

스마트 3차원 건설공간정보(BIM/GIS) 핵심 플랫폼 솔루션화 및 사업화 최종보고서

2018 . 11 . 26 .

주관연구기관 / (주)올포랜드
공동연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부(국토교통과학기술진흥원장) 장관 귀하

‘스마트 3차원 건설공간정보(BIM/GIS) 핵심 플랫폼 솔루션화 및 사업화’(연구개발 기간 : 2016. 04. ~ 2018. 10.) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2018 . 11 . 26 .

주관연구기관명 : (주)울포랜드 (대표자) 성 동 권 (인)

공동연구기관명 : 한국건설기술연구원 (대표자) 한 승 현 (인)

주관연구기관책임자: (주)울포랜드 남 상 관 이사

공동연구기관책임자: 한국건설기술연구원 홍 창 희

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	18TBIP- C112968-03	해당 단계 연구 기간	3차연도 (18.01.01~ 18.10.26)	단계구분	3/3
연구사업명	국토교통기술사업화지원사업				
연구과제명	스마트 3차원 건설공간정보(BIM/GIS) 핵심 플랫폼 솔루션화 및 사업화				
연구책임자	남 상 관	해당단계 참여 연구원 수	총: 18명 내부: 18명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:296,000천원 기업:200,000천원 계:496,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 46명 내부: 46명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:889,000천원 기업:600,000천원 계:1,489,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	주관연구기관 : (주)올포랜드 공동연구기관 : 한국건설기술연구원			참여기업명 : 해당없음	
국제공동연구	상대국명: 해당없음			상대국 연구기관명: 해당없음	
위탁연구	연구기관명: 해당없음			연구책임자: 해당없음	
요약				보고서 면수 : 111페이지	

- 본 연구는 건설-IT 융합 시장의 급속한 성장 및 BIM-GIS 상호운용에 대한 요구 증대 및 3 차원 GIS 시장 활성화에 따른 실내외 공간정보 연계 및 활용기술의 필요성에 따라
- 3 차년에 걸쳐 핵심기술(이전기술)을 단계적으로 패키지/솔루션화/사업화를 수행함.
또한 건설공간정보 플랫폼의 사업화를 위한 성능 및 현장적용성 연구를 수행함
- (1 차연도)
 - 핵심기술 모듈화 및 고도화 수행
 - 건설공간정보 분류체계 및 표준 DB 스키마 개발
- (2 차연도)
 - 건설공간정보 플랫폼 솔루션 구축 및 패키지
 - 건설공간정보 데이터 포맷 고도화 및 범용화 분석
- (3 차연도)
 - 건설공간정보 솔루션의 활용성 검증을 위한 외부장비 융합 및 연계 수행
 - 건설공간정보 실증 및 발전방안 연구

〈 국문요약문 〉

연구의 목적 및 내용	○ 본 연구는 총 3 차연도에 걸쳐 단계적으로 스마트 3 차원 건설공간정보(BIM/GIS) 핵심 플랫폼을 솔루션화 하고, 사업화를 위한 패키지 제품 개발을 진행함 ○ 1 차연도에는 이전받은 기술에 대해 세부 모듈화를 진행하면서 추가 개발이 필요한 기술을 고도화 함. 개별 핵심기술을 모듈화하여 패키지하기 위한 제품 레벨로 개발 진행하고 국제표준 및 산업표준 기술을 적용한 요소기술을 개발함 ○ 또한 BIM/GIS 데이터를 통합하기 위한 목적으로 다양한 실무 적용을 고려한 분야별 활용 시나리오 도출하여 분야별 시나리오 기반 건설공간정보 분류체계를 구축하고 이를 DB 로 구축하기 위한 스키마를 개발함 ○ 2 차연도에는 1 차연도에 개발된 요소기술 및 모듈을 그룹화하고 솔루션화를 진행함에 있어서 솔루션의 안정성 확보를 위하여 우선적으로 솔루션 성능테스트를 진행함. 성능 테스트 결과를 기반으로 솔루션을 개선하고, 파일럿 검증을 통해서 솔루션에 대한 활용가능성을 제고함. 미진한 부분에 대해서는 개선 과정을 진행. 국내외 표준에 대한 인증을 취득해서 솔루션 안정성에 대한 검증을 하고 마케팅을 병행하여 제품 형태의 상품화 진행 및 사업화를 추진함 ○ 또한 건설공간정보 플랫폼의 다양한 장점을 수용할 수 있는 데이터 포맷 요구사항을 정의하고 이에 맞춰 요구사항 정의 기반 건설공간정보 데이터 고도화 포맷 구조를 설계하기 위해서 기존 대표적인 3 차원 정보모델에 대한 조사 및 분석을 통해서 플랫폼 최적 운영 성능 확보를 위한 데이터 포맷 고도화를 진행하고 데이터 교환 등 범용화를 위한 건설공간정보 모델 연구를 진행함 ○ 3 차연도에는 외부장비, 특히 가상현실 및 증강현실 관련 장비와의 융합을 통해서 생생한 현장감을 줄 수 있는 3 차원 가상환경 기반의 기술을 구축하고 시뮬레이션이 가능한 파일럿 구축을 통해서 솔루션 활용성 제고와 이를 사업화하기 위한 방안에 대한 연구 진행. Open API 연계를 통하여 솔루션에 풍성한 콘텐츠를 제공하기 위한 외부 콘텐츠 활용기술을 개발하고 솔루션 단위모듈에 대한 고도화 진행을 통해서 솔루션 성능 개선과 사업화를 추진함 ○ 또한 건설공간정보 플랫폼의 사용성, 범용성, 성능검토에 대한 검토를 진행하여 완성도 높은 솔루션을 제안하고 발전방안을 제시하기 위해서 건설공간정보 테스트베드를 구축하고 이를 통해서 성능, 현장 적용성 등 건설공간정보 플랫폼에 실증 연구 및 발전방안에 대한 연구를 수행함
연구개발성과	○ BIM 데이터 기반 3 차원 공간정보 요소기술 개발 - 기술이전 받은 요소기술에 대한 모듈화 및 개선 수행. 추가 개발이 필요한 항목에 대해 고도화 수행 연구 ○ BIM 데이터 기반 3 차원 공간정보 솔루션 구축 - 각 요소기술을 기반으로 솔루션 성능 검증 및 테스트베드 구축 수행. 이를 바탕으로 솔루션 패키지화 진행 ○ BIM 데이터 기반 3 차원 공간정보 솔루션 고도화 - 외부장비, 특히 가상현실 및 증강현실 관련 장비를 솔루션에 융합하여 3 차원 가상환경 기반의 다양한 시뮬레이션이 가능한 파일럿 구축. 외부의 콘텐츠 활용을 위한 OpenAPI 연계 및 활용기술 개발 ○ 플랫폼 최적 활용을 위한 건설공간정보 분류체계 및 표준 DB 스키마 개발 ○ 해외 시장 진출을 위한 건설공간정보 데이터 포맷 고도화 및 범용화 ○ 성능, 현장 적용성 등 건설공간정보 플랫폼 실증 및 발전방안 제시
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 이종 도시 시설물 및 SOC 시설물에 대한 3 차원 기반의 시설물 관리시스템에 활용 ○ BIM 기반으로 사회기반 시설물을 관리하는 미래비전 및 추진전략과 기술적, 경제적 타당성을 분석 및 실현에 기초자료로 활용 가능 ○ 다양하게 산재되어 있는 FM 정보들에 대한 통합 및 상호운영에 대한 관리/운영 기술 확보가 가능하고, 나아가 유지/보수 관련 중장기적 계획 수립 가능
핵심어	건설공간정보 스마트시티 플랫폼&솔루션 가상/증강현실 사업화

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	○ This study is a step-by-step procedure to smart 3D construction geospatial information (BIM / GIS) and developing package products for core platform solutions ○ In the first year, upgrading is carried out on the technology that has been transferred. Detailed modularization of each core technology Implement packages for key technologies based on international and industry standards ○ Define the application scenarios are considered considering various practical applications. Diverse construction geospatial information classification based on scenarios and construction Database ○ In the second year, core technology developed in the first year and modules are grouped and packaged. Also improve the solution based on the performance test results. Acquired certification for solution stability through certification for domestic and international standards. ○ In the third year, construction 3D virtual environment technology that can give real life feeling through convergence using equipment of virtual reality and augmented reality. And improvement of solution performance and commercialization through progress of advanced core technology				
Results	○ Development of 3D spatial information basic technology based on BIM data – Modularization and improvement of technology of transfer technology. Advanced research on items requiring further development ○ Construction 3D spatial information solution based on BIM data – Validate solution performance and build test-bed based on each core technology ○ Advanced 3D spatial information solution based on BIM data ○ Development of Construction geospatial Information classification system and standard DB schema for platform optimizing ○ Advanced and generalization of construction geospatial information data format for overseas market entry ○ Demonstration and development plan of construction geospatial information platform(BIM/GIS) including performance, field application				
Expected Contribution	○ Application to 3-dimensional facility management system for city and SOC facilities ○ Establishing future vision and promotion strategy to manage social infrastructures based on BIM. Based on the above, technical and economic feasibility can be utilized as basic data for analysis and realization ○ It is possible to integrate and interoperate with various scattered facilities information. Also it is possible to acquire facility management / operation technology through R & D achievement				
Keywords	BIM/GIS	Smart City	Platform & Solution	Virtual/ Augmented Reality	Commercialization

< CONTENTS >

제1장. Introduction of the research project	1
제2장. Status of domestic and overseas technology development	6
제3장. Research Performance and achievements	17
제4장. Achievement of goal and contribution to relevant field	103
제5장. Practical Use and plan for field application	107
제6장. Overseas gathering of information and technology	109
제7장. Security level of the results	109
제8장. Status of Research Facilities and Equipment in NTIS	109
제9장. Laboratory Safety Measures Result	109
제10장. Representative research achievements of the research	110
제11장. Others	111
제12장. References	111

< 목 차 >

제1장. 연구개발과제의 개요	1
1. 연구개발 목적	1
2. 연구개발의 필요성	3
3. 연구개발 범위	5
제2장. 국내외 기술 개발 현황	6
1. 국내외 연구동향	6
2. 국내외 관련 기술 특허 동향	9
3. 국내외 시장분석 및 사업화 전망	12
제3장. 연구 수행 내용 및 성과	17
1. 사업화 기술 개요	17
2. 연구 수행 내용	27
제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	103
1. 목표 달성도	103
2. 관련 분야 기여도	106
제5장. 연구개발성과의 활용계획	107
1. 판매계획	107
2. 성과 활용방안	108
제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	109
제7장. 연구개발성과의 보안등급	109
제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	109
제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	109
제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	110
1. (주)울포랜드 대표 연구 실적	110
2. 한국건설기술연구원 대표 연구 실적	110
제11장. 기타 사항	111
제12장. 참고 문헌	111

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

가. 기술개발 최종목표

BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 처리 솔루션 개발 (소프트웨어 제품형태)

- BIM/GIS 데이터 통합 기술 개발
- IFC 표준을 지원하고 3 차원 공간정보 데이터와 속성 및 도형정보가 상호 호환될 수 있는 패키지 솔루션 개발
- OGC 표준을 지원하는 BIM 데이터 호환기술 개발
- 실내와 실외를 연속적으로 서비스 할 수 있고, 검색, 분석, 조회, 처리할 수 있는 공간정보 엔진 구현
- 웹 표준을 준수하는 클라이언트 기반 가시화 기술 구현
- 외부장비와의 융합 및 오픈 API 연계를 통한 플랫폼 기술 개발
- 패키지 형태로 판매 가능한 솔루션 제작
- 건설공간정보 분류체계 기반 공통 DB 스키마 개발
- 건설공간정보 플랫폼 발전방안 연구
- 사업화를 위한 제품화 추진

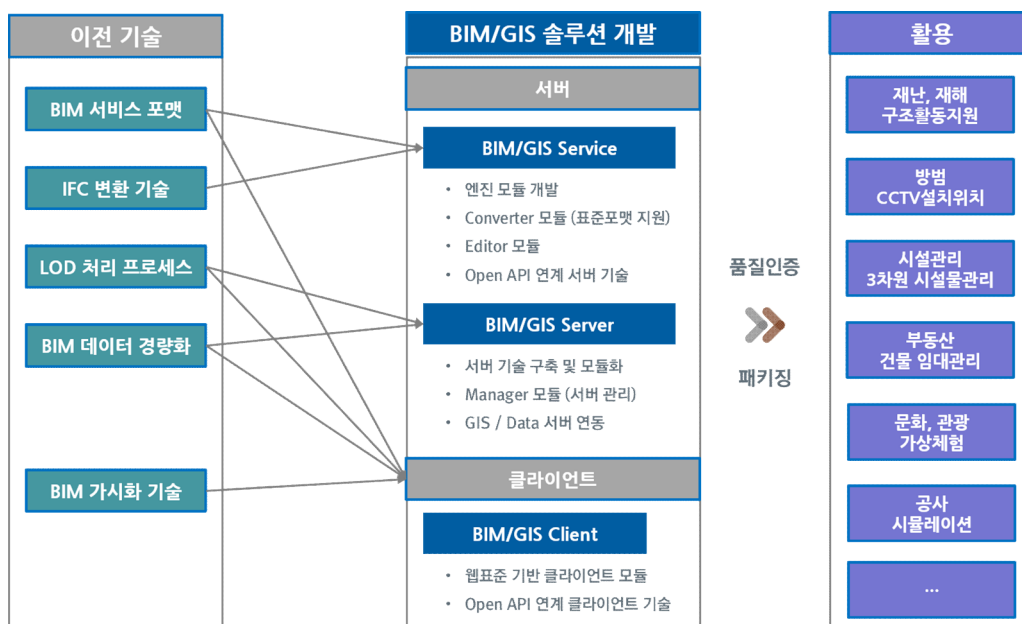


그림 1-1. BIM 데이터 기반 3차원 GIS 솔루션 개발

나. 최종목표의 성격 및 설정근거

- 당사는 한국건설기술연구원으로부터 핵심 요소 기술에 대해 기술이전 받았으며, 이를 기반으로 다수의 테스트베드 적용을 통해 기술적 검증을 진행하였음
- 남극 세종기지 시설물관리시스템, 한국건설기술연구원 시설물관리시스템 등 시스템 개발 측면에서의 테스트 검증은 진행하였으나, 다수의 사이트로 확산될 경우 효율성이 떨어지는 것으로 판단하였음
- 본 연구에서 진행하고자 하는 기술은 개별 요소기술을 모듈화하고 패키지화한 솔루션 제품 형태의 개발을 진행하고자 하며, 최종 성과물은 패키지별로 판매 가능한 소프트웨어 제품임
- 기존 요소기술 형태로 사업화 할 경우 초기 개발 부분에 중복적으로 개발해야 하는 항목이 매우 많으며 향후 업데이트나 수정 시에 동시에 반영하기 어려우며, 업데이트 시에도 동일한 성능을 보장할 수 없음

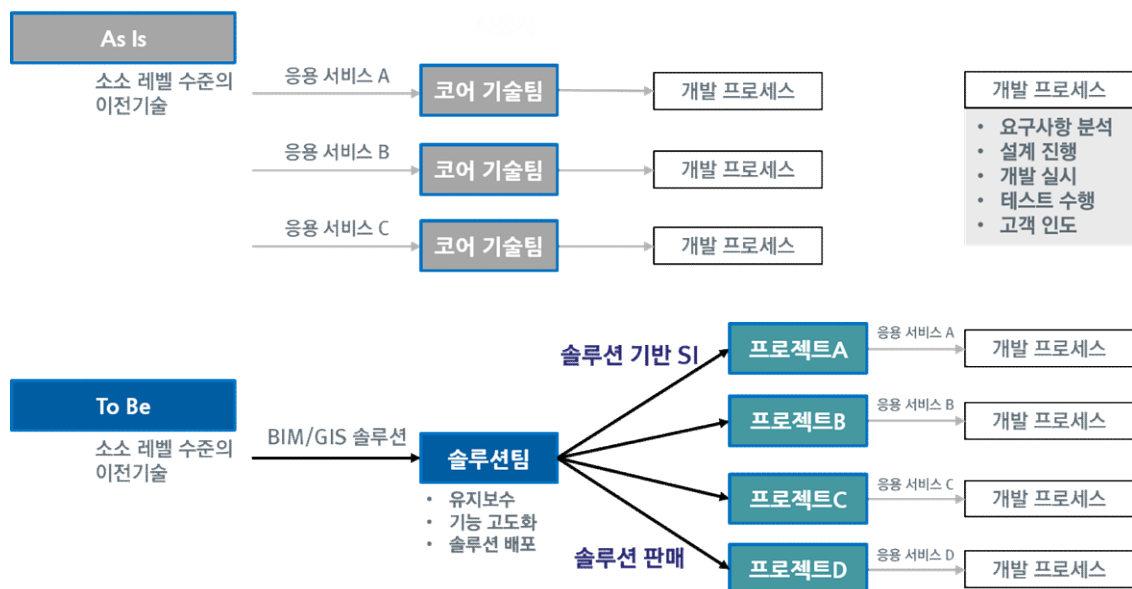


그림 1-2. 이전기술의 AsIs - ToBe

- 개발 중복성, 업데이트 편의성, 성능 수준의 동일성을 이유로 해외에서도 패키지 솔루션 제품 형태로 개발이 진행 중임
- 현재 GIS 소프트웨어분야 1위 기업은 ESRI, BIM 소프트웨어 세계 1위 기업인 AutoDesk, 측량분야 1위 기업인 Trimble 등도 패키지 소프트웨어 형태로 개발하고 있음

2. 연구개발의 필요성

[솔루션 기반 SI 수행을 위한 솔루션화 필요]

- 소프트웨어 개발 형태는 개발초기단계에 구현되어있는 기능의 정도에 따라서 시스템 통합 (System Integration, 이하 SI)과 솔루션 기반의 SI로 구분할 수 있는데, 솔루션 기반의 SI는 프로젝트 이전에 사용자 수요 조사를 통해 개발 계획을 수립하여 핵심기능을 보유한 반제품 형태의 솔루션을 제작하고, 이후에 사용자가 정해지면 사용자 요구사항이 반영된 완제품 형태의 S/W를 사용자에게 제공함. 반면에 SI는 고객의 요구사항을 분석한 내용을 바탕으로 분석 및 설계를 하여 고객이 원하는 결과물을 완제품 형태로 제공하는 것이 일반적인데, 고객의 요구사항과 개발자의 구현 내용을 일치시키는 작업이 어려워 [개발(개발자) ↔검토(고객)] 의 과정이 반복적으로 이루어짐
- SI와 솔루션 기반의 SI는 고객의 요구사항을 수용하여 개발한다는 점에서는 공통적이거나 개발 초기 단계에서 반제품 형태의 생산물을 가지고 있느냐 없느냐에 따라 큰 차이가 있는데, 솔루션 기반의 SI는 솔루션 구매자가 자신에게 가장 적합한 솔루션을 구입하기 때문에 소프트웨어의 개발 목적과 사용자의 이용 목적이 일치된 상태에서 고객의 일부 요구사항만 반영하여 추가 개발하므로 일반 SI에 비해 효율적인 소프트웨어 개발 방식이라 할 수 있음

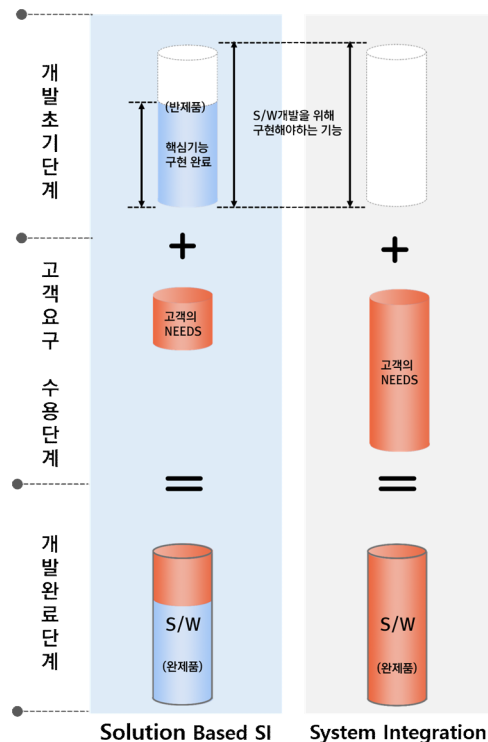


그림 1-3. Solution Based SI 와 SI 의 비교

[건설공간정보(BIM/GIS) 활용 서비스 개발 필요]

- 건설 IT 융합 분야의 세계 시장은 2010 년 2,640 억 달러에서 2012 년 2,890 억 달러로 증가할 것으로 전망하였고, 2010 년부터 2012 년의 연평균 증가율 4.6%를 기준으로 2015 년에는 3,307 억 달러, 2020 년에는 4,141 억 달러로 예상함(해외건설협회, 2007)¹⁾
- 4 차 산업혁명의 핵심 키워드 중 하나인 사물인터넷(IoT, Internet of Things)과 인간생활의 기본 요소인 의식주 중에서 주거와 밀접하게 관련 있는 건설 기술의 융합된 건설 IT 기술은 인간의 삶을 편리하게 만들어주는 핵심 기술로 자리 잡았음
- 건설 시장은 도로, 교량 등의 사회기반시설(SOC)에서부터 생활형 시설(주거용 건축물, 아파트 등), 초고층빌딩에 이르기까지 시장규모의 스펙트럼이 매우 넓기 때문에 IT 기반의 공간정보기술과 건설정보를 융합하여 활용서비스를 개발했을 때의 사회적 파급효과가 클 것으로 예상²⁾
- 초기 3 차원 정보모델(BIM), 공간정보(GIS) 등 개별단위 기술 적용 중심으로 발전하였으나, 점차 지능형 건물 관리, 친환경 에너지 절감, 친환경 도시통합운영관리 등 소프트웨어를 중심으로 한 융복합 산업으로 확대되고 있음³⁾



그림 1-4. 건설분야와 ICT 분야의 융합 과정

1) 2010 산업원천기술로드맵(IT융합)_한국산업기술진흥원

2) IT R&D 발전전략 보고서(IT융합)_한국산업기술평가관리원_2010

3) 김현아 국회의원/한국공학한림원 2017

3. 연구개발 범위

단계	연구목표	주요 연구내용
1차연도	[주관] ○ BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 요소기술 개발 - 이전받은 기술을 기준으로 세부 모듈화 진행 - 추가 개발이 필요한 항목에 대해 고도화 추진	○ BIM/GIS Service - 엔진 모듈 개발 - Converter 모듈 개발 - Editor 모듈 개발 ○ BIM/GIS Server - BIM 서버 기술 구축 및 모듈화 - Manager 모듈 개발 - GIS 서버 연동기술 구현 - Data 서버 연동기술 구현 ○ BIM/GIS 가시화 Client - 웹표준 기반 클라이언트 모듈 개발
	[공동] ○ 플랫폼 최적 활용을 위한 건설공간정보 분류체계 및 표준 DB 스키마 개발	○ 다양한 실무 적용을 고려한 분야별 활용 시나리오 도출 ○ 분야별 시나리오 기반 건설공간정보 분류체계 개발 ○ 건설공간정보 분류체계 기반 공통 DB 스키마 개발
2차연도	[주관] ○ BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 솔루션 구축 - 요소기술에 대한 안정성 검증과 사업화를 위한 솔루션 구축	○ 솔루션 안정화를 위한 검증 - 솔루션 성능 검증 - 파일럿을 통한 솔루션 검증 ○ 솔루션화를 위한 전략 - 솔루션 인증 - 솔루션 패키징 - 상품 마케팅 전략 수립
	[공동] ○ 해외 시장 진출을 위한 건설공간정보 데이터 포맷 고도화 및 범용화	○ 기존 대표 3차원 정보모델 조사 분석 ○ 플랫폼 최적 운영 성능 확보를 위한 데이터 포맷 고도화 ○ 데이터 교환 등 범용화를 위한 건설공간정보모델 연구
3차연도	[주관] ○ BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 솔루션 고도화 - 외부장비와의 융합 및 Open API 연계를 통해 고도화	○ 실감형 서비스를 위한 외부장비 융합 - 외부장비 연동 - 외부장비 연동 파일럿 적용 ○ 풍부한 콘텐츠 제공을 위한 Open API 연계 ○ 단위모듈 성능 고도화
	[공동] ○ 성능, 현장적용성 등 건설공간정보 플랫폼 실증 및 발전방안 제시	○ 건설공간정보 플랫폼 실증을 위한 테스트베드 구축 ○ 테스트베드 기반 건설공간정보 플랫폼 실증 ○ 건설공간정보 플랫폼 발전방안 연구

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 국내외 연구동향

가. 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

(1) 국가연구개발사업 유사연구 검토

□ 연구개발과제의 연계성 강화 및 중복방지를 위한 조사

(단위 : 억 원)

부처명	사업명	과제명	예산
국토교통 과학기술진흥원	국토공간정보연구사업	공간정보 오픈플랫폼 데이터 확보/가공 기술 고도화	90억
국토교통 과학기술진흥원	국토공간정보연구사업	실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발	65.6억
국토교통 과학기술진흥원	첨단도시개발사업	u-Eco City 연구단	908억
국토교통 과학기술진흥원	도시건축연구사업	공간정보 기반 도시 공공시설물 관리 지능화 기술 개발	288억
국토교통부	플랜트기술고도화사업	LNG플랜트 핵심기반기술 개발	55억
국토교통부	첨단도시개발사업	건설도면 활용 실내공간 DB 구축 기술 개발	75억
국토교통부	첨단도시개발사업	u-GIS를 위한 차세대 시각화 기술 개발	75억
국토교통 과학기술진흥원	건설기술혁신사업	가상 건설시스템 개발	185억
국토교통 과학기술진흥원	첨단도시개발사업	초고층 개방형 BIM 정보환경 기술 개발	29억
국토교통 과학기술진흥원	건설핵심기술연구 개발사업	지능형 도로 최적설계 프로그램 개발	3.6억
국토교통 과학기술진흥원	건설기술혁신사업	가상 건설시스템 개발	185억
산업기술연구회	미래성장 ·융복합 사업 발굴 기반 확보	BIM/GIS 기반 건설공간정보 융합기술 개발	78.78억
산업기술연구회	국민 생활 안전 확보 기술 개발	BIM/GIS 검증을 위한 3차원 기반의 가상실증시험센터 구축	17.2억

□ 유사과제별 검토결과

연구과제명	검토결과
공간정보 오픈플랫폼 데이터 확보/가공 기술 고도화	[유사한 점] 공간정보 오픈플랫폼 아키텍처 및 소프트웨어 고도화 [벤치마킹 할 점] 사용자 참여형 Crowdsourcing Map 생성 시스템 개발
실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발	[유사한 점] 실감형 3D 실내공간 Geo-contents 구축 및 관리 시스템 [벤치마킹 할 점] 실감형 3D 실내외 공간정보 Seamless 서비스 플랫폼 및 Open API
u-Eco City 연구단	[유사한 점] 도시의 효율적 운영·관리를 위한 통합 운영센터 플랫폼 개발 및 제품화 [벤치마킹 할 점] u-City 서비스 제공 방안, u-City 무선인프라 및 보안기술 개발
지능형국토정보기술 혁신사업단 [2핵심과제] 공간정보 기반 도시 공공시설물 관리 지능화 기술 개발	[유사한 점] 도시시설 관리를 위한 USN 활용 기술 개발, 도시공간 온톨로지모델 개발 및 활용 [벤치마킹 할 점] 지능화된 도시공간정보 서비스를 제공하기 위한 상황인식 제어
LNG플랜트 핵심기반기술 개발	[유사한 점] 3차원 부품의 형상모델 생성방법에 있어서 유사성이 있음 [차이점] 대상물이 수처리시설과 다름. 기 수행과제는 LNG플랜트 modular layout 설계에 중점. GIS 연계기능 없음 [벤치마킹 할 점] 형상 모델링기법 및 engineering database 구성요소에 대한 벤치마킹 필요
건설도면 활용 실내공간 DB 구축 기술 개발	[유사한 점] 2차원 CAD 건설도면 활용 측면에서는 유사 [차이점] 실내공간만을 대상으로 DB를 구축하는 연구임 [벤치마킹 할 점] 기술개발의 초기단계로 본 과제에 기술적 활용방안 검토
차세대 웹 기반의 맞춤형 국토정보 제공 및 증강 현실 기술 개발	[유사한 점] 3차원 공간정보 활용 측면에서는 유사 [차이점] 증강현실 기술 개발로 본 과제와는 무관함 [벤치마킹 할 점] 3차원 공간정보 활용 측면에서 증강현실 기술에 대한 활용방안 검토
가상건설시스템 개발	[유사한 점1] 건설분야 3차원 공간 및 설계 정보 생성관리 [유사한 점2] 3차원 건축/토목 설계 가이드라인 개발 [벤치마킹 할 점1] 토목분야 4D 공정관리 시뮬레이션 [벤치마킹 할 점2] BIM 기술 적용의 주요 항목별 고려사항과 연동성에 대한 기술적 지침 제공

(2) 사업화과제의 차별화 방안

연구과제명	연계방안 및 차별화 방안
공간정보 오픈플랫폼 데이터 확보/가공 기술 고도화	- WebGL 기반의 차세대 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어를 제공하여 No Plug-in 방식의 브이월드 2차원 및 3차원 공간정보 제공 서비스에 활용이 가능하므로, 건설공간정보 플랫폼과 연동하여 주변 경관 모델 연동 가능 - 차세대 공간정보 Open API를 제공하여 건설공간정보 플랫폼과 연동된 공간정보 Open API 서비스를 기대할 수 있음 - VWorld 공간정보 오픈플랫폼에 Mash-Up 되는 고정밀 2D 데이터와 건설공간정보 플랫폼을 연동하여 지형 표현 고도화에 활용 가능
실감형 실내외 3차원 공간정보 구축 기술 개발	- 다양한 공간참조 콘텐츠 기반 Realistic 3D 실내공간정보의 구축 및 저장/편집/합성 등을 위한 관리 기술을 참조하여 건설공간정보 플랫폼의 콘텐츠 관리에 활용 - 입체영상기법(3D Imaging Tech.), 증강현실기법(Augmented Reality) 등 차세대 공간정보표현이 가능한 Realistic 3D 공간정보 실내외 통합운용 플랫폼 및 Seamless 공간정보 LBS 기술을 참조하여, 건설공간정보 플랫폼의 MR서비스 확장
u-Eco City 연구단	- 도시통합운영센터를 지원하기 위한 플랫폼 개발이 연구내용이며, 본 연구에서는 건설과정 전반의 데이터 상호연계를 지원하기 위한 BIM/GIS 플랫폼을 개발하기 위한 것으로 플랫폼의 주요 목적이 상이함 - u-Eco City연구단에서 제시한 u-City 서비스를 BIM/GIS 플랫폼 상에서 지원할 수 있는 방안을 모색하여 u-City 건설과정에서 BIM/GIS 플랫폼의 향후 활용 가능성을 증대시킴 - 대상시설물별 활용 시나리오 도출 및 구현 과정에서 보안 분야의 기술 개발내용을 참고하여 기술의 보안성을 강화함
지능형국토정보기술 혁신사업단 [2핵심과제] 공간정보 기반 도시 공공시설물 관리 지능화 기술 개발	- 본 연구는 USN 등 H/W를 개발하기 위한 것이 아니라 개발된 USN 기술을 BIM/GIS 플랫폼 상에서 스마트 도시관리를 위해 활용할 수 있는 방안을 모색하고자 하는 것임 - 기존 과제가 도로부속시설 적용에 제한된 반면, 본 연구에서는 BIM 데이터를 구축·활용할 수 있는 도시공간의 건축물 및 상하수도 시설 등 주요시설을 대상으로 하여 온톨로지 모델을 정립하고 이의 활용방안을 제시하고자 함 - BIM/GIS 플랫폼에서 수행하는 스마트 도시관리를 위해 개발된 공간정보 기반의 상황인식 방법론 및 기술을 참고하여 이를 BIM 데이터와 연계할 수 있는 방안을 모색함
LNG플랜트 핵심기반기술 개발	- 목적물이 다르기 때문에 기본적인 도구를 이용하여 3D 모델을 작성하는 것으로 생성물이나 활용분야가 다름 - 수처리시설의 유지보수 공간설계에 선행 연구성과를 활용함 - 벤치마킹 결과를 분석하여 본 과제의 효율적 수행에 활용함
건설도면 활용 실내공간 DB 구축 기술 개발	- 지능형국토정보기술혁신사업의 기간종료로 기술개발의 초기단계에서 연구가 종료되므로, 이 사업을 통해 도출된 연구성과를 본 과제에서 연계 가능한 기술적 활용방안 검토 후 향후 기술의 완성도 향상 및 산업화까지 진행하고자 함
차세대 웹 기반의 맞춤형 국토정보 제공 및 증강 현실 기술 개발	- 지능형국토정보기술혁신사업의 종료로 기술개발의 초기단계에서 연구가 종료되므로, 이 사업에서 도출된 연구성과를 본 과제에서 연계 가능한 기술적 활용방안 검토 후 향후 기술의 완성도 향상 및 산업화까지 진행하고자 함
가상건설시스템 개발	- 토목분야(도로, 교량, 터널)의 설계, 공정, 공사비 정보모델 표준 및 검증체계를 구축하는 연구이므로 연구 내용이 상이함 - 건설분야의 전반적인 BIM 적용을 위한 초기 도입 단계의 가이드라인을 연구하였으나 본 과제는 Infra BIM 성과품 제작을 위한 작업 지침 및 성과품 검수·운영을 위한 발주자 지침 개발을 목적으로 함 - 형상정보와 공정정보의 연계방안 및 토공분야 4D 구현을 위한 방법론의 연계 및 확장이 가능함 - BIM 발주 가이드라인 및 BIM 기술 도입계획서에 활용·확장이 가능함

2. 국내외 관련 기술 특허 동향

가. 국내외 관련 기술 특허 동향

(1) 디지털트윈 기술관련 특허

- Digital Twin 기술의 도시 및 건설분야 적용을 위한 기술동향 분석을 위해 한국건설기술연구원의 특허검색시스템(WISDOMAIN)을 이용하여 관련 검색어 검색결과 비교
- 검색키워드 : Digital Twin, CPS, IoT, Cloud, Big Data, AI, GPU, TPU, VR, AR, BIM/GIS, Simulation, Automation, smart city, Block Chain, Machine Learning, Deep Learning, Digital Thread
- 검색대상 국가 : 국내(한국) 및 해외(미국, 중국, 일본, 유럽)
- 검색연도 : 2003 년~2017 년 현재(약 5 년씩 3 개의 시간그룹으로 설정)
- 특허를 대상으로 워드 클라우드 분석 결과, 국내는 데이터, 국외는 클라우드
- 국내 총 38,273 건 중 27,534 건, 국외 총 527,963 건 중 98,118 건 도출
- 최근 국내특허의 주요 키워드는 반도체에서 데이터로 전환, 출원 건수 증가 추세
- 국외의 경우, 주요 키워드는 Network 에서 Cloud 로 전환, 출원 건수 증가 후 보합 유지
- 워드 클라우드 분석결과, 국내외에서 중요한 키워드는 데이터로 분석
- 국내 키워드인 데이터는 수집부터 활용, 분석, 관리까지를 포함하고 있어 국외 키워드로 도출된 클라우드(데이터의 활용 및 관리 범위)기술과 동일하다고 판단
- 이 같은 분석결과를 향후 도시 및 건설분야에서의 디지털트윈은 데이터를 담고, 활용하며 분석(시뮬레이션 포함)하고, 그 결과를 정책반영에 활용할 수 있는 핵심기술이라고 판단

[illegible]

(2) 혼합현실(VR/MR) 기술관련 특허

- VR/AR 기반 가상건설 기술 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 1990년대 후반부터 출원 건수가 증가하면서 2010년대부터 현재까지 급증하였으며 거시적인 관점에서는 전체적으로 증가 양상을 보임
- 본 기술과 관련된 특허 동향에서 1990년대 후반부터 출원 건수가 증가하면서 2010년대부터 현재까지 들어 급증하였고 1990년대부터 현재까지 한국과 미국의 흐름이 전체 동향 흐름을 주도
- 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 197건(70%), 미국(USPTO) 60건(21%), 일본(JPO) 11건(4%), 유럽(EPO) 14건(5%)의 특허가 출원되어, 본 기술은 한국과 미국이 가장 많은 특허기술을 점유하고 있는 것으로 나타났으며 일본과 유럽은 유효건수가 낮음
- 한국(KIPO)은 170건의 특허가 출원된 것으로 나타나며, 분석구간 1999년 이후로 출원 증가 양상을 보임
- 전체 출원의 상당 부분을 차지하는 것으로 보아 R&D가 활발하게 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- 2010년대 들어 폭발적 증가세를 보임 미국과 함께 최근 구간의 기술시장을 주도하고 있는 것으로 판단됨
- 전체 구간에서 한국전자통신연구원(10건), 성균관대학교(4건), 한국건설기술연구원(4건) 등의 학교 및 연구원이 다출원한 것으로 나타남

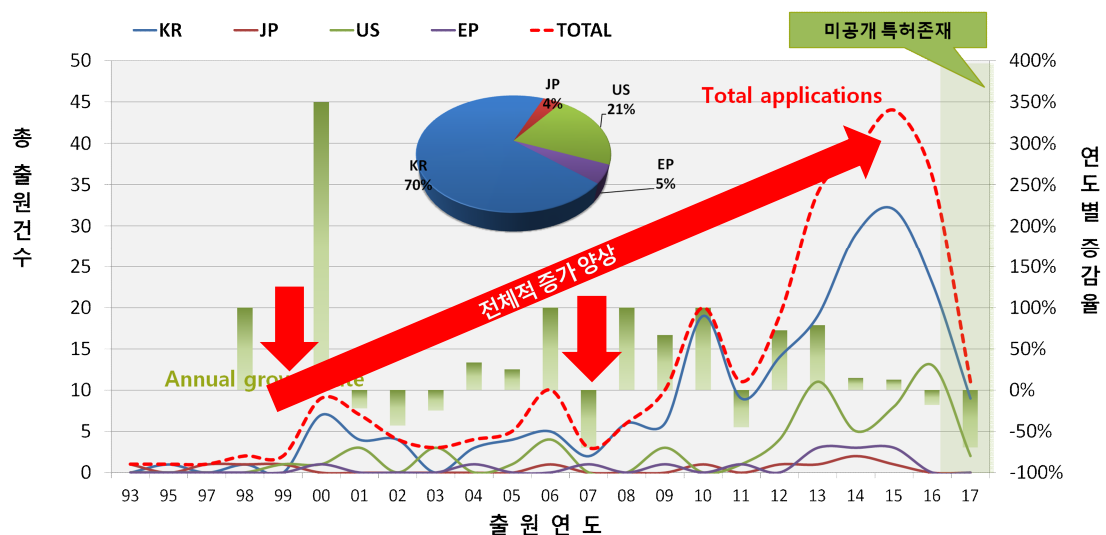


그림 II-1. 총 출원 건수

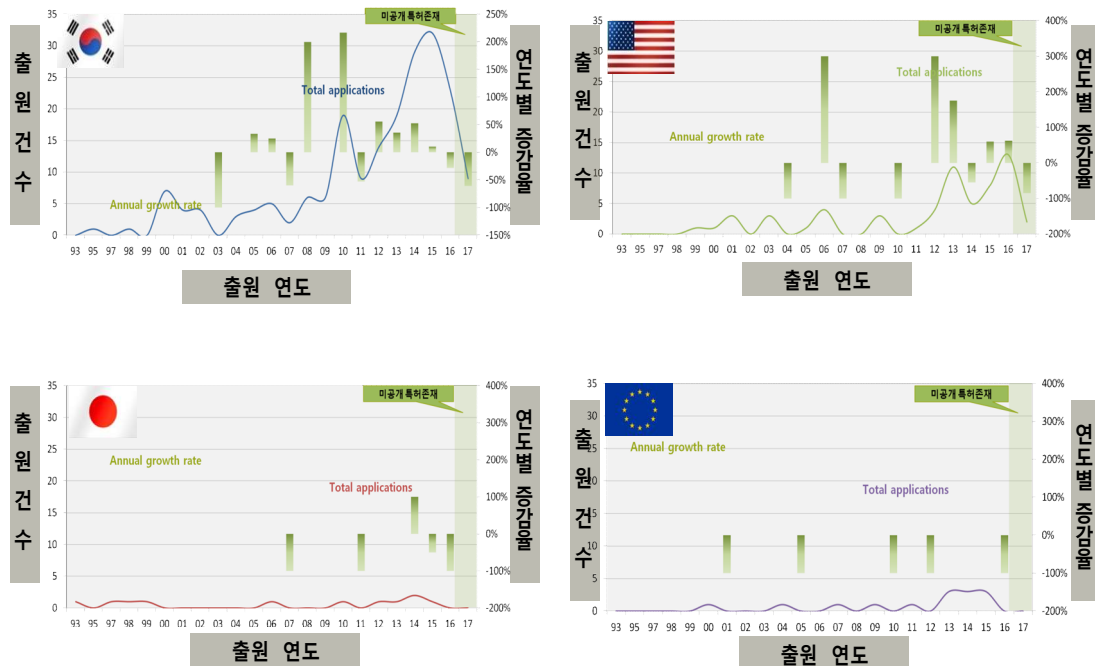


그림 II-2. 주요 국가별 연도별 출원 동향

- 한국 특허기술의 양적 흐름은 미국과 상당히 유사하나 양적 흐름으로 기술 수준의 유사 여부를 판단하기는 어려우며 이후 심층 분석을 통한 특허기술의 세부 내용 파악을 통해 판단 가능함
- 본 분석 기술에서 미국(USPTO)은 57 건의 특허가 출원된 것으로 나타나며, 분석구간 1999 년부터 현재까지 증가와 감소를 반복하는 양상을 보이거나 2010 년대 들어 폭발적 증가세를 보여 전체적으로 증가 양상을 보임
- 미국은 한국과 함께 최근 구간의 기술시장을 주도하고 있는 것으로 판단됨
- 전체 구간에서 Lincoln Global, Inc.(미국)(10 건), Honeywell International Inc.(미국)(6 건) 등의 기업이 다 출원한 것으로 나타남
- 미국 특허기술의 양적 흐름은 한국과 상당히 유사하나 양적 흐름으로 기술 수준의 유사 여부를 판단하기는 어려우며 이후 심층 분석을 통한 특허기술의 세부 내용 파악을 통해 판단할 수 있음

3. 국내외 시장분석 및 사업화 전망

- BIM 및 GIS 는 현재 독자적으로 형성된 국내시장 규모가 각각 BIM 의 경우 2020 년 1400 억 원, GIS 의 경우 2015 년 15 조원에 이를 것으로 예상됨. BIM-GIS 연계라는 신기술분야 개척을 통하여 새로운 시장 영역으로의 발전 및 이를 통한 해외시장 진출이 가능할 것으로 판단됨. GIS 시장은 In-Outdoor 를 있는 그대로 표현하는 Realistic 3D 로 발전하고 있어 이를 가장 현실적으로 지원할 수 있는 BIM/GIS 상호운용은 시장 가치가 높을 것으로 전망되며, 또한 기존의 전통 GIS 범위를 넘어 수많은 서비스의 기반이 되는 Platform 개념으로 변화하고 있어 미래 시장 전망은 매우 밝을 것으로 예측됨

