

RESEARCH BRIEFING · 2026

2026

PHYSICAL AI · ROBOT ADOPTION

제조현장 로봇도입 사례 분석을 통한 성과와 실패의 차이

Success vs. Failure in Robot Adoption — Lessons from Manufacturing Case Studies

발표자 **임선** 수석연구원 | 한국전자기술연구원 (KETI)

2026 . 10 . 22 . KETI



KOREA ELECTRONICS
TECHNOLOGY INST.

자동화의 한계 → 성공 조건 → 피지컬 AI · 휴머노이드를 통한 극복

기존 자동화의 한계 → 성공 조건 → 피지컬 AI · 휴머노이드를 통한 극복

A

전기전자 제조현장의 특성
자동화 적용의 제약 조건

B

표준화의 필요성과 과제 결과물
업체별 구현 차이와 표준공정모델의 역할

C

기존 자동화 도입의
실패와 한계

실패 유형, 중단 과정, 구조적 한계

D

성공 사례의 공통 절차
소규모 실증 · 범용 셀 · AI 비전과 디지털 트윈

E

한계의 극복 방향
피지컬 AI · 휴머노이드를 통한 개선

F

피지컬 AI · 휴머노이드 실증
VLA 기반 동작 생성과 실증 추진 현황

G

결론 — 자동화 규모가 아닌 유연성과 단계적 검증
도입 성공을 좌우하는 다섯 가지 조건과 Q&A



사례 분석에서 도출한 세 가지 결론

01

기술이 아닌
초기 설계 단계의 문제

과도한 사양 산정, 전용 지그 중심 설계, 운영 인력 · 현장 환경 고려 부족의 반복

로봇 성능이 아닌 도입 이전 설계 단계에서 유발되는 실패

02

해소되지 않는
구조적 한계

소규모 실증과 범용 셀 설계를 통한 한계 개선 시도

기종 변경 시 설비 재구성이 필요한 지점은 개선 어려움

03

피지컬 AI와 휴머노이드를 통한
극복 방향

설비 재설계 없이 작업만 전환하는 방식

기존 작업 공간에서 동작하는 휴머노이드와 데이터 기반 작업 학습이 해결 수단

TAKEAWAY

성공과 실패의 기준 — 자동화의 규모가 아닌 유연성 확보와 단계적 검증의 유무

자동화 적용을 어렵게 하는 현장 조건

현장 특성 네 가지와 그에 따른 제약

1 소형 · 연성 부품

0.1mm 이하 정밀도 요구, 쉬운 변형으로 위치 · 자세가 불균일

2 짧은 제품 주기

6~12개월 주기의 기종 변경으로 설비 투자비 회수 기간이 구조적으로 짧음

3 다품종 생산

한 라인의 여러 품종 처리와 잦은 전환으로 전용 자동화 설비에 불리

4 열악한 작업 환경

진동 · 분진 · 정전기(ESD) 상존, 설계 단계 미반영 시 초기부터 문제 발생

THEME

현장 네 가지 특성이 만드는 네 가지 제약

4 × 4 매트릭스

↓ 이 특성이 만드는 제약

투자비 회수 압박

제품 주기 내 회수 실패 시 확대 적용 중단

전용화의 부담

전용 설비일수록 기종 변경 시 폐기 위험 증가

THE HARDEST

정밀도와 유연성의 상충

정밀도를 높일수록 대응 가능 품종 축소

재활용 — 데이터 정리

현장 데이터를 다시 짚어내면 설계 단계 미반영 항목이 드러남

KEY SHIFT

