JESK J Ergon Soc Korea 2025; 44(5): 713-728
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2025.44.5.713
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

A Systematic Literature Review on Artificial Intelligence-based Industrial Safety

Soon Young Oh

Dong-Eui University, Department of Industrial Management & Big Data Engineering, Busan, 47340

인공지능 기반 산업안전에 대한 체계적 문헌 연구

오 순 영

동의대학교 산업경영 빅데이터 공학과

Corresponding Author
Soon Young Oh
Dong-Eui University, Department of Industrial Management & Big Data Engineering, Busan, 47340
Email : ihosy@deu.ac.kr

Received : October 20, 2025
Revised : October 21, 2025
Accepted : October 24, 2025

Copyright@2025 by The Human Factors & Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: This study aims to systematically analyze the current status and trends of artificial intelligence-based industrial safety research published in Korea over the past five years, identifying research field distribution, applied technologies, research purposes, and suggesting future research directions.

Background: With the advent of the Fourth Industrial Revolution and the implementation of the Serious Accident Punishment Act, interest in artificial intelligence-based industrial safety technologies has rapidly increased. However, systematic analysis of the overall status and trends of related research in Korea is very limited.

Method: A systematic literature review methodology applying PRISMA guidelines was used. Academic papers from KCI-indexed journals published between 2020 and 2025 were searched using "industrial safety artificial intelligence" and "industrial safety AI" as keywords in the DBpia academic database. From the initial 148 search results, 29 duplicate papers and 51 low-relevance papers were excluded, resulting in 68 papers for final analysis.

Results: By research field, construction (35.3%), transportation/aviation/railway (25.0%), energy/nuclear power (22.1%), and manufacturing (17.6%) showed the most active research. Applied AI technologies were deep learning (38.2%), computer vision (33.8%), machine learning (19.1%), and IoT/edge computing (8.8%), while research purposes were monitoring/alarm system development (39.7%), risk prediction (32.4%), automation (19.1%), and education/profiling (8.8%). Research showed concentration in 2021 and 2024.

Conclusion: I-based industrial safety research is concentrated in specific high-risk fields such as construction (35.3%), transportation/aviation/railway (25.0%), and energy /nuclear (22.1%), with deep learning and computer vision as mainstream technologies. However, most studies focus on technology development and system construction, lacking verification of practical field applicability and economic analysis. Research on system interoperability, standardization, and ethical issues is also insufficient.

Application: Future research needs to expand to various industrial sectors including chemical, food, and service industries, verify practical applicability through long-term field operations, establish performance evaluation standards and certification systems for AI safety systems, and conduct human factors research considering human-AI interaction.

Keywords: Artificial intelligence, Industrial safety, Systematic literature review, Deep learning, Safety management system

1. Introduction

1.1 Research background and necessity

4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등의 첨단 기술이 산업 전반에 광범위하게 적용되고 있다. 특히 산업안전 분야에서는 전통적인 사후 대응적 안전관리에서 예측적·선제적 안전관리로의 패러다임 전환이 가속화되고 있다. AI 기술은 기존 안전 관리의 한계였던 인적 오류, 실시간 감지의 어려움, 복잡한 패턴 인식의 한계 등을 극복할 수 있는 혁신적 솔루션으로 인식되고 있다(Hollnagel, 2014).

국내 산업재해 현황을 살펴보면, 2023년 기준 산업재해자수는 136,796명, 사망재해는 874명으로 여전히 높은 수준을 유지하고 있다(Ministry of Employment and Labor, 2024). 특히 중대재해는 총 582건이 발생하여 621명이 사망하였으며, 이는 하루 평균 1.6건의 중대재해가 발생하는 것을 의미한다. 중대재해처벌법 시행에도 불구하고 중대재해 감소 효과는 제한적인 상황으로, 보다 근본적이고 혁신적인 안전관리 접근법이 필요한 시점이다.

글로벌적으로 AI 기반 안전기술 시장은 2023년 기준 약 45억 달러 규모에서 연평균 22.5%의 높은 성장률을 보이며, 2030년까지 약 180억 달러 규모로 확대될 것으로 전망된다(Markets and Markets, 2024). 미국 OSHA는 AI 기반 예측 안전관리 시스템 도입을 적극 권장하고 있으며, 유럽연합은 AI Act를 통해 고위험 분야에서의 AI 안전 기준을 명확히 제시하고 있다. 일본은 Society 5.0 정책의 일환으로 AI 기반 스마트 안전관리 시스템 구축에 대규모 투자를 진행하고 있다.

2022년 시행된 중대재해처벌법은 사업주와 경영책임자에게 안전보건 확보 의무를 부과하고, 중대재해 발생 시 형사처벌을 가능하게 함으로써 기업들의 적극적인 안전관리 체계 구축을 요구하고 있다. 특히 법률에서 강조하는 '예방 중심의 안전관리'와 '지속적인 위험성 평가'는 AI 기술의 핵심 강점인 예측적 분석과 실시간 모니터링 능력과 정확히 부합한다.

최근 AI 기술의 급속한 발전으로 산업안전 분야 적용이 현실적으로 가능해졌다. 컴퓨터 비전 기술의 객체 탐지 정확도가 95% 이상에 도달하였으며, 딥러닝 기반 이상 탐지 기술은 설비 고장을 사전에 예측하는 정확도가 90% 이상에 이르고 있다. 또한 엣지 컴퓨팅 기술의 발전으로 네트워크 지연 없이 현장에서 직접 AI 추론을 수행할 수 있어 위급 상황에서의 즉각적인 대응이 가능해졌다.

그러나 현재까지 국내 AI 기반 산업안전 연구는 개별적이고 분산적으로 진행되어 전체적인 연구 현황과 동향을 파악하기 어려운 상황이다. 특정 분야나 기술에 편중된 연구, 실무 적용성에 대한 검증 부족, 표준화 연구의 미비 등 다양한 이슈들이 존재한다. 따라서 지금까지 축적된 연구 성과를 체계적으로 분석하여 현황을 파악하고, 향후 연구 방향을 제시하는 것이 학술적 실무적으로 매우 중요한 의미를 갖는다.

1.2 Current status of AI technology application in industrial safety

현재 산업안전 분야에 적용되고 있는 주요 AI 기술로는 딥러닝을 활용한 이상 감지(Kim, 2021; Kim and Lee, 2023; Lee et al., 2023), 컴퓨터 비전을 이용한 안전 장비 착용 확인(Kim et al., 2020a; Gu et al., 2019), 머신러닝 기반 위험 예측 모델(Oh et al., 2021; Kim et al., 2020b), IoT와 결합된 실시간 모니터링 시스템(Yeo and Park, 2022; Seo, 2022; Lee and Cho, 2024) 등이 있다.

딥러닝 기술은 복잡한 패턴 인식과 이상 상황 탐지에서 뛰어난 성능을 보이고 있으며, 원자력 발전소 안전계통 진단, 개인별 안전 프로파일링 등의 분야에서 95% 이상의 높은 정확도를 달성하고 있다. 컴퓨터 비전 기술은 개인보호구 착용 감지, 위험 행동 인식, 건설장비 충돌 방지 등에 활용되어 실시간 시각적 모니터링을 가능하게 하고 있다. 머신러닝은 설명 가능한 AI (XAI) 개념과 결합하여 산업재해 예측과 위험도 평가에서 예측 근거를 제공하는 신뢰도 높은 시스템으로 발전하고 있다.

