

인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발 최종보고서

2020. 01. 23

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 경북대학교
공동연구기관 / 연세대학교
(주)코스펙이노랩
(사)빌딩스마트협회

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부(국토교통과학기술진흥원장) 장관 귀하

이 보고서를 "인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발에 관한 연구" 과제의
보고서로 제출합니다.

2020. 01 . 23

주관연구기관명 : 경북대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 추승연

연구원 : 서지호

" : 박혜진

" : 구형모

공동연구기관명 : 연세대학교 산학협력단

공동연구책임자 : 이진국

연구원 : 김진성

" : 송재열

" : 이상훈

" : 조단규

공동연구기관명 : (주)코스팩이노랩

공동연구책임자 : 김구택

공동연구기관명 : (사)빌딩스마트협회

공동연구책임자 : 박소현

보고서 요약서

과제고유번호	18RDPP-C 150335-01	해당단계 연구기간	2018.12.11 ~2019.12.10 (12개월)	단 계 구 분	1/1
연 구 사 업 명	국토교통연구기획사업				
연 구 과 제 명	최 상 위 과 제 명	인공지능 기반 건축설계 자동화 기술개발			
	단위과제명	인공지능기반 건축설계 자동화 핵심기술 및 설계지식 플랫폼 개발			
연 구 책 임 자	추승연	총연구기간 참 여 연구원수	총 : 11명	총연구비	정부 : 143,000천원 기업 : 천원 계 : 143,000천원
주관연구기관	경북대학교 산학협력단		공동연구기관	연세대학교 산학협력단, (주)코스팩이노랩, (사)빌딩스마트협회	
국제공동연구	상대국명 : (해당없음)		상대국연구기관명 : (해당없음)		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	293
- 본 기획과제는 인공지능기반 설계지식 플랫폼을 통한 건축설계 생태계 혁신을 비전으로 삼고 있으며, 인공지능, 빅데이터 및 BIM 기술을 건축설계 산업에 융합하여, 세계선도 수준의 설계 역량을 확보하기 위한 건축설계 서비스의 지능화·자동화·효율화 기술개발을 기획함 - 창의 설계, 무결점 설계, 행정 편의성 증대, 국민 공공 편의 향상의 네가지 관점에서 접근하여 최종적으로는 설계 생산성 60%향상, 건축설계 의사결정 45% 자동화 구현, 설계 검토 자동화 30%이상, 건축 설계정보 빅데이터화 50%이상 구축을 최종 목표로 함 - 인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발로 지능형 계획설계 자동화 기술, 지능형 상세설계 자동화 기술, 지능형 설계 성능평가 자동화 기술, 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술 등 핵심기술을 개발하고자 함 - 제4차 산업혁명 시대의 융합기술을 활용하여 건축설계의 지능화 및 자동화를 위한 건축서비스 산업의 진흥과 공공편의 향상을 통한 건축설계 서비스의 고부가가치화 창출에 기여함					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	건축설계, 인공지능, 설계지식, 자동화, 플랫폼			
	영 어	Architectural Design, Artificial Intelligence, Design knowledge, Automation, Platform			

요 약 문

I. 제목

- 인공지능 기반 건축설계 자동화 기술개발

II. 연구개발과제 개요

(1) 목적

- 본 기획과제는 인공지능기반 설계지식 플랫폼을 통한 건축설계 생태계 혁신을 비전으로 삼고 있으며, 인공지능, 빅데이터 및 BIM 기술을 건축설계 산업에 융합하여, 세계선도 수준의 설계 역량을 확보하기 위한 건축설계 서비스의 지능화·자동화·효율화 기술개발을 기획함

(2) 필요성

- 국토교통부는 2017년 12월에 2022년까지 인공지능을 활용한 건설자동화 등 기술 개발을 통해 건설현장 노동생산성을 40%까지 높이고, 안전사고로 인한 사망자 수를 30% 줄이고자 '제6차 건설기술진흥 기본계획'을 발표함
- 그러나 국내외 건설산업에서의 인공지능 연구 및 기술개발 수준은 초창기로 설계-시공단계의 업무 최적화 및 효율화를 위한 연구와, 단순한 일부 건축설계업무 자동화를 넘어서는 설계 고유특성을 기반으로 한 인공지능 관련 기술의 개발은 미흡함
- 완성도 높은 건축설계기술은 이후 시공, 유지관리, IT 융합 등 미래 건축물 정보활용 산업에서 지속적으로 연계되는 요소이며, 파급성이 매우 큼
- 따라서 본 연구인 인공지능기반 설계지식 플랫폼 구축을 위한 연구 및 기술개발은 건축설계 생태계에 혁신적인 연구가 될 것이며, 미래에 고품질, 고부가가치적인 건축설계환경에 매우 활용성이 높은 연구가 될 것임

(3) 최종 목표

- 설계 생산성 60%향상
- 건축설계 의사결정 45% 자동화 구현
- 설계 검토 자동화 30%이상
- 건축 설계정보 빅데이터화 50%이상 구축

III. 연구개발 수행내용 및 결과

(1) 연구수행 방법

- 1단계 : 기술개발 동향 및 수요조사 실시
 - 기술의 정의 및 분류체계
 - 기술개발 동향 및 환경 분석

- 기술수요/한계, 기술예측 조사 실시 및 실용화를 위한 개선방안 제시
- 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립(PESTEL, SWOT 분석 등)
- 기술개발에 따른 미래성 및 필요성 분석
- 2단계 : 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정
- 기술개발 전략수립
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
- 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등)설정
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
- 3단계 : 연구개발과제 기획
- 연구 목표 및 범위 설정
- 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
- 인력투입 계획 및 소요예산 산정
- 사전타당성 검토
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

(2) 연구수행 결과

- 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
- 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발
- 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
- 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

IV. 연구성과 활용계획

- 연구사업의 기본 방향 설정
- 과제의 필요성, 수요예측에 활용
- 과제 후보과제 연구개발 대상 및 범위도출에 활용
- 과제의 적정 예산 검토에 활용
- 연구사업의 공모 및 수행
- RFP 도출 및 제안 평가에 활용
- 연구진행과정의 성과 측정에 활용
- 국가정책 연계
- 4차산업의 건축설계관련 각종 국가정책 수립에 기초자료로 활용
- 첨단 정보화에 의한 미래 설계환경 개선 정책에 반영

Summary

I. Title

- AI-based Architectural Design Automation Technology Development

II. Outline

(1) Purpose

- This project has a vision to innovate architectural design ecosystem through the artificial intelligence-based design knowledge platform. This project is to develop intelligent, automation and efficiency technologies for architectural design services by integrating artificial intelligence, big data and BIM technologies into the architectural design industry.

(2) Necessity

- In December 2017, the Ministry of Land, Infrastructure and Transport announced the 6th Basic Plan for Construction Technology Promotion. This plan is to increase labor productivity by 40% and reduce the number of deaths due to safety accidents by 30% by developing technologies such as construction automation using artificial intelligence by 2022.
- However, artificial intelligence research in the domestic and overseas construction industries is in its infancy. Most of the researches are aimed at optimizing and efficiency of design and construction. In other words, the development of artificial intelligence-related technologies based on the inherent characteristics of design beyond automation for building design work is insufficient.
- High-fidelity building design technology is continuously connected in the field of information utilization of future buildings such as construction, maintenance, and IT convergence, and has a high ripple effect.
- Therefore, research and technology development for building AI-based design knowledge platform will be an innovative study in the architectural design ecosystem. This will be a very useful study in the future for high quality, high value-added architectural design environments.

(3) Final goal

- 60% increase in design productivity
- 45% automation of architectural design decision making
- More than 30% automation of design review
- More than 50% of building design information big data

III. Performance and Result

(1) Performance Method

- Phase 1: Implementation of technology development trend and demand survey
- Definition and classification system of technology
- Technology development trend and environment analysis
- Provide improvement plans for technology demand / limit, technology prediction survey and practical application

- Establishing direction of technology development based on trend analysis results (PESTEL, SWOT analysis, etc.)
 - Future and necessity analysis based on technology development
 - Phase 2: Establish technology development strategy and set up research contents
 - Establishment of technology development strategy
 - Prioritize R & D candidate tasks
 - Establishment of project implementation system (project team, research group, general project, etc.)
 - Prepare a research card for each research project candidate
 - Phase 3: R & D project planning
 - Setting research goals and scope
 - Establishing a plan for achieving research goals
 - To utilize the products and to propose practical methods
 - Manpower input plan and budget calculation
 - Pre-feasibility review
 - Establishment of RFP and criteria for evaluation
- (2) Result
- Development of intelligent plan design automation technology to strengthen design creativity
 - Development of design implementation automation technology to improve design productivity
 - Development of design performance evaluation automation technology for design service value improvement
 - Development of intelligent design knowledge infrastructure and open platform construction technology

IV. Research Results Utilization Plan

- Establish basic direction of research project – Use for project needs and demand forecasting
- Apply for project candidate project R & D target and scope derivation
- Appropriate budget review of project
 - Collaborating and conducting research projects
- Deriving RFPs and evaluating proposals
- Applying to measure the performance of the research process
 - Linked to national policy
- Utilized as basic data for the establishment of various national policies related to the architectural design of the 4th industry
- Reflected in the policy for improving future design environment by advanced information technology

Table of Contents

I . Technology Definition and Necessity

1.1. Technology Definition	13
1.2. R&D Background	24
1.3. R&D Necessity	27

II. Domestic and International Trend and Environment Analysis

2.1. Domestic and International Policy Trend	38
2.2. Domestic and International Market Condition and Prospect	69
2.3. Technical Trend Analysis	87
2.4. Technical Level Analysis	114
2.5. Comparable Research Analysis	137
2.6. Research Infra Analysis	144
2.7. Overall Analysis	147

III. Research Development Composition and Performance Strategy

3.1. Vision and Goal	152
3.2. Selection of Core Technology Element and TRL	166
3.3. Research Development Composition	171
3.4. Main Contents of detailed Assignments and Performance Strategy	180
3.5. Relationship between detailed Assignments	196
3.6. Technology and Outcome Roadmap	202
3.7. Outcome Application Plan	216
3.8. Suggestion of Research Performance Structure	227

IV. Validity Review in Advance

4.1. Policy Validity	229
4.2. Technology Validity	234

4.3. Economic Validity	239
4.4. Overall Validity Review	241
V. Manpower Plan and Necessary Budget Calculation	
5.1. Manpower Plan according to Research Schedule	249
5.2. Necessary Budget Calculation	250
5.3. Budget Required of detailed Assignments	251
VI. Request for Proposal	
6.1. Request for Proposal	254
6.2. Evaluation Criteria	268
Reference	269
Appendix 1 : Consultative Committee List	273
Appendix 2 : Demand Survey Results by Consultative Committee	275
Appendix 3 : Reflected Contents through Analysis of Demand Survey	280
Appendix 4 : Candidate Assignment Suggestion by Consultative Committee	282

목차

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의	13
2절. 연구개발 배경	24
3절. 연구개발 필요성	27

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향	38
2절. 국내외 시장현황 및 전망	69
3절. 기술동향 분석	87
4절. 기술수준 분석	114
5절. 유사과제 분석	137
6절. 연구개발 인프라 분석	144
7절. 종합분석	147

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표	152
2절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표	166
3절. 연구개발과제 구성	171
4절. (세부과제별) 주요내용 및 추진전략	180
5절. (세부과제 간) 연계관계	196
6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	202
7절. 성과의 활용방안	216
8절. 연구수행체계 제안	227

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성	229
2절. 기술적 타당성	234

3절. 경제적 타당성	239
4절. 타당성 검토 종합(정부지원 필요성 포함)	241
 5장. 인력투입 소요예산 산정	
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획	249
2절. 소요예산 산정	250
3절. 세부과제별 소요예산 산정	251
 6장. 과제 제안요구서	
1절. 과제 제안요구서(RFP)	254
2절. 평가기준 설정	268
 참고문헌	 269
 부록1 : 자문위원 명단	 273
 부록2 : 자문위원 수요조사 취합 결과	 275
 부록3 : 수요조사 분석을 통한 과제카드화 반영 내용	 280
 부록4 : 자문위원 후보과제 제안 설명	 282

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

1. 기획의 개요



그림 1. 기획의 개요

- 본 기획과제의 개요는 다음과 같음
 - 설계 지식의 개인화로 인한 설계역량 저하, 조직화 부재, 설계전문인력 감소, 설계경쟁력 저하, 인허가 단계의 행정지연 등 저부가가치 산업으로 전략하고 있는 건축산업 생태계를 혁신적으로 변화하기 위해 건축설계 서비스의 지능화·자동화·효율화 기술을 개발함
 - 기존의 설계프로세스는 기획단계, 계획설계, 기본설계, 실시설계, 엔지니어링 및 시공의 순으로 이루어지고 있으나, 본 연구에서 제안하는 설계프로세스는 기존에 있는 O&M/FM유지관리의 정량적 데이터와 정성적 설계지식 데이터를 활용하여 빅데이터를 구축함
 - 이를 바탕으로 지능형 계획설계 자동화 기술, 지능형 상세설계 자동화 기술, 지능형 설계성능 평가 자동화 기술, 개방형 설계 서비스 플랫폼 기술 등의 핵심기술을 개발하고자 함

2. 기술의 정의

가. 기술의 구성

- 본 기술은 인공지능기반 설계지식 플랫폼을 통한 건축설계 생태계 혁신을 비전으로 삼고 있음
 - 창의 설계, 무결점 설계, 행정 편의성 증대, 국민 공공 편의 향상의 네가지 관점에서 각각의 세부과제를 구성함
- 최종 목표는 다음과 같음
 - 설계 생산성 60%향상
 - 건축설계 의사결정 45% 자동화 구현
 - 설계 검토 자동화 30%이상
 - 건축 설계정보 빅데이터화 50%이상 구축



그림 2. 연구의 비전 및 목표

- 기술의 구성은 다음과 같음
 - 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
 - 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발
 - 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
 - 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발



그림 3. 기술의 구성

나. 기술의 정의

- “건축설계 의사결정 45% 자동화” 의미는 다음과 같음
 - 건축설계 사무소에서 발생하는 의사결정의 45%를 인공지능의 직간접적 도움을 받는 것을 의미
 - 건축설계 의사결정 45% 산출에 대한 근거는 건축설계 업무는 일반적으로 계획설계 20%, 중간설계 30%, 실시설계 50%로 이루어져 있는 것으로 인식
 - 창의적 의사결정은 계획설계 단계 전체와 중간설계 단계의 1/3 정도로 전체 건축설계업무의 30%, 70%는 기술적 의사결정
 - 창의적 의사결정 중 1/3과 기술적 의사결정 중 1/2 이상을 자동화한다고 가정하면, 전체의 45%이상을 자동화 할 수 있는 것으로 산출
- “설계 특성기반 지능형 건축 프로세스” 의미는 다음과 같음
 - 정성적이며 정량화가 어려운 전문지식을 상당부분 내포하고 있는 건축 설계 영역의 고유 특성을 인공지능기술을 기반으로 반영 및 구현하여 효과를 극대화 할 수 있는 건축 프로세스
 - 기존의 건축객체 중심의 접근에 새로운 인간객체 및 공간객체 중심의 접근을 더하여 설계영역 본연의 특성을 드러내고 실제로 구현할 수 있도록 하는데 인공지능 등 지능정보기술을 적극 활용하며, 이는 다음의 내용을 포함
 - 설계업무에 인공지능기술을 활용하여 창의적 설계역량 강화
 - 인간, 사회, 환경 등 다수 변인을 고려한 합리적인 설계대안 생성
 - 통합적 설계관점의 분야별 특정 업무별 기계학습을 위한 설계지식 학습모델 개발
 - 설계/시공 지식통합을 위한 빅데이터 구축
 - 인공지능기반 건축설계체계대응 발주체계와 프로세스 도출
- “고부가가치 설계 역량강화” 의 의미는 다음과 같음
 - 고도의 전문지식을 필요로 하지 않거나 따라서 상대적으로 자동화의 진척이 쉬운 설계영역을 저부가가치 설계 영역이라 한다면, 고부가가치 설계 영역은 상당한 전문지식을 필요로 하는 등의 이유로 자동화의 진척이 없거나 미미한 영역을 의미
 - 저부가가치 영역에 대해서는 자동화기술의 개발과 생산성 향상에 초점을, 그리고 고부가가치 영역에 대해서는 지능정보기술을 기반으로 질적인 설계 역량향상에 초점을 둬으로써, 이들을 아우르는 설계지식 플랫폼을 개발 및 활용을 통해 실질적인 설계 역량강화
- “고부가가치 설계 역량강화” 를 위한 주요 요소는 다음과 같음
 - 정성적 설계지식의 정량화: 정성적 설계지식의 Computer-readable 체계구축 및 설계활용을 위한 인공지능기반 설계자동화 기술 적용을 위한 정량화 체계
 - 인간 및 공간중심 접근 : 인간 및 공간에 대한 객체화 및 지능적 설계 응용
 - 건축계획 및 설계초기 자동화 : 지능형 파라메트릭 기반 비정형·거대복합건물

형태 대안 자동생성 및 최적화, 빅데이터 기반 대지 및 건축 프로그램 분석 및 매스 자동생성, 설계객체 인식 및 정보 추론모델 기반 초기계획 및 모델링 지원 등

- 설계지식 빅데이터 구축 및 활용 : 설계지식 딥러닝 서버 구축 및 활용을 통한 창의적 설계지원, 설계 이중데이터의 지능정보기술 활용을 위한 취득 및 처리 기술, 거주 후 및 거주 전 평가데이터의 적용 및 품질 향상
- “설계 생산성 향상”의 의미는 다음과 같음
 - 체계적 설계 자료정보를 공동으로 활용하여 신속 정확한 최적설계 구현
 - BIM 라이브러리 콘텐츠를 활용하여 설계도서 표준화 및 간소화로 시간, 비용, 관리자원, 오류감소
- “설계구현 자동화”의 의미는 다음과 같음
 - 설계구현에 다양한 기술과 기반 데이터와 정보를 이용하여 각종 의사결정을 효과적으로 지원
 - 단순반복적 요소를 컴퓨터 프로그램에 의하여 자동화함으로써 설계 생산성을 증대하는 기술
- “설계지식 인프라”의 의미는 다음과 같음
 - 인공지능기반 설계지식 빅데이터 구축을 위한 정보프레임워크 구축
 - 인공지능기반 설계자동화 구현을 위한 정보규격 및 분류체계
 - 건축설계 구현에 필요한 라이브러리, 자재정보 등의 기술적 콘텐츠
 - 사전에 규정된 규칙에 의해 축적 또는 분류된 건축설계 지식정보
 - 일정한 규칙에 의해 축적된 도면, BIM 등의 건축설계 데이터
- “서비스 플랫폼”의 의미는 다음과 같음
 - 인공지능기반 건축설계기술 데이터를 작성, 활용 및 관리하는 데 필요한 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크로 구성된 각종 시스템과 환경의 공통적 요소의 집합
 - 인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 제도적 인프라
 - 인공지능기반 건축설계기술 콘텐츠 보급 및 서비스 제공을 위한 기술자원 유통체계
 - 인공지능기반 건축설계기술에 필요한 요소를 다양한 공급-수요자들이 상호 제공, 활용하는 기술보급체계의 통칭

3. 세부과제별 기술정의

설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

- 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발
 - 설계지식 정성데이터의 지능정보기술 적용을 위한 정량화 논리체계화 기술 개발
 - 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술개발
 - 비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴스 개발
 - 설계 커뮤니케이션 학습모델기반 설계 요구사항 BIM객체 매핑 자동화 기술 개발
- 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발
 - 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발
 - 지능형 거주전/후 평가(Pre/PostOE) 및 초기설계 연계 기술개발
 - 시각지능기반 설계학습모델 개발을 위한 시각 데이터 수집 및 처리 기술개발
 - 생활환경지능기반 실내환경 데이터 수집 및 설계초기 활용을 위한 처리 기술개발
- 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발
 - 단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 대안 생성 자동화 기술개발
 - 지능형 인간객체기반 건축형태공간생성 및 사용성 최적화 기술개발
 - 지능형 공간객체 기반 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술개발
 - 설계학습모델기반 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 기술개발
- 계획설계 자동화 및 의사결정 지원 기술개발
 - 설계학습모델기반 설계객체정보 인식 및 초기설계 모델링 자동화 기술개발
 - 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용 기술개발
 - 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 실내객체 생성 자동화 기술개발
 - 실내마감재 빅데이터 기반 적정 마감재 제안 및 의사결정 지원 기술개발

설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발 부문

- 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발
 - 설계도서 자동 상세화를 위한 도서 및 LOD별 BIM 부재 빅데이터 구축
 - BIM 객체인식을 통한 LOD별 도서생성 자동화 기술개발
 - 설계도서 자동 분류를 위한 학습모델 구축 및 관리 기술개발
- 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발
 - 설계지식기반 공종별 BIM 모델 오류/누락 자동 검토 기술개발
 - 설계지식기반 공종별 BIM 부재 자동 추천 기술개발
 - 설계지식기반 공종별 의사결정 자동화 및 운영 기술개발
- 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발
 - 빅데이터 기반 건축물 성능 분석을 통한 최적 대안도출 기술개발
 - 엔지니어링 지식기반 구조성능 분석을 통한 부재 최적화 기술개발

- MEP 간섭 해결 시뮬레이션 및 부하 최적화 분석 기술개발
- Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
 - 건축 부재 Off-Site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술개발
 - 인공지능 기반 통합 설계 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
 - AR/MR기반 통합 설계 검토 환경 구축 및 운영 기술개발

설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

- 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발
 - 설계 요구사항 분석을 위한 빅데이터 수집 및 관리체계 구축
 - 설계 요구사항 분석 및 평가를 위한 자연어 처리 기술개발
 - 설계요구사항 평가 자동화를 위한 분석/평가 시스템 개발
- 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발
 - 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술개발
 - 인허가 서비스 지원을 위한 지능형 설계 모델 보완 자동화 기술개발
 - 지능형 건축행정 적법성 평가 및 인증 서비스 지원 기술개발
- 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발
 - 설계성능 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발
 - 설계성능 평가 자동화를 위한 핵심 요소 기술개발
 - 설계성능 평가 및 성능 최적화 설계 지원 기술개발
- 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발
 - 설계 정합성 및 시공성 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발
 - 설계 정합성 및 시공성 평가 학습모델 구축 및 핵심 요소 기술개발
 - 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발

지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

- 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발
 - 지능형 설계자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 구성체계 개발
 - 지능형 설계자동화 핵심 정보분류체계 개발
 - 지능형 정보표준 프레임워크 공유 및 운영 체계 개발
 - 지능형 건축설계 지식자원 역량 성숙모델 개발
- 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발
 - 지능형 계획설계 자동화 서비스 기술개발
 - 설계구현 자동화 서비스 기술개발
 - 설계 성능평가 자동화 서비스 기술개발
 - 설계계획 종합평가 서비스 기술개발
- 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술개발
 - 설계자동화 요소기술 open API 보급체계 개발
 - 사용자 요구 맞춤형 건축계획 콘텐츠 구축 및 실시간 보급 기술 개발

- 멀티 플랫폼 기반의 건축계획 콘텐츠 통합가공 및 제공서비스 개발
- 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발
 - 지능형 설계지식자원 통합 유통 기술개발
 - 지능형 건축설계 조직 및 인적자원 공유 서비스 기술개발
 - 지식자원기반 클라우드형 설계수행 통합 서비스 및 운영 기술개발

4. 기술의 범위

가. 단계별 연구 범위

- 기획은 조사분석, 내용설정, 기획안 도출을 범위로 함

기획 단계	기획 범위
1단계 : 기술개발 동향 및 수요조사 실시	· 기술의 정의 및 분류체계 · 기술개발 동향 및 환경 분석 · 기술수요/한계, 기술예측 조사 실시 및 실용화를 위한 개선방안 제시 · 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립 · 기술개발에 따른 미래성 및 필요성 분석
2단계 : 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정	· 기술개발 전략수립 · 연구개발 후보과제 우선순위 도출 · 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등)설정 · 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
3단계 : 연구개발과제 기획	· 연구목표 및 범위 설정 · 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립 · 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 · 인력투입 계획 및 소요예산 산정 · 사전타당성 검토 · 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 로드맵 작성의 전략 및 방법은 단기, 중기, 장기로 구분하여 연구의 범위를 도출함



그림 4. 연구의 범위

단계구분	추진내용
단기목표	· 접근이 쉽고 파급성이 높은 주제를 대상으로 중점 추진 · 기존의 표준체계 및 기술 수준을 파악 · 인공지능기반 설계자동화 기본 요소기술을 확보하고 기반 인프라를 확충

중기목표	· 단기에 확보된 요소기술의 범위와 수준 고도화 · 실무 적용 가능한 기술개발 및 플랫폼 구축 · 확충된 인프라를 이용한 미래지향적 선도적 건축산업 경쟁력 강화
장기목표	· 인공지능기반 빅데이터를 활용한 BIM 설계 환경에서의 국제수준의 설계기술경쟁력을 확보 · 이후 실무보급 실용화 확대 및 민간 자생적 발전성장 동력을 확보 · 타산업과의 정보융합을 통하여 4차산업 기술을 미래형 스마트시티 환경에 응용

나. 내용의 범위

- 본 제안은 다음과 같은 내용의 범위를 제시함

세부	내용의 범위					
설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	· 인공지능, 빅데이터 등의 지능정보기술을 전통적 설계업무와 융합하여 인간의 창의성, 지식, 경험 등을 보완함으로써 세계선도 수준의 고부가가치 설계 역량을 확보하기 위한 건축설계 자동화 솔루션					
	O&M/FM	설계단계				이후단계
	유지관리	기획단계	계획설계	기본설계	실시설계	엔지니어링 및 시공
	설계지식 정성데이터 학습 및 설계 활용 기술					
	지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술					
			지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술			
			계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술			
설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문	· 설계 영역(건축, 구조, 설비 등)별 단계(중간, 상세, 실시설계)별 업무를 대상으로 디지털 자동화를 통하여 생산성을 혁신하고 설계 품질과 정확성을 향상시킬 수 있는 건축설계 구현 자동화 기술개발					
	O&M/FM	설계단계				이후단계
	유지관리	기획단계	계획설계	기본설계	실시설계	엔지니어링 및 시공
				설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발		
				설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발		
				지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발		
				Off-Site 건설 적용을 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발		
설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가	· 디지털 설계안을 대상으로 건축물 성능, 경제성, 시공성, 설계요구사항 만족도(법규, RFP), 설계정합성 등의 평가 자동화 솔루션(RFP의 예시를 참조하여 개발 대상기술 도출)					

자동화 기술개발 부문	O&M/FM	설계단계				이후단계
	유지관리	기획단계	계획설계	기본설계	실시설계	엔지니어링 및 시공
	설계성능 평가 자동화 기술					
	지능형 설계적법성 평가 자동화 기술					
	설계 요구사항 평가 자동화 기술					
지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	· 인공지능 및 빅데이터기반의 설계자동화 기술을 보급하기 위한 플랫폼과 일자리창출 및 정보표준 프레임워크를 개발하여 필요한 공통 인프라 조성 요인을 도출					
	O&M/FM	설계단계				이후단계
	유지관리	기획단계	계획설계	기본설계	실시설계	엔지니어링 및 시공
	설계평가 활용 인공지능 인터페이스 기술					
	공통자원 서비스 기술					
	응용기술 서비스 기술					
	설계평가 자동화를 위한 빅데이터 구축 기술					
	설계지식 빅데이터, 콘텐츠					
	정보표준 프레임워크					

다. 주요 용어 정리

- 기획보고서 주요 용어 의미는 다음과 같음

주요 용어	의 미
설계지식	· 설계분야에서 필요한 방대한 양의 데이터를 사전에 규정된 규칙에 의해 정보를 축적하고 사용자가 필요시 신뢰성 있는 정보를 찾아내고, 활용할 수 있는 지식의 형태
설계 자동화 기술	· 설계업무를 수행하는 과정에서 다양한 기술과 기반 데이터와 정보를 이용하여 각종 의사결정을 효과적으로 지원하고 단순반복적 요소를 컴퓨터 프로그램에 의하여 자동화함으로써 설계 생산성을 증대하는 기술
인공지능	· AI (Artificial Intelligence)의 일반적인 의미인 컴퓨터 등 기계로 생성된 지능을 포함하여, 국가적으로 4차 산업혁명 등과 관련한 미래 핵심기술인 ICBM-AI 등과 같은 용어에서 통용되는 첨단 유관기술과 함께, 본 기획의 건축설계에 적용 가능한 다양한 인공지능관련 거시적 연계 및 응용기술
기계학습 및 딥러닝	· Machine Learning and Deep learning, 인공지능 기술의 기계학습 하위 분야로 컴퓨터 모델을 학습 할 수 있는 진일보한 기반 기술이며, 자연어, 이미지, 영상 등을 인간과 유사한 수준으로 처리 가능

파라메트릭	· 본래 Parametric equations 등을 의미하는 수학적 매개변수형 수식들의 집합을 의미하나, 건축설계에서 패러메트릭 디자인/모델링 등의 용어로 사용되는 다양한 매개변수 및 변인기반의 설계에 쓰이는 모든 요소들의 통칭으로 사용
인간객체 및 공간객체	· 일반적인 캐드 및 설계시스템에서 다루지 않는 인간 및 공간, 그리고 그 안에서의 인간행동까지 객체화하여 설계에 반영하기 위한 객체중심 접근
open API	· 인터넷 이용자가 일방적으로 웹 검색 결과 및 사용자 인터페이스 등을 제공받는 데 그치지 않고 다양한 개발자들이 직접 응용 프로그램과 서비스를 개발할 수 있도록 공개된 API
open API 공개기술	· Open API를 활용하기 위해 표준화된 인터페이스를 제공하는 기술
플랫폼	· 공급자와 수요자 등 복수 그룹이 참여하여 각 그룹이 얻고자 하는 가치를 공정한 거래를 통해 교환할 수 있도록 구축된 환경으로서 플랫폼 참여자들 간의 상호작용이 일어나면서 모두에게 새로운 가치와 혜택을 제공해줄 수 있는 상생의 생태계
서비스플랫폼	· 인공지능기반의 건축설계기술 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 제도적 인프라로 이에 필요한 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크로 구성된 각종 시스템과 환경의 공통적 요소 집합, 이를 활용하는 기술자원 유통체계의 통칭
빅데이터	· 기존의 방법이나 도구로 수집, 저장, 분석을 수행하기 어려울 만큼 방대한 양의 데이터 집합으로 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터
미래형 인적자원	· 로봇, 인공지능, 사물인터넷 등을 통해 기술이 융합되어 대부분의 노동력이 대체된 이후에도 요구되는 사람의 노동력
가상조직	· 공동의목적이거나 협업을 통한 문제 해결을 위해 개개인이나 혹은 공공인이 가진 여러 컴퓨팅 자원이 하나의 가상공간 영역으로 묶여 있는 상태
지식서비스 직능	· 미래의 인공지능 및 자동화기술이 적용되는 새로운 형태의 건축설계 서비스수행 직군으로서 기존의 설계서비스 산업의 직능을 발전시켜 대체하는 개념
지식기술 정표표준 프레임워크	· 인공지능, 설계자동화를 수행하는 데 필요한 기술 및 직능절차를 대상으로 하는 ISO 12006-3기반의 정보 표준규격, 분류체계 및 기준의 집합

2절. 연구개발 배경

1. 기획의 배경



그림 5. 4차 산업으로 인한 경제효과 및 핵심기술
(매일경제, 2017.10.11., KESSIA 2017 이슈리포)

비전				국토교통부 보도자료, 「건축 행정서비스 혁신방안」 배포내용 중 일부, 2019.08.21		
미래혁신적인 건축행정으로 국민행복 증진				적용 분야	개선	목표
과제	혁신목표	주요과제	기대효과	BIM, AI	인공지능 기술을 활용하여 설계 적합성 여부 등을 검토	[건축설계 효율 향상] - 설계기간 30% 단축 - 실시설계 오류 90% 저감
규제 혁신	혁신적이고 공정·투명한 건축규제	- 창의적 건축을 위한 건축규제 개선 - 도시재생 및 건축물 리뉴얼 지원 - 건축행정 절차 선진화	창의적 건축을 조성, 허가 및 심의 기간 단축	IoT	센서를 통해 실시간으로 건축현장의 안전관리 가능	[자원품질관리 효율 향상] - 생산/시공시간 20% 단축 - 품질인증신뢰도 99% 달성
정보 혁신	국민이 필요한 가치있는 건축정보	- 선제적인 건축정보 서비스 시행 - 스마트 건축정보 서비스 제공 - 건축정보 Hub 구축 - 건축기술 고도화	4차산업 혁명 핵심기술 도입 국민행복 증진	로봇 어시스턴스	생산효율 향상, 작업자 신체한계 극복, 위험작업 최소화 등	[시공효율 향상] - 관리업무시간 50% 단축 - 건축시공시간 20% 단축
청년 일자리 혁신	젊은 인재가 역량을 펼치는 일자리 제공	- 건축도면 정보 개방 - 청년 스타트업 창업 지원 - 청년인턴 채용 및 현장훈련 지원 - 신진·젊은 건축가 양성	창업 플랫폼 구축, 신산업 육성	드론	VR/AR 기반으로 드론을 활용하여 원격으로 안전점검	[성능관리 효율향상] - 점검/진단시간 50% 단축 - 관련 시장 30% 확대

그림 6. 국토교통부 보도자료, 「건축 행정서비스 혁신방안」 배포내용 중 일부, 2019.08.21

- 현재의 건축 환경에서 정보의 양은 한정적인데 반해 요구정보의 양은 방대하여 기존의 인력으로 생산 및 관리하기 어려운 실정이며, 복잡하고 대형화된 설계에 대한 구조 및 건축의 생산성은 지속적으로 떨어짐
- 2016년 발표된 매킨지 보고서에 의하면 이러한 문제점은 향후 건설산업에 접목하여 현장을 변화시킬 5가지 IoT/ICT 기반의 4차 산업혁명 핵심기술들로 인

해 해소될 것이며, 이로 인해 한국은 4차 산업혁명으로 인한 국내 전체 경제적 효과가 2030년 기준 최대 460조원에 달할 수 있다고 발표함

- 따라서 4차 산업의 핵심기술인 인공지능을 비롯한 첨단 ICT와 전통적인 건축설계업무를 융합하여, 세계선도 수준의 설계 역량을 확보하기 위한 건축설계 자동화 기술 개발 기획이 필요함
- 국토교통부는 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 행정서비스 혁신 방안을 마련하고자 ‘건축 행정서비스 혁신방안’을 발표함
 - 주요 내용은 「스마트 건축 기술개발」 R&D를 추진 (30 백억원, ‘21~’ 27, 예타예정) 하여, 4차 산업혁명 기술을 연계한 BIM, IoT 등 핵심 기술을 개발하는 것임
- 이에, 인공지능 등을 활용한 건축설계 자동화 기술 관련 기술·시장·정책·산업 등 동향 및 환경 분석을 통해 건축설계 분야에서의 기술적 가능성을 검토함
- 따라서 건축설계 자동화 기술 개발로 적기설계(timely), 저원가(cost effective), 고품질(high quality), 생산성 향상(productive) 등의 핵심역량을 실현할 수 있는 기술을 선정하기 위해 기획과제를 추진하고자 함
- 이에 본과제를 통해 제4차 산업혁명 시대의 스마트건축을 주도할 기술을 확보하고, 국내 건설산업의 혁신성장에 기여하는 디지털 건설 기반을 구축하기 위한 정책적·기술적·경제적(사업성 및 사회 파급효과 등) 타당성 분석·비즈니스 모델을 구축하고자함

2. 주변 현황

국내 현황	· 2016년 정부의 ‘9대 국가전략프로젝트 추진계획’에 따라 AI 핵심기술 자립기반 확보와 국내 AI 기술·산업 성장의 기반 조성을 추진함 · 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책을 통해 나타날 경제·사회의 혁신적 변화에 대응한 종합적인 국가전략을 수립함 · 또한, 국토교통부가 발표한 ‘제1차 연구개발 종합계획(2018~2027)’ 중에서 “기술융합을 통한 새로운 가치 창출”은 기존 건설 기술에 AI, 로봇, IoT 등 첨단기술 융·복합을 통해 “건설지능화”와 “건설기술 고부가가치화” 달성을 목표로 함 · 과학기술정보통신부는 ‘데이터 AI경제 활성화 계획’을 통해 2023년까지 데이터 관련 시장규모를 2019년 대비 2배 성장한 30조원까지 성장시키고, AI분야 유니콘 기업 10개 육성 및 관련분야 전문인력 양성의 기대효과를 제시함 · 건축설계분야의 경우 정성적인 기존의 데이터의 정량화를 통해 기존의 프로세스를 개선하는 것은 신규 영역 창출 가능성을 높이는 부분임 · 그러나 국내 전문 플랫폼은 단순 업무 보조나 데이터의 수집 및 분석이 용이한 분야를 중심으로 개발보다는 해외 플랫폼의 사용을 선호함 · 따라서 글로벌한 건설시장 진출을 위해 분야별로 인공지능의 기술기준 분석, 인프라 환경 구축을 위한 로드맵 제시가 필요함
국외 현황	· 미국은 2016년부터 ‘국가 AI R&D전략 계획’을 발표하여 경제적 번영 확대, 교육 기회와 삶의 질의 개선, 국가 및 국토 안보 강화를 목표로 국가 AI R&D에 주력함 · 유럽은 ‘AI Sector Deal’을 통해 공공·민간 부문의 기술 및 산업 역량과 AI 활용 능력 확대, AI에 의해 초래된 사회·경제적 변화 대비, 윤리적 및 법적 체계 마련하여 대응함 · 중국은 ‘차세대 AI 발전계획’을 통해 단계별 전략계획을 발표하고 2020년(1단계)까지 AI 발전 환경의 최적화, 중점 분야에서의 전면적 활용 확대, 고속런 인재 모집, 일부 분야의 AI 윤리 규범 및 법규 구축 등을 추진할 계획임 · 최근 해외에서는 설계, 디자인, 부동산 등 건설분야와 인공지능, 빅데이터 등 ICT 기술을 융합하여 설계관련 정성적 데이터에 대한 정량적 접근과 분석방법에 대한 필요성을 인식 하고, 실증적 연구를 시도 하는 단계임 · 해외 주요 기업 AI관련 플랫폼 시장은 사업성만을 고려하는 것이 아니라, 다양한 분야의 기업들과 협력하여 점유율을 높이는 것을 우선시하고 있음 · 또한 다양한 국외 설계지원을 위한 소프트웨어 부분의 서비스 수요가 증가함에 따라 AI를 활용하여 건설의 생산성을 향상 시킬 수 있는 방법을 모색하고 있음

3절. 연구개발 필요성

1. 연구의 필요성

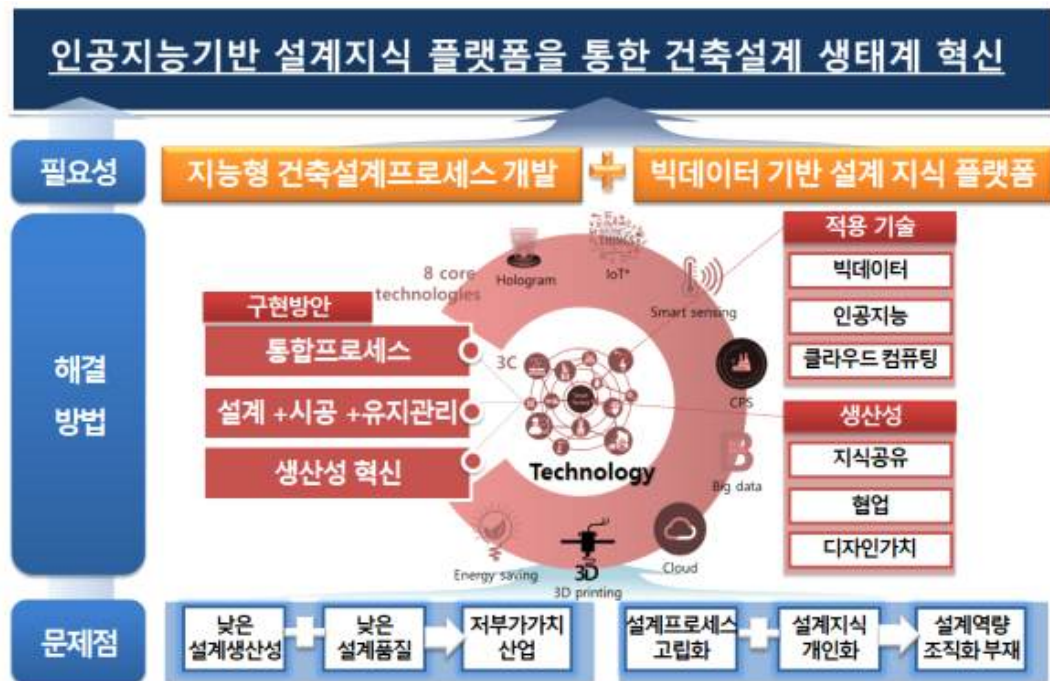


그림 7. 연구의 배경 및 필요성

- 국토교통부는 2017년 12월에 2022년까지 인공지능을 활용한 건설자동화 등 기술 개발을 통해 건설현장 노동생산성을 40%까지 높이고, 안전사고로 인한 사망자 수를 30% 줄이고자 '제6차 건설기술진흥 기본계획'을 발표함
- 그러나 국내외 건설산업에서의 인공지능 연구 및 기술개발 수준은 초창기로 설계-시공단계의 업무 최적화 및 효율화를 위한 연구와, 단순한 일부 건축설계업무 자동화를 넘어서는 설계 고유특성을 기반으로 한 인공지능 관련 기술의 개발은 미흡함
- 최근 BIM, AR/VR 등 다양한 ICT 활용기술이 시도되고 있으나, 건축물의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 설계단계에서의 완성도 높은 설계기술 개발은 미흡한 실정임
- 해외의 경우 유명 대학 및 기업연구기관을 주축으로 인공지능기반 설계지원을 위한 플랫폼 및 인터페이스를 개발하는 연구가 시작되고 있음
- 그러나, 국내는 단편적으로 인공지능을 활용하여 초기부터 설계안을 분석하고 대안을 생성하는 연구가 처음 시도 되고 있으며, 선진국에서 선행되고 있는 연구에 비해 개발이 매우 느린 상황임

- 따라서 본 연구인 인공지능기반 설계지식 플랫폼 구축을 위한 연구 및 기술 개발은 건축설계 생태계에 혁신적인 연구가 될 것이며, 미래에 고품질, 고부가가치적인 건축설계환경에 매우 활용성이 높은 연구가 될 것임

설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

- 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발의 필요성

문제점	· 현재 계획설계 단계는 일반적으로 건축주나 사용자의 다소 명시적이지 않은 요구사항과 설계자의 설계지식이나 경험 등의 정성적이고 직관적인 요인에 의해 상당부분 결정되는 실정 · 정성적 설계요구사항을 고려한 설계안에 대한 검토, 대안 생성, 그리고 초기 공간계획 과정은 전문가 의존적인 문제로 상당한 시간과 인력이 소요되며, 이는 낮은 생산성, 설계인력난 등을 초래 · 설계안 생성을 위한 설계요구사항 분석 및 검토 기술은, BIM기반 법규검토 자동화 등의 선도적 연구 및 개발 사례를 통해 그 가능성과 효용성을 인정받고 있으나, 사전에 정의된 규칙에 의존적이며 정량적인 요소에 제한적으로 활용되고 있는 상황
필요성	· 설계초기부터 명확한 요구사항 뿐만 아닌 정성적 요구사항들도 반영하여 질적인 향상을 도모할 수 있는 설계대안 생성기술 필요 · 정성적 설계지식의 지능정보기술 적용을 위한 정량화 방안 및 학습체계 구현을 통해 설계본연의 특성을 반영한 초기설계 자동화 기술 개발

- 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발의 필요성

문제점	· 지능형 설계기술 개발을 위해서는 인공지능 기술을 활용한 학습모델 뿐만 아니라, 질 좋은 학습 데이터를 확보할 수 있는 통합적인 개발이 중요 · 선행된 다양한 설계사례들의 계획 및 건물 사용현황 데이터들은 새로운 설계과정의 문제해결에 참고자료로 사용되고 있으나 도면, 이미지, 텍스트 등 다양한 데이터 형식으로 혼재되어 존재 · 도면 및 이미지 등 설계정보를 추적 및 관리하는 서비스가 제공되고 있으나, 임의의 분류 체계를 사용하고 수작업 기반의 분류작업에 의존하여 효율적인 관리가 어려움 · 또한 건축 설계 단계에서 건축물 생애주기를 고려한 설계에 대한 중요성이 부각되고 있으나, 실제 유지관리 단계의 데이터를 지능적으로 분석 및 활용하는 시도는 미비 · IoT센서, 빅데이터를 활용한 인간 행동 데이터와 건축 설비 시스템 관련데이터를 측정 및 축적하는 연구는 진행되어오고 있으나, 그 활용분야가 건축물 유지관리 업무에 초점이 맞춰져있고, 계획설계 단계에서는 활용이 미비한 상황
-----	---

필요성	· 설계지식의 효율적인 활용을 위해 분야지식을 기반으로 한 세부 분야의 설계지식 데이터 수집 및 관리 방안 필요 · 안전하고 편리한 설계 이종데이터의 취득 및 관리 및 질 좋은 데이터의 활용 기술 필요 · O&M 정량데이터에 대한 지능형 분석 및 초기설계 단계 적용을 위한 데이터 활용기술 필요 · 건축물 생애주기를 고려한 O&M 정량데이터 기반 지능형 설계대안 생성 및 평가기술 개발 필요
------------	---

• 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발의 필요성

문제점	· 기존의 설계 자동화 연구들은 구조나 설비 등 건축객체에 대한 정량분석 위주의 연구에 초점이 맞춰져 왔으며, 건축계획의 핵심인 인간과 공간에 대한 고려는 아직 제한적인 상황 · 인간 행동 및 심리를 다루는 건축계획분야의 연구들은 정성적인 접근방식을 기반으로 삼고 있으며, 정량화된 인간에이전트 활용은 단순 규칙에 의한 시뮬레이션에 머무르고 있어 실제 인간 행동을 반영하는데 한계가 존재 · 또 다른 건축설계의 핵심요소인 공간객체 역시 단편적인 매스 자동배치, 설계 대안 분석 등 제한적으로만 활용되고 있으며, 이후 기본-실시 설계단계로의 연계성이 부족 · 다양한 지능정보기술 활용 사례들의 경우 분절적이거나 단편적인 기술에 머무르고 있으나 통합적인 시도들도 존재
필요성	· 건축설계 핵심요소인 공간과 인간에 대한 지능적이고 정량적인 접근방법을 통해 설계의 본연의 특성에 가까운 설계자동화 접근방식이 필요 · 분절적이고 개별 기술적인 설계접근을 넘어 설계 프로세스를 아우를 수 있는, 설계초기부터의 지능정보기술기반 접근 및 연구 개발 필요

• 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발의 필요성

문제점	· 기계학습 모델에 활용하는 정보가 일부 형상정보 또는 배치 간격 등 정량적 수치에 제한되어 있으며, 대안 생성 역시 규칙기반 알고리즘을 중심으로 수행되는 경우가 다수 · 공간 설계 이후 진행되는 건축객체 모델링 과정에서 필요한 정보들은 전문가의 경험과 지식에 의존하여 수작업으로 입력이 진행됨. 이로 인해 의사결정 과정에서 반복되는 설계 대안에 따른 모델링 작업의 정확도와 효율성이 저하 · BIM 객체 정보 추론을 위해 객체의 의미론적인 정보를 추론하는 semantic enrichment 기술이 개발되고 있으나, 아직 기본적인 객체의 분류를 수행하는 수준으로 설계에 활용하기 위해선 보다 고수준의 지식 추론 모델이 필요
------------	---

필요성	· 공간설계 이후 계획이 진행되는 설계 객체를 대상으로 한 모델링 자동화 등 효율적인 초기 설계자동화 기술 개발 필요 · 초기설계 모델링 자동화를 통한 노동집약적 작업의 효율성 향상과 설계지식을 활용한 창의설계역량 강화를 중점으로 한 연구 개발 필요
------------	--

설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문

- 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술의 필요성

문제점	· BIM 기반으로 설계가 진행되는 경우 기본-실시 단계로 이어지면서 개별 부재의 상세수준(LOD)이 구현되어야 하며 각 부재는 단계별로 기하정보 및 속성 정보가 연계되어야 함. 그러나 실제로는 단계별로 LOD가 수동으로 새롭게 모델링되고 있는 실정이며 이에 따른 모델링 구축에 소요되는 시간과 비용 상승으로 연결 · 또한 각종 도서 및 BIM 모델에는 설계에 내재된 시멘틱 정보(부재 분류, 공간 분류, 기능적 분류, 부재 간 관계, 공간 간 위계, 부재-공간 간 관계 등)가 다수 존재 · 실시설계 단계에서 자동 상세화 및 설계 정합성 검토 기술 뿐 아니라 특정 분석 (법규 검토, 에너지 분석, 공간 배치 자동화 등)을 위해서는 이들 시멘틱 정보의 명시가 필요. 그러나 도서 뿐 아니라 BIM 모델에는 이러한 정보가 연계되지 않아 해당 정보를 수기로 작성 및 변경하는 실정임. · 이런 한계는 BIM 기반의 설계에서도 모델의 활용을 제약하는 주된 요소
필요성	· 기본에서 실시 단계로의 설계 도서 상세화 작업은 가장 기본적이면서 노동집약적인 작업 중인 동시에 인공지능 기반으로 자동화 잠재력이 높음. 이에 비해 기존 규칙 기반의 자동화는 범용적 적용 측면에서 한계가 존재 · 실제 BIM 모델을 기반으로 상세화 성향 및 패턴을 학습시켜 도서의 자동 생성 및 BIM 부재 LOD를 자동화시키거나 도서 작성에 활용함으로써 생산성을 상향 가능

- 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술의 필요성

문제점	· 실시설계 단계에서는 설계가 구체화되거나 설계의 변경이 발생하는 과정에서 부재의 기하, 재료 및 공법을 바꿔야 함. · 그러나 현재 설계의 변경이 필요할 경우 이를 도면에 반영하는 작업이 대부분 수작업으로 재작성되어야 함 · BIM 모델의 사용으로 이에 대한 문제가 일부분 해결되었으나 BIM 모델 업데이트, 적정 부재 선정과 이에 대한 파급 효과를 분석하는 작업은 여전히 많은 시간과 인력 투입이 요구됨
필요성	· 공종별 부재 DB를 구축하고 설계 구체화 및 설계 변경 시 부재를 추천하고 이를 BIM 모델에 반영하여 급속 대안 생성하는 기술 필요

	· 건축/구조의 경우 전반 건축물에 걸맞는 부재 추천 기술 필요 · MEP의 경우 간섭이나 충돌이 일어날 경우 이를 패러매트릭 시뮬레이션 통해 대안 제시하는 기술 필요 · 마감재의 경우 스타일 DB를 통해 적정 마감재 제안 기술 필요 · 설계 검토와 대안 창출을 위한 적정 인공지능 기법을 적용하여 설계 품질 향상과 생산성 향상 기대
--	---

• 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술의 필요성

문제점	· 실시설계 단계에서는 모델링 및 상세화 뿐 아니라 전문 공종별로 최종 건축물에 미치는 성능 및 엔지니어링 최적화 분석이 이뤄져야 함 · 건축의 경우, 주요 건축 부재 및 마감재의 에너지 및 사용성에 대한 영향 분석이 필요 · 구조의 경우, RC, 강재별로 전반적 분석 및 개별 부재 선정이 필요하며 물량 및 비용 기준 최적 대안 선정이 필요 · MEP의 경우, 기계 부하, 공기 정화 및 에너지 분석과 개별 부재의 라우팅 분석이 필요 · 그러나 이들 분석은 경험 기반으로 체계적으로 이뤄지지 못하고 있으며 기존 사업 데이터를 기반으로 이뤄지지 않아 최적화 되지 못함
필요성	· 건축, 구조 및 MEP별로 도면 형식 및 필요한 BIM 정보가 상이하여 전문 공종별 분석 필요 · 전문 공종별 실시 설계 단계에서 수행하는 엔지니어링 분석을 경험 기반에서 데이터 기반으로 수행하여 최적 솔루션 구할 수 있어야 함 · 인공지능 기반으로 설계 지식 학습을 통해 다수 솔루션 제시하는 기술 도입 필요

• Off-Site 건설 적용 및 통합 설계검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술의 필요성

문제점	· 상기 구축된 설계도서 및 BIM 모델을 토대로 실제 시공을 위해 1) 필요 부재에 대한 Offsite 프리패브 제작, 2) 통합 설계 검토 및 3) 시공성에 대한 분석이 필요 최근 OSC 및 모듈러 건축에 대한 수요가 증가하여 구축된 설계에 대해 프리패브가 가능한 부재를 선정하고 이에 대한 최적화 분석 및 시공성 분석이 병행되어야 함. · 통합 설계의 경우, 해당 사업의 다수 공종(건축, 구조, 설비) 간 구체적 조율이 필요하나 현장에서는 칸막이 관행으로 인해 설계 정합성 및 정보 오류가 다량 발생(간섭, 부정합, 부재 누락, 상세수준 상이 등)하며 이는 설계 품질 저하 및 재시공으로 이어져 생산성 저조의 주요 원인으로 작용 · 현재 이와 같은 오류는 상용 소프트웨어(Tekla BIMsight, Solibri Model Checker 등)를 통해 기하 기반 규칙검토(rule checking)로 진행됨.
------------	--

	그러나 이런 규칙들은 부재 간 기하 관계만 포착하고 있어 지능적이지 못하며 규칙을 사용자가 직접 입력해줘야 하는 한계 존재 · 더불어, 문제에 대한 여러 대안 분석을 통한 솔루션을 제공해 주지 못하고 사용자의 주관적 해결에 의존하는 상황 · 실시단계에서 구축된 설계의 생산적 구현을 위해서는 시공성 검토가 반드시 이뤄져야 함. 즉, 설계가 현장 작업 여건, 공법, 인력 및 장비에 맞게 설계됐는지 파악하고 이를 맞추기 위해 공사 현장 및 제반 부재의 적합한 분할, 설치 단위 및 작업 순서 등의 계획이 필요 · 최근에는 시공성 검토를 위해 각종 시뮬레이션 기술이 적용되는 추세이며 대표적으로 AR/MR 기술 및 다차원 시뮬레이션 등이 활용되고 있는 상황 · AR/MR 기술은 현장을 3차원 가상공간으로 구축한 뒤, 이를 실제 현장과 매핑하여 설계 시공성을 검토해 볼 수 있음. · 현장 작업 순서는 대표적으로 4D 시뮬레이션이 활용돼 왔으나, 이는 정적 방식으로 작업 순서 등을 수동으로 입력해야 하는 한계가 있음 · 실제 작업 현장과 관련 장비를 시뮬레이션하고 최적 운영 계획 수립이 필요함 · 이들 기술을 통하여 설계된 대상 건축물의 설치 단위 및 순서(예: 콘크리트 타설 단위)를 주어진 제약 요건(예: 활용 장비 등)에 맞춰 종합 분석 필요
필요성	· 특정 건축 부재에 대한 Off-Site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술개발 · 가상 시뮬레이션 기술(AR/MR, 다차원 시뮬레이션)을 통해 설계에 대한 통합 검토와 지능적인 시공성 검토 필요 · 기존 시뮬레이션에 인공지능 기술을 도입하여 시뮬레이션에서 요구되는 수동적 작업을 자동화함으로써 실제 현장과 작업여건 속에서 정확한 검토가 가능해지며 이를 통해 시공에 맞는 상세도면 및 시공 BIM 모델의 역설계가 가능해짐

설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

- 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발의 필요성

문제점	· RFP, 설계지침, 유지관리 등과 같은 설계 요구사항들에 대한 정보들이 산재되어 있어 설계평가에 활용되기 위해서는 정보의 통합이 요구되는 상황 · 일관적이지 못한 평가는 각종 행정문제를 불러일으키며, 또한 설계 업무를 지연시키고 법적 분쟁의 원인이 되어 불필요한 비용 및 시간이 소모됨 · 설계 분야에 따라 사용되는 소프트웨어가 다르고, 정보의 호환이 어려워 효율적인 평가 및 활용이 쉽지 않은 상황
-----	---

	· 건축 프로젝트에 따라 적용되는 요구사항의 범위나 정도가 상이하여 설계 업계의 기술 격차를 양극화시키는 문제 발생
필요성	· 산재된 설계 요구사항들에 대한 평가 체계정립을 위한 데이터 수집 방안과 그에 따른 평가 논리규칙 추출을 위한 자연어 처리 기술 필요 · 설계평가 자동화를 위해서는 설계 요구사항에 대한 빅데이터와 룰셋 자동생성을 통한 수동 작업의 자동화, 설계평가 범위의 확장을 통해 통합 설계평가 자동화 기술이 필요

- 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발의 필요성

문제점	· 인허가 적법성 및 설계 기준에 관한 자료의 방대함으로 인한 허가권자의 전문성 및 객관성 확보가 어려우며, 수작업 위주의 평가로 설계 과정의 불필요한 시간과 노동력이 소모됨 · 또한 인허가 관련 협의 시 설계사 및 허가권자의 주관과 경험에 의존된 업무 방식으로 법규에 관한 지식 혹은 해석능력의 부족으로 인한 행정적인 문제가 발생할 소지가 있음 · 현재 BIM 기반의 인허가 행정에 관한 연구가 진행되고 있으나, BIM과 도면을 함께 요구하여 설계사의 이중 작업이 발생함 · 현 건축 행정 시스템은 공공 건축물에 대한 BIM 데이터의 제출을 의무화 하였으나, 이를 지원하기 위한 기술력이 부족하며 활용도 또한 저조한 상황
필요성	· 효율적이고 정확한 설계 기준관련 평가를 위해서는 방대한 양의 설계 기준 정보에 관한 분류와 기준이 요구되며, 그 외에도 평가를 위한 논리체계 및 평가 결과에 대한 체계적인 관리 및 평가 프로세스 필요 · 법규, 지역조례와 같은 인증 기준에 대한 통합 평가 및 실시간 결과 제공을 위한 플랫폼을 구축하여 새로운 건축환경 조성 · 인허가를 위한 도면 및 BIM 모델의 이중작업을 최소화하기 위한 BIM 기반의 인허가 환경과 그에 따른 설계 지원 시스템 필요

- 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발의 필요성

문제점	· 현재 건축설계 과정은 건축가들이 설계안을 개발하는데 집중되어 있고, 설계 과정에서 건축성능 관련 엔지니어들과 공조를 통하여 설계안의 성능을 향상시키는 과정이 부재한 상황 · 기존 경제성 평가는 건축물 생애주기 비용 중 유지관리의 에너지 성능 평가 결과를 바탕으로 진행되어 실제 건축물의 경제성과는 상이한 결과가 도출되어 신뢰도 및 활용도가 떨어짐 · 건물 시뮬레이션 모델 기반 방법론(예시-EnergyPlus, Trnsys)의 경우 공학적 이해가 요구되어 건축가들이 설계 과정에서 직접 이용하여 건축 설계안에 성능을 분석하여 적용시키기 어려운 실정 · 건축가를 대상으로 한 프로그램(예시-Autodesk EcoTect Analysis)의 경우 직관적인 인터페이스로 건축가들의 접근이 용이하지만,
------------	---

	시뮬레이션 모델의 신뢰도는 낮은 실정 · 기존의 분석 방법론들은 건축설계 과정 전반에 사용됨을 목표로 개발되었으므로, 세분화된 설계단계에 맞추어 효과적으로 설계 의사결정과정 지원은 불가능한 상황
필요성	· 건축설계는 건축성능, 특히 건축 환경에 미치는 영향이 가장 결정적으로, 건축설계 과정 전반에 걸친 건축 설계안의 환경 및 에너지 성능 분석이 필요 · 통합 경제성 평가를 위해서는 유지관리비용 뿐만 아니라 건축물생애주기 비용에 대한 전반적인 평가가 필요 · 건축설계 초기 단계부터 실시설계까지 다양한 단계에 맞춤형 분석 인터페이스와 성능 최적화 설계 의사결정과정 지원 기술이 필요

• 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발의 필요성

문제점	· 2D에서 3D설계로 전환되는 과도기적 시점에서 기본적인 설계에 대한 평가가 주로 이루어지며 실시설계도의 품질 검토 방안은 없는 실정 · 시공성 관련 연구는 간간히 되어 왔으나 적극적으로 이루어지지 않고 있으며, 설계 정합성에 관한 연구는 진행되지 않은 상황 · 실제 시공단계에서 실시설계도-시공도서 간의 상이함으로 인해 설계변경이 잦고, 그로 인한 공기 및 인력 낭비 초래 · 시공현장에서 이루어지는 기술적인 부분들의 반영이 미흡하여 동일한 항목에 대한 시공 상세도가 중복 작성되는 경우가 빈번하게 발생 · 설계 및 시공의 기준이 통일되어 있지 않아 통합적 구심점 확보 시급 · 설계 및 시공 분야에서 중소규모와 대기업간 기술 격차의 심화
필요성	· 실시설계 단계에서 시공경험이 없는 설계자가 예측하지 못하는 설계상의 오류를 검토할 수 있는 체계 부재 · 설계와 시공간의 커뮤니케이션 부재로 인한 정보의 불일치로 인한 시공 오차를 줄이고 이를 사전에 검토할 수 있는 기술 필요 · 중소규모 설계/시공업계의 품질 및 생산성을 함께 향상시킬 수 있는 방안 필요

지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문

• 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발의 필요성

문제점	· 기존 정부, 공공 및 민간 정보표준의 종류가 많아 혼선이 야기되고 있으며, 통합적인 표준의 부재로 인해 중복투자 발생 및 데이터 활용도 저하 · 정부, 공공 및 민간에서 개발되는 각종 콘텐츠, SW, 시스템 등이 개별 기준에 의해 개발되어 정보공유가 곤란하고, 혼란에 따른 시행착오가 되풀이 됨
------------	---

필요성	· 건축설계 단계에 따른 인공지능 활용 및 ICT 융합을 위한 정보표준 프레임워크 개발을 통해 미래 건축산업의 표준 정착과 체계적인 보급을 위한 정보공유 환경 마련 필요 · 통합화된 표준환경의 보급으로 정부, 공공 및 민간 시너지효과를 창출하고, 인공지능 기반 건축설계 정보 공유를 확산하여 국내 인공지능 생태계 활성화 지원 필요
------------	---

• 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발의 필요성

문제점	· 전 산업분야에 인공지능 기술 도입 등 빠르게 변하는 기술환경에 비하여 건축물분야의 정보 활용 대비가 부족하여 새로운 기회모색이 늦어지는 상황 · 인공지능 기술은 데이터의 양과 품질에 의해 성과가 달라지는 특성이 있으나 현재 건축설계분야의 빅데이터를 수집 및 관리, 제공하는 시스템 구축 미비 · 국가적으로 세웁터를 통해 건축행정정보를 공개하고 있으나 인공지능 기술에 필요한 빅데이터 형식으로 보기에는 한계가 존재 · 현재 서비스 또는 상용화 중인 건축설계 플랫폼은 콘텐츠 제공, 기술 SW 등 한 가지 분야에 특화되어 다양한 공급자 및 수요자간의 상호작용이 발생하는 기술보급체계로 보기에는 한계가 존재
필요성	· 인공지능 기반의 건축설계를 위한 표준, 콘텐츠, 인적자원 및 기술 등의 서비스를 통합적으로 제공하여 참여자들 간의 상호작용을 유발할 수 있는 플랫폼 개발 필요 · 인공지능 기술에 의한 의사결정 및 상호작용 지원을 위해 많은 양의 빅데이터와 우수한 품질 데이터를 직접 수집하고 구성하는 플랫폼 개발 필요

• 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발의 필요성

문제점	· 건축산업이 대형화, 복잡화, 첨단화되고 자동화 및 인공지능 기술 도입에 따른 미래의 전반적 산업재편 예측에 따라 건축산업의 일자리 변화가 불가피하나 이에 대한 대응방안 미비 · 3D프린팅, 인공지능, 빅데이터 및 산업로봇 활용 등 건설산업의 ICT 융합을 통한 신규 일자리 창출 대비 및 교육 커리큘럼 개발이 미비함 · 미래형 건축설계 서비스모델 예측 및 새로운 인적자원 육성에 대한 대비 미흡
필요성	· 변화하는 미래 건축설계 서비스 산업을 예측하고, 이에 대비한 신규 직능 발굴 및 이를 육성할 수 있는 교육 커리큘럼의 개발 필요 · 직능개편에 따른 인적자원을 관리하고, 미래형 건축설계 조직 예측에 따른 신 건축설계 서비스 모델 개발 필요

2. 공공, 민간 관점에 따른 필요성

- 국가공공 및 민간 관점에서의 필요성은 다음과 같음

관점	필요성
국가공공	· 지능정보기술 활용 설계기술 개발을 통한 건축 및 건설 분야 국제경쟁력 제고 · 국가차원의 인공지능기반 설계기술 확보에 의한 정책 추진의 구심점 확보 · 공공-민간의 인공지능기반 설계기술 도입 혼선방지 및 데이터 관리의 일관성 확보
민간	· 지능정보기술에 대한 설계분야 도입 및 활용방안 모색을 통해 새로운 일자리 및 미래 건축설계 지식서비스 직능 모델 개척 · 플랫폼을 통한 건설산업의 복잡다양한 주체의 동시다발적 참여에 의한 설계혁신 유도 · 국가주도 공통 기술개발의 민간보급 활용으로 인공지능 설계기술의 시너지효과 기대

- 기술 및 경제, 사회적 관점에서의 필요성은 다음과 같음

관점	필요성
기술	· 지능정보기술의 설계분야 활용을 통한 설계자동화 국제 선도기술 확보 · 스마트홈 및 스마트시티 등 유관 인프라 및 플랫폼 기술 연계를 통한 기술적 시너지 효과
경제	· 설계지식 인프라 및 서비스 플랫폼의 형태로 구현 및 활용 가능한 형태로 공급되어 건설산업 및 건축설계분야의 경제 활성화에 기여 · 새로운 일자리 및 미래 건축설계 지식서비스 직능 모델을 개척하는데 기여 · 건축물의 통합 설계평가를 통해 설계 요구사항이 고려된 설계 최적안 도출이 가능해질 것으로 사료되며, 건축물생애주기비용 및 설계 요구사항에 대한 분석 정보의 빅데이터를 구축함으로써 향후 설계 의사결정지원에 이용되어 효율적인 최적화 설계 가능성 기대 · 국가 및 개별 회사들의 인공지능기반 설계기술 투자 중복요인 방지 · 최신 인공지능기반 응용기술 개발 활성화에 의한 고부가가치 산업 창출 유도 · 지식기반의 건축설계 빅데이터 확보로 인한 지식산업 창출
사회	· 4차 산업혁명에 이미 시작되었으며, 현재 직업의 절반이 넘는 직업 사라질 예정 · 건축산업 내부발전과 국가사회 기여를 위해 인공지능, 빅데이터 등의 첨단기술과 건축설계기술 융합 필요

3. 기술 특이성과 시급성에 따른 차별화 필요성

가. 기술적 측면

- 4차 산업혁명 도래에 의한 건축설계서비스 분야 적용 및 기술개선 모색이 시급함
- BIM 등 최근의 건축설계 지원기술은 기존 인간의 기능적 업무수행 과정을 자동화하기 위한 기술이며, 기술변혁에 따라 인간의 판단까지도 능동적으로 지원하는 기술개발이 시급함
- 건축성능 관련 설계기술은 여러 분야의 복잡한 전문지식이 필요하므로 인공지능의 기술 도입으로 에너지 등 건축물의 기술적 성능문제 해결이 시급함
- 건축설계분야는 영세소규모 조직이 대다수로서 정보기술수준이 상대적으로 매우 낙후되어 빠르게 변모하는 주변 정보환경에 효과적인 대응방안 마련이 시급함

나. 경제적 · 산업적 측면

- 설계단계에서 최적성능 확보는 시공 유지관리에 장기적 비용을 절감하는 핵심요소이므로 인공지능에 의한 최적의 성능 확보가 시급함
- 건축설계분야는 민간위주로서 인공지능과 같은 첨단기술의 경우 개별적인 비용투자 및 시행착오의 중복위험에 노출되어 있어 국가차원의 공통적 연구기반 확보가 시급함
- 건축설계 관련 국내 소프트웨어 산업기반이 취약하여 해외 의존도가 높아 개선이 시급함

다. 사회적 측면

- 건설직군은 180만명으로 비중이 매우 크나 4차 산업혁명에 가장 취약한 분야로 인식되고 있음 (KISTEP, 4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망, 2017)
- 건축설계직군 역시 일자리변화에 매우 취약한 분야로서 능동적 대응방안 마련이 시급함
- 실시설계 단계에서 설계 정합성 검토 등 수동적 보정을 위해 투입되는 저부가가치 작업 대폭 축소의 대응방안 마련이 시급함
- 설계산업의 일자리 뿐 아니라 대학 등 교육기관에 의한 새로운 세대 인력배출에도 영향이 매우 크므로 장기적 관점의 방안 마련이 시급함

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 정부 (관계부처 합동)

(가) 9대 국가전략프로젝트 추진계획 (2016)

- 대통령 주재 제2차 과학기술전략회의에서 과학기술 혁신을 통한 국가발전 도모를 위해 대통령령으로 설치된 과학기술전략회의에서 AI를 비롯한 9대 국가 전략 프로젝트 추진계획을 발표함(2016.08)

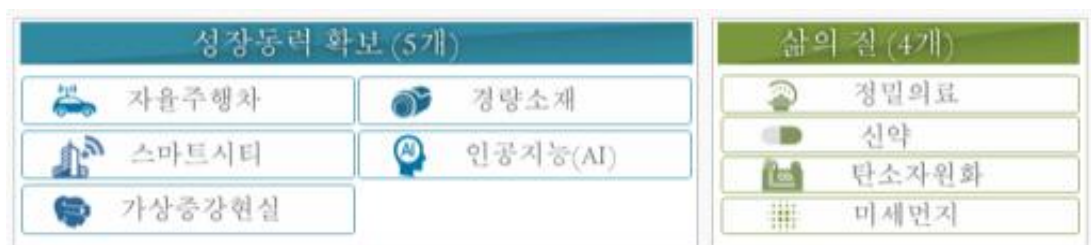


그림 8. 9대 국가전략 프로젝트

- 그 중 인공지능 분야에 대하여 선도국과 기술격차를 극복하고, 국내 AI 산업의 본격적 육성과 글로벌 시장 선점을 위해 ‘지능정보사회 선도 AI 프로젝트’를 추진함
 - (AI 공통플랫폼) 민간의 AI 제품·서비스 개발을 지원하기 위해 AI 요소기술(언어·시각인지, 학습, 추론기술 등)을 민관이 협력해 개발·제공
 - (차세대 AI기술) 초기 단계의 국내 AI 기술력을 극복하여 세계적 기술 수준을 달성하기 위한 장기 원천기술 연구
 - (AI 선도서비스) 공공분야(국방, 치안, 노인복지) 우선 적용으로 민간 AI 수요 창출
- AI 핵심기술 자립기반 확보와 국내 AI 기술·산업 성장의 기반 조성을 기대함
 - 기술수준(선도국 대비) (‘15) 70.5% → (‘26) 100%
 - AI 전문기업 (‘19) 100 → (‘26) 1,000개사
 - SW 인력양성(누적) (‘19) 6,700 → (‘26) 27,700명
 - AI 인력양성(누적) (‘19) 1,080 → (‘26) 3,600명

(나) 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책 (2016)

- 제8차 정보통신전략위원회에서는 4차 산업혁명 및 지능정보기술로 인해 나타날 경제·사회의 혁신적 변화에 대응한 종합적인 국가전략으로서 ‘기술→산업→사회’로 연결되는 중장기 정책방향과 오는 2030년까지의 추진과제를 담은 범정부 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」 발표함(2016.12)

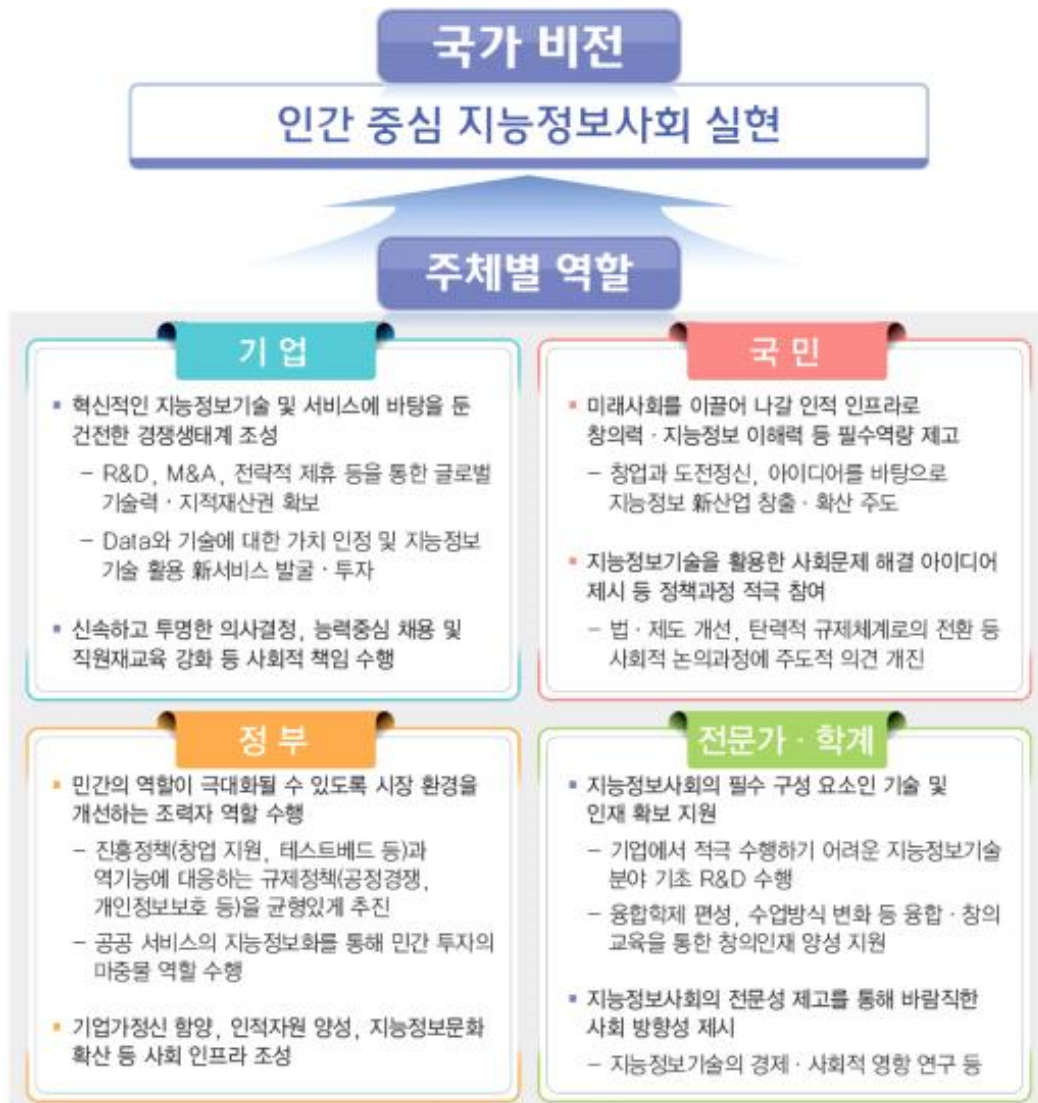


그림 9. 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」의 비전 및 목표

- 한 세대 이상의 미래를 조망하고 혁신적 변화에 대응하기 위해 글로벌 수준 기술 기반 확보, 전 산업 지능정보화 촉진, 사회 정책 개선 및 제도 정비 등 3개 정책방향 및 12개 전략과제로 구성됨

분야별 목표	기술 분야	산업 분야	사회 분야
정책 방향	글로벌 수준의 지능정보기술 기반 확보	전 산업의 지능정보화 촉진	사회정책 개선을 통한 선제적 대응
전략 과제	- 경쟁 원천인 기술·데이터 기반 강화 - 데이터를 안전하게 연결하는 네트워크 확보	- 공공서비스의 마중물 역할 수행 및 민간 혁신 촉진 - 경제적 파급효과가 큰 의료·제조분야 중점 지원	- 지능정보의 사회적 기반인 교육·고용·복지 정책 개편 - 사이버 위협, 윤리 등 신규 이슈 대응 강화
	- 미래 경쟁력 원천인 데이터 자원의 가치 창출 - 지능정보기술 기반 확보 - 데이터·서비스 중심의 초연결 네트워크 환경 구축	- 국가 민간서비스에 선제적인 지능정보기술 활용 - 지능정보산업 생태계 조성을 통한 민간 혁신 파트너 역할 수행 - 지능형 의료서비스를 통한 혁신적 가치 창출 - 제조업의 디지털 혁신	- 지능정보사회 미래교육 혁신 - 자동화 및 고용형태 다변화에 적극적 대응 - 지능정보사회에 대응한 사회안전망 강화 - 인간과 기계 공존을 위한 법제도 정비 및 윤리 정립 - 사이버 위협, AI 오작동 등 역기능 대응

그림 10. 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」의 분야별 목표 및 전략과제

(다) 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획

- 대통령 직속 4차산업혁명위원회 제2차 회의에서는 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」을 확정·발표함(2017.11)
- ‘혁신성장’을 뒷받침하고 모두가 참여하고 모두가 누리는 ‘사람 중심의 4차 산업혁명’ 추진을 위한 범정부 차원의 큰 그림으로서, 4차 산업혁명 관련하여 그간의 총론 위주의 접근을 넘어, 국민이 체감하는 성과와 새로운 변화를 본격 창출하기 위하여 정부 각 부처와 4차산업혁명위원회의 협업으로 제시하였음

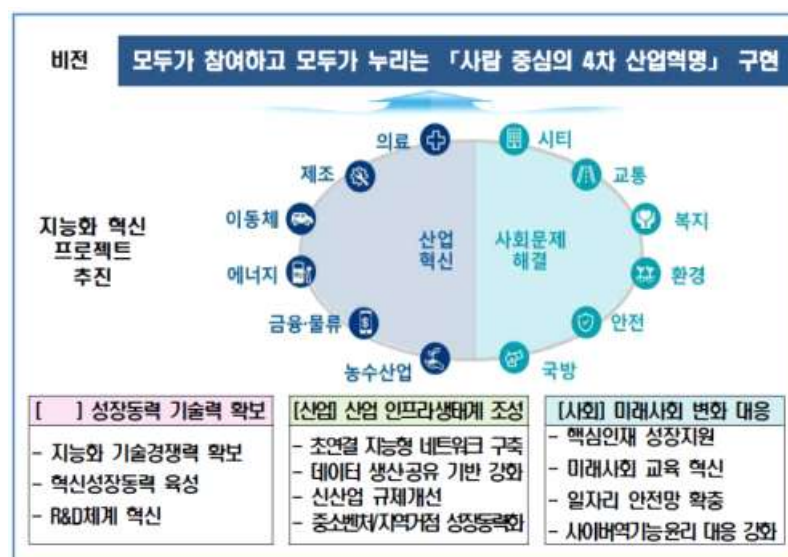


그림 11. 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」의 기본 방향

나. 국토교통부

(가) 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 2018~2027 (2018)

- 4차 산업혁명을 새로운 도약기회로 활용하고 삶의 질 향상 등 사회적 요구에 효과적으로 대응할 수 있는 기술개발 전략을 수립하기 위하여 국토교통 각 분야가 융복합된 R&D 전반에 대하여 국토교통 과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자계획을 정하는 최상위 법정 종합계획을 수립함

추진전략	실천과제	
추진전략 01 ... 4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	- 초연결 도시 구현 기술 개발 - 무인이동체 자율주행 기술 개발 - 디지털 기반 국토정보 기술 고도화	
추진전략 02 ... 기술융합을 통한 새로운 가치창출	- 융합기술을 통한 건설 지능화 실현 - 고부가가치 건설기술 창출 - 기존 수송시스템 혁신기술 도입	
추진전략 03 ... 사람 중심의 국토교통 기술	- 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 - 친환경 생활공간 조성 기술 개발 - 사회이슈 해결형 기술 개발	
추진전략 04 ... 미래지향적 R&D 시스템 도입	- 국토교통 R&D 관리체계 혁신 - 국토교통 연구개발 기반 강화 - 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화	

그림 12. 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」의 4대 추진전략

- 이 중 두 번째 전략인 “기술융합을 통한 새로운 가치 창출”은 기존 건설 기술에 AI, 로봇, IoT 등 첨단기술 융·복합을 통해 “건설지능화”와 “건설기술 고부가가치화” 달성을 목표로 추진함
- 두 번째 전략 중 첫 번째 실천과제인 “융합기술을 통한 건설 지능화 실현” 분야에서는 인공지능, 로봇 등 융복합을 통해 설계·관리·시공·유지보수 등 건설 프로세스를 혁신하는 “지능형 건설생산체계”를 전략목표로 설정하였으며, 인공지능 등 융복합 엔지니어링 기술인 “AI 기반 설계·관리”와 3D 프린터, 로봇 등 융복합 시공·보수 기술인 “건설자동화”가 핵심 목표이며, 2018-2027년간 민간투자를 포함하여 총 9조 5,788억원을 투자할 예정임



그림 13. 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획」 중 융합기술을 통한 건설 지능화 실현분야의 기술전략 트리

(나) 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략 (2017)

- 4차 산업혁명에 대응하여 범부처간 통일된 비전과 전략을 수립하기 위하여 기재부를 중심으로 ‘4차 산업혁명 전략위원회’를 신설(2017.02)하고 경제·사회 전반을 포괄하는 「4차 산업혁명 종합대책」을 마련하기 위해 민관 합동 TF를 운영 중



그림 14. 「국토교통 4차 산업혁명 대응전략」의 비전, 목표 및 중점 추진 과제

- ‘4차 산업혁명 발전포럼’ 등 다양한 민관 협력 네트워크를 통해 수요지향적 전략과 국민체감 성과 도출을 지원하고, 분야간 융복합이 필요한 핵심 추진과제는 프로젝트별로 ‘민관 협의체’를 구성·운영 중

(다) 제6차 건설기술진흥기본계획 (2017)

- 2018년 ~ 2022년 5년간 건설기술정책 로드맵으로서 4차 산업혁명 기술을 융합한 스마트 기술 개발을 통해 생산성·안정성 향상 및 건설 엔지니어링의 국제 경쟁력 강화를 목표로 하고 있으며, “Smart Construction 2025 - 2025년까지 BIM, AI 적용한 건설자동화 기술 개발”을 비전으로 함
- 주요목표는 ‘건설 노동생산성 40% 향상, 사망자 수 30% 감소, 건설 Eng. 근로시간 단축 20%’와 ‘건설Eng 해외수주 100% 확대’임
- 해당 목표를 달성하기 위한 2개 주요 전략과 중점추진과제 10가지를 설정하였으며, 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발을 주요전략으로 설정하고 이를 위한 분야간 융복합을 통한 경쟁력 강화, 건설관련 Big Data 환경 구축 및 Big Data 유통을 통한 신사업 육성 등의 세부 과제를 제시함

- 전략1. 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발·신산업 육성

분야	중점추진과제
기술개발	① 스마트 건설기술을 통한 생산성 향상 ② 해외 수요 대응형 건설기술 개발
고부가 산업 육성	③ 분야간 융·복합을 통한 경쟁력 강화 ④ 건설 Big Data 유통을 통한 신사업 육성
건설안전 강화	⑤ 건설의 안전·환경 관리

- 전략2. 글로벌 시장 경쟁력 강화를 위한 제도 개선

분야	중점추진과제
산업 개편·육성	① Eng.의 역량 강화 및 해외진출 지원 ② 국제 기준에 부합 하는 제도 구축
건설인력·교육	③ 글로벌기준에 맞는 경력 관리체계 구축 ④ 국제경쟁력을 갖춘 기술인력 육성
기준·제도	⑤ 기술력 중심의 발주·심의 강화

- 중점추진과제 추진 방안의 주요 내용은 다음과 같음

- 전략1. ① 스마트 건설기술을 통한 생산성 향상

- (스마트 건설자동화) 현장의존적 생산체계 한계를 극복하는 첨단공장형 건설기술을 스마트시티에 시범적용 후 2025년까지 개발 :
- (건설자동화) 인프라 BIM을 활용한 가상 시공(pre-con)후, 3D 프린터를 활용하여 공장에서 건설 부재를 모듈화로 제작하고, AI를 탑재한 다기능 건설로봇에 의해 현장에서 조립하는 스마트 건설 자동화 기술 개발

- 전략1. ③ 분야간 융·복합을 통한 경쟁력 강화
 - (Big Data 유통) 계획·실행(설계, 시공)·운영 단계 정보를 축적·유통하여, 설계단계의 가상 건설·운영, 운영에 최적화된 설계 도모
 - (데이터 표준화) 각 기관이 보유하고 있는 이미지 자료, 비정형 정보를 유통 가능성, 활용성 제고를 위해 건설정보 표준화 추진
 - (Big Data 관리) 스마트건설의 기반이 되는 통합플랫폼* 관리 및 정보 유통 활성화를 위한 ‘(가칭)건설정보 공사’ 설립 검토
 - (Big Data 활용 기술개발) 건설CALS, 공간정보 등 다양한 데이터시스템을 연계·분석하여 인프라 관리 효율화, 대국민 서비스 실시
 - (CALS 민간적용 확대) 민간 건설관리시스템과 정보연계를 위한 표준 개발 및 API 공개로 민간의 CALS를 활용한 응용프로그램 개발 유도
 - (모바일 CALS) 모바일을 이용한 건설사업관리 기능을 강화하고, 용지보상, 시설물점검 등에도 활용 가능한 모바일 시스템 개발 (도로 안전 확보) 도로 파손, 교통사고 원인인 과적차량 운행 감소와 도로변 비탈면 안전 확보를 위한 기술 개발
 - (제도 유연화) 분야 간 통합, 신기술 활용 등 활성화를 위해 계약·발주방식, 대가기준 등을 유연화하고 설계·시공 통합 발주 활성화
- 전략1. ④ 건설 Big Data 유통을 통한 신사업 육성
 - (건설 Big Data 개방) 공공데이터 개방, 민간 참여 방식의 스마트건설 기반 통합플랫폼(CPS) 구축을 통해 건설 신산업 육성
 - (공공 Data 개방) 공공 시설물 정보를 개방하고, ‘스타트업 경진대회’ 등을 실시하여 우수 창업 아이템을 발굴
 - (오픈형 플랫폼) 스마트 건설의 기반인 통합플랫폼(CPS)을 오픈형으로 구축하여 민간의 기술개발 유도 및 신기술의 원활한 활용 추진
 - (건설산업 빅데이터 분석 등 생산성 향상 기술을 기반으로 발주자 등의 판단을 지원할 수 있는 ‘CM for Fee’, ‘사후평가’ 활성화 :
 - (실적관리 개선) 건설사업관리자의 공공분야 입찰 참여기회 확대를 위해 민간실적이 PQ시 반영될 수 있도록 실적관리체계 개선
 - (사후평가 관리 체계화) 건설공사 사후평가 결과를 타사업에 환류할 수 있도록 관리·분석하여 제공하는 컨트롤 타워(전문관리기관) 설치 추진
- 전략2. ③ 글로벌기준에 맞는 경력 관리체계 구축
 - (우수기술자 관리) 현장에서 땀흘리는 우수기술자를 우대하고 기술자간 차별성이 쉽게 드러나도록 수요자 맞춤형 경력관리로 개선
 - (우수기술자 양성) 젊고 우수한 기술자가 조기에 특급기술자가 될 수 있도록 건설사업 평가를 통한 ‘우수기술자 인증제’ 도입
 - (제도 내실화) 정량적 경력관리로 인한 모호성 극복을 위해 정성적

