

국내 건설분야 AI 활성화를 위한 실무자 인식에 관한 연구

신재영^{1,2}, 원지선^{1*}

¹한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부, ²연세대학교 실내건축학과

A Study on the Industry Practitioners' Perceptions for the Activation of AI in the Domestic Construction Sector

Jaeyoung Shin^{1,2}, Jisun Won^{1*}

¹Department of Future & Smart Construction Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

²Department of Interior Architecture & Built Environment, Yonsei University

요약 최근 국내 건설산업은 스마트건설 기조에 따라 AI(Artificial Intelligence, 이하 AI) 기반 스마트 기술 도입을 시도하고 있다. 전 산업에서의 AI 활용 생태계 조성을 위해 정부는 인공지능 국가전략 등 정책을 추진해 왔으나 업계 수요와 실태의 반영이 부족하다는 한계점이 제기되었으며, 특히 건설산업에 특화된 AI 정책과 제도가 부재한 상황이다. 본 연구는 국내 건설산업의 AI 활성화 전략 수립을 위한 기초연구로, 건설 업무단계별 AI 동향을 파악하고 건설분야 AI 도입과 수요에 대한 실무자 인식 수준을 진단하기 위해 건설업계 실무자 107명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 실무자 인식 분석 결과, 국내 건설업계는 AI 도입에 긍정적이며 2030년 이후인 시점에 AI가 활성화될 것으로 전망하고 있다. 현 AI 기술 수준에서 AI는 단순 보조적인 업무 지원의 수단으로 인식되며, 실무에 필요한 AI 적용 업무단계는 기획·설계단계, 유지관리단계, 시공단계 순으로 나타났다. 또한, AI 도입·활용 시 대표적인 장애요인은 건설에 특화된 양질의 학습용 데이터와 솔루션 부족, 전문 인력 및 인식 부족, AI 결과물에 대한 신뢰성 우려로 나타났다. 이러한 장애요인을 공공차원에서 정책적으로 해결하기 위한 방안으로 AI 기반 업무수행 법적 근거, AI 인프라, AI 신뢰성 및 품질 검증과 실증 환경을 제시하였다. 본 연구 결과는 기관에서 AI 도입 및 활용전략 방향 설정 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract The domestic construction industry is attempting to introduce smart technologies based on artificial intelligence (AI) in line with smart construction trends. However, current national AI policies and strategies have limitations in addressing industry demands and conditions. Moreover, there is a lack of specialized AI policies and systems for the construction sector. To address these issues, 107 construction industry practitioners were surveyed to understand AI trends in each construction stage and assess their perceptions of its adoption and demand. The survey revealed a positive outlook for AI implementation in the construction industry, with expectations of implementation after 2030. In its current state, AI technology is seen as a basic and auxiliary means of supporting tasks, and the practical stages of AI implementation were identified as planning and design, maintenance, and construction. Obstacles to AI adoption included a scarcity of high-quality construction-specific training data, limited solutions, a shortage of skilled personnel, low awareness, and concerns about reliability. Proposed policy areas involve establishing legal frameworks for AI-based tasks, developing AI infrastructure, and ensuring AI reliability and quality verification in test-bed environment. The findings are expected to provide foundational data for institutions planning to introduce and utilize AI in the construction industry.

Keywords : AI, Domestic Construction Industry, Practitioners Perceptions, Activation Policy Direction

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원(주요사업)사업으로 수행되었습니다. (20230117-001, 미래 건설산업 견인 및 신시장 창출을 위한 스마트 건설기술 연구).

*Corresponding Author : Jisun Won(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

email: wonjisun@kict.re.kr

Received March 28, 2023

Revised May 23, 2023

Accepted June 2, 2023

Published June 30, 2023

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

AI 기술 융합은 산업의 경쟁력을 주도하는 핵심 전략으로, 기업뿐만 아니라 국가 차원에서도 AI 경쟁력을 확보하기 위한 다양한 노력이 이뤄지고 있다[1]. 국내 건설 산업은 스마트건설 기조에 따라 AI 기술 융합에 박차를 가하고 있다. 특히, 국내 대형 건설사는 업무 효율화, 중대재해처벌법 대응 및 안전사고 방지 등 기업의 관심 이슈를 해결하기 위한 수단으로 AI 기반 스마트 기술 도입을 시도하고 있다[2-4].

우리 정부는 인공지능 국가전략, 디지털 기반 산업 혁신 성장 전략 등 관련 정책을 추진해 왔으나 AI에 대한 업계 수요와 실태의 반영은 다소 부족하다[5]. 공공 건설 분야는 디지털 전환을 핵심으로 건설기술진흥기본계획 [6] 등 법정계획을 수립 중이나, 건설에 특화된 AI 정책 및 제도가 부재한 상황이다. 산업에 AI 기술이 융합되기 위한 생태계 조성과 기술 실용화의 촉진을 위해서는 정책 이슈를 발굴하고 대응 방안을 마련하는 것이 중요하다[7]. 따라서 산업의 특성과 기술 성숙단계에 맞는 활성화 방안을 마련하기 위해서는 현재 실무의 AI 도입 수준과 실태에 대한 진단이 선행되어야 한다.

이에 본 연구에서는 건설분야 AI 기술 도입 현황과 건설 업무단계별 수요, 장애요인에 대한 실무자 인식을 살펴보고 분석 결과를 기반으로 AI 활성화를 위한 공공 관점의 정책적 방향을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내 건설분야 AI 활성화 방안 마련을 위한 기초연구로, 실무자 인식 조사와 분석에 중점을 두며, 이후 활성화 방안 연구에 참조할 수 있는 분석결과와 해결 방향을 포함한다. 활성화를 위한 방향 제시에 있어 공공 관점의 정책과 제도 영역을 다루며, 민간 관점의 비즈니스 전략 영역은 연구범위에 포함하지 않았다.

이와 같은 범위를 바탕으로 Fig. 1에 표현된 절차와 방법에 따라 다음과 같이 연구를 수행하였다.

첫 번째, 건설단계별 AI 연구개발 사례를 바탕으로 국내 건설분야의 최근 AI 연구 동향을 고찰하였다. 두 번째, 국내 건설분야 실무자를 대상으로 기관의 AI 도입 수준과 개인의 AI 도입 인식 및 수요 현황을 조사하기 위해 설문조사를 설계하였다. 조사 항목은 소속기관의 AI 도입 현황 및 계획, 건설분야 AI 도입 인식과 수요, AI 도입 장애요인과 향후 생태계 조성방안에 관한 내용으로

구분하였다. AI 도입 수요에 관한 항목은 선행연구 분석을 통해 도출된 AI 적용 업무 유형을 적용하여 업무 관점에서의 수요를 분석하고자 하였다. 또한, 전체 응답자, AI 도입 중인 기관 소속 응답자, AI 개발 경험이 있는 응답자 그룹으로 구분하여 응답자 유형별 문항을 구성하였다. 세 번째, 설문조사를 실시하고 응답 자료에 대한 통계 처리를 통해 결과를 분석하였다. 설문 응답자 그룹별 비교 외에도 건축, 토목 등 분야 실무자 그룹, AI 활용 경험자 그룹 등 다양한 관점에서 응답자 유형별로 분석을 진행하였다. 이를 통해 국내 건설분야의 AI 도입 인식 수준을 진단하고 AI 수요 및 AI 도입의 장애요인을 파악하였다. 네 번째, 선행연구 및 설문조사 결과에 대한 고찰을 바탕으로 국내 건설분야 AI 도입을 활성화하기 위해 공공차원에서 대응이 필요한 정책과 제도 영역을 검토하고 시사점을 제시하였다.

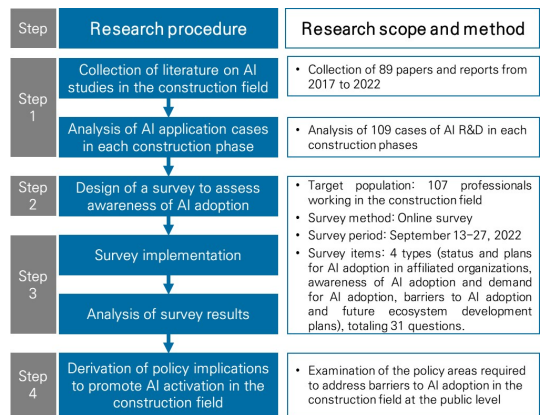


Fig. 1. Research scope and method

2. 국내 건설단계별 AI 연구동향

본 연구에서는 건설분야 AI 도입 인식 조사에 앞서 국내 건설단계별 AI 적용 업무 현황을 반영한 설문 항목을 구성하기 위해 선행연구를 분석하였다. 2017년부터 2022년까지 발표된 건설분야 AI 관련 논문과 보고서 등 문헌을 수집, 분석하여 문헌에 제시된 AI 적용 사례를 도출하였다.

