



Deloitte.

산업 현장에서 실증된 Physical AI

Physical AI 도입을 통한 차세대 제조 경쟁력 확보 방안

Deloitte가 구현한 Physical AI
: 현장의 가변성을 극복하고, 제조의 유연성을 완성

2026년 3월 | Deloitte Insights

Image generated by AI

Physical AI는 미래 산업 현장의 경쟁력을 결정합니다.



이중희 파트너

Physical AI 리더 | 컨설팅 부문
한국 딜로이트 그룹

 02-6676-3175

 joonghlee@deloitte.com

오늘날 제조 현장은 인력 부족, 안전 규제 강화, 공급망 재편이라는 복합적 위기에 직면했습니다. 이제 기업의 경쟁력은 단순 자동화를 넘어 현장의 가변성을 스스로 인지하고 최적화하는 ‘지능형 제조 환경’ 구축에 달려 있습니다.

딜로이트는 Vision AI와 로봇 제어 기술을 융합한 실증 프로젝트를 통해 고위험·고정밀 공정의 자동화 가능성을 현장에서 검증해 왔습니다.

또한 글로벌 로봇 및 센서 기업들과의 파트너십을 기반으로, 산업별 특성에 최적화된 딜로이트 고유의 Physical AI 구현 모델을 지속적으로 고도화하고 있습니다.

본 리포트는 다년간 축적된 실무 경험과 방법론을 바탕으로, 기업이 지능형 제조 환경으로 도약하기 위한 Physical AI 실증 사례와 실행 방향을 제시합니다.

I. Physical AI 등장 배경

Physical AI가 왜 부상하고 있는가?

II. Physical AI 정의

Physical AI는 무엇인가?

Physical AI는 어떻게 동작하는가?

III. 딜로이트 사례로 본 실전 적용

Physical AI는 제조 현장에 어떻게 도입되고 있는가?

IV. Physical AI 도입 효과

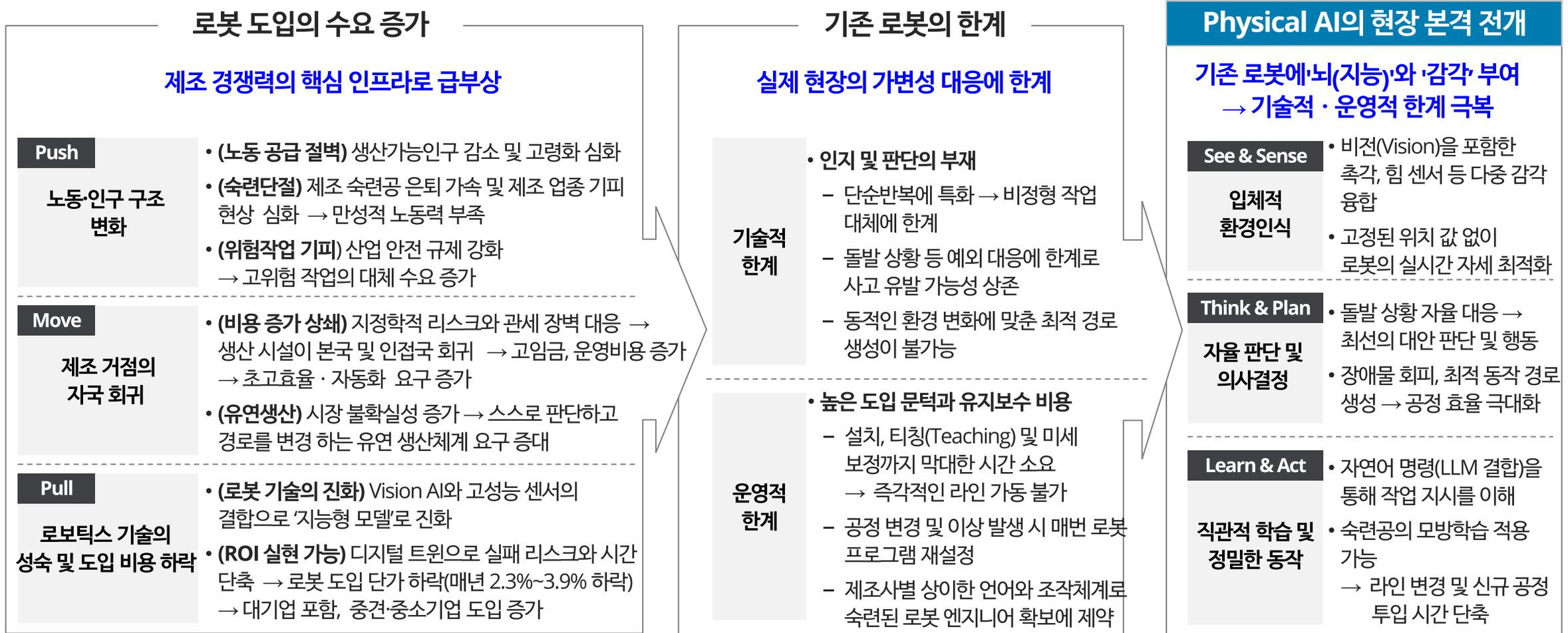
Physical AI 도입으로 무엇을 기대할 수 있는가?

V. 딜로이트의 Physical AI 구축 역량

딜로이트는 Physical AI 도입을 어떻게 지원하는가?