- 경력관리 기법을 도입하고, 최고등급인 특급기술자는 특별관리 실시
- (역량 중심의 경력 관리) 기술자의 질적 역량 검증 강화를 위해 서술형 경력관리 기법을 도입하고, 경력확인절차 강화 추진
- (정성적 경력관리) 기술자 역량을 평가·검증할 수 있도록 현장업무 수행 내용 등을 서술하여 정성적으로 관리하는 방안 마련
- (등급기준 개선) 청년 기술자의 건설업 진입이 용이하고 역량을 갖춘 기능 인력이 대우 받을 수 있도록 기술자 등급기준 개선
 - (청년 신규진입 가능성 확대) 대학 졸업자가 일정 기준을 충족할 경우 초급기술자로 인정받을 수 있도록 경력관리 기준 개선
 - (특급기술자 역량 강화) 특급기술자 기술역량 검증을 통한 등급 세분화(특1, 특2)를 추진
- (허위경력 차단) 10년 이상의 경력을 동시에 신고하는 자 등 경력 의심자를 선별·검증·제재하는 ‘경력 검증위원회’ 설치 추진
- (검증 강화) 경력기술서에 서술된 내용에 대해 업무 관련자의 확인을 거치도록하고, 객관적인 기관에서 검증절차 수행
- (취업지원 강화) 청년 및 경력단절 건설기술자의 국내·외 취업 알선을 활성화하여 인재 활용 제고 및 인력수급 불균형 해소
- (건설워크넷) 실직자에 대한 경력DB와 업체의 구인정보를 연계한 취업지원사업을 정부에서 지원
- (해외취업) 희망 기술자에게는 외국 건설회사의 구인정보를 연계, 경력소개·일정기간 취업비용 지원 등 시행방안 마련
- 전략2. ④ 국제경쟁력을 갖춘 기술인력 육성
 - (교육 혁신) 교육기관에서 수준 높은 교육서비스를 제공하도록 관리체계를 개선하고, 대학교육 한계 보완을 위한 교육개발 유도
 - (교육체계 개선) 종합·전문기관간 실질적 경쟁을 유도하고, 부적격 교육기관 퇴출기준 마련 등 사후관리를 강화
 - (교과개발) 現 대학교육의 한계를 보완할 수 있도록 해외진출교육, BIM 등 융·복합기술 교육과정 개발을 유도

다. 과학기술정보통신부

(가) 데이터 · AI경제 활성화 계획 (2019년)

- 2019년 1월 과학기술정보통신부에서는 관계부처와 합동으로 수립한 데이터 · AI경제 활성화계획을 발표함
- 2019년 ~ 2023년 5년간 데이터 · AI경제 선도국가 도약을 목표로 하며 다음의 3개 추진전략을 기반으로 한 추진과제들을 통해 수행될 예정임
 - 데이터 가치사슬 전주기 활성화
 - 세계적 수준의 AI 혁신 생태계 조성

- 데이터-AI 융합촉진

- 해당 계획을 통해 모든 산업의 혁신적인 변화를 유도하여 2023년까지 데이터 관련 시장규모를 2019년 대비 2배 성장한 30조원까지 성장시키고, AI분야 유니콘 기업 10개 육성 및 관련분야 전문인력 양성의 기대효과를 제시하고 있음



그림 15. 「데이터·AI경제 활성화 계획」의 비전, 목표 및 정책과제

(나) 창조경제 실현을 위한 K-ICT 전략(2015년)

- 과학기술정보통신부는 2015년에 창조경제의 핵심성과 창출을 위한 'K-ICT 전략'을 발표하였으며, 이에 대한 9대 전략 주력산업으로 소프트웨어, IoT, 클라우드, 정보보안, 5G, UHD, 스마트 디바이스, 디지털콘텐츠, 빅데이터 분야를 선정함
- 과학기술정보통신부의 'K-ICT 전략'의 9대 전략사업 중 IoT 사업은 개방형 IoT 플랫폼 개발 및 핵심서비스 실증으로 2019년 까지 신서비스 200건 창출, 200개사의 글로벌 파트너십 구축을 추진 목표로 함
- 사물인터넷은 인터넷 이용 창조기업 육성, 인터넷 신산업 시장 확대 및 창의적인 일자리 창출을 위한 창조엔진으로 시장창출을 위한 선도 사업, 기업의 기술 경쟁력 강화 및 해외진출 지원, R&D 등 기반조성 등을 위한 정책과제를 추진 중임

- 지자체(창조경제혁신센터)와 협력, 2개분야(헬스케어, 스마트시티)의 대규모 IoT 실증단지조성, 7개 전략업종별(가전, 제조, 자동차, 에너지, 보건, 스포츠, 관광) 실증사업 추진 예정임(2015년 ~ 2019년, 총 1,242,억원)
- 또한 ‘사물인터넷 산업 육성 지원’의 일환으로, ‘사물인터넷(IoT) 정보보호 로드맵 3개년(2015~2017) 시행계획’을 수립함
- 6대 분야 융합실현으로 교통, 에너지, 관광, 도시, 교육, 의료 부문에 대한 ICT 융합을 목표로 설정하였으며, 도시 부문에서 10개 혁신도시 스마트 시티 구축을 계획함
- ‘K-ICT 전략’의 9대 전략사업 중 빅데이터 사업은 2017년까지 6곳의 빅데이터 실증 타운을 조성하고 현재 선진국 대비 57.2%인 빅데이터 기술 수준을 2019년까지 80% 수준으로 향상시키는 것을 목표로 함



그림 16. 「창조경제 실현을 위한 K-ICT 전략」의 개요

2. 국외 정책동향

- 전통적인 건설산업과 신 산업분야인 IT 기술과의 융합에 관해 관련기술 개발 및 연구 활동이 오랫동안 지속되어왔음
- 세계 건설 IT분야 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 미국의 경우 제조업은 기술 개발 및 관리의 효율화를 통해 40년간 2배 이상의 노동생산성이 향상된 반면, 건설 산업은 지속적으로 하강하는 경향임
- 이에 따라 첨단 정보기술, 특히 BIM 기술을 도입하고, 지속적 건설 프로세스 혁신에 의하여 건설생산성을 높이하고자하는 노력을 추진 중임
- 다음은 미국 건설업과 비농업 노동 생산성 지수 추이임



그림 17. 미국 건설업과 비농업 노동 생산성 지수

- 미국, 유럽 등 선진 업체들은 고부가가치 영역(Project Management Consultancy (PMC), Front-End Engineering and Design (FEED), 기본설계 등) 기술 분야를 독점함으로써 후발업체들의 시장진입을 견제하고 있는 실정임
- 해외 선진 건설사들은 제조업 수준의 3차원기반 건물정보환경을 구축하여 건설 생산성을 극대화하려는 노력을 지속하고 있으며, 최근 BIM 기술 기반의 경쟁력을 앞세워 중동 등의 국제 설계시장을 독점하고 있음
- 미국, 중국, 프랑스, 캐나다 등 주요국가에서 인공지능 원천기술 및 기반기술 개발을 위해 의료, 교통, 안전 등의 산업 분야에 정부 주도의 대규모 투자가 진행되고 있음

가. 미국 정책동향

(1) 미국

- 미국정부는 기초연구와 민간이 투자할 가능성이 낮은 분야에 집중하고 있음
- 연방정부 등에서 챌린지 과제 제시로 문제 해결과 솔루션 개발을 유도함
- 마이크로소프트사, 구글 등 글로벌 선도 기업의 AI기술을 대중화함
- 민간에 공공정보를 개방하는 오픈 데이터 정책 마련
 - 정부가 제공 가능한 고품질의 공공정보를 국민이 보다 쉽게 접근하여 활용하도록 함
- AI의 윤리적·법적·사회적 의미를 연구하고 학계와 협력하여 윤리 및 보안 커리큘럼을 구축함
- 민간·학계를 중심으로 5G 원천 기술 연구를 추진함
- 공적 이익을 추구하는 활용 산업 육성을 목표로 원천기술개발에 투자하고 이를 기반으로 산업체에서 활용하도록 지원함
- AI 암흑기에도 지속적인 장기 투자를 통해 뇌과학등 기초·원천기술을 확보하고, AI 핵심 기술개발과 인재양성에 주력함

(가) 국가 AI R&D 전략계획(2016)

- 산업계에서 대응할 개연성이 낮아 연방정부의 투자로 편익을 확보할 가능성이 높은 분야를 대상으로 7대 R&D 전략 방향 제시
 - AI 연구 장기 투자
 - 인간-AI 협업을 위한 효과적 방법 개발
 - AI의 윤리적·법적·사회적 의미 이해 및 해결
 - AI 시스템 안전과 보안 보장
 - AI 교육 및 테스트를 위한 공유와 공공 데이터세트 및 환경 개발
 - 표준 및 벤치마크를 통한 AI 기술 측정 및 평가
 - 국가 AI R&D 인력 수요에 대한 충분한 이해



그림 18. 「미국 국가 AI R&D 전략계획」의 전략 체계

(나) AI 미래를 위한 준비(2016)

- 국가 차원에서 AI가 초래할 미래상을 조망하고, 이에 대한 7가지의 대응전략을 중심으로 다양한 정책을 권고함
 - AI는 헬스케어·교통수단·범죄검거 등 공적 이익을 추구
 - 정부는 AI를 포용하고 지원
 - 자율주행 자동차와 드론에 직접적인 규제
 - AI는 인력의 대체제가 아닌 보완재
 - 불완전한 데이터는 원천 사용금지
 - 아이들에 대한 교육 강화
 - 안전과 세계(타 국가) 고려
- 구체적으로는 공공데이터 개방으로 AI를 공적 이익에 활용하고, 민간 분야의 연구지원이 가능하도록 정부가 적극 지원하며, AI로 인한 일자리 감소에 대한 우려 해소의 필요성, AI 전문 인력양성을 위한 AI 관련 조기교육 강화, AI 관련 국제협력 등을 폭넓게 제시함

(다) AI, 자동화와 경제(2016)

- 인공지능 발전에 따른 변화가 개인, 경제, 사회, 국가 모두에 새로운 기회인 반면, AI는 인간의 노동을 대체하여 일자리를 잃게 할 가능성이 있다고 지적하면서 실업증가, 불평등 확대 등은 올바른 제도나 정책에 좌우된다고 강조함
- 이를 위해 인공지능 투자, 미래직업 교육 및 훈련, 사회적 안전망 강화 등 대응전략과 23개 권고사항을 핵심적으로 제안함
 - (인공지능에 투자) AI 관련 연구와 개발 투자, 개발인력의 규모 및 다양성 확보와 건전한 시장 경쟁 지원
 - (미래 직업을 위한 교육과 훈련) 시장이 요구하는 기술습득을 통해 고용시장 일자리 창출을 위한 교육·훈련
 - (사회적 안전망 강화) 노동자들이 최적의 직업을 찾도록 기회 확대, 역량강화를 위한 사회 안전장치 구축
- AI 주도의 자동화가 노동시장과 직업변화와 같은 경제 전반에 미치는 파급력을 면밀하게 검토하여 AI의 활용과 개발을 장려하고, 관련 연구개발 투자를 확대할 필요가 있음

(라) 스마트시티 관련 정책 (2015)

- 신산업 육성 및 국가적 우선과제 해결을 위해 발표된 ‘미국혁신전략’ 내 9대 전략분야를 설정하였음
- 9대 전략 중 스마트시티, 차세대 컴퓨팅 등 ICT기반의 디지털 융합산업이 포함되었으며, 이에따라 국토안보부, 교통부 등 각 부처별 스마트시티 신기술

개발 지원계획을 수립함

- 미연방 교통부는 2016년 ‘스마트시티 챌린지’ 프로젝트를 발표하여 콜럼버스시에 스마트시티 관련 인프라 기술 R&D를 민관합동으로 진행, 이를 통해 도시 안정성, 이동성, 경제활동기회 제공 등의 효율성 제고를 기대함

(마) 오픈소스 공간정보정책(2013)

- 최근 ICT분야에서는 텐서플로우, 하둡, 파이토치 등 개발된 기술을 대중에게 공유하는 오픈소스 시장이 확대되고 있으며, 오픈소스를 활용한 새로운 기술 개발을 통해 신사업 육성이 활발해짐
- 미국 정부는 이러한 추세에 맞춰 공간정보 정부 내 오픈소스 사용을 고려하고, 미 국방부, NASA 등에선 오픈소스 공간정보 기술개발 사업을 지원하고 있음

(바) 투명한 열린 정부 구현을 위한 행정명령(2009)

- 백악관을 중심으로 연방부처 및 공공기관에 IT의 혁신적인 활용을 지시함
- 주요 정보화정책은 모바일, 클라우드 컴퓨팅, 보안 분야가 핵심임
- 국가과학재단(NSF: National Science Foundation)은 IT융합 가상건설, 에너지 절감·친환경, 지능형 건설기술 개발을 진행함
- 2013년 5월, 공공기관의 데이터 공개를 의무화하는 행정명령 ‘오픈데이터 정책’ 발표
- 정보의 자산화 관리를 발표함

(사) 국가정보위원회

- 미국의 전략 기관인 국가정보위원회(National Intelligence Council, NIC)는 2008년에 사물통신서비스를 2025년까지 국가경쟁력에 영향을 미칠 혁신적인 6대 기술(생물노화 자연 기술, 에너지 저장 소재, 생물연료 및 생물 기반 화학, 청정석탄기술, 서비스 로봇, 사물통신 서비스) 중 하나로 선정함

(2) 캐나다

- 국가차원의 인공지능(AI) 전략을 발표한 첫 번째 국가로 AI 연구개발과 고급인력 양성에 5년간 1,073억원 투자 예정임
- AI분야에서 세계적인 리더로 자리매김하기 위해 핵심기술 개발과 관련 고급인력을 양성하는 것에 집중

- 스타트업 육성프로그램을 운영하고 있으며, 100개('18년 2월) 스타트업을 지원하고 있음
- AI 핵심기술과 인재를 양성하는 것에 집중하고 있으며, 신생기업 육성을 위한 투자 및 환경을 조성하는 AI 육성전략 추진

(가) 범캐나다 AI 전략(2017)

- 전 세계 최초로 국가 차원의 AI 전략을 제시
- 토론토, 밴쿠버, 몬트리올, 애드몬톤 등 지역에 국제적인 AI 연구 거점을 구축하는 클러스터 육성 전략을 강조함
- 캐나다고등연구원(CIFAR)은 인공지능의 사회적 확산을 위한 인문사회학적 연구를 진행하는 동시에 민간의 고등 연구기관들이 지속적인 연구를 수행할 수 있도록 정부와의 가교 역할을 함

나. 유럽 정책동향

(1) EU

- 사회 전 분야에 ICT를 확산시켜 경제위기 등을 탈피하고자 하는 노력의 일환으로 EU 2020 전략을 수립함
- 공공부문 및 전자정부 서비스를 고도화하기 위해 “EU 전자정부 전략(2011~2015)”을 발표하여 스마트 정부로의 전환을 도모함
- “사회기반시설 혁신전략”에 따라 IT와 나노 등 첨단기술과 융합한 건설 신소재·신기술개발 계획을 수립함
- Construction 2020 전략(2012년)을 발표하여 지속가능성 및 경쟁력 확보를 위한 건설산업에서의 ICT 활용 전략을 수립함
- EU는 지난 2013년 11월 26일 벨기에 브뤼셀에서 ‘스마트시티 컨퍼런스’를 창립하고 2014년 봄에 ‘Smart City and Community Commitments’를 수립함
- ‘Horizon 2020 연구 및 혁신 프로그램’의 2014-2015년 예산에서 스마트시티와 커뮤니티에 약 2억 유로를 투자함

(가) 인공지능과의 소통(2018)

- 공공·민간 부문의 기술 및 산업역량과 AI활용능력 확대, AI에 의해 초래된 사회 경제적 변화 대비, 윤리적 및 법적 체계 마련
- EU의 기술 및 산업역량향상과 경제 전반에 걸쳐 AI 도입 확대

- AI기반연구 강화, AI 연구 인프라 개선, AI 응용 개발
- AI-온디맨드 플랫폼을 가능하게 하여 전 국민의 AI 활용을 장려함
- 사회 및 경제변화 대비
 - 디지털 기술능력 및 기계가 대체하지 못하는 능력(창의력, 사고력) 고취함
 - 일자리 직종의 감소 및 변화에 적응
 - AI 전문가 교육
- 윤리 및 법적체계 마련
 - 개인정보보호 및 데이터 AI 시스템의 작동원리 기술을 통한 AI에 대한 신뢰 강화

(2) 영국

- 영국은 2013년 건설산업과 정부의 중장기 비전으로 Construction 2025를 발표하였으며, People, Growth, Smart. Leadership, Sustainable로 구성된 5개의 비전을 제시하였다. BIM을 Smart 비전의 달성 전략으로 선정하였으며, 2016년까지 BIM Level 2, 2025년까지 BIM Level 3 수준으로 도달하기 위한 실천계획을 수립함
- 2007년 설립된 기술전략위원회(TSB, Technology Strategy Board)는 2012년 스마트시티 프로젝트의 일환으로 Glasgow 지역에 총 2,400만 파운드를 지원하여 교통, 범죄, 에너지, 환경 등의 문제를 해결하도록 추진함
- 영국 에너지 기후변화부(Department of Energy and Climate Change)는 2013년 8월에 스마트 미터 프로젝트를 위한 입찰목록을 발표함. 해당 프로그램은 2015년부터 2020년까지 전국 3,000만 가구에 대한 원격검침 프로젝트로 데이터 서비스 제공 사업자 (Data Service Provider, DSP)와 커뮤니케이션 서비스 제공 사업자(Communications Services Provider, CSP) 등이 해당 프로젝트에 참여할 계획임
- The British Standards Institution은 2013년 BIM 가이드라인으로 BSI PAS 1192-2을 발표함
- 영국정부는 2011년 5월 공공부문 자산 비용을 2016년까지 20% 감축을 목표로 4단계의 BIM기반 건설 전략을 발표함
- 영국정부는 2016년까지 공공부문과 민간부문에 걸쳐 모든 프로젝트 데이터를 전자적으로 공유하여 완전히 협력하는 BIM Level 2단계 적용을 추진하였음
- 시공, 순서, 비용 및 생애주기 관리정보를 포함한 단일 협업 온라인 프로젝트 모델이 예측되는 BIM Level 3단계를 2025년까지 달성하기 위해 2020년 중

반부터 적용될 예정임

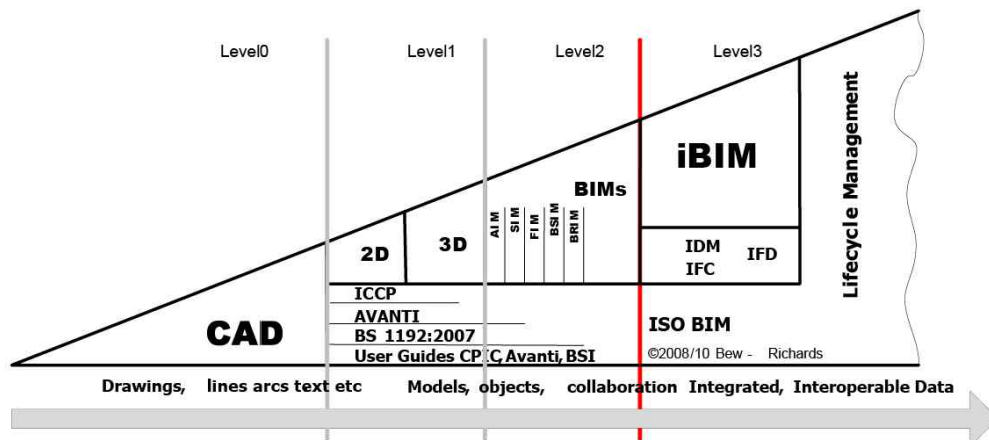


그림 19. BIM maturity levels

(가) AI Sector Deal(2018)

- AI의 활용을 통한 인류의 효율성 및 생산성 향상을 목적으로 함
- AI 등 관련 기술을 통한 5개 분야(아이디어, 인력, 인프라 구축, 기업환경, 지역)별 장기전략 및 투자방안을 제시함



그림 20. AI Sector Deal의 기초 생산성

(나) 미래사업전략(2017)

- 4차 산업혁명에 대응한 미래 산업 전략을 담은 백서를 공개하여 경제 생산성 향상을 위한 정책방향 제시

- 미래 사업을 위한 4대 도전과제 중 하나로 ‘AI & Data-Driven Economy ‘를 선정하여 데이터 중심의 새로운 혁신기술을 지원하고, 각 산업계에 인공지능 위원회를 구성하여 산업 전반에서 인공지능 기술을 활용할 수 있도록 지원할 예정임

(다) HMG BIM Strategy(2011)

- 영국 경제에 있어 건설산업의 중요성을 강조하며, 건설비용 감소를 실현하기 위한 시행전략으로 BIM 도입 계획을 수립함
- HMG BIM Strategy를 지원하기 위해 BSI(British Standards Institution) 위원회인 BS/555에서 개발한 BIM 로드맵 전략을 구축함
- 2016년부터 공공발주 사업에 BIM 활용을 의무화함
- 영국의 BIM 성숙도 모형은 크게 Level 0 부터 Level 3까지 4단계로 구분되어 있으며, Level 0은 2D도면을 활용하는 단계, Level 1은 2D와 3D환경 하에 협업프로세스가 이뤄지는 단계, Level 2는 BIM기반의 협업과 라이브러리 관리를 통한 생산성이 향상되는 단계, Level 3은 BIM이 완전 통합되고 표준화되어 원활한 상호운용성을 지원하는 단계임
- BIM 로드맵 전략에 따라 2016년 까지 BIM 성숙도를 2단계까지 향상시킬 계획을 추진 중임

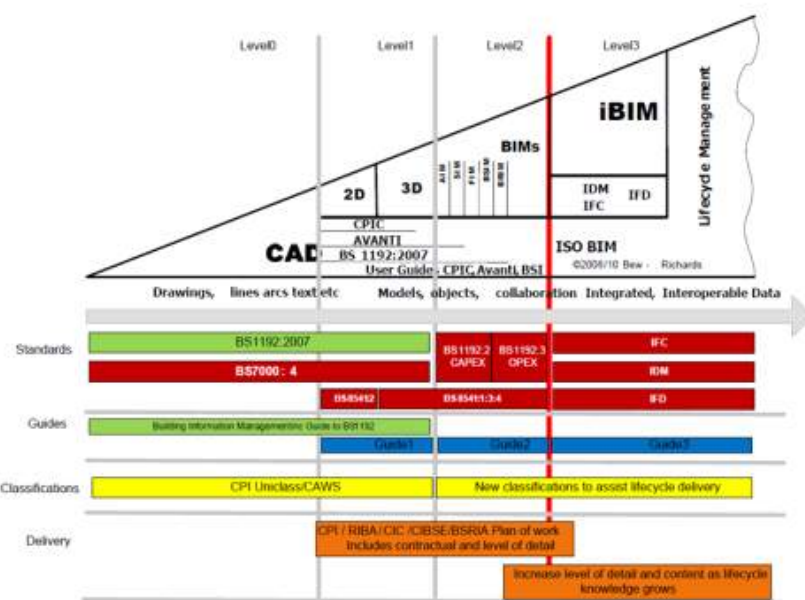


그림 21. HMG BIM 전략

구분	단계	내용
Level 0	관리되지 않은 2D CAD	종이로 된 서류 (또는 전자 서류)
Level 1	관리된 CAD, BS 1192:2007을 사용한 2D	표준 데이터 구조와 포맷과 같은 공통 데이터

	또는 3D 포맷	환경을 제공하는 협업 도구 ▪ 독립된 자금과 통합되지 않은 비용 관리 일괄에 의해 관리된 상업 데이터
Level 2	관리된 3D 환경	▪ BIM도구와 첨부된 데이터 ▪ ERP에 의해 관리된 상업 데이터 ▪ 적절한 인터페이스 또는 맞춤 미들웨어에 기반을 둔 통합은 iBIM으로 여겨짐 ▪ 4D 프로그램 데이터와 5D 비용 요소를 활용하여 접근
Level 3	완전히 개방된 과정과 IFC와 IFD에 의한 데이터 통합	▪ 협업 모델 서버에 의해 관리 ▪ iBIM 또는 잠재적으로 엔지니어링 과정과 동시에 사용할 수 있는 통합 BIM으로 여겨짐

(3) 핀란드

- 핀란드 재정부(the Finnish Ministry of Finance) 산하 공공발주기관인 Senate Properties는 2010년 10월부터 핀란드 정부 산하 시설물, 공공 부동산 분야에 개방형BIM 표준 납품을 의무화함
- 건축설계분야에서는 이를 필수 적용하도록 하였으며, 구조 및 기계설비분야는 적용을 권장하고 있음
- 이를 위해 설계 및 시공 프로세스에서 의사결정을 향상시키기 위해 BIM을 이용한 요구 및 유통 정보에 대한 모델링 지침 제공을 주요 목적으로 정부 산하 공공 회사인 Senate Properties에서 2007년 9권의 가이드라인인 BIM Requirements published by Senate Properties를 개발함
- 2012년 3월 이를 보완 및 확장하여 14권으로 구성된 Common BIM Requirements (COBIM) 2012를 개발함

(가) AI 시대의 노동(2018)

- 생산성과 삶의 질 향상을 위한 28개 정책 제안
 - 경제 및 고용시장에 미치는 AI의 영향
 - 인력과 고용시장의 변화
 - 교육 및 기술향상을 위한 시스템 개선
 - 윤리
- 기업가, 실업자 교육 및 평생교육을 장려하고 인력의 강점에 따라 자유로운 업무 및 직장이동이 가능한 시스템 구축

(나) 핀란드의 AI 시대(2017)

- 핀란드가 AI 글로벌 시장에서 진전할 수 있는 가능성 있는 분야 선정 및 정부에서 취해야할 전략 발표
- AI의 글로벌 리더가 되기 위한 핀란드 정부의 8대 전략 제시
 - AI를 통한 기업 경쟁력 강화
 - 전 영역에서의 데이터 활용
 - AI 적용 가속화
 - AI 전문가 확보
 - 연구개발 집중
 - 공공영역 서비스 개선
 - 협력모델 개발
 - AI 시대의 선구자

(4) 노르웨이

- 2010년부터 정부정책에 대한 실행 전략으로 ByggNett 전략(디지털 건축 분야의 미래를 위한 전략)을 실행함
- Statsbygg(노르웨이 건설청)는 2010년 부동산 포트폴리오(government's real estate portfolio)에 BIM 적용을 의무화함
- 노르웨이 정부는 Norwegian eGovernment Program(2012년)에서 건축인허가 프로세스의 간소화 및 효율화를 위한 Digital e-submissions 계획을 명시하였으며, 이를 위한 ICT기반 디지털 도구의 활용을 장려함
- 2015년에 2016년부터 모든 국가 공공 건설 프로젝트에 IFC기반의 BIM 적용을 의무화 계획을 공포함
- Statsbygg는 2008년 Statsbygg BIM Manual v1.0을 발표하였으며, 2013년까지 2차례에 걸쳐 개정본을 발표함

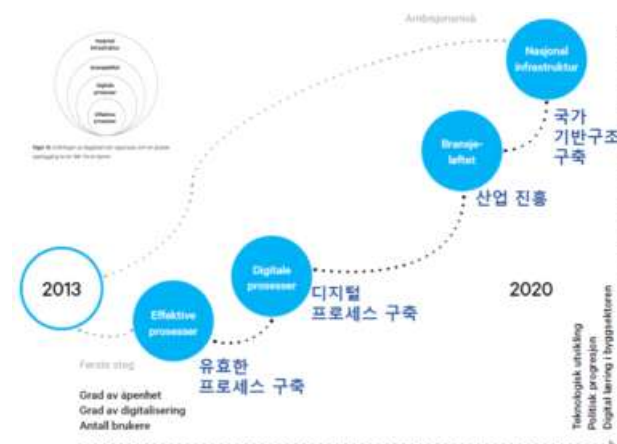


그림 22. 노르웨이 BIM 매뉴얼

(5) 덴마크

- 덴마크는 최근 수년 동안 북유럽 국가들 가운데서 인공지능과 디지털 기술 분야에서 선두를 달리고 있음
- 덴마크 건설청(DEACA, Danish Enterprise and Construction Authority)는 정보통신기술 기반의 디지털 건설(Digital Construction)을 건설산업을 위한 국가적 이니셔티브로 설정함
- 본 이니셔티브에 따라 2007년부터 공공건설 프로젝트 입찰시 ICT 기술 적용에 대한 요구 사항을 명시할 의무화함
 - 70만 유로 이상의 정부 및 지방자치단체 프로젝트, 정부의 지원을 받은 270만 유로 이상의 프로젝트가 적용 대상이며, 2013년부터 아래의 7가지 BIM 의무사항이 적용됨
 - ICT Coordination
 - Managing digital building objects
 - Digital communication and project web
 - The use of digital building models
 - Digital QTO and bid/tender
 - Digital delivery of building documentation
 - Digital inspection
- 2008년 bips BIM Manual F102가 BIM 가이드라인으로 발표되었으며, 2012년 한차례 개정됨

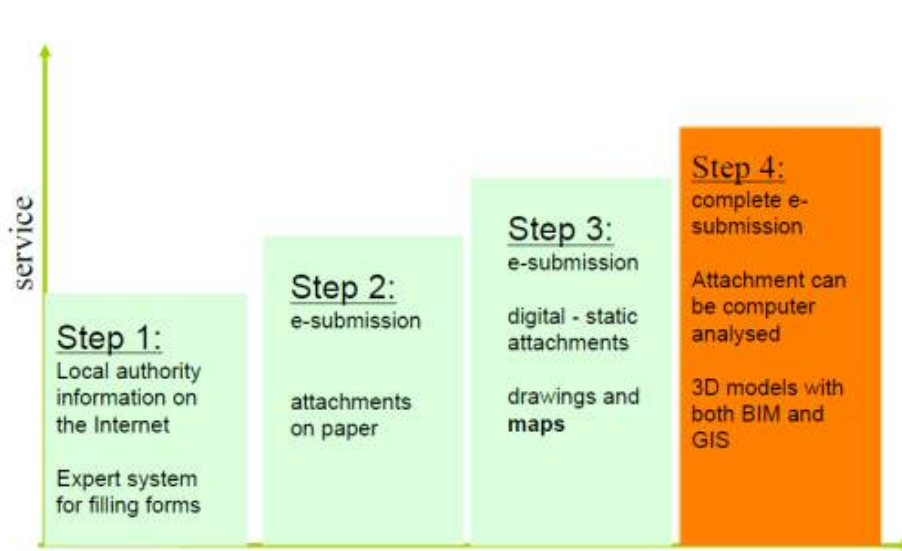


그림 23. 덴마크 BIM 매뉴얼

(6) 스페인

- 2015년 7월 스페인 정부는 국가 BIM 전략을 공포하였으며, BIM 적용 활성화를 위한 운영 위원회(the Comisión para la implantación de la metodología BIM)를 설립함
- 2018년 3월까지 공공발주의 BIM의 적용을 권고하며, 12월부터는 의무화로 전환을 발표함
- 또한 2019년 7월까지 토목분야 공공발주에도 BIM 적용을 의무화 할 예정임

(7) 프랑스

- 프랑스 정부의 2015년부터 2017년까지의 이니셔티브로 Digital transition scheme for building industry 계획이 수립되었으며, 이를 위한 운영위원회가 설립됨
- 2017년 모든 건설산업 참여자의 활발한 BIM 사용을 위한 전략 및 정책을 수립을 발표함
- BIM 표준 수립을 위한 XP P07-150 기준의 실증 및 적용을 진행하고 있음
- 프랑스 산업 장관은 “2010 핵심 기술 83건”을 발표하였으며 5~10년을 내다볼 때 경쟁력과 잠재성을 가진 기술을 2006년에 소개함. 이 중에는 가상현실(Virtual Reality), 증강 현실(Augmented Reality), 3D 현실, 모델링, 시뮬레이션, 계산, 인간-기계 인터페이스 등이 포함됨

(8) 독일

- 건설산업의 디지털화를 촉진시키기 위해 BIM 의무화 정책 대신 파일럿 프로젝트를 통한 효과에 대한 입증을 바탕으로 BIM 적용을 활성화 하고자 함
- 국가적 플랫폼인 Planning and Building 4.0GmbH 회사를 설립하여 BIM 도입을 활성화를 위한 국가적 이니셔티브(BIM 교육, 파일럿 프로젝트 진행, 정책 수립, 연구 등) 수립 및 이행을 지원함
- 독일 기술협회(VDI)의 토목 및 건축분과에서 2014년 VDI Handbook BIM을 개발함
- 독일정부의 건축계획 부처(BBR)산하의 연구기관에서 BIM 가이드라인인 BIM-Guide for Germany(2013년)를 발표함

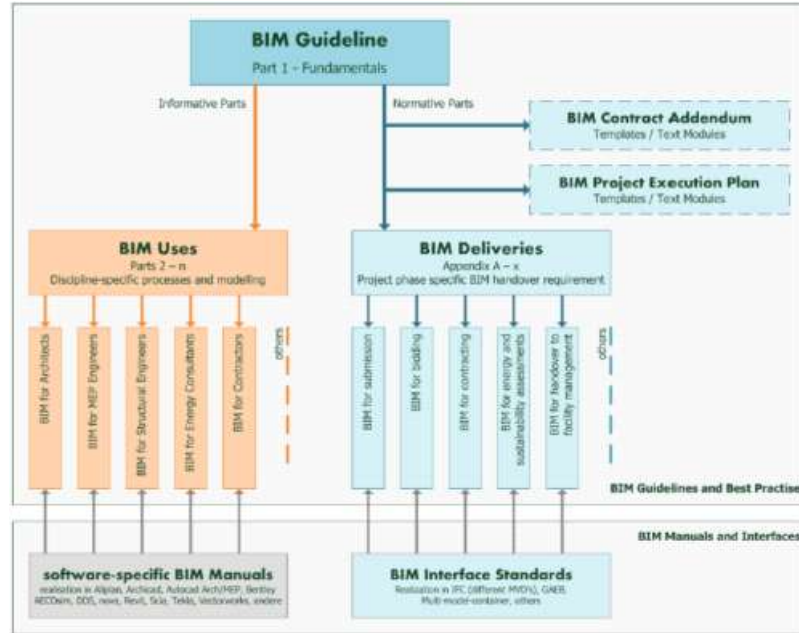


그림 24. 독일 BIM 가이드라인

(9) 네덜란드

- 암스테르담의 경우 2004년 “I amsterdam” 라는 브랜드를 설정하고 스마트 시티 사업을 지속적으로 추진해옴. 생활(living), 근로(working), 교통, 공공시설, 데이터 개방이라는 5가지 테마를 중심으로 총 3개 지역에서 무료 WiFi, 스마트 가로등, 연료전지, 헬스 스마트그리드, 스마트 주차, 교통 트래픽 관리, 스마트홈 등 40개 이상의 개별 프로젝트를 진행 중임

다. 아시아 정책동향

(1) 싱가포르

- 국가 주요 이슈 중 의료·교통·금융분야를 대상으로 AI 기술 및 혁신으로 해결할 수 있는 과제 선정
- 정부, 업계, 학계 및 대중과의 소통을 통한 체계 구축
- 자문위원회 구성을 통한 AI 및 데이터의 윤리지침마련과 AI 윤리거버넌스 발표(2018년)
- 국가 문제 해결을 위해 민간이 제안한 100개의 프로젝트로 AI Ecosystem과 협력하여 AI 및 머신러닝의 활용을 확대함
- 사회·경제 주요문제를 해결하기 위해, 공공·민간 AI 솔루션 적용을 확대하

고 디지털 윤리를 강조함

- 당면 이슈 중 AI 기술로 해결할 수 있는 3대 핵심분야(의료, 교통, 금융)를 선정하고, 관련 산업분야 프로젝트 지원 전략 수립

(가) AI 싱가포르(2017)

- AI R&D 투자, 사회·경제 주요 문제해결, 전 산업 AI 적용 활성화를 목표로 함
- 인공지능 기능을 발전시켜 미래의 디지털 경제, 사회·경제적 성장과 혁신을 위한 이니셔티브로 국립연구재단(NRF)에서 주도함
- 과학적 혁신을 위한 역량 투자
 - 기반연구 수행
 - AI 혁신의 다양한 접근방식 연구 및 AI 인재 육성
- 사회 및 산업에 영향을 미치는 주요 과제 해결
 - 그랜드 챌린지 과제 선정
 - 공익을 위한 AI 윤리 및 정부 정책 공식화
- AI 및 머신러닝의 활용 확대
 - 사회문제해결과 AI툴 및 자원공유를 위한 AI 100개 과제 수행
 - AI Ecosystem 간의 협력 강조



그림 25. AI Singapore의 비전

(나) Smart Nation vision - Virtual Singapore Project(2014)

- 싱가포르에서는 2014부터 Smart Nation 정책 비전을 제시하여 사회 전분야에 걸친 디지털 혁신기술 개발을 진행하고 있으며, Digital Economy, Digital Government, Digital Society 개발을 위한 세부 프로젝트를 진행하고 있음
- Smart Nation 프로젝트 중 하나인 Virtual Singapore Project는 싱가포르 국가 연구재단(National Research Fund) 와 싱가포르 국토청(SLA), 정부기술청(GovTech) 3개 기관의 협동으로 진행되는 프로젝트로, 3D 도시 모델 및 도시

정보데이터 플랫폼 개발을 진행함

- 해당 프로젝트는 도시 전체에 디지털 트윈개념을 적용한 프로젝트로서 이해관계자들 간의 협력 및 의사결정과 도시계획을 위한 데이터를 제공하여 관련 업무의 효율성 제고에 기여함

(다) BCA의 로드맵(2011)

- 싱가포르 건설청인 BCA(Building and Construction Authority)는 2011년 생산성 향상과 통합수준의 강화를 위한 건축 생산성 로드맵(Construction Productivity Roadmap)을 발표함



그림 26. BCA의 로드맵

- 본 로드맵의 기술적 추진수단으로 BIM 도입을 선정하였으며, 2015년까지 건설 산업의 80%에 BIM을 활용하는 것을 목표로 하는 국가적 차원의 1단계 BIM 전략 로드맵을 수립함. 또한 2016년부터 2020년까지의 2단계 BIM 전략 로드맵을 공표할 예정이며, 1단계보다 광범위한 건축물 생애주기에 대한 5개년 전략을 수립함
- BIM 전략 로드맵 이행을 지원하기 위해 2010년 건설IT센터(CCIT, Centre for Construction IT)를 설립함
- 개방형BIM기반의 디지털 건축인허가 프로세스인 CORENET e-Submission을 운영하고 있으며, 이를 통해 설계도면 자동 검토를 수행함

- 연면적 20,000㎡ 이상을 건축물을 대상으로 2013년 7월부터 건축 인허가시 BIM 온라인 제출(CORENET e-Submission)을 의무화함
- 연면적 20,000㎡ 이상을 대상으로 2014년 7월부터 엔지니어링 BIM 온라인 제출을 의무화함
- 건축과 엔지니어링 BIM 온라인 제출은 연면적 5,000㎡ 이상에 대해 2015년 7월부터 적용을 의무화함
- 2012년 BIM 가이드라인으로 Singapore BIM Guide v1.0을 발표하였으며 2013년 v2.0을 발표함

(2) 홍콩

- 2009년 홍콩 건설청에서 개방적이고 중립적인 BIM기반 실무 표준 수립을 위해 BIM Standards Manual for Development and Construction Division of Hong Kong Housing Authority를 발표함
- 홍콩 Construction Industry Council(CIC)에 의해 2014년 BIM 로드맵인 Roadmap for BIM Strategic Implementation in Hong Kong's Construction Industry를 발표함
- BIM의 성공적 수행을 위해서는 BIM 데이터 모델과 BIM 작업 프로세스의 두 가지 영역이 중요하다고 판단하였으며, BIM의 가치, 효과, 주요 이슈와 우려 등의 관점에서 다음과 같은 요소들을 제시함
 - 협업 : 협업 증진을 위한 조정기관 수립, 프로젝트차원에서의 협업 향상, 프로젝트 팀에 BIM Manager 지정함
 - 인센티브와 입증된 효과 : 공공과 민간 발주처에서 앞장서도록 지원, 입증된 효과 수집, 중소기업에 대한 지원임
 - 표준과 공통의 실무 : 조달 표준과 공통의 실무체계 구축함
 - 법과 보험 : 입찰업무와 계약 조항 검토, 지적재산권(IP)과 데이터 소유권 검토함
 - 정보 공유와 전달 : 건축, 엔지니어링과 시공 정보의 공동 생산을 지원하기 위한 관리 체계 수립함
 - 홍보와 교육 : 관련 기관의 지원과 홍보 활동 지원, BIM 능력 향상 촉진(교육)함
 - 디지털 능력과 업체지원 : 충분한 디지털 능력과 업체의 지원 확인(BIM 도

구)

- 리스크 평가 : BIM수행을 위한 전략적 리스크관리 채용함(BIM기술을 이용한 문제해결)
- 국제 경쟁력 : 높은 생산성과 새로운 기술을 통해 홍콩 AEC기술의 경쟁력 향상시킴
- 홍콩의 ‘Adoption of Building Information Modeling for Capital Worker Projects’에서 3천만 달러 이상 규모의 프로젝트에 BIM 사용의 의무화를 발표함
- 홍콩정부는 건설 산업의 전반적인 생산성 향상을 목적으로 BIM 기술의 적용 범위를 자본사업단계까지의 확장에 전념하는 중임

(3) 호주

- 호주 정부기관인 Department of Infrastructure and regional Development에서 2014년에 발간한 건설산업 생산성향상을 위한 정부 보고서를 발간하였으며, 본 보고서에서 공공발주에서의 BIM에 대한 적극적인 활용을 권고함
- 이 권고는 2016년까지 모든 공공발주의 BIM 적용 의무화를 시행하는 영국정부의 정책을 따랐었음
- 호주의 경우 공공발주에 대한 BIM 의무화가 시행되고 있지 않으나, 이미 건설 산업에서 활발히 BIM이 적용되고 있음
- 2012년 호주 국회에 발의된 BIM 로드맵인 BIM-MEP AUS Rodamap이 발표됨
- NATSPEC(국가 비영리 조직)에서 2011년 BIM 가이드라인인 NATSPEC National BIM Guide을 발표함
- 국가 연구기관인 CRC(Cooperative Research Centre) for Construction Innovation에서 2011년 BIM 가이드라인인 National Guidelines for Digital Modeling을 발표함
- 또한 Construction 2020(2004년)을 발간하며, 건설산업 전반의 생산성 향상을 위한 국가차원에서의 연구 및 기술개발, 기술자원 활용의 효율성 극대화에 대한 로드맵을 수립함
- 미래 건설 비전의 요소들은 현재 진행 중인 BIM의 도입 개념과 발전 방향과 상당부분 동일한 의미를 갖고 있으며, 특히 건설분야의 ICT, 가상환경 기술, 공장제작 기술 및 건설 프로세스 개선 등은 매우 밀접한 관련을 갖고 있음

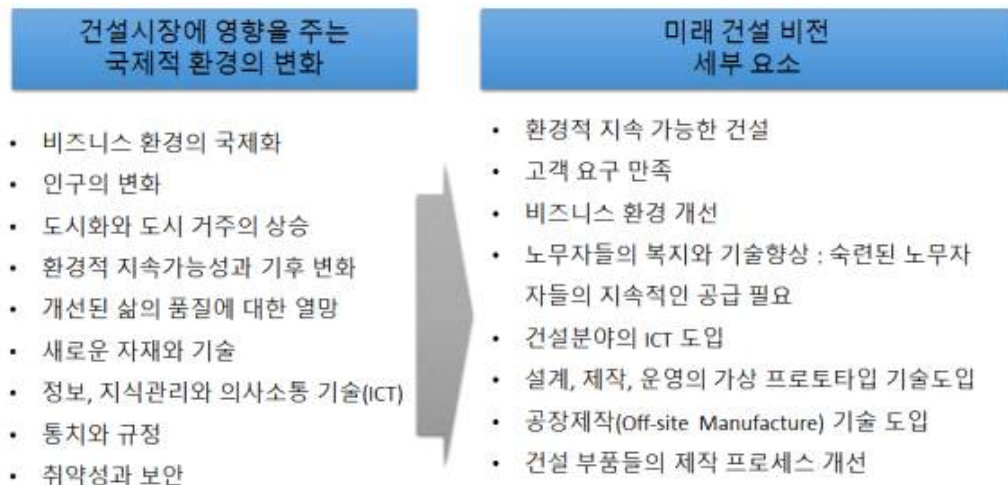


그림 27. 미래 건설 비전

(4) 중국

- 정부주도 기술혁신, 시장창출
 - 2020년까지 AI분야에서 독보적인 상품을 만들어 글로벌 선도국가가 되겠다는 내용의 차세대 AI 산업발전 3개년 행동계획(2017) 발표
 - 의료, 교통, 농업, 금융, 물류, 교육, 문화, 여행 등 영역별 애플리케이션을 집중적으로 개발하며 구체적인 달성 수치까지 정부가 제시
- 전세계 최초 빅데이터 거래소인 ‘귀양 빅데이터거래소’와 지방정부급의 ‘상해 데이터 거래센터’가 설립·운영 중
- AI기술과 데이터 안전을 위한 기술 표준, 안전성 테스트 평가 플랫폼 구축
- 2003년 2월 발족한 IMT-2020(5G) Promotion Group을 구심점으로 5G R&D를 추진하고 있으며 대외적으로 정부 차원에서 차세대 이동통신 및 단말 분야의 경쟁력 확보를 위해 대만, 일본 등과 협력 확대
- 중국의 실리콘밸리라 불리는 중관춘에 5년간 2조 3000억을 투입해 400여개 AI 기업 입주할 단지 조성 계획을 발표함
- AI를 국가 전략산업으로 인식, 정부 주도의 대규모 투자·인력양성을 추진하는 한편, 선도기업을 지정하고 특화플랫폼을 육성함
- 2030년까지 AI 핵심산업 1조 위안, 연관산업 10조 위안 규모의 시장육성을 목표로 국가 AI 기술혁신에 집중함
- AI 융합을 강조, ‘20년까지 AI 주거용 제품·응용범위를 확대하고, AI 전반의 핵심기술향상을 도모, 글로벌 시장 선점에 주력함

(가) 차세대 AI 발전계획(2017)

- 기본원칙, 3단계 전략목표, 6대 중점임무 등을 핵심적으로 제시함
- 2020년(1단계)까지 AI 핵심 산업 규모는 1,500억 위안 이상, 연관 산업규모는 1조 위안 이상으로 확대하고, AI 발전환경의 최적화, 중점 분야에서의 전면적 활용 확대, 고속련 인재 모집, 일부 분야의 AI 윤리 규범 및 법규 구축 등을 추진함
- 또한 2025년(2단계)까지는 AI 핵심 산업 규모는 4,000억 위안 이상, 연관 산업 규모는 5조 위안 이상으로 확대하며, 일부 기술 및 응용 분야에서 세계적 수준에 도달하여 중국 산업발전 및 경제전환의 핵심 동력으로 활용할 계획
- 2030년(3단계)에는 AI 핵심 산업 규모는 1조 위안 이상, 연관 산업규모는 10조 위안 이상으로 확대하고, 뇌과학 기반 지능, 자율지능, 하이브리드 지능과 군집지능 등 주요 분야에서 국제적으로 중요한 영향력을 확보하는 것을 주요 목표로 설정함

1단계 전략 (~2020)	• 2020년까지 선진국에 맞설 수 있는 AI 기술-응용 개발 • AI 핵심 산업 1,500억 위안 이상 및 연관 산업 1조 위안 규모로 육성 계획
2단계 전략 (~2025)	• 2025년까지 AI 기초이론의 획기적인 돌파구를 마련하여 세계를 선도하는 AI 기술과 어플리케이션 개발 • AI 핵심 산업 4,000억 위안, 연관 산업 5조 위안 규모로 육성하는 등 긍정적 진전 계획 수립
3단계 전략 (~2030)	• 2030년까지 AI의 이론, 기술, 응용 측면에서 세계를 선도하는 국가로 부상한다는 계획 • AI 핵심 산업 1조 위안, 연관 산업 10조 위안 이상 규모로 육성하여 세계 AI 혁신의 중심국가로 선도

그림 28. 차세대 AI 발전계획

(나) 인터넷 플러스(2016)

- 2018년까지 인터넷과 경제/사회 각 분야의 융합발전을 통해 인터넷을 기반으로 한 신성장 동력을 창출하고 인터넷 경제와 실물 경제의 융합 발전 체제를 구축함
- 인터넷을 통한 제조업, 농업, 에너지, 환경보호, 산업보호, 산업분야의 업그레이드와 노동생산성 제고 등 경제발전, 사회발전, 기초인프라, 환경조성 등의 분야에서 ‘인터넷 산업 생태계’를 완비하는 것을 추진함

(5) 일본

- u-Japan(2004년), i-Japan 2015년 전략(2009년), Active Japan ICT전략(2012년) 등을 통해 사물인터넷 관련 정책 추진함
- 센서네트워크 기반의 M2M 기술 및 서비스 등 다양한 ICT 발전전략을 통해 2000년대 초반부터 꾸준히 추진 중임

- 일본은 2009년에 센서네트워크 기반의 M2M 기술과 서비스를 개발하는 계획이 ‘i-Japan 2015전략’에 포함되었고, 자원에너지청에서는 2010년 4월에 5,000가구를 대상으로 하는 스마트그리드 실증시험 사업에 약 1,380억원을 투자함, 또한 2011년에는 사물, 기기 등의 생활 밀착형 기술개발을 위해 3조 8,559억원을 지원함.
- 국내외 최고 AI 연구자 결집을 위해 연구거점을 마련(혁신지능통합연구센터, ‘16년)하고, 개방형 AI R&D 플랫폼을 구축함
- 저성장·고령화 극복을 위한 국가 경제·사회 혁신의 수단으로 AI 기술경쟁력 확보의 중요성을 강조하며 AI 기술혁신을 가속화함
- 특히, 국내외 최고 AI 연구자 결집을 위해 연구거점을 마련하고, 개방형 AI R&D 플랫폼을 구축함

(가) 신산업 구조비전(2017)

- AI 미래상 조망과 더불어 4차 산업혁명 대비 7대전략 제시
 - 데이터의 이용 및 활용을 촉진하기 위한 환경 정비
 - 인재육성 및 확보, 고용 시스템의 유연성 향상
 - 이노베이션 및 기술개발의 가속화(Society 5.0)
 - 파인낸스 기능의 강화
 - 산업구조 및 취업구조 전환의 원활화
 - 4차 산업혁명의 중소기업, 지역 경제로의 파급
 - 4차 산업혁명을 위한 경제사회 시스템의 고도화
- 전략적 추진 분야로서 건강증진, 차세대 Mobility, 스마트 생산·보안·물류·소매·농업, 스마트 생활 등을 지정

(나) AI 산업화 로드맵(2016)

- AI 산업화 로드맵에서는 일본과 세계가 직면한 문제를 일본이 가진 강점과 AI 기술의 결합을 통해 대응할 때 경쟁력 확보가 가능함을 제시
- 일본의 AI 기술 수준에 따라 3단계 로드맵을 제시하고, 사회 모든 영역이 복합적으로 연결·융합되는 AI 에코시스템 구축을 최종 목표로 설정



그림 29. AI 산업화 로드맵

(다) 일본재흥전략(2016)

- 일본 경제의 부진 탈피와 4차 산업혁명이라는 외부 도전에 대응하기 위해 미래 투자를 통한 생산성 혁명을 주요 전략으로 함
- 특히 범부처 차원에서 ICT 활용의 극대화 전략 및 AI 중심의 대규모 국가 프로젝트가 필요함을 제시
- AI 국가 프로젝트를 추진·관리하기 위해 범부처 컨트롤타워인 ‘인공지능기술전략회의’를 설치하고 AI의 기술적 특징과 일본이 보유한 강점을 고려한 차세대 AI R&D 추진
- 또한 차세대 AI R&D 결과와 성과를 산업·사회 시스템에 적용하기 위해 거점 정비 사업(슈퍼컴퓨터 확보 및 test-bed 설치 등)을 당면과제로 제시

(라) 제5기 과학기술기본계획(2015)

- 일본의 지속성장과 글로벌 사회 선도, 그리고 4차 산업혁명에 대응하는 것을 목표로 함
- 특히 도전적인 ICT R&D를 통해 새로운 가치와 서비스가 연속적으로 창출되는 일본의 미래상을 ‘초스마트사회(Society 5.0)’로 제시함
- 초스마트사회는 제조업뿐만 아닌 전 사회에서의 변화를 전제한다는 측면에서 독일 등 서구의 인더스트리4.0과 차별화
- AI를 통한 생산성 향상과 사회문제 해결은 일본재흥전략이 목표로 하는 생산성 향상을 통한 미래사회 구축 전략과 동일하다는 것이 특징

(마) 로봇 신전략(2015)

- 일본을 세계 로봇 이노베이션 거점으로 하는 로봇 창출력의 근본적 강화
- 중소기업, 농업, 간병·의료, 인프라 등 세계 최고의 로봇 활용 사회를 목표로 로봇이 일상을 실현할 수 있는 로봇 활용·보급
- 사물인터넷 시대에 빅 데이터, IT와의 융합, 네트워크, 인공지능을 구사하는 로봇으로 세계를 주도하는 로봇혁명 전개·발전

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 인공지능 및 ICT기술 활용 분야

- 건설 분야 내 ICT 활용으로 설계단계 내에서 빅데이터 기술을 활용한 대안생성에 관한 연구와 생성된 설계안의 실감형미디어 (VR/AR)기술을 활용한 시각화 시뮬레이션 등 다양한 기술이 건축분야에 적용되고 있음
- 국내 대형건설사 뿐만 아니라 국내의 많은 스타트업에서 인공지능 및 ICT기술을 활용하여 다양한 서비스 제공을 통해 경쟁력 강화를 추구하고 있음. 대표적인 사례는 아래의 표와 같음

표 1. 국내 스타트업의 인공지능 및 ICT 융합 기술 개발 활용 사례

기업명	유관기술	인공지능 및 ICT 융합 기술 개발 활용 사례
스페이스워크	빅데이터	· 인공지능과 빅데이터 기술을 활용한 부동산 사업 전문가 시스템 플랫폼 구축 · 빅데이터를 기반으로 한 대상 필지에 최적화된 매스스터디 및 건축물 수익 시나리오 제공 · 주변 토지매매사례 데이터베이스 내 선택된 필지와 용도 및 지역, 위치상 유사한 사례 데이터를 통해 예상 거래가 추정 기술 제공
텐일레븐	인공지능	· 인공지능 기반 자동 건축설계 솔루션 ‘Build IT’ 개발하여 주거공간 위주의 계획설계 지원 · 공동주택의 용적률, 일조량, 조망권을 고려하여 건물자동배치 및 사업타당성 분석을 진행 · 유전 알고리즘을 활용한 건물자동배치 시스템을 통해 기존 설계 전문가가 5일에 걸쳐 하던 작업을 30분만에 수행할 수 있는 시스템 개발
어반베이스	인공지능	· 2D 도면을 서버에 업로드하면 인공지능 알고리즘을 통해 3D모델링을 자동으로 생성하고 해당 모델의 VR시각화 자료 제공 · 전국 아파트 도면의 70%를 사용하여 2D 도면을 3D 모델로 변환하는 학습 진행 · AR/VR을 활용한 홈 디자인 기술 제공
큐픽스	VR/AR	· 3차원 가상투어 웹 어플리케이션을 통해 현장의 모습을 온라인

		에서 확인할 수 있는 서비스 제공 · 360도 카메라로 촬영한 이미지를 클라우드 서버에 업로드하면 자동으로 공간의 3차원 좌표(X,Y,Z)를 계산하여 3D 형상모델을 제작 · 완공된 실내공간의 사진과, 시공현장 사진 모두 3D모델로 생성이 가능하며 현장 이미지를 통해 생성된 모델과 설계 모델을 비교하여 시공현장 검토가 가능
GSIL	IoT	· 건설안전에 IoT 기술을 접목시켜 근로자 위치파악, 취약개소 관리, 위험성 평가, 장비점검 등을 관리할 수 있는 스마트 안전관리 시스템(Smart Safety System) 구축 · 안전관리 실태를 실시간 모니터링 할 수 있어 사고예방과 재해 시 응급복구에 효율적으로 대응 가능 · 통신에 취약한 터널을 타겟으로 기술개발을 시작하여 2015년 시스템 도입 · 2017년 스마트 안전관리 시스템을 통해 벤처기업 최초로 국토교통부 NET 건설신기술 획득(건설신기술 인증 제 828호 지정), 국토교통부 장관상, 대한민국 건설문화대상 표창 등을 받으며 기술의 우수성을 인정
밍스피엠	빅데이터	· ‘스마트 프로젝트 관리 시스템’의 구축을 목표로 유지관리 등에 필요한 관련 빅데이터 수집 및 활용을 위한 기술 개발 수행 중 · 건설 현장 정보 수집을 위해 드론 촬영 영상과 지리정보, 설계도, 지하매설물 정보 등 다양한 데이터를 연계하여 시각화 하는 ‘스마트 건설관리 시스템’ 서비스 중 · 영상과 통합된 정보를 활용하여 현장 상황 파악 및 시공 계획 수립 가능

- AEC-FM 분야중에서 특히 엔지니어링, 시공분야의 경우 현장의 데이터가 정량적인 데이터가 많음
- 이러한 정량적인 데이터와 4차산업혁명 관련기술인 인공지능 기술의 접목을 통해 주로 설계초기단계에서 사업성 검토 방안을 효율화 하거나 설계된 데이터의 3D 모델링을 자동화 할 수 있는 방법을 개선하는 연구가 많이 시도됨
- FM분야에서는 특히 IoT, 센서, 영상 등을 통한 수집데이터의 활용이 필요함
- 따라서 건축설계분야의 경우 정성적인 기존의 데이터의 정량화를 통해 기존의 프로세스를 개선하는 것은 신규 영역 창출 가능성이 높임

나. 건축/건설 분야의 응용기술 활용 분야

- 건설기술진흥기본계획(2018 ~ 2022) 에서 “Smart Construction 2025” 를 비전으로 ‘BIM AI를 적용한 건설자동화 기술개발’ 을 주요 추진과제로 제시함
- 정부의 2018년 10월 ‘신산업 일자리 창출 민간 투자프로젝트 지원방안’ 에서 사물인터넷 기반의 스마트홈 등의 연구개발과 생산시설 고도화 투자, 인공지능·스마트홈 연계 신제품 개발 등 2022년까지 8조2000억원의 투자를 통해 일자리 1만1000개 창출을 목표로 제시함
- 그러나 건설산업의 태생적 특성인 분절된 생산구조, 다양한 니즈의 사업 참여자, 낮은 수익성, 불안정한 노동력 등의 문제가 있음
- 이러한 문제를 해결하고자, 국내에서는 2016년부터 정부의 주도하에 건설정보모델링(Building Information Modeling, BIM)인 BIM도입이 의무화 되어 건설과정을 유기적으로 통합하고 관리할 수 있는 플랫폼으로서의 기능을 수행함
- 따라서 건설프로세스 제고와 최적화를 위해 다양한 첨단 기술들이 현장에서 적용되는 업무 환경으로 변화를 시도하고 있음
- 최근에는 4차 산업혁명에 대응하는 설계최적화 기술, 건설자동화 기술 개발을 통해 건설산업에서의 노동생산성을 40%까지 향상된 목표를 제시함

표 2. 국내 4차 산업혁명 핵심기술 활용도(한국고용정보원, 2017)>

핵심기술	인공지능	클라우드	빅데이터	사물인터넷	자동화 로봇	가상(증강) 현실	3D 프린터	드론
23개 직종 평균(%)	16.6	20.7	14.1	11.9	5.0	2.2	2.6	1.3
건설 관련직(%)	11.4	18.2	4.5	9.1	2.3	2.3	2.3	4.5

- 한국고용정보원에 의하면, 국내 4차 산업혁명 핵심 기술 활용도는 클라우드 20.7%, 인공지능 16.6%, 빅데이터 14.1%의 순으로 인공지능은 두 번째로 높은 기술 활용도로 나타남
- 그 중 건설분야에서의 4차 산업 기술 활용도를 살펴본 바, 클라우드 18.2%, 인공지능 11.4%, 사물인터넷 9.1%로 빅데이터 기술은 4.5%로 낮은 활용도로 분석됨
- 따라서 건설분야에서는 방대한 빅데이터를 수집, 활용, 연계 하여 인공지능과 접목 할 수 있는 방안이 필요함
- 최근 건설공사가 대형화, 복잡화되면서 대기업 등에서는 4차산업 기술 활용에

많은 관심을 갖고 있음

표 3. 국내 주요 10대 대형 건설사의 4차산업 핵심기술 대응 방안 및 적용 사례

건설사	4차산업 핵심기술 대응 방안 및 적용 사례
삼성물산	· CES에서 2020년까지 삼성전자의 모든 스마트 기기에 인공지능 기술을 적용해 AI 대중화를 선도하겠다는 계획을 발표 · 최첨단 홈IoT 서비스 시행을 추진 중이며, ‘스마트싱스 허브(SmartThings Hub)’ , 보안·에너지·헬스(에어 케어) 분야에서 차별화된 솔루션을 준비하는 등 홈IoT 사업 확대에 매진 ex) 레미안 IoT홈 · 엔지니어링센터 산하에 스마트건설과 BIM 대응 관련 TF를 운용 중
현대건설	· 제조업 기반의 복합공종 모듈기술, 건설자동화를 이끌 로봇틱스, ICT 융복합기술을 활용한 스마트한 현장관리에 적극 투자할 계획 · 특히, 빅데이터 기반의 의사결정 체계 구축과 전사적 입찰 및 수행 리스크 저감에 투자할 계획 · 주로, BIM 기반의 가상건설 시스템 확보와 IoT 기반의 스마트한 현장관리, 토공시공 및 설계도면 기반의 비숙련 운전자를 지원할 건설기계 및 장비 자동화 연구 지속할 예정
대우건설	· DSC(대우 스마트건설)란 플랫폼 기반 아래 IoT 기반의 현장 안전·공정 관리를 추진 중 · AI와 빅데이터는 프로젝트 입찰 및 수행과정의 리스크 저감을 위해 플랫폼사업본부를 중심으로 시스템 개발 진행 중 · 프리패브(Prefab) 분야에서는 조립식 교량과 중고층 아파트 모듈러 기술 개발 진행 중
대림산업	· 건축CM팀과 기술개발원(스마트에코팀)을 활용한 4차 산업혁명 기술 선점 전략을 모색 중 · 국내외 공법 및 장비업계의 기술정보도 수집해 네트워크화한 플랫폼을 구축해 융복합 흐름에 대응할 방침 · 특히 토목 분야에서 해외 파일럿 현장을 통해 테스트를 통해 4차산업 관련 핵심기술의 적용성을 검토하고 필요한 조직 구성의 대안을 모색 중
포스코건설	· 기존의 주요 기술들을 빅데이터와 AI에 연계시켜 철강·건설 경쟁력을 높이고 신사업을 창출하는 것이 목표 · ‘버추얼 건설(Virtual Construction)’ 플랫폼을 확보해 안전사고 위험을 획기적으로 줄이고 범정부 차원에서 육성 중인 스마트시티 시장을 선도할 포스코형 시티를 구축할 계획 · 무선 IoT 홈네트워크 구축과 AI 음성인식 기술 기반의 주거상품 최적화 자동제어시스템을 구축할 계획 · 건설현장 활용도가 높아진 드론 쪽에서는 이를 건설기계 스마트화 영상인식 등을 포괄한 시공 및 업무 자동화를 구현할 방침

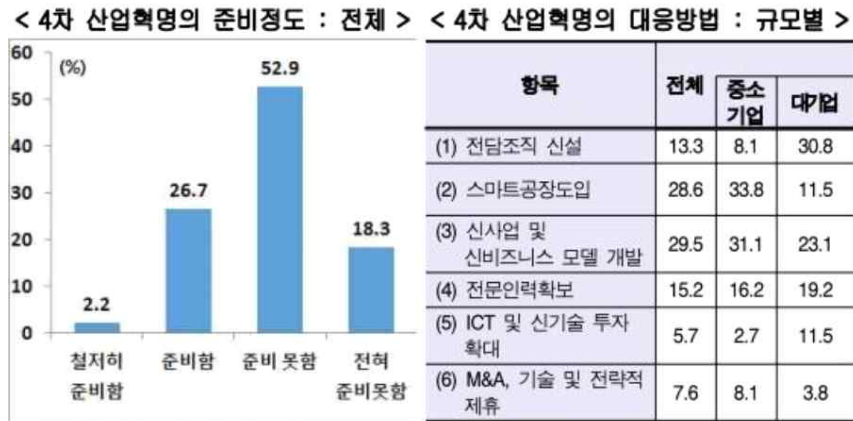
GS건설	· 스마트건설 업무를 체계적으로 수행할 건축SC팀을 올해 신설 · 프로젝트 전 과정에서 BIM, 3D레이저 스캔, VR, 드론 등과 같은 첨단기술 및 기법과 첨단장비, 소프트웨어를 활용해 공사 수행과정의 리스크를 줄이고 생산성을 향상시킨다는 방안 · 설계·해석·공정관리가 가능한 IEP(Integrated Engineering Platform)란 자체 플랫폼으로 다각적 실험을 진행 중
롯데건설	· 롯데건설은 롯데캐슬 아파트에서 발생하는 생활패턴 관련 데이터를 축적하고, 이를 토대로 인공지능(AI)이 딥 러닝(심층학습)해 입주자 맞춤형 서비스를 제공해 생활 편의성을 제공 · 디지털 전환이 가능한 관리 시스템 RPMS(Realtime Pc Management System)를 개발 · RPMS는 프리캐스트 콘크리트 공법의 설계 단계부터 제작, 시공에 이르는 과정을 설계사, 제작업체, 건설현장이 하나의 플랫폼으로 정보와 업무를 공유하는 시스템
SK건설	· SK이노베이션은 ICT를 융합한 스마트 플랜트를 통해 4차 산업혁명에 대비 · 울산컴플렉스(C LX)에 인공지능을 활용한 머신러닝·빅데이터 분석·사물인터넷(IoT) 등 최첨단 정보통신 기술을 접목한 스마트 플랜트를 구축 중

- 그러나 국내 주요 10대 대형 건설사의 4차산업 핵심기술 대응 방안과 적용사례를 통해 현재는 다방면으로 건설산업에 적용하기 위해 단편적으로 활용하는 수준으로, 개발이 완료된 사례는 미흡함
- 현대경제연구원의 조사자료(2017)에 의하면, 국내 기업의 4차 산업혁명에 대한 대응 수준은 7.1점으로 글로벌 기업의 10점 기준에 비해 크게 미달되는 것으로 집계됨
- 국내 기업이 생각하는 정부의 대응 수준도 선진국을 10점으로 했을 때 6.3점 수준에 불과한 것으로 나타남



그림 30. 산업별 기업과 정부의 대응수준(현대경제연구원, 2017)

- 따라서 응답 기업의 약 70%가 ‘4차 산업혁명’에 대응하지 못하고 있으며, 대응하는 기업은 ‘신사업 및 신비즈니스 모델’을 주로 개발하고 있는 것으로 나타남



자료 : 현대경제연구원 설문조사.

주 : 대응방법은 준비 정도가 ‘철저히준비함’, ‘준비함’인 기업들의 응답임.

그림 31. 4차 산업 혁명의 준비 정도와 대응방법(현대경제연구원, 2017)

- 중소기업은 ‘스마트공장 도입’ (33.8%), ‘신산업 및 신비즈니스 모델 개발’ (31.1%) 순으로 4차 산업혁명을 준비함
- 대기업은 ‘전담조직 신설’ (30.8%), ‘산업 및 신비즈니스 모델 개발’ (23.1%), ‘전문인력확보’ (19.2%) 순으로 대응하고 있는 것으로 나타남
- 현재 민간과 공공의 협업방안으로 민간은 다양한 참여주체(설계 시공 장비 ICT 등) 별로 특화된 요소기술 및 장비기술을 개발하고, 공공은 플랫폼 구축, 디지털 정보의 공유 분석, 공공사업 적용기술 등을 개발하여 서로 협업함
- 따라서 글로벌한 건설시장 진출을 위해 분야별로 인공지능의 기술기준 분석, 인프라 환경 구축을 위한 로드맵 제시가 필요함

다. 건축물 설계평가 분야

- 국내의 건축행정시스템은 2000년대 초반 건축 인허가행정시스템(AIS)로부터 출발함
- 2008년 인터넷 기반 건축행정시스템인 세움터 도입
- 2009년 세움터 고도화 계획에 따라 자동화 건축 행정시스템 u-세움터로 고도화됨
- 건축 인허가 업무는 민원인(건축설계사)과 공무원 관점에서 설계된 건축물의 적법성 여부를 검토하기 위함임

- 적법성검토시스템은 적법성 검토를 위한 법규 규칙 모델, 도면기반 검토를 위한 적법성 도면 표준 등의 기능으로 구성되어 있으며, 세움터 시스템에 Add-on되어 인허가 신청, 처리 시 활용됨



그림 32. 지능형 건축행정 적법성 검토 시스템 로드맵(국토해양부)

- 사용자(민원인) 관점에서 사전 적법성 검토서비스 이용시 적법성 검토를 위해 기본개요, 동별 및 층별 개요 등의 정보를 입력하여야 하며, 첨부된 2D 설계도면의 조회, 거리측정 면적 계산 등과 같은 업무를 지원함
- 국토교통과학기술진흥원의 주최로 진행되고 있는 도시건축 연구사업의 일환으로, 개방형 BIM기반의 인허가 행정을 위한 차세대 세움터, 건축제법규 자동화 검토 시스템, 에너지 성능 평가 시스템 등의 연구 개발이 진행 중임
- 따라서, 설계평가뿐만 아니라 행정 프로세스에 직접 활용 될 수 있도록 하는 환경 조성과 관련된 인프라 까지 연구를 진행 하고 있음

라. 인공지능 플랫폼 개발 분야

- 국내 범용 인공지능 플랫폼은 음성지능 분야를 중심으로 시장이 형성됨

표 4. 국내 AI 플랫폼 사례(인공지능 플랫폼 동향과 정책적 시사점, 정보통신기술진흥센터, 2017)

분야	업체	제품명(플랫폼명)	비고
스마트폰 가상비서	삼성	빅스비	휴대폰 제조사
	LG	구글 어시스턴트	
스마트홈	SKT	누구	통신사
	KT	기가지니	
챗봇	네이버	쇼핑톡톡(아미카)	포털
	SK 플레닛	바로	
	카카오톡	카카오톡 플러스 친구	

- 2016년 10월 삼성이 인공지능 플랫폼 기업 비브랩스를 인수한 뒤 ‘빅스비’를 갤럭시 S8에 탑재, 통신사도 누구, 기가지니와 같은 자체 서비스 플랫폼을 제공함
- 언어지능 분야에서는 네이버, SK 플레닛, 카카오톡 등 주요 포털들이 쇼핑 및 고객상담 서비스를 중심으로 제공됨
- 특히, 국내 범용 플랫폼의 대부분이 스마트폰의 음성비서나 챗봇을 통한 쇼핑 상담에 치우쳐져 있음
- 국내 전문 인공지능 플랫폼은 중소기업의 기술제공을 중심으로 의료, 법률 및 금융분야에서 다양한 기업 기관에서 서비스를 제공하고 있음
- 의료 분야에서는 스타트업 루닛이 AI영상기술을 기반으로 엑스레이 사진에서 폐질환과 유방암을 진단하는 솔루션을 개발 중이며, 길병원과 부산대는 해외 IBM플랫폼인 ‘왓슨’을 도입해 암 진단에 활용 중임
- 법률 분야에서는 플랫폼 기업 헬프미가 ‘지급명령 헬프미’를 통해 지급명령신청, 변호사 매칭, 등기대행 등을 서비스가 주로 실시되고 있음
- 금융 분야에서는 디셈버앳컴퍼니와 신한은행과 함께 인공지능 자산관리 어플인 ‘앳플리오’를 개발하였음
- 국내 전문 플랫폼은 단순 업무 보조나 데이터의 수집 및 분석이 용이한 분야를 중심으로 적용 하고 있으며, 주로 개발보다는 해외 플랫폼의 사용을 선호하는 추세임

2. 국외 시장현황

가. 인공지능 및 ICT기술 활용 분야

- AI분야 민간 투자와 스타트업(창업)은 주로 미국, 중국, EU 중심으로 진행되며, 상대적으로 규모는 작지만 이스라엘, 캐나다, 일본, 인도 등에서도 활발함

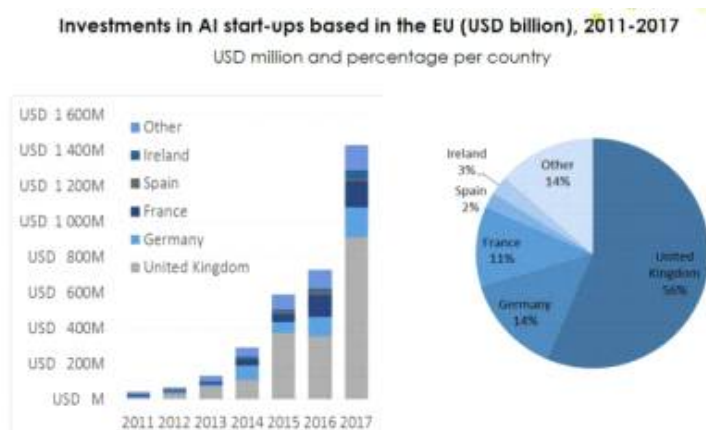


그림 33. 유럽국가의 AI분야 창업 및 스타트업 투자 비교
(OECD estimates based on Crunchbased, 2018.08)

- 세계의 건설 시장 인공지능 시장은 2018년 4억 720만 달러에서 2023년까지 18억 3,100만 달러에 이를 것으로 예측되며, 2018-2023년간 35.1%의 연평균 복합 성장률(CAGR)을 나타낼 전망이다
- 많은 스타트업이 등장하고 마이크로소프트, 구글, IBM, 페이스북 등 거대 기업들은 인공지능 관련 연구개발에만 150억 달러가 넘는 돈을 투입함
- 최근 해외에서는 설계, 디자인, 부동산 등 건설분야와 인공지능, 빅데이터 등 ICT 기술을 융합하여 새로운 형태의 비즈니스, 서비스를 제공하는 스타트업이 등장하고 있음. 대표적인 사례는 아래의 표와 같음

표 5. 해외 주요 스타트업의 인공지능 및 ICT 융합 기술과 서비스 제공 사례

기업명	인공지능 및 ICT 융합 기술과 서비스 제공 사례
Wework	• 위워크 (Wework)는 전세계 주요 도시에 공유 사무실 임대 서비스업을 주력으로 사용자 중심 서비스, 데이터 기반 전략 등을 통해 급성장한 대표적인 유니콘 기업임 • 새로운 임대 공간 선정 과정에서 해당 나라, 도시, 지역 등 종합적인 GIS 정보 및 빅데이터를 활용하여 최적 입지를 계산하는 전략을 채택함 • 빅데이터 및 기계학습을 공간설계에 적용하여 디자인 프로세스 개선 및 고품질 디자인 결과물 확보하고 있음

	· 기존 공간 사례들로부터 회의실 등 공간의 이용률 등을 파악, 분석하고 이를 학습할 수 있는 인공지능망 모델을 구축함 · 공간 활용도, 수요 예측모델을 공간 프로그래밍 과정에서 적극적으로 활용하고 있음
Planner 5D	· 플래너 5D (Planner 5D)는 실내디자인 설계안 제안부터 제품 구매 등 통합적으로 제공하는 리투아니아 스타트업으로 인공지능, VR/AR 등을 활용한 실내디자인 지원 서비스를 제공함 · 4천만개 이상의 실제 프로젝트에서의 일반적인 가구, 조명 등 실내 디자인 요소의 배치 등 학습한 모델을 활용하여 디자인 솔루션 제안 및 시각화 기능을 제공할 수 있음
Moodfit design	· 무드핏(Moodfit)은 실내디자인 고객과 디자이너를 매칭 시켜주는 중개 플랫폼을 서비스하는 레바논 스타트업으로 고객의 취향과 디자이너 매칭에 인공지능 기술을 도입함 · 컴퓨터비전 기술 및 알고리즘을 활용하여 고객의 ‘스타일’ 을 계산하고, 몇 가지 퀴즈형식의 질의응답을 통해 관련있는 디자이너를 짝지어 줌
Lexset.ai	· 렉스셋 (Lexset.ai)은 집을 분석하고 사용자의 취향을 반영한 맞춤형 디자인 제안 서비스를 하는 뉴욕의 스타트업 기업임 · 컴퓨터비전 기술과 스마트 기기를 활용하여 실시간 가구 정보 제공 및 AR기반 가상 설계안 등의 기술개발에 주력하고 있음 · 대형 가구 브랜드의 제품 데이터베이스, 3D CAD 데이터베이스 등 수집하고 이를 학습한 모델을 활용하여 가구 배치 추천 및 시각화 시스템 개발을 진행 중에 있음

- 해외 주요 스타트업에서는 공간에 맞춤형 디자인을 제안 하는 시스템 개발을 주로 시도함
- 또한, 디자인과 취향, 스타일과 같은 정성적인 부분에 대한 정량화를 통한 데이터화와 인공지능, 기계학습을 통해 새로운 형태의 지식 서비스를 제공하기 위한 시도가 등장하고 있음
- 국외에서는 유지관리 과정에서 수집할 수 있는 데이터의 활용이 궁극적으로 인간중심 설계, 고품질, 고부가가치 설계에 큰 영향력을 미치는 것으로 판단 됨
- 따라서, 설계관련 정량적 데이터 뿐만 아니라 정성적 측면에 대한 정량화 및 데이터 축적이 중요함

나. 건축/건설 분야의 응용기술 활용 분야

- 최근 해외 주요 건축설계사, 건설사 등이 설계 및 건설분야에서의 혁신을 위하여 인공지능, 빅데이터, IoT 등 첨단 ICT 기술을 활용 하고자 함
- 아래 표는 Building Design Online (BDOnline) 잡지사가 매년 선정하는 국제 상위 건축설계사 랭킹 100위 (WA100)의 상위 7개 설계사의 4차산업 핵심기술 대응 방안 및 적용 사례에 대한 내용임

표 6. BDonline의 WA100 2019년 기준 상위 7개 건축설계사의 4차산업 핵심기술 대응 방안 및 적용 사례

기업명	해외 주요 건축설계사의 4차산업 핵심기술 대응 방안 및 적용 사례
Gensler (미국)	• 세계 1위 디자인, 건축설계 기업인 겐슬러는 Digital Experience Design 프로젝트 팀을 창설하고, 디자인 프로세스에 실감형 미디어 (VR/AR/MR)를 실제 프로젝트에 적용중 • BIM과 IoT기반의 디지털 트윈모델을 활용하여 설계 이후 공간 사용을 실시간으로 모니터링하고, 획득한 데이터를 기반으로 공간 리모델링을 신속하고 효과적으로 프로젝트를 진행함(Gensler New york 본사)
Nikken Sekkei (일본)	• Nikken Sekkei의 Research institute는 도시의 에너지 절약을 위하여, BIM, GIS 데이터 기반으로 하는 AI를 활용하여 에너지 사용률을 예측하고 최적화 시스템을 구축하는 프로젝트를 진행 중 • 2020년까지 2000년 대비 온실가스 배출을 20% 감축을 목표로 함
AECOM (미국)	• 건축 프로젝트 관리 효율화, 자동화를 위한 “Capture” 라고 하는 AI 기반의 웹 및 모바일 플랫폼 개발 중 • 프로젝트 전체 과정에서 건설 진행 상황을 이해하고 분석하는 인공지능 기술임 • 건설 현장을 이해하는 인공지능 모델을 통해 수집된 데이터를 활용하여 건설 프로젝트를 관리하는 접근방법으로서, 개념적 프레임워크를 개발완료 함 • 베타테스트를 위한 어플리케이션 및 서비스를 준비중임
Perkins+Will (미국)	• 사내 Design Process Lab.은 2018년 design space construction (DSC)라는 건축 설계 협업 지원 플랫폼을 개발하고 오픈 소스화 하였음 • 해당 플랫폼은 설계참여자들의 목표 설정, 다양한 대안 생성, 다학제적 분석 및 의사결정 최적화를 지원하는 것을 핵심 목적임 • 워싱턴 대학 등과 프로젝트 진행을 미래지향적 설계환경에 대한 실증 및 교육을 진행함 • 오픈소스화된 협업 플랫폼을 통해 다양한 설계관련 데이터 및 지식을 축적하여 향후 인공지능 및 기계학습에 적용하여 보다 디자인 프로세스 보다 지능화하고 효율화 할 수 있게 개발 할 예정임 • 인공지능, 기계학습, IoT, 빅데이터 등 ICT 기술에 대한 연구를 수행하는 Insight group 팀을 조직하여 디자인, 설계분야에 대한 적용 방안을 지속적으로 모색 중

Sweco (스웨덴)	· 핀란드 환경부의 KIRA-digi 프로젝트 (공공 서비스 디지털화 프로젝트)와 자체 정보 모델 기반 건설 프로젝트를 진행하고 있음 · 이를 통해 건설 현장에 디지털 정보를 제공하는 것을 목표로 하고 있음 · SwecoVDC (인공지능 기반 프리캐스트 벽체 디자인 추천 시스템), 건물, 컴포넌트 유형 추론 엔진 등 건물정보모델링 데이터를 인공지능 및 기계 학습에 활용하고 그 결과를 디자인에 적용할 수 있는 방안을 모색 중
IBI Group (캐나다)	· 실내디자인, 건축 엔지니어링, 교통, 도시 등 종합 기술 회사 인 IBI Group은 공간 지능기반의 ICT 융합 솔루션 등을 모색 중 · Data analytics 팀을 구성하여 IoT, 기계학습 등을 활용해 교통 공학, 대중교통 계획, 여행자 정보 서비스, 데이터 시각화 등 스마트 도시 및 지능형 교통 체계 구축 등을 시도 중

- 해외 선도 건축설계사들 각자가 보유한 설계 데이터를 활용할 방안을 모색하거나, 설계 데이터를 수집하는 것을 우선시 함
- 도면, BIM 모델 등과 같은 정량적이고 정적인 데이터뿐만 아니라, 공간 사용률과 같은 거주후평가 (POE) 데이터나 설계 프로세스 플랫폼에서 얻을 수 있는 설계관련 데이터 정성적이고 동적인 데이터의 수집의 중요성이 강조됨
- 따라서 이러한 설계관련 데이터를 가진 기업과 국가가 관련 기술 개발을 선도하고 시장에서 우위를 차지 할 것으로 보이며, 이에 따라 설계 데이터의 수집에 대한 연구 개발이 시급함
- 또한 데이터 수집 외에 이를 효과적으로 분석하고 활용할 수 있는 데이터 분석, 통계 관련 연구 분야와 건설 산업 분야와의 연계를 통한 융합적 연구가 중요함
- 이를 위해 해외 건축설계에서는 정성적 데이터에 대한 정량적 접근과 분석방법에 대한 필요성을 인식 하고, 실증적 연구를 시도 하는 단계임

다. 건축물 설계평가 분야

- 세계 각국에서는 BIM 정보가 가지는 다양한 정보를 기반으로 인허가 업무를 진행하기 위해 지침과 계획을 세우고 시도 중이며, 정리된 내용은 아래 표와 같음

표 7. AI 기반 BIM 및 건축 S/W 소개

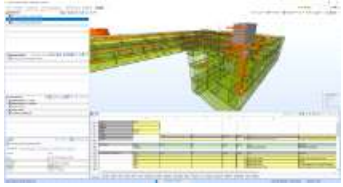
국가명	내용	시스템
미국	· 뉴욕 및 시카고 등 대도시를 중심으로 자체적인 건축행정시스템의 개발을 선도적으로 진행하고 있음	

	· 미연방 정부의 일반 조달국인 GSA(General Service Administration)는 2003년 정부차원의 3D-4D-BIM에 대한 계획을 발표함 · 다양한 프로젝트를 통해 BIM을 활용하고 있으며, GSA BIM Guide Series를 발행하여 각 업무별/분야별 지침을 제공함 · 미연방 정부의 에너지 관리 기관인 U.S. Department of Energy는 ResCheck(Residential Compliance)와 ComCheck(Commercial Compliance)를 개발함	 <REScheck-web기반 건축물 에너지 검토>
호주	· 호주 산업연구기관인 CSIRO(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)은 1991년 호주의 건축법규의 준수여부를 검토할 수 있는 BCAider를 발표함 · 2006년 CSIRO는 BCAider를 잇는 DesignCheck를 발표함. · DesignCheck는 호주의 장애인 법규에 대한 준수 여부를 검토하기 위해 개발됨 · 토지계획 부서인 NT(National Territory Government Australia)를 통해 BA0(Building Approvals Online)서비스를 제공함	 <호주 BA0의 인허가 신청 및 처리 화면>
싱가포르	· 싱가포르 건설청인 BCA(Building Construction Authority)는 2010년 BIM 로드맵을 제시하였으며, 시스템 개발 중임 · BIM기반의 인허가 업무를 위한 CORENET 서비스를 제공함 · CORENET은 전자 민원 시스템(e-submission), 설계품질 검토(e-plancheck), 건축 및 건설 전반의 정보 관리 및 제공 시스템(e-info)과 같은 3가지의 기능을 제공함	 <CORENET e-Submission System 화면>
핀란드	· Lupapiste라는 시스템을 구축하여 온라인 건축 행정처리 시스템을 지원함 · 건축법규의 적합성 여부에 대한 자동 검토 시스템을 개발하는 중임 · 103여개 도시에 대한 Lupapiste 시스템 도입을 위해 힘쓰고 있으며, 현재 10,000여명, 약 50개 업체가 등록함	 <핀란드 - Lupapiste 사용자 인터페이스>

- 유럽연합의 경우, Energy performance building directives (EPBD)가 2021년도부터 모든 신축건물이 “nearly zero-energy building” 이 되도록 규제화하도록 함
- 이 규제를 맞추기 위해서는 모든 건축설계과정에 디자인안의 환경성능분석, 특히 에너지성능 분석의 긴밀한 연계가 요구되며, 향후 유럽 설계시장에서 건축환경 성능 평가를 설계과정에 통합적으로 연계시키는 기술 및 서비스의 역할이 커질 것이라 전망됨
- 싱가포르의 BCA(Building and Construction Authority)는 건설 환경 분야의 생산성 향상과 외국인 노동자에 대한 의존도를 감소시키기 위해 모든 건물 프로젝트에 적용되는 Buildability/BDAS/ConSASS 에 대한 평가 결과 제출의 의무화를 선언함
- 2011년, BCA는 건설 기간 중 생산성 향상을 위한 보다 노동 효율적인 기술 및 방법을 채택하는 건설업자를 위한 건설 가능성 요구사항을 도입함
- BCA는 건설 환경 부문의 생산성 향상을 가속화하기 위해 특히, 외국인 근로자 공급의 공격적 감소를 고려하여 2013년 Buildable Design Score 및 Constructability Score에 대한 최소 기준을 높임
- BCA, URA, PUB와 같은 정부기관의 주도하에 BIM기반 설계 평가를 위한 여러 프로젝트들이 발주된 상태이며, BCA의 경우 iGrant 프로젝트 - SBimAssess와 같은 건축제법규 자동 검토 시스템의 상용화를 앞두고 있음
- BIM기술의 적극 도입을 위해 싱가포르 정부는 SIA(Singapore Institute of Architects)와의 협의를 통해 기술 이용에 드는 비용의 90%를 지원하는 등 여러 노력을 기울이고 있는 중임
- Buildable Design Score와 Constructability Score는 단순한 절차와 정량화된 점수 체계를 가지고 있으나 모두 인력 투입 절감을 위한 생산성 측면에만 초점이 맞춰짐
- 홍콩의 BAM(Building Assessment Model)은 6가지 설계 구성요소를 고려하여 건축설계의 시공성 평가의 정량화를 이루어냈으며, 이를 BIM 기반의 자동평가를 위한 움직임을 보이고 있음
- Buildability Evaluation System(BES)은 프로젝트 설계를 합리화 하고 자산유지관리를 용이하게 하는 채점 방식의 평가임. 공공 생산성 향상을 위해 건설 생산성 및 프로젝트 원가 관리 향상에 중점을 둠
- 현재 국외의 경우 BIM정보를 기반으로 인허가 업무를 진행하고자 하는 움직임을 보이고 있으나, 아직까지는 법규 검토와 같은 사람의 손으로 이루어지는 작업에 대한 자동화 기술은 미흡한 시점임