문헌 수집 시 건설단계별 키워드인 ‘설계’, ‘시공’, ‘유지관리’ 키워드와 ‘인공지능’, ‘기계학습’, ‘머신러닝’, ‘딥러닝’ 등 기술 관련 키워드를 조합하여 검색에 활용하였다. 건설단계는 일반적으로 기획, 기본·실시 설계, 시공, 유지관리, 해체·철거 단계로 구분될 수 있으나, 본 연

구에서는 단계별 건설업무의 유사한 특성을 반영하여 1) 설계 지식을 종합적으로 활용하여 시설물을 계획하는 기획·설계단계, 2) 건설 현장에서 시설물을 시공 및 공사를 관리하는 시공단계, 3) 준공된 시설물을 운영 및 보수하는 유지관리 단계로 구분하여 사례를 검색 및 수집하였다. 해체·철거 단계는 관련 선행연구 사례가 매우 적어 조사 범위에서 제외하였다. 각 건설단계별로 키워드 검색 후, 초록 등 요약내용을 검토하여 기획·설계단계 33개, 시공단계 23개, 유지관리 단계 33개의 문헌 89개를 수집하였다.

수집된 문헌으로부터 도출된 AI 적용 사례의 수는 기획·설계단계 55건, 시공단계 34건, 유지관리 단계 41건으로 총 130건이다. AI 적용 사례는 목적에 따라 건설 업무에 활용하기 위한 사례(109건)와 데이터 증강 등 AI 학습용 데이터셋 구축과정에 활용하기 위한 사례(21건)로 구분된다. 본 장에서는 건설 업무에 활용하기 위한 109건의 AI 적용 사례를 대상으로 AI 적용 업무와 활용 목적, 활용데이터 관점에서 현황을 분석하였다. 건설 업무에 활용하기 위한 사례는 기획·설계단계 50건, 시공단계 25건, 유지관리 단계 34건이다.

2.1 기획·설계단계 AI 연구동향

기획 및 설계단계 업무에 활용하기 위한 AI 적용 사례는 50건이 도출되었으며, 사례별 AI 적용 업무와 활용 목적을 살펴보았다. 사례를 분석한 결과, 기획 및 설계단계 AI 적용 업무는 8가지 유형(1. 사례조사, 2. 설계 기획 및 계획, 3. 설계 분석 및 해석, 4. 설계 품질 검토, 5. 설계 평가, 6. 설계 시각화, 7. 설계도서 작성, 8. 공기 및 공사비 산정)으로 구분된다. 기획 및 설계단계의 업무 유형에 따른 대표적인 AI 적용 사례는 Table 1과 같다.

사례조사 부문에서는 실내 공간 또는 건축물 이미지를 활용한 공간용도 및 스타일 분류 등 디자인 사례 분류 연구[8,9]와 가로 환경 및 도면 이미지를 활용한 가로경관 요소 탐지 및 사용자 인식 분석, 아파트 평면 계획 추이 분석[10]과 같은 선행사례 분석 연구 등이 시도되고 있다. 설계 기획 및 계획 부문에서는 초기 설계안 생성을 위한 도면 요소 및 공간 분류, 공간 및 단지 배치, 초기 도면 생성 모델 개발[11-13]과 AI 기반 설계 최적화 연구[14]가 수행되었다. 설계 분석 및 해석 부문에서는 뇌파 데이터, 도시 가로의 유동인구 통계 자료 및 이미지 데이터 등을 활용하여 설계안에 대한 사용자 감정, 보행 성능 등 다양한 설계조건에 대한 분석[15-17]과 BIM 데이터 기반 건축물 공간용도 추론[18] 등 설계해석의 사례

Table 1. Representative examples of AI applications in planning and design stage

Application	Purpose	References
1. Case study	Classification of design reference	[8,9]
	Analysis of previous cases	[10]
2. Design planning	Initial design (space layout, mass, ect.)	[11-13]
	design optimization	[14]
3. Design analysis	Building energy analysis	[15]
	User emotion and pedestrian environment analysis	[16,17]
	Analysis of design element features	[18]
4. Design quality review	Design quality review (BIM object etc.)	[19]
5. Design assessment	Classification of design requirement sentences (laws, regulations, etc.)	[20]
6. Presentation	Design visualization	[21]
7. Drawings	Generation of drawings and detailed design model	[22,23]
8. Duration & cost estimation	Duration and cost estimation	[24,25]

가 있었다. 설계 품질 검토 및 평가 부문에서는 BIM 기반 설계 품질 자동 검토 및 설계 적합성 평가 자동화 기술의 일환으로 BIM 객체의 분류[19]와 설계 품질 관련 문장의 주제 및 의미요소 분류 연구[20]가 주를 이룬다. 설계 시각화 부문에서는 GAN(Generative Adversarial Network) 기반 생성 모델을 기반으로 건축 스케치 이미지를 실사 이미지로 생성하는 연구개발 사례[21]가 있다. 설계도서 작성 부문에서는 평면도 이미지 등 2D 기반 설계 데이터를 기반으로 설비 도면 및 BIM 도서를 생성 [22,23]하고, 휴막이 및 건축 마감 대상으로 BIM 기반 건축 상세설계를 자동화[23]하는 목적으로 수행 중이다. 마지막으로 공기 및 공사비 산정 부문에서는 세부 공종별 공사데이터를 활용한 공기 예측 모델[24]과 공사 실적 데이터 및 건적 데이터를 활용한 초기 공사비 예측 모델 [25] 개발이 시도되고 있다.

현재 기획 및 설계단계 AI 연구는 대부분 건축물과 단지시설을 대상으로 하며 초기 설계안 생성을 목적으로 하는 설계 기획 및 계획 부문 연구가 가장 활발하게 진행되고 있다. 다만, 집중된 AI 연구 부문이 가시적으로 나타나지는 않았으며, 다각적으로 AI 적용 가능성을 실험하는 연구단계로 예상된다. 기획 및 설계 업무는 최적의 설계안을 도출하기 위해 설계안 작성과 이의 분석 및 평가가 반복되는 일련의 과정으로, 설계변수 최적화 및 이

로부터 가능한 대안 생성 업무에서 AI의 수요가 증가하고 Generative design 등 설계자동화 기술과 접목된 AI 연구가 더욱 활발해질 것으로 예상된다[26].

2.2 시공단계 AI 연구동향

시공단계 업무에 활용하기 위한 AI 적용 사례는 25건이 도출되었으며, 사례별 AI 적용 업무와 활용 목적을 살펴보았다. 사례를 분석한 결과, 시공단계 AI 적용 업무는 4가지 유형(1. 안전관리, 2. 사업관리, 3. 공정관리, 4. 현장관리/감리)으로 구분된다. 연구가 가장 활발한 부문은 안전관리(40%) 업무이며 그 외 3개 부문(각 20%)은 상대적으로 연구사례가 적고 연구 시도 단계로 파악된다. 시공단계의 업무 유형에 따른 대표적인 AI 적용 사례는 Table 2와 같다.

Table 2. Representative examples of AI applications in construction stage

Application	Purpose	References
1. Safety management	Worker/Equipment safety monitoring	[27-29]
	Accident prediction	[28,30]
	Disaster case analysis	[31,32]
2. Project management	Review of bidding documents/specifications	[33,34]
3. Schedule/Cost management	Schedule optimization, duration prediction	[30]
	Cost/Prices prediction	[35]
4. Site management/supervision	Performance measurement in construction sites, rebar placement detection	[36,37]

안전관리 부문에서는 현장 영상과 사진을 활용한 컴퓨터 비전 기반 작업자/장비 안전 모니터링 연구가 주를 이루며, 스마트워치 등 웨어러블 장치를 활용한 근로자 피로도/위험요인 인지[27-29], 사고예측 및 재해사례 분석 연구[28,30-32]가 시도되고 있다. 사업관리 부문에서는 공사 입찰문서, 시방서 등 건설문서를 대상으로 텍스트 마이닝을 비롯한 비정형 텍스트 데이터 분석 기술을 적용하여 조항을 비교하거나 독소조항 및 부적합 시방 항목을 식별하는 연구[33,34]가 수행되고 있다. 공정/공사비 부문은 공사입찰설명서, 물가정보, 공정데이터 등 기존 프로젝트 데이터를 수집하여 최적 공기, 철근 단가, 기획단계 공사비 예측을 목적으로 한 딥러닝 모델 개발 [30,35]이 주를 이룬다. 현장관리/감리 부문은 시공감리에 필요한 검측 자동화를 위한 연구[36,37]가 주를 이루

며, 자재관리, 물량 검측, 공정파악 등을 위해 학습 데이터로 다양한 영상과 사진, 센싱 및 스캐닝 데이터를 조합하여 활용하는 것이 특징이다.