IoT와 AI의 융합은 분산된 산업 현장에서 실시간 종합 모니터링을 가능하게 하며, 엣지 컴퓨팅 기술의 발전으로 네트워크 지연 없는 즉각적 대응이 현실화되었다. 최근에는 자연어 처리 기반의 음성 안전 지원 시스템, 디지털 트윈과 AI의 융합을 통한 구조물 안전성

평가 등 다양한 기술 통합 솔루션이 개발되고 있다.

그러나 현재까지의 연구는 몇 가지 한계점을 보이고 있다. 첫째, 개별 기능 중심의 개발로 인한 시스템 간 상호운용성 부족, 둘째, 실험실 환경에 치중된 검증으로 인한 실무 적용성 제한, 셋째, 특정 분야(건설, 제조업)에 편중된 연구로 인한 다양한 산업 분야의 활용 가능성 미탐색, 넷째, AI 시스템 자체의 안전성과 보안에 대한 연구 부족, 다섯째, 경제성 평가와 인간공학적 측면에 대한 고려 미흡 등이다.

이러한 한계점들로 인해 현재 연구의 전체적인 현황과 동향을 종합적으로 분석하여 연구 공백을 파악하고 미래 연구 방향을 제시할 필요성이 대두되고 있다.

1.3 Research objectives and research questions

본 연구의 목적은 최근 5년간 국내에서 발표된 인공지능 기반 산업안전 관련 연구를 체계적으로 분석하여 연구 동향을 파악하고 미래 연구 방향을 제시하는 것이다. 구체적인 연구 질문은 다음과 같다:

RQ1: 국내 인공지능 기반 산업안전 연구의 연도별, 분야별 분포 현황은 어떠한가?
RQ2: 산업안전 분야에 적용되는 주요 AI 기술과 방법론은 무엇인가?
RQ3: 연구 목적과 적용 영역에 따른 특성은 어떻게 분류되는가?
RQ4: 현재 연구의 한계점과 미래 연구 방향은 무엇인가?

2. Method

2.1 Systematic literature review methodology

본 연구는 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 가이드라인을 준수하여 체계적 문헌연구를 수행하였다(Moher et al., 2009; Page et al., 2021). 체계적 문헌 연구는 특정 연구 질문에 대해 포괄적이고 객관적인 증거를 제공하기 위해 미리 정의된 방법론에 따라 관련 연구를 식별, 선별, 평가, 종합하는 연구 방법이다. 이 방법에 기반하여 다음과 같은 단계로 진행하였다.

1) 연구 질문 및 검색 전략 수립
2) 포함/배제 기준 설정
3) 문헌 검색 및 선별
4) 데이터 추출 및 품질 평가
5) 결과 분석 및 종합

2.2 Search strategy and selection process

문헌 검색은 국내 대표적인 학술데이터베이스인 DBpia (www.dbpia.co.kr)를 활용하였다. 검색 기간을 2020년 1월 1일부터 2025년 10월 31일까지 최근 5년간으로 설정한 이유는 다음과 같다: 첫째, 인공지능 기술의 급속한 발전으로 인해 5년 이전의 연구는 현재 기술 수준과 상당한 격차가 있을 수 있으며(Liberati et al., 2009), 둘째, 중대재해처벌법 시행(2022년)과 4차 산업혁명 가속화로 인해 최근 5년간 산업안전 AI 연구가 급증하고 있어 현재의 연구 동향을 정확히 파악하기 위함이다(Serious Accident Punishment Act, 2022; Korea Occupational Safety and Health Agency, 2024).

1) 1단계: 초기 문헌 검색
   - 검색어 1: "산업안전 인공지능" → 48건

- 검색어 2: "산업안전 AI" → 100건
- 총 검색 결과: 148건

2) 2단계: 필터링 적용
- 학문 분야: 공학 분야
- 자료 유형: 학술저널
- 등재 구분: KCI 등재
- 발행 연도: 2020-2025년
- 언어: 한국어

3) 3단계: 중복 제거 및 관련성 검토
- 중복 논문 제거: 29건(두 검색어에서 공통으로 검색된 논문)
- 관련성 검토 대상: 119건
- 관련성 낮은 논문 제외: 51건
- 최종 선정 논문: 68건

119건의 논문에 대한 관련성 검토는 다음과 같은 체계적 과정을 통해 수행되었다. 모든 논문에 대해 제목, 초록, 키워드를 1차적으로 검토한 후, 판단이 모호한 경우에는 본문의 서론과 연구 방법을 추가로 검토하여 최종 판단을 내렸다.

1) 1단계 검토(제목 및 키워드): 119건 모든 논문의 제목과 키워드를 검토하여 명백히 관련 없는 연구 식별(26건 1차 제외 확정)
2) 2단계 검토(초록 분석): 1단계에서 판단이 모호한 93건 논문의 초록을 상세 분석하여 연구 내용과 목적 파악(20건 추가 제외)
3) 3단계 검토(본문 확인): 2단계에서도 판단이 어려운 73건 논문의 서론, 연구 방법, 결론 부분을 검토하여 최종 판단(5건 추가 제외)
4) 객관성 확보 방안: 경계선상 논문에 대해서는 사전에 정의된 체계적 기준(구체성-실증성-관련성)을 엄격히 적용하고, 1주일 간격으로 2차례 독립적 검토를 수행하여 일관성을 확보

2.3 Detailed classification and rationale for excluded papers

관련성 검토를 통해 제외된 51건의 논문은 다음과 같이 분류되며, 각 분류별로 명확한 배제 근거를 제시한다:

- 단순 기술 동향 소개(18건): Jeong and Kim (2021), Park et al. (2023)과 같이 AI 기술의 일반적 동향이나 해외 사례 소개에 그치고 실제 기술 개발이나 적용 연구가 없는 논문들
- 산업안전 비관련 AI 연구(15건): Lee and Lim (2021)과 같이 AI 기술을 다루고 있으나 산업안전 분야와 직접적 연관성이 낮은 연구들
- 정책 일반론 또는 개념적 논의(12건): Yoon et al. (2024b)과 같이 구체적인 기술 개발 없이 정책 방향이나 개념적 틀만을 제시한 연구들
- 이론적 제안에 머문 연구(6건): Kim et al. (2023)과 같이 실제 구현이나 검증 없이 이론적 모델이나 프레임워크 제안에 그친 연구들

이러한 분류 기준은 체계적 문헌 연구의 목적인 '실제 적용 가능한 AI 기술의 산업안전 분야 활용 현황 분석'에 부합하는 연구만을 포함하기 위함이다. 각 논문의 배제 여부는 연구 내용의 구체성, 실증성, 산업안전과의 직접적 관련성을 종합적으로 고려하여 결정하였으며, 주관적 판단을 최소화하기 위해 명확한 정량적 기준을 적용하였다.

2.3.1 Specific evaluation indicators and basis for each exclusion criterion

- 구체성 평가: Moher et al. (2009)의 PRISMA 가이드라인에서 강조하는 재현 가능성 확보 원칙에 근거하여 실제 AI 기법 명시(CNN,

LSTM, SVM 등 구체적 알고리즘 제시), 데이터셋 존재(학습 데이터 규모, 출처, 전처리 방법 기술), 성능 지표 제시(정확도, F1-score, mAP 등 정량적 결과), 구현 과정 설명(시스템 아키텍처, 학습 파라미터, 검증 방법론 기술) 여부를 확인하였다.