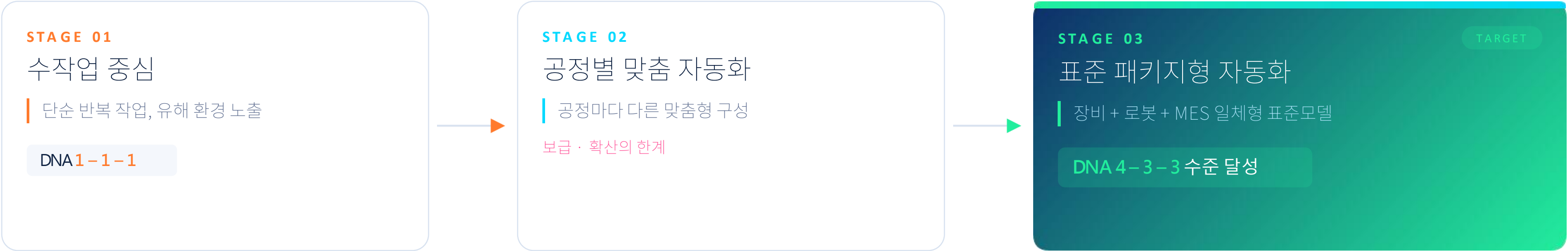
설계 단계에서 환경과 인력을 반영하지 못한 채 도입된 자동화는 초기부터 정지

부품 · 주기 · 투자 조건의 항목별 비교

구분	● 자동차 조립	● 전기전자 조립
대상 부품	대형 · 형상 고정	소형 · 연성 · 자세 가변
요구 정밀도	mm 단위	0.1mm 이하
기종 변경 주기	수년 단위	6 ~ 12개월
투자비 회수	장기 상각 가능	회수 기간이 구조적으로 짧음
유효한 자동화 방식	전용 설비 최적화	재사용 가능한 범용 구성
THE GAP 가장 큰 제약	생산 속도 (택트타임) 대량 반복 생산에 최적화 — 속도가 곧 제약	FLEXIBILITY 유연성 다품종 전환 시 설비 재구성 없이도 대응 가능해야

과제 개요 — 로봇-장비 표준공정모델 개발

수작업 · 공정별 자동화에서 표준 패키지형 자동화로의 전환



↓ 과제 개요

구분	내용
기간	2022. 04. ~ 2025. 12. (45개월) — 연차별 2개 공정씩 4개 연차 수행
대상 공정	인쇄회로기판 · 반도체 제조 8개 장비 공정 (AOI · WET · 핫프레스 · 드릴링 · X-ray · 소잉 · 패키징 · 테스트)
산출물	표준공정모델 8종 · 테스트베드 4건 · 표준 네트워크 · MES 통합 SW · 단체표준안
결과	성능지표 5종 전 항목 달성 · 학술발표 11건 · 특허 출원 8건 · 실증 보급 4개 공정 완료

업체별 서로 다른 구현이 만드는 도입 · 운영 · 확산 부담

01

연동 인터페이스

통신 방식 · 신호 정의 · 상태 코드가 업체마다 달라, 설비 연결 시마다 연동 신규 개발

02

안전 로직 구성

인터록 · 비상 정지 처리 방식 차이로, 라인 통합 시 안전 검증 전면 재수행

03

데이터 항목 · 형식

수집 항목 · 명칭 · 주기 차이로, 라인별 데이터의 동일 기준 분석에 제약

04

티칭 · 조작 방식

조작 화면 · 티칭 절차 차이로, 설비별 현장 인력 숙련 별도 필요

↓ 서로 다른 구현이 만드는 부담

다섯 가지 운영 부담

도입

통합 개발 · 검증 기간 증가

운영

유지보수의 특정 업체 종속

확산

타 라인 수평 전개에 제약

인력

설비별 별도 숙련 필요

업체별 서로 다른 구현을 통합하기 위한 공통 기준 체계

정의 · DEFINITION

정의

로봇과 제조 장비 사이의 작업 단위 · 연동 규격 · 데이터 항목을 사전에 정한 기준 모델

목적 · PURPOSE

목적

공정 변경 시마다 반복하던 연동 개발 · 검증을 표준 규격 재사용으로 대체

효과 · EFFECT

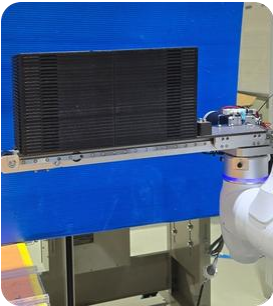
효과

도입 기간 단축, 장비 간 호환성 확보, 사례별 성능 비교를 위한 공통 기준 확보

계층별 표준화 항목과 산출물

계층		표준화 항목	산출물	재사용 단위
01	공정 계층	작업 단위 구분, 시작 · 종료 조건, 완료 판정 기준	표준 작업 정의서	작업 단위
02	연동 계층	로봇-장비 신호 · 통신 규격, 안전 인터록, 상태 전이	연동 규격서	연동 모듈
03	데이터 계층	설비 상태 · 품질 · 이력 항목, 수집 주기, 식별 체계	데이터 정의서	분석 자산