현재 시공단계 AI 연구는 현장 작업자와 장비 모니터링을 통한 안전관리 부문 연구가 가장 활발하다. 앞으로는 현장 무인 시공화 추세에 따라 인력 중심의 현장감리와 자재관리 업무로 AI 도입이 확대될 것으로 예상된다. 또한, 디지털화 추세에 따라 현장에서 취득하는 이미지/영상과 센서 데이터를 비롯하여 업무 수행 과정에서 축적되는 건설문서까지 데이터양이 보다 방대해질 것으로 예상되므로 AI 적용 업무와 활용 목적이 다양해질 것으로 기대된다.

2.3 유지관리단계 AI 연구동향

유지관리단계 업무에 활용하기 위한 AI 적용 사례는 34건이 도출되었으며, 사례별 AI 적용 업무와 활용 목적을 살펴보았다. 사례를 분석한 결과, 유지관리단계 AI 적용 업무는 4가지 유형(1. 점검진단, 2. 상시계측, 3. 보수보강, 4. 노후도 예측)으로 구분된다. 연구가 가장 활발한 부문은 점검진단(73%) 업무이며 그 외 3개 부문(각 9%)은 상대적으로 연구사례가 적고 연구 시도 단계로 파악된다. 유지관리단계의 업무 유형에 따른 대표적인 AI 적용 사례는 Table 3과 같다.

Table 3. Representative examples of AI applications in facility management stage

Application	Purpose	References
1. Inspection & Diagnosis	Concrete Crack Detection	[38-41]
	Damage Type Detection, Failure Prediction	[42-45]
	Condition Assessment, Strength/Characteristic of Materials Prediction	[46-48]
2. Real Time Monitoring	Recognition of Changes in Behavioral Pattern, Outlier Analysis	[49,50]
3. Repair & Reinforcement	Prediction of repair method, cost and timing	[45,51]
4. Deterioration Ratio Prediction	Deterioration Ratio Prediction	[51,52]

점검진단 부문에서는 시설물 점검사진과 영상을 활용한 손상 탐지 연구가 주를 이루며, 손상유형 중 균열 관련 연구가 대부분이다. 균열탐지를 위한 분류모델 개발 [38-41]이 가장 많으며, 균열 외에 백태, 박리 등 손상 유형을 추가[42-45]하거나 손상 위치와 크기, 면적을 정

량화하는 기술[46-48]로 확대되고 있다. 콘크리트 구조물을 대상으로 한 연구가 대부분이나 도로 포장과 포트홀, 케이블 교량 부재를 다루는 연구도 일부 수행되고 있다. 상시계측 부문에서는 구조물의 상태 변화를 예측하고 실시간 결함을 탐지하여 대응하는 연구[49,50]가 주를 이루며 가속도 센서, IoT 센서로 손상 위치나 계측 이상치를 탐지하여 성능변화와 위험도를 관리하기 위한 목적으로 연구가 수행되고 있다. 보수보강 부문에서는 보수보강 데이터를 학습시켜 유지관리 공법과 비용을 예측하기 위한 목적[51]과 외관조사망도의 시계열 축적 이미지를 활용하여 기준치를 초과한 보수시기를 예측하기 위한 목적[45]으로 연구가 수행되고 있다. 노후도 예측 부문에서는 콘크리트 열화모형을 생성[51]하거나 가속도 데이터 및 진전성 데이터 기반으로 잔존 수명을 추정하고 예방적 유지관리에 활용하기 위한 연구[52]가 주를 이룬다.

현재 유지관리단계 AI 연구는 점검진단 연구가 가장 활발하고 기술 성숙도가 높은 영역이다. 지자체를 중심으로 육안점검이 어렵고 접근이 위험한 시설 중심으로 드론과 로봇 등 무인 이동체를 활용한 무인점검을 도입 [53] 중이다. 이러한 추세에 따라 기술 실용화와 제품화를 위한 연구[54]로 확대될 것으로 예상된다. 또한, 국내 시설물 유지관리 기술이 노후화 대응과 관련된 선제적·예방적 유지관리 체계로 전환되는 추세에 따라 노후도 예측을 위한 AI 연구가 더욱 요구될 것으로 예상된다.

3. 국내 건설분야 AI 도입 인식조사

3.1 설문조사 개요

본 연구에서는 국내 건설업계의 AI 도입 수준과 실무자 인식 현황을 진단하기 위해 2022년 9월 13일부터 2주간 건설분야 산·학·연·관 실무자 107명을 대상으로 설문조사를 수행하였다. 설문 문항은 기관의 AI 도입 현황 및 계획, 개인의 AI 도입 인식과 수요 및 장애요인과 개선 방향 측면에서 4가지 유형으로 구분하여 설계하였다.

구체적으로 첫 번째 문항은 기관의 AI 도입 현황 수준을 조사하기 위해 기관의 AI 도입 로드맵, 전문 인력 및 서비스, 개발도구, 데이터 등 인프라 측면으로 나누어 체계화하였다. 해당 항목은 전체 응답자 중 소속기관에 AI를 도입 중이라고 응답한 그룹을 대상으로 설계하였다. 두 번째 및 세 번째 문항은 개인의 AI 도입과 수요에 대한 인식을 조사하기 위해 건설분야에 AI 도입의 필요성

등과 같은 일반적인 질문에서 건설단계별, 업무별 AI 도입 수요와 우선순위에 대한 세부적인 질문의 순서로 설문 문항을 배열하였다. 네 번째 문항은 실무에서의 인식과 수요를 고려하여 연구개발 및 정책 방향을 도출하기 위해서 AI에 대한 이해도가 높은 경험자를 대상으로 심층적인 조사가 요구된다. 본 조사에서는 사전 전문가 면담을 통해 문제점으로 지적된 AI 도입 시 양질의 데이터 확보 이슈에 대해 구체적인 애로사항과 개선사항을 파악하고, AI 활성화에 필요한 정책에 대한 의견을 수렴하고자 AI 경험자를 대상으로 한 문항을 설계하였다.

설문지는 총 31문항으로 구성되며, 단일 또는 다중 택 일행의 명목척도, 우선순위를 선택하는 서열척도와 같은 폐쇄형 질문과 기관에서 활용중인 AI 제품 및 서비스 등과 같이 다양한 의견을 도출하기 위한 개방형 질문을 사용하였다. 설문 항목별로 응답자 대상 유형과 질문형태(척도)는 Table 4와 같다.

설문 응답자는 정부(산하) 기관이 25.2%(27명), 학계 및 연구기관은 22.4%(24명), 건설사 및 건설 IT 기업 등 민간기관은 52.3%(56명)로 구성되며, 종사 기간이 10년 이상인 응답자가 전체 80% 이상(88명)을 차지하였다. 전체 응답자 중 AI 유경험자는 53명(49.5%)이며, 이 중 AI 개발 경험이 있는 자는 25명(23.4%)이었다. 분야별 AI 경험 유무 현황은 Fig. 2와 같으며, 타 분야에 비해 건축 분야 실무자의 AI 유경험 비율(45명 중 29명)이 높았다.

Table 4. Types and formats of survey questions and respondent types

Type	Contents	Question format & scale	respondent types
Status and plans for AI adoption in affiliated organizations	Stages of AI adoption and utilization	Nominal scale	A
	Availability of AI experts in the affiliated institution	Nominal scale	B
	Business process and technologies utilizing AI	Ordinal scale	B
	AI products and services being implemented/utilized	Open-ended	B
	Method of securing AI training data & development tools	Nominal & Ordinal scale	B'
Awareness of AI adoption	Need for AI adoption/ utilization	Ordinal scale	A
	The maximum benefits of AI introduction	Nominal scale	A
	Empathy for the role of AI and timing of AI activation	Ordinal scale	A

Demand for AI adoption	Demand for AI introduction(Possibility, Need, Desire)	Nominal scale	A
	Demand for AI introduction by task area (Need, Desire)	Ordinal scale	A
	Tasks to require development of AI technology	Open-ended	A
Barriers to AI adoption and future ecosystem development plans	Difficulties & concerns, external & internal obstacles when introducing/utilizing AI	Nominal scale	A
	Difficulties and improvement measures when securing and utilizing data	Ordinal scale	C
	Necessary policies for promoting AI adoption in the construction industry	Nominal scale	C
	Role of government agencies in promoting AI adoption in the construction industry	Ordinal scale	A

* Respondent types: A(Total respondents, 107), B(Respondents who responded that their organization is currently implementing AI, 74), B'(Respondents from group B who have experience in developing AI apps, 24), C(Respondents from the total group who have experience in developing AI apps, 25)

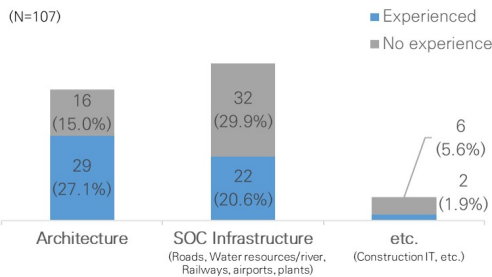


Fig. 2. Respondent demographics based on AI experience in construction fields

3.2 설문조사 결과 및 분석

3.2.1 기관의 인공지능 도입 현황 및 계획

전체 응답자(그룹 A)의 70% 이상(그룹 B, 74명)은 '소속기관에서 AI 도입'을 하고 있으며, 해당 응답자 중 약 54%(40명)는 소속기관이 'AI 전문 인력을 보유'하고 있다고 응답하였다. AI 도입 중인 대다수 기관은 '기획 단계'에 있거나 AI 활용을 위한 '연구개발 단계'에 있었다(62명, Fig. 3). 기관에서 현재 AI를 도입하고 있지 않지만 '향후 도입 의향이 있다'고 한 응답 수를 포함하면 소속기관이 AI 도입 중이거나 도입 계획이 있는 경우는 전체 응답자의 90% 이상(97명)을 차지하였다.