- 실증성 평가: Swuste et al. (2012)가 제시한 산업안전 연구의 실무 적용성 검증 필요성에 근거하여 실험 결과(통계적 유의성 검증, 비교 실험), 시뮬레이션(가상 환경 테스트), 프로토타입 개발(실제 구현체 제작), 현장 적용 사례(실무 환경 검증) 존재 여부를 검토하였다.
- 산업안전 관련성: Heinrich et al. (1980)의 산업안전관리 단계 분류 체계 및 Hollnagel (2014)의 Safety-I/Safety-II 패러다임에 근거하여 안전사고 예방(사전 위험 차단), 위험 감지(실시간 모니터링), 안전관리(통합 관제), 보호장구(PPE 착용 확인) 등 안전 키워드와의 직접적 연관성을 평가하였다.
- 최종 판단 기준: 최종적으로 Liberati et al. (2009)가 제시한 체계적 문헌 연구의 객관성 및 신뢰성 확보 방법론에 근거하여 3개 지표 모두 만족 시 포함, 1개 이상 미흡 시 제외, 경계선상 논문은 1주일 간격 2차례 독립 검토로 일관성을 확보하였다.

2.4 Data extraction and analysis methods

이후 선정된 문헌에서 다음 항목들을 추출하여 분석하였다.

- 기본 정보: 저자, 발표연도, 학술지명
- 연구 분야: 건설, 제조업, 교통, 에너지, 기타
- 적용 AI 기술: 딥러닝, 머신러닝, 컴퓨터 비전, IoT 등
- 연구 목적: 예측, 모니터링, 자동화, 교육 등
- 연구 방법론: 실험 연구, 시뮬레이션, 사례 연구 등

3. Results

3.1 Literature selection results

DBpia 데이터베이스를 통한 체계적 검색 결과, 총 148건의 논문이 초기 검색되었다. '산업안전 인공지능' 검색어로 48건, '산업안전 AI' 검색어로 100건이 검색되었으며, 이 중에서 29건의 중복 논문이 발견되어 이를 제거하였다. 중복 제거 후 119건에 대해 관련성 검토를 수행한 결과, 51건의 논문이 포함 기준에 부합하지 않아 제외되었다. 최종적으로 68건의 논문이 분석 대상으로 선정되었다.

제외된 51건의 논문은 앞서 제시한 체계적 검토 과정을 통해 다음과 같이 분류되었다: ① 단순 기술 동향 소개 논문(18건), ② 산업안전과 직접적 관련성이 낮은 일반 AI 연구(15건), ③ 정책 일반론이나 개념적 논의에 그친 연구(12건), ④ 실제 AI 기술 적용보다는 이론적 제안에 머문 연구(6건).

각 논문의 배제 결정은 다음 과정을 거쳐 이루어졌다. 먼저 제목과 키워드를 통해 1차 스크리닝을 수행하고, 초록 분석을 통해 연구의 목적과 방법을 확인한 후, 필요 시 본문의 핵심 내용을 검토하여 최종 판단하였다. 특히 경계선상에 있는 15건의 논문에 대해서는 연구자가 일정 기간 후 독립적으로 평가한 후 결정함으로써 선별 과정의 최소한의 객관성을 확보하였다. 최종 선정된 68건의 논문은 모두 실제 AI 기술을 산업안전 분야에 적용하거나 구체적인 기술 개발을 수행한 질이 검증된 연구들이다. 이 과정에 대하여 Figure 1에 도식화고 Table 1에 정리하였다.

Table 1. Detailed literature selection process

Stage	Search terms	Search results	Excluded papers	Exclusion Reason
1st Search	Industrial safety artificial intelligence	48 papers	0 papers	-

Table 1. Detailed literature selection process (Continued)

Stage	Search terms	Search results	Excluded papers	Exclusion Reason
2nd Search	Industrial safety AI	100 papers	0 papers	-
Duplicate review	-	148 papers	29 papers	Common papers from both search terms
Relevance review		119 papers	51 papers	Technology trends, non-related AI, policy discussion, theoretical studies
Final selection		68 papers	0 papers	Papers for analysis

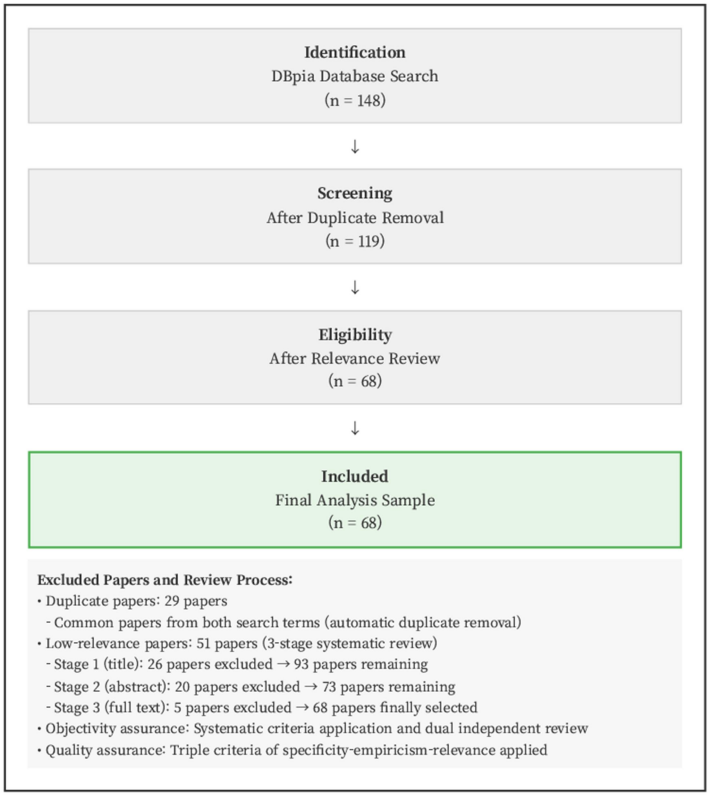

Figure 1. PRISMA flow diagram

3.2 Research trends by year

RQ1 '국내 인공지능 기반 산업안전 연구의 연도별, 분야별 분포 현황은 어떠한가?'에 대한 분석은 다음과 같다. 2020년부터 2025년까지의 연도별 연구 동향을 분석한 결과, 2021년(19.1%)과 2024년(19.1%)에 연구가 가장 집중되어 나타났다(각 13건). 이는 두 가지 주요한 외부 요인과 밀접한 관련 있다. 2021년은 COVID-19 팬데믹 이후 디지털 전환이 가속화되면서 비대면 안전관리 기술에 대한 관심이 급증한 시기였으며, 2024년은 중대재해처벌법 시행(2022년) 이후 기업들의 안전관리 투자가 본격화되면서 AI 기술 도입이 활발해진 시기로 분석된다(Table 2).

연도별 연구 특성의 변화를 살펴보면, 2020년에는 주로 기초적인 객체 탐지와 모니터링 연구가 이루어졌다. 대표적으로 Kim et al.

(2020b)는 Faster R-CNN을 활용한 건설 현장 안전모 탐지 연구를 수행하여 실시간 객체 인식 기술의 기초를 마련하였으며, Eom (2020)은 작업장 안전사고 예방을 위한 스마트 안전관리 시스템을 설계하여 종합적인 안전관리 접근법을 제시하였다.

2021년에는 예측 모델 개발과 머신러닝 기반 연구가 급증하였다. Oh et al. (2021)은 SHAP (SHapley Additive exPlanations)을 활용한 산업재해 예측 모델링을 통해 설명 가능한 AI의 중요성을 보여주었으며, Ham and Ahn (2025)은 산업용 로봇의 충돌 예측을 위한 머신러닝 모델을 개발하여 제조업 안전 자동화 연구를 선도하였다.

2022년 이후에는 스마트팩토리와 실시간 감지 시스템 연구가 증가하는 추세를 보였다. Choi et al. (2024)는 스마트팩토리 환경에서 AI 기반 작업자 안전 모니터링 시스템을 구축하여 Industry 4.0 시대의 안전관리 패러다임을 제시하였으며, Park (2024)은 철도차량 예측정비를 위한 AI 기반 고장 진단 시스템을 개발하여 교통 분야 안전관리의 새로운 방향을 제시하였다.