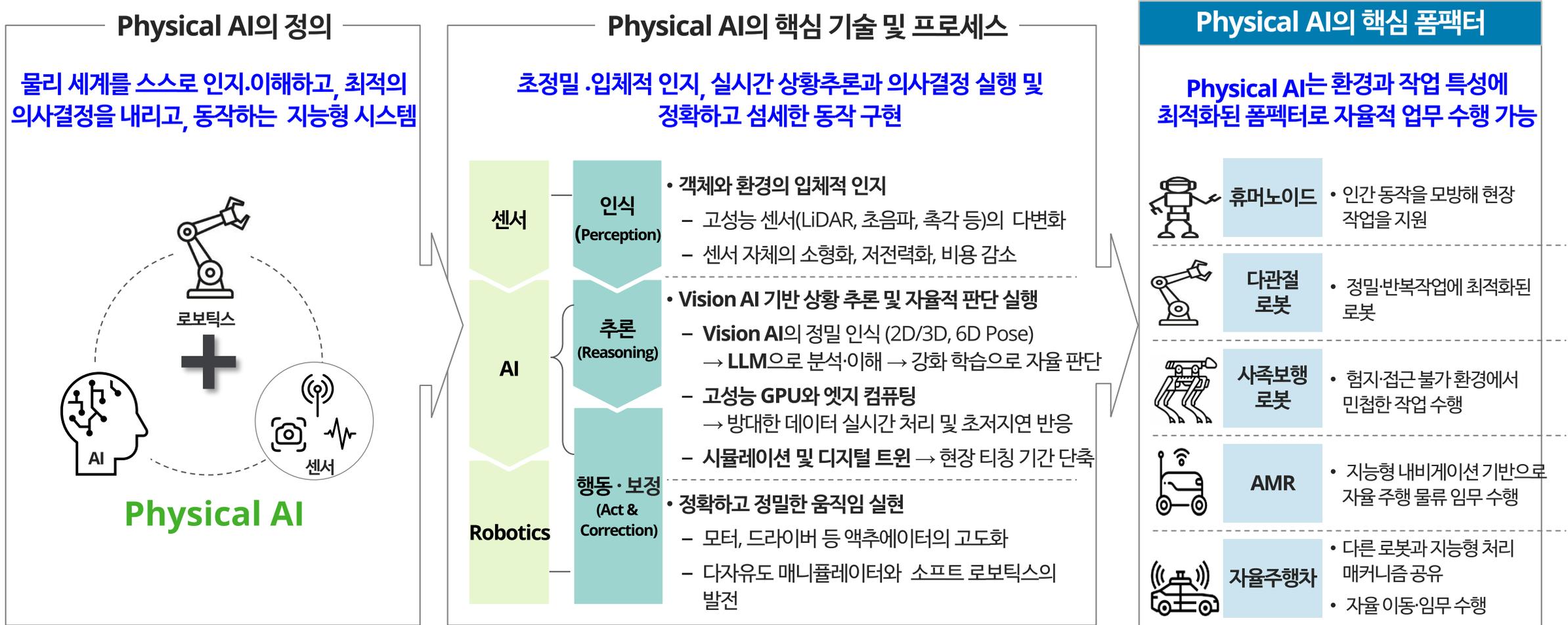
Physical AI가 왜 부상하고 있는가?

Physical AI는 기존 자동화 로봇 인프라가 직면한 ‘현장의 비정형성·가변성’을 극복하고, 스스로 인지·판단함으로써, 제조 공정의 지능화를 실현하는 핵심 인프라로 부상했습니다.



Physical AI는 무엇인가?

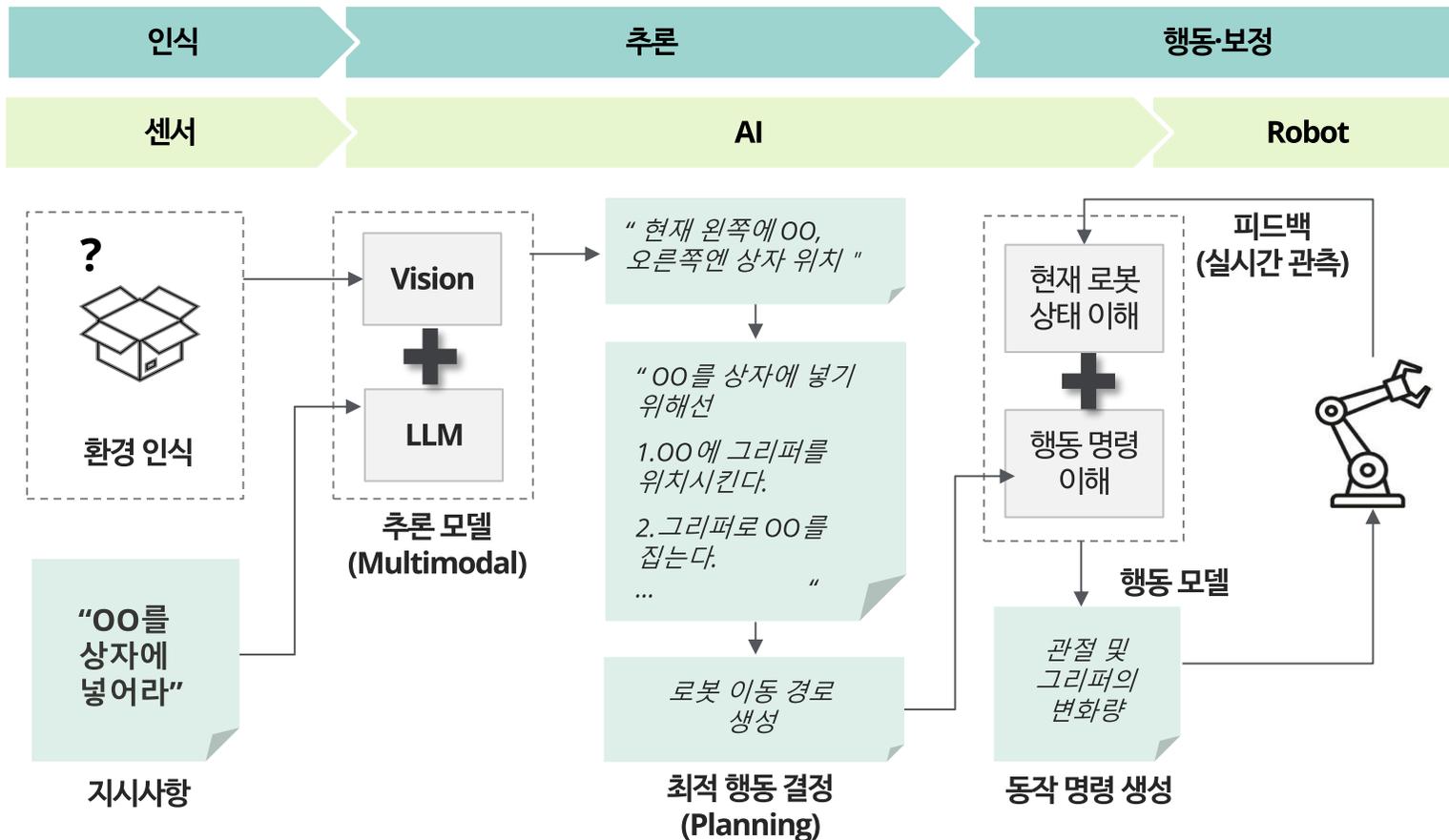
Physical AI는 고성능 센서, AI, 로봇틱스가 결합된 지능형 시스템으로, 작업 환경에 최적화된 폼팩터로 구현되어 물리적 환경을 스스로 이해하고 자율적인 판단과 행동을 수행합니다.