가. 건설-IT 분야

- 국내외 건설 산업은 신기술과 사용자 편의성의 혁신을 통해 고부가가치, 첨단 IT 를 중심으로 하는 새로운 산업으로의 전환하여 시장 규모가 확대되고 있음. 2015 년 국내 건설-IT 시장은 59 조 원, 2020 년에는 세계 건설-IT 시장의 규모가 4,500 억 달러에 이를 정도로 거대 시장으로 확대될 것으로 전망됨
- 우리나라의 SOC 시설은 1970 년대 중반 이후부터 2000 년대까지 교통, 도로, 도시철도, 항만 시설 등의 SOC 시설물의 확충이 급격히 증가하였으며, 2020 년을 전후해 1990 년대, 2000 년대에 급증한 SOC 시설물의 유지관리 수요가 매우 빠른 속도로 증가할 것으로 예상함⁴⁾
- 따라서 건설 분야에서는 구조물의 손상 등 건물의 상태를 감지하는 스마트 센서 운영 기술이 필요하며, IoT 센서에서 취득한 정보를 관리하기 위한 정보시스템의 구축이 필수적임

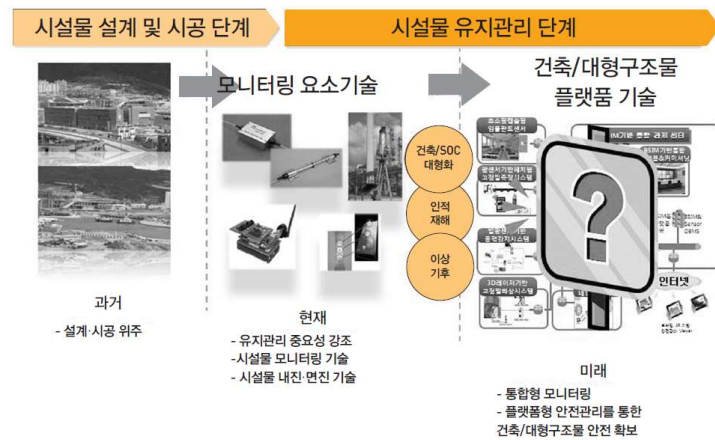


그림 II-3. 건축물 안전관리 기술의 요구 단계

나. BIM 분야

(1) BIM 관련 시장분석 및 사업화 전망

□ 건축분야

- 건축분야의 경우 공공 및 민간 부분에서 BIM 기술을 적극적으로 도입하고 활용하고자 노력하고 있음

표 II-2. 국내 건축분야 사례

구분	내용
국방시설본부 201 사업	- 설계단계부터 BIM 적용을 통해 공정관리, 설계요류 검토, 물량산출, 성과품 검토에 활용
남산 States 타워	- 철저한 사전 가설계획, 자재 양중계획이 요구되는 도심지공사의 위험을 줄이기 위하여 BIM 기술 도입
D-Cube City	- BIM기술을 설계검토, 4D 시뮬레이션을 활용한 공정관리, BIM기반 의사소통 효율화를 목표로 하였음
용인시민체육공원	- 계획단계부터 기본설계-실시설계 전 단계에 BIM을 의무 적용하도록 한 사례 - 건축, 조경 및 전체에 BIM 초기 모델을 이용하여 각종 도면과 계산서, 보고서 제출
건강보험심사 평가원	- 건설사업 전 단계에 BIM 도입을 검토하였으며 각 단계별로 BIM기술을 적용하고자 전략을 수립

4) 건축물의 안전관리를 위한 IT융합 기술동향_한국산업기술평가관리원_2013

□ 토목분야

- 건축분야에 비하여 적용성 확인 단계에 머물고 있는 실정

표 II-3 국내 토목분야 사례

구분	내용
호남고속철(제2-4공구)	- 짧은 설계 기간 및 복잡한 주변 여건(호남고속도로 교차)을 분석하고 극복하기 위하여 BIM 기술 도입
제2 돌산대교	- 복잡하고 어려운 작업이 많아 공사 정확도를 높이고, 사전에 공기지연을 방지하기 위해 BIM을 적용 - 전체 철근 및 쉬스관을 3차원으로 모델링하여 철근 배근도를 생성하고 철근끼리의 간섭과 철근과 쉬스관의 간섭을 검토하여 오류를 해결
포항 영일만 남방파제 축조공사	- 철근배근 합리화 및 원가절감 방안을 모색하기 위하여 BIM기법 중 3차원 철근 정보모델을 이용
서울 지하철 9호선	- 비정형화된 형태의 구조물, 다량의 가 시설 및 구조물들의 간섭 공종, 설계 및 시공의 유동성 등을 해결하기 위하여 BIM 도입
보현산 다목적 댐	- 다양한 복합공종으로 구성되어 있으며 댐 구조체의 타설 블록별 체계적인 공정 관리가 전체 공기에 큰 영향을 미치기 때문에 BIM 기술을 도입

□ 시사점

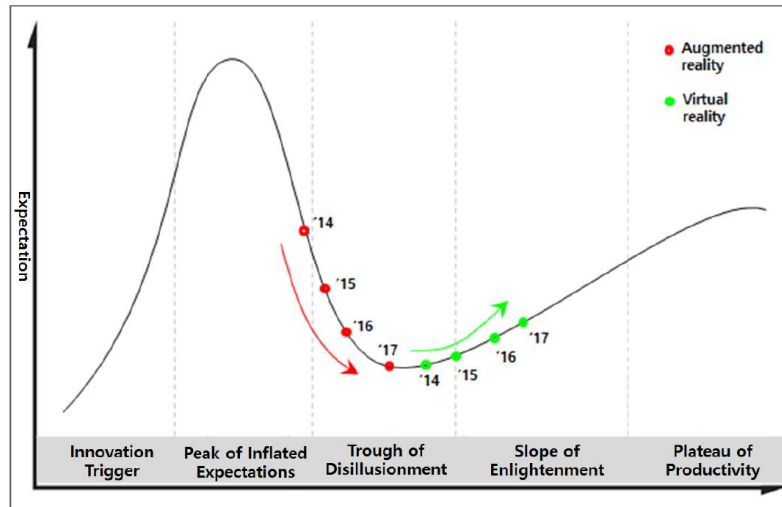
- 건축분야 BIM의 경우 설계 고도화에 따른 요구사항 증가, 효용성 확인을 통한 발주자 요구수준 고급화에 따라 발주 및 적용 사례가 점차 증가하고 있음
 - 비정형, 초고층 건축물 증가로 인한 발주자의 요구수준 고급화
 - 건축물 에너지 효율 분석, 일조량 분석 등 친환경 설계 추세
 - 유지관리 첨단화 및 생산성 향상 등의 목적으로 BIM 도입
- 토목분야의 경우 공공기관 및 대형건설업체들이 구조물 중심으로 시범 도입 중
 - 공정관리, 시뮬레이션, 설계오류 검토 등의 용도로 BIM 기술 활용중
 - 전체 공정에 적용하기보다 필요에 따라 부분적 BIM 기술 적용 단계
- 본 연구는 주로 건축분야의 시설물을 대상으로 연구를 수행하여 다수의 시제품, 사업화 성과 등을 도출하였으며, 토목분야에 대하여 3차원도 테스트베드 구축을 통하여 적용성 연구를 수행하였음. 토목분야의 흐름이 BIM을 도입한 시설물 관리의 요구사항이 도출되고 있는 만큼 본 연구가 선제적 대응을 취하였다고 판단됨

다. 가상/증강/복합현실(Virtual Reality, VR/Augmented Reality, AR/Mixed Reality, MR) 분야⁵⁾

- 가상현실, 증강현실 기술은 차세대 컴퓨팅 플랫폼 기술로써 향후 기존 ICT 시장을 크게 변화시키고 신규 시장을 창출할 수 있는 파괴적 기술(Destructive Technique)임. 세계적인 IT 관련 조사업체인 Gartner가 발표한 ‘2018년 10대 전략 기술 트렌드(Top10 Strategic Technology For 2018)’는 차세대 디지털 비즈니스 생태계 구축을 위한 핵심 미래 기술로써 가상/증강현실기술을 선정하였음

5) 기술동향브리프_2018_한국과학기술기획평가원

- AR 기술은 초기 성숙기, VR 기술은 성장기 단계로 성장·진화하고 있으며, 현재 2~3 세대 제품을 기반으로 수익모델 창출을 위한 노력이 계속되고 있음



자료: 연도별 Hype Cycle for Emerging Technology(Gartner) 재편집

그림 II-4. Gartner Hype Cycle 2014~2017

- AR/VR 분야의 기술수준은 미국(0년) > 유럽(0.8년) > 일본(1년) > 한국(1.6년) > 중국(2.0) 순이며, 한국은 미국대비 20%p의 기술격차가 있음

표 II-4. AR/VR 분야 국가별 기술상대수준

	한국			미국			일본			중국			유럽		
연구 단계	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화	기초	응용	사업화
증강 현실	79.1	81.0	80.1	100	100	100	86.9	87.3	87.2	75.2	76.1	76.1	88.0	88.0	88.3
가상 현실	79.4	80.8	79.6	100	100	100	87.0	87.9	87.4	76.3	77.0	76.9	87.6	87.9	87.5
상대 수준	80%			100%			87.3%			76.2%			87.8%		
기술 격차	1.6년			0년			1.0년			2.0년			0.8년		

마. 종합결론

- BIM 과 GIS 의 연계는 건설과정에서 발생하는 건설데이터를 건설공사의 설계/시공 및 유지 관리/운영단계에 직접적으로 사용하는 것과 함께 공간정보의 생산 및 갱신에도 기여할 수 있으며, 보다 정확한 실내외 공간정보를 구축할 수 있다는 측면 등에서 시급히 구현되어야 할 과제임. 본 연구에서는 이러한 BIM-GIS 연계를 위한 기술, 시장 및 표준 등의 동향을 분석하여 연구진행을 위한 기반자료를 제시하고자 하였으며, 도출된 분석결과는 다음과 같음
- 기술동향 부문에서는 BIM 의 경우 소프트웨어별 BIM 정보 변환, 응용 S/W 개발, 유지보수 등 다양한 전문분야에서 BIM 정보를 적극적으로 활용중인 국외에 비해, 국내에서는 공공부문 및 대형 건설사를 중심으로 BIM 도입이 시범적으로 이루어지고 있으며 순수 국내 BIM S/W 의 개발은 미진하며, 세계적으로도 데이터의 완벽한 호환은 이루어지고 있지 않으며

건설 단계별로 BIM 이 가져야 할 추상화 및 통합화의 정도에 대한 명확한 기준이 부재한 상황으로 본 연구를 통하여 중점을 두어야 할 분야로 판단됨

- GIS 의 경우에는 국내외적으로 지형이나 건물의 외형(실외)만을 모델링하는 것에서 나아가 실내·외 3 차원 공간정보 모델링까지 확장하기 위한 다양한 시도가 이루어지고 있으며, BIM-GIS 연계 를 위한 플랫폼 및 관련기술 개발을 통하여 새로운 기술&서비스 분야를 개척 할 수 있을 것임
- 시장동향 부문에서는 현재 독자적으로 형성된 국내시장 규모가 각각 BIM 의 경우 2020 년 1400 억 원, GIS 의 경우 2015 년 15 조원에 이를 것으로 예상되며, 상대적으로 BIM 시장 의 규모가 작으나 BIM-GIS 연계라는 신기술분야 개척을 통하여 새로운 시장 영역으로의 발전 및 이를 통한 해외시장 진출을 추진할 필요가 있음
- 표준화 부문에서는 미국, 핀란드, 덴마크, 호주 등에서 정부차원의 BIM 지침을 마련하여 배포하고 있으며 통합플랫폼, VR, STEP, CALS 등 연관 분야와 호환 가능한 BIM 표준 마련 을 추진하고 있는 상황으로, 국내에서도 BIM-GIS 연계 를 위한 개별 분야에서의 표준화 및 통합표준 제시를 위한 기반을 시급히 마련하여야 하며, 최근 BIM-GIS 연계 등 통합데이터 모델 구축을 위한 표준 마련이 모색되고 있는 상황에서 본 연구를 통한 BIM/GIS 상호운용 개방형 플랫폼 등의 표준 제시를 추진해야 할 것으로 판단됨

	Helpful to achieving the objective	Harmful to achieving the objective
Internal origin (Attributes of the environment)	- GIS와 3D GIS에 대한 전문성 - 사업 추진에 대한 의지 - 빠른 개발 능력 - 빠르고 유연하게 시장 상황에 대응 가능 - 기술이전을 통한 요소기술 확보	- BIM분야에 대해 상대적으로 부족한 지식 - GIS와 IT 중심의 접근 - 복잡한 사업 추진 체계 - 연구사업으로 상업화 추진의 한계 - 부족한 투자 자원(인력, 자금 등) - 후발 주자로 전 세계적 동향에 대한 지식 한계
External origin (Attributes of the environment)	- BIM과 GIS 통합에 대한 관심 증가 - 정부 차원의 추진 의지 - 실내외 3차원공간정보 중요성 증대 - 신사업 분야로 다양한 사업 창출 기회 - 타 분야로의 넓은 확장 가능성 - 장기적으로 나아가야 할 방향	- 선진국 위주의 시장 - 기존 시장 지배자들의 존재 - 많은 경우 거대 시스템적 접근이 많음 - 이종 기술 통합에 따른 복잡성 증가 - 빠르게 변화하는 기술

그림 II-5. BIM + GIS 시장 분석

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

1. 사업화 기술 개요

가. 사업화 대상기술 정의 및 우수성

- BIM 과 GIS 의 상호운용성 확보를 위한 BIM 건설데이터와 GIS 공간데이터의 연계/활용 모델 개발과 응용서비스를 위한 변환모듈, 경량화 기법, 시각화기술 등의 요소기술을 말함
- 본 연구를 위해 필요한 대상 기술은 다음과 같으며, 당사는 주요 핵심기술을 한국건설기술 연구원으로부터 기술이전 받아 실시권리를 보유하고 있음

□ 특허등록

구분	특 허 명 / 현장적용명	등록번호 (지역)	기술 보유자	실시 권자
1	빔(BIM) 기반의 건축물 데이터를 표시하는 BIM데이터 처리 시스템	특허등록 제10-1465479호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- 3차원 GIS플랫폼에서 표현되는 BIM데이터를 경량화하고 관련 LOD데이터를 구성하는 기술을 구현함으로써, BIM기반의 3차원 객체들을 3차원 GIS플랫폼 상에서 보다 빠르고 효율적으로 표현되도록 함			
2	BIM 데이터 포맷변환을 위한 BIM데이터 처리시스템	특허등록 제10-1465481호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- BIM데이터에 대한 호환용 표준 포맷인 IFC 포맷을 3차원 GIS 플랫폼 기반 위에서 가시화 할 수 있도록 하는 데이터 포맷 변환방법을 제공함			
3	LOD데이터를 구성하는 BIM데이터 처리 시스템	특허등록 제10-1465483호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- 3차원 GIS플랫폼의 관측 시점에 따라 단계별 LOD의 구성방법을 고안하여, 3차원 GIS에서 사용되는 BIM기반의 3차원 객체들을 보다 빠르고 효율적으로 가시화할 수 있는 방법을 구현함			
4	건물의 외피객체를 추출하는 BIM데이터 처리 시스템	특허등록 제10-1465487호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- 3차원 GIS플랫폼에서 표현되는 대용량 BIM(IFC)데이터로부터 건물의 실내객체와 외피객체를 자동으로 분리함으로써, BIM데이터가 가지는 구조적 문제점을 해결하고 GIS 데이터와의 효율적 연결을 가능하게 함			
5	대용량 건물 BIM데이터의 시각화 시스템 외 5건	특허출원 제10-2014-0173307 호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- 대용량 BIM데이터를 3차원 GIS플랫폼의 관측시점에 따라 빠르고 효과적으로 가시화하는 BIM데이터 처리시스템과 BIM데이터의 경량화 및 LOD 구성에 적합한 시각화 알고리즘을 고안함			

□ 핵심 소프트웨어

구분	S W 명 / 현장적용명	등록번호 (지역)	기술 보유자	실시 권자
1	Adaptive LOD(어댑티브 엘오디) 공간데이터 구조 변환 및 가시화 프로그램 (Adaptive GLOD converter & viewer)	S/W 등록 제 C-2013-021226 호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- IFC 데이터로부터 서비스 포맷으로 변환하는 모듈로서, 사용자 설정파일(config.xml)에 정의한 LOD(Level of Detail)에 따라 3차원 형상정보를 생성하는 프로그램임. 변환이 완료되면 화면상에 LOD별로 데이터가 시각화되어 데이터 변환결과를 알 수 있음			
2	Adaptive LOD(어댑티브 엘오디) 속성데이터 구조 변환 및 가시화 프로그램 (Adaptive PLOD convert er & viewer)	S/W 등록 제 C-2013-021227 호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	- IFC 데이터로부터 서비스 포맷으로 변환하는 모듈로서, 사용자 설정파일(config.xml)에 정의한 LOD(Level of Detail)에 따라 3차원 속성정보를 생성하는 프로그램임. 변환이 완료되면 화면상에 LOD별로 데이터가 시각화되고, 검색도구를 활성화하여 각 부재별로 속성정보를 확인할 수 있음			
3	IFC 포맷변환기(IFC Converter)	S/W 등록 제 C-2014-029885 호	한국건설 기술연구원	(주)올포 랜드
	BIM(Building Information Modeling) 분야에 특화된 IFC 포맷을 웹서비스 하기 위한 경량화된 서비스 포맷으로 변환하는 모듈임			

- 보유하고 있는 기술의 요소기술은 특허등록을 통해 기존기술과의 차별성을 확보하였으며, 보유 기술의 명칭과 보유기술과 관련된 기존 기술의 현황과 사업화 대상 기술의 특징에 대하여 아래 표 III-1 에 작성함

표 III-1. 사업화 대상기술의 특징

기술명	BIM 데이터 포맷변환을 위한 BIM 데이터 처리 시스템
기존 기술 현황	- IFC(BIM데이터 표준 포맷)와 CityGML(GIS데이터 표준 포맷)간의 변환 및 통합 방안은 데이터의 손실, 신규 데이터 모델 구축에 따른 표준화 수행과 같은 문제점을 갖고 있으며, 대용량 자료에 대한 처리 문제를 다루지 않고 있음
사업화 대상기술 특징	- IFC 포맷을 GIS기반에서 가시화 할 수 있도록 하는 데이터 포맷 변환방법에 대한 기술임 - 데이터 포맷이 변환 포맷이라 하더라도 IFC데이터의 거의 모든 정보를 포함하고, IFC데이터가 갖고 있는 모든 정보를 추출할 수 있어 데이터 손실이 발생하지 않음
기술명	건물의 외피객체를 추출하는 BIM데이터 처리 시스템
기존 기술 현황	- 건물에 대해서 모델링이 수행된 BIM데이터는 건물의 내부 객체와 외피 객체가 별도로 분리되어 저장되어 있지 않고, 이를 분리하기 위한 기술이 개발되지 않음 - 대용량 BIM 데이터를 GIS데이터 기반 위에서 가시화하기 위해서는 사용자의 시점이 실내 또는 실외에 위치하느냐에 따라서 건물의 객체들을 단계별로 구분할 필요가 있으며, BIM 데이터로부터 건물의 실내 객체와 외피객체를 자동으로 분리하는 방법에 관한 연구가 필요함
사업화 대상기술 특징	- 3차원 GIS 플랫폼 상에서 대용량 BIM 데이터를 빠르고 효율적으로 가시화하기 위해 BIM데이터로부터 건물의 실내 객체와 외피 객체를 자동으로 분리하여 BIM데이터가 가지는 구조적 문제점을 해결하고 GIS 데이터와의 효율적인 연결이 가능함

기술명	빔(BIM) 기반의 건축물 데이터를 표시하는 BIM데이터 처리 시스템
기존 기술 현황	- BIM과 GIS를 결합하고, 상호운용하여 다양한 분야에서 활용하기 위해 효율적인 3차원 가시화 기술 개발이 필수적으로 요구되나 아직까지는 BIM데이터 경량화 및 LOD(Level Of Depth)구성에 관한 연구 없음
사업화 대상기술 특징	- 3차원 GIS플랫폼에서 표현되는 BIM 데이터를 경량화하고 관련 LOD 데이터를 구성하는 기술을 구현함으로써, BIM기반의 3차원 객체들을 3차원 GIS플랫폼 상에서 보다 빠르고 효율적으로 표현할 수 있음
기술명	LOD데이터를 구성하는 BIM 데이터 처리 시스템
기존 기술 현황	- BIM과 GIS를 결합하고, 상호운용하여 다양한 분야에서 활용하기 위해 효율적인 3차원 가시화 기술 개발이 필수적으로 요구되나 아직까지는 BIM데이터 경량화 및 LOD(Level Of Depth)구성에 관한 연구 없음
사업화 대상기술 특징	- 3차원 GIS플랫폼의 관측시점에 따라 단계별 LOD의 구성방법 확보하여 GIS에서 사용되는 BIM기반의 3차원 객체들 (건물, 교량, 도시시설물 등)을 보다 빠르고 효율적으로 가시화할 수 있음
기술명	대용량 건물 BIM데이터의 시각화 시스템
기존 기술 현황	- 3차원 GIS 플랫폼 상에서 건물 외부와 내부를 연결하여 대용량 BIM데이터를 가시화하기 위해 BIM데이터를 렌더링 처리하는 BIM데이터 처리 시스템에 관한 연구는 아직 시작단계임
사업화 대상기술 특징	- 3차원 GIS플랫폼 상에서 건물 외부와 내부를 연결하여 대용량 BIM 데이터를 가시화하기 위해 경량화 및 구조화된 데이터를 효과적으로 구성하고 빠르게 렌더링 처리할 수 있어, 3차원 GIS플랫폼의 상당한 속도 향상에 기여함

나. 사업화 대상기술 설명

(1) 특징

1) 연구사업 수행 이전

- 이번 연구를 통해 구현하고자 하는 기술은 기존 BIM 또는 3 차원 공간정보 기술에서 해결하지 못한 주요 핵심 기능을 해결할 수 있는 기술이며, 크게 실/내외 연속적인(seamless) 공간정보 처리 및 표현기술, BIM/GIS 통합 공간 및 속성 검색 기술, 공간 및 속성 LOD 기반 부재단위 정보조회 기술, 사용자편의기능 및 가상현실 성능 향상 기술의 네 가지로 구분할 수 있음

[실/내외 연속적인(seamless) 공간정보 처리 및 표현기술]

- 기존 3 차원 공간정보 기술은 실내와 실외 공간을 연속적으로 표현하지 못하고, 서로 분리하여 표현하며, 이런 문제 때문에 브이월드 등에서는 실내 정보를 통합적으로 서비스하고 있지 못함



그림 III-1. 실내외 연속적인 공간정보 처리 및 표현기술

[BIM/GIS 통합 공간 및 속성 검색 기술]

- 기존 BIM 기술은 단일 건물만을 표현하고 가시화 할 수 있는데 비해 본 기술은 여러 개의 건물을 지도상에 표현하고 동시에 처리할 수 있으며, 속성정보를 여러 건물을 대상으로 통합적으로 조회할 수 있는 기능을 보유하고 있음
- 여러 건물을 대상으로 실내외 정보를 동시에 검색 및 조회할 수 있는 기술을 구현하고자 함

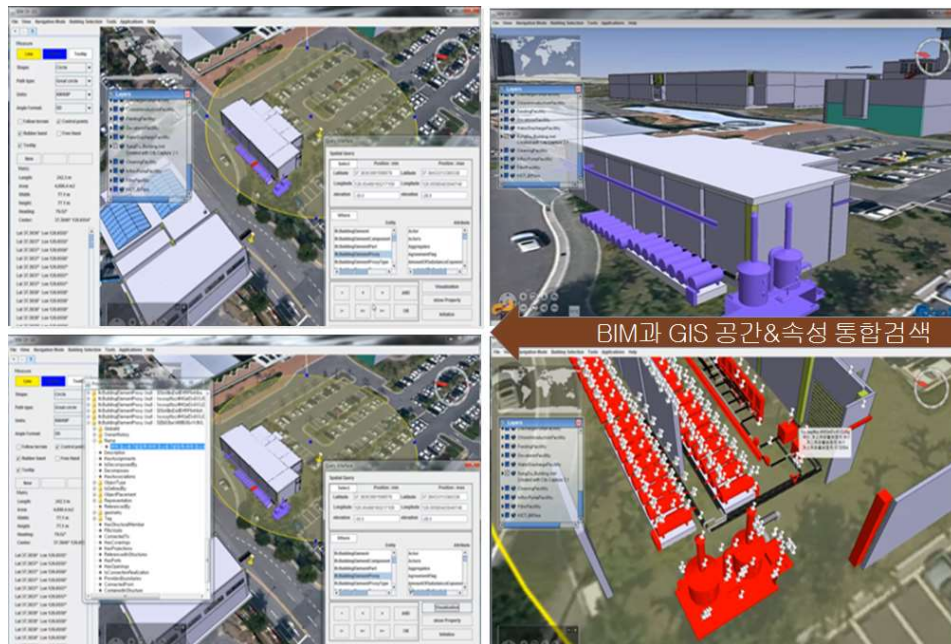


그림 III-2. BIM/GIS 통합 공간 및 속성 검색 기술

[공간 및 속성 LOD 기반 부재단위 정보조회 기술]

- 기존 공간정보 SW 들은 건물 단위로 검색 및 속성조회가 가능하였으나, 본 기술은 건물 뿐만 아니라 건물 내부의 룸정보, 기둥이나 보 등의 객체단위로 정보를 조회할 수 있음
- 또한 대용량 데이터를 동시에 가시화 하고 처리하기 위한 기술로 LOD 기술을 독자적인 알고리즘으로 구현하였으며, 이를 통해 원거리 객체와 근거리 객체를 구분하여 디테일 정도를 분리하여 시각화하고 처리하는 기술을 구현하고자 함



그림 III-3. 공간 및 속성 LOD 기반 부재단위 정보조회 기술

[사용자편의기능 및 가상현실 성능 향상 기술]

- 실내 네비게이션 기술, 지하시설물 처리 및 표현기술, 3 차원 공간정보 기반 다중 시설물 가시화 기술, 부재단위 분리기능 등 다양한 사용자 편의기술을 제공

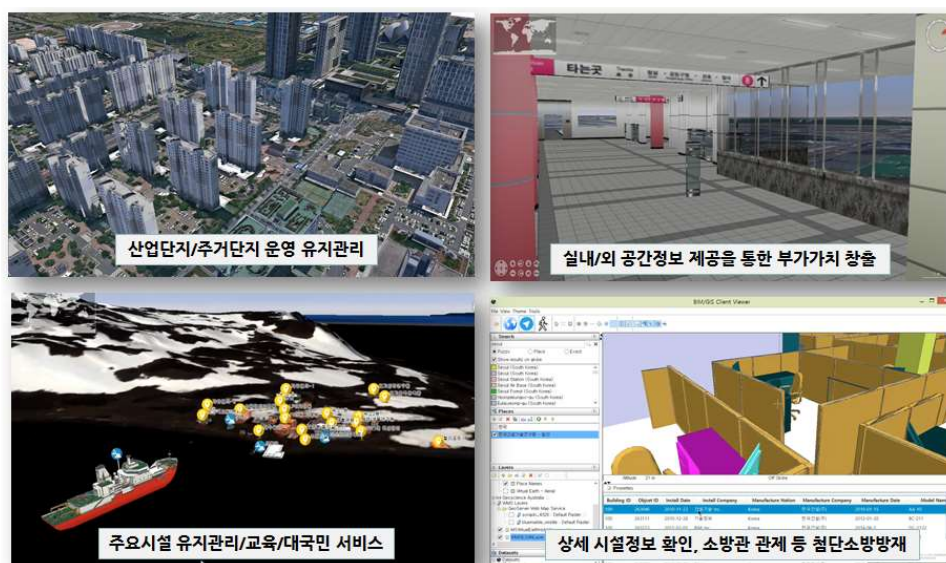


그림 III-4. 사용자편의기능 및 가상현실 성능 향상 기술

2) 연구사업 수행 이후

- 사업화 대상 기술을 기반으로 BIM/GIS 건설공간정보 플랫폼을 솔루션화 및 제품화하였음. 이를 통하여 최종 성과물은 ‘MapPrime3D’ 이라는 제품명으로 도출되었음. ‘MapPrime3D’는 소스 수준의 사업화 대상 기술에 성능 안정성, 유지보수 용이성 등을 중점으로 하여 추가 기술을 개발하여 기술 고도화를 수행하였고, 고도화를 거친 단위 모듈을 패키징한 솔루션임. 제품의 판매를 위한 마케팅 전략 수립과 소프트웨어의 신뢰성 및 품질안정성을 나타낼 수 있는 품질인증을 획득하여 ‘MapPrime3D’의 완성도를 높였음



그림 III-5. 연구사업 수행 최종 성과물 ‘MapPrime3D’

- BIM/GIS 건설공간정보 플랫폼은 연구수행을 통해 향상된 기술의 우수성을 크게 산업적 지표와 기술적 지표로 나누어 정리해보면, 산업적 지표면에서는 지식재산권 출원 7건, 등록 3건, SW 등록 7건, 사업화 실적 11건, 품질인증 1건을 달성하여 기술의 안정성을 향상 시키고, 시장 경쟁력을 확보하였음. 기술적 지표에서는 산업계 표준 준수, 다양한 Client 버전 지원, 도커 이미지를 통한 편리한 설치 지원, 기존에 IFC 포맷을 변환하여 플랫폼 자체 포맷으로 서비스를 하였는데 3D 그래픽스 분야의 사실상 표준인 glTF 포맷으로 서비스를 하여 기술 적용의 확장성을 넓혔음

▶ 시스템 개선

- 무설치 방식의 3차원공간정보 시스템 개발
- 개방형 웹 플랫폼 기반의 시스템 호환성 확보
- 대민/모바일 서비스를 고려한 경량화구조 및 성능 확보
- 경관 및 건축관련 업무지원 기능 개발
- 지하시설물 관리 기능 개발
- 2D 기반의 공간정보 데이터 변환 구축 및 연계
- 국제 웹 표준 HTML5+WebGL 적용을 통한 웹 호환성 확보
- WMS/WFS 기반의 2D 공간정보 융복합 서비스
- 업무활용/타시스템 연계가 용이한 통합 시스템 구축
- 기존 외산 상용 S/W 기반의 개발/운영 고비용을 대체할 오픈소스 기반 시스템 구축

A screenshot of a web browser displaying a 3D globe. The globe is centered on the Pacific Ocean, showing the Americas on the left and Asia/Australia on the right. The interface is dark-themed with a white border at the top.

그림 III-6. 사업화 대상 기술 개선사항

○ 특히, 연구 시작 이전의 시스템은 CS 기반 시스템으로, 사용자 PC에 시스템을 설치를 해야만 시스템을 사용할 수 있었으나 연구를 통하여 웹 기반 시스템으로 전환하였음. 따라서 사용자는 웹 브라우저만 있으면 시스템을 사용할 수 있게 됨. 특히, WebGL을 적용하여 플러그인 설치 없이 웹 브라우저 내에서 고사양의 그래픽을 사용자에게 제공할 수 있게 하였음. WebGL이란 플러그인의 설치 없이 3차원 컴퓨터 그래픽을 사용하기 위한 웹 기반의 그래픽 라이브러리임. 또한, WebGL 등의 그래픽 라이브러리에 최적화된 glTF 포맷을 활용하여 산업계 표준을 준수하였음. 연구 이전에는 ifc, 3ds 등 소수의 포맷을 시스템에 적합한 포맷으로 수동 변환하였는데, 연구를 통해 skp, ifc, fbx, 3ds 등의 3D 모델 관련 포맷들을 표준 교환 포맷인 collada를 거쳐 최종적으로 glTF로 서비스할 수 있게 됨

○ MapPrime3D의 성능을 요약하면 다음과 같음

- 대용량 BIM 모델 데이터의 속성정보 및 형상정보 가시화 기능
- BIM & GIS 기본기능
- : 2D/3D 지도서비스
- : 위성/항공영상/벡터 레이어 서비스
- : 사이트, 건물, 층별 이동 View
- : 부재별 속성정보 제공
- : MEP, 지하 매설물(Pipe, 장비 등)의 가시화
- : OGC WMTS(Web Map Tile Service), WFS(Web Feature Service) 표준지원
- : 지점, 장비, 시설물 등 POI(Point Of Interest) 관리
- : GIS 측정 기능(2D지도, 거리, 면적, 외부 OpenAPI 지원)
- : IFC, CityGML, LandXml, DAE, FBX, 3DS, glTF 지원기능
- HTML5 WebGL 웹 표준 지원
- OS : Window, Unix, Linux, MAC OS 등 다양한 플랫폼 지원)
- 센서정보와 BIM 정보의 매핑 기능
- 대쉬보드 모니터링
- 시나리오 모니터링(시나리오 생성을 통한 상황 별 모니터링 기능)
- 각종 빌딩 설비 모니터링 기능(공조, 조명, 소방, CCTV 등)
- 상황 및 위험 발생에 따른 알람 기능
- 실시간 각종 센서 데이터 수집 기능
- Data History 관리 기능(데이터 History 관리를 통한 역추적)
- 공간관리(공간의 정보 및 과거 공사 이력 등)
- 유지보수 관리(시설물의 유지보수 활동 및 과거 이력 등)
- 에너지 사용량 모니터링(열량, 전력량, 수도사용량)
- 시설물 관리 체크리스트 정의 및 이력 저장 및 추적
- 다양한 DBMS의 공간자료 서비스 처리
- 벡터 기반의 지리정보 데이터 저장/검색/출력 지원
- 다양한 자료에서 얻어지는 데이터의 동기화 및 병합기능 지원

3) 경쟁 기술 대비 우수성 및 차별성

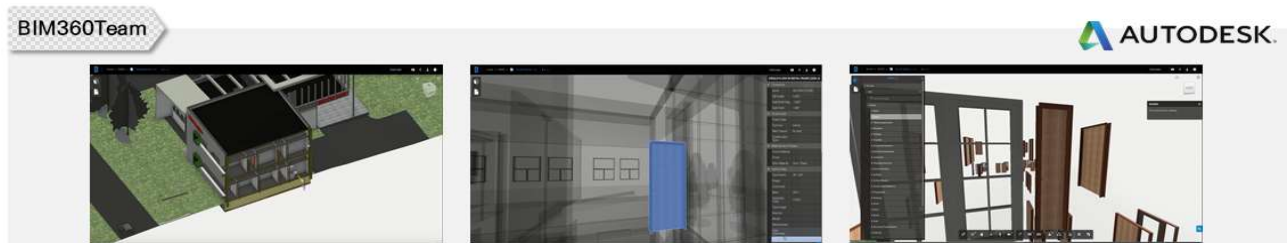
- MapPrime3D와 유사한 시스템과의 기능 분석을 통한 우수성 및 차별성 제시. 경쟁 기술과의 성능 비교를 위해서는 시스템 측면의 비교를 수행해야 함. 하지만 MapPrime3D를 포함한 유사 시스템의 서비스는 대부분 고사양의 하드웨어의 필요가 전제되기 때문에 시스템 성능 측면의 비교는 우수성 및 차별성을 도출시키기 어려움. 이에 현재 기술 개발 단계 및 시스템의 활용목적을 고려하여, 시스템 성능의 비교 보다는 시스템의 제공 기능에 대한 비교를 통하여 우수성 및 차별성을 도출하는 것이 적합하다고 판단함
- 공간정보(실외)와 건축데이터(실내)를 융합하여 제공하는 시스템은 존재하나, 실내와 실외가 3D 상에서 Seamless하게 시각화되는 기술은 독보적임. 실외 공간을 제공하더라도 가상의 실외 공간(예:BIMx)이기 때문에 실제 실외 공간에 대한 정보를 제공하지 않음. 하지만 MapPrime3D는 실제 실내외 공간정보와 건축데이터를 끊임없이 하나의 시스템에서 제공할 수 있다는 것이 타 유사 시스템과 차별화됨
- 또한, 형상정보 및 속성정보 제공 레벨을 ‘도시, 단지, 단일건물, 층, 룸, 객체(속성정보)’로 정의하였을 때, MapPrime3D는 형상정보 뿐만 아니라 속성정보를 객체까지 제공할 수 있음. BIM 데이터가 갖고 있는 대용량 속성정보를 객체 단위까지 서비스 할 수 있음. 만약 BIM 데이터가 없다고 해도 공개된 공공데이터를 활용하여 건축물대장 기반의 속성정보를 제공할 수 있음. 또한 형상정보는 대용량 BIM 데이터를 서비스데이터로 변환하여 제공하는데, 이때 활용하는 서비스데이터란 자체 포맷이 아니라 CityGML, KML, FBX 등 3차원 교환포맷을 의미함. 본 플랫폼은 3차원 교환포맷을 통해 산업계표준, 학계표준을 모두 준수한다는 점에서 우수함

시스템명칭	BIMx	BIM360 TEAM	Archibus	DesigoCC	Becon	Mapprime3D
제작주체명(기관명, 기업명)	graphisoft	autodesk	Archibus	SIEMENS	LG전자	올프랜드
목적	BIM모델 부여	BIM 모델 활용 협업 도구	시설물관리	시설물관리	시설물관리	시설물관리, 재난재해
활용 분야	건축설계	건축설계	시설물관리	시설물관리	시설물관리	스마트시티, 디지털트윈, GIS
지도 서비스 유무	X	X	X	X	X	O
형상정보 제공 유무	O	O	O	O	O	O
공간범위1 (실내, 실외)	실내/외	실내/외	실내/외	실내	실내	실내/외
공간범위2 (도시, 단지, 단일건물, 층, 룸)	건물, 층	건물, 층	건물, 층, 룸	건물, 층, 룸	건물, 층, 룸	도시, 단지, 단일건물, 층, 룸
Dimension	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	3D
3D 텍스처유형 (color, material, mix)	mix	mix	color	color	color	Mix
속성정보 제공 유무	X	O	O	O	O	O
공간범위 (도시, 단지, 단일건물, 층, 룸, 객체)	-	건물, 층, 룸, 객체	건물, 층, 룸, 객체	단지, 건물	건물, 층, 룸	도시, 단지, 단일건물, 층, 룸, 객체
제공 데이터 형식 (정형, 비정형)	비정형	정형, 비정형	정형, 비정형	정형, 비정형	정형, 비정형	정형, 비정형
비정형 유형	도면	도면	도면	이미지, 문서, CCTV	이미지	이미지, CCTV, 도면
비상상황 모니터링 유무	X	X	X	O	O	O
특징	BIM모델 건트폴 용이	BIM기반 협업 용이	건물운영 관련 종합시스템	대표 시설물관리시스템	시설물 관제시스템	실내/외 Seamless 웹/독립실행형 클라이언트

- graphisoft 사의 BIMx 는 BIM 모델 뷰어로서, 건물 형상정보를 제공하지만 속성정보는 제공하지 않음. Viewing 및 Model Control 이 주요 기능이며 BIM 모델을 컨트롤 기능이 단순하고 사용자 친화적으로 구성되어 있음



- autodesk 사의 BIM360Team 은 BIM 설계 프로젝트의 협업을 위한 도구임. 협업을 위한 다양한 편의기능이 있지만, 본 연구와 관련 있는 부분인 대용량 BIM 데이터의 시각화 기능에 집중하여 분석을 수행함. 형상정보는 건물, 층별로 제공되는데 반해, 속성정보는 건물과 층을 포함하여 룸과 객체 정보까지 제공함. 객체의 속성정보를 제공하는 다양한 모드가 존재함



- 아키버스는 대표 시설물관리 시스템으로 공간관리, 재고관리, 입주관리, 비용관리 등의 시설물관리 기능을 제공하며, 각 기능은 개별 어플리케이션으로 구성되어 있음. 대규모 건물의 시설물관리에 적합함. 건물 운영에 특화된 시스템인 만큼 룸 단계까지의 형상·속성정보를 2D 및 3D 로 제공함



- Siemens 사의 DesigoCC 는 국내 다수의 초고층빌딩 등에서도 관제용으로 사용되고 있는 시스템으로 시설 관리 및 제어가 주기능임. 공간관리, 설비관리 뿐만 아니라 CCTV 연계를 통한 실시간 모니터링도 지원함



- LG 사의 Beacon 은 설비 단품에 대한 제어부터 건물 통합 설비 제어 및 에너지 관리를 수행하는 건물 관리 솔루션임. 층별 설비 시각화 방식 및 설비별 시각화 및 정보 제공 방식이 간편하고 직관적임



(3) 기술의 활용성

- BIM 기반으로 사회기반 시설물을 관리하는 미래비전 및 추진전략과 기술적, 경제적 타당성을 분석 및 실현하는 기초자료로 활용 가능함
- 다양하게 산재되어 있는 FM 정보들에 대한 통합 및 상호운영에 대한 관리 및 운영 기술을 확보할 수 있고, 유지/보수와 관련하여 중장기적인 계획 수립 가능함
- 정부 및 각 기관에서 구축하고 있는 도시계획 경관관리 시스템, 도로관리시스템, 지하시설물 통합정보시스템, 하천관리시스템, 지반정보시스템, 하수도 관리시스템, 시설물정보종합관리시스템 등에 BIM/GIS 솔루션 기반의 시스템 구축 활용 가능함
- 건설단계의 BIM 데이터를 공간정보모델(Geographic Information Model)로 연결함으로써, 기본 실외공간정보의 한계에서 벗어나 실내외 공간정보 연계를 통해 시설물 하나하나의 운영관리에서부터 실내외 위치기반서비스 등의 혁신적인 공간정보 분야의 발전뿐만 아니라 3D 게임, 애니메이션, 영화, 전자상거래분야 등 까지 파급효과가 클 것으로 기대됨
- 최근 스마트폰의 보급과 함께 모바일을 중심으로 엔터테인먼트, 네비게이션, 여행, 생활정보 분야 등에서 빠르게 발전하고 있는 AR,VR 기술과 BIM/GIS 솔루션을 융합한 모바일 어플리케이션을 개발하여 다양한 현실환경에 대한 응용을 가능하게 함



그림 III-13. 연구성과 활용방안

- 시설물 관리분야에서는 개별객체의 속성 및 이력정보를 포함하고 있으므로, 기기나 설비들의 노후화에 따른 교체, 성능관리, 공실을 관리 등 시설물 관리 전 분야에 대해 활용가능하며, 방화벽과 내력벽 등 벽체 정보를 활용하여 화재 탈출경로나 소방관 진입 경로 조사 등에 활용이 가능함
- BIM/GIS 솔루션과 AR 기술을 활용하여 게임, 교육, 국방 등 다양한 분야로 활용 영역을 넓힐 수 있을 것으로 판단됨

