제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술개발 기획”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2014. 11.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원
주관연구책임자 : 장 용 구
공동연구기관명 : 아이씨티웨이(주)
공동연구책임자 : 김 대 용
연 구 원 : 주 기 범
연 구 원 : 신 휴 성
연 구 원 : 김 동 규
연 구 원 : 김 창 윤
연 구 원 : 전 흥 수
연 구 원 : 오 창 균
연 구 원 : 조 아 라
연 구 원 : 진 식

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>2013-도시건축기획-B03</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2013.12.24~
2014.06.23</td><td>단 계 구 분</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">건설교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">장용구</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 10명
내부 : 7명
외부 : 3명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부:70,000천원
기업: 천원
계:70,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 10명
내부 : 7명
외부 : 3명</td><td>총연구비</td><td>정부:70,000천원
기업: 천원
계:70,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국건설기술연구원
SOC성능연구소
ICT융합연구실</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">해당사항 없음</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명 :</td><td colspan="3">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="2">연구기관명 :</td><td colspan="3">연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">본 기획과제는 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획 수립을 목적으로 수행된 과제임.
이를 위해 관련분야 기술동향분석을 바탕으로 기획연구의 방향성, 중점 추진과제를 설정하고, 이에 기반한 과제의 비젼 및 목표 수립 및 전문가를 대상으로 한 과제 도출을 실시하였으며, 최종 선정된 과제들을 대상으로 향후 본 사업 추진을 위한 연구단 규모의 연구수행 체계를 수립하여 제시하였음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">지하공간, 기반인프라, 통합관리체계, 안전관리, 연계서비스</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Underground Space, Base Infra, Integrated Management System
Safety Management, Interface Service</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제목

「지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획」

Ⅱ. 기술의 정의 및 필요성

□ 기술의 필요성

○ 최근 들어 도심지 지하공간 개발, 수도권 광역 급행철도(GTX) 건설 등 지하공간의 개발이 활발해지고 있지만 체계적이지 못한 지하공간 개발로 인하여 도로붕괴, 침하사고 등의 지하공간의 안전사고가 증가하고 있으며, 이와 함께 홍수(지하공간 침수), 산사태, 지진 등 자연재해 피해사례도 늘어나고 있음

○ 현재 전세계적으로 지하공간정보 관련 기술 개발 및 활용이 시작단계인 상황으로, 국내의 우수한 공간정보 인프라 및 선도적 기술수준을 바탕으로 대한민국의 지하공간정보 인프라 및 개발·안전관리 기술 개발을 통해 세계 최고의 기술 경쟁력 확보가 가능함

○ 또한, 지하공간 활용을 통해 미래의 부족한 국토공간을 대처할 신국토 건설을 주도하고 일자리 창출 및 지속적 경기부양 정책 선도가 가능해지고 대국민 안전 사각지대에 대한 국가차원의 종합대책을 가능해져, 신국토 개발 및 안전 강국으로 도약이 가능할 것임

□ 기술의 정의

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술은 개별 기관별로 관리되거나 구축되어있지 못한 지하공간정보를 연계·구축 기술과 지하공간 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술을 개발하고, 이를 기반으로 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼을 개발하는 지하공간정보 통합・활용을 위한 기초원천 기술과 지하공간 활용 지원체계 기술, 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술, 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 기술을 위한 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 활용・활용 기술을 의미

○ 지하공간정보는 시추정보, 지질정보, 광산정보, 관정정보 기반의 3차원 지층구조를 파악할 수 있는 지하지층정보와 상수도, 하수도, 가스, 전력, 통신 등으로 구성된 지하시설물정보, 그리고, 지하상가, 지하보·차도, 지하철역사 등 지하의 심도별로 매설되어 있는 지하매설물정보로 구성됨

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술은 지하공간 기반인프라 연계·구축·활용을 위한 3차원 지하공간정보 연계・구축 서비스, 3차원 지하공간정보의 통합관리・활용과 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 개발을 통한 지하공간 위치기반서비스를 위한 위치기반 지하공간정보 통합・활용 서비스, 지하공간 개발・활용을 지원체계 구축, 건설 시공시 지하구조물 및 지반침하 안전관리, 고위험 지하시설물 실시간 모니터링 및 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발을 위한 지하공간의 활용 및 안전관리 서비스로 구성됨

○ 또한, 3차원 지하공간정보 기반의 활용 서비스인 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템, 지하공간정보 통합・활용 서비스 플랫폼, 건설 시공시 지하구조물 및 지반침하 안전관리 , 고위험 지하시설물 모니터링 및 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 등의 서비스에 대해서는 R&D를 통해 도출된 성과들을 테스트하고, 실용화할 수 있도록 테스트베드 구축을 포함함

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경 분석

□ 국내외 정책 및 시장

○ 박근혜 정부 국정목표인 창조경제 실현을 위한 ICT를 융합한 건설기술을 확보 계획을 수립함

○ 국토교통부는 IT융합 공간정보산업 육성하고 지하공간의 활용을 위한 정책을 추진함

○ 미국은 국가 주도의 공간정보기반을 추진 중에 있음

○ 일본, 유럽 등은 공간정보산업 육성을 정책적으로 지원하고 있으며, 다수의 지하공간 개발 계획을 수립 시행하고 있으나, 아직까지는 활성화되지 못함

○ 국내 공간정보 시장은 2009년 3조 규모에서 2017년 약 7조 규모로 급속도로 성장이 예상됨

○ 국내 공간정보는 IT기반의 다양한 융복합 기술을 기반으로 실현 가능하며, 관련 기술분야별 시장 규모는 성장 잠재력이 매우 높음

□ 기술개발 및 인프라

○ 국내 첨단 IT 기술 확산에 따른 다차원 공간정보 융복합 기술에 대한 수요가 지속적으로 증가함

○ 부처별로 구축한 공간정보 DB의 연계 활용에 대한 기술 개발 니즈가 높아지고 있음

○ 국외에서는 미국, 유럽, 일본 등 선진국을 중심으로 지구환경 모니터링 기술과 멀티센서 융합기술 등의 기술 부문에서 시장을 선점하고 있는 상황

○ 국내 공간정보 산업의 장비, 연구인력은 유사한 수준이나, 공동연구협력은 미흡한 상황임

○ 정부 및 공공기관 중심으로 다양한 공간정보 DB를 구축하고 있으며, 지하공간정보 연계 및 활용에 원활히 적용 가능할 것임

○ IT기술이 세계최고 수준을 고려할 때 정부 지원만 된다면 짧은 기간내에 세계적 수준의 지하공간정보 연계활용 기술력 확보 가능함

□ **기술수요조사**

○ 기술수요조사 분석 결과 TRL의 현재단계는 2~3단계가 약 65% 이상을 차지하고 있으며, 개발완료단계에서는 5~6단계가 약 70%, 사업화 단계도 약 18%가 나타났음

○ 기술분류체계는 3개의 중점추진분야에 대해 7개의 중분류 기술과 33개의 소분류 기술이 도출되었음

□ **국내 정보화시스템 현황 및 설문조사**

○ 연계 활용 가능성이 있는 시스템은 전체의 40%이며, 그 중 기반인프라 구축 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 80%, 지하공간 활용계획 수립 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 50% 정도로 파악

○ 지하공간 안전관리 기술 활용 가능성이 있는 시스템은 전체의 15%이며, 그 중 지하공간 위치측위 기술면에서 적용 가능한 시스템은 약 50%, 건설분야 안전관리 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 15% 정도로 파악

○ 국토지리정보원, 소방방재청 등에서는 지하공간정보의 통합 구축과 관련된 필요성을 제시하였으며, 국방부 지형정보단, 국립재난안전연구원 등에서는 통합 지하공간정보의 연계 활용체계 구축의 필요성을 제시하였음. 또한 소방방재청, 해양경찰청 등에서는 지하공간 안전사고 대응을 기술 개발에 대한 필요성을 제시하였음

○ 인터뷰 조사 결과 대부분의 기관에서 지하공간정보의 통합 활용의 필요성을 확인할 수 있었으며, 통합 정보 구축 시 활용절차에 대한 편의성만 제공된다면 정보 활용에 대한 의지를 가지고 있음

□ **환경분석**

○ 지하공간정보는 공공적 성격이 강하기 때문에 정부의 적극적인 지원 및 협조체계 필요

○ 시장 선점 및 지배력을 높이기 위한 체계적인 기술개발 전략 수립이 필요함

○ 지하공간정보의 공동 활용을 위해서는 다양한 IT기술을 접목한 융복합 기술개발과 체계적인 전략 수립이 필요

Ⅳ. 연구개발과제 구성 및 추진전략

□ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발을 위한 전략 수립

○ **국내외 동향 및 환경 분석 및 타당성 분석 수행**

- 국내외 정책/시장/기술 동향 및 연구개발을 위한 인프라를 조사·분석하고 개발 기술의 정책적·기술적·경제적 타당성 및 정부지원의 당위성 검토

○ **기술의 정의·분류 및 기술수요조사·국가 정보화시스템 현황조사 실시**

- 연구 수행을 위한 기술 정의·분류 및 필요 기술에 대한 수요조사와 지하공간정보의 연계·활용성 파악을 위한 국가 정보화시스템 현황조사를 실시

○ **비전 및 목표 수립**

- 연구 개발의 비전 : 지하공간의 입체적 활용 강화 및 지하공간 안전사고의 과학적 대응체계 구축을 통한 스마트하고 안전한 지하 국토관리 강국 실현
- 목표 : '1. 3D 지하공간 기반인프라 연계·구축', '2. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 구축' , '3. 지하공간의 체계적인 개발·활용 및 범국가 차원의 지하공간 안전관리망 구축'의 3대 목표를 설정

□ 과제추진체계 수립

○ 연구사업을 연구단급 규모로 설정하고, '3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발', '위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발', '지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발'의 3개 세부과제 및 7개 세세부과제로 구성

○ 전체적인 연구개발과제의 구성 및 세부과제별 추진전략·로드맵·성과활용방안·소요예산·상세연구내용 등을 제시

Ⅴ. 사전타당성 검토

□ 정부의 정책기조를 기반으로 한 안전하고 효율적인 지하공간 개발 필요

○ 국토교통부에서 국토의 효율적 관리/활용을 위하여 적극적으로 추진 중인 공간정보 구축사업 및 국토공간계획지원체계 사업과의 연계를 통하여 지하·지상 및 다양한 공간정보를 아우르는 정보체계를 구축함으로써 지하공간정보를 통합적 연계 활용이

가능하게 할 것으로 기대

○ 또한 국가 차원의 지하공간 정보 구축·활용 관련 R&D 지원을 통하여 발생한 성과물의 활용 극대화 및 실용화를 위한 테스트베드 역시 수행하여 개발될 기술 및 성과의 사장이 이루어지지 않고 고부가 가치 산업으로써 발전할 수 있도록 할 수 있음

□ **다차원 공간정보를 활용한 체계적 지하공간 개발이 요구**

○ 본 과제를 통하여 개발될 기술을 기반으로, 국가 정보체계와 통합·연계된 지하공간자료 축적 및 분석이 가능할 것으로 기대되며, 이를 통해 분석된 다차원의 공간 지하공간 정보를 기반으로 체계적인 지하공간 개발에 활용될 수 있을 것임

□ **지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발 시급**

○ 전주기적 단계마다 지하구조물 특성과 가용한 국가 지하공간정보와 연계하여 효과적인 구조물 안전관리 및 예산 투입관리 체계를 갖출 필요

- 국가적 지하공간 SOC확보를 위해 터널 및 지하구조물 건설에 막대한 예산이 투입되고, 건설 중 붕괴사고로 인한 공사비 손실이 빈번 발생하며, 노후화된 지하구조물이 증대됨
- 이에 따른 유지관리 비용 증가에 대한 효과적인 국가예산 투입계획 및 관리를 위한 기술적 장치가 부존한 상황임

○ 선진국 수준의 지반침하 관련 재해를 모니터링하고 기술적으로 사전 대응하기 위한 기술적 기반 마련이 시급함

- 2012년 2월 인천지역 지반침하(싱크홀)로 1인이 전복되고 오토바이 운전자 1명이 사망하는 사고 발생, 미국 및 중국에서도 수십명의 인명피해 및 건축물 유실을 불러오는 중대규모의 싱크홀 및 지반침하가 빈번히 발생함
- 그러나 국가적 상시 대응체계와 기술적 관리체계 부존 상태이며, 국가 차원의 지반침하 재해 대응 기반 마련을 위한 기술개발 투자가 전무한 상황인 것으로 파악됨

□ **첨단 3차원 기술 융합을 통한 지하공간 정보 활용 가능성 증대**

○ 다양한 센서와 위치정보 측정 기술을 통합적으로 활용하여 지하공간에 대한 빠르고 정확한 위치기반 서비스를 제공하여 지하공간 정보에 대한 체계적인 계획·활용·관리를 가능하게 하고, 이를 기반으로 지하공간의 전생애주기 관리에 활용될 수 있을 것으로 기대됨

○ 적극적인 기술 개발 및 R&D 투자를 통하여 지하공간정보 인프라 및 개발·안전관리 기술 관련 세계 최고의 기술 경쟁력을 확보하고, 이를 기반으로 날로 성장하고 있는 세계 공간정보 산업에서 유리한 고지를 선점 높은 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대됨

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성 ····· 23
1절. 기술의 정의 및 필요성 ····· 23
1. 기술의 정의 및 필요성 ····· 23
2. 세부과제별 기술정의 ····· 26
2절. 기술분류 및 내용 ····· 28
1. 기술분류 ····· 28
2. 기술내용 ····· 28

2장. 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 33
1절. 국내외 정책동향 ····· 33
1. 국외 정책동향 ····· 33
2. 국내 정책동향 ····· 39
2절. 국내외 시장현황 및 전망 ····· 55
1. 국내 시장현황 ····· 55
2. 국외 시장현황 ····· 74
3절. 기술동향 분석 ····· 86
1. 기술분류 및 정의 ····· 86
2. 국내외 기술동향 ····· 87
3. 특허동향분석 ····· 148
4. 논문동향분석 ····· 165
4절. 연구개발 인프라 분석 ····· 168
5절. 기술수요조사 분석 ····· 178
6절. 국내 정보화시스템 현황 및 설문조사 분석 ····· 190
1. 정보화시스템 분석 ····· 190
2. 설문조사 결과 ····· 191
3. 인터뷰조사 분석 ····· 193
4. 공간정보오픈플랫폼(V-World) 연계방안 분석 ····· 194
7절. 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 현황 및 개선방안 도출 ····· 199
8절. 후보과제군 도출 ····· 205
9절. 중점추진분야정의 및 후보과제 선정 ····· 207
1. 중점추진분야 정의 ····· 207
2. 후보과제 선정을 위한 조사·분석결과 연계성 검토 ····· 210
3. 후보과제에 대한 기존 연구 내용 연계성 검토 ····· 213
4. 후보과제 선정 ····· 219
10절. 환경분석 ····· 222
1. SWOT 분석 ····· 222
2. Key word ····· 225
3. Issue Tred ····· 225

11절. 종합분석 ····· 227
1. 국내외 정책 및 시장분석 ····· 227
2. 기술개발 동향 및 인프라 분석 ····· 228
3. 기술수요조사 분석 ····· 229
4. 국내 정보화시스템 현황 및 설문조사 분석 ····· 229
5. 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 현황 및 개선방안 도출 ····· 230
6. 환경분석 ····· 231

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 233
1절. 비전 및 목표 ····· 233
2절. 기술개발에 따른 미래상 ····· 234
1. 현황 및 미래상 ····· 234
2. 기술개발 전략 및 효과 ····· 241
3절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표 ····· 244
4절. 연구개발과제 구성 ····· 247
5절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ····· 251
6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 260
7절. 성과의 활용방안 ····· 271
8절. 테스트베드 선정·구축 전략 ····· 276
9절. 연구수행체계 제안 ····· 280

4장. 사전타당성 검토 ····· 281
1절. 정책적 타당성 ····· 281
2절. 기술적 타당성 ····· 283
3절. 경제적 타당성 ····· 285
4절. 기술개발 필요성 ····· 288
5절. 정부지원 타당성 ····· 289
6절. 종합평가 및 결론 ····· 290

5장. 소요예산 산정 ····· 293
1절. 전체 연차별 소요예산 ····· 293
2절. 세부과제별 연차별 소요예산 ····· 294

6장. 과제 제안요구서 297
1절. 과제 제안요구서(RFP) 297
2절. 평가기준 설정 308

참고문헌 311

부록 1. 세세부 과제별 과제제안요구서
부록 2. 전문가 활용 내용
부록 3. 인터뷰 조사 결과표
부록 4. 정보화시스템 현황조사 결과표
부록 5. 연구설계도
부록 6. 연구비산정 상세내역

표 목 차

표 2.1 해외 주요 국가들의 공간정보 기술개발 추진체계 ····· 37
표 2.2 해외 주요 국가들의 공간정보관련 정책 추진 현황 ····· 37
표 2.3 기관별 지하지층정보 구축 관련 법령 ····· 44
표 2.4 지진 방재용 지질·지반조사 자료의 구축 및 활용에 관한 규정 ····· 45
표 2.5 실내공간정보 서비스 개발 사업 예산 계획 ····· 48
표 2.6 KOPSS 추진 근거법(국가공간정보에 관한 법률) ····· 51
표 2.7 국내 공간정보 시장현황 ····· 55
표 2.8 국내 공간정보 분야별 시장현황 ····· 56
표 2.9 GIS국내외 시장규모 및 점유율 ····· 57
표 2.10 국가공간정보 구축 현황 ····· 57
표 2.11 국내 RFID/USN 시장규모 ····· 58
표 2.12 국내 클라우딩 컴퓨터 시장규모 ····· 59
표 2.13 국내 원격탐사 관련 시장규모 ····· 60
표 2.14 국내 알람/모니터링 관련 시장규모 ····· 62
표 2.15 국내 영상감시 관련 시장규모 ····· 64
표 2.16 국내 MEMS 관련 시장규모 ····· 66
표 2.17 국내 LBS 시장규모 ····· 67
표 2.18 국내 증강현실 시장규모 ····· 68
표 2.19 국내 상황인지 시장규모 ····· 70
표 2.20 국내 u-City시장규모 ····· 71
표 2.21 해외 LBS 시장규모 ····· 75
표 2.22 해외 LBS 시장 전망 (2008~2014년, 백만달러) ····· 76
표 2.23 해외 증강현실 시장 전망 ····· 76
표 2.24 해외 상황인지 시장 전망 ····· 77
표 2.25 해외 u-city 시장 전망 ····· 78
표 2.26 해외 클라우드 컴퓨팅 시장규모 ····· 80
표 2.27 해외 RFID/USN 시장규모 ····· 80
표 2.28 해외 원격탐사 시장규모 ····· 81
표 2.29 해외 알람/모니터링 시장규모 ····· 82
표 2.30 해외 영상감시 시장규모 ····· 83
표 2.31 해외 MEMS 시장규모 ····· 85
표 2.32 기관별 지하지층정보 DB항목 및 구축방법 ····· 88
표 2.33 3차원 시추정보 구축현황 ····· 90
표 2.34 국내 보유 기술 현황 ····· 104
표 2.35 국내 3D 엔진기술 보유기관 ····· 104

표 2.36 국내 지하공간 안전관리 기술 보유 현황 ····· 109
표 2.37 빅데이터 기술 격차 ····· 112
표 2.38 국내 IT기업의 빅데이터 추진 현황 ····· 112
표 2.39 빅데이터 기술분류 ····· 116
표 2.40 해외 지하지층정보 관리 현황 ····· 127
표 2.41 국외 측위기술 관련 기술보유 현황 ····· 133
표 2.42 글로벌 IT 기업의 빅데이터 추진 현황 ····· 143
표 2.43 세부 기술별 기능 및 성능 수준 ····· 144
표 2.44 국가별 보유 기술 현황 및 연구개발 동향 ····· 147
표 2.45 국외 기술 벤치마킹 ····· 147
표 2.46 국가별 분석구간 및 특허건수 ····· 148
표 2.47 기술분류 ····· 149
표 2.48 검색 키워드 ····· 149
표 2.49 국가별 주요출원인(전체) ····· 154
표 2.50 국내외 논문수 ····· 166
표 2.51 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발 관련 국내 수준 ····· 168
표 2.52 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 169
표 2.53 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발 관련 국내 수준 169
표 2.54 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 170
표 2.55 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발 관련 국내 수준 170
표 2.56 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 171
표 2.57 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발 관련 국내 수준 172
표 2.58 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 172
표 2.59 지하공간 활용 지원체계 개발 관련 국내 수준 ····· 173
표 2.60 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 173
표 2.61 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발관련 국내 수준 ····· 175
표 2.62 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 175
표 2.63 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 관련 국내 수준 177
표 2.64 선진국 대비 국내연구 인프라 수준 ····· 177
표 2.65 기술수요조사 수행 결과 ····· 179
표 2.66 중점추진분야별 수요조사 결과 ····· 179
표 2.67 연구수행기관별 수요조사 결과 ····· 179
표 2.68 기술개발단계별 수요조사 결과 ····· 180
표 2.70 기술분류체계 내의 분포결과 ····· 181
표 2.71 기술수요조사서의 상세내용 ····· 183
표 2.72 정보화시스템 조사 현황 ····· 190
표 2.73 정보화시스템 조사 현황 ····· 191
표 2.74 인터뷰 조사 현황 ····· 193
표 2.75 인터뷰 조사 결과 주요 내용 ····· 193

표 2.76 영상지도 서비스 현황 ····· 194
표 2.77 3차원 건물 및 지형정보 서비스 현황 ····· 194
표 2.78 행정경계·교통시설 및 지적도 관련 정보 서비스 현황 ····· 194
표 2.79 배경지도 및 시설명칭 서비스 현황 ····· 195
표 2.80 지하공간정보의 오픈플랫폼 활용 시 기능 상의 문제점 ····· 196
표 2.81 공간정보 오픈플랫폼 및 지하공간정보 통합 활용 서비스 플랫폼 제공 정보 비교 ·· 197
표 2.82 지하공간정보 관련 법·제도 및 관리주체 현황 ····· 200
표 2.83 지하지층정보 관련 법·제도(안) ····· 201
표 2.84 지하공간정보 구축 관련 법·제도(안) ····· 202
표 2.85 지하공간정보 통합 활용 관련 법·제도(안) ····· 202
표 2.86 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 관련 법·제도(안) ····· 203
표 2.87 지하공간의 통합 안전관리를 위한 관련 법·제도(안) ····· 204

표 3.1 핵심기술요소(CTE) 도출을 위한 체크리스트 ····· 244
표 3.2 핵심기술요소(CTE) 후보 ····· 244
표 3.3 과제목록 ····· 247
표 3.4 연구개발과제 구성 ····· 248
표 3.5 성과의 활용방안 ····· 271

표 5.1 전체사업 소요예산 ····· 293
표 5.2 1세부과제 소요예산 ····· 294
표 5.3 2세부과제 소요예산 ····· 294
표 5.4 3세부과제 소요예산 ····· 295
표 5.5 4세부과제 소요예산 ····· 295

그 림 목 차

그림 1.1 보스톤 도심지 지하터널 건설 사례 및 오픈스페이스 활용 사례 ····· 23
그림 1.2 도로붕괴 및 침하사고 사례 ····· 23
그림 1.3 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 체계 ····· 24
그림 1.4 지하공간정보의 구성요소 ····· 25

그림 2.1 정부 국정비전 및 목표 ····· 39
그림 2.2 KOPSS의 5대 분석모형 ····· 41
그림 2.3 건설교통 R&D 중장기계획과 상위계획과의 연계성 ····· 42
그림 2.4 국토해양 공간정보 활용기술 개발 계획 ····· 42
그림 2.5 지하공간의 통합·활용체계 구축 연구 개념도 ····· 44
그림 2.6 세움터 발전 방향(좌)과 3D 적법성검토 세움터 신 기능 예시화면(우) · 46
그림 2.7 조달청 단기 및 중장기 BIM 도입 전략 ····· 46
그림 2.8 KOPSS 추진 경위 ····· 50
그림 2.9 시설물정보관리종합시스템 초기화면 ····· 52
그림 2.10 빅데이터 마스트플랜(안) ····· 53
그림 2.11 국내 공간정보 시장현황 (단위 : 조원) ····· 56
그림 2.12 RFID/USN 시장규모 (단위 : 백만원) ····· 58
그림 2.13 클라우드 서비스 시장규모 (단위 : 백만달러) ····· 59
그림 2.14 연도별 스토리지 솔루션 현황 (단위 : 억원) ····· 59
그림 2.15 국내 기상산업 시장규모 (단위 : 억원) ····· 61
그림 2.16 국내 알람/모니터링 시장규모 (단위 : 억원) ····· 62
그림 2.17 국내 영상감시 통합 솔루션 관련 시장규모 (단위 : 억원) ····· 64
그림 2.18 국내 MEMS 센서 시장규모 (단위 : 억원) ····· 66
그림 2.19 국내 LBS 시장규모 (단위 : 억원) ····· 67
그림 2.20 국내 증강현실 시장규모 (단위 : 천달러) ····· 69
그림 2.21 국내 증강현실 시장규모 (단위 : 억원) ····· 70
그림 2.22 국내 건설IT/u-city 시장규모(조원) ····· 71
그림 2.23 빅데이터 분야 국내 예상 시장규모 (단위 : 백만달러) ····· 72
그림 2.24 BIM 용역 실적 및 프로젝트 추이 ····· 73
그림 2.25 Total Global Spend on GPS Navigation and LBS, 2009-2016 ····· 74
그림 2.26 <Share of Different LBS Verticals by Total Spend, 2009-2016> ····· 75
그림 2.27 해외 위치기반 서비스 시장규모 (단위 : 백만달러) ····· 75
그림 2.28 해외 증강현실 시장 전망 (단위 : 천달러) ····· 77
그림 2.29 해외 상황인지 시장 전망 (단위 : 백만달러) ····· 78
그림 2.30 해외 건설IT 융합시장 및 u-city 시장 전망(조원) ····· 79

그림 2.31 해외 위치기반 서비스 시장규모 (단위 : 십억달러) ····· 80
그림 2.32 해외 RFID/USN 시장규모 (단위 : 억달러) ····· 81
그림 2.33 해외 원격탐사 시장규모 (단위 : 백만달러) ····· 82
그림 2.34 해외 알람/모니터링 시장규모 (단위 : 백만달러) ····· 83
그림 2.35 해외 영상감시 통합 솔루션 시장규모 (단위 : 백만달러) ····· 84
그림 2.36 해외 MEMS 센서 시장규모 (단위 : 억달러) ····· 85
그림 2.37 시추정보와 지하시설물정보 연계 시각화 기술 구현 ····· 88
그림 2.38 시추정보 DB구축 프로세스 및 유통프로세스 ····· 89
그림 2.39 3차원 시추정보 모델링 절차 ····· 91
그림 2.40 3차원 시추정보 활용서비스 제공 화면 ····· 91
그림 2.41 토목분야 BIM 도입사례 ····· 92
그림 2.42 서울지하철 9호선(좌),청풍대교(중),호남고속철도(우) ····· 92
그림 2.43 지하 구조물 시공에서의 BIM 기술의 활용 ····· 93
그림 2.44 BIM 기술과 RFID 기술의 융합 ····· 93
그림 2.45 영상센서를 이용한 BIM 데이터 자동 갱신 ····· 94
그림 2.46 모바일 컴퓨팅 기술과 가상 데이터와의 융합 ····· 94
그림 2.47 BIM 기술의 활용 가능성 (Autodesk 社) ····· 95
그림 2.48 건설업계 및 연구계의 향후 기술혁신 기대영역 ····· 95
그림 2.49 공간정보 오픈플랫폼 서비스(V-World) ····· 96
그림 2.50 지하시설물 통합관리 시스템 ····· 97
그림 2.51 시추정보 지역별(좌) 및 연도별(우) DB 구축 현황 ····· 98
그림 2.52 지반·지하공간 자료 디지털 정보화 시스템 ····· 98
그림 2.53 수원시 광교 U-City 시추정보 활용 ····· 99
그림 2.54 국가공간정보통합체계구축사업 추진목표 및 방향 ····· 100
그림 2.55 지능형국토정보기술혁신사업 결과물 ····· 100
그림 2.56 지진 및 급경사지 방재용 지하지층정보 통합활용체계 개념도 ····· 101
그림 2.57 지진 및 급경사지 방재용 지하지층정보 활용체계도 ····· 101
그림 2.58 세부 기술별/연도별 국내 특허출원 동향 ····· 115
그림 2.59 세부 기술별/국가별 특허출원 동향 ····· 115
그림 2.60 스마트 빅보드 시스템 ····· 117
그림 2.61 도시내수 침수 조기 감지 모델 개념도 ····· 117
그림 2.62 사물인터넷 관련 주요 요소기술 수준 비교 ····· 118
그림 2.63 RFID/USN, SW, IT융합 기술 수준 비교 ····· 119
그림 2.64 지하철 역사구조물 건전성 평가를 위한 모니터링시스템(한국철도기술연구원) 120
그림 2.65 충무로역 구조물 건전도 감시시스템 구축 구성도 ····· 120
그림 2.66 FREM 화재위험지수 평가항목별 적용가중치 예 ····· 121
그림 2.67 지상-지하 통합침수예측모형의 구성 및 개념도 ····· 121
그림 2.68 지하공간 침수예측모형 개발을 위한 모형 구성 및 개념도 ····· 122
그림 2.69 KISTI 지식 추출 플랫폼 아키텍처 ····· 123

그림 2.70 KISTI의 트리플 적재/검색 시스템 아키텍처 ····· 124
그림 2.71 미국 One-Call System ····· 128
그림 2.72 모바일 공간정보 서비스 발전방향 ····· 130
그림 2.73 data.gov.uk, geoportail ····· 131
그림 2.74 Nokia Maps 3D WebGL (좌), Google MapsGL (우) ····· 132
그림 2.75 융합측위기술을 위한 다양한 측위정보 ····· 133
그림 2.76 MetroScope 모형의 구조 ····· 135
그림 2.77 What-If 시스템의 분석과정 ····· 137
그림 2.78 페이스북 익스체인지 관련 내용 ····· 142
그림 2.79 텔레포니카 서비스 관련 내용 ····· 143
그림 2.80 SystemML 아키텍처 ····· 145
그림 2.81 전 세계 및 각국의 연도별 출원동향 ····· 151
그림 2.82 포트폴리오분석(한국) ····· 152
그림 2.83 포트폴리오분석(기술별) ····· 153
그림 2.84 국가별 주요출원인 TOP 10 ····· 155
그림 2.85 한국 주요출원인의 역점분야 ····· 155
그림 2.86 일본 주요출원인의 역점분야 ····· 156
그림 2.87 미국 주요출원인의 역점분야 ····· 157
그림 2.88 유럽 주요출원인의 역점분야 ····· 157
그림 2.89 기술분류별 출원동향 ····· 158
그림 2.90 3D지하공간정보구축 출원동향 ····· 159
그림 2.91 주요출원인(3D지하공간정보구축) ····· 160
그림 2.92 3D지하공간정보구축 주요출원인(국가별) ····· 160
그림 2.93 지하공간체계적개발 출원동향 ····· 161
그림 2.94 주요출원인(지하공간체계적개발) ····· 162
그림 2.95 지하공간체계적개발 주요출원인(국가별) ····· 162
그림 2.96 지하공간안전 출원동향 ····· 163
그림 2.97 주요출원인(지하공간안전) ····· 163
그림 2.98 지하공간안전 주요출원인(국가별) ····· 164
그림 2.99 국내논문동향 ····· 166
그림 2.100 국내논문의 주요저자 ····· 167
그림 2.101 해외논문동향 ····· 167
그림 2.102 기술수요조사 절차 ····· 178
그림 2.103 정보화시스템 분석 결과 통계 ····· 190
그림 2.104 설문항목 및 설문결과 (Part2) ····· 191
그림 2.105 설문항목 및 설문결과 (Part3) ····· 192
그림 2.106 공간정보 오픈플랫폼 온라인 서비스 화면 ····· 195
그림 2.107. 공간정보 오픈플랫폼 지도서비스 활용 현황 ····· 195
그림 2.108 Open API 활용 흐름도 ····· 196

그림 2.109 지하공간정보 가시화 화면(안) ····· 197
그림 2.110 법·제도 개선 추진방안 모식도 ····· 204
그림 2.111 추친목표 별 중점추진분야 ····· 207
그림 2.112 기술수요조사를 통한 후보과제군 도출 ····· 210
그림 2.113 정보화시스템 분석과 설문 및 인터뷰 조사를 통한 후보과제 군 도출 ··· 211
그림 2.114 국토교통부, 진흥원 및 요구사항을 반영한 최종 후보과제 도출 · 212
그림 2.115 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(1-1세부) ····· 213
그림 2.116 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(1-2세부) ····· 214
그림 2.117 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(2-1세부) ····· 215
그림 2.118 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(2-2세부) ····· 215
그림 2.119 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(3-1세부) ····· 216
그림 2.120 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(3-2세부) ····· 217
그림 2.121 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(3-3세부) ····· 218

그림 3.1 연구의 추진방향 ····· 233
그림 3.2 기획중점분야 개념도 ····· 249
그림 3.3 추진과제 간 연관관계 ····· 250
그림 3.4 1세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 260
그림 3.5 2세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 260
그림 3.6 3세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 261
그림 3.7 4세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 261
그림 3.8 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발 테스트베드 협의 사항 276
그림 3.9 지하공간 정밀 3차원 측위시스템 및 서비스 기술 개발 테스트베드 협의 사항 277
그림 3.10 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발 테스트베드 협의 사항 278
그림 3.11 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 테스트베드 협의 사항· 279
그림 3.12 연구수행체계 ····· 280

1장 기술의 정의 및 필요성

1절 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 필요성

○ 최근 들어 도심지 지하공간 개발, 수도권 광역 급행철도(GTX) 건설 등 지하공간의 개발이 활발해지고 있지만 체계적이지 못한 지하공간 개발로 인하여 도로붕괴, 침하 사고 등의 지하공간의 안전사고가 증가하고 있으며, 이와 함께 홍수(지하공간 침수), 산사태, 지진 등 자연재해 피해사례도 늘어나고 있음



그림 1.1 보스톤 도심지 지하터널 건설 사례 및 오픈스페이스 활용 사례

○ 대부분의 지하공간 개발은 지상과 연계하여 개발이 이루어지고 있으며, 눈에 보이지 않는 지하공간은 국토안전의 사각지역으로 대형 안전사고 발생이 많아, 지하공간의 안전관리를 위해 가장 기반이 되는 지하공간정보 인프라 구축은 매우 중요하며 시급한 사안임



그림 1.2 도로붕괴 및 침하사고 사례

○ 현재 전세계적으로 지하공간정보 관련 기술 개발 및 활용이 시작단계인 상황으로, 국내의 우수한 공간정보 인프라 및 선도적 기술수준을 바탕으로 대한민국의 지하공간 정보 인프라 및 개발·안전관리 기술 개발을 통해 세계 최고의 기술 경쟁력 확보가 가능함

○ 또한, 지하공간 활용을 통해 미래의 부족한 국토공간을 대처할 신국토 건설을 주도하고 일자리 창출 및 지속적 경기부양 정책 선도가 가능해지고 대국민 안전 사각지대에 대한 국가차원의 종합대책을 가능해져, 신국토 개발 및 안전 강국으로 도약이 가능할 것임

나. 기술의 정의

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술은 개별 기관별로 관리되거나 구축되어있지 못한 지하공간정보를 연계·구축 기술과 지하공간 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술을 개발하고, 이를 기반으로 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼을 개발하는 지하공간정보 통합·활용을 위한 기초원천 기술과 지하공간 활용 지원체계 기술, 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술, 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 기술을 위한 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 활용·활용 기술을 의미



그림 1.3 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 체계

○ **지하공간정보**는 시추정보, 지질정보, 광산정보, 관정정보 기반의 3차원 지층구조를 파악할 수 있는 **지하지층정보**와 상수도, 하수도, 가스, 전력, 통신 등으로 구성된 **지하시설물정보**, 그리고, 지하상가, 지하보·차도, 지하철역사 등 지하의 심도별로 매설되어 있는 **지하매설물정보**로 구성됨

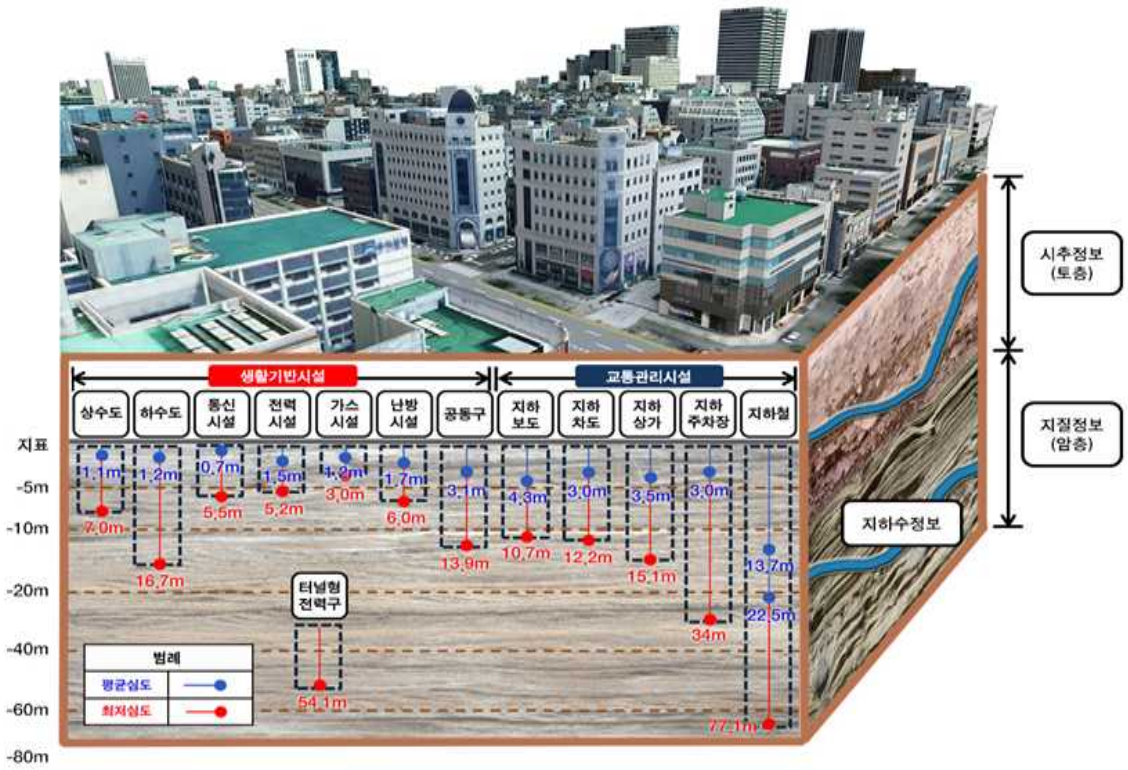


그림 1.4 지하공간정보의 구성요소

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술은 지하공간 기반인프라 연계·구축·활용을 위한 **3차원 지하공간정보 연계·구축 서비스**, 3차원 지하공간정보의 통합관리·활용과 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 개발을 통한 지하공간 위치기반서비스를 위한 **위치기반 지하공간정보 통합·활용 서비스**, 지하공간 개발·활용을 지원체계 구축, 건설 시공시 지하구조물 및 지반침하 안전관리, 고위험 지하시설물 실시간 모니터링 및 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발을 위한 **지하공간의 활용 및 안전관리 서비스**로 구성됨

○ 또한, **3차원 지하공간정보 기반의 활용 서비스**인 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템, 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼, 건설 시공시 지하구조물 및 지반침하 안전관리 , 고위험 지하시설물 모니터링 및 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 등의 서비스에 대해서는 R&D를 통해 도출된 성과들을 테스트하고, 실용화할 수 있도록 **테스트베드 구축**을 포함함

2. 세부과제별 기술정의

가. 3D 지하공간 기반인프라

○ 3D 지하공간 기반인프라(DB) : 지하공간의 기반인프라를 구성하고 있는 DB로 지하지층정보(시추정보, 지질정보, 광산정보, 관정정보), 지하시설물정보(상수도, 하수도, 전력, 통신 등), 심도별 지하매설물정보(지하주차장, 지하상가, 지하철역사 등)으로 구성

○ 3D 지하공간 프레이워크(S/W) : 지하공간정보를 구성하는 기반인프라 DB의 연계·구축을 통하여 3D 지하공간정보를 구현할 수 있는 소프트웨어 기반인프라로서 Web, 플랫폼, 3D DB 등으로 구성

나. 위치기반 지하공간정보 통합·활용 서비스

○ 무선측위기술, GNSS, 보행자위치측위기술의 복합 활용을 통한 지상·지하의 연속적인 정밀 3차원 동적 측위시스템을 개발하고 이를 기반으로 관리자의 위치추적, 지하시설물 관리, 지하공간 개발 등의 위치기반서비스 제공이 가능한 서비스

○ 지하공간 기반인프라의 연계 및 건설정보모델 기반으로 구축된 3D 지하공간정보의 효율적인 수집, 검색, 분석, 가시화를 통해 맞춤형 정보를 제공할 수 있고, 지하공간 위치기반서비스 관리·제공이 가능한 서비스를 의미

다. 지하공간의 활용 및 안전관리 서비스

○ 지상공간과의 연계를 고려하여 입체적인 지하공간의 최적 계획·활용·관리를 할 수 있도록 공간정보 기반의 공간분석, 상황인지 등이 가능한 의사결정 지원서비스

○ 지하구조물 설계 및 시공 정보, 공용 지하구조물 안전진단 및 현황 정보, 지반침하 및 싱크홀 정보, 구조물 기초 및 침하거동 정보, 지하구조물 계측 정보 등으로 구성된 3D 지하공간 빅데이터를 구성하고, 국가 지하공간정보들과 통합 연계된 실시간 자료분석 및 재처리 기술을 통해, 지하공간의 계획, 설계, 시공 및 공용 중 단계에서 유용하게 사용될 수 있는 고급 기술정보들을 재생산해 내고, 구조물의 위험평가, 위험도 시뮬레이션 등의 다양한 맞춤형 기술정보를 제공하고 활용할 수 있는 서비스

○ 지하공간 안전관리망 관리 고도화를 위하여 센서, USN, CCTV 등을 활용한 고위험 지하시설물 및 지하공간의 실시간 모니터링 및 빅데이터 분석·대응·가시화 등이 가능한 빅데이터 엔진 서비스를 의미

라. 3차원 지하공간정보 기반의 지하공간 활용 및 안전관리 서비스 테스트베드

○ 3차원 지하공간정보를 기반으로 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템, 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼, 건설 시공시 지하구조물 및 지반침하 안전관리 , 고위험 지하시설물 모니터링 및 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진을 직접 현장에 적용하여, 테스트하여 실용화가 가능하도록 지원할 수 있는 테스트베드를 의미하며, 각각의 테스트베드는 서비스 별로 구축·관리되고, 지하공간 통합·활용 서비스 플랫폼 상에서 동작되어야 함

○ 이러한 테스트베드를 통해 관련 성과물을 실용화하여 산업현장에 바로 적용하고, 해외에도 수출 가능하도록 지하공간정보 R&D기술의 교두보 역할을 수행

2절 기술분류 및 내용

1. 기술분류

○ 관련기술을 3개 분야로 구분하여 분류하였음. 즉, “지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발”을 추진하기 위하여

- 지하공간 기반인프라를 구축하기 위한 연계·구축 서비스 기술, 구축된 3D 지하공간정보의 통합·활용 및 지상・지하 연속 3차원 정밀 위치기반의 서비스를 위한 지하공간정보 통합・활용 서비스 플랫폼 기술, 그리고 지하공간 계획 지원, 건설 시공 주변 지하공간 안전 및 센싱정보, CCTV 등의 실시간 모니터링 정보 기반의 실시간 빅데이터 분석 기반의 국가지하공간 안전망 관리를 위한 지하공간의 활용 및 안전관리 서비스 기술로 분류
- 3차원 지하공간정보 기반의 지하공간 활용 및 안전관리 서비스에 대한 검증 및 시범서비스를 위한 테스트베드를 구성할 DB 및 S/W 인프라 측면의 기술을 3D DB, 플랫폼 및 통신기술로 분류
- 3차원 지하공간정보 기반의 지하공간 활용 및 안전관리 서비스 테스트베드를 통한 지하공간정보 R&D 성과물의 검증 및 실용화 지원을 위한 필요기술로 분류

2. 기술내용

가. 3D 지하공간 기반인프라 관련 기술

○ 3D 기하공간 기반인프라(DB)

- 지하지층정보 DB : 지하공간의 지층성형, 구조, 강도 등의 지하지층의 특성을 파악할 수 있는 DB(시추, 지질, 광산, 관정)로 개별 관리기관별 3차원 점(Point) 정보로 구축·관리되고 있음. 지하지층정보 중 단층, 파쇄대 등 전반적인 지층정보를 파악할 수 있는 지질정보는 현재 2차원 수치주제도로 구축되어 있음
- 지하시설물정보 DB : 국토교통부의 7대 지하시설물 통합관리시스템에서 관리 중인 DB(상수도, 하수도, 가스, 전력, 통신, 전기, 난방, 송유관)
- 지하매설물정보 DB : 지하심도별 매설되어 있는 지하구조물 DB(지하상가, 지하주차장, 지하철역사, 지하터널, 지하보·차도 등)

○ 3D 지하공간 프레임워크(S/W)

- Web 기술 : 3차원 지하공간정보를 연계·구축을 위한 Web 기반의 처리기술

· 3D 지하공간 기반인프라 연계 표준화 및 연계 기술

· 첨단측량기술 및 건설정보모델 기반의 3D 지하공간정보 DB화 기술

· 지하지층정보 활용 OpenAPI 기술

· 시멘틱 지하공간정보 온톨로지 기술

- 플랫폼 기술 : 플랫폼이란 특정 목적이나 작업의 프로세스를 표준화하여 접근성 및 효율성 등을 높이는 기반시설 또는 수단을 통칭함

· 역(驛), 항만, 방송국, 컴퓨터 OS 등 플랫폼은 다양한 형태가 존재하며, IT산업에서 플랫폼은 네트워크, 콘텐츠, 서비스, 애플리케이션, 단말기를 연결시켜 주고 공통적으로 활용할 수 있는 공통기반 구조임

· 본래 플랫폼 개념은 물리적 인프라만을 의미하나, 인터넷과 결합하면서 기술, 서비스, 현실(사회)관계를 모두 연결하는 확장된 네트워크 기반으로 의미가 발전됨

· 최근에는 스마트폰, 태블릿PC, 스마트TV 등에서 '통합서비스플랫폼'을 구축하여 콘텐츠, 미디어 및 광고 유통을 주도하기 위한 다양한 현태의 서비스를 포함하는 플랫폼이 소개되고 있음

· 스마트 인프라 서비스에 적용될 프레임워크는 크게 객체(또는 현상), 센서네트워크, 정보통신망, 미들웨어/플랫폼, 사용자 등 5가지로 구성되며 각 구성요소에 대한 내용은 다음과 같음

① 객체 또는 현상 : 정보수집 대상

② 센서네트워크 : 정보 수집을 위한 단위센서 또는 센서 연동체계

③ 정보통신망 : 정보 전달을 위한 유무선 통신망

④ 미들웨어/플랫폼 : 정보처리, 관리, 서비스 통합연계

⑤ 사용자 : 단말기를 통한 정보획득, 조회

- DB 기술 : 융·복합 공간정보 처리 및 Big-Data 운용 연구에 필요한 프레임워크 데이터베이스 구축기술

· 테스트베드에 대한 고정밀·무결성 3차원 공간정보 구축 또는 기운영 서비스(V-World) DB와의 연계기술

· 지하공간 계획·활용·관리 분야 및 방재, 안전, 재난, 재해 등의 안전관리 분야 적용을 위한 신규제작 데이터(안전관리 실증데이터)의 조사·분석·설계·구현·제작·자료변환 및 연계기술

· 지하공간정보 및 지하공간 개발·활용·안전관리 실증데이터를 이용한 공간정보 중심의 시각화 기술 및 의사결정 지원을 위한 주제도 작성 및 구축기술

나. 위치기반 지하공간정보 통합·활용 서비스 기술

○ 구축된 3D 지하공간정보의 통합·활용 및 지상·지하 연속 3차원 정밀 위치기반의 다양한 서비스를 위한 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 기술을 의미함

- 다중 통신망 및 다양한 센서기반의 정밀 측위(UGPS : Underground GPS) 기술
- 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속 측위 및 추적 체계 기술
- 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발 기술
- 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술

다. 지하공간의 활용 및 안전관리 서비스 관련 기술

○ 지하공간활용지원서비스 : 지하공간 계획·정책 수립 및 활용 과정에서 의사결정을 지원할 수 있는 분석모형 등 서비스 기술을 의미함

- 지하공간 구조 분석 및 표현 기술
- 지하공간 활용 지원체계 분석모형 기술
- 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용·지원체계 기술

○ 지하구조물 시공·공용 중 안전관리 서비스 : 지반 및 지하공간 계측기술 및 3D 지하공간정보 기반의 지하구조물 시공 및 공용 단계의 안전관리 서비스 기술

- 지반 및 지하구조물 설계/시공정보 빅데이터 구축 기술
- 지하구조물 계획, 설계 및 시공단계 정보화 및 안전관리 기술
- 공용 지하구조물 정보화 및 안전관리 기술
- 3D 지하공간정보 연계 도심 지반침하 안전관리 기술
- 지하공간정보 연계 구조물 기초 안전관리 기술

○ 국가지하공간 안전관리망 서비스 : 정부, 지자체, 공공기관에서 운영 중인 CCTV, 계측센서 등의 기관별 운영 중인 안전관리를 위한 실시간 모니터링 정보 기반의 빅데이터 분석·처리를 통한 종합적·맞춤형 지하공간 안전관리망 서비스 기술

- 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 기술
- 지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진 기술
- 지지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진 기술

마. 3차원 지하공간정보 기반의 지하공간 활용 및 안전관리 서비스 테스트베드 관련 기술

○ 3차원 지하공간정보 기반의 지하공간 활용 및 안전관리 서비스 테스트베드 : 지속적으로 수행되어 산출되어지는 다양한 지하공간정보 R&D 성과물들을 현장에 직접 적용 테스트 및 검증하고 실용화 추진을 위한 지원받을 수 있는 최적의 테스트베드

- 실증지구 요구사항 정의 및 선정
- 공간적·지역적 요구조건사항 정의
- 인프라 및 운영 및 테스트베드 환경 요구사항 정의
- 테스트베드 선정방안
- 협력대상자와의 테스트베드 구축 세부협의 방안

○ R&D성과 검증 및 실용화 지원체계 : 지하공간정보 R&D 성과를 실용화 성공률을 높이기 위해 성과의 실증 및 실용화를 지원할 수 있는 영속적인 운영이 가능한 체계

- 지하공간정보 R&D 성과의 검증절차 및 체계
- 지하공간정보 R&D 성과의 실용화 지원체계
- 연구성과 검증·실용화 지원체계를 위한 관리·운영시스템 기술

2장 국내외 동향 및 환경 분석

1절 국내외 정책동향

1. 국외 정책동향

가. 공간정보 관련 국가별 정책동향

1) 공간정보 분야의 주요 선진국들은 국가공간정보인프라(National Spatial Data Infrastructure, NSDI) 구축, 활용, 관리에 정책의 중심을 두고 있음
   가) NSDI의 구성요소로는 기본공간정보, 메타데이터, 표준, 유통, 협력체계, 정책, 인력양성, 기술개발 등임
2) 미국은 국가 차원의 공간정보 인프라 구축 및 국가공간정보기반 사업을 추진하고 있음
   가) 미국은 대통령 직속 예산관리처(Office of Management and Budget, OMB)를 중심으로 공간정보 부문의 프레임워크데이터의 구축, 표준, 유통 등 국가 차원의 공간정보 인프라(National Spatial Data Infrastructure, NSDI)를 구축하고 있음
      ① 최근 미국은 Geospatial Platform을 구축하여 지금까지 NSDI를 통해 구축된 공간정보 및 협력체계 기반을 구축함
         ㉮ 신뢰할 수 있는 주요 기관으로부터 지리공간정보(Geospatial Data)와 서비스(Services), 어플리케이션(Applications)을 제공받아 공유된 기반(Shared Infrastructure)에 올리는 지리공간정보의 플랫폼을 구축하고 있음
   나) 미국 (USGS, FGDC),GOS(Geospatial One-Stop)사업 중심의 국가공간정보기반 사업들을 추진하며, 데이터 효율적 구축을 위한 표준제정, 분산된 데이터 통합적 접근을 위한 포털 사이트 운영함
      ① 미국의 경우 FGDC를 중심으로 19개 연방정부 부처의 협조 하에 공간정보 통합활용 사업을 추진하였으며, 주 단위로 I-Team이 조직되어 국가지리정보기반, GOS서비스, GSDI 등을 공동 구축하여 기관 간 공간정보의 활성화를 위해서 중앙정부 주도형으로 하되 민간역할을 강화하고 있음
      ② 미국 오바마 2기 정부에서는 2013년 5월“오픈 데이터 정책(Open Data Policy)”을 통해 정부에서 생성되는 모든 데이터를 공개 선포
         ㉮ 2013년 6월 Date.gov에 75,700여 개의 데이터를 공개하였으며 이 중 90%(68,150여 건)가 공간정보 관련 정보(2013.06)임
         ㉯ 171개의 정부기관의 데이터가 공개되어 있으며, 295개의 API를 제공중이며,

349 시민이 개발한 앱, 137개 모바일 앱이 등록되어 있음

㉮ 다양한 형식의 Export포맷(다운로드), 분석 툴 제공 등 공간정보 검색-분석-활용을 원스톱으로 제공하며, 사용자가 관심 있는 지역의 데이터를 우선 검색할 수 있도록 영역기반 검색기능을 구현함

③ 특히, 미국은 FGDC주도로 연방, 주정부, 공공/민간 관련 기관에서 생산된 다양한 공간정보를 오픈플랫폼을 통해 제공할 수 있도록 ISO기준에 부합하는 호환, 표준포맷 지침을 개발함

㉮ 이후, 2013~2016년 전략계획에 실시간 데이터 및 센서 웹기술을 사용하고 최신기술을 통합하여 표준화하는 방안을 명시하여 데이터 이상의 활용확산 목표를 중점적으로 추진할 방침을 제공함

- 미국 등 선진국은 다른 종류의 공간정보를 표준화하여 플랫폼에 탑재하는 기술표준 및 가이드라인을 확립하였으며, 표준화된 서비스를 민간/공공에 제공하는 등 서비스 확산·활용단계에 진입

- 미국 및 EU등은 각 국·정부부처에서 생산된 다른 종류의 공간정보를 통합하여 공간정보 기반 표출이 가능하도록 공간정보 표준화 및 호환성 연구를 수행함. 이러한 노력으로 '13년 공간정보 모델, 사양, 표출형식에 대한 가이드라인을 확립하여 성공적으로 개방형 플랫폼에 적용함

- 특히, 미국은 FGDC주도로 연방, 주정부, 공공/민간 관련 기관에서 생산된 다양한 공간정보를 오픈플랫폼을 통해 제공할 수 있도록 ISO기준에 부합하는 호환, 표준포맷 지침을 개발함

- 이후 2013~2016년 전략계획에 실시간 데이터 및 센서웹기술을 사용하여 최신기술을 통합하고 표준화하는 방안을 명시하여 데이터 이상의 활용확산 목표를 중점적으로 추진할 방침을 제시함

④ 또한 원본저장, Open API, 분석 툴, 오픈소스, 링크드서비스 등 공간정보 제공 유형 및 활용경로를 다양화하여 누구나 쉽게 공간정보에 접근하고 활용 가능한 수요자 중심의 스마트유통망을 확립

3) 캐나다는 세계 최초로 국가 차원의 공간정보기반을 구축함

가) 국토자원의 효율적 관리를 위해 1960년대 세계최초로 국가차원의 지리정보시스템인 CGIS(Canadian Geographic Information System)를 도입하면서 국가공간정보 구축을 시작함

① 보건, 사회, 문화, 경제, 자연자원과 미래 발전을 위해 언제 어디서나 접근 및 활용이 가능한 Canadian Geospatial Data Infrastructure(CGDI)의 구현을 목적으로 국가 차원의 공간정보기반을 구축하고 있음

㉮ 정부의 재정적 지원을 바탕으로 산업계와 학계가 공동으로 참여하는

GeoConnections 프로그램을 통해 CGDI를 추진함

- CGDI의 추진은 캐나다 공간정보이사회(Canadian Council on Geomatics, CCOG)와 공간정보 연방위원회(Inter-Agency Consultative Group, IACG)의 감독 하에 캐나다 자연자원부(NRCan)가 GeoConnections 프로그램을 통해 수행함
- 공간정보의 자료공유, 기본지리정보 구축, 표준화, 협력체계, 기반환경 지원의 정책적 목표로 기본지리정보 구축, 지도제작, 지리정보혁신, 파트너쉽, 기술개발, 지속가능위원회 운용 등을 추진함
- 자료활용, 지도제작, 기본지리정보 구축, 지리정보혁신(GeoInnovations), 파트너십, 기술개발, 지속가능위원회 운용 등의 프로그램이 있음

4) 영국은 공공, 민간, 기업 및 국민이 쉽게 공공정보에 접근할 수 있는 공간정보 웹 포털(Date.gov, data.gov.uk) 및 API서비스 제공하고 국가공간정보화를 국가정보화 우선과제로 선정함

가) 1990년대부터 국가지리정보기반을 구축하였으나 2001년 중단되었으며, 현재는 영국지리원(Ordnance Survey, OS)의 독점체제하에 영국지리원의 존재 목적과 영리를 위해 공간정보인프라가 구축되고 있음

나) 기존의 공간정보 생산-원본 제공의 단순 유통체계와 달리 원본다운로드, API, 지도매핑 툴을 이용, 오픈소스 기반 활용 중에서 사용자가 원하는 경로를 통해 원하는 정보를 마음껏 활용할 수 있도록 다양한 활용경로 및 방법을 제공함

다) 특히 data.gov, drupal.org, CKAN모듈을 공개하여 오픈 소프트웨어, 콘텐츠 관리 플랫폼, 데이터 보관 레지스트리를 모두 민간에게 공개함

라) 2000년대 정보통신기술 보급을 확대하면서 전역을 대상으로 '국가공간정보화'를 적극 추진하고 있으며, 지리정보시스템과 공공서비스를 접목하여 시민의 요구에 부응하는 고객맞춤형서비스제공을 국가정보화 우선과제로 선정

① 공간정보화체계의 핵심은 GIS관련 시스템인 'Geo-Hub'로 누구나 쉽게 무료 또는 저비용으로 질 높은 서비스를 제공받을 수 있게 구축함

② 영국은 '통합된 위험관리계획(Integrated Risk Management Plan)'과 연관해서 응급조치나 재난 등의 예기치 못한 상황 발생을 가정하고 이를 GIS 프로그램을 통해 위험을 감지하고 처방함

③ 지방정부는 중앙정부의 통제보다는 지역의 실정에 맞는 공공서비스 제공에 초점을 맞추고, 5개 분야에서 국가공간정보를 활용(① 효율성 향상,② 서비스전달,③ 고속도로 관리(Highway management)④사회복지(Social care),⑤폐기물관리(Waste management))

④ 무선 인터넷 확산과 스마트폰의 등장에 따른 정보통신기술 및 시민의 생활양식 변화에 따라 혁신적인 공공서비스 전달 방식을 구현하였는데 여기에 공간정보

서비스를 도입하여 운영함

5) 일본은 1995년 GIS정책을 추진하고, 자국의 지리정보 표준을 세계화하기 위해 JIS (일본 공업규격표준) 제정함

가) 일본은 1995년 한신·이와지 대지진 이후 "지리정보시스템(GIS)관계성청연락회의"를 통해 GIS정책을 추진하기 시작하였으며, 지리공간정보에 관한 표준 제정, 수치지도 등 기반데이터의 정비, 활용시스템의 구축 등 일정한 성과를 올리고 있음

① 일본의 공간정보인프라의 개념은 국토의 이용 및 정비, 보전의 추진, 행정의 효율화 및 고도화뿐만 아니라, 국민생활의 안전 및 안심, 편의성 향상은 물론, 새로운 산업·서비스 창출과 발전을 목표로 하고 있음

나) 자국의 지리정보 표준을 세계화하기 위해 자국 기술표준과 국제표준과의 정합성 확보를 위한 JIS(일본 공업규격표준) 제정함

① "지리공간정보활용 추진 기본법(2007년 8월)" 제정을 통한 GIS사업의 체계적으로 추진하며, 특히 기반지리정보정비 및 관련 업무의 기반지도 정보 상호활용, 유통, 관련 연구 및 기술개발을 지속적 추진함

② 일본국토기술연구원(JICE)는 국토・교통행정의 근간이 되는 기술의 개발과 정책을 제언하는 기관으로 하천정책그룹, 도로정책그룹, 도시주거지역정책그룹, 기술조달정책그룹의 4개 정책 그룹이 주체가 되어 실효적인 정책적 제언 추진함

③ 아시아 최고의 원천기술력을 보유하고 있고, 높은 수준의 GIS, RS(위성항측), ITS(지능형 교통 시스템) 기술을 바탕으로 한 교통정보시스템과 표준 기술이 발달함

㉮ 일본의 기술은 세계 시장의 약 7%, 아시아 시장의 90% 점유율을 보유함(GIS 기준, Daratech, 2008)

④ 산업육성정책을 통한 산업의 적극지원과 국제 표준화에 대한 노력으로 정부주도의 정책 추진

6) 독일은 연방제 국가로써 주(State)단위로 공간정보인프라가 발달했으나 90년대 중반 이후 연방정부에서 국가적 공간정보인프라의 이행을 지지하는 계획을 추진

가) 독일의 공간정보인프라의 구성요소는 국가지리데이터베이스(National Geo-database, NGDB), 표준, 지리정보 네트워크, 서비스 등으로 구성

표 2.1 해외 주요 국가들의 공간정보 기술개발 추진체계

구분	추진체계	주요 관련 부처
한 국	국가공간정보위원회	국토교통부, 국토지리정보원, 국토교통과학기술진흥원 등
미 국	연방지리정보위원회(Federal Geographic Data Committee, FGDC)	대통령 직속 예산관리처(Office of Management and Budget, OMB), 주정부, 지역정부, 연방정부 등
캐나다	공간정보이사회(Canadian Council on Geomatics, CCOG)	공간정보 연방위원회, 자연자원부
영 국	영국지리원(Ordnance Survey, OS)	위치정보위원회(Location Council)
일 본	지리정보시스템관계성청연락회의	국토지리원
독 일	DDGI(The Deutscher Dachverband f□ur Geoinformation)	지리정보위원회(Inter-ministerial Committee for Geoinformation, IMAGI)

7) 최근에 싱가포르의 경우, 공공부문의 공간정보 데이터를 대중과 공유하기 위해 One-Map이라는 통합지도 플랫폼을 구축하여 '13년 현재 34개 정부기관이 참여하는 64개 테마 및 3개 서비스를 제공 중
8) 호주는 개방형 데이터 플랫폼으로 전환하기 위한 로드맵을 올해 초 공개하였으며 BathGeo, Gephi, ArcGIS 툴, 구글수정 툴 등 각종 검색, 시각화 툴을 무료로 제공
9) EU에서는 유럽전역의 공간데이터기반 정비를 목적으로 INSPIRE(INfrastructure for SPatial Information in Europe) 프로젝트 추진
   가) EU는 '13.06월 공공기관에서 생산한 모든 정보의 공개 및 재활용을 골자로 하는 새로운 지침을 최종 승인했으며, 신규지침에 따라 공간정보, 문화정보, 공공서비스 등 포괄적인 공공정보가 무료 또는 최소비용으로 제공될 예정임
   나) 공간정보의 접근, 활용 및 온라인 서비스를 위한 개방적이고 협력적인 기반 구축하고, 유럽 각국들은 INSPIRE 참가와 동시에 국가레벨에서의 공간데이터 정비를 추진함

표 2.2 해외 주요 국가들의 공간정보관련 정책 추진 현황

	일본	미국	캐나다	유럽
기본 공간 정보	– 기본적이며 기반이 되는 3종류(기본 공간데이터, 공간데이터기반, 디지털화상)를 국토공간데이터기반으로 지정하여 국가에서 구축	– 국가적으로 필요한 공통의 지리정보인 국가지리정보프레임워크(National Digital Geospatial Data Framework, NDGDF)를 구축	– 각종기관이 소유한 다양한 데이터와의 통합 및 활용 개발, 부가가치 창조가 가능한 캐나다공간정보 기반구축	– 독일: 국가, 연방정부, 민간의 협력 하에 German SDI구축 – 핀란드: 중앙·지방정부·산업·유저가 함께 Finnish SDI구축
표준	– 공간정보 표준으로 국가표준(JIS)과 정부기술기준 운영	– 공간정보 표준으로 국가표준(ANSI), FGDC 기관표준	– 공간정보 표준으로 국가표준(CAN/CGSB) 운영	– 프랑스 등은 유럽표준화기구(CEN) 중심으로 국내외

	– 공간정보 분야 JIS 수는 총 9건(자국 공간정보의 JIS제정은 3건, ISO표준의 JIS제정은 6건), 다수의 기술기준 운영 – 자국 공간정보 교환 표준으로 G-XML 운영	통합운영 – 공간정보분야 국제표준 주도국 – 국가표준 총 53건 중 31건이 자국공간정보를 국가표준화한 것 – 자국공간정보 교환표준으로 SDTS 운영	– 미국과 함께 북미지역 표준화 공동추진 및 국제표준 기구활동 적극 참여 – 자국 공간정보 교환 표준 으로 DIGEST 운영	표준 활동 추진 – 독일: ISO/OGC를 따른 데이터모델 ALKIS/ATKIS – 영국: ① 자국 공간정보 교환표준으로 NTF 운영
유통	– 인터넷을 통한 기본 지리정보의 제공 – 클리어링하우스 확충 등 유통환경 정비	– 연방정부의 모든 지리정보와 서비스가 등록된 GOS (Geo spatial One Stop)의 포털 사이트 geo data.gov 개설 – 각종 지리정보 검색 및 서비스 제공	– 지리정보 구축을 위한 협력체제 구축 – 경비 분담을 통해 민간도 인터넷을 통해 정부의 지리정보를 찾을 수 있도록 제공	– 프랑스: e-government 서비스를 위한 카탈로그 개발 – 네덜란드: 클리어링하우스 프로젝트를 민간분야까지 확대 – 핀란드: 시민을 위한 무료서비스 및 유료의 전문적 서비스
기술 개발	– GIS를 기본으로 한 새로운 서비스·산업의 창출 및 관련 기술과의 연계도모	– 민간분야 인식 증대 및 적극적인 참여 유도를 위해 공간기술산업협회(SITA)에서 관련 이슈 연구	– 지오매틱스 전문가 양성 및 성장산업 지원, 지오매틱스 교육 홍보로 캐나다의 지오매틱스 부문의 경쟁력 및 능력 강화	
산업	– 산학관민이 g-contents 유통 추진협의회를 조직하여 사업공모		– 고도의 지리정보기술 개발을 가속화시키기 위한 산업 협력체계 프로그램 구성	
협력 체계	– 지방공공단체와의 협력, 지원 – 국제협력의 추진	– 연방정부, 주정부, 지방정부 및 민간업계 등의 협력 하에 효율적인 NSDI구축 도모 – 경쟁적 협력협정 프로그램(CCAP)도입	– 지리정보 공유 촉진을 위한 연방-주·지방 정부의 협력체계 프로그램 구성 – 민간과의 협력 하에 지역 능력 개발에 투자	– 정부, 지방정부, 민간분야의 폭 넓은 협력체계 구성 – INSPIRE를 통해 유럽 전 지역 국가간의 긴밀한 협력체계 구성
제도 정비	– 지리정보의 전자화·유통 촉진을 위한 제도·가이드라인 정비		– 폭 넓은 지리정보의 이용설비를 위한 비용, 허가규정 및 기타 제반환경 조성	

2. 국내 정책동향

가. 박근혜 정부 정책목표 및 국토부 국정과제 부합성

1) 박근혜 정부의 선도형 창조경제, 융합을 통한 혁신 등을 포함하는 국정목표를 제시하고 창조경제 실현계획을 발표함[1)]

가) 창조경제 비전과 목표를 제시하고 이를 구현하기 위한 부처별 추진과제를 종합한 '창조경제 실현계획'을 발표

① 창조경제 실현계획에는 창조경제 생태계 조성을 위해 '창조경제를 통한 국민 행복과 희망의 새시대 실현' 비전과 더불어 3대목표 6대전략을 제시

㉮ 동 사업은 고부가가치 ICT 융합 건설기술을 확보하고 도시계획, 그린에너지 인프라 등 미래시장 선점을 위한 원천-실증 전주기 기술을 확보 추진



그림 2.1 정부 국정비전 및 목표

출처 : 박근혜 정부 국정비전 및 국정목표, 대통령직인수위원회, 2013

2) 국토교통부는 국정과제 실천계획의 IT융합 공간정보산업 육성, 기존 산업의 창조산

1) 박근혜정부 국정비전 및 국정목표 2013.2

업화, 해외건설 포트폴리오 다변화 및 건설 ENG역량 강화를 제시[2)]

가) IT · 모바일 기술과 융합하는 공간정보 활용산업을 육성하여 고부가가치 청년일자리를 창출하는 신성장동력산업으로 육성 · 지원함

① 첨단교통(교통+IT), U-city(도시+IT) IT 융합 건설/교통 상품의 육성 및 해외진출을 적극지원

㉮ 동 사업은 IT융합 고부가가치 건설기술 개발 등을 추진하여 국토부 국정과제 실천계획에 부합함

② 창조경제 실현 위해 "창조산업육성", "IT · SW융합을 통한 산업고도화" "사업화 연구지원강화를 통한 혁신 증대" 등 추진 전략과 국정과제 제시

㉮ "창조경제 생태계 조성"은 "과학기술을 통한 창조산업 육성", "IT · SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화", 산·학·연·지역 연계를 통한 창조산업 생태계 조성, 협력적 기업생태계 조성 추진

㉯ "창의와 혁신을 통한 과학기술 발전"은 "국가 과학기술 혁신역량 강화" 국정과제를 선정하여 기초연구와 더불어 연계 · 사업화 연구에 대한 지원 강화

3) 국토교통부는 국토의 효율적 관리/활용을 위한 3차원 공간정보 구축사업 및 국토공간계획지원체계(KOPSS) 사업을 수행함

가) 전국토를 대상으로 3차원 공간정보를 구축하고 지적, 지하시설물, 건축물 등 다양한 공간정보와 연계함으로써 언제나 원하는 곳의 3차원 공간정보를 제공하기 위한 목적으로 2009년부터 3차원 공간정보 구축사업을 추진함

① 현재는 구축된 3차원 공간정보를 공간정보 오픈플랫폼(http:www.vworld.kr/main.do)을 통해 국민이 자유롭게 활용하도록 하고 있음

② 정부에서는 2차원 공간정보를 넘어서 3차원 공간정보까지 국민들이 자유롭게 이용할 수 있는 환경을 조성하고 있으며 최신의 u-국토정보기술을 실증할 수 있는 기반 인프라 여건을 조성하고 있음

나) 국토교통부는 국토공간계획의 과학화 · 효율화 · 투명화를 위해 2006년부터 국토공간계획지원체계(KOPSS) 구축 사업을 수행하고 있음

① 국토공간계획지원체계(KOrea Planning Support Systems)는 지역계획, 토지이용계획, 도시정비계획, 도시기반시설계획, 경관계획 등의 공간계획업무를 GIS와 공간통계 등 분석방법으로 지원하는 의사결정지원도구임

② 국토교통부는 KOPSS를 통해 국토계획의 선진화·과학화 및 효율적 관리를 도모하고 있으며, 공간계획(국토·지역계획, 토지이용계획, 경관계획) 업무담당자가 쉽고 편리하게 활용할 수 있는 계획지원체계를 개발함

- GIS의 발전으로 공간정보와 인문 · 사회정보를 종합적으로 활용한 과학적 분석을 통해 지속가능한 국토개발이 가능함

2) 국토교통부 연두 업무보고, 2013. 04. 03, 국토교통부

③ KOPSS는 지역계획지원모형, 토지이용계획지원모형, 도시정비계획지원모형, 도시기반시설계획지원형, 경관계획지원모형 등 5개의 분석모형으로 구성

㉮ 개발가용지 분석 등 개발사업계획을 수립할 때 외부용역으로 발주하여 3개월 이상 소요되던 현황분석 및 대상지 선정업무가 「토지이용계획지원모형」을 활용할 경우 1주일 이내로 단축

㉯ 도시정비계획수립대상지 지정요건을 확인할 때, 후보지 조사와 조서 작성에 2~3개월 이상 걸리던 것이 「도시정비계획지원모형」을 활용하여 하루 만에 완료

㉰ 건축계획을 심의할 때 「경관계획지원모형」을 활용하면, 건축 후의 모습을 3차원으로 다양한 각도에서 사실적으로 시뮬레이션 할 수 있어 주변경관에 어떤 영향을 미치는지 한눈에 확인 가능

㉱ 「지역계획지원모형」을 활용하면 그간 추진해온 균형개발정책이 실제 어떤 결과로 나타나는지를 시계열 지도뿐만 아니라 도표와 공간통계치로 검토할 수 있음

㉲ 「도시기반시설계획지원모형」은 어느 지역에 도시기반시설이 부족한지, 어디가 최적의 입지인지를 필지별 인구와 공급시설의 서비스권역을 분석하여 계획할 수 있도록 지원

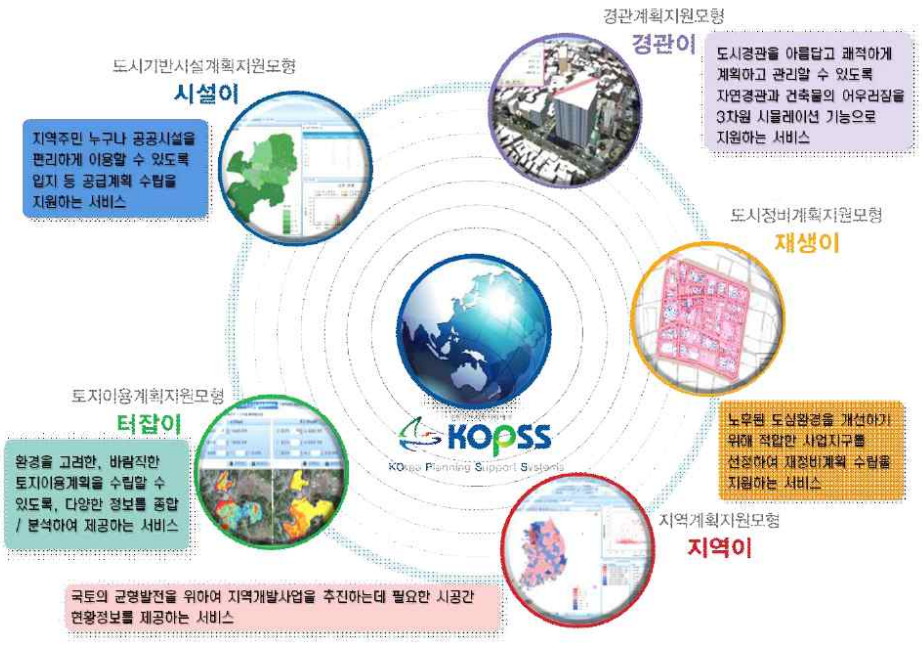


그림 2.2 KOPSS의 5대 분석모형

출처 :국가 공간정보 포털(국토교통부, http://www.nsdi.kr)

④ KOPSS 관련 주요 R&D 정책

㉮ 건설교통 R&D 중장기계획(2013~2017)

- 건설교통 R&D 중장기계획은 2008년 이명박 정부의 과학기술기본계획에 따라 수립한 '국토해양 R&D 발전전략(2010)'을 보다 구체화하고, 효율적인 투자전략을 수립하여 건설교통 R&D 성과창출의 극대화 도모

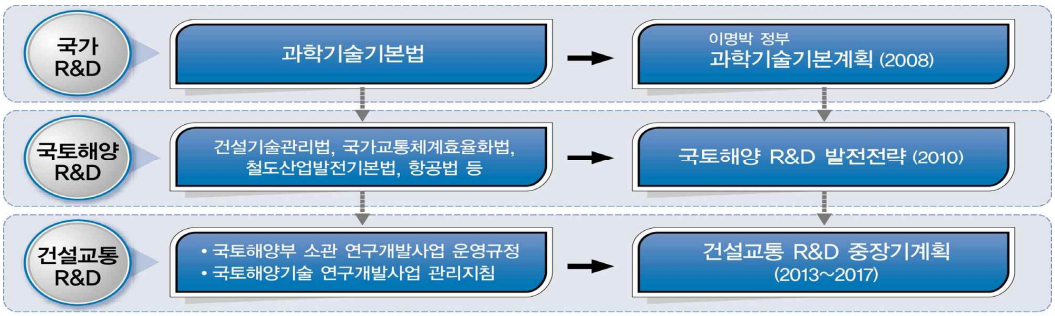


그림 2.3 건설교통 R&D 중장기계획과 상위계획과의 연계성

출처 : 2013~2017 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부 한국건설교통기술평가원

- 본 계획에 따라 첨단도시개발 분야인 지능형 국토정보는 도시·건축연구부문으로 사업체계가 개편됨
- 도시·건축연구부문의 R&D 비전은 '첨단 복합도시·녹색건축 실현을 위한 기술역량 강화'이며,
- 목표는 도시재난 피해 10% 감축, 스마트 공간정보 활용기술 5위권 달성, 첨단 건축기술 5위권 달성, 건축물 에너지 요구량 50% 저감임
- 본 계획에 포함되어 있는 국토해양 공간정보 활용기술 과제로는 '차세대 공간정보 표현기술', '스마트 공간정보(GIS) 분석 기술', '차세대 공간정보 인프라', '차세대 국토해양 공간정보 구축 및 활용 기술', '3D 도시공간정보 구축 및 활용기술(GIS) 이용' 등임

* KOPSS는 스마트 공간정보 활용기술 5위권 달성이라는 목표달성을 위해 연구·개발되어야하며, 도시재난 피해 10% 감축에도 필요한 기술임

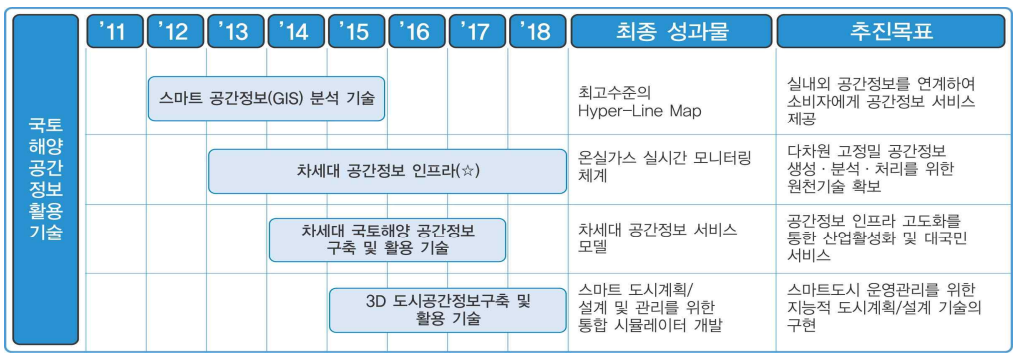


그림 2.4 국토해양 공간정보 활용기술 개발 계획

출처 : 2013~2017 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부 한국건설교통기술평가원

나. 중장기 R&D계획과의 연관성

1) 「제 3차 과학기술기본계획(2013~2017)」과 부합하는 현지 실증기술개발, 중소기업 기술역량 강화, IT·SW 융합 기술개발, 기술협력 인프라 및 공용 플랫폼 구축 추진
   가) (High 4) 신사업창출 추진전략 내 세부추진전략인 '사업초기장벽 극복을 통한 기술이전 사업화 촉진', '융합기술/제품개발 촉진'에 부합하는 '국토교통연구개발사업 성과의 후속 해외 실증 기술확보' 추진
      ① (High 4) 신사업 창출지원 추진전략 내 세부추진전략인 '융합기술/제품개발 촉진'은 동 사업이 'IT · SW융합 고부가가치 건설기술 개발'을 추진하는 것과 방향성
2) 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 사업영역과 추진방향에 부합하는 글로벌 트렌드 기반 미래니즈대응 기술개발, 설계·소재·장비 원천기술개발 추진
   가) 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 계획수립 방향 중 기초/원천기술, 융복합/창조형 미래기술도출은 동 사업에서 설계, 소재, 장비 등 원천기술 확보 및 IT, SW융복합 건설기술을 핵심과제에 반영한 것과 부합됨

다. 국가녹색성장정책과의 연관성

1) 대통령 직속 녹색성장 위원회가 구축 운영되고 있으며, 다양한 녹색기술이 발굴 진행되고 있음
   가) 녹색성장 10대 정책에는 저탄소 녹색성장 지향형 신그랜드 녹색 국토공간 구축, 녹색건축물 확대 등 국가적인 공간정보 체계를 기반으로 추진되고 있음
   나) 공간정보 분석 및 예측기술은 녹색기술/사업에 광범위하게 적용이 가능함
   다) 특히, 기술개발한 성과의 국토에 적용할 경우 혹은 환경 및 자원의 효율적인 관리를 위해서 공간정보 분석 및 예측기술이 활용되고 있음
2) 지하의 공간정보 연계/통합/활용으로 국토의 환경 및 자원의 효율적인 관리가 가능함으로써 저탄소녹색성장이라는 정책기조에 부합함
   가) 지하공간정보기술은 녹색성장에 근간이 되는 녹색정보를 제공하기 위한 핵심 기술임
      ① 지하공간의 환경, 건설, 교통 등 국가 전반에 걸쳐 진행되는 녹색성장 정책에 필요한 위치정보 기반의 녹색정보 제공이 반드시 필요하나 이에 대한 국가적 정보 수집 및 공급에 관한 정보제공 체계는 구체적으로 마련되지 않음
      ③ 동 사업을 통하여 지하공간의의 녹색기술 및 자원관리 분야에 공간정보 분석/예측기술을 통합/관리하여 녹색성장 정책에 기여가 가능함

라. 세부 기술분야별 정책동향 부합성 및 연관성

1) “3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발” 분야

가) “3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발” 분야

① 국내 지하시설물정보의 구축은 기관별 정보 관리 및 활용목적에 따라 개별 정책 및 법령을 기반으로 DB를 구축하고 있으며, 이들 정보를 연계하기 위한 정책 및 법령을 미흡함

㉮ 국내 지하공간정보는 대부분 국가 주도로 개별 정보 관리 및 활용 측면에서 DB를 구축하고 있으며, 각기 개별 정보체계 구축 법령 및 정책에 따라 정보가 구축되고 있음

㉯ 하지만 지하공간정보를 연계·활용하기 위한 연구개발사업 추진사례는 일부 존재하지만 전반적으로 지하공간정보의 연계와 관련한 정부 정책 및 법령의 기반은 거의 전무한 상황임

표 2.3 기관별 지하지층정보 구축 관련 법령

구분	관리기관	관계기관	관계법령
시추정보	국토교통부	한국건설기술연구원	지반조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침
광산정보	산업자원통상부	한국광물자원공사	해외자원개발법 제10조 및 시행령 제9조
지하수정보	국토교통부	한국수자원공사	지하수법 제5조 및 시행령 제2조
	농림축산식품부	한국농어촌공사	농어촌 정비법 제15조
지질정보	산업자원통상부	한국지질자원연구원	한국지질자원연구원 고유업무 업무분장 제15조

② 국토교통부에서는 ’12년 지하공간의 통합·활용체계 구축에 관한 연구를 진행하여 지하지층정보의 연계·활용방안에 대한 계획 수립을 추진하였음



그림 2.5 지하공간의 통합·활용체계 구축 연구 개념도

출처 : 지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획연구(국토교통부,’12)

③ 소방방재청은 국가 재난대응체계 구축을 위하여 기관별로 산재하여 있는 지하지층정보를 구축하기 위하여 관련 규정 제정

㉮ “지진 방재용 지질·지반조사 자료의 구축 및 활용에 관한 규정”제정을 통하여 국토교통부와의 시추정보 공동구축 및 활용에 관한 협력체계 구축

표 2.4 지진 방재용 지질·지반조사 자료의 구축 및 활용에 관한 규정

3조 (적용범위)	– 각종 조사 · 연구 및 계획수립, 사업시행 등과 관련하여 조사한 지질 · 지반조사 자료를 생산하는 경우에 해당 (재난관리 책임기관, 안전관리 전문기관)
4조 (지질 · 지반조사 자료의 입력 · 관리)	– “지반조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침” 의 가이드라인에 따라 지반정보 통합관리 홈페이지를 통하여 입력 – 지반정보 통합관리를 관장하는 기관의 장은 구축된 지질 · 지반조사 자료 일체에 대한 소방방재청장이 열람 및 사용할 수 있도록 조치해야 함
5조 (지질 · 지반조사의 활용)	– 입력된 지질 · 지반조사 자료 등을 활용하여 지진재해대응체계의 구축 등 국가지진방재체계의 확립을 위해 국가지진방재 통합정보시스템을 구축해야 함 – 지질 · 지반조사 자료가 지반정보 통합관리 홈페이지와 국가지진방재통합정보시스템간 실시간으로 연계 · 전송되도록 지반정보 통합관리 기관장에게 협조를 요청할 수 있음

나) “3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발” 분야

① 국토교통부는 BIM을 통한 건설 전 단계에 DB화 구축을 추진함

㉮ “건축분야 BIM 가이드” 제시를 통해, BIM 기술을 기획, 설계, 시공, 유지관리의 모든 단계에서 필요한 물리적 형상, 속성 및 관련 자료에 관한 정보를 통합적으로 생성, 활용, 축적, 유통, 관리 및 재활용함으로써 업무의 수준과 효율을 증대하기 위한 목적으로 도입하고자 하였음

㉯ 또한 국토해양부(현재 국토교통부)에서는 제5차 건설기술진흥기본계획(2013~2017)을 통해 “LC기반의 시설물 유지관리 확립” 추진과제 중 BIM 기술과 연계한 스마트 유지관리 기술 개발을 선정하는 등 시설물 관리에 있어 BIM 기술을 적극적으로 활용하고자 노력하고 있음

- 지난 2008년 구축한 인터넷 건축인허가시스템인 ‘세움터(e-AIS)’도 BIM 도면 납품이 가능한 체제로 개편하고 있음

- 국가 표준 라이브러리 체계 구축, 자재 유통정보 표준화, 시공단계에서 BIM 확대 적용 등 관련 기술 개발도 지원한다는 방침으로 운영 계획



그림 2.6 세움터 발전 방향(좌)과 3D 적법성검토 세움터 신 기능 예시화면(우)

출처 : 세움터 발전 방향(좌)과 3D 적법성검토 세움터 신 기능 예시화면(우) (김기석, 2008)

③ 조달청에서는 공공시설 분야에 BIM을 적극 활용 및 확산 시키고 있음

㉮ 조달청에서는 공공 시설물에 입체형 설계와 생애주기를 반영하는 고도의 건설 기법인 BIM 기술을 2016년까지 단계적으로 도입하고자 로드맵 및 가이드라인을 마련하여 업무에 활용중임

- 설계과정에서부터 각종 가상 시뮬레이션을 통해 잘못된 설계를 수정할 수 있고 이로 인하여 설계 변경요인이 줄어들어 공기 단축 및 비용 절감 효과 달성

- 건축물 전 생애주기 중 에너지 소모량, 설비의 교환시기 등 각종 정보를 통합·관리

㉯ 조달청은 공공시설 분야에 BIM적용을 확산시키기 위해 2010년부터 Total Service 공사에 시범 적용하고 장기적으로 총사업비검토 등 전 분야로 확산할 계획임

㉰ 조달청에서 추진 중인 단기 및 중장기 BIM 도입 추진 계획은 아래와 같음

	단기 (2010~2012)	중기 (2013~2015)	장기 (2016~)
목표	BIM적용 확대를 통한 설계품질 향상	4D(Cost) 설계관리 시스템 구축을 통한 예산절감	시설사업 전체로 BIM적용을 확대하여 업무혁신
대상	Total Service 대상 건축공사 중 총공사비 500억원 이상의 턴키 또는 설계공모로 발주하는 공사	Total Service 대상 총공사비 500억원 이상 건축공사	모든 건축공사
방법	. 적극적 마케팅을 통해 BIM발주를 촉진 . 연차별로 BIM 발주지침을 개발 . BIM 적용시 인센티브 제공	. BIM발주 사업을 전문적으로 관리할 전담팀 구성 . 3D모델 데이터를 활용한 사업관리 시스템 구축	. 공사관리 업무에 BIM 모델데이터 활용 . 공사계약 업무에 BIM 모델데이터 활용 . 총사업비검토 업무에 BIM 모델데이터 활용
기대 효과	. 3D설계를 적용하여 수요기관 만족도 향상 . 민간 부문의 BIM 인프라 조성을 촉진 . 설계단계에서의 다양한 검토로 설계품질 향상	. Total Service 원가관리 및 일정관리가 향상 . 시공단계의 설계변경을 최소화하여 예산낭비 요인을 제거	. 시설사업 혁신 및 재정집행 관리 강화

그림 2.7 조달청 단기 및 중장기 BIM 도입 전략

출처 : 조달청 단기 및 중장기 BIM 도입 전략 (조달청, 2013)

2) “위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발” 분야

가) “3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발” 분야

① 공간정보 관련 정책은 “국가공간정보에 관한법률(2009)” 및 “공간정보산업진흥법(2009)” 등에 근거하여 추진됨

㉮ “국가공간정보에 관한법률(2009)”의 경우 각 기관에서 구축한 공간정보체계를 통합하여 원스톱 공간정보 공급체계(국가공간정보통합체계)를 구축, 범정부 차원의 통합데이터베이스 구축 등으로 통일성 있는 국가공간정보 인프라 구축 및 최신 자료의 신속한 제공 등을 통해 국민 누구나 손쉽게 정보에 접근하여 이를 개인 생활이나 상업화하는데 이용함을 목적으로 함

㉯ “공간정보산업진흥법(2009)”의 경우 공간정보를 생산・관리・가공・유통하거나 다른 산업과 융・복합하여 시스템을 구축하거나 서비스 등을 제공하는 관련 산업의 경쟁력을 강화하고 그 진흥을 도모하여 국민경제의 발전과 국민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 함

② 국토해양부의 “제4차 국가공간정보정책 기본계획(2010)” 추진

㉮ 2010년 3월 국토해양부고시에 의한 확정되었으며, 2011년부터 본격적으로 시행되고 있음. 새로운 국가공간정보정책은 녹색성장을 위한 그린(GREEN) 공간정보사회 실현을 비전으로 설정하고 이에 필요한 추진전략을 공간정보의 공유 및 활용에 초점을 맞추어 설정함

③ 정부의 “2013년 국가공간정보정책시행계획” 추진

㉮ 정부는‘2013년 국가공간정보정책시행계획’을 통해 공간정보 구축의 중복투자를 방지하고, 유관기관과의 연계·통합을 활성화하여 공간정보 활용성을 극대화하는 정책적 추진전략을 발표함

㉯ 이와 관련하여 국토교통부는 2010년 공간정보 오픈플랫폼 시범사업을 통하여 공간정보를 쉽게 접근·활용할 수 있는 플랫폼을 구축하였으며, 2012년 1월부터 대민서비스를 시작하였음

- 공간정보 오픈플랫폼(대민서비스)은 전 국토에 대해 구축한 고정밀 3차원 공간정보를 개방형 플랫폼을 통해 서비스하여 누구나 쉽게 3차원 공간정보에 접근·활용 가능한 기반을 제공하는 활용체계임

- 공간정보 오픈플랫폼은 3차원 구축사업의 성과를 탑재하여 서비스함으로써 중앙 및 지방정부의 국토관리업무에 활용하고, 국민에게 3D 고품질 공간정보를 서비스하는 등 공간정보 서비스의 공유 및 연계성 향상에 기여하고 있음

나) “지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발” 분야

① 제4차 국가공간정보정책 기본계획 (’10-’15)

㉮ 공간을 매개로 하는 유비쿼터스 환경으로 패러다임이 급변함에 따라 국가

공간정보체계의 효율적 구축, 활용 및 관리를 위한 새로운 정책과 전략 요구

- 삶의 질과 녹색 경쟁력의 향상을 도모하기 위해 국민 모두가 공간정보를 언제 어디서나 쉽고 편리하게 공유·활용할 수 있는 사회 실현
- 국가공간정보의 개방, 연계 및 융·복합 활용에 의한 관련 산업 활성화 및 신 성장 동력 창출을 통한 국가적 경제발전 도모
- 공간정보 생산자, 사용자, 서비스 제공자 & 중앙정부, 지방자치단체, 산업체, 학술기관 등 이해관계자가 모두 참여하는 협력적 공간정보 운용체계 구축
- 공공부문과 민간부문이 생산·관리하고 있는 공간정보를 서로 제공·공유·활용할 수 있는 개방적 공간정보 접근방안을 모색

② 실내·외 3차원 공간정보 구축기술개발 추진 중 ('12-'16)

㉮ 사용자가 직접 편집하고 공유할 수 있는 멀티미디어 데이터를 실내공간에 적용할 수 있는 기술 & 실내공간정보의 생산과 활용을 위한 다양한 기술개발 추진

- 사용자가 직접 편집하고 공유할 수 있는 멀티미디어 데이터를 실내공간에 적용할 수 있는 기술 & 실내공간정보의 생산과 활용을 위한 다양한 기술개발 추진
- 효율적인 실내 공간 재난대응으로 사회 안정망을 획기적으로 강화하고, 일반국민·장애인·노약자 등의 복지를 증진

표 2.5 실내공간정보 서비스 개발 사업 예산 계획

구분	계	2013	2014	2015	2016
DB 구축	65,500	12,000	18,500	20,000	15,000
실내측위 기술개발	4,000	4,000	–	–	–
활용서비스 구축	10,000	2,000	3,000	3,000	2,000
계	79,500	18,000	21,500	23,000	17,000

-

3) 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

가) "지하공간 활용 지원체계 기술 개발" 분야

① 국토교통부에서는 국가적 차원의 지하공간의 체계적인 개발과 활용을 위하여 지하공간 활성화 방안 및 법·제도 개선에 관한 연구가 진행되고 있음

㉮ 2003년 "지하공간 개발 활성화 및 제도개선 방안 연구"를 통하여 지하공간 개발에 관한 기본지침(안) 도출

㉯ 2008년 “지하공간 활용 및 관리개선 연구”를 통하여 국가 지하공간 개발 패러다임 정립, 지하공공보도시설 활성화 제도 정비방안 모색

㉰ 2010년 “지하공간 계획 및 이용에 관한 법제화 연구”를 통하여 지하공간 계획 및 이용에 관한 법률(안) 도출

㉱ 2011년 “지하부분 보상제도 개선방안 마련연구”를 통하여 철도건설사업 관련 지하공간 토지보상 기준 계획 수립

㉲ 2012년 “토지의 지하 및 공간 등에 대한 보상기준에 관한 연구”를 통하여 공동목적 지하공간 활용 시 토지보상 기준(안) 수립 진행 중

② 서울특별시에서는 과밀화 되고 교통체증이 심해지는 도심지의 한계를 극복하고 안전한 지하공간의 관리를 위한 지하공간 활용에 관한 기본계획 및 시설물 설치 가이드 라인 등을 수립

㉮ 2006년 “지하공간 종합기본계획 수립” 연구를 통해 지하공간 종합 기본계획 수립

㉯ 2008년 “지하공간시설물설치가이드라인” 연구를 통하여 지하시설물 통합 설치 가이드라인 계획 수립

㉰ 2009년 90년대 초반 수립된 “서울시 지하도로 건설 기본계획망”을 기초로 서울시의 동서 3개, 남북 3개 축을 대심도 지하도로로 건설하는 U-Smartway 계획 수립

㉱ 경기지역 광역교통망 구상을 시작으로 수도권광역급행철도(GTX) 건설계획 수립 및 타당성 검토 진행

㉲ 2013년 1월부로 정부가 위성항법을 대체할 지상파만을 이용한 지상항법시스템인 eLoran 구축 계획을 발표하였으며, 2016년까지 관련 인프라 구축, 2018년에 완전 서비스를 실현할 계획임

㉳ 2014년부터 소방방재청을 중심으로 실내 및 지하공간에서의 위치결정시스템 구축을 위한 공간DB 구축 및 인프라 사업을 구축할 채비를 갖추고 있음

③ 국토교통부의 국토공간계획지원체계(KOPSS) 구축 계획

㉮ 국토교통부는 국토공간계획의 과학화・효율화・투명화를 위해 2006년부터 국토공간계획지원체계(KOPSS) 구축 사업을 수행하고 있음

- 국토공간계획지원체계(KOrea Planning Support Systems)는 지역계획, 토지이용계획, 도시정비계획, 도시기반시설계획, 경관계획 등의 공간계획업무를 GIS와 공간통계 등 분석방법으로 지원하는 의사결정지원 도구임

- 국토교통부는 KOPSS를 통해 국토계획의 선진화·과학화 및 효율적 관리를 도모하고 있으며, 공간계획(국토·지역계획, 토지이용계획, 경관계획) 업무 담당자가 쉽고 편리하게 활용할 수 있는 계획지원체계를 개발

㈏ KOPSS는 지역계획지원모형, 토지이용계획지원모형, 도시정비계획지원모형, 도시기반시설계획지원형, 경관계획지원모형 등 5개의 분석모형으로 구성

- 개발가용지 분석 등 개발사업계획을 수립할 때 외부용역으로 발주하여 3개월 이상 소요되던 현황분석 및 대상지 선정업무가 「토지이용계획지원모형」을 활용할 경우 1주일 이내로 단축
- 도시정비계획수립대상지 지정요건을 확인할 때, 후보지 조사와 조서 작성에 2~3개월 이상 걸리던 것이 「도시정비계획지원모형」을 활용하여 하루만에 완료
- 건축계획을 심의할 때 「경관계획지원모형」을 활용하면, 건축 후의 모습을 3차원으로 다양한 각도에서 사실적으로 시뮬레이션 할 수 있어 주변경관에 어떤 영향을 미치는지 한눈에 확인 가능
- 「지역계획지원모형」을 활용하면 그간 추진해온 균형개발정책이 실제 어떤 결과로 나타나는지를 시계열 지도뿐만 아니라 도표와 공간통계치로 검토할 수 있음
- 「도시기반시설계획지원모형」은 어느 지역에 도시기반시설이 부족한지, 어디가 최적의 입지인지를 필지별 인구와 공급시설의 서비스권역을 분석하여 계획할 수 있도록 지원

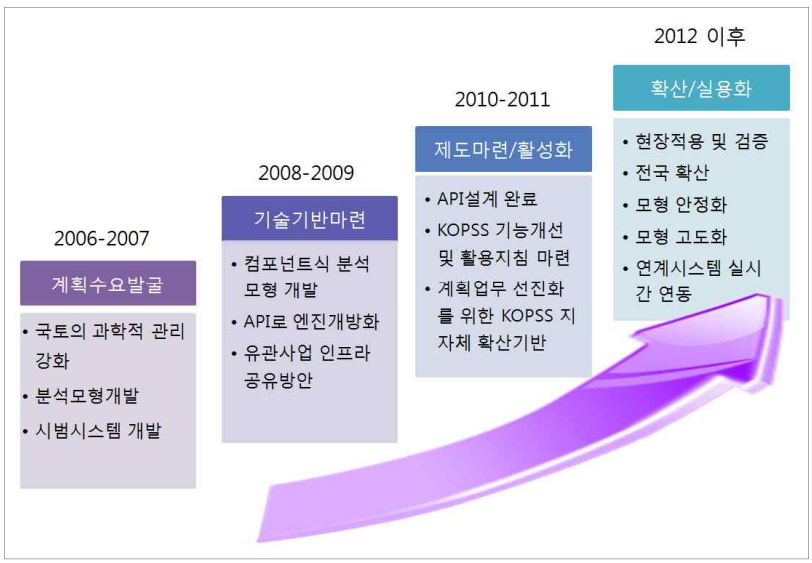


그림 2.8 KOPSS 추진 경위

출처 : 국가 공간정보 포털(국토교통부, http://www.nsdi.kr)

④ KOPSS 관련 주요 법령 및 제도

㉮ 2006년 3월 국토교통부는 「국토기본법」 제23조의 국토종합정보체계 구축을 근거로 국토의 과학적 관리 강화의 일환으로 사업을 추진하게 됨

㉯ 이후 국토교통부는 KOPSS를 구축함에 있어서 “국가공간정보에 관한 법

률” 제25조를 근거법률로 추진하고 있음

표 2.6 KOPSS 추진 근거법(국가공간정보에 관한 법률)

「국가공간정보에 관한 법률」 제25조(공간정보의 활용 등)
① 관리기관의 장은 소관 업무를 수행함에 있어서 공간정보를 활용하는 시책을 강구하여야 한다.
② 국토해양부장관은 대통령령으로 정하는 국토현황을 조사하고 이를 공간정보로 제작하여 제1항에 따른 업무에 활용할 수 있도록 제공할 수 있다.
③ 관리기관의 장은 특별한 사유가 없는 한 해당 기관이 구축 또는 관리하고 있는 공간정보체계를 다른 관리기관과 공동으로 이용할 수 있도록 협조하여야 한다.

