2023년도 주요사업 최종보고서 KICT 2023-201

BIM 클러스터 기획과제 최종보고서

Study on the Planning of a BIM Research Cluster

2023. 12.

KICT 한국건설기술연구원

2023년도 주요사업 최종보고서

BIM 클러스터 기획과제 최종보고서

Study on the Planning of a BIM Research Cluster

2023. 12.

한국건설기술연구원

연구책임자 / 문현석

연구수행자 / 홍창희, 옥 현, 김성진, 김태학, 박승화, 이재욱, 김범수, 김정수, 이종호, 박상미, 정인우, 이혜민, 권효준, 권윤지

KICT 한국건설기술연구원

제 출 문

한국건설기술연구원장 귀하

본 보고서를 “BIM 클러스터 기획” 연구의 최종보고서로 제출합니다.

2023년 12월 31일

총괄연구책임자 :	연구위원	문현석		
참 여 연 구 원 :	연구위원	홍창희	전임연구원	김정수
	수석연구원	옥 현	전임연구원	이종호
	수석연구원	김성진	박사후연구원	박상미
	수석연구원	김태학	박사후연구원	정인우
	수석연구원	박승화	학생연구원	이혜민
	수석연구원	이재욱	학생연구원	권효준
	수석연구원	김범수	학생연구원	권윤지

요 약 문

I. 연구 제목

BIM클러스터 기획 연구

II. 연구개발의 목적

○ BIM클러스터의 미래 BIM 기술기반 확보 및 R&D 발굴을 위한 기획연구를 수행하고 정보공유 체계 구축을 통한 미래 BIM Trend 선도

- (과제기획) 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획
- (정보공유체계) BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간

III. 연구개발의 필요성

- BIM클러스터의 향후 미래 먹거리 발굴을 위한 신규 기획과제 발굴을 통해 심층 기획을 수행하고 이를 통해 향후 주요사업, 본부 R&R 과제 및 국가 R&D 수행을 위한 기반을 구축할 필요가 있음. 또한 BIM클러스터가 국가의 정보제공 창구로서 모든 국민에게 디지털 건설에 대한 정보공유와 지식전달 차원에서 BIM Trend Report를 발간하여 건설산업 디지털 전환을 선도해 나갈 수 있도록 하는 역할 제시와 정보공유 Hub 기반 마련 필요함

IV. 연구개발의 내용 및 범위

○ (WBS1) 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획

- 미래 BIM기술위원회(2022)를 도출된 주요 기술의 단기 과제와 BIM 클러스터 Lunch Box를 통해 도출된 과제 전략 중 전문가 우선순위 평가를 통한 대표과제 1건 선정 및 기획책임자 지정
- 과제정의, 기술동향 조사, 논문/특허 분석, 기술 키워드 도출, SWOT 분석, 과제 수요 및 예측 조사, 과제 우선순위 선정, 세부 과제 내용 기획 및 예산 수립 등 세부 상세 기획
- 대표 1건 기획주제에 대한 상세기획 보고서 발간

○ (정보공유체계) BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간

- 차세대 BIM 연계 기술 기사 등 디지털 전환의 주요 기술 기사 기획
- 국내외 BIM 동향 및 관련 정책 이슈, BIM Live 이모저모, BIM 클러스터 향후 계획

Executive Summary

I. Title

Study on the Planning of a BIM Research Cluster

II. Objectives

○ Conduct planning research for securing future BIM (Building Information Modeling) technology foundations and discovering R&D (Research and Development), and lead future BIM trends through the construction of an information sharing system.

- (Project Planning) Plan BIM-related projects to respond to changes in future BIM trends.
- (Information Sharing System) Publish a BIM Trend Report for the construction and dissemination of a BIM information sharing system.

III. Necessities

○ To explore new opportunities for the future of the BIM (Building Information Modeling) cluster, it is necessary to carry out in-depth planning through the identification of new planning projects. This will establish a foundation for future key projects, divisional R&R tasks, and national R&D initiatives. Additionally, as a national information portal, the BIM cluster should take on the role of leading the digital transformation in the construction industry by publishing the BIM Trend Report. This report would facilitate information sharing and knowledge transfer about digital construction to all citizens, highlighting the need to establish an information sharing hub.

IV. Contents and Scopes

○ (WBS1) Planning BIM-related projects to respond to future BIM trend changes

- Select and plan one representative project through expert priority evaluation among short-term tasks of key technologies identified by the Future BIM Technology Committee (2022) and task strategies derived from the BIM Cluster Lunch Box. A project manager will be appointed for this.
- Detailed planning including task definition, technology trend research,

paper/patent analysis, extraction of technology keywords, SWOT analysis, project demand and forecasting, project priority selection, detailed planning of project content, and budget establishment.

- Publish a detailed planning report for the one representative planning topic.

○ (Information Sharing System) Publishing a BIM Trend Report for the construction and dissemination of a BIM information sharing system

- Planning articles on key technologies for the next-generation BIM linkage and digital transformation.
- Domestic and international BIM trends, related policy issues, various aspects of BIM Live, and future plans of the BIM cluster.

목 차

제1장 서 론 ····· 1
1. 추진배경 및 필요성 ····· 1
1.1 추진배경 ····· 1
1.2 연구 필요성 ····· 2
1.3 본 연구의 구성 ····· 2

제2장 연구개발과제의 수행과정 및 수행내용 ····· 4
1. 연구개발 수행과정 ····· 4
1.1 수행체계 및 역할 ····· 4
1.2 수행전략 및 과정 ····· 5
2. 수행내용 ····· 6
2.1 최종 연구개발 목표 ····· 6
2.2 WBS별 세부 수행내용 ····· 6

제3장 연구개발과제의 수행결과 및 목표달성 정도 ····· 7
1. (WBS 1) 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획 ····· 7
1.1 성과지표 및 목표치 ····· 7
1.2 수행결과 및 달성내용 ····· 8
2. (WBS 2) BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간 ····· 63
2.1 성과지표 및 목표치 ····· 63
2.2 수행결과 및 달성내용 ····· 64
3. 정량적 연구개발 성과 ····· 78
3.1 BIM클러스터 기획 보고서 ····· 78
3.2 BIM Trend Report Vol.5 발간 (2023.12.31) ····· 78

제4장 연구개발 성과의 관리 및 활용계획 ····· 79
1. 성과 활용방안 ····· 79
1.1 BIM클러스터 기획 보고서 ····· 79
1.2 BIM Trend Report Vol.5 ····· 79
2. 기대효과 ····· 80

참고문헌 ····· 81

표 목 차

〈표 1-1〉 과제의 구성 ····· 3

〈표 2-1〉 WBS별 수행전략 및 과정 ····· 5
〈표 2-2〉 WBS별 세부 연구 수행내용 ····· 6

〈표 3-1〉 WBS 1 성과지표 및 목표치 ····· 7
〈표 3-2〉 국정운영 5개년 계획의 주요 내용 ····· 13
〈표 3-3〉 버추얼 싱가포르의 주요 기능 ····· 23
〈표 3-4〉 핵심기술에 따른 최종 검색식 및 유효 데이터 건수 ····· 25
〈표 3-5〉 연도별 '미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발' 국내외 등록 특허 창출건수 ····· 26
〈표 3-6〉 SWOT 요약 ····· 27
〈표 3-7〉 성과목표 및 지표 ····· 27
〈표 3-8〉 핵심기술에 대한 AI 엔진 모델 ····· 28
〈표 3-9〉 핵심기술에 대한 AI 학습 데이터 셋 ····· 28
〈표 3-10〉 핵심과제 1의 구성기술 ····· 31
〈표 3-11〉 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발 (As-is To-be) ····· 37
〈표 3-12〉 AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발(As-is To-be) ····· 38
〈표 3-13〉 인프라 디지털 트윈 기술기반 노선 최적 운영 ····· 45
〈표 3-14〉 커넥티드 교통 네트워크 기술 ····· 45
〈표 3-15〉 노선설계 부분 자동화 설계 SW(MIDAS CIM) ····· 49
〈표 3-16〉 IFEZ 디지털트윈 기반 도시계획 서비스 ····· 49
〈표 3-17〉 구성기술1-1 관련 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 55
〈표 3-18〉 구성기술1-2 관련 민간기술과의 차별성·연계성 ····· 56
〈표 3-19〉 초정밀 지도 활용 분야 ····· 57
〈표 3-20〉 상용 초정밀 디지털 지도 및 건설용 초정밀 디지털 지도의 비교 ····· 60
〈표 3-21〉 핵심과제1의 소요예산 ····· 62
〈표 3-22〉 핵심과제1의 연구장비 내역 ····· 62
〈표 3-23〉 WBS 2 성과지표 및 목표치 ····· 63
〈표 3-24〉 BIM Trend Report Vol.5 목차 구성 ····· 67

그림목차

〈그림 1-1〉 BIM 기반 디지털 전환 및 협업 체계 확대 (국내현황) ····· 1
〈그림 1-2〉 BIM 중심에서 Data 중심으로 전환 (해외동향) ····· 2

〈그림 2-1〉 수행체계 ····· 4

〈그림 3-1〉 연구개발 프레임워크 ····· 8
〈그림 3-2〉 디지털화 수준과 생산성 증가의 상관관계 ····· 10
〈그림 3-3〉 Construction Industry Transformation Map ····· 15
〈그림 3-4〉 윤석열 정부의 110대 국정과제 ····· 16
〈그림 3-5〉 디지털화 수준과 생산성 증가의 상관관계 ····· 17
〈그림 3-6〉 건설 AI 시장의 조직 규모별 시장 규모 및 전망 ····· 18
〈그림 3-7〉 도로분야 Safety 분석 시스템 현황 ····· 21
〈그림 3-8〉 국내외 도로분야 BIM 설계 S/W ····· 22
〈그림 3-9〉 바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계 ····· 23
〈그림 3-10〉 midas CIM 프로세스 ····· 24
〈그림 3-11〉 텐일레븐의 AI기반 공동주택 3D 자동설계 시스템을 활용한 조감 ····· 25
〈그림 3-12〉 연도별 '미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발' 국내외 등록 특허 추이 ····· 26
〈그림 3-13〉 핵심과제 1의 기술 개념도 ····· 29
〈그림 3-14〉 Virtual Singapore 정책활용 사례(일조량 예측의 인허가 정책 활용 및 태양광 에너지 생산량 분석) ····· 32
〈그림 3-15〉 도로 생애주기 데이터 기반의 노선 타당성 분석 및 시각화 ····· 33
〈그림 3-16〉 도로분야 Safety 분석 시스템 현황 ····· 41
〈그림 3-17〉 항저우시 시티브레인 구조 ····· 42
〈그림 3-18〉 항저우시 스마트 교통 관리 시스템(좌), 교통정체 및 신호제어 처리(우) ····· 43
〈그림 3-19〉 교통사고 뺑소니 차량 추적(좌), 대중교통(버스) 경로 및 운행시간 스케줄링 최적화(우) ····· 43
〈그림 3-20〉 미국 'Smart City Challenge'의 12개 비전요소(좌) 및 스마트 콜롬버스 개념(우) ····· 44
〈그림 3-21〉 스마트 콜롬버스의 어플리케이션의 예시 ····· 44
〈그림 3-22〉 미국 Trimble 최적 선형 도출 시스템 ····· 46
〈그림 3-23〉 Maryland대학교의 GA기반 선형도출 시스템 ····· 46
〈그림 3-24〉 도로 분야 상용 BIM 설계 시스템 ····· 47
〈그림 3-25〉 공공건축물(지하철) 실내정보 제공 ····· 47
〈그림 3-26〉 인천 IFEZ 3차원 공간정보서비스 ····· 48
〈그림 3-27〉 Here Technologies사 도로 초정밀 지도(좌), 자율주행차의 다양한 정보 인식 및 감지(우) ····· 56
〈그림 3-28〉 OneMap Alliance 구성 체계 ····· 58

〈그림 3-29〉 도로 스캐닝을 통한 정밀 지도 제작 ····· 59
〈그림 3-30〉 BIM Trend Report Vol.5 표지 ····· 64
〈그림 3-31〉 BIM Trend Report 발간 절차 ····· 66
〈그림 3-32〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 관련 주요 이슈 1 ····· 68
〈그림 3-33〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 관련 주요 이슈 2 ····· 69
〈그림 3-34〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 현황과 미래 목차 ····· 70
〈그림 3-35〉 BIM Trend Report Vol.5 국내BIM 소프트웨어 현황 분석 ····· 70
〈그림 3-36〉 BIM Trend Report Vol.5 건설사 BIM 적용사례 목차 ····· 71
〈그림 3-37〉 BIM Trend Report Vol.5 건설현장 7D BIM 적용사례 ····· 72
〈그림 3-38〉 BIM Trend Report Vol.5 한화건설 BIM 적용 사례 ····· 73
〈그림 3-39〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 기업 및 S/W ····· 74
〈그림 3-40〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 전문기업 ····· 75
〈그림 3-41〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 전문기업 ····· 76
〈그림 3-42〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 협의회 소개 ····· 77
〈그림 3-43〉 BIM Trend Report Vol.5 BIM 학협회 소식 ····· 77

제1장

서 론

1. 추진배경 및 필요성

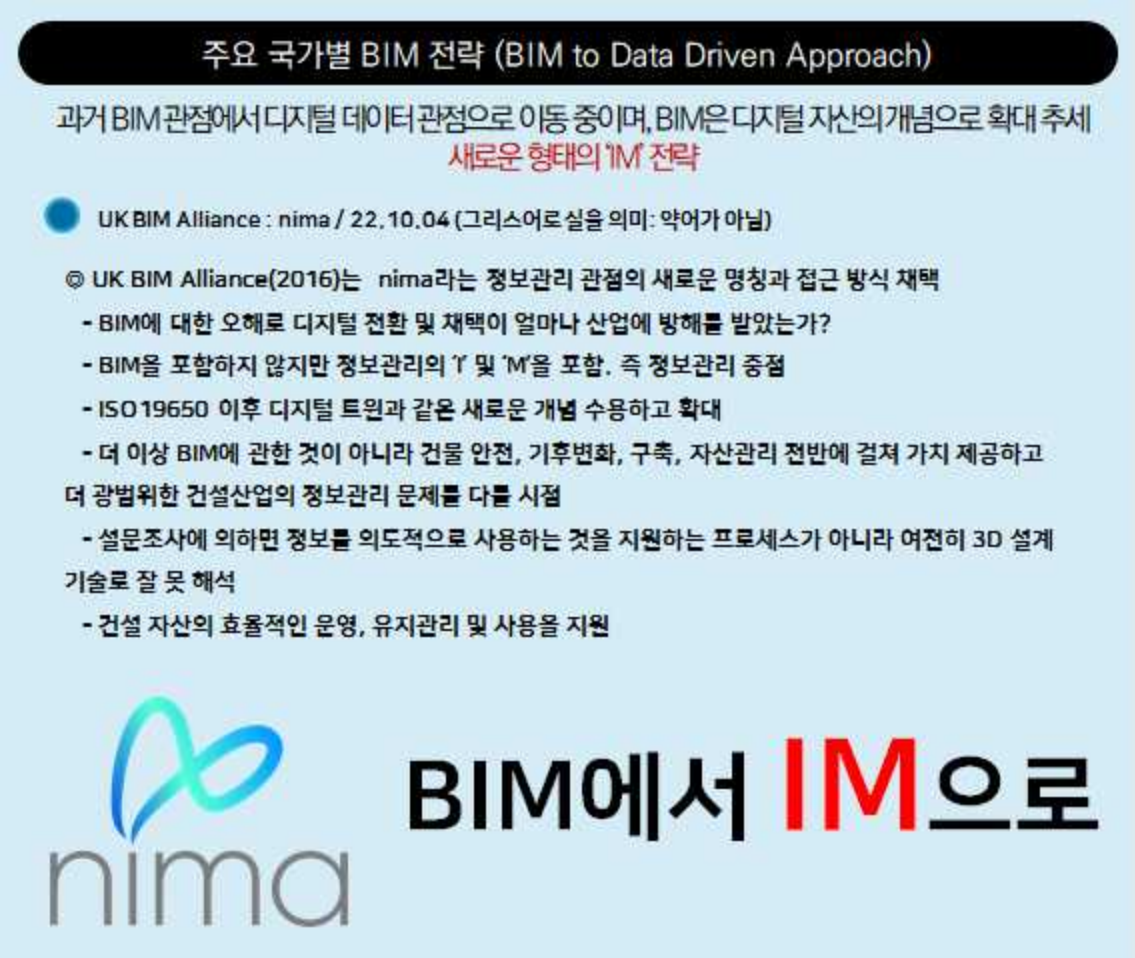
1.1 추진배경

- 최근 건설산업 BIM 시행지침(발주자편, 설계자편, 시공자편)이 발행되었으며, 스마트건설 활성화 방안 내 BIM의 역할이 강조되는 등 국가 차원의 BIM 활성화에 따라 이에 선도적으로 대응할 수 있도록 미래 BIM기술 전략 로드맵이 요구되는 상황임



<그림 1-1> BIM 기반 디지털 전환 및 협업 체계 확대 (국내현황)

- 과거 BIM 관점에서 디지털 데이터 관점으로 이동하고 있으며, BIM은 디지털 자산의 개념으로 확대되는 추세
- 세계 주요국을 중심으로 BIM 자체보다 데이터를 중심으로 전환이 이루어지고 있음



<그림 1-2> BIM 중심에서 Data 중심으로 전환 (해외동향)

1.2 연구 필요성

BIM클러스터의 향후 미래 먹거리 발굴을 위한 신규 기획과제 발굴을 통해 심층 기획을 수행하고 이를 통해 향후 주요사업, 본부 R&R 과제 및 국가 R&D 수행을 위한 기반을 구축할 필요가 있음. 또한 BIM클러스터가 국가의 정보제공 창구로서 모든 국민에게 디지털 건설에 대한 정보공유와 지식전달 차원에서 BIM Trend Report를 발간하여 건설산업 디지털 전환을 선도해 나갈 수 있도록 하는 역할 제시와 정보공유 Hub 기반 마련 필요함

1.3 본 연구의 구성

- BIM클러스터의 미래 BIM 기술기반 확보 및 R&D 발굴을 위한 기획연구를 수행하고 정보공유체계 구축을 통한 미래 BIM Trend 선도

<표 1-1> 과제의 구성

유형	연구내용(WBS)	세부 연구수행내용	직접비
과제 기획	○ 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획	- 2022년 미래 기술 로드맵을 참고하여 BIM 클러스터 대표주제 1건 선정 - 기술동향조사, 논문/특허분석, 기술 키워드 도출 및 우선순위 선정, 과제 상세 기획 수립 - 대표과제 1건의 기획보고서 발간	800만원
정보공유	○ BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간	- 국내의 BIM 동향, 차세대 BIM연계 기술, 디지털 전환의 주요 기술 기사 기획	650만원

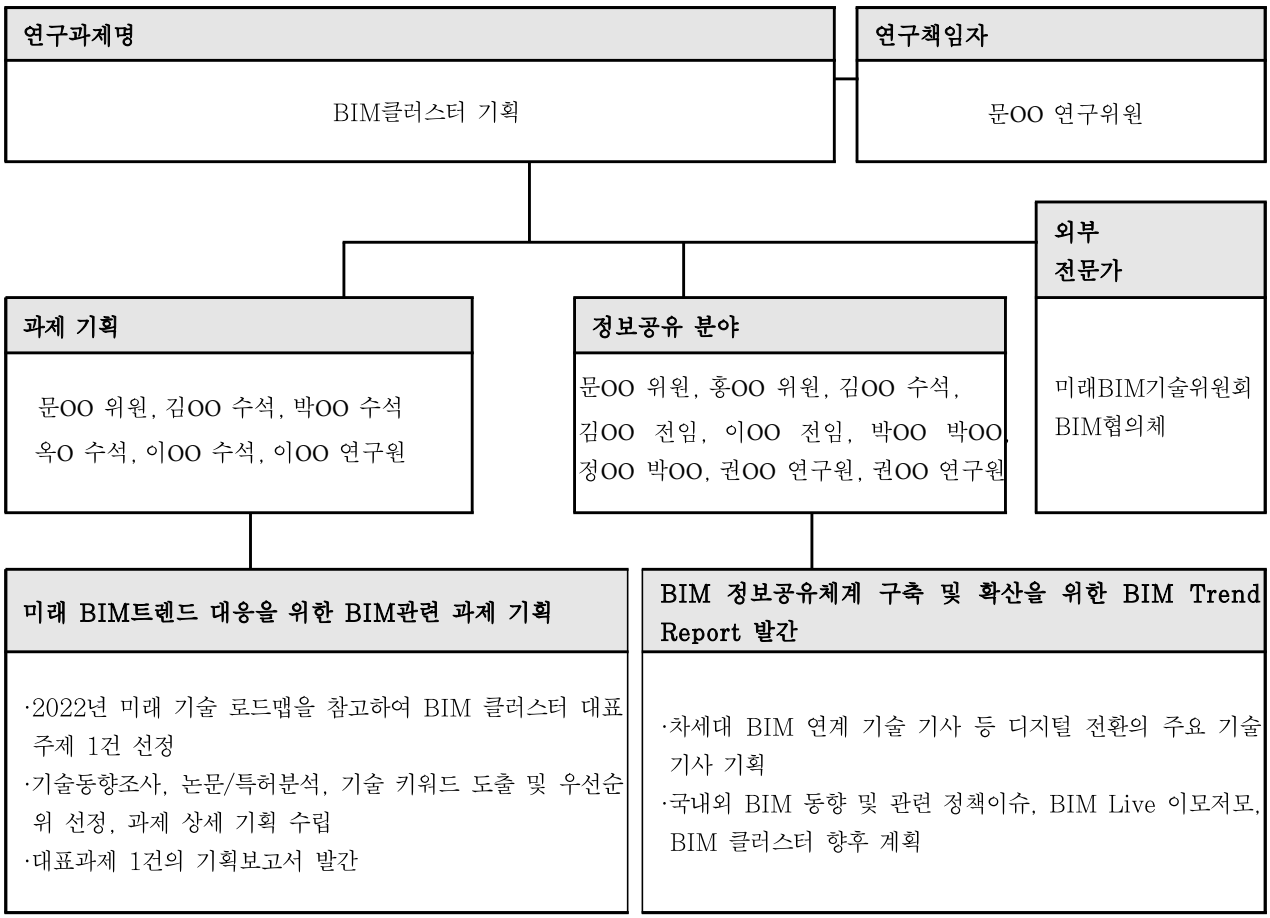
제2장

연구개발과제의 수행과정 및 수행내용

1. 연구개발 수행과정

1.1 수행체계 및 역할

BIM 클러스터는 부원장 산하 비정규 조직으로 운영되며, BIM 전담팀, 건설정보표준팀, BIM관련 R&D 연구자로 구성되며, 미래 BIM 기술위원회를 통해 발굴된 아이디어를 기반으로 클러스터 신규 기획과제를 선정하고 자체적인 기획연구 수행



<그림 2-1> 수행체계

1.2 수행전략 및 과정

본 연구는 BIM클러스터의 대표과제로 구성원 전체가 참여하며, 디지털건설과 연계한 미래 BIM기술 전략 로드맵을 기반으로 구성원 내 역할 분담을 통해 향후 BIM클러스터의 미래 먹거리 발굴을 위한 신규 기획을 수행하며, BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간을 위해서는 국내외 BIM 소식 수집, 현업의 상황을 파악할 수 있는 실무협의체를 활용하거나, 외부 전문가를 활용한 기고문 작성 등을 진행하고자 함

<표 2-1> WBS별 수행전략 및 과정

No	WBS	주요 수행전략 및 과정
1	미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획	**(수행전략)** - 과제정의, 기술동향 조사, 논문/특허 분석, 기술 키워드 도출, SWOT 분석, 과제 수요 및 예측 조사, 과제 우선순위 선정, 세부 과제 내용 기획 및 예산 수립 등 세부 상세 기획 **(수행과정)** · 신규 기획 아이디어 회의를 통한 아이템 발굴 · BIM데이터의 활용가치 확대를 위해 BIM기술을 활용한 디지털트윈기반사업 타당성 분석 및 선형설계 기술 개발 관련 동향 분석, 논문, 특허분석, 전문가 논의, 주요 기술 아이템 발굴, 기술별세부 기획 계획 수립 · 세부 기획과제 발굴 및 기획보고서 작성
2	BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간	**(수행전략)** BIM 산업 활성화를 위한 주요 이슈를 발굴하고, 외부 전문가 집필진 섭외를 통한 주요 이슈 기고 추진 **(수행과정)** · BIM Trend Report Vol. 5 ('23.12. 발간) · BIM 주요 이슈 및 동향 조사 · 국내 BIM 소프트웨어 및 특허 분석 · 설계기준 디지털화와 공동주택 설계 자동화 사례 소개 · 건설사 BIM 적용 사례 소개 · 국내 BIM 전문 기업 및 SW 소개 · BIM 협의회 소개 및 학협회 소식 전달

2. 수행내용

2.1 최종 연구개발 목표

본 연구는 최신 동향 및 메가트랜드 분석 결과를 바탕으로, BIM클러스터의 R&D 융합연구 방향성을 수립하고, 최신 BIM 기술 관련 선제 대응을 위해 미래 BIM클러스터 기획연구를 수행하고, BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간을 목표로 함

2.2 WBS별 세부 수행내용

본 연구는 크게 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획 연구와 BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간을 수행하였고, 상세 수행내용은 다음과 같음

<표 2-2> WBS별 세부 연구 수행내용

No	연구내용(WBS)	세부연구 수행내용
1	미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획	- 기획 자문위원회 운영 - 기술동향 조사 (정책, 특허, 이슈, R&D 동향 등 분석) - 대내외 환경 분석 - 국내외 R&D 역량 분석 - 사업설계를 위한 수요조사 분석 - 연구개발 과제의 구성 및 추진 전략 - 기획분야별 연구개발 내용 - 파급효과
2	BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간	- BIM Trend Report Vol. 5 ('23.12. 발간) - BIM 주요 이슈 및 동향 조사 - 국내 BIM 소프트웨어 및 특허 분석 - 설계기준 디지털화와 공동주택 설계 자동화 사례 소개 - 건설사 BIM 적용 사례 - 국내 BIM 전문 기업 및 SW 소개 - BIM 협의회 소개 및 학협회 소식 전달

제3장

연구개발과제의 수행결과 및 목표달성 정도

1. (WBS 1) 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획

1.1 성과지표 및 목표치

WBS 1은 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획 연구로, 신규 BIM관련 R&D 기획 연구를 수행하며, 상세 성과지표 및 목표치, 달성도는 다음과 같음

<표 3-1> WBS 1 성과지표 및 목표치

구분	내용	비고
성과목표	- BIM클러스터의 미래 BIM 기술기반 확보 및 R&D 발굴을 위한 기획연구를 수행	
성과지표	- 외부전문가 5인 이상의 정성평가 80점 이상	
목표치	- 기획보고서 발간	
목표치 설정 근거	- 5점 척도 활용 시 최우수 구간인 80~100점	
측정방법 및 산식	- 전문가 자문회의	
달성도(%)	- 100%	
달성내용	- 기획보고서 1건	

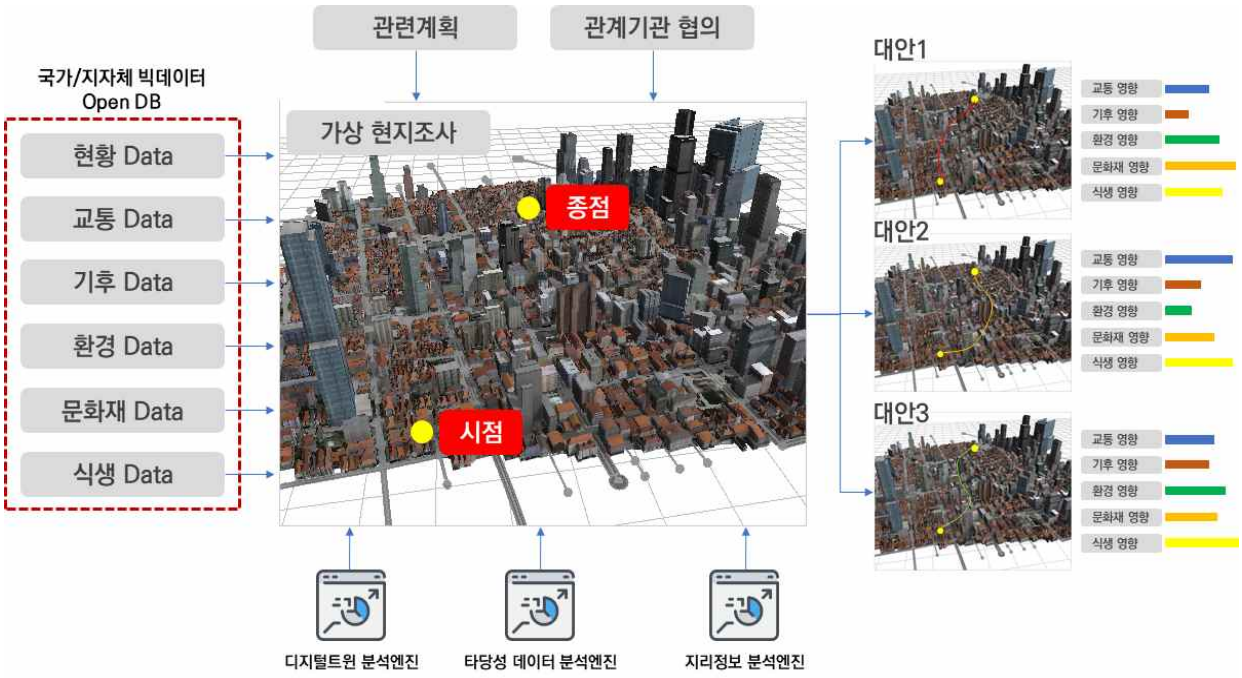
1.2 수행결과 및 달성내용

1.2.1 주요 수행연구 결과

▸목표-1. 미래 노선계획을 위한 디지털 트윈기반 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발

▸수행연구 :

- 기획 자문위원회 운영
- 기술동향 조사 (정책, 특허, 이슈, R&D 동향 등 분석)
- 대내외 환경 분석
- 국내외 R&D 역량 분석
- 사업설계를 위한 수요조사 분석
- 연구개발 과제의 구성 및 추진 전략
- 기획분야별 연구개발 내용
- 파급효과



<그림 3-1> 연구개발 프레임워크

1.2.2 수행연구 세부내용

(1) 사업 추진 배경 및 필요성

가) 사업의 배경

□ **건설산업의 생산성 향상을 위해 디지털화 및 AI 기술 접목이 필수적인 상황으로 전 세계적으로 건설 산업에 AI를 활용하고자 하는 움직임이 활발한 상황**

○ 글로벌 기업들은 IoT, Digital twin, AI 등 새로운 기술을 건설산업에 접목하여 디지털 기술을 활용한 협업 서비스, 건설·토목 현장의 시각화 서비스 등을 통해 새로운 산업을 창출

- 기존의 건설산업에서 다양한 디지털 기술을 도입하여 노동집약적인 건설산업을 기술집약적인 산업으로 전환하고자 노력 중
- AI를 통한 건설·토목 현장의 시각화 서비스, 360도 증강현실을 사용한 입체 영상 서비스, 인공지능 기술을을 활용한 탄소 배출 저감 플랫폼 등의 기술을 개발 중

※ 출처 : 삼정KPMG 경제연구원(2021), 미래의 건설산업 디지털로 준비하라

○ 건설 분야의 주요 AI 글로벌 전문 기업은 미국, 호주, 홍콩 등에 분포되어있으며 효율성을 획기적으로 증진하기 위한 AI 활용 시스템을 개발하여 건설 산업의 변화를 주도

- Generative Design을 활용한 설계기술을 비롯하여 프로젝트 리스크 및 수익성 검토 기술, 프로젝트 스케줄 최적관리 기술, 작업자 안전 및 현장 모니터링 기술, 건설 로봇 등 프로젝트 계획부터 설계, 시공단계에서 활용 가능한 AI 기술을 접목 중

○ 글로벌 시장조사기업 마켓리서치퓨처에 따르면 세계 건설업계의 인공지능 시장의 연평균 성장률은 35%로 전망되며, '23년 20.11억 달러(약 2조 3,300억원)까지 지속적인 성장 예측

- 건설 분야의 AI 응용프로그램은 아직은 초기 단계에 있지만, BIM(Building Information Model)과 GIS(Geographic Information System)의 통합이 이루어지면 활용도가 높아져 시장이 성장할 것으로 예측

○ 데이터 활용 기반도 미흡*하여 건설 全과정에서의 주요 의사결정이 일부 전문가의 지식에 의존하고 있고, 문서 검토와 도면 작성 등이 대부분 수작업으로 실시되는 등 건설산업의 디지털화는 타 산업 대비 기초 수준

* CALS(건설사업정보시스템), PMIS(서울시 건설정보시스템) 등에 인프라 건설 全주기에서 생성된 데이터가 축적 중이지만 활용도는 낮은 상황

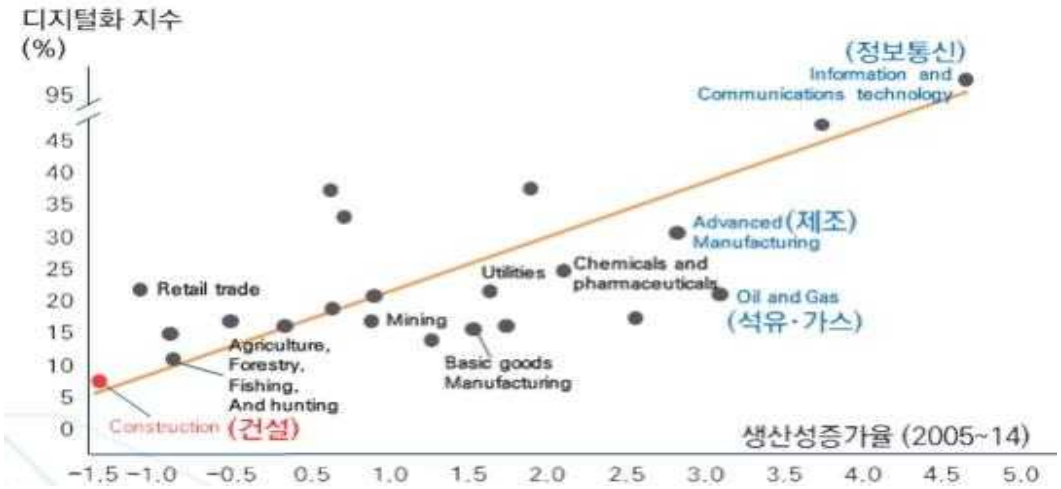
※ 출처 : Lafent('19), 건설산업, 디지털화 및 생산성 증가율 "꼴찌"

□ **건설산업의 디지털화 및 생산성은 타 산업군과 비교해 볼 때 정체 수준으로 건설업의 생산성을 향상하기 위해서는 디지털화가 핵심이 되는 기술혁신이 시급한 실정**

○ '05~'14년 사이 건설산업의 생산성 증가율은 △1.5%, 디지털화 정도는 5% 수준으로, 전체 산업군 중 가장 낮은 수치를 기록

- 타 산업의 디지털화는 정보통신(95%), 제조(30%), 석유·가스(25%), 농업(10%) 수준으로, 디지털화 지수가 높은 산업일수록 생산성 증가율이 높게 나타나고 있는 상황
- 건설산업은 타 산업에 비해 디지털화 및 생산성 증가율이 가장 낮은 산업 군으로, 4차 산업혁명 도래에 따른 건설 디지털화를 위한 기술개선 모색이 시급

※ 출처 : Lafent(2019.4.30), 건설산업, 디지털화 및 생산성 증가율 "꼴찌"



※ 출처 : "건설산업 혁신에 따른 건설관리의 변화 예측" 세미나 발표 자료(2019.4.25)

<그림 3-2> 디지털화 수준과 생산성 증가의 상관관계

나) 연구 추진의 필요성

□ 국토부의 R&D 사업 및 CALS 등에 건설 프로세스별로 방대한 디지털 정보가 존재하나 데이터의 활용도는 낮은 상황

○ 현재 진행 중인 국토부 R&D 사업*에서 축적되고 있는 디지털 건설정보 및 CALS, PMIS, 세움터 등 시스템의 건설사업 全주기에서 생성된 데이터가 존재하나, 이러한 데이터 활용도는 낮은 상황

* '스마트 건설기술 개발사업', '디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업' 등

- CALS와 PMS 등에 축적된 데이터의 경우 단순 저장을 목적으로 구축되었기 때문에 이를 활용하기 위한 방안 등에 대한 고민이 부족하여 활용도가 저조한 것으로 파악

- 건설 프로세스 데이터의 선순환 구조를 구축하기 위해서는 우선적으로 현재 국토부에서 추진 중인 스마트 건설기술 개발사업 등에서 축적되고 있는 데이터의 활용이 필요

※ 출처 : 전문가 검토회의 자문의견(2021.09.)

