터 통합을 통해 미시기후분석, 통행량 분석, 3D GIS분석 등을 가능하게 함
- Office for National Statistics(ONS)의 Open Geography Portal, Ministry of Housing, Communities and Local Government, data.gov.uk 등을 통해 다양한 데이터를 제공하고 있음
- 웹 어플리케이션, 스토리 맵, 서비스 및 API를 무료 오픈 액세스로 제공하며 Shape, PDF, CSV 파일 등 데이터 포맷을 지원함
- data.gov.uk에선 다양한 주제도 및 데이터를 업로드하거나 다운로드 하는 기능을 제공하고 있

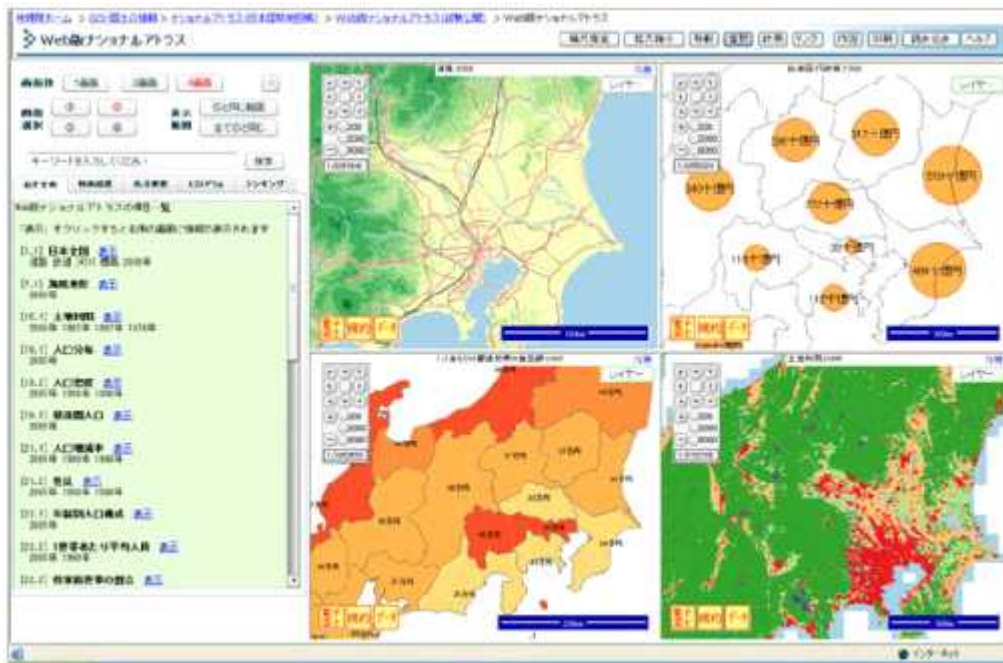
음

- 이 중 Floodalerts API는 영국 전역을 대상으로 범람지역 예측 서비스를 제공하고 있음
- Ryelore Ai는 위성이미지와 경제지표를 딥러닝 알고리즘을 통해 분석하여 금융기관의 투자 결정을 도움
 - 유류 저장량, 부동산가치, 농장가치 분석을 수행함
 - 자체 알고리즘을 이용하여 유류 저장고 크기 규모, 도로, 자동차, 주거지 비율, 가축밀도, 농장지 비율등을 계산하여 위의 분석을 수행함
- 영국 의회의 데이터 전문가는 그래프 데이터 베이스를 사용하고 있음
 - 법률 제정과 변경에 대한 사항을 다루는 legislation.gov.uk와 오픈데이터를 다루는 data.gov.uk에 적용중임
 - The Alan Turing Institute : 국가적으로 큰 사회적 문제(Challenge)를 데이터 및 AI로 해결하기 위한 연구를 수행하는 국가 전문 연구기관¹⁾
- 정부 디지털 서비스(Government Digital Service, GDS)는 기계학습을 사용하여 사용자 설문 결과를 자동 처리 및 분석을 수행함
 - 연금관리공단과 협력을 통해 연금 사업 계획 결정 효율화를 위해 사용중임

다. 일본

- RESET(Remote Sensing Technology Center of Japan)은 AW3D를 통해 위성 이미지를 3D데이터로 전환하여 제공 및 판매하고 있음
 - 수평 2m, 수직 1-2m 정확도를 지니며, shp 파일 등의 형식으로 제공됨
 - 머신러닝 등으로 위성이미지로부터 건물 모양을 자동으로 생성하고 텍스처까지 입힘
 - 자카르타, 쿠알라룸푸르, 방콕 등 아세안 국가의 3D 도시 데이터도 보유
- 일본 지역경제분석 시스템(Regional Economy Society Analyzing System, RESAS)을 통해 지역 경제 데이터를 제공하고 있음
 - 지역 경제 순환, 산업 구조, 소비 등과 관련된 지도와 API를 통해 데이터를 제공함
- Tsukuba Multimedia는 Web GIS 기술을 통해 일본의 주제도 및 다양한 GIS 분석 데이터 플랫폼을 제공 중임
 - 일본 국토지리원의 내셔널 아틀라스 지리정보 시스템 구축 및 통계 데이터 분석지도 시스템 등을 납품 하고 있음

- 일본 각 지방의 연구 데이터 분석, 데이터 추세 분석 등이 가능함



<그림 2-59> 일본 지리정보원 내셔널 아틀라스 지리 정보 시스템 구동 화면

출처: <https://www.tsukuba.co.jp/web-gis.html>

- 다이니혼인쇄(DNP)는 ‘DNP 업무지식 활용 플랫폼’을 사용하고 있음
 - 한국 기업인 솔트룩스의 자연어처리, 지식그래프 등의 AI기술을 도입함
- 도요하시 기술과학대학은 자세 감지 기술을 개발함
 - 두 개의 카메라로부터 깊이 데이터를 딥러닝으로 분석하는 방법임
- 일본이 가지고 있는 강점인 로봇 기술과 AI기술을 결합하고 있음
 - 일본 소프트뱅크는 클라우드와 연동을 통한 지속적으로 성장이 가능한 로봇 개발을 목표로 로봇 페퍼를 개발 및 상용화 추진 중

3. 기술수준 및 기술격차 분석

가. 기본방향

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 과학기술기본법 제14조 2항 및 과학기술기본법 시행령 제24조 2항에 의거해 매 2년마다 국가중점기술에 대한 현황 및 발전 추이를 파악하고 점검하도록 되어있음
 - 4차 과학기술기본계획(2018~2022)에 포함된 120개 기술 및 11대 분야는 아래의 표와 같음

<표 2-32> 기술수준평가 대상기술

11대 분야	건설 교통	재난 안전	우주 항공 해양	국방	기계 제조	소재 나노	농림 수산 식품	생명 보건 의료	에너지 자원	환경 기상	ICT SW
120개 기술	11	4	7	3	14	5	9	21	18	12	17

○ 이종 공간 지식추론 엔진과 밀접한 건설·교통, ICT·SW 분야 중 다음 4가지 국가중점과 학기술에 대한 기술수준 및 격차를 제시함

- 건설·교통 분야 중점과학기술 중 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석 기술에 대해 제시함
- ICT·SW 중점과학기술 중 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술에 대해 제시함

나. 주요국 기술수준

- 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야 모두에서 미국이 가장 높게 나타남
- 한국, 중국, 일본, EU, 미국을 포함하는 전문가 정성평가에서 스마트시티 구축 및 운영 기술 3위, 국토공간정보 구축 및 분석기술 5위, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술 5위, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 5위를 기록함

<표 2-33> 주요국 기술수준 비교

국가중점기술	한국		중국		일본		EU		미국	
	기술 수준 (%)	순위	기술 수준 (%)	순위	기술 수준 (%)	순위	기술 수준 (%)	순위	기술 수준 (%)	순위
스마트시티 구축 및 운영 기술	80	3	75	4	75	4	90	2	100	1
국토공간정보 구축 및 분석기술	77	5	80	3	78	4	90.5	2	100	1
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	70	5	83	3	77	4	85	2	100	1
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	80	4	87.5	3	80	4	90	2	100	1

○ 주요국 기술 수준을 선도그룹, 추격그룹, 후발그룹, 낙후그룹 4가지로 분류하였으며 각 정의는 다음과 같음

- 선도그룹은 기술수준을 선도하는 그룹임
- 추격그룹은 선진기술의 모방개량이 가능한 그룹임
- 후발그룹은 선진기술의 도입적용이 가능한 그룹임
- 낙후그룹은 연구개발 능력이 취약한 그룹임

○ 우리나라 기술 수준 그룹, 연구단계역량, 연구개발 활동 경향은 다음과 같음

<표 2-34> 우리나라 기술수준

국가중점기술명	기술수준 그룹	연구단계역량		연구개발 활동경향
		기초	응용개발	
스마트시티 구축 및 운영 기술	추격	보통	우수	상승
국토공간정보 구축 및 분석기술	추격	보통	우수	상승
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	추격	미흡	우수	유지
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	추격	보통	우수	상승

다. 기술격차

○ 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야의 최고기술국 대비 기술격차는 각각 2.3년, 3.0년, 2.3년, 2.0년으로 나타남

- 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술은 건설·교통분야 기술 격차인 3.1년보다 상대적으로 적은 것으로 나타남
- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술은 건설·교통분야 기술격차인 2.1년보다 많거나 적은 것으로 나타남

<표 2-35> 우리나라와 주요국 간 기술격차

국가중점기술명	對최고국 기술격차(년)	對중국 기술격차(년)	對일본 기술격차(년)	對EU 기술격차(년)	對미국 기술격차(년)
스마트시티 구축 및 운영 기술	2.3	-0.7	-1.7	1.3	2.3
국토공간정보 구축 및 분석기술	3.0	0	0.5	2.0	3.0
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	2.3	1.3	0.5	1.0	2.3
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	2.0	1.0	0.2	1.2	2.0

라. 기술수준 및 기술격차 변동(2016~2018년)

- 2016년 전략기술명과 2018년 국가중점기술명이 다소 차이가 있어 유사한 기술간 기술격차 변동을 분석함

<표 2-36> 기술수준 및 기술격차 변동(2016~2018년)

기술명		최고기술품		기술수준 그룹		기술수준(%)			기술격차(년)		
2016	2018	2016	2018	2016	2018	2016	2018	증감	2016	2018	증감
-	스마트시티 구축 및 운영 기술	-	미국	-	추격	-	80	-	-	2.3	-
국토정보 구축 및 활용기술	국토공간정보 구축 및 분석기술	미국	미국	선도	추격	80.7	77	-3.0	3.1	3.0	-0.1
지식기반 빅데이터 활용기술	지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	미국	미국	추격	추격	77.3	70	-7.3	3.3	2.3	-1.0
-	다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	-	미국	-	추격	-	80	-	-	2.0	-

마. 기술발전단계

- 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야 기술수준은 추격그룹에 속하는 것으로 나타남

<표 2-37> 우리나라 기술발전단계

국가중점기술명	기술수준 그룹	기술수준(%)	기술격차	최고기술품
스마트시티 구축 및 운영 기술	추격	80	2.3	미국
국토공간정보 구축 및 분석기술	추격	77	3.0	미국
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	추격	70	2.3	미국
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	추격	80	2.0	미국

2-4. 논문 및 특허 분석

1. 특허동향분석

가. 분석범위

- 본 분석에서는 공간 지식추론 분야를 특허분석대상으로 하였으며, 분석대상기간은 출원일자를 기준으로 2020년 12월까지 출원/공개된 특허를 대상으로 함

<표 2-38> 국가별 분석구간 및 특허건수

자료 구분	국 가	전체분석기간	분석대상
출원/등록공개	한국	1999.01.01 ~ 2020.12.31	28,434
	미국	1999.01.01 ~ 2020.12.31	50,540
	유럽	1999.01.01 ~ 2020.12.31	6,188
	일본	1999.01.01 ~ 2020.12.31	1,771
	중국	1999.01.01 ~ 2020.12.31	223
합 계			87,156

나. 분석방법

(1) 동향분석 방법

- 특허동향은 조사대상국인 한국(KIPO), 미국(USPTO), 유럽(EPO) 일본(JPO), 중국(SIPO)등 주요 국가별 기술개발 활동현황, 특허출원 동향, 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 특허 기술 성장 현황을 분석함
- 이를 통해 세계의 특허동향과 우리의 수준을 비교하고, 연구개발 현황과 주요 기업을 살펴봄으로써 국가차원의 연구개발 및 국제협력의 필요성 등에 대한 기초자료를 제시함

(2) 검색 키워드 선정

- 검색 키워드는 공간 지식추론과 관련 있는 키워드로 선정하였음

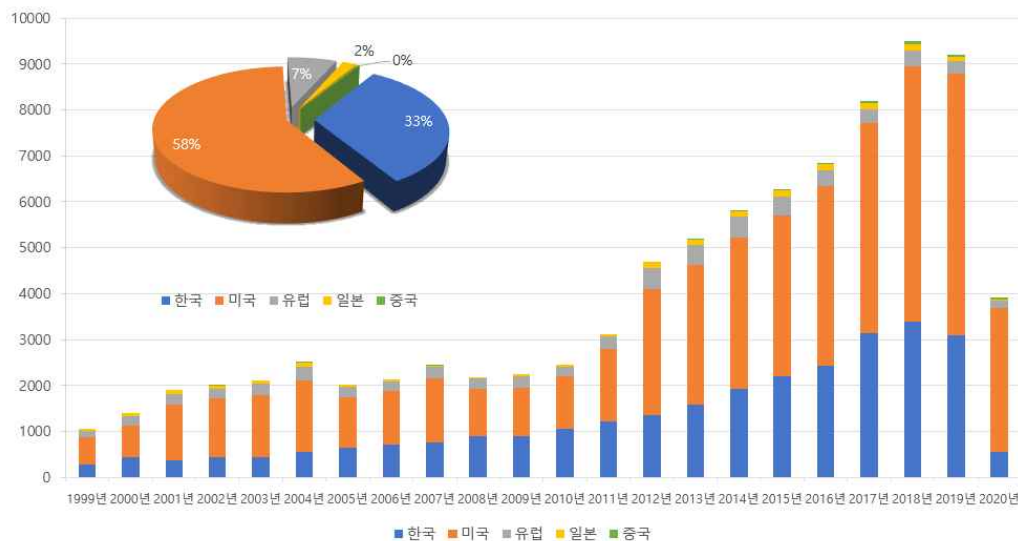
<표 2-39> 특허분석 검색 키워드

구 분	언어	키워드
검색 키워드	국문	도시 3차원 모델, 공간 빅데이터 분석, 그래프 DB 인공지능
	영문	city 3D model, spatial big data analysis, graph DB AI
특허검색 수식	국문	“공간분석”+“빅데이터”+“그래프 DB”+“인공지능”
	영문	“spatial analysis”+“big data”+“graph database”+“artificial intelligence”

다. 정량적 분석결과

(1) 주요 국가별 연도별 출원동향

- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(SIPO) 국가별 특허기술 출원점유율을 통해 해당 기술을 주도하는 국가 파악
- 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치 파악
- 도시 3차원 모델, 공간 분석 및 표현, 빅데이터, 그래프 DB 인공지능의 키워드로 검색한 결과를 바탕으로 분석함
- 특허출원은 미국(58%)이 주도하고 있는 것으로 나타나며, 한국 유럽(7%)과 일본(1%)의 특허출원 건수가 꾸준히 증가하는 추세를 보임



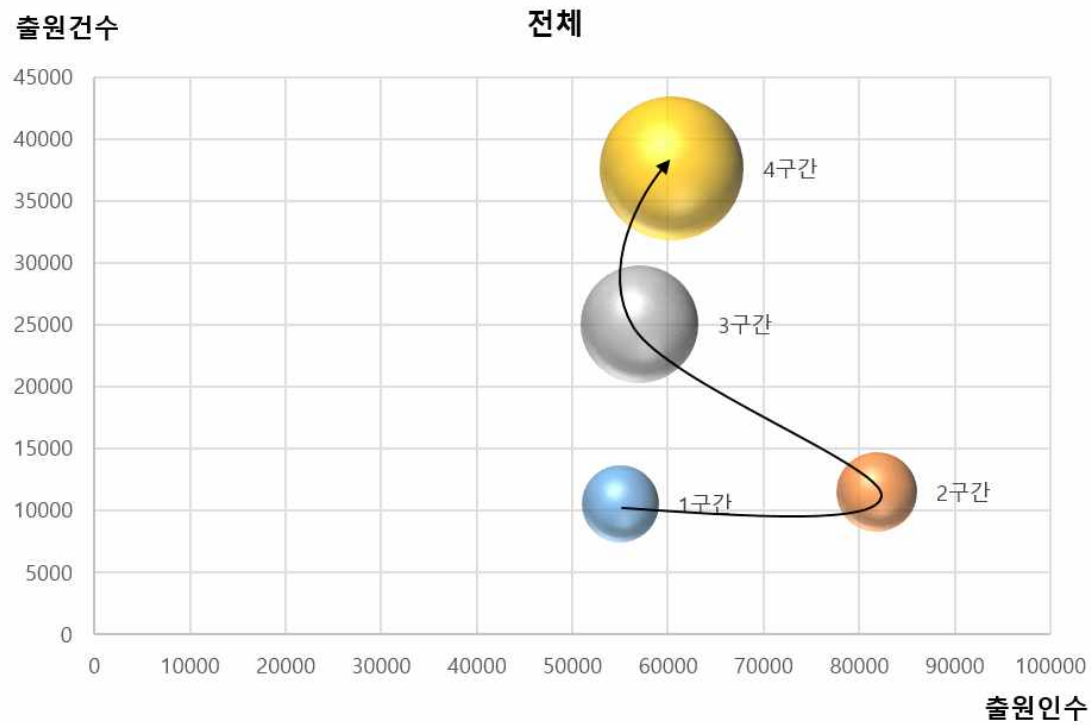
<그림 2-60> 주요 출원국 연도별 특허 동향

(2) 특허기술 성장단계 분석

- 분석 대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원건수와 출원인수의 증감 변화를 토대로 해당 기술분야의 특허기술 성장단계를 파악
- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 및 중국(SIPO) 등 국가별 특허기술 성장단계를 비교 분석
- 특허기술 성장단계 분석구간의 설정은 전체 기간을 일정한 연간 단위로 구간을 구분하되, 최근 급부상하거나 이슈가 있는 기술분야의 경우, 최근 기간 등으로 한정하여 구간을 설정하여 분석하는 것이 유의미할 수 있음
- 특허기술을 기반으로 공간 지식추론기술의 성장단계는 출원인은 불규칙하지만, 출원건수가 지속적으로 증가하는 형태로, 해당 기술분야의 연구개발 활동이 활발히 이루어지고 있는 단계로 해석할 수 있음
- 전반적으로 분석 구간 초기 구간인 2구간(2006년~2010년)부터 최근 구간인 3구간(2011년~2015년)까지 출원건수가 증가하였지만 출원인수는 감소하는 양상으로 완숙기 단계의 형태가 나타남

3구간(2011년~2015년)부터 4구간(2016년~2020년)까지는 출원인과 출원인수가 소폭 증가하는 양상으로 회복기 단계의 형태가 나타남

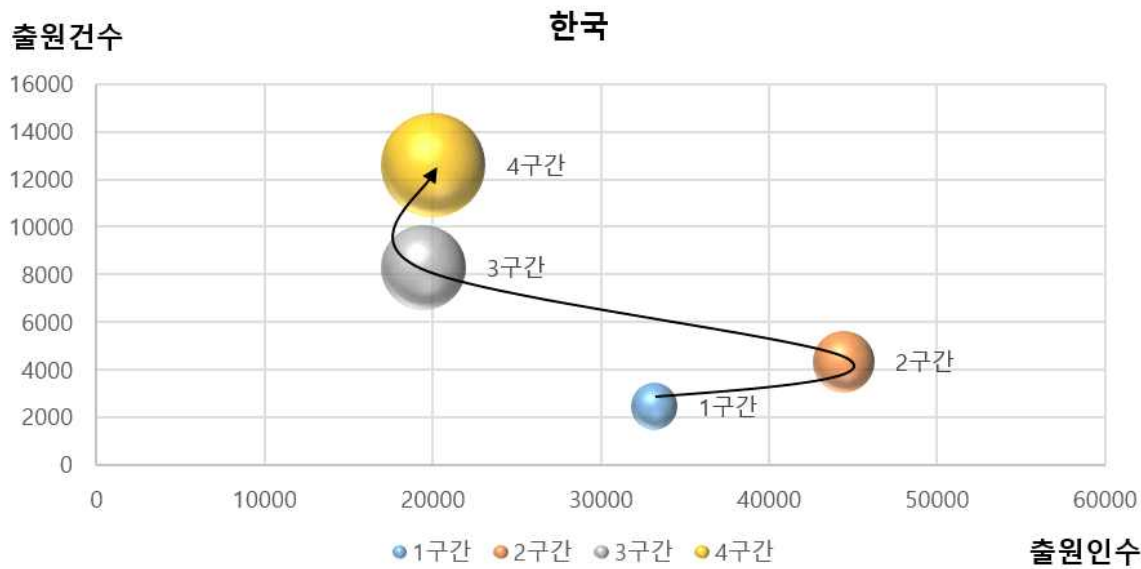
해당 구간에서 기술의 유용성을 재발견한 것으로 추측할 수 있음

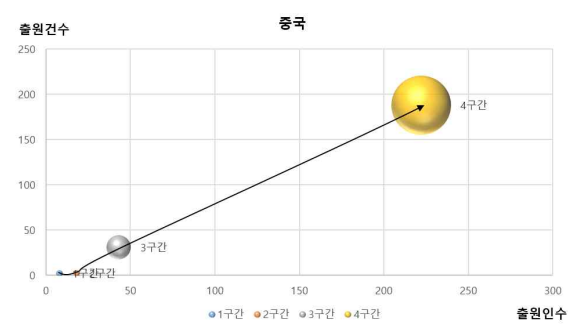
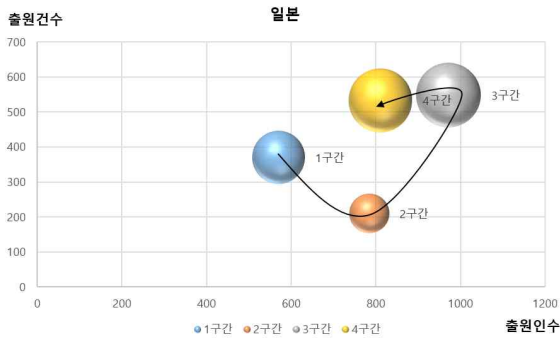
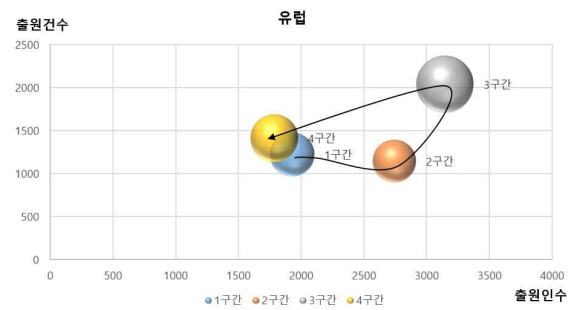
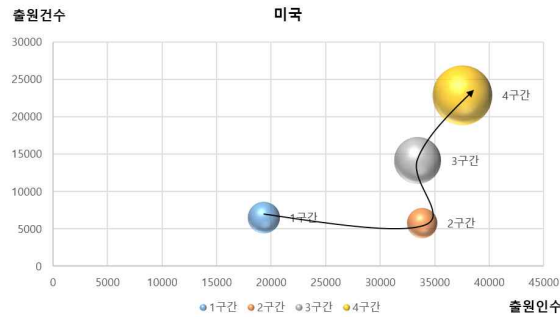


<그림 2-61> 특허기술 성장단계

- 한국의 성장단계는 출원건수가 지속적으로 증가하지만 출원인수는 크게 감소하다 소폭 증가하는 형태로 전체 성장단계의 형태와 유사하게 나타남

초기 구간인 1구간(2001년~2005년)에서 4구간(2016년~2020년)까지 출원건수가 꾸준히 증가하는 것으로 나타남





<그림 2-62> 국가별 특허기술 성장단계

- 미국의 성장단계는 2구간(2006년~2010년)부터 4구간(2016년~2020년)까지 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 형태로 성장기인 것으로 해석할 수 있음

2구간에서 3구간까지 출원인수가 소폭 감소하였지만, 2구간부터 4구간까지 전체적인 흐름은 성장하는 형태를 보임

1구간부터 2구간까지 출원인수는 대폭 증가하였지만 출원건수는 소폭 감소하는 형태를 보임

1구간(2001년~2005년)에서 2구간(2006년~2010년)까지 출원인수는 크게 증가하였지만 출원건수는 감소하는 양상을 보임

- 유럽의 성장단계는 3구간에서 4구간까지 출원인수와 출원건수가 대폭 감소하는 양상을 보이며 쇠퇴기 단계의 형태를 나타냄

2구간에서 3구간까지 출원인수와 출원건수 증가하는 양상으로 성장기 단계의 형태를 보임

- 일본의 성장단계는 유럽과 매우 유사한 양상을 보이며 3구간에서 4구간까지 출원인수와 출원건수 모두 소폭 감소하고 있는 것으로 나타나 쇠퇴기 단계의 형태가 나타남

2구간에서 3구간까지 출원인수와 출원건수가 크게 증가하는 양상으로 성장기 단계의 형태를 나타냈음

- 중국의 성장단계는 출원인과 출원건수가 크게 증가하고 있는 형태로 성장기인 것으로 해석할 수 있음

2구간에서 4구간까지 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하였으며, 3구간부터 4구간까지 출원인수와 출원건수 모두 급증하는 형태로 성장기 단계의 형태가 나타남

- 공간추론기술의 성장단계는 최근구간에서 출원인수와 출원건수 모두 증가하는 형태가 나타나는 바, 이후 구간에서도 동일한 형태로 유지되어 출원건수가 증가할 수 있는 여지가 있으며, 한국의 특허기술 성장단계의 경우 출원건수와 출원인수 모두 지속적으로 증가할 것으로 보임

다. 키워드 별 분석결과

(1) 국내 특허 현황

○ 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현기술 측면

도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 표현 기술과 관련된 특허의 전체 출원 건수를 살펴보면 2004년부터 꾸준히 증가하다가 2011년 이후 출원 건수가 급증함

4차 산업혁명과 스마트시티가 부상함에 따라 국내에서도 도시 3차원 모델 환경에서의 공간분석과 표현 기술에 대한 관심이 증가하고 기술 개발도 적극적으로 이루어지고 있는 것으로 보임(출처: ICT 표준화 전략맵 ver.2020)

도시 3차원 모델 환경에서 공간 분석과 표현기술 관련 특허의 세부 기술을 살펴보면, 데이터 플랫폼 아키텍처와 관련된 특허가 가장 많이 출시되었고 인터페이스 및 프로토콜 관련 특허도 많이 출시되었으나, 도시행정을 위한 특허는 상대적으로 적음

전반적으로 대기업이 특허출원을 선도하고 있으며 대학기관 및 국책연구원도 활발하게 특허출원을 하고 있음(출처: ICT 표준화 전략맵 ver.2020)

특허분석 항목 출원연도	스마트시티 데이터 플랫폼 아키텍처	스마트시티 데이터 플랫폼 인터페이스 및 프로토콜	도시행정을 위한 디지털트윈 기술	합계
KT	56	35	2	93
ETRI	34	24	5	63
전자부품연구원	16	8	2	26
KAIST	12	9	1	22
QUALCOMM	9	8		17
SKT	9	6		15
서울시립대학교 산학협력단	4	4	2	10
주식회사 웨이브엠	5	5		10
충남대학교 산학협력단	5	5		10
INTEL	5	4		9
INTERDIGITAL	6	3		9
한국건설기술연구원	1		8	9
기타	144	112	85	341
합계	306	223	105	634

<그림 2-63> 스마트시티 분야 특허분석 항목에 대한 국내 상위 다출원인 동향

○ 공간 빅데이터 분석 측면

‘공간 빅데이터’에 대한 키워드로 특허정보넷 키프리스(www.kipris.or.kr)에서 검색 시 총 5,706건의 특허정보가 검색됨

공간 빅데이터 관련 특허는 2015년부터 급증하였으며, 국토교통부의 ‘국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발(2014-2019)’ 관련된 것이 많음

공간 빅데이터 관련하여 산업계에서 출원한 주요 특허는 다음과 같음

- 대용량 공간 데이터 환경에서 공간분석을 위한 공간질의 장치 및 그를 위한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체(SK텔레콤, 2014)

- 공간 관리 시스템 및 방법과 이를 수행하기 위한 모바일 기기(삼성SDS, 2016)
- 분산 파일 시스템에서의 대용량 공간 데이터의 고속 분산 색인 생성 및 저장 방법(포스웨이브, 2017)
- 공간 데이터 처리 시스템 및 방법(씨엠티이 디벨로프먼트 리미티드, 2018)
- 공간정보를 이용한 주택가격 추정을 위한 빅데이터 구축 시스템 및 방법(주식회사공감랩, 2019)
- 웹 기반의 공간 빅데이터 관리 서비스를 제공하는 방법 및 이를 수행하기 위한 명령어들이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 저장매체(아이씨티웨이, 2019)
- 공간빅데이터를 활용한 LULUCF 분야 토지이용변화 매트릭스 처리 장치 및 방법(선도소프트, 2019)

○ 그래프 DB 인공지능 측면

‘그래프 DB 인공지능’에 대한 키워드로 특허정보넷 키프리스(www.kipris.or.kr)에서 검색 시 총 957건의 특허정보가 검색됨

인공지능에 대한 특허는 비교적 많은 편이나, 이를 그래프 DB와 연계하여 특허를 출원한 경우는 많지 않음

2018년 삼성전자에서 출원한 ‘지식 그래프에 기초하여 데이터베이스들을 통합하는 시스템 및 방법’, ‘지식 그래프에 기초하여 콘텐츠를 제공하는 시스템 및 방법’ 등이 유사한 특허라고 볼 수 있음

(2) 국외 특허 현황

○ 도시 3차원 모델 측면

도시 3차원 모델(디지털트윈) 관련한 특허는 2012년에 등장하여 2015년 이후 증가함. 미국, WIP0, 중국, 유럽 순으로 도시 특허 건수가 많음

세부 기술별로는 관리, 네트워크와 통신, 데이터 분석 기술의 건수가 많으며 기술 개발이 많이 이루어진 분야이고, 패턴 인식 및 분류 문제를 해결하기 위한 최적화 및 기계학습 시스템 기술과 통신 기능을 해결하기 위한 인간-기계 인터페이스 기술 등이 기술 초기단계에 있어 잠재성이 높은 분야임(출처: Revolution on digital twin technology, 2020)

○ 그래프 DB 인공지능 측면의 특허 현황

구글 특허에서 ‘graph database’와 ‘artificial intelligence’ 키워드를 통해 검색한 결과 전체 629건 중 미국 426건, 중국 219건, 유럽 10건 순으로 특허 출원

multi-layer로 그래프 DB를 구성하여 저장하고 검색하는 기술, 그래프 DB에서 이벤트의 심각성을 판단하는 기술 등 다양한 기술이 출원되었음

2. 논문동향분석

가. 분석범위 및 방법

- 본 분석에서는 공간지식추론 분야를 대표할 수 있는 키워드를 토대로 NDSL 사이트를 활용하여 분석함
- 분석 “도시 3차원 모델링(city 3d modeling)”, “공간 빅데이터(spatial modeling)”, “그래프 DB AI(graph database AI)”를 키워드로 설정하여 키워드별로 분석함
- 국내논문은 한글 키워드의 검색결과만을, 학위논문은 영문 키워드의 검색결과만을 바탕으로 분석함

<표 2-41> 국가별 분석구간 및 논문건수

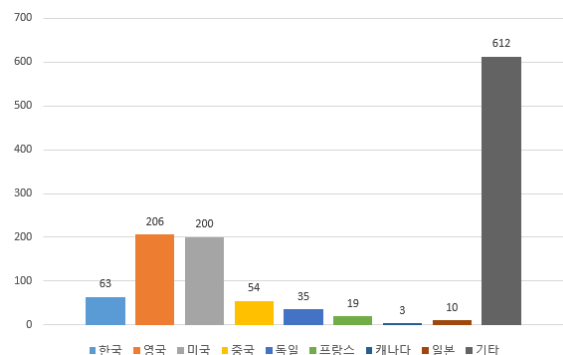
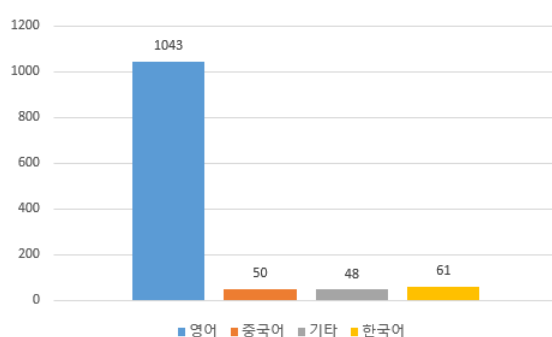
자료구분	전체분석기간	분석대상
국내논문	1999.01.01 ~ 2020.12.31	190
해외논문		1871
학위논문		190
합 계		2251

나. 정량적 분석결과

(1) 국가별 동향

○ 도시 3차원 모델링(City 3D Model)

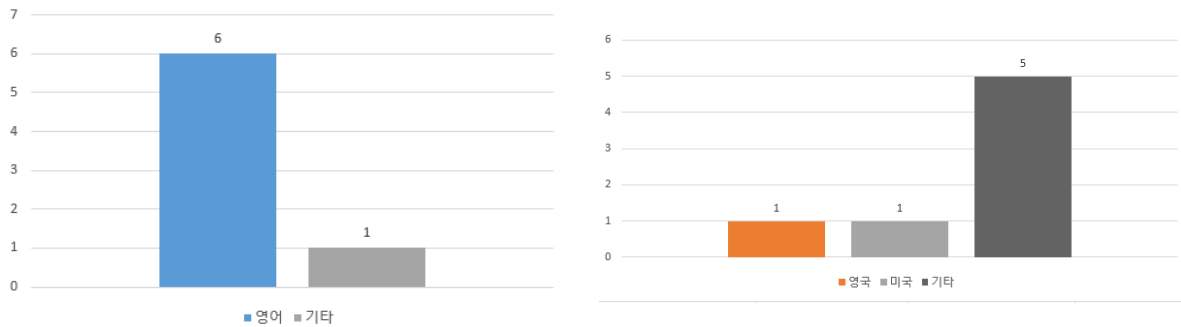
- 국가별 동향은 언어의 활용현황과 발행국을 기준으로 유추할 수 있으며, 영어로 쓰인 논문이 1043건으로 가장 많았고, 한국어로 작성된 논문은 61편, 중국어로 작성된 논문은 50편으로 나타남
- 발행국을 기준으로 영국에서 206건이 발표되었고, 한국 63건, 미국 200건, 중국 54건, 독일 35건으로 나타남



<그림 2-64> 국가별 논문 동향(도시 3차원 모델링)

○ 그래프 데이터베이스 인공지능(Graph database AI)

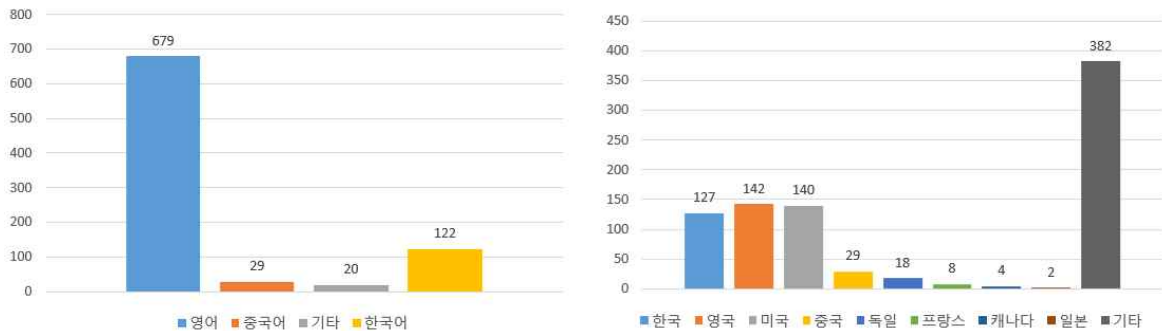
- 영어로 쓰인 논문 6건, 기타 1건으로 나타남
- 발행국을 기준으로 영국 1건, 미국 1건, 기타 5건으로 국내에서 발행된 논문은 존재하지 않았음
- 타 키워드에 비해 발행된 논문의 수가 현저히 적음



<그림 2-65> 국가별 논문 동향(그래프 데이터베이스 인공지능)

○ 공간 빅데이터 분석(Spatial bigdata analysis)

- 영어로 쓰인 논문 427건, 중국어로 쓰인 논문 29건, 기타 15건으로 나타남
- 발행국을 기준으로 영국에서 90건이 발표되었고, 미국 82건, 중국 29건, 독일 14건, 기타 256건으로 나타남



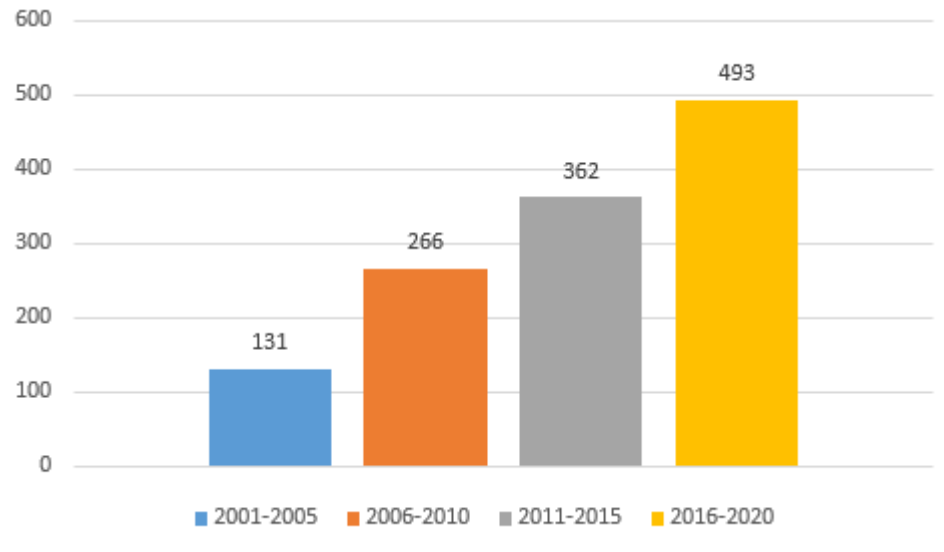
<그림 2-66> 국가별 논문 동향(공간 빅데이터 분석)

(2) 발행연도별 동향

○ 2001년부터 2020년까지 4개의 동일한 구간으로 나누어 분석을 진행하였음

○ 도시 3차원 모델링(City 3D Model)

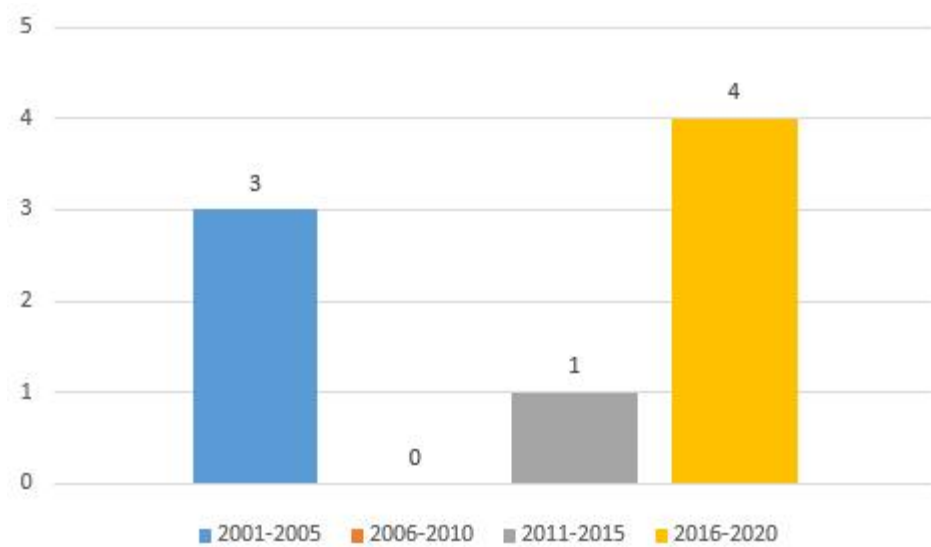
- 발행연도별로는 2014년~2018년 사이에 394편으로 가장 많이 나타났으며, 지속적으로 논문발행 수가 증가함을 알 수 있음



<그림 2-68> 발행연도별 논문 동향(도시 3차원 모델링)

○ 그래프 데이터베이스 인공지능(Graph database AI)

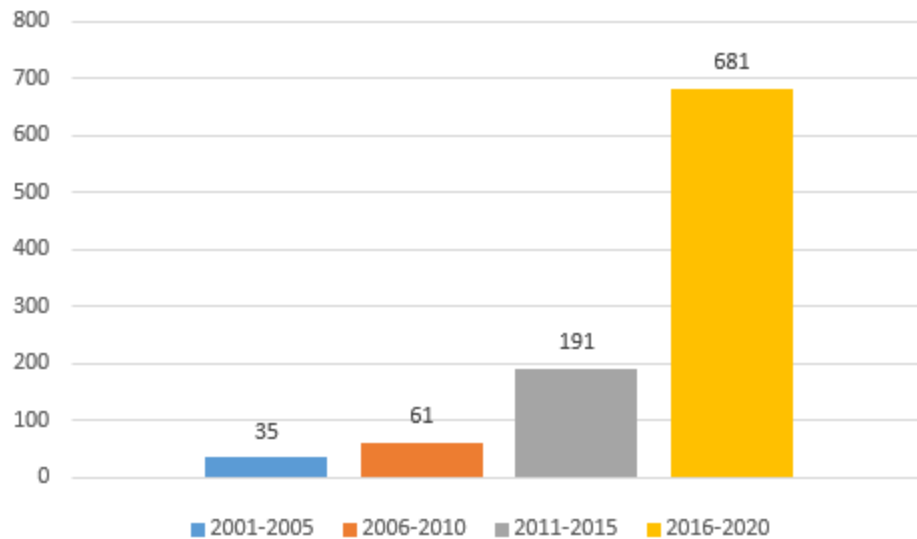
- 타 키워드에 비해 논문의 수가 현저히 적음을 확인할 수 있으며, 그로 인해 기간 별 논문발행 수로 비교하기 적절하지 않음



<그림 2-69> 발행연도별 논문 동향(그래프 데이터베이스 인공지능)

○ 공간 빅데이터 분석(Spatial bigdata analysis)

- 2014년 이후에 발행 수가 크게 증가하는 것을 확인할 수 있으며 2011년 이후 매년 10편 이상 꾸준히 논문이 발행되고 있음



<그림 2-70> 발행연도별 논문 동향(공간 빅데이터 분석)

(3) 저자 및 주제분야 동향

○ 도시 3차원 모델링(City 3D Model)

- 국내에서는 김용일(4편)으로 도시 3차원 모델링 분야에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 다음으로 유기윤, 박은관, 송상훈(3) 순으로 나타남
- 주제 분야별로는 수리지리학(Mathematical geography) 16편으로 도시 3차원 모델링 관련하여 많은 논문이 발표되었으며, 다음으로 (Geography & travel) 7편, 토목공학(Civil engineering) 5편, 응용물리학(Applied physics) 4편 등으로 나타남
- 해외에서는 Cappelle, C. Mao, Bo., Eicker, Ursula., Pomorski, D. (7편)으로 City 3D Model 분야에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 다음으로 Ledoux, H., Stoter, H.(6편) 순으로 나타남
- 주제 분야별로는 수리지리학(Mathematical geography) 93편으로 City 3D Model 관련하여 많은 논문이 발표되었으며, 다음으로는 응용물리학(Applied physics) 88편, (Engineering and allied operations) 87편, 토목공학(Civil engineering) 52편 등으로 나타남

○ 그래프 데이터베이스 인공지능(Graph database AI)

- Bora, S.P., Brown, Kevin R., Fang, Yunzhe.,(1편) 등으로 그래프 데이터베이스 인공지능에 대한 연구가 진행되었음
- 주제 분야별로는 Special computer methods 2편과 Life sciences; biology 1편 순으로 작성되었음

○ 공간 빅데이터 분석(Spatial bigdata analysis)

- 국내 저자에서는 신동빈(4편)으로 공간 빅데이터 분석 분야에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 다음으로 서주환, 안종욱, 이기원, 장재우(3편), 강상구, 김경태(2) 순으로 나타남
- 주제 분야별로는 Geography & travel 17편으로 공간 빅데이터 분석 관련하여 많은 논문이 발표되었으며, 다음으로 Engineering and allied operations 9편, Computer programming, programs, data 8편, Economics of land and energy 7편 등으로 나타남
- 해외 저자에서는 Li, Quingquan., Vatsavai, Ranga Raju., Zhao, Yu.(5편)으로 Spatial big data anlysis 분야에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 다음으로 Huang, Qunying., Liu, Tianming.(4편) 등으로 나타남
- 주제 분야별로는 Communities가 36편으로 많은 연구가 진행되었으며, Other social problems and services 34편, Engineering and allied operations 32편 등으로 나타남

2-5. 연구개발 인프라 분석

1. 국내 연구 인프라

- 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야 4가지 국가중점기술 중심으로 국내 연구 인프라를 분석함
- 스마트도시정보 시스템을 운영하여 스마트도시 추진과정에서 생성된 정보를 서비스하는 온라인 플랫폼을 운영중임
- 국가공간정보포털 구축을 통해 산재된 서비스체계를 통합하여 누구나 쉽게 활용할 수 있도록 하고 있음
- 한국지능정보사회진흥원은 통합데이터 지도 제공을 통해 필요한 빅데이터를 데이터댐에서 찾아 활용할 수 있게함



<그림 2-71> 스마트도시 정보시스템 개념도 및 국가공간정보포털 소개 개요

출처: <https://smartcity.go.kr/%ec%86%8c%ea%b0%9c/>

<http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menu=2681>



<그림 2-72> 통합데이터지도 개요 출처: <https://www.bigdata-map.kr/intro>

- 한국지능정보사회진흥원은 AI Hub를 통해 AI기술을 활용한 제품 및 서비스에 필요한 AI 인프라(AI 데이터, AI SW API, 컴퓨팅 자원)를 지원하고 있음



<그림 2-73> AI Hub 서비스 개요 출처: <https://www.aihub.or.kr/intro/vision>

2. 선진국 대비 국내 인프라 수준

- 지식추론 엔진 개발과 관련하여 “2018년 기술수준평가”의 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야의 내용을 인프라 중심으로 정리하면 다음과 같음

<표 2-42> 스마트시티 구축 및 운영 기술 선진국 대비 국내 인프라 수준

기술분류	국가명	인프라 수준
스마트시티 구축 및 운영 기술	한국	- U-City 사업을 통해 일부 인프라 확보 - U-City 사업의 실패를 기반으로 스마트시티사업을 추진 중 - 지속적인 투자로 격차가 줄고 있는 중 - 세종 및 부산 에코델타시티에 총 약 3.7조원 투자하고 있음
	중국	- 정부주도 및 대규모 고급 전문 인력을 활용한 성장 속도가 빠름 - 2015년 지혜성시 500개 구축계획 발표, 2020년까지 R&D에 500억 위안 투자 및 2025년까지 1조 위안 투자계획 발표함
	일본	- 기술력은 있으나 스마트화에 별로 관심이 없어 보임 - 고령화 등 사회 문제에 적용 가능한 스마트시티 교통 및 커뮤니티 기술이 정부 주도하에 성장 중
	EU	- 오픈소스 기반 스마트시티 플랫폼(Fiware) 확산중 - 스페인 바르셀로나는 ICT 기업 집적 클러스터 조성 및 글로벌 기업의 파트너 참여로 24개 스마트솔루션을 구현함
	미국	- 실리콘 밸리 중심의 창의혁신 산업이 활성화 되어있음

		- IBM, 시스코, 구글 등 글로벌 기업이 관련 첨단 기술 분야 선점함 - 2015년부터 Smart City Initiative 1.6억불 투자 중
--	--	--

<표 2-43> 국토공간정보 구축 및 분석기술 선진국 대비 국내 인프라 수준

기술분류	국가명	인프라 수준
국토공간정보 구축 및 분석기술	한국	- 국가 선도적으로 지속적인 노력이 있으나 여러 이유로 중단되거나 원래 취지로부터 벗어나고 있음 - 2006년 이후 공간정보 R&D 사업에 지속적으로 투자하고 있음 - 원천 기술 확보가 미흡하여 기술 추격하는데 한계가 존재함
	중국	- 풍부한 인적자원과 정부의 집중투자를 통해 빠른속도로 기술 발전중임 - 최고기술 보유국의 기술을 카피캣 기술을 통해 빠르게 확보중임
	일본	- 위치정확성 확보를 위한 준천정위성(Quasi Zenith Satellite)를 운영중임 - 폐쇄적이 국가 정보시스템 및 비영어권으로 인한 일정 정도의 한계로 격차 발생
	EU	- 레이저 스캐너 등 주요 공간정보 구축을 위한 원천기술력 보유중 - INSPIRE 프로젝트를 통해 범 유럽 지리공간자료 기반을 구축하고 있음
	미국	- Smart America Challenge로 인공위성을 통한 고정밀 측위와 인공지능 기반의 공간학습등을 여러 분야에 활용하고 있음 - 공간정보기술에 대해 정부가 30년 동안 지속적 투자와 정책 집행 경험을 가지고 있음

<표 2-44> 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술 선진국 대비 국내 인프라 수준

기술분류	국가명	인프라 수준
지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술	한국	- 인터넷 및 데이터 수집을 위한 네트워크 인프라 양호 - 국가 규모상 활용 가능한 데이터의 수가 적음 - 정부규제, 이공계 기피현상 등으로 산업발전이 더디며 연구 인력이 절대적으로 부족함
	중국	- 연구 인력, 인프라 및 자원이 풍부하며 테스트베드가 풍부함 - 알리바바 등 기업은 빅데이터 플랫폼 부문에서 탁월한 성과를 보임 - 인공지능기술 선도그룹을 가장 빠르게 추격하고 있음
	일본	- 첨단기술 사업을 적용하기 위한 기존 산업인프라가 발달되어 있음 - 인력이 부족한 상태임
	EU	- 독일 중심으로 제조업을 위한 빅데이터 응용 분야가 부상하고 있음 - 각국의 협력으로 사회문제 해결을 중심으로 R&D진행중 - 기술 활용을 위한 적극적인 의미 있는 투자가 확대되고 있음
	미국	- 대학과 기업 중심의 인공지능 개발을 위한 오픈 플랫폼 인프라 구축 수준이 우수함 - 기술을 선도하는 글로벌 기업들이 다수 있으며, 이 기업들이 인력을 흡수하고 있음 - 세계 최고 수준의 인재가 모여드는 환경이며 산학 연계가 활발한 선순환을 이루고 있음

<표 2-45> 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 선진국 대비 국내 인프라 수준

기술분류	국가명	인프라 수준
다중 인공지능 공통 플랫폼 기술	한국	- 과기부는 13년도부터 인공지능기술 개발을 위해 13년도부터 국가전략프로젝트를 추진하고 있음 - ETRI주도의 자연어 처리를 위한 엑소브레인 과제 및 네이버, 카카오, SK, KT등의 인공지능제품과 플랫폼이 출시되고 있음 - 한국어 데이터 부족 및 형태소 분석 연구가 개방되지 않아 비대칭적으로 발전됨
	중국	- 2030년까지 AI산업을 25조원 규모, 연관 산업은 170조 규모로 성장시킬 계획을 수립하고 있음 - 바이두, 알리바바, 텐센트 등 연관 산업 기업이 있으며 풍부한 인적자원 및 인프라를 갖추고 있음
	일본	- 연구 전문 기관을 통해 핵심 알고리즘 개발에 역량을 집중하고 있음 - 다양한 분야의 강소기업이 존재하며, 세계 유수 기업들이 다수 포진하고 있음

		- 대형인공지능 회사는 부재한 상태임
	EU	- 2020년 말까지 인공지능 분야에 총 200억 유로(약 26조원) 자금 투자 - 기초학문 분야 강점을 바탕으로 인공지능 알고리즘 개선 성과를 보임
	미국	- 새로운 도전과 기술개발에 대한 창업-투자-엑싯-재창업의 선순환 구조를 갖추고 있음 - 글로벌 SW/AI 관련 기업들이 막대한 자금 및 인력을 투입하고 있음 - 해외의 유능한 인력을 흡수할 수 있는 여건을 갖춘