구성 요소별 역할과 표준 연동 지점



협동로봇 셀

작업자와 같은 공간에서 정해진 위치의 반복 작업 수행



모바일 매니퓰레이터

자율주행 대차와 로봇팔 결합, 여러 설비 순회



AI 비전 검사 (AOI)

광학 방식 외관 검사, 검사 이력 추적



그리퍼 (엔드이펙터)

소형 · 연성 부품 · 트레이 취급의 핵심 요소

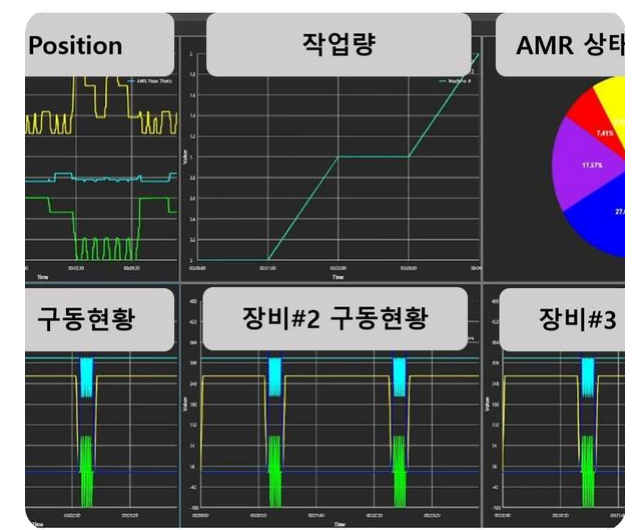
구성 요소별 표준 연동 지점		
구성 요소	표준 연동 대상	표준화하지 않으면 생기는 문제
협동로봇 · 모바일 매니퓰레이터	장비 신호 · 안전 인터록, 작업 지시 규격	설비별 연동 개발 반복
AI 비전 검사 (AOI)	검사 결과 및 품질 데이터 규격	검사 결과의 후공정 연계 불가
그리퍼 (엔드이펙터)	취급 대상 사양, 교체 인터페이스	품종 변경 시 전면 재제작 필요

