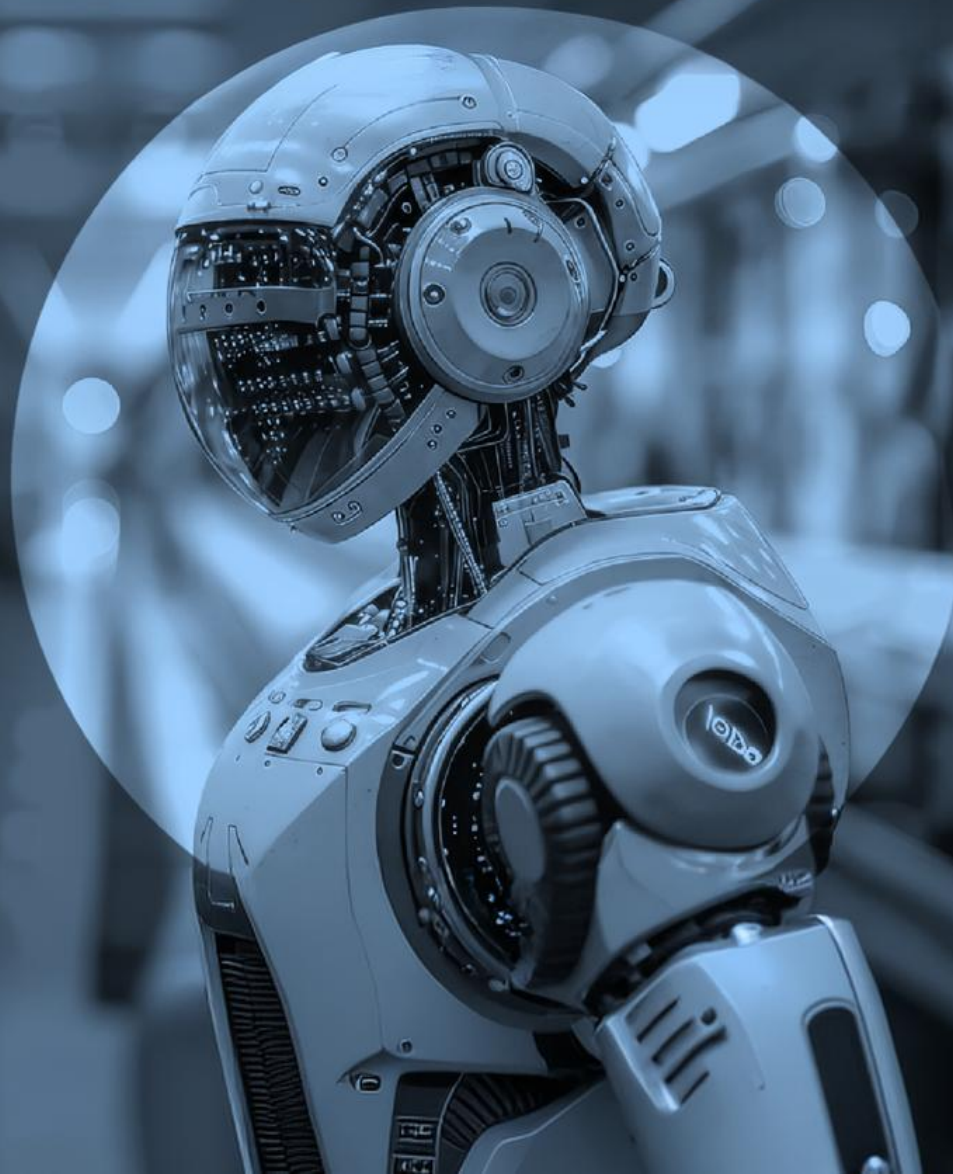


피지컬 AI 플레이북

피지컬 AI의 부상과 기업의 대응 전략

핵심 기술과 산업별 활용 사례

2026년 8월
Deloitte Insights





이중희 파트너

Physical AI 리더 | 컨설팅 부문
한국 딜로이트 그룹

✉ joonghlee@deloitte.com

피지컬 AI는 산업 현장에서 현실화되고 있습니다. 이제 중요한 것은 도입이 아니라, 현장에 정착시키고 실제 성과로 만드는 실행력입니다.

오늘날 피지컬 AI는 미래 기술의 가능성을 넘어, 산업 현장의 생산성·안전성·운영 효율을 혁신할 핵심 기술로 자리잡고 있습니다.

AI와 컴퓨터 비전, 로봇틱스, 센서, 디지털 트윈의 융합으로 제조 설비와 기계들은 주변 환경은 스스로 인식하고 판단하며, 새로운 수준의 자율성을 확보하고 있습니다.

이 같은 변화는 제조를 비롯해 물류, 에너지, 모빌리티, 인프라 등 다양한 산업으로 빠르게 확산되고 있으며, 미국과 중국을 중심으로 국가 차원의 전략과 민간 투자가 본격화되고 있습니다.

기업들은 생산성 향상, 안전성 강화, 인력 부족 대응, 비용 절감 등 핵심 경영 과제를 해결하기 위한 수단으로 피지컬 AI 도입을 적극 추진하고 있습니다. 그러나 기술의 도입만으로 성과가 보장되지는 않습니다.

실제 경쟁력은 어떤 기술을 보유했느냐 보다 자사의 현장과 업무 특성에 적합한 기술을 선별하고, 이를 안정적으로 운영에 적용해 전사적으로 확산하는 실행 역량에 달려 있습니다.

많은 기업이 피지컬 AI를 시범 도입하는 단계에는 이르렀지만, 현장에 정착시키고 지속 가능한 운영 성과로 연결한 사례는 아직 제한적입니다.

본 리포트는 Deloitte-NVIDIA 파트너십을 기반으로 글로벌 피지컬 AI 도입 사례를 분석하여 산업별 구현 수준과 도입 패턴을 진단하고, 기업의 투자 우선순위와 전략적 시사점을 제시합니다.

귀사의 피지컬 AI 전략 수립과 실행에 실질적인 인사이트를 제공하고자 합니다.

Table of Contents

01. 피지컬 AI의 부상과 시장 전망

- 피지컬 AI의 등장
- 피지컬 AI의 성장 전망
- 피지컬 AI의 산업별 도입 현황
- 글로벌 기업들의 피지컬 AI 개발 현황
- 피지컬 AI 도입에 따른 기대효과

02. 피지컬 AI의 작동 원리와 기술 생태계

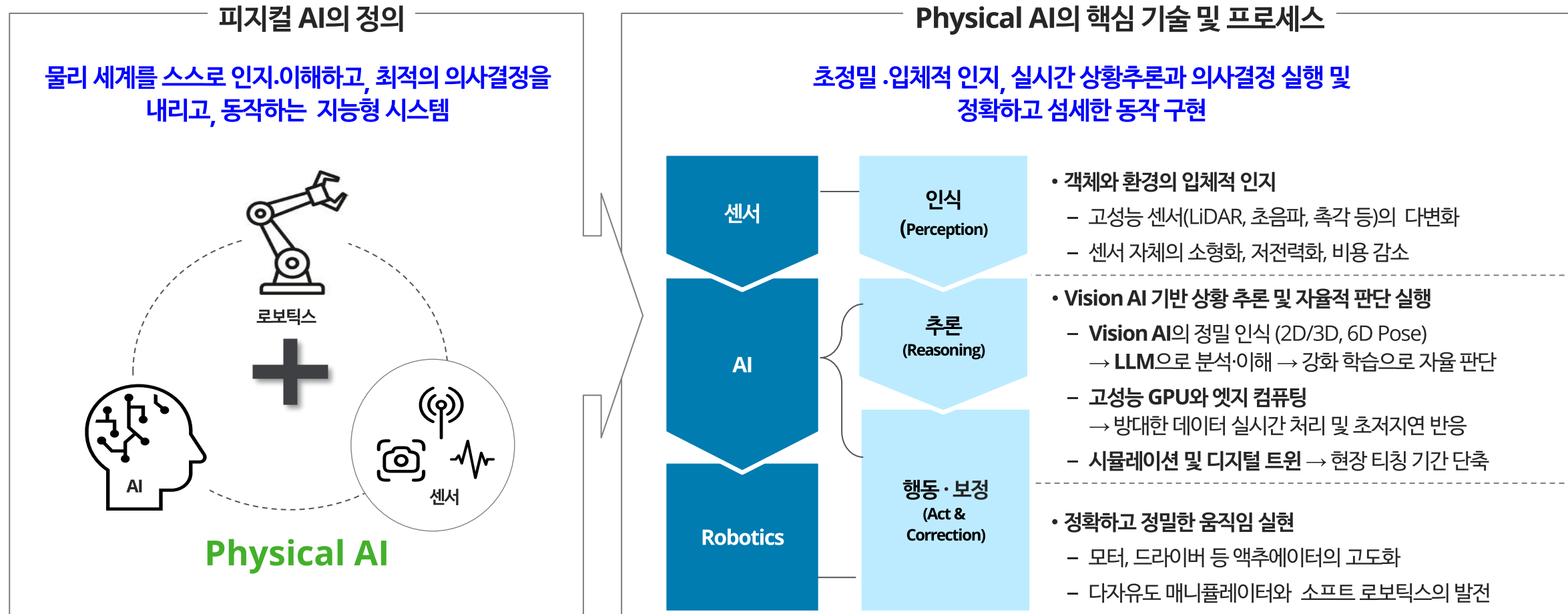
03. 피지컬 AI 산업 적용 사례

04. 피지컬 AI 도입 전략과 확산 방향

05. 딜로이트 피지컬 AI 서비스 역량

피지컬 AI의 등장 (1/2) - 피지컬 AI의 정의 및 핵심 기술

피지컬 AI는 센서, AI, 로봇틱스를 결합해 물리 세계를 인지·이해하고, 실시간으로 상황을 판단·추론하여 자율적으로 물리적 행동을 수행하는 지능형 시스템입니다.



피지컬 AI의 등장 (2/2) - 피지컬 AI의 핵심 형태

피지컬 AI는 AI와 컴퓨터 비전·로보틱스 기술이 융합된 시스템으로, 휴머노이드, 태스크 특화형 로봇, 사족보행 로봇, AMR, 자율주행차, 드론 등의 형태로 산업 전반에서 강력한 도구로 부상하고 있습니다.

피지컬 AI를 구현하는 주요 기술



피지컬 AI (Physical AI)

AI와 로보틱스를 결합하여
산업 전반에 활용되는 강력한 도구

피지컬 AI의 핵심 형태 (Key Form Factor)

- 휴머노이드**
인간의 형태·기능을 모사해 인력을 보강하고 생산량을 높이는 로봇
- 다관절 로봇**
형태 제약이 적고 반복 공정·작업에 쓰이는 로봇
- 사족 보행로봇**
안정성·민첩성·적응력으로 험지를 이동하는 로봇
- 자율 이동 로봇**
지능형 내비게이션으로 공간을 자유롭게 이동
- 자율주행차**
설계와 지능 면에서 로봇과 유사한 이동체
- 드론**
피지컬 AI로 자율 비행이 가능한 비행 기계

피지컬 AI의 성장 전망 (1/2) - 글로벌 시장 전망

미국과 중국을 중심으로 국가 전략과 민간 투자가 확대되면서, 피지컬 AI는 휴머노이드를 중심으로 연구·개발 단계를 넘어 상용화가 본격화되고 있습니다.

글로벌 시장 전망

피지컬 AI는 제조·물류를 중심으로, 글로벌 물리 산업의 혁신을 주도하는 차세대 AI로 부상 (전 세계 50조 달러 규모의 산업을 재편하는 기술)¹⁾

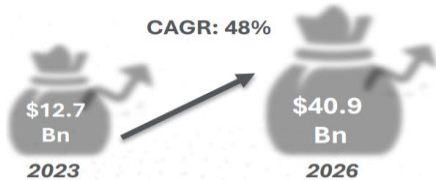
2035년까지 전 세계에서 약 13억 대의 피지컬 AI 로봇이 운영될 것으로 전망²⁾

제조업 분야의 피지컬 AI 시장은 2030년까지 연평균 성장률 33%~48%로 성장 전망³⁾

글로벌 휴머노이드 로봇 시장은 2035년 약 380억 달러 규모로 성장 전망⁴⁾

SoftBank와 NVIDIA는 대규모 투자와 AI 플랫폼을 기반으로 글로벌 로봇틱스 및 피지컬 AI 생태계 주도

피지컬 AI는 산업 현장에서 빠르게 확산



- 피지컬 AI시장은 '23년 127억 달러에서 '26년 409억 달러까지 성장⁵⁾
- NVIDIA는 Omniverse·Isaac Sim 기반의 시뮬레이션-학습-배포로 현장 적용 가속
- 서비스 로봇(헬스케어 및 소매용)이 가장 빠르게 성장하는 부문⁶⁾

피지컬 AI 산업 선도는 미·중 중심, 일본 추격

- (중국) 2025년 기준 전 세계 휴머노이드 로봇 출하량의 약 84.7% 점유⁸⁾
 - 향후 20년간 1,380억 달러를 투자할 계획⁷⁾
 - 140개 이상의 로봇 제조사 경쟁 중⁸⁾
- (미국) NVIDIA 중심 AI·로봇틱스 플랫폼 주도, 2035년 휴머노이드 최대 1,300만 대 활용 전망⁹⁾
- (일본) SoftBank는 NVIDIA 컴퓨팅을 활용한 AI 데이터센터 인프라 구축 Yaskawa와 로봇 학습-평가-배포 체계 개발

제조, 헬스케어, 물류 및 농업이 핵심 적용 분야

- NVIDIA는 제조·헬스케어·물류·농업 전반을 지원하고, SoftBank는 제조 로봇 실증을 추진
- 산업용 휴머노이드 로봇 시장은 2035년까지 최대 7,500억 달러에 달할 것으로 전망¹⁰⁾
- 글로벌 의료 로봇 시장, 2032년 812억 달러 전망¹¹⁾
- AI가 도입된 물류 시장은 연평균 성장률 (2026년~2034년) 45.9%로 성장세¹²⁾
- 미국 농업용 드론 등록 대수, 2024~2025년 5배 급증¹³⁾

전 세계적으로 피지컬 AI 투자는 증가 추세

- Softbank: 2025년 2월, 약 100억 달러(약 13조 원) 규모의 투자 계획 발표
- NVIDIA: '25년에 AI 스타트업에 투자한 총액은 약 1조 원(약 7~8억 달러) 수준
- Apptironik: AI 휴머노이드에 4억 300만 달러(2025)¹⁴⁾
- Figure AI: 6억 7,500만 달러(2024), 15억 달러 목표(2025)¹⁵⁾
- Physical Intelligence: 로봇 소프트웨어에 4억 달러(2024)¹⁶⁾
- Path Robotics: AI 용접 로봇에 1억 달러(2024)¹⁷⁾

피지컬 AI의 성장 전망 (2/2) - 주요 국가별 피지컬 AI 도입 현황

전 세계 주요 지역별 피지컬 AI의 도입은 미국의 자율 모빌리티, 유럽·한국·일본의 제조 자동화, 중국의 스마트 제조와 로봇택시, 인도의 물류·제조 자동화가 주요 적용 영역으로 부상하고 있습니다.