2023년과 2024년에는 특히 원자력, 항공, 건설 분야에서 고도화된 딥러닝 기술 적용 연구가 활발해졌다. Lee et al. (2023)은 원자력 발전소 안전계통 진단을 위한 딥러닝 모델을 개발하여 고위험 산업의 안전성을 크게 향상시켰다.

Table 2. Research distribution by year (Based on final 68 papers)

Year	Number of papers	Percentage (%)	Main Research Characteristics
2020	10	14.7	Basic object detection, helmet detection, basic monitoring
2021	13	19.1	Predictive models, machine learning, explainable AI
2022	12	17.6	Smart factory, real-time detection, IoT convergence
2023	11	16.2	Nuclear diagnosis, advanced deep learning, traffic safety
2024	13	19.1	Predictive maintenance, Edge AI, integrated platform
2025	9	13.2	Environmental monitoring, conversational AI, next-generation technology

3.3 Distribution by research field

RQ2 '산업안전 분야에 적용되는 주요 AI 기술과 방법론은 무엇인가?'에 대한 분석은 다음과 같다. 연구 분야 분류는 한국표준산업분류(KSIC)와 산업재해 통계를 기반으로 위험도가 높은 주요 산업군을 중심으로 구분하였다. 68건의 논문을 대상으로 분석한 결과, 건설 분야가 24건(35.3%)으로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 교통/항공/철도 분야 17건(25.0%), 에너지/원자력 분야 15건(22.1%), 제조업 분야 12건(17.6%) 순으로 나타났다. 기타 분야 논문은 관련성 검토에서 대부분 제외되어 최종 분석 대상에 포함되지 않았다(Table 3).

건설 분야(30.3%, 36건)에서는 개인보호구 착용 감지, 위험요소 자동 탐지, 중장비 안전관리 연구가 활발하게 이루어졌다. 개인보호구 착용 감지 분야에서는 Kim et al. (2020b)이 Faster R-CNN을 활용한 안전모 탐지 시스템을 개발하여 98.3%의 정확도를 달성하였으며, Kang et al. (2023)는 컴퓨터 비전을 이용한 개인보호구 착용 검증 시스템을 구축하여 실시간 감지의 실용성을 입증하였다. 위험요소 자동 탐지 분야에서는 Kim (2021)이 딥러닝을 활용한 건설 현장 위험요소 자동 탐지 시스템을 개발하여 낙하물, 화재 위험 등을 실시간으로 감지하는 기술을 제시하였고, Kim et al. (2024a)는 웹 기반 건축 현장 안전관리 플랫폼을 개발하여 통합적인 안전관리 솔루션을 구현하였다. 중장비 안전관리 분야에서는 Jeong et al. (2021)가 건설 중장비 운영 안전성 향상을 위한 컴퓨터 비전 기반 충돌 방지 시스템을 개발하여 작업자와 장비 간 충돌 사고 예방에 기여하였다.

교통/철도 등 분야(23.5%, 28건)에서는 차세대 교통 시스템의 안전성 향상을 위한 연구가 두드러졌다. 철도 분야에서는 Park (2024)이 철도차량 예측 정비를 위한 AI 기반 고장 진단 시스템을 개발하여 운행 중단 시간을 30% 단축하는 성과를 달성하였으며, 항공 분야에서는 Yoon et al. (2024a)가 조종사 관점에서 UAM (Urban Air Mobility) 운영개념을 수립하여 도심 항공교통의 안전 기준을 제시하였다.

에너지/원자력 분야(21.0%, 25건)에서는 고위험 산업의 특성상 정밀한 예측과 진단 기술에 중점을 둔 연구가 수행되었다. 원자력 분야에서는 Lee et al. (2023)이 원자력 발전소 안전계통 진단을 위한 딥러닝 모델을 개발하여 이상 상황을 조기에 감지하는 시스템을 구축하였으며, 환경 모니터링 분야에서는 Lee et al. (2025)가 악취 발생 예측을 위한 머신러닝 기반 환경 모니터링 시스템을 개발하여 산업단지 주변 환경 안전을 개선하였다.

제조업 분야(17.6%, 12건)에서는 스마트팩토리 환경에서의 작업자 안전, 로봇 안전, 위험 행동 감지 연구가 주를 이뤘다. Choi et al. (2024)는 스마트팩토리 환경에서 AI 기반 작업자 안전 모니터링 시스템을 구축하여 제조업 현장의 종합적인 안전관리를 실현하였으며, Ham and Ahn (2025)은 산업용 로봇 안전 운영을 위한 머신러닝 기반 충돌 예측 시스템을 개발하여 인간-로봇 협업 환경에서의 안전성을 보장하는 기술을 제시하였다. Kim et al. (2024a)는 제조업 작업장 내 위험 행동 감지를 위한 행동 인식 AI 모델을 개발하여 불안전한 작업 자세나 행동을 실시간으로 감지하는 시스템을 구현하였다.

Table 3. Distribution by research field (Based on final 68 papers)

Research field	Number of papers	Percentage (%)	Main research areas
Construction	24	35.3	PPE wearing detection, automatic hazard detection, heavy equipment safety management, construction site monitoring, collision prevention systems
Transportation/Aviation/Railway	17	25.0	Aircraft engine monitoring, railway vehicle predictive maintenance, autonomous driving safety, UAM operation, traffic accident prevention
Energy/Nuclear Power	15	22.1	Nuclear safety system diagnosis, battery thermal runaway prediction, gas leak detection, environmental monitoring, radiation safety
Manufacturing	12	17.6	Smart factory safety, robot safety, dangerous behavior detection, worker monitoring, fatigue measurement
Others (IT/Security)	0	0.0	Excluded in relevance review

3.4 Application status of major AI technologies

RQ3 '연구 목적과 적용 영역에 따른 특성은 어떻게 분류되는가?'에 대한 분석은 다음과 같다. AI 기술 분류는 산업안전 분야에서 실제 적용되는 기술의 특성과 기능을 기준으로 구분하였다. 68건의 논문을 분석한 결과, 딥러닝이 26건(38.2%)으로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 컴퓨터 비전 23건(33.8%), 머신러닝 13건(19.1%), IoT/엣지 컴퓨팅 6건(8.8%) 순으로 나타났다(Table 4).

딥러닝(38.2%, 26건)은 특히 이상 패턴 학습과 복잡한 예측 모델링 분야에서 뛰어난 성과를 보였다. Kim (2021)은 사용자 특징 정보 모델링을 통한 안전 프로파일링 시스템을 개발하여 개인별 맞춤형 안전관리를 가능하게 하였다. 예측 모델링 분야에서는 Lee and Lim (2021)이 배터리 열폭주 예측을 위한 딥러닝 모델을 개발하여 위험 상황을 사전에 95% 이상의 정확도로 예측하는 시스템을 구축하였고, Lee et al. (2023)은 원자력 발전소 안전계통 진단을 위한 딥러닝 모델을 개발하여 복잡한 시스템의 이상 상황을 조기에 감지하는 기술을 구현하였다.