○ 각분야 인프라 구축에 대한 정책제언은 다음과 같음

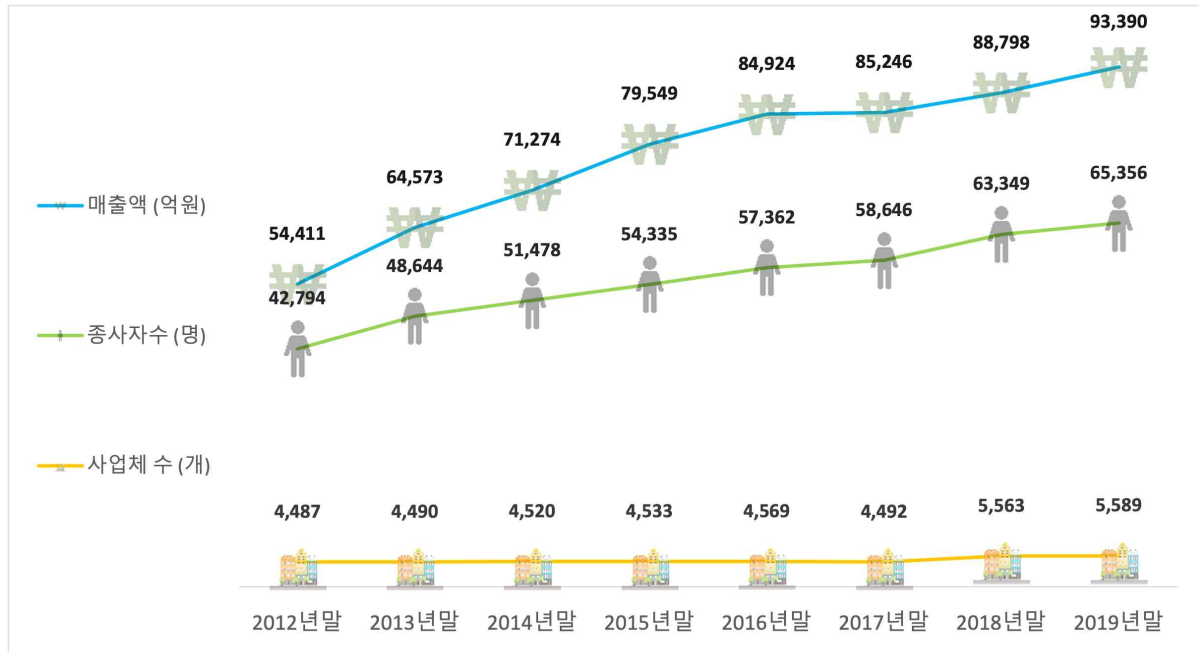
- 스마트시티 구축 및 운영 기술: 스마트 건물 및 도시 구축을 위해 정보통신 센서 네트워크 등 하드웨어 인프라를 구축하는 것에 국한하지 않고 소프트웨어적인 콘텐츠 마련에 역점을 두어야 함
- 국토공간정보 구축 및 분석기술: 산학연의 정보 및 연구결과물을 공유하기 위해 공간정보 클라우드를 구축하여야함
- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술: 연구 인프라 확대 및 공공 인프라 구축을 통해 산학연이 공동으로 연구를 진행할 수 있게 해야함
- 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술: 다양한 연구를 개인적으로 추진할 수 있고, 컴퓨팅 자원 및 데이터를 쉽게 사용할 수 있도록 학습할수 있는 공간마련과 인프라 확대 필요

2-6. 산업생태계 분석

1. 공급자 현황

가. 공간정보 산업 매출규모, 사업체 및 종사자 수

○ 국토교통부 「공간정보산업 조사」에 따르면, 2019년 말 기준 공간정보산업의 총 매출 규모는 9조 3,390억 원, 사업체 수는 5,589개, 종사자 수는 65,356명임



<그림 2-74> 공간정보 산업 매출액, 종사자 수, 사업체 수

<표 2-46> 2015~2017년 공간정보산업 사업체 및 종사자 수

구분	매출액(억원)			사업체 수(개소)			종사자 수(명)		
	2019년	2018년	2017년	2019년	2018년	2017년	2019년	2018년	2017년
전체	93,390	88,798	85,246	5,589	5,563	4,492	65,356	63,349	58,646
공간정보 기기 및 용품 제조업	9,416	9,202	8,254	219	207	161	2,703	2,570	2,799
공간정보 관련 매업	9,644	9,651	10,461	335	338	326	2,235	2,132	2,177
공간정보 출판 및 정보서비스업	24,738	21,027	26,050	1,174	1,157	880	15,220	13,527	14,016
공간정보 관련 기술 서비스업	49,438	48,780	40,351	3,857	3,857	3,121	45,090	44,998	39,534
공간정보 협회 및 단체	154	138	129	4	4	4	108	122	120

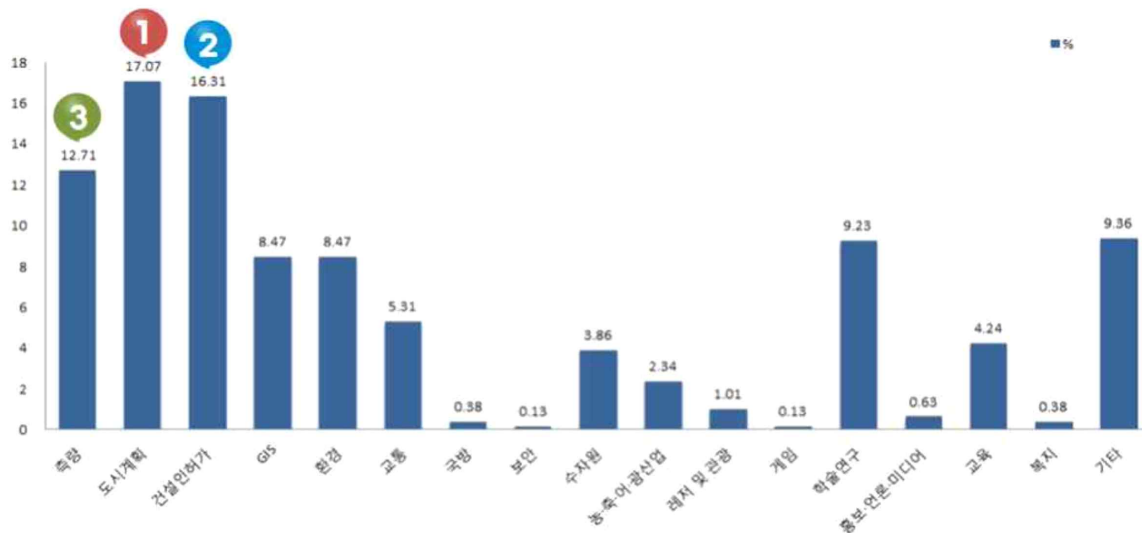
출처: 2020년 공간정보산업조사 통계보고서 (2019년 기준)

나. 공간 지식추론 서비스 현황

○ 공간정보산업은 수치지도, 지적도, 3차원지도 등의 공간 정보를 생산·유통하거나 이를 다른 분야와 융복합하여 서비스하는 산업임

- 과거에는 공간정보를 ‘생산·관리’ 하는 측량·DB 구축사업 위주였으나 최근 정보통신의 발달로 공간정보를 ‘유통·이용·융복합’ 하는 SW 분야와 서비스 분야를 중심으로 발전 중

2. 수요자 현황



<그림 2-75> 공간정보 수요자 현황

가. 공간정보 수요자 현황

- 2017년 조사결과에 따르면 국토지리정보원에서 생산·유통하는 국가공간정보를 활용하는 수요자는 도시계획, 건설인허가, 측량 순으로 공공기관 및 공공업무 수행기관이 국가공간정보 수요자의 대부분을 차지하고 있으며, 그 외의 일부 공간정보 서비스 기업들의 학술연구 혹은 부동산 목적에 활용되고 있는 것으로 파악됨

출처: 국토교통부(2018), 2018년 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 유통체계 개선 방안보고서(2017년 기준)

나. 공간 지식추론 서비스 수요자 현황

- ‘17년 발표된 공간정보산업 통계에 따르면 총 4,569개 공간정보기업 중 국가공간정보를 활용하는 기업은 대략 67%로 나타났다
 - 67%의 국가공간정보를 활용하는 기업 중 ‘공간정보 관련 기술 서비스업’이 94.6%로 가장 높은 비율을 차지함.
- ‘공간정보 출판 및 정보서비스업’이 국가공간정보를 활용하는 기업 중 14.4%를 차지
 - ‘공간정보 출판 및 정보서비스업’에서는 공간정보 출판업, 공간정보 소프트웨어 개발 및 공급업, 공간정보 포털 및 인터넷 서비스업 등에 활용이 되고 있음

<표 2-47> 국가공간정보 활용 여부

구분	사례 수	활용함(%)	활용안함(%)
전체	4,569	67.1	32.9
[공간정보 기기 및 용품 제조업]	170	9.6	90.4
항행용 무선기기 및 측량기구 제조업	124	9.8	90.2
기타 공간정보 활용장비 제조업	46	8.8	91.2
[공간정보 관련 도매업]	398	5.4	94.6
공간정보 서적 및 잡지 도매업	25	15.1	84.9
공간정보장비 도매업	293	5.6	94.4
공간영상장비 도매업	23	0.0	100.0
공간정보 전산장비 및 소프트웨어 도매업	57	2.5	97.5
[공간정보 출판 및 정보서비스업]	942	14.4	85.6
공간정보 서적 출판업	30	30.0	70.0
공간정보 시스템 소프트웨어 개발 및 공급업	201	23.0	77.0
공간정보 응용소프트웨어 개발 및 공급업	314	9.7	90.3
공간정보 프로그래밍 서비스업	180	12.3	87.7
공간정보 시스템 통합 자문 및 구축 서비스업	130	10.0	90.0
공간정보 포털 및 인터넷 서비스업	31	17.4	82.6
공간정보 온라인정보 제공업	56	17.2	82.8
[공간정보 관련 기술 서비스업]	3,055	94.6	5.4
공간정보 연구개발업	57	38.1	61.9
측량업	1,207	99.4	0.6
지도제작업	115	87.0	13.0
공간정보 엔지니어링 서비스업	1,676	93.7	6.3
[공간정보 협회 및 단체]	4	25.0	75.0
공간정보 관련 단체	4	25.0	75.0

출처: 국토교통부(2018), 2018년 국가공간정보의 효율적 민간활용을 위한 가공·유통체계 개선방안보고서(2017년 기준)

3. 공간정보 유통

- (공급자) 공간정보는 다양한 유통채널에서 취합 제공되고 있으며, 주요 유통채널은 국토교통부에서 운영하고 있는 국가공간정보포털, 공간정보오픈플랫폼과 국토지리원이 운영하는 국토정보플랫폼, 그리고 행정안전부에서는 공공데이터포털을 운영하고 있음
 - 국토교통부는 국가공간정보포털을 통해 소관부처에서 생산되는 데이터를 수집·유통하고 있으며 국토지리정보원은 국토정보플랫폼을 통해 자체 구축하고 있는 공간정보를 유통하고 있음
- (수요자) 국토교통부에서 발간한 ‘공간정보기반 융·복합산업 발전전략’ 보고서에 따르면 공간정보 가치사슬을 공간정보 생산, 가공 및 유통, 활용서비스, 수요자로 구분하고 있으며 수요자 부문은 공공기관, 일반 사업자, 일반인으로 구분되고 있음
 - 공간정보 가공 및 유통 부문은 소프트웨어 관련 기업, 유통 플랫폼으로 세분화되었으며 공간정보 활용 서비스 부문은 공간분석 컨설팅 수행기업, 항법지원, 게임, 3D콘텐츠 등을 제작하는 콘텐츠 제작, 위키검색 서비스로 세분화 되었음
- (수요자 입장에서 고려한 통합데이터 유통 주도 형태) 전문가들의 의견을 종합하여 보

면 유통 주도 형태는 민·관 협력기구, 민간 협력기구, 정부기관(국가주도) 순으로 긍정적인 답이 있음

- 민·관 협력기구의 경우 공공, 민간데이터 공동 활용 전담기관 역할이 가능하며, 공인된 공간 정보의 유통이 가능하다는 의견이 있음
- 국가주도의 정부기관은 개인정보, 국세청 데이터 등의 민감정보들에 대한 처리와 데이터의 신뢰성이 보장된다는 의견이 있음
- 민간 협력기구는 민간기업의 접근성 측면과 정확성 및 최신성 부분에서 유리하다는 의견이 있음

○ 공간정보의 최신성·활용성 제고를 위한 개선과제

(부가적인 서비스 마련) 국가공간정보센터, 국토지리정보원, 공간정보산업진흥원, 공공데이터포털 등에서 공간정보 유통을 담당하고 있으나 각 기관별 특성으로 인해 부가적인 서비스를 모두 제공하고 있는 기관이 없음으로 인해, 기관별 특성을 제외한 부가적인 공간정보 서비스 제공에 개선 여지가 있음

(오류수정 및 보증 등의 품질관리 서비스 마련) 공간정보산업진흥원을 제외한 모든 기관에서 오류수정 및 보증 등의 품질관리 서비스가 시행되고 있으나 아직 품질관리 초기 단계로 현재는 일부 데이터에 한정되어 적용되고 있음. 또한, 공간정보산업진흥원은 공간정보오픈플랫폼(V-world)에서 서비스되는 데이터를 국가공간정보센터, 국토지리정보원 등에서 제공받아 오픈 API로 유통을 담당하고 있기 때문에 품질관리 업무 제공이 어려움

(G-Data 데이터 구성에 대한 필수 요소) 산업군별 대표 사례를 기반으로 제공데이터 구체화, 원시데이터 수준을 넘어 바로 분석·활용이 가능한 데이터 수준의 데이터가 필요, 누락되지 않도록 데이터들의 품질검수가 반드시 필요, 격자체계를 마련함으로써 다양한 데이터를 효과적으로 제공하며 속성끼리 결합하여 분석할 수 있는 데이터 구축 등을 고려해야함

2-7. 동향 및 환경 종합 분석

1. 정책동향

○ (국내) 국가정보화기본법 등 제도적 기반 마련과 국가 중심의 공간정보 관련 정책 및 연구 등 구축

국내에서는 국가 공간정보 DB 구축 기반조성을 목적으로 「국가공간정보 기본법」에 따라 5년 단위로 국가 공간정보 기본계획을 수립 중

국토교통부는 중앙·지자체·공공기관이 생산 및 관리하는 공간정보를 연계·수집·활용할 수 있는 플랫폼을 구축·운영 하고 데이터 활용을 증진시키기 위해 브이월드 오픈 API 서비스, 기술 컨설팅을 제공하고, 공간정보 활용 창업기업 발굴·육성 중

- (국외) 미국, 중국, 영국, 프랑스 등 세계 각국은 인공지능을 국가 주요 어젠다로 추진하면서, 국가 차원의 마스터플랜과 대규모 투자계획을 발표하면서 국가 간 경쟁 심화

미국의 경우 AI 정책 추진방향 제시 및 관련 연구개발(R&D)을 우선 과제로 설정하는 등 AI 발전을 위한 정책을 추진

영국의 경우 AI 기술 관련 정부 정책 수립 및 인적자원 우위 확보를 위해 적극적으로 노력하고 있음

일본의 경우 통합이노베이션전략 추진회의를 열어 3차에 걸쳐 안전·안심, AI, 스마트 시티 등 3대 주요이슈에 대한 정부 방향성을 논의함

2. 시장동향

- (국내) 도시 3차원 모델링과 표현, 공간 데이터의 수집과 활용에 인공지능 기술이 부분적으로 도입되어 시장을 형성해 나가는 중임

3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 측면에서 복합적인 데이터가 필요하여 대기업이 시장을 주도할 것으로 전망함. 중소기업은 특화된 부분을 강조하여 공급할 것으로 예상함

과학기술정보통신부는 2030년까지 AI를 통해 경제활력을 제고하고, 최대 455조원 창출을 목표로 하고 있다고 밝혔으며, 2020년에는 빅데이터 플랫폼·인공지능 학습용 데이터 구축·인공지능 데이터 가공 바우처 등 3개 사업에 약 3800억, 인공지능 융합 프로젝트에 211억, 인공지능 바우처 지원사업에 560억의 예산이 투입될 예정이라 발표함

이와 같은 대규모의 정부투자는 공간정보와 인공지능의 융합을 촉진할 것이며 궁극적으로 공간 인공지능의 시대를 앞당길 것으로 예측

- (해외) 제4차 산업혁명 시대가 처음으로 선언('16년 01월)된 이후, 해외 공간정보 산업 시장의 규모가 지속적인 성장세에 있음

- 세계 주요 국가는 고정밀 3차원 공간정보 및 디지털트윈 플랫폼 구축, 맞춤형 공간정보 제공 등 추진하고 있으며, 빅데이터 기술을 바탕으로 테러, 재난재해, 질병 등에 선제 대응을 하는 방안을 모색하고 있음
- 글로벌 기업들은 공간 빅데이터의 다차원 분석을 바탕으로 분석 및 시각화 서비스, 예측 서비스 등 다양한 분야에서 활용함
- 공간정보 분야 중 분석 및 가시화 관련 시장은 2020년 720억 달러에서 연간 21.4%의 지속적인 성장을 이룰 것으로 예상됨

3. 기술동향

- (국내) 공간지식추론엔진 관련 기술은 국가기관 중심의 공공 데이터셋 및 기술 제공

과 다차원 분석 플랫폼 중심으로 발전 중임

통합 데이터 지도, AI Hub 등을 통한 데이터셋 및 기술 제공

Vworld, 건강보험 의료지도 등을 통한 웹기반 다차원 분석 플랫폼 운영

- (해외) 공간 지식추론 엔진 관련 기술인 3D 가시화, 그래프 DB기반 인공지능 개발 등 원천기술 보유 및 활용 중임

OGC, buildingSMART 등 기관은 CityGML, IFC 등 표준을 정립하고있음

미국의 경우 neo4j 등 그래프 DB회사가 있으며, neo4j, Apach spark 등을 통해 그래프 DB를 이용한 인공지능 개발 연구가 진행되고 있음

- 공간지식추론엔진 관련하여 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술, 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술 분야 4가지 국가중점기술을 기반으로 기술수준 및 기술격차를 분석한 결과 우리나라는 각각 3,3,5,4위에 해당

각 기술은 최고 기술국 대비기술격차는 각각 2.3, 3.0, 2.3, 2.0년으로 나타남

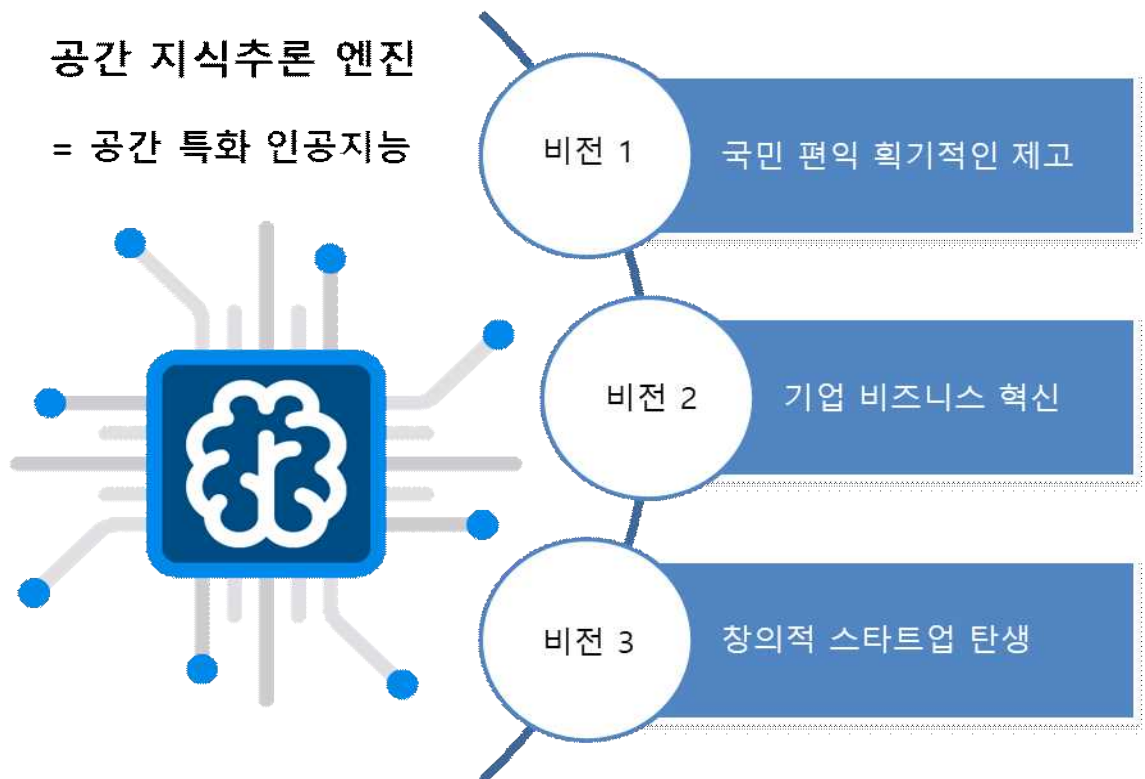
4. 인프라 동향

- 국내 스마트시티 구축은 U-City 사업의 실패를 통한 인프라와 지속적인 투자를 기반으로 격차를 줄여나가는 중임
- 국토공간정보 구축 및 분석기술은 지속적인 국가 선도적 노력이 있으나 중단되거나 본래의 취지에서 벗어나고 있음. 2006년 이후 공간정보 R&D 사업에 지속적인 투자가 이루어지고 있으나 원천기술 확보가 미흡해 기술 추격에 한계가 존재함
- 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술은 네트워크 인프라는 양호하나 활용 가능한 데이터의 수가 적음. 또한, 정부규제와 이공계 기피현상 등으로 인해 산업발전이 더디며 연구인력이 절대적으로 부족함
- 인공지능기술 개발을 위해 과기부는 13년도부터 국가전략 프로젝트를 추진하고 있으며, ETRI 주도의 자연어 처리를 위한 엑소브레인 과제 및 네이버, 카카오 등의 인공지능제품과 플랫폼이 출시되고 있음. 그러나 한국어 데이터 부족 및 형태소 분석 연구가 개방되지 않아 비대칭적으로 발전됨
- 하드웨어 인프라뿐 아닌 소프트웨어적 콘텐츠 마련에 중점을 두며 연구 인프라 확대 및 공공 인프라 구축을 통해 산학연이 공동으로 연구를 진행할 수 있는 환경 조성이 필요함

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

3-1. 비전 및 목표

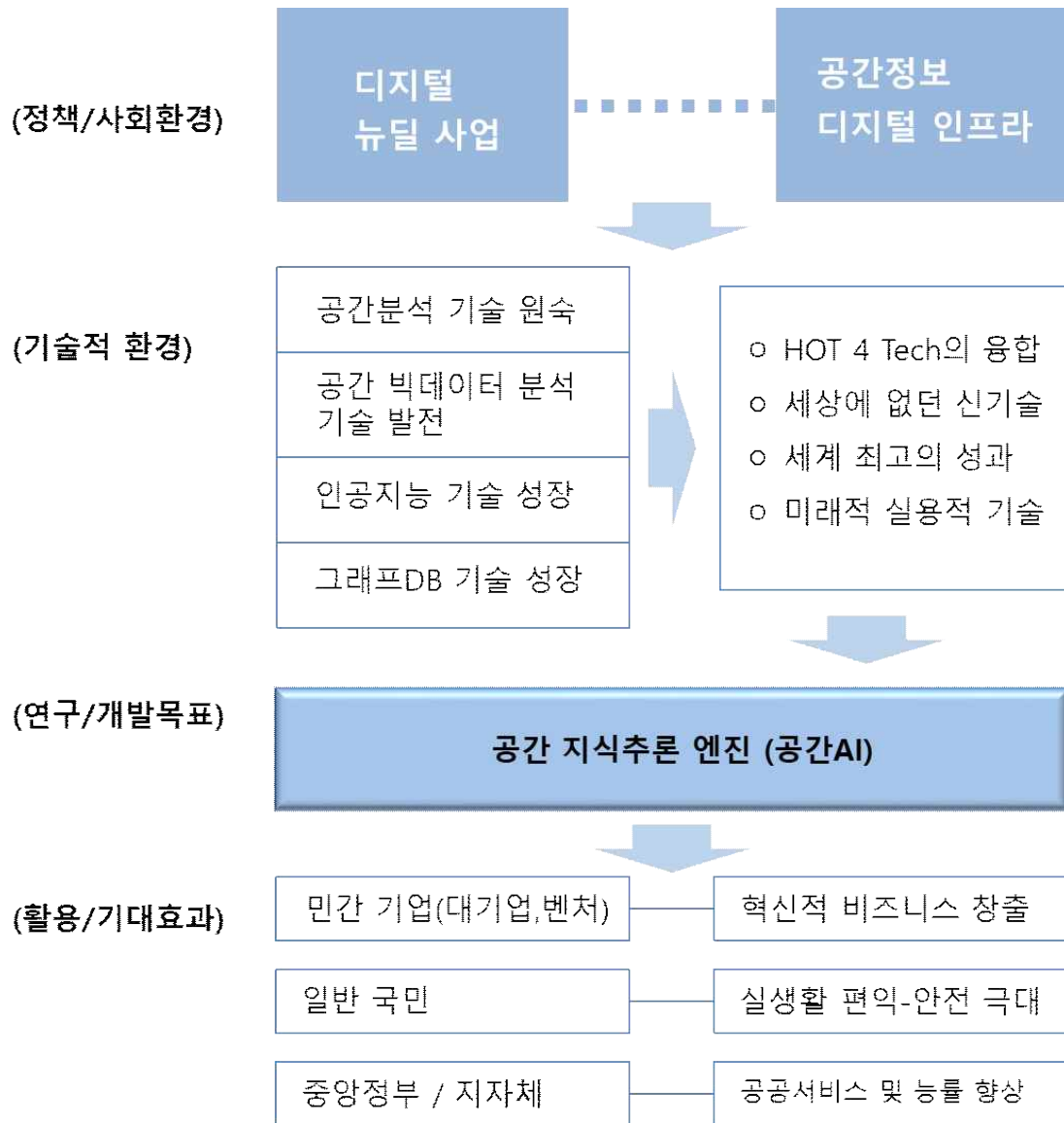
- 본 연구개발 과제의 비전은 ‘공간 지식추론 엔진’의 상용화 수준 연구개발을 통해 공간에 특화된 인공지능을 개발함으로써 공간과 관련된 상상 가능한 모든 질의에 전문가 수준의 답변을 자동으로 실시간 제공함으로써 국민 편익의 획기적인 제고, 기업 비즈니스의 혁신, 새로운 스타트업의 탄생 등을 실현하는 것임
- 비전 1: 국민 편익 획기적인 제고로서 관심있는 위치를 중심으로 궁금한 모든 것들에 스마트폰, TV 등을 통해 질문을 던지고 이에 대해 전문가 수준의 높은 추론 결과를 제공 받음으로서 생활에 있어서의 구석구석 편익을 극대화
- 비전 2: 기업 비즈니스 혁신으로서 물류, 교통, 입지선정, 고객관리, 환경평가, 건설, 도시계획, 국방, 배달, 홍보, 부동산 등 비즈니스의 모든 면에서 서비스의 혁신을 일으켜 기업 수익의 증대와 산업 성장 촉진
- 비전 3: 창의적 스타트업 탄생으로서 그래프DB 기술, 자연어 처리, 공간 빅데이터 데이터마이닝, 대화식 분석, 입체 중첩 분석, 3차원 도시모델 표현 등 수많은 핵심 요소의 원천기술 개발로 세상에 없는 창의적인 스타트업의 탄생



<그림 3-1> 공간 지식추론 엔진의 비전 및 목표

- 본 연구개발의 목표는 세계 최고 수준의 공간 지식추론 엔진을 완성하는 것으로서 이를 위해 공간분석 기술, 공간 빅데이터 분석 기술, 인공지능 기술, 그래프DB 기술의 네 가지 하이텍을 융합하고 필요한 핵심 원천기술들을 모두 개발하여 각각의 기술들이 모든 어플리케이션에 임베딩되어 서비스 될 수 있도록 하는 것임

- (정책/사회환경) 디지털 뉴딜사업의 수행으로 공간정보 디지털 인프라가 활발히 구축
- (기술적 환경) 네 가지 핵심 테크닉의 융합으로 세계 최고의 신기술을 연구개발
- (연구/개발목표) 공간 지식추론 엔진 = 공간에 특화된 인공지능을 개발함을 목표로
- (활용/기대효과) 민간기업, 일반 국민, 중앙정부, 지자체 모두에게 큰 부가 가치



<그림 3-77> 공간 지식추론 엔진의 환경 및 목표, 효과

3-2. 중점 추진분야 정의 및 후보과제 선정

1) 중점 추진분야 정의

가. (1세부) 그래프 DB 기반 인공지능 구현

분야	기술 분야
1. 그래프 DB 기반 인공지능	[1-1] 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링

구현	목표	공간 인공지능의 활용에 있어서 대표적인 입력방식인 사용자의 음성 또는 문자 형식의 자연어 기반 질의를 분해하여 단어로 재구성하고 이를 분석해 다수의 토픽과 키워드를 추출하는 것을 주 목적으로 함. 이때 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성을 함께 추출하여 유사한 토픽과 키워드를 자동으로 추론하는 한편 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술을 목적으로 함.
	[1-2] 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발	
	목표	사용자의 자연어 질의에 적절한 답을 제공하기 위해서 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장(단문, 중문, 복문의 형식)으로 재구성하는 기술을 개발하고 이를 그래프 기반 공간 DB에 적용할 수 있도록 다시 쿼리 언어로 매칭시켜 최적화된 방법으로 쿼리를 수행할 수 있도록 하며 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공하는 기술을 개발함을 목적으로 함
	[1-3] 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	
	목표	사용자가 요청한 공간과 관련된 자연어 질문에 대해 메타 프로세서와 로직 프로세서를 거쳐 쿼리의 형식으로 날아오는 질의에 응답하기 위해 필요한 데이터베이스 시스템을 구축하는 것을 목적으로 하며 이를 위해 그래프 기반의 데이터베이스 시스템을 구축하되 DB 구축에 필요한 공간-속성 DB 모델링을 점, 선, 면 객체에 대해 각각 수행하고 이를 그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB와 비정형 NoSQL을 연결하는 DB 시스템을 개발함을 목적으로 함

나. (2세부) 공간 빅데이터 지능형 수집과 다차원 분석

분야	기술 분야	
2. 공간 빅데이터 지능형 수집과 다차원 분석	[2-1] 공간 빅데이터 지능형 수집, 추출 및 적재	
	목표	정부에서 구축 관리하는 레거시 공간데이터로부터 민간의 데이터, 소셜미디어 데이터, 웹 문서 등 다양한 소스의 공간 및 속성정보를 그 특성에 따라 다른 전략과 기술로 접근해 최소의 비용과 최대의 효과를 얻을 수 있도록 수집하는 것이 일차적인 목적이며 이로부터 분석에 필요한 정보만을 추출하고 이를 데이터 베이스화하는 것이 추가적인 목적임

분야	기술 분야	
	[2-2] 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	
	목표	사용자가 요구하는 지식을 제공하는 것을 최종 목적으로 하며 특히 맞춤형으로 검색을 통해 그러한 지식을 제공받을 수 있도록 함. 이를 위해 맞춤형 지식 검색 기술, 지식 모델링, 방대한 공간-속성 빅데이터의 팩토리화, 특정 목적 중심의 하위 머신러닝 등의 기술을 개발함을 목적으로 함
	[2-3] 공간 통계 기반의 빅데이터 분석과 해석	
	목표	비정형의 공간 빅데이터는 실시간 다양한 형식, 그리고 대규모로 수집이 되는데 이를 이용한 공간 분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에 제공되고 있어 사용자의 이용에 제한이 있는바 이에 대한 원천기술의 개발을 통해 보다 폭넓은 사용자의 다양한 질의에 응답할 수 있도록 함. 즉 실시간 변화하는 환경하에서의 공간적 질의에 최대한 정확한 답변을 제공하기 위해 비정형의 공간 빅데이터를 이용해 데이터마이닝을 수행하되 사용자와의 대화형 인터페이스를 통해 보다 유연한 질의-응답이 되도록 기술 개발

다. (3세부) 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현

분야	기술 분야	
3. 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현	[3-1] 다중 레이어 중첩을 통한 복합 시뮬레이션	
	목표	그래프 기반 DB, RDB, NoSQL DB 등에서 추출한 자료를 기반으로 데이터마이닝을 통해 얻어진 지식을 3차원 도시 모델 환경에서 공간분석을 통해 공간 지식화하기 위해 필요한 요소기술의 개발이 주 목적으로서 단일 주제도 레이어의 경우 영향권 추론이나 공간 연산자의 개발이 주 목적이고 다중 주제도 레이어의 경우 동적 중첩 분석 연산자의 개발이 주 목적임
	[3-2] 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	
	목표	도시 3차원 모델 환경에서 사용자의 자연어 질의에 대해 입체적으로 분해된 공간 지식형 답변을 볼 수 있도록 필요한 핵심기술을 개발함을 목적으로 하며 이를 위하여 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술과 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레

분야	기술 분야	
		이션 시각화 기술을 개발
	[3-3] 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링	
	목표	공간 지식추론 엔진은 공간과 관련하여 기계가 스스로 논리적으로 지식을 추론하는 엔진으로서 동 기술개발을 통해 얻어진 핵심기술들을 이용해 어떤 미래 지향적인 도시의 비즈니스 문제에 도전하고 해결책을 제시하는 어플리케이션을 만들 것인지를 도출하고 그러한 어플리케이션의 서비스 모델과 기술개발 비용 대비 효과를 통해 사업화 평가 분석함을 목적으로 함

2) 후보과제 선정

가. (1세부) 그래프DB 기반 인공지능 구현

후보과제명	후보과제 정의
자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링	- 음성인식 AI를 이용해 문자화된 자료로부터 토픽과 키워드를 추출하는 기술 - 장문의 문자화된 글로부터 핵심을 추출하고 이를 토픽과 키워드로 압축하는 기술 - 토픽과 키워드의 속성을 분석하기 위한 벡터 매트릭스의 구축 및 분석 기술 - 토픽과 키워드 간의 관계성을 이용해 유사한 토픽과 키워드를 자동 추출하는 기술 - 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술
메타 프로세서와 로직 프로세서 개발	- 사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성 - 단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함 - 문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭 - 일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공
그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	- 그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델 - 주제 피처의 종류별 및 추상화의 차원에 따라 점, 선, 면으로 나누어 모델링

	• 동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델 • 그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB와 비정형 NoSQL을 연결한 DB 시스템 개발 • Cypher SQL과 RDB용 SQL, NoSQL을 통제하는 JDBC 인터페이스와 드라이버 개발
--	--

나. (2세부) 공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석

후보과제명	후보과제 정의
공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재	• 정형화된 레거시 공간 데이터 및 비정형 빅데이터 소스 분석과 수집 방법론 연구 • 공간 및 속성 빅데이터를 자동/반자동 방법으로 수집하는 기술 개발 • 다수의 사용자가 클라우드 소싱 방식으로 입력하는 자료의 처리기술 개발 • 공간 및 속성 빅데이터를 효율적인 방식으로 정제, 통합 및 적재 기술 개발 • 이미지, 문자, 숫자, 소리, 동영상 등 멀티미디어 데이터 특성에 따른 차별화된 기술 • 정형 및 비정형 데이터의 규모, 실시간성, 다양성 속성에 따른 차별화된 기술
정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	• 사전 훈련된 AI가 답변 가능하며 사용자가 고빈도로 질의하는 공간 문제를 도출 • AI 훈련을 위해 필요한 소주제별 데이터 팩토리를 정의하고 DB로 구축 • 각각의 고빈도 질의에 대하여 보다 하위 목적의 머신 러닝을 수행하여 훈련 • 사용자의 고빈도 질문을 유형화하여 이에 대한 지식을 선형순차회로 형식으로 모델링하고 머신 러닝 결과를 연결시켜 저장 • 사용자로부터의 유형화되고 다양하게 변화하는 질문에 대해 맞춤형 검색이 가능하도록 질문 매칭 및 답변 대응 기술 개발
공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	• 공간 웨어하우징과 페더레이션에서 요구되는 데이터를 선택, 변환, 로딩하는 기술 • 데이터 마이닝 모델과 테크닉, 그리고 알고리즘의 선택 및 변수 자동 조정 기술 • 전문가 추출 지식 베이스를 기반으로 특성/연관/패턴/트렌드 등 분석을 수행하는 기술 • 사용자의 자연어 입력 표시 및 데이터마이닝 기능 선택을 위한 사용자 인터페이스 개발 • 마이닝 결과를 비즈니스 인텔리전스로 전환하기 위한 공간적 평가 및 해석기술 개발

다. (3세부) 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현

후보과제명	후보과제 정의
다중 레이어 중첩을 통한 복합 시뮬레이션	• 데이터마이닝의 결과를 주제에 따른 각각의 주제 레이어로 분해하여 저장 관리 • 단일 주제도 레이어의 근접 영향권을 다양한 시나리오 기반으로 추론 • 단일 주제도 레이어의 공간연산자(거리, 면적, 연결성, 네트워크, 복잡도, 3차원 쉼도잉, 경사, 최적화 등)를 3차원 환경에서 작동하도록 개발 • POI, 네트워크, 건물 등 다중 주제도 레이어의 중첩 분석 (인터섹션, 유니언, 클리핑, 아이덴티티 등) 가능한 연산자를 3차원 환경에서 작동하도록 개발 • 시간적으로 계속 변화하는 레이어를 동적으로 중첩해 시계열 시뮬레이션하는 기술 개발
도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	• 점, 선, 면의 정보속성과 문자, 이미지, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 형식에 따라 다른 시각화와 표출 인터페이스 기술 개발 • 2차원과 3차원을 통합해 다차원으로 다양하게 보여줄 수 있는 방법론 연구 • 주제도 레이어의 시각화 결과를 표출할 디바이스(컴퓨터 모니터, 스마트폰, TV, 키오스크 등)에 따라 맞춤형 표출 기술 개발 • 3차원 도시 모델 환경하에서 시계열로 변화하는 현상과 예측을 동적 시뮬레이션의 형식으로 보여줄 수 있는 기술 개발 • 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등 사용자의 다양한 시각적 확인 욕구를 충족해 줄 수 있는 동적 플레이 기술 개발
비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링	• 핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링 • 서비스 모델에 따른 현재와 미래 비즈니스 모델링, 국내외 시장 진입 전략, 사업화 전략 수립 • 비즈니스 모델 기반의 비용 대비 편익 분석, 중장기 정부 지원 정책방안 제시

3) 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)과의 차별성

가. 유사 연구개발 과제 현황 및 차별성, 연계방안

- 「(1세부)그래프DB 기반 인공지능 구현」, 「(2세부)공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석」, 「(3세부)도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현」에 해당하는 관련 기술 검토

<표 3-1> 유사연구개발 과제 현황 및 차별성, 연계방안

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
공간정보	(주)무한정보	• (주요연구내용) 공간정보 분	(차별성) 선행사업은 지리공간

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
효율적인 관리를 위한 딥러닝 기술 기반의 지리공간 인공지능(Geo AI) 플랫폼 개발	기술 (중소기업기술 정보진흥원)	야에서 효율적인 정보관리를 위해 딥러닝 기술 기반의 지리공간 인공지능(Geo AI) 플랫폼 개발 • (주요성과물) 지리공간 인공지능(Geo AI) 플랫폼 개발 -최적 AI 학습모델 선정 · 학습 프로그램 -AI 영상 분석 · 판독 프로그램 -토지특성분류 알고리즘 개발	정보관리 중심의 플랫폼 개발 분야가 주요 대상에 포함됨. 이에 비해 본사업은 단순한 정보관리 차원이 아닌 자연어 처리를 통해 토픽과 키워드를 도출하고 각 지식 단위들을 그래프 기반 공간-속성 DB에 저장해 범용 공간 AI를 목표로 개발
			(연계성) 본사업의 세부 과제 중 공간-속성 빅데이터의 수집과 저장 과제가 있는바 이 부분에서 선행사업의 기술을 연계함이 좋을 것으로 판단
지구 공간정보 분석을 위한 인공지능 기술 개발 및 활용 연구	동아대학교 산학협력단 (정보통신기획평가원)	• (주요연구내용) 지하공간개발, 자원개발, 자연재해 방지에 활용될 수 있는 지구 공간정보 해석 인공지능 모델(SW) 개발 • (주요성과물) 다중변수 지하공간정보 분석을 위한 인공지능 기술 개발 -다중변수 자료 분석 및 해석을 위한 인공지능 기술 개발, 딥러닝(DNN)을 적용한 저류층 특성 분석, GIS기반 인공지능 기술을 활용한 지반 및 지표 특성 자료 분석 -지표 공간정보 및 지반 특성 자료의 취합 및 공간 데이터 베이스 구축 -Soft computing 기법을 이용한 산사태 및 지반침하 취약성 분석 등	(차별성) 선행사업은 지하 공간정보 분석에 특화된 인공지능 기술개발이 목표이며, 지반 및 지표 특성 위주의 자료분석을 통해 산사태 및 지반침하 취약성 등의 자연재해 방지 및 지하공간개발 등을 중점적으로 다루고 있음. 이에 비해 본사업은 지상 및 지하, 소셜미디어 등을 포함한 공간 빅데이터 전체를 대상으로 수집, 추출 및 모델링 등을 통해 범용 지식추론 엔진을 개발하고 이를 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현에 적용하는 것을 목표로 함
			(연계성) 본사업의 도시 3차원 모델 기반의 공간분석 및 시각화 시스템 개발 시 상호운영 플랫폼 모델을 참조, 연계·활용
공간지능을 위한 IoT 사물 간 자율협업 기술 개발	한국과학기술원 (정보통신기술진흥센터)	• (주요연구내용) 동적 IoT 공간에서 분산 지능 사물들이 공간의 변화 및 사용자의 의도를 파악하고 최적의 서비스를 제공하기 위해 자율적	(차별성) 선행사업은 정확한 공간 맥락 인지를 위한 지능 사물 상황정보의 의미 확장 및 협업 시나리오 발굴을 중심으로 분산 지능 사물들의 공간의 변

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
		으로 협업 방법을 학습 및 최적화시키는 공간지능 자가 적응 핵심 기술 개발 • (주요성과물) 공간지능 자가 적응 핵심기술 및 실증 -사용자 군집 기반 페르소나 생성 기술, 사물 협업 서비스 자율 재조합 기술, 사물 협업 특성 기반 지능형 메시징 기술, 적응적 사물협업 모델링 및 최적화 기술, 온톨로지 기반 지능 사물 상황정보 의미 확장 및 협업적 상황인지 기술 -공간지능 빅데이터 기반 지속적 공간 지능 자가 진화 기술 -자율 협업 공간에서의 다양한 지능 사물 협업 서비스 시나리오 발굴 및 IoT 테스트베드 기반 실증	화 및 사용자의 의도를 파악하여 최적의 서비스를 제공할 수 있는 기술 개발이 주요 목표 사용자의 의도를 파악하여 맞춤형 서비스를 제공한다는 점은 선행사업과 유사하나, 동 사업은 서비스 개발의 목표가 지능 사물을 대상으로 하는 것이 아닌 도시 전체 환경의 공간 분석과 지식 추론을 목적으로 한다는 점에서 차이가 있음
			(연계성) 맞춤형 서비스 제공을 위해 공간적 의도 및 공간적 맥락을 추론하는 기술을 그래프 DB기반 인공지능 모델 구현 시 참고하여 사용자 맞춤형 지식 모델링 개발에 활용·연계
사물-사람-공간의 유기적 연결을 위한 초연결 공간의 분산 지능 핵심원천 기술	한국전자통신연구원 (정보통신기술진흥센터)	• (주요연구내용) 초연결 공간의 사물인터넷 환경에서 공간에 주어진 미션을 인지하고, 지능 사물 간 협력을 통해 자율적인 문제해결 기술을 제공하는 지능형 사물 분산 협업 원천 핵심 기술 개발 • (주요성과물) 자율지능 에이전트 기반 복잡계 시뮬레이션 정보 모델 구축 -지능 사물 에이전트 핵심기술 개발, 미션 기반 분산지능 핵심기술 개발, 지능 사물 에이전트 기반 분산협업 핵심기술 개발, 미션기반 지능 사물 조직화 기술 개발 -현실공간과 초연결 공간 간 정밀 정합을 위한 POC 기능	(차별성) 선행사업은 지능 사물 간의 협력을 통해 문제해결 기술을 제공하는 지능형 사물 분산 협업 기술 개발을 위해 현실공간과 초연결 공간 간의 정밀 정합을 위한 요소기술을 분석함. 이에 비해 본사업은 도시 환경 내의 모든 공간-속성 빅데이터를 구축하고 이를 데이터마이닝, 다중 레이어 중첩 분석 등을 통해 통한 지식 추론 모델을 만들고 모든 공간 질의에 응답함을 목표로 한다는 점에서 활용 범위 및 대상 차이
			(연계성) 자연어 처리를 통한 토픽 및 키워드 모델링과 지능

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
		정의 및 요소기술 분석 -POC 기능 설계 및 요소기술 개발	사물간 커뮤니케이션 컴퓨팅을 연계하여 주제도 데이터 모델링 및 그래프 기반 DB시스템에 참고·활용
딥러닝 인공지능 기법을 활용한 국토 이용 분석 기술 개발	업데이터 (중소기업기술 정보진흥원)	• (주요연구내용) 딥러닝 인공지능 기술을 활용하여 항공 영상 및 드론 영상 등 국토 정보 영상을 효과적으로 분류·분석하는 알고리즘 고도화 -모델 정확도 개선을 위한 Class 별 별도 정확도 개선 -B2G 서비스를 위한 시범 서비스 프로토타입개발	(차별성) 선행사업은 국토 정보 영상을 효과적으로 분류·분석하기 위해 딥러닝 인공지능 기술을 활용 이에 비해 본사업은 국토정보를 포함한 모든 공간 빅데이터의 연계 및 분석, 지식 추론을 위하여 딥러닝 알고리즘을 활용하는 점에서 차이를 보임
		• (주요성과물) 국토정보 영상 분류·분석 알고리즘 고도화 -딥러닝 인공지능 기술을 활용하여 항공영상 및 드론 영상 등 국토정보 영상을 효과적으로 분류·분석하는 알고리즘 고도화 -Json 파일의 딥러닝 분석 결과물을 공간 Vector화를 통해 타 공간정보(ex. 지적도, 건축물 대장 등의 공간 좌표 및 속성정보의 데이터)와 융합을 자동화한 서비스로 사업화를 위한 모듈 개발	(연계성) 공간 빅데이터 수집 및 저장 시 선행연구에서 기구축된 자료를 활용하여 보다 정밀한 데이터를 추출·연계할 수 있도록 활용하며, 공간분석의 시각화와 표현 시에도 연계하여 활용 가능함

나. 민간 기술(연구) 현황 및 차별성

<표3-2> 민간 기술 및 연구 현황과 차별성

기존 기술	기존 기술내용	본사업 개발 기술 수준
Oracle Big Data Spatial and Graph	▪ 공간 데이터 분석과 소셜 및 시맨틱 그래프 애플리케이션을 위한 다양한 분석 기능과 데이터 모델을 제공	▪ (차별성) 선행기술은 공간 요소와 그래프 요소를 독립적으로 처리 ▪ 반면에 본 사업은 그래프 기술을 활용하여 복잡한 도시환경을 모델링함으로써 공간의

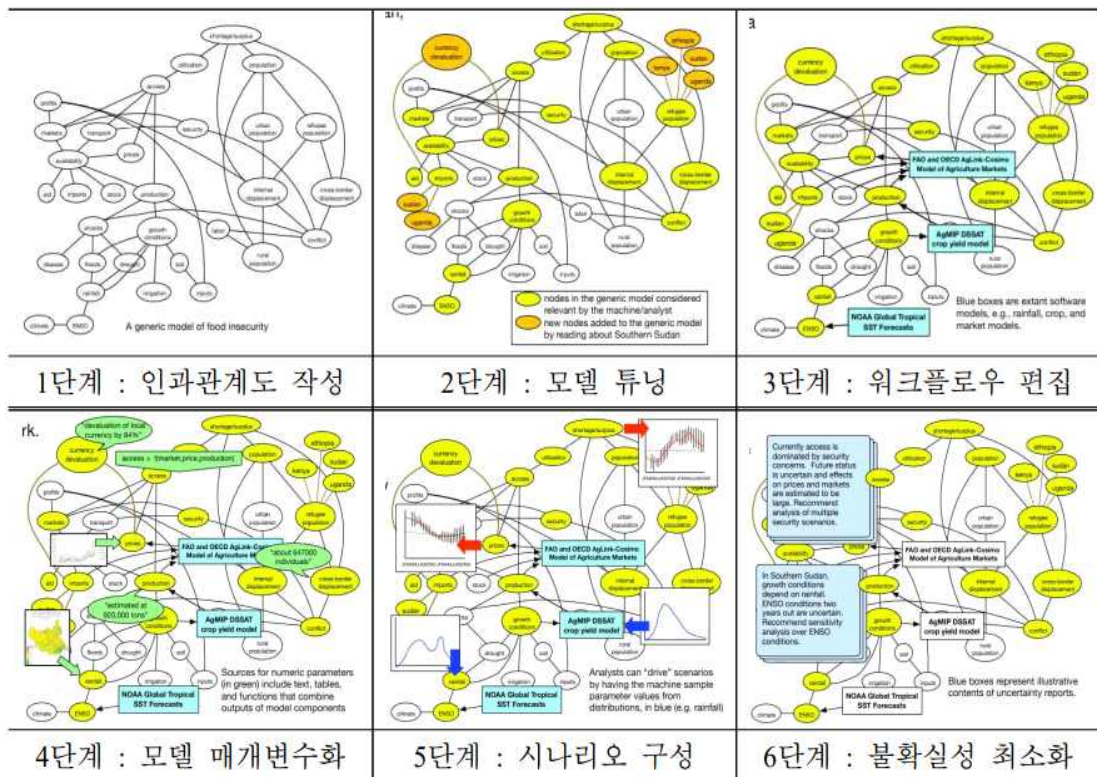
기존 기술	기존 기술내용	본사업 개발 기술 수준
	고성능의 인메모리 분석 기능을 포함하는 분산형 속성 그래프 (Distributed Property Graph), 광범위한 공간 분석 기능 및 Geospatial 매핑 기술, 영상 및 이미지 데이터 처리를 위한 멀티미디어 프레임워크의 3가지 요소 기술을 포함	지식화를 가능하게 하는 것을 목표로 함. - 또한 사용자가 정형화된 쿼리를 작성하는 것이 아닌 대화형 인터페이스를 통해 유연한 질의-응답이 가능한 기술을 개발하고자 하는데 차이가 있음 (연계성) 선행기술의 데이터 모델과 각 요소기술에서 제공하는 분석 기능을 참고하여 본사업의 개발기술 설계 단계에서 참고 가능
Google의 지식그래프 기반 검색 기술	- Freebase, Wikipedia, CIA World Factbook 등의 소스로부터 축적된 시맨틱 검색 정보를 사용하여 향상된 성능의 검색 서비스 제공 - 지식그래프를 활용하여 사용자가 입력한 단어를 이해하고 검색 결과로 연관성이 있는 정보를 함께 제공	(차별성) 선행기술에서 활용한 원천데이터는 공간적 특성이 적음. - 본사업에서는 시공간적 질의 및 답변에 특화된 공간 지식추론 AI의 개발을 목표로 한다는 점에서 차이가 있음 (연계성) 다양한 시나리오 별 ‘공간’ 관련 사용자 질의에 대한 선행기술의 결과와 본사업의 개발 엔진의 결과를 비교 검토하여 보완
Gramener의 Geospatial AI	- 텍스트 분석, 영상 분석 및 공간 데이터 분석 분야의 AI 솔루션으로, 도시 변화 탐지, 농작물 수확 예측, 질병 모델링 등 특정 주제의 공간 분석을 위한 AI 모델을 제공 - 분석 솔루션의 세부 기술로는 자연어 처리, 토픽 모델링, 감성 분석, 얼굴 인식, 객체 탐지, 원격 탐사, 항공사진 및 GPS 신호 처리 등을 포함	(차별성) 선행기술에서는 사용자 니즈가 발생한 특정 주제에 한정된 AI 모델을 제공 - 본사업에서는 지식추론 과정을 통해 사용자들의 다양한 질의에 대해 유연하게 대응할 수 있는 인공지능을 개발하고자 함 (연계성) 각 주제별 솔루션 개발 시 텍스트 분석(자연어 처리), 공간데이터 분석 등 세부 기술의 활용 목적과 방안을 분석하여 본사업에서 기술 설계 시 적용
Bentley Systems의 3D Cities	- 도시계획, 주제별 매핑, 3D 토지 대장과 같은 분야에 적용할 수 있는 대규모 3D 도시 모델 시각화와 3D 공간 해석 기능을 제공 - Geospatial designs, Point clouds, Reality mesh와 같은 데이터를 기반으로 3D 도시 모델 데이터를 구축, 편집, 유지 관리	(차별성) 선행기술은 사용자가 데이터를 분석하고 시각화하기 위한 여러 기능을 제공하는 것이 핵심임. - 본사업은 사용자의 질의에 맞는 답변을 인공지능이 지식추론을 통해 스스로 찾고, 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공한다는 점에서 차이가 있음. 또한 본사업은 비정형 텍스트 데이터로 수집 및 가공 대상을 확장하여 지식을 추출

