

국토교통기술 이슈리포트

AI를 활용한 건축물·플랜트
설계 및 유지관리·운영이슈

2022년 5월 | 제5호

발행일

2022. 5. 31

발행처

국토교통과학기술진흥원



2022 제5호

CONTENTS

- 1. 디지털화되는 건축물·플랜트 기술
- 2. 건축물·플랜트 분야의 AI 활용사례 및
향후전망
- 3. 시설물의 노후화 및 안전성 확보에 필요한
AI 기술 활용에 대한 제언 및 시사점

CONTENTS

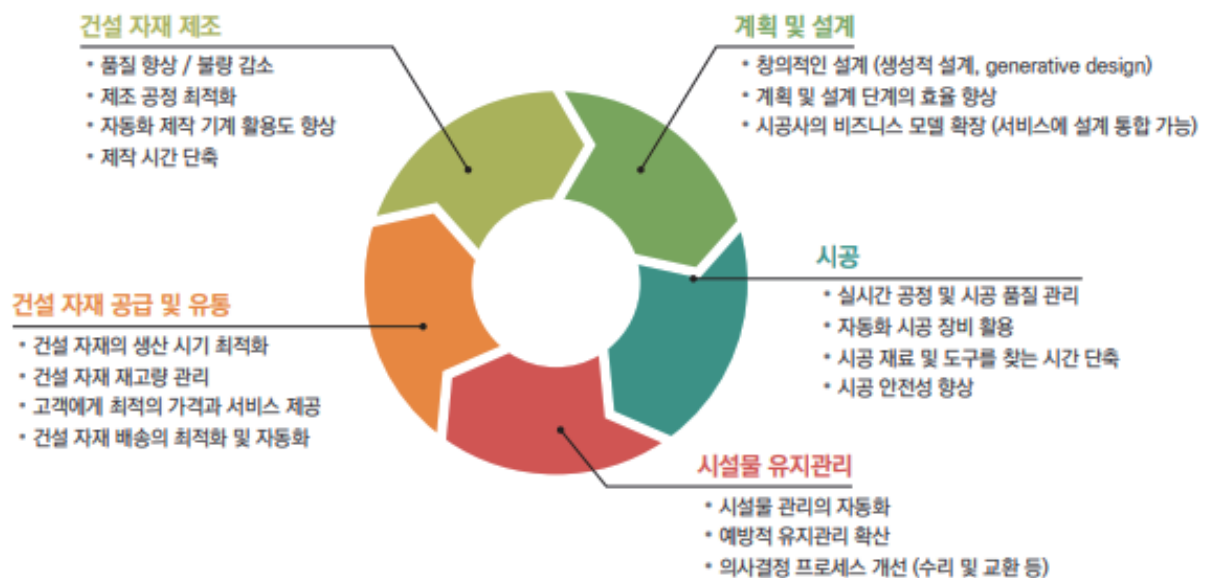
1	디지털화되는 건축물·플랜트 기술	3
2	건축물·플랜트 분야의 AI 활용사례 및 향후전망	6
3	시설물의 노후화 및 안전성 확보에 필요한 AI 기술 활용에 대한 제언 및 시사점	24

01 디지털화되는 건축물·플랜트 기술

◆ 인공지능 시대에 따른 건축물·플랜트의 변화

- 인공지능 초기 성장단계에서 벗어나고 AI 2.0 시대로 변화하면서 건설 분야에도 효과적인 건축물 설계 및 유지관리·운영을 위한 디지털 전환이 요구됨
 - ▶ 건설산업은 지난 20년간 연평균 성장률 1%의 디지털화지수를 기록하는 등 타 산업에 비해 건설 분야가 다소 낮은 감이 있지만 이 시기를 전후하여 시기법을 도입하려는 노력이 급속히 확산됨¹⁾
 - ▶ 특히, 디지털화를 통해 생산향상 및 관리효율화를 위해 다양한 스마트 기술을 적용하려는 움직임이 계속되고 있으며, 이 중 디지털화의 핵심요소는 시라 할 수 있음²⁾
 - ▶ 인공지능(AI) 기술을 활용한 패턴분류, 사물·음성 인식, 디지털 트윈 (Digital twin), 산업 사물인터넷 (Industrial Internet of Things, IIoT) 등은 건축물·플랜트 분야의 설계 및 유지관리 전 분야에 걸쳐 가장 중요한 디지털 혁신 기법으로 각광받으며 광범위하게 활용되고 있음
 - ▶ 건설분야에서 인공지능은 건설 자재의 생산부터 설계, 기획, 시공, 시설물의 유지관리까지 가치사슬 전반에 걸쳐 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨

[그림] 건설 AI의 도입이 건설산업 가치사슬에 미치는 영향



※ 출처 : 한국건축시공학회, [특집] 건설산업 인공지능의 현황과 전망, 2021.03

- 1) The Royal Institution of Chartered Surveyors, Artificial Intelligence: What it means for the built environment, 2017
 2) 한국건축시공학회, [특집] 건설산업 인공지능의 현황과 전망, 2021.03

- 인공지능 기술은 전체 건설 가치사슬을 따라 혁신적인 변화를 촉발할 것이며, 반복적으로 수행되는 작업으로 이루어진 건설 공정은 인공지능으로 대체될 가능성이 매우 높음
 - ▶ 기존에는 데이터 디지털화 정도가 낮고 공개된 정보의 양이 많지 않아 활용이 어려웠으나 BIM, 센서, 드론, 스캐닝 등과 같은 기술의 도입으로 인해 디지털화된 정보의 양이 폭발적으로 증가하게 되어 활용도가 점차적으로 증가하고 있는 추세임
 - ▶ 최근 국내외에서는 건설사를 중심으로 철골 구조설계, 입찰문서 리스크 분석, 프로젝트 재해 예측, 건설 기계 머신컨트롤 등에 활용되고 있음
 - ▶ 인공지능은 건설 현장을 더 안전하게 만들고, 건설 폐기물의 발생을 감소시키며, 작업의 효율성을 증가시키는 등 얻을 수 있는 효과는 매우 큼

<표> 건축물·플랜트 설계·운영관련 주요 AI 활용분야

구분	주요내용
가상/증강현실 (VR/AR) 기반 시뮬레이션	사이버 물리시스템(Cyber Physical System, CPS) 및 정보지원 의사결정 공정 및 생산 품질 관리, 노후 구조물 안전진단 등에 활용
건물정보 모델링(BIM) 결합 성능 기반 최적 설계	환경/구조/경제성 등 시설물의 기능을 극대화하기 위한 건축 평면/빌딩 시스템 설계
건설 자동화 및 정보예측 시공관리	로봇, 웨어러블 센서, 5G 네트워크 등을 통해 재해 예측, 시공 안전 확보
시설 운영 에너지 효율 향상	넷-제로 (net-zero)·저에너지·탄소중립 시설 운영을 위한 스마트 빌딩·플랜트 시스템 제어
빅데이터(Big Data) 기반 보안 및 사후관리	지속적인 데이터 확보를 통해 거주 후 만족도 향상, 시설 보안 유지 등에 활용

※ 출처 : The Royal Institution of Chartered Surveyors, Artificial Intelligence: What it means for the built environment, 2017

- 국토교통부에서는 「스마트건설 기술 현장 가이드라인」을 발표하여 기존 제도, 기준 등을 바꾸고 AI를 활용한 스마트 건설기술의 활성화를 위해 노력하고 있음³⁾
 - ▶ (정보공유) 스마트건설기의 기본자료를 제공하여 원활한 발주 및 설계/시공이 이루어 질 수 있도록 하기 위한 정보공유시스템 구축
 - ▶ (기술활용) 스마트건설기술이 적용되는 현장에 대하여 발주청이 공사비와 건설기준 특례 적용
 - ▶ (기술지원) 스마트건설기술의 건설기준 부합성, 기술의 우수성(적용성, 기술성), 비용 적정성 등 스마트건설 기술 개발 기업에 대한 기술지원

3) 국토교통부, “스마트건설기술 현장적용 쉬워진다”, 2020.03.04

- 플랜트는 4차 산업혁명의 도래로 건설 중심에서 지능 정보기술을 적용한 기술 융복합, 정보보안, 안전사고 예방, 고부가가치화, 고효율·저비용화, 친환경화 등을 요구하는 스마트 플랜트로 변화하고 있음
 - ▶ 스마트 플랜트는 IoT·빅데이터·AI·클라우드 등의 4차 산업혁명 지능 정보기술과 융복합을 통해 기획·설계·프로젝트관리·플랜트 유지관리 및 HSE(Health Safety Environment) 대응을 위한 디지털 엔지니어링 기술과 이를 지원하는 산업용 플랫폼 개발을 추구함
 - ▶ 선진 기업들은 시장 수성을 위한 독자적인 프로세스 라이선스 확보, 첨단 융합기술에 대한 지속적인 R&D 투자 및 실증설비를 통한 실적 확보에 노력하고 있음
 - ▶ 에너지·자원 플랜트 분야에서는 에너지 소비를 최소화 하면서, 건설비 및 운영비의 절감을 통해 플랜트 경쟁력을 확보할 수 있는 기술 수요가 증가하고 있고, 온실가스 배출을 저감할 수 있는 신재생연료 사용 또는 신재생에너지를 확보하는 플랜트의 친환경화가 요구되고 있음

<표> 4차산업혁명 이전과 이후의 플랜트 공정별 기술개발 방향

구분	4차산업혁명 이전	4차산업혁명 이후
PMC/ PLM	• 플랜트 성능, 경제성 위주 기획/관리 기술 • 플랜트/엔지니어링 프로젝트 단순 관리 시스템 기법	• 플랜트 신뢰성/안전성/경제성 등을 포괄하는 기획/관리 기술 • 엔지니어링 프로젝트 정보 통합 관리 및 이양을 위한 PMC 중심 • EPC, 기자재 제작사 등 참여기관 간 협업 강화 • 기획·기본설계에서부터 시운전까지 프로젝트 개발 전주기에 걸친 디지털화 기술개발/운영 • IoT/빅데이터/AI/VR 기술 활용 플랜트 운영 고도화
FEED	• 핵심공정/기자재 경제성, 안전성 통합 M/S • 일반적 엔지니어링 시스템 타당성 분석	• 엔지니어링 Life Cycle을 고려한 공정시스템 엔지니어링 중심 • 초고압, 초고온, 극저온, 고부식 등 극한 환경 대응 엔지니어링 중심 • 지식기반 지능형 플랜트 설계 및 협업 기술 부각
HSE/ RAM	• 일반적인 안전성 및 신뢰성 평가기술 • 방폭구조 안전성 평가 기법	• 복합손상 감시, 균열 손상 감시 등 구체적인 사례별 구조건전성 평가기술 • 방폭구조 안전성 평가를 반영한 플랜트 신뢰성 기술
건설	• 단일 플랜트 • 전통적인 노동자 중심 건설 • 부주의에 의한 안전사고 발생 • 화석 에너지 기반 유틸리티	• 분야간 융복합을 통한 경쟁력 강화 • 스마트 건설장비 활용을 통한 생산성 증대 • 스마트 시설 기반의 안전체계 구축 및 활용 • 신재생에너지 기반 고효율 유틸리티 공급/관리
플랜트 운영 및 유지 보수	• 인력과 개인경험에 의존하여 고장 발생시 수리하는 사후관리 중심 • 사내 시설관리팀 또는 외부 용역기업이 담당하는 오프라인 기반 저부가가치 서비스	• 실시간 감시, 진단 및 운전 빅데이터 분석을 통한 시스템적이고 예측 가능한 기계 및 플랜트 운영관리 • 실시간 장비 진단, 고장예측, 그리고 최적 운전을 지원하는 IoT 기반 고부가가치 전문 서비스

※ 출처 : ITFIND, 주간기술동향 1936호, 2020.03.04.