- 아래 표는 국외의 설계 지원 소프트웨어에 대한 설계안 제작, 평가, 협업 등과 같은 기술을 중심으로 정리한 내용임

표 8. 설계 지원 소프트웨어 사례

소프트웨어	내용	시스템
Solibri Model Checker (핀란드)	- 개방형 BIM기반의 설계평가 소프트웨어로써, BIM 실시설계, 법규 검토, BIM 정보의 유효성 검토 등의 기능 제공 - IFC포맷을 기반으로 타 BIM 소프트웨어 간의 호환성 확보 - 룰셋 생성, 룰셋 수정 등을 통해 각 상황에 맞는 설계 평가 진행	 <Solibri Model Checker 사용화면>
Trimble (미국)	- BIM 정보를 기반으로 구조 설계 가능 - 구조 설계에 대한 구조 평가 기술 제공 - Tekla 소프트웨어는 150~200개 기업의 협업을 통해 IFC 포맷과의 호환과 개방형 환경 구축을 시도 - Tekla Open API를 통해 Tekla 소프트웨어와 사용자 지정 애플리케이션과의 연동 가능	 <Tekla Structure의 철근 보 모델링>
Autodesk (미국)	- CAD, Revit, Naviswork 등 건설 프로세스에 이용되는 소프트웨어의 A360과 같은 통합 환경을 제공 - Autodesk 내의 소프트웨어 간의 상호 호환을 통해 보다 광범위하고 정확한 설계 업무를 지원 - Naviswork, Revit 소프트웨어에서는 부재간 충돌검토 기능을 제공 - 각 소프트웨어의 API를 제공하여 사용자 지정 애플리케이션의 개발 진행	 <Autodesk사 제품군>
Thunderhead (미국)	2D, 3D 설계안을 통한 건축물 내의 피난 동선을 평가(Pathfinder), 화재발생 시뮬레이션(PyroSim), 지반검토(PetraSim) 기술 제공 - 각 상황에 따른 변수값(피난 인원, 화재 발생원, 온도 등)을 지정하여 사실적이고 상세한 설계 평가 가능	 <Thunderhead사 제품군>

UPCodes (미국)	- Revit 소프트웨어의 Add-on으로써, 미국 내 지역의 법규를 선정하여 그에 대한 평가 기능을 제공 - NPL(자연어처리)기술을 이용하여 26개 주에 대한 법규를 실시간으로 업데이트 하여 실시간 법규 검토 가능	 <UPCodes 사용자 인터페이스>
-----------------	--	--

- 국외의 경우 설계평가 기술의 적용 범위가 법규 혹은 안전성과 같은 매우 한정적인 범위에 적용되고 있음
- 이는 설계 단계에서의 RFP, 지침, 시방서 등과 같은 현장의 정보에 대한 반영이 어려움
- 2D CAD, BIM 정보를 적극 활용하여 설계평가의 적용 범위의 확장을 위해서는 법규, RFP, 지침, 시방서 등과 같은 데이터의 수집이 중요시 될 것임
- Autodesk와 American Institute of Architects (AIA)가 공동으로 실시한 ‘Green Index Survey’를 통해서 건축물 환경성능을 향상시키기 위해서 녹색지붕, 재생에너지의 사용과 설계단계에서의 성능분석 소프트웨어 사용이 증가한 것으로 나타남
- 특히, 실무에서의 지속가능한 디자인 실행현황 조사를 목적으로 한 ‘Green Index Survey’는 고객의 42%가 친환경 설계의 적용을 요구하였으며, 47%가 실제적 적용을 실행함
- USGBC 보고서에 따르면, 미국에서 개발한 LEED green building rating system은 미국 뿐 아니라 세계 전역에서 폭넓게 사용되고 있고, 2017년까지 총 6,657 건물의 158백만 제곱미터 면적의 실내공간의 친환경설계를 평가하는 데 적용됨
- 따라서 현재 인증시스템은 건축환경 시뮬레이션 모델을 이용하여 이 부분을 평가하는 것을 요구하고 있으며, 향후 친환경 건축설계를 요구하는 시장수요는 지속적으로 증가됨
- 이는 건축설계 과정에서 건축안 성능 분석을 지속적으로 평가하는 서비스 수요가 늘 것으로 판단됨

라. 인공지능 플랫폼 개발 분야

- 세계적인 인공지능 플랫폼 시장에서 국가별, 기업별로 관심을 가지고 주력하는 분야는 서로 다름

- 다양한 분야의 인공지능 플랫폼은 기능에 따라 음성지능, 언어지능, 시각지능, 공간지능, 감성지능 등으로 나뉘며, 서비스의 적용 범위로는 일반 소비자 대상의 범용 플랫폼과 특정 산업영역에 특화된 전문 플랫폼으로 구분됨
- 범용 인공지능 플랫폼 시장은 음성비서, 챗봇을 중심으로 한 음성 및 언어지능을, 전문 인공지능 플랫폼 시장은 의료영상기기와 같은 시각과 공간지능을 중심으로 개발함
- 음성 및 언어지능 분야에서는 2010년 애플의 시리를 시작을 스마트폰 음성인식 분야가 활성화. 구글의 구글 어시스턴트, 아마존의 알렉사, 마이크로소프트의 코타나 등 다양한 기업들이 경쟁하고 있음
- 각 기업들은 플랫폼의 점유율을 높이기 위해 소프트웨어개발키트(SDK)를 배포함
- 언어지능 기반 플랫폼으로는 페이스북의 메신저봇, 구글의 알로, Kik의 봇샵 등이 있으며, 자사의 API를 개방하여 생태계를 구축함
- 대표적으로 페이스북 메신저봇 기반의 무료변호사 ‘두넛페이’는 주차위반 취소절차 부터 난민신청서 작성까지 다양한 분야의 법률 서비스를 지원하고 있음
- 전문 플랫폼 분야에서는 IBM이 독보적인 입지를 가지고 있음
- 2011년 상용화를 시작한 IBM의 왓슨은 다양한 기업들과의 제휴를 통해 점유율을 확장, 이미 국내에도 도입이 시작됨

표 9. 해외 주요 기업 AI 플랫폼
(인공지능 플랫폼 경쟁이 시작되고 있다, LG경제연구원, 2016)

업체	현재 플랫폼 운영 현황	플랫폼 발전 방향
구글	• 2016년 머신러닝 플랫폼 발표 • 음성/이미지 인식, 번역 서비스 제공	• 대부분의 분야에 활용 가능한 지능형 서비스 플랫폼 • (방대한 데이터 및 고도화된 인공지능 기술 기반)
페이스북	• 대화형 인공지능 플랫폼 서비스 • 사용자와 대화를 통한 연동 서비스 • (쇼핑, 여행 등)	• 정교한 개인성향 분석을 통한 맞춤형 서비스 플랫폼
아마존	• 대화형 플랫폼 알렉사 제공 • 클라우드 기반 머신러닝 플랫폼 운영 • 정보 분석 서비스 제공 (제휴 업체에 소비자 선호도 및 제품판매 현황 분석 제공)	• 생활 맞춤형 서비스 플랫폼 • (쇼핑, 홈, 미디어 콘텐츠 중심)

IBM	· IBM Watson Health Platform · 영상, 생체정보, 실시간 환자정보 분석 등을 통한 질병 진단 및 징후 포착	· 기존 플랫폼 영역 확장 · (금융, 기상, 법률 등)
GE	· GE Predix Platform(산업특화) · 산업 현장의 정보 분석을 통한 성능 향상	· 축적된 산업 현장 데이터와 기존 사업 노하우의 결합을 통해 B2B 산업 영역을 독점

- 해외 전문 플랫폼의 특징은 단순히 사업성만을 고려하는 것이 아니라, 다양한 분야의 기업들과 협력하여 점유율을 높이는 것을 우선시 하고 있음
- 실제로 IBM의 왓슨은 다양한 형태로 각국의 기업들이 도입중이며, 이는 단순히 특정 분야, 특정 직능을 대체하는 1회성의 인공지능 플랫폼이 아닌 범용성 있는 플랫폼의 개발이 필요함
- 특히 GE Predix와 같이 방대한 양의 빅데이터를 분석하여 제공할 수 있는 노하우가 축적된 기업의 참여가 필요함

3절. 기술동향 분석

1. 관련 기술개발 동향

가. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부문

(1) 인공지능, 기계학습 및 딥러닝 등 지능형 기술 분야

(가) 인공지능 및 딥러닝 등 지능형 기술 동향

- 현재 인공지능/딥러닝 기술을 선도하는 국제적 연구 동향은 1) 데이터의 단순 처리 및 분석기술을 넘어선 데이터 생성기술 개발, 2) 현실의 복잡한 문제 해결을 위해 다양한 이중데이터를 처리하는 복합모델 개발의 키워드로 요약될 수 있음
- 데이터 생성기술 개발은 입력데이터에 대한 단순 분류 및 분석 작업을 넘어서 주어진 데이터에 대한 적절한 반응 또는 입력데이터를 기반으로 새로운 데이터를 생성하는 모델을 개발하는 방향으로 진행됨
- 최근 주목받고 있는 Generative Adversarial Network(GAN)이 대표적인 생성모델의 사례이며, GAN모델을 활용한 다양한 이미지 생성과 파라미터 조절을 통한 이미지 변환 연구가 주된 이슈임
- 또한 이미지 인식, 텍스트 처리 등 단일한 데이터를 처리하기 위해 딥러닝 모델들을 융합한 모델을 개발하여 난이도 높은 학습을 진행하는 연구가 시도됨
- 예로 Facebook AI Research (FAIR)에서 최근 건물의 실내 360도 렌더링 이미지를 이용하여 객체 단위의 3차원모델을 생성하는 인공지능 모델 경연 (SUMO Challenge -Scene Understanding and Modeling)을 개최하여 관련된 데이터 및 모델 개발을 확장함

(나) 컴퓨터 비전기반 활용 기술 동향

- 컴퓨터 비전이란 사진이나 비디오 같은 시각 데이터들을 처리하고 분석하여 데이터에 내재되어 있는 정보를 추출하는 일련의 과정을 가리킴
- 대표적으로는 사진이나 동영상에 등장하는 객체의 유형을 분류하거나, 객체의 위치를 인식하는 기술이 있음
- 최근에는 음성인식, 자연어 처리 등과 결합되어 시각데이터의 상황, 맥락을 인식하여 설명문을 작성해주는 복합적인 인식 기술 등이 개발중임
- 기존 방법은 2차원 공간 상의 픽셀 간의 상관 관계를 수치화하여 상관성이

높은 영역을 선별하고 이를 특징(feature)이라고 표현함. 이를 연구자들의 선행적인 지식을 바탕으로 알고리즘을 설계하여 컴퓨터 학습을 진행함

- 최근 가장 널리 활용되는 컴퓨터 비전의 접근은 합성곱신경망(CNN)으로, 이는 이미지의 특징 추출에 있어서 주어진 알고리즘 없이 스스로 이미지 데이터에서 유의미한 특징데이터를 추출할 수 있으며, ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2015 (ILSVRC 2015)에서 이미지 분류 정확도가 95.06%으로 사람의 정확도 (94.9%)를 뛰어넘는 결과를 보임
- FAIR와 Georgia Tech의 공동연구를 통해 이미지 처리 기술, 강화학습, 자연어 처리기술을 복합적으로 활용하여 공간 내 정보에 대한 사용자의 질문에 대답하는 인공지능 비서 모델개발을 진행함. 해당 모델은 추후 로봇에 탑재되어 실제 공간에서 비서역할을 수행할 수 있을 것으로 기대됨

(다) 이미지 인식 및 분류 기술 동향

- 이미지 인식 분류 기술은 합성곱신경망(CNN)구조를 기반으로 이미지 인식에 탁월한 성능을 보인 대표적인 모델로는 VGG, GoogleNet (Inception), Resnet 등이 있음. 각각의 모델은 ImageNet, CoCo dataset 등을 학습한 버전이 무료로 배포되고 있음
- 이러한 사전학습 모델은 이미지에서 주요한 특징을 추출하는데 탁월한 성능을 보이며, 새로운 데이터를 입력값으로 재학습하여 빠르며 효율적으로 고성능의 이미지 인식 모델을 개발할 수 있음
- VGG 모델은 특징 검출 레이어의 구성이 단순하여 재활용과 변형이 쉬운 장점이 있어 많은 응용분야에서 활용되는 모델임

(라) 객체 검출 기술 동향

- 객체 검출 기술은 주어진 이미지에서 객체의 위치와 유형 정보를 인식하는 것을 말하며, 이미지/영상 맥락 인식, 캡션 자동화 등 응용의 원천 기술임
- 대표적인 알고리즘으로는 Faster R-CNN (Region-CNN), YOLO, SSD (single shot multibox detector) 등이 있음
- Faster R-CNN은 객체 특징 검출 모듈, 객체 바운딩박스 생성 모듈, 클래스 분류 모듈로 구성되어 있으며, 이미지인식에 활용되었던 CNN 모델을 활용하여 데이터를 처리하고 학습함
- R-CNN, Fast R-CNN 등 기존 접근에서 개선된 방식으로 정확도와 속도 측면에서 향상된 결과를 보였음. 하지만 R-CNN 계열의 알고리즘의 객체위치를 찾고 유형을 분류하는 다양한 절차가 많은 연산을 요구하여 실시간 분석 등에 한계가 있음 (73.4% mAP, 평균 7fps)

- Mask R-CNN은 기존의 접근이 바운딩박스만을 검출하는 것에서 나아가서 객체의 정확한 픽셀 위치까지 파악하여 객체에 정확하게 들어맞는 마스크(segmentation)를 찾아내는 것이 가능해짐
- YOLO는 객체 위치를 찾고 유형을 분류하는 절차를 통합한 방식으로 R-CNN 계열의 접근보다 월등히 빠른 처리속도 (63.4% mAP, 평균 45fps)를 보임. 이러한 검출속도의 장점은 CCTV 등 실시간 응용을 가능하게함. 그러나 겹쳐져 있거나 작은 객체에 대한 검출 성능이 떨어지는 경향을 보임
- SSD는 VGG 네트워크를 기반으로 하며 각 컨볼루션 레이어에 YOLO의 출력 텐서에 해당하는 특징 맵을 생성하도록 함. 이를 통해 YOLO보다 많고 다양한 스케일의 바운딩박스가 추정되어 인식 정확도의 향상을 보임
- 한국전자통신연구원은 CCTV와 컴퓨터비전 기술을 탑재하여 불법쓰레기투기 행위를 인식, 경고하여 단속할 수 있는 기술을 개발하여 세종시, 은평구 등에서 가동중에 있음

(마) 3차원 객체 인식 기술 동향

- 3차원 객체인식 기술 동향은 기존 2D 이미지를 넘어서 3D CAD 객체를 인식, 분류할 수 있는 접근이 제안됨
- CAD데이터의 3차원 voxel을 학습하는 접근과 2D 렌더링 이미지를 학습하는 접근이 제안되었으며, 특히 다각도의 2D 렌더링 이미지를 활용한 Multi view CNN (RotationNet)이 정확도와 속도 측면에서 우수하고 응용가능성이 높음

(2) 디지털 트윈, IoT 등 인공지능 유관 첨단기술 분야

- 디지털 트윈이란 현실세계에 존재하는 사물, 건축물 등의 디지털 버전의 쌍둥이를 만들어, 현실에서 일어날 수 있는 다양한 상황에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 미리 예측하거나, 발생한 데이터를 활용하여 다양한 분석하는 기술임
- 제너럴일렉트릭, 오라클, 마이크로소프트 등 기업들을 필두로 제조, 에너지, 교통, 건설 등 다양한 분야에서 활용되고 있음. 예로 항공기 엔진, 발전소, 플랜트, 건물 등 복잡한장치나 시설을 대상으로 유지보수, 시뮬레이션 등에 활용되고 있음
- 가트너의 2019년 10대 전략 기술 트렌드로 제안된 기술로서 IoT 기술과 인공지능 기술의 결합을 통해 2020년까지 잠재적으로 수십억 개에 달하는 사물에 디지털 트윈이 존재할 것으로 예측함
- 제너럴일렉트릭은 인공지능과 디지털트윈 플랫폼을 연계하여 1)데이터 수집 및 처리 자동화, 2) 통합적 지원, 3)학습모델과 같은 큰 3가지의 대표적 응용

방안을 제안함

(3) 스마트 시티, 스마트 시설물 유지관리 기술 분야

- 국내에서는 세종시와 한국전자통신연구원(ETRI)가 공동으로 참여한 스마트시터를 위한 디지털트윈 시스템 플랫폼 연구개발사업이 진행중임 (도시단위 연구)
- 국토연구원은 지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구보고서(2017.12.31.)에서 디지털 트윈 공간 (Digital Twin Space: DTS)의 개념을 제안하고 차세대 국가공간정보가 추구해야할 목표로 제시함
- DTS는 현실세계의 물리적 도시, 환경, 건물 등이 동일하게 구현된 가상환경을 말하며, IoT 센서 등을 통해 획득한 현실세계의 정보를 가상환경에 연계하여 실시간 분석 및 해결방안을 모색하여 현실세계에 반영함
- 싱가포르의 도시단위의 디지털 트윈을 구축하는 ‘Virtual Singapore’ 프로젝트를 진행함
- 해당 디지털 모델을 활용한 교통, 에너지, 환경 등 다양한 분야에서 운영 최적화, 시뮬레이션 등을 통해 의사결정을 지원함
- 프로젝트의 결과물로서 완성된 모델은 차후 Open API 형태로 제공되어 연구기관이나 기업 등이 한정되지 않은 다양한 연구가 가능함
- 캐나다 토론토의 경우 민간기업인 구글의 모회사 알파벳의 자회사 사이드위크랩스 협동하여 스마트시티 구축을 위한 프로젝트가 진행중임
- 마이크로소프트는 “Azure Digital Twins” 라는 인공지능과 IoT를 결합하여 물리환경의 가상모델 구축 및 활용 플랫폼에 대한 서비스를 제공함
- 스틸케이스, PCL 건설, 윌로우 (디지털 건축 서비스 제공사), 아이코닉스 (건물, 건설 소프트웨어 서비스 제공사) 스마트 공간 등 기업들이 해당 서비스를 활용하여 스마트 공간 및 건물관리, 건설 등 혁신기술을 선보이고 있음
- 오라클은 클라우드를 기반으로 하는 IoT 자산 모니터링 서비스를 제공하여, 물리적 자산을 디지털화하고 실시간 모니터링 및 유지보수 예측 기술을 통해 효율적이며 지능적인 자산관리를 가능하게 함
- 사무가구제작을 포함한 사무환경 서비스를 제공하는 스틸케이스 (SteelCase)는 디지털트윈 기술을 통해 수집한 사용자와 환경 빅데이터를 활용하여 실시간 공간 분석 등 서비스를 제공하고, 이를 통해 향후 사무공간 설계 전략을 수립함

- 캐나다 에드먼턴에 본사를 두고있는 PCL Construction은 건설 산업을 디지털 기술 및 클라우드 서비스 영역으로 확장하고 있음. Job Site InsightsTM (JSITM)라는 건설현장관리 서비스를 개발하여 건설현장의 모든 측면을 스마트 기기로 모니터링 함
- 메사추세츠 주 폭스 보로에 본사를 둔 아이코닉스 (ICONICS)는 스마트 빌딩 소프트웨어 통해 건축물 관리 시스템에서 IoT (Internet of Things) 센서 데이터를 수집하고 분석하여 소유자의 재산 상태, 에너지 효율성 및 비용 절감 서비스를 제공함

나. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문

(1) 인공지능을 활용한 설계대안 생성 및 설계 최적화 기술 개발

(가) 딥러닝을 통한 모델링 자동화 기술 동향

- Autodesk의 Design Graph의 부재 추천 시스템은 설계 정보에 기계학습 기법을 적용해 설계 부재에 대한 자동 분류, 검색 및 추천을 가능하게 하는 시스템을 개발함

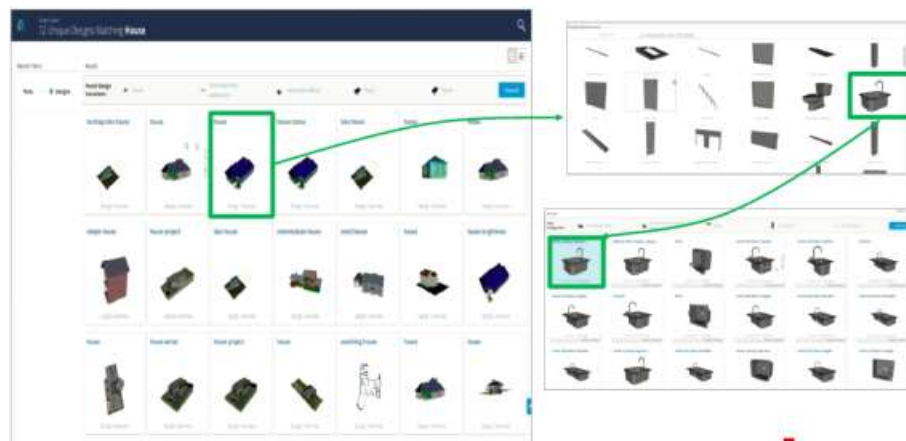


그림 34. Autodesk의 Design Graph 인터페이스

- 설계사의 기존 사업에서 축적된 데이터를 기반으로 제반 부재에 대한 Design Graph를 구축함
- 이는 제반 설계 정보의 공통 분모인 3차원 설계 모델의 기하정보를 기반으로 제반 부재의 특성을 학습하여 자동 분류함. 부재간의 활용 빈도를 토대로 연관관계를 추론하고 부재의 조합을 학습하여 최종 성과품을 추론하는 방법임
- 따라서, 건축, 구조, MEP분야에 기존에 있던 많은 양의 설계 정보의 재활용이 가능하여 최적화된 설계 구현이 가능하고, 자동화된 설계안을 생성할 수 있음

- 이를 BIM 구조 부재(예, Tekla library) 및 MEP 부재 (예, 오토데스크 MEP library)에 적용 가능함
- Design Graph의 핵심 기술은 3차원 객체 인식 기술로서 컴퓨터 비전 분야에서 오랫동안 연구된 분야임
- 기존에는 3차원 객체를 표현하는 방식 (surface vs. solids, polygon mesh vs. voxelization, etc.) 및 객체 구분을 위한 적정 모형 (shape histograms or bag-of-features) 개발에 집중하였음
- 최근에는 이미지 인식을 위해 기계학습 및 딥 뉴럴네트워크를 3차원 분야에 적용한 연구가 증가하고 있음
- 이 중에서 이미지 인식에 탁월한 convolutional neural networks (CNN)이 각광을 받으며 특히 multi-view CNN 및 포인트 클라우드기반의 PointNet이 성능이 높은 것으로 드러나 적용이 확산되고 있음
- 2차도면 시멘틱 정보 자동 추론은 국내 텐일레븐 회사에서 개발한 것으로, 건축도면 추천 인공지능을 학습시키기 위하여 기존에 국토교통부에서 구축한 약 5만여개의 도면 데이터를 이용하여 학습시킴
- Google사의 Cloud Vision을 이용하여 공간의 속성을 추출하였고, Line Detection 및 Segmentation, Template Matching 알고리즘을 이용하여 구조적 특징과 공간간의 관계를 파악함
- 텐일레븐은 추출된 도면 공간 특징을 이용하여 학습 도면 데이터를 추가 생성하고 이미지 속성을 역전과 과정으로 네트워크를 학습시키는 방법과 공간 관계도 네트워크를 학습시키는 베이지언 네트워크를 학습함으로써 강력한 건축 설계 도면 추천 인공지능을 진화시키는 연구를 계획하고 있음

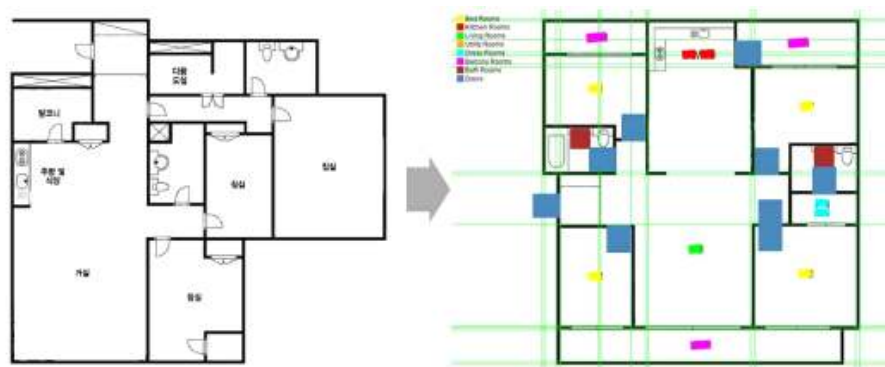


그림 35. 평면도면 이미지에서 추출한 속성 및 특징 가시화

- 구글 딥마인드가 최근 개발한 인공지능 ‘제너레이티브 퀴리 네트워크 (GQN)’는 2차원 공간 이미지 기반 3차원 공간 자동 생성기술을 활용한 사례

입

- GQN은 표현 네트워크(representation network)와 생성 네트워크(generation network) 두 부분으로 구성됨
- 표현 네트워크는 입력 데이터를 기본 장면을 설명하는 수학적 표현, 즉 벡터로 변환함. 생성 네트워크는 시각 시스템이 보지 못한 관점에서 장면을 예측해 이미지화 하는 기법임

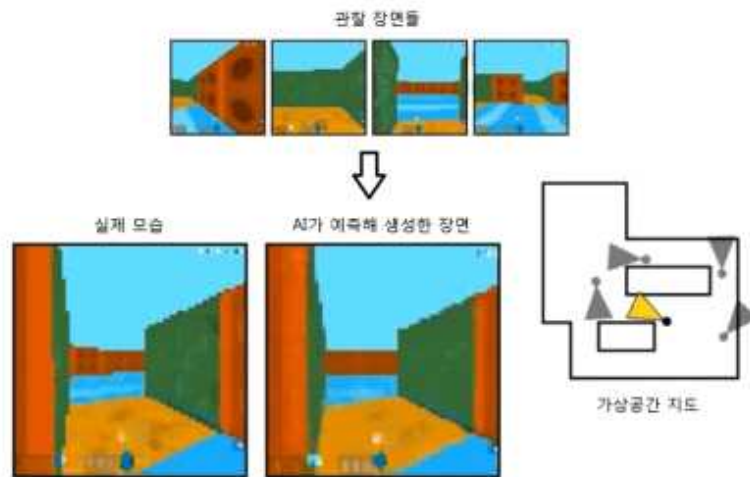


그림 36. 구글 딥마인드가 최근 개발한 인공지능(AI) ‘제너레이티브 퀴리 네트워크(GQN)’의 공간 인식 과정

- 가상공간에서 인공지능의 눈 역할을 하는 관찰카메라가 몇 가지 2차원(2D) 장면을 캡처하면, AI가 이 장면들을 종합해 공간의 전체적인 3차원(3D) 구조를 파악함
- 이처럼 공간과 사물을 여러 각도에서 관찰하여 입체적인 구조를 딥러닝을 통해 학습시켜 3D의 공간을 만들어 내는 연구가 진행되고 있음

(나) 공종별 설계 최적화 기술 동향

- 건축 설계대안 자동 생성 및 최적화
 - Autodesk의 Generative Design은 딥러닝 분야 중 VAE, GAN(unsupervised deep learning)기술을 활용하여 다수의 최적화 설계 솔루션을 자동 생성하는 기술임
 - 기존 기계 및 제조 분야에 적용되고 있는 기술을 건축설계에 적용한 사례로서 건축물 성능기준을 제시하면 GAN 알고리즘이 솔루션 스페이스 내에서 다수의 최적 솔루션 제시함
- 구조 및 MEP 분야
 - Autodesk의 ‘드림캐처(Dreamcatcher)’는 구조적 대안과 디자인을 제시함. 기

본 골격을 잡은 후 변수를 입력하면 AI가 공학적 구조와 경제적 효율성, 두 가지 모두 만족시키는 중간 분석물을 도출함

- 영국의 ARUP사는 GAN 기술을 도입하여 구조 브래킷을 자동으로 생성할 수 있는 기법을 구조물에 적용
- 미국의 BuildingSP사는 MEP분야의 건물시스템 계획에 인공지능 기법 적용하여 설비 routing 자동화를 통해 최적화된 설계안을 생성하는 연구가 다수 진행되고 있음
- 이처럼 건축/구조/MEP분야에 다수의 3차원 디지털 모델로부터 사용된 부재 종류 및 부재 간 관계를 학습하여 이를 통해 신규 모델에 대한 오류를 자동으로 적발하고, 학습된 모델을 DB화하여 문제되는 오류에 대한 최적의 설계 솔루션을 제시 할 수 있음

(2) 시뮬레이션을 통한 실시설계 기술 분야

(가) 파라메트릭을 활용한 시뮬레이션 기술 동향

- 고부가가치 분야로 꼽히는 비정형 건축물은 실시단계에서 설계와 실제 제작을 위한 공정이 큰 도전 과제이며 많은 시간과 비용이 수반됨, 대부분 맞춤형 제작(bespoke)을 필요하여 개별 사업마다 특수 공정이 요구됨
- 비정형 건축물에서 많이 사용되는 패널이나 커트월 제작은 기존 파라메트릭 모델인 Rhino Grasshopper 및 Dynamo를 활용했는데 최근에는 ML모듈을 구축하여 기계학습 기반으로 부재를 분별하고 제작 기계에 맞는 부재 기하를 설계 가능토록 하고 있음
- 대표적으로 Lunch BoxML은 파라메트릭 모델링과 머신러닝을 활용하여 panel type clustering을 통해 최적화된 설계 패널을 제안함

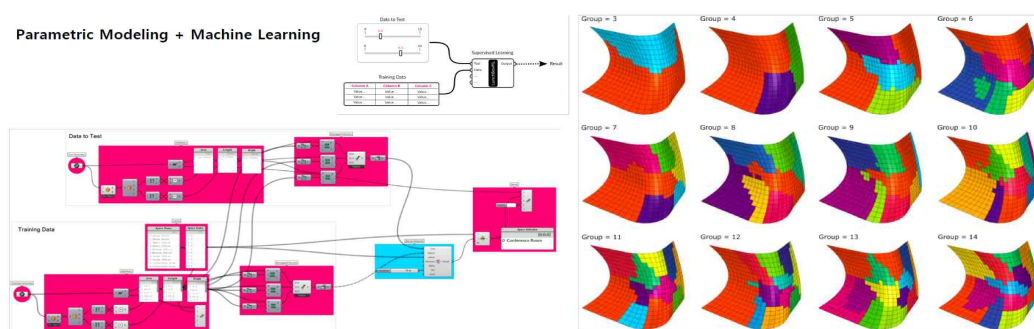


그림 37. 비정형 건축 패널 rationalization 사례

- 비정형 구조물 제작 지능화 및 자동화 분야는 파라메트릭 기술을 로봇틱스, 스마트 공장, 3D 프린팅 기술과 연계시켜 대량 특수생산(mass customization)이 가능해 지고 있으며, 이때 부재 제작 시 생기는 미세오류 데이터를 ANN에

학습시켜 점진적으로 제작 오류를 줄여나가는 연구 사례가 등장하고 있음

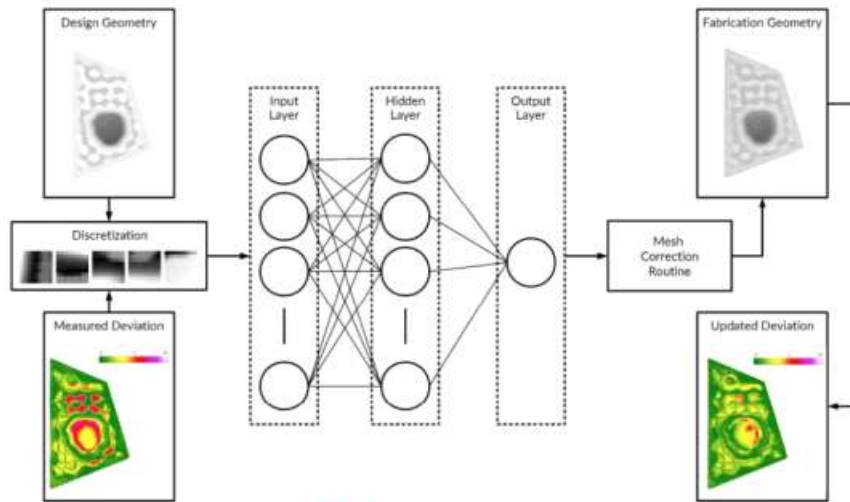


그림 38. 머신러닝을 적용한 다리 개발 사례

(나) 인공지능 기반 실시설계 최적화 기술 동향

- 실시 및 상세 설계 과정을 자동화하려는 노력은 건축 설계 분야에서 지속적으로 이어져 왔음
- 그러나 이들은 대부분 규칙 기반에 의존하여, 축적된 데이터를 충분히 활용하지 못하고 모든 자동화 사항을 규칙으로 정립하기 어려움. 또한 규칙의 변화나 진화 시 수동 업데이트를 요하는 한계 존재
- 최근에는 설계 정보 및 BIM모델의 축적을 기반으로 하여 이를 정보화하는데 인공지능을 활용하려는 노력이 시작됨
- 일례로 핀란드의 Sweco 사는 수천개에 달하는 실적 BIM모델을 DB화하여 신규 사업에서 부재 상세를 선정해주는 추천시스템(recommender system)을 개발하여 사업에 활용하고 있음
- 아래 이미지와 같이 벽체를 BIM 도구로 설계하면 이에 필요한 철근상세를 자동으로 완성해 주는 것을 볼 수 있음

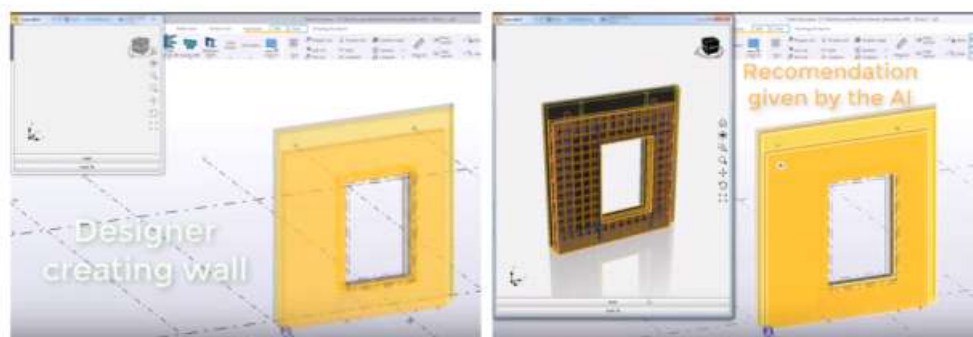


그림 39. 핀란드의 Sweco사의 BIM기반 부재추천 및 자동화 시스템 개발 사례

- 실시설계 단계에서 수행해야 할 갖가지 성능분석 (건축 법규 인허가, 기능적 시뮬레이션) 및 설계 공종간 정보 교환을 위해서는 BIM 모델에 한층 고차원 시멘틱 정보가 필요함
- 현재는 이에 대한 정보가 수동으로 입력되어야 하여 오류와 누락이 빈번함
- 이를 위해 최근에는 BIM 모델의 시멘틱 정보를 기계학습 기법을 적용한 사례가 다수 등장하고 있으며, 대표적인 연구로 Krijnen(2015), Bloch and Sacks(2018) 및 Koo et al.,(2019)이 있음. Boch and Sacks(2018)의 경우, ANN을 기반으로 건축 BIM 모델의 공간 정보를 자동으로 추론하는 방안을 제시하였음

■ Space prediction of rooms in BIM



그림 40. BIM 모델의 시멘틱 정보를 기계학습 기법을 적용한 사례 연구

(3) PC/프리패브 건식공법 최적화 및 가상시공 기술 분야

(가) PC/프리패브 건식공법 최적화 기술 동향

- 비정형 건축 시공은 정확한 수치와 공법을 요구하기 때문에 자동차, 선박, 항공 등 비정형 곡면 디자인의 발전이 활발한 산업에서 널리 사용되고 있는 '디지털 패브리케이션(fabrication)' 과정을 도입해 해결하고 있음
- 디지털을 이용해 제품을 제작하는 '디지털 패브리케이션'은 비정형 건축물의 설계와 시공 시, 수치와 형상 제어를 통해 초기 과정부터 지속적으로 형상 관리와 다양한 구현 방법을 구축하도록 하고 있음
- 기존 머신 비전 시스템은 단계별 필터링과 규칙기반 알고리즘을 통해 일관적이며, 규칙적으로 제조된 부품에서 안정적으로 작동함
- 하지만, 예외가 발생하고 결함 라이브러리의 규모가 확장됨에 따라 머신으로 구분하기 어려운 여러 변수(조망, 색상, 변화, 곡률, 시야 등) 때문에 새로운

어셈블리 검증 기술이 필요함

- 딥러닝 기반 이미지 분석을 통해 특징점의 위치 파악, 판독, 검사를 통해 부품 외형을 개념화 하고 일반화 할 수 있기 때문에 건식공법 최적화 기술 개발이 가능함
- 미국의 카테라(Katerra)사는 목조 건축물의 모듈러 공법을 표방한 대표적 벤처 기업으로 디자인, 설계, 제작, 조립, 시공의 모든 단계를 공장 제작하여 이때 일련의 과정을 자동화하기 위해 Paladin AI 기술을 적용함

(나) 생산 자동화 및 가상시공 기술 동향

- 시공 단계에 사용될 PC/프리패브 부재의 적합성을 평가하고 시공성 확보를 위해 가상 시공 시뮬레이션을 수행. 기존 방식은 대부분 4D 모델링 (3D 모델 + 공정)을 활용하여 육안으로 검토하는 것에 머물고 있음
- 최근 딥러닝 한 분야로 강화학습 (Reinforced learning) 기술 각광받음. 강화학습은 다른 딥러닝 분야와 달리, 데이터에 의존하지 않고 경험 시뮬레이션 (experience)에 기반함
- 강화학습은 1997년 Mitchell에 의해서 정립됐으며 알파고(AlphaGo)를 개발한 Deepmind사의 차세대 바둑 인공지능 기술 알파고 제로 (AlphaGo zero)에 도입된 것으로 더욱 각광받음. 실제로 알파고 제로는 바둑 규칙을 자체적으로 3일 학습 후 이세돌을 이겼던 알파고 리 (AlphaGo Lee) 버전을 능가한다고 함
- 강화학습의 실험 및 발전을 위해 일론 머스크는 open AI Gym 플랫폼을 제공하고 있음

Robotics

Simulated **goal-based tasks** for the Fetch and ShadowHand robots.



그림 41. 로봇틱스를 활용한 시뮬레이션 기반 가상 시공 사례

- 강화학습은 현재 Industrial AI 분야에 적용되기 시작되었으며 시뮬레이션을 요하는 로봇틱스, 자율주행 자동차, 스마트 그리드, 공장 자동화 분야에 집중되고 있음

- 건축 건설분야에는 아직 적용된 사례가 드물며 조선, 정유산업 분야에서 대부분 개별 장비 (예: 해상 크레인)에 적용되어 운영 방식을 최적화하는 연구 사례에 국한되어 있음
- 기존의 규칙 기반 알고리즘으로는 처리하기 어려운 복잡한 가상시공 검사를 딥러닝을 통해 기계 장비의 위치파악, 자재의 분류 기술을 활용하여 생산 자동화 및 가상시공에 적용함
- 오토데스크사는 딥러닝의 세부 기술인 GAN 기술을 활용하여 이를 로보틱스 및 3D 프린팅 기술과 접목시켜 제작 기계 및 환경에 맞춤형 생산을 가능케 하는 기술을 개발하고 이를 NETFABB라는 소프트웨어로 제공하고 있음
- 기존 재료 최적화기술인 topology optimization, shape optimization 등의 기술과 딥러닝 기술을 접목시켜 솔루션 공간을 신속하게 탐색할 수 있게 하여 컴퓨터 연산시간과 데이터 처리 능력을 급격히 향상시킴

다. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

표 10. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문의 기존 연구와의 차별성

구분	내용
기존 기술 (연구)	• 기존 설계 평가 기술은 현재 도면 기반의 평가가 주를 이루고 있으며, BIM기반의 평가를 위한 세계 각 정부 주관의 연구가 진행되고 있음 • 건축 법규 위주의 설계 평가가 주를 이루어 있으며, 법규에 대한 빅데이터를 구축하여 각 지역별 법규에 대한 딥러닝 기반의 자동 룰셋 생성 기술에 대한 연구가 진행되고 있음 • BIM기반의 평가 기술에 대한 연구가 중점적으로 이루어지고 있으며, 인공지능 기술을 접목한 평가 기술에 대한 연구가 부족한 상황임
차별성	• 정부기관 및 설계사들과의 연계를 통한 법규 뿐만 아니라 RFP, 시방서, 지침 등과 같은 설계 학습지식 빅데이터를 구축하여 통합 설계평가를 가능하게 함 • 빅데이터 기반 통합 설계평가 기술(경제성, 설계 정합성, 에너지 성능 등)로의 확장을 통한 설계평가 범위 확장이 가능함 • 설계평가 기술의 연계 및 활용을 위한 통합 및 개방형 환경을 조성하여 국내 인공지능 기반 설계 업무 네트워크를 구축할 것임
연계방안	• 법규 DB, 세움터 설계안 DB, 건축물 생애주기 정보 DB 등과의 연계를 통한 국내 설계지식 빅데이터 구축에 활용하여 설계 학습환경을 조성하고자 함 • 건축제법규 설계평가 시스템과 설계평가 핵심 기술 간의 연계를 통한 통

	합 설계평가로의 범위 확장 · 기존의 구조 평가, 에너지 평가, 법규 검토 등과 같은 설계평가 기술의 활용 인터페이스와의 연계를 가능하게 할 것임
--	--

(1) 인공지능 기반 BIM 및 건축 S/W 분야

- 최근 MEP, 건축 등 모델링의 자동화를 통한 BIM 기반 설계의 생산성을 높이기 위한 여러 기술들이 개발됨
- 과거 프로젝트들을 기반으로 빅데이터를 구성하여 설계자가 파라메트릭 모델링을 가능케 하는 디지털 설계 지원 도구의 개발이 활발히 이루어지고 있음
- 단순 자동 모델링을 넘어서 인공지능 기술을 접목한 지능형 모델링 툴들이 개발되어 모델 정보의 정확성을 확보하여 설계 단계에 적용함

표 11. AI 기반 BIM 및 건축 S/W 소개

S/W분야	내용	이미지
Project Virga - Building System Planning, INC.	· AEC 분야에서 인공지능을 응용한 기술로써, 과거 프로젝트에서 데이터를 찾고, 집계, 리팩터링하는 자동화 기능을 구현함 · 이 데이터는 트랜잭션 엔터프라이즈 데이터베이스로 클라우드에 호스팅 되고 이를 사용하여 패턴 매칭, 관계 분석 및 통계 방법을 수행하여 건물정보 모델링을 위한 매개변수 템플릿(고품질 데이터, 자동화 및 컴퓨팅으로만 생성 가능한 파라메트릭 시스템 패밀리)을 생성함 · 과거 프로젝트 데이터를 통해 정보를 전달받는 동안 자동화 및 기계 학습을 사용하여 기계실 모델링 자동화를 실현함	 <Project Virga - MEP 자동 모델링>
GenMEP - Building System Planning, INC	· MEP 설계에 초점을 맞춘 Revit용 애드온 · 기계학습을 사용하여 가능한 모든 설계 대안 및 시험을 통해 최적 설계안을 찾아내며, 3D 모델이 건물의 설계와 충돌하지 않도록 MEP 시스템을 알고리즘 방식으로 라우트 하는 기능을 개발함	 <GenMEP - 배관 루트 자동 모델링>

ALICE - ALICE Technologies	· 3D BIM과 간단한 규칙 기반 시스템을 기반으로 수백만 개의 서로 다른 공정 시퀀스를 조사하여 조건에 맞는 공정에 대한 대안을 제시함 · BIM에 인코딩 된 건물의 개별 구성요소 (예: 위치, 수량 및 개별 프로젝트에 들어가는 재료 유형)를 분석하여 프로젝트 범위를 설정하며, 파라메트릭 스케줄링인 “Recipe”를 통해 모델링 방법에 대한 학습에 의해 객체 배치 자동화 기술을 구현함	 <Alice - Manage Schedule>
Kreo - Kreo Software	· 건축, 엔지니어링 및 건설을 위한 AI 기반 5D BIM 소프트웨어 · 인공지능을 통해 BIM 설계 공동 작업 및 건설 비용 추산, 일정 수립 및 입찰 프로세스 변환 등의 기능을 제공함 · Kreo Design: 공동 데이터 환경(CE)에서 건축, 구조 및 MEP 디자인을 제공할 뿐만 아니라 동적 스케줄, 재료 제거 및 실시간 보고서 생성. 지도에서 제안된 건물의 모양, 크기 및 위치를 선택하고 인공지능을 사용하여 완전한 BIM 모델 생성. 매스 작업을 통합하고 주변 지역 조건에 맞는 매스 모델을 생성함 · Kreo Plan: 건설 비용 추정, 스케줄링 및 입찰을 위한 단일 클라우드 기반 통합 플랫폼이며, AI를 이용하여 수동검토 과정 없이 Revit 모델의 오류 수정 기능을 제공함	 <Kreo Design - 매스 모델 생성>
BIM on Demand - Onuma	· 실시간 협업이 가능한 BIM on Demand는 주문형 BIM으로서, 스프레드 시트에 입력한 데이터(비용, 위치 및 면적)를 사용하여 BIM 데이터 자동 생성	 <BIM on Demand - 입력된 데이터 기반 BIM 공간 데이터 자동 생성>

(2)지능형 건축물 환경성능평가 자동화 솔루션 분야

- 건축물 환경성능평가, 특히 에너지 성능 평가를 위해서 건물 에너지 시뮬레이션이 주도적으로 사용되어 왔으며, EnergyPlus, Trnsys 등과 같은 최첨단 시뮬

레이션 모델은 건물에 대한 상세한 정보와 시뮬레이션 모델에 대한 공학적인 이해를 필요로 함

- 건축가를 대상으로 개발된 ECOTECT와 같은 프로그램의 경우 손쉽게 건물 3D 모델 구축이 가능하며, 하나의 모델에 대한 다양한 성능 분석 모듈(열환경, 빛환경, 음환경)이 연동되어 있어 초기설계 단계에서 건축물 성능평가를 종합적으로 진행함

(3) 인공지능 플랫폼 오픈소스화 분야

- 인공지능 플랫폼은 알고리즘을 소프트웨어적으로 구현하여 모듈화한 라이브러리를 불러내어 도구로 사용할 수 있게 하는 인터페이스로 구성됨
- 구글 등 글로벌 선도 ICT 기업들 AI 기술 관련 소스코드 및 API, 트레이닝 및 테스트베드 등 개발 플랫폼을 무료로 공개함
- 글로벌 ICT 선도기업들은 자사의 인공지능 플랫폼을 무료로 공개하면서 자사 주도의 인공지능 생태계를 조성하려고 하고 있음

표 12. 인공지능 플랫폼 오픈소스

플랫폼	내용
구글	• 머신러닝 프레임워크인 TensorFlow를 오픈소스로 공개 • TensorFlow는 구글의 인공지능 연구조직 내에서 머신러닝과 신경망연구를 위해 개발된 소프트웨어 라이브러리로 다양한 구글 서비스에서 활용됨
페이스북	• 머신러닝 프레임워크인 Torch기반으로 제작된 인공지능 모듈을 오픈소스로 공개 • Torch는 구글, MS 등 많은 기업에서 사용하는 공개 인공지능 개발 플랫폼으로 페이스북에서는 사진 패턴 인식, 맞춤형 광고를 위한 패턴 분석 등에 활용됨
마이크로소프트	• 프로젝트 옥스퍼드(Project Oxford)를 오픈소스로 공개 • 프로젝트 옥스퍼드는 얼굴을 인식하는 Face API, 음성 인식을 수행하는 Speech API, 이미지를 인식하는 Vision API, 자연어 인식을 수행하는 LUIS 등으로 이루어짐
OpenAI	• OpenAI는 테슬라 자동차의 엘론 머스크와 Y-combinator의 샘 알트만 등이 창설한 비영리 목적의 인공지능 연구기관으로 인공지능 플랫폼인 OpenAI Gym 공개 • Gym은 자율주행 등에 적용 가능하여 주목을 받는 강화학습(Reinforcement Learning)에 감정을 가진 개발 도구임
IBM	• 머신러닝 플랫폼인 SystemML을 오픈소스로 공개 • SystemML은 오랫동안 IBM의 인공지능 기술개발용으로 활용됐으며 넷플릭스(Netflix)의 영화 추천 기능 등에도 사용됨

삼성전자	- 인공지능 플랫폼 Veles를 개발하여 공개 - Veles는 딥러닝 알고리즘 구현을 위한 분산형 구조의 플랫폼이며 구글 TensorFlow와 비슷하게 플로우 형식의 그래픽 인터페이스를 지원함
에어비엔비	- 머신러닝 소프트웨어인 Aerosolve를 오픈소스로 공개 - 여행객의 예약 트렌드를 분석하여 집주인에게 알맞은 가격과 방사진을 어떤 스타일로 올려야지 이용객이 좋아하는지 등 추천에 사용
바이두	- 음성인식에 특화된 딥러닝 소프트웨어 모듈인 WARP-CTC를 오픈소스로 공개 - 오픈소스 머신러닝 라이브러리 Torch를 활용하여 개발된 응용 모듈로 자연어 인식 특히 중국어에 강점을 가짐

- AI 플랫폼은 다양한 영역의 문제를 해결하기 위한 도구로 실제 구현을 위해서는 해당 영역 자체에 대한 지식(domain knowledge)이 결합되어야 함
- 공개한 인공지능 개발 툴을 중심으로, 이를 응용하는 다양한 스타트업 및 관련 연구주체들을 포괄하는 인공지능 기술혁신 분업 구조가 형성되고 있음
- 국내에서도 국내실정에 맞는 특화된 인공지능 플랫폼 개발 및 공유 촉진 정책이 필요하며 이를 중심으로 혁신주체 간 유기적 협력이 필요함

(4) 빅데이터 플랫폼 분야

- 빅데이터 플랫폼은 빅데이터에서 가치를 추출하기 위해 일련의 과정(수집, 저장, 처리, 분석, 시각화 등)을 지원하는 프로세스를 규격화한 기술 및 서비스 모임임

표 13. 빅데이터 플랫폼 구성 요소별 주요 기능

수집	저장	처리	분석	표현
비정형 수집 정형 수집 ETL Web Robot EAI, FTP 등 Open API	원본 데이터 NoSQL 메모리 검색엔진 데이터보안	배치처리 실시간처리	텍스트 분석 Machine Learning 통계 예측알고리즘	시각화

- 빅데이터의 저장 분석 시각화 등의 모든 영역은 글로벌기업들이 범용성 있는 제품, 서비스, SW 출시, '16년 국내 빅데이터 기술은 최고 기술 대리 65.7%로 약 3.1년의 격차가 남
- 빅데이터 저장과 전달에 치중되었던 기술개발은 인메모리 처리, 하둡 개선, 사용자 중심의 기술 등 분석과 가치창출 지원 S/W와 애플리케이션 영역으로 중요성이 이동함

- 하둡(Hadoop : High-Availability Distributed Object-Oriented Platform)은 빅데이터 처리에 활용되는 대표적인 기술로 자바 기반 프레임워크로 대용량의 데이터를 여러 개의 저장소에서 분산 처리함

라. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문

(1) 인공지능기반 설계지식 서비스 플랫폼 분야

(가) 건축·건설 서비스 플랫폼 기술 동향

- 건축설계분야의 서비스 플랫폼은 설계사례를 제공하거나 설계에 필요한 자재 정보 또는 CAD, BIM 라이브러리 등을 웹기반으로 제공하는 것에 한정되어 있음
- 국내에서는 건축사협회의 ‘건축자재정보센터’, 민간의 ‘건축플랫폼 아키타임즈’ 등의 예시가 있으며, 국외에서도 웹서비스 기반의 설계사례 또는 정보 제공 플랫폼은 무수히 많이 존재함
- 건설분야로 확장해보면 현대건설기계가 토목공사의 프로세스 전반에 걸쳐 정보통신기술(ICT)을 활용해 관련 정보를 취합·분석·제어하는 지능화된 ‘스마트 컨스트럭션’ 구축에 나섰으며, 포스코건설이 삼성전자/포스코ICT와 함께 IoT 플랫폼을 연계한 토털 스마트홈 서비스 제공을 계획하는 등 건설과 ICT 기술을 융합한 기술적 플랫폼 구현이 상용화 준비단계임
- 건축관련 SW업체로는 오토데스크사는 BIM 360, CONFIGURATOR 360, A360 등의 플랫폼 기반 SW를 출시하였으며, 마이다스아이티는 SOC 시설물 건설 프로세스 전 과정에 BIM 기술을 활용할 수 있는 midas CIM을 출시하는 등 개별 SW 기반의 플랫폼이 존재함
- 국외에서도 건축·건설 관련 플랫폼 개발은 비슷한 양상을 보이고 있으며, 개별 기업을 통해 상용화 단계까지 개발된 플랫폼은 GE의 Predix가 대표적임. 이는 인공지능을 통해 건설 산업 빅데이터를 분석, 제공하는 플랫폼으로 건설 뿐만 아니라 산업, 기계 전 분야의 정보를 분석하여 사용자가 요구하는 형태의 솔루션으로 제공해줌
- 그러나, 국내외적으로 건축설계 분야에서는 빅데이터 등을 활용한 인공지능기반의 서비스 플랫폼은 사례가 없으며, 건설 분야로 확장해보면 민간 기업 위주로 건설산업 빅데이터를 활용한 시장이 시작되고 있는 단계임
- 건축·건설 이외 분야에서의 인공지능 플랫폼은 국내외적으로 상용화 단계를 넘어섰으며, 지속적인 개발이 빠른 속도로 진행되고 있음

(나) 타 분야 서비스 플랫폼 기술 동향

- 건축·건설 이외 분야에서 상용화 단계까지 진행된 인공지능 플랫폼은 한국어에 특화된 음성, 언어인식에 집중되어있으며, 이를 탑재한 사업용 플랫폼(NBP) 혹은 생활 콘텐츠 중심의 플랫폼(Kakao i) 형태로 개발됨
- 타 분야에서의 국외 플랫폼 개발은 국내보다 훨씬 앞서있으며, 머신러닝 플랫폼의 선두주자는 AlphaGo로 대표되는 구글이며, AI검색 알고리즘인 RankBrain, 머신러닝 오픈소스 소프트웨어 TensorFlow, 머신러닝에 최적화된 하드웨어인 TPU의 개발 등을 통해 이미 상용화가 완료됨
- 클라우드 상에서 웹 서비스나 API 개발을 지원하는 개방형 플랫폼으로는 IBM의 Bluemix가 대표적이며, 데이터 분석과 인지 기능을 통한 인공지능 진료로 유명한 왓슨을 포함한 다양한 서비스가 이를 통해 제공됨. 자연어처리를 중심으로 한 Facebook Messenger Platform은 SNS와 쇼핑 등에 활용, 자동 대화프로그래밍, 이미지 검색, 상품 추천 등 다양한 기능을 제공하고 있음
- 이미 상용화 단계인 타 분야의 인공지능 플랫폼을 참고하여 건축설계분야에 특화된 인공지능 플랫폼 개발이 요구됨
- 이처럼 빅데이터 또는 인공지능 기술과의 융합은 건축설계 분야에서도 필수적이며, 국가적으로 해당 융합기술기반의 서비스 플랫폼을 제공한다면 민간 시장이 더욱 활성화될 것으로 예상됨

(2) 건설 빅데이터 분야

(가) 국내외 정부차원의 건설 빅데이터 제공 현황

- 국내에서는 국토교통부가 세움터를 통해 구축된 건축행정정보 빅데이터를 가공 및 분석하여 민간에 공급을 진행 중에 있음. 단순한 현황 통계 뿐 아니라 통계 예측·분석, 지도기반 서비스 등 다양한 건축통계를 제공하기 위해 개발 진행 중임
- 미국은 건축물 인허가 관련 연간통계, 신규 주택의 착공 및 완공 소요시간 통계, 건축인허가 통계 등을 제공하고 있음
- 핀란드는 건설부분에서 건축물의 연간 및 월간 허가량 변화추이를 건축물 수와 건축물 연면적으로 나타내고 지역별, 건축물 유형에 따른 변화정도를 제공하고 있음
- 영국은 건축물의 인허가, 착공 및 완공에 대한 소요기간 통계를 통해 건설사업 및 위험요인에 대한 정보 제공하고 있음
- 노르웨이는 지난 5년간의 건축물 재고 변화를 지리정보로 매핑하여 지역별 건축재고의 증감을 활용할 수 있도록 통계 정보 제공하고 있음

(나) 민간의 건설 빅데이터 적용 기술 동향

- 호주의 건설업체 안전사고 예방에 빅데이터 활용. 건설 현장에서 생산되는 기존의 사고 기록 및 작업일보(텍스트), CCTV영상(이미지), 위험요소의 위치 등의 데이터를 실시간으로 분석하여 작업자들에게 리스크에 대한 조기 경고하는데 활용함
- 세계 건설기계 2위 생산업체 고마쓰의 ‘Komtrax’ 라는 시스템은 초기에는 기계의 위치와 가동 상황을 파악하여 도난 여부를 파악하는 기능이었으나 전 세계에 수출된 고마쓰 장비로부터 데이터가 입수되면서 세계 곳곳의 지역 경기를 예측하게 됨

(다) 정부차원의 건설 빅데이터 적용 기술 동향

- PART(Program Assessment Rating Tool)는 미국 연방 정부가 공공사업의 효과성을 평가하기 위해 개발함. 연방정부 사업의 성과 향상 촉진 및 객관적인 평가가 주목적으로, 사업의 계획부터 수행 상황과 목표 결과 달성까지 전체적인 사업의 효과성을 평가, 이를 예산 책정 시 고려함
- 미국의 CPARS (Contractor Performance Assessment Reporting System)는 웹을 기반으로 하여 연방정부사업의 계약자(설계·엔지니어링, 시공 등 모든 건설사업 참여자)의 실적보고서를 자동으로 축적하고 관리하는 도구로, 연방조달정책국(OFPP)과 연방조달 규정(FAR)에서는 경쟁 입찰에서 낙찰자를 결정하는데 활용하기 위하여 계약자의 실적정보 수집 및 관리를 요구하고 있음. 발주청 계약담당자에게 최신의 정확한 계약자의 정보를 제공하여 최고가치 선정 결정 지원, 성과 향상에 대한 동기부여, 향후 계약자 결정 책임지원 등을 목적으로 하고 있음
- Construction Line은 영국에서 가장 많이 활용되는 구매조달서비스 제공 시스템으로 발주자와 공급자를 연결하는 시스템임. 업체의 정보를 수집·관리하는 평가 DB를 구축하여 발주자들이 검토하고 싶은 공급자의 정보를 제공하며, 발주자에게 주어지는 가장 큰 혜택은 입찰자의 평가 및 잠재적 입찰가능자의 최신의 정보를 유지하는데 소요되는 시간과 비용을 급격히 절약할 수 있다는 것임
- 일본의 CORINS (Construction Records Information Service)는 공공건설사업과 업체 평가 정보가 요구되는 공공의 고려를 목적으로 전국전역의 공공건설사업의 과거와 현재의 모든 기록을 제공하는 정보서비스임. 모든 공공발주기관이 시공자의 기술능력을 평가가 가능할 수 있도록 공공건설사업의 과거 경험 기록 데이터베이스의 필요성에 의해 건설성(현 국토교통성)의 요구에 의해 1994년 개발됨. 각 발주기관이 공동으로 이용할 수 있는 공사실적정보 DB의 정비 필요성 및 업체 성과 평가가 목적임

- 이처럼 국외의 빅데이터 제공 사례와 비교하여 볼 때, 국내에서의 빅데이터 제공은 세움터의 건축행정정보 사례를 찾을 수 있으며, 민간에서의 빅데이터 수집 및 활용에 대한 기술은 미비한 실정임
- 해외의 여러 사례를 종합적으로 분석하여 세움터 제공 빅데이터를 가공 및 활용하고, 이와 건축설계에 필요한 빅데이터 수집 방안을 모색하여 설계자동화 기술에 적용이 필요함

(3) 미래 직능모델 분야

- 2017년 다보스에서 열린 세계 경제 포럼에서는 2018~2020년을 기점으로 본격적인 영향을 미치기 시작할 것으로 예상했으며, 진화된 인공지능과 이를 적용한 이동수단, 기술 등을 통해 변화는 가속화될 것으로 전망됨
- 4차산업혁명이라는 명칭은 인공지능의 발전이 이전의 산업혁명처럼 기존의 산업구조와 일자리를 파괴, 변형하여 새로운 형태로 만들어 낼 것이기 때문에 붙었으며, 특히 건설산업은 고령화와 함께 자동화 대체율이 높은 직종으로 분류됨
- 국가별, 분류별 정도의 차이는 있지만 약 35%의 핵심 직능이 자동화의 영향을 받을 것으로 예상됨

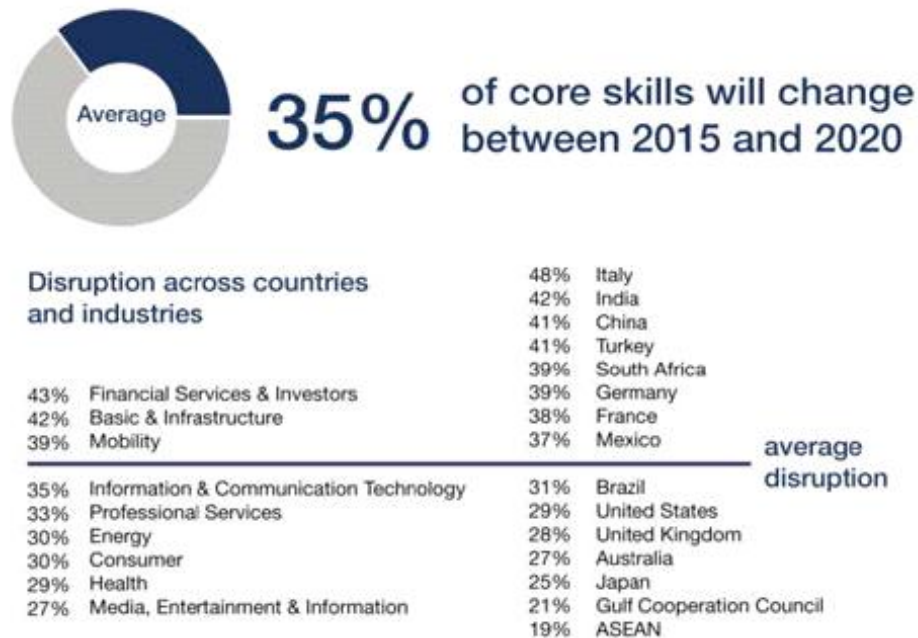


그림 42. 「2015~2020년 사이 주요 국가별 핵심기술 자동화 예상」
세계경제포럼, 2017

- BCG(The Boston Consulting Group)는 2016년 발표한 Shaping the Future of Construction; A Breakthrough in Mindset and Technology라는 제목의 보고서를 통해 건설산업의 생산성 변화와 원인을 분석함

- 건설산업 생산성감소의 원인으로 1) 첨단기술의 개발 및 적용의 지연, 2) 프로세스 표준화와 재활용의 어려움, 3) 데이터의 수집과 피드백이 어려움, 4) 이해관계자가 복잡하게 얽혀있음, 5) 재료와 시공 업체 간의 장기적인 협력이 없음, 6) 보수적인 회사문화를 꼽고, 미래의 건설 직능의 생산성 향상을 위해서는 이를 해결해야 함을 주장함
- MGI(Mckinsey Global Institute)는 2017년 발표한 생산성 향상을 위한 건설산업 재창조 보고서(Reinventing Construction: A Route to higher Productivity)에서 미래의 건설산업 생산성 향상을 위한 7가지 분야의 개선안을 제시함. 인공지능 등 신기술 도입과 건설산업 종사자 교육이 포함되어 있음

Just the Basics	Beyond the Basics
관련법/제도 개선 및 투명성 강화 • 주요 규제 영역에서 KPI 모니터링과 인허가 프로세스 간소화 • 혁신 및 혼란을 위한 보조금 및 예산 할당 • 업계 전반의 투명성 제고 및 정상화 • 공공부문 BIM의무화 등 첨단기술 적용	• 결과/생산성 기반 규제로 완전히 전환 • 인허가 최적화를 위한 단일장구화 방안 확립 • 혁신 및 기술 구축과 같은 분야의 보조금지급에서 투자로 전환 • 개발규모 축소방지를 위해 토지 분할을 방지
계약프레임워크 조정 • 최적가치 및 실적 기반 계약 및 협상 추진 • 초기단계 협업도구 기반 모니터링체계 • 전통적인 계약에 인센티브 방식 추가 • 우선순위 기반 통합 및 인터페이스 관리	• 대안 계약방식 적용 (예: IPD) • 초기 계약자 및 다양한 전문가투입, 초기 계획 및 범위 지정 • 다양한 자료를 통해 견적이 명확해진 후 계약 및 예산 공식화
설계프로세스 개선 및 표준화 • 설계 프로세스 및 결과 향상 • 설계시 사업 참여자의 조기참여 및 협력 • 프로젝트 전반에 모듈 설계 재사용 권장	• 저음부터 제조 및 현장조립을 고려한 설계 • 가치기반 설계 및 시공성검토 제도화
조달 및 공급사슬관리개선 • 타산업과 같은 표준조달 도구 및 지표사용 • 중앙집중식 조달방식 강화 • 투명한 공급사/협력사 선정 및 관리 개선	• 제조화 시스템으로 전환하기 위한 공급사슬 및 재고관리 투자 • 분석, 시뮬레이션 및 실시간 공급망 예측이 가능한 전자조달시스템 적용
현장프로세스개선 • 엄격한 통합 계획 수립 • 협업 성과 관리 실행 • 효과적으로 프로젝트 현장 동원 • 폐기물 및 변경을 줄이기 위해 협력	• LPS(Last Planner® System) 기반 중앙집중식 계획 • 효과적인 "일정기반 예산" 인력 계획 사용 • 모든 시공사와 협력사가 사용하는 중앙 집중 정보시스템 개발
디지털기술, 신소재 및 첨단 자동화 • 업계 최고 수준의 디지털/기술/혁신 도입 • 3D BIM의 일반화 적용 • 스캐닝, 모니터링 및 지도 작성을 위해 무인 항공기나 드론 도입 • 휴대용 장치기반의 디지털 협업/도구 사용	• 사업생애주기 전반에 걸쳐 모바일화된 5D BIM, 증강현실 적용 • IoT기반의 연결된 현장 (예: 근거리 통신, 센서, 웨어러블 등) • 프로젝트 및 전체 데이터에 대한 분석 • 대안 및 혁신적인 신소재 및 자재 개발과 자동화 로봇 시공 장비 적용
현장근로자 재교육 • 도제 모델 구축 • 현장기반 훈련방법 개발 • 기술 및 지식 유지 및 관리 보장	• 현장 근로자를 위한 개인화된 어려움 교육훈련 • 근로자 학습효과 증진을 위한 교실 및 현장기반 통합교육 • 모델 사례를 제도화하고 여러 현장에 적용하기 위한 내부 아카데미 개설

그림 43. 「생산성 향상을 위한 7가지 혁신」

Mckinsey Global Institute. 2017

- 한국은행은 2016년 8월 18일 ‘제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황을 중심으로’ 라는 보고서를 통해 미국, 독일, 일본, 중국 4개 나라의 대응 정책을 국내와 비교분석함
- 4차 산업혁명의 대비책으로 ‘빠른 변화에 대응할 수 있는 노동시장의 유연성 확보, 새로운 기술 습득 요구를 충족시키는 교육시스템의 변화’ 를 언급함
- 특히 그 영향이 클 것으로 예상되는 주요 직군으로 사무행정, 제조업, 건설업 분야를 언급함
- 이처럼 여러 보고서를 통해 미래 직업군의 변화를 예측할 수 있으며, 특히 건설산업에서는 큰 변동이 있을 것임을 알 수 있음

- 이에 대비하여 미래 건축설계서비스의 모습을 예측하고 기존 건축설계 직능의 이동 및 개편을 연구할 필요성이 있음. 변화되는 건설 산업 직능을 예측하여 이에 필요한 교육 커리큘럼 개발 등 미래형 인적자원 육성모델을 개발할 필요성이 있음.

(4) 건설정보 표준 분야

(가) 국내 건설정보 표준 분야

- 국내에서는 건설사들이 1980년대부터 건설정보 분류체계에 대한 관심을 가지기 시작했으며, 국가차원에서 본격적인 연구가 시작된 것은 1990년대 중반부터임
- 국토교통부는 건설사업 과정에서 발생하는 정보를 체계화하고 정보화 과정에서 효과적으로 정보를 관리 및 활용할 수 있도록 건설정보 분류체계를 개발함. 기존의 공종분류체계와 같은 개별 표준을 탈피하여 표준프레임워크를 적용하고자 하는 국내 최초의 시도로서 건설 업무를 여러 각도에서 파악할 수 있는 파셋(분류면)구조를 가지고 있음
- 건설정보 분류체계는 정보표준프레임워크에서 요구되는 ISO 12006-2의 요건을 충족하지 못하여 추가적인 확장이 필요하며, 정보 분류체계가 기존의 2차원 도면시대의 기준으로 작성되어 3차원 통합정보에 요구되는 내용이 보완되어야 함. 또한 실무적으로 보급이 되지 못하고 있어 실용성의 확보가 필요한 것으로 판단됨
- 산업통상자원부 한국산업표준(KS) 중 건설부문(F)은 건설일반/시험·검사·측량/재료·부재/시공 등을 다루고 있으며, 건설정보화에 적용 가능한 표준은 건설CAD 도면작성 부문 3종과 분류체계 부문 2종이 제정되어 있음
- 건설정보화 부문에 대한 KS는 건설 타 부문에 비해 세부기준이 부족한 것으로 판단되며, 이에 실무적용성이 다소 부족한 상황임
- 국토교통부 건설사업정보화(CALS)는 건설사업의 전과정에서 발생하는 정보를 관련자 간에 공유, 교환하기 위한 건설정보화 전략의 하나로 개발되었음. 건설CALS 기본계획에서는 건설사업 수행절차 개선(프로세스구조), 정보인프라 확충(정보기술 구조), 제도 정비(통제구조) 등 3가지 기본구조별로 유기적이고 복합적인 구축방안을 수립하여 추진하는 것으로 되어 있음
- 국토해양부 건설기술진흥기본계획은 건설기술관리법 제3조에 의거하여 건설 기술 정책·제도 선진화 및 연구개발 촉진 등을 통해 기술수준을 향상시킴. 경쟁력을 제고하기 위해 수립하는 법정계획으로 2012년 12월, 2013년부터 2017년까지 계획이 발표됨
- 3개의 주요전략, 13개의 중점 추진과제 중 ‘건설정보 표준화 및 ICT 융복합

연구 촉진’, ‘건설정보 공유·확산 및 환류 강화’, ‘Green & Smart 건설기술 개발’, ‘LC기반의 시설물 유지관리 확립’ 부문에서 건설정보와 신기술 융합 개발 내용이 포함되어 있음

- 국토교통부 R&D를 통해 건축분야 BIM 기술 적용을 위한 표준규격 및 분류체계를 포함한 정보표준 프레임워크 개발을 진행 중임
- 이처럼 건설정보 표준화 부문은 국내외적으로 지속적으로 발전이 이루어져왔으며, 2D기반의 일반 건설정보 및 분류체계에서 BIM 기술로의 확장이 이루어지고 있는 추세임

(나) 국외 건설정보 표준 분야

- 국외의 경우 주로 미국과 유럽을 중심으로 BIM 도입 및 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 주요 선진국들이 국제표준화 기술위원회(ISO/TC 59)를 구성하면서 부터 국제적 건설정보 분류체계 개발을 추진함
- 이는 ISO 12006(Building construction - Organization of information about construction works)으로 발전하였으며, ISO 12006은 크게 두 가지로 추진되었는데 하나는 12006-2로 대표되는 전통적인 분류체계 작업과 다른 하나는 12006-3의 객체지향적 정보교환 형태로 구축됨. ISO 12006 Part2 의 경우 정보 분류에 대한 프레임워크 (Part 2 Framework for classification of information)를 다루고 있음
- ISO 12006-2는 각 나라별로 개발하는 정보 분류체계를 포함할 수 있는 구조로 되어 있어 미국 의 Omniclass나 영국의 Uniclass 등 나라별 정보표준분류체계의 구성 및 개발에 직접적인 영향을 미침
- 미국은 건설정보 분류체계를 통합하여 국제표준으로 제시하기 위하여 CSI와 IAI가 주도하여 Omniclass를 개발함. Omniclass는 ISO 12006-2의 프레임워크를 지원할 수 있도록 북미의 기존 표준과 추가적인 표준을 포함하여 총 15개 테이블로 구성됨
- 유럽지역의 분류체계는 1940년대 말 스웨덴의 Lasse Giertz에 의하여 SfB가 최초로 제안된 이래 프랑스의 SI/SfB, 독일의 BRD/SfB, 벨기에의 BB/SfB, 영국의 CI/SfB, 덴마크의 BC/SfB 등 각 유럽으로 전파되어 분류체계의 모체로서의 역할을 담당하였음
- 그 중 우리나라에도 널리 알려진 영국의 CI/SfB의 경우 시설, 부위, 공종, 자재 및 설비의 5개 파셋으로 구성되어 있고 우리나라의 정보 분류체계 개발에도 많은 영향을 미침
- 일본건설정보센터(JACIC: Japan construction Information center)는 다양한 분류체계의 혼재 및 적용에 대한 문제 해결의 대안으로 건설 분야의 표준 용어

분류체계인 JCCS(Construction Information Classification System in Japan)을 제정함

- 앞서 사례를 살펴볼 때, 표준 및 분류체계의 개발은 기존 건설 산업에서 통용되는 기준을 따르는 것이 혼란을 줄일 수 있으므로 인공지능기반의 설계자동화 기술의 구현을 위해서는 기존 건축분야의 표준 및 분류체계를 기반으로 인공지능, 빅데이터 대상의 목록을 추가하는 형식으로 통합적인 정보프레임워크 기반의 개발이 필요함

2. 기존 기술(연구)과의 차별성

가. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부문

표 14. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부문의 기존 연구와의 차별성

구분	내용
기존 기술 (연구)	· 국내외 선진 건축설계사, 관련 스타트업에서 인공지능, 기계학습, 빅데이터 등을 활용하여 직간접적으로 설계업무 및 의사결정 지원 기술 개발을 시작하고 있는 상황임 · 디지털 트윈 기술은 실제 건물에 대응하는 디지털 모델과 IoT 센서 등을 통해 수집된 다양한 데이터를 활용하여 특정 하드웨어나 건축물의 유지관리 업무를 지원하는 방향으로 활용되고 있음 · 상기 언급된 건축 분야의 지능형 기술 응용 기술 개발은 정량적인 설계 데이터를 주요 대상으로 진행되고 있으며, 정성적인 내용에 있어선 선호 디자인 스타일 추론, 맞춤형 디자인 제안 등 일부 서비스에 제공하기 위한 시도가 등장하고 있음
차별성	· 기존 디지털 트윈 기술의 경우 건물의 유지관리 업무를 위주로 활용되고 있으나, 본 연구에서는 축적할 데이터에 대한 정량화 및 축적 데이터의 설계 초기단계 계획에 활용할 수 있는 기술 지향 · 인간객체 및 인간행동에 대한 빅데이터 축적 및 그에 대한 건축계획 및 설계 활용방안에 대한 정량화 등에 대한 접근방법 제시
연계방안	· 디지털 트윈분야에서 활용되는 IoT, 빅데이터 기술을 활용한 설계지식 빅데이터 구축 및 사용자 관련 데이터를 활용한 인간중심 설계접근 기술 개발 진행 · 설계 및 계획의 다양한 정성적 측면에 대한 정량화 및 데이터 축적 중요

나. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문

표 15. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문의 기존 연구와의 차별성

구분	내용
기존 기술 (연구)	· 건축 설계 생산성 향상을 위해 인공지능을 적용하는 사례들이 대부분 선진국 민간 기업에서 실험적으로 시도되고 있는 상황임 · 모델링 자동화 분야에는 1) 부재 추천 시스템을 통한 모델링 자동화, 2) 2차도면 시멘틱 정보 자동 추론, 3) 2차원 공간 이미지 기반 3차원 공간 자동 생성 · 실시설계 단계에서는 1) 기획단계 매스 모델의 LOD 자동 상세화, 2) BIM

	- 모델 시멘틱 정보 자동 완성 - 가상현실 및 가상시공 분야에서는 1) VR/AR 기반 가상시공, 2) 4D 시물레이션 분석 및 3) 로봇릭스/3D 프린팅 기술 연계가 이뤄짐
차별성	- 대부분 실험단계에 있는 연구들이며 선진 민간 기업에서 자체 추진하는 연구로 국내 설계사 및 시공사 접근 어려워 국내 환경 및 설계 프로세스에 특화된 기술 개발 필요 2차원 도면 및 3차원 컴퓨터 비전 기반 연구는 많으나, BIM 모델에 특화된 인공지능 기술 도입은 소수임 - 실시-상세 설계의 시공성 및 정합성 검증에 요구되는 가상시공 기술 부재 - 부재에 프리패브(제작, 조립, 설치)등에 특화된 모델 구축 및 인공지능 적용 기술 부재
연계방안	- 국내의 설계표준지침 등을 활용한 설계정합성 검증 및 설계오류 자동해결에 대한 실무자들의 요구를 적극 활용 - 설계 생산성 향상 및 시공성 확보를 위한 가상 시공 기술과 연계 - 기존의 프리패브 모듈생성 방식과 빅데이터 기반 자동 생성 및 자율시공 기술의 비교, 분석을 통해 진행

다. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

표 16. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문의 기존 연구와의 차별성

구분	내용
기존 기술 (연구)	LH 토지주택연구원의 BIM 설계 활성화를 위한 전략 수립 연구(2015) 중 “BIM 설계 하자 검증을 위한 프로그램 개발” 과제가 있으나 면적산정, 부재간의 간섭 검토 등의 특정 분야만을 대상으로 함
차별성	- 시공문서 뿐만 아니라 시공도를 사용하여 실시설계단계에서 시공성을 위해 갖추어야 할 필수적인 요소들의 학습을 통한 설계 평가 기술을 확장함 - 자연어 처리 기술을 통해 각 공종별 평가방안을 구축하여 실제 시공에서의 실시설계 BIM 정보의 활용도를 확장함
연계방안	- 국가건설기준센터의 설계 및 시공 기준을 최대 활용 - 설계 단계에 국한하는 것이 아닌 시공단계에서의 요구 내용을 반영하여 실무에 최적화된 설계평가 기술개발을 진행

라. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문

표 17. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문의
기존 연구와의 차별성

구분	내용
기존 기술 (연구)	· 건설분야의 IT 집중도는 증가 추세이나 빅데이터, 인공지능 활용 및 데이터 공유 플랫폼 개발은 미비함 · 타 분야의 인공지능 플랫폼은 국내외적으로 상용화 단계를 넘어 지속적인 개발이 빠른 속도로 진행중에 있음 · 세움터의 건축행정정보 빅데이터 제공 등 국내외적으로 국가 공공의 건축정보 빅데이터를 제공중이나 국내 건설업계의 빅데이터 수집 및 활용 기술은 미비한 실정임 · 미래의 직업군 변화, 특히 건설산업 직능 변동이 클 것으로 예측됨 · 건설정보 표준화를 위한 표준규격 및 분류체계 개발은 국내외적으로 지속적으로 진행중에 있으며, 2D기반의 건설정보 및 분류체계에서 BIM 기술로의 확장 추세임
차별성	· 본 연구는 단순한 절차적 자동화 기술을 설계업무에 도입하여 중복 및 반복적인 프로세스를 간소화하는 절차적 자동화의 기술개발을 통한 설계 생산성 향상에 기여함 · 인공지능에 의한 신속하고 다양한 계획설계 대안도출, 설계구현 자동화 기술개발, 지능형 설계평가 및 대안제시 기술개발을 실현하고 이를 보급하기 위한 설계서비스 혁신 관점에서 인공지능 개입 건축설계 자동화 구현의 차별성이 있음 · 4차산업 대응 건축설계서비스 산업 직능구조 변화를 예측하여 기존 건축설계 직능의 이동 및 개편 방향을 연구하고 커리큘럼을 제시함 · 폐쇄적 성향이 있는 설계데이터를 BIM 정보로부터 공간계획정보와 마감 정보를 속성으로 구축할 수 있도록 플랫폼을 구축하고 공공발주자 및 대형사의 자체적 데이터 활용을 유도 할 수 있도록 개발함 · 기존 건설정보 표준을 기반으로 인공지능, 빅데이터 등에 필요한 대상 목록을 추가하여 통합적인 정보프레임워크를 개발함
연계방안	· 정부에서 공개하는 공공데이터 및 openAPI 등을 연계하여 인공지능기반 건축설계 구현기술을 개발하고 이를 보급 및 활성화하는 설계지식 플랫폼과 정보프레임워크를 구축함 · 기존연구의 발전적 지속성을 보장하고 본 연구결과의 범용성을 확보하기 위해 기존 연구성과를 최대한 활용할 계획임 · 연구과정에서 도출된 표준규격을 지속적으로 타 R&D 및 실무에서 활용 가능하도록 보급할 예정임 · 새로운 소프트웨어 개발시 개방적 표준을 적용할 수 있도록 제공하여 진입장벽을 해소함

4절. 기술수준 분석

1. 특허 동향 분석

가. 건축분야에서의 인공지능 관련 특허 현황

- 인공지능기술은 제조업을 비롯하여 의료, 바이오, 경제, 금융, 게임, 법무, 회계 등 다양한 분야에 적용되어 활용되고 있으며, 그에 대한 연구, 개발도 활발함
- 반면, 건축분야, 건축설계 분야의 인공지능 기술은 단순한 데이터 분석만으로 처리될 수 없는 인간의 창조적인 부분을 포함하고 있기 때문에 연구, 개발, 적용 및 활용 모두 다른 분야에 비해 많이 늦은 상황임
- 최근에는 기계학습을 중심으로 건축설계 분야에 어떻게 적용할 것인지에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있음
- 건축설계분야와 관련하여 인공지능기술은 크게 건축 계획 및 디자인, 검증 및 평가, 시공 분야로 나눌 수 있음

(1) 각국별 특허 출원 건수 및 비율

구분	특허청		검색 DB	검색구간	검색범위		
공개특허	한국(KIPO)		kewart	1970.1~ 2018.12.31	특허공개 및 등록전체 문서		
	미국(USPTO)		kewart		특허공개 특허공개(공표), 공허공개(재공표)전체 문서		
	일본(JPO)		kewart		특허공개 및 등록전체 문서		
	유럽(EPO)		kewart		EP-A 및 EP-B		
	중국(SIPO)		kewart		특허공개 및 등록전체 문서		
검색 키워드	- 인공지능, Artificial Intelligence - 기계학습, Machine Learning, 머신러닝 - 딥러닝, Deep Learning - 인공 신경망, artificial neural, artificial network - SVM, Support Vector Machine						
국가	US	JP	EP	PCT	KR	CN	총합
건수	11,508	688	1,970	4,472	2,622	49,202	70,462

- 70년대부터 2018년까지 인공지능, 기계학습, 머신러닝, 딥러닝, 인공신경망, 서포트벡터머신을 키워드로 하여 건축분야와 관련된 각국별 인공지능 관련 특허를 분석한 결과 전체 검색 건 수는 70,462건으로 중국(49,202) > US(11,508)

> WO(4,472) > KR(2,622) > EP(1,970) > JP(688)으로 집계됨.