2. 연구 수행 내용

가. 연구개발 수행 결과 요약

단계	연구 범위	연구 수행 방법(이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
1차 년도	BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 기술의 모듈화 및 고도화	○ 엔진 모듈 개발 ○ Converter 모듈 개발 ○ Editor 모듈 개발 ○ BIM 서버 기술 구축 및 모듈화 ○ Manager 모듈 개발 ○ GIS 서버 연동 기술 구현 ○ Data 서버 연동기술 구현 ○ 웹표준 기반 클라이언트 모듈 개발	○ 이전받은 기술을 기준으로 세부 모듈화 진행 ○ 추가 개발이 필요한 항목에 대해 고도화 추진
	다양한 실무 적용을 고려한 분야별 활용 시나리오 도출	○ 유지관리 내 시나리오 검토 ○ 유지관리 사례 검토 ○ 시나리오 작성 방법론 검토	○ 건설공간정보 플랫폼 활용 가능분야 도출 ○ 활용 분야별 사용자 요구분석 및 최적 활용 시나리오 도출
	분야별 시나리오 기반 건설공간정보 분류체계 개발	○ 건설정보분류체계 검토 ○ BIM 활용을 위한 건설정보분류체계 확장 ○ 조달청 및 세움터 정보분류체계 참조 ○ 국토지리정보원에서 제시한 건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 표준(안)	○ 기존 건설공간정보 관련 분류체계 조사 분석 ○ BIM 프레임워크 기반의 건설공간정보 분류체계 개발
	건설공간정보 분류체계 기반 공통 DB 스키마 개발	○ 기존 DB 스키마 검토 ○ 시나리오를 바탕으로 요구속성 정리 ○ 건설공간분류체계 스키마 작성 ○ 건설공간분류체계 스키마에 맞춰 DB 프로토타입 작성	○ 건설공간정보 DB 스키마 작성 ○ 플랫폼 적용을 위한 건설공간정보 DB 프로토타입 작성
2차 년도	솔루션 안정화를 위한 검증	○ 솔루션 성능 검증 ○ 파일럿을 통한 솔루션 검증	○ 자체성능검증 수행 및 공인시험기관의 SW 평가 기준을 만족을 목표로 솔루션 성능 검증 수행 ○ 건설공간정보 플랫폼의 활용 가능성 및 시장 적용성 등을 확인하기 위한 파일럿 제작 및 솔루션 검증
	솔루션화를 위한 전략	○ 솔루션 인증 ○ 솔루션 패키징 ○ 상품 마케팅 전략 수립	○ GS인증 및 NEP인증 취득을 통한 솔루션 인증 획득 ○ 요소기술 단위 모듈의 패키징 수행 ○ 단기/중·장기적 마케팅 전략 수립을 통한 사업화 대비
	기존 대표 3차원 정보모델 조사분석	○ 3차원 정보모델 표준 포맷 및 표준화 동향 분석 ○ 해당분야는 물론 게임 등 관련분야 대표 상용 포맷 조사 분석	○ 기존 대표 3차원 정보모델 및 관련분야 대표 상용 포맷 조사 ○ 상호호환성/대중성/표준화 측면에서 적합한 포맷 정리
	플랫폼 최적 운영 성능 확보를 위한 데이터 포맷 고도화	○ 건설공간정보 플랫폼 다양한 장점을 수용 할 수 있는 데이터 포맷 요구사항 정의 ○ 요구사항 정의 기반 건설공간정보 데이터 고도화 포맷 구조 설계	○ 건설공간정보 서비스 LOD 별 데이터 설계 및 구축 수행 ○ 건설공간정보 플랫폼 다양한 장점을 수용 할 수 있는 데이터 포맷 요구사항 정의기반으로 데이터 구조, DB 스키마 등 활용체계 구축
	데이터 교환 등 범용화를 위한 건설공간정보모델 연구	○ 기존 표준 데이터 모델 또는 포맷과 교환을 통한 범용화 방안 도출 ○ 국제 또는 국내 표준화를 고려한 건설공간정보모델 구축	○ 타 플랫폼과의 범용성 검토를 위한 BIM/GIS 통합 사례조사 ○ 대표 포맷 선정 후 플랫폼 간 데이터 포맷 변환 테스트 수행 및 결과 정리

3차 년도	외부장비 연동	○ 외부장비 연동 기술 개발 ○ HMD, 실내위치, VR 장비 등과의 연계 인터페이스 개발 ○ AR 기능 연동 API 개발 ○ IoT 센서장비 연동 기능 개발	○ VR/AR 기술 개념 정리 ○ 주요 디바이스별 특징 조사
	외부장비 연동 파일럿 적용	○ 연동 VR 장비 선정 ○ 인터페이스 전략 수립 ○ 테스트 파일럿 기능 구현	○ 연동 VR 장비 선정 ○ 화산재해 가상체험 파일럿 구축을 통한 외부장비 연동
	OpenAPI 연계	○ Open API 연계 대상 정의 ○ 웹 및 데스크탑 연계 인터페이스 개발 ○ 2D/3D 연계기능 구현	○ 외부 연계 API 조사 및 적용
	단위모듈 성능 고도화	○ 엔진모듈 성능 고도화 ○ Manager 모듈 성능 고도화 ○ Converter 모듈 성능 고도화 ○ Editor 모듈 성능 고도화 ○ GIS 서버 연동 기술 처리속도 개선 ○ Data 서버 연동기술 처리속도 개선 ○ 자동 업데이트 기능 적용 ○ 패키지 이력관리기능 적용	○ BIM/GIS 솔루션 성능 고도화를 위한 품질보증 수행 ○ 성능테스트 및 결함리포트 작성을 통한 단위 기능별 성능 향상
	건설공간정보 플랫폼 실증을 위한 테스트베드 구축	○ 건설공간정보 분류체계 및 데이터 포맷을 적용한 테스트베드 DB 구축 ○ 테스트베드 구축을 통한 현장 적용 가이드 프로세스 정립	○ 건설공간정보 플랫폼 실증 대상 및 분야 관련 동향 조사/분석 ○ 테스트베드 대상 정의 및 기 구축 사례 분석 ○ 테스트베드 DB 구축
	테스트베드 기반 건설공간정보 플랫폼 실증	○ 테스트베드 기반 건설공간정보 플랫폼 성능 검증 및 피드백 ○ 테스트베드 기반 건설공간정보 플랫폼 실무 적용성 검증 및 피드백	○ 플랫폼 성능 검증을 위한 시범서비스 운용 ○ 플랫폼 실무 적용성 검증을 위한 이기종 데이터 연계
	건설공간정보 플랫폼 발전방안 연구	○ 건설공간정보 플랫폼 중장기 발전전략 수립 ○ 건설공간정보 플랫폼 국내외 사업화 전략 수립	○ 사업화 전략 수립을 위한 플랫폼 연계활용 서비스 도출 ○ 전략별 건설공간정보 플랫폼 발전방향 설정

나. 연구개발 수행 결과 상세 내용

나-1. 1차년도 연구내용

(1) BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 기술의 모듈화 및 고도화

- 본 연구는 총 3 차연도에 걸쳐 단계적으로 스마트 3 차원 건설공간정보(BIM/GIS) 핵심 플랫폼 솔루션 개발과 사업화를 위한 패키지 제품 개발을 진행함
- 1 차연도는 이전 받은 기술에 대해 세부 모듈화를 진행하면서 추가 개발이 필요한 기술에 대해서 고도화를 추진함. 개별 핵심 기술을 모듈화 하여 패키징하기 위한 제품 레벨로 개발을 진행하고, 국제표준 및 산업 표준 기술을 적용한 요소기술을 개발함

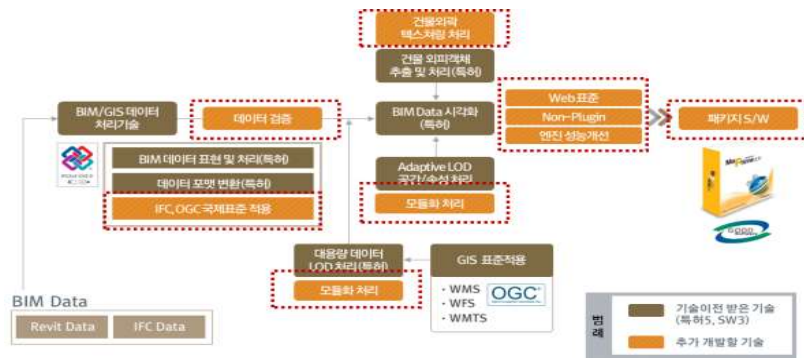


그림 III-14. 이전기술에 대한 연구수행 방안

1) 엔진 모듈 개발

- 스마트 3차원 공간정보 솔루션 구축 및 서비스를 위한 엔진 모듈은 크게 BIM/GIS 데이터 처리 모듈, 시각화 모듈, 검색/조회 모듈 등으로 구성되어 있음. 플랫폼의 핵심 모듈로서, GIS/BIM/Web/DB Server 등 서버간의 네트워크 처리와 요청/응답 처리 로드밸런싱을 통한 시스템 안정성을 담당하고 있음. 엔진모듈에서 처리 가능한 BIM 데이터 포맷은 IFC와 레빗(RVT)임
- 외부시스템에서 OpenAPI로 제공되는 GIS 데이터를 연계 활용할 수 있는 기술을 구현함. 외부시스템에서 제공하는 OpenAPI 데이터를 BIM/GIS 상호운용 플랫폼에 연계 활용, 2차원, 3차원 데이터를 플랫폼에 연계하여 대용량 데이터 시각화 기술연구 수행



그림 III-15. GIS 외부데이터 연계한 주소 및 건축물 대장 검색
그림 III-16. GIS 데이터 매시업 처리 결과 화면

- 엔진 모듈은 BIM 데이터와 GIS 데이터를 서비스 포맷으로 처리하여 GIS 데이터는 지도상에 매시업하여 화면에 표출하거나 BIM 데이터는 형상정보는 3차원 모델로, 속성정보는 2D UI로 표출됨. 이 과정에서 실내/외 정보는 연동되어 플랫폼 상에서 연속적으로 확인이 가능함

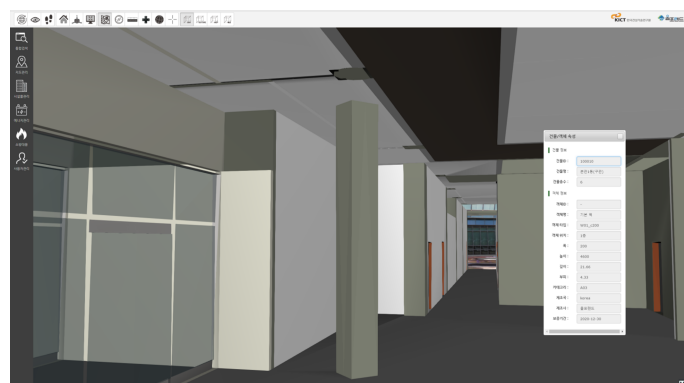


그림 III-17. 실내외 연동처리, 실내외 가시화 기술 적용

2) Converter 모듈 개발

- BIM/GIS 상호운용 플랫폼에서 보다 효과적으로 데이터를 관리, 분석, 유지하기 위해서는 각 목적에 맞는 데이터 모델이 필요함. 텍스처 기반의 3차원 모델링 데이터의 목적은 증강된 시각화정보를 제공하고 복잡한 BIM 정보에 대한 경량화·LOD 방안이 필요함. 이를 위해서는 각각의 목적에 맞는 데이터 모델 구축방안, 데이터 교환모델, 활용모델 선정이 매우 중요함. 서비스에 최적인 3차원 모델링 데이터 활용연구를 통하여 산업계의 사실적 표준인 glTF 포맷을 변환을 통한 최종 포맷 형식으로 선정하였음
- BIM 데이터로부터 국제 표준포맷 IFC로 변환 및 데이터 관리를 위한 BIMServer.org 솔루션을 연계하여 처리토록 구축함

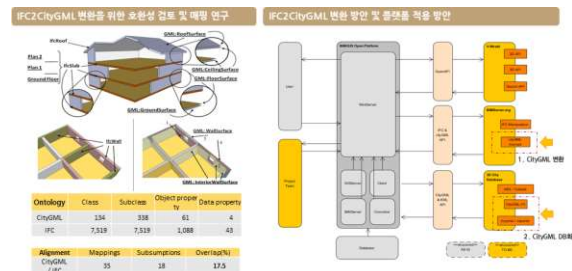
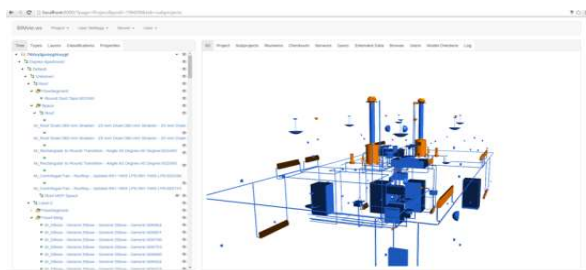


그림 III-18. IFC 포맷 처리를 위한 BIMServer.org 접속 그림 III-19. IFC to CityGML LOD1, LOD2 변환 수행

- 효과적인 데이터를 서비스 및 구축하기 위해서 데이터 로딩 모듈, 효율적인 성능 제공을 위한 LOD 생성 모듈 구현
- BIM 데이터로부터 형상정보와 속성정보 추출 및 DB화 수행함. 기존 IFC 포맷으로부터 형상과 속성정보를 별도의 변환모듈로 변환한 프로세스를 Revit 모델링 도구를 이용하여 형상과 속성정보를 자동으로 변환 및 저장할 수 있는 프로세스를 구현함

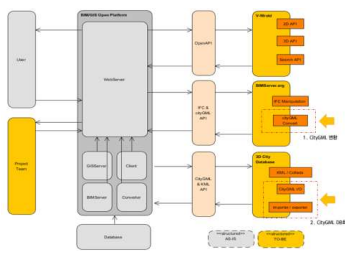


그림 III-20. IFC 데이터 변환방안 및 플랫폼 적용방안



그림 III-21. BIM 데이터 로딩 모듈

type	Name	byte	
short	entityType	2	blockCount
int	pointCount	4	
half float *3	x, y, z	6 (2*3)	
bool	bTransparency	1	
bool	bDoubleSided	1	
int	Lightmap Vertex count	4	
short	Lightmap Vertex list	2byte * vertex count	
int	Lightmap Index count	4	
char*3	Lightmap Index list	2byte * index count	

그림 III-22. Block Reference 적용 파일 구조

3) Editor 모듈 개발

- BIM의 기하학 정보를 GIS의 좌표로 변환하는 것이 BIM과 GIS를 불연속 없이 혼합하는 것이 상호운용을 위한 필수인 요소이나, BIM 데이터는 작업자의 스킬 또는 모델링 가이드에 따라 차이가 있기 때문에 변환에 필요한 정보가 반드시 기입되어 있는 것은 아니며, 변환정보가 있다 하더라도 주변의 다른 GIS 데이터와 수치가 맞지 않을 경우 미세한 조정이 필요하게 됨
- BIM 데이터를 시스템에 올릴 때 시스템 상대좌표를 절대좌표로 보정할 수 있는 기능이 필

요함에 따라 좌표 보정 Editor 모듈 개발 연구를 수행함



그림 III-23. BIM 데이터 절대좌표 변환 -1 그림 III-24. BIM 데이터 절대좌표 변환 -2

- BIM 데이터는 상대좌표를 가지고 있으나 Editor 모듈을 활용하여 절대좌표로의 변환이 가능함. 플랫폼 상에 BIM 데이터가 표출되었을 때 지도 위에 매시업이 가능하나 연구 수행 결과 위치보정이 필요한 데이터도 존재하였음
- BIM 데이터와 3차원 모델링간의 위치 보정 모듈 설계 및 구현 수행하였으며, 서비스 데이터의 수정 및 개선작업을 위한 Editor 모듈을 산업계 많이 활용되고 있는 다양한 모델링 도구 및 변환 프로세스를 기반으로 설계 및 구현을 수행함

4) BIM 서버 기술 구축 및 모듈화

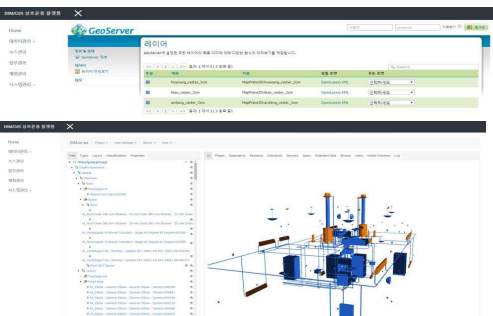
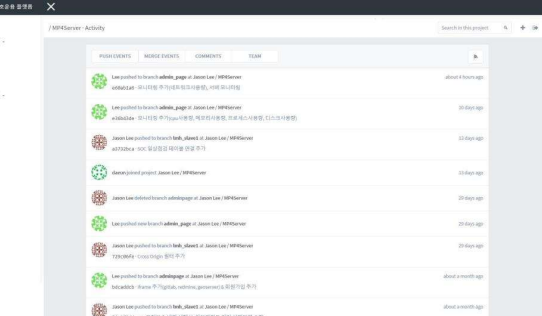
- BIM/GIS 플랫폼의 안정화 및 제품화를 위해서 개발 표준 준수 및 표준 프레임워크 적용을 위하여 플랫폼에 필요한 개발 표준 기능 및 아키텍처 적용방안 연구와 개방형 표준을 준수하고 변화에 유연하게 대처하기 위한 운영환경 구축방안 연구를 진행
- 제품화, 실용화를 위해 BIM/GIS 3차원 좌표변환 모듈, BIM/GIS 데이터 뷰어 등 요소 기술 단위 또는 BIM/GIS 상호운용 플랫폼 단위의 통합 솔루션 패키징을 수행하였고, BIM/GIS 플랫폼의 소스코드 관리시스템, 이슈관리시스템, 형상관리시스템을 도입하여 플랫폼 패키징 프로세스 설계 및 구현
- 개방형 표준 준수 : 전자정부 프레임워크를 본 BIM/GIS 플랫폼 서버에 적용함으로써 코드에 대한 범용성이 보장되고, 이미 공공에 공개된 기술을 베이스로 하여, 향후 추가기능개발, 유지보수 등에 유리한 장점 제공
- 변화 유연성 : 전자정부 프레임워크가 적용된 어떤 모듈이든 최신 버전으로 교체가 용이하여, 개발 트렌드에 대한 변화 대처능력이 유연함. 이는 버전에 따라 모듈 변화가 비교적 큰 데이터 모델의 포맷에 대해 특히 강점을 가질 수 있음
- 국가적 표준화 지향 : 전자정부 프레임워크는 국가적 차원에서 민간단체, 학계, 관계기관 등으로 구성된 합동협의체가 끊임없이 개선을 위한 노력을 하고 있음. 이는 어떤 분야에서 사용하더라도 호환성 등의 문제에 대한 대처능력이 높다는 것을 방증함
- 상호운용성 보장 : 전자정부 프레임워크로 개발된 여타 솔루션이나, 기존의 상용솔루션과의 연계가 용이하도록 개발 표준을 준수하고 있음

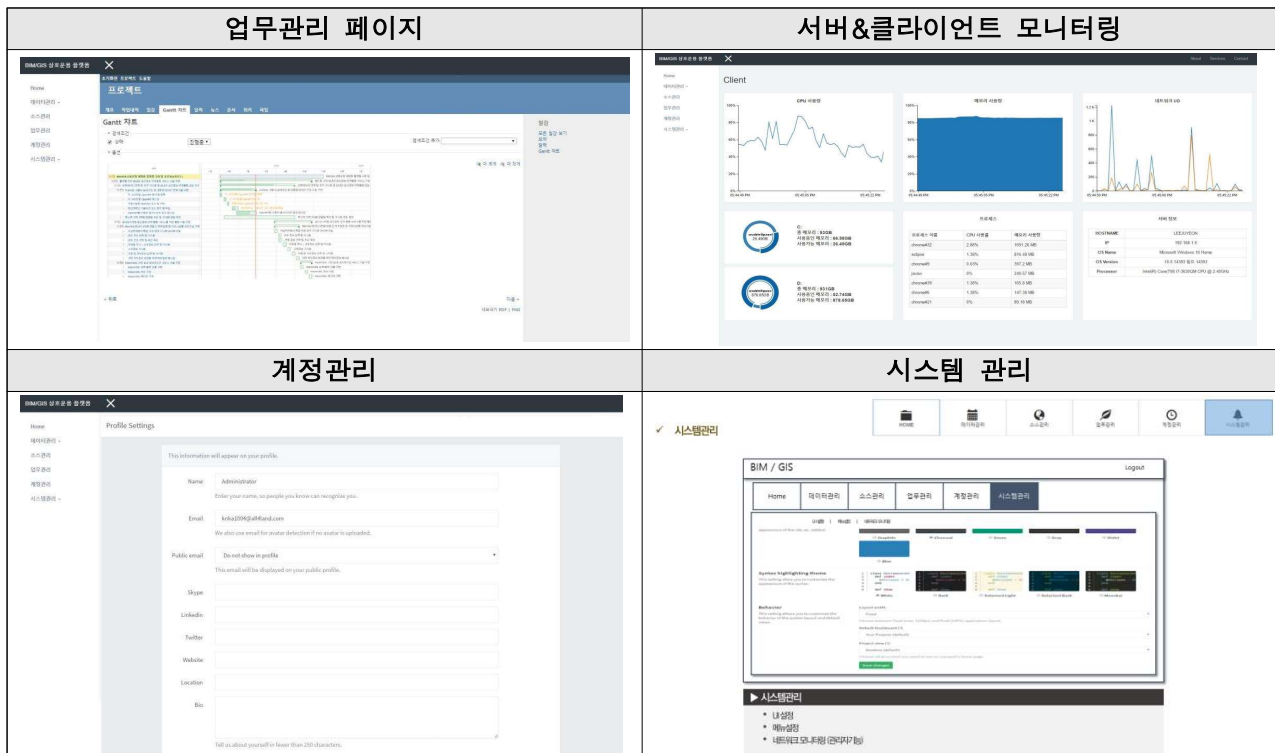
- 공공기관에서 호환 가능한 컴포넌트 제공 : 공공기관에서 현재 활용하고 있는 사용자 관리 기능이나 각종 웹 UI/UX 등을 프레임워크에 포함된 컴포넌트 기능으로 제공함으로써, 따로 기능 모듈 개발이 필요하지 않고 단순히 추가하는 등의 작업만으로 구현할 수 있음

5) Manager 모듈 개발

- 연구개발 플랫폼을 보다 효과적으로 운용하기 위한 관리자 기능을 구현함. 플랫폼 내 데이터 운용을 위한 GIS 서버 관리 페이지, BIMServer.org 관리페이지를 구현하였고, 플랫폼의 서버 및 클라이언트 소스관리 페이지, 다양한 SCM 지원과 간략한 일정관리기능을 제공하여 사용자별 업무일정 및 진행상황을 확인할 수 있는 일정관리 페이지, 사용자 설정정보, 서버 & 클라이언트 모니터링 기능을 구현함
- 메인페이지 : 관리자 페이지에 접속하면 우선 로그인을 요청하고 관리자의 아이디와 패스워드로 접속하면 관리자 메인페이지에 접속을 할 수 있음. 메인페이지에서는 데이터관리, 소스관리, 업무관리, 계정관리, 시스템관리 등의 주요 기능 페이지로 이동이 가능하고 소스 및 업무관련 이슈사항, 업무진행 현황에 대한 로그를 확인 할 수 있음
- 데이터관리 : 데이터관리 페이지에서는 BIM/GIS 상호운용 플랫폼에서 제공하는 IFC 와 GIS 의 형상관리를 위한 BIMServer.org 와 Geoserver 관리페이지 기능이 제공됨
- 소스관리 : 개발자를 위한 플랫폼 개발 및 협업방안을 위한 플랫폼 서버 및 클라이언트 소스 형상관리 페이지를 제공함. 사용자 별, 날짜별, 프로젝트 별로 소스 형상관리가 가능하고, 플랫폼 운용 및 배포시 용이함
- 업무관리 : 오픈소스 기반의 Redmine 을 제공하여 다양한 SCM 을 지원하고 간략한 일정관리 기능을 제공하여 사용자별 업무일정 및 진행상황을 확인하여 플랫폼의 운영·관리를 지원함
- 계정관리 : 플랫폼 내 사용자관리를 위한 메일주소변경, 알림설정, 패스워드변경, 계정관리 등의 기능을 제공함
- 시스템 관리 : 플랫폼 내 GIS 서버, BIM 서버, 웹서버, 데이터 서버 등의 상태정보를 제공함

표 III-3. Manager 모듈 적용 구현결과

GIS 및 BIM 데이터 관리 페이지	소스관리 페이지
	



6) GIS 서버 연동 기술 구현

- BIM/GIS 상호운용 플랫폼에 외부시스템을 연계 및 활용가능성을 제고하기 위하여 무상으로 제공되는 공공데이터 서비스를 접목하고자 함. 외부시스템에서 제공하는 공공 3.0 기반의 OpenAPI 를 기반으로 2 차원/3 차원 공간정보를 BIM/GIS 플랫폼에 연계하여 단지 수준의 대용량 데이터 시각화 기술연구 수행하였고 GIS 기반의 V-World, 서울시 실내지도와 BIM 기반의 건축데이터 민간개방 시스템, 다양한 활용분야의 공공 데이터 포털 연계 활용방안 연구를 수행함
- V-World 관련 서비스는 공간정보 오픈플랫폼 개발자센터를 통해 활용할 수 있고, 국가 공간정보의 개방, 공유, 참여를 통해 공간정보의 자율적이고 창조적인 다양한 애플리케이션을 개발할 수 있도록 2D/3D, 검색 오픈 API 서비스와 기술을 제공하고 있음. 또한 브이월드 2D/3D 기반의 다양한 국가공간정보 및 검색기능을 외부에 웹 서비스(WebService) 형태로 공개하여 사용자가 원하는 지도 콘텐츠를 만들 수 있는 웹 개발 OpenAPI 를 제공하기에 연구개발 상호운용 플랫폼에서 브이월드에서 제공하는 다양한 지도서비스와 인터넷 상에 존재하는 정보를 연계할 수 있는 방안 및 기능구현을 수행하였음
- 서울 열린데이터 광장은 서울시가 보유한 공공데이터를 시민에게 제공하기 위한 정보를 제공하고 있음. V-World 는 GIS 기반의 공간정보를 서비스하지만 서울 열린데이터 광장은 행정, 결재, 복지, 환경, 안전, 문화관광 등의 실생활과 밀접한 데이터 서비스를 제공하고 있기에 연구개발 플랫폼에 공간정보 뿐만 아니라 실내·외 공간정보와 관련 있는 콘텐츠 연계를 통해 보다 풍부한 서비스 구축을 위함임

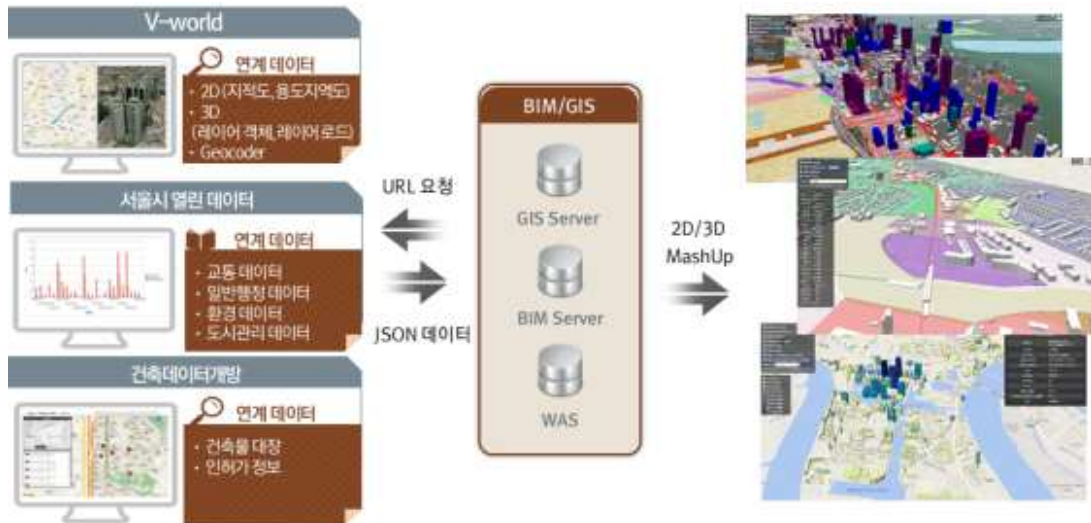


그림 III-19. 외부시스템에서 제공하는 Open API 데이터를 플랫폼에 연계 활용

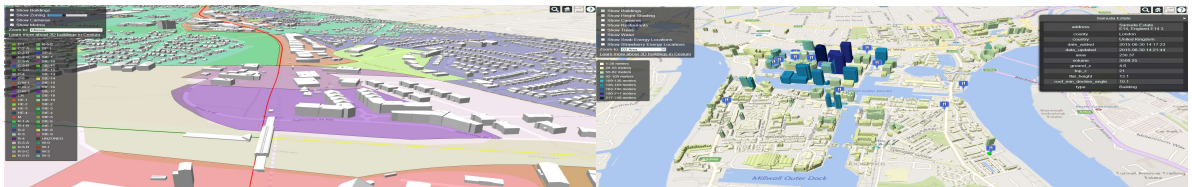


그림 III-20. 샘플데이터를 활용한 2D/3D 연동 기능 개발

7) 웹 표준 기반 클라이언트 모듈 개발

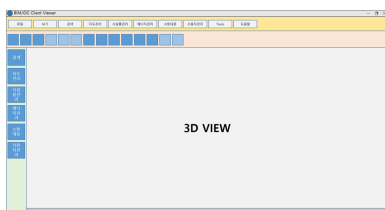


그림 III-21. 플랫폼 초기화면 구성안

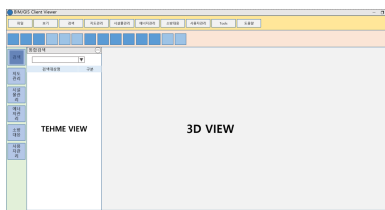


그림 III-23. 검색 모듈 화면 구성안

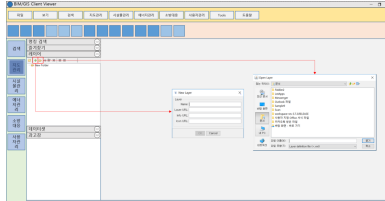


그림 III-24. 관리 모듈 화면 구성안

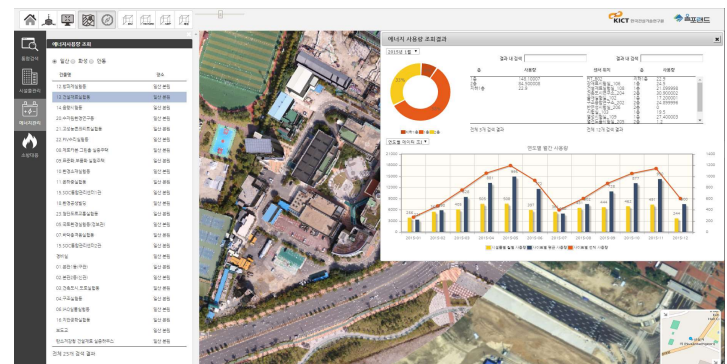
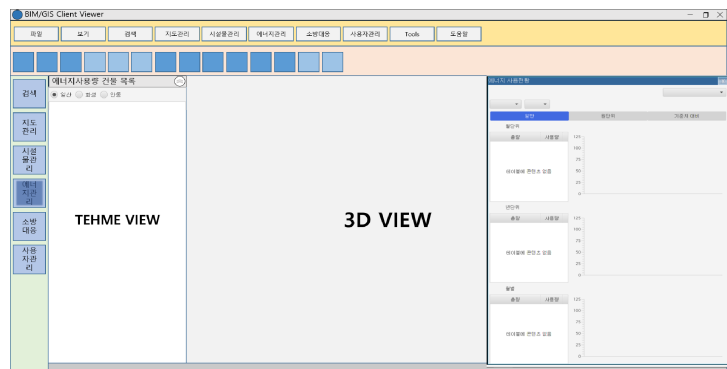


그림 III-22. BIM/GIS 플랫폼 화면구성안과 구현화면 비교 (분석 모듈)

- 연구개발 플랫폼의 클라이언트 개발을 위한 웹표준 기반의 서비스 구축 수행함. Non-Plugin 기반의 BIM/GIS 시각화 기술, LOD 별 가시화 프로세스, 실내외 데이터의 seamless 연계 기능, 웹 기반 속성정보 표출기능, 웹기반 3 차원 지도 제어 인터페이스, 다양한 뷰 모드 지원 기능, 국제 웹표준 HTML5 WebGL 적용을 통한 웹 호환성 확보 연구를 수행하였음
- 웹표준을 준수한 클라이언트 모듈을 개발하여, 별도의 플러그인 설치 없이 웹 기반의 플랫폼을 구현함

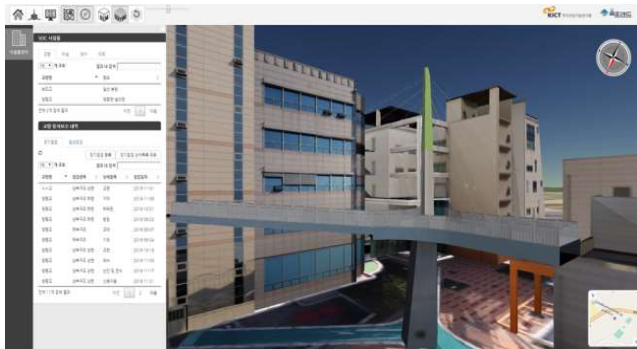


그림 III-25. WebGL 기반의 클라이언트 메인 화면 UI 구성안

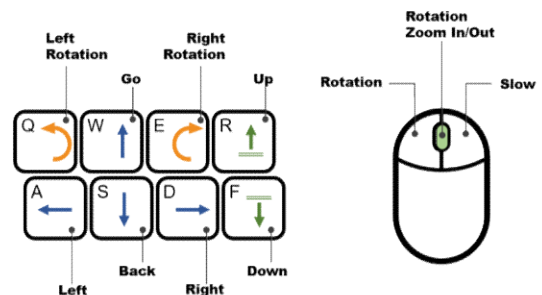


그림 III-26. 지도 제어 컨트롤 설명

(2) 다양한 실무 적용을 고려한 분야별 활용 시나리오 도출

1) 시나리오 도출

- 건설공간정보 플랫폼의 활용 및 수요기반의 사업화를 위해 실무 적용을 고려하여 다음과 같이 유지관리 내 세부 활용시나리오를 선정하였음
- 유지·관리 점검항목은 6 개의 점검 대항목, 36 개의 점검소항목, 50 개의 점검 세부항목으로 분류 되어 있음. 점검자는 점검항목의 유지·관리 여부를 상세하게 점검하여 ‘건축물의 유지·관리 점검보고서’와 ‘건축물 유지·관리 점검표’를 작성하여야 함
- 유지관리 점검자는 최종 승인된 사용승인도서, 건축물 대장, 건축 관련 각종 인증자료, 이전 건축물 유지·관리 점검보고서 등을 기준으로 육안점검으로 수행하여야 하며 계량적 평가 기준을 사용해야 함
- 위의 평가기준을 통하여 건축물의 상태를 점수 배점함. 점수는 사용승인도서에 적합하고 성능이 매우 우수하게 유지되거나 최근 5년 이내 안전 및 성능을 개선하면 5 점, 사용승인도서에 적합하고 성능을 우수하게 유지하면 4 점, 사용승인도서에 적합하고 성능을 보통으로 유지하면 3 점, 사용승인도서에 적합하지만 성능 개선이 요구되거나 안전성에 문제가 있는 것으로 판단되면 2 점, 사용승인도서에 부적합하고 시급한 성능 개선이 요구되면 1 점으로 배점함

2) 유지관리 대상 선정

- 건축 및 시설물을 대상으로 운영되는 모든 관리 업무를 대상으로 어떠한 부분을 어떻게 사

용하고자 하는 필요성에 따른 요구 조건(필요정보)의 제시가 필요함. 이는 어떠한 목표, 목적 등에 따른 업무 프로세스의 단계별 입력, 출력(결과)물을 필요로 함. 이러한 내용 중에서 어떠한 부분을 BIM 모델 데이터를 활용하고 연계할 것인지에 대한 부분을 현재 기술적, 경제적 요인을 만족하는 수준으로 활용 범위를 선정해야 함

- 실업무 담당자의 요구조건을 기본으로 BIM 을 연계하는 부분은 반드시 발주처 입장에서 세 부적인 적용내용을 선정하여야 하지만 BIM 관련 기술의 내용을 보다 나은 방향으로 만들어 가기위해서 BIM 컨설팅, 자문, 총괄 매니저(코디네이터)의 역할을 발주처 소속으로 운영을 해야 함

가) 적용분야 선정

- 다양한 관리업무내용 중 BIM 모델 데이터를 활용한 관리업무 적용대상을 선정함. 이는 업무의 효율성 얻고자 함. 단 업무분야 및 내용은 단일 항목이 아닌 2~3 가지 이상의 업무내용을 가지고 있어야 경제적인 부분의 이익을 얻을 수 있음.하나의 기본 시스템을 여러 분야에 서 공동으로 사용 하는 효과를 얻기 위함

나) 정보체계 구축

- 선정된 업무분야는 각각의 속성정보 관리 체계 및 관리 항목을 정의하고 이 내용 중 BIM 모델 데이터에서 추출하는 항목과 별도 입력하는 항목, 정보의 형태 및 유형 등을 사전에 정의해야 함

3) 유지·관리 점검 항목과 점검 기준

- 건축물 유지·관리 점검 매뉴얼에서의 항목은 대지, 높이 및 형태, 구조안전, 화재안전, 건축 설비, 에너지 및 친환경 관리의 대항목 6 개를 기준으로 하위 36 개의 소항목, 50 개의 점검세부항목으로 나뉨

가) 대지

- 빗물의 배출 및 배수의 문제, 붕괴 여부 등의 안전에 대한 요소를 확인하며 대지 내 조경 등 법규나 설계도서에 적합하게 유지되고 있는지를 확인

표 III-4. 대지의 점검항목표

점검 대항목	「건축법」 및 관련기준	점검소항목	점검세부항목
대지	제40조	대지의 안전 등	- 옹벽과 건축물과의 안전 확인 - 지반침하 여부
	제42조	대지의 조경	- 조경면적 확보 여부 - 조경시설 성능 유지여부
	제43조	공개 공지 등의 확보	- 공개공지 성능 유지여부 - 공개공지 면적확보 여부
	제44조	대지와 도로의 관계	- 대지가 도로와 접하고 있는지 여부
	제47조	건축선에 따른 건축제한	- 건축물, 캐노피, 발코니, 노대 및 담장의 건축선 내 유지여부

나) 높이 및 형태

- 준공당시의 기준과 법규에 따른 건폐율, 용적률, 이격거리 등이 적합하게 유지되고 있는지를 확인

표 III-5. 높이 및 형태의 점검항목표

점검 대항목	「건축법」 및 관련기준	점검소항목	점검세부항목
높이 및 형태	제55조	건폐율	- 건폐율 유지여부
	제56조	용적률	- 용적률 유지여부
	제58조	대지 안의 공지	- 공지의 폭 유지여부 - 공지성능 유지여부
	제60조	높이 제한	- 높이제한 유지여부
	제61조	일조 등의 확보를 위한 높이 제한	- 지붕변경, 증축으로 인한 일조권 유지여부
	제55조 ~ 제61조	외부형태의 원형 유지	- 광고물 등에 의한 디자인 훼손 여부 - 미관지구 안에서의 외관변경 여부

다) 구조안전

- 건축물의 수선 및 용도변경, 구조의 변경에 따른 주요 구조부의 안전성 적합여부를 확인

표 III-6. 구조안전의 점검항목표

점검 대항목	「건축법」 및 관련기준	점검소항목	점검세부항목
구조 안전	제48조	구조내력 등	- 주요 구조부 변형 및 균열 여부 (육안점검 가능부분) - 옥상의 구조적 안전여부 - 내진설계 적용 여부

라) 화재안전

- 재난 및 재해로부터 재실자의 안전을 위한 피난설비의 설치여부와 피난동선의 확보 등을 점검하고 방화구획, 내화구조 등 화재확산의 방지와 인명의 피해를 최소화 할 수 있는 구조와 재료인지를 점검

표 III-7. 화재안전의 점검항목표

점검 대항목	「건축법」 및 관련기준	점검소항목	점검세부항목
화재 안전	제49조	복도·계단·출입구	- 복도, 계단, 출입구의 성능 유지여부
		옥상광장	- 옥상광장의 피난성능 유지여부
		방화구획	- 방화문, 방화셔터 등의 성능 유지여부 - 방화구획 적합 여부
		경계벽·칸막이벽	- 경계벽 및 칸막이벽의 변경 등 방화성능 유지여부
		그 밖의 피난설비	- 배연설비의 성능 유지여부
	제50조	내화구조	- 내화구조의 성능 유지여부
		방화벽	- 방화벽의 성능 유지여부
	제51조	방화지구 안의 건축물	- 외벽의 성능 유지여부 - 창호의 성능 유지여부
	제52조	내부 마감재료	- 내부마감의 방화성능 유지여부
		외벽 마감재료	- 외부마감의 노후화 및 마감재 탈락 여부
	제53조	지하층	- 지하층의 소방설비 성능 유지여부 - 지하층 피난구, 피난계단의 성능 유지여부

마) 건축설비

- 급수, 배수, 배연, 환기 등의 각종 설비가 준공당시 설계기준에 적합하게 설계되고 유지되고 있는지를 확인

표 III-8. 건축설비의 점검항목표

점검 대항목	「건축법」 및 관련기준	점검소항목	점검세부항목
건축설비	제62조	급수설비	- 급수설비 성능 유지여부
		배수설비	- 배수설비 성능 유지여부
		냉방설비	- 냉방설비 성능 유지여부
		난방설비	- 난방설비 성능 유지여부
		환기설비	- 환기설비 외관 유지여부 - 환기설비 성능 유지여부 - 공기조화설비 외관 유지여부
		피뢰설비	- 피뢰설비 성능 유지여부
		방송수신설비	- 방송설비 성능 유지여부
		전기설비 설치공간	- 전기설비 설치공간 확보 여부
	제64조	승강기	- 승강기 성능 유지여부

바) 에너지 및 친환경 관리 등

- 건축물의 노후화 등에 따른 에너지 손실이나 에너지 효율이 떨어질 것으로 우려되는 공간의 점검하고 친환경 건축물 인증 등 점검대상 건축물의 인증유지 및 에너지 효율개선을 위한 관리를 포함

표 III-9. 에너지 및 친환경 관리 등의 점검항목표

점검 대항목	「건축법」 및 관련기준	점검소항목	점검세부항목
에너지 및 친환경 관리 등	제64조의2	열손실 방지	- 단열성능 유지여부(출입문, 창호, 외벽 등) - 결로 발생 여부 - 창호 기밀성 성능 유지여부
	제65조	친환경건축물 인증	- 친환경건축물 인증의 유지관리 여부
	제65조의2	지능형건축물 인증	- 지능형건축물 인증의 유지관리 여부
	제66조의2	에너지 효율등급 인증	- 에너지효율등급 인증의 유지관리 여부

(3) 분야별 시나리오 기반 건설공간정보 분류체계 개발

- 건설공간정보 관리의 관점에서 앞서 언급된 유지관리 시나리오 구현을 위해 건설기술관리 법시행령 제 29 조 제 3 항 규정에 따라 제정된 ‘건설정보분류체계’를 기반으로 국토지리정보 원에서 제시한 ‘건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 표준(안)’을 확장하는 방법으로 건설 공간정보 분류체계를 확장하였음

1) 건설공간정보 분류체계 개요

가) 적용 범위

- 유지관리 등을 위한 필요 분류 항목으로 시설기반 분류, 구조기반 분류, 공간기반 분류, 부

위기반 분류, 객체기반 분류로 적용

- ‘시설기반’ 분류는 건축물 등의 외부적 사용 용도에 따라서 구분
- ‘구조기반’ 분류는 건축물의 구조요소에 따라서 구분
- ‘공간기반’ 분류는 건축물 등의 내부적 사용 용도에 따라서 구분
- ‘부위기반’ 분류는 공간을 구성하고 있는 바닥, 벽, 천정을 기반으로 부착된 요소를 구분
- ‘객체기반’ 분류는 위치 이동이 가능한 장비, 기기, 가구 등의 용도에 따라서 구분
- 건축물의 유지관리 업무는 공간관리, 시설관리, 보안관리, 입주관리 업무로 분류

나) 속성정보 구성 체계

- 기본 1 단계 구성정보 체계로 식별정보, 크기정보, 설치정보, 제조정보, 시방정보, 점검정보 등을 기본으로 구분
- ‘식별정보’는 해당 요소에 대한 활용 용도별 구분 정보를 의미 함
- ‘크기정보’는 해당 요소에 대한 기본 형상(크기) 구분 정보를 의미 함
- ‘설치정보’는 해당 요소에 대한 작업자(시공자) 구분 정보를 의미 함
- ‘제조정보’는 해당 요소에 대한 제원(제조) 구분 정보를 의미 함
- ‘시방정보’는 해당 요소에 대한 분석 및 검토를 위한 구분 정보를 의미 함
- ‘점검정보’는 해당 활용 업무(유지관리) 등을 위한 일정, 기간, 방법, 이력 등의 구분 정보를 의미함

2) 건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 표준(안)⁶⁾

가) 건물분야 국가기본공간정보 데이터 모델 표준은 국내외 시설물 관련 표준 및 사례조사와 국가기본공간정보의 범위 수립을 통하여 데이터 모델을 설계하고 이를 표준으로 작성

- 건물분야 국가기본공간정보 데이터 모델 설계원칙
- 건물분야 국가기본공간정보 데이터 모델 설계절차
- 건물분야 국가기본공간정보 데이터 모델 설계

6) 건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 표준(안), 국토지리정보원, 2015.12.