과제를 통해 확보한 표준 산출물과 적용 사례



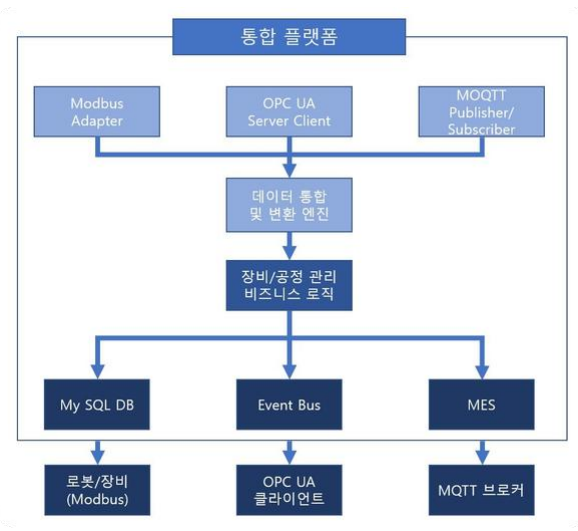
01 · DELIVERABLE

디지털 매뉴팩처링 패키지
공정 · 연동 · 데이터 3개 계층의 전체 구조



02 · DELIVERABLE

로봇-장비 연동 규격
Modbus · OPC UA · MQTT 통합 연동 구조



03 · DELIVERABLE

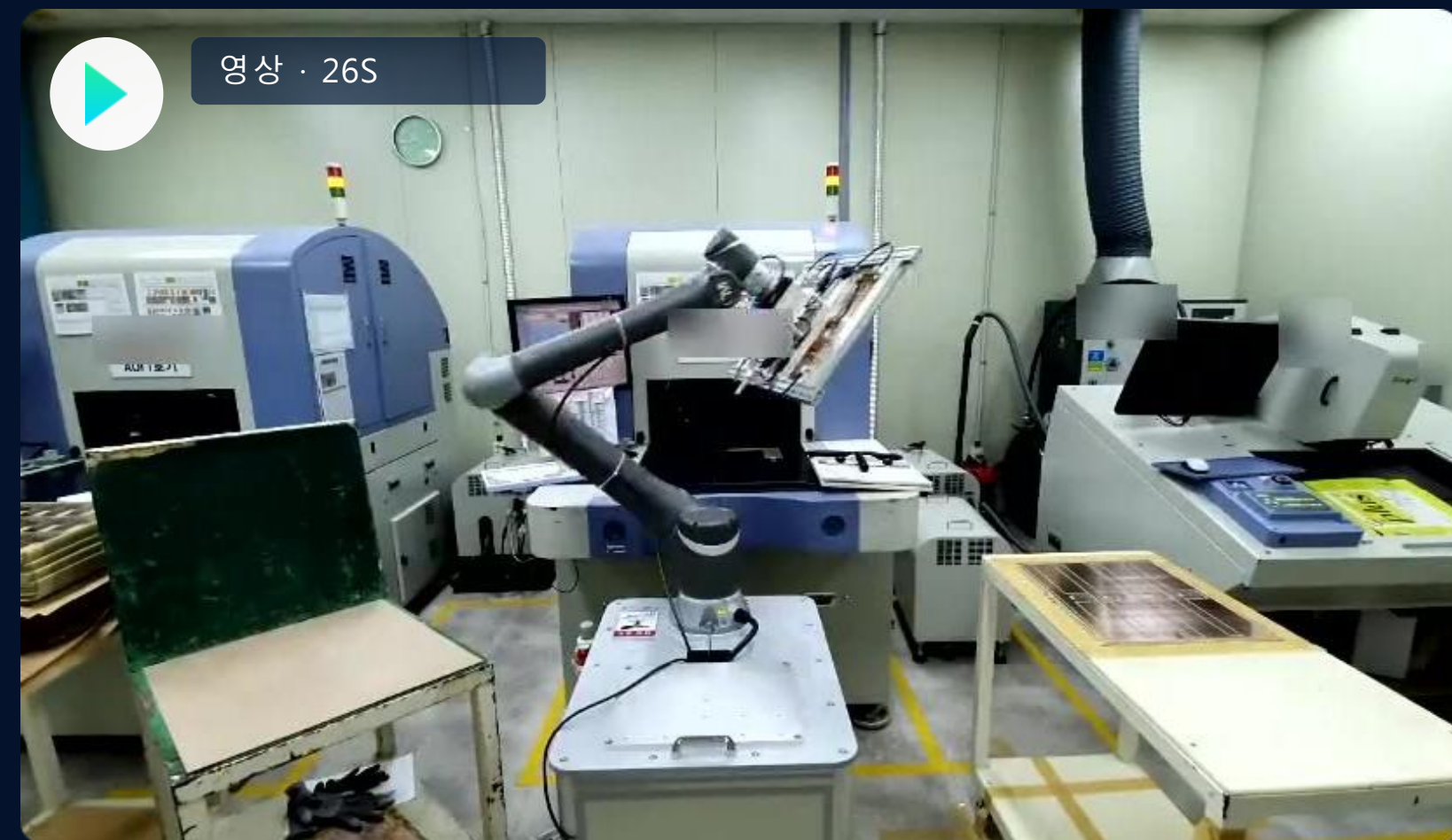
표준 적용 로봇 셀
표준 규격으로 구성한 실제 작업 셀



04 · DELIVERABLE

데이터 수집 · 모니터링
로봇 위치 · 작업량 · 장비 구동 현황 화면

기존 수작업과 표준공정모델 적용 로봇-장비 연동 비교



To - Be

기존 장비 연동 (2배수)