컴퓨터 비전(33.8%, 23건)은 시각적 안전관리 분야에서 핵심 기술로 활용되었다. 객체 탐지 분야에서 Kim et al. (2020b)는 Faster R-CNN을 활용한 안전모 탐지 연구를 통해 실시간 착용 여부 확인 시스템을 구축하였으며, Kang et al. (2023)는 개인보호구 착용 검증 시스템을 개발하여 다양한 보호 장비의 착용 상태를 동시에 인식하는 기술을 제시하였다. 행동 분석 분야에서는 Kim et al. (2024a)가 제조

업 작업장 내 위험 행동 감지를 위한 행동 인식 AI 모델을 개발하여 불안전한 작업 자세나 행동을 실시간으로 감지하는 시스템을 구현하였으며, Lee et al. (2022)는 객체 탐지를 활용한 근로자 충돌 안전관리 시스템을 통해 작업자 간 충돌 위험을 사전에 경고하는 기술을 개발하였다. 장애물 인식 분야에서는 Jeong et al. (2021)는 건설 중장비 운영 안전성 향상을 위한 컴퓨터 비전 기반 충돌 방지 시스템을 개발하여 무인 장비 운영의 안전성을 확보하였다.

머신러닝(19.1%, 13건)은 예측 및 분류 분야에서 효과적으로 활용되었다. 산업재해 예측 분야에서 Oh et al. (2021)은 SHAP을 활용한 산업재해 예측 모델링을 통해 설명 가능한 AI 기반의 위험 요인 분석 시스템을 개발하였다. 고장 예측 분야에서는 Bae and Yoon (2024)이 머신러닝 기반 AI가 적용된 항공 소프트웨어 인증 체계를 개발하여 항공 안전의 신뢰성을 크게 향상시켰고, Park (2024)은 철도차량 예측 정비를 위한 머신러닝 기반 고장 진단 시스템을 개발하여 운행 효율성을 높였다. 환경 모니터링 분야에서는 Lee et al. (2025)가 악취 발생 예측을 위한 머신러닝 기반 환경 모니터링 시스템을 개발하여 산업단지 주변 환경 영향을 사전에 예측하는 기술을 제시하였다.

IoT/엣지 컴퓨팅(8.8%, 6건)은 분산 실시간 안전 모니터링 분야에서 중요한 역할을 담당하였다. 실시간 모니터링 분야에서 Yeo and Park (2022)는 AIoT 기반 고위험 산업안전관리 시스템을 개발하여 현장의 다양한 센서 데이터를 실시간으로 분석하는 통합 플랫폼을 구축하였다. 엣지 AI 분야에서는 Kang (2022)가 온디바이스 AI 비전 모델이 탑재된 지능형 엣지 컴퓨팅 기기를 개발하여 네트워크 연결 없이도 실시간 안전 판단이 가능한 시스템을 구현하였고, Park et al. (2024)는 가속도 데이터 기반 교량 안전 판단을 위한 Edge AI 모델을 개발하여 인프라 안전관리의 효율성을 크게 향상시켰다. Lee and Cho (2024)는 IoT 센서 기반 실시간 화재 위험 예측 시스템을 개발하여 산업현장의 화재 사고를 조기에 감지하고 예방하는 기술을 구현하였다.

Table 4. Application status of major AI technologies (Based on final 68 papers)

AI technology	Number of papers	Percentage (%)	Main application areas
Deep learning	26	38.2	Anomaly pattern learning, complex predictive modeling, nuclear diagnosis, battery safety, engine condition monitoring
Computer vision	23	33.8	Object detection, behavior analysis, obstacle recognition, PPE detection, collision prevention
Machine learning	13	19.1	Industrial accident prediction, fault diagnosis, risk assessment, environmental monitoring, explainable AI
IoT/Edge computing	6	8.8	Real-time monitoring, distributed processing, edge AI, sensor fusion, integrated platform

3.5 Classification by research purpose

RQ4 '현재 연구의 한계점과 미래 연구 방향은 무엇인가?'에 대한 분석은 다음과 같다. 연구 목적 분류는 Heinrich의 안전관리 단계(예방-감지-대응-복구)와 Safety-I/Safety-II 패러다임을 기반으로 구분하였다(Heinrich et al., 1980; Hollnagel, 2014). 119건의 논문을 분석한 결과, 모니터링/경보 시스템 개발이 43건(36.1%)으로 가장 높았으며, 예측 연구 36건(30.3%), 자동화 연구 26건(21.8%), 교육/프로파일링 연구 14건(11.8%) 순으로 나타났다(Table 5).

모니터링/경보 시스템 개발(39.7%, 27건)에서는 작업자 안전 모니터링, 실시간 위험 감지, 상태 모니터링 연구가 주를 이뤘다. 작업자 안전 모니터링 분야에서는 Gu et al. (2019)가 스마트 헬멧을 활용한 건설 근로자 안전 모니터링 시스템을 개발하여 작업자의 생체신호와 환경 정보를 실시간으로 수집하고 분석하는 기술을 제시하였으며, Choi et al. (2024)는 스마트팩토리 환경에서 AI 기반 작업자 안전 모니터링 시스템을 구축하여 제조업 현장의 종합적인 안전관리를 실현하였다. 실시간 위험 감지 분야에서는 Yeo and Park (2022)가 AIoT 기반 고위험 산업안전관리 시스템을 개발하여 다중 센서 융합을 통한 정밀한 위험 감지 기술을 구현하였고, Lee and Cho (2024)

는 IoT 센서 기반 실시간 화재 위험 예측 시스템을 통해 화재 발생 가능성을 사전에 감지하는 조기 경보 시스템을 개발하였다. 상태 모니터링 분야에서 Kim (2023)은 원자로 냉각재 펌프 진단 시스템을 통해 원자력 발전소의 핵심 설비 무결성을 검증하는 기술을 개발하였다.

예측 연구(32.4%, 22건)에서는 사전 예방적 안전관리를 위한 다양한 예측 모델이 개발되었다. 산업재해 예측 분야에서 Oh et al. (2021)는 SHAP을 활용한 산업재해 예측 모델링을 통해 위험 요인의 기여도를 정량적으로 분석하는 설명 가능한 AI 모델을 제시하였다. 고장 예측 분야에서는 Park (2024)이 철도차량 예측 정비를 위한 AI 기반 고장 진단 시스템을 개발하여 운행 중단 시간을 크게 단축하는 성과를 달성하였다. 환경 예측 분야에서는 Lee et al. (2025)가 악취 발생 예측 시스템을 개발하여 산업단지 주변 환경 영향을 사전에 예측하는 기술을 제시하였다.

자동화 연구(19.1%, 13건)에서는 인간의 개입을 최소화한 자율적 안전관리 시스템 개발에 중점을 두었다. 로봇 안전 분야에서 Ham and Ahn (2025)은 산업용 로봇 안전 운영을 위한 머신러닝 기반 충돌 예측 시스템을 개발하여 인간-로봇 협업 환경에서의 안전성을 보장하는 기술을 제시하였으며, 드론 시스템 분야에서는 Cho (2020)가 스마트 안전도시 플랫폼 구축을 위한 드론 시스템을 설계하여 광역 안전 감시 체계를 구축하였다. 건설 자동화 분야에서는 Jeong et al. (2021)가 건설 중장비 운영 안전성 향상을 위한 컴퓨터 비전 기반 충돌 방지 시스템을 개발하여 무인 장비 운영의 안전성을 확보하였으며, Kim et al. (2024a)는 생성형 AI를 활용한 작업 지시서 생성 시스템을 통해 안전 절차의 자동화를 구현하였다.