기존 기술	기존 기술내용	본사업 개발 기술 수준
		▪ (연계성) 선행기술에서의 3D 도시를 구성하는 요소별 표현 방식을 분석하여 본사업 개발엔진의 시각화 기술에 일부 적용해볼 수 있음
ORBICA의 ORBVIZ	▪ 사용자 경험, 공간(위치) 데이터, 비즈니스 데이터 등을 대상으로 동적 데이터 시각화 지원 소프트웨어 개발 ▪ 영상으로부터 지구 표면의 다양한 객체 탐지와 분류 알고리즘을 포함하는 엔진 개발	▪ (차별성) 선행기술은 의사결정지원을 위한 반응형 데이터 시각화가 핵심임. 딥러닝 기반 공간 인공지능(GeoAI) 알고리즘 개발을 포함하나, 영상에서 딥러닝을 통해 객체를 탐지하는 정도로 해당 기술을 통해 해결할 수 있는 문제의 범위가 제한적임. ▪ 본사업은 복잡한 도시 환경에서 발생하는 다양한 문제에 대한 답을 추론해내기 위한 훨씬 광범위하고 깊은 수준의 인공지능 개발을 목표로 함 ▪ (연계성) 선행기술을 적용한 사례(차량 충돌 분석, 건설 현장 모니터링, 대중교통 접근성 시각화 등)분석을 통해 도시 환경에서 발생할 수 있는 문제 및 이와 관련한 사용자 질의를 예측하여 지식 축적의 범위 확장을 위한 자료로 활용
CartoDB	▪ GIS, 웹 맵핑, 공간 데이터과학(Spatial Data Science) 도구를 제공하는 Location Intelligence 플랫폼으로 공간 모델 생성 및 분석 기술과 비즈니스 측면의 데이터 시각화 기술을 포함 ▪ 다양한 데이터 소스 기반의 공간 빅데이터를 제공 ▪	▪ (차별성) 선행기술은 공간 데이터를 대상으로 분석 및 시각화 기술을 제공함. ▪ 본사업은 분석 대상 데이터에 비정형 데이터(비공간 데이터)를 포함하여 지식 추출 범위를 확장하고자 하며, 추출된 지식을 공간-속성 모델링에 활용할 수 있는 기술 개발을 목표로 함 ▪ 또한 본사업은 전통적인 공간 분석 기술과 딥러닝, 그래프 데이터베이스, 데이터마이닝 등의 기술과의 융합을 통해 사용자 요청에 대해 정확한 지식을 제공할 수 있는 공간 지식추론 인공지능 개발을 목표로 함 ▪ (연계성) 본사업의 공간 빅데이터 수집 및 분석 시 선행기술에서 제공하는 데이터 소스의 활용·연계 가능
ESRI의 Storymap	▪ 다양한 카테고리의 데이터에 대한 지도 기반 다차원 분석 및 시각화 기능 제공	▪ (차별성) 도시 모델과 관련한 다양한 형태의 콘텐츠를 2D, 3D 시각화할 수 있다는 점은 본사업과 유사하나,

기존 기술	기존 기술내용	본사업 개발 기술 수준
	이미지, 영상, 텍스트 등 여러 형태의 콘텐츠를 지도 기반으로 표현하는 디지털 스토리텔링 지원	- 본사업에서는 시각화 대상이 사용자가 요청한 지식에 대해 인공지능이 스스로 추론한 결과로 확장된다는 점에서 차이가 있음. - 본사업에서는 사용자는 자연어로 질의하면, 추론 과정을 통해 도출된 공간 지식형 답변은 멀티레이어 시각화나 동적 시뮬레이션 등을 통해 이해하기 수월한 형태로 사용자에게 제공되는 기술을 개발하고자 함 (연계성) 다중 주제도 레이어의 구성 및 3차원 도시 모델 시각화는 선행기술과 관련이 깊으므로, 본사업의 도시 3차원 모델 환경의 시각화 기술 개발 시 참고

다. 주요 선진 국가들의 정책 및 기술동향

- **(미국)** 미국 정부의 공공데이터 제공 사이트인 Data.gov은 데이터를 지도와 연계하여 제공하고 있으며, 시맨틱 웹 기반으로 구축
 - 공공데이터 활용과 연계 서비스를 위해 중요 데이터를 RDF 형태로 제공
- **(미국)** 미국방연구원(DARPA)은 상황변화 인식, 적응, 추론을 통해 사람과 의사소통하며 파트너로 함께 일할 수 있는 AI 기술 연구(AI Next 캠페인)에 3년간 20억 달러를 투자할 예정('19)
 - 미국방연구원은 지난 1960년대부터 지금까지 AI 기술의 창시와 발전에 주도적인 역할을 담당하였으며 최근 공간AI 분야에 관심을 가지고 추진
 - (사례) World Modelers 프로그램을 통해 식량 불안정성 문제해결 등 다양한 요소의 상호작용을 포괄적으로 이해하여 문제를 해결



<그림 3-3> 수단 남부 식량 불안정성 문제를 해결할 World Modeler 개발사례

- **(미국)** Google은 이미지 검색에서 지식그래프를 통해 이미지와 관련된 간단한 정보를 제공함(' 20.7)
 - 이미지를 선택하면 관련 토픽 리스트를 보여주는데, 예를 들어 사진에 찍힌 강의 이름이나 그 강의 도시를 알려줌
- **(중국)** 공산당 중앙위원회는 2021년부터 2025년에 적용할 14차 5개년 경제계획에 인공지능, 데이터 센터, 5G등 신인프라에 대대적 투자를 계획(' 20.10)
 - 중국 전역에 500개의 스마트시티를 조성 중에 있으며, 교통, 수도, 전력, 치안 등 도시 인프라에 AI기술을 적용
- **(영국)** 법률 제정과 변경에 대한 사항을 다루는 legislation.gov.uk와 오픈데이터를 다루는 data.gov.uk에서 그래프 DB를 적용 중
- **(영국)** buildingSMART International(bSI) 건물객체모델인 IFC(Industrial Foundation Class)표준을 정립
 - bSI는 OGC와 Integrated Digital Built Environment(IDBE)라는 이름으로 IFC, CityGML, LandInfra를 통합하는 방법을 연구 분석 중
 - VU.CITY 플랫폼은 런던 및 주요 영국 도시들을 15cm 정확도로 3D 구현
- **(일본)** 2017년 발표한 인공지능기술 전략에 '인공지능 사회 원칙'을 추가하여 AI를 활용한 산업과 사회혁신을 위한 주요정책을 발표(' 19.3)
 - 2019년부터 도시의 3차원 모델링을 시작하고, 2022년부터 플랫폼을 활용해 다양한 경제활동, 자연현상 등을 시뮬레이션할 수 있게 함

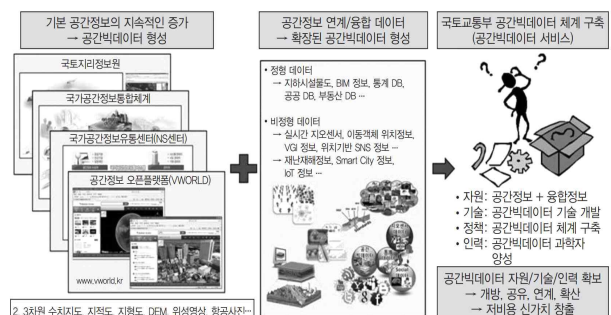
- **(일본)** 소프트뱅크와 도쿄대는 공동 AI 연구소인 ‘비욘드(Beyond) AI 연구소’를 신설하여 인간 수준의 지능을 갖춘 로봇 개발과 방대한 위치정보를 활용한 도시개발 프로젝트를 추진할 예정(’ 19.12)
- **(일본)** RESET(Remote Sensing Technology Center of Japan)은 AW3D를 통해 위성 이미지를 3D 데이터로 전환하여 제공 및 판매(’ 18)
- **(일본)** 이동통신사 KDDI, 자동차 제조기업 토요타, 모빌리티 회사인 재팬택시가 공간 빅데이터의 지능형 수집 및 활용을 통한 인공지능 기반의 택시 배차 지원시스템을 협동 개발(’ 17)
 - 택시의 서비스 로그 기록 데이터, 미배차 택시의 위치 데이터, 택시 배차 요청이 높은 지역 데이터 등을 기반으로 택시 수요를 예측
- **(국내)** 국가기관을 중심으로 공공데이터 및 AI 기술 제공에 초점을 맞추고 있으나, 공간을 중심으로 한 지식추론 관련 기술 및 서비스 수준은 초기 단계
 - 비트나인, 솔트룩스 등 중소기업을 중심으로 그래프 DB 및 지식추론 관련 기술을 개발 중임

라. 공간 지식추론 엔진 기술 관련한 국내 활용수준

- 국내 공간 지식추론 엔진 관련 기술은 국가기관 중심의 공공 데이터셋 및 기술 제공과 다차원 분석 플랫폼 중심으로 느리게 발전 중임
 - 국토교통부는 공간정보 플랫폼인 브이월드 서비스 제공하고 있으며 과학기술정보통신부는 산업 전반에 필요한 양질의 데이터를 공급하기 위해 10대 빅데이터 플랫폼인 통합 데이터 지도를 운영함
- 데이터 구축은 범 국가적인 투자로 빠르게 발전하고 있으나 이를 분석하고 활용하는 공간 빅데이터 분석과 공간 AI 기술은 상대적으로 발전이 더딤
 - 스마트시티 구축 및 운영 기술, 국토공간정보 구축 및 분석기술은 타 국가 대비 기술수준이 3위이지만 지능형 빅데이터 분석 및 활용 기술, 다중 인공지능 공통 플랫폼 기술은 4,5위(’18 기술수준평가)



<그림 3-4> 통합데이터지도 개요



<그림 3-5> 국토교통부 공간 빅데이터 체계 구축

- 하드웨어 인프라뿐 아닌 소프트웨어적 콘텐츠 마련에 중점을 두며 연구 인프라 확대 및 공공 인프라 구축을 통해 산학연이 공동으로 연구를 진행할 수 있는 환경 조성이 필요함

- 공간 지식추론 엔진 관련 기술의 인프라는 양호하나 정부 지원 부족과 관련 기술력의 고난이도 등 이유로 인해 산업발전이 더디며 연구개발 지원이 필요함
- 참고로 2020년 정부 AI 준비지수에서 대한민국은 7위를 함. 거버넌스, 데이터 및 인프라가 총 100점 중 80점인 것에 비해 기술분야는 61.93점을 기록

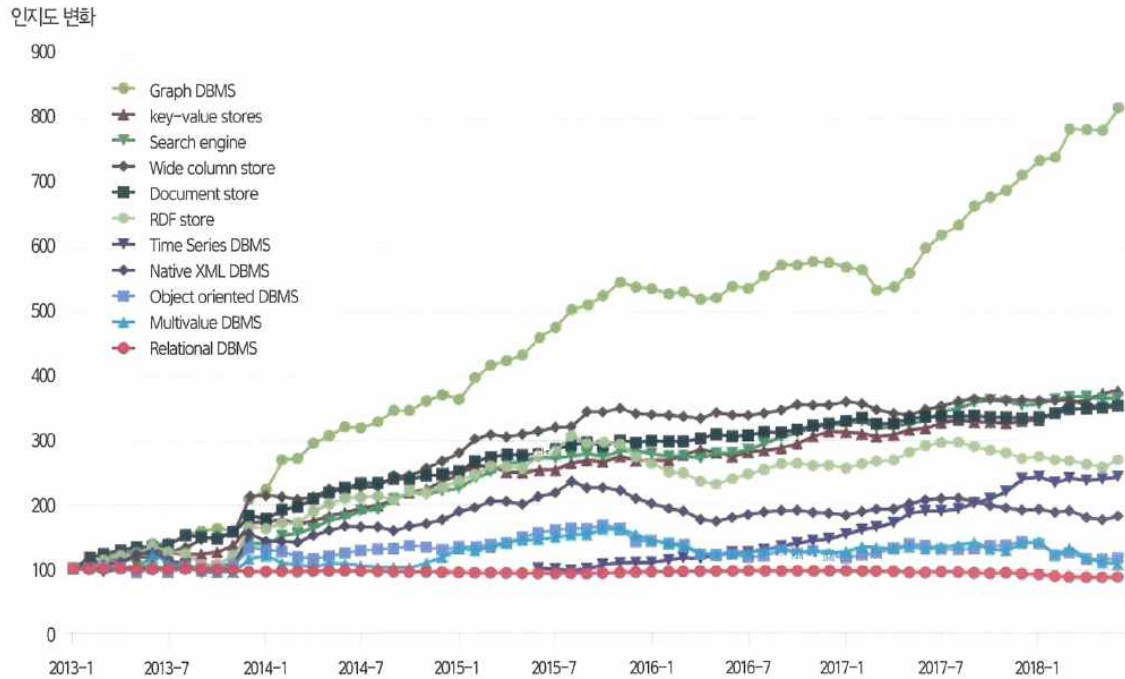


<그림 3-6> 대한민국 정부 AI 준비 지수 : '20 옥스퍼드 인사이트

마. 공간 지식추론 엔진 기술 관련한 산업 경쟁력 분석

- 공간 지식추론 엔진 기술은 실시간으로 쏟아지는 시공간 관련 빅데이터를 통해 숨겨진 의미를 찾고 이를 통해 미래를 추론하고 대안을 제시할 수 있는 기술로 4차산업혁명 시대를 이끌어갈 핵심기술임
 - 현재 국내·외 시장은 음성통역, 영상인식, 검색과 추천에 연구개발을 중점 투자 중이나, 해당 기술이 성숙에 이르면 시공간과 관련된 융합기술이 메인 스트림으로 진입할 것
- 하지만, 시공간과 관련된 서비스는 아직 AI 메인 스트림과의 본격적인 융합이 이루어지지 않은 채 개별적인 도시정보시스템 응용 영역에서 별도로 제공 중임
 - 국내 AI 플랫폼은 주로 음성통역, 검색, 추천, 영상인식을 서비스하며, 공간 지식추론의 경우 위치를 묻는 간단한 질의에만 답변 제공 수준임
 - 국가기관을 중심으로 '디지털 트윈' 등 3차원 도시모델을 구축 중에 있으나, 사용자의 질의에 대한 지식추론 보다는 실세계를 디지털상에서 모델링하는 선에서 그치고 있음
- 따라서 도시와 같이 고밀화된 공간의 경우 정확한 시공간 분석을 위해 그래프 데이터베이스처럼 현실을 그대로 반영할 수 있는 직관적 데이터 모델링이 가능한 시스템이 필요함
 - Gartner의 도널드 페인버그 부사장은 그래프 DBMS 시장이 2022년까지 연간 100% 성장할 것으로 예상
 - 미국의 시장조사기업 M&M는 글로벌 그래프 데이터베이스 시장이 2018년 약 8.21억 달러에서 2023년까지 24.09달러로 성장할 것으로 추정
 - AI 분석가 에이미 호들러는 그래프 DB가 앞으로도 머신러닝의 정확도를 높이기 위해 가장 많이 사용될 것이며, 기존의 일반 머신러닝으로는 경쟁 격차를 따라잡기 힘들 것이라고 예상
- 하지만 우리나라의 경우 그래프 데이터베이스는 관련 기술은 높은 라이선스 등의 비용

문제로 활성화되지 못하고 있음



<그림 3-7> 데이터베이스 유형별 인지도 변화 추이(2018)

- 글로벌 그래프 데이터베이스 시장의 선두기업은 미국 Neo4j로, 국내에서 무료 에디션을 테스트하는 기업들이 있으나, 상용화 에디션은 높은 라이선스 비용을 지불해야 하는 문제가 있음
- 또한 해외기업의 특성상 직접적인 기술지원을 제공받기 어려운 환경임
- 따라서 본사업에서 그래프DB 원천기술의 개발과 이를 이용한 공간 인공지능의 프레임워크를 구현한다면 국내 시장은 물론 세계적인 시장 선점의 기회를 맞이할 수 있음

○ 공간지식추론 관련 특허 현황을 보면, 미국, 중국, 일본, 유럽 등을 중심으로 특허가 지속적으로 나오고 있으며 전체적인 트렌드는 해가 갈수록 큰 폭의 비선형적인 증가세가 이어지고 있음

- 특히 그래프 DB와 인공지능 관련 특허의 경우 전체 629건 중 미국 426건, 중국 219건, 유럽 10건 순으로 특허를 출원하고 있음(' 20.12기준)
- 우리나라의 경우는 인공지능, 빅데이터에 대한 특허는 비교적 많은 편이나, 이를 그래프 DB와 연계하여 특허를 출원한 경우는 미비함
- 따라서 이번 기회에 정부의 지원과 대학-연구원-기업의 혁신적인 연구개발을 통해 그래프 DB 기반 공간 지식추론 엔진을 반드시 개발해 선진국을 능가하는 수준으로 발돋움하여야 함

3-3. 핵심요소기술(CTE) 평가

○ 본 과제 추진 핵심기술요소(CTE)평가 위한 체크리스트 선정

<표 3-3> 핵심기술요소(CTE) 평가를 위한 체크리스트

항목번호	체크리스트
1	이 기술이 수년 내 킬러응용리케이션의 개발에 기여하는가?
2	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3	해당기술이 독창적이고 혁신적인 아이디어를 기반으로 하는가?
4	기존에 이와 유사한 기술이 개발된 적이 있는가?
5	외국 첨단 기술력과 격차를 줄여 기술종속을 탈피할 수 있게 하는가?
6	이 기술이 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘을 것으로 기대되는가?

○ 핵심기술요소(CTE)평가를 위한 후보 도출

<표 3-4> 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	CTE명
후보1	자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링
후보2	메타 프로세서와 로직 프로세서 개발
후보3	그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현
후보4	공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재
후보5	정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색
후보6	공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석
후보7	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션
후보8	도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현
후보9	비용편익 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링

○ 후보 항목 중 핵심기술요소(CTE) 평가

<표 3-5> 핵심기술요소(CTE) 평가표

체크리스트	후보 1	후보 2	후보 3
이 기술이 수년 내 킬러응용리케이션의 개발에 기여하는가?	○	○	○
해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패) 위험이 예상되는가?			
해당기술이 독창적이고 혁신적인 아이디어를 기반으로 하는가?	○	○	○
기존에 이와 유사한 기술이 개발된 적이 있는가?	○		
외국 첨단 기술력과 격차를 줄여 기술종속을 탈피할 수 있게 하는가?		○	○
이 기술이 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘을 것으로 기대되는가?		○	○
핵심기술요소(CTE) 수월성 여부	○	○	○

후보 4	후보 5	후보 6	후보 7	후보 8	후보 9	비고
○	○	○	○	○	○	반드시 충족
						하나 이상 충족
	○	○	○	○	○	
			○	○	○	
○	○	○	○	○		
	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	

○ 핵심기술요소(CTE) 목록 및 최종 TRL

<표 3-6> 핵심기술요소(CTE) 목록 및 TRL

CTE	유형*	CTE명	최종 TRL
1	소프트웨어	그래프DB 기반 인공지능 구현	6
2	소프트웨어	공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석	6
3	소프트웨어	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현	6

○ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

<표 3-7> 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		공간 지식추론 엔진 개발			유형		소프트웨어		
프레임워크			선행단계		시제품 제작 및 시연	현장적용		제품화/실용화	
마일스톤			현재 TRL	마일스톤 목표 TRL					
				1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	
마일스톤 일정			2	2	3	4	5	6	
CTE No.	기술명								
CTE 1	그래프 DB 기반 인공지능 구현		2	2	3	4	5	6	
CTE 2	공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석		2	2	3	4	5	6	
CTE 3	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현		2	2	3	4	5	6	

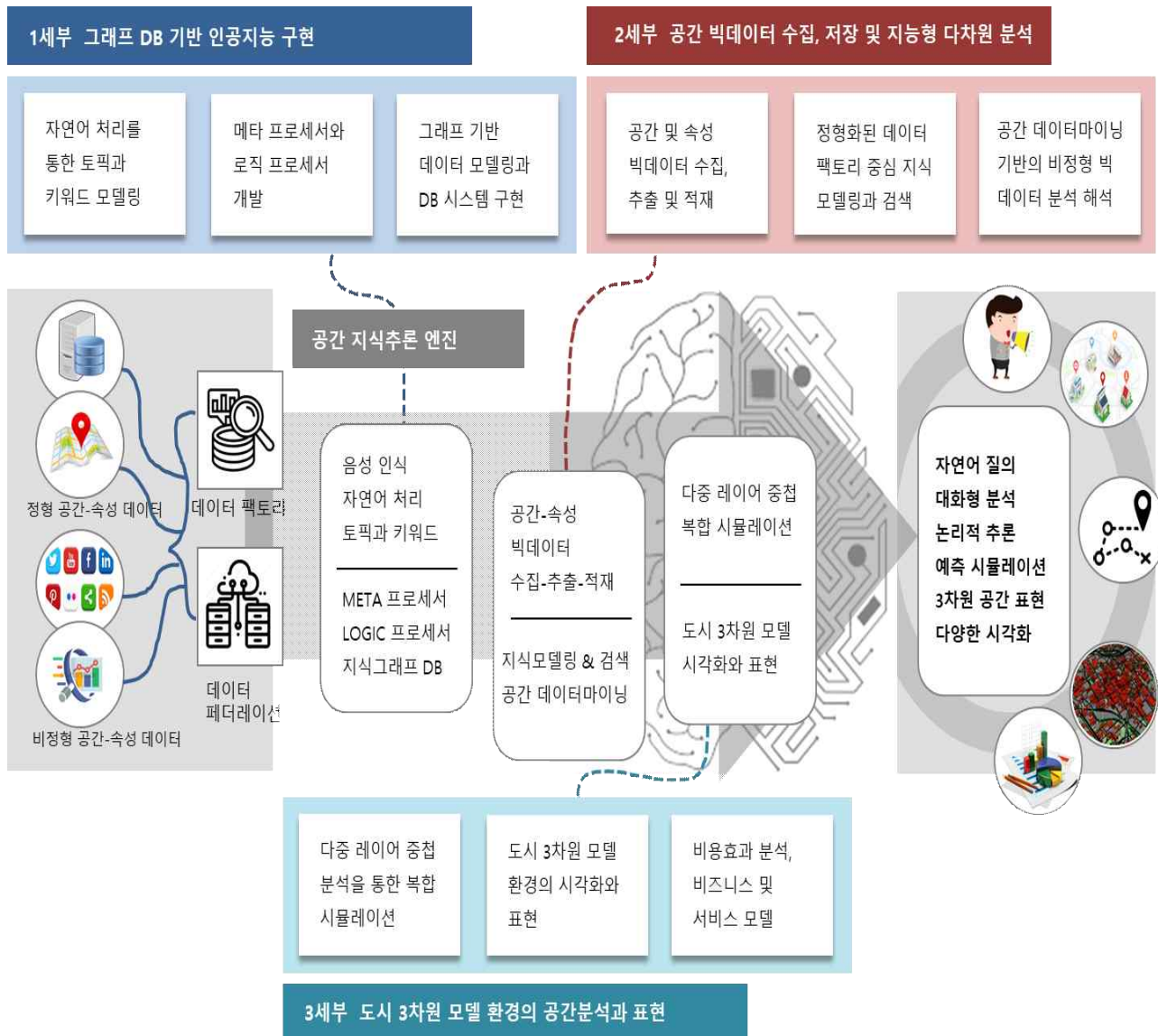
3-4. 연구개발 과제 구성

- 본 기획연구에서는 [그래프 DB 기반 인공지능 구현] , [공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석] , [도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현] 의 3개 세부과제로 제안

<표 3-8> 연구개발과제의 구성

구분		과제명
연구단 총괄		공간 지식추론 엔진 기술 개발
	1세부 과제	그래프 DB 기반 인공지능 구현
	1-1 (세세부)	자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 1-1-1 자연어로부터 토픽과 키워드 추출 기술 개발 1-1-2 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성 추출 기술 개발
	1-2 (세세부)	메타 프로세서와 로직 프로세서 개발 1-2-1 문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서 개발 1-2-2 쿼리 수행을 위한 로직 프로세서 개발
	1-3 (세세부)	그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 1-3-1 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도 데이터 모델링 1-3-2 그래프 기반 RDB 및 NoSQL 통합형 DB시스템 개발
	2세부 과제	공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석
	2-1 (세세부)	공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 2-1-1 멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동/반자동 수집 2-1-2 공간-속성 빅데이터의 효율적인 정제, 통합 및 적재
	2-2 (세세부)	정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 2-2-1 수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위 목적 머신 러닝 2-2-2 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색 기술
	2-3 (세세부)	공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 2-3-1 비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발 2-3-2 사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발
	3세부 과제	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현
	3-1 (세세부)	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 3-1-1 단일 주제도 레이어의 영향권 추론 및 공간 연산자 개발 3-1-2 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 개발
	3-2 (세세부)	도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 3-2-1 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 개발

구분		과제명
		3-2-2 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 개발
	3-3 (세세부)	비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링
		3-3-1 핵심 요소기술 활용 위한 서비스 모델링 및 사업화 전략수립
		3-3-2 공간 지식추론 엔진 기술 사업성 평가 및 산업 정책



<그림 3-8> 연구개발 과제의 전체 구성도

3-5. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1) (1세부) 그래프 DB 기반 공간 인공지능 구현

가. 연구개발 목표

세부과제의 개념	- 그래프 DB 시스템을 기반으로 하는 인공지능 시스템의 프레임워크를 개발하는 것으로서 본 프레임워크 내에서 공간 빅데이터의 분석과 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 같은 어플리케이션이 작동
세부과제의 범위	- 사용자가 입력한 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 - 문장 구조 인식용 메타 프로세서와 쿼리 수행용 로직 프로세서 개발 - 그래프 DB 기반 시공간 데이터 모델링과 DB 시스템 구현
기술 개발 목표	- 그래프 DB 기반 인공지능 시스템 프레임워크를 개발하는 것이 목표로서 하위 목표로는 세부과제에서 제한 기능들을 달성하기 위한 요소기술을 알고리즘, 라이브러리, 설계도 등의 형태로 개발하는 것임

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

(1) 연구개발 필요성

○ 도시 3차원 모델 환경의 공간 지식추론 기능을 갖춘 인공지능 개발의 필요성

- 인공지능 기술을 활용한 지식추론이 기하급수적인 속도로 발전하고 있으나 공간적인 측면에서는 부족한 실정으로서 현재의 AI 지식추론 엔진은 시공간적인 질의 및 답변에 한계가 있어 연관된 공간 분석이 필요한 질의에는 답변이 어려운 실정
 - * 위치를 묻는 간단한 질의에만 답변이 가능(예: “AI, 가까운 식당 찾아줘”)
 - * 답변 어려움(예: “AI, 그 식당 근처 걸어서 5분 이내에 갈 수 있는 편의점 있니?”)
- 시공간과 관련된 복잡한 논리적 분석과 추론을 통한 심층적 지식의 제공은 불가능하여 갈수록 늘어가는 고도의 지식 욕구에 대응 미흡하여 깊이 있는 공간 분석과 시공간 지식을 요하는 질의에 답변 불가
 - * (예:“AI, 청소년들이 갤럭시 폴드의 해킹 사건에 대해 어떻게 생각하는지 지역별로 설명해줘”)
- 특히 복잡한 논리와 추론 기반 지식을 묻는 질의에는 요점 자체를 이해 못하는 실정
 - * (예:“AI, 홍대 근처의 상권이 왜 죽어 가는지 골목마다 자세히 설명해 줄 수 있니? 내년은 어떨 것 같아?”)
- Vuzix Blade, GWD Hiidii, Toshiba dynaEdge, Recon Jet 같은 스마트 글래스를 첨단 IT 기업 중심으로 개발 및 판매하고 있어 앞으로 수년 이내에 스마트 글래스를 이용한 스마트폰의 활용이 크게 증가할 것으로 예측되고 있음
- 스마트 글래스는 3차원 도시 환경에서 활용이 되며 이에 따라 사용자 위치를 기반으로 증강현실과 혼합현실의 기술이 접목되어 혁신적인 위치기반서비스 어플리케이션이 빠른 속도로 등장할 것임
- 공간적인 상황인지와 지식추론 기능을 융합한 공간 인공지능은 스마트 글래스의 확대와 함께 최고의 킬러앱으로 성장할 것이며 비즈니스 폭발이 예상되는바 도시 3차원 모델 환경의 공간 지식추론 기능을 갖춘 인공지능 개발은 불가피한 대세임

○ 그래프 DB 기반으로 RDB와 NoSQL DB를 융합한 DB시스템 개발의 필요성

- 공간 지식추론은 딥러닝과 같은 머신러닝만을 가지고 구현이 될 수 없으며 그래프DB를 이용한 지식그래프 기술을 융합하여야 함. 머신러닝은 공간-속성 연동형의 빅데이터를 데이터마이닝하여 분석하고 해석하는 데 탁월하며 그래프 DB의 지식그래프는 논리적인 추론과 의사결정에 탁월한 기술임.
- 따라서 그래프 DB와 머신러닝의 결합으로 실용적인 추론엔진을 제작할 수 있으며 이에 더하여 시계열적으로 변화하는 공간정보를 Spatio-temporal 데이터 모델링을 통해 DB화 함으로써 동적인 추론엔진으로 고도화시킬 수 있음
- 또한 공공에서 구축 관리하는 지형도나 지적도와 같은 정형 공간 빅데이터의 경우 전통적인 RDB의 형식으로 저장 관리하고 소셜미디어와 같은 비정형 공간 빅데이터의 경우 NoSQL의 형식으로 저장 관리하며 이들 DB를 연계한다면 모든 공간-속성 빅데이터를 커버하는 시스템이 될 수 있음

○ 높은 수준의 공간 지식추론을 위한 인공지능 프레임워크 개발의 필요성

- 음성인식, 자연어 처리, 논리 프로세서, 그래프DB 등으로 구성된 공간 인공지능 프레임워크는 최상의 사용자 인터페이스 기반 공간 논리추론 엔진으로서 기본 프레임워크만으로도 단순한 공간 지식추론이 가능
- 이에 더하여 공간 데이터마이닝, 공간분석, 3차원 도시 모델링과 같은 기능들이 추가된다면 3차원 도시공간 환경 하에서 작동하는 완전한 입체공간 추론엔진이 되는 것이며 이를 바탕으로 수많은 킬러앱의 출현이 가능
- 따라서 공간 인공지능 프레임워크의 개발은 높은 수준의 공간 지식추론 엔진 개발을 위한 기반으로서 필요한 단계임

(2) 정부지원 필요성

○ 시장의 선점에 유리한 시기를 놓칠 경우 해외서비스의 국내 장악이 우려되며 따라서 정부의 지원을 통해 핵심기술 개발로 시장 선점과 안착이 필요

- 가트너의 하이프 곡선으로 보는 기술 성장 사이클 분석에 의하면 인공지능은 거품을 거쳐 2025년 경에는 실용적인 기술로 자리매김할 것으로 판단
- 빅데이터와 공간분석은 시장에서 이미 이익을 실현 중이며 견실한 성장이 예상
- 향후 5년이 지난 후에는 세 가지 기술이 모두 실용화 측면에서 안정적으로 활용이 예상되며 융합연구를 기반으로 한 혁신적인 서비스가 시장에 나타날 것으로 판단
- 따라서 현 시점이 기술개발 착수의 최적기로서 이 시점을 놓치면 해외 유망 벤더들의 서비스가 국내 시장을 빠르게 장악하기 시작할 것으로 예상
- 정부의 지원을 통해 타이밍을 맞춘 기술개발로 국내시장을 선점하고 나아가 해외 시장으로까지 확대를 도모할 수 있음

○ 국가 전략 프로젝트 목표에 동참 및 성공적인 수행에 기여

- 본 연구가 추구하는 공간 지식추론 엔진 기술 개발은 9대 국가전략 프로젝트의 지향점과 긴밀하게 연계되어 있어 국가적인 목표 달성에 기여할 것으로 판단
- 9대 국가전략 프로젝트 중 스마트 시티 부분에 대해서는 본 연구개발이 추구하는 문제해결 방식, 즉 복잡한 도시 환경에서 공간과 관련해 궁금한 질문에 응답해 주는 연구개발을 통해 기여함.
- 또한 가상 증강 현실 부분에 대해서는 3차원의 입체 도시 기반 자연어 질의와 응답의 구현, 그리고 이를 가상현실 환경에서 작동할 수 있게 함으로써 기술적 기여가 있음.
- 마지막으로 인공지능 부분에 대해서는 공간분석 전문가, 빅데이터 전문가, 그리고 인공지능 전문가의 협력을 통한 새로운 공간 인텔리전스의 구축이라는 면에서 산업의 패러다임 혁신을 도모함으로써 국가 목표 수행에 기여

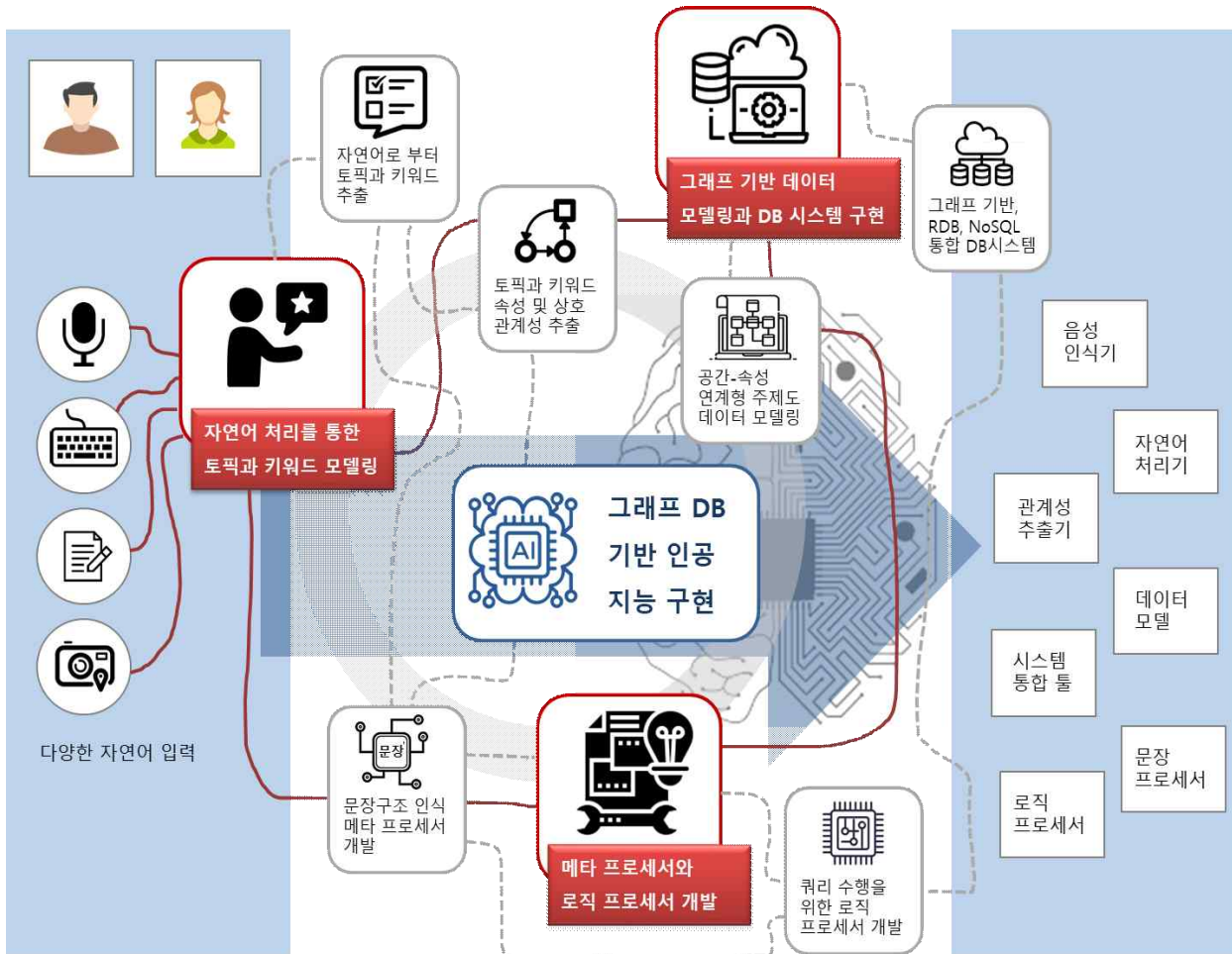
○ 국내외 산업 패러다임의 혁신적 변화를 수용하는 새로운 시장의 개척

- 최근 발표한 ‘한국판 뉴딜 종합계획’의 세부 과제들에 디지털국토·공간정보 기반의 정보 구축과 융합이 필수적인 사업들 배치
- 국토교통부의 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획의 내용을 보면 공간정보의 지능화와 서비스 고도화를 주요한 축으로 설정
- 국토교통부의 10대 국토교통 유망산업 및 혁신 중소·벤처기업에 투자하는 ‘국토교통 혁신펀드’에 공간정보를 선정하여 지원 중
- 미국, 호주, 캐나다, 일본, 독일, 네덜란드 등 공간정보 분야 선진국에서는 공간정보를 제4차 산업혁명을 이끌고 스마트 도시를 구현하는 핵심 기술로 정하고 이를 지원하기 위해 정책과 대규모 재정을 투입 중
- 이러한 여건에서 정부가 본 연구에 지원한다면 국내외 산업 패러다임의 혁신적인 변화를 수용하면서 새로운 시장을 개척하는 데 일조

○ 중소기업 중심의 영세한 산업 생태계에 마중물 역할을 통해 도약 지원

- 공간적인 AI 지식추론 엔진의 개발은 장기적인 재정지원 하에 깊은 연구가 필요하나 핵심인재를 보유한 대학과 중소기업, 스타트업은 재정 열악
- 대학은 자체 연구개발비가 없으며 유망 중소기업과 스타트업은 용역사업을 통해 인건비를 겨우 충당하며 간헐적인 연구를 수행하는 실정
- 향후 수년 간 기술개발에 매진할 수 있도록 지원이 이루어진다면 새로운 차원의 시장을 열고 유니콘 기업을 다수 배출할 수 있는 호기 선점
- 앞으로 수년 내 시장 수요가 큰 폭으로 증가할 것으로 예상되며 정부가 마중물 차원의 재정지원을 해준다면 유망한 중소기업과 스타트업이 크게 성장
- 오픈 이노베이션을 통해 본 연구의 기술들이 spin-off 된다면 가상현실, 증강현실, 인공지능, 스마트 시티, e-러닝, 영화/게임 등 다양한 산업 분야 더욱 활성화

다. 연구개발 내용



기술개발 목표	제1 세부 연구개발은 그래프 DB 기반 인공지능 프레임워크 개발에 주 목적이 있음 • 기본 기능을 갖춘 공간 인공지능으로서 지식그래프DB와 프로세서 중심으로 작동 • 추가적 공간 데이터마이닝과 공간 다차원 분석 기능을 add-on 모듈로 탑재 가능
기술개발 구성 체계	제1 세부 연구개발의 기술개발 구성체계는 총 3개의 하부팀으로 나누어 유기적 연계 • 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링(1-1 공동), 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발(1-2 공동), 그래프 기반 DB 모델링과 DB 시스템 구현(1-3 공동) 연계

<그림 3-9> 제1세부의 연구개발 내용

<표3-9> 제1세부 구성 기술과 주요내용

세부과제명	그래프 DB 기반 공간 인공지능 구현 기술	
구성기술	기술명	주요 내용
	자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링	- 그래프 DB 기반으로 개발되는 공간 인공지능의 활용에 있어서 액티비티 프로세스의 측면에서 볼 때 대표적인 입력방식으로 사용자의 자연어(음성 또는 문자 형식)가 있으며 따라서 자연어를 인공지능 기반으로 음성 인식 및 문자 인식한 후 이를 알맞은 토픽과 키워드로 모델링하여 프로세서로 전송하는 것이 주요 내용
	메타 프로세서와 로직 프로세서 개발	- 사용자의 질의를 바탕으로 DB를 조작하여 원하는 대답을 제공하기 위해서는 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장으로 재구성할 수 있어야 하며 재구성된 문장에 포함된 토픽과 키워드를 DB에 적용 가능한 쿼리언어로 매칭시키고 이를 최적화된 방법으로 수행할 수 있어야 함. 또한 그 결과 얻어진 대답은 다시 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공하는 것이 주요 내용
	그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	- 메타 프로세서를 거쳐 로직 프로세서에서 보내는 쿼리를 받아 처리하기 위해서는 데이터베이스 관리시스템이 필요하며 이때 공간-속성 연계형의 데이터베이스를 구축하기 위해서는 데이터 모델링이 수행되고 그에 따른 데이터베이스를 운용하기 위한 데이터베이스 시스템 구축이 주요 내용

(1) (1-1세부) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링

(가) 기술 개요

- (배경) 그래프 DB 기반으로 개발되는 공간 인공지능의 활용에 있어서 액티비티 프로세스의 측면에서 볼 때 대표적인 입력방식으로 사용자의 자연어(음성 또는 문자 형식)가 있으며 따라서 자연어를 인공지능 기반으로 음성 인식 및 문자 인식한 후 이를 알맞은 토픽과 키워드로 모델링하여 프로세서로 전송하는 것이 필요
- (목적) 사용자가 입력하는 음성 또는 문자 형식의 자연어 기반 질의를 분해하여 단어로 재구성하고 이를 분석해 다수의 토픽과 키워드를 추출하는 것을 주 목적으로 함. 이때 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성을 함께 추출함

(나) 기술 내용

- 자연어로부터 토픽과 키워드 추출 기술 개발
 - 인공지능 기반 음성인식을 통해 공간 질의 음성을 텍스트 데이터로 변환하는 기술
 - 불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 텍스트 데이터를 전처리하는 기술

- 단문 및 장문의 텍스트 데이터로부터 공간 관련 토픽과 키워드를 추출하는 기술

○ 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성 추출 기술 개발

공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술

- 공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드를 자동 추출하는 기술
- 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술

(다) 기술 미래상

○ 사용자의 음성이나 문자형 자연어 질의를 정확히 해석할 수 있는 기술

- (As-is) 한국어 사용자의 음성을 텍스트로 완전하게 변환하지 못하거나 텍스트형 질문에 대한 의미 및 전체적인 맥락의 이해가 부족함. 또한 현재 상용화된 인공지능 플랫폼은 도시 및 공간정보 분야의 지식에 대한 이해가 부족
- (To-Be) 음성 기반 자연어 질의를 정확한 텍스트로 재현하고, 텍스트 기반 자연어의 의미 및 맥락을 이해할 수 있음. 또한 도시 및 공간정보 분야의 지식을 학습한 인공지능을 활용해 해당 분야의 질의가 입력됐을 때 적절히 대응할 수 있는 기반 기술 개발이 가능함

○ 질문과 유사한 단어를 찾아 전체 맥락에 맞는 질문 재구성 기술

- (As-is) 음성이나 문자형 질의에 오류가 있거나 매칭되는 단어가 없을 경우 질의에 답변을 하지 못하거나 엉뚱한 답변을 제공. 즉, 현재 상용화된 인공지능 플랫폼은 도시 및 공간정보 분야와 관련된 질의에 있어 단답형 질의에 대한 응답을 주로 제공하며, 여러 개의 나열된 단답형 질의나 서술형 질의에 대해서는 답변을 제공하지 못함
- (To-Be) 기 구축된 DB에 매칭되는 단어가 없는 경우에도 토픽과 키워드의 속성 및 관계성을 토대로 동의어 및 유의어 관계를 추론해 이해 가능한 문장으로 변환하며 또한 도시 및 공간정보 분야의 지식을 학습한 인공지능을 활용해 해당 분야의 단답형 및 서술형 질의에 대한 적절한 응답을 제공할 수 있는 기반 기술 확보

(2) (1-2세부) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발

(가) 기술 개요

- (배경) 사용자의 질의를 바탕으로 DB를 조작하여 원하는 대답을 제공하기 위해서는 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장으로 재구성할 수 있어야 하며 재구성된 문장에 포함된 토픽과 키워드를 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭시키고 이를 최적화된 방법으로 수행할 수 있어야 함. 또한 그 결과 얻어진 대답은 다시 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공되어야 함.
- (목적) 사용자의 자연어 질의에 적절한 대답을 제공하기 위해서 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장으로 재구성하는 기술을 개발하고 이를 그래프 기반 공간 DB에 적용할 수 있도록 다시 쿼리 언어로 매칭시켜 최적화된 방법으로 쿼리를 수행할 수 있도록 기술을 개발함을 목적으로 함

(나) 기술 내용

○ 문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서 개발

사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성
단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함

○ 쿼리 수행을 위한 로직 프로세서 개발

문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭
일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아
이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공

(다) 기술 미래상

○ 사용자가 제공한 자연어를 특정 형식을 갖춘 문장으로 재구성하여 인식하는 기술

(As-Is) 사용자가 특정한 형식을 갖추지 못한 자연어로 질의를 했을 때 주어와 술어,
수식어 등을 정확하게 재구성하지 못하여 문장의 맥락을 완전하게 해석하는 데 장애가
있음

(To-Be) 불규칙한 형식의 자연어 질의를 각각의 개별화된 단어로 분해하고 이를
분석해 구조화된 특정한 형식의 문장으로 재구성함으로써 사람들이 이해할 수 있는
문장으로 바꾸어 줌

○ 사용자가 제공한 문장을 이용해 DB를 분석해 적절한 대답을 제공하는 기술

(As-Is) 사용자가 제공한 자연어 문장을 이용해서 그래프 기반의 공간-속성 연결
데이터베이스를 호출해 검색, 필터링, 그래픽 표현 등 쿼리를 수행함으로써 원하는
정보를 제공하는 데 장애가 있음

(To-Be) 사용자의 문장으로부터 토픽과 키워드를 얻어낸 후 이를 그래프
데이터베이스에 저장된 공간-속성 자료와 연계하여 검색, 필터링, 그래픽 표현 등이
가능한 쿼리를 수행하고 그 결과를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공

(3) (1-3세부) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현

(가) 기술 개요

○ (배경) 메타 프로세서를 거쳐 로직 프로세서에서 보내는 쿼리를 받아 처리하기 위해서 는 데이터베이스 관리시스템이 필요하며 이때 공간-속성 연계형의 데이터베이스를 구 축하기 위해서는 데이터 모델링이 수행되고 그에 따른 데이터베이스를 운용하기 위한 데이터베이스 시스템 구축이 필요

○ (목적) 사용자가 요청한 공간과 관련된 질의에 응답하기 위해 필요한 데이터베이스 시 스템을 구축하는 것을 목적으로 하며 이를 위해 그래프 기반의 데이터베이스 시스템을 구축하되 DB 구축에 필요한 공간-속성 DB 모델링을 점, 선, 면 객체에 대해 각각 수행

(나) 기술 내용

○ 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도 데이터 모델링

그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델
주제 피처의 종류별 및 추상화의 차원에 따라 점, 선, 면으로 나누어 모델링
동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델

○ 그래프 기반 RDB 및 NoSQL 통합형 데이터베이스 시스템 개발

그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB와 비정형 NoSQL을 연결한 DB 시스템 개발
Cypher SQL과 RDB용 SQL, NoSQL을 통제하는 JDBC 인터페이스와 드라이버 개발

(다) 기술 미래상

○ 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도를 입력, 분석, 표현하기 위한 기술

(As-Is) 사용자 질의가 로직 프로세서를 거쳐 쿼리의 형태로 데이터베이스
관리시스템에 전달되었을 때 이를 처리하기 위해 필요한 그래프 기반 공간-속성
연계형 주제도 데이터 모델링 부재하여 데이터베이스 구축이 어려움

(To-Be) 그래프 구조 기반의 공간-속성 데이터 모델링이 수행되어 이를 활용한
점(유틸리티, 소비자 등), 선(도로 네트워크, 하천 등), 면(건물, 구역 등)의
데이터베이스가 구축되어 쿼리를 수행할 수 있게 됨

○ 그래프 DB와 RDB, NoSQL을 통합한 일체형 시스템으로 작동시키기 위한 기술

(As-Is) 그래프 DB와 RDB, NoSQL을 통합하여 일체형 시스템으로 작동시키기 위한 JDBC
인터페이스와 드라이버가 완전하게 구현되지 않아 부분적으로 연동하여 활용함으로써
성능의 저하가 발생

(To-Be) 세 가지의 DB를 완전하게 통합하기 위한 JDBC 인터페이스와 드라이버를
개발해 활용함으로써 쿼리 시간의 절감과 메모리 용량 절감을 도모하고 더 나아가
보다 복잡한 질의에 대응이 가능

라. 연차별 연구내용

<표3-10> 제1세부 연차별 연구내용

구분	연구 내용
1차년도	- (1-1 세세부) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 · 한국어 특성을 반영한 공간 질의 관련 STT(speech-to-text) 기술 설계 · 질의 관련 자연어 전처리 규칙 정의서 · 텍스트 의미와 맥락을 기반으로 공간 관련 토픽 및 키워드 추출기술 설계 · 인포그래픽 유형, 배경처리, 그래픽 요소 추출, 배치기술 개발 - (1-2 세세부) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발

구분	연구 내용
	· 제공된 키워드에서 발생가능한 문장의 형태를 구조화 · 다양한 문장 구조로 확장하여 주요 토픽과 키워드를 완전히 매칭 - (1-3 세세부) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 · Graph data 적재 대상의 공간정보 유형 정의 및 범주화
2차년도	- (1-1 세세부) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 · 한국어 특성을 반영한 공간 질의 관련 STT 개술 개발 · 불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 자연어 전처리 기술 개발 · 텍스트의 의미와 맥락을 기반으로 공간 관련 토픽 및 키워드 추출기술 개발 · 인포그래픽 자동 제작 기술 개발 - (1-2 세세부) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발 · 구조화된 문장의 다양한 변형 형태에 대하여 재구성 · BM25 및 그 외 알고리즘을 활용하여 다양한 구조의 문장을 처리할 수 있도록 coverage 확장 · 다양한 문장구조에 따른 공간 DB 쿼리 방안 도출 - (1-3 세세부) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 · 범주화된 공간유형 별 Graph DB 모델링 · 추상화의 차원에 따른 DB모델 정의
3차년도	- (1-1 세세부) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 · 공간관련 토픽 및 키워드 특성을 반영한 임베딩 기술 설계 · 공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 추출 및 유의어 추론 기술 설계 · 인포그래픽 평가-개선 사이클 - (1-2 세세부) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발 · 기본 문장 구조별 공간 DB 쿼리 개발 · End-user에게 제공되어야 할 정보의 유형 정의 - (1-3 세세부) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 · 정보유형별 DB 인터페이스를 고려한 Graph DB 모델 고도화 · 시간에 따라 변하는 대상에 대한 업데이트 규약 정의 및 DB 모델 반영 · 정의된 DB 모델에 맞추어 데이터 적재 및 DB튜닝
4차년도	- (1-1 세세부) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 · 공간 관련 토픽 및 키워드의 특성을 반영한 임베딩 기술 개발 · 공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 추출 및 유의어 추론기술 개발 - (1-2 세세부) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발 · 다양한 변형 형태의 문장에 대한 공간 DB 쿼리 개발

구분	연구 내용
	· 쿼리 수행 결과에 대한 재처리 모듈 개발 - (1-3 세세부) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 · 시간대별 타임 슬라이싱 DB모델 정의 · 알고리즘영역에서 개발된 쿼리 프로세서의 DB 수행 및 고도화
5차년도	- (1-1 세세부) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 · 공간 관련 토픽 및 키워드의 특성을 반영한 임베딩 기술 최적화 · 공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 추출 및 유의어 추론기술 최적화 - (1-2 세세부) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발 · 전체 프로세스에 대한 일련의 배치 프로세서 개발 - (1-3 세세부) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현 · 각 DB 별 JDBC 등 외부 인터페이스 드라이버 개발

마. 추진전략

- 제1세부 과제의 추진전략은 독자적으로 온전히 작동하는 공간SI를 개발한다는 목표를 가지고 추진하되 공간정보에 특화된 데이터베이스 시스템 기반으로 작동하며 사용자 음성 입력과 그래픽 출력을 동시에 지원하는 전략을 채택
- 또한 제2세부와 제3세부 과제에서 개발하는 기술을 담는 프레임워크로서의 역할을 수행하도록 개방형 구조, 국제 표준의 준수, 확장성 유지 등을 담보토록 추진

<표3-11> 제1세부 연구개발 추진전략

구분	과제명	주요내용	추진전략
1세부 과제	그래프 DB 기반 인공지능 구현	- 사용자가 입력한 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링 - 문장 구조 인식용 메타 프로세서와 쿼리 수행용 로직 프로세서 개발 - 그래프 DB 기반 시공간 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	- 독자적으로 온전히 작동하는 공간SI를 개발한다는 목표를 가지고 추진 - 공간정보에 특화된 데이터베이스 시스템 기반으로 작동 - 사용자 음성 입력과 그래픽 출력을 동시에 지원 전략
1-1 세세부	자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링	- 인공지능 기반 음성인식을 통해 공간 질의 음성을 텍스트 데이터로 변환하는 기술	- 음성인식은 원천기술의 개발이 아닌 APT-3와 같은 기 상용화된 서비스 활용

