

# AI와 디지털 트윈을 결합한 지능형 건설안전 위험감지 시스템 개발

## The Development of an Intelligent Risk Recognition System for Construction Safety by Combining Artificial Intelligence and Digital Twin Technology

서정원<sup>1\*</sup> · 김동오<sup>2</sup> · 이태규<sup>3</sup>

Kim, Tony<sup>1\*</sup> · Seo, William<sup>2</sup> · Lee, Taegy<sup>3</sup>

**Abstract** : In the era of AI, intelligent construction safety technologies are being introduced to the construction safety environment, but the application of AI has limitations due to the lack of accident images to learn in complex construction sites. In order to overcome this, we will introduce an intelligent risk detection system that dramatically improves risk detection accuracy by combining AI with digital twin technology, and introduce various cases.

**키워드** : 인공지능, 디지털 트윈, 지능형 위험감지, 스마트 건설안전

**Keywords** : artificial intelligence, digital twin, intelligent risk recognition, smart construction safety

### 1. 서론

디지털 대전환 시대를 맞이하여 건설안전 환경에도 AI 등의 디지털 기술을 활용한 다양한 스마트 건설안전 기술이 도입되고 있다. 특히 AI를 활용한 위험감지 기술이 많이 개발되고 있지만, 복잡한 건설현장에서 학습할 사고영상이 부족하여 위험감지에 한계가 발생한다.

이를 극복하기 위해 AI에서 식별한 객체를 디지털 트윈에 투영하여 객체간의 상호관계로 위험을 감지하는 지능형 위험감지 시스템을 개발하였다. 학습없이 객체간의 상호관계 설정만으로 위험을 감지하기 때문에 다양한 위험을 식별할 수 있고 감지 정확도도 높다. 본 논문에서는 AI와 디지털 트윈을 결합하여 건설현장의 위험을 식별할 수 있는 기술과 이를 적용한 사례를 소개하고자 한다.

### 2. 지능형 위험감지 시스템

현재 CCTV 영상을 AI가 분석하여 위험을 감지하는 기술이 다양한 현장에서 많이 사용되고 있다. 이 과정에서 AI는 작업자, 중장비 등 객체를 먼저 인식한 후 충돌, 끼임 등 위험을 분석한다. 객체인식 기술은 그동안의 많은 학습 데이터를 통해 정확도가 향상되어 왔으나, 위험분석 기술은 학습할 사고영상 부족으로 정확도가 많이 떨어진다. 이를 극복하기 위해 인위적인 연출로 위험을 학습하다보니 식별가능한 위험유형이 제한적이다. 더구나 AI가 영상분석할 수 있도록 CCTV 영상을 영상분석서버로 전송해야되서 고용량의 네트워크가 필요하고 영상전체를 분석해야되서 고성능의 영상분석서버가 필요하여 인프라 비용도 많이 발생하였다.

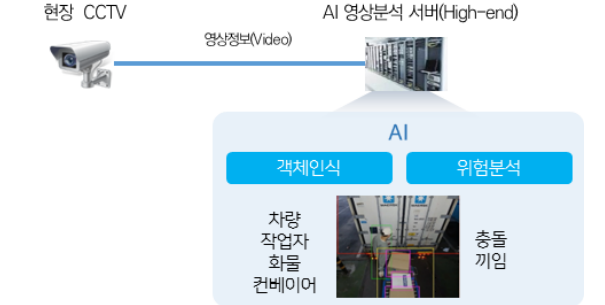
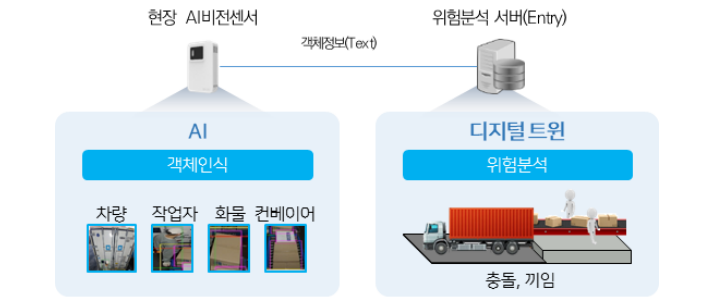
AI만으로 위험을 감지하는 방식의 한계를 극복하기 위해 디지털 트윈 기술을 결합하였다. AI는 현재도 정확도가 높은 객체인식까지만 수행하고 디지털 트윈이 위험분석을 하는 방식이다. 현장의 AI비전센서가 객체를 인식한 후 객체정보와 객체의 화면상 위치정보를 디지털 트윈 서버로 전송한다. 디지털 트윈 서버는 객체를 3D 공간상에 실시간 투영하여 객체들의 움직임을 분석하여 객체간 충돌이나 끼임 등의 위험을 식별한다. 이러한 방식은 사고영상을 학습하지 않고도 객체간의 상호관계 설정만으로 다양한 위험을 식별할 수 있다. 이 과정에서 AI비전센서는 텍스트 형태의 객체정보만 전송하므로 저용량의 네트워크로도 가능하고 영상이 아닌 객체간 상호관계만 분석하므로 보급형 서버로도 충분하여 인프라 비용도 50% 이상 절감된다.