㉰ 또한 “국가공간정보에 관한 법률 시행령” 제21조를 토대로 KOPSS와 관련한 정책을 추진

나) “지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발” 분야

① 국내 경제 개발과 함께 국가 기빈 인프라 시설 확충을 위하여 국가 SOC 건설이 90대부터 기하급수적으로 증가함. 이러한 국가 SOC 시설은 시간의 경과와 함께 노후화가 진행되므로 시설의 안정성 확보 및 수명 연장을 위하여 유지관리 정보의 빅 데이터 구축 및 분석기술의 개발이 필요

㉮ 도로터널, 철도터널, 지하철, 유류비축시설 등 다양한 지하구조물을 경제적이고 안전하게 건설하기 위하여 설계 및 시공기술 개발에 역점을 두어 선진외국과 거의 동등한 기술력을 갖추었음. 30~40년이 지난 현재 다양한 지하구조물의 노후화가 진행되고 있으며 성수대교 붕괴, 삼풍백화점 붕괴등 국가 및 민간 SOC 시설의 붕괴로 운영중인 지하구조물의 안정성 확보 및 수명연장을 위한 유지관리에 관심이 고조되고 있는 실정

㉯ 효율적인 지하구조물의 유지관리를 위하여 점검, 진단, 보수/보강 기술 개발이 꾸준히 개발되고 있으며 이를 효율적으로 관리하기 위한 시스템이 개발되어 활용되고 있음. 그러나, 이러한 점검, 진단, 보수/보강 및 시스템 기술은 선진기술을 그대로 받아들여 구축하였으며 아직까지 유지관리를 위한 인식이 부족하여 초보적인 수준에 머물러 있음

㉱ 이러한 획일적인 정보 구축에 탈피하기고 건설사업의 효율성 제고 및 고부가가치 창출을 위하여 건설사업의 지식정보화 필요에 따라 국내에서는 1997년 수립한 ‘정보화 촉진 계획’에 따라 건설 CALS(Continuous Acquisition & Life-cycle Support) 사업을 추진 중에 있음

- 건설CALS 표준의 활용을 통한 설계/준공도서의 효율적인 관리 및 비용절감과 건설사업 전단계의 정보공유를 통한 공공 및 민간 건설공사의 품질 향상과 부실공사 근절에 기여하기 위함. 건설CALS시스템은 건설사업

전 과정의 정보를 교환 및 공유하기 위해 총 6개의 단위시스템의 개발되어 운영 중이며 현재 도로, 하천, 항만분야에 적용 중임

② 국토해양부는 시설물의 안전관리에 관한 특별법」제16조, 제38조 및 시행령 제16조2, 제27조의2에 따라 시설물정보관리종합시스템(Facility Management System, FMS)을 구축하여 관리·운영하고 있음. 시설물정보관리종합시스템은 시설물의 안전 및 유지관리에 관련된 정보체계 구축을 목적으로 인터넷(http://www.fms.or.kr)을 이용하여 실시간으로 시설물의 정보, 안전진단전문기관·유지관리업자의 정보 등을 종합적으로 관리함

- FMS의 시설물정보는 단순히 시설물 이력관리만을 위한 것이 아니라 국가 주요시설물인 1·2종 시설물을 대상으로 설계도서, 감리보고서, 안전점검종합보고서, 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과, 보수·보강이력 등 당해 시설물이 존치하는 동안에 실시된 모든 이력정보를 등록하도록 하고 있으며, 이를 토대로 국가시설 안전정책 마련에 초석으로서의 큰 역할을 담당하고 있음



그림 2.9 시설물정보관리종합시스템 초기화면

출처 : 시설물정보관리종합시스템 (http://www.fms.or.kr)

다) “지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발” 분야

① 해외 주요국보다는 늦었지만 우리나라도 2011년 말부터 정부차원에서 빅데이터 관한 논의가 시작되어 정부부처에서 정책과제로 빅데이터를 채택하였으며, 연구소 및 포럼 등이 활발히 설립됨

② 정부는 2012년 11월28일 국가정보화전략위원회가 관계부처 합동으로 ‘빅데이터 마스터플랜’안을 발표함

㉮ 선제적 사회현안 해결, 맞춤형 대국민 서비스, 데이터 기반 정책수립 지원, 빅데이터 기반 신성장동력 창출을 목표

㉯ 2017년까지 기반조성을 위해 4개 영역 12개 세부과제를 선정하고 정부•민간이 총 5,000억 원의 투입을 계획

㉰ 추진조직으로는 국각정보화전략위원회의 빅데이터 전문위원회를 설치하고, 관련 부처 국장, 민간전문가 등으로 빅데이터 추진협의회를 구성함

㉱ 이를 기반으로 빅데이터 활용을 통한 공공부문 새로운 부가가치 생성을 도모함

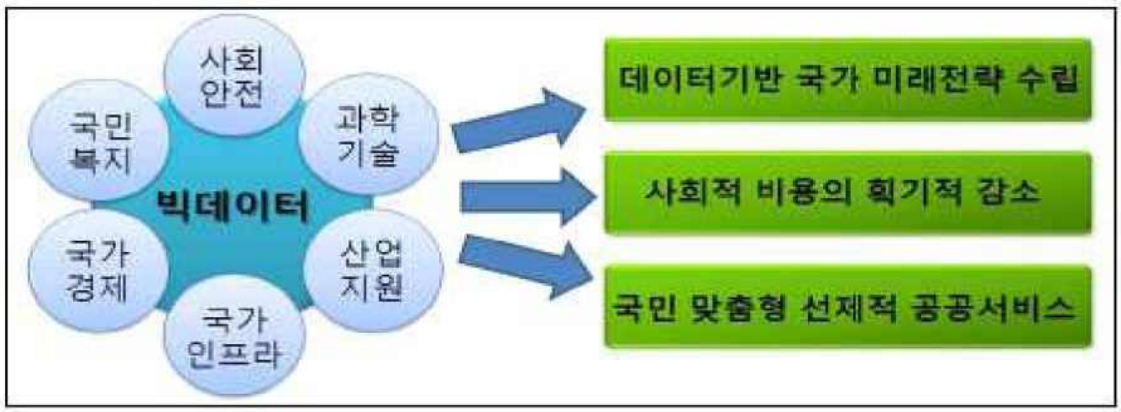


그림 2.10 빅데이터 마스트플랜(안)

출처 : 빅데이터 마스터플랜 (국가정보화전략위원회,2012)

③ 우리나라의 빅데이터 정책은 해외와 비교하여 차별성을 가지고 있음

㉮ 종합적인 청사진을 담고 있어, 공공정보 공개, 공공서비스 품질 개선 기반 형성에 주력하고, 공공에 더불어 민간 활성화를 위한 방안도 동시에 담고 있어 보다 큰 미래 비전을 제시하고 있음

㉯ 시장 활성화를 위한 법 제도 개선을 계획안에 포함시켜 개인정보보호를 비교적 강하게 추진해 왔음

㉰ 해외 대비 서비스 초기인 계획수립단계로서 세부 정책방안을 조기에 구체화하는데 초점을 두고 있음

④ 2013년 창조경제와 정부 3.0의 핵심동력으로 공간정보를 통한 융복합 활성화 선정하고 공간정보로 실현하는 국민행복과 국가발전을 비전으로 7대 실천과제 중 공간 빅데이터 기반 플랫폼서비스 강화 과제 포함

㉮ 현상의 정확한 진단과 국정현안에 선제적 대응, 과학적인 미래전략 수립을 위한 빅데이터 기술 적극 활용

㉯ 국정과제의 성공적 추진을 위해 공간 빅데이터를 활용하는 분석모형 개발 지원 및 공유체계 구축

㉰ 7대과제 중 공간정보 융합기술 연구 개발 추진 과제

㉱ 7대과제 중 협력적 공간정보체계 고도화 및 활용 확대

⑤ 타 분야의 정보와 융복합하여 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 생산요소로써의 공간정보 인식 전환

㉮ 미국의 경우, 공간정보 유통체계를 일원화함과 더불어 전체 공간정보 중 96%에 달하는 공간정보데이터를 개방

㉯ 영국의 경우, Data.gov.uk를 개설하여 약 1,000개 이상의 공간정보데이터 개방 및 의미기반 검색이 가능하도록 온톨로지 기반의 표준지식분류 체계 적용

⑥ 공간정보 구축기관의 적극적인 정보공개 참여를 위한 관련 제도 개선

㉮ 미국은 2009년 정보자유법에 대한 제안과 열린정부지침을 제정하여 공간정보를 포함한 공공정보의 온라인 공개 및 정보 공유과 관련된 정책적인 개발을 제시

㉯ 영국은 2007년 범정부 차원의 정보 재활용 전략으로 POI(Power of Information)을 수립, 2011년부터 모든 공간정보의 무상공개와 규제완화정책을 추진

⑦ 고부가가치의 신기술 확보를 위한 연구개발 확대

㉮ 과학기술과 정보통신, 콘텐츠의 융복합기반으로 공간정보가 활용됨에 따라 이를 활용한 고부가가치 신기술의 조기 확보를 위해 노력

㉯ 각국의 정부기관에서는 신기술을 통한 고부가가치 창출과 일자리 확보, 정책결정의 확보를 위해 연구개발 추진

㉰ 미국은 2010년 모든 연방정부가 빅데이터 전략 수립이 필요함을 선언하고 2012년부터 빅데이터 연구개발에 2억달러 이상을 투입하여 연구개발 추진 중

㉱ 유럽연합은 지식사회 건설을 위한 융합기술 발전전력을 2004년도에 수립하여 기술융합 연구개발 프로젝트를 2006년부터 2009년까지 추진하였으며, 금융위기를 극복하기 위한 빅데이터 기반의 프로그램 개발을 추진 중

2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

▶ 공간정보산업은 정보산업의 범주 속에 포함되며, 다양한 기술이 융합한 새로운 패러다임 산업

- 공간정보산업 = 측량+소프트웨어+데이터베이스+시스템
- 공간정보시장 규모는 '10년 기준 3.2조원으로 세계시장의 3.3% 차지
- 공간정보산업은 지하공간정보 시장과 밀접한 관련성을 가지고 있으며, 기존 지하공간정보 시장 이외에 새로운 시장* 포함

  * LBS, 클라우드 컴퓨팅, RFID/USN, 증강현실, 원격탐사 및 u-city 산업 등의 다양한 관련 시장 포함

가. 국내 공간정보산업 시장 동향

1) 공간정보국내 공간정보 산업의 구조는 공공시장이 전체의 58.7%에 이르고 민간과 개인은 각각 32%, 8% 수준[1]이나, 근래 융복합 공간정보 기술 개발을 통하여 민간 및 개인 분야 공간정보 시장이 확대되고 있음

가) 국내 공간정보 산업의 구조는 공공시장이 전체의 58.7%에 이르고 민간과 개인은 각각 32%, 8% 수준[2]이나, 근래 융복합 공간정보 기술 개발을 통하여 민간 및 개인 분야 공간정보 시장이 확대되고 있음

나) 국내산업의 규모는 크지 않지만 그간 축적한 국가 공간정보 인프라와 기술 역량 등으로 글로벌 성장잠재력을 보유

다) 공간정보시장은 제조업, 도매·소매업 등 다양한 분야로 진출하여 일자리 창출 및 시장 확대에 기여하고 있으며 약4.8조원의 시장규모를 형성하고 있음('12 국토교통부)

표 2.7 국내 공간정보 시장현황

구분	2009	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억원)	3조 2,000	5조 4,000	5조 9,940	6조 6,533
년간 증가율 (%)		11	11	11

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

1) '10년 한국정보화진흥원
2) '10년 한국정보화진흥원

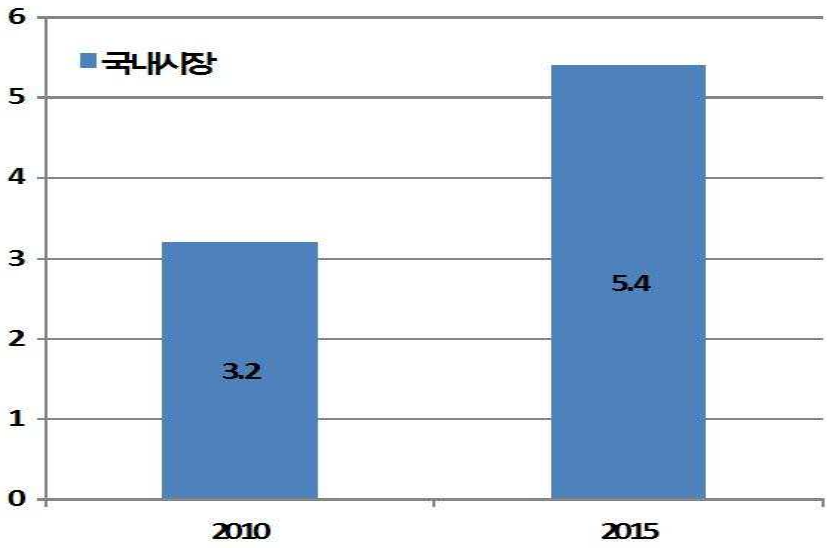


그림 2.11 국내 공간정보 시장현황 (단위 : 조원)

출처 : Daratech 2009, 2013 국가공간정보위원회 보고안건 - 국가공간정보추진성과

표 2.8 국내 공간정보 분야별 시장현황

구분	주요분야	사업체수	종사자수(명)	매출액(억원)
제조업	무선통신, 무선기기 및 측량기구 제조업 등	135	2,210	6,145
도매 및 소매업	서적, 잡지, 사진장비, 광학용품, H/W, S/W 의료, 과학기기 등	554	4,506	8,080
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	소프트웨어개발 및 공급, 데이터베이스 및 온라인정보제공업, 컴퓨터프로그래밍 서비스업 등	1,546	41,741	19,764
전문, 과학 및 기술서비스업	공학연구개발업, 건물 팀 토목 엔지니어링 서비스업, 측량업 등	1,758	34,463	14,121
협회 및 단체	전문가 단체	3	82	96

출처 : Daratech 2009, 2013 국가공간정보위원회 보고안건 - 국가공간정보추진성과

2) GIS의 국내산업 규모는 크진 않지만 그 동안 축적한 국가 공간정보 인프라와 기술 역량 등으로 글로벌 성장잠재력을 보유

가) 국내시장 규모는 '10년 기준 3.0조원(25억$)으로 추정되며 세계시장점유율 8위(3~4%) 수준 추정('10 정보화진흥원)

표 2.9 GIS국내외 시장규모 및 점유율

국가	미국	캐나다	프랑스	독일	영국	중국	일본	한국	호주
규모(억$)	350		200			85	60	25	13
점유율(%)	45~50		25~30			9~12	6~11	3~4	1.5~2

출처 : Daratech 2009, 2013 국가공간정보위원회 보고안건 - 국가공간정보추진성과

나) '95년부터 국가GIS사업을 통해 국가공간정보 구축(1.6조원 투입)

표 2.10 국가공간정보 구축 현황

국가GIS사업	1차('95~'00)	2차('00~'05)	3차('06~'09)	4차('10~1'5)
사업내용	국가기본도지적도 등	기본지리정보 및 활용시스템	기본지리정보 및 유통체계	공간정보의 공유 및 활용
기투입(억원)	2,797	4,550	6,679	1,994

출처 : Daratech 2009, 2013 국가공간정보위원회 보고안건 - 국가공간정보추진성과

나. 공간정보 관련산업 시장 동향

1) RFID/USN 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) RFID(Radio Frequency Identification)는 반도체 제조 기술의 진보에 따른 태그 소형화 및 저비용화가 진행됨에 따라 RFID 태그를 도입할 수 있는 응용 산업분야가 확대되고 있음

① 제약, 주류, 식품, 패션, 자동차, 택배, 가전 업무 자동화 및 효율화의 수단으로 주로 활용되고 있으며 점차 도입이 확대됨

② USN(Ubiquitous Sensor Network)은 사물 및 주변 환경정보 감지, 실시간 관리 등이 가능하여 자연재해 예방 및 환경감시, 폭발 및 화재감시, 교통량 관리, 시설물 관리 등 다양한 분야에 적용될 수 있음

③ 최근 몇 년 사이에 RFID/USN의 실용화를 위한 연구와 시범사업, 기업 현장에 적용하는 사례가 활발하게 이루어지고 있음. 특히, 이와 관련된 다양한 형식의 식별체계(Identification)에 대한 관심은 더욱 높아지고 있는 추세로, 이와 관련하여 ITU-T 및 ISO/IEC의 전문위원회를 중심으로 표준화가 진행되고 있으며 국내에서도 국내 표준이 정립된 상태임

④ 상반기 RFID/USN기업은 약 379개로 조사되었으며, 시장규모는 총 3,839억원으로 전년 대비 4.8% 증가, 수출은 404억원, 수입은 100억원, 종사자수는 약 3,030명으로 집계됨

표 2.11 국내 RFID/USN 시장규모

구분	2011	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)	비고
공사비 또는 매출액 (백만원)	383,971	453,623	471,036	488,449	1/4, 2/4분기
년간 증가율(%)		4.0	3.8	3.7	

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

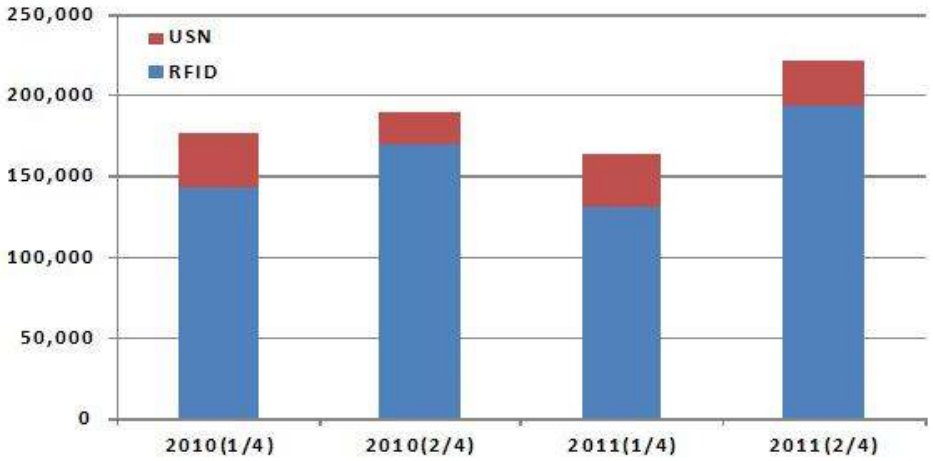


그림 2.12 RFID/USN 시장규모 (단위 : 백만원)

출처 : 한국RFID/USN 융합협회, '11년 2/4분기 RFID/USN관련 산업동향 보고서('11.8월)

2) 클라우드 컴퓨팅 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 클라우드 서비스는 사업자가 제공하는 IT 자원의 종류에 따라 인프라 서비스(IaaS: Infrastructure as a Service), 플랫폼 서비스(PaaS: Platform as a Service), 소프트웨어 서비스(SaaS: Software as a Service)로 분류

나) 서비스 개방 여부에 따라 퍼블릭 클라우드 서비스(Public Cloud Service), 프라이빗 클라우드 서비스(Private Cloud Service), 하이브리드 클라우드 서비스(Hybrid Cloud Service)로 분류

다) 국내 클라우드 컴퓨팅 시장은 연평균 47.6%의 성장률을 기록하며 '14년에는 4억 6,000만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망

① 특히 국내 매출 1,000억 원대 이상 620개 기업 중 28.1%가 '12년 내 클라우드 컴퓨팅 도입을 고려하고 있는 것으로 나타나 향후 기업 중심의 수요가 크게 증가할 전망

표 2.12 국내 클라우딩 컴퓨터 시장규모

구분	2014 (시장전망)	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (백만달러)	460	592	724	856
년간 증가율(%)		28	22	18

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

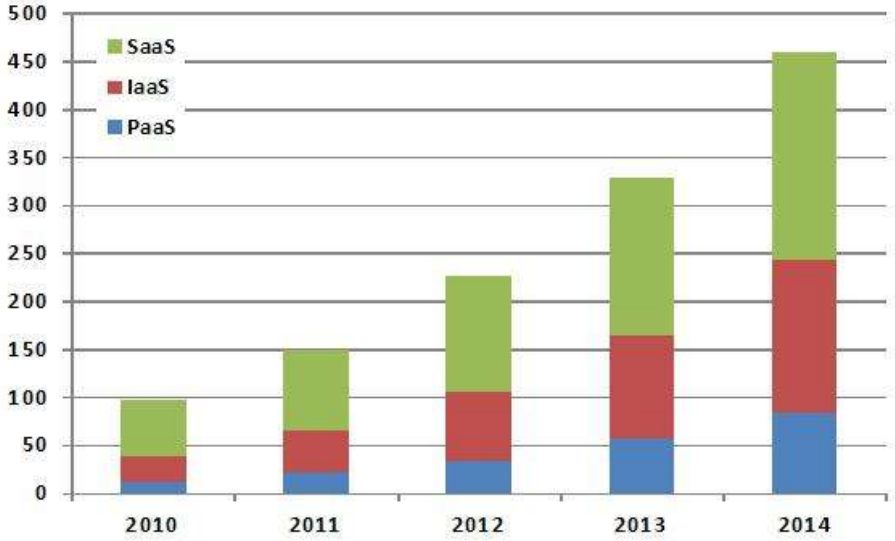


그림 2.13 클라우드 서비스 시장규모 (단위 : 백만달러)

출처 : IDC : 2009. 10. 스트라베이스 재구성



그림 2.14 연도별 스토리지 솔루션 현황 (단위 : 억원)

출처 : IDC : 2012

Note : 퍼블릭 클라우드 서비스 및 프라이빗 클라우드 환경을 지원하기 위해 도입된 디스크 스토리지 시스템, HDD, 스토리지 소프트웨어 및 서비스를 모두 포함

3) 원격탐사 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 특수한 장비(또는 센서)를 이용하여, 멀리서 어떤 물체나 지역에 관한 정보를 수

집하는 관측법

① 파파라치의 유명인 사진 수집

② 군정찰위성에서 위험지역 감시

나) 현장(in-situ)에 접근하기 힘든 곳이나 접근할 수 없는 비접근 지역에 대한 관측법

① 활화산의 용암지역 관측

② 북극의 빙하이동 관측

다) 원격탐사의 활용범위

- 첩보정보 수집/분석 (미사일 발사 위치, 군부대 동태 모니터링 등)
- 기상정보 수집/분석 (구름의 이동, 황사 등)
- 해양정보 수집/분석 (수심측량, 해수온도관측, 해파리양 예측, 유전위치 관측 등)
- 환경정보 수집/분석 (해양 기름 유출, 지구온난화 관측, 수목생체량 측정 등)
- 농업정보 수집/분석 (작황상태 파악 등)
- 임업정보 수집/분석 (산림자원측정, 산불피해 방지/현황 파악 등)
- 자원정보 수집/분석 (광산 탐사, 석유자원탐사 등)
- 자연재해정보 수집/분석(홍수, 태풍, 해일, 지진, 화산 등의 피해 현황파악과 예측/방지 등)
- 고고학정보 수집/분석(고대 유적지 발견 등)
- 지도제작 (수치표고모델(DEM) 수치지형도 영상지도 포탈지도 각종 주제도에 필요한 기본 자료 제공)
- 우주정보 수집/분석 (화성/목성의 강과 호수 발견 등)

라) 2011년 기준으로 연간매출액/사업자 수는 약 1,567억 원/125개소이며, 2012년 3월 사업자는 137개소로 증가함

마) 기상산업진흥법 시행 이후, 등록 업체의 수가 크게 증가함

표 2.13 국내 원격탐사 관련 시장규모

구분	2011	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액(억원)	1,567	5,259	6,182	7,105
년간 증가율(%)		21	18	15

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

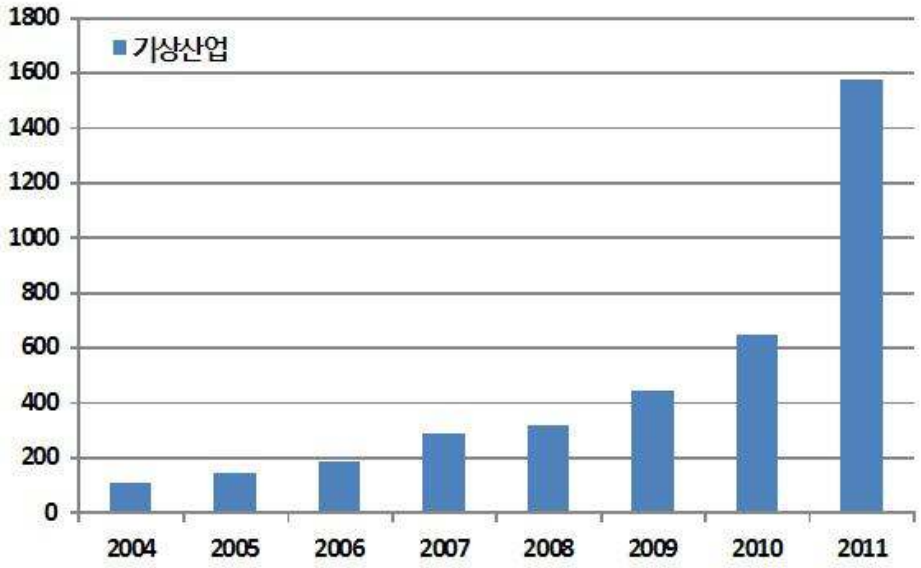


그림 2.15 국내 기상산업 시장규모 (단위 : 억원)

출처 : 한국기상산업진흥원 : 기상산업실태조사 결과 2011

4) 알람/모니터링 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 알람/모니터링 장치는 각종 센서를 통하여 주변상황을 인지하여 보안성을 유지하는데 사용되며, 네트워크 장치와 결합된 장치들을 이용하여 자연재해와 같은 상황에 대비하기 위하여 원격으로 모니터링 하고 위급상황 발생 시 알람 경고를 하는 장치를 말함

나) 실시간 센싱 및 상황분석을 위해 센서 네트워크, RFID, LBS, CCTV 등 IT 기술이 접목되어 현장의 정보를 디지털화하고, 결과를 상호 연결하여 분석·예측함으로써 환경 감시, 재난·재해 예방 등 사회 안전 분야 활용이 증가되고 있음

다) 알람모니터링 장치는 사회 안전망 분야와 더불어 개안 정보 보안 분야에도 활용 가능하여 스마트 카드, 접근 관리, 알람 경보 서비스, 홈네트워크 보안 등 원격 보안 관련 토털 서비스 및 생체 신호계측을 통한 생체정보 알람모니터링 분야 시장도 확대되고 있음

라) (제품분류 관점) 알람모니터링 장치는 산업시설물을 관리하는 산업재해 알람모니터링 분야, 홍수·화재 등 자연재해를 모니터링하고 재난 발생 시 피해를 최소화하는 자연재해 알람모니터링 분야, 생체신호 계측을 통한 질병의 예방, 상태파악, 건강 및 생활 관리의 생체정보 알람모니터링 분야, 교통관제 및 범죄예방 알람모니터링 분야로 구분됨

마) (공급망 관점) 센서 공급분야, 컨트롤러 공급분야, 유·무선 통신망 공급분야, 데이터베이스 공급분야, 모듈공급분야, 알람 및 통보 시스템 공급 분야 등으로 구분됨

- 센서 공급분야 : 각종 시설물로부터 상태 정보를 취득

- 컨트롤로 공급 분야 : 센서로부터 수집한 정보를 가공하여 원격지로 전송
- 유·무선 통신망 공급분야 : 장치로부터 모니터링 및 관제 서버로 데이터를 전송
- 데이터베이스 공급분야 : 전송된 데이터를 저장 및 가공
- 디스플레이 모듈 공급 분야 : 가공된 정보를 모니터링

바) (모니터링 장치에 활용되는 부품 소재로는 적외선·레어더·진동·장력 센서, 화재·가스 감지 센서, 활동 감지 센서, 원격전송 컨트롤러, 통신 서버 및 모듈 등이 있음

사) 국내시장의 규모 또한 2013년 약 3조의 시장 규모에서 연평균 17%를 나타내며 2016년에는 5조를 넘어설 전망됨

아) 보안에 대한 중요성이 높아짐에 따라 전체적인 보안시장 확대에 따라 주변상황 인지, 위급상황 시 경고용 알람모니터링 장비 규모가 점차 확대될 것으로 예측됨

표 2.14 국내 알람/모니터링 관련 시장규모

구분	2013	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억원)	30,881	43,716	50,276	57,673
년간 증가율 (%)		17.0	15.0	14.7

출처 : datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategicmarketingassociates. com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euromonitor.com, www.frost.com



그림 2.16 국내 알람/모니터링 시장규모 (단위 : 억원)

출처 : datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategicmarketingassociates. com,

futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euromonitor.com, www.frost.com

5) 영상감시 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) CCTV 등에서 획득한 영상정보에 컴퓨터가 감시대상으로 인식하고 이들의 행동을 분석해서 폭력, 침입, 도난, 투기 등의 감시목적에 부합하는 행동이 감지될 경우 이를 감시자에게 알려 사전조치를 취하도록 하는 시스템을 의미함

나) 최근 사회적 안전망의 요구가 증대됨에 따라 영상감시 통합기술에 대한 수요가 증가하고 있음

- 관제서비스, 영상감시, 시설물 보안, U-City 분야를 포함한 인프라 전반에 대한 제품을 제시하며, 치안, 수송, 환경/재난과 관련된 보안 및 안전 관련 제품으로 활용됨

다) 국내 DVR 업계는 세계 DVR 시장을 주도하고 있음에도 불구하고 지능형 DVR 기술 개발에 있어서는 아직 세계 기술의 수준을 따라가지 못하고 있으며, 단순히 외국의 선진 기술을 국내에 도입하고 있는 실정임

라) JP 프리먼 자료에 의하면, 향후 영상보안시장의 큰 추세는 '보안과 네트워크의 융합', 'IP 카메라, 네트워크 비디오 리코더의 시장 주도', '인터넷이 주요 영상 데이터 전송 수단으로 변모', '대용량 비디오 스토리지 수요 급증', '원격 제어감시 기능 강화' 등을 제시하였으며, 네트워크를 통한 영상 전송과 원격 제어가 세계 영상보안시장의 큰 방향이라는 분석임

마) 감시공학이 미리에 가장 주목해야할 기술 중의 하나라고 예측되고 있는 것과 같이 공공성 등의 목적으로 설치되는 CCTV의 수가 급격히 증하고 있으나, 사생활 침해와 같은 역기능 문제가 대두되고 있어, 이를 해결하기 위한 영상보안기술 개발이 필요함

바) (제품분류 관점) 영상감시 통합기술은 관제서비스, 영상감시, 시설물 보안으로 분류할 수 있으며, 세부적으로 치안관제, 수송관제, 환경/재난관제 서비스, CCTV/IP카메라, DVR/NVR 등의 부품기술, 영상인식 및 보안 등의 S/W기술로 구분됨

사) (공급망 관점) 영상감시 통합기술은 부품기술(CCTV, IP카메라, DVR, NVR)과 S/W기술(영상인식, 음성인식, 객체/이벤트 검출 및 분석)로 구성됨

① 부품기술은 다양한 영상신호를 수집하여 저장하는 기술을 포함함

② S/W기술은 수집된 영상정보 및 음성정보를 바탕으로 객체 검증 및 이벤트 탐지 등을 제공하는 기술로 이뤄지고 있으며 이는 사회 안전망에서 각종 범죄예방, 미아탐지, 재난 재해 예방 등에 이용되고 있음

표 2.15 국내 영상감시 관련 시장규모

구분	2013	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억원)	21,387	24,413	26,089	27,880
년간 증가율 (%)		6.9	6.9	6.9

출처 : datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategicmarketingassociates .com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euromonitor.com, www.frost.com, market sandmarkets.com, SecurityWorld INTL, MS 리서치, 한국인터넷진흥원 (KISA) <지식정보보안사업 실태조사> 자료 활용



그림 2.17 국내 영상감시 통합 솔루션 관련 시장규모 (단위 : 억원)

출처 : datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategicmarketingassociates .com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euromonitor.com, www.frost.com, market sandmarkets.com, SecurityWorld INTL, MS 리서치, 한국인터넷진흥원 (KISA) <지식정보보안사업 실태조사> 자료 활용

6) MEMS 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) MEMS 기술은 마이크로미터 크기의 초소형 기계를 만드는 분야로 마이크로 단위의 기계적 구조물과 전기·전자회로가 집적화 되어 결합된 시스템을 의미함

나) 초소형 센서, 초소형 액츄에이터 및 각종 초소형 부품 자체 또는 이를 구성하는 구조물을 제조하는 기술 또는 제조에 필요한 단위/모듈 공정 기술을 의미함

- 부품 또는 구조물을 제조함에 있어서 각 공정 단위별, 모듈 공정 별 및 전체 공정의 결과를 측정하고 분석할 수 있는 기술을 포함함

다) MEMS 공정 기술은 각종 물질의 증착 및 시각과 형상을 정의하기 위한 사진 공정, 재료의 성질을 변화시키기 위한 열처리 공정 등으로 구성됨

- 각 공정의 결과를 확인하기 위한 파괴/비파괴 검사 기술 및 제작된 초소형 센

서, 초소형 액츄에이터 및 각종 초소형 부품의 성능 및 신뢰성을 검증하기 위한 기술을 포함함

라) 차세대 반도체 제품 SoC, PiP 등의 핵심 기반 기술이며, LED 소자의 방열 및 전압인가, 각종 스마트 기기에 사용되는 각종 센서/RF 필터 및 광학 액츄에이터, 미세 진동을 이용한 에너지 하베스터, 자동차 적용 각종 센서, 교량/건물의 안전 감시 센서 등을 제조하기 위한 핵심 기반 기술임

- 이미 실생활에서 사용되는 스마트 기기, 가전제품, 자동차, 노트북 등 이외에도 인간의 생활을 안전하고 편리하게 해 주기 위한 각종 정보 수집 및 가공을 통한 서비스인 IoT, M2M, USN 등에 필수 불가결한 여러 가지 종류의 초저전력/초소형/고성능 센서의 제작을 위한 핵심 기반 기술임

마) MEMS기술은 반도체 공정 기술을 이용하여 마이크로 단위의 기계적 구조물과 전자회로를 집적한 시스템을 의미하는 것으로, MEMS 공정을 이용하여 제작된 전자 기계적인 미세 구조체를 이용해 물리적·화학적 정보를 전기적 정보로 변화하는 반도체 센서임

바) MEMS 기술은 MEMS 공정기술, 물리적 센서, 화학 센서 등으로 구분할 수 있으며 주요 기술로는 패키징 공정, 압력센서, 산소센서 등이 있고, 반도체 센서는 CMOS 이미지 센서, 센서 성능 및 신뢰성 평가 장비 등이 있음

사) 3차원 미세가공 기술인 MEMS 기술은 기존의 크고 복잡한 기계식 센서를 일괄 생산 공정이 가능한 초소형, 초경량 전자식 반도체 센서로 대체 할 수 있음

- 제작된 MEMS 센서는 의료진단, 자동차 센서, 착용형 컴퓨터, 광통신 시스템, 군용 무기체계, 디스플레이 등 다양한 응용 분야에서 사용되고 있음

아) 국내 시장은 2012년 1,005억 원에서 2017년 2,010억 원으로 성장할 것으로 전망됨

① 지식경제부는 2019년까지 총 3,338억 원 규모의 투자를 통해 세계 수준의 센서 중견기업 20개를 육성하고, 센서산업 매출 100억 달러 달성과 일자리 2.5만개 창출을 추진하기 위한 '센서산업 발전전략' 발표

② MEMS 기술의 국내 단계는 시제품 초도생산, 패키징 기술 및 신뢰성 시험 분야에 대한 후속 지원이 이어지면 바로 시장에 진입할 수 있는 수준에 와 있는 것에 반해, 국가의 MEMS 분야에 대한 지원은 그 동안의 중소규모의 기수행과제의 중복성 문제로 거의 끊어진 상태

③ 관련 연구 예산은 제품화까지는 많은 시일을 요하는 나노기술에 집중 투자됨으로써 시장 진입 기회를 점차 소진하고 있는 상황임

표 2.16 국내 MEMS 관련 시장규모

구분	2012	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억원)	1,005	1,486	1,748	2,010
년간 증가율 (%)		16.0	17.6	15.0

출처 : 'MEMS Trends'. Yole Development April 2012.

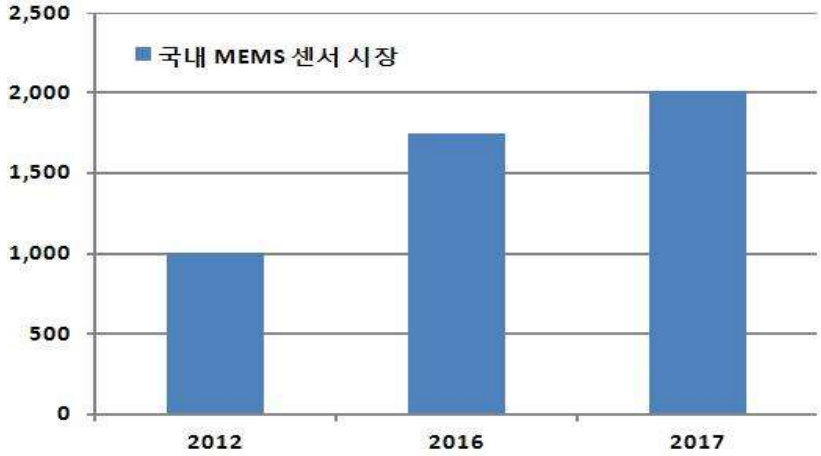


그림 2.18 국내 MEMS 센서 시장규모 (단위 : 억원)

출처 : 'MEMS Trends'. Yole Development April 2012.

6) 위치기반서비스(LBS) 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 위치기반서비스(LBS: Location Based Service)란 이용자의 현재위치를 중심으로 이용자가 필요로 하는 정보들을 제공해주는 서비스이며 이동통신사업자, 위치정보사업자, 위치기반서비스 사업자를 중심으로 사용자들에게 서비스가 제공되고 있음

① 지도상에서 이용자의 현재 위치를 보여 주고 목적지를 안내해주는 서비스

② 이용자의 현재위치를 중심으로 관심사항(맛집, 극장, 주유소 등) 검색 서비스

③ 사람이나 이동체의 현 위치를 식별하고 추적하는 위치 요청 서비스

④ 이용자들의 현재 위치 또는 관심 위치에 연관된 정보를 서로 공유하는 위치정보 기반의 소셜 네트워크 서비스

나) 무선통신 환경의 변화와 다양한 무선통신 환경을 지원하는 스마트폰의 확산은 기존의 이동통신망을 통한 무선인터넷 통신환경 뿐만 아니라 Wi-Fi(Wireless Fidelity)통신 환경을 지원함으로써 네트워크 융합을 실현하고 있음

다) 이러한 환경의 변화는 무선 인터넷 서비스의 패러다임 변화를 주도하고 있으며 콘텐츠 중심의 서비스로부터 증강현실 및 사회관계망(SNS: Social Network Service) 서비스와 같은 생활밀착형 융·복합 서비스로 발전하고 있음

- Gartner사에서 발표한 2012년도에 주목할 상위 10개의 스마트폰 애플리케이션 예측보고서에 의하면 위치기반서비스가 2위에 선정

라) 위치정보는 개인의 사생활과 밀접한 관계가 있기 때문에 개인의 위치정보 유출·오용 및 남용으로 인한 사생활의 비밀을 보호하고 위치정보의 안전한 이용환경을 조성하여 위치 정보의 이용 활성화를 위한 목적으로 법률을 시행하고 있음

① "위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률"은 위치정보를 "이동성이 있는 물건 또는 개인이 특정한 시간에 존재하거나 존재하였던 장소에 관한 정보"로 정의함

② 위치기반서비스를 제공하고자 하는 사람들은 관련법에 대한 이해와 이를 준수할 수 있도록 해야 함

마) 국내 LBS 시장은 스마트폰 열풍에 힘입어 빠르게 성장하고 있으며, LBS 산업협회에 의하면 2009년 국내 LBS 산업 시장 규모는 1조 490억원으로 집계되었고, 2010년에는 16.4% 증가한 1조 2,223억원으로, 2012년까지는 연평균 15.1% 성장을 기록할 것으로 전망함

바) 분야별로는 가장 큰 비중을 차지하는 단말기 부분이 가장 높은 성장세를 보일 것으로 전망

사) LBS 사업자들은 2010년에 스마트폰 등 GPS 가능 휴대단말기의 증가와 더불어 측위 등 시스템 설비투자 확대 등을 통해 LBS 시장이 성장할 것으로 전망하였으며, 서비스/콘텐츠 분야에서는 소셜 네트워킹 서비스, 지오테깅(geo tagging), 생활형 애플 등 컨버전스형 통합 LBS가 발전할 것으로 예상함

표 2.17 국내 LBS 시장규모

구분	2009	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액(억원)	1조 490	2조 1,494	2조 3,336	2조 5,178
년간 증가율(%)		9.4	8.6	7.9

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

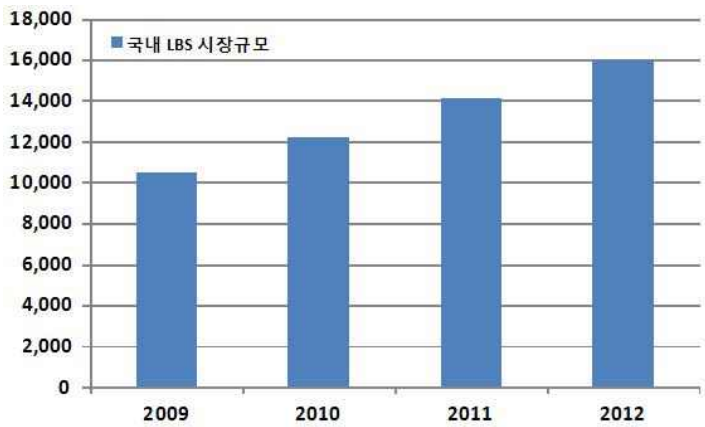


그림 2.19 국내 LBS 시장규모 (단위 : 억원)

출처 : 정보통신산업진흥원, 주간기술동향 최신 IT동향, 2010. 06. 06, 페이지 35

7) 증강현실 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 실감형 학습을 위한 서비스의 학습 콘텐츠 저작 장치에 관한 것으로써, 증강현실 교육시스템과 모바일 증강현실 광고플랫폼, 증강현실 방송시스템, 네비게이션 서비스 및 이미지 서비스, 지역정보 서비스 등에 사용되는 증강현실 기술을 제공함

나) 증강현실이란 실제와 가상 사이의 영역인 혼합현실(Mixed Reality)의 한 종류로서, 현실의 정보에 가상의 정보를 합성해 사물이나 이미지의 정보를 '증강'시켜 주는 것을 의미하며, 현실의 정보에 더해 눈에 보이지 않는 가상의 정보까지 보여주므로 사물에 대한 인간의 감각과 인식을 확장시켜 준다는 측면에서 '확장현실'로 불리기도 함

다) 웹캠 또는 캠코더로부터 들어오는 영상에서 마커 정보 및 영상정보를 추출하여 자세를 추정한 후에 추정된 자세 정보를 이용하여 3D, 동영상 등의 멀티미디어 콘텐츠를 입력 실사 영상과 정합하여 보여줌으로써 학습자들에게 혼합현실(mixed reality) 학습을 가능하도록 하는 기술임

라) 3D 애니메이션과 증강현실(AR) 기술을 융합하여 사용자에게 보다 높은 현실감과 몰입감의 영상 콘텐츠를 제공하며, 현재 교육, 엔터테인먼트, 광고 분야에서 많은 콘텐츠가 개발되고 기존의 PC 환경에서 벗어나 공공장소, TV, 모바일 환경에서의 적용이 기대되고 있음

마) 국내 3D 실감미디어 서비스 시장의 경우, 게임이 3D 서비스 시장을 주도하는 가운데 2012년까지 8천3백억원의 시장을 형성하고 2027년에는 55,544억원의 시장을 형성할 것으로 예상됨

바) 특히, 국내의 모바일 혼합현실/증강현실의 시장규모는 6년 후인 2018년에 약 1억2천4백만 달러로 전망됨

표 2.18 국내 증강현실 시장규모

구분	2012	2015 (시장전망)	2018 (시장전망)	2021 (시장전망)
공사비 또는 매출액(억원)	26,400	66,240	124,800	170,880
년간 증가율(%)		50.3	29.5	12.3

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

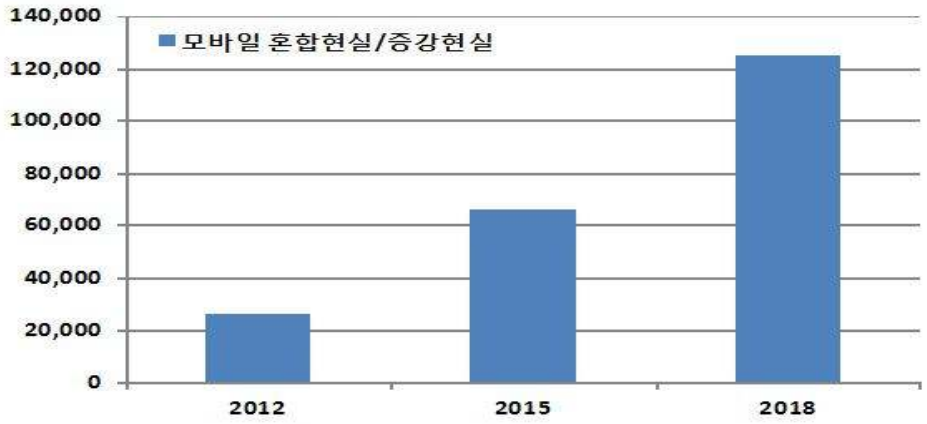


그림 2.20 국내 증강현실 시장규모 (단위 : 천달러)

출처 : 한국정보통신기술협회 : ICT Standardization Strategy Map 2012-융합콘텐츠, 2012

8) 상황인지 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 서비스를 편리하게 이어 주는 인간의 지적 능력을 갖춘 SW

- 언어처리 SW, 음성처리 SW, 인공지능 SW, 지식검색 SW

나) (사용자 친화) 단말기 및 서비스의 기능이 다양화, 복합화 됨에 따라 발생하는 인터페이스의 한계를 극복하고, 인간이 손쉽게 원하는 서비스를 이용할 수 있게 하는 사용자 친화적 상호작용을 지원

다) (글로벌화) 개인 및 기업이 글로벌 환경에 직접적으로 노출되고 있는 다국어 환경에서, 언어장벽을 극복하기 위한 다국어 자동통번역 서비스 지원

라) (지식화) 모바일 및 웹 서비스 경쟁력 강화를 위해 언제 어디서나 대용량, 실시간의 지식처리를 통해 이용자 상황에 맞는 지능형 정보 서비스 제공

마) 음성언어처리 기반 인터페이스 및 인공지능 기술은 주요 수요처인 휴대형 단말, 정보가전 및 게임 시장을 중심으로 연평균 13.8%의 고성장이 예상되며, 2015년에는 세계시장 규모가 857억 달러에 달할 전망

※ Google은 스마트폰을 위한“Google Voice Search”서비스를 시작하였으며 음성을 이용한 검색 기능을 제공함

바) 지식검색은 웹2.0, 웹검색, 모바일검색 시장을 중심으로 연평균 12.3%의 고성장이 예상되며 2015년 세계시장 규모가 약 458억 달러에 달할 전망

사) 국내에서는 음성인식 기술과 텔레매틱스 산업과의 융합을 통한 음성인식 내비게이션 시스템이 상용화되어 있으며, 현대/기아차에서는 차량용 AVN(Audio Video Navigation) 시스템에 음성인식 기능을 탑재, 출시

아) 국내 지식검색 관련 시장은 세계 시장의 1%로, 2013년 약 3,600억 원으로 전망되며, 차세대웹 콘텐츠 맞춤광고 시장이 큰 부분을 차지할 것으로 예상

표 2.19 국내 상황인지 시장규모

구분	2008	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억원)	5,049	11,789	13,554	15,319
년간 증가율 (%)		17.6	15.0	13.0

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

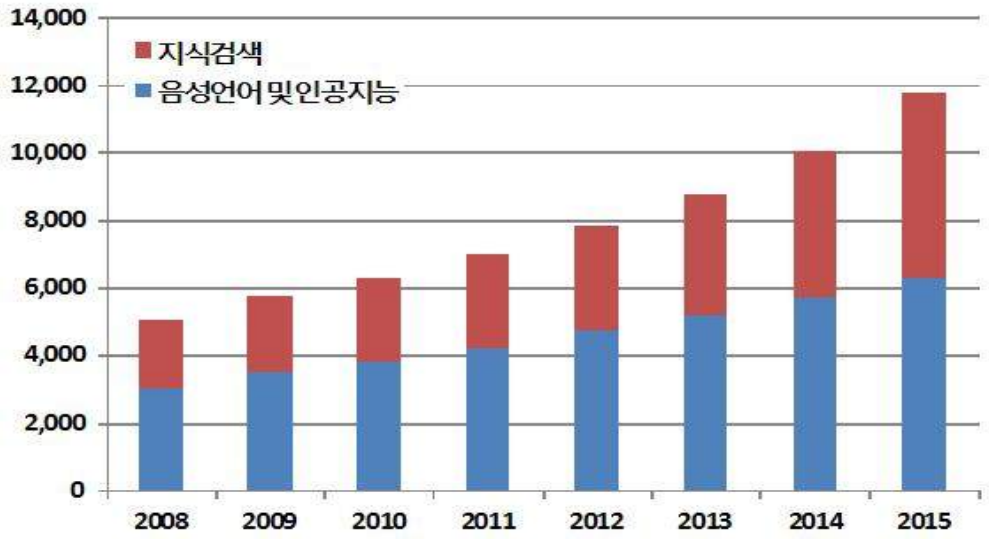


그림 2.21 국내 증강현실 시장규모 (단위 : 억원)

출처 : CR&C, TRG2006, IITA 이동통신 생산전망(07), IDC, Gartner Dataquest 2005, Mills-Davis의 Project10X 2006년 보고서, Worldwide Search and Discovery Software 2009

9) u-City 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) u-City 기반, 기술 및 서비스로 대별되며, 각 부문별로 UMC(u-City management Center), USN/RFID(Ubiquitous Sensor Network/ Radio Frequency Identification), LBS(Location Based Service)가 핵심기술

나) 국내에서는 삼성 SDS, NG CNS, SK C&C 등 통신 SI업체 들이 시장을 선도하는 위치에 있으나, 기술개발 및 응용서비스 부문은 지역의 중소벤처 회사가 주도할 것으로 기대됨

다) u-City 산업은 국내의 성공사례를 바탕으로 세계 시장에 진입하는 전략이 필요하며, 특히 RFID/USN 기술, 센서노드 기술, IP-USN 기술, WiBEEM 기술, Zigbee 기술 등 u-City 구현에 핵심적인 요소 기술들의 개발과 표준화에 집중해

야 될 것임

라) u-City 시장규모는 융합기술제품을 구성하기 때문에 개별적인 시장규모 추정은 불가능하고 건설 IT융합 시장규모를 통해 상대적으로 추정할 수밖에 없음

마) 국내 건설 IT융합 시장 중 u-City 산업이 차지하는 비중은 약 1%로 2008년 현재 4,000억 원이며 2013년에는 약 5,200억 원으로 점차 증대될 것으로 예상되며, 신규 u-IT기술을 통해 세계 건설시장에서의 IT융합부문은 2013년 2600조 원에 이를 전망이고 국내 건설업체의 세계시장 점유율은 약 2% 정도를 차지하는 것으로 나타났으며, 이러한 근거로 u-City 산업의 향후 시장 전망을 보면 알 수 있음

표 2.20 국내 u-City시장규모

구분	2008	2013 (시장전망)	2015 (시장전망)	2020 (시장전망)
공사비 또는 매출액(억원)	0.4	0.52	1.46	2.92
년간 증가율(%)		6	90	20

출처 : 지능형 건설 IT 융합 신기술 개발(KAIST, 2008), u-Eco City 사업단(2009) 자료 이용 재작성 (1$=1,000원으로 환산하여 적용)



그림 2.22 국내 건설IT/u-city 시장규모(조원)

출처 : 지능형 건설 IT 융합 신기술 개발(KAIST, 2008), u-Eco City 사업단(2009) 자료 이용 재작성 (1$=1,000원으로 환산하여 적용)

10) 빅데이터 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 빅데이터 관련하여 세계 시장규모를 각 기관별로 약간 차이는 있으나 괄목하게 성장한다는 데에는 이견이 없음

나) IDC(2011)는 빅데이터 관련 시장규모가 2011년 47억 달러에서 2015년 169억 달

러까지 성장할 것으로 전망

다) Gartner(2012)는 빅데이터 관련 IT시장 지출규모를 통해 빅데이터 시장규모를 2011년 270억 달러에서 2016년 540억 달러로 5년간 약 2배 증가 전망함

라) Wikibon(2013.2)은 2011년 72억 달러 시장이였던 빅데이터 시장이 2017년 478억 달러까지 성장할 것으로 전망

마) 국내는 IT 인프라, ICT 발전지수, 인터넷 보급률은 세계최고 수준으로 데이터 생성량이 급증하고 있으나, 데이터를 활용하여 가치를 창출하는 빅데이터 분야는 계획단계에 있기에 관련시장은 미미하다고 볼 수 있고, 성장 가능성은 높게 평가되고 있음

바) 한국과학기술정보연구원(KISTI)는 국내 시장규모가 2015년 2억6천3백만 달러, 2020년 9억 달러로 성장하여, 국내 IT시장에서 빅데이터 분야가 차지하는 비중은 2013년 0.6%, 2020년에는 2.6%까지 증가할 것으로 전망

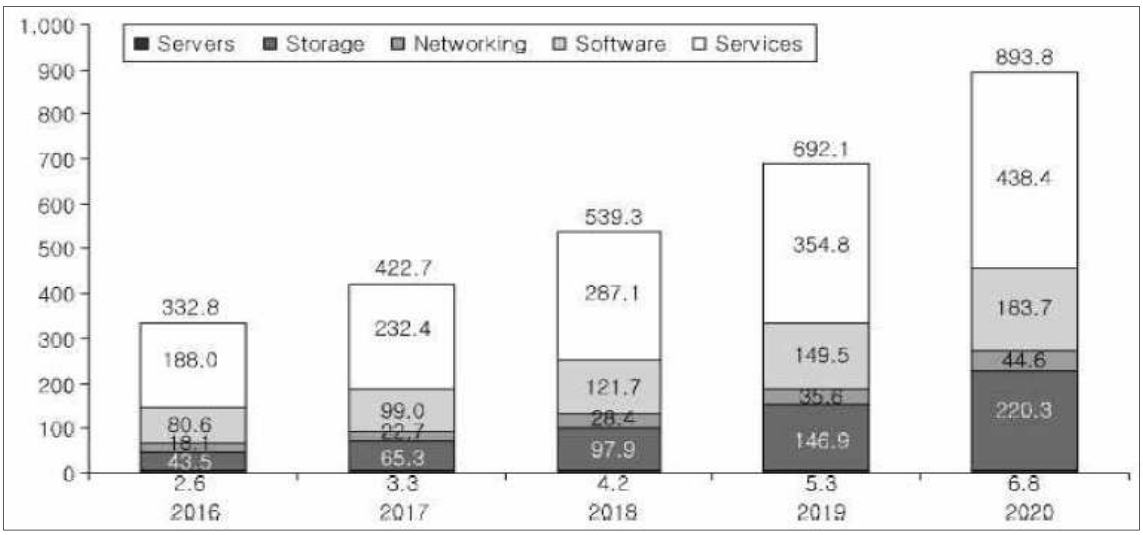


그림 2.23 빅데이터 분야 국내 예상 시장규모 (단위 : 백만달러)

출처 : KISTI(2013.4)

사) KISTI(2013)의 빅데이터 세부시장별 성장전망은 기간에 따라 차이가 있음

① 2015년까지의 단기전망에서는 서비스>스토리지>서버>네트워킹>소프트웨어 순으로 시장규모가 형성

② 2016~2020년까지의 중장기에는 서비스>스토리지>소프트웨어>네트워킹>서버 순으로 소프트웨어 비중은 증가할 것으로 전망하였음

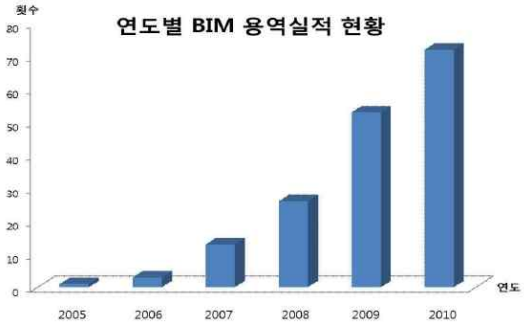
10) BIM 관련 국내 시장 규모 및 전망

가) 현재 건축 분야를 중심으로 BIM 관련 시장이 성장하고 있는 추세이며, 최근 들어 교량, 터널, 도로 등 토목 분야에 대한 BIM 기술 적용이 점차 늘어나고 있음

① 건설사, 설계사, 건설IT 회사 등의 BIM 용역수행은 2005년에 1건을 시작으로 국

내에 BIM이 본격적으로 도입된 시점인 2008년 26건, 2010년에는 72건으로 2005년도 대비 720%, 2008년도 대비 약 280% 상승하였음

② BIM 공공발주의 경우 2008년(3건, 약 3천억원), 2009년(4건, 6천6백억원), 2010년(5건, 9천3백억원)으로 해마다 상승하고 있으며, 2018년 BIM공공발주는 3,257건으로 총금액은 42조원으로 증가할 것으로 전망됨





< 연도별 BIM 용역 실적 현황 > < 한국과 미국의 BIM 프로젝트 증가추이 >

그림 2.24 BIM 용역 실적 및 프로젝트 추이

출처 : BIM 도입 현황 설문조사 결과, 빌딩스마트코리아 협회 건축가 협회가

나) 국내 건축설계사 및 건설사의 BIM 도입 현황 설문조사 결과 각 기업별 평균 투자비용이 2007년 2,900만원에서 2009년 2억 9,444만원으로 급속히 증가하고 있는 것으로 나타남[3)]

3) BIM 도입 현황을 파악하기 위해 빌딩스마트코리아 협회와 건축가 협회가 공동으로 설문 조사한 결과

2. 국외 시장현황

가. 국외 공간정보 관련산업 시장 동향

1) 위치기반서비스 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 전 세계의 위성항법 및 LBS 시장은 연평균 성장률이 22.7%에 달할 정도로 앞으로도 큰 폭으로 성장할 것으로 전망되며, 이는 스마트폰과 같은 복합 단말기의 성장과도 직결되고 있음

① 특이한 점은 이러한 성장 속에서 연관 분야와의 기술연계 속성이 매우 달라질 것으로 예측하는 결과가 있다는 점임

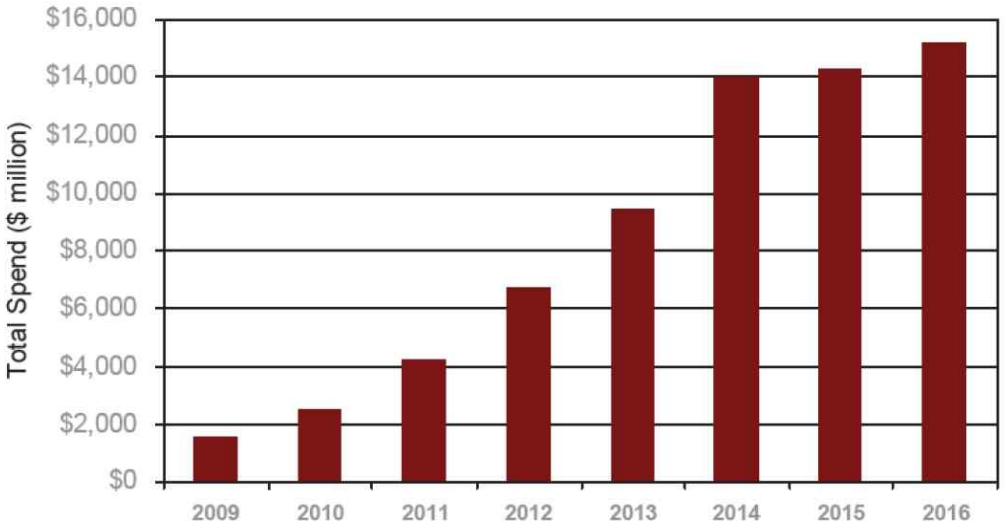


그림 2.25 Total Global Spend on GPS Navigation and LBS, 2009-2016

출처 : IE Market Research Corporation, 4Q 2011

나) LBS 기술이 차량항법시스템에 주로 이용되었으나 2012년에는 상대적으로 LBS 기반의 다양한 서비스가 엄청난 성장을 이루면서 향후 3년동안 LBS 기술 의 시장 확대를 주도할 분야로 여겨지고 있음. 이는 곧 실내 및 지하공간에 서의 위치결정 기술 및 위치기반서비스에 집중될 가능성이 매우 높다는 것을 반증함

다) Gartner사의 자료에 따르면 세계 위치기반서비스 시장은 서비스 분야별로 꾸준히 성장하여 2014년에는 약 80억 달러 규모로 2008년 대비 평균 60% 정도의 성장을 이룰 것으로 예상함

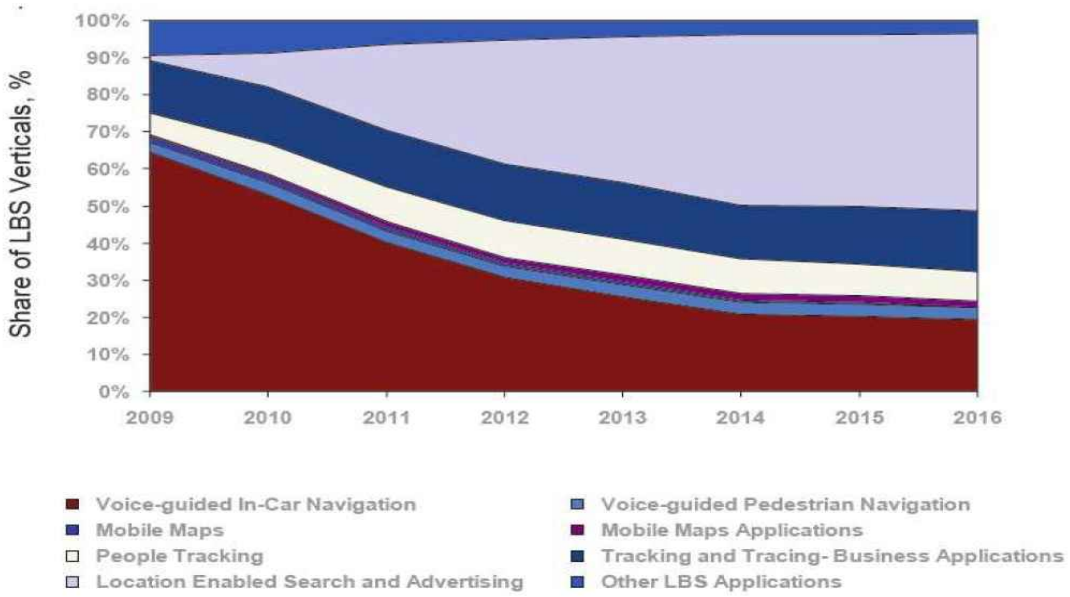


그림 2.26 < Share of Different LBS Verticals by Total Spend, 2009-2016 >

출처 : source: IE Market Research Corporation, 4Q 2011

표 2.21 해외 LBS 시장규모

구분	2009	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (백만달러)	2,335	11,059	13,855	16,651
년간 증가율 (%)		34	25	20

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

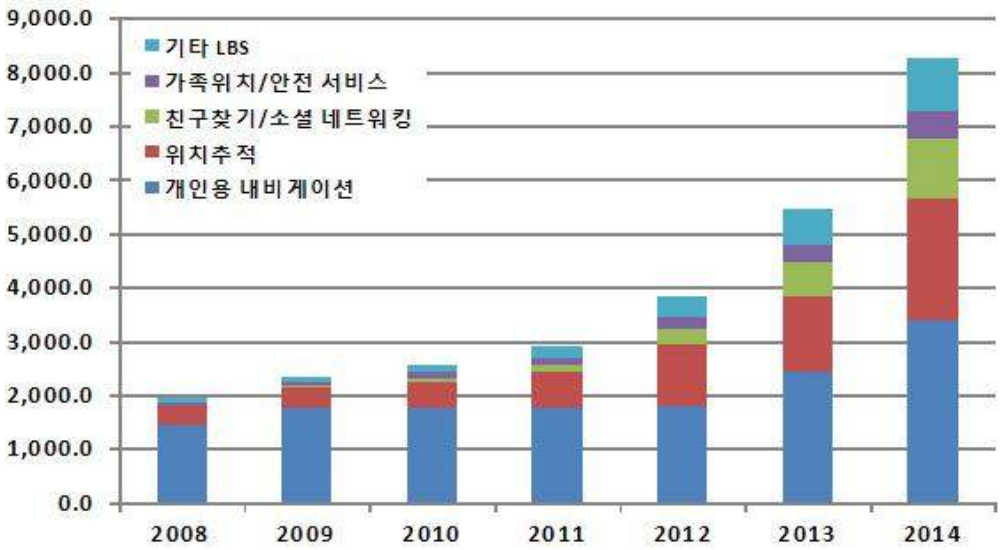


그림 2.27 해외 위치기반 서비스 시장규모 (단위 : 백만달러)

출처 : Consumer LBS, Worldwide, 2008~2014, 2010. 07.

표 2.22 해외 LBS 시장 전망 (2008~2014년, 백만달러)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
개인용 내비게이션	1,443.9	1,749.9	1,743.5	1,744.9	1,805.3	2,428.0	3,397.8
위치추적	354.0	397.0	477.2	683.5	1,119.3	1,424.0	2,233.4
친구찾기/ 소셜 네트워킹	8.7	29.2	93.6	112.1	304.0	632.5	1,131.9
가족위치/ 안전 서비스	67.5	72.8	119.4	161.5	221.7	318.1	506.0
기타 LBS	63.9	85.7	112.5	214.6	369.1	665.1	994.4
합계	1,938.0	2,334.6	2,546.2	2,916.6	3,819.4	5,467.7	8,263.5

출처 : Consumer LBS, Worldwide, 2008~2014, 2010. 07.

2) 증강현실 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 증강현실이 가능한 스마트폰의 확산, 증간현실 앱 및 서비스의 증가, 영상인식 기술의 발전 등에 힘입어 증강현실 시장 규모는 급속도로 성장할 전망임

① Juniper Research에 따르면 증강현실 앱 다운로드, 다운로드 후 사용당 과금, 광고 등의 매출 유형을 모두 합한 모바일 증강현실의 시장규모는 2010년 200만 달러 미만에서 2014년에는 7억 3,200만 달러로 급성장할 전망임

② ABI Research에 따르면 증강현실 앱 다운로드, 다운로드 후 사용당 과금, 광고 등의 매출 유형을 모두 합한 모바일 증강현실의 시장규모는 2010년 600만 달러 미만에서 2014년 3억 5,000만 달러로 급성장 할 것으로 전망함

표 2.23 해외 증강현실 시장 전망

구분	2012	2015 (시장전망)	2018 (시장전망)	2021 (시장전망)	비고
공사비 또는 매출액 (천달러)	26,400	66,240	124,800	170,880	ABI Research
년간 증가율 (%)		32.8	16.5	11.0	

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

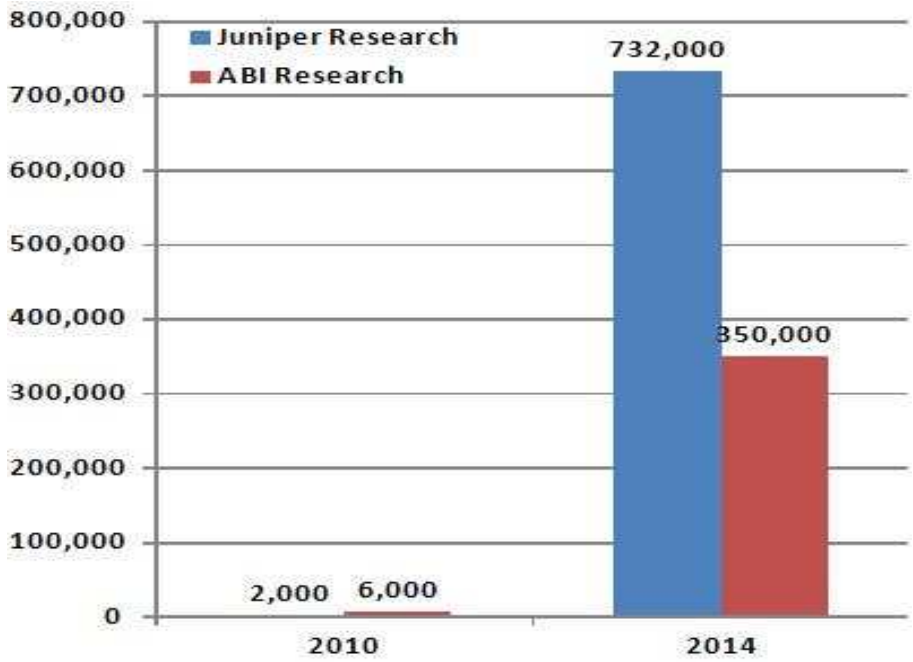


그림 2.28 해외 증강현실 시장 전망 (단위 : 천달러)

출처 : TTA 2011년도 표준화전략로드맵 보고서 모바일 서비스 분야, 2011

3) 상황인지 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 언어처리의 경우, 특허, 기술문서 등 특화된 분야에서 자동번역 시스템이 상용화, 신규 시장 창출 및 스마트폰 활성화에 따른 모바일 동시통역 서비스 출현

- 2010년 Google은 안드로이드 기반 '넥서스원'을 통해 음성인식과 언어번역을 결합한 동시통역 서비스를 선보임

나) 인공지능 분야에서는 모바일 분야, 상황인지 분야, 증강현실(AR) 분야, 시맨틱웹 분야 등에서 자동화에 대한 요구 사항이 증대되어 신규 시장이 창출되고 있는 추세임

- 2009년도에 출시된 Nokia 폰, 2010년에 출시된 Siri, Magitte 시스템에는 인공지능 기술을 기술을 접합하고 있고, 최근의 LOD(Linked Open Data) 시맨틱 분야에서도 인공지능 기술을 활용하는 추세임

표 2.24 해외 상황인지 시장 전망

구분	2008	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (백만달러)	55,089	131,512	134,159	144,881
년간 증가율 (%)		17.6	7.7	7.7

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

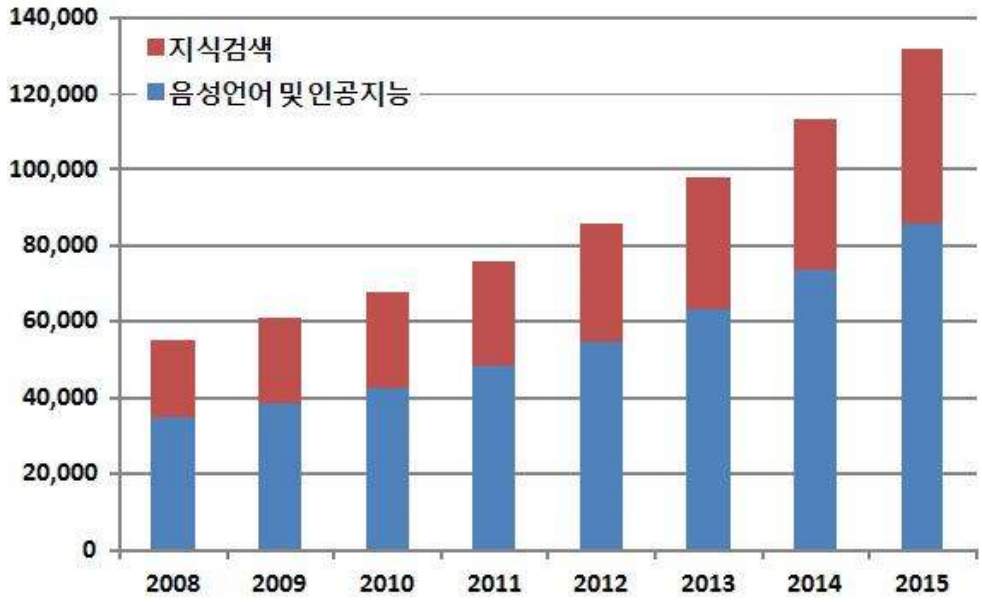


그림 2.29 해외 상황인지 시장 전망 (단위 : 백만달러)

출처 : CR&C, TRG2006, IITA 이동통신 생산전망(07), IDC, Gartner Dataquest 2005, Mills-Davis의 Project10X 2006년 보고서, Worldwide Search and Discovery Software 2009

4) u-City 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 현재 국내건설업체의 세계시장 시장점유율은 2.3%로 미비한 수준이고 그중 IT융합 세계시장점유율은 미국(41.8%), 영국(14.5%)에 비해 미미한 2% 내외 수준이지만 향후 그 격차는 점차 줄어들 것으로 예상됨

- 특히 장소에 기반한 u-City 산업의 특성상 국내의 성공사례를 발판으로 점차 수출시장에 관심을 두어야 할 것임

나) 신규 u-IT기술을 통해 세계 건설시장에서의 IT융합 부문은 2013년 2600조 원에 이를 전망이고 국내 건설업체의 세계시장 점유율은 약 2% 정도를 차지하는 것으로 나타남

표 2.25 해외 u-city 시장 전망

구분	2008	2013 (시장전망)	2015 (시장전망)	2020 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (조원)	20	100	250	300
년간 증가율 (%)		80	75	4

출처 : 지능형 건설 IT 융합 신기술 개발(KAIST, 2008), u-Eco City 사업단(2009) 자료 이용 재작성 (1$=1,000원으로 환산하여 적용)

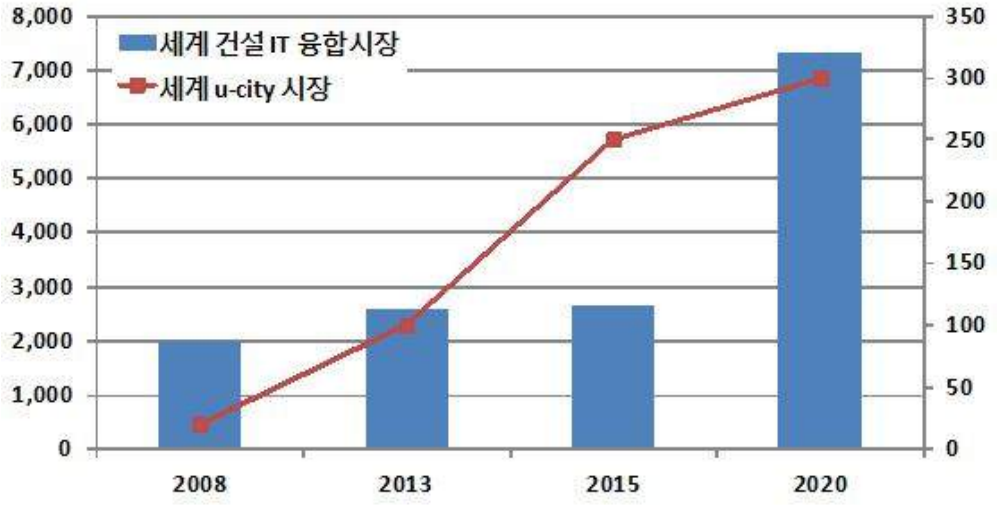


그림 2.30 해외 건설IT 융합시장 및 u-city 시장 전망(조원)

출처 : 지능형 건설 IT 융합 신기술 개발(KAIST, 2008), u-Eco City 사업단(2009) 자료 이용 재작성 (1$=1,000원으로 환산하여 적용)

5) 클라우드 컴퓨팅 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 시장조사기관 가트너(Gartner)의 '11년 6월 자료에 의하면 클라우드 서비스 시장 규모는 매년 18.9%의 성장률을 보이며 2015년에는 1,768억 달러 규모에 달할 것으로 전망

① SaaS 영역은 '15년 210억 달러 규모까지 성장하여 가장 큰 시장 규모를 형성할 것이며, PaaS 영역 역시 시장 규모는 작지만 매년 13.0%의 높은 성장률을 보일 것으로 전망

② 세계적인 경기 불황으로 IT 예산을 축소하는 기업 증가로, SaaS가 더욱 확산될 것으로 예상

③ IaaS 영역은 영역은 매년 47.8%의 성장률을 나타내며 '15년에는 약 196억 달러 규모의 시장을 형성할 전망

나) 클라우드 컴퓨팅 기반의 파생 비즈니스 영역인 BPaaS(Business Process as a Service) 시장도 꾸준히 성장할 전망

① BPaaS 영역은 '15년까지 1,335억 달러의 시장 규모를 형성할 것으로 전망되며, 특히 클라우드 컴퓨팅을 활용하는 광고 서비스 시장의 경우 '15년에는 771억 달러 규모까지 성장할 것으로 전망

② 클라우드 컴퓨팅을 활용한 다양한 수익 모델이 출현하면서 향후 IaaS, PaaS, SaaS 등 전통적인 클라우드 영역 대비 BPaaS의 시장 규모가 5 ~ 6배 이상 확대 전망

다) 권역별로는 북미 지역이 '15년까지 전 세계 클라우드 시장 규모의 52.1%를 차지

할 것으로 전망

① 서유럽 시장의 경우 약 27%의 점유율을 차지할 것으로 예측되며, 아시아에서는 일본이 전 세계 클라우드 시장의 11%를 차지할 것으로 전망

표 2.26 해외 클라우드 컴퓨팅 시장규모

구분	2014 (시장전망)	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (십억달러)	152	177	202	226
년간 증가율 (%)		16	14	12

출처 : 선형(Linear)추세 분석에 따른 자체 분석 결과

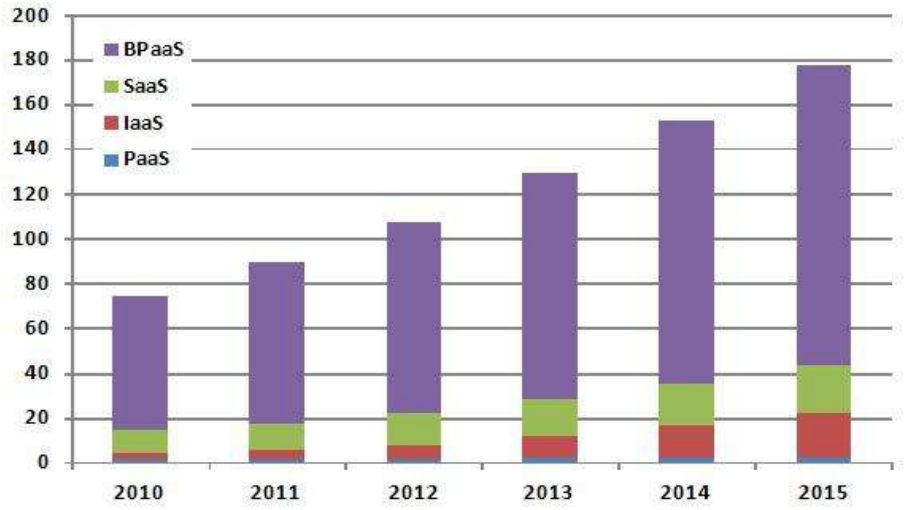


그림 2.31 해외 위치기반 서비스 시장규모 (단위 : 십억달러)

출처 : IDC : 2011. 06. 스트라베이스 재구성

6) RFID/USN 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 세계 시장은 2012년 약 77억불 수준에서 2017년에는 약 RFID/USN 194억불 정도가 될 것으로 전망되며, 연평균 20.1%의 성장추세를 이어갈 것으로 전망

표 2.27 해외 RFID/USN 시장규모

구분	2012	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억달러)	77.59	143	173	194
년간 증가율 (%)		47	21	12

출처 : IDTechEx(2011) :RFID Forecasts, Players and Opportunities 2011~2021, IDTechEx(2012) :Wireless Sensor Networks 2013~2022

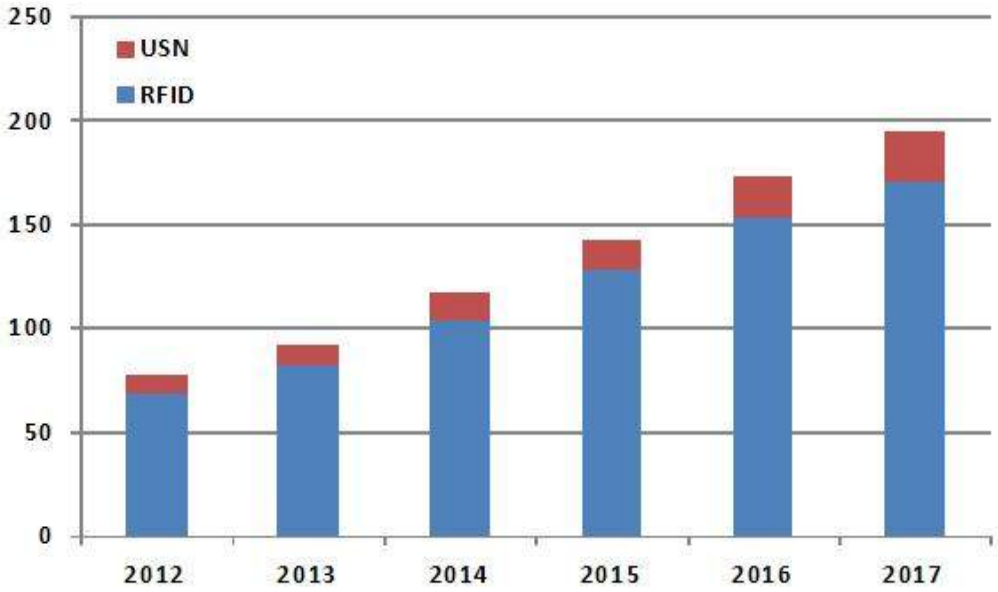


그림 2.32 해외 RFID/USN 시장규모 (단위 : 억달러)

출처 : IDTechEx(2011) :RFID Forecasts, Players and Opportunities 2011~2021, IDTechEx(2012) :Wireless Sensor Networks 2013~2022

7) 원격탐사 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 세계 원격탐사 기술 시장은 2011년에 8.3백만달러로 추정되고, 2012년에는 9.1백만달러에 이를 것으로 예측되며, 2017년에는 12.4백만달러에 이를 것으로 예측되어, 연평균 성장률(CAGR)이 6.4%로 나타남

나) 규모가 가장 높은 우주 기반의 원격탐사 관련 분야를 살펴보면, 2011년 3.3백만달러로 추정되고, 2012년에는 3.3백만달러에 이를 것으로 예측되며, 2017년에는 5.0백만달러에 이를 것으로 예측되어, 연평균 성장률(CAGR)이 6.8%로 나타남

다) 항공기 기반의 원격탐사 관련 분야를 살펴보면, 2011년 2.3백만달러로 추정되고, 2012년에는 2.6백만달러에 이를 것으로 예측되며, 2017년에는 3.1백만달러에 이를 것으로 예측됨

표 2.28 해외 원격탐사 시장규모

구분	2011	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (백만달러)	8.3	11.1	11.8	12.4
년간 증가율 (%)		7.25	7.25	7.25

출처 : BCC Research(2012)

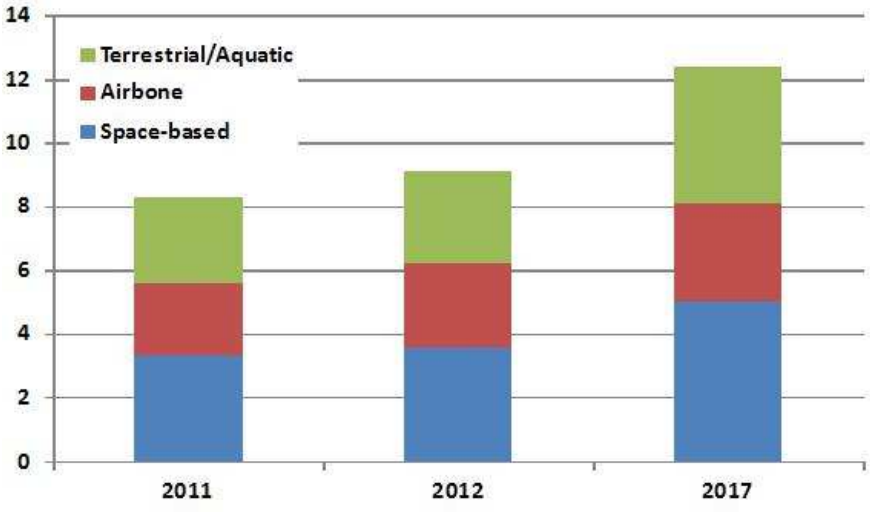


그림 2.33 해외 원격탐사 시장규모 (단위 : 백만달러)

출처 : BCC Research(2012)

8) 알람/모니터링 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 알람·모니터링장치의 2013년 세계시장규모는 668억 달러로 2017년 1,248억 달러까지 지속성장할 것으로 예상됨

표 2.29 해외 알람/모니터링 시장규모

구분	2013	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (백만달러)	66,843	94,629	108,823	124,831
년간 증가율 (%)		17.0	15.0	14.7

출처 : Data obtained through primary and secondary research with our partner firms and the following URLs datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategic marketingassociates. com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euromonitor. com, www.frost.com, marketsandmarkets.com

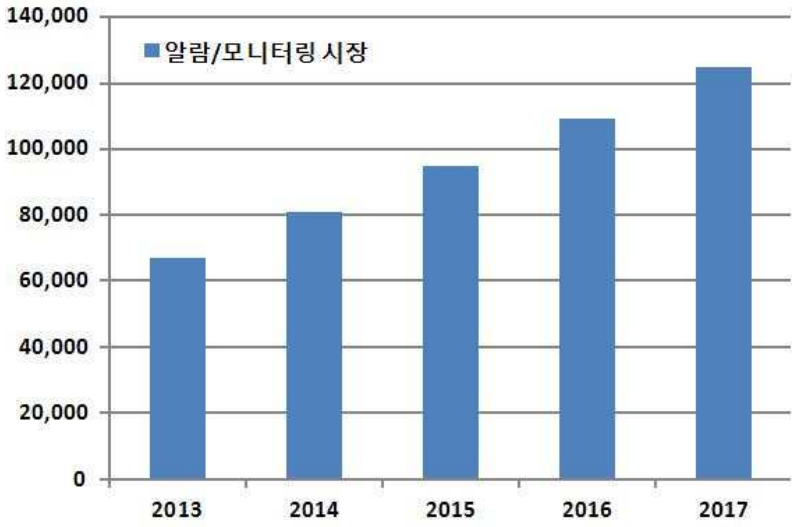


그림 2.34 해외 알람/모니터링 시장규모 (단위 : 백만달러)

출처 : Data obtained through primary and secondary research with our partner firms and the following URLs datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategic marketingassociates. com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euromonitor. com, www.frost.com, marketsandmarkets.com

9) 영상감시 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 영상감시시장의 2013년 세계시장규모는 129억 달러로 2017년 202억 달러까지 지속성장할 것으로 예상됨. 국내시장의 경우 매출액을 기준으로 2013년 약 2조1천억 원에서 2017년 약 2조7천억 원까지 연평균 7%의 성장률로 지속적으로 성장할 것으로 전망됨

표 2.30 해외 영상감시 시장규모

구분	2013	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (백만달러)	12,938	16,183	18,099	20,242
년간 증가율 (%)		11.8	11.8	11.8

출처 : Data obtained through primary and secondary research with our partner firms and the following URLs datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategic marketingassociates. com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euro monitor.com, www.frost.com, market sandmarkets.com, SecurityWorld INTL, MS 리서치, 한국인터넷진흥원(KISA) <지식정보보안사업 실태조사> 자료 활용

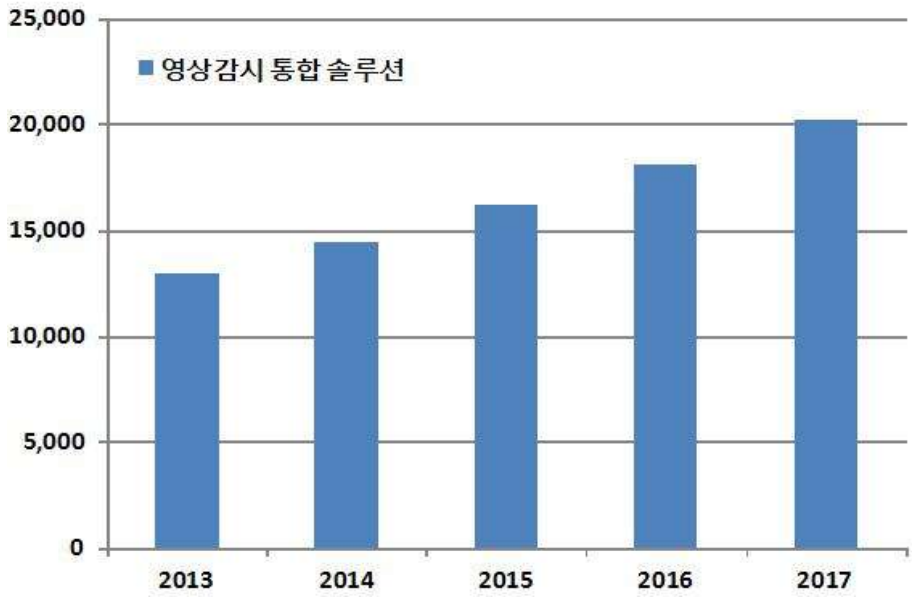


그림 2.35 해외 영상감시 통합 솔루션 시장규모 (단위 : 백만달러)

출처 : Data obtained through primary and secondary research with our partner firms and the following URLs datagroup.asia, lucintel.com, berginsight.com, strategic marketingassociates. com, futurehorizons.com, strategyr.com, zeefer.org, euro monitor.com, www.frost.com, market sandmarkets.com, SecurityWorld INTL, MS 리서치, 한국인터넷진흥원(KISA) <지식정보보안사업 실태조사> 자료 활용

10) MEMS·센서 관련 국외 시장 규모 및 전망

가) 세계 MEMS 센서 시장은 2012년 110억 달러 규모에서 2017년 210억 달러로 성장할 것으로 전망됨

① 미국에는 Darpa, 일본에는 마이크로머신센터, 유럽에는 Euro-Practice, Nexus 등의 정부 차원의 기구를 통하여 MEMS 산업의 중장기 비전 및 전략에 기초하여 산업 및 연구개발을 지휘, 감독 및 지원하고 있음

② 차세대 센서로 각광 받고 있는 MEMS 센서 및 반도체IC 센서의 선진업체 기술 점유율이 높아지고 있음

③ MEMS 센서는 보쉬, STMicroelectronics사 등 상위 30개 업체가 전체 생산의 87%를 점유하고 있음 (30개 기업 2,955억 달러 / 전체 3,393억 달러)

나) 아이서플라이에 따르면 2013년 스마트폰과 태블릿PC에 사용되는 MEMS 센서의 매출은 15억 달러에 달할 것으로 전망되며, 유럽, 일본, 미국 업체가 무려 85%의 시장 점유율을 기록함

① 프랑스와 이탈리아가 합작한 ST마이크로일렉트로닉스가 시장 점유율 48%를 차지하며 시장을 주도하고 있고 그 뒤를 이어 일본의 AKM이 18%, 독일의 보쉬가 10%, 미국 인벤센스가 9%를 차지하고 있음

② 또한 MEMS 센서가 올해부터 계속 두 자릿수 성장세를 유지하며 2016년에는

22억 1000만 달러까지 성장할 것으로 전망됨

표 2.31 해외 MEMS 시장규모

구분	2012	2015 (시장전망)	2016 (시장전망)	2017 (시장전망)
공사비 또는 매출액 (억달러)	110	160	185	210
년간 증가율 (%)		15.1	15.6	13.5

출처 : 'MEMS Trends'. Yole Development April 2012.

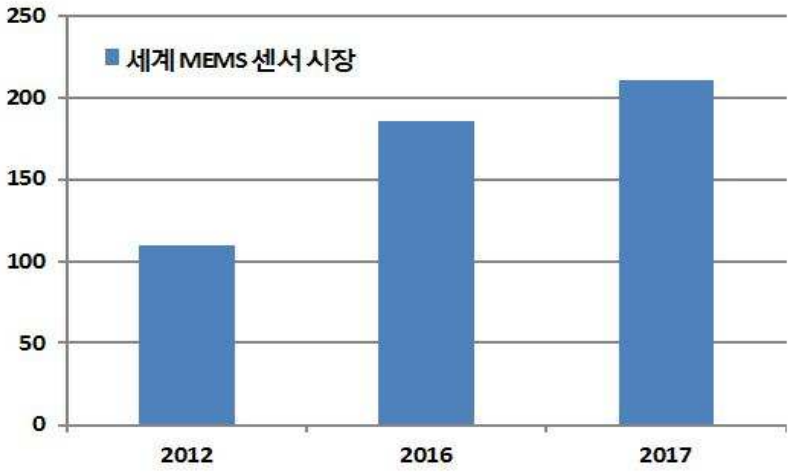


그림 2.36 해외 MEMS 센서 시장규모 (단위 : 억달러)

출처 : 'MEMS Trends'. Yole Development April 2012.

3절 기술동향분석

1. 기술분류 및 정의

가. 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리 기술분류

지하공간 체계적인 개발 및 안전관리 기술을 “3D 지하공간정보 연계 구축 기술, 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계”, “지하공간 활용 및 안전관리” 관점에서 3가지 분야로 분류함

1) 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 분야

가) 개념

① 기관별로 산재하여 있는 3D 지하공간 인프라의 효율적 활용을 위한 체계적인 연계 기술 및 표준 등을 개발함으로써, 국가 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용을 위한 기반 마련을 목표로 함

② 3차원 건설정보모델 기반의 지하공간 기반인프라 정보 구축 기술 개발을 통해 체계적이고 지속가능한 공간정보 인프라 구축을 달성하고 자동화된 DB화 기술 개발을 통해 지하공간 정보의 신속하고 정확한 정보 축적 및 분석 기반 제공을 목표로 함

나) 기술내용

① 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발

② 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발

2) 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

가) 개념

① 연계기관 2D 데이터를 3D 데이터로 변환하는 모듈 및 V-World와 연동 모듈을 이용한 3D 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼을 구축함으로써, 지상공간과 지하공간의 통합·활용 체계를 기반으로 한 정확하고 효율적인 지하공간 개발을 목표로 함

② 효율적인 지하공간의 개발·활용 및 안전관리를 위한 지상·지하의 연속 3차원 정밀 위치측위 및 서비스 기술 등 개발함으로써, 3D 지하공간정보 기반의 지하시설물 및 지하구조물의 효율적인 개발 및 관리와 지하공간의 안전관리를 위한 핵심기반 기술로 활용하는 것을 목표로 함

나) 기술내용

① 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발

② 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발

3) 지하공간 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

가) 개념

① 스마트하고 체계적인 지하공간의 개발 및 활용을 위해 다차원 분석모형 기반으로 지상·지하공간을 연계한 입체적인 지하공간계획체계를 개발함으로써, 정부(지자체)의 지하공간계획정책을 지원하는 것을 목표로 함

② 지하구조물 및 지반침하 재해 위험에 대한 국토정보 연계 안전관리 체계를 수립하고, 가용 국토정보의 분석 및 재처리 기술 개발을 통한 고급 기술정보 생산 및 제공으로 보다 효율적인 지하공간 관련 재해를 대응하는 것을 목표로 함

③ 지하공간 안전사고에 대하여 일원화된 국가차원의 신속한 대응체계 구축을 위하여, 모든 국가(공공기관)에서 관리 중인 지하시설물 및 지하매설물의 계측센서, CCTV 등 실시간 모니터링 정보와 지하시설물(매설물) 관리정보(이력정보, 상태정보 등)의 시공간 통합정보 구축 및 빅데이터 분석을 통한 지하공간 안전관리 기술을 개발함으로써, 범 국가차원의 지하공간 안전관리 네트워크 구축을 목표로 함

나) 기술내용

① 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

② 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발

③ 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

2. 국내외 기술동향

가. 국내 기술동향

1) “3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발” 분야

가) “3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발” 분야

① 국내 지하지층정보는 주로 정부 차원에서 관리기관의 활용목적에 따라 국가 정보화 사업으로 시추, 지질, 지하수, 광산정보 등이 개별적으로 구축되어 있으니 이들 정보를 연계하는 기술 구현은 미흡한 수준임

㉮ 국내 대부분의 지하지층정보(시추, 지질, 지하수, 광산정보)는 활용 목적에 따라 Web GIS 기반의 서비스를 제공하고 있으나, 개별 정보의 연계 기술 개발은 일부 연구개발과제로 진행된 시범적인 연계 기술 개발 이외에는 거의 전무함

㉯ 국토교통부에서는 ’10년 국토지하정보 건설분야 활용기술 개발을 통하여 지질정보와 지반정보를 연계하고 이를 시각화하여 건설분야에 활용할 수 있는

연구과제를 진행하였음

㉰ 또한 '12년에는 지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구를 통하여 시추정보와 지하시설물정보를 연계 시각화 기술을 시범적으로 개발하여 정보 연계 활용성을 검토하였음

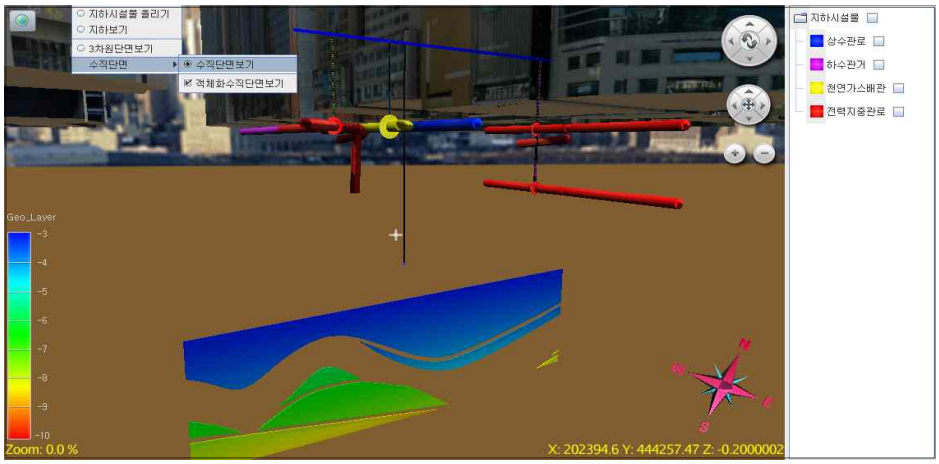


그림 2.37 시추정보와 지하시설물정보 연계 시각화 기술 구현

출처 : 지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구, 2012

㉱ 소방방재청에서는 ' 12년부터 지진 및 급경사지 방재에 필요한 지하공간정보를 VPN망 기반의 실시간 연계체계를 추진하고 있으며, 이종 정보간의 연계 DB 표준화 기술 개발, 연계 기술 개발 등을 통하여 '14년 10월 경에 국가 방재용 지하공간정보 통합관리체계의 구축을 수립할 예정임

표 2.32 기관별 지하지층정보 DB항목 및 구축방법

구분	DB항목	DB 구축 방법
시추정보	– 사업정보 및 시추공 일반정보 – 현장시험정보 및 실내시험정보 – 3차원 위치정보 및 메타데이터 정보	– 시추조사가 이루어지는 건설현장에서 시추조사성과 직접 입력
관정정보 (수자원공사)	– 지하수개발이용 시설 – 불용공(방치공) – 지하수 수위 (국가지하수관측망 관측자료) – 지하수 수질 (국가지하수관측망 관측자료) – 수문지질도	– 지자체 연계정보 – 지하수 활용 종료 시추공 – 매 시간 측정 – 매시간 측정 – 권역별 수문지질도 작성
관정정보 (농어촌공사)	– 농어촌지하수관리조사 – 수맥지구, 수맥조사 시추 – 지하수개발, 농업용 공공관정 – 가뭄우심지구 – 농어촌지하수 관측공	– 관측망의 경우 실시간 – 관측정보 DB 구축하고 현장조사의 결과자료를 DB화

광산정보	– 시추탐사도 – 광산지질도 – 갱내도 – 매장량산출도 – 물리지화학탐사도	– 매년 약50km 이상의 직접조사를 통하여 입력시스템을 기반으로 자체 DB 구축
지질정보	– 지질도 – 기타 주제도(지구화학도, 지화확도, 중자력도 등)	– 현장조사를 통한 지질도 도면자료 작성 후 수치지질도 제작

출처 : 지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구, 2012

② 지하지층정보 중 시추, 관정, 광산정보는 시추를 통한 3차원 점 정보가 DB로 생성되기 때문에 이들 정보가 3차원 서비스가 제공되지 않고 있으며, Web GIS 기반 시스템으로 서비스를 제공하고 있음

㉮ (시추정보) 한국건설기술연구원에서는 2000년부터 건설공사에서 발생하는 지반조사성과를 전산화 하여 DB화하고 있으며 이를 유통프로세스를 기반으로 한 국토지반정보시스템을 통하여 정보를 구축 및 관리하고 있음

- 시추정보 DB구축은 C/S기반의 입력시스템을 통하여 건설현장에서 직접 전산화하도록 유도하고 있음
- 건설현장에서 입력시스템을 통하여 전산화 된 정보는 검수·등록시스템을 통하여 DB화되고 구축된 정보는 Web GIS기반의 국토지반정보 포털시스템을 통하여 서비스(공간검색, 공간분석 기능)가 제공되고 있음
- 시추정보를 기반으로 한 3차원 시추정보 모델 구축, 가시화 및 시뮬레이션 기능을 개발하여 국토지반정보 포털시스템을 통하여 정보를 제공함



그림 2.38 시추정보 DB구축 프로세스 및 유통프로세스

출처 : 건설 시추정보 전산화 사업 (2014)

㉯ (관정정보) 한국수자원공사와 한국농어촌공사에서는 국가 지하수의 효율적인 관리를 위하여 Web GIS 기반 시스템 서비스를 제공함

- 한국수자원공사는 국가지하수 관측망, 국가 보조지하수 관측망 등의 실시간 지하수 계측정보와 지하수 기초조사 정보를 기반으로 한 지하수 지도를 Web GIS 기반 시스템으로 서비스를 제공함
- 한국농어촌공사에서는 농어촌 지하수관리를 위하여 지하수개발정보를 DB로 구축하고, 지하수개발 정보를 기반으로 수맥지구, 가뭄우심지구에 관련된 Layer 정보를 구축하여 Web GIS 기반 시스템으로 서비스 제공

㉰ (광산정보) 한국광물자원공사에서는 국내 자원산업 분야의 인프라 확보를 위하여 30년 이상 축적된 광물자원 지질 개발자료를 DB화하고 이를 Web GIS 기반 시스템으로 서비스를 제공함

- 광물자원 탐사 자료를 기반으로 광물자원 주제도를 구축하고 있으며, 개발 정보를 DB화하여 시추정보에 대한 주상도를 이미지로 제공함
- 광산 개발정보의 3D 서비스 기술 기능 개발을 통하여 일부지역에 대해여 3차원 정보를 제공함

㉱ (지질정보) 한국지질자원연구원에서는 지질탐사를 통하여 지질도 및 다양한 형태의 주제도를 제작하여 Web GIS 기반 시스템으로 서비스를 제공함

- 3차원 정보를 가지지 않는 Layer정보로 구축되어 서비스를 제공함

표 2.33 3차원 시추정보 구축현황

구분	주요 내용	구축지역
2012	3차원 시추정보 모델링 3차원 시추정보 검색 및 분석기능 3차원 시추정보 가시화 및 시뮬레이션	여의도, 서초구, 춘천 및 여수 일부지역
2013		서울시 및 6대광역시 일부지역

출처 : 건설 시추정보 전산화 사업 최종보고서 ('13.'14)

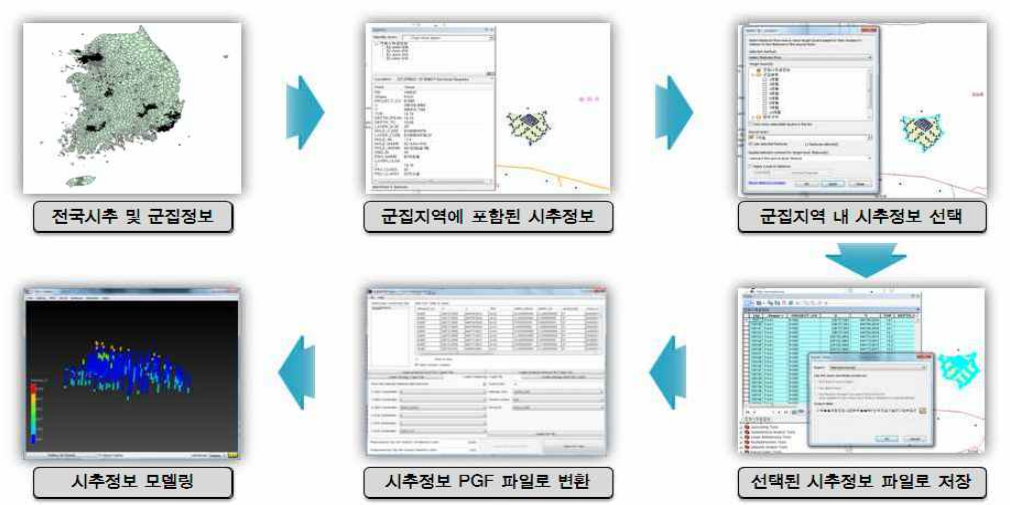


그림 2.39 3차원 시추정보 모델링 절차

출처 : 13년 건설 시추정보 전산화 사업 최종보고서, 한국건설기술연구원, 2013

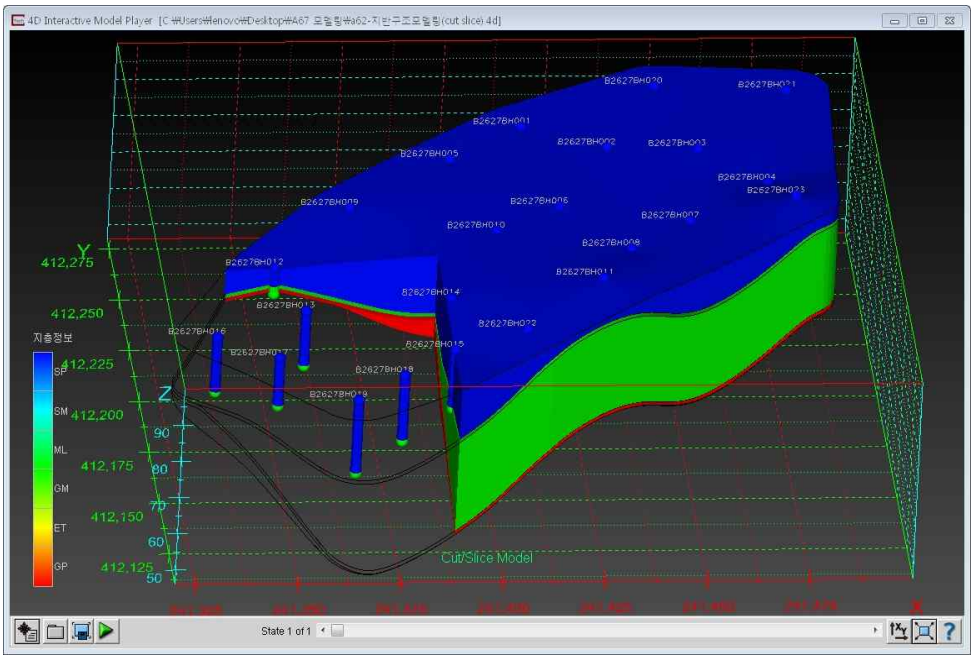


그림 2.40 3차원 시추정보 활용서비스 제공 화면

출처 : 13년 건설 시추정보 전산화 사업 최종보고서, 한국건설기술연구원, 2013

나) “3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발” 분야

① 건설 분야의 정보 모델을 구축하는 BIM(Building Information Modeling)은 다양한 건설 분야에 활용 중이며, 기술혁신 영역으로 선정됨

㉮ 건설 시공사에서는 BIM 공사관리시스템을 구축하여 현장 관리체계 및 3D 정보모델 구축, 공종간섭 및 시공성 검증 효과 확인, 지하철 현장의 BIM 도입을 통한 시공성 검토, 2D도면의 철근물량 검토 등을 수행함

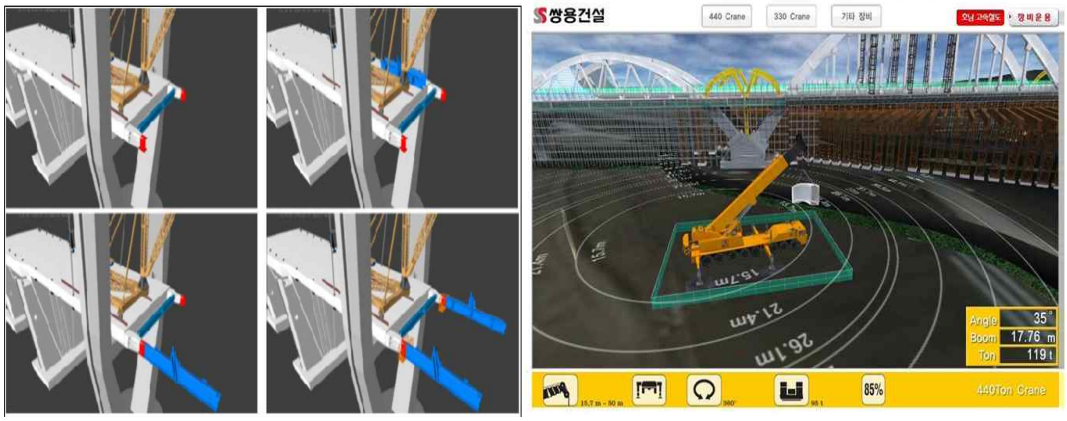


그림 2.41 토목분야 BIM 도입사례

출처 : 토목분야 BIM 도입사례 (한국건설기술연구원, 2012)

㈏ 대형건설업체를 중심으로 청풍대교, 제2돌산대교, 낙동강 감정보(대림산업), 항만시설공사 실시설계(현대건설), 호남고속철도(쌍용건설), 서울지하철9호선(삼성물산) 등 Infra 부분에 BIM 시험적으로 도입 중



그림 2.42 서울지하철 9호선(삼성물산)(좌),청풍대교(대림산업)(중),호남고속철도(쌍용건설)(우)

출처 : 서울지하철 9호선(좌),청풍대교(중),호남고속철도(우) (한국건설기술연구원, 2012)

㈐ 대표적인 지하구조물 중 하나인 지하철 현장에서도 BIM 기술이 적극적으로 활용하여 개착공법 적용시 지장물 이설문제, 극심한 교통체증, 환경 민원문제, 인접구조물 안정성저하 등 많은 시공상의 어려움 극복함

- 전 구간(정거장, 터널, 환기구 등)에 대하여 과 같이 3D 정보모델을 구축함
- 설계도면의 오류사항을 사전에 체크 및 같이 지형과 지반을 모델링하고 각 지층별 정보를 입력함으로써 실제 시공시 지반현황 등을 파악하여 토공량 등을 미리 예측할 수 있도록 계획함



그림 2.43 지하 구조물 시공에서의 BIM 기술의 활용

출처 : 이영수 외 (2012)

㉮ 구축된 BIM 데이터를 중심으로 RFID, 영상 이미징 기술, 모바일 컴퓨팅 기술 등 첨단 ICT 기술과의 융합을 통해 다양한 방면으로 정보가 활용되고 있음

- Chin et al. (2008)은 RFID 기술과 BIM과의 융합을 통해 RFID 센서로 인식된 부재의 시공 상황 정보를 토대로 4D CAD모델을 업데이트 하고 건설관리자로 하여금 자동적으로 구조물의 시공 상태를 파악함
- Kim et al. (2013a)은 CCTV Camera로 인식한 영상들을 영상처리기술로 분석하여 사장교의 시공 상황을 파악하고 이 정보를 BIM과의 융합을 통해 자동적으로 데이터 갱신이 가능하도록 기술을 개발하였음
- Kim et al. (2013b)은 모바일 컴퓨팅 기술 및 증강현실 기술을 활용하여 건설 시공현장의 정보를 모바일 기기를 기반으로 관리할 수 있는 기술을 개발하여 구현하였음

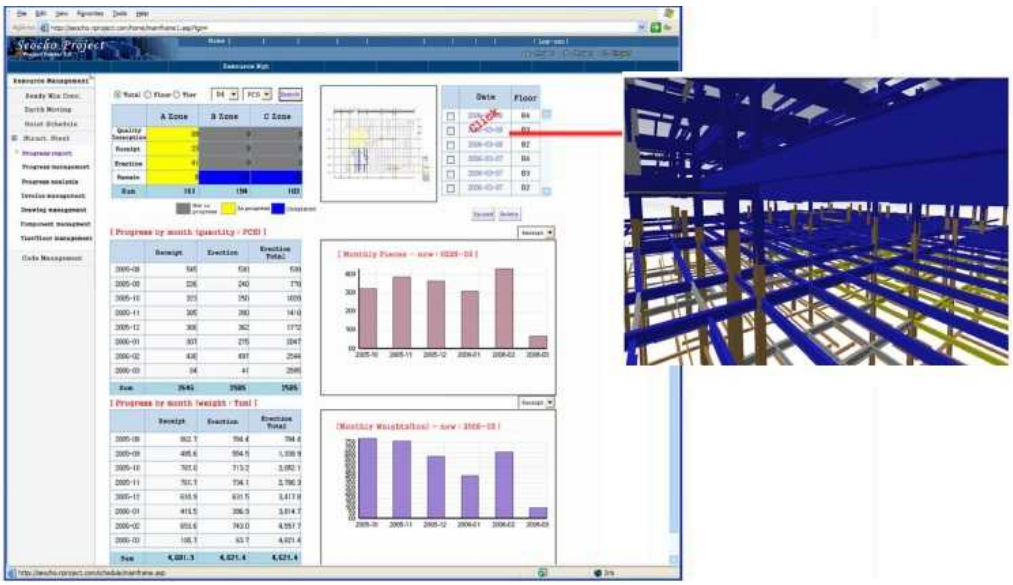


그림 2.44 BIM 기술과 RFID 기술의 융합

출처 : Chin et al. (2008)

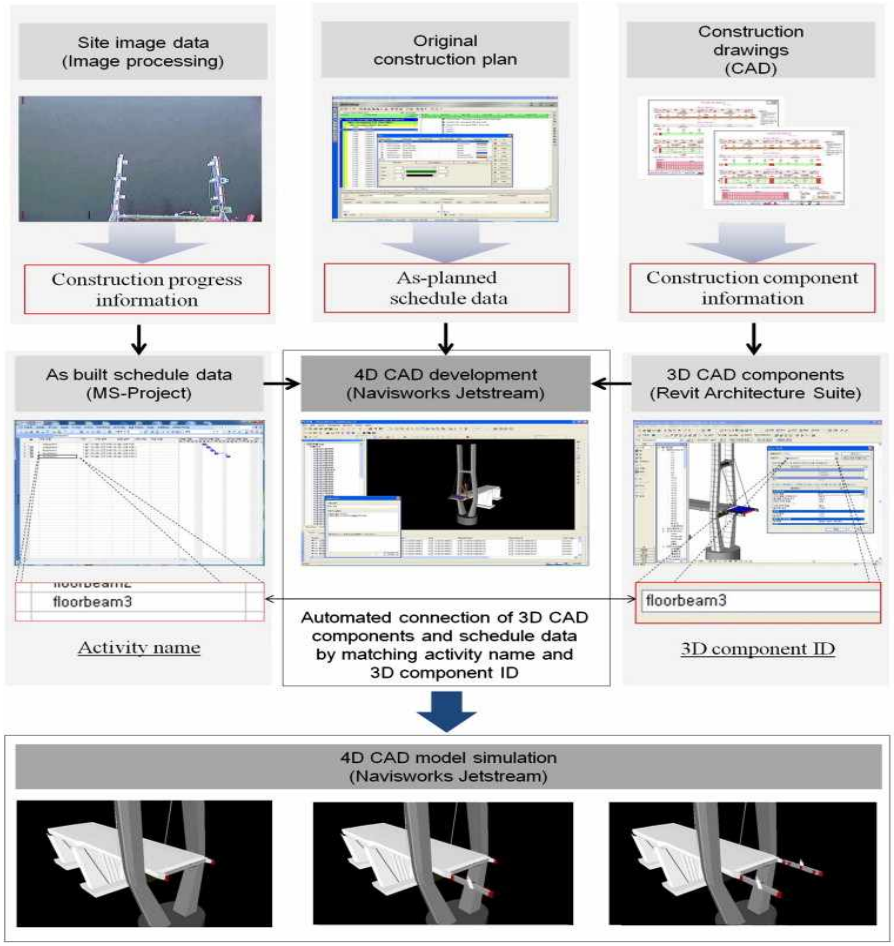


그림 2.45 영상센서를 이용한 BIM 데이터 자동 갱신

출처 : Kim et al. 2013 (2013)

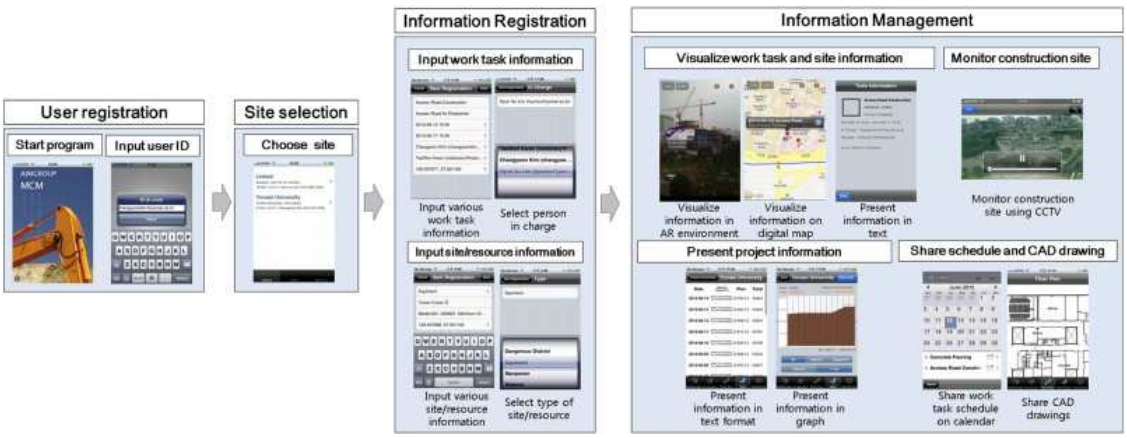


그림 2.46 모바일 컴퓨팅 기술과 가상 데이터와의 융합

출처 : Kim et al. (2013b)

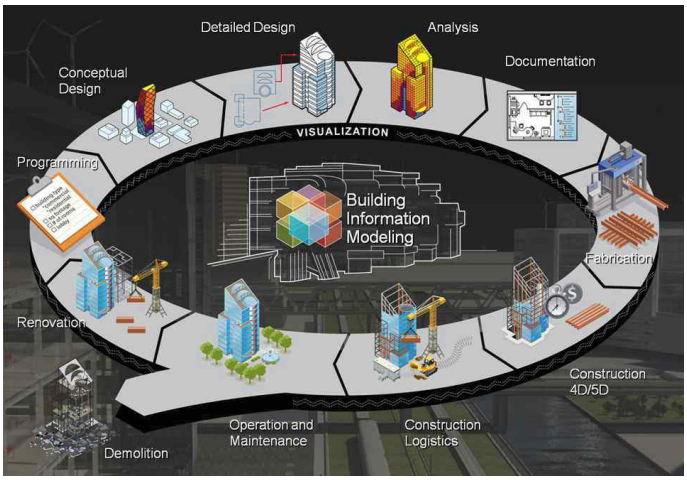


그림 2.47 BIM 기술의 활용 가능성 (Autodesk 社)