나) 건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 통합설계서

기초정보					
문서명	작성기관				
건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 통합설계서	국토지리정보원				
Ver.1.0					
지형지물					
주제(Theme)	시설물				
지형지물 명칭	지형지물 클래스				
정의(Definition)	건물				
객체 유형	별칭(Alias)				
UFID	지형지물 코드				
Meta_ID	지형지물 축척				
Relation_ID	지형지물 속성항목				
관계 유형	UTL_Building				
관계 지형지물	1:5,000				
고유식별자(UFD) 명칭(NAM) 종류(KID) 용도(SER) 주기(ANN) 층수(NML) 토지코드(PNU) 사용승인일(APD) 도로명(RDN) 도로명코드(RDC) 건물본번(BON) 건물부번(BUN) 우편번호(POS) 변형정보(SAL) 수정이력정보(SHI) POI링크ID(POI) 공간객체등록번호(GOI)					
-					
속성					
명칭(Name)	정의(Definition)	자료형 (Data Type)	속성 코드	문자길 이	도메인 목록 검사
고유식별자	객체 식별이 가능하도록 고유하게 부여된 식별자 ID	String	a_UTL_Building_UFD		
명칭	건물의 명칭	String	a_UTL_Building_NAM		
종류	건물의 종류를 나타내는 코드	String	a_UTL_Building_KID		○
용도	건물의 용도를 나타내는 코드	String	a_UTL_Building_SER		○
주기	건물의 주기	String	a_UTL_Building_ANN		
층수	건물의 층수	Integer	a_UTL_Building_NML		
토지코드	건물이 위치하는 토지 코드	String	a_UTL_Building_PNU		
사용승인일	건물이 사용 가능하도록 승인된 날짜	Date	a_UTL_Building_APD		
도로명	건물이 인접하는 도로의 명칭	String	a_UTL_Building_RDN		
도로명코드	건물이 인접하는 도로의 코드	String	a_UTL_Building_RDC		
건물본번	건물번호 본번	Integer	a_UTL_Building_BON		
건물부번	건물번호 부번	Integer	a_UTL_Building_BUN		
우편번호	건물의 우편번호	String	a_UTL_Building_POS		
변형정보	분할, 병합, 신규, 삭제 등에 관한 사항을 입력	String	a_UTL_Building_SAL		○
수정이력정보	변형정보를 입력한 데이터 출처 입력 (변형정보가 입력된 경우에만)	String	a_UTL_Building_SHI		○
POI링크ID	POI 링크의 고유번호	String	a_UTL_Building_POI		
공간객체등록번호	공간객체등록번호	String	a_UTL_Building_GOI		
도메인 목록					

속성명	도메인 목록 코드	값 유형	자료값		
			코드 목록 (Code List)	Range	
				MIN	MAX
종류	d_UTL_Building_KID	LIST (열거형)	000:미분류 001:일반주택 002:연립주택 003:아파트 004:주택외건물 005:무벽건물 006:온실 007:공사중건물 008:가건물		
용도	d_UTL_Building_SER	LIST (열거형)	000:미분류 001:주택 002:근린생활시설 003:문화및집회시설 004:종교시설 005:판매시설 006:운수시설 007:의료시설 008:교육연구시설 009:노유자(노인및어린이)시설 010:수련시설 011:운동시설 012:업무시설 013:숙박시설 014:위락시설 015:공장 016:창고시설 017:위험물저장및처리시설 018:자동차관련시설 019:동물및식물관련시설 020:분뇨및쓰레기처리시설 021:교정및군사시설 022:방송통신시설 023:발전시설 024:묘지관련시설 025:관광휴게시설 026:장례시설 999:기타시설		
변형정보	d_UTL_Building_SAL	LIST (열거형)	001:분할 002:병합 003:삭제 004:기타		
수정이력 정보	d_UTL_Building_SHI	LIST (열거형)	001:공간정보참조체계 002:연속수치지형도 003:연속지적도 004:건물통합정보 005:도로명주소 006:국가관심정보(POI)		
예외사항					

- 건물 지형지물 클래스에 대한 공간정보 데이터모델 정의를 위해 고유식별자, 명칭, 종류, 용도, 주기, 층수, 토지코드, 사용승인일, 도로명, 도로명코드, 건물본번, 건물부번, 우편번호, 변형정보, 수정이력정보, POI 링크 ID 및 공간객체등록번호의 속성을 정의하고, 종류, 용도 변형정보, 수정이력정보 속성에 대해서는 LIST(열거형) 데이터에 대한 코드목록을 작성. 이를 근거로 공간기반 분류의 확장을 진행함

(4) 건설공간정보 분류체계 기반 공통 DB 스키마 개발

- 그림 III-27은 확장된 DB 스키마를 반영하기 이전의 객체-관계 모델(Entity Relationship Diagram, ERD)를 나타냄



그림 III-27. 갱신 전 기존 객체-관계모델 다이어그램

- 이를 기반으로 하여 앞서 확장된 DB 스키마를 반영하여 새롭게 ERD를 작성. 이때, 새롭게 추가된 속성은 “도로명, 도로명코드, POI 링크 ID, 공간객체등록번호” 총 4가지임. 실제로 건물정보를 이루고 있는 속성은 “고유식별자, 명칭, 종류, 용도, 주기, 층수, 토지코드, 사용승인일, 도로명, 도로명코드, 건물본번, 건물부번, 우편번호, 변형정보, 수정이력정보, POI 링크 ID” 총 16종이나 이미 건설공간정보 플랫폼 내의 DB에 구축되어 있는 정보를 제외하고 새롭게 4종에 대한 속성을 추가하였으며, 이는 그림 III-28과 같음

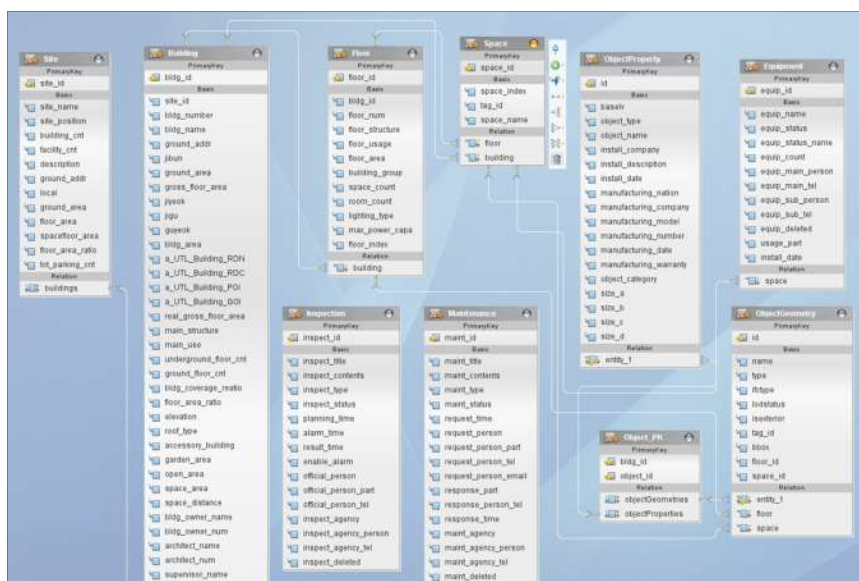


그림 III-28. 갱신된 객체-관계모델 다이어그램

- 확장된 DB 스키마를 기반으로 실내공간정보 속성테이블 정의서(별표 제 6 호) 내 건물지형 지물에 대한 레이어정의서를 다음 표 III-10 과 같이 작성

표 III-10. 건물지형지물에 대한 레이어정의서

레이어정의서								
주제영역명		공간 내 건물	작성일	2016.12.26		작성자	박승화	
레이어ID		N0A_B0014230	레이어명	건물지형지물		구분	신규	
레이어설명		Building Feature						
NO	컬럼ID	컬럼명	타입	길이	NULL	KEY	DEFAULT	비고
1	A_UTL_Building_RDN	도로명	VARCHAR	256				
2	A_UTL_Building_RDC	도로명코드	VARCHAR	64				
3	A_UTL_Building_POI	POI링크ID	VARCHAR	64				
4	A_UTL_Building_GOI	공간객체등록번호	VARCHAR	64				
인덱스		인덱스키						

- 그림 III-29 는 건물지형지물 레어어가 반영된 건설공간정보 데이터베이스의 일부를 나타내는 그림

[illegible]

그림 III-29. 갱신된 건설공간정보 데이터베이스

- 새롭게 추가된 도로명, 도로명코드, 수정이력정보, POI 링크 ID 데이터를 기존 DB에 추가한 뒤 본 플랫폼 내에서 해당 속성을 호출하여 테이블로 가시화하였고, 그 결과는 그림 III-29와 같음. 그림 III-29에서 가시화된 건축정보 테이블은 기존 DB와 새롭게 추가한 DB를 조합하여 나타낸 테이블이며, 건설정보분류체계의 정보가 반영된 BIM 정보와 건물분야 국가기본공간정보 데이터모델 표준(안)이 반영된 GIS 정보가 결합된 건설공간정보의 결과물이라 할 수 있음

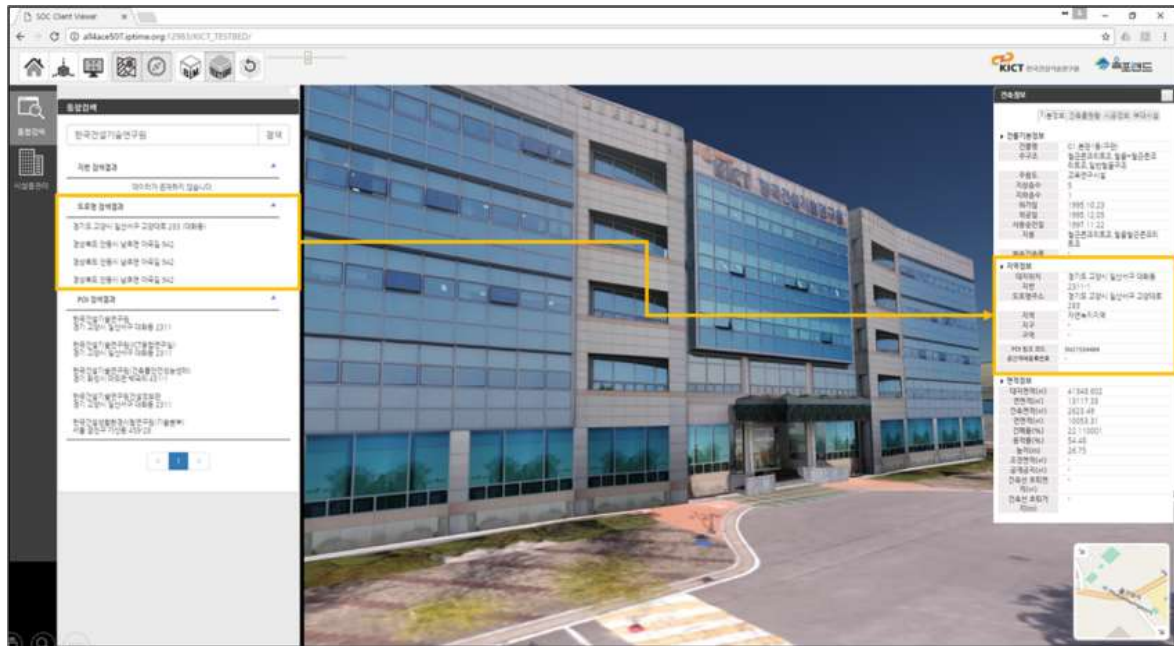


그림 III-30. BIM 기반의 건축물대장 정보와 GIS 기반의 도로명주소 연계 예시

- 건설공간정보 DB 스키마 확장 및 반영결과를 요약
 - BIM과 GIS 간의 연계성 강화를 위하여 BIM 분야의 건축물 대장 분류체계와 GIS 분야의 국가기본공간정보 데이터모델 표준분류체계를 접목함
 - BIM/GIS 개방형 플랫폼에서 제공되는 실내외 공간정보의 연계성과 플랫폼 활용성 증대를 위한 데이터 모델 설계안임
 - 건물이 인접하는 도로의 명칭, 코드, 주요 지점에 대한 POI 정보 링크 번호, 공간객체등록 번호를 연계하여 기존 구축된 GIS 기반의 공간정보를 활용할 수 있음
 - 해당 결과페이지는 한국건설기술연구원 본관에 대한 BIM 기반의 건축물 대장정보와 GIS 기반의 도로명 주소를 연계하여 활용한 예시임
 - BIM 기반의 주요시설물(건물, 도로, 시설물)에 대한 실 구축된 GIS 데이터를 연계하여 공간 위치정보, 속성정보를 운용/활용할 수 있음

나-2. 2차연도 연구내용

(1) 솔루션 안정화를 위한 검증

- 2차연도에는 1차연도에 개발한 BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 요소기술을 기반으로 BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 솔루션을 구축하고 안정화를 위한 성능 검증을 수행하였음. 솔루션의 성능은 향후 사업화의 성패를 가르는 중요한 요소이기 때문에 성능 검증 방법 및 성능 검증 기준, 검증 프로세스를 설정하여 성능에 대한 검증을 체계적으로 수행하였음

1) 솔루션 성능 검증

가) 자체성능검증

- 자체성능검증을 위하여 개발 단계부터 성능에 대한 안정성 테스트 및 검증을 수행함. 일반적으로 소프트웨어 개발 단계는 분석, 설계, 상세설계, 구현의 단계로 이루어짐. 테스트는 개발 초기부터 구현까지 소프트웨어 개발과 병렬적으로 진행되는데 그림 III-31의 V 모델을 통해 소프트웨어 개발 단계와 테스트 단계와의 연관성을 확인할 수 있으며 이를 기준으로 자체성능검증을 수행함

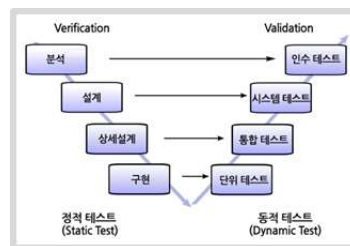


그림 III-31. V-model

- 요소기술에 대한 단위테스트와 통합테스트를 하였고(그림 III-32) 시스템 테스트와 인수테스트를 진행하여 솔루션에 대한 성능을 검증함. 본 솔루션 개발은 사용자가 정해져 있는 일반적인 소프트웨어 개발이 아니기 때문에 고객의 요구사항이 명확히 없으므로 본 연구수행을 통해 도출된 사용자 시나리오에 정의된 기능이 잘 되었는지 확인하는 것으로 인수테스트를 함

Controller	서비스요청명	설명	단위테스트 결과(15회)			통합테스트 결과(10회)		
			성공	실패	백분율	성공	실패	백분율
SiteController	getUnitedSearch	통합 검색	15	0	100%	8	2	80%
	getSiteAllList	사이트 전체 목록 조회	15	0	100%			
	getSiteById	사이트ID로 사이트 정보 조회	13	2	87%			
	registSite	사이트 등록	14	1	93%			
	modifySite	사이트 수정	12	3	80%			
	removeSite	사이트 삭제	15	0	100%			
BuildingController	getBuildingAllList	건물 전체 목록 조회	15	0	100%	9	1	90%
	getBuildingById	건물ID로 건물 정보 조회	13	2	87%			
	getBuildingBySiteId	사이트ID로 건물 정보 목록 조회	14	1	93%			
	getBuildingBySearchTheme	theme 검색 조건으로 건물 정보 목록 조회	11	4	73%			
	registBuilding	건물 등록	11	4	73%			
	modifyBuilding	건물 수정	13	2	87%			
BuildingHistoryController	removeBuilding	건물 삭제	15	0	100%	10	0	100%
	getBuildingHistoryAllList	건물이력 전체 목록 조회	15	0	100%			
	getBuildingHistoryById	건물이력ID로 건물이력 정보 조회	15	0	100%			
	getBuildingHistoryByBldgId	건물ID로 건물이력 목록 조회	14	1	93%			
	registBuildingHistory	건물이력 등록	15	0	100%			
	modifyBuildingHistory	건물이력 수정	15	0	100%			
FloorController	removeBuildingHistory	건물이력 삭제	15	0	100%	10	0	100%
	getFloorAllList	층 전체 목록 조회	15	0	100%			
	getFloorById	층ID로 층 정보 조회	15	0	100%			
	getFloorByBldgId	건물ID로 층 목록 조회	15	0	100%			
	registFloor	층 등록	14	1	93%			
	modifyFloor	층 수정	15	0	100%			
	removeFloor	층 삭제	14	1	93%			

그림 III-32. 단위테스트, 통합테스트 수행결과

나) 공인시험기관의 인증 기준 합격

- 솔루션의 성능 검증 기준은 한국정보통신기술협회(TTA)에서 제시한 소프트웨어 평가항목 및 평가기준을 따름. 해당 평가기준은 소프트웨어 품질에 관한 국제 표준 ISO9126 을 준용 하였으며, TTA 에서 발급하는 GS 인증의 소프트웨어 평가항목 및 평가기준과 동일함
- ISO9126 은 소프트웨어 품질의 특성을 정의하고 품질 평가의 Metrics 를 정의한 국제 표준 이며 사용자 관점에서 본 소프트웨어의 품질 특성에 대한 표준임
- 품질모델을 구성하는 6 개의 항목은 기능성, 신뢰성, 사용성, 효율성, 유지보수성, 이식성이 며, 6 개의 품질특성과 그 특성의 각 부특성을 정리하였음

표 III-11. 공인시험기관의 품질평가 기준

기능성	SW가 특정 조건에서 사용될 때, 명시된 요구와 내재된 요구를 만족하는 기능을 제공하는 SW의 능력 - 세분화 : 적합성, 정확성, 상호운용성, 보안성, 준수성 등의 품질 부특성
신뢰성	명시된 조건에서 사용될 때, 성능 수준을 유지할 수 있는 SW의 능력 - 세분화 : 성숙성, 오류 허용성, 회복성, 준수성 등의 품질 부특성
사용성	명시된 조건에서 사용할 경우 사용자가 이해하고, 학습하고, 사용하며 선호할 수 있는 SW의 능력 - 세분화 : 이해가능성, 학습 가능성, 운영성, 선호도, 준수성 등의 품질 부특성
효율성	명시된 조건에서 사용되는 자원의 양에 따라 요구되는 성능을 제공하는 SW의 능력 - 세분화 : 시간 효율성, 자원 효율성, 준수성 등의 품질 부특성
유지보수성	SW가 변경되는 능력이며, 변경에는 환경과 요구사항 및 기능적 명세에 따른 SW의 수정, 개선 또는 개작 등이 포함 - 세분화 : 분석성, 변경성, 안정성, 시험가능성, 준수성 등의 품질 부특성
이식성	한 환경에서 다른 환경으로 전이될 수 있는 SW의 능력 - 세분화 : 적응성, 설치가능성, 대체성, 공존성, 준수성 등의 부특성

- 6 가지의 품질특성을 준수하며 건설공간정보 플랫폼 개발을 수행하였고 각 특성에 대한 준수여부는 GS 인증을 취득을 통해 검증하였음

2) 파일럿을 통한 솔루션 검증

- 건설공간정보 플랫폼 파일럿 프로젝트를 수행하여 건설공간정보 플랫폼의 현장적용성 및 실무적용성, 활용 확대 가능성 등을 확인하기 위하여 1 차연도 연구성과와 VR/AR 기술을 융합하여 파일럿 프로젝트를 수행함

가) 가상현실, 증강현실 기술의 건설공간정보 플랫폼 도입 및 파일럿 구축

- 국내 시장에서 가상현실, 증강현실 기술을 활용한 획기적인 콘텐츠를 제공하여 콘텐츠 시장의 주도권을 잡아야 할 필요성이 있음. 따라서 콘텐츠 연구 개발을 위해 다수의 파일럿 진행이 필요함. 본 연구에서는 가상현실과 증강현실 기술을 건설공간정보 플랫폼과 융합하여 콘텐츠 시장에 대한 활용성 검증을 하고자 함
- 건설공간정보 플랫폼의 파일럿 대상은 한국건설기술연구원 일산 본원으로 기 보유 중인 BIM 데이터를 이번 파일럿 제작에 활용할 수 있도록 그림과 같이 데이터를 재가공하였음. 기능 요구사항과 시나리오를 설정하여 플랫폼 기술을 도입한 VR, AR 파일럿을 제작하였음
- 파일럿은 튜토리얼 모드와 컨트롤 모드로 구성되어 있음. 튜토리얼 모드는 시스템에서 사용자에게 기능에 대한 음성이나 문자로 가이드를 제공하여 시스템 사용 방법에 대해서 설

명해주는 방식이며, 건설공간정보 시스템을 처음 접하는 사용자나 가상현실이나 증강현실 콘텐츠를 낯설어하는 사용자에게 적합한 모드임. 컨트롤 모드는 시스템의 가이드 없이 사용자가 자유롭게 체험할 수 있는 모드로서 튜토리얼 모드에서 시스템에 대한 사용방법을 익혔거나, 가상현실/증강현실 콘텐츠의 이해도가 높은 사용자에게 적합한 모드임

- 건설공간정보 플랫폼 VR 버전은 VR 장비 연동을 통해 건설공간정보 플랫폼의 확장 가능성을 확인하였고, Unity3D 엔진 도입을 통해 게임 등 다양한 분야의 플랫폼 적용 가능성을 검증하였음. 또한, 시나리오 기반의 기획을 통해 사용자 관점의 테스트베드로 구축함
- 가상현실 버전에서는 완벽하게 가상세계를 구현함에 따라 몰입도 높은 환경을 제공하여 실감형 콘텐츠를 사용자에게 제공하고자 하였음. 가상현실 버전에서는 실제 건설기술연구원에서 걸어다니는 듯이 가상현실 속 건설기술연구원을 걸어다닐 수도 있고, 날씨체험(맑음, 눈, 비 등), 침수모드·화재모드, 재난 발생 시 탈출동선 제공기능, 슬라이드 모드 등을 체험할 수도 있고, 사용자에게 흥미를 유발하기 위한 롤러코스터 모드도 개발하였음. 건설공간정보 플랫폼 VR 버전의 실제 적용 화면은 다음 그림 III-33 과 같음



그림 III-33 건설공간정보 플랫폼 VR 버전

- 건설공간정보 플랫폼 AR 버전은 VR 버전과 마찬가지로 AR 장비 연동을 통해 건설공간정보 플랫폼의 확장가능성을 확인함. 증강현실 디바이스의 한계는 제한적인 시야각을 갖는다는 것임. 그러므로 효과적인 화면 구성이 증강현실 콘텐츠에서는 중요한데 이를 고려하여 UI/UX 설계를 수행함. 증강현실의 경우에는 가상현실보다 기술적 난이도가 높아 기술을 활용한 콘텐츠 적용 연구나 시도가 가상현실보다는 미흡한 상황임. 본 연구기관의 경우에도 가상현실 콘텐츠 연구를 우선적으로 수행하여 사업화 성과를 발생시키고 있는 실정임. 향후 특정 증강현실 기기 이외에 스마트폰이나 태블릿 PC 등 모바일 기기에서도 서비스 가능하도록 추가적인 연구수행이 필요함
- 증강현실 버전은 증강현실 HMD(Head Mounted Display)를 착용하면 나타나는 가상의 화면에 건설기술연구원 일산 본원에 속한 모든 건물을 모두 시각화되는데, 사용자가 가상의 화면 또는 건물을 클릭하여 확대·축소, 회전, 선택(Pick), 건물 내부로 진입, 건물 외부로 이동, 부재 속성을 확인할 수 있는 BIM 모드로 전환 등을 할 수 있음. 사용자는 건물을 하늘에서 내려다보는 듯 한 체험을 할 수도 있고, 건물 내부에 실제로 들어가 있는 것처럼 느낄 수도 있음. 건설공간정보 플랫폼 AR 버전의 실제 적용 화면은 다음 그림 III-34 와 같음



그림 III-34. 건설공간정보 플랫폼 AR 버전

(2) 솔루션화를 위한 전략

- 소프트웨어의 개발 형태는 개발 시작단계에 구현되어있는 기능의 정도에 따라서 시스템 통합(System Integration, SI)과 솔루션 기반의 SI로 구분할 수 있는데, SI와 솔루션 기반의 SI는 고객의 요구사항을 수용한다는 부분에서는 공통적이거나 개발 초기 단계에서 반제품 형태의 생산물을 가지고 있느냐 없느냐에 따라 큰 차이를 보임
- 솔루션 기반의 프로젝트를 수행하면 공통 기능을 반복해서 개발하는 작업을 감소시킴에 따라 시간적·경제적 비용을 절감할 수 있고, 업데이트가 용이하여 빠르고 효과적인 유지보수를 가능하게 하여 품질수준을 보장할 수 있음. 또한, 해외에서는 솔루션 기반의 SI를 선호하기 때문에 해외시장 진출에도 용이함
- 따라서, 솔루션화를 위한 전략을 수립하여 솔루션 인증, 솔루션 패키징을 통한 제품화를 수행하고 상품 마케팅 전략을 수립하여 전략적 시장 진출을 시도하고자 함

1) 솔루션 인증

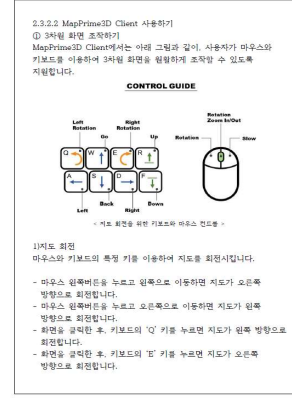
- 건설공간정보 플랫폼이 취득하고자 하는 인증의 종류는 GS인증과 NEP인증임

인증명	GS인증	인증 발급 기관	한국정보통신기술협회(TTA)
정의	국산 소프트웨어의 품질을 평가하는 국가 인증제도로, 국제표준에 의거한 평가모델에 따라 시험 후 인증 기준을 만족하는 경우에 부여하는 인증제도		
평가 항목	소프트웨어, 사용자매뉴얼, 제품설명서		
혜택	· 조달청 제3자 단가 계약 체결 및 나라장터 등록 · GS인증제품 우선구매제도 시행 · 중소기업청 성능인증 시 성능검사 면제 · 성능보험제도 시행 · 공공기관 구매자 면책제도 시행 · 신SW상품대상 수상작 GS인증 의무화 · 공공기관에서 상용SW 구매 시, SW 기술성 평가 면제 및 SW 기술제안서 평가 시 가산점 부여 · 전자정부사업 기술제안서 평가 시 가산점 부여 · 소프트웨어사업 발주 시 GS인증제품에 대한 분리발주 의무화 · 소프트웨어사업 하도급 계약 적정성 판단 시 가산점 부여		

준비 서류	사용자문서
정의	인쇄된 형태나 인쇄되지 않은 형태의 이용가능한 문서들로, 제품을 구매한 사용자가 제품의 사용을 위해 제품의 모든 정보를 확인하는 문서
주요 내용	제품 개요, 제품 사용방법, 장애 대응 방법, 지원사항 등

목차	
1. MapPrime3D 개요	1
1.1 제품 소개	2
1.2 제품 구성	3
1.3 제품 주요기능	4
1.4 제품 운영환경 및 구성	5
2. MapPrime3D 사용방법	7
2.1 주의사항	8
2.2 제품 설치방법	8
2.3 제품 사용방법	16
3. MapPrime3D 장애 대응	65
3.1 MapPrime3D Server	65
3.2 MapPrime3D Client	69
4. 지원 사항	71
4.1 제품운영지원	72
4.2 라이선스 정책	72

2. MapPrime3D 사용방법	
2.1 주의사항	
MapPrime3D는 서버 어플리케이션과 클라이언트 어플리케이션으로 구성됩니다. 하나의 컴퓨터에서 서버와 클라이언트 역할을 모두 수행하여 제품을 활용할 수 있으며, 서버 컴퓨터를 따로 구비하여 다수의 클라이언트에 어플리케이션을 제공할 수도 있습니다.	
MapPrime3D는 하나의 컴퓨터에서 서버와 클라이언트 역할을 동시에 수행할 외부 인터페이스가 없습니다.	
MapPrime3D는 서버 컴퓨터가 공유기 및 라우터를 통해 인터넷에 연결되어있는 상태에서, 외부 클라이언트가 접속하기 위해서는 공유기 및 라우터의 포트포워딩 설정이 필수적으로 필요합니다. 포트포워딩 방법은 각 공유기 및 라우터 제조사에 문의하십시오.	
MapPrime3D는 1680만 색상을 지원하는 서비스입니다.	
MapPrime3D는 웹브라우저 상에서 클라이언트 어플리케이션이 구동됩니다. 원활한 MapPrime3D 클라이언트 어플리케이션을 위해서 웹 브라우저를 최대한 최신 버전의 브라우저 사용을 권장합니다.	
2.2.1 rpm 설치방법	
2.2.1 rpm 설치방법	
Step 1.	
웹브라우저를 통해 Node.js의 공식 프로젝트 사이트인	

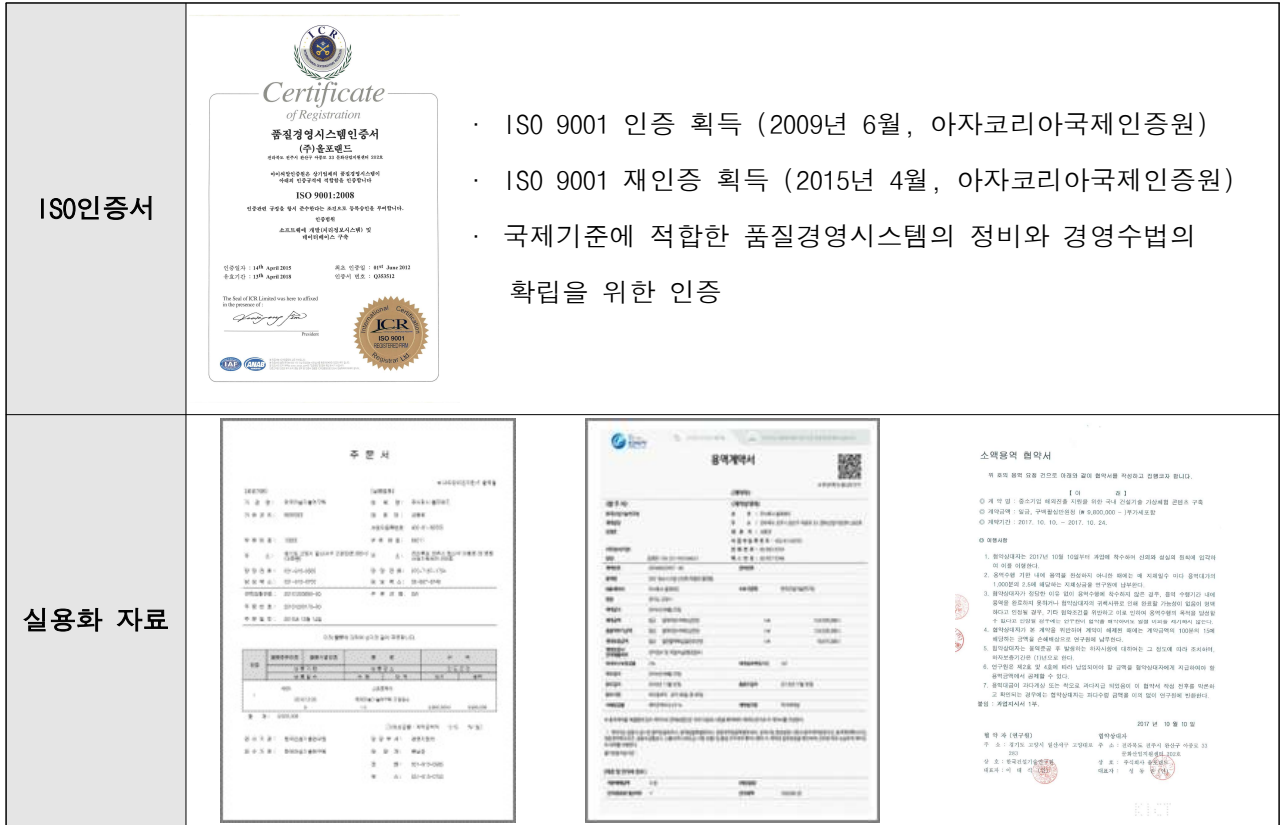


○ NEP 인증 취득을 위한 준비일정 계획을 수립하고, NEP 인증에서 제시하는 신기술성의 증명은 연구개발 최종보고서와 특허증 제출, 국제표준화기구의 인증인 ISO 인증서, 공인시험기관 자료, 실용화 자료를 통하여 증명함



그림 III-36. NEP 인증 일정 계획 수립

준비서류	내용
지식재산권 (특허)	



2) 솔루션 패키징

- 솔루션 패키징 전략은 솔루션 관리를 위한 세부기능 개발 및 적용, 단위기술별로 나뉜 설치환경의 통합, 설치환경에 독립적인 솔루션 설치 지원으로 수립하였으며, 세부 수행 내용은 관리도구 개발, 요소기술 그룹화, 가상화 도구 개발 등이 있음
- 건설공간정보 플랫폼의 제품화, 실용화를 위해 BIM/GIS Service, BIM/GIS Server, BIM/GIS 가시화 Client 를 개발하면서 만들어진 요소기술 모듈 단위의 통합 솔루션 패키징 연구를 수행함. 현재 주요 단위 기술별로 나뉜 각각의 설치환경을 하나로 통합할 수 있도록 설치과정을 단순화하였으며, 패키징된 파일 하나만으로 사용자가 가진 설치환경에 상관없이 서버 솔루션 설치가 가능하도록 구축함. 가상화 환경을 구축 및 설치한 후 패키징을 수행함
- 건설공간정보 플랫폼 서버기능 최적화 및 안정화를 위한 관리도구 개발 연구를 수행함. 당 해연구에서는 웹표준 기반 데이터변환, 서비스레이어 관리, 서버관리 등의 관리자 기능을 웹페이지를 통해 구축. 웹 환경의 사용자를 고려한 사용자 친화적 웹 인터페이스를 구현하고 기능개선 및 최적화를 수행하여 실용화/제품화 연구를 진행함

가된 이미지를 새로 생성하여 배포를 할 수 있음. 도커를 활용하면 클라우드 플랫폼에서 가상서버를 사용하고 지우는 것처럼 서비스 운영 환경 이미지를 사용하고 지우고, 손쉽게 업데이트를 수행할 수 있음

- 또한, 패키징 이전에는 어플리케이션마다 별도의 설치과정이 필요하고, 운영체제마다 환경설정이 필요하였으나, 패키징 이후에 도커 이미지를 사용하여 클릭 한번으로 OS와 플랫폼 환경에 상관없이 건설공간정보 플랫폼을 간편하게 설치하고 사용환경을 구성할 수 있게 되었음
- 건설공간정보 플랫폼의 간편설치 및 사용환경을 구현하기 위한 작업을 수행하였음. 이번 연구 수행환경은 Linux 개발 서버 ubuntu OS 14.04 버전 환경에서 작업하였음. 모든 수행절차는 처음 시작하는 OS에 따라 Docker를 설치하는 절차만 약간 다를 뿐, 나머지는 동일하게 수행이 가능함. 도커설치과정과 건설공간정보 플랫폼 운영환경 구성 절차는 다음 그림 III-39와 같음

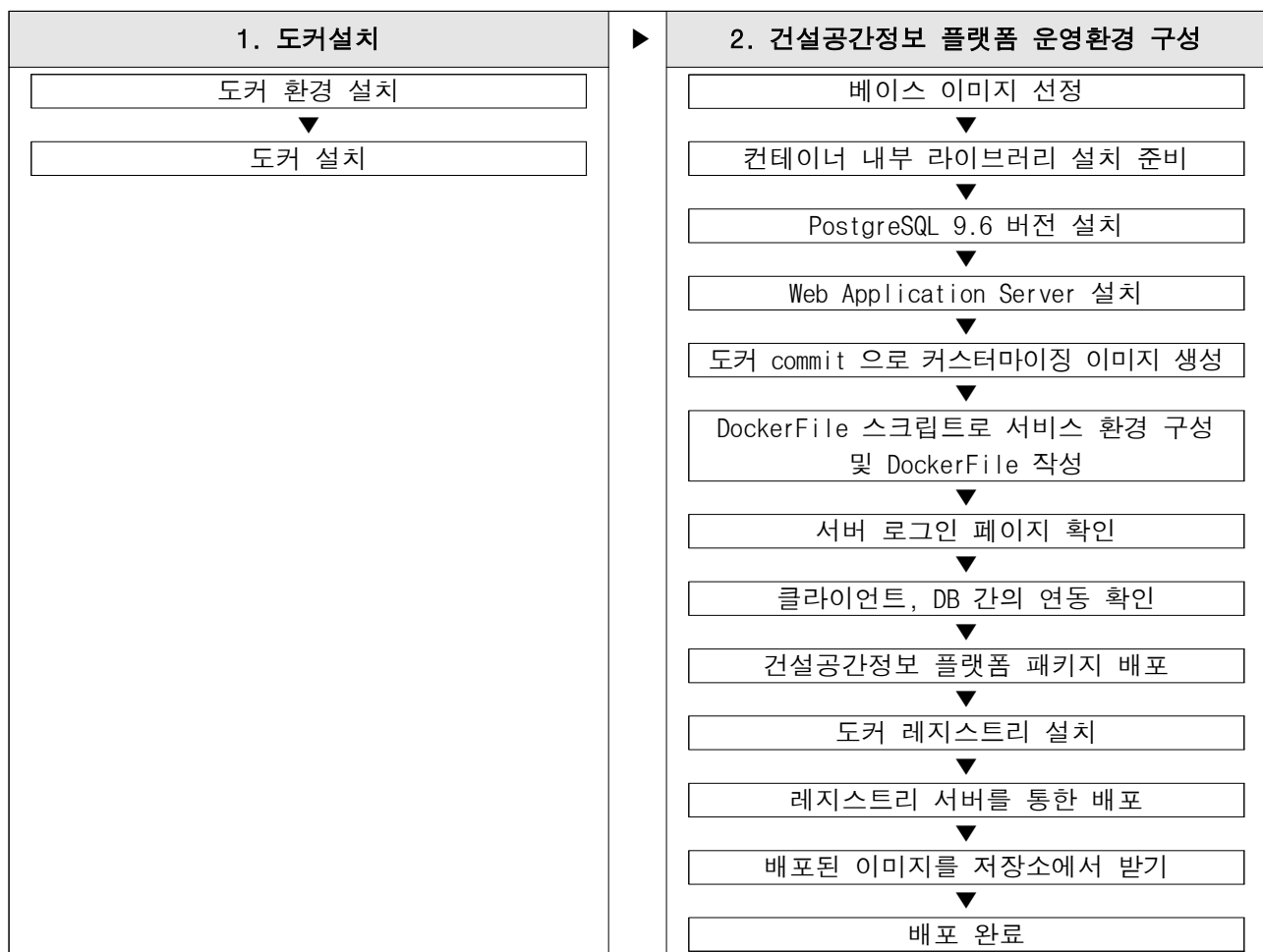


그림 III-39. 도커 설치 및 건설공간정보 플랫폼 운영환경 구성 절차

3) 상품 마케팅 전략 수립

- 본 연구에서 솔루션화를 위한 전략을 수립하여 솔루션 인증, 솔루션 패키징을 통한 제품화를 수행하였으며 연구 수행의 성과물을 활용하여 상품 마케팅 전략을 수립하여 전략적 시장 진출을 시도하고자 함

○ 상품 마케팅을 위한 구성요소를 도출하고 각 구성요소 별 설명을 다음 표 III-11로 정리하였음



그림 III-40. 상품마케팅 구성요소

표 III-11. 상품 마케팅 구성요소 및 설명

순번	구성요소	설명
1	특허 및 SW 실시권 신청	·실용신안등록 ·플랫폼 산출물 관련 특허 출원/등록 진행 ·핵심 요소기술은 모듈화하여 소프트웨어 등록 진행 ·플랫폼 패키지 라인업 구성
2	상표등록	·제품화/상용화를 위한 상품 이름 선정 ·연구사업팀, 유관기관, 전문인을 통한 설문 수행
3	브로셔 제작	·국내/외 홍보 브로셔 제작 ·홍보 동영상 제작
4	개별 산출물 패키징	·제품 CD(설치, 매뉴얼) ·소스/이슈 형상관리 시스템
5	가격정책 수립	·가격전략 수립 ·시장성조사, 사용자&전문인 설문 수행 ·제품의 한계이윤율과 제품의 품질, 서비스, 홍보전략, 시장 수요성에 대한 분석을 통해 산정
6	품질인증	·국산 소프트웨어의 품질을 증명하는 국가인증제도(GS) 도입 ·신기술 인증(NEP) 취득
7	조달청 상품 등록	·공공기관 및 고객 측에서 제품 구매시 조달청 등록 여부를 확인하는 추세임 ·조달청 등록을 통한 신뢰성 향상 ·경쟁사 제품들은 대부분 등록되어 있음 ※ 조달청 뿐만 아니라 '나라장터 종합쇼핑몰', '우수조달물품클럽' 등록여부 판단 필요
8	제품화, 판매계획 수립	·단기/중기/장기적 전략 수립을 통한 판매계획 수립 ·단기 : 수요예측을 통한 가격과 판매비용 결정, 영업전략 수립 ·중기 : 제품별 판매/수요예측을 통해 경쟁력 강화를 위한 계획 수립, 판매 촉진을 위한 기본방안 수립 ·장기 : 장기적인 시장분석을 통한 기회와 위협을 예측, 신제품 개발, 새로운 시장지역 개발

- 상품 마케팅 방안을 구체화하여 7 가지 활동 계획을 수립하였는데, 홍보 콘텐츠 제작, 소셜 미디어 운영, 캠페인&이벤트 기획, 홈페이지 제작 및 운영, 보도자료 작성 및 언론사 배포, 홍보물 제작, 국제 홍보행사 참여이며 각 활동계획 별 내용은 다음 표 III-12 와 같음