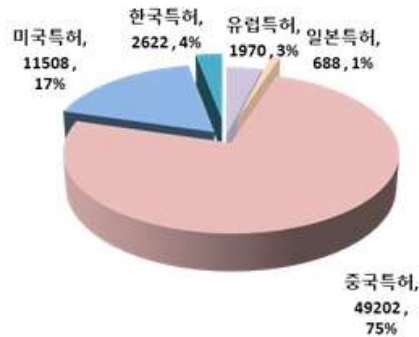


그림 44. 인공지능 관련 각국별 특허 건수

- 따라서 검색건 수 기준으로 중국에서 가장 많은 출원이 있음

(2) 연도별 특허 출원 건수

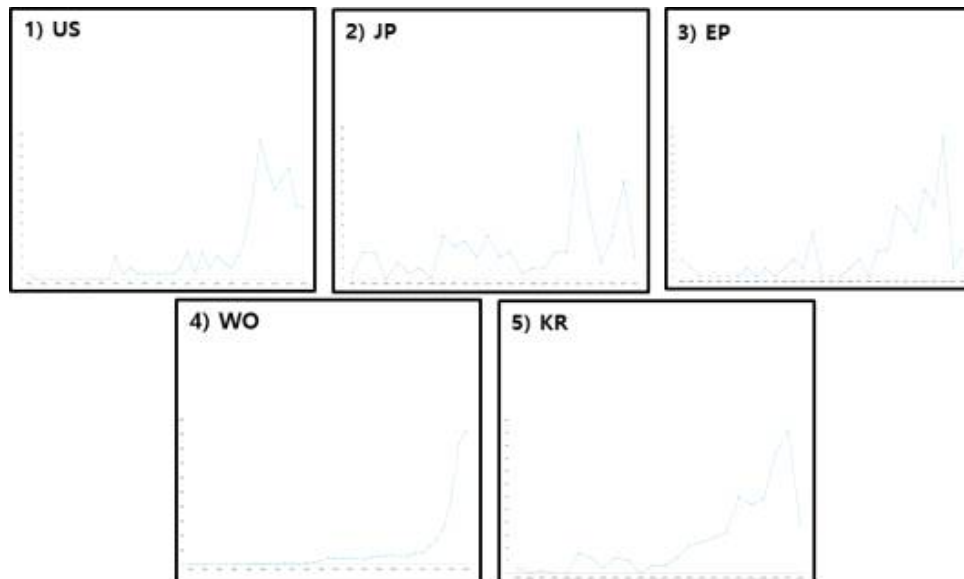


그림 45. 인공지능 관련 각국별 특허 건수

- US
 - 1900년대 중반까지 관련 출원이 거의 없었으나, 2000년대 중반부터 출원이 급증하여 2017년에 가장 많은 출원이 되었음
 - 2018년도 및 2019년도에는 아직 공개되지 않은 건이 포함되어 있으므로, 2018년 2019년에 2017년보다 더 많은 출원이 되었을 것으로 예상됨
- JP
 - 1900년도 초반부터 관련 기술에 대한 특허 출원이 진행된 것으로 보아, 다른 국가에 비해 연구가 빠르게 시작되었음을 알 수 있음
 - 2014년도를 기점으로 출원이 급격하게 증가하였으며, 2017년도에 가장 많은 특허 출원이 되었음

- EP
 - 2000년대 중반부터 출원이 급증하여 2017년에 가장 많은 출원이 되었음
 - 미공개 건을 고려하면 지속적으로 출원이 증가할 것으로 예상됨
- WO
 - 2014년도를 기점으로 출원이 급격하게 증가하였으며, 2017년도에 가장 많은 특허 출원이 되었음
 - 미공개 건을 고려하면 지속적으로 출원이 증가할 것으로 예상됨
- KR
 - 2016년도를 기점으로 출원이 폭발적으로 증가하였음
 - 2017년에 최대 출원건을 기록하였으나, 미공개 건을 고려하면 지속적으로 출원이 증가할 것으로 예상됨
- 주요 연구 국가인 미국, 유럽 및 일본에서 2000년대 중반부터 출원이 증가하기 시작하여 2014년도부터는 그 양이 기하급수적으로 증가하고 있음. 출원의 증가 추세 및 증가량을 고려할 때 출원이 지속적으로, 급격하게 증가할 것으로 판단됨
- 미국, 유럽 및 일본에서 출원이 급증하는 2014년도 즈음부터는 국제출원(WO)도 급증하기 시작한 것으로 보아 주요 국가에서 비용을 투자하여 해외에 권리를 획득할 만큼 기술력이 성숙함
- 또한, 주요 국가의 업체들이 성숙된 기술력을 기반으로 해외에 진출 또는 진출을 준비하고 있음
- 한국은 주요국가에서 기술 수준이 성숙한 후인 2016년도 후부터 출원이 급증하기 시작한 것으로 보아 인공지능 분야에 대한 연구 및 개발이 주요 국가에 비해 다소 늦음

(3) 각국의 주요 출원인



그림 46. 인공지능 관련 각국의 주요 출원인

- US
 - IT업계의 전통적인 기업인 IBM, Microsoft, Intel이 가장 많은 연구와 그에 따른 특허 출원함
- JP
 - 일본의 경우 많은 업체에서 조금씩 출원을 하여 다 출원인 분석이 의미가 없음
 - 제1출원인은 12건 밖에 출원하지 않았으며, 이는 미국 다출원인의 1/10 수준임
- EP
 - 유럽에서도 미국의 유명 기업인 Microsoft, Intel 등이 많은 출원을 한 것을 알 수 있음
 - Tata Consultancy Services는 인도 회사임에도 불구하고 유럽의 다출원인에 포함된 것이 특이함
- WO
 - 미국 기업인 MICROSOFT社가 가장 많은 PCT 출원을 한 것으로 파악됨
 - GOOGLE은 미국 내 출원에서는 다출원인 순위에 들지 않았으나 PCT 출원은 많이 했다는 점에서 기술 수준이 높은 것으로 파악됨
- KR
 - 한국은 전자업계의 제1기업인 삼성전자 주식회사가 다출원을 하였음
 - 다만, 다른 국가와 달리 한국전자통신연구원, 한국과학기술원과 같은 연구기관 및 대학교에서 많은 출원이 되었다는 점에서 특이점이 있음
- 주요 출원인의 출원 수를 분석한 결과, 미국의 경우 다른 국가에 비해 월등하게 많은 출원을 하고 있음
- 유럽 및 국제출원(WO)의 주요 출원인과 미국의 주요 출원인이 많은 부분 일치하는 것으로 보아 미국의 기업이 전세계적으로 압도적인 기술력을 자랑하고 있으며, 해당 분야를 선도하고 있는 것으로 분석됨
- 한국은 다른 국가에 비해 연구 시작이 다소 늦었으나, 삼성전자가 국제출원(WO)을 활발하게 하고 있는 것으로 보아 기술 수준이 빠르게 증가하고 있는 것으로 판단됨. 이러한 추세를 고려할 때 한국이 해당 기술 분야에서 미국 다음으로 높은 기술 수준을 확보할 수 있을 것으로 예상됨
- 다만, 한국은 삼성전자를 제외하고는 연구소 내지 대학에서 출원을 주도하고 있다는 점에서 실질적으로 적용되는 기술을 확보하기까지는 시간이 필요할 것으로 판단됨.
- 또한, 삼성전자 외에는 국제출원(WO)을 적극적으로 진행하는 기업 내지 연구소가 없다는 점에서 현재까지는 기술수준이 미국에는 미치지 못하며, 해외 진

출을 위해서는 연구가 더 필요한 수준임

- 아래의 각국별/연도별 특허 출원 동향 분석은 인공지능을 구성하는 표준화 항목을 기반기술, 음성/언어 이해, 시각/영상/동작 이해, 생활/감성 이해 4가지 분야로 나누어 특허를 검색한 데이터임



그림 47. 각국별/연도별 특허 출원 동향 분석(한국정보통신기술협회, ICT 표준화전략맵의 자료)

나. 인공지능 관련 특허 분석

(1) 검색 기준

구분	특허청	검색 DB	검색구간	검색범위
공개특허	한국(KIPO)	kewar t	1970.1~ 2018.12.31	특허공개 및 등록전체 문서
	미국(USPTO)	kewar t		특허공개 특허공개(공표), 공허공개(재공표)전체 문서
	일본(JPO)	kewar t		특허공개 및 등록전체 문서
	유럽(EPO)	kewar t		EP-A 및 EP-B
	중국(SIPO)	kewar t		특허공개 및 등록전체 문서

- 검색 구간은 70년부터 2018년 까지이며, 검색 DB는 kewar t으로 진행함. 나라는 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국을 바탕으로 특허의 출원 건 수를 비교 분석함

(2) 검색 결과

- 최종 건을 기준으로 이하 분석을 진행함
- 분석 대상 건은 인공지능기술을 포함하는 동시에 건축, 건설과 관련된 기술임

1차 검색식 검색식 ((인공지능 OR (Artificial A/I Intelligence) OR AI OR 기계 학습 OR (Machine A/I Learning) OR 머신러닝 OR 딥러닝 OR (Deep A/I Learning) OR (인공 A/I 신경망) OR (artificial AND (neural A/I network) OR 신경망 OR (neural A/I network) OR (서포트 A/I 벡터 A/I 머신) OR SVM OR (Support A/I Vector A/I Machine)) AND (건축 OR architecture OR (건축 A/I 설계) OR (architectural A/I design) OR 건설 OR construction OR 건물 OR building OR 구조 OR structure OR (building A/I construction) OR 건축설비 OR (building A/I equipment) OR (건축 A/I 에너지) OR (Building A/I Energy) OR 건축시공 OR (execution A/I of A/I building A/I works) OR 건축재료 OR (building A/I materials) OR (construction A/I materials)))					
국가	US	JP	EP	KR	총계
건수	4,284	1,081	2,393	1,003	8,761

2차 검색식 검색식 AB(BIM OR ((건축 빌딩 building) AND (정보 information) AND (모델 model)) OR (인공 AND 지능 AND 건축) OR (건축 AND 설계 AND 자중*) OR ((virtual 가상 베티컬 베티컬) A/I ((design 디자인 설계 model 모델))) AND MPC((G 06*))					
국가	US	JP	EP	KR	총계
건수	1,337	499	261	651	2,748

1차 노이즈 제거 결과 노이즈 제거 기준 - 인공지능과 관련성이 낮은 출원을 제거함 - 러닝머신 등 각종 기계장치에 관련된 기술, 생명공학에 관련된 기술을 제거함					
국가	US	JP	EP	KR	총계
건수	552	179	193	298	1,222

2차 노이즈 제거 결과 노이즈 제거 기준 - 건축, 건설과 관련성이 낮은 출원을 제거함 - 건축, 건설과 관련성이 있더라도 인공지능과 무관하거나, 건축, 건설분야가 아닌 전혀 다른 부분에 인공지능이 적용된 기술을 제거함					
국가	US	JP	EP	KR	총계
건수	190	147	81	303	721

그림 48. 특허 분석을 위한 검색식 및 1차,2차를 통한 노이즈 제거 결과

- 노이즈를 제거한 분석 대상 건은 물론이고, 노이즈 건을 포함한 raw data 역시 인공지능기술 전체 기술에 비해 출원 건수가 매우 저조한 편임
- 전체 인공지능 기술 대비 건축/건설 분야 인공지능 기술은 약 4%에 불과함
특히, (건축/건설 분야 인공지능기술) / (전체 인공지능기술) *100 = 4.15%에 불과함
- 따라서, 전체 인공지능 기술 중에서 건축/건설 분야의 인공지능 관련 특허 출원 동향 분석을 위하여 인공지능 관련 키워드, 기계학습 관련 키워드, 신경망 관련 키워드, 서포트 벡터 머신 관련 키워드를 추가하여 3차 검색을 진행함

3차 검색식 - 가 (인공지능 관련)

검색식

KEY:((인공지능 or (Artificial A/I Intelligence)) AND (가상현실 OR (virtual A/I reality) OR VR OR (사용자 A/I 행위 a1/ 평가) OR ((User's action) AND (appraisal OR assessment OR evaluation OR estimation))) OR 시뮬레이션 OR simulation OR BIM OR (Building A/I Information A/I Modeling) OR 흙막이공법 OR H-pile OR (sheet A/I pile) OR (slurry A/I wall) OR (open A/I cut) OR (earth A/I anchor) OR strut OR (island A/I cut) OR 인공신경망모델 OR (Artificial A/I Neural A/I Network) OR (서포트 A/I 벡터 A/I 머신) OR (Support A/I Vector A/I Machine) OR 뉴로퍼지 OR (Neuro-Fuzzy)))

국가	US	JP	EP	KR	CN	총계
건수	365	135	61	156	615	1,332

3차 검색식 - 나 (기계학습 관련)

검색식

KEY:((머신 and (러닝 or 러닝)) or (machine A/I learning) AND (주택가격 OR (Housing A/I price) OR (예측 A/I 중심의 A/I 모형) OR (비모수 a1/ 모형) OR (Non-parametric A/I Model) OR 공간자기상관성 OR (spatial A/I autocorrelation)))

국가	US	JP	EP	KR	CN	총계
건수	없음	121	없음	980	13	1,114

3차 검색식 - 다 (신경망 관련)

검색식

KEY:((신경망 or ANN OR (Neural A/I Networks)) AND (공동주택 OR apartment OR 비용 OR cost OR expense OR charge OR (유전자 A/I 알고리즘) OR (Genetic A/I algorithm) OR (동적 A/I 응답) OR (Dynamic A/I response) OR (데이터 A/I 개수) OR (Number A/I of A/I data) OR (균열 A/I 깊이) OR (Crack A/I depth) OR (구조 A/I 손상) OR (Structural A/I damage) OR (시계열 A/I 분석) OR (Time A/I series A/I analysis) OR 사례기반추론 OR (Case-Based A/I Reasoning) OR 실적공사비))

국가	US	JP	EP	KR	CN	총계
건수	208	22	109	203	933	1,475

3차 검색식 - 라 (서포트 벡터 머신 관련)

검색식

KEY:(((support A/I vector) AND (machine OR machines)) AND (흙막이공법 OR (H-pile) OR (sheet A/I pile) OR (slurry A/I wall) OR (open A/I cut) OR (earth A/I anchor) OR strut OR (island A/I cut) OR 평가모델 OR (Evaluation A/I model) OR 인공지능 OR (Artificial A/I intelligence) OR 개산견적 OR (rough A/I estimate) OR (rude A/I estimate) OR (one-against-all) OR 외장재료 OR (Exterior A/I Wall A/I Material) OR 정확성 OR 정확도 OR accuracy)))

국가	US	JP	EP	KR	CN	총계
건수	93	1	26	30	3,240	3,390

그림 49. 특허 분석을 위한 검색 키워드 및 3차를 통한 노이즈 제거 결과

- 한국은, 1970년대부터 특허출원이 이루어져 꾸준히 증가하는 모습을 보이며 향후 출원량이 더욱 증가할 것으로 사료됨

(3) 기술의 위치

- 본 아래의 그래프는 해당 기술에 대한 전체적인 기술적 위치를 파악하기 위한 것으로, 성장기, 발전기, 성숙기, 퇴조기 등의 4구간으로 분류할 수 있음
- 건설분야 인공지능 기술은 출원 건 수는 증가하고 있으나, 출원 증가율은 다소 감소된 상황임. 따라서 전체적으로 발전기에 해당하는 것으로 볼 수 있음
- 다만, 출원 건수가 전체적으로 아주 낮은 상태이므로 추후 출원 증가율이 다시 증가할 가능성도 존재함

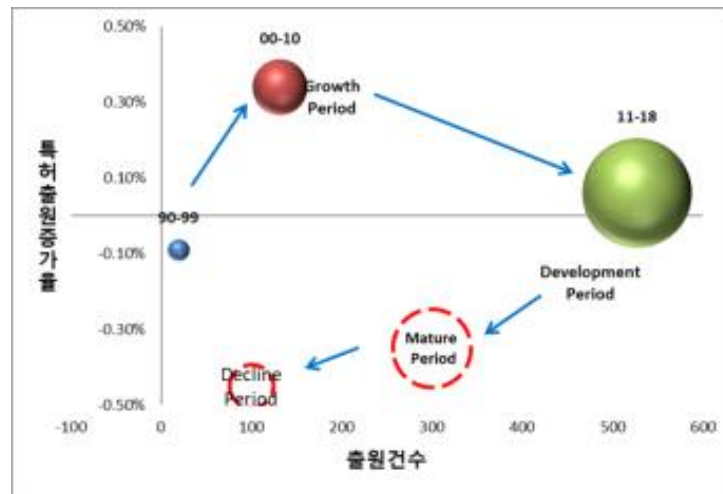


그림 50. 포트폴리오로 분석한 인공지능 기술의 위치

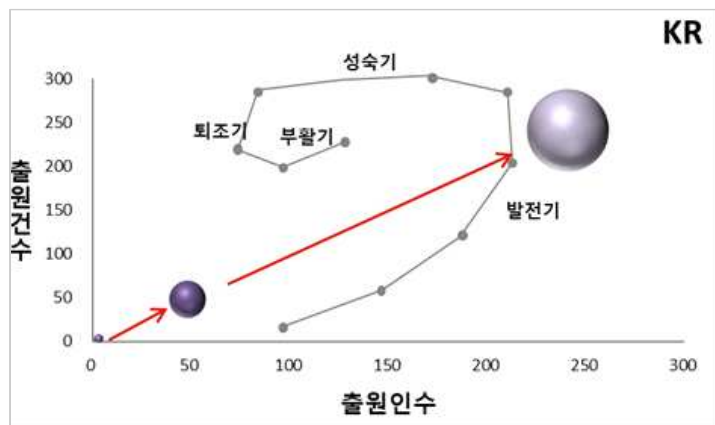


그림 51. 포트폴리오로 분석한 한국의 인공지능 기술의 위치

- 한국은 역시 발전기에 있으나, 출원 건 수 및 출원인수가 급격하게 증가하였음을 확인할 수 있음
- 특히 출원 건 수가 감소되지 않고 지속적으로 증가하였다는 점에서 연구 개

발이 활발하게 이루어지고 있으며 한동안 발전기가 지속될 것으로 보임

(4) 종합 분석 결과

- 초기에 일본에서 많은 출원을 하였으나, 미국 및 한국의 출원이 일본의 출원을 넘어선 결과를 나타냄
- 특히, 10년도부터 한국의 출원이 급증하면서, 미국보다 많은 특허 원이 되었음을 확인할 수 있음
- 중국은 2000년대부터 출원한 후발주자임에도 불구하고 지속적으로 출원이 증가하여 2017년부터는 다른 국가보다 월등하게 높은 출원 건수를 보임.
- 2018년에는 미공개된 특허가 포함되어 있음에도 불구하고 다른 국가보다 많은 특허 출원이 되고 있음
- 중국의 추세를 고려할 때 2018년 이후에 다른 국가보다 월등히 높은 출원을 보유할 것으로 예상됨

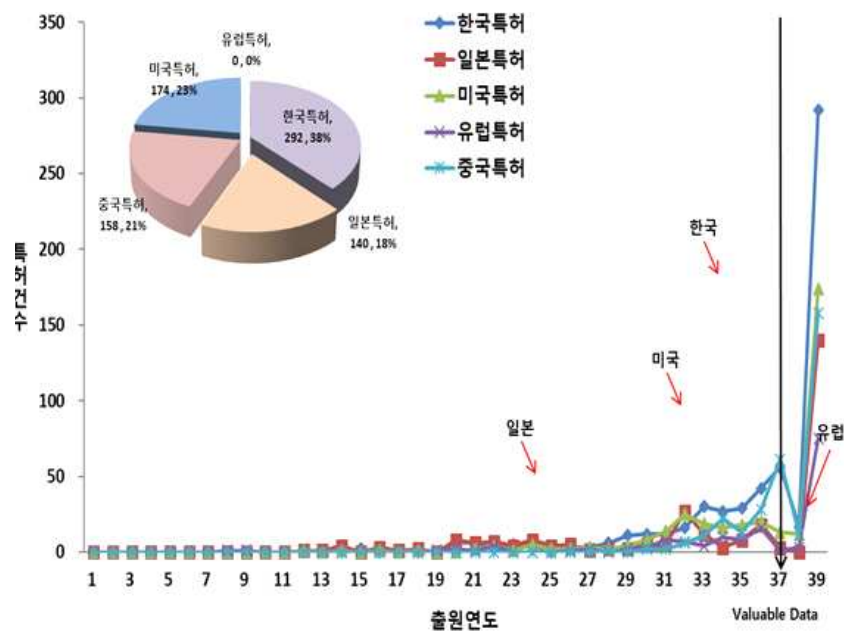


그림 52. 나라별 특허 건수 종합 분석 결과

다. 국적별 시장력 및 기술 영향력 비교

(1) 출원인 국적별 시장력과 피인용 상관관계 분석

- 본 아래 그래프는 특허의 질적인 측면을 확인하기 위한 것으로서, 오른쪽 상단에 위치할수록 시장경쟁력 및 기술개발의 질적수준이 높고, 왼쪽 하단에 위치할수록 시장경쟁력 및 기술개발의 질적수준이 낮음
- 인공지능기술 분야를 주도하고 있는 미국은 한국, 일본에 비해 질적수준 및 시장확보력이 높음

- 반면 일본 및 한국의 경우 그래프 왼쪽 하단에 위치하여 출원건수는 많으나 기술의 질적수준 및 시장확보력이 낮음
- 기술의 질적수준 및 시장확보력은 스위스가 가장 높은 것으로 표시되어 있으나, 출원건수가 많지 않아 정확한 수치로 볼 수는 없음
- 태국기업은 출원건수는 많지 않았으나 질적수준이 높은 기술(원천기술)을 보유하고 있음
- 피인용도지수가 높은 특허를 가진 태국, 홍콩, 스위스, 미국은 건설분야에 있어서 원천기술을 보유하고 있음
- 반면, 한국은 특허의 질적 수준이 많이 낮지만 이는 출원건수가 많기 때문으로 볼 수도 있음. 그만큼 해당 분야에 대해 연구 개발이 다면적으로 이루어지는 것으로 판단됨. 미국에 비해 질적 수준이 낮은 것은 한국은 연구 개발이 기업이 아닌 연구기관 및 대학에서 주도적으로 이루어지고 있고, 따라서 직접적으로 적용되는 응용기술이 아닌 점, 또는 현재 적용이 어려운 선행기술 개발이 진행되고 있다고 판단됨
- 미국은 출원이 많은데도 불구하고 질적 수준이 높는데 그만큼 전세계적으로 현재 연구가 직접적으로 진행 중인 기술에 대해 권리 확보를 많이 하고 세계적으로 영향력을 확장하고 있는 것으로 나타남

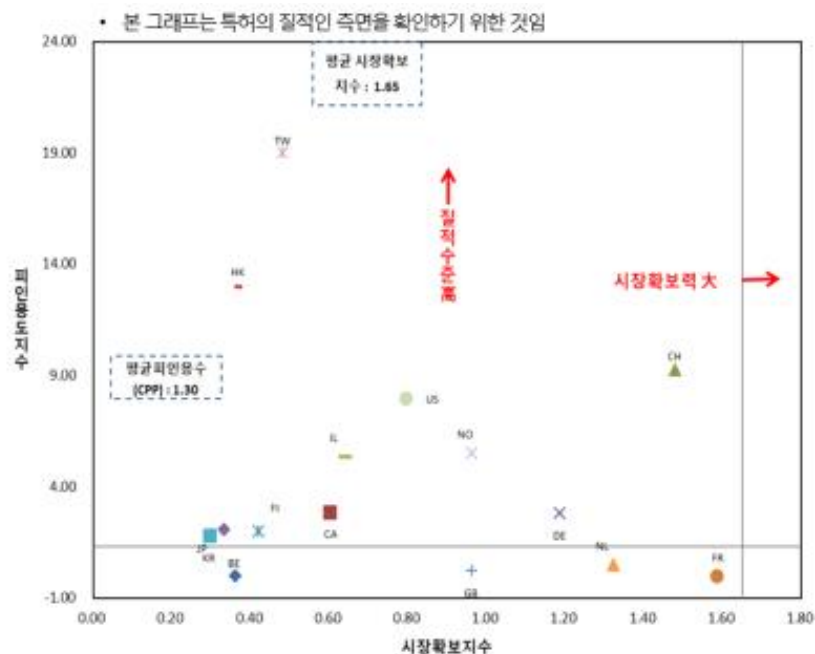


그림 53. 출원인 국적별 시장력과 피인용 상관관계

(2) 출원인 국적별 기술영향력 수준 분석

- 본 그래프는 기간에 따라 어느 국가가 기술개발이 활발하면서, 기술력이 높은

지 확인하기 위한 것임

- 1976~1999년 및 2000년~2018년으로 나누어서 분석한 결과, 2000년도 이전에는 모든 국가가 기술력지수가 매우 낮았다는 것을 확인할 수 있음. 즉, 2000년도가 지나서야 해당 기술분야에서 기술력 있는 기술이 개발되었음
- 특히 미국 및 한국의 기술력 지수가 높은 것으로 확인되었는데, 미국이 2위인 한국보다 큰 격차를 가지고 해당 기술분야를 선도하고 있음
- 한국은 일본보다 연구는 다소 늦게 시작했지만 이미 일본을 추월하여 일본보다 높은 기술력을 보유하고 있는 것으로 판단됨
- 특이한 점은 76-99년 사이에 다른 국가의 기술력지수는 모두 0인데 스위스만 두드러지는 기술력을 보유하고 있다는 점임. 이는 앞선 그래프에서도 확인할 수 있듯이 스위스에서 원천기술을 보유하고 있다는 점을 의미함

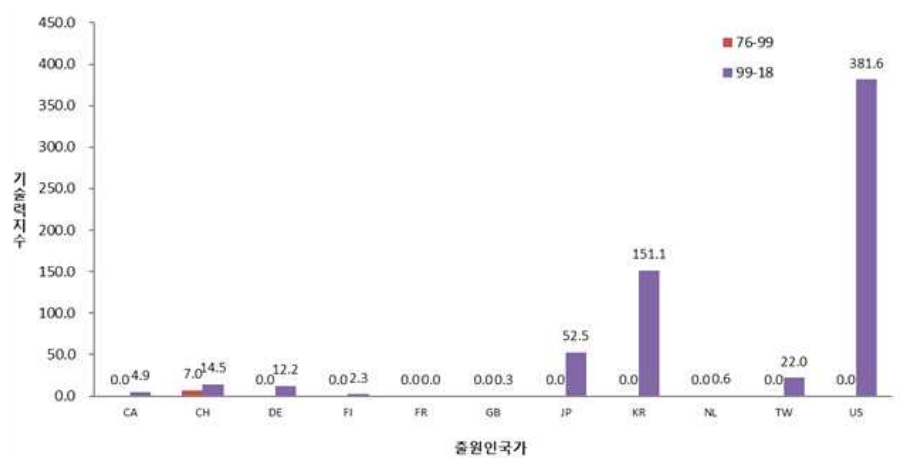


그림 54. 출원인 국적별 기술영향력 수준

(3) 출원인 국적별 인용/피인용 상관관계 분석

- 본 아래 그래프는 해당국가 기업이 시장에서 위치를 확인하기 위한 것임
- 주목할 만한 점은 태국기업이 질적으로 높은 기술(원천기술)을 보유한 것과 동시에 해당 기술분야를 리딩하고 있다는 점임. 태국은 특허건수가 많지 않지만 원천기술을 보유하고 있는 것으로 보임
- 미국은 한국, 일본에 비해 기술이 성숙해 있으며, 상대적으로 리딩그룹에 해당하며 성숙한 시장에 해당함. 미국이 성숙한 시장에 속한다는 것은 미국에서 개발하는 기술이 다른 기술의 영향을 많이 받는다는 것을 의미함
- 반면 한국의 경우 타국에 비해 시장이 성숙해 있으며, 비슷한 그룹에 해당함. 한국에서 개발하는 기술이 타국의 기술을 영향을 많이 받지만, 타국에 주는 영향은 그리 크지 않다는 것을 의미함

- 한국은 타국에 비해 다소 늦게 연구 개발이 시작되어 있기 때문에 타국, 특히 일본과 미국의 영향을 많이 받고, 타국에 주는 영향은 적을 수 밖에 없어 위와 같은 결과를 가져온 것으로 판단됨. 다만, 최근 연구 개발이 활발하게 이루어지고 있어 타국에 주는 영향력이 점차 상승하여 그래프 상에서 점차 위로 상승할 것으로 예상됨

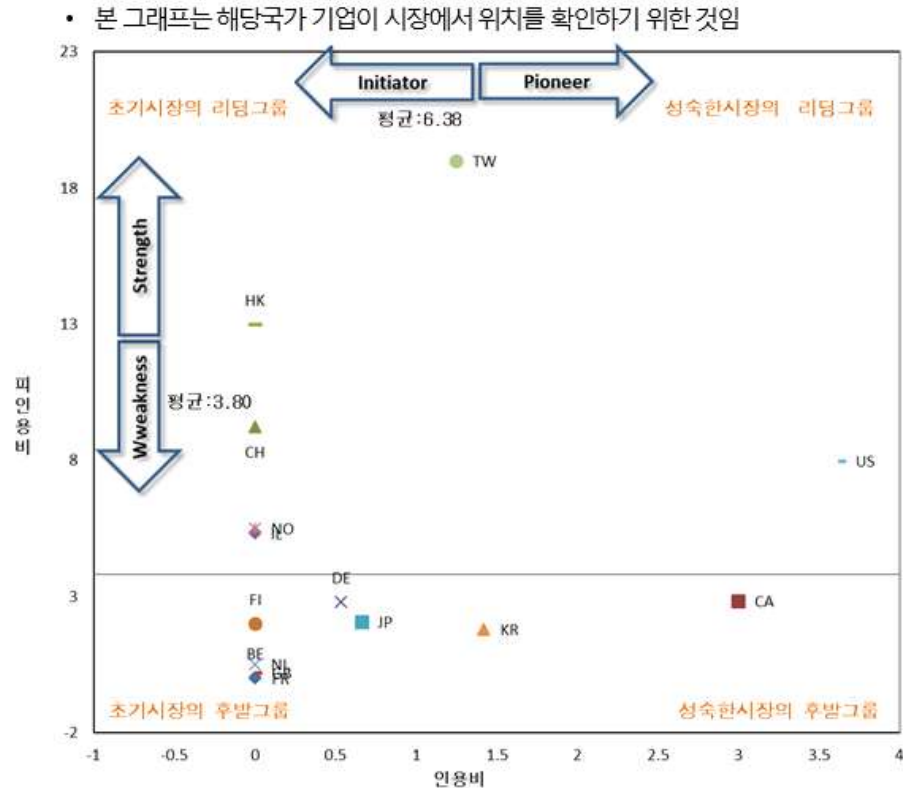


그림 55. 출원인 국적별 인용/피인용 상관관계

- US
 - 미국은 전체 출원건수에 비해 주요 출원인의 출원건수는 낮은 편임. 즉, 여러 기업에서 골고루 출원이 이루어지고 있는 것으로 이해됨
 - 일반적인 인공지능기술이 IT기업이 주도적으로 진행하고 있는 것과 달리 건축, 건설분야 기업에서 연구가 진행되고 있다는 것을 확인할 수 있음
- JP
 - TOSHIBA, MITSUBISHI와 같은 대기업에서 연구 및 특허출원을 주도하고 있음을 확인할 수 있음. 특히 TOSHIBA에서 다른 기업에 비해 월등히 많은 출원을 하여 기술 개발을 이끌고 있음
- EP
 - 유럽의 다출원인은 전체적으로 출원 건수가 적음
 - 특히 유럽의 다출원인은 미국의 다출원인과 분포가 비슷하여 미국기업이 출원을 주도하고 있음을 확인할 수 있음

- 전체적으로 적은 출원 수 및 미국 기업의 출원 주도를 고려할 때 유럽 내부적으로 해당 분야의 연구 개발이 매우 저조한 것으로 보임
- KR
 - 한국은 다른 국가와 달리 연구소 및 대학에서 연구 및 특허 출원을 주도하고 있음
 - 일반적인 인공지능기술 분야의 주요 출원인인 삼성전자 내지 한국전자통신연구원은 주요 출원인에서 제외되고, 한국건설기술연구원에서 연구 개발을 주도하고 있음을 확인할 수 있음
 - 또한, 기업 중에서 포스코건설에서 관련 연구를 진행하고 있음을 확인할 수 있음
- CN
 - 중국은 한국과 마찬가지로 연구소 및 대학의 출원이 두드러짐
 - 또한, 해외 기업의 출원이 거의 없는데, 해외 기업에 대해 폐쇄적인 정책 때문에 해외 기업의 출원이 저조한 것으로 판단됨
 - Google, Qualcomm, MICROSOFT 등 해외 기업의 출원이 없는 것은 아니나 다른 국가에 비해 매우 저조함



그림 56. 나라별 출원인 인용/피인용 상관관계

라. 특허 조사 분석을 통한 본 과제의 추진 방향

- 일반적인 인공지능기술 분야에 비해 전체적인 출원 수가 낮은 것을 확인할 수 있음. 즉, 인공지능기술 분야 전체에 비해 아직 연구 개발이 미비한 수준임
- 또한, 일반적인 인공지능기술 분야가 전통적인 IT기업에서 연구가 이루어지는 것과 달리 건설, 건축과 관련된 기업 내지 연구소, 대학에서 연구 개발이 집중되고 있다는 점에서 특이점이 있음
- 초기에 연구 개발을 주도했던 일본 기업은 자국 내 출원은 많으나 미국, 유럽 등의 해외에 출원한 이력이 거의 없다는 점에서 연구 개발 수준이 성숙하지

는 못한 것으로 판단됨. 이는 앞의 기술력 수준 등의 그래프에서도 확인한 바 있음

- 미국의 다출원 기업은 미국만이 아니라 유럽에서도 다출원을 하여 미국의 기업이 전세계적으로 시장을 확장하고 있다고 볼 수 있음. 미국은 연구기관 내지 대학이 아닌 기업에서 연구 개발을 주도하고있고, 따라서 직접적으로 적용되고 활용되는 응용기술에 대한 연구가 진행되고, 그에 따라 전세계적으로 권리 확보에 항상 힘쓰고 있는 것으로 판단됨
- 특히 미국에서 개발하는 기술은 앞의 그래프에서 확인할 수 있듯이 다른 기술에 영향을 많은 것인데, 이는 응용기술에 대한 연구가 활발하게 이루어진다는 점을 반증함
- 단순히 응용기술만 개발하는 경우 기술의 질적 향상은 없을 수 있으나, 미국은 일반적인 인공지능기술 분야에 대해 연구 개발이 활발하게 이루어지고 있고, 이를 이용한 건설분야 인공지능기술 연구가 이루어지는 것이므로, 다른 국가와 기술 격차를 점차 늘려 나갈 것으로 예상됨
- 한국은 미국과 일본에 비해 다소 늦게 연구를 시작했으나, 단기간 내에 많은 출원을 하여 초기 연구를 진행한 일본을 추월한 것으로 판단됨
- 한국은 아직 피인용비가 낮고, 인용비도 높지 않은 것으로 보아 미국에 비해 기술적 수준도 낮고 트렌드에 맞는 정확한 연구 방향을 잡은 것으로 보이지 않음. 이러한 점은 미국과 달리 한국은 기업이 아닌 연구기관 내지 대학에서 연구, 개발을 주도하고 있기 때문임
- 특히, 한국은 연구기관 및 대학에서 연구, 개발을 주도하고 있기 때문에 트렌드에 맞는 기술보다는 여러 방향으로 다양한 연구가 진행되고 있는 것으로 보임. 이러한 연구가 토대가 되어 해당 기술 분야에서 기초 기술을 확보하고 기술 분야를 확장하는데 도움이 될 것으로 예상됨
- 다만, 해당 분야에서 직접적으로 적용되는 응용기술 및 트렌드에 맞는 기술은 연구기관 및 대학에서 연구한 기초 기술을 기반으로 기업에서 연구, 개발하는 것이 적합하기 때문에 한국의 주요 출원이 연구기관 내지 대학에서 점차 관련 기업으로 변화되어야 해당 분야에서 기술의 질적 상승이 가능할 것임
- 건설분야와 관련 기업에서 IT기업과 달리 선행개발에 힘을 쓰지 않는 경우가 많은데, 해당 분야에서 높은 기술력을 확보하고 시장을 장악하기 위해서는 선행 기술개발이 필수적으로 이루어져야 함.
- 한국의 경우 지금까지 연구기관 및 대학에서 이와 같은 선행개발이 주도적으로 이루어지고 있으므로 이와 같은 연구기관, 대학과 관련 기업의 공동 연구, 개발이 활발하게 이루어져야 건설분야 인공지능기술에서 미국과 대등한 기술력을 확보할 수 있을 것으로 예상됨

2. 논문 동향 분석

가. 논문 동향 분석

- 국내 건설 분야에서 인공지능과 설계자동화에 관련한 연구 경향을 파악하기 위하여 현재까지의 국내 연구문헌을 분석하였음
- 설계자동화는 인공지능을 적용하지 않은 전통적 방식의 자동화로 분류하였음
- 유관 국내 연구는 대한건축학회, 대한설비공학회, 한국주거학회, 한국건축친환경설비학회 등에서 발간하는 학술지와 Web-Site(DB-pia, google-scholar)에서 논문을 수집함
- 국외 저널에 게재된 국내 저자는 국내 논문으로 포함하였음
- 1990년부터 2018년까지 진행된 연구 중에서 인공지능을 주제로 한 국내 연구는 총 25건, 설계자동화를 주제로 한 국내 연구는 총 45건으로 집계됨

(1) 설계 자동화 관련 연구 동향 분석

- 국내에서 설계자동화 관련 연구는 1990년대를 시작으로 지속적으로 연구가 진행되었으나, 2014년 이후부터 급격히 감소함
- 반면, 인공지능에 관련된 연구는 2014년 이후부터 급격히 증가함. 이에 인공지능을 활용하지 않는 설계자동화 관련 연구는 점차 축소될 것으로 예상됨



그림 57. 설계자동화 관련 연구 연도별 및 기술분야별 현황 분석

- 설계자동화를 활용한 목표는 크게 건축설계, 건축시공, 건축구조, 건축설비, 에너지, 성능평가, 정보처리, 플랫폼, 기타 총 9가지로 유형화 함
- 전체 논문 중 건축구조에 대한 연구가 11편(25.0%)으로 가장 많았으며, 이어서 건축설계에 관한 연구 9편(21%), 건축시공에 관한 연구 9편(21%) 등으로 나타남

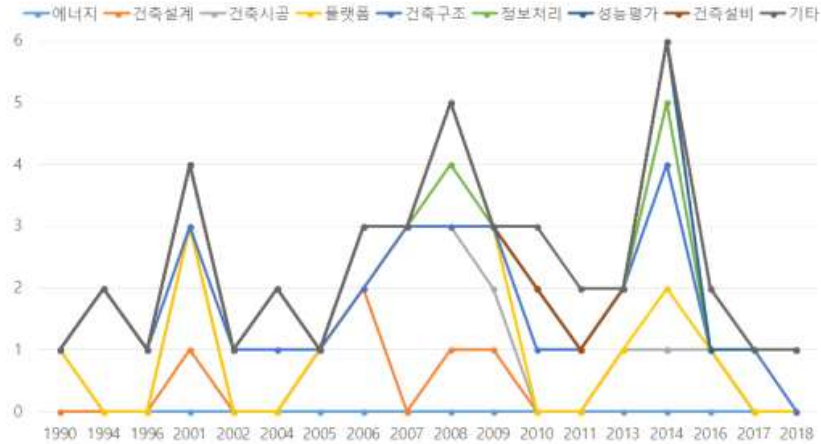


그림 58. 기술분야별 연도에 따른 국내 설계 자동화 관련 연구의 추이

- 모든 기술 분야에서 일정한 증감이 없으며 2010년대에 들어 건축시공, 정보처리, 건축구조에서는 증가할 추이로 보이나 기계학습의 등장으로 2014년 이후 급격히 감소함
- 상대적으로 타분야에 비해 에너지, 건축설비, 건축설계, 플랫폼 분야는 관련 연구가 미비한 것으로 나타남

(2) 인공지능 관련 연구 동향 분석

- 2014년 국내 저널에 게재된 논문 1편을 시작으로 2018년 기준 국내 연구 12편까지 증가된 것으로 확인됨
- 설계자동화 관련 논문이 급격히 감소하기 시작한 2014년 이후에 인공지능 관련 연구가 처음 진행되었으며, 2017년 이후 급격하게 증가하고 있음
- 이는 인공지능 관련 특허 출원이 폭발적으로 늘어난 시기와의 일맥상통함
- 이에 따라 건축분야에서 인공지능 및 기계학습 모델을 활용하는 연구는 점차 확대될 것으로 전망됨



그림 59. 인공지능 관련 연구 연도별 및 기술분야별 현황 분석

- 인공지능을 활용한 목표는 설계 자동화와 같은 유형으로 건축설계, 건축시공,

건축구조, 건축설비, 에너지, 성능평가, 정보처리, 플랫폼, 기타 총 9가지로 유형화 함

- 전체 논문 중 건물 에너지 최적화에 대한 연구가 6편(24.0%)으로 가장 많았으며, 이어서 정보처리에 관한 연구 5편(20%), 건축설계에 관한 연구 4편(16%) 순으로 집계됨

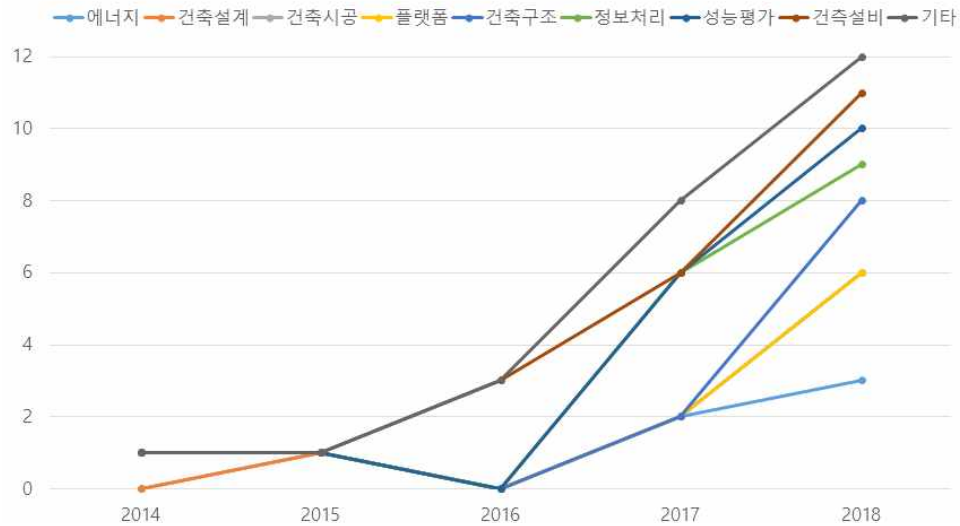


그림 60. 기술분야별 연도에 따른 국내 인공지능 관련 연구의 추이

- 건축 환경·설비분야에서 가장 활발하게 연구되었으며 앞으로 관심이 증가할 것으로 예상됨
- 모든 기술 분야에서 2014년 국내 저널에 게재된 논문이 등장한 이후 지속적인 증가가 나타나고 있음
- 상대적으로 타분야에 비해 건축시공, 성능평가, 플랫폼 분야는 관련 연구가 미비한 것으로 나타남.
- 설계 자동화 관련 연구에서는 시도되지 않았던 에너지, 건축설비 분야에서 활발한 연구가 이루어지고 있음

나. 논문 목록

(1) 인공지능 관련 논문

저자 및 년도	연구제목	내용
김성근 (2014)	지능형 토공을 위한 멀티에이전트 기반 협업시스템	· 인공지능 기술 중 멀티에이전트 개념을 적용하여 토공 장비들의 진로계획과 협업작업시 간섭 최소화 방안 제시

문헌준 외 (2015) 학술	BEMS 데이터를 활용한 Machine Learning 기반 업무용 건물 냉·난방 에너지 소비 패턴 분석	· 냉·난방 에너지 소비 패턴 분석에 효과적인분 석 방법을 도출
라선중 외 (2016) 학술	기축 건물 HVAC 시스템의 기계학습 모델 개발 및 비교	· 기존 건물의 HVAC시스템에 기계학습 방법을 이 용하여 에너지를 해석하고 예측하여 미래 에너 지 수요에 대응
윤현정 외 (2016) 학술	기계학습을 이용한 대공간의 온열환경 예측 방법	· 온열환경 평가가 어려운 대공간을 대상으로 재 실자에게 쾌적한 냉난방 설비 제어를 위해 데 이터 기반 모델을 이용하여 실시간 온열환경 평가방법을 제안
신한솔 외 (2016) 학술	기존건축물의 빙축열 시스템 최적 제어를 위한 기계학습 모델	· 최적 제빙과 방냉을 위해, 빙축열 시스템에 대 한 기계학습 모델을 개발
김진성 외 (2017) 학술	딥러닝기반 실내이미지 디자인스타일 자동분류	· 실내 이미지의 디자인 스타일을 자동 분류하기 위한 딥러닝 기반 방법론의 개발을 목표로 함
길대영 외 (2017) 학술	딥러닝 알고리즘을 활용한 건설현장사진의 공종별 분류에 대한 기초연구	· 딥 러닝(Deep Learning) 알고리즘을 활용해 자 동적으로 사진의 내용을 파악하고 분류하는 시 스템을 만들어 현장의 불편함을 줄이고자 함
정진화 외 (2017) 학술	기계학습을 활용한 건물용 MEG운전 최적화 전략	· 계시별 요금제TOU(Time-Of-Use) 중심의 LP기법 을 활용한 MEG내의 소규모 업무용 건물의 에너 지저장장치 최적운전 방안에 대해 제시
정진화 외 (2017)	건물유형별 에너지소비 예측성능 향상을 위한 변수중요도 및 기계학습모델 평가	· 일반적인 초등학교와 상업용 건물에 대한 에너 지소비 예측을 위해입력변수의 중요도와 예측 결과에 대한 민감도를 분석하고 건물 유형에 따른 에너지소비 예측에 적합한 기계학습모델 간 성능을 분석하여 최적안을 도출
신병진 외 (2017) 학술	기계 학습 방법을 활용한 BIM 모델 객체의 IFC 분류 이상탐지 분석에 관한 연구	· IFC classes와 BIM 객체의 매핑(mapping)의 무 결성을 검증하기 위하여 Outlier detection과 Novelty detection의 2개의 기계학습 방법론에 대하여 연구
강인성 외 (2017)	최근 건축분야의 인공지능 기계학습 연구동향	· 국·내외 건축분야의 인공지능 관련 논문을 다 양하고 심층적으로 비교·분석하여 연구동향을 파악하는 것

박보람 외 (2017)	재실자 활동량 산출을 위한 딥러닝 기반 선행연구 동향	· PMV 최적 제어의 주관적 요소인 대사율을 객관적으로 계산하기 위한 심층 학습에 기초한 선행기술을 조사하고, 이 연구를 바탕으로 향후 연구 계획을 수립하는 것이다.
차금강 외 (2017)	건물시스템의 분산형 관제를 위한 군집 자동화 네트워크	· 수많은 건물 요소 및 서브 시스템으로부터 필요한 정보를 수집하고 측정하는 최적의 방법을 제안
배종균 외 (2018) 학술	이코노마이저를 적용한 오피스 건물에서 기계학습을 이용한 에너지사용량 예측모델 개발	· 외기 냉방의 제어 방법 중 하나인 이코노마이저(Economizer) 제어를 이용하여 에너지 절약을 도모하고, 이를 기계학습을 통해 에너지 사용량 예측 모델을 만들고자 함
장선우 외 (2018)	초기설계 단계 사용자의 감정 인식을 위한 뇌파기반 딥러닝 분류모델	· EEG(Electroencephalography)를 분류해 디자인에 대한 잠재 사용자의 정서적 반응을 인식하는 모델을 제안하는 것
구형모 외 (2018) 학술	딥러닝을 이용한 2차원 도면의 3D모델링 자동화에 관한 연구	· 2차원 도면을 활용하여 자동으로 3D 모델을 작성하기 위한 초기 연구
심은아 외 (2018)	딥러닝을 이용한 트러스 구조물의 정적 및 동적 거동 예측	· 트러스 구조에 딥러닝을 적용하는 알고리즘이 제안
장근영 외 (2018) 학술	트러스 구조에 심층 학습을 적용하는 알고리즘이 제안	· 하이브리드 이미지를 이용한 딥러닝 기반의 균열 평가 기법을 제안
김형준 (2018)	효율적인 BIM 모델링을 위한 음성인식 인공지능 활용 방안에 관한 연구	· BIM 작업의 효율성을 높이기 위해 가상데스크탑 인터페이스(VDL)와 가상사설통신망(VPN) 플랫폼에서 음성인식 모델링 방안 제안
천주현 외 (2018) 학술	산업용 드론과 딥러닝 기반의 손상영상 검출기법을 활용한 콘크리트 균열 검출 성능평가	· 현장시험을 통해 디지털 영상분석 기술의 활용에 기초하여 개발된 콘크리트 구조물의 균열검출기법의 적용가능성과 신뢰성을 제시
김하얀 외 (2018)	건축물 설계품질검토 자동화를 위한 인허가 관련 건축법규문장의 논리 및 규칙 체계 개발	· 인허가와 관련된 다양한 자연어기반의 제법규문장을 컴퓨터 이해 가능한 언어로 번역하기 위해 논리 및 규칙 체계를 개발하는 것
안기연 (2018) 학술	강화학습을 이용한 건물 에너지 최적 제어	· model-free 제어를 가능하게 하는 강화학습(reinforcement learning) 방법 중의 하나인 deep Q-learning을 활용하여, 공조기, 냉동기 및 냉각탑 통합 최적 제어를 제시

손은조 외 (2018) 학술	건물 열에너지 수요예측을 위한 주기별 기계학습 모델 개발에 관한 연구	· 열원을 최적 분배하고 에너지 효율화를 위한 프로세스와 같은 수요예측 모델을 제시
신재윤 외 (2018) 학술	기계학습 기반 실시간 재실 상황 검출 및 진단 기법	· 이미지 프로세싱 기법을 활용하여 재실인원을 감지하고 감지결과를 공조시스템과 연계하여 건물에너지 소비량 절감을 기대할 수 있는 시 스템에 활용 될 수 있는 기법을 제시
정봉창 외 (2018) 학술	기계학습 모델을 이용한 거주자의 창문 개폐 행위 예측에 관한 연구	· 3개의 기계학습 모델을 이용하여 개별 거주자 의 창문 개폐 행위를 예측하는데 가장 적합한 모델을 선정
정병기 외 (2019)	딥러닝을 이용한 재실정보 기반 건물의 전기 수요 예측 모델	· 향후, 탑승자가 다양한 스마트 기기를 이용해 제어하여 시스템과 적극적으로 상호작용할 수 있다고 가정해 예측 불가능한 점유 정보를 유 용한 정보로서 딥러닝 모델에 제공

(2) 설계자동화 관련 논문

저자 및 년도	연구제목	내용
김무한 (1990)	건축시공에 있어 로봇과 자동화 전망	· 건축시공에 있어 로봇과 자동화의 문제점 및 금후의 전망을 분석한 소고로서 건축시공기술 의 고도화와 다양화에 대처하기 위한 하나의 참고자료로서 제시
김선국 외 (1994)	철근 콘크리트조의 구조설계 철근공사 관리 자동화에 관한 연구 - 철근 콘크리트 보를 중심으로	· 단기적으로 철근 콘크리트 보 부재의 구조설계 와 배근상세설계, 그리고 철근 공사 관리의 자 동화를 통한 구조체의 품질 및 생산성 향상을 목표로 하고, 장기적으로는 그 동안 계획서계, 구조설계, 시공관리 등 의 각 세부 영역으로 구분되어 진행되어 오던 전산화 연구의 틀을 벗어나 부분적이거나 구조설계와 시공관리 영 역의 연계 전산화를 통하여 건축물 생산 전 과 정의 통합 자동화의 가능성 제시
이동근 외 (1994)	고층건물의 설계 자동화를 위한 효율적인 동적해석법	· 각 부재에 대한 부재력이 총 전단력에 의해 절 대적으로 지배된다는 원리를 이용하여 동적효 과를 적절히 고려한 해석을 수행함으로써 동적 해석의 효과를 얻을 수 있음과 동시에 구조물 의 설계자동화가 가능하도록 하는 것

김이두 외 (1996)	강구조물 형강 부재의 이음접합부 설계 자동화에 관한 연구	· 일반구조용 압연강재의 H자형강과 조립 H형강 류 보와 기둥부재에 대하여 고력볼트를 사용한 이음접합부의 자동화설계 시스템을 구축함으로 써, 구조설계자가 표준화된 도면만을 이용하 여 접합부의 설계 현실을 개선하여 접합부 내 력에 대한 안전성을 즉시 확인하면서 자신 이 원하는 접합부설계를 수행할 수 있도록 하였다.
김영석 외 (2001)	국내 건설산업의 건설 자동화 및 로봇기술 도입 방안에 관한 연구	· 국내 건설산업에 있어 건설자동화시스템 및 로봇 관련 기술의 도입과 이에 대한 연구개발을 활성화하기 위한 기본방향을 제시
정례화 (2001)	3차원 모델을 통한 설계정보의 효과적 활용방안에 관한 연구	· 건축설계 시장의 침체와 새로운 건설 시스템에 적응하기 위해 건축의 전문성이 발휘되기 시작하는 설계단계에서 정보 활용을 극대화하기 위한 전략으로 설계의 절차와 구성에서부터 시스템 구축의 이전 단계까지 정보 통합을 위한 방 안을 연구
이준복 외 (2001)	건설 자동화시공 장비개발 및 성과평가에 관한 연구	· 건설공사의 안전문제에 근원적 해결, 생산성 향상을 위한 기술적 접근
오세욱 외 (2001)	3차원 CAD의 부위정보를 활용한 견적 자동화시스템 구축에 관한 연구 - 공동주택을 중심으로 -	· CIC를 기반으로 설계와 시공의 매개체 역할을 담당하는 견적단계에서 물량산출 및 계약단가를 산정하고 설계단계에서 생성되는 가본 물량정보를 변환하여 공전관리와 원가관리의 작업 흐름을 원활히 진행하기 위한 견적자동화 시스템 구축방안을 제시
신동철 외 (2002)	대공간 구조물 접합부의 설계 자동화 시스템 개발	· 대규모 구조물 설계를 위한 서로 다른 부분 모듈로 구성된 통합시스템을 개발하여 시간과 비용을 절약하고 건설활동의 요구사항을 최적화 하며 통일된 형식으로 구성된 통합시스템으로 설계 작업을 수행
황영삼 (2004)	IFC 모델을 통한 도면으로부터의 물량산출 자동화 연구	· 수량 산출에 관한 IFC 모델의 역량을 조사하기 위한 파일럿 연구를 제시
이진욱 외 (2004)	WEB을 기반으로한 RC 슬래브설계 자동화 시스템 개발	· 지간 정도의 소규모 교량에 쓰이는 슬래브의을 기반으로 한 설계 자동화시스템 구축
성윤복 외 (2005)	인근지역 일조권 확보를 위한 공동주택 층계획 자동화 모듈 개발에 관한 연구	· 컴퓨터를 활용한 인근 지역의 일조권 침해를 수인한도 이내로 만족시킬 수 있는 객관적 정보를 제공

		· 일조권 확보를 위한 공동주택의 층 계획 정보를 자동으로 도출하여 그 정보를 제공해 줄 수 있는 공동주택 층 계획 자동화 모듈을 개발
임석호 외 (2006)	부품 및 유닛 DB를 이용한 유닛 모듈라 주택의 설계자동화 연구	· 가장 프리패브화율이 높은 유닛공법을 대상으로 오픈시스템의 바탕위에 수요자의 요구에 대응하고 부품 및 유닛 DB를 활용한 오픈시스템을 접목시켜 생상성의 제고를 도모하면서 동시에 획일화의 문제점을 해결할 수 있는 유닛모듈로 주택 자동화 방안을 제시
이상현 (2006)	건축법규 체크 자동화 시스템 개발에 관한 연구	· 건축법규 체크 자동화를 가능하게하기 위하여 필요한 빌딩데이터모델을 제안
추승연 (2006)	건축 디자인 규칙의 자동화를 위한 지원체계에 관한 연구 - 건축 리듬 자동화를 중심으로	· 건축 디자인 규칙 자동화를 위한 한 가지 방법론을 제시
이웅균 외 (2007)	건물 자동화 시공 시스템 개발 방향에 관한연구	· 한국형 빌딩자동화시공시스템 도입을 위한 선행연구
이성욱 외 (2007)	국내외 건설 산업의 건설 자동화 및 로봇 적용 현황	· 국내외 건설업계의 건설자동화 및 건설로봇 기술 현황에 대해 논의
장세준 외 (2007) 학술	프로젝트 단계별 4D CAD 기반의 건축 시공시뮬레이션 자동화에 대한 연구	· 4D 시뮬레이션을 만드는 방법을 개선하고자 함
이강석 (2008) 학술	기존 건축물 통합성능평가 자동화 시스템 개발	· 최적 도시 건축물 재생 솔루션에 기여하는 것을 최종목표
박기현 외 (2008)	건축도면을 활용한 지적도상의 건축물 등록 자동화 기술 개발	· 기존연구에서 고려되지 못한 지붕선이나 처마선이 아닌 지적측량에서 기준이 되는 지상 외벽 경계선을 등록하기 위해 건축도면을 이용한 자동화 등록 기술을 개발
김영석 외 (2008)	건설기계 자동화를 위한 기술 로드맵 개발에 관한 연구	· 건설생산의 효율성 제고를 위한 건설기계장비의 활용도 향상을 위해 국내·외 건설기계 자동화와 관련된 연구개발 동향을 살펴보고, R&D 투자현황을 조사·분석
김상훈 외 (2008)	한국전통건축설계 자동화 및 생산성 향상을 위한 3차원 지능형 객체 설계도구	· 가상건축 개념의 3차원 현대 한옥 지능형 모델러를 개발하여 도시계획·설계에 적용 가능한 현대 한옥마을단지 조성의 표준화 및 모듈화를 접목

진일권 외 (2008)	QFD를 이용한 철골 조립 자동화 시스템의 부재 디자인 개발 프로세스 연구	· QFD 기법을 이용한 자동 시공 시스템에 적합한 재료 설계에 대한 개발 과정을 제안
맹승렬 외 (2009)	철근 배근시공도 설계 자동화 프레임워크	· 철근 배근시공도를 자동으로 생성하기 위한 CAD 소프트웨어 프레임워크를 제안
주백석 (2009)	로봇 기술을 이용한 건축 시공 자동화	· 건설 산업에서 사용되기 위해 개발된 건설 자 동화 로봇들 중 특히 시공 자동화에 관련된 것 들을 소개
김성아 외 (2009)	BIM 기반 공동주택 마감 물량 산출 생산성 향상을 위한 마감 모델링 자동화 시스템 개발	· 실무에서 설계품질 향상을 위한 BIM 모델의 설 계품질검토 자동화 체계 개발을 위한 방안을 모색
이정호 외 (2010)	건설자동화 기술 개발 우선순위 도출 및 기술 로드맵 구축에 관한 연구	· 건설 자동화 및 로봇의 효과적인 개발을 위한 기술 로드맵 프레임워크를 제시
정지용 외 (2010)	BIM을 이용한 초대형 건축물 방재 및 피난 관련 법규 자동검토 가능성 연구	· 기존의 자동법규검토 시스템 및 연구현황을 살 펴보고, 이러한 기존 BIM기술을 이용하여 국내 방재 및 피난 관련 법규를 자동으로 검토하기 위한 시스템개발 가능성을 검토
엄진업 외 (2010)	BIM 기반의 철골접합부 모델링 자동화에 관한 연구	· 구조상세설계와 모델링 단계에서 활용 가능한 철골 접합부 모델링 자동화 모듈의 개발
엄진업 외 (2011)	BIM 기반의 고력볼트 마찰접합부 설계자동화 시스템의 프로토타입 구축	· 철골 구조물의 실시설계 단계에서 활용 가능한 접합부 설계자동화 시스템의 프로토타입 개발 에 관한 것
이동운 (2011)	건축조경설계 자동화 프로그램의 개발과 적용	· 조경개요, 조경식재, 조경포장, 조경시설물 등 세부분야별로 자동화 솔루션을 개발하였고, 이 를 실무에서 체계적으로 수행할 수 있도록 그 래픽환경의 입출력 모듈을 제시
엄미영 외 (2013)	BIM 기반 병원설계 검토 자동화 기술의 개발방향 및 우선순위에 관한 연구	· 병원 설계 검토에 사용되는 정보의 종류와 검 토의 내용이 무엇인지를 조사함으로써 자동검토 프로그램의 개발우선분야 및 개발방향을 파악 하는 것을 제안
고아라 외 (2013)	구조 BIM 기반 철골 접합부 자동화 설계시스템 개발	· 구조 BIM 기술 기반 단계별 업무 프로세스 제 시 및 자동설계 시스템 제안 및 사례적용
최현철 외 (2014)	3차원 배근설계 및 배근시공도 작성 자동화 시스템 개발	· 3차원 BIM 환경 하에서 골조상세정보 모델링과 배근상세설계, 정밀물량산출 및 공사 관리까지 를 지원하는 Rebar HUB를 개발하여 RC 골조 설 계 및 공사 프로세스를 합리화할 수 있는 실용 적 기술 개발을 목표

정재환 외 (2014)	의미중심 여과를 통한 BIM 기반 협업설계 정보교환의 경량화 및 자동화에 관한 연구	· 시스템 구축에 핵심적인 건축 설계 과정 별 업무내용과 세분화된 BIM 자료를 사상하는 지식 기반 사상 장치의 규칙을 구성하는 것을 제안
조용수 외 (2014)	초고층건물 설계자동화 통합프레임 개발	· 고층 건물의 기둥 축소를 위한 도면요소를 사용하여 통합 프레임 시스템의 인터페이스를 제안
최현철 외 (2014)	3차원 배근설계 및 배근시공도 작성 자동화 시스템 개발	· 3차원 BIM 환경에 골조상세정보 모델링과 배근 상세설계, 정밀물량 산출 및 공사 관리를 지원하는 Rebar HUB 개발
김인한 외 (2014)	초고층건축물 계획설계단계서 외피형태의 BIM 기반 자동화 생성에 관한 연구	· 계획설계단계에서 초고층 건물의 외피 형태를 설계자가 다양한 설계요소를 직관적으로 제어할 수 있는 자동화된 외피형태 생성 방법 제안
김용하 외 (2014) 학술	설계품질검토 자동화 체계개발	· 실무에서 설계품질 향상을 위한 BIM 모델의 설계품질검토 자동화 체계 개발을 위한 방안을 모색
나원현 외 (2016) 학술	CATIA Automation 기법을 이용한 탑승교 기본설계 자동화에 대한 연구	· 탑승교 설계과정에 있어 기본설계 단계에서의 설계기간 단축과 설계 효율 증가 목적을 위한 형상 설계 자동화 프로그램 개발
강태욱 외 (2016)	대용량 포인트 클라우드 기반 파이프 형상 역설계 자동화 방법 연구	· 대용량 MEP 포인트 클라우드의 파이프 배관 형상에 대한 역설계 자동화 방법을 제시하는 것이다. 이를 위해, 관련 연구를 조사하고, 대용량 포인트 클라우드를 고려한 형상 역설계 자동화 방법을 제안
김시욱 외 (2017)	BIM 기반 배근상세설계 자동화	· 3D BIM을 이용한 정밀골조물량산출 프로그램을 개발하여 배근설계 자동화를 제안
김대호 (2018) 학술	CAD 시스템에서의 설계 자동화기법을 활용한 금형 설계 효율화 방안 연구	· 2D 도면을 설계할 때 구멍의 위치, 직경 및 깊이를 표로 만들고 함께 관리한다. 설계 효율성은 3D 모델에 CATIA Automation을 적용하여 엑셀 데이터의 결점 데이터를 가져옴으로써 실현
이종호 외 (2018) 학술	건축 관계법령의 분류체계 자동화에 관한 연구	· 법령을 통합·관리하기 위해서는 수작업 방식이 아닌, 법령을 자동으로 도출하여 분류하는 알고리즘을 제안

5절. 유사과제 분석

1. 오픈플랫폼을 이용한 컴포넌트 기반의 건설업무표준화 및 사업관리시스템 개발 사례

- 오픈플랫폼을 이용한 컴포넌트 기반의 건설업무표준화 및 사업관리시스템 개발

구 분	내 용
개 요	· 2004, 한국건설기술평가원 건설핵심기술연구개발 사업, (주)만영엔지니어링
개발내용	· 도로 설계업무 대상 표준 프로세스 모델 개발 - 건설업무 중 도로 설계업무를 대상으로 표준 업무 프로세스 개발 · 건설CALS/EC 기반의 설계업무 통합운영 모델 구현 - 건설CALS/EC체계를 구현한 운영모델 구현 · 도로 설계업무 컴포넌트 모델링 - 건설사업의 공종별 업무특성에 따른 컴포넌트 기반 개발방법론 적용 · 컴포넌트 기반 사업관리시스템 구현 - 건설사업의 사업특성별 관리시스템 개발 및 유지보수를 위한 시스템 개발
특성 분석	· 도로설계분야를 대상으로 건설사업의 업무 표준화 기준 제시 · 오픈플랫폼의 프레임워크 기능을 기반으로 컴포넌트 형태로 개발 가능성을 모색하였으나, 건설분야 전반적 활용은 어려움 · 도로시설물 중심의 개발로 건축분야의 표준인프라 개선은 포함되지 않음
차별화 전략 (차이점)	· 건축설계 중심의 플랫폼 개발 분야가 주요 대상에 포함 · 4차산업혁명 도래에 의한 건축설계서비스 분야 및 기술적용 · 인공지능 기술을 도입하여 미래 IT 융합환경에서 건축정보의 통합적 공유기반 조성 · 성과물은 지속적으로 재활용 가능하도록 개발
연계 전략	· 건설산업 전반의 활용성을 고려한 플랫폼 기능설계 분석내용 참조 · 건설사업관리의 표준적 활용을 위해 데이터의 호환성 및 유기적 연계성 검토에 참조 · 기타 연구개발 과제의 성과물 등을 적극 활용

2. BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술개발 사례

- BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술개발

구 분	내 용
개 요	· 2012-2016, 한국건설기술연구원 2016년도 주요사업, KICT
개발내용	· BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술 개발 · BIM/GIS 상호운용 플랫폼 기술이전 · BIM/GIS 상호운용 개방형 플랫폼 개발 · 플랫폼 및 BIM-FM SW 현장 적용 · Infra BIM/GIS 정보모델 표준 및 검증 기술 개발 · ISO TC211 NWIP 제안 및 BSI(Building Smart International) WG 참여 · BIM/GIS 플랫폼 기반 도시 라이프라인 관리 기술 개발 - 국도 7호선 옥동-농소 구간, 상수도사업본부 등 인프라BIM적용
특성 분석	· 분야는 SOC 시설물을 대상으로 함 · 스마트 도시의 계획, 설계 및 시공에 활용 목적으로 범위가 포괄적임 · 시설물 중심의 개발로 건축분야의 표준인프라 개선은 포함되지 않음 · 전산기술 인프라가 갖추어진 대형사에서 부분적 활용가능
차별화 전략 (차이점)	· 건축 공간과 더불어 FM 단계 사용자 정보 활용한 설계 지능화 · 인공지능 활용한 건축물 공간 정보 자동 추론 기술 개발 · 국제 개방형BIM 기술 및 표준프레임워크 개념 도입 · 성과물은 지속적으로 재활용 가능하도록 개발
연계 전략	· 플랫폼 기능설계 분석내용을 요구분석에 참조 · 플랫폼 주요요소 재활용성 검토 후 활용 · 기타 연구개발 과제의 성과물 등을 적극 활용

3. 개방형 BIM 기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축 사례

- 개방형 BIM 기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축

구 분	내 용
개 요	· 2013-2016 국토교통과학기술진흥원 도시건축연구사업, (사)빌딩스마트협회
개발내용	· 건축물 BIM 정보 통합을 위한 정보표준 프레임워크 개발 부문

	- 개방형 BIM 정보표준 프레임워크 목록 - BIM 통합활용을 위한 공통 설계정보 분류체계 및 표준규격 - BIM 정보표준 자료보급 및 운영관리 시스템 - BIM 정보표준 및 분류체계 세움터 반영방안 · BIM 공통원형 라이브러리 및 기술콘텐츠 유통체계 구축 부문 - 분야별 공통원형 BIM 라이브러리 DB - BIM 설계지원 공통기술 콘텐츠 DB - BIM 라이브러리 및 기술콘텐츠 유통보급 시스템 · 차세대 설계기술 구현을 위한 지식정보체계구축 부문 - 설계사무소 설계환경 지식정보화 수준 평가시스템 - BIM 적용사례 DB구축 및 활용 시스템 - BIM 설계지식 DB와 GIS 연계를 위한 기술 · BIM 적용을 위한 제도·정책 연구부문 - BIM 활성화를 위한 중장기 전략 및 정책 - BIM 실무 적용을 위한 가이드라인 및 기술 - 통합 BIM 기반 설계를 위한 기반 조성 및 인력양성
특성 분석	· 건축설계 각 단계 및 분야 간의 공통약속, 전체적 관점의 정보표준체계를 연구하고 개방형 BIM 중심으로 설계사 및 건설사 등 각 주체의 구체적 표준공유 및 활용방안을 개발하여 제시 · BIM 정보표준을 확보하기 위해 표준골격 및 시급한 표준분류체계를 개발하고 최소한의 공통적 BIM 라이브러리 콘텐츠를 개발 구축함 · 설계사무소의 BIM 도입 활성화에 필요한 국가 제도정책을 마련함 · 표준을 위한 연구가 진행되었지만 보급체계 프로세스 결여로 확산이 미비함
차별화 전략 (차이점)	· 건축설계 분야에 필요한 신기술 요소의 프레임워크 확장 및 인공지능 분야 통합 활용을 위한 정보표준 추가 개발 · 빅데이터 및 인공지능 기반 설계 자동화 연구로서 BIM 모델 및 속성 정보 자동 구현 · BIM 선행 영역인 기획-계획 설계에 인공지능 통한 자동화 및 최적 설계 구현
연계 전략	· 건설산업 전반의 활용성을 고려한 플랫폼 기능설계 분석내용 참조 · 건설사업관리의 표준적 활용을 위해 데이터의 호환성 및 유기적 연계성을 반영 · 기타 연구개발 과제의 성과물 등을 적극 활용

4. 지식기반 건축 서비스의 웹기반 클라우드 파일 동기화 및 권한관리 플랫폼 개발 사례

- 지식기반 건축 서비스의 웹기반 클라우드 파일 동기화 및 권한관리 플랫폼 개발

구 분	내 용
개 요	· 2014-2015, 중소기업청 첫걸음기술개발 사업, 한양대학교산학협력단
개발내용	· 건축설계분야의 지식정보 사회화 지원성 여부 분석 - 설계분야 지식 측정을 위한 세부 영역 분석 · 국내 건축설계 업무환경에서 지식정보기반의 정보 활용 활성화 방안 제시 - 설계분야 지식 측정영역의 구성체계 및 활성화 방안 분석 · 지식기반 정보 활용수준 측정 가능 항목 선정 및 방안 구축 - 지식과 정보의 저장분류체계에 관한 요구사항 분석 및 세부사항 정립 · 건축분야의 정보통합 관리 및 활용을 위한 정보체계 정립 - 측정모델의 프로토타입 제안 · 건축분야의 정보통합 관리 및 활용을 위한 파일 공유방안 제시 - 클라우드 기반의 건축데이터 관리 시스템 구현
특성 분석	· 건축설계에서 발생하는 파일 및 문서 기반의 공유 방안 제시 · 클라우드 기반 통합 건축데이터 관리 시스템 구축이나 상호호환성 기능 결여 · 건축설계 지식 서비스 검색 기능 및 DB의 신뢰성 확보 미비
차별화 전략 (차이점)	· Open API와 같은 플랫폼 개념을 도입하여 기술공유 중심의 개발 · 발주자 및 설계 수행자에게 필요한 프로세스를 고려한 플랫폼 개발 · 기반이 취약한 중소형 설계사 활용 가능한 플랫폼 개발 · 성과물은 지속적 재활용 가능하도록 개발
연계 전략	· 플랫폼 기능설계 분석내용을 요구분석에 참조 · 플랫폼 주요요소 재활용성 검토 후 활용 · 기타 연구개발 과제의 성과물 등을 적극 활용

5. 재난안전정보 표준 프레임워크 개발 사례

- 재난안전정보 표준 프레임워크 개발 연구

구 분	내 용
개 요	2016-2017, 미래창조과학부 과학기술분야 연구개발사업, (주)비투엔
개발내용	- 재난안전정보 표준 프레임워크 개발 - 재난정보공동 활용시스템 정보 현황 및 분석 - 복합재난 및 재난안전 확산예측모형 연동을 위한 데이터 기반 분석 - 요소기술 도출, 표준화 대상 항목 및 추진방향 도출 - 재난안전정보 메타데이터 표준정립 - 재난안전정보 기호, 키워드, 데이터설명, 스키마, 분류 등 표준정립 - 재난안전정보의 품질개선 방안 연구 - 재난안전정보의 품질/신뢰성 속성부여에 대한 기능설계 및 재난안전정보의 품질 관리 체계 개발 - 재난안전정보 품질관리체계 시스템 안정화 달성 - 재난안전정보 수집/연계 정보 정확성 평가와 품질관리체계 시스템 운영
특성 분석	- 재난안전분야를 대상으로 유통 표준 프레임워크 구축 - 재난안전분야의 메타데이터 표준을 정립하였으나 기준 설정이 미흡함 - 재난안전분야의 메타데이터 활용성 검증 및 관리 가이드 내용 부족 - 건설정보와 연계성 결여
차별화 전략 (차이점)	- 안전을 이중 데이터 중 하나로 수집하여 설계 변수에 포함 - 다차원 변수를 기반으로 한 통합적(holistic) 설계 자동화 연구
연계 전략	- 재난안전분야 분석을 참고 - 재난안전분야 활용 가능한 건설정보 통합 관리방안 검토 - 기타 연구개발 과제의 성과물 등을 적극 활용

6. 기술성과활용촉진사업 사례

- 한국산업기술평가관리원 기술성과활용촉진사업

구 분	내 용
개 요	2017.06-2018.05 한국산업기술평가관리원(산업통상자원부), 주식회사 텐일레븐 주관, 한국건설기술 연구원 공동기관 참여
개발내용	- 건축 사업영역 추출 및 건축영역 적응형 모듈러 주택 추천 기술개발 - 인공지능 기술을 이용한 모듈러 주택 설계도면 자동 조합 기술개발

	· 인공지능 활용을 위한 모듈러 주택 설계도면 데이터베이스화 · BIM 설계 연계를 위한 건축설계 방법론 개발
특성 분석	· 설계 단계에서 인공지능을 활용하여 모듈러 주택 설계 자동화 기술 개발 · 주택을 대상으로 인공지능 학습에 필요한 도면 데이터베이스 개발을 동시에 수행 · BIM을 연계한 물량산출 기술 등을 통해 시공성에 대한 고려
차별화 전략 (차이점)	· 본 연구에서는 대상 건축물의 용도를 주거공간을 포함한 다양한 용도에 적용 · 공간 중심의 모듈 조합방식과 더불어 공간의 사용자 정보를 활용한 설계기술 개발
연계 전략	· 인공지능 기술을 접목한 설계기술의 선행사례로서 활용 · 현재 개발된 기술의 한계점 및 발전방향 분석을 통한 향후 개발기술 도출

7. 스마트건설 기술개발사업 기획 사례

- 국토교통과학기술진흥원 스마트건설 기술개발사업 기획

구 분	내 용
개 요	· 2018.07-2019.11 국토교통과학기술진흥원, 국토교통연구기획사업, 주식회사 과학기술전략연구소 주관
개발내용	· 스마트 건설기술개발 사업 기획을 위한 관련 기술 정의 및 동향 분석 · 예비 타당성조사 신청 및 대응 관련 자료 작성 · 스마트 건설기술 중장기 기술개발 로드맵 및 홍보자료 마련
특성 분석	· 인프라 건설분야를 중심으로 접목 가능한 첨단 기술개발 기획이 주요 목표 · 기획과제로서 기술 동향 분석 및 환경 분석이 주요 연구내용 · 건설인프라시스템의 효율성 향상에 초점을 맞춘 기술도출
차별화 전략 (차이점)	· 본 연구에서는 건축물 설계에 초점을 맞춘 지능형 기술 도입 방안에 대한 연구 수행 · 산업 효율성 향상과 더불어 건축 설계의 창의성 향상을 위한 첨단기술 도입에 대한 연구 수행 · 단일 기술에 대한 고려와 함께 통합 플랫폼 기술에 대한 고려
연계 전략	· 최근 건설산업 분야 동향 등 연구보고서 내용 참조활용 · 유사 분야 기획과제의 사례로서 과제 기획의 문제점 분석 및 개선방안 제안 · 건축물 설계분야와 인프라 건설분야의 연계방안에 대한 고려 가능

8. 개방형 BIM기반의 건축설계 자동화지원 기술 및 첨단 유지관리 기반기술 개발 사례

- 국토교통과학기술진흥원 도시건축연구사업

구 분	내 용
개 요	· 2017-2019(진행중), 개방형 BIM기반의 건축설계 자동화지원 기술 및 첨단 유지관리 기반기술 개발, (사단)빌딩스마트협회 주관
개발내용	· IT 통합 건축설계 구현을 위한 개방형BIM 표준 플랫폼 구축 및 응용 기술개발 - 건축 라이브러리 및 기술콘텐츠 확장개발 - 분야별 지식기반 프레임워크 적용기술 개발 · 개방형BIM 기반의 건축설계 적법성 평가 자동화 기술 및 응용기술 개발 - 건축제법규 자동검토 시스템 확장 개발 및 법규항목과 요구조건 분석 - 설계 구축성 및 시공성 평가 개념정립 및 평가항목 도출,시스템 개발 - 건축물 설계품질 평가 및 건축물 성능검토기술 개발 - 개방형BIM 기반의 기존건축물 유지관리 기반기술 개발 - 스마트 유지관리 BIM 기술 로드맵 개발
특성 분석	· BIM의 보급을 위한 플랫폼 구축과 설계 자동화지원 기술 개발 · BIM기반의 설계환경 구축을 위한 핵심기술 개발 및 평가기술 개발
차별화 전략 (차이점)	· RFP, 지침, 지역 조례와 같은 설계 평가를 위한 빅데이터의 구축과 인공지능 핵심기술 및 연계 인터페이스 개발 · 인공지능을 통해 시공 도면과 실시설계 도면을 분석하여 시공에 필수적인 평가 방안을 개발함 · 건축 뿐만 아니라 MEP 등의 공종에도 활용 가능하도록 확장하여 인공지능 감리의 역할을 기대
연계 전략	· 건축제법규 자동검토 기술에 대한 답습과 설계평가 모듈 자동 생성 기술 개발을 위한 분석에 참조 · 설계 구축성 및 시공성 평가항목을 설계 정합성 및 시공성 분석에 참조

6절. 연구개발 인프라 분석

가. 국내 연구개발 인프라 현황

- 과학기술정보통신부의 ‘2018년도 기술수준평가 결과(안) - 120개 중점과학기술’에 따르면 건설·교통분야에서는 ‘스마트홈 기술’, ‘스마트시티 구축 및 운영 기술’이 논문, 특허 부분에서의 집중도 및 영향력이 큼
- 특히, 인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 주요 기술개발에 관련하여 적극적인 정부의 R&D 연구 개발 투자가 필요함

혁신성장동력 분야	최고 기술국	최고기술품 대비 우리나라	
		기술수준(%)	기술격차(년)
첨단소재	미국	78.2	2.5
혁신신약	미국	78.2	3.6
차세대통신	미국	79.0	2.5
지능형 반도체	미국	89.5	1.3
지능형 로봇	미국	78.2	4.1
자율주행차	미국	81.3	2.8
스마트시티	미국	79.1	3.1
빅데이터	미국	65.0	3.8
인공지능	미국	72.1	2.7
신재생 에너지	EU	85.2	1.8
드론(무인기)	미국	75.0	3.8
맞춤형헬스케어	미국	73.7	3.6
가상증강현실	미국	83.8	1.7

그림 61. 혁신성장동력 13대 분야별 기술수준 및 기술격차(2018년도 기술수준평가 결과(안)- 120개 중점과학기술)

- 한국은 최고기술품 보유국 대비, 혁신성장동력 13대 분야 중 빅데이터(65.0%), 인공지능(72.1%), 맞춤형헬스케어(73.7%), 드론(무인기)(75.0%) 4개 분야가 다소 낮게 나타남
- 빅데이터와 인공지능의 최고기술품인 미국에 비해 빅데이터의 기술차이는 3.8년, 인공지능은 2.7년으로 기술격차를 보임

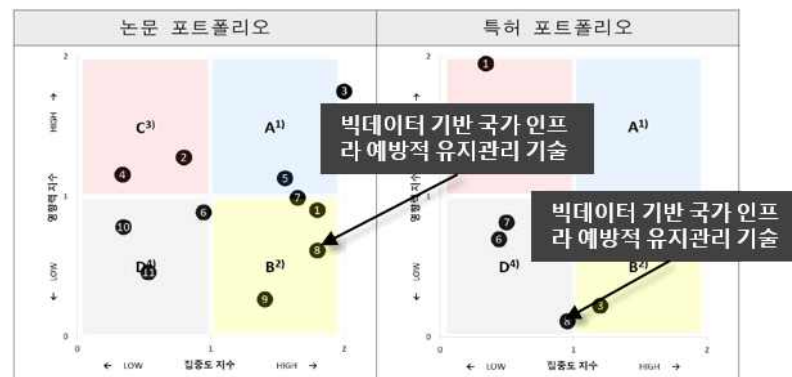


그림 62. 한국 건설·교통 분야 11개 중점과학기술의 영향력 비교(2018년도 기술수준평가 결과(안)- 120개 중점과학기술)

- 건설·교통 분야에서는 빅데이터 관련 기술이 타 영역 대비 상대적 논문의

집중도가 높으나, 충분한 영향력을 확보하지 못한 분야로 나타남

- 건설·교통 분야에서는 빅데이터 관련 기술이 타 영역 대비 상대적 특허의 영향력 및 집중도가 낮은 분야로 나타남
- 연구개발 인프라의 내용은 대부분 인공지능을 간접적으로 활용한 분야별 연구로 파악되며, 인공지능을 활용한 개별적 또는 부분적인 방안 및 기술연구의 성격으로 상호시너지를 내기 어려운 구조를 가짐
- 건설·교통 분야에서 빅데이터, 인공지능 관련 기술은 주요국 기술수준에 비해 기술수준 격차가 큼
- 최고기술국인 미국을 100%수준으로 볼때, EU 94%, 일본 88%, 한국 77%, 중국 70%의 수준으로 나타남
- 최고기술국인 미국과의 기술수준 격차는 EU 1년, 일본 2년, 한국 4년, 중국 4.3년으로 분석됨
- 본 기획과제는 인공지능기반 설계지식 플랫폼을 통한 건축설계 생태계 혁신을 비전으로 인공지능을 비롯한 첨단 ICT와 전통적인 건축설계업무를 융합을 통해 세계선도 수준의 설계 역량을 확보하기 위한 성격임
- 따라서 본 기획연구는 기존의 국외의 연구를 참고할 수 있으며, 기획연구 종료시 추후의 연구는 본 과제의 성과를 활용하여 상호 시너지 효과를 낼 수 있도록 개발이 가능할 것으로 예상됨

나. 국내 기술인력

순번	연구자	소속	구분	순번	연구자	소속	구분
1	김00	프리콘건축사사무소	산	2	윤00	토문엔지니어링	산
3	하00	상지건축	산	4	신00	한국환경종합건축사사무소	산
5	박00	(주)간삼건축 종합건축사사무소	산	6	전00	해안종합건축사사무소	산
7	김00	ABIM건축연구소	산	8	장00	현대종합설계건축사사무소	산
9	신00	코스팩빅테크	산	10	이00	희림종합건축사사무소	산
11	문00	포치건축사사무소	산	12	유00	(주)나우동인건축사사무소	산
13	최00	건원건축	산	14	김00	디에이그룹	산
15	조00	디에이그룹	산	16	최00	(주)나우동인건축사사무소	산
17	권00	삼우설계건축사사무소	산	18	이00	무영건축	산

19	진00	유선ENG	산	20	유00	이노아키	산
21	양00	이가건축	산	22	임00	상상건축사사무소	산
23	고00	정림건축	산	24	김0	빔피어스	산
25	김00	솔리데오시스템즈	산	26	김00	(주)나우설비기술	산
27	금00	포스코A&C	산	28	장00	디자인캠프문박디엠 피	산
29	최00	연우테크놀로지	산				

순번	연구자	소속	구분	순번	연구자	소속	구분
1	김00	경희대학교	학	2	이00	경북대인공지능연구 원	학
3	윤00	경희대학교	학	4	이00	경북대지능형 건설자동화연구센터	학
5	최00	경희대학교	학	6	조00	서울과학기술대학교	학
7	허00	고려대학교	학	8	주00	고려대학교	학
9	구00	서울과학기술대학교	학	10	김00	NVIDIA Research	학
11	박00	서울과학기술대학교	학	12	이00	한국전자통신연구원	학
13	권00	서울대학교	학	14	김00	한국과학기술연구원	학
15	성00	세종대학교	학	16	김00	홍콩대학교	학
17	김00	인천대학교	학	18	최00	한국패시브건축협회	학
19	홍00	인하대학교	학	20	이00	City University of Hong Kong	학
21	전00	한양대학교	학	22	이00	Lawrence Berkeley National Laboratory	학
23	차00	한양대학교	학	24	김00	University of South Australia	학
25	김00	한국건설산업연구원	학	26	신00	The University of Melbourne	학

- 국내 연구인프라로 연구를 진행할 수 있는 인력은 학계와 실무계 적절히 분포하고 있는 것으로 나타남
- 중복되는 기술을 보유한 기술인력이 많지만, 건축 설계, 시공 분야 전반에 해당하는 기술이 많은 것으로 나타남
- 다만, 신기술 융합과의 연계성이 떨어지고, 인공지능에 대한 기초연구기술을 보유하고 있는 인력은 다소 적은 것으로 나타남

7절. 종합분석

1. 현황 종합

가. 국내 정책동향



그림 63. 국내 정책 동향 및 이슈

- 인공지능 관련 기술 분야에 대한 국내 정책은 크게 로봇, 자율주행자동차, 빅데이터, 사물인터넷으로 나타남
- 건설산업 진흥을 위한 인공지능과 유관기술 간 융복합 정책 및 로드맵, 법적·도적 기반 부재함

나. 국외 정책동향

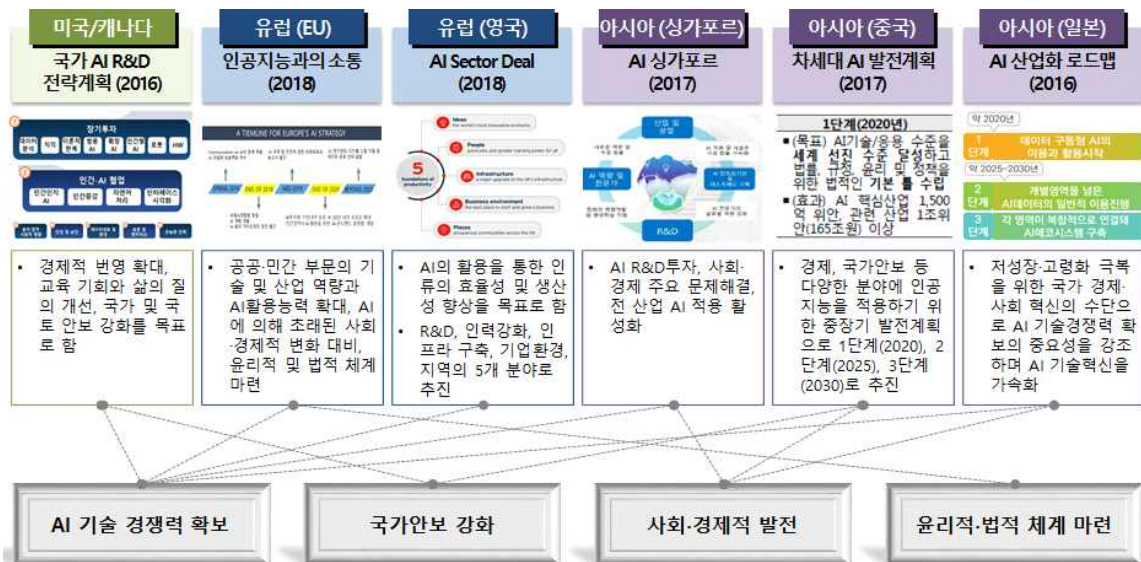


그림 64. 국외 정책 동향 및 이슈

- 특정 분야가 아닌 다양한 분야에 인공지능의 이용 증진과 기술발전을 위한 활성화 정책을 수립
- 선진국을 중심으로 정부 주도의 기술개발을 통한 AI 기술경쟁력 확보 경쟁

다. 국내외 시장현황 및 향후 전망

구분	내용	
인공지능 및 ICT기술	국내	• 정량적인 데이터와 인공지능 기술의 접목을 통해 주로 설계초기단계에서 사업성 검토 방안을 효율화 하거나 설계된 데이터의 3D 모델링을 자동화 할 수 있는 방법을 개선하는 연구가 많이 시도됨
	국외	• 해외 주요 스타트업에서는 공간에 맞춤형 디자인을 제안 하는 시스템 개발, 디자인과 취향, 스타일과 같은 정성적인 부분에 대한 정량화된 데이터를 축적하고, 인공지능, 기계학습을 통해 새로운 형태의 지식 서비스를 제공하기 위한 시도가 등장하고 있음
		• (국내) 정량적 데이터 활용 방안에 개발이 집중되어 있어, 정성적인 설계 지식의 정량화를 통한 가용 데이터 확장 및 프로세스 개선은 신규 영역 창출 가능성을 높일 것으로 기대됨 • (국외) 디자인 취향과 같은 정성적 정보에 대한 학습을 통해 새로운 형태의 서비스를 제공하기 위한 시도가 등장
건축/건설 분야의 응용기술	국내	• 최근 건설공사가 대형화, 복잡화되면서 대기업 등에서는 4차산업 기술 활용에 많은 관심을 갖고 있으나, 현재는 다방면으로 건설산업에 적용하기 위해 단편적으로 활용하는 수준, 개발이 완료된 사례는 미흡함
	국외	• 해외 선도 건축설계사들 각자가 보유한 설계 데이터를 활용할 방안을 모색하거나, 설계 프로세스 플랫폼에서 얻을 수 있는 설계관련 데이터의 수집의 중요성이 강조함
		• (국내) 분야별로 인공지능의 기술기준 분석, 인프라 환경 구축을 위한 로드맵 제시가 필요 • (국외) 정성적 데이터에 대한 정량적 접근과 분석방법에 대한 필요성을 인식 하고, 실증적 연구를 시도 하는 단계임
건축물 설계평가	국내	• 국토교통과학기술진흥원의 주최로 진행되고 있는 도시건축 연구사업의 일환으로, 개방형 BIM기반의 인허가 행정을 위한 차세대 세움터, 건축제법규 자동화 검토 시스템, 에너지 성능 평가 시스템 등과 같은 환경 조성까지 개발이 이루어지고 있음
	국외	• 세계 각국에서는 BIM 정보가 가지는 다양한 정보를 기반으로 인허가 업무를 진행하기 위해 지침과 계획을 세우고 시도중임 • 유럽연합 : nearly zero-energy building • 싱가포르 : BCA(Building and Construction Authority)
		• (국내) 설계평가뿐만 아니라 행정 프로세스에 활용 할 수 있는 인프라 조성 진행 • (국외) 현재 국외의 경우 BIM정보를 기반으로 인허가 업무를 진행하고자 하

	는 추세임. 그러나, 현재 법규 검토와 같은 수작업에 대한 자동화 기술은 미흡함	
인공지능 플랫폼	국내	· 국범용 인공지능 플랫폼 시장은 음성비서, 챗봇을 중심으로 한 음성 및 언어지능을, 전문 인공지능 플랫폼 시장은 의료영상기기와 같은 시각과 공간지능 중심 · 각 기업들은 플랫폼의 점유율을 높이기 위해 소프트웨어개발키트(SDK)를 배포내 범용 인공지능 플랫폼은 음성지능 분야를 중심으로 시장이 형성됨 · 국내 전문 인공지능 플랫폼은 중소기업의 기술제공을 중심으로 의료, 법률 및 금융분야에서 다양한 기업 기관에서 서비스를 제공하고 있음
	국외	· 범용 인공지능 플랫폼 시장은 음성비서, 챗봇을 중심으로 한 음성 및 언어지능을, 전문 인공지능 플랫폼 시장은 의료영상기기와 같은 시각과 공간지능 중심 · 각 기업들은 플랫폼의 점유율을 높이기 위해 소프트웨어개발키트(SDK)를 배포
	· (국내) 국내 전문 플랫폼은 단순 업무 보조나 데이터의 수집 및 분석이 용이한 분야를 중심으로 개발보다는 해외 플랫폼의 사용을 선호 · (국외) 해외 전문 플랫폼은 다양한 분야의 기업들과 협력하여 점유율을 높이는 것을 목표로 함	

라. 국내의 시장현황 및 향후 전망

구 분	내 용
설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부문	- 이미지 인식, 자연어처리 기술의 경우 ImageNet, Stanford NLP 등 데이터셋을 구축 - 일반적인 데이터를 사용한 인식 및 분류 학습은 이미 그 정확도가 사람의 수준을 뛰어넘었으며, 이를 활용한 다양한 서비스가 상용화되어 있음 - 최근 가장 널리 활용되는 컴퓨터 비전의 접근은 합성곱신경망(CNN) - ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2015 (ILSVRC 2015)에서 이미지 분류 정확도가 95.06%으로 사람의 정확도 (94.9%)를 뛰어넘는 결과를 보임. - Gartner가 선정한 2019년 10대 전략기술 트렌드에 선정, 2020년까지 수십억 개의 디지털트윈이 생성 될 것으로 예측됨 - GE, Microsoft 등 기업들을 필두로 제조, 에너지, 교통 등 다양한 분야에서 시설물의 유지보수, 시뮬레이션에 활용되고 있음 - 국내에서는 2022년까지 스마트시티 시행계획 수립 및 관련기술 연구 개발 결과를 활용하여 스마트시티 인프라구축 - 디지털 트윈 플랫폼을 활용하여 스마트공간 및 건물관리 등 혁신기술을 활용하는 건설관련 업체들이 생겨나고 있음.