1) (주)코너스, 사업개발본부장, 교신저자(jwseo@corners.co.kr)

2) (주)코너스, 대표이사

3) 세명대학교 소방방재학과, 교수

표 1. 위험감지 기술 비교

기존 AI 영상분석 기반 위험감지	AI x 디지털 트윈 기반 위험감지 (지능형 위험감지 시스템)
 <p>현장 CCTV → 영상정보(Video) → AI 영상분석 서버(High-end)</p> <p><b>AI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>객체인식</li> <li>위험분석</li> </ul> <p>차량, 작업자, 화물, 컨베이어, 충돌, 끼임</p>	 <p>현장 시비전센서 → 객체정보(Text) → AI 영상분석 서버(Entry)</p> <p><b>AI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>객체인식</li> </ul> <p>차량, 작업자, 화물, 컨베이어</p> <p><b>디지털 트윈</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>위험분석</li> </ul> <p>충돌, 끼임</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>AI가 객체인식과 위험분석 동시 수행</li> <li>AI가 학습할 사고 영상이 부족하여 위험분석 정확도 떨어짐</li> <li>인위적 연출로 식별 가능한 위험유형 제한적</li> <li>영상정보 처리로 고용량의 네트워크와 고성능 영상분석 서버 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI는 객체인식만 수행, 디지털 트윈이 위험분석 수행</li> <li>학습 영상 없어도 3D공간의 객체간 상호관계로 위험분석 정확도 획기적 향상</li> <li>객체간 상호관계 설정만으로 다양한 위험 식별 가능</li> <li>객체정보 처리로 저용량의 네트워크와 보급형 서버로 가성비높은 운영 가능</li> </ul>

### 3. 적용사례

D사 건설현장에서는 중장비 이동 시 신호수 안내 여부, 작업자와의 충돌 여부, 작업장 출입 시 안전수칙 준수 여부, 굴착기 운전수칙 준수 여부 등의 위험을 감지하였고, L사 건설현장에서는 틀비계 추락 위험, 고소차 전도 위험을 감지하였다. 이렇듯 다양한 건설안전 위험을 학습없이 간단한 설정만으로 감지하였다.



그림 1. D사 건설현장 위험 자동분석

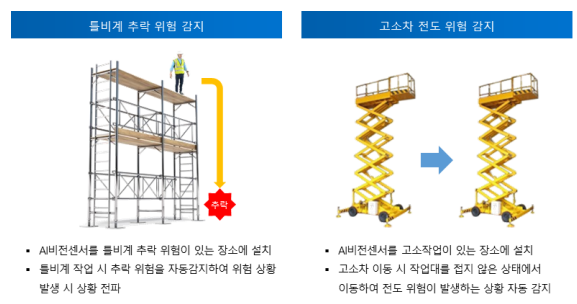


그림 2. L사 건설현장 스마트 안전관리

### 4. 결론

본 연구를 통해 AI만의 한계를 극복하고 디지털 트윈을 결합함으로써 건설현장의 다양한 안전위험을 감지할 수 있다는 것을 확인하였다. 학습없이 설정만으로 위험감지가 가능했기 때문에 다양한 건설현장에서 응용할 수 있는 확장성이 매우 크다고 할 수 있다. 2022년 산업재해 사망사고 중 53%가 건설업에서 발생하고 있어서 이러한 스마트 건설안전 기술의 필요성은 더욱 높아질 것으로 전망된다.

### 참고문헌

- 고용노동부. 2022년 산업재해 현황 부가통계. 2023. 1.
- James Choi et al. 딥러닝 객체인식 기술과 디지털트윈 관제를 결합한 인텔리팩토리 구축 사례. 한국CDE학회. 2020.
- 산업통상자원부. 혁신제품지정인증서 제2022-366호. 2022. 12.