구분	과제명	주요내용	추진전략
		- 불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 텍스트 데이터를 전처리하는 기술 - 단문 및 장문의 텍스트 데이터로부터 공간 관련 토픽과 키워드를 추출하는 기술 - 공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술 - 공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드를 자동 추출하는 기술 - 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술	- 사용자의 음성에 대하여 키보드 문자, 사진, 동작 등의 인식을 추가로 고려 - 정형 문장뿐 아니라 비정형 메시지나 단어의 나열도 이해하는 수준으로 연구 - 한국어 중심으로 기술을 개발하되 추후 다국어로 확장이 가능하도록 알고리즘의 개방성 확보 - 인포그래픽의 경우 ①토픽과 키워드의 나열 ②관련 그래픽의 첨삭 ③논리적 기호 추가 ④강조나 색채 조절 등의 단계로 기술 성장
1-2 세세부	메타 프로세서와 로직 프로세서	사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성 단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함 문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭 일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공	- 메타 프로세서는 정형화된 형식으로 문장을 구조화시키는데 중점 - 사전에 고빈도의 질의를 분석하고 추정하여 100개 이상의 SQL 문장을 만들고 이를 기반으로 매칭을 수행 - 문장 내 존재하는 변수에 대입하는 토픽과 키워드를 바꾸어 유연하게 질의확장 - SQL 명령문을 배치 파일로 구성해 쿼리를 순차 수행 - Cyper 쿼리 옵티마이저를 활용해 적용 및 개선
1-3 세세부	그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	- 그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델 - 주제 피처의 종류별 및 추상화의 차원에 따라 점, 선, 면으로 나누어 모델링 - 동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델 - 그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB와 비정형 NoSQL을 연결한	- 그래프 기반 DB의 상용 버전 중에서 가장 성장이 빠르고 시장을 장악 중인 Neo4j를 우선적으로 활용 고려 - 주제도 데이터 모델은 그래프 구조의 특성에 맞게 설계하되 레이어 기반의 공간데이터 모델링 적용 - 그래프 DB와 관계형 RDB, 비정형 NoSQL 계열의 DB가

구분	과제명	주요내용	추진전략
		DB 시스템 개발 Cypher SQL과 RDB용 SQL, NoSQL을 통제하는 JDBC 인터페이스와 드라이버 개발	쉽게 연동되도록 개발 - JDBC 인터페이스와 드라이버는 상용 DBMS와 호환이 되도록 ISO 표준을 준수하면서 설계 및 개발

바. 기술 및 성과로드맵

(가) 1-1 세세부 - 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링

<표3-12> 1-1 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	인공지능 기반 음성인식을 통해 공간 질의 음성을 텍스트 데이터로 변환하는 기술 설계	한국어 특성을 반영한 공간 질의 관련 STT(speech-to-text) 기술 설계	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 텍스트 데이터를 전처리하는 기술 설계	불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 자연어 전처리 규칙 정의서	②	연구 보고서	1건	외부 전문가 검증
	단문 및 장문의 텍스트 데이터로부터 공간 관련 토픽과 키워드를 추출하는 기술 설계	텍스트의 의미와 맥락을 기반으로 공간 관련 토픽 및 키워드를 추출하는 기술 설계	③	설계서	1건	외부 전문가 검증
	추출된 토픽과 키워드 를 기반으로 인포그 래픽으로 표현하는 기술	인포그래픽의 유형, 배경처리, 그래픽 요소 추출, 배치기술 개발	④	연구 보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	인공지능 기반 음성인식을 통해 공간 질의 음성을 텍스트 데이터로 변환하는 기술 개발	한국어 특성을 반영한 공간 질의 관련 STT(speech-to-text) 기술 개발	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 텍스트 데이터를 전처리하는 기술 개발	불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 자연어 전처리 기술 개발	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	단문 및 장문의 텍스트	텍스트의 의미와	③	SW	1건	외부

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	데이터로부터 공간 관련 토픽과 키워드를 추출하는 기술 개발	맥락을 기반으로 공간 관련 토픽 및 키워드를 추출하는 기술 개발		등록		공인기관 인증
	추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술	인포그래픽의 자동 제작 기술 개발	④	SW 등록	1건	외부 공인기관 검증
3차 년도	공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술 설계	공간 관련 토픽 및 키워드의 특성을 반영한 임베딩 기술 설계	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드를 자동 추출하는 기술 설계	공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 추출 기술 및 관계성 기반 유의어 추론 기술 설계	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
	추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술	인포그래픽의 평가 - 개선 사이클	④	연구 보고서	1건	외부 전문가 검증
4차 년도	공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술 개발	공간 관련 토픽 및 키워드의 특성을 반영한 임베딩 기술 개발	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드를 자동 추출하는 기술 개발	공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 추출 기술 및 관계성 기반 유의어 추론 기술 개발	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
5차 년도	공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술 고도화	공간 관련 토픽 및 키워드의 특성을 반영한 임베딩 기술 최적화	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드를 자동 추출하는 기술 고도화	공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 추출 기술 및 관계성 기반 유의어 추론 기술 최적화	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증

<표3-13> 1-1 세세부 연차별 성과 목표

구분	목표	성과					
		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
사업	특허 출원/등록	2/0	1/0	1/1	0/1	0/1	4/3

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
연계 지표	소프트웨어 등록건수			4		2	2	8
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1		2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급		1	1	1	1	4
		비SCI(E)급	2	2	2	1	1	8
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							
	사업화·제품화 건수					1		1
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성			2	2	2	2	8
	연구개발 관련 홍보			1	1	1	1	4
	기타 목표							

(나) 1-2 세세부 - 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발

<표3-14> 1-2 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성	제공된 키워드에서 발생가능한 문장의 형태를 구조화함	①	분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함	다양한 문장 구조로 확장하여 주요 토픽과 키워드를 완전히 매칭	①	분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성	구조화된 문장의 다양한 변형 형태에 대하여 재구성함	①	분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함	BM25 및 그 외 알고리즘을 활용하여 다양한 구조의 문장을 처리할 수 있도록 coverage 확장	②	SW등록	1건	외부 공인기관 인증
	문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간	다양한 문장구조에 따른 공간 DB 쿼리	①	설계서	1건	외부 전문가

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭	방안 도출				검증
3차 년도	문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭	기본 문장 구조별 공간 DB 쿼리 개발	②	SW등록	1건	외부 공인기관 인증
	일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공	End-user에게 제공되어야 할 정보의 유형 정의	①	분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
4차 년도	문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭	다양한 변형 형태의 문장에 대한 공간 DB 쿼리 개발	②	SW등록	1건	외부 공인기관 인증
	일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공	쿼리 수행 결과에 대한 재처리 모듈 개발	②	SW등록	1건	외부 공인기관 인증
5차 년도	일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공	전체 프로세스에 대한 일련의 배치 프로세서 개발	②	SW등록	1건	외부 공인기관 인증

<표3-15> 1-2 세세부 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		1/0	1/0	1/1	0/1	0/1	3/3
	소프트웨어 등록건수			1	1	2	1	4
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1		2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급		1	1	1		3
		비SCI(E)급	1	1	1	1	1	5
기타 지표	정책성과	정책제안						
		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		2	2	2	2		8
	기술료 징수 금액							

구분	목표	성과					
		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
	기술 실시계약 건수						
	현장적용에 따른 비용절감 건수						
	사업화·제품화 건수			1	1		1
	국내학협회지 기술기사						
	전문인력양성		1	1	1	1	4
	연구개발 관련 홍보		1	1	1	1	4
	기타 목표						

(다) 1-3 세세부 - 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현

<표3-16> 1-3 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델	Graph data 적재 대상의 공간정보 유형 정의 및 범주화	①	분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델	범주화된 공간유형 별 Graph DB 모델링	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	주제 피처의 종류별 및 추상화의 차원에 따라 점, 선, 면으로 나누어 모델링	추상화의 차원에 따른 DB모델 정의	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
3차 년도	그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델	정보유형별 DB 인터페이스를 고려한 Graph DB 모델 고도화	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델	시간에 따라 변하는 대상에 대한 업데이트 규약 정의 및 DB 모델 반영	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB, 비정형 NoSQL을 연결한 DB시스템 개발	정의된 DB 모델에 맞추어 데이터 적재 및 DB튜닝	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
4차 년도	동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델	시간대별 타임 슬라이싱 DB모델 정의	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB, 비정형	알고리즘영역에서 개발된 쿼리 프로세서의 DB 수행	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	NoSQL을 연결한 DB시스템 개발	및 고도화				
5차 년도	Cypher SQL과 RDB용 SQL, NoSQL을 통제하는 JDBC 인터페이스와 드라이버 개발	각 DB 별 JDBC 등 외부 인터페이스 드라이버 개발	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증

<표3-17> 1-3 세세부 연차별 성과 목표

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

사. 세부과제별 핵심성과

(1) (1세부) 그래프 DB 기반 인공지능 구현

정의(설명)	○ 그래프 DB 시스템을 기반으로 하는 인공지능 시스템의 프레임워크를 개발하는 것으로서 본 프레임워크 내에서 공간 빅데이터의 분석과 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 같은 어플리케이션이 작동
설정사유	○ 공간 지식추론 엔진은 크게 3개의 기능 모듈로 분해 가능함. 그중 가장 첫 번째 모듈로서 나머지 두 개의 모듈을 임베딩 형식으로 탑재할 수 있는 것으로 공간AI 프레임워크가 있음. 제1세부는 그런 목적을 가지고 있으며 제2세부와 제3세부 모듈을 완전히 수용해 전체적인 공간AI를 구동
목 적	○ 그래프 DB 기반 인공지능 시스템 프레임워크를 개발하는 것이 목표로서 하위 목표로는 세부과제에서 제한 기능들을 달성하기 위한 요소기술을 알고리즘, 라이브러리, 설계도 등의 형태로 개발하는 것임
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 그래프 DB의 전 세계적인 인지도와 활용도가 현존 어떤 DBMS 보다도 빠른 속도로 증가하고 있으나 인공지능 구현에는 아직 충분히 활용되지 못하고 있으며 자율주행차량과 같은 개발에 선형적으로 적용 중 ○ 그래프 DB는 네트워크의 분석과 연관성 추론, 소셜 그래프 분석, 챗봇 등에 성공적으로 적용되어 실용적인 제품이 시장에 출시되고 있으며 이와 비슷하게 공간 빅데이터의 관리, 시맨틱 웹의 구현 등으로 어플리케이션 영역을 활발하게 확장하는 중 (개발 기술 수준) ○ 그래프 DB의 특징인 강한 연결성, 직관적이고 유연한 스키마, 빠른 프로세싱 속도, 자동화된 인덱싱, 자연어에 가까운 SQL, 자동화된 DB 구축 등의 장점들을 완전하게 활용한 공간 분야에 특화된 인공지능을 구현 ○ 자연어를 입력으로 받아 자동으로 SQL 지시문을 만들어 공간 DB에 접속해 작업을 수행하고 그 결과를 리턴하는 풀가동 공간AI를 실용화
수요처	○ 공공 행정, 민간의 비즈니스, 개인의 일반 생활 활용 등 다양함
소요기간	○ 2022년 ~ 2027년 (5 년)

(가) (1-1) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링

정의(설명)	○ 그래프 DB 기반으로 개발되는 공간 인공지능의 활용에 있어서 액티비티 프로세스의 측면에서 볼 때 대표적인 입력방식으로 사용자의 자연어(음성 또는 문자 형식)가 있으며 따라서 자연어를 인공지능 기반으로 음성 인식 및 문자 인식한 후 이를 알맞은 토픽과 키워드로 모델링하여 프로세서로 전송하는 것임
설정사유	○ 음성으로 입력되는 자연어를 그대로 문자화하는 기술은 이미 많은 연구개발이 수행 중이나 이러한 문자에서 토픽과 키워드를 추출해 내는 기술은 아직 활발한 연구가 진행 중인 영역으로서 실용화까지는 넘어야 할 장애가 존재
목 적	○ 사용자가 입력하는 음성 또는 문자 형식의 자연어 기반 질의를 분해하여 단어로 재구성하고 이를 분석해 다수의 토픽과 키워드를 추출하는 것을 주 목적으로 함. 이때 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성을 함께 추출함
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 미국의 오픈AI와 같은 인공지능 연구 기관에서 개발한 GPT-3는 현존하는 세계 최고의 인공지능으로서 약 1,750억개의 파라미터를 이용해 웹상에 존재하는 수많은 자료를 학습시켜 사람의 자연어 수준으로 대화를 진행할 수 있게 함 ○ 또한 음성인식 분야로 그 활용영역을 확장해 사람의 자연어를 인식해 이를 문자로 변환할 수 있음을 입증하였으며 상당한 수준의 정확도를 자랑 ○ 그러나 변환된 문자에서 자동으로 토픽과 키워드를 추출하는데 있어서는 그 성능이 부족하여 여전히 추가적인 연구개발이 필요한 실정 (개발 기술 수준) ○ GPT-3(사례)와 같은 음성인식 인공지능 엔진에서 사람의 자연어를 문자로 변환해 리턴할 경우, 이를 이용해 자동으로 토픽과 키워드를 추출해 낼 수 있음 ○ 또한 사람의 자연어에 내재된 방언, 이해 불가한 단어, 비논리적인 표현, 문자 오류 등에 의한 장애가 발생 시 이를 감안해 최적의 대체어나 유사어로 바꿈으로써 이해 가능하며 표준화된 토픽과 키워드를 자동으로 생산함 ○ 더 나아가 추출된 토픽과 키워드를 이용해 인포그래픽을 자동으로 작성할 수 있도록 함으로써 사용자의 자연어가 의미하는 바를 상징화할 수 있도록 함
수요처	○ 사람의 자연어로부터 토픽과 키워드를 추출해 활용코자 하는 다양한 분야로서 소셜미디어 서비스, 검색 엔진, 대화형 챗봇, 정부 민원서비스 등
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(나) (1-1-1) 자연어로부터 토픽과 키워드 추출 기술 개발

정의(설명)	○ 공간 인공지능 기반으로 사용자가 입력한 음성 및 텍스트 형식의 자연어로부터 공간과 관련된 토픽과 키워드를 추출하는 기술
설정사유	○ 공간 인공지능이 사용자의 질의 의도를 정확히 파악하기 위해서는 입력된 자연어의 의미와 패턴을 분석할 수 있는 자연어 이해 기술 필요
목 적	○ 인공지능 기반 음성인식을 통해 공간 질의 음성을 텍스트 데이터로 변환하는 기술 ○ 불용어 제거, 정규화 등 공간 질의 관련 텍스트 데이터를 전처리하는 기술 ○ 단문 및 장문의 텍스트 데이터로부터 공간 관련 토픽과 키워드를 추출하는 기술
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 한국어 사용자의 음성을 텍스트로 완전하게 변환하지 못하거나 텍스트형 질문에 대한 의미 및 전체적인 맥락의 이해 부족 ○ 현재 상용화된 인공지능 플랫폼은 도시 및 공간정보 분야의 지식에 대한 이해가 부족하여 관련 단어(토픽과 키워드)를 추출하지 못하며 성능이 부족함 (개발 기술 수준) ○ 음성 기반 자연어 질의를 정확한 텍스트로 수용하고, 텍스트 기반 자연어의 의미 및 맥락을 이해할 수 있는 기술 수준에 도달 ○ 도시 및 공간정보 분야의 지식을 학습한 인공지능을 활용해 해당 분야의 질의가 입력됐을 때 적절히 대응할 수 있는 기반 기술을 개발
수요처	○ 국토교통부, 국토지리정보원, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등 공간 관련 질의응답, 정보 검색 등에 활용 ○ 민간의 위치, 장소 등 공간 관련 질의응답, 정보 검색, 의도 분석 등에 대한 수요가 있는 기업에서 활용 가능 ○ 기타 중앙부처나 지자체의 스마트시티 등 도시 및 공간정보 활용 분야에서 공간과 관련된 다차원의 질의에 대응할 수 있는 기술로 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2025년 (3 년)

(다) (1-1-2) 토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성 추출기술 개발

정의(설명)	○ 자연어로부터 추출된 공간 관련 토픽과 키워드의 속성을 분석하고, 토픽 및 키워드 간 관계성을 추론해, 이를 기반으로 유사 토픽 및 키워드를 자동으로 추출하는 기술 개발
설정사유	○ 공간 인공지능이 사용자의 질의에 적절한 응답을 하기 위해서는 입력된 자연어의 의미와 패턴을 분석해야 하며, 기 구축 DB에 입력값과 정확히 일치하는 결과가 없을 때를 대비해 관계성에 기반한 유사어 추출 기술이 필요
목 적	○ 공간 관련 토픽 및 키워드의 속성을 분석하기 위한 임베딩 기술 ○ 공간 관련 토픽 및 키워드 간 관계성 기반 유사 토픽 및 키워드 자동 추출 기술 ○ 추출된 토픽과 키워드를 기반으로 인포그래픽으로 표현하는 기술
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 음성 및 텍스트형 질의에 오류가 있거나 매칭되는 단어가 없을 경우 질의에 답변하지 못하거나 엉뚱한 답변을 제공 ○ 현재 상용화된 인공지능 플랫폼은 도시 및 공간정보 분야와 관련된 질의에 있어 단답형 질의에 대한 응답을 주로 제공하며, 여러 개의 나열된 단답형 질의나 서술형 질의에 대해서는 답변을 제공하지 못함 (개발 기술 수준) ○ 기 구축된 DB에 매칭되는 단어가 없는 경우에도 토픽과 키워드의 속성 및 관계성을 토대로 동의어 및 유의어 관계를 추론해 이해 가능한 문장으로 변환 ○ 도시 및 공간정보 분야의 지식을 학습한 인공지능을 활용해 해당 분야의 단답형 및 서술형 질의에 대한 적절한 응답을 제공할 수 있는 기반 기술 개발
수요처	○ 국토교통부, 국토지리정보원, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등 공간 관련 질의응답, 정보 검색 등에 활용 ○ 민간 기업에서 위치, 장소 등 공간 관련 질의응답, 정보 검색, 의도 분석 등에 대한 수요가 있는 경우 어플리케이션에 탑재하여 활용 가능 ○ 기타 중앙부처나 지자체의 스마트시티 등 도시 및 공간정보 활용 분야에서 공간과 관련된 다차원의 질의에 대응할 수 있는 기술로 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(라) (1-2) 메타 프로세서와 로직 프로세서 개발

정의(설명)	○ 사용자의 질의를 바탕으로 DB를 조작하여 원하는 데이터를 제공하기 위해서는 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장으로 재구성할 수 있어야 하며 재구성된 문장에 포함된 토픽과 키워드를 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭시키고 이를 최적화된 방법으로 수행할 수 있어야 함. 또한 그 결과 얻어진 대답은 다시 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공되어야 함
설정사유	○ 사용자의 질의에서 추출한 토픽과 키워드를 기반으로 요구문을 완성 시 이를 이용해 공간 빅데이터 DB를 조작해 분석을 수행하고 결과를 제공할 수 있어야 하는데 이에 필요한 디지털 프로세서들이 부재하여 이를 개발
목 적	○ 사용자의 자연어 질의에 적절한 데이터를 제공하기 위해서 사용자의 질의를 특정한 형식을 갖춘 문장으로 재구성하는 기술을 개발 ○ 문장을 그래프 기반 공간 DB에 적용할 수 있도록 다시 쿼리 언어로 매칭시켜 최적화된 방법으로 쿼리를 수행할 수 있도록 기술을 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 국내 최고 인공지능 기반 지식 제공 서비스를 표방하는 민간기업의 경우 Neo4j와 같은 최신의 그래프DB 기반이 아닌 RDF(Resource Description Framework) 기반의 SPARQL을 사용하는 수준으로서 보다 고급의 서비스 제공에 한계 ○ 전세계적인 추세는 최신의 그래프 DBMS로 이동하고 있으며 SPARQL과 같은 수십 년의 전통적인 기술은 최근의 공간 빅데이터(용량, 속도, 실시간)와 같은 급변하는 데이터 스트림 환경에 적절한 수준의 분석 결과를 제공하기에 무리 ○ 이러한 여건 하에서 최신의 그래프 DB 기반의 디지털 프로세서 개발은 현재 수행되고 있지 않으며 자연히 최신의 그래프 DB 기반의 논리추론 엔진은 부재 (개발 기술 수준) ○ 세계 최고, 최신의 그래프 DB를 기반으로 작동하는 디지털 프로세서의 제작을 통해 사용자의 자연어 질의를 특정 형식의 문장으로 완벽하게 재구성하고 이를 이용해 DBMS를 조작하여 쿼리를 수행함으로써 정확한 답변을 제공 ○ 문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서와 논리 추론을 위한 로직 프로세서를 개발하며 사용자가 던질 수 있는 모든 질의형태를 완전하게 소화하는 범용 프로세서로서 가장 정확한 답변을 가장 빠르게 제공하는 수준으로 개발
수요처	○ 그래프 DB를 조작해 결과를 얻고자 하는 모든 어플리케이션에 사용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(마) (1-2-1) 문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서 개발

정의(설명)	○ 사용자의 음성 질의에서 추출한 토픽과 키워드를 이용해 공간 빅데이터 DB를 조작하기 위한 SQL로 바꾸기 위해서는 토픽과 키워드를 단문, 복문, 중문 등의 특정 형식 문장으로 재구성해야 하는데 이에 필요한 기술을 개발함
설정사유	○ 그래프 기반의 공간 빅데이터 데이터베이스는 SQL에 의해 통제가 되는데 이때 시나리오가 사전에 특정되어야 그에 맞춘 논리적 쿼리를 수행할 수 있어 시나리오에 해당하는 특정 형식 문장으로서의 전환이 선행되어야 함
목 적	○ 사용자가 제공한 토픽과 키워드를 이용해 특정 형식의 문장으로 재구성 ○ 단문, 복문, 중문 등으로 분류된 구조화를 수행하며 모든 경우를 포함
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 사용자가 특정한 형식을 갖추지 못한 자연어로 질의를 했을 때 주어와 술어, 수식어 등을 정확하게 재구성하지 못하여 문장의 맥락을 완전하게 해석하는데 장애가 있어 이를 SQL 쿼리문으로 온전하게 전환할 수 없음 ○ 현재의 상용 버전은 추출한 복수의 단어를 이용해 사전에 정해놓은 문장 유형과 매칭을 수행하여 최적 매칭된 문장을 사용자의 질의로 간주하는 방식으로서 정확한 질의를 복기하지 못하여 오류가 많이 포함됨 (개발 기술 수준) ○ 불규칙한 형식의 자연어 질의를 각각의 개별화된 단어로 분해하고 이를 분석해 토픽과 키워드를 추출한 후 이를 구조화된 특정한 형식의 문장으로 재구성함으로써 사람들이 이해할 수 있는 문장으로 바꾸어 줌 ○ 이와 같이 재구성된 문장은 사용자의 불완전한 질의를 완전한 질의로 바꾸어주는 한편 사용자의 질의 의도에 정확하게 맞춘 답변 제공을 위한 토대를 마련함으로써 현재의 상용 버전보다 뛰어난 결과 리턴을 보장 ○ 특히 단문, 중문, 복문 등의 형식으로 구조화를 수행하여 모든 경우를 포함함
수요처	○ 중앙부처와 지자체의 UIS를 포함한 각종 정보 시스템에 임베딩 되어 활용이 가능하며 민간의 시스템에도 적용되어 기존의 DBMS 기능을 보강함
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(바) (1-2-2) 쿼리 수행을 위한 로직 프로세서 개발

정의(설명)	○ 사용자의 음성 질의를 토대로 재구성된 특정 형식의 문장을 이용해 그래프 DB의 빅데이터를 조작하기 위해 문장 내 토픽과 키워드, 그리고 연결 단어 등을 이용해 SQL 쿼리문을 자동 완성하고 이를 최적화 수행하며 그 결과를 사용자가 쉽게 이해할 수 있는 형식으로 가공하여 제공
설정사유	○ 메타 프로세서에서 확정한 문장을 이용해 그래프 DB의 빅데이터에 접속해 검색, 입력, 출력, 수정 등의 데이터 조작, 그리고 연산과 논리추론 등을 수행하기 위해서는 이를 자동으로 수행할 로직 프로세서의 개발이 필요
목 적	○ 문장 내 토픽과 키워드를 그래프 기반 공간 DB에 적용 가능한 쿼리 언어로 매칭 ○ 일련의 쿼리 언어를 최적화된 배치 프로세서로 전환해 쿼리를 수행하고 결과를 받아 이를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 사용자가 제공한 자연어 문장을 이용해서 그래프 기반의 공간-속성 연결 데이터베이스를 호출해 검색, 필터링, 그래픽 표현 등 쿼리를 수행함으로써 원하는 정보를 제공하는 데 장애가 있음 ○ 이는 수십년 전의 SPARQL 등 기반의 그래프DB 특성에 부분적으로 기인하며 추가로 연구개발팀의 깊이있는 이해와 창의적 개선 능력 부족과 관련 (개발 기술 수준) ○ 사용자의 문장으로부터 토픽과 키워드를 얻어낸 후 이를 그래프 데이터베이스에 저장된 공간-속성 자료와 연계하여 검색, 필터링, 그래픽 표현 등이 가능한 쿼리를 수행하고 그 결과를 사용자가 이해할 수 있는 형식으로 제공 ○ 가장 최신의 그래프 기반 DBMS의 기능을 토대로 SQL 시퀀싱과 쿼리 옵티마이저를 개발하며 특히 공간 데이터의 저장 용량이 매우 크다는 점에 유의하여 버퍼링, 캐싱, 로드 밸런싱 등을 최적화되도록 함
수요처	○ 프로세서는 일종의 디지털 칩으로서 최신 그래프 DBMS를 기반으로 작동하는 민간 및 정부 시스템에서 모두 활용 가능 ○ 한국토지정보시스템 등 공공시스템, KT 지니 등 범용 AI, 은행용 시스템 등
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(사) (1-3) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현

정의(설명)	○ 메타 프로세서를 거쳐 로직 프로세서에서 보내는 쿼리를 받아 처리하기 위해서는 데이터베이스 관리시스템이 필요하며 이때 공간-속성 연계형의 데이터베이스를 구축하기 위해서는 공간에 특화된 데이터 모델링이 수행되고 그에 따른 데이터베이스를 운용하기 위한 데이터베이스 시스템 구축이 선행
설정사유	○ 공간에 특화된 그래프 DB를 구축하기 위해 필요한 점, 선, 면 데이터 모델링 (건물, 도로, 관심지점 등)과 이를 토대로 실제 공간DB를 구축하는 것으로서 이렇게 DB시스템이 구현되면 공간AI의 하부 골격이 완성
목 적	○ 사용자가 요청한 공간과 관련된 질의에 응답하기 위해 필요한 데이터베이스 시스템을 구축하는 것을 목적으로 하며 이를 위해 그래프 기반의 데이터베이스 시스템을 구축하되 DB 구축에 필요한 공간-속성 DB 모델링을 점, 선, 면 객체에 대해 각각 수행
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 그래프 기반 DB시스템은 수십년 전의 기술을 토대로 구축되어 활용되고 있으나 이는 네트워크, 포인트, 폴리곤 등의 다양한 지오메트리를 수용하여 DB를 만드는데 불편이 있을 뿐만 아니라 쿼리에 응답하는데에도 어려움이 있음 ○ 따라서 공간 인공지능의 설계와 구현은 기술적으로 매우 어려운 과제로서 기업에서 이에 도전하는 연구를 지양하는 결과를 가져옴 (개발 기술 수준) ○ 최신의 그래프 DB 기반 시스템은 혁신적으로 설계된 SQL을 기반으로 작동하며 그간 복잡하게만 여겨지던 지오메트리 객체에 대해 한결 수월한 데이터 모델링과 DB 구축을 지원함에 따라 본 연구개발에서 이를 온전히 활용한 시스템 구현을 통해 한차원 업그레이드 된 공간AI를 개발 출시 ○ 또한 레거시 DB시스템인 RDB, NoSQL DB와도 연계 통합되어 작동함으로써 레거시 데이터와의 연동, 비정형 공간 빅데이터의 수용 등이 가능하며 일련의 로직 프로세서에 의해 검색, 분석, 추론이 모두 가능
수요처	○ 현재 개발되어 운영중인 공간 관련 모든 정보시스템을 개편하는데 활용 가능 ○ 특히 국토교통부, 환경부, 정보통신과학기술부, 통계청, 보건복지부, 국방부 등 공간정보를 현업에서 활용하거나 서비스하는 시스템에 매우 유용한 개편
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(아) (1-3-1) 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도 데이터 모델링

정의(설명)	○ 전형적인 공간분석에서 사용하는 주제도인 지형도, 지적도, 토지이용도, 도시계획도, 도로교통망도 등 주제도를 그래프 DB화 할 수 있도록 필요한 데이터 모델링으로서 모델의 설계와 함께 실제 샘플링 DB를 구축
설정사유	○ 그래프 DB시스템에 저장할 공간-속성 연계형의 데이터는 그 종류가 다양하고 스키마가 상이하여 매우 어려운 구조 형식을 취하고 있어 이들을 모두 표준화시키고 연동시킬 수 있는 주제도 데이터 모델링이 필요
목 적	○ 그래프 데이터 구조 기반의 공간정보와 속성정보를 연계한 주제도 데이터 모델 ○ 주제 피처의 종류별 및 추상화의 차원에 따라 점, 선, 면으로 나누어 모델링 ○ 동일 주제의 피처에 대해 샘플링 시간대별로 타임 슬라이싱이 된 모델
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 사용자 질의가 로직 프로세서를 거쳐 쿼리의 형태로 데이터베이스 관리시스템에 전달되었을 때 이를 처리하기 위해 필요한 그래프 기반 공간-속성 연계형 주제도 데이터 모델이 부재하여 데이터베이스 구축이 어려움 ○ 모델링 대상인 공간 주제도가 종류에 있어 매우 다양하고 스키마가 통일되어 있지 않으며 특히 온톨로지가 마련되어 있지 않아 상호운용성에 심각한 장애가 있으며 이를 극복하는데 기존의 DBMS에서 많은 수공이 투입 (개발 기술 수준) ○ 그래프 구조 기반의 공간-속성 데이터 모델링이 수행되어 이를 활용한 점(유틸리티, 소비자 등), 선(도로 네트워크, 하천 등), 면(건물, 구역 등)의 데이터 베이스가 구축되어 기하 추론을 요하는 복잡한 쿼리를 수행할 수 있게 됨 ○ 다양한 종류와 서로 다른 스키마의 문제를 가진 주제도를 표준화된 그래프 DB 모델에 기반해 재구축함으로써 상호운용성의 문제를 해결 ○ 이와 함께 그래프 구조의 Entity-Relationship 연결을 이용해 시간대별로 변화하는 속성을 저장함으로써 손쉽게 타임 슬라이싱을 구현해 시계열 분석이 수월
수요처	○ 공간 주제도를 활용하는 KLIS, 국토정보시스템, 지자체의 부동산 정보 시스템, 지적정보시스템, 재난정보시스템 등 DB의 개선에 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(자) (1-3-2) 그래프 기반 RDB 및 NoSQL 통합형 데이터베이스 시스템 개발

정의(설명)	○ 그래프 기반 DB시스템 개발이 주요한 목적으로서 RDB, NoSQL DB와의 연동 및 통합이 구현되고 각종 주제도와 대장 정보, 소셜 미디어 정보 등이 DB로서 구축되어 공간 머신러닝과 데이터마이닝을 풀 지원하는 시스템 개발
설정사유	○ 제2세부의 공간 빅데이터 기반 머신러닝과 데이터 마이닝, 그리고 제3세부의 다중 주제도 중첩분석과 같은 공간분석 기능을 지원하기 위해서는 일차적으로 공간DB시스템이 구축되어야 하며 최신의 그래프 구조하에 작동해야 함
목 적	○ 그래프 구조를 중심으로 관계형 RDB, 비정형 NoSQL을 연결한 DB시스템 개발 ○ Cypher SQL과 RDB용 SQL, NoSQL을 통제하는 JDBC 인터페이스와 드라이버 개발을 통해 이질적인 DBMS를 온전하게 통합
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 그래프 DB와 RDB, NoSQL을 통합하여 일체형 시스템으로 작동시키기 위한 JDBC 인터페이스와 드라이버가 완전하게 구현되지 않아 부분적으로 연동하여 활용함으로써 성능의 저하가 발생 ○ 이는 부분적으로 주제도 데이터의 그래프 DB 모델링이 부재하고 따라서 방대한 용량의 공간과 속성 데이터를 용이하게 처리하지 못하는 문제와 연결되어 있으며 특히 Cypher SQL에 대한 전문가 부족으로 인한 기술력 한계에 기인 (개발 기술 수준) ○ 세 가지의 DB를 완전하게 통합하기 위한 JDBC 인터페이스와 드라이버를 개발해 활용함으로써 쿼리 시간의 절감과 메모리 용량 절감을 도모하고 더 나아가 보다 복잡한 질의에 실시간 정확한 대응이 가능 ○ 객체지향형 자바와 파이썬, Cypher 등을 결합해 쿼리 튜닝, 수행(execution) 플래닝, 메모리 핸들링 등에 있어 매우 뛰어난 신기술을 개발함으로써 공간 인공지능의 고도로 복잡한 공간 추론을 뒷받침할 수 있는 성능을 완성 ○ ISO 국제 표준을 준수하고 오픈소스 형식의 개발을 통한 코드 공유를 통해 관련 분야 국제적인 협력 수준을 높이고 문제 해결 능력을 배양
수요처	○ DBMS를 요구하는 모든 정보시스템으로서 정부, 민간, 공기업 등 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

자. 연구과정상 위험요소 및 대응방안

- 제1세부 연구개발 과제는 공간 시의 프레임워크를 개발하는 것이 주 목적으로서 입력 데이터의 오류와 프로세서의 품질, 데이터 모델의 복잡성 등 위험/장애 요인이 있으나 다양한 기술적 대응방안을 이용해 극복
- 제2세부 및 제3세부 기술의 임베딩을 고려해 충분히 확장성을 가지도록 개발

<표 3-18> 제1세부 위험요인과 대응방안

기술 분야	위험/장애 요인	대응방안
자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링	- 부정확한 음성 - 틀린 단어와 기호 - 방언, 속어 등 문제	- 상용으로 충분히 훈련된 음성인식 엔진을 활용 - 오류의 확률 계산과 유사어 대체 기술의 개발로 극복 - 국내 온톨로지 연구개발 성과를 차용 및 독자DB화
메타 프로세서와 로직 프로세서	- 문장 재구성 한계 - 표준 문장 매칭오류 - 느린 프로세싱 속도	- 단문, 복문, 중문의 형식을 다양화하여 사전에 마련 - 매칭률을 높이기 위해 문장 사례를 계속 증가 전략 - 메모리 버퍼링과 캐싱을 활용해 순차적 결과 리턴
그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	- 상용 그래프DB 비용 - 데이터 모델 복잡성 - 드라이버 호환성	- 오픈소스 커뮤니티 그래프DB를 적극 채택 활용 - 심플 피쳐 지오메트리 기반의 단순한 모델 지향 - 국제 ISO 표준의 엄격한 준수와 오픈소스 활용

2) (2세부) 공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석

가. 연구개발 목표

세부과제의 개념	- 대규모 공간과 속성 데이터를 수집하여 구축한 후 이를 이용해 공간검색, 중첩 분석, 시뮬레이션, 예측, 현상의 설명 등을 수행코자 하는 것으로서 제1세부의 인공지능 시스템 프레임워크 내에서 공간적 분석을 강화
세부과제의 범위	- 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 - 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 - 공간 데이터마이닝 분석 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석
기술 개발 목표	- 공간 빅데이터의 수집과 다차원 분석이 주 목표로서 하위 목표로는 공간정보 및 관련된 속성정보를 지능형으로 수집해 구축하고 이로부터 데이터 팩토리를 구현해 정형화된 분석을 수행하고 비정형 데이터의 경우 공간 데이터마이닝 분석 기법을 이용해 분석하고 해석하는 기술을 개발하는 것임

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

(1) 연구개발 필요성

- 공간 지식추론 엔진에 필요한 공간-속성 빅데이터의 수집, 추출 및 적재 기능의 한계로 인해 공간 데이터마이닝과 지식추론에 한계
 - 공간 및 속성 빅데이터의 수집은 전체 데이터의 80%를 차지할 만큼 방대한 규모로서 공간 지식추론에 특화된 데이터베이스 구축을 위한 수집, 추출 및 적재는 최대한 자동화된 방법으로 수행해야 하나 현재 기술은 특화되어 있지 못함
 - 정형 레거시 데이터 및 비정형 빅데이터를 자동(또는 부분적으로 반자동) 방법으로 수집하는 기술을 개발하고 특히 다수의 사용자들이 클라우드 소싱의 형식으로 제공하는 데이터를 추가하는 기술을 개발해 멀티소스 빅데이터를 구축해야 함
 - 위치기반의 공간 데이터와 함께 속성 데이터를 문자, 숫자, 이미지, 영상, 소리 등 다양한 멀티미디어 포맷으로, 실시간 빠른 속도로, 그리고 대규모로 정제하고 이를 통합해 활용할 수 있는 데이터 웨어하우징 및 페더레이션 방식으로 구축할 수 있는 기술의 개발이 필요함

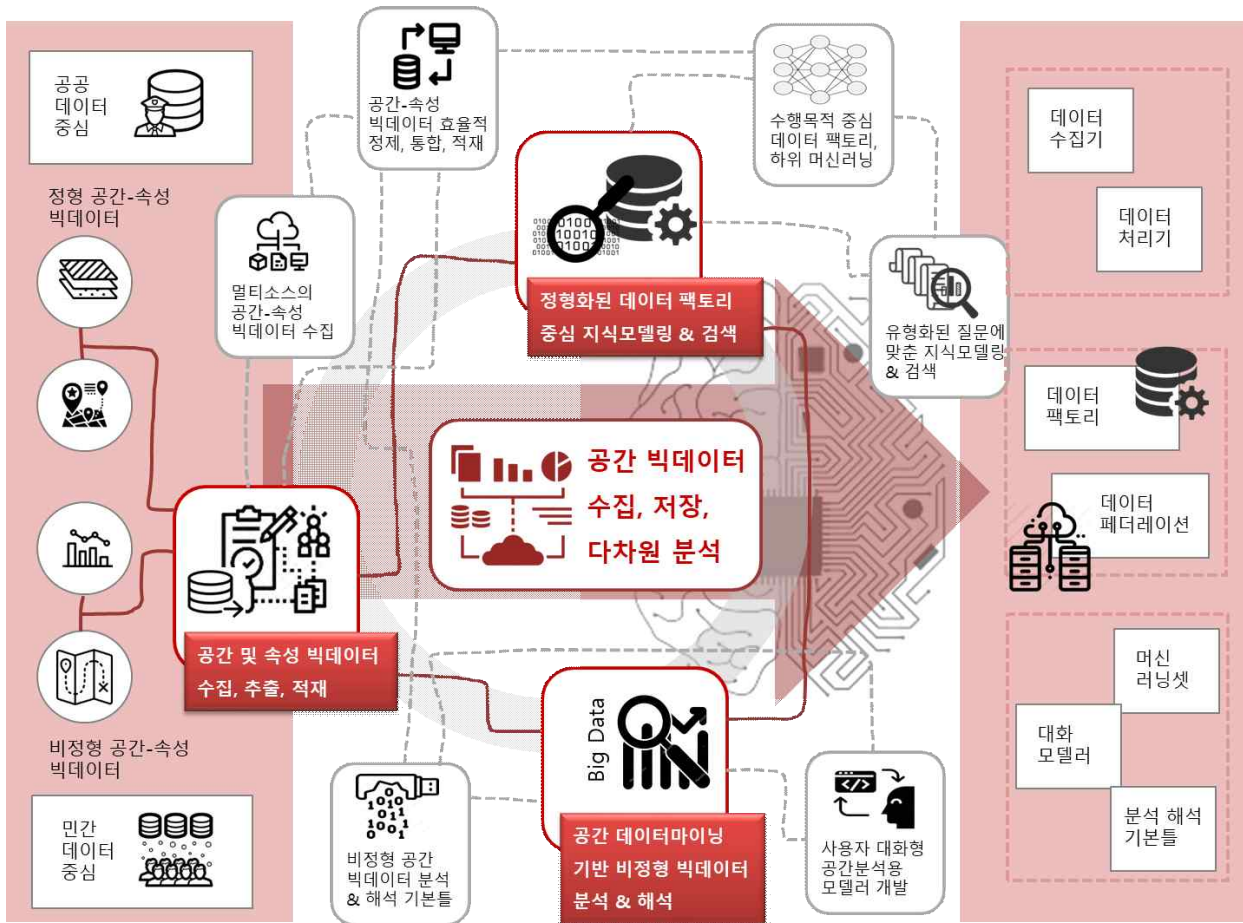
- 정형 공간-속성 빅데이터의 경우 공간 지식추론 엔진에 고속으로 지식추론 결과를 제공하기 위해서는 데이터 팩토리를 구축하고 이를 이용해 사전에 머신러닝을 충분히 수행하여 사용자의 질의에 맞춤형 검색 결과 등으로 대답해야 함
 - 공간 문제에 있어서 복잡한 논리적인 질문에 대해 범용 인공지능이 대답을 하지 못하고 있는 실정으로 이는 머신 러닝을 공간과 관련해 충분히 활용하지 못하고 있는데 기인하는바 사용자의 고빈도 질의를 겨냥한 소주제별 데이터 팩토리를 구축하고 각각의 질의에 대해 하위 목적의 머신 러닝을 수행해 보다 복잡한 질문에 대답해야 함
 - 사용자가 유형화되었으면서 동시에 세부 차원에서 다양하게 변화하는 질문을 던졌을 때 그 질문에 대해 알맞은 지식 모델링을 토대로 맞춤형 검색을 지원함으로써 정확한 답변을 제공할 수 있어야 함

- 비정형 공간-속성 빅데이터는 실시간 다양한 형식, 그리고 대규모로 수집이 되는데 이를 이용한 공간분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에서 제공되고 있어 사용자의 이용에 제한이 있는바 이에 대한 기술 개발이 중요
 - 사용자의 다양한 풀스케일 질의를 소화하기 위해서는 비정형 공간 빅데이터를 이용해 데이터마이닝을 자동으로 수행할 수 있어야 하며 이를 위해서는 데이터마이닝 기술을 스스로 선정하고 변수를 조정하며 마이닝의 결과를 전문가 수준으로 분석해 제공할 수 있어야 함
 - 사용자가 자연어로 비정형 공간 질의를 하고 그 결과 지식을 추출하고자 하는 경우 연속적인 질의-응답이 가능한 사용자 인터페이스가 제공되어야 하나 현재는 그러한 기술이 부재하여 단답형의 질의와 답변만이 제공되는 실정으로서 이에 대한 기술 개발을 통해 공간 비즈니스 인텔리전스로 고도화되어야 함

(2) 정부지원 필요성

- 대규모 공간-속성 빅데이터의 수집, 추출 및 적재는 공공에서 구축 관리하는 정형 데이터와 민간의 비정형 데이터로 대분할 수 있으며 공공의 경우는 정부의 주도적인 지원이 불가피하며 민간의 경우도 비용과 프라이버시 등 법제도적으로 장애가 많아 정부의 적극적인 지원이 필요함
 - 공공의 정형 공간 빅데이터에는 수치지형도와 그 속성, 지적도와 대장, 도로망도, 도시계획도, 토지이용현황도, 침수경계도, 산사태 위험도, 항공사진, 드론 영상, 위성 영상, 산림도, 연안해역도, 지하시설물도 등 수백 종류에 달하며 이들 데이터는 중앙 정부와 지자체, 공공기관 등에 산재되어 구축 관리되고 있음
 - 이들 정형 공간 빅데이터와 관련된 속성 데이터들은 정부의 허가하에 본 연구에 지원될 수 있으며 일차적인 공간 정보 팩토리의 형태로 구축되어 머신러닝을 통한 유형화된 질의에 답변을 제공하는 방향으로 활용
 - 민간의 비정형 공간 빅데이터의 경우 이동통신사의 기지국 중심 이용자 통계데이터, 카드회사의 트랜잭션 데이터, 교통 데이터, 트위터와 같은 소셜미디어 데이터, 다이닝코드와 같은 평점글, 인터넷 크롤링을 통해 얻는 뉴스나 블로그 글 등 수많은 공간과 관련된 빅데이터가 있으며 그중 상당량이 시중에서 고가에 거래가 되는바 이에 대한 정부 차원의 구매비용 지원이 필요함
- 사용자의 질문 중에서 목적형 유형화된 질문의 경우는 그 유형을 구체적으로 분석하여 일련의 예상 가능한 고빈도의 질문을 도출할 수 있으며 이 경우 대부분의 질문에 대한 대답을 신속하게 제공 가능함
 - 유형화된 질문의 예로서 지적도를 예로 들자면 ①○○에 위치한 지적도를 보여줘 ②해당 지적의 모습과 크기를 알려줘 ③해당 필지의 지목과 분할 합병 변경 현황을 설명해줘 ④해당 필지의 소유주는 누구지? ⑤필지의 공시지가는 얼마인지 그리고 연도별로 어떻게 바뀌었는지 보여줘 등이 이에 해당
 - 이러한 유형화된 질문은 주로 정형 데이터를 이용한 데이터 팩토리 기반의 머신러닝 기술개발을 토대로 질문과 대답을 사전에 정하고 이를 조합형으로 활용하면 가능한 것으로 정부의 지원하에 요소 기술 개발이 이루어진다면 서비스 출시가 가능
- 비정형 공간 빅데이터에 대해서는 폴스케일의 데이터마이닝이 필요한 보다 복잡하며 시사적인 질문이 나올 수 있으며 이에 대해서는 공간 데이터 페더레이션을 기반으로 자동화된 데이터마이닝을 수행함으로써 답변 제공이 가능
 - 자동화된 데이터마이닝은 기법의 자가 선정, 변수의 자동 조정, 결과의 지식화 등이 수행되어야 하며 이는 특히 고도의 기술 개발이 필요하며 장기간에 걸친 깊은 연구 개발이 불가피한바 이에 대한 정부의 안정적인 지원이 필수불가결함

다. 연구개발 내용



기술개발 목표	제2세부 연구개발은 공간 빅데이터를 수집-저장 후 다차원 분석하는 데 주 목적이 있음 - 멀티 소스 공간 빅데이터를 수집, 정제, 통합 후 데이터 팩토리와 페더레이션 구축 - 유형화된 질문을 위한 머신 러닝과 데이터마이닝 기반 분석과 해석, 지식 제공
기술개발 구성 체계	제2세부 연구개발의 기술개발 구성체계는 총 3개의 하부팀으로 나누어 유기적 연계 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재(2-1 공동), 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색(2-2 공동), 공간 데이터마이닝 기반 비정형 빅데이터 분석과 해석(2-3 공동) 연계

<그림 3-10> 제2세부의 연구개발 내용

<표3-19> 제2세부 구성 기술과 주요내용

세부과제명	공간 빅데이터 지능형 수집과 다차원 분석	
구성기술	기술명	주요 내용
	공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재	- 공간 지식추론 엔진의 핵심기능으로서 공간 분석이 있으며 이를 위해서는 공간 및 속성 빅데이터의 수집, 추출과 적재가 선행되어야 함. 공간 및 속성 빅데이터는 정부에서 구축 관리하는 기존의 레거시 공간 데이터로부터 민간 기업의 데이터, 소셜미디어 데이터, 그리고 웹에서 크롤링한 문서 등 다양한 소스가 존재하며 이들 데이터의 특성에 따라 차별화된 정보를 자동 또는 반자동 수집, 추출, 그리고 적재하는 것이 주요 내용임
	정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	- 정형화된 공간-속성 빅데이터의 경우 웨어하우스 서버에 저장되어 있으며 높은 수준의 표준화와 통합도를 갖추고 있는바 이와 같은 데이터를 팩토리화함으로써 특정한 수행 목적 아래에서 머신 러닝을 수행하고 그 결과를 이용해 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색을 지원하는 것을 주요내용으로 함
	공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	- 비정형의 공간 빅데이터는 실시간 다양한 형식, 그리고 대규모로 수집이 되는데 이를 이용한 공간 분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에 제공되고 있어 사용자의 이용에 제한이 있는바 이에 대한 원천기술의 개발을 통해 보다 폭넓은 사용자의 다양한 질의에 응답할 수 있도록 함이 주요내용임

(1) (2-1세부) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재

(가) 기술 개요

- (배경) 공간 지식추론 엔진의 핵심기능으로서 공간 분석이 있으며 이를 위해서는 공간 및 속성 빅데이터의 수집, 추출과 적재가 선행되어야 함. 공간 및 속성 빅데이터는 정부에서 구축 관리하는 기존의 레거시 공간 데이터로부터 민간 기업의 데이터, 소셜미디어 데이터, 그리고 웹에서 크롤링한 문서 등 다양한 소스가 존재하며 이들 데이터의 특성에 따라 차별화된 정보 수집, 추출, 적재가 필요
- (목적) 다양한 소스의 공간 및 속성정보를 그 특성에 따라 다른 전략과 기술로 접근해 최소의 비용과 최대의 효과를 얻을 수 있도록 수집하는 것이 일차적인 목적이며 이로부터 분석에 필요한 정보만을 추출하고 이를 데이터베이스화하는 것이 추가적인 목적임

(나) 기술 내용

○ 멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동/반자동 수집

- 정형 구조의 레거시 공간 데이터 수집과 비정형 구조의 수집 데이터를 연계한 멀티 소스 기준의 공간 데이터 수집과 매핑 처리 기술 개발
- 공간 및 속성 데이터를 사용자의 공간 프로파일링 기반 자동/반자동 수집 기술 개발
- 다수의 사용자가 클라우드 소싱 방식으로 입력하는 자료의 처리기술 개발

○ 공간-속성 빅데이터의 효율적인 정제, 통합 및 적재

- 다양한 공간 서비스 데이터를 수집하고, 각 데이터로부터 공간 표현 정보 추출과 통합 표현을 위한 공간 지식 추출 및 정제 기술과 수집 데이터 통합 표현 기술 개발
- 이미지, 문자, 숫자, 소리, 동영상 등 다양한 공간 서비스로부터 공간 데이터를 추출하고 공간 기초 데이터에 대한 품질 개선 방법론 개발

(다) 기술 미래상

○ 멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동/반자동 수집 기술

- (As-is) 공간 및 속성 빅데이터의 수집은 매우 방대한 대상 영역 기술로서 공간 지식추론에 특화된 데이터베이스 구축을 위한 수집은 특히 그 소스를 정교하게 정하고 최대한 자동화된 방법으로 수행해야 하는바 현행의 기술은 그런 목적으로 특화 개발되어 있지 못함
- (To-Be) 공간 지식추론에 필요한 충분한 수준의 양적 질적 데이터베이스 구축을 위해 정형화된 레거시 데이터 및 비정형 빅데이터를 대상으로 자동 또는 반자동의 방법으로 수집하는 방법을 개발하고 특히 다수의 사용자가 클라우드 소싱으로 실시간 제공하는 데이터를 추가하는 기술을 통해 완전한 멀티소스 공간 빅데이터 구축이 실현

○ 공간-속성 빅데이터의 효율적인 정제, 통합 및 적재 기술

- (As-is) 공간-속성 빅데이터는 이미지, 문자, 숫자(좌표 등), 소리, 동영상 등 멀티미디어라는 특징이 있으며 표준화된 스키마의 정형 및 일정한 표준이 없는 비정형의 다양성을 지니고 있음. 이러한 빅데이터를 효율적으로 정제, 통합 및 적재하는 기술이 부족해 공간 지식추론 엔진을 위한 머신 러닝과 지식 모델링에 한계
- (To-Be) 위치기반의 공간 데이터와 함께 연관된 속성 데이터를 다양한 멀티미디어 포맷으로, 실시간 빠른 속도로, 그리고 대규모로 효율적으로 정제하고 이를 통합해 활용할 수 있도록 데이터 웨어하우징 및 페더레이션 방식으로 구축하며 나아가 효과적인 적재가 이루어지도록 함으로써 공간 지식추론 엔진을 위한 각종 분석에 활용이 되도록 함

(2) (2-2세부) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색

(가) 기술 개요

- (배경) 정형화된 공간-속성 빅데이터의 경우 웨어하우스 서버에 저장되어 있으며 높은 수준의 표준화와 통합도를 갖추고 있는바 이와 같은 데이터를 팩토리화함으로써 특정한 수행 목적 아래에서 머신 러닝을 수행하고 그 결과를 이용해 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색을 지원함
- (목적) 사용자가 요구하는 지식을 제공하는 것을 최종 목적으로 하며 특히 맞춤형으로 검색을 통해 그러한 지식을 제공받을 수 있도록 함. 이를 위해 맞춤형 지식 검색 기술, 지식 모델링, 방대한 공간-속성 빅데이터의 팩토리화, 특정 목적 중심의 하위 머신 러닝 등의 기술을 개발함을 목적으로 함

(나) 기술 내용

- 수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위 목적 머신 러닝
 - 사전 훈련된 AI가 답변 가능하며 사용자가 고빈도로 질의하는 공간 문제를 도출
 - AI 훈련을 위해 필요한 소주제별 데이터 팩토리를 정의하고 DB로 구축
 - 각각의 고빈도 질의에 대하여 보다 하위 목적의 머신 러닝을 수행하여 훈련
- 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색기술 개발
 - 사용자의 고빈도 질문을 유형화하여 이에 대한 지식을 선형순차회로 형식으로 모델링하고 머신 러닝 결과를 연결시켜 저장
 - 사용자로부터의 유형화되고 다양하게 변화하는 질문에 대해 맞춤형 검색이 가능하도록 질문 매칭 및 답변 대응 기술 개발