출처 : BIM 기술의 활용 가능성 (Autodesk, 2014)

㈐ 2011년 한국건설산업연구원에서 수행한 설문조사에 따르면 BIM 등 첨단정보화 기술이 건설업계 및 연구계에서 선정한 기술혁신 기대 영역 중 가장 높은 비중(32%)을 차지함

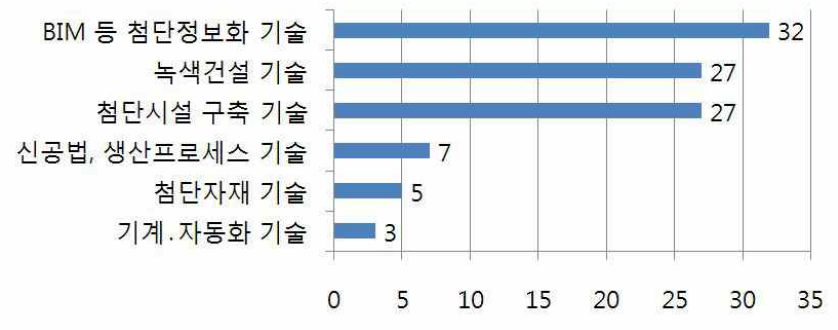


그림 2.48 건설업계 및 연구계의 향후 기술혁신 기대영역

출처 : 건설업계 및 연구계의 향후 기술혁식 기대영역 설문조사 (한국건설산업연구원,2011)

② BIM은 건설 설계정보, 공정관리, 인력 및 비용 관리 등에 다양하게 활용되고 있음

㉮ BIM설계 시 필수적인 다수의 3차원 기반 디지털 설계정보(이하 라이브러리)들을 효과적으로 조회, 관리할 수 있는 프로그램을 개발함

- 희림 BIM라이브러리 브라우저, 빌딩스마트협회 라이브러리

㉯ 공사 구간별로 필요한 자재와 인력투입현황, 공정률, 투입비용 등이 나타나는 동시에 예상 공정관리 할 수 있는 5D BIM을 개발함

- 쌍용건설 공정공사비 관리 및 ERP시스템 연계를 통한 건설사 자금관리

㉰ 토목/건축 흙막이 가시설 설계에 최적화된 BIM 기반의 설계자동화 프로그램 개발, 선형, 현황, 지반 정보 등의 기초 설계데이터를 토대로 자동화된 3D

입력 방식에 의한 직접적인 BIM을 구성함

- 흙막이 가시설 설계를 하도록 구현하였으며 산출되는 도면파일은 autodesk, allplan, microstation, tekla, IFC 등과의 호환 가능(한길아이티)

③ BIM 관련 국가연구개발사업과의 중복성 검토는 다음과 같음

중복가능과제명	담당부처	시작년도	종료년도	차별화 또는 연계방안
가상건설시스템 개발	국토해양부	2006	2011	국토해양부에서 주관한 가상건설시스템 개발에 관한 연구는 건축/토목분야의 프로젝트 기획, 설계, 시공단계의 데이터 생성, 공유, 관리 체계를 구축하고자 하였음
글로벌 건설IT 산업 생태계 조성을 위한 개방형 BIM 통합 솔루션 개발	지식경제부	2011	2013	지식경제부에서 주관한 글로벌 건설IT 산업생태계 조성을 위한 개방형 BIM 통합 솔루션 개발에 관한 연구는 BIM 서버를 중심으로 Architecture /MEP 모델러, 체커를 개발하기 때문에 본 연구와는 중복성이 없음
BIM을 활용한 통합 프로젝트발주(IPD)의 타당성 검토 및 활용 방안	교육과학기술부	2009	2011	교육과학기술부 중심으로 수행한 BIM을 활용한 통합프로젝트발주(IPD) 연구는 BIM 활용 및 제도와 관련된 내용으로 본연구에서 수행할 지하공간 정보관련 BIM 연구와는 차별성이 있음
3D BIM 기반의 공사계획관리	중소기업청	2011	2012	중소기업청에서 진행 중인 “3D BIM 기반의 공사계획관리” 사업에 3D BIM 데이터 관련 연구가 포함되어 있으나 지하공관과 관련된 내용은 포함되어 있지 않음

2) “위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발” 분야

가) “3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발” 분야

① 3D GIS 기술은 클라이언트/서버 방식에서 웹(Web) 3D GIS로, 2차원에서 3차원 방식으로 변화해 가고 있으며 공간정보 획득 및 분석방법도 보다 다양화되어 가고 있음

㉮ 각종 지하공간정보 및 데이터를 기반으로 구축한 시스템 현황을 분석 후 3차원 공간정보로 구축 가능한 데이터의 포맷을 변환 및 통합한 정보를 기반으로 다양한 분야에서의 활용을 위한 연구가 진행 중임

② 국토교통부에서는 2011년부터 공간정보 오픈플랫폼 사업을 시작하면서 국토교통부, 지자체 및 타 부처의 데이터를 혼합하여 제공함으로써 지자체, 기업에서 주도하던 3차원 공간정보 제공 기술을 주도하고 있음



그림 2.49 공간정보 오픈플랫폼 서비스(V-World)

출처 : 브이월드 (http://map.vworld.kr)

㉮ 현재 서비스 되고 있는 공간정보 오픈플랫폼은 모델의 이미지 LOD만 적용되어 있으며 모델 텍스처 이미지 압축 및 대규모 데이터의 객체 분할 기술을 필요로 함

㉯ 고정밀 3D 데이터의 경우, 현재 V-World에서 직접 서비스 되지 못하고 3D DB 작업자의 분할 수작업이 필요한 상황으로 비용, 시간적 측면에서 비효율성이 있음

㉰ 3D 모델 및 실내 데이터의 취득 기술이 발달하여 고정밀화 및 대용량화 되고 있는 3D 데이터를 수용할 수 있는 기반 기술의 개발이 필요한 상황임

㉱ 모바일 하드웨어의 고속 성장과 네트워크 인프라의 발달로 모바일 장비에서 3D 공간 객체의 표현이 증가하고 있는 추세로 모바일 환경에서 고품질의 3D 공간객체 서비스가 활성화 될 것으로 예측됨

③ 2013년 국토교통부는「3D 지하시설물 관리 시범 시스템」을 지하시설물 통합체계 구축·운영관리 사업에서 구축하여 강남역 인근 지역을 대상으로 7대 지하시설물을 입체적으로 관리하기 위한 시범 사업을 진행 중

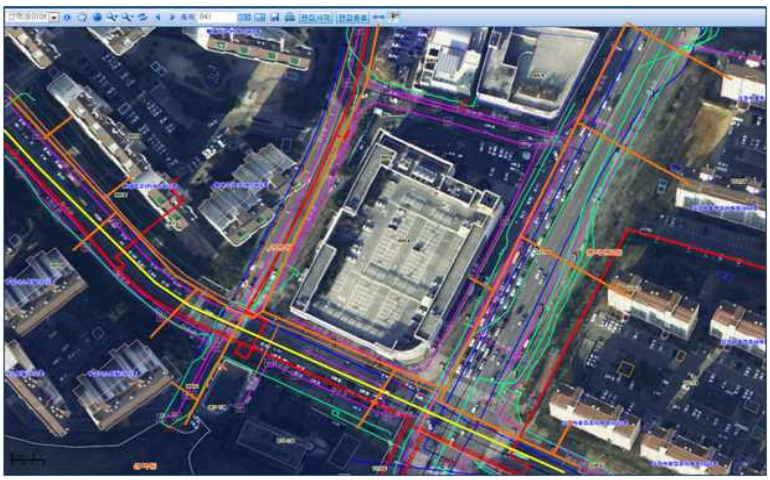


그림 2.50 지하시설물 통합관리 시스템

출처 : 지하시설물 통합관리 시스템 (인트라넷)

④「3D 지반기초정보 활용시스템」은 2011년 건설 시추정보 전산화 사업을 통해 시범 기술구현 후 2012년도 사업부터 본격적인 시추정보 3D 정보 구축 및 3D 활용 시스템의 개발보급을 추진 중에 있음

㉮ 권역별 시추정보 3차원 모델링 구축 및 3차원 공간검색 및 분석, 가시화, 매핑, 자료변환 기술 구현 및 시스템을 제공함

㉯ 기존의 2차원 평면 기반의 지질정보를 3차원 지질정보로 구축하기 위한 시범사업을 제주도 지역을 대상으로 추진 중

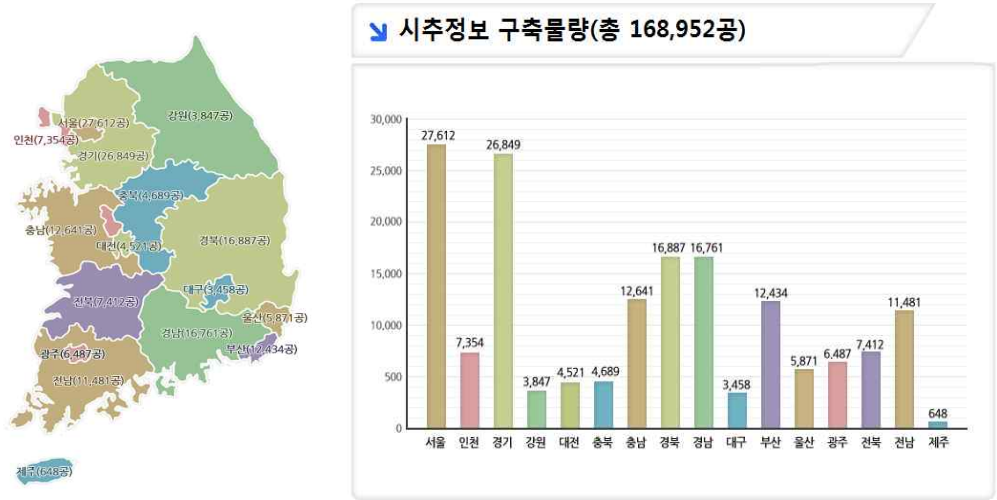


그림 2.51 시추정보 지역별(좌) 및 연도별(우) DB 구축 현황

출처 : 13년 건설 시추정보 전산화 사업 최종보고서

⑤ 2011년 도심재생사업단의 3핵심 3세부 도심복합용도 공간구조 및 공법개발 과제의 일부 단위과제로 「지반·지하공간 자료 디지털 정보화 시스템 개발」연구를 통하여 지반정보 및 지하관거, 터널등의 자료를 3D 영상화 모듈과 연계하여 활용할 수 있는 시스템을 개발함

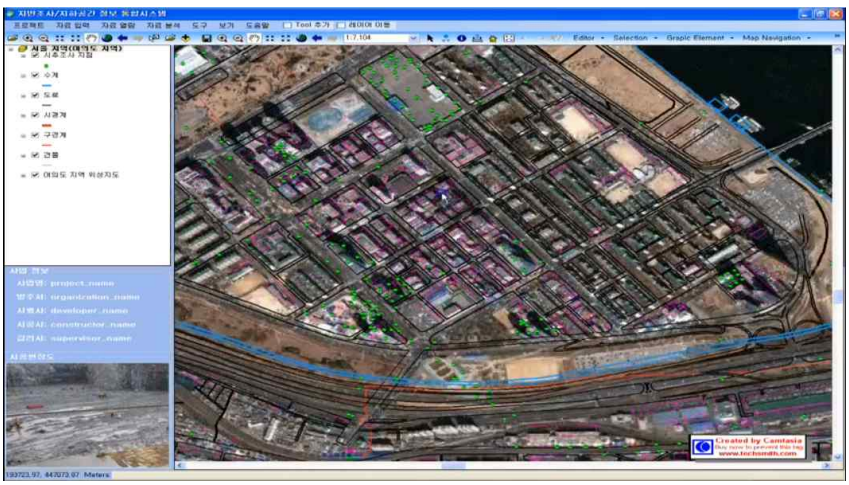


그림 2.52 지반·지하공간 자료 디지털 정보화 시스템

출처 : 지반·지하공간 자료 디지털 정보화 시스템 (C/S)

⑥ 2012년 수원시 광교 U-City 시스템 구축 시 시추정보를 U-시설물관리시스템에서 활용하였음. 시추정보는 매년 약 15,000공 이상 지속적으로 구축되고 있으며 2013년 말 기준으로 약 16.8만여공의 시추정보가 구축되었음



그림 2.53 수원시 광교 U-City 시추정보 활용

출처 : 2012년 건설 시추정보 전산화 사업 홍보 브로셔

⑦ 국토 공간정보 인프라 구축, 공간정보 신기술 확보, 공간정보 시장 확대를 통한 세계 5위권의 국토 공간정보산업 활성화를 위한 국가지리정보체계 사업을 추진함

㉮ 어디서나 누구라도 활용 가능한 국가 공간정보, 개방·연계·융합·활용이 가능한 공간정보사회 실현

㉯ 공간정보 정책 이해 관계자 간에 실질적인 협력을 이끌어 내고, 사용자의 공간정보 접근성 및 활용을 강화한 공간정보 운영체계 구축을 위한 '국가공간정보통합체계구축사업'(국토교통부, 안전행정부) 추진

㉰ IT 기술과 표준을 통하여 공간정보의 상호 운용성을 제고하고, 다양한 공간정보의 융합·활용을 가속화하여 수요자 중심의 공간정보 신 시장 창출

㉱ 급변하는 공간정보 기술 환경 변화를 수용하여 빅데이터 분석, 클라우드 소싱, 공간정보 지식 추출 등의 공간정보 신기술 경쟁력 제고를 위한 지능형국토정보기술혁신사업 및 차세대 국토해양공간정보 기술개발사업 추진

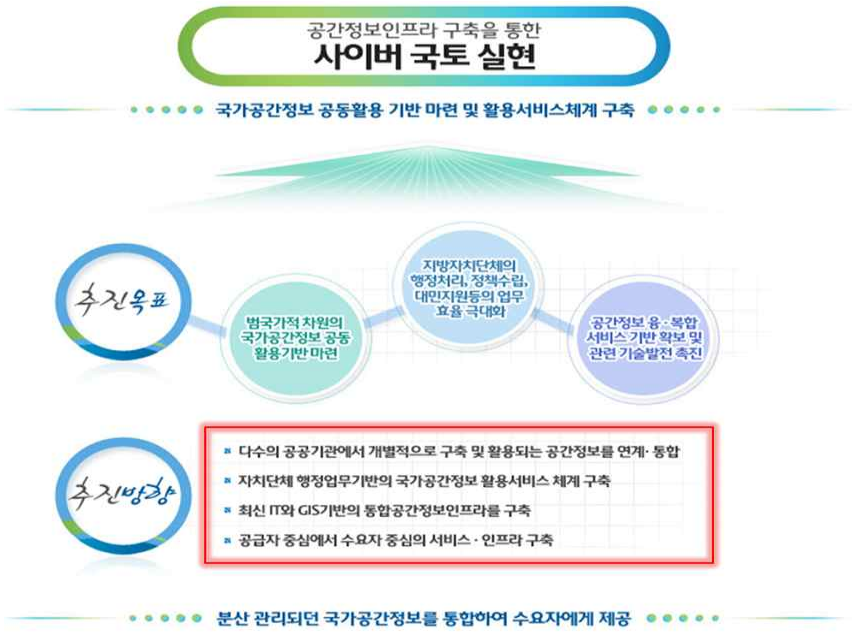


그림 2.54 국가공간정보통합체계구축사업 추진목표 및 방향

출처 : 국가공간정보 통합체계 구축사업 (1995~)

⑧ 국토교통부 R&D 사업을 통하여 GIS, ITS, LBS, USN 기술을 융합한 다양한 국토공간정보 관련 기반기술을 확보함

㉮ 지능형국토정보기술혁신사업을 통하여 지능형 국토정보 구축 및 활용 기술, 공간정보 기반 도시 시설물 관리 지능화 기술, 실내 공간정보 관리 지능화 기술, u-GIS 융합 엔진 기반 기술을 확보함

㉯ 국가공간정보 인프라를 기본으로 유비쿼터스 기술과 생태 기술이 융합된 u-Eco City 기반기술을 확보함



그림 2.55 지능형국토정보기술혁신사업 결과물

출처 : 지능형 국토정보 사업단, http://intelligentkorea.com

⑨ 소방방재청에서는 지진 및 급경사지 방재용 지하지층정보 활용체계를 구축함

㉮ 지진 및 급경사지 방재에 선제적으로 예측 및 대응하기 위하여 재난분석의 기초자료가 되는 지하지층정보를 연계하여 이를 활용하기 위한 연구개발사업이 진행되고 있음

- 개별 기관에서 보유하고 있는 정보 중 방재용 정보를 추출하고 이를 표준체계 기반으로 하여 지진 및 급경사지 방재용 통합 지하지층정보로 활용하는 체계를 구축하고 있음



그림 2.56 지진 및 급경사지 방재용 지하지층정보 통합활용체계 개념도

출처 : 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 연구보고서



그림 2.57 지진 및 급경사지 방재용 지하지층정보 활용체계도

출처 : 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 연구보고서

⑩ 통계청에서는 공간정보를 기반으로 다양한 공공정보 및 사용자 정보를 효과적으로 제공하기 위한 서비스가 등장하고 있음

㉮ 통계청이 가지고 있는 양질의 공간통계 정보를 Open API 형태로 제공하여 개발자들이 공간통계를 활용한 매쉬업 서비스를 가능하게 함

- 공간통계 정보가 수요자의 참여에 의해 자가 발전하여 지식정보체계로 발전하는 것을 목표로 삼는 서비스임

- 통계지도 제작을 위한 지도 API와 다양한 통계항목검색을 위한 검색 API, 좌표 및 주소를 변환하기 위한 API를 제공함

나) “지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발” 분야

① 위치결정시스템은 최근 급속도로 사회적으로 요구가 증대되면서 관련 연구개발이 증가하고 있으며, 관련 서비스도 스마트폰을 중심으로 다양하게 소개되고 있음

㉮ 위성항법신호가 도달하지 않는 지하공간 또는 실내에서의 위치결정 기술은 지그비나, 와이파이, 셀룰라와 같은 전파항법이나 관성센서를 기반으로 하는 추측항법 등의 단독 측위가 제안되거나 일부 구축되었으나 신뢰성 확보에 실패하는 사례가 많은 실정임

- 특히 공간 DB를 기반으로 하지 않은 경우가 많아 위치결정에 많은 애로사항이 발생하는 것이 현실이지만 실내 및 지하공간 DB를 구축하는 것 또한 많은 시간과 비용을 수반하므로 매우 큰 어려움이 있음

㉯ 현재까지 한국전자통신연구원과 KAIST를 중심으로 활발히 연구개발이 진행되고 있는 기술은 와이파이를 기반으로 하는 전파항법임

- 다양한 접근방식을 이용한 구현을 계속 시도되고 있으나 실제 산업계에서는 해당 기술이 현 위성항법시스템처럼 확신을 주지 못하는 것이 현실임

㉰ 지하공간에서의 위치결정 분야 사업은 지금까지 실시간 위치측위 시스템(RTLS)를 중심으로 대형 매장 및 창고에서의 위치기반 관리에 집중되어 오고 있음

- 국산 기술은 지그비를 이용한 사업화가 대세이나 기반기술이 부족하여 외국산 시스템에 의존하는 경우가 빈번함

- 이러한 이유로 관련 업계에서는 지그비, 와이파이와 같은 2.4GHz의 매체뿐만 아니라 5GHz대의 UWB 등 다양한 주파수대 시스템이 난립하고 있음

- 관련 기반 기술은 출연연구소나 대학에서만 진행되고 사업은 소규모의 중소기업을 중심으로 실현되다보니 실질적인 기반기술 확보를 통한 사업화의 연계가 생각 보다 지지부진함

㉱ 스마트폰의 확산과 센서 개발 등으로 항법분야에 다수 활용 되고 있으며, 우수한 정보통신 인프라를 기반으로 위치결정 기술이 유망한 기술로 대두되고 있음

- 최근 몇 년 동안 스마트폰의 급속한 도입과 함께 다양한 센서를 내장한

덕분에 위성항법, 와이파이 방식의 실내항법, 내장 관성센서를 활용한 추측항법 등 다양한 항법이 가능한 현실이 구축되고 있음

* 단일 항법이 아닌 최소 3가지 이상의 항법을 결합한 혼합항법 또는 복합항법이 대안으로 떠오르고 있음

* 엄청난 스마트폰 사용자가 재난, 기후변화 등에 의해 지하공간에서의 활동량이 증가하면서 관련 산업이 지하화되고, 지하공간을 포함한 실내에서의 위치결정 기술 및 공간DB의 구축이 활발해 지고 있는 추세임

- 국내외 유수 항법학회에서 실내 항법, 지하공간에서의 항법에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음

* 미국의 'ION GNSS 2013'에서는 약 34%, 유럽의 'ENC 2013'에서는 약 33%, 대한민국의 '한국위성항법시스템학회'에서는 약 37%가 실내외 지하공간에서의 위치결정 기술 및 서비스에 관한 논문이 배출되고 있음

- 지난 2013년 1월에 정부에서 세계최초로 차량항법이 가능한 수준의 정확도를 전국적으로 확보할 수 있는 지상파 기반의 eLoran 구축 계획을 발표하면서 지하공간에서의 위치결정 기술 분야에 탄력을 받고 있음

- 이를 계기로 선진국 중심으로 큰 규모의 위성항법시스템 구축과는 반대로 엄청난 정보통신 인프라를 갖고 있는 대한민국을 중심으로 한 지상파 및 지하공간에서의 위치결정 기술이 매우 유망한 기술로 대두되고 있음

3) "지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발" 분야

가) "지하공간의 활용 지원체계 기술 개발" 분야

① Web Client 프로그램(Web KOPSS)

㉮ 기존에 사용하는 웹 브라우저 기반 애플리케이션의 단점은 늦은 응답 속도, 단순한 사용자 환경(UI, User Interface), 데스크톱 애플리케이션에 비해 떨어지는 조작성 등이 있음

㉯ Web KOPSS는 기존에 데스크톱 애플리케이션 환경에서 개발한 모형의 기능을 웹 애플리케이션 환경에 맞도록 재개발하였음

- Web KOPSS는 프로그램을 별도로 설치하지 않고, 사용자의 웹 브라우저를 통해 제공할 수 있도록 함

- 최신 웹 기술인 RIA[1] 기술을 활용하여 UI 구성의 간소화 및 고급화, 빠른 분석 기능 수행, 분석 결과 프레젠테이션의 다양화하여 기존의 단점을 보완함

㉰ Web KOPSS 개발에서 RIA 기술을 실현 및 프로그램을 개발하기 위해 적용

1) RIA(Rich Internet Application) : 웹브라우저의한계 극복을 위한UI기술

한 웹 최신기술에는 OpenLayers, ExtJS, GeoExt, Spring Framework, iBatis 등이 있음

② 국내 보유 기술 현황 및 연구개발 동향

㉮ KOPSS는 국토교통부 지원을 토대로 국토연구원에서는 기술개발을 주도하고 있으며, 망고시스템과 이지스에서 분석모형을 개발

- 망고시스템은 2D 기반의 지상공간에 대한 분석모형을 개발하였으며, 이지스는 3D 기반의 지상공간에 대한 분석모형을 개발

표 2.34 국내 보유 기술 현황

세부기술명	계획지원모형, 3D 기술			
국내 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	망고시스템	FOSS4G	2D 기반 지상공간분석	KOPSS 적용
	이지스	3D 엔진		KOPSS 적용
국내 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	국토연구원	KOPSS	KOPSS 개발 및 운영지원	정부 및 지자체

표 2.35 국내 3D 엔진기술 보유기관

순번	회사명	브랜드명	사이트주소
1	리지시스	CM WORLD	www.reegy.com
2	비엔티 솔루션	iWorld	www.bntsolution.com
3	선도소프트	Sundo 3D BIZ Arc 3D ArcGIS, ArcView	www.sundosoft.com
4	우대칼스	uCScape, MapCE, OpenMAP, QCAD System	www.wdcals.co.krx
5	엘비에스 플러스	JEUS-GNIS	www.lbsblus.com
6	이지스	XDWorld	www.egiskorea.com
7	지노시스템	Geogate	www.g-inno.com
8	지오투정보기술	GEO_2 3D GEO_2 Web GEO_2 Mobile	www.geotwo.com
9	코아텍	SPATIUM	www.coretec.co.kr
10	한국공간정보통신	IntraMap IntraMap3D U-Map	www.ksic.net

나) “지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발” 분야

① 실내공간 정보 구축 및 사고 현장의 신속한 대응체계 마련과 더불어 소방대원의 인명 피해를 최소화 할 수 있는 소방현장 통합관리시스템 구축 및 실내공간 정보 관리시스템의 주안점을 두고 있음

㉮ 지상·지하공간에서의 화재 발생 시 위치측위, 데이터 전송, 영상기술 등이 무의미해 짐

② 국책연구를 통하여 터널 및 지하구조물 정보 구축 연구를 수행함

㉮ 터널 시공에 있어서 각종 첨단장비의 개발과 더불어 급속히 발전하고 있으며, 이에 따라 최근의 터널은 대단면 및 대심도화 되어 가고 있음

- 굴착에 따른 터널의 거동 및 안정성 평가를 위한 막장관찰 및 계측 등과 같은 터널 시공 중 정보화 기술은 국내에서도 터널 및 지하공간 시공단계에서 필수적인 기술로 인식되고 있음

㉯ 이와 관련하여 1996년부터 시작된 G-7고속전철 터널기술 개발 연구과제(한국건설기술연구원, 1999)에서 터널 시공 중 정보화를 위한 요소기술들을 개발을 추진한 바 있음

- 시공 중 막장관찰의 지질구조를 사전에 예측할 수 있는 정보화와 각장 터널 관련 정보를 일목요연하게 제시할 수 있는 TIS(Tunnel Information System)를 개발 실무에 적용한 바 있음

㉰ 1994년에는 지반조사 데이터베이스 체계 구축계획 연구(KICT, 1994)를 수행하여 국내 지반 데이터베이스 체계 구축방안을 제시함

㉱ 1997년도에는 GIS의 구축 및 활용에 관한 기획 연구를 진행한 바 있으며, 전 건설분야에서 GIS의 적용분야, 적용방법 및 추진체계 등을 수립한 건설 GIS 종합연구기획을 수행함

- 터널 시공 정보화의 중요성 인식을 기반으로 2001년부터 2004년까지 GIS 시스템 및 인공지능 등 다양한 첨단 분석기법을 이용한 터널 정보화 설계/시공 기술 개발이 진행된 바 있음

- 시공 중 막장관찰 및 계측자료 정보화 툴을 개발하고, 터널 시공 중 계측정보를 활용하여 시공 중 붕괴/붕락으로 이어지는 연약대 등의 이상거동 지역을 예측할 수 있는 방법론, 인공지능을 이용한 첨단 지능형 내공변위 예측시스템을 개발한 바 있음(한국건설기술연구원, 2004).

- 2009년부터 2013년까지는 DB화된 터널 붕괴/붕락 사례를 기반으로 터널 시공중 막장의 붕괴 위험도 수준을 정량적으로 산정하고 시공관리에 활용할 수 있는 터널 막장 위험도 지수개념이 제안되었음

- GIS/BIM기반으로 관리되는 터널 설계 및 시공정보에 기초하여 터널 시

공 중 막장의 붕괴 위험도 평가와 시공 안전관리를 수행할 수 있는 웹기반 시스템이 개발되어 운영 중에 있음

- 현재 시추조사 정보 등 국가 차원의 국토정보망과 연계된 터널 DB 및 안전관리 시스템은 존재하지 않으며, 국토정보 차원의 터널 시공 재해 현황 DB가 구축되어 있지 못한 실정임
- 이와 연계하여 터널 건설 계획 및 설계단계에서 유용한 정보를 제공하는 가용 정보의 분석기술은 전무한 상태이며, 현존하는 국가 지하정보망과 연계된 터널 및 지하공간 건설 안전관리 기술 개발은 시도된 바 없음

㈐ 지하정보 및 터널정보와 연계된 분석기술은 정보화 기술에 비해 상대적으로 매우 미흡한 실정이며, 시대적 흐름인 빅데이터 기술의 핵심은 방대한 빅 데이터 구축과 연계된 빅 데이터 처리 및 자료 분석기술임

- 지하정보와 관련해서는 불확실한 지반을 공학적으로 분류해 내기 위하여 기존 지반분류체계인 RMR이나 Q시스템에 기초하여 지식기반 전문가 시스템 등을 개발한 바 있음(한양대학교, 1994)
- 한국건설기술연구원에서는 광범위한 터널 지보시스템 적용 사례를 기초로 하여 직천공식 가이관 보강형 다단 그라우팅 보강공법 및 격자지보재에 대해 역학적 거동 평가 및 설계안을 제시한 사례(한국건설기술연구원, 1994)가 있음
- 설계 효율성 및 경제성 확보를 위한 3차원 역학적 가시화 시스템을 개발하고, 가시화 시스템 구현을 위한 CAD시스템 및 애니메이션 프로그램을 위한 GL 라이브러리를 확보함
- 1997년 까지는 건설교통부 정책연구과제인 '지하생활공간 개발 요소기술 연구'를 수행

  * 첨단 기법인 인공신경망과 전문가 시스템을 이용하여 터널 시공 인접 구조물의 손상을 사전에 평가할 수 있는 전문가 시스템을 이용하여 인접구조물의 손상을 사전에 평가할 수 있는 전문가 시스템을 개발함

- 이후, 2004년도까지 퍼지이론 등을 활용한 터널안전진단 체계 정립 및 균열 자동 측정 시스템 개발 연구'등 다양한 정보화 기반 분석기술들에 대한 시도가 있어 왔음
- 이러한 시도들은 터널 현장 개개의 지엽적인 정보에 기초한 자료 분석 시스템의 개발에 국한되어 왔으며, 특정한 터널의 설계 및 시공 상에 지엽적으로 지원하는 전문가 시스템 개발 경향이었음

③ 도심지 싱크홀 발생 빈도 증가하고 있으나, 싱크홀에 대한 예측, 탐지 등 관련 연구와 지하공간과의 연계 구축 등이 미진함

㉮ 3D 지하공간 정보를 활용한 도심지 내 싱크홀 예측 및 예방 기술 개발은 최근 국내에서도 싱크홀 발생 빈도가 증가하고 있는 상황에서 인명, 재산 피해를 최소화하기 위해 반드시 필요한 기술임

- 우리나라는 지층 대부분이 단단한 화강함이나 편마암으로 이루어져 있어 자연적으로 발생하는 싱크홀은 드문 편이나, 폐광 지역 등에서 발생사례가 보고되고 있음

- 도심지에서 발생하는 싱크홀은 건축 공사 중 노후한 상·하수도관 누수, 발파 충격, 다짐 부족, 침수로 인한 지지력 약화, 지하수의 과잉 양수 및 배수 등 무리한 지역 개발 공사로 지반이 연약해져 발생함

- 재산 및 인명피해가 크게 발생할 수 있는 도심지 싱크홀 예측에 대해서 지금까지는 발생 가능성이 높은 지반에 대하여 시추 조사와 같은 국부적인 조사를 통해서만 예측하고 있으나, 이는 조사 범위가 너무 넓고 약한 지반에 충격을 가해 오히려 붕괴 위험을 초래할 수 있음

- 국내에서는 싱크홀이 발생할 수 있는 지역에 대한 지질학적 기본 DB들은 구축되어 있으나, 실제로 지하공간정보와 싱크홀과의 연계성에 대한 연구는 수행된 바 없으며, 특히 싱크홀의 예방 및 대책에 대한 연구는 수행된 바 없음

㉯ 도심지 내 싱크홀 발생 메커니즘 및 탐지 기법 연구는 도심지 싱크홀의 경우 정확한 사례 조사 및 원인 분석이 없이 인근 지역의 공사 등에 의한 지하수의 변화에 의한 사고로 판단하는 경우가 대부분임

- 현재 싱크홀 탐지 기법은 시추조사 및 지표투과 레이더(GPR), 전기비저항 토모그래피(ERT), 탄성파 탐사 등을 통해 발생 지역 예측이 가능할 것으로 알려져 있으며, 적용 가능성 및 정확도를 향상시키는 연구가 필요함

- 최근 국립재난안전연구원과 서울시립대학교는 인공위성을 이용해 지반 변화를 센티미터의 정밀도까지 3차원으로 관측할 수 있는 위성 레이더 멀티간섭(Multi Aperture Interferometry) 소프트웨어를 개발한 바 있음

㉰ 3D 공간정보 활용 도심지 싱크홀 해저드 맵 개발 연구는 향후 싱크홀이 발생 가능한 지역을 판단하고 예방하기 위해 중요한 기술이나, 도심지 싱크홀 발생 메커니즘이 정확히 규명되지 않은 상황에서 도심지 싱크홀 해저드 맵 작성에 대한 연구는 전무한 실정임

- 한국지질연구원에서는 “지반침하 예측기법 개발” 과제를 통해 원인별 지반침하 유형을 분석하고 지반침하 예측 기법 개발 및 지반침하 재해위험

지도를 작성한 바 있으나, 주로 광산지역을 대상으로 연구를 수행하여 도심지 특성을 고려하지 않음

- 도심지 싱크홀 해저드 맵을 바탕으로 재해 발생 시 신속한 재해 복구를 위한 의사결정시스템 개발이 가능함

㉰ 도심지 싱크홀 예방 및 복구를 위한 가이드라인 개발 연구는 재해 발생시 재산 및 인명 피해를 줄일 수 있는 중요한 연구이나, 국내 정부 관련 부처에서는 아직 싱크홀에 대한 구체적인 예방 및 대책과 관련한 정책은 없는 상태임

㉱ 지하공간 속성정보의 신뢰성 평가/제고 및 3D 디지털 정보화 기술은 공간정보의 실제 활용도를 결정하는 중요한 요인이지만, 지하공간 정보의 실제 적합도 및 신뢰도평가 사례는 미미함

- 지하공간정보의 가시화기술 분야에서, 기존의 3차원 영상화 기법은 획득한 자료를 직접 활용하고, 지표면 상부의 다양한 자료를 통합하여 가시화하기 위해 주로 개발되었으며, 지하 공간에 대해서는 터널 등 일부 자료나 특정 현장에 대한 3차원 영상화 기법만이 개발됨

- 국내 개발 지반정보 관련 시스템들은 지반정보 중 시추자료의 관리에만 중점을 두고 2차원 형태로 개발되었으며, 자료 입력 및 출력 외에 분석 등에 대한 기능은 전무한 실정임

- 다만 근래에 서울대 등에서 개발한 건설현장 정보 시스템은 2차원 형태로 현장의 다양한 정보를 저장, 관리, 활용함

- 또한, 최적화 기술의 기반 기술인 자료 신뢰도 분석은 한국건설기술연구원, 한국해양과학기술원 등에서 시도한 사례 외에는 전무한 실정임

- 기존의 3차원 영상화 기법은 획득한 자료를 직접 활용하고, 지표면 상부의 다양한 자료를 통합하여 가시화하기 위해 주로 개발되었으며, 지하 공간에 대해서는 터널 등 일부 자료나 특정 현장에 대한 3차원 영상화 기법만이 개발되었음

④ 지하공간의 수직/수평공간 정보화 기술 개발은 미흡함

㉮ 수직/수평공간 지하공간 정보를 활용한 구조물 기초 기술은 지하공간 활용의 증가로 인한 수직/수평공간정보 및 원위치 시험정보를 활용할 수 있는 분석/평가기술이 부재함

- 구조물기초 공사 시 지반재해 및 안전사고가 빈번히 발생하지만, 공간정보와 시험정보 미활용으로 인한 시험, 공사비 증가를 초래하고 있으며, 최적설계/의사결정시스템 부재로 인해 조사/평가/관리 체계가 부실함

- 기초구조물의 최적화 및 신뢰성 평가 기술은 최근 LRFD 도입으로 인하

여 한국건설기술연구원을 중심으로 부분적으로 신뢰도 분석이 진행된 사례가 있으며, 한국해양연구원에 의한 지반조사 장비 개발, 지반정수 적합도 분석 사례가 있으나 대부분 연구가 미진한 실정임

㉮ 지하공간 속성정보의 신뢰성 평가/제고 및 3D 디지털 정보화 기술 개발을 수행중에 있음

- 지반/지하 정보 3D DB 시스템은 한국건설기술연구원, (주)바이텍코리아 등에서 관련 시스템을 개발하고 있으나, 현재까지 건설 현장의 여러 정보에 대한 정보화 및 활용 능력이 부족하며, 2차원에 머무르고 있음
- 국내 개발 기술들은 획득 자료를 직접 활용한 지표면 상부 3차원 영상화를 중점적으로 수행하고 있는 실정임

㉯ 수직/수평공간 지하공간 정보를 활용한 구조물 기초 기술 개발은 미진함

- 구조물 설계의 패러다임 변화로 인해 LRFD 및 신뢰성기반 설계가 의무화되면서 기존 한국건설기술연구원, 한국해양과학기술원을 중심으로 지반정수와 기초구조물 설계변수에 대한 자료 수집, DB화 등이 수행되었음
- 그러나 DB의 시스템화 구축은 미미하며, 더구나 공간정보와의 매칭, 속성화 등은 전혀 이루어지지 않았음
- 수직/수평공간을 아우르는 다량의 지하공간 정보를 바탕으로 한 기초 구조물 공사 계획/설계/위험도관리 및 재해 발생 시 의사결정시스템 개발 내용은 전무함
- 구조물기초 공사 시 지반재해 및 안전사고 발생, 공간정보와 시험정보 미활용으로 인한 시험, 공사비 증가로 이어지고 있음

표 2.36 국내 지하공간 안전관리 기술 보유 현황

세부기술명	GIS기반 터널 설계 및 시공관리 지원 시스템 개발			
국내 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	한국건설기술연구원 (한국)	GIS기반 터널 막장관찰 정보관리 및 가시화 기술	GIS기반 정보 가시화 및 관리 시스템	효율적 정보 관리 및 활용
	한국건설기술연구원 (한국)	GIS기반 터널 발파 위험영향권 평가 및 관리 기술	터널정보와 기존 발파이론 접목 시도	터널 시공중 발파영향권 파악 및 대응 가능
	한국건설기술연구	GIS기반 터널 시공중 인접구조물 위험도 평가	터널굴착에 따른 지반침하 사전 예측 및 인접구조물	터널 시공에 따른 인접구조물

	원 (한국)	기술	영향 수준 평가 가능	위험성 사전 평가 및 대응 가능
국내 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	한국건설기술연구원 (한국)	G-7고속전철 터널기술 개발 연구과제	막장관찰 및 지질구조 정보화	보고서 및 관련 시스템(비상용화)
	한국건설기술연구원 (한국)	GIS시스템 및 인공지능 등 다양한 첨단 분석기법을 이용한 터널 정보화 설계/시공 기술 개발	다양한 터널정보의 GIS화 및 이와 연계한 터널설계 툴 개발	보고서 및 관련 시스템(비상용화)
	성균관대학교	GIS-ANN기반의 도심지 터널 설계/시공 위험도 평가	GIS에 기초한 터널기하정보 가시화 및 터널 발파 및 인접구조물 위험도 평가 시스템 개발	보고서 및 시스템(비상용화)
세부기술명	GIS기반 도심지 싱크홀 예방 및 안전관리 기술			
국내 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	희송 지오텍 (한국)	지반물리탐사	비파괴 시험을 통한 지반조사	
국내 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	한국지질자원연구원 (한국)	지반침하 예측기법 개발	원인별 지반침하 유형 분석 및 지반침하 재해위험지도 작성	
세부기술명	• 지하공간 속성정보의 신뢰성 평가/제고 및 3D 디지털 정보화 시스템 개발 • 수직/수평공간 지하공간 정보를 활용한 구조물기초 최적설계/안전대책수립/의사결정시스템 개발			
국내 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	㈜바이텍 코리아	지반조사 DB 설계	조사 및 모니터링 장비/시스템 개발, 측정 결과의 DB 구축 등	시스템/상용프로그램
	㈜선도 소프트	지반 정보 시스템 설계 및 개발		시스템/상용프로그램
국내 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	한국건설	지반정수 신뢰성 평가,	기초구조물 설계를 위한	설계기준, 지침

	기술연구원	LRFD 설계기술	지반설계변수 DB구축 및 신뢰도 분석, 저항계수 산정, LRFD 설계기준 개발	
	서울대학교	지반 정보 시스템 설계 및 개발		시스템
	한국해양과학기술원	지반조사 장비개발, 정수 분석		장비
	국민대학교	지반정수 신뢰성 평가		DB, 알고리즘

⑤ 관련 국가연구개발사업 과제를 제시하여 과제 중복성을 검토함

중복가능과제명	담당부처	시작년도	종료년도	차별화 또는 연계방안
첨단기법을 이용한 터널 정보화 설계/시공 기술 개발	과학기술부	2001	2004	터널기하정보의 DB화 및 가시화 시스템 개발이며, 이와 연계하여 터널 인접구조물 안전성 평가 관련 모듈이 개발됨 제안 사업에서는 터널기하정보 외에 설계 및 시공정보의 통합 DB가 구축되며, 가용한 국가 지하정보들과 연계하여 터널 시공 중 안전관리에 접목될 수 있는 다양한 빅 데이터 분석 및 정보화 기술 개발이 진행될 것임
지반침하재해 저감기술 개발	과학기술부	2004	2006	본 과제는 주로 광산지역을 대상으로 지반침하를 연구하였으며, 3D 지하공간 정보를 활용하여 도심지 싱크홀 예측 재해도 작성 시 참고자료로 활용
복합용도 공간 개발을 위한 지반조사 및 지하공간 자료의 디지털 정보화 시스템 개발	국토해양부	2008	2012	지반조사 결과의 DB화 및 현장계측결과, 모델링 등을 활용한 3차원 가시화 시스템 개발임. 지반 조사 및 여러 계측 현장 등의 수직/수평 지하공간정보 연속적 데이터를 얻기 위한 3차원 공간 보간 기법을 적용한 3D가시화 시스템을 개발할 예정임.

디지털 정보화를 통한 연약지반 성토관리 통합시스템의 개발과 실용화 연구	국토 교통부	2005	2007	연약지반의 지반 조사 결과 및 계측 결과, 시공 정보 등을 관리할 수 있는 시스템 지반정수의 신뢰도 평가와 상호 상관성 분석을 통한 기초설계/재해관리 분야와 다름

다) “지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발” 분야

① 구글, 아마존 등의 빅데이터 분야 글로벌 선두기업들은 빅데이터 기반의 서비스 상용화가 활발히 진행 중이나, 국내 기업은 아직 시작단계 수준이며, 기술 및 자금력의 한계로 글로벌기업의 기술, 오픈소스 솔루션 의존도 높고, 한국전자통신연구원(ETRI)의 추정에 따르면, 빅데이터의 분석, 분산처리, 융합, 저장관리의 각 분야별 구글, 오라클, IBM 등 글로벌 기업 대비 약 2~6년의 기술격차가 존재

표 2.37 빅데이터 기술 격차

분야	기술항목	공개SW 기술명	세계 최고 수준기업	국개 기술 보유 기업	기술 격차
분석	데이터 분석	R	IBM	이씨마이너, 솔트록스	2년
수집 연계	분산컴퓨팅	맵리듀스	구글	넥스알, 삼성SDS	5~6년
	이기종 데이터 융합	맵리듀스(개발)	인포매티카	데이터 스트림즈	3~5년
	데이터 저장관리	하둡	오라클	알티베이스, NHN등	4~5년

출처 : 한국전자통신연구원

② 국내 IT 기업의 빅데이터 추진현황은 아래와 같음. 국내 SI업체들도 빅데이터 관련 솔루션 출시와 사업참여를 본격화 하고 있으나, 소수의 국내 IT업체를 제외하고는 자체솔루션 개발 및 상용화의 측면에서 경쟁력이 취약한 편임

표 2.38 국내 IT기업의 빅데이터 추진 현황

기업명	추진내용
LG CNS	▪ 오픈소스 하둡 기반의 자체 빅데이터 플랫폼과 소셜미디어 분석 솔루션 출시 ▪ 빅데이터 전담조직인 AA(Advanced Analytics)사업부문 출범 ▪ 2013년에는 빅데이터 어플라이언스와 빅데이터 분석 솔루션 추가 예정
삼성 SDS	▪ 삼성지놈닷컴을 통하여 유전자 분석 서비스를 제공 ▪ 유전자 정보를 분석 · 관리하는 바이오인포매틱스 사업 진행 ▪ 오픈소스 기반 빅데이터 분석 플랫폼 개발 중

SK C&C	▪ 실시간 데이터 분석 솔루션 스톰 ▪ 국민연금관리공단 콘텐츠관리시스템(CMS) 구축에 SNS 분석을 적용
KT	▪ 유전자 분석 서비스인 게놈클라우드 제공 ▪ 빅데이터 분석 서비스인 U-클라우드 비즈 맵리듀스 출시 ▪ 넥스알 인수
SK텔레콤	▪ 소셜 모니터링/분석 솔루션 '스마트 인사이트' (Smart Insight) 제공 ▪ 독자적 NLP 기반의 텍스트마이닝, 네트워크 분석 지원 ▪ 빅데이터 분석엔진 'T-MR'을 T클라우드 비즈 사용자들에게 무료 제공
SM2네트웍스	▪ 클라우드 플랫폼 서비스(Radian6)를 통한 다양한 소셜 분석 지원
Teradata	▪ 데이터웨어하우징 및 비즈니스 인텔리전스(BI) 전문 업체 ▪ 비정형 데이터의 고급분석, 관리 솔루션업체 인수(Ester) ▪ 'Ester MapReduce Platform' 제시
EMC	▪ 데이터 저장, 관리, 분석까지 빅데이터에 관한 모든 것을 제공하기 위해 Greenplum, Isilion 등 빅데이터 솔루션 및 데이터 관련 다수 업체 인수
더존비즈온	▪ 전자금융서비스 모바일 솔루션 등의 기업용 소프트웨어 개발
모비젠	▪ 기업용 빅데이터 DB솔루션인 '아이리스' (IRIS) 출시
효성인포메이션 시스템	▪ 스토리지와 솔루션을 결합시킨 빅데이터 어플라이언스 개발
와이즈넛	▪ 빅데이터 지원 검색 · 분석 솔루션 출시 ▪ 사업관리 및 검색 및 텍스트 마이닝 기술 개발
티베로	▪ 공유 DB클러스터 기술인 '티베로 액티브 클러스터' (TAC) 개발
한화 S&C	▪ 빅데이터 분석 솔루션인 '빅데이터 애널라이저' 출시
다음소프트	▪ SNS 정보 기반 여론 진단 서비스
솔트룩스	▪ 비정형 빅데이터 분석 플랫폼(Truestory), 클라우드 기반 시맨틱 검색 플랫폼(IN2), 시맨틱 기반 빅데이터 추론 플랫폼(STORM), 빅데이터 분석 서비스 플랫폼(O2)
그루터	▪ 빅데이터 플랫폼 구축 및 컨설팅 서비스, 분석 및 데이터 제공 서비스, 빅데이터 분석 플랫폼 제공 서비스
사이람	▪ 소셜 네트워크 분석 소프트웨어 넷마이너(NetMiner) 및 컨설팅 제공
이씨마이너	▪ 분석 솔루션(ECMiner), 모니터링 솔루션(IMS), 룰/연관분석 솔루션(Rule), 이미지 마이닝 솔루션(SIS) 기반의 패키지 서비스 제공
이투온	▪ 분석 솔루션/서비스(SNSpider), 빅데이터 분석 플랫폼(UNINAN) 제공
카디날정보기술	▪ 스토리지 분야(Monad Storage), 분석 분야(Monad Integration), 시스템

	운영관리 분야(Monad Management) 솔루션 제공
코난테크놀로지	▪ 데이터 수집, 검색, 분석 기술 기반의 소셜모니터링, 분석 서비스(Pulse-K) 제공
클루닉스	▪ 하둡시스템 및 작업관리(Gridcenter Hadoop), 저장 및 처리 (Teragon-Hadoop), 분석 클라우드 구축(RNTier) 솔루션 제공
투이컨설팅	▪ 빅데이터 환경의 전략수립 및 프로세스 최적화 컨설팅 서비스 제공
야인소프트	▪ 인메모리 기반의 데이터 분석/처리 전문
투비소프트	▪ 시각화용 RIA 기반의 플랫폼 기술 개발
큐브리드	▪ 관계형 DBMS 기술개발
클라우다인	▪ 하둡을 비롯한 대용량 데이터처리를 위한 솔루션을 오픈소스로 개발
한국키스코	▪ 3D 데이터 시각화/인포그개픽 기술 개발
비투엔컨설팅	▪ 데이터 모델링 아키텍처 개발
이노룰스	▪ 통계분석 엔진 'R' 관련 기술 개발
아크원소프트	▪ 빅데이터 솔루션(Easy-up) 및 SI 구축과 아웃소싱 서비스 제공
센솔로지	▪ 소셜 분석 솔루션(오피니언 버디), 여론분석 서비스(평닷컴) 제공
엔에프랩	▪ 'BI/BA' 빅데이터 통합플랫폼(Peloton) 제공
위세아이텍	▪ 마케팅 솔루션(Campaign), 빅데이터 저장/분석 플랫폼(Cloud BI), 데이터 공유/활용 오픈 플랫폼(Smart BITM), 고객 프로파일링 솔루션 제공

출처 : 빅데이터기업의 솔루션 및 서비스 추진현황II, 한국정보화진흥원

③ 데이터 저장기술 중심의 기술개발에서 데이터 수집 및 분석기술로의 개발 다각화 필요

- 한국전자통신연구원(ETRI)의 "특허분석을 통한 빅데이터 기술개발 동향. 2014년)에 따르면, 실시간 처리기술, 저장기술, 표현기술은 상대적으로 높은 출원 점유율을 보이는 반면, 데이터 수집 및 분석기술은 상대적으로 점유율이 낮은 것으로 분석되고 있으며, 관련 기술 강화를 위한 대책마련이 시급한 것으로 조사됨

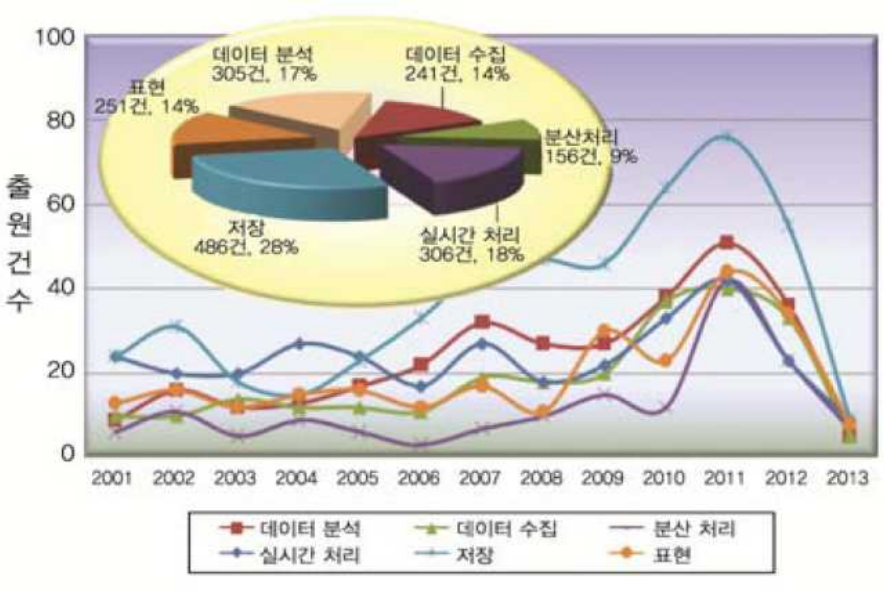


그림 2.58 세부 기술별/연도별 국내 특허출원 동향

출처 : ETRI.전자통신동향분석 제29권 제2호 2014. 4월

④ 세부기술별/국가별 특허출원 동향을 보면, 미국은 모든 기술분야에서 40% 이상의 점유율, 한국은 미국 다음으로 빅데이터 기술에 대한 특허출원 활동이 활발한 국가로 나타났으나, 특정기술에 출원이 집중되어 있는 경향을 보이고 있으며 주로 저장기술에 집중되어 있고, 데이터 운영 및 관리기술에 대한 출원은 상대적으로 저조한 경향을 보이고 있음

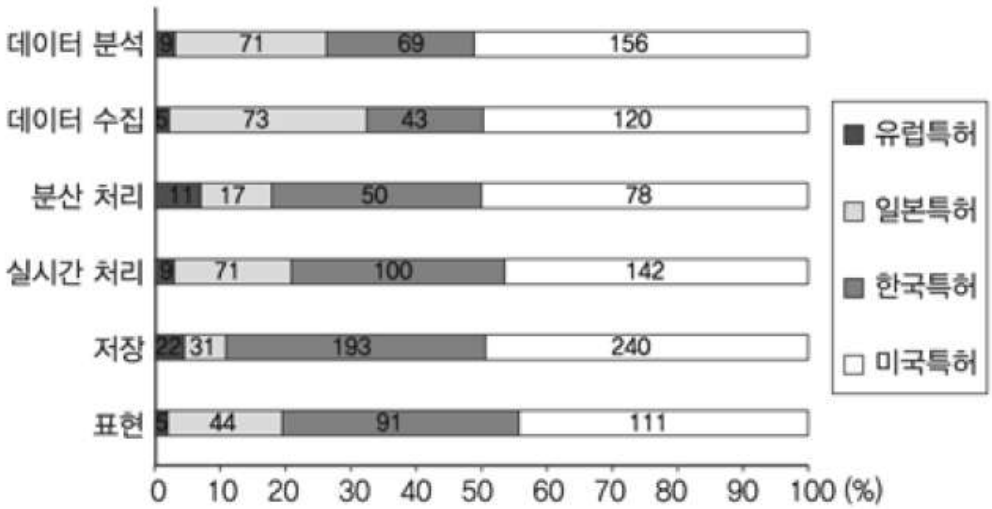


그림 2.59 세부 기술별/국가별 특허출원 동향

출처 : ETRI.전자통신동향분석 제29권 제2호 2014. 4월

표 2.39 빅데이터 기술분류

대분류	소분류	기술범위
데이터 수집	크롤링 (Crawling)	검색엔진의 로봇을 이용한 데이터 수집
	ETL (Extraction, Transformation, Loading)	소스 데이터의 추출, 전송, 변환, 적재
저장	NoSQL Databases	비정형 데이터관리, 분산데이터베이스
	Storage	빅데이터 저장, High Performance
	Servers	초경량 서버
실시간 처리	In-Memory Computing	In-Memory플랫폼, In-Memory메시징, In-Memory 데이터관리 (DBMS, Data Grid)
	Data Stream처리	DBMS, Storm, ESPER, S4, Hstreaming CEP
분산 처리	Cloud Computing	클라우드 컴퓨팅, 분산처리
	Hadoop	HDFS, MapReduce
데이터 분석	NLP(Neuro Linguistic Programming)	자연어 처리
	Machine Learning	기계학습을 통한 데이터의 패턴 발견
	Data Mining	데이터 마이닝
	Serialization	데이터 간의 순서화
표현	Visualization	도표나 그래픽 표현, 시각화, R, 시뮬레이션, 수치해석
	Acquisition	데이터의 획득 및 재해석

출처 : ETRI.전자통신동향분석 제29권 제2호 2014. 4월

⑤ 국내 연구개발 사례

㉮ 빅데이터 기반 안전관리 기술 및 시스템

- 스마트 빅보드 시스템 (국립재난안전연구원)

다양한 재난관리 시스템과 서비스가 보유한 다양한 정형, 비정형 데이터들을 개별적으로 분석하기보다 통합적으로 분석함으로써 재난발생을 예측하여 대비, 대응 활동을 수행할 수 있도록, 국립재난안전연구원이 CCTV, 무인항공기, 스마트폰 및 인공위성 등으로부터 수신되는 다양한 정형 데이터 및 비정형 영상 데이터를 활용하여 지상과 항공으로부터 입체적인 재난현장 상황정보를 수집할 수 있는 스마트 빅보드(Smart Big Board) 서비스를 개발



그림 2.60 스마트 빅보드 시스템

출처 : 빅데이터를 활용한 지방자치단체의 재난안전관리 거버넌스 구축연구 (한국지역정보개발원, 2013)

- 도시 내수침수 전조감시 시스템

도시내수 침수로 인한 인명 및 재산 피해가 증가하고 있으나, 넓은 지역에 대한 침수 예측으로 구체적인 지역 상황을 판단하기 어렵기 때문에 빅데이터를 활용하여 도시 내수침수 발생 지역을 조기에 감지하고, 신속한 경보를 통해 국민의 피해를 최소화할 필요성이 크다. 이에 따라 2012년에 현 안전행정부의 전신인 행정안전부 주도하에 도시내수 침수 관련 공공정보 연계 및 민간정보 수집체계를 구축하여 모니터링을 통한 전조 감지 및 위험도 분석을 수행하기 위한 파일럿 시스템으로 도시내수 침수 전조감지시스템을 구축



그림 2.61 도시내수 침수 조기 감지 모델 개념도

출처 : 빅데이터를 활용한 지방자치단체의 재난안전관리 거버넌스 구축연구 (한국지역정보개발원, 2013)

- 개별 시설물 단위의 빅데이터 기반의 안전관리 기술 및 시스템 개발로의 진화 필요

- 지역단위의 재난예측, 대비, 대응을 위한 시스템이 주로 개발되는 도상에 있으며, 특정 시설물(예: 지하시설물)에 최적화된 재난예측, 대비, 대응을 위한 빅데이터 기반의 안전관리 기술이나 시스템의 기획 및 개발은 미비한 상태
- 개별 시설물 단위의 안전관리 시스템 개발을 위해서는 다양한 부처간의 DB연계 뿐 아니라, 개별 시설물의 안전에 영향을 미칠 수 있는 제반 센서데이터들과 각 위험분야별(예: 붕괴, 화재, 침수 등) 전문적인 요소기술(예: 토목, 재료, 유체, 임베디드, 네트워크 등)의 융합적 활용을 위한 연구개발이 선행되어질 필요가 있음

⑥ 국내 보유 기술 현황 및 연구개발 동향

㉮ 빅데이터 수집 (사물인터넷 기반 이종 센서데이터 수집 및 표준화 기술)

- 2013년 미래창조과학부가 사물인터넷을 인터넷 신산업 분야의 주요기술로 선정하여 중장기 발전계획을 수립 추진
- ETRI(2012년)는 국내 사물인터넷 기술수준을 선진국 대비 1.2년 정도의 격차를 보이는 것으로 평가하고 있음

단위 : %(최고국 대비 수준)

	기술분야	미국	EU	한국	일본	중국
전자·정보·통신 분야	차세대 유무선 통신네트워크(5G 등)	100	92.4	84.0	93.0	70.8
	지식기반 빅데이터 활용 기술	100	84.6	76.7	88.1	61.6
	방송통신융합서비스 기술	100	92.7	85.7	88.6	68.9
	지능형 인터렉티브 기술	100	91.8	76.7	89.5	61.0
	감성인지 및 처리 기술	100	88.3	78.7	89.5	63.2
	가상·증강현실 기술	100	94.2	79.4	90.7	73.0
	신개념 사용자 경험 기술	100	91.0	82.8	87.5	64.8
	초고속 반도체 디바이스 기술	100	91.3	87.0	94.2	70.7
	융합서비스 플랫폼 기술	100	91.3	78.0	88.8	72.5
의료 분야	모바일 원격진료 기술	100	94.2	88.6	88.6	63.2
	건강관리 서비스 기술	100	90.6	79.2	96.8	62.0
	생활 및 이동 지원기기 기술	100	94.9	75.0	90.0	50.0
	질병진단 바이오칩 기술	100	93.1	75.7	93.4	66.4
건설·교통 분야	지능형 건물제어 기술	100	93.5	79.9	94.6	61.0
	고효율 에너지 빌딩 기술	97.4	100	81.1	94.3	65.3
	미래 첨단 도시건설 기술	100	96.4	78.8	97.5	64.8
	국토정보 구축 및 활용 기술	100	92.7	84.9	93.1	64.5
	지능형 물류체계 기술	100	95.1	79.3	86.0	55.8
	IT 기반 친환경 도로 기술	99.6	93.2	75.4	100	56.2
	지능형 교통시스템 기술	100	89.7	76.2	90.1	66.9
에너지·자원	스마트 그리드 기술	100	94.0	91.9	95.6	70.0

그림 2.62 사물인터넷 관련 주요 요소기술 수준 비교

출처 : KISTEP, '2012년 기술 수준 평가'(2013)를 참고하여 재구성

- 사물인터넷은 융합기술을 필요로 하는데, 융합의 핵심인 국내 소프트웨어 기술수준은 76.6으로 선진국과 큰 격차를 나타내고 있으며, 특히 임베디드 소프트웨어 부문의 기술수준은 취약한 실정임

단위 : %, 년

	미국		유럽		한국		일본		중국	
	수준	격차	수준	격차	수준	격차	수준	격차	수준	격차
IT융합	100	-	95.8	0.3	82.1	1.5	95.5	0.4	67.1	2.9
RFID/USN	100	-	87.0	1.0	83.9	1.2	84.0	1.2	67.6	2.4
소프트웨어	100	-	85.3	1.3	76.6	2.2	82.4	1.6	68.6	2.9

그림 2.63 RFID/USN, SW, IT융합 기술 수준 비교

출처 : KEIT, '2011년도 통합 산업기술수준조사'를 참고하여 정리

- 사물인터넷 국제표준화 개발 및 선도를 위한 활동과 전망
  - 2012년 7월 M2M 표준화 협력체인 'oneM2M'설립에 한국정보통신기술 협회(TTA)가 참여하면서 주도적 역할을 수행하고 있음
  - 미래창조과학부가 2013년 7월 사물인터넷 국가 표준개발과 글로벌 표준화 선도를 위해 사물인터넷 분야의 산/학/연 전문가로 구성된 '사물인터넷 표준화 협의회'를 발족
  - 미래창조과학부의 '인터넷 신산업 육성방안'에 따라, 2017년까지 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터가 창조엔진이 되어 시장을 창출하는 선도사업으로서 원천기술의 연구개발 등이 활발히 진행될 계획임

㉯ 위험분야별 위험분석 및 추론 기술

- 터널붕괴위험 사전인지 시스템(Digital TUSMO System, KICT)
  - 터널 붕괴 위험도에 영향을 주는 다양한 인자들 사이의 상관관계를 분석, 터널 붕괴 위험지수를 구체적인 수치로 제공하는 시스템
  - 100여건에 달하는 양질의 터널 붕괴사례 DB구축하여 사례기반의 훈련을 통해 문제에 대한 패턴을 추론하고, 유사 문제를 예측
- 지하철 역사구조물 건전성 평가를 위한 모니터링시스템(한국철도기술연구원)
  - USN기반의 역사구조 건전성 모니터링 시스템으로, 가속도 센서와 Zigbee 방식의 무선센서네트워크를 통해 충무로역과 을지로3가역 2개소에서 데이터 수집
  - 역사의 기둥과 천정, 바닥에 가속도센서 설치

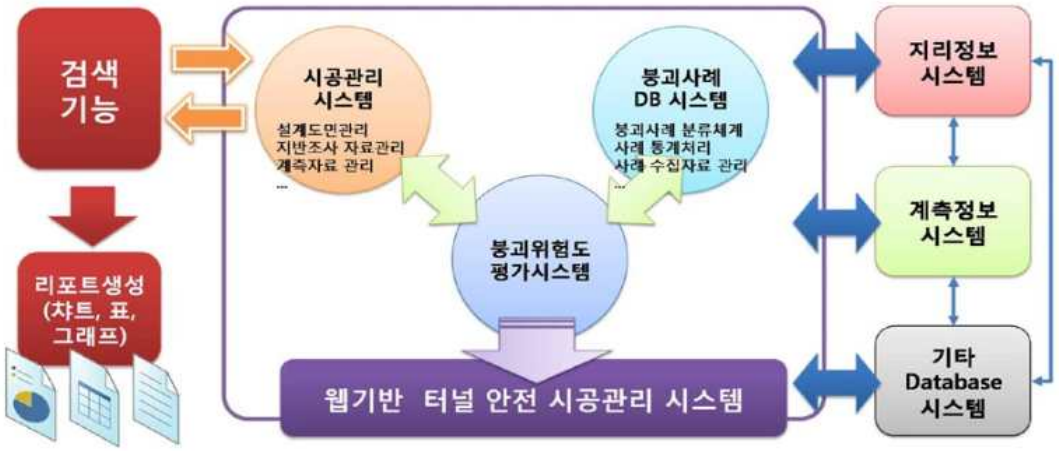


그림 2.64 지하철 역사구조물 건전성 평가를 위한 모니터링시스템(한국철도기술연구원)

출처 : 한국건설기술연구원, 2009



그림 2.65 충무로역 구조물 건전도 감시시스템 구축 구성도

출처 : 한국철도학회 2012년도 춘계학술대회 논문집

- 건축물의 화재위험 분석과 지수화에 관한 연구(명지대,손보협회 등)
  - 위험의사결정, 인명보호, 자산보호 등을 목적으로 잠재 화재위험을 분석하고, 위험의 현재화 가능성(위험의 빈도)와 현재화 되었을 때 그 결과의 심도를 확인/추정/분석/평가하여 정량화하여 일정 허용 범위내에서 몇 개의 단계로 위험 수준을 평가
  - 화재 위험도 지수화 방법으로는 FREM(Fire Risk Evaluation Method)이 대표적임

평 가 항 목		가중치		
		최저값	최고값	범위배수
잠재위험 (hazard)	화재하중(MJ/㎡)	0.6	2.5	3.8
	연소율	1.0	1.6	1.6
	연기해저드	1.0	1.2	1.2
내화대책	주요구조부	1.0	1.3	1.3
	외벽	1.0	1.15	1.15
기본대책	소화기	0.9	1.5	1.7
	소화전	0.8	1.0	1.3
	급수량	0.6	1.0	1.7
특별대책	화재감지	1.0	1.74	1.74
	화재자동진압	1.0	2.0	2.0

그림 2.66 FREM 화재위험지수 평가항목별 적용가중치 예

출처 : 대한안전경영과학회지. 제10권 제4호. 2008년 12월

- 지상·지하 통합내수침수해석 기술개발(국립재난안전연구원.2013)
  - · 지하공간 침수예측모형 개발
  - · 도심역에서 발생하는 홍수침수현상을 예측하기 위한 실시간모형 개발하고, 도심역에서 발생하는 우수의 실질적인 흐름을 추적할 수 있는 모형 개발

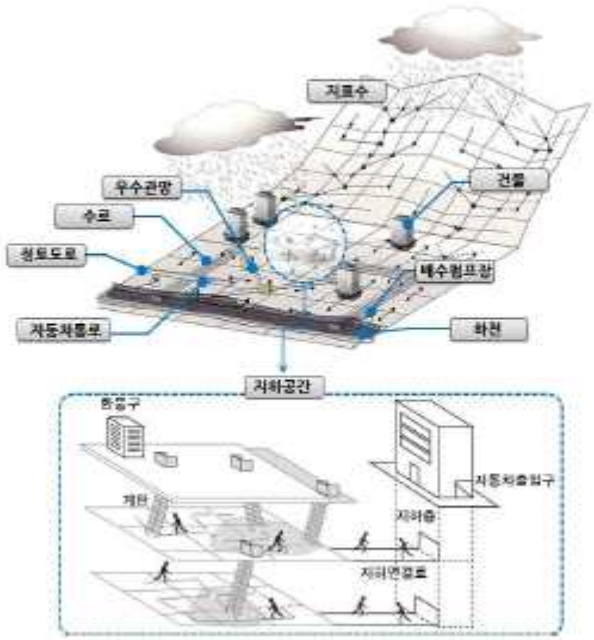


그림 2.67 지상-지하 통합침수예측모형의 구성 및 개념도

출처 : 도시 지상-지하 통합내수침수해석 기술개발 (국립재난안전연구원, 2013)

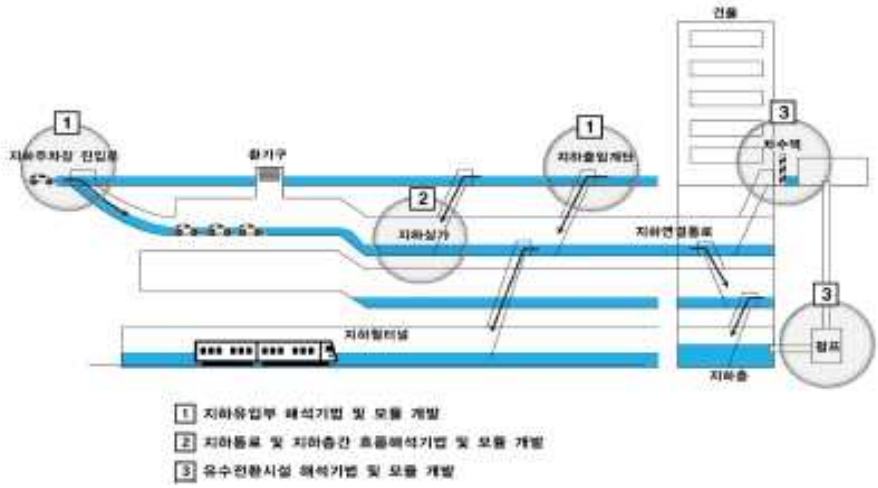


그림 2.68 지하공간 침수예측모형 개발을 위한 모형 구성 및 개념도

출처 : 도시 지상-지하 통합내수침수해석 기술개발 (국립재난안전연구원, 2013)

㉰ 빅데이터 위험분석 가시화 기술

- 가시화(시각화)기법의 종류
  · 시간시각화, 분포시각화, 관계시각화, 비교시각화, 공간시각화

- 시설물의 공간정보와 연동된 상용 가시화솔루션은 아직 없는 것으로 보여지며, 국내 빅데이터 솔루션(분석) 기업들의 가시화 기술과 공간정보 기술의 융합을 통해 개발이 가능할 것으로 보여짐

㉱ 대용량 비정형 데이터에서의 지식 추출 기술

- 비정형 데이터에서의 지식 추출 기술은 한국과학기술정보연구원과 한국전자통신연구원이 주도적으로 추진하고 있음

- 특히, 한국과학기술정보연구원은 빅데이터가 주목받기 시작한 2011년부터는 기존에 보유 중이던 지식 추출 기술을 대용량 비정형 데이터에 적용하여, 분산 병렬 기반의 지식 추출 기술들을 집중적으로 개발함

- 분산 병렬 기반의 구문 분석 기술과 더불어, 지식 추출 엔진을 자체적으로 개발하여 기존 지식 추출 엔진에 비해 탁월한 추출 성능을 확보하고 있음

- 특히, 대용량 비정형 데이터의 수집부터, 파싱, 구문분석, 지식 추출에 이르기까지의 모든 과정을 분산 병렬(하둡 및 맵리듀스) 기반으로 구현함으로써 대용량 데이터를 대상으로 하는 지식 추출 작업을 위한 원천 기술을 확보하고 있음

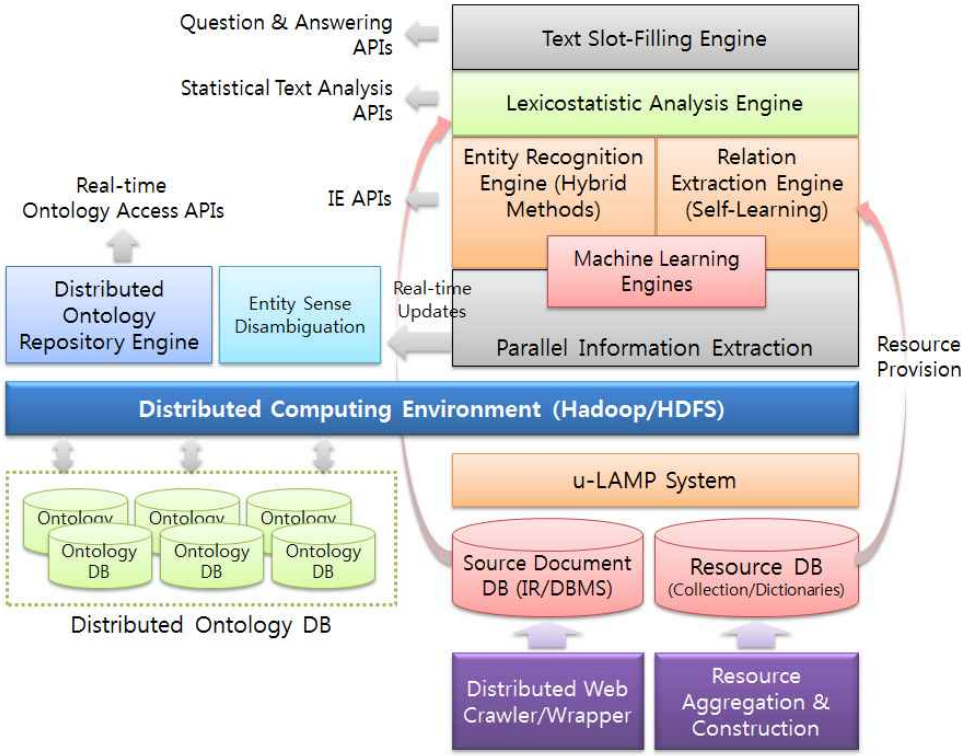


그림 2.69 KISTI 지식 추출 플랫폼 아키텍처

출처 : 지식 추출 플랫폼 아키텍처, KISTI

㈐ 지식 트리플 구축 및 추론을 위한 기술

- 온톨로지 모델링을 위한 도구는 Portege, TopBraid Composer 등의 외산 솔루션이 사용되고 있으며 국내 개발 실적은 미미

- 트리플 변환기는 다이퀘스트 SEMON 및 솔트룩스 STORM, 한국과학기술정보연구원 OntoFrame 등이 시맨틱 서비스 프레임워크 솔루션에서 기본 기능으로 지원하여 각 분야의 사업이나 연구를 위해 적용

- 트리플 저장소는 한국과학기술정보연구원이 국내 최초로 DBMS 기반의 OntoFrame을 개발한 이후에 다이퀘스트 SEMON, 탑쿼드런트 코리아의 OntoBase 등의 상용 제품이 개발되었으며, Ontotext 사의 BigOwlim 이나 Franz 사의 AllegroGraph 와 같은 외산 솔루션도 도입되어 국내 서비스에 적용됨

- 추론 엔진은 한국과학기술정보연구원의 OntoReasoner와 한국전자통신연구원의 보쌈 등과 같이 추론엔진만 독립적으로 개발되어 다른 트리플 저장소에 연계되었으며, 다이퀘스트, 탑쿼드런트코리아 등의 기업에서는 트리플 저장소에 내장되는 형태로 개발되어 상용화 되었고 다이퀘스트 추론엔진은 국내 최초로 GS 인증을 획득함

- 최근에는 초대용량 트리플 데이터(100억 트리플 이상) 적재 및 추론을 위한 맵리듀스 기반의 벌크로딩 모듈 및 추론 엔진 개발 중에 있음

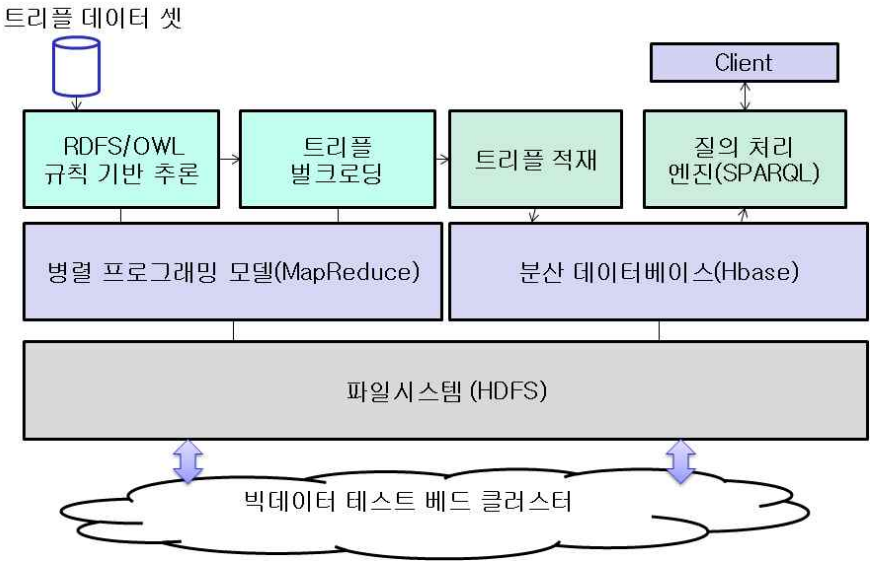


그림 2.70 KISTI의 트리플 적재/검색 시스템 아키텍처

출처 : 트리플 적재/검색 시스템 아키텍처, KISTI

㉮ 클라우드 환경에서 대용량 트리플 추론 기술

- 건국대학교 컴퓨터공학부 하영국 교수는 MapReduce를 기반으로 개발한 분산 병렬 추론 기본 알고리즘을 이용하여 Amazon EC2 (Elastic Computing Cloud)상에서 PC급의 가상노드 19개를 사용하여 5,000만개 규모의 RDFS 트리플을 9분에 추론하는 실험을 수행함

- RDF 지식베이스에 대한 분산 병렬 검색에 대한 연구는 MapReduce를 기반으로 SPARQL 질의를 분산 병렬 처리하는 알고리즘을 위주로 서울대 등의 일부 대학에서 진행되고 있음

㉯ 지능형 시맨틱 서비스 기술

- 지능형 시맨틱 서비스는 국내에서는 주로 검색 분야와 빅데이터 분석에 활용

- 포털 검색 분야에서는 네이버랩을 통해 실험적으로 서비스 되고 있는 네이버 시맨틱 영화검색 서비스와 네이트 시맨틱 통합 검색이 있음

- 시맨틱 웹 정보유통 플래폼 기반의 학술정보 서비스를 제공하는 한국과학기술정보연구원의 OntoFrame S3는 논리적 추론을 적용한 국내 최초의

시맨틱 웹기반 지능형 서비스임

- 다이퀘스트는 법무부 지능형 입법지원 시스템, 국사편찬위원회 시맨틱 인물 검색 서비스 등에서 빅데이터 분석을 통한 지능형 시맨틱 검색 서비스를 구축함

- 솔트룩스도 용인시청 시맨틱 민원검색, KBS 방송 컨텐츠 추천 등에서 빅데이터 분석을 통한 시맨틱 검색 서비스를 제공함

○ 국내 주요 기관 또는 업체의 보유기술 및 진행 중인 연구개발

세부기술명	재난예측 기술 및 재난유형별 시나리오 기술			
국내 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	SAS코리아 (본사 미국)	텍스트분석	데이터 마이닝, 감성엔진 탑재	텍스트에 포함된 감정 파악가능
	SAS코리아 (본사 미국)	비주얼분석	인메모리 분석기반의 데이터 시각화 기술.	실시간 시각화, 재난전조 모니터링
국내 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	국립재난안전연구원 (한국) 2013완료	미래재난예측방법론 개발 및 재난유형별 시나리오개발	미래재난예측 알고리즘 및 재난유형별 시나리오	핵심키워드 도출기법, 이슈도출 및 시나리오 구축방안
	국립재난안전연구원 (한국) 2013완료	소셜 빅데이터 재난운영방안 및 이슈탐지 기법연구	재난분야 소셜 빅데이터 특성 및 패턴연구	소셜빅데이터 재난이슈 탐지 기초 알고리즘

출처 : 국립재난안전연구원

○ 관련 국가연구개발사업 과제

중복가능과제명	담당 부처	시작 년도	종료 년도	차별화 또는 연계방안
ㅇ 미래재난예측방법론 개발 및 재난유형별 시나리오개발	안전행정부	2013	2013	동 연구사업은 국가전체적인 기후, 사회적 트랜드에 대한 분석을 통한 매크로적인 견지에서의 재난예측방법론 개발을 위한 연구사업임. 본 과제는 특정 지하시설물에 초점을 맞춘 안전관리 및 사고예측분석 시나리오의 개발에 목적이 있음.

나. 국외 기술동향

1) “3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발” 분야

가) “3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발” 분야

① 국외도 국내와 유사하게 개별 지하지층정보의 구축은 지속적으로 추진되고 있지만 이들 정보를 통합활용하기 위한 연계 기술의 개발은 미흡한 상황임

㉮ 유럽에서는 33개국의 유럽국가가 참여하여 상호교환 가능한 지질데이터와 주제 데이터 제공을 위한 정보기술 개발을 추진하고 있으며 Themes, Resolution, Converge 측면에서 통합구축을 위한 추진 계획을 수립 중임

㉯ 유럽에서는 33개국의 유럽국가가 참여하여 상호교환 가능한 지질데이터와 주제 데이터 제공을 위한 정보기술 개발을 추진하고 있으며 Themes, Resolution, Converge 측면에서 통합구축을 위한 추진 계획을 수립 중임

표 2.40 해외 지하지층정보 관리 현황

구분	국가(기관)	관리항목
지질자료	미국(USGS)	지질, 재해, 지구물리, 지구화학, 지사, 고생물, 해양지질
	일본(GSJ)	지질, 화산, 지진, 지질재해, 지구물리, 지구화학, 해양지질
	영국(BGS)	지질, 지질재해, 수리지질, 지구물리, 지화학
	캐나다(GSC)	지질, 지리, 지구과학정보 표준화
지반자료	미국(NGES)	토질정보, 시험정보, 사이트 위치
	독일(LBEG)	사이트정보, 시추정보, 토지사용, 자원
	일본(PWRI)	시추정보, 주상도
	영국(BGS)	시추위치, 현장시험, 실내시험
	아일랜드(GSI)	시추공, 현장시험, 실내시험

출처 : 지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구, 2012

② 국외 지하시설물정보는 정보 구축 및 안전관리 측면에서 일부 주요국가에서 DB를 구축하고 관리하고 있음

㉮ 미국에서는 One-Call 시스템을 구축하여 굴착공사 시 매설물의 위치를 파악하고 이를 기반으로 굴착사고 예방을 도모하고 있음

㉯ 영국에서는 국가지하매설물 위원회 중심으로 지상·지하의 포괄적인 정보를 제공하고 있음

㉰ 일본에서는 전력, 통신, 가스, 수로, 하수도, 지하철 등의 지하시설물정보를 DB로 구축하고 도로점용인허가관리시스템을 통하여 도로 굴착시 사고 예방을 도모하고 있음



그림 2.71 미국 One-Call System

출처 : 지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구, 2012

나) "3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발" 분야

① 미국, 독일, 싱가포르는 BIM을 이용하여 건설정보통합 시스템을 활용함

㉮ 미국 조달청(GSA)에서 준공도서 시공도서, 건축 마감구조, 모델링 등의 내용을 담은 3D-4D-BIM 프로그램을 운영하여 BIM을 활용한 품질향상, 정밀도 향상, 협업향상 등을 도모

㉯ 독일에서는 건물 정보를 건축설계단계, 생성, 시공단계를 거쳐 통합시설자산관리(CAFM)에 전달하는 전체 과정에서 통합하여 관리하며, IFC를 사용하여 분야간 데이터 호환성 확보 하고 있으며, BIM 프로그램과 IFC 중립포맷을 사용하여 설계 전 과정에서데이터를 교환하는 방법을 제공

㉰ 싱가포르에서는 건설청 주관으로 BIM 로드맵을 2011년 발표하여 예산확보를 통해 BIM 적용시 예산지원, 교육지원 등의 내용을 수행중이며, 건설청 웹기반 건설행정처리 시스템 CORENET (COnstruction and Real Estate NETwork)을 활용하여 자동법규체크를 수행

㉱ 국외에서는 미국, 유럽 등을 중심으로 건설정보모델이 확산되고 있으며, 일부 국가에서는 공공시설물 건설사업에 3차원 설계정보의 납품을 의무화하거나 추진 예정

2) "위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발" 분야

가) "3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발" 분야

① 미국은 FGDC(Federal Geographic Data Committee) 주도로 국가 공간정보 표준제정, 공간정보인프라 구축, 공간정보 오픈플랫폼 기반 민간 유통을 추진하고 있으며, 민간부문에서는 세계 최고 수준의 공간정보 융합기술을 기반으로 다양

한 서비스를 제공하고 있음

㉮ 2009년 5월 이후, FGDC는 GeoWeb 기술 기반으로 공공부문에서 생산하고 보유중인 모든 공간정보를 국민들이 편리하게 활용할 수 있도록 하기 위하여 Data.gov의 오픈플랫폼 구축 및 서비스 제공

㉯ GOS (Geospatial One Stop)의 기존 공간정보 포털 서비스를 발전시켜, 클라우드 컴퓨팅 환경에서 공간정보 • 센서웹 • SNS 등을 연계하여 공간정보의 개방성이 강화된 미래 GeoWeb 서비스 환경 구축 추진

㉰ Google Map, Microsoft Bing Maps, ESRI ArcGIS Online 등과 같이 웹상에서 공간정보 융합 (매쉬업) 서비스를 제공하는 GeoWeb 관련 세계 최고 수준의 핵심기술을 확보하고 있으며 시장을 선점하고 있음

㉱ OGC에서는 GeoSensor 정보의 수집, 융합, 배포와 관련하여 SWE (Sensor Web Enablement) 표준을 제시하고 있으며, 2012년 7월 이후 IoT (Internet of Things) 환경에서의 GeoSensor 정보처리를 위하여 “Sensor Web for IoT” 워킹그룹을 운영하고 있음

㉲ Google Earth는 3D 건물의 객체형상에 대한 단계별 LOD가 적용되어 있으며 한정적이며 폐쇄적인 데이터 입력 체계가 아닌 개방적인 입력체계로 서비스 확장성을 극대화하고 있음

㉳ 모바일 Google Earth, Apple Map 등 모바일 상에서 3D 공간 객체의 표현이 활발하게 이루어지고 있는 상황이며, 데스크 탑과 유사한 고품질의 3D 공간 객체 서비스로 진화하고 있음

㉴ 클라우드 컴퓨팅 기술을 이용하여 웹상에서 다양한 공간정보 분석, 주제도 생성 등을 수행할 수 있는 GeoCloud 서비스에서도 미국은 Google Map과 연동된 Google Fusion Table, ESRI ArcGIS Online과 같이 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있음

㉵ Business Intelligence (BI)는 정확한 분석과 예측 능력을 통해 기업 경쟁력과 성장을 도모하는 비즈니스 의사결정 관련 기술로서, 최근 클라우딩 컴퓨팅, 소셜 네트워킹, 데이터 가시화, 모바일 BI, On-demand BI, 예측 분석 등이 주요 이슈가 되고 있으며, Google Fusion Table, ESRI ArcGIS Online 등과 같이 클라우드 컴퓨팅 인프라를 활용한 GeoWeb 기반 비즈니스 서비스 실용화를 추진 중임

㉶ 기업 Business에서 관리되는 전체 데이터의 80%가 공간(위치)정보와 관련되어 있으며, 이로 인하여 최근 공간정보 관련 분석 및 예측을 요구하는 Location Intelligence (또는 Geospatial Business Intelligence)에 대한 요구가 크게 증대되고 있음

㉷ GeoWeb 서비스 기반 공간(위치)정보와 비즈니스를 융합하는 신규 GeoBI(공

간/위치정보가 융합된 경영정보/지식) 서비스 실용화 추진 중

㉮ 2, 3차원 공간정보 및 이동객체를 편집, 분석, 표출하기 위한 공간엔진과 대용량 공간정보의 효율적인 관리를 위한 공간 DBMS관련하여 ESRI (ArcGIS), Autodesk (MapGuide), PBBI (MapInfo)의 공간엔진과 Oracle (Spatial), ESRI (ArcSDE)의 공간 DBMS 관련 세계 최고 핵심기술 보유

㉯ Google과 GISCloud.com, SpatialStream.com 등에서 클라우드 상의 공간정보 매핑 플랫폼을 개발하여, 지도 데이터의 처리에 수반하는 스토리지나 서버의 프로비져닝, 유지보수, 컨트롤이라는 방대하고 복잡한 작업을 줄일 수 있는 지오 클라우드 서비스를 계획하고 있음

㉰ 모바일 공간정보 서비스와 관련하여 스마트 폰, IoT 인프라 기반 위치정보 및 주변상황 정보를 수집하여 사용자에게 증강현실 기반으로 생활밀착형 실감 서비스를 제공하기 위한 기술의 실용화가 추진되고 있음

㉱ Google Project Glass는 GPS, 모션 센서, 카메라, 프로젝터, 컴퓨팅 플랫폼이 초소형화된 IT 융합 기기로 날씨, 위치, 텍스트, 영상, 음성통화, 쇼핑 등 모든 정보를 증강현실 기반으로 실시간 제공하는 생활밀착형 실감 서비스를 제공할 수 있으며, 사용자가 보는 각종 영상, 위치 정보들에 대한 실시간 정보 수집 역할도 수행 가능

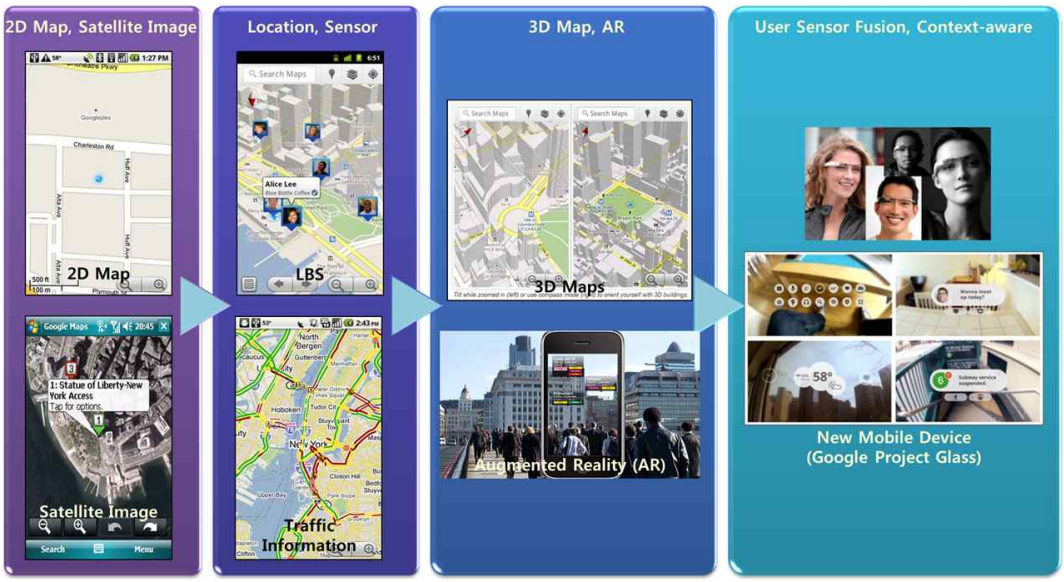


그림 2.72 모바일 공간정보 서비스 발전방향

출처 : https://www.google.com/glass/start

② 유럽은 각 국가 간 공간정보인프라의 원활한 접근, 활용, 온라인 서비스를 위하여 개방적이고 협력적인 인프라 구축 정책을 추진하고 있으며, 구축된 공간정보 인프라를 표준화된 방식으로 서비스를 제공하고 있음

㉮ INSPIRE(INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) 프로젝트를 통하여 유럽 내 각 국가 공간정보인프라에 대하여 상호공유가 가능하도록 하는 전 유럽 SDI 구축을 목표로 기술개발 및 표준화 추진

㉯ 6,000 개 이상의 공간정보 관련 기구가 참여하는 EUROGI(European Umbrella Organization for Geographic Information)는 유럽 내 공간정보인프라(SDI) 구축 및 유통을 위한 표준제정 추진

㉰ 영국의 지리정보 제공 기관인 OS (Ordnance Survey)는 2010년 1월 21일 부로 data.gov.uk 서비스를 공식적으로 시작하여 도로, 교통, 항만, 범죄, 재난재해, 주택, 환경, 의료 등에 관한 실시간 정보를 표준화된 포맷으로 공공기관, 기업체 및 일반인들에게 제공하고 있음

㉱ 프랑스는 2, 3차원 공간정보 검색, 주제별 공간정보 다운로드 등의 기능이 가능한 국가공간정보통합 플랫폼인 Geoportail 기술 확보하고 서비스를 제공

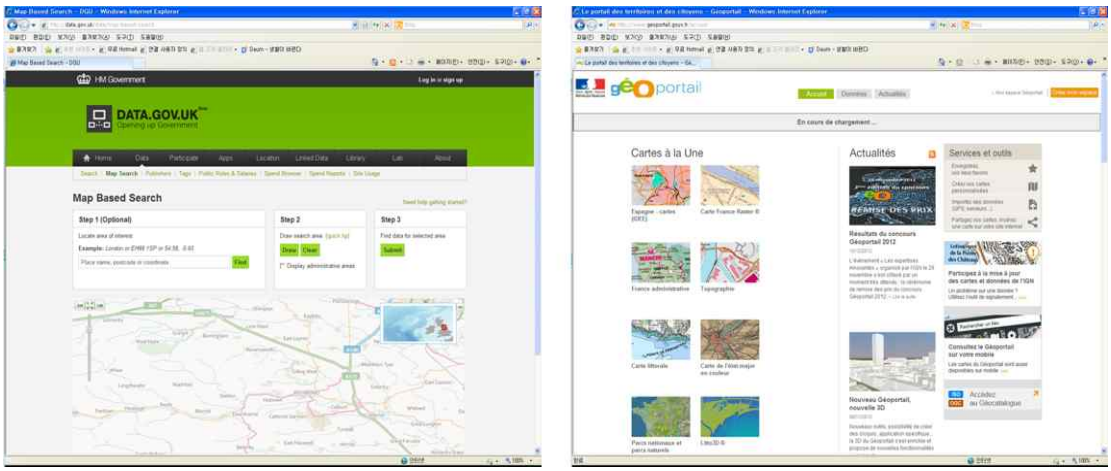


그림 2.73 data.gov.uk, geoportail

출처 : data.gov.uk(좌), http://www.geoportail.gouv.fr/accueil(우)

㉲ 독일은 공간정보인프라의 공유 및 유통을 위하여 국가, 연방정부, 민간의 협력 하에 GDI-DE 구축기술과 이에 대한 효율적인 접근을 위한 GeoPortals 서비스를 제공하고 있음[2)]

㉳ WebGL 기반 3D 지도 서비스는 Nokia Maps 3D WebGL (beta) 기술이 앞선 상황으로 판단되며 Nokia사의 모바일 웹 브라우저에서의 WebGL 3D 개발 경험을 접목하여 모바일 WebGL 공간정보 서비스로 발전시킴

㉴ Google MapsGL은 아직 개발 단계이나 구글의 기술력으로 볼 때, 조만간 WebGL 엔진을 탑재할 것으로 판단되며 구글의 Chrome 웹 브라우저를 통해 모바일로의 확장이 용이할 것으로 판단됨

2) http://www.geoportal.rlp.de

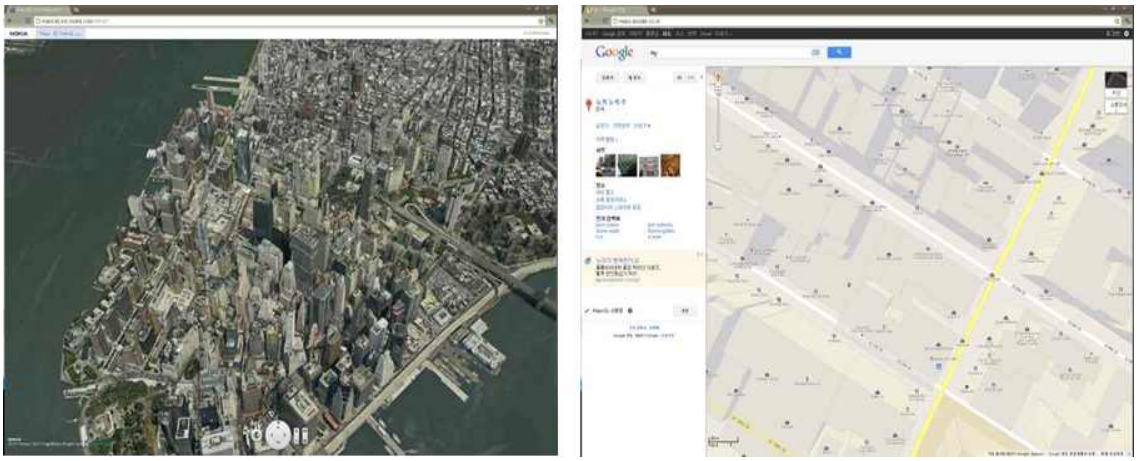


그림 2.74 Nokia Maps 3D WebGL (좌), Google MapsGL (우)
출처 : http://maps3d.svc.nokia.com/webgl(좌), http://maps.google.co.kr(우)

③ 일본은 '지리공간정보활용추진 기본법' 제정(2007.8)을 통한 정부중심의 체계적인 공간정보 산업육성정책으로 공간정보-유비쿼터스 기술 융합, 공간정보 민간 유통 방법 모색, 국제 표준 제정 등을 추진하고 있음

㉮ 위치정보를 축으로 하여 다양한 서비스 제공이 가능한 공간정보 관련 아시아 최고 수준의 측위기술, 공간정보인프라 구축 및 활용 기술 보유

㉯ '95년 한신 대지진 이래, 태풍, 지진 등의 재난 발생상황 및 피해복구를 실시간으로 파악하기 위해 다양한 공간정보의 활용을 시작으로 재난지역 위험도 평가, 3차원 피난경로 제시, 재해 시뮬레이션을 수행하는 고정밀 3차원 GIS 플랫폼과 같은 우수한 방재분야 GIS 기술 보유

㉰ 재난위험도가 높은 일본의 지리적 특성에 따라 GPS 관측, 항공사진, 위성영상을 활용한 재난예측 관련 공간정보 핵심기술 다수 확보

④ 캐나다는 공간정보인프라 구축, 개방 및 공유 관련 미국과 공조하여 국제표준 활동을 적극 추진하고 있으며, GeoConnections 포털 기반 공간정보인프라 구축, 공유 서비스를 제공하고 있음

㉮ GIS, 위성정보 중심으로 공간정보를 도시계획, 재난방지 분야 등에 실시간 적용하기 위한 분야에서 최고 수준의 핵심기술을 확보

나) "지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발" 분야

① 기존의 실외 위치측위 솔루션을 제공하던 업체들의 영역확장을 통한 지하공간 및 실내환경에서의 측위기술 선점 및 개발

㉮ 실외 측위기술 솔루션 업체들의 기술 선점 가속화

㉯ 다양한 위치기반서비스로 응용

㉰ 단위 측위기술의 한계 극복을 위한 융합측위기술 연구

② 무선네트워크 기반 측위 기술

㉮ 실내외 복합 측위 기술

㉯ GPS 및 WiFi 신호를 이용한 핑거프린팅 및 삼변 측량

㉰ 건축물 실내 정보 확보 및 DB 구축



그림 2.75 융합측위기술을 위한 다양한 측위정보

출처 : Skyhook Wireless Inc., http://www.skyhookwireless.com

③ WiFi 및 Bluetooth를 활용한 실내 위치측위 기술

㉮ WiFi 신호와 BLE(Bluetooth Low Energy)를 이용한 핑거프린팅 및 삼변측량 기반 측위 기술

㉯ 단일 WiFi 네트워크 기반 측위기술에 비해 높은 정확도

㉰ 무선단말 간 직접통신을 이용한 협력측위기술

④ 스마트폰 IMU 센서와 WiFi 신호를 이용한 측위 기술

㉮ IMU 센서와 WiFi 네트워크를 활용한 융합 측위기술

㉯ WiFi 네트워크 기반 측위결과를 이용한 IMU 센서 이동거리 보정

㉰ IMU 센서를 이용한 WiFi 네트워크의 측위 보정

⑤ LED 광통신 기반 측위 기술

㉮ 각각의 LED 조명에 ID를 부여하는 Cell-ID 기술

㉯ 인프라 부재로 인해 연구 개발 단계

⑤ 국외 측위기술 관련 기술보유 현황

표 2.41 국외 측위기술 관련 기술보유 현황

세부기술명	실내 측위 기술			
국외 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	Skyhook	GPS, WiFi, Cell tower triangulation	핑거프린트 타입 WiFi 측위	실내/외 복합 측위 가능
	GeoCom-ply	GPS, IP address, WiFi, Cellular networks	IP address와 WiFi AP 위치 등의 Database 활용	기존 인프라 활용 가능
	Pole Star	GPS, WiFi, Bluetooth, motion	핑거프린트 타입 WiFi 측위	쇼핑몰, 박물관 등 대형

		sensors		건물에서 실내 측위 가능
	벨	WiFi fingerprint	RSS의 DB화	1~2m 측위오차
	ST microelectronics	WiFi AP 신호 감지 후 센서 데이터 활용	WiFi를 이용하여 사용자 위치 체크 후 디바이스 내부의 센서를 활용해 이동거리 계산	지속적인 보정을 통하여 측위 오차 보정
	WiFi SLAM	디바이스의 센서를 통해 수집된 데이터를 통해 측위 오차 보정	WiFi를 활용해 측위된 데이터를 수집 후 디바이스의 센서를 활용하여 측위 오차 보정	짧은시간의 데이터 수집으로 측위 오차 보정
	Senion Lab.	WiFi AP 신호 감지 후 센서를 통해 얻는 데이터 활용	WiFi를 이용하여 측위 후 디바이스 내부 센서를 활용해 오차 보정	실시간 측위 오차 보정
	ETRI	WiFi AP DB 구축기술, WiFi 기반 측위 기술, WiFi/GPS 복합 측위 기술 및 WiFi RTT기반 측위 기술	Wifi기반 실내외 연속측위 기술	실내외 경계지역에서 WiFi/GPS 복합측위기술 적용으로 끈김없는 위치정보 제공이 가능
국외 기관 연구 개발	일본	Cell ID를 활용한 측위	각각의 LED에 ID를 부여하여 센서에 들어온 신호를 통해 측위	연구개발 단계

출처 : Skyhook Wireless Inc., http://www.skyhookwireless.com/, http://www.geocomply.com/, PoleStar Inc., http://www.polestar.eu/STMicroelectronics Inc., http://www.st.com/, enionLab Inc., http://www.senionlab.com/, P. Mirowski et al., “SignalSLAM: Simultaneous localization and mapping with mixed WiFi, Bluetooth, LTE and magnetic signals,“ in Proc. IEEE IPIN, 2013., ”LBS를 위한 무선랜 RTT 기반 측위기술,“ 한국정보통신기술협회 TTA 저널, 김동규 외, 2011., ”가시광 무선 통신을 이용한 LBS 서비스 및 위치 측정 기술 동향,“ 한국통신학회지 정보와 통신, 황준호 외, 2011.

3) “지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발” 분야

가) “지하공간 활용 지원체계 기술 개발” 분야

① 국외에서는 지상공간의 공간계획지원시스템 관련 기술이 다수 존재함

㉮ Portland MetroScope

- MetroScope은 미국 오레건주의 광역정부인 포틀랜드 메트로(Metro)가 경제, 인구, 토지이용, 교통활동의 변화를 모형화하기 위해 사용한 계획지원체계
- MetroScope은 포틀랜드의 메트로를 위한 토지이용모형과 교통모형의 통합적인 도시성장시뮬레이션 모형이며 각종 정책시나리오를 검증하고 인구와 고용에 대한 예측을 지원하는 시스템이기도 함(Kim, K. H., 2007)
- 실제 오레건주에서 광역정책 수립단계에 적용하고자 구축하였으며, 도시의 토지수요에 대한 수요공급모형을 개발하여 다양한 공간계획 및 정책을 지원하는 도구로 활용되고 있음
- MetroScope 모형의 구조와 구성요소를 살펴보면, 주거모형, 비주거(고용)모형, 교통모형, 계량경제모형으로 나뉘며, 4가지 모형들은 GIS 시스템과 결합되어 하나의 통합모형을 이룸
- MetroScope의 개발도구는 사용자 인터페이스의 경우 파이선(Python)으로 개발하였고, 엔진은 오픈소스 통계프로그램인 R기반의 MetroScope엔진을 개발하여 사용하고 있으며, 데이터베이스는 PostgreSQL로 구축

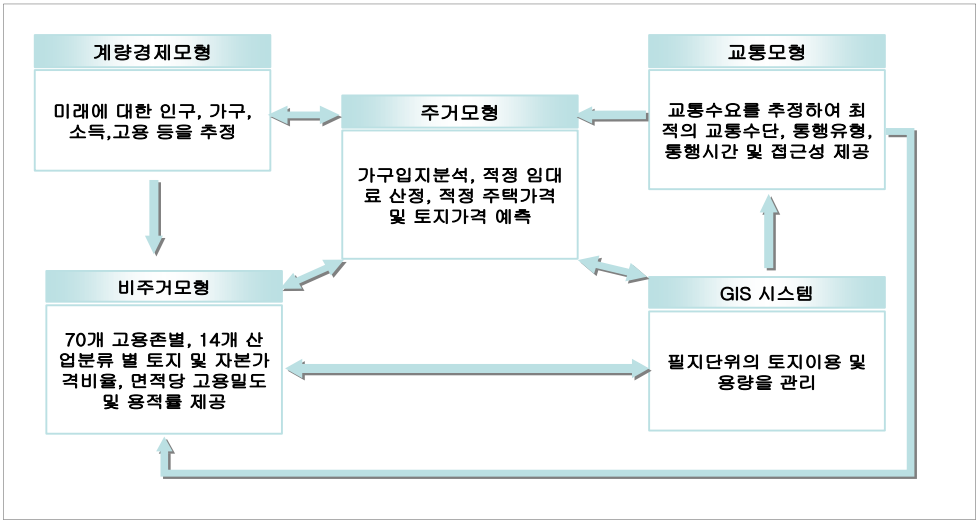


그림 2.76 MetroScope 모형의 구조

출처 : 국토공간계획지원체계 구축사업(2차), 국토해양부, 2007

㈏ UrbanSim

- UrbanSim(Urban Simulation)[3]은 1996년 하와이의 호놀룰루에서 토지이용과 교통모형의 통합 필요성에 따라 최초로 미국의 광역계획국(Metropolitan Planning Organization, MPO)에 의해 개발된 시스템
- UrbanSim은 대도시의 토지이용과 교통, 대기질 평가 자료들을 연계하여 도시성장관리를 위한 계획을 수립하고, 여러 시나리오를 구축하여 그 결

3) http://www.urbansim.org의 문서들을 수정·보완한 것이다.