Physical AI는 어떻게 동작하는가?

Physical AI는 인지-추론-행동의 실시간 피드백 루프를 통해 동작하며, 실행 중 발생하는 오차와 돌발 변수를 즉각 감지하고 스스로 동작을 수정하는 '실시간 보정 능력'을 통해 현장의 가변성을 극복하고 운영의 연속성을 완성합니다.

Physical AI의 수행 절차 예시



Physical AI 동작 원리

입체적 인지, 자율적 판단 및 정밀 실행의 구조로 지능화된 제조 운영 체계 실현

입체적 인지
가변성 높은 현장 인지

- 멀티모달 센서 퓨전 기술을 활용 → 주변 환경과 작업 대상의 상태를 다각도로 인식

자율적 판단
인지와 행동 동시 실행

- 인식 후 행동(단계적)이 아닌 행동하며 재인식(동시적)하는 구조 → 인지-판단-행동이 실시간 순환
- 작업 환경에 따라 최적의 형태로 지능이 구현

정밀 실행 및 보정
피드백 보정 능력 보유

- 정확도 보다 '보정 능력'이 핵심 (실행 중 발생 오차를 빠르게 감지) → 운영 시 발생하는 예외 상황을 스스로 처리
- AI 모델에 매몰되지 않고, 실제 현장에서의 피드백 반영 → 비즈니스 가치 극대화

Physical AI는 제조 현장에 어떻게 도입되고 있는가?

딜로이트는 로봇 및 센서 분야의 제조 전문 기업과 파트너십을 구축하고, 산업별 실증 사례에 기반한 독자적인 Physical AI 구현 모델을 통해, 고위험·고정밀 제조 공정의 자동화 가능성을 검증하고 고객 맞춤형 산업 자동화 모델을 구축하고 있습니다.

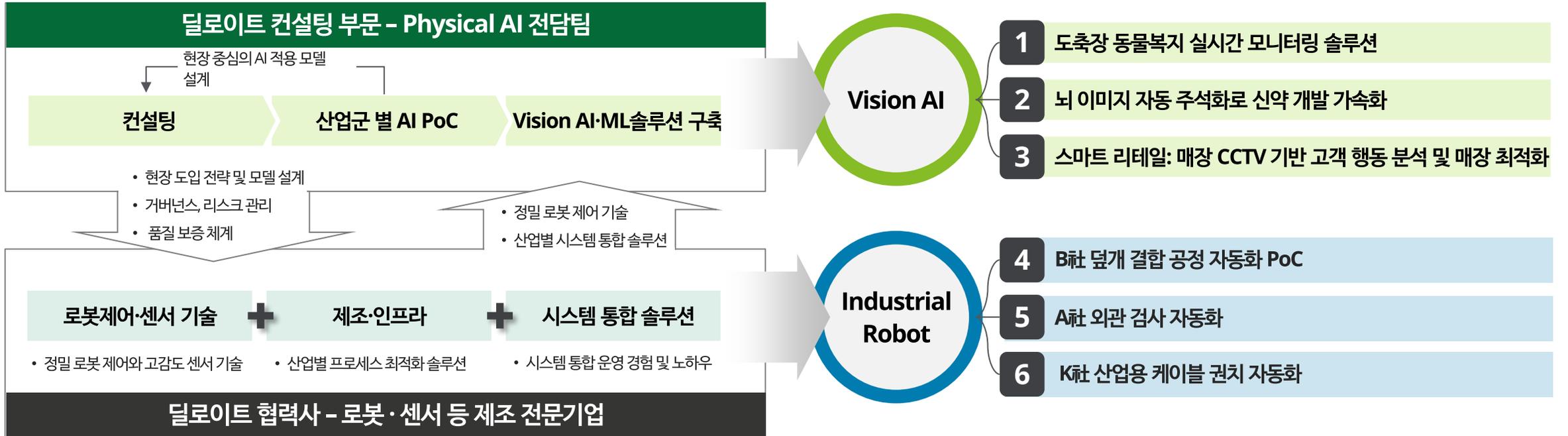
Deloitte의 Physical AI 구현 모델

- 딜로이트와 협력사의 E2E 협업 모델을 통해 Vision AI와 정밀 로봇 제어 기술 결합
- 제조 현장 지능화의 표준을 제시하고 차세대 스마트 팩토리 구현을 위한 시너지 창출