(다) 기술 미래상

- 수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위 목적 머신 러닝
 - (As-is) 공간 문제에 대해 AI 기술을 이용한 답변은 원천 기술 성숙도에 비해 매우 낮은 수준으로서 간단한 위치검색이나 경로찾기 정도이며 그보다 복잡한 논리적인 질문에 대해서는 답변을 제공하지 못하는 실정으로 이는 머신 러닝을 충분히 응용하지 못하는 데 기인
 - (To-Be) 사용자의 고빈도 질의를 겨냥한 소주제별 데이터 팩토리를 구축하고 각각의 질의에 대해 하위 목적의 머신 러닝을 수행함으로써 보다 복잡한 공간 질문에 대해서 충분히 훈련된 AI가 답변을 제공할 수 있도록 기반을 마련함
- 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색기술 개발
 - (As-is) 사용자의 유형화된 고빈도 질문이 있을 때 사전 훈련된 AI가 이에 대해 적절한 답변 요소들을 찾고 이를 논리적으로 조합하여 대응하지 못함으로써 단순한 결과만을 제공하거나 또는 아예 질문에 대한 답변을 제공하지 못하고 있음

- (To-Be) 사용자가 유형화되었으면서 동시에 다양하게 변화하는 질문을 던졌을 때 그 질문에 대해 알맞은 지식 모델링을 토대로 한 맞춤형 검색을 지원함으로써 정확한 답변을 제공할 수 있게 됨

(3) (2-3세부) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석

(가) 기술 개요

- (배경) 비정형의 공간 빅데이터는 실시간 다양한 형식, 그리고 대규모로 수집이 되는데 이를 이용한 공간 분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에 제공되고 있어 사용자의 이용에 제한이 있는바 이에 대한 원천기술의 개발을 통해 보다 폭넓은 사용자의 다양한 질의에 응답할 수 있도록 함
- (목적) 실시간 변화하는 환경하에서의 공간적 질의에 최대한 정확한 답변을 제공하기 위해 비정형의 공간 빅데이터를 이용해 데이터마이닝을 수행하되 사용자와의 대화형 인터페이스를 통해 보다 유연한 질의-응답이 되도록 기술 개발

(나) 기술 내용

- 비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발
 - 공간 웨어하우징과 페더레이션에서 요구되는 데이터를 선택, 변환, 로딩하는 기술
 - 데이터 마이닝 모델과 테크닉, 그리고 알고리즘의 선택 및 변수 자동 조정 기술
 - 전문가 추출 지식 베이스를 기반으로 특성/연관/패턴/트렌드 등 분석을 수행하는 기술
 -
- 사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발
 - 사용자의 자연어 입력 표시 및 데이터마이닝 기능 선택을 위한 사용자 인터페이스 개발
 - 마이닝 결과를 비즈니스 인텔리전스로 전환하기 위한 공간적 평가 및 해석기술 개발

(다) 기술 미래상

- 비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발
 - (As-is) 비정형 공간 빅데이터의 분석과 해석은 일부 응용시스템에서 제한적인 기능을 개발해 제공 중이나 보다 다양한 풀스케일 질의를 소화하지 못하고 있어 활용에 있어서 제약이 있으며 특히나 데이터마이닝을 자동화된 방식으로 수행한 후 그 결과를 전문가 수준으로 분석해 제공하기에는 역부족
 - (To-Be) 사용자가 실시간 변화하는 환경하에서 다양한 공간적 질의를 했을 때 이에 대한 답을 제공하기 위해 알맞은 데이터마이닝 기술을 스스로 선정하고 변수를 조정하며 마이닝의 결과를 전문가 수준으로 분석해 제공

○ 사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발

- (As-is) 사용자가 자연어의 입력 형식을 통해 비정형 공간 빅데이터에서 지식을 추출하고자 하는 경우 연속적인 질의-응답이 가능한 사용자 인터페이스가 제공되어야 하나 현재는 그러한 기술이 부재하여 단답형의 질의와 답변만이 제공됨
- (To-Be) 자연어의 형식으로 사용자와 질의-응답을 지속하면서 원하는 답을 찾을 수 있도록 대화형 사용자 인터페이스를 구현하고 데이터마이닝 결과 얻어진 분석자료를 공간적 평가 및 해석을 거쳐 비즈니스 인텔리전스로 전환해 제공

라. 연차별 연구내용

<표3-20> 제2세부 연차별 연구내용

구분	연구 내용
1차년도	- (2-1 세세부) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 · 공간데이터 속성 기반 데이터 수집 환경 분석 · IoT 연계 비정형 데이터 공간 데이터 속성 모델 개발 · 수집 데이터 중복성 검증 방법 및 제거 모델 기준 · 통신망 기준의 수집 데이터 전송 체계 및 품질관리 · 공간데이터 속성 기반 다차원 저장공간 설계 - (2-2 세세부) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 · 데이터 팩토리 구축을 위한 주제 정의 및 구축 방법 설계 · 사용자가 높은 빈도로 질의하는 내용들을 분석 - (2-3 세세부) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 · 수집/활용 가능한 데이터 탐구 및 확보 방안 정리 · 모델링 위한 DB 스키마 설계 및 데이터 수집 · 주요 질문군 데이터 마련 및 구조화
2차년도	- (2-1 세세부) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 · 공간데이터 속성 중심의 수집 데이터 품질 개선 모델 개발 · 시계열 중심 공간 데이터 구조 및 재배치를 통한 데이터 전처리 모델 개발 · 통신망 기준의 다채널 수집 데이터 전송 체계 개발 · 다채널 통신 기준의 데이터 수집 네트워크 환경 요소기술 100% 검증 - (2-2 세세부) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 · 소주제에 대한 데이터 팩토리 구현 및 문제점 개선 · 지식 모델링 설계에 필요한 알고리즘 및 데이터 마련 - (2-3 세세부) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 · 효율적인 데이터 처리를 위한 이미지 전처리 방법론 고안 · 효율적인 데이터 처리를 위한 텍스트 전처리 방법론 고안 · 최신 동향 파악 및 모델 구현
3차년도	- (2-1 세세부) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재

구분	연구 내용
	· 수집된 다차원 공간 데이터 통합 모델 및 저장공간 구성 환경 분석 제안 · 시계열 공간 데이터 표현 및 통합 모델 구조 100% 검증 · 다차원 공간 데이터 분류 자동화 표준체계 개발 - (2-2 세세부) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 · 사용자의 고빈도 질문에 대한 하위목적 머신러닝 설계 · 지식 모델링을 고도화하고 유형화된 일부 질문에 적용 - (2-3 세세부) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 · 사용자 질의-응답에 대응하기 위한 머신러닝 모델 구조 설계 및 평가 · 데이터 통신 방식 확정 및 구조 설계
4차년도	- (2-1 세세부) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 · 공간 및 속성 정보 추출과 통합 및 자동화 모델 요소기술 100% 검증 · 다차원 멀티소스 공간 및 속성 데이터 수집 자동화 모델 요소기술 100% 검증 · 다차원 데이터 정제 및 분류 통합 저장 관리 모델 제안 - (2-2 세세부) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 · 하위목적 머신러닝 구현 및 문제점 개선 · 유사도 계산 등 맞춤형 검색에 필요한 알고리즘 설계 - (2-3 세세부) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 · 실시간 수집/적재되는 데이터 처리가 가능한 질의-응답 추론 모델 개발 · 실시간, 연속성을 갖는 사용자-기계 상호작용 인터페이스 개발
5차년도	- (2-1 세세부) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 · 수집 데이터내 공간-속성 추출 및 적재 SW 100% 현장 적용 · 개발된 다차원 멀티소스 빅데이터 수집기 최적화 및 갱신 SW 100%검증 . - (2-2 세세부) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 · 데이터 팩토리 및 하위목적 머신러닝의 현업 적용 · 지식 모델링을 토대로 한 맞춤형 검색을 구현 및 고도화 - (2-3 세세부) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석 · 인터페이스 시스템 상에서 발생하는 모델 이슈 해결 · 유저 경험 향상을 위한 시스템 최적화 및 배포

마. 추진전략

- 제2세부 연구개발의 추진전략은 공간-속성 빅데이터를 다양한 방법으로 구축하고 이를 활용해 머신러닝과 데이터마이닝을 수행하여 사용자에게 고급의 공간 관련한 지식을 서비스하기 위한 최적의 기술을 효율적으로 개발하는데 있음
- 연구개발 효율의 극대화를 위해 레거시 공간 빅데이터와 민간 데이터의 수집, 기 개발된 상용툴의 활용, 최신의 머신러닝과 데이터마이닝 기법의 도입 등을 채택하고 범용 인공지능의 챗봇과 같은 기능들의 성공 사례를 벤치마킹하여 개발 리스크를 최소한으로 줄이면서 완성도 높은 성과를 얻을 수 있도록 함

<표3-21> 제2세부 연구개발 추진전략

구분	과제명	주요내용	추진전략
2세부 과제	공간 빅데이터 지능형 수집과 다차원 분석	- 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재 - 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색 - 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	- 공간정보 응용 사례별 빅데이터를 샘플링하여 연구 개발 - 데이터 팩토리화 페더레이션을 선형적으로 구축하여 테스트 - 공간AI 프레임워크와의 완전한 융합을 목표로 개발
2-1 세세 부	공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재	- 정형 구조의 레거시 공간 데이터 수집과 비정형 구조의 수집 데이터를 연계한 멀티소스 기준의 공간 데이터 수집과 매핑 처리 기술 개발 - 공간 및 속성 데이터를 사용자의 공간 프로파일링 기반 자동/반자동 수집 기술 개발 - 다수의 사용자가 클라우드 소싱 방식으로 입력하는 자료의 처리기술 개발 - 다양한 공간 서비스 데이터를 수집하고, 각 데이터로부터 공간 표현 정보 추출과 통합 표현을 위한 공간 지식 추출 및 정제 기술과 수집 데이터 통합 표현 기술 개발 - 이미지, 문자, 숫자, 소리, 동영상 등 다양한 공간 서비스로부터 공간 데이터를 추출하고 공간 기초 데이터에 대한 품질 개선 방법론 개발	- 정부 보유의 지형도, 지적도, 토지이용도 등 대표적인 공간정보를 중심으로 수집 - 민간의 공간데이터는 크롤링과 일부 구매 방식으로 수집 - 클라우드 소싱 입력은 사용자를 가정해 시뮬레이터로 수집 - 그래프DB, RDB, NoSQL DB의 연계를 통한 다양한 저장, 정제, 통합 및 적재 전략 - 정형 데이터의 ETL 방법론과 비정형 데이터의 데이터 로봇 방법론을 차용해 개선 - 멀티미디어 데이터를 포함한 대용량의 공간 빅데이터 서버를 따로 구축하지 않고 Amazon AWS 임대 등 활용 전략

구분	과제명	주요내용	추진전략
2-2 세세 부	정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	- 사전 훈련된 AI가 답변 가능하며 사용자가 고빈도로 질의하는 공간 문제를 도출 - AI 훈련을 위해 필요한 소주제별 데이터 팩토리를 정의하고 DB로 구축 - 각각의 고빈도 질의에 대하여 보다 하위 목적의 머신 러닝을 수행하여 훈련 - 사용자의 고빈도 질문을 유형화하여 이에 대한 지식을 선형순차회로 형식으로 모델링하고 머신 러닝 결과를 연결시켜 저장 - 사용자로부터의 유형화되고 다양하게 변화하는 질문에 대해 맞춤형 검색이 가능하도록 질문 매칭 및 답변 대응 기술 개발	- 구글 TensorFlow 등 검증 및 오픈 제공되는 라이브러리를 충분히 활용해 개발 - 정형화된 데이터에 대한 사용자들의 고빈도 질의를 예상해 사전에 유형별 정의 - 데이터 팩토리는 소주제별로 머신러닝을 위한 3차원 정제 데이터로 구축 - 지식의 선형순차회로 모델링은 그래프DB 구조를 이용해 Entity와 Relationship 형식 설계 - 그래프DB SQL 이용해 순차적으로 따라가면서 논리적 추론 - 1세부에서 정한 문장유형에 맞춘 SQL 수행을 확대해 속도와 정확성을 높이는 전략 채택
2-3 세세 부	공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	- 공간 웨어하우징과 페더레이션에서 요구되는 데이터를 선택, 변환, 로딩하는 기술 - 데이터 마이닝 모델과 테크닉, 그리고 알고리즘의 선택 및 변수 자동 조정 기술 - 전문가 추출 지식 베이스를 기반으로 특성/연관/패턴/트렌드 등 분석을 수행하는 기술 - 사용자의 자연어 입력 표시 및 데이터마이닝 기능 선택을 위한 사용자 인터페이스 개발 - 마이닝 결과를 비즈니스 인텔리전스로 전환하기 위한 공간적 평가 및 해석기술 개발	- 페더레이션을 이용해 웨어하우징을 만들고 그중 일부로 팩토리를 구축하는 전략 - 1세부에서 정한 문장유형에 맞춘 SQL을 이용해 데이터마이닝 모델과 테크닉, 변수의 자동 조정 등을 수행 - 전문가로부터 지식을 추출해 그래프DB에 저장해 놓고 이를 이용한 해석을 도모 - 사용자가 데이터마이닝 기능 선택 가능하도록 그래픽 설계 - 결과를 3세부로 넘겨 공간 분석과 표현이 되도록 연계화

바. 기술로드맵 및 성과로드맵

(가) 2-1 세세부 - 공간 빅데이터 지능형 수집, 추출 및 적재

<표3-22> 2-1 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	반정형, 비정형 데이터에서 공간데이터 속성 기반 수집을 위한 다차원 수집 환경 분석	공간데이터 속성 기반 데이터 수집 환경 분석	①	환경분석보고서	1건	외부전문가 검증
	반정형 데이터에서 공간지식 구성을 위한 공간표현 모델 및 속성 구조 제시	IoT 연계 비정형 데이터 공간 데이터 속성 모델 개발	②	표준화	1건	표준화 인증기관
	공간표현을 위한 수집 데이터 중복성 검토 및 제거를 위한 전처리 모델 개발	수집 데이터 중복성 검증 방법 및 제거 모델 기준	③	SW 등록	2건	SW검증 기관
	공간데이터 수집 서버의 통신 환경 기준 안정적 데이터 전송 및 품질관리체계 설계 및 기술 검증	통신망 기준의 수집 데이터 전송 체계 및 품질관리	④	정책 보고서	1건	외부전문가 검증
	수집된 공간데이터를 이용한 속성 기반의 다차원 공간 정보 전처리 저장공간 개발	공간데이터 속성 기반 다차원 저장공간 설계	⑤	설계 보고서	1건	외부전문가 검증
2차 년도	정형화된 레거시 공간 데이터 및 비정형 공간데이터 간의 품질개선을 위한 다차원 공간 구성 모델 개발	공간데이터 속성 중심의 수집 데이터 품질 개선 모델 개발	①	표준화	1건	표준화 인증기관
	시계열 중심으로 공간 데이터를 재배치하기 위한 데이터 구조와 공간 형상화를 위한 전처리 모델 개발	시계열 중심의 공간 데이터 구조 및 재배치를 통한 데이터 전처리 모델 개발	②	설계 보고서	1건	외부전문가 검증
	다양한 통신 채널을 통해 수집된 데이터를 연속적이고 연계성있는 데이터로 관리하기 위한 다채널 기반 데이터 전송체계 개발	통신망 기준의 다채널 수집 데이터 전송 체계 개발	③	SW 등록	2건	SW 검증 기관
	다채널 통신상태에서 동기 및 비동기 통신 오류 대처 및 오류	다채널 통신 기준의 데이터 수집 네트워크 환경	④	정책 보고서	1건	외부전문가 검증

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	대응과 관리 체계 개발	요소기술 100% 검증				
3차 년도	수집된 다차원 공간 데이터를 통합하기 위한 모델 개발과 저장공간 구성 환경의 분석으로 저장공간 기준 제시	수집된 다차원 공간 데이터 통합 모델 및 저장공간 구성 환경 분석 제안	①	분석 보고서	1건	외부전문가 검증
	시계열 중심 공간 데이터 저장 모델 및 자동분류를 위한 다차원 데이터 구조 검증	시계열 공간 데이터 표현 및 통합 모델 구조 100% 검증	②	설계 보고서	1건	외부전문가 검증
	다차원 공간 데이터 분류 및 표현 모델 기준 제시	다차원 공간 데이터 분류 자동화 표준체계 개발	③	표준화	1건	표준화 인증기관
4차 년도	공간 지식 표현을 위한 공간 및 속성 데이터 수집 환경 통합 및 자동화 모델 요소기술 검증	공간 및 속성 정보 추출과 통합 및 자동화 모델 요소기술 100% 검증	①	SW 등록	1건	SW 검증 기관
	다차원 멀티 소스의 공간 및 속성 구성을 이용한 데이터 수집 자동화 모델 요소기술 검증	다차원 멀티소스 공간 및 속성 데이터 수집 자동화 모델 요소기술 100% 검증	②	SW 등록	1건	SW 검증 기관
	공간 지식 분석을 위한 다차원 데이터 정제 및 분류 통합 저장관리 모델 구축	다차원 데이터 정제 및 분류 통합 저장 관리 모델 제안	③	정책 보고서	1건	외부전문가 검증
5차 년도	공간-속성 빅데이터 수집,, 추출 및 적재 SW 실증	수집 데이터내 공간-속성 추출 및 적재 SW 100% 현장 적용	①	SW 등록	1건	SW 검증 기관
	다차원 멀티 소스의 공간 및 속성 분류 자동화 SW 실증	개발된 다차원 멀티소스 빅데이터 수집기 최적화 및 갱신 SW 100%검증	②	검증 보고서	1건	외부전문가 검증

<표3-23> 2-1 세세부 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록			1/0	1/0	0/1	0/1	2/2
	소프트웨어 등록건수		1	1		2	1	4
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수			1	1	1		3
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급			1	1	1	3
		비SCI(E)급		1	1	1	1	4
기타	정책성과	정책제안						

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
지표		정책채택						
	신기술지정건수							
	국내외 학술회의 발표 건수		1	1	1	1	1	5
	기술료 징수 금액							
	기술 실시계약 건수							
	현장적용에 따른 비용절감 건수				1	1		2
	사업화·제품화 건수				1	1		2
	국내 학협회지 기술기사							
	전문인력양성			1	1	1	1	4
	연구개발 관련 홍보			1	1	1	1	4
	기타 목표							

(나) 2-2 세세부 - 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색

<표3-24> 2-2 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	수행목적 중심 데이터 팩토리 구축 설계	데이터 팩토리 구축을 위한 주제 정의 및 구축 방법 설계	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	지식 모델링을 위한 고빈도 질문 분석	사용자가 높은 빈도로 질의하는 내용들을 분석	②	분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	수행목적 중심 데이터 팩토리 구축 구현	소주제에 대한 데이터 팩토리 구현 및 문제점 개선	①	SW등록	1건	외부 공인 기관 인증
	고빈도 질문을 토대로 한 지식 모델링 설계	지식 모델링 설계에 필요한 알고리즘 및 데이터 마련	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
3차 년도	고빈도 질의에 대한 하위목적 머신러닝 설계	사용자의 고빈도 질문에 대한 하위목적 머신러닝 설계	①	설계서	1건	외부 전문가 검증
	지식 모델링 고도화 및 유형화된 질문에 대해 적용	지식 모델링을 고도화하고 유형화된 일부 질문에 적용	②	검증 보고서	1건	외부 전문가 검증
4차 년도	고빈도 질의에 대한 하위목적 머신러닝 구현	하위목적 머신러닝 구현 및 문제점 개선	①	SW등록	1건	외부 공인 기관 인증
	맞춤형 검색 구현을 위한 사전 설계	유사도 계산 등 맞춤형 검색에 필요한 알고리즘 설계	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
5차	데이터 팩토리 및	데이터 팩토리 및	①	검증	1건	외부

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
년도	하위목적 머신러닝 적용	하위목적 머신러닝의 현업 적용		보고서		전문가 검증
	사용자 맞춤형 검색 구현 및 고도화	지식 모델링을 토대로 한 맞춤형 검색을 구현 및 고도화	②	SW등록	1건	외부 공인 기관 인증

<표3-25> 2-2 세세부 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		2/0	1/0	1/1	0/1	0/1	4/3
	소프트웨어 등록건수			1		1	1	3
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1		2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급		1	1	1	1	4
		비SCI(E)급	2	2	2	1	1	8
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							
	사업화·제품화 건수					1		1
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성			2	2	2	2	8
	연구개발 관련 홍보			1	1	1	1	4
	기타 목표							

(다) 2-3 세세부 - 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석

<표3-26> 2-3 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	사용자 질의 -답변 도출에 활용할 비정형 데이터 범주 및 유형 설정	수집/활용 가능한 데이터 탐구 및 확보 방안 정리	①	연구보고서	1건	외부 전문가 검증
	유형/출처별 데이터	모델링 위한 DB	②	DB	1건	외부

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	수집을 통한 dataset 확보	스키마 설계 및 데이터 수집				전문가 검증
	대화형 인터페이스 구축을 위한 후보 질문군 탐색 및 유형화	주요 질문군 데이터 마련 및 구조화	③	연구보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	비정형 이미지 데이터 전처리 기술 개발	효율적인 데이터 처리를 위한 이미지 전처리 방법론 고안	①	연구보고서	1건	외부 전문가 검증
	비정형 텍스트 데이터 전처리 기술 개발	효율적인 데이터 처리를 위한 텍스트 전처리 방법론 고안	②	연구보고서	1건	외부 전문가 검증
	비정형 데이터 분석 연구 동향 조사 및 기반 모델 확보	최신 동향 파악 및 모델 구현	③	연구보고서	1건	외부 전문가 검증
3차 년도	비즈니스 인텔리전스 도출을 위한 머신러닝 모델 평가	사용자 질의-응답에 대응하기 위한 머신러닝 모델 구조 설계 및 평가	①	연구보고서	1건	외부 전문가 검증
	대화형 인터페이스 기본 구조 설계	데이터 통신 방식 확정 및 구조 설계	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
4차 년도	실시간 공간 비정형데이터 기반 질의-응답 모델	실시간 수집/적재되는 데이터 처리가 가능한 질의-응답 추론 모델 개발	①	검증보고서	1건	외부 전문가 검증
	실시간 질의-응답 모델이 탑재된 인터페이스 시스템	실시간, 연속성을 갖는 사용자-기계 상호작용 인터페이스 개발	②	SW등록	1건	외부 공인 기관 인증
5차 년도	실시간 공간 비정형데이터 기반 질의-응답 모델 고도화	인터페이스 시스템 상에서 발생하는 모델 이슈 해결	①	검증보고서	1건	외부 전문가 검증
	인터페이스 시스템 최적화 및 상용화	유저 경험 향상을 위한 시스템 최적화 및 배포	②	SW등록	1건	외부 공인 기관 인증

<표3-27> 2-3 세세부 연차별 성과 목표

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
사업 연계 지표	특허 출원/등록		2/0	1/0	1/1	0/1	0/1	4/3
	소프트웨어 등록건수					1	1	2
	시제품 출시(제작)·현장시험 건수				1	1		2
	학술성과 (논문게재)	SCI(E)급		1	1	1	1	4
		비SCI(E)급	2	2	2	1	1	8

구분	목표		성과					
			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
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							
	사업화·제품화 건수					1		1
	국내학협회지 기술기사							
	전문인력양성			2	2	2	2	8
	연구개발 관련 홍보			1	1	1	1	4
	기타 목표							

사. 세부과제별 핵심성과

(1) (2세부) 공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석

정의(설명)	○ 대규모 공간과 속성 빅데이터를 수집하여 구축한 후 이를 이용해 공간검색, 중첩 분석, 시뮬레이션, 예측, 현상의 설명 등을 수행코자 하는 것으로서 제1세부의 인공지능 시스템 프레임워크 내에서 공간적 분석을 강화
설정사유	○ 공간 인공지능의 지식추론 능력은 공간 빅데이터의 분석에서 나오며 이를 위해서는 머신러닝과 데이터마이닝의 최신 기술들을 접목하여야 하는바 2세부에서는 1세부의 공간AI 프레임워크를 기반으로 작동하는 공간 데이터 분석과 논리 추론을 수행할 필요가 있어 설정
목 적	○ 공간 빅데이터의 수집과 다차원 분석이 주 목표로서 하위 목표로는 공간정보 및 관련된 속성정보를 지능형으로 수집해 구축하고 이로부터 데이터 팩토리를 구현해 정형화된 분석을 수행하고 비정형 데이터의 경우 공간 통계 분석 기법을 이용해 분석하고 해석하는 기술을 개발하는 것임
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 데이터를 수집함에 있어 웹 크롤러의 웹구조 변화에 둔감한 문제, 수집 에이전트의 경우 지정된 사이트만을 수집하는 문제 등으로 인해 자동화된 고급 공간-속성 데이터의 수집 능력이 낮은 수준 ○ 간단한 수준에서의 공간과 관련된 질의에는 응답할 수 있으나 복잡하거나 모호한 질의에는 처리가 불가능해 오류 또는 미응답 현상 ○ 규칙 기반의 비정형 공간 빅데이터 분석으로 인해 응답의 질에 큰 차이가 있어 품질의 균질성을 확보하지 못하고 사용자 신뢰도가 낮음 (개발 기술 수준) ○ 보다 자동화된 웹구조 변화 인식과 API 접속 시의 수집 로봇 기능 개선으로 레거시 데이터와 비정형 데이터의 자동화된 수집과 함께 데이터의 정제, 품질관리 향상, 공간지식 분류체계의 적용 데이터의 자동 구조화 등을 달성 ○ 사용자의 고빈도 질의를 사전에 예측해 유형화하고 이에 대한 머신러닝을 통해 지식모델링을 수행하여 사용자가 원하는 답변을 정확하게 제공 ○ 비정형 공간 빅데이터 분석에 최고 수준의 데이터마이닝 기법을 적용 및 개선하고 향상된 연속 문답식 사용자 인터페이스 제공으로 품질 제고
수요처	○ 공간 데이터의 분석을 필요로 하는 중앙부처 및 지자체 정책담당부서 ○ 민간의 카드사, 보험사, 물류 및 택배사, 제품 판매회사 등 기관
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (5 년)

(가) (2-1) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재

정의(설명)	○ 공간 지식추론 엔진의 핵심기능으로서 공간 분석이 있으며 이를 위해서는 공간 및 속성 빅데이터의 수집, 추출과 적재가 선행되어야 함. 공간 및 속성 빅데이터는 정부에서 구축 관리하는 기존의 레거시 공간 데이터로부터 민간 기업의 데이터, 소셜미디어 데이터, 그리고 웹에서 크롤링한 문서 등 다양한 소스가 존재하며 이들 데이터의 특성에 따라 차별화된 정보 수집, 추출, 적재함
설정사유	○ 수집 에이전트를 이용하는 시스템은 로봇 수집으로 인한 데이터 수집의 제한이 존재하며, 크롤링을 통해 수집된 정보에서도 공간 정보를 확인하고 중복성을 제거하기 위한 기능이 미흡하여 공간 정보 추출이 어렵고 수집정보를 적재하기 위한 공간 구성 모델이 미비하여 개선되어야 함
목 적	○ 다양한 소스로부터 공간 및 속성 정보를 수집하기 위한 자동화된 수집 기술 개발과 품질 관리 방법론 구축 ○ 공간 지식 데이터 표현을 위해 수집 데이터로 부터 시계열 기준의 데이터 저장 및 공간과 속성을 매핑하는 추출, 정제 기술 및 공간 지식 분류 체계 자동화 기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 웹 크롤러는 HTML Tag를 이용한 수집에서 불필요한 정보를 포함하여 수집되고 있으며, 웹 구조가 변경되었을 때 수집하지 못하는 문제점을 가지고 있음 - 웹 구조의 변화에 능동적으로 대처하지 못하고, 운영자 또는 관리자의 확인을 통해 변화된 구조를 적용하기 때문에 자동화된 수집 기능이 미비함 - 수집 데이터 트래킹을 통해 중복된 데이터 제거 기능이 미흡하고 빈번한 오류로 인해 지속적으로 운영자 또는 관리자의 모니터링을 필요로 함 ○ API를 이용한 수집 에이전트의 경우, 지정된 수집 사이트를 제외하고 수집하지 못하며 수집 시 필요 기능에 대한 추가적인 개발을 필요로 함 (개발 기술 수준) ○ 웹 크롤링에서 HTML Tag 구조를 자동으로 판단하여 필요 정보만을 추출하고 해당 데이터에서 공간데이터 추출, 적재를 위한 구조 자동화 모델 개발로 능동적인 웹 데이터 수집 환경 기획 제공 - 공간 데이터 수집을 위한 데이터 정제 및 품질관리체계 기술 개발과 성능 검증 - 시계열 기준의 데이터 관리 및 공간 데이터 표현 기술 제공 ○ API를 이용한 수집 로봇 기능을 적용하여 레거시 데이터 및 비정형 공간 데이터 수집에 대한 품질 개선 기능 제공 - 정형, 반정형, 비정형 데이터 기준의 시계열 기반 데이터 표현 구조 자동화 기능 제공 - 다채널 기반의 데이터 수집 환경 자동화 및 공간 지식 분류 체계 적용 데이터 구조화 기능 제공
수요처	○ 국내외 공간 데이터 수집을 필요로 하는 공공 기관 및 민간 기업 ○ 국토부 및 관계기관, 지리정보 제공 기관 및 기업, 공간 서비스 기업 등
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (5 년)

(나) (2-1-1) 멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동/반자동 수집

정의(설명)	○ 웹, 지도, 소셜 등 다양한 서비스로부터 데이터를 수집하고 중요 공간 데이터를 추출하여 정제된 각각의 공간 데이터를 지식으로 표현하기 위해 데이터 속성을 정의하는 기능과 LoD 기반의 공간 지식 표출 수집 환경 제공
설정사유	○ 다수의 서비스로부터 수집된 데이터에서 동일 지역 또는 공간을 표현하는 데이터를 추출하고 공간 지식 구조에 맞게 재배치함으로써, 공간 표현의 정확도를 높이고 공간 지식으로 표출하기 위한 자동화된 수집 관리 기능 개발 필요
목 적	○ 정형 구조의 레거시 공간 데이터 수집과 비정형 구조의 수집 데이터를 연계한 멀티 소스 기준의 공간 데이터 수집과 매핑 처리 기술 개발 ○ 공간 및 속성 데이터를 사용자의 공간 프로파일링 기반 자동/반자동 수집 기술 개발 ○ 다수의 사용자가 클라우드 소싱 방식으로 입력하는 자료의 처리기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 및 속성 빅데이터의 수집은 매우 방대한 대상 영역 기술로서 공간 지식 추론에 특화된 데이터베이스 구축을 위한 수집은 특히 그 소스를 정교하게 정하고 최대한 자동화된 방법으로 수행해야 하는바 현행의 기술은 그런 목적으로 특화 개발되어 있지 못함 (개발 기술 수준) ○ 공간 지식추론에 필요한 다수의 공간 정보 제공 서비스로부터 시계열 기반의 양적 질적 데이터베이스 구축하고 공간 지식 표현 기준의 자동 또는 반자동의 수집 기능 제공 - 공간을 표현하는 다수의 서비스로부터 공간 데이터를 수집하고 정형화된 레거시 기반 데이터 통합 및 저장을 위한 시계열 기반의 데이터 저장 환경 제공 - 다수의 공간 데이터를 적용한 공간 및 속성을 표현하고 분류 기준의 공간 지식 매핑을 지원하는 자동 또는 반자동 수집 기능 제공 ○ 공간 지식 구성을 위한 다수의 사용자 참여 클라우드 소싱 기반의 실시간 공간 데이터 관리 및 최적화 환경 제공 - 공간 지식 표현의 최적화를 위한 다수의 사용자 참여 클라우드 소싱 환경 제공 및 실시간 대응을 위한 운영 관리 환경 제공 - 실시간 공간 데이터 품질 관리를 위한 사용자 공간 지식의 다중 관리 표준 기능 및 수집 관리 기능 제공
수요처	○ 국내외 공간 지식 서비스 운영을 위해 데이터가 필요한 기관 또는 기업 ○ 공간 지식을 이용한 서비스 기획 기관 또는 기업
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(다) (2-1-2) 공간-속성 빅데이터의 효율적인 정제, 통합 및 적재

정의(설명)	○ 수집된 레거시 정형, 반정형의 데이터와 비정형 데이터를 통합한 공간 지식 표현을 위해 공간 및 속성 키워드를 추출하고 공간 지식 표현에 맞는 데이터 정제, 시계열 기준 통합에 필요한 공간 기초 데이터 저장과 품질 개선 환경 제공
설정사유	○ 다양한 데이터로부터 공간을 표현하는 데이터를 추출하고, 동일 공간 및 지역을 표현하기 위해 수집된 데이터로부터 정제와 통합, 품질 개선을 위한 표준화된 공간 데이터 매시 기술 개발이 필요
목 적	○ 다양한 공간 서비스 데이터를 수집하고, 각 데이터로부터 공간 표현 정보 추출과 통합 표현을 위한 공간 지식 추출 및 정제 기술과 수집 데이터 통합 표현 기술 개발 ○ 이미지, 문자, 숫자, 소리, 동영상 등 다양한 공간 서비스로부터 공간 데이터를 추출하고 공간 기초 데이터에 대한 품질 개선 방법론 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 수집된 멀티 소스 기준의 공간 데이터를 추출하는 과정에서 소스별로 개별적인 추출 방법을 적용하고 있으며, 추출된 데이터의 정제와 통합 환경이 미비하여 공간 지식으로 빠르게 연계하거나 표현하는 체계가 미흡함 (개발 기술 수준) ○ 수집된 멀티 소스 데이터와 레거시 데이터를 대상으로 공간 정보 통합 및 연계를 위한 실시간 공간 및 속성 데이터 통합 표현 기능 제공 - 수집된 멀티 소스 데이터에서 공간 정보를 표현하는 데이터 추출과 품질 보증을 위한 데이터 검증 방법을 제시하고 표준화된 통합 모델 제공 - 공간 지식 분석에 필요한 데이터 정제 환경 및 저장 환경을 제공하여 사용자 중심의 공간 지식 표현 검증 및 체계적인 공간 지식 제공 환경 제공 ○ 통합된 공간 및 속성 데이터 품질 보증을 위한 품질 관리 정책과 표준 모델을 적용한 품질 개선 방법론 제시 - 통합된 공간 및 속성 데이터에서 공간 표출을 위한 데이터 암호화 및 품질 보증을 위한 데이터 검증 모델과 기능 제공 - 통합 데이터의 지속적인 품질 보증과 함께 완성도 높은 공간 분류 체계를 지원하는 공간 데이터 수집 및 분류 체계 기능 제공
수요처	○ 국내외 공간 지식 서비스 운영을 위해 데이터가 필요한 기관 또는 기업 ○ 공간 지식을 이용한 서비스 기획 기관 또는 기업
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(라) (2-2) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색

정의(설명)	○ 정형화된 공간-속성 빅데이터의 경우 웨어하우스 서버에 저장되어 있으며 높은 수준의 표준화와 통합도를 갖추고 있는바 이와 같은 데이터를 팩토리화함으로써 특정한 수행 목적 아래에서 머신 러닝을 수행하고 그 결과를 이용해 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색을 지원함
설정사유	○ 수행 목적이 지정되지 않은 상태에서의 데이터 구축 및 분석은 분명한 한계점을 가짐. 특히 사용자가 복잡도 높은 질의를 요청할 수 있다는 점을 감안했을 때, 소주제별로 데이터베이스를 체계화하고 사용자의 질문을 유형화함으로써 공간 질의에 유연하게 대응할 수 있는 기술 개발이 필요함
목 적	○ 사용자가 요구하는 지식을 제공하는 것을 최종 목적으로 하며 특히 맞춤형으로 검색을 통해 그러한 지식을 제공받을 수 있도록 함. 이를 위해 맞춤형 지식 검색 기술, 지식 모델링, 방대한 공간-속성 빅데이터의 팩토리화, 특정 목적 중심의 하위 머신 러닝 등의 기술을 개발함을 목적으로 함
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 방대한 양의 공간 데이터가 실시간으로 수집되고 있음에도 불구하고, 오늘날 공간 데이터를 기반으로 제공되는 서비스는 비교적 단순한 형태를 가지는 경우가 많음. 사용자가 특정한 장소를 지정하였을 때 그곳의 상세 위치를 제공하는 것이나, 출발지에서 도착지까지의 최단 경로를 탐색하는 것 등 간단한 수준에서의 공간 정보 서비스들이 제공되고 있는 실정임 ○ 공간 질의-응답에 있어, 복잡하거나 모호한 내용의 공간 질의를 처리하지 못하고 있음. 사용자가 미리 정해진 체계 내에서 단순한 질문을 생성하면 그에 대한 응답은 기대할 수 있으나, 질문이 복잡하거나 모호하게 해석될 수 있는 경우 그에 대한 처리를 제대로 수행하지 못하고 있는 상황임 (개발 기술 수준) ○ 사용자가 높은 빈도로 질의하는 공간 문제를 찾고, 그것을 유형화해 지식 모델링을 구현함. 또한 질의의 주제에 맞게 세분화된 데이터 팩토리를 구축함으로써 공간 질의-응답의 품질을 높이고 데이터 관리를 용이하게 함 ○ 사용자가 생성하는 질문이 모호하거나 복잡하더라도, 기계학습 알고리즘을 통하여 그 질문의 소주제를 도출해냄으로써 질의의 내용을 구체적으로 파악하고, 이를 통해 사용자가 원하는 답변이 만들어질 수 있도록 함
수요처	○ 정부의 경우 국토지리정보원, 국가공간정보포털 등 공간 정보 검색과 공간 질의-응답 관련 기술이 긴요한 수요처에서 활용될 수 있음 ○ 민간의 경우 공간 질의-응답에 대한 수요는 있었으나, 현재 기술 수준으로는 원하는 서비스 구현이 어려웠던 기업에서 활용될 수 있음
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(마) (2-2-1) 수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위목적 머신러닝

정의(설명)	○ 사용자가 만들어내는 수많은 종류의 질의들 가운데, 가장 자주 등장하는 질의들을 정형화하고 이들을 주제에 따라 구분하여 데이터 팩토리를 구축. 나아가 각각의 주제별 질의마다 기계학습 기법을 적용하여 훈련의 과정을 거침
설정사유	○ 오늘날의 공간 질의-응답은 제한된 형태의 일부 질문만을 수용할 수 있다는 점에서 그 한계가 뚜렷함. 따라서 등장 빈도가 높은 공간 문제에 우선 접근함으로써 더 다양한 유형의 질의에 대응할 수 있게끔 접근 방식을 달리할 필요가 있음
목 적	○ 사전 훈련된 AI가 답변 가능하며 사용자가 고빈도로 질의하는 공간 문제를 도출 ○ AI 훈련을 위해 필요한 소주제별 데이터 팩토리를 정의하고 DB로 구축 ○ 각각의 고빈도 질의에 대하여 보다 하위 목적의 머신 러닝을 수행하여 훈련
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 문제에 대해 AI 기술을 이용한 답변은 원천 기술 성숙도에 비해 매우 낮은 수준으로서 간단한 위치검색이나 경로찾기 정도이며, 그보다 복잡한 수준의 질문에 답하려면 적절한 데이터가 필요하나 아직 확보되지 못한 실정임 ○ 한편 복잡하고 논리적인 공간 질의에 대응하기 위해서는 질문의 유형과 특성을 고려한 기계학습 알고리즘의 적용이 필요한데, 현재의 기술 수준이 여기에 미치지 못하여 완전한 질의-응답 수행에 지장이 있음 (개발 기술 수준) ○ 사용자의 고빈도 질의를 겨냥한 소주제별 데이터 팩토리를 구축하고 각각의 질의에 대해 하위 목적의 머신 러닝을 수행함으로써 보다 복잡한 공간 질문에 대해서 충분히 훈련된 AI가 답변을 제공할 수 있도록 기반을 마련함 ○ 주제마다 구축되는 데이터 팩토리는 단순히 큰 규모의 데이터를 저장하는 것을 넘어, 데이터의 흐름을 제어하고 분석에 용이하도록 데이터를 변환하거나 추출하는 기능까지도 수행할 수 있도록 함
수요처	○ 정부의 경우 국토교통부 국가공간정보포털, 한국토지주택공사 공간정보처 등 공간적 질의를 바탕으로 한 서비스를 제공하는 정부 수요처에서 사용자들의 요구에 부합하는 질의-응답 체계를 마련하기 위해 활용할 수 있음 ○ 민간의 경우 운수업, 부동산업 등 공간정보를 사업에 활용하는 모든 분야의 기업에서 자신들의 사업 분야에 걸맞는 데이터 팩토리 구축을 위해 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(바) (2-2-2) 유형화된 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색 기술

정의(설명)	○ 공간 관련 고빈도 질문의 특징을 분석하고 공통 분모를 묶는 과정을 통해 비체계적인 다양한 질문들을 통합 분석하여 사용자가 진정으로 원하는 질문으로 매칭시켜 더 유연한 검색을 가능토록 만드는 기술
설정사유	○ 공간 인공지능을 통해 사용자들로 하여금 더 유연한 검색을 할 수 있도록 하기 위해서는 비체계적인 질문들의 유형을 파악하고, 해당 유형에 대한 더 구체적인 소주제를 추천하여 맞춤형 질문에 대해 답변하는 기술 필요
목 적	○ 사용자의 고빈도 질문을 유형화하여 이에 대한 지식을 선형순차회로 형식으로 모델링하고 머신 러닝 결과를 연결시켜 저장 ○ 사용자로부터의 유형화되고 다양하게 변화하는 질문에 대해 맞춤형 검색이 가능하도록 질문 매칭 및 답변 대응 기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 사용자의 유형화된 고빈도 질문이 있을 때 사전 훈련된 AI가 이에 대해 적절한 답변 요소들을 찾고 이를 논리적으로 조합하여 대응하지 못함으로써 단순한 결과만을 제공하거나 또는 아예 질문에 대한 답변을 제공하지 못하고 있음 ○ 현재 상용화 된 인공지능 플랫폼은 도시 및 공간정보 분야와 관련된 질의에 있어 사용자가 모호하게 질문할 경우 이를 유형화하는 과정 없이 엉뚱한 답변을 제공하고 있음 (개발 기술 수준) ○ 사용자가 유형화되었으면서 동시에 다양하게 변화하는 질문을 던졌을 때 그 질문에 대해 알맞은 지식 모델링을 토대로 한 맞춤형 검색을 지원함으로써 정확한 답변을 제공할 수 있게 됨 ○ 단어 또는 문장 사이의 유사도를 계산하는 알고리즘을 통해 도시 및 공간정보 분야의 지식을 학습한 인공지능을 활용하여 사용자의 질문과 연관성이 높은 소주제를 식별함으로써 모호한 질문을 구체화할 수 있게 됨
수요처	○ 국토교통부, 국토지리정보원, 국가공간정보포털, 공간정보 오픈플랫폼 등 공간 관련 질의응답, 정보 검색 등에 활용 ○ 민간의 위치, 장소 등 공간 관련 질의응답, 정보 검색, 의도 분석 등에 대한 수요가 있는 기업에서 활용 ○ 기타 정부 부처의 스마트시티 등 도시 및 공간정보 활용 분야에서 공간과 관련된 다차원의 질의에 대응할 수 있는 기술로 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(사) (2-3) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석

정의(설명)	○ 비정형의 공간 빅데이터는 실시간 다양한 형식, 그리고 대규모로 수집이 되는데 이를 이용한 공간 분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에 제공되고 있어 사용자의 이용에 제한이 있는바 이에 대한 원천기술의 개발을 통해 보다 폭넓은 사용자의 다양한 질의에 응답할 수 있도록 함
설정사유	○ 자연어 발화를 통한 사람-기계의 원활한 상호작용은 빅데이터 분석이 제공할 수 있는 가장 가치 있는 활용이지만 이를 위해서는 컴퓨터가 단순히 자연어를 처리하는 기술을 넘어 자연어 이해(NLU, Natural Language Understanding)의 단계까지 진입해야 하는 고난이도 분석 작업임.
목 적	○ 실시간 변화하는 환경하에서의 공간적 질의에 최대한 정확한 답변을 제공하기 위해 비정형의 공간 빅데이터를 이용해 데이터마이닝을 수행하되 사용자와의 대화형 인터페이스를 통해 보다 유연한 질의-응답이 되도록 기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 규칙 기반의 비정형 공간 빅데이터 분석 기술로 인한 한계 - 현재의 분석 기술은 rule-based 분석 방법으로 문맥적인 이해를 바탕으로 자연어를 이해하는데 어려움이 있기에 질의의 난이도에 따라 응답의 질에 큰 영향을 받아 품질의 균질성을 확보하지 못하고 소비자의 신뢰도 저하 ○ 부족한 사용자 대화형 인터페이스 - 사람-기계의 원활한 상호작용을 위해서는 다양한 질의에 대응할 수 있으며 질의-응답의 실시간성, 연속적인 질의-응답에 대응할 수 있는 대화형 인터페이스 개발이 필요함. (개발 기술 수준) ○ 업그레이드 된 비정형 공간 빅데이터 분석 기술과 해석 능력 - 인터페이스의 실시간성을 보장하기 위해 자연어 분석이 빠른 데이터마이닝 기법을 분석해 적용하고 이를 개선하여 최고 수준의 실시간성을 제공 - 사용자의 발화에서 문맥적 의미를 해석할 수 있는 머신러닝/딥러닝 방법론을 적용, 다양한 비정형 데이터(이미지, 자연어)를 분석하여 적절한 응답을 할 수 있는 방법을 도출하여 제공 ○ 향상된 사용자 인터페이스 품질 제공 - 모델의 분석 결과를 시각적, 청각적 결과로 표현해 유저에게 효과적으로 전달할 수 있으며 질의-응답 상호작용을 통해 사용자 경험을 향상시킬 수 있는 인터페이스 시스템 구축
수요처	○ 소셜미디어와 같은 비정형 공간 빅데이터 분석이 필요한 민간 기업과 공공
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (4 년)

(아) (2-3-1) 비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발

정의(설명)	○ 비정형 공간 빅데이터는 다양한 형식과 대규모로 데이터가 수집되기 때문에 이를 이용한 공간 분석과 해석은 매우 제한적인 응용시스템에 제공되고 있음
설정사유	○ 현재 제한적으로 제공되는 분석과 해석을 위한 기본 툴을 고도화하여 다양한 형식과 대규모로 수집된 데이터를 포괄적으로 분석하여 더 나은 분석 결과를 제공할 수 있도록 지원할 수 있음
목 적	○ 공간 웨어하우징과 페더레이션에서 요구되는 데이터를 선택, 변환, 로딩하는 기술 ○ 데이터 마이닝 모델과 테크닉, 그리고 알고리즘의 선택 및 변수 자동 조정 기술 ○ 전문가 추출 지식 베이스를 기반으로 특성/연관/패턴/트렌드 등 분석을 행하는 기술
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 문맥 이해의 한계로 인한 비정형 공간 빅데이터 분석 기술의 부족 - 현재의 분석 기술은 rule-based 분석 방법으로 문맥적인 이해를 바탕으로 자연어를 이해하는데 어려움이 있기에 질의의 난이도에 따라 응답의 질에 큰 영향을 받으며 낮은 품질의 응답의 경우 사실상 무응답 수준으로 평가 ○ 대화형이 아닌 일방 제공형 인터페이스로 인한 답답함 - 사람-기계의 원활한 상호작용을 위해서는 다양한 질의에 대응할 수 있으며 질의-응답의 실시간성, 연속적인 질의-응답에 대응할 수 있는 대화형 인터페이스 개발이 필요한 바 이에 대한 기술이 부족해 사용자 만족도 저하 (개발 기술 수준) ○ 문맥 해석형 비정형 공간 빅데이터 분석 기술로 적절한 응답을 제공 - 인터페이스의 실시간성을 보장하기 위해 자연어 분석이 빠른 데이터마이닝 기법을 적용하고 버틀넥 기능을 개선하여 순간적인 응답을 도모 - 사용자의 발화에서 문맥적 의미를 해석할 수 있는 머신러닝/딥러닝 방법론을 적용, 다양한 비정형 데이터(이미지, 자연어)를 분석하여 적절한 응답을 할 수 있는 방법을 도출하고 이를 자동화된 방법으로 구현하여 편리성 제고 ○ 시청각의 창의적인 인터페이스 제공으로 효과적으로 사용자 정보 전달 - 모델의 분석 결과를 시각적, 청각적 결과로 표현해 사용자에게 효과적으로 전달할 수 있으며 질의-응답 상호작용을 통해 사용자 경험을 향상시킬 수 있는 인터페이스 시스템 구축
수요처	○ 민간의 여론 조사나 제품에 대한 선호도, 투표성향 분석 등 광범위한 영역에서 비정형 공간 빅데이터 분석에 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(자) (2-3-2) 사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발

정의(설명)	○ 실시간으로 수집된 공간 빅데이터를 활용해 대화형 공간 분석에 필요한 모듈 구축. 사용자와의 연속된 질의-응답을 통해 단순 data level이 아닌 유저가 원하는 가공된 형식의 비즈니스 인텔리전스를 아웃풋으로 제공. 이를 위한 유저 인터페이스 개발 및 데이터 마이닝을 포함한 모델링이 필요
설정사유	○ 사용자 대화형 공간 분석을 위한 범용 엔진 및 모듈 개발은 IT 기기 초보자라 할지라도 손쉽게 공간과 관련한 문답을 진행할 수 있게 해주며 더 나아가 논리적으로 복잡한 과정을 거치는 추론까지도 가능하게 지원하므로 필요
목 적	○ 사용자의 자연어 입력 표시 및 데이터마이닝 기능 선택 위한 사용자 인터페이스 개발 ○ 마이닝 결과를 비즈니스 인텔리전스로 전환하기 위한 공간적 평가 및 해석기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 사용자가 자연어의 입력 형식을 통해 비정형 공간 빅데이터에서 지식을 추출하고자 하는 경우 연속적인 질의-응답이 가능한 사용자 인터페이스가 제공되어야 하나 현재는 그러한 기술이 부재하여 단답형의 질의와 답변만이 제공됨 - 사용자에게 제공하는 결과물 역시 단순 raw data level인 경우가 많음. 사용자의 의사 결정에 insight를 줄 수 있는 비즈니스 인텔리전스를 제공하기 위한 공간 데이터 해석 기술 개발 필요 (개발 기술 수준) ○ 자연어의 형식으로 사용자와 질의-응답을 지속하면서 원하는 답을 찾을 수 있도록 대화형 사용자 인터페이스를 구현하고 데이터마이닝 결과 얻어진 분석자료를 공간적 평가 및 해석을 거쳐 비즈니스 인텔리전스로 전환해 제공 - 사용자와 원활한 질의-응답이 이뤄질 수 있도록 rule-based가 아닌 챗봇 형식의 유저 인터 페이스 구축 - 마이닝 대상 공간 비정형 데이터 범위를 확정 짓고, 텍스트, 이미지, 영상 등 다양한 형태로 수집되는 데이터를 질의-응답에 빠르게 대응할 수 있는 정형화된 형태로 처리 - 사용자 질의에 대해 CV, NLP 등의 딥러닝/머신러닝 방법론을 응용해 비즈니스 인텔리전스를 도출
수요처	○ 시청각에 의존하여 편하게 비정형의 공간 빅데이터를 분석해 결과를 얻고자 하는 민간 기업 및 공공 서비스 어플리케이션에 모두 적용 가능
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

자. 연구과정상 위험요소 및 대응방안

- 제2세부의 연구개발은 연구개발을 위한 데이터베이스 구축의 어려움과 머신러닝의 과대한 시간, 전문가 지식 추출의 난해함, 데이터마이닝 툴의 과대 등 위험/장애 요인이 있으나 각각에 대해 기 알려진 기술적/방법적 노하우와 신기술 개발을 통해 극복

<표 3-28> 제2세부 위험요인과 대응방안

기술 분야	위험/장애 요인	대응방안
공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재	- 상이한 데이터 스키마 - 데이터 보안 접속금지 - 클라우드 소싱앱 부재 - 비정형 빅데이터 과다	- 데이터 스키마를 최대한 자동화된 방법으로 통일 - 주기적으로 외부메모리 형식 다운로드 및 업로드 - 클라우드 소싱 시뮬레이터를 개발해 실전 활용 - 사례별로 샘플링을 통해 연구개발 및 성능 확장
정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	- 고빈도 질의 도출 난해 - 데이터 팩토리 과노동 - 긴 머신 러닝 시간 - 힘든 전문가 지식 추출	- 오픈서베이 등 전국 규모 조사플랫폼 활용 - 핵심적인 사례 중심으로 노동력 투입 최소화 - 데이터 팩토리의 효율적 구축으로 러닝 시간 단축 - 샘플링 사례 분야별로 대표적 전문가 섭외
공간 데이터마이닝 분석 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	- 데이터마이닝 모델 과다 - 이기종 DB 연결 장애 - 사용자 인터페이스 난해함으로 사용 어려움	- 대표적인 데이터마이닝 모델을 선정해 적용 - DB별 제공 API를 최대한 활용해 연결 수행 - 최대한 쉬운 용어를 이용해 전문 기능을 표현하고 음성과 터치를 동시에 지원하여 상호작용 지원