과들이 미래의 도시에 어떠한 영향을 미치게 될 것인가에 대한 충분한 정보를 제공하는 시스템임

- 또한 그 시스템은 제공된 정보를 기반으로 객관적 분석을 통해 체계적으로 도시성장의 패턴을 예측함으로써 정책개발 및 계획과정을 지원하는 시스템이기도 함

- UrbanSim의 가장 핵심적인 6개의 하위모형은 경제·인구변화모형(유형별 가구와 직장의 창출 및 소멸 패턴분석), 접근성모형(자동차 소유 수준에 따른 접근성 패턴분석), 이동모형(지역내에서 가구와 고용의 이동패턴분석), 입지선정모형(가용한 부동산재고를 고려한 가구와 고용의 입지선정패턴분석), 부동산개발모형(개발자에 의해 신규 또는 재개발되는 입지와 유형 및 양), 지가모형(각 입지에서 지가 변화분석)임

㉮ What-If 모형

- What-If[4]는 1996년 설립된 What-If사의 대표인 Kolsterman 교수가 ArcGIS를 이용하여 개발한 상용시스템으로써, 특정 지역에 적용된 응용시스템이라기 보다는 패키지툴(package tool) 성격이 강함

- 이 시스템은 시나리오를 기반으로 토지이용배분을 위한 시뮬레이션을 지원하는 계획지원체계인데, 상주인구와 고용인구에 근거한 토지수요량을 산출하고, 적합도 분석요인 자료에 근거하여 용도별 토지수요량을 산출한 후 입지배분 시나리오를 바탕으로 토지의 용도별 입지를 배분함

- What-If는 정책적 개입의 유무에 의해 미래를 다양하게 시뮬레이션 할 수 있음. 즉 정책적 개입이 없는 경우에는 수요변화에 따른 적합도 분석의 결과를 기초로 토지이용배분을 결정하고, 기반시설 투자나 토지이용규제와 같은 정책이 개입될 경우에는 입지배분 시나리오에 따라 토지이용이 어떻게 배분될 것인가를 탐색함

4) http://www.what-if-pss.com

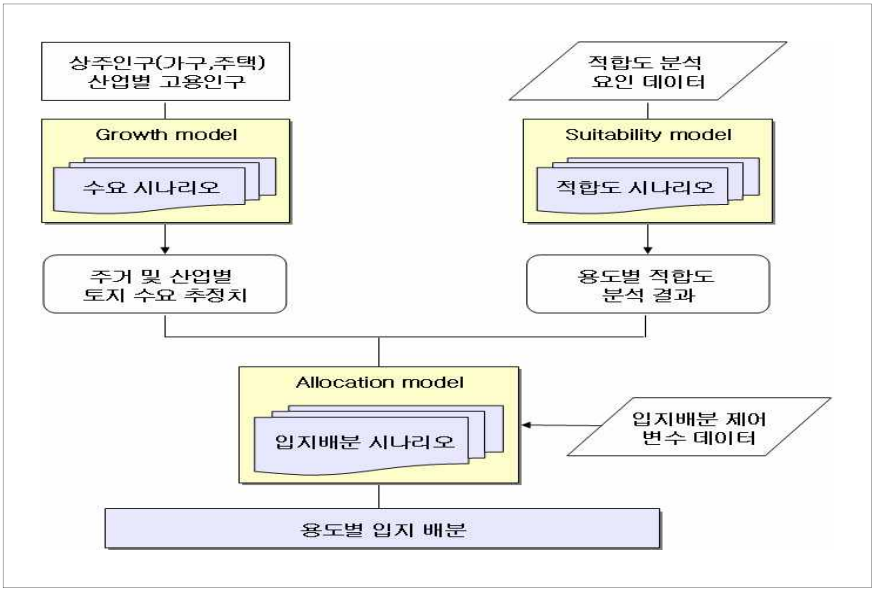


그림 2.77 What-If 시스템의 분석과정

출처 : 국토공간계획지원체계 구축사업(2차), 국토해양부, 2007

나) "지하공간의 안전관리 기술" 분야

① 상대적으로 국내에 비해 국외의 터널 시공 정보화 및 분석 시스템 개발은 오래 전부터 활발히 진행되어 왔으며, 보다 체계적인 기술개발을 통한 기술 실용화가 이루어지고 있는 상황임

㉮ 일본의 TOBISHIMA 건설기술연구원(1999)에서는 MAST라는 터널의 3차원 정보화 설계/시공 시스템을 개발한 바 있음

- 동 시스템은 설계/시공 과정에서 지반 및 지보재의 변위거동 및 응력분포 등의 세밀한 분석이 가능하며, 조사/설계/시공/계측의 각 공정에서 생성되는 자료를 DB화하여 일원 관리 하도록 구성됨

- 동 시스템은 이러한 정보화 설계/시공 분야에 퍼지이론과 전무가 시스템을 접목시켜서 좀 더 객관화된 설계/시공을 이룰 수 있도록 하고 있음

- 일본의 도로터널공사에 이 시스템을 적용하여 지반구조 파악 및 적정 보강설계에 응용하게 사용할 수 있을 증명한 바 있음

㉯ 지반구조의 3차원적 가시화 기법 관련은 미국의 IDAHO 대학 연구소(Zhou & Wu, 2004)에서 심부 광산주변에서 수행된 지반조사 자료를 지구통계학적으로 처리하여, 그 결과를 3차원적 가시화기법을 이용하여 구현함

㉰ 이와 비슷하게 3차원적인 역학적 가시화 방안 관련 연구는 영국의 Manchester 대학(Atkins, 2008)에서 NATM 터널에 적용된 사례가 있음

- 해석결과의 다양한 도시결과에 따라 다른 해석결과가 도출될 수 있다고 결론지음

- 복잡한 3차원 역학적 거동해석 결과의 합리적인 가시화는 터널설계분야에서 상당히 중요한 연구 분야라 할 수 있음(Beer & Opriessnig, 2009)

㉮ 터널 시공과정의 가상 시뮬레이션 관련 연구는 미국 콜로라도대학에서 수행한 바 있음(Jarrett et al, 1997)

- 복잡한 터널 시공과정의 3차원적인 가상 시뮬레이션을 통하여 설계안의 검증 및 합리적인 시공 사이클 설계를 수행할 수 있으며, 이를 통하여 시행착오에서 오는 경제적 손실을 방지할 수 있다고 결론 내린 바 있음

- 그러나 주로 시공과정의 시뮬레이션 위주로 구성되어 있어서 지반 자체가 포함하고 있는 불연속면이나 파쇄대, 지질구조 등 매우 중요한 여러 요인들에 대한 고려를 하지 못한 상태로 머물러 있는 상태임

② 3D 지하공간 정보를 활용한 도심지 내 싱크홀 예측 및 예방 기술 개발은 전 세계적으로 싱크홀 발생 빈도가 증가하고 있는 상황에서 인명, 재산 피해를 최소화하기 위해 반드시 필요한 기술임

㉮ 국내와는 달리 국외에서는 자연적인 원인에 의한 싱크홀 발생 빈도가 높은 편인데, 자연 싱크홀은 석회암층 탄산칼슘(CaCO3)이 지하수에 닿아 녹으면서 형성된 공간이 상부 압력을 견디지 못하고 무너지면서 발생하는 것으로 알려져 있음

㉯ 미국의 University of Central Florida에서는 Florida Sinkhole Research Institute를 운영하여 플로리다 주 내의 다양한 싱크홀에 대한 원인 분석과 데이터를 수집 분석하여 다양한 연구 결과를 보고하고 있음

- Florida Department of Financial Services에서는 싱크홀에 대한 피해 발생시에 대한 피해 구제 및 관련 대응 요령에 대한 지침이 잘 구축되어 있음

③ 지하공간 속성정보의 신뢰성 평가/제고 및 3D 디지털 정보화 시스템 개발은 일본과 프랑스를 중심으로 지반 정보 중 시추자료에 대한 DB 개발이 시작되었으나, 이후 추가적인 DB 시스템의 보완이나 개발이 이루어지지 않아, 현재는 국내 기술이 국외에 비하여 앞선 상황임

㉮ 국내에 비해 국외에서는 많은 연구가 진행되고 있으며, 연구 흐름은 크게 두 가지로 구분됨

- 첫 번째 흐름은 실제 현장지반이나 실내시험 시료내부에서 계측한 지반정수의 위치적 이질성을 어떠한 방식으로 모델링할 것인지에 관한 것임

- 두 번째 흐름은 모델링한 위치적 이질성이 전체 지반의 거동에 어떠한 영향을 미치는가 하는 것임

㉯ 국외에서도 국내와 유사하게 현장 자료의 직접 활용을 통해 지표면 상부 지

역의 3차원 영상화를 주로 수행하고 있으나, 지하 공간, 특히 지층 분포에 대한 종합 3차원 영상화는 현재 관련 제품이 개발되어 판매 중임

- 여러 지하 공간 자료를 활용한 종합 3차원 영상화는 아직까지 미진함

④ 수직/수평공간 지하공간 정보를 활용한 구조물기초 기술은 ISO/EUROCODE 및 LRFD 기술의 개발에 따라 유럽과 북미, 일본, 호주 등을 중심으로 지반정보화 DB구축, 신뢰성 분석기술, 구조물 해석/설계분야 기술의 발전을 주도함

㉮ 실제 지반공학적 설계에 이질적 특성을 보이는 정수의 사용으로 인한 영향을 적용한 연구 사례는 일부 문헌에서 찾아볼 수 있음

- 관련된 연구들이 보통 실제 지반구조물 조건을 고려한 전체 거동의 특성 분석에 중점을 두어왔기 때문에, 실제 구조물과 지반조건을 대상으로 한 만큼 주어진 해석상 조건이나 환경이 매우 복잡한 경우가 많아 결과 분석에 있어서 얻어진 해석결과에 대해 인자별 영향성을 평가하지 않고 전체적인 경향성 도출에만 중점을 둔 약점을 가지고 있음

㉯ 지반정수의 DB와 및 기초구조물 설계변수에 대한 DB화를 바탕으로 자료분석, 신뢰성 평가를 통한 하중/저항계수 산정 연구가 최근 20여년 사이에 매우 활발히 진행되고 있음

- 전 세계적으로 지하공간정보의 부족, 자료의 융합에 대한 체계성 미비, 공간정보의 상호상관성 분석에 대한 연구는 미진함

㉰ 수직/수평 지하공간정보를 활용한 기초구조물 및 지하구조물 계획수립/설계/안전대책 수립 연구에 대한 필요성이 최근 제기되었으며, 계획수립 뿐만 아니라 시공, 유지관리를 포함하는 종합적인 시스템 구축사례는 부족함

기술명	기술수준		
	최고기술보유국	기술수준(%)	기술격차(개월)
GIS기반 터널 시공 정보화 기술	일본	90%	36
터널 설계 및 시공정보 분석기술	오스트리아, 독일	80%	60
터널 분석 결과 가시화 및 정보 서비스화 기술	미국	80%	60
도심지 내 싱크홀 발생 메커니즘 연구	미국	70%	36
3D 공간정보 활용 도심지 싱크홀 해저드 맵 개발	–	–	–
도심지 싱크홀 예방 및 복구를 위한 가이드라인 개발	미국	70%	36
지하공간 속성정보의 3D 가시화	대한민국	100%	–
지하공간 정보를 활용한 지하구조물 대책/최적화	덴마크, 영국, 독일, 미국, 캐나다	90%	60

세부기술명	터널 3차원 정보화 설계 및 시공 시스템			
국외 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	Tobishima (일본)	MAST: 터널 3차원 정보화 설계/시공 시스템	터널 설계 및 시공과정에서 지반 및 지보재의 변위거동/응력분포 정밀 분석 및 가시화 가능	효과적 설계 진행
국외 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	Manchester 대학 (영국)	터널정보 3차원적 가시화 시스템	역학적 분석결과의 3차원적 가시화 및 자료분석 시도	시스템
	Colorado 대학 (미국)	터널 시공과정 가상 시뮬레이터 개발	복잡한 터널 시공과정의 3차원적인 가상 시뮬레이션을 통하여 설계안의 검증 및 합리적인 시공 사이클 설계 시도	시스템

세부기술명	도심지 내 싱크홀 발생 메커니즘 및 탐지 기법 연구			
국외 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
국외 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	Florida Geological Survey (미국)	Karst 지형 분포도 조사 및 싱크홀 조사기법	싱크홀에 대한 원인 분석과 데이터 수집 분석	

세부기술명	• 지하공간 속성정보의 신뢰성 평가/제고 및 3D 디지털 정보화 시스템 개발 • 수직/수평공간 지하공간 정보를 활용한 구조물기초 최적설계/안전대책수립/의사결정시스템 개발			
국외 업체 보유기술	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
	ESRI (미국)	GIS 소프트웨어	GIS 소프트웨어 기술	범용상용화
	Autodesk (미국)	GIS 소프트웨어	GIS 소프트웨어 기술	범용상용화
	Intergraph (미국)	GIS 소프트웨어	GIS 소프트웨어 기술	범용상용화
국외 기관 연구개발	기관 (국가)	연구개발 실적	연구개발 내용	성과물 및 상용화
	ECN (유럽 연합)	EUROCOCE 제정	신뢰성기반 한계상태설계	기준
	AASHTO (미국)	AASHTO LRFD	신뢰성기반 한계상태설계	기준
	FHWA (미국)	AASHTO LRFD	신뢰성기반 한계상태설계	기준
	PARI (일본)	GEOCODE 21	신뢰성기반 한계상태설계	기준

다) “지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발” 분야

- 빅데이터 관련 시장이 성장기에 있고, 빅데이터를 활용한 다양한 분석 기술, 장비 및 신규 비즈니스 모델이 개발되는 과정에 있으므로 사업 유형을 명확히 구분하기는 어려움
- Forbes(2012)는 개괄적인 빅데이터 관련 사업유형을 제시하였음. Forbes는 빅데이터 관련 사업 유형을 애플리케이션, 인프라, 기술부분으로 나눠서, 각 부문별로 빅데이터 관련 사업유형을 총 10개 소 부분으로 구분하였음
- 다양한 빅데이터 관련 사업유형이 있지만 사업자가 제공하는 주요 서비스 유형에 따라서 다음과 같이 세 가지로 구분할 수 있음

① 빅데이터를 활용하여 비즈니스 효율을 증가시키는 유형

- 기업들은 빅데이터를 이용한 수익 개선, 비용절감, 이탈율 감소 등 경쟁력을 제고하는 방법으로 빅데이터를 활용함
- 대표적으로 아마존이 소비자 구매 데이터를 분석해서 상품 추천 서비스를 제공하는 사례를 들수 있음

② 빅데이터를 통해 광고효과 증대에 활용하는 유형

- 이용자들의 웹서핑 데이터를 활용하여 이용자의 관심분야와 관련된 광고를 제공하고, 이를 통해 높은 클릭률을 유도하는데 활용
- 구글은 광고 수익증대를 위해 구글 애드센스(AdSense) 빅데이터 기술을 활용하고 있음
- Facebook도 “페이스북 익스체인지(Facebook Exchange)"라는 실시간 맞춤형 광고 서비스를 제공하고 있음



그림 2.78 페이스북 익스체인지 관련 내용

출처 : Facebook-studio.com

③ 자체 보유 내부 빅데이터를 활용하여 새로운 비즈니스를 창출하는 유형

- 기존의 데이터 분석을 통해 인사이트(insight)를 도출하여 이를 다른 관련 기업이나 정부에 제공하여 새로운 수익원을 확보하는 유형

- 최근 들어 통신사가 주력하는 서비스 유형으로 버라이즌은 2012년 10월부터 “Precision Market Insight"라는 서비스를 제공.이는 지난 수년간 실시간으로 축적된 이용자 위치정보, 선호하는 컨텐츠 정보 등의 데이터를 수집하여 집합적 데이터로 변환/분석/도출된 시사점을 수요자에게 공급하는 서비스임. 스페인의 텔레포니카도 ”Smart Step" 서비스를 2012년 11월에 출시하였음



그림 2.79 텔레포니카 서비스 관련 내용

출처 : 텔리포니카 “Digital Insight” 홈페이지

- 글로벌 IT기업의 빅데이터 추진 현황은 아래와 같음. 글로벌 IT 기업들은 DW• BI기술에 빅데이터를 접목하거나 빅데이터 전문 기업을 인수•합병하여 빅데이터 프로세스 전 과정에 대한 솔루션 및 서비스를 추진하고 있음

표 2.42 글로벌 IT 기업의 빅데이터 추진 현황

기업명	추진내용
Oracle	▪ 오라클 Big Data Appliance(CDH 탑재) 제품 출시 ▪ 세계적인 DB업체 ‘하이페이온사’를 인수로 분석기술 확보 ▪ Endeca, Exlytics 등 빅데이터 분석 솔루션 출시
HP	▪ BI솔루션 업체 ‘Vertica’와 기업용 검색엔진 업체 ‘Autonomy’ 인수 – Autonomy에서 제공하는 정보처리 레이어와 버티카의 고성능 실시간 분석 엔진의 조합을 토대로 빅데이터인프라 서비스 제공
Microsoft	▪ Hadoop on Window, Hadoop on Azure 출시 예정 – Hortonwork의 Hadoop 탑재
IBM	▪ 분석용 데이터 저장 관리 업체 ‘Netezza’, 데이터 통합 업체 ‘Ascential Software’, 분석 솔루션 업체 ‘Cognus’ 등 비즈니스 분석 관련 업체 인수 ▪ 빅데이터 솔루션 : InfoSphere Biginsight(Hadoop), InfoSphere

	Streams
SAP	▪ HPA(High Performance Analytics) 기반의 SEMMA 방법론’ 제시 ▪ ‘IT + 분석 + 비즈니스’ 통합플랫폼 구현(SAS 빅데이터 분석플랫폼 SolutionMAP), 인메모리 컴퓨팅 기반의 어플라이언스 HANA 출시
Palantir	▪ Enterprise Intelligence Platform보유 ▪ 미국정부 및 월가 금융사들 중심의 대형범죄분석, 사기분석, 재난구조 등의 사업레퍼런스 확보
Teradata	▪ 데이터웨어하우징 및 비즈니스 인텔리전스(BI) 전문 업체 ▪ 비정형 데이터의 고급분석, 관리 솔루션업체 인수(Ester) ▪ ‘Ester MapReduce Platform’ 제시
EMC	▪ 데이터 저장, 관리, 분석까지 빅데이터에 관한 모든 것을 제공하기 위해 Greenplum, Isilion 등 빅데이터 솔루션 및 데이터 관련 다수 업체 인수

출처 : 언론자료 재구성

④ 국가별로 세부 기술별 현황 및 전망

- 구글, 아마존 등의 빅데이터 분야 글로벌 선두기업들은 빅데이터 기반의 서비스 상용화가 활발히 진행 중이나, 국내 기업은 아직 시작단계 수준
- 기술 및 자금력의 한계로 글로벌기업의 기술, 오픈소스 솔루션 의존도 높고, 한국전자통신연구원(ETRI)의 추정에 따르면, 빅데이터의 분석, 분산처리, 융합, 저장관리의 각 분야별 구글, 오라클, IBM 등 글로벌 기업 대비 약 2~6년의 기술격차가 존재

표 2.43 세부 기술별 기능 및 성능 수준

기술명	기술수준		
	최고기술보유국	기술수준(%)	기술격차(개월)
데이터 분석	미국	80	2년
분산컴퓨팅	미국	60	5~6년
이기종 데이터 융합	미국	70	3~5년
데이터 저장관리	미국	70	4~5년

출처 : ETRI 자료정리

⑤ 대용량 비정형 데이터에서의 지식 추출 기술

- 빅데이터 처리가 관심을 받으면서 자연스럽게 대용량의 빅데이터에서 지

식을 추출할 수 있는 기계학습 알고리즘을 지원하는 패키지에 대한 관심도 늘어나고 있고, 상용제품인 IBM의 SystemML과 오픈 소스 진영에서 개발한 Mahout가 대표적임

- SystemML은 통계분석 오픈 소스인 R의 syntax를 차용하여 개발된 DML(Declarative Machine learning Language)을 이용하여 구현이 되도록 하였으며, Java 기반의 API와 프로그래밍 프레임워크를 이용하여 Random decision tree, Stochastic gradient descent for Matrix Factorization과 같은 외부 분산 패키지도 이용할 수 있도록 하였음

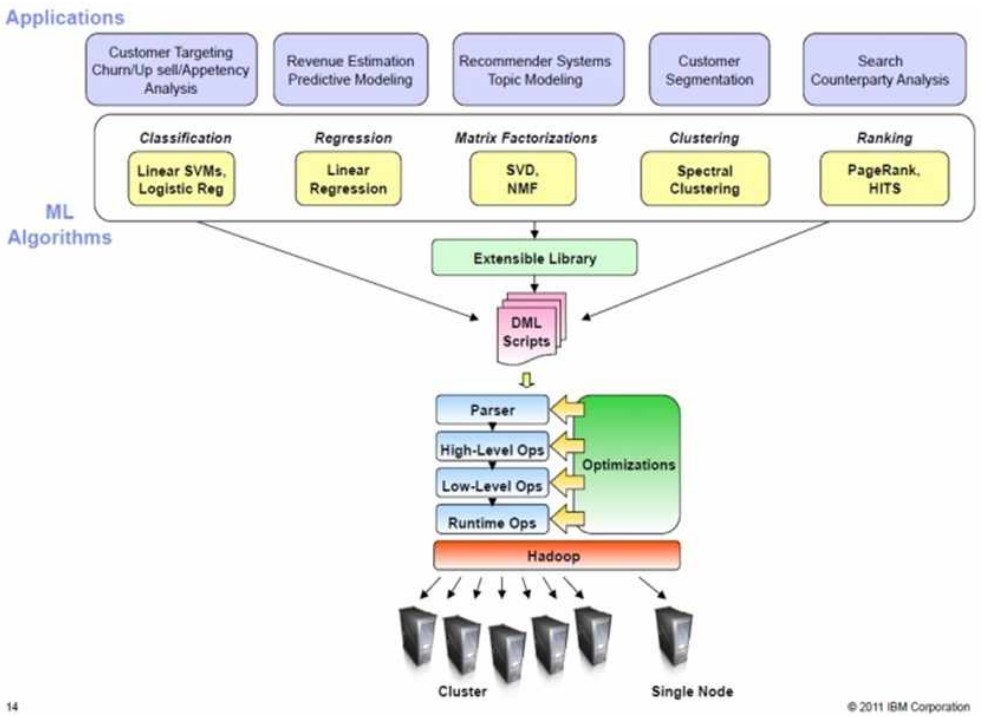


그림 2.80 SystemML 아키텍처

- Mahout은 대용량의 데이터를 필요로 하는 지능형 애플리케이션 개발을 위한분산/병렬처리가 가능한 기계학습 라이브러리로, ASF(Apache Software Foundation)에서 추진하는 오픈 소스 프로젝트. Mahout을 통해 다양한 ML 알고리즘을 라이브러리 형태로 제공하고 이를 Apache Hadoop을 사용하여 클라우드 환경에서 효과적으로 확장하여 기존 기계학습 알고리즘의 한계 중의 하나인 대용량 학습 데이터 처리 시간 등의 문제를 해결하도록 노력

⑥ 지식 트리플 구축 및 추론을 위한 기술

- Protege, Swoop, NEON Toolkit 등 오픈소스 형태의 온톨로지 모델링 도구들이 개발되어 넓게 보급 되어 사용되고 있으며, TopBraid Composer 와 같은 상용 온톨로지 모델링 도구들도 사용되고 있음

- 트리플 변환은 KIM, SemTag 등 기업에서 만든 시스템과 AktiveMedia 등 오픈소스가 있으며 적용하고자 하는 분야에 적합한 기능에 중점을 두어 개발되었음

- 트리플 저장소는 Franz 사의 AllegroGraph, OntoText 사의 OWLIM 등 상용화 제품이 많이 나오고 있으며 빠른 추론 속도를 위해 추론엔진을 내장하는 형태로 개발되고 있음

- 추론 엔진은 학계와 기업 등에서 많은 연구가 진행되어 왔으며 Tableaux 기반 추론 방식이 많이 사용되었음

⑦ 클라우드 환경에서 대용량 트리플 추론 기술

- Ontotext사는 세계 최고 수준의 단일 시스템 기반 추론 엔진인 BigOWLIM을 이용하여 듀얼 CPU 기반 중형급 서버상에서 10억개 규모의 LUBM (8k) 트리플을 추론하는데 14시간 이상이 소요됨

⑧ 지능형 시맨틱 서비스 기술

- 지능형 시맨틱 서비스는 해외에서 검색분야와 공공 DB 구축, 빅데이터 서비스 등에서 활용되고 있음

- 마이크로소프트는 시맨틱 검색기술을 관련 기업인 파워셋(Powerset)을 인수하여 구글에 대항하기 위한 시맨틱 검색 서비스인 Bing을 서비스하고 있음

- Google은 Wikipedia, Freebase, CIA World FactBook 데이터를 이용하여 약 5억개의 객체로부터 약 180억개 수준의 지식의미망을 구축하고 Knowledge Graph 라는 명칭으로 지능형 서비스를 제공

- W3C 산하 SWEO Interest Group이 주도하는 Linking Open Data Community Project 는 2012년 7월 까지 300억개 이상의 트리플과 1억개 이상의 링크로 구성된 지식베이스를 제공하며 다양한 지능형 서비스에서 활용되고 있음

표 2.44 국가별 보유 기술 현황 및 연구개발 동향

	업체 (국가)	보유 기술	기술 특징	기술적용 효과
국외 업체 보유기술	구글 (미국)	비정형 데이터 수집	대량의 비정형 데이터 확보 및 분석	다양한 분야의 분석 서비스
	FRANZ (미국)	빅데이터 저장 처리	트리플 형태의 대용량 데이터 저장 처리	빅데이터 분석 서비스에 활용
	IBM (미국)	지식 베이스 구축	빅데이터로부터 높은 성능으로 지식을 추출	다양한 분야의 지식베이스 구축

표 2.45 국외 기술 벤치마킹

세부기술명	빅데이터 지식추론 기술			
대표사례 벤치마킹	국가	관련 프로젝트	적용 공법/기술	기술적용 효과
	미국	data.gov	웹기반의 개방형 공간정보 플랫폼	공간 정보를 모든 국민이 활용할 수 있도록 공개
	유럽	LARKC (Large Knowledge Collider)	트리플 기반 빅데이터 지식베이스 처리	다양한 분야의 지식 추론에 적용

3. 특허동향분석

가. 분석범위

본 분석에서는 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 분야를 특허분석대상으로 하였으며, 분석대상기간은 2014년 2월까지 출원공개 되었거나 등록된 특허를 대상으로 함

표 2.46 국가별 분석구간 및 특허건수

자료 구분	국 가	전체분석구간	분석대상 특허
공개/등록특허 (출원일 기준)	한국	2000 ~ 2014.2	52
	일본	2000 ~ 2014.2	30
	미국	2000 ~ 2014.2	23
	유럽	2000 ~ 2014.2	8
	WO	2000 ~ 2014.2	14
합 계			127

나. 분석방법

1) 동향분석 방법

가) 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 부문별 특허건수, 점유율 등으로 구분하여 분석을 수행함

① 이를 통해 세계의 특허동향과 우리의 수준을 비교하고, 도심지 주요시설물 피해저감 기술 개발 분야에서 세부 기술 분야별 연구개발 현황과 주요 기업을 살펴봄으로써 국가차원의 연구개발 및 국제협력의 필요성 등에 대한 기초자료를 제시함

나)심층 분석 방법

① 주요기술의 요지분석을 통하여 각 기술의 기술내용을 파악하여 출원인의 기술방향과 기술의 진보성 및 패밀리 특허 현황을 파악하여 시장 확보에 관한 내용 및 향후 연구 방향을 분석함

다. 기술분야 분류 및 검색 키워드 선정

1) 분석대상 기술분류

표 2.47 기술분류

기술분류	중분류	분류기호
지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술	3D 지하공간정보 인프라 연계・구축 및 통합관리체계	A
	지하공간의 체계적인 개발 기술	B
	지하공간의 안전관리 기술	C

2) 검색키워드

표 2.48 검색 키워드

구 분	언어	키워드
3D 지하공간정보 인프라 연계・구축 및 통합관리체계	국문	3차원*, 3D*, 4차원*, 4D*, 다차원*, 입체지도, 공간정보*, 시추*, 지질*, 지하수*, 지하도*, 지하차도*, 매설물*, 터널*, 전력구*, 인프라*, 표준화*, 시각화*,가시화*, 온톨로지*, 스키머*, 데이터베이스*, 웨어하우스*, 클라이언트*, 라이더*, 플랫폼*, 프레임워크*, 통합관리*, 웹*, 브라우져, 엔진*, 디스플레이*, 인터페이스*
	영문	multi-dimension*, 3dimension*, 4dimension*, STEREOSCOPIC MAP, SPACE INFORMATION, underground, rock, spatial*, space, facilit*, object, analy, drilling, excava*, boring,storag*, geologi*, groundwater, tunnel, underpass, subway, infra*, standard*, modelling, visual*, search*, knowledgebase*,ontology*, Schema, data base, implement*, construct*, design, warehouse, client, lidar*, Building Information Modeling, BIM, platform, framework, web, browser, engine, display, gui
지하공간의 체계적인 개발 기술	국문	3차원*, 삼차원*, "3 차원*", "삼 차원*", 3D*, "3 d", 쓰리디*, "쓰리 디*", 4차원*, 사차원*, "4 차원*", "사 차원*", 4D*, "4 d", 다차원*, "다 차원*",입체지*,공간정보*," 입체 지도", "공간 정보")+((츠치야마*,지하*, 지반*,지층*,암반*) n/1 (공간*, 정보*, 분석*, 시설*, 매설*,저류*, 저장*,비축*,도로*,차도*,보차도*, 굴착*, 굴삭*, 굴진*, 땅파기*,관정*), 시추*, 지질*, 지하수*, 지하도*, 지하보*,지하차도*, 매설물*, 터널*, 전력구*, 광산*)+((메타 n/1 (데이터*, 데이타*)),((시설물*,매설물*) n/1 (유지*, 관리*,계획*)), lbs*, "location based service", (위성* n/2 항법*), 항법*,시물*,시뮬*,증강현실*,"증강 현실", ar,

		(augment* n/1 reali*),가상현실*,"가상 현실",계획*,활용*,해석*,설계*,((정보*,인포메*,인포매*) n/1 (활용*)))
	영문	multi a/1 dimension, multi-dimension*, multidimension*,3dimension*, "3 dimension*", "3-dimension*", threedimension*, "three dimension*", "three-dimension*", 3D*, "3 d", 4dimension*, "4 dimension*", "4-dimension*", fourdimension*, "four dimension*", "four-dimension*", 4D*, "4 d", "STEREOSCOPIC MAP", "SPACE INFORMATION")+((underground, ground,rock) n/2 (spatial*,space, information, structur*, facilit*, object, analy, drilling, excava*, boring,storag*), geologi*, groundwater, "ground water", tunnel, underpass, "under pass", "underground pass*", subway)+(simulat*, meta n/2 data, lbs*, ("buried object", facilit*) n/3 (management, control, maintenance), "location based service", gps*, GNSS*, "global positioning", "Global Navigation", (augment*, virtual) n/1 reali*, plan*, utiliz*, (use, using, analysis) n/3 method, design, information n/1 utiliz*)+ipc:(g0*,g1*, h0*,e0*, e2*)
지하공간의 안전관리 기술	국문	3차원*, 삼차원*, "3 차원*", "삼 차원*", 3D*, "3 d", 쓰리디*, "쓰리 디*", 4차원*, 사차원*, "4 차원*", "사 차원*", 4D*, "4 d", 다차원*, "다 차원*",입체지*,공간정보*,"입체 지도", "공간 정보")+((츠치야마*,지하*, 지반*,지층*,암반*) n/1 (공간*, 정보*, 분석*, 시설*, 매설*,저류*, 저장*,비축*,도로*,차도*,보차도*, 굴착*, 굴삭*, 굴진*, 땅파기*,관정*), 시추*, 지질*, 지하수*, 지하도*, 지하보*,지하차도*, 매설물*, 터널*, 전력구*, 광산*)+(안전*,소방*,방재*,진단*,관리*,침하*,붕괴*,파손*,손상*,복귀*,회복*,재해*,재난*,위험*,환기*,매연*,연기*,화재*)
	영문	(multi a/1 dimension, multi-dimension*, multidimension*,3dimension*, "3 dimension*", "3-dimension*", threedimension*, "three dimension*", "three-dimension*", 3D*, "3 d", 4dimension*, "4 dimension*", "4-dimension*", fourdimension*, "four dimension*", "four-dimension*", 4D*, "4 d", "STEREOSCOPIC MAP", "SPACE INFORMATION")+((underground, ground,rock) n/2 (spatial*,space, information, structur*, facilit*, object, analy, drilling, excava*, boring,storag*), geologi*, groundwater, "ground water", tunnel, underpass, "under pass", "underground pass*", subway) +("FIRE EXTINGUIS", disaster, safe*, security, diagnos*, subsid*, settlement, collapse, DAMAGE, recover, danger*, hazard, ventilat*, exhaust*, smok*, shelter, evacuat*)+ipc:(g0*,g1*, h0*,e0*, e2*)

라. 정량적 분석결과

1) 전 세계 및 각국의 연도별 출원동향

가) “지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술” 분야의 특허출원동향은 2000년 초반에 일본 주도의 일시적인 출원이 있었으며, 2000년 중반 이후로 한국 주도의 특허가 증가하기 시작하여 매년 일정수준의 출원양을 유지하고 있으며, 2012년 이후에 출원이 줄어드는 것처럼 보이지만 이는 특허출원 후 18개월 후에 공개되는 특허제도로 인하여 나타나는 현상으로 전체적인 트렌드로 볼 때 계속 출원이 증가하는 것으로 보여짐

① 한국특허동향은 2007년부터 본격적인 출원이 나타났으며, 이후 일정한 출원을 유지하고 있고, 타국에 비해 많은 출원양을 보임

② 일본은 2000년대 초반에서 2000년 중반까지 다소의 출원이 있었으나, 이후 특허 출원이 한 두건 정도로 되고 있으며, 미국은 2009년에 5건의 특허출원이 있었고, 유럽과 국제특허도 매년 간헐적인 출원을 보이고 있어, 기술의 태동기 양상을 보이고 있음

③ 국가별 점유율은 한국이 52건으로 41%로 가장 많고, 일본 30건 24%, 미국 23건 18%, 국제특허 14건 11%, 유럽 8건 6% 순으로 나타남

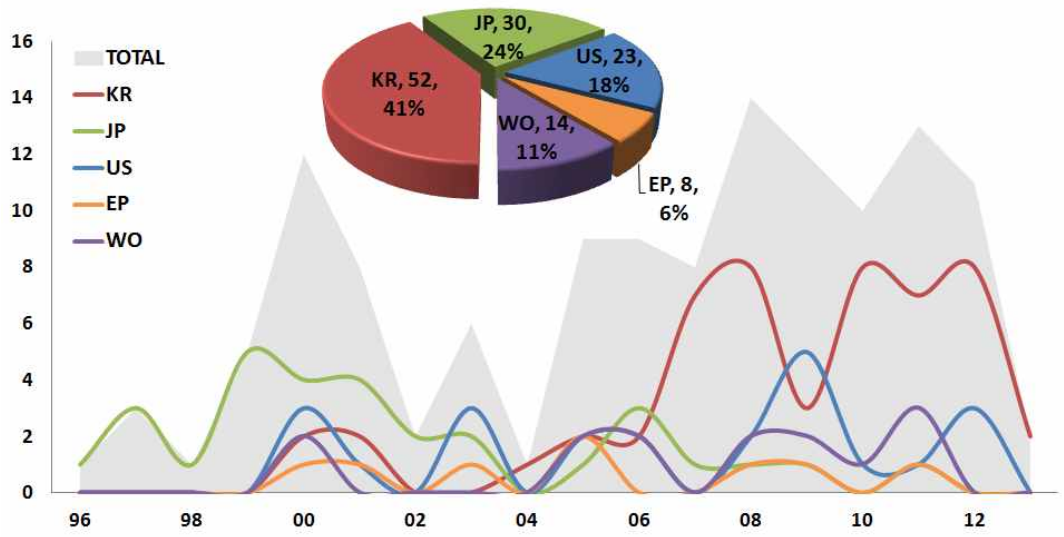


그림 2.81 전 세계 및 각국의 연도별 출원동향

출처 : 분석구간 : 한국,일본,유럽,미국,국제특허 : ~2014.2(출원년도)

2) 국가별/기술별 시장 성장단계 파악(포트폴리오분석)

가) “지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술”에 대해 성장단계를 분석해보면, 일본이 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술분야의 초기단계인 2000년 초에만 특허 출원을 하고 그 이후로는 출원을 한 두건만 출원하여 2구간에서 일시 정체되는 현상을 보이긴 하지만 2000년 중반이후로 전체적으로 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 기술의 발전기 형태를 보이고 있으며, 특히, 한국은 매 구간별 꾸준히 출원인수와 출원건수가 증가하는 기술의 발전기 형태를 보여 국제적인 추세에 한국이 주도적인 역할을 하고 있는 것으로 분석됨

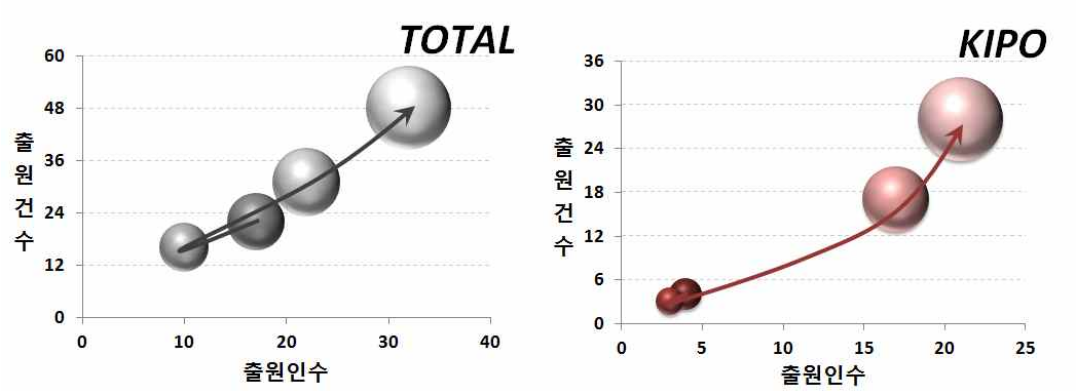


그림 2.82 포트폴리오분석(한국)

※ 1구간:1‘00~’02년, 2구간:‘03~’05년, 3구간:‘06 ~’08년, 4구간:‘09~’11년(출원년도 기준)

나) “지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술”의 각 기술별 성장단계를 분석해보면,

① 3D지하공간정보구축과 지하공간체계적개발 분야는 2구간에서 일시 정체되는 현상을 보이긴 하지만 전체적으로 출원인수와 출원건수가 지속적으로 증가하고 있는 기술의 발전기 형태를 보이고 있으며, 지하공간 안전 분야는 분석하기에는 출원건수와 출원인수가 너무 작아 태동기로 분석됨

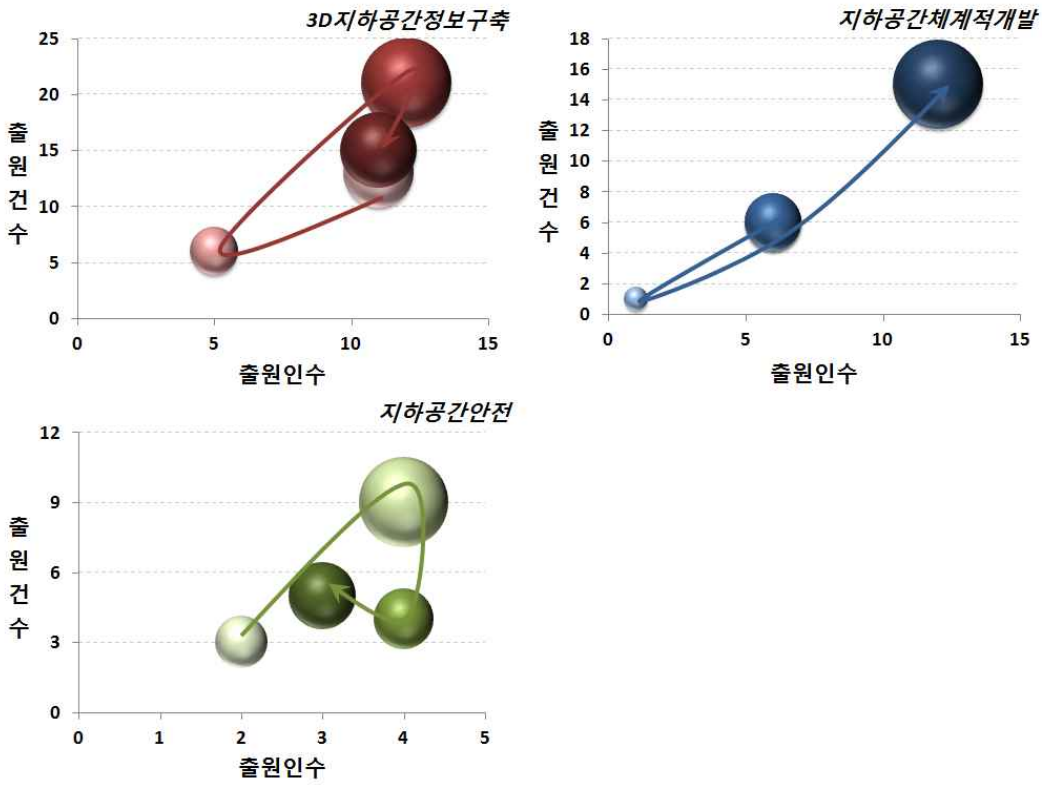


그림 2.83 포트폴리오분석(기술별)

※ 1구간:1'00~'02년, 2구간:'03~'05년, 3구간:'06 ~'08년, 4구간:'09~'11년(출원년도 기준)

3) 주요출원인 동향

가) "지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술"의 각 국가별 주요 출원인을 살펴보면,

① 한국의 주요출원인은 한국지질자원연구원 6건, 한국건설기술연구원 4건, 수자원기술, 손호웅, 에스케이건설, 코아텍, 한국철도기술연구원이 각 2건의 특허를 출원하였으며 국책연구기관인 한국지질자원연구원은 공동연구보다는 단독출원을 하고 있으며 국제출원1건을 하여 다른 국가에 특허권을 갖고 있으며, 한국건설기술연구원은 공동연구를 통한 공동 출원을 하고 있으며 자국에만 출원하고 있으며, 수자원 기술은 로보젠과 공동출원으로 출원 모두를 국제출원하여 시장확보에 노력하고 있음

② 일본의 주요출원인은 MATSUSHITA ELECTRIC, ORIGINAL ENGINEERING CONSULTANTS, NAKATA SOKURYOKK가 각각 2건의 특허를 출원함

③ 미국의 주요출원인은 MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES INC는 4건의 특허를 출원하였고 이외 다출원한 출원인은 없음

④ 전체적으로 종합해보면, 국내기업인 한국지질자원연구원과, 수자원기술, 한국건설기술연구원의 특허건수가 각각 9건, 7건, 4건으로 가장 많고, 이어서

MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES INC가 4건, RITTAL GMBH&CO KG, MATSUSHITA ELECTRIC, SCHLUMBERGER가 각각 3건의 특허를 출원함

표 2.49 국가별 주요출원인(전체)

순위	한국		일본		미국		유럽		PCT	
	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
1	한국지질자원연구원	6	MATSUSHITA ELECTRIC	2	MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES	4	수자원기술	1	수자원기술	2
2	한국건설기술연구원	4	ORIGINAL ENGINEERING CONSULTANTS	2	한국지질자원연구원	1	CSIRO	1	한국지질자원연구원	1
3	수자원기술	2	NAKATA SOKURYOKK	2	수자원기술	1	RITTAL GMBH&CO KG	1	MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES INC	1
4	손호웅	2	한국지질자원연구원	1	CSIRO	1	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	1	CSIRO	1
5	에스케이건설	2	수자원기술	1	RITTAL GMBH&CO KG	1	SCHLUMBERGER	1	RITTAL GMBH&CO KG	1
6	코아텍	2	CSIRO	1	탑시스템	1	MORGAN SINDALL PLC	1	탑시스템	1
7	한국철도기술연구원	2	GIS KYUSHUKK	1	SCHLUMBERGER	1	HARMAN BECKER AUTOMOTIVE	1	SCHLUMBERGER	1
8	탑시스템	1	MITSUI MINING & SMELTING	1	CHEVRON	1	CVRD INCO LIMITED	1	CHEVRON USA INC	1
9	HARMAN BECKER AUTOMOTIVE	1	KOMATSU LTD	1	MORGAN SINDALL PLC	1			EXXONMOBIL	1
10	한국광해관리공단	1	ELECTRIC POWER DEV	1	EXXONMOBIL	1			LANDMARK GRAPHICS CORPORATION	1

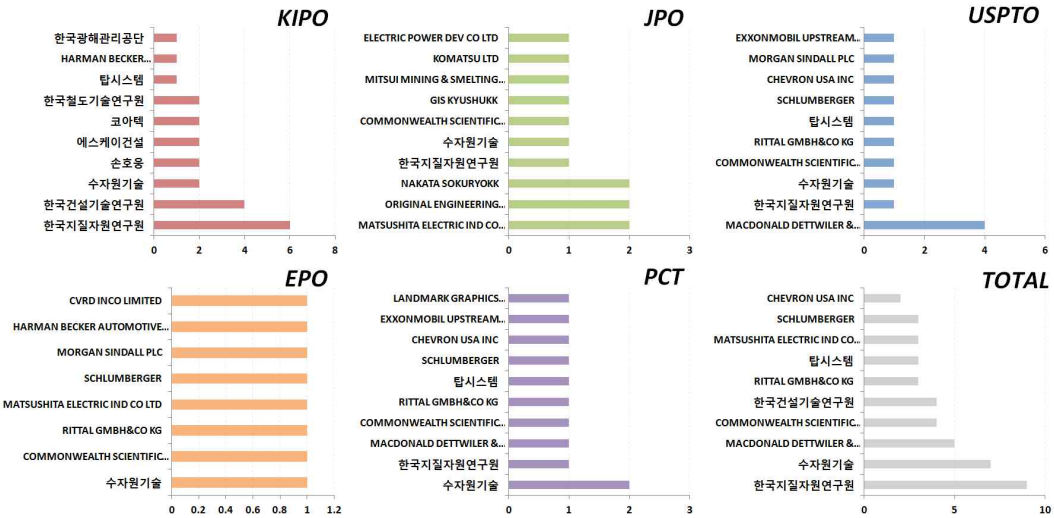


그림 2.84 국가별 주요출원인 TOP 10

나) 한국에서의 주요출원인은 국책연구원 중심의 출원이 이루어 지고 있으며, 기술 역점분야을 살펴보면, 상위출원인의 대부분은 3D지하공간정보 구축분야에 다수 출원하고 있으며, 지하공간 안전에 대해서는 1건의 특허만 존재하고 있음

① 3D지하공간정보구축은 한국지질자원연구원과 한국건설기술연구원이 주요출원인으로 나타나고, 지하공간체계적개발은 코아텍이 2건을 출원하고, 지하공간 안전은 에스케이건설에서 1건의 특허를 출원함

② 한국지질자원연구원은 국가 연구개발 사업의 일환으로 한 연구를 통해 2건의 특허를 출원 함



그림 2.85 한국 주요출원인의 역점분야

다) 일본에서의 주요출원인은 한국과는 다른 양상으로 기업 중심의 출원이 이루어지고 있으며 많은 출원 보다는 한 두 개의 출원을 보기고 있으며, 기술역점분야을 살펴보면, 상위출원인의 대부분은 3D지하공간정보구축과 지하공간체계적개발 분야에 다수 출원을 하고 있음

① 3D지하공간정보구축은 NAKATA SOKURYOKK가 2건으로 가장 많이 출원하였고, 지하공간체계적개발 분야는 TOBISHIMA CORP, ASAHI TEKUNEION KK, KOKUSAI KOGYO CO LTD, MITSUBISHI ELECTRIC CORP등이 각 1건, 지하공간안전 분야는 ORIGINAL ENGINEERING CONSULTANTS, MATSUSHITA ELECTRIC이 각각 1건의 특허를 출원함

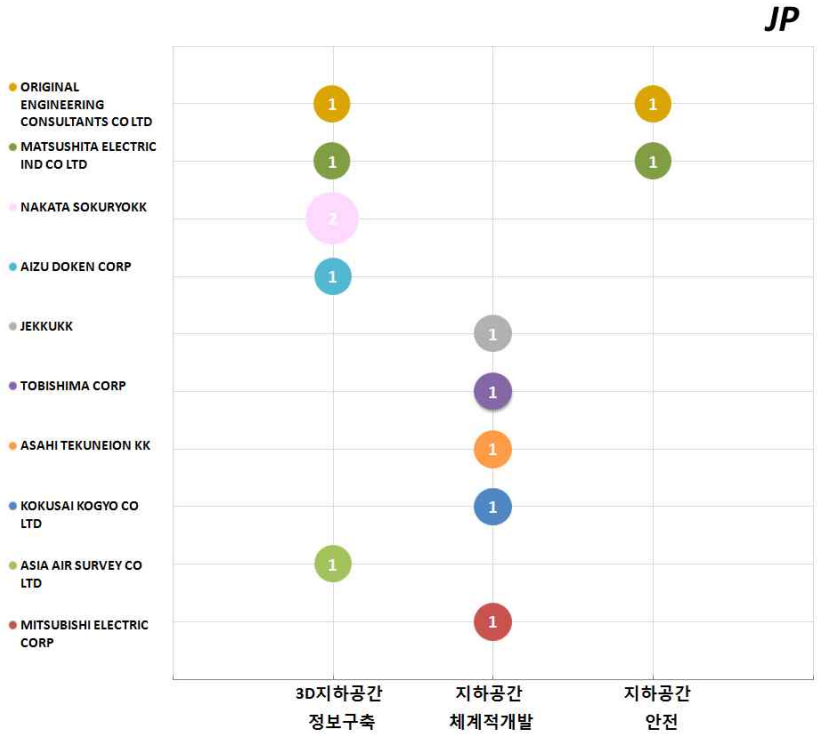


그림 2.86 일본 주요출원인의 역점분야

라) 미국에서의 주요출원인의 기술역점분야을 살펴보면, 상위출원인의 대부분은 3D지하공간정보구축 분야에 다수 출원을 하고 있음

① 3D지하공간정보구축은 MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES INC(MDA)이 4건으로 가장 많은 특허를 출원하였고, 다른 출원인은 각 1건의 특허를 출원하였고, 지하공간체계적개발 분야는 파나소닉, PENNSYLVANIA ONE CALL SYSTEM이 각각 1건, 지하공간안전 분야는 RITTAL GMBH&CO KG, WORKHORSE TECHNOLOGIES LLC, 탑시스템이 각각 1건의 특허를 출원함

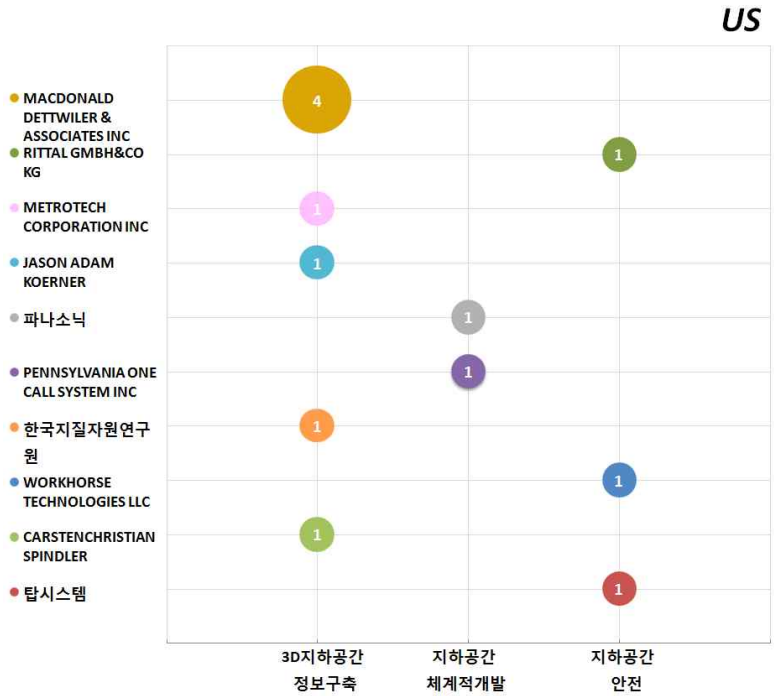


그림 2.87 미국 주요출원인의 역점분야

마) 유럽에서의 출원인의 기술역점분야을 살펴보면, 상위출원인의 대부분은 3D지하공간정보구축 분야에 출원하고 있음

① 3D지하공간정보구축은 MORGAN SINDALL PLC, CVRD INCO LIMITED, 수자원기술, HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS가 각각 1건의 특허를 출원하였고, 지하공간체계적개발 분야는 수자원기술이 1건, 지하공간안전 분야는 SCHLUMBERGER, CSIRO, RITTAL GMBH가 각각 1건의 특허를 출원함

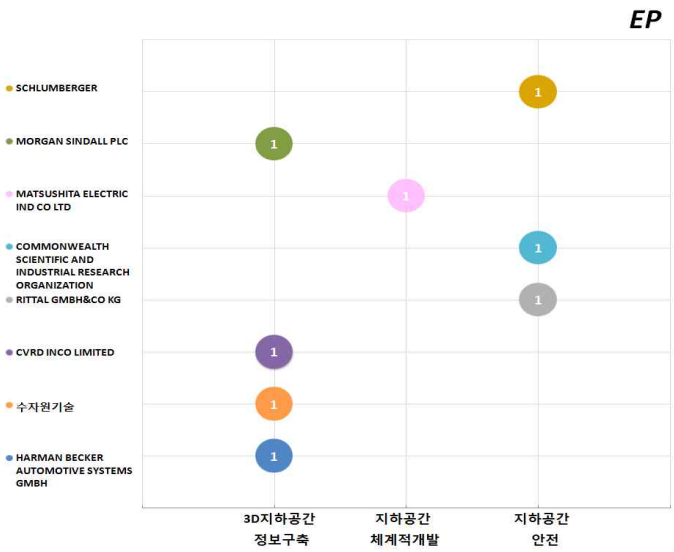


그림 2.88 유럽 주요출원인의 역점분야

4) 기술별 연도별 출원동향

가) 3D지하공간정보구축은 2000년에 다수의 출원이 있었으며 2005년 이후로 지속적으로 특허 출원량이 증가하고 있으며, 지하공간의 체계적인 개발분야는 2000년 후반 이후로 출원량이 증가하는 경향을 보이고, 안전관리를 위한 기술 분야는 2000년대 중반에 출원이 있었으며 아직은 많은량의 출원이 되고 있지는 않음

① 3D지하공간정보구축과 지하공간체계적개발 분야는 2000년 초에 일본에 의해 일부 출원이 있고 2005년부터 한국의 주도로 특허가 증가하는 추세를 보이고 있고, 지하공간안전 분야는 2005년과 2008년에 일부 출원이 있으나, 출원량이 많지 않아 추세를 형성하지는 않음

② 기술별 점유율은 3D지하공간정보구축이 54%로 가장 많고, 지하공간체계적개발 28%, 지하공간안전 18%순으로 나타남

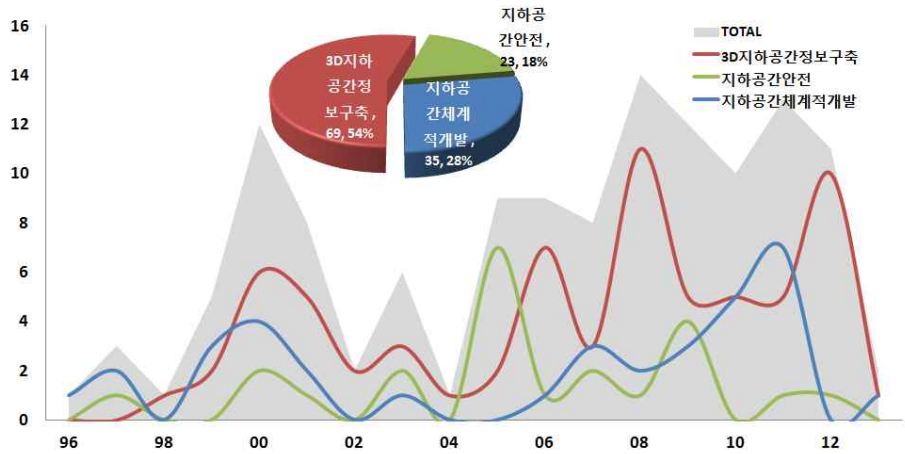


그림 2.89 기술분류별 출원동향

※ 분석구간 : 한국,일본,유럽,미국,국제특허 : ~2014.2(출원년도)

5) 기술별 국가별 출원동향

가) 3D 지하공간정보구축 기술

① "3D지하공간정보구축 기술"은 전체적으로 2000년에 출원을 보이다 2006년 이후 출원이 증가하는 추세에 있으며, 한국에서 2005년 이후로 출원이 지속적으로 증가하고 다른 기술 분야와는 다르게 한국이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며 이는 타국에 비해 지하공간정보 기술 분야에 많은 관심과 연구가 진행되고 있는 것으로 분석되고, 미국은 주로 석유 메이저 기업의 지하자원 개발을 위한 지질구조 해석과 평가 위주의 출원을 보이며 지하공간분야 기술에 관하여 2008년 이후 다수의 출원을 하고 있으며, 일본과 유럽은 특허 출원량이 각각 13건, 4건으로 상대적으로 매우 적음

㉮ 점유율은 한국이 29건으로 전체 47%를 차지하고 있으며, 미국은 16건으로 26%, 일본 21%, 유럽 6%순으로 나타나 한국이 주도하고 있음

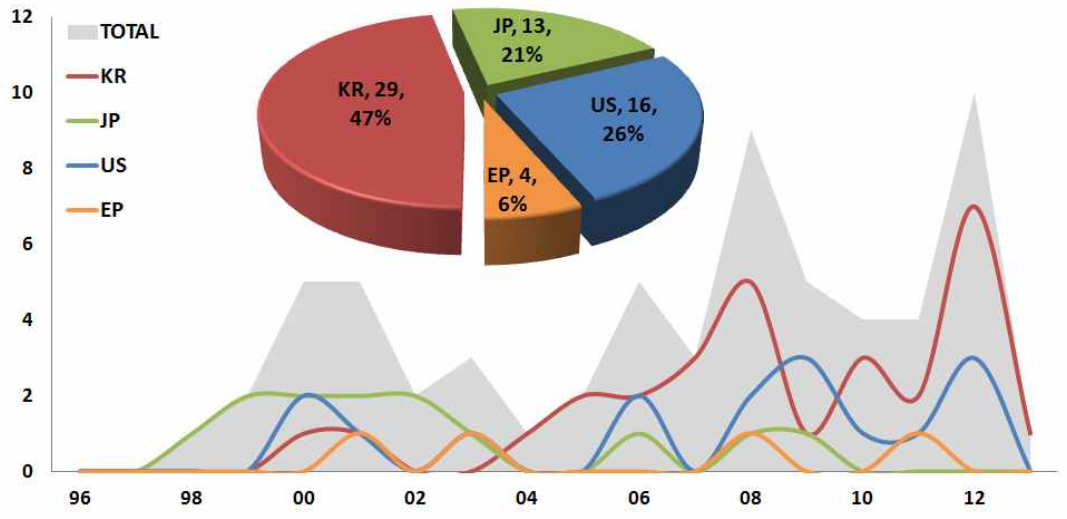


그림 2.90 3D지하공간정보구축 출원동향

② "3D지하공간정보구축 기술"의 주요 출원인을 살펴보면,

㉮ 한국은 한국지질자원연구원에서 5건, 한국건설기술연구원 3건, 한국철도기술연구원, 손호웅이 각각 2건의 특허를 출원하여 국책연구원 중심의 특허 출원이 이루어 지고 있음

㉯ 일본은 NAKATA SOKURYOKK가 2건의 특허를 출원하고 1건 이상의 다출원이 없으며, 한국기업인 수자원기술, 한국지질자원연구원에서 출원한 1건의 특허가 있음

㉰ 미국은 MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES INC(MDA)사에 4건의 특허를 출원함

㉱ 한국의 수자원기술, 한국지질자원연구원은 국제출원을 통한 출원으로 일본, 미국 및 유럽에 특허를 출원하고 있어 해외시장 선점을 모색하고 있는 것으로 판단됨

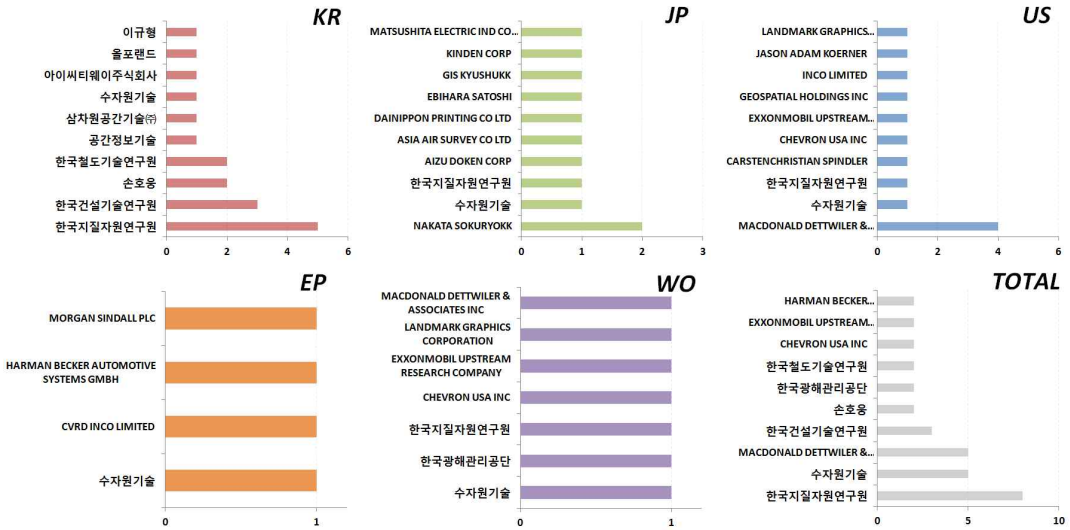


그림 2.91 주요출원인(3D지하공간정보구축)

㉮ 한국지질자원연구원은 2006년에 한국특허를 기반으로 해외특허를 출원하여 패밀리군을 형성하였고, 2010년과 2012년에 4건의 한국특허를 출원함

㉯ 수자원 기술은 2007년과 2008년에 각각 1건의 특허를 출원하였는데 2008년에 출원된 특허는 미국, 일본, 유럽에 진입하여 패밀리특허를 형성함

㉰ MACDONALD DETTWILER & ASSOCIATES INC사와 한국건설기술연구원은 자국에만 특허를 출원하고 있음

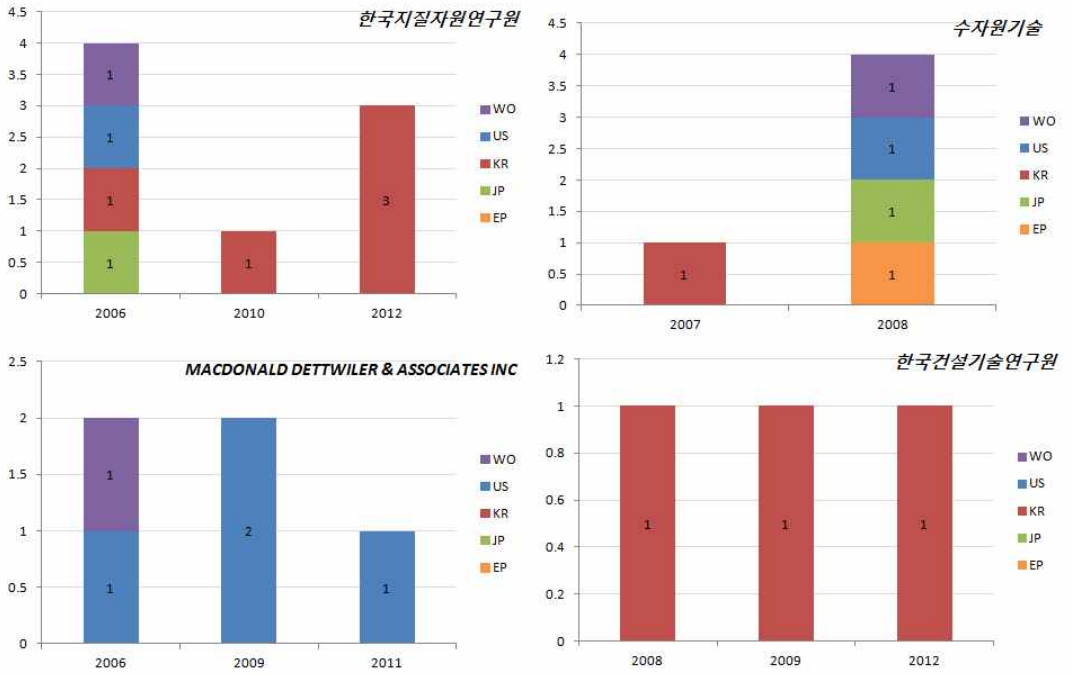


그림 2.92 3D지하공간정보구축 주요출원인(국가별)

나) 지하공간의 체계적 개발

① “지하공간의 체계적 개발 기술”은 한국은 전세계 출원양의 52%를 보유하고 있으며, 2007년 이후로 출원양이 급증하는 추세를 보이고 있고, 일본은 39%의 점유율을 갖고 있으나, 2000년 이전에 출원한 것으로 최근에는 출원이 거의 없어 한국 주도의 기술개발과 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 분석됨

㉮ 3D지하공간정보가 구축되어야 정부와 민간이 활용에 관한 기술 개발과 특허 출원이 이루어 질 것으로 예상되는 바 3D지하공간정보구축 기술이 2008년 이후 늘어나고 있어 지하공간의 체계적인 개발 기술 분야의 특허 출원과 기술 개발도 증가 할 것으로 예상됨

㉯ 점유율은 한국이 17건으로 전체 52%를 차지하고 있으며, 일본은 13건으로 39%, 미국은 2건으로 6%, 유럽은 1건으로 3%로 나타남

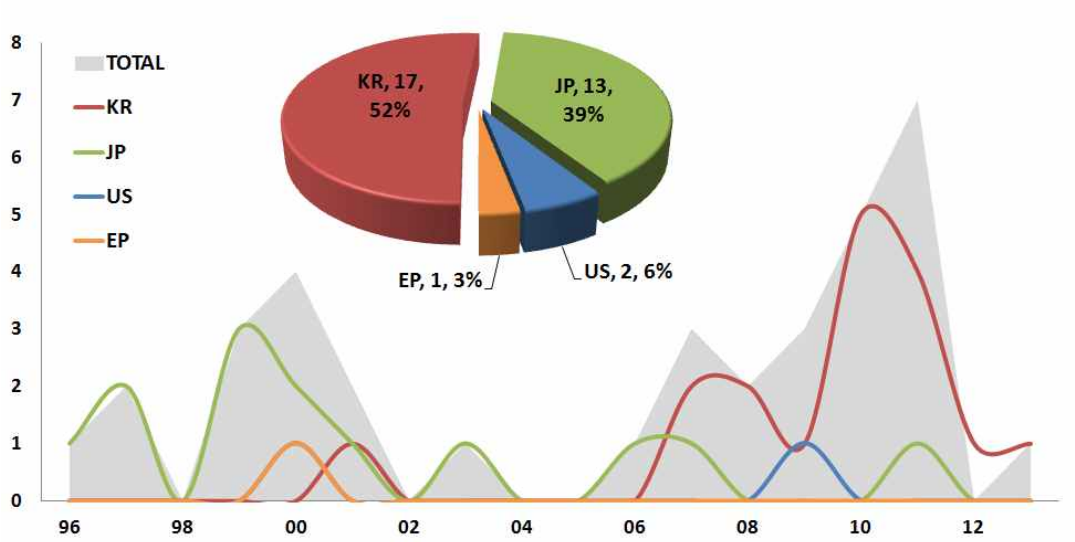


그림 2.93 지하공간체계적개발 출원동향

② “지하공간체계적개발”의 주요 출원인을 살펴보면,

㉮ 한국에서만 코아텍이 2건의 특허를 출원하였고, 전세계적으로 2건 이상의 특허를 출원한 기업은 없는 것으로 분석됨

㉯ 국내 수자원기술 주식회사는 한국과 국제특허를 동시에 출원하고 있음

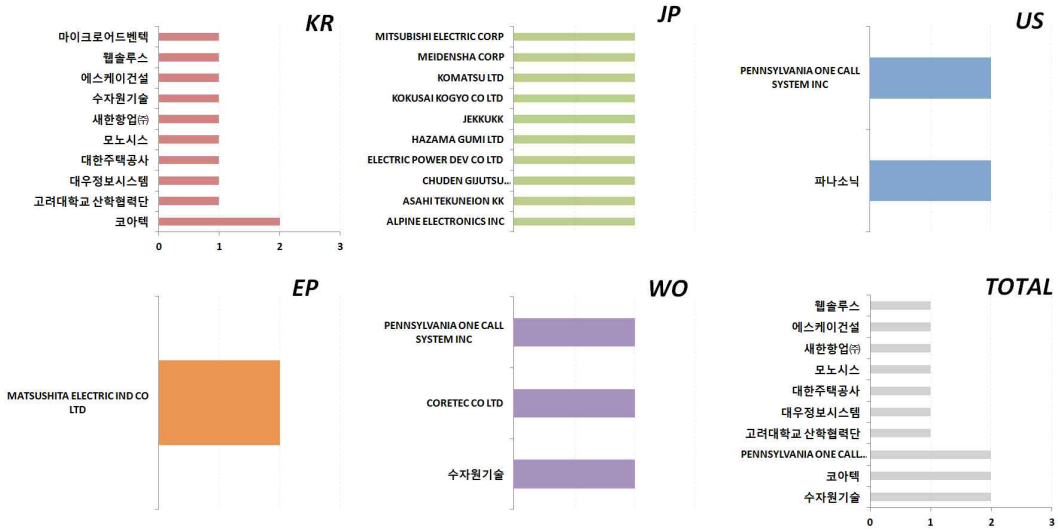


그림 2.94 주요출원인(지하공간체계적개발)

㉮ 수자원 기술, 코아텍, PENNSYLVANIA ONE CALL SYSTEM INC는 각각 2건의 특허를 보유하고 있지만, 코아텍만 다른 발명의 2건의 특허를 보유하고 있고, 수자원기술은 로보젠과 공동으로 출원하고 있으며 한국의 특허를 기초로 국제특허를 출원하여, 향후 여러 국가에 지정국으로 진입여부는 모니터링이 필요함

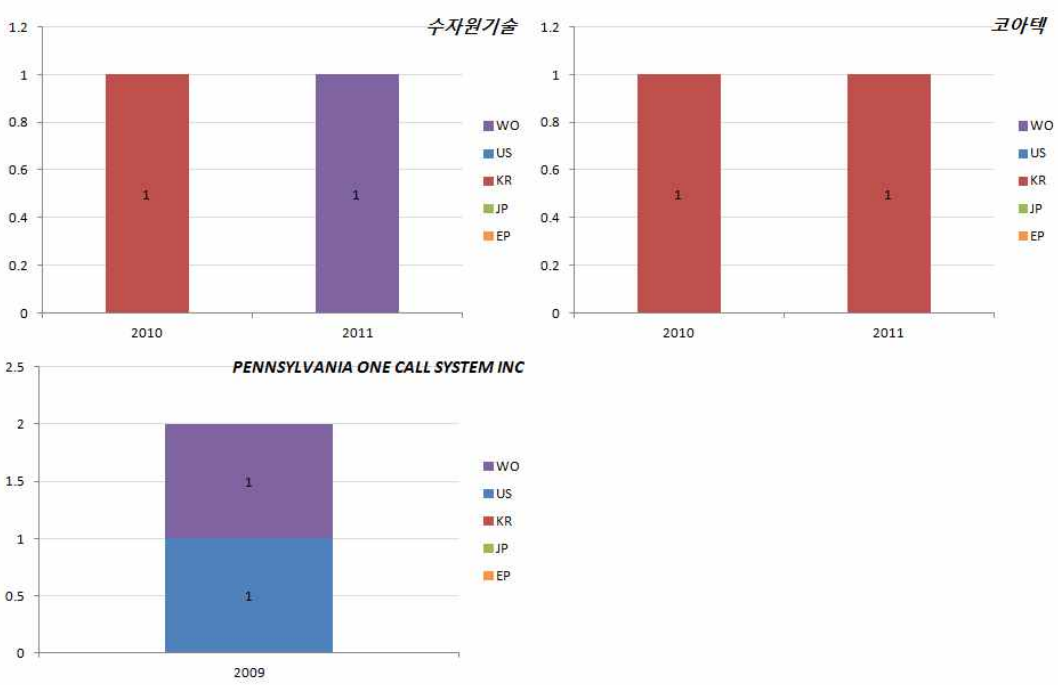


그림 2.95 지하공간체계적개발 주요출원인(국가별)

다) 지하공간의 안전관리

① “지하공간의 안전관리 기술”은 타 기술분야에 비해 출원양이 매우 적은 분야로, 지금까지는 기술발전의 추세를 형성하지 못하는 것으로 분석되나 3D지하공간 정보가 구축되면 이를 이용한 지하공간의 안전관리 기술분야의 출원과 기술발전이 이루어 질 것으로 예상됨

㉮ 점유율은 한국이 7건으로 전체 37%를 차지하고 있으며, 일본은 4건으로 21%, 미국은 5건으로 26%, 유럽은 3건으로 16%로 나타나 모든 국가에서 매년 한두건 정도의 출원을 하고 있음

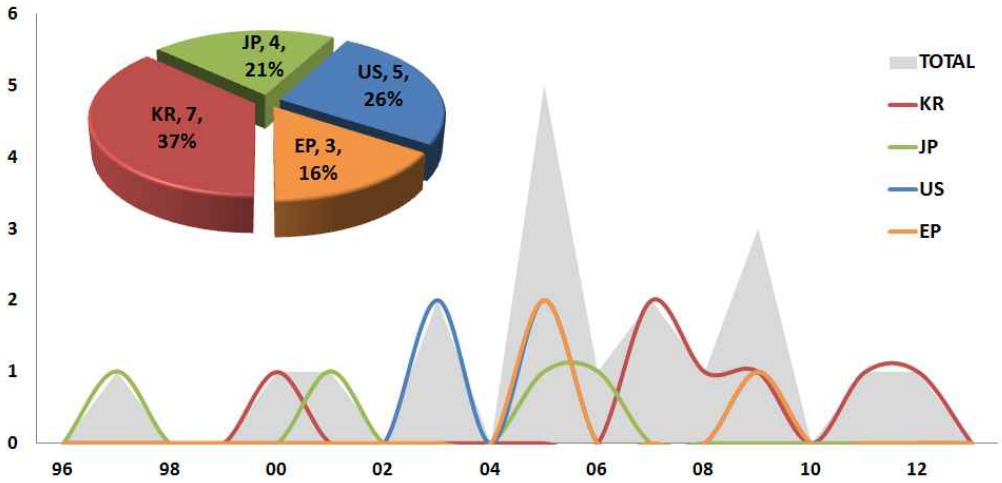


그림 2.96 지하공간안전 출원동향

② “지하공간안전”의 주요 출원인을 살펴보면,

㉮ 이 분야의 기술은 자국에서 2건 이상의 특허를 출원한 기업은 존재하지 않음

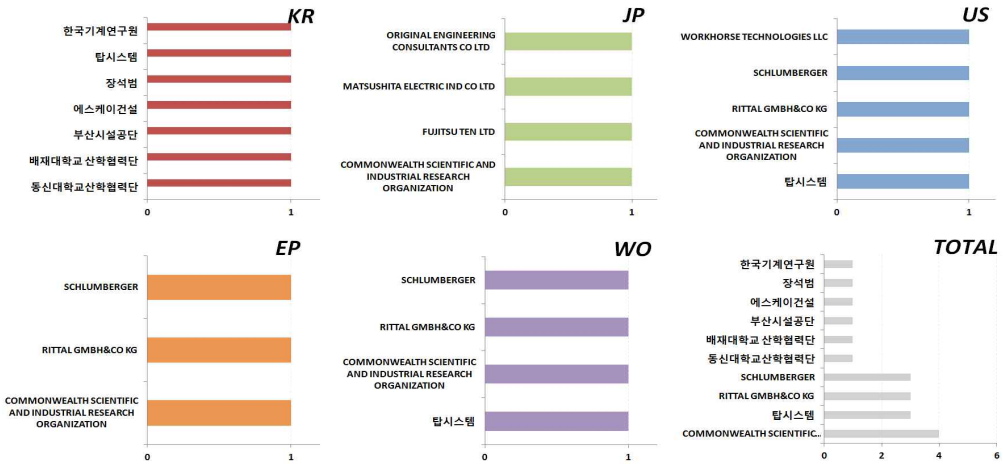


그림 2.97 주요출원인(지하공간안전)

㉯ CSIRO, Rittal Gmbh&Co. Kg, 탑시스템은 여러 국가에 다수의 특허를 출원하고 있으나, 하나의 발명을 기반으로 다양한 국가에 패밀리특허를 형성하고 있는 것임

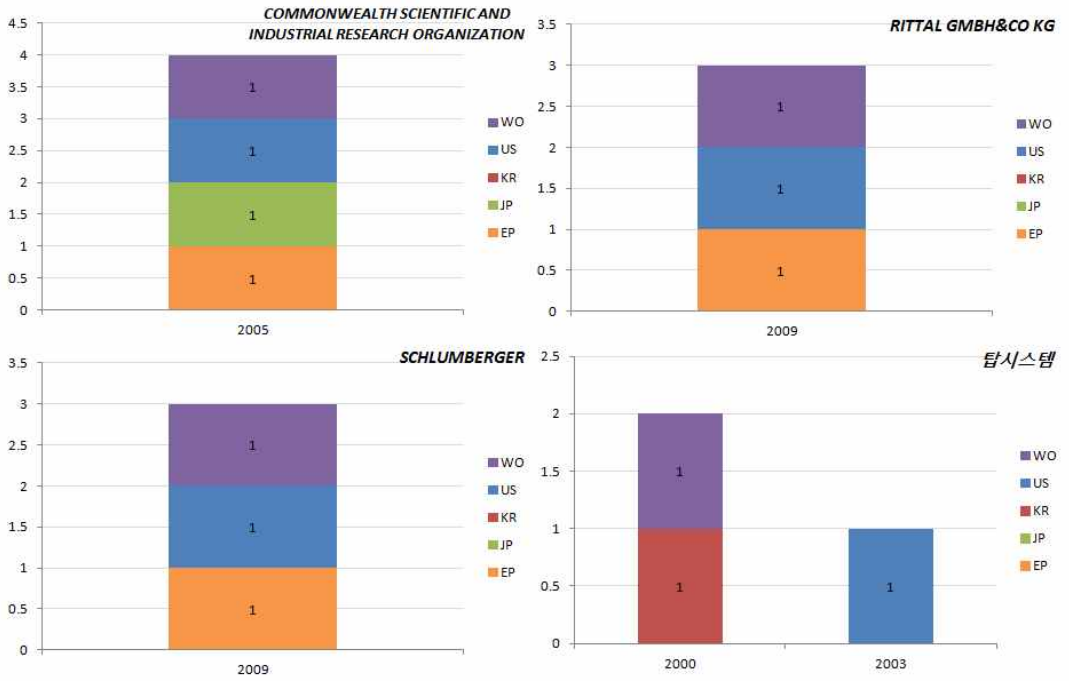


그림 2.98 지하공간안전 주요출원인(국가별)

마. 정성적 분석결과

구 분	3D지하공간정보구축 기술	지하공간의 체계적 개발 기술	지하공간의 안전관리 기술
기술전망	2000년에 다수의 출원을 보이다 2006년 이후 출원이 증가하는 추세에 있으며, 미국은 석유메이저 기업의 지질구조 해석과 평가 위주의 기술 출원을 보이며 지하공간정보 기술분야의 출원은 상대적으로 적으나, 한국에서 가장 많은 특허를 출원하고 있어 타국에 비해 지하공간정보 기술 분야에 많은 관심과 연구가 진행되고 한국이 기술을 주도하고 있음	한국이 전세계 출원의 52%를 보유하고 있으나 전체 출원건수가 많지 않으며, 2007년 이후로 출원이 급증하는 추세를 보이고 있으며, 3D지하공간정보구축 기술이 2006년 이후 늘어나고 있어 지하공간정보 기술을 활용하는 지하공간의 체계적인 개발 기술 분야의 특허 출원과 기술 개발도 증가 할 것으로 예상됨	출원이 적은 분야로, 지금까지는 기술발전의 추세를 형성하지 못하는 것으로 분석되나 3D지하공간정보가 구축되면 이를 이용한 지하공간의 안전관리 기술분야의 출원과 기술발전이 이루어 질 것으로 예상됨

국내기술 개발전략	지질정보와 지하시설물 및 지하매설물 정보를 통합하는 3차원 지하공간 정보 통합 DB 및 지상과 지하 공간을 연계하는 기술 개발 및 시계시장 선점을 위한 국제특허 출원	위치기반기술과 연계한 지하공간 정보를 활용한 체계적이고 전략적인 지하공간 활용과 설계 및 시뮬레이션 기술 개발 및 시계시장 선점을 위한 국제특허 출원	지하공간정보를 활용한 소방, 방재, 환기 및 안전에 관한 대책 및 복구 기술 개발 및 시계시장 선점을 위한 국제특허 출원
기술개발 필요분야	지하공간 정보 통합 DB 및 시스템과 지상공간정보와 지하공간정보의 연계기술과 지질정보와 지하공간의 3차원 연계 플랫폼 기술	위치기반기술과 지하공간 정보의 연계기술과 지하공간 현황분석 모형 기술	지하공간의 소방, 방재, 환기 및 안전에 대해 지하공간정보를 활용한 효과적인 대응 시스템과 복구 기술
분쟁 예상 특허	국책연구원 중심으로 출원되고 있으며 아직 기술이전이 이루어지지 않아 현재는 정부 주도의 기반구축이 되는 시점으로 파악되며, 한국의 주요출원인은 국제출원을 통한 시장확보에 다른국가에 비해 노력하고 있으나 그 출원이 적으며, 외국인의 한국에 특허를 출원하는 것이 미미하여 외국 기업의 한국 시장 확보에 주력하지 않는 것으로 보아 현재는 특허 분쟁 가능성이 많지 않으나, 지하공간 개발의 요구가 커지고 있고 지하 공간 정보가 구축되면 이를 활용하는 시점에서 시장이 커질 것으로 예상되는바 원천특허 선점을 위해 좀 더 적극적인 출원이 필요하며, 전세계 시장을 주도하기 위해 현재 기술개발의 중심이 되고 있는 국책연구원은 국제출원을 통한 시장확보에 보다 적극적인 정책이 필요하며, 공간정보 업체들의 지하공간 정보 시장에 진입을 예의 주시해야 할 필요가 있음		
특허분쟁 대응방안			

4. 논문동향분석

가. 분석범위

1) 본 분석에서는 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 분야를 대상으로 하였으며, 분석대상기간은 2014년 2월까지 발표된 논문을 대상으로 하여 논문의 동향 분석을 연도별과 저자별로 구분하여 분석을 수행하고 별첨으로 논문리스트를 제공하여 향후 연구의 기초자료로 제시함
2) 분석대상 논문은 다음과 같음

표 2.50 국내외 논문수

논문	DB	논문수
국내	DBPIA	39
해외	WEB OF SCIENCE	11
합 계		50

나. 정량적 분석결과

1) 연도별 국내 논문동향

가) 국내 논문의 연도별 동향을 살펴보면, 전반적으로 2000년대 후반부터 국내 논문 발행수가 증가하고 있고, 기술별로는 3D지하공간정보구축 기술의 경우 매년 1건도 발행되었으나, 2008년 이후로 발행건수가 증가하고, 지하공간체계적개발의 경우 최근 2010, 2011년에 2건으로 발행건수가 증가하며, 지하공간안전의 경우 2000년대 후반에 간헐적으로 발행됨

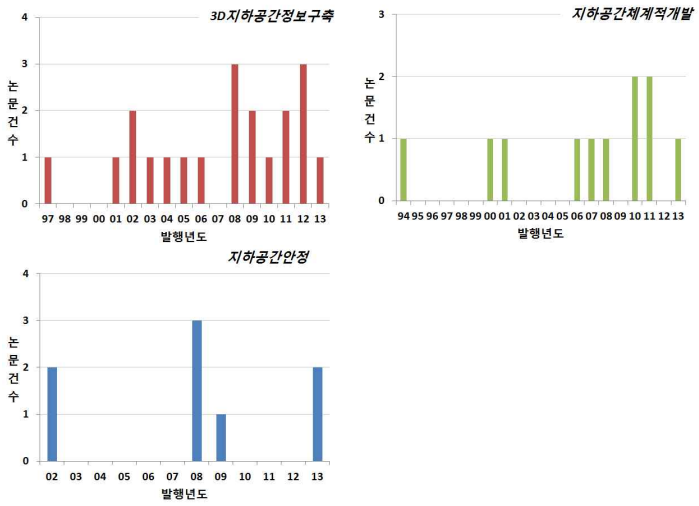


그림 2.99 국내논문동향

나) 국내 논문의 주요저자는 3D지하공간정보구축 기술은 한국건설기술연구원의 장용구, 부산대학교의 강인준으로 주로 공동저자이며, 지하공간체계적개발 분야는 충주대학교 이상문, 모아시스(주) 서정민, 지하공간안전분야는 부경대학교 김창수로 나타남

① 한국건설기술연구원의 장용구 저자는 특허출원 활동도 활발히 하고 있는 것으로 나타남



그림 2.100 국내논문의 주요저자

2) 연도별 해외 논문동향

가) 해외 논문의 연도별 동향을 살펴보면, 2000년대 초반에 발행이 다소 되었으나, 이후로 거의 없고, 2010년 이후로 발행수가 증가하고 있으며, 대부분 3D지하공간정보구축에 해당하는 분야이며 지하공간체계적개발은 2008년에 2건의 논문이 발행되었음

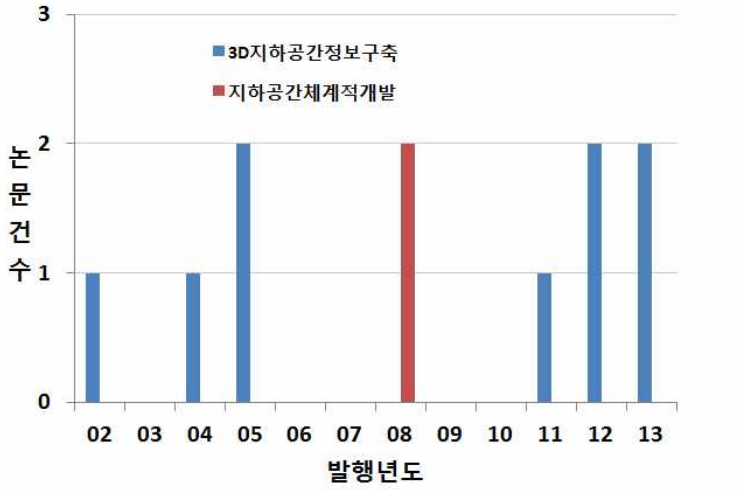


그림 2.101 해외논문동향

4절 연구개발 인프라 분석

1. 세부기술 별 연구개발 인프라 분석

가. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

1) “3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발” 분야

가) 지하지층정보는 현재 개별 정보를 지속적으로 구축 및 관리하고 있는 한국건설기술연구원, 한국수자원공사 등에서 관련 전문가 및 연구인력을 양성하였으며, Web-GIS 기반의 시스템 인프라를 개별적으로 보유하고 있어 연계 기술 개발에 필요한 인적, 기술적 인프라를 보유하고 있음

나) 지하시설물정보는 현재 국토교통부 정보화 사업으로 추진되고 있는 지하시설물 통합구축 사업을 통하여 정보 구축 및 지자체 정보 연계를 위한 기술 및 전문인력 인프라가 확보되어 있음

다) 지하매설물정보는 현재 3D 실내공간정보구축 사업을 통하여 정보 구축을 시작하는 초기단계이며, 그와 관련된 인적, 기술적 인프라가 아직까지는 부족한 상황임

표 2.51 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발 관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	국가출연연구원, 공공기관 및 GIS관련 기업 등에서 다수의핵심인력 존재. 지하매설물 분야는 기술개발 시작단계로 미흡	양호
기자재	개별 정보의 기반 인프라는 체계적으로 구성되어 있으나, 지하매설물정보의 경우 기반 인프라 구성이 미흡	보통
산학공동연구기반	국가연구개발사업 등을 통한 산학공동연구가 일부 진행되고 있으나 전체적인 시각에서 취약함	취약
기술이전 및 거래	기술이전 및 거래에 관련사항 전무	매우 취약
국제기술협력기반	국제교류를 통한 기술협약 등이 시작되고 있는 시점	매우 취약
업계기술투자	막대한 비용이 소모되기 때문에 국내에서는 사례를 업계기술투자를 찾아보기 힘들며, 국외에서는 기업의 목적에 따라 일부 기술투자 사례가 있음	매우 취약

표 2.52 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력				○	
기자재			○		
산학연 공동연구기반		○			
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황		○			

2) “3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발” 분야

가) 건축분야의 BIM관련 기술 개발이 지속적으로 진행되어 왔기 때문에 관련 기술의 인력 인프라는 어느정도 양호함. 하지만 공간정보 기반의 건설정보모델 기술 관련 인프라는 열악한 실정임

나) 관련 기자재, 산학연 공동연구기관 및 국제기술협략 기반 인프라 수준의 선진국 대비하여 열약함

표 2.53 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발 관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	건축 BIM기술 관련하여 다수의 기술보유 인력 존재하나, 공간정보 기반의 건설정보모델 관련 기술보유 인력은 부족	양호
기자재	기존 BIM 기술 기자재는 일정 부분 보유하고 있으나, 공간정보 기반 건설정보모델 기자재 분야는 취약함	취약
산학공동연구기반	국가연구개발사업 등을 통한 산학공동연구가 일부 진행되고 있으나 전체적인 시각에서 취약함	취약
기술이전 및 거래	기술이전 및 거래에 관련사항 전무	매우 취약
국제기술협력기반	국제교류를 통한 기술협약 등이 시작되고 있는 시점	매우 취약
업계기술투자	건축 관련 BIM기술 보유 업계에서는 기술 투자를 지속적으로 하고 있으나, 본 기술 관련한 기술투자는 매우 취약함	취약

표 2.54 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력			○		
기자재			○		
산학연 공동연구기반		○			
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황		○			

나. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

1) “3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발” 분야

가) 현재 지하공간 활용을 위한 인프라는 기관별로 목적에 따라 공간정보를 구축하고 통합관리하며, 중앙부처 또한 각자의 인프라를 구축하여 서비스하고 있음

나) 지상공간에 대한 통합관리 및 활용하는 플랫폼인 공간정보 오픈플랫폼은 구축되어 있으나 현재 지하공간에 대한 통합 플랫폼은 구축이 되어있지 않음

다) 현재 공간정보산업은 정부 주도하에 그와 관련된 기업, 연구소, 대학 등이 참여하여 기반 인프라 및 시스템을 구축하고 있음. 하지만 2D 지하공간정보 통합관리 및 활용 플랫폼과 관련 인프라는 “지하시설물 통합관리 체계” 이외에는 전무한 상황임

표 2.55 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발 관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	한국건설기술연구원과 일부 민간기업, 일부 대학에만 핵심인력이 존재하며, 숙련 인력의 수요는 부족한 실정임	취약
기자재	각각의 중앙부처나 지자체 및 기관 별로 2D 또는 3D 지하공간정보를 활용한 인프라는 구축이 되어있으나, 3D 지하공간정보 통합 및 활용 플랫폼관련 인프라는 전무함	취약
산학공동연구기반	산업체와 대학이 연계한 공동연구기반 미흡	취약
기술이전 및 거래	3D 지하공간정보 통합 및 활용 플랫폼이 전무한 관계로 기술이전 및 거래는 전무함	취약
국제기술협력기반	구체적인 국제기술협력은 아직 없음	취약
업계기술투자	3D 엔진 기술과 3D 가시화 기술을 보유하고 있는 기업은 있으나, 업계에서 3D 지하공간정보를 활용하기 위한 기술투자는 전무함	취약

표 2.56 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력		○			
기자재	○				
산학연 공동연구기반	○				
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황	○				

2) “지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발” 분야

가) 지하공간 및 실내에서 무선단말 및 사용자의 위치추적을 위한 인프라 부재

① 국내 실내측위 기술 개발은 WiFi 네트워크 기반 연구에 대해 편중

② LED 광통신 기반 측위기술 구현을 위한 LED 조명 네트워크 인프라 부재

③ 대학 연구실 규모의 연구에 따른 위치측위 개발에 필요한 장비 부족

나) 연구 인력 인프라

① 국내에서 지하공간 및 실내 측위기술과 관련되어 진행되는 연구 대부분은 대학의 연구실 규모로 진행

② 대학 연구실의 특성상 연구원 교체 주기가 2년 정도로 짧음

③ 추후 연구 인력이 순환될 수 있는 상급 연구소의 부재로 인해 연구 인력의 타 분야로의 유출

④ 이로 인해 연구 인력의 전문성과 인력 활용 인프라 부족

다) 연구 기자재 인프라

① 각 대학 연구실에서 개별적 진행으로 인한 작은 규모의 연구 예산

② 매우 제한적인 기자재 및 인프라

③ 고가의 장비가 필요한 연구보다 전국적으로 보급되어 있고, 저가의 장비로 개발할 수 있는 WiFi 기반 연구가 주를 이뤄 진행

라) 해외 협력기관 인프라

① 국내 연구가 해외, 특히 미국에 비하여 낮은 수준으로 진행 중

② 국내외 연구 수준차로 인해 해외 협력에 어려움을 겪고 있음

③ 이로 인해 국내 연구 진행 속도가 더욱 느리게 진행, 기술 차이가 심화되는 실정

표 2.57 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발 관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	상급 연구소의 부재로 인해 연구 인력의 전문성이 떨어짐	
기자재	대학 연구실 예산의 한계로 인하여 기자재가 제한적	
산학공동연구기반	개별 대학 연구실 단위의 연구가 진행 됨	
기술이전 및 거래	국내연구 수준이 저조한 관계로 기술이전 및 거래가 적은 편	
국제기술협력기반	국내외 연구 수준차로 인해 해외 협력 진행이 전무	
업계기술투자	위치기반서비스를 제공하는 기업에서 소규모 투자가 진행	

표 2.58 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력	○				
기자재		○			
산학연 공동연구기반	○				
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황		○			

다. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

1) “지하공간 활용 지원체계 개발” 분야

가) 국토교통부는 국토정책 및 계획을 합리적으로 수립할 수 있도록 공간계획지원도구를 개발하여 국토계획업무의 과학화와 선진화에 기여하고 있음

나) 중앙 및 지자체 관련부서에서 실제 계획업무에 유용하게 활용 할 수 있도록 분석기능을 고도화하고 사용자 위주의 활성화 방안을 마련하고 있음

다) KOPSS와 관련한 연구개발 인프라는 국토교통부 지원을 토대로 국토연구원에서 지자체 확산 지원 및 운영지원과 Helpdesk 운영 및 교육 • 홍보를 추진하고 있음

라) 국토교통부는 고품질 공간정보 구축 및 개방 확대, 공간정보 융복합산업 활성화, 공간 빅데이터 기반 플랫폼서비스 강화, 공간정보 융합기술 R&D 추진, 협력적 공간정보체계 고도화 및 활용 확대 등 지속적으로 공간정보 분야의 연구개발 인프라를 확충하고 있음

마) 지자체 또한 국가공간정보정책 기본계획을 토대로 시민이 체감할 수 있는 공간정보 서비스 지원을 위해 지속적으로 H/W, S/W 등 기반인프라를 확충하고 있음

바) 지상공간에 해당하는 KOPSS의 연구개발 인프라를 토대로 지하공간에 대한 계획 지원 기술에 대한 연구개발을 효율적으로 추진할 수 있음

표 2.59 지하공간 활용 지원체계 개발 관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	국토연구원과 일부대학에만 핵심인력이 존재하며, 기업 등에는 숙련 인력이 부족한 실정	취약
기자재	KOPSS를 도입한 지자체는 2D기반의 인프라가 구축되어 있으나, 지하공간 계획지원을 위한 3D기반의 인프라는 미흡	중간
산학공동연구기반	KOPSS는 국토부와 국토연 그리고 사업수행업체를 중심으로 추진되고 있어, 산업체와 대학이 연계한 공동연구기반은 미흡	취약
기술이전 및 거래	국토부 용역을 통해 사업이 진행되고 있어 기술이전 및 거래는 전무함	취약
국제기술협력기반	스마트국토 엑스포, 코이카 교육 등을 통해 개도국에 KOPSS에 대한 설명회가 있었으나 진정한 국제기술협력은 아님	취약
업계기술투자	일부 업체를 중심으로 3D 엔진 기술이 개발되어 있으나 지하공간에 대한 정책 및 계획을 지원하기 위한 분석모형 개발은 전무함	취약

표 2.60 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력		○			
기자재			○		
산학연 공동연구기반		○			
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황		○			

2) “지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발” 분야

가) 터널 시공관련 국토정보화 기술 분야에서는 2004년 이후부터 한국건설기술연구원에서는 터널 현장 기술자들의 설계 및 시공관리 지원 목적으로 터널 설계 및 시공 정보화 및 활용 모델 기술개발 사업을 지속적으로 추진하여, 관련 전문가 및 연구인력을 양성해 옴. 대학에서는 서울대에서는 지반정보 및 터널 시공관찰 자료를 GIS기반으로 정보화하고 활용하는 연구를 진행하여 인력을 양성해 왔으며, 성균관대에서 터널 시공 정보화와 정보분석 모듈 개발 연구로 인력을 양성해 옴

나) 터널구조물의 유지관리기술 분야에서는 한국시설안전공단이 전문적인 진단 및 점검기술을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 설계, 시공 및 유지관리 단계의 정보를 DB화하고 있음. 또한 한국건설기술연구원에서는 터널 구조물 전주기를 대상으로 LCC기반 자산관리 기법을 개발 중에 있음. 또한 관적이고 효율적인 구조물의 상태평가 및 안정성평가 기법을 기존 정보를 바탕으로 향상시키고 있음. 한양대에서는 터널 구조물의 전주기를 고려하여 터널 구조물의 최적 유지관리를 위하여 LCC 분석 모델 개발 LCC기반 유지관리 의사 결정을 위하여 자산관리 기법 모델을 개발 중에 있음. 업계에는 넥스지오 등 터널 설계, 시공 및 유지관리 정보의 DB화 시스템 및 2D/3D가시화 시스템을 개발 중에 있음

다) 지하 공간정보의 신뢰성 제고 및 이종지반조사 융합해석 기술과 관련하여 한국해양과학기술원, 서울대학교 등에 의한 연구 사례가 있으며 지하 및 기초구조물의 안전확보 기술 관련하여 한국건설기술연구원에서 기초구조물의 신뢰성 제고 및 설계법 개발, 바이텍코리아에서 모니터링 계측결과를 바탕으로 한 2D/3D DB 시스템 개발 사례가 있음

라) 터널 구조물을 설계, 시공 및 유지관리 정보를 바탕으로 객관적이고 합리적으로 관리하기 위한 시스템의 구축사례가 있으며, 일반적인 단순 정보 입력을 통한 정보화와 이러한 정보를 바탕으로 상태평가 및 안정성 평가를 수행하는 시스템인 터널 구조물 전주기를 기반으로 최적 유지관리를 위한 LCC 분석 시스템도 구축된 사례가 있으나 이론적은 측면과 소수의 정보만 활용하여 제안된 바 있음. 이러한 기초 연구를 통한 모든 터널의 설계, 시공 및 유지관리 정보를 바탕으로 최적 유지관리 비용을 산정하기 위한 LCC 분석 모델 개발 및 LCC기반 의사결정을 위한 자산관리기법 개발에 도움이 될 것으로 판단됨

마) 터널 시공중 안전관리 관련 장비 연구 기자재는 GIS소프트웨어 중심으로 한국건설기술연구원과 서울대학교, 성균관 대학교에서 개발툴을 보유하고 있으며, 터널 시공정보의 GIS DB화와 정보 분석 시스템 구축 경험이 있음

바) 터널 유지관리를 위한 연구 기자재는 소프트웨어를 중심으로 한국건설기술연구원 및 한국시설안정공단에서 보유하고 있으며, 터널 유지관리 정보의 DB화와

정보 분석 시스템 구축 경험이 있음

표 2.61 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	한국건설기술연구소와 일부대학에만 핵심인력이 존재하며, 기업 등에는 숙련인력이 부족한 실정	취약
기자재	국가공간정보 기반 인프라는 구축되어 있지 않고, 현장지원을 위한 국부적 목적의 GIS 시스템 개발 중심으로 개발 인프라가 갖추어져 있는 상황	중간
산학공동연구기반	연구소나 대학에서도 자체연구사업 등으로 연구중심으로 연구사업이 진행되어 산학공동연구기반을 취약한 상태	취약
기술이전 및 거래	기술이전은 전무한 상태	매우 취약
국제기술협력기반	국제교류나 공식화된 기술협력 사례 전무	매우 취약
업계기술투자	업계기술투자도 전무한 상태	매우 취약

표 2.62 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력		○			
기자재			○		
산학연 공동연구기반		○			
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황		○			

3) “지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발” 분야

가) 연구 인력 인프라

① 현재 국내 빅데이터 시장은 SAP, 오라클, SAS, HP, IBM 등 외국산 빅데이터 솔루션이 주도하고 있으며 오라클이 빅데이터 시장 공략을 위해 스마트 그리드

정보 분석업체 데이터레이커를 인수하였음

② 국내 업체들은 초기 공공기관을 중심으로 빅데이터 솔루션을 공급했지만 최근 이동통신사, 유통사 등으로 시장을 확장하여 현재 국산 비중이 30%로 높아진 것으로 업계는 보고 있음

③ KT넥스알은 빅데이터 플랫폼 NDAP(NexR Data Analytic Platform)을 출시하고 KT와 계열사들을 대상으로 빅데이터 플랫폼 구축을 확대하고 있으며, 티베로는 2012년 9월 빅데이터 통합 솔루션 '인피니티'를 공개하였으며, 모비젠은 자체 개발한 빅데이터 솔루션 '아이리스(IRIS)'로 공공기관과 일반기업 시장을 공략 중이고, LG CNS도 2012년 10월 빅데이터 통합 솔루션 '스마트 빅데이터 플랫폼'을 출시하였음

나) 연구 기자재 인프라

① 최근 들어 MySQL, Oracle, SQL Server 등의 상용 관계형 DBMS 보다 성능이 우수하고 오픈소스 및 인덱스 기반의 데이터 저장구조를 가진 새로운 형태의 데이터 리파지터리인 NoSQL(Not only SQL)이 등장함

② 구글, 아마존, MS 등의 대기업 군을 따라 잡으려는 후발주자들에게 NoSQL은 대안이 되고 있으며, 페이스북은 기존 데이터베이스가 아니라 NoSQL을 기반으로 한 카산드라(Cassandra) 데이터 스토어를 개발하여 사용함

③ NoSQL 서버는 Memcached, Redis 등의 키-값형 스토어, MongoDB 등의 문서형 데이터베이스, HBase, Cassandra 등의 컬럼형 데이터베이스가 있음

④ 빅데이터 기반 인프라중 최근 가장 주목을 받는 것은 구글이 가진 기술을 참고해서 등장한 다양한 MapReduce 프레임워크 중 아파치 하둡(Apache Hadoop)으로, 하둡은 다수의 서버를 묶어 분산 처리하는 플랫폼으로 분산처리 하는 Map 단계와 결과를 취합하는 Reduce 단계로 이루어 짐

⑤ 야후의 더그커킹에 의해 처음으로 개발되고 배포되었으며 야후 내부에서 사용하던 이 기술이 오픈 소스로 발표되면서 현재 페이스북, 트위터, 링크드인, 이베이, 아마존 등 많은 글로벌 인터넷 커머스 업체에서 빅데이터 처리를 위해 사용됨

⑥ 하둡은 이를 기반으로 한 다양한 처리 프레임워크나 기술들을 공개하고 있어 매우 빠르게 저변을 확대하고 있음

⑦ 국내의 대표 포털 네이버, 다음 등 인터넷 기업들뿐 아니라 S 클라우드를 준비하고 있는 삼성전자와 같은 제조사 역시 스마트폰, 스마트 디바이스를 위한 콘텐츠 서비스와 이를 통해 발생하는 엄청난 로그 데이터 처리를 위해 하둡을 적극적으로 활용

3) 인프라 현황 조사결과

표 2.63 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 관련 국내 수준

구분	국내 수준	비고
인력	시작 단계로 양성중	
기자재	준비 및 상용화 진입단계	
산학공동연구기반	시작 단계	
기술이전 및 거래	파악 안됨	
국제기술협력기반	파악 안됨	
업계기술투자	시작 단계	

표 2.64 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력	○				
기자재		○			
산학연 공동연구기반	○				
기술이전 및 거래	○				
국제기술협력기반	○				
업계현황		○			

5절 기술수요조사

가. 기술수요조사 및 결과

1) 기술수요조사의 개요

가) 기술수요조사의 목적

① 동 과제에서 추구하는 기술수요조사의 목적은 미래에 국가 및 기업에서 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부기술과제 수준에서 도출하는 것임

㉮ 즉 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발과제간의 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 사전 조사에 해당함

나) 기술수요조사 절차



그림 2.102 기술수요조사 절차

다) 기술수요조사 활용효과

㉮ 기술수요조사결과를 활용한 기술분류체계, 동향 및 환경분석 보완

㉯ 기술예측조사를 위한 예측기술명 도출에 활용

㉰ 향후 중점추진분야 선정 및 수행과제 선정에 활용

㉱ 중점추진분야별 후보기술 발굴의 자료로 활용

라) 기술수요조사의 수행 결과

㉮ 기술수요조사 대상은 다음과 같이 산·학·연 기획 전문위원과 관련학회 등의 외부기관의 협조를 얻어 학회회원을 대상으로 학회 홈페이지 공고 또는 메일 발송을 통해 실시

㉯ 기술수요조사 내용은 인적사항, 제안기술 개요, 연구개발 필요성, 제안기술의 연구개발 사업 규모 등 4개의 항목 설정

마) 기술수요조사의 수행 결과

표 2.65 기술수요조사 수행 결과

구분	내 용
조사기간	2014년 1월 13일(월) ~ 2월 7일(금)
조사대상	-조사대상 기관 : 기획위원, 참여연구진 -응답현황 •중점분야1 : 9 •중점분야2 : 5 •중점분야3 : 13
응답자수	26
조사방법	- 이메일을 통한 설문조사

2) 기술수요조사 결과 분석

가) 기술수요조사 결과 분류

① 회신된 기술수요조사서를 취합하여 수요조사서 항목별로 분류하여 정량적으로 검토

표 2.66 중점추진분야별 수요조사 결과

구분	중점추진분야			계
	중점분야1	중점분야2	중점분야3	
명	9	5	12	26
비율(%)	35%	19%	46%	100%

표 2.67 연구수행기관별 수요조사 결과

구분		중점추진분야			계
		중점분야1	중점분야2	중점분야3	
연구수행기관	기업	3	4	5	12
	대학교	-	1	1	2
	연구소	4	-	5	9
	기타	2	-	1	3
	계	9	5	12	26

표 2.68 기술개발단계별 수요조사 결과

구분		중점추진분야			계
		중점분야1	중점분야2	중점분야3	
기술개발단계	기초/원천	7	–	1	8
	응용	2	5	7	14
	실용화	–	–	4	4
	실증화 테스트베드형	–	–	–	–
	계	9	5	12	26

표 2.69 TRL 단계별 수요조사 결과

구분		중점추진분야			계	비율 (%)
		중점분야1	중점분야2	중점분야3		
TRL현재단계	기초이론/실험	4	–	1	5	19
	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	2	–	6	8	31
	실험실 규모의 기본성능 평가	2	1	5	8	31
	실험실 규모의 핵심 성능평가	1	1	–	2	8
	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	–	3	–	3	11
	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능 평가	–	–	–	–	–
	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	–	–	–	–	–
	시제품 신기술 검증·인증 및 표준화	–	–	–	–	–
	사업화	–	–	–	–	–
	계	9	5	12	26	100
TRL개발완료단계	기초이론/실험	–	–	–	–	–
	실용목적 아이디어 특허 등 개념정립	–	–	–	–	–
	실험실 규모의 기본성능 평가	–	–	–	–	–
	실험실 규모의 핵심 성능평가	–	–	–	–	–
	확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	1	1	1	3	12
	파일롯 규모 시작품 제작 및 성능 평가	7	–	9	16	60
	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	1	–	1	2	8
	시제품 신기술 검증·인증 및 표준화	–	2	–	2	8
	사업화	–	2	1	3	12
	계	9	5	12	26	100

표 2.70 기술분류체계 내의 분포결과

기술분류체계		
대	중	소
중점분야1	3D 지하공간 기반인프라 연계 기술 개발	시멘틱 지하공간정보 온톨로지 기술 개발
		3차원 지상-지반-지질정보 통합 기술 개발
		유관기관 지하공간정보 연계체계 구축
	3D 지하공간정보 구축 및 DB화 기술	지하공간 기반인프라 정보 통합관리를 위한 DB 구축 자동화 기술 개발
		3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축 체계 연구
		지하시설물 동적 공간정보 관리체계 구축
		2D 수치지질도 및 시추자료를 활용한 지질지반 지층정보 3D 모델링 및 활용 플랫폼 개발
	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	3D 지하공간정보 통합 · 활용 방안 연구
		지하공간정보와 지상공간정보간의 연계활용 방안 연구
중점분야2	지하공간 위치기반서비스 기술	지하공간에서의 위치 결정 및 추적 기술 개발
		지하공간 구축간의 무선통신을 이용한 시공안전 관리시스템
	지하공간계획 지원체계 기술	지하공간계획 지원을 위한 다차원 모형 개발
		지상공간정보와 연계한 지하공간정보매칭 기술 개발

		지상공간정보와 연계한 시뮬레이션 기술 개발
중점분야3	지하공간 안전관리기술	공용중 지하구조물 및 방재시설물 정보화 및 안전관리 기술
		3D 지하공간 정보를 활용한 도심지 내 싱크홀 예측 및 예방 기술 개발
		지하공간 속성정보의 신뢰성 향상 및 구조물 하부구조 재해저감 기술 개발
		지하 3차원 실내공간정보 피난 유도 네트워크 시스템 기술
		지반정보 자료 관리 센터 수립
		도심지 토질지반의 지진 동적특성 파악 및 지하구조물 내진/방진 설계기법
		대심도 터널 또는 구조물의 화재 및 방재대책 기술
		NFC를 활용한 지하공간정보 서비스 및 안전체계 확보 방안
	시공간 빅데이터 분석 기반의 지하공간 안전관리 기술	지하시설물(매설물) 실시간 모니터링 기반의 빅데이터 처리 기술 개발
		지하구조물 장기거동 정량 평가 및 성능 모니터링 기술
		지능형 CCTV 영상 및 센서를 이용한 지하공간 안전관리 기술
		아웃라이어마이닝 기반 안전점검 기술

나) 대상 기술의 TRL (Technology Readiness Level) 분류

① 1: 기초이론/실험, 2: 실용목적 아이디어 특허 등 개념 정립, 3: 실험실 규모의 기본성능 평가, 4: 실험실 규모의 핵심 성능평가, 5: 확정된 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가, 6: 파일롯 규모 시작품 제작 및 성능 평가, 7: 신뢰성 평가 및 수요기업 평가, 8: 시제품 신기술 검증·인증 및 표준화, 9: 사업화

표 2.71 기술수요조사서의 상세내용

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
1-1-1	3D 지하공간 기반인프라 연계 기술 개발	시멘틱 지하공간정보 온톨로지 기술 개발	- 시멘틱 웹 기반의 연계 지하공간정보의 다차원 검색 및 분석을 통한 통합 활용 기반 마련	- 지하지층정보 온톨로지 기술 개발 - 연계 지하공간정보 시멘틱 웹 기술 개발	기초/원천	(현재)2 (완료)6
1-1-2		3차원 지상-지반-지질정보 통합 기술 개발	- 지반, 지질정보 및 지상 공간정보 연계 기술을 개발을 통한 활용 기반 마련	- 지반 및 지질정보 연계 표준화 기술 개발 - 지하정보와 지상정보의 연계 기술 개발	기초/원천	현재)1 (완료)6
1-1-3		유관 기관 지하공간정보 연계체계 구축	- 유관기관의 지하공간정보 연계체계 기술 개발을 통하여 지하자원 공간정보를 사용자 접근향상 및 의사결정 지원체계 기반 마련	- 광산정보를 기반으로 한 지하공간정보 연계 기술 개발 - 유관기관 지하공간정보 연계를 위한 표준화 기술 개발	기초/원천	현재)2 (완료)6
1-2-1	3D 지하공간정보 구축 및 DB화 기술	지하공간 기반인프라 정보 통합관리를 위한 DB 구축 자동화 기술 개발	- 지하공간 기반인프라의 3차원 정보모델 자동화 DB 구축 기술 개발 - 지하공간 기반인프라의 3차원 정보모델 활용 기반 구축 기술 개발	- 3차원 시설물 정보모델 기반의 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 기술 개발 - 지하공간 기반인프라의 3차원 정보모델 활용 기반 구축을 위한 Data Warehousing 기술 개발 - 지하공간 기반인프라의 3차원 정보모델 검색 및 활용 기반 구축을 위한 Data Mining 기술 개발	응용	현재)3 (완료)7