- 국토연구원은 건설공사의 계획부터 유지관리까지 생애주기 전 단계의 정보가 유기적으로 관리되어 활용될 경우 공공시설 투자 및 관리의 효율화, 부실공사 최소화, 사업비 절감, 공기 단축, 품질 향상 등 경제·사회적 효용 개선이 이루어질 수 있다고 전망

※ 출처 : 경향비즈(2018.11.19.), 건설 관련 공공 정보시스템 '엉망'…누락 및 중복, DB간 연계도 안돼

□ 도로 인프라 건설 계획 및 설계 작업은 수작업을 통한 업무로 인해 많은 시간이 소요

○ 국내의 경우 건설 계획-설계 단계에서 각종 문서 검토 및 설계 도면 작성 등은 대부분 수작업으로 실시하고 있어 업무 효율성이 낮은 상황

- (계획) 환경, 교통, 재해 등 영향평가를 비롯하여 인·허가를 위한 법·제도 분석 등을 수행하기 위해 여러 문서자료를 엔지니어들이 수작업으로 찾아 분석 중
- (설계) 수작업으로 진행되는 설계 성과품 작성의 경우 휴먼에러로 인한 잦은 설계오류 및 누락, 잘못된 물량과 원가 산출 등의 문제가 발생

※ 출처 : 대한민국정책브리핑(20.05.07), "정부,「엔지니어링산업 혁신전략」마련"

○ 기존 수작업 방식에서 디지털 전환을 통한 자동화 기술을 적용할 경우 기존 작업 시간의 50% 이상을 단축하는 등 효율성 및 생산성 증대에 효과적

- 통상적으로 건물 하나의 철골 구조 설계를 수작업으로 실시할 경우 약 3~4일이 소요되지만 자동 설계 프로그램을 활용할 경우 10분 이내로 구조 설계가 가능하며 이를 통해 시공성 검토가 같이 이루어져 공사기간 단축 및 설계 비용도 약 20% 이상 절감 가능할 것으로 예상

※ 출처 : 현대엔지니어링 이슈&스토리 (2020.08.19.), 건설 회사에서 AI는 어떻게 쓰일까?

- 디지털 객체 데이터(예산, 환경, 교통 노선 등) 기반의 AI 기술을 적용할 경우 엔지니어가 수작업으로 분석할 때보다 분석 시간이 약 60% 이상 단축 가능하며, 정확도 역시 7% 가량 높일 수 있을 것으로 예상

※ 출처 : 서울경제(2020.01.20.), "SK건설 '입찰안내서 AI 종합분석시스템' 구축"

- 설계 성과품 작성은 현재 주로 수작업으로 많은 업무가 진행되고 있어 그 과정에서 휴먼에러로 인한 잦은 설계오류 및 누락, 잘못된 물량과 원가 산출 등의 문제가 발생

※ 출처 : 대한민국정책브리핑(20.05.07), "정부,「엔지니어링산업 혁신전략」마련"

- '18년 기준 국내 건설기업의 글로벌 설계 경쟁력은 시공경쟁력(10위), 가격 경쟁력(7위)에 비해 낮은 13위를 기록하였는데, 설계단계에서 법규, 지침 등 다양한 설계 요구사항에 대해 수작업으로 검토하고 있어 업무 생산성을 하락시키는 원인으로 작용

※ 출처 : 한국건설기술연구원(2018), 건설산업의 글로벌 건설 경쟁력 평가를 통한 해외건설 BIG 이슈 개발

□ 도로 구조물에 영향을 주는 기후 조건, 교통량, 소재 등 외부환경 요인을 고려한 설계 요구 증대

○ 시설물의 전 생애 주기 동안의 교통량, 염해환경 노출, 열악한 기후 조건 등은 수명 단축 요인으로 신설 도로구조물 설치 시 환경을 고려하여 설계 필요

- 차량 1대의 축하중이 1t이 초과할 경우 승용차 11만대가 지나갔을 때와 같은 정도로 도로 포장이 파손되며 40t 화물차가 50t을 싣고 지나가면 약 36개월 교량 수명 단축

※ 출처: 부산일보(2019.10.11.), 무게 100t 화물차 지난해 3번 적발…교량수명 3년 단축시켜

- 해상교량이 염해 내구성 설계 및 평가 등이 반영되지 않을 시 염화물로 인한 내구성 저하 현상이 나타나고 있는 실정

※ 출처: 한국안전학회지(2018), 해양 환경 콘크리트 교량의 염해환경 성능평가 연구

○ 미래 도로구조물은 고분자 복합체, 나노소재, 신소재 복합재료 등 新 재료로 건설 가능하며 수명이 긴 미래의 도시 교량은 최적의 적합한 소재를 설계 시부터 반영할 필요

- 차세대 교량은 플레이트 거더(plate girder)와 교체 가능한 재료, 고급 철강재 사용이 늘어나고 있으며 고급 철강으로 건설할 경우 교량 기초에 들어가는 비용 절감, 교량 상부구조 자체의 하중을 축소시키는 등의 효과 발생
- 최근 미국에서 건설 된 대규모 교량은 최소 75년~100년까지 유지되도록 수명 연장을 위한 설계 반영

※ 출처: 뉴스룸(2017.9.15.), 전문가 리포트_메가시티 트렌드와 교량 건설의 미래

○ 이미 영국에서는 방대한 축적된 BIM 데이터를 기반으로 하는 Data-driven Infrastructure로 변화되고 있고 이러한 과정에서 발생한 건설 빅데이터를 활용하여 고속도로(Highway England)의 부분적 설계 자동화를 통한 설계 생산성 확보에 박차

- BIM, AI, 빅데이터 기술의 발전에 따라 일부 국가(영국, 미국 등)는 기존의 설계방식을 획기적으로 전환하는 차세대 BIM 설계 연구가 이미 착수하였으므로, 향후 설계 자동화 시장의 기술선점을 위해 조기 기술개발 필요

○ 국내의 경우 건설 계획-설계 단계에서 각종 문서 검토 및 설계 도면 작성 등의 대부분 수작업으로 실시하고 있어 업무 효율성이 낮은 상황

- 계획 단계의 경우 환경, 교통, 재해 등 영향평가를 비롯하여 인·허가를 위한 법·제도 분석 등을 수행하기 위해 여러 문서자료를 엔지니어들이 수작업으로 찾아 분석 중
  - 발주처가 제시하는 1만 여장에 달하는 입찰안내서를 분석하기 위해서 엔지니어 30명이 100시간씩 3,000시간 가량 투입하여 분석이 필요할 정도로 노동력이 필요한 상황

○ 국내 설계는 실시설계도와 시공설계도의 구분이 명확하지 않아 실시설계 단계에서 시공 상세 수준의 성과품 제작이 요구되는 상황이 발생

(2) 사업 추진 배경 및 필요성

가) 법적 근거

□ 본 사업은 「과학기술기본법」, 「국토교통과학기술 육성법」, 「건설기술 진흥법」 등에 법적 근거를 두고 추진

나) 국정과제 근거

□ 본 사업은 「윤석열 정부의 110대 국정과제」의 6대 국정 목표 중 '국정목표 2. 민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제'의 약속5. 핵심전략산업 육성으로 경제 재도약 해당

<표 3-2> 국정운영 5개년 계획의 주요 내용

세부이행체계		내용
28	모빌리티 시대 본격 개막 및 국토교통산업의 미래 전략산업화	○ 국토교통 산업의 혁신을 통해 4차 산업혁명 시대의 미래 먹거리로 육성하고, 역동적 경제성장을 지원 ○ 스마트 건설기술(BIM, OSC 등) 확산으로 산업의 고부가가치화, 페이퍼 컴퍼니 근절 노력 등 비합리적 관행이 없는 공정한 건설 환경 조성

다) 부처계획 근거

□ 국토교통부에서 발표한 「제6차 건설기술진흥기본계획」, 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 등과 연계하여 본 사업을 추진

○ '제6차 건설기술진흥기본계획('18~'22)' 에서 제시한 '스마트 건설기술을 통한 생산성 향상', '분야간 융·복합을 통한 경쟁력 강화', '건설 Big Data 유통을 통한 신산업 육성' 등과 연계

○ '제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)' 에서 4대 전략 중 '기술융합을 통한 새로운 가치창출' 추진전략에서 '융합기술을 통한 건설 지능화 실현', '고부가가치 건설기술 창출' 등 부분과 연계

○ '건설산업 혁신방안('18)' 의 혁신내용 중 '스마트 건설기술 활성화', '고부가가치 건설시장 확대' 등과 연계

(2) 국내외 현황 분석

가) 정책적 현황 분석

□ 건설 디지털화를 통한 생산성 향상 및 지능화 촉진을 위해 미국, 영국 등 선도적인 정책을 수립한 국가를 기반으로 정책적 환경을 분석

□ 영국은 산업 경쟁력 강화를 위한 산업정책을 시행하고, 산업전략 중 하나인 'AI 섹터 딜(sector deal)' 전략을 통해 건설 분야의 AI 혁신 및 투자, AI 지원 정책 개발 등을 지원

○ 민간이 주도하고 협력해서 비즈니스 환경을 마련할 수 있는 AI 섹터 딜 전략은 건설, AI, 자동차, 생명공학 분야를 시작으로 항공우주, 창조산업, 원자력, 철도, 관광 등으로 대상을 확대하여 진행

- (생산성 제고를 위한 AI 혁신 및 투자) 건설 분야의 AI 솔루션에 투입되는 정부 자금에 대해 산업계에서 매칭 펀드 조성, 공공부문을 포함한 AI의 활용을 촉진하고 AI 연구를 지원
- (고숙련 인력 양성을 위해 학교·대학과 산업계 협력) '20~'21년까지 매년 박사학위 취득자 200여 명을 배출하고 '25년까지 최소 1천 명의 박사생 지원

- (기존의 국내 데이터 인프라 강화) 고품질 공공데이터를 개방하고 공정·평등·안전한 데이터 공유 프레임워크 개발, 전국적인 디지털·통신 인프라 구축
- (AI 지원 정책 개발) 산업계의 정부 정책 참여를 독려하고 AI를 포함한 고성장 기업을 위한 환경 개선
- (AI 기업 성장 지원을 위한 지역 클러스터와 협력 등의 활동) 테크시티UK(Tech City UK)에 대한 투자 실시, 앨런튜링 연구소를 전국 수준의 AI·데이터 과학 연구소로 업그레이드 등을 통해 영국 전역에 AI 클러스터 확대

※ 출처 : 한국산업기술진흥원(2020), 산업 기술 국제 협력

□ 일본은 i-Construction을 정책을 통해 '25년까지 건설(측량-설계-시공-검사) 현장의 생산성을 현행 수준 대비 20% 향상을 목표로 잡고 ICT 적용을 점차 확대하여 건설 생산성 혁명을 촉진

○ 조사·측량에서 설계, 시공, 검사, 유지관리 및 업데이트까지의 모든 건설과정에서 3차원 데이터를 도입하고 ICT 건설 장비 등 신기술을 활용

- '16년은 ICT 토공을 적용하였으며, 시공 효율화에 관한 요소기술의 가이드 라인을 책정하여 규격 표준화를 실시
- '17년에는 ICT 포장, ICT 준설공(항만분야), I-Gesuido(측량 및 유지관리 분야의 ICT 기술 활용), I-Bridge(교량 분야의 3차원 데이터에 의한 설계)을 진행하며 항만과 하천 등으로 공종을 확대하여 적용
- '18년부터는 I-Construction 대상을 민간기업의 대응까지 확대(모집 대상은 국토교통성 및 지자체 이외의 발주기관으로부터 수주한 공사 · 업무로 2019년에 실시한 대처로 원도급, 하도급은 관계없음)

※ 출처: 대한건설정책연구원(2020), 일본 국토교통성 건설 부문 주요 보도자료

○ 국토교통성은 인프라 디지털 트랜스포메이션 추진 본부를 설치하고 '20년 7월부터 회의를 개최하며 건설업 및 인프라 분야의 혁신을 위한 시책을 정리

- 건설 현장의 안전성과 효율성을 향상하도록 진행하고 디지털 데이터를 활용하여 업무의 프로세스와 근로 방법을 변혁을 추진하는 등 비대면, 원격형 근로 방식 전환에 맞게 테마를 선정
- 또한 행정 절차나 일상 서비스의 변혁, 로봇 · AI 등을 활용하여 사람을 지원할 수 있도록 돕고 이러한 내용에 기초하여 변화를 진행하는 등 구체적인 행동을 진행

※ 출처 : 대한건설정책연구원(2021), 일본 국토교통성 건설부분 주요 보도자료

□ Draft Master Plan 2019, Construction Industry Transformation Map을 발표하여 건설산업의 혁신적 발전과 일자리 창출을 촉진하고 건설 인프라 및 생산성 향상을 추구

○ 싱가포르 도시개발청 URA에서는 국가 전체의 도시 계획의 일종인 Draft Master Plan 2019를 제시하여 다섯 개의 주제로 친환경적, 지속 가능한 개발에 초점을 맞추며 국가

발전을 위한 계획을 담음

○ 싱가포르 건설청 BCA(Building Construction Authority)은 Construction ITM 정책을 발표하고 건설 분야 혁신을 위해 사전제작 및 조립, 그린빌딩, 통합 디지털 기술 활용체계의 3가지 핵심 영역을 선정

- 사전 제작 및 조립(DfMA)은 건설 현장의 작업을 공장으로 이전하여 작업함으로 제조 및 조립을 쉽게 할 수 있게 만듦
- 그린 마크 평가를 통해 기존 건설 또는 새로운 신규 건설이 친환경 기준을 충족 시 인센티브를 지원하는 등 그린 빌딩 건설을 지원
- 통합 디지털 기술 활용 체계는 BIM 활용을 기반으로 스마트기술, ICT를 사용하여 건설 생산 단계별 참여자를 연결하고 설계, 현장 조립, 유지보수까지에 이르는 건설 전 생애주기 단계를 통합

※ 출처: 한국건설산업연구원(2020), 영국과 싱가포르의 인프라 정책 분석



※ 출처 : BCA

<그림 3-3> Construction Industry Transformation Map

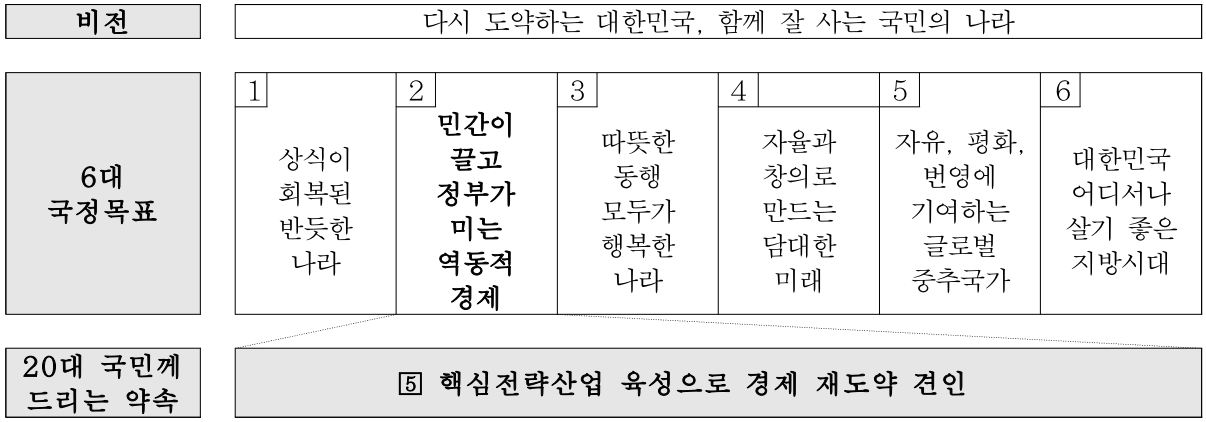
□ 독일의 인더스트리(industrie) 5.0 추진에 따르면 인간중심, 지속가능성, 탄력성의 핵심요소를 기반으로 디지털 의존도 증가 수요에 대비하기 위한 인간과 로봇의 공존 전략 마련

○ 사람과 AI 사이의 상호 작용을 강화한 인더스트리 5.0 전략은 효율성과 생산성의 최적화를 추구하며 자동화에 대한 건설산업의 파생 효과를 기대

- 기계화부터 진행된 산업 혁명은 현재 디지털화까지 진행된 상태로 산업 전반의 데이터 분석, 인공지능 기술의 도입으로 공정 자동화가 심화로 스마트 팩토리를 선두로 건설산업까지 영향을 미치는 중
- ① 개별화된 인간-기계의 상호 작용, ② 생물에서 영감을 받은 기술 및 스마트 재료, ③ Digital twin 및 시뮬레이션, ④ 데이터 전송, 저장 및 분석 기술, ⑤ 인공 지능(AI), ⑥ 에너지 효율성, 재생 에너지 및 저장을 위한 기술로 범주를 제시

□ **윤석열 정부는 국정목표2 '민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제'을 통한 '다시 도약하는 대한민국, 함께 잘 사는 국민의 나라'의 국정 비전 달성을 추진**

○ 정부가 추진하는 20대 국민께 드리는 약속 중 5.'핵심전략산업 육성으로 경제 재도약 견인'을 바탕으로 본 사업을 진행



<그림 3-4> 윤석열 정부의 110대 국정과제

○ 국정과제의 실현을 위해 건설산업 혁신 기술이 개발되어야 하며 110대 국정과제 중 〔28〕. 모빌리티 시대 본격 개막 및 국토교통산업의 미래 전략산업화가 동 사업과 연계 가능

- 〔국정과제 28〕 모빌리티 시대 본격 개막 및 국토교통산업의 미래 전략산업화
  - 국토 교통 산업의 혁신을 통해 4차 산업혁명 시대의 미래 먹거리로 육성하고, 역동적 경제성장을 지원
  - (물류·건설산업 혁신) 스마트 건설기술(BIM, OSC 등) 확산으로 산업의 고부가가치화, 페이퍼 컴퍼니 근절 노력 등 비합리적 관행이 없는 공정한 건설 환경 조성

□ **「엔지니어링산업 혁신전략」은 고부가가치 영역인 엔지니어링 디지털화를 통해 기반 구축 및 AI 기반 설계검증 및 설계 자동화 기술개발을 추진**

○ 코로나 19로 위축된 국내 경제의 활로를 열기 위해 산업 파급효과가 크고 고용 창출에 효율적인 고부가가치 영역인 엔지니어링*산업 양성을 본격 추진

* 엔지니어링 : 과학기술의 지식을 응용해 수행하는 사업 또는 시설물에 관한 여러 활동

- 디지털 엔지니어링 기반구축을 위해 업계와 공동으로 엔지니어링 전주기 통합 플랫폼과 데이터 변환, 표준화 기술개발 등 추진
- 설계 고도화를 위해 AI 기반 설계 검증 및 설계 자동화 기술 개발 추진
- (설계검증) 유형별 설계 요건, 설계 매뉴얼, 노하우 등을 표준화, 디지털화하고 빅데이터와 연계해 설계 시 오류를 자동 검사
- (설계 자동화) 플랜트, 건설 분야 등의 설계 요건 및 매뉴얼에 따라 빅데이터와 연계해 기본·상세설계를 자동 생성하고 최적화

□ 「Digital twin 활성화 전략('21)」에서 BIM 설계 기반의 Digital twin 시뮬레이션을 활용한 터널·교량 등의 보수보강의 의사결정을 지원하여 건설산업의 디지털 전환을 목표로 선정

○ 건설 SOC부터 의료·안전 등 국민 생활까지 다양한 분야의 신규 서비스 선도를 통해 우리 사회 전반의 스마트화 및 시장 확대하여 대규모 선도시장 창출을 위해 노력 중

○ Digital twin 활성화 전략('21)을 마련하여 BIM 설계 기반의 건설 시뮬레이션을 통한 산업 경쟁력을 향상

○ Digital twin 수요를 뒷받침하는 방안을 추진하기 위해 정부와 기업이 주도하여 기술 활성화 기반 마련

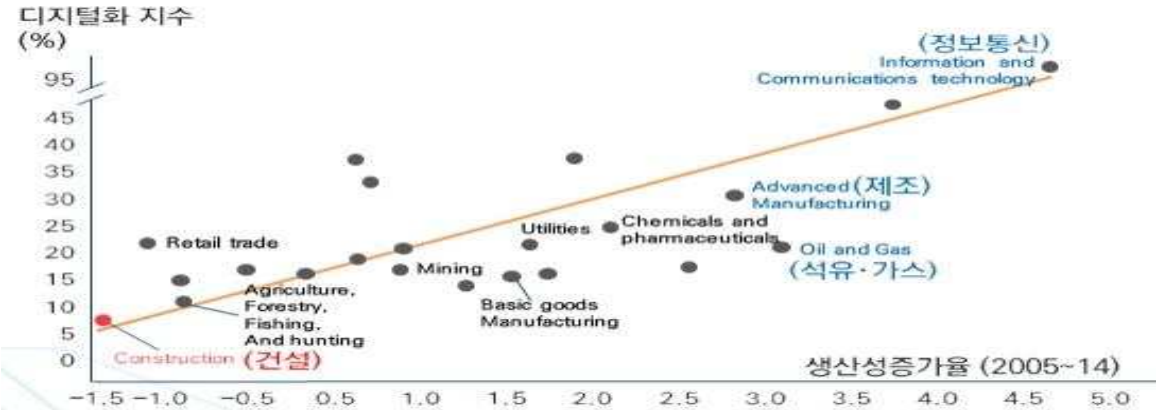
나) 경제적 현황 분석

□ 올해 세계 건설 시장규모는 '20년 대비 12.2% 성장한 12조 4,373억 달러로 전망되며 코로나19 리스크로 역성장이던 시장 경제가 회복세에 진입하며 경제 정상화로 이동 추세

○ 글로벌시장 조사 분석기관인 IHS Markit 기반으로 '21년의 전 세계 건설시장 규모를 살펴보면 약 12조 4,373억 달러로 예상되며 실질 성장률은 전년 대비 12.2%가 증가

- 아시아 건설시장은 세계 시장의 가장 큰 비중을 차지하는 51.3%로 조사되며 '20년 대비 15.8% 성장한 6조 3,782 달러로 전망

□ OECD, McKinsey, BCG 등은 디지털화와 생산성의 높은 상관관계에 주목하며 디지털 혁신 강조



※ 출처 : "건설산업 혁신에 따른 건설관리의 변화 예측" 세미나 발표 자료(2019.4.25)

<그림 3-5> 디지털화 수준과 생산성 증가의 상관관계

○ '05~'14년 사이 건설산업의 생산성 증가율은 △1.5%, 디지털화 정도는 5% 수준으로, 전체 산업 군 중 가장 낮은 수치를 기록

- 타 산업의 디지털화는 정보통신(95%), 제조(30%), 석유·가스(25%), 농업(10%) 수준으로, 디지털화 지수가 높은 산업일수록 생산성 증가율이 높게 나타나고 있는 상황
- 건설산업은 타 산업에 비해 디지털화 및 생산성 증가율이 가장 낮은 산업 군으로, 4차 산업혁명 도래에 따른 건설 설계-시공-유지관리 전범위에서의 디지털화를 위한 기술개선 모색이 시급

※ 출처 : Lafent(2019.4.30), 건설산업, 디지털화 및 생산성 증가율 "꼴찌"

○ 시공 자동화/생산방식 혁신, 장비 지능화, 기술 M&A 활성화, 기술혁신 플랫폼 선도 등의 적용은 공기단축, 비용 절감, 재해감소, 부가가치 증가 등 긍정적 파급효과 유발

- 건설산업의 디지털화 수준을 제조업 수준으로 향상 되면 생산성이 25% 증가할 것으로 예상하며, Catch up effect*로 생산성 30% 향상도 가능할 것으로 판단

* 캐치업 효과 (수렴이론) : 1인당 소득이 높은 경제에 비해 빈곤국이나 개발 도상국이 더 빠르게 성장하고 점차 비슷한 수준의 1인당 소득에 도달 (THE ECONOMIC TIMES, 2020.11.24)

- 건설 산업과 디지털 혁신의 상관관계는 0.79이며, 디지털화가 1% 진전될 때 생산성은 0.81% 증가

□ 건설 AI 시장은 대기업과 중소기업으로 분류되며 대기업 34.9%, 중소기업 36.1%의 성장세로 중소기업 AI 시장의 성장세가 보다 높은 성장률을 전망

○ 건설 AI 시장에서 대기업은 '18년 3억 4,320만 달러의 규모, 중소기업은 6,390만 달러의 규모로 '18년까지 지속적인 성장률 추세

- 건설 AI 시장의 대기업은 '23년 15억 3,280만 달러로 성장을 전망하며, 중소기업의 경우 2억 9,820만 달러에 이를 것으로 전망



※ 출처 : Marketsandmarkets(2018), Arrificial Intelligence(AI) In Construction Market

<그림 3-6> 건설 AI 시장의 조직 규모별 시장 규모 및 전망

□ 건설산업에서는 건설사 및 S/W 기업을 중심으로 건물 외관검토, 설계 자동화 및 모델 추천 등에 디지털 기술을 활용하여 건설 설계-시공 지능화의 신속한 확산 유도

○ (일본-오바야시 건설) 오바야시 건설은 AI를 활용하여 면진 구조 건물 등의 건설에서 수행하는 외관검사 일부를 효율화한 업무 시스템 개발

- AI 기술을 활용하여 충전 콘크리트 자동 계측 수행함. 이를 통해 기존 방식 대비 2~3일 만에 작업 완료하며, 충전 콘크리트 표면 사진으로부터 틈새를 발견하는 용도로 AI 활용
- 딥러닝을 통해 틈새 형태의 특징을 학습시켰을 때 약 84%의 인식 정확도, 약 95%의 재현율 산정 가능하며 자동으로 화상을 보정하거나 충전율을 산출

○ (미국-오토데스크) 오토데스크는 제너러티브 디자인(Generative Design)을 통해 설계 목표에 맞춘 다양한 설계 옵션을 빠르게 만들어 건축가·엔지니어·발주처 등의 이해당사자들이 최적화된 설계안을 선정하도록 지원

- 제너러티브 디자인 기술은 머신러닝과 연계됨. 과거의 빅데이터를 입력하고 신규 프로젝트에 대한 설계목표나 조건들을 입력하면 스스로 다양한 설계 옵션들을 생성하는 수준
- Autodesk Design Graph의 부재 추천 시스템은 설계 정보에 기계학습 기법을 적용해 설계 부재에 대한 자동분류, 검색 및 추천을 가능하게 하는 시스템 개발→설계사의 축적 데이터를 활용하여 부재에 대한 Design Graph 구축

○ (미국-구글) 구글의 딥마인드가 개발한 '제너러이트 쿼리 네트워크(GQN)'은 2차원 공간 이미지 기반으로 3차원 공간 자동 생성 기술을 개발

○ (핀란드-Sweco) 수천개에 달하는 실적 BIM모델을 DB화하여 신규 사업에서 부재 상세를 선정해주는 모델 추천시스템 개발하여 사업에 활용

○ (싱가폴-AI 싱가포르) 싱가포르는 2017년도 AI분야 R&D 투자와 全 산업 AI 적용 활성화를 목표로 AI 싱가포르 전략을 수립함

- 사회문제 해결과 AI도구 및 자원공유를 위한 AI 100개 과제 수행 및 AI Ecosystem 간의 협력 강조

□ 국내의 설계 자동화 관련 기술은 대부분 건축물 또는 정형 구조물 대상이며, 시공관리 기술은 중소규모 건설을 지원하거나 일부 제한된 서비스만을 제공 중으로, 도로 인프라 등 토목 분야 중심의 연구개발은 미흡한 상황