• 자율주행 부문에 집중

- 무인 차량의 신속한 보급이 도시 교통과 물류산업 재편 중
- Waymo와 Uber가 주요 도시에서 자율주행 차량 호출 서비스를 시범 운영 중



• 피지컬 AI의 잠재 성장 시장으로 부상

- 로봇틱스, 제조, 물류 분야를 중심으로 AI 투자를 확대
- 초기 기업들은 자동화와 디지털 모델링을 활용한 산업 현장 적용을 추진



• AI 기반 첨단 제조 경쟁력 강화

- 품질 중심의 첨단 제조와 산업용 로봇틱스 분야를 선도
- Philips와 Siemens는 고도화된 자동화 공장을 운영하며 스마트 제조를 구현



• 로봇틱스 시장 성장

- 제조·물류 분야를 중심으로 로봇 활용이 빠르게 확대
- 자율주행 운반차와 로봇팔을 활용해 창고 운영과 물류 자동화를 추진



• 제조 자동화 중심

- 세계 최고 수준의 로봇 밀도를 기반으로 제조 생산성을 지속적으로 향상
- 첨단 자동화 기술을 도입하며 중국 기업 상대로 경쟁력을 강화



• 첨단 로봇틱스 혁신 선도

- 무인 자동화(Lights-out Manufacturing)와 산업용 로봇틱스 분야에서 세계적인 경쟁력 확보
- 수술 로봇과 완전 자동화 생산시설을 통해 로봇틱스 혁신을 지속



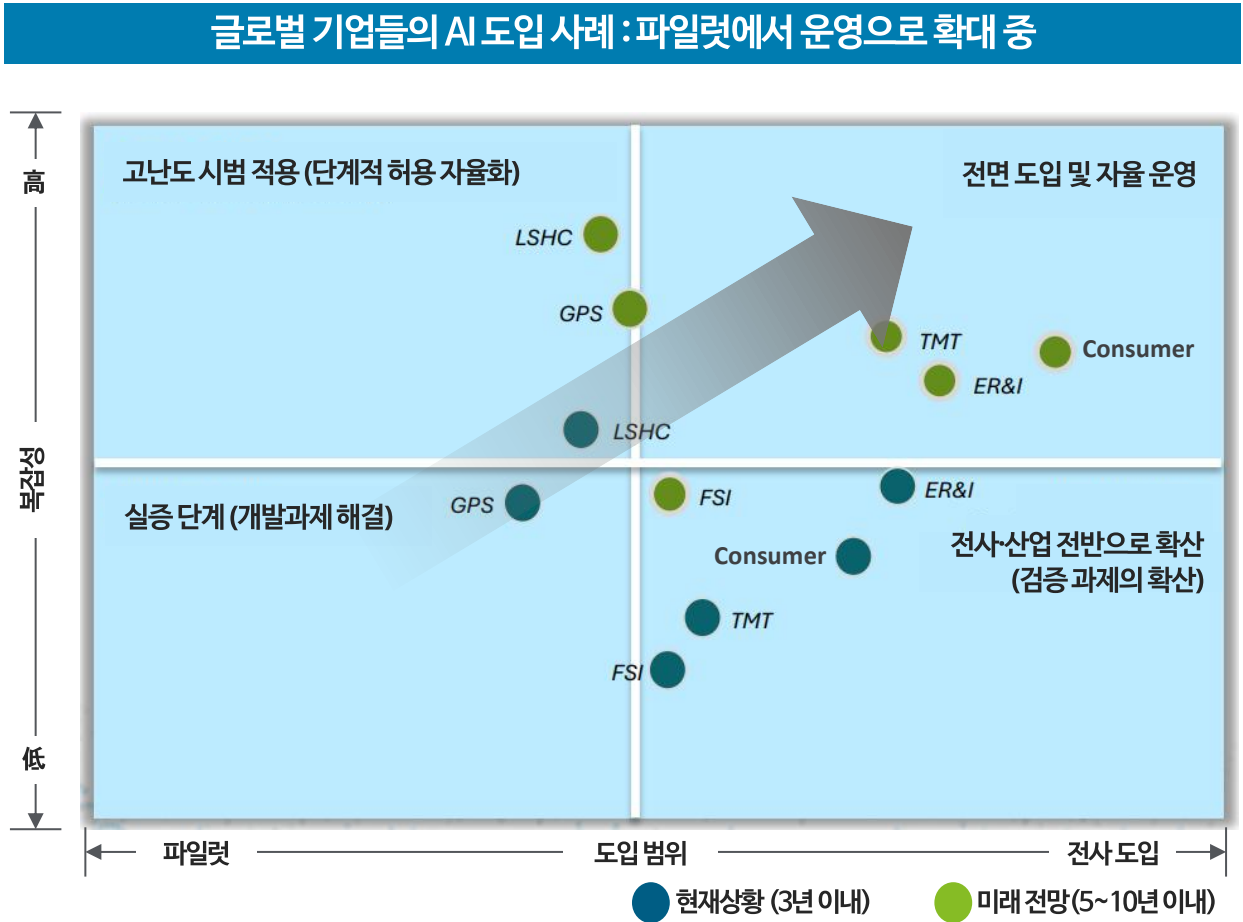
• 로봇틱스 및 스마트 제조 확대

- 로봇틱스 클러스터와 스마트 제조 거점을 중심으로 산업 생태계를 빠르게 확대
- Baidu Apollo, XPeng, WeRide 등은 로봇택시와 도심형 자율주행 서비스를 대규모로 확대

피지컬 AI의 산업별 도입 현황

피지컬 AI는 자산 집약도가 높고 가동률과 안전성이 중요한 점검·모니터링, 예지보전, 정비 지원 분야에서 우선적으로 활용되고 있습니다. 사람의 개입을 최소화하는 자율 운영은 시뮬레이션과 디지털 트윈 기반의 검증을 거쳐 단계적으로 구현될 것입니다.

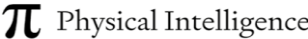
	현재 상황 (향후 3년 이내)	미래 전망 (5~10년)
Consumer	• 창고 자동화 시범 도입	• 다수 작업 전반으로 자율화 확산
LSHC	• 검사실 내 감독형 개별 솔루션	• 폐쇄형(closed-loop) 검사실 및 감독형 임상 자동화
ER&I	• 원격 모니터링·의사결정 지원	• 유지보수 대응의 자율화
G&PS	• 현장 작업의 감독형 시범 적용	• 정책·규제에 따른 도입 확대
TMT	• 전사 규모의 네트워크 자동화	• 네트워크 안정성을 위한 운영 단계 엣지 AI
FSI	• 핵심 업무 프로세스 자동화	• 엄격한 통제 하의 인프라 운영 자동화



* Consumer (소비자부문), ER&I (Energy, Resources & Industrials, 에너지·자원·산업제), FSI (Financial Services Industry, 금융서비스), LSHC (Life Sciences & Health Care, 생명과학·헬스케어), TMT (Technology, Media & Telecommunications, 기술·미디어·통신), G&PS (Government & Public Services, 정부·공공서비스)

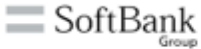
글로벌 기업들의 피지컬 AI 개발 현황 (1/2) - 글로벌 빅테크 기업 간 투자와 협력

피지컬 AI는 로봇틱스 기업의 대규모 투자 유치, 글로벌 빅테크의 투자와 생태계 확대, 휴머노이드 상용화를 위한 산업 간 협력이 동시에 진행되면서, 기술 개발 단계를 넘어 산업 현장 중심의 상용화 국면에 진입하고 있습니다.

로봇틱스 기업의 투자동향			
	 FieldAI	 APPTRONIK	 Physical Intelligence
투자 금액	\$314 Mn (2025)	\$945 Mn (2025)	\$1070 Mn (2025)
투자자	OpenAI, Microsoft, Nvidia, Hyundai Motor Company	B Capital, Capital Factory, Alphabet's Google	Amazon, Flat Capital, Khosla Ventures, Lux Capital, OpenAI
투자 집중 분야	• 범용 휴머노이드 로봇 개발 • 향후 수년내 10만 대 배치 목표	• AI 기반 휴머노이드 로봇 생산 확대 • 창고 및 제조 공장에 배치	• VLA/임바디드 파운데이션 모델 개발 • 피지컬 AI 소프트웨어 스택



- 로봇틱스 개발 가속을 위한 개방형 피지컬 AI 데이터 팩토리의 청사진 발표



- 피지컬 AI 전략 가속을 위해 ABB 로봇틱스 부문을 54억 달러에 인수



- 미국 AI 인프라 제조·SW에 100억 달러 투자



- Intrinsic 로봇틱스를 통합해 '로봇틱스계의 안드로이드' 구축



- 산업 혁신 펀드를 조성해, AI 로봇틱스 스타트업에 10억 달러 투자



- Rho-alpha라는 AI 모델 개발, 자연어 명령을 로봇의 행동으로 변환



- Figure AI-Brookfield : 브룩필드 자산을 활용한 휴머노이드 확산 및 실세계 데이터셋 구축



- Reflex Robotics-Locus Robotics : 미국 물류센터에 휴머노이드 1만 대 이상 배치 추진



- Agility Robotics-Ricoh : 북미 Digit 휴머노이드의 서비스·유지보수 체계 구축



- Apptronik-Jabil : 제조 현장 실증 및 휴머노이드 양산 협력



- Boston Dynamics-NVIDIA-LG-현대 : 'Stretch' 로봇 기반 미국 제조·물류 시장 확대

글로벌 기업들의 피지컬 AI 개발 현황 (2/2) - 주요 산업별 개발 및 도입 사례

피지컬 AI는 각 산업에서 위험·정밀 작업과 현장 운영을 수행하는 자율 시스템으로 발전하고 있습니다. 생산성 향상, 운영 효율화, 안전성 강화, 비용 절감이 공통된 도입 목적이며, 적용 방식과 자율성은 산업별 특성과 규제 환경에 따라 차별화 되고 있습니다.

주요 산업별 피지컬 AI 도입 현황		글로벌 기업들의 AI 도입 사례	
Consumer	- 로봇팔 기반 조립·용접·검사 공정 자동화 - AMR·자율주행차 기반 창고 및 배송 자동화 - 범용 로봇 기반 매장 운영 및 고객 서비스 지원	- Waymo·Nuro는 자율주행 배송 차량을 시범 운영 중 - Amazon은 물품 피킹·포장에 로봇을 활용 중이며, 로봇 군집을 구동할 새로운 AI 파운데이션 모델을 출시하고, 100만 번째 로봇을 배치	
LSHC	- 수술·병원 물류·진단 자동화 - 정밀 수술 및 병원 내 자율 배송 - 휴머노이드 기반 환자 안내 및 고령자 돌봄	Johnson & Johnson은 NVIDIA Isaac을 활용해 디지털 트윈, 가상 수술실, 합성 학습 데이터를 구축하며 수술용 로봇 시스템의 피지컬 AI를 고도화	
ER&I	- 용접·조립 등 위험 작업 자동화 - 드론·자율로봇 기반 설비 점검 - 사족보행 로봇 기반 안전 순찰	Yokogawa와 ANYbotics는 AI 기반 ANYmal 로봇과 OpreX 소프트웨어를 결합해 위험 설비의 자율·예측 점검을 추진	
G&PS	- 드론 기반 감시 및 재난 대응 - 폭발물 처리 및 수색·구조 로봇 활용 - 스마트시티 및 도시 인프라 운영	Gecko Robotics는 벽면 등반 로봇, 드론, 센서, AI 분석을 활용해 선박을 점검하고 디지털 트윈을 구축하며 유지보수 수요를 더 빠르게 예측	
TMT	- 통신 인프라 점검·유지보수 - 경기장 운영 및 스포츠 중계 지원 - 콘텐츠 제작 자동화	BYD는 자율주행 시스템('God's Eye'), 휴머노이드, AMR 등 자율주행·공장 자동화 기술 투자 확대	
FSI	- 영업점 고객 응대 자동화 - AI 기반 ATM 및 지점 보안 강화 - 스마트 ATM 기반 현금 처리 자동화	HSBC는 소매 영업점에 휴머노이드 로봇 Pepper를 배치해 고객 응대, 기본 문의 답변, 적합한 금융 서비스 안내를 수행	

피지컬 AI 도입에 따른 기대효과

피지컬 AI는 반복 업무 자동화를 넘어 정밀 작업과 현장 운영을 고도화하며 생산성·안전성·효율성 측면의 실질적 가치를 창출하고 있습니다. 산업별 활용 방식은 다르지만, 운영 경쟁력 제고라는 공통된 성과를 만들어내고 있습니다.