Deloitte가 수행한 Physical AI의 제조 현장 적용 사례

- 현장조사, 개발 및 기술검증(PoC) 진행 후 현장적용
- 단일 공정 자동화에서 공장 단위 확장까지 단계적 Scale-Up 프레임워크 적용

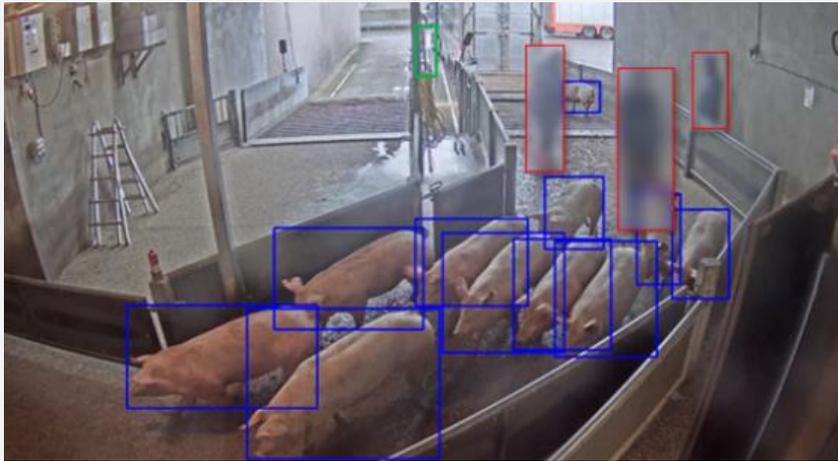
Deloitte.



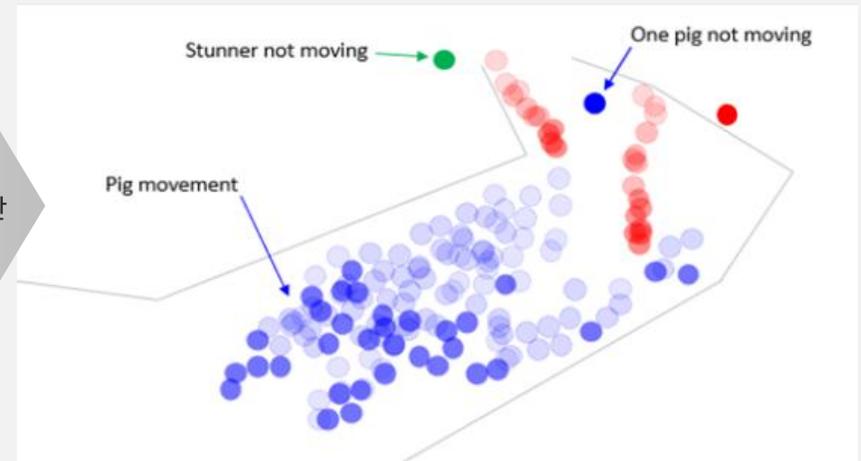
딜로이트는 AWS Panorama를 활용한 영상 데이터 분석으로 복지 위반 사례를 자동 탐지하고, 즉각적인 대응 프로세스를 구현했습니다.

CCTV 영상을 실시간 분석해 동물 이상 행동을 감지·경고하며 규정 준수와 운영 효율을 향상

- (Pain point - 현장 이슈) : 현재 직원이 CCTV를 수동으로 확인하거나 사후 점검 보고에 의존해 즉각적인 위반 탐지·대응이 어렵고, 인력 피로와 관리 사각지대 발생
- (Deloitte Solution - 핵심 기술 및 공법) 에지 장치(Panorama)에서 다중 스트림 실시간 추론, 객체·행동 인식 모델, 다중 데이터 분석
 ➔ CCTV 스트림 기반 '생체징후·부상·부적절 상호작용' 감시, 대시보드로 조치·추적
- (Impact - 적용성과) 네트워크 제약 환경에서도 실시간 대응, 규정준수 강화, 사고·폐기 감소 및 운영 효율화 실현