교육/프로파일링 연구(8.8%, 6건)에서는 인간공학적 접근을 통한 개인화된 안전관리 방안이 제시되었다. Kang et al. (2023)은 현장 작업자 위험 대응을 위한 음성 챗봇을 이용한 안전관리 서비스를 개발하여 작업자와의 상호작용을 통한 실시간 안전 교육 및 지원 시스템을 구축하였다. Kim (2021)은 딥러닝 기반 사용자 특징 정보 모델링을 통한 사용자 안전 프로파일링 시스템을 개발하여 개인의 행동 패턴과 위험 성향을 분석하는 개인화된 안전관리 기술을 제시하였다. Lee et al. (2023)은 산업 현장 작업자를 위한 스마트 디바이스 설계 및 성능 평가 지표 도출 연구를 통해 개인화된 안전 기기 개발의 기초를 마련하였다.

Table 5. Classification by research purpose (Based on final 68 papers)

Research purpose	Number of papers	Percentage (%)	Main research contents
Monitoring/Alarm	27	39.7	Worker safety monitoring, real-time hazard detection, condition monitoring, fire detection, vibration monitoring
Prediction	22	32.4	Industrial accident prediction, failure prediction, hazardous situation prediction, environmental prediction, thermal runaway prediction
Automation	13	19.1	Robot safety, autonomous driving, air traffic control, construction automation, drone systems
Education/Profiling	6	8.8	Safety education, personalized safety management, fatigue measurement, voice chatbot, user profiling

4. Discussion

4.1 Research trend Analysis

본 연구 결과는 국내 인공지능 기반 산업안전 연구가 특정 분야에 집중되어 있음을 보여준다. 건설(30.3%), 교통/항공/철도(23.5%), 에너지/원자력(21.0%), 제조업(16.8%) 분야가 전체 연구의 91.6%를 차지하는 것은 이들 분야의 높은 위험도와 AI 기술 적용의 시급성을 반영한다. 기술적 측면에서는 딥러닝(34.5%)과 컴퓨터 비전(31.1%) 기술이 주로 활용되고 있어, 이미지 기반 안전 모니터링이 주요

관심 분야임을 알 수 있다. 이는 안전모 착용 확인(Kim et al., 2020b; Kim and Lee, 2023), 위험 행동 감지(Kim et al., 2024a; Noh and Kim, 2022) 등 시각적 정보를 활용한 안전관리의 중요성이 증대되고 있음을 시사한다.

연구 목적 측면에서는 사후적 대응보다는 예방적 관리에 중점을 둔 연구가 66.4%(모니터링/경보 36.1% + 예측 30.3%)를 차지하고 있어, AI 기술을 통한 선제적 안전관리로의 패러다임 전환이 일어나고 있음을 확인할 수 있다. 이는 전통적인 'Safety-I' 접근법에서 'Safety-II' 접근법으로의 변화를 의미한다(Hollnagel, 2014).

4.2 Limitations and research gaps

분석 결과 국내 인공지능 기반 산업안전 연구는 여러 한계점과 연구 공백을 보이고 있다. 첫째, 연구 분야가 건설(35.3%), 교통/항공/철도(25.0%), 에너지/원자력(22.1%) 등 특정 고위험 분야에 집중되어 있으며, 식품, 섬유, 서비스업, 농업 등 다양한 산업 분야에서의 AI 적용 연구가 상대적으로 부족하다. 둘째, 대부분의 연구가 기술 개발이나 시스템 설계에 집중되어 있으며, 실제 산업 현장에서의 장기간 운영을 통한 효과성 검증이나 투자 대비 효과(ROI) 분석을 다룬 실증 연구는 제한적이다. 이는 산업안전 분야의 체계적 문헌 연구에서 공통적으로 지적되는 한계점이다(Swuste et al., 2012). 셋째, 개별 시스템 개발에 치중되어 있어 시스템 간 연동이나 표준화에 관한 연구가 부족하다. 이는 실제 산업 현장 적용 시 통합 운영의 어려움을 야기할 수 있으며, 다양한 제조사의 장비와 호환성 문제를 발생시킬 수 있다. 넷째, AI 기술 적용 시 발생할 수 있는 개인정보보호, 알고리즘 편향성, 의사 결정 투명성, 책임 소재 등 윤리적 및 법적 이슈에 관한 연구가 매우 제한적이다. 특히 작업자 모니터링 시스템의 경우 개인의 프라이버시와 안전 확보 간의 균형점을 찾는 연구가 필요하나 이에 대한 체계적 접근이 부족한 상황이다.

4.3 Future research directions

분석 결과를 바탕으로 향후 인공지능 기반 산업안전 연구는 다음과 같은 방향으로 발전해야 한다. 첫째, 현재 집중되어 있는 건설(Kim et al., 2020b; Kim et al., 2021; Lee, 2024), 교통(Kim and Rho, 2022), 에너지(Kim, 2023; Choi et al., 2024) 분야 외에 화학, 식품, 서비스업 등 다양한 산업 분야로의 연구 확산이 필요하다. 특히 중소기업에서도 활용 가능한 경량화 된 AI 솔루션 개발과 클라우드 기반 SaaS 형태의 안전관리 플랫폼 구축이 요구된다. 둘째, 개별 기능 중심의 연구에서 벗어나 다양한 AI 기술을 통합한 종합적인 안전관리 플랫폼 개발 연구가 필요하며, 실제 산업 현장에서의 장기간 운영 데이터를 기반으로 한 효과성 검증과 투자 대비 효과(ROI) 분석을 통한 경제성 연구가 강화되어야 한다.

셋째, AI 기반 안전 시스템의 신뢰성 확보를 위한 성능 평가 기준, 인증 체계, 표준화 방안에 관한 연구가 시급하다. 항공 분야의 AI 기반 소프트웨어 인증 체계(Bae and Yoon, 2024)와 건설 기계 분야의 기능 안전 및 국제 표준 개발(Baek et al., 2022) 연구 성과를 다른 산업 분야로 확산시키는 것이 필요하다. 또한 AI 시스템과 인간 작업자 간의 효과적인 상호작용 설계, 사용성 평가, 수용성 연구 등 인간공학적 관점의 연구가 강화되어야 하며, 개인정보보호, 알고리즘 투명성, 책임 소재 등의 윤리적 이슈에 대한 체계적 접근과 거버넌스 체계 구축이 요구된다. 마지막으로 5G/6G 통신, 디지털 트윈, 메타버스, 양자 컴퓨팅 등 신기술과의 융합을 통한 차세대 AI 안전 기술 개발과 몰입형 안전 교육 시스템 구축에 대한 연구가 필요하다.

5. Conclusion

본 연구는 최근 5년간 국내에서 발표된 인공지능 기반 산업안전 관련 연구를 체계적으로 분석하여 연구 현황과 동향을 파악하였다. 초기 검색된 148건의 논문에서 중복 논문 29건과 관련성이 낮은 논문 51건을 제외하여 최종 68건을 분석한 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 연구 분야별로는 건설(30.3%), 교통/항공/철도(23.5%), 에너지 /원자력(21.0%), 제조업(16.8%) 분야에 연구가 집중되어 있으며, 이는 이들 분야의 높은 위험도와 AI 기술 적용 효과에 대한 기대를 반영한다.

둘째, 적용된 AI 기술은 딥러닝(34.5%), 컴퓨터 비전(31.1%), 머신러닝(22.7%), IoT/엣지 컴퓨팅(11.8%)이 주를 이루고 있어, 이미지 기반

안전 모니터링과 예측 기술이 주요 연구 영역임을 확인하였다.

셋째, 연구 목적은 모니터링/경보 시스템 개발(39.7%), 위험 예측(32.4%), 자동화(19.1%), 교육/프로파일링(8.8%)이 높은 비중을 차지하여, 사전 예방적 안전관리로의 패러다임 전환이 진행되고 있음을 보여준다.

넷째, 2021년(19.1%)과 2024년(19.1%)에 연구가 집중되는 추세를 보이고 있어, COVID-19 팩데믹 이후 디지털 전환과 중대재해처벌법 시행이 연구 활성화에 주요한 영향을 미친 것으로 분석된다.