①

기존 수작업 공정

작업자의 검사 장비 판재 직접 투입 · 배출 반복 작업

②

협동로봇-검사 장비 연동

장비 신호에 따른 협동로봇의 판재 투입, 검사 후 배출

③

비교 관점

반복 투입 작업 대체, 작업자 유해 환경 노출 감소

※ 화면 내 장비 제조사 · 모델 표기 흐림 처리. 반출 승인 여부 사전 확인 필요 · 동일 검사 공정의 작업자 판재 투입 · 배출을 협동로봇으로 대체

※ 클릭 시 재생 (좌 13초 · 우 26초) · ※ 기종 · 설비 배치는 실제 적용 현장과 상이할 수 있음

반복해서 나타나는 실패 유형 네 가지와 유형별 발생 시점 · 결과

① 과도한 사양 산정

실제 필요보다 높은 정밀도 · 속도 적용으로 투자비 증가, 회수 기간 미충족

DRIVEN BY
발주 단계 사양 과다 산정

② 전용 지그 중심 설계

특정 기종 맞춤 지그 · 설비 구성으로, 기종 변경 시 그대로 폐기

DRIVEN BY
기종 맞춤 구조

③ 운영 인력 고려 부족

티칭 · 유지보수 담당 현장 인력 부재로 가동률 유지 불가

DRIVEN BY
현장 인력 부재

④ 현장 환경 고려 부족

진동 · 분진 · 정전기(ESD) 설계 미반영으로 초기 양산부터 고장 반복

DRIVEN BY
환경 미반영 설계

실패 유형		문제가 드러나는 시점	결과
①	과도한 사양 산정	투자 검토 · 발주 단계	회수 기간 미충족으로 확대 적용 중단
②	전용 지그 중심 설계	첫 기종 변경 시점	설비 재투자 부담으로 도입 자체 포기
③	운영 인력 고려 부족	양산 이관 이후	가동률 저하로 수작업 공정 복귀
④	현장 환경 고려 부족	시운전 · 초기 양산	잦은 정지로 신뢰 상실, 사용 중단

※ 개별 기업 · 공정을 특정하지 않고, 사례에서 공통으로 확인된 유형으로 정리

추진 단계별 중단 지점과 중단 사유

STAGE	FAILURE POINT & CAUSE
01 도입 검토 필요성 확인 · 대상 공정	▶ 과다 사양 산정 → 투자 검토 단계 미통과
02 실증 · 발주 설비 사양 · 제작	▶ 전용 지그 전제 설계 → 확장성 상실
03 시운전 현장 설치	▶ 진동 · 분진 · 정전기 미반영 → 정지 빈발
04 양산 적용 공정 투입	▶ 운영 인력 부재 → 가동률 미유지
05 확대 적용 확산	▶ 재투자 부담 — 라인 사일로화 → 도입 효과를 잃고 고립