- 비정형 영상 데이터 수집 및 인식
- Vision AI로 복지 위반 여부 실시간 판단
- 현장 알림 및 즉각적 대응 체계 실행



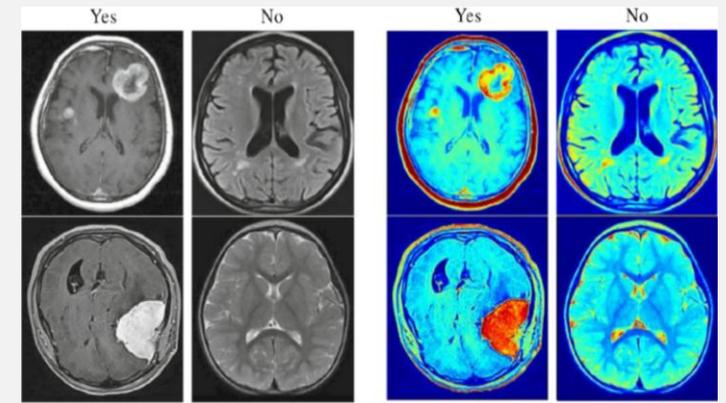
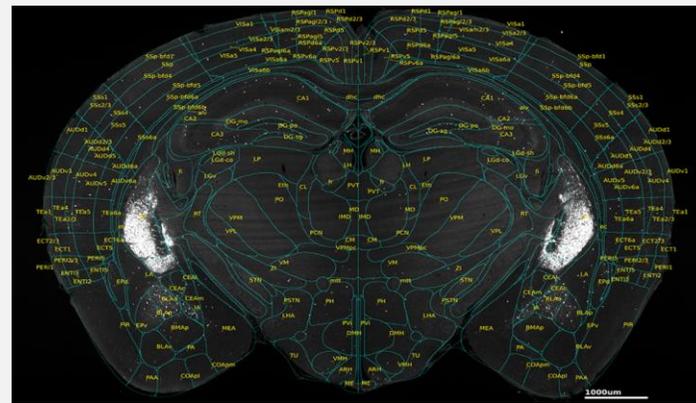
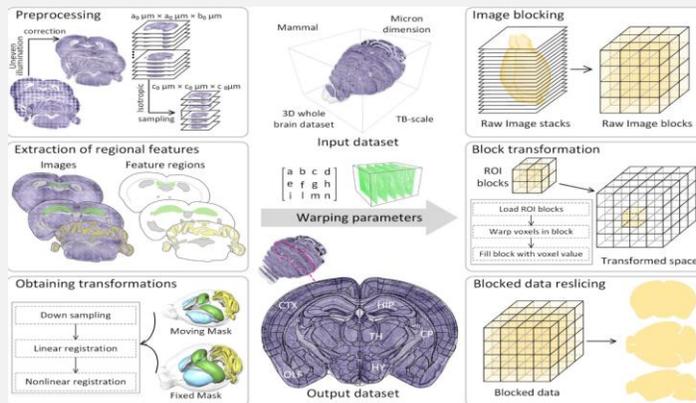
Boom

Arm

딜로이트는 AI 및 컴퓨터 비전 기술을 통해 뇌 조직 지표를 자동 계량화함으로써, 연간 2,000시간에 달하던 분석 공정을 분 단위로 단축하고 신약 후보 물질 평가의 리드타임을 획기적으로 개선했습니다.

컴퓨터 비전·머신러닝 기반으로 뇌 영상 주석·계량을 자동화해 신약 개발 기간 단축 및 비용 절감 실현

- **(Pain Point - 현장 이슈) 고비용·저효율 공정** - 신약 개발 초기 단계에서 저 처리율(Low-throughput)기반의 ex-vivo 실험에 의존 → 뇌 조직의 핵심 지표(셀 크기·형상, 투과성 등) 측정에 시간과 비용 소요 → 연구원의 수동 분석으로 신약 후보 물질 평가의 병목 현상 발생
- **(Deloitte Solution - 핵심 기술 및 공법)** ① 고해상도 뇌영상 + 앨런 브레인 아틀라스 정합기술[영상 리사이즈(Inkscape 활용) → 이미지 등록(픽워프)], ② ROI 생성 및 마스크, ③ AI/컴퓨터비전 기반 자동 주석·계량 모델
 - ➔ **(데이터 표준화)** 고해상도 뇌 조직 이미지 확보 및 영상 리사이즈(Inkscape)를 통한 전처리 → **(정밀 매핑)** 랜드마크 설정을 통해 Allen Brain Atlas와 실측 영상의 정합(BigWarp 활용) 및 관심영역(ROI) 생성 → **(지능형 계량)** AI/컴퓨터 비전 모델을 투입하여 주석화(Annotation) 및 핵심 지표(KPI) 산출 자동화
- **(Impact - 적용 성과)** 연간 약 2,000시간의 조직 분석 시간이 1시간 이상에서 1분 수준으로 단축, 동물 실험 사용 저감 및 신약 후보 평가 속도 향상



딜로이트는 Vision AI 기반의 고객 행동 분석 체계를 통해 오프라인 매장의 비정형 데이터를 전략적으로 자산화하고, 직관 중심의 매장 운영을 데이터 기반의 '지능형 실행 체계'로 혁신하였습니다.

Vision AI 기반 매장 영상 분석으로 고객 행동을 자동 파악하고 매장 운영을 최적화

- **(Pain Point - 현장 이슈) 직관에 의존한 매장 운영의 한계**
 - 데이터 정량화 부재: 고객 행동의 육안 관찰과 수동 보고에 의존 → 동선체류 시간 등 핵심 지표의 객관적 수치화 불가 → **비효율적 의사결정**: 운영자의 경험과 직관에 기반하여 매장 레이아웃 및 인력 배치
- **(Deloitte Solution - 핵심 기술 및 공법) 지능형 영상 분석 기반의 운영 체계 구축**
 - 고도화된 객체 인식 및 추적: 컴퓨터 비전 기술(Object Detection, Tracking, Segmentation)을 활용하여 고객의 이동 경로 및 진열대 상호작용 데이터를 실시간 수집
 - 인구통계 및 행동 분석: 딥러닝 모델 기반으로 연령·성별을 추정하고, 고객별 고유 식별(Instance Segmentation)을 통해 개인화된 행동 패턴 분석 수행
 - 데이터 시각화 및 최적화 엔진: AWS EC2 GPU 기반의 고속 추론을 통해 히트맵(Heatmap) 및 동선맵을 생성하고, 이를 대시보드화하여 매장 레이아웃과 직원 배치를 실시간 가이드
- **(Impact - 적용 성과) 데이터 기반의 매장 관리 표준 정립**
 - 운영 효율성 제고: 시각화된 고객 행동 데이터를 바탕으로 상품 진열과 인력 배치를 최적화하여 현장 운영의 기민성 확보 → 고객 만족과 데이터 기반의 동선 개선을 통한 구매 전환율 및 매출 효율 극대화
 - 디지털 거버넌스 확보: 정성적 판단에 의존하던 오프라인 매장을 정량적 관리가 가능한 '지능형 매장(Smart Store)'으로 전환



딜로이트는 Vision AI 기반 6D 정밀 가이드스와 로봇 제어를 결합한 Physical AI로 '3단계 조립 공정'을 자율화하며, 지능형 제조 공정 실증을 진행하고 있습니다.