02 건축물·플랜트 분야의 AI 활용사례 및 향후전망

◆ 국내외 AI 시장이 점차 증가함에 따라 건설 분야에도 AI를 적용한 다양한 기술들이 개발되고 있으며, 글로벌 경쟁이 가속화되고 있음

- '21년 세계 인공지능 시장은 약 553억 달러이고 '26년에는 2,948억 달러에 도달할 것으로 예상됨⁴⁾
 - ▶ 미국이 전 세계 매출의 42.0% 이상으로 인공지능 시장에서 가장 큰 점유율을 차지하고 있음⁵⁾
 - ▶ 세계 인공지능 시장 중에서 건설 분야가 차지하는 시장 규모는 '20년 약 4억 달러로 '27년에는 35억 달러에 도달할 것으로 예상되며, 애플리케이션을 기반 프로젝트 관리가 가장 높은 시장 점유율을 차지하였고 계획 및 설계 부분이 그 뒤를 이음
- 국내 인공지능 시장 규모는 '19년 1.5조 원으로 '18년에 비하여 39.9% 증가하였으며, 이후 2025년까지 연평균 38.4% 성장할 것으로 예상됨

◆ 건설 분야의 AI 기술도입 및 활용 방향

- 건설 분야 인공지능 기술이 적극적으로 도입되고 있으며 제너러티브 디자인, 예방적 유지관리, 사업 관리, 로봇틱스, 인공지능 강화 드론과 같은 다양한 사례에 활용되고 있음

<표> 건설 분야에 적용 가능한 5가지 인공지능 활용 사례

구분	활용 사례
제너러티브 디자인	'생성적 설계'로 정의되며 인공지능을 활용하여 최적의 조건을 찾기 위해 다양한 모델의 변형을 자동으로 탐색함
예방적 유지관리	인공지능 기반의 머신러닝(Machine Learning)을 적용하여 IoT 센서로 측정된 데이터를 전송 받아 부품품 또는 재료가 손상되거나 마모되는 시기를 합리적으로 예측하여 관리자에게 알려줌
사업 관리	인공지능 알고리즘을 통해 공기 지연, 자원 투입량 등을 예측하여 프로젝트 진행 일정을 조정하고 시간과 자원을 효율적으로 관리할 수 있는 방법을 제시
로봇틱스	머신가이던스(Machine Guidance)/머신컨트롤(Machine Control) 등 자동화 건설 장비를 활용하여 시공비용을 절약하고 프로젝트 공기를 단축시킬 수 있음
인공지능 강화 드론	드론을 활용한 기술은 이미 광범위하게 적용되고 있으나, 인공지능을 접목시킴으로써 위험을 탐지하거나 생산성 수준 모니터링 등 더 안전하고 생산적인 현장으로 만들기 위한 기술 개발이 활발히 이루어짐

※ 출처 : 한국건설기술연구원, Smart Construction Report(Vol.6), 2020.12.28

4) BCC, Global Artificial Intelligence (AI) Market : Investments vs Potential, 2022

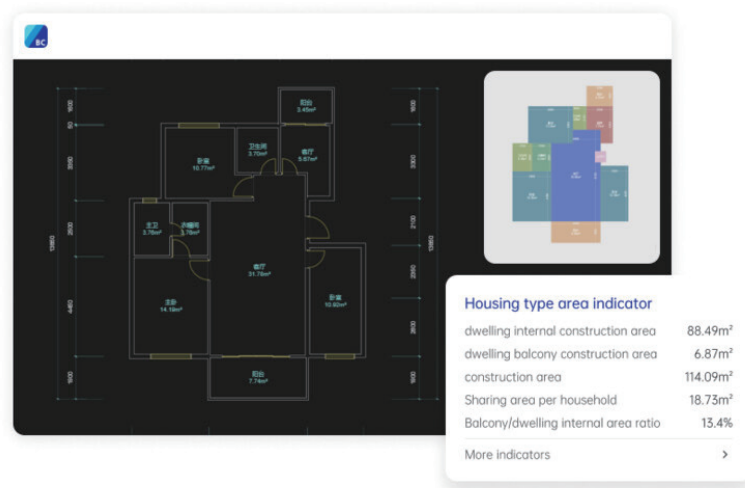
5) Artificial Intelligence Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution, By Technology, 2022

- ▶ 설계-시공-유지관리 단계 중 계획 및 설계단계에서는 프로젝트 타당성 평가, BIM과 연계된 최적 설계안 도출, 최적의 개념설계 도출, 구조물의 설계정수 산정을 위하여 인공지능 기술이 부분적으로 도입되고 있음
- ▶ 이후에는 데이터 고도화를 위한 적절한 방법을 적용하여 건설 공학에 필요한 기술들을 체계화하는 연구가 요구됨
- ▶ 설계 초기 단계에서는 효율적으로 검토하는 방안이나 정량적인 데이터를 접목하여 자동으로 3D 모델링을 할 수 있는 방법을 개선하는 연구가 시도 중이며, 국내 건설사 및 스타트업은 인공지능 기술을 활용하여 다양한 서비스를 제공하고 있음⁶⁾

◆ 설계 생산성 향상을 위한 지능형 기술 활용사례(해외)

- "XKool Technology"는 인공지능 설계 클라우드 플랫폼 및 서비스를 구현하여 도시계획 및 건축설계에 적용함⁷⁾
 - ▶ 클라우드 기반 원스톱 지능형 설계 애플리케이션은 공간 및 바닥 디자인을 단순하게 만들어 건축설계 시 디자이너가 디자인의 핵심에 집중할 수 있도록 함
 - ▶ 주거유형 탐색 후 공간 블록으로 편집하여 단선 초안부터 상세 주택 유형까지 신속한 설계 계획을 지원 하고, 문, 창, 가구, 벽체, 그리드 레이아웃 등을 클릭 한번으로 생성이 가능하게 함

[그림] 지능형 설계 애플리케이션의 스케치모드



※ 출처 : July Shao, archidaily, Solution Generation, Cloud-based Editing, Automatic Drawing, 2022.01.06

- "OpenSpace"는 현장에서 찍은 사진을 실시간으로 전송하여 완성도면을 생성함⁸⁾
 - ▶ APP의 형태로 각각의 사진과 같은 시각적 자료를 건축 프로젝트에 맞추어 배열하면, 현장사진을 보고 프로젝트 컨셉에 맞게 도면을 생성함

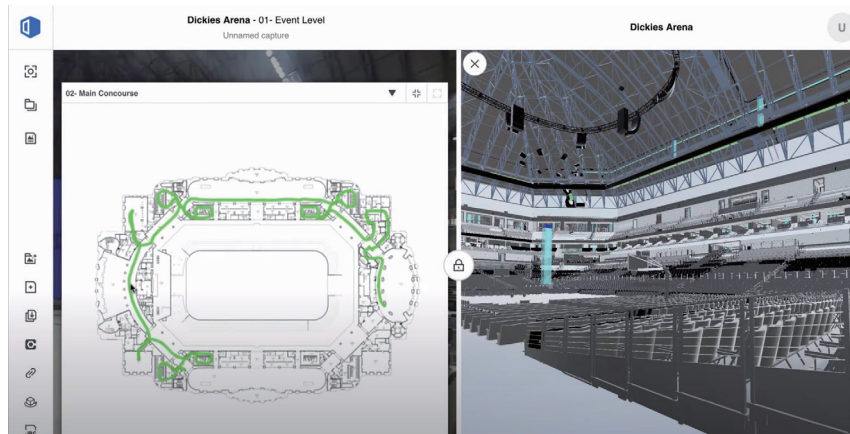
6) 경북대학교, 인공지능 기반 건축설계 자동화 기술개발, 2020

7) July Shao, archidaily, Solution Generation, Cloud-based Editing, Automatic Drawing, 2022.01.06

8) 시타임즈, 건축현장에서 각광받는 AI... 미 오픈스페이스, 5500만달러 투자유치, 2021.05.02.