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
1-2 -2		3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	- 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구 - 공학적으로 이용가능한 국토지하지질정보 컨텐츠 개발 - 3차원 지하정보 DB 구축 및 활용기술 개발	- 단층, 파쇄대, 암체, 시추자료 등의 3차원 지하지질정보 모델링 기술 개발 - 지질정보 텍소노미 구축 - 3차원 지하지질정보 소프트웨어 체계 개발 및 VR기반 지질 지형정보 구축 - 암층, 토층, 시추자료 등의 국토지하정보 주요항목 분석 - 국토지하지질정보도 구축을 위한 야외조사 표준화 - 국토지하지질정보 단위 표준(안) 구축 - 3차원 지질정보 통합 DB 구축 - VR기반 3D 지하지질 시뮬레이션 개발 - 지질정보 온톨로지 기술 개발	기초/ 원천	(현재)3 (완료)6
1-2 -3		지하시설물 동적 공간정보 관리체계 구축	- 지하시설물의 동적 공간정보(상수, 가스, 유량, 인구 통행량, 지반 변위 등) 관리체계 구축 - 3D 지하공간정보와 연계한 공간정보 현실성 증진	- 동적 지하공간정보 구축 및 서비스 방안 마련 - 동적 지하공간정보 서비스를 통한 지자체 등 공공기관의 지하시설물 DB 활용 방안 제시	기초/ 원천	(현재)4 (완료)6
1-2 -4		2D 수치지질도 및 시추자료를 활용한 지질지반 지층정보 3D 모델링 및 활용 플랫폼 개발	- 2D 수치지질도 및 시추정보 활용을 위한 표준화 플랫폼 개발 - 지하지층정보 3차원 모델링을 위한 플랫폼 개발 - 지하지층정보 3차원 모델의 분석 및 표출을 위한 플랫폼 개발 - V-World 연계를 위한 Open API개발	- 암석분포도, 구조지질도, 시추주상도 등의 주주별 지하지층정보 및 연계 방안 연구 - 주제별 지하지층정보 자료 표준화 방안 연구 및 개발 - 2차원 지하지층정보와 지질시추주상도(심도정보)정보를 이용한 3차원 모델링 구현 알고리즘 개발 - 3차원 모델링 소프트웨어 및 기반 기술 개발 - -World 연계를 위한 Open API개발	응용	(현재)1 (완료)5
1-3 -1	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	3D 지하공간정보 통합·활용 방안 연구	- 지하공간정보 3D 데이터 모델 변환을 통한 통합·활용 모델 구축	- 연계기관 2D 데이터의 3D 데이터 변환 모듈 개발 - 지하공간 데이터의 3D 가시화 기술 개발 - 3D 지하공간정보 통합·활용 모델 개발 및 구축	기초/ 원천	(현재)1 (완료)6

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
1-3 -2		지하공간정보와 지상공간정보 간의 연계활용 방안 연구	- 범정부 활용을 위한 지하공간과 지상공간정보와의 연계 및 활용 방안 마련	- 지하공간정보와 지상공간정보와의 연계 및 활용 전략 수립 - 지하공간정보와 지상공간정보의 데이터 연계모델(안) 개발 - 상황인지 기반 융복합 공간정보 모델 및 서비스 모델 제시 - 지하공간정보와 브이월드 연계 활용방안 연구 - 지하공간정보와 브이월드 연계 사례 개발	기초/ 원천	(현재)1 (완료)6
2-1 -1	지하공간 위치 기반서비스 기술	지하공간에서의 위치 결정 및 추적 기술 개발	- GNSS를 대체하는 지하공간의 UGPS 복합항법기술 및 체계 개발을 통하여 지상.지하 DB를 연동한 위치검출 기술을 개발 목표로 함	- GNSS를 대체하는 지하공간의 UGPS 복합항법기술 및 체계 개발 - 지상.지하 연동이 가능한 위치 추적 기술 및 시스템 개발	응용	(현재)4 (완료)9
2-1 -2		지하공간 구축간의 무선통신을 이용한 시공안전 관리시스템	- 지하공간에 구축간 지하무선통신 서비스 (WIFI/Super WIFI/ZigBee/etc)연구를 기반으로 지하공간의 시공안전관리를 위한 소프트웨어 및 스마트폰 앱 솔루션 개발을 목표로 함	- 지하공간 구축간 지하무선통신 서비스연구 (WIFI/Super WIFI/ZigBee/etc) - 지하공간 구축간 무선통신 서비스 구축 - 다양한 지하공간에 따른 무선통신 서비스 최적화 방안 연구 - 지하공간 구축간 위험요소 모니터링용 지하통신 체계구축 - 지하 무선통신 서비스 인프라 개발 * 안전관리용 위험요소 모니터링 및 자동계측 데이터 수집 * 안전관리용 RTLS 서비스 모델 개발 (AP, TAG / Mesh / VOIP 등) - 지하공간 구축간 위험요소 모니터링 및 안전관리 시스템 구축 - 안전관리 서비스 플랫폼 개발 * 지하공간 구축간 안전관리 소프트웨어 및 스마트폰 앱 솔루션 개발 * 지하 가 무선통신용 중계기 개발 * 지하 가 위치적 시스템 개발 * 지하 가 환경측정 시스템 개발 * 지하 가 응급재난전파 및 상황인지 서비스 개발 * 지하 가 무선영상전송 및 화재인식 솔루션 개발 * 지하공간 구축시 발파먼지 최소화를 위한 더스트미스트 개발	응용	(현재)5 (완료)

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
2-2 -1	지하공간계획 지원체계 기술	지하공간계획 지원을 위한 다차원 모형 개발	- 체계적이고 안전한 지하공간계획 지원을 위한 지하공간설계, 재난정보활용, 지하공간현황분석, 지하시설계획 분석 등의 다차원 모형을 도출하고 지하공간 개발을 위한 활용 기술 연구를 목표로 함	- 지하공간계획 지원을 위한 다차원 분석모형 개발 * 지하공간설계분석 모형 개발 * 재난정보활용분석 모형 개발 * 지하공간현황분석모형 개발 * 지하시설계획분석 모형 개발	응용	(현재)3 (완료)5
2-2 -2		지상공간정보와 연계한 지하공간정보매칭 기술 개발	- 지상공간정보(지적, 건물, 도로, 하천, 등고선 등)와 연계한 지하공간정보(지하시설물, 지하매설물, 지하지층, 지하지적) 매칭을 통하여 지하시설물의 효율적인 자산관리를 할 수 있는 시스템을 구축하는 것을 목표로 함	- 공통 * KOPSS 10개 세부모형 연계 활용 API * 지하 위치정보 수집/가공/활용 (위치추적 및 모니터링) * 지상공간정보와 지하공간정보 매칭 기법 - 지상공간정보 연계 * 국토공간정보 연계 활용 API * GIS 기술을 활용한 공간정보 분석 모형 - 지하공간정보 연계 * 지하시설물/지하매설물/지하지층 정보 연계 활용 API * 지하지적정보 수집/가공/활용 모형	응용	(현재)5 (완료)9
2-2 -3	지하공간계획 지원체계 기술	지상공간정보와 연계한 시뮬레이션 기술 개발	- 지상공간정보와 연계한 지하공간정보 매칭을 통하여 지하시설물을 관리할 수 있는 시스템을 구축하고 대도시(도심지) 공간정보 분석에 활용하는 것을 목표로 함	- 시뮬레이션 * 지하지층 및 설치시기를 고려한 지하시설물/매설물 노후화 예측 모형 * 지하시설물/매설물 유지관리 모형 - 대도시(도심지) 공간정보 분석 * 실시간 홍수예측정보 시스템 연계 활용 API * 유례없는 집중호우에 적용 가능한 홍수유량 예측 모델 적용 * 국토공간정보 연계 활용 API * GIS 기술을 활용한 공간정보 분석 모형	응용	(현재)5 (완료)9

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
3-1 -1	지하공간 설계 및 건설 안전관리 기술	공용중 지하구 조물 및 방재시설물 정보화 및 안전관리 기술	- 지하구조물의 안정성 확보 및 수명 연장을 위한 유지관리정보 빅데이타 구축 및 3차원 가시화 - 생애주기 및 자산관리 기반 지하구조물 유지관리 기법 확보 - GIS 및 BIM기반 국가 SOC 지하구조물 통합 유지관리 시스템 확보	- 점검, 진단, 보수 및 교체 이력 기반 유지관리 빅데이타 설계 및 구축 - GIS기반 빅데이타의 3차원 가시화 기법 개발 - 유지관리 빅데이타를 활용한 LCC(생애주기비용) 분석모델 개발 - LCC(생애주기비용)기반 자산관리 기법 개발 - BIM기반 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리기법 개발 - GIS 및 BIM기반 터널 및 지하공간 통합 유지관리시스템 개발	응용	(현재)2 (완료)9
3-1 -2		3D 지하공간 정보를 활용한 도심지 내 싱크홀 예측 및 예방 기술 개발	- 도심지 내 싱크홀 발생에 대해 3D 지하공간 정보를 활용한 진단, 예측, 보수/보강 방안 구축을 통하여 지하공간 안전사고의 과학적 대응체계 구축	- 도심지 내 싱크홀 발생 메커니즘 및 탐지기법 연구 - 3D 공간정보 활용 도심지 싱크홀 해저드 맵 개발 - 도심지 싱크홀 예방 및 복구를 위한 가이드라인 개발	응용	(현재)2 (완료)8
3-1 -3		지하공간 속성정보의 신뢰성 향상 및 구조물 하부구조 재해 저감 기술 개발	- 신뢰도와 실질 활용도 높은 지하 공간 정보 DB 구축 및 3D 디지털 시스템 개발 - 지하 수직/수평공간 지반정보 및 원위치 시험 정보 융복합 활용기술 개발 - 지하 공간 자료와 계측 자료의 상시 연계를 통한 구조물 하부구조 관련 재해 예방 및 절감	- 지반과 지하 시설물 특성을 고려한 지하 공간 속성 정보 분석 및 Screening, 자료의 신뢰도 평가 - 공간정보화 기법을 이용한 지하공간 자료(지질 자료, 지반 조사와 지하 시설물 및 지하 매설물 자료)의 통합 분석 기법 개발과 3D 정보화 - 지하 공간 자료와 원위치 시험 정보, 시설물 계측 자료의 연계 및 3차원 공간 정보화 - 재해 위험도 평가를 위한 구조물 하부구조 거동 분석 및 안전성 평가 기술 개발 - 지하공간 자료, 계측 자료와 분석 기법을 통합한 실시간 구조물 하부구조안전관리/재해저감 시스템 개발	실용화	(현재)3 (완료)6
3-1 -4		지하 3차원 실내공간정보 피난 유도 네트워크 시스템 기술	- 지하공간 화재 등 재난 발생 시 공간 내 거주인 및 사용자 피난 유도 - 3차원 지하공간 정보를 활용한 피난 유도 시스템 구축	- 지하공간정보와 지상공간 정보 연계 - 지하시설물 공간정보 속성 DB 구축 - 지하 공간 피난 유도 설지 DB 구축	응용	(현재)2 (완료)6

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
3-1 -5		지반정보 자료 관리 센터 수립	- 건설활동에 의해 직·간접적으로 발생할 수 있는 문제점들에 대하여 대처할 수 있는 지반정보 이력모니터링 및 관리 시스템 개발 - 기 구축된 자료의 평가 및 향후 구축될 시추정보의 품질 및 성과관리와 유통을 담당할 수 있는 센터 구축	- 기 구축된 자료의 정밀도 평가 및 스크리닝 프로그램 개발 - 시추정보 전산화 및 검증 체계 및 시스템 개발 - 지하구조물 건설을 위한 공사 중 발생한 지반 변형 등의 계측 결과 DB구축과 실시간 모니터링 시스템 및 기존 시추 정보시스템과의 연계	실용화	(현재)3 (완료)6
3-1 -6		도심지 토질지반의 지진 동적특성 파악 및 지하구조물 내진/방진 설계기법	- 도심지 토질지반의 지진동적특성 파악 및 DB 구축 - 도심지 토질지반에서의 지하시설물 내진/방재 설계기법 개발	- 미세지진진동을 측정하여 토질지반(연약지반_의 지진탁월주파수 파악 - 시추정보, 지하수정보, 지하공간구조물 정보를 이용한 탁월주파수 시뮬레이션 - 현존하는 지하구조물 내진 취약성 파악 및 내진보강 설계 프로그램 개발 - 신설되는 지하구조물 내진/방재 설계에 활용 프로그램 개발	응용	(현재)1 (완료)6
3-1 -7		대심도 터널 또는 구조물의 화재 및 방재대책 기술	- 화재 시 연소 확대 방지 기술, 연기 제어 및 배연 기술, 피낸설계 기술, 내화설계 기술 개발	- 화재영상 감지기 등 첨단 화재감지 설비 - 전광판과 공중파 방송에 의한 30초 이내 운전자 사고 인지 설비 - 비상대피소 및 피난로 확보 등 인명 피난 시설 계획 - 구조물 내화설계 기준	기초/ 원천	(현재)3 (완료)6
3-1 -8		NFC를 활용한 지하공간정보 서비스 및 안전체계 확보 방안	- 주요 지하시설물에 대한 근거리무선통신기술은 NFC 부여 체계 바련 - 지하공간정보의 대국민 안전서비스 체계 마련	- 주요 지하시설물 NFC 부여 체계 구축 - 대국민 지하시설물 피난 및 안전 정보 제공 기술 - 스마트폰 등에서 NFC 기술로 인식한 지하 공간정보와 실내측위기술을 이용한 혁신적 지하공간정보 대피 계획	실용화	(현재)2 (완료)6
3-2 -1	시공간 빅데이터 분석 기반의 지하공간 안전관리 기술	지하시설물 (매설물) 실시간 모니터링 기반의 빅데이터 처리 기술 개발	- 7대 지하시설물 및 심도별 지하매설물 실시간 통합 모니터링 및 관리체계 마련	- 7대 지하시설물 및 매설물 모니터링 기술 개발 - 센싱 모니터링 정보 분석 및 처리 기술 개발	응용	(현재)3 (완료)6

No.	중점 추진 분야	제안 기술명	연구개발목표	연구개발내용	기술 개발 단계	TRL 분류
3-2 -2		지하구조물 장기거동 정량 평가 및 성능 모니터링 기술	- 지하구조물의 핵심요소인 암반과 콘크리트 요소의 장기거동 평가 기술 - AE/MS를 이용한 구조물 손상 사전 예측 기술	- 임계하균열성장 시험 및 해석을 통한 암반과 콘크리트 요소의 장기거동 정량화 및 수명평가 - 구조물 내 미세균열성장을 판별할 수 있는 AE/MS 시스템 개발 및 평가기준 수립	응용	(현재)3 (완료)5
3-2 -3		지능형 CCTV 영상 및 센서를 이용한 지하공간 안전관리 기술	- 주요 지하공간에 대한 카메라 및 센서를 설치하여 실시간 환경감시체계 마련 - 사고 발생 시 현장의 정학한 상황을 영상 및 센서정보를 통해 대응방안 마련에 도움	- 주요 지하공간 및 지하시설물에 적합한 카메라 및 센서를 위하 연동 프로토콜 제안 - 카메라는 신속하고 정확하게 절대좌표 방향전환이 가능한 프로토콜 제안 - 영상으로 화재 및 매몰 등 지하공간에서의 재난에 대한 실시간 분석 방안 제시	실용화	(현재)2 (완료)6
3-2 -4		아웃라이어 마이닝 기반 안전점검 기술	- 지하공간의 안전사고를 미연에 방지하기 위한 안전데이터 확보 - 선제적 안전사고 예측 및 방지	- 화재, 가스 누출, 침출 등의 사고에 수방되는 데이터 확보 기술 - 데이터 정련, 통합, 큐브화 등의 일련의 과정을 통한 사고 아웃라이어 마이닝	응용	(현재)2 (완료)6

6절 국내 정보화시스템 현황 및 설문조사 분석

1. 정보화시스템 분석

가. 정보화시스템 조사 개요

정보화시스템 현황조사는 국내 중앙부처, 공공기관 및 지자체에서 운영하고 있는 정보화시스템을 대상으로 약 1달여간 조사를 수행하였으며, 조사 시 정보화시스템의 주요 활용기능, 활용 DB 기반 지하공간정보 연계 활용성을 검토하였음

표 2.72 정보화시스템 조사 현황

구분	내용
대상	중앙부처(68개), 공공기관(15개), 지자체(865개) 정보화시스템
조사기간	2014년 2월 10일 ~ 3월 14일
조사내용	- 정보화시스템 주요 활용기능 - 활용 DB 기반 지하공간정보 연계 활용성 검토

나. 정보화시스템 조사 분석 결과

정보화시스템 조사 결과 지하공간정보와의 연계 활용 가능성이 있는 정보화시스템은 전체 시스템의 약 40% 정도로 파악됨. DB 연계 활용 가능성이 있는 시스템 중 기반인프라 구축 측면에서 적용이 가능한 시스템은 약 80% 정도로 파악되었으며 지하공간 활용계획 수립 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 50%정도로 파악되었음. 또한 지하공간 안전관리 기술의 활용 가능성이 있는 정보화시스템은 전체의 약 15% 정도로 파악되었으며, 그 중 지하공간 위치측위 기술면에서 적용 가능한 시스템은 약 50% 정도로 파악되며, 건설분야 안전관리 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 15% 정도로 파악되었음

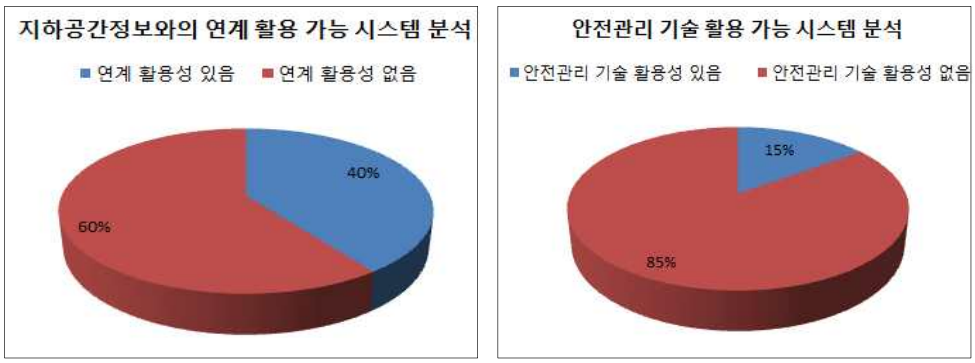


그림 2.103 정보화시스템 분석 결과 통계

2. 설문조사 분석

가. 설문조사 개요

중앙부처, 소속기관, 산하기관(6), 지자체(2), 민간기업(3), 기타(8)를 대상으로 2014년 2월 12일부터 28일까지(17일간) 총 40여 곳의 설문 조사(각 항목 복수응답 가능) 및 인터뷰 조사를 실시함

표 2.73 정보화시스템 조사 현황

구분	내용
대상	중앙부처(23명), 소속기관(1명), 산하기관(6명), 지자체(2명), 민간기업(3명), 기타(8명)
조사기간	2014년 2월 12일 ~ 2월 28일
조사내용	- 업무 현황 및 활용 시스템 설문 - 지하공간정보 연계 · 활용 방안 설문 등

나. 업무 현황 및 활용 시스템 관련 문항별 설문조사 결과

업무 현황 및 활용 시스템 관련한 설문 결과 소속기관의 유형은 중앙부처가 23명으로 가장 많았으며, 주된 업무 분야로는 공간정보에 관련된 업무를 하는 인원이 29명으로 가장 많았음. 정보화시스템을 활용하는 인원은 37명이 있었으며 업무에 활용하는 정보화시스템의 공개범위는 공공부문(인트라넷기반)이 26명으로 가장 많았음. 시스템 활용 주요 기능으로는 정보 검색 및 다운로드가 22명으로 가장 높은 비율을 차지했음

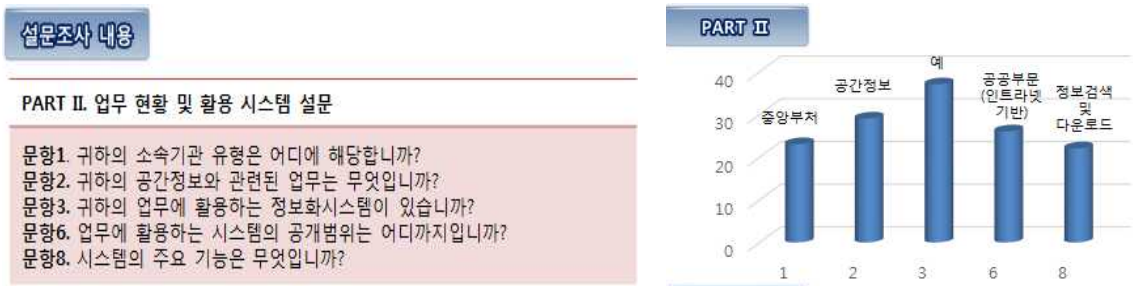


그림 2.104 설문항목 및 설문결과 (Part2)

다. 지하공간정보 연계 · 활용방안 관련 문항별 설문조사 결과

지하공간정보 연계·활용방안 관련 설문 결과 업무에 가장 많이 필요한 정보는 지하매설물정보가 17명으로 가장 많았으며, 업무에 필요한 지하공간정보의 형태는 Shape 형태가 20명으로 가장 많았음. 또한 지하공간정보의 연계·활용 시 가장 우

선적으로 고려되어야 하는 부분은 정보 신뢰성 및 정확성으로 24명이 응답하였으며, 정보 연계는 주기적 인터넷 기반의 정보 연계를 31명이 선호하였음. 지하공간정보의 연계·활용이 예상되는 주요 분야는 정책입안분야가 9명으로 가장 높게 나타났음

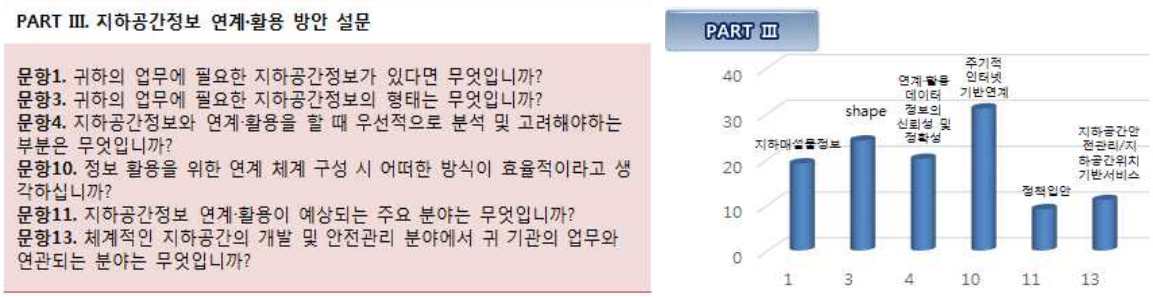


그림 2.105 설문항목 및 설문결과 (Part3)

라. 기타 주관식 설문 결과

1) 지하공간정보의 구축 및 연계·활용 시 필요한 서비스 관련 설문

중앙부처, 공공기관, 지자체에서 사용하고 있는 시스템과 서비스를 공유하는데 있어 웹을 활용한 Open API를 제공 받기를 원하는 의견이 다수를 차지하였으며, 지하공간정보는 기본적으로 연계·활용이 필요한 데이터이며 실제 업무에 효율적으로 활용하기를 원하는 의견이 많았음

2) 지하공간정보 연계·활용 시 업무에 활용 관련 설문

중앙부처, 공공기관, 지자체 업무에서 활용되고 있는 지하공간정보는 각 기관의 기 구축된 데이터를 실시간 기반으로 연계·활용이 가능해지면 전체적인 업무 관련 현황 파악이 도움이 될 것이라고 응답하였음

3) 지하공간정보 연계·활용을 위해 필요한 핵심 사항 관련 설문

중앙부처, 공공기관, 지자체의 데이터들을 대부분 보안 데이터이기 때문에 데이터의 보안이 가장 중요하다고 응답함. 또한 연계·활용을 위해 각 지하공간정보들의 표준 포맷을 도출해야하는 것이 데이터 정합성을 위한 핵심 사항이라고 응답함

3. 인터뷰 조사

가. 인터뷰 조사 개요

본 기획연구를 통하여 도출되는 기술들에 대한 구체적인 활용성을 파악하기 위하여 중앙부처, 공공기관 및 민간기업 관련 전문가 그룹에 대한 방문을 통한 인터뷰 조사를 실시하였으며, 인터뷰 조사를 통하여 정보화시스템 운영 현황, 지하공간정보 연계 방안 및 통합 지하공간정보 활용 방안 등에 대한 내용을 도출하였음

표 2.74 인터뷰 조사 현황

구분	내용
대상	중앙부처, 공공기관 및 민간기업 관련 전문가 41명
조사기간	2014년 2월 10일 ~ 2월 28일
조사내용	- 정보화시스템 운영 현황 - 지하공간정보 연계 방안 - 통합 지하공간정보 활용 방안 등

나. 인터뷰 조사 결과

인터뷰 조사 결과 국토지리정보원, 소방방재청 등에서는 국토 지하공간 인프라 구축 측면에서 통합 지하공간정보 구축의 필요성을 제시하였으며, 국방부 지형정보단, 국립재난안전연구원 등에서는 국방, 재난예측 및 대응, 국토지하공간 개발 및 활용계획 수립 등을 위한 정보 연계 활용체계 구축에 대한 필요성을 제시하였음. 또한 소방방재청, 해양경찰청 등에서는 지하공간 안전사고 대응을 위한 위치측위 기술 개발과 방재용 정보 구축을 통한 활용체계 구축에 대한 필요성을 제시하였음

표 2.75 인터뷰 조사 결과 주요 내용

구분	주요 기관
지하공간정보의 통합구축	국토지리정보원, 소방방재청 등
통합 지하공간정보의 연계 활용체계 구축	국방부 지형정보단, 국립재난안전연구원 등
지하공간 안전사고 대응을 위한 기술 개발 및 정보 활용	소방방재청, 해양경찰청 등

4. 공간정보 오픈플랫폼(V-World) 연계방안 분석

○ 국토교통부에서는 2011년부터 공간정보 오픈플랫폼 사업을 시작하면서 국토교통부, 지자체 및 타 부처의 데이터를 혼합하여 제공함으로써 지자체, 기업에서 주도하던 3차원 공간정보 제공 기술을 주도하고 있음

○ 현재 공간정보 오픈플랫폼은 국가 공간정보를 연계·통합하여 서비스를 제공하는 중심 플랫폼이기 때문에, 본 기획연구에서는 공간정보 오픈플랫폼의 전반적인 현황 및 상세 기능들을 파악하여 지하공간정보의 연계 시 문제점 파악 및 이를 해결위한 방법들을 모색하고자 함

가. 공간정보 오픈플랫폼 개요

○ 공간정보 오픈플랫폼은 국가가 보유하고 있는 공개 가능한 공간정보를 모든 국민이 자유롭게 활용할 수 있도록 다양한 방법을 제공하고 있음

○ 국가가 보유하고 있는 공개 가능한 2차원 및 3차원 기반의 정보를 제공하고 있으며, 이들 정보는 다양한 수요에 대응할 수 있도록 단순 조회에서부터 원시 데이터 직접 제공까지의 모든 서비스 채널을 제공함

○ 또한 사용자가 오픈플랫폼을 이용하여 서비스를 구축할 수 있도록 지도 Open API, 및 데이터 Open API를 제공하고 있음

표 2.76 영상지도 서비스 현황

지역	해상도	자료출처	서비스구분
대한민국	25~50cm	국토지리정보원	2차원 3차원
백두산	50cm	Pleiadas위성	3차원
전세계	15cm	Landsat ETM+	3차원
해저지형	500m	미국 NASA	3차원
북한	1m	아리랑위성2호	3차원

표 2.77 3차원 건물 및 지형정보 서비스 현황

구분	설명	서비스구분
3차원 건물	LOD4이상 모델과 건물면 이미지로 구성	3차원
지형	전세계(90m SRTM DEM), 대한민국(5m DEM)	3차원

표 2.78 행정경계·교통시설 및 지적도 관련 정보 서비스 현황

구분	자료명	출처	서비스구분
대한민국	수치지도 2.0	국토지리정보원	2차원 3차원
북한	1/25,000 수치지도	국토지리정보원	3차원
지적도	전국지적도, 지적 부과정보 (공시지가, 토지이용현황)	국토교통부	2차원 3차원
주제도	용도지역/지구/구역 (도시지역, 개발제한구역 등)	국토교통부	2차원 3차원

표 2.79 배경지도 및 시설명칭 서비스 현황

구분	자료명	서비스구분
배경지도	수치지도 2.0기반 제작(도로, 교통시설, 지형지물 등)	2차원
시설명칭	대한민국 약 90만개(2차원), 북한지역 약 3만개(3차원), 전세계 약 5만개(3차원)	2차원 3차원

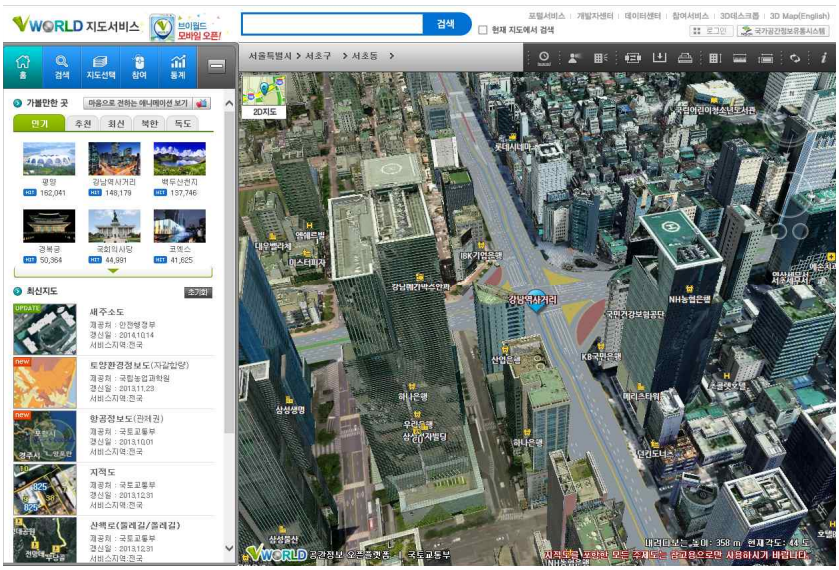


그림 2.106 공간정보 오픈플랫폼 온라인 서비스 화면

나. 공간정보 오픈플랫폼 현황 및 문제점

○ **(현황)** 현재 공간정보 오픈플랫폼은 지상공간정보 위주의 서비스를 제공하고 있으며, 다양한 중앙부처, 공공기관 및 민간부문의 시스템상에 지도 API 및 데이터 API 서비스를 통한 연계 활용이 이루어지고 있음

- 지도서비스를 통하여 신규지도 컨텐츠 개발 및 지도 서비스 고도화에 활용하고 있을 뿐만 아니라, 공공업무 및 대국민 서비스 활용을 목적으로 3D 공간정보를 활용하고 있음

- 또한, 공공복리 및 행정업무 활용과 민간부문의 일부 사내 시스템에 3D 공간정보를 활용하고 있음

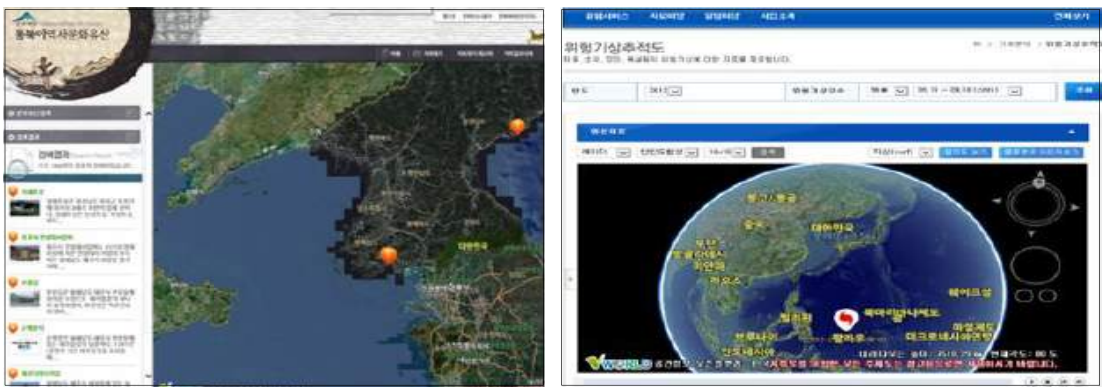


그림 2.107. 공간정보 오픈플랫폼 지도서비스 활용 현황

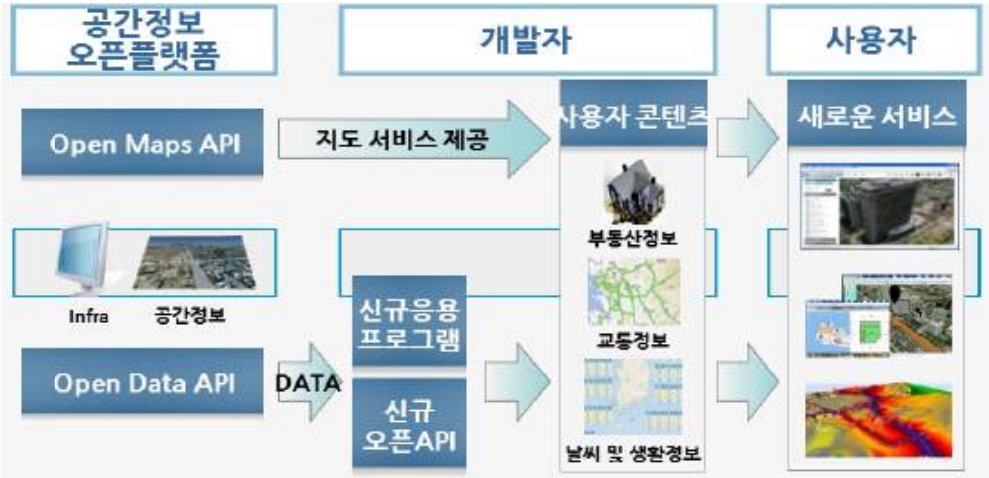


그림 2.108 Open API 활용 흐름도

○ **(문제점)** 현재 공간정보 오픈플랫폼은 2D, 3D 기반의 지상공간정보를 위주로 서비스를 제공하고 있으며 API 서비스 또한 지하공간과 관련된 서비스를 수행한 사례가 전무함. 또한, 기능적인 측면에서 현재의 플랫폼에서는 3D 지하공간정보 모델링 정보를 표출하기 어려우며, 지하공간의 종합적인 검색 및 분석에 기능을 제공하기 불가능함

- 공간정보 오픈플랫폼은 평면 좌표계 기반의 좌표를 활용하고 있는 반면, 지하지층정보의 경우는 구면 좌표계를 활용하고 있어 이들 정보 중첩하여 시각화 하는 것에 한계성이 존재함

- 또한, 지하지층정보는 3차원 Point 정보를 통하여 보간된 3D 모델링 구축하고, 이를 지하시설물정보 및 지하구조물정보와 함께 중첩하여 공간검색 및 분석이 필요하나 현재 공간정보 오픈플랫폼 상에서 필요한 공간검색 및 분석 기능을 구현하는 것이 한계성이 존재함

표 2.80 지하공간정보의 오픈플랫폼 활용 시 기능 상의 문제점

기능 구분	문제점
○ 3D 가시화 기능	
- 지하지층정보 가시화 기능	구현불가
- 지하시설물정보 가시화 기능	구현가능 (GIS 엔진 개선 필요)
- 지하구조물정보 가시화 기능	구현가능 (GIS 엔진 개선 필요)
- 지하공간정보 중첩 가시화 기능	구현불가
- 지상공간 연계 가시화 기능	구현불가
○ 공간검색 기능	
- 지하지층정보 공간검색 기능	구현불가
- 지하시설물정보 공간검색 기능	구현가능 (검색 기능 추가 개발 필요)
- 지하구조물정보 공간검색 기능	구현가능 (검색 기능 추가 개발 필요)
- 지하공간정보 중첩검색 기능	구현불가
- 지상공간 연계 검색 기능	구현불가
○ 공간분석 기능	
- 지하지층정보 가시화 기능	구현불가
- 지하시설물정보 가시화 기능	구현가능 (분석 기능 추가 개발 필요)
- 지하구조물정보 가시화 기능	구현가능 (분석 기능 추가 개발 필요)
- 지하공간정보 중첩 가시화 기능	구현불가
- 지상공간 연계 분석 기능	구현불가

표 2.81 공간정보 오픈플랫폼 및 지하공간정보 통합 활용 서비스 플랫폼 제공 정보 비교

구분	공간정보 오픈플랫폼	지하공간정보 통합 활용 서비스 플랫폼
영상지도	○	-
3차원 건물정보	○	-
지형정보	○	-
행정경계·교통시설 정보	○	-
지적도	○	-
배경지도	○	-
시설명칭정보	-	○
지하지층정보	-	○
지하시설물정보	-	○
지하구조물정보	-	○

다. 지하공간정보 통합 활용 서비스 플랫폼 필요성 및 개발 방안

○ 현재 운영 중인 V-World는 지하공간정보의 가시화, 검색 및 분석 기능들을 제공하기 위한 엔진 및 기능들의 한계성이 존재함. 또한. 지하공간정보의 특성을 고려한 개발이 이루어져야 하기 때문에 현시점에서 공간정보 오픈플랫폼을 통한 지하공간정보 서비스의 한계성이 존재함

○ 따라서, 통합 3D 지하공간정보를 가시화ㅋ, 검색 및 분석 할 수 있는 별도의 엔진 개발 및 서비스 플랫폼이 필요하며, 이를 통하여 지하공간을 평면적이 아닌 입체적(수평, 수직) 분석을 통해 체계적인 관리 및 안전관리에 효율적으로 활용 할 수 있는 별도의 체계마련이 필요함

○ 특히, 지상과 지하공간의 입체적 활용을 위한 다양한 API 개발이 필요함. 지반의 침하 및 거동에 따른 붕괴해석 API, 입체공간 활용을 위한 동선 최적 추적 API 등의 중첩 정보 활용을 위한 API 기능 개발이 필요함

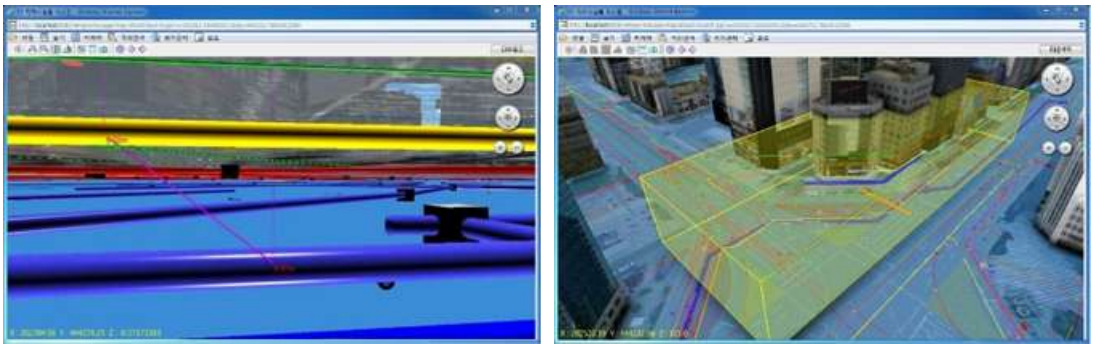


그림 2.109 지하공간정보 가시화 화면(안)

○ 지하공간정보 통합 활용 서비스 플랫폼의 개발 이후 사업화 단계에서는 공간정보 오픈플랫폼과의 연계를 위하여 데이터 표준, 가시화 엔진 개선 등의 기반 S/W기술의

개선이 필요하며, 나아가 고용량의 데이터를 효율적으로 제공하기 위한 Storage 및 네트워크 등의 H/W적인 개선도 함께 수반되어야 함

○ 또한, 지속가능한 정보 연계 구축을 위하여 속성정보의 갱신 및 실시간 연계 등의 체계적인 연계체계의 구축 또한 필요함

7절 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 현황 및 개선방안 도출

1. 법·제도 개선의 목적

○ 지하공간정보를 효율적으로 구축하고 활용하기 위해서는 무엇보다도 기반이 되는 법·제도 개선이 필요함. 따라서, 본 기획연구에서는 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법·제도 현황을 파악하고 이를 기반으로 개선방안을 도출하고자 함

2. 법·제도 개선방안 필요성

○ 지하지층정보의 경우에는 개별 기관에서 각기 다른 관계 제도를 기반으로 지하지층정보를 구축 및 관리하고 있으며, 이를 연계·통합하기 위한 관련 법제도가 전무함. 따라서, 지하지층정보의 연계·통합을 위한 법제도 현황 분석 및 개선방안 도출이 필요

○ 지하시설물 및 구조물정보의 경우에는 3D 지하공간정보로 구축되지 않은 상태이며, 따라서, 정보 구축 기반 마련을 위하여 통합 구축을 위한 지하시설물 및 지하구조물 관련 법제도 현황 분석 및 개선방안 도출이 필요

○ 지하공간정보의 활용은 개별 정보의 목적 및 분야에 한정되어 활용되고 있으며, 다수의 지하공간정보를 통합적으로 활용할 수 있는 제도적 장치는 전무함. 따라서, 지하공간정보의 연계·구축을 통한 통합 지하공간정보가 구축될 때, 다양한 분야에 폭넓게 활용하기 위한 관련 법·제도의 개선방안 연구가 필요함. 특히, 지하공간과 관련된 관련 법·제도는 복잡하게 얽혀있기 때문에 종합적으로 지하공간정보의 활용을 가능하게 할 수 있는 특별법의 제정과 관련된 검토가 필요

○ 도심지 지상공간의 과밀화로 인한 지하공간의 개발 및 활용계획의 수립은 지속적으로 증가하고 있는 추세임. 하지만, 지하공간의 종합적인 개발 및 활용계획을 위한 근거 법·제도의 미비로 난개발이 이루어지고 있음. 따라서 체계적인 지하공간의 개발 및 관리를 위한 법·제도 개선방안 연구가 필요

○ 지하공간의 개발 및 활용을 지속적으로 증가하고 있으며, 이로 인한 지하공간에서 발생하는 안전사고들이 건설, 유지관리, 자연재해 시 다수 발생하고 있음. 하지만, 개별 지하시설물에 대한 안전관리가 이루어지고 있을 뿐 종합적인 안전관리를 위한 법·제도적인 체계는 미비한 수준임. 따라서 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구가 필요

○ 기획연구에서 제시하는 지하공간정보의 연계, 통합, 구축, 활용 및 안전관리를 위한 법·제도 개선방안은 지하공간의 전 분야에 해당하는 것으로, 개별 제도의 개정도 필요하지만 지하공간의 전 분야에 얽혀있는 관련 제도의 개정을 통하여 보다 효율적으

로 지하공간을 활용할 수 있는 별도의 지하공간정보 구축·활용에 관한 특별법 제정에 관한 검토가 필요

○ 본 기획연구에서는 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 관련 법·제도 현황을 파악하고 개략적인 법·제도 개선방향을 모색하여, 본 과제에서 실질적인 개선방안을 도출할 수 있는 법·제도 개선(안)을 대한 도출

3. 지하공간정보 관련 법·제도 현황

○ 지하지층정보의 경우 오래전부터 개별 기관에서 정보를 구축 및 관리하고 있음. 하지만 이들 정보를 연계·통합하고 활용하기 위한 관련 법·제도는 미비한 실정임. 따라서 개별 법·제도의 개선을 통하여 정보를 효율적으로 연계·통합할 수 있는 기반 마련이 필요함

○ 지하구조물정보는 정보 자체가 대부분 구축되지 않았음. 지하구조물정보의 경우 해당 구조물 설치 및 관리에 관한 개별 규정은 있지만, 타 지하공간정보와 같이 지하구조물정보의 전산화에 대한 법·제도적 근거가 없기 때문이며, 이에 관련 담당기관에서도 지하공간정보 구축에 관한 필요성을 인지하지 못하고 있음. 따라서 종합적인 지하공간의 관리 및 활용을 위해서는 지하구조물정보 구축 및 활용 등에 관한 개선방안 연구가 필요함

○ 지하시설물정보의 경우 국토교통부에서 7대 지하시설물정보를 통합관리하고 있지만, 지하시설물의 관리주체가 다르기 때문에 지하시설물의 대한 개별 관련 법령이 존재하고 있으나, 지하시설물정보의 통합적인 활용 및 안전관리를 위한 개발, 활용, 설치기준 등의 제도는 전무함

표 2.82 지하공간정보 관련 법·제도 및 관리주체 현황

구분	대상	관련법령	관리주체
지하지층정보	시추정보	지반조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침	국토교통부(공간정보기획과)
	지질정보	한국지질자원연구원 내규	산업통상자원부(자원개발전략과)
	관정정보	지하수법	국토교통부(수자원정책과) 농림축산식품부(농업기반과)
	광산정보	해외자원개발 사업법	산업통상자원부(자원개발전략과)
지하시설물정	상수도 광역상수도	수도법	환경부(수도정책과)
	하수도	하수도법	환경부(생활하수과)
	송유	송유관안전관리법	산업통상자원부(에너지안전과)

보	통신	전기통신법	미래창조과학부(통신자원정책과)
	전력	전기사업법	산업통상자원부(전력산업과)
	가스	도시가스사업법	산업통상자원부(에너지안전과)
	난방	열사용시설기준 (한국지역난방공사)	산업통상자원부(에너지관리과)
지하구조물정보	지하철	도시철도법	국토교통부(광역도시철도과)
	지하보도	지하공공보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	국토교통부(도시정책과)
	지하차도	도시·군 계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	국토교통부(도시정책과)
	지하상가	지하공공보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	국토교통부(도시정책과)
	지하주차장	주차장법	국토교통부(도시광역교통과)
	공동구	국토의 계획 및 이용에 관한 법률	국토교통부(도시정책과)
	주요건물 지하층	초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법	소방방재청(특수재난대비과)

4. 법·제도 개선방안 도출

○ 지하지층정보 연계·통합을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하지층정보(시추,지질,관정,광산)의 연계를 위해서는 개별법의 제도 개정을 통한 체계적인 정보 연계체계 구축이 필요. 따라서, 개별 기관에서 운영하고 있는 법·제도의 현황을 구체적으로 분석하고, 이를 기반으로 개별법의 법·제도 개선방안 도출

표 2.83 지하지층정보 관련 법·제도(안)

구분	관련제도	관련기관	주요개정 분야(안)
시추정보	지반조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침	국토교통부 (공간정보기획과)	정보 연계
관정정보	지하수법	국토교통부 (수자원정책과) 농림축산식품부 (농업기반과)	정보 연계
광산정보	해외자원개발 사업법	산업통상자원부 (자원개발전략과)	정보 연계
지질정보	한국지질자원연구원 내규	산업통상자원부 (자원개발전략과)	정보 연계

○ 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하구조물정보의 경우 대부분 전산화된 도면, 혹은 비전산화된 종이도면으로 보유하고 있는 것이 대부분이며, 일부는 도면 자체가 없는 경우도 대다수임. 이는, 지하구조물정보의 DB구축을 위한 기반 제도가 전무하기 때문임. 따라서, 지하구조물 정보와 같이 미 구축된 지하공간정보의 통합 구축할 수 있는 관련 법·제도 개선방안 도출

표 2.84 지하공간정보 구축 관련 법·제도(안)

구분	관련제도	관련기관	주요개정 분야(안)
지하철	도시철도법	국토교통부 (광역도시철도과)	정보 구축
지하보도	지하공공보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	국토교통부 (도시정책과)	정보 구축
지하차도	도시·군 계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	국토교통부 (도시정책과)	정보 구축
지하상가	지하공공보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	국토교통부 (도시정책과)	정보 구축
지하주차장	주차장법	국토교통부 (도시광역교통과)	정보 구축
공동구	국토의 계획 및 이용에 관한 법률	국토교통부 (도시정책과)	정보 구축
지하공간 통합지도	측량·수로조사 및 지적에 관한 법률	국토교통부 (국토정보정책과)	지하공간 통합지도 구축

○ 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하공간정보는 이미 DB로 구축된 정보를 연계·통합하고, 미 구축된 정보를 신규로 DB구축하는 것도 필요하지만, 이들 정보가 통합적으로 구축되었을 때 활용되는 것이 필요함. 따라서, 지하공간정보의 체계적 활용을 위한 관련 법·제도의 제정 및 개정을 통하여 입체적 지하공간 활용을 위한 법·제도 개선방안을 도출

표 2.85 지하공간정보 통합 활용 관련 법·제도(안)

관련제도	관련기관	주요개정 분야(안)
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	국토교통부 (국토정보정책과)	지하공간정보 통합 활용
공간정보산업 진흥법	국토교통부 (국토정보정책과)	지하공간정보 제공 및 활용
국가공간정보에 관한 법률	국토교통부 (국토정보정책과)	지하공간정보 제공 및 활용
지하공간정보 구축 및 활용에 관한 특별법(안)	-	통합 지하공간정보 활용

○ 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하공간의 사회적인 활용 요구 증대로 인하여 지하공간의 개발 및 활용을 지속적으로 증가하고 있지만, 지상과 연계를 기반으로 한 지하공간의 입체적 활용을 위한 기반 법·제도는 전무함. 따라서 향후 지속가능한 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위해서는 지상·지하공간정보를 활용한 의사결정을 통하여 개발·활용을 하기위한 법·제도 개선이 요구됨

표 2.86 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 관련 법·제도(안)

관련제도	관련기관	주요개정 분야(안)
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	국토교통부 (도시정책과)	지하공간의 체계적인 개발
도로법	국토교통부 (도로정책과)	지하공간의 체계적인 개발
하천법	국토교통부 (하천계획과)	지하공간의 체계적인 개발
철도건설법	국토교통부 (철도건설과)	지하공간의 체계적인 개발
전기통신사업법	미래창조과학부 (통신자원정책과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
전기사업법	산업통상자원부 (전력산업과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
수도법	환경부 (수도정책과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
하수도법	환경부 (생활하수과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
송유관안전관리법	산업통상자원부 (에너지안전과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
열사용시설기준 (한국지역난방공사)	산업통상자원부 (에너지관리과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
도시가스사업법	산업통상자원부 (에너지안전과)	지하시설물의 체계적인 설치기준
공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률	국토교통부 (토지정책과)	지하공간 보상
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	국토교통부 (도시정책과)	지하공간 보상

○ 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하공간의 개발 및 활용 증가로 인한 안전사고는 지속적으로 증가하고 있음. 이에 따라 지하공간의 체계적인 안전관리를 위한 통합 안전관리 체계의 구축이 무엇보다도 시급함. 하지만, 현재 지하공간의 안전관리는 개별 제도를 통하여 이루어지고 있으며 무엇보다도 통합적 안전관리를 위한 기반 제도는 거의 전무한 실정임. 따라서, 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 연구 추진이 필요함

표 2.87 지하공간의 통합 안전관리를 위한 관련 법·제도(안)

관련제도	관련기관	주요개정 분야(안)
소방기본법	소방방재청 (소방정책과)	지하공간의 안전관리
자연재해대책법	소방방재청 (방재대책과)	자연재해 안전관리
재난 및 안전관리 기본법	소방방재청 (재난총괄과)	지하공간 재난 안전관리
초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법	소방방재청 (특수재난대비과)	지하공간의 안전관리
시설물의 안전관리에 관한 특별법	국토교통부 (건설안전과)	지하공간의 안전관리

○ 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구

- 지하공간과 관련된 법·제도는 개별적으로 상당히 많이 존재하고 있음. 이와 같은 이유로 지하공간정보를 연계·구축을 통한 종합적인 지하공간의 개발·활용을 위한 개별법의 개선방안 연구도 중요하지만, 범 국가적인 지하공간의 체계적 관리를 위해서는 범 부처에서의 관련 분야의 연계성을 고려하여 특별법 제정 개선방안 연구를 통한 최적의 기술 활용 기반 마련이 필요함

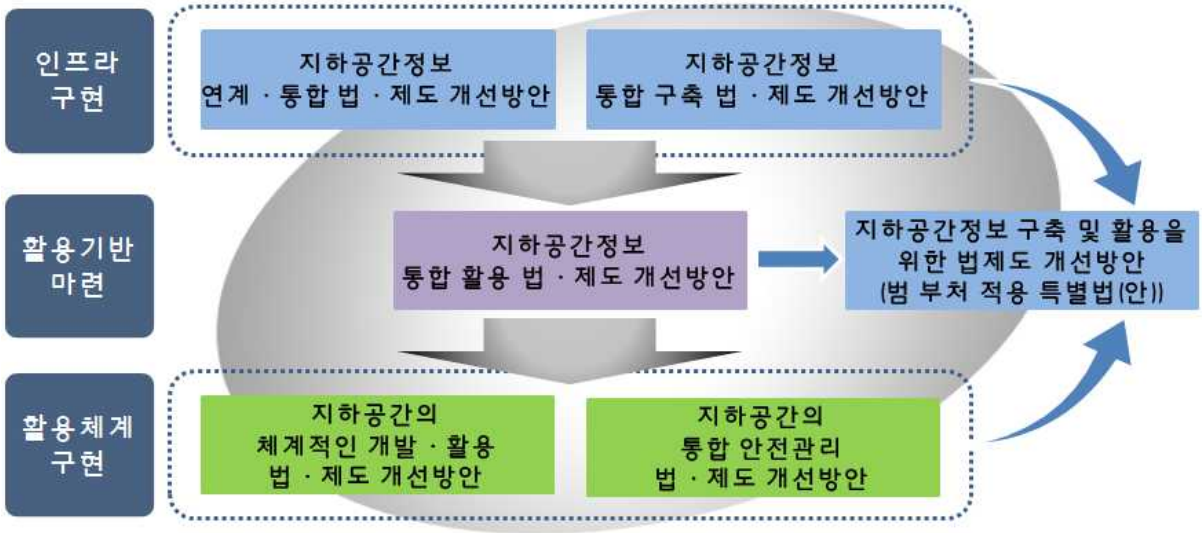


그림 2.110 법·제도 개선 추진방안 모식도

8절 후보과제군 도출

1. 후보과제군 도출 개요

국내 기술수요조사와 End User가 되는 공공기관의 정보화시스템 및 설문·인터뷰 조사를 기반으로 후보과제 군을 도출하였으며, 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발, 위치기반 지하공간 통합·활용체계 구축 및 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발의 3가지 분야로 나누어 후보과제 군을 도출하였음

가. “3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발” 분야 후보과제 군

순번	후보과제명
1	3D 지하공간 기반인프라 연계체계 구축
2	시멘틱 지하공간정보 온톨로지 기술 개발
3	3차원 지상-지반-지질정보 통합 기술 개발
4	유관기관 지하공간정보 연계체계 구축
5	3차원 시설물 정보모델 기반의 지하공간 기반인프라 정보 구축 기술 개발
6	지하공간 기반인프라 정보 통합관리를 위한 DB 구축 자동화 기술 개발
7	3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구
8	지하시설물 동적 공간정보 관리체계 구축
9	2D 수치지질도 및 시추자료를 활용한 지질지반 지층정보 3D 모델링 및 활용 플랫폼 개발
10	3D 지하공간정보 통합 · 활용 서비스 플랫폼 구축
11	3D 지하공간정보 통합 · 활용 방안 연구
12	지하공간정보와 지상공간정보간의 연계활용 방안 연구

나. “위치기반 지하공간정보 통합・활용체계 구축” 분야 후보과제 군

순번	후보과제명
1	지하공간에서의 위치 결정 및 추적 기술 개발
2	지하공간에서의 위치기반서비스 기술 개발
3	지하공간 구축간의 무선통신을 이용한 시공안전 관리시스템
4	지하공간계획 지원체계 기술 개발
5	지하공간계획 지원을 위한 다차원 모형 개발
6	지상공간정보와 연계한 지하공간정보매칭 기술 개발
7	지상공간정보와 연계한 시뮬레이션 기술 개발

다. “지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발” 분야 후보과제 군

순번	후보과제명
1	지하구조물 계획, 설계 및 시공단계 정보화 및 안전관리 기술
2	공용중 지하구조물 및 방재시설물 정보화 및 안전관리 기술
3	3D 지하공간 정보를 활용한 도심지 내 싱크홀 예측 및 예방 기술 개발
4	지하공간 속성정보의 신뢰성 향상 및 구조물 하부구조 재해저감 기술 개발
5	지하 3차원 실내공간정보 피난 유도 네트워크 시스템 기술
6	지반정보 자료 관리 센터 수립
7	도심지 토질지반의 지진 동적특성 파악 및 지하구조물 내진/방진 설계기법
8	대심도 터널 또는 구조물의 화재 및 방재대책 기술
9	NFC를 활용한 지하공간정보 서비스 및 안전체계 확보 방안
10	지하시설물(매설물) 실시간 모니터링 기반의 빅데이터 처리 기술 개발
11	시공간 빅데이터 분석기술을 활용한 지하공간 안전관리 의사결정지원 기술 개발
12	지하구조물 장기거동 정량 평가 및 성능 모니터링 기술
13	지능형 CCTV 영상 및 센서를 이용한 지하공간 안전관리 기술
14	아웃라이어마이닝 기반 안전점검 기술

9절 중점추진분야 정의 및 후보과제 선정

1. 중점추진분야 정의

○ 본 장에서는 도출된 추진목표로부터 본 사업의 중점추진분야를 도출하고, 도출된 중점추진분야의 기술을 정의함

○ 중점추진분야는 3D 지하공간정보 연계·구축 기술 개발 분야, 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발, 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발의 3개 분야와, 기술 개발의 인프라 조성을 위한 관련 법·제도 개선방안 연구의 1개 분야로 총 4개 분야로 제시

○ 3D 지하공간정보 연계·구축 및 통합관리체계 구축분야에서는 다시 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발, 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발 분야를 도출함

○ 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발 분야에서는 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 구축, 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발 분야를 도출하였으며, 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발 분야에서는 지하공간 활용지원체계 기술 개발, 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발 및 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 분야를 도출함

가. 중점추진분야 도출



그림 2.111 추친목표 별 중점추진분야

나. 중점추진분야 기술 정의

분야	기술 분야	
1. 3D 지하공간 정보 연계 · 구축 기술 개발 분야	1.1 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술	
	목표	기관별로 산재하여 있는 3D 지하공간 인프라의 효율적 활용을 위한 체계적인 연계 기술 및 표준 등을 개발함으로써, 국가 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용을 위한 기반 마련을 목표로 함
	1.2 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	
	목표	3차원 건설정보모델 기반의 지하공간 기반인프라 정보 구축 기술 개발을 통해 체계적이고 지속가능한 공간정보 인프라 구축을 달성하고 자동화된 DB화 기술 개발을 통해 지하공간 정보의 신속하고 정확한 정보 축적 및 분석 기반 제공을 목표로 함
2. 위치기반 지하공간정보 통합 · 활용체계 개발	2.1 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	
	목표	연계기관 2D 데이터를 3D 데이터로 변환하는 모듈 및 V-World와 연동 모듈을 이용한 3D 지하공간정보 통합 · 활용 서비스 플랫폼을 구축함으로써, 지상공간과 지하공간의 통합 · 활용 체계를 기반으로 한 정확하고 효율적인 지하공간 개발을 목표로 함
	2.1 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	
	목표	효율적인 지하공간의 개발 · 활용 및 안전관리를 위한 지상 · 지하의 연속 3차원 정밀 위치측위 및 서비스 기술 등 개발함으로써, 3D 지하공간정보 기반의 지하시설물 및 지하구조물의 효율적인 개발 및 관리와 지하공간의 안전관리를 위한 핵심기반기술로 활용하는 것을 목표로 함
3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	3.1 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	
	목표	스마트하고 체계적인 지하공간의 개발 및 활용을 위해 다차원 분석모형 기반으로 지상 · 지하공간을 연계한 입체적인 지하공간계획체계(U-KOPSS)를 개발함으로써, 정부(지자체)의 지하공간계획정책을 지원하는 것을 목표로 함
	3.2 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	
	목표	지하구조물 및 지반침하 재해 위험에 대한 국토정보 연계 안전관리 체계를 수립하고, 가용 국토정보의 분석 및 재처리 기술 개발을 통한 고급 기술정보 생산 및 제공으로 보다 효율적인 지하공간 관련 재해를 대응하는 것을 목표로 함
	3.3 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	
	목표	지하공간 안전사고에 대하여 일원화된 국가차원의 신속한 대응체계 구축을 위하여, 모든 국가(공공기관)에서 관리 중인 지하시설물 및 지하매설물의 계측센서, CCTV 등 실시간 모니터링 정보와 지하시설물(매설물) 관리정보(이력정보, 상태정보 등)의 시공간 통합정보 구축 및 빅데이터 분석을 통한 지하공간 안전관리 기술을 개발함으로써, 범 국가차원의 지하공간 안전관리 네트워크 구축을 목표로 함

4. 지하공간정보 통합 · 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 연구	목표	기관별 목적 및 분야에 따라 개별적으로 구축 · 관리되고 있는 지하공간정보의 통합 · 활용을 위하여 지하공간정보 연계 · 통합, 구축, 활용, 안전관리를 위한 기반 법 · 제도 개선 방안 연구를 통하여 체계적인 지하공간정보 통합 · 활용 기반 마련을 목표로 함

2. 후보과제 선정을 위한 조사·분석 결과 연계성 검토

○ 후보과제 선정을 위해서 기술수요조사, 정보화시스템 현황조사, 설문 및 인터뷰 조사를 근거로 도출된 후보과제군을 도출하였음. 아래 그림은 개별 조사로부터 후보과제 군이 도출된 현황을 보여줌



그림 2.112 기술수요조사를 통한 후보과제군 도출

○ 아래 그림은 정보화시스템 분석과 설문 및 인터뷰 조사를 근거로 후보과제 군을 도출한 현황을 보여줌



그림 2.113 정보화시스템 분석과 설문 및 인터뷰 조사를 통한 후보과제 군 도출

○ 후보과제 군 중 국토교통부와의 단계별 연구추진 내용 협의와, 진흥원과의 연구 추진방안협의 및 요구사항 반영을 통한 최종 후보과제를 선정하였음. 최종 후보과제는 요구사항에 대한 우선순위를 반영하여 도출하였으며, 후보과제군 중 일부는 제외되었음



그림 2.114 국토교통부, 진흥원 및 요구사항을 반영한 최종 후보과제 도출

3. 후보과제에 대한 기존 연구 내용 연계성 검토

○ 본 기획연구에서는 기존에 수행되었던 연구과제에 대한 검토를 통하여 본 연구에 연계·활용이 가능한 기술분야에 대한 검토를 수행하였음

1-1 세부. 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

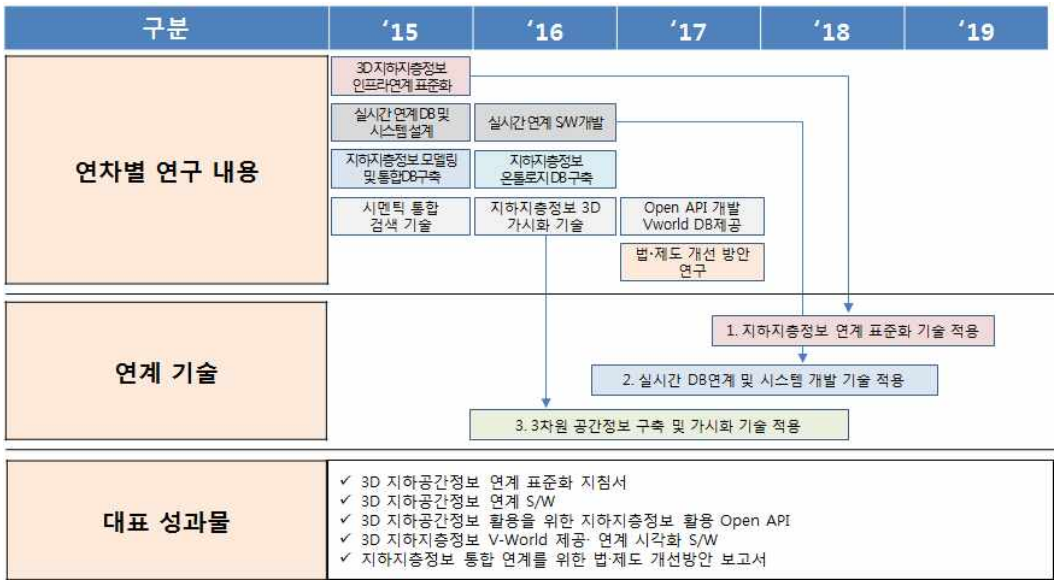


그림 2.115 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(1-1세부)

○ 관련 연구내용

- 지하지층정보 연계 표준화 기술

· 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발(소방방재청, 2013)

- 실시간 DB연계 및 시스템 개발 기술

· 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 (소방방재청, 2013)

- 3차원 공간정보 구축 및 가시화 기술

· 실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발 (국토부, 2013)

1-2 세부. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

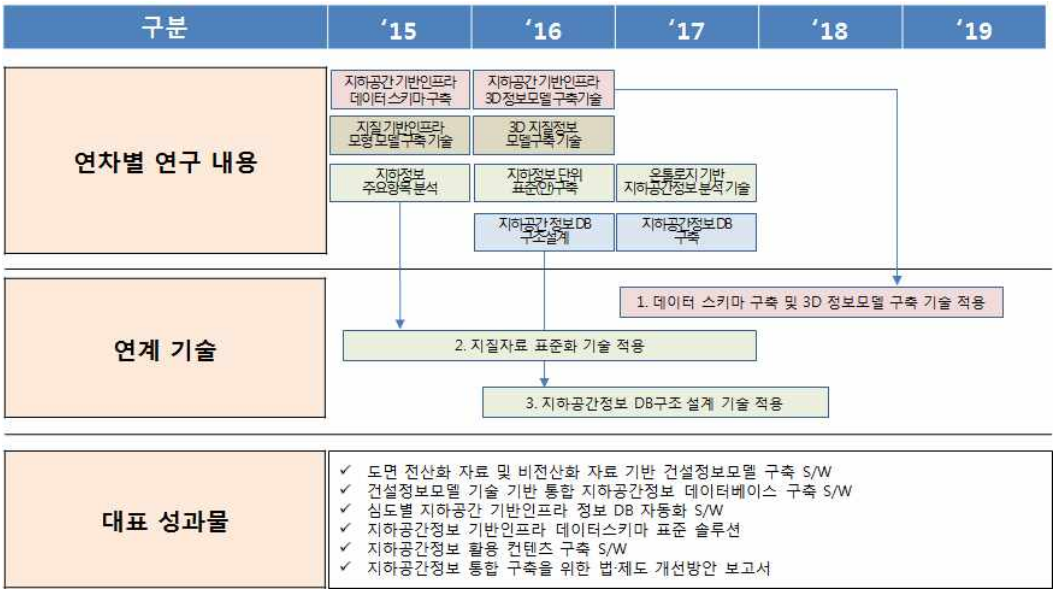


그림 2.116 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(1-2세부)

○ 관련 연구내용

- 데이터 스키마 구축 및 3D 정보모델 구축 기술

· 차세대 유비쿼터스 공간구축 및 서비스를 위한 BIM기반 실내외 통합 공간저작 시스템 (건기평, 2010)

· 가상건설시스템 개발 (건기평, 2011)

- 지질자료 표준화 기술 연구

· 지질자료 표준화 및 유통체계 구축 연구 (산자부, 2008)

· 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 (소방방재청, 2013)

- 지하공간정보 DB구조 설계 기술

· 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 (소방방재청, 2013)

2-1 세부. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

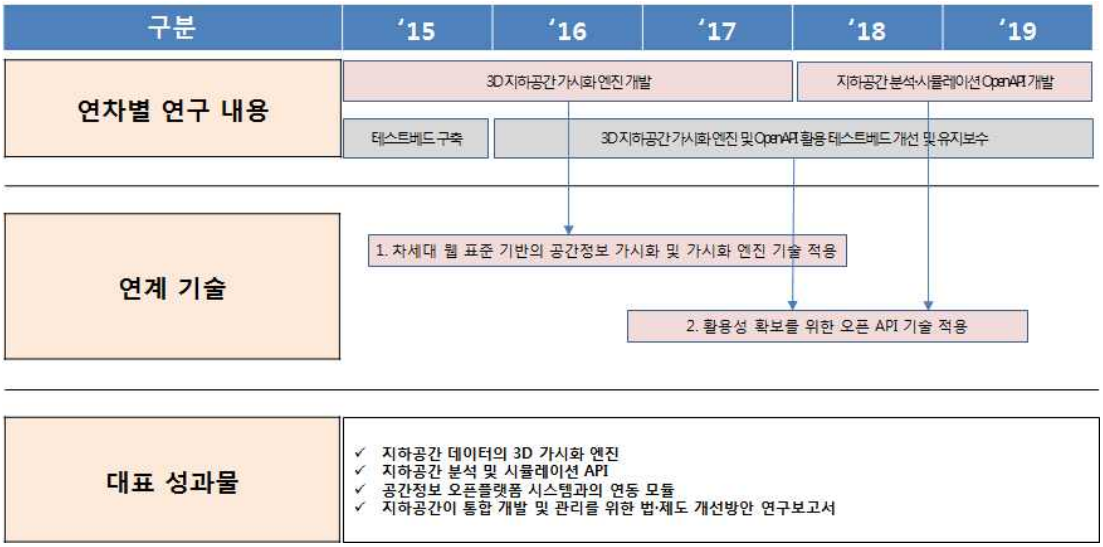


그림 2.117 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(2-1세부)

○ 관련 연구내용

- 차세대 웹 표준 기반의 공간정보 가시화 및 가시화 엔진 기술 적용

· 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 (국토부, 2013)

· 실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발 (국토부, 2013)

- 활용성 확보를 위한 오픈 API 기술 적용

· 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 (국토부, 2013)

2-2 세부. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

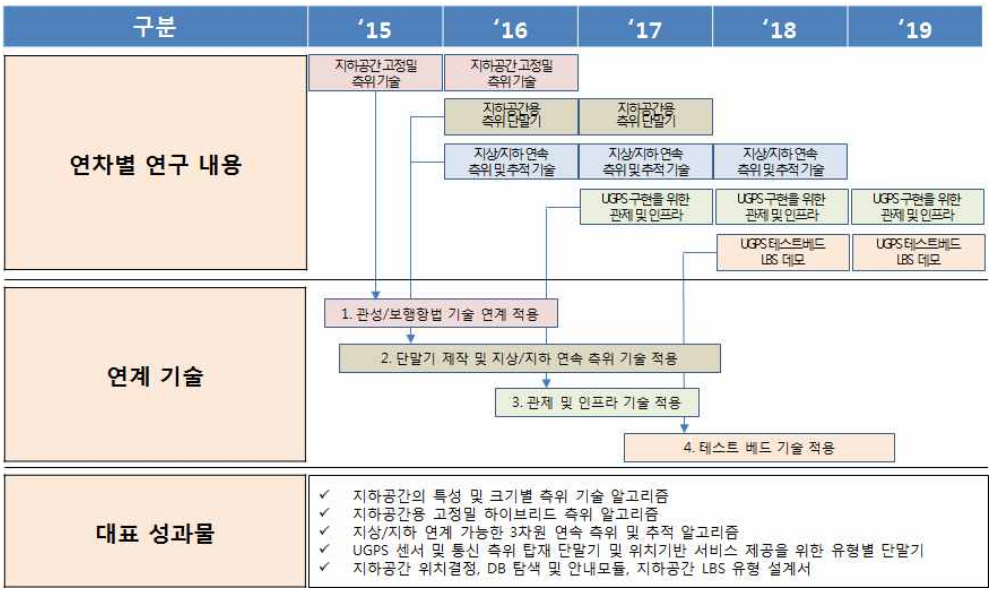


그림 2.118 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(2-2세부)

○ 관련 연구내용

- 관성·보행항법 기술 연계 적용

· 재난 현장 실내/외 위치추적을 통한 응급사고 대응을 위한 관성/보행항법 기술 개발 (미창부, 2013)

· 지능형 국토정보기술 혁신사업 (국토부, 2010)

- 단말기 제작 및 지상·지하 연속 측위 기술

· 3차원 위치인식 및 무선통신 통합기술을 활용한 친환경 지하구조물 건설현장지원 시스템 개발 (국토부, 2013)

- 관제 및 인프라 기술

· 3차원 위치인식 및 무선통신 통합기술을 활용한 친환경 지하구조물 건설현장지원 시스템 개발 (국토부, 2013)

- 테스트베드 적용 기술

· 3차원 위치인식 및 무선통신 통합기술을 활용한 친환경 지하구조물 건설현장지원 시스템 개발 (국토부, 2013)

· 지능형 국토정보기술 혁신사업 (국토부, 2010)

3-1 세부. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

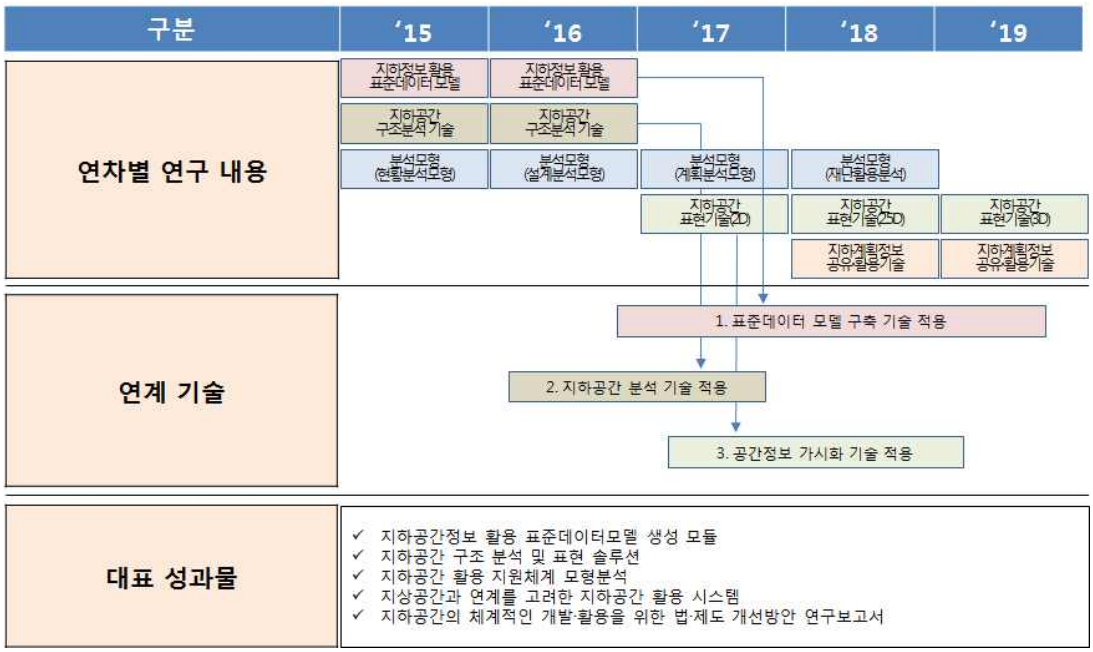


그림 2.119 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(3-1세부)

○ 관련 연구내용

- 표준데이터 모델 구축 기술 적용

· 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 (소방방재청, 2013)

- 지하공간 분석 기술 적용

· 복합용도 공간개발을 위한 지반조사 및 지하공간 자료 디지털 정보화 시스템 개발 (국토부, 2012)

- 공간정보 가시화 기술 적용

· 실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발 (국토부, 2013)

· 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 (국토부, 2013)

3-2 세부. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

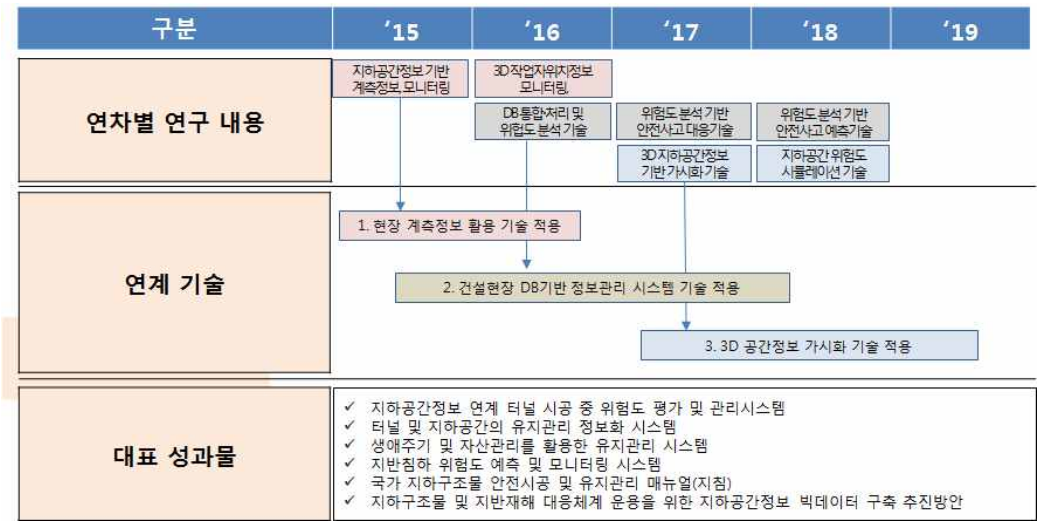


그림 2.120 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(3-2세부)

○ 관련 연구내용

- 현장 계측정보 활용 기술

· 디지털 정보화를 통한 연약지반 성토관리 통합시스템의 개발과 실용화 연구 (국토부, 2007)

- 건설현장 DB기반 정보관리 시스템 기술

· 복합용도 공간개발을 위한 지반조사 및 지하공간 자료 디지털 정보화 시스템 개발 (국토부, 2012)

- 3D 공간정보 가시화 기술

· 첨단기법을 이용한 터널 정보화 설계/시공 기술 개발 (과기부, 2004)

3-3 세부. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

○ 연차별 연구내용에 대한 기존 연구의 연계 기술 및 대표성과를 제시함

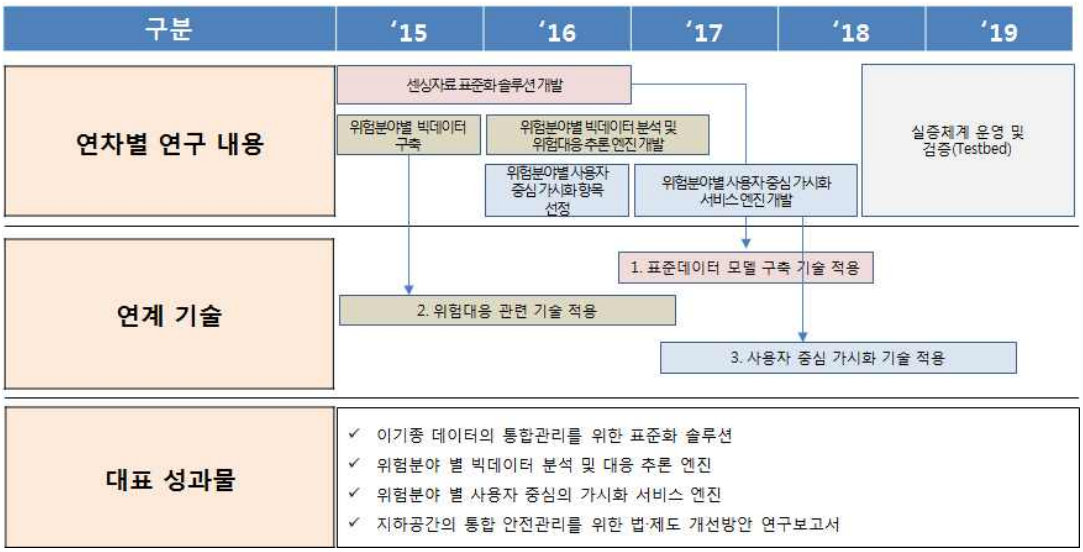


그림 2.121 연차별 연구내용에 대한 기존 연구 연계 기술(3-3세부)

○ 관련 연구내용

- 표준데이터 모델 구축 기술

· 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발 (소방방재청, 2013)

- 위험대응 관련 기술

· 디지털 정보화를 통한 연약지반 성토관리 통합시스템의 개발과 실용화 연구 (국토부, 2007)

- 사용자 중심 가시화 기술 적용

· 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 (국토부, 2013)

4. 후보과제 선정

○ 후보과제군 선정에서는 기술수요조사, 국가정보화시스템 관련 공공기관 담당자 설문조사, 인터뷰 등을 통하여 도출한 후보과제 군 중 국토부의 과제 진행에 관련된 의견을 수렴하여 3가지 중점추진목표에 적합한 총 7가지의 후보과제를 선정함

[중점추진분야1] 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

○ 후보과제 1. 3D 지하지층정보 연계 구축 기술 개발

- 국내 지하지층정보(시추, 관정, 지질, 광산정보)는 개별 기관에서 구축 및 관리하고 있어 이들 정보를 통합·활용하기 어려움. 따라서, 국내 산재하여 관리되고 있는 지하지층정보를 연계·통합하고, 이를 3D 모델링하여 눈에 보이지 않는 지하공간에 대한 인프라를 구축하기 위한 기반 기술의 개발이 필요함

○ 후보과제 2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발

- 지하공간 기반인프라의 효과적인 관리를 위하여, 지하공간정보 관리의 중심이 되는 건설정보모델 및 지질정보의 자동화된 구축 기술이 선행적으로 수행이 필요함. 이를 통해 체계적으로 구축되지 못한 지하공간 기반인프라 정보의 전산화가 이루어질수 있으며 향후 타 정보와의 연계를 위한 기반을 마련할 수 있음. 또한 추가적으로 자동화된 DB 구축 기술 및 온톨로지 기술 개발을 통하여 향후 지하공간정보 및 지질정보를 기반으로 한 활용 및 분석기술 개발 시 응용 될 수 있음

후보과제명	후보과제 정의
3D 지하지층정보 연계 구축 기술 개발	국가 지하지층정보의 통합 · 활용체계 기반 마련을 위한 표준화 · 연계 기술 개발을 통한 공공 · 민간분야 통합정보 활용 기반 마련
3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위하여 기반이 되는 지하공간정보 데이터베이스 구축을 위한 건설정보모델 모델 구축 기술 및 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 핵심 기술 개발

[중점추진분야2] 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 구축

○ 후보과제 3. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발

- 현재 국내에서는 V-World를 통하여 지상공간정보들을 연계·통합하여 서비스를 수행하고 있음. 하지만 현재 V-World 상에서는 지하공간정보를 3D로 가시화 할 수 있는 엔진이 없음. 따라서 지하공간정보를 효율적으로 관리 및 제공하기 위하여 별도의 통합·활용 서비스 플랫폼을 개발하고, Open API 개발을 통하여 지하공간정보

를 효율적으로 연계 활용할 수 있도록 해야함

○ 후보과제 4. 지하공간정보 정밀 3차원 측위시스템 및 서비스 기술 개발

- 지하공간의 지속적인 개발 및 활용 증가로 인한 안전관리가 필요한 시점에서 지하공간 내 정밀 3차원 측위기술 및 위치기반 서비스기술 개발과 테스트베드 구축을 통한 기술을 검증하고, 부가적으로 측위분야 원천기술 국산화 개발이 필요함

후보과제명	후보과제 정의
3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	3D 지하공간정보를 가시화 및 분석 할 수 있는 기술을 개발하고, 활용 서비스 플랫폼 개발을 통하여 개발된 연구결과를 효율적으로 적용할 수 있는 플랫폼 개발
지하공간정보 정밀 3차원 측위시스템 및 서비스 기술 개발	지하공간 내 서비스 및 안전관리 기술 확보를 위한 지하공간의 정밀 3차원 위치기반서비스 기술 개발

[중점추진분야3] 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

○ 후보과제 5. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

- 지속적인 도시화로 인하여 가용할 수 있는 지상공간이 부족해짐에 따라 지하공간에 대한 수요가 증가하고 있으나, 국가 및 지자체 차원에서 지하공간을 안전하고 체계적으로 개발 및 활용할 수 있도록 지원하는 기술개발 필요

- 따라서, 지하시설물 국가공간정보와 연계된 지하구조물 및 지반관련 재해 예측 및 대응을 위한 정보 개량 및 현장에 직접적으로 적용될 수 있는 정보 활용모델 개발을 연구범위로 설정되었으며, 기술적으로는 기존 방대한 하위수준(raw) 정보를 재생산하여 터널구조물의 전주기적 단계의 안전성 확보와 도심지 구간 지반침하로 인한 위험에 대응하는데 활용할 수 있는 자료처리 모델을 개발하여 시스템화 필요

○ 후보과제 6. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발

- 지하공간 기반인프라의 효과적인 관리를 위하여, 지하공간정보 관리의 중심이 되는 건설정보모델 및 지질정보의 자동화된 구축 기술이 선행적으로 수행이 필요함. 이를 통해 체계적으로 구축되지 못한 지하공간 기반인프라 정보의 전산화가 이루어질수 있으며 향후 타 정보와의 연계를 위한 기반을 마련할 수 있음. 또한 추가적으로 자동화된 DB 구축 기술 및 온톨로지 기술 개발을 통하여 향후 지하공간정보 및 지질정보를 기반으로 한 활용 및 분석기술 개발 시 응용 될 수 있음

○ 후보과제 7. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

- 지하공간의 지하시설물 및 매설물의 노후화로 인하여 지하시설물의 누수, 파열 등으로 인한 안전사고가 빈번하게 발생하고 있음. 이에 이기종의 지하시설물 위험분야별

빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진의 개발을 통하여 체계적인 지하시설물의 안전관리가 필요함

후보과제명	후보과제 정의
지하공간 활용 지원체계 기술 개발	지상 · 지하공간을 연계한 입체적인 정책수립 및 공간계획 지원과 지상공간과 연계한 지하공간의 활용을 지원하는 기술 개발
지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	국가 지하공간정보 연계 기술정보 분석/활용 모델 개발, 계획 · 설계 · 시공 · 유지관리 연계 전주기적 국가 지하구조물 안전관리 기술체계 및 예산 최적운용 모델 개발과 함께 도심지 싱크홀 및 지반침하 재해 대응 안전관리 체계 개발
지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	지하시설물(상수도, 가스, 전력, 지하철, 공동구 등)에서 발생하는 이기종 실시간 데이터를 취합하여, 위험 분야별(토목, 소방, 재난 등) 빅데이터 위험분석 및 선제적 대응추론 엔진 개발

○ 후보과제 8. 지하공간정보 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하공간의 지하시설물 및 매설물의 노후화로 인하여 지하시설물의 누수, 파열 등으로 인한 안전사고가 빈번하게 발생하고 있음. 이에 이기종의 지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진의 개발을 통하여 체계적인 지하시설물의 안전관리가 필요함

후보과제명	후보과제 정의
지하공간정보 통합 · 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 연구	지하공간정보의 체계적인 통합 · 활용을 위하여 관련 법 · 제도의 현황분석을 통한 법 · 제도 개선방안을 도출

10절 환경분석

1. SWOT 분석

가. 분석 목적

○ 내부환경과 외부환경 요인을 명확히 분석하여 기술개발전략을 수립하기 위한 방향 제시를 목적으로 함

나. SWOT 분석을 위한 검토자료

○ 국내외 동향분석(정책, 시장, 기술, 인프라), 논문 및 특허분석, 전문가 기술수요 조사 및 관련 유관기관의 인터뷰 수행 결과를 강점(Strengths), 약점(Weaknesses), 기회(Opportunities), 위협(Treats) 요인에 대하여 환경분석을 수행함

○ SWOT분석은 동 기획연구의 내부 연구진 및 외부 자문위원 브레인스토밍을 통하여 도출함

다. SWOT 분석

1) 강점 (Strengths)

○ 지하공간정보 산업의 국제 경쟁력 강화를 위한 기본 계획 수립

○ 국가전체 활용가능한 초고속유무선 통신망 인프라 확보

○ 가상현실, 증강현실, 위치인식, 융복합 기술 등 소프트웨어 기술의 급격한 발전

○ 정부기관, 지자체 및 민간 포털에서 활발하게 GIS 구축사업 및 서비스 전개

2) 약점 (Weaknesses)

○ 국가 보안상 공간정보 생산 및 활용 제한

○ 대부분의 원천기술을 해외 선진국에서 보유

○ 국내개발기술들은 공공부분에 집중

○ 공공기관 공간정보의 공유 및 유통이 극히 부진하여 산업발전 저해

○ 지하공간정보 구축을 위한 제도 미비

○ 공간정보의 3D 구축 기술 미흡

3) 기회 (Opportunities)

○ 대형 자연재해의 빈번한 발생으로 인한 공간정보 수요 증대

○ 동남아 신흥개발국의 국토개발 활발

○ 인터넷 기반 공간정보 서비스 활성화

○ 공간정보 융복합 산업은 기술개발을 통해 부가가치가 큰 산업

○ 지하공간정보에 대한 정부의 의지, 민간 수요 증대 등 산업 활성화 환경 조성

4) 강점 (Treats)

○ 선진국의 공간정보 산업 투자 강화

○ 구글 등 다국적 대기업 중심으로 공간정보 산업 중심축 이동

○ 대부분 선진국들에 국제 표준 주도

○ 해외선진국들에 관련 기술에 대한 막대한 예산투자를 통한 기술력확보로 세계시장에의 경쟁력 확보의 어려움

○ 공간정보산업 및 서비스 변화에 대한 부처간 업무 조율 및 협조의 부족

	【 강 점(S) 】	【 약 점(W) 】
내부 환경 분석	– 지하공간정보 산업의 국제 경쟁력 강화를 위한 기본 계획 수립 – 국가전체 활용가능한 초고속유무선 통신망 인프라 확보 – 가상현실, 증강현실, 위치인식, 융복합 기술 등 소프트웨어 기술의 급격한 발전 – 정부기관, 지자체 및 민간 포털에서 활발하게 GIS 구축사업 및 서비스 전개	– 국가 보안상 공간정보 생산 및 활용 제한 – 대부분의 원천기술을 해외 선진국에서 보유 – 국내개발기술들은 공공부분에 집중 – 공공기관 공간정보의 공유 및 유통이 극히 부진하여 산업발전 저해 – 지하공간정보 구축을 위한 제도 미비 – 공간정보의 3D 구축 기술 미흡
외부 환경 분석	【 기 회(O) 】	【 위 험(T) 】
	– 대형 자연재해의 빈번한 발생으로 인한 공간정보 수요 증대 – 동남아 신흥개발국의 국토개발 활발 – 인터넷 기반 공간정보 서비스 활성화 – 공간정보 융복합 산업은 기술개발을 통해 부가가치가 큰 산업 – 지하공간정보에 대한 정부의 의지, 민간 수요 증대 등 산업 활성화 환경 조성	– 선진국의 공간정보 산업 투자 강화 – 구글 등 다국적 대기업 중심으로 공간정보 산업 중심축 이동 – 대부분 선진국들에 국제 표준 주도 – 해외선진국들에 관련 기술에 대한 막대한 예산투자를 통한 기술력확보로 세계시장에의 경쟁력 확보의 어려움 – 공간정보산업 및 서비스 변화에 대한 부처간 업무 조율 및 협조의 부족

라. SWOT 분석전략

1) SO 전략

○ 지하공간정보 관련 기술 개발

○ 동남아시아 등 신흥 개발국가를 대상으로 지하공간정보 기술 수출

○ 정부주도의 IT+지하공간정보 융복합 기술개발 추진

2) ST 전략

○ 기술개발 기반이 취약한 국내 지하공간정보 관련 기업의 틈새시장 공략을 위한

R&D 기회 마련

○ 국내기술 우위분야를 기반으로 지하공간정보 국제표준화 할 수 있는 지원책 마련

3) WO 전략

○ 지하공간정보 구축/활용을 기반으로 공공/민간 유통 활성화 기술 개발

○ 융복합 서비스 기술 개발을 통해 공공기관 공간정보 유통 활성화 방안을 마련

4) WT 전략

○ 3D 지하공간정보 구축 가속화를 통한 비즈니스 시장 창출 기회 제공

○ 관련 기업들의 활동을 제약하는 법제도 수정보완 및 기술개발 환경 마련

SO 전략	**시너지 창출 전략**	– 지하공간정보 관련 기술 개발 – 동남아시아 등 신흥 개발국가를 대상으로 지하공간정보 기술 수출 – 정부주도의 IT+지하공간정보 융복합 기술개발 추진
WO 전략	**보완전략**	– 지하공간정보 구축/활용을 기반으로 공공/민간 유통 활성화 기술 개발 – 융복합 서비스 기술 개발을 통해 공공기관 공간정보 유통 활성화 방안을 마련
ST 전략	**위험최소화 전략**	– 기술개발 기반이 취약한 국내 지하공간정보 관련 기업의 틈새시장 공략을 위한 R&D 기회 마련 – 국내기술 우위분야를 기반으로 지하고간정보 국제표준화 할 수 있는 지원책 마련
WT 전략	**위험극복전략**	– 3D 지하공간정보 구축 가속화를 통한 비즈니스 시장 창출 기회 제공 – 관련 기업들의 활동을 제약하는 법제도 수정보완 및 기술개발 환경 마련

마. 시사점

1) 정부의 적극적 협조체계 필요

○ 지하공간정보는 공공적 성격이 강하기 때문에 정부의 지원이 필요함

○ 지하공간의 공공/민간 활용을 위해서는 기존 지하공간정보의 연계 표준화 기술 개발 필요함

2) 시장 성장 가능성 높음

○ 지하공간의 개발 니즈는 높으나 아직까지 시장을 지배할 수 있는 기술력은 부재함

○ 시장 선점 및 지배력을 높이기 위한 체계적인 기술개발 전략 수립이 필요함

3) 기술의 융복합 방안 수립

○ 지하공간정보의 공동 활용을 위해서는 다양한 IT기술을 접목한 융복합 기술개발과 체계적인 전략 수립이 필요함

2. Key Word

가. 분석 목적

○ 사회, 기술, 경제, 환경, 정책적 동향분석, 인프라분석, 기술수요조사 등의 분석내용을 대표하는 키워드를 도출함으로써 효과적인 기술개발전략 수립을 위한 방향을 제시함

나. 분석 방법

○ 동 기획연구의 연구진 및 외부 자문위원 브레인스토밍을 통한 사회, 기술, 경제, 환경, 정책, 인프라 및 기술수요조사 결과를 고려한 키워드를 도출함

다. 분석 결과



3. Issue Tree

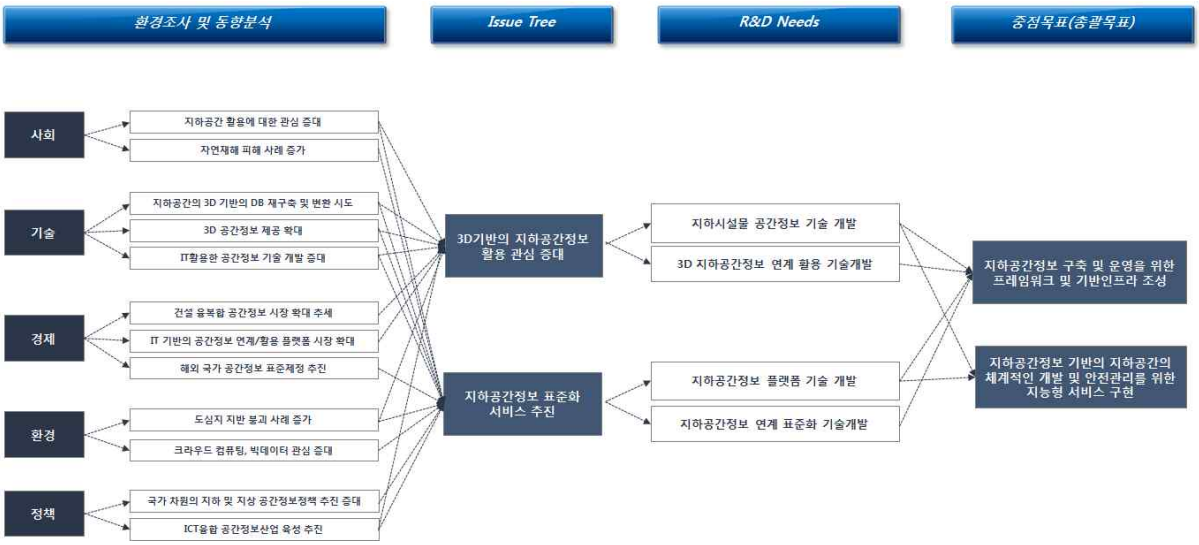
가. 분석 목적

○ SWOT분석 및 Key Word를 바탕으로 사업추진방향과 주요 이슈를 도출하고, 이를 바탕으로 비전 및 목표를 달성하기 위한 중점분야 및 주요기술과의 연관관계를 제시함

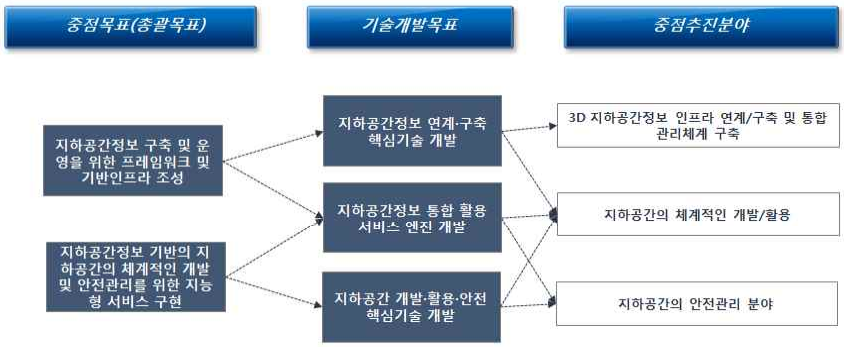
나. 분석 방법

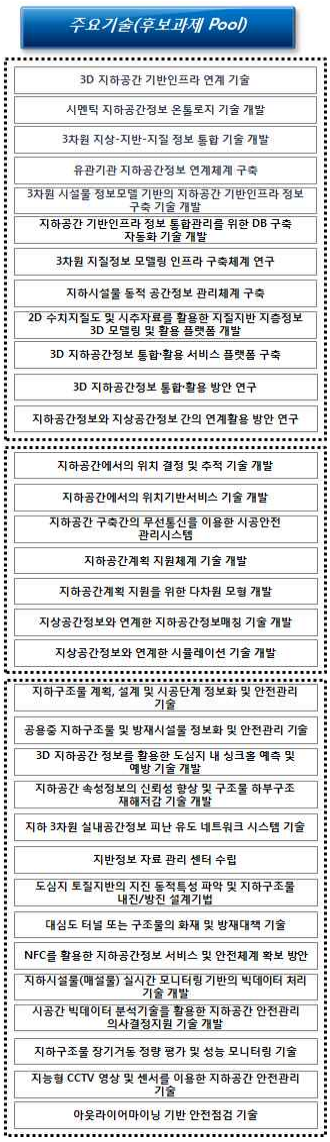
○ 동 기획연구의 연구책임자, 중점분야별 기획위원회 및 자문위원의 브레인스토밍을 통하여 이슈, 니즈, 중점목표, 목표, 중점추진분야, 주요기술 순으로 도출함

다. 환경조사 및 동향분석 기반의 중점목표 도출



라. 중점목표 별 중점추진분야 및 후보과제 Pool 도출





11절 종합분석

1. 국내외 정책 및 시장분석

가. 정책동향

1) 박근혜 정부 국정목표인 창조경제 실현을 위한 ICT를 융합한 건설기술을 확보 계획을 수립함
   가) 미래시장 선점을 위한 원천-실증 전주기 기술 확보 추진
2) 국토교통부는 IT융합 공간정보산업 육성하고 지하공간의 활용을 위한 정책을 추진함
   가) IT/모바일 기술을 융합하는 공간정보 활용산업을 지원하여 고부가가치 신성장동력산업으로 육성함
   나) 공간정보 산업의 일환으로 KOPSS 구축 사업 추진
   다) 부족한 국토 문제를 해결하기 위한 지하공간 활용을 위한 기본계획 수립
3) 미국은 국가 주도의 공간정보기반을 추진 중에 있음
   가) USGS를 중심으로 공간정보 분석 및 예측기술이 대규모 프로젝트로 추진 중
   나) UN GGIM과 연계하여 전 지구적인 환경문제에 대한 연구도 추진중에 있음
4) 일본, 유럽 등은 공간정보산업 육성을 정책적으로 지원하고 있으며, 다수의 지하공간 개발 계획을 수립 시행하고 있으나, 아직까지는 활성화되지 못함

나. 시장동향

1) 국내 공간정보 시장은 2009년 3조 규모에서 2017년 약 7조 규모로 급속도로 성장이 예상됨
   가) 국내 공간정보 산업의 구조는 공공시장이 전체의 58.7%에 이르고 민간과 개인은 각각 32%, 8% 수준[1]이나, 근래 융복합 공간정보 기술 개발을 통하여 민간 및 개인 분야 공간정보 시장이 확대되고 있음
      ① 국내산업의 규모는 크지 않지만 그간 축적한 국가 공간정보 인프라와 기술 역량 등으로 글로벌 성장잠재력을 보유
      ② 공간정보시장은 제조업, 도매·소매업 등 다양한 분야로 진출하여 일자리 창출 및 시장 확대에 기여하고 있으며 약4.8조원의 시장규모를 형성하고 있음('12 국토교통부)
   나) 국내 공간정보는 IT기반의 다양한 융복합 기술을 기반으로 실현 가능하며, 관련

1) '10년 한국정보화진흥원

기술분야별 시장 규모는 성장 잠재력이 매우 높음

① 공간정보 관련 시장은 LBS, 클라우딩 컴퓨팅, 빅데이터 등 관련 시장의 시장 규모는 큰 것으로 나타남

2. 기술개발 동향 및 인프라 분석

가. 기술개발 동향

1) 국내 첨단 IT 기술 확산에 따른 다차원 공간정보 융복합 기술에 대한 수요가 지속적으로 증가함
   가) 3차원 GIS, 증강현실, 공간적 컨버전스, 녹색공간정보 구축 및 환경 모니터링 등의 기술 중심으로 연구개발이 진행 중에 있음
   나) 장비 및 소프트웨어적인 한계로 인해 산업적 응용은 일정 정도 한계가 있는 상태로 관련 부문 기술의 집중 연구가 필요한 상황
2) 부처별로 구축한 공간정보 DB의 연계 활용에 대한 기술 개발 니즈가 높아지고 있음
   가) 국토 모니터링 및 활용을 위한 부처간 DB 연계 및 통합관리를 통하여 국토 활용 극대화를 위한 기술개발 니즈가 높아지고 있음
   나) 또한 부족한 국토 활용을 위해 지하공간정보 연계 활용을 위한 기술개발을 추진중에 있음
3) 국외에서는 미국, 유럽, 일본 등 선진국을 중심으로 지구환경 모니터링 기술과 멀티센서 융합기술 등의 기술 부문에서 시장을 선점하고 있는 상황
   가) 국가 공공기관을 중심으로 공간정보 인프라 구축 기술 및 활용 기술을 개발 중
   나) 구글이나 ESRI와 같은 글로벌 기업에서는 공간 영상정보를 활용한 다양한 3차원 GIS기술, LBS 서비스 기술들을 개발 중이며 기술적인 Trend를 선도

나. 인프라 동향

1) 국내 공간정보 산업의 장비, 연구인력은 유사한 수준이나, 공동연구협력은 미흡한 상황임
2) 정부 및 공공기관 중심으로 다양한 공간정보 DB를 구축하고 있으며, 지하공간정보 연계 및 활용에 원활히 적용 가능할 것임
3) IT기술이 세계최고 수준을 고려할 때 정부 지원만 된다면 짧은 기간내에 세계적 수준의 지하공간정보 연계활용 기술력 확보 가능함

3. 기술수요조사 분석

가. 기술수요조사 개요

1) 기술수요조사는 중점추진분야 별 전문가 그룹을 대상으로 전체 26명에 대한 조사를 수행하였으며, 기업, 대학교, 연구소 등 다양한 분야 전문가 그룹을 활용
   가) 중점분야 1 : 9명(35%), 중점분야 2 : 5명(19%), 중점분야 3 : 12명(46%)
   나) 기업 : 12명, 대학교 : 2명, 연구소 : 9명, 기타 : 3명
2) 기술수요조사를 통하여 중점분야별 기술분류체계를 대·중·소 단위의 수립함

나. 기술수요조사 분석 결과

1) 기술수요조사 분석 결과 TRL의 현재단계는 2~3단계가 약 60% 이상을 차지하고 있으며, 개발완료단계에서는 5~6단계가 약 70%, 사업화 단계도 약 12%가 나타났음
   가) TRL 현재단계 : Level 1 : 19%, Level 2 : 31%, Level 3 : 31%, Level 4 : 8%, Level 5 : 11%
   나) TRL 개발완료단계 : Level 5 : 12%, Level 6 : 60%, Level 7 : 8%, Level 8 : 8%, Level 9 : 12%
2) 기술분류체계는 3개의 중점추진분야에 대해 7개의 중분류 기술과 33개의 소분류 기술이 도출되었음
   가) TRL 현재단계 : Level 1 : 15%, Level 2 : 33%, Level 3 : 33%, Level 4 : 9%, Level 5 : 9%

4. 국내 정보화시스템 현황 및 설문조사 분석

가. 정보화시스템 및 설문조사 분석 개요

1) 정보화시스템 조사는 중앙부처, 공공기관 및 지자체에서 운영하고 있는 정보화시스템을 대상으로 조사를 수행함
   가) 대상 : 중앙부처(68개), 공공기관(15개), 지자체(865개) 시스템
   나) 조사내용 : 정보화시스템 주용 활용 기능 및 활용 DB기반 연계 활용성 검토
2) 인터뷰조사는 기획연구를 통하여 도출되는 기술들에 대한 구체적인 활용성을 검토하기 위하여 직접방문을 통한 조사를 수행하였으며, 약 41명의 전문가 그룹을 대상으로 조사함
   가) 대상 : 중앙부처, 공공기관 및 민간기업 관련 전문가 41명

나) 조사내용 : 정보화시스템 운영 현황, 지하공간정보 연계 방안 등

나. 정보화시스템 및 설문조사 분석 결과

1) 연계 활용 가능성이 있는 시스템은 전체의 40%이며, 그 중 기반인프라 구축 측면에서 적용가능한 시스템은 약 80%, 지하공간 활용계획 수립 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 50% 정도로 파악
2) 지하공간 안전관리 기술 활용 가능성이 있는 시스템은 전체의 15%이며, 그 중 지하공간 위치측위 기술면에서 적용 가능한 시스템은 약 50%, 건설분야 안전관리 측면에서 적용 가능한 시스템은 약 15% 정도로 파악
3) 국토지리정보원, 소방방재청 등에서는 지하공간정보의 통합 구축과 관련된 필요성을 제시하였으며, 국방부 지형정보단, 국립재난안전연구원 등에서는 통합 지하공간정보의 연계 활용체계 구축의 필요성을 제시하였음. 또한 소방방재청, 해양경찰청 등에서는 지하공간 안전사고 대응을 기술 개발에 대한 필요성을 제시하였음
4) 인터뷰 조사 결과 대부분의 기관에서 지하공간정보의 통합 활용의 필요성을 확인할 수 있었으며, 통합 정보 구축 시 활용절차에 대한 편의성만 제공된다면 정보 활용에 대한 의지를 가지고 있음

다. V-World 연계방안 검토

1) V-World 현황 및 문제점
   가) 지하공간정보(지층정보, 지하시설물정보, 지하구조물정보)를 3D로 가시화 할 수 있는 별도의 엔진이 존재하지 않음
   나) 3D로 지하공간정보를 가시화 할 수 있는 별도의 엔진 개발 및 서비스 플랫폼이 필요
2) V-World 연계방안
   가) 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼 상에 V-World Open API 연계(지상공간정보, 좌표계 등)를 통하여 지상과 지하를 통합적으로 관리
   나) 지하공간정보의 3D 모델링 구축 및 가시화를 위한 별도의 서비스 플랫폼을 구축하고, V-World에는 Open API 개발을 통한 연계 방안 모색 필요

5. 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 현황 및 개선방안 도출

지하공간정보는 기관별로 산재하여 있어 정보 활용이 어려운 상황임. 이는 개별 지하공간정보들이 개별 제도로 구축 및 관리되고 있으며, 체계적인 활용에 어려움을 가져

옴. 또한, 구축된 정보는 안전관리 분야 등에 관련 제도의 미비 때문에 효율적으로 활용되지 못하고 있는 실정임. 따라서, 지하공간정보의 연계·통합, 구축, 개발 및 관리 및 안전관리를 위한 법·제도 개선방안에 대한 연구가 필요함

6. 환경 분석

환경분석은 앞서 국내외 동향분석결과를 바탕으로 SWOT분석을 수행하고, 동향분석 내용을 대표하는 Key word 도출을 수행함과 동시에 두가지 분석자료를 기반으로 하는 Issue Tree를 제시함

가. SWOT 분석 결과

1) 정부의 적극적 협조체계 필요
   가) 지하공간정보는 공공적 성격이 강하기 때문에 정부의 지원이 필요
   나) 지하공간의 공공/민간 활용을 위해서는 기존 지하공간정보의 연계 표준화 기술 개발 필요
2) 시장 성장 가능성 높음
   가) 지하공간의 개발 니즈는 높으나 아직까지 시장을 지배할 수 있는 기술력은 부재
   나) 시장 선점 및 지배력을 높이기 위한 체계적인 기술개발 전략 수립이 필요함
3) 기술의 융복합 방안 수립
   가) 지하공간정보의 공동 활용을 위해서는 다양한 IT기술을 접목한 융복합 기술개발과 체계적인 전략 수립이 필요

나. Key Word

1) 사회 : 지하공간 활용 니즈 증대, IT기술 급격한 발전, 빅데이터
2) 기술 : 3D 기술, 선진국 공간정보 기술우위, GIS, 초고속유무선, 국가정보국제표준
3) 경제 : 공간정보산업 활성화, 다국적 기업 중심의 시장형성, 해외 막대한 예산투자, 틈새시장, 창조경제
4) 환경 : 기후변화, 융복합, 자연재해
5) 정책 : 지하공간정보제도 미비, 공간정보 강력한 정부의지, 지하공간정보 기본계획 수립, 공간정보 법제도 환경 조성

다. Issue Tree

1) 환경조사 및 동향분석을 기반으로 2가지의 중점목표 도출

가) 지하공간정보 구축 및 운영을 위한 프레임워크 및 기반인프라 조성

나) 지하공간정보 기반의 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 지능형 서비스 구현

2) 중점목표를 기반으로 기술개발 목표, 중점추진분야를 도출하고 후보과제 Pool이 되는 주요기술을 제시함

3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절 비전 및 목표

○ 지하공간의 입체적 활용 강화 및 지하공간 안전사고의 과학적 대응체계 구축을 통한 스마트하고 안전한 지하 국토 강국 실현을 위한 지하공간정보 연계·구축 및 기술 개발을 위하여