응답자 그룹 B를 대상으로 조사한 소속기관의 주요 AI 활용 업무단계는 '설계(31명, 41.9%)', '시공 및 공사관리(14명, 18.9%)', '건설사업관리/감리(7명, 9.5%) 및

'사업기획(7명, 9.5%)' 순으로 도출되었다(Fig. 4 (a)). AI를 활용하는 건설 업무에서는 '머신러닝(38명, 51.4%)', '시각지능(21명, 28.4%)', '추론 및 지식 표현(6명, 8.1%)' 기술을 중심으로 적용되고 있었다(Fig. 4 (b)).

기관에서 AI를 도입 중이며 AI를 직접 개발한 경험이 있는 응답자 그룹 B'를 대상으로 기관의 AI 학습용 데이터 확보 방법을 조사한 결과, Fig. 5와 같이 기관은 '보유하고 있는 데이터' 또는 '무상으로 취득 가능한 공개 데이터'를 주로 사용하고 있었다. AI 모델 개발 시, 대부분 '오픈 라이브러리'를 활용하고 있었다.

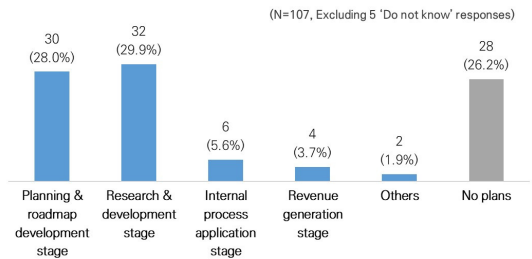


Fig. 3. Stages of AI adoption and utilization within organizations

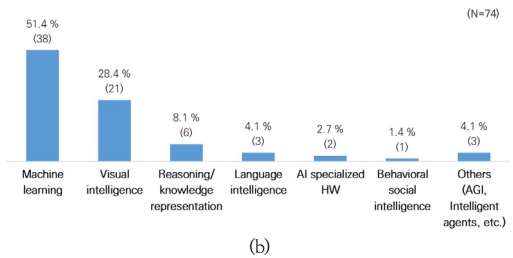
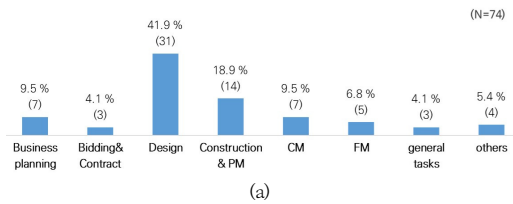


Fig. 4. (a) Business process and (b) Technologies utilizing AI within organizations (1st priority)

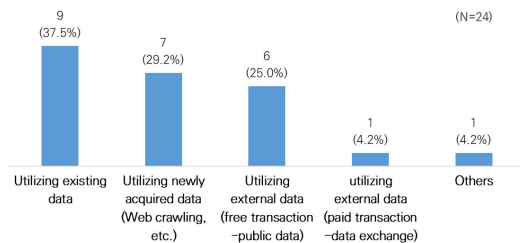


Fig. 5. Method of securing AI training data

3.2.2 건설분야 실무자의 AI 도입 인식

전체 응답자의 95% 이상(102명)은 건설분야에 AI 도입 및 활용이 필요하다는 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 건설분야에 AI 기술이 도입 및 활용될 때 가장 큰 장점은 ‘의사결정의 보조수단(31명, 29%)’, ‘단순 반복적 업무 수행(27명, 25.2%)’, ‘방대한 자료 분석(20명, 18.7%)’, ‘의사결정의 자동화 및 지능화(17명, 15.9%)’, ‘위험 및 오류의 사전 관리(12명, 11.2%)’ 순으로 꼽혔다 (Fig. 6). 현재 기술 수준을 고려했을 때 업계에서 인식하는 AI의 순기능은 단순하고 보조적인 업무 지원 수준에 있다고 볼 수 있다.

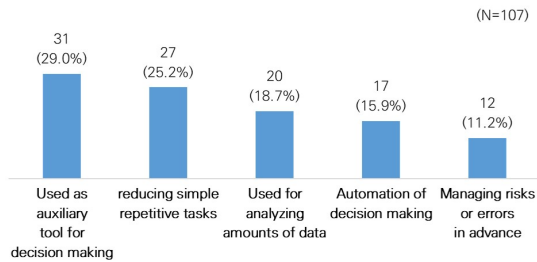
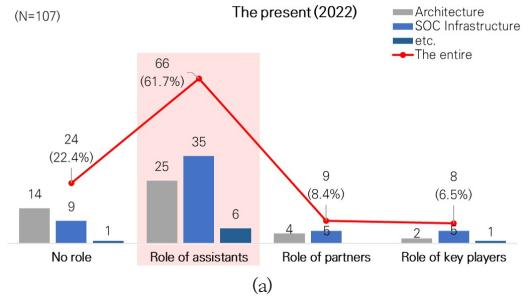


Fig. 6. The maximum benefits of AI introduction

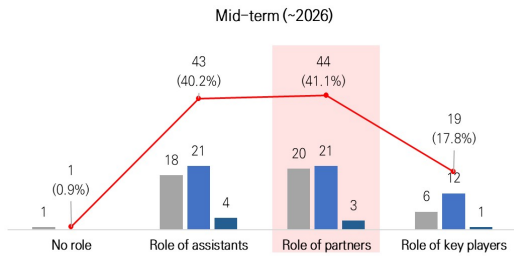
시기별 AI 도입 및 활용 수준 공감도에 대한 설문 결과(Fig. 7), 현재는 대다수가 ‘AI가 본인이 하는 업무를 대신할 수 없거나(역할 없음)’, ‘단순하고 틀에 박힌 업무 수행만 가능하다(보조수단 역할)’는 의견에 공감하고 있었다. 향후 중기에는 보조수단 역할 뿐만 아니라 ‘AI가 본인의 중요한 업무를 대체할 수 있으며(파트너 역할)’, 장기적으로는 ‘AI가 본인이 하는 모든 업무를 대체할 수 있다(핵심 플레이어 역할)’고 인식하고 있었다. 또한, 전체 응답자는 건설분야에서 AI가 활성화되는 시기를 2030년 전후 시점인 ‘장기(75명, 70.1%)’로 기대하고 있다(Fig. 8). 건축분야 실무자는 타 분야에 비해 현재 AI 수준을 ‘역할 없음’으로 가장 소극적으로 평가하는 경향이 있었으나, AI 활성화 시기는 4년 내외인 중기로 기대하며 보다 낙관적으로 전망하고 있었다.