	· 뛰어난 성능의 인공지능/딥러닝 기술을 활용한 상용화 서비스가 증가 · 이미지 인식, 텍스트 처리 등 딥러닝 모델들을 융합한 연구 시도 · 디지털트윈, IoT 기술을 활용한 데이터 수집 및 분석 기술이 발전 · 교통, 에너지, 환경 등 다양한 분야에서 디지털 모델을 활용
설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문	- Autodesk의 Design Graph의 부재 추천 - 국내 텐일레븐 회사에서 국토교통부에서 구축한 약 5만여 개의 도면 데이터 학습을 통해 강력한 건축 설계 도면 추천 인공지능을 진화시키는 연구를 계획 중 - Autodesk의 Generative Design은 딥러닝 분야 중 VAE, GAN 기술을 활용하여 다수의 최적화 설계 솔루션을 자동 생성하는 기술 - 최근에는 설계 정보 및 BIM모델의 축적을 기반으로 하여 이를 정보화하는데 인공지능을 활용하기 시작함 - 비정형 구조물 제작 지능화 및 자동화 분야는 패러매트릭 기술을 로봇틱스, 스마트 고장, 3D 프린팅 기술과 연계 시켜 대량 특수생산이 가능 - 최근 국내외 모듈러 공법을 활용하여 건식공법 증가 추세 - 미국의 카테라(Katerra)사는 목조 건축물 모듈러 공법 도입하여 설계 시공 프로세스에 수직 계열화 추진 중 - 공장 제작-조립-운송-시공 프로세스 데이터 축적하여 인공지능 기반으로 문제점 도출 및 개선.
	· 최근에는 기계학습 을 통해 설계 분야에 적용하여 자동화, 최적화 시도 · 설계 정보 및 BIM모델의 축적을 기반으로 하여 · 이를 정보화하는데 인공지능을 활용 · 딥러닝 기반 이미지 분석을 건식공법 최적화 기술 개발 연구 진행
설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 기술개발 부문	· 법규 검토와 같은 작업에 대한 자동화 기술은 미흡한 수준 · 국내외 시공성 평가 시스템 개발 및 기술 도입 연구 초기단계
클라우드 기반의 설계지능자원 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 운영 기술개발 부문	- 건축설계분야는 설계사례, 자재정보 또는 라이브러리 제공에 한정 - 국내 건설분야는 ICT 기술을 융합한 기술적 플랫폼 상용화 준비단계임. - 건축관련 SW업계는 개별 플랫폼 기반의 SW를 출시 - 국토부 세움터 건축행정정보 빅데이터 공개 - 미국, 핀란드, 영국, 노르웨이 등 건축인허가 관련 통계, 건축물 재고 변화 추이 등 국가적인 건축통계자료 제공 - 2017 다보스 세계 경제 포럼에서는 약 35%의 직능이 자동화의 영향 예상, 건설은 자동화 대체율이 높은 직종으로 분류 - 한국은행 2016 보고서에서는 4차 산업혁명 영향이 큰 직군으로 건설업 언급 - 국토부 건설정보분류체계 개발, 건설사업정보화(CALS) 추진 - 산업통상자원부 한국산업표준(KS) 중 건설부문 포함 - 국토부 R&D를 통해 BIM 정보표준 프레임워크 개발 진행중

	- 미국 Omniclass, 영국 Uniclass 건설분야 정보표준 프레임워크 개발
	· 건축 건설 분야의 인공지능기반 서비스 플랫폼 개발은 시작 단계 · 국내외적으로 국가 공공의 건축정보 빅데이터 제공 · 국내 건설업계의 빅데이터 수집 및 활용 기술은 미비한 실정 · 미래 직업군 변화, 특히 건설산업 직능 변동이 클 것으로 예측 · 건설정보 표준화는 2D기반의 분류체계에서 BIM기술로의 확장

2. SWOT 분석

- 강점강화, 약점보완, 기회활용 및 위협제거의 전략에 따라 추진전략은 다음과 같이 설정됨
 - 강점강화 전략 : 국가 인프라와 민간의 의지, 그리고 기존 바탕기술로 요약됨. 이를 강화하기 위해서는 인프라를 끌어들이고 기존의 역량을 발전시키는 것임
 - 약점보완 전략 : 설계산업의 근본적 취약성이며, 이를 보완하기 위해서는 정부나 외부와의 연계와 설계고유 콘텐츠 개발이 필요함
 - 기회활용 전략 : 정부 및 민간의 각종 의지와 시도이며, 이를 활용하기 위해서는 구체적인 가능성을 제시하고 관심과 참여를 유도하는 것임
 - 위협분산 전략 : 설계분야 고유의 특성에 따라 자동화나 심리적 장애요인이 있으며, 이를 제거하기 위해서는 인간과 기계의 역할과 범위를 명확히 제시하는 것임



그림 65. 기획주체의 SWOT 분석

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 비전

- 본 기획과제의 미션은,
 - 융합기술을 활용하여 건축설계의 지능화 및 자동화를 통한 건축서비스 산업의 진흥과 공공편의를 향상하는 것임
- 본 기획과제의 비전은,
 - 인공지능기반 설계지식 플랫폼을 통한 건축설계 생태계 혁신을 통한 건축설계 서비스의 고부가가치화 및 활용 편의 향상



그림 66. 연구의 비전 및 목표

- 창의 설계, 무결점 설계, 행정 편의성 증대, 국민 공공 편의 향상의 네가지 관점에서 접근하여 4개의 세부 과제를 구성함
- 본 기획과제의 기대효과는,
 - 개방형 건축설계 서비스 제공을 통한 국민 편의 증대
 - 질 좋은 일자리 창출
 - 건축설계 자동화 원천기술의 국산화

2. 목표

- 연구의 핵심목표에 따라 4개의 세부과제를 구성함

- 본 연구를 통한 최종 목표는 다음과 같음

- 설계 생산성 60%향상
- 건축설계 의사결정 45% 자동화 구현
- 설계 검토 자동화 30%이상
- 건축 설계정보 빅데이터화 50%이상 구축을 최종 목표로 함

(건축설계 의사결정 45% 산출 근거는 건축설계 업무는 일반적으로 계획설계 20%, 중간설계 30%, 실시설계 50%로 이루어져 있음. 이 중 창의적 의사결정은 계획설계단계 전체와 중간설계 단계의 1/3 정도로 전체 건축설계업무의 30%로 보고, 나머지 70%는 기술적 의사결정임. 창의적 의사결정 중 1/3과 기술적 의사결정 중 1/2 이상을 자동화한다고 가정하면, 전체의 45%이상을 자동화 할 수 있는 것으로 산출됨)



그림 67. 세부과제의 구성

- 4개의 세부과제는 창의적 설계, 효율적 설계, 고부가가치 설계, 지속가능 설계로 구분함
 - 창의적 설계 : (기획-계획) 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
 - 효율적 설계 : (실시-상세) 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술

개발

- 고부가가치 설계 : (설계-시공-운영) 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
- 지속가능 설계 : 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발
- 4개의 세부과제에 대한 정의는 다음과 같음
 - 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
 - 건축설계의 창의성 증대와 설계업무 본연의 인간 및 공간중심의 설계를 위해 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터와 O&M으로 부터의 정량적 데이터에 대한 빅데이터 구축방안과 이를 반영한 고부가가치 설계 대안 생성 자동화 기술 개발
 - 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발
 - 인공지능 기술을 활용하여 설계 도서 및 BIM 자동검증 및 상세화 기술을 개발하고 공종별(건축, 구조, 설비 등) 의사결정 지원 기술 개발과 가상현실 및 다차원 시뮬레이션 기술개발을 통해 설계의 생산성 혁신과 품질향상, 정확성 향상시킬 수 있는 설계 구현 자동화 기술 개발
 - 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
 - 건축설계 단계 내에서 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 설계 요구사항, 설계성능, 시공성 등의 다양한 분야를 평가하여 건축물의 성능을 극대화시키고 그에 따른 설계 업무를 지원하여 건축설계의 가치를 향상시킬 수 있는 평가 기술개발
 - 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발
 - 인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 인프라, 콘텐츠 보급 및 서비스 제공을 위한 지식자원기반의 정보표준 프레임워크와 개방형 플랫폼 개발
- 세부과제별 AS-IS/ TO-BE는 다음과 같음

핵심기술		AS-IS	TO-BE	수혜자
1 세부	설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 (기획-계획)	- 건축 계획 및 설계 분야 정형, 비정형 이중 데이터 수집 및 활용 기술 부족 - 공학적 접근 위주의 설계 자동화 기술 개발 수행	- 계획 및 설계 이중데이터의 수집, 관리 등 설계지식 빅데이터와 지능형 활용 - 설계 본연의 특성을 반영한 초기 설계 자동화 기술 개발	건축사/ 사용자
2 세부	설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 (실시-상세)	- 실시설계 도면 및 BIM 작업 수동 및 반복적으로 오류 빈발 - 설계 정확성 통합 검토 및 시공 대안 생성 작업 제한적	- 인공지능 기반 설계 검토 및 도면 상세화로 도면, BIM 작업 자동화 - 설계 통합 검토 및 대안 생성 자동화로 무결성 설계 지향	건축사/ 엔지니어링사 /시공사
3 세부	설계 서비스 가치향상을 위한 설계 성능평가 자동화 기술개발 (설계-시공-운영)	- 산재된 설계 요구사항에 대한 일관적·객관적 평가 지표 부재 - 설계-시공간 커뮤니케이션 부재로 시공 품질 저하	- 일관적, 객관적 평가로 설계수준의 상향 평준화 - 종합적인 성능 평가를 통한 최적화 건축물 구현 - 설계-시공의 정보 정확성과 전체적인 기술 수준의 향상	발주처/건축가/ 허가권자/시공사/ 사용자
4 세부	지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 (표준-보급)	- 빠르게 변하는 기술 환경에 비해 건축설계분야는 대응이나 정보 활용이 늦음 - 건축설계분야에서 빅데이터 및 관련 지식의 수집, 관리, 제공하는 시스템 미비	- 지식자원기반 플랫폼을 통한 인공지능 의사결정 및 상호작용 지원 - 지능형 건축설계를 위한 표준, 콘텐츠, 인적자원 및 설계수행 통합 플랫폼 제공	건설산업종사자/ 일반인

그림 68. 세부별 AS-IS/TO-BE와 수혜자

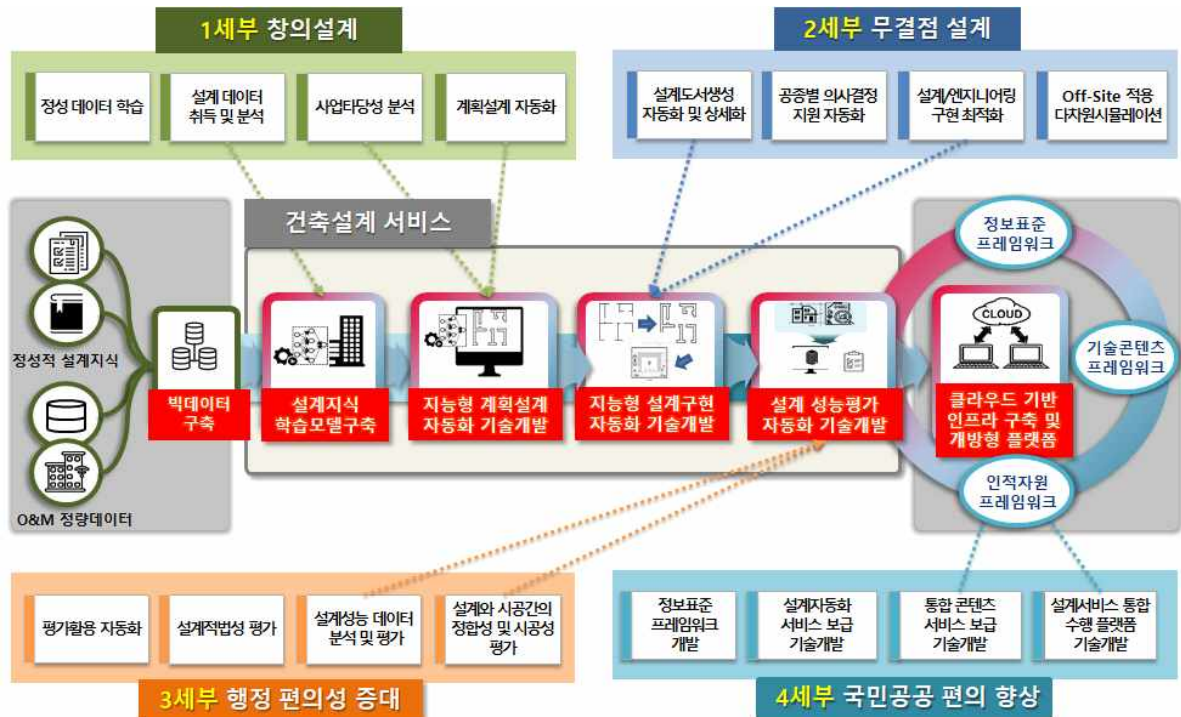


그림 69. 세부과제별 핵심기술 요소

- 세부과제별 대표 핵심 기술 요소는 16개로,
 - 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
 - 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발
 - 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발
 - 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발
 - 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발
 - 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발
 - 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발
 - 설계지식기반 공중별 의사결정 지원 자동화 기술개발
 - 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발
 - Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
 - 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
 - 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발
 - 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발
 - 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발
 - 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발
 - 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발
 - 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발
 - 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발
 - 설계자동화 지원 콘텐츠 서비스 보급기술 개발
 - 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발

3. 추진방향

- 본 연구개발의 방향은,
 - 1단계 인공지능 기반 건축설계 자동화 기술개발 동향 및 수요조사 실시
 - 2단계 설계 지식 플랫폼 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정
 - 3단계 인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발에 대한 연구를 기획

기획 단계	기획 범위
1단계 : 기술개발 동향 및 수요조사 실시	· 기술의 정의 및 분류체계 · 기술개발 동향 및 환경 분석 · 기술수요/한계, 기술예측 조사 실시 및 실용화를 위한 개선방안 제시 · 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립(PESTEL, SWOT 분석 등) · 기술개발에 따른 미래성 및 필요성 분석
2단계 : 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정	· 기술개발 전략수립 · 연구개발 후보과제 우선순위 도출 · 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등)설정 · 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
3단계 : 연구개발과제 기획	· 연구목표 및 범위 설정 · 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립 · 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 · 인력투입 계획 및 소요예산 산정 · 사전타당성 검토 · 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

- 본 연구에서 로드맵 작성의 전략 및 방법은 단기, 중기, 장기로 구분하여 연구의 범위를 도출

단계구분	추진내용
단기목표	· 접근이 쉽고 파급성이 높은 주제를 대상으로 중점 추진 · 기존의 표준체계 및 기술 수준을 파악 · 인공지능기반 설계자동화 기본 요소기술을 확보하고 기반 인프라를 확충
중기목표	· 단기에 확보된 요소기술의 범위와 수준 고도화 · 실무 적용 가능한 기술개발 및 플랫폼 구축 · 확충된 인프라를 이용한 미래지향적 선도적 건축산업 경쟁력 강화
장기목표	· 인공지능기반 빅데이터를 활용한 BIM 설계 환경에서의 국제수준의 설계 기술경쟁력을 확보 · 이후 실무보급 실용화 확대 및 민간 자생적 발전성장 동력을 확보 · 타산업과의 정보융합을 통하여 4차산업 기술을 미래형 스마트시티 환경에 응용

4. 수요분석

가. 수요조사의 개요

- 건축설계 업무별로 현재 자동화 수준과 향후 개발방향에 대하여 15개의 설계 사무소의 실무자를 대상으로 수요조사를 실시함
- 수요조사는 크게 ‘현 자동화 수준’과 ‘개선가능성 및 방향’으로 구분되어 있으며, 현 자동화 수준은 수작업 수준, 2D도면 기반 자동화 수준, BIM기반 자동화 수준의 세 가지로 구분함

	I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성 및 방향
	A. 수작업	B. 2D도면 기반 자동화	C. BIM기반 자동화	
수준	수작업 업무량에 대하여 매우높음, 높음, 보통, 낮음, 매우낮음 중 택1	자동화 수준에 대하여 매우높음, 높음, 보통, 낮음, 매우낮음 중택1	자동화 수준에 대하여 매우높음, 높음, 보통, 낮음, 매우낮음 중택1	-
가능성	-	-	-	인공지능 기술의 적용가능성에 대하여 0,X 중 택1
주요 업무 내용	주로 자동화가 이루어지는 업무에 대해서 서술	주로 자동화가 이루어지는 업무에 대해서 서술	주로 자동화가 이루어지는 업무에 대해서 서술	인공지능 기술이 활용될 수 있을 것으로 예상되는 업무에 대해서 서술
활용 S/W	-	주로 활용하는 S/W 명칭 기입	주로 활용하는 S/W 명칭 기입	-

- ‘개선가능성 및 방향’은 인공지능 기술을 적용할 수 있는지, 있다면 어떤 분야에 적용이 필요한지에 대하여 응답할 수 있도록 구성함
- 수요조사에 사용한 수요조사 업무 구분은 프로젝트 관리, 조사/분석, 계획/검토, 도서작성, 프리젠테이션의 다섯가지로 구성됨. 각각은 하위에 중분류, 소분류 및 최종 결과물로 분류함



그림 70. 수요조사의 항목

나. 수요조사 결과

(가) 전체 응답 결과

- 전체 항목에 대하여 현재 2D나 BIM기반 자동화 수준은 20점대로 낮음 수준으로 응답함에 비해 수작업 수준은 56.3점으로 보통수준이라고 응답함
- 개선가능성에 대해서는 50%이상의 응답자가 인공지능 기술을 활용하여 이를 개선할 수 있다고 응답함

	현 자동화 수준			개선 가능성
	수작업	2D기반 자동화	BIM기반 자동화	
프로젝트관리	60점	22점	18점	43%
조사/분석	59점	14점	18점	53%
계획/검토	61점	24점	32점	70%
도서작성	54점	28점	30점	66%
프리젠테이션	54점	28점	30점	66%
전체 평균	56.30점	23.46점	27.83점	56.73%

(*0점~20점: 매우낮음, 20점~40점: 낮음, 40점~60점: 보통, 60점~80점: 높음, 80점~100점: 매우높음
*개선가능성 : 전체 응답자 중에서 인공지능 기술이 적용가능할 것이라고 응답한 응답자의 비율)

- 다섯개의 대분류에 따른 상세 수요조사 결과는 다음과 같음

(나) 대분류별 상세 항목 응답 결과

• 대분류1 : 프로젝트 관리 부분

중분류	소분류	결과물	해당설계단계				I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성
			기획	계획	중간	실시	A. 수작업	B. 2D 도면 기반 자동화	C. BIM 기반 자동화	
일반관리	프로젝트 관리	프로젝트 정의서	○	○			58점	14점	17점	42%
공정관리	설계공정 관리	공정계획서	○	○	○	○	60점	24점	21점	77%
인원관리	참여기술자 관리	설계 조직도/연락처	○	○			56점	23점	20점	33%
	M/H 관리	M/H 계획서	○	○	○	○	54점	23점	18점	25%
품질관리	설계품질관리	설계 품질계획서, 설계 검토서	○	○	○	○	62점	20점	25점	57%
예산관리	기성관리	기성청구서	○	○	○	○	66점	17점	14점	31%
	실행예산관리	실행예산 계획서, 실행예산 장산서	○	○	○	○	63점	28점	16점	57%
계약관리	설계비 건적/계약 관리	견적서, 계약서	○				66점	22점	14점	31%
외주관리	협력업체 관리	외주관리 계획서, 공유 서버/클라우드 지정		○			55점	24점	20점	38%
'프로젝트 관리' 분류 평균							60점	22점	18점	43%

그림 71. 수요조사 프로젝트 관리 부분

- ‘프로젝트 관리’ 분류의 수작업 수준은 60점이며, 주로 한글문서나 엑셀 등을 활용하여 수작업으로 직접 입력한다는 응답이 가장 많았으며, 개선가능성에 대해서는 건축물 용도의 특성에 따라 자동으로 분류된 DB를 연동하여

필요한 정보에 대한 자동 입력이 가능할 것이라고 응답함

• 대분류2 : 조사/분석 부분

중분류	소분류	결과물	해당설계단계				I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성
			기획	계획	중간	실시	A.수작업	B. 2D 도면 기반 자동화	C. BIM 기반 자동화	
현장조사	기초자료 조사/분석	현황측량/지질조사보고서, 지질 조사 검토서, 대지 내 외 공급 시설 조사검토서	○	○			58점	19점	14점	27%
	대지환경 영향 조사/분석	대지환경 조사 검토서, 환경영향 평가 검토서	○	○			56점	14점	16점	58%
	교통영향조사/분석	교통 및 주차계획 검토서	○	○			59점	14점	22점	54%
	사용자 조사	사용자 요구사항 검토서	○	○			58점	12점	20점	31%
	기존시설물 조사	기존 시설물 분석 검토서	○	○			56점	12점	18점	62%
프로젝트 초기자료	사례조사	사례 검토서	○	○			62점	12점	18점	69%
	계획자료 조사	계획자료 검토서	○	○			63점	12점	18점	69%
'조사/분석' 분류 평균							59점	14점	18점	53%

그림 72. 수요조사 조사/분석 부분

- ‘조사/분석’ 분류의 수작업 수준은 59점이며, 주로 외주용역으로 해결한다는 응답과 직접 조사/분석하는 경우에도 수동 법규검토 후 수작업으로 기입한다는 응답이 가장 많았으며, 개선가능성에 대해서는 드론을 활용한 대지환경조사나 인공지능기반 교통 시뮬레이션, 주차계획 자동화 등으로 응답함

• 대분류3 : 계획/검토 부분

중분류	소분류	결과물	해당설계단계				I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성
			기획	계획	중간	실시	A.수작업	B. 2D 도면 기반 자동화	C. BIM 기반 자동화	
건축주 요구사항	건축주 제공자료 검토	건축주 제공자료 리스트	○	○	○	○	62점	18점	21점	38%
	건축주 요구사항 검토	건축주 요구자료 리스트	○	○	○	○	68점	20점	20점	50%
계획 및 검토	규모 검토	법규검토, 개략배지도, 대지종출단면도, 개략평면도, 개략단면도	○				60점	26점	43점	86%
	법규 검토	법규검토 및 체크리스트	○	○	○	○	65점	14점	26점	93%
	공간 프로그램 검토	공간 프로그램	○	○			55점	32점	39점	86%
	마스터 플랜/단지계획	마스터 플랜/단지계획	○	○			58점	32점	32점	71%
	건축계획업무	아이디어스케치/디지털Data	○	○	○	○	55점	28점	40점	64%
'계획/검토' 분류 평균							61점	24점	32점	70%

그림 73. 수요조사 계획/검토 부분

- ‘계획/검토’ 분류에서 건축주의 요구사항은 주로 한글이나 엑셀을 활용하여 수작업으로 리스트업을 하고 수동으로 체크하는 방식을 사용한다고 응답함
- 초기 계획 및 검토에 있어서는 직접 스케치를 하거나 수작업으로 규모를 계산하여 검토 한다는 응답이 약 60%, BIM기반 S/W를 규모검토와 마스터플랜, 아이디어 디자인 등에 활용하고 있다는 응답이 약 40%였으며, 개선가능성에

대해서는 건축주의 요구사항을 자동으로 검토하거나, 대지조건에 따른 법규 조건을 자동으로 검토, 또는 규모 조건 입력시 기본계획 알고리즘과 연동하여 대안을 생성해주는 시스템의 제안 등 다양하게 응답함

• 대분류4 : 도서작성 부분

중분류	소분류	결과물	해당설계단계				I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성	
			기획	계획	중간	실시	A.수작업	B. 2D 도면 기반 자동화	C. BIM 기반 자동화		
문서작성	설계설명서 작성	설계개요, 대지분석, Design Concept, 기술 분석도	○	○	○	○	58점	28점	34점	71%	
		총선 계획도, 도출계획, 코어계획, 주요 자재 및 시스템 목록, 재료 마감표		○	○	○	55점	28점	34점	64%	
	계산서 작성	수평 부하 산정서		○	○	○	50점	23점	14점	64%	
		구조계산서			○	○	54점	26점	23점	71%	
		풍하중 부하계산서, 장비계산서				○	55점	26점	17점	57%	
		심의 관련서류, 인허가 관련서류				○	57점	20점	21점	43%	
	인허가 관련서류 작성	허용서류				○	58점	18점	16점	29%	
		자재 조사		○	○	○	60점	16점	20점	64%	
	시방서 작성	공사시방서				○	61점	14점	17점	71%	
		공사비 산정		○	○		58점	16점	16점	71%	
공사비 산정	예산공사비 산정표		○	○	○	55점	20점	22점	79%		
	도면작성	내역서 작성	공사비 내역서, 일일대가서, 단가조사서, 산출서				○	57점	23점	21점	69%
배치도, 대지 중, 불탄면도, 각종 플랜도, 입면도(2면 이상), 단면도(중, 불탄면도), 구조 계획개요, 심의도면(대상이 건축)					○		43점	34점	46점	62%	
중간설계도면 (건축)		도면 목록표, 안내도, 구획도, 배치도, 주차 계획도, 각종 및 지붕 플랜도, 입면도, 단면도(중, 불탄면도), 총 약 20여가지 항목			○		50점	39점	55점	69%	
		실내재료마감표			○	○	52점	40점	48점	85%	
중간설계도면 (구조)		기초, 일괄표, 구조 플랜도, 가구도, 양력배치도 및 BASE PLATE 설치도, 기둥, 일괄표, 보, 일괄표, 슬래브, 일괄표, 종벽, 일괄표, 계단하중, 일괄표, 잠개문, 일괄표, 주심도			○		42점	47점	48점	77%	
		실시설계도면 (건축)	표지, 도면 목록표, 안내도, 구획도, 지적도, 면적 산출표, 대지 중, 불탄면도, 배치도, 계획도, 플랜도, 총 약 60여가지 항목				○	55점	39점	42점	50%
실시설계도면 (구조)		에너지절약계획서, 도면 (열열성능내역, 부위별단열성능기준표,외벽면적산출표 등)				○	61점	28점	30점	92%	
		실시설계도면 (구조)	구조 플랜도, 구조 단면도, 기초일괄표, 양력배치도 및 BASE PLATE 배치도 등 약 30여가지 항목				○	50점	47점	52점	69%
		'도서작성' 분류 평균						54점	28점	30점	66%

그림 74. 수요조사 도서작성 부분

- ‘도서작성’ 분류에서는 BIM S/W를 활용하고 있다는 응답이 있었지만, 자동화 비율은 생각보다 높지 않았으며, 그 이유는 BIM을 활용하는데 있어서도 모델링, 도면작업 등 수작업으로 해야 하는 업무들이 많기 때문이라고 응답함
- 이 단계는 가장 단순 반복작업이 많은 단계이고 인공지능을 활용하여 개선할 수 있는 가능성이 가장 높다고 응답함
- 특히 공사비 산정, 에너지계산, 실내재료마감표, 구조도면 등에서 가능성이 높다고 응답함

• 대분류5 : 프리젠테이션

중분류	소분류	결과물	해당설계단계				I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성
			기획	계획	중간	실시	A.수작업	B. 2D 도면 기반 자동화	C. BIM 기반 자동화	
보고	사내보고	사내 프레젠테이션	○	○	○	○	58점	26점	32점	23%
		외부보고	○	○	○	○	58점	26점	38점	38%
	Digital 3D Model	Digital 3D Model	○	○	○	○	38점	22점	52점	36%
		모형	○	○	○	○	68점	18점	32점	36%
	CG	투시도/조감도	○	○	○	○	40점	22점	44점	36%
		Animation	○	○	○	○	30점	22점	50점	46%
	'프리젠테이션' 분류 평균						49점	23점	41점	36%

그림 75. 수요조사 프리젠테이션 부분

- ‘프리젠테이션’ 분류에서 BIM기반 자동화 비율이 가장 높게 나타났으며, BIM S/W를 활용하여 모델링을 한 데이터를 그대로 활용할 수 있기 때문임

- 하지만 3D 모델이 있다는 가정하에 가능한 것이기 때문에, 만약 3D모델이 작성되어 있지 않다면, 새롭게 작성해야 하는 문제가 발생함
- 또한 원활한 외부 프리젠테이션을 위해서는 모바일기반 시스템 계획이 필요하며, 실시간 렌더링 3D 모델을 생성할 시에 마감재료, 주변환경 조건 등에 대한 사항을 AI를 통해 최적화하여 생성하는 시스템, AI기반 3D 프린팅 등에 대한 가능성을 제안함

다. 수요조사 결과

- 인공지능기반 건축설계 기술 개발을 위해서는 현 건축설계 프로세스별 자동화 수준 및 작업방식을 파악하고, 실무자들의 수요를 분석함
- 따라서 분석한 실무자 수요분석 결과에 따라 자동화가 필요한 구체적 설계단계와 업무를 정의하고 실무자들이 실제로 필요로 하는 기술을 파악을 통해 인공지능 기반 건축설계 지원기술의 개발 방향을 설정함
- 4대 추진과제에 대한 목표정의는 다음과 같음

추진과제	목표 정의
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	· 건축설계의 창의성 증대와 설계업무 본연의 인간 및 공간 중심의 설계를 위해 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터와 O&M으로부터의 정량적 데이터에 대한 빅데이터 구축방안과 이를 반영한 고부가가치 설계 대안 생성 자동화 기술 개발
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발	· 인공지능 기술을 활용하여 설계 도서의 자동검증 및 상세화 기술을 개발하고 공종별(건축, 구조, 설비 등) 의사결정 지원 기술 개발과 가상현실을 이용한 다차원 시각화 기술개발을 통해 설계의 생산성 혁신과 품질향상, 정확성 향상시킬 수 있는 설계 구현 자동화 기술 개발
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발	· 건축설계 단계 내에서 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 설계 요구사항, 설계성능, 시공성 등의 다양한 분야를 평가하여 건축물의 성능을 극대화 시키고 그에 따른 설계 업무를 지원하여 건축설계의 가치를 향상시킬 수 있는 평가 기술 개발
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	· 인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 인프라, 콘텐츠 보급 및 서비스 제공을 위한 지식자원기반의 정보표준 프레임워크와 개방형 플랫폼 개발 · 1,2,3 세부요소 기술을 통합하여, 성과를 보급하고 지능형 건축설계 서비스를 실시간으로 수행지원 및 보급하는 기술

5. 과제 후보 도출

가. 과제후보 도출 개요

- 학계, IT/인공지능, 실무계, 해외, 기타 등에 종사하고 있는 전문가 및 연구진 내 자문단을 대상으로 본 과제 후보 도출을 위해 총 20개의 기관을 통해 의견 자문을 실시함

	연구내용 및 범위	
	연구 범위	연구내용
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	(기획-계획)	- 설계지식 빅데이터 구축 및 활용기술 - 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발 - 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발 - 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발	(기본-실시)	- 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술 - 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발 - 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발 - Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
3. 건축설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술 개발	(설계-시공-운영)	- 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 자동화 기술 - 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술 - 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술 - 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	표준, 플랫폼	- 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발 - 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발 - 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술개발 - 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발

- 기존 4대 추진과제의 세부(안)은 25개임. 자문을 통해 추가로 54개의 세부(안)이 추가로 도출됨

나. 과제추진별 과제 후보 도출

(가) 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부분

창의적 설계	추가	
설계지식 정성데이터 학습 및 설계 활용 기술	● 딥러닝 기반 발주자 (다른 관련자)와의 대화 의미 분석 과 설계 요구사항 추출, BIM 모델 자동 Mapping 기술 개발 ● 인공지능을 활용한 기계설비 시스템 의사결정 지원 ● 초기설계 자동화를 위한 딥러닝 기반 설계객체 인식 및 객체정보 추론기술 개발 ● 비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴트 개발 ● 단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 대안 자동화 (평가기준에 따른 대안 선택) ● 초기 설계 단계에 인간 중심 건물디자인을 위한 인간 객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발	● 정성적 설계요구사항의 정량화 및 인공지능 학습모델 개발 ● 디자인 감성어휘(키워드) 기반 실내디자인 대안 생성 기술 개발 ● 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용기술 개발 ● 인공지능 기반 건축 프로그램 및 공간배치 자동화 및 초기설계 적용기술 개발 ● 챗봇기반 인공지능 설계 컨설팅 플랫폼 개발 ● 거주전/후 평가 (POB) 분석 및 초기설계 연계기술 ● 지능형 인간객체기반 매스공간 생성 기술 개발
O&M 정량데이터 분석 및 설계 활용 기술		
설계초기 공간객체 설계 및 대안 자동 생성 기술		
건축객체 인식, 추론 및 자동 모델링 기술		

그림 76. 추진과제1에 대한 과제 후보 도출

- 기존 세부(안) 8개에서 자문을 통해 추가로 16개의 세부(안)이 추가로 도출됨

(나) 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부분

효율적 설계	추가	
도면 및 BIM 기반 자동 상세화 기술	● 인공지능 기반 자동 모듈러 설계 플랫폼 개발 ● 기계설비 설계 도서 작성 자동화 (3DBIM & 2D) ● 건축 2D 도면 자동 세그멘테이션 기술	● 전문가시스템 기반 Design for X 시공 시뮬레이터 개발 ● 건축 장비 최적 및 안전 운영 도출을 위한 시뮬레이션 기술
도면 및 BIM 기반 시멘틱 정보 (부재, 공간, 위계) 추론 기술	● 건축 2D 도면 자동 상세화 기술 ● 건축 2D 도면->BIM 부재 자동화 기술 ● 건축/구조 BIM 부재 자동 인식 및 자동 추천 기술	● 딥러닝 및 G-SEED를 이용한 친환경 건축설계 지원 기술 개발 ● 딥러닝 학습을 통한 설계 / 엔지니어링 구현 기술
VR/AR, 페러메트릭 기반 설계 Buildability 검토 기술	● 실시 단계 데이터 기반 상세 견적 도출 ● 상세 마감 자동 추천 시스템	● 설계변경 및 시공품질 향상을 위한 인공지능 기반의 증강현실 기술 개발 ● 인공지능과 증강현실을 이용한 부재 추천 기술 개발

그림 77. 추진과제2에 대한 과제 후보 도출

- 기존 세부(안) 5개에서 자문을 통해 추가로 12개의 세부(안)이 추가로 도출됨

(다) 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부분

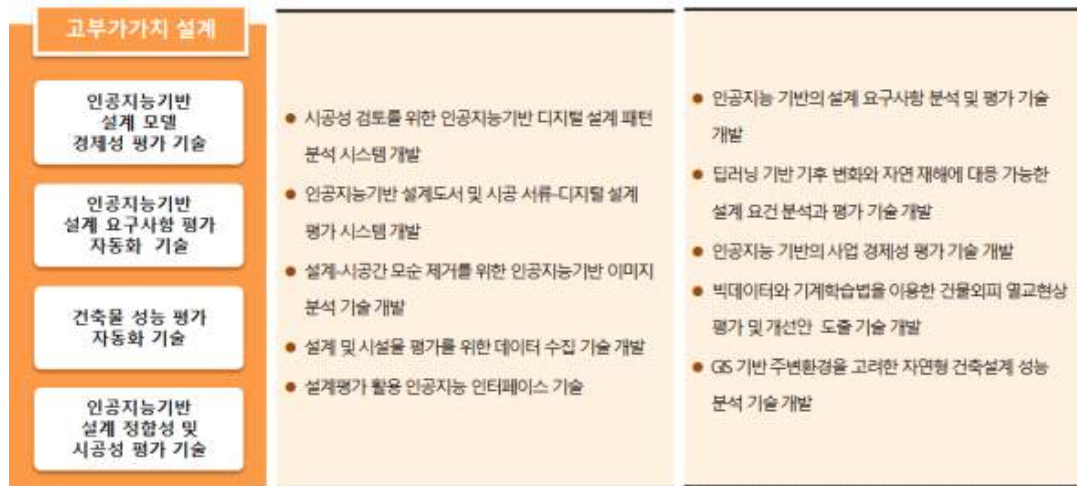


그림 78. 추진과제3에 대한 과제 후보 도출

- 기존 세부(안) 4개에서 자문을 통해 추가로 12개의 세부(안)이 추가로 도출됨

(라) 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부분

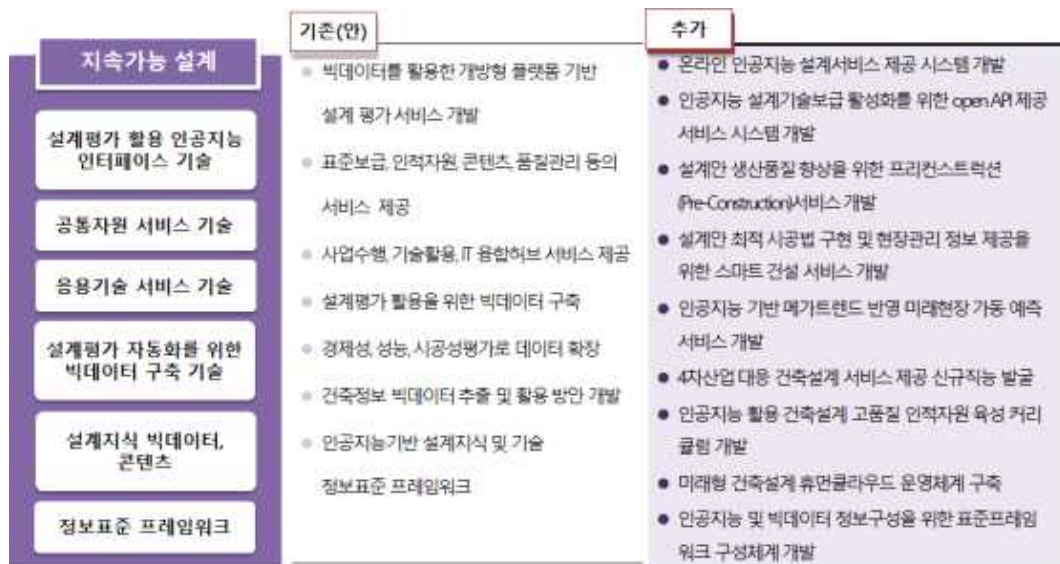


그림 79. 추진과제4에 대한 과제 후보 도출

- 기존 세부(안) 7개에서 자문을 통해 추가로 14개의 세부(안)이 추가로 도출됨

6. 추진전략

- 본 기획은
 - 4차산업혁명 IT혁신기술에 대한 건축설계분야의 대응방안을 마련하여
 - 정부공공정책 구현에 민간서비스산업의 동참을 유도함으로써 미래에 능동적으로 대응하고자 함임



그림 80. 본 기획과제의 추진 전략

- 이를 위하여
 - 설계대안 창출을 자동화하여 디자인경쟁력을 강화하고
 - 설계안 구현자동화를 통하여 국제선도작 설계역량을 확보하며
 - 지능형 설계평가를 통하여 건축물의 성능을 극대화하고
 - 인프라 구축 및 플랫폼 보급을 통하여 미래 새로운 일자리를 창출함
- 이에 따라 본 기획의 핵심 전략은 3가지로 정의함
 - BIM등 건축설계 자동화관련 국내 기술진의 경험과 역량 결집
 - 외부 IT 전문분야와의 협력 및 건축인허가 세움터 등 정보공공정책과 연계
 - 건축설계산업계 전체의 관심과 참여를 유도

2절 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

1. 핵심 기술요소 선정

가. 과제 주제의 도출

- 주제별 우선순위에 따라 설정된 단계별 추진 방향에 의거하여 1단계 핵심 추진주제를 설정함
- 4개 주제를 개발대상으로 포함하며 추진할 수 있음
- 1단계 추진사업 4가지에 대한 고도화 관계를 포함한 전체적인 구성도는 다음과 같음



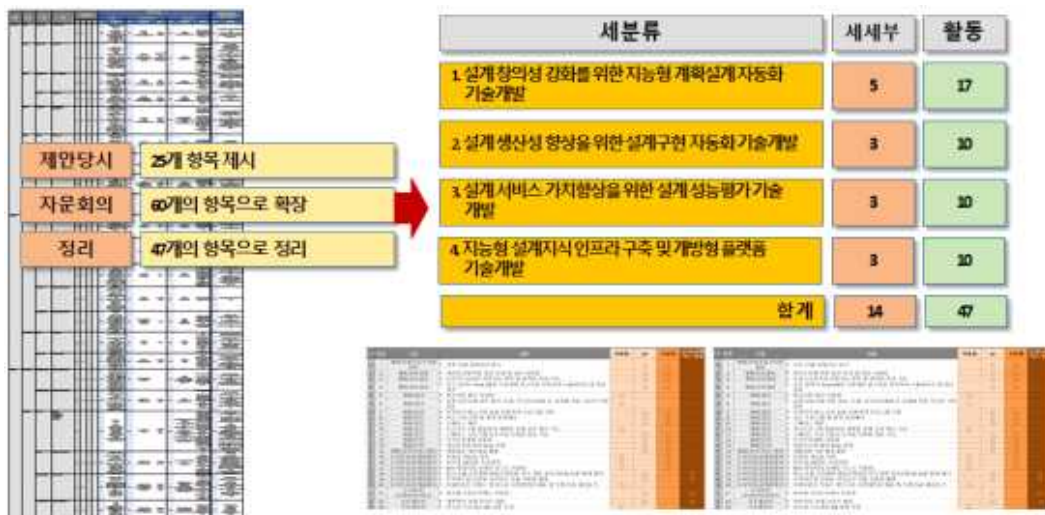
- 기존 RFP의 안은 3개의 세부로 구성되었으나, 앞서 수요조사와 과제후보조사를 통해 최종 안은 4개 세부로 1개의 세부를 추가하여 다음과 같이 구성함

세부 구성	세부의 정의
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	· 건축설계의 창의성 증대와 설계업무 본연의 인간 및 공간중심의 설계를 위해 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터와 O&M으로부터의 정량적 데이터에 대한 빅데이터 구축방안과 이를 반영한 고부가가치 설계 대안 생성 자동화 기술 개발
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발	· 인공지능 기술을 활용하여 설계 도서의 자동검증 및 상세화 기술을 개발하고 공종별(건축, 구조, 설비 등) 의사결정 지원 기술 개발과 다차원 시각화 기술개발을 통해 설계의 생산성 혁신과 품질향상, 정확성 향상시킬 수 있는 설계 구현 자동화 기술 개발

3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발	· 건축설계 단계 내에서 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 설계 요구사항, 설계성능, 시공성 등의 다양한 분야를 평가하여 건축물의 성능을 극대화 시키고 그에 따른 설계 업무를 지원하여 건축설계의 가치를 향상시킬 수 있는 평가 기술 개발
-이하 신규 제안	
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	· 인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 인프라, 콘텐츠 보급 및 서비스 제공을 위한 지식자원기반의 정보표준 프레임워크와 개방형 플랫폼 개발

나. 핵심 기술요소의 도출

- 본 연구 제안당시 25개 항목으로 초안을 제안하였음
- 연구과정에서 각종 자문회의와 의견수렴 등을 거쳐 최종적으로 4개 세분류에 대하여 16개 세세분류 및 54개의 활동을 정의함



다. 핵심 기술요소의 선정

- 4개의 핵심세부 중 16개의 세세부가 핵심기술의 대상이며 이를 다음과 같이 정리함

세부 기술	세세부 핵심기술
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	
	1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발

	1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발
	1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발
	1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발	
	2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발
	2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발
	2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발
	2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발	
	3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발
	3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발
	3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발
	3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	
	4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발
	4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발
	4-3. 설계자동화 지원 콘텐츠 서비스 보급 기술개발
	4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발

2. 핵심 기술요소 TRL

- 국토교통과학기술진흥원의 TRL기준은 다음과 같음

TRL		단 계
기초 연구	TRL 1	- 기초이론 정립 단계
	TRL 2	- 기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계
실험	TRL 3	- 실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본 성능이 검증될 수 있는 단계 - 개발하려는 부품 또는 시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계 등
	TRL 4	- 시험 샘플을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계 - 3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하는 단계 - 컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계

시제품	TRL 5	- 확정된 공법/재료/시스템의 실험실 시제품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계 - 개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시제품 샘플은 1~수개 미만인 단계 - 경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계
	TRL 6	- 파일럿 규모(복수 개 ~ 양산규모의 1/10 정도)의 시제품 제작 및 평가가 완료된 단계 - 파일럿 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 생산수율, 불량률 등 제시 - 파일럿 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 - 생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표성능을 만족시킨 단계 - 성능평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보
실용화	TRL 7	- 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 - 장치 및 재료개발의 경우 수요업체에서 직접 파일럿 시제품을 현장 평가(성능뿐만 아니라 신뢰성에 대해서도 평가) - 가능하면 KOLAS 인증기관 등의 신뢰성 평가 결과 제출 등
	TRL 8	- 표준화 및 인허가 취득 단계
양산	TRL 9	- 본격적인 양산 및 사업화 단계

- 핵심기술에 대한 TRL은 다음과 같이 정리

세부 기술	세세부 핵심기술	TRL
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발		평균 6
	1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발	5
	1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	6
	1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발	7
	1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발	6
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발		평균 6
	2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발	6
	2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발	6
	2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발	7
	2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발	5

3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발		평균 7
	3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발	7
	3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	8
	3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	7
	3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	7
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발		평균 5.3
	4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	5
	4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발	6
	4-3. 설계자동화 지원 콘텐츠 서비스 보급 기술개발	5
	4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	5

후보과제 세부 분류		정의	TRL
1 세부	설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 (기획-계획)	건축설계의 창의성 증대와 설계업무 본연의 인간 및 공간중심의 설계를 위해 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터와 O&M으로 부터의 정량적 데이터에 대한 빅데이터 구축방안과 이를 반영한 고부가가치 설계 대안 생성 자동화 기술 개발	6 (시제품)
2 세부	설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 (기본-실시)	인공지능 기술을 활용하여 설계 도서 및 BIM 자동검증 및 상세화 기술을 개발하고 공종별(건축, 구조, 설비 등) 의사결정 지원 기술 개발과 가상현실 및 다차원 시뮬레이션 기술개발을 통해 설계의 생산성 혁신과 품질향상, 정확성 향상시킬 수 있는 설계 구현 자동화 기술 개발	6 (시제품)
3 세부	설계 서비스 가치향상을 위한 설계 성능평가 자동화 기술개발 (설계-시공-운영)	건축설계 단계 내에서 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 설계 요구사항, 설계성능, 시공성 등의 다양한 분야를 평가하여 건축물의 성능을 극대화 시키고 그에 따른 설계 업무를 지원하여 건축설계의 가치를 향상시킬 수 있는 평가 기술개발	7 (실용화)
4 세부	지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 (표준-보급)	인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 인프라, 콘텐츠 보급 및 서비스 제공을 위한 지식자원기반의 정보표준 프레임워크와 개방형 플랫폼 개발	5.3 (실용화)

그림 81. 세부별 핵심기술에 대한 TRL

3절. 연구개발과제 구성

1. 전체구성

- 본 연구의 4개 세부은 독립적 기술 개발이 이루어지도록 기획이 되어 있으나, 세부간 상호 시너지 효과의 극대화를 위해 연구단 수준으로 진행되는 것이 필요함

세부	세세부
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발
	1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발
	1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발
	1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발	2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발
	2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발
	2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발
	2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발	3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발
	3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발
	3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발
	3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발
	4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발
	4-3. 설계자동화 지원 콘텐츠 서비스 보급 기술개발
	4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발

- 이를 바탕으로 공통적으로 통합 실증 평가와 성과 보급을 실시함

2. 세부별 연구목표

설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

구 분	최종 목표
목적	· 건축설계의 창의성 증대와 설계업무 본연의 인간 및 공간중심의 설계 · 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터와 O&M으로부터의 정량적 데이터에 대한 빅데이터 구축 · 설계지식 학습모델 기반 고부가가치 설계 대안 생성 자동화 기술 개발
최종 예상목표	■ 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발 - 정성적 설계지식의 지능정보 기술 적용을 위한 논리체계 정량화 및 기계학습 모델구축 - 인간 및 공간중심의 창의적 설계를 지원할 수 있는 설계지식 학습 및 설계 활용 기술 ■ 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발 - 건축물 생애주기와 인간객체, 인간행동을 고려한 초기 설계 자동화 - 건축물 유지관리 단계에서 수집 및 활용되는 O&M 정량데이터의 지능형 분석 및 초기 설계 활용 기술 - 설계지식 이중데이터의 학습모델 활용을 위한 데이터 수집 및 처리 기술 ■ 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발 - 초기설계 건축물 매스와 공간객체 단위의 설계접근 기술 - 공간중심, 인간중심 설계 대안 생성 자동화 기술 ■ 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발 - 초기 건물 및 공간 설계 정보를 기반으로 한 건축 객체단위 설계 자동화 기술 - 설계객체단위 설계지식 추론 및 모델링 자동화 기술



[설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부문 개요도]

- 1세부와 타세부와의 기술 연계도는 다음과 같음

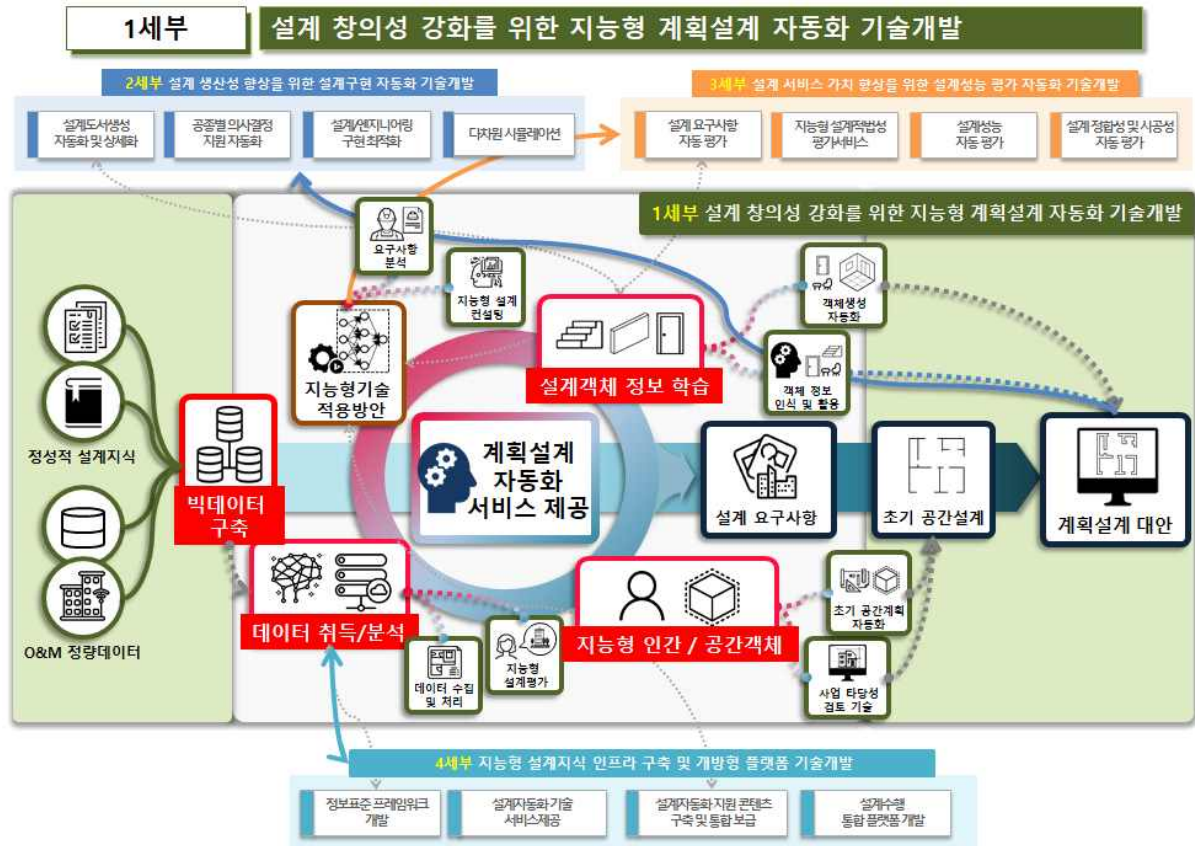


그림 82. 1세부와 타세부와의 연계도

세부과제	중간성과물	최종성과물	수혜자	기대효과
1-1 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발	- 정성적 설계지식 DB - 정성데이터 정량화 논리체계 - 지능형 설계 레퍼런스 추천 기술 - 비정형 빅데이터 기반 설계 요구사항 분석기술 - 설계 요구사항 BIM 객체 매핑	- 설계지식 정성데이터 정량화 방안 및 학습모델 - 초기 단계 정성적 설계 요구사항 분석 및 활용기술	건축가, 국민, 건축 계획 전문가, 정부 등	- 설계지식 정량화 논리 체계화 - 설계 요구사항 표현 및 평가방안 제공
1-2 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	- 인간행동 데이터 DB - 인간객체 데이터 활용 공간사용 시스템 - 지능형 거주전/후 평가모델 - 설계 시각데이터 수집기술 및 분류체계 - 실내환경 데이터 수집기술 및 분류체계	- 인간객체 데이터 플랫폼 및 활용 시스템 - 설계 시각데이터, 실내환경 데이터의 수집 및 분석 방안	건축가, 국민, 정부 등	지능형 인간객체 데이터 플랫폼을 통한 데이터 활용방안 보급
1-3 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발	- 공동주택 동배치 대안 생성 알고리즘 - 지능형 인간객체 및 인간행동 모델링 - 공간정보 학습모델 - 건축프로그램 자동 생성 기술 - 설비 시스템 정보 학습모델	- 지능형 인간객체, 공간객체 모델링 및 활용기술 - 지능형 인간객체, 공간객체 기반 공간 대안 생성 자동화 기술	건축가, 설계 발주자, 국민, 정부 등	중소 설계사 초기 사업타당성 분석 및 설계 의사결정 지원
1-4 계획설계 자동화 및 의사결정 지원 기술개발	- 이중데이터 활용 설계객체 정보 인식 모델 - 딥러닝 기반 2D 도면 이미지 학습모델 - 지능형 인간객체 활용 실내객체 생성 기술 - 실내마감재 빅데이터	- 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 - 설계객체 단위 정보학습모델 및 모델링 자동화 기술	건축가, 국민, 정부 등	중소규모 건축 설계사의 초기 계획설계 과정의 효율성 및 품질 향상

그림 83. 1세부의 수혜자 및 기대효과

설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발

구 분	최종 목표
목적	· 인공지능 기술을 활용하여 설계 도서 및 BIM 모델의 자동검증 및 상세화 기술 개발을 통한 설계 품질 및 생산성 향상 · 공종별(건축, 구조, 설비 등) 엔지니어링 의사결정 지원 기술 개발을 통한 급속 대안 생성 및 평가 · 지능형 통합 설계구현 시뮬레이션 기술 개발을 통한 최적 설계안 도출 · 가상현실 기반 통합 설계 검토 및 다차원 시각화 기술개발을 통한 설계의 정합성 및 시공성 검토
최종 예상목표	■ 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발 - 시방서, 내역서, 설계변경 보고서 등 반복적으로 작성해야 하는 실시 설계 단계 서류 검토 및 자동 작성 - BIM 모델의 LOD 자동 상세화 ■ 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발 - 설계지식기반 공종별 BIM 모델 오류/누락 자동 검토 기술 - 설계지식기반 공종별 BIM 부재 자동 추천기술 - 설계지식기반 공종별 의사결정 지원을 위한 대안도출 기술 및 운영 기술개발 ■ 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발 - 건축골조/외장재/창호/계단 등 주요 비정형 부재에 대한 구조성능 분석 및 부재 최적화 기술 - 구조성능 분석을 통한 부재 선정 및 최적화 기술 - 기계설비(MEP) 분야 간섭시뮬레이션 및 부하 및 라우팅 자동화 기술 ■ Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발 - 건축 부재 Off-site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술 - 시공성 분석 위한 인공지능 기반 다차원 시뮬레이션/최적화 환경 구축 - AR/MR 활용하여 전문분야 간 인터랙티브 환경(interactive environment) 내에 통합 모델 정합성 및 시공성 검토 시뮬레이션



[설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문 개요도]

- 2세부와 타세부와의 기술 연계도는 다음과 같음

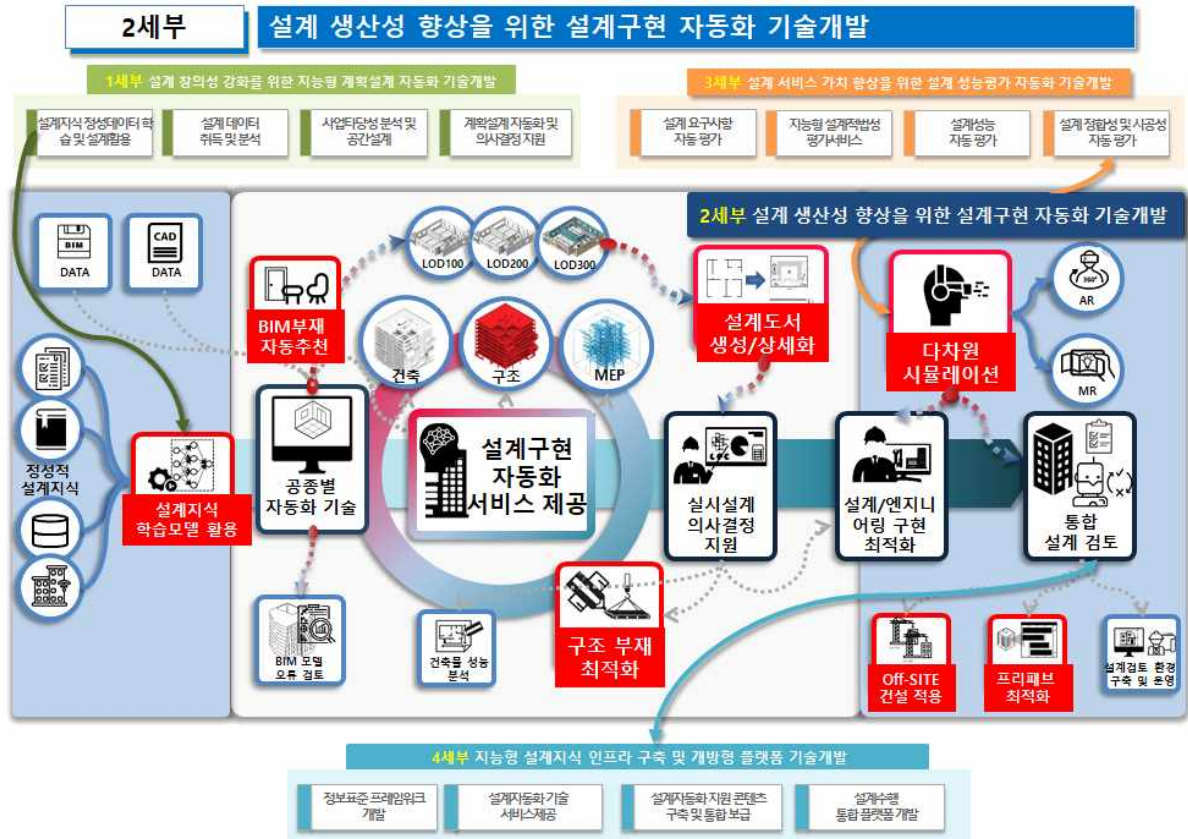


그림 84. 2세부와 타세부와의 연계도

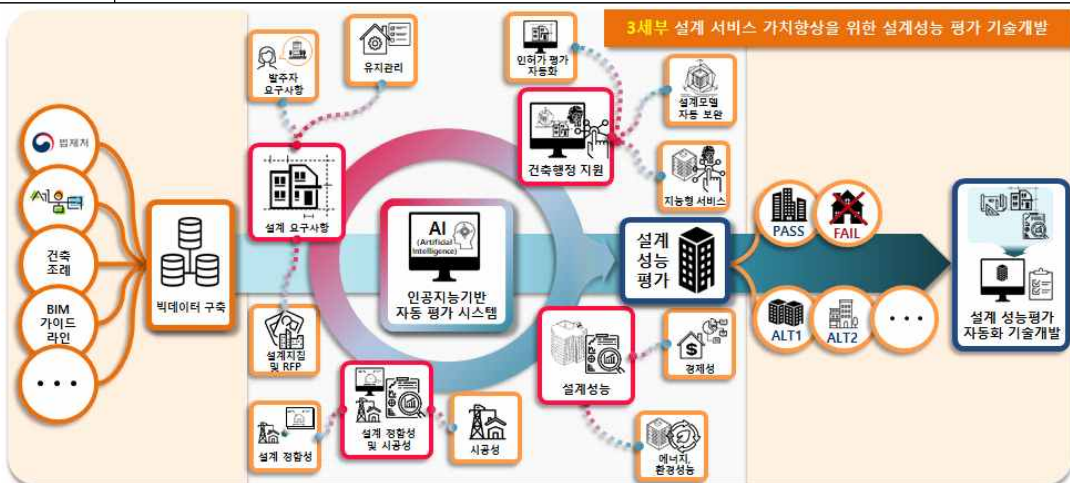
- 2세부의 중간성과물, 최종성과물, 수혜자, 기대효과는 다음과 같음

세부과제	중간성과물	최종성과물	수혜자	기대효과
2-1 설계도서생성 자동화 및 상세화 기술개발	•BIM 부재 및 설계도서 DB •BIM 부재 자동 인식 기술 •LOD 자동 판별 기술 •BIM-도서 연동 기술 •도서 오류 검토 기술 •BIM 기반 도서 자동 생성 기술	•LOD 판독 및 자동 상세화 시스템 •BIM 객체 인식 시스템 •설계도서 자동 생성 시스템	건축가, 시공사, 정부, 국민	•BIM 및 AI 기술 기반 설계도서 자동 생성 •설계 평가 및 승인 작업 바뀌어 제도 및 행정 프로세스 혁신 기대
2-2 설계지식기반 공중별 의사결정 지원 자동화 기술개발	•시멘틱 DB •부재간 시멘틱 정보 추론 기술 •공간 위계간 시멘틱 추론 기술 •건축/구조/MEP 오류 검토 기술 •건축/구조/MEP 부재 자동 추천 기술	•전문 공중별 BIM 모델 오류 자동 검토 시스템 •설계/의사결정을 위한 전문 공중별 부재 추천 및 대안 생성 시스템	건축/구조/MEP 관련 전문가, 시공사, 정부, 국민	•전문 공중별 BIM 위주 설계 프로세스 변화
2-3 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발	•건축 성능별 파라메트릭, 음선엔지니어링 및 인공지능 기반 대안 모델 •BIM 기반 구조 엔지니어링 및 부재 최적화 시뮬레이션 기술 •MEP 간섭 인식, 자동 라우팅 및 부하 최적화 기술	•건축 다차원 성능 분석 시스템 •구조 엔지니어링 지원 시스템 •MEP 간섭 해결 및 부하 최적 설계 시스템	건축/구조/MEP 관련 전문가, 시공사, 정부, 국민	•엔지니어링 오류 최소화 등 인허가 등 행정 프로세스 간소화
2-4 Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발	•Offsite 부재 프로세스 최적화 기술 및 제작물 사전 통합성 검토 기술 •다차원 시뮬레이션 위한 자동 컴세팅 및 공정-내역 연동 기술 •AR/MR 기반 설계 자동 탐색 및 통합 검토 기술	•프리패브 부재 통합성 사전 검토 시스템 •공정-원가 통합 시공성 분석 시스템 •ARMR 기반 통합 설계 검토 시스템	건축가, 시공사, 정부, 국민	•전문 공중 및 모듈러 시공까지 통합된 시스템 구축 •통합 설계검토를 통한 설계 품질 극대화

그림 85. 2세부의 수혜자 및 기대효과

설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발

구 분	최종 목표
목적	· 고부가가치 설계를 위한 인공지능기반 자동화 평가 체계 구축 · 설계평가 자동화 기술의 활용 및 보급 방안 모색 · 미래 IT융합환경에서 설계 성능 및 품질 향상을 위한 기반 조성
최종 예상목표	■ 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발 - 설계 요구사항의 유형별 데이터 수집 및 분석 자동화 기술 - 설계 요구사항 분석 및 논리체계 정립을 위한 자연어 처리 기술 - 설계 요구사항 빅데이터 구축 - 설계요구사항 평가 자동화 및 업데이트 자동화 모듈 - 실시간 정보 제공을 위한 설계요구사항 분석/평가 서비스 플랫폼 ■ 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발 - 인허가 및 설계관련 인증관련 평가 항목의 평가 자동화 체계 정립 - 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술 - 인허가 및 설계인증 평가 관련 설계 모델 작성 지원을 위한 모델링 자동화 기술 - 건축행정 지원을 위한 적법성 평가 및 인증 지능형 서비스 지원 모듈 - 지능형 건축행정서비스 지원을 위한 서브 플랫폼 ■ 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발 - 설계성능별 데이터 통합관리 및 빅데이터 구축 기술 - 설계단계별 Design Context기반 설계성능 평가지표 - 각 성능 평가지표별 분석모델 - 설계성능 평가 자동화 모듈 - 설계범위내 건축물의 설계성능 최적화 제안 시스템 ■ 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발 - 설계 및 시공 데이터 통합관리 기술 - 설계-시공 데이터 학습모델 및 맵핑 기술 - 객체별 관계분석 및 디지털 설계도 패턴 분석 기술 - 인공지능 기술을 활용한 평가항목 자동생성 기술 - 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 시스템



[설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문 개요도]

- 3세부와 타세부와의 기술 연계도는 다음과 같음

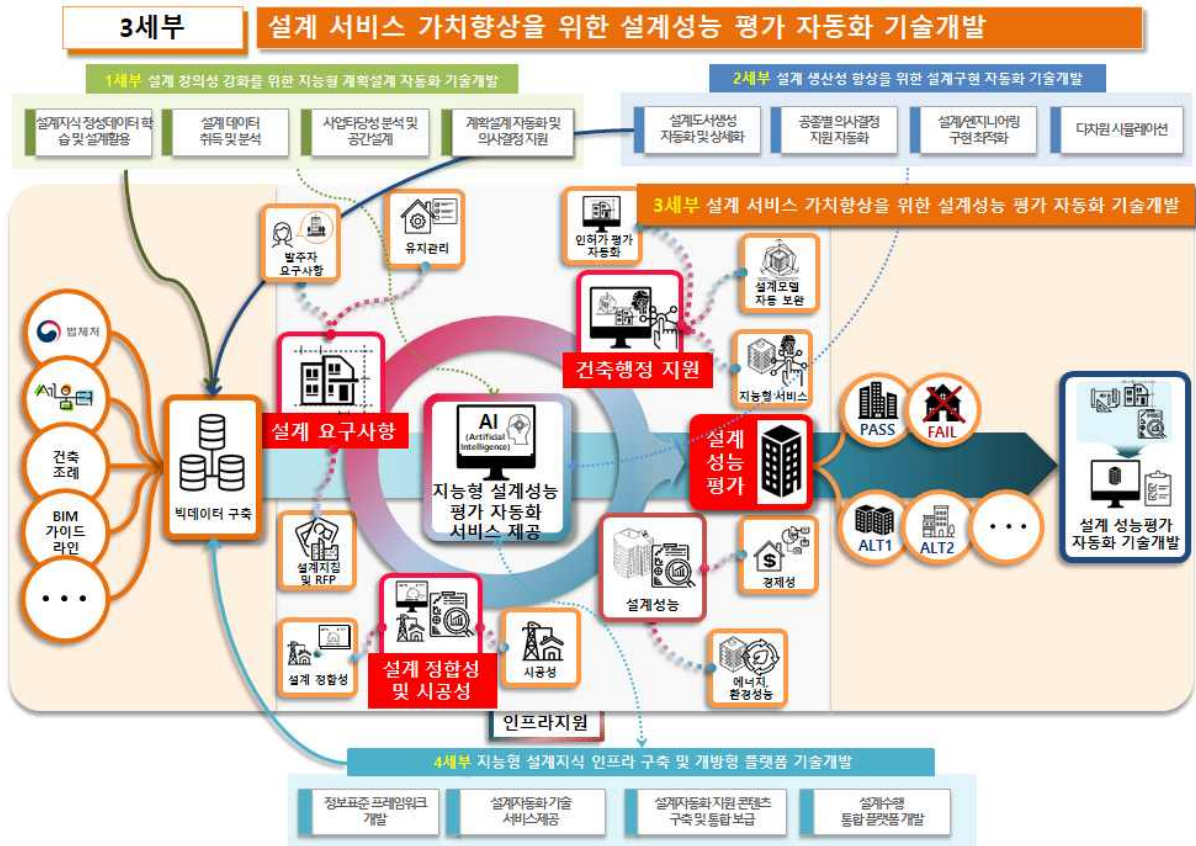


그림 86. 3세부와 타세부와의 연계도

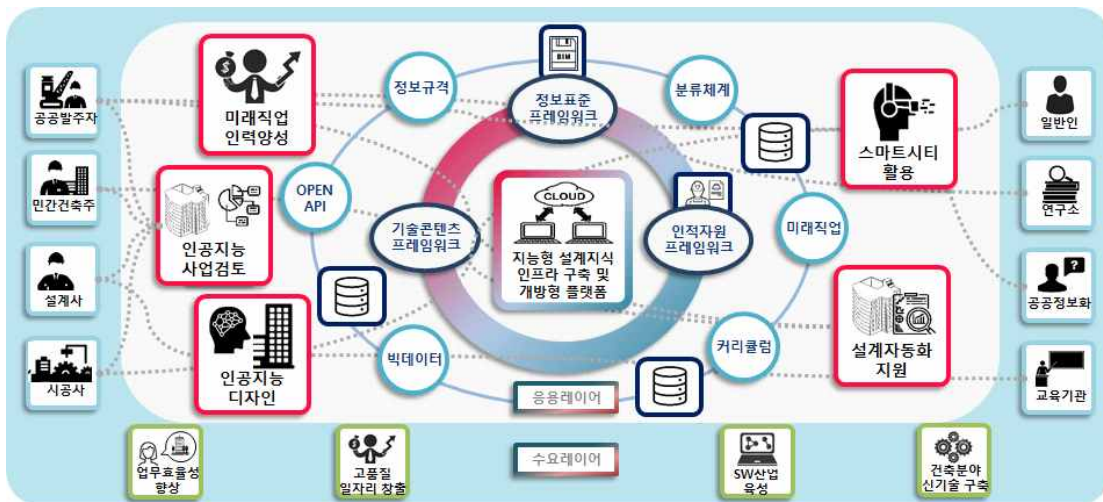
- 3세부의 중간성과물, 최종성과물, 수혜자, 기대효과는 다음과 같음

세부과제	중간성과물	최종성과물	수혜자	기대효과
3-1 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발	- 설계 요구사항 DB - 설계 요구사항 분석 자동화 기술 - 설계 요구사항 자연어 처리 기술 - 설계 요구사항 평가 논리 체계 - 설계 요구사항 평가 자동화 모듈	설계 요구사항 평가 자동화 시스템	건축주, 발주처, 설계사	객관적인 평가 시스템 도입으로 건축설계 업무의 혼선 방지
3-2 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	- 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술 - 설계 표준 평가 요구정보 학습모델 - 설계 표준 평가 누락데이터 자동 보완 기술 - 기준 건축행정시스템 연동 모듈	지능형 건축행정 적법성 평가 서비스 플랫폼	허가권자, 발주처, 건축가	- 행정업무 소요시간 최소화 - 행정 서비스의 질적 향상
3-3 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	- 설계성능 데이터 통합관리 기술 - 설계단계별 DesignContext 기반 평가 지표 - 성능 평가 지표별 분석모델 - 상대주기비용기반 경제성 및 비용 산정 모듈 - 설계단계별 에너지 환경성능 평가 자동화 및 DAI 기술	설계법위내 건축물의 설계성능 최적화 제안 시스템	건축주, 발주처, 엔지니어	- 국내 환경에 맞는 최적 건축물 구현 - 정량적 경제성 평가 지표를 통한 프로젝트 수행비용 절감
3-4 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	- 설계-시공데이터 학습모델 - 설계-시공데이터 맵핑 기술 - 디지털 설계도 패턴 분석 기술 - 평가항목 자동상성 기술 - 설계 정합성 평가 자동화 모듈 - 시공성 평가 자동화 모듈	- 설계 정합성 평가 자동화 시스템 - 시공성 평가 자동화 시스템	건축가, 시공사	설계-시공간의 통일된 정보 공유 및 융합 촉진

그림 87. 3세부의 수혜자 및 기대효과

지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

구 분	최종 목표
목적	· 인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 제도적 인프라 및 콘텐츠 보급 · 서비스 제공을 위한 기술자원 유통체계 및 필요한 요소를 다양한 공급-수요자들이 상호 제공, 활용하는 정보표준 보급
최종 예상목표	■ 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발 · 플랫폼 활용 건축설계 콘텐츠 표준 개발 및 인적자원육성 커리큘럼 개발 - 설계자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 구성체계 개발 - 지능형 설계자동화 핵심 정보분류체계 개발 - 지능형 정보표준 프레임워크 공유 및 보급체계 개발 - 지능형 건축설계 지식자원 역량 성숙모델 개발 ■ 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발 · 플랫폼에 접속하여 다양한 요구조건에 따라 즉각적으로(실시간) 타당성 판단에 도움을 받는 기술 - 지능형 계획설계 자동화 서비스 기술개발 - 설계구현 자동화 서비스 기술개발 - 설계 성능평가 자동화 서비스 기술개발 - 설계계획 종합평가 서비스 기술개발 ■ 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발 · 설계과정에서 필요한 기술콘텐츠를 실시간으로 활용 기술 - 설계자동화 요소기술 open API 보급체계 개발 - 사용자 요구 맞춤형 건축계획 콘텐츠 구축 및 실시간 보급 기술 개발 - 멀티 플랫폼 기반의 건축계획 콘텐츠 통합가공 및 제공서비스 개발 ■ 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발 · 지식자원기반 설계수행을 위한 통합 플랫폼 개발 - 지능형 설계지식자원 통합 유통기술 개발 - 지능형 건축설계 조직 및 인적자원 공유서비스 기술개발 - 지식자원기반 클라우드형 설계수행 통합 서비스 기술 개발



[지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문 개요도]

- 4세부와 타세부와의 기술 연계도는 다음과 같음

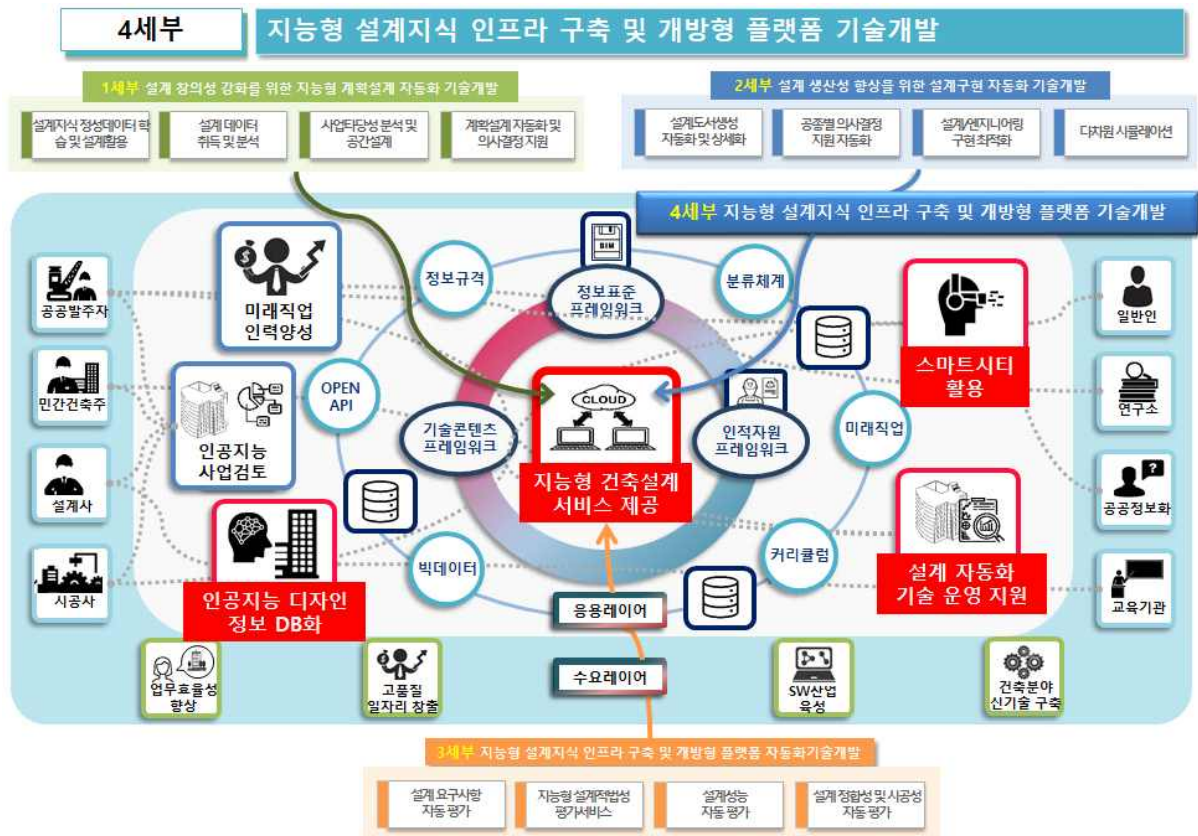


그림 88. 4세부의 수혜자 및 기대효과

- 4세부의 중간성과물, 최종성과물, 수혜자, 기대효과는 다음과 같음

세부과제		중간성과과목	최종성과과목	수혜자	기대효과
4-1	설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	- 인공지능기반 건축설계 빅데이터 작성기준 - 설계정보 공개, 활용기준	- 인공지능 설계자동화 정보 프레임워크 및 정보 분류체계 - 인공지능 설계자동화 정보 분류체계 보급 및 지원 시스템 - 건축설계분야 및 ICT융합 활용 등 작성기준 및 교육 커리큘럼	건설산업 종사자	인공지능기반 기술의 표준화, 건설산업 타 분야와의 정보 활용 공유
4-2	인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발	- 사업성 검토 서비스플랫폼 - 외사결정지원 서비스플랫폼 - 건축설계데이터 분석 서비스 플랫폼	- 온라인 사업성 검토 및 설계 지원 시스템 - 온라인 설계안 도출 및 설계 지원 시스템 - 플랫폼 기반 온라인 설계지원 기술보급 시스템	발주자, 인허가 종사자, 건축가	설계 자동화 및 의사결정 간소화
4-3	설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술개발	- 건축설계 빅데이터 활용 API - 기술콘텐츠 목록 및 DB 구축 - 건축설계 빅데이터 수집 및 활용 시범 시스템	- 건축설계 자동화 openAPI 보급 시스템 - 건축설계 빅데이터 보급 시스템 - 사용자 맞춤형 기술콘텐츠 시스템	건설산업 종사자/일반 사용자	- 일반 사용자의 건축설계 만족도 향상, 세움터 등 - 기존 정보공개 서비스 활용도 증가
4-4	지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	- 건설산업 직능 DB - NCS개편안 - 후연클라우드 시범서비스 - 건축설계 자동화 시범서비스	- 인적자원기반 후연클라우드 지원시스템 - 지식자원기반 클라우드형 설계수행통합 지원 시스템	건설산업 종사자/예정자	고부가가치 직종/전문인력 확보를 통한 건설산업 직업 환경 개선 및 인력난 해소

그림 89. 4세부의 수혜자 및 기대효과

4절. (세부과제별) 주요내용 및 추진전략

1. 세세부 과제별 내용 구성

가. 1세부 : 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

세세부	내용 구성
1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계 활용 기술개발	· 설계지식 정성데이터의 지능정보기술 적용을 위한 정량화 논리 체계화 기술개발
	· 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술개발
	· 비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴스 개발
	· 설계 커뮤니케이션 학습모델기반 설계 요구사항 BIM객체 매핑 자동화 기술개발
1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	· 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발
	· 지능형 거주전/후 평가(Pre/PostOE) 및 초기설계 연계 기술개발
	· 시각지능 기반 설계학습모델 개발을 위한 시각 데이터 수집 및 처리 기술개발
	· 생활환경지능 기반 실내환경 데이터 수집 및 설계초기 활용을 위한 처리 기술개발
1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발	· 단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 대안 생성 자동화 기술개발
	· 지능형 인간객체 기반 건축형태공간생성 및 사용성 최적화 기술개발
	· 지능형 공간객체 기반 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술개발
	· 설계학습모델기반 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 기술개발
1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발	· 설계학습모델 기반 설계객체정보 인식 및 초기설계 모델링 자동화 기술개발
	· 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용 기술개발
	· 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 실내객체 생성 자동화 기술 개발
	· 실내마감재 빅데이터 기반 적정 마감재 제안 및 의사결정 지원 기술개발

나. 2세부 : 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문

세세부	내용 구성
2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발	· 설계도서 자동 상세화를 위한 도서 및 LOD별 BIM 부재 빅데이터 구축
	· BIM 객체인식을 통한 LOD별 도서생성 자동화 기술개발
	· 설계도서 자동 분류를 위한 학습모델 구축 및 관리 기술개발
2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발	· 설계지식기반 공종별 BIM 모델 오류/누락 자동 검토 기술개발
	· 설계지식기반 공종별 BIM 부재 자동 추천 기술개발
	· 설계지식기반 공종별 의사결정 자동화 및 운영 기술개발
2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발	· 빅데이터 기반 건축물 성능 분석을 통한 최적 대안도출 기술 개발
	· 엔지니어링 지식기반 구조성능 분석을 통한 부재 최적화 기술 개발
	· MEP 간섭시뮬레이션 및 부하 최적화 분석 기술개발
2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발	· 건축 부재 Off-Site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술 개발
	· 인공지능 기반 통합 설계 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
	· AR/MR기반 통합 설계 검토 환경 구축 및 운영 기술개발

다. 3세부 : 건축설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

세세부	내용 구성
3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발	· 설계 요구사항 분석을 위한 빅데이터 수집 및 관리체계 구축
	· 설계 요구사항 분석 및 평가를 위한 자연어 처리 기술개발
	· 설계요구사항 평가 자동화를 위한 분석/평가 시스템 개발
3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	· 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술개발
	· 인허가 서비스 지원을 위한 지능형 설계 모델 보완 자동화 기술 개발
	· 지능형 건축행정 적법성 평가 및 인증 서비스 지원 기술개발
3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	· 설계성능 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발
	· 설계성능 평가 자동화를 위한 핵심 요소 기술개발
	· 설계성능 평가 및 성능 최적화 설계 지원 기술개발
3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	· 설계 정합성 및 시공성 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발
	· 설계 정합성 및 시공성 평가 학습모델 구축 및 핵심 요소 기술개발
	· 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술 개발

라. 4세부 : 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

세세부	내용 구성
4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	· 지능형 설계자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 구성체계 개발
	· 지능형 설계자동화 핵심 정보분류체계 개발
	· 지능형 정보표준 프레임워크 공유 및 운영 체계 개발
	· 지능형 건축설계 지식자원 역랭 성숙모델 개발
4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발	· 지능형 계획설계 자동화 서비스 기술개발
	· 설계구현 자동화 서비스 기술개발
	· 설계 성능평가 자동화 서비스 기술개발
	· 설계계획 종합평가 서비스 기술개발
4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발	· 설계자동화 요소기술 open API 보급체계 개발
	· 사용자 요구 맞춤형 건축계획 콘텐츠 구축 및 실시간 보급 기술개발
	· 멀티 플랫폼 기반의 건축계획 콘텐츠 통합가공 및 제공서비스 개발
4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	· 지능형 설계지식자원 통합 유통기술 개발
	· 지능형 건축설계 조직 및 인적자원 공유서비스 기술개발
	· 지식자원기반 클라우드형 설계수행 통합 서비스 및 운영 기술개발