○ (설계) 텐일레븐의 'BuildIT'는 인공지능 건축설계 솔루션이며, 현대엔지니어링에서 개발한 자동설계 기술은 적용대상이 플랜트로 정형 구조물이 대상

○ (DL이앤씨) BIM 기반 3D 모델을 이용해 자동으로 배관 직경을 수정하는 프로그램 ECCOFlow Designer를 개발하여 수배관 직경을 큰 어려움 없이 최적화하고 유량 분산을 효율적으로 개선

※ 출처 : 권순욱(2021),스마트 건설의 최신 트렌드와 건설산업의 대응전략

○ (SK건설) AI를 활용하여 입찰안내서를 종합적으로 분석할 수 있는 시스템(EPC

Advisor System)을 구축하였으며, 이는 SK C&C의 AI인 에이브릴이 활용됨→과거 입찰안내서와 품질, 안전, 환경 등의 정보 학습

○ (현대건설) 현대건설은 '20.10부터 재해예측을 위한 AI를 도입하고 이를 기반으로 하는 건설현장의 안전관리를 착수

○ (대우건설) 인공지능 기술을 활용하여 기술문서 리스크 분석 프로그램인 "DAIA" 개발하였으며, 온톨로지 기술을 활용한 기술문서 리스크 분석검토

○ (현대엔지니어링) 현대엔지니어링은 미장 공정에 AI 기술을 활용하여 작업자가 별도의 추가 조작 없이 콘크리트 바닥 면의 평탄화 작성을 수행하는 'AI 미장 로봇'을 개발하고 동 로봇을 활용한 바닥 평탄화 기술을 개발

○ (스타트업) 대기업 뿐만 아니라 스페이스워크, 텐일레븐, 큐픽스 등과 같은 스타트업에서도 빅데이터, AI, VR/AR 등의 기술을 활용하여 설계 작업, 건설안전 등에서 건설 사업의 효율성을 제고 하고자 노력

- 현대엔지니어링은 업계 최초로 AI를 활용하여 플랜트 철골 구조물을 자동 설계하는 시스템 개발에 성공
- 건물 크기, 하중, 형태 등의 기본 설계 조건 입력 시 기존에 3~4일 소요되던 설계 작업을 10분 이내에 가능하게 만드는 기술의 개발
- 추가로 '2D 도면 3D 모델링 자동 변환', '전 공종 도면 자동화 설계 및 물량 산출', '배관·케이블 루트 자동 설계' 등 10여개의 설계 자동화 기술을 개발 중

※ 출처 : 국토교통부,KAIA(2020), 인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발 최종보고서

다) 기술적 현황 분석

□ 영국 산업 전반의 디지털화를 목표를 위해 인공지능을 활용한 프로그래밍 설계 기법을 개발하여 일부 설계 과정을 자동화하고 건설 설계 프로세스의 최적화에 성공

○ 영국은 공공 인프라 시설의 디지털화를 위해 '17년 cdbb(Centre for Digital Built Britain) Data driven Infrastructure 보고서를 발간

- 이를 기반으로 Highway England는 건설 디지털 빅데이터(환경, 기후 등)를 활용하여 도로의 선형을 최적화하는 설계 기법을 BIM 기반으로 제시하는 연구가 진행 중이며, 관련 프로토타입 개발 중

○ 급속도로설계 기법인 REM 기술을 활용하여 다양한 외부적 환경 데이터를 기반으로 최적 도로(안)에 대한 빅데이터 분석을 통해 선형과 도로설계를 자동화하는 Data-driven Infrastructure 기술을 개발

○ 영국 목재 건설기술의 선두주자 Staircraft는 Brainpool와 제휴하여 AI를 활용한 최적의 평면 설계를 도출하는 시스템인 DAISY AI를 개발

- DAISY AI 시스템은 유전 프로그래밍을 적용하여 설계도를 도출하고 다양한 조합을 검토해서 기하학적 형태를 자동화된 방식으로 만들 수 있으며 상용 설계 프로그램 호환 파일로 변화할 수 있게 도출 가능

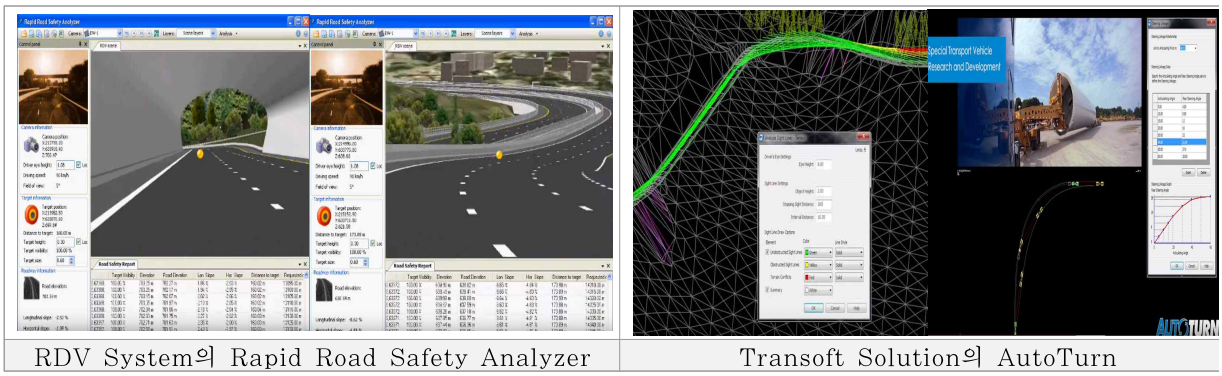
- 자동화 설계 도구를 활용하면 전체 공사 비용의 절감뿐만 아니라 자재 절약으로 연간 2,500건의 배송비를 절약할 수 있고 자재를 운반하면서 발생하는 탄소 배출을 감소하는 등의 적용 효과 발생

※ 출처: 국토교통부, 한국건설기술연구원(2020.12), 월간스마트건설리포트 VOI.6

□ **미국 RDV Systems에서는 도로의 3차원 설계 성과품으로부터 주행 시뮬레이션을 통해 측점 구간별로 해당 구간의 기하요소들이 설계기준을 만족하도록 설계되었는지를 시각적으로 평가하기 위한 Rapid Road Safety Analyzer를 개발**

○ 주행에 따른 시거, 편구배 등의 기초적인 기하조건을 시각화하는 도구로서 제한적 수준의 설계검증이 이루어지고 있는 단계

- 또한 Transoft Solution inc.는 차량 종류별 주행경로 및 반경을 기반으로 도로 최적 Path를 결정하는 3D기반의 Swept Path Analysis와 종단구배에 따른 시거를 분석할 수 있는 3D Site line Analysis 기능을 탑재한 Civil3D 기반의 3rd Party인 AutoTurn S/W를 개발



RDV System의 Rapid Road Safety Analyzer | Transoft Solution의 AutoTurn

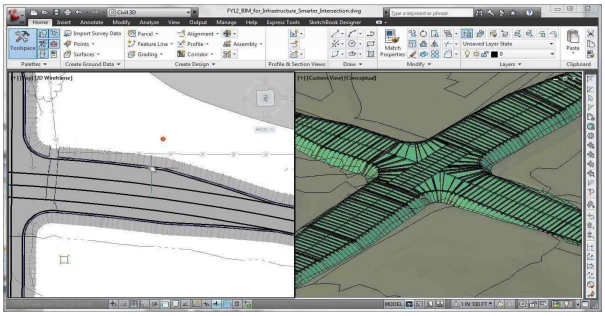
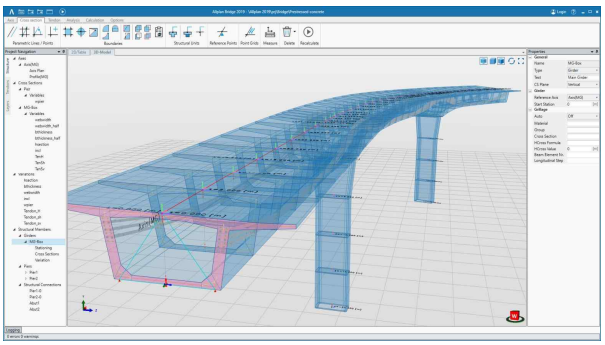
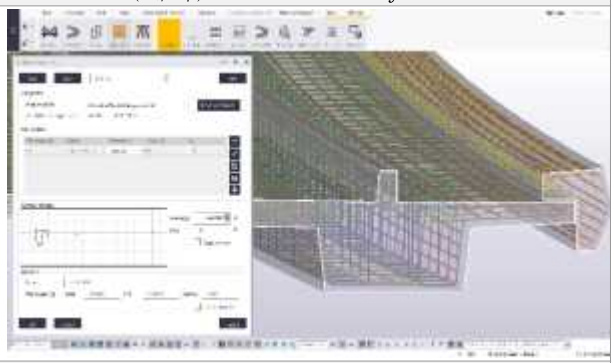
<그림 3-7> 도로분야 Safety 분석 시스템 현황

○ 대표적인 도로분야 상용 BIM 설계 S/W인 Autodesk Civil3D, Bentley InRoads를 통해 도로, 토공, 지형 등의 3차원 모델을 작성

- Civil3D는 Autodesk Infraworks와 연동하여 도로의 시뮬레이션, 대안검토, 선형변경 등을 수행할 수 있으며, 최근 구조물의 변수(제원)을 통해 BIM 설계를 부분적으로 자동화할 수 있도록 하는 변수기반의 설계지원 도구인 Dynamo 개발

  • 산업현장의 디지털 혁신을 선도할 인공지능 융합 전문인력을 생성하고자 개최 또한 '18년에는 교량의 BIM 설계를 변수기반으로 자동 생성할 수 있도록 Nemetschek에서는 Allplan Bridge Modeler를 Trimble에서는 Tekla Bridge Creator를 출시한 바 있음

○ Autodesk에서는 Generative Design이라는 개념을 통해 단일의 모델에서 구속조건 및 재료 조건만 입력하면 다양한 디자인의 설계 대안을 인공지능 기반으로 자동화 설계를 수행할 수 있는 기능 개발 및 활용 추세

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(해외) Autodesk Civil 3D</td><td>(해외) Autodesk Dynamo</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(해외) Allplan Bridge Modeler</td><td>(해외) Tekla Bridge Creator</td></tr>
</table>

<그림 3-8> 국내외 도로분야 BIM 설계 S/W

□ 세계 최초로 도시 단위를 3차원 가상 도시 모델과 데이터 플랫폼으로 구현한 버추얼 싱가포르 (‘Virtual Singapore’) 프로젝트를 진행하여 실제 도시 계획을 지원

○ 해당 디지털 모델을 활용한 교통, 에너지, 환경 등 다양한 분야에서 운영 최적화, 시뮬레이션 등을 통해 의사결정을 지원

- 프로젝트의 결과물로서 완성된 모델은 차후 Open API 형태로 제공되어 연구기관이나 기업 등이 한정되지 않은 다양한 연구가 가능

  • 국민을 위한 효율적인 도시 서비스 제공을 위해 국가 AI 프로젝트를 추진 중

※ 한국정보화진흥원(NIA) 미래전략센터(2019), 싱가포르 국가 AI 전략 분석 및 시사점

- 더 즉각적이고 신뢰할 수 있는 생활 밀접형 도시 서비스 제공을 위해 국민이 공공 이슈를 제보하면 챗봇을 통해 가이드를 제공함으로써, 국민의 민원 제보에 대한 즉각적인 응대가 가능

  • 주변 시설에 센서 및 AI 알고리즘을 구현하여, 발생할 수 있는 결함에 대해 경고하고, 문제를 사전에 해결하여 주민 불편 최소화

  • AI 기술을 통해 주민이 다양한 생활 시설들을 어떻게 사용하고 있는지 파악 및 분석하여, 주민의 요구에 적절한 시설 계획 및 구축이 가능

  • 이로 인해 거주자는 공공관련 이슈를 효율적으로 제보할 수 있으며, 국민의 니즈가 반영된 시설을 활용함에 따라 신뢰할 수 있는 인프라 서비스 혜택을 받는 것이 가능

※ 한국정보화진흥원(NIA) 미래전략센터(2019), 싱가포르 국가 AI 전략 분석 및 시사점

<표 3-3> 버추얼 싱가포르의 주요 기능

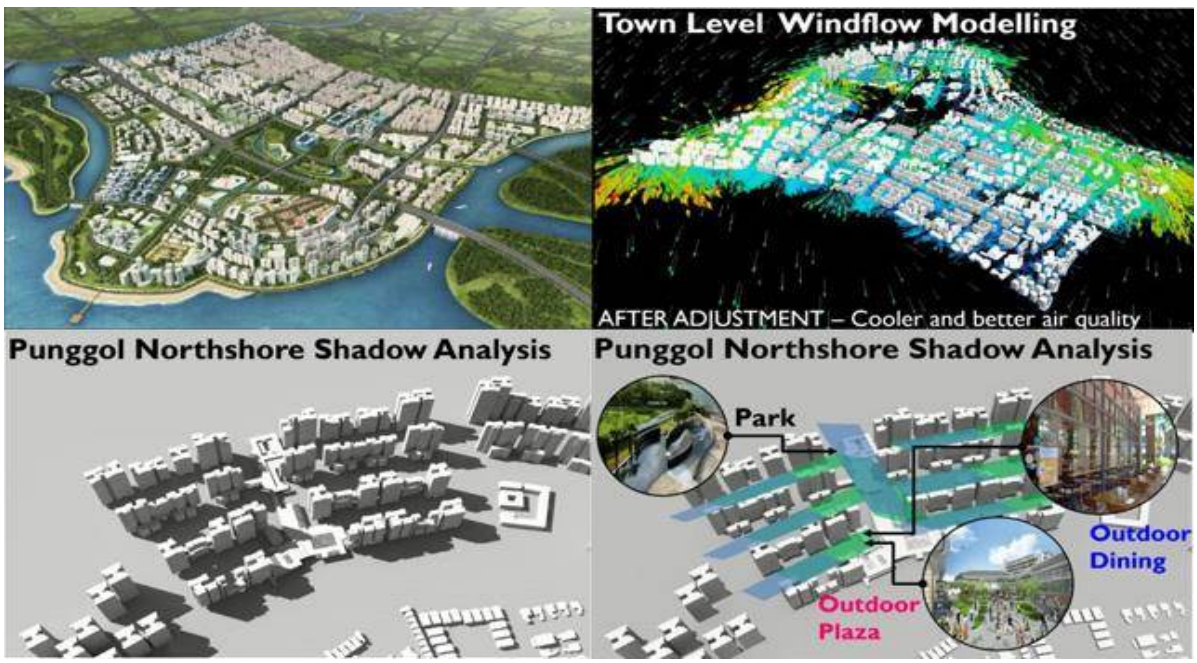
기능	적용 예시
가상 실험(Virtual Experimentation)	• 3G/4G 네트워크의 커버리지 지역을 탐색하고, 커버리지 취약지역에 대한 시각화, 개선 가능 영역에 대한 하이라이트를 3D 도시 모델로 제시
테스트 베드(Virtual Test-Bedding)	• 건물의 비상 시 대피계획 수립을 위해 군중의 분산에 대한 시뮬레이션과 모델링에 활용 가능
계획 및 의사결정(Planning and Decision-Making)	• 교통 흐름과 보행자 이동 패턴 분석을 위한 어플리케이션 개발 등
연구 개발(Research and Development)	• 3D 도시모델을 통해 새로운 3D툴 연구 및 개발에 활용

※ 출처 : 서기환 오창화(2020), 가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향

- 버추얼 싱가포르 플랫폼을 활용해 바람의 방향과 건물의 그림자 변화 분석을 바탕으로 실제 북부 펀골 타운 설계에 활용

  • 하루 동안 건물 그림자 변화를 분석하여 모든 주거 시설이 일조권을 확보할 수 있는 구조로 설계하고 국민의 불편을 최소화할 수 있도록 도시 계획의 완성도를 보다 향상할 수 있는 기능 보유

  • 버추얼 싱가포르를 활용하면 지형, 계단, 경사 등의 정보 식별이 가능하여 노약자나 장애인을 위한 경로까지 파악할 수 있으며 도심 내에서 일어나는 변수를 예측하고 대응하는 설계가 가능



※ 출처: KBS NEWS(2019.5.10.), 싱가포르, 3D 가상현실로 스마트 국가 건설

<그림 3-9> 바람의 방향과 건물의 그림자 분석을 통한 미니 신도시 설계

□ **국내의 MIDAS IT의 MIDAS CIM은 3차원 모델에 속성정보를 담는 핵심 기술로서 설계 자동화 기술을 빠르게 확산하는 데 도움**

○ 2D Drafter와 연동하여 시공도면 자동생성 및 해석 S/W 연계를 통한 BIM 엔지니어링 설계 지원을 위한 통합 설계 환경 구축

- 이는 국내의 도로의 BIM 설계를 자동화하는 유일한 자체 시스템인 상황
- MIDAS CIM는 3D 모델링을 사용할 뿐만 아니라 실제 설계·시공 패턴을 맞춰 사용자가 쉽게 프로그램을 사용하도록 하고 기존 솔루션과 높은 호환성이 특징
- 또한, 계획설계 시 사용자가 정의한 선형에 다양한 구조형식을 할당하는 방식으로 다양한 대안설계가 가능할 전망

※ 출처: e대한경제(2019.02.25.), 마이다스아이티 BIM 통합플랫폼'midas CIM' 10월 출시

- KG엔지니어링 등 일부 기업에서는 Autodesk를 기반으로 도로의 3차원 설계를 지원하기 위한 Autodesk Civil3D 플러그인 형태의 3rd Party 도구인 KG Road를 개발



※ 출처: 마이다스아이티 홈페이지, https://cim-learning.refined.site/space/manualCIM/272138251

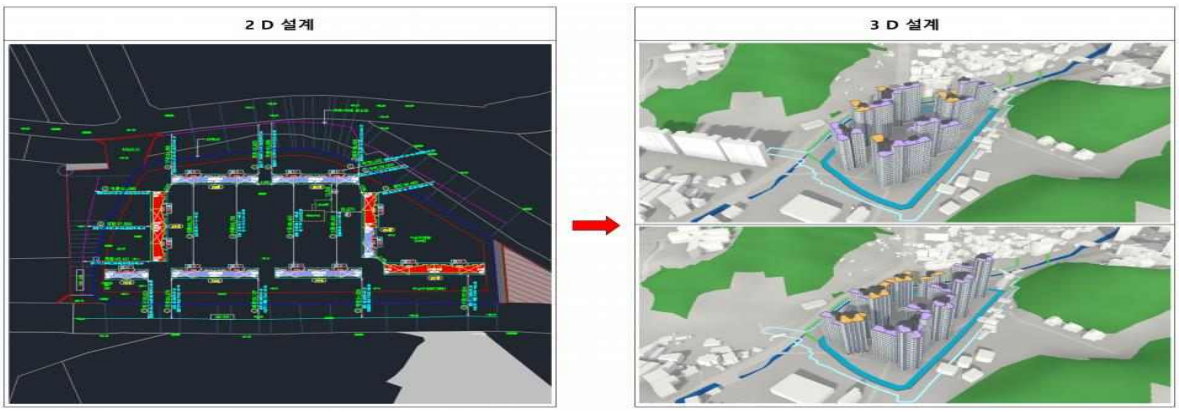
<그림 3-10> midas CIM 프로세스

□ **건설업계는 AI 기술을 기반으로 도로구조물의 컨셉 설계부터 제작, 시공에 대해 검토할 수 있는 가상 건설 기술을 개발 중**

○ 건축설계 전문 기업인 텐일레븐이 출시한 밸류앱은 AI 건축자동설계를 활용한 기술로 경사도, 도시계획 조례, 최대층수 등을 고려하여 사업지의 최적의 공동주택 배치 설계안을 도출하는 서비스를 제공

○ 스페이스워크에서 개발한 랜드북은 심층강화학습 알고리즘을 도입하여 소규모 땅을 구매하기 전 사업 타당성을 검토할 수 있는 AI 부동산 솔루션으로 은행, 설계사, 건설사, 시행사 등에서 사용 중

※ 출처: 한경부동산(2020.5.31.), AI가 소규모 땅에 맞는 최적의 개발 방법 제시해주죠



※ 출처 : 시사저널(2021.1.15), “신기술만이 살 길”스타트업과 손 잡는 건설사들

<그림 3-11> 텐일레븐의 AI기반 공동주택 3D 자동설계 시스템을 활용한 조감

(3) 국내 특허 분석

○ 한국, 미국, 일본 및 그 외 국가 특허를 대상으로 기술분류별 R&D 키워드들을 통해 KIPRIS 특허검색 서비스의 특허 DB를 이용하여 AI 건설-설계-시공 지능화 관련 등록 특허 조사 및 분석

- 특허 검색 시 국내는 한글 검색식을 적용하여 특허를 검색하였으며, 일본의 경우 한글 검색식을 적용하여 관련 특허가 검색되어 한국 검색식 적용, 미국, 유럽의 경우 영문 검색식을 적용하여 검색을 수행
- 특허분석 대상 기간은 2012년부터 2021년까지 공개된 특허 10년치를 기준으로 실시
- 특허 상태는 등록 특허인 경우만을 대상으로 분석

○ 검색식 도출 과정

- 본 보고서에 사용된 검색식은 구성기술의 핵심 키워드를 바탕으로 해당 기술을 포함 할 수 있는 검색식을 작성하였으며, 전문위원들의 의견을 반영하여 완성

<표 3-4> 핵심기술에 따른 최종 검색식 및 유효 데이터 건수

구분	핵심기술명	검색식		검색건수 (중복포함*)
1	미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발	한글	AI*도로노선*설계*타당성*대안	41
		영문	AI*roadroute*Design *validity*alternatives	

※ 출처 : 특허정보넷 키프리스(kipris)

○ ‘미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술개발’ 관련 최근 10년간 신규 등록된 해외 특허 수는 33건으로 확인되며 국내 특허 건수는 8건으로 전체에서 국내

특허가 차지하는 비중은 3.0%로 매우 낮은 수준

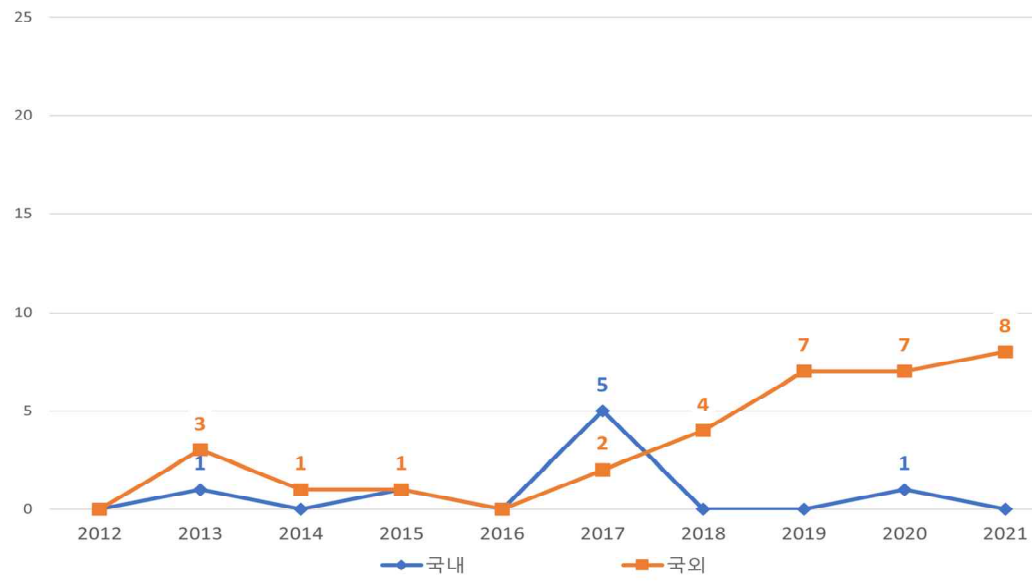
- 국외 특허는 '13년도 첫 등록을 시작으로 총 33건의 등록 건수가 확인되며 '13년부터 '16년까지 감소세를 보였으나 17년부터 다시 증가하는 양상
- '미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발' 관련 국내 특허는 최근 10년간 총 8건으로 확인되며 '17년 최다 등록 건수를 기록

<표 3-5> 연도별 '미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발' 국내외 등록 특허 창출건수

(단위 : 건, %)

구분		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	합 계	비중
전체		11	12	16	20	11	21	23	52	52	41	259	-
1	국내	-	1	-	1	-	5	-	-	1	-	8	3.0
	국외	-	3	1	1	-	2	4	7	7	8	33	12.8
합계		0	4	1	2	0	7	4	7	8	8	41	15.8

(단위 : 건)



<그림 3-12> 연도별 '미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발' 국내외 등록 특허 추이

(4) SWOT 분석

□ 도로 인프라 디지털 설계 및 시공관리 기술개발 관련 외부환경의 이슈와 국내 내부역량을 고려한 SWOT 분석을 통해 추진방향 도출

<표 3-6> SWOT 요약

· **(기회 1)** 전 세계 건설 AI 시장 규모의 지속적인 성장 · **(기회 2)** Digital twin, AI 등 데이터 기반 핵심 기술을 주목하며 건설산업의 디지털화가 가속화되는 추세 · **(기회 3)** 건설업의 디지털화가 가속화됨에 따라 건설산업 디지털 기술의 투자 증가	· **(위협 1)** 도로·구조물 공사 시 내·외부적인 위험 요소로 잦은 설계변경이 발생하며 비용 증액, 기간 연장 등의 문제가 발생하는 중 · **(위협 2)** 국내에서도 건설산업에 AI 기술을 접목하여 추진 중이나 기술개발 단계는 걸음마 수준
본 사업이 대응해야 하는 외부환경의 이슈	
O	T
S	W
본 사업이 고려해야 하는 내부역량	
· **(강점 1)** 건설-설계 지능화 분야의 R&D 투자가 지속적인 확대 · **(강점 2)** 전문연구인력과 연구기관 등 국내 R&D 수행 인프라 역량 충분 · **(강점 3)** 「제6차 건설기술진흥기본계획('18~'22)」, 스마트 건설기술 로드맵('18) 등의 계획 마련으로 AI 기술을 활용한 건설산업 활성화의 토대 마련 · **(강점 4)** 국내 기업은 도로 인프라 디지털 설계 및 자동화 관련 우수한 기술력 보유	· **(약점 1)** 건설 지능화 개발의 중요성이 증대됨에도 불구하고 낮은 기술 수준 보유 · **(약점 2)** 실제 활용 가능한 디지털 데이터가 미흡함에 따라 데이터 간의 정보 연계가 낮음

(5) 단계별 성과목표 및 지표

가) 성과목표 및 지표

<표 3-7> 성과목표 및 지표

구성기술	성능지표	현재 최고 기술수준		개발목표 스펙
		국내	해외	
(구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발	디지털 트윈기반 노선계획 타당성 분석 처리 시간	6개월	3개월	3주 이내
	타당성 분석을 위한 디지털 트윈 모델 구축 수준	Level 2	Level 3	Level 3
	노선계획 타당성 분석을 위한 외부 영향 데이터 연계 처리 속도	-	지연시간 1s	지연시간 500ms(0.5초)
	노선계획 타당성 분석 플랫폼의 인증 여부	-	-	TTA 인증서
(구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발	선형설계영향인자 평가기술	-	-	70%
	AI 기반 설계영향 인자 자동인식 및 분석 기술	-	-	70%
	AI 기반 도로선형 대안 도출 Generative Design	-	-	70%
	도로 선형 대안 비교 및 평가 기술	-	-	70%

나) 핵심 엔진

<표 3-8> 핵심기술에 대한 AI 엔진 모델

분야	(공개 예정 초기) AI 엔진
미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발	**Generative Design 기반 AI 선형(평면 및 종단) 생성 엔진** - 도로 노선 결정을 위한 주요 요인(교통, 민원, 현황, 기후, 지하시설, 비용 등) 등 기존 이력 데이터를 단일 또는 다 변수 기반으로 조합하여 각 변수 조합 조건에 따라 계획노선의 영향을 예측하고 평가하기 위한 AI 학습모델과 도로 노선을 모델링하는 경우 다양한 제약조건(지형, 비용, 교통사고 등)에 따라 최적의 대안 노선을 3차원으로 생성

다) 핵심기술에 대한 AI 학습용 공개 데이터 셋 개발 범위

<표 3-9> 핵심기술에 대한 AI 학습 데이터 셋

분야	(확보 가능한) 학습용 데이터 셋의 상세 설명
미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발	**노선계획 타당성 분석** - 도로 노드별 교통량 데이터 셋 - 도로 교통사고 발생 데이터 셋 - 도로 주변 기후 데이터 셋 - 도로 주변 식생분포 데이터 셋 - 지하시설물 데이터 셋 - 주변 현황(인구, 생활 등) 통계 데이터 셋 - 건물현황(건물대장 등) 데이터 셋 - 국가 수치지형도 및 지반정보 데이터 셋 - 국가 도로망계획 데이터 셋 - 도로 노선계획 영향 데이터 셋 등 **선형 대안생성 기술** - 기존 도로의 지형별 선형 정보 데이터 셋 - 기존 도로 평면도 기하요소 분석 학습 데이터 셋 - 생성된 선형별 3차원 평면, 종단 선형 데이터 셋

(6) 연구개발 내용

가) 기본 개념

□ 효율적인 도로 노선계획을 위한 디지털 트윈 기술 기반의 타당성 분석 및 자동 선형 최적화 연구

○ 현실과 똑같은 상황을 디지털트윈*으로 모사하여 신속하고 효율적인 도로노선 최적 수립

에 대한 디지털 타당성(Digital Feasibility Analysis) 분석 수행

* LOD 수준별 위치기반 속성정보 정의를 통하여 활용 목적에 맞는 데이터 속성 정보의 선별적 선택 및 활용과 이를 통해 디지털 모델과 피지컬 모델을 결합한 디지털 트윈 구현

○ 도로 신설 시 핵심 고려사항은 노선계획이며, 노선 선형 설계를 위해 경관분석, 일조분석, 간섭분석 및 교통량분석 등 복합적인 타당성 분석이 선행 필요

- 도로 신설은 공기, 공사비, 공정 관리 등을 고려한 최적의 도로노선 계획이 요구되는데, 이를 위해 실제 환경과 유사한 사업부지 데이터 구축, 타당성 분석 시뮬레이션이 가능한 디지털 환경을 구축하기 위한 연구

- 도로의 신설 또는 개량 시에 고려해야할 설계기준, 교통량, 공사비 등과 지형 등의 자연환경 등을 고려하여 도로노선에 대한 다양한 대안을 자동으로 생성시키고, 각각의 대안 노선에 대한 타당성 종합 평가를 통해 최적 노선을 제시하는 AI 기반 선형설계 및 최적화 도구 개발을 수행

- 최적 대안 설계를 통해 공기 단축, 비용절감, 획일화되지 않은 유려한 디자인 선정 등 객관적이고 효율적인 대안 평가가 가능



<그림 3-13> 핵심과제 1의 기술 개념도

나) 기술개발 범위

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

○ 도로 노선계획 시 도로가 위치될 주변의 현황을 파악하여 예상되는 소음, 진동, 일조 등과 같은 영향요소를 분석함으로써 공사의 영향 및 리스크를 최소화하는 사전 타당성 분석 지원기술

- 도로가 위치될 주변 현황 파악을 위해 디지털 트윈 기술을 활용하며 이때, 드론 측량 기술을 기반으로 구축된 DEM* 및 DSM**을 바탕으로 기존 교통시설, 문화재, 지하시

설물 현황을 구축하고 동기화하는 Base Map 구축 포함

* DEM(Digital Elevation Model) : 실세계 지형 정보 중 건물, 수목, 인공 구조물 등을 제외한 지형 부분을 표현한 모형

** DSM(Digital Surface Model) : 실세계의 모든 정보, 즉 지형, 수목, 건물, 인공구조물 등을 표현한 모형

- 시설 객체(object) 단위로 공정, 공사비 등의 정보 관리가 가능하여야 하며, 새로 생성된 대안에 따른 DTM 재구축의 용의성을 고려하여 파라메트릭 모델링 기법을 적용할 수 있도록 구성해야 함