표 III-12. 상품 마케팅 구성요소 및 설명

순번	활동계획	설명
1	홍보 콘텐츠 제작	- 다양한 디지털 플랫폼에 적합한 맞춤형 홍보 콘텐츠 제작 ·스토리텔링 및 이미지, 영상이 결합된 다양한 디지털 콘텐츠 제작 ·포스터, 카툰, 포토툰, 홍보영상, 상세소개페이지 등 ·홍보 동영상 제작
2	소셜 미디어 운영	- 통합적 디지털 마케팅 전략을 위한 소셜 미디어 운영 및 관리 ·제품, 브랜드, 서비스를 소개하는 개성있는 화자 설정 ·캐릭터를 이용한 제품, 브랜드, 서비스의 소개와 홍보 콘텐츠 생성 ·페이스북 페이지/카카오톡 플러스친구/블로그 등을 통한 제품, 브랜드, 서비스 등의 홍보
3	캠페인&이벤트 기획	- 제품, 브랜드, 서비스의 이슈를 위한 효과적인 디지털 캠페인과 이벤트 기획 ·예시) 한컴오피스 네오 런칭 이벤트, 오피스(기업,단체) 무료 교육 이벤트, 오피스365 스마트 이벤트
4	홈페이지 제작 및 운영	- 내·외부 고객이 모두 소통할 수 있는 홈페이지 제작 및 운영 ·홈페이지 주메뉴를 이용하여 고객과의 소통의 장 마련 ·제품 사용방법 및 팁을 손쉽게 습득할 수 있는 메뉴 구성 ·제품 개선사항을 변경시 마다 게시 ·영문 홈페이지를 함께 구축하여 외국인 고객이 불편함 없이 이용하고 소통할 수 있도록 구성
5	보도자료 작성 및 언론사 배포	- 보도자료 작성 및 언론사 배포를 통한 홍보 ·사용자가 알기 쉽게, 가능한 수치를 활용한 보도자료를 작성하여 - 신문사, 언론매체를 통한 홍보 ·전국/지방 신문사(12개사) 및 인터넷 신문 등에 배포 ·TV, 라디오 방송사 등 프로그램 제작 협조를 통한 홍보
6	홍보물 제작	- 홍보물 제작 및 배포 ·브로슈어 / 달력 / 볼펜 / 포스터 / 판넬
7	국제홍보행사 참여	- 국제박람회·전시회·국제회의의 참여 홍보 ·국제박람회 등에 참여하여 부스를 설치, 주요 기능에 대한 홍보 추진 ·2018년 국내외 산업대전, 독일 하노버 4차 산업박람회 참여 추진 ·주요기능 판넬 제작 ·홍보책자, 홍보물품 등 비치하여 방문객에게 배부



그림 III-41. 홍보 브로셔 제작

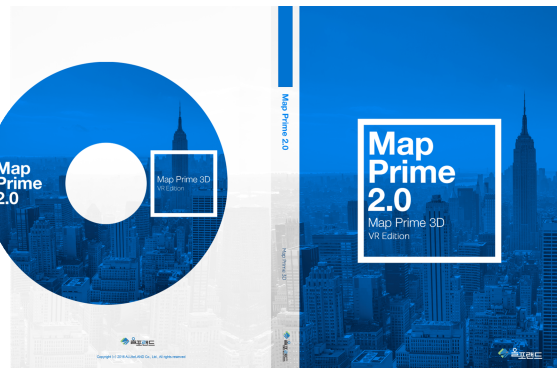
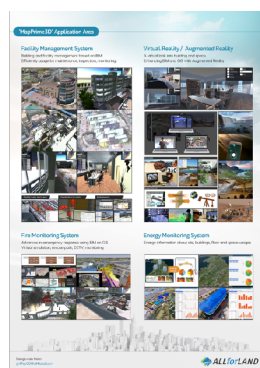


그림 III-42. 제품 CD

(2) 기존 대표 3차원 정보모델 조사분석

- 본 연구는 1 차원도에 수행한 건설공간정보 분류체계 기반 공통 DB 스키마 개발성과를 토대로, 기존 관련 분야에 주로 활용되는 3 차원 정보모델 표준 포맷 및 표준화 동향을 분석하고, 대표 상용 포맷 등을 조사하여 분석하고자 함
- 기존 여러 포맷의 컨버팅 속도 등에 대한 지속적 연구 요청에 따라, 연구개발 시스템의 상호운용성 확보를 위해 산업계에 활용되고 있는 다양한 서비스 포맷 및 교환포맷에 대한 연구와 관련 도구의 활용적 측면을 분석함. 이는 추후 사업화를 위한 산업계 표준 포맷 및 클라이언트의 다양성 확보를 위한 서비스 데이터 연구에도 활용할 수 있음

1) 3차원 정보모델 표준 포맷 및 표준화 동향 분석

가) IFC(Industry Foundation Classes)

- IFC는 BIM 기술의 표준 교환포맷이자 건설분야의 국제 산업표준으로, 기존 건설분야는 건설정보의 비효율적 관리 및 사용으로 인하여 프로세스 간 협업이 부재하고, 건물의 전 생애주기 단계별 정보가 프로세스 공정별 독자적 형태로 소통됨에 따라 정보호환에 어려움을 겪고 있었음(buildingSMART Korea, 2009)

나) CityGML(City Geographic Markup Language)

- CityGML은 3 차원 가상 도시모델의 저장 및 교환을 위한 XML 기반의 데이터 포맷임. 기존 GML(ISO 19136 국제표준)은 공간정보를 표현하는 매우 중요한 방식을 XML 기반 스키마로 정의하여 사용하고 있었고, 독일 SIG3D(Spatial Interest Group in 3D)의 3 차원 도시공간 모델 표준이 OGC 표준으로 채택되면서 2008 년부터 사용되기 시작함

다) IndoorGML(Indoor Geographic Markup Language)

- IndoorGML은 실내공간정보의 표현, 저장 교환을 위한 데이터 모델이자 XML 스키마 기반의 GML3 응용스키마로 구성된 표준 포맷으로, 건물의 대형화, 복잡화에 따라 실내공간정보 활용의 요구가 늘어나고 CityGML에서 표현되지 못하거나 제한적으로 표현되는 정보를 보완하기 위해 OGC에서 개발한 포맷임

라) glTF(OpenGL Transmission Format)

- 기존 필요로 하는 데이터의 다양성으로 3D 그래픽스 분야의 표준이 부재하여 여러 포맷들이 혼용되고, 이에 관련 지원 tool 과 라이브러리 확보도 문제였음. 또한 3 차원 기하학 자료(3 차원 기하학 모형과 결합 관계성 표현), 텍스처(화면 재생 시 물체의 material property 및 texture 정보의 2 차원 형태 제공), 커브(시간의 흐름에 따라 텍스처가 입혀진 3 차원 물체의 동작을 위한 애니메이션, 스킨제어 자료 제공) 등의 특정 자료를 포함하는 관리 표준이 부재함에 따라 이를 해결하기 위해 개발된 포맷

마) KML(Keyhole Markup Language)

- KML은 Google Earth, Google Map, Google Mobile Map 등 브라우저에서 위치와 지도, View 표현을 표시하는 교환 포맷으로, 초기 Google사에서 Google Earth 기반에 기본 지도나 영상 위에 사용자가 생성한 콘텐츠를 중첩하여 가시화하는 용도의 파일 포맷으로서 개발됨. 2008 년 OGC(Open Geospatial Consortium) 표준으로 채택됨(KML, 2017)

2) 관련분야 대표 상용 포맷 조사 분석

가) Autodesk FBX(Film Box)

- FBX 는 Autodesk 가 3 차원 디지털 콘텐츠 제작 어플리케이션의 상호운용성을 해결하기 위해 개발한 포맷으로, Kaydara's Filmbox 소프트웨어(모션캡처 장치로부터 들어온 데이터 저장 장치)를 위한 대체 파일 포맷으로 유래함(Autodesk, 2017)

나) COLLADA(COLLaborative Design Activity)

- COLLADA 는 XML 기반의 모든 종류의 3 차원 어플리케이션을 위한 교환용 포맷으로, 초기 Sony Computer Entertainment 에서 Playstation portable 개발을 위한 공식 포맷으로 최초 출시되어, 이후 Khronos 그룹에서 관리되며 현재 2008 년 1.5 버전까지 발표됨

다) 3DS(3D Studio)

- 3DS 파일은 Autodesk 3ds Max 인 3 차원 모델링, 애니메이션, 렌더링이 가능한 소프트웨어가 사용하는 파일 포맷 가운데 하나임. 3D Studio 에서 사용하는 메시 파일 형식으로, 3ds Max 에서 이를 가져올 수 있음

3) 소결

- 사업화 측면에서 플랫폼의 범용성 및 개방성의 확보가 강력하게 요구되는 상황이며, 이는 사업화의 성패와 매우 긴밀하게 관계가 있음
- 플랫폼 간 상호운용성 확보를 위해, 산업계에서 활용되는 다양한 상용포맷 및 표준화에 대한 정보모델 조사/분석을 실시하였음
- 현재 산업에서의 요구와 국제적인 공동합의 사항에 대해 공통으로 수용할 수 있는 대표적인 국제표준은 IFC(건설정보 관리 관점)와 CityGML(공간정보 관리 관점)이며, 이 두 표준은 건설정보플랫폼과 직접적으로 관련이 있음
- 단, 상위 두 표준의 경우, BIM 정보와 GIS 를 Seamless 하게 통합하기 위한 다각적인 노력이 지속적으로 진행되고 있으나 현재까지는 여러 측면에서 한계를 가지고 있음
- 사업화 및 개방성 확보를 위한 플랫폼 내 Ecosystem 전략을 기반으로, 서비스의 효용성이 고려된 FBX, 3DS, KML, Collada, glTF(일종의 중계포맷)에 관한 적극적인 활용 및 접근이 요구됨, 이는 이미 상용화된 다양한 포맷과의 연계를 통해 상용 저작도구로 부터의 다양한 데이터를 수용하기에 보다 용이할 뿐만 아니라, 유연하게 시장에 진입할 수 있는 전략 중 일부임

(3) 플랫폼 최적 운영 성능 확보를 위한 데이터 포맷 고도화

1) 적용성이 높은 건설공간정보 활용서비스 검토

- 건설공간정보의 개념에서 유지관리 분야는 시설물 노후화에 따른 유지보수 및 장수명에 대한 관심, 기후변화 및 자연재해에 따른 시설안전, 첨단 IT 기술을 융합하는 스마트 빌딩 출현 등으로 시장의 규모가 지속적으로 증가하고 있음
- 건설공간정보의 유지관리를 위해서 필요한 정보는 기획단계 부터 설계, 시공, 준공의 모든

단계를 포함하는 건물의 전체 생애주기 동안 발생하고 있음

- 현재의 건축물은 기술의 첨단화로 인한 대형화, 고층화, 복합화, 비정형화 되고 있으며 그에 따라 발생하는 정보의 양도 지속적으로 증가하고 있기 때문에 시설물이 완공된 후 데이터를 입력하거나 단계별 정보를 도면과 서류로 전달해 왔던 기존 유지관리 시스템의 방식은 정보의 소실 및 분산화로 한계점에 이르게 되었음
- 이러한 문제점을 보완하기 위해 건물의 전 생애주기 동안 발생하는 정보를 하나의 통합모델로 입체적으로 구축하고 건물의 각 단계에서 이용하는 정보를 교환 할 수 있는 건설공간 정보(GIS + BIM)를 유지관리 시스템에 도입 가능할 것으로 판단됨
- 유지관리 업무에서의 각 사례별 BIM 활용 목적, 운영방법에 대한 필요조건 및 기준을 분석하고 기존 유지관리 업무 매뉴얼과의 비교를 통해 유지관리 업무에서의 각 분야별 및 단계별 사용자의 역할, 업무내용, 평가 및 검수, 활용에 따른 시나리오를 제시하였음

2) 건설공간정보 기반의 유지관리시스템 적용 시나리오

가) 일반 유지관리 시나리오

- 사용자가 일상생활에서 “소방설비 고장” 발견 시 전개되는 시나리오이며, 직접 유지보수 업무를 진행함을 전제로 함. 행위주체는 사용자, 점검자, 관리자, 분야별 담당자이며, 이때 점검자는 직접수리를 담당하는 기술자의 업무도 담당함

표 III-13. 일반 유지관리 시나리오

구분	단계	Activity	행위주체	특이사항
이슈 발생	1	하자발생	사용자	일상생활에서의 하자 발생
	2	점검자 요청	사용자	관리소에 연락하여 점검자 요청
	3	요청 접수	관리자	
	4	현장 방문 요청	관리자	점검자에게 현장 방문 요청
	5	방문 요청 접수	점검자	
	6	현장 방문	점검자	현장 상황 기록 및 사진 촬영
이슈등록	7	보고서 작성	점검자	현장 하자 현황 보고서 작성
	8	관리자 보고	점검자	현장 하자 현황 보고
	9	검토	관리자	점검자 보고 사항 검토
	10	관련 서류 요청	관리자	분야별 담당자에게 (도면, 하자관리 등) 관련 자료 요청
	11	자료 요청 접수	분야별담당자	요청된 분야의 각 문서를 취합하여 전달
	12	자료 취합	분야별담당자	- 도면 - 품질 보증서 및 설명서
	13	자료 송신	분야별담당자	- 수리 이력 관련 문서(절차 등)
	14	자료 수신	관리자	
	15	자료 검토	관리자	
	16	수리 계획 방향 설정	관리자	1) A/S 유무 확인 : A/S 가능 (유상 OR 무상 수리) 2) A/S 불가 : 자체 수리 계획 수립
이슈처리	17	수리 요청	관리자	점검자에게 수리 지시
	18	요청 접수	점검자	

	19	재고 유무 확인	점검자	1) 재고 O 2) 재고 X
	20	수리 계획 수립	점검자	재고 X : 구매 계획서 작성
	21	수리 계획 보고	점검자	
	22	보고 승인	관리자	
	23	현장 방문	점검자	부품 및 장비 지참하여 현장 방문
	24	수리	점검자	
	25	수리 완료	점검자	
	26	수리 확인	점검자	수리 완료 후 자체 점검 실시
이슈검수	27	수리 완료 보고	점검자	수리 완료 보고서 작성
	28	확인	관리자	
이슈종료	29	사용자 보고	관리자	시설 사용자에게 수리 완료 보고
	30	관련 문서 송신	관리자	
	31	관련 문서 수신	분야별담당자	
	32	이력 문서 작성	분야별담당자	수리 완료 보고서 바탕으로 이력 내역 작성
	33	문서 보관	분야별담당자	

나) 건설공간정보 기반 유지관리 시나리오

- 건설공간정보 기반 유지관리 시나리오에서 행위주체는 이용자, 점검자, 관리자, 점검자이며, BIM 모델에서 정보는 통합된 형태로 모든 행위주체에게 제공됨

표 III-14. 건설공간정보 기반 유지관리 시나리오

구분	단계	Activity	행위주체	특이사항
이슈 발생	1	하자발생	사용자	일상생활에서 하자 발생
	2	관리자 보고	사용자	하자 현장 등록
이슈등록	3	보고 검토	관리자	점검자 보고 사항 검토
	4	관련 부위 정보 검색	관리자	통합된 BIM 데이터를 통해 자료 검색 - 재고 유무 확인 - 제품 설명서, 품질 보증서 확인 - 수리 이력 관련 문서(절차 등)
	5	수리 계획 방향 설정	관리자	1) A/S 유무 확인 : A/S 가능 (유상 OR 무상 수리) 2) A/S 불가 : 자체 수리 계획 수립
이슈처리	6	수리 요청	관리자	기술자 A에게 수리 지시
	7	요청 접수	점검자	
	8	관련 부위 정보 확인	점검자	통합된 BIM 데이터를 통해 자료 검색 (관리자 정보 공유) - 재고 유무 확인 - 제품 설명서, 품질 보증서 확인 - 수리 이력 관련 문서(절차 등)
	9	수리 계획 수립	점검자	재고 X : 구매 계획서 작성
	10	수리 계획 보고	점검자	
	11	보고 승인	관리자	
	12	현장 방문	점검자	부품 및 장비 지참하여 현장 방문
	13	수리	점검자	
	14	수리 완료	점검자	

이슈검수	15	수리 확인	점검자	수리 완료 후 자체 점검 실시
	16	수리 완료 보고	점검자	
	17	확인	관리자	
이슈종료	18	등록	관리자	수리 완료 보고서 및 이력 내역 정보 BIM 데이터 등록

- 본 시나리오는 다양한 상황 중 극히 일부의 상황을 추정하여 작성되었음. 요청, 취합, 수신 및 검토 등 보고 및 소통의 단계가 온라인 전산화됨에 따라 상당수 간소화 되었으며, BIM/GIS 플랫폼 내에서 확인 가능하고 BIM 데이터가 통합 및 저장됨으로 인해 검색, 위치 확인, 정비이력 기록 등의 절차와 시간이 단축됨을 확인하였음

3) 요구사항 정의 기반 건설공간정보 데이터 고도화 포맷 구조 설계

- 건설공간정보 플랫폼 다양한 장점을 수용 할 수 있는 데이터 포맷 요구사항 정의기반으로 데이터 구조, DB 스키마 등 활용체계 구축하였음

표 III-15. 건설공간정보 시설물관리 DB 체계 (안)

구분	eng name	FMS(DB안)
식별정보		
고유ID	discrimination_info_id	operation_id
층	discrimination_info_floor	floor
분류1	discrimination_info_class_first	class_first
분류2	discrimination_info_class_second	class_second
위치	discrimination_info_position	position
번호	discrimination_info_operation_number	operation_number
크기정보		
가로(폭)	size_info_width	width
세로(깊이, 두께)	size_info_thickness	thickness
높이	size_info_height	height
길이	size_info_length	length
썰	size_info_sill	sill
헤드	size_info_head	head
면적	size_info_area	area
볼륨	size_info_volume	volume
CH(천정높이)	size_info_ceiling_height	ceiling_height
설치정보		
업체	install_info_company	company
설치설명	install_info_explanation	install_explanation
설치일자	install_info_date	install_date
제조정보		
제조국가	produce_info_country	produce_country
업체	produce_info_company	produce_company
모델명	produce_info_model_name	model_name
모델번호	produce_info_model_number	model_number

제조일자	produce_info_produce_date	produce_date
보증기간	produce_info_warranty_period	produce_info_warranty_period
점검정보		
점검주기	inspection_info_cycle	cycle
점검도구	inspection_info_tool	tool
점검이력	inspection_info_record	record
보수이력		
요청일자	repair_info_req_date	repair_req_date
요청자	repair_info_requester	repair_requester
요청내용	repair_info_req_content	repair_req_content
첨부파일	repair_info_req_attachment	repair_req_attachment
처리일자	repair_info_proceed_date	repair_proceed_date
처리자	repair_info_proceed_manager	repair_proceed_manager
처리내용	repair_info_proceed_content	repair_proceed_content
처리비용	repair_info_proceed_cost	repair_proceed_cost
결과첨부	repair_info_proceed_attachment	repair_proceed_attachment

(4) 데이터 교환 등 범용화를 위한 건설공간정보모델 연구

1) 타 플랫폼과의 범용성 검토를 위한 BIM/GIS 통합 사례조사

가) 상해중심BIM 운영평태 - SuperGIS (China)

- 중국의 경우, SuperGIS 라는 자체 플랫폼 기반으로 BIM 과의 통합을 진행 중에 있으며, 화재 대피 경로 시뮬레이션 등이 가능한 것이 특징임
- 건물의 층별 부재정보 조회 뿐 아니라 대용량의 MEP 정보까지 하나의 부지 내에서 조회 및 검색이 용이하도록 구현됨

나) Virtual Singapore - 3D Experience (Dassault Systems)

- 싱가포르의 경우, Dassault Systems 의 자체 솔루션인 3D Experience 기반으로 Virtual Singapore 를 구축하였으며, 최근에는 BIM 과 연계한 시뮬레이션 및 빌딩정보 열람이 가능하도록 진행 중에 있음

다) BIM to GIS workflow - ArcGIS (Esri)

- 공간정보 산업의 큰 축을 차지하고 있는 Esri 에서는 그림과 같이 BIM 정보를 GIS 정보와 통합하기 위한 체계를 적용하고 있음
- 크게 BIM 정보는 IFC 로 대변되는 건설정보 표준모델과 공간정보 모델과의 형상정보 교환을 위한 KML 등과 같은 중계포맷을 활용하는 두 가지 방식을 활용하여 ArcGIS Pro 플랫폼에 탑재하게 됨

라) online BIM, GIS and IoT workflows - (CloudCities)

- 미국의 경우, 본사를 California Walnut Creek 에 두고 있는 CloudCities 라는 업체에서 WebGL 기반의 온라인 BIM/GIS 정보공유 서비스를 제공하고 있음
- 기본적인 정보조회 뿐만 아니라 일부 저작기능도 포함하고 있으며, Spreadsheet 과의 데이터 입/출력이 용이하고, 실사와 유사한 애니메이션 기능도 제공하는 것이 특징임

마) 소결

- 앞서 언급된 싱가포르와 중국, 미국의 사례 뿐 아니라, 독일의 Integration between BIM (using IFC) and GIS (using CityGML) - BIM4GeoAnalysis 사례, 싱가포르 BIMAGE Consulting Pte. Ltd. 사례 등 다양한 BIM 과 GIS 통합 사례가 존재함
- 공간정보 측면에서의 대표적인 접근이 ArcGIS Pro 를 기반으로 한 BIM 정보의 통합이라면, 건설정보 측면에서의 대표적인 접근의 예는 Autodesk 사의 Infraworks 임
- Infraworks 의 경우, 자사 Revit 의 자체 포맷뿐 아니라, Collada, KML 등의 다양한 상용포맷의 연계기능을 제공하고 있음
- 이와 같이 다양한 BIM/GIS 플랫폼이 기 개발되었거나 개발 중인 것으로 파악됨
- 다양한 BIM/GIS 플랫폼의 경우, 독자적인 서비스 포맷은 가지고 있으나 다양한 플랫폼과의 개방성 확보를 위해 중계포맷을 적극적으로 활용하는 것으로 파악됨
- 본 건설공간정보플랫폼의 경우도 앞서 언급한 중계포맷과의 연계성 및 Ecosystem 확보가 주효함. 단, 데이터 변환시에 발생할 수 있는 데이터 누락의 사례를 미리 파악하고, 최대한의 상호운용성을 확보할 수 있는 절차 확보가 주효함

2) 기존 포맷과 교환을 통한 범용화 방안 도출

가) 대표 서비스 중계포맷 선정

- 앞서 언급한 프로젝트 수행 방안 Ecosystem 내에서 상용제품과의 연계성을 고려한 대표적인 중계포맷은 Collada, KML, FBX, 3DS 등이 있음
- 본 건설정보플랫폼 구축을 위한 BIM 모델과의 범용성 테스트 진행을 위해 다양한 플랫폼 중 대테러 시뮬레이션 관련해서 최근 주목을 받고 있는 Avert 라는 플랫폼을 선정하였음
- Avert 와의 형상정보 및 재질정보, 부재정보 등의 교환을 위해 Collada 포맷을 서비스 중계 포맷으로 선정하였고 테스트를 진행하였음

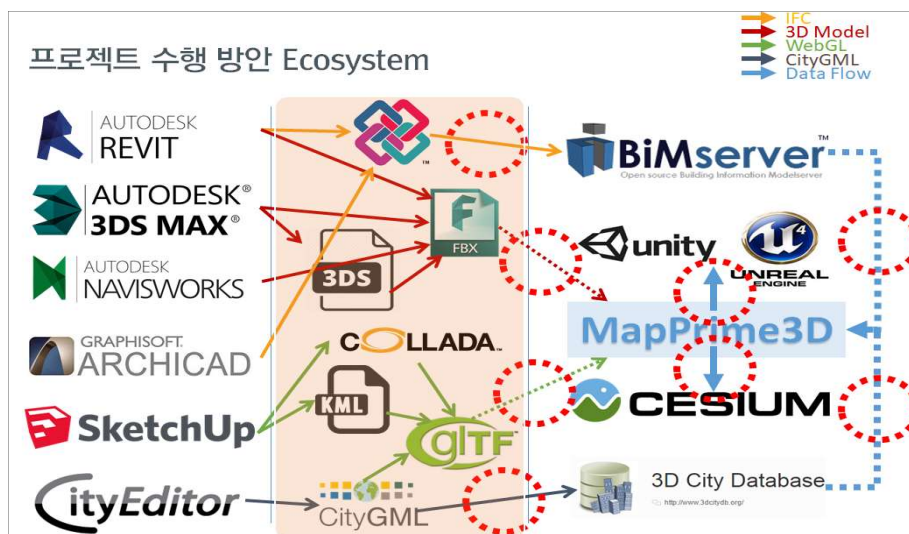


그림 III-43. Ecosystem 내 중계포맷 예시

나) 플랫폼 간 데이터 포맷 변환 테스트 진행

- 앞서 언급한 ARES Security 사의 Avert 의 경우, DHS(United States Department of Homeland Security) 및 DOD(United States Department of Defense)로부터 승인을 받았으며, 대테러 관련 리스크를 시각화하고, 물리적 방호시스템 개선안을 정량화하고, 이를 개선하기 위한 예산을 최적화하며, 리스크 기반 결정을 수행할 수 있는 지능과 통찰을 제공하는 것이 특징
- 이와 같이 Avert 가 제공하는 통합, 분석, 최적화를 위해 시설과 물리적 방호 환경의 특성화가 선행되어야 하며, 이때 시설물, 지형(Terrain) 등의 상세 3 차원 모델을 구축함에 있어 Collada 를 주로 사용하고 있으며, Collada 3D 기하학적 구조 표준모델은 Google Sketchup 또는 AutoCAD 와 같은 다른 2 차원, 3 차원 저작도구와의 호환이 용이함
- 테스트를 위한 서비스 중계포맷으로 Collada 를 선택한 후 데이터 변환을 진행함에 있어 다음과 같은 단계로 테스트를 진행하였음
 - 1 단계 실사 이미지 매핑된 건설정보모델의 이관을 위해 Revit 에서 모델링하여, Lumion Exporter 라는 Plug-in 을 활용하여 Collada 로 변환 후 Sketchup 에서 실사 매핑을 진행한 뒤 Collada 로 변환하여 Avert 에서 검토
 - 2 단계 Revit 내에서 직접 Lumion Exporter 를 이용하여 Collada 로 변환한 뒤 Avert 에서 검토
 - 3 단계 Revit 모델을 Infracore 에서 직접 불러온 뒤 Infracore 에서 Collada 로 변환하여 형상정보, 부재정보 및 재질정보 누락 여부 확인

다) 플랫폼 간 데이터 포맷 변환 테스트 결과

- 1 단계 테스트 결과 요약
 - Autodesk App Store 에서 제공하는 Lumion Plug-in 을 설치
(참조링크: <https://apps.autodesk.com/RVT/en/Detail/Index?id=1257010617153832891>)
 - Collada 변환 시 형상 최적화, 인테리어 상세 미포함, Unicode 지원, 재질정보 수집 등과 같은 선택사항이 있으니 확인 필요
 - 이를 이용하여 기 구축된 Revit 모델을 Collada 로 변환한 뒤 Sketchup 에서 실사 이미지 매핑

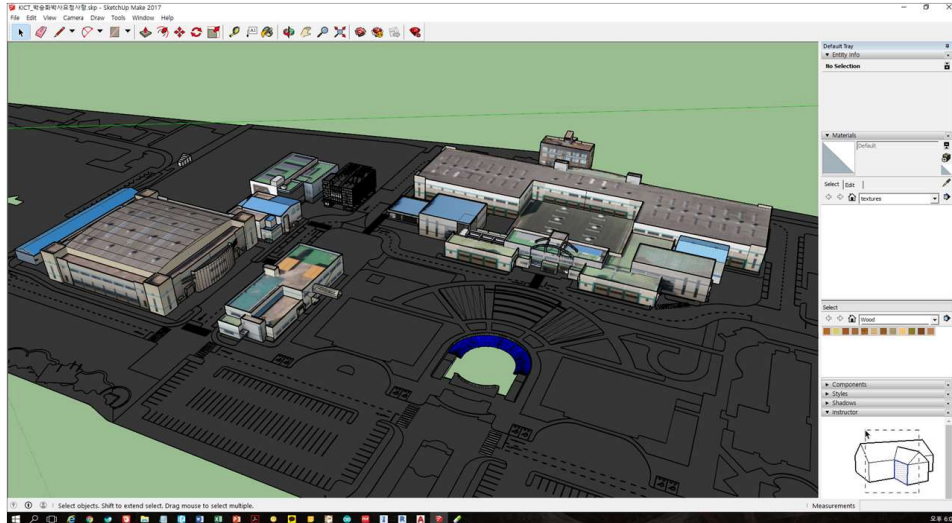


그림 III-44. 스케치업 내 실사 매핑된 건설공간정보 모델 예시

- 이후 Sketchup 에서 Collada 로 변환 후 Avert 에서 확인
- 그림과 같이, 실사 이미지 누락, 형상정보 변형 및 누락, 부재정보 구분 불가, 자재정보 누락 등의 문제가 발생됨

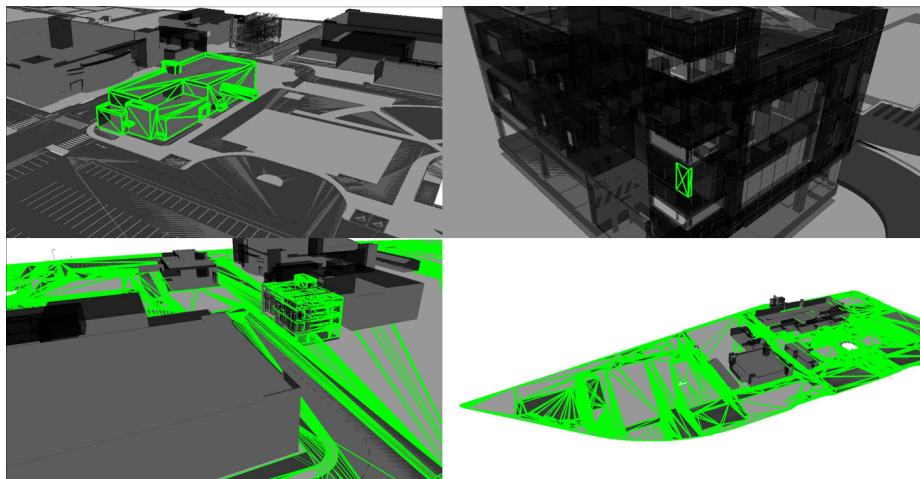


그림 III-45. Collada로 변환 후 Avert에서 확인 결과 (1)

- 2 단계 테스트 결과 요약
- Revit 내에서 직접 Lumion Exporter 를 이용하여 Collada 로 변환한 뒤 Avert 에서 검토
그림과 같이, 동일한 재질인 경우, 하나의 객체로 인식되어 개별선택 불가
- Lumion Exporter 내에서 검토 후 선택사항을 변경하여 다양한 모델을 생성하였으나 해당 문제를 해결에 관한 사항을 찾지 못함

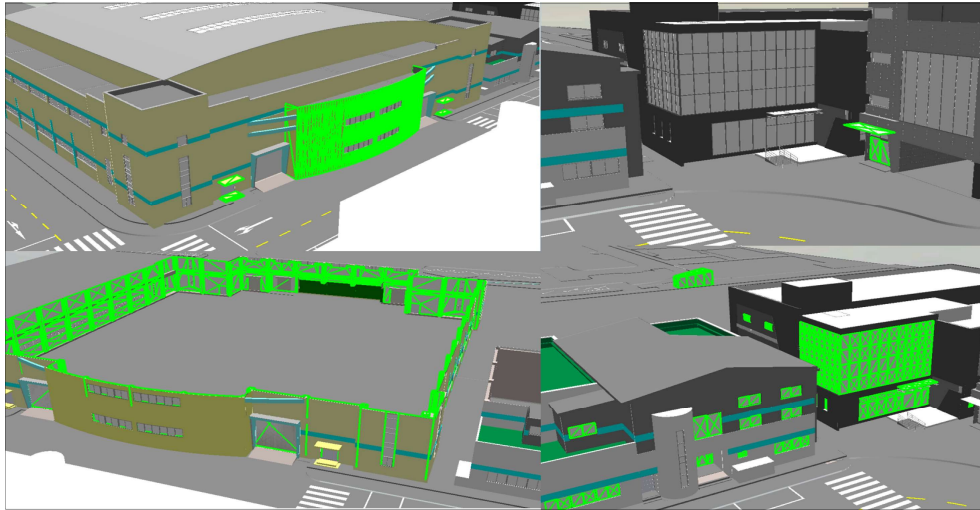


그림 III-46. Collada로 변환 후 Avert에서 확인 결과 (2)

○ 3 단계 테스트 결과 요약

- Revit 모델을 Infraworks에서 직접 불러온 뒤 변환함. 이때, 별다른 포맷 변환과정을 거치지 않고 rvt 자체 포맷을 그대로 불러들임. 이후, 변환 하고자 하는 영역을 그림과 같이 설정

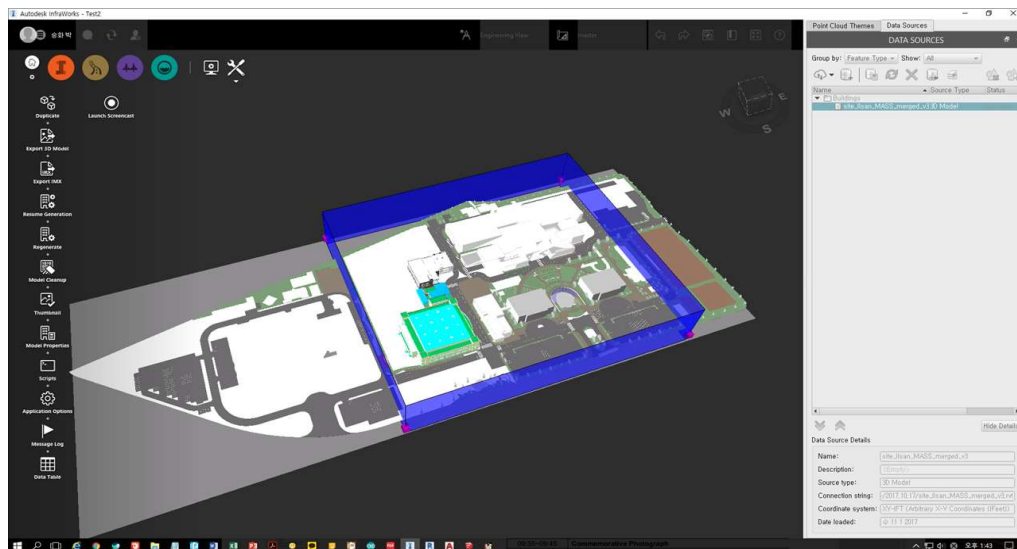


그림 III-47. Infraworks에서 Collada 변환 과정 예시

- 설정을 마친 후 Collada로 변환하기 위해 'Export to 3D Model File'에 관한 선택사항을 확인
- 이때, 단계 2에서 발생한 문제(동일한 재질인 경우, 하나의 객체로 인식되어 개별선택 불가)를 해결하기 위해 'Merge Objects With The Same Texture' 선택사항을 해제함
- Infraworks 및 Avert에서 다시 불러와 이상 없음을 확인. 이때, 실사 매핑 이미지는 누락되었으나 시뮬레이션을 위한 형상정보, 부재정보, 자재정보는 이상 없이 불러들여짐을 확인함

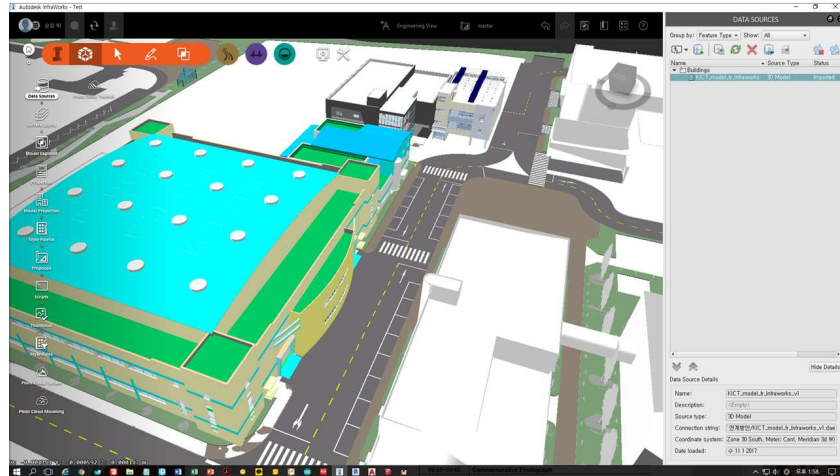


그림 III-48. 변환된 Collada 모델을 InRoads에서 재확인 예시

3) 사업화를 고려한 건설공간정보모델 구축

- 국제 또는 국내 표준화가 고려한 중계포맷으로의 변환 및 고도화된 DB 체계를 반영하여 새롭게 건설정보모델을 구축함

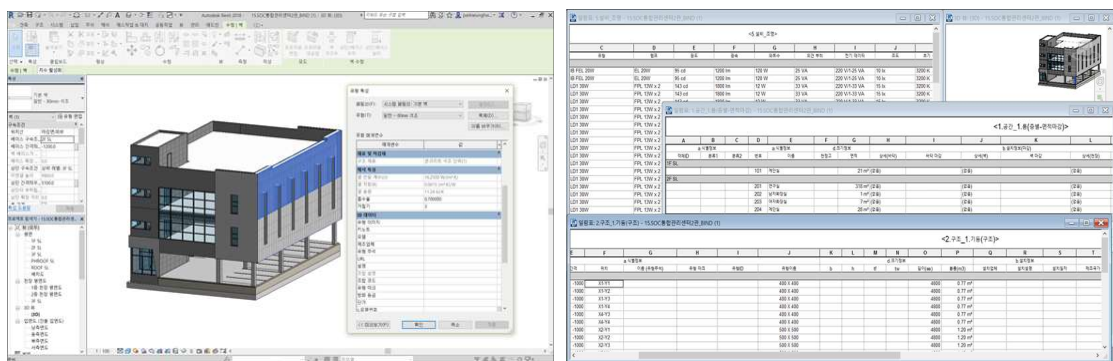


그림 III-49. 건설공간정보모델 고도화를 위해 LOD400 모델구축 사례

- 형상정보 및 고도화된 DB 구조를 반영하여 LOD200 수준의 건설정보모델을 구축함
- 일부 BIM 모델의 경우, 활용 서비스를 감안하여 LOD400 수준으로 고도화하여 구축하였음
- BIM 모델 내 일람표를 열람하여, 구축된 정보의 누락 없음을 확인함
- 시범 서비스를 위해 소방설비 및 감지설비에 대한 유지관리 정보 이력을 추가하여 모델을 구축함

4) 소결

- 타 플랫폼과의 범용성 검토를 위한 BIM/GIS 통합 사례를 조사하였으며, 각 플랫폼과의 연계성 확보 및 본 플랫폼의 범용성 확보를 위해 서비스 중계포맷 등을 구성하는 Ecosystem 검토가 필수임
- 대표 서비스 중계포맷 선정 후 플랫폼 간 데이터 포맷 변환 테스트를 수행하고 결과를 정리하는 과정에서 정보 누락을 최소화하기 위한 방안 정리가 필요
- 중계포맷으로의 변환에 있어 각 플랫폼(혹은 솔루션)내의 Import/Export 변환기 자체의 한

계로 인해 문제가 발생할 여지가 있음을 염두하고, 최적의 프로세스를 정리해야 함

- 향후, 추가적인 범용성 확보를 위해, Collada 외에도 다양한 서비스 중계포맷으로의 변환방안 정리가 동반되어야 함

나-3. 3차연도 연구내용

(1) 외부장비 연동

1) 가상현실 및 증강현실의 개념

- 가상현실(VR, Virtual Reality)은 자신(객체)과 자신을 둘러싼 배경·환경이 모두 현실이 아닌 가상의 이미지로서 구현되는 기술임. 이에 반해 증강현실(AR, Augmented Reality)은 현실의 이미지나 배경에 3차원의 가상 이미지를 겹쳐서 하나의 영상으로 보여주는 기술임. 전자는 사용자로 하여금 현실과 다른 인공의 세계에 있는 것처럼 느껴지게 하는 것을 목표로 하지만 후자는 현실을 더욱 풍부하고 편리하게 만드는 것을 목표로 함
- 가상현실의 역사는 매우 깊지만 최근 들어 하드웨어, 소프트웨어 등의 인프라 기술이 급격히 발전하면서 오쿨러스 리프트, 기어 VR, 플레이스테이션 VR 등의 디바이스의 보급이 확대되며 급성장 중
- HMD(Head-mounted display)기반의 가상현실 디바이스를 이용하여 현실세계를 차단하고 가상의 공간에서 사용자의 움직임과 제공되는 영상을 기반으로 가상현실시각화가 수행됨
- 콘텐츠, 플랫폼, 디바이스 등 소프트웨어와 하드웨어를 넘나드는 Global Player 들의 활발한 참여로 가상현실 생태계 구성 진행 중 VR은 완벽한 가상세계를 눈앞에 구현함을 통해 몰입도 높은 환경 제공을 제공하여 실감형 콘텐츠에 주로 활용
- 포털, 미디어, 제조사 등 기존 시장에서 경쟁력을 보유한 기업은 물론, 특화된 기술을 바탕으로 한 스타트업의 진출이 이어지고 있으며 특정 영역에 국한하지 않고 상호연계적 서비스를 제공하며 시너지 강화
- 현재 애플에서는 구글 글라스와 같은 증강현실을 적용한 스마트 글라스를 개발 중에 있음. 최근 증강현실 기반으로 열풍을 일으킨 포켓몬 Go 등의 영향으로 스마트 글라스 개발에 박차를 가하고 있음
- 구글 탱고는 스마트폰 기반의 증강현실을 구현함. 스마트폰 화면을 통해 사용자들에게 현실과 가상을 합성해서 보여주는데, 탱고 기술을 탑재한 전용 스마트폰에서만 이용할 수 있음. 반면에 마이크로소프트에서 만든 홀로렌즈는 독립된 내장 프로세서(HPU, Holographic Processing Unit)를 통해 영상을 재생하고 HMD(Head Mounted Display) 형태로 제공이 가능함
- 디바이스 기술의 진보에 대한 관심도 중요하지만, 증강현실 기술의 성공 여부는 기술을 활용할 수 있는 ‘킬러 콘텐츠’의 존재가 매우 중요하다고 판단됨



그림 III-50. VR/AR/MR 관련 콘텐츠, 플랫폼 디바이스 사례

2) 가상현실 및 증강현실 관련기술 개요

가) 헤드 트래킹 기술

- X, Y, Z 축을 중심으로 헤드가 얼마나 회전되어 있는지를 센서를 이용해 감지하는 기술을 말함. 헤드 트래킹을 위해서는 자이로스코프와 가속도 센서, 자력계 등의 센서가 필요하며, 이들 센서의 역할은 헤드 마운트 디스플레이(HMD, Head Mounted Display)의 움직임을 정밀하게 측정해 가상현실 속 화면을 머리 움직임에 맞춰 시각화할 수 있음. 가령 정면을 바라보다가 머리만 좌우로 돌리는 경우 원래 정면의 좌우에 위치했던 세상이 화면 상에 나타나게 됨

나) 스테레오스코픽 기술

- 양안(兩眼) 시차(視差)가 있는 한 쌍의 2D 영상을 시청자의 양쪽 눈에 각각 제시하여 3차원적인 입체감(깊이감)을 부여하는 입체 영상 구현 기술을 의미