Consumer

• 제조 생산성 및 품질 향상

- 복잡·정밀 작업의 자동화를 통해 생산성과 작업 품질 향상
- 공정 표준화 및 불량률 감소

➔ 사례: BMW, Hyundai, Amazon



Energy Resources & Industrials

• 작업 안정성 및 설비 운영 최적화

- 위험 작업의 자동화를 통해 작업자 안전 확보 및 운영 리스크 감소
- 설비 점검 효율 향상 및 유지보수 비용 절감



Financial Services

• 고객 경험 및 영업점 운영 효율화

- 고객 응대 자동화를 통해 서비스 품질과 고객 경험 향상
- 영업점 운영 효율성 제고 및 직원 업무 부담 완화



Government Public Services

• 반복업무 자동화 및 운영 효율화

- 우편물 처리 등 반복 업무 자동화를 통한 업무 생산성 향상
- 처리 속도 개선 및 인력 운영 최적화



Life Sciences & Health Care

• 의료서비스 및 병원 운영 효율화

- 의료진의 비진료 업무를 줄여 환자 서비스 품질 향상
- 병원 운영 효율성 제고 및 업무 부담 완화



Technology, Media & Telecommunication

• 시스템 안정성 및 유지보수 효율 향상

- 서버 점검 및 유지보수 자동화를 통해 시스템 가동 안정성 향상
- 유지보수 효율 증대 및 수작업 최소화



Table of Contents

01. 피지컬 AI의 부상과 시장 전망

02. 피지컬 AI의 작동 원리와 기술 생태계

- 피지컬 AI의 작동 원리
- 피지컬 AI 기술 생태계와 가치사슬

03. 피지컬 AI 산업 적용 사례

04. 피지컬 AI 도입 전략과 확산 방향

05. 딜로이트 피지컬 AI 서비스 역량

피지컬 AI의 작동 원리

피지컬 AI는 환경을 감지하고, 판단과 실행, 학습을 반복하는 순환 구조로 작동합니다. 기존 자동화가 정해진 규칙을 반복 수행하는데 머물렀다면, 피지컬 AI는 작업 결과를 학습해 환경에 적응하고 성능을 지속적으로 고도화한다는 점에서 본질적으로 다릅니다.



피지컬 AI 기술 생태계와 가치사슬

피지컬 AI는 하드웨어 인프라, 컴퓨팅 역량, AI 모델, 배포 및 운영 거버넌스에 이르기까지 기술 스택 전반이 유기적으로 연결되어 구현됩니다. 따라서 시장 참여 기업의 경쟁력도 개별 기술이 아니라 가치사슬 전반을 아우르는 통합 역량에 의해 결정됩니다.



Table of Contents

01. 피지컬 AI의 부상과 시장 전망

02. 피지컬 AI의 작동 원리와 기술 생태계

03. 피지컬 AI 산업 적용 사례

- 피지컬 AI 도입 사례 및 기대 효과
- 피지컬 AI 도입 현황 및 확대 방향

04. 피지컬 AI 도입 전략과 확산 방향

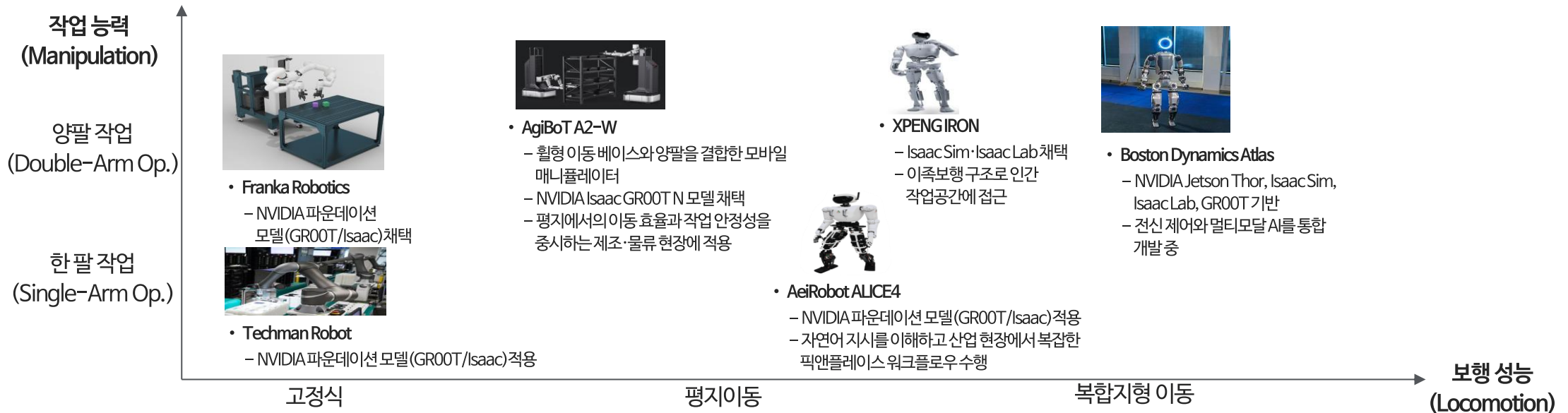
05. 딜로이트 피지컬 AI 서비스 역량

피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

피지컬 AI는 가상 검증(B)에서 시작해 현장을 탐색·관찰하고(C), 로봇이 직접 행동하며(D), 운영 판단을 최적화한 뒤(E), 사람을 직접 응대·보조·동반하는 휴머노이드(A)로 확장되고, 궁극적으로 전사 운영체계에 내재화(E)되는 방향으로 확산되고 있습니다.



피지컬 AI 품팩터 - 휴머노이드



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

고객 경험 향상 → 운영 효율 제고 → 관계 중심 영업점 전환이라는 세 가지 가치를 추구한 사례

인간 중심 휴머노이드 협업·서비스 (Human-Centric Humanoid Collaboration & Service) - A-1 영업점 운영 휴머노이드

도입 배경 (Opportunity)

- 피크 시간 대기 증가와 직원 업무 부담
- 단순 안내 수요에 대응하지 못하는 인력 중심 프로세스
- 규제 준수와 서비스 연속성을 유지하면서 프런트 마찰 완화 필요

적용 기술 (Solution)

- (멀티모달 AI·파운데이션 모델) 음성·영상·텍스트를 통합 이해하여 고객 의도를 파악하고 자연스럽게 대화 (예: NVIDIA Isaac GR00T 기반 휴머노이드)
- (자율 이동·공간 인지) SLAM, 컴퓨터 비전, 장애물 회피를 통해 영업점 내 자율 이동 및 고객 안내

주요성과 (Impact)

- 반복 안내 업무 자동화: 월 수백 명 규모의 고객 응대를 수행하며 리셉션 업무를 지원
- 고객 경험 개선: 단순 문의를 신속히 처리하고 직원은 상담·고부가 업무에 집중
- 운영 모델 검증: 영업점을 거래 중심에서 관계 중심(Customer Experience Center)으로 전환하는 가능성을 확인

고객 경험(Customer Experience)과 영업점 운영 혁신

- 2026년 2월 일본 SoftBank Robotics는 기존 Pepper 몸체에 현대적 AI 에이전트를 결합한 "Pepper+" 출시



• HSBC (미국)
뉴욕 맨해튼 플래그십 지점을 시작으로 Pepper를 도입



• Mizuho Bank (일본) 세계 최초로 대규모 은행 영업점에 Pepper를 도입한 사례

피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

맥락기반의 가사 수행과 생활 지원 및 개인화된 AI 서비스를 구현한 사례

인간 중심 휴머노이드 협업·서비스 (Human-Centric Humanoid Collaboration & Service) - A-2 가사 지원 휴머노이드

도입 배경 (Opportunity)

- 기존 가정용 로봇은 사전 정의된 작업만 수행 가능해 활용 범위가 제한적
- 가정은 물건 위치 변화, 사람·반려동물 이동 등 비정형 환경으로 실시간 상황 판단이 필수
- 스크립트 기반 자동화에서 맥락을 이해하는 피지컬 AI로 전환하며 가정용 휴머노이드 시장이 본격 개화

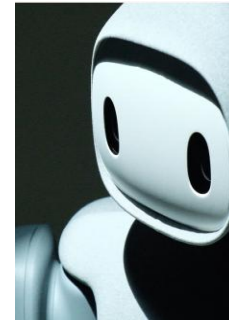
적용 기술 (Solution)

- 파운데이션 모델 기반 상황 이해 및 자연어 상호작용
- 원격조종(Teleoperation)과 AI 학습을 결합한 Human-in-the-loop 구조
- NVIDIA Jetson Thor 기반 AI 컴퓨팅과 촉각 센서, 텐던 액추에이터를 적용해 안전성과 작업 정밀도 향상

주요성과 (Impact)

- 세계 최초 상용 가정용 휴머노이드 시장 개척: 약 1만대 이상 사전 예약, 판매가 2만 달러 수준
- 실환경 데이터 확보 모델 검증: 가정에서 발생하는 실제 작업 데이터를 AI 학습에 활용하는 구조 구축
- 부분 자율 단계 진입: 청소, 물건 전달, 문 열기 등은 자율 수행 가능하나 복잡한 가사는 원격조종을 병행

사람의 삶을 지원하는 AI 생활 파트너 지향



• WeaveRobotics—Isaac0, 실제 가정 배치형·특정 작업 수행



• Sunday Robotics—Memo
복합 가사 자율화 실증형



• 1XNEO—primer robot
집 안의 상황을 이해하고
서비스를 제안하는 방향



• Amazon—Astro
이동형 모니터링·소통
서비스

피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

일상 생활 지원과 재활 보조, 지속적인 건강 모니터링 및 정서적 동반을 구현한 AI 돌봄 사례

인간 중심 휴머노이드 협업·서비스 (Human-Centric Humanoid Collaboration & Service) - A-3 돌봄 지원 휴머노이드

도입 배경 (Opportunity)

- 고령화로 돌봄 수요가 급증하며 돌봄 인력 부족과 보호자 부담이 지속 확대
- 복약 관리, 건강 모니터링, 정서적 교감 등 반복적 돌봄 업무를 지속적으로 지원할 기술 필요
- 의료 판단은 전문가가 담당하고, 휴머노이드는 일상 돌봄을 보조하는 역할로 활용 확대

적용 기술 (Solution)

- 멀티모달 센서 융합 기반 행동·표정·음성·생체정보 실시간 인식
- 파운데이션 모델 기반 상황 이해 및 개인 맞춤형 돌봄 추론
- 전신 균형·힘 제어 기반 보행 보조 및 안전한 신체 상호작용
- Human-in-the-loop 거버넌스 기반 위험 감지 및 의료진·보호자 연계

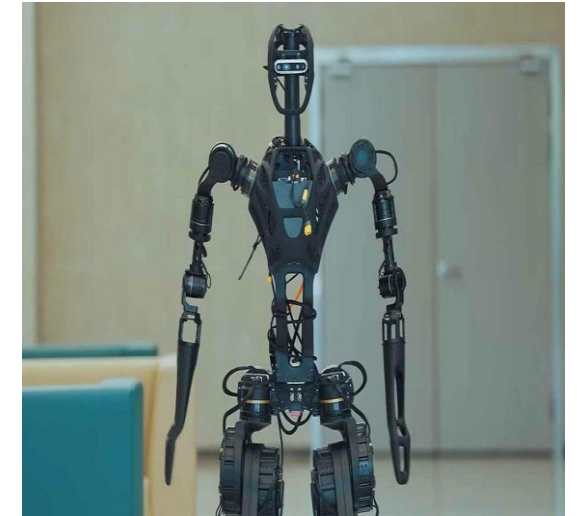
주요성과 (Impact)

- 돌봄의 연속성 향상: 복약 알림, 운동 유도, 일상 체크인 등 반복 업무를 24시간 지원
- 재활 효과 개선: 초기 임상에서는 로봇 보조 재활 시 이동성 회복이 약 15~20% 향상된 사례 보고

돌봄 연속성 확보와 고령화로 가중되는 사회적 부담 경감



- Pepper (일본): 초기에는 세계적으로 가장 많이 실증되었지만, 유지비 활용성 부족 ROI 부족 등으로 장기 상용화에는 한계



- Fourier GR-1 (중국): 사람과 안전한 물리적 상호작용 구현, 현재 의료기관 중심으로 실증을 확대

피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

디지털트윈 기반으로 로봇을 사전 설계·검증하여 스마트팩토리 자동화의 확장 가능성을 높인 사례

B. 제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin) - B-1 스마트팩토리 로봇틱스 가속화 (디지털트윈 기반)

도입 배경 (Opportunity)

- AI 기반 로봇 도입을 확대하면서 공장 운영 리스크와 중단 최소화 필요
- 로봇을 실환경 배치 전 가상 검증할 수 있는 체계 요구

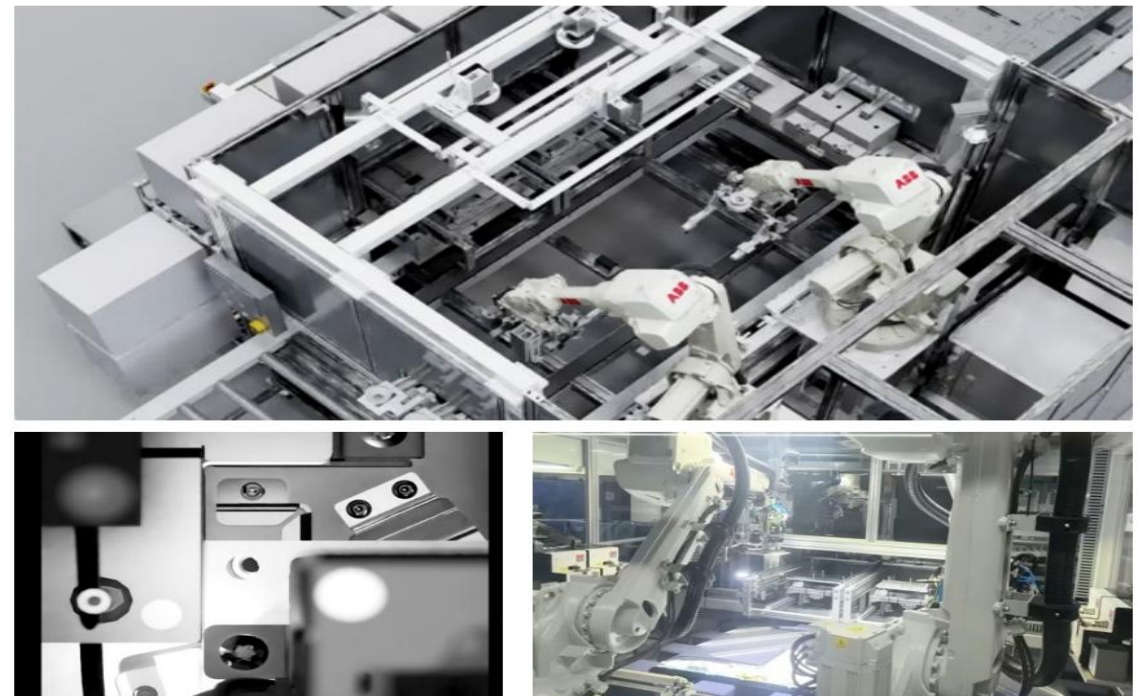
적용 기술 (Solution)