※ 단위시설 객체별 라이브러리 구축 포함

- 도로 노선 계획을 위한 DTM(Digital Twin Model) 정의서(아키텍쳐 등) 개발 및 생성되는 데이터(디지털 트윈 표준 모델, 공정 최적화, DTM LOD 정의 등)의 연계방안을 포함

- 기후, 교통량, 민원, 소음, 분진, 환경영향평가 등 FS 단계에서 실제 이루어지는 기존 타당성 분석 방법을 파악하고 디지털 트윈 모델과 통합 분석이 가능하도록 하는 연계(Link) 방안 포함

○ 지역 민원 최소화 및 지역 문화를 보존하는 노선 선정을 위한 최적 노선 비교 검토 연구

- 공시지가, 주변시세 등을 고려한 사유지의 용지 보상 및 철거 계획과의 연계, 지역을 대표하는 상징성 있는 구조물 및 문화재에 대한 우회 노선 선정, 교통량 및 교통 흐름을 방해하지 않는 계획에 대한 연구개발 포함

○ 주변 지역의 시설물 정보를 관리하는 유관기관들의 정보를 통합하여 과업 구간의 시설물 위치정보 오차를 최소화할 수 있는 기술

- 지상의 구조물 또는 시설물의 위치정보를 취득하여 지역의 문화재, 환경 보전구역, 교통량 흐름, 개발 제한 구역 등에 대한 시설물 정보와 군사시설 인접으로 인한 고도 제한, 송전탑과 같은 위험시설 등에 대한 고려 포함

○ 지역의 주변 경관과 특성을 반영한 시설물 및 주변 접근도로 배치 계획을 위한 대안검토 연구

○ 현장의 여건 및 민원을 정확히 파악하지 못한 상태의 설계 과정의 문제점을 개선하기 위하여 주변 민원 및 본선과 연결도로, 접근도로의 배치를 합리적으로 반영하여 설계단계의 반복 작업을 최소화할 수 있는 최적 노선선정 기술개발

○ 지하 시설, 구조물, 지반정보 등*에 대하여 속성정보를 포함한 위치기반 데이터를 취득하여 가공하는 기술이 포함되며, 낮은 수준의 상세모델에서 높은 수준의 데이터 정보를 취득할 수 있는 Logic을 통한 변수정의 모델 개발

* 지하 시설물 6종(상수도, 하수도, 통신, 난방, 전력, 가스), 지하 구조물 6종(지하철, 공동구, 지하상가, 지하도로, 지하보도, 지하주차장), 지반정보 3종(시추, 지질, 관정)에 대한 모델 생성을 위한 위치정보, 속성정보를 취득, 가공하는 기술

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

○ 도로가 신설될 구간의 최적 노선(선형)을 결정할 수 있도록 기존 도로선형 구간 데이터의 AI 학습을 통해 선형구간의 교통량, 공사비, 지형구간(산악, 도심 등) 등을 복합적으로 고려한 최적의 대안 노선을 생성하는 기술

○ 선형설계 시에 영향을 주는 인자, 공사비, 환경, 등이 선형설계에 미치는 가중치를 AI를 통해 할당하고 설계영향 인자의 자동인식 및 분석 모듈 개발을 통해 Generative Design 기반 최적 선형 대안 생성 및 대안 선형별 비교 평가 기술 개발

- AI 학습의 대상으로는 3차원 DTM, 2차원 도면 및 시방, 드론 기반 DEM, CCTV 기반의 실시간 교통량 및 타당성 조사와 관련된 공공데이터포털(Open Data) 등이 포함
- 최적화 방법으로 제시된 대안 노선에 대해 DTM의 자동 갱신(update) 방안을 포함하며, 탄소중립 실현 및 설계기준 부합성을 평가할 수 있는 방안 및 도구 개발 포함

○ 지형지물, 공사비나 공기 등 현장여건에 대한 최적의 선형 대안검토 시나리오와 S/W를 설계하고, 구현을 위한 기능목표 달성 여부 및 인증 등의 방안 제시가 필요

- 주변의 교통량, 교통 흐름, 주변 도로와의 연계, 민원, 사유지 용지보상 등을 고려한 대안 노선 검토 알고리즘을 개발하는 기술로써 고도 제한, 철거 제한 시설물, 개발 제한 구역 등 변수를 정의하여 제한 요인들을 고려한 대안 노선들을 제시하는 기술 포함

<표 3-10> 핵심과제 1의 구성기술

핵심과제	구성기술
미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발	1-1. 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발
	1-2. AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

나) 추진배경 및 필요성

□ 〔추진배경〕 국내 도로 노후화 대응을 위한 국가 투자는 증가하는 중으로, 체계적인 도로노선 계획수립을 위한 다양한 데이터 기반의 종합적인 생애주기 관점*의 평가 및 접근이 요구

* 경제성, 정책성, 지역균형발전 정도 등

○ 부적절한 도로 네트워크 설계 및 교통 수요 예측 실패 등으로 도로정체, 혼잡구간 증가, 주차 문제에 대한 불편사항을 가장 많이 지적하고 있고, 도로 노후화에 따른 포트홀 등 도로 품질 저하 및 잦은 유지보수를 문제로 인식하는 등 다양한 도로 수요 증가

※ 출처 : 한국교통연구원(2020)

○ 국토교통부 도로 분야 예산은 최근 3년간 지속적으로 증가*하고 있으며 주요 지역경제거점 연계, 국가 균형발전, 노후화 도로의 유지관리 및 스마트 도로 등에 투자됨으로써 건설산업 경쟁력 제고 및 COVID-19로부터의 단계적 회복 준비 중

* '19년 5.8조 원, '20년 6.9조 원, '21년 7.5조 원, '22년 8.3조 원

※ 출처 : 국토교통부(2021)

○ 도로 노선 계획은 대상 지역의 인구 추이, 국토계획 등 상위 및 관련 계획을 기본조사하고 이를 바탕으로 사업기간 설정, 후보 노선계획의 적정성, 기술적 비용추정*, 수요추정 등을 수행함으로써 직·간접적 편익을 산출하는 과정 수반

* 공사비, 부대경비, 보상비, 유지관리비 등

□ 최근 국내외에서 국토 공간분석, 시설물의 운영 등에 디지털 트윈 기술을 활용해 진행 및 예정인 프로젝트에 대한 최적의 의사결정을 지원하고 있으며, DT 공간상에 축적된 데이터를 활용하여 예측, 진단 등 다양한 디지털 솔루션을 활용 중

○ 싱가포르 정부는 Virtual Singapore 프로젝트를 성공리에 수행함으로써 도시 전체에 대한 가상공간을 구축하고 도로, 빌딩 등 주요시설에 대한 각종 상세 정보를 통해 다양한 도시 문제를 해결 중

※ 출처 : 한국건설기술연구원(2018)

○ 중국 항저우 City Brain 프로젝트는 각종 교통데이터를 활용해 디지털트윈 기반으로 신호등과 버스 노선 제어 정책에 활용하고 있으며, 교통사고 및 혼잡상황 예방 및 조기 완화, 대중교통 배차간격 조정 등 교통관리에도 활용

※ 출처 : 한국전자통신연구원(2021)



<그림 3-14> Virtual Singapore 정책활용 사례(일조량 예측의 인허가 정책 활용 및 태양광 에너지 생산량 분석)

□ 〔추진 필요성〕 도로설계에 기술적인 측면만을 강조하여 중장기적인 경제성 측면이 충분히 검토되지 못한 상황

○ 보다 객관적이고 포괄적인 데이터에 기반한 도로 노선 타당성 분석 및 대안 노선 생성

기술개발이 필요

○ 사회정치적 요인에 의한 의도적인 과수요 예측으로 사업의 타당성을 합리화하거나 부실한 타당성 조사로 인해 설계 이후 지나친 사업비 증액이 요구되는 경우가 다수 발생

※ 출처 : 쌍용기술(2017), 한국재정정보원(2017)

- 새만금 간척사업 : 기본계획 수립 시 총 사업비 1조 3,000억 원(1989년) → 22조 1,900억 원으로 증액(2011년)
- 소사-녹산 간 도로개설공사 : 공사비 2,300억 원(2006년)이었으나, 설계변경 등으로 245억 원으로 증액
- 대구순환도로 : 기본설계 완료 후 7,000억 원 → 1조 3,000억 원으로 총 사업비 증가
- 국도19호선 : 수요예측 결과 과다 산정으로 경제적 타당성을 확보하였으나, 감사원 지적으로 재조사 실시

○ 도로 노선계획에 따른 토지 가격 영향으로 인해 도로 개설 사업 때마다 지역 간, 주민 간 갈등의 해결점을 도출하기 위한 객관적인 데이터 및 대안 제시 불가

- 국가지원지방도 22호선 나진-소라 구간 노선 변경에 따른 이해충돌 발생(2019년)
- 울산 삼동-역세권 연결로 노선변경(2007년)

□ 교통량, 생태 환경 및 기후, 도로위험도, 지자체 예산 상황, 설계기준 등 도로 생애주기 데이터에 기반한 도로 노선의 타당성 분석이 다각도로 요구되는 시점



<그림 3-15> 도로 생애주기 데이터 기반의 노선 타당성 분석 및 시각화

□ 입체적인 BIM 데이터를 활용한 공간정보와의 정합성을 통해 다양한 분석이 필요

○ 신규 도로의 개설이나 지하시설의 설계나 시공할 경우 2D 기반의 평면도면을 지도와 매칭하고 있어 실제 3차원 공간상에서의 인접시설과의 간섭 등 영향요소를 복합적으로 분석하여 사전에 발견하는 것이 어려운 상황

- 실제 설계의 경우 현장에서 조사하지 않는 경우 시공단계에서 실제 간섭에 따라 설계변경을 요구하는 경우가 많아 이에 따른 생산성 손실이 발생

○ 사전에 BIM 데이터를 기반으로 3차원 공간정보와 매칭할 경우 도로 등이 지나가는 인접시설과의 간섭 및 소음, 분진, 미세먼지 등의 영향 등의 복합적인 실시간 분석을 통해 도로 노선의 적합성 및 민원의 효율적 대응이 가능

□ 도로 노선계획 수립을 위해 필요한 자료 및 데이터 등 정보 수집을 위해 매우 많은 시간이 소요되고 조기에 수집된다고 하더라도 데이터 신뢰성에 따른 문제 발생

○ 설계사 인터뷰 결과 도로 노선계획 시 실제 데이터 수집에 관계기관 협의 및 방문, 승인 등의 번거로운 과정을 거쳐야 하며, 일부 사례의 경우 설계단계에 필요한 데이터 수집이 이루어지지 못하는 경우가 발생

- 이로 인해 낮은 품질의 설계를 양산할 가능성이 상존하며, 이에 따라 시공단계에서 관련 내용을 파악함으로써 다수의 설계변경 요인 발생

○ 특히 수집되는 데이터의 신뢰성을 확보하기 어렵고, 전처리 과정이 매우 번거로운 작업 수행으로 실제 높은 품질의 도로노선계획을 수립하고 반영하는 것이 곤란한 실정

○ 별도의 자료조사, 수집 등에 대한 기간 없이 자료수집 역량이 설계사의 역량을 결정함으로써 설계 완성도의 차이가 발생하여 기초자료 및 현황조사 정보의 누락 발생이 불가피

□ 선형설계 시 기술자 개개인의 역량과 경험에 좌우되어 객관성이 부족하며 최적의 선형을 도출하기가 어려워 국가예산 낭비의 가능성이 상존

○ 최신 AI 및 IT(Information Technology) 기술을 활용하여 객관적이고 합리적이며 경제적인 대안 선형을 도출함으로써 사업비 절감 필요

○ 최근 머신러닝 등 AI 관련 기술이 급속히 발전하고 있으므로 최적노선 선정에 적용 필요

□ 최적의 선형 도출을 위해서는 장시간의 단순반복 등과 같은 수작업에 의존하여야 하므로, 결과물의 신뢰성 및 객관성에 있어 평가가 불가능한 실정

○ 도로 사업 시에 선형이 예산, 환경영향 등 거의 모든 것을 결정하지만 현실적으로 최적의 선형을 도출하기 위해선 장시간의 단순반복 수작업에 의존해야 하므로, 정해진 시간 내에 충분한 검토를 하기에는 역부족이어서 결과물의 신뢰성 보장이 어렵고, 최적선형이라는 객관적 평가가 불가능

○ 최적선형 대안도출 시스템을 개발함으로써 최적대안에 대한 신뢰성을 확보하고, 신속한 선형 도출을 통해 도로사업 계획기간을 단축함으로써 국가예산 절감 가능할 것으로 기대

□ 도로노선계획 및 선형 결정을 위해서는 공간정보 등 활용 절대적으로 필요

○ 도로노선계획 및 선형 결정을 위해서는 2차원 평면지형보다 지하, 경사 등을 고려한 3차원 공간정보의 절대적으로 필요

다) 현황 및 개선방안

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

〔현황〕

○ 사전 타당성 분석은 소수 전문가의 주관적인 의견에 의존하고 있어 리스크 발생 확률 증가

- 도로 설계에 대한 단기적인 경제성과 기술성 등 위주로 평가되며, 중장기적 측면의 분석 및 예측은 충분하지 못한 상황
- 또한, 전문가의 경험 및 역량에 의지하여 사전타당성 분석이 수행되기 때문에 발견하지 못한 요소나 예측하지 못하는 리스크가 발생할 가능성 존재

○ 사회정치적 요인에 크게 영향을 받아 객관적인 평가가 이루어지기 어려운 현실

- 노선 계획에 따라 토지가격이 영향을 받으므로 관계 지역의 이해충돌이 발생할 수 있으며, 이를 해결하기 위해 명확한 적정성에 대한 판단 및 균형적인 대안 제시 등이 불가능

○ 도로노선계획 수립을 위한 관련 데이터 수집 및 신뢰성 확보가 어려운 상황

- 도로노선계획을 위해 설계사들이 관계기관에서 보유한 데이터를 수집하는데 관계기관 협의, 방문, 검토, 승인 등 매우 복잡한 절차와 시간이 소요되며, 관련 수집데이터의 신뢰성 확보 미흡으로 높은 품질의 도로노선계획 수립 미흡
- 관계기관 협의를 통해 수집되는 도로노선계획 관련 데이터 유형은 주로 문서, PDF, 엑셀 등 정형화된 자료가 아니며, 후처리 과정이 추가로 소요

○ 도로노선계획 수립시 계획 중인 사업 또는 미공개 보안시설 정보 획득에 어려움 존재

- 도로노선계획 이후에 생성되는 신규 도로계획의 미반영으로 인해 현실적 도로노선계획 불가 등 중요 계획 정보 사전 미반영에 따른 설계/시공 리스크 발생

○ 도로노선계획 수립시 환경, 주변 영향, 민원 등의 복합적 분석이 매우 곤란

- 도로는 매우 복잡한 주변 영향 요소를 고려하여 노선계획을 수립하고 설계를 하여야 하나, 데이터 제공의 한계로 인해 단편적이고 개별적인 분석은 가능하나, 다수의 요인을 복합적으로 분석하여 노선계획을 수립하는 것은 현재 곤란
- 설계단계의 노선계획 도면 및 데이터를 활용하여 2D 기반의 지리정보와 연계할 경우 인접 시설의 간섭, 민원, 영향 등의 분석이 어려운 상황

〔개선방안〕

○ 정량적인 분석 데이터를 통한 노선계획의 객관적인 사전 타당성을 제시

- 노선계획 수립 시 영향을 미치는 요인들을 복합적으로 고려할 수 있는 디지털 트윈 플랫폼을 개발하고, 이를 통해 신속하게 수행할 수 있는 사전타당성 분석 기술개발

○ 도로노선계획 수립을 위한 국가 및 지자체 보유 빅데이터 개방 및 공유 환경 구축

- 노선계획 수립을 위해 필요한 다양한 민원, 교통, 환경 등의 빅데이터를 디지털 트윈 환경에서 신뢰성 있게 제공할 수 있도록 하는 디지털 행정 지원 데이터 공유 환경 구축

○ BIM 모델과 디지털 트윈 기반의 공간정보 융합 및 분석을 통한 도로노선계획 행정 디지털화

- 디지털 트윈 기반의 3차원 공간정보 구축을 간편화하고 도로 시설물의 BIM 데이터 입력 및 좌표/방위체계의 규약에 맞도록 전처리 과정을 간소화한 사용자 중심의 디지털 트윈 기반 BIM 데이터 융합 기술 개발

○ DT기반 도로노선계획 타당성 분석 플랫폼을 통해 결정된 노선의 적정성에 따라 선형 자동화 설계 반영하여 기본 및 상세설계 지원

- 디지털 트윈 기반의 도로노선 타당성 분석 플랫폼을 통해 결정된 최적의 도로노선계획과 영향도를 고려하여 다양한 도로선형을 자동으로 생성할 수 있도록 하는 선형설계 도구의 연계

- 이를 통해 도로의 평면, 종단에 따라 설계된 BIM 기반 도로 설계를 DT상에 신속하게 정합하여 분석하는 기술 탑재

○ 도로 및 타 선형계획 분야(철도 등)의 확장성 고려한 데이터 연계 및 서비스 환경 구축

- 노선계획과 연관된 철도 등 타 분야로의 확장성을 고려하여 관련된 빅데이터 DB의 전처리를 수행하고 손쉽게 연계하여 디지털 데이터를 개방 및 제공할 수 있는 환경 구축

- 사용목적에 따라 도로뿐만 아니라 철도 분야 등에 대해서는 노선계획 타당성 분석을 수행할 수 있는 서비스 환경 구축

○ 도로노선계획 수립을 위해 실무에서 필요한 신뢰성 있는 빅데이터 우선 제공체계 마련

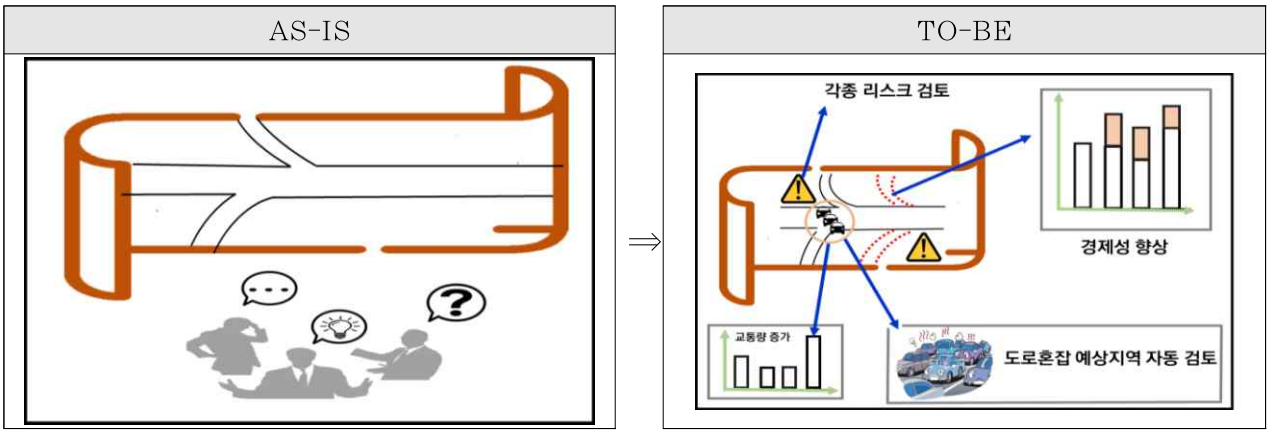
- 설계사 인터뷰 결과 도로노선계획 타당성 분석 및 계획 수립을 위해 필요한 빅데이터 및 공간정보*를 우선순위로 하며 단계적으로 빅데이터 공개 추진

  * 1) 도시 통과시 지장물 및 지하매설물 정보, 2) 교통 수요 예측 정보 및 도시계획 정보, 3) 용지보상, 지적도, 공시지가, 개발계획, 4) 보수공사 현황 및 계획 정보 등

○ 도로노선계획 영향요인에 대한 빅데이터 DB의 실시간 처리 기술개발

- 도로노선계획을 위해 필요한 교통, 소음, 환경 등의 빅데이터는 실시간 단위로 발생되는 이를 분석하기 위해서는 빅데이터 DB의 실시간 처리기술을 반영해야 하며, 분석된 결과를 DT 환경에 신속하고 표출할 수 있는 기술개발

<표 3-11> 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발 (As-is To-be)



□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

〔현황 및 문제점〕

○ 선형설계 시 수많은 영향인자를 동시에 고려할 필요

- 선형설계 시에는 설계기준, 공사비, 자연환경, 사회적환경 등 수 많은 요소를 동시에 고려하여 가장 경제적이고 안전하며 친환경적이 될 수 있도록 선형을 도출하여야하나, 그 복잡성이 날로 증가함에 따라 영향인자를 동시 고려하여 최적의 선형의 도출 어려움 존재

○ 선형설계 시 최적의 선형을 찾기 위해서는 장시간의 수작업 의존

- 선형설계 시 단순 계산이 필요하거나 도명 작성을 위해서는 자동화된 CAD S/W 를 활용하여 쉽게 수행할 수가 있으나, 선형을 도출하기 위해서는 수많은 단순 반복작업이 필요하여 많은 시간이 소요

○ 선형설계 결과물이 기술자 개개인의 역량과 경험에 좌우되는 실정

- 최적의 선형을 도출하기 위해서는 기술자 개개인의 도로공학적인 지식과 다양한 도로건설 환경에서의 선형설계 경험이 매우 중요한 역할을 하므로 개인의 경험과 know-how에 의해 선형의 퀄리티가 좌우되는 실정

○ 도로사업에서 선형의 중요도가 가장 높지만 설계 시간의 제약으로 인해 간과되는 상황

- 선형의 중요성은 누구나 인식하고 있지만 선형설계를 효율적으로 할 수 있는 툴이 부재하여 정해진 시간 내에 만족할 만한 최적선형 도출은 매우 어려운 현실

〔개선방안〕

○ AI를 활용하여 신속하게 최적의 선형 대안을 다수 도출할 수 있는 시스템 개발

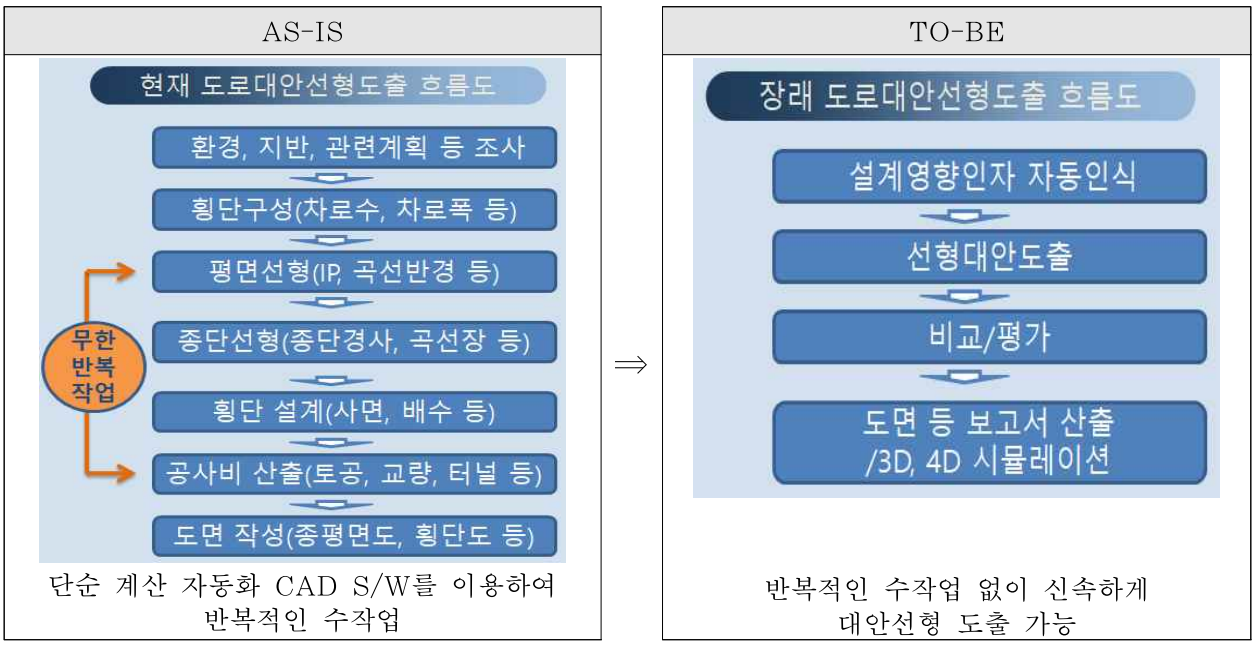
- 최근 컴퓨터의 연산능력의 괄목할 만한 발전으로 빅데이터의 활용이 가능해지고 또한 알파고처럼 인간의 뇌를 모사한 머시러닝 등 AI 기술이 날로 개발 발전되는 추세

- 최적선형대안 도출시스템 개발에 적용함으로써 빠른 시간 내에 최적 대안을 도출할 수

있어 경제적이고 객관적, 합리적인 도로사업 시행 가능

○ 도로 선형설계 시 수많은 단순 반복 작업을 AI 기술로 대체하여 빠른 시간 내에 최적의 도로 선형을 도출하는 시스템 개발

<표 3-12> AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발(As-is To-be)



라) 기술개발 개요

〔기술개발 정의〕

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

○ 도로의 노선계획 시 도로가 위치될 주변의 현황*을 디지털 트윈을 통해 구축하고, 예상되는 영향요소**을 분석함으로써 공사의 영향 및 리스크를 검증

* 교통, 문화재, 지하시설 등

** 소음, 진동, 일조 등

○ 제안된 사업비에 대한 경제성, 주변환경 등에 대한 환경성 분석을 구축된 외부 데이터와 다변수 복합 분석 알고리즘을 통해 수행하고, 정책, 환경 및 지역균형발전 측면에서 도로노선계획의 디지털 분석이 가능한 GIS를 융합한 디지털 트윈 모델기반 타당성 분석기술 개발

* 환경성(교통, 환경, 기후 등), 경제성(B/C, NPV, IRR 등 지표 자동 산출), 정책(상위정책과의 일관성, 사업 추진의 위험요소 및 사업특수), 지역균형발전(지역낙후도 및 지역경제 파급효과 등)

○ 설계 단계의 지장물 및 주변 시설물 사전 인지를 통해 잦은 선형계획 변경에 따른 구조물 계획, 토공 유용 계획, 지장물 이설 계획 등 무한 반복되는 업무의 비효율성을 최소화, 정확한 현황을 파악하고 분석하는 기술 개발

○ 지장물 이설, 주민 민원, 환경오염, 주변 위험 시설물로 인한 공사계획 변경 등과 같은

공기 지연 사유들을 사전에 Risk 요소로 분석하여 설계초기 단계부터 사전 타당성 계획을 수립하는 의사결정 기술 개발

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

○ 도로의 신설 또는 개량 시에 설계기준, 공사비, 지형 등의 자연환경과 사회적 환경 등 선형결정에 영향을 미치는 요소들을 고려하여 최적의 노선 대안을 제시하여 주는 AI 기반 선형 생성 및 평가기술 개발

○ 노선계획의 합리성 및 신뢰성 확보를 통해 노선계획 기간의 단축과 공사비 절감을 위해 AI 및 디지털트윈을 활용하여 짧은 시간에 최적의 도로 선형대안을 도출하고 타당성 분석 플랫폼 및 설계기준을 기반으로 한 노선평가 기술 개발

- 반복되는 선형 계획, 구조물 설계 등 설계단계의 업무 비효율성을 최소화할 수 있는 선형기반 변수 알고리즘을 개발하여 선형 변화에 따른 구조물, 시설물 등의 자동 변환 가능
- AI를 적용한 객관적이고도 신뢰성이 확보된 최적의 노선 대안들을 생성·제공함으로서 도로사업 예산 절감과 민원에 대한 효율적인 대처 가능

○ 생성된 여러 대안에 대해 장단점 등의 객관적이고 정량적인 비교 분석 자료를 생성 제공함으로서 신속하고 정확한 의사결정 지원

〔기술개발 목표〕

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

○ 도로 노선계획 영향요소 디지털 정보* 수집 및 공간을 연계한 빅데이터 분석 기술

* 교통, 환경, 기후정보 등 정부보유 디지털 데이터, 일반 현황(지역 특성 등) 및 도로 현황 데이터, 시설 데이터(문화재, 지하시설 등)

- 교통, 환경, 기후 등 도로 노선계획에 영향을 주는 외부 디지털 정보 수집 및 연계기술
- 단일 또는 2개 이상의 영향요소를 복합적으로 고려한 도로 노선의 타당성 분석 기술

※ 구축된 교통 데이터를 기반으로 하여 신규 노선계획에 따라 변하는 장래 교통수요 예측 포함

- 지형조건(산악, 도심, 지하 등)을 고려한 디지털 트윈기반 노선 배치 타당성 분석 기술
- 노선계획 수립을 위한 대용량 빅데이터 실시간 수집, 처리, 분석 및 시각화 기술 개발

○ 도로 노선계획 수립을 위한 디지털 트윈기반 타당성 분석 및 평가모델 개발

- 도로 노선 최적화 및 계획 수립을 위한 디지털 트윈 모델 구축
- 도로 노선계획 수립을 위한 디지털 트윈 모델기반 데이터* 및 처리(교환, 전달) 아키텍처 구축

* 도로데이터, 지형데이터, 정책데이터, 시설데이터 등

- 디지털 트윈 기반 사업구간의 문화재, 지하시설 등 간섭지역 분석 및 소음, 진동, 먼지 등 민원발생 예측 모델 개발

- 디지털 트윈 모델을 활용한 도로 노선별 영향 및 노선계획 타당성 평가 모델 개발

  • 기존 도로 접속 방안 검증 및 평가 기술 개발을 통한 교통량 시뮬레이션 및 병목현상 발생 검증

  • 문화재, 지하시설 등 시공불가 지역 분석 및 소음, 진동 등 환경영향평가 분석

  • 도로계획 최적화를 통한 경제성 평가 기술* 개발

  * 도로길이와 형태, 지형 높이에 따른 공사비 산정을 통해 절감 대안 제시

○ 디지털 트윈기반의 도로노선 사전타당성 분석 플랫폼 개발 및 검증

- 디지털 트윈기반 도로 최적노선 배치 시각화 및 타당성 분석 요소 맞춤형 Reporting 생성 기술 개발

- 디지털 트윈기반 도로 노선별 경제성 분석 도구 개발

- 디지털 트윈기반 도로노선 사전타당성 분석 통합 플랫폼 개발

- 지자체, 도로공사 등 시범적용 사업을 선정하여 플랫폼 검증

- 플랫폼 활용을 위한 지침, 제도화, 교육 및 확산체계 마련

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

○ AI 및 최적화 알고리즘 등의 조합을 통한 최적 선형 대안 생성 하이브리드 기술 개발

○ 평면/종단선형 동시(3차원) 최적화 알고리즘 개발

- 3차원 선형 생성 및 최적화 기술 개발

- 3차원 최적화 알고리즘 적용을 위한 코드최적화 기술

- 설계기준, 지형 지물, 단가, 환경영향 요소, 장래계획 등을 종합 고려한 최적 대안 생성 기술 개발

○ 도로사업 영향 인자의 가중치 적용 AI 알고리즘 개발

- 사회적, 자연적 요소, 단가 등의 도로사업 영향요소에 대한 적용 가중치 결정 알고리즘 개발

○ 지형, 지장물 분석 알고리즘 개발

- 표고, 경사, 향 분석 등 알고리즘 개발

○ 도로사업 지역의 사회적, 자연적, 경제적 특성 파악 및 분류 기술 개발

- 지형, 강우량, 인구 밀도, 장래 발전 가능성 등을 파악하여 특성별 카테고리 분류하여 최적화 알고리즘 개발에 반영 적용

○ 신설 노선과 선형 개량 및 확장 노선에 적용 가능한 최적화 알고리즘 개발

- 개량 및 확장노선 최적화시 기존노선 활용구간 자동인식 알고리즘 개발-〉 구간 나누기

알고리즘

○ 대안별 비쥬얼 프리젠테이션 기술개발

- 3D Simulation, VR, AR 등 첨단 컴퓨터 그래픽기술을 이용한 직관적 PT 기술개발
- 도로사업 영향요소의 변경에 따른 결과 및 영향범위를 리얼타임으로 제시 및 표현할 수 있는 기술 개발
- 대안별 장단점을 비쥬얼 시스템을 이용한 직관적 비교를 통해 스테이크홀더들의 신속한 의사결정 지원 기술 개발