다) 포지셔널 트래킹 기술(사용자의 움직임 감지 기술)

- 오쿨러스 리프트가 기본적으로 제공해왔던 헤드트래킹 기능에서 발전된 모션 캡처 기능으로 사용자의 이동이나 세밀한 움직임까지 인식함
- 가상현실과 증강현실에서 보다 현실감 높은 이미지를 제공하기 위해 HMD 자체의 하드웨어의 성능을 높여 보다 넓은 시야각과 보다 감소된 이미지 처리 지연율을 구현할 필요가 있음. 또한 시각 외에 촉각이나 청각, 후각 등 다양한 감각을 제공하고 어지러움이나 멀미 등의 부작용이 없는 기기가 유저 일반에 제시되어야 함. 그리고 HMD와 같은 가상현실 기기의 착용이나 사용의 불편함이 해소된 하드웨어 디자인이 개발되어야 하며, 양질의 가상현실 및 증강현실 콘텐츠 제작을 위해 제작기기(가령, 카메라, 처리기기, 통신기기 등)의 컴팩트화와 대용량 화상 데이터 처리 기술의 발전도 요구됨

3) 가상현실 및 증강현실 하드웨어 현황조사

가) 오쿨러스 리프트

- Facebook 오쿨러스 리프트, HTC 바이브, 삼성 기어 VR은 모두 OLED를 사용하여 화면 딜레이가 적고 높은 해상도를 소화할 수 있음. 이로 인해 디스플레이의 느린 반응속도와 낮은 해상도 등으로 인한 어지러움이 상당 부분 해소됨

- 오쿨러스 리프트 헤드셋에는, OLED 디스플레이, 스피커, 마이크와 함께 스탠딩 센서와 교신해 위치정보를 주고받는 센서들이 장착되고 정면에 스탠딩 센서를 두고 그 앞에서 일정 공간을 VR 공간으로 인식하며, VR 공간에서 유저의 움직임을 인식해 가상현실 세계에서 그 움직임을 반영함

나) HTC 바이브

- HTC 바이브의 2개의 모션 센서는 VR 공간을 설정하고 사용자의 위치와 동작을 인식함. HTC 바이브의 무선 컨트롤러는 VR 콘텐츠에 따라 가상현실 공간에서 다양한 모습으로 수행 가능함. 예를 들어, 액션 게임에서는 총을 든 모습으로 보이고, 그림 그리기 콘텐츠에서는 붓과 팔레트로 활용 가능함

다) 삼성 기어 VR

- 삼성 기어 VR은 헤드셋만으로 이루어져 있어서 오쿨러스 리프트와 HTC 바이브에 비하면 상당히 심플함. 오쿨러스 리프트와 HTC 바이브는 고성능 CPU와 GPU(그래픽카드)를 장착한 컴퓨터와 VR 기기를 연결해야만 콘텐츠를 즐길 수 있어서 두 기기를 연결하는 길다란 케이블이 필수적임. 반면에 기어 VR은 스마트폰이 컴퓨터 역할을 하므로 별도의 하드웨어나 케이블이 필요하지 않음

라) 소니 PS VR

- 플레이스테이션 VR은 소니 인터랙티브 엔터테인먼트(SIE)가 2016년 10월 13일에 출시한 플레이스테이션 4용 가상현실(VR) 헤드셋(헤드 마운티드 디스플레이)임. 2015년 Game Developers Conference (GDC)에서 시험 작품이 선보였으며 사양은 능동형 유기 발광 다이오드 (OLED) 1920×1080 디스플레이 (좌우 각각의 눈에 960×1080, 픽셀 어스펙트비 2:1), RGB 부분 화소배열에서 콘텐츠를 120fps로 시각화 가능함

마) 애플 뷰마스터

- 완구 업체인 마텔이 개발하였고 카드보드와 비슷한 수준의 저가형(3만 6천원)으로 출시하였음. 아이돌용 장난감 형태의 원색컬러와 외관상 튼튼한 모습을 하고 있음

바) 구글 글래스

- 구글은 VR 용으로 골판지로 이루어진 카드보드를 출시 외에 증강현실장비 구글 글래스를 구축함. 현재 구글 글래스는 의료 분야 등 한정적인 분야를 제외하고는 일반인을 상대로 한 사업 부분에서는 철수한 것으로 알려져 있음

4) BIM을 이용한 가상현실 구현 기술 연구

- BIM기반의 실세계 데이터를 가상현실세계에서 보다 효과적으로 연계 및 시각화하는 방법에 대한 연구임
- 리얼타임 렌더링(Real time rendering, 실시간 영상 제작) 기술을 적용한 실시간 주택 체험에서부터 디지털 시각화 정보, 가상현실 체험, 가구, 마감재 등을 바꿔 볼 수 있는 인터랙티브 콘텐츠, 데이터 분석 도구 제공까지 다양한 솔루션과 서비스를 멀티 디바이스를 통해 지원할 수 있음
- 이에 가상현실세계와 실세계의 정보를 연계 시 특정영역에 대한 검색 및 조회, 시각화하는 보다 효과적인 방안을 제시함

- 가상현실공간에서 실세계 정보를 조회 및 시각화하기 위해서는 상호간의 연결점이 반드시 필요함. 본 연구에서는 가상의 좌표시스템과 실세계좌표시스템 변환식을 기반으로 가상공간과 실세계상에 상호작용할 수 있는 좌표변환모듈이 필요함
- 대부분의 가상현실공간은 XYZ 좌표기반의 3 차원 공간상에서 상대좌표로 구성되며, XYZ 좌표가 경도, 위도, 고도로 구성된 경위도 절대좌표기반의 실세계와 많은 차이점이 존재함
- 건물의 바닥, 벽, 문, 창, 지붕뿐만 아니라 복잡한 형상을 가진 아크형의 파이프라인, 전선, 시설물 등을 포함하고 있는 BIM 데이터를 가상현실에 적용하기에는 좌표시스템 뿐만 아니라 성능상의 문제가 발생함
- 본 연구에서는 BIM 데이터가 가지고 있는 공간정보(Space)를 이용하여 가상세계와 현세계의 정보를 연계, 조회 및 시각화 하는 방법을 제시함
- 이를 통해 아직 존재하지 않는 미래공간을 실감하도록 도와주며, 기상, 환경, 공간정보, 재난재해, 센서 정보 등의 실세계의 복잡한 정보들을 가상현실에 구현 및 적용할 수 있는 가능성을 제시함
- VR/AR 과 건설공간정보 융합방안, 시각화 서비스기술 개발

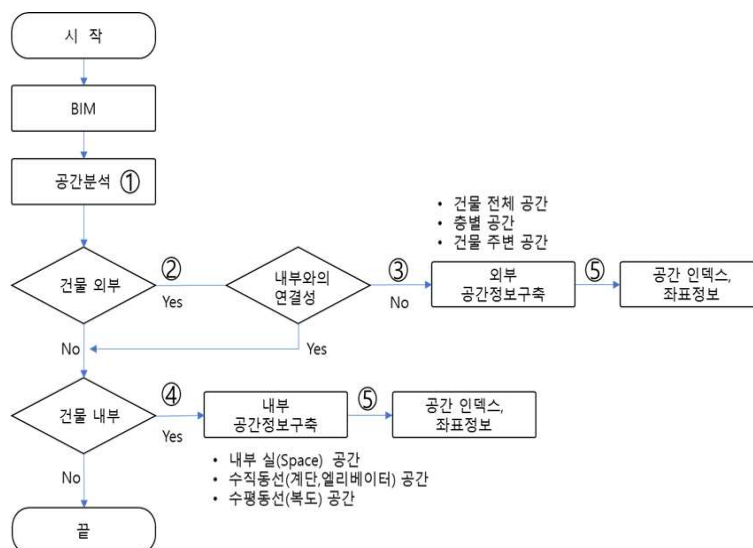


그림 III-51. VR/AR&건설공간정보 융합방안 시각화 기술 모식도

- 실세계기반으로 구축된 BIM데이터를 지층부터 옥상까지 순차적으로 공간정보를 분석
- 건물 전체크기, 층별크기, 건물 조경시설, 시설물 등과 같은 건물 외부 주요 공간정보를 구축
- 건물 외부 객체에 대해서 건물 내부와 연관성 유무를 판단해서 건물외부만 처리
- 실 정보, 계단, 엘리베이터, 복도 등과 같은 건물 내부 주요 공간정보를 구축
- 구축 시 가상현실세계와 연계를 위한 공간 인덱스와 좌표정보(상대좌표, 절대좌표 둘 다)를 구축

○ 가상현실기술과 공간정보를 융합한 3 차원 기반의 시각화방안 활용 서비스

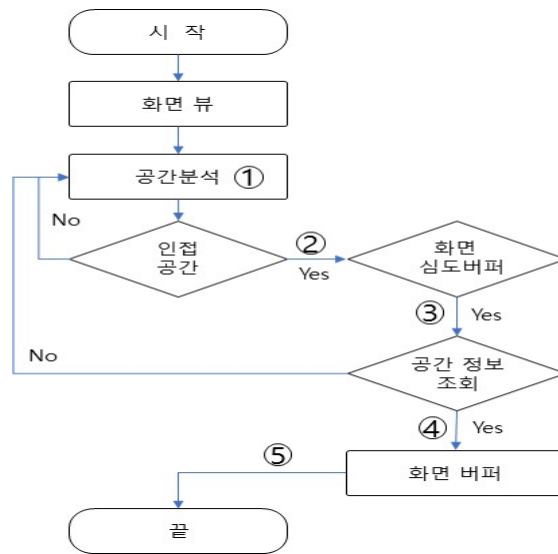


그림 III-52. VR공간정보 융합 3D 시각화 방안 모식도

- 가상현실공간을 바라보는 화면 뷰의 카메라 투영공간정보(상대좌표, 절대좌표)를 이용하여 공간분석(교차분석 Intersection)을 수행
- 공간분석을 통해 검색된 인접공간정보가 있으면 화면 심도 버퍼에 공간정보 인덱스를 저장. 화면에 얼마나 표출할지는 성능과 관련이 있기 때문에 운용기기에 따라서 설정한다. 일반적으로는 5 개로 한정
- 화면 심도버퍼에 저장된 공간정보 인덱스를 이용하여 공간정보에 포함된 좌표정보, 객체정보를 조회
- 조회된 공간정보와 객체정보를 시각화하기 위해서 화면버퍼에 전달
- 화면 출력

5) 건설공간정보와 증강현실기술 연계·활용방안 연구

- 현실세계에 건설공간정보 콘텐츠를 매시업하여 서비스하는 기법임
- 특정 영역 검출 : 영역에 가상의 정보를 시각화(책상, 지도, 더미모델 등)
- 증강현실 기법을 이용한 회전, 확대/축소, 특정위치로 이동하여 주변 건설공간정보 시각화 및 간접체험 가능함
- 카메라를 통해 투영된 실세계 정보에 지형, 건물, 시설물 등의 정보를 조회 및 시각화하여 정보를 제공하는 방법 제시함
- 날씨, 밤/낮 효과, 건물 확대/축소/회전, 특정 건물 실내로 진입/진출, 건물 층별 슬라이드를 통해 구조정보 제공, 특정 장소 이동 후 실제 크기와 유사한 장면 체험 가능

○ 건설공간정보와 증강현실기술 연계·활용방안

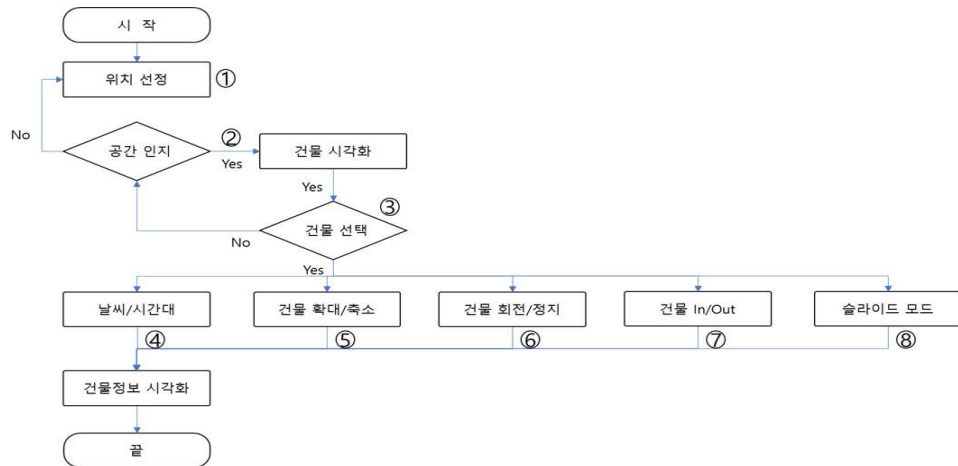


그림 III-53. 건설공간정보&VR 연계 활용방안 모식도

- 증강현실기술을 이용하여 증강현실장비 화면상의 투영된 공간을 가상공간으로 구축하여 지형, 건물, 시설물 등의 건설공간정보를 가상공간에 시각화
- 시각화되는 건설공간정보의 위치를 잡기위해서 공간을 인지하고 실재 존재하는 책상, 의자, 바닥 등을 인식하여 해당 위치에 배치
- 공간 인지를 통해 배치가 완료된 건설공간정보는 공간상에 고정되어 지고 증강현실장비 위치에 따라 확대/축소가 가능함. 또한 화면 중심에 위치한 커서를 이용하여 건물을 선택
- 화면 중심의 위치한 커서를 3 초 이상 움직이지 않으면 선택(클릭, 활성화)
- 클릭커(선택장비)를 통해 선택
 - 음성인식을 통해 선택
- 건물 선택 후 음성인식 명령어를 통해 날씨변화(비,눈,천둥,맑음)를 시각화
- 건설공간정보 위치 선정 후에는 증강현실장비의 위치 이동을 통해서 화면 확대/축소
- 건물 선택 후 음성인식을 통해 건물을 회전/정지
- 건물 선택 후 음성인식을 통해 건물 내부로 진입/진출
- 건물 선택 후 음성인식을 통해 건물 층별로 나열되어 건물구조정보를 확인



그림 III-54. 개발 제품 시연 사례

(2) 외부장비 연동 파일럿 적용

1) 목적

- 화산재해대응시스템에서 제공하는 시뮬레이션 및 시나리오와 함께 교육이론을 효과적으로 제공할 수 있는 어플리케이션 개발을 수행하였음

2) 필요성

- VR/AR 이 중심이 되는 실감형 교육은 연평균 25.8%로 고속 성장을 전망하고 있음. 과거의 e-러닝이 최근에 모바일을 중심으로 하는 m-러닝으로 바뀌고, 앞으로 VR/AR-러닝, Robot-러닝 등으로 발전을 거듭하면서 현실과 가상의 연결이 활발해지고 교육의 효과는 더욱 증대될 것으로 전망됨
- VR/AR 을 이용한 교육은 전통적인 교육보다 2.7 배의 효과를 보이며, 집중력이 기존보다 100% 향상된다는 조사결과를 보였는데 그 이유는 집중력과 관심 때문임
- 또한, VR/AR 기반의 교육에 있어서 큰 이점은 사용자 맞춤형이라는 점인데, 즉, 사용자의 선호도와 필요성, 호감도나 수준에 맞는 교육과 훈련이 가능하며 지능을 가지고 대응하는 상황인지형 콘텐츠의 구성이 가능함
- 이에 본 파일럿은 실감형 VR 콘텐츠정보를 통해 정확한 화산재해 교육정보를 전달하고자 함



그림 III-55. 파일럿 구축 개념 및 필요성

3) 파일럿 구축 계획

표 III-16. 파일럿 구축계획

	주요 내용	개발 내용
1	교육용 VR 콘텐츠 개발계획 수립	◦ 3D 모델 구축 및 어플리케이션 개발을 위한 개발도구 선정 및 계획 ◦ 백두산 화산폭발에 대한 교육용 VR 콘텐츠 시나리오 개발
2	수치표고자료(DEM) 기반 백두산 실지형 3D 모델 구축	◦ 실제 백두산지역 수치표고자료(DEM)를 기반으로 백두산 지형을 구축하고 영상 및 텍스처는 고해상도 자료 기반 가상으로 구축하여 3D 모델 구축 ◦ 사실감 증가를 위한 세부 가상 지형지물 렌더링
3	기상효과 및 화산 분출물 확산 효과 개발	◦ 화산 분출물(화산재, 화쇄류, 용암류 등)별 파티클 흐름 및 확산 효과 개발 및 적용

4	캐릭터, Vehicle 모델 디자인 및 애니메이션 개발	◦ 지상/항공 시나리오에 대한 차량/비행기 및 캐릭터 모델 디자인 ◦ 차량/비행기 모션 및 경로 구현
5	사용자 인터페이스 및 이론 교육 내용 팝업 기능 개발	◦ 시나리오 중 이론 교육내용 팝업 디자인
6	화산재해 교육용 스마트폰 VR 어플리케이션(영/한) 개발 및 등록	◦ 공공/민간용 교육내용을 VR컨텐츠를 통해 사용자가 습득할 수 있는 스마트폰 어플리케이션 개발(영문버전 및 한글버전)

4) 파일럿 구축 내용

가) 파일럿 적용 디바이스 선정

- 앞서 조사한 가상현실 및 증강현실 하드웨어 중 오쿨러스 VR사에서 개발한 오쿨러스 리프트를 적용 디바이스로 선정하여 개발함. 가상현실 장비 중 가장 대표적인 두 가지 장비인 ‘오쿨러스 리프트’와 ‘HTC 바이브’의 상세비교를 통해 디바이스를 선정하였음

표 III-17. 오쿨러스 리프트, HTC 바이브 비교

	오쿨러스 리프트	HTC 바이브
가격	\$399 (2018.08기준)	\$499
설치 용이성	- 케이블 3개를 연결 - 모든 기기를 USB로 연결 - 헤드셋과 스피커가 일체형이라 별도의 연결이 필요하지 않아 편리함	- 케이블 3개, 이어폰 1개를 연결 - 1개의 USB포트와 2개의 전원콘센트로 연결 - 이어폰 1개를 별도로 연결
착용감	- 머리 밴드 신축성이 떨어져 안경 사용자는 착용에 조금 어려움이 있음 - 안경테가 심하게 눌리기 때문에 안경 위치를 재조정하는데도 숙달 기간이 필요함	- 머리 밴드 신축성이 좋아 안경 사용자도 비교적 어려움 없이 착용 가능함 - HMD를 착용했을 때에도 안경테가 눌리지 않아 불편함이 없었음
무게	660g	880g
화질	- 1080x1020 - 삼성디스플레이 OLED	- 1080x1020 - 삼성디스플레이 OLED
센서	- 위치 추적용 센서 1개(오쿨러스 터치는 2개) - 센서의 위치추적 범위는 2m*2m(센서 추가 구매시 룸스케일 구현 가능) - 본체에 박혀있는 여러 개의 LED의 빛을 센서가 확인하여 위치 정보를 인식	- 위치 추적을 위해 벽을 뚫거나 높은 위치를 유지 시킬 수 있는 별도의 설치물이 필요

나) 개발 스토리보드

- 개발 전 체험 시나리오를 설정하고, 개발을 위한 스토리보드를 작성함. 스토리보드는 시나리오 외에 UI/UX의 기본적인 동작, 사용자의 행동 등을 예측하여 작성됨. 본 스토리보드는 12단계로 구성되어 시작 스플래시 스크린부터 체험 종료 후 페이드아웃 되는 장면까지를 포함함



그림 III-56. 화산재해 교육앱 시작품 스토리보드

다) 스토리보드 기반의 개발 기획

- 스토리보드를 기반으로 실제 어플리케이션이 나타내어질 화면 및 UI/UX 를 기획한 문서를 작성함. 스토리보드의 내용이 일부 세분화/단순화되어 실제 체험자가 받을 수 있는 경험을 간접적으로 나타냄. 본 개발 기획을 토대로 개발을 진행함

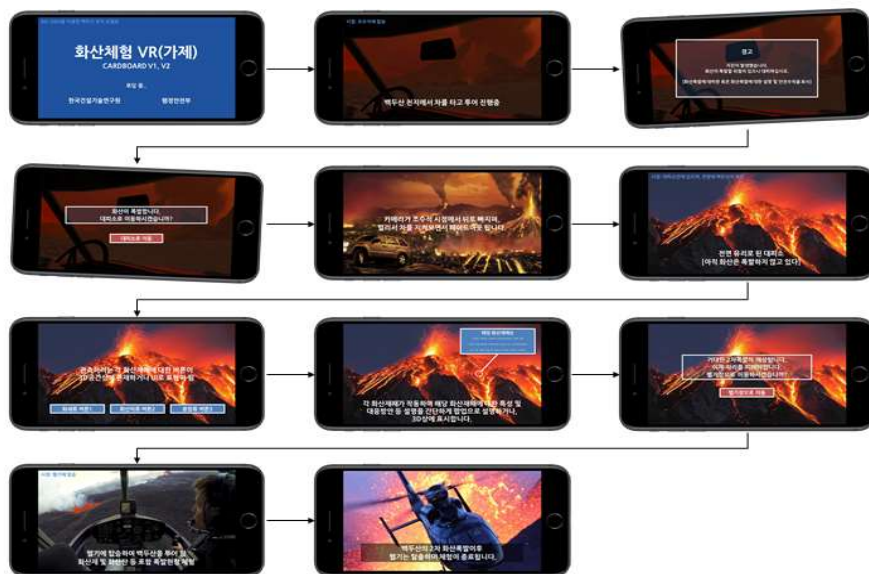
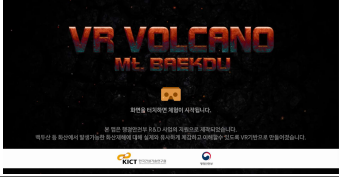
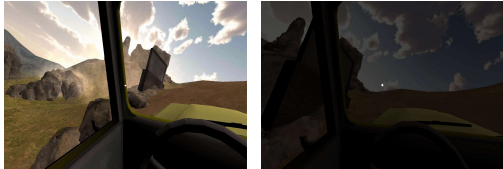
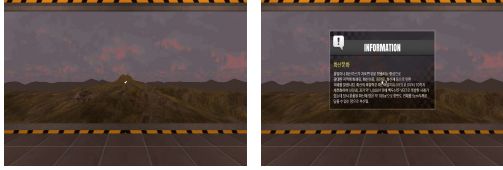


그림 III-57. 화산재해 교육앱 시작품 개발 기획

라) 개발 상세 내용

단계	1	2
제목	로딩 & 시작	차 조수석에 탑승 & 투어 시작
요약	어플리케이션 로고 및 스플래시 스크린 출력	백두산 천지 주변 투어

세부 이미지		
세부 내용	- 화산재해 교육용 VR 콘텐츠 로고 및 유관기관 로고 출력 - 스마트 디바이스를 통해 어플리케이션 실행 후, 카드보드를 착용하기까지의 시간을 대기하기 위한 단계 - 터치 발생 시 페이드아웃 되며 다음 단계로 진입	- VR 디바이스를 착용한 체험자가 차량 운전석에 탑승해 백두산 천지를 운전해 둘러보는 듯 한 체험 진행 - 차량은 자동으로 이동하며 사전에 정의된 경로 따라 고정적 이동을 수행 - 체험자는 상하좌우를 둘러보는 등 마치 백두산 천지를 실제로 탐방하고 있는 듯 한 경험을 제공
단계	3	4
제목	투어 중 지진경고 & 지진효과 연출	다음 단계 진행을 위한 사용자 인터랙션 유도
요약	UI 및 사운드, 진동, 흔들림 등으로 지진효과 연출	사용자의 UI 인터랙션을 통한 다음 단계 진입
세부 이미지		
세부 내용	- 체험자가 천지를 둘러보는 도중 백두산 천지에 지진이 발생하는 듯 한 체험 진행 - 지진 및 바위가 충돌하는 효과음, 스크린의 진동과 흔들림 등으로 지진효과를 연출함 - 지진 발생 후 다음단계로 진행하기 위한 안내창 출력	- “화산성 지진이 발생하였습니다. 곧 화산이 분화할 위험이 있으니 인근 대피소로 피하십시오.” 안내 메시지 출력 - 다음 단계로의 유연한 진입을 위한 장치로 사용자가 “대피하기” 버튼을 응시하면 다음 단계로 진행 - VR 환경에 익숙하지 못한 사용자를 배려하여 5초 이상 현재 단계에서 진행이 없는 경우 다음 단계로 진행
단계	5	6
제목	대피소로 장소이동 연출	로딩화면
요약	대피소 단계로 장소 이동 연출	백두산 천지 -> 대피소로 장면 변환을 위한 로딩
세부 이미지		
세부 내용	- 지진이 지속적으로 진행되고 있는 상황에서 체험자의 차량이 이동하며 언덕을 넘는 연출 - 언덕을 넘어 대피소로 피하는 과정에서 페이드아웃 되며 로딩화면 진입	- 백두산 천지 리소스를 드랍하고 대피소에서 사용될 리소스를 로드함 - 대피소는 화쇄류, 화산이류, 용암이류가 발생하는 경우의 모습을 가상으로 체험할 수 있으며, 글과 내레이션으로 사용자의 이해를 높임
단계	7	8
제목	대피 완료 연출	화산폭발 시뮬레이션 시작 메뉴
요약	변화한 장면에 대한 인지와 화산 분화에 대한 설명	원하는 시뮬레이션을 선택해 체험할 수 있는 메뉴
세부 이미지		

세부 내용	- 대피소로의 갑작스런 장면 변환에 따른 사용자의 혼란을 줄이기 위해 적응 시간을 가지는 단계 - 화산분화에 대한 글과 내레이션이 나와 사용자의 이해를 높임 - 상하좌우를 둘러보며 백두산 천지를 살펴볼 수 있음	- 사용자는 화쇄류, 화산이류, 용암이류 중 원하는 시뮬레이션을 선택해 체험할 수 있음 - VR 디바이스를 사용해 응시하고 있는 메뉴가 자동으로 선택되며 시뮬레이션이 진행됨 - 체험 시간을 제한하기 위해 한번 체험한 메뉴는 비활성화됨 - 메뉴를 선택하면 다음 단계로 진행됨 - 메뉴를 선택하지 않으면 자동으로 진행이 일시 정지됨
단계	9	10
제목	화쇄류 시뮬레이션	화산이류 시뮬레이션
요약	화쇄류 시뮬레이션 자동 진행	화산이류 시뮬레이션 자동 진행
세부 이미지		
세부 내용	- 백두산 천지 화쇄류 발생 시뮬레이션이 절차적으로 자동 진행됨 - 진행되는 동안 글과 내레이션을 통해 체험자의 이해도를 높임 - 화쇄류 발생 과정에 있어서 대피소에 돌이 튀고 소리와 진동을 수반하는 등 몰입도를 높이기 위한 장치가 진행됨	- 백두산 천지 화산이류 시뮬레이션이 절차적으로 자동 진행됨 - 진행되는 동안 글과 내레이션을 통해 체험자의 이해도를 높임 - 화산이류 발생 과정에 있어서 대피소에 돌이 튀고 소리와 진동을 수반하는 등 몰입도를 높이기 위한 장치가 진행됨
단계	11	12
제목	용암이류 시뮬레이션	다음 단계 진행을 위한 사용자 인터랙션 유도
요약	용암이류 시뮬레이션 자동 진행	사용자의 UI 인터랙션을 통한 다음 단계 진입
세부 이미지		
세부 내용	- 백두산 천지 용암이류 시뮬레이션이 절차적으로 자동 진행됨 - 진행되는 동안 글과 내레이션을 통해 체험자의 이해도를 높임 - 용암이류 발생 과정에 있어서 백두산 산줄기를 따라 용암이 흐르고 연기와 먼지가 발생하는 등 몰입도를 높이기 위한 장치가 진행됨	- 모든 시뮬레이션 체험이 종료된 뒤 마지막 단계로 진입을 위한 안내창이 출력됨 - 체험자가 “대피하기” 버튼을 주시하면 다음 단계로 진행됨
단계	13	14
제목	로딩화면	헬기로 장소이동 연출
요약	대피소 -> 헬기로 장면 변환을 위한 로딩	헬기에 탑승하여 이동하는 체험
세부 이미지		

세부 내용	- 대피소 리소스를 드랍하고 헬기에서 사용될 리소스를 로드함 - 헬기 장면은 체험자가 헬기에 탑승하여 폭발하고 있는 백두산의 현장을 실감나게 체험할 수 있는 장면으로 소리와 진동을 활용하여 현실감을 높임	- 체험자는 헬기의 조종석에 탑승하여 상하좌우를 둘러볼 수 있음 - 헬기의 이동은 자동으로 진행되며, 일정시간이 지나면 다음 단계로 넘어감
단계	15	
제목	종료화면	
요약	모든 화산재해 교육용 VR 콘텐츠를 마칩	
세부 이미지		
세부 내용	- 헬기 탑승 장면이 페이드아웃 되며 종료 화면이 페이드인됨 - 본 단계에서 체험자는 VR 디바이스를 벗고, 다음 체험자가 VR 디바이스를 착용하는 단계 - 체험의 시간을 한정하고 체험자의 순환을 원활하게 하기 위한 단계	

5) 파일럿 적용 시사점

- 접근하기 어려운 화산에 대한 정보와 화산재해 시 대응할 수 있는 시나리오를 구상하여 가상 시뮬레이션 및 교육이론을 효과적으로 제공할 수 있는 모바일 기반 서비스 개발을 수행하였음. 특히 기존 국내외 유사사례조사를 통해서 국내에 적합한 백두산을 선정하여 실 데이터를 기반으로 백두산 3차원 모델을 구축하였고, 보다 현실적인 효과를 주기위해서 실감형 기상효과 및 화산분출물 확산 등의 이펙트 개발을 수행하였음. 가상체험 시 차량 및 헬기 모델링을 통한 동선 애니메이션 효과를 구현하였고, 사용자 직접 화쇄류, 화산이류, 용암이류 중 원하는 시뮬레이션을 선택해 체험할 수 있도록 구성하였음
- 화산재해 교육 콘텐츠를 통해서 VR 장비 착용 시 인지부조화로 인한 멀미현상 일부 해결 및 모바일기기에서 원활하게 운용 가능한 콘텐츠 최적화를 통한 안정성을 확보하였으며, VR 환경을 이용한 정보전달에 최적화된 사용자 인터페이스와 콘텐츠를 구성 및 제공하여 교육성을 확보하였음
- 무엇보다 실제 백두산 수치표고모델(DEM)기반으로 백두산 3차원 모델을 구축하고 고해상도 위성영상정보를 이용하여 고해상도 백두산 형상을 생성함. 또한 주변 나무, 돌, 풀, 화산분출물, 기상효과 등의 실감형 콘텐츠를 접목하여 사용자로 하여금 능동적으로 화산재해 대응을 이끌어 낼 수 있는 콘텐츠로 개발되어 백두산 분화 시 피해예측 및 피해예방을 위한 관리기반을 마련하였고, 공공·민간에 화산재해 관련 정보를 정확하게 알려줄 수 있는 시스템임

(3) OpenAPI 연계

1) 외부 연계 API 대상 정의

가) 주변 환경 및 공간정보를 활용할 수 있는 외부 데이터의 선정

- 공공 데이터 포털과 국토교통부에서 제공하는 데이터 중에서 연계가능 데이터 선정
 - 공공 데이터 포털에서 제공하는 데이터 중 국가중점 데이터는 국민, 기업 등의 수요 중심으

로 개방의 효과성, 시급성 등이 높은 분야에 대해 민간에서 활용하기 용이한 형태로 정제, 가공하여 개방된 대용량 데이터임

나) 공공 데이터 포털의 기상정보

- 공공 데이터 포털에서 제공하는 기상정보 중에서도 본 연구에서 다루고자 하는 공간적 범위를 포함하는 최소단위지역 기상정보인 “동네예보정보조회” 서비스를 선정함
- 동네예보정보조회 서비스는 서울일 경우 동 단위 지역에 대한 날씨 정보를 제공함으로써, 본 연구에서 다루고자 하는 공간적 범위를 포함하는 최소단위지역에 대한 정보를 제공함
- 동네예보정보조회 서비스에서는 현재의 날씨 정보를 제공하는 초단기실황조회 서비스, 당일 시간별 예보를 제공하는 초단기 예보조회, 향후 2 일 후까지의 예보를 제공하는 동네예보조회서비스가 지원됨
- 그림 III-58 은 동네예보정보조회서비스의 초단기예보조회 OpenAPI 요청 URL 임

<http://newsky2.kma.go.kr/service/SecndSrtpdFrcstInfoService2/ForecastTimeData>

그림 III-58. OPEN API 요청 URL 예시

표 III-18. 초단기예보조회 응답메시지 명세

항목명(영문)	항목명(국문)	샘플데이터	설명
resultCode	결과코드	0000	결과코드
resultMsg	결과메시지	OK	결과메시지
numOfRows	한페이지 결과 수	10	한 페이지 결과 수
pageNo	페이지 번호	1	페이지 번호
totalCount	전체 결과 수	12334	전체 결과 수
baseDate	발표일자	20151201	‘15년 12월 1일 발표
baseTime	발표시각	0630	06시30분 발표
nx	예보지점 X 좌표	55	입력한 예보지점 X 좌표
ny	예보지점 Y 좌표	127	입력한 예보지점 Y 좌표
category	자료구분코드	LGT	자료구분코드
fcstDate	예측일자	20121110	예측일자(YYYYMMDD)
fcstTime	예측시간	2100	예측시간(HH24MI)
fcstValue	예보 값	0	예보 값

- 그림 III-59 는 초단기예보조회 응답메시지 예시임
- 응답메시지는 xml, json, csv, 미리보기 등 다양한 형식으로 제공됨

응답 메시지

```
<response>
  <header>
    <resultCode>0000</resultCode>
    <resultMsg>OK</resultMsg>
  </header>
  <body>
    <items>
      <item>
        <baseDate>20151201</baseDate>
        <baseTime>0630</baseTime>
        <category>LGT</category>
        <fcstDate>20151201</fcstDate>
        <fcstTime>0700</fcstTime>
        <fcstValue>0</fcstValue>
        <nx>55</nx>
        <ny>127</ny>
      </item>
    </items>
    <numOfRows>16</numOfRows>
    <pageNo>1</pageNo>
    <totalCount>16</totalCount>
  </body>
</response>
```

JSON DATA

```
{ "response": { "header": { "resultCode": "0000", "resultMsg": "OK" }, "body": { "items": { "item": [
{ "baseDate": "20151021", "baseTime": "1430", "category": "LGT", "fcstDate": "20151021", "fcstTime": "1500", "fcstValue":
0, "nx": 55, "ny": 127 }, ..... "numOfRows": 16, "pageNo": 1, "totalCount": 16 } ] }
```

그림 III-59 초단기 예보조회 응답 메시지 예시

다) 국토교통부 교통정보공개서비스

- 국토교통부에서 제공하는 교통정보공개서비스는 교통소통정보, 공사정보, 사고정보, CCTV 영상 등 다양한 정보를 제공함. 교통소통정보 Open API 를 통해 데이터 요청
- 그림 III-60 은 교통정보공개서비스 교통소통정보 OpenAPI 요청 예시임

```
http://openapi.its.go.kr/api/NTrafficInfo?key=test&ReqType=2&MinX=126.800000&MaxX=127.890000&MinY=34.900000 &MaxY=35.100000
```

그림 III-60. OPEN API 요청 URL 예시

- 표 III-19 는 교통소통정보 OpenAPI 응답메시지 명세임

표 III-19 교통소통정보 응답메시지 명세

출력변수	값	설명
CoodType	string	좌표타입
DataCount	int	도로구간 개수
RoadSectionId	string	도로구간의 고유식별번호
Avgspeed	int	통행속도(시/km)
RoadNameText	string	해당 도로구간의 도로명칭
StartNodeId	string	도로구간 시작 노드의 고유식별번호
EndNodeId	string	도로구간 종료 노드의 고유식별번호
traveltime	string	통행시간(초)
generatedate	string	교통정보생성일시

나) 건축데이터 활용을 위한 건축물대장정보 연계(공공데이터포털:data.go.kr)

○ 건축물대장정보 활용

- 공공 데이터 포털에서 제공하는 데이터 중 국가중점 데이터는 국민, 기업 등의 수요 중심으로 개방의 효과성, 시급성 등이 높은 분야에 대해 민간에서 활용하기 용이한 형태로 정제, 가공하여 개방된 대용량 데이터임
- 공공데이터포털에서 제공하는 건축물대장정보 조회서비스는 건축물대장 기본개요 조회, 건축물대장정보 총괄표제부 조회, 건축물대장정보 표제부 조회, 건축물대장정보 층별개요 조회, 건축물대장정보 부속지번 조회, 건축물대장정보 전유공용면적 조회, 건축물대장정보 오수정화시설 조회, 건축물대장정보 주택가격 조회, 건축물대장정보 전유부 조회, 건축물대장정보 지역지구구역 조회 등 총 10 개의 서비스를 제공하고 있음

○ Open API 를 통해 데이터 요청

- 공공데이터 포털에서 OpenAPI 를 통해 건축물대장정보조회서비스를 요청함. 그림 III-61 은 건축물대장 기본개요 조회 요청 URL 예시임

<http://apis.data.go.kr/openapi/service/rest/PortalOpenApiService/getBrBasisOulnInfo?ServiceKey=인증키>

그림 III-61. OPEN API 요청 URL

- 표 III-20 은 건축물대장 기본개요 조회 요청 응답메시지 명세임

표 III-20. 건축물대장 기본개요 응답메시지 명세

항목명(영문)	데이터형	샘플데이터	설명
rnum	number(8)	1	순번
platPlc	character varying(200)	서울특별시 강남구 개포동 12번지	대지위치
sigunguCd	character varying(5)	11680	시군구코드
bjdongCd	character varying(5)	10300	법정도코드
platGbCd	character varying(1)	0	대지구분코드
bun	character varying(4)	0012	번

- 그림 III-62 는 건축물대장 기본개요 응답 결과 예시임

응답 메시지

```

<item>
<bjdongCd>10300</bjdongCd>
<bldNm>대치아파트 제218동</bldNm>
<block></block>
<bun>0012</bun>
<bylotCnt>0</bylotCnt>
<crtnDay>20090320</crtnDay>
<guyukCd></guyukCd>
<guyukCdNm></guyukCdNm>
<ji>0000</ji>
<jiguCd></jiguCd>
<jiguCdNm></jiguCdNm>
<jiyukCd></jiyukCd>
<jiyukCdNm></jiyukCdNm>
<lot></lot>
<mgmBldrgstPk>11680-95727</mgmBldrgstPk>

```

```

<mgmUpBldrgstPk>11680-914</mgmUpBldrgstPk>
<naBjdongCd></naBjdongCd>
<naMainBun>0.0</naMainBun>
<naRoadCd></naRoadCd>
<naSubBun>0.0</naSubBun>
<naUgrndCd>0</naUgrndCd>
<newPlatPlc></newPlatPlc>
<platGbCd>0</platGbCd>
<platPlc>서울특별시 강남구 개포동 12번지</platPlc>
<regstrGbCd>2</regstrGbCd>
<regstrGbCdNm>집합</regstrGbCdNm>
<regstrKindCd>4</regstrKindCd>
<regstrKindCdNm>전유부</regstrKindCdNm>
<rnum>1</rnum>
<sigunguCd>11680</sigunguCd>
<splotNm></splotNm>
</item>

```

그림 III-62. 건축물대장 기본개요 응답 결과 예시

다) 국토정보 서비스를 위한 GIS건물통합조회 서비스 연계(국가공간정보포털 : nsdi.go.kr)

○ 공간기반의 데이터 조회를 위한 OpenAPI 선정

- 연속지적도형정보를 기반으로 건물 공간정보와 건축행정시스템(세움터)의 건축물대장 속성 정보를 건물단위로 통합하여 구축한 공간(토지)기반의 건물통합정보
- GIS 건물통합조회서비스는 공간기반의 건물통합정보에 대한 지리 데이터를 조회하는 기능의 GIS 건물통합조회와 공간기반의 건물통합정보에 대한 지리 데이터에서 도형 및 속성값을 포함한 피쳐 집합을 조회하는 기능의 GIS 건물통합 WFS 조회의 두 가지 서비스를 제공함
- 그림 III-63 은 GIS 건물통합조회 요청 URL 임

<http://openapi.nsdi.go.kr/nsdi/map/BldgisSpceService>

그림 III-63. OPEN API 요청 URL

- 그림 III-64 는 GIS 건물통합조회 요청 시 제공하는 화면임



그림 III-64. GIS 건물통합정보 API 요청 화면

2) 인터페이스 목록

가) OpenAPI를 이용한 외부데이터 연계 수집 모듈 설계

- 건설공간정보 플랫폼에서는 그림 III-65 와 같이 OpenAPI 를 이용하여 공공데이터 포털에서

제공하는 외부 데이터를 수집함

- REST API 를 이용하여 외부 정보를 요청하여 플랫폼에 저장하고, 대시보드에 전달함

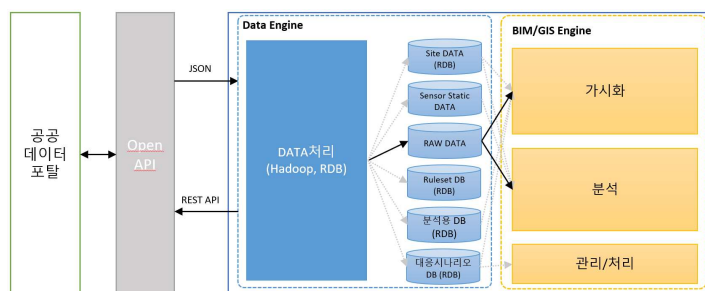


그림 III-65. 플랫폼과 외부 데이터 연계방안

- 본 연구에서는 초단기실황조회 및 초단기 예보조회 서비스를 활용할 수 있을 것으로 분석됨
- 표 III-21 은 공공데이터포털에서 제공하는 기상데이터에 대한 상세 정보로, 재난대응시 필요한 기상정보를 선택하여 활용할 수 있을 것으로 판단됨

표 III-21. 공공데이터포털 동네예보정보조회 서비스 코드표

(참조. 공공데이터포털OpenAPI 사용자 활용가이드(기상청_신규_동네예보정보조회서비스)_v1.4 16p)

예보구분	항목값	항목명	단위	Missing	압축bit수
동네예보	POP	강수확률	%	-1 %	8
	PTY	강수형태	코드값	-1	4
	R06	6시간 강수량	범주 (1 mm)	-1 mm	8
	REH	습도	%	-1 %	8
	S06	6시간 신적설	범주(1 cm)	-1 cm	8
	SKY	하늘상태	코드값	-1	4
	T3H	3시간 기온	℃	-50 ℃	10
	TMN	아침 최저기온	℃	-50 ℃	10
	TMX	낮 최고기온	℃	-50 ℃	10
	UUU	풍속(동서성분)	m/s	-100 m/s	12
	VVV	풍속(남북성분)	m/s	-100 m/s	12
	WAV	파고	M	-1 m	8
	VEC	풍향	m/s	-1	10
	WSD	풍속	1	-1	10
초단기실황	T1H	기온	℃	-50 ℃	10
	RN1	1시간 강수량	mm	-1 mm	8
	SKY	하늘상태	코드값	-1	4
	UUU	동서바람성분	m/s	-100 m/s	12
	VVV	남북바람성분	m/s	-100 m/s	12
	REH	습도	%	-1 %	8
	PTY	강수형태	코드값	-1	4
	LGT	낙뢰	코드값	-1	4
	VEC	풍향	0	-1	10
	WSD	풍속	1	-1	10
초단기예보	T1H	기온	℃	-50 ℃	10
	RN1	1시간 강수량	mm	-1 mm	8
	SKY	하늘상태	코드값	-1	4
	UUU	동서바람성분	m/s	-100 m/s	12
	VVV	남북바람성분	m/s	-100 m/s	12
	REH	습도	%	-1 %	8
	PTY	강수형태	코드값	-1	4
	LGT	낙뢰	코드값	-1	4
	VEC	풍향	0	-1	10
	WSD	풍속	1	-1	10