- Deloitte, ABB·NVIDIA와 협업해 디지털트윈으로 제조환경 시뮬레이션
- ABB가 산업용 로봇을 제공하고, Deloitte는 공장 운영을 AI 대응형·시뮬레이션 기반 워크플로로 전환
- 로봇이 이를 실행·확장할 수 있는 형태로 설계

주요성과 (Impact)

- 개별 파일럿 방식에서 반복 가능하고 확장 가능한 운영모델로 전환
- 디지털트윈을 통한 배포·훈련·최적화 가속화로 로봇틱스-서비스형·피지컬 AI 모델의 재현 가능성 확보

확장 가능한 Physical AI 기반 마련



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

Digital Twin 기반 생산라인 시뮬레이션으로 공정 설계와 운영 검증은 고도화한 사례

B. 제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin) - B-2 제조 운영 인사이트 강화

도입 배경 (Opportunity)

- 글로벌 자동차 제조사, 기존 톨의 한계에 직면 (공장 레이아웃 시각화 부족, 실시간 시뮬레이션 부재, 부품 이동을 반영 못하는 정적 모델)
- 시각화·협업 개선이 당면 과제, 장기적으로는 디지털트윈 역량 확보를 목표

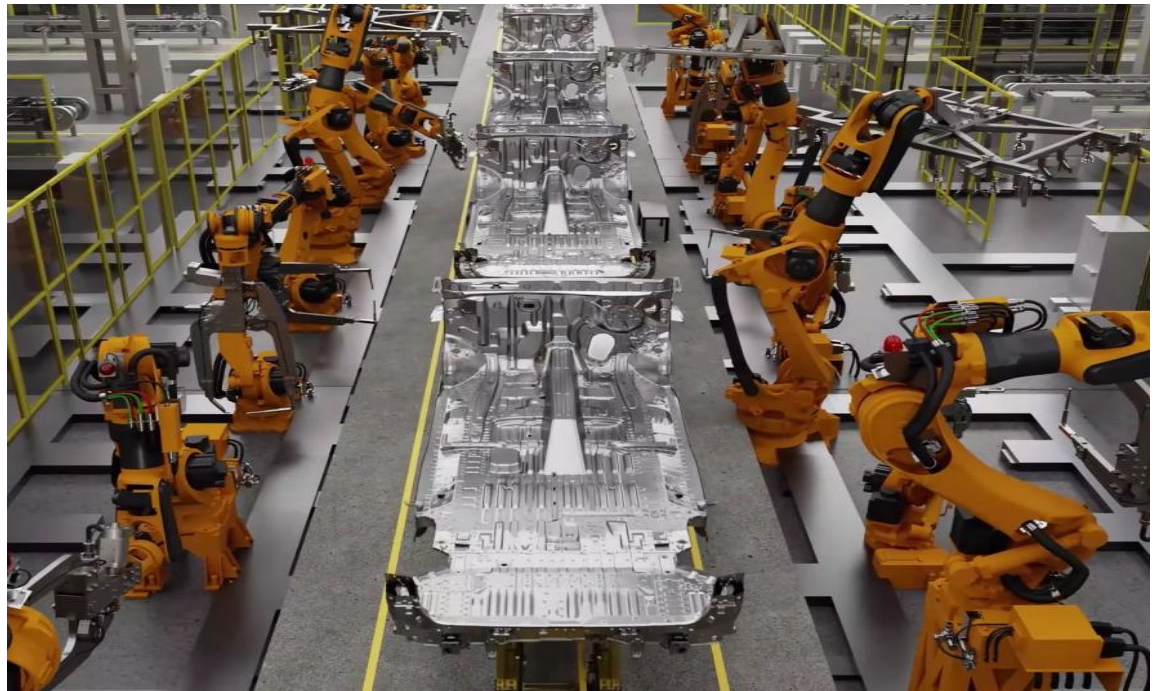
적용 기술 (Solution)

- NVIDIA Omniverse 기반 PoC로 렌더링·시뮬레이션 실현 가능성 검증
- 3D CAD 데이터를 실시간 가상 공장으로 구현하고, 생산 흐름 및 공정 시뮬레이션 수행

주요성과 (Impact)

- 공장 레이아웃·설비 배치·자재 흐름의 인터랙티브 3D 시각화로 설계 검증 개선
- 비효율·공간 제약을 조기에 식별, 반복 실험을 통한 시간·비용 절감
- 생산성·안전성·지속가능성 관점의 "what-if" 시나리오 계획 강화

공장 운영을 가상환경에서 검증



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

멀티모달 데이터와 Digital Twin을 활용해 생산 운영을 최적화한 스마트팩토리 사례

B. 제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin) - B-3 AI 기반 스마트팩토리 (엔진 제조사)

도입 배경 (Opportunity)

- 엔진 제조사, 모기업으로부터 물려받은 제조 모델·데이터에 의존해 생산계획·품질·유지보수 전반에서 민첩성·독자적 혁신·데이터 활용 역량 제한
- 경쟁 차별화를 위해 명확한 AI 투자전략과 데이터 기반 스마트팩토리로의 전환 경로 필요

적용 기술 (Solution)

- Deloitte가 AI 투자전략 수립 및 AI 기반 스마트팩토리·디지털트윈 구축 지원
- 센서·이미지·영상 등 멀티모달 데이터 활용
- NVIDIA Omniverse 기반 고급 시뮬레이션·디지털트윈으로 생산 최적화, 안전성 향상, 데이터 기반 의사결정 지원

주요성과 (Impact)

- 가동중단(Downtime) 감소를 통한 유의미한 비용 절감
- 제품 품질·안전성 향상, 운영 효율성 증대
- 시장 출시 기간 단축으로 수익성·매출 성장 견인

AI 기반 생산 시뮬레이션 및 운영 최적화



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

Digital Twin을 활용해 AI 인프라 제조의 전력 제약과 생산 병목을 최적화한 사례

B. 제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin) - B-4 디지털트윈 기반 AI인프라 하드웨어 제조 확장

도입 배경 (Opportunity)

- AI 서버 생산 증가에 따른 전력 제약과 테스트 병목 발생
- 서버랙 테스트의 처리량 및 확장성 개선 필요

적용 기술 (Solution)

- NVIDIA Omniverse 기반 전력 인식(Power-aware) 고정밀 디지털트윈 설계
- FlexSim, OpenUSD 시각화, 합성 전력소비 데이터 통합
- 전력 제약 하 시퀀싱, 동시성 모델링, 안전한 시나리오 분석 지원
- 장기 디지털 팩토리 로드맵에 부합하는 재현 가능한 참조 아키텍처 구축

주요성과 (Impact)

- AI인프라 제조를 위한 확장 가능·재현 가능한 디지털 트윈 청사진 확립
- 전력 제약 하 처리량(Throughput) 개선
- Deloitte의 NVIDIA Physical AI 리더십 강화 및 AI인프라 밸류체인 내 신규 기회 창출

디지털팩토리 참조 아키텍처 구축



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

Digital Twin을 기반으로 미래형 제조공장을 구현하고 디지털 제조 전환 기반을 마련한 사례

B. 제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin) - B-5 자동차 제조 혁신

도입 배경 (Opportunity)

- 글로벌 자동차 제조사, 전사 제조 환경·생태계의 디지털 전환 추진
- Physical follows virtual (물리는 가상을 따른다) 원칙 하에 제조공정 테스트·예측·최적화를 위한 핵심 기술로 디지털트윈 채택 결정

적용 기술 (Solution)

- Deloitte, NVIDIA Omniverse 플랫폼을 활용해 테스트베드 캠퍼스의 디지털트윈 기초 구축
- 제조공정의 가상화가 어떻게 다양한 비즈니스·딜리버리 전략을 가능케 하는지 미래형 공장(Plant of the Future) 컨셉으로 구현

주요성과 (Impact)

- 디지털 제조 전환 기반 마련
- 경영진 대상 미래 공장 비전 제시
- 디지털 제조 전략 실행 지원

미래형 공장(Plant of the Future) 구현



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

실제 공장을 정밀하게 구현한 Digital Twin으로 생산 시뮬레이션과 협업 기반 의사결정을 지원한 사례

B. 제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin) - B-6 제조 디지털 트윈 Explorer

도입 배경 (Opportunity)

- 제조 시뮬레이션의 낮은 가시성과 협업 한계
- 엔지니어 중심 플랫폼의 활용성 개선 필요

적용 기술 (Solution)

- 고충실도(High-fidelity) 시뮬레이션을 경험할 수 있는 디지털 트윈 개발
- 공간 기반 생산 시뮬레이션 지원
- What-if 시나리오 분석 기능 제공

주요성과 (Impact)

- 생산 시나리오 비교·분석 효율 향상
- 실물 적용 전 리스크 사전 검증
- 협업 및 의사결정 지원 강화

실제 공장을 정밀하게 구현



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

LiDAR·항공영상·AI를 활용해 송전망 식생을 자동 분석하고, Digital Twin 기반으로 식생 점검 업무를 효율화 한 사례

C. 현장 자산의 자동 인식·점검 (Autonomous Inspection) - C-1 원격탐사 Physical AI를 활용한 송전망 식생 관리

도입 배경 (Opportunity)

- 미국 전력회사, 송전선 주변 수목 점검에 연간 약 6.5억 달러 투입 — 대부분 현장 인력의 수작업 방식
- 점검 비용 증가, 작업 효율 저하, 규제 준수 부담과 함께 산불 및 전력망 장애 위험 지속 증가
- 정확하고 효율적인 AI 기반 식생 관리 체계 구축 필요

적용 기술 (Solution)

- LiDAR·항공영상·AI 기반 식생 자동 분석
- 160만 그루 수목 대상 사전 점검 자동화
- Digital Twin 기반 전력망 상태 분석 및 관리
- 5만 Circuit Mile(약 80,467 km) 송전망 점검 디지털 전환

주요성과 (Impact)

- 사전 식생 점검의 15~35% 자동화로 운영 및 유지보수 비용 절감
- 산불 발생과 규제 리스크를 낮춰 전력망 안전성과 신뢰성 향상
- 현장 인력을 위험도가 높은 구간에 집중 배치하여 점검 생산성과 운영 효율성 제고

LiDAR·AI로 점검 판단 자동화



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

자율드론과 Vision AI를 활용해 전력망 자산 점검을 자동화하고, 센싱(드론 비행)-인지(AI 결함 탐지)-보고(실시간 전달) 전 과정을 하나의 Closed-loop로 구현한 사례

C. 현장 자산의 자동 인식·점검 (Autonomous Inspection) - C-2 자율드론 기반 전력망 자산 점검 혁신

도입 배경 (Opportunity)

- 미국 대형 에너지 기업, 기존 전력망 자산 점검 방식의 한계 직면
→ 느린 대응 속도, 수작업 인력의 안전 리스크, 결함 탐지 지연
- 지역사회와 핵심 인프라의 안전·성능 확보를 위해 전력망 점검의 효율성·신뢰성 제고가 시급한 과제로 대두

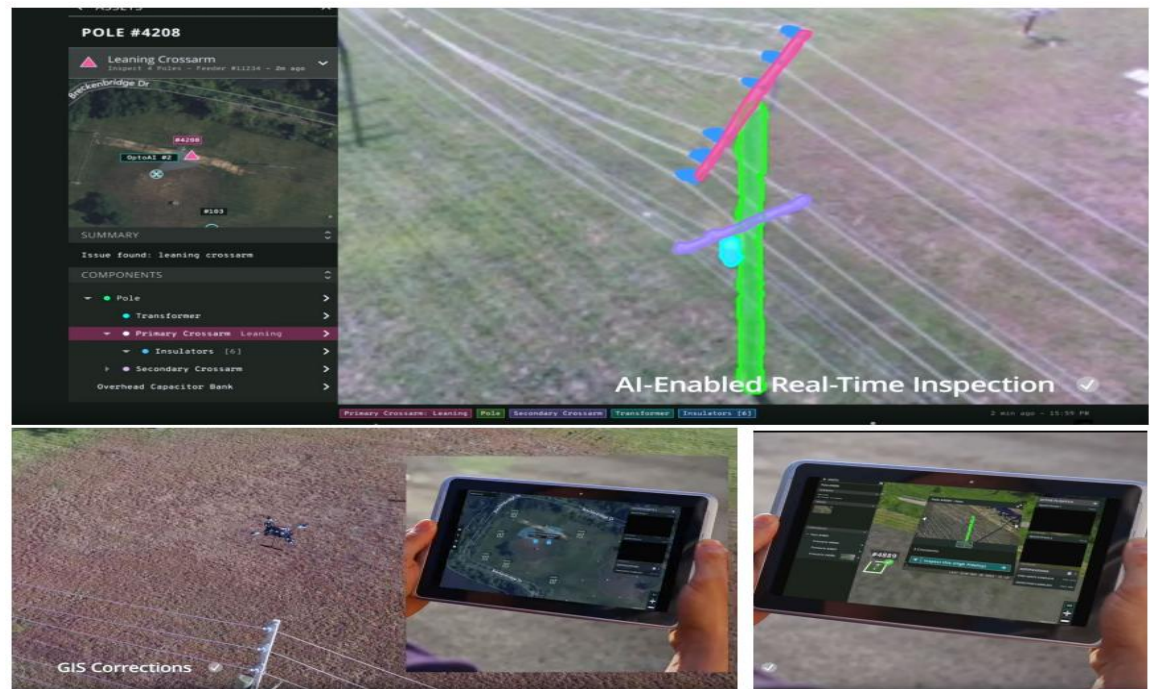
적용 기술 (Solution)