○ 대안별 멀티미디어 보고서 자동 생성 기술 개발

- 대안별 도로사업 비교분석 보고서 작성 기술
- 2D, 3D, 4D, 5D 등 멀티미디어 보고서 생성 기술개발
  - 다양한 멀티미디어 보고서를 활용하여 건설사업에 대한 이해 증진 및 공감대 형성

마) 국내외 기술개발 동향

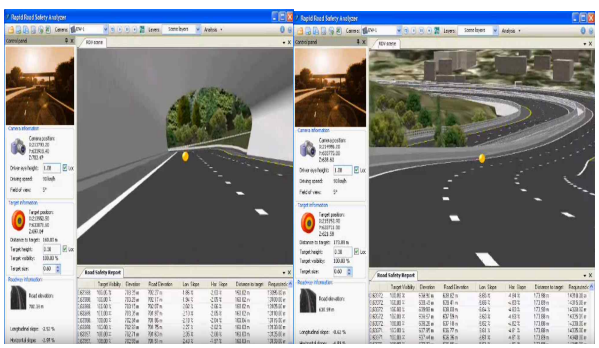
〔해외동향〕

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

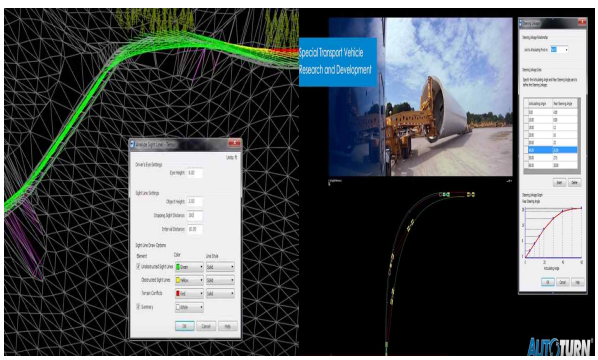
○ 미국 RDV Systems에서는 도로의 3차원 설계 성과품으로부터 주행 시뮬레이션을 통해 측점 구간별로 해당 구간의 기하요소들이 설계기준을 만족하도록 설계되었는지를 시각적으로 평가하기 위한 Rapid Road Safety Analyzer를 개발

- 주행에 따른 시거, 편구배 등의 기초적인 기하조건을 시각화하는 도구로서 제한적 수준의 설계검증이 이루어지는 중

○ Transoft Solution inc.는 차량 종류별 주행경로 및 반경을 기반으로 도로 최적 Path를 결정하는 3D기반의 Swept Path Analysis와 종단구배에 따른 시거를 분석할 수 있는 3D Site line Analysis 기능을 탑재한 Civil3D 기반의 3rd Party인 AutoTurn S/W를 개발



RDV System의 Rapid Road Safety Analyzer



Transoft Solution의 AutoTurn

<그림 3-16> 도로분야 Safety 분석 시스템 현황

○ 중국 항저우 시는 교통 체증 문제를 풀기 위해 IoT, 인공지능, 디지털트윈, 빅데이터 솔루션 등 첨단 기술을 통해 도시 인프라를 효과적으로 관리 할 수 있는 알리바바 클라우드 기반의 '시티브레인(Citybrain)'사업*을 추진

* 시티브레인은 도시 빅데이터를 실시간으로 수집, 분석해 공공자원을 효율적으로 조달하는 것을 목적으로 항저우시 정부와 협업해 중국의 알리바바 그룹이 주도적으로 추진하는 프로젝트

- 디지털 트윈(DT) 기술을 활용해 현재 진행 중인 혹은 예정인 프로젝트에 대한 최적의 노선 계획을 위한 타당성 분석 활용 중



<그림 3-17> 항저우시 시티브레인 구조

• 기존의 버추얼 싱가포르가 도시건축물 데이터 표현의 중심이라면, 시티브레인(Citybrain)은 교통혼잡, 버스 데이터의 디지털트윈 표현을 기반으로 신호등과 버스노선 제어 정책에 활용하는 차별성 존재

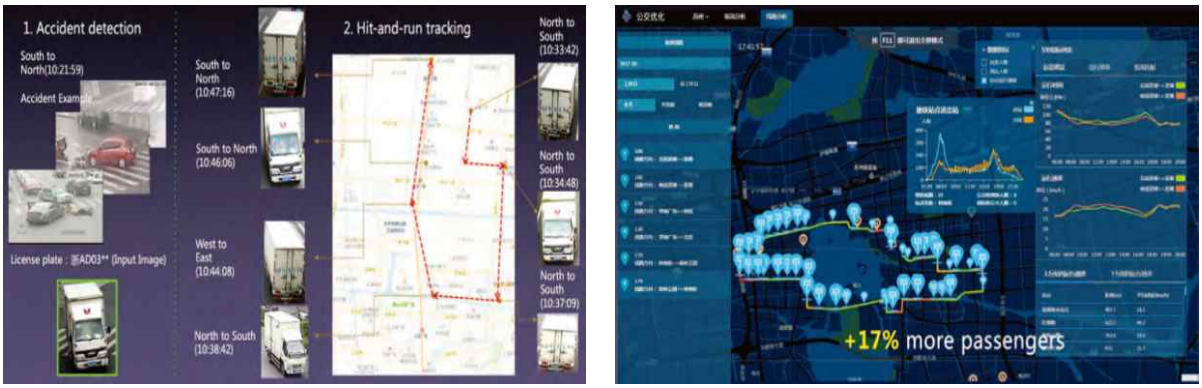
- 시티브레인 1.0(2017-2018)은 항저우 시내 다양한 시설 데이터와 시범지역의 신호등 및 교차로에 설치된 CCTV 영상을 통한 인공지능 시스템이 교통량 및 차량 이동 방향을 인지한 데이터를 기반으로 교통 중심의 도시 모니터링 디지털 트윈을 구축

• 도로 평균 통행시간 15.3% 감소, 고속도로 평균 통행 시간 4.6분 절감, 일간 사고처리 500회 이상으로 92% 비율의 정확도 확보, 구급차 출동 시간 절반 이상 감소 등의 성과 창출

- 시티브레인 2.0은(2019~) 항저우시 전체로 적용범위를 28배 확대하고 고속도로 1,300개에 적용하는 등 기능을 고도화하며 이미지 인식 기술로 화재를 발견하고 신호등 통제를 통해 소방차를 더 빠르게 현장에 보내는 시스템을 제시



<그림 3-18> 항저우시 스마트 교통 관리 시스템(좌), 교통정체 및 신호제어 처리(우)



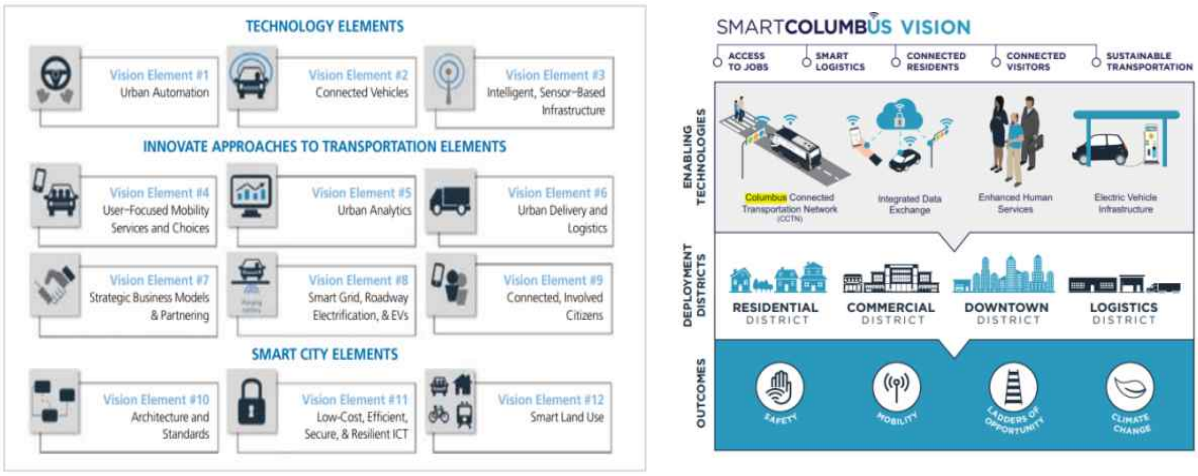
<그림 3-19> 교통사고 뺑소니 차량 추적(좌), 대중교통(버스) 경로 및 운행시간 스케쥴링 최적화(우)

- 항저우 시티 브레인은 항저우에서 출발하여 주변 위성도시 뿐만 아니라 보다 광범위한 도시로 확장 추진 중

  • 다양한 데이터와 정보를 종합하여 도시의 정책 의사결정을 지원할 수 있도록 다차원 인지, 전면 통찰, 실시간 결정 및 지속적 진화하는 4가지 기능을 지원하여 스마트도시 실현에 중요한 도구 역할로서 디지털트윈이 수행할 수 있도록 연구를 수행

○ 미국 오하이오주의 콜롬버스(Columbus)시가 'Smart City Challenge' 대상도시로 선정되어, 커넥티드 교통네트워크, 데이터 통합 공유, 이용자 서비스 개선, 전기차 인프라 등의 기술 개발을 기반으로 스마트 교통 네트워크 구축을 추진

- 정량적인 분석 데이터 및 AI 기법을 활용하여 노선계획의 객관적인 사전 타당성을 제시하는 것에 활용 중



<그림 3-20> 미국 'Smart City Challenge'의 12개 비전요소(좌) 및 스마트 콜롬버스 개념(우)



<그림 3-21> 스마트 콜롬버스의 어플리케이션의 예시

○ 2016년 2월 미 연방교통부는 교통정체 해소, 안전통행, 환경보호, 기후변화 대응 등 도시문제 해결을 위해 'Smart City Challenge'를 발표하였고, 최종적으로 2016년 6월 오하이오주의 콜롬버스시가 대상도시로 선정

- 콜롬버스 커넥티드 교통네트워크(Columbus Connected Transportation Network)* 구축을 통해 데이터 통합공유, 이용자 서비스 개선, 전기차 인프라 등의 수단을 활용

  * 200개의 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 노변 기지국, 200개의 Wi-Fi 스마트 신호등, 12개의 버스정류장 보행자 경고 시스템, 100개의 교통신호제어기, 10개의 멀티미디어 키오스크, 10개의 주차검지시스템, 10개의 RFID리더기 등의 인프라와 3,000대의 커넥티드 카, 350대의 충돌감지 및 안전장치 버스, 5만 개의 전면창 스티커 등으로 구성

- 주거지구, 상업지구, 도심지구, 물류지구 등 4개 권역에서 안전성, 이동성, 경제활동의 기회 제공, 기후변화에 대한 긍정적인 효과를 기대

○ 인프라 설치를 통해 수집된 각종 데이터 및 교통데이터를 통합하여 민간 앱 개발자, 공공부문, 민간부문, 개별평가 부문 등에 제공함으로써, 최종적으로 교통 이동성 및 안전과 관련한 12개의 어플리케이션을 제공할 계획 중

<표 3-13> 인프라 디지털 트윈 기술기반 노선 최적 운영

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
도시 인프라 디지털트윈	IoT, 인공지능, 디지털트윈, 빅데이터 솔루션 등 첨단 기술 융합			
	중국	알리바바 외	시티브레인	클라우드 기반 도시 인프라 기술

○ 도시 빅데이터를 실시간으로 수집, 분석해 공공자원을 효율적으로 조달하는 것이 목적

- 항저우 시내 다양한 시설 데이터와 시범지역의 신호등 및 교차로에 설치된 CCTV 영상을 통한 인공지능 시스템이 교통량 및 차량 이동 방향을 인지한 데이터를 기반으로 교통 중심의 도시 모니터링 디지털트윈을 구축

<표 3-14> 커넥티드 교통 네트워크 기술

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
교통 네트워크 디지털트윈	콜럼버스 시의 선도적인 70여개 비즈니스 기관이 모여 프로젝트 기획			
	미국	Vulcan 외	Smart Columbus	스마트시티 기반 교통 네트워크

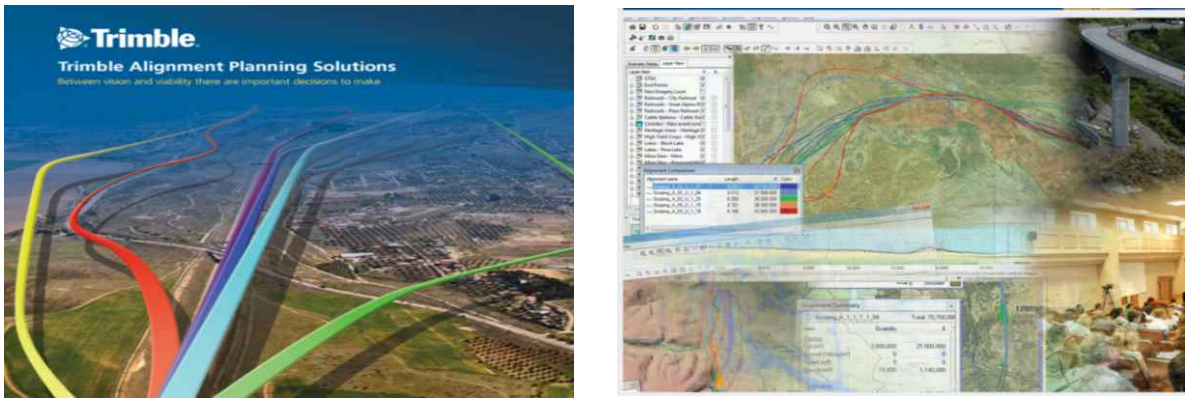
○ 스마트시티 인프라 구축 및 서비스 개발 목적

- AT&T, AWS(Amazon), SIMENS, Uber 등과 같은 선도기업 및 BMW, 포드, 혼다, 벤츠, 닛산, 도요타와 같은 OEM 회사들도 함께 참여하여 파트너쉽 구축

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

○ 미국 Trimble 사에서 최적선형도출시스템 개발

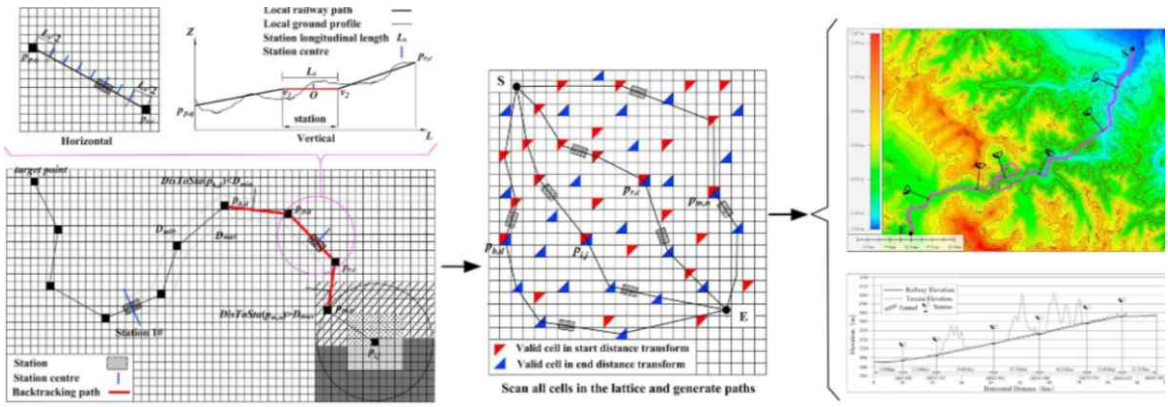
- 미국, 브라질, 스페인 등 세계 각국의 대형 도로 및 철도사업시에 최적 선형 도출을 위해 사용
- 적용된 알고리즘은 미공개지만 실제 사업에 시스템을 적용하여 10~30%의 공사비 절감효과를 보고 있는 중



<그림 3-22> 미국 Trimble 최적 선형 도출 시스템

○ 미국 Maryland 대학에서 유전자알고리즘 등을 적용한 최적선형도출시스템 개발

- 2007년에 개발하여 꾸준히 개선한 결과 최근에는 시범적으로 시스템 적용 중



<그림 3-23> Maryland대학교의 GA기반 선형도출 시스템

〔국내동향〕

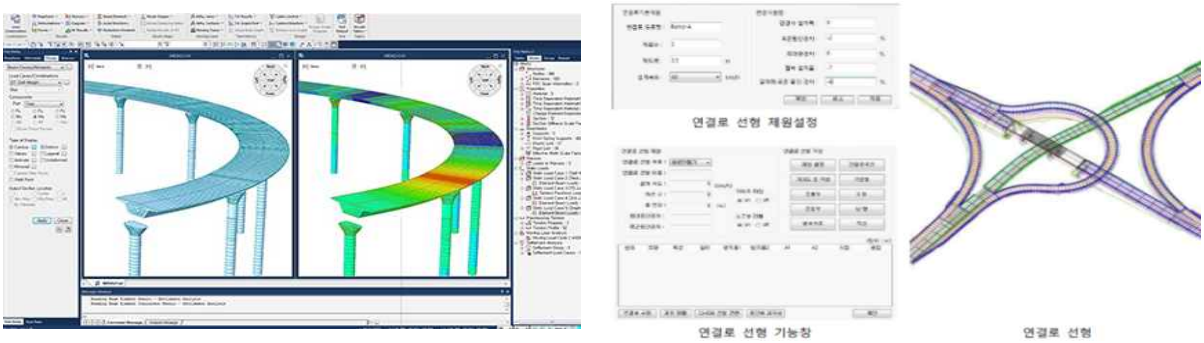
□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

○ 도로분야 상용 BIM 설계시스템은 초기 연구 및 개발단계로 현재 MIDAS와 KG엔지니어링에서 개발

- MIDAS IT가 도로, 교량 등의 선형구조물의 BIM 설계를 라이브러리 템플릿을 기반으로 부분 자동화하는 MIDAS CIM* 개발

* 국내의 도로의 BIM 설계를 자동화하는 유일한 자체 시스템

- KG엔지니어링에서는 Autodesk를 기반으로 도로의 3차원 설계를 지원하기 위한 Auto desk Civil3D 플러그인 형태의 3rd Party 도구인 KG Road를 개발



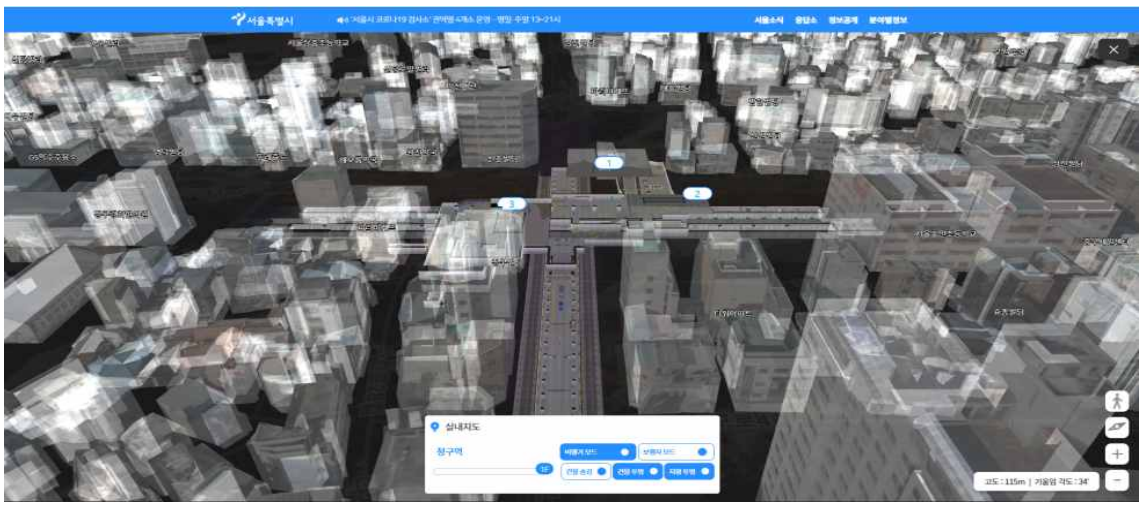
MIDAS CIM　　KG Road

<그림 3-24> 도로 분야 상용 BIM 설계 시스템

○ 서울시는 서울 전역을 대상으로 디지털 트윈 기술을 활용한 Virtual Seoul(S-MAP)을 구축하여 시설물 관리·교통사고 예방·재난 시뮬레이션 등 도시공간에 발생 가능한 미래를 사전 예측하고 적절한 대응을 통해 도시관리를 수행하는 3D 기반 가상도시 구축사업을 수행(2019~2022)

- 도시 전역을 대상으로 도시문제 분석 시뮬레이션까지 가능한 디지털 트윈 모델을 구축한 국내 최초 사례로 손꼽히며, S-map은 항공측량 기반 자동 구축 방식의 2차원 및 3차원 공간정보 데이터 및 3차원 공공시설 실내공간정보를 포함

- 기존 3차원 지도와 달리, S-map은 공공건축물, 지하철 역사의 실내지도까지 공개하고, 부동산 정보와 실시간 CCTV 교통정보를 연계하여 제공함으로써 가상공간에 행정, 환경 등의 정보를 결합, 시뮬레이션이 가능한 행정혁신 모델로서의 역할 기대 중



※ 출처 : 서울시 S-MAP

<그림 3-25> 공공건축물(지하철) 실내정보 제공

- 또한 S-map에서 제공하는 지형에 따른 바람의 경로, 세기와 방향, 지형지물의 영향 등을 3D 공간에서 확인할 수 있어 도시계획의 건물배치 등에 반영 가능

  • 기상청 정보를 바탕으로 예측 바람길을 시뮬레이션함으로써 산불 확산방지, 미세먼지 및 열섬 현상 저감에도 활용이 가능할 것으로 예상

- S-map의 2021 버전(Virtual Seoul 3.0)을 민간에 개방하며, 앞으로 디지털 타당성 분석기법과 접목한 관련 기술을 도입함으로써 가상도시를 활용한 다양한 교통 문제에 대한해결방안을 제공할 것으로 기대

○ 인천경제자유구역(IFEZ, Incheon Free Economic Zone)의 3D 공간정보 비스는 과거 10년간 축적해온 항공사진 등 2,3차원 공간정보를 활용하여 디지털트윈 모델을 구축, 현재와 과거의 지형 개발과정, 부동산 정보, 경관, 건축심의, 필지 조회, 교통량 등 개발상황을 손쉽게 알 수 있도록 제공

- 인천경제자유구역청에서는 "Global Leading Smart City"라는 비전을 목표로 스마트시티 사업을 추진

  • 초기는 송도, 영종, 청라의 각 지역에서 서로 다른 사업자가 시범사업 형태로 운영하였으며, 근래 3S(Space, System, Service) 통합전략을 통해 운영센서, 자원 및 서비스 통합 추진



<그림 3-26> 인천 IFEZ 3차원 공간정보서비스

- 인천경제자유구역(IFEZ)의 스마트시티는 교통, 방범, 방재 및 환경 분야에 집중하여 지능형 교통흐름 관리, 지능형 CCTV, 다양한 형태의 환경센서 등을 설치, 통합 운영함으로써 2D/3D 공간정보 구축을 포함한 다양한 센서정보들을 수집 및 처리 중

  • 또한, 건물의 일조권, 가시권, 면적, 표고 등의 정보를 제공함으로써 도시개발계획 혹은 노선 설계 및 계획수립이나 기업 투자유치 업무에도 유용하게 사용되고 있는 중

<표 3-15> 노선설계 부분 자동화 설계 SW(MIDAS CIM)

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
BIM 기반 노선 설계 SW	BIM 기반 도로설계 소프트웨어			
	대한민국	MIDAS	CIM	- 선형구조물의 BIM 설계를 라이브러리 템플릿을 기반으로 부분 자동화

○ BIM 기반 도로 노선 설계 자동화 저작도구의 개발 목적

- 2D 및 3D의 공간정보를 바탕으로 선형 구조물의 BIM 설계를 라이브러리 템플릿 기반으로 부분 자동화할 수 있도록 지원

<표 3-16> IFEZ 디지털트윈 기반 도시계획 서비스

개발방향	국가	기업명	제품명	특징
도시계획 설계 디지털트윈	가상모델 기반의 다양한 사전분석이 가능한 디지털트윈 플랫폼			
	대한민국	인천경제 자유구역청	IFEZ	- 도시계획 및 노선 설계 시뮬레이션 기반 의사결정 플랫폼

○ 효율적 도시계획과 개발 프로세스 혁신 목적

- 도시개발 정책사업 확대에 따라 계획 단계에서 도시 및 교통을 아우르는 입체적 분석 및 시뮬레이션을 통해 최적의 계획안을 도출
- 도시계획, 설계, 건설, 관리운영단계 등 도시의 성장과정에 따라 단계적으로 의사결정 지원 솔루션을 확장 및 고도화할 계획

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

○ 2010년 친환경 지능형 도로설계기술개발 연구단에서 세부과제로 지능형 도로 설계 통합 프로그램* 개발

* 유전자 알고리즘(GA, Genetic Algorithm)을 적용한 도로최적선형도출 시스템

- 유전자 알고리즘의 특성상 노선이 길어지면 (50km 상) 노선 도출시간이 기하급수적으로 증가

바) 세부 개발 내용

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

(구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발		
연구 방향	한계점	기술개발 방향
	■ 타당성 분석과정은 매우 복잡하고 시간이 매우	■ 타당성 분석 플랫폼을 통해 사용자 중심의 노선

(구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

한계점	기술개발 방향
오래 걸리는 문제점 발생	계획 영향 요인 분석
■ 노선계획 수립을 위해 자료 수집에 매우 오랜시간이 걸리고 신뢰성 저하	■ 도로노선계획 수립에 필요한 빅데이터 수집, 후처리를 통한 연계로 필요 데이터 확보하도록 빅데이터 개방 서비스 제공
■ 노선계획 수립을 위한 관련 외부 정보의 통합 연계 미흡하여 수작업에 의한 노선계획 수립	■ 노선계획 수립을 위한 다양한 외부 디지털 정보의 통합 연계를 수행하여 사용자 중심의 신속한 노선대안 생성 및 의사결정 수행
■ 노선계획 수립시 다양한 복합적 영향 요인을 한번에 검토하지 못하고 2D기반의 노선계획 평면 활용으로 다수의 설계변경 및 민원 발생 ■ 노선계획 수립시 6개월 이상 소요되고 이후에도 지속적인 변경 발생으로 많은 비용 증가	■ 다양한 노선계획 영향 요인을 빅데이터 분석을 통해 노선대안 선정 및 타당성 영향을 분석하고 디지털 트윈을 통해 노선대안의 시각화 및 설계 모델의 통합을 통한 예측기술 개발 ■ 노선계획 수립 기간을 2~3주 이내로 축소화하고 변경사항 발생 시 즉각 대응으로 노선계획 비용 50% 이상 절감

연구 필요성

○ 현재 도로 노선 계획은 소수의 전문가들의 경험 기반의 개략 선형을 바탕으로 선정된 후보 노선이 설정되어 발주기관 실무자가 해당 노선의 적정성을 판단하는데 한계 존재

○ 또한 도로 설계에 기술적인 측면이 강조되어 중장기적 경제성 측면이 충분히 검토되지 못하고 있으며 사회정치적 요인에 의해 노선 계획이 영향을 받고 있으므로 보다 객관적이고 포괄적인 데이터에 기반한 도로 노선 타당성 분석 및 대안노선 생성 기술이 요구되는 상황

○ 사회정치적 요인에 의한 의도적인 과수요 예측으로 사업의 타당성을 합리화하거나 부실한 타당성 조사로 인해 설계 이후 지나친 사업비 증액이 요구되는 경우가 다수 발생

※ 출처 : 쌍용기술(2017), 한국재정정보원(2017)

○ 도로 노선 계획에 따른 토지 가격 영향으로 인해 도로 개설 사업 때마다 지역간, 주민간 갈등의 해결점을 도출하기 위한 객관적인 데이터 및 대안 제시가 불가

- 국가지원지방도 22호선 나진-소라 구간 노선 변경에 따른 이해 충동 발생(2019)
- 울산 삼동-역세권 연결로 노선변경 (2007)

○ 교통량, 생태환경 및 기후, 도로위험도, 지자체 예산상황, 설계기준 등 도로 생애주기 데이터에 기반한 도로 노선의 타당성 분석이 다각도로 요구되며, 최적의 도로선형 대안을 시각화된 결과물로 제공함으로써 발주 실무자 및 다수의 도로 관련 엔지니어 간의 의사결정 지원 시스템이 필요

연구 내용

연도	연구목표 및 연구내용	주요 성과물
2024	▪ **(연구목표)** - 노선계획 영상요소 정보 수집 및 분석 기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 노선계획 영향 정보 수집 및 연계 - 개방형 빅데이터 정보의 전처리 및 빅데이터 DB화 - 단일 또는 2개 이상 노선계획 영향요소 복합	▪ 도로 노선계획 영향 빅데이터 DB 및 연계 인터페이스 ▪ 다요인 복합변수 빅데이터 분석 알고리즘

(구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

연도	연구목표 및 연구내용	주요 성과물
	분석 기술 개발	
2025	▪ **(연구목표)** - 도로 노선계획 수립을 위한 디지털 트윈 모델 및 빅데이터 분석처리 기술 개발(1/2) ▪ **(연구내용)** - 지형조건을 고려한 노선배치 타당성 분석 기술 개발 - 도로 노선 최적화 및 계획수립을 위한 디지털 트윈모델 개발 - 빅데이터 고속처리 파이프라인 및 알고리즘 개발	▪ 지형조건 기반 노선배치 타당성 검토 도구 ▪ 도로 노선 최적화 및 계획 수립을 위한 디지털 트윈 모델 ▪ 빅데이터 고속처리 알고리즘
2026	▪ **(연구목표)** - 도로 노선계획 수립을 위한 디지털 트윈 모델 및 빅데이터 분석처리 기술 개발(2/2) ▪ **(연구내용)** - 사업구간의 간섭지역 분석 및 민원발생 예측 모델 개발 - DT기반 도로노선별 영향 및 타당성 평가모델 개발 - 노선계획 타당성 분석 빅데이터 대쉬보드 개발 - BIM 데이터의 DT플랫폼 연계 및 매핑 간편화 기술	▪ 노선간접지역 및 민원발생 예측 모델 ▪ 노선계획 타당성 평가 모델 ▪ 빅데이터 대쉬보드 ▪ BIM데이터의 DT 플랫폼 신속 매핑 도구
2027	▪ **(연구목표)** - 디지털 트윈기반 도로노선 사전타당성 분석 플랫폼 개발 ▪ **(연구내용)** - DT기반 노선배치 시각화 및 맞춤형 리포팅 기술 - 노선별 경제성 분석 도구 개발 - 디지털 트윈기반 타당성 분석 플래폼 개발 - 선형자동화 도구 연계 및 검증	▪ 디지털 트윈기반 도로노선 사전타당성 분석 플랫폼 ▪ DT기반 노선별 경제성 분석 도구 ▪ 선형생성 자동화 도구 연계 인터페이스
2028	▪ **(연구목표)** - DT기반 노선 타당성 분석 플랫폼 검증 및 확산 방안 도출 ▪ **(연구내용)** - 시범적용 대상 사업을 선정하여 플랫폼 적용성 검증 - 지침, 제도화, 교육 및 확산체계 마련	▪ 플랫폼 시범적용 검증 결과 보고서 및 제도화 등 확산방안
최종 성과물	▪ 디지털 트윈기반 도로노선 계획 사전 타당성 분석 플랫폼 ▪ 플랫폼 운영 및 활용지침, 교육체계 및 활성화 로드맵	

(구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

연구 목표

성능지표	현재 최고 기술수준		개발 목표 스펙
	국내	해외	
디지털 트윈기반 노선계획 타당성 분석 처리 시간[1)]	6개월	3개월	3주 이내
타당성 분석을 위한 디지털 트윈 모델 구축 수준[2)]	Level 2	Level 3	Level 3
노선계획 타당성 분석을 위한 외부 영향 데이터 연계 처리 속도[3)]	-	지연시간 1s	지연시간 500ms(0.5초)
노선계획 타당성 분석 플랫폼의 인증 여부[4)]	-	-	TTA 인증서