3.2.3 건설분야 실무자의 AI 수요

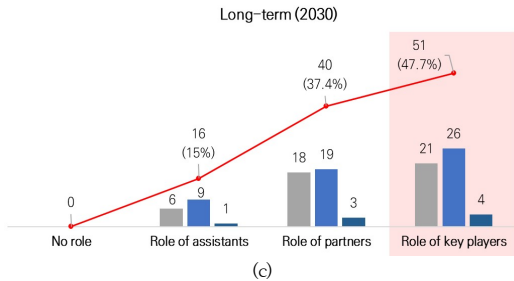
건설 생애주기 단계별 AI 도입의 우선순위를 파악하기 위해서 다음 3가지 항목에 대해 수요를 조사하였다. 첫 번째는 현 기술의 완성도와 적용 업무의 난이도에 따라 AI 도입이 가능한 업무단계이다. 두 번째는 생산성 향상과 경쟁력 확보를 위해 AI 도입이 시급한 업무단계이며, 세 번째는 업무 효율성 등을 위해 AI 도입을 희망하는 업무단계이다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 7. Empathy for the role of AI in the construction sector

(a) The present (b) Mid-term (c) Long-term

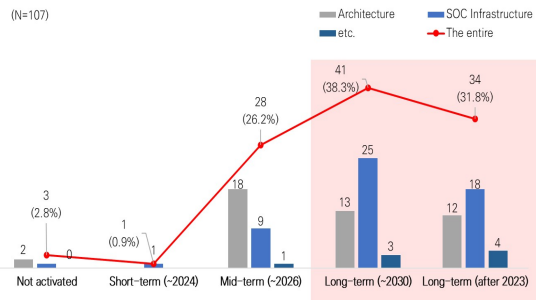


Fig. 8. The timing of AI activation in the construction sector

전체 응답자 대상으로 조사된 AI 기술 수요의 우선순위는 3가지 측면 모두에서 ‘기획·설계단계’, ‘유지관리단계’, ‘시공단계’ 순으로 나타났다(Fig. 9). 한편, 시공단계에 AI의 도입이 필요하고 희망한다고 응답한 건축분야

실무자의 비율은 상대적으로 높았으나, 시공단계에 AI 도입이 가능하다고 응답한 비율은 낮았다. 즉, 현재 건축 실무에서 요구하는 시공단계의 AI 기술 수요에 비해 기술의 실용화 수준이 낮다고 해석될 수 있다. 토목분야 실무자는 기획·설계단계에 요구되는 AI 수요에 비해 기술 도입의 가능성이 낮다고 인식하고 있었다. 반면, 현재 AI 기술은 유지관리단계 실무에 도입 가능한 수준으로 판단하고 있음을 확인할 수 있었다.

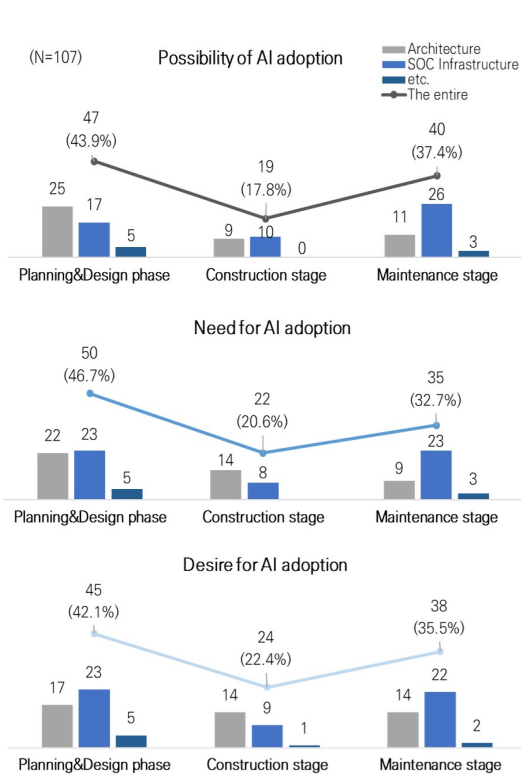


Fig. 9. Demand for AI adoption (possibility, need, desire)

또한, 문헌 분석으로 도출된 생애주기 단계별 세부 업무 영역에서 AI 도입이 필요하거나 희망하는 주요 업무를 조사하였다(Fig. 10). 각 분야 실무자가 응답한 업무 영역별 기술 수요의 비중은 대체로 유사하였다. 기획·설계 업무 영역은 8가지 분류 중 '설계 기획 및 계획', '설계 분석 및 해석', '설계 품질검토', '공기 및 공사비 산정' 영역에서 수요가 발생하였다. '설계도서 작성 영역'은 첫 번째 수요 관점인 필요성(5명, 4.7%)에 비해 희망 수요(11명, 10.3%)가 컸다. 설계 특성상 방대한 양의 도서를 반복적으로 작성하는 과정이 요구되며 해당 영역에서 자동화에 대한 수요가 있는 것으로 사료된다. 시공 업

무 영역은 4가지로 분류되며, '안전관리'와 '공정관리' 영역에서 70% 이상의 수요가 도출되었다. 최근 중대재해 처벌법 등 건설 현장의 안전 이슈가 증가함에 따라 관련 업무에 대한 기술 지원 요구가 반영된 것으로 판단된다. 유지관리 업무 영역에서는 4가지 영역 중 '점검진단', '상시 계측' 순으로 AI 도입이 필요하거나 희망하는 것으로 분석되었다.

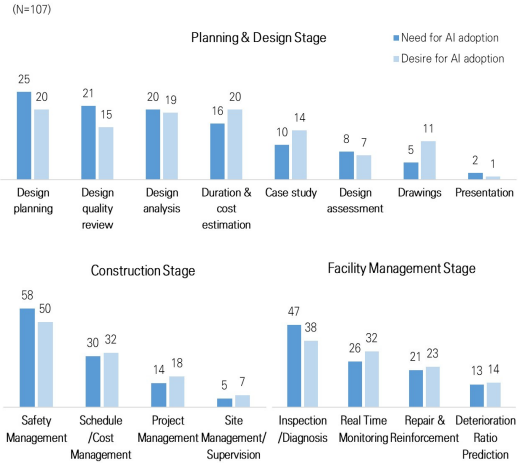


Fig. 10. Demand for AI adoption by task area (need, desire)

3.2.4 건설분야 AI 도입 장애요인 및 개선사항

건설분야에 AI 도입 시 장애요인을 진단하고 향후 AI 활성화를 위한 생태계 조성 방향을 고찰하고자 전체 응답자(그룹 A)와 AI 응용기술을 직접 개발한 경험이 있는 응답자(그룹 C, 25명)로 나누어 맞춤형 설문을 실시하였다. 전체 응답자 대상 질문의 통계 결과는 AI 활용에 경험이 있는 응답자(53명)의 응답 결과와 비교 분석하여 설문대상자의 대표성과 통계 결과의 타당성을 높이고자 하였다.

AI 도입 및 활용 시 고충사항은 전체 응답자와 AI 활용 경험자 대상 모두에서 '데이터 확보 및 품질 문제(44명, 41.1%)', 'AI 관련 인력 부족(28명, 26.2%)', '건설에 특화된 기반 기술 부족(21명, 19.6%)' 순으로 조사되었다(Fig. 11 (a)). AI 도입 및 활용 시 우려사항은 'AI 시스템이 만든 의사결정의 법적 책임(47명, 43.9%)'과 'AI의 잘못된 의사결정(31명, 29%)' 순으로 도출되었다(Fig. 11 (b)). 이에 비해 AI에 대한 주요한 회의적 시각인 '기존 노동시장의 일자리 감소'에 응답한 비율(5명, 4.7%)은 낮았다.

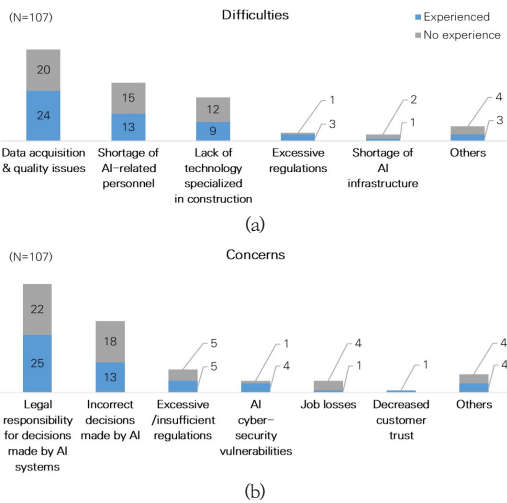


Fig. 11. (a) Difficulties and (b) Concerns when introducing and utilizing AI

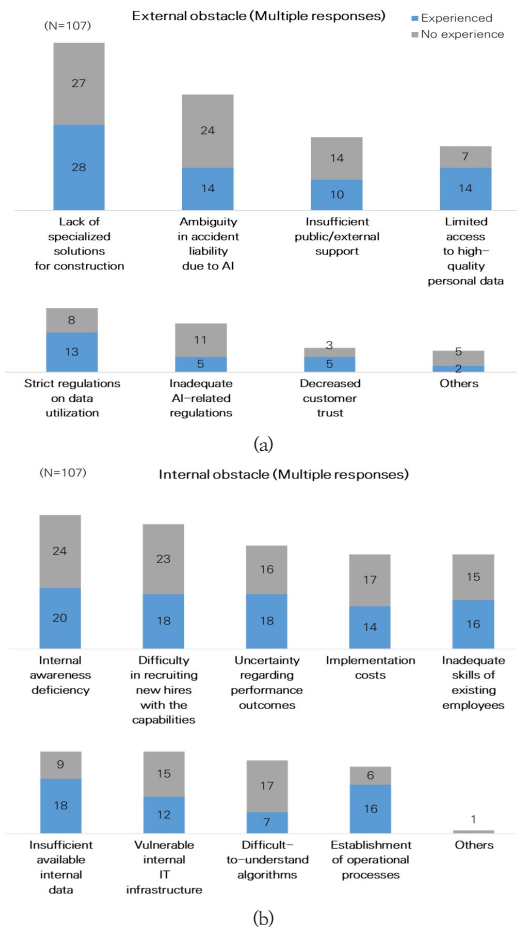


Fig. 12. (a) External obstacles and (b) Internal obstacles when introducing and utilizing AI