- NVIDIA Jetson·Omniverse 기반 자율드론 AI(OptoAI) 구축
- NVIDIA Jetson 하드웨어 및 Omniverse 기반 합성데이터(Synthetic Data)로 비전 AI 모델 학습
- 비행 중 결함 탐지·분석·보고가 가능한 실시간 자율 점검 구현

주요성과 (Impact)

- 드론 1회 운용 시간 약 1시간 → 30초로 대폭 단축
- 실시간 자동 결함 탐지로 작업자 안전성 향상, 수작업 점검 리스크 최소화
- 현장팀의 신속한 대응 체계 구축으로 전력망 장애 대응 속도 개선

자율드론·Vision AI 기반 점검 자동화



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

드론 영상과 컴퓨터비전을 활용해 전력망 자산의 결함을 자동 탐지·분석하고, 데이터 기반 자산관리 체계를 구축한 사례

C. 현장 자산의 자동 인식·점검 (Autonomous Inspection) - **C-3** 드론 영상 기반 지능형 자산 결함 탐지

도입 배경 (Opportunity)

- 캐나다 대형 전력회사, 전력망 복잡성 증가·예산 제약·기상 리스크 심화
- 숙련인력 은퇴·인력난으로 안전성·운영 연속성 위협
- 인력 의존적 점검 방식의 구조적 한계를 해소할 대안 필요

적용 기술 (Solution)

- 드론 영상과 컴퓨터비전을 결합한 Physical AI PoC 개발
- 전주 (Utility Pole) 부품 및 결함을 자동 탐지·분류
- 모델 학습용 라벨링 데이터셋 구축, Power BI 대시보드로 결과 시각화
- 드론 기반 데이터 수집·분석을 위한 실무 가이드라인 마련

주요성과 (Impact)

- 점검 소요시간 시간 단위 → 초 단위로 대폭 단축
- 수작업 점검 최소화로 작업자 안전성 향상
- 대규모 자산 인텔리전스 구축 및 예방 중심 유지보수 체계 실현
- 인력난 속에서도 점검 생산성·고객 신뢰성 동시 확보

수집된 영상을 AI로 분석해 자산관리 체계를 고도화



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

Digital Twin과 컴퓨터비전·강화학습을 활용해 로봇을 가상환경에서 학습·검증하고, Pick & Pack 공정을 자동화한 사례

D. AI 기반 로봇 자율화 (Autonomous Robotics) - D-1 가상 로봇 커미셔닝 (Pick & Pack Cell)

도입 배경 (Opportunity)

- 제조회사에서의 로봇 커미셔닝¹⁾은 긴 훈련 주기와 복잡한 통합 프로세스로 인해 비용 증가·구현 지연 문제 상존
- 수작업 비중이 높은 Pick & Pack 셀 영역에서, 배포 가속화·운영 리스크 감소·자동화 유연성 제고를 위한 효율적 접근 필요

적용 기술 (Solution)

- NVIDIA Omniverse 기반 디지털트윈을 활용해 로봇팔을 가상으로 커미셔닝 → 기존 수작업 키팅(Kitting) 방식 대체
- 컴퓨터비전(CV)과 강화학습(RL) 모델을 개발해 부품을 식별·픽업·배치
- 카메라 센서로 실시간 이미지 데이터를 제공해 정밀한 핸들링 지원

주요성과 (Impact)

- 운영 효율성 증대 및 다운타임 최소화
- 향후 자동화 이니셔티브를 위한 확장 가능한 프레임워크 제공
- 실물 훈련 최소화로 로봇 구현 속도·효율성 향상
- 가상 시뮬레이션·합성데이터 활용으로 모델 개발 가속화 및 리스크 절감

Digital Twin 기반 가상 커미셔닝으로 로봇 배포를 가속화



1) 커미셔닝(Commissioning)*은 제조·엔지니어링 분야에서 새로운 설비나 시스템을 설치한 뒤, 실제 가동에 들어가기 전에 설정·조정·검증하는 과정

피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

가상 훈련 환경과 병렬 강화학습을 통해 로봇 자율화의 개발 속도와 실험 효율성을 혁신한 Physical AI 개발 인프라 구축 사례

D. AI 기반 로봇 자율화 (Autonomous Robotics) - D-2 로보틱스 트레이닝

도입 배경 (Opportunity)

- 품질검사, 결함관리, 장애물 회피 등 규칙 기반 프로그래밍이 어려운 비정형 작업의 로봇 적용 한계
- 기존 방식으로는 현장의 유연한 판단력을 로봇에 구현하기에는 한계 존재

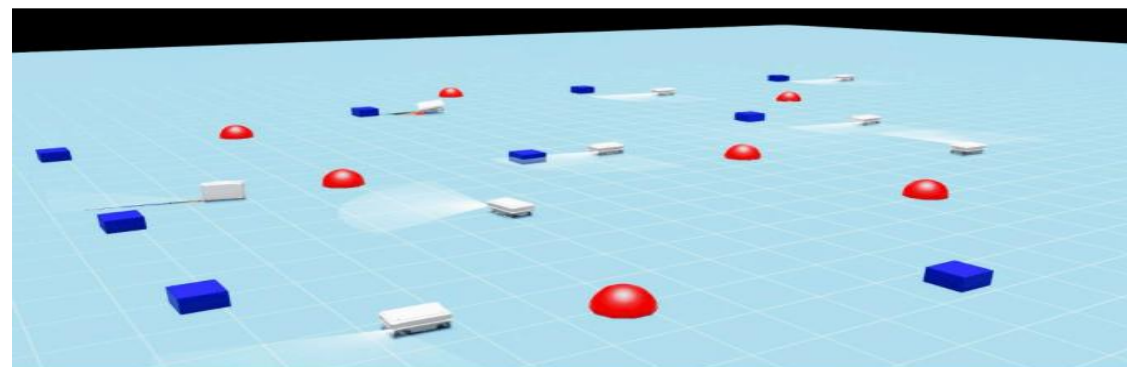
적용 기술 (Solution)

- NVIDIA 강화학습(RL) 프레임워크 기반 로봇 훈련 체계 구축
- 가상 환경(디지털 트윈)에서 로봇 동작을 반복 설계 및 최적화
- 고성능 GPU 및 가속 라이브러리를 활용한 다수 실험의 신속한 시도·반복

주요성과 (Impact)

- 다수의 가상 로봇을 동시에 학습시켜 훈련 효율성 극대화
- 현장 테스트 없이 가상 검증으로 불필요한 비용과 다운타임 제거
- 충돌·오작동 위험 없는 환경에서 수백만 회 반복 실험으로 신뢰도 향상
- 복잡한 실무 환경에서도 즉시 적용 가능한 수준의 로봇 성능 확보

로봇 자율화의 선행 준비 단계



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

Digital Twin과 IoT 데이터를 활용해 설비 상태를 실시간 모니터링하고 자산 운영 가시성을 높인 사례

E. 운영 의사결정 최적화 (Operational Intelligence) - E-1 스마트팩토리 자산 인텔리전스

도입 배경 (Opportunity)

- 제조업체는 보유 자산의 실시간 성능 현황에 대한 정확한 파악 필요성 증가
- 기존의 평면적 대시보드로는 공간과 현장을 반영한 직관적 데이터 이해에 한계
- 과거·실시간·합성 데이터를 활용하여, 설비 상태에 대한 예측·전망·인사이트 필요성 증가

적용 기술 (Solution)

- 실제 장비 제작에 사용된 동일한 CAD/CAM 리소스를 활용한 디지털 트윈 개발
- 부품 수준의 단위 데이터와 IoT 센서 데이터를 통합하여, 실물 장비를 정밀하게 반영하는 미러링(Mirroring) 구현

주요성과 (Impact)

- 공간 시각화 구현으로 설비 성능과 IoT 센서 데이터를 직관적으로 파악
- 물리적 현장 방문 없이도 자산 상태에 대한 통합적 상황 인지 (Perception) 능력 확보

설비·센서 데이터를 통합한 자산 미러링 구현



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

Vision AI를 활용해 매장 재고를 실시간 인식하고 재고 모니터링을 자동화한 사례

E. 운영 의사결정 최적화 (Operational Intelligence) - E-2 스마트 스페이스 리테일

도입 배경 (Opportunity)

- 매장 관리자는 재고 관리·품질 방지 등 다양한 업무를 동시에 처리해야 하나, 진열 상품과 이동을 지속적으로 직접 모니터링해야 하는 부담 존재
- 재고 모니터링 자동화를 위한 커스텀 객체탐지 모델 훈련에는 높은 비용과 확장성 부족 문제 상존

적용 기술 (Solution)

- Vision AI 기반 객체 탐지
- 상품 및 진열 재고 실시간 인식
- AI 기반 재고 모니터링 자동화

주요성과 (Impact)

- 재고 관리 업무 자동화
- 직원의 현장 모니터링 부담 감소
- 고객 응대 중심 업무로 전환

객체탐지 기반 재고 모니터링 환경 구현



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

AI 기반 경로 최적화를 통해 배송 효율을 높이고 물류 운영을 최적화한 사례

E. 운영 의사결정 최적화 (Operational Intelligence) - E-3 Compass AI 배송 물류

도입 배경 (Opportunity)

- 기존 라우팅 솔루션 대부분이 최적화 수준이 낮거나 연산 비용이 과도하게 높아 실시간 적용이 어려움
- 배송 제약조건을 반영한 차량 경로 최적화가 정적이고 확장 불가능한 구조에 머물러 있음

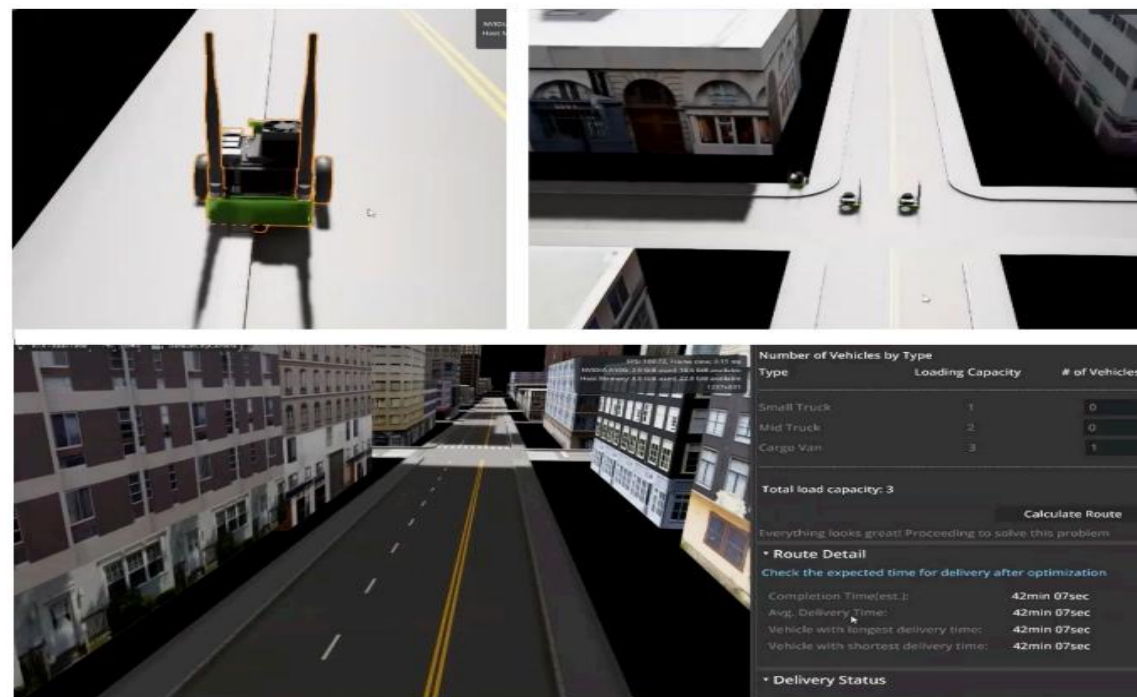
적용 기술 (Solution)

- NVIDIA cuOpt 라이브러리(Compass AI) 활용
- 확장 가능하면서도 실시간에 가까운 변화 추적이 가능한 라우팅 솔루션 구현
- 샌디에이고에서 최적화된 경로로 이동하는 로봇 PoC로 실증

주요성과 (Impact)

- 배송 경로 동적 최적화
- 배송 시간·운영비·연료 절감물류 운영 효율성 향상

실시간 동적 경로 최적화 구현



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

디지털 트윈을 활용해 창고 레이아웃과 AMR 운영을 사전 검증함으로써, 창고 운영 효율을 극대화한 피지컬 AI 사례

E. 운영 의사결정 최적화 (Operational Intelligence) - E-4 창고 운영

도입 배경 (Opportunity)

- 계절 변화에 대응하기 어려운 고정형 창고 운영
- 대부분의 창고는 모듈화·적응력이 낮고, 실제 실행 전 레이아웃을 테스트할 방법이 부족해 뒤늦게 문제 발생