- ▶ 앱 상에서 담당자들이 원격으로 진행상황을 확인하거나 프로젝트를 위한 자료를 검토·수정할 수도 있어 직접 현장에 가보지 않아도 쉽게 일처리를 할 수 있음
- ▶ 또, '오브젝트 리서치(object research)' 메뉴는 공간을 선택하면 유사한 건축공간을 찾아줌으로써 표절도 방지해줌

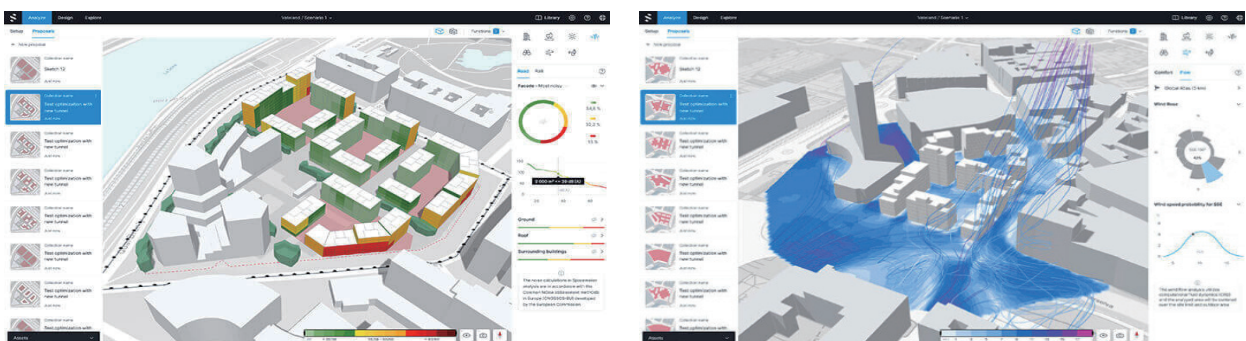
[그림] Open Space 앱 활용 사례



※ 출처 : <https://vimeo.com/groups/708273/videos/346904158>

- "Spacemaker"는 클라우드 기반 AI와 제너레이티브 디자인 소프트웨어를 제공하여 계획 및 설계 과정에서 신속한 결정을 내릴 수 있도록 지원함⁹⁾
 - ▶ 도시 블록 전체에 걸쳐 100개에 이르는 기준(지역설정, 조망, 일광, 소음, 바람, 도로, 교통 등)을 윈드모델링(wind- modeling)을 통해 분석할 수 있음
 - ▶ 노르웨이 오키른센트룸(Økern Sentrum)은 Spacemaker를 사용해 가장 소음이 심한 지역의 소음 10%를 감소시키고, 일조량이 낮은 지역을 50% 이상 줄임

[그림] 윈드 모델링 기능(좌: 소음분석, 우: 바람분석)

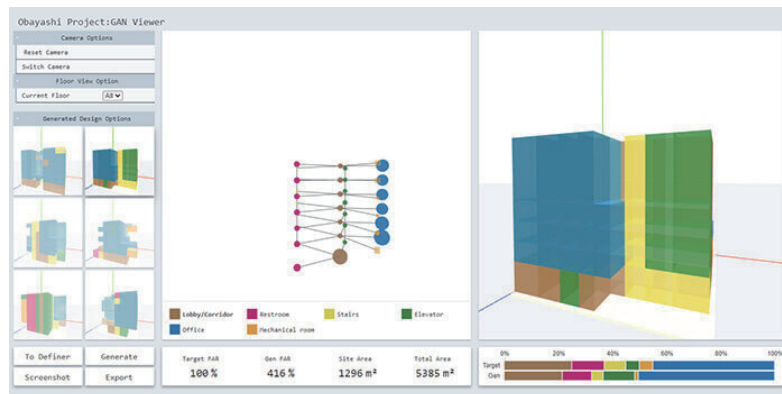


※ 출처 : Redshift by autodesk, 4 Ways AI in Architecture and Construction Can Empower Building Projects, 2021.10.26

9) Redshift by autodesk, 4 Ways AI in Architecture and Construction Can Empower Building Projects, 2021.10.26

- "Obayashi"는 건축 설계의 초기 단계를 간소화하기 위해 오토데스크 리서치와 협력하여 AI 솔루션을 구상함
 - ▶ 건물에 대한 기본 설계 변수를 적용하여 최소한의 가이드로 체적 예상치와 인테리어 설계를 배치하여 고객에게 건물의 예상 모습을 간결한 도안으로 제시함

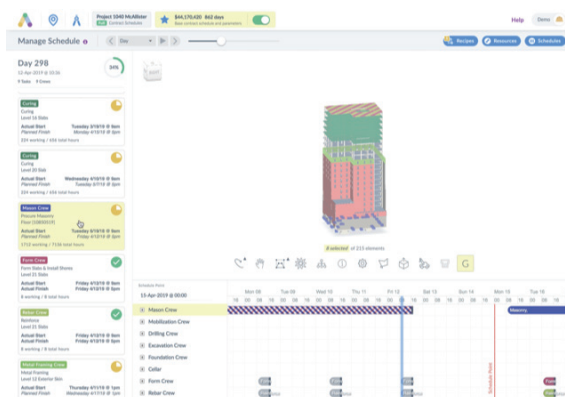
[그림] Obayashi AI 플랫폼



※ 출처 : Redshift by Autodesk, 4 Ways AI in Architecture and Construction Can Empower Building Projects, 2021.10.26

- "Alice Tech-nologies"는 진행 상황을 시각화하고 즉시 대안 솔루션을 탐색하여 비용과 일정 문제를 최소화할 수 있는 플랫폼 개발함¹⁰⁾
 - ▶ 서로 다른 수백만 개의 공정시퀀스를 비교하여 조건에 맞는 공정 대안을 제시하며 BIM모델의 개별 구성요소를 분석하여 객체 배치 자동화 기술을 구현함
 - ▶ 복잡한 건물 요구사항을 분석하고 고효율 건물 일정을 제시하여 계약자와 소유주가 효과적으로 계획, 입찰 및 건설할 수 있도록 하여 일반적으로 5억 달러 건설 프로젝트에 대해 건설 시간과 인건비 3천만 달러를 절감함

[그림] Alice AI 기반 건설 시뮬레이션 플랫폼

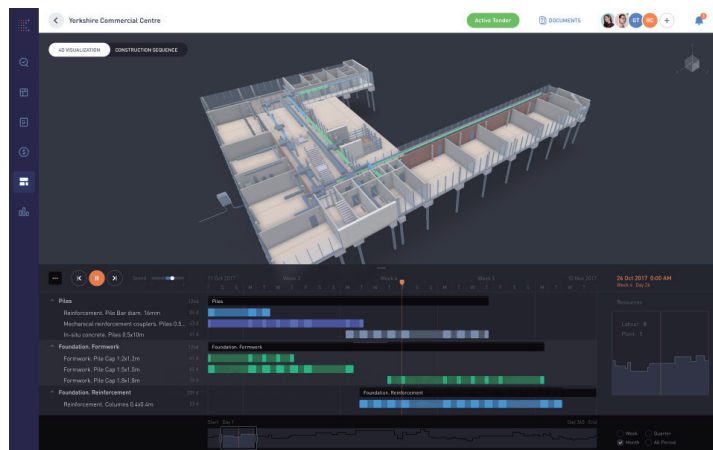


출처 : 국토교통부, 인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발 최종보고서, 2020.01.23

10) 국토교통부, 인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발 최종보고서, 2020.01.23

- "Kreo Software"는 건축, 엔지니어링 및 건설을 위한 AI기반 5D BIM 소프트웨어를 개발하여 사용중임
 - ▶ BIM 설계 공동 작업 및 건설 비용 추산, 일정 수립 및 입찰 프로세스 변환 등의 기능과 수동 검토 과정 없이 Revit 모델의 오류 수정이 가능함
 - ▶ 지도에서 제안된 건물의 모양, 크기 및 위치를 선택하고 완전한 BIM 모델 생성하여 매스 작업을 통합하고 주변 지역 조건에 맞는 매스 모델을 생성함

[그림] Kreo Design - 매스 모델 생성



※ 출처 : 국토교통부, 인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발 최종보고서, 2020.01.23.

- "Boston Dynamics"는 AI 알고리즘, 카메라와 센서가 장착된 보행로봇을 건설현장에 투입하여 현장상황을 무인 모니터링하고, BIM, 디지털트윈을 위한 빅데이터 수집장치로 활용함
 - ▶ 웨어러블 센서 등을 현장 작업자가 착용케 하여, AI를 기반 의사결정을 통해 건설사고를 예방하고, 공사 비용을 절감하려는 연구 등이 활발함

[그림] Kreo Design - 매스 모델 생성



※ 출처 : AECBytes, AI in AEC Updates, 2022

- "General Electric"는 풍력발전에 사물인터넷(IoT)과 빅데이터 기술을 접목해 발전 효율을 극대화하여 자연 환경 그대로의 풍력발전소를 설치·운영이 가능해짐
 - ▶ GE 풍력발전기에 장착된 IoT센서는 실시간으로 온도와 바람 흐름을 감지하고 발전 효율이 최적화되도록 날개 각도를 조절하며, 바람이 한쪽에 강하게 쓸리는 등 비정상적인 흐름을 보일 때는 공기 흐름을 자동으로 분산시킴
 - ▶ 미국 최대 전력기업인 듀크파워(Duke Power)는 풍력발전사업에 적용하고 있으며, 100MW 풍력발전기의 경우 수명기간동안 1억 달러의 추가 수입이 발생함

[그림] Duke Energy의 GE 풍력 터빈을 사용한 풍력발전단지

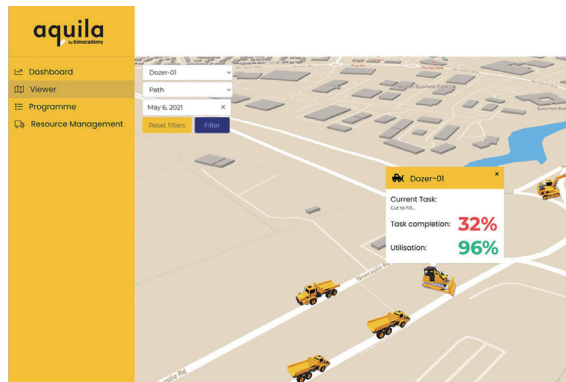


※ 출처 : RENEWABLE ENERGY, New Power Generation: Why America's Largest Electric Utility Is Adding Renewables To Its Energy Mix, 2018.06.28.