AI 도입 및 활용 시 내외부 장애요인은 복수 응답을 허용하여 빈도수에 따른 우선순위를 검토한 결과는 Fig. 12와 같다. 전체 응답자와 AI 활용 경험자 대상 응답 현황을 종합적으로 분석한 결과, 외부 장애요인(Fig. 12 (a))은 ‘건설에 특화된 AI 솔루션 부족’, ‘AI로 인한 사고 책임소재 불명확성’, ‘데이터 접근 및 활용에 대한 접근 제한’ 및 ‘규제 제한’ 순으로 인식되고 내부 장애요인 (Fig. 12 (b))은 ‘AI 도입 인식 부족’이 가장 부정적인 요인으로 나타났다. 이외에도 ‘역량을 갖춘 신규 인력 채용 곤란’, ‘성과창출 불확실성’, ‘기존 인력의 역량 부족’ 및 ‘가용 데이터 부족’ 등이 지적되었다.

AI 개발 경험자 대상으로 데이터 확보 및 활용 시 애로사항과 개선사항을 조사한 결과(Fig. 13), 애로사항 및 개선사항은 앞서 도출된 대표 고충사항과 유사하게 ‘데이터 부족’과 ‘전문 인력 부족’ 문제가 가장 시급한 사안으로 나타났다. 데이터 활용 측면에서는 ‘축적된 비정형 데이터 가공의 어려움’과 ‘정보보안’ 문제가 일부 제기되었다.

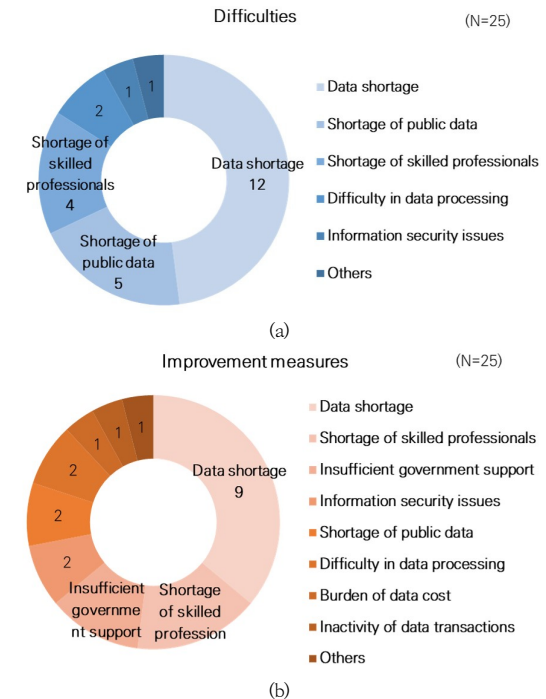


Fig. 13. (a) Difficulties and (b) Improvement measures when securing and utilizing data

AI 개발 경험자를 대상으로 AI 도입 장애요인을 해결하고 향후 건설분야 AI 도입 활성화를 위한 해결 방향을 파악한 결과, '데이터 개방 등 AI 인프라 구축'에 대한 의견이 많았다. 이외에도 'AI 인력 양성', 'AI 활용 인식 확대', '규제 개선 및 규율 체계 정립', 'AI 관련 연구개발 지원' 등에 대한 방향성이 도출되었다.

4. 결론 및 제언

본 연구에서는 국내 건설분야에 AI가 적용된 사례 조사를 통해 최근 동향을 파악하고, 국내 건설업계 실무자 107명을 대상으로 설문조사를 실시하여 건설분야 AI 도입인식과 수요, 장애요인에 대해 분석하였다. 이를 기반으로 건설분야의 AI 활성화를 위한 정책적 방향과 시사점을 도출할 수 있었다. 본 연구에서 도출된 결론은 다음과 같다.

(1) 기관의 인공지능 도입 현황

국내 건설업계에서 기관의 AI 도입 단계, 인력, 인프라 측면에서 살펴본 결과, 건설업계는 AI 도입 필요성에 대한 인식이 높고 AI 도입에 긍정적인 편이나 실제 도입 수준은 연구개발 단계인 초기 단계이다. AI 도입 중인 기관은 AI 학습용 데이터로 보유 데이터를 주로 활용하고 있으며, 이로부터 인사이트를 발굴하려는 요구가 있었다. 데이터 확보 방법을 고려했을 때 AI 학습용 데이터셋을 공개하거나 건설에 특화된 오픈 라이브러리를 배포한다면 그 파급 효과가 클 것으로 예상된다.

(2) 건설분야 실무자의 AI 도입 인식

건설업계 실무자는 현재 AI가 높은 수준의 업무보다는 단순하고 보조적인 업무의 지원이 가능하다고 판단하고 있다. 스마트건설 확대 기조에 따라 건설 빅데이터와 AI 활용이 활발해지면서 중기적인 AI는 사람의 파트너로서 업무의 중요한 부분을 수행할 수 있고, 장기적인 AI는 모든 업무를 수행하는 핵심 플레이어로 역할하고 이때 사람의 역할은 관리자로서 변화될 것으로 전망되고 있다. 또한, 장기적인 AI가 도래할 것으로 예상하는 2030년 또는 그 이후 시점에 AI가 활성화될 것으로 인식되고 있다. 하지만 최근 ChatGPT 등 언어지능의 급성장과 더불어 가파른 속도의 AI 기술 발전 추세를 비추어보면 건설업계의 AI 활성화 시기가 현재의 실무 인식 수준보다

앞당겨질 수 있을 것으로 기대된다.

(3) 건설분야 실무자의 AI 수요

현재 AI 기술 수준에 입각하여 기술의 실무 도입 가능성, 필요성, 혁신성(희망) 측면에서 요구되는 AI 적용 업무단계의 우선순위는 기획·설계단계, 유지관리단계, 시공 단계 순으로 선정되었다. 업무 영역별 분석 결과를 통해 살펴보면 이는 현장 기반의 명확한 상황 판단과 의사결정이 요구되는 업무보다는 최적 설계안을 도출하기 위한 업무 지원 도구로 AI를 활용하고자 하는 업계 인식을 나타낸다고 볼 수 있다. 한편, 건축 및 토목분야별 실무자 인식에 일부 차이가 존재하였다. 예컨대, 건축분야 실무자는 AI 기술이 시공단계에서, 토목분야 실무자는 기획·계획단계에서 실무에서 필요하거나 희망하는 요구 기준 대비 기술 도입의 가능성이 낮다고 인식하고 있다. 업무 영역별 기술 수요의 경우, 기획·설계 업무 영역은 '설계 기획 및 계획', '설계 분석 및 해석', '설계 품질검토', '공기 및 공사비 산정' 영역에서 수요가 존재하였다. 시공 업무 영역은 '안전관리'와 '공정관리' 영역에서, 유지관리 업무 영역은 '점검진단', '상시 계측' 영역에서 수요가 크다.

(4) 건설분야 AI 도입 장애요인 및 개선사항

업계 실무자는 AI 도입 활용 시 고충사항으로 AI 학습에 필요한 고품질 데이터의 부족과 전문 인력 부족 문제에 대한 공감대가 높았고, 대다수가 AI 결과물에 대한 신뢰성 및 법적 책임 소재 측면에서 우려하고 있었다. 하지만, AI 기술의 도입은 불가피한 시대적 흐름이며 건설업계는 AI를 기존 노동집약적 업무를 자동화하고 디지털 전환으로 고부가가치를 창출하기 위한 필요 전략으로 인식하고 있는 것으로 판단된다. AI에 대한 긍정적인 업계의 시각에도 불구하고 여전히 AI 도입에 대한 인식이 부족한 실정이며, 건설에 특화된 AI 솔루션과 양질의 데이터 제한 등 AI 활성화를 위한 기반이 구축되지 않았다는 인식이 컸다. 더욱이 AI 학습데이터 확보 및 활용 시 가용한 데이터와 전문 역량을 갖춘 인력 부족에 대한 고충을 해결하기 위해 관련 정책 수립과 지원이 필요하다.