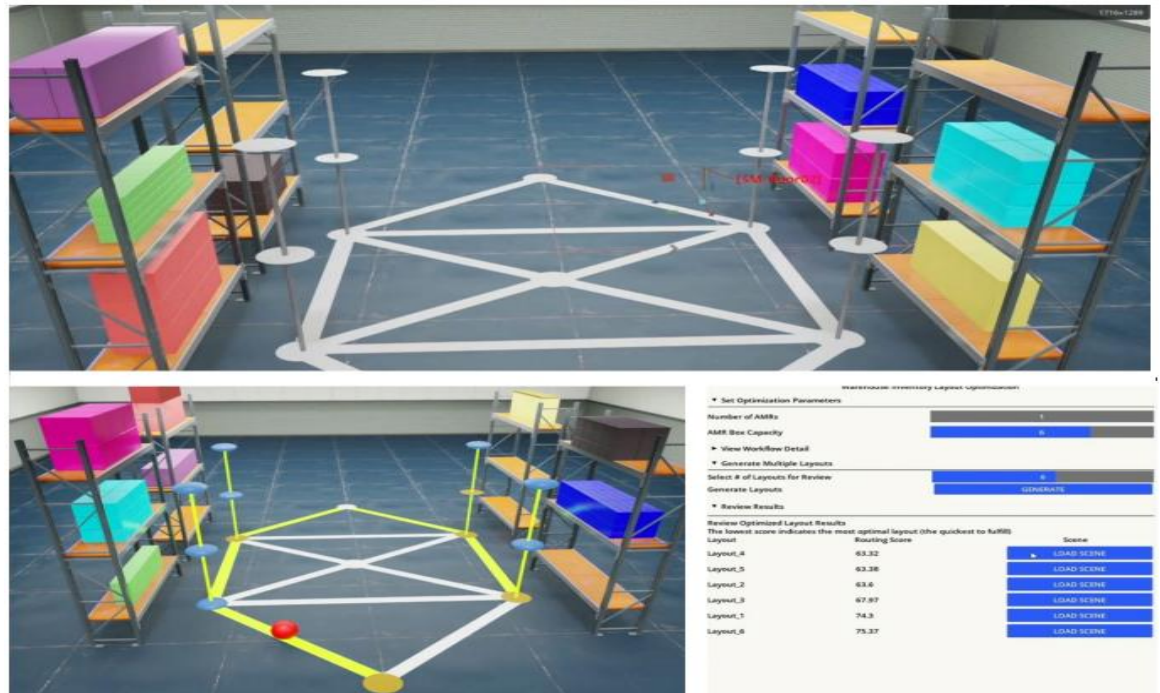
적용 기술 (Solution)

- 디지털 트윈(Digital Twin) 기반 창고 시뮬레이션 환경 구축
- 수백 개의 레이아웃을 가상 환경에서 비교·검증하여 최적안 도출
- AMR(Autonomous Mobile Robot) 피킹 경로 최적화 기능 포함

주요성과 (Impact)

- 레이아웃 변경에 따른 현장 적용 리스크 사전 최소화
- 계절별 수요 변화에 유연하게 대응 가능한 동적 창고 운영 체계 구현
- 시뮬레이션 기반 데이터 중심의 운영 의사결정 지원

레이아웃·경로 최적화 로직 구현



피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

디지털 AI 기반 제조 혁신을 위해 글로벌 제조 네트워크를 유형화하고, 9대 역량 그룹과 MGPP 로드맵으로 구체화한 전사적 청사진 수립 및 실행 기반 구축 사례

F. 전사 피지컬 AI 전략 수립 (Transformation & Governance) - F-1 전사 피지컬 AI 제조 청사진 전략

도입 배경 (Opportunity)

- 제조 네트워크 전반에서 Physical AI 및 첨단 역량이 어떻게 가치를 창출할 수 있는지에 대한 전사적 관점의 정책 방향 필요
- 글로벌 일관성과 현장별 유연성을 동시에 확보할 수 있는 통합 접근법 요구

적용 기술 (Solution)

- 글로벌 벤치마킹·현장 진단을 기반으로 FoM 전략 수립
- 제조 거점을 6개 아키타입으로 분류하고, 9개 핵심 역량 체계 정의
- 운영모델, 실행 로드맵(MGPP), 플레이북 및 변화관리 체계 구축

주요성과 (Impact)

- 프로그램·거점·제품 전반에 걸쳐 동기화된 실행 로드맵 제공
- 거점별 준비도 평가 및 전사 플레이북을 통해 실행 기반 마련
- 정량화된 가치사례와 변화계획을 통해 경영진 후원 강화 및 도입 가속화
- 차세대 FoM 전환을 위한 인력 확충 및 재교육 지원 체계 확보

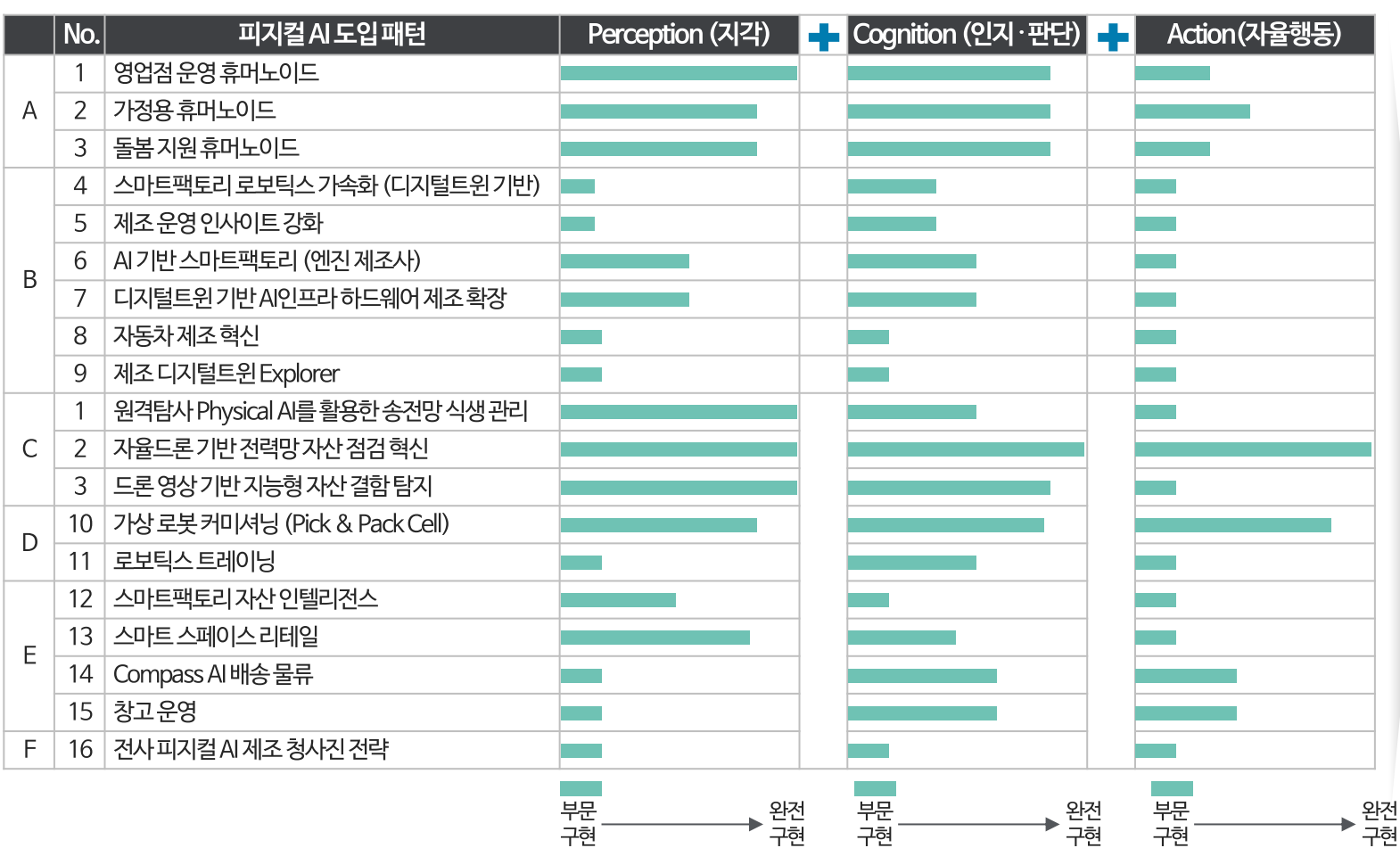
Factory of the Manufacturing (FoM) 전략 수립



피지컬 AI 도입 현황 및 확대 방향

글로벌 사례를 피지컬 AI의 핵심 요소인 지각(Perception)-인지·판단(Cognition)-자율행동(Action)을 기준으로 분석한 결과, 피지컬 AI는 '인식·판단' 영역에서는 상당한 성숙도에 도달했으나, '자율행동' 영역에서는 여전히 초기 단계에 있습니다.

피지컬 AI 핵심 구성 요소 별 구현 수준



피지컬 AI 도입 사례의 주요 특징

Insights 1 산업 전반으로 적용 범위 확대

- 전력·에너지(점검), 제조(공정 최적화), 물류(경로·재고), 리테일(모니터링) 등 부문으로 적용 사례 확산 중
- 자산 관리·생산 운영·의사결정 지원 등 기능적 범위도 함께 확대
- 적용 산업은 확대되고 있으나, 산업별 구현 수준 (Perception-Cognition-Action 완결성)에는 편차 존재

Insights 2 인식·판단 중심으로 확산 중

- 사례 중 다수가 센싱·데이터 분석·최적화 시뮬레이션 단계에서는 상당한 기술적 성숙도 확보
- 실제 물리적 행동(Action)까지 자율적으로 완결한 사례는 자율드론·로봇 피킹 등 일부 국소적 태스크에 한정

Insights 3 Digital Twin은 핵심 인프라

- 제조 분야 다수 사례에서 실물 적용 전 공정·설비·로봇을 가상환경에서 사전 검증·최적화하는 역할 수행
- 물리적 배치의 시행착오·투자 리스크를 최소화하는 전(前)단계 필수 기반기술로 자리매김

피지컬 AI 도입 패턴 및 기대 효과

피지컬 AI는 현장 자동화에서 운영 최적화, 전사 확산으로 발전하며 생산성·안전성·운영 효율을 동시에 혁신하는 차세대 산업 운영 모델로 진화하고 있습니다.

피지컬 AI 도입 패턴		주요 적용 산업	핵심 적용 기술 (사례 #)	피지컬 AI 도입 효과				
				자동화	최적화	예측	안전	확장성
A	인간 중심 휴머노이드 협업·서비스 (Humanoid Collaboration & Service)	• 금융, 헬스케어, 가전	• VLA 파운데이션 모델 기반 추론·상호작용 • 센서 기반 물리 환경 인지(지각 파이프라인) • 배포 전 Isaac Sim/Lab으로 검증	• 노동력 부족·반복업무 부담 완화 • 일관성·상시성 확보(지점 간 표준화, 24시간 생활지원, 상시 모니터링) • 데이터·KPI 기반 운영 가시성 확보				
B	제조공정의 가상 검증 및 최적화 (Simulation & Digital Twin)	• 자동차, 제조, 반도체	• Omniverse 디지털트윈, 센서/IoT, 시뮬레이션	• 실제 생산 전 공정·설비를 가상 검증하여 시행착오 및 투자 리스크 최소화 • 생산라인·전력·설비 운영을 최적화하여 생산성과 자원 활용도 향상 • 공정 변경 및 신규 라인 구축 기간을 단축하여 생산 대응 속도 향상				
C	현장 자산의 자동 인식·점검 (Autonomous Inspection)	• 전력, 유틸리티, 에너지	• 드론, LiDAR, 컴퓨터비전, 실시간 결함 탐지 (A1, A2, A3)	• 인프라 자산 점검 자동화를 통한 운영 비용 및 소요 시간 절감 • AI 기반 이상 탐지로 설비 장애·안전사고·산불 등 위험 조기 예방 • 예방 중심 유지보수 체계 구축으로 자산 신뢰성과 운영 안정성 향상				
D	AI 기반 로봇 자율화 (Autonomous Robotics)	• 제조, 스마트팩토리	• 강화학습, 합성데이터, 가상-물리 전이 (C1, C2)	• 가상환경에서 로봇을 학습·검증하여 현장 적용 기간 단축 • 반복·위험 작업 자동화로 생산성 및 작업 안전성 향상 • 확장 가능한 로봇 운영체계를 구축하여 제조 자동화 수준 고도화				
E	운영 의사결정 최적화 (Operational Intelligence)	• 제조, 물류, 리테일	• IoT, 객체탐지, 경로최적화, 디지털트윈 (D1, D2, D3, D4)	• 설비·재고·물류 데이터를 통합 분석하여 운영 가시성 확보 • AI 기반 실시간 최적화로 운영 효율성과 자산 활용률 향상 • 시뮬레이션 기반 의사결정으로 비용 절감 및 생산계획 정확도 향상				
F	전사 피지컬 AI 내재화 (Transformation & Governance)	• 제조 전반	• 딜로이트 운영 모델 (E1)	• 전사 차원의 Physical AI 전략과 실행 로드맵 수립 • 표준 운영모델과 확산 체계를 마련하여 글로벌 적용 기반 확보				

Table of Contents

01. 피지컬 AI의 부상과 시장 전망

02. 피지컬 AI의 작동 원리와 기술 생태계

03. 피지컬 AI 산업 적용 사례

04. 피지컬 AI 도입 전략과 확산 방향

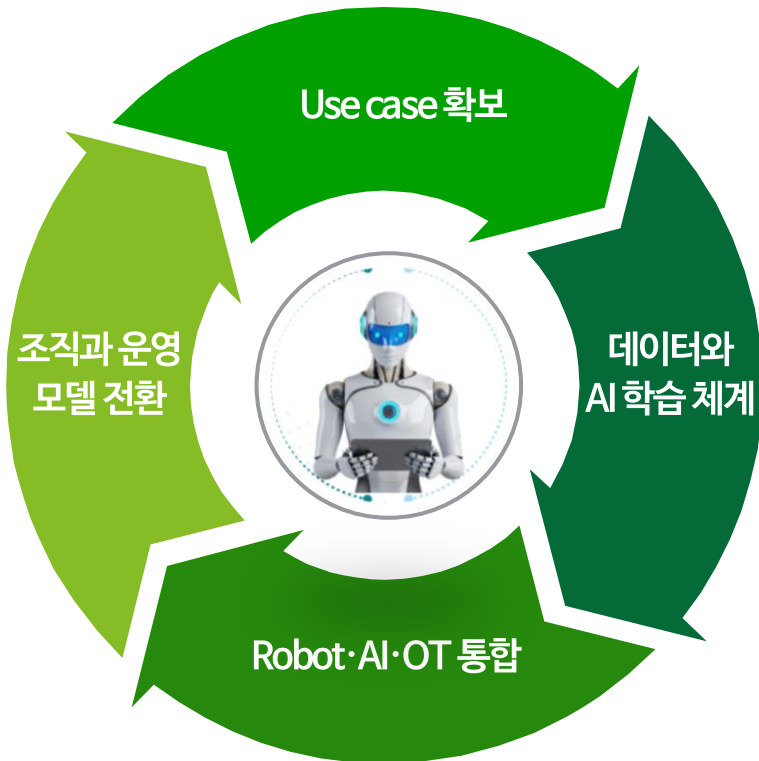
- 기업의 피지컬 AI 도입 시 선결 조건과 전략
- 산업 현장이 지향하는 피지컬 AI

05. 딜로이트 피지컬 AI 서비스 역량

피지컬 AI 도입 전략

피지컬 AI는 검증 가능한 영역부터 단계적으로 도입해야 합니다. 단, 데이터·AI·로보틱스·운영체제가 함께 전환되어야 실질적인 산업 현장 성과로 이어질 수 있습니다.