1) 기존 도로노선계획 선정 및 타당성분석을 위한 실제 투입기간을 검토하고 본 플랫폼을 활용하여 동일한 사례에 대한 타당성 분석결과 비교를 통한 시간단축 및 신뢰성 분석

2) 현재 국제적으로 디지털 트윈모델 구축 수준은 4단계로 구분하고 있으나 본 플랫폼은 3차원+예측을 고려한 환경을 구축하므로 디지털 트윈모델 구축 수준평가를 위한 지표 개발을 통해 전문가 설문으로 측정

3) 다양한 외부에 위치한 교통, 지하시설, 문화재, 환경 등의 개방된 디지털 데이터 DB로부터 API를 활용하여 플랫폼과 연계하고 Ping테스트 및 파일 전송테스트를 통한 지연시간 측정

4) 디지털 트윈 플랫폼의 성능을 측정하고 관련 데이터의 상호운용성 확보 등을 인증하기 위해 TTA(정보통신진흥협회)로부터 인증서 취득

최종 성과물

○ 디지털 트윈기반 도로 노선계획 사전 타당성 분석 플랫폼

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

<table>
<tr><th colspan="3">(구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발</th></tr>
<tr><td rowspan="6">연구
방향</td><td>한계점</td><td>기술개발 방향</td></tr>
<tr><td>■ 수작업으로 정해진 시간에 수많은 선형 대안을 검토해서 최적의 선형을 도출하는 것은 현실적으로 매우 어려운 상황</td><td>■ AI 및 최적화 알고리즘을 적용하여 단시간에 수많은 대안을 생성 비교하여 최적의 대안 도출</td></tr>
<tr><td>■ 설계단계에서 선형 변경에 따른 재설계 과정이 반복적으로 발생하며, 설계도서 납품 전 설계 성과품을 급히 만들어 제출하는 사례가 대부분</td><td>■ 선형기반 모델링 및 구조물의 변수 모델링을 통해 선형 변경에 따른 구조물, 시설물의 형상 및 속성정보가 연속적으로 변경될 수 있는 알고리즘 개발</td></tr>
<tr><td>■ 기술자의 개개인의 경험이나 주관에 의존</td><td>■ AI를 적용하여 최적화 및 도출된 노선에 대한 신뢰성, 객관성 확보</td></tr>
<tr><td>■ 100km 이상되는 장대 노선인 경우 수작업으로 선형을 도출하기에는 한계 존재 (특히 해외사업인 경우 장대노선이 대부분)</td><td>■ 500km 이상되는 장대 노선인 경우에도 신속하게 대안 생성(해외사업 적용시 획기적인 효율성 제공)</td></tr>
<tr><td>■ 2D 자료로는 스테이크홀더들에게 도로사업에 대한 효율적인 설명이 어려운 실정</td><td>■ 멀티미디어 보고서 및 AR, VR 등을 활용한 프리젠테이션 기술 개발</td></tr>
<tr><td>연구
필요성</td><td colspan="2">○ 도로 노선 설계 시에 가장 어려운 점이 정해진 시간내에 수 많은 영향 요소를 적절하게 분류,적용하여 최적의 선형을 도출하는 것으로, 정해진 시간에 수많은 대안을 검토하여 최적의 대안 선형을 도출하는 것은 매우 어려운 일이며 많은 시간을 요하는 노동집약적인 업무
○ 그렇지만 도로의 선형의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않으며, 환경에 미치는 영향과 공사비 등 경제 사회적으로 끼치는 영향이 대부분 선형에 의해 좌우되기 때문임 그러므로 사업계획 초기에 최적의 선형을 도출하는 것이 도로사업의 성패를 좌우하게 된다고 해도 과언이 아닐 정도로 매우 중요한 사항
○ 그러나 지금까지는 자동화된 CAD 시스템을 활용하여, 기술자의 경험과 개개인의 역량에 의존하여 장시간을 투입하여 선형을 도출 할 수밖에 없는 상황
○ 다양한 각계각층의 이해를 절충하고 폭넓은 공감대를 얻어야 성공적인 도로사업이 보장될 수 있으므로, 디지털시대에 걸맞게 각종 멀티미디어 자료와 AR, VR 등을 활용하여 스테이크홀더들을 이해시키는 것이 무엇보다도 중요
○ 최근 AI 에 대한 관심과 기대가 크고, 알파고를 통해 보여주었듯이 AI 의 성능 또한 괄목한 발전이 이루어진 상황으로, 도로 선형 설계에 AI를 적용하여 설계시간을 획기적으로 단축하고 도한 최적의 대안 선형을 도출할 수 있다면 건설산업의 발전은 물론 국가적으로 큰 파급효과를 가져올 것으로 기대
○ 최근 우리나라가 선진국의 대열에 합류함에 따라 국내 도로 건설사업의 규모가 매년 축소되어 국내 건설인력의 재배치가 필수 불가결한 상황이 되었으며 국내 건설산업의 경착륙에 대한 우려와 불안감이 팽배되고 있는 시점
○ 이제는 IT 강국 대한민국이라는 브랜드가치를 건설산업에서도 일구어내야 할 때가 왔으므로 AI 기반 도로선형설계 시스템을 개발하여 국내 건설 관련 업체들이 해외에 진출시에 강력한 전략무기로 활용하여 경쟁우위를 확보함으로써 국내건설업체들이 해외에 대한민국 건설</td></tr>
</table>

(구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

	IT의 위상 제고 가능

연구 내용

연도	연구목표 및 연구내용	주요 성과물
2024	▪ **(연구목표)** - 선형설계 영향인자 평가기술 개발 ▪ **(연구내용)** - 설계 영향인자 분석 - 설계 영향인자 가중치 도출	▪ 선형설계 영향인자 평가 모듈
2025	▪ **(연구목표)** - AI 기반 설계영향 인자 자동인식 모듈 개발 ▪ **(연구내용)** - 설계기준, 적용단가 등(해외기준 포함) 자동인식 모듈 개발 - 지형 등 자연환경, 사회환경 자동인식 모듈 개발	▪ AI 기반 설계영향 인자 자동인식 모듈
2026	▪ **(연구목표)** - 설계 영향인자 분석 모듈 개발 - 도로선형 최적 대안 도출 1단계 모듈개발 ▪ **(연구내용)** - 자동 인식된 영향인자들을 분류 분석하는 모듈 개발 - AI 기반 설계 조건별 최적의 대안을 도출하는 Generative Design 모듈개발	▪ 설계영향인자 분석 모듈 ▪ 도로선형 대안 도출 1단계 모듈
2027	▪ **(연구목표)** - 도로선형 최적 대안 도출 최종 모듈 개발 ▪ **(연구내용)** - 영향인자들을 입력파라미터로 하여 최적의 대안을 도출하는 모듈 개발	▪ 도로선형 대안 도출 모듈
2028	▪ **(연구목표)** - 도로 선형 대안 비교·평가 기술 개발 - 멀티미디어 프리젠테이션 기술 개발 - 통합 테스트 ▪ **(연구내용)** - Stakeholder 관점별 대안 비교 및 평가 기술 개발 - 효율적인 멀티미디어 프리젠테이션 기술 개발	▪ 도로 선형 대안 비교·평가 모듈 ▪ 멀티미디어 프리젠테이션 모듈 ▪ 통합테스트 결과
최종 성과물	▪ AI 기반 도로선형 대안생성 및 평가 시스템	

연구 목표

성능지표	현재 최고 기술수준		개발 목표 스펙
	국내	해외	
선형설계영향인자 평가기술[1)]	-	-	70%
AI 기반 설계영향 인자 자동인식 및 분석 기술[1)]	-	-	70%
AI 기반 도로선형 대안 도출 Generative Design[1)]	-	-	70%
도로 선형 대안 비교 및 평가 기술[1)]	-	-	70%

1) 현재 국내외적으로 AI를 활용한 선형설계 기술은 개발되지 않은 상황

최종 성과물

○ 해외적용이 가능한 AI 기반 도로선형 대안 생성 및 평가 시스템

사) 민간기술과의 차별성·연계성

□ (구성기술 1-1) 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발

○ 디지털트윈 관련 주요 민간기술

<표 3-17> 구성기술 1-1 관련 민간기술과의 차별성·연계성

기술명	기관	주요 내용	차별성·연계성
스마트 팩토리	포스코 E&C 다쏘시스템	- 디지털트윈을 가상공간에 재현하여, 현실에서 실험하기 어려운 시뮬레이션을 수행하여 효과적인 플랜트 운영을 가능 기대 - 정비작업 전 과정 및 시간의 흐름에 따른 시뮬레이션을 통해 안전사고를 예방하고 지진 등의 재해 상황을 예측	**〈차별점〉** - 해당 기술은 플랜트 분야에 해당하며, 노선계획의 사전타당성 분석을 위해 필요한 DB와 알고리즘에 차별성이 존재 **〈연계방안〉** - 협력사와의 협력 환경, 유지보수를 위한 건설단계 생성 데이터 등 참고
미래 건설 현장 솔루션 콘셉트-엑스 (Concept-X)	현대두산 인프라코어	- 굴착기를 비롯한 다양한 건설기계들이 작업하는 건설 현장의 물리적 요소들을 가상 환경으로 구현 - 작업 관리의 효율성을 높이고 계획 오류와 안전사고 가능성을 미리 파악해 정교하고 빠른 건설 작업이 가능	**〈차별점〉** - 해당 기술은 토공 분야에 해당하며 노선계획의 사전타당성 분석을 위해 필요한 DB와 알고리즘에 차별성이 존재 **〈연계방안〉** - 계획 오류 및 안전사고 가능성을 예측하는 알고리즘 등을 분석하여 기술개발에 일부 활용
Digital Twin PoSPlot	포스코	- 품질, 원가, 생산 영향을 파악하고 ESG 관점에서 이산화탄소 배출량 변화까지 2분 내 시뮬레이션 가능 - 약 350명의 직원이 활용하고 있으며, 유관 부서 간 실시간으로 정보를 교류하는 플랫폼	**〈차별점〉** - 해당 기술은 플랜트 분야에 해당하며 노선계획의 사전타당성 분석을 위해 필요한 DB와 알고리즘에 차별성이 존재 **〈연계방안〉** - PoSPlot은 탄소배출로 인한 환경영향 및 수입성을 분석이 가능하며, 상기 알고리즘의 분석을 통해 도로분야의 분석 최적화 알고리즘 개발
도로표지 관리시스템	디비엔텍	- 도로표지시스템은 도로표지 데이터를 모두 도로의 선형(노선)에 링크시켜 노선 단위로 표지를 관리하는 시스템 - 선형 기반 시스템의 장점은 모든 표지를 자동으로 도로의 선형 정보에 연결 - 도로 선형 정보로부터 일관된 정보를 매칭시킴으로써 오류 제거 및 무결성을 높이고, 경로 탐색 등의 결과에 의해 상하행 등을 구분하고 일관성 있는 데이터 추출을 보장	**〈차별점〉** - 도로표지 시스템은 2D 기반으로 운영되고 있어, 지형의 고저차나 기후 등 본 과제에서 구축하고자 하는 디지털트윈 플랫폼과 실질적인 차이점 존재 **〈연계방안〉** - 선형(노선)에 데이터를 연결하는 알고리즘을 일부 활용, 데이터 추출 방식 및 데이터 관리방식 연계

□ (구성기술 1-2) AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발

<표 3-18> 구성기술 1-2 관련 민간기술과의 차별성·연계성

기술명	기관	주요 내용	차별성·연계성
최적선형 대안 도출기술	미국 Trimble	- 설계기준, 단가, 지형 등을 분석하여 신속하게 다수의 선형대안 도출	〈차별점〉 - 적용 알고리즘을 전혀 공개하지 않았으나, 개발기간이 꽤 지난 것을 고려하였을 때 AI 기술 적용은 미흡하다고 판단 〈연계방안〉 - 보유기술에 대해 폐쇄적이라 연계의 어려움 존재
지능형 도로설계 통합프로그램	친환경 지능형 도로설계기술개발 연구단	- 유전자 알고리즘을 이용한 최적선형 도출 시스템	〈차별점〉 - 유전자알고리즘의 특성상 노선이 길어지면 수행시간이 기하급수적으로 증가 - 더 진보된 AI기술을 적용함으로서 더 빠르게 더 정밀한 결과물 도출로 차별화 영역 확보 가능 - 설계영향인자 자동인식 및 분석 기술은 적용되지 않았다고 판단 〈연계방안〉 - 기 적용된 유전자 알고리즘의 장단점, 적용효과, 적용경험 등에 대해 연계하여 개발 효율 제고

○ 초정밀 지도 활용 방안

- 초정밀 디지털 지도는 히어(HERE Technologies*), 구글(Google Maps), 톰톰(Tom Tom)의 3파전으로 세계 시장을 선점하고 있으며, 특히 HERE Technologies는 다양한 분야의 기업들과 파트너십을 맺고 세계 초정밀 디지털 지도 시장의 우위 선점 중

  * HERE Technologies는 전 세계 1억대 이상 차량에 탑재된 내비게이션에 지도를 공급하고 있는 고정밀 지도 정보 분야 글로벌 기업으로, 자동차, 건설장비, IT기업 등의 분야에서 투자 진행 중으로 2022년 위치데이터 플랫폼 시장에서 구글을 제치고 5년 연속 1위를 지키는 중

- 초정밀 디지털 지도(High Density Digital Map)는 도로의 차선과 정지선, 폭, 균열, 표지판, 신호등, 가드레일 등 도로 주변의 모든 지형지물을 센티미터 단위로 식별하는 3차원 디지털 지도이며, 각종 센서 데이터를 수집해 클라우드로 분석, 이를 지도에 반영 중

  • 초정밀 디지털 지도는 기존의 GPS가 갖고 있는 차선 인식, 교통 상황 반영의 제한, 제한된 시야에 의한 장애물 인식오류 등의 문제들을 센서기술과 연계하여 차량에 탑재된 컴퓨터를 활용하여 운행 정보를 효과적으로 제공



<그림 3-27> Here Technologies사 도로 초정밀 지도(좌), 자율주행차의 다양한 정보 인식 및 감지(우)

○ HERE Technologies는 디지털 지도 제작이라는 기술을 활용하여 다양한 산업 분야와 전략적 제휴를 맺고, 4차 산업혁명시대를 준비 중

<표 3-19> 초정밀 지도 활용 분야

적용 분야	관련 기업	적용 내용
자동차 업계	BMW 아우디 다임러	- 자율 주행 자동차의 경쟁업계인 BMW-아우디-다임러 독일 완성차 3사는 이례적으로 연합해 HERE Technologies를 인수 - 무인 자동차시대에 필수 기반기술인 디지털 지도를 기반으로 센서기술, 차량 간 통신(V2V), 차량과 네트워크간 통신(V2N)등 기술을 융합하려는 목적을 갖고 인수하여 초정밀 디지털 지도를 사업화 중
전자업계	LG전자 파이오니아	- 최근 IT업계에서는 자율주행과 결합하여 시너지 효과를 낼 수 있는 융합기술에 대한 투자를 공격적으로 하고 있으며, 인텔도 HERE Technologies의 새로운 투자자로 참여하여 자율주행 시장을 이끄는 중 - 국내의 LG전자가 자율주행 시장에 뛰어들며 HERE Technologies와 전략적 제휴 추진 ※ '차세대 커넥티드카 솔루션 공동 개발 파트너십 계약' • 두 회사는 LG전자의 텔레매틱스* 기술과 센티미터(cm) 단위로 모든 지형 지물을 식별하는 HERE Technologies의 고정밀 디지털 지도 정보를 결합한 커넥티드카 솔루션을 내년까지 개발한다는 전략 발표 * 텔레매틱스란 GPS부터 DMB망, 블루투스, 와이파이, 이동통신까지 모든 통신규격을 지원하며 내비게이션과 위치 확인·긴급 출동 등 차량 안전, 엔터테인먼트 등 다양한 서비스를 제공하는 차량용 통신부품 - 두 회사가 공동 개발하는 차세대 커넥티드카 솔루션은 카메라, 레이더(Radar), 라이다(Lidar) 등 차량의 ADAS 센서와 V2X를 통해 수집된 주변 차량 및 환경 정보들을 클라우드 서버와 주고 받으며 고도로 정밀한 환경 정보를 실시간으로 제공 * 주행보조시스템 ** 차량과 모든 개체 간 통신 • 일반 지도로는 알 수 없는 차선별 교통량, 주변 차량의 주행정보 등을 기반으로 분기점 정체가 시작되는 정확한 위치에 대한 실시간 제공 가능
IT업계	인텔 SKT 네이버 나브인포 텐센트	- 전세계 IT업계의 프로세스 리더인 인텔은 HERE Technologies가 갖고 있는 위치 데이터들과 인텔의 프로세서 기술을 접목시켜 초정밀지도의 오차범위를 줄이는 노력 중 - SKT는 CES 2018에서 HERE Technologies와 5G 기반 자율주행을 위해 협력 체계를 구축하여 국내에서 5G 기반 자율주행의 공동 사업 전개에 그치지 않고, 동반 해외 진출까지 추진 중 • 또한, HD맵 솔루션, 위치기반 IoT 등 차세대 기술과 서비스 공동 개발부터 글로벌 사업 확대까지 광범위한 협력도 추진 • 이를 위해 SKT는 5G, IoT 전용망과 서비스, 모바일 내비게이션 기술, 약 700만건에 달하는 거점 및 실시간 교통정보, 클라우드 등 핵심 경쟁력과 인프라를 공유 - HERE Technologies는 HD맵, 초정밀 위치 측위 솔루션, 글로벌 유통 채널 등을 제공 - 최근 경부고속도로 등 국내 주요도로 초정밀 지도를 공동 구축 중 • 중국 내비게이션 업체인 내브인포, 지도서비스 자회사를 둔 일본 '파이오니아'와 함께 세계 표준 초정밀지도 서비스 출시를 위한 '원맵 얼라이언스'를 결성하여 세계 자율주행차 시장의 기반기술 확보하는 사업모델을 구축중.
전장기업	보쉬 콘티넨탈 미쓰비시 현대차	- 보쉬, 콘티넨탈과 같은 자동차 관련 하드웨어 기반 회사에서도 완성차에 들어가는 제품에 대하여 연계하는 방안을 구축 중



<그림 3-28> OneMap Alliance 구성 체계

○ HERE Technologies사 정밀지도 활용성 검토

- 상용화되고 있는 초정밀 디지털 지도는 다양한 산업계에서 활용되고 있으나, 자율주행 자동차를 위한 인프라 환경 조성과 같은 특수 목적을 갖고 개발 중

  • 토목공사와 같이 인프라가 구축되어 있지 않은 곳의 도로, 교량, 철도를 구축하는 사업은 초정밀 지도가 갖고 있지 않은 정보들을 추가로 입력·연계하여 활용 가능할 것으로 판단되며, 현재의 초정밀 디지털 지도의 즉시 활용은 많은 한계 보유

- 민간 혹은 국가와 초정밀 디지털 지도를 제작하는 기관과 협업을 통한 개발되지 않은 곳의 지형정보 혹은 시설물 정보를 입력하는 방법이 필요

  • 도로 및 철도 등과 같은 인프라 시설에 대한 초정밀 디지털 지도를 건설분야에 활용하기 위해서는 입력되어야 하는 필수 정보 입력 범위에 대한 정의가 우선적으로 수행 필요

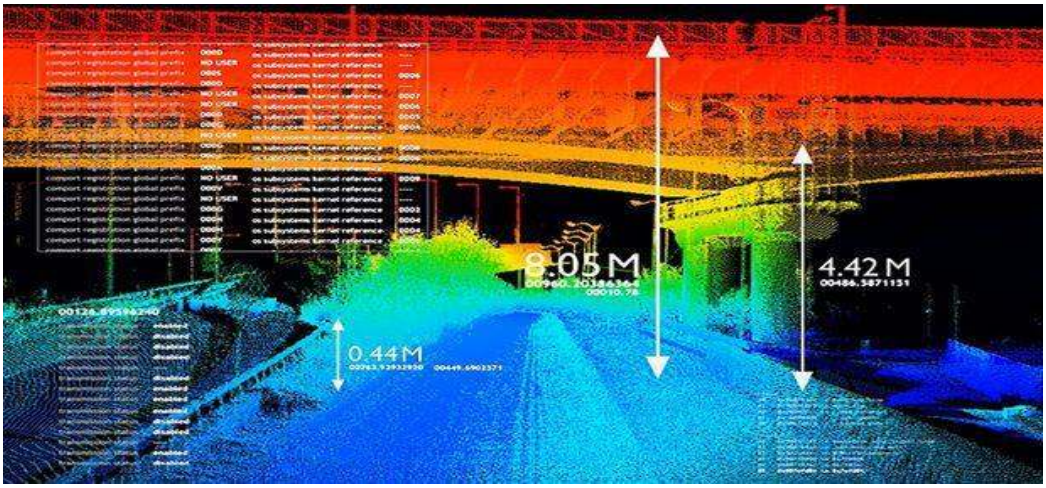
○ 기존 초정밀 디지털 지도 활용 가능성 및 계획

- 2005년 세계 최초의 디지털지도 구글어스는 자회사 웨이모를 통해 자율주행 기술도 개발 중

  • 유럽의 톰톰은 히어, 구글과 함께 세계 3대 디지털지도 회사로, 애플·우버 등에 지도정보를 제공하고, 중국 화웨이에도 납품 중인 상황이며, 특히 화웨이의 경우 미-중 갈등 이후 구글지도 대신 톰톰(TomTom)지도를 사용 중인 상황

- 국내에서는 현대엠엔소프트가 상당수 주요 도로의 정밀지도 데이터베이스를 구축한 상황

• 네이버는 서울시 전역 4차선 이상 주요도로의 정밀지도를 완성, 향후 자율주행 기술 개발에 활용할 계획이며, 카카오는 제주 지역을 시작으로 실시간 버스 위치 제공, 도보 내비게이션 등의 서비스에 정밀지도 활용 중



<그림 3-29> 도로 스캐닝을 통한 정밀 지도 제작

- 초정밀 디지털 지도는 다양한 산업 분야와 연계하고 있으며, 초정밀 디지털 지도를 구성하는 위치기반 시설물 정보와 이를 구성하는 프로세서를 연계하면 건설 분야에서도 충분히 활용 가능

  • 초정밀 디지털 지도는 지하 공간, 지하 구조물, 지하 시설물, 교통 흐름 등에 대한 정보를 건설산업에도 접목 가능

- 다만 이를 위해서는 초정밀 디지털 지도의 국내 서버 구축, 외국으로 반출 시 보안상 문제되는 시설물에 대한 처리 등을 검토할 필요성 존재

  • 정보 보안이 요구되는 초정밀 디지털 지도의 데이터 서버를 해외에 두고 있는 경우, 법률적 조사, 제재 등에 대한 권한 부재로 인하여, 국가 보안시설의 중요 정보가 외부로 유출될 가능성 존재

- 국내의 초정밀 지도는 현재 공용 중인 시설물 및 도로를 대상으로 Here Technologies와 SKT가 공동으로 구축하고 있는 경부고속도로가 있으며, 서울시가 시설물의 관리, 교통사고 예방 등을 목적으로 구축하고 있는 S-Map, 한국국토정보공사가 전주시에 하천의 홍수위 모니터링, 국토보전 등을 목적으로 구축 중인 LX 디지털 트윈 등이 대표적

  • 이러한 국내의 초정밀 디지털 지도는 대부분 유지관리, 공용 중 교통 흐름제어 등과 같은 목적성을 갖고 개발 혹은 구축 중

- 또한, 카카오, 네이버 등과 같은 기업은 실제로 촬영된 사진 자료를 결합하여 초정밀 지도를 구축하였으나, 속성정보를 갖고 있지 않은 이미지 형태이며, 최근 (주)무한정보기술은 메타버스 기반 3D 로드뷰 서비스인 '미어캣'을 개발

• 미어캣은 월 단위로 취득된 로드뷰 영상을 디지털 트윈, 메타버스 등 사용자 활용 목적에 맞도록 3D 및 분석 데이터로 제공하는 서비스이며, 저가의 보급형 촬영 장비로 촬영한 로드뷰도 자가 차량 운전자와 매칭이 가능한 특징 존재

- 도로 정보는 계속해서 변화하고 있지만, 고가 장비로 데이터 갱신의 어려움을 겪고 있는 현실을 감안하면 사용자 입장에서 필요한 데이터들을 입력 및 가공할 수 있는 형태의 초정밀 디지털 지도가 필요

• 현재 시장 상황을 고려할 때, 주변의 건설 환경(문화재, 개발제한구역, 고도제한구역, 문화재 보존구역 등)을 고려한 현황 초정밀 디지털 지도를 기반으로 대안 노선을 선정하는 것은 어려운 실정

- 따라서, 민간 사업자와 건설용 목적에 맞는 초정밀 디지털 지도를 구축하는 노력이 필요

• 현황을 반영하고 있는 국토지리정보원, V-World, 네이버지도, 카카오지도, V-World와 같은 플랫폼에 속성정보와 형상정보 등을 연계하여 인프라 시설물을 위한 초정밀 디지털 지도의 개발이 필요

- 해외의 HERE Technologies와 같은 글로벌 기업과의 협업도 검토할 수 있으나, 데이터 서버 구축 위치, 데이터 정보보안 등 정보보안에 대한 해결 과제 존재

<표 3-20> 상용 초정밀 디지털 지도 및 건설용 초정밀 디지털 지도의 비교

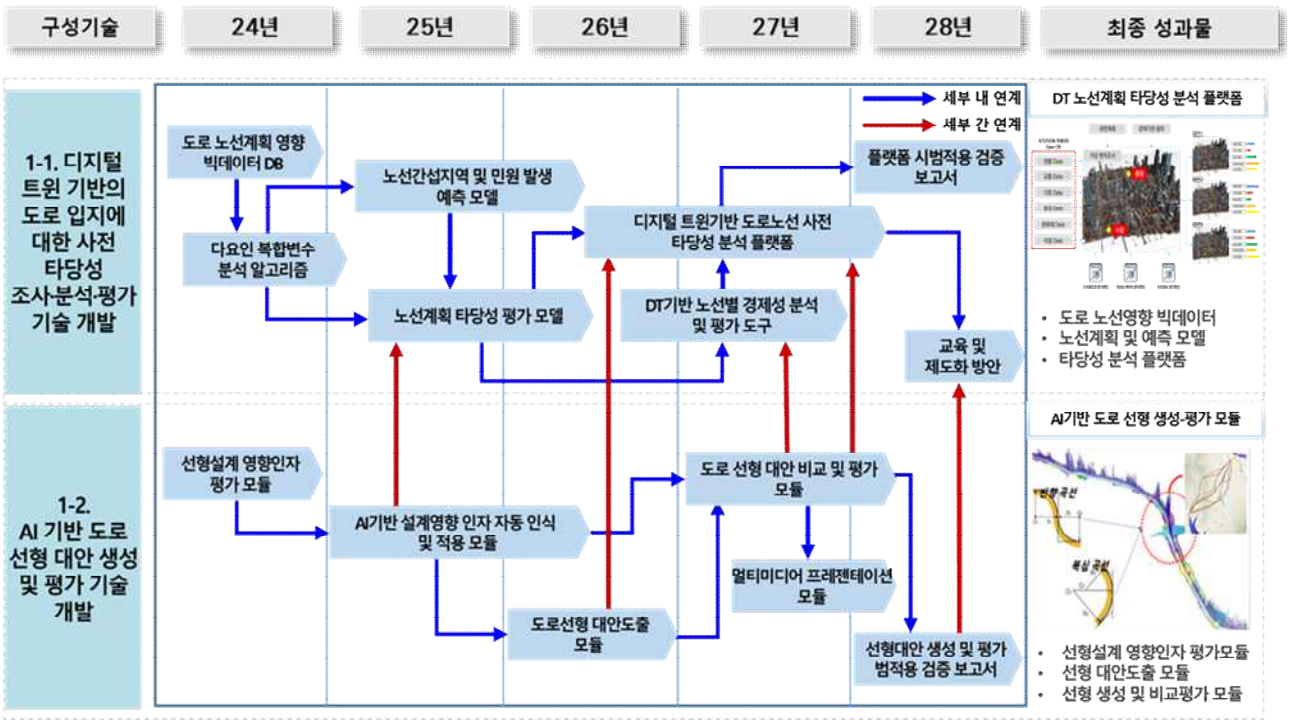
구 분	상용 초정밀 디지털 지도	건설용 초정밀 디지털 지도
주요 목적	- 자율주행 자동차를 위한 인프라 구축 등과 같은 특정 목적	- 최적화 방법으로 인프라 시설물의 노선 선정, 대안 노선 선정, 최적 입지조건 등에 대한 기반 환경 조성
연계 기술	- 카메라(Camera), 레이더(Radar), 라이다(LiDar), 센서(Sensor), 차량의 ADAS(주행보조시스템)	- 활용 목적에 따른 LOD 수준별 Digital Twin 모델 자동 생성 형상정보 뿐만 아니라 속성정보 필요
입력 데이터	- 차선정보, 정지선, 신호등, 표지판, 중앙분리대, 주변 시설물 등	- 지반 정보, 지하 시설물, 지하 구조물, DEM, DSM, DTM, 문화재, 현황의 영향요소(환경, 민원, 문화재 등), 보안구역
시장 현황	- 기술 개발 업체 다수, 4차 산업혁명 시대의 무인 자동화 추세에 맞추어 융합적으로 개발 진행 중	- 공공기관 주도의 유지관리 목적으로 부분적 수행 중으로, 민간에서 주도적으로 개발하기는 어려운 상황
주요 플랫폼	- HERE Technologies, Google Maps, TomTom, V-World	-
개발 단계	중	하

아) 과제추진 및 기술성과 로드맵

□ 추진 로드맵

<table>
<tr><th>핵심과제</th><th>구성기술</th><th>'24</th><th>'25</th><th>'26</th><th>'27</th><th>'28</th><th>연구 목표</th></tr>
<tr><td rowspan="8">미래 도로 노선 계획을 위한 타당성 분석 및 대안 생성 기술 개발</td><td rowspan="6">1-1. 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사분석·평가 기술 개발</td><td>도로 노선계획 영향 정보 수집 및 분석 체계 개발</td><td colspan="2">도로노선 최적화 및 계획 수립 위한 DT 모델 개발</td><td colspan="2"></td><td rowspan="6">디지털 트윈 기반 도로 노선계획 타당성 분석, 평가 플랫폼 개발 및 검증</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">도로 노선계획 수립 요구 빅데이터 분석 처리 기술 개발</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">DT기반 도로 노선별 영향 및 타당성 평가모델 개발</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>노선계획 빅데이터 분석 대쉬보드 개발</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">DT 기반 타당성 분석 플랫폼 개발</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>시범적용 및 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1-2.AI 기반 도로 최적 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발</td><td>설계영향 인자 및 가중치 도출</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="4">AI 기반 도로 선형 생성 및 평가 모듈 개발 및 검증</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">설계기준, 단가, 자연/사회적 환경 자동 인식 및 분석 모듈</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">AI기반 최적 선형 대안 도출을 위한 Generative Design 모듈 개발</td><td>대안비교 및 평가 기술 개발</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>시범적용 및 검증</td></tr>
</table>

□ 성과 로드맵



자) 소요예산 및 장비 구축 계획

□ 연도별 소요예산

<표 3-21> 핵심과제 1의 소요예산

(단위: 백만원)

구성기술명	구분	'24	'25	'26	'27	'28	계
1-1. 디지털 트윈 기반의 도로 입지 사전 타당성 조사·분석·평가 기술 개발	국고	818.83	1050.83	1009.89	750.59	682.36	4312.50
1-2. AI 기반 도로 선형 대안 생성 및 평가 기술 개발	국고	254.93	354.06	339.90	276.17	212.44	1,437.50
합 계		**1,073.76**	**1,404.89**	**1,349.79**	**1,026.76**	**894.80**	**5,750.00**

□ 연구장비 및 시제품

<표 3-22> 핵심과제 1의 연구장비 내역

순번	장비	관련 개발내용	단가 (백만원)	수량 (개)	금액 (백만원)
1	IaaS Director	디지털 트윈 플랫폼의 laaS 환경 가상자원 제어 장비	15	1	15
2	IaaS Controller	디지털 트윈 플랫폼의 laaS 환경 구성을 위한 Openstack Undercloud 장비	21	3	63
3	IaaS Compute	laaS 환경의 가상머신 실행 및 PaaS 플랫폼 설치 장비	26	5	130
4	IaaS VM 및 POD Volume	laaS VM 및 PaaS POD 용 Volume 장비	15	1	15
5	GPU Graphic 카드	클라우드 기반 대용량 DT 모델 처리	14	2	28
6	워크스테이션	AI 기반 최적 선형 대안 도출을 위한 Generative design 모듈 개발	5	4	20
합 계			**96**	**16**	**271**

2. (WBS 2) BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간

2.1 성과지표 및 목표치

WBS 2는 BIM 정보공유 체계를 구축하고 확산하기 위해 BIM Trend Report를 발간을 목표로 BIM 산업 활성화를 위한 주요 이슈를 발굴하고 외부 전문과 집필진 섭외를 통해 주요 이슈 기고를 통해 국내 건설 사업의 BIM에 대한 BIM 트렌드를 공유하고 선도하고자 함. BIM Trend Report 발간을 위한 상세 성과지표 및 목표치, 달성도는 다음과 같음.

