

피지컬 AI 시대, 안전보건환경(SHE)의 대전환

글 | Ackerton Partners, SHE/ESG 본부 이강돈 상무
Ackerton Partners, SHE/ESG 본부 김용성 이사
Ackerton Partners, SHE/ESG 본부 신동하 컨설턴트

미 리포트

01.

피지컬 AI 시대의 도래와 산업현장의 변화

02.

피지컬 AI 도입에 따른 안전보건환경 영향 분석

03.

피지컬 AI 시대의 안전보건환경 패러다임 재설계

04.

미래를 위한 안전보건환경 실행 전략

05.

피지컬 AI 시대 안전보건환경 관리 전략

피지컬 AI 시대의 도래와 산업현장의 변화

- 피지컬 AI(PAI)는 로봇과 AI, 센서 기술을 융합해 스스로 인식·판단·행동하는 지능형 시스템으로, 산업 자동화를 '지능적 자율화' 단계로 발전시키고 있습니다.
- 모방학습과 멀티모달 AI 등 핵심 기술을 통해 맥락을 이해하고 자율적으로 대응하는 '상황 기반' 로봇이 등장하며 자동화를 넘어 자율화 패러다임으로 전환되고 있습니다.
- 아마존과 폭스콘은 피지컬 AI를 활용해 생산성과 안전성을 동시에 높이며 산업현장의 혁신을 선도하고 있습니다.

피지컬 AI 도입에 따른 안전보건환경 영향 분석

- 피지컬 AI의 도입은 산업재해를 예방하는 잠재력이 있지만, 인간-로봇 협업 환경에서 물리적 위험과 비물리적 위험을 동시에 야기할 수 있습니다.
- 이러한 위험은 물리적 안전장치만으로는 해결이 어렵고, 사이버보안·사회심리적 안전·조직내 신뢰 구축 등 통합적 안전관리 접근이 필요합니다.
- 이와 함께, 피지컬 AI는 실시간 위험 예측, 지능형 작업허가, 맞춤형 안전 교육 등 예측 기반의 지능형 안전보건 혁신을 가능하게 하고 있습니다.

피지컬 AI 시대의 안전보건환경 패러다임 재설계

- 피지컬 AI 시대에 인간의 일자리는 소멸되는 것이 아니라, 인간이 복잡한 판단·윤리적 통제 등 고차원적 역할을 수행하는 방향으로 재정의되고 있습니다.
- 이에 따라 위험성 평가, 작업허가, 변경관리 등 핵심 안전보건 프로세스는 AI 기반의 실시간 예측과 현장의 동적 위험요인 관리 중심으로 재설계되어야 합니다.
- 또한 Human-in-the-Loop 체계를 통해 인간의 개입과 윤리적 책임을 제도적으로 통합함으로써, 피지컬 AI 환경에서도 안전성과 신뢰성을 보장할 수 있습니다.

미래를 위한 안전보건환경 실행 전략

- 기업은 피지컬 AI의 성공적 안착을 위해 '도입기-통합기-자율화기'로 구분된 단계별 로드맵을 수립하고, AI와 인간의 협업 체계를 점진적으로 고도화해야 합니다.
- SHE 인력은 데이터 분석, AI 활용 역량 등 새로운 기술적·전략적 역량을 갖추고, 업스킬링(Upskilling)/리스킬링(Reskill)을 통해 변화하는 역할에 적응해야 합니다.
- 궁극적으로 기업은 피지컬 AI 시스템의 신뢰성과 투명성을 기반으로 인간의 안전과 직무 역량을 증강시킴으로써 예측 기반의 안전관리 시스템을 구축해야 합니다.

피지컬 AI 시대 안전보건환경 관리 전략

- 피지컬 AI 시대의 SHE 관리는 인간-AI 협업의 초연결 환경에서의 '사이버-물리 세계' 통합안전 운영 체계로 진화할 것입니다.
- 이에 따라 기업은 AI 거버넌스와 책임성을 확립하고, 설명 가능하며 윤리적인 AI를 설계·도입함으로써 피지컬 AI 시대에 맞는 자율적 안전관리를 추구해야 합니다.
- 궁극적으로 기업은 인간 중심의 안전 원칙하에서 기술·제도·윤리적 SHE 종합 전략을 수립함으로써 인간-AI가 공존하는 지속 가능한 안전관리 시스템을 구축해야 합니다.

최근 산업현장은 AI가 물리적 세계와 결합하는 '피지컬 AI (Physical AI, PAI)' 혁명을 맞이하고 있습니다. 이는 단순한 자동화를 넘어, 기계가 스스로 환경을 인지하고 판단하며 행동하는 '지능적 자율화'로의 패러다임 전환을 의미합니다. 이에 인간 작업자와 AI 로봇의 공존은 더 이상 먼 미래가 아니라, 산업 현장이 직면한 현실적인 과제로 부상하고 있습니다[1].