기업의 피지컬 AI 도입 시 선결 요건



4대 피지컬 AI 도입 전략 (What to do)

범위가 좁고 검증된 Usecase 확보

- 변수가 적고 결과 예측이 가능한 단위 작업(점검, 피킹 등) 우선 적용
- PoC를 통한 기술·경제성 검증 후, ROI가 확인된 영역부터 단계적 확장
- 처음부터 "임팩트가 큰 과제"보다 "완결 가능성이 높은 과제"를 우선순위로 설정

데이터와 AI 학습 체계 구축

- 실행의 기반이 되는 학습 인프라 선확보
- Vision AI 학습 데이터 확보
- Digital Twin·Synthetic Data 활용한 사전 검증
- 지속적인 모델 개선 파이프라인 구축

로봇·AI·OT 통합

- Vision AI, Robotics, Edge AI 연계
- PLC¹⁾·MES·IoT와의 통합
- 물리적 실행(Action) 단계의 안전성·신뢰성 검증에 우선 투자
(사례에서 이 단계가 현재 가장 뒤쳐진 영역)

조직과 운영모델 전환

- 기술 전환과 조직 전환의 동시 추진
- 운영 프로세스 재설계
- AI 거버넌스(책임 소재, 안전 기준) 구축
(실행 단계 확산의 실질적 병목)
- Workforce Reskilling 추진

1) PLC (Programmable Logic Controller, 프로그래머블 로직 컨트롤러) :공장의 기계·설비를 직접 제어하는 산업용 컴퓨터

산업 현장이 지향하는 피지컬 AI

피지컬 AI는 개별 자동화를 넘어 자율 운영체계로 발전하고 있으며, 산업은 검증된 기술을 기반으로 적용 범위와 자율성을 단계적으로 확대하고 있습니다.

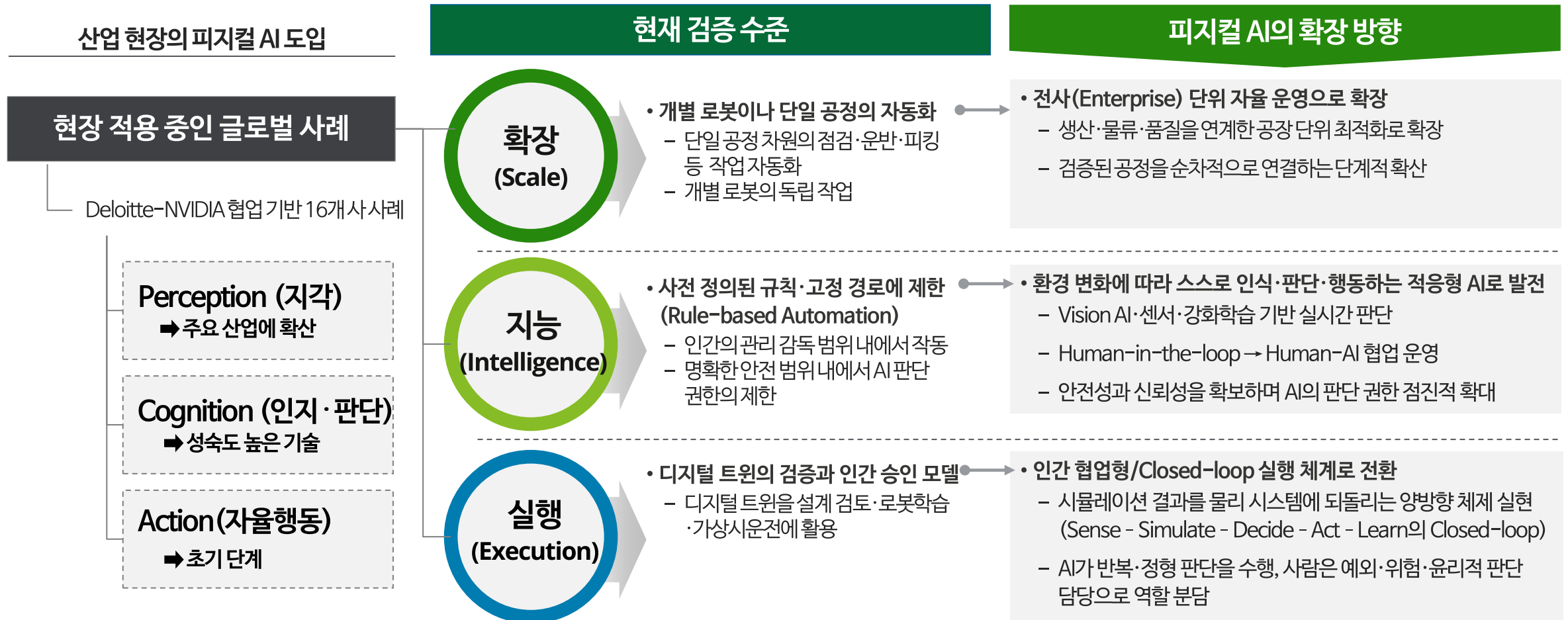


Table of Contents

01. 피지컬 AI의 부상과 시장 전망

02. 피지컬 AI의 작동 원리와 기술 생태계

03. 피지컬 AI 산업 적용 사례

04. 피지컬 AI 도입 전략과 미래 방향

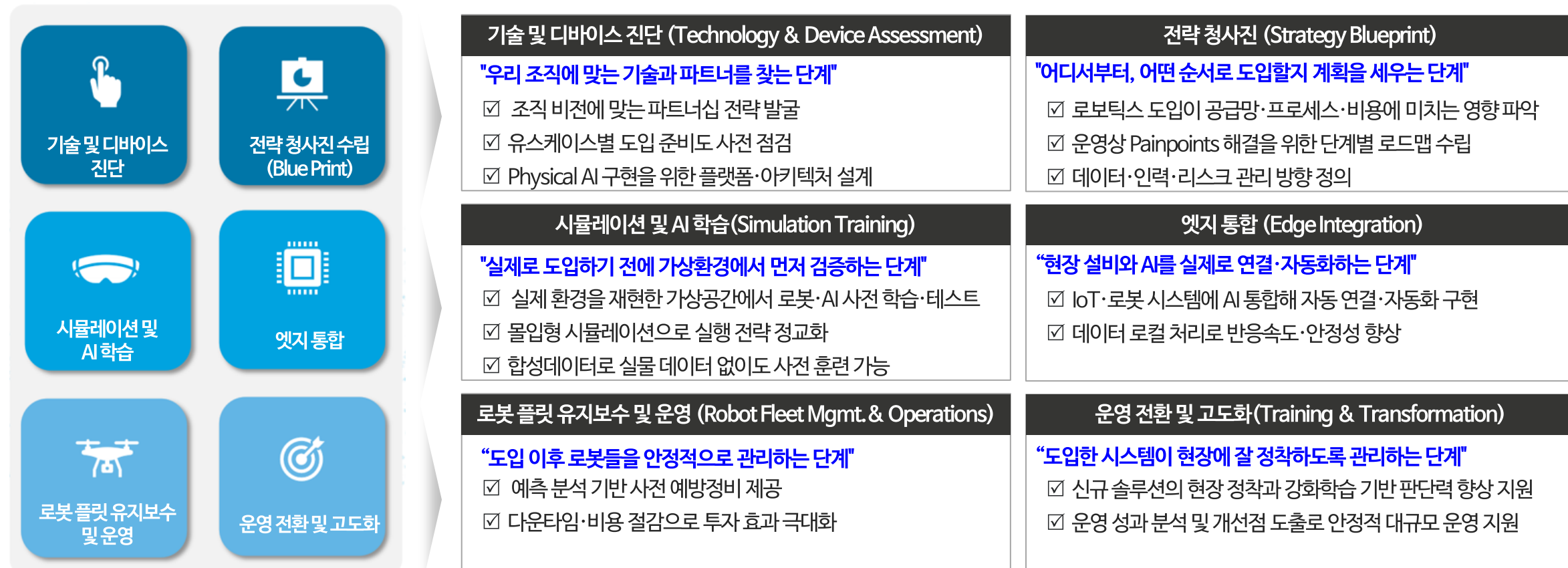
05. 딜로이트 피지컬 AI 서비스 역량

- 피지컬 AI 도입 전략 방향
- 피지컬 AI 도입 절차
- 로보틱스 역량
- 시뮬레이션 환경에서 지능형 시스템의 설계·학습·배포 지원
- 딜로이트 피지컬 AI 전문 인력
- 피지컬 AI 도입 효과

피지컬 AI 도입 전략 방향

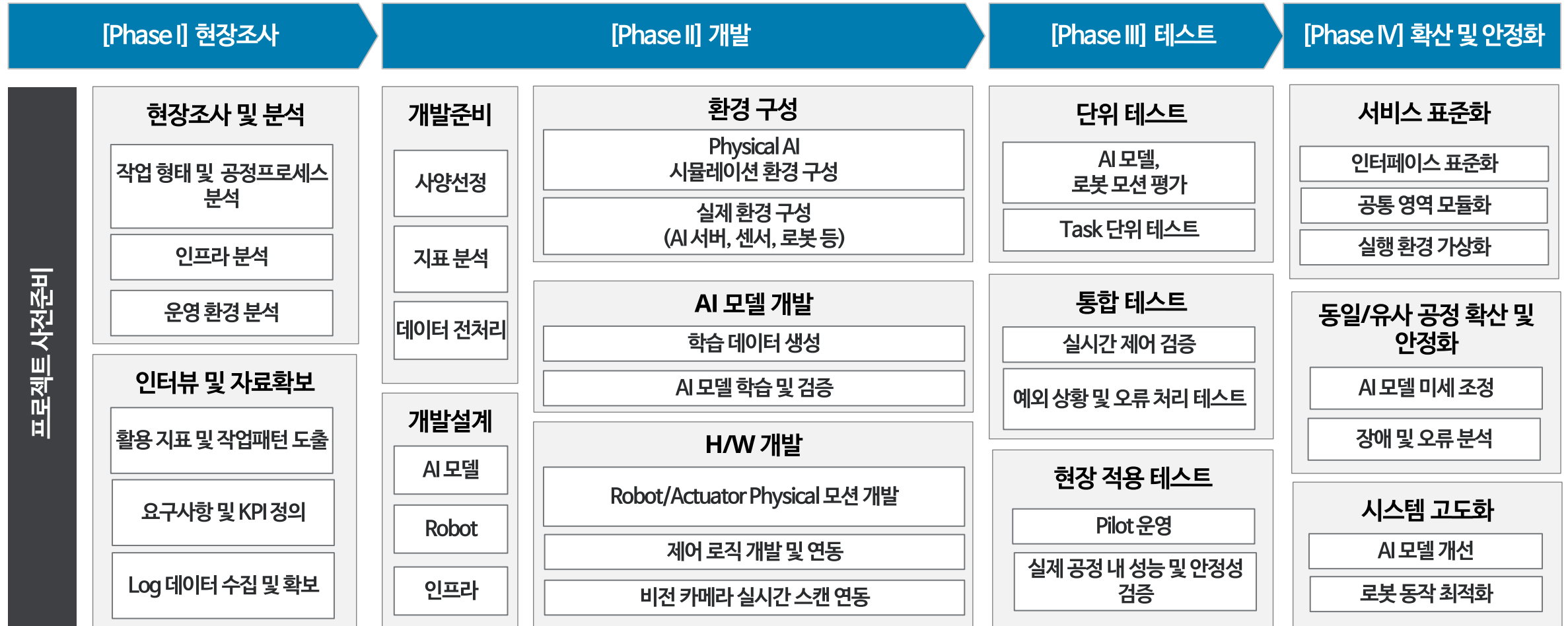
피지컬 AI는 기술 도입을 넘어 운영 전환을 요구합니다. Deloitte는 전략 수립부터 시뮬레이션, 현장 구축, 운영 고도화까지 피지컬 AI의 전 과정을 End-to-End로 지원합니다.

Physical AI 구현을 위한 End-to-End 서비스



피지컬 AI 도입 절차

딜로이트는 다수의 유사 프로젝트 경험으로 축적한 Physical AI 방법론을 기반으로, 현장 조사부터 개발과 기술 검증(PoC)까지 단계적으로 수행하고 검증된 결과를 바탕으로 실제 현장 적용까지 추진합니다.