2. 세세부 내용 구성별 목표내용

가. 1세부 : 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

- 1-1세세부 : 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발

내용구성	목표내용
· 설계지식 정성데이터의 지능정보기술 적용을 위한 정량화 논리체계화 기술개발	- 건축 계획분야에서 축적된 정성적인 설계지식을 지능정보기술에 적용하기 위해 필요한 정량화 논리체계에 대한 이론적 연구 - 정량화 논리체계를 활용한 정성적 설계지식 학습모델 개발
· 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술개발	- 자연어 처리와 이미지 처리 등의 지능형 기술이 탑재된 챗봇 기반 설계 컨설팅 기술 개발 - 이미지·영상데이터 학습모델을 활용, 사용자의 요구사항을 분석하고 적합한 레퍼런스 추천
· 비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴스 개발	- 기획 단계에서 SNS, 뉴스 등 텍스트 기반 비정형 빅데이터를 기반으로 설계자 혹은 발주자의 건축 프로그래밍(architectural programming)을 지원하는 인공지능 어시스턴트 앱
· 설계 커뮤니케이션 학습모델기반 설계 요구사항 BIM객체 매핑 자동화 기술개발	- 설계 커뮤니케이션 과정에서 생성된 이종데이터 학습모델을 기반으로 설계 요구사항을 파악하여 해당 BIM객체에 반영하는 기술

- 1-2세세부 : 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발

내용구성	목표내용
· 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발	- 초기 설계 단계에서 인간 중심 건물디자인을 위한 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템
· 지능형 거주전/후 평가(Pre/PostOE) 및 초기설계 연계 기술개발	- 건축물 유지관리 단계에서 실제 사용자가 건축 환경을 평가한 거주 후 평가데이터의 설계활용을 위한 연계기술
· 시각지능기반 설계학습모델 개발을 위한 시각 데이터 수집 및 처리 기술개발	- 건축도면, 건축사례사진, 3차원건축설계모델(BIM 등)등 시각데이터에 표현된 설계지식의 획득 및 활용을 위한 데이터 수집기술
· 생활환경지능기반 실내환경 데이터 수집 및 설계초기 활용을 위한 처리 기술개발	- 정량적 실내환경데이터(온,습도, 실내공기질, 조도등)에 대한 IoT 센서 데이터 취득 및 분석기술

- 1-3세세부 : 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발

내용구성	목표내용
· 단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 방안 생성 자동화 기술개발	- 공동주택 계획 설계 단계에서 단위세대의 조합과 동 배치에 대한 자동화 기술 개발 및 평가기준에 따른 최적의 계획안 생성 기술

· 지능형 인간객체기반 건축형태공간생성 및 사용성 최적화 기술개발	- 강화학습을 통해 자율적인 행동을 연산하는 지능형 인간객체 생성기술 개발 및 이를 기반으로 건축형태공간을 생성하고 최적화하는 설계자동화 기술
· 지능형 공간객체 기반 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술개발	- 건축물의 용도, 면적 등 기본적인 요구사항에 부합하는 건축 프로그램 자동 생성 및 공간의 다양한 정보를 고려한 배치 자동화 기술
· 설계학습모델기반 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 기술개발	- 설비 시스템 설계에 영향을 주는 인자들을 분석하여 설계학습모델을 개발하고 전문적인 설비 시스템 의사결정을 지원하는 기술

- 1-4세세부 : 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발

내용구성	목표내용
· 설계학습모델기반 설계객체정보 인식 및 초기설계 모델링 자동화 기술개발	- 건축설계 데이터를 학습한 설계지식 학습모델을 활용한 단일/복합 설계객체정보 인식 기술과 초기 객체 모델링 작업의 효율화 및 지능화를 가능케 하는 활용 기술
· 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용 기술개발	- 딥러닝 등 인공지능 기술을 통해 설계정보를 학습할 수 있는 모델을 구축하여 방대한 건축 도면에 대한 설계 정보 자동인식과 이를 통한 설계 활용 기술
· 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 실내객체 생성 자동화 기술개발	- 건축물에 대한 인간의 감성적인 표현과 이와 연관된 실내객체의 디자인 스타일을 학습한 설계학습모델 개발 및 이를 활용한 실내객체 생성 자동화 기술
· 실내마감재 빅데이터 기반 적정 마감재 제안 및 의사결정 지원 기술개발	- 설계 초기단계에서 주어진 공간정보 분석결과에 따른 적정 실내마감재 제안 및 의사결정 지원기술

나. 2세부 : 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발

- 2-1세세부 : 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발

내용구성	목표내용
· 설계도서 자동 상세화를 위한 도서 및 LOD별 BIM 부재 빅데이터 구축	- 이미지 처리 딥러닝 및 자연어 처리 기술을 적용하여 건축 도서 자동 분류, 도서 내 시멘틱스 자동 추출 및 분할, 도서 오류 및 누락 검출 등 도서 자동 작성을 위한 인공지능 학습모델 구축
· BIM 객체인식을 통한 LOD별 도서생성 자동화 기술개발	- 3차원 기하 딥러닝 기술을 활용한 BIM 모델의 객체인식을 통한 LOD단계별 도서생성 자동화
· 설계도서 자동 분류를 위한 학습모델 구축 및 관리 기술개발	- 인공지능 기반 자연어 처리(NLP) 기술 이용하여 건축 주요 서류 자동 인식 - 딥러닝 기반 BIM 부재별 인식 및 IFC 클래스 자동 매핑을 통한 설계도서와 BIM 모델 자동 연계

- 2-2세세부 : 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발

내용구성	목표내용
· 설계지식기반 공종별 BIM 모델 오류/누락 자동 검토 기술개발	- 3차원 기하 딥러닝 기술을 활용한 BIM 모델 부재 오류/누락 자동검토 및 대안 생성
· 설계지식기반 공종별 BIM 부재 자동 추천 기술개발	- BIM부재 자동 인식을 통한 건축/구조/MEP 부재 자동 추천
· 설계지식기반 공종별 의사결정 자동화 및 운영 기술개발	- 공종별 의사결정 자동화를 위한 운영 서비스 기술 개발

- 2-3세세부 : 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발

내용구성	목표내용
· 빅데이터 기반 건축물 성능 분석을 통한 최적 대안도출 기술개발	- 건축물 성능분석 학습데이터 구축을 통한 설계 시 최적 대안선정 기술개발
· 엔지니어링 지식기반 구조성능 분석을 통한 부재 최적화 기술개발	- 구조 지식 기반 RC/강재 부재 최적화 및 대안 생성
· MEP 간섭시뮬레이션 및 부하 최적화 분석 기술개발	- MEP 지식 기반 라우팅 및 최적 부하량 산정 시뮬레이션 기술

- 2-4세세부 : Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발

내용구성	목표내용
· 건축 부재 Off-Site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술개발	- 프리패브 부재 제작-조립-설치 작업 정립 통한 시공성 시뮬레이션 기술
· 인공지능형 통합 설계 검토 시뮬레이션 기술개발	- 4D-5D BIM, 패러매트릭 BIM 기술과 인공지능 기술(GAN, RL)과 결합하여 시뮬레이션 지원
· AR/MR기반 통합 설계 검토 환경 구축 및 운영 기술개발	- BIM 모델을 탑재한 AR/MR 환경 내 건축,구조, MEP 통합 설계 검토 및 최적 대안 자동 생성

다. 3세부 : 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발

- 3-1세세부 : 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발

내용구성	목표내용
· 설계 요구사항 분석을 위한 빅데이터 수집 및 관리체계 구축	- 설계 단계에서 요구되는 규칙, 규정, 지침 등에 관한 데이터 수집과 이 데이터 관리 방안 수립 및 프로세스 구축

· 설계 요구사항 분석 및 평가를 위한 자연어 처리 기술개발	- 설계 요구사항 분석과 평가 항목 및 평가 논리체계 자동 도출을 위한 자연어 처리 기술
· 설계요구사항 평가 자동화를 위한 분석/평가 시스템 개발	- 자연어 기반의 설계요구사항 평가를 위한 논리체계를 바탕으로 요구사항 분석/평가 시스템 개발 - 각종 설계요구사항 평가에 관한 실시간 정보 제공을 위한 서비스 플랫폼 구축

- 3-2세세부 : 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발

내용구성	목표내용
· 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술개발	- 수집된 인허가 및 설계인증 관련 요구사항에 관한 데이터(주로 법규)를 기반으로 평가 논리규칙을 정립하고 그에 따른 법규 평가 데이터(건축법, 시행령, 지역조례 등)에 관한 평가 체계 수립 - 도출된 평가 체계를 바탕으로 법규 평가 항목 및 평가 로직 업데이트 자동화 모듈 개발
· 인허가 서비스 지원을 위한 지능형 설계 모델 보완 자동화 기술개발	- 도출된 평가 논리규칙에서 요구되는 객체, 속성정보 등에 대한 누락 사항에 관한 항목 추출을 위한 요구 정보들에 대한 학습 모델 구축 - 누락된 필수 요구정보들에 대한 탐지 및 자동완성 기능을 포함한 설계모델 보완 기술개발
· 지능형 건축행정 적법성 평가 및 인증 서비스 지원 기술개발	- 건축행정 관련 적법성 평가 기술을 기반으로 모델 보완 시스템 등을 실시간 제공이 가능한 서비스 모듈 개발 - 건축행정시스템 혁신을 위한 지능형 행정 업무(평가, 설계지원 등) 지원 플랫폼 개발

- 3-3세세부 : 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술 개발

내용구성	목표내용
· 설계성능 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발	- 다양한 설계안의 경제적, 환경적 특성을 통합한 빅데이터 구축을 통하여 설계 성능 최적화 인공지능 개발의 기반 구축
· 설계성능 평가 자동화를 위한 핵심 요소 기술개발	- 생애주기비용 기반의 경제성 평가를 위한 핵심요소기술 도출 및 개발 - 설계 단계별 설계 환경성능을 종합적으로 평가 및 최적화 제안 기술개발
· 설계성능 평가 및 성능 최적화를 위한 자동화 기술개발	- 기본설계 및 실시설계에 특화된 경제/환경성능 평가 및 성능 최적화 자동화 기술개발 - 설계성능 평가 및 성능 최적화를 시각화 정보로 제공하는 인터페이스 개발

- 3-4세세부 : 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발

내용구성	목표내용
· 설계 정합성 및 시공성 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발	- 설계와 시공에서 사용되는 각각의 도면, 모델, 문서 등의 데이터 관리 방안 도출하고 및 빅데이터 구축
· 설계 정합성 및 시공성 평가 학습모델 구축 및 핵심 요소 기술개발	- 딥러닝기반 설계-시공 데이터 학습모델 및 설계 패턴 분석, 평가항목 자동생성 등 핵심 요소 기술 개발
· 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	- 설계와 시공단계에서 데이터의 정합성 및 시공성을 자동 평가할 수 있는 시스템 개발

라. 4세부 : 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

- 4-1세세부 : 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발

내용구성	목표내용
· 지능형 설계자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 구성체계 개발	- 자동화 기술간 융합을 위한 건설자동화 정보표준 프레임워크 개발
· 지능형 설계자동화 핵심 정보분류체계 개발	- 컴퓨터가 인식하고 처리 가능한 형태의 언어 및 해석 가능한 수준의 스키마 및 표준 정보분류체계 개발
· 지능형 정보표준 프레임워크 공유 및 운영 체계 개발	- 인공지능, 빅데이터 등과 건축설계, BIM 관련 표준을 분석, 해당 기술을 연계한 자동화 기술을 위한 산업차원의 통합적 정보표준 마련 및 보급
· 지능형 건축설계 지식자원 역량 성숙모델 개발	- 건설산업 변화에 적합한 인적 자원 활용 시스템 개발 - 미래 신규 직능 발굴을 위한 NCS 개선안

- 4-2세세부 : 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발

내용구성	목표내용
· 지능형 계획설계 자동화 서비스 기술개발	- 1세부에서 개발된 기술을 활용하여 건축가능여부, 규모, 비용 등의 타당성 판단지원
· 설계구현 자동화 서비스 기술개발	- 2세부에서 개발된 기술을 활용하여 본 서비스에서 중간설계에 필요한 마감 등의 조기 의사결정 지원
· 설계 성능평가 자동화 서비스 기술개발	- 3세부에서 개발된 기술을 활용하여 가장 큰 의사결정 요인인 비용예측을 기반으로 설계계획의 각종 의사결정 지원
· 설계계획 종합평가 서비스 기술개발	- 계획안에 대하여 법규, 품질, 인증, VE등을 통합적으로 평가 지원

• 4-3세세부 : 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술개발

내용구성	목표내용
· 설계자동화 요소기술 open API 보급체계 개발	- 1,2,3세부에서 개발된 설계자동화 요소기술을 개발자들에게 보급
· 사용자 요구 맞춤형 건축계획 콘텐츠 구축 및 실시간 보급 기술	- 설계과정에서 수요자가 필요한 콘텐츠를 컴퓨터가 정확히 판단하고 찾아서 바로 제공하는 기술
· 멀티 플랫폼 기반의 건축계획 콘텐츠 통합 가공 및 제공서비스	- 외부 공공 플랫폼들의 건축계획관련 빅데이터를 취합하고 통합 가공하여 제공하는 서비스

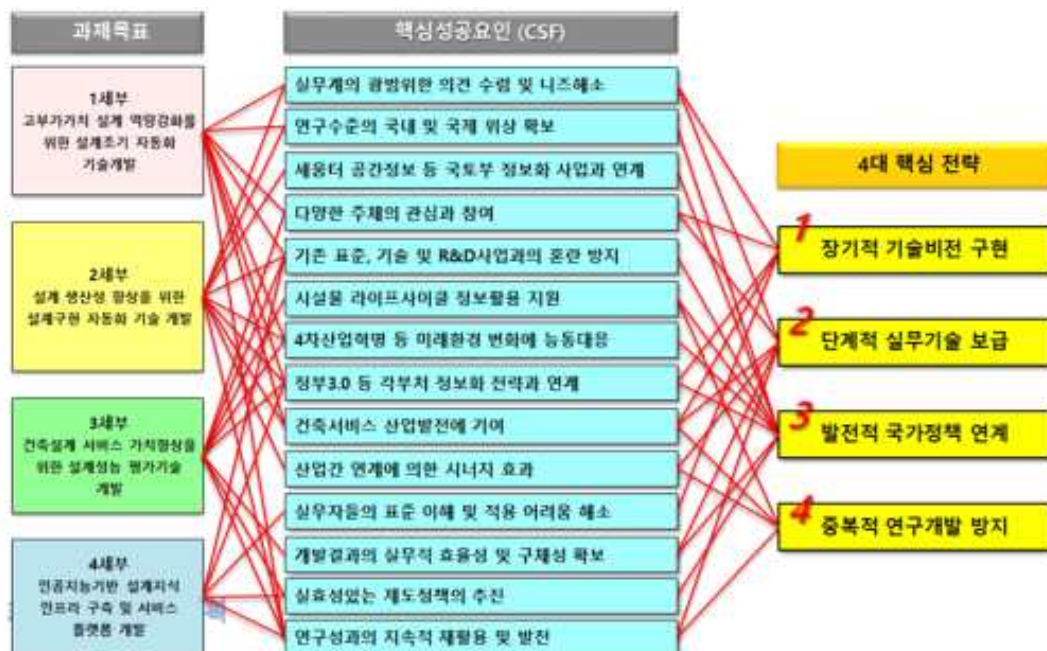
• 4-4세세부 : 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발

내용구성	목표내용
· 지능형 설계지식자원 통합 유통기술 개발	- 1,2,3 세부에서 수집 및 가공된 지능형 설계지식자원 통합 및 외부 지식자원 유통기술
· 지능형 건축설계 조직 및 인적자원 공유서비스 기술개발	- 온라인 가상조직에 의한 미래형 건축설계 서비스 모델 개발 - 휴먼 클라우드 기반 인적자원 커리어 관리 기술 개발
· 지식자원기반 클라우드형 설계수행 통합 서비스 및 운영 기술개발	- 건축설계 업무 개편에 따른 신규 프로세스를 정의하고 이에 따른 미래형 건축설계 서비스 모델 및 제공기술 개발

3. 추진전략

가. 개요

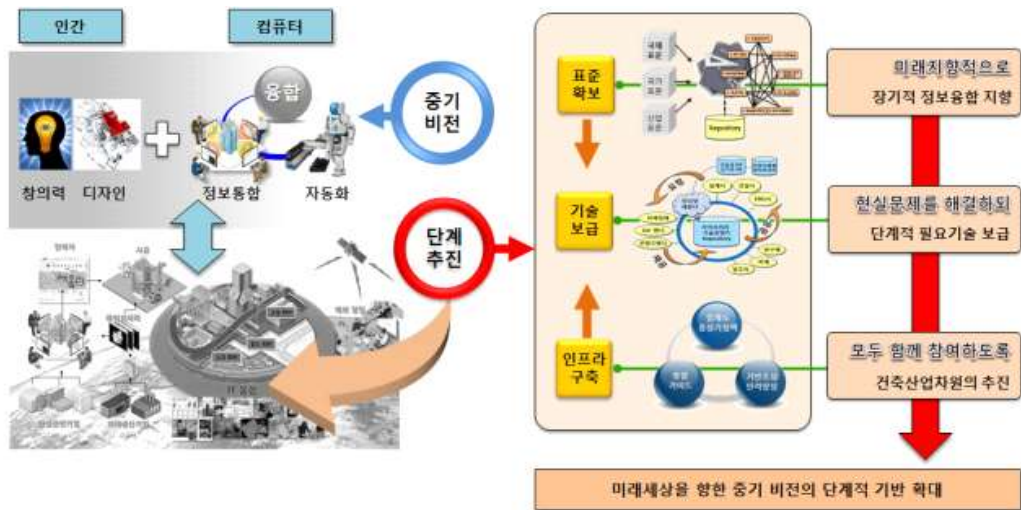
- 단기적으로는 5년간에 걸쳐 기반을 보급하며 크게 인프라 구축, 요소기술보급 및 실용성 활용에 주안점을 두고 추진함
- 중기적으로는 단기에 확보된 인프라 및 기술을 확산하여 정착하는 단계로 전체 업계로 확산 및 투자대비 효과의 극대화를 통하여 정착 환경을 확보함
- 장기적으로는 3차원 설계기반 인공지능 및 ICT융합환경을 조성하여 국가 산업적 추진 및 타산업과의 정보융합을 통하여 새로운 미래 4차산업혁명기술 환경에 응용함



- 이에 따라 본 R&D의 핵심성공요인을 감안하여 크게 4대 추진전략을 설정함
 - 장기적 기술비전 구현
 - 단계적 구현기술 보급
 - 발전적 국가정책 연계
 - 중복적 연구개발 방지

(가) 전략 1 : 장기적 기술비전 구현

- 미래지향적 표준과 단계별 인프라 구축을 기반으로 현실적인 요구기술 보급
- 미래 세상이 요구하는 창의적 디자인과 통합자동화라는 장기 비전의 초석을 마련



(나) 전략 2 : 단계적 구현기술 보급

- 장기적 안목에 의하여 단계별로 기술을 확보
- 실무사용을 목적으로 가능한 시나리오를 구현
- 정부 및 공공기관에 공개적 보급을 통한 신규시장 창출 유도



(다) 전략 3 : 발전적 국가정책 연계

- 각종 국가정책과 부합하도록 표준확보, 기술보급 및 인프라 개선 추진
- 국가, 공공 및 민간의 통합적 협력추진



(라) 전략 4 : 중복적 연구개발 방지

- 기존 R&D와 기관 단체의 유사 개발 사례 존재
- 기존개발과의 차별화와 연계성 확보로 중복개발 원천 방지방안 마련 및 시행



4. 세부과제별 추진전략

가. 1세부 : 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

구 분	내 용
목표내용	- 정부 정보화 사업 및 타 R&D 사업의 지능형 설계기술 개발을 위한 정보 공유에 활용 - 연구수행 기간 빅데이터 구축 및 학습모델 개발 내용에 대한 설계업계 자문단 및 협의체를 활용한 성과내용 자문 및 보급 - 지적재산권 확보를 통한 사업화수행 - 성과보급을 통해 자체기술개발이 어려운 중·소규모 건축설계회사의 지능형 설계의사결정지원기술 및 설계지식 빅데이터 활용
연구전략	- 설계 전문지식의 설계초기 자동화 활용을 위해 필요한 설계지식 정성데이터와 O&M 정량데이터의 설계초기 자동화 활용 방안 개발 - 설계지식 정성데이터와 O&M 정량데이터를 포함한 설계 이중 빅데이터를 유기적으로 연계하여 설계초기 업무에 실질적으로 활용할 수 있는 설계지식 데이터 기술 개발 - 설계 본연의 특성을 고려한 인간, 공간 중심의 설계 자동화 기술을 통해 창의적 설계 역량 증대 - 설계 프로세스와 설계 생애주기를 고려한 설계 초기 대안 생성 자동화 및 의사결정 지원 기술 개발
목표성과	- 설계지식 정성데이터 학습 및 설계 활용기술 * 설계지식 데이터 수집 및 빅데이터 구축 * 설계지식 정성데이터의 정량화 논리체계화 * 지능형 설계 레퍼런스 추천 모델 * 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술 * 비정형 빅데이터 기반 설계 요구사항 분석 기술 * 설계 커뮤니케이션 데이터 내 설계 요구사항 추출 모델 * 설계 요구사항 BIM 객체 매핑 자동화 모델 - 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술 * 인간객체 데이터 수집 및 플랫폼 구축 * 인간객체 데이터 활용 공간사용 시스템 개발 * 지능형 거주전/후 평가 모델 활용 설계안 평가 방안 * 설계 시각데이터 수집 및 전처리 방안 * 실내환경 데이터 수집 및 전처리 방안 - 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술 * 공동주택 동배치 대안 자동생성 모델 * 지능형 인간객체 및 인간행동 모델링 * 지능형 인간객체 활용 건축형태공간 생성 및 최적화 모델 * 지능형 공간객체 모델링 * 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술 개발 * 초기 설계단계 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 모델 - 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 * 이중데이터 활용 설계객체 정보 인식 모델

	* 설계객체정보 인식 모델을 활용한 초기설계 모델링 자동화 방안 * 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계 관련 정보 인식 모델 * 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 설계안 평가 기술 * 감성어휘의 정량적 분석 및 실내객체 스타일 매핑 모델 * 실내마감재 빅데이터 구축 및 적정 마감재 추천 모델
--	---

나. 2세부 : 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문

구 분	내 용
목표내용	- 인공지능 기술을 활용하여 설계 도서 및 BIM 모델의 자동검증 및 상세화 기술 개발을 통한 설계 품질 및 생산성 향상 - 공종별(건축, 구조, 설비 등) 엔지니어링 의사결정 지원 기술 개발을 통한 급속 대안 생성 및 평가 - 지능형 통합 설계구현 시뮬레이션 기술 개발을 통한 최적 설계안 도출 - 가상현실 기반 다차원 시각화 기술개발을 통한 설계의 통합 설계 검토 합성 및 부재 제작 및 시공성 검토
연구전략	- BIM 부재별 LOD 자동 인식 기술, LOD 자동 상세화 기술, BIM 모델 정합성 검토 기술 개발을 통해 설계도서 자동화 및 상세화 기술개발 - 딥러닝 기반 추천 시스템(Recommender System) 기술 BIM 패러매트릭 기술의 융합으로 부재 선정 및 대안 솔루션 급속 제시함으로써 설계자의 의사결정 지원 - AR/MR 기술 및 기존 BIM 기반 시뮬레이션 기술(4D, 5D)에 딥러닝, PGM 등의 기술 적용하여 고도화 및 심층화
목표성과	- 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발 * 설계도서 자동 상세화를 위한 LOD별 BIM 부재 빅데이터 구축 * 건축 BIM 부재 자동 인식 및 LOD별 상세 수준 판별 학습 모델 * 건축 BIM LOD 자동 상세화 학습 모델 * 건축 실시설계 단계 주요 도서 빅데이터 구축 * 도서 자동 생성 위한 설계 전용 NLP 기법 구축 * BIM 부재 및 도서 연동 기술 구축 * 설계도서 자동 분류를 위한 학습모델 구축 및 데이터 운영 관리 기술 - 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발 * 건축/구조 부재(골조/외장 패널/계단/창호 등)매칭 및 추천 위한 학습모델 * MEP 분야 BIM 라이브러리 구축 및 자동 분류 학습 모델 * MEP 부재 자동 라우팅 기술 개발 * 마감재 개별 부재 DB 구축 및 스타일 DB 구축 * 마감재 선정 및 대안 생성 전용 인공지능 학습 모델 개발 * 설계지식기반 공종별 BIM 모델 오류/누락 자동 검토 기술개발 - 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발 * 다차원 성능 최적화 위한 패러매트릭 설계 최적화 기술 * 데이터 기반 구조 RC/강재 부재 성능 분석 및 최적화 기술 * MEP 간섭 자동 해결 및 시뮬레이션 기반 부하 최적화 기술 - Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발 * 개별 부재 제작-조립-설치 및 가설 시설 최적화 위한 차세대 자동화 시스템 * 시공성 분석 위한 인공지능 기반 다차원 시뮬레이션 모델 * 가상현실 기반 실시설계 통합 검토 및 설계 최적화 시스템

다. 3세부 : 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

구 분	내 용
목표내용	- 구축된 빅데이터의 건축설계 지원을 위한 타 과제와의 연계 (설계정보 및 성능정보 축적량) - 설계 단계에서 설계 요구사항에 관한 인허가법규, RFP, 지침의 만족여부 평가에 활용 - 공공 발주 공사에 도입하여 경과 분석 - 국내 세움터, 녹색건축처 등 관련 행정시스템과의 연계를 통한 민간 기업의 사용 장려 - 국내 중소설계사 인허가, 녹색건축인증 등 인증/허가 관련 업무 지원 - 평가 기술에 관한 서브 플랫폼을 통한 배포
연구전략	- 전문가의 지식에 의존하던 설계 요구사항의 평가를 인공지능 기술 등을 통해 정량화·체계화 및 고부가가치 설계 지원할 수 있는 방향 및 이에 부합하는 전략적 접근 - 인허가 및 설계인증 기준과 같은 설계표준에 따른 적법성 평가에 관한 기반연구를 바탕으로 건축행정 업무의 혁신을 위한 이론적 분석 및 핵심 요소기술 도출 - 기존 건축행정 시스템과의 연동 모듈을 통한 현업 적용을 고려한 연구 전략 수립 - 기존의 경제성, 에너지, 환경성능 등과 같은 제한적인 범위에 활용되어 왔던 정량데이터의 빅데이터 구축을 통해 설계 성능에 관한 통합 평가 환경 구축으로 건물생애주기 간에 활용될 수 있도록 데이터 연계 및 활용 전략 수립 - 설계-시공 간 오차 최소화를 위한 인공지능 기술 및 설계도서 학습모델을 통한 설계 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술 등 활용도 높은 설계 구현을 지향
목표성과	- 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발 * 설계 요구사항의 유형별 데이터 수집 및 분석 자동화 기술 * 설계 요구사항 분석 및 논리체계 정립을 위한 자연어 처리 기술 * 설계 요구사항 빅데이터 구축 기술 * 설계 요구사항 평가 자동화 및 업데이트 자동화 모듈 * 실시간 정보 제공을 위한 설계 요구사항 분석/평가 서비스 플랫폼 - 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발 * 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술 * 설계표준 평가에 요구되는 설계정보 학습 모델 구축 * 설계표준 평가를 위한 누락 데이터 자동 보완 기술 * 실시간 건축행정 지원을 위한 지능형 건축행정 적법성 평가 서비스 플랫폼 - 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발 * 설계성능별 데이터 통합관리 및 빅데이터 구축 * 설계단계별 Design Context기반 설계성능 평가지표 * 각 성능 평가지표별 분석모델 * 설계단계별 에너지, 환경성능 평가 자동화 모듈 * 설계단계별 경제성 평가 자동화 모듈 * 설계범위내 건축물의 설계성능 최적화 제안시스템 - 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발 * 설계 및 시공 데이터 통합관리 기술

	* 설계-시공 데이터 학습모델 및 맵핑 기술 * 객체별 관계분석 및 디지털 설계도 패턴 분석 기술 * 인공지능 기술을 활용한 평가항목 자동생성 기술 * 설계 적합성 평가 자동화 모듈 * 시공성 평가 자동화 모듈 * 설계적합성 및 시공성 평가 자동화 시스템
--	---

라. 4세부 : 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

구 분	내 용
목표내용	- 국가정보 시스템에 건축설계정보 활용모델로 제공하여 표준응용제품 개발 유도 - 국가 R&D에 의한 성과는 보급 포털을 통한 공개적 보급 - 표준 응용 기술은 R&D 참여개발자에 의하여 기본적 기능은 무상보급을 유도하고 R&D 이후의 전문적 기술을 개발하여 상용화 하도록 유도 - 연구 성과물의 시범 활용 보급은 공개 보급을 원칙으로하며 openAPI 및 빅데이터 공개 서버를 통한 시범적 보급을 실행하며, 장기적으로는 민간시장에서 자생이 가능한 보급방안 유도
연구전략	- 인공지능 및 빅데이터 인프라의 활용 - 건축설계 실무자 대상의 실용성 검증을 통한 참여유도 및 동기부여 - BIM 등 유관기술과의 연계성 확보 - 외부 인공지능 전문기관과의 협력 - 현재 부족한 설계 데이터의 확보 - 정부/민간 명확한 역할 구분
목표성과	- 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발 * 인공지능 설계자동화 정보 프레임워크 및 정보 분류체계 * 인공지능 설계자동화 정보 분류체계 보급 및 지원시스템 * 건축설계 분야 및 ICT융합 활용 직능 기준 및 교육커리큘럼 - 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발 * 온라인 사업성검토 및 설계 지원 시스템 * 온라인 설계안 도출 설계 지원 시스템 * 플랫폼 기반 온라인 설계 지원 기술 보급 시스템 - 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발 * 건축설계자동화 open API 보급시스템 * 건축 설계 빅데이터 보급 시스템 * 사용자 맞춤형 기술 콘텐츠 시스템 - 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발 * 인적자원기반 휴먼클라우드 지원 시스템 * 지식자원기반 설계통합 서비스 수행 플랫폼

5절. (세부과제 간) 연계관계

1. 세부과제별 독립성

- 각 세부과제는 특정 구현기술에 종속되지 않는 상호 독립적 연구가 가능함
- 각 세부과제는 추진의 독립성을 가지고 연구개발을 진행함

세부과제	독립적 특성
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	■ 핵심키워드 : 창의적 설계, 계획설계 자동화, 인간 및 공간 중심 설계, 설계지식 빅데이터 구축 및 활용 ■ 목표 : 건축설계의 창의성 증대와 설계업무 본연의 인간 및 공간중심의 설계를 위해 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터와 O&M으로부터의 정량적 데이터에 대한 빅데이터 구축방안과 이를 반영한 창의적 계획설계 자동화 기술 개발 ■ 내용 - 설계지식 정성데이터 학습을 위한 정량화 논리체계화 개발 및 설계 의사결정 지원 활용기술 개발 - 건물과 건물 사용자에게 대한 O&M 정량데이터를 포함한 설계 이종데이터의 취득 및 분석과 활용기술 개발 - 지능형 공간객체, 인간객체 모델링과 이를 활용한 설계 초기 사업타당성 분석 및 공간설계 기술 개발 - 계획설계 대안 생성을 위한 설계지식 추론 및 의사결정 지원 기술 개발
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발	■ 핵심키워드 : 설계자동화, 설계상세화, 의사결정 지원, 다차원 시각화, VR, AR, 시뮬레이션 ■ 목표 : 인공지능 기술을 활용하여 설계 도서의 자동검증 및 상세화 기술을 개발하고 공종별(건축, 구조, 설비 등) 의사결정 지원 기술 개발과 다차원 시각화 기술개발을 통해 설계의 생산성 혁신과 품질향상, 정확성 향상시킬 수 있는 설계 구현 자동화 기술 개발 ■ 내용 - BIM 부재별 LOD 자동 인식 기술, LOD 자동 상세화 기술, BIM 모델 정합성 검토 기술 개발을 통해 설계 단계별로 모델의 연계성 증대하고 BIM 모델 생성 인력 및 투입 시간 감축하여 중견 중소 설계사의 BIM 모델 구축 부담 해소 - 공간 기능별 학습 모델 구축하고 GAN과 같은 딥러닝을 활용하여 건축재 선정 및 대안 솔루션 급속 제시함으로써 설계자의 의사결정 지원 - AR/MR 기반으로 BIM 모델의 기본적인 정합성(간섭 여부 등) 부터 동선, 이격거리 등의 사용성 검토 및 시공 상세 자동화 위한 시뮬레이션 기술

3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발	▪ 핵심키워드: 설계 요구사항, 설계성능, 건축행정, 적법성, 경제성, 환경성능, 설계 적합성, 시공성, 설계평가 자동화 ▪ 목표 : 건축설계 단계 내에서 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 설계 요구사항, 건축행정 적법성, 설계성능, 시공성 등의 다양한 분야를 평가하여 건축물의 성능을 극대화시키고 건축설계의 가치를 향상시킬 수 있는 평가 기술개발 ▪ 내용 - 전문가의 지식에 의존하던 설계 요구사항의 평가를 인공지능 기술 등을 통해 정량화·체계화 및 고부가가치 설계 지원할 수 있는 방향 및 이에 부합하는 전략적 접근 - 기존의 인허가 및 설계인증 과정을 지원하기 위한 적법성 평가 및 평가를 위한 설계모델 자동 보완 서비스 기술개발 - 기존의 경제성, 에너지, 환경성능 등과 같은 제한적인 범위에 활용되어 왔던 정량데이터의 빅데이터 구축을 통해 설계성능에 관한 통합 평가 환경 구축으로 건물생애주기 간에 활용될 수 있도록 데이터 연계 및 활용 전략 수립 - 설계-시공 간 오차 최소화를 위한 인공지능 기술 및 설계도서 학습모델을 통한 적합성 평가를 통한 활용도 높은 설계 구현을 지양
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	▪ 핵심키워드 : 플랫폼, 콘텐츠, 지식자원, 인적자원 ▪ 목표 : 인공지능기반 건축설계기술의 수요공급에 누구나 참여할 수 있는 업무, 기술, 인프라, 콘텐츠 보급 및 서비스 제공을 위한 지식자원기반의 정보표준 프레임워크와 개방형 플랫폼 개발 ▪ 내용 - 건축설계 사업성 검토, 대안검토 등을 지원하는 플랫폼 개발 - BIM데이터로부터의 빅데이터 추출 기술 개발 - 건축설계 자동화 기술간 융합을 위한 설계자동화 정보 표준 개발 - 건설산업 변화에 적합한 인적자원활용 시스템 개발 - 온라인 가상조직에 의한 미래형 건축설계 서비스 모델 개발

2. 세부과제별 연계성

- 각 연구주제는 상호연계성을 확보하여 진행
- 연구과정에서 협의체 구성이 필수이며 연구단 체계의 관리가 필요
- 세부과제의 시스템 개발환경 및 표준분류체계는 사용자층의 다양성과 기술발전
전에 따른 빠른 변화를 감안하여 어떠한 개발환경과 표준체계도 수용이 가능
하도록 진행함



그림 90. 세부과제의 연계성

- 1세부에서 개발된 지능형 설계지식 학습모델이 2세부와 3세부의 기술개발을 위한 기반이 됨
- 2세부와 3세부에서는 1세부의 설계지식 학습모델을 활용하여 설계구현 자동화, 설계 성능평가 자동화 기술을 개발함
- 1세부, 2세부, 3세부에서 개발되는 콘텐츠를 전체적으로 보급하고 운영관리를 하기 위하여 4세부에서는 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술을 개발함

세부과제	세부와의 연관성
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발	• 본 세부과제는 초기단계 의사결정 및 자동화 기술을 주요 내용으로 하며, 이를 통해 생성된 초기 설계안은 2세부 과제의 설계 상세화 기술의 입력으로 연계 • 정성적 설계 요구사항 정량화 및 설계지식 학습모델 활용 기술은 3세부의 설계 요구사항 분석 기술에 연계하여 정성적 설계 요인에 대한 평가

	확장에 활용 · 4세부의 설계지식 서비스 플랫폼에서 제공되는 지능형 설계 서비스의 세부 구성기술로 활용 · 2, 3, 4세부는 표준프레임워크의 최소 형식이 공유되어야 하며, 테스트 베드에 공동 라이브러리 및 콘텐츠를 제공하여 정보를 공유
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발	· 1세부의 초기 설계단계에서 개발된 기본 설계도면 및 BIM 모델을 기반으로 실시 설계 도서 자동 상세화 기술 개발의 시발점 및 연계 기술로 활용 · 2세부에서 개발되는 기술을 3세부와 연계하여 설계 검증 및 평가기술을 위한 요소기술로 활용 · 4세부의 건축계획 의사결정 지원 서비스 플랫폼 개발 기술에 2세부에서 개발된 의사결정 지원 기술, 다차원 시각화 기술 등 연계하여 활용 · 4세부의 설계 자동화 기술에 전반적인 요소기술로 활용
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발	· 설계 단계별로 구축된 1, 2세부의 데이터를 학습모델로 활용하며, 이를 통해 산출된 결과물들에 대한 각 세부와의 연계를 통한 정확성 검증에 활용 · 설계성능에 대한 평가 결과는 4세부 설계지식 서비스 플랫폼의 데이터베이스 확장에 활용 · 1세부의 설계관련 정보 자동인식 기술과 데이터를 설계 정합성, 설계도서 교차평가에 학습데이터와 요소기술로 활용 · 세세부에서 도출되는 평가 결과를 빅데이터 및 학습모델로 제공
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발	· 1,2,3 세부요소 기술을 통합하여, 성과를 보급하고 설계수행 과정의 지능형 설계기술의 서비스에 활용 · 1,2,3 세부에서 개발된 설계자동화 요소기술을 플랫폼을 통하여 개발자들에게 보급하는 및 공유 기술에 활용 · 설계지식 서비스 플랫폼을 통한 건축설계 콘텐츠 표준 개발 및 각 세부요소 통합 서비스 공유 기술에 제공

3. 각 세부과제의 타 과제와의 연계성 및 차별성

- (유사·중복성 검토 결과) 중복 사업 없음
- 국토교통과학기술진흥원 및 NTIS(국가과학기술지식정보서비스) 시스템 등을 활용하여 유사·중복 검토한 결과, 유사과제 8건이 검색되어 연계 및 활용 방안을 기획보고서에 수록하였으며, 중복과제는 없었음
- 이중 특히, 국토교통과학기술진흥원 도시건축연구사업인 ‘개방형 BIM 기반의 건축설계 자동화지원 기술 및 첨단 유지관리기반 기술 개발(이하 기존 ‘개방형 BIM’ 연구)’은 건축설계단계 지원을 위한 표준정보, 규격, 건축설계 실무 가이드라인, 공통원형 BIM 라이브러리, 기술콘텐츠, 설계자동화 SW등을 개발을 통해 건축설계 생산성 향상 및 품질혁신을 위한 개방형BIM 표준 구축, 설계적법성 평가 자동화 및 기존 건축물 유지관리 적용 및 활용기술 개발이 주요사업 내용임
 - (연계성) 기존 ‘개방형 BIM’ 연구는 주로 국내에 BIM 도입과 정착을 위한 표준 라이브러리 개발, 기술콘텐츠 개발, 세움터와 연계하여 주로 건축행정 인허가 업무 등에 초점이 맞춰진 연구개발이 이루어짐. 이에 반해 본 연구는 한 단계 더 나아가 국내의 AI-BIM융합 정보표준 프레임 워크로 확장할 계획임. 또한, 기존 선행 연구된 설계적법성 평가 기술을 연계하여 지능형 설계 성능 평가 지원 시스템을 개발을 통해 기존의 건축행정 서비스 부분에 확장, 연계할 계획임
 - (차별성) 기존 ‘개방형 BIM’ 연구는 주로 BIM을 활용한 설계업무의 생산성 향상 및 설계품질 혁신을 위한 기술개발이 주로 이루어짐. 본 연구에서는 인공지능 기술을 통해 수 많은 방대한 양의 정성적/정량적 설계정보를 학습하여 설계 본연의 창의적인 부분까지 연구개발하는 것으로 기존의 연구와는 차별성이 있으며, 국내에서는 최초로 시도되는 연구임. 대표적인 기술개발 연구로는 설계도서 생성 및 LOD 상세·자동화, 지능형 설계정보 학습을 통한 부재 추천, 창의적인 대안 선정 기술 등 창의적인 설계안을 도출하고 설계단계에서의 의사결정 서비스를 지원하는 영역과 인허가 행정 시스템의 적용 및 활용 영역까지 연구개발할 계획임

구분	개방형 BIM 기반의 건축설계 자동화지원	인공지능 기반 건축설계 자동화 기술개발
지능형 계획 설계	· 해당 없음	· 인공지능 설계 데이터 수집 · 분석 기술을 활용하여 건축공간 계획, 사업타당성 분석 기술, 설계 대안 등 설계의 창의적인 영역에 대한 계획설계 자동화
상세설계 자동화	· 라이브러리 8,000건, 기술정보 부분상세 15,000건, 건축계획	· 빅데이터 정보와 딥러닝 기술을 활용하여 설계도면 LOD 자동 상

	콘텐츠 150여건을 구축하여 BIM 표준 라이브러리 제작 · 단순 반복작업 많이 소요되는 설계도서 작성 부분에 BIM 기술을 활용하여 모델 생성과 도면화를 동시에 구현	세화, 설계도서 생성 자동화, 부재선정 및 추천 기술 등 설계 구현(건축설계, 구조설계, MEP 설계 등)에 대한 상세설계 자동화
설계적법성 검토	· 제법규 논리 DB(법령, 조례, 지침 등) 구축과 BIM 모델을 활용한 법규 검토 자동화 모듈 개발 · (2021년 과제 종료시까지 시범 적용 예정)	· 설계의 건축법, 시행령, 지역조례 등 빅데이터 학습을 통한 설계적법성 평가 · 설계인증 평가(BF, 녹색건축, 범죄예방인증 등)를 통한 행정업무 자동화 지원 · 지능형 설계적법성 평가 적용 및 활용 (세움터-행정서비스 연계)

6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 연구 단계별 목표

- 본 연구기간은 총 5개년으로 계획함
- 연차별 목표는 다음과 같이 설정함

단계	연차	주요 목표
방향설정 및 기초확보단계	1년차	• 방향설정 및 기본 프레임 구축 • 기존 연구 한계 및 개선사항 보완 • 요소기술 개발
응용개발단계	2년차	• 요소기술 및 통합기술 개발 • 테스트베드 편성 • 기존 연구 한계 및 개선사항 보완
	3년차	• 요소기술 및 통합기술 개발 • 테스트베드에 의한 세세부 기술통합 검증 • 1차 성과물 보급
	4년차	• 요소기술 및 통합기술 개발 • 테스트베드에 의한 세세부 기술통합 검증
완성보급단계	5년차	• 보급체계 확보 • 테스트베드 정리 및 성과물 보완 • 장기 운영보급체계 구축



2. 기술로드맵

가. 세부 및 세세부 기술로드맵

세부 및 세세부		연차별				
		1	2	3	4	5
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발		▶	▶	▶	▶	▶
	1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발	=	=	=	=	
	1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	=	=	=	=	=
	1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발	=	=	=	=	=
	1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발		=	=	=	=
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발		▶	▶	▶	▶	▶
	2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발	=	=	=	=	=
	2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발	=	=	=	=	=
	2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발		=	=	=	=
	2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발	=	=	=	=	=
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발		▶	▶	▶	▶	▶
	3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술 개발	=	=	=	=	=
	3-2 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	=	=	=	=	=
	3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	=	=	=	=	=
	3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	=	=	=	=	=
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발		▶	▶	▶	▶	▶
	4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	=	=	=	=	=
	4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발		=	=	=	=
	4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술개발		=	=	=	=
	4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	=	=	=	=	=

▶ : 연구개발 추진

▷ : 방안수립 연구

나. 세부별 상세 기술 로드맵

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5
1세부. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발						
1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계 활용 기술개발	- 설계지식 정성데이터의 지능정보기술 적용을 위한 정량화 논리체계화 기술개발	=	=	=	=	
	- 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술개발	=	=	=		
	- 비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴스 개발		=	=	=	
	- 설계 커뮤니케이션 학습모델 기반 설계 요구사항 BIM객체 매핑 자동화 기술개발		=	=	=	
1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	- 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발	=	=	=	=	
	- 지능형 거주전/후 평가(Pre/PostOE) 및 초기설계 연계 기술 개발	=	=	=	=	
	- 시각지능 기반 설계학습모델 개발을 위한 시각 데이터 수집 및 처리 기술개발	=	=	=	=	=
	- 생활환경지능 기반 실내환경 데이터 수집 및 설계초기 활용을 위한 처리 기술개발	=	=	=	=	=
1-3. 지능형 객체기반 사업 타당성 분석 및 공간설계 기술개발	- 단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 대안 생성 자동화 기술개발	=	=	=	=	
	- 지능형 인간객체 기반 건축형태공간생성 및 사용성 최적화기술개발		=	=	=	=
	- 지능형 공간객체 기반 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술개발	=	=	=	=	=
	- 설계학습모델기반 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 기술개발		=	=	=	
1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원 기술 개발	- 설계학습모델 기반 설계객체정보 인식 및 초기설계 모델링 자동화 기술개발	=	=	=	=	
	- 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용 기술개발		=	=	=	=
	- 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 실내객체 생성 자동화 기술개발		=	=	=	
	- 실내마감재 빅데이터 기반 적정 마감재 제안 및 의사결정 지원 기술개발			=	=	=

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5

2세부. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발

2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세 화 기술개발	- 설계도서 자동 상세화를 위한 LOD별 BIM 부재 빅데이 터 구축	=	=	=	=	
	- BIM 객체인식을 통한 LOD별 도서생성 자동화 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계도서 자동 분류를 위한 학습모델 구축 및 관리 기 술개발		=	=	=	=
2-2. 설 계 지 식 기 반 공중별 의사결 정 지원 자동화 기술개발	- 설계지식기반 공중별 BIM 오류/누락 자동 검토 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계지식기반 공중별 BIM 모델 부재 자동 추천 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계지식기반 공중별 의사결정 자동화 및 운영 기술개발	=	=	=	=	
2-3. 지능형 설계/엔 지니어링 구현 최적화 기술개 발	- 빅데이터 기반 건축물 성능 분석을 통한 최적 대안도출 기술개발	=	=	=	=	=
	- 엔지니어링 지식기반 구조성능 분석을 통한 부재 최적 화 기술개발	=	=	=	=	=
	- MEP 간섭시뮬레이션 및 부하 최적화 분석 기술개발	=	=	=	=	=
2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위 한 다차원 시물 레이션 기술개 발	- 건축 부재 Off-Site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술개발			=	=	=
	- 인공지능형 통합 설계 검토 시뮬레이션 기술개발	=	=	=		
	- AR/MR기반 통합 설계 검토 환경 구축 및 운영 기술개 발		=	=	=	=

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5

3세부. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발

3-1. 설계 요구 사항 데이터 학 습 및 평가 활용 자동화 기술개발	- 설계 요구사항 분석을 위한 빅데이터 수집 및 관리체계 구축	=	=	=		
	- 설계 요구사항 분석 및 평가를 위한 자연어 처리 기술 개발		=	=	=	=
	- 설계요구사항 평가 자동화를 위한 분석/평가 시스템 개 발			=	=	=

3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	- 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술개발	=	=	=	=	
	- 인허가 서비스 지원을 위한 지능형 설계 모델 보완 자동화 기술개발		=	=	=	=
	- 지능형 건축행정 적법성 평가 및 인증 서비스 지원 기술개발	=	=	=	=	=
3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	- 설계성능 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계성능 평가 자동화를 위한 핵심 요소 기술개발		=	=	=	=
	- 설계성능 평가 및 성능 최적화 설계 지원 기술		=	=	=	=
3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	- 설계 정합성 및 시공성 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계 정합성 및 시공성 평가 학습모델 구축 및 핵심 요소 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발		=	=	=	=

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5

4세부. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	- 지능형 설계자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 구성체계 개발	=	=	=		
	- 지능형 설계자동화 핵심 정보분류체계 개발	=	=	=		
	- 지능형 정보표준 프레임워크 공유 및 운영 체계 개발		=	=	=	=
	- 지능형 건축설계 지식자원 역량 성숙모델 개발			=	=	=
4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술 개발	- 지능형 계획설계 자동화 서비스 기술개발	=	=	=		
	- 설계구현 자동화 서비스 기술개발		=	=	=	=
	- 설계 성능평가 자동화 서비스 기술개발			=	=	=
	- 설계계획 종합평가 서비스 기술개발			=	=	=
4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술 개발	- 설계자동화 요소기술 open API 보급체계 개발	=	=	=	=	=
	- 사용자 요구 맞춤형 건축계획 콘텐츠 구축 및 실시간 보급 기술개발		=	=	=	=
	- 멀티 플랫폼 기반의 건축계획 콘텐츠 통합가공 및 제공 서비스 개발			=	=	=
4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	- 지능형 설계지식자원 통합 유통기술 개발	=	=	=	=	=
	- 지능형 건축설계 조직 및 인적자원 공유서비스 기술개발		=	=	=	=
	- 지식자원기반 클라우드형 설계수행 통합 서비스 및 운영 기술개발			=	=	=

다. 세부별 상세 성과 로드맵

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5
1세부. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발						
1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발	- 설계지식 데이터 수집 및 빅데이터 구축	=	=			
	- 설계지식 정성데이터의 정량화 논리체계화		=	=	=	
	- 지능형 설계 레퍼런스 추천 모델	=	=			
	- 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술		=	=		
	- 비정형 빅데이터 기반 설계 요구사항 분석 기술		=	=	=	
	- 설계 커뮤니케이션 데이터 내 설계 요구사항 추출 모델		=	=	=	
	- 설계 요구사항 BIM 객체 매핑 자동화 모델			=	=	
1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	- 인간객체 데이터 수집 및 플랫폼 구축	=	=	=	=	
	- 인간객체 데이터 활용 공간사용 시스템 개발		=	=	=	
	- 지능형 거주전/후 평가 모델 활용 설계안 평가 방안	=	=	=	=	
	- 설계 시각데이터 수집 및 전처리 방안	=	=	=	=	=
1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발	- 공동주택 동배치 대안 자동생성 모델	=	=	=	=	
	- 지능형 인간객체 및 인간행동 모델링		=	=	=	
	- 지능형 인간객체 활용 건축형태공간 생성 및 최적화 모델			=	=	=
	- 지능형 공간객체 모델링	=	=	=		
	- 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술 개발		=	=	=	=
1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발	- 초기 설계단계 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 모델		=	=	=	
	- 이종데이터 활용 설계객체 정보 인식 모델		=	=	=	
	- 설계객체정보 인식 모델을 활용한 초기설계 모델링 자동화 방안			=	=	=
	- 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계 관련 정보 인식 모델		=	=	=	=
	- 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 설계안 평가 기술		=	=	=	
	- 감성어휘의 정량적 분석 및 실내객체 스타일 매핑 모델		=	=	=	
	- 실내마감재 빅데이터 구축 및 적정 마감재 추천 모델			=	=	=

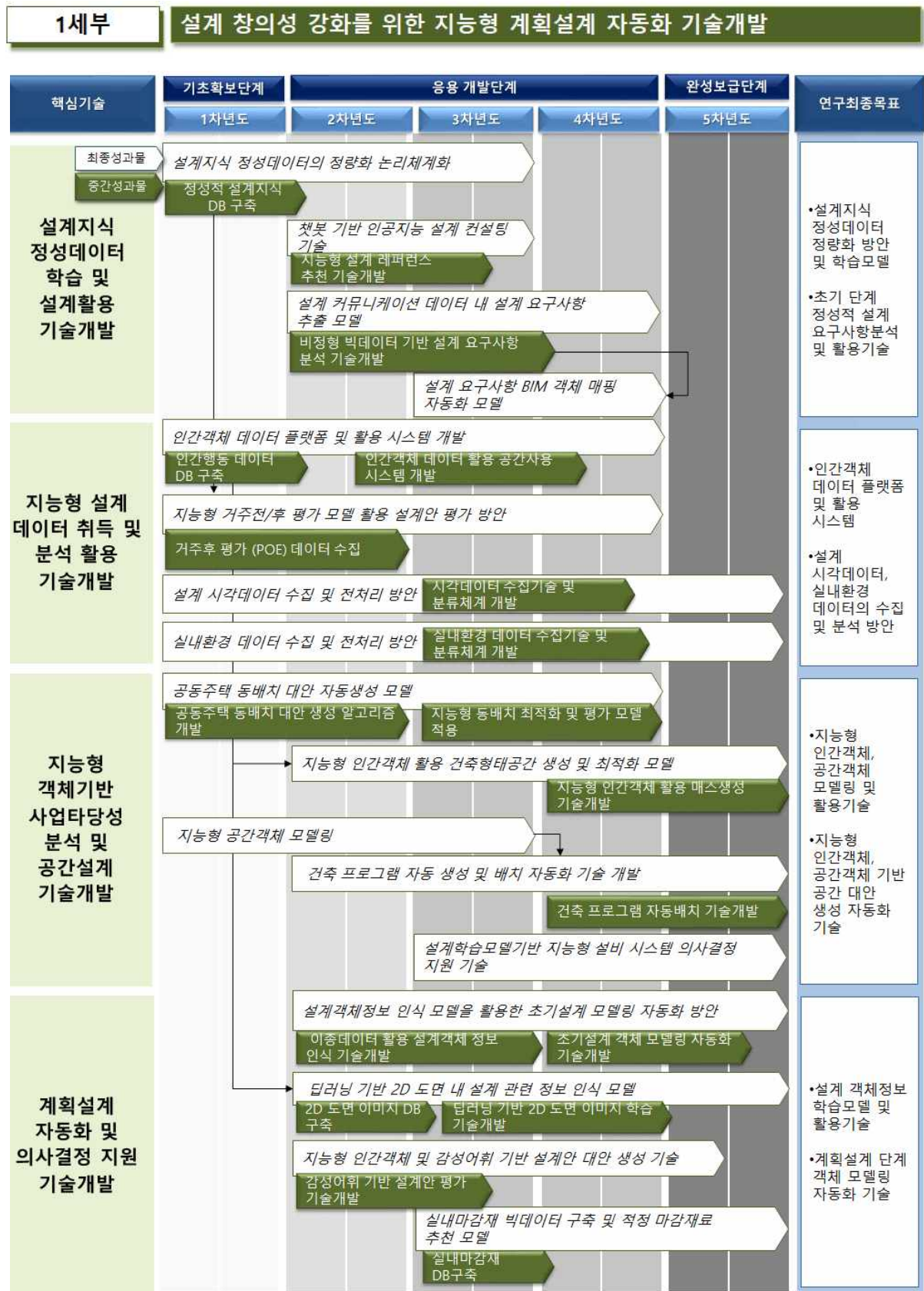


그림 91. 1세부의 중간성과물, 최종성과물 로드맵

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5
2세부. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발						
2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발	- 건축 BIM 부재별 LOD 빅데이터 구축	=	=	=		
	- 건축 BIM 부재 자동 인식 및 LOD별 상세 수준 판별 학습 모델		=	=	=	
	- 건축 BIM LOD 자동 상세화 학습 모델		=	=	=	=
	- 건축 실시설계 단계 주요 도서 빅데이터 구축	=	=	=		
	- 도서 자동 생성 위한 설계 전용 NLP 기법 구축	=	=	=	=	
	- BIM 부재 및 도서 연동 기술 구축			=	=	=
2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발	- 건축/구조 부재(골조/외장 패널/계단/창호 등) 매칭 및 추천 위한 학습 모델	=	=	=	=	
	- MEP 분야 BIM 라이브러리 구축 및 자동 분류 학습 모델	=	=	=		
	- MEP 부재 자동 라우팅 기술 개발		=	=	=	
	- 마감재 개별 부재 DB 구축 및 스타일 DB 구축	=	=	=		
	- 마감재 선정 및 대안 생성 전용 인공지능 학습 모델 개발			=	=	=
2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발	- 다차원 성능 최적화 위한 패러매트릭 설계 최적화 기술	=	=	=	=	
	- 데이터 기반 구조 RC/강재 부재 성능 분석 및 최적화 기술	=	=	=	=	=
	- MEP 간섭 자동 해결 및 시뮬레이션 기반 부하 최적화 기술	=	=	=	=	=
2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발	- 개별 부재 제작-조립-설치 및 가설 시설 최적화 위한 차세대 자동화 시스템	=	=	=		
	- 시공성 분석 위한 인공지능 기반 다차원 시뮬레이션 모델	=	=	=		
	- 가상현실 기반 실시설계 통합 검토 및 설계 최적화 시스템		=	=	=	=

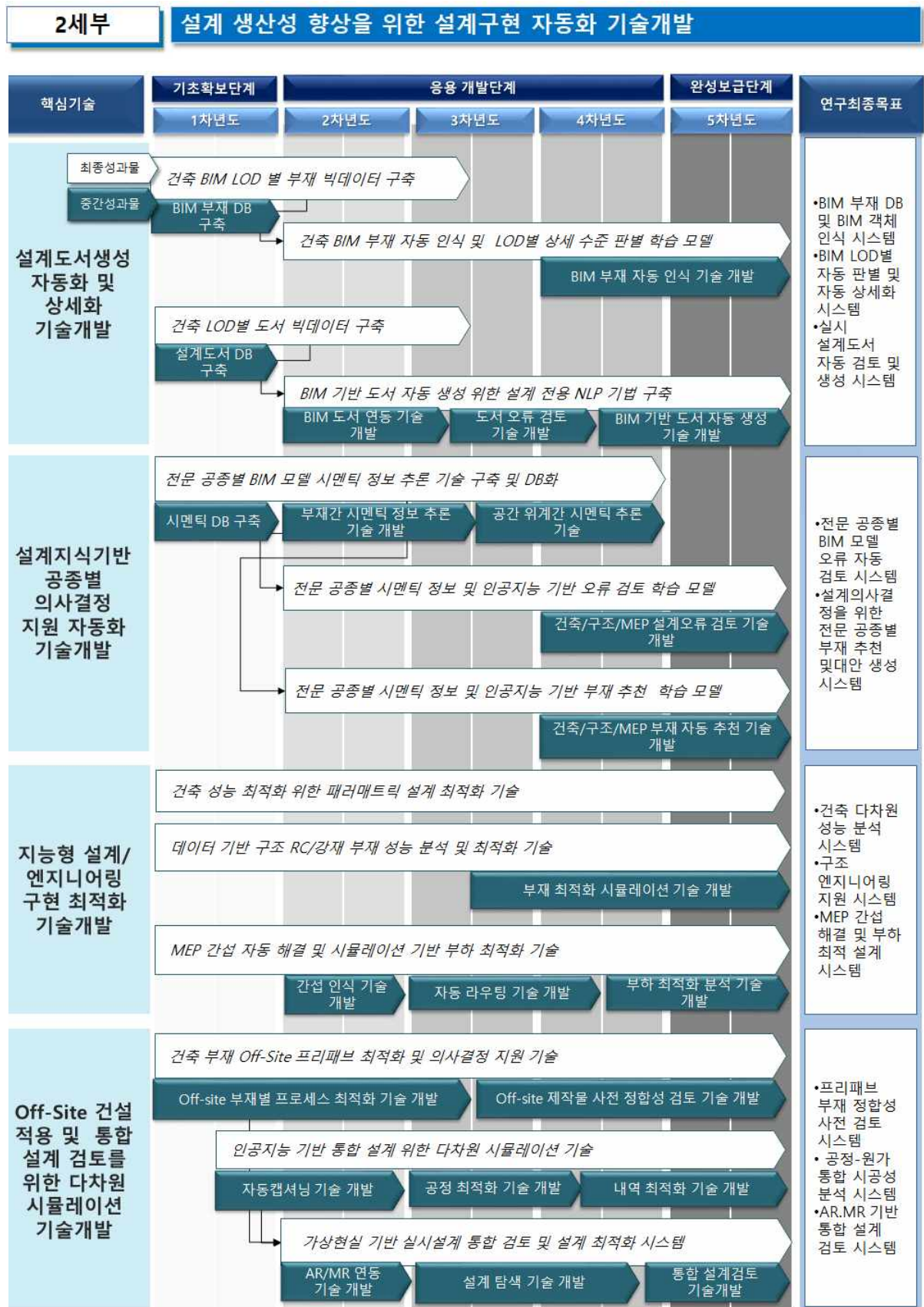


그림 92. 2세부의 중간성과물, 최종성과물 로드맵

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5
3세부. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발						
3-1. 설계 요구 사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발	- 설계지침, RFP, 유지관리 등 설계 요구사항의 유형별 데이터 수집 및 분석 자동화 기술	=	=	=		
	- 설계 요구사항 분석 및 논리체계 정립을 위한 자연어 처리 기술		=	=	=	=
	- 설계 요구사항 평가 자동화 및 업데이트 자동화 모듈			=	=	=
	- 실시간 정보 제공을 위한 설계 요구사항 분석/평가 서비스 플랫폼			=	=	=
3-2. 건축행정 지원을 위한 표준 기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	- 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술개발	=	=	=	=	
	- 설계표준 평가 요구정보에 관한 학습모델 구축	=	=	=		
	- 설계표준 평가 누락 데이터 자동 보완 기술개발		=	=	=	=
	- 기존 건축행정시스템과의 연동 모듈 개발	=	=	=	=	
	- 지능형 건축행정 적법성 평가 서비스 플랫폼 구축		=	=	=	=
3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	- 건축 에너지, 환경성능 설계정보 분석 및 DB구축	=	=	=		
	- 생애주기비용 건축물 경제성 관련 DB구축	=	=	=		
	- 설계성능별 데이터 통합관리 및 빅데이터 구축 기술개발		=	=	=	
	- 설계단계별 Design Context기반 설계성능 평가지표 개발		=	=	=	
	- 각 성능 평가지표별 분석 방법론 및 분석모델 개발			=	=	=
	- 생애주기비용에 따른 경제성 및 각종 비용 산정 모듈 개발		=	=	=	=
	- 설계단계별 에너지, 환경성능 평가 자동화 및 DAI 기술개발		=	=	=	
	- 설계단계별 경제성 평가 자동화 기술개발		=	=	=	
3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	- 설계 및 시공 데이터 수집 및 활용방안 구축	=	=	=		
	- 설계 및 시공 데이터 통합관리 기술개발		=	=	=	
	- 데이터 분석 및 지능형 기반 기술개발	=	=	=	=	
	- 딥러닝기반 설계-시공 데이터 학습모델 및 데이터 맵핑 기술개발	=	=	=		
	- 객체별 관계분석 및 디지털 설계도 패턴 분석 기술개발		=	=	=	
	- 텍스트마이닝 기술을 활용한 평가항목 자동생성 기술개발		=	=	=	
	- 설계 정합성 평가 자동화 모듈 개발		=	=	=	
	- 설계안-시공안 검토를 통한 시공성 평가 자동화 모듈 개발		=	=	=	
	- 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 시스템 개발		=	=	=	=

3세부

설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발

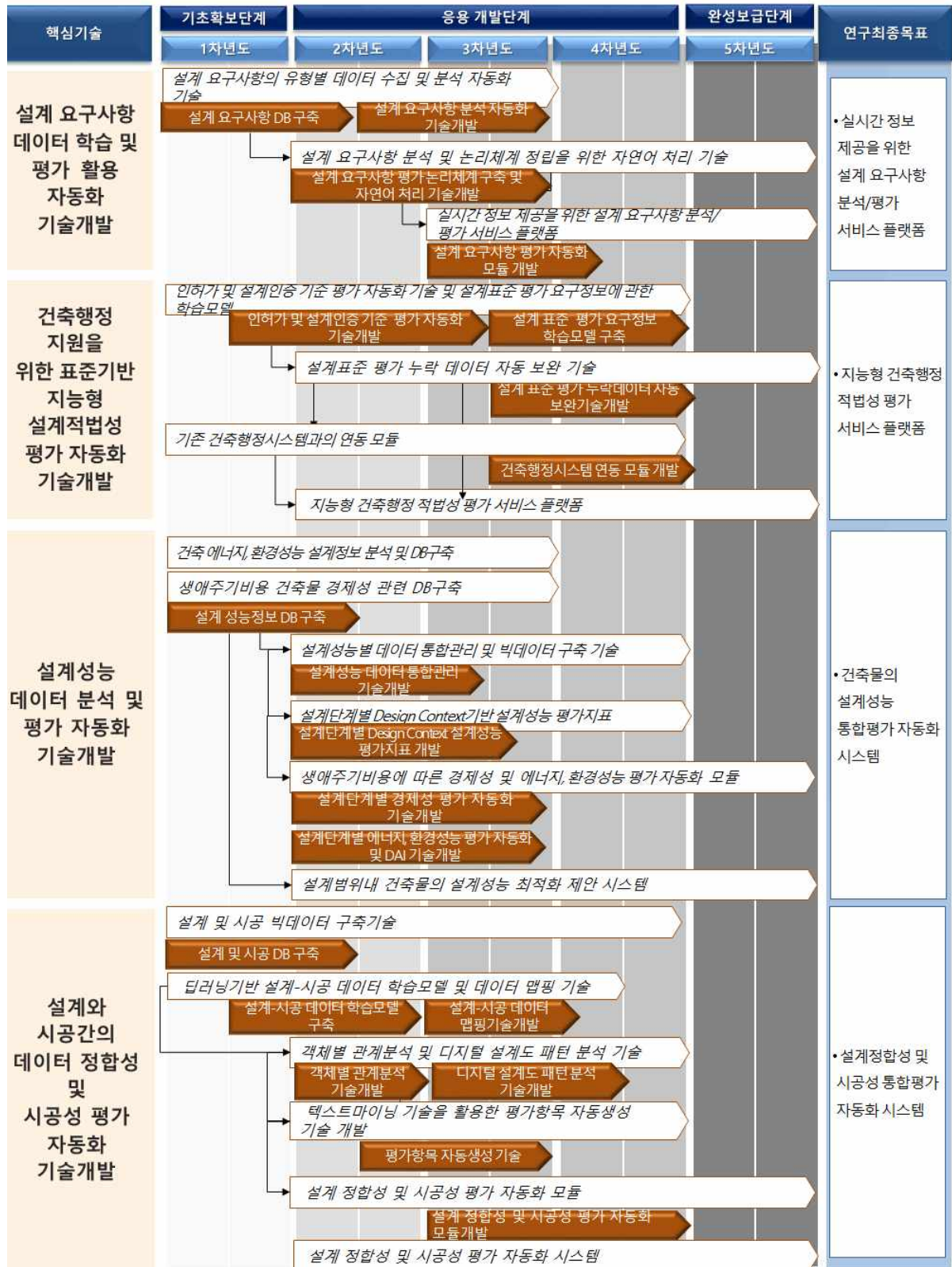


그림 93. 3세부의 중간성과물, 최종성과물 로드맵

과 제	연구 목표	연차별				
		1	2	3	4	5

4세부. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	- 인공지능기반 설계자동화 정보프레임워크 및 정보분류 체계	=	=	=		
	- 인공지능기반 설계자동화 정보분류체계 보급 및 지원 시스템	=	=	=		
	- 건축설계분야 및 ICT 융합 활용 직능기준 및 커리큘럼		=	=	=	=
4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술 개발	- 온라인 사업성검토 및 설계지원 시스템		=	=	=	=
	- 온라인 설계안도출 및 설계지원 시스템		=	=	=	=
	- 플랫폼 기반 온라인 설계지원기술 보급 시스템		=	=	=	=
4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술 개발	- 건축설계 자동화 openAPI 보급 시스템		=	=	=	
	- 건축설계 빅데이터 보급 시스템			=	=	=
	- 사용자 맞춤형 기술콘텐츠 보급 시스템			=	=	=
4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	- 인적자원기반 휴먼클라우드 지원 시스템	=	=	=	=	
	- 지식자원기반 클라우드형 설계수행통합 지원 시스템			=	=	=

4세부

지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

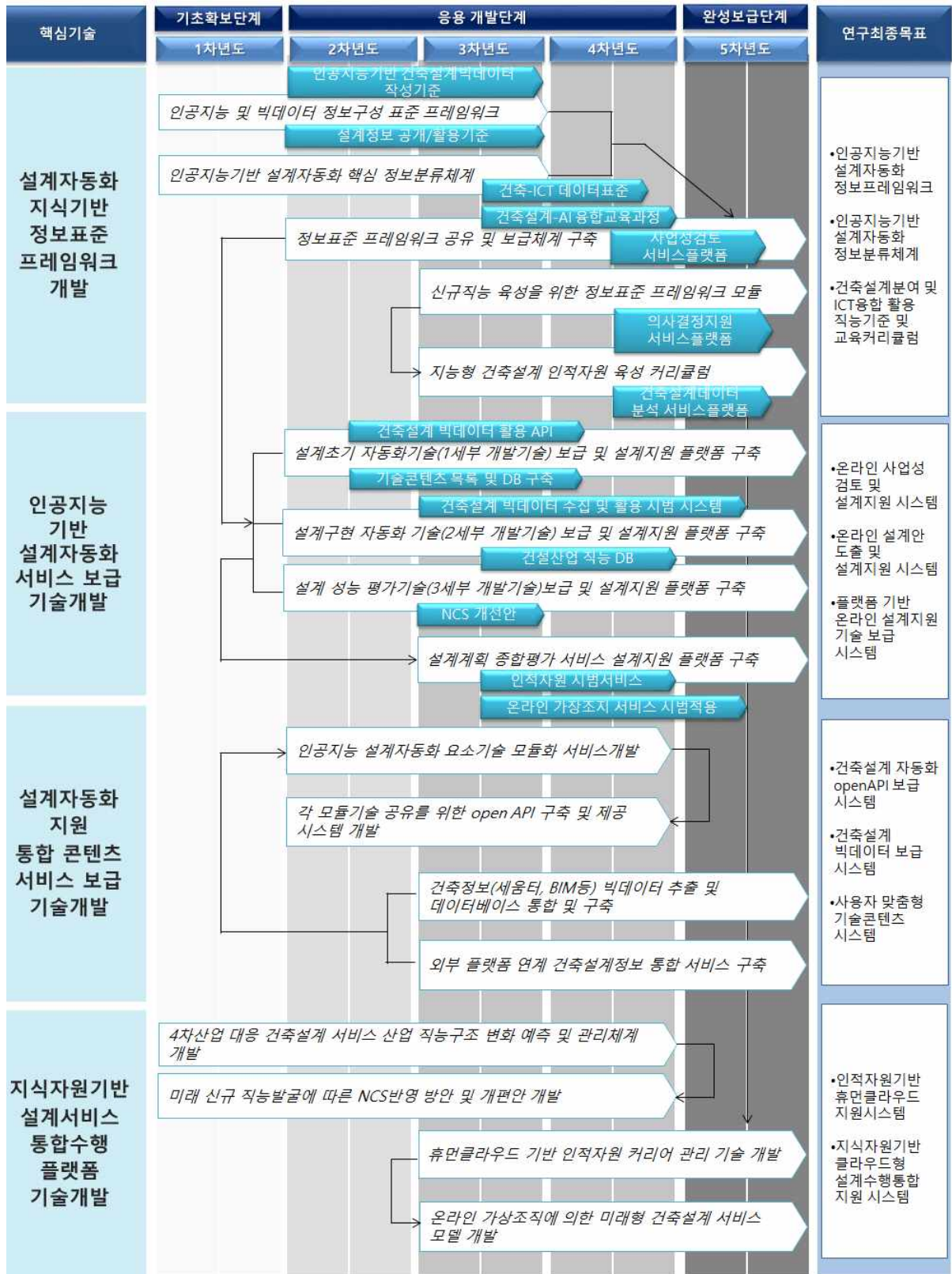


그림 94. 4세부의 중간성과물, 최종성과물 로드맵

3. 현재 수준과 달성 목표 제시

핵심항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)		향후 수준(모습)
		' 21년 수준	최종 목표수준	
	~ '20	'21	'25(종료년도)	'26(종료이후)~
계획설계 자동화 부분	· 건축 계획 및 설계 분야의 이중 데이터 수집 및 활용 기술 전무 · 기존 설계 자동화는 주로 공학적 접근 위주로 설계 자동화 기술 개발	· 정성 데이터와 O&M 정량데이터에 대한 빅데이터 구축 · 인간객체 중심의 계획설계 자동화 및 의사결정 지원 기술개발	· 설계 데이터 분석 및 활용범위 50% 향상 · 계획설계 창의적 의사결정 30% 자동화	· 지능형 설계지식 학습모델 구축 · 계획설계 자동화 서비스 제공
설계구현 자동화 부분	· BIM을 활용한 설계도서 작성시 반복적이고 많은 수작업이 발생 · 기존의 설계-시공간의 정합성 검토 분석이 제한적임	· 설계도서 생성 및 상세 자동화 기술개발 · 실시설계의 시공성 분석 기술 개발	· 실시설계도서 생성 소요시간 30% 단축 · 설계도서 생성 신기술 개발 · 설계 품질 및 시공성 70% 향상	· 지능형 설계구현 자동화 서비스 제공
설계성능 평가 자동화 부분	· 산재된 설계 요구사항에 대한 객관적 평가 지표 부재 · 설계-시공간 커뮤니케이션 부재로 시공 품질 저하	· 설계요구사항 정립 및 성능평가 자동화 기술 개발 · 지능형 건축행정 지원 기술개발 · 설계정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	· 건축행정업무 소요시간 30% 단축 · 설계-시공간 오류 40% 감소	· 세움터-행정서비스 연계를 통한 설계 성능평가 자동화 서비스 제공
설계 인프라 구축 및 건축 설계 서비스 플랫폼	· 빠르게 변하는 기술 환경에 비해 건축설계분야는 대응이나 정보 활용이 늦음 · 건축설계분야에서 빅데이터 및 관련 지식의 수집, 관리, 제공하는 시스템 미비	· 지능형 건축설계 서비스 플랫폼 개발 · 인프라 구축 및 콘텐츠 개발을 통한 정보 표준 개발	· 표준프레임워크 구축 · 전문분야간 정보공유 생산성 30%향상 · 중소규모 대상 필수 콘텐츠 보급을 향상	· 개방형 건축설계 서비스 제공 및 설계 인프라 구축 · 지능형 건축설계 서비스 보급을 위한 표준, 콘텐츠, 인적자원 및 설계수행 통합 플랫폼 운영 및 관리기술 제공

7절. 성과의 활용방안

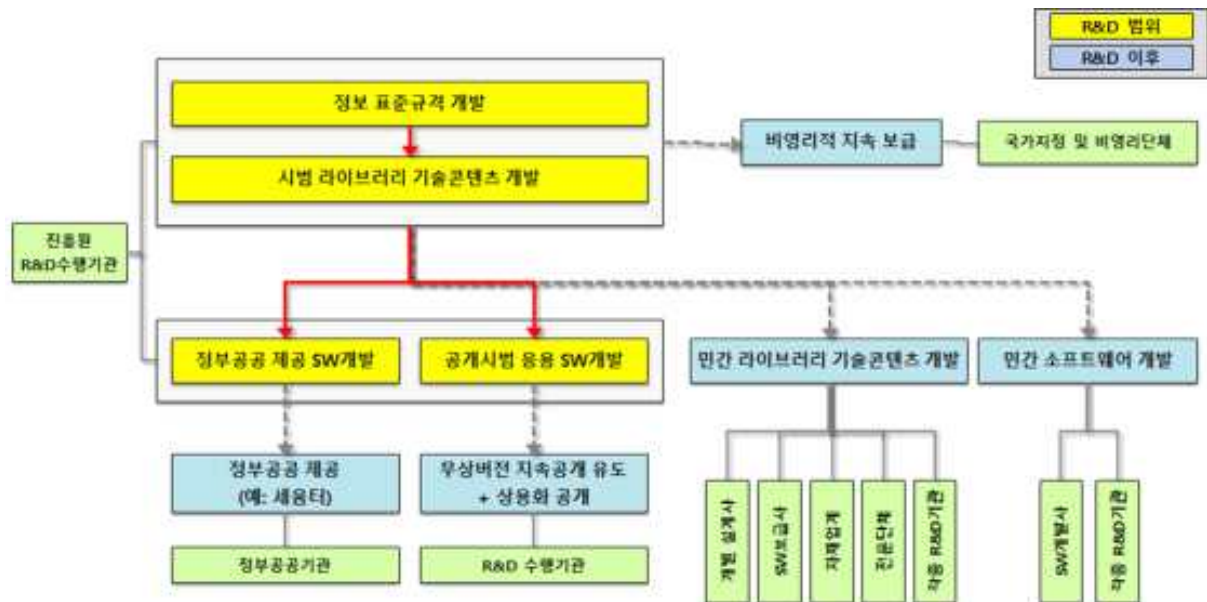
1. 개발 성과물의 성격

- 개발 성과물은 크게 기반기술과 사용기술로 구분함.
- 기반기술은 표준, 기초데이터, 데이터베이스 등을 말하며 사용기술은 소프트웨어, 시스템을 말함
- 각 세세부는 기반기술, 도구기술 또는 둘 간의 조합에 의하여 수행되어야 하며 기존의 소프트웨어 개발이 기반기술 없이 보여주기 위한 결과물 위주의 개발로 수행되어 개발완료 이후 활용되지 않는 부작용을 제거하기 위함임

세부 및 세세부		기반 환경	사용 기술
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부분			
1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발		○	
1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발		○	○
1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발		○	○
1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발		○	○
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발			
2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발		○	○
2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발		○	○
2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발		○	○
2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발		○	○
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발			
3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발		○	○
3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발		○	○
3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발		○	○
3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발		○	○
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발			
4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발		○	
4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급 기술개발		○	○
4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급 기술개발		○	○
4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발		○	○

2. 성과활용 전체 방향

- 성과는 크게 5개 부문에서 활용될 수 있음



(1) 지능형 설계지식 인프라 구축

- 보급포털을 통하여 보급
- openAPI 및 빅데이터를 공개적으로 보급
- 건축 평가와 관련된 시스템은 세움터 등 국가 정보시스템에 적용을 위한 모듈로 제공

(2) 개방형 설계지식 통합 플랫폼 개발

- 건축행정 지원을 위한 표준 기반 평가서비스는 세움터와 행정기관의 시스템에 활용 가능
- openAPI 및 빅데이터를 보급할 플랫폼을 구축하여 시범적으로 보급

(3) 건축설계사무소에 지능형 건축설계 자동화 기술 및 통합 플랫폼 제공

- 각종 설계자동화를 위한 인공지능 및 BIM관련 국가 R&D에 표준 및 라이브러리 콘텐츠 보급
- 각종 라이브러리콘텐츠는 개별적으로 구축이 어려운 민간업계에 보급가능
- 표준응용기술은 R&D참여 개발자에 의하여 기본적 기능은 무상보급을 유도하고

R&D이후의 전문적 기술을 개발하여 상용화 하도록 유도

(4) 설계자동화 기술 서비스 제공

- 자재업계 등 민간업계의 표준을 적용한 라이브러리콘텐츠 활성화에 활용
- 타 개발자들은 공개 표준, 라이브러리 및 각종 가이드를 활용하여

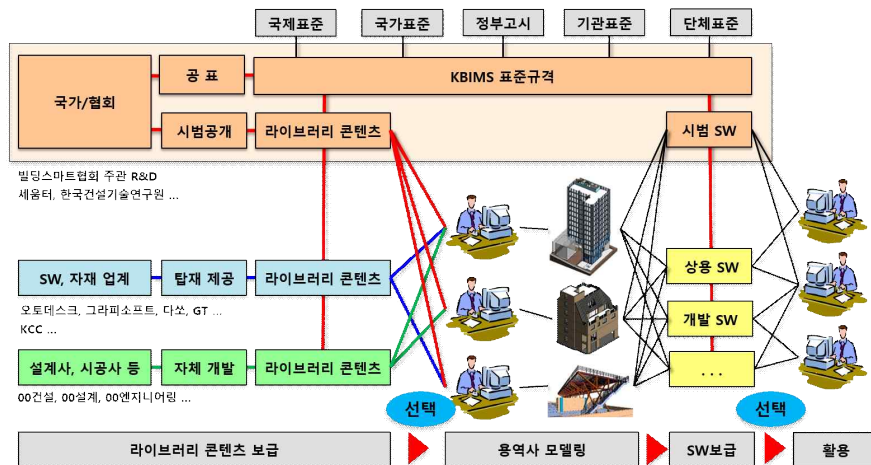
자체 비즈니스 모델 발전

(5) 설계자동화 기술 서비스제공 통합플랫폼 개발

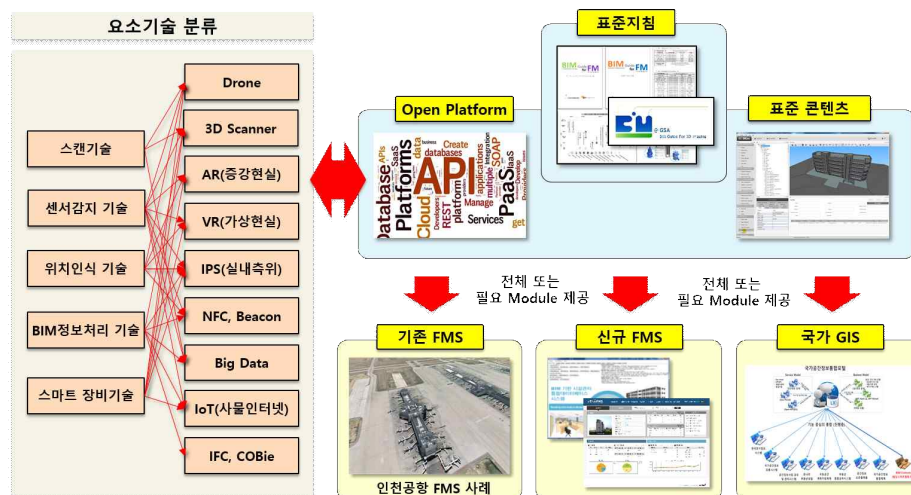
- 소프트웨어 업계 전반에 표준화용 유도를 통하여 민간 기술보급 시장 활성화 여건조성
- SW보급사들은 공개 표준을 이용하여 자사의 비즈니스에 활용

3. 성과 활용의 원칙

- 본 연구과제의 기술개발 전략은, 국가가 최소한의 공동약속(표준)과 시범기술을 모두가 활용할 수 있도록 보급하고 이후 민간의 추가, 응용 개발보급에 의한 시장 활성화 및 기술발전을 유도



- 또한, 본 연구를 통해 개발되어지는 소프트웨어 및 요소기술은 Open Platform 기반으로 개발되어지며 이는 공개적으로 보급되어 질 수 있도록 함



4. 보급 및 실용화 전략 (테스트베드 부분)

- 본 연구를 통한 보급 및 실용화 전략은 다음과 같음
- 크게 중소건축사 사무소, 건축행정, 일반인을 대상으로 하여 테스트베드를 진행 할 계획이며, 세부별 연계성, 적용 시나리오는 다음과 같음

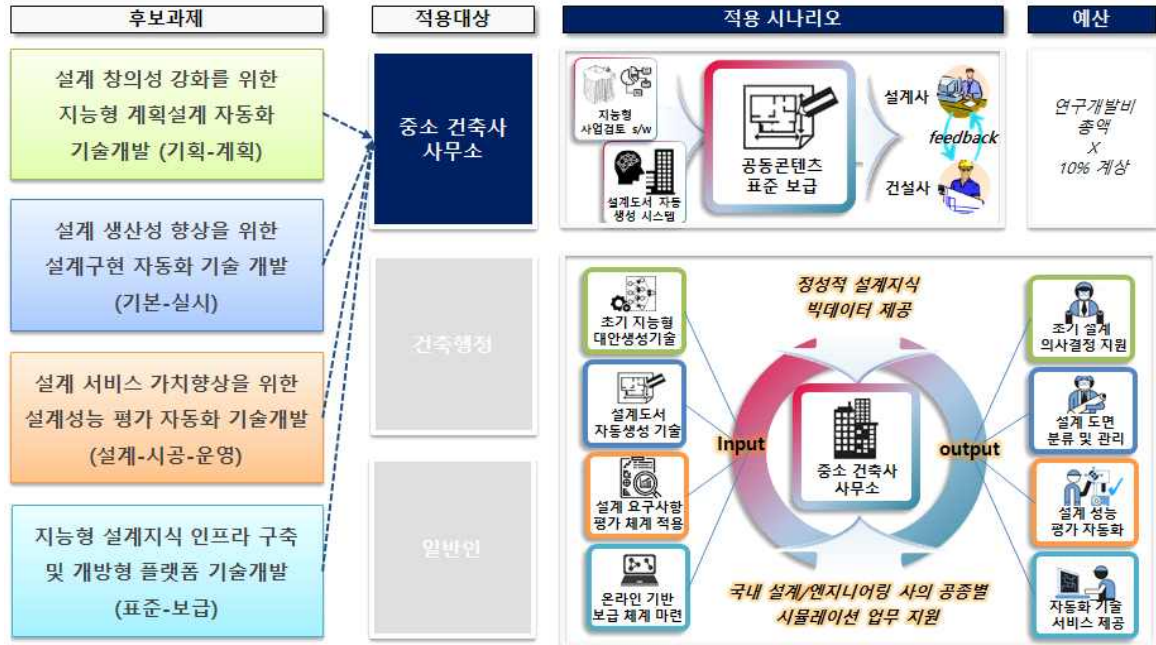


그림 95. 중소건축사 사무소 테스트베드 및 적용시나리오



그림 96. 건축행정 부분 테스트베드 및 적용시나리오

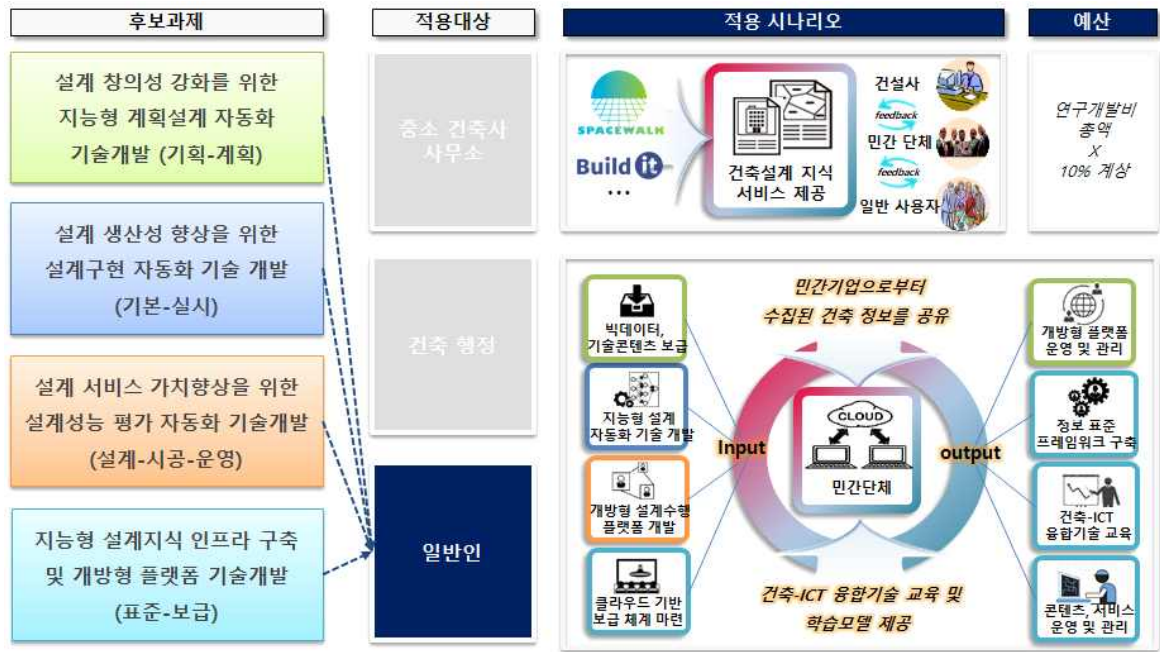


그림 97. 일반인/민간부분 테스트베드 및 적용시나리오

5. 세부별 성과에 따른 공급관리 방안

과 제	목표 성과	성과 공급 관리 방안
1세부. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발		
1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발	- 설계지식 데이터 수집 및 빅데이터 구축 - 설계지식 정성데이터의 정량화 논리 체계화 - 지능형 설계 레퍼런스 추천 모델 - 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술 - 비정형 빅데이터 기반 설계 요구사항 분석 기술 - 설계 커뮤니케이션 데이터 내 설계 요구사항 추출 모델 - 설계 요구사항 BIM 객체 매핑 자동화 모델	- 정성적 설계지식 빅데이터 제공 - 인공지능 기반 설계관련 연구과제에 빅데이터 및 정량화 방안 연계 - 설계지식 정량화 논리체계화를 활용한 설계 요구사항 표현 및 평가방안 제공 - 초기단계 의사결정 지원도구로서 요구사항 분석 도구로 실무에 활용 - 설계 요구사항 BIM 객체 매핑 자동화를 활용한 BIM 모델링 지원
1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발	- 인간객체 데이터 수집 및 플랫폼 구축 - 인간객체 데이터 활용 공간사용 시스템 개발 - 지능형 거주전/후 평가 모델 활용 설계안 평가 방안 - 설계 시각데이터 수집 및 전처리 방안 - 실내환경 데이터 수집 및 전처리 방안	- 초기 설계단계 인간객체 데이터 활용방안 보급 - 지능형 거주전/후 평가모델 활용 방안을 제공하여 설계 의사결정 지원 - 설계 이중데이터의 표준화된 수집 및 전처리 방안 제공
1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발	- 공동주택 동배치 대안 자동생성 모델 - 지능형 인간객체 및 인간행동 모델링 - 지능형 인간객체 활용 건축형태공간 생성 및 최적화 모델 - 지능형 공간객체 모델링 - 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술 개발 - 초기 설계단계 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 모델	- 중소 설계사 초기 설계 의사결정 지원 활용 - 지능형 인간객체 시뮬레이션 기술 보급을 통해 설계안 평가 관련 기술 확장개발에 활용 - 상세설계 과정에 지능형 공간객체 활용 연계
1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발	- 이중데이터 활용 설계객체 정보 인식 모델 - 설계객체정보 인식 모델을 활용한 초기설계 모델링 자동화 방안 - 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계 관련 정보 인식 모델 - 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 설계안 평가 기술 - 감성어휘의 정량적 분석 및 실내객체 스타일 매핑 모델 - 실내마감재 빅데이터 구축 및 적정 마감재 추천 모델	- 중소규모 건축 설계사의 초기 계획설계 대안생성 및 모델링 작업에 적용하여 효율성 향상 - 설계 객체정보 인식 모델을 공개적으로 보급하여 인공지능 기반 설계 기술 연구 개발에 연계