- 3D 지하공간 기반인프라 연계·구축
- 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 구축
- 지하공간의 체계적인 개발·활용 및 범국가 차원의 지하공간 안전관리망 구축
- 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 도출

을 구현하고자 아래와 같은 비전 및 목표를 수립



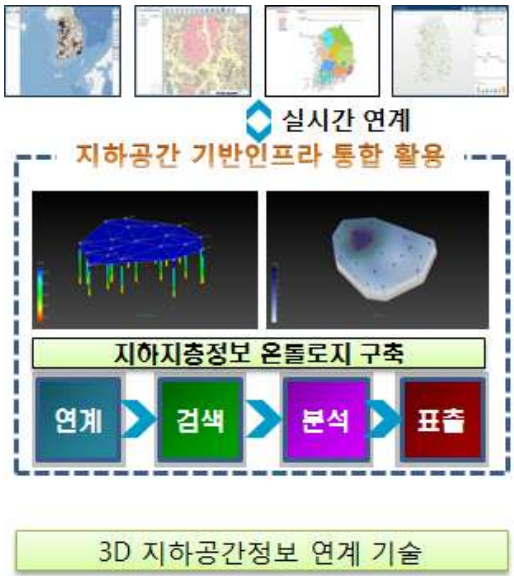
그림 3.1 연구의 추진방향

2절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

가. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

□ 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발

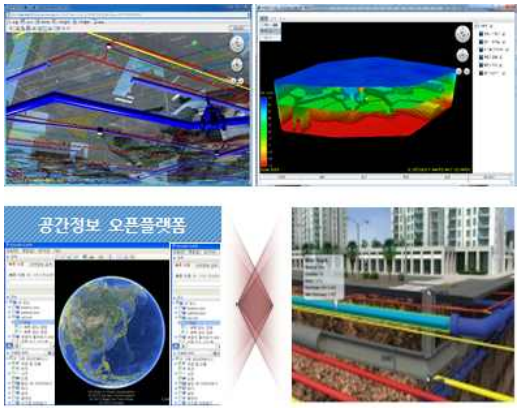
AS-IS	TO-BE
	
현재 지하지층정보 인프라 정보는 개별적으로 구축되어 있으나, 이를 연계하여 통합활용 할 수 있는 기반은 미흡한 상황임 건설, 방재, 환경 등의 분야에서 지하지층정보 인프라의 연계활용성이 대두되고 있으나, 국내 정보 연계기술 개발이 미흡하여 연계 활용에 한계 국토교통부 및 소방방재청에서 지하공간 인프라 연계 기술 개발을 위한 연구개발사업이 일부 진행되고 있으나, 국가 전역의 지하지층정보 인프라의 체계적 연계 및 관리를 위한 기술 개발 필요성 대두	국가 지하지층정보 인프라의 연계기술 개발을 통한 지하지층정보 기반인프라 통합·활용 기반을 마련 연계 정보를 기반으로 타 분야 활용을 위한 정보 가공 및 활용 서비스 기술과 방대한 정보를 효율적으로 활용하기 위한 다차원 분석 및 검색 기술 구현 국가 디지털 지하공간의 구축 기반 마련을 통하여 지하공간의 종합적 관리체계 구축을 가능하게 하고, 국내 최초의 지하공간 통합관리 기반을 마련할 수 있다는 점에서 혁신기술이 될 수 있음

□ 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발

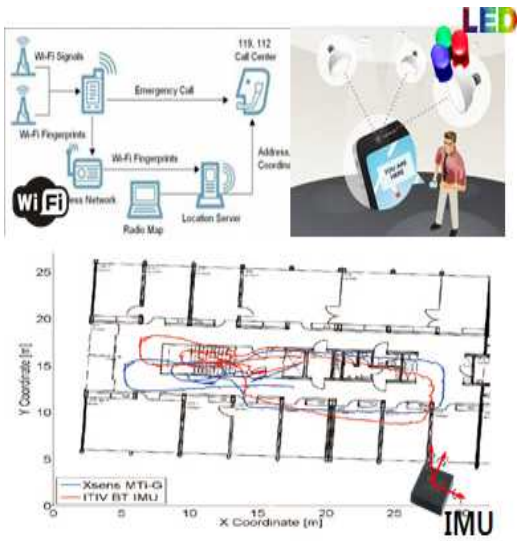
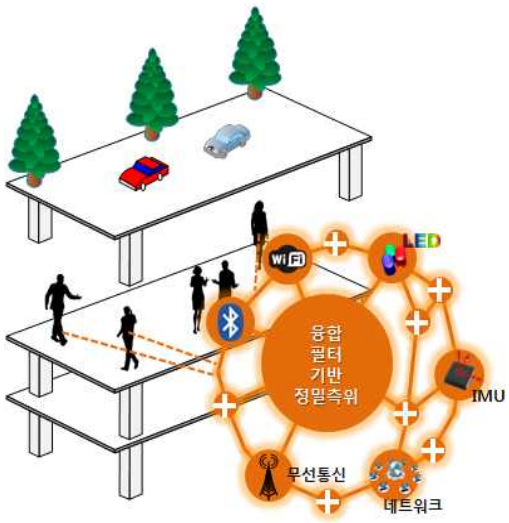
AS-IS	TO-BE
	
지하공간 기반인프라 3D 모델 구축 사례가 국내에서는 거의 전무함	대표 지하공간 기반인프라 3D 모델 90% 이상 구축 달성이 기대됨
느리고 낮은 정확도의 3차원 측량 기술 기반 객체 모델링 기술만 존재하고 있어 비효율적임	3차원 측량 기술 기반 객체 모델링 정확도 • 향상이 기대되며 선진국 대비 80%의 기술 수준을 기대됨
제한적인 건축 요소 관련 3차원 정보 모델 라이브러리 구축 만 진행되고 있음	세계최초 지하공간 기반인프라 3차원 정보 모델 라이브러리 구축이 가능함
제한적인 3차원 정보 모델 객체 활용 가능성만 존재하고 있으며, 활용 확장성이 거의 없음	지하공간 기반인프라 3차원 정보 모델 활용 가능성 및 확장성 향상이 기대됨

나. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

□ 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼

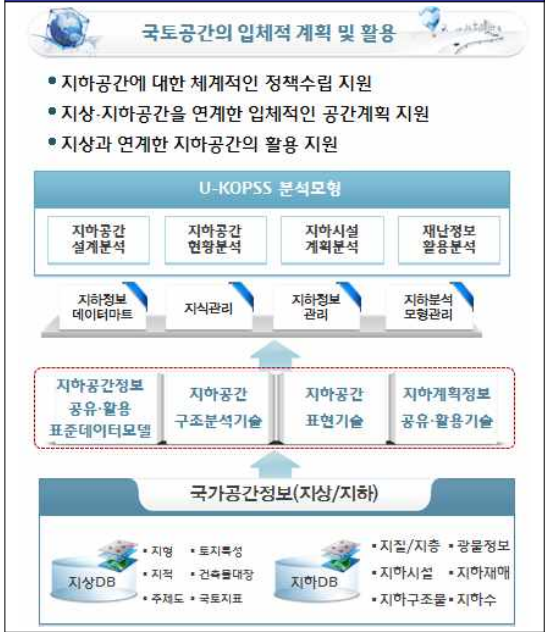
AS-IS	TO-BE
	
지하공간정보가 평면적으로 표현됨. 또한 종합적으로 표현을 할 수 있는 방법이 없어, 각각의 속성별로 따로 평면적으로 분석하여 표현함	3D 지하공간정보가 입체적으로 표현됨. 따라서 3D 지하공간분석이 가능해져 효율적인 안전관리 예방 및 의사결정이 가능함
중앙부처, 지자체, 공공기관의 데이터를 따로 보유하고 있음. 따라서 각 부처 간의 긴밀한 협조가 쉽지 않고,종합적인 분석에 어려움이 있음	각 부처별로 보유하고 있던 데이터를 통합 플랫폼을 통하여 통합관리 및 활용이 가능해져, 종합적인 분석이 가능함
3D 지하공간정보를 국가 공간정보 정책 차원의 체계적인 관리가 어려움	3D 지하공간정보를 V-World와 연계하여 통합관리체계 기술 개발에 따른 국가 공간정보 정책 차원의 체계적인 기술개발 관리가 가능해짐

□ 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발

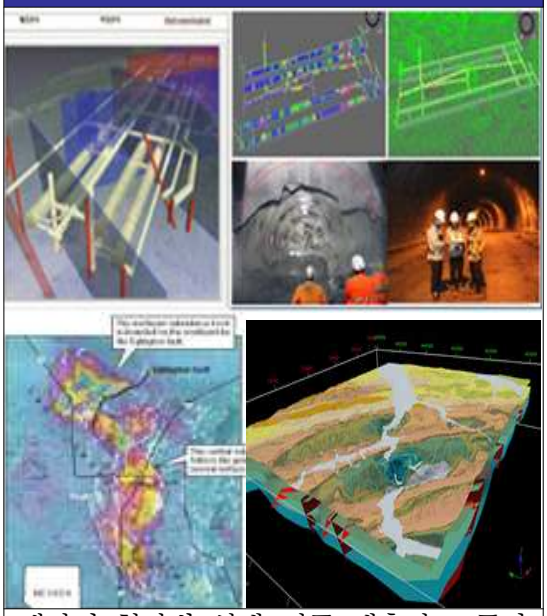
AS-IS	TO-BE
	
실내공간에서 사용자/단말의 위치를 찾기 위한 측위기술은 연구 중이나, 기술개발 범위가 제한적이며, 측위시스템 요구사항에 따른 측위 서비스 제한으로 대규모 지하공간에 적용이 어려움	통신, 네트워크, 개별 장치 등으로부터 얻는 복합 측위 데이터를 융합하여 실내외 Seamless 고정밀 3D 측위기술 개발을 통해 언제, 어디서나 사용자/단말의 정확한 위치 추정 가능
현재 연구, 개발 중인 단일 측위시스템을 위한 인프라 구축이 미비한 실정이며, 환경적 요인에 의한 측위 정확도 저하를 해결하기 위해 융합 측위기술 개발에 대한 필요성이 대두	고정밀 측위기술 구현을 통해 비상/응급상황 시 신속한 상황 대처, 배달 서비스, 길찾기 등의 실내외 위치기반서비스 확장
지하 및 실내공간의 복잡화에 따라 실내공간에서의 측위기술의 중요성이 더욱 높아지고 있으며, 실내 위치기반서비스에 대한 요구가 지속적으로 증가하는 추세를 고려하여 고정밀 측위기술 개발이 필요	차세대 이동통신시스템은 위치기반 통신기술을 통한 통신분야 전반적인 성능을 획기적으로 향상시키고자 하며, 이에 고정밀 융합 측위기술은 차세대 이동통신시스템의 원천기술로 자리잡을 수 있음

다. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

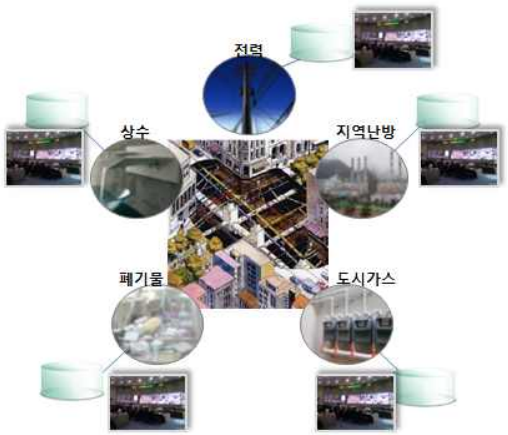
□ 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

AS-IS	TO-BE
	
현재의 국토공간계획지원체계는 지상부분에 한정하여 공간에 대한 계획 및 정책 수립을 지원하고 있음	U-KOPSS는 지하공간에 대한 체계적인 개발과 효율적인 활용을 위한 각종 계획 및 정책수립을 지원함
공간의 효율적 활용을 위해 지하공간의 개발 및 활용이 증가하고 있으나, 지하공간을 체계적으로 개발하고 활용하기 위한 의사결정지원체계는 부재함	U-KOPSS를 토대로 지하공간설계, 지하공간의 재난재해 예방 및 신속한 대처, 지하공간의 효율적 관리를 위한 현황파악, 각종 지하시설물의 안전한 관리가 가능함
지하공간의 활성화를 위해서 지상공간과의 연계가 필수적이나 지하공간계획 지원체계 부재로 입체적 공간계획이 불가함	U-KOPSS는 부족한 도시의 공간을 입체적으로 활용할 수 있도록 지상부분과 지하부분의 효과적 연계 방안을 제시할 수 있음

□ 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술

AS-IS	TO-BE
	
터널 및 지하공간 현장별로 방대한 설계/시공/계측자료 생산되며 공사 종료 후, 설계/시공 계측자료 사장 경향	생산된 현장별 설계/시공/계측자료 국가 지하공간 정보망 연계 보존/관리 체계를 갖추고 상시 열람 가능. 터널 및 지하공간관련 다양한 기술정보 서비스 제공 상시 가능
지하공간 시공 중 붕괴사고(중대형급 20건/연 발생 보고)가 빈번히 발생하며, 공용중 지하구조물 손상 및 과대변위 발생현상 빈번. 하지만 원인규명 곤란하며, 원천적인 재해 저감기술 마련 필요	3차원 국토정보기반 지하공간 건설 계획, 설계, 시공 및 공용중 구조물 위험도 평가 및 관리 체계 지원 가능하고 잠재 위험요인 실시간 파악 가능
도로 하부 지반 침하(싱크홀)로 인해 차량 전복 사고 빈번 발생하며, 구조물 기초부 열화로 인한 중대형 구조물의 침하 발생. 하지만 국가차원의 예측 및 대응방안 부존	3차원 지하공간 정보 기반으로 도로 하부 지반침하 위험도 예측 및 국토정보 서비스 가능. 구조물 기초 침하 가능성 예측 및 위험도 모니터링 시스템 제공
지하구조물 및 침하 안전관리에 대하여 현장별 현장자료에 기초하여 현장 기술자의 판단에 의존하는 경향	현장 및 사안별 지하공간 및 지반침하 안전관리를 위한 필수 기술정보 제공. 국가 지하공간정보 플랫폼을 통해 고급 기술정보 서비스 운용

□ 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

AS-IS	TO-BE
 지하시설물 별 데이터 개별 관리	 시계열 및 상관도 분석을 통한 긴급상황 및 재난 통합 대응
개별 지하시설물의 상태정보 및 계측정보의 비실시간 수집에 의해 정보를 축적하여 시설물 모니터링 가능	비실시간 정보 및 실시간 정보의 시계열 분석 및 상관도 분석을 통한 빅데이터 분석 기술을 활용하여 긴급사고 및 재난에 선제적 대응 가능
지하시설물 개별 유지보수에 의한 안전관리로 업무 비효율성 증가, 중복비용 투자 문제 야기 및 개별 시설물 관리 부처 간 이해관계에 충돌	One-Channel 수집 및 통제를 통한 업무 효율성 증가 및 데이터 통합관리와 운영에 따른 칸막이없는 정부 실현 (정부 3.0 국정과제 목표 부합)
웹기반의 고정형 업무환경으로 현장업무수행 애로 상존 사고 발생 시 지하시설물의 건전성 유지를 위한 통합 대응 체계 미비	스마트폰 등 Hand-Held 장비로 원활한 현장업무수행 가능 예측에 따른 선제적 예방 및 사고 발생 시 신속한 통합 대응으로 국민 안전 보장 강화

2. 기술개발 전략 및 효과

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술요소를 아래와 같이 구분하고 이의 개발전략 및 효과를 정의

구분	현황	개발전략	효과
3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	○ 기관별 목적에 따라 개별적으로 구축 및 관리 ○ 기관별 정보 표준 및 형식이 상이하여 통합 활용에 어려움 ○ 통합 지하지층정보의 가시화 및 모델링 기술은 현재 거의 전무	○ 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 제시 ○ 3D 지하지층정보의 실시간 기반 연계 기술 개발 ○ 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발	○ 통합 3D 지하지층정보 구축을 통한 건설, 방재, 환경 분야 등의 지하지층정보 활용성 증대 ○ 정보 제공·활용·가시화 기술 개발을 통한 적극적인 지하지층정보 활용 서비스 기술 구현
3D 건설정보모델 기반의 지하공간 정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	○ 지하공간 기반인프라 3D 모델 구축 사례 전무 ○ 느리고 낮은 정확도의 3차원 객체 모델링 ○ 제한적인 건축 요소 관련 3D 모델 라이브러리 구축 ○ 제한적인 3D 객체 활용 가능성	○ 전산화 및 비전산화 도면 기반 지하공간 기반인프라 건설정모모델 모델 구축 기술 개발 ○ 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발 ○ 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 기술 개발 ○ 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	○ 대표 지하공간 기반인프라 3D 모델 구축 달성 ○ 3차원 측량 기술 기반 객체 모델링 정확도·속도 향상 ○ 지하공간 기반인프라 3D 라이브러리 구축 ○ 지하공간 기반인프라 3D 모델 활용 가능성 및 확장성 향상
3D 지하공간 정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	○ 지하공간정보가 평면적으로 표현됨 ○ 중앙부처, 지자체, 공공기관별로 데이터를 개별 시스템에서 단순 활용 서비스로 제공되고 있음 ○ 각 부처 간의 전문 분야별 정보를 단편 활용으로 지하공간의 종합적인 활용 부재	○ 3D 가시화 엔진 개발 ○ 3D 지하공간정보의 분석·시뮬레이션 API 개발 ○ 3D 지하공간정보 활용 서비스 개발 ○ 지하공간정보 통합·활용 R&D 시범 테스트베드 구축	○ 3D 지하공간정보가 입체적으로 표현이 가능 ○ 통합 플랫폼 구축으로 데이터의 통합관리 및 종합적인 활용이 가능 ○ 3D 공간분석으로 효율적인 안전관리 예방 및 의사결정이 가능
지하공간	○ 지하공간 환경적 특성	○ 다중 통신 모듈 및 센서가	○ 지하공간에서 고정밀

정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	및 크기를 고려한 측위기술 부재 ○ 이동 단말기에 탑재된 통신 및 센서 모듈 부재에 따른 측위기술/인프라 사용이 제한적 ○ 지하공간에서의 연속 측위를 위한 항법기술 개발 미흡 ○ 지하공간 측위기술 제한에 따른 지하공간 위치기반 서비스 개발 미비 ○ 지하공간 관리체계 및 모니터링 시스템 개발이 어려움	탑재된 이동 단말기 개발 ○ 무선통신망 기반 측위기술 개발을 위한 지하공간 내 무선채널환경을 분석 ○ 지상·지하의 측위정보를 융합을 통한 지상의 측위기술과 연계 및 3차원 연속측위 가능 ○ 지하공간내 사물 및 사람의 실시간 위치 모니터링 체계 구축 ○ 지하지층·시설물정보, 위치정보 통합하여 재난·재해 및 안전관리체계 구축	측위정보 제공, 위치기반 서비스 확대 ○ 지하공간내 위치체계의 표준화를 통한 전국가적 측위 시스템으로 활용 ○ 지상·지하 연속 개념의 3차원 위치기반 서비스 및 네비게이션 개발에 활용 ○ 위치정보 기반 지하공간 관리시스템 확립 및 효율적인 지하공간 활용 가능
지하공간 활용 지원체계 기술 개발	○ 지상부분에 대한 정책·계획 등을 지원하기 위한 기술은 지속적으로 발전되고 있음 ○ 지하정보를 기반으로 지하공간을 체계적으로 개발하고 활용하기 위한 지원기술을 미흡함	○ 지하공간정보 활용 표준데이터 모델 개발 ○ 지하공간 구조 분석 및 표현 기술 개발 ○ 지하공간 활용 지원체계 분석 모형 개발 ○ 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	○ 지하공간에 대한 체계적인 정책수립 지원 가능 ○ 지상·지하공간을 연계한 입체적인 공간계획 지원 가능 ○ 지상과 연계한 지하공간의 활용 지원 가능
지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	○ 지하구조물 시공 중 붕괴사고에 대한 사전 위험요인 파악 및 붕괴 위험도 평가·관리 체계 부재 ○ 단기 현상학적 조사를 통한 지하구조물 유지관리로 장기 전망 및 계획적 예산투입 곤란 ○ 빈번한 도심지 지반침하로 인한 안전사고에 대한 지반침하 지역 예측 및 관리체계 부재	○ 사장 경향인 현장정보의 빅데이터화 및 가용 국가 공간정보 와 정보 연계 활용 모델 수립 추진 ○ 법제화와 연계 추진으로 시스템 실용화 가속 ○ 웹기반 DB 및 BIM 시스템 개발관련 산학연 연구단 형태로 국내 자체 개발 실시 ○ 개별 구성 시스템들의	○ 지하공간정보와 연계한 시공 중 붕괴 영향인자 및 위험도 수준 사전 파악 기술 개발로 국가적 사고대응 기반 마련 ○ 지하공간 빅데이터와 연계한 시간이력 및 자산관리 개념도입으로 계획적인 국가 지하구조물 유지관리 기반 마련 ○ 지하공간정보기반 도로하부지반 위험도 평가

	○ 구조물 하부 약화로 인한 구조물 손상 및 붕괴에 대한 대응체계 부재	수요처별 긴밀한 협조체재 및 의견수렴 창구를 운영하여 개발단계부터 시스템 활용도 제고	및 모니터링을 통한 도심지 도로망 침하 위험도 정보 제공 ○ 3D 지하공간정보의 정보 신뢰도 향상 및 지구통계학적 활용으로 구조물 하부 침하 위험도 제공 및 대응책 제시
지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	○ 단위별 모니터링 시스템 운영으로 인한 종합적 분석 도구 부재 ○ 관련 기관별 데이터 분석 관리, 데이터 확보 및 통합 조회가 어려움 ○ 단순 개별조사, 조사결과 통합 관리체계 없음 ○ 재난, 재해별 독립적인 정보 제공으로 관련 기관별 정보 제공이 어려움	○ 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발 ○ 지중 시설물 내 각종 센서, CCTV등 모니터링 시스템 통합하여 종합적 판단이 가능한 빅데이터 엔진 개발 ○ 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 엔진 개발	○ 지하공간 재난, 재해에 대한 통합적인 정보 제공, 즉각적인 대처 가능 ○ 지하공간 재해·재난 및 안전 서비스 관련 통합관리체계를 확립 ○ 체계적이고 총괄적인 사고예방 및 대응 실현, 지하공간 통합 관제서비스 모델의 구현 및 표준화를 위한 통합형 플랫폼 구현
지하공간 정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구	○ 기관별 정보 표준 및 형식이 일치하지 않으며 관련 법·제도가 상이하여 통합 활용에 어려움 ○ 미 구축된 지하공간정보 DB구축에 대한 관련 법·제도가 미비함 ○ 지하공간의 체계적인 개발 및 관리를 위한 관련 법·제도가 미비함 ○ 지하공간의 안전관리를 위한 관련 법·제도가 미비함	○ 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구 ○ 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구 ○ 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구 ○ 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구 ○ 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구 ○ 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	○ 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선을 통한 정보 통합 기반 마련 ○ 지하공간정보 구축을 위한 법·제도 개선을 통하여 체계적인 지하공간정보 DB 구축 기반 마련 ○ 지하공간정보 통합 활용을 위한 법·제도 개선을 통하여 지하공간정보의 활용 기반 마련 ○ 지하공간정보 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선을 통하여 선제적 지하공간 안전관리 기반 마련 ○ 지하공간정보 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선을 통하여 선제적 지하공간 안전관리 기반 마련

3절 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

○ 본 과제추진을 위해 필요한 핵심기술요소(CTE)도출을 위한 체크리스트 선정

표 3.1 핵심기술요소(CTE) 도출을 위한 체크리스트

항목번호	체크리스트
1	이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3	해당기술이 새롭거나 독창적인가?
4	기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?
5	해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6	이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

○ 핵심기술요소(CTE)선정을 위한 후보 도출

표 3.2 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	CTE명
후보1	3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발
후보2	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발
후보3	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발
후보4	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발
후보5	지하공간 활용 지원체계 기술 개발
후보6	지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발
후보7	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발
후보8	지하공간정보의 통합 · 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 연구

○ 후보 항목 중 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	후보 1	후보 2	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?		○	반드시 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패) 위험이 예상되는가?			하나 이상 충족
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가		○	
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?			
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?			
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?	○	○	
핵심기술요소(CTE) 선정여부	×	○	

후보 3	후보 4	후보 5	후보 6	후보 7	후보 8	비고
○				○	○	반드시 충족
						하나 이상 충족
○		○		○		
	○					
○		○	○	○	○	
○	×	×	×	○	×	

○ 핵심기술요소(CTE) 목록 및 최종 TRL

CTE	유형*	CTE명	최종 TRL
1	소프트웨어	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	6
2	소프트웨어	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	6
3	소프트웨어	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	5
4	제도/표준화	지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법 · 개선방안 연구	6

○ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		지하공간 기반인프라 연계 · 구축 및 통합관리체계 기술 개발		유형		소프트웨어	
프레임워크		선행단계		시제품 제작 및 시연	현장적용	제품화/실용화	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 (종료)
마일스톤 일정		‘14.04	‘15.3	‘16.3	‘17.3	‘18.3	‘19.02
CTE No.	기술명						
CTE 1	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	2	2	3	4	5	6
CTE 2	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	2	2	3	4	5	6
CTE 3	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	1	1	2	3	4	5
CTE 4	지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 ○녀구	1	4	5	6		

4절 연구개발과제 구성

○ 과제추진을 위한 사업체계 기획을 위하여 공간정보 관련 기관 및 기업의 전문가를 대상으로 과제목록을 조사하였으며, 이를 서비스·인프라·테스트베드의 세부목표로 구분하여 과제목록을 도출

○ 도출된 과제목록을 대상으로 다음과 같은 체계로 분류를 실시

- 세부목표 : 서비스/인프라/테스트베드

- 과제성격 : 기초연구, 응용연구, 실용화연구, 정책연구

표 3.3 과제목록

연번	과제명	구분	
		과제성격	세부목표
1	3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	실용화	인프라
2	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	실용화	인프라
3	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	응용	서비스
4	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	실용화	서비스
5	지하공간의 활용 지원체계 기술 개발	실용화	서비스
6	지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	응용	서비스
7	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	응용	인프라
8	지하공간정보의 통합 · 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 연구	실용화	인프라

○ 분류된 과제를 대상으로 향후 본과제 추진시 과제추진체계를 국토교통과학기술진흥원의 가이드라인에 따라 구분하여 작성

사업단	기술별 총괄시스템의 개발과 연구개발결과의 시범 적용(Test Bed)을 포함하는 과제로서 정부출연금 300억원 이상, 5년 이상의 연구기간이 소요
연구단	단위 · 요소기술의 유기적 연계를 통하여 패키지화된 기술을 개발하는 과제로써 정부출연금 50억원 이상, 3~5년의 연구기간이 소요
일반과제	단위 · 요소기술을 개발하는 과제 또는 정책과제로서 정부출연금 50억원 이내로서, 3년 이내 연구기간이 소요

○ 위 기분에 의거하여, 본 기획과제에서는 연구사업을 연구단급 규모로 설정하고, '3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발', '위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발', '지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발'로 구분하여 3개의 세부과제로 구성

표 3.4 연구개발과제 구성

구분	과제명	개요
연구단 총괄	**지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 연구단**	• **지하공간의 개발 · 활용 증가에 따른 체계적인 지하공간 개발 및 안전사고의 과학적 대응체계 실현을 위한 지하공간정보 통합 · 활용체계 구축기술 및 핵심기술을 개발하고 이를 검증·실용화할 수 있는 지하공간정보 R&D 테스트베드를 구축**
1세부 과제	**3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발**	• **지하공간의 안전관리 · 활용 · 개발에 대한 수요가 증가됨에 따라, 국내 지하지층정보 인프라를 연계 · 구축 및 체계적으로 활용할 수 있는 핵심 기술 개발**
1-1 (공동)	3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	• 기관별로 산재되어 있는 지하지층정보 인프라를 통합 · 활용 할 수 있는 연계 기술 개발
1-2 (공동)	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	• 지하공간의 체계적인 개발 및 안전 관리에 기반이 되는 지하공간정보 DB 구축 관련 핵심 기술 확보를 위하여 지하공간 기반인프라 3차원 건설정보모델 모델 구축, 지하공간정보 통합 DB 구축 자동화 기술, 공학지질단위 컨텐츠 및 지질 온톨로지 기술, 3차원 지하지질정보를 구축 기술 개발
2세부 과제	**위치기반 지하공간정보 통합 · 활용체계 개발**	• **지하공간정보의 3D 가시화 기술을 기반으로 개별 연구에서 도출된 연구결과를 적용할 수 있는 지하공간 정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발** • **다중 무선통신망 및 최신 IT기술들을 이용하여 지하공간을 효율적으로 관리 · 활용할 수 있는 측위 기술 및 위치기반 서비스를 개발하고, 이를 검증·실용화할 수 있는 정밀 3차원 위치측위 기반 서비스 테스트베드를 구축**
2-1 (공동)	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	• 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발 • 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발 • 지하공간 R&D 시범 테스트베드 구축
2-2 (공동)	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	• 지하공간을 이해하고, 효율적 관리 · 활용을 위해 다중 통신망 및 다양한 센서를 이용한 정밀 측위 기술 (UGPS: Underground Positioning System) 개발 • UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동 단말 설계 및 개발 • 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상 · 지하 연속측위 및 추적 체계 개발 • UGPS 구현을 위한 관제 및 인프라 시스템 설계 및 개발 • 지하공간정보 R&D 성과물을 현장에 직접 설치를 통한 테스트 및 검증
3세부 과제	**지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발**	• **지하공간의 체계적 개발 및 활용을 위한 활용지원체계 기술 개발과 지하구조물의 단계별 안전관리 기술 및 지반침하 안전관리 기술 개발** • **지하시설물의 계측 자료들을 바탕으로 빅데이터 위험분석 및 선제적 대응추론 엔진 개발**
3-1 (공동)	지하공간 활용 지원체계 기술 개발	• 지하공간의 체계적인 개발을 위한 정책 및 공간계획 지원과 지상공간과 연계한 지하공간의 활용을 지원하는 기술 개발

	3-2 (공동)	지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	• 지하공간정보와 연계한 지반 및 지하구조물 정보 통합관리 및 기술정보 서비스 플랫폼 개발 • 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공단계 안전관리 기술 개발 • 공용 중 지하구조물 및 방재시설물 정보화 및 안전관리 기술 • 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발
	3-3 (공동)	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	• 지하시설물(상수도, 가스, 전력, 지하철, 공동구 등)에서 발생하는 이기종 실시간 데이터를 취합·통합 관리할 수 있는 표준화 솔루션 개발 • 위험 분야별(토목, 소방, 재난 등) 빅데이터 위험분석 및 선제적 대응추론 엔진 개발 • 지하시설물의 계측 자료들을 바탕으로 빅데이터 위험분석 및 선제적 대응추론 엔진을 검증·실용화할 수 있는 테스트베드 구축
4세부 과제		**지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구**	• **지하공간정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구** • **지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구** • **지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구** • **지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구** • **지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구** • **지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구**

○ 기획중점분야는 다음의 그림과 같음

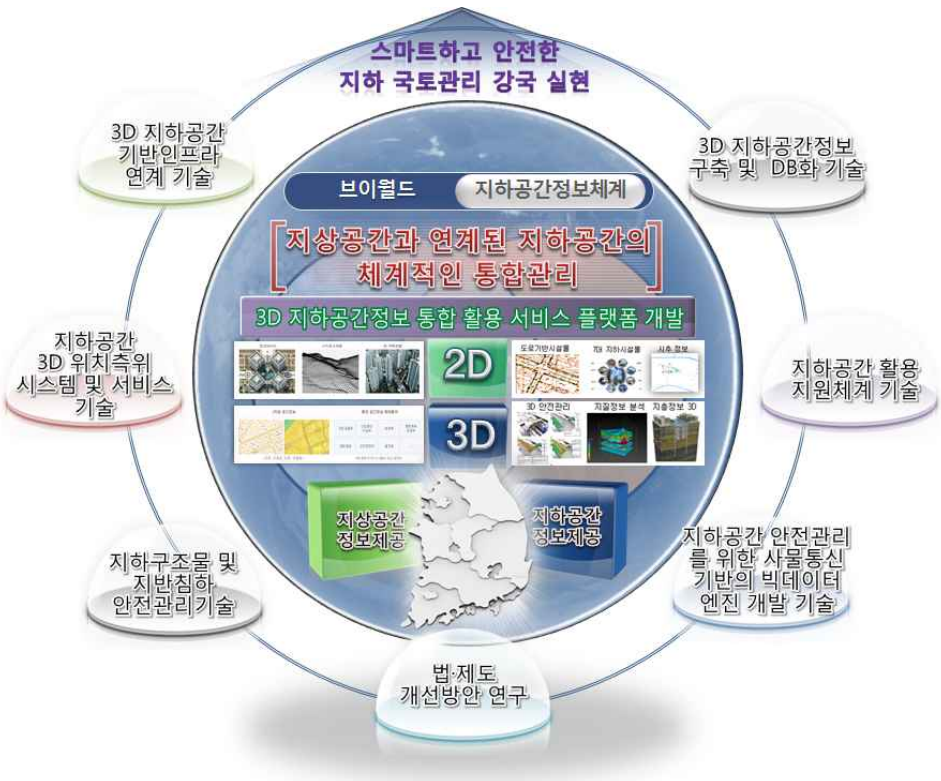


그림 3.2 기획중점분야 개념도

○ 본 기획연구는 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위하여 1세부과제에서 지하공간정보의 연계·구축을 통한 기반 정보를 구축할 수 있는 DB연계 및 구축기술에 대한 내용을 제하고 있음

○ 2세부과제에서는 구축된 정보를 기반으로 가시화하고 서비스 할 수 있는 통합·활용 서비스 플랫폼을 제시하고 있으며, 3세부과제에서는 지하공간정보를 활용한 안전관리 기술에 대한 내용을 포함하고 있음

○ 4세부과제에서는 1,2,3세부과제의 기술 개발 및 활용을 위한 기반 지하공간정보 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구의 내용을 포함하고 있음

○ 세부과제의 구성은 국토부 및 진흥원과의 협의를 통하여 도출되었으며, 아래 그림에서는 세부과제 간의 연관관계를 제시하고 있음



그림 3.3 추진과제 간 연관관계

5절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

■ 세부과제별 주요내용에 대한 필요성

1. (1세부과제) 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

○ (1-1세부) 3D 지하지층정보 연계 기술 개발

연구내용	필요성
3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구	지하지층정보는 기관별로 구축 및 관리하고 있어 이들 정보를 통합 연계하기 위한 데이터의 표준 및 형식이 상이함. 따라서 개별 정보의 효율적 연계 및 통합을 위한 표준화 연구 필요
3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발	정보의 효율적인 활용 및 관리를 위해서는 정보의 체계적인 갱신을 통한 정보의 최선성 확보가 무엇보다도 중요함. 따라서 원하는 정보를 원하는 시점에서 체계적인 방법으로 연계 · 통합할 수 있는 실시간 연계 기술의 개발이 필요
3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발	현재 지하지층정보는 일부 기관에서 시범적으로 3D 모델링을 수행하고 있지만, 지하지층정보 전체의 3D 모델링을 할 수 있는 기술은 전무함. 3D 모델링을 통하여 지하지층정보을 입체적으로 표출하고 이를 기반으로 활용할 수 있는 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술의 개발이 필요
3D 지하지층정보 제공 · 활용 · 가시화 기술 개발	현재 국내에서는 3D 지하지층정보를 가시화할 수 있는 기술이 없음. 또한 이를 타 시스템에서 활용하기 위한 제공 방식에 대한 기술도 개발된 사례가 없음. 따라서, 지하지층정보의 연계 · 통합 이후 3D 모델링 구축정보를 효율적으로 제공 및 활용하기 위한 제공 · 활용 · 가시화 기술의 개발이 필요함

○ (1-2세부) 3D 지하지층정보 연계 기술 개발

연구내용	필요성
도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	지하구조물정보의 경우 Cad, Image 형태의 도면정보로 주로 관리하고 있음. 따라서 효율적인 3D 지하공간정보 DB구축을 위하여 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발이 필요
비전산화 도면 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	지하구조물정보의 경우 전산화된 도면 이외에 종이문서로 보유하고 있는 비전산화 도면 자료도 다수 존재함. 따라서 비전산화 도면 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발이 필요
3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	전산화 도면 및 비전산화 도면도 존재하지 않는 경우에는 실제로 정밀 측량을 통한 지하공간정보 구축이 필요함. 따라서, 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발이 필요

건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 기술 개발	지하공간정보의 효율적인 구축을 위해서는 DB구축을 위한 체계적인 프로세스 구축이 필요함. 따라서, 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 기술 개발이 필요
3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	지하지층정보 중 지질정보의 경우에는 2D의 도면정보만을 보유하고 있기 때문에 3D 형태의 모델링을 통한 인프라 구축이 필요함. 따라서 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구가 필요
공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발	3D 지하지층정보의 효율적 활용을 위해서는 이학적인 정보만의 활용이 아닌 공학적으로 이용가능한 컨텐츠의 도출이 필요함. 따라서, 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발이 필요
지질 온톨로지 개발	지질정보의 구축 후에는 건설, 방재 등의 다양한 분야에서 효율적으로 정보를 활용하기 위한 지질 온톨로지의 구축이 필요
3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발	3차원 지하지질정보의 구축을 통하여 효율적인 지하지층정보의 연계 · 활용을 위한 기반 마련이 필요하며, 따라서, 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발이 필요

2. (2세부과제) 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

○ (2-1세부) 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발

연구내용	필요성
지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발	현재 국내외에 아직까지 지하공간정보를 3D로 가시화할 수 있는 엔진을 활용한 플랫폼이 존재하고 있지 않음. 따라서, 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발이 필요
지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발	지하공간을 2D로만 표현하면 수평적인 관계 분석에는 용이하나 상하 관계 및 로테이션 관계 분석 등을 표현하기 어려우며, 각각의 지하공간정보(지질, 시추, 관정, 7대 지하시설물 등)가 연관 및 결합된 종합적인 분석이 어려움, 또한 다양한 기관에서 지하공간정보를 활용하기 위해서는 맞춤형 API 기술의 개발이 필요함. 따라서, 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발이 필요
지하공간정보 활용 서비스 개발	중복 투자로 인한 추가비용을 줄이고 지하공간의 종합적인 분석 및 관리를 위하여, 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼을 통하여 각 중앙부처, 공공기관, 지자체 등이 자체적으로 활용할 수 있는 활용 서비스 필요
3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	지하공간정보는 데이터가 방대하고 다양한 포맷으로 사용되고 있음으로 데이터를 구축하여 통합관리 및 서비스를 하는데 있어 실제 검증하는 테스트베드를 구축하는 것이 필수적임

○ (2-2세부) 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발

연구내용	필요성
지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발	지하구조물 및 환경 특성으로 인하여 지하공간에서는 열악한 통신환경이 구성되어 통신망 기반 측위기능이 제한적이다. 여러 통신망의 측위기술을 상호보완적으로 사용하여 공간에 관계없이 정밀한 위치정보를 제공을 할 수 있는 다중 통신망 기반 하이브리드 측위기술 개발이 필요
UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증	UGPS 모듈 및 단말은 사용자 또는 사물에 지하공간 내 정확한 위치정보를 제공하는 역할을 하며, 서비스 제공 및 효율적인 관리를 위해 단말과 단말 혹은 단말과 관리시스템을 연동할 수 있는 시스템이 요구된다. 또한, 기술 개발에 대한 평가 및 인증을 통해 지하공간 내 측위체계 구축 및 기술표준화가 필요
지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적 체계(정보융합을 위한 칼만/파티클 필터링 등, 복합측위) 개발	단절 없는 지상·지하 연속측위 및 위치추적 기술은 화재, 범죄, 재난, 기타 긴급한 상황에서 공공의 안전 서비스를 제공하여 사회 안전망 구축의 기반 마련 및 기타 민간 서비스를 제공하기 위해 기술 개발 필요
UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발	관제 및 인프라 시스템은 지하공간 내 사용자 및 사물의 실시간 위치 관측을 통해 효율적인 지하구조물 관리 및 다양한 위치기반 서비스 제공을 위하 기술 개발 필요
지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템 데모, 평가, 보완, 개발	테스트베드 구축에 앞서 UGPS 시스템 데모를 통해 기술의 연계/통합에 따라 새로운 통합 모델 개발과 실용화 여부를 검증한다. 기술 실용화를 위해서는 실험설비와 기술을 검증 할 수 있는 평가 지표를 바탕으로 기술의 문제점을 제시하고, 나아가 기술보완을 통해 기술을 한 단계 진보시키기 위해 기술 개발 필요
지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계	측위기술 기반으로 네트워크 및 구조물 관리, 지하공간 내 안전성 확보, 그 외 다양한 부가서비스 등 제공이 가능해지며, 이러한 서비스들의 발전과 활용성을 높이기 위한 서비스 모델 및 유형 설계가 필요
지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발	신속한 위치결정 및 경로 안내기술, 그리고 에너지 절약 등은 광범위하고 복잡한 구조의 지하공간에서의 응급상황 시 가장 우선시되어야 할 항목으로, 이를 위한 신속하고 정확하게 사용자 혹은 사물의 위치를 찾을 수 있는 기술 개발이 필요
지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발	터널, 공동구 등 지하구조물 건설 중 붕괴사고 및 지하 추락사고 등 지하공간에서의 사고가 빈번하게 발생하고 있어 지하공간 내 안전관리 기술의 필요성이 증가하고 있어, 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발이 필요
지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축	측위기술 및 위치기반서비스 기술이 통합된 테스트베드 구축을 하고, 기술검증 및 성능분석을 통해 실용화에 대한 대비를 위한 테스트베드 구축 필요

3. (3세부과제) 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

○ (3-1세부) 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

- 연구내용에 대한 추진 필요성

연구내용	필요성
지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	지하공간 활용 지원체계 구축 시 개별적으로 관리하고 있는 지하공간정보를 공동으로 활용하기 위한 표준데이터모델 개발이 필요
지하공간 구조 분석 및 표현 기술	지하공간 활용 지원체계를 활용하는 수요자가 지하공간에 대한 개발 계획 및 계획 수립을 위하여 가시적으로 판단 및 확인할 수 있는 분석 및 표현기술 개발이 필요
지하공간 활용 지원체계 분석모형	지하공간의 설계, 지하공간현황 파악, 지하시설계획의 분석, 재난정보 활용 분석 등 실질적으로 지하공간 상의 개발 및 활용 등을 위한 의사결정으로 위한 다양한 분석모형 개발이 필요
지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	지하공간만의 독립적인 공간 활용이 아니라 지상공간과 지하공간의 연속적인 공간 활용을 위한 입체적 계획 지원체계 수립을 위하여 지하공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용지원체계 기술 개발 필요

○ (3-2세부) 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

- 연구내용에 대한 추진 필요성

연구내용	필요성
지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지관리 단계 안전관리 기술 개발	지하구조물 설계 및 시공분야에서 괄목할 만한 기술발전에도 불구하고 중대규모 붕괴사고가 빈번하게 발생. 이에 지하구조물 건설 시 계획 · 조사 · 시공 단계에서 생산되는 방대한 자료와 지하공간정보와의 연계 활용을 통하여 건설 전 생애주기에 대한 안전관리 기술 개발 필요
지하공간정보 연계 지반침하 안전관리 기술 개발	도심지 지하공간의 지속적인 개발 증가로 인하여 지반침하 안전사고도 증가하고 있는 추세임. 따라서, 지하공간정보를 활용하여 지반의 형태, 거동 형상 등에 대한 선제적 판단을 통한 지하공간정보 연계 지반침하 안전관리 기술 개발 필요
지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	지하공간정보와의 연계를 통하여 지하공간의 지하구조물 건설 및 지반침하에 대한 안전관리에 대한 활용 모델 및 실효성 여부에 대한 검증을 위하여 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축이 필요

○ (3-3세부) 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

- 연구내용에 대한 추진 필요성

연구내용	필요성
지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발	빅데이터 분석을 통한 시설물 안전관리를 위해서는, 지하시설물에 기설치 또는 향후 설치될 데이터 수집을 위한 각종 센서 또는 기기들로부터 수집된 데이터들에 대한 통합적 관리와 이를 위한 데이터 및 관제의 표준 프로토콜 등의 규격화작업의 선행이 필요
지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진 개발	기존의 단편적 위험분석과 대응의 한계를 극복하기 위한 추론엔진으로써 화재, 붕괴, 침수의 분야별 위험에 연관된 모든 데이터들의 연관성과 재난발생에의 영향정도를 빅데이터 기술을 통해 분석하여, 재난 발생의 위험을 예측하고 재난에 대한 대응방안을 각 사례별로 추론해 내는 데에 엔진 개발이 필요
지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진 개발	상기 분석 및 추론엔진에 의해 도출된 위험도와 대응방안을 효과적으로 확인하여 안전관리 현장에 활용할 수 있도록 하는 가시화 서비스 엔진으로써, 연구성과의 활용을 위해 필수적인 서비스 엔진 개발이 필요
지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	최종 성과물들을 기반으로 활용가능한 프로토타입을 개발하여, 실존하는 시설물에 설치하여 사례별 위험분석과 대응방안을 시연함으로써, 본 연구의 가용성을 확인하기 위한 테스트베드 구축이 필요

○ (4세부) 지하공간정보 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 연구내용에 대한 추진 필요성

연구내용	필요성
지하공간정보 통합 · 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 연구	지하공간정보는 현재 DB로 구축되어 있으나 연계 · 통합이 이루어지지 않았거나, DB자체가 구축되지 않은 정보도 상당 수 존재함. 또한, 모든 정보를 개별 기관에서 관리하고 구축하고 있기 때문에 관련 법 · 제도도 얽혀 있어 정보 통합 · 활용을 위한 난제들이 많이 존재하며, 안전관리를 위한 기반 제도도 거의 전무함. 따라서 체계적인 지하공간정보 통합 · 활용을 위한 법 · 제도 개선방안 연구가 필요

■ 세부과제별 주요내용에 대한 추진전략

1. (1세부과제) 3D 지하공간정보 연계·구축 기술 개발

구분	과제명	주요내용	추진전략
1세부과제	3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	• 기관별로 산재하여 있는 지하지층정보 표준화 및 연계 기술 개발 • 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발 • 도면 전산화 자료 기반의 건설정보모델 구축 기술 개발 • 비전산화 도면 자료 기반의 건설정보 모델 구축 기술 개발 • 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 기술 개발	• 효율적 정보연계 기술 개발 및 신속한 의사결정을 위하여 정보 보유기관(중앙부처 및 관리기관)의 정기적 협력회의 추진 • 연계 정보 활용성 향상을 위하여 공공 및 민간분야의 정보 활용 분야별 전문가 그룹 자문의견 수렴 • 연구개발사업에 대한 외부전문가(경제성 평가, 실용성 평가 등) 활용을 통하여 객관성을 확보하는 연구개발 추진
1-1 (공동)	3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	• 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구 • 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발 • 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발 • 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발	• 지하지층정보를 보유하고 있는 관련기관과의 협력체계 구축 • 신속한 연계표준 결정 및 연계체계 구축을 위한 정보 보유 기관 담당자 협조체계 구축 • 정보 활용성 확보를 위한 온톨로지 전문가 그룹 의견 수렴
1-2 (공동)	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	• 도면 전산화, 비전산화 자료 기반 3차원 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발 • 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발 • 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 구축 기술 개발 • 공학적으로 이용 가능한 국토지하지하정보 인프라 및 컨텐츠 개발 • 시멘틱 지하지질정보 온톨로지 기술 개발 • 3차원 지하지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발	• 국가 주요 시설인 지하공간 기반인프라의 지속적 정보 축적을 위하여 정부부처 및 관련 공사, 협회, 그리고 업체와의 유기적 협조체제 구축 • 3D 지질모델링 기술 개발 및 3D 지하정보 데이터베이스 구축을 위한 국내 연구역량 결집 • 지질/지적/토목 등의 분야 전문가들과의 유기적인 연구협력 체계 구축 기술협력자문위원회 운영 • 3D 지질도 활용분야와의 유기적 협력관계 구축을 통한 최종성과물의 품질확보 및 활용도 제고

2. (2세부과제) 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

구분	과제명	주요내용	추진전략
2세부과제	지하공간의 체계적인 개발 및 활용 기술 개발	• 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용서비스 제공을 위한 플랫폼 개발 • 지하공간에서 다중 통신망 및 UGPS 센서를 이용한 정밀 3차원 측위 기술 개발 • 지하공간 측위를 위한 UGPS 센서 및 통신 기능 탑재 이동단말 설계 및 개발	• 효율적으로 3D 지하공간정보를 가시화 분석할 수 있는 기술 개발 • 기존의 상용 측위 기술 포함한 다중 통신망 및 여러 내부센서의 융합시스템 개발 추진
2-1 (공동)	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	• 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발 • 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발 • 지하공간 R&D 시범 테스트베드 구축	• 효율적으로 3D 지하공간정보를 가시화 및 분석 할 수 있는 기술을 개발하여 3D GIS 서비스 품질 및 속도 향상을 추진함 • 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용서비스 플랫폼을 통하여, 개발된 연구개발결과물을 실질적이고 효율적으로 적용할 수 있도록 추진함
2-2 (공동)	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	• 지하공간을 위한 정밀 3차원 측위 알고리즘 개발 – 무선망 및 UGPS 센서에 적합한 측위 알고리즘 개발 – 고정밀 연속 측위를 위한 다중 측위기술 기반 융합 필터링 알고리즘 개발 • 지하공간에서 고정밀 측위를 위한 이동 단말기 개발 – 다중 무선망 및 UGPS 센서를 이용한 단말기 제작 • UGPS 관제 및 인프라 시스템 개발 – 효율적 지하공간 관리·활용을 위한 관제 시스템 기술 개발	• 다중 무선망 및 센서를 탑재하는 무선 이동단말기를 개발하고, 다양한 무선망과 센서정보 융합을 통해 이동체의 위치를 지하 3차원 공간상에서 연속적으로 정밀하게 추적할 수 있는 기술 중점 개발 • 실제 관제 및 인프라 시스템 구축을 통해 R&D 성과물의 성능을 검증하고, 다양한 수요처에 적합한 응용분야 확대

3. (3세부과제) 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

구분	과제명	주요내용	추진전략
3세부과제	지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	• 지하공간 효율적으로 활용할 수 있는 지원체계 기술 개발 • 지하구조물 및 지반침하 안전관리가 가능한 핵심 기술 개발 • 지하시설물 계측자료를 통합관리할 수 있는 표준화 솔루션 개발 • 계측자료들(빅데이터) 분석을 통한 시나리오별 위험 분석 및 가시화 서비스 제공 기술 개발	• 위험 시나리오별 계측자료 분류 및 분석 • 빅데이터 플랫폼 연동을 통한 센싱자료의 분류 및 분석
3-1 (공동)	지하공간 활용 지원체계 기술 개발	• 지하공간정보 활용 표준데이터 모델 개발 • 지하공간 구조 분석 및 표현 기술 • 지하공간 활용 지원체계 분석모형 • 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	• 지하공간정보 활용 표준 기반의 데이터 마트 구축 • 지하공간 분석정보의 다각적 시각화 • 지하공간의 체계적인 개발 및 활용 지원 • KOPSS와의 연계
3-2 (공동)	지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	• 지하공간정보와 연계한 지하구조물 및 지반침하 4안전관리 및 기술정보 서비스 플랫폼 개발 • 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공단계 안전관리 기술 개발 • 공용 중 지하구조물 및 방재시설물 정보화 및 안전관리 기술 • 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	• 국내외 자문 및 공동연구 추진 • 웹기반 DB 및 BIM 시스템 개발관련 출연(연), 학계, 전문업체를 중심으로 전문연구자가 공동 참여하는 산학연 연구단 형태로 국내 자체 개발 실시 • 개별 구성 시스템들의 수요처별 긴밀한 협조체재 및 의견수렴 창구를 운영하여 개발단계부터 시스템 활용도 제고 • 기술검증을 위한 테스트베드 추진
3-3 (공동)	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	• 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발 • 지하시설물 위험분야별 빅데이터 분석 및 대응추론 엔진 개발 • 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진 개발 • 기구축된 시설물의 지하공간정보를 활용하여 위험 시나리오별 가시화 성능 평가(테스트 베드 구축)	• 대상 지하시설물 선정 및 기관 및 재해 시나리오 별 데이터 연계 • 분야별 전문기관 및 전문가 집단의 위험요소 연관성 모델링 및 사례 시나리오 개발 • 빅데이터 플랫폼 연동

4. (4세부과제) 지하공간정보 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

구분	과제명	주요내용	추진전략
4세부과제	지하공간정보 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구	• 지하공간정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	• 지하공간정보 관련 법·제도 현황 및 관련 기관 조사 • 법·제도 개선을 위한 관련 기관 의견 수렴 및 협력체계 구축 • 효율적인 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선(안)도출

6절 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

□ 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

○ (1세부) 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발



그림 3.4 1세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

○ (2세부) 위치기반 지하공간정보 통합활용 체계 개발

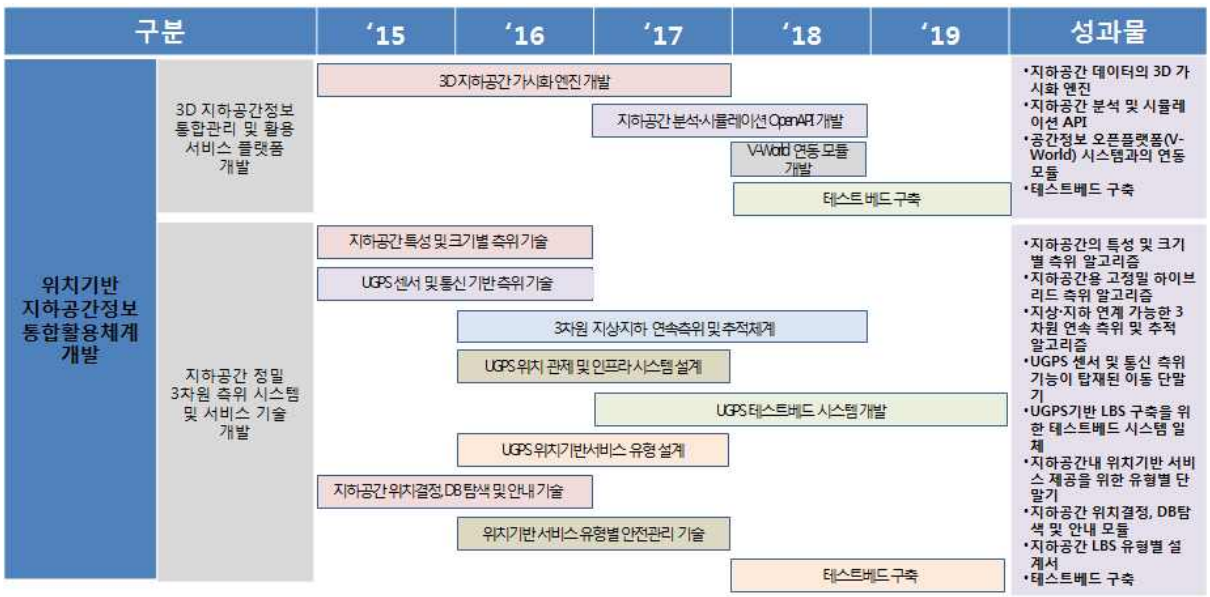


그림 3.5 2세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

○ (3세부) 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발



그림 3.6 3세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

○ (4세부) 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구



그림 3.7 4세부과제 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

□ 세부과제 별 핵심성과 도출

○ 1세부과제 : 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

1) 핵심성과명 : 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발

정의(설명)	3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화, 실시간 연계 기술, 모델링 및 통합DB 구축 기술 및 정보제공 · 활용 · 가시화 기술
설정사유	지하공간정보의 통합 · 활용 기반 마련을 위한 표준화 기반의 정보 연계 기술 개발과 이를 효율적으로 활용하기 위한 정보 제공 · 활용 기반 기술을 핵심성과로 설정
목 적	기관별로 산재하여 통합 · 활용이 어려운 지하지층정보의 표준화 및 연계기술 개발을 통한 통합 지하공간정보 연계 구축과 민간 · 공공분야 활용을 Open API, 시각화 기술 등의 서비스 기술 개발
성능목표	○ 4종 이상의 지하지층정보 연계 표준 (시추, 지질, 지하수, 광산 등) ○ 지하지층정보 연계 솔루션 및 통합DB 구축 S/W ○ 지하지층정보 활용 100종 이상의 Open API ○ 통합 지하지층정보 V-World 연계 및 시각화 S/W
수요처	건설, 방재, 환경분야 민간기업 국가 지하지층정보 수요 공공기관(중앙부처, 소속 및 산하기관, 지자체)
소요기간	2015년 ~ 2018년 (3 년)

2) 핵심성과명 : 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발

정의(설명)	3차원 건설정보모델 기반의 지하공간 기반인프라 정보 구축 및 DB 구축 기술 개발
설정사유	○ 국가 주요 시설인 지하공간 기반인프라의 경우 그 중요성에도 불구하고 정보 축적 및 체계화가 미흡한 실정이며, 구축된 정보의 경우에도 2차원 기반이 대부분임. 지하공간 기반인프라의 정보 인프라 체계를 3차원 객체기반의 건설정보모델을 기반으로 구축하고 자동화된 DB 구축 기술 개발을 통하여 지속적으로 관련 정보를 저장 · 축적 · 활용할 수 있는 기반을 마련할 수 있도록 함 ○ 3차원 지하정보는 국가차원에서 관리되어야 할 공공재적 성격의 국가적 중요정보로서 7대 지하시설물을 비롯한 지하구조물들의 주변 환경인 암석, 토층 및 지질구조로 구성된 필수 주제도로 '땅속의 지형도' 역할을 하는 3차원정보가 필요함
목 적	○ 기존 2차원 기반 지하공간 기반인프라 정보의 3차원화 및 체계적 DB 구축을 위하여 구조물의 3차원 정보모델 구축 기술 개발 및 DB 구축 자동화 기술 개발 ○ 지질학자들의 머리 속에만 들어 있던 '지하지질의 상황 및 형상 구조'를 토목건설 및 도시건설 계획·설계·시공·관리자 들이 직관적이고, 형상적으로 직접 볼 수 있는 '3D 지하정보 구축기술'을 개발함으로써 '건설/지적 계획 및 관리 분야'와 '토목 공정 설계, 시공 및 관리 분야'에 활용 목적을 갖음
성능목표	○ 건설정보모델 기반 3차원 지하공간정보 DB 구축 – 빠른 시간내에 지하공간 기반인프라의 건설정보모델 모델을 구축하기 위한 인프라 SW 기술 개발로서 지하공간정보의 도면 전산화/비전산화 자료를 기반으로 하여 건설정보모델 모델을 손쉽게 생성할 수 있는 기술 ○ 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 – 전산 혹인 비전산화된 도면 자료가 보관되지 않은 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축을 위하여 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용하는 기술개발로서 지하공간의 형태, 종류, 활용 방안에 따라 3차원 생성 기술 개발 – 구축된 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델의 저장 및 활용을 위한 데이터베이스 구축 기술로서, 자동화된 방법으로 지하공간의 데이터의 체계적인 분류 및 저장 ○ 지질시추조사자료 및 2차원 수치지질도 활용 3차원 지질정보 구축 – 3차원 지질도는 지질연구, 지하자원개발, 토목건설, 지하수개발 등 다양한 분야에서 활용할 수 있는 기반인프라정보로써, 사업초기에 활용분야의 니즈를 충분히 만족시킬 수 있는 방안을 마련하여 추진함. – 이를 위해 활용분야 별 요구사항 수집 및 분석을 통해서 활용분야별 3차원 지질도의 구성요소 및 정밀도를 결정하고, 자료포맷 등 활용 편의성을 고려하는 등 최종성과물의 활용도를 제고시킬 수 있는 방안을 마련하여 추진함 – 또한 3차원 지하정보 데이터베이스의 품질확보를 위해 지질·토목 분야 전문가를 비롯하여 공간DB/GIS 전문가 등 품질평가단을 구성하여 단계별 성과물에 대한 품질검사 및 품질평가를 실시함
수요처	국토교통부, 지자체, 방재청, 통계청, 토목건설회사등
소요기간	2015년 ~ 2018년 (3 년)

○ **2세부과제 : 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발**

1) 핵심성과명 : 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발

정의(설명)	지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진을 기반으로 한 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 서비스 플랫폼 및 테스트베드 구축
설정사유	지하공간정보가 평면적으로 표현되던 것을 3D 지하공간 가시화 엔진을 통하여 입체적으로 표현하고, 공간정보의 종합적인 분석이 가능한 OpenAPI를 제공
목 적	ㅇ 3D 지하공간정보 가시화 기술 확보를 통한 활용성 및 안전관리의 효율성 증대 ㅇ 세계 최초의 지하공간 데이터 3D 가시화 엔진 기술 개발을 통한 세계 시장 선점 기회 마련 ㅇ 종합적인 공간정보 분석 및 시뮬레이션 API를 개발 및 활용 기능을 시범적으로 구현
성능목표	ㅇ 3D 지하공간 가시화 엔진 개발 (기존기술 수준) 현재 없음 (개발기술 수준) 지하공간정보(지질, 시추, 관정, 7대 지하시설물) 3D 가시화 (개발기술 수준 설정근거) Node와 WebGL을 활용한 3D 지하공간 가시화 기술 개발 및 적용 ㅇ 3D 지하공간 가시화 엔진을 기반 분석 및 시뮬레이션 API 개발 (기존기술 수준) 현재 없음 (개발기술 수준) 시뮬레이션을 통한 입체적인 분석 (개발기술 수준 설정근거) 입체적이고 종합적인 분석이 가능한 API 기술 개발 및 적용 ㅇ 활용 테스트베드 구축 (기존기술 수준) 현재 없음 (개발기술 수준) 테스트베드 구축 (개발기술 수준 설정근거) 일부지역을 선정하여 테스트베드 구축하고 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 활용 기술 적용
수요처	중앙부처, 공공기관, 지자체
소요기간	2015년 ~ 2020년 (5 년)

2) 핵심성과명 : 지하공간에서 실시간 고정밀 측위 기술 기반의 위치기반 서비스

<table>
<tr><td>정의(설명)</td><td>지하공간에서 무선단말을 이용한 실시간 위치측의 기술 및 지하공간의 체계적 개발 · 활용을 위한 위치기반 서비스 기술</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td>인프라 부재에 따라 지하공간에서 사용이 불가능한 GPS와 같은 기존 상용 측위기술의 한계점을 극복할 수 있는 고정밀 측위 기술 확보</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td>지하공간에서 다중 무선통신망 및 관성항법장치를 이용한 측위 기술을 개발하여 실시간 고정밀 개인 위치 제공</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td>○ 다중 통신무선망 및 최근 IT기술의 융합을 통한 지하공간 측위 기술
(기존기술 수준) 지상(실외)에서만 측위 가능하며, 일부 기술은 극히 제한적으로 실내 측위 가능하지만, 지하공간에서 측위 기능 제한
(개발기술 수준) 지하공간에서 수m의 측위정확도를 가지며, 지상 기술과 연계를 통해 지하 · 지상공간(실내외)에서 끊김없는 위치추적 가능
(개발기술 수준 설정근거) 다중 기술 융합을 통한 측위정화도 향상
<table>
<tr><th>항목</th><th>기존 기술</th><th>개발기술 수준</th><th>개발 주안점</th></tr>
<tr><td>측위정확도</td><td>측위불가능</td><td>1m 내외</td><td>지하공간에서 다중 기술 융합을 통한 고정밀 측위</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>수요처</td><td>국토해양부, 지자체, 방재청, 네비게이션 업체, 위치기반서비스 앱/웹 업체 등</td></tr>
<tr><td>소요기간</td><td>2015년 ~ 2020년 (5 년)</td></tr>
</table>

○ **3세부과제 : 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발**

1) 핵심성과명 : 지하공간 활용 지원체계 기술

정의(설명)	지상·지하공간을 연계한 입체적인 정책수립 및 공간계획 지원과 지상공간과 연계한 지하공간의 활용을 지원하는 기술
설정사유	ㅇ 도시의 입체적인 개발 및 활용을 위해서는 지상뿐만 아니라 지하공간에 대한 정책·계획수립 및 활용 등을 지원할 수 있는 기술이 요구됨 ㅇ 개별적으로 관리되고 있는 다양한 지하공간정보를 토대로 지하공간에 대한 정책·계획수립과 활용을 지원하기 위해서는 표준, 분석, 표현, 공유 등에 관한 기술개발이 필요함
목 적	지상의 토지이용 한계, 지상 도시문제점을 해결하기 위한 지상 · 지하공간의 입체적인 도시공간 이용계획 및 활용을 지원하고자, 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술 개발
성능목표	ㅇ 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발 – 개별적으로 관리되고 있는 지하공간의 행정, 공간, 기타 등의 정보를 통합된 DB로 구성하고, 지하공간정보의 추출 및 가공, 공유 · 활용을 위한 표준데이터 모델 구축 ㅇ 지하공간 구조 분석 및 표현 기술 – 지하공간 분석지원을 위한 지하공간정보의 분석 및 다각적 시각화 기술 개발 ㅇ 지하공간 활용 지원체계 분석모형 – 지하공간의 체계적인 개발 및 활용 지원을 위한 지하공간설계분석, 지하공간현황분석, 지하시설계획분석, 재난정보활용분석이 가능한 ‘U-KOPSS 분석모형’ 개발 ㅇ 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술 – 지상 · 지하공간의 연계한 지하공간의 활용과 입체적인 공간계획 지원을 위해 KOPSS 와의 연계 및 확장 기술 개발
수요처	중앙정부, 지자체에서의 지하공간 계획 및 정책수립, 민간기업에서의 지하공간 개발 등에 활용
소요기간	2015년 ~ 2020년 (5 년)

2) 핵심성과명 : 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술

정의(설명)	지하구조물 계획/조사/설계/시공 및 유지관리 단계에서 발생되는 구조물 파괴 및 손상요인과 도심지 싱크홀을 포함한 지반침하로 인한 다양한 사고요인을 파악하고 이에 대한 경제적 기술적 최적 대응을 위해 활용될 수 있는 다양한 기술정보 생산 및 서비스 기술
설정사유	ㅇ 터널 시공 중 중대규모 붕괴사고 빈번※ 발생하지만 계획/설계단계 및 시공단계시 체계적인 사고저감 대응체계 부존 ※ 평균 20건/년, 약 1000억원 예산 손실 경향(한국건설기술연구원, 2009) ㅇ 2012년 2월 인천지역 지반침하(싱크홀)로 1인이 전복되고 오토바이 운전자 1명이 사망하는 사고 발생, 미국 및 중국에서도 수십명의 인명피해 및 건축물 유실을 불러오는 중대규모 싱크홀 및 지반침하 빈번 발생. 그럼에도 국가적 상시 대응체계와 기술적 관리체계 부존 상태이며, 국가 차원의 지반침하 재해 대응 기반 마련을 위한 기술개발 투자가 전무한 상황
목 적	ㅇ 지반 및 지하구조물에 대한 신뢰도 높은 정보 확보 및 운용을 통해 효율적인 지하구조물 건설공사 계획 수립 및 시공비용 절감 ㅇ 국가차원의 국가 기반시설 건설상의 붕괴 사고 및 인명피해 저감을 위한 국가적 시스템 마련을 통해 사회적 불안감 저감 및 국가 공사손실 가능성 최소화 기대 ㅇ 지하시설물 특성을 반영한 재난 · 방재 정보의 통합 · 연계로 문제 발생시 신속한 대응 및 부처간 효과적 협력 가능 ㅇ 수직/수평입체적 지하공간정보 활용을 통해 안전사고 발생시 직관적 정보공유 및 신속한 대응 가능 ㅇ 터널 등 지하구조물 설계, 시공 및 유지관리상의 체계적인 안전관리 유도를 위한 터널설계기준 및 시방서 개정 기반 마련 ㅇ 도심지내 싱크홀 발생 예측과 발생 후의 신속한 대처 시스템 개발을 통해 사회적, 경제적 비용 감소 기대 ㅇ 국가차원의 싱크홀 및 지반침하 재해 대응 가이드라인 및 대응 정책 최초 수립
성능목표	ㅇ 터널 설계안 위험도 시뮬레이션 가능 여부 ㅇ 터널 시공 중 안전 시공관리 체계 확보 여부 ㅇ 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 체계 확보 여부 ㅇ 이종 지반조사 정보의 통합 분석 및 3D 가시화 여부 ㅇ 지하공간정보와 연계한 지하구조물 및 지반침하 안전관리와 기술정보 서비스 테스트베드 운영/검증

수요처	ㅇ 지하구조물 건설 계획 수립 지원(수요처: 국토부, 지자체 등) ㅇ 지하구조물 설계 및 시공 안전관리를 위한 지원 시스템으로 활용(수요처: 국토부, 지자체 등) ㅇ 해외 지하구조물 건설 공사 입찰을 위한 설계안 위험도 및 비용 검토 지원 시스템으로 활용(수요처: 국토부, 지자체 등) ㅇ 공용 지하구조물 안전진단 사업 관리 및 예산 운용 기반 시스템으로 활용(수요처: 지하구조물 유지관리 주체) ㅇ 싱크홀 및 지반침하 국가재해 관리 기반 시스템으로 활용(수요처: 도심지 대국민 재해 관리 주체)
소요기간	2015년 ~ 2020년 (5 년)

3) 핵심성과명 : 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진

정의(설명)	지하시설물(상수도, 가스, 전력, 지하철, 공동구 등)에서 발생하는 이기종 실시간 데이터를 취합하여, 위험 분야별(토목, 소방, 재난 등) 빅데이터 위험분석 및 선제적 대응추론 엔진
설정사유	○ 지하공간정보는 국가적 차원의 핵심시설정보로 보안 및 위험관리의 필요성이 매우 높은 정보임 ○ 지하공간에서의 안전사고는 대형참사로 직결되는 경우가 많기 때문에, 안전사고의 선제적 대응을 위한 높은 수준의 대응 인프라 필요 ○ 국가차원의 통합 의사결정 지원체계를 위한 종합적이고 일원화된 국가차원의 지하공간 안전관리 의사결정체계 구축을 위한 인프라 필요 ○ 범 국가적 지하공간 안전관리를 위한 빅데이터 기반의 통합관리 기술개발 필요
목 적	일원화된 지하공간 안전관리를 위하여 현재 기관별로 수집 · 관리되는 지하시설물에 대한 센싱 정보들을 통합 관리하기 위한 표준화 솔루션이 필요하며, 지하공간 위험 분야별 재해 시나리오를 바탕으로 센싱된 정보들(빅 데이터)의 분석을 통하여 위험요소의 선제적 대응을 위함
성능목표	○ 지하시설물 계측 자료 수집 및 관리 기술 (기존기술 수준) 관리 주체별 개별 관리 (개발기술 수준) 7대 지하시설물(상수도, 가스, 전력 등)과 지하공간의 이기종 센싱정보를 실시간으로 수집하여 통합관리할 수 있는 표준화 솔루션 (개발기술 수준 설정 근거) 빅데이터 분석 엔진 개발 시 모든 계측 자료의 통합관리가 필수적임 ○ 지하공간 안전관리를 위한 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진 (기존기술 수준) 빅데이터를 이용하여 재난 운영방안 및 이슈탐지 기법 연구(국립재난안전연구원, 2013) 사업 추진 중 – 빅데이터를 이용한 지하공간 안전 관리 관련 기술 없음 (개발기술 수준) 계측정보의 연관성 모델링 및 위험분야별 사례 시나리오 개발을 통한 빅데이터 분석 엔진 개발 (개발기술 수준 설정 근거) 계측정보들(빅데이터) 통합 분석하여 지하공간 안전관리에 활용함
수요처	국토교통부
소요기간	2015년 ~ 2020년 (5 년)

○ **4세부과제 : 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구**

1) 핵심성과명 : 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

정의(설명)	체계적인 지하공간정보의 통합 · 활용을 위한 정보 연계, 구축, 개발, 활용 및 안전관리와 관련된 법 · 제도 개선방안 연구
설정사유	지하공간정보와 관련된 다수의 개별법의 개선을 통하여 체계적인 지하공간정보의 통합 · 활용을 위한 기반 마련을 목적으로 함
목 적	○ 개별법으로 구축 및 관리되고 있는 지하지층정보의 연계 · 통합 기반 마련 ○ 지하공간정보 구축과 관련된 제도 미비로 인한 체계적인 지하공간정보 구축 기반 마련 ○ 효율적인 지하공간의 개발 및 관리를 위한 기반 제도 마련 ○ 안전한 지하공간 관리를 위한 지하공간의 안전관리 관련 기반 제도 마련
성능목표	○ 지하공간정보 통합 연계를 위한 법 · 제도 개선방안 보고서 – 개별법의 구체적인 현황 파악 및 분석을 통한 지하공간정보 통합 · 연계 관련 법 · 제도 개선(안) 도출 ○ 지하공간정보 통합 구축을 위한 법 · 제도 개선방안 보고서 – 지하공간정보의 구축을 위한 관련 법 · 제도 개선(안) 도출 ○ 지하공간정보의 통합 개발 및 관리를 위한 법 · 제도 개선방안 보고서 – 입체적인 지하공간의 개발 및 관리를 위한 관련 법 · 제도 개선(안) 도출 ○ 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법 · 제도 개선방안 보고서 – 지하공간의 체계적인 안전관리를 위한 관련 법 · 제도 개선(안) 도출
수요처	중앙부처, 공공기관, 지자체
소요기간	2016년 ~ 2017년 (2 년)

7절 성과의 활용방안

표 3.5 성과의 활용방안

구분		과제명	성과물	활용방안
연구단 총괄		지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 연구단		
	1세부 과제	3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발		
	1-1 (공동)	3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	• 3D 지하지층정보 연계 표준화 지침서 • 3D 지하지층정보 연계 및 구축 S/W • 3D 지하지층정보 활용을 위한 지하지층정보 활용 Open API • 3D 지하지층정보 V-World 등 제공·연계·시각화 S/W	• (수요자) - 지하공간정보 구축 및 활용 관련 중앙부처, 시·군·구 지자체 및 공공기관 - 건설 관련 설계사 및 시공사 등 • (활용방안) - 시추, 지질, 관정정보 등 지하지층정보의 국가 연계·통합 표준 제시 - 실시간 기반의 지하지층정보 연계·구축 시 기반 S/W로 활용 - 건설, 방재 및 지하지층정보를 필요로 하는 기관의 3D 지하지층정보 활용을 위한 Open API 제공 - 3D 지하지층정보의 제공·연계를 위한 V-World 연계 기반 기술 마련
	1-2 (공동)	3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	• 도면 전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W • 비전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W • 건설정보모델 기술 기반 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W • 심도별 지하공간 기반인프라 정보 DB 자동화 S/W • 지하공간정보 활용 컨텐츠 구축 S/W • 온톨로지 기반의 지하공간정보 기반인프라 정보 제공 엔진 • 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	• (수요자) - 지하공간정보를 활용하는 중앙부처 및 시·군·구 지자체 • (활용방안) - 지하공간 기반인프라 정보를 관리하는 중앙부처 및 시·군·구 지자체에서 기반데이터를 납품받아 DB구축 시 활용 - 도면 및 비전산화 도면자료와 3D 정밀측량을 기반으로 하는 건설정보모델 구축 기반 S/W 제공 - 지하구조물정보 및 지질정보 구축을 위한 스키마 및 테이터베이스 구조 개발을 위한 기반기술 활용

2세부 과제	위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발		
2-1 (공동)	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	• 3D 지하공간정보 가시화 엔진 • 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API • 공간정보 오픈플랫폼(V-World) 시스템과 연동 모듈 • 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드	• (수요자) - 지하공간정보를 활용하는 중앙부처 및 시·군·구 지자체 • (활용방안) - 각 중앙부처, 공공기관, 지자체가 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼을 통하여 통합된 지하공간정보간의 수평적 관계, 상하 관계, 로테이션 관계 등을 이용하여 종합적이고 입체적인 분석에 활용 - 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼이 제공하는 분석 및 시뮬레이션 API를 활용하여 사용자가 필요한 지하공간정보를 이용한 자체 시스템 개발하는데 용이 - 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 상에 V-World의 OpenAPI 연계(지상공간정보, 좌표계 등)를 통하여 지상과 지하를 통합적으로 관리 - 각각의 지하공간정보(지질, 시추, 관정, 7대 지하시설물 등)를 통합적으로 분석 및 활용할 수 있는 지역을 선정(서초·강남 지역)하여 실증 테스트베드
2-2 (공동)	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	• 지하공간의 특성 및 크기별 측위 기술 알고리즘 • 지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘 • UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동단말기 • UGPS기반 LBS 구축을 위한 테스트베드 시스템 일체	• (수요자) - 재난 및 안전사고 및 소방인력(소방방재청) - 지하구조물 건설현장의 건설인력 - 지하상가 및 지하철역사 내 민간 사용자 • (활용방안) - 지하공간 특성 및 크기별 알고리즘 개발을 통하여 국가 원천기술 확보 및 세계시장 경쟁력 확보 - 지하상가 및 지하철역사와 내 민간 사용자,

			• 지하공간내 위치기반 서비스(LBS) 제공을 위한 유형별 단말기 • 지하공간 위치결정, DB 탐색 및 안내 모듈 • 지하공간 LBS 유형 설계서 • 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드	지하구조물 건설시공 현장에서의 건설인력, 그리고 사고현장 투입요원 등을 위한 위치정보 및 위치기반 서비스 제공이 가능 – 지상/지하 연속측위 및 추적기술은 위치기반 서비스의 다양성을 증가 및 사회 안전망 구축의 기반 마련 – 광산업과 같은 지하공간 산업분야 및 건물 지하에 위치한 주차장 등의 시설물에서 통신 및 측위(위치결정) 기능을 제공 및 재난 및 응급상황 시 소방대원 작업 지원 가능 – 산업 분야별, 환경별, 서비스 유형별 단말기 개발 – 지하공간 측위모듈 상업화와 기술이전을 통해 다양한 산업분야에 적용 – 정부관계자 및 민간사업자에게 위치기반 서비스 모델 및 매뉴얼을 제시 – 테스트베드 시스템은 국가 R&D 기술 통합 및 기술력 검증을 위해 사용 가능
3세부 과제	**지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발**			
3-1 (공동)	지하공간 활용 지원체계 기술 개발		• 지하공간정보 활용 표준 데이터모델 생성 모듈 • 지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션 • 지하공간 활용 지원체계 분석모형 • 상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원 시스템	• (수요자) – 지하공간 개발 및 활용을 위한 정부, 공공, 민간기관 – 국토교통부, 안전행정부, 소방방재청, 지자체, 공간정보산업진흥원, 민간건설사 등 – 다양한 분석서비스 제공 기업, GeoBI서비스 기업 등 • (활용방안) – 지하공간정보 활용 표준 데이터모델 생성 모듈은 다양한 기관에서 개별적으로 관리하고 있는 데이터를 공동으로 활용가능

			– 지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션과 분석모형은 다양한 수요처에서 지하공간 개발 정책수립, 계획수립, 관리계획 수립, 활용계획 수립 등에 활용 가능 – 지상부분에 대한 서비스를 제공하고 있는 V-World 및 KOPSS 등과 연계하여 공간에 대한 입체적 활용 가능
3-2 (공동)	지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	• 지하공간정보 연계 터널 시공 중 위험도 평가 및 관리 시스템 • 터널 및 지하공간의 유지관리 정보화 시스템 • 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리 시스템 • 지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템 • 국가 지하구조물 안전시공 및 유지관리 매뉴얼(지침) • 지하구조물 및 지반재해 대응체계 운용을 위한 지하공간정보 빅데이터 구축 추진방안	• (수요자) – 국토부 등 지하구조물 사업 발주기관 – 건설 설계사 및 시공사 – 지하구조물 유지관리 주체 – 도심지 대국민 재해관리 주체(소방방재청) 등 • (활용방안) – 지하구조물 사업을 발주하는 기관에서느 지하구조물 건설 계획 수립 지원 – 지하구조물 설계 및 시공 안전관리를 위한 지원 시스템으로 활용 – 해외 지하구조물 건설공사 입찰을 위한 설계안 위험도 및 비용 검토 지원 시스템으로 활용 – 공용 지하구조물 안전진단 사업 관리 및 예산 운용 기반 시스템으로 활용 – 도심지 지반침하 국가재해 관리 기반 시스템으로 활용 – 지하구조물 건설사업 계획 수립 및 지반침하/지하구조물 안전관리를 위한 대정부 의사결정 지원 시스템 – 민간기관(설계사 및 시공사) 대상 지하구조물 계획/설계/시공/유지관리 지원 서비스 제공
3-3 (공동)	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	• 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션(S/W) • 위험분야 별 빅데이터	• (수요자) – 중앙부처, 시·군·구 지자체, 재난관련부처, 시설물 관리책임기관 등

		분석 및 대응 추론 엔진(S/W) • 위험분야 별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진(S/W) • 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드	• (활용방안) – 해당 수요기관에 안전관리를 위한 센서 및 기기의 데이터 표준요구사항, 이종 센서데이터들의 데이터 활용을 위한 데이터 표준모델링, 빅데이터 기반의 안전관리를 위해 필요한 데이터 수집인프라 모델 제시 가능 – 해당 시설물에 대한 통합안전관리 시스템 구축 및 활용방법 제공 및 위험분야에 대한 분석 및 추론엔진의 현장 최적화 방안제시 – 안전관리 및 사고대응 시에 신속한 선제 대응을 가능케 하는 안전관리 지휘통제시스템으로 활용가능
4세부 과제	**지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발**		
4 (공동)	지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	• 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구 • 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구 • 지하공간정보 통합 안전관리를 위한 법제도 개선방안 연구 • 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	• (수요자) – 중앙부처, 시·군·구 지자체, 재난관련부처, 시설물 관리책임기관 등 • (활용방안) – 지하공간정보의 연계, 구축, 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발 시 이를 체계적으로 적용하기 위한 중앙부처 및 관련기관의 기반 제도 개정 및 제정을 위한 기반 기초자료로 제공 가능

8절 테스트베드 선정·구축 전략

○ 본 기획과제에서 도출한 세부과제별 활용성을 검증하기 위하여 테스트베드의 구축이 필요함. 따라서 세부과제별로 테스트베드 선정을 위한 협의 및 구축 전략을 제시하고자 함

가. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발 테스트베드 구축 방안

○ 테스트베드 요구사항 정의 및 선정

- 3D 지하지층정보(시추, 광산, 관정), 지하시설물정보(가스, 통신 등) 및 지하구조물정보 구축이 가능한 지역 선정 필요

○ 공간적·지역적 요구조건사항 정의

- 지하지층정보가 모두 균질하게 분포된 지역
- 지하시설물 및 매설물이 다수 분포되어 있는 도심지역

○ 인프라 및 운영·테스트베드환경 요구사항 정의

- 지하지층정보 연계를 위한 DB구축 및 보유 기관 협조체계
- 3차원 지하공간정보 적용 및 활용가능 지역(지자체)

○ 테스트베드 선정방안

- 지하공간정보 보유 및 활용가능 기관(지자체)와의 공동연구수행 가능성 검토

○ 협력대상자와의 테스트베드구축 세부협의 방안

- 테스트베드 활용 가능 지역 우선순위 선정 및 해당지역 답사
- 테스트베드 구축 및 운영 방안 협의

○ 현재 서울시 정보회기획단 공간정보담당관과의 협의를 통하여 지하공간정보를 다수 보유하고 있는 강남, 서초구 지역을 테스트베드 대상으로 1차 협의



그림 3.8 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발 테스트베드 협의 사항

나. 지하공간 정밀 3차원 측위시스템 및 서비스 기술 개발 테스트베드 구축 방안

○ 테스트베드 요구사항 정의 및 선정

- 다양한 형태의 지하공간의 정밀 위치측위가 가능한 복합지하공간 선정 필요

○ 공간적·지역적 요구조건사항 정의

- 다양한 종류의 지하공간을 보유하고 있는 지역
- 지하공간 간의 연계성이 확보된 지역

○ 인프라 및 운영·테스트베드환경 요구사항 정의

- 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 활용 가능 지역(지자체)

○ 테스트베드 선정방안

- 측위 서비스 기술 구현을 통한 기술 실효성 검증 가능 지역
- 관할 지자체와의 협의를 통한 복합지하공간 테스트베드 선정

○ 협력대상자와의 테스트베드구축 세부협의 방안

- 테스트베드 활용 가능 지역 우선순위 선정 및 해당지역 답사
- 테스트베드 구축 및 운영 방안 협의

○ 현재 서울시 정보화기획단 공간정보담당관과의 협의를 통하여 지하상가, 지하철 역사 등이 혼재하여 존재하는 잠실 복합지하공간을 테스트베드 지역으로 1차 협의



그림 3.9 지하공간 정밀 3차원 측위시스템 및 서비스 기술 개발 테스트베드 협의 사항

다. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발 테스트베드 구축

○ 테스트베드 요구사항 정의 및 선정

- 현재 지하공간 건설공사가 수행되며, 지속적인 안전관리 기술을 테스트할 수 있는 건설현장

○ 공간적·지역적 요구조건사항 정의

- 가시설물 및 터널 현장이 복합적으로 혼재한 건설현장
- 지반침하 등의 우려가 있는 도심지역의 건설현장

○ 인프라 및 운영·테스트베드환경 요구사항 정의
- 지하구조물 및 지반침하 안전관리기술 활용가능 지역(지자체)
○ 테스트베드 선정방안
- 안전관리 기술 적용을 통한 기술 실효성 검증 가능 지역
- 관할 지자체와의 협의를 통한 지하공간 테스트베드 선정
○ 협력대상자와의 테스트베드구축 세부협의 방안
- 테스트베드 활용 가능 지역 우선순위 선정 및 해당지역 답사
- 테스트베드 구축 및 운영 방안 협의

○ 현재 서울시 도시건설본부와의 협의를 통하여 현재 건설이 진행 중인 지하철 9호선 3단계 건설현장을 테스트베드 지역으로 1차 협의



그림 3.10 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발 테스트베드 협의 사항

라. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 테스트베드 구축 방안
○ 테스트베드 요구사항 정의 및 선정
- 이기종의 센싱 데이터 기반의 지하공간 안전관리가 가능한 테스트베드 선정
○ 공간적·지역적 요구조건사항 정의
- 다양한 형태의 지하공간 센싱 데이터를 계측 및 모니터링 하고 있는 지역
○ 인프라 및 운영·테스트베드환경 요구사항 정의
- 위험분야 별 빅데이터 분석 및 추론을 통한 안전관리 기술 활용가능 지역(지자체)
○ 테스트베드 선정방안
- 소방방재청과의 협의를 통한 테스트베드 지역 선정 검토
- 센싱 정보 관리기관과의 협의를 통한 테스트베드 선정 검토
○ 협력대상자와의 테스트베드구축 세부협의 방안
- 테스트베드 활용 가능 지역 우선순위 선정 및 해당지역 답사

- 테스트베드 구축 및 운영 방안 협의

○ 소방방재청과 센서정보 모니터링을 관리기관과의 협의를 통한 테스트베드 지역 선정 필요



그림 3.11 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발 테스트베드 협의 사항

9절 연구수행체계 제안

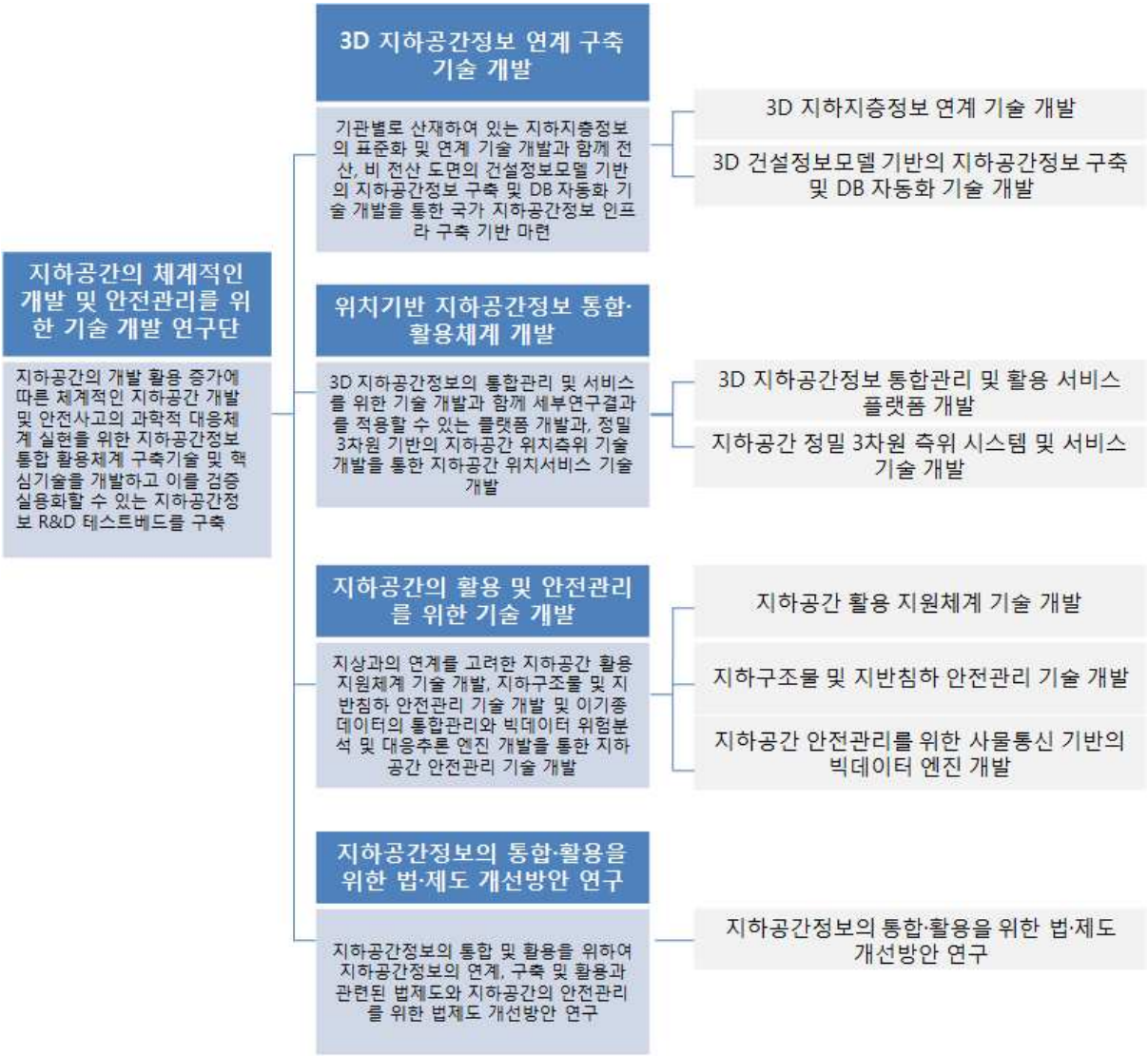


그림 3.12 연구수행체계

4장 사전타당성 검토

1절 정책적 타당성

□ 정부 정책기조에의 적극적 부응

○ 정부는 선도형 창조경제, 융합을 통한 혁신을 포함하는 국정목표를 제시하고 창조경제 실현계획을 세우며, 이를 구현하기 위한 부처별 추진과제를 종합한 '창조경제 실현계획'을 발표하였으며, 국토교통부에서도 고부가가치 ICT 융합 건설기술을 확보하고 도시계획, 그린에너지 인프라 등 미래시장 선점을 위한 원천-실증 전주기 기술을 확보 추진하고 있음

○ 국토교통부는 국정과제 실천계획의 IT융합 공간정보산업 육성, 기존 산업의 창조산업화, 해외건설 포트폴리오 다변화 및 건설 ENG역량 강화를 제시하며 IT·모바일 기술과 융합하는 공간정보 활용산업을 육성하여 고부가가치 청년일자리를 창출하는 신성장동력산업으로 육성·지원함

○ 또한 위와 같은 정책 기조에 부응하기 위하여 국토교통부는 국토의 효율적 관리·활용을 위한 3차원 공간정보 구축사업 및 국토공간계획지원체계(KOPSS) 사업을 수행하여 전국토를 대상으로 3차원 공간정보를 구축하고 지적, 지하시설물, 건축물 등 다양한 공간정보와 연계함으로써 언제나 원하는 곳의 3차원 공간정보를 제공하기 위한 목적으로 2009년부터 3차원 공간정보 구축사업을 추진하고 있음

○ 본 과제 역시 "건설교통 R&D 중장기계획(2013~2017)"과 "제3차 과학기술기본계획(2013~2017)" 등 국토교통부에서 수행하고 있는 주요 R&D 정책과 그 방향을 같이 한다는 점에서 추진 타당성이 있다고 할 수 있음

□ 지하공간 구조물 정보화 및 활용 기반 선진화 추진

○ 국토교통부는 지국내의 지하공간 설계 및 시공자료 일부는 국토부의 CALS사업을 통해 DB화 및 정보 관리가 정책적으로 이루어 지고 있음. 현 단계에서는 이러한 방대한 정보를 이미지 형태나 텍스트 형태로 단순 저장하는 수준에 머물고 있음. 이에, 본 사업을 통해 지하구조물 관련 정보의 활용 가능성을 높이고 선진국 수준으로 향상 시킬 수 있을 것으로 기대

○ 해외의 경우는 정책적으로 DB화 된 지반정보를 기반으로 터널 및 지하공간 개발에 효과적으로 활용하기 위하여, 다양한 지반자료 분석 모델개발을 통해 3차원 지질구조도 작성 및 정보 서비스를 제공하는 등의 전주기적 정보화 및 서비스 정책을 펴고 있음.

○ 선진외국에서 정보화 기반 의사결정을 위해 SOC 시설의 전주기적 LCC(Life Cycle Cost, 생애주기비용) 분석 및 자산관리가 정책적으로 추진되어 시스템화 되고 있음. 이에, 국내에서도 이러한 세계적 기술 추세에 시급히 부응할 필요

□ 안전하고 효율적인 지하공간 활용 체계 구축

○ 국토교통부는 지하공간의 개발 및 활용을 위한 관련 법·제도 개선 및 공간정보 구축을 추진하면서 활용도와 부가가치가 높은 실내공간정보를 국가 핵심공간 정보로 구축·관리하기 위하여 기본공간정보로 추가 지정하였으며 그 일환으로 "국가공간정보에 관한 법률 시행령" 개정을 통하여 지하공간에 관련한 공간정보 구축을 추진하였음

○ 국토교통부는 창조경제와 정부 3.0의 핵심동력으로 부상하고 있는 공간정보를 통한 융복합 활성화로 공간정보산업의 질적 도약을 이루기 위해 제5차 국가공간정보정책 기본계획('13～'17)을 수립, 최종 확정하였으며, 국가적 차원의 지하공간의 체계적인 개발과 활용을 위하여 지하공간 활성화 방안 및 법·제도 개선에 관한 연구가 진행되고 있음

○ 서울특별시에서는 2006년 "지하공간 종합기본계획 수립"을 시작으로 지하공간 안전관리를 위한 지하공간 시설물 설치 가이드라인의 수립 등의 지하공간 개발 및 안전관리에 관한 정책을 수립하고, 2008년에는 과밀화되고 교통체증이 심해지는 도심지의 한계를 극복하고 안전한 지하공간의 관리를 위한 지하공간 활용에 관한 기본계획 및 시설물 설치 가이드라인 등을 수립

○ 소방방재청은 국가재난대응체계 구축을 위하여 기관별로 산재하여 있는 지하지층정보를 구축하기 위하여 관련 규정하고 제정하였음

2절 기술적 타당성

□ 3차원 기술을 활용한 지하공간 정보의 통합적·체계적 관리

○ 현재 국토교통부, 소방방재청 및 서울시에서 지하매설물정보를 포함한 실내공간 정보 구축과 관련된 기술들을 개발하고 있으며, 복잡한 실내구조를 현실과 동일하게 재현한 3D 지도를 구현하고, 이를 경량화 하여 모바일 서비스까지 함께 고려되고 있는 수준에 이르고 있음

○ 지하공간에 대하여 레이저 스캐너 장비를 이용하여 지하공간을 3차원으로 측량하고 각종 시설정보들을 입력하여 DB를 구축하는 노력을 기울이고 있으나 현재 지하철 역사에 대한 공간정보 구축 이외의 지하매설물의 3D 공간정보 구축에 대한 기술개발을 거의 전무한 상태이며 본 연구를 통해 기존의 다양한 지하공간 정보의 3차원화를 위한 기술개발이 이루어 질 것으로 기대

○ 대부분 2차원 기반의 문서화 형태의 DB로 제공되고 있는 기존의 정보 체계에서 한 단계 개선된 3차원 기반 지하공간정보 구축을 통한 정보관리가 필요한 시점이라 할 수 있으며, 지하지층정보, 지하시설물정보, 지하매설물정보로 구분되고 있는 지하공간정보의 3차원 화를 통하여 지하공간 정보의 통합적·체계적 관리가 가능하게 될 것으로 기대

□ 자동화된 3차원 지하공간정보 구축 및 DB화

○ 건설 분야의 정보 모델을 구축하는 3차원 건설정보모델링 기술은 다양한 건설 분야에 활용 중이며, 기술혁신 영역으로 선정되었으며, 각 시공사에서는 3차원 기반 공사관리시스템을 구축하여 현장 관리체계 및 3D 정보모델 구축, 공종간섭 및 시공성 검증 효과 확인, 지하철 현장의 BIM 도입을 통한 시공성 검토, 2D도면의 철근물량 검토 등을 수행하는 등 다양한 방면으로 3차원 정보가 활용되고 있음

○ 대표적인 지하구조물 중 하나인 지하철 현장에서도 3차원 건설정보모델링 기술이 적극적으로 활용하여 개착공법 적용시 지장물 이설문제, 극심한 교통체증, 환경 민원문제, 인접구조물 안정성저하 등 많은 시공상의 어려움 극복하고 있음

○ 현재까지 매뉴얼한 방법으로 구축되고 있는 3차원 건설정보모델링 기술을 극복하고 향후 자동화된 3차원 지하공간정보 구축 기술 개발을 통하여 각 기관에서 추진중인 지하공간정보의 3차원 화를 적극 지원할 수 있을 것으로 기대

□ 지하공간정보 3차원 플랫폼 개발을 통한 지하공간의 체계적 활용가능성 증대

○ “3D 지반기초정보 활용시스템” 은 2011년 건설 시추정보 전산화 사업을 통해 시

범 기술구현 후 2012년도 사업부터 본격적인 시추정보 3D 정보 구축 및 3D 활용 시스템의 개발보급을 추진 중

○ 2013년 국토교통부는 “3D 지하시설물 관리 시범 시스템”을 지하시설물 통합체계 구축·운영관리 사업에서 구축하여 강남역 인근 지역을 대상으로 7대 지하시설물을 입체적으로 관리하기 위한 시범 사업을 진행 중이며 이와 같은 지속적 기술개발을 통하여 지하공간정보 3차원 플랫폼 개발을 위한 기반기술 중 하나로써 활용 될 수 있을 것으로 기대

□ 가용 지하공간 정보의 활용성 증대 노력 시급

○ 터널의 건설/공용단계에서는, 지반정보 및 지하공간 정보의 공간정보화 기술 수준에 비해, 정보화된 기초정보의 공학적 활용을 위한 정보의 분석 및 재 가공 기술이 매우 미흡한 수준으로 파악됨. 따라서, 정보 활용도 증대를 위한 고 부가가치 정보로의 재가공 기술 노력이 절실

○ 지하공간자료의 정보화는 CALS사업, 도로통합관리시스템(HMS) 등에 시도된 바 있으나, 단순 이미지나 텍스트 형태로 단순 저장·관리되는 형태. 터널 설계 및 현장관리 지원을 위한 GIS기반 툴 개발은 한국건설기술연구원과 서울대학교를 중심으로 연구개발이 진행되어 왔으나, 특정 현장을 대상으로 한 시스템 유형. 따라서 범용적으로 적용가능한 기술기반 마련이 시급

○ 해외에서도 터널 정보의 GIS DB화와 가시화를 통한 단순 설계 및 시공관리 효율화 지원 시스템이며, 터널 빅데이터와 연계된 중요 의사결정에 긴요한 고부가가치 정보제공 툴 개발 연구는 미흡한 실정인 것으로 파악됨. 따라서, 고부가가치 정보화 기술과 연계된 정보 서비스 모델 구축이 긴요한 상황

□ 첨단기술을 활용한 지하공간 안전관리 강화

○ 정부에서는 실내공간 정보 구축 및 사고 현장의 신속한 대응체계 마련과 더불어 소방대원의 인명 피해를 최소화 할 수 있는 소방현장 통합관리시스템 구축 및 실내공간정보 관리시스템의 주안점을 두는 등 공간의 안전관리 강화에 힘쓰고 있음

○ 지하공간에서 시공상 발생할 수 있는 다양한 안전상의 문제점과 도심지에서 발생하고 있는 싱크홀 등의 해결 방법으로 3차원 공간정보를 활용한 대응체계가 주요한 기술로써 활용되고 있으며, 이를 통하여 보다 안전한 지하공간 활용 계획 수립이 이루어 질 수 있을것으로 기대된다. 또한 지하공간 속성정보의 신뢰성 평가·제고 및 3D 디지털 정보화 기술은 공간정보의 실제 활용도를 결정하는 중요한 요인으로 활용 될 수 있을 것임

3절 경제적 타당성

□ 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

○ 3D 지하지층정보 기반인프라 연계 기술 개발

- 기관별로 산재하여 있는 지하지층정보의 연계·통합을 통하여 개별 지하지층정보 연계 활용을 위한 추가 예산 절감

- 국가 지하지층정보 인프라 구축을 위한 원천기술 개발을 통한 세계 시장 경쟁력 확보 및 기술 수출 활로 개척 가능

※ 현재 세계적으로 3D 통합 지하지층정보를 구축하고 서비스하는 국가는 거의 전무함. 따라서 관련 시장 진출이 용이함

- 건설, 방재분야 통합 지하지층정보를 연계한 이후 이를 활용함으로써 최적 건설 및 방재계획 수립을 통한 건설분야 10% 이상, 방재분야 30% 이상 예산 절감 및 재산피해 최소화가 기대됨 (국토지반정보 통합DB센터 및 소방방재청 추정치)

※ 건설분야의 경우 지상 및 지하구조물 건축을 위한 전체 예산 중 계획 수립 및 기본설계 분야에 대한 예산절감 기대

※ 방재분야의 경우 재난 및 안전사고 취약지역에 대한 선제적 검토를 통하여 재산피해 최소화

○ 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발

- 지하공간 기반인프라 정보 DB 구축 기술 개발을 통하여 지하공간 정보 수집 및 구축을 위한 비용 10% 이상 절감 (지하공간 정보 수집 및 구축을 위한 인건비 10%절감)

- 특히 DB 자동화 기술 개발을 통하여 3D 지하공간정보 구축 시 소요되는 인력 및 시간의 절감을 극대화 할 수 있어 관련 DB구축 사업 추진 시 예산 절감 기대

- 구축된 지하공간정보를 활용 시에는 하여 지하공간기반인프라 개발시 필요한 기초 조사비용 10% 이상 절감

※ 건설 시추정보 전산화 사업(시추정보)의 활용 시 건설공사 비용 중 지반조사 비용의 약 10%절감 효과 기대

- 자동화된 지하공간 기반인프라 정보 DB 구축 기술 개발을 통해 지속적인 지하공간정보 수집 및 구축을 진행하고, 이 데이터를 기반으로 향후 안전하고 경제적인 지하공간 개발을 위한 자료로 활용

- 정확하고 체계적인 정보 구축을 통해 지하공간 기반인프라에 대한 투명한 정보를 제공하여 안전한 지하공간 활용 및 개발에 대한 대국민 신뢰도 제고

□ **위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발**

○ 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발

- 3D 지하공간정보 가시화 엔진을 통한 지하공간의 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발을 통하여 지하공간정보의 종합적인 분석을 가능하게 하여 추가 S/W 개발을 위한 예산 절감 가능

- 각 지자체 혹은 각 기관별, 각 데이터별로 구축 및 서비스되던 것을 3D 가시화 엔진 및 시뮬레이션 API를 활용함으로써 서비스 개발에 대한 중복 투자로 추가비용에 대한 비용절감 기대

- 국내 3D 지하공간정보 소프트웨어 개발 및 고도화를 통한 외산 소프트웨어 중심의 기존 지하공간정보 시장 재편 및 해외 시장 진출 기대

○ 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발

- 현재 대부분의 측위기술을 해외에 의존하고 있는 국내 실정을 고려하였을 때, 지하공간 측위기술 개발은 핵심기술 국산화와 그에 따른 원천기술 보유 및 국가 경쟁력을 증대

- 위치기반시장은 향후 2016년까지 3.3억 달러 규모로 성장할 것으로 예상되는 가운데, 측위 원천기술 확보는 국가 차원의 경제적 손실을 막는데 중요한 역할

- 관련기술의 시장 확대에 따라 새로운 고용 창출 효과와 경제 활성화를 기대

- 재난 및 응급상황에서 효율적인 구조활동 및 작업수행, 그리고 현장활동 대원의 안전을 확보하는 기술로 활용가능하여, 인명 및 재산 피해절감 가능

□ **지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발**

○ 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

- 지하공간정보의 표준화를 통해 상호접속성·상호운용성이 확보된다면 경제적인 측면에서 지하공간의 개발 및 관리 그리고 활용을 위해 다양한 형태의 지하공간정보를 수집 및 가공에 소요되는 비용을 획기적으로 줄일 수 있음

- 지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션 및 지하공간 활용 지원체계 분석모형(지하공간설계분석, 지하공간현황분석, 지하시설계획분석, 재난정보활용분석 등)은 지하공간을 현실감 있게 분석할 수 있는 기술인 공간정보기술과 공간통계 등으로 지하공간계획업무의 획기적 개선 가능

※ 국토교통부가 개발하여 보급하고 있는 KOPSS의 분석모듈중의 하나인 「토지이용계획 지원모형」은 가용지 분석 등 개발사업계획을 수립할 때 외부용역으로 발주하여 3개월 이상 소요되던 현황분석 및 대상지 선정업무가 1주일 이내로 단축

- 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원시스템은 지상과 지하를 입체적으로

분석할 수 있도록 지원하는 시스템으로써 도시공간을 개발, 관리, 활용함에 있어서 공통요소는 한 번의 분석으로 줄임으로써 이중으로 소요되던 비용 및 시간을 줄일 수 있음

○ 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발

- 지반 및 지하구조물에 대한 신뢰도 높은 정보 확보 및 운용을 통해 효율적인 지하구조물 건설공사 계획 수립 및 시공비용 절감

※ 터널 붕괴사고로 인한 손실비용 저감효과: 약 3000억원 (향후 10년)

※ 터널 붕괴사고 30%이상 저감 효과 기대

- 국가차원의 국가 기반시설 건설상의 붕괴 사고 및 인명피해 저감을 위한 국가적 시스템 마련을 통해 사회적 불안감 축소 및 국가 공사손실 가능성 최소화 기대

- 국가차원의 국가 기반시설 유지관리상의 사고 및 인명피해 저감을 위한 국가적 시스템 마련을 통해 국가 예산절감 및 사회적 불안감 감소효과 기대

- 심지내 지반 침하 예측과 발생 후의 신속한 대응체계 제시를 통해 지상 교통 안전사고로 인한 사회적, 경제적 손실비용 감소 기대

○ 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

- 사물통신 및 빅데이터 기반의 안전관리 확대를 통한 ICT산업의 뉴딜 효과 기대

- 데이터 수집기반 확충에 따른 센싱기기 개발/제조분야의 산업부흥과 일자리 창출확대 기대

- 지하시설 또는 공간의 재난은 지상시설물 및 인근시설물들에도 치명적인 피해를 야기할 수 있는 특징이 있으나 본 기술 개발을 통해 선제적 재난예방 및 대응을 통해, 재난에 따른 피해 최소화에 기여

-

4절 기술개발 필요성

□ 체계적 지하공간 구축에 대한 기술적 필요성 및 중요도 증대

○ 서울 지하철과 국철 지상구간 등 지하철 1~9호선은 물론 경부선·경인선 등 국철의 모든 지상 구간도 대상으로, 서울시는 지상철도 및 주변 지역 정비계획을 세우기 위해 2011년 6월 외부 기관에 지상철도 지하화를 추진을 위한 용역을 발주하는 등 체계적 지하공간 활용을 위한 기술적 필요성이 증대되고 있는 시점임

○ 또한 서울시는 2011년 10월에 서울 지하 7곳에 총 예산 8529억원을 들여 대형 빗물 고속터널 건설할 예정이며 서울 마포 지하에 복합화력발전소 건설예정으로, 서울복합화력 1·2호기 건설사업은 기존 마포구 합정동 서울화력발전소 부지 지하에 800㎿급 발전설비와 530Gcal/h의 열공급 설비를 건설하는 프로젝트로 2016년 12월까지 준공을 계획하는 등 시설물의 지하화에 많은 노력을 기울이고 있음

□ 센서, 3차원 기술 등과의 융합을 통한 지하공간 정보 활용 극대화

○ GNSS, MEMS, LBS 등의 다양한 기술들을 통합 활용한 지하공간 정밀 3차원 위치기반서비스를 기반으로, 지상·지하의 3D 공간정보를 연계·활용하여 입체적인 지하공간의 최적 계획·활용·관리가 가능할 것임

○ 위의 기술로 취득한 지하공간 정보와 국가 지하공간정보들과 통합 연계된 실시간 자료 분석 및 재처리 기술을 통해, 지하공간의 계획, 설계, 시공 및 유지관리 단계에서 유용하게 사용될 수 있는 고급 기술정보들을 재생산해 내고, 다양한 맞춤형 기술정보를 제공하고 활용할 수 있는 국가 지하공간 안전관리망 서비스를 제공해 줄 수 있을 것임

5절 정부지원 타당성

□ 지하공간 정보 구축·활용 관련 R&D 및 기술개발 지원

○ 국가 차원의 지하공간 정보 구축·활용 관련 R&D 및 기술개발 지원을 통하여, 개별 기관별로 관리되거나 구축되어 체계적으로 활용되고 있지 못한 지하공간정보를 통합적 연계·구축을 가능하게 할 것으로 기대