3) (3세부) 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현

가. 연구개발 목표

세부과제의 개념	- 공간 지식추론 엔진의 주요 기능 중 하나는 그래프 기반DB와 RDB, NoSQL DB 등에서 추출한 자료를 데이터마이닝하여 지식을 얻고 이를 3차원 도시 모델 환경에서 불러들여 논리추론을 보강함으로써 공간 지식화를 수행하는 것이며 더 나아가 그 결과를 3차원 도시 모델 환경에서 다양한 방식으로 시각화하여 제공하는 것임
세부과제의 범위	- 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 - 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 - 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링
기술 개발 목표	- 공간과 속성 빅데이터를 데이터마이닝을 통해 분석해 얻은 지식을 이용해 3차원 도시 모델 환경에서 중첩 등 공간 연산을 수행하여 보다 고도의 공간 지식을 추론해 내고 이를 3차원 도시 모델 환경에서 시각화하는 것이 주된 기술개발의 목표임 - 또한 공간 지식추론 엔진의 요소 기술들이 개발되었을 때 이를 활용한 각종 어플리케이션을 통해 얻을 수 있는 경제적 이익을 추산하고 더 나아가 혁신적인 비즈니스 및 서비스 모델을 제안하는 것임

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

(1) 연구개발 필요성

- 공간 데이터마이닝을 통해 얻어진 지식을 주제 레이어 모델로 바꾸어 단일 또는 다중 레이어 분석을 수행하는 기술은 현존하지 않으며 기술 개발을 통해 이를 가능케 함으로서 공간 데이터마이닝과 레이어 기반 공간분석이 완전한 융합을 이루어 보다 고차원의 공간 지식을 추론할 수 있게 됨
- 공간 데이터마이닝은 정형화된 RDB 또는 비정형의 NoSQL(예: MongoDB)에 저장된 빅데이터를 실시간 읽고 정제해 클러스터링, 회귀분석, 패턴인식, 분류, 세그먼테이션 등을 수행하며 이를 일련의 테이블이나 다이어그램의 형태로 결과를 표출
- 반면에 주제 레이어 기반의 공간분석은 QGIS와 같은 공간분석 엔진을 이용해 단일 주제도 레이어의 근접 영향권 분석, 다중 주제도 레이어의 중첩 분석(예: 유니언, 인터섹션, 클리핑, 아이덴티티 등)을 수행
- 이들 두 가지 분석 기법은 현재 충분한 융합이 되지 못하고 있는데 주된 이유는 데이터마이닝의 결과를 주제 레이어로 분해하여 저장 관리하는 기술이 부족하고 그 이후 단일 또는 다중 주제도를 이용해 정적 또는 동적 분석을 수행하는 데 필요한 추가적인 기술 개발 역시 미흡한 면이 있기 때문
- 따라서 이에 대한 기술개발을 통해 두 가지 분석을 완전하게 융합한다면 공간 지식추론에 있어 획기적인 개선이 이루어질 것임
- 주제도 레이어를 정적 또는 동적으로 분석한 후 이를 표출하기 위해서는 3차원 도시모

델 환경에서 복합 시각화 기술이 개발되어야 하는데 원 자료소스의 다양성과 표출 디바이스의 복잡성으로 인해 여전히 많은 장애들이 해결되어야 함

- 주제도 레이어에 저장되는 자료소스는 문자, 이미지, 소리, 동영상 등 멀티미디어 형식에 따라 다른 방식으로 취급되어야 하며 시각화와 표출 인터페이스 역시 다르게 적용이 되어야 함
- 또한 시각화 결과를 표출할 디바이스 역시 컴퓨터 모니터, 스마트폰, TV, 키오스크 등 다양하므로 이에 맞춤형으로 표출하는 기술을 개발하여야 함
- 자료는 시계열로 변화하는 현상을 담을 수 있으므로 동적으로 시뮬레이션해서 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등 사용자의 다양한 시각적 욕구를 충족할 수 있도록 음성으로 작동되는 동적 플레이기술이 개발되어야 함

○ 공간 지식추론 엔진은 국외에서도 마땅하게 실용화된 기술 서비스가 아직 없는 실정이고 국내 역시 그러하며 따라서 엔진의 개발에 따른 서비스 모델과 비즈니스 모델, 그리고 모델에 대한 비용 대비 효과 분석 역시 부재함

- 자연어에서 토픽과 키워드의 추출, 메타와 논리 프로세서, 그래프DB 기반의 공간AI 프레임워크, 공간 빅데이터 데이터마이닝과 지식 추론, 도시 3차원 모델 환경의 복합 레이어 분석과 동적 시뮬레이션 등 핵심 기술요소들은 모듈 형태 또는 각각의 분해된 라이브러리 형태로 다양한 응용 어플리케이션에 임베딩이 가능
- 또한 전체 모듈이 하나로 통합 조립되어 그 자체로 완전한 공간 지식추론 엔진, 즉 공간 AI가 될 수도 있으며 이들에 대한 서비스 모델링과 그에 따른 비즈니스 모델링은 본 연구개발의 성과에 대한 활용 비전을 보여주므로 개발이 필요함
- 더 나아가 각각의 모델에 대한 비용 대비 효과 분석은 본 연구개발에 대한 정부 지원의 타당성이 어느 정도 있는지에 대한 분석에 필요함

(2) 정부지원 필요성

○ 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션은 데이터마이닝 기술과 입체 공간정보 분석 기술의 융합을 요하는 일종의 하이브리드 기술로서 각각의 기술영역에서의 시장 선도 기술들은 존재하지만 신시창 창출에 필요한 하이브리드 기술은 매우 도전적인 연구개발이 필요한 선행적인 것으로서 정부의 마중물 차원 지원이 필요

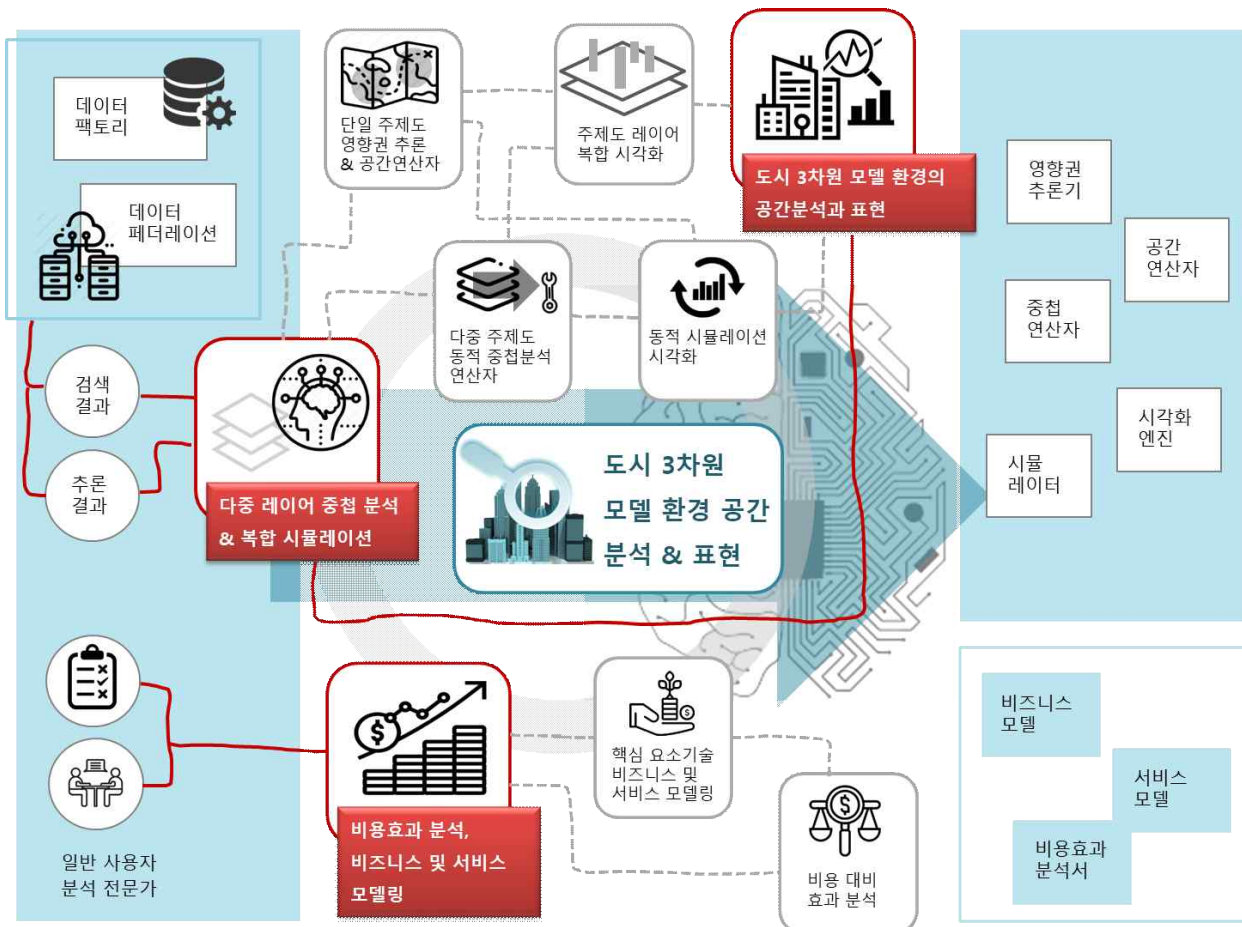
- 공간 데이터마이닝의 결과는 관련 SW를 통해 해석과 시각화가 이루어지는데 이를 입체공간 환경하에서 주제별 레이어로 분해하여 저장 관리하고 나아가 다중 레이어 중첩분석을 수행하기 위해서는 별도의 신기술이 개발되어야 하므로 전문가 중심의 깊은 연구개발이 필요

- 또한 동적으로 중첩 분석해 시계열 시뮬레이션하는 기술 역시 추가 개발이 필요

○ 사용자의 자연어 질의를 받아 3차원 도시 모델 환경하에서 데이터마이닝의 결과 또는 추가적인 공간분석 결과를 상호작용식 대화의 형식으로 서비스하기 위해서는 공간AI 프레임워크와 통합된 신기술의 개발이 필요한바 이 역시도 선행적 연구개발의 과제로서 정부 지원이 반드시 있어야 함

- 점,선,면의 정보 속성과 문자, 이미지, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 형식을 모두 지원하는 시각화와 표출 기술 개발은 고도의 연구력과 개발능력을 요하는 분야로서 기초과학 원천기술의 연구개발에 준하는 지원이 필요
 - 빠른 속도로 변화하는 사용자 디바이스 환경도 기술개발에 어려움을 가중시키는 요인으로서 자금력이 부족한 대학연구소와 기업연구소에서 이에 대한 막대한 투자금을 감당하기는 현실적으로 불가능하며 정부의 예산지원을 통해서만 가능할 거임
- 공간 지식추론 엔진 개발과 활용 전체에 걸친 서비스 모델, 비즈니스 모델, 비용 대비 효과 분석은 수년에 걸친 국내외 자료 조사와 사용자 분석, 전문가 자문 등을 거쳐야 하는 고난도 연구과제로서 가능성 영역에 머문 동 주제를 기업이 예산을 투자해 연구를 수행하기에는 역부족
- 동 영역은 정부에서 새로운 시장의 창출과 산업의 육성 차원에서 선투자적인 자세로 연구비를 지원하여 다양한 가능성의 서비스 모델과 비즈니스 모델을 개발해 제시해 줌으로써 연구개발을 촉진하고 시장 개척을 현실화할 수 있도록 해야 함
 - 또한 국내에서의 연구개발 및 시장 역량 강화를 토대로 해외 시장으로 진출해 동 기술을 서비스함으로써 해외시장의 개척과 함께 국부의 증대에도 기여할 수 있도록 충분한 예산을 지원해야 함

다. 연구개발 내용



기술개발 목표	제 3세부 연구개발은 도시 3차원 모델 환경에서 공간분석과 시각화에 주 목적이 있음 • 다중의 주제별 레이어를 중첩해 영향권 추론이나 동적 중첩 분석용 연산자 개발 • 도시 3차원 모델 환경에서 다중 레이어의 복합 시각화와 동적 시뮬레이션 시각화
기술개발 구성 체계	제 3세부 연구개발의 기술개발 구성체계는 총 3개의 하부팀으로 나누어 유기적 연계 • 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션(3-1 공동), 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현(3-2 공동) • 현재와 미래의 비즈니스 및 서비스 모델링, 모델에 따른 비용 대비 효과 분석

<그림 3-11> 제3세부의 연구개발 내용

<표3-29> 제3세부 구성 기술과 주요내용

세부과제명	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현	
구성기술	기술명	주요 내용
	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션	- 데이터마이닝을 통해 얻어진 지식을 3차원 도시 모델 환경에서 공간분석을 통해 공간 지식화하기 위해 필요한 요소기술의 개발이 주 목적으로서 단일 주제도 레이어의 경우 영향권 추론이나 공간 연산자의 개발이 주요 내용이고 다중 주제도 레이어의 경우 동적 중첩 분석 연산자의 개발이 주요 연구개발 내용
	도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	- 도시 3차원 모델 환경에서 사용자의 자연어 질의에 대해 입체적으로 분해된 공간 지식형 답변을 볼 수 있도록 필요한 핵심기술을 개발함을 주요 내용으로 하며 이를 위하여 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술과 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술을 개발
	비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링	- 공간 지식추론 엔진 기술개발을 통해 얻어진 핵심기술들을 이용해 어떤 미래 지향적인 도시의 비즈니스 문제에 도전하고 해결책을 제시하는 어플리케이션을 만들 것인지를 도출하고 그러한 어플리케이션의 서비스 모델과 기술개발 비용 대비 효과를 분석함을 주요 내용으로 함

(1) (3-1세부) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션

(가) 기술 개요

- (배경) 그래프 기반DB, RDB, NoSQL DB 등에서 추출한 자료를 이용해 데이터마이닝을 수행하고 그로부터 지식을 추론했을 때 이를 3차원 도시 모델 환경에서 주제 레이어별로 영향권 추론이나 공간 연산을 수행하고, 더 나아가 다중 주제 레이어에 대해 동적 중첩 분석을 수행함으로써 사용자에게 공간적으로 고도화된 지식을 제공
- (목적) 데이터마이닝을 통해 얻어진 지식을 3차원 도시 모델 환경에서 공간분석을 통해 공간 지식화하기 위해 필요한 요소기술의 개발이 주 목적으로서 단일 주제도 레이어의 경우 영향권 추론이나 공간 연산자의 개발이 주 목적이고 다중 주제도 레이어의 경우 동적 중첩 분석 연산자의 개발이 주 목적임

(나) 기술 내용

- 단일 주제도 레이어의 영향권 추론 및 공간 연산자 개발
데이터마이닝의 결과를 주제에 따른 각각의 주제 레이어로 분해하여 저장 관리
 - 단일 주제도 레이어의 근접 영향권을 다양한 시나리오 기반으로 추론단일 주제도 레이어의 공간연산자(거리, 면적, 연결성, 네트워크, 복잡도, 3차원 쉼도잉, 경사, 최적화 등)를 3차원 환경에서 작동하도록 개발
- 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 개발
POI, 네트워크, 건물 등 다중 주제도 레이어의 중첩 분석(인터섹션, 유니언, 클리핑, 아이덴티티 등) 가능한 연산자를 3차원 환경에서 작동하도록 개발
 - 시간적으로 계속 변화하는 레이어를 동적으로 중첩해 시계열 시뮬레이션하는 기술 개발

(다) 기술 미래상

- 단일 주제도 레이어의 영향권 추론 및 공간 연산자 개발
 - (As-is) 데이터마이닝 결과를 주제 레이어로 분해하여 저장 관리하는 기술이 부족하여 제한적으로 공간 통계 패키지와 GIS 패키지가 느슨한 커플링 상태로 활용되고 있어 데이터마이닝의 최신 기법을 3차원 도시 모델 환경에서 완전한 구현 불가
 - (To-Be) 데이터마이닝 결과를 주제 레이어로 실시간 분해 저장 관리할 수 있게 됨으로써 주제도 레이어를 기반으로 근접 영향권의 분석, 연결성이나 네트워크 분석 등의 공간연산자가 3차원 도시 모델 환경에서 충분히 구현되어 활용
- 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 개발
 - (As-is) 공간-속성 빅데이터의 데이터마이닝을 통해 얻어진 분석 결과를 다중의 주제도 레이어에 실시간 반영해 3차원 공간 분석을 하는데 제한이 있어 최신의 데이터마이닝 기술과 공간분석 기술이 충분히 융합되지 못한 채 서비스

- (To-Be) 데이터마이닝과 3차원 공간 분석이 서로 완전하게 융합됨으로써 다중 주제도 레이어의 인터섹션이나 유니언 등 분석이 실시간 가능해지고 더 나아가 시간적으로 계속해 변화하는 시계열 시뮬레이션까지 수행이 되어 사용자에게 완전한 수준의 공간적 지식을 제공

(2) (3-2세부) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현

(가) 기술 개요

- (배경) 3차원 도시 모델 환경하에서 데이터마이닝의 결과 또는 추가적인 공간 분석의 결과를 표현하는 데 있어서 단일 또는 다중 주제도 레이어 기반으로 다차원 시각화를 제공함으로써 지식공간을 입체분해한 형상으로 지식을 쉽게 이해할 수 있게 해주며 또한 동적 시뮬레이션을 시각적으로 제공함으로써 보다 깊은 공간지식 통찰을 얻을 수 있게 해줌
- (목적) 도시 3차원 모델 환경에서 사용자의 자연어 질의에 대해 입체적으로 분해된 공간 지식형 답변을 볼 수 있도록 필요한 핵심기술을 개발함을 목적으로 하며 이를 위하여 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술과 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술을 개발

(나) 기술 내용

- 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 개발
 - 점, 선, 면의 정보속성과 문자, 이미지, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 형식에 따라 다른 시각화와 표출 인터페이스 기술 개발
 - 2차원과 3차원을 통합해 다차원으로 다양하게 보여줄 수 있는 방법론 연구
 - 주제도 레이어의 시각화 결과를 표출할 디바이스(컴퓨터 모니터, 스마트폰, TV, 키오스크 등)에 따라 맞춤형 표출 기술 개발
- 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 개발
 - 3차원 도시 모델 환경하에서 시계열로 변화하는 현상과 예측을 동적 시뮬레이션의 형식으로 보여줄 수 있는 기술 개발
 - 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등 사용자의 다양한 시각적 확인 욕구를 충족해 줄 수 있는 동적 플레이 기술 개발

(다) 기술 미래상

- 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 개발

(As-Is) 서로 다른 정보속성과 다양한 멀티미디어 형식, 그리고 시각화를 표출할 디바이스의 형태에 따라 다른 맞춤형의 공간적 지식을 제공하여야 하나 이에 대한 기술이 부족함과 함께 자동화된 표출이 부재하여 제한된 결과만을 확인 가능

(To-Be) 다양한 정보 속성, 멀티미디어 형식, 디바이스 형태에 따른 최적화된 공간 지식 시각화를 가능하게 함으로써 사용자 입장에서 볼 때 깊은 공간적 지식을 얻을 수 있고 자동화된 표출에 의해 매우 편리한 접속을 할 수 있게 됨

○ 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 개발

(As-Is) 3차원 도시 모델 환경하에서 시계열 정보나 지식을 동적으로 시뮬레이션 보여주는 기술이 부족해 시각적으로 판독이 어렵고 자유롭게 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등이 쉽지 않아 사용자 입장에서 부족함 절감

(To-Be) 심볼의 개선, 컬러의 증진, 속도의 증가, 자유로운 통제 등을 통해 사용자에게 한층 높은 수준의 동적 시각화를 가능케하고 이를 통해 사용자로 하여금 공간 지식에 대한 깊은 이해와 새로운 통찰을 얻을 수 있는 기회를 제공

(3) (3-3세부) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델

(가) 기술 개요

○ (배경) 공간 지식추론 엔진은 공간과 관련하여 기계가 스스로 논리적으로 지식을 추론 하는 엔진으로서 그래프 DB 기반의 공간-속성 데이터마이닝과 3차원 공간분석을 바탕으로 작동하는 메카니즘이며 그 핵심 기술들은 도시 분석, 미래 시뮬레이션, 교통 관리 등 여러 분야에 응용이 가능

○ (목적) 공간 지식추론 엔진 기술개발을 통해 얻어진 핵심기술들을 이용해 어떤 미래 지향적인 도시의 비즈니스 문제에 도전하고 해결책을 제시하는 어플리케이션을 만들 것인지를 도출하고 그러한 어플리케이션의 서비스 모델과 기술개발 비용 대비 효과를 분석함을 목적으로 함

(나) 기술 내용

○ 핵심 요소기술의 활용을 위한 서비스 모델링 및 사업화 전략 수립

핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링

서비스 모델에 따른 현재와 미래 비즈니스 모델링, 국내외 사업화와 시장 진입 전략 수립

○ 공간 지식추론 엔진 기술의 사업성 평가 및 산업 정책

비즈니스 모델 기반의 비용 대비 편익 분석, 사업성 평가 및 중장기 정부 지원 정책방안 제시

(다) 기술 미래상

○ 핵심 요소기술의 활용을 위한 비즈니스 및 서비스 모델링

(As-Is) 공간 지식추론 엔진의 부재로 인하여 그러한 기술을 활용한 응용 어플리케이션이 부족한바 이에 따라 활용 분야에 대한 분석이나 B2B B2C B2G 기능 서비스 모델이 거의 없는 실정임

(To-Be) 기술의 개발이 추진되면서 본격적으로 각종 응용 어플리케이션이 프로토타입의 형태로 나오게 되면 보다 구체적인 활용분야와 서비스 모델이 도출될 수 있으며 이를 기반으로 현재와 미래의 비즈니스 모델을 수립하고 국내외 시장에서의 진입 전략을 수립할 수 있음

○ 공간 지식추론 엔진 기술의 비용 대비 효과 분석

(As-Is) 공간 지식추론 엔진 기술의 개발이 미비하여 비즈니스 모델이 거의 없는 실정이고 따라서 그러한 기술에 대한 비용 대비 효과 분석이나 더 나아가 중장기 그러한 분야의 사업 지원을 위한 정부 지원 정책방안도 없는 실정임

(To-Be) 핵심 기술의 개발과 함께 구체적인 응용 어플리케이션이 도출되고 관련된 기능 서비스 모델이 창의적으로 수립이 되면 이에 따라 비용 대비 편익의 분석과 함께 동 분야의 성장을 위한 중장기 정부 정책 지원방안이 마련됨

라. 연차별 연구내용

<표3-30> 제3세부 연차별 연구내용

구분	연구 내용
1차년도	- (3-1 세세부) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 · 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 관련한 기술 환경 분석 · 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 관련한 시스템 설계 · 데이터 마이닝 결과와 3차원 도시 모델 환경 중첩 기술 설계 · 동적 데이터 활용을 통한 영향권 추론, 관련 공간 연산자 관련한 기초 연구 - (3-2 세세부) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 · 도시 3차원 모델 환경의 시각화/가시화 관련한 기술 환경 분석 · 도시 3차원 모델 환경의 시각화/표현 시스템 설계 · 데이터 마이닝 결과와 3차원 도시 모델 표출 시스템 설계 · 4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 설계 - (3-3 세세부) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링 · 요소 기술 해외 사례 분석 · 시장 환경 및 구조 분석
2차년도	- (3-1 세세부) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 · 도시환경 복합 시뮬레이션 프레임워크 개발 · 다중 주제도 동적 연산을 위한 연산기 개발 - (3-2 세세부) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현

구분	연구 내용
	· 동적 도시 3차원 모델 가시화 프레임워크 개발 · 4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 프로토타입 개발 - (3-3 세세부) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링 · 국내 적용 방안 연구 · 가치 사슬 및 창출 가치 분석 · 사업성 평가 모형 개발
3차년도	- (3-1 세세부) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 · 다중·동적 데이터 중첩 분석을 통한 도시환경 복합 시뮬레이션 SW 프로토타입 개발 · 다중 주제도 동적 연산을 위한 연산자 라이브러리(프로토타입) · 동적 데이터와 도시 3차원 모델을 활용한 공간분석과 가시화 프로토타입 개발 - (3-2 세세부) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 · 도시 3차원 모델과 동적 데이터 3차원 가시화 SW 프로토타입 개발 · 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 SW (프로토타입) 개발 · 동적 데이터와 도시 3차원 모델을 활용한 가시화 프로토타입 개발 - (3-3 세세부) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링 · B2B B2C B2G 구체적 서비스 모델 제시 · 서비스 전달 프로세스 확립 · 사업성 평가 모형 고도화 · 기존 산업 정책 분석
4차년도	- (3-1 세세부) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 · 범용 다중·동적 데이터 중첩 분석을 통한 도시환경 복합 시뮬레이션 SW 개발 · 범용 다중 주제도 동적 연산을 위한 연산자 라이브러리 개발 · 현장 적용용 데이터 셋 구축 · - (3-2 세세부) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 · 범용 도시 3차원 모델과 동적 데이터 3차원 가시화 SW 개발 · 범용 4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 개발 · 현장 적용용 데이터 셋 구축 - (3-3 세세부) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링 · 서비스 전달 프로세스 확립 · 유사 사업 모의 평가 · 관련 산업 국내 및 세계시장 규모 및 추이 분석
5차년도	- (3-1 세세부) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 · 다중 레이어 중첩을 통한 복합 시뮬레이션 상업용 SW 개발 · 다중 주제도 레이어의 동적 추론, 중첩, 분석 공간 연산자 상업용

구분	연구 내용
	SW 개발 · 실제 구동 사이트 개설 - (3-2 세세부) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 · 단일/다중 주제도 레이어의 복합 시각화 상업용 SW 개발 · 4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 상업용 SW 개발 - (3-3 세세부) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링 · 서비스 별 사업화 추진 방안 · 해당 사업 평가 · 직간접 지원 방안 및 유관 기관 R&R

마. 추진전략

- 제3세부의 연구개발 추진 전략은 1세부의 공간AI 프레임워크 내에서 작동하는 컴포넌트의 개발을 지향함에 있으며 이와 동시에 2세부의 분석 및 지식 성과를 모두 흡수하여 추가적인 공간 분석을 수행하는 데 역점을 둠
- 또한, 공간분석 상용엔진의 충분한 활용, 사용자 입장에서 매우 쉬운 사용 인터페이스의 구현, 실용적인 킬러앱 중심으로 서비스와 비즈니스 모델링을 수행하는 것도 중요한 전략의 일부

<표3-31> 제3세부 연구개발 추진전략

구분	과제명	주요내용	추진전략
3세부 과제	도시 3차원 모델 환경의 공간 분석과 표현	- 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 - 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현 - 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링	- 공간분석 상용 엔진을 충분히 활용한 효율적인 연구개발 도모 - 1세부의 공간AI 프레임워크에 완전히 임베딩되는 기술 개발 - 실용적인 킬러앱을 중심으로 서비스와 비즈 모델링 수행
3-1 세세부	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션	데이터마이닝의 결과를 주제에 따른 각각의 주제 레이어로 분해하여 저장 관리 - 단일 주제도 레이어의 근접 영향권을 다양한 시나리오 기반으로 추론 단일 주제도 레이어의 공간연산자(거리, 면적, 연결성, 네트워크, 복잡도, 3차원 쉼도잉, 경사, 최적화 등)를 3차원 환경에서	- 점,선,면으로 데이터마이닝 결과를 나누어 별도의 레이어로 각각 공간-속성 정보 저장 - 사용자 질의 키워드를 이용해 시나리오를 편성해 추론하고 대화식으로 작동 지원 전략 - 공간연산자 개발 시 Github 등 오픈소스의 코드를 최대한 활용하고 이를 개선하여 최상의 기능을 가진

구분	과제명	주요내용	추진전략
		작동하도록 개발 P01, 네트워크, 건물 등 다중 주제도 레이어의 중첩 분석(인터섹션, 유니언, 클리핑, 아이덴티티 등) 가능한 연산자를 3차원 환경에서 작동하도록 개발 - 시간적으로 계속 변화하는 레이어를 동적으로 중첩해 시계열 시뮬레이션하는 기술 개발	컴포넌트를 제작 - 공간모델러의 구조 형식을 벤치마킹하여 중첩분석 시나리오를 설계하고 이를 대화식으로 작동하도록 개발 - 시계열 점,선,면 데이터를 연속 저장하여 순서대로 중첩함으로써 변화탐측에 유리한 성과를 내도록 추진
3-2 세세부	도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	점,선,면의 정보속성과 문자, 이미지, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 형식에 따라 다른 시각화와 표출 인터페이스 기술 개발 2차원과 3차원을 통합해 다차원으로 다양하게 보여줄 수 있는 방법론 연구 주제도 레이어의 시각화 결과를 표출할 디바이스(컴퓨터 모니터, 스마트폰, TV, 키오스크 등)에 따라 맞춤형 표출 기술 개발 3차원 도시 모델 환경하에서 시계열로 변화하는 현상과 예측을 동적 시뮬레이션의 형식으로 보여줄 수 있는 기술 개발 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등 사용자의 다양한 시각적 확인 욕구를 충족해 줄 수 있는 동적 플레이 기술 개발	- 점, 선, 면의 객체와 문자, 이미지는 시각화를 통해 제공하고 소리는 음향, 동영상은 무비 영상 형식 중심 - 다수의 평면 레이어를 입체적으로 중첩해 3차원의 투시 모델 효과를 제공 - 디바이스의 OS, 해상도, 영상면 규격 등을 고려하여 다양한 방식의 표출 지원 전략 - 샘플링 레이어의 시각 간격을 사용자가 결정해 시각 해상도를 자유롭게 통제하고 결과를 쉽게 이해할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공 - 일반적으로 익숙한 사용자 동적 플레이 조작을 지원하여 마치 게임을 하듯이 분석 결과와 지식을 이해할 수 있도록 지원 - 건물이나 산 등이 입체로 솟아오르는 DSM 형식의 3차원 시각화도 함께 지원 전략
3-3 세세부	비용효과 분석, 비즈니스 서비 모델링	핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링 서비스 모델에 따른 현재와 미래 비즈니스 모델링, 국내외 시장 진입 전략 수립 비즈니스 모델 기반의 비용 대비 편익 분석, 사업화 평가, 중장기 정부 지원 정책방안	- 연구개발팀과의 지속적인 토의를 통해 핵심 요소기술을 도출하고 각 기술별로 서비스 모델을 정의 - 외국의 유망 스타트업 아이템을 조사 분석하여 이를 벤치마킹 - 편익을 최대한 추정하되

구분	과제명	주요내용	추진전략
			계량할 수 없는 경우 효과를 추정 - 후속 정부 지원 대책을 강구

바. 기술 및 성과로드맵

(가) 3-1 세세부 - 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션

<표3-32> 3-1 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 관련한 기술 동향 파악 및 개발 방향 설정	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 관련한 기술 환경 보고서	①	환경 보고서	1건	외부 전문가 검증
	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 관련 시스템 설계	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 관련한 시스템 설계서	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
	다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션 기술	데이터 마이닝 결과와 3차원 도시 모델 환경 중첩 기술 설계서	③	설계서	1건	외부 전문가 검증
	동적 영향권 추론과 이를 위한 공간 연산자 기술	동적 데이터 활용을 통한 영향권 추론, 관련 공간 연산자 관련한 기초 연구 수행	④	연구 보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	도시 3차원 모델과 동적 데이터 3차원 가시화 및 시뮬레이션 기술	도시환경 복합 시뮬레이션 프레임워크 소프트웨어	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	동적·비정형 데이터 기반 공간 연산자(분석, 중첩) 기술	다중 주제도 동적 연산을 위한 연산기	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
3차 년도	다중 레이어 중첩 분석과 이를 활용한 시뮬레이션 기술 개발	다중·동적 데이터 중첩 분석을 통한 도시환경 복합 시뮬레이션 SW 프로토타입 개발	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	동적 중첩·분석 공간 연산자 기술 개발	다중 주제도 동적 연산을 위한 연산자 라이브러리(프로토타입)	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	애자일한 방식으로 도시 3차원 모델 환경의	동적 데이터와 도시 3차원 모델을 활용한	③	SW 등록	1건	외부 공인기관

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	공간분석과 표현 프로토타입 구현	공간분석과 가시화 프로토타입 개발				인증
4차 년도	다중 레이어 중첩 분석과 이를 활용한 시뮬레이션 기술 고도화	범용 다중·동적 데이터 중첩 분석을 통한 도시환경 복합 시뮬레이션 SW	①	SW 등록	1건	외부 전문가 검증
	동적 중첩·분석 공간 연산자 기술 고도화	범용 다중 주제도 동적 연산을 위한 연산자 라이브러리	②	SW 등록	1건	외부 전문가 검증
	현장 적용 위한 데이터 취득, 정제, 변환	현장 적용용 데이터 셋	③	데이터	1건	외부 전문가 검증
5차 년도	다중 레이어 중첩 분석과 이를 활용한 시뮬레이션 기술 현장 적용	다중 레이어 중첩을 통한 복합 시뮬레이션 상업용 SW 출시	①	SW 등록	1건	외부 기관 등록 및 검증
	동적 중첩·분석 공간 연산자 기술 현장 적용	다중 주제도 레이어의 동적 추론, 중첩, 분석 공간 연산자 상업용 SW 출시	②	SW 등록	1건	외부 기관 등록 및 검증
	도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현 기술 현장 적용	실제 구동 사이트 개설	③	웹 페이지 개설	1건	외부 전문가 검증

<표3-33> 3-1 세세부 연차별 성과 목표

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

구분	목표	성과					
		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
	연구개발 관련 홍보		1	1	1	1	4
	기타 목표						

(나) 3-2 세세부 - 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현

<표3-34> 3-2 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	도시 3차원 모델 환경의 시각화 기술 관련 동향 파악 및 개발 방향 설정	도시 3차원 모델 환경의 시각화/가시화 관련한 기술 환경 보고서	①	환경 보고서	1건	외부 전문가 검증
	도시 3차원 모델 환경의 시각화/표현 시스템 설계	도시 3차원 모델 환경의 시각화/표현 시스템 설계서	②	설계서	1건	외부 전문가 검증
	단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 기초 연구	데이터 마이닝 결과와 3차원 도시 모델 표출 시스템 설계서	③	설계서	1건	외부 전문가 검증
	시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 기초 연구	4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 설계서	④	설계서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술	동적 도시 3차원 모델 가시화 프레임워크	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술	4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 프로토타입	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
3차 년도	정적/동적, 정형/비정형 데이터와 레이어 가시화/시각화 기술	도시 3차원 모델과 동적 데이터 3차원 가시화 SW 프로토타입	①	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	심볼, 컬러, 객체/현상 속도, 표출 속도 등을 조절하는 기술	시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 SW (프로토타입)	②	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증
	애자일한 방식으로 도시 3차원 모델 환경의 시각화 프로토타입 구현	동적 데이터와 도시 3차원 모델을 활용한 가시화 프로토타입 개발	③	SW 등록	1건	외부 공인기관 인증

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
4차 년도	정적/동적, 정형/비정형 데이터와 레이어 가시화/시각화 기술 고도화	범용 도시 3차원 모델과 동적 데이터 3차원 가시화 SW	①	SW 등록	1건	외부 전문가 검증
	시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 고도화	범용 4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템	②	SW 등록	1건	외부 전문가 검증
	현장 적용 위한 데이터 취득, 정제, 변환	현장 적용용 데이터 셋	③	데이터	1건	외부 전문가 검증
5차 년도	단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 현장 적용	단일/다중 주제도 레이어의 복합 시각화 상업용 SW 출시	①	SW 등록	1건	외부 기관 등록 및 검증(TTA)
	시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 현장 적용	4D 기반 동적 시뮬레이션 시각화 시스템 상업용 SW 출시	②	SW 등록	1건	외부 기관 등록 및 검증(TTA)
	도시 3차원 모델 환경의 시각화 기술 현장 적용	실제 구동 사이트 개설	③	웹 페이지 개설	1건	외부 전문가 검증

<표3-35> 3-2 세세부 연차별 성과 목표

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

구분	목표	성과					
		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
	연구개발 관련 홍보		1	1	1	1	4
	기타 목표						

(다) 3-3 세세부 - 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링

<표3-36> 3-3 세세부 연구내용 및 성과목표

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
1차 년도	핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링	요소 기술 해외 사례 분석		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	개발될 주요 서비스 기반 사업화 전략 수립	시장 환경 및 구조 분석		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
2차 년도	핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링	국내 적용 방안 연구		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	개발될 주요 서비스 기반 사업화 전략 수립	가치 사슬 및 창출 가치 분석		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	사업화 전략에 따른 사업성 평가	사업성 평가 모형 개발		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
3차 년도	핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링	B2B B2C B2G 구체적 서비스 모델 제시		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	개발될 주요 서비스 기반 사업화 전략 수립	서비스 전달 프로세스 확립		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	사업화 전략에 따른 사업성 평가	사업성 평가 모형 고도화		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	해당 사업 효과적 성장을 위한 중장기 정부 산업 성장 정책 방안 제안	기존 산업 정책 분석		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
4차 년도	개발될 주요 서비스 기반 사업화 전략 수립	서비스 전달 프로세스 확립		실행 매뉴얼	1건	외부 전문가 검증

구분	연구내용	성과목표	성과검증 기준			
			산출물		목표치	측정방법
	사업화 전략에 따른 사업성 평가	유사 사업 모의 평가		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	해당 사업 효과적 성장을 위한 중장기 정부 산업 성장 정책 방안 제안	관련 산업 국내 및 세계시장 규모 및 추이 분석		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
5차 년도	개발될 주요 서비스 기반 사업화 전략 수립	서비스 별 사업화 추진 방안		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	사업화 전략에 따른 사업성 평가	해당 사업 평가		분석 보고서	1건	외부 전문가 검증
	해당 사업 효과적 성장을 위한 중장기 정부 산업 성장 정책 방안 제안	직간접 지원 방안 및 유관 기관 R&R		정책제안	1건	외부 전문가 검증

<표3-37> 3-3 세세부 연차별 성과 목표

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

사. 세부과제별 핵심성과

(1) (3세부) 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현

정의(설명)	○ 공간 지식추론 엔진의 주요 기능 중 하나는 그래프 기반DB와 RDB, NoSQL DB 등에서 추출한 자료를 데이터마이닝 하여 지식을 얻고 이를 3차원 도시 모델 환경에서 불러들여 논리추론을 보강함으로써 공간 지식화를 수행하는 것이며 더 나아가 그 결과를 3차원 도시 모델 환경에서 다양한 방식으로 시각화하여 제공하는 것임
설정사유	○ 현재 사용자 질의에 대한 도시 3차원 모델 환경의 공간 분석과 표현이 단순 답변 외에 깊이 있는 공간 분석 및 질의에 대한 답변이 불가하여 갈수록 고도화 되는 사용자 지식 욕구 대응 및 서비스 개발 환경 제공
목 적	○ 공간과 속성 빅데이터를 데이터마이닝을 통해 분석해 얻은 지식을 이용해 3차원 도시 모델 환경에서 중첩 등 공간 연산을 수행하여 보다 고도의 공간 지식을 추론해 내고 이를 3차원 도시 모델 환경에서 시각화하는 것이 주된 기술개발의 목표임 ○ 또한 공간 지식추론 엔진의 요소 기술들이 개발되었을 때 이를 활용한 각종 어플리케이션을 통해 얻을 수 있는 경제적 이익을 추산하고 더 나아가 혁신적인 비즈니스 및 서비스 모델을 제안하는 것임
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 빅데이터 기반의 데이터마이닝을 통해 얻은 결과가 단순 표, 그래프 등으로 가시화 되어 공간 정보와의 융합 및 멀티스케일 시각 가시화, 사용자 대화형 서비스 구현 불가 ○ 시공간과 관련된 복잡한 질의, 연관된 공간 분석, 추론 기반 지식 및 가시화 불가하여 대안이 곤란한 실정 (개발 기술 수준) ○ 공간 빅데이터 기반의 데이터마이닝을 통해 얻은 결과를 3차원 도시 모델 환경과 융합하여 시계열, 히트 맵(heat map) 등 다양한 3차원 가시화 및 레이어 영향권, 모델, 공간 연산자를 이용한 공간 분석, 가시권, 일조, 소음, 경관 등 시뮬레이션 기능 제공 ○ 복잡한 질의 및 추론 기반 질의, 연쇄 질의 등과 연동할 수 있는 패턴별 공간 함수 API 및 API 결과 연쇄적 실행(Chaining) 기능 제공
수요처	○ 공공기관(대국민 서비스), 기업 마케팅 부서(상권 분석, 세대, 교통 등), 부동산, 경찰(범죄 연관성)
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (5 년)

(가) (3-1) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션

정의(설명)	○ 그래프 기반DB, RDB, NoSQL DB 등에서 추출한 자료를 이용해 데이터마이닝을 수행하고 그로부터 지식을 추론했을 때 이를 3차원 도시 모델 환경에서 주제 레이어별로 영향권 추론이나 공간 연산을 수행하고, 더 나아가 다중 주제 레이어에 대해 동적 중첩 분석을 수행함으로써 사용자에게 공간적으로 고도화된 지식을 제공
설정사유	○ 다중 레이어 중첩이 단순히 레이어 작업의 병합이 아니라 각각의 레이어에 포함된 모든 Feature(영역, 라인 또는 포인트)의 특성을 시뮬레이션 결과물에 포함하여 공간적 분포, 분석, 정보의 불일치 등을 개선하기 위함
목 적	○ 데이터마이닝을 통해 얻어진 지식을 3차원 도시 모델 환경에서 공간분석을 통해 공간 지식화하기 위해 필요한 요소기술의 개발이 주 목적으로서 단일 주제도 레이어의 경우 영향권 추론이나 공간 연산자의 개발이 주 목적이고 다중 주제도 레이어의 경우 동적 중첩 분석 연산자의 개발이 주 목적임
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 데이터마이닝의 결과를 기반으로 만든 단일 주제도 레이어의 경우 3차원 공간 정보와 융합되지 않고 단순 표나 그래프로 제공 되는 경우가 많아 3차원 공간 정보로 제공 되는 경우가 많지 않았음 ○ 데이터 마이닝의 결과를 기반으로 생성된 다중 주제도 레이어가 레이어 중첩 (Overlay Layers) 기능이 충분하지 않아, 사용자가 찾고자 하는 위치나 정보를 3차원 도시 모델 환경에서 찾기가 어려움 (개발 기술 수준) ○ 데이터마이닝의 결과를 기반으로 만든 단일 주제도 레이어를 3차원 도시 모델 환경에서 가시화 하고 레이어의 영향권 분석, 공간 연산자(거리, 면적, 연결성, 네트워크, 복잡도, 3차원 셰도잉, 경사, 최적화 등) 기능을 제공 ○ 데이터마이닝의 결과를 기반으로 만든 레이어를 교차(Intersect), 결합(Union), 동일성(Identity), 자르기(Clip), 지우기(Erase) 등의 레이어 중첩(Overlay Layers) 기능 사용하여 단일 레이어로 결합하고, 3차원 도시 모델 환경에서 단일 레이어로 결합 가시화 하여 다양한 시뮬레이션 기능에 활용
수요처	○ 동적 인구 밀집도와 기존 자료를 융복합한 상권 분석, 범죄 예측 등 분야
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(나) (3-1-1) 단일 주제도 레이어의 영향권 추론 및 공간 연산자 개발

정의(설명)	○ 데이터마이닝을 통해 얻어진 분석 결과를 단일 주제도 레이어로 분리 저장, 레이어의 영향권에 대한 공간 데이터 GIS 분석 기법, 추론에 이용할 공간 연산 기능을 OGC Specifications을 참조하여 구현
설정사유	○ 3차원 도시 모델 환경에서의 단일 주제도 레이어 영향권 분석, 추론 기능을 공간 정보 표준인 OGC Specifications를 참고하여 제공함으로써 다양한 공간 분석 기능을 제공해야 하는 서비스 시스템에 적용 할 수 있음
목 적	○ 데이터마이닝의 결과를 주제에 따른 각각의 주제 레이어로 분해하여 저장 관리 ○ 단일 주제도 레이어의 근접 영향권을 다양한 시나리오 기반으로 추론 ○ 단일 주제도 레이어의 공간연산자(거리, 면적, 연결성, 네트워크, 복잡도, 3차원 셰도잉, 경사, 최적화 등)를 3차원 환경에서 작동하도록 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 데이터마이닝 결과를 주제 레이어로 분해하여 저장 관리하는 기술이 부족하여 제한적으로 공간 통계 패키지와 GIS 패키지가 느슨한 커플링 상태로 활용되고 있어 데이터마이닝의 최신 기법을 3차원 도시 모델 환경에서 완전한 구현 불가 (개발 기술 수준) ○ 데이터마이닝 결과를 주제 레이어로 실시간 분해 저장 관리할 수 있게 됨으로써 주제도 레이어를 기반으로 근접 영향권의 분석, 연결성이나 네트워크 분석 등의 공간연산자가 3차원 도시 모델 환경에서 충분히 구현되어 활용 ○ 근접 영향권 분석 시 사용자의 대화식 요구에 따라 다양한 시나리오로 구성해 변수를 바꾸어 가면서 변화하는 결과를 보여줄 수 있도록 함 ○ 공간 연산자의 경우 OGC Specifications을 참고하여 구현하고 타 서비스 시스템에서 공간 함수 API를 이용하여 연동 가능하게 제공함으로써 개발된 기술이 여타의 시스템에 임베딩되어 폭넓게 활용
수요처	○ 영업부서 점포 위치와 고객 접근성과의 관계. ○ 도시 배수와 경사도 표고와의 관계
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(다) (3-1-2) 다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자 개발

정의(설명)	○ 일정 주기 단위의 데이터마이닝을 통해 얻어진 분석 결과를 이용해 동적 다중 주제도 레이어를 생성, 다중 주제 레이어 기준을 동시에 만족 시키는 장소를 찾기 위한 Vector 중첩, Raster 중첩, 교차(Intersect), 결합(Union), 동일성(Identity), 자르기(Clip), 지우기(Erase) 등 분석에 이용할 공간 연산 기능을 OGC Specifications을 참고하여 구현
설정사유	○ 노트북, 핸드폰 등 다양한 디바이스를 활용한 정보 획득의 속도, 편의성, 활용성이 높아짐에 따라, 사용자에게 많은 기준을 동시에 만족 시키는 장소를 3차원 공간상에서 정확하게 제공해야 하기 때문
목 적	○ POI, 네트워크, 건물 등 다중 주제도 레이어의 중첩 분석(인터섹션, 유니언, 클리핑, 아이덴티티 등) 가능한 연산자를 3차원 환경에서 작동하도록 개발 ○ 시간적으로 계속 변화하는 레이어를 동적으로 중첩해 시계열 시뮬레이션하는 기술 개발을 통해 동영상에 보듯이 변화를 감지하고 이해할 수 있게 지원
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간-속성 빅데이터의 데이터마이닝을 통해 얻어진 분석 결과를 다중의 주제도 레이어에 실시간 반영해 3차원 공간 분석을 하는데 제한이 있어 최신의 데이터마이닝 기술과 공간분석 기술이 충분히 융합되지 못한 채 서비스 (개발 기술 수준) ○ 데이터마이닝과 3차원 공간 분석이 서로 완전하게 융합됨으로써 다중 주제도 레이어의 교차나 통합 분석이 실시간 가능해지고, 더 나아가 시간적으로 계속해 변화하는 시계열 시뮬레이션까지 수행이 되어 사용자에게 완전한 수준의 공간적 지식을 제공 ○ 시계열 변화하는 현상의 시뮬레이션에서는 다양한 시점에서 관찰이 가능하도록 상하좌우의 시점 변화를 지원하고 동시에 입체적으로 투사된 내부를 확인할 수 있도록 투명도의 조절, 그래픽 표현 컬러의 변화 등 기능을 지원해 사용자 입장에서 충분한 시각적 분석과 지식추론 효과를 얻을 수 있게 함 ○ 공간 연산자의 경우 OGC Specifications을 참고하여 구현하되 타 서비스 시스템에서 공간 함수 API를 이용하여 연동 가능하게 제공하여 확장 가능성
수요처	○ 소방서 화재 진압 취약성 지도 제작, 화재 진압 활동을 함에 있어 방해되는 요소들을 파악 분석하는 데 사용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2026년 (4 년)

(라) (3-2) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현

정의(설명)	○ 3차원 도시 모델 환경하에서 데이터마이닝의 결과 또는 추가적인 공간 분석의 결과를 표현하는 데 있어서 단일 또는 다중 주제도 레이어 기반으로 다차원 시각화를 제공함으로써 지식공간을 입체 분해한 형상으로 지식을 쉽게 이해할 수 있게 해주며 또한 동적 시뮬레이션을 시각적으로 제공함으로써 보다 깊은 공간지식 통찰을 얻을 수 있게 해줌
설정사유	○ 시공간에 대한 사용자의 자연어 질의와 일치하는 결과가 존재하지 않거나 복잡한 경우 답변이 불가능한 실정을 개선하기 위해 가중치, 유사도, 연쇄(Chaining) 검색 등의 기법을 활용하여 공간 함수 API 및 매핑 결과를 이용하여 3차원 모델 환경에서의 시각화 정보를 제공하기 위함
목 적	○ 도시 3차원 모델 환경에서 사용자의 자연어 질의에 대해 입체적으로 분해된 공간 지식형 답변을 볼 수 있도록 필요한 핵심기술을 개발함을 목적으로 하며 이를 위하여 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술과 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술을 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 질의 및 답변에 한계가 있어 연관된 공간 분석이 필요한 질의에는 답변이 불가하여 사용자 입장에서 엔진의 활용에 한계 ○ 시공간과 관련된 복잡한 논리적 분석과 추론, 연쇄(Chaining) 질의에는 답변이 불가하며, 시계열을 이용한 기능 제공이 미비 (개발 기술 수준) ○ 연관된 공간 분석이 필요한 질의의 경우, 다양한 공간 함수 API를 제공하여 분석, 결과를 도시 3차원 모델 환경에서 시각화 ○ 다중 주제도 레이어의 복합시각화를 지원하여 사용자에게 한층 높은 수준의 시각적인 분석, 결과의 확인, 새로운 지식의 추론이 가능하도록 다양한 방법으로 입체적으로 볼 수 있도록 함 ○ 시공간 관련 분석과 추론 기능을 다양한 공간 함수 API와 매핑, 그리고 결과를 기반으로 다음 질의 결과를 찾는 연쇄(Chaining) 기능을 제공. 그 결과를 단일 및 다중 주제도 레이어로 가시화, 시계열 가시화 기능을 제공
수요처	○ 환경 분야, 도로 개통, 도시화 진전에 따른 미세 먼지 분포도 및 미래 예측 모습 ○ 도시 관리 분야: 동적 시뮬레이션 결과 표출을 통한 직관적인 도시 상황 이해
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(마) (3-2-1) 단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술 개발

정의(설명)	○ 데이터마이닝을 통해 얻어진 분석 결과를 이용하여 생성한 단일 주제도 레이어, - 다중 주제도 레이어 속성 정보 표시, LOD 기반 렌더링, 시점 조절, 선택 객체의 - 강조 기능과 같은 공간 정보 가시화와 사용자 인터랙션 측면을 강화하여 - 사용자로 하여금 시각적 인지와 정보 취사 선택을 편리함을 제공
설정사유	○ 다양한 레이어 정보, 3차원 데이터 객체 정보, LOD 기반 렌더링, 투명화, 색깔 변경, 이동 등의 다양한 사용자 인터랙션 UI/UX 기능을 제공하여 사용자 편의성, 정보 판단 가독성을 높이기 위한 공간 정보 가시화 기능 제공
목 적	○ 점,선,면의 정보속성과 문자, 이미지, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 형식에 따라 다른 시각화와 표출 인터페이스 기술 개발 ○ 2차원과 3차원을 통합해 다차원으로 다양하게 보여줄 수 있는 방법론 연구 ○ 주제도 레이어의 시각화 결과를 표출할 디바이스(컴퓨터 모니터, 스마트폰, TV, 키오스크 등)에 따라 맞춤형 표출 기술 개발 ○ 정적이고 정형화된 데이터와 동적이고 비정형화된 데이터의 효율적 융복합 가시화 기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 서로 다른 정보속성과 다양한 멀티미디어 형식, 그리고 시각화를 표출할 디바이스의 형태에 따라 다른 맞춤형의 공간적 지식을 제공하여야 하나 이에 대한 기술이 부족함과 함께 자동화된 표출이 부재하여 제한된 결과만을 확인 가능 (개발 기술 수준) ○ 다양한 정보 속성, 멀티미디어 형식, 디바이스 형태에 따른 최적화된 공간 지식 시각화를 가능하게 함으로써 사용자 입장에서 볼 때 깊은 공간적 지식을 얻을 수 있고 자동화된 표출에 의해 매우 편리한 접속을 할 수 있게 됨 ○ 사용자가 3차원 도시 모델 환경 하에서 레이어 및 데이터 가시화 LOD 거리 조절, 투명도 조절, 색상 변경, 이동 등의 기능을 UI 화면을 통해 쉽게 조작할 수 있음
수요처	○ 디지털트윈, 스마트시티, 데이터 가시화 분야 등의 근간 기술로서 다양한 디바이스에 적용해 서비스가 가능
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(바) (3-2-2) 시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화 기술 개발