과 제	목표 성과	성과 공급 관리 방안
2세부. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발		
2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발	- 건축 BIM 부재별 LOD 빅데이터 구축	- 설계 도면 자동 분류 및 관리 시스템 제공 - 발주처에게 제출된 BIM 모델의 상세수준 및 정합성 자동 검토에 활용 - BIM 기반 인허가 법규 검토에 활용 - 설계도서 생성 자동화 시스템 제공
	- 건축 BIM 부재 자동 인식 및 LOD별 상세 수준 판별 학습 모델	
	- 건축 BIM LOD 자동 상세화 학습 모델	
	- 건축 실시설계 단계 주요 도서 빅데이터 구축	
	- 도서 자동 생성 위한 설계 전용 NLP 기법 구축	
	- BIM 부재 및 도서 연동 기술 구축	
2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발	- 건축/구조 부재(골조/외장 패널/계단/창호 등) 매칭 및 추천 위한 학습 모델	- 설계/엔지니어링사 구조 부재 선정 및 대안 설계에 직접 활용 - 국내 중소 구조 엔지니어링사의 시뮬레이션 업무 지원
	- MEP 분야 BIM 라이브러리 구축 및 자동 분류 학습 모델	
	- MEP 부재 자동 라우팅 기술 개발	
	- 마감재 개별 부재 DB 구축 및 스타일 DB 구축	
	- 마감재 선정 및 대안 생성 전용 인공지능 학습 모델 개발	
2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발	- 다차원 성능 최적화 위한 패러매트릭 설계 최적화 기술	- 기계설비 정보 DB화로 국가 단위 공공 건축물 에너지 이력 데이터 베이스에 활용 - 국내 중소 기계설비 엔지니어링사의 시뮬레이션 업무 지원
	- 데이터 기반 구조 RC/강재 부재 성능 분석 및 최적화 기술	
	- MEP 간섭 자동 해결 및 시뮬레이션 기반 부하 최적화 기술	
2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발	- 개별 부재 제작-조립-설치 및 가설 시설 최적화 위한 차세대 자동화 시스템	- 실시 설계 작업 및 시공 단계 이전 전 통합 검토 및 조율 - 시공 단계 전 시공성 검증을 통한 실시 설계 내실화 및 오류 최소화
	- 시공성 분석 위한 인공지능 기반 다차원 시뮬레이션 모델	
	- 가상현실 기반 실시설계 통합 검토 및 설계 최적화 시스템	

과 제	목표 성과	성과 공급 관리 방안
3세부. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발		
3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발	- 설계지침, RFP, 유지관리 등 설계 요구사항의 유형별 데이터 수집 및 분석 자동화 기술	- 설계평가 기술개발 및 확장을 위한 기반데이터 제공 - 설계 요구사항 평가 체계 제공 - 설계 요구사항 수집 및 평가 로직 제공 - 중소규모 건축 설계사의 건축설계 및 엔지니어링 관련 요구사항 충족여부 판단에 활용
	- 설계 요구사항 분석 및 논리체계 정립을 위한 자연어 처리 기술	
	- 설계 요구사항 빅데이터 구축 기술	
	- 설계 요구사항 평가 자동화 및 업데이트 자동화 모듈	
	- 실시간 정보 제공을 위한 설계 요구사항 분석/평가 서비스 플랫폼	
3-2. 건축행정 지원을 위한 표준 기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발	- 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술 개발	- 설계표준 적법성 평가 모델 자동보완 시스템 제공 - 인허가 및 설계인증 관련 업무 지원을 위한 웹기반 서비스 모듈 제공 - 실시간 응대를 위한 AI챗봇 제공 - 세움터 연동을 통한 건축 행정 지원 서비스 보급
	- 설계표준 평가 요구정보에 관한 학습 모델 구축	
	- 설계표준 평가 누락 데이터 자동 보완 기술 개발	
	- 기존 건축행정시스템과의 연동 모듈 개발	
	- 지능형 건축행정 적법성 평가 서비스 플랫폼 구축	
3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발	- 건축 에너지, 환경성능 설계정보 분석 및 DB구축	- 개발된 평가 자동화 기술 및 성능 최적화 기술은 보급포털을 통해 공개적으로 보급함 - 교육프로그램을 통하여 실무자들의 기술 활용을 증대함
	- 생애주기비용 건축물 경제성 관련 DB구축	
	- 설계성능별 데이터 통합관리 및 빅데이터 구축 기술개발	
	- 설계단계별 Design Context기반 설계성능 평가지표 개발	
	- 각 성능 평가지표별 분석 방법론 및 분석모델 개발	
	- 생애주기비용에 따른 경제성 및 각종 비용 산정 모듈 개발	
	- 설계단계별 에너지, 환경성능 평가 자동화 및 DAI 기술개발	

	- 설계단계별 경제성 평가 자동화 기술 개발	
	- 설계범위내 건축물의 설계성능 최적화 제안 시스템 개발	
3-3. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	- 설계 및 시공 데이터 통합관리 기술 개발	- 중소규모 설계사, 시공사의 현업에 직접 적용 - 민간기업으로부터 수집된 건축 정보를 공유하여 빅데이터 및 지능형 학습기술에 활용 - 관련 연구 개발에 활용될 빅데이터 및 학습모델 제공
	- 데이터 분석 및 지능형 기반 기술개발	
	- 딥러닝기반 설계-시공 데이터 학습모델 및 데이터 맵핑 기술개발	
	- 객체별 관계분석 및 디지털 설계도 패턴 분석 기술개발	
	- 텍스트마이닝 기술을 활용한 평가항목 자동생성 기술개발	
	- 설계 정합성 자동화 모듈 개발	
	- 설계안-시공안 검토를 통한 시공성 평가 자동화 모듈 개발	
	- 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발	

과 제	목표 성과	성과 공급 관리 방안
-----	-------	-------------

4세부. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발

4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발	- 인공지능기반 설계자동화 정보프레임워크 및 정보분류체계	- 설계자동화를 위한 기반 기술제공 - 건축설계-ICT의 융합환경 조성 - 설계자동화 정보분류체계 및 프레임워크 보급 - 건축-ICT 융합기술 교육 및 학습모델 제공
	- 인공지능기반 설계자동화 정보분류체계 보급 및 지원시스템	
	- 건축설계분야 및 ICT융합 활용 직능 기준 및 교육커리큘럼	
4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발	- 온라인 사업성검토 및 설계지원 시스템	- 중소규모 건축 설계사의 초기설계단계 업무를 웹기반 시스템을 통해 지원 - 클라이언트 요구조건에 적합한 설계안 도출 서비스 시스템을 중소규모 설계사에 보급
	- 온라인 설계안도출 및 설계지원 시스템	
	- 플랫폼기반 온라인 설계지원기술 보급시스템	

4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발	- 건축설계자동화 openAPI보급 시스템	- 플랫폼을 통한 openAPI,건축설계빅데이터, 기술콘텐츠 보급 - 보급된 API,빅데이터를 통한 가치창출
	- 건축설계 빅데이터보급 시스템	
	- 사용자 맞춤형 기술콘텐츠 시스템	
4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발	- 인적자원기반 휴먼클라우드 지원시스 템	- 인적자원 활용 플랫폼 제공 - 플랫폼을 통한 인공지능 설계자동화기술 보급을 통해 중소규모 설계사 업무부담 감소
	- 지식자원기반 클라우드형 설계수행통 합 지원 시스템	

5. 개발이후 보급관리 방안

- 연구개발의 결과는 크게 다음과 같이 지속적으로 관리하는 것이 필요함
 - R&D연구성과는 공개적으로 보급하고 신규시장 창출을 유도
 - 기존제품 보유기업에는 R&D기술이전 및 응용개발유도(기존제품 영리목적 참여 배제)
 - 각종기준은 국가표준규격으로 선포하여 지속 관리
 - 콘텐츠 데이터는 민간 자생적 운영 동력체계 확보에 의한 지속 발전
 - 소프트웨어 API는 국가차원에서 지속 관리 및 발전
- 다음은 개발이후 보급관리 방안의 구체적 내용임

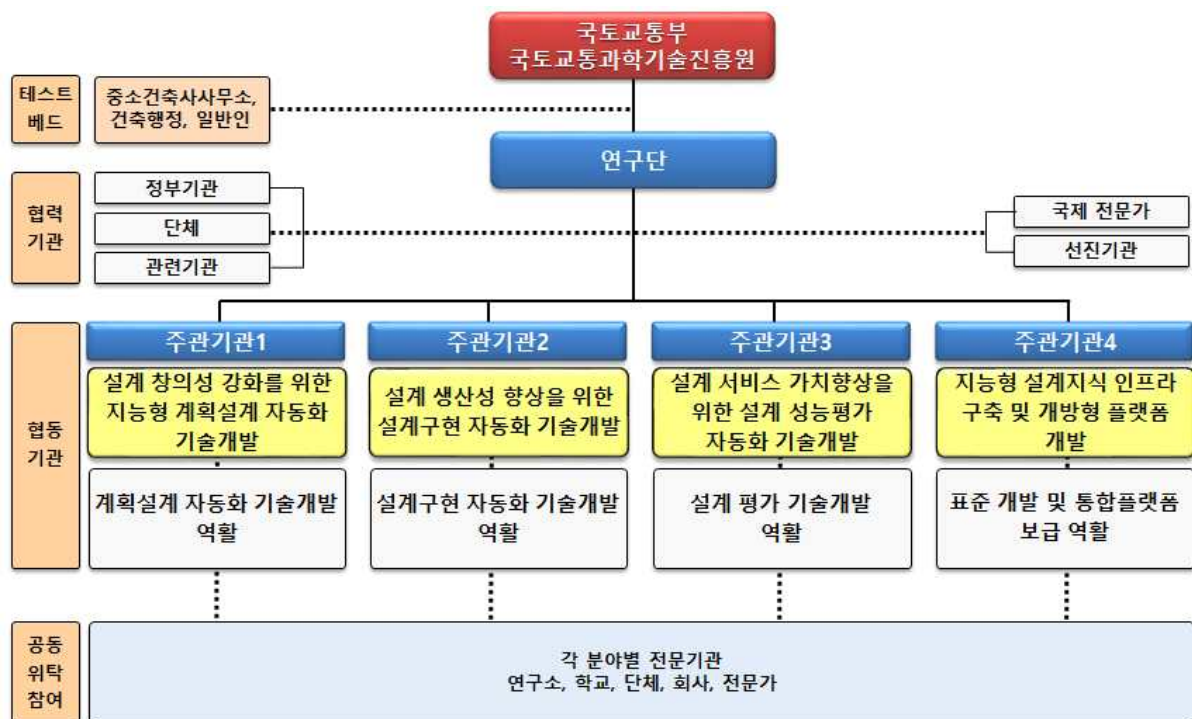
개발성과물	보급관리 방안	관리주체
각종기준	- 제도정책은 국가시책에 반영 - 교육프로그램에 의한 지속 보급	국토해양부 비영리단체
	- 표준규격은 국가표준으로 선포 - 민간표준으로 지속 발전 - 국제활동에 참여 및 반영	국토해양부 비영리단체 국제활동기구(민간)
	- 절차기준은 발주자 및 용역사에 배포 보급	비영리 민간단체
콘텐츠DB	- 라이브러리 콘텐츠는 자생력 확보 - 자재업계 참여에 의한 시너지 효과	비영리 민간단체 자재업체, SW업계
소프트웨어	- 소프트웨어 표준 규격을 배포보급 - 표준API는 배포보급 - 시스템은 사업화 - 품질관련 API는 세움터 등 탑재 활용	비영리 민간단체 비영리 민간단체 개발자 국토해양부 (세움터)



8절. 연구수행체계 제안

1. 연구 수행체계

- 본 연구의 각 세부는 독립적 표준 및 기술의 개발이 이루어지도록 기획이 되어 있음.
- 핵심기술인 인공지능기반 건축설계 자동화 기술 개발을 통한 설계지식 플랫폼 개발을 위해서는 세부간 상호 시너지 효과의 극대화를 위해 전체 과제는 하나의 연구단으로 진행되는 것이 필요
- 연구단의 기능은,
 - 기획관리 기능으로 과제를 수행하는 다양한 연구조직, 진도 및 목표를 관리
 - 세부간 연계기능으로 각 세부 연구의 결과를 취합하고 상호 연계 및 조정
 - 테스트베드는 세부별로 진행하되 통합 활용을 통한 실용성 검증 지원
- 각 세부는 독립적으로 운영하되 총괄기능에 의하여 수평적으로 공동협의체를 구성하여 자료의 공유 및 교환
- 개발성과물의 실증확인을 위한 실무계 자문기구의 필요
- 이외에 필요시 외부의 협력 및 위탁기관을 정하여 효율적 사업추진 수행
이 때 협력 및 위탁기관은 국내외 전문가 집단으로 활용



2. 전문분야의 참여 형식

- 각 세부과제는 분야별 상호협력이 필요하므로 건축, 구조, 기계, 전기 등 특정 전문분야로 구분하지 않고 전반적인 환경과 프레임워크 위주로 연구를 수행함.
- 각 전문분야가 공동으로 참여하는 사업과 전문분야 개별적으로 참여하는 연구의 성격은 다음과 같이 구분됨.

세세부		공동 참여	개별 참여
1. 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발			
1-1. 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발		○	
1-2. 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발		○	
1-3. 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발		○	
1-4. 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발		○	
2. 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발			
2-1. 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발		○	
2-2. 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발		○	
2-3. 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발		○	
2-4. Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발		○	
3. 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발			
3-1. 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발		○	
3-2. 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발		○	
3-3. 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발		○	
3-4. 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발		○	
4. 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발			
4-1. 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발		○	
4-2. 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발		○	
4-3. 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발		○	
4-4. 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발		○	

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

가. 정부 상위계획과의 부합성

(가) 9대 국가전략프로젝트 추진계획 (2016)

- 과학기술 혁신을 통한 국가발전 도모를 위해 AI를 비롯한 9대 국가전략 프로젝트 추진계획을 발표함(2016.08)
- 인공지능 분야에 대하여 선도국과 기술격차를 극복하고, 국내 AI 산업의 본격적 육성과 글로벌 시장 선점을 위해 AI공통플랫폼, 차세대AI기술, AI선도서비스 등 ‘지능정보사회 선도 AI 프로젝트’를 추진함
- AI 핵심기술 자립기반 확보와 국내 AI 기술·산업 성장의 기반 조성을 위해 기술수준(선도국 대비) (‘15) 70.5% → (‘26) 100%, AI 전문기업 (‘19) 100 → (‘26) 1,000개사, SW 인력양성(누적) (‘19) 6,700 → (‘26) 27,700명, AI 인력양성(누적) (‘19) 1,080 → (‘26) 3,600명 목표를 수립함

-> 본 과제는 이러한 국내 AI 산업의 본격적 육성과 글로벌 시장 선점의 전략에 충분히 부합됨.

(나) 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책 (2016)

- 4차 산업혁명 및 지능정보기술로 인해 나타날 경제·사회의 혁신적 변화에 대응한 종합적인 국가전략으로서 ‘기술→산업→사회’로 연결되는 중장기 정책방향과 오는 2030년까지의 추진과제를 담은 범정부 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」 발표함(2016.12)
- 글로벌 수준 기술 기반 확보, 전 산업 지능정보화 촉진, 사회 정책 개선 및 제도 정비 등 3개 정책방향 및 12개 전략과제로 구성됨

-> 본 과제는 이러한 중장기 정책 전략 및 핵심추진 전략과 충분히 부합됨.

(다) 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획

- ‘혁신성장’을 뒷받침하고 모두가 참여하고 모두가 누리는 ‘사람 중심의 4차 산업혁명’ 추진을 위한 범정부 차원의 큰 그림으로서, 4차 산업혁명 관련하여 그간의 총론 위주의 접근을 넘어, 국민이 체감하는 성과와 새로운 변화

를 본격 창출하기 위하여 정부 각 부처와 4차산업혁명위원회의 협업으로 제시하였음

-> 본 과제는 이러한 4차산업혁명에 대응 계획 및 전략에 충분히 부합됨.

(라) 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 (국토교통부,2018)

- 4차 산업혁명을 새로운 도약기회로 활용하고 삶의 질 향상 등 사회적 요구에 효과적으로 대응할 수 있는 기술개발을 위해 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자계획을 정하는 최상위 법정 종합계획을 수립함
- 두 번째 핵심 전략인 “기술융합을 통한 새로운 가치 창출”은 기존 건설 기술에 AI, 로봇, IoT 등 첨단기술 융·복합을 통해 “건설지능화”와 “건설기술 고부가가치화” 달성을 목표로 추진함
- “융합기술을 통한 건설 지능화 실현” 분야에서는 인공지능, 로봇 등 융복합을 통해 설계·관리·시공·유지보수 등 건설 프로세스를 혁신하는 “지능형 건설생산체계”를 전략목표로 설정하였으며, 인공지능 등 융복합 엔지니어링 기술인 “AI 기반 설계·관리”와 3D 프린터, 로봇 등 융복합 시공·보수 기술인 “건설자동화”가 핵심 목표이며, 2018-2027년간 민간투자를 포함하여 총 9조 5,788억원을 투자할 예정임

-> 본 과제는 이러한 지능형 건설생산 체계 실현의 전략목표에 충분히 부합됨.

(라) 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략 (국토교통부, 2017)

- 4차 산업혁명에 대응하여 범부처간 통일된 비전과 전략을 수립하기 위하여 기재부를 중심으로 ‘4차 산업혁명 전략위원회’를 신설(2017.02)하고 경제·사회 전반을 포괄하는 「4차 산업혁명 종합대책」을 마련하기 위해 민관 합동 TF를 운영 중

-> 본 과제는 이러한 4차 산업혁명 종합대책 추진 및 대응 전략에 충분히 부합됨.

(마) 제6차 건설기술진흥기본계획 (국토교통부, 2017)

- 2018년 ~ 2022년 5년간 건설기술정책 로드맵으로서 4차 산업혁명 기술을 융합한 스마트 기술 개발을 통해 생산성·안정성 향상 및 건설 엔지니어링의 국제 경쟁력 강화를 목표로 하고 있으며, “Smart Construction 2025 - 2025년까지 BIM, AI 적용한 건설자동화 기술 개발”을 비전으로 함
- 주요목표는 ‘건설 노동생산성 40% 향상, 사망자 수 30% 감소, 건설 Eng. 근

로시간 단축 20%'와 '건설Eng 해외수주 100% 확대'임

-> 본 과제는 이러한 BIM, AI기술을 적용한 건설자동화 기술 개발의 목표와 비전의 정부 계획에 충분히 부합됨.

(바) 데이터·AI경제 활성화 계획 (과학기술정보통신부, 2019년)

- 2019년 ~ 2023년 5년간 데이터·AI경제 선도국가 도약을 목표로 하며 다음의 3개 추진전략을 기반으로 한 추진과제들을 통해 데이터 가치사슬 전주기 활성화, 세계적 수준의 AI 혁신 생태계 조성, 데이터-AI 융합촉진을 위한 도모함
- 해당 계획을 통해 모든 산업의 혁신적인 변화를 유도하여 2023년까지 데이터 관련 시장규모를 2019년 대비 2배 성장한 30조원까지 성장시키고, AI분야 유니콘 기업 10개 육성 및 관련분야 전문인력 양성의 기대효과를 제시하고 있음

-> 본 과제는 이러한 데이터-AI융합 촉진, 세계적 수준의 AI 혁신 생태계 조성, 건설시장 활성화의 계획에 충분히 부합됨.

나. 본 연구를 통한 정책적 효과

- 각 세부과제 연구를 통해 얻을 수 있는 정책적 효과로는 다음과 같음.

1세부	설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
정책적 효과	· 고부가가치 설계 역량 강화로 글로벌 설계경쟁력 향상
	· 초기 설계단계 대안 생성 및 의사결정의 창의성, 효율성 향상
	· 정성적 설계지식의 정량화 방안 및 데이터 활용방안을 통한 지능형 설계 기반환경 조성
	· 정량적 설계요구사항 분석 및 활용기술을 통해 객관적 설계평가 지원
	· 초기 설계단계 의사결정 작업의 업무효율 향상 및 설계안의 신뢰도 향상
	· 설계 이종데이터 수집 및 관리에 대한 표준적 접근을 통해 설계 데이터 활용성 향상
	· 설계 본연의 특성을 반영한 설계초기 자동화 접근방안을 제시하여 설계 분야의 지능정보 기술 적용 활성화 유도
	· 국내 설계 실정에 적합한 설계자동화 기술 개발을 통한 지능형 설계기술 확산 유도
	· 스마트시티, 디지털 트윈 등 유관 분야와의 데이터 공유를 통한 연계활용
	· 설계 분야 업무 자동화에 따른 인력난 문제 해소 기여
	· 창의적 설계 역량 강화를 위한 대학 등 교육기관의 설계교육 수준 향상에 기여

2세부	설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발
정책적 효과	· 도면 오류, 누락, 모순 제거로 설계 변경 및 공사비 증대 최소화
	· BIM 모델링 오류 및 수작업 시간 감소로 산업의 BIM 기반 설계 확산 촉진
	· 설계도서와 도면/BIM모델의 연동으로 시방서 및 설계변경 보고서 반복 작업 해소
	· 발주자의 도면/BIM/설계도서 등 제반 설계 관리 효율 증대
	· 지능적 건축 부재 선정 및 급속 의사결정 지원으로 맞춤형 설계 구현
	· 마감 스타일 자동 생성으로 일반 사용자 니즈 반영한 설계 구현
	· 지능적 엔지니어링/설계 구현으로 구조 및 MEP 분야 영세성 극복 및 글로벌 경쟁력 확보
	· VR/AR/AI기반 설계 통합 검토 환경으로 발주자-설계사-시공사 인터랙티브 협업 생태계 조성
	· 시공성 분석 시스템 개발로 시공 단계 상세 설계 검토 중복 투자 방지
	· 도면 및 BIM 정보의 빅데이터 구축으로 벤처 및 창업 활동 활성화
3세부	건축설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술 개발
정책적 효과	· 객관적인 설계 요구사항 평가 기술 도입으로 건축설계 업무의 혼선 방지
	· 실제 설계 업무에 적용 가능한 평가 기술 공유를 통한 설계 업무 생산성 향상
	· 설계 요구사항의 일관적 평가를 통한 설계 수준 상향 평준화
	· 건축행정 적법성 평가 자동화 기술 보급을 통한 행정 업무 소요 시간 최소화
	· 설계표준 평가 지원을 위한 설계모델 보완 기술 도입으로 이중작업 방지
	· 지능형 건축행정서비스 모듈 제공으로 행정 서비스의 질적 향상
	· 건축물 성능향상 및 국내 환경에 맞는 최적화 건축물 구현
	· 국내 환경에 특화된 정량적 경제성 평가 지표 공유를 통한 프로젝트 수행 비용 절감
	· 설계 성능 평가 지표를 통한 녹색 건축물 기준 마련
	· 설계 성능 평가 결과와 건축물의 유지관리 연계 활용
	· 설계-시공간의 통일된 정보 공유 및 융합 촉진
	· 국가차원의 보급 기술 적극 도입을 통한 설계/시공분야의 기술력 향상 도모

4세부	지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발
정책적 효과	· 건축설계 신기술의 보급을 용이하게 하고 설계사 규모별 기술 격차를 줄여 설계품질의 상향평준화를 촉진
	· 인력, 자재, 기술, 콘텐츠 등의 시장 창출
	· 건설 산업의 투명성 증가
	· 건축물 생애주기 비용 감소를 통한 발주자 기술적용 환경 유도
	· 신기술 공유 및 협업환경 조성
	· 미래사회 직능변화에 선제적 대응
	· 타 산업과의 융합을 통한 일자리 창출 및 경제 활성화
	· 공공발주 투명성 증가
	· 건설환경 및 사용자 안전 확보
	· 건설산업 종사자 간 중복투자 방지

2절. 기술적 타당성

가. 개발 기술의 수준 및 성공 가능성

1세부	설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
수준	· 설계지식 정량화 논리체계화 방안, 설계초기 커뮤니케이션 지원 시스템
	· O&M 정량데이터의 설계초기 자동화 활용 모듈, 국내 실정에 적합한 설계 이종데이터 수집, 관리방안
	· 선진국 대등 수준의 설계초기 지능형 객체 기반 사업타당성 분석 및 설계 자동화 소프트웨어
	· 계획설계 자동화 및 의사결정 지원 소프트웨어
성공 가능성 (달성 확인 방법)	· 전문가 의견 수렴을 통한 설계지식 정량화 논리체계화 적합성 검토
	· 해외 선진사례와의 비교에 의한 데이터 활용수준 비교
	· 설계지식 학습모델을 활용한 지식 추론 기술의 정확도 및 활용성 수준 검토
	· 대안 생성, 모델링 자동화 기술의 경우 소프트웨어 구현 및 시연을 통한 기능 검증
	· 테스트베드 진행 및 설문조사를 통한 의견 수렴
2세부	설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발
수준	· 도면 오류, BIM 모델 상세수준, 설계도서 등 정합성 검토 위한 데이터 전처리 모듈, 데이터베이스 및 학습 모델
	· 건축 부재, 구조 및 MEP 주요 부재 추천 및 대안 제공 알고리즘
	· 설계 통합 정보 제공하는 AR 및 AI 기반 인터페이스
	· 시공성 분석 및 상세 설계 대안 제공 핵심 알고리즘
성공 가능성 (달성 확인 방법)	· 학습 모델은 ACC/F1 인공지능 평가 지표로 80% 이상의 인식을 달성
	· 데이터베이스 콘텐츠는 대형, 범용 건축물 대상의 적용 충족성 비율 검증
	· 품질 검토를 위한 구현도 및 요구 항목 처리 여부 확인
	· 전문가 의견수렴을 통한 적합성 검토

3세부	설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
수준	· 각종 설계 지침, RFP, 유지관리 등 국내 현황에 적합한 설계 요구사항 평가 자동화 시스템 및 업데이트 자동화 모듈
	· 설계 요구사항 분석 및 논리체계 정립을 위한 자연어 처리기술
	· 설계 요구사항 평가 자동화 및 업데이트 자동화 모듈
	· 실시간 정보 제공을 위한 설계 요구사항 분석/평가 서비스 플랫폼
	· 건축행정 지원을 위한 설계표준 기반 적법성 평가 기술
	· 설계표준 기반 적법성 평가 요구사항에 관한 설계모델 자동 보완 기술
	· 설계표준 적법성 충족을 위한 지능형 건축행정 지원 서비스 모듈
	· 설계단계별 Design Context기반 설계성능 평가지표
	· 설계단계별 에너지, 환경성능 평가 자동화 모듈
	· 설계단계별 경제성 평가 자동화 모듈
	· 설계범위내 건축물의 설계성능 최적화 제안 시스템
	· 객체별 관계분석 및 디지털 설계도 패턴 분석 기술
	· 텍스트마이닝 기술을 활용한 평가항목 자동생성 기술
	· 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 시스템
성공 가능성 (달성 확인 방법)	· 전문가 의견 수렴을 통한 적합성 검토
	· 일부 공공기관 및 민간 기업을 선정하여 테스트베드를 통한 효용성 검증
	· 해외 선진사례와 비교 검토
	· S/W 구현 및 시연을 통한 기능 검증
	· 설계단계에서 설계성능 분석 기술의 정확성 평가
4세부	지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발
수준	· 선진국 수준의 설계지식 공유 및 확산 인프라, 설계지원 서비스 플랫폼
	· 설계사 대상 기술공유 지원 시스템, 인적자원 및 콘텐츠 플랫폼
	· 공공발주의 투명성 증가
	· 미래직능 맞춤형 교육 프로그램
성공 가능성 (달성 확인 방법)	· 인프라 및 플랫폼 구축 전후의 설계품질검토를 통한 효과 검증
	· 발주자의 플랫폼 활용 만족도 조사
	· 인프라 및 플랫폼 실증에 의한 생산성 수치 검증
	· 공공발주사례를 통한 투명성 확인

나. 기술적 효과

- 본 연구를 통해 얻을 수 있는 기술적 효과로는 건축 산업적 기술효과와 국가 기술정책 및 기술발전의 효과를 기대할 수 있음.
- 건축 산업적 기술효과는,
 - 설계 이중데이터의 지능형 기술 활용기술 구현
 - 지능정보기술 기반 설계 자동화 개발 가속화 토대 마련
 - 유관 기술의 국가 R&D 사업에 활용 가능한 정보활용기반 구축
 - 중소규모 설계/시공사의 프리컨스트럭션 기술 도입 구현
 - 중소 설계사의 기술보급 및 상향평준화
 - 건축 도면 자동 분류로 인한 행정 및 관리 소요 시간 축소 등
- 국가 기술정책 및 기술발전의 효과는 다음과 같음.
 - 건축행정시스템의 서비스 질적 향상을 위한 기반 기술 제공
 - 스마트시티, IoT 등 타 유관기술과의 연계성 확보
 - 빅데이터를 통한 설계-시공-유지관리 정보 공유 및 통합 활용
 - 중소규모 설계사, 시공사의 기술 수준 향상
 - 선진국 수준의 건축물 생애주기관리기술 확보
 - 선진국 수준의 인공지능기반 건설 신기술 구축 등



1세부	설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발
기술적 효과	· 정성적 건축계획정보의 정량화 방안 기초원천기술 확보
	· 지능정보기술 기반 설계 자동화 개발 가속화 토대 마련
	· 설계 커뮤니케이션 및 의사결정 지원을 통한 초기 의사결정 과정의 업무 효율성 향상
	· 설계 이종데이터의 지능형 기술 활용기술 구현
	· 설계 본연의 특성을 고려한 접근으로 설계자동화 연구의 유기적 연계방안 확보
	· 건축물 생애주기 전반에 연계되는 설계자동화 및 의사결정 지원기술 개발 촉진
	· 건축설계혁신 기술로 설계기술 완성도 및 신뢰도 증대
	· 유관 기술의 국가 R&D 사업에 활용 가능한 정보활용기반 구축
	· 스마트시티, IoT 등 타 유관기술과의 연계성 확보

2세부	설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발
기술적 효과	· 건축/구조/MEP 도면 내 오류/누락 축소로 설계 품질 향상 및 시공성 증대
	· 건축/구조/MEP 도면 자동 분류로 인한 행정 및 관리 소요 시간 축소
	· 공종별 BIM 모델 LOD 오류 인식으로 성과품 품질 향상 및 발주자 부담 축소
	· 설계도서 자동 인식으로 오류 축소 및 설계변경 관련 작업 소요 시간 축소
	· 건축/구조/MEP 부재 자동 선별 및 유형 자동 분류로 인한 급속 대안 분석 가능
	· MEP/구조 엔지니어링 분석 시 경험 기반이 아닌 데이터 기반으로 급속 대안 분석 가능
	· 가상 세계에서 통합 실시 설계 검토 가능한 AR, MR 기술 확보
	· 설계 정보 고유의 자연어 처리 기술 및 데이터 베이스 획득
	· 인공지능에 기반한 공정 시뮬레이션으로 최적 공정 순서 및 조합 생성으로 시공 단계 공기 단축
	· 시공성을 고려한 상세설계 자동화로 시공사 설계 검토 부담 감소

3세부	설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발
기술적 효과	· 건축행정시스템의 서비스 질적 향상을 위한 기반 기술 제공
	· 건축물 생애주기에 따른 경제성 평가를 통한 프로젝트의 효율적 관리
	· 건축표준 평가를 위한 모델 보완 기술로 설계지원 관련 기술력 확보
	· 지능형 건축행정 업무 지원을 통한 설계 업무 환경 혁신

	· 설계성능 평가 기술 보급을 통한 성능 최적화
	· 설계성능 평가 기술과 기존 유지관리 시스템의 연계 활용을 통한 개발 시너지 효과
	· 인공지능기반 설계와 관련된 연구과제 연계 활용 및 빅데이터, 학습모델 제공
	· 각종 자동화 평가 및 성능 최적화 기술 보급을 통한 중소규모 설계사, 시공사의 기술 수준 향상
	· 평가 시스템 활용을 통한 발주자의 의사결정 지원
	· 각 분야의 평가 결과의 빅데이터화를 통한 인공지능 기술 강화
	· 빅데이터를 통한 설계-시공-유지관리 정보 공유 및 통합 활용

4세부	지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발
기술적 효과	· 선진국 수준의 인공지능기반 건설 신기술 구축
	· 선진국 수준의 건축물 생애주기관리기술 확보
	· 건축설계 초기 의사결정과정 단축을 통한 품질확보
	· 중소 설계사의 기술보급 및 상향평준화

3절. 경제적 타당성

가. 정성적 효과

- 본 연구를 통하여 얻을 수 있는 경제적 타당성 중 정성적인 효과로
- 유관연구 경험지식을 보유한 학계 연계를 통한 기획의 시너지효과
 - 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 국방부 등 관련 국가 R&D사업의 경험을 다수 보유하고 있는 다양한 대학 연구진의 참여 및 협력
 - 대학 별로 보유한 다양한 역량의 융합과 상호보완을 통한 신기술 창출 시너지 효과
- 건축설계 실무진과의 연계한 실용적 연구기획
 - 건축설계 실무진과의 협업을 통하여 설계혁신방안 도출 및 실용적인 솔루션 제시
 - 기획내용에 대한 즉각적인 피드백이 가능한 연구 진행
- IT/인공지능 업계 참여에 의한 기술구현 입장 반영
 - 인공지능, BIM 및 각종 자동화 관련 연구개발 역량 보유기관 참여
 - 보유 기술력을 통한 연구 개발의 추진력 확보
- 해외 학계 협력에 의한 국제추세 반영
 - 관련 분야의 국제적 연구활동 기관의 협력
 - 국내기술의 국제화를 위한 국제추세를 기획에 반영

구 분	내 용
R&D 결과 보급	· 보급포털을 통하여 보급 · openAPI 및 빅데이터를 공개적으로 보급
민간시장 실용화	· 플랫폼 비즈니스 모델 제시 · R&D사업 참여 개발자들은 시장원리에 따라 비즈니스 모델 창출 모색 · 타 개발자들은 공개 표준, 라이브러리 및 각종 가이드를 활용하여 자체 비즈니스 모델에 발전 및 신시장 창출 · SW보급사들은 공개 표준을 이용하여 자사의 비즈니스에 활용
지속적 관리보급	· R&D사업 참여 개발자들은 시장원리에 따라 비즈니스 모델 창출시 이익의 일부를 기존 R&D설과물의 지속적 관리에 투자 유도 · 이후 각종 설계자동화를 위한 인공지능 및 BIM관련 국가 R&D에 표준 및 라이브러리 콘텐츠
공공 활용	· 각종 국가 인공지능기반 BIM관련 R&D에 openAPI 및 빅데이터 콘텐츠 지속활용 유도 · 각종 국가 BIM R&D에 의하여 openAPI 및 빅데이터 콘텐츠 지속 발전

나. 정량적 효과

- 건설산업은 타 산업대비 생산성 향상이 가장 더디게 진행된 산업분야로 연평균 1%로 제조업 3.6%에 비해 매우 낮으며(McKinsey&Company, Reinventing Construction, 2017), 4차산업혁명을 대표하는 ICT기술에 대한 투자도 낮은 수준임.
- JBKnowledge의 설문조사(2017, The 6th Annual Construction Technology Report)에 따르면 총 2,690명의 건설산업 종사자 중 46.4%가 연간 매출의 1% 이하의 금액을 정보통신 기술분야에 투자하고 있으며, 그 규모를 알 수 없다고 응답한 비율인 12.8%를 포함하면 절반 이상이 해당됨.
- 소프트웨어 솔루션 활용 조사에서도 42.5%에 이르는 응답자가 건설사업 수행 중 평균적으로 3개 이하의 소프트웨어를 활용, 그 중에서 48.7%가 통합된 플랫폼의 부재로 여전히 메뉴얼 방식으로 데이터를 교환하고 있음.
- 이러한 메뉴얼 방식의 정보교환으로 인해 발생하는 비용(2004년 미국 NIST 158억 달러 추정) 및 의사소통에 필요한 자료작성, 내용 설명 등 의사결정에 필요한 시간을 절감하는 것이 건설산업-ICT 융합기술 개발의 핵심 목표임
- 이처럼 기존 건설 프로세스에서의 비효율적인 과정을 개선하여 건설생산성을 높이는 것이 최근 건설산업의 메가트렌드가 되고 있음
- 국내에서도 이러한 트렌드에 맞추어 설계절차 개선을 통해 경제적인 효과를 도모하는 추세
 - 설계오류 30% 개선 시 연간 1.5조 + 폐기물 절감 효과 발생 (조달청 추산 설계오류로 인한 시공비용 6.8% 증가(연간 5조) + 폐기물 증가)
 - 국가 소비에너지 최대 16% 저감 효과 가능 (현재 기성 설계방식에서 인공지능 자동화를 통해 BEMS 및 BIM 도입을 통한 에너지 설계가 용이해질 경우 건축물 에너지 비용의 40%절감 효과)
 - 융복합 기술로 기존산업 30% 대체 기여 시 43만 일자리 창출에 기여(메가트렌드에 의한 직업소멸 예측(현재 일자리의 80%가 대체 또는 소멸)으로 현재 건설업 취업자 180만 중 144만명의 일자리 대체 또는 소멸 가능)
 - 한국고용정보원의 2018년 4차 산업혁명 핵심기술 활용도 예측에 따르면, 건설관련직의 핵심기술별 활용도는 클라우드(18.2%), 인공지능(11.4%)이 가장 높아 협업시스템과 의사결정지원 중심의 기술활용이 이루어짐을 알 수 있음

4절. 타당성 검토 종합

가. 기술개발투자의 시의성, 시급성

기술적 측면	4차산업혁명 도래에 의한 건축설계서비스 분야 적용 및 기술개선 모색 시급 - BIM등 최근의 건축설계 지원기술은 기존 인간의 기능적 업무수행 과정을 자동화하기 위한 기술이며, 기술변혁에 따라 인간의 판단까지도 능동적으로 지원하는 기술개발 시급 - 건축성능 관련 설계기술은 여러 분야의 복잡한 전문지식이 필요하므로 인공지능의 기술 도입으로 에너지 등 건축물의 기술적 성능문제 해결이 시급 - 건축설계분야는 영세소규모 조직이 대다수로서 정보기술수준이 상대적으로 매우 낙후되어 빠르게 변모하는 주변 정보환경에 효과적인 대응방안 마련 시급
경제적 · 산업적 측면	- 설계단계에서 최적성능 확보는 시공 유지관리에 장기적 비용을 절감하는 핵심요소이므로 인공지능에 의한 최적의 성능 확보가 시급 - 건축설계분야는 민간위주로서 인공지능과 같은 첨단기술의 경우 개별적인 비용투자 및 시행착오의 중복위험에 노출되어 있어 국가차원의 공통적 연구기반 확보 시급 - 건축설계 관련 국내 소프트웨어 산업기반이 취약하여 해외 의존도가 높아 개선시급
사회적 측면	- 건설직군은 180만명으로 비중이 매우 크나 4차산업혁명에 가장 취약한 분야로 인식 (KISTEP, 4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망, 2017) - 건축설계직군 역시 일자리변화에 매우 취약한 분야로서 능동적 대응방안 마련 시급 - 실시설계 단계에서 설계 정합성 검토 등 수동적 보정을 위해 투입되는 저부가가치 작업 대폭 축소의 대응방안 마련 시급 - 설계산업의 일자리 뿐 아니라 대학 등 교육기관에 의한 새로운 세대 인력배출에도 영향이 매우 크므로 장기적 관점의 방안마련 시급



4차산업 ICT융합 기술의 혁신적 발전에 따라 건축산업의 동참이 필요하며, 상대적으로 낙후된 설계분야에서 인공지능 자동화기술 개발의 기반연구가 시급함

- 후보과제별 세부적인 기술개발투자의 시의성, 시급성은 다음과 같음

(1) 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 부문

- 비효율적인 초기 대안생성 및 의사결정 업무로 인해 생산성 하락
- 전문가 의존적인 건축 계획 분야의 정성적 설계지식의 지능정보기술 적용방안 필요
- 설계 커뮤니케이션 과정에서 발생하는 요구사항 분석 및 설계 반영이 비효율적으로 수행
- 설계 이종데이터에 대한 표준적인 수집 및 관리 방안 부족
- 지능형 설계 자동화 기술 개발에 필요한 설계분야 데이터 확보 방안 필요
- 분절적으로 수행되고 있는 설계자동화 기술 개발의 통합적인 관리 필요
- 설계 본연의 특성을 고려한 설계자동화 기술 개발 접근방안 부족
- 중소형 설계사의 경우 학습모델 개발에 필요한 데이터와 개발인력 확보 등 자체적인 기술 적용에 한계가 존재

(2) 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발 부문

- 건축 실시 설계 단계의 인공지능 적용은 전세계적으로 아직 초기 단계로 기술 우위를 점할 수 있는 적정 시기임.
- 건축 소프트웨어 시장을 선점하고 있는 선진국의 소수 기업을 제외하면 해외에서도 중소기업이 산발적으로 개발. 국내 정부의 집중된 지원으로 규모의 경제 키워 경쟁적 우위 점할 수 있는 기회임
- 건축 실시 설계 도면 작성 및 BIM 모델링 작업은 대표적인 저부가가치이면서 인력 투입 시간이 높은 작업임.
- 잦은 설계변경에 필요한 도면 수정 및 보완 작업으로 인해 건축사는 본연의 업무 보다 단순 반복적 작업 위주에 치중하며 이로 인해 건축 분야에 인재 유입이 점점 줄어들고 있음.
- BIM 모델링 또한 실시 설계 단계에서는 LOD 상세화 등 자동화 가능 부분이 많이 존재. 기존 규칙 기반의 단순 자동화 보다는 인공지능 기반으로 지능적 자동화가 필요한 시점임.
- MEP 분야 또한 기존의 현장 위주의 의사결정 관행에서 벗어나 BIM 모델 기반 3차원 가상 공간에서 사전에 대안 개발이 필요. 그러나, 다수 공종의 이해 관계가 얽혀 있어 최적 해법 제시가 현실적으로 어려웠으나, 인공지능 기술 및 3차원 소프트웨어 분석 기술의 발전으로 실질적 시뮬레이션이 가능해진 시점임.
- AR/MR 및 인터랙티브 AI 기술 등의 성숙으로 실시 및 상세 설계 단계 검토를 2차원 도면이 아닌 3차원 가상공간에서 다수 참여자들이 AI의 보조를 받으면서 작업할 수 있는 차세대 설계 환경 구축이 현실적으로 가능해지고 있음.

- 인공지능 기술의 성숙으로 인해 기존에 적용하기 어려웠던 새로운 기술 개발이 가능해진 시점. 딥러닝 기술인 강화학습, GAN 등을 시공성 분석에 적용하면 최적 공정 순서, 시공 모듈화 등의 대안을 자동으로 생성할 수 있어 설계와 시공 단계를 연계할 수 있는 절호의 기회

(3) 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 부문

- 발주자/인허가권자의 설계 요구사항에 대한 주관적인 해석 및 객관적인 평가 체계 부재로 설계업무 지연 초래
- 그 밖에도 설계단계에서 법규, 지침 등 다양한 설계 요구사항에 대한 고전적인 검토 방법은 낮은 업무 효율로 생산성 하락의 원인
- 중소규모 설계사의 비효율적 업무, 인력난으로 인하여 신기술 도입 의지 저하 및 기술수준 하락
- 현존하는 경제성 평가는 단순 투자비용 대비 수익률을 계산하는 방식으로 건축물의 생애주기 간에 발생하는 비용 예측은 불가
- 건축 환경성능에 대한 평가는 설계 외에도 광범위한 전문분야의 지식을 필요로 하나, 설계 단계에서 이를 모두 적용하기에는 기술적 역량 부족
- 각 설계단계에 대한 이해를 바탕으로 한 설계 성능 평가 기술 필요
- 설계와 시공단계의 정보 호환에 대한 체계 부족
- 단순 오류나 설계사의 부족한 시공 지식이 반영된 설계도서의 교차 검토 시스템 미비
- 국내 설계 기술력과 시공 품질 향상을 위한 제도적 방안 필요

(4) 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문

- 축적된 건축설계 기술의 공유와 보급을 통한 설계품질 격차 해소 필요
- 발주자 및 건물 실 사용자에게 보다 나은 건축서비스를 제공하는 것이 필요
- 선진 수준의 건설환경 구축을 위해 표준, 기술콘텐츠, 인적자원의 보급이 시급
- 융복합 기술을 바탕으로 새로운 시장이 급속도로 확장되고 있으며, 이로 인해 새로운 형태의 인적자원 필요
- 정부의 공공발주에 대한 투명성이 요구되고 있으며 이를 만족시킬 새로운 형태의 건축 프로세스가 요구
- 다양한 공법과 기술, 공간구성으로 인해 복잡, 다양해지는 건축물에 대응 가능한 설계서비스가 필요
- 설계안에 최적화된 시공법과 현장관리 정보를 제공해주는 서비스에 대한 요구

나. 정부지원 필요성

■ 세부적인 개발 및 지원 필요성

- 국토부의 통계누리에 따르면 현재 국내에는 2만 개의 건축사사무소가 있으며 이 중 80%가 6인 이하의 중소형 건축사 사무소로 규모가 영세한 상황
- 미래에는 4차산업혁명으로 단순반복 직종의 80%가 소멸될 것이며, 2017년 한국고용정보원에 따르면 ‘건축가 및 건축공학기술자’의 44.72%가 일자리를 빼앗길 것으로 예측됨
- 현재 건축 환경에서는 이러한 방대한 양의 정보를 기존 인력으로 생산하고 관리하기에는 매우 어려운 실정이며, 관습적이고 정형화된 건축설계 및 건설 산업계의 구조는 건축 생산성을 지속적으로 떨어뜨릴 수 밖에 없는 실정임
- 따라서 설계 고유의 고부가가치 영역에 대해 BIM-AI를 융합하는 것은 저수준의 실용적 가치가 아닌 고수준의 저부가가치에 대한 설계분야의 자동화에 대한 정부의 지원이 적극 필요
- 국내 R&D추진 방향과 같이 인공지능기반 건설시장의 개척에 대한 공공-민간의 상호 협력을 통한 지속적인 관심이 필요하고, 정책 추진의 구심점을 확보하기 위해 정부의 적극적인 지원이 절대적으로 필요
- 건축설계는 방대한 규모의 후속시장을 창출하는 고부가가치 산업으로 특정 산업 및 시설물에 국한 된 것이 아닌 건설산업 전반에 활용 가능한 원천기술이므로 정부차원의 기반환경구축에 대한 정부의 적극적인 지원역할이 필요
- 세우터, 정부 SOC사업 등 정부공공주도의 사업에도 인공지능기반의 건축설계 자동화 기술의 확산 및 보급을 시행하여 정부사업의 효율성 증대 뿐 아니라, 민간의 인공지능 도입 활성화 도모가 필요



그림 98. 인공지능 지식과 S/W의 국가·연도별 출원 동향

다. 국토부 주도의 개발 및 지원 필요성

- 2019년 8월 22일 제88회 국정현안점검 조정회의에서 국토교통부는 건축행정 서비스를 개선하고, 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 경제·사회·문화적 측면에서 건축 산업 발전을 적극 지원하는 행정서비스 혁신 방안을 마련하고자 ‘건축 행정서비스 혁신방안’을 발표함.
- 국토교통부는 ‘건축 행정 서비스 혁신방안’을 통해 창의적 건축물 조성, 허가 및 심의 기간 단축, 4차 산업 혁명 핵심기술 도입, 국민편의 증진, 창업 플랫폼 구축, 신산업 육성을 이루고자 함.
- 이러한 국토부의 정책적 추진 방향을 고려하여 볼 때, 앞으로 미래 건축설계 및 건설 산업은 4차 산업혁명 기술과 연계한 BIM, IoT, AI, AR/VR, 드론 등 지능화된 건축 핵심기술 개발이 필수적이며, 소규모와 대규모로 양극화된 국내 건설 시장의 문제를 개선하기 위해서는 행정관련 서비스뿐만 아니라 전반적인 건축 서비스 제공 방식을 새롭게 탈바꿈할 것으로 판단됨.
- BIM-AI를 융합한 연구를 통해 특정 산업 및 시설물에 국한된 것이 아닌 건설 산업 전반에 활용 가능한 원천기술이므로 정부차원의 기반환경구축에 대한 국토부의 주도적 역할이 필요함.

(1) 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발

- 4차 산업혁명에 대응하여 건축설계분야에서도 설계 지능화 개발이 시도되고 있으며, 이를 위한 주요 설계지식 데이터의 효과적 수집 및 활용 방안에 대한 국가 차원의 관리 필요
- 정성적 설계데이터를 활용한 초기 설계자동화 기술은 건축 산업의 설계역량 혁신을 통해 설계 산업분야의 국제적 경쟁력확보에 기여하므로 이에 대한 지원이 필요
- 스마트 시티, 스마트 홈 등 유관기술과 연계가 가능한 내용으로 정부차원의 기반기술 개발 및 환경 구축을 통해 산업 전반의 경쟁력 확보 가능
- 설계 이중데이터의 관리 및 분석은 건축 설계분야의 지능정보기술 확산에 필요한 원천 기술이므로 국가 차원의 데이터 관리 및 유통 기술에 대한 역할 필요
- 민간 개별기관에 의존한 데이터 관리 및 공유체계가 아닌 국가 공공기관을 통한 데이터관리체계를 수립하여 건축분야 종사자 누구나 활용 가능한 데이터 활용시스템 수립
- 창의적 설계역량 강화를 통해 건축 설계 분야의 고부가가치화를 지원하는 기술로서 건축설계 분야 경쟁력 강화를 위한 국가적 지원이 필요
- 지능형 설계자동화 개발의 원천기술이나 개별민간기관에서는 수행하기 어려

은 내용으로 국가차원의 연구개발 지원이 필요

(2) 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 부문

- 본 연구에서는 개별 기업에서 개발된 건축 실시 설계 도면 및 상세 BIM 모델의 정합성, 무결성을 검토하고, 도면 및 BIM 모델의 상세 수준을 자동으로 높일 수 있는 기본 데이터 세트와 학습된 인공지능 모델 제공
- 또한 이를 4세부 플랫폼에 탑재하여 발주자, 설계 및 시공사가 온라인상에서 업로드 및 다운로드 형태로 활용할 수 있게 해주는 것을 목적으로 함
- 이처럼 개별 요소 기술 및 활용 인터페이스를 개별 기업에서 개발할 경우 중복 투자가 될 가능성이 높은 동시에, 중소 및 중견 규모의 기업에서는 자체적으로 개발하기 힘든 상황
- 따라서, 중복 투자를 방지하면서 중소 규모의 기업 지원을 위해서는 정부 주도의 연구 및 개발이 필요
- 최근 국가 차원에서 건축 정보 빅데이터를 개방하면서 전용 건축 HUB 구축을 계획하고 있으나 방대한 정보를 자동 분류하고 관리할 수 있는 지능적 기능이 동반돼야 활용이 실제로 가능할 것임. 따라서, 인공지능 기반 도면 및 BIM 라이브러리 등의 자동 인식 및 분류 기능 개발이 공공 건축 정보 활용성을 높이는데 기여
- 해외의 경우, 건축 설계 분야 대형 민간 소프트웨어 기업들이 인공지능 기반으로 설계 전 과정을 전환하는 연구를 활발히 진행하고 있어, 차세대 설계 시장에서의 시장 우위를 모색하고 있음
- 그러나, 국내의 경우 개별 설계사나 시공사가 이를 위한 전용 연구를 진행할 역량이 부족하며, IT 분야에서도 건설에 투자 및 개발하는 기업이 매우 드문 상황임. 따라서, 정부의 지원을 통해 연구 연량을 집중키시고, 이에 따라 국내 토종 소프트웨어 기술의 개발을 하고 해외 시장 진출을 꾀할 필요가 있음
- 국내 건설 사업에서 설계의 품질 문제로 인해 시공 단계에서 공사비가 증가하는 문제가 만연해 있음. 이를 발주 제도 및 정책으로 보완하고자 한 시도가 많으나 근본적인 기술력 문제가 해결되지 않음. 정부 재정 사업으로 진행되는 공공 건축 사업의 설계 경쟁력을 높임으로서 국가 재정 효율을 높이고 공공 사업 효율화를 기술력으로 해결이 필요
- 도면 및 BIM 모델 정합성 분석, Precon 시뮬레이션 및 시공성 분석 등의 연구는 이처럼 설계와 시공 간의 연동 문제를 개선하고자 함

(3) 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 기술개발 부문

- 기존의 건축행정시스템 ‘세움터’와 같이 설계 요구사항 평가를 주체 기관에 도입하여 실제 설계업무의 적용을 유도
- 조달청 및 관련 정부 부처의 협력을 통한 관련 법규 제정, 지침 배포 등 민간기업으로의 기술 보급을 위한 환경 개선 방안 필요

- 설계단계의 법규나 설계 지침 등의 요구사항은 정부와 민간 모두에서 사용되는 것이므로, 이러한 요구사항들의 평가 기술 도입을 위해 정부와 민간의 설계 기술 수준 평준화 필요
- 부분적으로 개발, 활용되는 경제성, 환경성능 평가 기술의 통합 적용 및 기준 마련에 공공발주사업의 파급 효과가 크므로 국가차원의 도입 기준 마련
- 경제성, 환경성능 정보의 효과적인 활용을 위한 정부 정책 도입 필요
- 인공지능의 학습기능과 정보 공유를 위한 빅데이터 기술은 국가차원의 정보 활용 기준 및 개발, 보급이 필요
- 현 시스템은 설계와 시공의 정보교환이 부족한 실정, 설계 기술력과 시공 품질을 위한 정보 교류 체계에 정부의 주도적 역할이 필요
- 설계/시공/유지관리 등 건축물의 생애주기에서 지속적인 데이터 활용 및 유지를 위한 국가 정책이 필요
- 4차산업혁명에 대비할 인공지능/빅데이터 기술의 효과적인 도입과 확산을 위한 사용자(설계/시공/허가권자/발주자 등)의 지속적인 교육과 홍보에 정부 역할 필요

(4) 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 부문

- 설계사의 규모에 따라 기술격차가 점차 심화되고 있으며, 업체간의 기술공유 및 기술개발 투자 또한 줄어들어 국가주도의 기술개발 및 공유의 필요성이 증가
- 국가 공공발주의 투명성을 확보하고 이를 뒷받침해줄 수 있는 인프라 및 서비스 환경이 구축되어야 함
- 국가주도의 건설신기술 보급은 민간 발주자와 건축물 실 사용자의 건축품질 만족도를 향상시킬 수 있는 방안임
- 대규모 기술개발 및 도입역량이 취약하고 반복적 시행착오, 중복투자 및 정보공유 혼선을 막기 위한 최소한의 공공적 역할을 수행하여야 함
- 공공발주를 통한 파급효과 사례는 이미 증명된 바 있으므로, 국가차원의 인프라 구축 및 시범적용이 요구됨
- 국가적인 경쟁력 확보를 위해 선제적인 설계지식 인프라 및 플랫폼 구축이 요구
- 4차산업에 대응하여 건축설계 신규직능 발굴을 주도, 융복합 인적자원 관리 인프라를 통해 타 산업에서의 경쟁력 확보 가능

라. 정부 미지원시 문제점

- IT융합, 빅데이터 등은 건축산업계의 민간개별적 접근에 한계가 있어 정부지원이 없는 경우 도입이 어렵거나 매우 늦어짐
- 국토부 등 정부 부처의 각종 국가 로드맵과 상호연계성 및 보조맞춤 곤란
- 이미 공개 중인 세움터의 개요정보 등 빅데이터의 연계성 확보곤란으로 중복투자 및 혼선 발생 가능함
- 기존에 추진중인 BIM등 각종 정보화 사업에서 요구되는 정보체계와 연계호환을 위한 표준의 위계확보 불가능함



**4차 산업혁명을 추진하는 정부정책 설계서비스산업도 동참이 필요하나
중소규모가 대다수인 민간의 개별적 추진에는 한계가 있으므로
선도적 기술개발과 공통 인프라 조성에 정부지원이 필수적임**

- 이와 관련하여, 세부적인 미지원시의 문제점은 다음과 같음.
 - 정성적 설계지식의 객관적인 설계 반영 여부 평가 곤란
 - 지능형 설계기술 개발에 필요한 데이터 격차 발생
 - 반복적인 학습 데이터 전처리 작업으로 지능형 기술 개발 효율성 하락
 - 설계지식 빅데이터 구축을 위한 구심점 확보 곤란
 - 분절화된 설계자동화 기술 개발로 실무 활용성 저하
 - 지능형 기술 개발을 위한 유관 분야 협력체계 구성 곤란
 - 해외 선진 소프트웨어 기업에게 인공지능 기반 설계 시장 내주고 국내 시장 잠식 위험
 - 공통 필요 기술의 구심점 부재로 민간 개별적 중복투자 부작용 지속 발생
 - 건축 설계 분야에 4차산업혁명 기술 도입하여 새로운 패러다임 및 국제 표준 선점할 기회 상실
 - 인허가를 포함한 설계 요구사항 검토에 대한 비효율적 업무로 인해 중소기업 설계사의 생산성 저하 및 대기업과의 기술 격차 증가
 - 제한적인 데이터 활용으로 인공지능 기술의 신뢰성 저조
 - 설계와 시공, 유지관리 각 단계 정보의 단절 지속으로 신기술의 도입 곤란
 - 4차산업혁명 대응 지연으로 인한 건설산업 인적자원 및 국가경쟁력 상실
 - 표준보급, 인적자원 관리, 콘텐츠 인프라의 부족으로 인한 건설산업 낙후
 - 타 산업 대비 건설산업 서비스 저하로 인해 발주자 및 건축물 사용자의 만족도 하락

5장. 인력투입 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

■ 전체사업 인력투입계획

단위 : 명

구분	총 개발인력(명, 참여율 30% 기준)					
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
책임연구원	31	37	44	37	28	177
연구원	39	46	56	46	38	225
연구보조 (박사과정)	55	63	81	63	52	314
연구보조 (석사과정)	78	87	108	87	76	436
합계	203	233	289	233	194	1,152

■ 세부과제별 인력투입계획

단위 : 명

구분		투입인력계획					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
		인원수	인원수	인원수	인원수	인원수	
1 세부 과제	책임연구원	9	10	12	10	8	49
	연구원	10	13	15	13	10	61
	연구보조 (박사과정)	15	17	22	17	14	85
	연구보조 (석사과정)	21	23	30	23	20	117
	소계	55	63	79	63	52	312
2 세부 과제	책임연구원	6	8	10	8	6	38
	연구원	9	10	13	10	9	51
	연구보조 (박사과정)	12	14	17	14	12	69
	연구보조 (석사과정)	18	20	23	20	18	99
	소계	45	52	63	52	45	257
3 세부 과제	책임연구원	7	9	10	9	6	41
	연구원	10	10	13	10	9	52
	연구보조 (박사과정)	13	15	20	15	12	75
	연구보조 (석사과정)	18	21	25	21	18	103
	소계	48	55	68	55	45	271
4 세부	책임연구원	9	10	12	10	8	49
	연구원	10	13	15	13	10	61

과제	연구보조 (박사과정)	15	17	22	17	14	85
	연구보조 (석사과정)	21	23	30	23	20	117
소계		55	63	79	63	52	312
총계		203	233	289	233	194	1,152

2절. 소요예산 산정

■ 예산 산정방법

- 세부과제별 기획위원회를 구성, 기획위원회에 의한 상향식 방법으로 예산을 산출함
- 세부과제를 수행하는데 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정
- 민간 부담금은 정부지원금의 20%로 계상
- 항목별 예산은 ‘국토교통연구개발사업 연구비 관리 및 정산매뉴얼’의 ‘비목별 연구개발비 계상·사용’을 작성기준으로 활용
- 전체 예산 중 인건비는 40% 이하로 계상
- 인건비의 참여율은 30%로 기준
- 인건비 기준단가는 다음을 따름
- 책임연구원, 연구원 - ‘2019년 학술연구용역 인건비기준단가(천원 이하 절사)’를 기준으로 작성

■ 전체사업 소요예산

단위 : 백만원

구분	1차년		2차년		3차년		4차년		5차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
연구단	5,100	1020	5,900	1,180	7,300	1,460	5,900	1,180	4,800	960	29,000	5,800
1세부	1,400	280	1,600	320	2,000	400	1,600	320	1,300	260	7,900	1,580
2세부	1,100	220	1,300	260	1,600	320	1,300	260	1,100	220	6,400	1,280
3세부	1,200	240	1,400	280	1,700	340	1,400	280	1,100	220	6,800	1,360
4세부	1,400	280	1,600	320	2,000	400	1,600	320	1,300	260	7,900	1,580

3절 세부과제별 소요예산

■ 1세부 과제

단위 : 천원

예 산 항 목	세 부 항 목		예 산 항 목							비 율 (%)	
			단가 (원급 여)	연평균 인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		소계
직 접 비	인 건 비	책임 연구원	77,204	30	208,451	231,612	277,934	231,612	185,290	1,134,899	12.0%
		연구원	59,199	30	177,597	230,876	266,396	230,876	177,597	1,083,342	11.4%
		연구보조 (박사과정)	30,000	30	135,000	153,000	198,000	153,000	126,000	765,000	8.1%
		연구보조 (석사과정)	21,600	30	136,080	149,040	194,400	149,040	129,600	758,160	8.0%
	소 계				657,128	764,528	936,730	764,528	618,487	3,741,401	39.5%
	연구장비 재료비				300,000	400,000	500,000	400,000	300,000	1,900,000	20.0%
	연구활동비				358,344	398,160	497,700	398,160	338,436	1,990,800	21.0%
	연구수당				122,528	69,312	105,570	69,312	69,077	435,799	4.5%
	소 계				780,872	867,472	1,103,270	867,472	707,513	4,326,599	45.5%
	위탁연구개발비					0	0	0	0	0	0
간접비					252,000	288,000	360,000	288,000	234,000	1,422,000	15.0%
합 계					1,611,679	1,967,201	2,366,800	1,967,201	1,567,119	9,480,000	100%

■ 2세부 과제

단위 : 천원

예 산 항 목	세 부 항 목	예 산 항 목								비 율 (%)
		단가 (원급 여)	연평균 인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
직 접 비	책임 연구원	77,204	30	138,967	185,290	231,612	185,290	138,967	880,126	11.5%
	연구원	59,199	30	159,837	177,597	230,876	177,597	159,837	905,744	11.8%
	연구보조 (박사과정)	30,000	30	108,000	126,000	153,000	126,000	108,000	621,000	8.1%
	연구보조 (석사과정)	21,600	30	116,640	129,600	149,040	129,600	116,640	641,520	8.4%
	소 계			523,444	618,487	764,528	618,487	523,444	3,048,390	39.8%
	연구장비 재료비			250,000	300,000	400,000	300,000	250,000	1,500,000	19.5%
	연구활동비			282,960	314,400	393,000	314,400	267,240	1,572,000	20.5%

	연구수당	65,596	93,113	74,472	93,113	81,316	407,610	5.3%
	소 계	598,556	707,513	867,472	707,513	598,556	3,479,610	45.3%
위탁연구개발비		0	0	0	0	0	0	0%
간접비		198,000	234,000	288,000	234,000	198,000	1,152,000	15.0%
합 계		1,348,224	1,526,959	1,950,201	1,526,959	1,327,657	7,680,000	100%

■ 3세부 과제

단위 : 천원

예 산 항 목	세 부 항 목	예 산 항 목								비 율 (%)
		단가 (연구 여)	연평균 인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
직 접 비	책임 연구원	77,204	30	162,128	208,451	231,612	208,451	138,967	949,609	11.6%
	연구원	59,199	30	177,597	177,597	230,876	117,597	159,837	863,504	11.3%
	연구보조 (박사과정)	30,000	30	117,000	135,000	180,000	135,000	108,000	675,000	8.3%
	연구보조 (석사과정)	21,600	30	116,640	136,080	162,000	136,080	116,640	667,440	8.2%
	소 계			573,365	657,128	804,488	597,128	523,444	3,155,553	39.4%
	연구장비 재료비			300,000	350,000	400,000	350,000	250,000	1,650,000	20.2%
	연구활동비			308,448	342,720	428,400	342,720	291,312	1,713,600	21.0%
	연구수당			42,187	78,152	101,112	78,152	57,224	356,827	4.4%
	소 계			650,635	770,872	929,512	770,872	598,536	3,720,427	45.6%
	위탁연구개발비			0	0	0	0	0	0	0%
간접비				216,000	252,000	306,000	252,000	198,000	1,224,000	15.0%
합 계				1,438,759	1,675,602	2,021,098	1,675,602	1,348,939	8,160,000	100%

■ 4세부 과제

단위 : 천원

예 산 항 목	세 부 항 목	예 산 항 목								비 율 (%)
		단가 (연구 여)	연평균 인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
직 접 비	책임 연구원	77,204	30	208,451	231,612	277,934	231,612	185,290	1,134,899	12.0%
	연구원	59,199	30	177,597	230,876	266,396	230,876	177,597	1,083,342	11.4%
	연구보조 (박사과정)	30,000	30	135,000	153,000	198,000	153,000	126,000	765,000	8.1%

	연구보조 (석사과정)	21,600	30	136,080	149,040	194,400	149,040	129,600	758,160	8.0%
	소 계			657,128	764,528	936,730	764,528	618,487	3,741,401	39.5%
	연구장비 재료비			300,000	400,000	500,000	400,000	300,000	1,900,000	20.0%
	연구활동비			358,344	398,160	497,700	398,160	338,436	1,990,800	21.0%
	연구수당			122,528	69,312	105,570	69,312	69,077	435,799	4.5%
	소 계			780,872	867,472	1,103,270	867,472	707,513	4,326,599	45.5%
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	0	0%
간접비				252,000	288,000	360,000	288,000	234,000	1,422,000	15.0%
합 계				1,611,679	1,967,201	2,366,800	1,967,201	1,567,119	9,480,000	100%

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	지능형 건축설계 자동화 기반기술 및 설계지식 플랫폼 개발
1. 연구개발 목표	○ 전체목적 - 본 기획과제는 인공지능기반 설계지식 플랫폼을 통한 건축설계 생태계 혁신을 비전으로 삼고 있으며, 인공지능을 비롯한 첨단 ICT와 전통적인 건축설계업무를 융합하여, 세계선도 수준의 설계 역량을 확보하기 위한 건축설계 자동화 기술 개발을 기획함 ○ 목표 - 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 • 건축계획 및 설계분야의 다양한 정성적 데이터의 지능정보기술 적용을 위한 학습 및 활용방안을 마련 • O&M으로부터의 정량적 데이터를 포함한 설계 이종데이터의 설계자동화 적용을 위한 데이터 취득 및 활용기술을 개발 • 지능형 인간 및 공간객체 기반 공간설계 기술과 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발 - 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 • 빅데이터 및 인공지능 기술 기반 실시설계 단계의 설계도서 및 BIM 모델의 정합성 검토 및 자동 상세화 • 건축/구조/MEP분야별로 상기 목표 구축하고 전문 공종별로 대안 생성 및 엔지니어링 분석 자동화로 의사결정 지원 • Off Site 제작 가능 주요 부재에 대한 시공 적용 프로세스 최적화 • 3차원 가상 공간에서 설계 정합성 검토 및 시뮬레이션을 통한 의사결정 지원 시스템 구축 • 통합 검토된 설계의 시공성 분석을 위해 인공지능 기반 다차원 시뮬레이션 시스템 구축 - 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 • 고부가가치 설계를 위한 인공지능기반 자동화 평가 체계를 구축 • 설계평가 자동화 기술의 활용 및 보급 방안 모색 • 미래 IT융합환경에서 설계 성능 및 품질 향상을 위한 응용기술 개발

	- 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 • 인공지능기반 건축설계 자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 개발 및 인적자원 육성체계를 구축 • 각 세부에서 개발된 설계초기 자동화 기술, 설계구현 자동화 기술, 설계 성능 평가기술을 통합 및 보급을 위한 개방형 플랫폼을 개발 • 건축설계자동화 기술의 다양한 공급-수요자들이 상호제공 및 협업 할 수 있도록 지식자원 기반 설계수행 통합 응용기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	• 국토교통부는 2017년 12월에 2022년까지 인공지능을 활용한 건설자동화 등 기술 개발을 통해 건설현장 노동생산성을 40%까지 높이고, 안전사고로 인한 사망자 수를 30% 줄이고자 '제6차 건설기술진흥 기본계획'을 발표함 • 그러나 국내외 건설산업에서의 인공지능 연구 및 기술개발 수준은 초창기로 설계-시공단계의 업무 최적화 및 효율화를 위한 연구와, 단순한 일부 건축설계업무 자동화를 넘어서는 설계 고유특성을 기반으로 한 인공지능 관련 기술의 개발은 미흡함 • 최근 BIM, AR/VR 등 다양한 ICT 활용기술이 시도되고 있으나, 건축물의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 설계단계에서의 완성도 높은 설계기술 개발은 미흡한 실정임 • 해외의 경우 유명 대학 및 기업연구기관을 주축으로 인공지능기반 설계지원을 위한 플랫폼 및 인터페이스를 개발하는 연구가 시작되고 있음 • 그러나, 국내는 단편적으로 인공지능을 활용하여 초기부터 설계안을 분석하고 대안을 생성하는 연구가 처음 시도 되고 있으며, 선진국에서 선행되고 있는 연구에 비해 개발이 매우 느린 상황임 • 따라서 본 연구인 인공지능기반 설계지식 플랫폼 구축을 위한 연구 및 기술개발은 건축설계 생태계에 혁신적인 연구가 될 것이며, 미래에 고품질, 고부가 가치적인 건축설계환경에 매우 활용성이 높은 연구가 될 것임
☐ 기술동향	• 2016년 정부의 '9대 국가전략프로젝트 추진계획'에 따라 AI 핵심기술 자립기반 확보와 국내 AI 기술·산업 성장의 기반

	조성을 추진함 • 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책을 통해 나타날 경제·사회의 혁신적 변화에 대응한 종합적인 국가전략을 수립함 • 또한, 국토교통부가 발표한 ‘제1차 연구개발 종합계획 (2018~2027)’ 중에서 “기술융합을 통한 새로운 가치 창출”은 기존 건설 기술에 AI, 로봇, IoT 등 첨단기술 융·복합을 통해 “건설지능화”와 “건설기술 고부가가치화” 달성을 목표로 함 • 과학기술정보통신부는 ‘데이터 AI경제 활성화 계획’을 통해 2023년까지 데이터 관련 시장규모를 2019년 대비 2배 성장한 30조원까지 성장시키고, AI분야 유니콘 기업 10개 육성 및 관련분야 전문인력 양성의 기대효과를 제시함 • 건축설계분야의 경우 정성적인 기존의 데이터의 정량화를 통해 기존의 프로세스를 개선하는 것은 신규 영역 창출 가능성을 높이는 부분임 • 그러나 국내 전문 플랫폼은 단순 업무 보조나 데이터의 수집 및 분석이 용이한 분야를 중심으로 개발보다는 해외 플랫폼의 사용을 선호함 • 따라서 글로벌한 건설시장 진출을 위해 분야별로 인공지능의 기술기준 분석, 인프라 환경 구축을 위한 로드맵 제시가 필요함
3. 연구개발 내용	
☐ 연구개발 내용	[1세부과제] 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 • 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발 • 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발 • 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발 • 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발 [2세부과제] 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술개발 • 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발 • 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발 • 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발 • Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬

	레이션 기술개발 [3세부과제] 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 • 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발 • 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발 • 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발 • 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발 [4세부과제] 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 • 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발 • 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발 • 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발 • 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발
☐ 연구개발 상세내용	[1세부과제] 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 ○ 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발 • 설계지식 정성데이터의 지능정보기술 적용을 위한 정량화 논리체계화 기술개발 • 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술개발 • 비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴스 개발 • 설계 커뮤니케이션 학습모델기반 설계 요구사항 BIM객체 매핑 자동화 기술개발 ○ 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발 • 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발 • 지능형 거주전/후 평가(Pre/PostOE) 및 초기설계 연계 기술개발 • 시각지능기반 설계학습모델 개발을 위한 시각 데이터 수집 및 처리 기술개발 • 생활환경지능기반 실내환경 데이터 수집 및 설계초기 활용을 위한 처리 기술개발 ○ 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발 • 단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 대안 생성 자동화 기

	술개발 • 지능형 인간객체기반 건축형태공간생성 및 사용성 최적화 기술개발 • 지능형 공간객체 기반 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술개발 • 설계학습모델기반 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 기술개발 ○ 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발 • 설계학습모델기반 설계객체정보 인식 및 초기설계 모델링 자동화 기술개발 • 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용 기술개발 • 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 실내객체 생성 자동화 기술개발 • 실내마감재 빅데이터 기반 적정 마감재 제안 및 의사결정 지원 기술개발 [2세부과제] 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발 ○ 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발 • 설계도서 자동 상세화를 위한 도서 및 LOD별 BIM 부재 빅데이터 구축 • BIM 객체인식을 통한 LOD별 도서생성 자동화 기술개발 • 설계도서 자동 분류를 위한 학습모델 구축 및 관리 기술개발 ○ 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발 • 설계지식기반 공종별 BIM 모델 오류/누락 자동 검토 기술개발 • 설계지식기반 공종별 BIM 부재 자동 추천 기술개발 • 설계지식기반 공종별 의사결정 자동화 및 운영 기술개발 ○ 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발 • 빅데이터기반 건축물 성능 분석을 통한 최적 대안도출 기술개발 • 엔지니어링 지식기반 구조성능 분석을 통한 부재 최적화 기술개발 • MEP 간섭시뮬레이션 및 부하 최적화 분석 기술개발 ○ Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발
--	---

	• 건축 부재 Off-Site 프리패브 최적화 및 의사결정 지원 기술 개발 • 인공지능 기반 통합 설계 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발 • AR/MR기반 통합 설계 검토 환경 구축 및 운영 기술개발 [3세부과제] 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 ○ 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발 • 설계 요구사항 분석을 위한 빅데이터 수집 및 관리체계 구축 • 설계 요구사항 분석 및 평가를 위한 자연어 처리 기술개발 • 설계요구사항 평가 자동화를 위한 분석/평가 시스템 개발 ○ 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발 • 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술개발 • 인허가 서비스 지원을 위한 지능형 설계 모델 보완 자동화 기술개발 • 지능형 건축행정 적법성 평가 및 인증 서비스 지원 기술개발 ○ 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발 • 설계 성능 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발 • 설계 성능 평가 자동화를 위한 핵심 요소 기술개발 • 설계 성능 평가 및 성능 최적화 설계 지원 기술 ○ 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술 개발 • 설계 정합성 및 시공성 평가를 위한 빅데이터 구축 기술개발 • 설계 정합성 및 시공성 평가 학습모델 구축 및 핵심 요소 기술개발 • 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술개발 [4세부과제] 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 ○ 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발 • 지능형 설계자동화 기술공유를 위한 정보표준 프레임워크 구성체계 개발 • 지능형 설계자동화 핵심 정보분류체계 개발 • 지능형 정보표준 프레임워크 공유 및 운영 체계 개발 • 지능형 건축설계 지식자원 역량 성숙모델 개발 ○ 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발
--	--

	• 지능형 계획설계 자동화 서비스 기술개발 • 설계구현 자동화 서비스 기술개발 • 설계 성능평가 자동화 서비스 기술개발 • 설계계획 종합평가 서비스 기술개발 ○ 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발 • 설계자동화 요소기술 open API 보급체계 개발 • 사용자 요구 맞춤형 건축계획 콘텐츠 구축 및 실시간 보급 기술개발 • 멀티 플랫폼 기반의 건축계획 콘텐츠 통합가공 및 제공서비스 개발 ○ 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발 • 지능형 설계지식자원 통합 유통기술 개발 • 지능형 건축설계 조직 및 인적자원 공유서비스 기술개발 • 지식자원기반 클라우드형 설계수행 통합 서비스 및 운영 기술개발
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 본 기획은 4차산업혁명 IT혁신기술에 대한 건축설계분야의 대응방안을 마련하여 정부공공정책 구현에 민간서비스산업의 동참을 유도함으로써 미래에 능동적으로 대응하고자 함 • 단기적으로는 5년간에 걸쳐 기반을 보급하며 크게 인프라 구축, 요소기술보급 및 실용성 활용에 주안점을 두고 추진함 • 중기적으로는 단기에 확보된 인프라 및 기술을 확산하여 정착하는 단계로 전체 업계로 확산 및 투자대비 효과의 극대화를 통하여 정착 환경을 확보함 • 장기적으로는 3차원 설계기반 인공지능 및 ICT융합환경을 조성하여 국가 산업적 추진 및 타산업과의 정보융합을 통하여 새로운 미래 4차산업혁명기술 환경에 응용함 • 기술융합 추세에 따라 정보공유를 위한 개방형 BIM을 도입하여 추진함 ○ 이에 따라 본 R&D의 핵심성공요인을 감안하여 크게 4대 추진 전략을 설정함 • 장기적 기술비전 구현 • 단계적 구현기술 보급 • 발전적 국가정책 연계 • 중복적 연구개발 방지 <기술적 전략>

	○ 전략 1 : 장기적 기술비전 구현 • 미래지향적 표준과 단계별 인프라 구축을 기반으로 현실적인 요구기술 보급 • 미래 세상이 요구하는 창의적 디자인과 통합자동화라는 장기 비전의 초석을 마련 ○ 전략 2 : 단계적 구현기술 보급 • 장기적 안목에 의하여 단계별로 기술을 확보 • 실무사용을 목적으로 가능한 시나리오를 구현 • 정부 및 공공기관에 공개적 보급을 통한 신규시장 창출 유도 ○ 전략 3 : 발전적 국가정책 연계 • 각종 국가정책과 부합하도록 표준확보, 기술보급 및 인프라 개선 추진 • 국가, 공공 및 민간의 통합적 협력추진 ○ 전략 4 : 중복적 연구개발 방지 • 기존 R&D와 기관 단체의 유사 개발 사례 존재 • 기존개발과의 차별화와 연계성확보로 중복개발 원천 방지방안 마련 및 시행
□ 추진체계	○ 본 연구의 각 세부는 독립적 표준 및 기술의 개발이 이루어지도록 기획이 되어 있음 ○ 핵심기술인 인공지능기반 건축설계 자동화 기술 개발을 통한 설계지식 플랫폼 개발을 위해서는 세부간 상호 시너지 효과의 극대화를 위해 전체 과제는 하나의 연구단으로 진행되는 것이 필요 ○ 연구단의 기능은, • 기획관리 기능으로 과제를 수행하는 다양한 연구조직, 진도 및 목표를 관리 • 세부간 연계기능으로 각 세부 연구의 결과를 취합하고 상호 연계 및 조정 • 테스트베드는 세부별로 진행하되 통합 활용을 통한 실용성 검증 지원 ○ 각 세부는 독립적으로 운영하되 총괄기능에 의하여 수평적으로 공동협의체를 구성하여 자료의 공유 및 교환 ○ 개방형 BIM 도입을 위한 표준활동 필요 ○ 개발성과물의 실증확인을 위한 실무계 자문기구의 필요 ○ 이외에 필요시 외부의 협력 및 위탁기관을 정하여 효율적 사업추진 수행

	이 때 협력 및 위탁기관은 국내외 전문가 집단으로 활용
5. 최종성과물	
□ 주요 성과물	[1세부과제] 설계 창의성 강화를 위한 지능형 계획설계 자동화 기술개발 ○ 설계지식 정성데이터 학습 및 설계활용 기술개발 • 설계지식 데이터 수집 및 빅데이터 구축 • 설계지식 정성데이터의 정량화 논리체계화 • 지능형 설계 레퍼런스 추천 모델 • 챗봇 기반 인공지능 설계 컨설팅 기술 • 비정형 빅데이터 기반 설계 요구사항 분석 기술 • 설계 커뮤니케이션 데이터 내 설계 요구사항 추출 모델 • 설계 요구사항 BIM 객체 매핑 자동화 모델 ○ 지능형 설계 데이터 취득 및 분석 활용 기술개발 • 인간객체 데이터 수집 및 플랫폼 구축 • 인간객체 데이터 활용 공간사용 시스템 개발 • 지능형 거주전/후 평가 모델 활용 설계안 평가 방안 • 설계 시각데이터 수집 및 전처리 방안 • 실내환경 데이터 수집 및 전처리 방안 ○ 지능형 객체기반 사업타당성 분석 및 공간설계 기술개발 • 공동주택 동배치 대안 자동생성 모델 • 지능형 인간객체 및 인간행동 모델링 • 지능형 인간객체 활용 건축형태공간 생성 및 최적화 모델 • 지능형 공간객체 모델링 • 건축 프로그램 자동 생성 및 배치 자동화 기술 개발 • 초기 설계단계 지능형 설비 시스템 의사결정 지원 모델 ○ 계획설계 자동화 및 의사결정 지원기술 개발 • 이종데이터 활용 설계객체 정보 인식 모델 • 설계객체정보 인식 모델을 활용한 초기설계 모델링 자동화 방안 • 딥러닝 기반 2D 도면 내 설계 관련 정보 인식 모델 • 지능형 인간객체 및 감성어휘 기반 설계안 평가 기술 • 감성어휘의 정량적 분석 및 실내객체 스타일 매핑 모델 • 실내마감재 빅데이터 구축 및 적정 마감재 추천 모델 [2세부과제] 설계 생산성 향상을 위한 설계구현 자동화 기술 개발

	○ 설계도서 생성 자동화 및 상세화 기술개발 • 건축 BIM 부재별 LOD 빅데이터 구축 • 건축 BIM 부재 자동 인식 및 LOD별 상세 수준 판별 학습 모델 • 건축 BIM LOD 자동 상세화 학습 모델 • 건축 실시설계 단계 주요 도서 빅데이터 구축 • 도서 자동 생성 위한 설계 전용 NLP 기법 구축 ○ 설계지식기반 공종별 의사결정 지원 자동화 기술개발 • 건축/구조 부재(골조/외장 패널/계단/창호 등) 매칭 및 추천 위한 학습 모델 • MEP 분야 BIM 라이브러리 구축 및 자동 분류 학습 모델 • MEP 부재 자동 라우팅 기술 개발 • 마감재 개별 부재 DB 구축 및 스타일 DB 구축 • 마감재 선정 및 대안 생성 전용 인공지능 학습 모델 개발 ○ 지능형 설계/엔지니어링 구현 최적화 기술개발 • 다차원 성능 최적화 위한 패러매트릭 설계 최적화 기술 • 데이터 기반 구조 RC/강재 부재 성능 분석 및 최적화 기술 • MEP 간섭 자동 해결 및 시뮬레이션 기반 부하 최적화 기술 ○ Off-Site 건설 적용 및 통합 설계 검토를 위한 다차원 시뮬레이션 기술개발 • 개별 부재 제작-조립-설치 및 가설 시설 최적화 위한 차세대 자동화 시스템 • 시공성 분석 위한 인공지능 기반 다차원 시뮬레이션 모델 • 가상현실 기반 실시설계 통합 검토 및 설계 최적화 시스템 [3세부과제] 설계 서비스 가치향상을 위한 설계성능 평가 자동화 기술개발 ○ 설계 요구사항 데이터 학습 및 평가 활용 자동화 기술개발 • 법규, 설계 지침, RFP 등 설계 요구사항의 유형별 빅데이터 수집 및 분석 자동화 기술 • 설계 요구사항 분석 및 논리체계 정립을 위한 자연어 처리 기술 • 설계 요구사항 평가 자동화 및 업데이트 자동화 모듈 • 실시간 정보 제공을 위한 설계 요구사항 분석/평가 서비스 플랫폼 ○ 건축행정 지원을 위한 표준기반 지능형 설계적법성 평가 자동화 기술개발
--	---