(5) 건설분야의 AI 활성화를 위한 정책적 방향

앞서 분석된 건설분야 AI 도입 장애요인을 공공차원에서 해결하기 위해 우선적으로 대응이 필요한 정책 및 제도 영역을 제시하면 다음과 같다. 첫째, AI 기반 업무

수행 법적근거이다. 현업에서는 AI에 따른 업무 과정에서 사고 발생 시 책임소재 불명확성과 윤리 문제를 가장 우려하고 있으므로 이에 대한 법과 제도 보완이 필요하다. 알고리즘과 학습데이터로부터 야기되는 윤리 문제뿐 아니라 개인정보 보호, 데이터 거래 및 활용과 관련된 규제 문제도 포함된다. 둘째, 건설분야에 적합한 AI 관련 인력 양성, 데이터 개방, 소프트웨어/하드웨어 자원과 같은 건설 AI 인프라 확보이다. 민간에서는 공공에 건설분야에 특화된 대용량·고품질 AI 학습용 데이터셋과 빅데이터 서비스 플랫폼 환경의 제공 역할을 요구하고 있으므로 이에 대한 연구개발 투자와 함께 국가 차원의 중장기 연구전략이 필요하다. 셋째, AI 신뢰도를 높이기 위한 실증, 검증 환경이다. 실증을 위한 AI 학습 테스트베드 제공, 품질 검증을 위한 AI 학습용 데이터셋 인증제도가 필요하며 현재 이에 대한 정책 수요는 타 영역보다 후순위이나 중장기 관점에서 점차 높아질 것으로 예상된다.

본 연구는 건설업계에서 인식하는 AI의 기술 수준 현황과 도입에 어려운 점 그리고 해결방향을 중점적으로 논하고자 하였다. 본 연구의 결과는 다양한 기관에서 AI 도입 및 활용전략 방향과 수준 설정 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후, 본 연구를 토대로 업계의 AI 활용 실태를 체계적으로 진단하기 위해 연도별 설문조사를 시행하여 실무자의 AI 인식 추이를 분석하고, 건설분야의 AI 활용 성숙도를 측정할 수 있는 진단 도구 및 통계 데이터 관리 체계를 마련하기 위한 연구가 필요할 것이다. 나아가 AI 활용 성숙도 단계별 활성화 요인을 분석 및 방안을 도출하여 중장기 로드맵을 수립할 것이다.

References

- [1] H. S. Jo, J. H. Yoo, W. Y. Cho, J. W. Shin, "A Study on developing Industrial AI convergence competitiveness Index", *Innovation Studies*, Vol.16, No.4, pp.243-265, Nov. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.46251/INNOS.2021.11.16.4.243>
- [2] K. R. Jeon. 'Smart' Daewoo Construction, prominently announces global presence [Internet]. Maeil, c2021 [cited 2021 April 26]. Available From: <https://www.m-i.kr/news/articleView.html?idxno=823093> (accessed Mar. 24, 2023)
- [3] O. J. Choi. "One wallpaper photo is all it takes" ... DL E&C, developing an AI-based defect inspection system [Internet]. ChosunBiz, c2021 [cited 2021 June 1], Available From: https://biz.chosun.com/real_estate/real_estate_general/2021/06/01/MUVOACSZPNFH7GZ364ULURJEZM/ (accessed Mar. 24, 2023)
- [4] Hyundai E&C. Hyundai Construction innovates quality and safety on construction sites using unmanned robots [Internet]. Hyundai E&C Newsroom, c2021 [cited 2021 June 29]. Available From: https://www.hdec.kr/KR/newsroom/news_view.aspx?NewsSeq=310&NewsType=BRAND&NewsListType=news_clist#.ZBzyE3YzaUl (accessed Mar. 24, 2023)
- [5] J. W. Lee, H. D. Moon, "A study on the status of Korean artificial intelligence recognition", *Proceedings of 2018 the Korean Institute of Communication Sciences Conference*, the Korean Institute of Communication Sciences, Jeju, Korea, pp.1396-1397, Jun. 2018.
- [6] Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT). Notice of Public Hearing for Establishing the 7th Basic Plan for Construction Technology Promotion [Internet]. KICT, c2022 [cited 2022 November 4]. Available From: https://www.kict.re.kr/board.es?mid=a10501010000&bid=ntfct&list_no=16730&act=view (accessed Mar. 24, 2023)
- [7] M. Y. An, "Preliminary tasks and countermeasures for AI convergence and diffusion", *KISDI AI Trend Watch*, Vol.2021, No.1, pp.1-11, Jan. 2021.
- [8] J. S. Kim, J. K. Lee, "Auto-recognition of Interior Design Images for Managing Architectural Design References - Focused on the Module Implementation for Recognizing the Usage of Rooms of Korean Apartments -", *Journal of the Korean Institute of Interior*, Vol.27, No.5, pp.13-20, Oct. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.14774/JKIID.2018.27.5.013>
- [9] J. S. Kim, J. K. Lee, "Implementation and Application of Interior Design Style Training Model using Deep Learning", *Journal of the Korean Institute of Interior*, Vol.29, No.5, pp.96-104, Oct. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.14774/JKIID.2020.29.5.096>
- [10] E. S. Ahn, "An Analysis on the Evolution of Korean Apartment Unit Plans using Deep Learning", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol.37, No.10, pp.13-22, Oct. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5659/JAIK.2021.37.10.13>
- [11] J. H. Seo, *A Study on Automatic Recognition of Architectural Drawings and Generation of Spatial Zoning Alternatives Based on Deep Learning*, Ph.D dissertation, Kyungpook National University, Daegu, Korea, pp.1-195, 2021.
- [12] J. Y. Song, J. K. Lee, "An Approach to Implementing Automated Modeling of Interior Design Object using Spatial Information Training Model". *Journal of the Korean Institute of Interior*, Vol.29, No.2, pp.12-20, April. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.14774/JKIID.2020.29.2.012>
- [13] S. H. Lee, C. Y. Chi, "AI-based Spatial Arrangement Simulator with Reinforcement Learning", *Journal of*

- the Architectural Institute of Korea*, Vol.37, No.11, pp.43-53, Nov. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5659/JAIK.2021.37.11.43>
- [14] M. S. Kim, S. H. Choi, "Interface Establishment between Reinforcement Learning Algorithm and External Analysis Program for AI-based Automation of Bridge Design Process", *Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea*, Vol.34, No.6, pp.403-408, Dec. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.7734/COSEIK.2021.34.6.403>
- [15] H. Y. Lee, Developing an AI-based active-passive hybrid eco-friendly architectural design solution for achieving the third level of Zero Energy Building certification, R&D Project Report, TENELEVEN, Korea, pp.1-78.
- [16] J. Y. Lee, *A study of the physical environment characteristics of streetscapes affecting pedestrian satisfaction - using machine learning and computer vision techniques*, Master's thesis, Hanyang University, Seoul, Korea, pp.1-95, 2021.
- [17] S. W. Chang, W. H. Dong, H. J. Jun, "An EEG-based Deep Neural Network Classification Model for Recognizing Emotion of Users in Early Phase of Design", *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, Vol.34, No.12, pp.85-94, Dec. 2018.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_PD.2018.34.12.85
- [18] O. C. Kwon, J. W. Cho, "Space Usage Assessment of BIM Data by Decision Tree and Expert System", *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, Vol.26, No.1, pp.1-11, Mar. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.7315/CDE.2021.001>
- [19] J. S. Kim, J. K. Lee, "Implementation of Auto-classification of Unclassified Objects in BIM Model using 2D CNN for Design Rule-checking Systems", *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, Vol.24, No.4, pp.452-461, Dec. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.7315/CDE.2019.452>
- [20] J. S. Kim, J. Y. Song, J. K. Lee, "Machine Learning-based Extraction of Logic Rule Components from Building Design Requirements and Application to Design Rule-Checking Apps", *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, Vol.25, No.4, pp.425-433, Dec. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.7315/CDE.2020.425>
- [21] S. K. Han, D. Y. Shin, "A Study on Architectural Image Generation using Artificial Intelligence Algorithm - A Fundamental Study on the Generation of Due Diligence Images Based on Architectural Sketch -", *KIBIM Magazine*, Vol.11, No.2, pp.54-59, Jun. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.13161/kibim.2021.11.2.054>
- [22] H. K. Lee, *Research for automatic generation of 2D design drawings of Fire-Fighting equipment using AI*, Master's thesis, Daejeon University, Daejeon, Korea, pp.1-51, 2021.
- [23] C. W. Jo, "The Status of the Phase of the National Introduction of AI-based architectural design R&D Project - Development of Artificial Intelligence based Architectural Design Automation Technologies", *The BIM*, Vol.24, pp.41-44, Oct. 2021.
- [24] H. J. An, S. M. Park, J. H. Lee, L. S. Kang, "Study on the Application of Deep Learning Model for Estimation of Activity Duration in Railway Construction Project", *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol.23, No.7, pp.615-624, Jul. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.7782/JKSR.2020.23.7.615>
- [25] S. H. Jung, O. B. Kwon, J. H. Son, "A Study on the Analysis and Estimation of the Construction Cost by Using Deep learning in the SMART Educational Facilities - Focused on Planning and Design Stage -", *Journal of the Korean Institute of Educational Facilities*, Vol.25, No.6, pp.35-44, Nov. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7859/kiief.2018.25.6.035>
- [26] D. M. Lee, "Artificial Intelligence in Construction Industry and Future Research Direction", *Journal of the Korean institute of building construction*, Vol.21, No.1, pp.14-20, 2021.
- [27] N. H. Kwon, Development of Deep Learning-Based Integrated Fatigue-Risk Human Resource Monitoring Technology for the Prevention of Construction Worker Accidents, R&D Project Report, Hanyang University, Korea, pp.7-98.
- [28] H. G. Ryu, T. W. Kim, "Development of a safety accident prevention system for construction equipment utilizing IoT and RTLS technology", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.10, No.9, pp.179-186, Sep. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.15207/JKCS.2019.10.9.179>
- [29] S. Y. Park, S. H. Yoon, J. Heo, "Image-Based Automatic Detection of Construction Helmets Using R-FCN and Transfer Learning", *Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, Vol.39, No.3, pp.399-407, Jun. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.12652/Ksce.2019.39.3.0399>
- [30] H. S. Gang, J. C. Lee, H. C. Choe, S. H. Kim, G. H. Jeong, "Utilization methods of big data AI technology in construction companies", *Construction Engineering and Management*, Vol.22, No.4, pp.12-17, Aug. 2021.
- [31] S. H. Chi, Deep-learning-based Information Service System to support Life-Cycle Risk Management of Construction Projects, R&D Project Report, Seoul University, Korea, pp.14-35.
- [32] S. C. Moon, Development of Risk Perception (by Work Phase) Technique using AI : for Safety Accident Prevention in Construction Field, R&D Project Report, Ecosian, Korea, pp.14-35.
- [33] G. T. Lee, S. H. Moon, S. H. Chi, "Reference Identification of Sub-categories in Construction Specifications Using the Deep Structured Semantic Model", *Proceedings of KSCE 2020 CONVENTION*, KSCE, Korea, pp.520-521, Oct. 2020.