- "BIM Academy"는 BIM을 4D 스케줄링과 결합하여 현장의 플랜트 장비 성능 모니터링, 관리 및 예측할 수 있는 AI 도구를 개발함¹¹⁾
 - ▶ 플랜트 장비(굴삭기, 불도저, 덤프트럭 등)는 토공 작업이나 주요 인프라 건설작업을 최대 50%에 이르는 비용을 차지하는 주된 장비로 불필요한 지출을 줄이고 건설 단계 전반에 걸쳐 플랜트 장비 활용도를 높여 현장 생산성을 높이기 위함
 - ▶ 장비 작동을 감지하기 위해 스마트한 플러그 앤 플레이(plug&play) 모바일 기술을 사용하여 비용을 절약 하였으며, 실시간 데이터를 사용하여 건설 플랜트 장비 운영을 최적화하도록 함
 - ▶ 또한, 각 차량에 추적 장치를 설치하여 위치, 속도, 공회전 시간, 가속, 연료 소비 등의 데이터를 수집하고, 이는 스마트 폰 및 태블릿 등에서 실시간으로 확인할 수 있음

11) ACEMAGAZINE, Getting more from on-site plant equipment, 2021.05.20

[그림] Aquila를 통한 현장 생산성 확인



※ 출처 : BIM Academy, Reimagining onsite productivity with Aquila, 2021.06.04

◆ 설계 생산성 향상을 위한 지능형 기술 활용사례(국내)

- "밸류맵"은 모바일과 웹에서 다세대주택 설계를 3차원(3D)으로 볼 수 있는 AI 기반 건축설계 서비스를 개발함¹²⁾
 - ▶ 웹과 모바일 서비스 화면에서 원하는 필지를 클릭하면 최대용적률&건폐율과 층수, 대지 안의 공지, 일조 사선, 도로 판별 등을 고려한 3D 모델이 10초만에 생성됨
 - ▶ 특히 신축에서 가장 큰 영향을 미치는 허용 주차대수·지역별 지구단위계획도 설계 결과물에 개별 반영해 정확도를 높임
 - ▶ 국내 최초로 실제 지형(경사도 등) 및 주변 건물의 형태를 3D 형태로 반영했으며, 일조량 시뮬레이터를 통해 지형·인근 건물을 통해 미치는 일조량 변화도 사전에 검토 가능함
 - ▶ 토지건물 시장에서는 밸류맵 서비스를 통해 가격 정보(실거래, 경매감정가, 경매낙찰가)뿐 아니라 성공사례와 매물 서비스를 통한 매물 유통·중개 네트워크 연결, AI 건축설계를 통한 매입 이후 수익화 검토까지 한번에 이뤄지게 됨

[그림] 밸류맵 AI건축설계 서비스 화면



※ 출처 : 조선일보, "주택 설계, 시가 10초 만에"...밸류맵 AI건축설계 서비스 출시 2021.03.16

12) 조선일보, "주택 설계, 시가 10초 만에"...밸류맵 AI건축설계 서비스 출시 2021.03.16

- "딥빌드"는 인테리어 초기 단계에서 사용되는 비효율적인 과정과 방식을 개선하고 인테리어 업체와 소비자 간의 갈등 조절에 최적화된 시스템을 제공하기 위해 힘쓰고 있음¹³⁾
 - ▶ 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 인테리어 이미지 내의 벽과 바닥, 가구, 조명 등 유형별 물체를 인식하고 분석하고, 이를 통해 공간의 객체와 분위기를 파악하여 인테리어 스타일별로 최적화된 디자인을 추천하는 서비스를 제공함
 - ▶ 국내 건축 데이터, 공간 데이터는 주거와 밀접한 아파트에 집중되어 있으나 딥빌드는 상가 시설에 대한 실측 데이터를 구축해나가고 있는 것이 특징임

[그림] 딥빌드 ArchDica 서비스



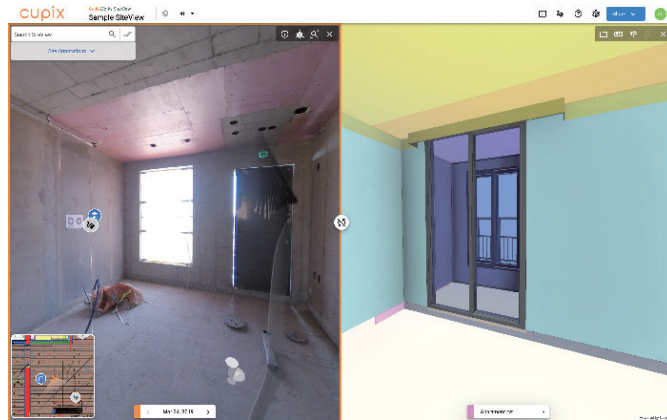
※ 출처 : StartupSquare, '딥빌드'를 통해 건축AI를 말하다, 2021.11.26

- "큐픽스"는 아파트 내부 및 공사 현장을 3D VR로 구현하여 이용자들이 빠르고 편리한 서비스를 이용하도록 함¹⁴⁾
 - ▶ 큐픽스 홈즈는 아파트 내부를 3D 가상현실(VR)로 보여주어 부동산에 직접 방문하지 않고도 매물을 확인할 수 있게 만들
 - ▶ 큐픽스 워크스는 공사 현장을 360 카메라로 촬영하여 자동으로 3차원 가상 공간의 모델을 생성하도록 만들었으며, 이로 인해 가상 현장을 걸으며 진행 상황을 확인 및 설계도면과 실제 현장과의 비교가 가능함
 - ▶ 또한, 프로젝트 현장을 주기적으로 기록하기 때문에 재작업을 줄이고, 시공 분쟁을 예방할 수 있음

13) StartupSquare, '딥빌드'를 통해 건축AI를 말하다, 2021.11.26

14) e대한경제, '웍스', 아파트 현장 3D VR로 구현... 실제처럼 오류 체크, 2020.08.26

[그림] 큐빅스 워크를 통한 건축현장과 BIM 도면 비교

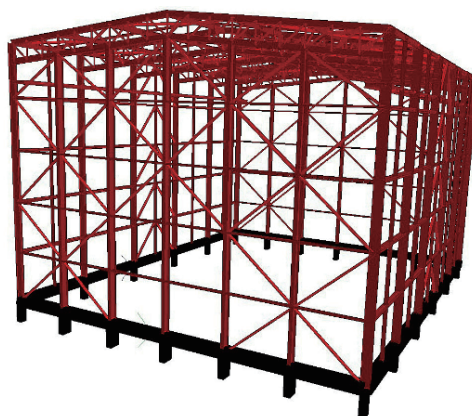


※ 출처 : e대한경제, '워크', 아파트 현장 3D VR로 구현... 실제처럼 오류 체크, 2020.08.26

◆ 설계 생산성 향상을 위한 지능형 기술 활용사례(국내)

- "현대엔지니어링"은 AI 기반 플랜트 자동 설계 시스템을 개발하여 플랜트 설계 전분야에서 토탈 솔루션을 제공함¹⁵⁾
 - ▶ AI 머신러닝을 활용한 플랜트 철골구조물 자동 설계 시스템을 개발하여 기존의 3~4일이 소요되던 설계 기간을 10분 이내로 단축함
 - ▶ AI 머신러닝 알고리즘이 플랜트 철골 구조물의 최적 형태를 제안하고 설계단계에서부터 시공성 검토가 이루어져 공사 기간이 단축되며 시공 물량이 절감됨
 - ▶ '2D 도면 3D 모델링 자동 변환', '배관/케이블 루트 자동 설계(Auto Routing)', '전 공종 도면 자동화 설계 및 물량 산출' 등 설계 자동화 기술을 추가 개발 중

[그림] AI 자동화 설계 프로그램으로 생성한 모델링



※ 출처 : 현대자동차그룹 뉴스룸, 현대엔지니어링, 국내 최초 AI 기반 플랜트 자동 설계시스템 개발, 2020.07.15

15) 현대자동차그룹 뉴스룸, 현대엔지니어링, 국내 최초 AI 기반 플랜트 자동 설계시스템 개발, 2020.07.15

- "SK이노베이션"은 울산CLX(정유·석유화학공장) 폐수 모니터링 시스템에 AI 인공지능이 탑재된 인공지능 폐수처리 시스템을 구축하여 공정 폐수의 성상을 실시간 예측 및 처리함¹⁶⁾
 - ▶ 울산CLX는 세계 최대규모의 정유·석유화학공장으로서 자체적으로 2곳의 종합폐수처리장을 보유하고 있으며 일일 약 5만톤 이상의 산업 폐수를 처리·배출함
 - ▶ 기존에는 폐수 모니터링 및 폐수처리 상태를 실험실에서 수(手) 분석하고 사후적 처리만 가능했던 한계가 있었음
 - ▶ 새로이 도입한 인공지능 폐수처리 시스템에는 유입 수질 변화와 방류 수질을 예측하고 온실가스를 실시간으로 모니터링하는 인공지능(AI) 시스템이 탑재되어 각종 공정운영 데이터 시뮬레이션을 통해 온실가스 저감에 최적화된 폐수 처리 방안을 제시함

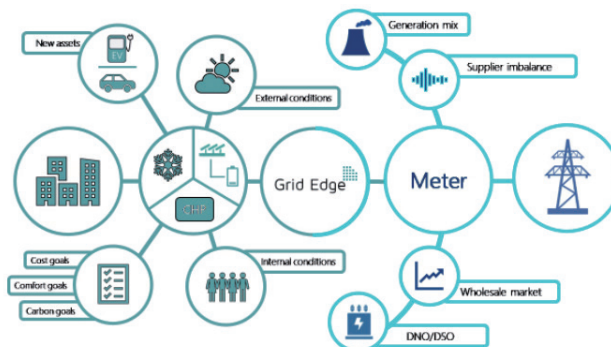
[그림] SK에너지 동력공장 제1 종합폐수처리장 현장



※ 출처 : 에너지신문, SK이노 울산CLX, 인공지능(AI) 폐수처리 시스템 도입, 2022.03.14

- "Grid Edge"는 AI기반 지능형 BEMS를 제공하여 에너지 부하 최적화를 통한 비용과 탄소 발생을 감소시킴
 - ▶ 사용자들에게 공간의 쾌적성을 제공하고, 그리드를 통해 주위 건물에 에너지를 판매함으로써 건물 시설물 관리 비용을 회수할 수 있는 기회를 제공함
 - ▶ Google은 AI 알고리즘을 이용해 데이터 센터 냉각 시스템 사용 에너지를 약 40% 절감함