딜로이트의 로보틱스 역량

딜로이트는 로보틱스 혁신과 변화관리를 선도하며, 휴머노이드 로보틱스 도입을 위한 전략 수립을 지원합니다.

1 AI 시장 지위



- AI 분야 글로벌 리더십 및 전문인력 보유
- 고객 공동 혁신(Co-innovation) 지원
- AI CoE 기반 기술 혁신 및 시장 대응
- Smart Factory 기반 Industry 4.0 실증



2 로보틱스 전문성



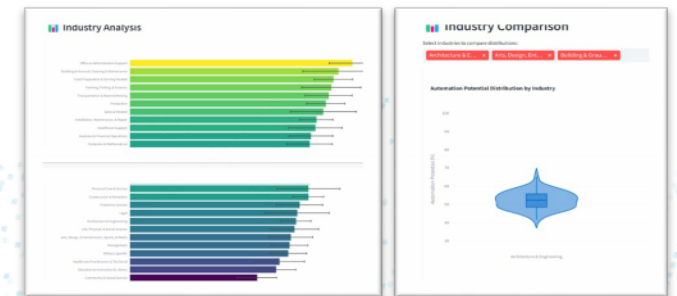
- NVIDIA 기반 AI·로보틱스 전문 역량
- NVIDIA Jetson 기반 임베디드 엣지 컴퓨팅
- 의료·산업용 로보틱스 설계 및 규제 대응
- 실시간 고성능 Computer Vision 구현



3 변화 준비 역량



- AI·자동화 전환을 위한 변화관리 전문성
- Workforce Ecosystem 기반 조직 전환
- Workforce Analyzer 기반 자동화 기회 발굴
- Strategic Workforce Planning 및 Reskilling 지원



비즈니스 역량

시뮬레이션 학습

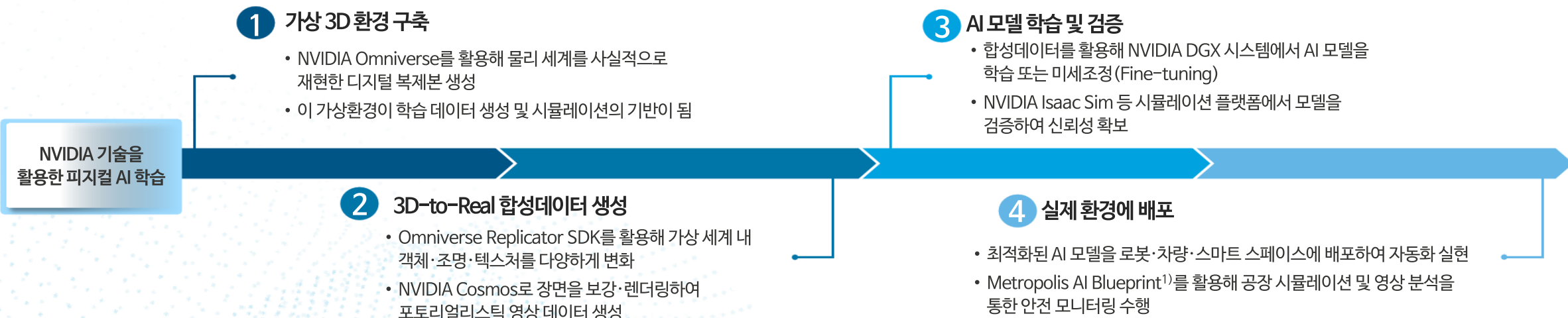
엣지 통합

로봇 플릿 유지보수 및 운영 운영 전환 및 고도화

시뮬레이션 환경에서 지능형 시스템의 설계·학습·배포 지원

딜로이트는 NVIDIA Omniverse 기반의 디지털 트윈과 합성데이터를 활용하여, 피지컬 AI의 설계, 학습, 검증, 배포 전 과정을 지원하고, 고객의 산업 현장 적용을 가속화합니다.

시뮬레이션과 합성데이터를 활용한 지능형 시스템 설계·배포



협업 기반 혁신을 통한 자동화 가속화



실시간 3D 설계 협업 및 시뮬레이션 지원

- 객체탐지용 컴퓨터비전 모델 학습을 위한 합성데이터 생성
- 생성된 데이터를 활용해 객체 조작(Object Interaction)을 위한 강화학습 모델 학습



Deloitte.

로봇팔 자동화를 위한 Omniverse 디지털트윈 활용

- 부품을 탐지·우선순위화하는 컴퓨터비전 모델 개발
- Smart Factory 환경에서 Pick-and-Place 작업을 위한 강화학습 모델 학습



기대효과

- 합성데이터, 가상 시뮬레이션, 실시간 센서 통합을 구축하여 더 빠른 학습 실현
- WSU NIAR 연구소와의 협업을 통해 설치 리스크 감소
- 공동 개발·테스트를 통한 효율성 증대

1) Metropolis는 NVIDIA가 제공하는 비전 AI(Vision AI) 애플리케이션 개발 플랫폼

딜로이트 피지컬 AI 전문 인력

딜로이트는 Physical AI 전문 인력을 기반으로 전략 수립부터 AI 개발, 로봇 통합 제어, 현장 확산(Scale-up)까지 End-to-End 실행 역량을 제공해 고객사의 자동화 전환 속도를 높이고 기술 리스크를 최소화합니다.



이 중 희
Partner

- 로봇 사업 전략 수립, 실행 방안 및 과제 수행
- Vision AI, 설비 진단, 예측 정비 모델 개발·실행
- 스마트팩토리 및 공장 자동화 전략 및 실행 방안



정 창 모
Partner

- 제조기업 AI 트랜스포메이션 전략
- 최적화 알고리즘 개발, 실행
- 스마트팩토리 데이터 플랫폼 설계/구축



유 건 우
Senior Consultant

- 로봇 시스템(Robot, PLC, Sensor 등) 구축
- 로봇 시뮬레이션을 통한 OLP 구현
- 설비 예지보전 개발·제조 공정 품질 최적화

피지컬 AI 도입 효과

피지컬 AI는 비용·품질·생산성·안전을 동시에 개선하며 제조 운영을 데이터 기반의 지능형 시스템으로 전환합니다.

1

비용 절감 및 운영 안정화 (Cost Reduction & Operational Stability)

불량·재작업·비가동 시간(Downtime)을 줄여 비용을 절감하고, 예측 유지보수(Predictive Maintenance)를 통해 유지관리 비용과 운영 리스크를 감소시킴

2

품질 일관성 및 정밀도 향상 (Quality Consistency & Precision)

AI 기반 Vision 인식·실시간 보정 기능을 통해 작업자의 숙련도 차이에서 발생하는 품질 편차를 최소화하고, 미세 단위 정밀 작업에서도 균일한 품질을 유지할 수 있음

3

생산성 증대 및 공정 효율화 (Higher Productivity & Process Efficiency)

24/7 무중단 운영이 가능하며, Cycle Time 단축과 Setup Time 감소를 통해 전체 공정 처리량을 높이고 변동성이 높은 제조 환경에서도 안정적으로 생산성 확보

4

안전성 강화 및 리스크 감소 (Enhanced Safety & Risk Reduction)

고온·고충량·협소 공간 등 고위험 작업을 로봇이 수행함으로써 사고 가능성을 낮추고, 국제 안전 표준 기반의 제어 체계를 통해 작업 환경의 안전성 향상

5

확장성·유연성 확보 및 데이터 기반 고도화 (Scalability, Flexibility & Data-driven Optimization)

비정형 공정에도 쉽게 적용 가능하며 모듈형 구조로 라인 간 확장이 용이하며, Vision + Robotics 융합 데이터를 기반으로 예측 제어, Digital Twin 기반 의사결정 등 지능형 제조 운영 체계로 지속 고도화 가능

참고자료

- 1) NVIDIA Newsroom(2025.1.6), NVIDIA Expands Omniverse With Generative Physical AI, <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-expands-omniverse-with-generative-physical-ai>
- 2) The Week(2025.12.16), The Robot Revolution, <https://theweek.com/tech/robot-revolution-ai?utm>
- 3) Business 2.0(2026.6.15), Global Physical AI Market Size Trends and Statistics by Country and Sector 2026–2030, <https://business20channel.tv/global-physical-ai-market-size-trends-and-statistics-by-country-and-sector-2026-2030-15-june-2026>
- 4) Goldman Sachs(2024.2.27), The global market for humanoid robots could reach \$38 billion by 2035, <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/the-global-market-for-robots-could-reach-38-billion-by-2035>
- 5) ABI Research(2025.6.31), The Global Robotics Market Outlook, https://www.abiresearch.com/blog/global-robotics-market-outlook?utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=etf_sem_ga_brand_cmp&utm_term=ETF+Securities&utm_content=ETF+Securities++Brands++Phrase
- 6) Global Print Monitor(2024. 7.10), Service Robots Growing 6x Faster than Industrial Robots: Market Revenue to Jump by 66% and Hit \$55 Billion by 2028, <http://www.bus-fin.globalprintmonitor.info/en/econ/economic-outlook/global/69284-service-robots-growing-6x-faster-than-industrial-robots-market-revenue-to-jump-by-66-and-hit-55-billion-by-2028>
- 7) IFR(International Federation of Robotics, 2025.3.25), China to Invest 1 Trillion Yuan in Robotics and High-Tech Industries, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/china-to-invest-1-trillion-yuan-in-robotics-and-high-tech-industries>
- 8) China Daily(2026.6.3), Partnership highlights nation's growing AI strength, <http://www.chinadaily.com.cn/a/202606/03/WS6a1f6770a310d6866eb4c18b.html>
- 9) Forbes(2025. 7.2), 13 Million Humanoid Robots Will Walk Among Us By 2035, https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2025/07/02/13-million-humanoid-robots-will-walk-among-us-by-2035/?utm_campaign=Robot%2BNewsletter&utm_medium=web&utm_source=Robot_Newsletter_19
- 10) 글로벌이코노믹(2026.5.22), '인력난의 끝' 휴머노이드 로봇... 2050년 6035조 시장 열린다, https://www.g-enews.com/article/Global-Biz/2026/05/2026052122022925182bd56fbc3c_1
- 11) WISE GUY Reports(2026.4), 글로벌 의료용 마이크로 로봇 시장 조사 보고서, <https://www.wiseguyreports.com/ko/reports/medical-micro-robots-market>
- 12) Straits Research(2026.6.18), 물류 분야 AI 시장 규모, 점유율 및 트렌드 분석 보고서, <https://straitsresearch.com/ko/report/ai-in-logistics-market>
- 13) MSUToday Weekly Update(2025.11.25), Ask the expert: Agricultural drones are reshaping farming, <https://msutoday.msu.edu/news/2025/11/agricultural-drones-are-reshaping-farming>
- 14) APPTRONIK(2025. 3. 18), Apptronik Closes Additional Series A Funding, https://apptronik.com/news-collection/apptronik-closes-additional-series-a-funding?utm_source=thedeepview&utm_medium=newsletter&utm_campaign=figure-to-debut-next-gen-humanoid-robot
- 15) Palmer, Annie (February 29, 2024), Humanoid robot startup Figure AI valued at \$2.6 billion as Bezos, OpenAI, Nvidia join funding, <https://www.cnbc.com/2024/02/29/robot-startup-figure-valued-at-2point6-billion-by-bezos-amazon-nvidia.html>
- 16) The New York Times(2024.11.4) Physical Intelligence, a Robot A.I. Specialist, Raises Millions From Bezos, https://www.nytimes.com/2024/11/04/business/dealbook/physical-intelligence-robot-ai.html?utm_campaign=The%20Batch&utm_source=hs_email&utm_medium=email&_hsenc=p2ANqtz--PChA-PmMEKM6nNL57xElvfnwLDxDV5Sq2kxmwxwYJVU8kg0gGwVFMbTJoU5HEeqGEgV99
- 17) CBInsights(2024.10.14), Path Robotics has raised \$271M over 6 rounds., <https://www.cbinsights.com/company/path-robotics/financials>



앱스토어, 구글플레이/카카오톡에서 ‘**딜로이트 인사이트**’를 검색해보세요.
더욱 다양한 소식을 만나보실 수 있습니다.

Deloitte.

Contact us

krinsightsend@deloitte.com

Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL"), its global network of member firms, and their related entities (collectively, the "Deloitte organization"). DTTL (also referred to as "Deloitte Global") and each of its member firms and related entities are legally separate and independent entities, which cannot obligate or bind each other in respect of third parties. DTTL and each DTTL member firm and related entity is liable only for its own acts and omissions, and not those of each other.

DTTL does not provide services to clients. Please see www.deloitte.com/about to learn more. Deloitte Asia Pacific Limited is a company limited by guarantee and a member firm of DTTL. Members of Deloitte Asia Pacific Limited and their related entities, each of which are separate and independent legal entities, provide services from more than 100 cities across the region, including Auckland, Bangkok, Beijing, Hanoi, Hong Kong, Jakarta, Kuala Lumpur, Manila, Melbourne, Osaka, Seoul, Shanghai, Singapore, Sydney, Taipei and Tokyo.

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL"), its global network of member firms or their related entities (collectively, the "Deloitte organization") is, by means of this communication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser.

No representations, warranties or undertakings (express or implied) are given as to the accuracy or completeness of the information in this communication, and none of DTTL, its member firms, related entities, employees or agents shall be liable or responsible for any loss or damage whatsoever arising directly or indirectly in connection with any person relying on this communication.

DTTL and each of its member firms, and their related entities, are legally separate and independent entities.

본 보고서는 저작권법에 따라 보호받는 저작물로서 저작권은 딜로이트 안진회계법인(“저작권자”)에 있습니다. 본 보고서의 내용은 비영리 목적으로만 이용이 가능하고,

내용의 전부 또는 일부에 대한 상업적 활용 기타 영리목적 이용시 저작권자의 사전 허락이 필요합니다. 또한 본 보고서의 이용시, 출처를 저작권자로 명시해야 하고 저작권자의 사전 허락없이 그 내용을 변경할 수 없습니다.