정의(설명)	○ 센서, 드론, 건물, 시설 등 파일, 그래프 기반 DB, RDB, NoSQL, 스트리밍 데이터 파이프라인 등에서 추출한 데이터를 이용해 일정 주기 단위로 동적 시뮬레이션을 실행하고 그 결과물을 3차원 공간상에 매핑 하여, 공간적인 분포 파악의 시각적 용이성, 시계열 해석(time series analysis), 시계열 예측(time series prediction) 정보를 시각화 하여 제공
설정사유	○ 다수의 시스템이 일정 주기 단위 동적 시뮬레이션 결과를 단순 표, 그래프 또는 2차원 지도 형태로 표현함으로써 공간상에서의 분포 파악, 이해, 예측 등의 어려움이 있어 이런 단점을 개선하기 위함
목 적	○ 3차원 도시 모델 환경 하에서 시계열로 변화하는 현상과 예측을 동적 시뮬레이션의 형식으로 보여줄 수 있는 기술 개발 ○ 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 비행(Fly-through) 등 사용자의 다양한 시각적 확인 욕구를 충족해 줄 수 있는 동적 플레이 기술 개발
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 3차원 도시 모델 환경 하에서 시계열 정보나 지식을 동적으로 시뮬레이션 보여주는 기술이 부족해 시각적으로 판독이 어렵고 자유롭게 작동, 정지, 차원변화, 시점변화, 플라이스루 등이 쉽지 않아 사용자 입장에서 부족함 절감 (개발 기술 수준) ○ 심볼의 개선, 컬러의 증진, 속도의 증가, 자유로운 통제 등을 통해 사용자에게 한층 높은 수준의 동적 시각화를 가능케하고 이를 통해 사용자로 하여금 공간 지식에 대한 깊은 이해와 새로운 통찰을 얻을 수 있는 기회를 제공 ○ 시간의 흐름에 따라 순차적으로 시뮬레이션 결과를 가시화 하고 시계열 데이터에 숨겨진 여러 형태의 패턴을 추출하며 그 패턴을 분석 할 수 있는 UI 제공 또는 미래를 예측하는 기능을 제공 ○ 사용자로부터 전해지는 변화 요구에 부응하여 실시간 대화식으로 변수를 통제함으로써 시각화 결과를 다르게 표출하고 이를 녹화 및 저장하여 그 결과를 공유하거나 다른 분석에 활용할 수 있도록 함
수요처	○ 시간 경과에 따른 서울의 미세 먼지 농도 변화를 3차원적 볼륨으로 표출 ○ 도시의 일부 지역에 재개발 전 후의 모습을 시뮬레이션하고 이를 시각화 ○ 드론으로 택배를 수행 시 경로를 3차원 도로와 빌딩 사이로 매핑 표현
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2023년 ~ 2027년 (4 년)

(사) (3-3) 비용효과 분석, 비즈니스 및 서비스 모델링

정의(설명)	○ 공간 지식추론 엔진은 공간과 관련하여 기계가 스스로 논리적으로 지식을 추론하는 엔진으로서 그래프 DB 기반의 공간-속성 데이터마이닝과 3차원 공간 분석을 바탕으로 작동하는 메카니즘이며 그 핵심 기술들은 도시 분석, 미래 시뮬레이션, 교통 관리 등 여러 분야에 응용이 가능
설정사유	○ 공간 지식추론 엔진은 국외에서도 마땅하게 실용화된 기술 서비스가 아직 없는 실정이고 국내 역시 그러하며 따라서 엔진의 개발에 따른 서비스 모델과 비즈니스 모델, 그리고 모델에 대한 사업성 평가 분석 역시 부재함
목 적	○ 공간 지식추론 엔진 기술개발을 통해 얻어진 핵심기술들을 이용해 어떤 미래 지향적인 도시의 비즈니스 문제에 도전하고 해결책을 제시하는 어플리케이션을 만들 것인지를 도출하고 그러한 어플리케이션의 서비스 모델과 기술개발 비용 대비 효과 등 사업성 평가를 목적으로 함
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 실제 구현된 기술이 부재하며 관련 기능별로 서비스 모델이 없고 자연히 비즈니스 모델 역시 부재. 마찬가지로 사업성 평가 역시 없음 (개발 기술 수준) ○ 자연어에서 토픽과 키워드의 추출, 메타와 논리 프로세서, 그래프DB 기반의 공간AI 프레임워크, 공간 빅데이터 데이터마이닝과 지식 추론, 도시 3차원 모델 환경의 복합 레이어 분석과 동적 시뮬레이션 등 핵심 기술요소들은 모듈 형태 또는 각각의 분해된 라이브러리 형태로 다양한 응용 어플리케이션에 임베딩이 가능하며 이에 대한 자세한 기술 정의와 분석은 향후 기술의 활용 가능성을 높여줌 ○ 전체 모듈이 하나로 통합 조립되어 그 자체로 완전한 공간 지식추론 엔진, 즉 공간 AI가 될 수도 있으며 이들에 대한 서비스 모델링과 그에 따른 비즈니스 모델링은 본 연구개발의 성과에 대한 활용 비전의 제시 ○ 더 나아가 각각의 모델에 대한 사업성 평가 분석은 본 연구개발에 대한 정부 지원의 타당성이 어느 정도 있는지에 대한 분석을 제공
수요처	○ 정부의 예산 담당 부서에서 지원 타당성 사후 분석에 활용 ○ 공공이나 민간 유사 사업에 대한 사전 타당성 분석 시 참고 자료로 활용 가능
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (5 년)

(아) (3-3-1) 핵심 요소기술 활용 위한 서비스 모델링 및 사업화 전략수립

정의(설명)	○ 본 연구개발의 핵심 요소기술 - 자연어에서 토픽과 키워드 추출, 문장 재구성을 위한 메타 프로세서, 질의 수행을 위한 로직 프로세서, 공간 AI 시스템 프레임워크, 공간 정형 빅데이터 머신러닝과 데이터마이닝 기술, 비정형 빅데이터 분석 기술, 3차원 도시모델 환경의 중첩 분석과 시각화 등 -은 컴포넌트로 분해된 상태에서 여타 어플리케이션에 요소기술로 임베딩이 가능하며 각각의 컴포넌트를 조합해 모듈화하여 사용이 가능한바 이에 대한 서비스 및 비즈니스 모델링
설정사유	○ 정부 지원으로 연구개발 되는 기술에 대한 서비스 및 비즈니스 모델링은 개발된 기술의 정의를 토대로 가능한 킬러 어플리케이션의 영역을 도출하고 그로부터 파생되는 비즈니스 모델을 제시함으로써 기술의 활용 가능성을 확인하고 제시
목 적	○ 핵심 요소기술에 대한 정의, 활용 분야 분석, B2B B2C B2G 기능 서비스 모델링 ○ 서비스 모델에 따른 현재와 미래 비즈니스 모델링, 국내외 시장 진입 전략 수립
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 지식추론 엔진의 부재로 인하여 그러한 기술을 활용한 응용 어플리케이션이 부족한바 이에 따라 활용 분야에 대한 분석이나 B2B B2C B2G 기능 서비스 모델이 거의 없는 실정으로서 산업 활성화에 기여 부족 (개발 기술 수준) ○ 핵심 요소 기술 개발이 추진되며 본격적으로 각종 응용 어플리케이션이 프로토타입 형태로 구체화 되면 이를 활용한 서비스 모델이 도출될 수 있으며 이를 기반으로 비즈니스 모델을 수립하여 시장 환경을 분석하고 (국내외) 시장 진입 전략을 수립할 수 있음 - 서비스 모델 도출: 제공 서비스, 협업 구조, 가치 사슬, 창출 가치 등 - 사업화 전략: 표적 시장, 표적 사용자, 가치 전달 체계, 마케팅 계획 ○ 개발되는 요소기술은 각각 원천기술의 연구를 통해 세계적인 수준의 성능을 검증하는 과정을 거쳐 개발되는 것으로서 이들 원천기술을 컴포넌트의 형식으로 현재 또는 미래의 어플리케이션에 임베딩함으로써 기존 시스템의 기능을 한차원 업그레이드 하고 더 나아가 새로운 어플리케이션 개발에 활용
수요처	○ 기존 중앙정부와 지자체의 UIS등 공공시스템 확장모델 수립에 활용 ○ 새로운 혁신 서비스를 위한 스타트업의 서비스 및 비즈니스 모델 발굴에 활용
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (5 년)

(자) (3-3-2) 공간 지식추론 엔진 기술 사업성 평가 및 산업 정책

정의(설명)	○ 공간 지식추론 엔진 기술개발을 통해 투입한 비용 대비 어느 정도의 효과가 있는지를 사업성 평가를 통해 조사 분석하는 것으로서 이때 시장 진입 전략, 정부의 직접 및 간접 지원방안, 관련 기관 및 역할 분석 등을 수행
설정사유	○ 정부 투자 연구개발에 대해 비용 대비 편익 분석, 시장 전략 등을 연구함으로써 정부 투자정책의 타당성을 확인해 보고 더 나아가 유사한 정부 연구개발 투자사업이나 민간의 기술개발 시 참고 자료로 활용토록 분석해 보는 것임
목 적	○ 사업화 전략에 따른 사업성 평가 ○ 해당 사업 효과적 성장을 위한 중장기 정부 산업 성장 정책 방안 제안
성능목표	(현재 기술 수준) ○ 공간 지식추론 엔진 기술의 개발이 미비하여 비즈니스 모델이 거의 없는 실정이고 따라서 그러한 기술에 대한 비용 대비 편익 분석을 통한 사업성 평가나 더 나아가 중장기 그러한 분야의 사업 지원을 위한 정부 지원 정책방안도 없는 실정임 (개발 기술 수준) ○ 본 연구개발을 통해 얻은 성과를 토대로 사업화가 구체화 되면 사업성 평가와 함께 관련 산업 성장을 위한 중장기 정부 산업 정책이 마련됨 – 사업 별 사업성 평가: 시장진입 전략, 투자 비용 편익 분석 – 산업 정책: 직접 및 간접 지원 방안, 관련 기관 및 역할 분석 ○ 수년 이내에 VR 글래스의 실용화로 고글을 이용한 택배, 보행 시 쿠폰 확인, 주변 정보 확인, 부동산 개발에 따른 시뮬레이션 등 새로운 킬러앱을 목표로 한 스타트업의 출현이 가능하며 본 서비스와 사업화 평가에서 이를 제시 ○ 본 공간 인공지능 개발 연구를 통한 공간정부 분야의 효과적 성장을 위한 중장기 정부 산업 성장 정책방안을 마련, 확인하고 동시에 국내외 시장의 현황과 관련 산업 및 세계 시장의 규모, 추이 분석 등을 수행함으로써 연구개발 성과의 완전한 활용을 기반이 마련됨
수요처	○ 공간정보 관련한 서비스를 준비하거나 이미 사업중인 모든 분야에서 활용 ○ 공공 및 민간의 미래 ICT 사업 투자를 기획하는 연구소, 기업체 등
소요기간	○ 핵심 연구개발 기간 2022년 ~ 2027년 (5 년)

자. 연구과정상 위험요소 및 대응방안

- 제3세부 연구개발은 제2세부의 공간 빅데이터 데이터마이닝과 머신러닝의 결과 얻어진 정보와 지식을 입력값으로 하여 3차원 도시모델 환경에서 분석하는 것으로서 입력값의 추출에 있어 어려움, 항공사진이나 지도와 같은 대용량 정보 처리의 문제, 시각화 표출 디바이스의 다양함 등 장애요인들이 있음
- 이들 위험/장애 요인들에 대해서 기술혁신과 대안형 방법론 등을 조합해 사용자에게 최선의 서비스를 제공할 수 있도록 대응방안을 마련

<표 3-38> 제3세부 위험요인과 대응방안

기술 분야	위험/장애 요인	대응방안
다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션	- 마이닝 결과 분해 곤란 - 완전한 3차원 구현 한계 - 사진과 지도 데이터의 규모로 인해 연산속도 저하	- 점,선,면의 특성과 주제 토픽을 고려하여 분해 - 2차원을 3차원으로 투사하여 의사 3차원 구현 - 사진과 지도의 타일링 방식과 버퍼링을 함께 적용하여 속도의 저하를 최대한 방지
도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	- 창의적 시각화 기술 애로 - 디바이스 다양성 문제 - 디바이스 출력창 한계로 동적 결과 표출 애로	- 디자인 전공 등 다학제적 전문가의 참여로 극복 - 시장 대표 디바이스를 선정해 표적형 표출 실험 - 소형 디바이스의 경우 일반화된 결과를 표출함으로써 중대형 디바이스와 차별화 도모
비용-효과 분석, 비즈니스 서비스 모델링	- 핵심 요소기술 정의 난항 - 서비스 모델 예측 곤란 - 모든 편익 정량화 어려움	- 연구개발팀과의 지속적 미팅으로 단계적 도출 - 해외 성공적 스타트업의 조사 및 분석 벤치마킹 - 정량화 불가능한 편익은 효과 분석으로 대체

3-6. 세부과제 간 기술연계

- 공간 지식추론 엔진 연구개발은 3개의 세부과제와 9개의 세세부과제로 구성. 제1세부는 공간AI 기본틀인 프레임워크의 개발에 중점이 있고, 제2세부 공간 빅데이터의 머신러닝과 데이터마이닝을 통한 분석, 제3세부는 도시 3차원 모델 환경에서 다중 레이어 중첩 분석에 중점
- 제2세부와 제3세부는 모두 제1세부의 공간AI 프레임워크 내에서 임베딩되어 작동이 되어야 하며 제3세부는 제2세부의 분석결과를 입력값으로 받아 후속 분석을 수행하는 프로세스로 되어 있음
- 따라서 본 과제의 성공을 위해서는 위의 기술연계가 반드시 이루어져야 하며 완전한 통합 여부가 매우 중요한 관건
- 이에 본 연구개발 과제에서는 아래와 같은 상호 연계 매트릭스의 구조 하에서 주기적인 JAD(Joint Application Design) 활용을 통해 기술연계를 보장해야 함

		1세부			2세부			3세부		
		1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3
1세부	1-1		●	○	○	○	○	○	○	○
	1-2			●	◐	●	●	○	○	○
	1-3				●	●	●	●	●	○
2세부	2-1					●	●	◐	◐	○
	2-2						◐	●	●	○
	2-3							●	●	○
3세부	3-1								●	○
	3-2									○
	3-3									

<그림 3-12> 세부 과제 간 연관성 분석

주) ● 강한 연관성 ◐ 중간 연관성 ○ 약한 연관성

3-7. 세부과제 기술개발 로드맵

○ 세부과제별로 기술개발 로드맵은 아래와 같으며 투입 연구비는 정부출연금 기준으로 작성하였음

<표 3-39> 세부과제 기술개발 로드맵

세부 과제	주요 연구내용(개발기술)	1 차 년 도	2 차 년 도	3 차 년 도	4 차 년 도	5 차 년 도	연구비 (백만원)
[1세부] 그래프 DB 기반 인공지능 구현							1세부 5,900
(1-1) 자연어 처리를 통한 토픽과 키워드 모델링	자연어로부터 토픽과 키워드 추출 기술 개발						1,000
	토픽과 키워드의 속성 및 상호 간의 관계성 추출						600
(1-2) 메타 프로세서 와 로직 프로세서 개발	문장 구조 인식을 위한 메타 프로세서 개발						900

	쿼리 수행을 위한 로직 프로세서 개발						1,200
(1-3) 그래프 기반 데이터 모델링과 DB 시스템 구현	그래프 기반 공간-속성 연계 주제도 데이터 모델링						1,200
	그래프 기반 RDB 및 NoSQL 통합형 DB시스템						1,000
[2세부] 공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석							2세부 5,100
(2-1) 공간 및 속성 빅데이터 수집, 추출 및 적재	멀티소스의 공간 및 속성 빅데이터 자동 수집						1,000
	공간-속성 빅데이터 효율적인 정제, 통합, 적재						800
(2-2) 정형화된 데이터 팩토리 중심 지식 모델링과 검색	수행목적 중심 데이터 팩토리 구축과 하위 머신 러닝						900
	유형 질문에 맞춘 지식 모델링과 맞춤형 검색						700
(2-3) 공간 데이터마이닝 기반의 비정형 빅데이터 분석과 해석	비정형 공간 빅데이터 분석과 해석 기본 툴 개발						900
	사용자 대화형 공간 분석을 위한 모델러 개발						800
[3세부] 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현							3세부 4,000
(3-1) 다중 레이어 중첩 분석을 통한 복합 시뮬레이션	단일 주제도 영향권 추론 및 공간 연산자 개발						700
	다중 주제도 레이어의 동적 중첩 분석 연산자발						900
(3-2) 도시 3차원 모델 환경의 시각화와 표현	단일 및 다중 주제도 레이어의 복합 시각화 기술						900
	시간적 경과에 따른 동적 시뮬레이션 시각화						600
(3-3) 비용-효과 분석, 비즈니스 서비스 모델링	핵심 기술 활용 위한 비즈니스 및 서비스 모델링						700
	개발 기술의 사업성 평가 및 산업정책 수립						200
총계							15,000

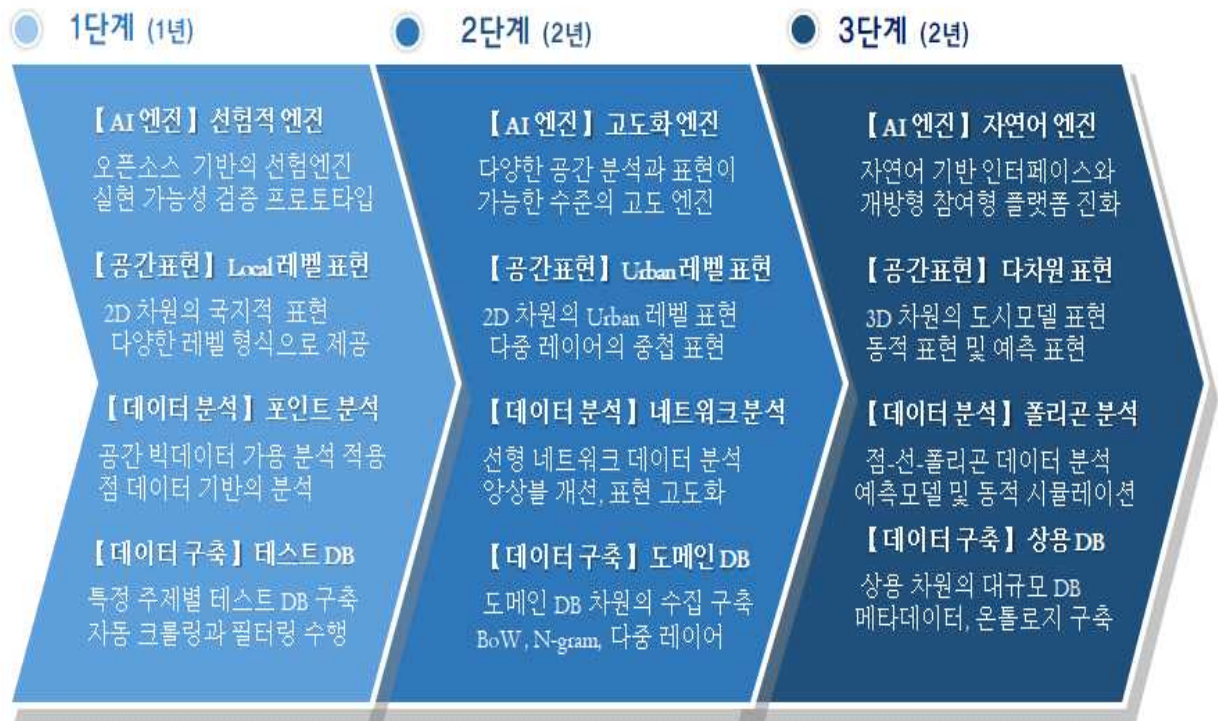
주) 각 세세부 이하 핵심기술의 연차별 로드맵은 주요 기술력 투입 시기를 표현한 것으로서 실제로 모든 핵심기술은 5년에 걸쳐 설계-개발-테스트-개선 사이클 속에서 연구 및 개발됨

3-8. 연구개발 추진전략

1) 연구개발 단계별 목표 및 개발 중점

- 약 5년의 연구기간을 1단계(2년), 2단계(2년), 3단계(2년)로 나누어 단계별로 진화적인 연구와 개발을 진행
- 공간 지식추론 엔진이라는 AI엔진을 최종 성과목표로 상정할 때 엔진의 성능은 선행적 엔진(1단계)을 기반으로 고도화 엔진(2단계)을 거쳐 최종 자연어 엔진(3단계)의 지능형 플랫폼을 단계별로 진화시켜 최종적인 자연어 기반의 개방형/참여형 플랫폼을 구축하는 것을 목표로 함

- 선형적 엔진은 오픈소스 기반의 선형 엔진으로서 실현가능성을 검증해 보는 프로토타입의 역할을 주로 수행할 것으로 예상하며, 고도화 엔진은 다양한 공간분석과 표현이 가능한 수준의 보다 고도화된 엔진을 예상, 마지막으로 자연어 엔진은 자연어 기반 인터페이스와 개방형·참여형을 특징으로 하는 플랫폼의 모습
- 공간표현의 측면에서 보자면, Local 레벨 표현(1단계)을 시작으로 Urban 레벨 표현(2단계)을 거쳐 다차원 표현(3단계)으로 진화
- Local 레벨 표현은 2D 차원의 국지적 표현을 시작으로 다양한 레벨 형식으로 표현하는 과정으로 발전하고, Urban 레벨 표현은 2D 차원의 표현과 다중 레이어의 중첩된 표현을 지원하는 과정으로 발전하며, 최종적으로 다차원 표현은 3D 차원의 도시모델 표현과 동적 표현 및 예측을 표현하는 수준으로까지 진화
- 데이터 분석의 측면에서 보자면, 포인트 분석(1단계)을 시작으로 네트워크 분석(2단계)을 거쳐 폴리곤 분석(3단계)으로 발전



<그림 3-13> 단계별 연구개발 추진 전략

- 포인트 분석은 공간 빅데이터를 대상으로 가용한 분석을 모두 적용해 보는 과정을 거쳐 점 데이터 기반의 분석기술을 개발하고, 네트워크 분석에서는 선형 네트워크 데이터의 분석과 양상불 기법의 개선, 그리고 표현 고도화를 수행하며, 마지막으로 폴리곤 분석에서는 점-선-폴리곤 데이터의 분석과 함께 예측 모델 및 동적 시뮬레이션을 종합적으로 수행할 수 있도록 진화
- 데이터 구축의 측면에서 보자면, 테스트 DB를 구축(1단계)하는 과정을 거쳐 도메인 DB의 구축(2단계), 그리고 상용DB의 구축(3단계)으로 진화
- 테스트 DB는 포인트 분석에 필요한 특정 주제별 테스트 DB를 구축하는 것으로서 자동

크롤링과 필터링 기술을 개발하고, 도메인 DB는 각각의 응용 도메인에 따른 영역 데이터의 수집과 구축, 그리고 이를 Bow,N-gram, Word2Vec 등 기술을 이용해 분석하며, 마지막으로 상용차원의 대규모 DB 구축과 메타데이터 추출, 온톨로지 구축의 순서로 진화를 추진

○ 단계별 산출물의 활용(적용) 시나리오 (예시)

대분류	중분류	소분류	질의 사례	단계별 적용
실제 위치 중심	상황 인지	내 상황 인지	여기가 어디야? 설명해봐 ○○에 어떻게 가지?	1단계
		주변 상황 인지	이 근처에 사우나가 있어? 저 가게에서 쿠폰 주나?	1단계
	시뮬레 이션	가정(If-Then)	이 단지가 개발되면 어떤 모습?	3단계
		시계열 표현	30년 동안 변한 모습이 궁금해	3단계
	공간 분석	중첩 주제 분석	이 근처에서 따릉이 배치에 적합한 장소는?	2단계
		중첩 주제 분석	100개의 택배물품을 최소의 시간 으로 배달하는 경로는?	2단계
가상 위치 중심	공간 분석	단일 주제 분석	공시지가 상위 10% 지역은? 이 지역 경사 위험도는?	3단계
		중첩 주제 분석	불난 건물 주변 도로는? 강남 8학군 아파트 가격 상승율?	2단계
	시나 리오	가정(If-Then)	3기 신도시 주민 반응 좋을까? 갤럭시 새 모델 지역별 반응은?	3단계
		예측	내일 시간별로 강남 미세먼지는?	3단계

2) 연차별 투자계획 및 추진 일정

○ 예상되는 기술개발 단계에 따른 연차별 투자 계획과 기술개발 추진 일정은 아래와 같으며 투입하는 연구개발비는 정부출연금 기준으로 작성하였음

(단위: 백만원)

<표 3-40> 단계별, 차년별, 세부별 투자계획

	1단계	2단계		3단계		계
	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
제1세부	980	1,380	1,380	1,180	980	5,900

제2세부	850	1,190	1,190	1,020	850	5,100
제3세부	670	930	930	800	670	4,000
계	2,500	3,500	3,500	3,000	2,500	15,000

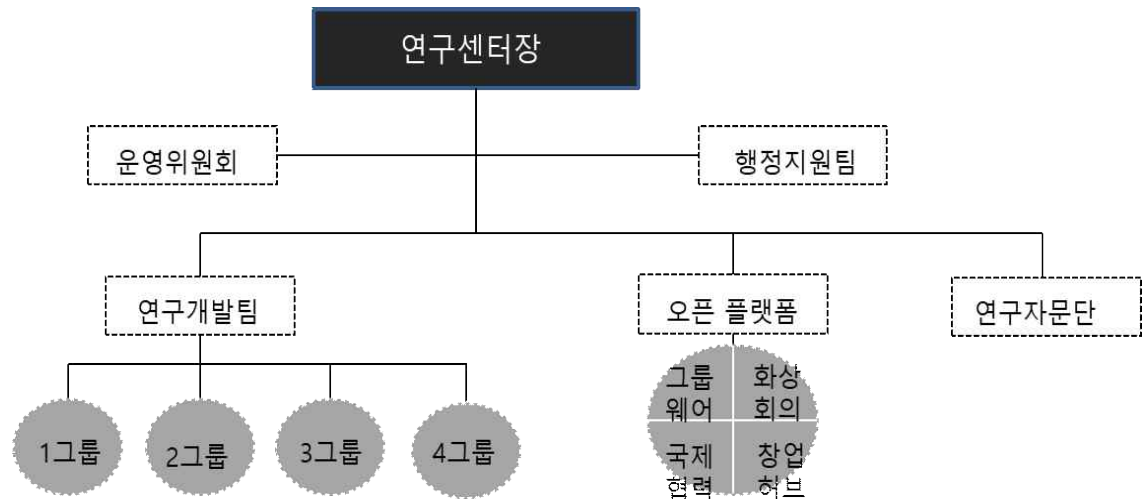
<표 3-41> 연구개발 추진일정과 연구비

공간 지식추론 엔진 기술 개발																
년도	연구개발 목표	추진 일정												연구비 (백만원)	비고	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1 단계	1년차 목표 (선행적 엔진 개발)	2D 국지적 표현 다양한 레벨 표현											2,500			
		빅데이터 가용 분석 점데이터 분석														
		주제별 테스트DB 자동 크롤링과 필터링														
2 단계	2년차 목표 (고도화 엔진 1차 개발)	2D 차원의 Urban 레벨 표현												3,500		
		선형 네트워크 데이터 분석														
		도메인 DB 차원의 수집과 구축														
	3년차 목표 (고도화 엔진 2차 개발)	다중 레이어의 중첩 표현												3,500		
양상불 개선, 표현의 고도화																
BoW, N-gram, 다중레이어 개발																
3 단계	4년차 목표 (대화형 엔진 1차 개발)	대화형 질의 처리 3D 차원의 도시모델 표현												3,000		
		점-선-폴리곤 데이터 분석														
		상용 차원의 대규모 DB 구축														
	5년차 목표 (대화형 엔진 2차 개발)	동적 표현 및 예측 표현												2,500		
예측 모델 및 동적 시뮬레이션																
메타데이터, 온톨로지 구축																
총계														15,000		

3) 연구개발 관리체계 구성

○ 연구센터의 조직 체계도

공간 지식추론 엔진 개발 기획연구 센터는 센터장을 중심으로 기획 연구팀, 오픈 이노베이션 플랫폼, 연구자문단으로 구성되며, 센터 산하에 운영위원회와 행정지원팀을 설치하여 기획연구를 체계적으로 수행 및 관리



<그림 3-14> 연구센터의 조직체계도

연구개발팀 : 총 4개의 연구그룹으로 구성하며 공간AI(1연구그룹), 빅데이터(2연구그룹), 공간분석(3연구그룹), 비즈니스 모델링(4연구그룹)으로 조직화

오픈 이노베이션 플랫폼 : 연구개발의 혁신적인 수행을 위한 플랫폼으로서 구글 드라이브, 노션, 잔디와 같은 그룹웨어를 사용하며, 줌과 같은 화상회의 시스템을 활용하고, 해외 유수의 연구개발 기관들과의 정기적인 국제협력을 도모하며, 연구 아이디어를 접목한 창업 지원을 통한 창업허브로서 기능토록 구성

연구자문단 : 국책 및 민간연구원과 같은 외부 전문기관을 중심으로 구성하며 연구개발팀의 아이디어 소스로서 역할과 함께 혁신적인 서비스 개발을 위한 전략을 지원함. 오픈플랫폼과 연결되어 상시 조직으로 운영

운영위원회 : 연구센터장 중심으로 각 공동연구기관의 연구책임자급으로 구성된 최고 의사결정과 전략 수립 위원회로서 기능

행정지원팀 : 연구센터장의 역할을 보좌하고 각 연구개발그룹을 지원하며 오픈플랫폼을 직접적으로 운영하는 역할을 수행

○ 센터의 운영 : 주요사항 결정 절차

<표 3-42> 센터의 운영위원회 및 주요사항 의결절차

핵심사항	세부 내용
운영위원회	- 매달 1회 운영위원회 회의 개최. 1부 내부회의와 2부 외부 회의로 구성하여 정기적으로 운영 - 내부회의는 센터 운영 현황 논의 - 외부회의는 센터 외부 인사(컨소시엄 소속) 1~2개 기관을 초청하여 산학연 논의 진행
연구원 운영위원회	연구원(학생 및 기업 연구원) 운영위원회를 별도로 조직하여, 공동 연구팀 운영 및 공동 연구기기 관리 등 연구 인력 내의 실무 안전에 대하여 신속하게 결정, 처리할 수 있는 네트워크를 구성

○ 각종 자료관리 방법

본 연구센터 소유의 문서류, 도서류, 연구장비류 및 비품 등은 별도의 규정을 작성하여 이에 따라 관리함

○ 연구원 총원 · 교체 절차

연구원의 총원 및 교체에 관한 사항은 센터 운영위원회에서 담당함

○ 연구 기기

산학 협력에 의한 공동 연구를 수행하기 위해 상호 지원 장비를 이용한 공용 활용 환경을 구축하여 활용해야 함

4) 연구개발 품질 향상을 위한 전략

○ 참여 대학, 국책연구소 및 기업들과의 연구 아이디어 공유, 프로토타입 결과물 제작과 교차 검토 등 실용적 성과 협력 도모

참여하는 대학, 국책연구소 및 기업들과 연구의 출발선상에서부터 긴밀한 협력관계를 유지하며 연구 성과의 교류, 수집한 데이터를 이용한 프로토타입 결과물의 제작과 교차 검토 등 실용적인 성과를 낼 수 있도록 할 계획해야 함

이를 위해 각 그룹 별 연구 성과의 체계적 정리, 분석 및 공유를 연구 수행 과정의 주요 목표로 설정하고 단계별 추진계획 및 장단기 추진전략을 수립

공간정보, 빅데이터, 인공지능과 관련한 국내외 중소 강소기업을 주요 산학협력 기반 아이디어 도출 대상으로 하여 다수의 기업체가 참여하는 컨소시엄 형성을 추진할 것을 권장함

해외 강소 중소기업과 협력해 연구개발되는 시제품 모듈을 상호운용성 가능한 플러그인 형식으로 개발하는 방안을 컨설팅

○ 해외 저명 연구진들과의 온라인 미팅, 컨퍼런스, 워크샵 등 교류를 통해 중장기 연구 개발 허브로의 도약을 동시에 도모

해외의 저명 연구진들과의 주기적인 온라인 미팅, 컨퍼런스, 워크샵, 논문 공유를 통해

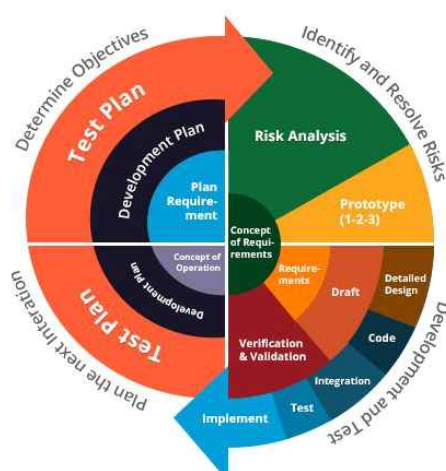
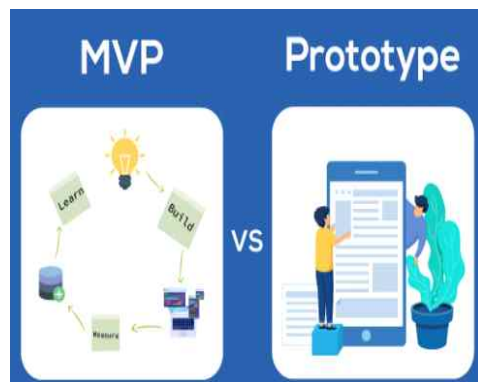
연구센터의 내적 역량을 강화하고 전 세계적인 차원에서 공간 지식추론 엔진의 혁신적인 연구 허브로 자리매김하도록 추진

이를 위해 매년 정기적인 국제 공동 세미나를 개최하고, 온라인으로 세계 규모의 정기 국제학술대회 개최하여 상호 연구 성과를 공유하고 정보를 교류하는 자리를 기획하여 추진할 필요

- 해외 유수의 벤처 펀딩, 아이디어 및 기술 소스, 인력 네트워크와의 연대를 통한 국제화 도모 및 손에 잡히는 실용적 아이디어 기획

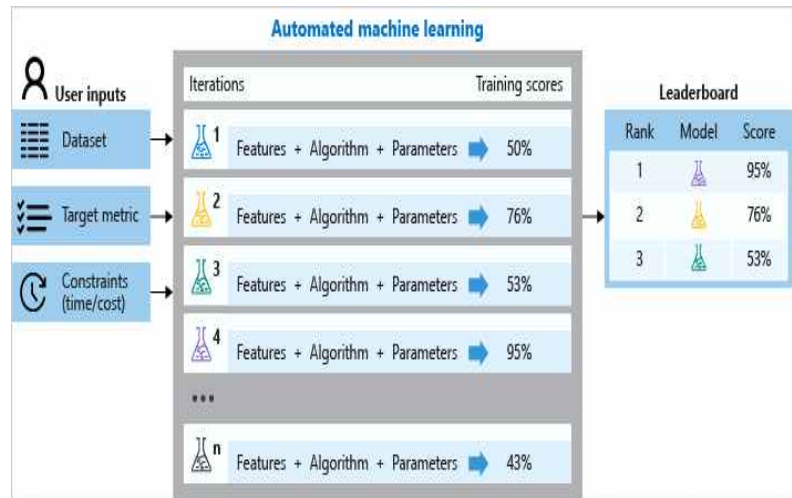
연구 초반부터 가시적 성과에 대한 단기 사업화를 목표로 Kickstarter와 같은 해외 유수의 벤처 펀딩 조직을 통한 모금을 도모하고, HereoX를 통한 전 세계의 문제해결 능력을 가진 이들의 도움을 받으며, GitHub 활동을 통한 세계 최고 수준의 AI 및 시스템 연구와 개발 능력을 확보토록 해 품질 개선에 노력해야 함

5) 세부 실행계획의 실용화 방안

내용	세부 실행계획 및 실용화 방안
○ 세부 실행계획 : PDLC(Project Dev LC) 채택 - 연구개발 수행 시 세부적인 연구개발 차원의 추진 방안을 마련하여 시행할 것 - 능동학습, 피쳐 엔지니어링, 도메인 온톨로지 DB 등 지식 AI용 AutoML 전략을 채택함으로써 버티컬 어플리케이션에 강력한 엔진 개발을 도모할 수 있도록 연구진 중심으로 방향을 선도 - 연관된 공간분석→시공간 지식 질의→복잡한 논리 분석과 추론으로 단계형 발전을 이룰 수 있도록 전략적 로드맵 하에서 연구개발 추진 - Notion과 같은 과학적인 연구개발 실행 관리방법을 채용하여 세부 실행을 빈틈없이 추진	
○ 실용화 방안 : 검증된 연구개발 시스템 개발인 애자일 프로토타이핑 방식 수행을 권장 - 전체 로드맵에 따라 각각의 서비스를 개발 - 애자일 프로토타이핑 방식에 의해 실용화 도모 → 각각의 서비스 목표 모델 기능 심상화 a. 최소 MVP(Min Viable Product) 기능 도출 b. 최대한 빠르게 프로토타이핑 구현 c. 사용자 대상 테스트, 개선-증진-폐기 결정 d. a~c 루핑을 통한 목표 모델로 순차 이행	
예시	(세부 실행계획 및 실용화 예시)
○ Auto ML을 위한 능동학습	

프로세스 채택 전략

- 해결할 ML 문제 식별 -> Python SDK(/Studio Web)
- > 레이블 지정 학습데이터의 원본 및 형식 지정 -> 모델 학습을 위한 컴퓨팅 대상 구성 -> 자동화된 ML 매개변수 구성 -> 학습실행 -> 결과 분석



내용

시장, 기술, 특허, 정책 등 동향분석 방안

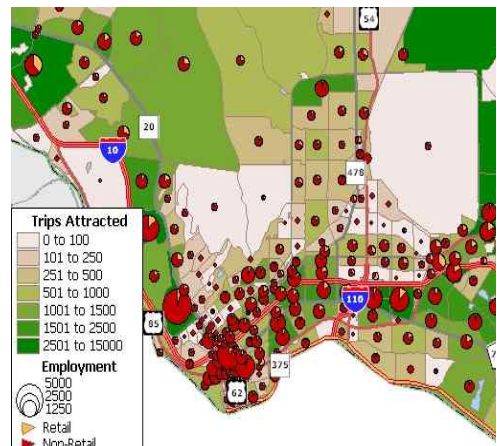
○ 시장 분석 : 시장 출시 서비스 중심 분석

- 시장에 현재까지 출시된 상용제품을 국내외를 막론하고 조사하여 이를 기능, 비용-효과, 시장 장악력, 발전 방향 등을 중심으로 분석
- 국내외 스타트업을 조사하여 유망한 서비스 프로토콜을 찾아보고 기능 및 성공 가능성 등을 예측
- IRS 글로벌, TREND BIRD, KMAPS 등 전문 시장분석 기관에서 작성한 보고서를 구매 분석
- 특히, 공간 지식추론 엔진과 같은 융합서비스의 본격적인 시장 출시 일정을 예측하기 위해 가트너의 기술 성장 그래프와 같은 예측기법 및 전문가들의 집단지성을 이용한 휴리스틱 기법을 활용



○ 기술 분석 : 국내외 연구 개발 정보 중심 분석

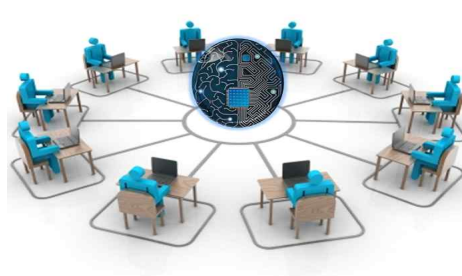
- 국내 연구개발 정보는 국토교통 R&D포털 (www.kaia.re.kr)을 이용해 국토교통부 중심 연구개발 성과를 분석하고 그 외 기관의 연구개발 성과는 타 부처 소속의 연구기관 중심으로 조사
- 국외 연구개발 정보는 구글링을 통해 해당 국책연구소나 기업체의 성과 백서 등을 참고해 조사분석
- 기 수행되었거나(종료과제, 중단과제 등) 현재 수행 중인 관련 연구개발과제, 기획과제 등과 중복성 검토를 통해 중복투자 배제 및 연계방안 제시



- 특허 분석 : 국내외 키워드 중심으로 검색 분석
 - 국내 특허의 경우 한국특허정보원 (www.kipris.or.kr)을 이용하여 통계적 분석
 - 국외 특허의 경우 WIPO Search International 서비스를 이용해 PTC 데이터베이스 분석
 - 공간정보, 인공지능, 빅데이터를 키워드로 삼되 융합된 서비스를 중심으로 집중 조사 분석



- 정책 분석 : 국내외 정부 주요정책을 중심
 - 국내의 경우 대표적인 IT 정책과 한국판 뉴딜 등 최근의 정부 정책기조를 중심으로 분석
 - 국외의 경우 미국, 캐나다, 중국, 일본, 독일 등 인공지능과 공간정보, 빅데이터 분야 강국의 장단기 정부 정책을 조사하여 분석



예시 1

(시장 분석 예시)

- 아마존의 Alexa
 - 주요 기능 : 음성인식, 음악제공, 할 일 알림, 날씨나 운전, 스포츠 정보 등 실시간 주요 정보 제공. 공간 관련한 정보는 미 제공
 - 발전 전망 : 에코 스튜디오 등 고급형 스피커 라인업에 Alexa 기능 탑재. 스마트 디스플레이와 연동은 예상되나 공간 기능은 부족



예시 2

(기술 분석 예시)

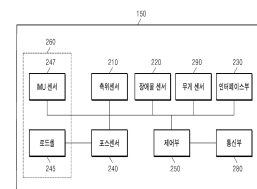
- 공간 빅데이터 분석기술 개발 과제(국토교통부, 2013~2018)
 - 공간 POI 중심의 소셜미디어 데이터와 스트리밍 데이터를 분석
 - 데이터 ETL부터 공간분석에 이르기까지 토털 패키지 형태로 개발
 - 상권분석, 교통 라우팅 설계, 이슈 추적 등에 광범위 이용 가능



예시 3

(특허 분석 예시)

- 인공지능을 이용하여 주행공간을 식별하는 방법(엘지전자, 2019)
 - 인공지능이 자동으로 주행 중인 공간을 식별해 방향, 속도를 제어
 - 장점: 인공지능 기반, 빅데이터 분석, 단점:센서 데이터 처리 중심
 - 국내 등록 및 세계지적재산권기구(WIPO) PCT 2019.5.2



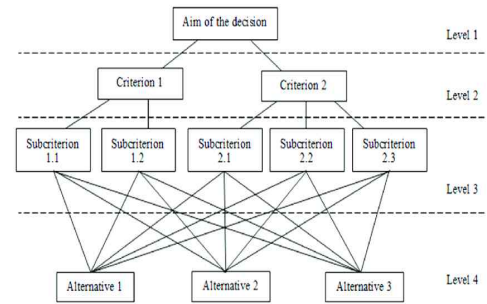
내용

우선순위 결정 및 로드맵 작성 방안

- 우선순위 결정 : AHP 기법을 이용한 계량분석
 - 우선순위의 결정은 사용자 의견에 기반 한 쌍대비교

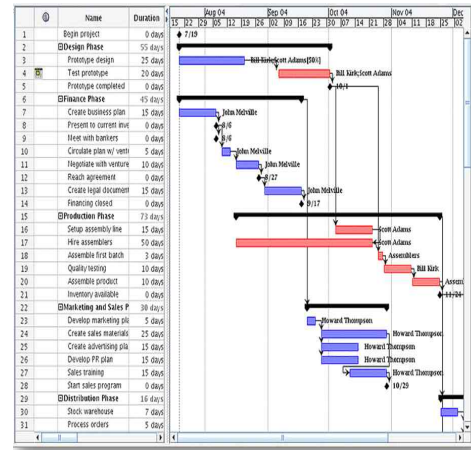
방법인 AHP 기법을 활용하여 수행

- * AHP(Analytic Hierarchy Process)
- 마케팅 전문가와 일반인의 의견에 대해 차별화된 경중률을 부여하여 최적의 계량 분석을 도모



○ 로드맵 작성 : Gantt Chart Project Management

- AHP 기법을 통해 결정된 우선순위에 따라 연구개발 전체 일정에 맞춘 프로세스를 설계
- Gantt 차트 기법을 이용해 개개의 연구개발 과제별로 명세서와 일정을 정하고 상호 순서와 과제별 연결성을 도출하여 전체를 유기적 파악
- 특히 연구개발 메인 플레이어 간의 체계적이고 연동된 로드맵을 작성함으로써 병목을 사전에 예측, 차단하고 공백 없는 탄탄한 프로세스 기획



예시 1

(우선순위 결정 예시)

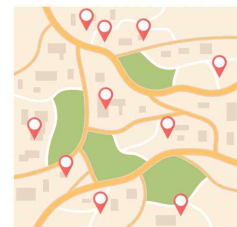
○ 맛집을 위치 기반으로 검색할 때의 선호도 우선 순위 결정

Level1 : 맛집의 위치 기반 검색

Level2 : 유명 POI 중심법 vs. 내 현재 위치 중심법 중 선호도

Level3 : 내 현재 위치 중심법에서, 실제 위치 vs. 목표 위치

Level4 : 실제 위치에서, UTM-K 평면좌표 vs. 도로명 주소



예시 2

(로드맵 작성 예시)

○ 공간 빅데이터를 이용한 회귀분석 비즈니스 로직 개발 프로세스

과제 명세	과제 일정	상호 순서	담당 책임
1. 자료 추출	2일	(전)3 (후)2	연구자2
2. 자료 적재	1일	(전)1 (후)5	연구자2
3. 회귀 변수 설정	1일	(전)n/a (후)1	연구자1
:	:	:	:



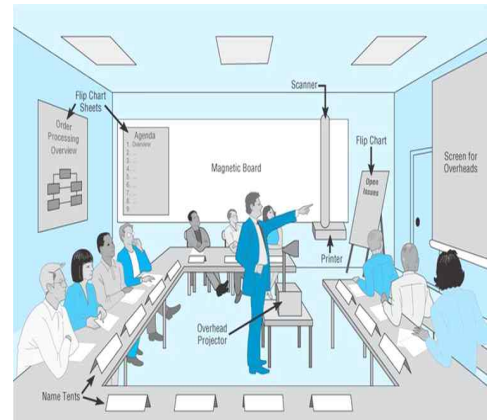
□ 기술 수요조사 : 광범위 사용자층 수요조사

- 본 과제의 연구개발은 특정 전문가나 계층의 버티컬 수요보다는 광범위 사용자층을 대상
- 연령별, 직업군별, 전문성 별로 나누어 단기간에 집중적이고도 세밀한 조사를 진행함이 바람직
- 서베이 몽키, 오픈 서베이 등 유료 수요조사 플랫폼을 이용해 전국 규모 모집단 샘플링을 수행하고 분류된 집단별로 세부 수요조사를 수행
- 통계 분석을 통해 유의미함 정도를 측정하고 신뢰할 만한 확률범위의 결과를 도출



□ 과제 도출방안 : 기술 수요조사 + 전문가 판단

- 기술 수요조사의 결과를 감안하여 전문가 집단의 휴리스틱 분석을 통해 목표 과제를 도출
- 전문가 집단은 연구진의 전문가와 함께 국책연구소, 기업체의 임원들을 위촉하여 자문위원회 구성 운영
- 최상위 목표과제의 하위 수행과제를 계층 목록 기법을 도입해 순차적으로 도출 및 명세서 작성

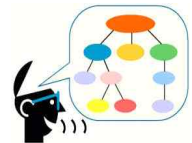


예시 1

(기술 수요조사 예시)

□ 오픈 서베이 플랫폼을 통한 전국 규모의 동시 서베이 수행

- 공간 지식추론과 관련한 대표적인 공공증 사례 유형을 100개 정도 도출하여 이에 대한 필요성을 연령별, 직업별, 전문성 별로 조사
- * 약 10,000명을 샘플링 대상으로 선정하여 활용사례별로 척도 조사

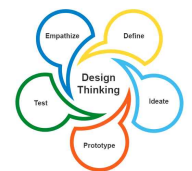


예시 2

(과제 도출방안 예시)

□ 과제 도출을 위한 JAD(Joint Application Development) 활용

- 본 연구진과 ETRI 등 연구소의 연구원, 삼성과 카카오, KT 등 기업의 마케팅 임원, 그리고 대학생 등으로 JAD 팀을 조직
- 1박 2일의 고강도 집적 토론과 디자인 씽킹을 접목한 미팅을 반복



4. 사전타당성 검토

상위 계획과의 부합성 검토

- 본 연구개발 과제가 국가적으로 추진 중인 상위계획과 어느 수준에서 부합하는지를 분석한 결과 전체적으로 높은 수준의 부합도를 보여주고 있음을 확인

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 검토

구분	계획명	부합도		
		낮음	보통	높음
필수적 계획	제4차 과학기술기본계획			√
선택군 계획	제1차 국토교통연구개발종합계획			√
	제6차 국가공간정보정책기본계획			√
	제3차 공간정보산업진흥기본계획			√

4-1 사회적 기대 효과로 본 타당성

- 공간 지식추론 엔진 기술개발은 공간에 AI를 접목시킨 특화된 분야의 연구개발로서 이 분야 새로운 아이디어로 무장한 인재를 양성하게 되고 공간적인 AI의 활용과 훈련이라는 분야에서 새로운 일자리 창출을 견인함
- 또한 도시 공간 문제를 복잡계로 해결하는 과학문화를 선도하고 연구개발의 과정에서 세계 최고 수준의 대학 및 연구소와의 선도적인 연구와 개발자들의 국제 교류 네트워크 구축으로 새로운 지식생태계의 마련이라는 사회적 효과가 있음

분류	세부 내용
AI를 도입한 연구 개발을 통해 새로운 아이디어로 무장한 인재를 양성	기존의 도시 공간 문제 해결을 위한 전문가들의 지식 축적과 문제해결 패러다임을 완전히 바꾸어 인공지능을 비서처럼 거느리는 새로운 지식 축적과 문제해결 전문가를 양성함으로써 사회에 바람직한 인재상의 뉴 모델을 제시
공간 AI의 활용과 훈련이라는 분야에서 새로운 일자리 창출을 견인	과학 기술 전 분야에 인공지능이 빠른 속도로 확산되고 있으며 이에 따라 인공지능을 활용하고 훈련시키는 전문가들의 수요가 폭발적으로 늘고 있음. 본 센터에서는 이에 맞추어 선제적으로 대응함으로써 새로운 일자리 창출의 메카로서 자리매김할 것임
도시 공간 문제를 복잡계로 해결하는 과학 문화 선도	도시 공간 문제를 살아있는 네트워크의 복잡계로 이해하여 연구하는 접근법을 통해 동 분야의 새로운 과학 문화를 선도

선도적인 연구와 개발자들의 국제 교류 네트워크 구축	인공지능, 도시 공간, 플랫폼, 빅데이터라는 분야의 전 세계 선도적인 연구자와 개발자들과의 공동 연구를 통해 동 분야 강력한 국제 교류 인적 네트워크를 구축
------------------------------	---

4-2 인프라 측면 기대효과로 본 타당성

- 선협적으로 수행하는 공간 지식추론 엔진이라는 세계적 수준의 강력한 플랫폼의 구축으로 국가적 소프트 인프라를 확보하고 도시 공간에 관한 다양한 빅데이터 구축과 정보 데이터베이스 마련을 국가적 지식 인프라를 확보
- 온라인 플랫폼의 오픈 접속과 활용 지원을 통해 전공 매니아층을 형성해 뉴 글로벌 집단 지성 인프라를 확보하는 성과를 얻을 수 있음

분류	세부 내용
공간 지식추론 엔진이라는 세계적 수준 강력한 플랫폼의 구축으로 국가적 소프트 인프라 확보	공간 지식추론 엔진은 전 세계적인 도시 공간 어디에서나 적용이 가능한 글로벌한 스케일의 거대한 플랫폼으로서 이를 구축함으로써 국가 차원의 도시 문제 해결을 위한 소프트 인프라를 확보하는 쾌거를 달성
도시 공간에 관한 빅데이터 구축과 정보 DB 마련으로 국가적 지식 인프라 확보	구글 어스와 구글 크롤러를 통해 구축하는 전 세계의 도시 공간에 관한 빅데이터 지식 DB는 향후 기업, 공공기관, 개인이 모두 활용할 수 있는 국가적 차원의 지식 인프라가 될 것임
온라인 플랫폼의 오픈 접속과 활용 지원을 통해 전공 매니아층을 형성해 뉴 글로벌 집단지성 인프라를 확보	공간 지식추론 엔진은 누구에게나 열려있는 오픈 플랫폼을 지향하고, 특히 온라인의 포럼, 미팅, 토론, 협업, 의사결정, 센스메이킹 등을 지원하며, 자연어와 다국적 언어 실시간 번역기능을 통해 국경과 언어를 초월한 활용을 도모해 결과적으로 비 도시 전공 매니아층들로 이루어진 글로벌 집단지성이라는 국제적인 휴먼 인프라를 확보하게 해 줌

4-3 과학적 측면 기대효과로 본 타당성

- 인공지능 기반으로 공간 지식 서비스를 제공하는 원천 기술의 개발을 성공시키는 선협적 성과를 거양하고, 다학제적 공동 연구의 모범적인 모델을 제시하며, 공간 질문을 복잡계로 이해하고 문제를 통합적으로 해결하는 새로운 접근방법을 제시하는 과학적 측면의 기대효과가 있음

분류	세부 내용
인공지능 기반으로 공간 지식서비스를 제공하는	인공지능을 활용한 공간 문제 해결이라는 새로운 접근법은 최근 일부 선도적인 연구자들을 중심으로 국제적인 관심이 고조되고 있는 영역