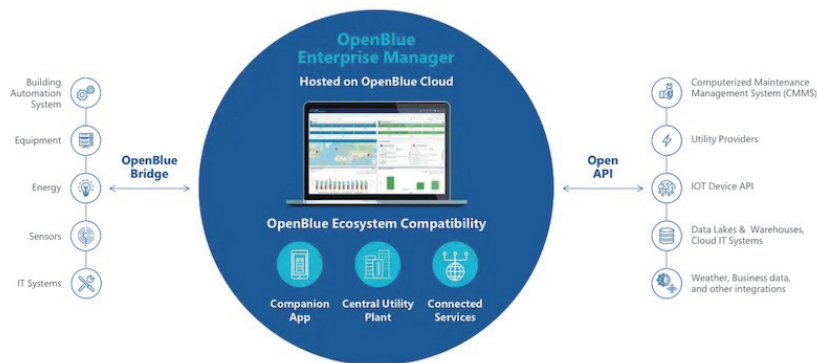
[그림] 에너지 그리드 기반 BEMS 동작 개념



16) 에너지신문, SK이노 울산CLX, 인공지능(AI) 폐수처리 시스템 도입, 2022.03.14

- "Johnson Controls의 OpenBlue"는 건물 운영 및 성능을 최적화하고, 에너지 소비를 최소화하여 온실가스 배출을 줄이는 데 도움이 되는 앱을 개발함¹⁷⁾
 - ▶ 빌딩 기술과 각종 센서, 관련 설비들을 클라우드로 연결하여 실내 시스템 및 설비를 관리하는 오픈 디지털 플랫폼으로 이용자의 편안함, 공간 활용 개선, 에너지 최적화 등에 기여함
 - ▶ Performance Advisor 앱은 기술자와 엔지니어의 효율성을 40% 높이고, 유지관리 비용을 20% 감소 시키며 공간 사용의 10%를 최적화할 수 있음

[그림] OpenBlue Performance Advisor 앱



※ 출처 : CONTROL AUTOMATION, Johnson Controls Develops AI Quality Control System to Promote Data Management in Building Automation, 2021.10.28

- "IBM Maximo APM"은 실시간으로 건축물 데이터를 수집하고, 작동 조건에 대한 통찰력을 제공하여 잠재적 문제를 예측하고 문제를 식별하여 수리 권장 사항을 제공함¹⁸⁾
 - ▶ 센서, ERP(Enterprise Resource Planning) 소프트웨어 등을 활용하여 빌딩의 상태에 관한 데이터를 분석하고 시스템에 장애가 발생하기 전 유지관리팀에게 경고하는 기능을 함
 - ▶ 유지보수 비용을 평균 50% 절감하고 예방 유지보수에 소비하는 시간을 50~70%임

[그림] OpenBlue Performance Advisor 앱



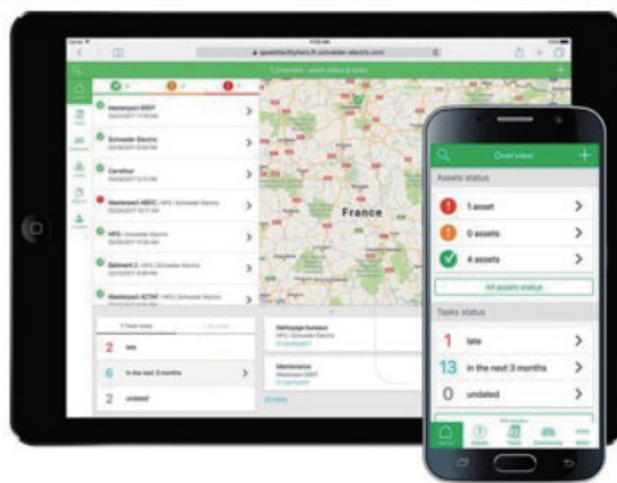
※ 출처 : IBM, IoT - Create Predictive Maintenance Models To Detect Equipment Breakdown Risks in Maximo, 2020

17) CONTROL AUTOMATION, Johnson Controls Develops AI Quality Control System to Promote Data Management in Building Automation, 2021.10.28

18) IBM, IoT - Create Predictive Maintenance Models To Detect Equipment Breakdown Risks in Maximo, 2020

- "Schneider Electric"은 클라우드 기반 CCMS/빌딩 관리 소프트웨어 및 앱을 통해 빌딩의 시설 운영, 유지 보수 및 에너지 관리를 최적화함
 - ▶ BAS와 AI를 접목해, 수집 및 분석된 데이터를 CCMS에 제공하여 에너지, 조명, HVAC, 화재 안전, 보안 및 작업 공간 관리 과정을 최적화시켜, 스마트 빌딩 서비스를 제공함
 - ▶ 경보 및 원격 진단을 통해 서비스의 연속성을 보장할 수 있으며, PC, 스마트폰, 태블릿 등에서 언제든지 데이터를 효율적으로 관리할 수 있음

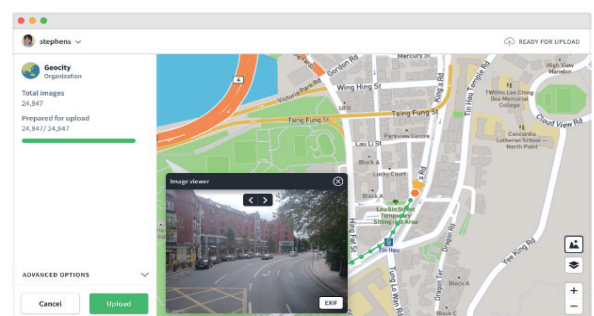
[그림] EcoStruxure Facility Expert 클라우드 플랫폼



※ 출처 : <https://www.se.com/it/it/work/solutions/for-business/energy-efficiency/explore-our-offer/ecostruxure-facility-expert/>

- "Mapillary"는 머신 러닝을 통해 사용자가 제공하는 사진을 3차원 이미지로 시각화하여 도시계획 및 시설물 관리에 도움을 줌
 - ▶ 3차원 이미지로 시각화된 정보는 정부 부서에서 투자 전략 및 프로그램의 우선 순위를 결정하는데 도움을 주며, 모바일 앱을 통해 현장 관측 및 품질관리하는데 활용됨

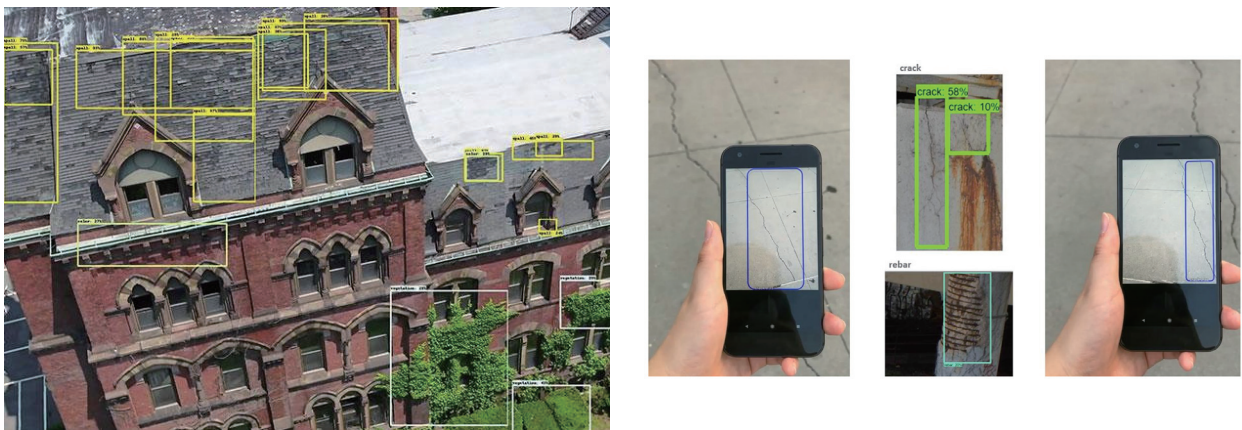
[그림] 도시 및 교통 시설물 관리



※ 출처 : <https://www.mapillary.com/tools>

- "Thornton Tomasetti"는 T2D2®라는 딥러닝기반 시설물 진단 소프트웨어를 통해 균열, 부식 등을 포함한 손상 및 결함을 감지하고 분류함¹⁹⁾
 - ▶ 딥러닝(deep learning) 기반 사물인식 알고리즘을 카메라-머신비전 시스템에 적용하여 노후건물을 컴퓨터 시각검사(computational visual inspection)로 실시간 모니터링하고, 누수, 재료탈락, 구조 균열 등 시설물 손상부위 및 결함정도를 미리 파악하고 노후화 예방·보존 진단에 활용함
 - ▶ 수천 장의 사진을 AI를 통해 단 몇 초만에 분석하여 정밀 안전 보고서를 자동으로 작성이 가능해짐

[그림] T2D2®를 활용한 안전 및 성능 자동 진단



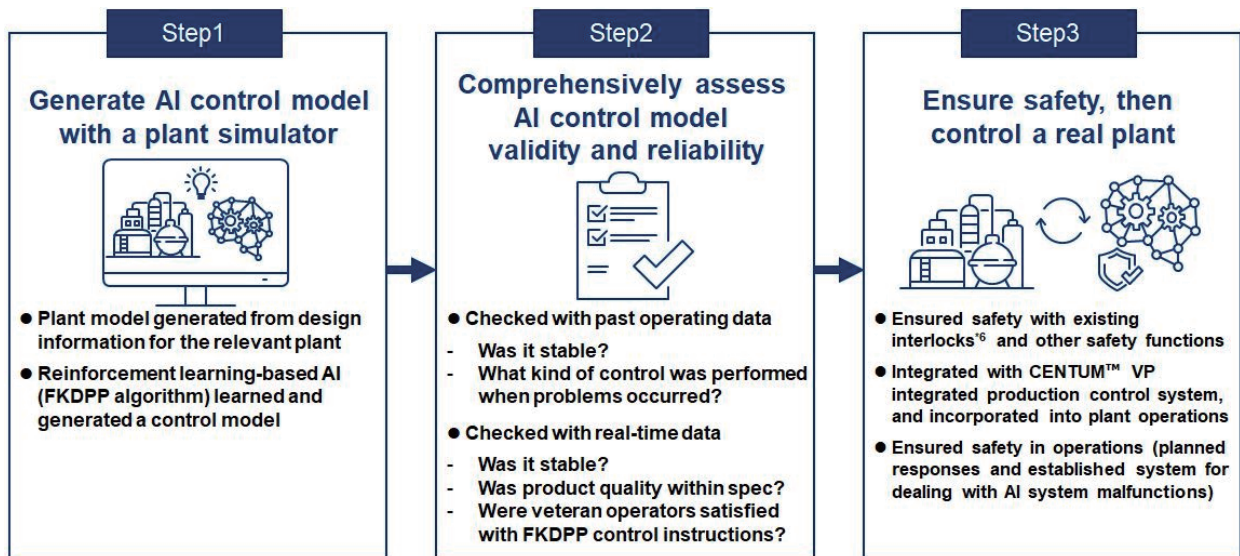
※ 출처 : Thornton Tomasetti, LAUNCHES T2D2, AN AI SOLUTION COMPANY TO DETECT, CLASSIFY AND MONITOR DETERIORATION, 2020.09.29.