본 리포트는 피지컬 AI 시대에 안전보건환경(SHE) 분야의 업무 고도화 방향성 제시를 목표로 새로운 물리적·비물리적 위험요인을 분석하고 인간-AI간 역할과 책임을 재정립합니다. 특히, 위험성평가와 위험작업 허가 제도 등 기존 SHE 업무의 효율성 제고 방안을 제안합니다.

또한, 다가올 피지컬 AI 시대에 '업스킬링(Upskilling) & 리스킬링(Reskilling)' 전략으로 구성원 역량을 강화하여 향후 SHE 업무를 이끌 안전책임자와 현장전문가에게 인간-로봇 공존 시대의 SHE 이슈에 대비한 실질적 통찰과 가이드라인을 제시하고자 합니다.

01 피지컬 AI 시대의 도래와 산업현장의 변화

1.1 피지컬 AI의 정의와 핵심 기술

피지컬 AI(Physical AI)는 로봇, 자율주행차, 드론 등 물리적 실체(Physical Body)를 가진 시스템이 AI 알고리즘, 고성능 센서와 네트워크, 정교한 로봇틱스 기술과 융합하여 실제 환경과 상호작용하며 자율적인 과업을 수행하는 지능형 시스템을 의미합니다[1,2]. 이는 실체화된 인공지능(Embodied AI)으로도 불리며, 단순히 사전에 프로그래밍된 규칙을 따르던 기존의 로봇 자동화 방식과는 근본적으로 차이가 있습니다.

피지컬 AI의 핵심은 인식(Perception), 판단(Reasoning), 행동(Action)이라는 3가지 핵심 능력을 융합하여 예측 불가능하고 가변적인 실제 산업현장에서 스스로 학습하고 적응하며 임무를 수행하는 데 있습니다[3]. 특히, 피지컬 AI는 강화학습, 멀티모달, 디지털 트윈 등 핵심 기술을 통해 비정형적, 예측 불가능한 상황에서도 스스로 학습하고 판단하며 최적의 행동을 결정할 수 있습니다.

자동화 패러다임의 전환: 계층적 자동화 전략

피지컬 AI 기술의 발전은 산업현장의 자동화가 기술적 가능성을 넘어 현실 세계에서 구현 가능한 영역을 대폭 확대하고 있음을 시사하며, 이는 작업의 복잡성과 가변성을 고려한 계층적 자동화 전략(Layered Automation Strategy)의 채택으로 이어집니다. 이 전략은 다음과 같은 3가지 로봇 시스템이 상호 보완적으로 공존하는 형태로 구현됩니다[3].

[표 1] 피지컬 AI 시대의 로봇 분류 및 역할

로봇 분류	정의 및 역할
Rule-based	• 사전에 정해진 절차와 고정된 규칙에 따라 반복 작업 • 물류, 컨베이어 등 기존의 산업용 로봇 시스템
Training-based	• 강화, 모방 학습 등을 통해 특정 작업을 반복 훈련 • 제한적인 변수에 대응하는 로봇 시스템
Context-awared	• 로봇 파운데이션 모델 활용, 환경과 맥락의 종합적 인지 • 비정형 상황 시 자율 판단·최적 행동을 결정하는 PAI 시스템

이러한 AI 기술의 실제 환경에 구현 가속화를 통해 산업현장은 단순 '자동화'에서 고도의 '지능적 자율화(Intelligent Autonomy)' 단계로 전환되고 있습니다. 국제로봇연맹(IFR)에 따르면 2024년 기준 전 세계 산업용 로봇 설치 대수는 466만여 대로 전년 대비 10% 이상 증가하였으며, 로봇틱스 분야 벤처캐피탈 투자는 2024년에 전년 대비 두 배 이상 증가하며 역대 최고치에 근접했습니다[2].

피지컬 AI를 구현하는 핵심 기술

피지컬 AI를 실체화된 인공지능으로 만드는 첨단 기술들은 다음과 같습니다[2,3]. 특히, 인간의 언어와 제스처, 상황적 맥락까지 이해하는 컨텍스트 기반 로봇 (Context -aware Robotics)의 등장은 인간과 기계의 상호작용 방식을 재정의하고 있습니다[2].

[표 2] 피지컬 AI의 핵심 기술 및 구성 요소 [1,3]

핵심 기술	주요 기술 설명
Enhanced Perception	• AI 기반 컴퓨터 비전, 라이다, 촉각 센서의 발전 • 로봇이 3차원 환경과 사물을 인간 수준으로 이해함
Autonomous	• 강화학습, 모방학습을 통해 최적의 행동을 스스로 학습 • 로봇이 자율적으로 상황 인지, 행동할 수 있음
Dexterous	• 힘 제어 모터와 소프트 로봇 그리퍼 등 하드웨어 혁신 • 불규칙하거나 섬세한 조립 작업까지 정교한 작업 가능

더 많은 내용을 보시려면

파일 다운받기

버튼을 눌러주세요