Vision AI 기술과 로봇 정밀 제어 기술을 융합하여 핵심 조립 공정 자동화 지원

▪ (Pain Point - 현장 이슈): 조립 공정의 안전성과 낮은 생산성 제고

- 고위험 수작업 공정으로 인한 안전 리스크
- 수동 조립 공정으로 인한 생산성 및 운영 효율 저하
- 작업자 숙련도 의존에 따른 품질 편차와 데이터 관리 한계

▪ (Deloitte Solution - 핵심 기술 및 공법) 지능형-자율형 제조 공정 자동화 솔루션 제공

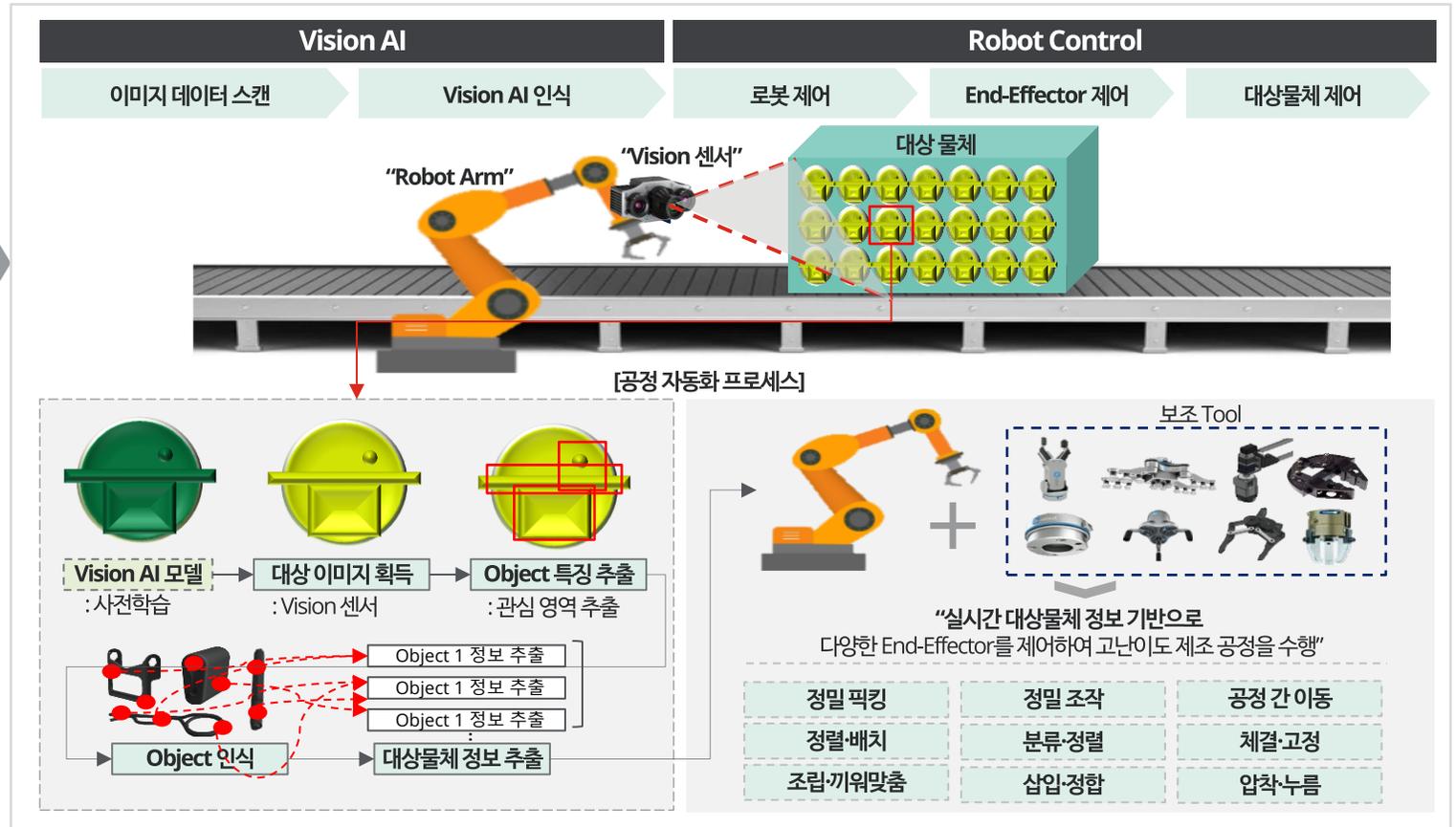
- 산업용 로봇과 다양한 End-Effector를 활용한 AI 기반 스마트 자동화 공정 구현
- 생산 환경 데이터를 활용한 비전 AI 모델 구축
- 비전 인식 정보를 기반으로 로봇의 작업 위치와 방향을 정밀하게 제어하여 자동화 품질 향상