선행적 성과를 거양	으로서 이에 대한 선행적인 연구를 통해 그 성과를 국제적인 상위급 수준의 저널에 출판함으로써 과학적 성과를 거양
다학제적 공동 연구의 모범적인 모델을 제시	• 'Let's make Spatial Intelligence'라는 하나의 목표 아래 이를 달성하기 위한 핵심적인 요소라 할 수 있는 공간정보, 빅데이터, 인공지능, 비즈니스 모델링과 같은 다양한 측면 전문가들이 모여 실용적인 공동 연구를 수행함으로써 다학제적 공동 연구의 모범적인 모델을 제시
공간 질문을 복잡계로 이해하고 문제를 통합적으로 해결하는 새로운 접근방식을 제시	• 공간 문제를 요소들로의 분해의 합이 아닌 전체 그 자체로 이해하여 하나의 커다란 복잡계로 인식함으로써 모든 문제를 유기적으로 연결된 네트워크라는 차원에서 통합적으로 문제를 해결하는 새로운 접근 방식을 제시

4-4 기술적 측면 기대효과로 본 타당성

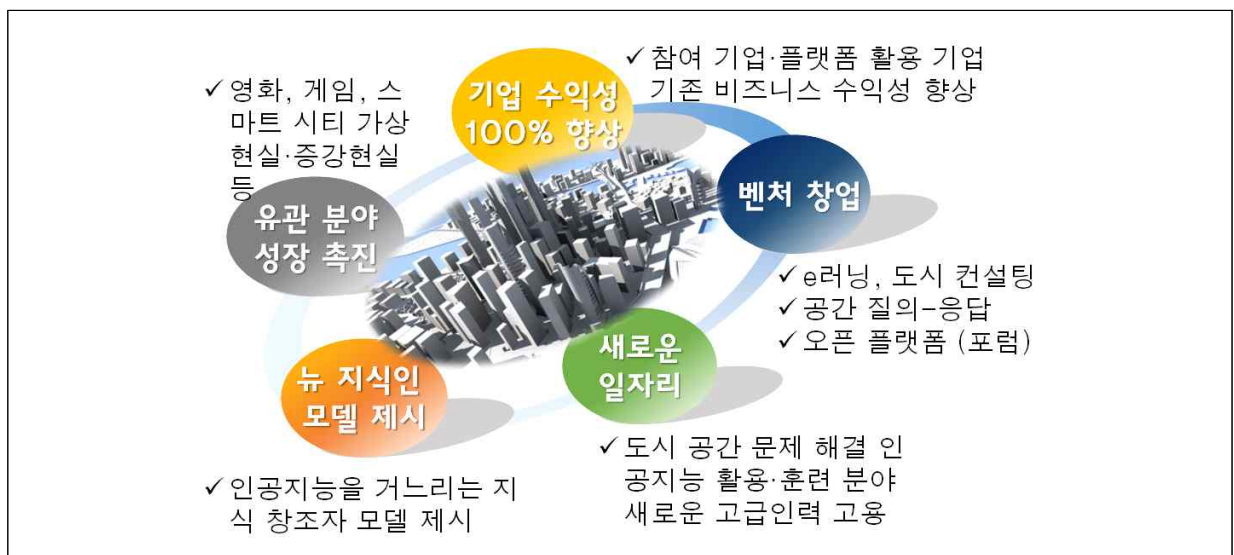
- 다양한 국내외 특허를 통한 기술 라이선스를 획득하고, 미래형 질의 응답과 시뮬레이터 플랫폼 개발로 거대 소프트웨어 제작의 기술 효과를 거양함
- 다양한 학제의 전문가들이 연합하여 공동의 새로운 기술 노하우를 구축해 활용할 수 있게 되는 한편 AI 기반 크롤러를 통해 빅데이터 규모의 도시 정보 데이터베이스 구축 기술을 확보하게 됨

분류	세부 내용
다양한 국내외 특허를 통한 기술 라이선스 획득	• 매년 연구와 기술개발의 성과를 국내외 특허출원으로 수렴하여 5년에서 10년 앞을 내다보는 새로운 아이디어를 국제적인 기술 라이선스로 획득
미래형 질의 응답과 시뮬레이터 플랫폼 개발로 거대 소프트웨어 제작의 기술 효과 거양	• 3차원 입체도시 환경에서 도시의 빅데이터를 기반으로 인공지능을 이용해 다양한 시나리오에 대해 질의 응답과 함께 더 나아가 시뮬레이션을 할 수 있는 온라인 플랫폼의 개발은 거대하고도 어려운 소프트웨어 제작이라는 도전적 목표로서 이를 성공적으로 수행함으로써 강한 소프트 인프라를 구축하는 효과를 거양
다양한 학제의 전문가들이 연합하여 공동의 새로운 기술 노하우를 구축	• 다양한 도시 정보 전문가들과 IT 시스템 전문가들이 모여서 학제를 융합하는 공동 연구를 수행함으로써 새로운 지식을 창출하고 이를 공동의 기술 노하우로 정제하여 구축하는 효과를 얻을 수 있음
AI 기반 크롤러를 통해 빅데이터 규모의 도시 정보 DB 구축 기술 확보	• AI 기반의 크롤러를 개발하고 이를 이용해 커다란 규모의 도시 공간 빅데이터를 수집하며 다시 이를 AI를 이용해 정제하고 인덱싱을 걸어 DB화하는 한편, 분석 및 최종 지식DB로 구축함으로써 관련 실용적 경험적 기술을 확보

4-5 실용화, 상품화, 기업화 측면 기대효과로 본 타당성

- 상용화 프로세스 구축으로 기존 어플리케이션이나 새로운 스타트업의 도전에 도움을 주며, 상품화 시험 및 인증 지원으로 품질을 관리할 수 있도록 해주고, 산학 협력을 통한 개발기술 기업화로 신산업 창출을 도모
- 기술 모듈 단위로 개발함으로써 개별 도시 공간 프로젝트에 적용이 가능하고, 기술 모듈 간 패키지 형태로 복합 공간 지식 추론 기술을 활용할 수 있게 되며, 확장형 도시디자인 패키지의 형태로 대규모 도시 문제의 활용과 개발에 적용이 가능

구분	목적	시행 방안
상용화 프로세스 구축	센터에서 확보한 기술의 빠른 상용화를 위한 프로세스 확립	• 그룹별 개발된 요소기술을 참여기업에서 자문단 및 참여 기관의 의견수렴을 통해 상용화
상품화 시험 및 인증 지원	시장 진출을 위한 상품화 시험 및 기술 인증 지원을 통한 제품화 가속	• 상품화 단계에서 국가 제품 인증(KS인증, TTA표준, 소프트웨어 인증) 일괄 수행 지원
산학 협력을 통한 개발 기술 기업화	개발된 공간 지식추론 엔진 기술의 시장 진입을 촉진하여 파급력 확대	• 컨소시엄을 통한 타겟 기술의 홍보활동으로 참여 기관 모집을 통해 프로젝트 연구그룹을 구성하고 센터 주도의 창업 지원
기술 모듈 단위	분야별 도시 문제 해결을 위해 모듈 단위 공간 지식추론 엔진 기술 제공	• 개별 도시 공간 관련 프로젝트 적용
기술 모듈 간 패키지	복합적 도시 문제 해결을 위해 모듈 간 복합 공간 지식추론 엔진 기술 제공	• 도시 문제 질의 응답, 계획, 도시설계, 도시 분석, 도시공간 디자인, 도시정책 수립, 시민 참여 도시계획 적용
확장형 도시디자인 패키지	대규모 도시 문제 활용과 개발에의 적용	• 해외 도시 운영과 개발에 적용 • 기업의 기술 및 가격 경쟁력 확보지원



<그림 4-1> 실용화, 상품화, 기업화 측면의 기대효과

4-6 경제적 측면 기대효과로 본 타당성

- 연구와 개발의 성과를 기술 계약의 형식으로 원하는 기업에 오픈하여 제공이 가능하고, e러닝, 도시 컨설팅을 비롯한 응용분야 벤처 창업을 통해 새로운 산업 사슬을 창조 가능함
- 강소 중소기업에서 플랫폼을 단계적으로 사용할 수 있도록 지원하여 중소기업 경쟁력 강화를 도모하고 더 나아가 도시 공간 문제 해결의 절차와 인공지능 훈련의 표준화를 통해 새로운 기술개발과 업무효율 제고의 모델을 제시

분류	세부 내용
연구와 개발의 성과를 기술 계약의 형식으로 원하는 기업에 오픈하여 제공	공간 지식추론 엔진이라는 세계 최고 수준의 공간 인공지능 연구 개발 성과를 대학 산학협력단을 통해 기술 계약의 형식으로 각 요소기술별로 분해하여 기업에 오픈하여 제공함으로써 기업의 해당 부문 경쟁력 제고에 기여하고 동시에 산학협력단의 기술료 징수로 인한 경제적 이익을 도모
e러닝, 도시 컨설팅을 비롯한 응용분야 벤처 창업을 통해 새로운 산업 사슬을 창조	연구 초기부터 즉시 e러닝 벤처를 설립하고 나아가 도시 문제 컨설팅, 오픈 플랫폼 등의 분야에서 추가적인 벤처를 창업해 인공지능과 도시 공간의 만남이라는 화두의 산업계 새로운 비즈니스 사슬을 창조함
강소 중소기업에서 플랫폼을 단계적으로 사용할 수 있도록 지원하여 중소기업 경쟁력 강화	공간 지식추론 엔진이라는 플랫폼에는 도시의 공간 지식DB와 훈련된 AI들이 바탕에 있는 바 이를 강소 중소기업에서 비즈니스 단계별로 사용할 수 있도록 지원함으로써 중소기업의 문제해결 경쟁력을 키워줄 수 있음
도시 공간 문제 해결의 절차와 인공지능 훈련의 표준화를 통해 새로운 업무효율 모델을 제시	도시 공간 문제 해결을 위한 인공지능 훈련의 경험을 절차화하여 이를 표준안으로 제시하고 동시에 이들을 통한 도시 공간 문제 해결의 모델을 역시 절차화하여 제시함으로써 동 분야 연구자들과 기술 개발자들, 그리고 이를 활용하는 기업체에서 업무의 효율을 극대화 할 수 있도록 함

1) 경제적 타당성 분석 방법론

- 본 연구개발 과제의 경제적 타당성을 분석하기 위해 비용 편익 분석을 수행
- 비용은, 연구개발 수행에 필요한 비용을 인건비, 장비 구입비, 운영비 등을 모두 합산해 산출하고, 편익은 본 연구개발의 성과를 직접적으로 활용하게 될 서비스를 도출하고 서비스의 활용을 통해 얻게 될 편익을 계량적으로 산출
- 공간 지식추론 엔진 과제에서 개발하고자 하는 내용을 일반적인 프로토타입 시스템 개발 과제를 벤치마킹하여 데이터 수집(data crawling), 데이터베이스 프로세싱(database processing), 인공지능 엔진(AI engine), 서비스 플랫폼(service platform)으로 구분된 총

4개의 층위(layer)로 나누고 각 층에 소요되는 비용(cost)을 먼저 추정한 후 공간 지식추론 엔진 서비스가 구현되었을 경우 제공할 것으로 예상되는 편익(benefit)을 추정해 봄.

- 본 비용편익 분석은 정부 주요 사업 진행 전 투입될 예산의 타당성 평가를 시행하는 한국개발연구원(KDI)에서 2013년 발행한 ‘정보화 부분 예비 타당성 표준지침 연구 제2판’을 참고하여 수행하였음.

2) 비용 추정

- 비용 추정을 위해 본 연구개발 과제 실현에 필요한 내용에 대한 요구 사항을 연구개발 기획팀과의 JAD(Joint Application Design)를 통해 도출한 후, 본 사업에서 구현하고자 하는 목표를 설정하고 필요한 연구개발 기간을 5년으로 추정하였음.
- 각 층별로 필요한 정보를 수집하여 전체적인 규모를 산정하고 최종적으로 용역, 장비 등 소요에 대한 구체적인 비용을 정보시스템의 간 성분 비용을 추정하고 이를 종합하여 전체 추정치를 구하는 상향식 방법에 따라 추정하였음(한국개발연구원 2013)
- 단 본 연구에서는 민감도 테스트, 위험요소 식별, 비용 범위 제시 등 가정 및 주요 입력치 변화에 따른 비용 변화를 분석하고 비용 범위를 제시하는 사후 분석은 포함하지 않았음. 따라서 이들 요소를 고려한다면 10% 정도의 추가적인 비용 부담이 발생할 가능성은 상존함

가. 비용 종류 및 추정 기준

- 정보시스템 관련 최근 주요 사업 중 “클라우드 빅데이터 기반 우체국 종합금융시스템 구축사업”(2019) 및 “국민연금 지능형 연금복지 통합플랫폼 구축사업”(2020) 예비타당성 조사 보고서를 참고하여 본 과제에서 필요한 주요 항목을 기술 개발 및 구매, 데이터, 어플리케이션, 통신, 정보 보안, 시장 조사로 나누어 구분한 후 각 항목 별 소요되는 비용을 정부예산회계 기준을 참고하여 인건비, 직접비, 간접비로 구분
- 먼저 주요 항목을 살펴보면 본 사업의 주요 부분을 차지하는 기술 개발 및 구매 관련해서는 필요한 기술(예, 개인화 AI 엔진, 음성인식, 챗봇, 맵, 디지털 트윈 등)의 개발 및 기술 라이선스 비용이 포함되어 있고 데이터 관련하여는 각 층에서 필요한 데이터 수집, 분석, 데이터베이스 구축 및 운용 비용이 포함
- 또한 어플리케이션, 통신, 및 정보보안 항목에서도 개발, 구축, 운영 및 소요 하드웨어와 소프트웨어 구매 비용이 포함되었고 시장조사 관련하여는 주로 시스템 및 어플리케이션 컨설팅 비용으로 구성
- 비용 형태 별로는 인력 투입이 필요한 요소의 경우 인건비 형태로 추정이 되었고 해당 업무에 투입될 인력의 수준에 따라 한국개발연구원 “클라우드 빅데이터 기반 우체국 종합금융시스템 구축사업”(2019) 및 “국민연금 지능형 연금복지 통합플랫폼 구축사

업”(2020) 예비타당성 연구에서 사용한 운영 및 개발 S/W 유지 보수 평균 연봉 6,660만원(국민연금 공단 자체 인력), ITO 인력 평균 연봉 1억5800만원, 기술/컨설팅 인력 연봉(5,400만원 - 1억 원), 시스템 운영 인력(평균 연봉 3천695만원) 비용을 참고하여 항목 및 요소 별 성격을 고려하여 산정

- 직접비의 경우 하드웨어, 소프트웨어 구입 비용이 주를 이루었고 하드웨어 대부분은 서버가 차지하였으며 이를 구매하는 경우 한국개발연구원 “국민연금 지능형 연금복지 통합플랫폼 구축사업”(2020) 예비타당성 연구에서 사용한 사양 별 100~1,000만원을 산정. 반면 소프트웨어의 경우에는 그 종류와 범위가 상이하여 별도 비용 구간을 설정하지 않았고 구매 및 기술료(사용 라이선스) 형태로 구성. 간접비의 경우 사업 참여기관의 내부 관리체계에 따라 필요할 경우에만 추정

나. 층위(Layer)별 비용 추정

○ 데이터 수집(data crawling) 층위

<표 4-2> 데이터 수집 층위의 비용 추정

(단위 : 천원)

해당Layer: Data Crawling									
항목	요소	예산 비용 (연도 별)						비용 형태	비용산출방식
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Total		
기술 개발/구매	하드웨어 구매비	10,000	0	0	10,000	0	20,000	직접비	컴퓨터 수량(5) * 단가(2,000)
데이터	데이터 수집 비용	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	125,000	인건비	연 인원(0.5) * 연봉(50,000)
	데이터 베이스 구축 비용	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	125,000	인건비	연 인원(0.5) * 연봉(50,000)
	데이터 분석 비용	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	250,000	인건비	연 인원(1) * 연봉(50,000)
어플리케이션	어플리케이션 운영비	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	25,000	직접비	10TB 메모리급, 4Core 프로세서
합계		115,000	105,000	105,000	115,000	105,000	545,000		

○ 데이터베이스 프로세싱(database processing) 층위

<표 4-3> 데이터베이스 프로세싱 층위의 비용 추정

(단위 : 천원)

해당Layer: DB Processing									
항목	요소	예산 비용 (연도 별)						비용 형태	비용산출방식
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Total		
데이터	데이터 분석 비용	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	750,000	인건비	연 인원(3) * 연봉(50,000)
	데이터 베이스 운영비	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	150,000	직접비	개수 (1) * 단가 (30,000)
	데이터 베이스 구축 비용	100,000	30,000	30,000	30,000	30,000	900,000	직접비 + 인건비	초기 데이터 생성, 정제, 후처리, 모델 개발 비용
어플리케이션	어플리케이션 개발비 (A type)	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	1,500,000	인건비	연 인원(6) * 연봉(50,000)
	어플리케이션 개발비 (B type)	288,000	288,000	288,000	288,000	288,000	1,440,000	인건비	연인원 (2) * 연봉(144,000)
	어플리케이션 개발비 (C type)	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	800,000	인건비	연 인원(2) * 연봉(80,000)
	어플리케이션 운영비	50,000	0	0	0	0	50,000	직접비	클라우드, GPU 장비
통신	Open API 플랫폼 구축비	0	0	0	0	50,000	50,000	직접비	인프라, 개발
시장조사	System 컨설팅	30,000	0	0	0	0	30,000	직접비	
합계		1,108,000	958,000	958,000	958,000	1,008,000	5,670,000		

○ 인공지능 엔진(AI engine) 층위

<표 4-4> 인공지능 엔진 층위의 비용 추정

(단위 : 천원)

해당Layer: AI Engine									
항목	요소	예산 비용 (연도 별)						비용 형태	비용산출방식
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Total		
기술 개발/구매	개인화 AI엔진 시스템 통합 개발(A type)	408,000	408,000	408,000	408,000	408,000	2,040,000	인건비	연인원(4) * 연봉 (102,000)
	개인화 AI엔진 시스템 통합 운영(B type)	373,000	373,000	373,000	373,000	373,000	1,865,000	인건비	인원(7)* 연봉 (54,000)
	개인화 AI엔진 시스템 통합 운영	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	60,000	직접비	수량 * 단가 (서버 사용료)
	개인화 AI엔진 기술 사용료	120,000	180,000	240,000	300,000	600,000	1,440,000	직접비	수량 * 단가 (기술사용료)
기타 운영비	사업 운영비	20,400	20,400	20,400	0	0	61,200	간접비	AI engine 개발비 총액 10%
합계		933,400	993,400	1,053,400	1,093,000	1,393,000	5,466,200		

○ 서비스 플랫폼(Service platform) 층위

<표 4-5> 서비스 플랫폼 층위의 비용 추정

(단위 : 천원)

해당Layer: 서비스플랫폼									
항목	요소	예산 비용 (연도 별)						비용 형태	비용산출방식
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Total		
기술 개발/구매	음성 인식 기술 솔루션	80,000	8,000	8,000	8,000	8,000	112,000	직접비	솔루션 라이선스 Y1 라이선스 구매비 & 연 유지보수비 (구매비 *10%)
	챗봇 솔루션	150,000	15,000	15,000	15,000	15,000	210,000	직접비	솔루션 라이선스 Y1 라이선스 구매비 & 연 유지보수비 (구매비 *10%)
	맵 솔루션	250,000	25,000	25,000	25,000	25,000	350,000	직접비	솔루션 라이선스 Y1 라이선스 구매비 & 연 유지보수비 (구매비 *10%)
	DT 디지털트윈 융합 플랫폼	200,000	20,000	20,000	20,000	20,000	280,000	직접비	솔루션 라이선스 Y1 라이선스 구매비 & 연 유지보수비 (구매비 *10%)
	하드웨어 구매비	48,000	0	0	10,000	0	58,000	직접비	서버 12 * 단가 (4,000)
데이터	데이터 수집 비용	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	125,000	인건비	연 인원(0.5) * 연봉(50,000)
	데이터 베이스 구축 비용	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	125,000	인건비	연 인원(0.5) * 연봉(50,000)
	데이터 분석 비용	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	750,000	인건비	연 인원(5) * 연봉(30,000)
	데이터 관리 비용	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	125,000	인건비	연 인원(0.5) * 연봉(50,000)
어플리케이션	어플리케이션 개발비	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	2,000,000	인건비	연 인원(8) * 연봉(50,000)
	어플리케이션 운영비	600,000	800,000	800,000	800,000	800,000	3,800,000	직접비	10TB 메모리급, 4Core 프로세서
통신	Open API 플랫폼 구축 비	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	80,000	인건비	연 인원(1) * 연봉(16,000)

정보보안	정보 보안 운영비용	4,000	400	400	400	400	5,600	인건비	Y1운영 인건비 (4,000) & 연 유지보수비 (Y1 *10%)
	정보 보안 하드웨어구매	40,000	4,000	4,000	4,000	4,000	56,000	직접비	Y1 HW 직접구매비 (40,000) & 연 유지보수비 (Y1 *10%)
	정보 보안 소프트웨어구매	40,000	4,000	4,000	4,000	4,000	56,000	직접비	Y1 HW 직접구매비 (40,000) & 연 유지보수비 (Y1 *10%)
시장조사	System 컨설팅	0	150,000	0	0	0	150,000	직접비	
	Application 컨설팅	0	100,000	0	0	0	100,000	직접비	
합계		2,053,000	1,767,400	1,517,400	1,527,400	1,517,400	8,382,600		

다. 추정 합산 비용

- 데이터 수집 총위, 데이터 프로세싱 총위, 인공지능 엔진 총위, 서비스 플랫폼 총위의 투입 비용을 모두 합산한 결과는 총 20,063,800천원임
- 억 단위 이하 절사한 비용은 200억원으로서 정부 출연금 150억(75%)과 민간 매칭 50억(25%)의 구조로 연구개발 수행을 추정

3) 편익 추정

- 편익 추정은 본 연구개발 과제가 실현된 후 제공될 기능을 현재 제공 중인 서비스가 개선될 경우와 향후 개발될 수 있는 신규 서비스로 나누어 각 개선 요소별 제공하는 편익을 상세 기술하되 수입을 증가시키는 경우(revenue up)와 비용을 절감시키는 경우(cost down)로 나누어 예상 편익 중 정량화 가능한 부분을 대상으로 진행
- 특히 공공투자사업의 경우 민간 부문의 투자사업과는 달리 편익의 범위를 거시경제적 입장에서 파악하였고 투자로 인해 생산된 재화 및 서비스 외에도 시장에서 거래되지 않는 외부경제까지를 포함하여 진행(한국개발연구원 2013)함을 감안

가. 편익 종류 및 추정 기준

- 편익의 수혜자를 사회적 수준, 해당 서비스를 사용하는 기관 수준 및 개인 수준으로 나누어 정리하였고 적용 대상으로 기존 제공하고 있는 서비스와 미래 신규 개발 가능한 서비스로 구분하였음

편익 유형으로는 인프라 및 어플리케이션 구축에 따른 업무처리 시간 단축, 업무 정확성 증대, 업무처리 비용 감소, 기존 시스템 유지 및 보수 비용 절감, 통합업무 처리에 따른 효율(편리성) 증가 부분 등을 고려하였음

개선 요소별 관련 편익을 수혜자 수준과 개선 서비스로 구분한 내용은 다음과 같음

- 도로 교통 관리 효율성 개선

사회적 편익 수준으로 기존 서비스 개선 형식이고 발생하는 CO2 배출량 감소로 실시간 3D 빅데이터로 교통량 최적화에 따른 CO2 배출량 감소량을 기준으로 편익 추정

○ 데이터 수집 시스템 통합

사회적 편익 수준으로 기존 서비스 개선되는 형식이고 공간 정보 수집을 직접 할 수 있게 되어 축소 가능한 비용을 기준으로 추정

○ API로 관심 위치(Point of Interest) 정보 취득

기관 편익 수준으로 본 기능을 사용할 기관(주로 사용 기업 또는 공공 기관 등)이 시스템 자동 운영 효율 강화를 통해 운영 인력 절감할 수 있는 비용으로 기존 서비스를 개선하는 형식으로 추정

○ 네비게이션 정확도 향상

기관 편익 수준으로 본 기능을 사용하여 택배 배송 시간을 절감하여 얻을 수 있는 편익. 1:1 출발지:목적지 보다는 택배와 같이 1:m 출발지 하나:다수 목적지의 경우가 특히 유효한 편익을 창출할 것으로 추정

○ 개인화 서비스

기관 편익 수준으로 본 기능을 사용할 기관(주로 사용 기업 또는 공공 기관 등)이 개인화 주변 정보 추천을 통한 구매 전환율 향상으로 신규 고객 획득 광고 비용을 적용하여 산정

○ 정보 수집 및 의사 결정 자동화와 유연한 질의 기능

개인 편익 수준으로 본 기능이 탑재된 신규 플랫폼 서비스를 사용하여 절감할 수 있는 비용을 기준으로 추정

나. 추정 합산 편익

○ 앞서 구분한 내용별 편익을 실제 각각 추정한 결과는 다음과 같음

○ 도로 교통 관리 효율성 개선

CO2 배출량 감소량을 교통 발생 CO2(ton) * 절감(0.2%) * CO2 배출권(19,000원/ton) 형태로 정량화 하였음. 2018년 국내 발생 CO2(13,073,000,000 톤) 중 교통 부문에서 16%가 발생하였고(출처: 교통부문 온실가스 관리 시스템 KOTEMS) 이산화탄소 교환권이 톤 당 19,000원 적용하여 약 연 800억원

○ 데이터 수집 시스템 통합

공간 정보 수집을 직접 할 수 있게 되어 축소 가능한 비용으로 연간 제공 건수(약 1억 건) * 건당 수집 비용(50원)으로 연 약 50억원

○ API로 관심 위치(Point of Interest) 정보 취득

본 기능을 사용할 기관(주로 사용 기업 또는 공공 기관 등)이 시스템 자동 운영 효율 강화를 통해 운영 인력 절감할 수 있는 비용으로 연 절감 기술인력 수(100명) * B급 개발자 평균 연봉으로 약 37억원

○ 네비게이션 정확도 향상

본 기능을 사용하여 택배 배송 시간 절감하여 얻을 수 있는 편익으로 예상 절감 시간/인, 일(0.001 시간) * 연 택배 배송 수(33.7억 건) * 시간 당 기회비용(2020년 최저임금 8,720)을 적용하여 연간 약 590억원

○ 개인화 서비스

본 기능을 사용할 기관(주로 사용 기업 또는 공공 기관 등)이 개인화 주변 정보 추천 통한 구매 전환율 향상으로 신규 고객 획득 광고 비용을 합산함. 구매 전환율 향상 폭(20%) * 인당 광고비(5,000원) * 신규 고객 수(500만 명) 적용하여 약 50억원

○ 정보 수집 및 의사 결정 자동화와 유연한 질의 기능

본 기능이 탑재된 신규 플랫폼 서비스를 사용하여 예상 절감 시간/인 * 연 사용일 수 * PaaS 앱 사용자 수(10만 명) * 시간 당 기회비용(최저임금 8,720) 형식으로 추정하여 각각 약 390억원, 90억원 및 1억원

다. 비용 대비 편익 분석 결론

- 이상의 편익을 합산해 보면 결과적으로 본 사업으로 발생 예상되는 연간 총 편익은 약 1,957억원으로 추정됨. 본 연구개발의 성과를 보수적으로 잡아 3년 활용 가능하다고 볼 때 1,957억원*3년 = 5,871억원으로 추정되며 이는 총 비용 200억원에 비해 충분한 편익으로 볼 수 있음 (B/C ratio = 29.36)

4) 사업 모델링 및 분석

- 공간 정보를 활용하여 성공한 해외 주요 스타트업이 제공하는 서비스를 살펴보고 성장 방법, 기업 규모 및 가치를 살펴봄으로 본 연구개발 사업이 구현될 경우 가능한 사업의 성격 및 창출할 가치를 가늠해 보고자 함

가. 성공적인 공간정보 기반 스타트업

- 북미, 유럽, 아시아 등 다양한 지역에서 창업하여 공간 정보를 활용한 서비스를 제공한 스타트업 중 일부를 분석해 보았음. Uber와 같이 독창적인 사업 모델을 제시한 경우도 많았지만 다른 국가 또는 지역에서 시작한 사업을 모방하여 일부 서비스를 추가한 Grab 과 같은 경우도 있고 지속적으로 사업을 성장시킨 경우도 많았지만 Waze, LaFourcette 과 같이 글로벌 기업에게 매각한 후 해당 서비스를 세계적으로 확산시킨 경우도 있었고 이미 성장한 회사가 공간 정보를 활용한 추가 서비스 형태로 시작하여 확산 시킨 Shop 과 같은 경우도 있음. 각 경우에 있어서 직원 수, 기업 가치를 살펴 봄으로 거시 경제적인 고용 창출 효과, 본원 가치 창출 효과도 가늠해 보았음

- Uber (미국) <https://www.uber.com>

택시를 대체하는 교통서비스로 2009년 창업하여 2020년 기준 약 2만2000명을 고용하였고 기업가치는 약 755억 달러. 2014년 Uber Eats를 추가하여 음식 배달서비스도 겸하고 있음

○ **Grab (싱가포르)** <https://www.grab.com>

2012년 창업하여 Uber가 제공하는 교통, 음식 배달 서비스 외에 결제 서비스도 추가하여 제공. 직원 약 6,000명 고용 중이고 기업가치는 약 6억 달러

○ **Waze (이스라엘)** <https://www.waze.com/>

2008년 창업한 이동통신 네트워크 정보를 기반으로 한 네비게이션 서비스 제공회사. 2013년 Google에 9억6600만 달러에 인수됨

○ **Bird (미국)** <https://www.bird.com/>

2017년 창업한 전동 스쿠터 공유 서비스 제공회사. 직원 약 600명에 기업가치는 약 25억 달러

○ **RingGo Parking (영국)** <https://www.myringgo.co.uk/>

2000년 창업한 Parknow Group에서 제공하는 주차 및 주차 비용 결제 서비스. BMW와 Diamler AMG가 공동 인수

○ **Zillow (미국)** <https://www.zillow.com/>

2004년 창업한 부동산 거래 및 주택 담보 대출 서비스. 약 5400명 고용 중이고 기업가치는 약 350억 달러

○ **ImmoScout24 (독일)** <https://www.immobilienscout24.de/>

2009년 창업한 부동산 거래 및 주택 담보 대출 서비스. 약 750명 고용 중이고 기업가치는 약 6억5000만 달러

○ **LaFourchette (프랑스)** www.lafourchette.com

2007년 창업한 식당 예약 서비스 제공 회사. 직원 75명. 2014년 Trip Advisor에 1.5억 달러에 인수

○ **Dianping (중국)** <http://www.dianping.com>

2008년 창업한 식당 예약 서비스 제공 회사. 직원 8000명. 기업가치는 약 285억 달러

○ **Life360 (미국)** <https://www.life360.com>

2008년 창업한 위치 정보를 공유하는 소셜네트워킹 서비스. 직원 130명. 기업가치 3억2500만 달러

○ **Keep (중국)** <https://www.gotokeep.com>

2015년 창업한 건강 및 운동 서비스 제공(주로 옥외 운동 활동(경로) 기록하고 공유 가능). 직원800명. 기업가치 20억 달러

○ Shop (캐나다) <https://shop.app>

2006년 창업한 세계 최대 ecommerce platform 회사인 Shopify에서 2020년부터 App으로 제공하는 배송 추적 및 가까운 상점 소개 서비스. Shopify 직원 5000명. 기업가치 1600억 달러

나. 적용 예상 현존 비즈니스 모델

- 본 사업이 구현될 경우 현재 존재하는 사업 모델에 아래와 같은 부분에서 추가적인 가치를 창출할 수 있을 것으로 예상

<표 4-6> 적용 예상 현존 비즈니스 모델

사업 모델	주요 기능	향상 방안
지도 기반	도로 현황 제공	운전 예정도로 현황 입체적으로 제공 (예, 사고 / 예상 병목 지역 우회로)
지도 기반	보행자 길찾기 / 네비게이션	보행자 최적 노선(A에서B까지 걸어가는 가는 시간을 줄이기)
지도 기반	주변 검색	상점, 건물 검색을 높이기
지도 기반	3D 로드뷰	주변환경과 자동으로 맞는 3D 로드뷰
오프라인 매장	상점 서비스 예약	앱이 아닌 인터넷 검색을 통한 예약 가능한 상점 수수료 절감
오프라인 매장	상점 위치 기반 쿠폰 분배	위치정보 AI DB 사용하여 개인 targeting 고도화
부동산	내 조건에 맞는 아파트 찾기	복잡한 도시 데이터(학군, 가격, 교통, 편의시설등)를 기반으로 최적의 의사결정을 지원
지식그래프	데이터 검색	사용자 질의사항에 맞는 맞춤형 정보탐색 기술 지원
포털	사용자 편의 서비스	맛집, 상권, 길찾기 등 단답형 형태의 질의가 아닌 연쇄, 복합형 질의 기능 제공
공공서비스	생활 편의 서비스	내 집 주변 생활 공간 가시권 분석, 일조, 소음 등 다양한 시뮬레이션

다. 적용 예상 미래 비즈니스 모델

- 현존하지는 않으나 가까운 미래에 제공될 수 있는 서비스 관련하여 본 사업과 연계하여 향상될 수 있는 주요 기능 및 향상 방안을 정리하였으며 주로 VR 글래스의 착용으로 새로이 론칭될 서비스들을 중심으로 분석

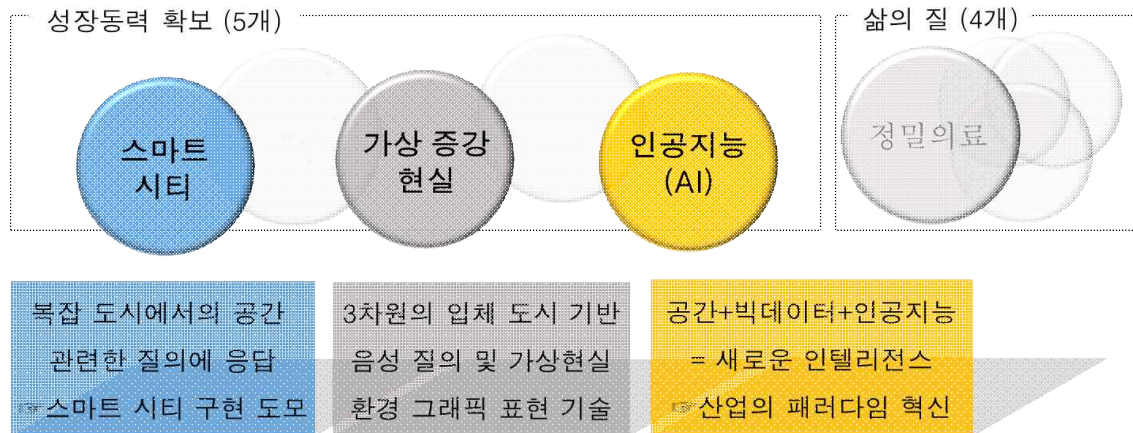
<표 4-7> 적용 예상 미래 비즈니스 모델

서비스 유형	주요 기능	향상 방안
지도 활용	길찾기(건물 실내 길 찾기)	VR 글래스 착용과 음성 인식으로 공간 자동인식 및 건물 내 길찾기 지원
지도 활용	길찾기(주행 중 실외 길찾기)	VR 글래스 착용으로 모터사이클, 킥보드, 자전거 등 주행 중 음성 질의와 답변형으로 다중경로 안내
오프라인 매장	주변 여가활동 등 다양한 정보와 지식 추천	VR 글래스 착용과 음성 인식으로 내 위치 중심 소비자 데이터 수집 및 분석을 통해 사용자특성 고려된 공간 정보 제공
오프라인 매장	실시간 점포 고객 인수 현황 확인	VR 글래스 착용으로 상점 안에서 실시간 운영 상황 업데이트해서 비교
오프라인 매장	매장에서 제공하는 쿠폰 확인	VR 글래스 착용으로 매장에서 제공하는 쿠폰을 매장을 바라볼 때 확인
소셜 네트워크	실시간 위치 정보 공유	VR 글래스 착용으로 자동 내 위치 추적 및 실시간 위치 정보 정확도 향상

4-7 정부지원 타당성

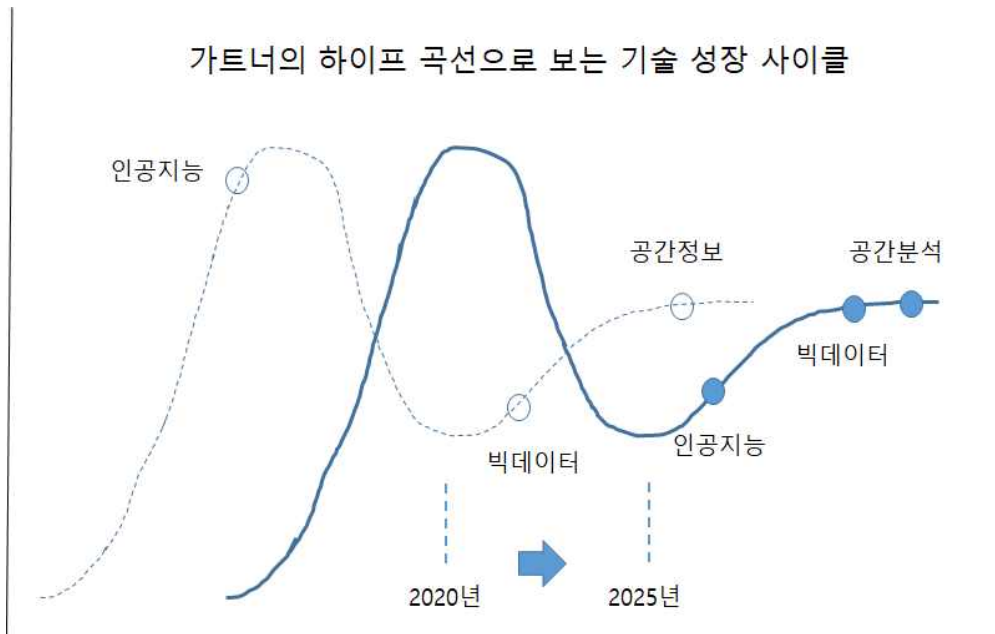
- 국가적인 9대 전략 프로젝트의 일환으로 차세대 성장동력을 육성해야 함
 - 본 연구개발이 추구하는 공간 지식추론 엔진 기술개발은 9대 국가전략 프로젝트의 지향점과 긴밀하게 연계되어 있어 국가적인 목표 달성에 기여할 것으로 판단
 - 9대 국가전략 프로젝트 중 스마트 시티 부분에 대해서는 본 연구개발이 추구하는 문제해결 방식, 즉 복잡한 도시 환경에서 공간과 관련해 궁금한 질문에 응답해 주는 엔진 개발을 통해 기여함
 - 또한, 가상 증강 현실 부분에 대해서는 3차원의 입체 도시 기반 자연어 질의와 응답의 구현, 그리고 이를 가상현실 환경에서 작동할 수 있게 함으로써 기술적 기여가 있음
 - 마지막으로 인공지능 부분에 대해서는 공간분석 전문가, 빅데이터 전문가, 그리고 인공지능 전문가의 협력을 통한 새로운 공간 인텔리전스의 구축이라는 면에서 산업의 패러다임 혁신을 도모함으로써 국가 목표 수행에 기여

〈9대 국가전략 프로젝트〉



<그림 4-2> 9대 국가전략 프로젝트와 공간 지식추론 엔진

- 정부의 지원하에 디지털 공간정보 기반 구축으로 국내외 산업 패러다임의 혁신 가능
 - 최근 발표한 ‘한국판 뉴딜 종합계획’의 세부 과제들에 디지털국토·공간정보 기반의 정보 구축과 융합이 필수적인 사업들 배치
 - 국토교통부의 제3차 공간정보산업 진흥 기본계획상 공간정보의 지능화와 서비스 고도화를 주요한 축으로 설정되어 국토교통부의 정체성과 추진 목표에 기여
 - 국토교통부의 10대 국토교통 유망산업 및 혁신 중소·벤처기업에 투자하는 ‘국토교통 혁신펀드’에 공간정보를 선정하여 지원 중으로서 이에도 부합
 - 미국, 호주, 캐나다, 일본, 독일, 네덜란드 등 공간정보 분야 선진국에서는 공간정보를 제4차 산업혁명을 이끌고 스마트 도시를 구현하는 핵심 기술로 정하고 이를 지원하기 위한 정책을 수립하고 대규모 재정을 투입 중
 - 이러한 여건에서 정부가 본 연구에 지원한다면 국내외 산업 패러다임의 혁신적인 변화를 수용하면서 새로운 시작을 개척하는 데 일조
- 향후 4년 이내에 시장에 큰 변화가 찾아올 것으로서 이에 대비해 시장 선점을 준비
 - 가트너의 하이프 곡선으로 보는 기술 성장 사이클 분석에 의하면 인공지능은 거품을 거쳐 2025년 경에는 실용적인 기술로 자리매김할 것으로 판단
 - 빅데이터와 공간분석은 시장에서 이미 이익을 실현 중이며 견실한 성장이 예상
 - 향후 5년이 지난 후에는 세 가지 기술이 모두 실용화 측면에서 안정적으로 활용이 예상되며 융합연구를 기반으로 한 혁신적인 서비스가 시장에 나타날 것으로 판단
 - 따라서 현 시점이 기술개발 착수의 최적기로서 이 시점을 놓치면 해외 유망 벤더들의 서비스가 국내 시장을 빠르게 장악하기 시작할 것으로 예상



<그림 4-3> 가트너의 하이프 곡선으로 보는 기술 성장 사이클

- 기술력과 도전 정신은 있으나 자금력이 부족한 대학과 기업을 지원해 신시장 개척
 - 공간적인 AI 지식추론 엔진의 개발은 장기적인 재정지원 하에 깊은 연구가 필요하나 핵심인재를 보유한 대학과 중소기업, 스타트업은 재정 열악
 - 대학은 자체 연구개발비가 없으며 유망 중소기업과 스타트업은 용역사업을 통해 인건비를 겨우 충당하며 간헐적인 연구를 수행하는 실정
 - 향후 수년 간 기술개발에 매진할 수 있도록 지원이 이루어진다면 새로운 차원의 시장을 열고 유니콘 기업을 다수 배출할 수 있는 호기 선점
 - 앞으로 수년 내 시장 수요가 큰 폭으로 증가할 것으로 예상되며 정부가 마중물 차원의 재정지원을 해준다면 유망한 중소기업과 스타트업이 크게 성장
 - 오픈 이노베이션을 통해 본 연구의 기술들이 spin-off 된다면 가상현실, 증강현실, 인공지능, 스마트 시티, e-러닝, 영화/게임 등 다양한 산업 분야 더욱 활성화

e-Learn	Cinema / Game	Smart City	AI	VR / AR
SweetRush, EI Design 등 2만 여 업체	Disney, CJ 등 2,600업체 넥슨, 넷마블 등 1만6천 업체	SKT, KT, LG, 삼성, 시스코 등 200여 업체	구글, 아마존, MS, 네이버 등 500개 업체	삼성, HTC, Oculus, SONY, FOVE 등 300개 업체

<그림 4-4> 공간 지식추론 엔진의 정부지원 파상적 효과

5. 인력투입 및 소요예산 산정

5-1. 인력투입계획

1. 연차별 투입 연구인력

<표 5-1> 전체 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
총괄	25.91	25.91	26.38	26.38	25.63	130.21
1세부	10.39	10.39	10.86	10.86	10.25	52.75
2세부	9.25	9.25	9.25	9.25	9.11	46.11
3세부	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	31.35

2. 상세 투입 연구인력

가. 1세부 - 그래프DB 기반 인공지능 구현

<표 5-2> 제1세부 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
책임연구원	1	1	1	1	1	5
연구원	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	24.5
연구보조원	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	13.15
보조원	1.86	1.86	2.33	2.33	1.72	10.1
합계	10.39	10.39	10.86	10.86	10.25	52.75

나. 2세부 - 공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석

<표 5-3> 제2세부 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
책임연구원	1	1	1	1	1	5
연구원	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	18.8
연구보조원	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	13.15
보조원	1.86	1.86	1.86	1.86	1.72	9.16
합계	9.25	9.25	9.25	9.25	9.11	46.11

다. 3세부 - 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현

<표 5-4> 제3세부 연차별 투입 연구인력

분류	총 개발인력(명)					계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
책임연구원	1	1	1	1	1	5
연구원	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	12.95
연구보조원	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	8.75
보조원	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	4.65
합계	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	31.35

5-2. 소요 예산

1. 총괄 소요예산

<표 5-5> 전체 연차별 소요예산

(단위: 백만원)

구분		1세부	2세부	3세부	총계
1차년도	정부	980	850	670	2,500
	민간	329	286	225	840
	소계	1,309	1,136	895	3,340
2차년도	정부	1,380	1,190	930	3,500
	민간	461	398	311	1,170
	소계	1,841	1,588	1,241	4,670
3차년도	정부	1,380	1,190	930	3,500
	민간	461	398	311	1,170
	소계	1,841	1,588	1,241	4,670
4차년도	정부	1,180	1,020	800	3,000
	민간	393	340	267	1,000
	소계	1,573	1,360	1,067	4,000
5차년도	정부	980	850	670	2,500
	민간	329	286	225	840
	소계	1,309	1,136	895	3,340
총계	정부	5,900	5,100	4,000	15,000
	민간	1,973	1,708	1,339	5,020
	총계	7,873	6,808	5,339	20,020

2. 예산 항목별 소요예산

가. 1세부 - 그래프DB 기반 인공지능 구현

<표 5-6> 제1세부 연차별 소요예산

(단위: 백만원)

분류		구분						소계	비율(%)
		단가 (연봉)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
			인원* 참여율	인원* 참여율	인원* 참여율	인원* 참여율	인원* 참여율		
인건비	책임연구원	112	112	112	112	112	112	560	7
	연구원	86	423	423	423	423	423	2,115	27
	연구보조원	57	150	150	150	150	150	750	10
	보조원	43	80	80	100	100	74	434	6
소계			765	765	785	785	759	3,859	49
직접비	연구장비/재료비		288	806	786	525	290	2,695	34
	연구활동비		200	200	200	200	204	1,004	13

	연구수당	20	20	20	20	20	100	1
소계		508	1,026	1,006	745	514	3,799	48
간접비		36	50	50	43	36	214	3
합계		1,309	1,841	1,841	1,573	1,309	7,872	100

나. 2세부 - 공간 빅데이터 수집, 저장 및 지능형 다차원 분석

<표 5-7> 제2세부 연차별 소요예산

(단위: 백만원)

분류		구분						소계	비율(%)
		단가 (연봉)	1차년도 인원* 참여율	2차년도 인원* 참여율	3차년도 인원* 참여율	4차년도 인원* 참여율	5차년도 인원* 참여율		
인건비	책임연구원	112	112	112	112	112	112	560	8
	연구원	86	323	323	323	323	323	1,615	24
	연구보조원	57	150	150	150	150	150	750	11
	보조원	43	80	80	80	80	74	394	6
소계			665	665	665	665	659	3,319	49
직접비	연구장비/재료비		220	660	660	438	226	2,204	32
	연구활동비		200	200	200	200	200	1,000	15
	연구수당		20	20	20	20	20	100	1
소계			440	880	880	658	446	3,304	49
간접비			31	43	43	37	31	185	3
합계			1,136	1,588	1,588	1,360	1,136	6,808	100

다. 3세부 - 도시 3차원 모델 환경의 공간분석과 표현

<표 5-8> 제3세부 연차별 소요예산

(단위: 백만원)

분류		구분						소계	비율(%)
		단가 (연봉)	1차년도 인원* 참여율	2차년도 인원* 참여율	3차년도 인원* 참여율	4차년도 인원* 참여율	5차년도 인원* 참여율		
인건비	책임연구원	112	112	112	112	112	112	560	10
	연구원	86	223	223	223	223	223	1,115	21
	연구보조원	57	100	100	100	100	100	500	9
	보조원	43	40	40	40	40	40	200	4
소계			475	475	475	475	475	2,375	44
직접비	연구장비/재료비		176	512	512	343	176	1,719	32
	연구활동비		200	200	200	200	200	1,000	19
	연구수당		20	20	20	20	20	100	2
소계			396	732	732	563	396	2,819	53
간접비			24	34	34	29	24	145	3
합계			895	1,241	1,241	1,067	895	5,339	100

붙임. 참고 문헌

- 공간정보연구원(2015), 공간정보 포털 동향분석 연구, LXSIRI Report 제21호
- 국민안전처(2016), 국가안전관리기본계획(2015~2019)
- 국토교통부(2010), “2015년, 지하시설물 정보가 하나로 연결된다.”
- 국토교통부(2011), “전국 방방곡곡 땅 속 시설물, 스마트관리체계로 전환”
- 국토교통부(2013), 제5차 국가공간정보 정책(2013 ~ 2017)
- 국토교통부(2014), 지하공간 활용의 권리보완을 위한 제도적 개선에 관한 연구
- 국토교통부(2015), 2025 수도정비기본계획(광역상수도 및 공업용수도)변경
- 국토교통부(2015), 지반침하 대비 생활속 징후 및 안전관리 매뉴얼 개발연구
- 국토교통부(2015), 지반침하(함몰) 예방을 위한 지하안전성(위험도) 평가방법 등 마련 연구
- 국토교통부(2016), 지하공간통합지도 구축 사업 최종보고서
- 국토교통부(2017), 공간정보기반 융복합산업 발전 전략 마련 및 법제도 개선방안
- 국토교통부(2018), 2018년 공간정보산업조사 통계보고서(2017년 기준)
- 국토교통부(2018), 제6차 국가공간정보정책 기본계획
- 국토연구원(2009), 한국형 공간정보인프라 모델정립 및 글로벌화 전략 연구
- 국토연구원(2012), 공간정보 공동활용을 위한 기본공간정보 수시갱신방안
- 국토지리정보원(2017), 자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 고도화 방안 연구 및 시범구축
- 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2016), 시민·기업·정부가 소통하는 맞춤형 U-City 플랫폼 구축(3차년도)
- 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2017), 3차원 입체격자체계 기반 국토 통합관리 지원 기술 개발 1차년도 보고서
- 나유경·정영진(2015), 공간정보사업의 공간정보 표준 적용 활성화 방안, 국토지리학회지 제49권 4호
- 뉴스코리아(2017), 교통신호등 정보가 내 차량 계기판에 있다, 2017.05.16.
- 미래창조과학부(2016), 미래성장동력 종합실천계획(안)
- 산업통상자원부(2013), 에너지 안전관리 종합대책
- 산업통상자원부(2014), 가스안전관리 기본계획(2015 ~ 2019)
- 산업통상자원부(2015), 에너지 안전 가이드라인 개발
- 서울시(2018), 서울시 지하안전관리 종합 추진계획
- 서울시(2013), 지하시설물통합정보시스템 개선 사업계획
- 서울특별시 지반정보통합관리 시스템 <http://surveycp.seoul.go.kr/>
- 이규화(2011.7), 비즈니스에 최적화된 기업DB ‘맞춤형 설계’, 디지털타임즈
- 이보미·이명근(2017), 국가지리정보 품질관리 대상 및 방법론 제시, 국토지리학회지 제51권2호
- 지하안전관리에 관한 특별법 법률 제14545호
- 한국국토정보공사(2013), 지하공간에 대한 효율적인 정보취득 연구
- 한국정보통신기술협회(2008), 2007 정보통신표준화백서

한국정보통신기술협회(2017), 공간정보 표준화 동향, TTA Journal Vol.169
한국정보통신기술협회(2018), 4차 산업혁명 핵심융합사례 스마트시티 개념과 표준화 현황
한국지질자원연구원(2014), 반응형 웹기반 멀티플랫폼 지질정보시스템(MGE0) 개발
한국환경정책평가연구원(2013), 도심지역 대심도 지하공간 개발의 지반환경영향 및 정책 제언

CRCSI(2017), Towards a Spatial Knowledge Infrastructure-White Paper
Inkwood Research(2018), Global Geospatial Analytics Market Forecast 2017-2024
<https://www.bgs.ac.uk>
https://www.bgs.ac.uk/products/geosure/shrink_swell.html
<https://ca.dep.state.fl.us/mapdirect/?focus=fgssinkholes>
<http://revisor.mo.gov>
http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_bousai
<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2002/57-4/57-4-0186.pdf>
<https://www.ura.gov.sg>
http://www.kcqr.co.kr/images/jungi_01.pdf
<http://asstgroup.com/techniques.html>
<http://www.top-geo.co.kr>
<http://www.spstest.co.kr>
<http://www.jis.go.kr/>
<https://www.geoinfo.or.kr/index.do?cntyn=0>
<https://www.geoinfo.or.kr/topMenuSelect.do?url=center2>
<http://mapapps.bgs.ac.uk/geologyofbritain/home.html>
<https://www.bgs.ac.uk/research/environmentalModelling/3dvisualisation.html>
<http://www.lbeg.niedersachsen.de/startseite/>
<https://www.usgs.gov/>
<https://www.roadic.or.jp>
<https://www.gsj.jp/>
<http://call811.com>
<http://roadresearch.or.kr>

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 공간 지식추론 엔진 기술개발 기획과제 최종보고서입니다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 공간 지식추론 엔진 기술개발 기획 사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.