- [34] G. T. Lee, S. H. Moon, H. C. Oh, Y. H. Shin, S. H. Chi, "Non-compliance Specification Checking Based on Text-Mining Construction Standard Analysis", *Proceedings of KSCE 2018 CONVENTION*, KSCE, Korea, pp.269-270, Oct. 2018.
- [35] Y. S. Lee, K. H. Kim, "Experimental Study on the Expansion of the Short-term Prediction Range of Rebar Prices Using Deep Learning", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol.36, No.12, pp.265-272, Dec. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5659/JAIK.2020.36.12.265>
- [36] Y. K. Sung, Y. K. Hur, S. W. Lee, W. S. Yoo, "Analysis of Supervisory Report for Performance Measurement in the Private Building Construction Sites", *Proceedings of KIC Conference*, KIC, Korea, Vol.22, No.2, pp.217-218, Nov. 2022.
- [37] J. H. Park, T. H. Kim, S. Y. Choo, "A Development on Deep Learning-based Detecting Technology of Rebar Placement for Improving Building Supervision Efficiency", *Journal of the Architectural Institute of Korea-Planning & Design*, Vol.36, No.5, pp.93-103, May. 2020.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_PD.2020.36.5.93
- [38] B. J. Ji, "Machine Learning-based Concrete Crack Detection Framework for Facility Maintenance", *Journal of the Korean Geo-Environmental Society*, Vol.22, No.10, pp.5-12, Oct. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.14481/jkges.2021.22.10.5>
- [39] S. B. Shim, S. I. Choi, S. M. Kong, S. W. Lee, "Adversarial learning for underground structure concrete crack detection based on semi-supervised semantic segmentation", *Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association*, Vol.22, No.5, pp. 515-528, Sep. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.9711/KTAJ.2020.22.5.515>
- [40] S. H. Paik, D. Y. Choi, Y. K. Kim, S. W. Jung, D. N. Kim, "Implementation of the Drones with Deep-Learning Crack Detection Analysis for Inspection of Bridge", *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol.19, No.3, pp.45-52, Mar. 2021.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2021.19.3.45>
- [41] D. Y. Choi, Y. K. Kim, S. M. Kim, D. N. Kim, "A Study on Deep-Learning based Crack Analysis for Visual-safety Inspection of Bridge", *Proceedings of KIIT Conference*, KIIT, Korea, pp.1-3, Jun. 2021. Korea, pp.269-270, Oct. 2018.
- [42] Y. N. Kim, H. J. Bae, Y. M. Kim, G. J. Jang, J. P. Kim, "Deep Learning based Multiple Damage Type Detection System for Bridge Structures", *Proceedings of Korea Computer Congress 2021*, KCC, Korea, pp.582-584, Jun. 2021. Korea, pp.269-270, Oct. 2018.
- [43] S. E. Park, H. M. Jeon, "Structural Damage Detection using Machine Learning", *Proceedings of KCI Conference*, KCI, Korea, pp.181-182, May. 2019. Korea, pp.269-270, Oct. 2018.
- [44] J. K. Park, Development of AI-based road damage information provision technology, R&D Project Report, KWORKS, Korea, pp.39-40.
- [45] Y. G. An, Development of an Artificial Intelligence-based Automated Super Resolution 3D Digital Damage Map Establishment Technology, R&D Project Report, Sejong University, Korea, pp.1-8.
- [46] D. S. Han, Y. R. Kim, "Development of Noise and AI-based Pavement Condition Rating Evaluation System", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.22, No.1, pp.1-8, Jan. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.1.1>
- [47] T. Li, M. Alipour, D. K. Harris, "Mapping textual descriptions to condition ratings to assist bridge inspection and condition assessment using hierarchical attention", *Automation in Construction*, Vol.129, pp.1-20, Jul. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103801>
- [48] C. H. Kim, A preliminary study on the prediction of material behavior of concrete using image recognition technique and artificial neural network, R&D Project Report, KICT, Korea, pp.6-12.
- [49] S. G. Min, Y. W. Lee, S. J. Kim, "A Study on Recognition of Changes in Behavioral Patterns of Primary Structural Members of Cable-supported Bridges Using Deep Learning", *Proceedings of the Korean Society of Steel Construction Conference*, Korea, pp.77-78, Jun. 2021. Korea, pp.269-270, Oct. 2018.
- [50] Y. S. Jung, Development of IoT-Based Structural Diagnose Technology, R&D Project Report, KICT, Korea, pp.26-39.
- [51] K. T. Park, Development of DNA-based smart maintenance platform and application technologies for aging bridges(), R&D Project Report, KICT, Korea, pp.235-254.
- [52] K. H. Lee, C. W. Jeon, May Mo Ei Zan, E. D. Lee, D. H. Shin, "Conceptual Approach of Preventive Maintenance for Bridge Using Deep Learning-based Damage Sensitive Feature", *Proceedings of KSCE 2020 CONVENTION*, KSCE, pp.1799-1800, Oct. 2020. Korea, pp.269-270, Oct. 2018.
- [53] M. R. Kim. Seoul City introduces 'unmanned one-stop facility inspection system' for facility maintenance, [Internet]. CUKJNEWS, c2019 [cited 2019 July 18], Available From: <https://www.gukienews.com/news/articleView.html?idxno=1148086> (accessed Mar. 27, 2023)
- [54] M. Y. Park. Approaching commercialization of automatic inspection of railway facilities, Korea's first K-mark certification, [Internet]. BoanNews, c2023 [cited 2023 March 23], Available From: <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=115419&kind> (accessed Mar. 27, 2023)

신 재 영(Jaeyoung Shin)

[정회원]



- 2015년 2월 : 한양대학교 실내건축디자인학과 (이학사)
- 2017년 2월 : 한양대학교 실내건축디자인학과 (이학석사)
- 2020년 9월 ~ 현재 : 연세대학교 실내건축학과 박사과정

- 2017년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 전임연구원

<관심분야>

실내건축, BIM(Building Information Modeling), 인공지능

원 지 선(Jisun Won)

[정회원]



- 2003년 2월 : 경희대학교 토목건축공학부 (공학사)
- 2005년 2월 : 경희대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 건축학과 박사과정

- 2005년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 수석연구원

<관심분야>

데이터모델링(STEP, IFC) BIM(Building Information Modeling), 인공지능, 자연어처리