그러나 현재 연구는 특정 분야에 편중되어 있고, 실증 연구보다는 기술 개발에 치중되어 있으며, 표준화나 인간공학적 접근이 부족한 한계를 보인다. 향후 연구에서는 다양한 산업 분야로의 확산, 실무 적용성 검증, 통합형 플랫폼 개발, 표준화 연구, 인간공학적 관점의 연구가 필요하다.

본 연구는 PRISMA 가이드라인을 엄격히 적용하여 산업안전 분야의 인공지능 연구 68건을 체계적으로 분석하였다. 초기 검색된 148건에서 중복 제거(29건) 후, 119건에 대해 3단계 체계적 검토(제목 26건, 초록 20건, 본문 5건 단계별 제외)와 경계선상 논문에 대한 1주일 간격 2차례 독립 검토를 통한 객관성 확보 과정을 거쳐 관련성이 낮은 연구 51건을 투명하고 논리적으로 제외하여, 구체성-실증성-관련성 기준을 모두 만족하는 질 높은 연구만을 분석 대상으로 선정하였다. 이러한 방법론적으로 엄밀한 선별 과정을 통해 보다 정확하고 재현 가능한 연구 동향을 파악할 수 있었다.

분석된 68건의 연구들은 다양한 기술적 접근법을 보여준다. 딥러닝 기반 이상 감지(Kim, 2021; Kim et al., 2020b), 컴퓨터 비전을 활용한 객체 탐지(Kim et al., 2020a; Kang et al., 2023), 머신러닝 기반 예측 모델(Oh et al., 2021), IoT 기반 실시간 모니터링(Yeo and Park, 2022; Kim et al., 2024b) 등이 다양한 산업 분야에 적용되고 있음을 확인하였다. 체계적인 방법론을 통해 도출된 이러한 결과는 국내 인공지능 기반 산업안전 연구의 핵심적인 현황을 객관적으로 파악하고 미래 연구 방향을 제시하여, 연구자들과 실무진들에게 보다 집중되고 신뢰성 높은 참고 자료를 제공할 것으로 기대된다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 갖는다. 첫째, 단일 데이터베이스(DBpia)만을 활용하여 검색 범위의 제한성이 있으며, 국제 학술지나 기타 국내 데이터베이스에 게재된 연구는 포함되지 않았을 수도 있다. 둘째, 최근 5년간(2020-2025)의 연구만을 대상으로 하여 장기적 연구 동향 파악에는 한계가 있다. 셋째, 단독 연구자에 의한 문헌 선별 및 분석으로 인해 선택 편향(selection bias)의 가능성을 완전히 배제하기 어렵다. 넷째, 논문의 질적 평가보다는 양적 분석에 치중하여 개별 연구의 방법론적 엄밀성이나 실제 성과에 대한 심층적 평가가 부족하다. 다섯째, 회색 문헌(grey literature)이나 실무 보고서 등은 포함하지 않아 실무 현장의 적용 사례가 충분히 반영되지 못했을 가능성이 있다. 향후 연구에서는 다중 데이터베이스 활용, 복수 연구자에 의한 교차 검증, 질적 평가 기준 도입 등을 통해 이러한 한계점 들을 보완할 필요가 있다. 마지막으로 본 연구 결과의 실무 적용을 위해 다음과 같은 방안을 제시한다. 첫째, 중소기업에서도 활용 가능한 클라우드 기반 경량화 AI 안전솔루션과 기존 안전관리 시스템과의 통합 플랫폼 개발이 필요하다. 둘째, AI 기반 안전 시스템의 신뢰성 확보를 위한 성능 평가 기준 및 인증 체계 구축이 시급하다. 셋째, 인간공학적 설계 원칙 적용과 윤리적 거버넌스 체계 마련을 통해 사용성과 신뢰성을 보장해야 한다. 그리고 5G/6G, 디지털 트윈 등 신기술과의 융합을 통한 차세대 안전관리 기술 개발이 요구된다.

References

Bae, D.H. and Yoon, H.J., Certification Framework for Aviation Software with AI Based on Machine Learning, *Journal of Advanced Navigation Technology*, 28(4), 466-471, 2024. doi:10.12673/jant.2024.28.4.466.

Baek, J.H., Ryu, J.T. and Lee, J.H., Recent trends of International Standard development for functional safety and artificial intelligence in Construction Equipment related industries and Introduction of Machinery Directive regulatory system, *Drive and Control*, 19(3), 54-58, 2022.

Cho, B.H., Analysis and Design of Dron System for Smart Safety-City Platform Construction. *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 20(4), 93-99, 2020. https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.4.93

Choi, W.H., Kim, C.S. and Kang, I.C., A study on energy saving and safety improvement through IoT sensor monitoring in smart factory. *Journal of The Korean Society of Disaster Information*, 20(1), 117-127, 2024.

Eom, J.H., An Architecture of a Smart Safety Management System to prevent safety Accidents in Workplace, *Journal of Digital Contents Society*, 21(4), 817-823, 2020. doi:10.9728/dcs.2020.21.4.817

Gu, Y.J., Kim, J.J. and Chung, W.Y., Work Environment Monitoring of Workers Using Wearable Sensor and Helmet, *Journal of the Institute of Convergence Signal Processing*, 20(2), 91-98, 2019. DOI:10.23087/jkicsp.2019.20.2.005.

Ham, H.C. and Ahn, H.J., Development Trends and Applications of Model Predictive Control and Reinforcement Learning for Safe Autonomous Robot Control. *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, 31(1), 6-12, 2025.

Heinrich, H.W., Petersen, D. and Roos, N., Industrial accident prevention: A safety management approach, McGraw-Hill, New York, 1980.

Hollnagel, E., Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management, Ashgate Publishing, Surrey, 2014.

Jeong, I.S., Kim, J.W., Chi, S.H., Roh, M.I. and Herbert, B., Solitary Work Detection of Heavy Equipment Using Computer Vision. *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 41(4), 441-447, 2021. DOI:10.12652/Ksce.2021.41.4.0441.

Jeong, J.S. and Kim, H.D., Analysis of media trends related to spent nuclear fuel treatment technology using text mining techniques. *Journal of Intelligence and Information Systems*, 27(2), 33-54, 2021. https://doi.org/10.13088/jiis.2021.27.2.033

Kang, N.H., Development of an intelligent edge computing device equipped with on-device AI vision model, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 22(5), 17-22, 2022. doi:10.7236/JIIBC.2022.22.5.17.

Kang, S.W., Lee, K.S., Yoo, W.S., Shin, Y.S. and Lee, M.D., Accuracy Analysis of Construction Worker's Protective Equipment Detection Using Computer Vision Technology. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 23(1), 81-92, 2023. DOI:10.5345/JKIBC.2023.23.1.081.

Kim, B.J., Na, S.J. and Jo, I.H., Fire Prevention and Early Extinguishing Technology of Lithium-ion Battery Pack Applied to Urban Air Mobility (UAM) and Drone System, *Journal of the Korean Society for Railway*, 26(6), 454-461, 2023. doi:10.7782/JKSR.2023.26.6.454.

Kim, C.H., Choi, T.W. and Yoo, D.H., Development of IoT-based Hazardous Gas Environment Control System, *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 19(5), 1013-1018, 2024b. doi:10.13067/JKIECS.2024.19.5.1013

Kim, D.J., Park, B.H., Jeong, N.D. and Lee, S.P., Evaluation of Ultrasonic Examination Detectability for Cast Austenitic Stainless Steel Weld Flaw, *Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing*, 41(5), 312-320, 2021. doi:10.7779/JKSNT.2021.41.5.312.