- 공공데이터 포털에서 수집한 기상 데이터를 플랫폼에서 활용하고 대시보드에 전달하기 위한 테이블 스키마를 설계함

표 III-22. 외부 GIS(기상)정보 테이블

	필드명	데이터형	설명
1	basedate	character varying(10)	발표일자
2	basetime	character varying(10)	발표시각
3	category	character varying(10)	자료구분문자
4	fcstdate	character varying(10)	예측일자
5	fcsttime	character varying(10)	예측시간
6	fcstvalue	character varying(10)	예보값
7	nx	numeric	예보지점 x좌표
8	ny	numeric	예보지점 y좌표

나) 기상데이터 연계 수집 모듈 개발

- Open API 를 통해 데이터 요청
- 공공데이터 포털에서 OpenAPI 를 통해 동네예보조회서비스를 요청함. 그림 III-68 은 동네 예보조회서비스 조회를 위한 요청 URL 임

```
-----REQUEST_URL-----
http://newsky2.kma.go.kr/service/SecndSrtpdFrcstInfoService2/ForecastSpac-
ws=100&pageNo=1&_type=json
-----
```

그림 III-66. OPEN API 요청 URL

- 해당 URL 로 데이터 요청할 경우 JSON 형태의 결과데이터를 받을 수 있으며, 그림 III-69 는 요청 결과 예시임

```
-----RETURN_DATA-----
T3H : 21 , REH: 50, PTY: 0, SKY: 3, VEC: 247, WSD: 2.3
-----
```

그림 III-67. 데이터 요청 결과

- 결과는 표 III-21 에서 제시한 표를 참조하여 적절한 형태로 파싱되어 DB 에 저장되며, 이 는 대시보드상에서 그림 III-68 과 같은 형태로 표출됨

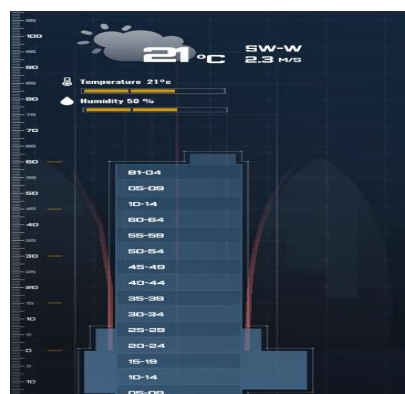


그림 III-68. 대시보드상에서 표출되는 외부 GIS 데이터 화면

- 대시보드에서는 플랫폼으로부터 전달받은 외부 GIS 데이터(기온, 습도, 풍향, 풍속, 날씨 정보)를 시각화 시켜 표출함

다) 공공 데이터 포털의 지진정보

- 공공 데이터 포털에서 제공하는 지진과 관련된 OpenAPI 서비스는 지진정보조회서비스를 선정함
 - 공공 데이터 포털에서는 지진정보조회서비스 이외에도 지진과 관련된 4 개의 서비스를 추가적으로 제공하고 있으나, 이러한 서비스들은 정보의 범위가 전국을 대상으로 하고 있어 본 연구에서 대상으로 하는 공간적 범위를 벗어남
 - 지진정보조회서비스는 전국의 지진, 해일 발생한 지역의 진앙지, 규모, 진도, 깊이 등의 정보를 제공함

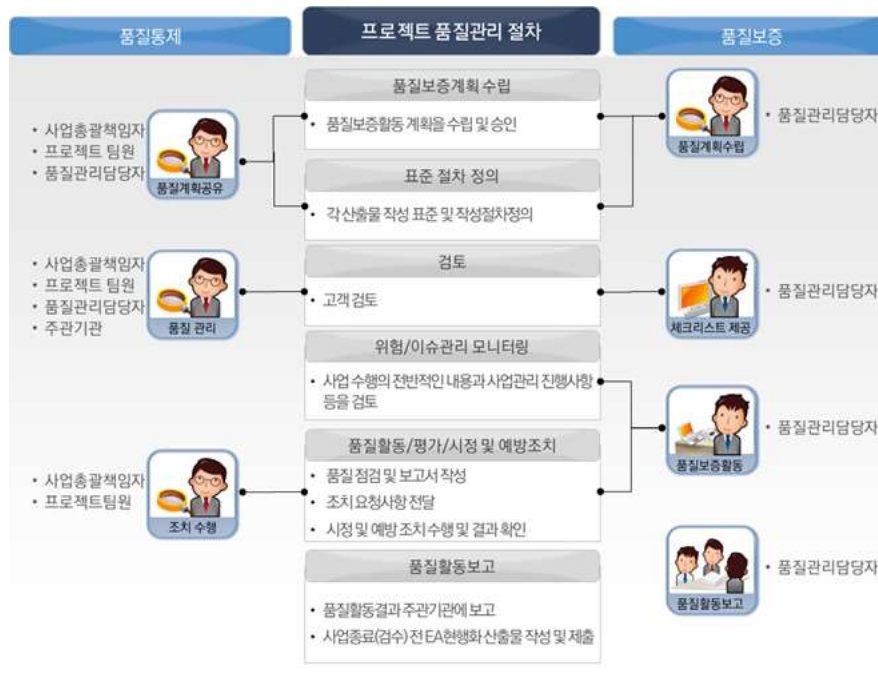
표 III-23. 공공데이터포털 지진정보조회 서비스 응답메시지명세

(참조. 공공데이터포털 OpenAPI 사용자 활용가이드(기상청_지진정보조회서비스)_v1.4 4p)

메시지명(영문)	EarthquakeReportResponse				
항목명(영문)	항목명(국문)	항목크기	항목구분	샘플데이터	항목설명
resultCode	결과코드	4	1	0000	결과코드
resultMsg	결과메시지	50	1	OK	결과메시지
numOfRows	한 페이지 결과 수	2	0	10	한 페이지 결과 수
pageNo	페이지 번호	5	0	1	페이지 번호
totalCount	전체 결과 수	7	0	1	전체 결과 수
stnId	지점코드	3	0	108	지점코드 - 108(전국)으로 고정
fcTp	통보종류	1	0	3	2: 국외 지진정보 3: 국내 지진정보 5: 국내 지진정보(재통보) 11: 국내 지진조기경보 12: 국외 지진조기경보 13: 조기경보 정밀분석 14: 지진속보(조기분석)
img	지도 이미지	400	1	예제 참조	진앙 위치 표시 이미지(URL) - 통보종류 2,3번만 제공
tmFc	발표시각 (년월일시분)	14	1	201711260317	발표시각(년월일시분) - 통보문 발표 시각
tmSeq	발표 일련번호 (월별)	4	0	109	발표 일련번호(월별)
cnt	참조번호	3	0	1	참조번호
tmEqk	진앙시 (년월일시분초)	14	1	20171126031345	진앙시(년월일시분초) - 지진 발생 시각
tmMsc	진앙시 (초 미만)	3	0		진앙시(초 미만)
Lat	위도(deg.)	8	1	36.47	위도(deg.)
Lon	경도(deg.)	8	1	124.83	경도(deg.)
Loc	진앙 위치	200	1	예제 참조	진앙 위치
mt	규모	3	0	2.9	규모
inT	진도	1000	0	최대진도 I	진도 (시범서비스)
dp	깊이	10	0		발생깊이(km, 시범 운영)
rem	참고사항	2000	1	예제 참조	참고사항
cor	수정사항	1000	1	없음	수정사항

(4) 단위모듈 성능 고도화

1) 품질보증 프로세스 개요



- 품질관리 활동은 품질통제와 품질보증 활동으로 나누어지며 품질 목표 정의 및 품질보증 활동 지원으로 체계적인 품질관리를 수행함

2) 품질보증 계획

가) 품질보증 담당자

- 효과적인 품질보증을 위해 책임과 역할에 따른 담당자를 배정하여 작업을 진행함
- 품질보증의 수준을 높이기 위해 분석, 설계, 구현 각 과정에 투입되었던 전문 인력을 활용하여 높은 이해도를 바탕으로 검토를 수행함

품질보증 조직 및 역할			
조직 구분		담당자	책임 및 역할
프로젝트 팀	사업총괄책임자	김승엽	품질보증활동 지원
	프로젝트 관리자	김승엽	품질보증활동 결과 검토 및 승인
	품질보증 담당자	김승엽	품질보증활동 총괄
	프로젝트 팀원	변희림	품질보증활동 수행
	내부 품질지원 조직	임성무	품질점검 수행
	내부 품질지원 조직	이민형	품질점검 수행
	내부 품질지원 조직	이주연	품질점검 수행

- 품질보증활동은 분석단계, 설계단계, 구현단계로 나누어 각 단계마다 프로세스와 산출물의 품질점검을 수행함

품질보증활동 계획			품질보증활동 결과	
구분	계획기간 (YY.MM.DD~YY.MM.DD)	품질점검 대상	시행기간 (YY.MM.DD~YY.MM.DD)	점검 특이 사항
분석 단계말	2018.01-01 ~ 2018.02.11	프로세스 품질점검	2018.01-01 ~ 2018.02.11	이상없음
		산출물 품질점검		
설계 단계말	2018.02.12 ~ 2018.03.11	프로세스 품질점검	2018.02.12 ~ 2018.03.11	이상없음
		산출물 품질점검		
구현 단계말	2018.03.12 ~ 2018.06.17	프로세스 품질점검	2018.03.12 ~ 2018.06.17	이상없음
		산출물 품질점검		

나) 품질보증 검토 기능목록

- 플랫폼의 기능목록을 바탕으로 각 세부 기능별 품질검토를 수행하고 발견된 이상사항에 대한 대응을 진행함

품질점검 내용 및 일정				
기능목록			기능확인	비고
대분류	중분류	소분류		
기본모드	3D뷰어 조작	지도회전	○	
		지도고도 제어	○	
		지도이동	○	
		건물 활성화/비활성	○	
		POI 활성화/비활성	○	
		줌 컨트롤바	○	
		축척변경	○	
		내위치표시	○	
		카메라정보	○	
	속성정보	건물속성정보	○	데이터 조회 오류 발생 수정
위치검색	통합검색	키워드 검색	○	
		검색 이동	○	
시설물 관리	시설물 관리	시설물 검색	○	
		시설물 공간 리스트	○	리스트 출력 오류 발생 수정
		시설물 속성	○	
		장비리스트	○	
		센서관리	○	
		점검관리	○	
		이슈관리	○	
		VR 파노라마	○	

3) 점검 수행 결과

가) 분석단계

NO	시정조치 요구			시정조치 계획			시정조치 결과
	위치	내용	심각도	조치계획	담당자	계획일	비고
1	분석	MEPS 시스템 추가 분석	권고	관련 솔루션 분석	변회림	180108	기능 기획 완료
2	분석	구현 대상 건물 및 GIS 범위 정의	중결함	회의 진행 후 처리	변회림	180108	범위 제한
3	분석	점검 목록 범위 정의	중결함	회의 진행 후 처리	변회림	180126	목록 추가
4	분석	UI 분석	권고	관련 솔루션 분석	변회림	180126	UI 기획 완료

나) 설계단계

NO	시정조치 요구			시정조치 계획			시정조치 결과
	위치	내용	심각도	조치계획	담당자	계획일	비고
1	지도 이동	지도이동 인터페이스 변경	권고	회의 진행 후 처리	변휘림	180216	인터페이스 수정
2	시설물 관리	기능추가	권고	회의 진행 후 처리	변휘림	180216	기능추가
3	시설물 관리	조회 가능 대상 추가	권고	회의 진행 후 처리	변휘림	180216	장비, 센서 추가

다) 구현단계

NO	시정조치 요구			시정조치 계획			시정조치 결과
	위치	내용	심각도	조치계획	담당자	계획일	비고
1	구현	내부 테스트 결과표 v1.0	중결함	관련 기능 수정 및 보완	임성무	180521	
2	구현	GS-A-17-512 결함리포트 1차	중결함	관련 기능 수정 및 보완	임성무		
3	구현	GS-A-17-512 결함리포트 2차	중결함	관련 기능 수정 및 보완	임성무		

4) 점검 수행 세부 내용

- 구현단계 종료 후 플랫폼의 전체 기능을 검토하는 결함리포트 작성과정을 두 번에 걸쳐 수행함. 이를 통해 품질 통제와 품질 보증이 훌륭하게 완수되었다고 간주할 수 있음

가) 결함리포트 1차

NO	결함 요약	결함 정도	발생 빈도	품질 특성	결함 내용	처리 결과
1	통합검색 기능 오류	H	A	기능성	[통합검색] 통합검색란에 "분당로47"을 입력 후 '검색' 버튼을 클릭하여도 검색결과가 제공되지 않음	검색기능 수정 완료
2	3D맵 기능 오류	H	A	기능성	[3D맵 보기] 시작위치에서 키보드를 이용하여 줌아웃 하거나, 2차원 상의 상/하, 좌/우이동을 하면 시작위치를 제외한 나머지 영역은 저해상도로 표시됨	시작위치를 제외한 구역은 보안구역으로, 시작위치만 특별히 사용 허가를 받아 제작되었음. 플랫폼 형태로 추후 필요시 유연한 데이터 추가가 가능함
3	건물 선택기능 오류	H	A	기능성	[건물 선택하기] 시작위치 및 등록되어있는 건물 이외의 건물을 선택할 수 없어, '텍스처 활성화/비활성화' 등 다른 연관 기능을 사용할 수 없음	데이터가 구현되어 있는 건물을 제외하면 해당 기능사용이 불가능함. 플랫폼 형태로 추후 필요시 유연한 데이터 추가가 가능함

4	시설물 관리	H	A	기능성	[SOC 시설물] '경도/위도' 검색을 통해 맵상 위치이동을 하였지만, 이동한 경도/위도에 위치해 있는 건물이 조회되지 않음	검색기능이 아닌 위치이동 기능이라 이동 외에 특별한 조회를 지원하지 않음
5	고도제어 기능 오류	M	A	기능성	[고도제어] 등록되어 있지 않은 건물들은 마우스를 이용하여 3차원 상의 고도제어를 하여도 3차원 공간에 2차원으로 표시됨	데이터가 구현되어 있는 건물을 제외하면 해당 기능사용이 불가능함. 플랫폼 형태로 추후 필요시 유연한 데이터 추가가 가능함
6	층별 BIM 데이터 표시 정보 오류	M	A	사용성	[층별 BIM 데이터] 선택한 건물은 4층짜리 건물로 5층이 존재하지 않는 건물이지만, BIM 데이터에는 5층까지의 정보를 제공하여 사용자의 혼란을 야기함	건축법상 Roof를 따로 분류하기 때문에 천장을 층으로 분류하는 경우가 존재함
7	잘못된 정보 제공	M	A	사용성	[시설물 관리정보] '이슈종류', '처리상태'에 표시되는 값 처리 오류 '이슈종류'에 '처리상태'가 표시됨	지원되지 않는 기능 제거함
8	도움말 미제공	M	A	사용성	프로그램에 도움말이 제공되지 않음	수정완료
9	잘못된 오류 메시지 제공	M	A	사용성	[통합검색] 통합 검색 기능을 사용하는 경우, 에러메시지를 제공하지만 사용자가 문제를 해결할 수 없음	수정완료
10	잘못된 오류 메시지 제공	M	A	사용성	[건물정보] 지도상 표시되는 건물을 더블클릭 하는 경우, 에러메시지가 제공되지만 사용자가 문제를 해결할 수 없음	수정완료
11	인터페이스 일관성 미흡	L	A	사용성	[시설물 관리정보] 닫기 버튼이 제공되지만, 일반적으로 사용하는 닫기 버튼과 다른 UI를 제공하여, 사용자에게 혼돈을 야기함	수정완료
12	프로그램 식별 정보 미제공	M	A	일반적 요구사항	[프로그램] 시험제품은 맵프라임쓰리디 v1.0 (MapPrime3D v1.0) 이지만, 프로그램에는 이에 대한 정보가 제공되지 않음	수정완료
13	잘못된 기능정보 제공	M	A	기능성	[매뉴얼] 사용자문서 p.22 지도 고도 제어기로 'R', 'F'키를 설명 하고 있지만, 실제 프로그램에서 'R', 'F'키를 사용하면 3차원상의 고도 제어가 되는 것이 아닌 2차원 상에서의 위치 이동만 가능함	표현상의 어려움으로, 바라보고 있는 시점을 기준으로 위/아래(고도)의 이동기능임. 따라서 건물을 바라보고 있는 시점에서는 고도이동이 가능함

나) 결함리포트 2차

NO	결함 요약	결함 정도	발생 빈도	품질 특성	결함 설명	처리 결과
1	건축정보 기능 오류	M	A	기능성	[건축정보] 선택한 건물의 건축정보가 없는 경우, 이전에 선택한 건축물의 건축정보를 잘못 제공함	수정완료
2	관리 정보 등록 기능 오류	M	A	기능성	[시설물 관리정보 > 관리 정보 등록] '등록장소'를 설정할 수가 없어, 관리정보(점검 관리/이슈관리)를 등록할 수 없음	수정완료

3	첨부파일 등록 기능 오류	M	A	기능성	[시설물 관리정보] 점검관리 및 이슈관리의 '관리 정보 등록' 버튼을 클릭하여 첨부파일을 선택하고 '등록' 버튼을 클릭하여도 첨부파일을 등록할 수 없음	수정완료
4	첨부파일 기능 오류	M	A	기능성	[시설물 관리정보] 기등록된 점검관리 및 이슈관리 목록의 첨부파일을 다운로드 받거나, 조회할 수 없음	수정완료
5	관리 정보 수정 기능 오류	M	A	기능성	[시설물 관리정보] 기등록된 점검관리 및 이슈관리 목록을 선택(예: 이슈관리의 'qqq')하고, 내용을 수정하는 경우 '수정' 버튼을 클릭하여도 수정되지 않음	수정완료
6	위치선택 기능 오류	M	A	기능성	[시설물관리 > 교량 유지보수 내역 > 일상점검 등록 > 위치] 해당 아이콘이 비활성화 되어있어 '위치'를 선택할 수 없음	수정완료
7	일상점검 등록 기능 오류	M	A	기능성	[시설물관리 > 교량 유지보수 내역 > 일상점검 등록] '등록 완료' 버튼을 클릭하여도 아무런 동작이 없어 새로운 일상점검 내용을 등록할 수 없음	수정완료
8	일상점검 수정 기능 오류	M	A	기능성	[시설물관리 > 교량 유지보수 내역 > 일상점검] 기등록된 일상점검 목록을 선택(예: '노면갈라짐')하고, '수정' 버튼을 클릭하고 내용을 수정하는 경우 '저장' 버튼을 클릭해도 변경된 내용이 저장되지 않음	수정완료
10	장비위치 검색 기능 오류	M	A	기능성	[시설물관리 > 장비] '장비정보 등록' 버튼을 클릭하고 '장비위치'의 검색 아이콘을 클릭하여도 아무 반응이 없어, 장비위치를 검색할 수가 없음	기능삭제
11	장비 등록 기능 오류	M	A	기능성	[시설물관리 > 장비 > 장비 등록] '등록' 버튼을 클릭하여도, 새로운 장비를 등록할 수 없음	기능삭제
12	입력 필드명 미제공	M	A	사용성	[SOC 시설물 > 센서 상세 목록] 상세목록에 선택 리스트가 존재하지만, 이에 대한 정보가 제공되지 않음	수정완료 (필터명추가)
13	오류메세 지 미제공	M	A	사용성	[시설물 관리정보] 1. 저장할 관리 정보가 없는 상태에서 '등록'버튼을 클릭하면 등록 대상과 등록할 내용이 없지만, "등록하시겠습니까?"는 내용의 알람 팝업이 제공됨 2. "확인" 버튼을 클릭하는 경우 관리 정보가 등록되지 않았지만, 등록되지 않았다는 경고 알람을 제공하지 않음	수정완료
14	도움말과 프로그램 화면 불일치	M	A	사용성	[매뉴얼] 매뉴얼에서는 건물에 마우스 오버하는 경우, 마우스 커서가 손가락 모양으로 변경되지만 실제 프로그램에서는 커서의 변동이 아닌 해상도 변경이 되어 이해하는데 어려움	사용자 문서에 이해를 돕기 위한 항목 추가함
15	인도항목 미제공	M	A	일반적 요구 사항	[매뉴얼] 제품 판매 시 고객에게 인도되는 항목에 대한 정보(예: 사용자 매뉴얼, 교육용 매뉴얼, CD2장)가 제공되지 않음	사용자 문서에 이해를 돕기 위한 항목 추가함
16	제품 용도 정보 미제공	M	A	일반적 요구 사항	[매뉴얼] 본 제품을 이용하여 수행할 수 있는 업무범위에 대한 정보가 제공되지 않음	사용자 문서에 이해를 돕기 위한 항목 추가함

(5) 건설공간정보 플랫폼 실증을 위한 테스트베드 구축

1) 건설공간정보 플랫폼 실증 대상 및 분야 관련 동향 조사/분석

- BIM 이 초기 건축분야에 소개됨으로써 다양한 단계 및 분야로 확장이 지속적으로 이루어짐으로써 BIM 의 적용 효과를 확장하고 있음. 국내의 인프라 BIM 적용을 위한 요소기술은 세계적 수준에 있는 반면에 발주와 운영 환경은 상대적으로 뒤쳐져 있는 것이 현실임. 최근 정부와 주요 발주기관에서 인프라 BIM 발주를 위한 가이드라인 준비를 경쟁적으로 하고 있고, 설계 및 시공사에서도 이의 적용이 가시화될 것으로 예상됨
- 인프라 BIM 은 건축에서 정의하는 BIM 보다 더 광의의 범위를 가짐. 즉 토목공정 뿐 아니라 건물, 신호, 통신, 전기, 기계를 모두 포함하는 광범위한 공종의 정보모델을 구축하는 것이라 할 수 있음. 이러한 인프라 BIM 의 구축 및 활용사례를 도로/대교 및 교량/철도/항만으로 분류하여 적용 및 연구사례에 대해 조사

가) (도로) 성남-구리 고속도로 건설공사

- 한국도로공사는 ‘고차원 설계환경 기반의 차세대 고속도로 설계 및 관리역량 강화’, BIM 기반의 건설·운영 프로세스를 정립하기 위하여 EX-BIM 로드맵을 수립(2016. 5). 현재 초기 도입단계로써, 「EX-BIM 시공단계 표준모델 구축 연구」(한국도로공사, 건설처, 2017)를 수행. 연구의 일환으로 시공단계 BIM 적용방안 마련을 위하여 ‘성남-구리간 고속도로 건설공사’를 대상으로 설계단계 BIM 성과품에 대한 검토 및 효과분석을 시행
- 성남-구리 노선 5개 공구는 모두 설계-시공 일괄입찰방식으로 추진 중이며, 수도권 주요 도심지를 우회하고 한강을 횡단하는 노선으로, 대부분 교량과 터널 등 구조물 위주로 설계되어 있음. 설계단계 BIM 성과품은 작성완료단계에 있으며, 이어 시공단계 BIM 을 수행할 예정. BIM 적용 목표로 공기의 적정성, 수량의 적정성, 주요 시설물에 대한 간섭검토 등을 요구함. 그래서 각 공구별 수행사는 BIM 실행계획서(BEP, BIM Execution Plan)를 작성하여 BIM 활용방안을 제시하고 설계단계 BIM 을 수행하였으며, 이를 반영하여 최종 BIM 성과품을 작성하는 절차로 진행

나) (도로) 도로설계단계 BIM 도입 - 토공 중심

- 국내 토목 분야에서도 2010년 이후 3차원 설계에 대한 관심이 증가하고 있으며, 한국건설기술연구원의 ICT 융합연구소에서 도로분야 3차원 설계를 위한 IFC 개발과 시공단계에 대한 적용성 연구가 진행되고 있음. 한국도로공사는 Ex-BIM, Hi-BIM 과 같은 관련 연구를 진행하고 있음. 그러나 토목 분야의 3차원 설계는 건축 분야의 3차원 설계와 달리 토공과 구조물로 구분된 연구가 필요하며, 도로분야의 터널과 교량 및 배수구조물과 상하수도 시설 및 댐 등에 대한 3차원 설계 적용 방법 및 물량 산출 방안을 중심으로 연구가 진행되고 있음. 도로 설계 시 토공을 중심으로 대안 설계를 수행하고, 기본 설계를 통한 설계 적용 효과와 3차원 설계 자료의 활용 방안으로써 모의 주행에 대한 활용성을 검토
- 본 연구에서는 1,200:1의 수치지형도를 통하여 3차원 지표면을 구축하였으며, 평면 선형 설계와 종단 선형 설계를 2가지 대안 설계로 진행 하였으며, 이를 바탕으로 기본 계획을 수립함

다) (도로) 대심도 지하도로터널 설계단계 BIM 적용

- 본 연구는 서울시에서 발주한 강변북로(양화대교~원효대교) 확장공사 프로젝트에 대한 입찰시 설계단계에서 4D 시뮬레이션 기법을 활용한 사례임
- 4D 시뮬레이션 기법은 일반적인 2D CAD로 설계도면을 작성하고 3D Design을 활용하여 지형 및 계획구조물의 모델링(Modeling)을 완성함으로써 설계검증과 노선/단면/인터페이스와 같은 다양한 설계분석 등의 시뮬레이션을 수행하는 개념임. 구축된 4D 시뮬레이션 기법을 통해서 적용된 설계단계는 다음과 같음
- 첫째, 작업분류체계(WBS)의 5 레벨과 총 480 개의 액티비티로 구성된 네트워크 공정표와 연계하여 목적물의 시간경과에 따른 입체적 시각화를 통해 공정계획의 적정성을 검토
- 둘째, GIS와 연계된 4D 시뮬레이션을 통하여 공사중점의 지하차도와 열배관로와의 간섭을 도출하여 GIS와 연계해서 기본설계와 시공계획의 적정성을 검토
- 셋째, 양화대교 연결로 및 서강대교 하부통과 시 입체공간을 삼각망으로 구성하여 기존구조물 기초와의 적정 이격거리를 검토하고 터널구간과 기존구조물 간섭을 예측
- 넷째, 시점과 종점부의 지하차도 가시설과 구조물의 시공 시뮬레이션으로 갈수기를 고려한 흙막이 가시설 및 구조물 시공 중 간섭사항 도출에 활용
- 다섯째, 공사 시점과 종점부의 지하차도에 대한 가시설 거동특성 분석을 위한 변위 발생부위를 시각화하고 변위 발생부위 및 발생량에 대한 가시설의 영향성을 검토

라) (대교/교량) 청풍대교

- 국내 최초 복합(주경간 강합성 보강형, 측경간 콘크리트 보강형)사장교로서 충청북도 제천에 위치함. BIM 전체 모델링을 개략적으로 실시하고 상세검토를 위하여 보강형만 전체 모델링을 수행하였으며, 접속교와 주탑부의 철근 모델링은 제외. 보강형의 모든 부재는 모델 정보를 입력하여 물리적 의미를 갖게 하였으며, 철근과의 간섭검토를 위해 스터드를 모델링. 또한 보다 현실감을 주기 위해 스플라이스까지 모델링

마) (대교/교량) 제2돌산대교

- 제 2 돌산대교는 국내 최초 콘크리트 edge 거더 사장교로서 전라남도 여수에 위치. 발주처는 익산지방국토관리청이며 착공일은 2005년 8월로서 공사기간은 60개월이고 공사금액은 365억원임. 콘크리트 박스형 사장교의 경우, 한강 상의 올림픽대교가 있으나 edge 거더 형식으로는 제 2 돌산대교가 국내에서 최초로 시공. 2차원 CAD도면으로부터 보강형 1 Segment에 대해 그림과 같이 3차원 객체 모델링
- 정확한 간섭검토를 위해 전체 철근 및 쉬스관을 모델링하였으며, 사용 프로그램은 Bentley사의 Microstation임. 프로그램의 자동간섭체크 기능에 의해 철근끼리 간섭된 부분은 색깔이 변함. 이때 수동 또는 시방서에 맞게 자동으로 배근을 변경

바) 소결

- 인프라 BIM 구축 및 활용사례 분석을 위해 도로/대교 및 교량/철도/항만의 분야별 사례를 조사하였음. 각 분야별 사례를 살펴본 결과, 건설 프로세스 단계에서 아직까지는 대부분이 설계단계에 치중하여 적용이 되고 있음을 확인할 수 있음. 이러한 추세는 건축분야의 초기

적용 사례에서도 동일한 흐름을 파악할 수 있음

- 새로운 개념 및 기술에 대한 높은 기대와 공공에서의 앞 다퉈 BIM 적용 기술성과 소개로 인해 BIM은 블루오션으로 각광 받아오고 있음. 당연히 새로운 기술은 건설 프로세스에서 초기 단계인 설계/모델링 부분에 집중되었고, 기존 2D 설계의 한계 및 3D 설계의 장점을 보여주기에 매우 좋은 사례들이 지속적으로 나오고 있음
- 이러한 시점에서 서서히 고려되는 있던 부분이 BIM의 효과를 좀 더 극대화시키기 위한 BIM 데이터의 평가/분석/시뮬레이션 등의 적용이었음. 이러한 단계에서 중요시 여겨져야 하는 부분이 BIM 표준 및 인프라 구축이었음. 새로운 기술의 적용을 위해 BIM 기반의 설계와 건설 프로젝트의 양적인 증가가 이루어지고 있지만, 전반적인 분야에서 BIM이 적용되기 위해서는 BIM 결과의 질적인 부분의 향상이 동반되어야 함
- 즉, BIM을 설계(모델링)하는 단계에서도 질적인 부분의 고려가 필요한 시점이 되었음. 이러한 것은 결국은 공공발주 성격의 BIM 적용의 경우 용역사와 발주자 모두 만족할 수 있는 평가를 진행할 수 있는 표준적인 기준 마련이 필요하게 됨. 즉, BIM이 좀 더 적용 효과를 높이기 위해서는 양적/질적 통합적인 증가가 필요하게 되며, 지금 보다 좀 더 향상된 BIM 기술 적용을 위해 정부에서도 이러한 필요성을 인식하여 국가 R&D를 통해 BIM 기반 품질 검토를 통한 향상을 유도하고 있음

2) 건설공간정보 플랫폼 실증 대상 정의 및 사례 분석

- 앞서 언급한 바와 같이 건설공간정보 플랫폼이 원거리와 광범위의 프로젝트 관리에 유리한 강점을 가지고 있기 때문에 인프라 BIM 분야로부터 건설공간정보 플랫폼의 수요가 증가할 것으로 기대됨. 이때, 본 플랫폼 실증을 위해 인프라 BIM 적용 분야 중 대상 범위를 도로 분야로 한정하였으며, 유지관리 시스템 시범 구현을 위해 기 구축되어 있는 도로분야 유지관리 시스템에 대한 사례조사를 진행하였음

표 III-24. 도로분야 유지관리 시스템 사례

	명칭	주요 내용	주요 기능	건설공간정보 연계 방안
1	도로관리통합시스템 (Highway Management System, HMS)	- 도로 현장조사/분석 자료를 포장, 비탈면, 점용 등의 공간정보로 제작하여 수치지도 기반의 통합정보를 제공하는 도로관리 업무 지원 시스템 - 도로시설물 위치파악이 어렵고, 정보 제공 채널의 일원화가 요구됨에 따라, 기존의 각종 도로 관련 조사/분석 자료에 통일된 공간정보체계를 적용하고 디지털 지도와 연계함으로써 종합적인 도로 정보를 제공하여 도로 관리 업무를 지원하기 위한 통합 정보 시스템	- 주요 포털 오픈 API 서비스 활용한 도로영상 제공 - 국가교통정보 센터와 실시간 연계 (CCTV/공사/사고) - 자동차 전용로, 일반국도 위임구간, 거리표 설치 위치, 도로비탈면 등 주제도 서비스 제공 - 제설 작업 실시간 상황 보고 등 도로제설관리체계 - 전자지도 기반 도로포장, 교량, 교통량 등 자동 정보 연계 - 방문 현장의 주변 도로시설물 정보 신속 조회	- BIM-GIS 실내외공간정보를 활용하여 다양한 도로관리 관련 주제도 서비스 제공이 가능 - 2D 도면 대신 BIM-GIS와 영상 이미지를 연계하여 보다 실감나는 도로영상 서비스에 활용이 가능 - CCTV, 도로 관련 센서 등과 연계하여 공간정보 기반의 실시간 시각정보를 건설공간정보 상에서 직관적으로 제공할 수 있음
2	도로비탈면유지관리시스템 (Cut Slope Management System, CSMS)	- 전국 도로에 분포하는 비탈면 붕괴 사고 데이터베이스 구축을 통한 선진국형 관리시스템으로, 국도 비탈면에 대한 지리정보시스템(GIS) 기반을 관리하고 있음(※ 2018년 현재, 30,685개소)	- 신설국도 깎기비탈면 기초조사 - 낙석위험지구점검(해빙기/우기대비) - 정밀조사, 현황도 작성, 안정성 해석 수행 및 대책공법 제시 - 비탈면 산사태경보시스템 관리 - 실시설계 검토 - 2중 시설물 비탈면 관리 - 현황도 보고서 검토 - 지자체 깎기 비탈면 관리 현황	- 도로 뿐만 아니라 비탈면, 사면 등 도로관리에 영향을 주는 주변 환경까지 모델링함으로써 - 이를 센서와 연계하여 실시간 모니터링을 할 수 있고, 비탈면 지반상태 파악의 현황도 측면에서 기존 2D 도면보다 건설공간정보 기반의 3D 이미지를 활용하여 보다 직관적 이해가 가능함

3	교량관리시스템 (Bridge Management System, BMS)	교량 정보의 체계적 관리 및 분석을 통해 수생애 동안의 유지관리 전략·계획 등 관리주체의 정책 수립·시행을 지원하는 시스템으로, 교량의 예방적 관리가 가능하도록 유지관리 대안 제시 및 조치결과 피드백이 가능한 순환적 관리체계를 지원	교량현장점검프로그램 (Mobile Application for Bridge Inspection, MABI) / 교량 객체기반 정보관리 / 교량 초기건설정보 조사/수집 / 교량 점검/진단/보수/보강 이력정보 조사/수집 / 교량 초기건설정보 입력 / 사업 우선순위 선정 / 예산 수립 및 집행 계획	교량관리의 경우, 건설공간정보와 교량 유지관리를 위한 현장점검 프로그램과 연계하여, 광범위한 지역에 걸친 교량 관리 시 모바일 등 단말기 내 BIM-GIS 위치정보 기반의 효과적 점검체계 구축이 가능함. 또한 여러 부위로 구성된 교량을 객체 단위로 정보관리 함으로써 보다 상세하고 구체적인 관리가 가능함
3	도로포장관리시스템 (Pavement Management System, PMS)	최적 보수, 보강공법, 보수 우선순위를 결정하여 객관적 포장 평가 및 효율적인 포장 유지보수 시스템임	도로포장 불량구간 상세조사 / 경제성 분석을 통한 보수 우선순위 결정 / 도로망 수준 조사 및 평가 / AI 기반 자동 분석 프로그램 개발 중 >>> Pavemetrics 사의 LCMS(레이저 균열 측정 시스템) 자동 균열 분석 프로그램	객체 활용이 가능한 장점을 활용하여 일정 크기의 BIM-GIS 건설공간정보 단위로 구간별 도로포장에 대한 정보 관리(국토현황, 포장상태, 유지보수 이력 등)가 가능함. 또한 4차 산업혁명의 주요 기술 중 하나인 인공지능 기술 기반 자동분석을 위해, 레이저를 활용한 3차원 포장상태 측정 결과를 BIM-GIS 모델링 기술과 연계하여 3차원 분석 데이터의 기반을 마련할 수 있음

- 앞서 도로분야의 각 유지관리 시스템에 대해서 조사를 진행하였음. 이와 관련하여 다양한 분야와 건설공간정보 플랫폼의 연계가 가능할 것으로 판단되며, 본 플랫폼 실증을 위해서 특정 구간의 도로 BIM 모델을 구축하고, 도로 시설물 모델을 구축하였으며, 횡단면의 정보와 노면표시 유지관리를 위한 시범서비스를 구현하고자 함

3) 테스트베드 형상/속성 DB 구축

- 테스트베드 구축 범위는 한국건설기술연구원~킨텍스 사거리 구간 약 1km 내외이며, 도로 및 도로 부대시설(도로표지, 도로안전시설, 교통안전표지 및 기타 시설 등), 도로 하부의 모델 구축임



그림 III-69. 테스트베드 구축 범위 (하이라이트 부분)

- 테스트베드 구축과 관련하여, 구축 분야, 작성범위(대상) 및 기본속성, 상세속성 등의 내용은 다음과 같음

표 III-25. 테스트베드 구축범위

분야	작성범위(대상)	속성정보
도로	▶ 길어깨, 측대, 차선(변속차로, 회전차로 포함), 노면표시, 중앙분리대, 식수대, 배수구 ▶ 교차로 : 교통섬, 횡단보도 등 ▶ 보도(보행자 펜스 포함), 자전거도로, 입체보행시설 등	▶ 기본속성 • 객체명, 종별, 위치, 규격, 재질 ▶ 상세속성 • 모델명, 제조사, 설치일, 보수/정비일, 보수/정비 내역 • 단, 속성정보 입력 시 발주처와 협의하여 '토목시설 BIM 라이브러리(한국건설기술연구원 개발)' 분류체계 적용 ▶ 기타 • 도로 주변 건물의 진출입로가 있을 경우, 진출입로는 주변 30~50m 정도까지 표현
도로 부대시설	▶ 도로표지, 교통안전표지 ▶ 교통신호기(제어함 포함) ▶ 신호 및 과속단속카메라 ▶ 교통정보제공용 CCTV 등 ▶ 방음벽(방음터널 포함) 등 ▶ 도로안전시설(시선유도시설, 조명시설, 차량방호안전시설, 미끄럼 방지포장, 과속방지턱, 도로반사경, 장애인안전시설, 낙석방지시설, 도로전광표지, 약천후구간, 터널 및 장대교량 설치 시설, 긴급제동시설, 노면요철포장, 무단횡단금지시설)	
도로 하부	▶ 노반, 보조기층, 기층, 표층 관련 : 도로포장 공법 및 두께 정보 등 포함 ▶ 공동구 등	

- 아래는 구축 예시임 도로표지판, 도로표지주, 도로표지판(문형식), 버스정거장, 가로수등, 노면표시 등이 그림과 같이 구축됨. 조경, 버스정거장, 가로등, 안내표지판, 노면표시 등이 구축됨

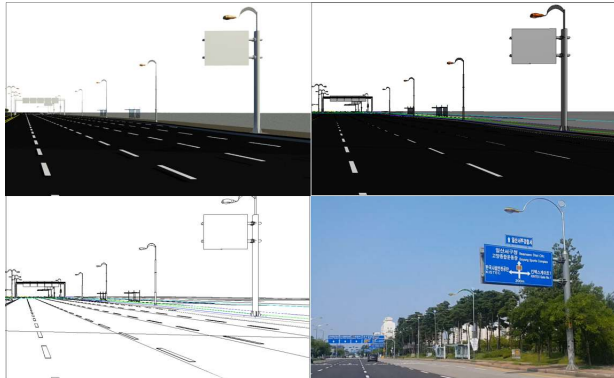


그림 III-70. 테스트베드 구축 이미지 - 1

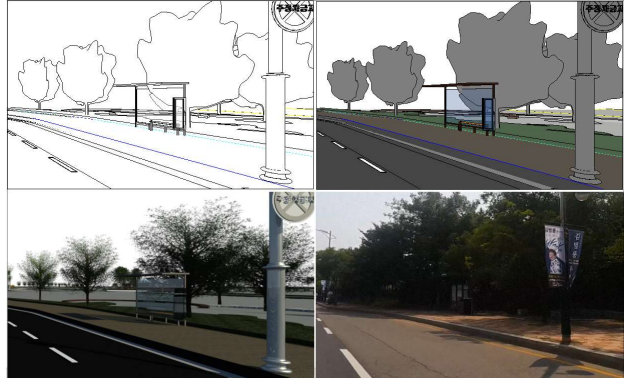


그림 III-71. 테스트베드 구축 이미지 - 2

- 표준도의 이름(년도), 표준도 번호, 제품 제조사 이름, 제작기관명, 배포기관명, 라이브러리 버전, 구조물/시설물 명칭, 구조물/시설물 규격, 건설정보분류체계(W)-(F)-(E) 등이 적용되어 있으며, 표지판의 규격 및 구분에 관한 속성정보도 구축하였음
- 노면표시(차선 등)와 관련하여 구축된 속성정보는 다음과 같음

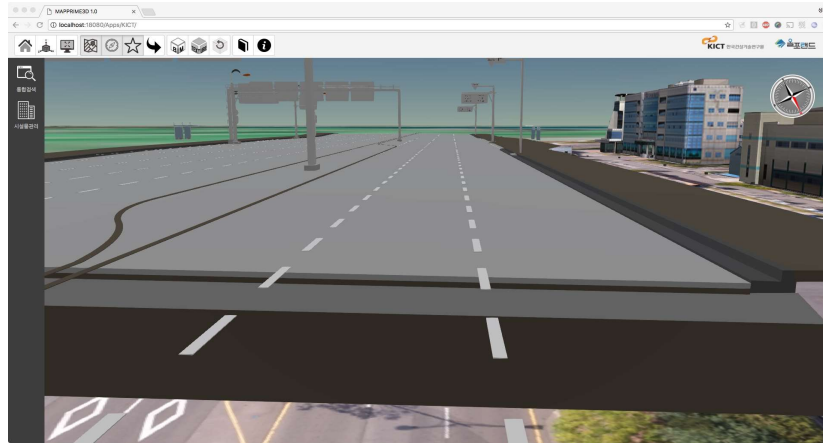


그림 III-76. 테스트베드 도로 지반데이터 적용 화면

- 도로는 일반적으로 표층, 중간층, 기층, 보조기층, 동상방지층, 노상 등으로 구성되어 있는데, 도로 개보수 등 관련 공사 진행 시, 지하시설물과의 간섭이 발생하여 공사기간이 지연되거나 공사경로를 우회해야 하는 등의 사고가 발생할 수 있음. 이때, 도로의 횡단구성을 가시화 할 수 있게 되면 공사 계획 시에 발생가능한 문제점을 미연에 방지하여 공사의 효율을 올릴 수 있을 것으로 판단됨
- 도로관련 유지관리 시스템 중 일부를 본 플랫폼에서 구현하였고, 그 서비스는 노면표시 유지관리를 대상으로 하였음. 노면표시의 경우, 특정 교체(재공사) 주기나 특별한 규정 없이 민원 발생시, 연말 공사자금 강제집행에 유지관리를 시행하는 경우가 대부분임. 뿐만 아니라, 노면표시 유지관리에 대한 개념이 아직 정립되기 이전이며, 이를 관리할 수 있는 시스템(서비스)가 부재임. 따라서, 본 플랫폼에서 효율적인 노면표시 유지관리를 위한 서비스 프로토타입을 구축하였으며, 그 결과는 다음과 같음
- 노면표시 유지관리의 경우, 설치구분, 연평균 교통량, 사용도료, 유리알(비드) 종류 등이 노면표시 상태유지와 관련이 깊으며, 노면표시 재귀반사 휘도의 기준 미달시, 노면표시 결모양의 상태(오염여부, 유리알 고착상태, 변색 여부, 설치 누락, 기타 등) 불량 시에 재시공을 진행하게 됨. 이를 고려하여 다음과 같은 노면표시 유지관리 서비스를 구축하였음