	• 인허가 및 설계인증 기준 평가 자동화 기술 • 설계표준 평가에 요구되는 설계정보 학습 모델 • 설계표준 평가를 위한 누락 데이터 자동 보완 기술 • 실시간 건축행정 지원을 위한 지능형 건축행정 적법성 평가 서비스 플랫폼 ○ 설계성능 데이터 분석 및 평가 자동화 기술개발 • 설계단계별 Design Context기반 설계성능 평가지표 • 각 성능 평가지표별 분석모델 • 설계단계별 에너지, 환경성능 평가 자동화 모듈 • 설계단계별 경제성 평가 자동화 모듈 • 설계범위내 건축물의 설계성능 최적화 제안시스템 ○ 설계와 시공간의 데이터 정합성 및 시공성 평가 자동화 기술 개발 • 설계-시공 데이터 학습모델 • 객체별 관계분석 및 디지털 설계도 패턴 분석 기술 • 텍스트마이닝 기술을 활용한 평가항목 자동생성 기술 • 설계 정합성 및 시공성 평가 자동화 시스템 [4세부과제] 지능형 설계지식 인프라 구축 및 개방형 플랫폼 기술개발 ○ 설계자동화 지식기반 정보표준 프레임워크 개발 • 인공지능 설계자동화 정보 프레임워크 및 정보 분류체계 • 인공지능 설계자동화 정보 분류체계 보급 및 지원시스템 • 건축설계분야 및 ICT융합 활용 직능기준 및 교육커리큘럼 ○ 인공지능기반 설계자동화 서비스 보급기술 개발 • 온라인 사업성검토 및 설계 지원 시스템 • 온라인 설계안 도출 설계 지원 시스템 • 플랫폼 기반 온라인 설계 지원 기술 보급 시스템 ○ 설계자동화 지원 통합 콘텐츠 서비스 보급기술 개발 • 건축설계자동화 openAPI보급 시스템 • 건축설계 빅데이터보급 시스템 • 사용자 맞춤형 기술콘텐츠 시스템 ○ 지식자원기반 설계서비스 통합수행 플랫폼 기술개발 • 인적자원기반 휴먼클라우드 지원시스템 • 지식자원기반 설계 통합 서비스 수행 플랫폼
--	---

6. 기대효과 및 파급효과	
□ 기대효과	○ 기술적 효과 • 지능형 설계기술 개발을 통한 스마트건축기술 분야 경쟁력 확보 • 설계지원기반 시스템 보급을 통한 효율적인 고부가가치 설계 • 스마트시티 등 유관 설계정보 공유에 의한 기술적 시너지 효과 • 기존 세움터 빅데이터 공개와 연계로 빅데이터 보급효과 극대화 ○ 경제적 효과 • 건축설계 지능형 자동화 기술을 통한 인력난 해소 기여 • 지능형 기술기반 건축설계 전체 프로세스 개선을 통한 설계 품질 및 생산성 향상 • open API 기술보급으로 설계자동화 소프트웨어 유관산업 활성화 • 설계자동화에 의한 새로운 컨설팅 서비스 일자리 창출 ○ 사회적 효과 • 고부가가치 설계역량 확보를 통한 국제적 경쟁력 확보 • 기존 건축설계 업종의 변화에 대한 능동 대응 • 건축관련 대학교 교육 선진화
7. 연구개발 기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : 2021.XX ~ 2025.XX (5년) - 1차년도 연구기간 : 2021.X~2020.X (12개월) ○ 총 정부출연금 : 29,000백만원 - 1차년도 정부출연금 : 5,100백만원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능
8. 기 타	
	○ 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와

	근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 – 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 – 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시 ○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시 – 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시 ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 – 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시 ○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시 – 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 – 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능 ○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함 ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 – 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
--	--

	○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음 ○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용 ※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조
--	---

2절. 평가기준 설정

기준항목	세부평가항목
연구진 구성의 적정성 (10점)	· 참여 연구인력 투입의 적정성 및 전문성(5점)
	· 인공지능, 설계자동화 등 전문분야별 수행조직 구성의 적정성 및 참여기관의 기술개발 역량 (5점)
연구제안의 충실도 (25점)	· 제안 기술 및 전략의 RFP 부합성 (5점)
	· 연구수행을 위한 국내 및 국외의 기술 현황 파악의 충실도 (5점)
	· 연구범위 및 목표설정의 타당성 (5점)
	· 성과목표·지표 설정의 명확성 및 적정성 (5점)
	· 세부과제 추진의 독립성 및 과제간 상호연계성 (5점)
추진전략의 구체성 (30점)	· 연구수행, 지원체계 및 인프라, 플랫폼 구축의 합리성 (10점)
	· 연구성과의 실무보급 및 테스트베드 등 실용화 전략의 구체성 (5점)
	· 국가 정책 및 정보 표준을 활용한 연계전략의 구체성 (5점)
	· 목표달성을 위한 구체적인 파급효과의 전략제시 (5점)
	· 독창적인 과제제안 및 등 추진전략의 차별성 (5점)
연구성과 활용방안 및 실용화의 구체성(20)	· 연구성과의 정량적 제시 및 활용방안의 구체성 (5점)
	· 기발 기술의 기대성과(기술적, 경제적) 및 파급효과(5점)
	· 연구성과물의 실용성 및 실무계 지원효과의 구체성 (5점)
	· 연구성과의 세움터 등 국가공공시스템 연계활용의 구체성 (5점)
연구책임자의 수행역량 (10점)	· 본 과제의 핵심 주제에 관한 연구책임자의 전문성 및 관련 주요업적 (5점)
	· 연구개발과제 관리 및 운영능력 (5점)
	· 관련 프로젝트 수행실적 건수 (5점)

참고문헌

1. 가트너, “2019 년 10 대 전략 기술 트렌드” (2019)
2. 강혜경 외, “글로벌 공간정보경쟁력 향상을 위한 오픈소스 공간정보정책 도입방안 연구”, 국토연구원 (2017)
3. 과학기술정보통신부, “2018년도 기술수준평가 결과(안)” (2019)
4. 과학기술정보통신부, “I-Korea 4.0 실현을 위한 인공지능(AI) R&D 전략” (2018)
5. 과학기술정보통신부, “주요국 인공지능 정책 동향 분석” (2018)
6. 관계부처 합동(4차산업혁명위원회), “혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획”(2017)
7. 관계부처 합동(과학기술전략회의지원단), “9대 국가전략프로젝트 추진계획” (2016)
8. 관계부처 합동(과학기술정보통신부 및 관련부처), “데이터 · AI경제 활성화 계획” (2019)
9. 관계부처 합동(미래창조과학부 및 관련부처), “제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합 대책” (2016)
10. 국방통합데이터센터, “인공지능 기술 및 산업 분야별 적용 사례” (2019)
11. 국토교통부, “개방형 BIM기반 건축설계핵심 기술 고도화 및 실증 기획 최종보고서” (2016)
12. 국토교통부, “건축 행정서비스 혁신방안” 보도자료 (2019)
13. 국토교통부, “국토교통 4차 산업혁명 대응 전략” (2017)
14. 국토교통부, “제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 2018~2027” (2018)
15. 국토교통부, “제6차 건설기술진흥기본계획” (2017)
16. 국토연구원, “지능정보사회에 대응한 차세대 국가공간정보 전략 연구” (2017)
17. 국토연구원·한국교통연구원, “국토교통 빅데이터 추진전략 및 변화관리 방안 연구” (2018)
18. 국토해양부, “건설기술진흥기본계획” (2017)
19. 국토해양부, “지능형 건축행정 적법성 검토 시스템 사용자 지침서(민원인)” (2010)
20. 김규연, “미국의 스마트시티 지원 정책 및 시사점”, 산업은행 미래전략연구소 미래전략개발부 (2017)
21. 미래창조과학부, “창조경제 실현을 위한 K-ICT 전략” (2015)
22. 세종시와 한국전자통신연구원, 스마트시티를 위한 디지털트윈 시스템 플랫폼 연구개발사업
23. 이진수, 이상광, 김대욱, 홍승진, 양성일, “딥러닝 기반 객체 인식 기술 동향”, 전자통신동향분석 (2018)
24. 이호영(텐일레브), 윤종철(텐일레브), 김민순(텐일레브), 김동철(텐일레브), “인공지능 건축설계를 위한 학습용 도면 특징 추출에 관한 연구”, 대한건축학회 (2017)
25. 임베디드소프트웨어시스템산업협회, “4차 산업혁명 시대를 이끄는 핵심 기술동향“ 2017 이슈리포트 (2017)
26. 정보통신기술진흥센터, “인공지능 플랫폼 동향과 정책적 시사점” (2017)
27. 정보통신기획평가원, “일본의 인공지능(AI) 정책 동향과 실행전략” (2017)
28. 정보통신기획평가원, “중국의 인공지능(AI) 전략” (2017)
29. 한국IR협의회, “빅데이터 분석 솔루션” (2019)
30. 한국IR협의회, “빅데이터플랫폼/활용” (2019)
31. 한국고용정보원, “국내 4차 산업혁명 핵심기술 활용도” (2017)
32. 한국은행, “제4차 산업혁명: 주요국의 대응현황을 중심으로” (2016)
33. 한국정보통신기술협회, “ICT 표준화전략맵” (2018)
34. 한국정보화진흥원, “인공지능(AI)을 선도하는 주요국의 핵심전략“, NIA 「IT & Future Strategy 보고서 (2018)

35. 현대경제연구원, “4차 산업혁명에 대한 기업 인식과 시사점” (2017)
36. KISTEP, “4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망” (2017)
37. LG경제연구원, “딥러닝 기반의 인공지능 자율주행 기술 경쟁의 핵심을 바꾼다” (2017)
38. Aurodesk Netfabb, Expert software for additive manufacturing (2017)
39. Bips(Denmark), “The Danish BIM guidelines” (2012)
40. Building and Construction Authority(Singapore), “CONSTRUCTION PRODUCTIVITY ROADMAP” (2011)
41. CIFAR(Canada), “A brief History of AI in Canada” (2018)
42. CIFAR(Canada), “Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy” (2017)
43. Construction Industry Council(Hong Kong), “Roadmap for BIM Strategic Implementation in Hong Kong’s Construction Industry” (2014)
44. Department for Business, Energy & Industrial Strategy (UK) “Industrial Strategy: Artificial Intelligence Sector Deal” (2018)
45. Department of Infrastructure and regional Development(Australia), “Productivity Commission Inquiry Report into Public Infrastructure” (2014)
46. European Commission(EU), “Europe 2020 . A Strategy for smart, sustainable and inclusive growth” (2010)
47. European Commission(EU), “European eGovement Action Plan 2011-2015” (2010)
48. Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (Germany), “BIM-Guide for Germany” (2013)
49. HM Government(UK), “Construction 2025” (2013)
50. HM Government(UK), “Digital Built Britain” (2013)
51. Koo et al., “Using support vector machines to classify building elements for checking the semantic integrity of building information models”, Automation in Construction (2019)
52. Krijnen et al., “Assessing Implicit Knowledge in BIM Models with Machine Learning”, Computer Science (2015)
53. Mckinsey & Company, “Digital Globalization: The new era of global flows” (2016)
54. MGI(Mckinsey Global Institute), “Reinventing Construction: A Route to higher Productivity” (2017)
55. National Science & Technology Council (USA) “THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH AND DEVELOPMENT STRATEGIC PLAN: 2019 UPDATE” (2019)
56. Norwegian Ministries(Norway), “Digitizing public sector services Norwegian eGovernment Program” (2012)
57. Oh et al., “Deep Generative Design: Integration of Topology Optimization and Generative Models”, Journal of Mechanical Design (2018)
58. Pierre Baque et al., “Geodesic Convolutional Shape Optimization”, Cornell University (2018)
59. Statsbygg(Norway), “ByggNett-Et Altinn for Buggsektoren” (2010)
60. Tanya Bloch et al., “Comparing machine learning and rule-based inferencing for semantic enrichment of BIM models”, Automation in Construction (2018)
61. The Secretary of State for Business, Energy and Industrial Strategy(UK), “Industrial Strategy: Building a Britain fit for the future” (2017)

62. Aecom 홈페이지, <https://www.aecom.com/>
63. Aerosolve 홈페이지, <https://airbnb.io/aerosolve/>
64. AI Singapore 홈페이지, <https://www.aisingapore.org/>
65. Alicetechnologies 홈페이지, <https://www.alicetechnologies.com/>
66. Apple 홈페이지, <https://www.apple.com/kr/>
67. Autodesk 홈페이지, <https://www.autodesk.co.kr/>
68. Baidu 홈페이지, <https://www.baidu.com/>
69. BCA(Building and Construction Authority) 홈페이지, <https://www.bca.gov.sg/>
70. Bot shop 홈페이지, <https://bots.kik.com/#/>
71. Building Design Online 홈페이지, <https://www.bdonline.co.uk/>
72. Buildingsp 홈페이지, <https://buildingsp.com/index.php/products/virga>
73. CoCo dataset 홈페이지, <http://cocodataset.org/#home>
74. Construction line 홈페이지, <https://www.constructionline.co.uk/>
75. CPARS 홈페이지, <https://www.cpars.gov/>
76. Crunchbased 홈페이지, www.crunchbase.com (2018)
77. CSI(Construction Specifications Institute) 홈페이지, <https://www.csiresources.org/home>
78. Cupix 홈페이지, <https://www.cupix.com/>
79. DoNotPay 홈페이지, <https://donotpay.com/>
80. Energyplus 홈페이지, <https://energyplus.net/>
81. Facebook for developers 홈페이지, https://developers.facebook.com/?no_redirect=1
82. GE Digital 홈페이지, <https://www.ge.com/digital/iiot-platform>
83. Generative design 홈페이지, <https://www.autodesk.com/campaigns/generative-design/free>
84. Gensler 홈페이지, <https://www.gensler.com/>
85. Google allo 홈페이지, <https://allo.google.com/>
86. Google 어시스턴트 홈페이지, https://assistant.google.com/intl/ko_kr/
87. GSIL 홈페이지, <http://www.gsil.kr/?lang=ko>
88. Hadoop 홈페이지, <https://hadoop.apache.org/>
89. <https://www.zdnet.co.kr/view/?no=20180612142923>
90. IAI(International Alliance for Interoperability) 홈페이지, <https://www.habitants.org/>
91. Ibigroup 홈페이지, <https://www.ibigroup.com/>
92. ICONICS 홈페이지, <https://iconics.com/>
93. ISO 홈페이지, <https://www.iso.org/home.html>
94. JACIC 홈페이지, <http://www.jacic.or.jp/jacic-hp/index.php>
95. Kakao I 홈페이지, <https://kakao.ai/>
96. Kreo 홈페이지, <https://www.kreo.net/>
97. Lexset 홈페이지, <https://www.lexset.ai/>
98. Lupapiste 홈페이지, <https://www.lupapiste.fi/>
99. Microsoft Azure 홈페이지, <https://azure.microsoft.com/en-us/services/digital-twins/>
100. Microsoft 홈페이지, <https://www.microsoft.com/ko-kr/>
101. midas CIM 홈페이지, <https://kor.midasuser.com/cim/pre/>
102. Minspm 홈페이지, <https://www.mingspm.com/>
103. Moodfit 홈페이지, <https://www.moodfit.com/>
104. National Territory Government Australia 홈페이지, <https://nt.gov.au/>

105. Nikken 홈페이지, <https://www.nikken.co.jp/ja/>
106. Onuma 홈페이지, <http://www.onuma-bim.com/>
107. Open AI Gym 홈페이지, <https://openai.com/>
108. ORENET e-Submission System 홈페이지, <https://www.corenet-ess.gov.sg/ess/>
109. Paladin AI 홈페이지, <https://paladin.ai/>
110. PCL Construction 홈페이지, <https://www.pcl.com/Pages/default.aspx>
111. Perkins+Will 홈페이지, <https://perkinswill.com/>
112. Planner5d 홈페이지, <https://planner5d.com/>
113. SIA(Singapore Institute of Architects) 홈페이지, <https://sia.org.sg/>
114. Smart Nation 홈페이지, <https://www.smartnation.sg/>
115. Solibri 홈페이지, <https://www.solibri.com/how-it-works>
116. Space Walk 홈페이지, <http://www.spacewalk.tech/>
117. SteelCase 홈페이지, <https://www.steelcase.com/>
118. Sweco 홈페이지, <https://www.sweco.se/en/>
119. Sweco 홈페이지, <https://www.sweco.se/en/>
120. Systemml 홈페이지, <https://systemml.apache.org/>
121. TENELEVEN 홈페이지, <https://www.1011.co.kr/>
122. Tensorflow 홈페이지, <https://www.tensorflow.org/>
123. Thunderhead 홈페이지, <https://www.thunderheadeng.com/>
124. Torch 홈페이지, <https://torchbrowser.com/>
125. Trimble 홈페이지, <https://www.trimble.com/>
126. Trnsys 홈페이지, <http://www.trnsys.com/>
127. U.S. Department of Energy 홈페이지, <https://www.energycodes.gov/rescheck>
128. UPCodes 홈페이지, <https://up.codes/>
129. URBANBASE 홈페이지, <https://www.urbanbase.com/>
130. USGBC 홈페이지, <https://new.usgbc.org/leed>
131. Virtual Singapore Project 홈페이지, <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>
132. Watson 홈페이지, <https://www.ibm.com/watson/kr-ko/>
133. Wework 홈페이지, <https://www.wework.com/ko-KR>
134. 건축자재정보센터 홈페이지, http://www.koreacatalog.com/layout/main_page.html
135. 딥마인드 홈페이지, <https://deepmind.com/>
136. 사이드워크랩스 홈페이지, <https://www.sidewalklabs.com/>
137. 아마존 알렉사 홈페이지, <https://www.alexa.com/>
138. 아키타임즈 홈페이지, <http://www.architimes.co.kr/new/>
139. 제너럴일렉트릭 홈페이지, <https://www.ge.com/kr/>
140. 카테라 홈페이지, <https://www.katerra.com/country-selector/>

부록1 : 자문위원 명단

1. 외부 자문단 26인

구분	기관	성명	직급
실무계	프리콘건축사사무소	김승록	소장
	상지건축	하경욱	실장
	ABIM건축연구소	김호중	대표
	포치건축사사무소	문진영	대표
	건원건축	최석원	부장
	디에이그룹	조태용	소장
	범건축	이서윤	실장
	삼우CM	김치권	차장
	삼우설계건축사사무소	권영석	소장
	유선ENG	진명재	팀장
	이가건축	양만준	차장
	토문엔지니어링	윤종덕	소장
	한국환경종합건축사사무소	신학주	대리
	해안종합건축사사무소	전두호	책임
	현대종합설계건축사사무소	장진석	차장
	희림종합건축사사무소	이동근	실장
	(주)나우동인건축사사무소	유현재	부팀장
	디에이그룹	김경환	팀장
	(주)나우동인건축사사무소	최광모	-
	무영건축	이정철	상무
	이노아키	유승환	소장
	상상건축사사무소	임종호	소장
	-	정태호	소장
	세현건축	OOO	OO
학계	경일대학교	우승학	교수
	동의대학교	이권형	교수

2. 내부 자문단 31인

구분	기관	성명	직급
학계	경희대학교	김인한	교수
	경희대학교	윤근영	교수
	경희대학교	최종식	교수
	고려대학교	허연숙	교수
	서울과학기술대학교	구본상	교수
	서울과학기술대학교	박종혁	교수
	서울대학교	권영상	교수
	세종대학교	성우제	교수
	인천대학교	김태완	교수
	인하대학교	홍승완	교수
	한양대학교	차승현	교수
	한국건설산업연구원	김우영	연구위원
실무계	정림건축	고범진	소장
	간삼건축	박무찬	이사
	포스코A&C	금대연	과장
	연우테크놀로지	최일섭	대표
	디자인캠프문박디엠피	장활제	선임팀장
	(주)나우설비기술	김용인	대표
	한국패시브건축협회	최정만	회장
IT / 인공지능	고려대학교	주재걸	교수
	경북대인공지능연구원	이민호	교수
	경북대지능형건설자동화연구센터	이동은	교수
	서울과학기술대학교	조남욱	교수
	NVIDIA Research	김기환	박사
	빔피어스	김경	대표
	솔리데오시스템즈	김철	상무
해외	City University of Hong Kong	김정인	교수
	Louisiana State University	이용철	교수
	Lawrence Berkeley National Laboratory	이상훈	박사
	University of South Australia	김기평	교수
	The University of Melbourne	신지혜	연구원

부록2 : 자문위원 수요조사 취합 결과

대분류	중분류	소분류	결과물	해당설계단계				I. 현 자동화 수준			II. 개선 가능성 및 방향 (인공지능 기술이 적용가능하다고 응답한 사람의 비율)
				기획	계획	중간	실시	A. 수작업	B. 2D 도면 기반 자동화	C. BIM 기반 자동화	
프로젝트 관리	일반관리	프로젝트 관리	· 프로젝트 정의서	○	○			58%	14%	17%	42%
	공정관리	설계공정 관리	· 공정계획서	○	○	○	○	60%	24%	21%	77%
	인원관리	참여기술자 관리	· 설계 조직도/연락처	○	○			56%	23%	20%	33%
		M/H 관리	· M/H 계획서	○	○	○	○	54%	23%	18%	25%
	품질관리	설계품질관리	· 설계 품질계획서 · 설계검토서	○	○	○	○	62%	20%	25%	57%
	예산관리	기성관리	· 기성청구서	○	○	○	○	66%	17%	14%	31%
		실행예산관리	· 실행예산 계획서 · 실행예산정산서	○	○	○	○	63%	28%	16%	57%
	계약관리	설계비 견적/계약관리	· 견적서, 계약서	○				66%	22%	14%	31%
조사/분석	현장조사	기초자료 조사/분석	· 현황측량/지장물조사보고서 · 지질조사검토서 · 대지내·외공급시설조사검토서	○	○			58%	19%	14%	27%
		대지환경 영향 조사/분석	· 대지환경 조사 검토서 · 환경영향평가검토서	○	○			56%	14%	16%	58%
		교통영향조사 /분석	· 교통 및 주차체계 검토서	○	○			59%	14%	22%	54%
		사용자 조사	· 사용자 요구사항 검토서	○	○			58%	12%	20%	31%
		기존시설물 조사	· 기존 시설물 분석 검토서	○	○			56%	12%	18%	62%
	프로젝트 초기자료	사례 조사	· 사례 검토서	○	○			62%	12%	18%	69%
		계획자료 조사	· 계획자료 검토서	○	○			63%	12%	18%	69%
계획/검토	건축주 요구사항	건축주제공 자료 검토	· 건축주 제공자료 리스트	○	○	○	○	62%	18%	21%	38%
		건축주요구사항 검토	· 건축주 요구자료 리스트	○	○	○	○	68%	20%	20%	50%
	계획 및 검토	규모 검토	· 법규검토 · 개략배치도	○				60%	26%	43%	86%

			· 대지종횡단면도 · 개략평면도 · 개략단면도								
		법규 검토	· 법규검토 및 체크리스트	○	○	○	○	65%	14%	26%	93%
		공간 프로그램 검토	· 공간 프로그램	○	○			55%	32%	39%	86%
		마스터 플랜/단지계획	· 마스터 플랜/단지계획	○	○			58%	32%	32%	71%
		건축계획업무	· 아이디어스케치/디지털Data	○	○	○	○	55%	28%	40%	64%
도서작성	문서작성	설계설명서 작성	· 설계개요 · 대지분석 · DesignConcept · 기능분석도	○	○	○	○	58%	28%	34%	71%
			· 동선 계획도 · 모듈계획 · 코어계획 · 주요자재및시스템목록 · 재료마감표		○	○	○	55%	28%	34%	64%
		계산서 작성	· 추정 부하 산정서		○	○	○	50%	23%	14%	64%
			· 구조계산서			○	○	54%	26%	23%	71%
			· 분야별 부하계산서 · 장비계산서				○	55%	26%	17%	57%
		인허가 관련서류 작성	· 심의 관련서류 · 인허가관련서류			○		57%	20%	21%	43%
			· 착공서류				○	58%	18%	16%	29%
	시방서 작성	자재 조사	· 자재장비 List/설명서		○	○	○	60%	16%	20%	64%
		시방서 작성	· 공사시방서				○	61%	14%	17%	71%
	공사비 산정	공사비 산정	· 유사건물 공사비 비교표	○	○			58%	16%	16%	71%
		예상공사비 산정표	· 공사비 개산서	○	○	○		55%	20%	22%	79%
		내역서 작성	· 공사비 내역서 · 일위대가서 · 단가조사서 · 산출서				○	57%	23%	21%	69%
	도면작성	계획설계도면	· 배치도 · 대지종·횡단면도 · 각층평면도 · 입면도(2면이상) · 단면도(종·횡단면도) · 구조계획개요 · 심의도면(대상인경우)		○			43%	34%	46%	62%

		중간설계도면 (건축)	· 도면 목록표 · 안내도 · 구적도 · 배치도 · 주차계획도 · 각층및지붕평면도 · 입면도(2면이상) · 단면도(종횡단면도) · 코아상세도 · 계단평, 단면상세도 · 주차경사로평, 단면상세도 · 주차리프트평, 단면상세도 · 지상층외벽평, 입, 단면도 · 지하층부분단면상세도 · 천장평면도 · 창호평면도 · 창호일람표 · 창호잡철물 · 정화조평, 단면도 · 특수분야도면			○		50%	39%	55%	69%
			· 실내재료마감표			○	○	52%	40%	48%	85%
		중간설계도면 (구조)	· 기초 일람표 · 구조평면도 · 가구도 · 앵커배치도및BASEPLATE설치도 · 기둥일람표 · 보일람표 · 슬래브일람표 · 옹벽일람표 · 계단배근일람표 · 잡배근일람표 · 주심도			○		42%	47%	48%	77%
		실시설계도면 (건축)	· 표지 · 도면목록표 · 안내도 · 구적도 · 지적도 · 면적산출표 · 대지종횡단면도 · 배치도(조경, 식재, Cpted, 방화, 도로 접합(주차에 포함가등)등) · 계획도(주차, 장애인, 방수, 단열) · 평면도 · 입면도(2면이상) · 단면도(종횡단면도등)			○		55%	39%	42%	50%
			· 실내벽 및 반자의 마감도 · 코아평면상세도								

			· 계단평·단면상세도 · 승강기, 샤프트평·단면상세도 · 주차경사로평·단면상세도 · 주차리프트평·단면상세도 · 주요부분상세도 · 주출입구부분평, 입, 단면상세도 · 부출입구부분평, 입, 단면상세도 · 핏트상세도 · 발코니상세도 · 출입구상세도 · 지상층외벽입면·단면상세도 · 지하층단면상세도 · 주요부분내벽상세도								
			· 창호 일람표 (셔터 상세도) · 창호평면도 · 창호상세도 · 창호입면도 · 창호잡철물목록 · 각층천장평면도 · 천장상세도 · 천장부분상세도 · 천장관련설치상세도 · 로비바닥패턴도 · 로비전개도 · 주요실전개도 · 승강기HALL전개상세도 · 화장실전개상세도 · 칸막이전개도및상세도 · 실내마감상세도 · 각부품도 · 정화조평면·단면도 · 정화조설비도, 오배수계획도 · 특수분야도면								
			· 에너지절약계획서 도면				○	61%	28%	30%	92%
		실시설계도면 (구조)	· 구조 평면도 · 구조단면도 · 기초일람표 · 앵커배치도및BASEPLATE설치도 · 기둥일람표 · 보일람표 · 슬래브일람표 · 옹벽일람표 · 계단배근일람표 · 잡배근일람표 · 주심도 · 계단상세도 · 경사로상세도				○	50%	47%	52%	69%

			· 코아상세도 · 기동접합상세도 · 보접합상세도 · BRACE접합상세도 · DECKPLATE설치도 · STUDBOLT설치도 · ANCHORBOLT상세도 · 잡상세도 · 가구도 · 각부구조상세도 · 보OPENING위치도 · 캐노피상세도 · 파라펫상세도 · TRUSS상세도								
프리젠테이션	보고	사내보고	· 사내 프레젠테이션	○	○	○	○	58%	26%	32%	23%
		외부보고	· 외부 프레젠테이션	○	○	○	○	58%	26%	38%	38%
		Digital 3D Model	· Digital 3D Model	○	○	○	○	38%	22%	52%	36%
		모형	· 단계별 Study/제출모형	○	○	○	○	68%	18%	32%	36%
		CG	· 투시도/조감도	○	○	○	○	40%	22%	44%	36%
		Animation	· 계획안 동영상	○	○	○	○	30%	22%	50%	46%

부록3 : 수요조사 분석을 통한 과제카드화 반영 내용

번호	구분	내용	자동화	AI	기반영	(신규) 과제카드
1	계획/건축주요구사항검토	· 건축 자재 빅데이터 분석		○	○	
2	계획/규모검토	· 대지조건에 따른 법규 안내 및 검토 자동화		○	○	
3	계획/규모검토	· 조건식으로부터 건축가능 영역 및 면적표 작성 기능		○	○	
4	계획/규모검토	· 조건 입력시 Rule DB와 기본계획 알고리즘 연동하여 시뮬레이션 및 대안 생성		○	○	
5	계획/법규	· 법규사항 체크 자동화	○			
6	계획/법규	· 설계 대상지에 대한 법규, 조례, 지구단위계획 등 설계에 적용 가능한 사항 검토	○			
7	계획/법규	· 지역지구, 용도, 규모 등을 이용하여 프로그램 구현		○	○	
8	계획/공간	· 공간 프로그램 및 면적 최적배치		○	○	
9	계획/공간	· 스페이스 제안		○	○	
10	계획/공간	· 공간프로그램 일람표와 계획된 모델 상호 체크 가능	○			
11	계획/공간	· 스페이스 프로그램 요구사항 자동화 검토 가능		○	○	
12	계획/단지	· 주거단지계획 자동화		○	○	
13	계획/단지	· 대지조건과 배치 Rule 연계		○	○	
14	계획/아이디어스케치	· 계획검토 대안결과 활용		○	○	
15	도서작성/설계설명서	· 모델과 개요표 연동	○		○	
16	도서작성/설계설명서	· 양식과 DB연동 속성입력	○		○	
17	도서작성/설계설명서	· BIM 데이터와 연계된 리스트 자동화	○		○	
18	도서작성/설계설명서	· 동선, 모듈, 코어계획 재료선택등을 하기 위한 참조대안을 AI를 통해 제시		○		○
19	도서작성/설계설명서	· 주차대수와 연관된 사무공간 모듈 자동화 활용		○		○
20	도서작성/설계설명서	· 자재부분은 키워드 형식으로 사전제작된 재료 및 두께 자료 불러오기	○			
21	도서작성/추정부하산정서	· 분야별 추정부하계산 자동화		○		○
22	구조계산서	· 대략적인 부재 사이즈 제안		○		○
23	구조계산서	· 양식과 구조계산 DB 연동 작성	○			
24	장비	· 대략적 공간 위치 제안		○	○	
25	인허가	· 면적 등 일부 자동 작성	○			
26	자재 조사	· BIM데이터와 연계된 리스트 자동화	○			
27	시방서작성	· 적용공법/자재 선택시 자동 작성	○			

28	시방서작성	· BIM데이터와 공종 연계된 시방서 제안	○			
29	공사비	· 유사건물 공사비 자동 비교표		○		○
30	공사비	· 사례제안		○		
31	공사비	· 계약적 공사비 제안	○	○	○	
32	도면작성(계획)	· 사례 DB기반의 AI를 통해 계획설계 도면의 대안제시 및 각 도면 자동생성		○		○
33	도면작성(계획)	· 설계모델 기반 시트 자동생성	○			
34	도면작성(중간)	· 축적된 DB기반의 AI를 통해 계획설계도면에서 중간설계(건축)수준의 도면으로 상세화		○	○	
35	실내재료마감표	· 모델로부터 상세도면 작성 자동화		○	○	
36	실내재료마감표	· 건물의 기능, 형태 등에 따른 마감재의 DB를 활용한 AI 적정 마감재료 제안 및 선택		○		○
37	실내재료마감표	· 설계모델 기반 일람표 자동 생성	○			
38	실내재료마감표	· 자재부분은 키워드 형식으로 사전 제작된 재료 및 두께자료 불러오기	○			
39	중간설계(구조)	· 구조계산서를 이용한 일람표 자동화	○			
40	중간설계(구조)	· 계획설계 도면에서 축적된 사례 DB기반의 AI를 통해 중간설계(구조) 도면의 일부 생성		○	○	
41	실시설계도면(건축)	· 도면화/상세도 또는 일람표 등과 같이 디테일 도면의 경우 DB화 하여 디테일 제안		○	○	
42	실시설계도면(건축)	· VE제안 기능		○		○
43	실시설계도면(건축)	· 모델로부터 도면 추출 자동화 가능		○	○	
44	실시설계도면(건축)	· 축적된 사례 DB기반의 AI를 통해 중간설계도면에서 실시설계(건축)수준의 도면으로 일부 상세화		○	○	
45	실시설계도면(건축)	· 설계모델 기반 속성 자동 태깅 및 시트 생성	○			
46	실시설계도면(건축-에너지)	· 에너지절약계획서에 필요한 내용 산출 자동화		○		○
47	실시설계도면(건축-에너지)	· 에너지성능기준 DB와 모델 연동 일람 및 시트 자동 생성	○			
48	실시설계도면(건축-에너지)	· 자동입면화된 도면에 외부환경에 따른 단열재 종류 및 위치 지정		○		○
49	실시설계도면(구조)	· 구조계산서를 이용한 일람표 자동화	○			
50	실시설계도면(구조)	· 축적된 DB기반의 AI를 통해 중간설계 도면에서 실시설계(구조) 수준의 도면으로 상세화		○	○	
51	실시설계도면(구조)	· 구조계산 DB와 모델 연동 속성 입력 및 시트 생성	○			
52	Digital 3D Model	· 실시간 렌더링 3D 모델을 생성할 시에 마감재료, 주변환경 조건 등에 대한 사항을 AI를 통해 최적화하여 생성 가능		○		
53	모형	· BIM데이터 기준으로 3D프린팅시 모형제작에 발생하는 재료비용 및 시간 계산	○			
54	모형	· 3D 프린팅으로 모형 출력시 최적분할방식, 재료, 출력시간 등을 AI를 통해 계산하여 출력 가능	○			
55	CG	· CG생성시 AI를 통해 최적화된 뷰, 빛, 색감 등을 적용하여 대안 생성		○		○
56	Animation	· 동영상 생성시 최적화 된 카메라 경로에 대한 대안을 AI로 제시 가능		○		○

부록4 : 자문위원 후보과제 제안 설명

과제명	세부내용	기술동향 기존 기술 활용방안	연구목표	성과 수요자	최종성과물
딥러닝 기반 발주자 (다른 관련자)와의 대화 의미 분석과 설계요구사항 추출, BIM 모델 자동 Mapping 기술개발	- 발주자와 설계자의 context, implicature 와 설계에 관련된 Requirements를 분석하여 설계에 필요한 기초 자료를 자동 Database화 하는 기술개발 - 추출된 Design Requirements의 Database를 BIM Objects에 Mapping 하는 기술개발	- 딥러닝기반 Speech 의미, 맥락, 의도를 분석하는 연구가 진행됨 - 딥러닝 기반 언어 처리 기술과 Speech 의도, 내포된 의미 분석 알고리즘 활용되고 있음	설계 단계중 이루어지는 발주자 (다른 관련자) 와의 대화 분석을 통해, 설계 요구사항 및 설계 디자인 변화를 정확히 도출하고, 빠르게 BIM model에 반영하여 설계 요구사항을 평가할 수 있는 방법 제시	설계자	설계관련 대화 분석 시스템
인공지능을 활용한 기계설비 시스템 의사결정지원	- 기계설비 시스템 결정을 위한 설계 영향인자 분석 - 의사결정을 위한 기존 정보 딥러닝 학습 - 인공지능을 활용한 기계 설비시스템대안제시:열원방식,공조방식,위생설비방식,신재생에너지적용 - 인공지능을위한자동도서작성:시스템계획서,열원흐름도,시방서등	- 현재 국내의 경우 기계설비 시스템의 의사결정은 오로지 기술자의 지식과 경험을 바탕으로 하며, 일부의 경우 협의를 통해 시스템을 결정하는 방식으로, 시스템 결정의 자동화, 인공지능의 도입은 전혀 이루어지고 있지 않은 실정임 - 국내의 경우 기계설비 시스템의 의사결정과 관련된 자동화/인공지능 활용의 기존 기술은 전무한 상태임 - 설계데이터의활용은가능함	설계초기단계에서 건축 기본 설계정보를 바탕으로 인공지능 모델을 통해 기술자의 최종 의사결정에 도움이 될 수 있는 보다 지능화되고, 합리적인 시스템 제안 솔루션을 제시	설계자/ 건축주	기계설비 시스템 자동화 의사결정 기술
초기설계 자동화를 위한 딥러닝기반 설계객체 인식 및 객체정보 추론 기술개발	- 이미지, 기하정보등 이종데이터로 표현되는 설계정보를 활용한 설계 객체 인식 모델 개발 - 단일객체 단위 인식 및 객체 그룹 단위 인식 모델 개발 - 객체정보 인식 및 추론 모델을 활용한 초기단계 설계지원 방안 개발	- 딥러닝을 활용한 이미지, 텍스트 학습모델 등 다양한 데이터의 정량적 분석 방안이 개발됨 - 설계 객체의 의미론적 정보를 추론하는 학습모델 개발에 관한 연구가 진행 되고있음(Semantickenrichment) - 딥러닝 기반 이미지, 텍스트 학습모델을 활용한 다양한 설계객체 정보의 정량적 활용 - 현재까지 연구된 단일 설계 객체 인식 모델의 확장 (입력 데이터의 확장 및 인식 단위의 확장)	설계 초기단계에서 요구되는 설계객체 정보를 스스로 추론할 수 있는 인공지능 모델을 통해 보다 지능화된 설계 접근방법 제시	설계자/ 콘텐츠 개발 보급자	-
비정형 빅데이터 기반 인공지능 건축 프로그래밍 어시스턴트 개발	- SNS, 뉴스 등 비정형 빅데이터 선택 및 크롤링 - NLP를 통한 유의미정보추출 - 설계 요구 사항, 스페이스 프로그램 등 자동 생성 - 설계자, 발주자 등 건축 프로그램 작성자와의 협업 인터페이스	- 건축 프로그램 작성 지원을 위한 툴들 (Haahtela, Rotonda 등) 존재하나 이를 자동으로 생성해주는 인공지능 툴 부재 - 사용자 정보를 바탕으로 스페이스 프로그램 개발, 설계 요구사항 업데이트 모델은 이론적으로 제시된 바 있음 - 사용자-건축 프로그램 통합, 사용자-설계 요구사항 통합 관련 연구를 바탕으로 인공지능을 통한 자동 생성 연구 진행 - NLP 활용 필요 사용자 정보 추출	기획 단계에서 SNS, 뉴스 등 텍스트 기반 비정형 빅데이터를 기반으로 설계자 혹은 발주자의 건축 프로그래밍(architectural programming)을 지원하는 인공지능 어시스턴트 앱 개발	설계자/ 발주자	-

단위세대 조합에 따른 공동주택 동배치 대안 자동화 (평가 기준에 따른 대안 선택)	공동주택 계획 설계 단계에서 단위세대의 조합과 동 배치에 대한 대안 스터디의 자동화 기술 개발 및 대안 평가 기준에 따른 최적의 계획안 선택	- https://www.1011.co.kr - 자동화로 계획된 여러 대안 중에서 최적의 대안 선정을 위해 평가 기준들을 정립 - 평가 기준을 인공지능이 학습을 하고, 최적의 대안을 선정하며, 선정안에 대한 기준과 근거에 대해 객관화 하여 제시	설계 평가에 대한 기준과 정보를 스스로 학습하여 인공지능 모델을 통해 보다 지능화된 설계 접근방법 제시	설계자/발주자	-
초기 설계 단계에 인간 중심 건물디자인을 위한 인간객체 데이터 플랫폼 개발 및 공간사용 시스템 개발	- 설계초기단계에 필요한 인간객체 정보 데이터 인터페이스 및 플랫폼 개발 - 데이터를 활용한 인간 객체 데일리 액티비티 프로파일링 자동 생성 모델 개발 - 설계 공간 정보와 인간 객체 액티비티 프로파일링 연계 자동 맵핑 시스템 개발	- 설계초기단계에 인간 정보를 활용하기 위하여 다양한 인간 행동 시뮬레이션 연구가 진행되고 있음 - IoT센서, 빅데이터를 활용한 인간 행동을 객관적으로 측정, 축적하는 연구가 진행되고 있음 - 빅데이터 활용하여 설계초기단계에 필요한 인간객체정보를 추론, 정량화	인간 행동을 모델링하고 설계초기단계에 필요한 인간객체정보 정량적 생성 시스템 개발을 목표로 함	설계자/발주자	-
정성적 설계요구사항의 정량화 및 인공지능 학습모델 개발	- 오래기간 건축계획 분야에서 축적된 정성적 설계지식의 정량화 - 정량화된 설계지식을 사용한 객관적 평가 체계 및 설계 대안 생성 기술개발	- 정량적인 설계 요구사항의 경우 관련 소프트웨어를 활용한 규칙기반의 검토가 가능 - 객체간의 관계, 사용자의 주관적 평가 등이 반영된 정성적 설계 요구사항에 대한 평가는 전문가 의존적 - 설계지식의 명시적인 표현을 위한 규칙체계 - 딥러닝 이미지, 텍스트 학습모델을 활용한 데이터의 정량적 표현 방안	전문가의 주관적인 판단에 의존하여 활용되어온 정성적 설계지식의 정량화를 통한 객관적 평가 및 설계안 생성 기술 개발	설계자/발주자/표준개발보급자	- 정성적 설계요구사항 평가 s/w
디자인 감성어휘(키워드) 기반 실내디자인 대안 생성기술 개발	- 정성적으로 판단되는 디자인 스타일을 정량적으로 해석하는 인공지능 기술 - 디자인 키워드에 부합하는 실내 마감재, 가구 등 실내디자인 요소 분류 학습 - 학습된 데이터를 활용한 설계안 생성 모델 개발	- 이미지인식 기술은 이미지를 분류하는 것을 넘어 텍스트로 상세정보를 서술하는 수준까지 활용되고 있음 - 정량적 정보 뿐만 아니라 정성적인 표현까지 학습 할 수 있는 인공지능 모델에 대한 연구가 진행 되고 있음 - 정성적 연구를 통해 구축된 디자인 감성어휘 데이터 활용 - 자연어 처리의 워드임 베딩 기법을 통한 자연어 의미의 수치적 표현 방법 활용	설계안의 감성적인 평가에 사용되는 디자인 키워드의 정량화와 디자인 요소 매핑을 통한 설계안 자동생성 기술 개발	설계자/발주자/콘텐츠개발보급자	- 디자인 키워드 기반 실내디자인 요소추천 시스템
딥러닝 기반 2D 도면 내 설계관련 정보 자동 인식 및 활용기술 개발	2D도면 이미지에 도면기호로 표현된 기본 건축객체 인식과 텍스트로 작성된 세부적인 정보를 추출 - 추출된 정보에 대한 시각화 및 의미론적 정보 추론 기술 개발	- 일반적인 이미지내 객체 인식, 텍스트 인식 등 이미지의 구성요소를 인식할 수 있는 학습모델은 이미 상용화됨 2D 도면을 기반으로한 3D모델을 생성 및 실감미디어를 활용한 시각화 기술이 연구되고 있음 - 도면 내 표현된 정보들의 BIM 객체 속성 연동 - 실감형 미디어 등 다양한 매체를 활용한 시각화 방안	2D도면에 표시된 건축물 정보를 자동으로 인식하여 구조화된 정보로 분류하고, 이를 시각화 및 추가 학습의 입력으로 활용하는 기술 개발	설계자	- 도면 내 설계정보 추출 및 시각화 시스템

인공지능 기반 건축 프로그램 및 공간배치 자동화 및 초기설계 적용기술 개발	· 현존하는 건축물의 기본정보 (용도, 면적)를 학습하여 요구조건에 부합하는 스페이스 프로그램 제안모델 개발 · 스페이스 프로그램과 위상학적 요구사항을 분석하여 최적의 배치안을 생성하는 인공지능 모델 개발	· 주어진 스페이스프로그램을 사용한 건축물 내 공간 배치 기술은 파라메트릭 기술 등을 통해 활용되고 있음 · 공간배치안 생성을 위한 강화학습, GAN 모델 활용 · 공간의 위상학적 관계를 학습하기 위한 GraphCNN 기술 활용도 가능할 것으로 판단됨	· 초기 설계 단계에서 요구사항에 최적화된 공간프로그램 및 배치안 생성의 효율성 향상을 위한 인공지능 학습모델 개발	설계자	- 공간배치 자동화 시스템
챗봇기반 인공지능 설계 컨설팅 플랫폼 개발	· 키워드, 레퍼런스 이미지 등 다양한 데이터로 제공되는 수요자(발주자)의 설계요구사항 분석 · 분석된 데이터를 기반으로 활용 가능한 설계 정보 레퍼런스 제공	· 이미지, 사용자 데이터를 사용한 유사컨텐츠 추천 시스템은 이미 다양한 콘텐츠 산업에서 널리 활용되고 있음 · 오픈소스로 제공되는 기계학습 기반 챗봇 플랫폼 활용 · 사용자 선호도 기반 콘텐츠 추천 알고리즘을 활용한 설계안 추천 시스템	· 전문적인 디자인/설계지식이 없는 일반인들의 설계요구사항을 정확하게 파악하고, 이에 맞는 설계안 제공하기 위한 컨설팅 플랫폼 개발	설계자/발주자	- 설계 컨설팅 챗봇
거주후 평가 (POE) 데이터 분석 및 초기설계 연계기술	· 정성적 지표에 대한 설문조사 결과 분석을 통한 객관적 평가기준 개발 · 거주 후 평가중 인터뷰와 같이 텍스트로 서술된 데이터를 분석하는 데이터 마이닝 기법 개발 · 분석된 데이터를 활용한 초기설계 의사결정 지원 기술 개발	· 실제 사용자가 건축물을 평가하는 POE 데이터는 다양한 연구들을 통해 축적 되어옴 · 사용자 설문 조사, 리뷰에서 특정한 패턴을 분석하는 데이터마이닝 기법 활용 · 데이터마이닝 (텍스트 마이닝)을 활용한 패턴 분석	· 초기설계단계 설계 의사결정 지원을 위한 사용자 거주후평가 데이터의 활용방안 개발	설계자	- 데이터마이닝 기반 사용자 평가 데이터 분석 도구
지능형 인간객체기반 매스공간 생성 기술 개발	· 인간객체 및 행동에 대한 모델링을 활용한 시뮬레이션 기술 개발 · 인간객체 시뮬레이션을 활용한 공간 배치평가 기술개발 · 인간객체의 인지 및 행동과 사회적 상호작용에 반응하는 매스 공간 생성 기술개발	· 건축설계에서 사용자의 행동분석과 예측은 가장 중요한 항목임에도 불구하고 직관이나 기존사례의 유추단계에 머물러 있음 · 파라미터 기반 인간객체 시뮬레이션 기술	· 인간객체의 인지 및 행동을 딥러닝 등의 기계학습을 통해 자동화 하는 기술과 함께 상호작용에 반응하여 설계안을 평가, 생성하는 기술개발	설계자	- 지능형 인간객체 모델링 체계 - 인간객체 활용 시뮬레이션도구
인공지능 기반 자동 모듈러 설계 플랫폼 개발	· 인공지능 기반 모듈러 설계 요구 조건 분석 시스템 개발 · 모듈러 디자인 Libraries을 기반으로 설계 요건을 충족하는 자동 모듈러 설계 시스템 개발	· 인공지능 기반 자동 설계요구 분석과 geometry 생성 기술 연구가 진행되고 있음 · 인공지능 기반 자동 설계요구 분석 기술 활용	· 시간과 공사비 절감을 위해 (특히 재난 복구시), 자동 모듈러 설계 시스템은 주어진 설계 요구 조건을 해석하고 그에 적합한 여러 디자인을 생성해주는 시스템 개발	설계자/발주자	- 자동모듈러 설계 시스템
기계설비 설계 도서 작성 자동화 (3D(BIM) & 2D)	· 기계설비 BIM 자동 작성 · 기계설비 공종별 평면도 자동 작성 · 기계설비 공종별 상세도 자동 작성 · 기계설비 공종별 계통도 자동 작성 · 열원흐름도 자동 작성 · 시방서, 계산서 자동작성	· 현재 기계설비 분야의 도면작성에 있어 일부분의 2D 도면 작성이 자동 생성 되기는 하였으나, 극히 기초적인 단계로, 대부분의 도면 작성은 모두 수동으로 작성함 · 또한 BIM의 경우 자동화 작성은 이루어 지지 않고 있으며, 더구나 국내실정에 맞는 BIM library 조차도 제대로 갖추어 있지 않은 실정임.또한 작은 설계변경이나 부분 변경의 경우에도 거의 모든 도면을 새로 작성하는 것과 같은 인력이 투입되고 있음	· 기계설비 분야의 설계 업무를 대상으로 디지털 자동화를 통하여 생산성을 혁신하고 설계 품질과 정확성을 향상시킬 수 있는 솔루션 제시	설계자	- 기계설비 도면 자동 생성 기술

		· 기존에 2D 도면 작성에서 일부 도입되고 있는 도면 자동 생성 기술을 기반으로 하여 이를 확대 적용하고 특히 BIM 자동 작성으로 확대하는 등성 보화 하는데 활용			
건축 2D 도면 자동 세그멘테이션 기술	· 주어진 2D 도면에 이미지 시멘틱 세그멘테이션 (semantic segmentation) 기술을 적용하여 부재 및 공간별로 자동 분할	· 2D 도면의 부재 내지 공간별로 구분은 대부분 수기로 또는 AutoCAD 도구에 의존해서 구분됨 · 국내 텐일레븐 연구가 있으나 기존 기계학습으로 구현하였으며 상용화되지 못함 · 이미지인식기술은CNN기반으로급속도로발전하고있으나이를설계도면에 적용한 연구는 없음	· 이미지 기반 딥러닝 기술 및 openCV를 설계도면에 적용하여 도면 인식 자동화 구현 · 3차원 BIM 모델 변환에 활용 가능한 기술구축	설계자/사용자	- CNN 기반 2D 도면 자동 분할 도구
건축 2D 도면 자동 상세화 기술	· 기본 설계 단계의 2D 도면을 실시설계 수준의 도면으로 자동화를 위해 GAN 기술 적용	· 2D 도면의 상세화는 대부분 수기로 또는 AutoCAD 도구에 의존해서 수동으로 작업됨 · 수기로 작성된 스케치 및 이미지를 기반으로 상세화된 풍경 및 그림을 자동화하는 GAN 기술이 발전하였으나 이를 설계도면에 적용한 연구는 없음	· GAN 기반으로 2D 도면 자동 상세화 구축하여 투입 인력 및 시간 감축	설계자/사용자	- GAN 기반 2D 도면 자동 상세화 도구
건축 2D 도면-> BIM 부재 자동화 기술	· 주어진 부재의 2D 도면이나 이미지로부터 3차원 부재 자동 생성을 위해 VAE, GQN, 3D GAN 기법 적용	· 어반베이스가 3차원 변환 기술 갖추고 있으나 벽체에 제한됨 · 2D 이미지를 3D 로 자동 변환하는 딥러닝 기술이 급속도로 발전하고 있으나 이를 2D -> BIM 부재에 활용한 연구는 없음	· VAE, GQN, 3D GAN 등을 활용하여 3차원 BIM 부재 자동 생성	설계자/사용자	- VAE, GQN, 3D GAN 기반 3차원 BIM 부재 자동 생성 도구
건축/구조 BIM 부재 자동 인식 및 자동 추천 기술	· MVCNN 및 PointNet 등의 3차원 기반 딥러닝 기술 활용한 BIM 부재 자동 인식 · BIM 부재 자동 인식을 통해 BIM 모델 정합성 검토 및 BIM 부재 자동 추천	· Autodesk의 Design Graph 가 부재 자동 인식 개발하였으나 기계부품 위주이며 기계학습에 기반함 · 3차원 전용 딥러닝 기술이 성숙되고 있어 이를 활용하여 BIM 부재 자동 분류 가능해짐	· 구축된 BIM 모델의 정합성/무결성 평가 · BIM 라이브러리 DB로부터 적합 BIM 부재 추천	설계자/사용자	- 딥러닝 기반 BIM 부재 인식 도구
실시 단계 데이터 기반 상세 견적 도출	· AI 및 BIM 기반 공사비 견적 시스템 구축 · 견적 실적 데이터, 표준 품셈 및 실적 공사비 DB활용하여 공종 및 재료,노무비,경비 조합 분석	· 견적은 입찰 및 실행률에 큰 영향 미치나 아직 국내에 인공지능 적용한 연구 부재 · XCOST와 같은 상용 프로그램 기반으로 견적 진행	· AI 및 BIM 기반으로 견적 자동화를 통해 견적에 소요되는 시간 단축 및 견적 전략 수립	설계자/발주자	- AI 및 BIM 기반 실시 설계 단계 견적 자동 시스템 구축
상세 마감 자동 추천 시스템	· 스타일 트랜스퍼(Style Transfer) 기법을 활용하여 실시설계 마지막 단계에서 테마별 실내 마감 및 가구 자동 추천 시스템 구축	· GAN 기술 활용하여 다양한 스타일 제시할 수 있으나 BIM 기반으로는 적용되지 못함 · BIM 라이브러리 DB 및 BIM 구조 활용하여 제약내에서 최적 배치 및 스타일 구현 에어비엔비, 위워크 공개 DB 활용	· 주어진 공간에서 벽지, 페인트, 가구 배치 등 최적 스타일 제시하는 시스템	설계자/사용자	- 스타일 트랜스퍼 기법 활용한 상세 마감 자동 추천 도구
전문가시스템 기반 Design for X 시공시뮬레이터개발	· 설계 정보 기반 스케줄링 작성 모듈 · 공기, 비용, 안전사고, 환경 영향 등 시공 전문가 heuristics 및 관	· 건축물 시공 관련 퍼포먼스 모델 및 통합 시뮬레이션 움직임이 있어왔으나 설계 단계에서 생성되는 정보만으로 설계자가 쉽게 사용할 수 있는	· 설계 정보를 바탕으로 시공 단계의 전문가 heuristics를 활용하여 공기, 비용, 안전사고, 시공단계의 환경 영향 등을 평가하는 시뮬레이터개발	설계자	-

	· 런 데이터수집 (예, 사고정보) · 전문가 시스템 이론에 근거한 knowledge 모델링 · 시뮬레이터 및 시뮬레이터 인터페이스 개발	· 시공 시뮬레이터 툴은 부재 · 스케줄링 오토메이션 연구가 지속적으로 수행되어 왔으므로 이를 활용하여 설계정보 기반 스케줄링으로 재정의 · 전문가 시스템 이론기반 heuristics 및 데이터의 지식화			
건축 장비 최적 및 안전 운영 도출을 위한 시뮬레이션 기술	· 시공 최적화를 위해 강화학습 기반으로 주요 장비 최적 운영 안 도출 · 자세추정(poseestimation)기술 도입하여 장비 안전성 모니터링 기술구축	· 강화학습을 통해 자율 로봇의 최적 운용 방안을 도출하는 기술이 제조 및 조선쪽에 도입되고 있으나 건축에서는 적용되지 못하고 있음 · 정적 규칙 기반이 아닌 경험 학습 기반으로 건설 장비 운용 계획 수립	· 크레인 양중기 등을 강화학습 기반으로 학습시켜 최적 운영 방안 도출 및 자세 추정 기반으로 안전 여부 분석	설계 / 시공자	- 건축 장비 최적 및 안전 운영 시뮬레이션 도구
AR 및 캡션 기술 기반 지능적 4D 시뮬레이션 기술	· 4D 시뮬레이션에 시 캡션 자동 삽입 위해 image to text 기술 적용하고 이를 가시화하기 위해 AR 기술과 연동	· 4D 시뮬레이션 시 캡션은 공정 activity 명을 표현하는데 그치고 있음 · 4D 시뮬레이션 기술은 그대로 사용하되 image to text 기술과 AR 기술을 융합	· 정적 4D 시뮬레이션에 캡션을 연동시키고 이를 가시화하여 시뮬레이션 이해도 증대	설계자/ 시공자	- 체험형 4D 시뮬레이션 도구
인공지능 기반 BIM 모델의 LOD 자동 판별 기술	· BIM모델의 LOD수준은 항상 논란의 대상이 된다. 본 연구를 통하여 기존 BIM 모델의 LOD로 training을 하여 거꾸로 LOD 기준을 제시할 수도 있으리라고 본다. 향후에는 LOD에 대한 기준이 보다 명확해지면, LOD에 수준에 맞추어 모델의 자동으로 바꾸어주는 자동설계 구현도 가능할 것으로 예상됨	· 아직 BIM모델의 LOD를 딥러닝을 통하여 분류한 적은 없었다. 딥러닝 기술 수준으로 볼 때 분류자체가 문제가 되는 것은 아니지만, 분석에 필요한 모델을 어떻게 정보를 모을지와 어떤 정보를 입력변수로 쓸지가 중요함 · 직접적으로 관련 있는 연구는 없으나, 기존의 LOD 분류기준 등과 대조하여 비교분석이 가능할 것임	· 딥러닝기반 BIM모델 LOD자동 판별 도구 / 기술 개발	설계자/ 시공자/ 건축주	- 딥러닝기반 BIM 모델 LOD자동판별 도구 /기술
프리콘 기반 최적 공법 솔루션 도출을 위한 VR/AR 기반 건설형 RPA 기술	· 프리콘(Prec-constuction) 단계에서 작업자의 시공성(Buildability)이 가장 높은 공법 솔루션을 VR/AR 기반으로 도출하고 이를 통해 도면수정 및 설계오류검토 등을 RPA(Robotic Process Automation)기술을 통해 구현	· CAD, BIM툴을 활용한 사전 간섭검토나 공정 시뮬레이션 등에 일부 활용되고 있으나 실제 작업자의 시공성에 대한 평가가 가능한 VA/AR 기반 체험형 기술은 없으며, 시공성 향상을 위한 설계변경이 이루어질 경우 단순반복 작업을 자동화할 수 있는 지능형 서비스는 금융/제조업 등에 국한되어 도입되고 있어 건설업에 적용된 사례는 없음 · 2D 도면 기반 시공성 평가 지표에 대한 연구가 있었으며, BIM을 통한 사전 시공성 검토에 대한 연구도 일부 진행되었음. VR/AR을 통한 설계대안 평가 및 협업 커뮤니케이션 기술은 일부 활용 가능하나 2D 혹은 3D 도면을 자동으로 검토하고 수정하는 RPA기술에 대한 연구는 없음	· 3차원 도면을 분석하여 시공성 평가를 위한 VR/AR 기반 데이터를 추출, 이를 스마트 디바이스를 통해 가시화하여 시공성을 평가함. 이를 토대로 설계대안을 제시하고 자동으로 설계변경이 가능한 기술 개발	설계자/ 시공자	- 시공성 평가 및 최적 공법 선정을 위한 VR/AR 기반 설계변경 자동화 도구
G-SEED 인증 항목과 BIM 데이터 연동을 통한 인증등급 체크	· 친환경 건축의 요구와 인증은 증가하고 있으나 복잡한 인증 항목으로 인해 설계사무소에서의 인증에 대한 검토 부족과 외주화	· G-SEED인증 및 에너지성능분석 기술, 친환경 자재 DB 기반 각각 별개로 이루어지는 과정을 하나의 프로세스로 연계하여 친환경설계를 지원	· 설계자	설계자	- 친환경 건축설계 지원 시스템

시스템/ 친환경자재, 에너지 고효율자재 D.B를 활용한 설계 대안의 제시 및 분석 시스템	- 설계품질 저하로 이어짐 · 전문가의 경험에 의존한 건축 자재의 선택으로 인한 친환경 인증 효율성 저하 · 적용 자재별 에너지 성능분석 및 결과 해석의 어려움으로 인한 설계 대안 검토의 부정확성	- 의 최적화 · 인공지능을 이용한 친환경 건축물의 설계품질향상 및 성능 최적화			
Supply chain을 고려한 철골구조물에 대한 대안부재 자동 선정 기술	· BIM을 기반으로 supply chain을 고려한 공사비 분석 및 구조해석 기능을 통합한 Multi-disciplinary Design Optimization (MDO) 모델 개발을 통해 철골구조물에 대한 대안부재 자동 선정	· 철골구조물에 대한 대안부재 선정 작업은 대부분 수기에 의존하고 통합되어 있지 않음 · 철골 구조물에 필요한 부재로부터 요구되는 강판의 수량을 자동으로 최적화하는 nesting 알고리즘과 같은 요소 기술들은 개발이 되어 있지만 이러한 모델들을 통합하여 최적화하는 연구는 없음	· BIM을 기반으로 철골구조물에 대한 구조해석 및 supply chain을 고려한 공사비 분석 과정을 통합 · 강화학습을활용한대안부재선정최적화방법론구축	설계자/ 사용자	- MDO기반 철골구조물 대안부재 자동 선정 도구
딥러닝 기반 기후 변화와 자연 재해에 대응가능한설계요건 분석과 평가기술개발	· 딥러닝 기반으로한 기후 변화와 그에 따른 자연 재해 가능성, 리스크 분석 (쓰나미, 홍수, 태풍, 지진 등) · 이에 안전하게 대응 할 수 있는 건축물의 구조나 다른 요구사항 추출 · 제시된 설계 디자인의 요구사항 자동분석	· 딥러닝 기반 미래 기후 변화와 자연 재해 가능성을 분석하고 예측하는 연구가 진행되고 있음 · 딥러닝 기반 미래 기후 변화와 자연 재해 리스크 분석 기술 활용	· 예측 불가능한 기후 변화와 자연재해에 대응하고 지속가능한 설계를 위해, 딥러닝을 통한 과거 자연재해 리스크 분석, 설계 요구사항 추출, 자동 평가 시스템 개발	발주자/ 설계자/ 인허가 담당자	- 자연재해 리스크 분석과 설계평가 시스템
인공지능 기반의 설계 요구사항 분석기술개발 인공지능기반의경제 성평가기술개발	· 자연어 기반의 범규 요구사항 분석 및 룰셋 생성 · 자연어 기반의 기타 요구사항 분석 및 룰셋 생성 · AI기반의 공사비 산정 기술개발 · AI기반의 생애주기 비용 산정 기술개발	· 인공지능 기반의 자연어 분석 기술 · 기존의 자연어 분석 시스템 활용	· 요구사항의 룰셋화 및 정량화를 통한 설계평가 요소 도출	설계자/ 인허가 담당자	- AI 기반의 설계 요구사항 분석 시스템
빅데이터와 기계 학습법을 이용한 건물 외피 열교 현상 평가 및 개선안 도출 기술개발	· 실시설계 단면 디테일 도면이나 이미지를 활용한 객체 인식 모델 개발 (연세대학교와 공동연구) · 현재 실시설계 단면 디테일 데이터 베이스 구축 및 시뮬레이션을 통한 단열성능 데이터 베이스 구축 · 빅데이터와 기계학습법을 이용한 실시설계 단면의 2-D열전달 예측 모델 개발	· 건축설계 단계에서는 컴퓨터 시뮬레이션이 건축물의 창틀 및 벽체 사이 열교 현상을 세밀하게 분석하는데 주로 쓰이고 있음 · 기축 건물인 경우는 적외선 활용 및 컴퓨터 시뮬레이션을 종합적으로 이용하여 건물의 열교 현상을 분석하는 방법론 개발 연구가 진행되고 있음 · 현재 개발되어진 컴퓨터 시뮬레이션 소프트웨어를 이용하여 현재 사용되어지는 다양한 실시설계 단면의 열교 현상 분석 데이터베이스 구축 · 현재까지 건물 성능 관련한 기계 학습 모델은 시계열 데이터를 기반한 예측 모델이었으나, 이를 확장하여 공간 데이터를 기반한 예측 모델 개발	· 실시설계 단계에서 건물의 주요 단면 및 조인트의 디테일 설계가 건물의 단열 성능에 미치는 영향을 자동으로 평가하고 스스로 개선안을 제시할 수 있는 인공지능 모델 개발	설계자/ 콘텐츠 개발 보급자	-

GIS 기반 주변환경을 고려한 자연형건축설계성능 분석기술개발	· GIS 기반 설계프로젝트 사이트의 주변환경 모델 자동화 기술 개발 · GIS 기반 위치별 미기후 (외부 온도, 풍속, 일사량) 예측 모델개발 · 설계 초기단계의 대안의 자연 채광, 일사량 및 자연 환기 성능 분석 모델 개발	· 도시 내 위치별 주변 환경에 따른 미기후 (외부 공기 온도 및 풍속) 차이를 분석하기 위해 지역기후모델, 전산수치해석모델 등이 사용되고 있음 · 도시 내 주변환경을 고려한 일사량 예측을 위해서 daylight simulation software가 사용 되고있음	· 설계 초기 단계에 프로젝트 위치의 주변환경을 고려하여 자연형 건축설계 성능 (자연채광, 일사량, 자연환기 성능) 분석을 자동화할 수 있는 GIS 기반 분석 모델 개발	설계자/콘텐츠 개발업자	-
인공지능기반 사업경제성 분석 체계 구축	· 인공지능기반의 건설 공사비 산정 기술 개발 · 환경 유지 관리 법규 및 지침에 관한 건축물 유지관리 비용 산정 기술개발 · 생애주기비용(Life Cycle Cost, LCC)기반의 경제성 평가를 위한 빅데이터 구축 및 활용 기술개발 · 인공지능 기반 사업경제성 분석 체계 구축	· 인공지능 기반의 머신러닝 알고리즘 기술 · 머신러닝 기법을 활용하여 각 카테고리에 맞는 비용 산정 기술 개발	· 인공지능 기반 건설 공사비 산정 기술 개발 · 인공지능 기반 환경 유지 관리 비용 산정 기술개발 · 생애주기 비용 기반 경제성 평가를 위한 빅데이터 구축 및 활용 기술개발 · 인공지능 기반 사업경제성 분석 체계 구축	설계자/발주자	- 건설 공사비 산정 시스템 - 유지관리 비용 산정 시스템 - 생애주기비용 DB - 사업 경제성 분석 체계
시공성 검토를 위한 인공지능기반 디지털설계패턴분석 시스템개발	· 설계도서 및 3D 디지털 설계 등과 같은 실시공에 부합되는 설계 패턴 데이터 수집 방안 마련 및 DB 구축 · 인공지능 기반 실시 설계안 패턴 분석을 통한 실시 설계안 적합성 평가 논리 체계 구축 · 인공지능 기반 디지털 설계 패턴 분석 시스템 개발	· 인공지능 기반의 패턴인식 기술 · 인공지능 기반의 패턴인식 기술을 활용한 설계도면 학습	· 설계도서 및 3D 디지털 설계 등과 같은 실시공에 부합되는 설계 패턴 데이터 수집 방안 마련 및 DB 구축 · 인공지능 기반 실시 설계안 패턴 분석을 통한 실시 설계안 적합성 평가 논리 체계 구축 · 인공지능 기반 디지털 설계 패턴 분석 시스템 개발	설계자/시공자	- 설계도서/3D 디지털 설계 안 패턴 DB구축 - 실시설계안 적합성 평가 시스템
인공지능기반 설계도서 및 시공서류-디지털설계평가 시스템개발	· 국가 설계 기준 코드, 표준 시방서, 품질 및 시공평가 관련 서류 등에 관한 데이터베이스 구축 및 평가 항목 도출 · NLP기반 평가 항목 체크리스트 자동 생성 및 Code 변환 논리 체계 구축 · 평가 항목 체크리스트 자동 생성 및 디지털 설계 적합성 평가 시스템 개발	· 텍스트마이닝 기술 · 인공지능기반 머신러닝 기술 · 텍스트 마이닝 기술을 이용하여시공 서류 분석에 활용 · 인공지능 기반 머신러닝 기법을 활용하여 평가 항목 체크리스트 자동 생성	· 국가설계기준코드, 표준시방서, 품질 및 시공평가 관련 서류 등에 관한 DB 구축 및 평가 항목 도출 · NLP기반 평가 항목 체크리스트 자동 생성 및 Code 변환 논리체계 구축 · 평가 항목 체크리스트 자동생성 및 디지털 설계 적합성 평가 시스템 개발	설계자/시공자	- 시공관련 서류 DB구축 - 설계 적합성 체크리스트 자동 생성 및 평가 시스템
설계-시공간 모순 제거를 위한 인공지능 기반 이미지 분석 기술개발	· 시공현장 이미지 데이터 수집 및 빅데이터 구축·관리 방안 도출 · 시공 최적안 평가를 위한 건축물용도별 · 공종별 실제 시공현장 이미지 관계 분석 · 시공현장(이미지)기반 객체정보 역추출 알고리즘 및 시스템 개발 · 인공지능 기반 실시설계안-시공 최적안 간의 비교 분석을 통한 설계-시공오류 사전평가 시스템 개발	· 딥러닝기반 객체 인식 기술 · Objecttracking/Objectdetection등 · 딥러닝 기술로 시공현장 이미지 분석 및 시스템 개발에 활용	· 시공현장 이미지 데이터 수집 및 빅데이터 구축·관리 방안 도출 · 시공 최적안 평가를 위한 건축물용도별 · 공종별 실제 시공현장 이미지 관계 분석 · 시공현장(이미지)기반 객체정보 역추출 알고리즘 및 시스템 개발 · 인공지능 기반 실시설계안-시공 최적안 간의 비교 분석을 통한 설계-시공오류 사전평가 시스템 개발	설계자/시공자	- 시공 현장 DB구축 - 이미지 기반 객체 정보 역추출 시스템 - 설계-시공 오류 사전 평가 시스템

인공지능 기반의 설계 요구사항 분석 및 평가 기술 개발	· 인공지능 기반의 자연어 요구사항 구조화 기술 개발 · 요구사항 구조화 유형 모델 개발 · 요구사항 구조화 유형별 평가 모델 개발 · 요구사항 분석 및 평가 시스템 개발	· 인공지능 기반의 자연어 분석 기술 개발이 이루어지고 있음 · 기존의 자연어 분석 시스템 활용	· 자연어로 작성된 법규, 건축주, 기타 요구사항을 구조화된 체계로 정리하는 기술 개발 · 구조화된 요구사항을 유형별로 모델화 하고 이들 유형별로 설계안을 평가 할 수 있는 시스템을 개발	설계자/ 인허가 담당자	- AI 기반의 설계 요구사항 분석 및 평가 시스템
인공지능 기반의 경제성 평가 기술 개발	· AI기반의 공사비 산정 기술 개발 · AI기반의 생애주기 비용 산정 기술 개발 · 경제성 및 사업타당성 분석 기술 개발	· BIM기반의 물량산출 및 공사비 산정 등에 대한 시스템 개발이 주를 이루고 있음 · 기존의 BIM 기반의 물량산출 및 공사비 산출 기술 활용 · 데이터 기반의 공사비 산정 기술에 AI 기술 적용	· AI 기술을 활용하여 기존의 공사비 산정, 생애주기 비용 산정의 정확도를 높이고 이를 기반으로 사업의 경제성과 타당성 분석을 수행할 수 있는 시스템을 개발하고자 함	건축주/ 설계자/ 시공자	- AI 기반의 시설물 경제성 분석 시스템
시설물 평가를 위한 데이터 수집기술개발	· BIM 모델 기반의 정보 수집 및 학습 기술 개발 · 시설물 운영 및 관리 데이터 수집 기술 W개발 · 시설물의 사용자 평가 데이터 수집 기술개발 · 에너지 성능 데이터 수집 기술개발	· 시설물 유지관리 시스템의 개발은 다양한 형태로 이루어졌으나 이를 통해 취득한 데이터를 AI 기반으로 활용하는 방안에 대한 연구는 거의 없음 · SNS 기반의 시설물 관련 정보를 수집하고 자연어 분석하여 평가 정보 자동 정리. 이를 통해 일반 건물 사용자들의 건물 내외부에 대한 평가 내용을 자동으로 수집할 수 있는 기술 개발	· 다양한 BIM 모델에서 설계평가를 위해 필요한 정보를 수집할 수 있는 기술을 개발하여 평가 시스템에 활용할 수 있도록 함 · 완성된 시설물의 운영중인 데이터를 효과적으로 수집 할 수 있는 기술개발을 통해 설계 평가를 위한 기반 데이터가 구축 될 수 있도록 함 · 사용자들의 안정적인 평가를 수집하고 체계화하여 관리 할 수 있는 방안을 마련하고자 함	건축주/ 설계자/ 시공자	- BIM 모델 기반의 정보 수집 및 평가를 위한 데이터 가공 시스템 - 시설물 평가 데이터 수집 및 평가를 위한 데이터 가공 시스템
설계평가 활용 인공지능 인터페이스기술	· 개방형 플랫폼 기반 설계 평가 서비스 기술개발 · 개방형 플랫폼 기반 설계 평가 시각화기술개발	· 건축 분야별 활용되는 솔루션(설계, 환경, 시공 등)을 통합 플랫폼 기반으로 서비스하여 업무 효율을 높여려는 시스템이 개발 및 활용되고 있음 · 그러나 솔루션의 단순 활용과 솔루션 사이의 데이터 교환 서비스에 머물러 있어 활용범위가 한정적임 · 인공지능을 활용한 분야별 평가 데이터에 빅데이터 기술을 적용 · 개방형 BIM 시각화 기술을 기반으로 설계 평가 시각화 기술 확대 적용	· 빅데이터를 활용한 개방형 플랫폼 기반 설계평가 서비스 개발	설계자/ 발주자/ 기술개발 보급자	- 설계 평가 서비스 플랫폼 모듈(S/W)
인공지능 기반 설계평가 자동화를 위한 빅데이터 구축 기술	· 설계평가 빅데이터 DB 구축 기술 개발 · 설계평가 빅데이터 분석 기술개발	· 건축 인허가 활용을 위해 일부 법규가 DB가 구축 되었으나 시범적으로 활용 · 건축 인허가 적합성 검토를 제한적으로 시범 수행하였으며 2D도면을 기반으로 구축되어 정보 활용이 어려움 · 빅데이터 DB 구축 및 분석 기술 기반으로 설계 평가 분야 확대 적용	· 설계평가 활용을 위한 빅데이터 구축 · 경제성, 성능, 시공성 평가로 빅데이터 확장	설계자/ 발주자/ 기술개발 보급자	- 설계 평가 활용을 위한 빅데이터 시스템(S/W)
인공지능 및 빅데이터 정보구성	· 인공지능 빅데이터 표준화 대상 정보 구성목록 개발 : 중점항목을 선정하여 설계지식 서비스 및	· 건축물 설계를 위한 BIM정보 통합 표준을 확보하기 위해 표준 골격 및 분류 체계를 개발하고 최소한의 공	· 인공지능 빅데이터 표준화 대상정보 구성목록 개발 · 인공지능 빅데이터 정보프레임 규격	설계자/ 발주자/ 표준개발	- 인공지능 설계자동화 정보 프레임워크

위한 표준 프레임 워크 구성 체계 개발	기술 활성화 방안 제시 · 인공지능 빅데이터 정보프레임워크 (스키마, 템플릿, 메타정보) 개발 : 표준화의 특성을 반영하여 인공지능 및 빅데이터 정보 구성 · 국제 및 국가 유관 표준과의 연계 관계 정립 : 국내 인공지능 기반 건축설계 산업을 활성화 및 국제 경쟁력 강화를 위한 표준 연계성 확립	통적 BIM 라이브러리 콘텐츠를 개발하기 위한 표준을 정립하고 있는 상황임 · 국토부 인허가 시스템인 세움터에서 건축물의 개요 정보 등이 제공되고 있으며 GIS, 스마트 시티 등의 사업에 활용 하려는 시도가 활발해지고 있음 · 기존 추진중인 BIM 등 각종 정보화 사업에서 요구되는 정보체계와 연계 호환을 위한 표준의 위계확보는 불가능할 것으로 예상됨	(스키마, 템플릿, 메타정보) 개발 · 국제 및 국가 유관 표준과의 연계 관계 정립	보급자/콘텐츠 개발 보급자	
온라인 인공지능 설계서비스 제공 시스템 개발	· 건축설계 초기작업 효율증진을 위한 사업성검토 플랫폼 구축 · 건축설계안 신속도출 및 설계 지식 활용을 위한 플랫폼 구축 · 플랫폼 보급 및 활용 증대를 위한 설계 자동화 프로세스 구축	· 국내 건설디지털 플랫폼의 적용은 선진국 대비 7~8년 지연된 상황이며, 신기술 적용 사례도 초기 도입 단계임 · 설계 부문에서 여러 공종 엔지니어들 간의 도면검토 및 협의가 요구되는 영역 중심으로만 도입되었고, 시공에서는 사업 수익성 개선을 위한 공정 및 안전관리에서 집중된 기술 적용만 가능한 상태이며, 운영 및 유지관리 부문에서도 EPC업체는 신기술 적용 필요성이 낮으며 일부 기업 중심으로 기술 도입 시도가 있는 실정임 · 발주처의 디지털 플랫폼 수요확대와 스마트 인프라 사업에 대한 국가 정책 확대에 따른 건축설계 시장 활성화 및 4차산업 대응을 위한 플랫폼 구현	· 설계 자동화 요소기술의 통합적 보급환경 마련	설계자/발주자/표준개발보급자/기술개발보급자/콘텐츠 개발 보급자/모든주체	- 소프트웨어
인공지능 설계기술보급 활성화를 위한 open API 제공 서비스 시스템 개발	· 인공지능 설계자동화 요소기술 모듈화 · 각 모듈의 공유를 위한 open API구축 · 플랫폼 기반의 인공지능 설계 자동화 요소 기술 보급 체계 개발	· 국토부 세움터 건축행정정보 빅데이터를 공개하고 있으나 메타데이터만 제공하고 있어 건축물의 형태, 마감 등의 BIM정보 데이터가 요구됨 · 건축 설계 분야는 설계 자재 정보, 라이브러리 제공에 한정되어 있으며 국내 건설분야는 ICT기술을 융합 한 기술적 플랫폼 상용화는 준비단계임 · Open API 중심의 플랫폼 개념을 도입하여 데이터 및 기술공유 중심의 개발로 발주자 및 설계 수향자에게 필요한 프로세스를 고려한 플랫폼 개발	· 미래 IT융합환경에서 건축정보의 통합적 공유기반 조성	설계자/발주자/표준개발보급자/기술개발보급자/콘텐츠 개발 보급자/모든주체	- 시스템
설계안 생산품질 향상을 위한 프리컨스트럭션(Pre-Construction)서비스 개발	· 프로젝트별 최적화 요구정보 맞춤형 설계데이터 (수량, 공사비 등) 제공 서비스 · 빅데이터 기반 부위별 자재 사용 통계 분석 및 추천 서비스 · 빅데이터 기반 각 공종 및 분야별 사례, 전문가 추천 서비스	· 착수전 시공 과정을 3D로 미리 구현해 보는 프리컨스트럭션 방식을 기반으로 통합 발주방식이 확대 될 것으로 예상 · 건설업의 디지털 플랫폼 기반으로 디지털 신 기술이 활발히 적용 될 것임	· 인공지능 기반 설계안 생산품질 확보 및 가상공사 시뮬레이션을 통한 건설생산성 향상	설계자/발주자/시공자/콘텐츠 개발 보급자	- 콘텐츠, 시스템

		· 융복합 스마트 인프라 구축의 확대와 원도급자의 직접 시공이 확대되고 직접 시공에 중하는 관리 의무가 강화 될 것 이라 전망됨 · -BIM, Big Data, Wireless monitoring 등의 기술을 필요에 따라 도입방안을 제시하여 건설업의 신기술 적용성 검토 및 가상시뮬레이션 플랫폼 제공			
설계안 최적 시공법 구현 및 현장관리 정보 제공을 위한 스마트 건설 서비스 개발	· CIM, BIM, 시공자동화 등의 기술 접목 현장조립을 위한 부재 선정 서비스 개발 · 스마트 시공 장비 추천 및 가상 시뮬레이션 기술 서비스 개발 · 빅데이터, 인공지능, WSN 등을 활용한 최적 현장 관리 기술 추천 서비스 개발	· 건설공사 생애주기 전반(발주, 시공, 유지보수, 운영 등)에 걸친 효율화가 중요해 지며, 특히 시공과정에서 모듈화나 신기술 접목 등의 큰 변화가 예상되고 있음 · 건설 인력 고령화 및 숙련 인력 부족과 인력의 미스매치 문제 등으로 인해 무인 시공 기술 및 신기술 보유 인력 수요확대가 필요하며 이를 위한 기술 개발이 이루어지고 있음 · 주거 및 시설물 수요가 다변화 되고 있으며, 소형가구 중심, 노인인구 증가, 저출산 등으로 인한 주택공급의 변화로 인한 소품종 대량생산 건설 기술이 개발되고 있음 · 자동화, 모듈화 등에 의한 과학적 공정관리 기법과 인공지능 기반의 공사 예측시스템 도입을 통한 최적 스마트 건설 서비스 개발	· 인공지능 기반으로 도출된 설계안의 최적 생산을 위한 건설현장 스마트화 구현	설계자/발주자/시공자/콘텐츠 개발보급자	- 콘텐츠, 시스템
인공지능 기반 메가트렌드 반영 미래현장 가동 예측 서비스 개발	· 미래 건설산업 전망 분석 및 트렌드 예측 서비스 개발 · 미래 건축 기술 평가 및 관리를 위한 프로세스 개발 · 글로벌 스마트시티 연계지원 서비스 개발 및 지속가능한 생태계 수요 예측 서비스 개발	· EY등 세계적 자문전문회사와 연구기관들은 메가트렌드 관련 웹페이지를 운영하거나 관련 보고서를 지속적으로 발표:디지털미래, 글로벌시장, 도시화, 자원활용 혁신등의 메가트렌드 제시 · 'Future of Construction' 프로젝트 등에서 전세계 건설산업에 영향을 미칠 메가트렌드 제시 · 미래 사회의 주요변화인 생산 인구감소, 도시권 집중, 4차 산업혁명과 친환경 성장 요구, 저성장 글로벌 경쟁 심화 등을 건설산업의 메가트렌드로 도출되고 있음 · 건축부문의 미래는 과학기술, 사회, 에너지 등의 이슈에 따라 변화를 겪을것으로 예상되며, 건축신기술 확보와 신규가치 창출을 위한 산업 신생태계의 개발이 함께 이루어져야 함	· 인공지능 기반 건축설계 자동화 플랫폼 기능을 활용하여 메가트렌드를 반영한 건설시장 미래수요 예측 서비스가 제공 기술 구현	설계자/발주자/표준개발보급자/기술개발보급자/콘텐츠 개발보급자/모든주체	- 콘텐츠, 시스템
4차산업 대응 건축설계 서비스 제공 신규직능 발굴	· 4차산업혁명 대응 건축설계 서비스 산업 직능구조 변화 예측 · 기존 건축 설계 직능 분석 및 구	· 4차 산업혁명의 핵심주도 기술은 지능정보기술이며, 이는 사물인터넷(IoT), 클라우드(cloud), 빅데이터(big data), 모바일(mobile), 인공지	· 고부가가치 인력 창출을 위한 건축설계 기능 구조개편 및 신규직능 발굴	설계자/발주자/표준개발보급자	- 직능기준

	· 조 개편 방안 개발 · 미래 신규 직종 분석에 따른 NCS 반영 및 대안제시	· 능(AI) 등 로봇을 포함함 · 위의 요소들을 접목한 건축설계 직종들이 변화 할 것이며, 사이버 물리 시스템(CPS)을 통해 기존 하드웨어 중심의 생산방식을 변화 시킬 것으로 전망 · 초자동화, 초연결, 초지능화 특성을 바탕으로 제품 및 제조공정의 혁신이 요구되고 있으며 상호연계와 융합을 바탕으로 건축분야에서도 새로운 직능구조 및 직종에 대한 변화가 예상됨 · 미래 신규 직능 발굴을 위한 현행 NCS 반영 구조 개편안 제시			
인공지능 활용 건축설계 고품질 인적자원 육성 커리큘럼 개발	· 설계자동화 인적자원 역량요소 연구 · 신규 직능 육성을 위한 프레임 워크 모듈 개발 · 학생, 일반인, 기존 설계 자등 대상별 맞춤형 교육커리큘럼 개발	· 국내 건설업 변화 방향성을 고려한 건설인력 육성 방안 수립 요구 · 건설업 변화 방향과 연계한 인력 육성 방향성을 수립하고 그에 따른 구체적인 방안을 마련하는 현황임 · 건설산업 변화 예측을 통한 현장 교육체계 및 맞춤형 커리큘럼 개발	· 고부가가치 미래형 건축설계 컨설턴트 배출을 위한 프로세스 및 맞춤형 교육안 제시	설계자/ 발주자/ 표준개발 보급자	- 교육커리큘럼 기준서
미래형 건축설계 휴먼클라우드 운영체계 구축	· AR/VR 기반의 설계자동화 인적 자원 역량향상 육성 기술 개발 · 온라인 가상조직에 의한 미래형 건축 설계 서비스 모델 개발 · 휴먼 클라우드 기반 인적 자원 커리어 관리 기술개발	· 건설업의 디지털 플랫폼 기반으로 디지털 신기술 도입 · 융복합 스마트 인프라 구축의 확대 로 인한 자격 인증 제도, 역량 검증 프로세스, 현장 교육 방안이 제시되고 있음 · 휴먼클라우드 활용 및 데이터기반 플랫폼을 활용한 역량강화 방안 수립	· 온라인 가상조직 운영 체계 도입과 휴먼클라우드 활용 방안 제시를 통한 미래형 건축설계 모델 제시	설계자/ 발주자/ 표준개발 보급자/ 기술개발 보급자/ 콘텐츠 개발 보급자/ 모든주체	- 휴먼클라우드 지원 시스템
설계변경 및 시공품질 향상을 위한 인공지능 기반의 증강현실 기술개발	· 시공단계에서 구조와 MEP 간의 설계오류 (간섭)에 대한 실시간 설계 조정 (Coordination) 및 변경 · 인공지능을 기반으로한 증강현실을 통해 건설 현장에서 실시간 설계 조정 및 변경 솔루션을 제공 · 인공지능을 기반으로한 증강현실을 통해 시공단계에서 자동화된 실시설계 / 시공 상세도와의 정합성 및 시공 품질 확인	· 시공단계에서 MEP를 설치하기 전, 증강현실을 사용하여, 설계검토 시 발견하지 못한 MEP와 구조간의 간섭 및 기타 설계오류를 확인하고, 이를 수정하기 위해 설계자와 실시간으로 의사소통하려는 연구가 진행 중 · 시공단계에서 MEP를 설치하기 전, 증강현실을 사용하여, 설계검토 시 발견하지 못한 MEP와 구조간의 간섭 및 기타 설계오류를 확인하고 있음 · 건물 유지 및 보수 단계에서 개수 및 보수를 위한 설계변경을 하기 위해 증강현실을 사용하고 있음	· 증강현실을 통해 실시설계와 현장에서 발생하는 설계오류와 간섭을 파악하고, 이를 바탕으로 설계 개선을 위한 솔루션을 인공지능을 통하여 실시간으로 제공하는 솔루션 개발	설계자/ 발주자/ 시공사/ 현장 관리자	-
인공지능기반 사용자 감성정보를 적용한 건축디자인 측정 기술 개발	· 뇌파를 활용한 사용자의 공간 선호도 분석 · 건축 설계 요소 (물리적인정보)와 뇌파 (감성적인정보)의 AI를 활용한 건축 디자인 측정	· 기존 건축은 건물이 시공되고 거주 후 평가를 진행함 · 시공후 평가가 진행되어, 최적 공간에 대한 대안 제시가 가능해도 이를 반영하기 어려움	· 건축 사용자 선호도를 반영한 건축 설계 지원	설계자/ 사용자	- AI 기반 사용자 건축디자인 선호도 분석 시스템

	· VR기반 플랫폼을 통해 건축설계 목표에 만족하는 선호도 모니터링	· 사전에 사용자들의 요구 및 선호도를 파악하여 건축에 적용가능한 기술을 개발하고자 함 · 스마트 디바이스를 활용한 뇌전도파(electroencephalography, EEG)분석 · 스마트 디바이스를 활용한 뇌전도파(electroencephalography, EEG) 분석을 통한 감정정보 구축 · AI를 활용한 건축 설계요소와 뇌파 DB를 통합한 건축 디자인 선호도 예측 모형 구축 · VR기반 건축디자인 선호도 모니터링			
--	---	---	--	--	--

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 안됩니다.

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 최종보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.