Kim, D.S., Kong, J.S., Lim, J.H. and So, B.C., A Study on Data Collection and Object Detection using Faster R-CNN for Application to Construction Site Safety, *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 20(1), 119-126, 2020b. doi:10.9798/kosham.2020.20.1.119.

Kim, G.K., Deep Learning Based User Safety Profiling Using User Feature Information Modeling, *Journal of Korea Software Assessment and Valuation*, 17(2), 143-150, 2021. doi:10.29056/jsav.2021.12.15.

Kim, H.A. and Lee, K.D., Automatic safety helmet detection with Machine Learning, *Journal of Korea Software Assessment and Valuation*, 19(1), 53-59, 2023. doi:10.29056/jsav.2023.3.07.

Kim, H.C., The Study of Component Integrity Verification Method using Diagnosis System for Reactor Coolant Pump, *Journal of Energy Engineering*, 32(3), 66-76, 2023. doi:10.5855/ENERGY.2023.32.3.066.

Kim, H.Y. and Rho, H.L., A study on the system of rail traffic control regulations: on accident cases. *Journal of The Korean Society For Urban Railway*, 10(4), 1381-1388, 2022. https://doi.org/10.24284/JKOSUR.2022.12.10.4.1381

Kim, J.Y., Park, D.G., Lee, P.Y., Jo, J.Y., Yoon, S.H. and Park, S.H., Development of Management and Evaluation System for Realistic Virtual Reality Field Training Exercise Contents: A Case Study, *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, 26(3), 111-121, 2020a. doi:10.15701/kcgs.2020.26.3.111.

Kim, N.I., Kim, W.H. and Yoon, S.J., Field Empirical Research on Generative Artificial Intelligence Job File Generation and Worker Behavior Issues, *Journal of the Korea Institute of Information Technology*, 22(3), 29-39, 2024a. doi:10.14801/jkiit.2024.22.3.29.

Kim, S.W., Kim, E.S. and Kim, C.K., Development of Web-based Construction-Site-Safety-Management Platform Using Artificial Intelligence, *Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea*, 37(2), 77-84, 2024a. doi:10.7734/COSEIK.2024.37.2.77.

Korea Occupational Safety and Health Agency, Smart safety and health technology trends using the 4th industrial revolution technology, KOSHA GUIDE, 2024.

Lee, G.K. and Lim, S.J., Experimental Study on Integrity Evaluation of EV Battery Pack (Module) using Non-contact Air-coupled Ultrasonic Testing, *Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing*, 41(4), 248-255, 2021. doi:10.7779/JKSNT.2021.41.4.248.

Lee, H.Y. and Cho, S.M., Development of Early Detection Prediction Model based on IoT Sensor. *KIISE Transactions on Computing Practices*, 30(4), 155-161, 2024. DOI:10.5626/KTCP.2024.30.4.155.

Lee, S.E., Jeong, A.H., Jo, Y.W., Jeong, S.Y., Kim, S.J. and Park, Y.G., Performance Evaluation of AI-Based Time Series Prediction Models for Predicting Odorous Substance Concentrations in a Residential-Industrial Complex. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 47(8), 572-583, 2025. https://doi.org/10.4491/KSEE.2025.47.8.572

Lee, T.J., Kim, S.J., Hwang, C.H. and Jung, H.K., Worker Collision Safety Management System using Object Detection. *Journal of the Korea Institute Of Information and Communication Engineering*, 26(9), 1259-1265, 2022, DOI:10.6109/jkiice.2022.26.9.1259.

Lee, Y.J., Cho, G.S. and Kim, J.S., Development of Methodology for Selection of Target Systems & Components for On-Line Maintenance in APR1400 Nuclear Power Plants. *Journal of Energy Engineering*, 32(3), 23-35, 2023. DOI:10.5855/ENERGY.2023.32.3.023.

Lee, Y.K., Artificial Intelligence-Based Construction Equipment Safety Technology. *Journal of Advanced Navigation Technology*, 28(4), 566-573, 2024. DOI:10.12673/jant.2024.28.4.566.

Liberati, A., Altman, D.G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P.C., Ioannidis, J.P., Clarke, M., Devereaux, P.J., Kleijnen, J. and Moher, D., The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration, *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1-e34, 2009. doi:10.1016/j.jclinepi.2009.06.006.

Markets and Markets, AI-Based Safety Market - Global Forecast to 2030, Markets and Markets Research Private Ltd., 2024.

Ministry of Employment and Labor, Analysis of industrial accident status in 2023, Ministry of Employment and Labor Industrial Safety and Health Headquarters, 2024.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G. and PRISMA Group, Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement, *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097, 2009. doi:10.1371/journal.pmed.1000097.

Noh, H.R. and Kim, H.Y., A study on the system of rail traffic control regulations: on accident cases, *Journal of Korea Society of Urban Railway*, 10(4), 1381-1388, 2022. doi:10.24284/JKOSUR.2022.12.10.4.1381.

Oh, H.R., Son, A.R. and Lee, J.K., Occupational accident prediction modeling and analysis using SHAP, *Journal of Digital Contents Society*, 22(7), 1115-1123, 2021. doi:10.9728/dcs.2021.22.7.1115.

Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E. and Chou, R., The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews, *BMJ*, 372, n71, 2021. doi: 10.1136/bmj.n71.

Park, C.H., Lim, J.S. and Ahn, S.M., Autonomous landing of Drone in No-GPS zone using vision sensor, *Journal of Korea Society of Next Generation Computing*, 19(5), 32-44, 2023. doi:10.23019/kingpc.19.5.202310.003.

Park, E.K., Case study and implications for AI-powered predictive maintenance in the railroad industry. *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 19(4), 693-700, 2024. https://doi.org/10.13067/JKIECS.2024.19.4.693

Park, J.H., Hong, Y.G. and Yoon, J.S., Bridge Safety Determination Edge AI Model Based on Acceleration Data, *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 29(4), 1-11, 2024. doi:10.9723/jksiis.2024.29.4.001.

Seo, D.H., A Study on Secure Cloud Analysis for National Infrastructure, *Journal of Korea Software Assessment and Valuation*, 18(2), 141-151, 2022. https://doi.org/10.29056/jsav.2022.12.14

Serious Accident Punishment Act, Act No. 17905, Korea Law Information Center, 2022.

Swuste, P., Frijters, A. and Guldenmund, F., Is it possible to influence safety in the building industry?: A literature review extending from 1980 to the present, *Safety Science*, 50(5), 1333-1343, 2012. doi:10.1016/j.ssci.2011.12.036.

Yeo, S.G. and Park, D.W., AIoT-based High-risk Industrial Safety Management System of Artificial Intelligence, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 26(9), 1272-1278, 2022. doi:10.6109/jkiice.2022.26.9.1272.

Yoon, H.S., Lee, G.Y. and Kim, K.W., Discussion on Establishing UAM Operating Concept from the Pilot's Perspective, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 32(1), 39-48, 2024a. doi:10.12985/ksaa.2024.32.1.039.

Yoon, J.T., Jeong, M.A. and Lee, Y.H., Industrial trends and Cases study of Virtual Training Using Extended Reality, *Journal of Broadcast Engineering*, 29(5), 634-643, 2024b. doi:10.5909/JBE.2024.29.5.634.

Author listings

Soon Young Oh: ihosy@deu.ac.kr
Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, Hansung University
Position title: Professor, Department of Industrial Management & Big Data Engineering, Dong-Eui University
Areas of interest: Occupational Safety and Health, Ergonomics