○ 전세계적으로 기술개발 초기단계인 지하공간정보 관련 기술 개발 및 활용 관련 R&D를 통하여 국내의 우수한 공간정보 인프라 및 선도적 기술수준을 기반으로 대한민국의 지하공간정보 인프라 및 개발·안전관리 기술 개발을 통해 세계 최고의 기술 경쟁력 확보가 가능할 것임

□ 보안데이터로 관리 및 구축되는 지하공간정보 및 공공분야 활용성

○ 지하공간정보는 대부분 보안데이터로 규정되어 있어 국가에서 관리하고 있지만 이들 정보의 연계체계 구축에 대한 기술이 전무하여 정보 통합에 따른 폭넓은 활용이 이루어지지 못하고 있으며, 대부분 관리부처의 관련 제도가 복잡하게 얽혀 있어 정부차원의 지원 없이는 지하공간정보의 연계 활용이 어려움

○ 지하공간의 개발 및 활용의 증가로 인하여 지하공간 관련 사고가 증가로 인명 및 재산 피해의 규모가 확대되고 있음. 따라서 국가 차원의 지하공간의 안전관리 체계 구축을 통한 사고 예방 및 대응체계 구축이 필요함

6절 종합평가 및 결론

□ 정부의 정책기조를 기반으로 한 안전하고 효율적인 지하공간 개발

○ 국토교통부에서 국토의 효율적 관리/활용을 위하여 적극적으로 추진 중인 공간정보 구축사업 및 국토공간계획지원체계 사업과의 연계를 통하여 지하·지상 및 다양한 공간정보를 아우르는 정보체계를 구축함으로써 지하공간정보를 통합적 연계 활용이 가능하게 할 것으로 기대

○ 또한 국가 차원의 지하공간 정보 구축·활용 관련 R&D 지원을 통하여 발생한 성과물의 활용 극대화 및 실용화를 위한 테스트베드 역시 수행하여 개발될 기술 및 성과의 사장이 이루어지지 않고 고부가 가치 산업으로써 발전할 수 있도록 할 수 있음

□ 다차원 공간정보를 활용한 체계적 지하공간 개발

○ 본 과제를 통하여 개발될 기술을 기반으로, 국가 정보체계와 통합·연계된 지하공간자료 축적 및 분석이 가능할 것으로 기대되며, 이를 통해 분석된 다차원의 공간 지하공간 정보를 기반으로 체계적인 지하공간 개발에 활용될 수 있을 것임

○ 뿐만 아니라, 활용도가 낮았던 기존의 공간정보 시스템과의 연계를 통하여 시스템의 정확도 및 활용가능성을 극대화 시키고, 기존시스템의 고도화를 위한 기반연구로 활용 될 수 있을 것으로 기대됨

□ 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술

○ 지난 30여년간 지하구조물 설계 및 시공분야에서 괄목할 만한 기술발전이 이루어 졌음에도 터널 시공 중 중대규모 붕괴사고는 빈번히 발생하고 있음(평균 20건/년, 약 1000억원 예산 손실 경향(한국건설기술연구원, 2009)). 이에 막대한 국가적 재원을 투입하여 구축되고 있는 유용한 지하공간정보와 연계하여 지하구조물 재해복구를 위한 국가적 재원 손실을 최소화 하기 위한 노력이 절실한 상황

○ 터널 및 지하공간의 계획·조사·시공 및 유지관리 단계에서 방대한 자료와 기술정보가 생성되나, 단위 목적이 완료되면 사장되는 경향임. 따라서 체계적인 수치정보화와 내재된 기술적 정보가치를 분석하고 재생산하여 국가 미래 SOC사업에 효과적으로 활용하여 국가 예산절감과 정보자산을 확보할 수 있는 노력이 절실

○ 국가적 지하공간 SOC확보를 위해 터널 및 지하구조물 건설에 막대한 예산이 투입되고, 건설 중 붕괴사고로 인한 공사비 손실이 빈번 발생하며, 노후화된 지하구조물이 증대됨에 따른 유지관리 비용 증가에 대한 효과적인 국가예산 투입계획 및 관리를 위한 기술적 장치가 부존한 상황인 것으로 파악됨. 따라서 전주기

적 단계마다 지하구조물 특성과 가용한 국가 지하공간정보와 연계하여 효과적인 구조물 안전관리 및 예산 투입관리 체계를 갖출 필요

○ 2012년 2월 인천지역 지반침하(싱크홀)로 1인이 전복되고 오토바이 운전자 1명이 사망하는 사고 발생, 미국 및 중국에서도 수십명의 인명피해 및 건축물 유실을 불러오는 중대규모의 싱크홀 및 지반침하가 빈번히 발생함. 그럼에도 국가적 상시 대응체계와 기술적 관리체계 부존 상태이며, 국가 차원의 지반침하 재해 대응 기반 마련을 위한 기술개발 투자가 전무한 상황인 것으로 파악됨. 따라서, 선진국 수준의 지반침하 관련 재해를 모니터링하고 기술적으로 사전 대응하기 위한 기술적 기반 마련이 시급함

□ 첨단 3차원 기술 융합을 통한 지하공간 정보 활용 가능성 증대

○ 다양한 센서와 위치정보 측정 기술을 통합적으로 활용하여 지하공간에 대한 빠르고 정확한 위치기반 서비스를 제공하여 지하공간 정보에 대한 체계적인 계획·활용·관리를 가능하게 하고, 이를 기반으로 지하공간의 전생애주기 관리에 활용될 수 있을 것으로 기대됨

○ 적극적인 기술 개발 및 R&D 투자를 통하여 지하공간정보 인프라 및 개발·안전관리 기술 관련 세계 최고의 기술 경쟁력을 확보하고, 이를 기반으로 날로 성장하고 있는 세계 공간정보 산업에서 유리한 고지를 선점 높은 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대됨

5장 소요예산 산정

○ 본 기획연구는 연구비 적정성 검토를 위한 시범과제로 선정되어 기획연구를 통하여 도출된 연구 설계도를 작성하였고, 그에 대한 세부과제 별 인건비 및 연구장비·재료비 대한 표준서식을 기반으로 인력투입계획 및 소요예산을 산정함

1절 전체 연차별 소요예산

표 5.1 전체사업 소요예산 (단위 : 백만원)

구분		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
연구단 총괄	세부과제명	6,720	3,330	2,007	5,772	3,684	30,000
1세부과제	3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	3,693	3,330	2,007			9,000
2세부과제	위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발	1,037	1,920	2,123	3,153	1,767	10,000
3세부과제	지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	1,490	1,512	2,463	2,619	1,917	10,000
4세부과제	지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	500	500				1,000

2절 세부과제별 연차별 소요예산

○ 세부과제별 소요예산은 연구비 적정성 산정을 위한 표준식을 적용하였음

- 소프트웨어 : 1.684×인건비+0.981×연구장비재료비-36백만원

- 제도/표준화 : 1.614×인건비+1.085×연구장비재료비+72백만원

가. 1세부 과제

표 5.2 1세부과제 소요예산 (단위 : 백만원)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
인건비	1,894	1,981	1,213	-	-	5,088
연구장비재료비	550	-	-	-	-	550
세부과제 연구비	3,693	3,300	2,007	-	-	9,000
기타경비 및 간접비	1,249	1,319	794	-	-	3,362

나. 2세부 과제

표 5.3 2세부과제 소요예산 (단위 : 백만원)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
인건비	637	1,121	1,282	1,746	1,071	5,857
연구장비재료비	-	70	-	254	-	324
세부과제 연구비	1,037	1,920	2,123	3,153	1,767	10,000
기타경비 및 간접비	400	729	841	1,153	696	3,819

다. 3세부 과제

표 5.4 3세부 과제 소요 예산 (단위 : 백만원)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
인건비	906	919	1,484	1,463	1,159	5,931
연구장비재료비	-	-	-	195	-	195
세부과제 연구비	1,490	1,512	2,463	2,619	1,917	10,000
기타경비 및 간접비	584	593	979	961	758	3,874

라. 4세부 과제

표 5.5 4세부 과제 소요 예산 (단위 : 백만원)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
인건비	265	265	-	-	-	530
연구장비재료비	-	-	-	-	-	-
세부과제 연구비	500	500	-	-	-	1,000
기타경비 및 간접비	235	235	-	-	-	470

※ 연구비 산정을 위한 인건비, 연구장비재료비 등의 상세내역은 부록 참조

6장 과제 제안요구서

1절 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 지하공간의 개발·활용·안전관리를 위하여 핵심 기반자료인 3차원 지하공간정보 인프라의 연계 및 구축 기술을 개발하고, 이를 통합·활용할 수 있는 지하공간정보 통합·활용 서비스 기술을 개발 ○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 핵심 공통기술인 지상·지하 연속 정밀 3차원 위치측위 기반의 서비스 기술을 개발하고, 이를 기반으로 한 지하공간의 입체적인 공간계획 및 관리 지원 기술을 개발 ○ 건설 및 지하공간의 실시간 센싱정보 기반의 빅데이터 분석, 위험도 시뮬레이션·평가 등의 지하구조물 건설안전 및 국가지하시설물 안전관리를 지원할 수 있는 빅데이터 기반의 실시간 지하공간 안전관리 지원 기술 개발 ○ 지하공간정보의 통합·활용, 지하공간의 개발·활용 및 안전관리를 위한 관련 법, 제도 개선안 및 공공부문 지하공간정보 서비스 모델 도출을 위한 지하공간정보 서비스 활성화 연구 추진 ○ 지하공간정보 R&D 성과를 사업화 성공률을 높이기 위해 연계·구축된 3D 지하공간정보를 관리·활용할 수 있도록 제공되는 지하공간정보 통합·활용 서비스 플랫폼, 지상·지하에서의 연속 정밀 3차원 위치측위 기반의 서비스 및 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 및 지하공간정보 R&D 연구성과들을 테스트하고, 검증하며, 실용화까지 지원 가능한 지하공간정보 R&D 테스트베드 구축
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발 필요성	○ 최근 들어 도심지 지하공간 개발, 수도권 광역 급행철도(GTX) 건설 등 지하공간의 개발이 활발해지고 있지만 체계적이지 못한 지하공간 개발로 인하여 도로붕괴, 침하사고 등의 지하공간의 안전사고가 증가하고

있으며, 이와 함께 홍수(지하공간 침수), 산사태, 지진 등 자연재해 피해사례도 늘어나고 있음

○ 대부분의 지하공간 개발은 지상과 연계하여 개발이 이루어지고 있으며, 눈에 보이지 않는 지하공간은 국토안전의 사각지역으로 대형 안전사고 발생이 많아, 지하공간의 안전관리를 위해 가장 기반이 되는 지하공간 정보 인프라 구축은 매우 중요하며 시급한 사안임

○ **(정부지원 필요성)** 지하공간정보는 대부분 보안데이터로 규정되어 있고 공공분야에서의 활용성 높아 정부주도의 기술개발을 추진이 필요함
- 지하공간정보의 보안데이터 규정 및 부처 간 지하공간정보 공유 및 연계 미흡으로 지하공간정보 활용을 위한 정부의 적극적 지원 필요
- 도심지의 빈번한 도로붕괴 및 침하가 발생함에 따라 국민 안전성 확보를 위하여 정부의 적극적인 지하공간정보 기술개발 필요

○ **(지하공간정보 인프라구축)** 국내외적으로 지상연계 기반의 지하공간 개발이 활발히 추진되고 있으며, 국토안전의 사각지역인 지하공간의 안전관리를 위해 가장 기반이 되는 지하공간정보 인프라 구축이 절실함
- 해외에서는 지상 도심지의 과밀화 극복을 위한 지하공간 활용 계획 수립
  · 프랑스 : '레알지구 조성사업"은 인구 과밀화 해소방안으로 지상~지하연계 도시 건설
  · 미국 : 'Big-Dig 프로젝트'는 교통량 과부하 해소를 위해 지하공간을 활용한 교통시스템 개발
- 지하공간 개발 및 이용 활성화에 따른 현행 안전사고의 예방 및 대책 수립을 위한 과학적인 지하공간정보 인프라 구축 필요

○ **(개발기술 경쟁력)** 전세계적으로 지하공간정보 관련 기술 개발 및 활용이 시작단계인 상황으로 IT기술 강국인 대한민국의 지하공간정보 인프라 및 개발·안전관리 기술 개발은 세계 최고의 기술 경쟁력 확보 가능
- 국내의 우수한 공간정보 인프라 및 선도적 기술수준을 바탕으로 세계 최고의 지하공간정보 관련 기술 경쟁력 확보 가능
  · 우리나라의 '국토정보구축 및 활용기술'은 최고기술보유국(미국) 대비 상대적 기술수준은 84.9%(선도기술)로 건설·교통 분야 16개 전략기술 중 가장 높은 기술력 보유('12년 기술수준평가, KISTEP)

	· 지하공간정보 기술발전단계는 초기 단계이나, '국토정보구축 및 활용기술'의 기초(80.7%)/응용·개발(89.1%) 기술수준은 선도기술 수준 확보 · 세계 최고 수준의 인프라와 지하공간정보 산업을 국가에서 육성하고, 지능형국토정보기술혁신사업과 같은 대형 R&D를 통해 세계 최고 수준의 응용개발 연구성과 도출 가능 ○ **(신국토 개발 및 강국 도약)** 지하공간 활용을 통해 미래의 부족한 국토공간을 대처할 신국토 건설을 주도하고 일자리 창출 및 지속적 경기부양 정책 선도가 가능해지고 대국민 안전 사각지대에 대한 국가차원의 종합대책을 가능해져, 신국토 개발 및 안전 강국으로 도약 가능
□ 국내외 기술동향	○ 국내 기술 동향 - 국토교통부에서는 '10년 시추정보와 지질정보의 표준화 및 연계기술 구현을 위한 연구를 진행하였으며, '12년에는 지하공간정보 통합·활용체계 관련 연구를 통하여 시추정보와 지하시설물정보를 연계 시각화 기술을 시범적으로 개발하여 정보 연계 활용성을 검토함 - 국토교통부에서는 제5차 건설기술진흥기본계획('13~'17)을 통해 "LC기반의 시설물 유지관리 확립" 추진과제 중 건설정보모델 기술과 연계한 스마트 유지관리 기술 개발을 선정하는 등 시설물 관리에 있어 건설정보모델 기술을 적극적으로 활용하고자 노력하고 있음 - 국토교통부에서는 2011년부터 공간정보 오픈플랫폼 사업을 시작하면서 국토교통부, 지자체 및 타 부처의 데이터를 혼합하여 제공함으로써 지자체, 기업에서 주도하던 3차원 공간정보 제공 기술을 주도하고 있음 - '13년 국토교통부는「3D 지하시설물 관리 시범 시스템」을 지하시설물 통합체계 구축·운영관리 사업에서 구축하여 강남역 인근 지역을 대상으로 7대 지하시설물을 입체적으로 관리하기 위한 시범 사업을 진행 중 - 「3D 시추정보 활용시스템」은 '11년 건설 시추정보 전산화 사업을 통해 시범 기술구현 후 '12년도 사업부터 본격적인 시추정보 3D 정보구축 및 3D 활용 시스템의 개발보급을 추진 중에 있음 - 최근들어 국내에서는 IT인프라 기술 발달에 따라 위치기반 기술 개발이 급증하고 있으며, GNSS를 활용한 위치 정확도 확보 및 서비스 창출과 함께 지상의 GNSS와 연계한 지하공간 위치결정 기술(WIFI, IMU, PDR, RTLS, WLS 등) 개발 연구가 초기단계로 연구 중임 - 지상부분에 대한 정책·계획 등을 지원하기 위한 기술(KOPSS)은 지속적으로 발전하고 있으나, 다양한 지하정보를 기반으로 지하공간을 체계적

으로 개발하고 활용하기 위한 지원기술은 미흡함

- 즉, 3차원 공간정보 기술 및 실내공간정보 관련 기술은 지속적으로 발전하고 있으나 이를 이용한 지하공간의 개발 및 활용 등을 지원하기 위한 기술들은 미비함
- 국내 터널의 시공·공용단계에서 지반정보 및 지하공간정보의 공간정보화 기술 수준에 비해, 정보화된 기초정보의 공학적 활용을 위한 정보의 분석 및 재가공 기술이 매우 미흡한 수준임
- 건설관련 지하공간자료의 정보화는 CALS, 건설 시추정보 전산화 사업 등을 중심으로 추진되어 왔으며, 도로통합관리시스템(HMS) 등에 포함되어 유지관리 목적의 터널구조물 정보화가 시도된 바 있음. 하지만, 건설 시추정보 전산화 사업을 제외한 대부분의 사업에서 발생하는 자료의 경우 DB형태가 아닌 이미지, 텍스트 등의 단순 저장정보로 활용성이 매우 낮은 실정임
- 국내에서는 상·하수, 전력, 통신, 난방 등 7대 지하시설물의 경우 자체 관리기관별로 위험상황 인지를 위한 센서, CCTV 등을 설치하여 실시간 모니터링을 수행하고 있으며, 지하시설물 통합 위험관리는 현재 이루어지지 못하고 있음
- 하지만, 지하공간에서의 안전사고는 위험이 발생한 지하시설물 외 주변 지하시설물 및 지하공간과의 관계에 따라 그 위험성이 매우 달라짐. 따라서, 지하시설물 통합 모니터링 기반의 지하공간 안전관리가 매우 필요한 시점임

○ 국외 기술 동향

- 미국 조달청(GSA)에서 준공도서 시공도서, 건축 마감구조, 모델링 등의 내용을 담은 3D-4D-건설정보모델 프로그램을 운영하여 건설정보모델을 활용한 품질향상, 정밀도 향상, 협업향상 등을 도모
- 미국은 FGDC(Federal Geographic Data Committee) 주도로 국가 공간정보 표준제정, 공간정보인프라 구축, 공간정보 오픈플랫폼 기반 민간유통을 추진하고 있으며, 민간부문에서는 세계 최고 수준의 공간정보 융합 기술을 기반으로 다양한 서비스를 제공하고 있음
- 캐나다는 공간정보인프라 구축, 개방 및 공유 관련 미국과 공조하여 국제표준 활동을 적극 추진하고 있으며, GeoConnections 포털 기반 공간정보인프라 구축, 공유 서비스를 제공하고 있음
- 지상 위서항법시스템(헨, GLONASS, BEIDOU, GALILEO, QZSS,

SBAS, GBAS 등)의 경우 선진국을 중심으로 기술을 주도하고 있으며, 지하공간 개념 보다는 지상·지하의 연속 측위 개념의 복합항법 기술 개발 연구가 추진되고 있음

- 미국 등 국외 주요 선진국은 지상공간의 계획지원체계(KOPSS)의 경우 공개 소프트웨어(Python, PostGIS 등) 환경을 지향하고 있는 실정임. 하지만, 지하공간에 대한 계획지원체계는 미국, 캐나다 등의 일부 국가를 제외하고는 아직 초기 단계에 있음
- 터널 시공관리를 위해 일본에서는 3차원 정보화 설계·시공 시스템(MAT)이 개발된 바 있으며, GIS 3차원 터널정보 가시화 기법은 미국과 영국에서 터널 설계 및 시공 효율화를 위해 연구와 미국에서의 GIS 시스템과 연계된 가상 터널 시뮬레이터 개발이 시도됨
- 그러나 국내와 마찬가지로, 터널정보의 GIS DB화와 가시화를 통한 단순 설계 및 시공관리 효율화 지원시스템이며, 터널 빅데이터와 연계된 중요 의사결정에 긴요한 고부가가치 정보제공 툴 개발 연구은 미흡한 실정임
- 미국에서는 OPS(One-Call System)을 구축하여 지하시설물 사고방지 프로그램을 운영하고 있으며, 영국에서는 국가지하매설물 관리그룹을 만들어 국가지하매설물 위원회 중심으로 지상·지하의 포괄적인 정보를 제공하고 있음. 또한, 일본에서는 도로관리센터(ROADIC)를 중심으로 국가주도 도로관리자 및 유관기관 공동 운영 추진체계를 구축하여 지하시설물 안전관리를 수행하고 있음

3. 연구개발내용

▣ 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

○ 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발
- 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구
- 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발
- 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발
- 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발

○ 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발
- 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발
- 비전산화 도면 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델

구축 기술 개발
- 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발
- 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 기술 개발
- 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구
- 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발
- 지질 온톨로지 개발
- 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발

▣ 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

○ 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발
- 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발
- 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발
- 지하공간정보 활용 서비스 개발
- 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축

○ 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발
- 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발
- UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증
- 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적 체계(정보융합을 위한 칼만/파티클 필터링 등, 복합측위) 개발
- UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용 개발
- 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템 데모, 평가, 보완, 개발
- 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계
- 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발
- 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발
- 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축

▣ 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

○ 지하공간 활용 지원체계 기술 개발
- 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발
- 지하공간 구조 분석 및 표현 기술
- 지하공간 활용 지원체계 분석모형
- 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술

○ 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발
- 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지관리 단계 안전관리 기술 개발
- 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발
- 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축

○ 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발
- 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발
- 지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진 개발
- 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진 개발
- 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축

▣ 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

○ 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구
- 지하지층정보 연계·통합을 위한 법·제도 개선방안 연구
- 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구
- 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구
- 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구
- 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구
- 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구

4. 연구 추진방법

□ 추진전략 및 체계

○ 연구 성과의 조기 실용화를 위한 단계별 수행 전략 수립

○ 국내외 자문 및 공동연구 추진
- 기술개발단계에서는 관련 기술력과 경험을 보유하고 있는 해외 전문기업 및 기관과의 협력체계 구축 및 기술도입 자문을 적극적으로 추진

○ 웹기반 DB 및 BIM 시스템 개발관련 출연(연), 학계, 전문업체를 중심으로 전문연구자가 공동 참여하는 산학연 연구단 형태로 국내 자체 개발 실시

○ 산·학·연·관 역할 분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진체계의 효율화 및 기술확보 가속화 추진

○ 개별 구성 시스템들의 수요처별 긴밀한 협조체재 및 의견수렴 창구를 운영하여 개발단계부터 시스템 활용도 제고

○ 연구개발결과물의 실용화 및 활성화를 위하여 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 연계 협력 추진

○ 지하공간정보 관계기관 협력체계 구축
- 정보 보유기관간의 효율적 정보 연계체계 구축을 위한 관계기관 협력회의 및 MOU체결
- 국외의 최고 기술 보유 연구기관과 MOU 추진 및 인프라 관련 표준화에 반영

○ 대상 지하시설물 선정 및 기관 별 데이터 연계
- 사고 발생 시 대규모 피해가 예상되는 지하시설물 중 대형 지하철역사, 터널, 공공지하시설 각 1건식 선정하여 위험과 대응에 관한 집중적인 분석 및 연구수행
- 국토교통부 7대 지하시설물 및 지하시설물 설치 센서들의 센싱데이터 통합 연계 (온도, 압력, 영상 등)

○ 분야별 전문기관 및 전문가 집단의 위험요소 연관성 모델링 및 사례 시나리오 개발
- 빅데이터 기반기술 분야와 토목, 건설, 화재, 재난 분야의 전문가 집단 활용하여 빅데이터 기술과 현장 기술간의 융합.

○ 3개 세부과제팀의 유기적인 연구협력을 통한 기술개발 및 테스트베드 구축 추진

○ 테스트베드 구축을 통한 성능 평가 및 기술 검증

- 3D 지하공간정보 통합·활용 서비스 엔진 적용을 위한 사이버 테스트베드지역 선정을 통한 성능 평가 및 기술 검증 실시
- 지상·지하 연속 정밀 3차원 위치측위 기반 핵심기술 및 지하공간 안전관리 빅데이터 서비스 엔진 적용을 위한 물리적인 테스트베드 지역을 선정하여 기술개발 내용을 실제 적용

5. 최종성과물

▣ 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발

○ 3D 지하지층정보 기반인프라 연계 기술 개발
- 3D 지하지층정보 연계 표준화 지침서
- 3D 지하지층정보 연계 S/W
- 3D 지하지층정보 구축 S/W
- 3D 지하지층정보 Open API 및 제공·연계·시각화 S/W

○ 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발
- 도면 전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W
- 비전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W
- 건설정보모델 기술 기반 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W
- 심도별 지하공간 기반인프라 정보 DB 자동화 S/W
- 지하공간정보 기반인프라 데이터스키마 표준 솔루션
- 지하공간정보 활용 컨텐츠 구축 S/W
- 온톨로지 기반의 지하공간정보 기반인프라 정보 제공 엔진
- 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W

▣ 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

○ 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발
- 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진
- 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API
- 공간정보 오픈플랫폼(V-World) 시스템과의 연동 모듈
- 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축

○ 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발
- 지하공간의 특성 및 크기별 측위 기술 알고리즘
- 지하공간용 고정밀 하이브리드 측위 알고리즘

- 지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘
- UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동 단말기
- UGPS기반 LBS 구축을 위한 테스트베드 시스템 일체
- 지하공간내 위치기반 서비스(LBS) 제공을 위한 유형별 단말기
- 지하공간 위치결정, DB 탐색 및 안내 모듈
- 지하공간 LBS 유형 설계서
- 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축

▣ 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발

○ 지하공간 활용 지원체계 기술 개발
- 지하공간정보 활용 표준데이터모델 생성 모듈
- 지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션
- 지하공간 활용 지원체계 분석모형(지하공간설계분석, 지하공간현황분석, 지하시설계획분석, 재난정보활용분석 등) 툴
- 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원시스템

○ 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발
- 지하공간정보 연계 터널 시공 중 위험도 평가 및 관리 시스템
- 터널 및 지하공간의 유지관리 정보화 시스템
- 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리 시스템
- 지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템
- 국가 지하구조물 안전시공 및 유지관리 매뉴얼(지침)
- 지하구조물 및 지반재해 대응체계 운용을 위한 지하공간정보 빅데이터 구축 추진방안(지침)

○ 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발
- 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션(S/W)
- 위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진(S/W)
- 위험분야 별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진(S/W)
- 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축

▣ 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

○ 지하공간정보의 통합·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구

- 지하지층정보 연계·통합을 위한 법·제도 개선방안 연구보고서
- 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구보고서
- 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구보고서
- 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구보고서
- 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구보고서
- 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구보고서

6. 연구기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2015. ~ 2020. (5년)

- 1차년도 연구기간 : 2015 ~ 2016 (협약일로부터 12개월)

○ 총 정부출연금 : 22,500 백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 5,039 백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 5,424 백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 4,945 백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 4,329 백만원 이내
- 5차년도 정부출연금 : 2,763 백만원 이내

※ 1차년도 이후 연차별 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

7. 기타

○ 본 과제의 연구개발과제 보안등급은 “일반과제”임

○ 연구개발 성과물은 세세부과제별 실용성 검증과 선정된 테스트베드의 현장 적용 검증을 통하여 결과를 제시해야 함

○ 본 과제의 성과물은 선정된 테스트베드에 적용될 수 있을 뿐만 아니라, Smart City, IoT 등의 타 분야에서도 활용될 수 있도록 개발되어야 함

2절 평가기준 설정

○ 본 연구사업에 대한 제안 평가시 적용할 평가기준을 아래 표와 같이 설정

- 본 연구사업에서 도출한 세부과제 중 1,2,3 세부과제는 소프트웨어 개발과 관련된 연구 개발 내용이며, 4세부과제는 제도 관련 연구내용임. 따라서, 연구 속성이 다른 2가지 형태의 평가기준을 제시함

표 6.1 평가기준 (소프트웨어)

구분	지표	점수
타당성 (45)	1. 제시된 연구목표와 부합하는가?	15
	2. 연구추진체계는 합리적인가?	10
	3. 제시된 요소기술은 목표달성에 필요한 것인가?	10
	4. 연구개발의 결과로 산출되는 성과목표는 타당한가?	10
실용성 (35)	5. 대표적 성과물 개발 계획이 충분히 제시되었는가?	15
	6. 해당 S/W의 실용화가 충분히 검증될 수 있는가?	10
	7. 기존 국토정보 R&D 성과물의 활용방안은 어떠한가?	10
파급성 (20)	8. 기술적, 사회적, 경제적 기여도는 충실히 제시되었는가?	10
	9. 개발된 S/W의 보급 및 배포를 통한 기타 경제적, 사회적 파급효과가 제시되었는가?	10
계		100

표 6.2 평가기준 (제도/표준화)

구분	지표	점수
타당성 (45)	1. 제시된 연구목표와 부합하는가?	15
	2. 연구추진체계는 합리적인가?	10
	3. 제시된 제도개선 방안은 목표달성에 필요한 것인가?	10
	4. 연구의 결과로 산출되는 성과목표는 타당한가?	10
실용성 (35)	5. 대표적 성과물 도출 계획이 충분히 제시되었는가?	15
	6. 제시된 성과물을 통하여 제도 개선에 대한 목표를 달성할 수 있는가?	10
	7. 제시된 성과물의 적용을 통하여 현행 법·제도의 개정 혹은 신규 법·제도의 개정이 가능한가?	10
파급성 (20)	8. 정책적 기여도 및 사회 파급성 기여도는 충실히 제시되었는가?	10
	9. 성과물의 활용방안은 충분히 제시되었는가?	10
계		100

참고문헌

- “지반조사성과 전산화 및 활용에 관한 지침”, 국토교통부, 2013
- 김기석, “BIM과세움터(e-AIS)의비전”, CAD and Graphics, 2008
- 이영수, 정상훈, 이송헌, 조현, “지하철 현장에서의 BIM 적용 사례,” 한국 BIM 학회 정기학술대회 논문집“, 2012
- 농어촌지하수넷(www.groundwater.or.kr)
- 국가광물자원지리정보망(http://www.kmrgis.or.kr/)
- 지질정보시스템(http://geoinfo.kigam.re.kr/)
- 서울시 GIS포털 시스템(http://gis.seoul.go.kr)
- V-WORLD(http://www.vworld.kr/po_main.do)
- 국토지반정보 포털시스템, http://www.geoinfo.or.kr/
- 조달청, “2013년도 성과관리 시행계획”, 조달청, 2013
- 지하공간개발활성화및제도개선방안연구, 2003, 건설교통부
- 지하공간계획및이용에관한법제화연구, 2003, 국토해양부
- 지하공간종합기본계획수립, 2006, 서울특별시
- 한국건설기술연구원, “Infra BIM 정보모델 표준 및 검증기술 개발”, 한국건설기술연구원, 2013
- 한국건설산업연구원, “건설회사의 BIM 활용 실태 조사 및 시사점,” 한국건설산업연구원, ,2011
- “지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구”, 국토교통부, 2012
- 브이월드, http://map.vworld.kr/
- 지하시설물 통합관리 시스템, (인트라넷)
- 지반·지하공간 자료 디지털 정보화 시스템, (C/S)
- 지능형 국토정보 사업단, http://intelligentkorea.com
- 국가공간정보 통합체계 구축사업, 국토교통부, 1995~
- 국토교통부 실내공간정보체계, http://nsdi.kr/kor/07_expert_business/sub09_01.do/
- 김동규 외, ”LBS를 위한 무선랜 RTT 기반 측위기술,“ 한국정보통신기술협회 TTA 저널, 2011.
- 황준호 외, ”가시광 무선 통신을 이용한 LBS 서비스 및 위치 측정 기술 동향,“ 한국통신학회지 정보와 통신, 2011.

- “2013~2017 건설교통 R&D 중장기계획” 국토해양부, 한국건설교통기술평가원, 2013
- 국가 공간정보 포털, http://www.nsdi.kr
- “국토공간계획지원체계 구축사업(2차) 2007년 준공 보고서 : 전략계획”, 국토해양부, 2007
- 국가정보화전략위원회(2012), 빅데이터 마스트플랜 추진현황 및 향후계획, pp. 2-4.
- 정보통신산업진흥원(2012), 미일의 Big Data R&D 전략과 우리나라의 대응과제, pp. 4-20.
- 한국정보화진흥원(2012), 빅데이터기업의 솔루션 및 서비스 추진현황II, pp. 13-103.
- 한국정보화진흥원(2012), 신가치창출을 위한 주요국의 빅데이터 추진전략 분석, pp. 9-21
- Autodesk, “http://www.autodesk.com/” Autodesk, 2014
- Chin, S., Yoon, S., Choi, C., and Cho, C. (2008). “RFID+4D CAD for Progress Management of Structural Steel Works in High-Rise Buildings,” Journal of Computing in Civil Engineering, 22(2), pp. 74-79.
- Kim, C. Kim, B., and Kim, H. (2013a). “4D CAD Model Updating using Image Processing-based Construction Progress Monitoring,” Automation in Construction, 35, pp. 44-52.
- Kim, C. Park, T., Lim, H., and Kim, H. (2013a). “On-site Construction Management using Mobile Computing Technology,” Automation in Construction, 35, pp. 415-423.
- Geoportail, http://www.geoportail.gouv.fr/accueil
- Ordnance Survey, data.gov.uk
- Google MapsGL(beta), http://maps.google.co.kr
- Google Glass, https://www.google.com/glass/start/
- Nokia Maps 3D WebGL(beta), http://maps3d.svc.nokia.com/webgl
- GDI-RP, http://www.geoportal.rlp.de
- Skyhook Wireless Inc., http://www.skyhookwireless.com/
- GeoComply Inc., http://www.geocomply.com/
- PoleStar Inc., http://www.polestar.eu/
- STMicroelectronics Inc., http://www.st.com/
- SenionLab Inc., http://www.senionlab.com/
- P. Mirowski et al., “SignalSLAM: Simultaneous localization and mapping with mixed WiFi, Bluetooth, LTE and magnetic signals,“ in Proc. IEEE IPIN, 2013.

- Erick Mendez, Gerhard Schall, Sven Havemann, Sebastian Junghanns, Dieter Fellner, and Dieter Schmalstieg, 2008, 「Generating Semantic 3D Models of Underground Infrastructure」, IEEE Computer Graphics and Applications May/June 2008, 24-33.

-

부록 1. 세세부 과제별 과제제안요구서

연구개발과제명	(1-1 세부) 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 지하지층정보 인프라의 연계 핵심기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 지하공간의 안전관리·활용·개발에 대한 수요가 증가됨에 따라, 정부 주도의 통합 지하지층정보 활용체계 기반 마련을 위한 연계기술 개발 필요

- 지하지층정보는 국가 기반시설의 안전관리와 직결되어 있기 때문에 국가주도의 정보 연계기술 개발 필요
- 데이터의 종류 및 분량이 방대하고 대부분 공공기관에서 정보를 보유하고 있기 때문에 지하지층정보 연계기술은 정부주도의 개발 필요

□ 기술동향

○ 국내 지하지층정보는 주로 정부 차원에서 관리기관의 활용목적에 따라 국가 정보화 사업으로 시추, 지질, 지하수, 광산정보 등이 개별적으로 구축되어 있으나 이들 정보를 연계하는 기술 구현은 미흡한 수준

- 국내 대부분의 지하지층정보(시추, 지질, 지하수, 광산정보)는 활용목적에 따라 Web GIS 기반의 서비스를 제공하고 있음

※ 시추정보(한국건설기술연구원), 지질정보(한국지질자원연구원), 지하수정보(한국수자원공사, 한국농어촌공사), 광산정보(한국광물자원공사)

- '10년에는 시추 및 지질정보의 표준화 및 연계기술과 관련된 시범적인 연계 기술 개발이 진행되었으며, '12년에는 지하공간정보 통합·활용체계 관련 연구를 통하여 시추정보와 지하시설물정보를 연계 시각화 기술을 시범적으로 개발하여 정보 연계 활용성을 검토하였음

※ 국토지하정보 건설분야 활용기술 개발(국토해양부,'10)
지하공간정보 통합·활용체계 구축 기본계획 연구(국토교통부,'12)

- 소방방재청에서는 '12년부터 방재용 지하지층정보의 연계·활용체계 구축을 통하여 국가 지진 및 급경사지 방재의 기초자료 확보에 대한 연구개발사업을 추진중에 있음

※ 지진 및 급경사지 방재를 위한 지질 및 지반자료 통합관리와 활용체계 개발(소방방재청,'12~현재)

- 그러나 국내에서는 전반적으로 지하지층정보 연계 기술은 정보 표준화 체계의 미확립과 유관기관 간의 정보 공유에 대한 제도적 절차의

복잡함으로 관련 기술 개발이 미흡한 실정임

3. 연구개발내용

□ 세부과제 별 연구내용

○ 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구('15)

○ 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발('15)

- 지하지층정보 실시간 연계 DB 및 시스템 설계
- 지하지층정보 인프라 실시간 연계 S/W 개발

○ 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발

- 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB구축
- 지하지층정보 온톨로지 DB구축

○ 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발

- 지하지층정보 시멘틱 통합 검색 기술
- 지하지층정보 DB 제공 기술 (V-World 등)
- 지하지층정보 활용 OPEN API 개발 및 제공
- 지하지층정보 3차원 가시화 기술

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략**

○ 효율적 정보연계 기술 개발 및 신속한 의사결정을 위하여 정보 보유기관(중앙부처 및 관리기관)의 정기적 협력회의 추진

○ 연계 정보 활용성 향상을 위하여 공공 및 민간분야의 정보 활용 분야별 전문가 그룹 자문의견 수렴

○ 연구개발사업에 대한 외부전문가(경제성 평가, 실용성 평가 등) 활용을 통하여 객관성이 확보되는 연구개발 추진

□ **추진체계**

○ 지하지층정보 관계기관 협력체계 구축

- 정보 보유기관간의 효율적 정보 연계체계 구축을 위한 관계기관 협력회의 및 MOU체결

○ 체계적 표준제시를 위한 국내·외 표준 관련 전문기관 협력체계 구축

5. 최종성과물

□ **주요 최종성과물**

○ 3D 지하지층정보 연계 표준화 지침서

※ 지하지층정보(시추, 지질, 지하수, 광산 등) 연계 표준 제시

○ 3D 지하지층정보 연계 및 구축 S/W

※ 지하지층정보의 연계 솔루션 및 통합DB 구축 S/W

○ 3D 지하지층정보 활용을 위한 지하지층정보 활용 Open API

※ 공공·민간분야 지하지층정보 활용을 위한 100종 이상의 Open API

○ 3D 지하지층정보 V-World 등 제공·연계·시각화 S/W

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ 국가 지하지층정보의 통합·활용체계 기반 마련을 위한 표준화·연계기술 개발을 통한 공공·민간분야 통합정보 활용 기반 마련

- 지하지층정보 연계 표준 개발을 통한 통합 지하지층정보 활용 기반 마련

- 실시간 기반의 안정적인 정보연계 및 갱신을 위한 지하지층정보 연계기술 구현

- 건설, 방재 및 학술연구 분야 등 공공·민간분야에 지하지층정보를 활용한 OPEN API 서비스 성과물 제시 가능

□ 기대효과

○ (사회경제적) 지하공간 기반인프라 연계 기술 개발을 통한 국가 지하지층정보 통합활용체계 기반 구축

- 통합 지하지층정보 연계체계 마련을 통하여 건설·방재·환경 및 학술연구 분야 등 사회 전반에 걸쳐 통합 정보 활용 기대

○ (기술적) 산재하여 있는 지하지층정보를 연계하여 국토의 디지털 지하공간 인프라 구축으로 미래 지식기반 사회를 지향하는 선진국 대비 기술 경쟁 우위 확보 기대

- 해당 기술 취약 국가에 대한 기술 수출을 통한 서비스 모델 확보 기대

○ (정책적) 개별적으로 관리되고 있는 대규모 공간정보의 부처간의 개방·공유를 위한 기술개발과 이를 기반으로 한 서비스 기술 개발을 통한 정부 3.0 실현 기대

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015.03 ~ 2018.03(3년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2015.3 ~ 2016.3(12개월)

○ 총 정부출연금 : 30,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 7,500백만원 이내

- 2차년도 정부출연금 : 11,250백만원 이내

- 3차년도 정부출연금 : 11,250백만원 이내

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 "일반/보안 과제"임

* 운영규정 제20조제4항에 따라 보안등급 과제 보안등급을 공고시에 포함하여 공고하여야 함

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(1-2 세부) 3차원 시설물 정보모델 기반의 지하공간 기반인프라 정보 구축 및 DB 구축 자동화 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위하여 기반이 되는 지하공간정보 데이터베이스 구축을 위한 핵심 기술 개발

- 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발
- 지하공간정보 데이터베이스 구축을 위한 데이터스키마 표준 마련
- 건설정보모델 기술을 이용한 체계적인 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 기술 개발
- 공학지질단위 컨텐츠 및 지질 온톨로지 기술 개발
- 3차원 지하지질정보를 구축 기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 지하공간 건설정보모델 데이터 필요성

- 대형 지하공간 개발 증가로 인하여 지하공간 정보의 데이터 구축·저장·활용에 대한 필요성이 증대되고 있으며 이를 보다 체계적으로 관리하고자 건설정보모델 기술에 대한 관심이 증대되고 있음
- 건설 분야의 정보 모델을 구축하고자 하는 건설정보모델 기술은 그 기술적 발전으로 인하여 토목, 건축, 플랜트 등 다양한 건설 분야에 널리 사용 중이며 건설정보모델 기술의 높은 활용 가능성으로 인하여 효용성을 인정받고 있음
- 3차원 지하정보는 국가차원에서 관리되어야 할 공공재적 성격의 국가적 중요정보로서 7대 지하시설물을 비롯한 지하구조물들의 주변 환경인 암석, 토층 및 지질구조로 구성된 필수 주제도로 '땅속의 지형도' 역할을 하는 3차원정보가 필요함

□ 기술동향

○ 국내동향

- 3차원 정보모델을 기반으로 한 공공발주의 경우 2008년(3건, 약 3천억원), 2009년(4건, 6천6백억원), 2010년(5건, 9천3백억원)으로 해마다 상승하고 있으며, 2018년 3차원 정보모델 기반 공공발주는 3,257건(총금액은 42조원)에 이를 것으로 전망
- 건설 분야의 정보 모델을 구축하고자 하는 본 기술은 그 기술적 발전으로 인하여 토목, 건축, 플랜트 등 다양한 건설 분야에 널리 사용

중이며 건설정보모델 기술의 높은 활용 가능성으로 인하여 효용성을 인정받고 있음

- 보다 빠르고 효과적인 건설정보모델 구축을 위하여 3차원 라이브러리 활용을 통한 3차원기반 시설물 정보 구축 노력이 이루어지고 있음

- 센서 기반 3차원 건설정보모델 구축을 위한 기술개발도 활발히 진행중이며 지상 레이저 스캐닝 자료를 기반으로 하여 취득한 시설물의 포인트 클라우드 정보를 활용하여 3차원 건설정보모델을 구축하는 연구를 수행하였음

- 국토해양부(현재 국토교통부)에서는 제5차 건설기술진흥기본계획(2013~2017)을 통해 "LC기반의 시설물 유지관리 확립" 추진과제 중 건설정보모델 기술과 연계한 스마트 유지관리 기술 개발을 선정하는 등 시설물 관리에 있어 건설정보모델 기술을 적극적으로 활용하고자 노력하고 있음

- 조달청에서는 공공 시설물에 입체형 설계와 생애주기를 반영하는 고도의 건설 기법인 건설정보모델 기술을 2016년까지 단계적으로 도입하고자 로드맵 및 가이드라인을 마련하여 업무에 활용중임

- 3차원 공간분석기술 및 가상현실 기술을 기반으로 토목건설, 교통, 도시계획, 지하시설물관리를 비롯하여 공공기관 및 지자체의 3차원 공간정보구축 사업 등 많은 분야에서 3D GIS기술이 활용되고 있으며, 1980년대부터 3차원 지형의 가시화 및 분석시스템을 거쳐 최근 3차원 가상도시 건설 단계까지 발전하고 있으며, 몰입적 상호작용을 지원하여 사용자로 하여금 현실 같은 가상세계에서 의사결정을 지원하는 시스템으로 발전하고 있음.

- 1995년부터 시작된 국가GIS사업이 최근 3차원 형태의 "사이버국토건설"을 목표로 3단계 사업(2006년-2010년: 1조5천억 원 투자)이 진행중에 있으나, 주로 지형, 건물, 도로, 시설물 등 지상에 대한 3차원 국토공간정보 구축을 중심으로 사업이 진행되고 있으며, 2004년 3차원 국토공간정보 시범사업을 시작으로 21개 지자체에서 3차원 국토공간정보를 구축하거나 예정임.

- 토목건설 및 자원개발 기업들은 개발비용 저감을 위하여 3차원 지하정보 구축 및 시스템 개발에 연구비를 투자하고 있음

- 해저터널, 대심도 도로 및 철도 등의 구조물 설계 및 시공에서 건설의 기초가 되는 지반이 점차 지하로 내려감에 따라 3차원 지하정보의 필요성의 점차 중요해지고 있음

- 국토해양부에서는 대심도 도로, 해저터널 등의 국가규모의 건설프로젝트를 계획하고 있으며, 이는 3차원 지하정보의 연계가 필수적임
- 아울러, 행정수도, 국제과학비지니스벨트 등의 부지의 개발 및 보존을 위한 지하정보 사전파악의 중요성을 인식하고 있음

○ 국외동향

- 미국의 경우 연방조달청, 육군 공병단을 포함하여 약 70여개의 정부산하 기관 및 협회, 업체에서 NBIMS를 채택하여 기관별 로드맵과 적용지침을 지속적으로 확대
- 영국의 NBS(National BIM Specification)에서는 건축시설에 대하여 NBS 표준의 3차원기반 시설물 정보 컨텐츠 자원을 건설산업을 위해 자유롭게 활용, 공유, 배포할 목적으로 국가적 차원의 3차원기반 시설물 정보 라이브러리포털을 운용하고 있음
- 미국 조달청(GSA)에서 준공도서 시공도서, 건축 마감구조, 모델링 등의 내용을 담은 3D-4D-건설정보모델 프로그램을 운영하여 건설정보모델을 활용한 품질향상, 정밀도 향상, 협업향상 등을 도모
- 독일에서는 건물 정보를 건축설계단계, 생성, 시공단계를 거쳐 통합시설자산관리(CAFM)에 전달하는 전체 과정에서 통합하여 관리하며, IFC를 사용하여 분야간 데이터 호환성 확보 하고 있다. 또, 건설정보모델 프로그램과 IFC 중립포맷을 사용하여 설계 전 과정에서데이터를 교환하는 방법을 제공
- 영국은 이미 1990년대부터 다양한 학자와 건설부 및 환경부가 합동으로 수행하여 많은 성과를 이루었으며 이미 영국 주요지역에 3차원 지질정보를 구축하였음.
- 영국은 3차원 지하정보모델(Digital Geoscience Spatial Model)을 이용하여 지질도를 기반으로 데이터저장소, 메타데이터 및 3D 구축 체계에 대한 표준(안)을 마련함
- 일본의 경우 구조물, 도로사면 및 터널 갱구부에서 인적·물적사고가 빈번히 발생하고 있는 실정이며, 이러한 재난을 예방하기 위해서 건설성, 지질조사소 등에서 다양한 정책을 법제화하여 상세지하지질도를 작성하고 있음
- 중국의 경우, 베이징 3차원 지하지질정보 관리/서비스 시스템 성과로 '베이징 올림픽 경기장' 건설 공사시 잠재적 위험 요소인 '지하 활동 단열층대'를 성공적으로 피함으로써 '세기 공정'이라는 칭송을 받았다. 이

시스템은 중국 '국가 국토자원부'와 '베이징 지방정부'가 협력하여 공동으로 추진한 국가 중점프로젝트인 베이징시 다양계수입체 지질조사 프로젝트 중 하나로 추진된 것임.

- 영국의 경우 지하지질도 작성을 위한 법적근거(Planning Policy Statement 9, 23 & 25 등)를 기반으로 전국주요지역을 대상으로 영국지질조사소 주관으로 지하지질도를 작성하고 주정부 및 지방정부는 토목건설사업 및 환경보전에 적극 활용하고 있음

- 3차원 지하정보 구축의 국내외적 최근 이슈는 국토건설시 문제가 되는 지하의 단층, 파쇄대 등의 3차원적 표현방법과 지하지질정보의 3차원 구축방법론 성과들, 이를 이용한 이슈지역에 대한 실제 구축, 그리고 지하수 부존, 터널/지하도로 경로 예측 등에 대한 응용연구들이 활발하게 연구되고 있음

- 현재, 지하정보의 상용소프트웨어로 Earth VisionTM, GoCadTM, GSI3DTM, VulcanTM등이 있고, 대부분 S/W 는 학계의 연구물을 기반으로 점차 상용화되었으며, 모델 개발에 따라 점차 시스템이 확장되는 추세임

3. 연구개발내용

□ **세부과제 별 연구내용**

○ 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축

- 빠른 시간내에 지하공간 기반인프라의 건설정보모델 모델을 구축하기 위한 인프라 SW 기술 개발로서 지하공간정보의 도면 전산화 자료를 기반으로 하여 건설정보모델 모델을 손쉽게 생성할 수 있는 기술

○ 비전산화 도면 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축

- 지하공간 기반인프라의 건설정보모델 모델을 구축을 위하여 종이와 같이 비전산화된 도면 자료를 활용하여 건설정보모델 모델을 생성할 수 있는 기술 개발로서 비전산화 자료의 디지털화 및 건설정보모델 생성을 위한 알고리즘 개발이 핵심 기술

○ 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보 모델 모델 구축

- 전산 혹인 비전산화된 도면 자료가 보관되지 않은 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축을 위하여 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용하는 기술개발로서 지하공간의 형태, 종류, 활용 방안에 따라 3차원 생성 기술 개발 능력이 핵심 기술

○ 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 DB 기술 개발

- 다양한 방법으로 구축된 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델의 저장 및 활용을 위한 데이터베이스 구축 기술로서, 자동화된 방법으로 지하공간의 데이터의 체계적인 분류 및 저장이 핵심 기술

○ 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구

- 단층, 파쇄대, 암체, 시추자료 등의 3차원 지하지질정보 모델링 기술 개발
- 영국 지질조사소(BGS)와 국제공동연구
- 3차원 지하지질정보 소프트웨어 체계 개발

○ 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발

- 암층, 토층, 시추자료 등의 국토지하정보의 주요항목 분석
- 국토지하정보도 구축을 위한 야외조사 표준화 및 핵심 콘텐츠 추출

○ 지질 온톨로지 개발

- 국토지하정보 단위 표준(안) 구축
- 지질온톨로지 명세서(안)개발
- 시맨틱 지질온톨로지 구축

○ 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발

- 3차원 지질정보 통합 DB 구축
- 3차원 지질정보 활용 소프트웨어 개발

4. 연구개발 추진방법

○ 연구 성과의 조기 실용화를 위한 단계별 수행 전략 수립

□ 추진전략	○ 정부부처 및 관련 공사·협회, 그리고 업체와의 유기적 협조체제 구축 ○ 산학 공동연구를 통한 연구개발 결과의 실용화 유도 ○ 관련분야 전문가 자문 ○ 3D 지질모델링 기술개발 및 3D 지하정보 데이터베이스 구축을 위한 국내 연구역량 결집 ○ 지질/지적/토목 등의 분야 전문가들과의 다학제간 유기적인 연구협력 체계 구축 - 기술협력자문위원회 운영 ○ 3D 지질도 활용분야와의 유기적 협력관계 구축을 통한 최종성과물의 품질확보 및 활용도 제고
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 지하공간 기반인프라와 같은 국가기반시설과 관련된 연구이므로, 관련 연구 경험이 풍부한 기관의 참여가 필요 ○ 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문 실시 ○ 연구개발결과물의 실용화 및 활성화를 위하여 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 연계 협력 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물	○ 지하공간 기반인프라의 체계적이고 빠른 구축·저장·활용 기능 수행과 서비스 제공이 가능한 핵심 기술 ○ 3차원 기술 기반 지하공간 기반인프라 정보 연계 활용 기술 ○ 새로운 3차원 지하지질정보 모델 개발 ○ 지하지질정보 온톨로지 개발 ○ 3차원 국토지하지질정보 구축 ○ 지하지질정보기술 관련 SCI급 논문 및 특허

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안	○ 지하공간 기반인프라 건설정보모델 정보의 빠른 구축을 위한 핵심기술 확보 ○ 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델의 체계적인 저장을 위한 데이터베이스 구축 기술 확보 ○ 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 정보의 활용을 위한 데이

	터베이스 기반 기술 개발 ○ 친환경 지적·토지계획 및 국토개발을 위한 국가SOC건설(항만, 철도, 산업입지), 지하공간개발(대심도 도로 및 터널, 지하 시설물),환경오염방지(지하수, 토양) 분야에서 기반기술로 활용
□ 기대효과	○ 사회·경제적 기대효과 - 국내 지하공간정보 건설정보모델 데이터의 효율적 저장과 체계적인 데이터베이스 저장을 통한 정부 3.0 실현 기대 ·정부 3.0: 개방형 지하공간정보 빅데이터 플랫폼 서비스를 통한 상생경제 실현 (국가 공간정보/공공정보의 중소기업 지원 확대) - 국내 지하공간정보 건설정보모델 데이터베이스의 체계적인 구축을 통한 지하공간 정보의 지속적 저장 및 데이터 활용성 증대 - 2차원 정보형태가 아닌 한눈에 알아볼 수 있는 3차원 지식(knowledge) 및 지혜(wisdom) 수준으로 격상하여 3차원 국토지하정보 DB의 빠르고 효율적인 활용으로 예산 절감 기대 - 터널, 사면, 댐 등 구조물의 잘못된 기본계획으로 막대한 시공비용 낭비를 초래했으나 지하정보의 사전 시뮬레이션을 통해 시간과 비용을 효율적으로 이용할 수 있을 것임 ○ 기술적 기대효과 - 최신 ICT 기술 기반 지하공간정보 건설정보모델 데이터 구축으로 미래 지식기반 사회를 지향하는 선진국 대비 기술 경쟁 우위 확보 기대 - 국토지하정보는 대규모 지하공간 건설을 위한 공학적 안정성 및 지상에서 시공 시 발생하는 소음 및 환경파괴를 줄이고 친환경 공간 확보를 위한 기술 증대 효과를 가져옴 - 국토지하정보는 연속적인 지층구조 파악, 노선변경에 따른 지하토층 및 암층정보 파악 그리고 지하시설물 배치 및 시공시 안전성과 지하지층 파악이 필요한 시공분야에 활용이 기대됨 ※ 경제적, 기술적, 정책적 파급효과 제시 - 국토부 사업 및 정책에의 활용, 비용절감효과, 수입대체효과, 안전율 제고 등
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구개발기간 : 2015.3 ~ 2020. 2 (5년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2015. 3 ~ 2016. 2 (12개월)

○ 총 정부출연금 : 3,750백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 1200백만원 이내

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 "일반 과제"임
* 운영규정 제20조제4항에 따라 보안등급 과제 보안등급을 공고시에 포함하여 공고하여야 함

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조
- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화・가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료・기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정・보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정・보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화・명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(2-1 세부) 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발

1. 연구개발 목표

○ 3D 지하공간정보 가시화 기술 확보를 통한 활용성 및 안전관리의 효율성 증대

○ 세계 최초의 지하공간 데이터 3D 가시화 엔진 기술 개발을 통한 세계 시장 선점 기회 마련

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ **연구개발의 필요성**

○ 3D 가시화 엔진의 필요

- 국가 연구 개발 사업을 통한 지하공간정보와 타 부처 또는 민간이 보유한 공공 DB 등과의 융합서비스를 지원하는 지하공간정보 3D 가시화 엔진 개발이 시급

○ 3D 지하공간의 체계적인 개발 필요

- 지하공간의 효율적인 활용 및 개발을 위한 지하공간정보(지질, 시추, 관정, 7대 지하시설물 등) 가시화와 시뮬레이션을 통한 입체적 분석 필요

○ 지하공간 개발의 활성화 필요

- 중앙부처, 공공기관, 지자체등이 자체적으로 활용할 수 있는 3D 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발 필요

□ **기술동향**

○ 국내 기술동향

- 3D GIS 기술은 클라이언트/서버 방식에서 웹(Web) 3D GIS로, 2차원에서 3차원 방식으로 변화해 가고 있으며 공간정보 획득 및 분석방법도 보다 다양화되어 가고 있음
- 국토교통부에서는 2011년부터 공간정보 오픈플랫폼 사업을 시작하면서 국토교통부, 지자체 및 타 부처의 데이터를 혼합하여 제공함으로써 지자체, 기업에서 주도하던 3차원 공간정보 제공 기술을 주도하고 있음
- 2013년 국토교통부는「3D 지하시설물 관리 시범 시스템」을 지하시설물 통합체계 구축·운영관리 사업에서 구축하여 강남역 인근 지역을 대상으로 7대 지하시설물을 입체적으로 관리하기 위한 시범 사업을 진행 중

-「3D 지반기초정보 활용시스템」은 2011년 건설 시추정보 전산화 사업을 통해 시범 기술구현 후 2012년도 사업부터 본격적인 시추정보 3D 정보 구축 및 3D 활용 시스템의 개발보급을 추진 중에 있음.

- 2011년 도심재생사업단의 3핵심 3세부 도심복합용도 공간구조 및 공법개발 과제의 일부 단위과제로 「지반·지하공간 자료 디지털 정보화 시스템 개발」연구를 통하여 지반정보 및 지하관거, 터널 등의 자료를 3D 영상화 모듈과 연계하여 활용할 수 있는 시스템 개발

- 2011년 국토교통부는 「U-City 3D 구축 및 활용 시스템」을 시추정보 전산화 사업을 통하여 개발 하고, 2011년 말 기준으로 약 137,000공의 시추정보를 구축하고, 매년 약 15,000 공씩 시추정보를 구축하고 있음

○ 국외 기술동향

- 미국은 FGDC(Federal Geographic Data Committee) 주도로 국가 공간정보 표준제정, 공간정보인프라 구축, 공간정보 오픈플랫폼 기반 민간 유통을 추진하고 있으며, 민간부문에서는 세계 최고 수준의 공간정보 융합 기술을 기반으로 다양한 서비스를 제공하고 있음

- 유럽은 각 국가 간 공간정보인프라의 원활한 접근, 활용, 온라인 서비스를 위하여 개방적이고 협력적인 인프라 구축 정책을 추진하고 있으며, 구축된 공간정보인프라를 표준화된 방식으로 서비스를 제공하고 있음

- 일본은 '지리공간정보활용추진 기본법' 제정(2007.8)을 통한 정부중심의 체계적인 공간정보 산업육성정책으로 공간정보-유비쿼터스 기술 융합, 공간정보 민간 유통 방법 모색, 국제 표준 제정 등을 추진하고 있음

- 캐나다는 공간정보인프라 구축, 개방 및 공유 관련 미국과 공조하여 국제표준 활동을 적극 추진하고 있으며, GeoConnections 포털 기반 공간정보인프라 구축, 공유 서비스를 제공하고 있음

3. 연구개발내용

□ 세부과제 별 연구내용 [위치기반 지하공가정보 통합·활용체계 개발 과제]

○ 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진

	○ 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발 ○ 3D 지하공간정보 활용 서비스 개발 ○ 지하공간 R&D 시범 테스트베드 구축
4. 연구개발 추진방법	
□ **추진전략**	○ 효율적으로 3D 지하공간정보를 가시화 및 분석 할 수 있는 기술을 개발하여 3D GIS 서비스 품질 및 속도 향상을 추진함 ○ 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용서비스 플랫폼을 통하여, 개발된 연구개발 및 분석된 결과물을 실질적이고 효율적으로 적용할 수 있도록 추진함
□ **추진체계**	○
5. 최종성과물	
□ **주요 최종성과물**	○ 3D 지하공간정보 가시화 및 분석 SW ※ 성능목표수준 : 지하공간정보(지질, 시추, 관정, 7대 지하시설물 등) 3D 가시화와 시뮬레이션
6. 활용방안 및 기대효과	
□ **활용방안**	○ 중앙부처, 지자체, 공공기관별로 분산된 지하공간정보를 분석 및 시뮬레이션 API를 통하여 종합적으로 분석하여 안전관리 예방이나 정책결정에 활용 ○ 3D 지하공간정보 가시화 엔진을 통하여 입체적으로 표현하고 이를 이용한 입체적인 분석에 활용
□ **기대효과**	○ 3D 지하공간정보가 입체적으로 표현 가능해짐

- 현재까지는 지하공간정보가 주로 평면적으로 표현되고 있었으며, 또한 종합적으로 표현할 수 있는 방법의 부재로 각각의 속성별로 따로 평면적으로 분석하여 표현됨
- 수직적 가시화와 수평적 가시화를 통합하여 입체적으로 3D 지하공간정보를 표현 가능하게 함

○ 3D 지하공간의 종합적인 분석 및 시뮬레이션을 통한 효율적인 안전관리 예방 및 의사결정이 가능해짐
- 현재 중앙부처, 지자체, 공공기관의 데이터를 따로 보유하고 있고 각 데이터의 특성에 맞는 각기 다른 가시화기술이나 분석기술 사용하고 있기 때문에, 각 부처 간의 긴밀한 협조가 쉽지 않아 종합적인 분석이 어려움
- 3D 지하공간정보 가시화 엔진을 통한 지하공간의 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발을 통하여 지하공간정보의 종합적인 분석을 가능하게 함
- 지하공간정보의 종합적인 분석을 통하여 신속하고 정확한 안전관리 예방 및 의사결정이 가능해짐

○ 각 지자체 혹은 각 기관별, 각 데이터별로 구축 및 서비스되던 것을 3D 가시화 엔진을 활용함으로써 서비스 개발에 대한 중복 투자 방지로 인한 비용절감 기대

○ 국내 지하공간정보 SW의 고도화를 통한 외산 소프트웨어 중심의 기존 지하공간정보 시장 재편 및 해외 시장 진출 기대

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015. 03 ~ 2019. 02 (5 년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2015. 03 ~ 2016. 02 (12 개월)

○ 총 정부출연금 : 4,500백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 1,200백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사

업 운영 규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 "일반/보안 과제"임

* 운영규정 제20조제4항에 따라 보안등급 과제 보안등급을 공고시에 포함하여 공고하여야 함

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연ㄴ구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(2-2 세부) 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 지하공간에서의 정확도 1m 급 3차원 UGPS 측위 원천기술 개발 ○ 지상/지하 연속 복합 측위를 위한 이동 단말 개발 ○ UGPS 구현을 위한 관제 및 인프라 시스템 개발 및 구축 ○ 지하공간내 서비스 및 안전관리 기술 확보를 위한 위치기반서비스 기술 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 지하공간 필수 기술인 세계 최고 수준의 IT 인프라 보유 ○ IT 인프라 기반 지하공간 위치기반서비스 활용도 극대화 가능 ○ 지하 공간 활용/확장 추세의 국가 정책과 일맥상통 ○ 지하 공간 위치 기반 체계 기술 및 인프라 개발 기술 확보 ○ 지하공간 UGPS 기반 서비스 및 관련 시스템 기술 확보
□ 기술동향	○ 국내 동향 - 세계 최고 수준의 IT 스마트폰 시장 확대 - IT 인프라 기술 발달에 따른 위치기반 기술 및 서비스 개발 확대 - 위치 정확도 개선을 위한 복합 항법 기술개발 초기단계 ○ 국외 동향 - 지하공간에서의 연속 측위를 위한 복합 항법 기술개발 미흡 - 지상의 위상항법시스템이 기술 주도 - E911이후 실내외 연속 측위 법제화가 꾸준히 진행 중
3. 연구개발내용	
□ 세부과제별 연구내용	○ 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발 (15년도) ○ UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증 ○ 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적 체계 (정보융합을 위한 칼만/파티클 필터링 등, 복합측위) 개발 ○ UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용 개발 ○ 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시

	스템 데모, 평가, 보완, 개발 ○ 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계 ○ 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발 ○ 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ **추진전략**	○ 지하공간 위치측정 시스템 설계 및 구현 ○ 지하공간 서비스 유형별 위치측정 기술 개발 및 구현 ○ 통합/활용 시스템 검증 ○ 지하공간 테스트베드 구축 및 기술 검증
□ **추진체계**	○ 국내 최고 수준의 측위 기술 연구 대학에서 핵심 측위 알고리즘 도출 ○ IMU 및 기타 센싱기능을 탑재한 이동 단말 개발이 가능한 기업의 참여 ○ LBS 시스템 인프라 구축 역량을 보유한 기업의 참여 ○ 2개 세부과제팀의 유기적인 연구 협력을 통한 기술개발/테스트베드 구축
5. 최종성과물	
□ **주요 최종성과물**	○ 지하공간의 특성 및 크기별 측위 기술 알고리즘 ○ 지하공간용 고정밀 하이브리드 측위 알고리즘 ○ 지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘 ○ UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동 단말기 ○ UGPS기반 LBS 구축을 위한 테스트베드 시스템 일체 ○ 지하공간내 위치기반 서비스(LBS) 제공을 위한 유형별 단말기 ○ 지하공간 LBS 유형 설계서
6. 활용방안 및 기대효과	
□ **활용방안**	○ 구축된 테스트베드를 활용한 위치체계 분야 신기술 지속 개발에 활용 ○ 지하공간내 위치체계의 표준화를 통한 전국가적 측위 시스템으로 활용 ○ 지상/지하 연속 개념의 3차원 LBS 서비스 및 신개념 네비게이션 개

	발에 활용 ○ 지하공간 DB 사용극대화 및 새로운 서비스 기술 개발에 활용
□ 기대효과	○ 지하공간 생활증가로 과제 결과 활용의 극적인 증가 기대 ○ 세계 최고 수준의 IT 인프라 기반 지하공간 항법기술 체계 확보 ○ 전 국가적 항법 체계 및 관련 서비스 기술 개발 창출 ○ 지하공간 활용 증대에 따른 안전기술 확보 정책에 부응 ○ UGPS 기술을 통하여 제한적인 지하공간 활용도 극대화 ○ 지하공간내 시설 DB 활용을 위한 위치기반서비스 확대 ○ 지상/지하 구분없는 네비게이션으로 생활편의 증대 효과

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015.03 ~ 2019.02 (5년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2014.03 ~ 2015.02 (12개월)

○ 총 정부출연금 : 4,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 800백만원 이내

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임

* 운영규정 제20조제4항에 따라 보안등급 과제 보안등급을 공고시에 포함하여 공고하여야 함

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

	○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음 ○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용 ※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(3-1 세부) 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 지상·지하공간을 연계한 입체적인 정책수립 및 공간계획 지원과 지상공간과 연계한 지하공간의 활용을 지원하는 기술 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ **연구개발의 필요성**

○ 도시의 입체적인 개발 및 활용을 위해서는 지상뿐만 아니라 지하공간에 대한 정책·계획수립 및 활용 등을 지원할 수 있는 기술이 요구됨

- 개별적으로 관리되고 있는 다양한 지하공간정보를 토대로 지하공간에 대한 정책·계획수립과 활용을 지원하기 위해서는 표준, 분석, 표현, 공유 등에 관한 기술개발이 필요함

□ **기술동향**

○ 지상부분에 대한 정책·계획 등을 지원하기 위한 기술(KOPSS)은 지속적으로 발전하고 있으나, 다양한 지하정보를 기반으로 지하공간을 체계적으로 개발하고 활용하기 위한 지원기술은 미흡함

- 3차원 공간정보 기술 및 실내공간정보 관련 기술은 지속적으로 발전하고 있으나 이를 이용한 지하공간의 개발 및 활용 등을 지원하기 위한 기술들은 미비함

3. 연구개발내용

□ **세부과제별 연구내용**

[2세부과제] 지하공간의 체계적인 개발·활용 기술

○ 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

- 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발
- 지하공간 구조 분석 및 표현 기술
- 지하공간 활용 지원체계 분석모형
- 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략**

○ 지하공간정보 공유 및 활용을 위한 표준 기반의 데이터 마트를 구축하고, 지하공간 분석정보의 다각적 시각화 구현

○ 지하공간의 체계적인 개발 및 활용 지원을 위한 분석모형 개발과

KOPSS 와의 연계를 통해 지상·지하공간의 연계 통합 활용

□ **추진체계**

○ 실용화 중심의 연구개발사업으로 산업체 및 학계 컨소시엄 구성을 통한 공동연구로 수행

○ 관련 기관 및 전문가의 적극 활용

○ 추진체계의 효율성을 높이기 위해 과다한 기관수의 참여를 지양하고, 반드시 필요한 기관으로 구성하여 연구추진의 효율성 도모

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고

5. 최종성과물

□ **주요 최종성과물**

○ 지하공간 활용 지원체계 기술 개발

- 지하공간정보 활용 표준데이터모델, 지하공간 구조분석기술, 지하공간 표현기술, 계획정보 공유 활용기술
- 지하정보에 대한 데이터마트, 지식관리, 자료관리, 모형관리 시스템
- 신공간창출 분석모형(지하공간설계분석, 지하공간현황분석, 지하시설계획분석, 재난정보활용분석)

6. 활용방안 및 기대효과

□ **활용방안**

○ 지하공간 활용 지원체계 기술은 중앙정부, 지자체, 민간기업 등이 지하공간을 개발함에 있어 정책수립, 계획수립, 활용방안 마련 등에 활용될 수 있음

□ **기대효과**

○ 지하공간 활용 지원체계 기술개발로 다양한 지하정보를 이용하여 지하공간을 체계적, 효율적, 입체적으로 개발하고 활용할 수 있음

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015. 0. ~ 2019. 0. (5 년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2015. 0. ~ 2016. 0. (00 개월)

○ 총 정부출연금 : 2,250백만원

- 1차년도 정부출연금 : 450백만원

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 “일반과제”임

* 운영규정 제20조제4항에 따라 보안등급 과제 보안등급을 공고시에 포함하여 공고하여야 함

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화・가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(3-2 세부) 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발

1. 연구개발 목표

○ 국가 지하공간정보 연계 기술정보 분석/활용 모델 개발

○ 계획/설계/시공/유지관리 연계 전주기적 국가 지하구조물 SOC 안전관리 기술체계 및 예산 최적운용 모델 개발

○ 도심지 싱크홀 및 지반침하 재해 대응 안전관리 체계 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ 연구개발의 필요성

○ 터널 시공 중 중대규모 붕괴사고 빈번※ 발생하지만 계획/설계단계 및 시공단계시 체계적인 사고저감 대응체계 부존

※ 평균 20건/년, 약 1000억원 예산 손실 경향(한국건설기술연구원, 2009)

○ 터널 및 지하공간의 계획/조사/시공 및 유지관리 단계에서 방대한 자료와 기술정보가 생성되나, 단위 목적이 완료되면 사장되는 경향. 체계적인 수치 정보화와 내재된 기술적 정보가치를 분석하고 재생산하여 국가 미래 SOC사업에 효과적으로 활용하여 국가 예산절감과 정보자산을 확보할 수 있는 노력 절실

○ 국가적 지하공간 SOC확보를 위해 터널 및 지하구조물 건설에 막대한 예산이 투입되고, 건설중 붕괴사고로 인한 공사비 손실이 빈번 발생하며, 노후화된 지하구조물이 증대됨에 따른 유지관리 비용 증가에 대한 효과적인 국가 예산 투입 계획 및 관리를 위한 기술적 장치가 부존한 상황. 따라서 전주기적 단계마다 지하구조물 특성과 가용한 국가 지하공간정보와 연계하여 효과적인 구조물 안전관리 및 예산 투입관리 체계를 갖출 필요

○ 2012년 2월 인천지역 지반침하(싱크홀)로 1인이 전복되고 오토바이 운전자 1명이 사망하는 사고 발생, 미국 및 중국에서도 수십명의 인명피해 및 건축물 유실을 불러오는 중대규모 싱크홀 및 지반침하 빈번 발생. 그럼에도 국가적 상시 대응체계와 기술적 관리체계 부존 상태이며, 국가 차원의 지반침하 재해 대응 기반 마련을 위한 기술개발 투자가 전무한 상황

□ 기술동향

○ 지하구조물의 전주기적 안전관리와 지반침하 분석 및 예측에 긴요하게 활용될 수 있는 시추정보 등의 지하공간정보가 국가차원에서 일부 가용한 상황임. 하지만, 이에 대한 지하구조물 및 지반침하 위

험재해 대응을 위한 정보연계 및 활용모델 부존으로 효과적으로 공간정보 활용이 이루어 지지 못하는 상황. 이에 국외에서는 터널, 지하차도 등 보행자, 차량 등의 안전/접근성을 위한 시설물 안정성 계측, 모니터링을 진행하며 안전관리를 수행하며, 빅데이터를 지속 확보하려는 노력이 진행되고 있으며, 빅데이터 분석 및 3D모델링 기술개발을 가속시켜나가고 있음. 지하공간 정보와 시험정도 등 건설공사 직/간접 정보 융합화 사례는 없으나, 공간정보와 비공간정보와의 통합 노력을 가속시켜 나가고 있음

○ 일반적인 지하구조물 시공관리는 지질조건 관찰 개념의 막장관찰을 통해 이루어져옴. 기존 발파기반의 지하구조물 시공공법에 대해 일반 붕괴영향인자들을 고려한 붕괴 위험도 지수개념이 기 제안된바 있으나, 붕괴사고에 긴요하게 작용한 현장의 특수조건들을 반영하지 못하고 있으며, 위험도와 연계된 비용 개념의 고려는 반영되지 못한 상황

○ 현재 지하구조물에 대한 점검 및 진단은 인력에 의해 일회성으로 수행되고 있으며 과거 설계, 시공, 점검 및 진단 이력을 바탕으로 한 지하구조물의 평가가 이루어지지 않고 있음. 또한, 지하구조물의 유지관리를 위한 시스템은 구조물의 설계, 점검 및 진단의 단순정보 입력수준이고 이력을 바탕으로 한 유지관리 및 보수/보강공법 선정 기술 이 전무한 상황. 이에 대해 국외의 경우는 진단 및 점검시 설계, 시공 및 이력 유지관리 정보를 활용하여 구조물의 상태와 안전성을 평가하고 이러한 정보를 바탕으로 구조물의 열화 및 부대시설물의 노후화에 대한 원인분석 후 보수/보강 수행

○ 국내에서는 싱크홀 및 지반침하가 발생할 수 있는 지역에 대한 지질학적 기본 DB들은 구축되어 있으나, 실제로 싱크홀과의 연계성에 대한 연구는 수행된 바 없음. 특히, 싱크홀의 예방 및 대책에 대한 연구는 수행된 바 없음. 이에 미국 University of Central Florida의 Florida Sinkhole Research Institute를 운영하며 플로리다 주 내의 다양한 싱크홀에 대한 원인 분석과 데이터를 수집 분석하여 다양한 연구 결과를 보고한 바 있으며, 미국 USGS에서는 지하수 양수에 의한 지반침하 사례에 대한 연구를 진행하여, 미국 전 지역에서 발견되고 있는 지하수 양수에 의한 지반침하 발생지역을 정리, 보고한 바 있음

3. 연구개발내용	

□ **세부과제별 연구내용**

[1세부과제]

○ 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지관리 단계 안전관리 기술 개발

- 지하구조물 관련 빅데이터 구축 및 모니터링 기술 개발
- 위험도 기반 지하구조물 선형계획 수립 지원 시스템 개발
- 지하구조물 설계 위험도 시뮬레이션 및 비용 평가 시스템 개발
- 지하공간정보 연계 지하구조물 안전 시공관리 지원 시스템 개발
- 작업자 3D 위치정보 모니터링 환경 구축 및 관리 기반 구축
- 유지관리 빅데이타를 활용한 LCC(생애주기비용) 분석모델 개발
- LCC(생애주기비용)기반 자산관리 기법 개발

[2세부과제]

○ 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발

- 지반 및 침하정보 관련 빅데이터 구축 및 모니터링 기술 개발
- 기초자료 신뢰성 분석 및 신뢰도 향상 기술 개발
- 도심지 내 싱크홀 및 지반침하 발생 메커니즘 및 탐지기술 연구
- 3D 공간정보 활용 도심지 싱크홀 및 지반침하 해저드 맵 개발
- 도심지 싱크홀 및 지반침하 재해 예방 및 복구를 위한 가이드라인 개발

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략**

○ 국내외 자문 및 공동연구 추진

- 기술개발단계에서는 관련 기술력과 경험을 보유하고 있는 해외 전문기업 및 기관과의 협력체계 구축 및 기술도입 자문을 적극적으로 추진

○ 웹기반 DB 및 BIM 시스템 개발관련 출연(연), 학계, 전문업체를 중심으로 전문연구자가 공동 참여하는 산학연 연구단 형태로 국내 자체 개발 실시

○ 개별 구성 시스템들의 수요처별 긴밀한 협조체재 및 의견수렴 창구를 운영하여 개발단계부터 시스템 활용도 제고

□ **추진체계**	○ 본 과업은 다양한 국토 지하정보망과 현장자료들과 연계하여 지하공간과 지반침하로 인한 재해 대응모델을 구축하는 것이 목적인 만큼 양질의 정보수집을 위한 현장 및 산업계와 연계가 긴요하며, 지하공간의 전주기적 단계에서의 안전관리 체계화와 싱크홀을 포함한 지반침하 모니터링 및 대응체계 구축을 위한 관련 전문가 그룹의 구성과 자문체계를 구축함
5. 최종성과물	
□ **주요 최종성과물**	○ [S/W] 지하공간정보 연계 터널 시공 중 위험도 평가 및 관리 시스템, 터널 및 지하공간의 유지관리 정보화 시스템, 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리 시스템, 지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템 등 ○ [정책기반] 국가 지하구조물 안전시공 및 유지관리 매뉴얼(지침), 지하구조물 및 지반재해 대응체계 운용을 위한 지하공간정보 빅데이터 구축 추진방안(지침) 등
6. 활용방안 및 기대효과	
□ **활용방안**	○ 지하구조물 건설 계획 수립 지원(수요처: 국토부 등 지하구조물 사업 발주 기관) ○ 지하구조물 설계 및 시공 안전관리를 위한 지원 시스템으로 활용(수요처: 설계사 및 시공사) ○ 해외 지하구조물 건설 공사 입찰을 위한 설계안 위험도 및 비용 검토 지원 시스템으로 활용(수요처: 설계사 및 시공사) ○ 공용 지하구조물 안전진단 사업 관리 및 예산 운용 기반 시스템으로 활용(수요처: 지하구조물 유지관리 주체) ○ 싱크홀 및 지반침하 국가재해 관리 기반 시스템으로 활용(수요처: 도심지 대국민 재해 관리 주체)
□ **기대효과**	○ 경제적 기대효과 - 지반 및 지하구조물에 대한 신뢰도 높은 정보 확보 및 운용을 통해 효율적인 지하구조물 건설공사 계획 수립 및 시공비용 절감 - 국가차원의 국가 기반시설 건설상의 붕괴 사고 및 인명피해 저감을 위한 국가적 시스템 마련을 통해 사회적 불안감 저감 및 국가 공사 손실 가능성 최소화 기대

- 국가차원의 국가 기반시설 유지관리상의 사고 및 인명피해 저감을 위한 국가적 시스템 마련을 통해 사회적 불안감 저감 및 국가 손실 가능성 최소화 기대
- 본 기술이 개발되면 도심지내 싱크홀 발생 예측과 발생 후의 신속한 대처 시스템 개발을 통해 사회적, 경제적 비용 감소 기대

○ 기술적 기대효과

- 수직/수평입체적 지하공간정보 활용을 통해 안전사고 발생시 직관적 정보 공유 및 신속한 대응 가능
- 터널 건설 및 유지관리의 안전관리 체계관련 국제 표준화 선도
- 도심지 싱크홀 및 지반침하 재해 국가 기술대응 체계 최초 수립

○ 정책적 기대효과

- 지하시설물 특성을 반영한 재난·방재 정보의 통합·연계로 문제 발생시 신속한 대응 및 부처간 효과적 협력 가능
- 터널 등 지하구조물 설계 및 건설상의 체계적인 안전관리 유도를 위한 터널설계기준 및 시방서 개정 기반 마련
- 터널 등 지하구조물 유지관리상의 체계적인 안전관리 유도를 위한 기준 및 지침 선진화
- 국가차원의 싱크홀 및 지반침하 재해 대응 가이드라인 및 대응 정책 수립

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015.01.~ 2019.1 (5년)

- 1차년도 연구개발기간 : 2015.01.01 ~ 2015.12.31(12개월)

○ 총 정부출연금 : 5000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 1000백만원 이내

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

연구개발과제명	(3-3 세부) 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발

1. 연구개발 목표

○ 지하시설물(상수도, 가스, 전력, 지하철, 공동구 등)에서 발생하는 이기종 실시간 데이터를 취합하여, 위험 분야별(토목, 소방, 재난 등) 빅데이터 위험분석 및 선제적 대응추론 엔진 개발

2. 연구개발의 필요성 및 기술동향

□ **연구개발의 필요성**

○ 지하공간정보는 국가적 차원의 핵심시설정보로 보안 및 위험관리의 필요성이 매우 높은 정보임.

○ 지하공간에서의 안전사고는 대형참사로 직결되는 경우가 많기 때문에, 안전사고의 선제적 대응을 위한 높은 수준의 대응 인프라 필요.

○ 국가차원의 통합 의사결정 지원체계를 위한 종합적이고 일원화된 국가차원의 지하공간 안전관리 의사결정체계 구축을 위한 인프라 필요.

○ 범 국가적 지하공간 안전관리를 위한 빅데이터 기반의 통합관리 기술개발 필요

□ **기술동향**

○ 사물통신의 급속한 확산

- 세계시장(13년 2천억달러, 20년 1조달러), 국내시장(13년 2.3조원, 20년 17.1조원)으로 연평균 약 30% 성장전망
- 12년7월 oneM2M설립(한,EU,미,일,중 7개표준기관, 267개업체)으로 자동차, 의료, 가전, 전력 등 IoT호환성 확보를 위한 공동플랫폼 표준화 추진 중.

○ 빅데이터 기술을 활용한 안전관리 기술

- 13년 국립재난안전연구원 [미래재난 예측 방법론 개발 및 재난유형별 시나리오 개발], [소셜 빅데이터 재난 운영방안 및 이슈탐지 기법 연구] 사업 추진 중
- 해외(미국) 빅데이터 플랫폼(하둡, 리듀스맵 등)을 기반으로 한 다양한 빅데이터 솔루션 확산 중(구글, IBM, Oracle, Samsung..).
- 빅데이터 기술의 활용을 위해서는, 각 분야별(건설,토목,수리 등) 요소기술에 기반한 데이터 수집 및 마이닝 기법, 연관성 모델링, 사례 시나리오 등의 개발이 전제되어야 함.

3. 연구개발내용

□ **세부과제 별 연구내용**

○ 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션
- 안전관리에 연관된 각 기관의 지하시설물 및 작업자 실시간 센싱데이터 수집
- 이기종 데이터들에 대한 표준화 모델링
- 데이터 수집/표준화 및 전처리 기술

○ 지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진
- 위험분야(토목사고, 침수사고, 화재)별 데이터 연관성 모델링
- 위험분야별 사례중심의 위험 분석 엔진
- 위험분야별 사례중심의 대응 추론 엔진

○ 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진
- 지하시설물 실내공간정보 연동
- 그래픽 및 텍스트 기반의 위험분석 및 대응 가시화 서비스엔진
- 웹기반 API 제공

4. 연구개발 추진방법

□ **추진전략 및 체계**

○ 대상 지하시설물 선정 및 기관 별 데이터 연계
- 사고 발생 시 대규모 피해가 예상되는 지하시설물 중 대형 지하철역사, 터널, 공공지하시설 각 1건식 선정하여 위험과 대응에관한 집중적인 분석 및 연구수행.
- 국토부 7대 지하시설물 및 지하시설물 설치 센서들의 센싱데이터 통합 연계 (온도, 압력, 영상 등)
- 위험분야별 피해 시나리오 해석을 위한 필요 계측자료 분류 및 연계

○ 분야별 전문기관 및 전문가 집단의 위험요소 연관성 모델링 및 사례 시나리오 개발
- 빅데이터 기반기술 분야와 토목, 건설, 화재, 재난 분야의 전문가 집단 활용하여 빅데이터 기술과 현장 기술간의 융합.

○ 빅데이터 플랫폼 연동
- 본 사업에서 구축 예정인 빅데이터 플랫폼과의 연동

5. 최종성과물

□ **주요 최종성과물**

○ 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션(S/W)
- 각 기관별 센싱데이터 수집 및 표준화 솔루션
- 빅데이터 활용을 위한 데이터 전처리 솔루션 및 DB구축방법론

○ 위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진(S/W)
- 토목(지하시설물 이상 징후), 화재, 재난(수침위험) 별 데이터 연관성 모델링
- 위험 분야별 사례중심의 위험/대응 시나리오 DB
- 위험 분야별 사례중심의 추론 엔진

○ 위험분야 별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진(S/W)
- 실내공간정보와 연동된 위험분야 별 위험분석 및 대응 가시화
- 데이터 분석/로그/통계 가시화 엔진

6. 활용방안 및 기대효과

□ **활용방안**

○ 이기종 센싱데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 확보
- 일원화된 지하공간 통합관리 시스템 구축시 활용 가능

○ 위험분야별 빅데이터 기반의 위험분석 및 선제적 대응추론엔진 확보
- 빅데이터 기반기술과 토목, 방재 등의 시설물관련 전문기술의 융합을 통한 안전관리 인프라의 고도화에 활용.
- 시설물 안전관리 기준 고도화 및 사고 또는 재난 발생 시 범부처 통합적인 위험분석과 대응방안 수립을 위한 기반 인프라로 활용

○ 위험분야별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진 확보
- 지하시설물에 존재하는 각 위험유형별 위험분석내용을 단위 요소(예:특정 센서) 뿐 아니라 복수 요소(예: 이종 센서군)간의 연관성까지 직관적으로 표시할 수 있는 가시화 서비스 엔진 확보.
- 안전관리 및 사고대응 시에 신속한 선제 대응을 가능케 하는 안전

관리 지휘통제시스템으로 활용가능.
- 기 구축된 실내공간정보와 연동 활용가능.

□ 기대효과

○ 기술적 효과
- 빅데이터 기반기술과 각 분야별(토목, 건축, 화재, 통신 등) 전문 공학기술의 융합을 통해 선제적인 지하시설물 안전관리 인프라를 구축하여 적용함으로써, 선진국 대비 기술 경쟁 우위 확보 기대.
- 구축된 분석/추론기반과 사례중심DB의 지속적인 업데이트를 통해 분석/추론의 정확도가 더욱 향상되며, 풍부한 DB가 곧 기술적 우위의 선순환을 가능케 할 것.

○ 사회,경제적 효과
- 토목, 건축, 화재, 통신, 빅데이터 처리기술, 공간정보 기술의 기술융합을 통한 창조경제 기반 마련의 성공적인 모델이 될 것으로 기대.
- 선제적인 안전관리 및 사고대응으로 인명/재산 피해 감소와 공간정보 기반의 성능기반 안전점검 및 관리의 고도화에 기여할 것으로 기대.

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2015.3 ~ 2019.2 (5 년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2015. 3 ~ 2016. 2 (12개월)

○ 총 정부출연금 : 4,000백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 1,000백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

○ 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임

* 운영규정 제20조제4항에 따라 보안등급 과제 보안등급을 공고시에 포함하여 공고하여야 함

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화・가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

부록 2. 전문가 활용 내용

■ 국내외 시장현황 및 기술동향 분석

○ 국내외 시장현황과 기술동향은 관련 전문가 그룹의 자문 및 협의를 통하여 분석을 수행함

순번	소속	이름	상세분야
1	한국특허정보원	윤연언	시장 및 특허
2	한국특허정보원	김용기	시장 및 특허
3	한국특허정보원	신중호	시장 및 특허
4	한국특허정보원	윤한걸	시장 및 특허
5	한국발명진흥원	고기영	시장 및 특허

■ 기획위원 구성

○ 기획위원은 기획연구의 방향성이 맞게 GIS분야, 건설 IT분야, 지하공간정보 측량분야, 법제도 분야의 총 4개 분과로 구성

○ 기획위원회와의 연구추진방향 의견 수렴 및 기술수요조사 수행

1. GIS 분야

순번	소속	이름	상세분야
1	올포랜드	성동권	GIS
2	예신정보기술	곽은영	GIS
3	안양대학교	신동빈	GIS
4	공간정보연구원	이인수	GIS
5	한국재난안전연구원	이준우	GIS
6	경북대학교	조명희	GIS
7	국토연구원	사공호상	GIS
8	태성 S&I	김봉근	BIM
9	서울시립대학교	최윤수	GIS
10	메타GIS컨설팅	고광철	GIS

2.건설 IT 분야

순번	소속	이름	상세분야
1	텔릿	김현수	건설-IT
2	세명대학교	연상호	건설-IT
3	지노시스템	박상남	GIS
4	대보정보통신	김상열	빅데이터
5	소방방재청	최갑용	소방-IT
6	넥스지오	김현중	지반
7	㈜청화 씨앤디	이호성	지반
8	서울대학교	정충기	지반
9	ETRI	신성웅	ICT

3.지하공간정보 측량분야

순번	소속	이름	상세분야
1	한국수자원공사	안경환	관정정보
2	한국농어촌공사	우동광	관정정보
3	한국광물자원공사	박용수	탄광정보
4	한국지질자원연구원	황재홍	지질정보
5	공간정보산업진흥원	황정래	GIS (V-WORLD)
6	소방방재청	정길호	공간정보(방재)
7	안양대학교	안종욱	공간정보 (도시)
8	인하대학교	신도형	BIM
9	연세대학교	김형관	BIM

4.법제도 분야

순번	소속	이름	상세분야
1	한국환경정책평가 연구원	현윤정	환경/법제도
2	창원대학교	이강주	지하공간/ 법제도

부록 2. 인터뷰 조사 결과표

기관명	주요내용
국립농업과학원 (농촌환경자원과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 농촌환경자원과에서는 농천어메니티정보시스템을 운영하고 있음 - 농촌어메니티정보시스템은 농촌의 자연적 자원, 문화적 자원, 사회적 자원정보들을 정보 구축하여 농촌 현황 파악 및 농촌 개발 시 필요한 정보들을 활용하고 있음 - 농촌어메니티시스템에서는 37종의 자원정보를 지역, 종류별로 검색하여 자원의 사진 및 위치정보를 확인할 수 있도록 서비스를 제공하고 있음 ○ 농촌어메니티시스템에서 주로 활용되는 DB는 자연적 자원(환경 자원, 자연 자원)정보, 문화적 자원(역사자원, 경관자원), 사회적 자원(시설자원, 경제활동 자원, 공동체활동 자원)정보임 - 대부분의 정보는 Point 정보로써 GIS 기반으로 Point를 클릭 시에 속성정보들을 확인할 수 있도록 서비스를 제공하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 지하공간정보 중 지하시설물정보(상하수도, 통신)들이 연계되면 활용성이 있을 것으로 생각함 - 농촌의 개발 시에 기초적인 상하수도 및 통신시설과 같은 현황 정보들이 있다면 농천 개발계획 수립 시에 입지선정, 개발방향 등에 대한 기반 정보로 활용될 수 있을 것이라고 생각함 - 다만 이들 정보들이 활용성 있는 정보가 되기 위해서는 정보의 데이터 형식에 대한 통일과 정보 갱신의 최신성이 지속적으로 확보되어야 한다고 생각함
국립농업과학원 (토양비료과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 국립농업과학원에서는 흙토람 시스템을 운영하고 있음 - 흙토람 시스템은 농업환경자원 관리를 위한 시스템으로써 토양 주제도, 작물에 따른 토지이용추전도 등을 제공하고 있음 - 또한 토양 적성등급, 토양 특성, 토지이용면적 등의 통계정보 또한 함께 제공하고 있음 ○ 흙토람에서는 토양의 이화학성 정보(물리성, 화학성)정보를 구축하여 이를 기반으로 다양한 주제도 및 통계서비스를 구축하고 있음 - 이 정보는 약 1m 20cm 이내의 표토층에 대한 이화학성 정보만을 대상으로 하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 전반적으로 지하공간정보가 흙토람 시스템과는 크게 연관성이 없다고 생각함 - 다만 지하수 정보가 어떻게 구축되어 있는지는 정확히 모르겠지만, 토양의 오염 시에 지하수 정보와의 연관성을 고려하여 오염 분포에 대한 분석을 일부 가능할 수 도 있을 것으로 생각함 - 하지만 지하수정보의 Low Data를 직접 적용하여 보지 않고 개략적인 설명만으로 그 활용성을 제시하기에는 무리가 있을 것

	으로 생각함 - 전반적으로 지하공간정보와의 연계 활용성은 크게 없다고 생각함
국립재난안전연구원 (방재연구실)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 국립재난안전연구원 방재연구실에서는 지진재해 위험성 평가 시스템과 지진가속도 응답신호분석시스템을 운영하고 있음 - 이 중 지하공간정보와 연관성이 있다고 판단되는 지진재해 위험성 평가시스템은 지진재해 발생 시에 시뮬레이션을 통한 지진재해 피해추정을 목적으로 하는 시스템임 ○ 지진재해 위험성 평가시스템은 국내외 지진정보, 지반 및 토양정보, 건축물 정보, 라이프라인 정보 및 인구통계 정보 등을 포함하고 있음 - 언급된 정보들은 지진 발생 시에 지진피해 예측에 대한 주요 인자들로 활용되어 구체적인 지진피해 규모를 산출하는데 기반정보로써 활용되고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 지진재해 위험성 평가시스템에서는 지하공간정보 전체 정보들의 연계 활용성이 있다고 판단됨 - 정보 연계의 중요성 차이는 존재하겠지만, 기본적으로 보다 정확한 지진 피해 예측을 위해서는 최대한 많은 정보들을 피해 예측 인자로 활용하여 분석하는 것이 정확도가 높을 것으로 생각함 - 구체적으로 살펴보면 지하지층정보를 활용하여 지진에 관련된 감쇠식, 증폭계수 산정 등에 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 피해추정을 위한 중요한 기초정보로써의 활용성이 있을 것으로 생각함 - 현재의 상황도 그러하지만 정보 연계를 위한 절차가 너무 복잡한 부분이 있음. 만약 지하공간정보의 통합관리가 이루어진다면 정보 연계 시 행정절차의 간소화를 통하여 보다 정보를 쉽고 효율적으로 활용할 수 있었으면 좋겠음
국립해양조사원 (운영지원과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 종합해양정보시스템(TOIS)는 - 종합해양정보시스템은 우리나라의 관할해역의 측량 및 관측 자료를 해양 GIS 기반으로 이용할 수 있는 데이터베이스를 구축하여 체계적을 관리하고 업무에 활용할 수 있도록 서비스를 제공하는 시스템임 ○ 주요 DB로는 해양관측 DB, 해양공간정보 기반 DB 및 각종 해양 주제도 정보들을 포함하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ TOIS는 해양분야에 최적화 된 정보화시스템으로 설명하여 주신 지상공간의 지하공간정보와의 연계성은 거의 전무하다고 생각함 - 초기 해저정보에 대한 연계를 고려하였다고 하셨는데, 해저 저

	질정보들을 연계하기 위해서는 활용성을 기반으로 둔 연계를 검토하여야 하며, 단순 연구를 위한 연계로 추진되어서는 안된다고 생각함
국립해양조사원 (해도수로과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 해도수로과에서는 해도제작일원화시스템을 운영하고 있음 - 해도제작일원화시스템은 해저 저면의 정보들과 지리정보들을 수치지도로 제작하기 위한 서비스를 제공하는 시스템임 ○ 주요 활용DB로는 해양 주제도를 포함하고 있으며, 이들 정보는 수치지도 혹은 종이문서로 제작되고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 보내 주신 자료를 검토하여 본 결과 지하공간정보와 해도일원화시스템과의 연관성을 전무하다고 생각함
국토지리정보원 (해도수로과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 국토지리정보원 공간영상과에서는 국토공간영상정보시스템을 운영하고 있음 - 본 시스템은 국토지리정보원에서 구축 중인 항공사진, 정사영상 등에 대한 검색, 열람 및 발급에 이르는 토털서비스를 제공하고 있음 ○ 현재 주요 활용되는 DB는 항공사진정보, 정사영상정보, DEM등의 영상정보들을 DB로 구축하고 활용하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 공간영상과에서 운영하는 국토공간영상정보시스템의 경우 지하공간정보와의 연계성은 거의 없다고 생각함 - 본 시스템에는 맨홀에 대한 위치정보들이 일부 포함되고 있으나, 이 정보들이 지하공간정보와 연계되어 활용될 수 있는 분야가 없다고 생각함 - 해당 정보는 국토조사과에서 운영하는 국토포털과의 연계성이 보다 많을 것으로 생각함
국토지리정보원 (국토조사과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 국토지리정보원 국토조사과에서는 국토조사 DB구축사업을 통한 국토포털시스템을 운영하고 있음 - 국토포털을 통하여 인문정보 및 국토조사정보 등을 대민서비스로 제공하고 있음 - 또한 인민지리정보, 국가지도집, 지명 등에 대한 검색을 통하여 정보를 활용할 수 있도록 서비스를 제공함 ○ 구축된 주요정보는 인문지리정보, 국가지도정보, 지명정보 등을 주요 DB로 구축하고 이를 서비스에 활용하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 지하공간정보의 통합관리 예정정보 중 지하시설물 및 매설물정보를 연계 시에 그에 대한 활용성이 있을 것으로 생각함 - 지하시설물 및 매설물정보가 국토포털 상에서 연계되어 활용될 수 있다면 국토조사 시 정책 및 의사결정 시에 충분한 참고자료로써 활용이 가능하다고 생각함 - 연계되는 지하공간정보는 현재 제공되는 국토조사 기반DB(인

	구, 토지, 건물 등)와 혼용되어 활용되어 각종 국토계획 수립 시에 의사결정에 도움을 줄 수 있다고 생각함 - 정보 연계 시에는 DB의 정확성을 확보하여 활용성 있는 DB가 연계되는 것이 필요하다고 생각함
국토지리정보원 (지리정보과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 지리정보과에서는 수치지도관리시스템, 온맵 서비스시스템, 연속수치지형도 관리시스템을 운영하고 있음 - 해당시스템을 통하여 수치지도, 수치지형도 등에 대한 정보를 통합적으로 관리하고 공급하는 대국민 서비스를 제공하고 있음 ○ 주요 정보는 1:50,000의 종이지도 뿐만 아니라, 1:5,000 및 1:25,000의 수치지도 정보를 Shape형태롤 보유하고 있음 - 또한 건물, 도로, 철도, 하천 등에 대한 정보를 Layer 형태로 구축하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 통합활용하기 위한 지하공간정보 중 지하매설물정보의 일부정보가 본 시스템과 연계 활용성이 있을 것으로 생각함 - 현재의 수치지도 제작 시에 지하매설물 정보를 추가하여 보다 다양한 정보를 제공할 수 있다고 생각함 - 다만 정보 연계 활용 시에 지하시설물의 보안사항을 검토하여 정보 제공 범위를 결정하는 것이 필요하다고 생각함 - 정보 활용을 위해서는 무엇보다도 정확한 위치정보를 확보하는 것이 필요함. 정보가 있다고 해서 바로 활용할 수 있는 것이 아니라 정확한 위치정보를 확보한 데이터가 연계되어야 그 활용성이 있을 것으로 생각함 - 전반적으로 지도제작 시에 필요한 정보 수집 부분 이외에 기타 연관성을 크게 없는 것으로 판단됨
소방방재청 (재해경감과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 재해경감과에서는 지자체 급경사지 정보의 현황정보들을 재난관리시스템을 통하여 관리하고 있음 - 급경사지 정보가 축적되어 있는 재난관리시스템의 전체적인 운영은 재해경감과가 아닌 정보화통계담당관실에서 담당하고 있음 - 현재는 급경사지 정보에 대한 현황만을 관리하고 있을 뿐, 구체적인 분석 기능에 대한 서비스는 제공되고 있지 않음 ○ 현재는 급경사지 일제조사서 기반의 급경사지 명칭, 제원 등의 정보를 DB로 구축하고 있으며 이를 기반으로 급경사지에 대한 전반적인 현장관리를 수행하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 급경사지 재해예방에 관한 법률에는 급경사지 정보 뿐만 아니라 지질 및 지반자료 또한 DB로 구축하도록 되어 있음 - 따라서 현재 R&D과제를 통하여 급경사지 방재에 필요한 지질 및 지반자료를 통합관리하고자 하고 있음 - 하지만 해당 정보를 활용하여 구체적으로 어떤 서비스를 제공할 지에 대한 결정은 이루어지지 않았으며, 정보 구축 후에 그 분야에 대한 검토가 이루어질 것으로 생각됨

	- 다만, 지질 및 지반자료를 기반으로 급경사지 붕괴, 토석류 등의 재해예방을 위한 기반자료로써 활용될 수 있을 것이라고 생각됨
소방방재청 (정보화통계담당관실)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 정보화담당관실에서는 시도 긴급구조표준시스템을 제공하고 있음 - 시도 긴급구조표준시스템은 119신고접수를 통한 신속한 현장출동과 효과적인 현장 대응을 위하여 긴급구조 업무처리를 표준화 하고 접수에서부터 출동에 이르는 전 과정을 자동화한 시스템임 - 시스템은 신고자의 위차정보를 파악하고 대응하는 서비스, 시도 상황 모니터링 서비스, 출동지령관제시비스 등의 119신고에 대한 전체 프로세스 지원에 대한 서비스를 제공함 ○ 구축된 주요 정보는 소방대상물 DB, 위험물 DB 등이 구축되고 있으며 사고상황 시 이들 정보들과 연계한 대응체계가 구축되어 있음 - 해당 시스템은 대국민 서비스가 되는 것이 아니라 17개 시도 소방본부의 담당자 및 관련 직원들이 활용하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 본 시스템과 연계 활용성이 있는 정보는 지하시설물정보 및 지하매설물정보가 될 것이라고 생각함 - 지하시설물 및 매설물정보가 주제도 형식으로 제공될 수 있다면 가스 폭발 및 상하수도 사고시에 현장에서 사고 상황 분석 및 대응을 위한 기반 정보로써 효율적으로 활용될 수 있다고 생각함 - 정보의 연계 활용성을 보다 구체적으로 확보하기 위해서는 지하공간정보 구축 시 타 부처 환경 등을 고려하여 시스템을 구축하는 것이 필요함. 또한 향후 지하공간의 위치기반 서비스로 소방에서 활용 가능할 수 있도록 이에 대한 협의가 필요할 것으로 생각됨
소방방재청 (정보화통계담당관실)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 정보화담당관실에서는 국가 자연재해의 체계적인 관리 및 대응을 위하여 국가재난관리시스템(NDMS)를 운영하고 있음 - 국가재난관리시스템은 재난정보 제공을 위한 대민서비스, 정보수집 및 분석 서비스, 대응 및 복구 서비스, 상황전파 서비스 등을 포함하고 있음 ○ 재난관리시스템은 위험지역, 시설, 물자 및 인력 등의 자원정보, 수위, 우량, 적설, CCTV등의 관측정보를 구축하여 GIS기반으로 정보를 제공하고 있음 - 이들 정보를 활용하여 풍수해, 대설, 지진 등의 다양항 재난상황에 대한 예방, 대응, 복구 등의 업무를 지원하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 재난상황 발생 시에 구축된 지하공간정보가 구축되어 있다면 보다 정확한 피해예측, 대응 및 복구계획 수립이 가능할 것으로 생각됨

	- 하지만, 정보화통계담당관실에서는 구체적인 재난들에 대한 지하공간정보의 활용성을 언급하기는 어려운 부분이 있음 - 지하공간정보와의 구체적 연계성을 찾기 위해서는 재난 별 담당 주무부서와의 활용성 검토가 필요할 것으로 생각됨 - 주무부서와의 의견을 통하여 연계 활용성이 있는 정보는 향후 NDMS상에서 충분히 연계하여 활용할 수 있을 것이라고 생각함
소방방재청 (지진방재과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 소방방재청 지진방재과에서는 지진재해대응시스템을 운영하고 있음 - 지진재해대응시스템은 지진발생상황, 피해추정현황, 긴급대응지원 및 피해상황 관리 등에 대한 서비스를 지진 상황 시에 지원할 수 있는 시스템임 - 지진재해대응시스템은 대민서비스로 제공되지 않고 행망으로 지진 발생 시 대응을 위한 관련 공무원을 대상으로 서비스가 제공되고 있음 ○ 지진재해대응시스템에서 구축하고 있는 정보는 기상청에서 제공하는 지진정보(진원지, 진앙 및 규모)정보와 함께 라이프라인 정보들을 포함하고 있음 - 구축된 정보는 지진피해의 예측 및 대응을 위한 기반 DB로써 활용되고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 지진재해대응시스템에서는 지하지층정보 및 지하시설물정보의 연계 활용성이 클 것으로 생각함 - 물론, 지하매설물정보까지 함께 포함되면 좋겠지만, 우선적으로 연계 활용성이 있을 것으로 판단되는 정보는 지하지층정보 및 지하시설물 정보임 - 지하지층정보는 현재 R&D과제를 통하여 통합정보 구축체계를 마련하고 있는 상황이며, 지하시설물정보까지 함께 연계된다면 지진 발생 시 피해예측 및 복구지원까지 다양한 분야에서 활용성이 있을 것으로 생각함 - 더불어 진도분포도 예측 결과의 정확도 향상에 해당 정보들이 충분히 활용성이 있을 것으로 생각됨
해양경찰청 (수색구조과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 수색구조과에서는 112상황관제 시스템을 운영하고 있음 - 112상황관제 시스템은 해상분야의 112센터라고 생각하면 쉽게 이해가 가능할 것이라고 생각함 - 주요서비스로는 사고정보 수집을 통한 전파, 신고접수 서비스, 연안 인근의 사고상황에 대한 GIS분석을 통한 출동 서비스 등이 있음 ○ 주요 DB로는 신고접수로 접수된 사고신고 DB, GIS분석을 위한 해양의 주제도 정보 등이 주요 정보임 - 해상 및 해안에서 발생한 신고정보들의 DB로 적재되어 사고상황에 대한 분석이 이루어짐 - 적재된 DB는 지리정보와 연계되어 최적 출동 사무소의 판단

	등을 도출함 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 본 과제에서 제시한 지하공간정보는 본 시스템과의 연관성이 크게 없다고 생각함 - 다만 해상분야의 공간정보가 추가적으로 통합관리되어 그 정보들이 연계될 수 있다면 활용성 검토를 고려하여 볼 수는 있다고 생각함
해양경찰청 (정보통신과)	□ 운영시스템 현황 관련 ○ 해양경찰청 정보통신과에서는 선박 Free-Pass시스템과 해양안전관리시스템을 운영하고 있음. 두가지 시스템은 올해 V-Pass 시스템이라는 통합시스템으로 서비스 될 예정임 - 선박 Free-Pass시스템은 선박의 위치정보(좌표, 방향 포함), 어선의 기울기 등을 제공하고 있음 - 이들 정보를 기반으로 선박의 항로관리 및 임의상황(선박간의 300m 아내 인접시)에 경보 등의 서비스를 제공하고 있음 ○ 해당시스템에서 구축 및 활용하고 있는 DB는 선박에 부착된 GPS장치로부터 수신되는 정보가 대다수임 - 선박의 속도, 방향정보를 포함하고 있음 - 또한 선박의 기본적인 제원(크기, 규모, 흘수) 등에 대한 정보를 포함하고 있음 □ 지하공간정보 연계 관련 ○ 제시한 자료에 포함되는 지하공간정보는 본 시스템에 크게 활용성이 없다고 생각함 - 다만, 해양의 암초(해저에 대한 지형정보), 특정시설물(해저 매설물 정보)에 대한 주제도 형식의 해저에 대한 정보가 있을 경우, 선박의 항로 관리 등에 활용할 수 있을 것이라고 생각함 - 해저에 대한 정보가 제공되어 진다면 우선 샘플 정보 제공 시에 충분한 활용성 검토가 필요할 것으로 생각함 - 다양한 정보들의 활용을 검토하는 것은 지능형 해상교통 관리를 위하여 필요할 수 있다고 생각하며, 다만 정보 연계 시에 절차가 복잡하여 활용할 수 있는 시간이 지체 등의 현실적인 규제가 작았으면 하는 바람임
국토교통부 (수자원정책과)	○ 정보화 시스템 소개 - 수자원정책과에서는 국가지하수정보센터를 운영하고 있으며, 굴착정보센터(가스공사)를 활용하고 있으며, 지하수 개발 현황(위치, 심도)등 지하수위에 대한 정보 서비스를 함 - 해외에서 활용하는 시스템 중 USGS라는 시스템이 있으며, 지질정보가 다수 있으며, 우리나라에서 고려해 볼 만한 시스템으로 사료됨 ○ 지하공간정보 연계·활용 - 지하공간정보와 연계·활용할 때 고려해야 할 부분은 DB가 정확해야 활용가치가 극대화 될 수 있기 때문에 정보의 신뢰성 및 정확성이라 생각됨. 또한 필요한 정보를 해당 시스템을 방문해야 하는 불편함을 줄여야 하기에 타 공간자료와 One-Stop 서

	비스가 가능하도록 하는 부분도 고려되어야 할 것으로 사료됨 - 지하공간정보 연계·활용을 위한 핵심 사항 및 요구사항으로는 타 기관과의 DB 공유 및 정보의 공개 범위를 설정하는 것이 무엇보다 중요한 사항이라 생각되며, 이러한 부분이 잘 반영되어 지하공간정보 시스템이 구축되었으면 함
한국토지주택공사 (공간정보처)	○ 정보화 시스템 소개 - 현재 국토교통부 국가공간정보센터에서 파견근무를 하고있으며, 한국토지정보시스템(KLIS), 국토정보시스템, 국가공간정보유통시스템 정보화 시스템을 다루고 있음. 한국토지정보시스템(KLIS), 국토정보시스템은 공공부문에서 사용, 국가공간정보유통시스템은 대국민 서비스로 운영중에 있으며 보완 또는 개선사항으로는 공공데이터 개방의 취지를 감안하여 향후, 적극적으로 공공에 개방할 필요가 있다고 생각함 => ·DB항목: 연속지적도, 편집지적도, 행정경계 등 토지행정 지원, 공간정보 활용 ·시스템 기능: 정보 검색 및 다운로드 ·시스템 활용 대상: 시·군·구, 공공기관, 유관기관 ○ 지하공간 연계.활용 방안 - 지하공간정보 연계·활용 할 때 데이터의 정확성·신뢰성은 사용자가 DATA 활용에 중요 요소로 생각되어지는 부분이기 때문에 연계·활용 데이터 정보의 신뢰성 및 정확성을 우선적으로 고려하여야 할 것으로 보여짐 - 본 기획과제와 관련하여 요청하고 싶은 사항은 정확한 DATA 구축과 사용자 편의성 고려, 보안사항(기반시설 중 주요안전과 연관된 시설, ex)전력, 통신, 송유)이 필요
국토교통부 (비상안전기획관)	○ 정보화 시스템 소개 - 국토교통부 비상안전기획관에서는 국토교통재난 상황관리시스템을 운영하고 있으며, 재난 발생현황에 대한 정보를 가지고 있음. 본 시스템은 재난 상황 모니터링 및 보고·전파를 하고 있으며, 본부 및 소속·산하기관 재난담당 공무원들이 시스템을 이용하고 있음 ○ 지하공간 연계.활용 방안 - 국토교통 재난 상황관리시스템에서는 재난 발생에 관한 상황전파를 하는 부서이므로, 지하공간과정보와 관련된 필요 정보라고 하면 지하지층정보, 지하시설물정보, 지하매설물정보 보다는 붕과, 매몰 취약지 정보라고 생각되며, 위와같은 재난 발생시 상황의 신속한 보고·전파를 할 수 있을것으로 사료됨 - 지하공간정보의 자료 형태는 CAD, Shape 파일 보다는 재난과 관련한 상황인지를 파악할 수 있는 영상정보가 적합할 것으로 판단됨
공간정보기술 (GIS사업부)	○ 정보화 시스템 소개 - 건물통합정보시스템은 지적도 등 공간정보상에 건물의 위치, 층수, 용도, 구조, 면적 등 건축행정정보를 통합한 것으로 건물현황의 모든 정보를 실시간으로 제공하고 있으며, 건물통합정보는 국토연구원의 "공간 빅데이터 기반 수요자중심 침수재해