<표 3-23> WBS 2 성과지표 및 목표치

구분	내용	비고
성과목표	- BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간	
성과지표	- BIM 정보공유 및 최신 방향성 공유를 위한 간행물 발간	
목표치	- BIM Trend Report Vol.5 발간 1건	
목표치 설정 근거	- BIM 정보공유체계 마련을 위한 간행물 발행	
측정방법 및 산식	- BIM Trend Report Vol.5발간 여부/내부 평가	
달성도(%)	- 100%	
달성내용	- BIM Trend Report Vol.5 1건 (12월 말 발간 예정)	

2.2 수행결과 및 달성내용

2.2.1 주요 수행연구 결과

▸목표: BIM 정보공유체계 구축 및 확산을 위한 BIM Trend Report 발간 (100% 달성)

▸수행연구 :

- BIM Trend Report Vol.5 발간 ('23.12)
- BIM 주요 이슈 및 동향 조사
- BIM 현황과 미래 공유
- 건설사 BIM 적용사례 공유
- BIM 기업 및 S/W 소개
- BIM 관련 소식 전달



<그림 3-30> BIM Trend Report Vol.5 표지

2.2.2 수행연구 세부내용

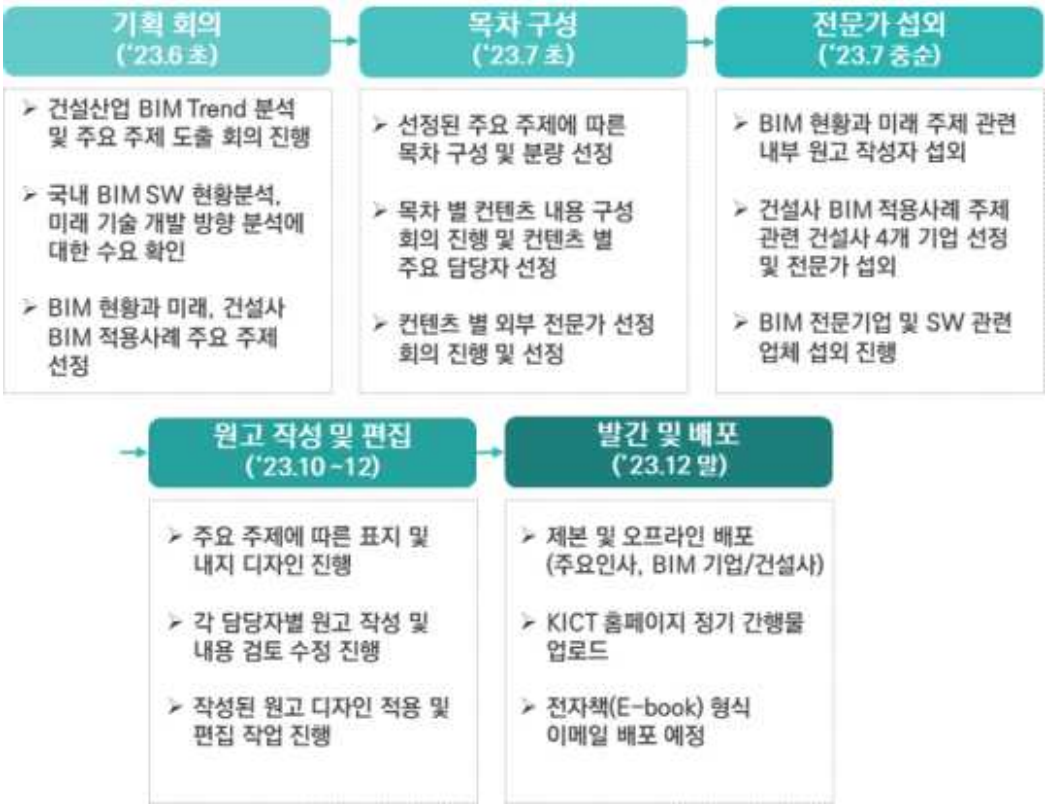
(1) 개요

- BIM Trend Report는 2022년 9월 창간호를 시작으로 1년에 1회(12월, 기존 년 2회 변경) 발간되는 간행물임.
- BIM 주요 이슈(정책, 뉴스 등)와 국내외의 BIM 주요 기술 트렌드를 전파하고, 국내 BIM 기업 및 소프트웨어 소개, BIM 관련 학협회 소식 및 교육 소식 등 BIM과 관련된 다양한 정보 전달 역할을 함.
- BIM Trend Report는 국내외 BIM과 관련된 각종 정보, 소식, 이슈 등을 담고 있는 국내 유일의 BIM 정기 간행물로써, 최신 BIM 기술 동향, 정보 들을 공유하는 중요한 매게체임. BIM 관련 정보를 체계적으로 수집하고 분석하여 제공함으로써, 국내 건설산업의 BIM에 대한 긍정적인 인식 제고와 정보공유 및 확산을 통한 민간 BIM 활성화에 이바지하고자 함.
- 건설산업의 디지털 전환 및 BIM 기술 트렌드를 공유하는 BIM 정보공유체계의 중심적 역할을 수행할 것으로 기대됨.

(2) BIM Trend Report 발간 절차

- BIM Trend Report는 고정적인 챕터를 통해 국내외 건설산업의 BIM에 대한 주요 이슈 및 동향, BIM 기업 및 SW소개, BIM 관련 소식을 다루고 있음. 또 각 발간호마다 주요 이슈나 트렌드에 따라 주제를 선정하고 이를 챕터로 구성하여 발간함
- 23년 6월 초 발간 계획 수립을 위한 기획회의를 시작으로 BIM Trend 분석 회의를 통해 주요 주제 도출 및 논의를 진행하였음.
- 국내 BIM SW 현황분석과 미래 기술 개발 방향 분석에 대한 수요를 확인하였으며, 이를 바탕으로 발간 주제를 선정함.
- 특히, 설계 BIM에 높은 관심을 보였던 지난 추세에 비해 시공 BIM에 관심이 높아진 점을 고려하여 이에 맞는 주제를 선정하고자 하였으며, 건설사의 BIM 우수 적용 사례에 대한 소개하고 그 중요성을 강조하고자 하였음.
- 23년 7월 초 선정된 주요 주제에 따라 목차를 구성하고 분량을 선정하였으며, 각 컨텐츠 내용을 구성하기 위해 주요 담당자를 선정하여 진행하였음. BIM 클러스터원의 다양한 전문분야를 고려하여 컨텐츠를 배분하고, 이를 주도적으로 구성할 수 있는 환경을 조성하여 BIM Trend Report Vol.5 발간에 클러스터원의 적극적인 참여를 유도하였음.
- Vol.5는 BIM 현황과 미래, 건설사 BIM 적용사례 내용을 주요 주제로 선정하였으며 양질의 다양한 정보를 제공하기 위해 컨텐츠 별 전문가 조사 및 섭외를 위한 회의를 진행함.
- 주요 주제로 선정한 BIM 현황과 미래, 그리고 건설사 BIM 적용사례에 적합한 컨텐츠 내용을 구성하기 위해 각 컨텐츠 별 전문가를 섭외하기 위한 회의를 진행하였으며, BIM 현황과 미래 주제 관련 내부 원고 작성자와 건설사 BIM 적용사례 주제 관련 전문가를 섭외하였음.

- BIM Trend Report는 클러스터원, 내외부 전문가 등 각 분야의 다양한 참여자의 기고로 작성되며, 작성된 원고 검토, 수정, 편집 과정을 거쳐 탈고함.
- 주요 주제에 따른 BIM Trend Report 표지 디자인 및 내지 디자인을 진행하였으며, 선정된 디자인에 따라 원고의 디자인 및 편집 작업을 진행함. 기존의 건설 이미지 탈피하고 미래 지향적인 BIM의 이미지를 반영한 디자인을 추구하였으며, 건설관련 전공 학생부터 전문 건설인까지 다양한 독자층을 고려하여 친근한 이미지로 다가갈 수 있도록 디자인 작업을 진행함.
- BIM Trend Report 디자인은 다양한 연령대와 관심사를 고려하여 다채로운 색상과 이미지를 활용하였으며, 가독성을 높이기 위해 간결한 레이아웃으로 구성하여 글씨체와 크기를 다양하게 조정하였음.
- BIM Trend Report는 한국건설기술연구원 홈페이지 내 정기 간행물로 업로드되며 탄소중립정책에 따라 발간물의 인쇄를 최소화 하기 위해 주요 기관(학협회, 대학교, 교육원 등)과 BIM 기업 및 건설사 등에 온라인형태로 배포 예정임.



<그림 3-31> BIM Trend Report 발간 절차

(3) BIM Trend Report Vol.5 내용 구성

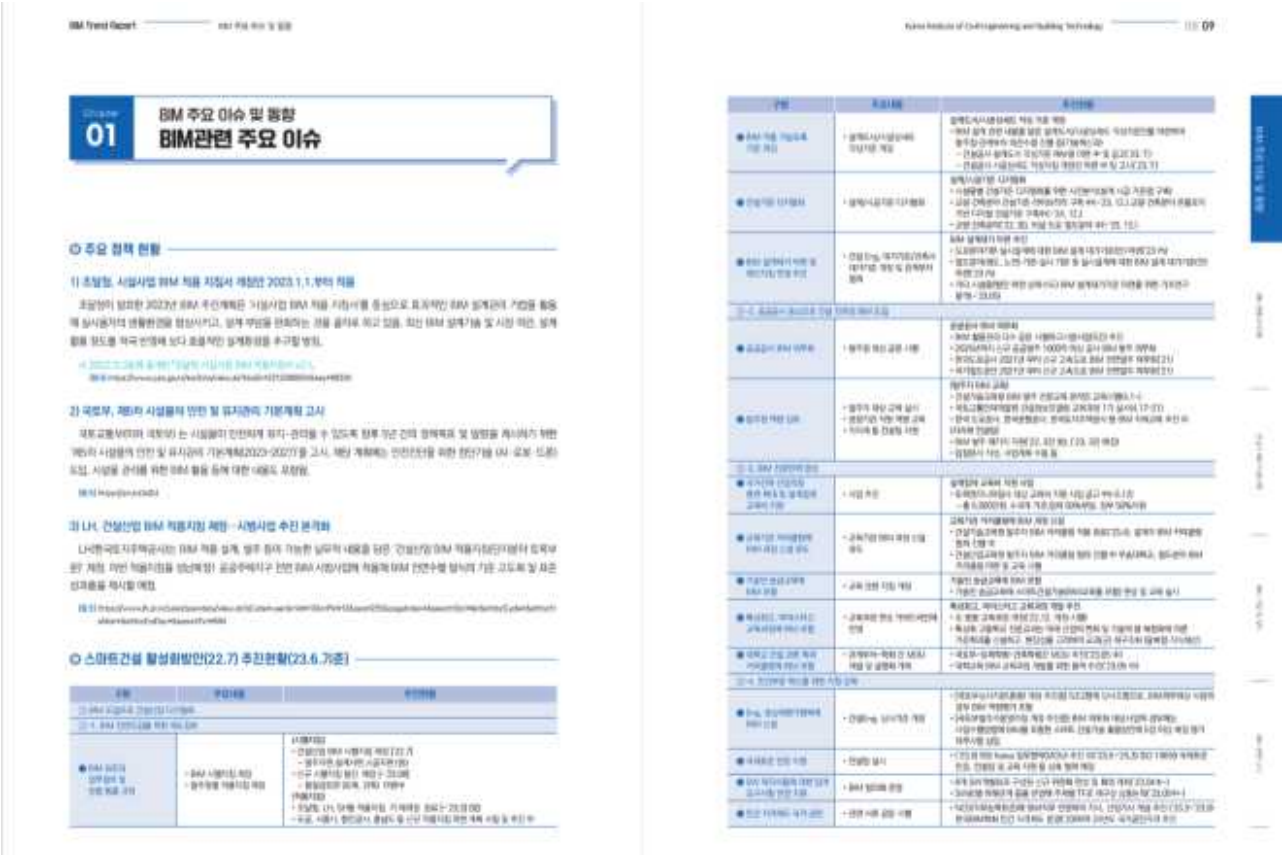
- BIM Trend Report는 매 호 BIM 주요 이슈 및 동향, BIM 기업 및 S/W, BIM 관련 소식을 기본 목차로 하여 주요 주제 1~2건을 선정하여 목차를 구성함. Vol. 5는 BIM 현황과 미래, 건설사 BIM 적용사례를 중심 주제로 하였으며 며 총 5개의 챕터로 구성함.

<표 3-24> BIM Trend Report Vol.5 목차 구성

Chapter	Contents	담당자
1. BIM 주요 이슈 및 동향	01. BIM 관련 주요 이슈 및 뉴스	문OO
	02. 미래 BIM 기술 로드맵	이OO
2. BIM 현황과 미래	01. 국내 BIM 소프트웨어 현황분석	박OO
	02. BIM 특허 분석과 미래 개발 기술 방향	박OO
	03. 설계기준 디지털화	이OO
	04. Generative Design기반 공동주택 설계 자동화	이OO
3. 건설사 BIM 적용사례	01. 시공통합모델을 활용한 스마트 건설기술현장적용 사례	김OO
	02. 건설산업 Digital Transformation	김OO
	03. 건설현장 7D BIM 적용사례	김OO
	04. 한화BIM 적용사례	박OO
4. BIM 기업 및 S/W	01. BIM 전문 기업	이OO
	02. BIM S/W	박OO
5. BIM 관련 소식	01. 협의회	김OO
	02. 학·협회 소식	박OO

(4) BIM 주요 이슈 및 동향

- BIM은 건설산업에서의 혁신적인 기술로 다양한 여러 기술과 함께 빠르게 변화하고 있음. 이에 설계사, 건설사 등 건설산업 종사자가 BIM에 대한 동향을 빠르게 파악하는 것이 중요하며 이는 국내 건설산업 혁신과 발전에 기여함. BIM Trend Report의 고정 챕터인 BIM 주요 이슈 및 동향에서는 국내외 BIM 이슈를 분석하고 주요 내용을 발굴하여 독자들에게 간결한 형태로 제공하고 있음. Vol.5에서 BIM 주요 이슈 동향으로는 주요 정책현황, 스마트건설 활성화 방안 추진현황, 국내외 BIM 관련 뉴스로 컨텐츠를 구성함.
- 주요 정책현황에서는 조달청의 시설사업 BIM 적용 지침서 개정안 적용, 국토교통부의 제5차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획 고시, LH의 건설산업 BIM 적용지침 제정과 같이 BIM과 관련된 정책 현황을 공유함.
- 많은 건설산업 종사자들의 관심사인 스마트건설 활성화 방안('22.7)에 대한 추진현황을 주요 내용에 따라 조사하고 분석하였으며, 이를 독자에게 효율적으로 제공하기 위해 일목요연하게 정리하여 관련 내용을 공유함.
- 국내외 BIM 관련 뉴스에서는 국내의 BIM과 관련된 다양한 뉴스를 수집하고 주요 내용을 분석하여 적용 사례, 인증 사례 등을 공유하고자 하였음. 해외 뉴스를 소개하기 위해 미국, 영국, 싱가포르 등 다양한 국가의 BIM 관련 뉴스를 수집하였으며, 국가별 BIM과 관련된 주요 뉴스 내용을 발췌하여 독자들에게 제공함.



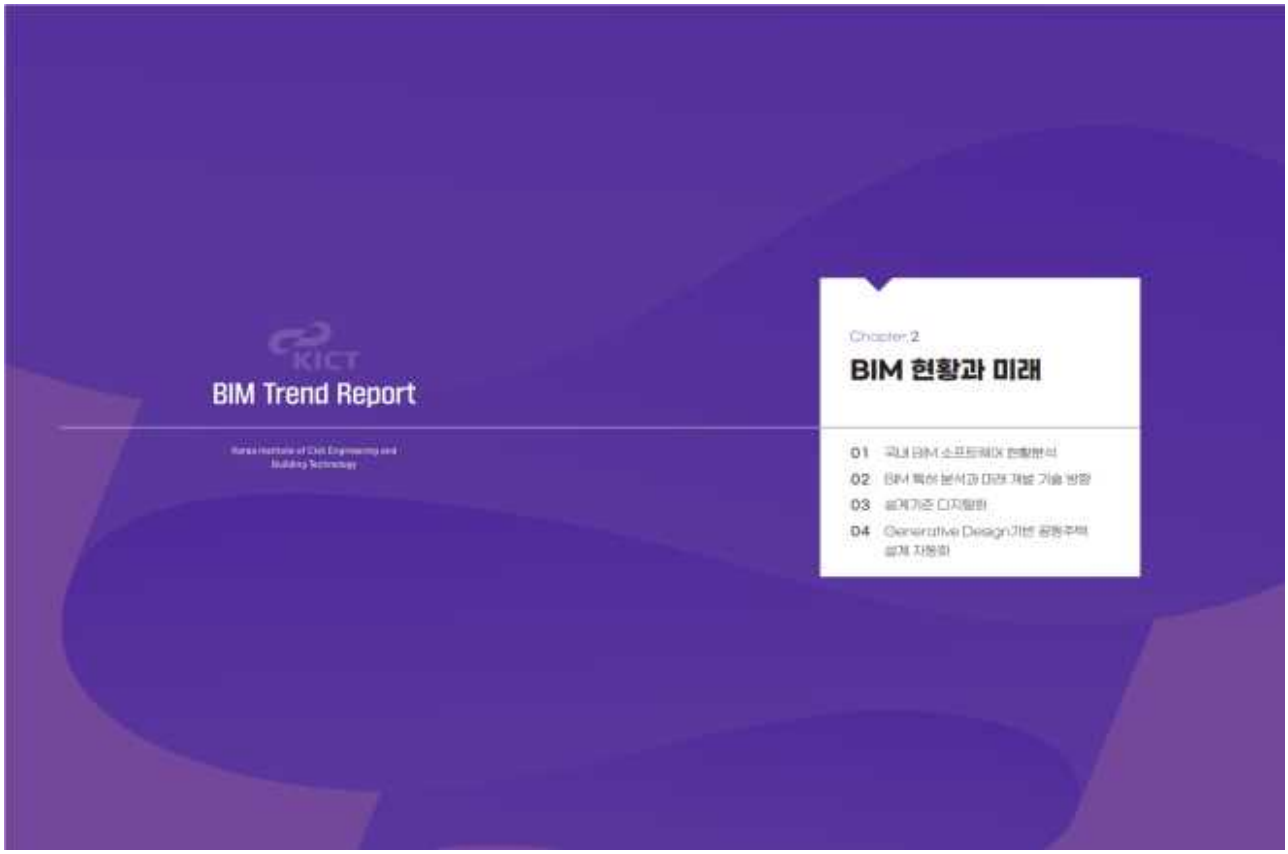
<그림 3-32> BIM Trend Report Vol.5 BIM 관련 주요 이슈 1



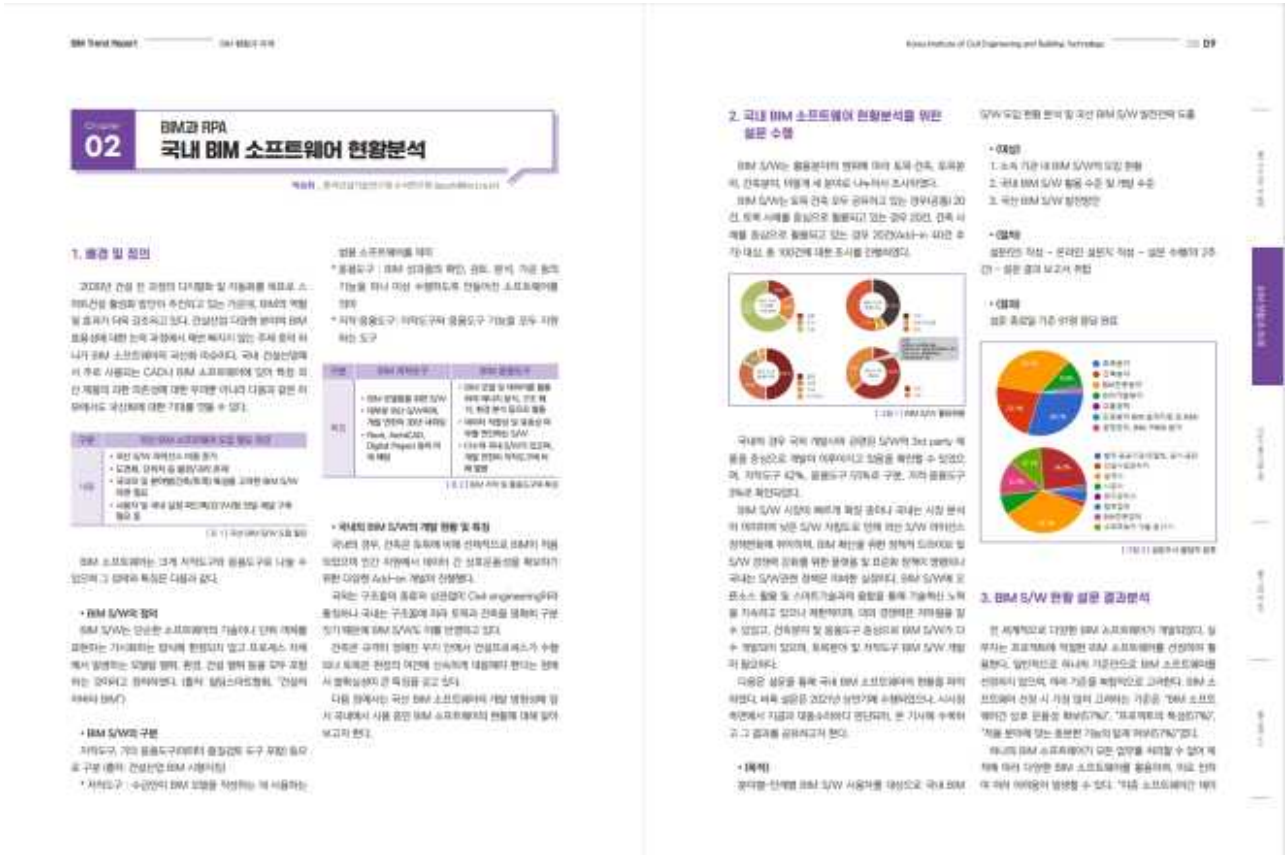
<그림 3-33> BIM Trend Report Vol.5 BIM 관련 주요 이슈 2

(5) BIM 현황과 미래

- BIM 주요 이슈 및 동향에서 주요 동향에 대해 간략히 요약하여 제공함. BIM 현황과 미래는 구독자에게 4개의 세부 주제에 대한 BIM 현황 분석에 대한 내용을 제공하였음
- 첫 번째로 국내 BIM 효용성과 관련하여 건설산업 분야 종사자들의 관심이 집중되는 국내 BIM 소프트웨어에 대한 현황 주제로 하였음. 해당 주제는 BIM 시장 내 국산 SW의 현황을 파악하고 주요 소프트웨어의 특징 등을 설문조사 기반으로 분석하여 사용자에게 제공함. 다양한 설문조사 대상을 선정하여 국내 BIM 소프트웨어에 대한 다양한 인식 및 활용도 등을 조사하였으며, 현 BIM 시장 내 국산 BIM 소프트웨어에 수준 및 생태 확보 등에 대한 결과를 도출하여 제공함
- 두 번째로 BIM 특허분석과 미래 개발 기술 방향 주제를 선정함. 해당 주제는 최근 10년 내 등록된 BIM 특허를 분석하기 위해 기술별 특징에 따라 카테고리로 분류화하고 기술에 따라 국내외 특허 동향을 분석하였음. 국가별, 기술별 BIM 특허 동향을 분석하여 미래에 기대되는 BIM 기술의 발전 방향을 조망하였음. 이를 통해 사용자들은 BIM 기술의 최신 동향과 미래 발전 가능성에 대한 통찰력을 얻을 수 있음.



<그림 3-34> BIM Trend Report Vol.5 BIM 현황과 미래 목차

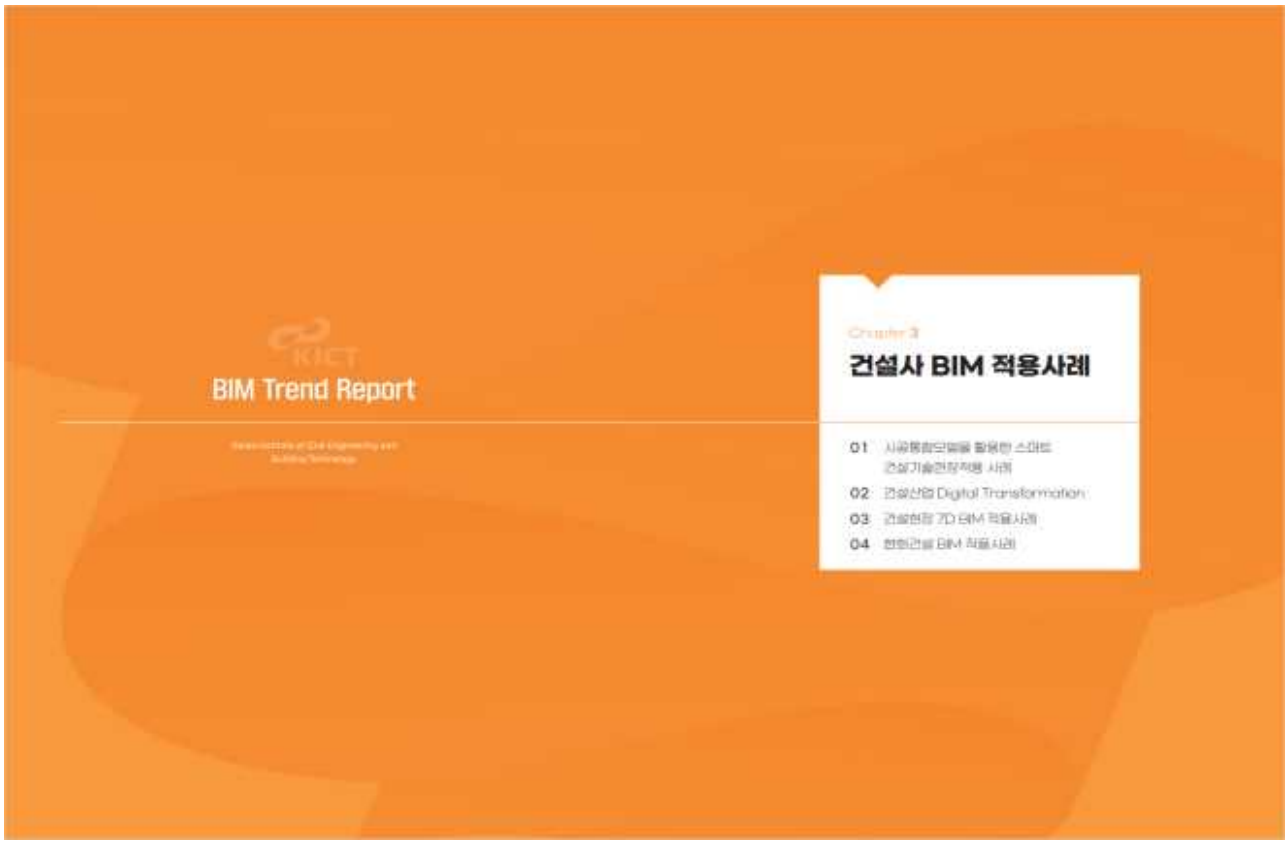


<그림 3-35> BIM Trend Report Vol.5 국내BIM 소프트웨어 현황 분석

- 세 번째로, 건설 산업 생상성 향상을 위한 주요 정책들이 추진되고 있는 가운데, 건설 기준 디지털 전환에 대한 관심이 높아짐에 따라 해당 내용을 주제로 선택하였음. 이 주제는 국가건설기준센터에서 추진하는 건설산업에서의 설계 기준 디지털화의 로드맵, 추진현황 및 추후 계획에 대해 공유하고, 디지털화가 가져오는 잠재적인 이점과 과제에 대해 제시함. 건설 프로젝트 설계 및 시공단계의 생산성 향상 등 건설산업에 미치는 변화와 현장에서의 적용 가능성을 이해하는 데 도움을 줄 것으로 기대함.
- 마지막으로, 설계자동화에 대한 관심이 높아지고 있는 추세를 반영하여 Generative Design 기반 공동주택 설계 자동화 주제를 선정함. 해당 주제는 최신 기술인 Generative Design을 활용하여 공동주택 설계를 자동화를 위한 연구 내용을 공유하였음. Dynamo를 활용한 공동주택 자동화 설계는 건설산업에서의 혁신적인 기술 적용 사례를 소개하여 사용자들의 흥미를 유발하고, 미래 건설산업의 방향성을 탐색하는 데 도움이 될 것으로 기대함.

(6) 건설사 BIM 적용사례

- 최근 건설산업의 디지털화와 혁신적인 기술적용이 요구되는 시대 속 설계사뿐만 아니라 건설사에게 BIM 적용이 요구되고 있음. BIM을 적용한 프로젝트가 늘어나면서 건설사의 경쟁력 확보를 위해 BIM과 다양한 스마트건설 기술을 적용한 사례 등이 늘어나고 있으며, 이는 건설사의 경쟁력 유지와 성장에 중요한 역할을 함



<그림 3-36> BIM Trend Report Vol.5 건설사 BIM 적용사례 목차

- 해당 챕터에서는 건설사에서 BIM을 적용한 다양한 사례를 건설사 별로 소개하고 이의 효율성, 관리성 및 품질 향상 등에 대한 결과를 공유하고자 함.
- 다양한 건설사의 BIM 적용 사례 중 스마트건설 기술의 적용, 고차원적인 BIM 적용 등 우수 사례를 분석하여 4개의 건설사를 선정하여 해당 프로젝트와 BIM 적용 기술을 소개함.
- 첫 번째 주제로 포스코이앤씨의 폴란드 바르샤바 폐기물 소각로 현장에 대해 7D BIM 적용사례를 주제로 선정함. 기존 프로젝트에서 4D, 5D, 6D BIM의 적용에서 발전된 단계로 시설물의 운영단계를 고려하여 7D BIM을 구축하기 위한 과정을 공유하고 새로운 시공단계의 BIM 적용 방향에 대해 소개하고자 함. 이를 통해 디지털트윈에 대한 수요가 높아지는 추세에 맞춰 건설사의 차별화된 역량 보유 및 성장에 대해 필요성을 증대시킬 수 있을 것으로 사료됨.
- 두 번째 주제로 전 산업 전반에 걸쳐 활발히 이루어지는 Digital Transformation이 건설산업에 도입된 사례를 소개하기 위해 GS건설의 사례를 주제로 선정하였음. Digital Transformation에 대해 도입, 발전 방향을 소개하고자 현장 데이터를 획득하고 이러한 데이터를 처리하는 방법을 소개함. 또한 이러한 데이터를 현장에서 효과적으로 활용될 수 있는 기술을 소개하고 현업에서의 활용 방안 도출에 관한 필요성을 도출하여 기존의 업무 프로세스에서 발전된 방향을 제시함.