- "요코가와 일렉트릭"과 "JSR"은 AI 솔루션을 사용하여 35일 동안 실제 공장을 자율적으로 운영하는 현장 테스트를 세계 최초로 성공함²⁰⁾
 - ▶ 테스트 성공을 통해 AI가 실제 공장 및 플랜트에 안전하게 적용될 수 있고 기존의 제어 방식(PID 제어 또는 APC)보다 우월하며 공장 작업자의 판단에 따른 밸브 수동 조작까지 대신 할 수 있다는 것이 입증됨
 - ▶ 테스트에 사용된 AI-FKDPP 프로토콜은 IEEE 국제 자동화 과학 및 공학 콘퍼런스를 통해 세계 최초로 공장 및 플랜트 운영관리에 활용 가능한 강화 학습 기반 AI로 인정받음
 - ▶ AI-FKDPP는 기상 악조건을 극복하고 제품 생산 시 발생하는 각종 손실(연료, 노동력, 시간)을 모두 제거하여 품질 안정화, 높은 수율 달성, 에너지 절약을 달성함

19) Thornton Tomasetti, LAUNCHES T2D2, AN AI SOLUTION COMPANY TO DETECT, CLASSIFY AND MONITOR DETERIORATION, 2020.09.29

20) Yokogawa, In a World First, Yokogawa and JSR Use AI to Autonomously Control a Chemical Plant for 35 Consecutive Days, 2022.03.22

[그림] AI-FKDP 공장·플랜트 안전 운영 3단계 공정



※ 출처 : Yokogawa, In a World First, Yokogawa and JSR Use AI to Autonomously Control a Chemical Plant for 35 Consecutive Days, 2022.03.22

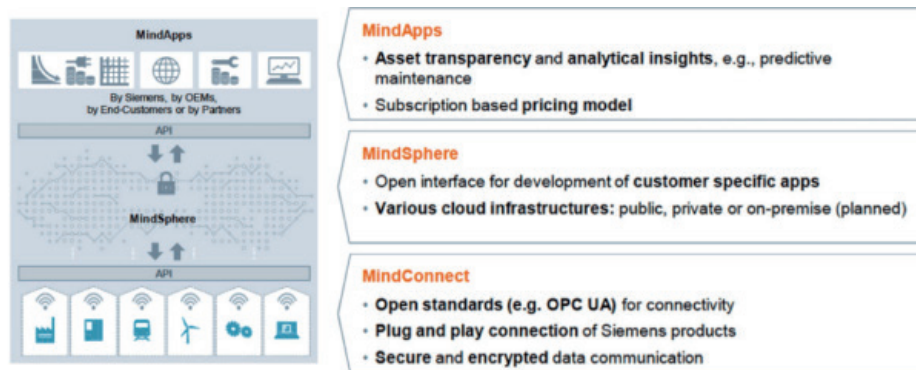
- "JFE스틸"은 제철 관련 프로세스 데이터를 수집하는 센서 장치를 설치하고 차세대 이동통신 규격 '5G'를 지원하는 고속 통신설비도 도입함²¹⁾
 - ▶ 40~50년 된 노후 설비에 신규 설비 투자를 감행하기 어려워 디지털 투자로 국제경쟁에 대응하고 있음
 - ▶ 2022년까지 약 4,000억 원을 투입하여 생산 데이터를 효율적으로 수집·분석할 수 있는 설비를 90%로 높이는 게 목표임('20년 기준 20~30%)
 - ▶ IoT 도입을 통해 생산 공정의 온도와 속도 등의 수치 데이터를 세밀하게 수집하고 이를 통해 설비 결함의 조기 발견과 예측, 제품 품질 안정 등을 도모할 계획임
- "Shell"은 빅데이터를 활용하여 정유 공정 중 발생할 수 있는 오류 사항들을 미리 예측하여 손실을 최소화시킴²²⁾
 - ▶ 광대한 양의 원유를 처리하는 정유 공정에서는 잠깐의 다운타임(Downtime)이라도 막대한 손실을 유발시킬 수 있기에 AI를 도입하여 제어 밸브를 비롯한 각종 고장이 나는 장비를 데이터 기반으로 예측하도록 구성하였으며, 예측데이터를 기반으로 작업자가 유지보수를 수행하거나 설비 작동 조건을 조정할 수 있도록 하고 있음
 - ▶ 20개 이상의 공장에 도입을 시켰으며, 이를 통해 사람의 눈이나 기존 컴퓨터 시스템으로 관찰할 수 없었던 문제 사항을 인식하여 손실을 줄일 수 있게됨
 - ▶ IoT 도입을 통해 생산 공정의 온도와 속도 등의 수치 데이터를 세밀하게 수집하고 이를 통해 설비 결함의 조기 발견과 예측, 제품 품질 안정 등을 도모할 계획임

21) TechDaily, [해위는] AI?IoT로 재생 궤하는 노후한 日 중화학산업, 2020.02.17

22) AIDAIMS, 세계 최대 석유회사 쉘 (Shell), 정유 공정에 AI 활용, 2019.11.12

- "Siemens"의 MindSphere는 클라우드기반 개방형 IoT를 활용하여 장치 혹은 시스템 데이터의 가시화 및 해석을 수행하며 다양한 분석 툴을 통한 최적 운전 및 자산운영 방안을 제시함²³⁾
 - ▶ 공정 설비들을 디지털 환경에서 일체화시킨 디지털트윈을 생성하고 사용자 스스로 원하는 제품을 개발할 수 있도록 환경을 제공하는 개방형 인터페이스를 채택할 수 있음

[그림] 독일 Siemens사의 MindSphere



※ 출처 : ITFIND, 주간기술동향 1936호, 2020.03.04

◆ 유지관리·운영을 위한 지능형 기술 활용사례(국내)

- "로지타텍"은 무선 IoT와 디지털트윈 기술 기반으로 첨단 소방방재 기기들을 통합 관리하는 '지능형 통합방재 시스템'을 구축함²⁴⁾
 - ▶ 무선 IoT 복합 화재 감지 센서, 불꽃 감지기 등 최첨단 감지시설이 제공하는 실시간 데이터를 분석하고 시뮬레이션하는 디지털트윈 기술을 통해 재난 이상징후를 조기에 감지하여 조치를 취할 수 있게 함
 - ▶ 또 화재 발생 시에는 정확한 발화지점 및 발화 원인을 소방기관에 즉시 통보해 위험 상황에 초동 대응이 가능함

[그림] 스마트 화재 모니터링 솔루션 장점 및 차별성



※ 출처 : http://www.rozetatech.co.kr/sub/sub_03_01_01.php

23) ITFIND, 주간기술동향 1936호, 2020.03.04

24) Safe today, 로제타텍, 공공본부 '지능형 통합방재시스템' 구축, 2022.05.19

- "LG"는 AI와 로봇을 활용하여 효율적으로 시설을 관리할 수 있도록 함²⁵⁾
 - ▶ 자율주행 기능이 탑재된 인공지능 로봇은 실내외 공간을 자유롭게 돌아다니며 각종 시설물이 제대로 작동하는지 점검함
 - ▶ 지능형 관제 시스템과 인공지능 로봇을 연동시켜 시설관리에 필요한 정보와 주변 상황을 실시간으로 관제실로 공유하고, 시설관리 담당자가 전달받은 데이터를 기반으로 신속하게 대응하여 관리하는 형태임

[그림] 스마트 화재 모니터링 솔루션 장점 및 차별성



※ 출처 : LG, LG전자, 인공지능 시설관리로봇 운영, 2021.12.01.

- "현대건설"은 현장 순찰 로봇을 개발하여 건축물 주변을 자율주행하면서 각종 정보를 수집하고 원격으로 현장 상황에 대응하는 작업을 수행함²⁶⁾
 - ▶ 현장 순찰 로봇에는 자율주행이 가능한 LiDAR 및 SLAM 기술이 적용되어, 복잡하거나 위험한 환경에서도 주행 안정성이 높음
 - ▶ 현장 순찰 로봇에 다양한 플랫폼 센서를 적용함으로 유독물질에 대한 오염상태 포착, 현장 주변 레이저 스캐닝 등 다각적 활용을 기대하고 있음

[그림] 현대건설 현장 순찰 로봇



※ 출처 : 현대건설, 현대건설, 무인로봇 활용해 건설현장의 품질·안전 혁신한다, 2021.06.29

25) LG, LG전자, 인공지능 시설관리로봇 운영, 2021.12.01

26) 현대건설, 현대건설, 무인로봇 활용해 건설현장의 품질·안전 혁신한다, 2021.06.29

- "한전KDN"은 AI 영상분석 시스템을 활용하여 스마트 플랜트 안전 환경 구축 현장 실증을 완료함²⁷⁾
 - ▶ 화재, 연기, 안전모 미착용, 위험지역 출입 탐지를 중심으로 AI 영상분석 알고리즘이 CCTV의 영상을 실시간으로 분석하여 감시 사각지대를 최소화 및 현장 작업자의 안전사고 예방을 목표로 진행함
 - ▶ 현장 실증을 진행하며 인공지능 재학습을 통해 오탐지율이 5% 이하로 감소함

[그림] APC시스템을 반영한 현장 실증 화면



※ 출처 : 파이낸셜투데이, 한전KDN, AI활용 안전환경 구축 실증 완료, 2022.01.19

- "동서발전"은 인공지능 딥러닝 연소 장애 종합감시 시스템을 개발하여 발전소 설비 이상 징후를 사전에 탐지함²⁸⁾
 - ▶ 클링커*가 생성되지 않은 정상상태를 학습시킨 딥러닝 모델을 만든 뒤 특정 기준을 초과하면 알람을 제공함
 - * 보일러 노내에서 연소된 연료 찌꺼기가 보일러 내부 또는 증기튜브에 고착되는 현상
 - ▶ 클링커 발생 전 적절한 사전 조치를 취할 수 있어 낙하로 인한 설비 고장을 방지함
 - ▶ 현재 당진발전본부 1~4호기에 적용하였으며, 10기까지 확대할 예정임

[그림] 동서발전 발전소 연소 장애 감시시스템 구동 현황



※ 출처 : 이투데이, AI 딥러닝 기술로 발전소 클링커 생성 조기감지, 2021.02.02.