	모니터링 연구"활용되고 있음 ○ 지하공간 연계.활용 방안 - 건물통합정보시스템과 지하공간정보를 연계하여 활용한다면, 국토연구원에서 본 정보화 시스템을 활용하여 재난방재계획 수립에 활용 하는 연구와 관련하여 재난방재 수립계획에 활용할 수 있을것으로 보여짐 - 지하공간정보 구축시 고려해야 할 점은 활용되지 않는 정보는 정보로서의 가치가 없기 때문에, 연계.활용 데이터에 대한 현실적인 사용 및 활용 가능성을 고려해야 할 것으로 판단되며, 지표상의 지형.지물과의 통합 연계 또한 중요한 점이라고 생각됨 - 또한, 부처별로 관리하고 있는 정보를 연계.구축한다는 점은 어려움이 있을 것으로 보여지지만, 지하공간정보가 하나의 플랫폼으로 구축된다면, 그 활용 가치는 높을 것으로 보여짐
농림축산식품부 (농지과)	○ 정보화 시스템 소개 - 공간정보와 관련한 업무는 유지관리이며 시스템 명칭은 농지정보 시스템이며 농지정보화 사업에 포함되어 있음. 또한, 정보화시스템 리스트 중 농림지리정보시스템이라는 정보화 시스템은 존재 하지 않음 - 농지정보시스템의 DB정보 · 문자정보: 농지원부, 농지조서, 농지취득.전용 · 공간정보: 영농여건불리농지, 농지전용, 진흥지역 => 필지별 농지정보 제공(정보 검색 및 다운로드) - 시스템 주요 사용자는 시·군·구, 읍·면·동, 지자체 공무원, 농식품부에서 사용 ○ 지하공간 연계.활용 방안 - 지하공간정보 연계·활용하는 측면에서는 농지정보시스템과는 연관이 없는 것으로 보여짐. 굳이 지하공간정보와 연계·활용한다고 하면 필요한 공간정보는 지하매설물 정보로 보여짐 - 또한, 농지정보시스템은 농어촌공사 정보화실에서 유수경 과장이시스템과 관련하여 개발 및 유지관리를 담당하고 있으며, 농지부에서 관리·감독을 하고 있음
문화재청 (정보화담당관실)	○ 정보화 시스템 소개 - 문화재청에서 GIS업무는 정보화담당관실에서 주관하고 있으며, 문화재 공간정보 활용체계(http://gis-heretage.go.kr) 라고 하는 시스템을 운영 - 공간정보 활용체계 시스템의 주요 기능은 정보검색 및 다운로드와 데이터 구축 및 생성이며, 주요 DB는 국가지정문화재, 매장문화재 유존지역 공간DB 임 - 시스템의 주요 서비스 내용은 문화재 보존관리, 조사연구자원, 대국민 문화재 규제지역정보 서비스이며 활용하는 대상은 내부직원, 지자체 문화재조사연구기관, 일반국민 임 ○ 지하공간 연계.활용 방안 - 문화재 공간정보 활용체계와 지하공간정보와 연계를 한다면 필요한 정보로는 지하지층정보, 지하시설물정보, 지하매설물정

	보와 같이 문화재청에서 문화재 발굴 조사와 관련하여 굴삭기를 이용하여 조사를 수행하는데, 지하정보와 관련한 정보없이 수행을 하다보니 이와관련한 정보들이 구축되고 연계된다면 좋을것으로 판단 - 지하공간정보와 연계.활용하는 측면에서 고려해야 할 사항으로는 DB 품질확보가 최우선이기 때문에 연계.활용 데이터 정보의 신뢰성 및 정확성를 고려해야 할 것으로 판단
중소기업청 (소상공인정책과)	○ 정보화 시스템 소개 - 본 소상공인정책과에서는 상권정보시스템을 운영하고 있으며, 창업 및 업종전환을 준비하는 소상공인의 성공적 입지 및 업종선정을 지원하기 위한 지역별·업종별 종합적 상권종보를 제공 · DB 항목: 879개 세부 업종별 상권내 동종, 경쟁업소 점포개수, 상권 내 연령별, 성별 주거 및 직장인구, 주거형태 등 · 주요기능: 선택지역 분석, 시·군·구 분석, 주요상권 분석, 업종밀집정보 등 ○ 지하공간정보 연계·활용 - 본 시스템에서 운영·활용하고 있는 정보와 지하공간정보와는 연계·활용될 측면은 없어보임. 말씀하셨던 상권 지하부분의 보상규제 부분은 본 시스템과 너무 연관을 지으려고 하는 것 같으며, 지하공간정보까지 연계·활용 될 측면이 없어보임 - 지하공간의 설문은 추후에 작성하여 보내드리기로 하겠음
한강홍수통제소	○ 정보화 시스템 소개 - 한강홍수통제소 하천정보터에서 활용하고 있는 시스템은 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)으로, 해당 지자체 방재공무원 및 국토부 하천담당자에게만 정보를 서비스하고 있음 - 주요 서비스 내용은 국가하천전자지도, 하천기본계획보고서, 홍수위험지도, 하천이련관리, 한국하천일람 임 ○ 지하공간 연계.활용 방안 - 지하공간정보 연계.활용시 고려해야 할 사항으로는 플랫폼 통합 및 데이터의 구축이며, 연계.활용 데이터 정보의 신뢰성 및 정확성을 우선적으로 고려해야 할 이유는 통합정보시스템 구성이 우선 필요하며, 이를 이용할 사용자들이 관련정보를 사용 가능하도록 품질관리 및 신뢰성 확보가 필요하기 때문임 - 또한, 현 업무에서 지하공간정보를 활용한다면, 홍수위험지도 작성시 내수침수 해석에 필요한 기초자료로 활용가능 할 것으로 판단 - 본 기획과제와 관련하여 요청드리고 싶은 사항은 사용자들에게 정보제공 및 활용이 가능하도록 플랫폼이 구축되었으면 좋겠고, 관련 담당자 및 자문위원들의 전체적인 의견을 수렴하여 효율적으로 내실있는 사업이 추진되었으면 함
해양수산부 (연안계획과)	○ 정보화 시스템 소개 - 관련된 업무는 공간정보이며, 연안관리 정보시스템을 활용 · 주요 DB 항목: 공유수면 매립, 공유수면 점사용, 연안관리

	계획, 연안정비사업, 연안침식 · 시스템 주요 기능: 정보 검색 및 다운로드, 데이터 구축 및 생성, 데이터 분석 및 통계 · 시스템 주요 서비스 내용: Web GIS, 행정정보 제공 · 시스템 활용 대상: 해양수산부, 지자체 공무원, 국민 ○ 지하공간정보 연계·활용 - 본 시스템은 연안과 관련한 시스템으로 지하공간정보와 관련된 요소들이 없으며, 정보화 시스템을 다루는 입장에서 인터뷰 및 설문을 응대하기에는 지하공간에 대힌 아는 부분이 없음
해양수산부 (항만개발과)	○ 정보화 시스템 소개 - 해양수산부 항만개발과에서 담당하고 있는 시스템은 항만지하시설물 정보시스템이며, 주요 DB 항목은 GIS DB 6종임(상·하수도, 전기, 통신, 가스, 송유) · 주요 기능: 정보검색, 데이터 구축, 지반정보, 통계 등 - 항만지하시설물 정보시스템은 해양수산부, 11개 지방해양항만청, 항만공사(부산, 인천, 울산, 여수·광양), 지차제 중 위임항만 관할기관을 대상으로 서비스하고 있으며, 서비스 내용은 항만지하설물의 위치정보 및 정보검색, 지반정보, 통계 등의 정보 ○ 지하공간정보 연계·활용 - 해당시설물에 대한 효율적인 관리와 신속·정확한 정보검색으로 항만구역내의 재해·재난 등 안전사고를 예방하고, 항만 운영의 효울성 향상을 위해 지하지층정보, 지하시설물정보, 지하매설물정보가 필요할 것으로 판단 - 지하공간정보의 데이터 연계·활용 시 필요한 부분은 항만지하시설물은 국가 주요시설물로서 보안이 우선 고려되어야 할 것임. - 지하공간정보와 관련하여 요청 드리고 싶은 부분은 지하시설물의 안정적인 유지·보수를 위하여 지하시설물 관련 지상시설물이 함께 구축 및 연계가 되어야 할 것임.
환경부 (정보화담당관)	○ 정보화 시스템 소개 - 인적사항부분은 개인정보보호와 관련한 사항이며, 공문의 내용만으로는 부족하기에 인적사항은 적지 않도록 하겠음 - 업무에 활용하는 시스템은 환경공간정보서비스로 토지피복도, 생태자연도에 대한 정보를 가지고 있음 - 서비스의 내용으로는 토지피복지도, 생태자연도, 국토환경성평가지도의 검색 및 다운로드가 가능한 활용 시스템이며, 공무원, 학교, 정부출현기관, 국민 등을 대상으로 서비스를 하고 있음 - 해외 유사한 시스템은 Eye on Earth라고 하는 공간정보 플랫폼이 있는 것으로 알고 있음 ○ 지하공간정보 연계·활용 - 활용하고 있는 시스템과 지하공간은 큰 상관관계를 가지고 있지 않은 것으로 보여짐 - 일반 사용자적인 측면에서 본다면 업무의 연계·활용측면에서 본다면 지하공간정보를 활용하였을 시 건축 및 토목공사 시

	활용될 수 있을것으로 생각되며, 연계·활용시 우선적으로 고려해야 할 사항으로는 정보의 신뢰성 및 정확성이 뒷받침 되어야 함. 또한, 지하공간정보의 표준 준수 또한 중요한 사항임
KT	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ 공사절차 - 통신네트워크 선로 공사 시 해당지역 지자체를 사전방문하여 지장물과 관련된 시설물부서(도로, 상수, 하수, 기타)의 승인을 취득하여야 함. - 사전분석이 정확하지 않아 재공사가 발생하기도 하는 경우도 존재. - 사유지뿐 아니라 공지 또한 명확한 허가절차 없이 시설물을 매설할 수 없음
LG유플러스	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ U-cube - 사용대상 : 기술관련부서 전직원 - 주요기능 : 선로 및 통신현황 분석 및 통계자료 산출 - 구축데이터 : 통신선로, 기간망구성도 □ 요구사항 ○ 3D 입체화기능 ○ 국가적차원의 공동구체계 구축 - 지하시설물 공동구체계(가스,통신,전기)가 효율적으로 구축되어있는 외국(ex:프랑스)에 비해 미흡한 우리나라 현실 - 전쟁, 천재지변 대비 - 회선구축 및 원활한 장애처리에 도움
SKT	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ LBMS – 위치정보관리시스템 - 사용대상 : 시스템 운영관리자 - 구축데이터 : 지역정보, 위치정보, 시설물정보 - 주요기능 : 통신시설물 관리 및 유지보수 기초자료활용 □ 요구사항 ○ 데이터 시각화도구 - LBMS는 지하공간데이터를 대장으로만 관리 - 구축데이터를 시각화하여 지도상에서 확인할 수 있는 시스템 필요 ○ 데이터 통합화지침 - 통합 DB구축 및 공유를 위한 표준화된 정책체계 도입 시급 - 구축 데이터의 허용오차범위 최소화
시설관리공단	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ 공동구 - 전선로, 통신선로, 수도관, 열수송관, 중수도관, 쓰레기 수송관, 가스관, 하수도관 등 여러 가지 시설물을 도로 지하에 공동으로 매설하기 위하여 설치하는 도랑 길

	- 업무내용 : 공동구 내 관리자는 부대시설만 관리 점용기관 시설물 이상발생 시 해당기관에 이상위치 및 세부정보를 공문으로 전달. 유지보수 시행은 해당 기관에서 직접 수행 부대시설 : 전기조명, 무전통신, 배수펌프, 침입경보설비, 화재경보 점용기관시설 : 전력케이블, 통신케이블, 상수도관, 냉·난방관로 □ 연계·활용 사례 ○ 서울시 종합관제센터와 공동구 내 CCTV영상이 연계되어 2원화 사고예방체계가 구축 ○ 소방서, 경찰서, 군부대 연계 : 사고경보발생시스템, Hot-line □ 요구사항 ○ 공동구는 가급 국가보안시설이므로 보안상 타 시스템과 연계되면 위치정보가 노출되어 위험이 발생할 수 있음 ○ 보안체계 구축 당부
한국광물자원공사	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ KMRGIS(Korea Minearl Geographic System)과 KOMIS(Korea Mineral Infomation System) - KMRGIS는 데이터로 광산지질도, 시추주상도, 갱내도, 매장량 산출도, 물리지화학탐사도로 구성되어 있음 - KOMIS는 데이터로 광물자원 시장 분석 정보, 통계정보, 가격(예측)정보를 활용하고 있음 - 광물자원 조사도면이 주된 DB이고 간단한 공간 DB 분석이 가능함 - 자체 표준(레이어, 속성, 표시도면 포함)을 가지고 있음 □ 연계·활용 방안 ○ 연계·활용 시 3차원 위치정보의 정확성이 필요 - 지하심부까지 확장된 광물자원 개발 사업을 시행중임 - 사고예방 및 체계적인 채광활동 등에 도움을 주기 위해 광물자원지하개발 시 시설물에 대한 정확한 위치 파악이 제일 우선시 됨 - 3D로 가시화되면 분석을 통한 광해 부존 확률 측정이 가능해질 수 있음
한국광해관리공단	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ 광산지리정보시스템을 운영 중임 - 보안데이터인 관계로 인트라넷으로 공단 직원들만 이용이 가능함(필요시는 공개) - 광산 및 광해관련 정보를 사용 □ 연계·활용 방안 및 현황 ○ 연계·활용 시 데이터 활용성이 포인트임 - 통합플랫폼으로 구축이 된다면 지하자료의 3D 가시화는 물론이고 사용자가 쉽게 인지가 가능해야 할 것임 - V-World와 연계·활용 필요 - 현재 광산정보는 2D로 활용하고 있으며 지하 갱 굴착 정보

	는 3D로 되어있음. 지반침하 및 갱내도를 활용하기 위해서는 다른 정보들도 3D로 가시화가 되어야 할 것임
한국도로공사	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ Hi-Potal 시스템을 유지관리 중임 - 항공사진, 노선도, 고속도로 데이터 구축 및 관리 - 현재 사용하고 있는 데이터 및 공간정보의 정밀도 및 정확도를 향상시키는 것이 필요 - 현재 구축된 데이터를 통하여 도로유지 및 재난관리를 지원하고 있음 - 주된 사용자는 본부, 본사, 지사 등의 내부직원이 대상자임 □ 연계·활용 방안 및 현황 ○ 연계·활용 시 데이터의 신뢰성과 정확성이 중요한 요소임 - 구조물 안전성 등의 점검 시 지하공간의 지하지층정보가 중요한 요소로 사용될 것으로 생각됨 - 이것은 데이터의 정확도가 낮을 경우 데이터를 사용할 수 없기 때문임 - 연계·활용 시 표준 API 형태로 제공하여 표준 연계 서버를 구축하는 것이 필요함
한국수자원공사	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ 수도통합정보시스템을 운영 중임 - 보안데이터인 관계로 인트라넷으로 업무관련 종사자만 이용이 가능함 - 수도시설, 수도운영, 유수율, 펌프모터 등 구축 및 관리 - 광역상수도 시설 현황 및 운영 현황에 대한 정보 제공을 주로 하고 있음 □ 연계·활용 방안 및 현황 ○ 연계·활용 시 데이터 활용을 위한 정확한 정보가 필요함 - 지하지층정보에 대한 데이터의 정확성은 수도시설 구축 및 유지관리 운영에 많은 도움을 줄 것으로 기대함 - 단순 데이터의 연계가 아닌 실제 활용이 가능할 수 있도록 하는것이 중요함
한국자산관리공사	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ 국유재산관리 시스템을 운영 중임 - 보안데이터인 관계로 인트라넷으로 공사 직원들만 이용이 가능함 - 지적도, 항공영상, 용도지역지구 등의 주제도를 사용 - 지적도와 항공영상기반 토지 및 건물 재산관리가 주요 업무임 - 자체 표준(레이어, 속성, 표시도면 포함)을 가지고 있음 □ 연계·활용 방안 및 현황 ○ 연계·활용 시 보안데이터에 대한 정책이 중요 - V-World와 연계·활용 중에 있으며 설문 등의 많은 요청이 들어오고 있음.

	- 국토교통부(토지대장), 기재부(D 브레인), KLIS등과 연계중임 - 현재는 각 기관들과 데이터 공유가 원활하지 않아 국유지상에 지하시설물 매설, 전봇대 설치 등이 일어나는 실정임. 따라서 보안데이터이긴 하지만 연계·활용이 필요하며 그에 대한 정책이 중요함
한국전력공사	□ 데이터 현황 ○ TGIS시스템은 한국전력공사에서 사용하는 인트라넷 시스템임 - 지중 및 가공 송전선로, 변전소 현황, 전력구, 전기맨홀 등 - 전압별로 레이어를 표현 □ 연계·활용 방안 ○ 연계·활용 시 데이터의 신뢰성과 정확성이 중요함 - 눈에 보이지 않는 지하공간이기 때문에 설계 정확도가 중요함 - 연계·활용 시 타 기관의 시설물과의 관계가 중요하기 때문에 지하공간을 활용하는 각 기관들과의 시공계획을 공유할 필요가 있음 - 시공 시 안전성 확보 측면에서 데이터의 신뢰성은 필수 조건임
한국전력공사	□ 시스템 및 데이터 현황 ○ 송변전지리정보시스템 - 사용대상 : 내부사용자 - 주요기능 : 송변전 위치정보검색, 데이터 분석 및 통계 - 구축데이터 : 송변전 선로 및 부대시설 ○ 데이터 현황 - 서울시에 주기적으로 shape형태의 데이터 제출 송변전지리정보시스템의 데이터 포맷은 geoDB(arc계열) - 타 기관(ex:수자원공사, 가스공사)의 데이터 인수프로세스 없음 □ 연계·활용 방안 ○ 굴착 대민협의 ○ 굴착 시설물관리 ○ 유지보수 비용 산출 □ 요구사항 ○ 플랫폼, 표준포맷 - 공간데이터 단순취합 이상의 현실적인 사용가능성을 제시해 주었으면 좋겠음

부록 3. 정보화시스템 현황 조사 결과표

[1] 중앙부처별 공간정보시스템 구축현황

부처	부서명	공간정보체계 구축	주요업무	사업목적	주요 활용기능	활용 DB
국토교통부	공간정보기획과	3차원 국토공간정보 구축	국토이용업무	3차원 국토공간 정보를 구축하여 각 부처 및 지자체에 활용될 수 있는 기반을 마련	- 보 오픈플랫폼을 통한 고정밀 3차원 공간정보 제공 - 범죄통계지도서비스, 전국 토지정보 및 2D 배경지도 서비스 활용 등	시설물 3D 모델링 정보, 수치표고모형 정보, 연속지적도, 수치지형도, 정사영상 등
	녹색도시과	개발제한구역 정보화	국토이용업무	개발제한구역 관리 행정을 정보화하여 체계적인 관리, 정책지원, 민원편의 등 효율적인 행정업무 수행	- 개발제한구역 최초 지정부터 현재 해제까지의 고시문 및 조서와 세부 해제내역 제공 - 개발제한구역 취락지구 정보(지구명, 호수, 밀도, 면적, 인구등) 제공 - 개발제한구역에서 관리중인 도시계획시설 및 대규모시설내역 제공 등	개발제한구역해제현황정보, 취락지구관리정보, 개발제한구역관리계획정보, 입지시설정보, 개발행위허가정보, 건축물대장정보, 불법행위단속정보 등
	국토정보정책과	국가공간정보통합체계 구축	국토이용업무	국토통합정보시스템 구축의 본격적인 시행을 위한 토대 마련	- 중앙부처, 지자체 공간정보 자료채널 관리 - 국제표준의 개방형 정보서비스 프레임 워크 - 국제표준에 맞는 공간정보 편집 및 활용시스템	기본/기타지하공간정보, 연속지적도, 용도지역지구도, 정사영상지도, 임상도, 문화재보존관리지도, 연안정보도 등

	국토정보정책과	국토공간계획지원체계(KOPSS) 구축 (http://www.kopss.go.kr)	국토이용업무	지리정보체계(GIS)기반의 국토공간계획지원체계(KOPSS)를 개발·보급하여 토지·주택·건축 분야 공간계획지원	- 지역계획지원모형 제공 - 토지이용계획지원 모형 제공 - 도시정비 계획모형지원 제공 - 도시기반시계획지원모형 제공 - 경관계획지원모형 제공	기본도, 행정정보, UIS, 지적, 새주소, 통계, 건축토지통합정보 등
	도시정책과	도시계획정보체계 구축(UPIS)	국토이용업무	전산화를 통한 도시계획의사결정 지원과 주민 참여를 가능하게 하는 도시계획정보체계 시스템을 구축	- 용도지역·지구·구역/시설사업 등에 대한 조회 및 도시계획 입안/결정 관리 - 각종 주제도 출력 및 웹 기반의 정보조회 - 3차원 경관조회, 도시계획, 과밀부담금 등 개별업무 관리 등	용지지구, 용도지구, 도시계획시설, 개발행위허가정보, 지구단위계획, 도시계획통계 등
	국가공간정보센터	부동산정보관리시스템 운영 (http://rtms.molit.go.kr)	국토이용업무	부동산정책정보 생성을 통해 부동산정보관리시스템의 효율적 관리 및 운영	- 부동산 거래 신고 기능 - 온라인 부동산거래 계약 신고 처리 기증 등	부동산거래신고 정보, 주택거래신고 정보, 외국인토지취득 신고 및 허가 정보, 부동산거래계약서 검인 정보 등
	국가공간정보센터	온나라포털 (http://www.onnara.go.kr)	국토이용업무	한국토지정보시스템을 기반으로 부동산가격정보, 토지이용현황정보, 투기억제시책정보, 각종 통계정보 등을 제공	- 토지건물 기본정보 검색 - 아파트 실거래가 정보 확인 - 공동주택 공시가격 검색 - 개별주택 공시가격 검색 - 부동산 통계 제공	건축물 대장 정보, 토지대장 기본정보, 연속지적도, 토지이용계획확인서 정보, 용도지역지구 정보, 필지별 토지이용 정

					- 부동산 정책 및 동향 제공	보 등
	국가공간정보센터	토지이용규제정보화 (http://luris.molit.go.kr)	국토이용 업무	각종 토지이용행위에 대한 규제안내서와 지역·지구등의 지정현황에 따른 행위제한 내용을 인터넷으로 서비스	- 규제안내서 구축 및 서비스 - 행위규제 구축 및 서비스 - 개발행위 가능여부 확인 등	토지이용계획정보, 행위제한정보, 규제안내서정보, 고시도면정보, 용어사전정보 등
	국가공간정보센터	한국토지정보시스템(KLIS)	국토이용 업무	KLIS DB를 토대로 대국민 정보제공 서비스 강화	- 토지거래허가, 부동산중개업, 개발부담금 관련 민원처리 기능 - 부동산 종합정보, 관련 법·제도 제공 - 지적(토지) 등 행정정보 제공 등	개별주택가격정보, 부동산중개업정보, 토지거래허가정보, 개발부담금정보, 연속편집도 정보, 용도구역지구도 정보 등
	공간정보기획과	건설 시추정보 전산화 (https://geoinfo.or.kr)	기반시설물 업무	지반조사성과의 전산화를 통한 정보 재활용 및 예산절감	- XML 기반 시추정보 검색 기능(시추공 일반정보, 시험정보 등) - 유통자료 다운로드 기능 - 3차원 시추정보	프로젝트 일반정보, 지형 및 지질정보, 현장시험정보, 실내시험정보 등
	공간정보기획과	지하시설물 통합관리체계 구축	기반시설물 업무	도로기반 7대 지하시설물의 위치 및 속성정보를 전산화하여 시설물 관리 효율성 제고	- 도시기반 지하시설물 관리 - 도로점용 민원서비스 - 단수정보 자동제공 - 국유재산 실태관리 - 재난재해지역 관리 등	상수, 하수, 광역상수, 가스, 전기, 통신, 난방, 송유관 정보
	국토정보정책과	공간정보사업 공유 및 관리시스템 구축	정보관리 업무	공간정보사업의 관리 및 공유시스템을 구축하여 공간정보사업간 중복투자 방지와 연계성·호환성 확보	- 공간정보 시행계획 및 등록 - 공간정보 사업에 대한 검토 및 사후평가 등	시행계획정보, 사업등록정보, 사전검토정보, 시후평가 정보 등

	지적기획과	GIS기반 건물통합정보 구축	주택건축물 업무	도시 및 부동산 정책수립을 위한 통합정보 제공, 지자체 행정업무 지원, 토지 및 건축 관련 통합정보서비스 제공	- 건물통합정보 구축을 통한 부동산 공적장부 공간기반 서비스 - KLIS, 부동산종합공부시스템 등의 국가 시스템의 기반 데이터 제공 등	건물의 위치정보, 용도정보, 구조 및 면적정보, 사용 승인일 정보 등
		국가지리정보 유통체계 구축 (http://www.nsic.go.kr)	정보관리 업무	국가지리정보를 통합적으로 관리·제공함으로 중복 투자 방지 및 편리성 제고	- 통합공간정보 조회 및 구매 서비스 - 공간정보 유통 통계정보 제공 서비스 - 공간정보 관련 시스템 공유를 위한 Open-API서비스 등	수치지도, 항공사진, 일반공간정보, 민간공간정보 등
		국토정보센터 통합 및 운영 (http://www.nsdi.go.kr)	정보관리 업무	국토 및 부동산정보관련 시스템을 통합하여 대국민 편의 제고 및 업무의 효율성 도모	- 일반지도 및 GeoRSS검색 서비스 - NSDI OpenAPI 및 매쉬업 서비스 등	수치지도, 문화재보존지도, 임상도, 기본공간정보 등
	녹색건축과	세움터(건축행정정보시스템) (http://www.eais.go.kr)	주택건축물 업무	건축인허가·협의·건축물대장·사업자·주택인허가·도면·도시/주거환경 등의 관리에 활용	- 건축인허가 , 주택인허가 등의 민원 서비스 - 건축물대장 발급서비스 - 건축정보 및 통계 서비스 등 제공	건축물인허가정보, 건축물대장정보, 건축인허가 관련사항 정보 등
		국토해양재난정보체계	재난관리 업무	효율적인 재난관리를 위한 국토해양부 중심의 재난종합상황관리시스템 구축	- 국토해양재난(안전사고)에 대한 신속·정확한 보고/전파/대응/분석/지원 서비스 등	사고정보, 위치정보, 재난정보 등
		지하수정보관리체계 구축 (https://www.gims.go.kr)	하천관리 업무	지하수 정보의 관리, 분석 및 대국민 정보서비스를 위한 정보관리체계 구축	- 국가지하수 관측망 정보 제공 - 국가지하수 정보 지도서	관정정보, 지하수이용정보, 허가·신고정보, 지하수불용공정

					비스 제공 등	보, 지하수 이용현황 정보, 지하수 수질검사 정보 등
	종합교통정책과	국가교통수요조사 및 DB 구축 (http://www.ktdb.go.kr\)	교통관리 업무	도로, 철도, 항만, 물류 등 교통관련 시설 및 수단 등에 대한 운영실태와 교통량, 통행실태, 교통네트워크 등에 관하여 국가차원의 조사를 수행하여 교통기초자료를 DB로 구축하고 이를 분석하여 교통정책 및 계획수립 등에 활용	- 국가교통조사 자료 제공 - 교통수요예측 분석 자료 제공 - 국가교통데이터베이스 분석자료 및 통계자료 제공 등	국가교통조사 정보, 여객 및 화물 OD 정보, 교통네트워크 정보, 교통비용 정보 등
	하천정보센터	하천관리지리정보시스템 (http://www.river.go.kr)	하천관리 업무	국가하천의 효율적인 관리와 대민 서비스의 질향상, 하천관리업무의 효율성 제고 등을 목표로 하천정보의 표준화 및 전산화를 통한 정보제공 및 하천에 관련한 제반 업무를 지원	- 하천기본계획보고서 전산자료 제공 - 홍수위험지도 제공 - 하천행정 업부지원 등	하천경계정보, 하천중심선정보, 하천시설물정보, 하천자원정보 등
	국토지리정보원	국토공간영상정보인터넷서비스시스템 (http://air.ngii.go.kr)	정보인프라 업무	항공사진기반 전산시스템 이용으로 행정업무 효율화 및 생활속 지리정보 도입	- 기준점 성과 검색 및 발급 서비스 - 공간영상 검색 서비스 - 지도주문 및 변경신청 서비스 등	- 정사영상정보, 항공사진정보, 음영기본도 정보, 위성사진 정보, 지상기준점 정보 등
	국토지리정보원	위성영상통합관리시스템	정보인프라 업무	공공기관 위성영상 보급 및 산업활성화를 위한 위성영상 통합관리시스템 구축 및 운영	- INKONOS 영상 등록 관리 서비스 - Landsat 수신 서비스 등	IKONOS 위성영상, Landsat 위성영상 등
	국토지리정보원	국가기준점성과발급시스템 (http://nbns.ngii.go.kr)	정보인프라 업무	국가기준점 성과를 웹 기반으로 검색 및 교부받을 있음	- 국가기준점 검색 서비스 - 국가기준점성과 발급 서비스 - 국가측량역사정보검색 서비스 등	점의종류, 도엽명, 관할지자체, 표설상태, 매설일자, 세계측지계 좌표 등
	국토지리정보원	국가기본도 제작	정보인프라 업무	국가기본도를 신속하게 수정·갱신함으로서 국토 지리정보의 최신성 유지와 국토정보 인프라를 확립	- 축척별 국가기본도 제작	1/5천, 1/25천, 1/5만 수치지형도 등

	국토지리정보원	국가기본지리정보구축	정보인프라 업무	국토공간정보의 기반이 되는 위치정보 최신성 및 신뢰성 확보하여 구축 및 제공	- 기본지리정보 DB 구축 - 구축 DB 연계 서비스 -	교통분야 DB, 수자원분야 DB, 시설물분야 DB 등
	국토지리정보원	국토포털 (http://www.land.go.kr)	정보관리 업무	일반인들의 원활한 사용을 위해 국토 관련 학술자료와 행정자료를 포괄적으로 관리	- 지명기반의 검색 서비스 - 지명에 대한 유래정보 서비스 - 지명사전 서비스 - 인문지리정보서비스 등	지명 및 지명유래정보, 국토에 대한 계획 정보, 발전정책 및 자연지리 정보, 인문지리정보 등
해양수산부	항만개발과	항만지하시설물 GIS DB 구축	기반시설물 업무	전국 무역항의 지하시설물 통합관리체계를 구축하여 자료 관리와 정보공유 문제점 해소	- 무역항 지하시설물 정보 구축 서비스 - 지하시설물 정보 검색 및 통계 서비스 등	전국 무역항 6종 항만지하시설물(상하수도, 전기, 가스, 통신, 송유관 정보)
	연안계획과	연안관리정보시스템 구축 (http://www.coast.kr)	해양업무	공간지리정보 기반 해양영토 관리체계 구축, 과학적 연안통합관리를 위한 연안정보 제공체계 구축	- 연안침식관련 정보체계 서비스 - 바닷가 실태조사 관리체계 서비스 - 연안관리 업무서비스 지원 등	자연해안관리도, 연안정비사업 정보, 공유수면매립 정보, 무인도서실태조사정보 등
	중앙해양안전심판원	해양안전심판 관리시스템	재난관리 업무	해양사고 원인을 과학적으로 규명할 수 있는 심판관리시스템 구축	- 해양사고 통계 서비스 - 해양사고 심판관리 서비스 등	사고 위치정보, 주요 사고정보, 재결서 정보 등
	국립해양조사원	종합해양정보시스템(TOIS) 구축	해양업무	해양 지리정보의 통합관리 및 현행화(Update)체계를 위한 정보화 기반 고도화	- 해양공간정보 이력관리/품질평가/배포관리 - 해양공간정보 관리/편집 - 다양한 해양지리정보(도엽)검색 및 제공	해양공간정보 Master DB(공동베이스 DB, 카탈로그 DB, 레스터 DB, 해양관측 DB 등), 해양공간정보 주제별 DB(기본공간정보 DB, 주제별 DB, 도엽공간 DB 등)

	국립해양조사원	해도제작 일원화시스템	해양업무	선박의 항해안전을 위한 전자항법시스템 지원 및 해양공간정보 관련 산업에 해양의 기본정보 제공	- 해도데이터 검색, 항해목적 수정 및 정의, 프로젝트 정보 관리, 신규 소스 데이터 분석 등	- 도엽별 DB, 공통베이스 DB(수심자료, 항행통보자료) 등
법무부	보호관찰과장	특정 성폭력범죄자 위치추적시스템 구축 (http://www.sexoffender.go.kr/)	범죄예방업무	성범죄자의 밀착 보호관찰과 재사회화를 위한 보호관찰 지도감독을 지원	- 성범죄자 지도 검색, 조건 검색, 통계자료 제공 서비스	성범죄자 위치정보, 성범죄자 신상정보, 지역별 통계 정보 등
	위치추적중앙관제센터	법무부위치추적시스템	범죄예방업무	성폭력 범죄자의 위치추적을 통한 범죄 예방 및 관리 지원	- 성범죄자 위치 검색, 성범죄자 현황 검색 등	성범죄자 실시가 위치정보, 성범죄자 신상 정보 등
국방부	육군지형정보단	군사지리정보체계	군사관리업무	전장 가시화를 위한 적시, 적절, 정확한 지형정보와 특수작전용 지형정보 지원	- 군사지도 제작	1/5만 군사지도 등
안전행정부	주소정책과	도로명주소관리시스템 (http://www.juso.go.kr)	주소관리업무	새주소 적용을 통한 국민 불편해소, 국제표준 주소체계 활용 및 주소의 자원화를 위한 새주소 안내 서비스 지원	- 주소전환 서비스(개별, 파일형식) - 도로명주소 구축 지원 - 주소정보 연계 지원 등	도로명코드정보, 도로명정보, 매칭데이터 정보 등
	주소정책과	새주소 기반 표준 전자지도 DB 구축	주택건축물업무	행정능률향상과 대국민서비스 제고	- 새주소 검색 및 변환 서비스 - 새주소 전자지도 자료제공 서비스	건물위치와 새주소 추출데이터, 도로중심선 추출데이터 등
	전자정부지원과장	행정공간정보체계 구축 (http://www.gmap.go.kr)		자치단체 행정업무에 공간정보 접목을 통해 입체현장 행정 구현 및 대민서비스 고도화를 위한 행정공간정보체계 개발	- 중앙부처 및 유관기관 서비스(외부기관 공간정보 제공, 공간정보 카탈로스 서비스 등) - 자치단체 내부서비스(공간정보 및 표준체계 공유, 행정업무의 공간정보 연계 등)	문화재정보, 도로 및 산림 이미지정보, 지적도 및 토지정보, 시설물정보, 수산 및 농업 정보, 인허가정보, 새주소 정보 등

					- 대민서비스(공간정보 활용 대민 서비스 기반 및 가이드 라인 제공 등)	
문화체육관광부	정보통계담당관	다국어관광전자지도서비스 (http://map.visitkorea.or.kr)	관광업무	온라인 다국어전자지도 서비스 보급을 통한 외국인 안내서비스 개선	- 관광지 검색 서비스 - 주요시설 및 주소 찾기 서비스 - 길찾기 서비스 등	주요시설 정보, 관광지 정보, 주요 지형지물 정보 등
	정보통계담당관	관광지식정보시스템 운영 (http://www.tour.go.kr/)	관광업무	관광정책, 관광연구, 관광산업 지원 등을 위해 관광지식정보시스템 구축 및 운영사업 추진	- 국내 및 국제 관광통계서비스 - 관광 관련 정책 및 연구내용 서비스 - 관광자원검색 서비스 등	국제관광통계정보, 관광조사통계 및 산업통계 정보, 관광자원 정보 등
농림축산식품부	농지과	농지공간포털 (https://njy.mafra.go.kr)	농어촌업무	정보화를 통한 효율적인 농지관리 업무추진 및 대민서비스 질 향상 농지정책 수립 및 농지관련 업무에 활용	- 농지공간 검색 지도서비스 - 농지전용협의신청 서비스 등	영농지구구분도, 농업진흥지역도, 생산기반정비계획도, 농지이용계획도 등
보건복지부	질병관리본부	방역지리정보시스템	방역업무	방역지리정보시스템을 통한 보건소 방역업무 관리와 이를 총괄하는 상황실 구축	- 방역업무관리 서비스 - 소독업무관리 서비스 - 방역차량관리 서비스 - 약품관리 및 환자관리 서비스 등	위성영상 및 정사영상지도, 환자정보 및 관리정보 등
환경부	정보화담당관	국가환경평가지원시스템 구축 (http://www.eiass.go.kr/)	환경평가업무	사전환경성검토 및 환경영향평가시스템의 통합기반 마련과 온라인 자동화 프로세스 구축	- 평가정보조회 서비스 - 협의현황 조회 및 통계서비스 - 환경평가작성 도우미 서비스	협의현황 통계정보, 환경평가정보 등
	정보화담당관	국토환경성평가지도 유지·관리 (http://neins.hs2.co.kr/index.asp)	자연생태업무	기본주제도의 변화내역을 반영한 지도갱신	- Web-GIS 서비스, 검색, 자료제공 - 행정구역, 도엽인덱스, 지번별 검색 등	67개 환경평가 등급에 따른 1/25천 주제도

	정보화담당관	물환경정보시스템 (http://water.nier.go.kr)	물 환경 업무	수계오염특성 정보의 종합관리와 물환경 기초자료관리시스템 구축	- 물환경전문정보제공(수생태환경, 호소환경 등) - 측정자료조회(간편수질저보, 상세검색자료 등)	수질 측정정보, 수리, 수문, 기상 정보, 수생태 건강성 정보 등
	정보화담당관	환경공간정보서비스 (http://egis.me.go.kr)	자연생태 업무	전국자연환경조사와 자연생태계조사의 DB 자료를 활용하여 자연환경보전업무 지원	- 환경공간정보제공(토지피복도, 생태자연도, 환경용도지역지구 등) - 환경공간정보 자료 신청 및 다운로드 - 지역별 토지피복 현황 통계자료 제공 등	생태자연도, 토지피복도 등의 주제도, 토지피복 및 생태자연현황 통계정보 등
통계청	공간정보서비스과	통계지리정보서비스 (http://sgis.kostat.go.kr)	통계조사 업무	사용자가 원하는 지도영역에 대한 각종 통계항목 정보 제공을 통한 통계정보 공유체계 구축	- 통계내비케이터 서비스 - 통계지도 시계열 서비스 - 행정구역 통계 서비스 등	인구, 가구, 주택, 사업체, 행정경계 정보 등
경찰청	과학수사센터	지리적프로파일링시스템(GEOPROS)	범죄예측 업무	다양한 공간통계분석기법을 범죄수사데이터에 적용, 범죄위험지역 예측을 통한 방범 전략 수립 및 연쇄 범죄자 거주지 예측	- 범죄 위험지역 분석 - 순찰활동 계획 수립 서비스 등	부동산 공시가격, 인구통계학적 정보, 기상 정보 등
	교통운영과	국가교통정보센터	기반시설물 업무	실시간 맞춤형 교통정보 서비스 제공을 통해 녹색 교통 및 교통안전복지 실현	- 교통정보 현황 서비스 - 교통지도 검색 서비스 등	교통 통제지역, 교통사고 지역, 도로 상황정보 등
	교통조사계	교통사고관리시스템(TAMS)	재난관리 업무	효율적인 도로교통사고 발생지점 관리 및 사고예방 대응책 수립지원	- 교통사고 정보 통계 분석 서비스 - 교통사고 정보 검색 및 조회 서비스 등	사고유형, 노면상태, 도로형태, 법규 위반내용, 행동유형 정보 등
	정보통신담당관	범죄정보관리시스템	범죄예방 업무	전자지도상에 사건 위치 정보 표시등을 이용하여 다각적인 방법으로 범죄분석	- 범죄관련 정보 검색 및 조회 서비스 - 범죄관련 정보 입력 서비스 등	감정, 수사보고, 조서, 통신, 출입국정보 등
	정보통신담	112순찰차 신속배치시스템	범죄예방	경찰력의 효율적 운영을 통한 신속출동 및	- 출동 명령 서비스	범죄발생 위치정보,

	당관	(IDS)사업	업무	효율적 범죄예방활동 강화	- 순찰차 위치정보 표출 서비스 등	순찰차 위치정보 등
소방방재청	정보화담당관	국가재난정보센터 구축 (http://www.safekorea.go.kr/dmtd/Index.jsp)	정보관리 업무	재난정보를 종합적으로 제공하는 대국민 재난정보전문 포털 사이트 구축 필요	- 재난상황정보 제공서비스 - 국민행동요령 조회 서비스 - 대피시설 등 조회 서비스 등	재난통계기록 정보, 재해연보 정보, 재난유형별 발생 정보 등
	정보화담당관	시・도 긴급구조표준시스템 구축	재난관리 업무	신속한 재난현장 출동 대응체제와 통합적 상황관리/지휘통제 구축/확산을 위한 표준시스템 확립	- 상황전파 및 협조요청 서비스 - 지령관제 및 응원요청 서비스 - 상황보고 서비스 등	재난 대상물 정보, 인근병원정보, 상황정보, 긴급구조정보, 활동정보 등
	정보화담당관	재난정보공동활용시스템 구축	재난관리 업무	각 재난관리책임기관의 재난관련 정보를 취합하여, 종합적이고 효과적으로 전달할 수 있는 공간정보 기반 정보활용 시스템 구축	- 재난정보 통합조회 서비스 - 연계정보 모니터링 서비스 - 재난정보 통합관리 서비스 등	기상특보정보, 위험정보, 지진정보, 통계정보, 관측정보 등
	정보화담당관	지진재해대응시스템	재난관리 업무	지진재해대응시스템 구축을 통해 도로, 상하수도 등에 대한 피해예측과 긴급대응지원	- 재해관련 지자체 활동관리 서비스 - 지진재해 대응관련 서비스 - 시설·자원관리 서비스 - 복구관리 서비스 등	지진정보, 행정구역별 건축물정보, 인명라이프라인 피해예측정보, 부상자 이송정보 등
문화재청	발굴제도과	매장문화재활용체계(GIS)구축	문화재보호 업무	문화재 지리정보 통합 DB 및 활용시스템을 구축하여 효율적인 문화재 보존・관리와 국토 개발 및 보존의 균형 도모	- 문화재유적분포지도 DB 구축 - 문화재 분포입지 환경분석 서비스 등	문화재 위치정보, 문화유적분포지도, 유적정보 등
	정보화담당	문화재지리정보활용체계(GIS)	문화재보호	국가 및 시・도지정문화재 지리정보 DB	- 문화재 지도서비스(문화	국보, 보물, 사적, 명

	관	구축 (http://gis-heritage.go.kr)	업무	구축, 유통으로 디지털 국토 구현	유산 지도서비스, 문화재 보존관리지도서비스 등)	승, 천연기념물, 중요 민속문화재 정보, 문화재 안전관리 주제도, 3차원 경관분석도, 매장문화재 분포 예측지도 등의 주제도
농촌진흥청	농촌환경자원과	농촌어메니티 자원도 구축	농어촌업무	국가농촌자원정보의 통합과 인벤토리 구축	- 농촌어메니티 100선 검색 서비스 - 농촌 어메니티 사전, 자원 검색 서비스 - 농촌 어메니티 지도 검색 서비스	환경자원정보, 자연자원정보, 역사자원정보, 경관자원정보, 시설자원정보, 경제활용자원정보, 공동체활동자원 정보 등
	지식정보화 담당관	흙토람(한국토양정보시스템) (http://soil.rda.go.kr)	농어촌업무	수치토양도를 이용한 환경영향 평가와 연구에 활용	- 토양환경지도 서비스(작물재배적지, 농경지 화학성, 토양특성 등) - 토양 및 농업환경 통계자료 제공 등	농업환경 일반정보, 토양통계정보, 토양주제도, 작물 시비처방 정보 등
산림청	정보통계담당관실	산림공간정보서비스 (http://www.forest.go.kr)	산지업무	산림에 대한 각종 위치와 속성정보를 입력하여 분석하고 이를 계획수립 및 의사결정 지원 등에 활용	- 산림 GIS 서비스 - 산림공간정보 유통서비스 등	- 등산로 주제도, 산입입지토양도, 임상도, 산림 위치정보 등
	정보통계담당관실	가로수관리시스템	산지업무	가로수 노선도 기능 제공	- 가로수 노선도 구축 서비스 - 노선별 가로수 관리 기능 - 노선별 대장자료의 도면화 기능 제공 등	가로수 관리 정보, 가로수 시설물 도면정보 등
	정보통계담당관실	국유림경영정보시스템	산지업무	전국의 국유림에 대한 효율적인 국유림경영계획 작성 및 디지털 국유림경영을 위한	- 연차별, 주요 수종별 임목축적 및 생산량 추정	임목축적 정보, 임목생산 추정량 정보 등

				도면 및 대장 전산화	서비스 - 국유림 경영자료 계획 및 실적 관리 서비스	
	정보통계담당관실	산사태위험지관리시스템 (http://sansatai.forest.go.kr)	재난관리 업무	산림재해의 예방, 복구에 활용	- 산사태 예측정보 서비스 - 산사태 예보발령 서비스 - 산사태 위험지도 서비스 등	산사태 예측 지역, 산사태 예측 일시, 산사태 예측 구분 정보 등
	정보통계담당관실	산지관리정보시스템 (http://www.forestland.go.kr)	산지업무	산지정보에 대한 인터넷 민원 열람서비스	- 산지정보 조회 서비스 - 산지이용 안내 서비스 - 행위제한 안내 서비스 - 산지통계조회 서비스 등	필지정보, 위치정보, 산지구분현황 정보, 산지용도별 현황 정보 등
중소기업청	소상공인정책과	상권정보제공시스템 (http://sg.kmdc.or.kr)	소상공인 업무	자영업의 과잉공급 및 사업실패 방지를 위해 다양한 상권정보 제공	- 상권분석 서비스 - 창업자가진단 서비스 - 상권지도 서비스 - 상권통계조회 서비스 등	지역별 인구정보, 가구정보, 주요 시설정보, 집객시설 정보, 업력 통계정보, 임대시세 정보 등
기상청	지구환경시스템연구과	디지털예보 웹서비스 시스템 (http://www.kma.go.kr)	기상예보 업무	읍·면·동 단위 일기예보 대국민 서비스	- 예보요약정보 서비스 - 시간별 일기예보 서비스 등	날씨정보, 강수정보, 풍향정보, 풍속정보, 체감온도 정보 등
해양경찰청	정보통신과	122 상황관제 시스템 구축	재난관리 업무	해양 긴급신고 122로 접수된 사건에 대한 위치 추적과 전파로 해양사고 및 사건의 신속한 처리	- 신고자 소재지별 전화 착신 Routing 기능 - 신고접수 내용 전파·지령 서비스 등	신고내용 정보, 신고자 위치정보, 해경서 위치정보 등
	정보통신과	해양안전관리시스템 구축 (http://www.gicoms.go.kr)	재난관리 업무	RFID와 GPS 기술 연계로 어선의 선박출입항 신고를 자동화하여 신속한 대응 능력 강화	- 선박·선사 검색 서비스 - 해양안정정보 조화 서비스 - 해적정보 조회 서비스 - 해양기상정보 조회 서비스 등	선박 및 선사정보, 해양안전정보, 해적정보, 해양기상정보, 해양안전통계정보 등

[2] 공공기관별 공간정보시스템 구축현황

공공기관	부서명	공간정보체계 구축사업	주요업무	사업목적	주요 활용기능	활용 DB
한국관광공사	스마트관광기획팀	관광공사전자지도 (http://map.visitkorea.or.kr)	관광지원 업무	GIS 기반의 전국 관광지 검색 및 길찾기 서비스를 통한 대민 관광정보 제공	- 전국 관광지 검색 - 관광지 길찾기 서비스 - 관광지 인근 시설 정보 검색	- 전국 관광지 정보, 주요시설정보, 문화시설정보, 숙박시설정보, 음식점 정보 등
한국광물자원공사	자원정보센터	국가광물자원지리정보망 구축사업 (http://www.kmrgis.or.kr)	자원관리 업무	국가 자원산업 분야의 인프라 확보 및 광물지리정보망 활용, 유통 체계화 필요	- 광물자원 현황정보 제공 서비스 - 광물자원정보제공 서비스 - 조사도면 제공 서비스 등	광물자원 매장량 정보, 광종별 생산정보, 광산 주제도, 해외자원 개발현황 정보 등
한국교통연구원	국가교통DB센터	국가교통DB시스템 (http://www.ktdb.go.kr)	교통관리 업무	국가교통DB의 통합적 구축과 자료제공을 위하여 교통정책 및 계획, 수립에 필요한 기초자료를 조사·분석하여 공동 활용하기 위한 국가차원원 교통DB 구축	- 국가교통조사조회 서비스 - 교통수요예측조회 서비스 - 국가교통데이터베이스 분석자료 제공 서비스 등	여객통행실태조사 정보, 화물통행실태조사 정보, 화물통행수요분석 정보, 교통수요분석네트워크 정보 등
한국도로공사	교통센터	로드플러스 (http://www.roadplus.co.kr)	교통관리 업무	신뢰성 있는 고속도로 교통정보의 제공과 선명한고 신속한 정보 제공을 통한 도로이용의 효율성 확보	- 교통상황정보 제공 서비스 - 교통방송정보 서비스 - 교통예보정보 서비스 등	고속도로 및 국토 교통상황 정보, 정체구간 정보, 주간 및 월간 교통 예보 정보 등
한국도로공사	정보처	재난도로유지관리 시스템	교통관리 업무	도로상에 재난이 발생하였을 때 현장 상황과 교통, 기상정보 등을 실시간으로 파악하여 대응체계를 수립	- 도로 유지보수 의사결정 서비스 - 유관기관 정보연계 서비스 등	재난정보, 현장 상황정보, 기상정보, 교통정보 등
한국문화관광연구	통계정보센터	관광지식정보시스템 (http://www.tour.go.kr)	관광지원	관광 관련 정책 및 연구, 동향을 파악 및	- 관광 관련 통계 서비스	국제관광통계정보,

원			업무	분석하여 자료화함을써 다양한 관광 관련 정보를 제공	- 관광 관련 정책 및 통계 서비스 - 관광자원조회 서비스	관광객 통계정보, 조사통계 정보, 관광산업 통계정보, 관광자원 정보 등
한국산업단지공단	창업공장설립팀	공장설립온라인지원시스템 (http://www.femis.go.kr)	입지선정 업무	공장입지에 대한 효율적 검토 및 효과적 민원처리를 위한 간소화 시스템 구축	- 민원 대행 서비스 - 민원 신청 서비스 - 공장설립 관련 서비스 - 산업단지현황 및 통계 서비스	입지정보, 산업단지 현황정보, 공장설립 관련 정보 등
한국석유공사	유가서비스팀	주유소종합정보시스템 (OPINET) (http://www.opinet.co.kr)	유가관련 업무	신속하고 정확한 유가정보서비스를 통한 국가 산업 및 대민 서비스 지원	- 주유소 및 충전소 찾기 서비스 - 국제 및 국내 유가 정보 서비스 - 유가 예보 서비스 등	주유소 위치정보, 유가 가격정보, 유가예보 정보 등
한국수자원공사	사업기획실	한국하천정보시스템(K-river) (http://garam.kwater.or.kr)	하천관리 업무	국내 유일의 하천지도책자를 토대로 대국민 하천정보 서비스 강화를 위한 시스템 구축 사업	- 하천찾기 서비스 - 하천영상정보 서비스 - 하천역사 및 법령 서비스 - 북한하천정보 서비스 등	하천정보, 하천 영상정보, 하천역사 정보, 하천법령 정보 등
한국자산관리공사	국유정책실	국유재산관리시스템 (http://npis.g2b.go.kr)	자산관리 업무	국유재산의 통합관리와 효율적 관리를 위한 시스템	- 국유재산대장 조회 서비스 - 비축토지 조회 서비스 - 국유재산 관리실태 점검 서비스 등	국유건물 정보, 국유재산정보, 비축토지 정보, 유휴행정재산 정보 등
한국토지주택공사	국토주택정보처	기업입지지원 시스템	입지선정 업무	공장설립창업자, 산업단지 투자자를 대상으로 기업활용여건의 개선을 위하여 토지이용규제, 생태, 자연환경, 문화재 분포 등 다양한 공간 및 속성정보를 종합적으로 분석하여 제공하는 시스템 구축	- 검토의뢰 지번의 공장설립 가능성 평가 - 투자의향서에 대한 사전 입지 검토 등	- 지형 및 지세 정보, 생태환경 정보, 수문 및 수계정보, 산업시설 정보, 입지 정보 등

한국토지주택공사	국토주택정보처	부동산통계분석시스템	부동산 업무	부동산 통계 시스템을 GIS 기반으로 구축하여 업무의 효율성 증가 및 전국단위 부동산 정보 모니터링 구축	- 통계 조회 분석 서비스 - 통계와 GIS 상호 연동 서비스 등	- 부동산 거래량 정보, 지역정보, 분석항목 정보, 지가변동율 정보 등
국토연구원		KOPSS (http://www.kopss.go.kr)	국토이용 업무	지리정보체계(GIS)기반의 국토공간계획지원체계(KOPSS)를 개발·보급하여 토지·주택·건축 분야 공간계획지원	- 지역계획지원모형 제공 - 토지이용계획지원 모형 제공 - 도시정비 계획모형지원 제공 - 도시기반시계획지원모형 제공 - 경관계획지원모형 제공	기본도, 행정정보, UIS, 지적, 새주소, 통계, 건축토지통합정보 등

[3] 지자체별 공간정보시스템 구축현황 (일부)

지자체	부서명	공간정보체계	주요업무	사업목적	주요 활용기능	활용 DB
	영천시	도로 및 상하수도관리시스템 (인트라넷)	도로굴착 민원, 종합급수 민원 등 관련민원을 온라인을 통한 신속한 처리	도로와 지하시설물(상수도, 하수도)의 위치정보를 전산화해 체계적으로 관리, 각종 안전사고를 예방하기 위한 사업	- 상수도 파손, 가스관 폭발 등 각종 도로굴착으로 일어날 수 있는 사고를 사전에 예방 - 중복굴착을 방지해 예산 절감 및 교통불편 해소 - 환경오염 방지	상수도, 하수도, 도로
	울진군	국가공간정보통합체계 인프라 (인트라넷)	국가 공간정보 DB 통합	각 지방자치단체별로 구축된 GIS 활용체계는 상호 호환성이 떨어지고 중복 논란이 일며 시스템간의 연계체계 미비로 인한 혼란이 야기되는 것을 막기 위해 공간정보를 연계·통합 구축	- 자료연계재널 - 정보서비스 프레임워크 - 정보활용시스템 - 국가공간정책지원시스템 - OpenAPI마법사와 매쉬업 저작도구 - 공간카페 - 응급상황 통합신고 앱	기본공간정보, 문화재보존지도, 임상도, 연안정보도
	울진군	도로명주소 기본도 위치 정확성 개선 (인트라넷)	주소 안내	주소기준을 지번에서 도로명과 건물번호로 바꿈	- 주소전환 - 주소 구축 - 주소정보연계	새주소도로, 새주소 도로구간, 새주소건물
	울진군	도로와 지하시설물 전산화 (인트라넷)	도로굴착 민원, 종합급수 민원 등 관련민원을 온라인을	도로와 지하시설물(상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방, 송유관)의 위치정보를 전산화해 체계적으로 관리, 각종 안전사고를 예방하기 위한 사업	- 상수도 파손, 가스관 폭발 등 각종 도로굴착으로 일어날 수 있는 사고를 사전에 예방 - 중복굴착을 방지해 예산 절감 및 교통불편 해소	기본도, 도로, 상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방, 송유관

			통한 신속한 처리		- 환경오염 방지	
	울진군	소규모 수도시설 DB구축 및 모바일 시스템 구축 (인트라넷)	수도시설 DB구축 및 시스템을 통한 현장감시	군의 모바일 앱으로 171개 소규모 급수시설을 한 눈에 모두 볼 수 있는 시스템 구축	- 상시 현장감시 - 제기된 민원처리 결과를 DB화해 축적·관리	상수도
	청송군	도시계획정보체계(UPIS) (http://www.upis.go.kr) (인트라넷)	도시 계획관련 업무	과거부터 현재까지 도시계획과 관련된 고시문, 결정조서, 도형, 이미지 등을 DB로 구축하여 조회 · 입안 · 결정 등 도시계획 업무에 활용되고 도시계획관련 각종 의사결정을 지원해주는 정보관리시스템 구축	- 용도지역 · 지구 · 구역/시설 · 사업 등에 대한 조회 및 도시계획 입안/결정 관리 - 각종 주제도 출력 및 웹 기반의 정보조회 - 3차원 경관 조회, 도시계획 의사결정 지원 - 체비지, 토지형질변경, 과밀부담금 등 개별업무 관리 - 통합 GUI 인터페이스 기반의 통합환경 제공	기본도, 상수도, 하수도, 도시계획도, 용도지역지구도
	청송군	한국토지종합정보시스템 개선 (http://www.cs.go.kr)	토지 및 부동산관련 민원 업무 온라인 지원	토지와 관련된 각종 정보(속성자료 및 공간자료)를 전산화하여 통합적으로 관리하는 시스템으로 행정안전부의 필지중심의 토지정보시스템(PBLIS)과 국토해양부의 토지관리정보시스템(LMIS)을 통합하여 자료의 일관성 확보와 사용자 편의성을 제고하기 위한 시스템 개발	- 토지거래허가, 부동산중개업, 개발부담금, 공시지가, 개별주택가격 처리	KLIS데이터
	칠곡군	지하시설물 전산화 (인트라넷)	지하시설물 관련 행정 업무	지하시설물 전산화 태동과 관리기관별 개별 구축된 것을 하나로 통합하여 각종 재난·안전사고 요인을 탐지 분석하여 적시대	- 웹기반 시설물관리 시스템 - 도로굴착 점용인허가 시	기본도, 도로, 상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방, 송유

				응 및 예방	스템 - 자동갱신 시스템 - 지하시설물 통합관리 시스템	관
	포항시	국가공간정보통합체계구축 (인트라넷)	국가 공간정보 DB 통합	각 지방자치단체별로 구축된 GIS 활용체계는 상호 호환성이 떨어지고 중복 논란이 일며 시스템간의 연계체계 미비로 인한 혼란이 야기되는 것을 막기 위해 공간정보를 연계·통합 구축	- 자료연계재널 - 정보서비스 프레임워크 - 정보활용시스템 - 국가공간정책지원시스템 - OpenAPI마법사와 매쉬업 저작도구 - 공간카페 - 응급상황 통합신고 앱	기본공간정보, 문화재보존지도, 임상도, 연안정보도

연구 설계도

2014. 11. 12

과제명 : 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획

주관연구기관 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 장용구

1) 연구설계도 : Level 1

최종목표 : 지하공간정보 통합활용체계 구축을 통한 지하공간의 체계적 개발 및 안전관리 기술 개발

세부과제명	최종성과물	최종성과물 유형
1. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	· 3D 지하지층정보 표준 및 연계 S/W · 지하공간 기반인프라 건설정보모델 구축 S/W	소프트웨어
2. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발	· 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 · 지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘	소프트웨어
3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	· 지하공간 활용 지원체계 분석모형 · 지하구조물 위험도 평가 및 관리시스템, 지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템 · 위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진 S/W	소프트웨어
4. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	· 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 보고서	제도/표준화

작성방법

1) 최종목표 : 기획연구 과정에서 도출된 본 연구의 최종목표 작성

2) 세부과제명 : 최종목표 달성을 위한 세부과제별 목표를 작성

3) 최종성과물 : 각 세부과제별 대표적인 최종성과물 작성

4) 최종성과물 유형 : 최종성과물의 성격을 ①시스템, ②장비/.장치, ③공법/기법, ④재료/자재, ⑤소프트웨어, ⑥제도/표준화 등 6개 유형 중 택일

2) 연구설계도 : Level 2

세부과제명	세부기술명	목표성능	TRL 유형	TRL 단계	CTE 여부
1. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	· 4종 이상의 지하지층정보 연계 표준 · 지하지층정보 연계 솔루션 및 통합DB 구축 S/W · 지하지층정보 활용 100종 이상의 Opne API · 통합 지하지층정보 V-World 연계 및 시각화 S/W	소프트웨어	1	
	1-2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	· 건설정보모델 기반 3차원 지하공간정보 DB 구축 · 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간정보 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 · 지질시추조사자료 및 2차원 수치지질도 활용 3차원 지질정보 구축	소프트웨어	2	○
2. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발	2-1. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	· 지하공간정보 3D 가시화(지하지층정보,시설물정보) · 3D 지하공간 가시화 엔진 기반 분석 및 시뮬레이션 API · 테스트베드 구축 및 검증	소프트웨어	1	○
	2-2. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	· 지하공간 1m 내외의 위치정확도를 가지는 위치 측위 기술	소프트웨어	1	
3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	· 지하공간정보 활용 표준데이터 모델 개발 · 지하공간 구조분석 및 표현기술 · 지하공간 활용 지원체계 분석모형 · 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	소프트웨어	1	
	3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	· 터널 설계안 위험도 시뮬레이션 가능 여부 · 터널 시공 중 안전 시공관리 체계 확보 여부 · 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 체계 확보 여부 · 이종 지반조사 정보의 통합 분석 및 3D 가시화 여부 · 테스트베드 구축 및 검증	소프트웨어	2	
	3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	· 7대 지하시설물과 이기종 센싱저보를 실시간으로 수집하여 통합관리할 수 있는 표준화 솔루션 · 계측정보 연관성 모델링 및 위험분야별 사례 시나리오 개발을 통한 빅데이터 분석 엔진 개발	소프트웨어	1	○
4. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	4-1 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	· 지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 · 지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 · 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 · 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 · 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 · 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안	제도/표준화	1	○

작성방법

1) 세부기술명 : 세부과제 목표 달성 및 최종성과물 완성을 위해 필요한 연구개발이 필요한 기술

2) 목표성능 : 세부기술의 최종 목표 성능수준을 정량적으로 표현

3) TRL 유형 : 최종성과물 유형에 따라 ①시스템, ②장비/.장치, ③공법/기법, ④재료/자재, ⑤소프트웨어 중 택일

4) TRL 단계 : TRL 유형별 기술성숙도 1-9단계 중 택일

5) CTE 여부 : 세부과제내 세부기술 중에서 CTE가 될 수 있는 한 개의 세부기술 체크(해당 세부기술에 "O" 표시)

* CTE(Critical Technology Element, 핵심기술요소) : 세부목표의 성공여부를 결정짓는 소재나 부품, 시스템으로 그 자체로 시연이 가능한 핵심 세부기술

3) 연구활동

세부과제명	세부기술명	연구활동	산출물	연구기간	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	1-1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구	3D 지하지층정보 연계 표준화 지침서	1년					
		1-1-2. 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발	3D 지하지층정보 연계 S/W	2년					
		1-1-3. 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발	3D 지하지층정보 구축 S/W	2년					
		1-1-4. 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발	3D 지하지층정보 활용 Open API 및 제공·연계·시각화 S/W	3년					
	1-2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	1-2-1. 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	도면 전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W	1년					
		1-2-2. 비전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	비전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W	2년					
		1-2-3. 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	건설정보모델 기술 기반 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	3년					
		1-2-4. 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 기술 개발	3D 지하공간정보 활용을 위한 지하지층정보 활용 OpenAPI	3년					
		1-2-5. 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	지하공간정보 기반인프라 데이터스키마 표준 솔루션	2년					
		1-2-6. 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발	지하공간정보 활용 컨텐츠 구축 S/W	2년					
		1-2-7. 지질 온톨로지 개발	온톨로지 기반의 지하공간 기반인프라 정보 서비스 제공 엔진	3년					
		1-2-8. 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발	지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	2년					
2. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발	2-1. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	2-1-1. 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발	지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진	3년					
		2-1-2. 지하공간 분석 및 시뮬리이션 API 기술 개발	지하공간 분석 및 시뮬레이션 API	2년					
		2-1-3. 지하공간정보 활용 서비스 개발	공간정보 오픈플랫폼(V-WORLD) 시스템과의 연동 모듈	1년					
		2-1-4. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	2년					
	2-2. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	2-2-1. 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발	지하공간의 특성 및 크기별 측위 기술 알고리즘	2년					
		2-2-2. UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증	지하공간용 고정밀 하이브리드 측위 알고리즘	2년					
		2-2-3. 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적체계 개발	지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘	3년					
		2-2-4. UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발	UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동 단말기	2년					
		2-2-5. 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템 데모, 평가, 보완, 개발	UGPS기반 LBS 구축을 위한 테스트베드 시스템 일체	3년					
		2-2-6. 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계	지하공간내 위치기반 서비스 제공을 위한 유형별 단말기	2년					
		2-2-7. 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발	지하공간 위치결정, DB탐색 및 안내 모듈	2년					
		2-2-8. 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발	지하공간 LBS 유형별 설계서	2년					
		2-2-9. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드	2년					
3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	3-1-1. 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	지하공간정보 활용 표준데이터모델 생성 모듈	2년					
		3-1-2. 지하공간 구조 분석 및 표현 기술	지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션	5년					
		3-1-3. 지하공간 활용 지원체계 분석모형	지하공간 활용 지원체계 분석모형 툴	4년					
		3-1-4. 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원시스템	2년					
	3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	3-2-1. 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발	지하공간정보 연계 터널 시공 중 위험도 평가 및 관리 시스템, 터널 및 지하공간의 유지관리 정보화 시스템, 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리 시스템, 국가 지하구조물 안전시공 및 유지관리 매뉴얼, 지하구조물 및 지반재해 대응체계 운용을 위한 지하공간정보 빅데이터 구축 추진방안	4년					
		3-2-2. 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템	2년					
		3-2-3. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	지반구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축 여부	2년					
		3-3-1. 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발	이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션 S/W	2년					

	3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	3-3-2.지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진	위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진 S/W	3년					
		3-3-3. 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진	위험분야 별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진 S/W	3년					
		3-3-5. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	2년					
4. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	4-1. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	4-1-1. 지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					
		4-1-2. 지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					
		4-1-3. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구	지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 ㅂ고서	2년					
		4-1-4. 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구	지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
		4-1-5. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
		4-1-6. 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					

작성방법

1) 연구활동 : 세부기술별 연구개발 절차를 세분화

2) 산출물 : 각 연구활동별 최종산출물 기재(OOO조사분석보고서, OOO 시제품 제작, OOO 실험결과보고서 등)

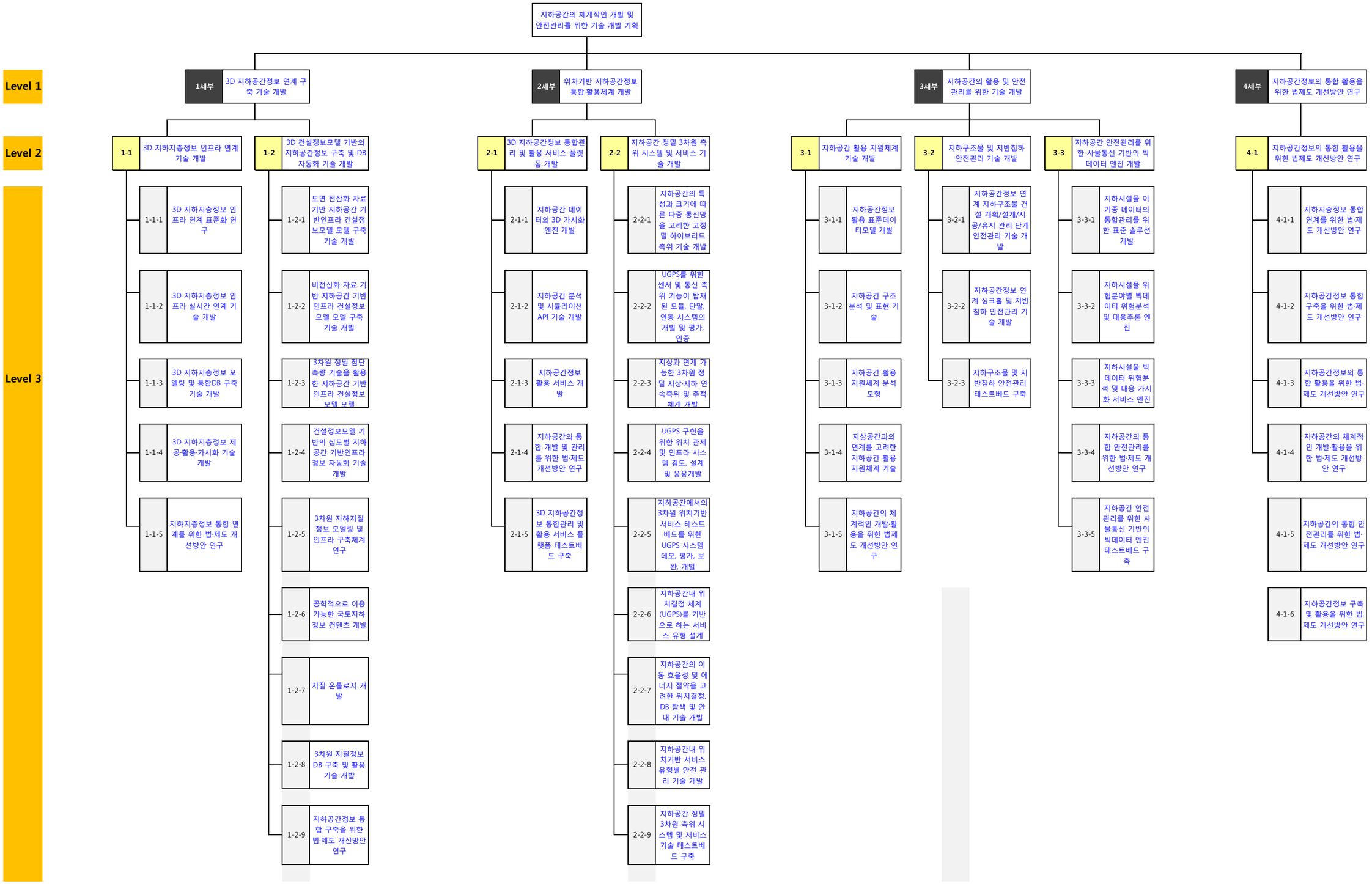
3) 연구기간 : 연구활동별 소요기간을 연 단위로 표시

4) 일정계획(1~5차년도) : 연구활동별 연구기간을 고려하여 연구활동간 전후관계 표현

5) 연구설계도 : 총괄표

Level 1			Level 2					Level 3						
세부과제명	최종성과물	최종성과물 유형	세부기술	목표성능	TRL 유형	TRL 단계	CTE 여부	연구활동	산출물	연구기간	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	· 3D 지하지중정보 표준 및 연계 S/W · 지하공간 기반인프라 건설정보모델 구축 S/W	소프트웨어	1-1. 3D 지하지중정보 인프라 연계 기술 개발	4종 이상의 지하지중정보 연계 표준 ·지하지중정보 연계 솔루션 및 통합DB 구축 S/W ·지하지중정보 활용 100종 이상의 Opne API ·통합 지하지중정보 V-World 연계 및 시각화 S/W	소프트웨어	1		1-1-1. 3D 지하지중정보 인프라 연계 표준화 연구	3D 지하지중정보 연계 표준화 지침서	1년					
								1-1-2. 3D 지하지중정보 인프라 실시간 연계 기술 개발	3D 지하지중정보 연계 S/W	2년					
								1-1-3. 3D 지하지중정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발	3D 지하지중정보 구축 S/W	2년					
								1-1-4. 3D 지하지중정보 제공·활용·가시화 기술 개발	3D 지하지중정보 활용 Open API 및 제공·연계·시각화 S/W	3년					
			1-2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	건설정보모델 기반 3차원 지하공간정보 DB 구축 3차원 정밀 천단측량 기술을 활용한 지하공간정보 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 지질시추조사자료 및 2차원 수치지질도 활용 3차원 지질정보 구축	소프트웨어	2	○	1-2-1. 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 구축 기술 개발	도면 전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W	1년					
								1-2-2. 비전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	비전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W	2년					
								1-2-3. 3차원 정밀 천단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	건설정보모델 기술 기반 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	3년					
								1-2-4. 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 기술 개발	심도별 지하공간 기반인프라 정보 DB 자동화 S/W	3년					
								1-2-5. 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	지하공간정보 기반인프라 데이터스키마 표준 솔루션	2년					
								1-2-6. 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발	지하공간정보 활용 컨텐츠 구축 S/W	2년					
								1-2-7. 지질 온톨로지 개발	온톨로지 기반의 지하공간 기반인프라 정보 서비스 제공 엔진	3년					
								1-2-8. 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발	지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	2년					
2. 위치기반 지하공간정보 통합활용체계 개발	· 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 · 지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘	소프트웨어	2-1. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	· 지하공간정보 3D 가시화(지하지중정보,시설물정보) · 3D 지하공간 가시화 엔진 기반 분석 및 시뮬레이션 API · 테스트베드 구축 및 검증	소프트웨어	1	○	2-1-1. 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발	지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진	3년					
								2-1-2. 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발	지하공간 분석 및 시뮬레이션 API	2년					
								2-1-3. 지하공간정보 활용 서비스 개발	공간정보 오픈플랫폼(V-WORLD) 시스템과의 연동 모듈	1년					
								2-1-4. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	2년					
		소프트웨어	2-2. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	· 지하공간 1m 내외의 위치정확도를 가지는 위치 측위 기술	소프트웨어	1		2-2-1. 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발	지하공간의 특성 및 크기별 측위 기술 알고리즘	2년					
								2-2-2. UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증	지하공간용 고정밀 하이브리드 측위 알고리즘	2년					
								2-2-3. 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적체계 개발	지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘	3년					
								2-2-4. UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발	UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동 단말기	2년					
								2-2-5. 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템 대모, 평가, 보완, 개발	UGPS기반 LBS 구축을 위한 테스트베드 시스템 일체	3년					
								2-2-6. 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계	지하공간내 위치기반 서비스 제공을 위한 유형별 단말기	2년					
								2-2-7. 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발	지하공간 위치결정, DB탐색 및 안내 모듈	2년					
								2-2-8. 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발	지하공간 LBS 유형별 설계서	2년					
								2-2-9. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드	2년					
3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	· 지하공간 활용 지원체계 분석모형 · 지하구조물 위험도 평가 및 관리시스템, 지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템 · 위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 주론 엔진 S/W	소프트웨어	3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	· 지하공간정보 활용 표준데이터 모델 개발 · 지하공간 구조분석 및 표현기술 · 지하공간 활용 지원체계 분석모형 · 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	소프트웨어	1		3-1-1. 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	지하공간정보 활용 표준데이터모델 생성 모듈	2년					
								3-1-2. 지하공간 구조 분석 및 표현 기술	지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션	5년					
								3-1-3. 지하공간 활용 지원체계 분석모형	지하공간 활용 지원체계 분석모형 툴	4년					
								3-1-4. 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원시스템	2년					
		소프트웨어	3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	· 터널 설계안 위험도 시뮬레이션 가능 여부 · 터널 시공 중 안전 시공관리 체계 확보 여부 · 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 체계 확보 여부 · 이종 지반조사 정보의 통합 분석 및 3D 가시화 여부 · 테스트베드 구축 및 검증	소프트웨어	2		3-2-1. 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발	지하공간정보 연계 터널 시공 중 위험도 평가 및 관리 시스템, 터널 및 지하공간의 유지관리 정보화 시스템, 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리 시스템, 국가 지하구조물 안전시공 및 유지관리 매뉴얼, 지하구조물 및 지반재해 대응체계 운용을 위한 지하공간정보 빅데이터 구축 주관방안	4년					
								3-2-2. 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템	2년					
								3-2-3. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	지반구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축 여부	2년					
		소프트웨어	3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	· 7대 지하시설물과 이기종 센싱치보를 실시간으로 수집하여 통합관리할 수 있는 표준화 솔루션 · 계측정보 연관성 모델링 및 위험분야별 사례 시나리오 개발을 통한 빅데이터 분석 엔진 개발	소프트웨어	1	○	3-3-1. 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션 S/W	이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션 S/W	2년					
								3-3-2.지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응주론 엔진	위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 주론 엔진 S/W	3년					
								3-3-3. 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진	위험분야 별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진 S/W	3년					
								3-3-4. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	2년					
4. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 보고서	제도/표준화	4-1. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	· 지하공간정보의 체계적인 연계, 구축, 활용 및 지하공간의 안전관리를 위한 법제도 개선방안 연구	제도/표준	1	○	4-1-1. 지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-2. 지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-3. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구	지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-4. 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구	지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-5. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-6. 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					

0) 연구체계도


지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획
Level 1
Level 2
Level 3
1세부 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발
2세부 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발
3세부 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발
4세부 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구
1-1 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발
1-1-1 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구
1-1-2 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발
1-1-3 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발
1-1-4 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발
1-1-5 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구
1-2 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발
1-2-1 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발
1-2-2 비전산화 자료 기반 지하공간 기반 인프라 건설정보 모델 모델 구축 기술 개발
1-2-3 3차원 정밀 점단 측량 기술을 활용한 지하공간 기반 인프라 건설정보 모델 모델
1-2-4 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 기술 개발
1-2-5 3차원 지하지질 정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구
1-2-6 공학적으로 이용 가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발
1-2-7 지질 온톨로지 개발
1-2-8 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용 기술 개발
1-2-9 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구
2-1 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발
2-1-1 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발
2-1-2 지하공간 분석 및 시뮬리이션 API 기술 개발
2-1-3 지하공간정보 활용 서비스 개발
2-1-4 지하공간의 통합 개발 및 관리를 위한 법·제도 개선방안 연구
2-1-5 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축
2-2 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발
2-2-1 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발
2-2-2 UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증
2-2-3 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적 체계 개발
2-2-4 UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발
2-2-5 지하공간에서의 3차원 위치기반 서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템 데모, 평가, 보완, 개발
2-2-6 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계
2-2-7 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발
2-2-8 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발
2-2-9 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축
3-1 지하공간 활용 지원체계 기술 개발
3-1-1 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발
3-1-2 지하공간 구조분석 및 표현 기술
3-1-3 지하공간 활용 지원체계 분석 모형
3-1-4 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술
3-1-5 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법제도 개선방안 연구
3-2 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발
3-2-1 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발
3-2-2 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발
3-2-3 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축
3-3 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발
3-3-1 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발
3-3-2 지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진
3-3-3 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진
3-3-4 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구
3-3-5 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축
4-1 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구
4-1-1 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구
4-1-2 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구
4-1-3 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 연구
4-1-4 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 연구
4-1-5 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구
4-1-6 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구

연구비 산정결과

2014. 11. 12

과제명 : 지하공간의 체계적인 개발 및 안전관리를 위한 기술 개발 기획

주관연구기관 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 장용구

5) 1세부과제 인건비

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	① 투입인원수	② 참여기간(개월수)	③ 참여율(%)	④ M/M 산출 (①x②x③)	인건비 단가	⑥ 인건비 (④x인건비 단가)
1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발	소계							2,241,046
1-1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구	1년	1차년도	8	12	40%	38.4	6,036	231,782
		2차년도					6,036	
		3차년도					6,036	
		4차년도					6,036	
		5차년도					6,036	
1-1-2. 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발	2년	1차년도	8	12	40%	38.4	6,036	231,782
		2차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		3차년도					6,036	
		4차년도					6,036	
		5차년도					6,036	
1-1-3. 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발	2년	1차년도	8	12	43%	41.28	6,036	249,166
		2차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		3차년도					6,036	
		4차년도					6,036	
		5차년도					6,036	
1-1-4. 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발	3년	1차년도	8	12	45%	43.2	6,036	260,755
		2차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		3차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		4차년도					6,036	
		5차년도					6,036	

	1-1-5. 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도					6,036	
			2차년도					6,036	
			3차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
1-2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발		소계							2,847,302
	1-2-1. 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	1년	1차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			2차년도				0	6,036	-
			3차년도				0	6,036	-
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-2. 비전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	2년	1차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			2차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			3차년도				0	6,036	-
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-3. 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	3년	1차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			2차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			3차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-4. 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 기술 개발	3년	1차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			2차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			3차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-

	1-2-5. 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	2년	1차년도	5	12	35%	21	6,036	126,756
			2차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
			3차년도				0	6,036	-
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-6. 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발	2년	1차년도	5	12	40%	24	6,036	144,864
			2차년도	6	12	50%	36	6,036	217,296
			3차년도				0	6,036	-
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-7. 지질 온톨로지 개발	3년	1차년도	4	12	49%	23.52	6,036	141,967
			2차년도	6	12	50%	36	6,036	217,296
			3차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-8. 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발	2년	1차년도				0	6,036	-
			2차년도	7	12	30%	25.2	6,036	152,107
			3차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-
	1-2-9. 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도				0	6,036	-
			2차년도				0	6,036	-
			3차년도	3	12	50%	18	6,036	108,648
			4차년도				0	6,036	-
			5차년도				0	6,036	-

6) 1세부과제 연구장비재료비

1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 기술 개발																								190,000
	1-1-1. 3D 지하지층정보 인프라 연계 표준화 연구	1년	1차년도																					-
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-1-2. 3D 지하지층정보 인프라 실시간 연계 기술 개발	2년	1차년도	VPN	지하지층정보 실시간 연계를 위한 VPN망 구축(4개기관)	4	20,000	80,000	서버	지하지층정보 연계 DB 서버 (OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											135,000
									DBMS	지하지층정보 연계 DB 구축 용 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000											
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-1-3. 3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발	2년	1차년도						서버	3D 지하지층정보 모델링 및 통합DB 구축 서버 (OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											55,000
									DBMS	3D 지하지층정보 통합DB 구축 용 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000											
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-1-4. 3D 지하지층정보 제공·활용·가시화 기술 개발	3년	1차년도																					-
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-1-5. 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도																					-
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
1-2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발		소계																						360,000
	1-2-1. 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	1년	1차년도						서버	건설정보모델 구축을 위한 DB 서버 (OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											55,000
									DBMS	건설정보모델 DB 구축 용 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000											
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-2-2. 비전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	2년	1차년도																					-
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-2-3. 3차원 정밀 첨단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	3년	1차년도	LiDar	3차원 지하공간 정밀측량을 위한 장비 구매	1	250,000	250,000																250,000
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-2-4. 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 기술 개발	3년	1차년도																					-
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
	1-2-5. 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	2년	1차년도						서버	3차원 지하지질정보 구축을 위한 DB 서버 (OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											55,000
									DBMS	3차원 지하지질정보 DB 구축 용 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000											
			2차년도																					-
			3차년도																					-
			4차년도																					-
			5차년도																					-
			1차년도																					-

1-2-6. 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발		2년	2차년도																												-
			3차년도																												-
			4차년도																												-
			5차년도																												-
1-2-7. 지질 온톨로지 개발		3년	1차년도																												-
			2차년도																												-
			3차년도																												-
			4차년도																												-
			5차년도																												-
1-2-8. 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발		2년	1차년도																												-
			2차년도																												-
			3차년도																												-
			4차년도																												-
			5차년도																												-
1-2-9. 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구		1년	1차년도																												-
			2차년도																												-
			3차년도																												-
			4차년도																												-
			5차년도																												-

4) 1세부과제

- 인건비 : 1세부과제의 연차별 인건비 합산(서식1)
- 연구장비재료비 : 1세부과제의 연차별 연구장비재료비 합산(서식2)
- 세부과제 연구비 : 세부과제의 최종성과물 유형에 따른 연구비 표준식을 적용한 연구비
- 기타경비 및 간접비 : 세부과제의 총 연구비에서 인건비, 연구장비재료비를 제외한 금액

※ 기타경비 및 간접비의 증액이 필요한 경우, 서식4의 연구활동비, 연구과제추진비, 연구수당, 간접비 등을 작성하여 기타경비 및 간접비 수정 가능

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비고
인건비	1,894	1,981	1,213	-	-	5,088	
연구장비재료비	550	-	-	-	-	550	
세부과제 연구비	3,693	3,300	2,007	-	-	9,000	
기타경비 및 간접비	1,249	1,319	794	-	-	3,362	기타경비 및 간접비를 연구비 표준식을 활용하지 않고 내역을 작성한 경우 사유 작성

5) 2세부과제 인건비

(단위 : 천원)

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	① 투입인원수	② 참여기간(개월수)	③ 참여율(%)	④ M/M 산출 (①x②x③)	인건비 단가	⑥ 인건비 (④x인건비 단가)
2-1. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	소계							3,078,360
2-1-1. 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발	3년	1차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		2차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		3차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		4차년도					6,036	
		5차년도					6,036	
2-1-2. 지하공간 분석 및 시뮬리이션 API 기술 개발	2년	1차년도					6,036	
		2차년도					6,036	
		3차년도	10	12	50%	60	6,036	362,160
		4차년도	10	12	50%	60	6,036	362,160
		5차년도					6,036	
2-1-3. 지하공간정보 활용 서비스 개발	1년	1차년도					6,036	
		2차년도					6,036	
		3차년도					6,036	
		4차년도	10	12	50%	60	6,036	362,160
		5차년도					6,036	
2-1-4. 지하공간의 통합 개발 및 관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도					6,036	
		2차년도					6,036	
		3차년도					6,036	
		4차년도					6,036	

			5차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
	2-1-5. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	2년	1차년도					6,036	
			2차년도					6,036	
			3차년도					6,036	
			4차년도	13	12	50%	78	6,036	470,808
			5차년도	13	12	50%	78	6,036	470,808
2-2. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발		소계							2,779,940
	2-2-1. 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발	2년	1차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			2차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			3차년도					6,036	
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
	2-2-2. UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증	2년	1차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			2차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			3차년도					6,036	
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
	2-2-3. 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적체계 개발	3년	1차년도					6,036	
			2차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			3차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			4차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			5차년도					6,036	
	2-2-4. UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발	2년	1차년도					6,036	
			2차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			3차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	

	2-2-5. 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템	3년	1차년도					6,036	
			2차년도					6,036	
			3차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			4차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			5차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
	2-2-6. 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계	2년	1차년도					6,036	
			2차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			3차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
	2-2-7. 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발	2년	1차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			2차년도	6	12	30%	21.6	6,036	130,378
			3차년도					6,036	
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
	2-2-8. 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발	2년	1차년도					6,036	
			2차년도	4	12	32%	15.36	6,036	92,713
			3차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
	2-2-9. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축	2년	1차년도					6,036	
			2차년도					6,036	
			3차년도					6,036	
			4차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
			5차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728

6) 2세부과제 연구장비재료비

(단위 : 천원)

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	연구시설 및 장비비(3천만원 이상)					연구시설 및 장비비(3천만원 이하)					시작품 제작비					연구재료비					연구장비재료비 합계
			품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	
2-1. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발																							55,000
2-1-1. 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발	3년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-1-2. 지하공간 분석 및 시뮬리이션 API 기술 개발	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-1-3. 지하공간정보 활용 서비스 개발	1년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-1-4. 지하공간의 통합 개발 및 관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-1-5. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도						서버	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 구축 (OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											55,000
								DBMS	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 통합DB 구축용	1	25,000	25,000											
		5차년도																					
2-2. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	소계																						269,000
2-2-1. 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-2. UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증	2년	1차년도																					-
		2차년도											측위 단말기	성능 검증 및 평가 용 UGPS 단말기 (고정밀 GNSS, INS 센서 포함복합항법장치)	100	700	70,000						70,000
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-3. 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적체계 개발	3년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-4. UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-5. 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템	3년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
		1차년도																					-
		2차년도																					-

2-2-6. 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계	2년	3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-7. 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-8. 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도																					-
		5차년도																					-
2-2-9. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축	2년	1차년도																					-
		2차년도																					-
		3차년도																					-
		4차년도						서버	3차원 측위시스템 및 서비스 서버 (OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000	측위 단말기	테스트베드 적용 UGPS 단말기 (고정밀 GNSS, INS 센서 포함복합항법장치)	50	700	35,000					199,000
								DBMS	3차원 측위시스템 기반 DB 구축 용 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000										
								무선신호 발생기	지하공간 무선통신을 위한 무선신호 발생기	4	2,000	8,000										
								측위신호 발생기	테스트베드 적용 측위신호 발생기	4	2,000	8,000										
								신호 중계기	테스트베드 적용 측위신호 중계기	4	2,000	8,000										
								위치검출장치	위치측위 정확도 확보를 위한 검출장치	1	30,000	30,000										
								신호검출장비	2.5Ghz 대역까지 검출 가능 장비	1	30,000	30,000										
								시뮬레이터	위치측위 정확도 검증을 위한 시뮬레이터 장비	1	25,000	25,000										
		5차년도																					

4) 2세부과제

- 인건비 : 2세부과제의 연차별 인건비 합산(서식1)
- 연구장비재료비 : 2세부과제의 연차별 연구장비재료비 합산(서식2)
- 세부과제 연구비 : 세부과제의 최종성과물 유형에 따른 연구비 표준식을 적용한 연구비
- 기타경비 및 간접비 : 세부과제의 총 연구비에서 인건비, 연구장비재료비를 제외한 금액

※ 기타경비 및 간접비의 증액이 필요한 경우, 서식4의 연구활동비, 연구과제추진비, 연구수당, 간접비 등을 작성하여 기타경비 및 간접비 수정 가능

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비고
인건비	637	1,121	1,282	1,746	1,071	5,857	
연구장비재료비		70		254		324	
세부과제 연구비	1,037	1,920	2,123	3,153	1,768	10,001	
기타경비 및 간접비	400	729	841	1,153	697	3,820	기타경비 및 간접비를 연구비 표준식을 활용하지 않고 내역을 작성한 경우 사유 작성

5) 3세부과제 인건비

(단위 : 천원)

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	① 투입인원수	② 참여기간(개월수)	③ 참여율(%)	④ M/M 산출 (①x②x③)	인건비 단가	⑥ 인건비 (④x인건비 단가)
3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	소계							2,476,450
3-1-1. 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	2년	1차년도	4	12	38%	18.24	6,036	110,097
		2차년도	10	12	47%	56.4	6,036	340,430
		3차년도					6,036	
		4차년도					6,036	
		5차년도					6,036	
3-1-2. 지하공간 구조 분석 및 표현 기술	5년	1차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
		2차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		3차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
		4차년도	5	12	40%	24	6,036	144,864
		5차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
3-1-3. 지하공간 활용 지원체계 분석모형	4년	1차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
		2차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
		3차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
		4차년도	5	12	40%	24	6,036	144,864
		5차년도					6,036	
3-1-4. 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	2년	1차년도					6,036	
		2차년도					6,036	
		3차년도					6,036	
		4차년도	3	12	49%	17.64	6,036	106,475
		5차년도	3	12	50%	18	6,036	108,648
		1차년도					6,036	
		2차년도					6,036	

	3-1-5. 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법제도 개선방안 연구	1년	3차년도					6,036	
			4차년도					6,036	
			5차년도	3	12	50%	18	6,036	108,648
3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발		소계							1,919,448
	3-2-1. 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발	4년	1차년도	4	12	50%	24	6,036	144,864
			2차년도	10	12	55%	66	6,036	398,376
			3차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
			4차년도	5	12	30%	18	6,036	108,648
			5차년도				0	6,036	-
	3-2-2. 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	2년	1차년도				0	6,036	-
			2차년도				0	6,036	-
			3차년도	7	12	50%	42	6,036	253,512
			4차년도	5	12	40%	24	6,036	144,864
			5차년도				0	6,036	-
	3-2-3. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	2년	1차년도				0	6,036	-
			2차년도				0	6,036	-
			3차년도				0	6,036	-
			4차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
			5차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발		소계							2,477,174
	3-3-1. 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발	2년	1차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
			2차년도	10	12	55%	66	6,036	398,376
			3차년도					6,036	
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
			1차년도	5	12	50%	30	6,036	181,080
			2차년도	10	12	50%	60	6,036	362,160

	3-3-2.지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진	3년	3차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
			4차년도					6,036	
			5차년도					6,036	
	3-3-3. 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진	3년	1차년도					6,036	
			2차년도	15	12	50%	90	6,036	543,240
			3차년도	8	12	50%	48	6,036	289,728
			4차년도	8	12	40%	38.4	6,036	231,782
			5차년도					6,036	
	3-3-4. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도					6,036	
			2차년도					6,036	
			3차년도					6,036	
			4차년도					6,036	
			5차년도	3	12	50%	18	6,036	108,648
	3-3-5. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	2년	1차년도					6,036	
			2차년도					6,036	
			3차년도					6,036	
			4차년도	10	12	40%	48	6,036	289,728
			5차년도	10	12	50%	60	6,036	362,160

6) 3세부과제 연구장비재료비

(단위 : 천원)

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	연구시설 및 장비비(3천만원 이상)					연구시설 및 장비비(3천만원 이하)					시작품 제작비					연구재료비					연구장비재료비 합계
			품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	
3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발																							55000
3-1-1. 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-1-2. 지하공간 구조 분석 및 표현 기술	5년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-1-3. 지하공간 활용 지원체계 분석모형	4년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-1-4. 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도						서버	지하공간 활용 지원체계 시스템 구축(OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											55,000
								DBMS	지하공간 활용 지원체계 기반 데이터베이스 구축 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000											
		5차년도																					
3-1-5. 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법제도 개선방안 연구	1년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	소계																						55000
3-2-1. 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발	4년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-2-2. 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-2-3. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도						서버	지하구조물 위험도 평가 관리시스템 터널 및 지하공간 유지관리 정보화 시스템 생애주기 자산관리를 활용한 유지관리 시스템 지반침하 예측 및 모니터링 시스템 구축 DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											55,000
								DBMS	지하구조물 위험도 평가 관리시스템 기반 데이터베이스 구축	1	25,000	25,000											
		5차년도																					
3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	소계																						85000
3-3-1. 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
		1차년도																					
		2차년도																					

3-3-2.지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진	3년	3차년도																						
		4차년도																						
		5차년도																						
3-3-3. 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진	3년	1차년도																						
		2차년도																						
		3차년도																						
		4차년도																						
		5차년도																						
3-3-4. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도																						
		2차년도																						
		3차년도																						
		4차년도																						
		5차년도																						
3-3-5. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	2년	1차년도																						
		2차년도																						
		3차년도																						
		4차년도						서버	사물통신 기반의 빅데이터 처리 시스템 구축(OS포함) DB 백업 및 이중화 관리 포함	2	15,000	30,000											
								DBMS	이기종 빅데이터 기반 DB 구축 (Oracle standard edition 급)	1	25,000	25,000											85,000
								빅데이터 처리 기반 S/W	대용량 빅데이터 위험분석 및 추론엔진 활용을 위한 빅데이터 처리 기반 S/W set	1	30,000	30,000											
		5차년도																						

4) 3세부과제

- 인건비 : 3세부과제의 연차별 인건비 합산(서식1)
- 연구장비재료비 : 3세부과제의 연차별 연구장비재료비 합산(서식2)
- 세부과제 연구비 : 세부과제의 최종성과물 유형에 따른 연구비 표준식을 적용한 연구비
- 기타경비 및 간접비 : 세부과제의 총 연구비에서 인건비, 연구장비재료비를 제외한 금액

※ 기타경비 및 간접비의 증액이 필요한 경우, 서식4의 연구활동비, 연구과제추진비, 연구수당, 간접비 등을 작성하여 기타경비 및 간접비 수정 가능

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비고
인건비	906	919	1,484	1,463	1,159	5,931	
연구장비재료비				195		195	
세부과제 연구비	1,490	1,512	2,463	2,619	1,916	9,999	
기타경비 및 간접비	584	593	979	961	757	3,873	기타경비 및 간접비를 연구비 표준식을 활용하지 않고 내역을 작성한 경우 사유 작성

5) 3세부과제 인건비

(단위 : 천원)

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	① 투입인원수	② 참여기간(개월수)	③ 참여율(%)	④ M/M 산출 (①x②x③)	인건비 단가	⑥ 인건비 (④x인건비 단가)
3-1. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	소계							528,754
3-1-1. 지하지층정보 통합 연계를 위한 법·제도 개선방안 연구	2년	1차년도	5	12	15%	9	6,036	54,324
		2차년도	5	12	15%	9	6,036	54,324
		3차년도						
		4차년도						
		5차년도						
3-1-2. 지하공간정보 통합 구축을 위한 법·제도 개선방안 연구	5년	1차년도	5	12	18%	10.8	6,036	65,189
		2차년도	5	12	18%	10.8	6,036	65,189
		3차년도						
		4차년도						
		5차년도						
3-1-3. 지하공간의 통합 개발 및 관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	4년	1차년도	5	12	20%	12	6,036	72,432
		2차년도	5	12	20%	12	6,036	72,432
		3차년도						
		4차년도						
		5차년도						
3-1-4. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	2년	1차년도	5	12	20%	12	6,036	72,432
		2차년도	5	12	20%	12	6,036	72,432
		3차년도						
		4차년도						
		5차년도						

6) 3세부과제 연구장비재료비

(단위 : 천원)

세부기술별 연구활동	연구기간	수행연도	연구시설 및 장비비(3천만원 이상)					연구시설 및 장비비(3천만원 이하)					시작품 제작비					연구재료비					연구장비재료비 합계
			품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	품명	규격	수량	단가	소계	
3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발																							0
3-1-1. 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-1-2. 지하공간 구조 분석 및 표현 기술	5년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-1-3. 지하공간 활용 지원체계 분석모형	4년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-1-4. 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					-
		5차년도																					
3-1-5. 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법제도 개선방안 연구	1년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	소계																						0
3-2-1. 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발	4년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-2-2. 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
3-2-3. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					-
		5차년도																					
3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	소계																						0
3-3-1. 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발	2년	1차년도																					
		2차년도																					
		3차년도																					
		4차년도																					
		5차년도																					
		1차년도																					
		2차년도																					

3-3-2.지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진	3년	3차년도																						
		4차년도																						
		5차년도																						
3-3-3. 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진	3년	1차년도																						
		2차년도																						
		3차년도																						
		4차년도																						
		5차년도																						
3-3-4. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 연구	1년	1차년도																						
		2차년도																						
		3차년도																						
		4차년도																						
		5차년도																						
3-3-5. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	2년	1차년도																						
		2차년도																						
		3차년도																						
		4차년도																						-
		5차년도																						

4) 3세부과제

- 인건비 : 3세부과제의 연차별 인건비 합산(서식1)
- 연구장비재료비 : 3세부과제의 연차별 연구장비재료비 합산(서식2)
- 세부과제 연구비 : 세부과제의 최종성과물 유형에 따른 연구비 표준식을 적용한 연구비
- 기타경비 및 간접비 : 세부과제의 총 연구비에서 인건비, 연구장비재료비를 제외한 금액

※ 기타경비 및 간접비의 증액이 필요한 경우, 서식4의 연구활동비, 연구과제추진비, 연구수당, 간접비 등을 작성하여 기타경비 및 간접비 수정 가능

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	비고
인건비	265	265				530	
연구장비재료비						-	
세부과제 연구비	500	500				999	
기타경비 및 간접비	235	235				469	기타경비 및 간접비를 연구비 표준식을 활용하지 않고 내역을 작성한 경우 사유 작성

3) 총연구비

- 세부과제별 연구비(서식3)를 합산하여 총 연구비 도출

(단위 : 백만원)

구분	세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	총연구비
1세부	1. 3D 지하공간정보 연계 구축 기술 개발	3,693	3,300	2,007	-	-	9,000
2세부	2. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발	1,037	1,920	2,123	3,153	1,768	10,001
3세부	3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	1,490	1,512	2,463	2,619	1,916	9,999
4세부	4. 지하공간정보의 통합 활요을 위한 법 제도 개선방안 연구	500	500				1000

2) 연구설계도 : 총괄표

세부과제명	최종성과물	최종성과물 유형	세부기술	목표성능	TRL 유형	TRL 단계	CTE 여부	연구활동	산출물	연구기간	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1. 3D 지하지중정보 연계 구축 기술 개발	· 3D 지하지중정보 표준 및 연계 S/W · 지하공간 기반인프라 건설정보모델 구축 S/W	소프트웨어	1-1. 3D 지하지중정보 인프라 연계 기술 개발	· 4종 이상의 지하지중정보 연계 표준 · 지하지중정보 연계 솔루션 및 통합DB 구축 S/W · 지하지중정보 활용 100종 이상의 Opne API · 통합 지하지중정보 V-World 연계 및 시각화 S/W	소프트웨어	1		1-1-1. 3D 지하지중정보 인프라 연계 표준화 연구	3D 지하지중정보 연계 표준화 지침서	1년					
								1-1-2. 3D 지하지중정보 인프라 실시간 연계 기술 개발	3D 지하지중정보 연계 S/W	2년					
								1-1-3. 3D 지하지중정보 모델링 및 통합DB 구축 기술 개발	3D 지하지중정보 구축 S/W	2년					
								1-1-4. 3D 지하지중정보 제공·활용·가시화 기술 개발	3D 지하지중정보 활용 Open API 및 제공·연계·시각화 S/W	3년					
			1-2. 3D 건설정보모델 기반의 지하공간정보 구축 및 DB 자동화 기술 개발	· 건설정보모델 기반 3차원 지하공간정보 DB 구축 · 3차원 정밀 점단측량 기술을 활용한 지하공간정보 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 · 지질시추조사자료 및 2차원 수치지질도 활용 3차원 지질정보 구축	소프트웨어	2	○	1-2-1. 도면 전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	도면 전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W	1년					
								1-2-2. 비전산화 자료 기반 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	비전산화 자료 기반 건설정보모델 구축 S/W	2년					
								1-2-3. 3차원 정밀 점단측량 기술을 활용한 지하공간 기반인프라 건설정보모델 모델 구축 기술 개발	건설정보모델 기술 기반 통합 지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	3년					
								1-2-4. 건설정보모델 기반의 심도별 지하공간 기반인프라 정보 자동화 기술 개발	3D 지하공간정보 활용을 위한 지하지중정보 활용 OpenAPI	3년					
								1-2-5. 3차원 지하지질정보 모델링 및 인프라 구축체계 연구	지하공간정보 기반인프라 데이터스키마 표준 솔루션	2년					
								1-2-6. 공학적으로 이용가능한 국토지하정보 컨텐츠 개발	지하공간정보 활용 컨텐츠 구축 S/W	2년					
								1-2-7. 지질 온톨로지 개발	온톨로지 기반의 지하공간 기반인프라 정보 서비스 제공 엔진	3년					
								1-2-8. 3차원 지질정보 DB 구축 및 활용기술 개발	지하공간정보 데이터베이스 구축 S/W	2년					
2. 위치기반 지하공간정보 통합·활용체계 개발	· 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 · 지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘	소프트웨어	2-1. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 개발	· 지하공간정보 3D 가시화(지하지중정보,시설물정보) · 3D 지하공간 가시화 엔진 기반 분석 및 시뮬레이션 API · 테스트베드 구축 및 검증	소프트웨어	1	○	2-1-1. 지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진 개발	지하공간 데이터의 3D 가시화 엔진	3년					
								2-1-2. 지하공간 분석 및 시뮬레이션 API 기술 개발	지하공간 분석 및 시뮬레이션 API	2년					
								2-1-3. 지하공간정보 활용 서비스 개발	공간정보 오픈플랫폼(V-WORLD) 시스템과의 연동 모듈	1년					
								2-1-4. 3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	3D 지하공간정보 통합관리 및 활용 서비스 플랫폼 테스트베드 구축	2년					
		소프트웨어	2-2. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 개발	· 지하공간 1m 내외의 위치정확도를 가지는 위치 측위 기술	소프트웨어	1		2-2-1. 지하공간의 특성과 크기에 따른 다중 통신망을 고려한 고정밀 하이브리드 측위 기술 개발	지하공간의 특성 및 크기별 측위 기술 알고리즘	2년					
								2-2-2. UGPS를 위한 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 모듈, 단말, 연동 시스템의 개발 및 평가, 인증	지하공간용 고정밀 하이브리드 측위 알고리즘	2년					
								2-2-3. 지상과 연계 가능한 3차원 정밀 지상·지하 연속측위 및 추적체계 개발	지상/지하 연계 가능한 3차원 연속 측위 및 추적 알고리즘	3년					
								2-2-4. UGPS 구현을 위한 위치 관제 및 인프라 시스템 검토, 설계 및 응용개발	UGPS 센서 및 통신 측위 기능이 탑재된 이동 단말기	2년					
								2-2-5. 지하공간에서의 3차원 위치기반서비스 테스트베드를 위한 UGPS 시스템 대모, 평가, 보완, 개발	UGPS기반 LBS 구축을 위한 테스트베드 시스템 일체	3년					
								2-2-6. 지하공간내 위치결정 체계(UGPS)를 기반으로 하는 서비스 유형 설계	지하공간내 위치기반 서비스 제공을 위한 유형별 단말기	2년					
								2-2-7. 지하공간의 이동 효율성 및 에너지 절약을 고려한 위치결정, DB 탐색 및 안내 기술 개발	지하공간 위치결정, DB탐색 및 안내 모듈	2년					
								2-2-8. 지하공간내 위치기반 서비스 유형별 안전 관리 기술 개발	지하공간 LBS 유형별 설계서	2년					
								2-2-9. 지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드 구축	지하공간 정밀 3차원 측위 시스템 및 서비스 기술 테스트베드	2년					
3. 지하공간의 활용 및 안전관리를 위한 기술 개발	· 지하공간 활용 지원체계 분석모형 · 지하구조물 위험도 평가 및 관리시스템, 지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템 · 위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진 S/W	소프트웨어	3-1. 지하공간 활용 지원체계 기술 개발	· 지하공간정보 활용 표준데이터 모델 개발 · 지하공간 구조분석 및 표현기술 · 지하공간 활용 지원체계 분석모형 · 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	소프트웨어	1		3-1-1. 지하공간정보 활용 표준데이터모델 개발	지하공간정보 활용 표준데이터모델 생성 모듈	2년					
								3-1-2. 지하공간 구조 분석 및 표현 기술	지하공간 구조 분석 및 표현 솔루션	5년					
								3-1-3. 지하공간 활용 지원체계 분석모형	지하공간 활용 지원체계 분석모형 툴	4년					
								3-1-4. 지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원체계 기술	지상공간과의 연계를 고려한 지하공간 활용 지원시스템	2년					
		소프트웨어	3-2. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 기술 개발	· 터널 설계안 위험도 시뮬레이션 가능 여부 · 터널 시공 중 안전 시공관리 체계 확보 여부 · 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 체계 확보 여부 · 이종 지반조사 정보의 통합 분석 및 3D 가시화 여부 · 테스트베드 구축 및 검증	소프트웨어	2		3-2-1. 지하공간정보 연계 지하구조물 건설 계획/설계/시공/유지 관리 단계 안전관리 기술 개발	지하공간정보 연계 터널 시공 중 위험도 평가 및 관리 시스템, 터널 및 지하공간의 유지관리 정보화 시스템, 생애주기 및 자산관리를 활용한 유지관리 시스템, 국가 지하구조물 안전시공 및 유지관리 매뉴얼, 지하구조물 및 지반재해 대응체계 운용을 위한 지하공간정보 빅데이터 구축 추진방안	4년					
								3-2-2. 지하공간정보 연계 싱크홀 및 지반침하 안전관리 기술 개발	지반침하 위험도 예측 및 모니터링 시스템	2년					
								3-2-3. 지하구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축	지반구조물 및 지반침하 안전관리 테스트베드 구축 여부	2년					
		소프트웨어	3-3. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 개발	· 7대 지하시설물과 이기종 센싱저보를 실시간으로 수집하여 통합 관리할 수 있는 표준화 솔루션 · 계측정보 연관성 모델링 및 위험분야별 사례 시나리오 개발을 통한 빅데이터 분석 엔진 개발	소프트웨어	1	○	3-3-1. 지하시설물 이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준 솔루션 개발	이기종 데이터의 통합관리를 위한 표준화 솔루션 S/W	2년					
								3-3-2.지하시설물 위험분야별 빅데이터 위험분석 및 대응추론 엔진	위험분야 별 빅데이터 분석 및 대응 추론 엔진 S/W	3년					
								3-3-3. 지하시설물 빅데이터 위험분석 및 대응 가시화 서비스 엔진	위험분야 별 사용자 중심의 가시화 서비스 엔진 S/W	3년					
								3-3-4. 지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	지하공간 안전관리를 위한 사물통신 기반의 빅데이터 엔진 테스트베드 구축	2년					
4. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 보고서	제도/표준화	4-1 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	· 지하공간정보의 체계적인 연계, 구축, 활용 및 지하공간의 안전관리를 위한 법제도 개선방안 연구	제도/표준	1	0	4-1-1. 지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 통합 연계를 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-2. 지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 통합 구축을 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-3. 지하공간정보의 통합 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보의 통합 활용을 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-4. 지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간의 체계적인 개발·활용을 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-5. 지하공간의 통합 안전관리를 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간의 통합 안전관리를 위한 법·제도 개선방안 보고서	2년					
								4-1-6. 지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 연구	지하공간정보 구축 및 활용을 위한 법제도 개선방안 보고서	2년					