(좌) 로봇 기본 기능 Test
(우) Vision 센서 Test

▪ (Impact - 적용 성과) 조립 공정 단축 및 품질 일관성 확보

- 다관절 로봇 연동 정밀 결합 자동화
- 고위험 수작업 공정 제거 및 안전성 확보
- 후속 양산 라인 확장 가능성 검증



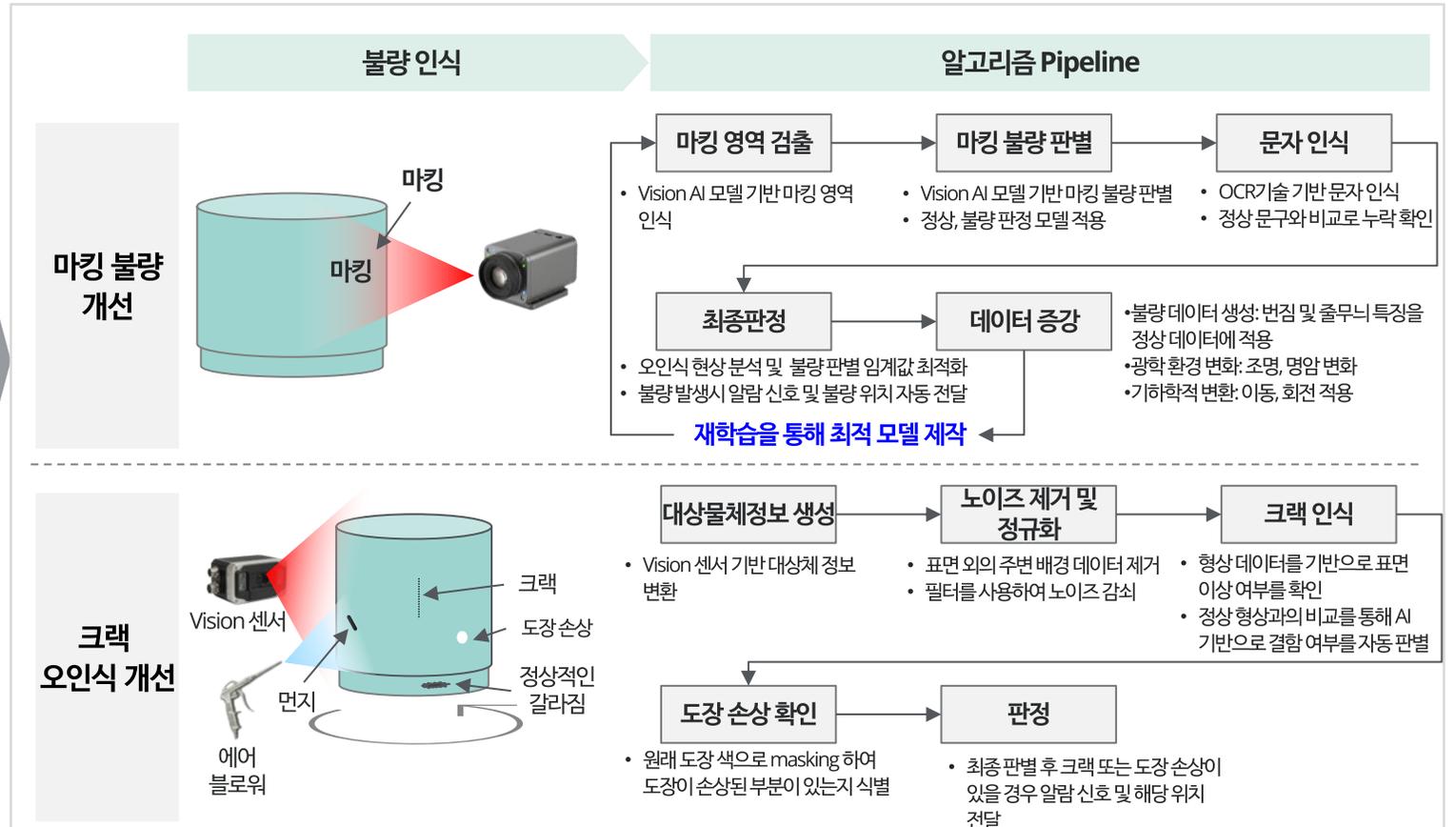
딜로이트는 AI 기반 비전 기술을 활용하여 기존 비전 검사 시스템의 한계를 개선하고, 미세검출 기술을 통해 1mm 크랙까지 정밀하게 판별할 수 있는 지능형 검사 체계를 구현하고 있습니다.

마킹 불량 및 크랙 판별을 위한 비전 시스템 구축으로 장비 품질 검사 정확도 향상 및 공정 효율 개선

- (Pain Point - 현장 이슈) 대상물의 접착제 도포 및 점화제, 크랙 인식에서 오인식·미검출 등 검사 신뢰성 저하
 - 접착제 도포 상태 및 점화제 미인식
 - 먼지와 정상 범위의 갈라진 형상을 모두 크랙으로 판별

- (Deloitte Solution - 핵심 기술 및 공법) 마킹 불량 및 크랙 인식 프로세스 및 판정을 비전 시스템 구축
 - 산업용 비전 장비와 AI 인프라를 활용한 자동 검사 환경 구축
 - 실제 생산 공정 환경을 반영한 데이터 수집 체계를 기반으로 AI 모델 개발
 - 딥러닝 기반 이미지 분석 기술을 적용하여 제품 식별 및 품질 검사를 자동화

- (Impact - 적용 성과) 기존 시스템 검사 정확도 향상
 - 비전 기술과 생산 설비를 연계한 지능형 검사 시스템 적용
 - 다양한 비전 기술을 활용한 검사 구조 설계
 - 생산 환경에 최적화된 비전 기반 품질 검사 시스템 설계



딜로이트는 Vision AI기술을 활용하여 케이블 권치 공정에서 플랜지 기울기와 선재 감김 상태를 실시간으로 인식하고, 수작업 중심 공정을 자동 제어 체계로 전환하여 운영 효율을 개선하고 있습니다.