27) 파이낸셜투데이, 한전KDN, AI활용 안전환경 구축 실증 완료, 2022.01.19

28) 이투데이, AI 딥러닝 기술로 발전소 클링커 생성 조기감지, 2021.02.02

- "한빛원전"은 기존 발전소에 ICT 기술을 활용하여 발전소 운전감시, 설비관리 및 유지보수, 예측진단 등을 자동화하여 발전소를 효율적으로 운영하기 시작함²⁹⁾
 - ▶ 원전 최초 무선통신 시범원전으로 지정된 한빛 6호기는 발전소 내 사물인터넷을 활용한 무선통신 인프라 구축하여 전용 모바일 단말기, 스마트패드, 스마트헬멧으로 모바일 도면/절차서 조회, 현장상황 무선 영상 통화, 현장 운전변수관리 등 무선화 업무에 활용하고 있음
 - ▶ 디지털화에 따른 정보보안도 대폭 강화하여 망연계 구간의 방화벽 VPN 적용, 모바일·스마트 기기의 보안 통제시스템(MDM) 적용, 서버·네트워크 설비의 통합인증관리시스템 적용 등 정보보호시스템의 도입·적용으로 업무 효율성과 보안성을 동시에 달성함
- "원프레딕트"은 공장과 발전소에 사용되는 로터에서 발생하는 진동을 AI가 분석해 현재 상태가 괜찮은지, 고장 여부는 없는지 알려주는 시스템을 개발함³⁰⁾
 - ▶ 산업용 모터에서 발생하는 전류 데이터를 자체 알고리즘으로 분석해 모터 상태를 실시간으로 알려주는 방법으로 제조업과 발전소에서 많이 쓰이는 3상 유도 전동기 등의 모터를 진단할 수 있음
 - ▶ 또한, 로터의 고장 여부나 잔여 수명을 직관적으로 알 수 있어 다운타임을 방지하고 효율적으로 공장을 운영이 가능함

[그림] 전류 데이터 분석 및 진단정보 제공 시스템



※ 출처 : 시타임즈, 원프레딕트, AI로 회전자 상태 진단하는 '가디원 로터' 출시 앞뒤, 2022.04.07

29) 안전저널, 한빛원전, '스마트 진단시스템' 강화로 운영 안전성 제고, 2021.11.02

30) 시타임즈, 원프레딕트, AI로 회전자 상태 진단하는 '가디원 로터' 출시 앞뒤, 2022.04.07

03 시설물의 노후화 및 안전성 확보에 필요한 AI 기술 활용에 대한 제언 및 시사점

◆ 주요 국가들의 시설물 노후화 현황

- "미국"에서는 1980년대부터 기반시설 노후화 대응의 필요성이 제기되었으나, 자원 부족을 원인으로 투자가 지연되어 안전성이 결여되었다는 지적을 받고 있음
 - ▶ 미국 토목학회 발표에 따르면, 2017년 기준 기반시설 상태는 평균 D+ 이며, 대다수의 시설물이 설계수명을 다하고 안전수준도 위험한 상태로 평가함³¹⁾
 - ▶ 2021년에는 C- 등급을 받았으며, 평균 이상으로 개선하기 위해서는 10년 이상의 투자가 필요하다고 권고하였음³²⁾
 - 총 17개 인프라 유형중 '항공, 댐, 유해 폐기물 등 11개 부문은 D등급을, 그리고 항공, 식수, 에너지, 항구 등은 B, C 등급으로 확인됨
- "일본"은 2016년부터 매년 시설물군별 건강진단보고서를 발간하고 있으며, 2020년 인프라 건강진단 보고서³³⁾에 따르면 주요 인프라별 등급 수준은 다음과 같음
 - ▶ 교량과 포장의 경우 C(보통), 터널은 D(나쁨), 철도(교량, 터널, 레일 등)는 B(양호), 항만은 C등급으로 분류되고 있음
 - ▶ 50년 이상 공용중인 일부 교량의 경우 고령화와 함께 설계 당시 예측하지 못한 수준의 차량 교통량으로 인한 피로 축적이 문제점으로 지적되고 있음
- "영국" 토목학회에 따르면 2014년 기준 시설별 상태는 광역교통 B(양호), 폐기물 C+(보통), 에너지 C-(보통), 지역교통 D-(나쁨) 수준으로 관리되는 것으로 평가됨³⁴⁾
 - ▶ 2018년도에는 기반시설 평가보고서가 발간³⁵⁾되었으며, 이 보고서에는 장기 비전과 우선순위 결정 요인을 고려한 주요 제안 프로젝트를 제안한 내용이 수록되어 있음
- "국내"에서는 '20년도 기준으로 준공 후 30년 이상 경과한 시설물은 전체 시설물(153,561개소) 중 25,886개소로 전체의 16.86%에 해당하는 것으로 나타났음³⁶⁾
 - ▶ 교량은 준공 후 30년 이상 된 시설물이 5,926개소로 교량의 18.63%이며, 터널은 642개소로 터널의 13.53%에 해당함

31) ASCE, Infrastructure Report Card 2017, 2017

32) ASCE, Infrastructure Report Card 2021, 2021

33) JSCE, Japan's Infrastructure Grade 2020 & Introduction of Maintenance Technologies, 2021. 9

34) Institution of Civil Engineers, The State of the Nation - Infrastructure 2014, 2014. 6

35) National Infrastructure Commission(UK), National Infrastructure Assessment, 2018.7.

36) 국토안전관리원, 2021 시설물 통계연보, 2021.04

<표> 노후화 시설물(준공 후 30년 이상 경과한 시설물) 현황(2020년 기준)

구분 (총계)	교량	터널	항만	댐	건축물	하천	상하 수도	옹벽	절토 사면	공동구	기타 토목 시설
시설물수 (153,361)	31,806	4,746	487	613	99,120	6,246	2,102	3,545	4,401	38	457
준공후 30년 이상 경과 시설물 (25,886)	5,926	642	105	389	16,118	1,277	406	452	341	9	221
비중(%) (16.86)	18.63	13.53	21.56	63.46	16.26	20.45	19.31	12.75	7.75	23.68	48.36

※ 출처 : 국토안전관리원, 2021 시설물 통계연보, 2021.04

- ▶ 준공후 30년 이상 경과한 노후화 시설물 개소수는 2020년 기준 25,886개소(전체 개소수 대비 비중 16.86%), 5년후 42,095개소(비중 27.41%), 10년후 66,463개소(비중 43.28%), 20년후 113,932개소(74.19%)로 점차 증가할 것으로 예상됨
- 이러한 추세를 고려하여 우리나라에서는 유지관리 체계 선진화를 위해 성수대교 붕괴 이후 제정된 시트법(시설물 안전에 관한 특별법, '95년 4월 제정)에 이어 시설물안전법(시설물 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 2017년 1월 제정), 그리고 최근 '18년 12월에 제정된 기반시설관리에 관한 기본법 등을 통해 시설물의 체계적인 유지관리를 위해 노력하고 있음
 - ▶ 이 법은 급격한 시설물 노후화를 대비한 예방적 유지관리를 구현하기 위함이며, 국가 시설물 유지관리 수준을 향상시키기 위한 중앙정부의 강력한 의지가 반영
 - ▶ 예방적 유지관리의 기대효과는 성능변화 예측을 통한 설계 요구성능 유지에 필요한 최적 유지보수 시기의 도출과 결함 발생 초기 또는 발생 예상 부위에 대한 최적화된 유지보수 시행을 통한 비용 절감을 가능하게 하는 것이라고 할 수 있음
 - ▶ 전 세계적으로 시설물 고령화가 가속화되고 있고, 이에 대한 유지관리 비용도 급속히 증가하고 있는 실정을 감안하면 구조적 안전을 고려한 공학적 유지관리에서 성능유지 및 향상, 감가상각 등을 고려한 경제학적 유지관리 체계로의 전환이 필요한 시점임

◆ 시설물 노후화 급증 대응 유지관리 패러다임 전환

- 최근 건설업 패러다임의 변화로 인하여 신규 건축 위주에서 유지관리 중심의 보수보강 및 리모델링 투자로 정책 패러다임이 전환됨³⁷⁾
 - ▶ 주요 선도국(미국, 일본, 유럽 등)은 4차 산업혁명 기술 및 저비용 고효율 기술 활용으로 건축 생산성 및 안정성을 혁신하기 위한 건축 기술 개발 및 제도 방안을 마련하고 있음
 - ▶ 국내에서도 그동안의 인프라 유지관리 방법(육안으로 손상이나 문제가 발생하는 것을 확인하고, 이에 대한 보수·보강 등의 조치를 취하는 방식)에서 벗어나 보다 선제적이고 예방적인 유지관리 체계가 주목받고 있음
- 예방적 유지관리를 위해서는 미래 예측이 필수적이고, 현재에 대한 정확한 점검과 진단을 포함하여 과거 변화해 온 이력 데이터가 충분히 확보되어야 미래의 변위 추이를 예측할 수 있음
 - ▶ 실시간 데이터 기반 건축물 안전진단 및 평가와 연구개발과 전문가의 역량강화를 위한 건축물 ICT기반 핵심기술개발의 필요성이 대두되고 있으며 관련 연구개발이 활발하게 진행 중에 있음
 - ▶ AI 기술 활용을 위한 가장 기본적인 인프라 구축에 해당하며, 확보 데이터의 양이 많아질수록 AI 기술을 활용한 예측 결과의 신뢰도가 높아질 것으로 예상됨

◆ 시설물 유지관리를 위한 AI 기술 응용

- 헬스케어, 교통(자율주행, 무인자동차) 및 물류, 서비스산업, 스마트홈, 반복 지식노동 등 지식서비스, 로봇(노인/장애인/환자 지원 등), 의료 진단 분야 등 → 건설 영역으로 신사업군 확장 추세
 - ▶ 건설 영역에서 정확한 방향성이 잡혀 있지 않은 것이 현실이며, AI 기술을 이해하는 단계를 거친 후 이를 응용하기 위한 분야 및 영역 발굴은 건설 분야 전문가의 역할이 되어야 할 것으로 사료됨
 - ▶ 인프라 유지관리 분야에 있어 AI 기술은 미지 영역 개척의 도구로 활용될 수 있음
 - known(현재 인프라 상태, 보유 정보 등) → known+unknown(미래 인프라 상태, 미상 정보 등) : 이 과정에서 미지 영역 데이터 확보를 위해 필요한 다양한 유지관리 관련 데이터가 필수적으로 구축되어야 함
 - AI 기술은 인프라 유지관리와 관련한 소규모 데이터로부터 필요 영역 데이터 확대 예측을 위한 도구로 활용될 수 있음(IoT, Cloud 등 연계)