노면표시 유지관리					
구간 명	한국건설기술연구원~킨텍스사거리 구간 (한류월드로)			점검일자	2018. 8. 13
시공일자	2015년 02월 14일	공사기관	일산서구청	연락처	031-910-0114
시공사명	더선명건설	현장관리자	김명선 소장		031-767-0123
설치구분	중작식		연평균 교통량 (대/일)	10,320	
사용도료	4종 (용착식 노면표지용도료)				
유리알 종류	일반 유리알 (KLS 2521 1종 1호(106~850μm))				
노면표시 재귀반사 휘도 계수 측정 결과 (평균)					
중앙선		구분선		길가장자리선	
야간	130	야간	130	야간	130
우천(습윤)	120	우천(습윤)	120	우천(습윤)	120
노면표시 결모양					
결모양 상태	오 염	유리알 고착상태	변 색	설치 누락	기타
정상	시공시 프라이머 과다	양호	용융조의 찌꺼기 혼입	-	청소 불량

그림 III-77. 노면표시 유지관리 항목

- 노면표시의 경우, 페인트로 작업이 진행되며 이를 관리하는데 한계가 있었음. 건설공간정보 플랫폼에 적용된 BIM의 경우, 페인트는 마감정보 등으로 관리가 가능하고, 공구 간 구축된 길이, 두께 등의 재원관리가 용이하며, 도로의 종류, 해당 도로의 물성치 등의 표현이 가능함
- 노면표시 유지관리 서비스의 경우, 도로유지관리 시스템의 건설정보플랫폼 적용에 관한 단편사례이지만, 이를 참고하여 다양한 신규서비스 도출, 기존 유지관리시스템의 개선, 통합 정보를 기반으로 한 효과적인 관리 등이 향후 가능할 것으로 판단됨

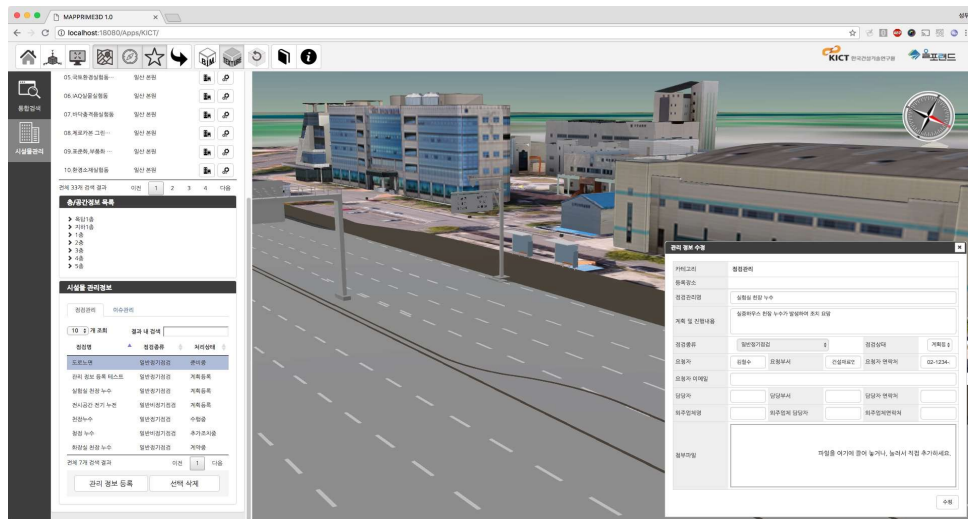
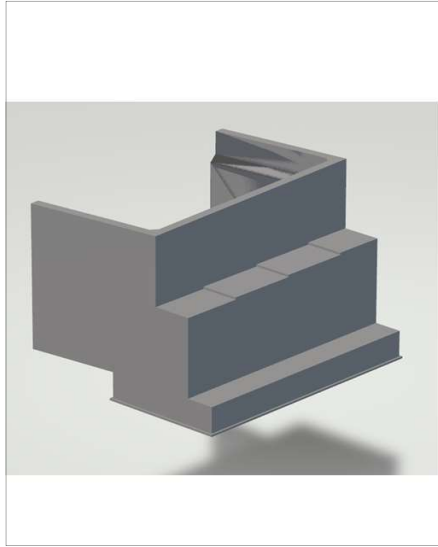


그림 III-78. 노면표시 유지관리 항목 플랫폼 적용 사례

2) 테스트베드 기반 건설공간정보 플랫폼 실무 적용성 검증 및 피드백

- 플랫폼 실무 적용성 검증을 위해서 이기종 데이터의 연계 가능 여부를 검토해 보았음. 현재 건설정보플랫폼에 BIM 데이터를 반영할 경우, 대표적인 BIM 저작도구인 Revit 으로부터 생성되는 'rvt' 포맷을 형상정보 산업계 표준인 'fbx' 로 변환한 뒤, Sketchup 등의 저작도구에서 불러와 좌표정보를 동기화 시키고 'kml' 포맷으로 변환 뒤 해당정보와 'gltf' 포맷을 연동하여 건설정보플랫폼 내에 탑재하고 있음. 이때, Revit 저작도구 외에서 작성된 BIM 모델이 건설정보플랫폼 내에 적용하는데 문제가 없는지를 테스트 함
- 테스트 샘플은 현재 EX-BIM(한국도로공사 도로 BIM 구축 사업)을 통해 구축진행 중이거나 이미 구축된 모델의 일부이며, 이는 Revit 저작도구가 아닌 다쏘시스템의 Catia 저작도구를 활용하여 작성된 BIM 모델이며, 'fbx'로 변환한 뒤, 앞서 진행한 프로세스에 맞춰 변환, 탑재를 진행하였음
- 아래 그림은 교대 샘플 및 관련 속성정보를 나타내는 그림이며, 이 데이터를 본 플랫폼에 연동하여 가시화 및 속성정보 열람에 이상이 없는지에 대한 테스트를 진행함
- 그림 III-79는 교량 및 사면 샘플이며 본 샘플도 Catia 저작도구를 활용하여 작성된 BIM 모델임. 앞서 탑재한 '교대' 샘플에 비해 형상이나 구성요소가 다소 복잡하거나 넓은 지형을 덮고 있어 건설정보플랫폼에 탑재 후 사용성 테스트를 진행하였음



SJ.Abutment_A2.BQ					
종류	구분	단위	수량	단위	수량
콘크리트	25-27-15	0~15m	m3	165.189866	165.189866
	25-35-15	0~15m	m3	293.494128	293.494128
	40-21-15	0~15m	m3	134.199682	134.199682
거푸집	무늬거푸집	0~7m	m2	125.61	125.61
		7~10m	m2	53.163	53.163
		10~13m	m2	17.391	17.391
	합산6회	0~7m	m2	153.873	153.873
	유도폼	0~7m	m2	131.339	131.339
				68.681	68.681
		7~10m	m2	200.019	200.019
				55.046	55.046
				14.051	14.051
		10~13m	m2	69.097	69.097
				26.26	26.26
				39.907	39.907
				66.167	66.167
비계	교량용	0~30m	m2	420.047	420.047
비계다리	교량용	하부용	m	34.018	34.018
				454.065	454.065
				47.2	47.2
				47.2	47.2
				47.2	47.2
				29.388997	29.388997
				12.599002	12.599002
스피어셔	교량용	벽체용	m2	230.797999	230.797999
				196.165	196.165
				226.391	226.391
				40.311	40.311
				68.681	68.681
				53.1448	53.1448
		슬래브 및 기초용	m2	97.171	97.171
콘크리트 양생	교량용	슬래브 양생	m2	97.171	97.171
				196.165	196.165
				226.391	226.391
				40.311	40.311
				462.768	462.768
ASP방수	교량용	하부용	m2	213.29	213.29
Dowel_bar	D25, L=600mm, CTC=400mm	단	NR	9	9

그림 III-79. Catia 기반 테스트데이터

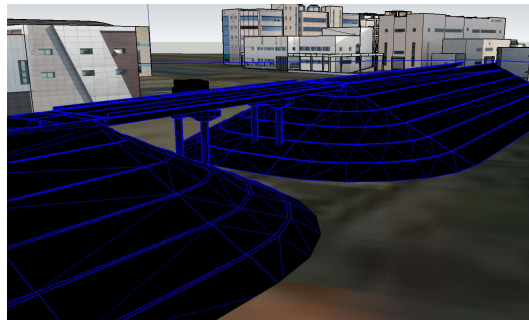


그림 III-80. 교량 및 사면 샘플 데이터 플랫폼 적용 화면

- 그림 III-80 은 교량 및 사면 샘플이 플랫폼에서 가시화 된 결과물이며, 형상정보 및 속성정보의 가시화에 문제가 없음을 확인하였음. 다소 복잡한 형상 및 데이터의 경우에도 뛰어난 건설공간정보 플랫폼의 가시화 성능으로 인해 사용성에 별다른 문제가 발견되지 않았음

(7) 건설공간정보 플랫폼 발전방안 연구

- 1) 건설공간정보 플랫폼 국내외 사업화 전략 수립을 위한 플랫폼 연계활용 서비스 도출

- 앞서 인프라 분야에서 BIM 구축 및 활용 사례에 대해 알아보았으며, 이를 각 설계단계, 시공단계, 유지단계에서의 활용 사례로 정리하면 표 III-26 과 같음

표 III-26. 인프라 BIM 구축 및 활용 사례

구분	사례명	설계단계			시공단계	유지관리	비고
		3D	4D	5D			
도로	BIM, GIS 기반 도로 개략공사비 산정 프로토타입			O			개략공사비 산정
	성남-구리간 고속도로 건설공사의 설계단계 BIM 수행	O					
	국내의 도로설계단계 BIM 도입과 활용방안	O					
	대심도 지하도로터널 설계단계에서의 4D-BIM 적용	O					
대교	BIM 기반의 통합 기술지원 (수어천교 사례)	O					

및 교량	BIM의 교량 시공단계 적용방안				0		
	교량의 BIM 기반 공정관리를 위한 정보의 축적을 위한 IFC 스키마 활용				0		IFC 스키마 활용
	교량의 LCCO ₂ 평가를 위한 BIM을 활용한 부재별 CO ₂ DataBase 구축				0		
철도	청풍대교와 제2돌산대교의 BIM적용 사례	0					
	BIM과 철도 건축 적용 사례	0					
	BIM기반 철도인프라 정보 통합관리를 위한 시스템 구축	0				0	
	철도시설공사 공정진도관리의 BIM객체 활용				0		
	철도인프라 설계를 지원하는 3차원 정보모델의 생성	0					모델링 생성
항만	시공단계 철도시설물 사업관리를 위한 BIM기반 프레임워크 구성				0		
	지형공간정보기술 기반의 항만구조물 토목-BIM 구축을 위한 표준화	0					

- 주로 설계단계에서 3차원 시각화 위주로 활용되었음을 확인할 수 있었으며, 시공단계에서의 상세도면 추출 및 관리를 위해 활용 빈도가 증가함을 확인하였음. 반면, 물량산출, 공정 관리, 유지관리 단계에서는 활용사례를 찾는데 한계가 있었음. 현재 우리나라의 경우, 유지관리 투자비는 신규건설의 8% 정도로 일본의 21.7%에 한참 미치지 못하고 있으며, 선진국의 1/3에 해당하는 규모와 수준임. 향후, 유지관리 시장은 더욱 확대될 것이기 때문에 이를 참고하여, 건설공간정보 플랫폼 연계활용 서비스를 다음과 같이 도출하였음

가) 정부 국가 정보화 사업 연계

- 다양한 미래 보고서를 통해 사회, 기술, 경제, 환경, 정치 전반의 변혁을 예측이 가능함. 건설산업은 이러한 외부 변혁에 따라 필연적으로 새로운 기회와 위기에 동시에 직면할 수 있음. 정부 3.0 융합서비스 혁신 추진을 진행 중이며, K-ICT 비전 전략이 창조경제의 핵심이라고 할 수 있으며, 이는 메가트렌드 대응기반 구축으로 해석이 가능함
- 이러한 국가정보화 사업은 BIM/GIS 연계를 통한 다양한 정보가 활용되며, 이러한 연계를 통해 필요정보를 예측이 가능함. 이러한 연계는 산업경제 측면에서는 가상건물기반의 경제 활용 및 내부 동선 기반의 물류 등에 활용될 수 있으며, 재난 안전 측면에서는 사고, 화재 등 재난 구호, 범죄, 테러 등 응급상황 대처 등에 매우 중요한 정보 및 시스템으로 기여가 가능함

나) BIM-GIS ICT 융합 활용 기술 - 스마트 도시

- 최근 지도를 포함한 공간정보와 BIM 건축물 정보는 세상에 존재하는 ‘모든 사물정보’와 ‘인터넷 공간’을 연결하는 플랫폼으로 발전하고 있으며, 다양한 신 부가가치를 창출하고 있음. 기존 공간정보와 BIM은 위치확인 및 국토관리 등 기존 산업의 보조적인 역할을 수행하였으나, 최근의 공간정보-BIM은 자율주행 자동차, 내비게이션, 사물인터넷, 빅데이터, O2O 등의 차세대 산업 창출에 핵심적인 역할을 수행하고 있음. 특히, 국가의 고정밀 공간정보인 프라와 이의 원활한 융합 및 활용 체계 구축은 타 산업과의 융합을 통하여 스마트 도시 등과 같은 ICT 융합 서비스 산업의 고도화를 촉진시킬 수 있음
- BIM-GIS-ICT 융합 기술을 위한 표준정보규격 개발을 통해 기존의 융합 활용에 대한 개별 서비스를 제공하고 있다면 통합서비스 시스템 제공이라는 목표를 수행할 수 있으며 나아가

스마트 도시의 인프라 구축에도 큰 역할을 할 수 있을 것으로 판단됨

- 다양한 분야의 공간정보 기반 통합 서비스 활성화를 유도함으로써 민간 활용을 통한 기술적 진보 및 경제적 효과를 증진할 수 있으며, 공공/민간의 개별 기능 서비스 중복 투자 방지를 통해 경제적 효과를 도모할 수 있음. 특히 이러한 정보는 행정서비스와 연계하여 BIM-GIS 연계 데이터를 활용한 스마트 도시 통합행정서비스 시스템 등의 개발을 통해 산업경제 및 사회복지 서비스 모델의 개발도 가능할 것으로 판단됨
- 도시를 스마트하게 만들고 관리하기 위해 다양한 솔루션이 존재하며, 건설공간정보 플랫폼은 이러한 솔루션들이 다루어야 하는 핵심 정보들을 제때 정확하게 제공할 수 있는 핵심 요소기술이라 할 수 있음. 따라서 이러한 정보들을 통해 사람이 생활할 수 있는 모든 공간과 역할에 밀접한 관계를 가지면서 확장 연계가 가능하다고 할 수 있음
- 국가 공간정보 콘텐츠 관리와 공간정보 및 BIM 오픈플랫폼 서비스의 스마트도시 활용을 통한 효율적이고 즉각적인 공공 서비스 제공이 가능해 지며, 이를 통한 국민 삶의 질 및 생산성 향상 등 경제적으로 환산하기 어려운 파급효과를 기대할 수 있음

2) 전략별 건설공간정보 플랫폼 발전방향 설정

- 건설공간정보 플랫폼의 정착 및 발전을 위해서는 (1) 미래형 서비스를 창조하여 건설산업 각 분야에서의 실무화가 필요하며, (2) BIM/GIS 통합적용 및 ICT 융합을 통한 민간 건설서비스 및 공공 건축행정서비스 고도화가 필요함. 이러한 목표를 달성하기 위한 전략으로 “건설공간정보 플랫폼 기반 구축”, “건설공간정보 플랫폼 실용화 기반기술 개발”, “건설공간정보 플랫폼 역량 강화”, “건설공간정보 플랫폼 환경 정착제도 마련”, “건설공간정보 플랫폼 지속가능 환경 구축”으로 구분할 수 있음

표 III-27. 전략별 정의

전략	정의
건설공간정보 플랫폼 기반 구축	건설공간정보 플랫폼 활성화를 위한 정부, 산업계 및 학계의 적극적인 참여를 유도하고 동시에 국가정책 및 제도 등 기반환경을 구축
건설공간정보 플랫폼 실용화 기반기술 개발	건설산업에서의 적극적인 건설공간정보 플랫폼 실무활용을 위한 가이드라인, 프로토콜, 기술코드, 기준 등 국가 표준 및 핵심기술을 개발
건설공간정보 플랫폼 역량 강화	건설산업에서의 활발한 건설공간정보 플랫폼 활용을 위해 모든 사업 참여자의 역량 향상을 위한 교육 훈련 프로그램 및 역량 인증체계를 구축
건설공간정보 플랫폼 환경 정착제도 마련	협업적인 건설공간정보 플랫폼 사업 조달 환경과 법적 근거를 마련하고 이를 시행
건설공간정보 플랫폼 지속가능 환경 구축	지속가능한 건설공간정보 플랫폼을 구축하기 위해 표준 환경을 지속적으로 유지하며, 적용 효과 측정체계 및 홍보체계를 구축

가) 건설공간정보 플랫폼 기반 구축

- 건설산업에서의 건설공간정보 플랫폼 정착을 위한 저변 마련 및 확대를 목표로 산업전반에 대한 지원과 공공, 민간의 적극적인 참여가 필요하며, 미래 건설환경 지원을 위한 기준, 가이드라인, 프로토콜을 지속적으로 유지

① 건설공간정보 플랫폼 연계 표준 : 건설공간정보 플랫폼 표준 프레임워크, 가이드라인 등 표

준 업무환경 구축과 함께 지속적인 분야 및 단계별 건설공간정보 플랫폼 정보 공유를 위한 표준체계를 확장. 이러한 정보는 건설산업 융합을 위한 표준의 고도화를 이끌어 낼 수 있음

- ② 건설공간정보 플랫폼 추진 체계 : 건설공간정보 플랫폼 도입을 위한 협의체 구축, 비즈니스 모델을 개발하여 관련 사업 공급망을 구축. 이러한 내용은 건설공간정보 플랫폼 시스템 기술개발을 지원하고 시범사업을 추진하며, 또한 통합설계를 위한 협의체를 지원하며, 건설공간정보 플랫폼의 공급망을 혁신함

나) 건설공간정보 플랫폼 실용화 기반기술 개발

- 미래 건설환경 변화에 적극 대응하기 위한 선도적 기술 개발을 목표로 업무 효율 혁신을 위한 건설공간정보 플랫폼 기술 개발 및 ICT 융합 미래건설 기술을 개발함. 세부적으로 설계부터 시공, 유지관리 단계에 실용화를 위한 다양한 기반기술을 적용하기 위해 관련 요소 기술을 개발하고, 시스템 및 기술의 보급을 통해 적용 단계 및 공종을 확장하고, 건설공간정보 플랫폼 핵심기술을 지속적으로 관리하여 건설산업의 영역을 확대 및 재편함
- 특히, 융합기술의 적용을 통해 융합기술 분야별 건설공간정보 플랫폼의 수요를 정의하고 미래 산업분야의 건설공간정보 플랫폼의 활용분야를 분석

다) 건설공간정보 플랫폼 역량 강화

- 건설공간정보 플랫폼의 역량 강화를 위해 미래의 건설업무 환경 변화에 대응하는 전문인력의 지속적인 양성이 필요하며, 세부적으로는 전문분야 및 맞춤형 교육과정의 개발과 교육 훈련 효과 분석 및 프로그램 개선이 요구됨. 추가적으로 역량 검증을 위한 교육기관, 개인 및 조직의 역량 인증체계 구축 및 대학에서의 관련 커리큘럼 개발도 필요. 더 나아가 건설인력의 건설공간정보 플랫폼 활용 역량을 지속관리하며, 사용자 맞춤형 교육 및 인력양성이 지속적으로 이루어 져야 함

라) 건설공간정보 플랫폼 환경 정착 제도 마련

- 건설공간정보 플랫폼 연계를 통한 건설산업 생산 혁신을 위한 관련 제도 및 법적 기반 마련이 필요. 이를 통해 건설행정 및 국가 정보사업 서비스를 제공하고 관련 발주제도 시행 및 법적 근거 마련이 가능함. 세부적으로는 발주 및 계약체계에서 건설공간정보 플랫폼이 적극적으로 활용될 수 있으며, 건설행정시스템과 연계하여 건설공간정보 플랫폼을 통한 정확하고 다양한 정보의 활용 (특히 BIM 와 GIS 정보를 통합적으로 활용)을 통해 인허가 행정 시행에도 발전적으로 확장이 가능함. 안전, 방재, 복지 등 국가 공공서비스와 연계하여 건설공간정보 플랫폼 기반의 대국민 행정서비스의 개발과 국가 공간 통합플랫폼 구축이 가능하여 사회복지, 재난안전 국가 정보화사업 서비스 구축으로 국제선도 수준의 대국민 서비스 구현이 가능할 것으로 판단됨

마) 건설공간정보 플랫폼 지속가능 환경 구축

- 지속적인 조직별 성숙도 평가 측정과 벤치마킹을 지원하며, 성공사례/우수사례에 대한 지속적인 관리를 지원. 업무 절차 표준 및 건설공간정보 플랫폼 수행지침을 개발하며, 관련 지식체계를 지속적으로 축적하고 보급. 또한, 민간 차원의 건설공간정보 플랫폼 적용실적에 대한 제도적인 운영을 통해 실적을 평가하고 운영하면 지속적인 홍보 및 보급을 진행. 이러한 절차를 통해 건설산업 경쟁력 제고를 위한 국가 산업체계 구축 확장을 기대할 수 있음

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

가. 연구목표 달성도

	세부 연구 목표	비중	계획	실적	달성도	자체평가
BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 기술의 모듈화 및 고도화	BIM/GIS Service	15	특허 출원 2건 특허 등록 2건 SW 등록 1건	특허 출원 2건 특허 등록 1건 SW 등록 1건	80%	- BIM/GIS 서비스를 위한 엔진 모듈 개발 완료 - SW등록 및 사업화 등 추가 성과 달성을 통해 연구개발의 질을 높였음
	BIM/GIS Server	5	SW 등록 1건	SW 등록 1건	100%	- BIM, GIS, Data서버 구축 및 연동 완료
	BIM/GIS 가시화 Client	10	특허 출원 1건 특허 등록 1건 SW 등록 1건	특허 출원 1건 특허 등록 1건 SW 등록 1건	100%	- WebGL기반 클라이언트 개발 완료 및 활용 서비스 개발
	추가성과			SW등록 3건 사업화 2건 홍보성과 1건		- 사업화 2건(1.34억원) - 국내 전시 참여하여 사업화 가능성 모색
BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 솔루션 구축	솔루션 검증	17.5	테스트베드 구축 1건	테스트베드 구축 1건	100%	- 자체 테스트베드를 선정 및 구축하여 연구개발 성과의 제품성 검증 완료
	솔루션 제품화	7.5	품질인증 3건 (GS인증, NEP인증, OGC인증)	품질인증 1건 (GS인증)	33%	- 핵심 기술 개발 및 사업화 추진으로 당초 계획보다 지연됨. 제품 사업화에 반드시 필요한 부분이므로 성과 달성을 위한 각고의 노력을 기울일 것임 - NEP인증은 내용 보완하여 취득 재추진
	추가성과			테스트베드 구축 1건 홍보성과 4건 사업화 5건		- 테스트베드(시작품) 추가 구축하여 제품 안정성 확인 - 국내외 전시회 참여하여 제품 홍보 - 사업화 5건(12.36억원)
BIM 데이터 기반 3차원 공간정보 솔루션 고도화	외부장비 융합	17.5	특허 출원 1건 특허 등록 1건 SW 등록 1건	특허 출원 1건 특허 등록 1건 SW 등록 1건	66%	- 미등록 특허는 지속 추진 중
	OpenAPI 연계	3	-	-	-	-
	단위모듈 성능 고도화	4.5	현장적용 3건	현장적용 3건	100%	- 제시한 성과 모두 달성 완료
	추가성과			사업화 4건 홍보성과 2건		- 사업화 4건(10.37억원) - 국토교통과학기술대전(국내) 및 CES Asia(국외) 참석 및 홍보
건설공간 정보 분류체계 및 표준 DB 스키마 개발	활용 시나리오	1.5	특허 출원 1 건 논문 게재 2 건	특허 출원 1 건 논문 게재 2 건	100%	- 특허 출원 및 논문 게재 완료
	건설공간정보 분류체계	3.0				
	공통 DB 스키마	3.0				
	추가성과			학술회의 발표 1건		- 대한토목학회 학술회의 발표 1건
건설공간 정보 데이터 포맷 고도화 및 범용화	정보모델 분석서	1.5	특허 등록 1건 논문 게재 1건	특허 등록 1건 논문 게재 1건	100%	- 특허 등록 및 논문 게재 완료
	포맷 고도화 보고서	1.5				
	건설공간정보 모델	2.0				
	추가성과			학술회의 발표 2건		- 국외 학술회의 발표 2건

건설공간 정보 플랫폼 실증	테스트 베드 구축	3.0	특허 출원 2건 특허 등록 1건	특허 출원 2건 특허 등록 1건	60%	- 특허 등록건 심사 중 - 기술이전 협의 중
	플랫폼 실증	3.0	논문 게재 1건	논문 게재 1건		
	사업화 전략	1.5	기술이전 1건	기술이전 1건		
	추가성과			학술회의 발표 2건 연구개발 관련 홍보 1건		- (사)CDE학회 학술회의 발표 2건 - CES Asia 2018 전시부스 공동참가
합계		100				

나. TRL 달성도

(1) 연구개발 이전 TRL

구분		표기	단계별 설명	
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1	이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 2	기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☐	TRL 3	실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	TRL 4	실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☐	TRL 5	유사환경 시험 단계
	TRL 6	☒	TRL 6	유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	TRL 7	실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐	TRL 8	시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	TRL 9	현장적용/사업화 단계

- 본 연구의 개발 기술은 다수의 실증사례 및 테스트베드 구축을 통해 실제 현장에서의 적용 가능성을 확인하였으며, 단지규모의 대상지에 BIM/GIS 솔루션을 적용하여 시스템의 신뢰성과 안전성에 대한 평가를 자체적으로 진행함
- 기존 개발된 요소기술들은 남극세종기지와 한국건설기술연구원 시설물관리시스템을 통해 가능성을 충분히 검증하였으며, 이런 요소기술을 고도화하고 모듈화/패키지화 하여 솔루션으로 개발하여 실제 사업에 활용하고자 함
- 현재 TRL 6 수준인 시작품 단계의 시스템을 당해 연구과제의 수행을 통하여 각 차년도마다 단계적으로 발전시켜 최종적으로는 TRL 9의 사업화 단계에 이르는 것을 목표로 함

1차연도	TRL 7	실용화 단계
2차연도	TRL 8	
3차연도	TRL 9	사업화 단계

(2) 연구개발 이후 TRL 달성

- 실용화 단계(TRL7~8) : 요소 기술을 모듈화 및 패키징하여 3 차원 건설공간정보 플랫폼을 제작을 위한 기반을 다졌으며(1 차연도), 플랫폼의 요소기술이 집합된 솔루션 구축을 통해 2 건의 시작품을 제작하여 솔루션의 제품 가능성을 확인하였음. 시작품 및 사업화 성과를 기반으로 국내외 전시 및 교육을 통한 제품 홍보를 수행하였음. 또한 소프트웨어의 국가 인증제도인 GS 인증(Good Software) 취득으로 소프트웨어의 품질에 관한 국가 인증을 획득 (2 차연도)
- 사업화 단계(TRL9) : 개별 이전기술에서 시작하여 ‘MapPrime3D’라는 3 차원 건설공간정보 솔루션을 제작하여 1 차연도(2016) 2 건, 2 차연도(2017) 5 건, 3 차연도(2018) 4 건 총 11 건 총 매출 24 억원의 사업화 실적을 달성하였음

번호	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내	국외		
1	직접 사업화	기존업체 상품화	경기도	해외 기술자공무원 대상 교육용 체험용 VR 콘텐츠	건설공간정보 플랫폼의 엔진, converter 모듈, gis 서버, data 서버 연동 기술 등을 개발하였고, 개발된 기술을 VR장비와 연계하여 해외 기술자공무원을 대상으로 한 교육용 체험용 VR 콘텐츠임.	(주)올포랜드	9,900,000		2016	
2	직접 사업화	기존업체 상품화	경기도	SOC 정보시스템 선진화 파일럿 플랫폼	건기연의 X프로젝트인 한국형 SOC리포트카드 개발과제의 핵심기술2 ‘SOC정보시스템 선진화플랫폼파일럿 구현’ 에서 추진하는 시작품	(주)올포랜드	124,500,000		2016	
3	직접 사업화	기존업체 상품화	제주도	2017년 문화데이터 개방 및 활용체계 고도화 용역	박물관을 대상으로 실내공간정보 구축 및 웹서비스 제공	(주)올포랜드	1,015,300,000		2017	
4	직접 사업화	기존업체 상품화	경기도	건설기술 체험형 VR 콘텐츠	가상현실 기반으로 건설기술 분야 연구실을 체험할 수 있는 교육 콘텐츠 개발	(주)올포랜드	9,900,000		2017	
5	직접 사업화	기존업체 상품화	경상도	모바일 통신데이터 기반 재난피해자 규모 추정 기술 개발	재난 상황 시 피해자 규모 추정을 위한 웹서비스 제공	(주)올포랜드	166,000,000		2017	

6	직접 사업화	기존업체 상품화	경상도	국민참여형 3D 해양안전 지도 웹서비스 개발	해양안전지도 개발 사업 (국립해양조사원)에서 해안지역의 3차원 시각화 방안으로 MapPrime3D 솔루션 탑재	(주)올포 랜드	35,200,000		2017	
7	직접 사업화	기존업체 상품화	경기도	중소기업 해외진출 지원을 위한 국내 건설기술 가상체험 콘텐츠 구축	BIM,VR 등과 같은 3차원 영상 기반의 국내 건설현장 가상체험 콘텐츠를 구축하여 국외 건설분야 공무원 및 전문가에게 국내 건설기술 홍보를 목적으로 개발	(주)올포 랜드	9,800,000		2017	
8	직접 사업화	기존업체 상품화	경기도	2018년 BIM/GIS기 반 지진안전 종합정보 플랫폼 시제품 개발 용역	지진 발생 특성 고려하여 지역별로 지진정보를 표출하고, 주요 건물별 지진 피해 정도를 가시화하는 3차원 정보시스템 개발	(주)올포 랜드	113,700,000		2018	
9	직접 사업화	기존업체 상품화	전라북 도	LX통합국 토정보 디지털허 브 시범구축 용역	지형, 건물, 일반 시설물의 3차원 구축 및 시각화 기술, 융합데이터별 LOD 처리 기술을 활용하여, BIMGIS 플랫폼의 다양한 서비스 모델 개발	(주)올포 랜드	414,000,000		2018	
10	직접 사업화	기존업체 상품화	전라남 도	2018년 지능형 철도보안 정보화시 스템 구축 용역사업	기차역과 철도 등 철도시설물을 대상으로 3차원 시설물 관리 시스템 구축하여 철도 BIM 기반 시설물 관리시스템의 가능성을 확인	(주)올포 랜드	481,000,000		2018	
11	직접 사업화	기존업체 상품화	경기도	화산재해 교육앱 시작품 제작	화산분출물의 확산 효과 및 가상환경 속 3차원 콘텐츠 체험을 위하여 MapPrime3D VR 기술을 활용하여 사업화 수행	(주)올포 랜드	29,000,000		2018	
매출액 합계							2,408,300,000			

2. 관련 분야 기여도

가. 과학기술적 측면

- 실내외 공간정보 연계를 통해 건물의 운영·관리에서부터 실내외 위치기반서비스 등의 혁신적인 공간정보서비스 분야 발전에 기여함
- 4차 산업혁명 핵심 기술인 VR/AR 기술 및 IoT 센서데이터 등을 활용하여 3D 게임(체험 콘텐츠), 문화, 교육, 재난재해 등의 분야에서 다양한 활용 서비스를 만들어 4차 산업혁명 시대의 기술 발전에 기여함

- 특히 총 7건의 사업화 중 3건이 VR, AR 기술을 적용한 것으로서 우리나라와 선진국 간의 VR/AR 분야 사업화 기술격차를 축소(한국-미국의 사업화 단계 기술격차 약 20%p)
- 국내 건설 산업은 기술개발 역량 부족으로 인하여 경쟁력이 여러 선진국과 비교하여 볼 때 낮은 수준임. 본 연구를 통해 건설 중심의 국산 BIM/GIS 소프트웨어를 개발하여 고비용의 외산 소프트웨어를 대체 가능함. 특히, 국내 실정에 맞는 BIM/GIS 환경 조성으로 BIM/GIS 도입의 활성화를 촉진하고 건설-IT 융합 분야의 혁신기술 확보로 고부가가치를 거둘 수 있는 산업으로의 전환 계기 마련

나. 사회·경제적 측면

- 건설공간정보 핵심 플랫폼을 통하여 BIM/GIS시장에서 필요한 GIS기술과 GIS시장에서 필요한 BIM기술을 활용할 수 있는 새로운 BIM/GIS 시장 창출
- 기존의 BIM 데이터를 활용한 단일 건물 단위의 시설물 관리방식을 대신하여 다중 건물군 단위의 유지보수 가능 및 유지보수 인력 재구성을 통한 예산 절감 및 효율적인 인력 활용 가능
- 첨단소방방재, 재난재해, 도시계획/관리 등에서 시뮬레이션 및 공간분석을 통해 의사결정을 신속·정확하게 지원 할 수 있는 공공분야 3 차원 공간정보산업 활성화

다. 정책적 측면

- 중앙정부/지자체/민간 또는 건설/GIS 분야별로 개별적으로 관리·운영되어오던 관련 데이터 베이스를 본 연구 성과를 기반으로 통합 또는 연계하여 유관 기관 업무 효율성 증대 가능
- 기술적, 제도적 플랫폼 기반에서 다양한 BIM/GIS 공간정보 응용 서비스가 가능해지며, 건물을 포함한 사회간접자산에 대한 시설물 및 에너지 관리 서비스를 효과적으로 운용하였음. 특히, 본 연구성과가 시설물 안전 및 재난재해와 관련된 예방 및 대응을 신속하게 지원 할 수 있는 체계를 구성하는데 실질적인 기술적·정책적 토대가 될 것으로 기대

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 판매계획

가. 연도별 판매계획

- 총 3 차 년도에 걸쳐 단계적으로 패키지 솔루션 제품 개발을 통해 BIM 과 GIS 분의 기존시장 확대와 BIM-GIS 연계분야의 신시장 창출을 수행할 예정임. 또한 시장 및 사용자의 니즈를 바탕으로 관광, 교육, 문화, 재난대응 등의 활용서비스와 최근 급성장하고 있는 IoT 기술 및 가상/증강현실 연계 및 활용연구를 통해 국내/외 시장점유율 증대시키고자 함

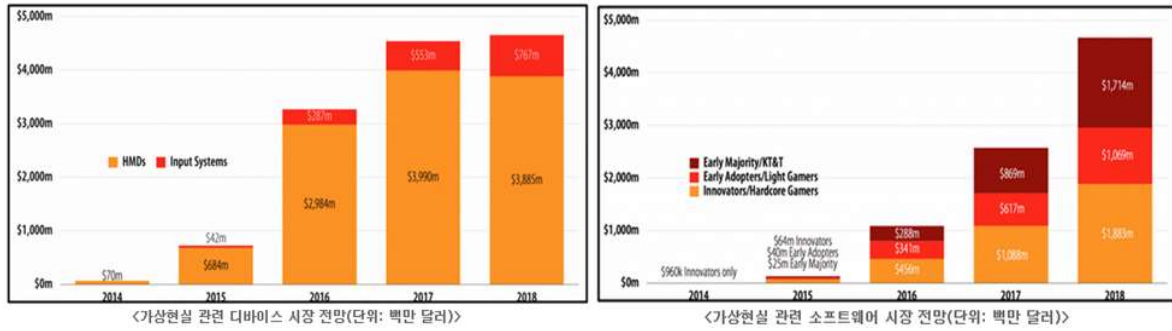


그림 V-1. 가상현실 시장 및 제품동향 : 케이제로 (2014.7)

표 V-1. 연도별 판매계획 (단위 : 백만원)

연 도 별		2019년	2020년	2021년	2022년
솔루션 기반 사업수주	국내	600	840	1,600	3,300
	해외		300	300	500
합계		600	1,140	1,900	3,800

나. 연도별 판매 마케팅 전략



그림 V-2. 연도별 판매 마케팅 전략

2. 성과 활용방안

- 이종 도시 시설물 및 SOC 시설물에 대한 3 차원 기반의 시설물 관리시스템에 활용
- BIM 기반으로 사회기반 시설물을 관리하는 미래비전 및 추진전략과 기술적, 경제적 타당성을 분석 및 실현에 기초자료로 활용 가능
- 다양하게 산재되어 있는 FM 정보들에 대한 통합 및 상호운영에 대한 관리/운영 기술 확보가 가능하고, 나아가 유지/보수 관련 중장기적 계획 수립 가능
- 정부 및 각 기관에서 구축·운영하고 있는 하천관리시스템, 도로관리시스템, 도시계획 경관 관리 시스템, 지하시설물통합정보시스템, 지반정보시스템, 하수도 관리시스템, 시설물정보 종합관리 시스템 등에 BIM/GIS 개방형 플랫폼 기반의 응용시스템 구축 및 활용 가능

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

- 해당사항 없음

제7장. 연구개발성과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4제1항에 따라 연구개발성과 등이 외부로 유출된 경우 기술적·재산적 가치에 상당한 손실이 예상되거나 보안조치가 필요한 경우에 해당되지 않아 일반과제로 선정	

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

- 해당사항 없음

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

- 연구원 지문 확인으로 연구실 출입을 통제
- 퇴실 시 USB, 이동형 하드 등을 제거하고 정상적으로 PC 종료하여 연구 내용에 대한 보안 조치 및 연구실 조명 소등
- PC, 모니터, 프린터 등 연구실 내에 전기 기기 사용 시 문어발식 콘센트 지양을 통해 전기 사고 대비
- 연구실 환경개선을 위해 수시로 환기

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

1. ㈜올포랜드 대표 연구 실적

번호	구분	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일/특허 등록일	사사 여부	특기 사항
1	특허	위치 기반 동영상 데이터 생성 및 검색 방법	(주)올포랜드	발명자	한국	-	2018.05.04	단독	-
2	특허	증강현실을 이용한 건설공간정보 디스플레이 방법	(주)올포랜드	발명자	한국	-	2018.07.03	단독	-
3	특허	건축물의 실내공간정보에 관한 계층적 디스플레이 방법 및 디스플레이 장치	(주)올포랜드	발명자	한국	-	2018.11.14.	단독	출원
4	SW등록	BIM(건축 정보 모델)기반 서비스포맷 변환 도구	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2017.02.23	단독	-
5	SW등록	WebGL(웹 기반 그래픽 라이브러리)클라이언트	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2017.02.23	단독	-
6	SW등록	건물텍스처변환도구	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2017.02.23	단독	-
7	SW등록	데이터검증도구	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2017.02.23	단독	-
8	SW등록	속성데이터처리모듈	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2017.02.23	단독	-
9	SW등록	형상LOD(높이에 따른 상세도)처리모듈	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2017.02.23	단독	-
10	SW등록	실내외 공간정보를 이용한 CCTV 관리 프로그램	(주)올포랜드	저작자	한국	-	2018.10.22	단독	-
11	GS인증	맵프라임쓰리디 v1.0	(주)올포랜드	제조사	한국	-	2018.07.26	단독	1등급

2. 한국건설기술연구원 대표 연구 실적

번호	구분	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일/특허 등록일	사사 여부	특기 사항
1	학술 발표	BIM/GIS기반의 재난 대응 플랫폼 서비스 아키텍처 설계	한국건설기술연구원	저자	한국	-	2018.8.23	단독	-
2	학술 발표	물리적방호 시뮬레이션을 위한 대상시설 데이터 구축에 관한 연구	한국건설기술연구원	저자	한국	-	2018.8.23	단독	-
3	논문	A Study on Utilization Plans for Already-constructed BIM data for Physical Protection Simulation	한국건설기술연구원	저자	인도	-	2018.8.20	단독	-

4	특허	공간정보 기반 CCTV 투망감시 체계 구축 및 자동 갱신 방법	한국건설기술연구원	발명자	한국	-	2018.8.23	단독	출원
5	학술 발표	Development of BIM/GIS interoperability platform for seamless indoor/outdoor information service	한국건설기술연구원	저자	호주	-	2017.10.25	단독	-
6	학술 발표	A study on location correction method of 3D BIM-GIS models for effective data connection	한국건설기술연구원	저자	체코	-	2017.8.13	단독	-
7	논문	BIM과 GIS 데이터 융합을 통한 실내외 3차원 모델 위치보정 방안 연구	한국건설기술연구원	저자	한국	-	2017.3.31	단독	-
8	특허	HTML5 WebGL 기반의 BIM모델 활용을 위한 경량화 방안	한국건설기술연구원	발명자	한국	-	2017.5.23	단독	-
9	논문	외부개방데이터 연계를 통한 스마트시티 플랫폼 확장에 관한 연구	한국건설기술연구원	저자	한국	-	2017.3.31	단독	-
10	논문	BIM기반의 건축설계경기 평가 및 절차에 관한 연구	한국건설기술연구원	저자	한국	-	2017.2.28	단독	-
11	학술 발표	스마트시티 구현을 위한 BIM/GIS 상호운용 플랫폼의 활용성에 관한 연구	한국건설기술연구원	저자	한국	-	2016.10.20	단독	-
12	학술 발표	BIM-GIS Technology, BIM/GIS Interoperable Platform for Smart City	한국건설기술연구원	저자	미국	-	2016.8.12	단독	-

제11장. 기타 사항

- 해당사항 없음

제12장. 참고 문헌

- 한국도로공사, 2015, EX-BIM 가이드라인 Ver. 1.0
- 한국건설기술연구원, 2012, 건설 CALSEC 전자도면 작성표준 V2.0
- 한국건설기술연구원, 2007, 건설정보분류체계 매뉴얼
- 작업분류체계(WBS) 적용 설계실무 가이드라인(최종)
- 국토교통부, 2018, 작업분류체계(WBS) 적용 설계실무 가이드라인 [국토 및 하천분야]
- 경찰청, 2012, 교통노면표시 설치·관리 매뉴얼
- 문현석, 주기범, 2013, 토목시설의 표준상세도 기반 BIM 라이브러리 개발, 한국 CDE 학회 학술발표 논문집
- 문현석, 주기범, 2014, 표준도 기반의 토목구조물 BIM 라이브러리 개발 - 국토교통부 표준도를 대상으로, 한국 CDE 학회 논문집, 19(1), 80~80
- 한국건설기술연구원, 2013, 토목시설의 상세표준도 기반 BIM 라이브러리 시작품 사용자 활용 가이드-10 편 최종보고서
- 건설사업정보포털시스템 토목시설 BIM 라이브러리 Site, <https://www.calspia.go.kr/bimlibrary/Bim/index.jsp>

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.