케이블 권치 자동화 시스템 개발 및 구축

▪ (Pain Point - 현장 이슈) 플랜지 휨 검사 및 케이블 권치 공정의 품질 저하

- 수작업 중심 공정으로 인한 인건비 부담 및 인력 운영의 구조적 비효율 존재
- 작업자 육안 판단에 의존해 오정렬·재작업 발생

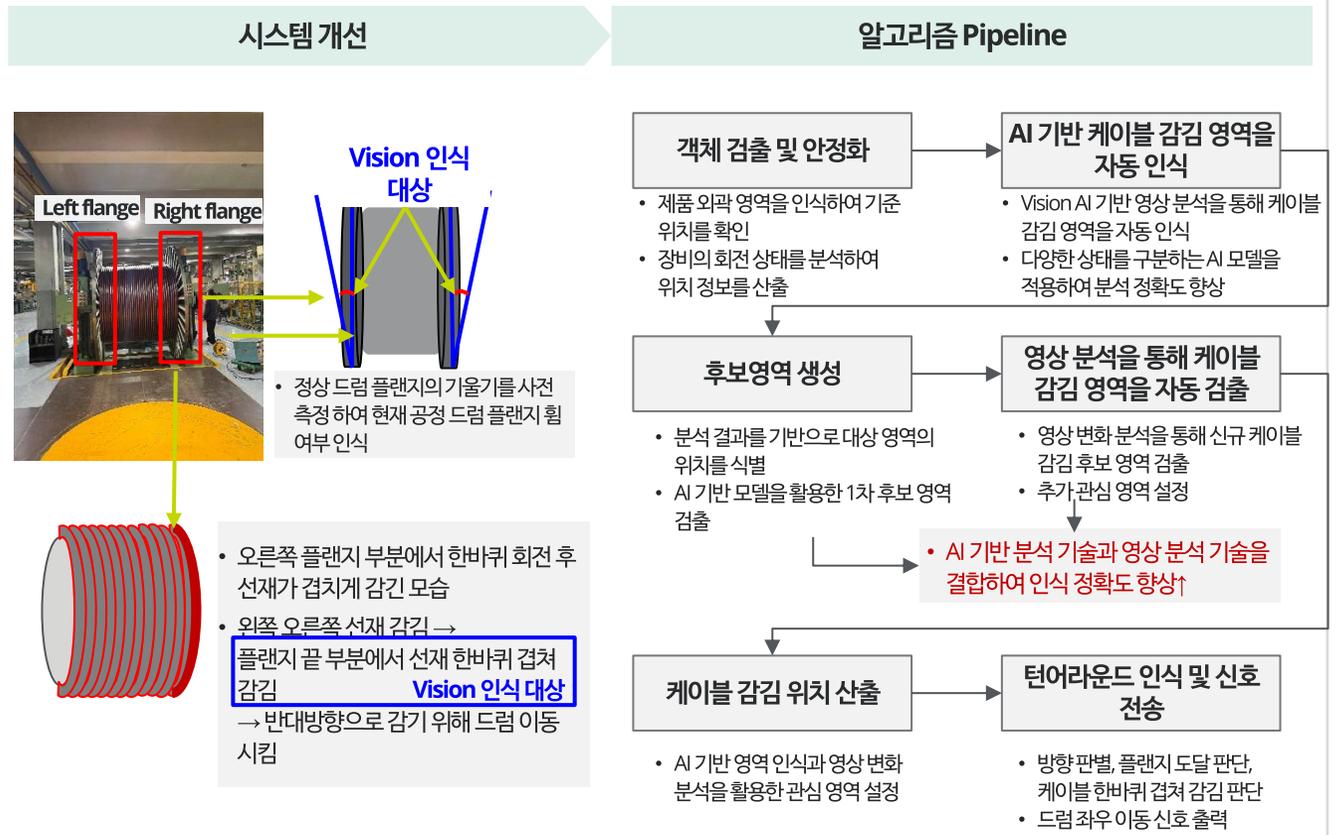
▪ (Deloitte Solution - 핵심 기술 및 공법) Vision AI 기반 권치 공정 자동화 프로세스 및 시스템 구축

- 산업용 카메라 및 조명 장비와 AI 인프라를 기반으로 한 비전 검사 환경 구축
- 딥러닝 기반 이미지 분석 기술과 컴퓨터 비전 기술을 결합한 Vision AI 소프트웨어 개발
- 실제 운영 환경과 동일한 조건에서 데이터를 확보하여 안정적인 AI 모델 운영 기반 마련

▪ (Impact - 적용 성과) 기존 수작업 공정의 무인화로 인건비 절감

- Vision AI 기반 케이블 위치 추적
- 공정 자동화 구조 설계
- 설비 다중 확장형 아키텍처 설계

플랜지 휨 검사 및
케이블 권치 공정 자동화



Physical 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·고중량·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

딜로이트는 Physical AI 도입을 어떻게 지원하는가?

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.



딜로이트는 Physical AI 도입을 어떻게 지원하는가?

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.



Physical AI 개발/운영 및 product 개발 노하우, 전문성

 **이중희**
Partner

- 로봇 사업 전략 수립, 실행 방안 및 과제 수행
- Vision AI, 설비진단, 예측정비 모델 개발·실행
- 스마트팩토리 및 공장 자동화 전략 및 실행 방안

 **장창혁**
Senior Manager

- AX 전략 수립 및 자동화 전환 로드맵 설계
- Physical AI 비전 아키텍처 설계 및 로봇 연계
- Vision AI 기반 공정 인식 자동화 모델 개발

 **유건우**
Senior Consultant

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



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

Deloitte. Insights

성장전략부문 대표
손재호 Partner
jaehoson@deloitte.com

딜로이트 인사이트 편집장
박경은 Director
kyungepark@deloitte.com

연구원
배순한 Director
soobae@deloitte.com

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.