<그림 3-37> BIM Trend Report Vol.5 건설현장 7D BIM 적용사례

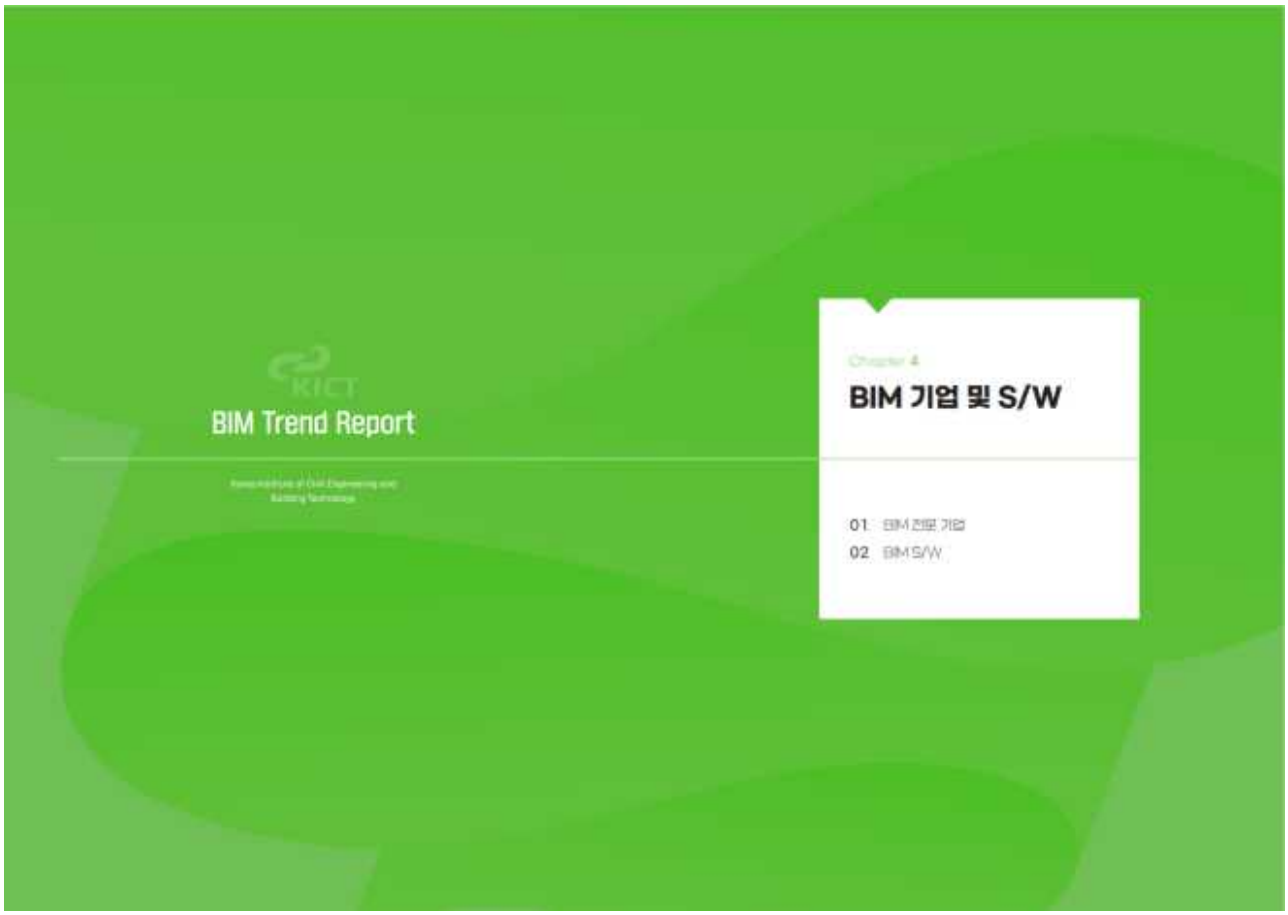
- 세 번째 주제로 국토교통부에서 공표한 스마트 건설 활성화 방안에 맞춰 건설사의 스마트건설 기술의 도입 현황을 공유하기 위해 쌍용건설의 시공통합모델을 활용한 스마트건설기술 현장적용 사례를 소개하고자 함. 특히 설계단계에서 작성된 BIM 모델을 시공단계에 활용하기 이해 수정한 통합 BIM 모델을 활용한 사례임. 또한 지하 레이더 탐사, 증강현실, 드론, 건설장비 자동화 등 다양한 기술이 현장 적용된 우수 사례를 공유하여 건설현장의 시공성과 생산성 향상의 발전 방향에 대해 제시함.
- 네 번째 주제로 프로젝트의 특성에 따라 다양한 시공 BIM 기술이 적용된 사례를 소개하기 위해 한화건설의 BIM 적용사례를 소개하고자 함. 공항, 데이터 센터, 역세권 복합개발 사업 등에서 프로젝트의 대상, 위치, 현장 조건 등 차별적 조건에 따라 BIM이 적용된 사례를 공유함. 특히 현장에서 발생할 수 있는 문제를 BIM 기술을 적용하여 해결한 사례를 공유함으로써 BIM 기술의 중요성을 확인할 수 있을 것으로 기대됨.



<그림 3-38> BIM Trend Report Vol.5 한화건설 BIM 적용 사례

(7) BIM 기업 및 S/W

- BIM 기업 및 S/W는 BIM Trend Report 발간 시 고정 챕터로 국내 건설 산업 BIM 활성화를 위해 BIM 전문업체의 최신 기술과 전문지식, 프로젝트 수행경험을 공유함. 매호 BIM 전문기업과 국산 소프트웨어 각 2건을 선정하여 독자들에게 소개함.



<그림 3-39> BIM Trend Report Vol.5 BIM 기업 및 S/W

- BIM Trend Report Vol.5에서는 BIM 전문기업으로 더부엔지니어링과 ㈜케이씨엠씨를 선정함.
- 더부엔지니어링은 최근 BIM 국제 프로세스 인증인 ISO 19650을 획득하는 등의 이슈와 자체적으로 개발중인 스마트 안전관제 시스템, 철근상세설계 등에 특화된 기술력과 노하우를 가진 기업임. ㈜케이씨엠씨는 건설사업관리 및 시공계획 컨설팅 서비스에 특화된 기업으로 자체적으로 개발한 BIM 솔루션을 보유하고 있으며 다양한 공정관리 프로젝트를 수행한 노하우를 가진 기업임.



<그림 3-40> BIM Trend Report Vol.5 BIM 전문기업

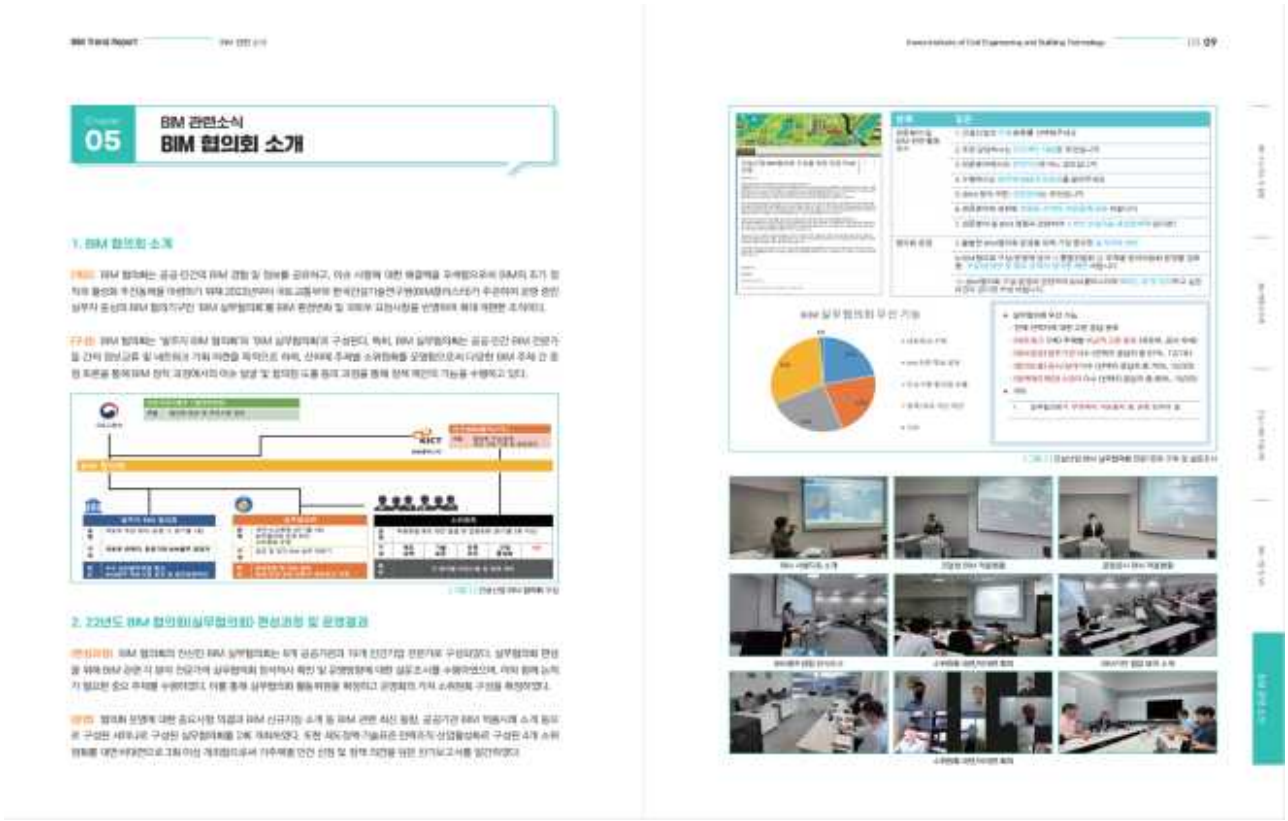
- BIM S/W는 최근 개발된 국산 BIM SW이거나, 차별적인 기능을 보유한 BIM SW를 조사 및 발굴하여 독자들에게 선정함.
- BIM Trend Report Vol.5에서는 BIM S/W로 마이다스아이티의 MIDAS CIM, ㈜한울씨앤비의 Project-Wise를 선정함.
- 마이다스아이티의 MIDAS CIM은 구조물의 안정성을 위한 해석과 설계 기능을 바탕으로 구조물 별 라이브러리를 구축하고, 선형 파라메트릭 기술을 지원하는 기능을 보유하고 있음. ㈜한울씨앤비의 Project-Wise는 BIM 기반의 공정과 기성을 통합관리하는 건설관리 통합플랫폼으로 기업의 노하우를 바탕으로 개발됨. 해당 SW는 대용량의 BIM 모델을 관리하고 공정일정관리, 기성서류 작성 등의 기능을 제공하며 실제 도로공사 프로젝트에 적용되어 현장 내 활용성을 확보하였음.



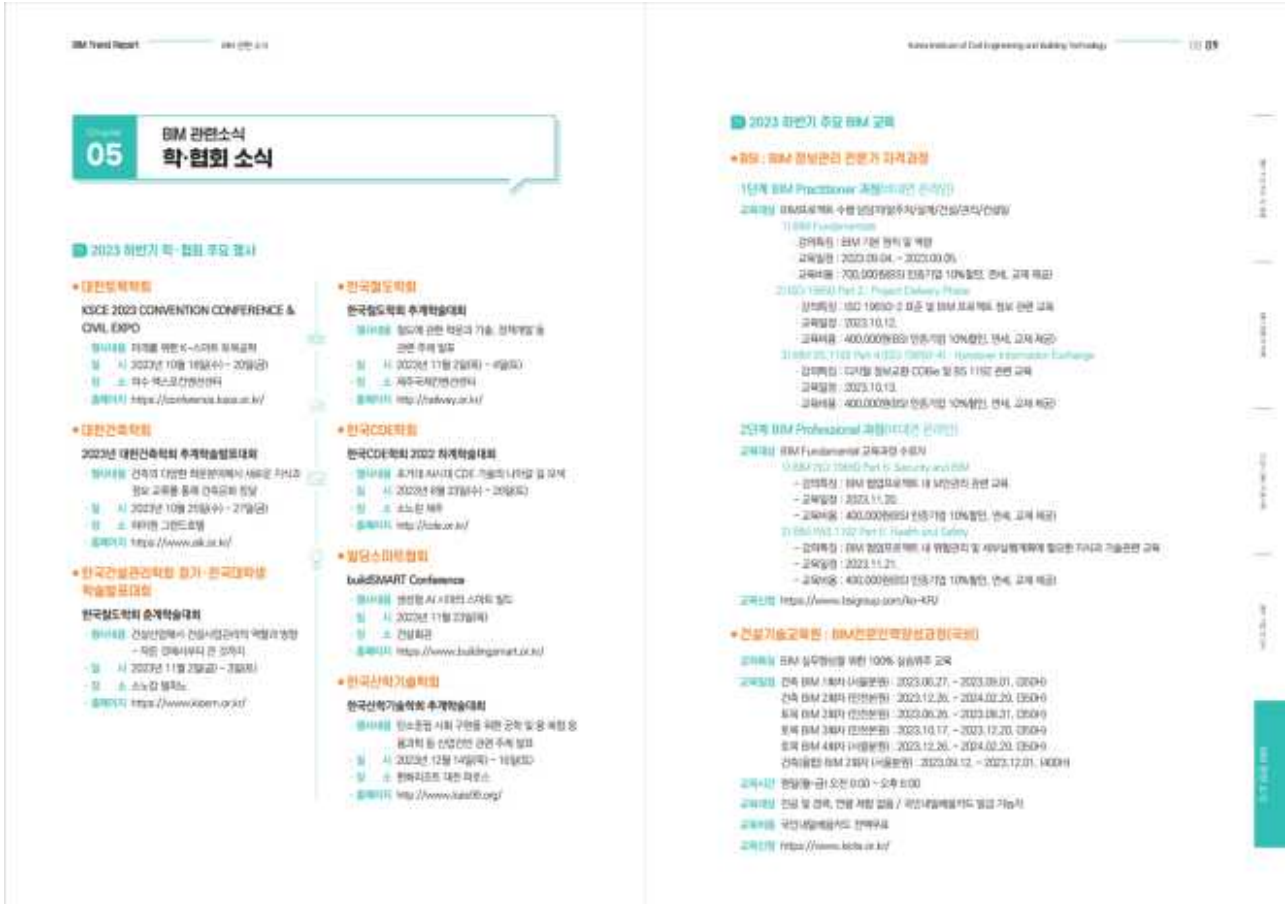
<그림 3-41> BIM Trend Report Vol.5 BIM 전문기업

(8) BIM 관련 소식

- 건설 산업 내 다양한 분야, 연령대의 독자들을 고려하여 BIM 관련 소식을 전달할 수 있는 채널로 BIM 관련 소식란에서는 독자들에게 BIM 관련 주요 단체, 행사 등에 대해 소개하고 주요 학·협회의 학술대회 및 주요 이슈사항을 공유함. 또한 BIM 전문인력 양성을 위해 건설관련 대학생, 사회초년생 등을 대상으로 한 BIM 교육에 대해 소개함.
- BIM Trend Report Vol.5에서는 22년도부터 운영중인 실무자 중심의 BIM 협의기구인 BIM 실무 협의회에 대한 소개와 운영 결과를 소개하였음. 현 실무자들의 BIM과 관련된 주요 이슈 및 관심사를 공유하여 건설 산업 내 BIM의 가장 최신 이슈를 전달함.
- 또한 BIM과 관련된 학·협회의 학술대회, 행사 등을 조사하여 독자들에게 제공하고 BIM 인력 양성 및 강화를 위해 국비로 지원 가능한 건설기술교육원의 BIM 전문인력양성 과정과 국제 BIM 표준 ISO 19650 인증 기관인 BSI Korea의 BIM 정보관리 전문가 자격 과정 등을 소개함.



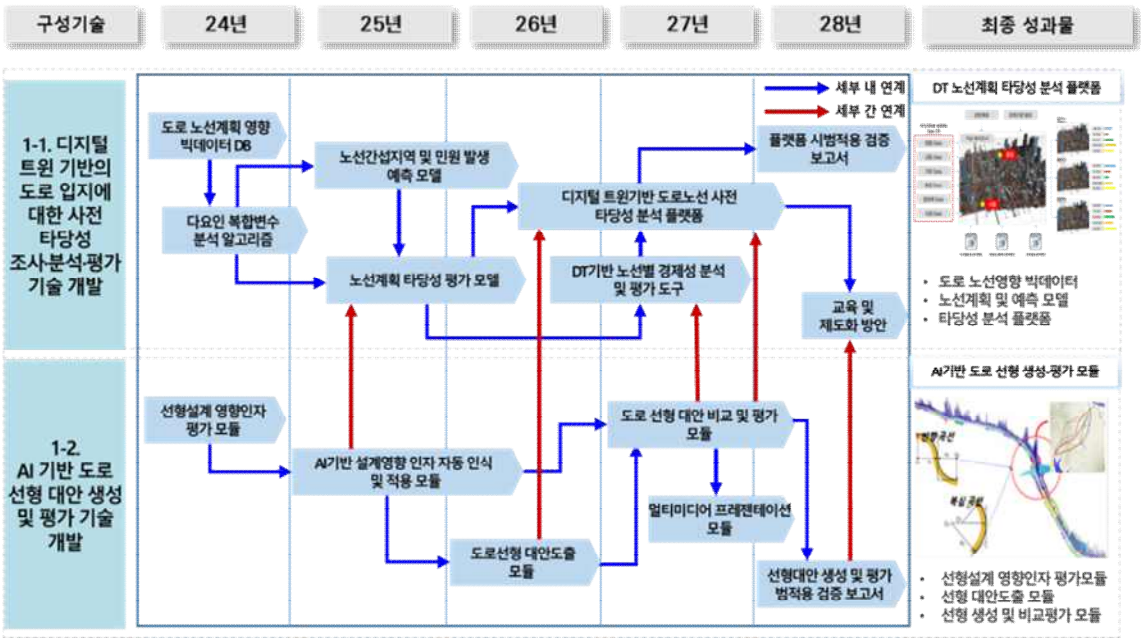
<그림 3-42> BIM Trend Report Vol.5 BIM 협의회 소개



<그림 3-43> BIM Trend Report Vol.5 BIM 학협회 소식

3. 정량적 연구개발 성과

3.1 BIM클러스터 기획 보고서



3.2 BIM Trend Report Vol.5 발간 (2023.12.31)



제4장

연구개발 성과의 관리 및 활용계획

1. 성과 활용방안

1.1 BIM클러스터 기획 보고서

○ 향후 BIM클러스터의 신규 기획 방향성 정립 및 신규 R&D 제안에 활용

○ 국가 R&D 및 주요사업의 사업추진을 위한 기본 프레임워크로 구축하고 본 기획과 관련하여 파생된 연구 주제 발굴에 활용

○ 최신을 BIM기술 아이디어를 제시함으로써 해당 분야의 이니셔티브 확보

1.2 BIM Trend Report Vol.5

○ 국내외 BIM 소식 및 주요 정책 내용 등 정보 획득의 채널로 활용

○ 국내 BIM 소프트웨어 동향 및 국내외 특허 분석 파악에 활용

○ 미래 BIM 기술 전략 수립에 활용

○ 시공단계 최신 BIM 기술 적용 사례 공유

○ BIM 전문 기업 및 소프트웨어 공유 채널로 활용

○ BIM 협의회 및 학협회 소식 전달 채널로 활용

2. 기대효과

○ 미래 BIM 기술 전략 마련을 통한 트렌드 변화 대응과 수요기술 예측 가능

- (미래 BIM 기술 전략 로드맵)
  - BIM의 미래 방향성을 고려하여 Data-Driven의 연구기획 전략 방향 제시
  - 국내 방대한 건설 빅데이터의 정제를 통한 활용 가치 확보하고 데이터 확장성 기반 구축 가능
  - BIM기술을 활용하여 디지털 트윈기반에서의 도로 노선계획 타당성 분석 등 건설전반 건설 행정 디지털화 선도
  - BIM 공백기술에 대한 신규 R&D 기획 발굴에 활용



- (BIM Trend Report)
  - 최신 BIM 관련 소식과 미래 BIM 기술 로드맵 소개
  - 국산 SW 및 특허 동향 등 BIM 관련 기술 동향 공유 및 확산을 통한 BIM 트렌드 공유
  - 건설산업 시공 BIM 경험 사례 공유
  - 국내 대표 BIM 전문 간행물로서 역할 강화
  - 공공-민간의 소식 전달 창구로 건설 산업 BIM 발전 및 지속성 기여





참고문헌

1. S.W. Lee, J.H. Lee, J.W. Hwang, Introduction to Smart Construction Technologies in Global Construction Projects, Korea: THE MAGAZINE OF THE KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, pp.1-6, 2020.
2. Y.S. Oh, Y.S. Kown, J.K. Lee, S.D. Lee, An Empirical Study to Analyze the Productivity Improvement Effect by Surveying in smart construction (Focused on Road Earthwork), Korea: journal of Korean Society for Geospatial Information Science, pp.137-144, 2020.
3. C. H. Choi, J. W. Jo, N. G. Kim, J. Y. Kim, S. H. Baek, Development of Automation Technology for Road Construction Equipment for Smart Construction, Korean Geo-Environmental Society, pp5-10, 2021.
4. B.J. Kim, K.H. Lee, Y.J. Lee, K.H. Lee, Analysis of Research Trends in Domestic Architecture Based on Artificial Intelligence, Journal of the Architectural Institute of Korea, pp.753, 2021.
5. Yue Pan, Limao Zhang, Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends, Automation in Construction, 2021.
6. Roadmap for Smart Construction Technology to Innovate Construction Productivity and Strengthen Safety, Ministry of Land, Infrastructure and Transport's Technology Policy Division, 2018.
7. Market Research Future, https://www.worldwidemarketreports.com/sample/253149
8. Matej stefanic, Vlado Stankovski, A review of technologies and applications for smart construction, Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering, pp.83-87, 2019.
9. Aarni Heiskanen, 10 Tech Startups Powering the Construction Site with AI, AEC business, 2019.08, https://aec-business.com/10-tech-startups-powering-the-construction-site-with-ai/
10. Delgado, Juan Manuel Davila, et al. "Robotics and automated systems in construction: Understanding industry-specific challenges for adoption." Journal of Building Engineering, pp.1-11, 2019.
11. Li, Xiao, et al. "A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety." Automation in Construction, pp.150-162, 2018.
12. Woodhead, Roy, Paul Stephenson, and Denise Morrey. "Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem." Automation in Construction, pp 35-46, 2018.
13. Boje, Calin, et al. "Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research." Automation in Construction, 2020.
14. Tay, Yi Wei Daniel, et al. "3D printing trends in building and construction industry: a review." Virtual and Physical Prototyping, pp.261-276, 2017.
15. Turk, Žiga, and Robert Klinc. "Potentials of blockchain technology for construction management." Procedia engineering, pp.638-645, 2017.

16. Lawson, R. Mark, Ray G. Ogden, and Rory Bergin. "Application of modular construction in high-rise buildings." Journal of architectural engineering, 2011.
17. Rahimian, Farzad Pour, et al. "On-demand monitoring of construction projects through a game-like hybrid application of BIM and machine learning." Automation in Construction, 2020.
18. Tixier, Antoine J-P., et al. "Application of machine learning to construction injury prediction." Automation in construction, pp.102-114, 2016.
19. Edmundas Kazimieras Zavadskas, Automation and robotics in construction: International research and achievements, Automation in Construction, Volume 19, Issue 3, pp.286-290, 2010.
20. Anna Straubinger, Raoul Rothfeld, Michael Shamiyeh, Kai-Daniel Buchter, Jochen Kaiser, An overview of current research and developments in urban air mobility - Setting the scene for UAM introduction, Journal of Air Transport Management, Volume 87, 2020.
21. Xiao Li, Wen Yi, Hung-Lin Chi, Xiangyu Wang, Albert P.C., Chan, A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety, Automation in Construction, pp.150-162, 2018.
22. Mingyuan Zhang, Tianzhuo Cao, Xuefeng Zhao, Applying Sensor-Based Technology to Improve Construction Safety Management, National Library of Medicine, 2017.
23. Y. W. Kim, Digital Twin Concepts and Technology and Industrial Use Cases, Journal of New Technology Trends, pp.4-9, 2021.
24. David Jones, Chris Snider, Aydin Nassehi, Jason Yon, Ben Hicks, Characterising the Digital Twin: A systematic literature review, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, pp.36-52, 2020.
25. Fei Tao, He Zhang, Ang Liu, A. Y. C. Nee, Digital Twin in Industry: State-of-the-Art, IEEE, pp.2405-2415, 2018.
26. Yi Wei Daniel Tay, Biranchi Panda, Suvash Chandra Paul, Nisar Ahamed Noor Mohamed, Ming Jen Tan, 3D printing trends in building and construction industry: a review, Virtual and Physical Prototyping, pp.261-276, 2017.
27. Sameh El-sayegh, Lotfi Romdhane, Solair Manjikian, A critical review of 3D printing in construction: benefits, challenges, and risks, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2020.
28. Skylar Tibbits, 4D Printing: Multi-Material Shape Change, Architectural Design}, 2014.
29. S. Bharani Kumar, J.Jeevamalar, P.Ramu, G.Suresh, K.Senthilnathan, Evaluation in 4D printing - A review, materialstoday: PROCEEDINGS, pp.1433-1437, 2021.
30. Srinath Perera, Samudaya Nanayakkara, M.N.N. Rodrigo, Sepani Senaratne, Ralf Weinand, Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry?, Journal of Industrial Information Integration, 2020.
31. Ziga Turk, R. Klinc, Potentials of Blockchain Technology for Construction Management, Procedia Engineering, pp.638-645, 2017.
32. R. Mark Lawson, M.ASCE, Ray G. Ogden, Rory Bergin, Application of Modular Construction in High-Rise Buildings, Journal of Architectural Engineering, 2011.
33. Brad Hardin, Dave McCool, BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows, 2nd Edition, Wiley, pp.416, 2015.

34. 김형자(2021), 초연결·초지능·초실감 시대로의 대전환, 디지털 초혁신, Special Column, pp.5-6.
35. 오원섭(2022), 건설산업 트렌드와 단계별 지능형 건설로봇화 전략, 한국건설신문.
36. Part3. 제4차 산업혁명을 선도하다(1976~2016), 한국전자통신연구원 40년사, 한국전자통신연구원, pp.142-147.
37. '4초 시대' 열렸다…초연결·초저지연·초지능·초실감 눈앞에[유웅환 반도체 열전](2022), 이코노미스트.
38. '4초 시대' 열렸다…초연결·초저지연·초지능·초실감 눈앞에 [유웅환 반도체 열전], 2022, 이코노미스트.
39. Global Media Report(2016), McKinsey.
40. 스마트건설리포트 Vol.6.(2020),한국건설기술연구원.
41. 민승현(2020), ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서, 정보통신기획평가원, pp.2-181.
42. 스마트 건설 리포트 Vol.8 (2021), 한국건설기술연구원, pp.10-19.
43. 에지 컴퓨팅/에지컴퓨팅(Edge Computing) 기술 동향과 시장분석(2019), TTA, KOSEN 분석리포트.
44. Edge Computing Market(2020), Marketsandmarkets.
45. 4차 산업혁명과 클라우드 보안(2019), KOSEN Report.
46. 주요국 스마트시티 정책 및 사례 동향(2020), 한국과학기술기획평가원.
47. 글로벌 시장동향보고서(2021), 스마트시티 시장, 연구개발특구진흥재단.
48. Smart Cities Market(2020), MarketsandMarkets.
49. 도시/건설 분야 디지털 트윈 기술 기획 연구(2018), 한국건설기술연구원.
50. 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차산업혁명 대응계획. I-KOREA 4.0, 2017, 4차산업혁명위원회.
51. 건설 메타버스 핵심기술 개발 기획(2021), 한국건설기술연구원.
52. 가상, 증강 현실을 넘어 확장 현실이 열린다!(2022), IGM세계경영연구원.
53. 메타버스 구현을 위한 XR 기술동향(2021), 서울기술연구원.
54. AR·VR·XR의 시각화, 스마트건설의 기초가 되다(2021), 공학저널.
55. 건설업, 디지털화 저조…실제 현장에 메타버스·XR 적용해 생산성 높여야(2022), 대한경제.
56. 홀로그램, 실제와 가상의 경계를 허무는 디스플레이 시대의 도래(2021), 특허청.
57. BIM 적용한 MR기술, 건설 패러다임을 변화시키다(2021), 공학저널.
58. 유망시장 Issue Report 지능형 로봇(2021), 연구개발특구진흥재단.
59. 김태훈, 임현수, 조성진(2021), 로봇 기반 건설자동화 기술개발 현황 및 전망, 한국건설관리학회지, Vol.22, No.3, pp.9-14.
60. 'DfMA 통합플랫폼' 개발… 미래 건설산업 선도한다(2021), 경희대 건설정보연구실.
61. 3D 프린터로 일주일 만에 집 한 채 '뚝딱'…국내에서는 불가능(2022), 스트레이트뉴스.
62. Global 3D Scanner Market, TechNavio.
63. 3D 스캐너 시장(2018), 연구개발진흥재단.
64. 안전'과 '효율' 두마리 토끼를 한번에...발전하는 스마트 건설기술(2022), 스트레이트뉴스.

서지자료

<table>
<tr><td>1. 출판물 고유번호
KICT 2023-201</td><td colspan="2">2. 사업분류
주요사업</td><td>3. 발행일
2023. 12. 31.</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. 제목/부재
BIM클러스터 기획연구</td><td colspan="2">5. 연구수행기간
2023. 01. 01 ~ 2023. 12. 31.</td></tr>
<tr><td colspan="2">6. 연구수행기관
한국건설기술연구원</td><td colspan="2">7. 연구 수행자
문현석, 홍창희, 옥 현, 김성진, 김태학, 박승화, 이재욱, 김범수, 김정수, 이종호, 박상미, 정인우, 이혜민, 권효준, 권윤지</td></tr>
<tr><td colspan="2">8. 수행기관 주소
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283</td><td colspan="2">9. 연구의뢰기관 및 주소
해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="2">10. 공동 수행기관
해당없음</td><td colspan="2">11. 계약 또는 인가번호
해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="4">12. 초 록
본 연구는 BIM클러스터의 향후 미래 먹거리 발굴을 위한 신규 기획과제 발굴을 통해 심층 기획을 수행하고 이를 통해 향후 주요사업, 본부 R&R 과제 및 국가 R&D 수행을 위한 기반을 구축할 필요가 있다. 또한 BIM클러스터가 국가의 정보제공 창구로서 모든 국민에게 디지털 건설에 대한 정보공유와 지식전달 차원에서 BIM Trend Report를 발간하여 건설산업 디지털 전환을 선도해 나갈 수 있도록 하는 역할 제시와 정보공유 Hub 기반 마련 필요하다. 이를 위해 미래 BIM 트렌드 변화 대응을 위한 BIM 관련 과제 기획을 수행하여 과제정의, 기술동향 조사, 논문/특허 분석, 기술 키워드 도출, SWOT 분석, 과제 수요 및 예측 조사, 과제 우선순위 선정, 세부 과제 내용 기획 및 예산 수립 등 세부 상세 기획(안)을 마련하였다. 또한 국내외 BIM 동향 및 관련 정책이슈, BIM Live 이모저모, BIM 클러스터 향후 계획을 통해 최신이 BIM Trend Report를 발간하였다.</td></tr>
<tr><td colspan="4">13. 키워드
건설정보모델링, 디지털건설, 로드맵, 정보공유, 디지털 전환</td></tr>
<tr><td colspan="4">14. 기타사항
해당없음</td></tr>
<tr><td>15. 비밀구분
공개</td><td>16. 총면수
95</td><td>17. 발행부수
-</td><td>18. 가격
-</td></tr>
</table>

주의사항

1. 본 보고서는 우리 연구원이 자체연구사업으로 수행한 자체 연구성과로서 정부의 정책이나 견해와는 다를 수도 있습니다.
2. 본 보고서의 내용을 인용할 경우 반드시 출처를 밝혀주시기 바랍니다.
3. 무단복제는 절대 금하며, 저작권 관련법에 의해 처벌을 받을 수 있습니다.

KICT 2023-201

BIM클러스터 기획연구 최종보고서

■ 출판사등록번호/
■ 발행일/ 2023. 12. 31.
■ 발행처/한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
TEL : (031) 910-0114
www.kict.re.kr
■ 인쇄처/ 카피코