◆ 시설물 관리에 사용되는 주요 인공지능 기술

- 대화형 인공지능, 챗봇(Chatbot)
 - ▶ 머신러닝과 자연어 처리*를 사용한 챗봇은 연중무휴 24시간 시설물 사용자의 이슈와 질문에 응답하고, 필요한 작업을 수행할 수 있음
 - * 컴퓨터가 음성과 텍스트 같은 인간 언어 이해를 목적으로 하는 인공지능의 한 분야로 챗봇에 유용함
 - ▶ 챗봇은 사람의 개입을 없애기 위해, 반복적인 작업을 자동화하는 프로세스 접근 방식임으로, RPA(Robotic Process Automation: 로봇 프로세스 자동화)와 잘 결합됨

37) 더비엔아이, 건축물 안전 기술개발 사업 최종 보고서, 2020

- 사람의 눈을 대신하는 컨볼루션 뉴럴 네트워크(CNN. Convolutional Neural Network)
 - ▶ 사람 눈 역할을 컴퓨터로 구현하는 비전(Vision)분야에서 활용되는 CNN은 주어진 학습데이터 특징을 자동 계산하는 특징 추출기를 신경망 학습 과정에 포함시켜 데이터를 학습함
 - ▶ 이 기술은 건축 구조물 크랙(Crack, 균열) 탐지, 건축물 외벽 이상유무 탐지, 건축물 화재 발생 사전 예측 등에 활용됨
- 시계열 데이터 패턴을 예측하는 순환신경망(RNN. Recurrent Neural Network)
 - ▶ 순차적 시계열 데이터에서 규칙적 패턴 인식 및 추상화된 정보 추출을 지원하는 순환신경망은 센서 신호, 텍스트, 음성, 음악, 영상 등을 다루는 데 적합함
 - ▶ RNN을 개선한 LSTM(Long Short Term Memory)은 시설물 장비 센서 데이터 이상 패턴 예측, 인공 지능 기반 번역, 주가 예측 등 다양한 분야에 활용되고 있음
- 비지도 데이터 분류 기술, RBM(Restricted Boltzmann Machine)
 - ▶ Geoff Hinton 교수가 개발한 RBM은 비지도 학습에 활용되며, 시설물 관리 데이터 차원 축소, 분류, 선형 회귀 분석, 필터링, 특징값 학습 및 모델링에 사용할 수 있음
 - ▶ RBM은 확률을 기반으로 에너지가 최소화하는 방향으로 학습을 수행함
- 데이터 합성 자동화, GAN(Generative Adversarial Network)
 - ▶ GAN은 주어진 데이터를 생성과 대립 메커니즘으로 학습을 수행하여 새로운 이미지나 음성 데이터를 생성할 수 있음
 - ▶ GAN은 인공지능 기반 데이터 합성, 생성 등에 적용되며, 디지털 휴먼 같은 가상 이미지를 현실처럼 생성하는 딥페이크(Deep Fake)기술 등 다양한 곳에 사용됨
- 실시간 객체 탐지, YOLO(You Only Look Once)
 - ▶ YOLO 신경망은 이미지를 여러 개의 격자로 분할하고, 사물이 얼마나 격자에 잘 포함되는지 신뢰도를 신속하게 계산함
 - ▶ 이를 통해, 실시간 영상에서 시설물 화재 위치 감지, 안전 장비 비착용 작업자 파악, 작업장 위험 상황 모니터링 등을 실시간으로 지원할 수 있음

[그림] YOLO 기반 시설물 작업자 안전관리 예시

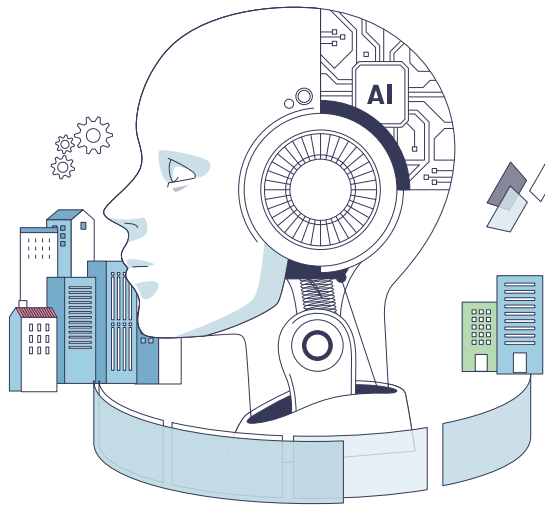


◆ 정책적 시사점

- AI 2.0시대의 인공지능은 이용하기 쉽고, 넓은 범위까지 활용가능한 응용기법으로 진화하고 있어 더 이상 개발자들의 전유물이 아니라, 분야별 전문지식이 더욱 강조되는 범용 현장기술이라는 인식을 바탕으로 관련 정책을 수립해야 함
 - ▶ 건설분야에서도 AI는 필수적인 요소로 자리잡고 있으나 데이터 소스의 부족함이 가장 큰 장벽이라 지적함
 - ▶ 특히, 국내 노후 건축, 플랜트, 사회 기반 시설물 분야 데이터는 매우 부족한 상황임으로 데이터 바우처 사업 등과 연계하여 데이터 제공자에게 정책적·경제적 인센티브를 확장할 필요가 있음
 - ▶ 도시·건축·산업시설물 관련 전문가 누구나 현실 정보를 쉽게 저장하고, 접근가능하며, 가공할 수 있는 통합된 거대 데이터 플랫폼의 구축과 정부 차원의 유지관리가 필요함
 - ▶ 건축·플랜트 시설은 전 생애단계에서 설계, 시공, 운영관리, 사용자 등으로부터 매우 복잡적이며 다양한 형식의 정보가 생산되고 요구되므로, 일관된 메타 데이터 프로토콜 수립을 통해 복수의 관계집단 간 원활한 의사소통·결정과정을 지원할 필요가 있음
- 현재 AI 인력육성은 주로 ICT 및 S/W분야에 치우쳐 있어 국내외 우수사례를 지속적으로 모니터링하고, 관련 연구자·실무인력·벤처·스타트업 등을 육성하여 지원할 필요가 있음
 - ▶ 국내 건설분야 AI는 관련 비즈니스, 기술 등 거의 모든 면에서 해외 선진국에 비해 뒤쳐져 있으며, 국내 IT 개발직군과 타 직군과의 격차로 인해, 건설관련 AI 연구자들이 육성되지 못하고 있는 상황임
 - ▶ 또한, 소수인원 마저도 소프트웨어 산업 등으로 쉽게 이직해 버리고 있어 학문세대 강화를 위한 신진 연구자를 비롯하여 실무자 육성 및 고등교육·비즈니스 환경개선을 위한 제도적 노력이 필요함
 - ▶ 국내 노후시설 AI적용 사례들에 대한 지속적 홍보가 필요하며, 건물 설계 및 유지관리가 AI 핵심응용분야 중 하나가 될 수 있도록 정책적 시장수요 확대 및 산업생태계 구축에 많은 노력을 기울일 필요가 있음
- AI는 단독으로 적용되지 않고 로봇, 센서, 3D프린팅, 비전, 6G 통신 등 첨단 디지털 혁신기술과 밀접하게 연결되어 활용됨으로 건축·플랜트·건설산업에서 AI 융합분야를 지속적으로 발굴하고 실용화할 제도적 지원과 연구 필요함
 - ▶ 빌딩 로봇틱스, BIM, 에너지 등 시설물 관련 AI 융합 분야 활성화 기반 구축 로드맵 작성이 요구됨
 - ▶ 학문 분야 간, 산업 군간 협업을 유도하고 창의적 성과도출을 위한 다학제적 기술정보 공유가 필요하며, 이를 위해 정부와 민간, 대학 등 연구기관간의 긴밀한 협력이 필요함
 - ▶ AI가 자동 생산하는 디지털 보고서 등의 신뢰성 검증이 요구되어 정부차원에서는 AI 안전 분석 결과가 각종 인허가 및 대관업무 등에 보편적으로 통용될 수 있도록 지원하는 행정서비스 모델 개발 필요함

◆ 기술적 시사점

- AI는 컴퓨터 성능 발전과 응용범위 확장을 통해 새로운 관심을 받고 있으며, 매우 빠른 속도로 변화하고 있어 국내에서도 적극적인 투자를 통해 수준 높은 기술 개발이 필요함
 - ▶ 국내 국토교통·건축물·기반시설 관련 AI응용은 3~5년 정도 뒤쳐져 있어 이를 보완하기 위한 꾸준한 기술 응용 인프라 구축 및 혁신 연구가 필요함
 - ▶ 스마트 도시적 관점에서 탄소중립, 메타버스, 디지털 트윈, 로봇틱스 등과 연계된 AI 활용 방안 모색 및 종합적 기술개발연구 지원이 필요함
 - ▶ AI는 해결하고자하는 문제를 어떻게 정의하느냐에 따라 예측결과의 정확도와 활용도에 있어 매우 큰 차이를 나타냄으로 건축물의 맥락과 특성을 간과한 채 인공지능기술이 만병통치약처럼 맹신되거나 과용되는 현상도 경계해야 함



발행일 2022년 5월 31일

발행처 국토교통과학기술진흥원

주 소 (14066) 경기도 안양시 동안구 시민대로 286 (관양동 1600) 송백빌딩 2~7, 9F

문의처 031.389.6313

※ 본 자료에 수록된 내용은 외부 전문가들의 의견이 일부 포함되어 있으므로 국토교통과학기술진흥원의 공식 견해와 다를 수 있습니다.

※ 국토교통기술 이슈리포트의 내용은 무단 전재할 수 없으며, 인용할 경우 반드시 원문출처를 명시하여야 합니다.

※ 국토교통기술 이슈리포트는 KAIA 홈페이지(www.kaia.re.kr)를 통해서도 보실 수 있습니다.