RECURRING OBSERVATION

초기 설계 단계의 결함이
이후 단계의 실패로 이어짐

가장 비용이 적게 드는 시점에서 문제를 잡지 못하면, 가장 비싼 시점에 구조 조정이 반복
된다 — 이게 기존 자동화 도입의 반복되는 패턴이다

※ 행 폭과 색은 단계별 중단 경향을 시각화한 개념 도식이며 개별 통계 수치가 아님

표준화로도 해소되지 않는 네 가지 한계

01 유연성의 한계

전용 지그 · 설비에 작업을 고정하는 구조로, 기종 변경 시 재사용에 제약

02 확장성의 한계

공정별 개별 설계와 SI 업체별 구현 차이로, 타 라인 수평 전개에 제약

03 운영의 한계

티칭 · 유지보수의 인력 의존, 담당 인력 부재 시 가동 중단

04 적용 범위의 한계

비정형 · 가변 작업은 자동화 대상에서 제외, 수작업으로 잔존

RESOLVED

해결된 영역

연동과 데이터의 표준화

로봇-장비 연동 개발 반복 감소, 도입 기간 단축

REMAINS

남은 영역

물리적 작업의 유연성

부품 변경 시 지그 · 핸들링 · 그리퍼 재제작 필요

제조로봇 적용 범위의 확장

과제 흐름에 맞춰 세분화한 8단계 연표



SCENE 01

도입 이전

현장 모습

수작업 · 반복 작업이 중심이던
전기전자 제조 현장

REFERENCE

다음 슬라이드: 적용 사례

현장의 가능성을
함께 검증하는
더 나은 제조의 시작

로봇 도입 선, 우리 공정에서 먼저 검증

중소 제조기업을 위한 연구기관 사전검증 서비스 구상

오늘의
현장 질문이
내일의 스마트한 제조로

기업의 실제 공정

대상물 · 작업 영상 · 요구조건

이 작업도
자동화할 수 있을까?

연구기관의 적용 가능성 검증

시뮬레이션

실물 시험

다양한 로봇,
다양한 기능성
함께 실험합니다

로봇 · 그리퍼 · 산업용 도구의 조합 검토
작업 성공 여부 · 소요시간 · 품질 · 제약조건

도입 판단의 근거

검증 결과 보고서

- ✓ 적용 가능성
- 🔧 필요한 개선사항
- 📋 추가 검증 과제

가능

조건부 가능

추가 개발

공급기업·SI와 구축 연계

검증된 조건을 바탕으로 현장 도입

안산·시흥 센터는 구축 구상 단계이며, 시험 자원과 서비스 범위는 추후 확정합니다.

SCENE 02

적용 사례

현장 모습

표준공정모델이 적용된
로봇-장비 연동 현장

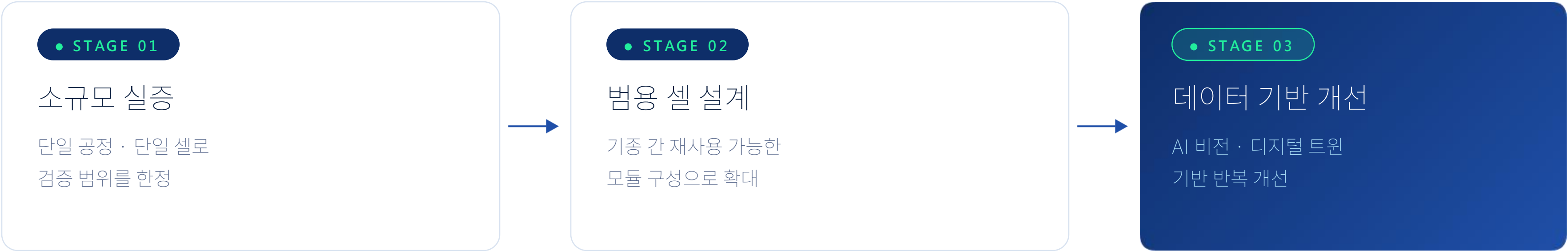
NEXT

성공 절차의 공통 항목

CONTEXT

표준공정모델과 범용 셀 기반 운영이 적용된 현장 — 다음 단계로의 전환

3단계 절차와 단계별 확인 항목 · 진입 조건



단계		주요 확인 항목	다음 단계 목표
①	소규모 실증	작업 성공률, 택트타임, 현장 환경 내구성	한정 범위 내 목표 수준 달성
②	범용 셀 설계	기종 전환 소요 시간, 지그 의존도, 재사용 범위	기종 변경의 설비 재구성 대응 가능
③	데이터 기반 개선	검사 판정 일치율, 가동률, 배치 · 동선 개선 효과	운영 인력의 자체 조정 가능

여러 작업 자세와 모션을 비교하여 구축 전에 문제 조건과 개선 방향을 확인

BULLET 01

실제 수작업 영상을 기반으로 시뮬레이션 상에 유사환경을 구축 후 로봇 자동화 구상안을 생성

BULLET 02

이후 각 공정별 자동화 적용 시 변경되는 부분을 검토하여 로봇 자동화만을 위한 최적화된 작업 단계를 구상

실제 공정 기반 시뮬레이션 구축 및 구상 · 11단계 전수 비교

AS - IS 11 단계 · 모두 수행

01 좌측 판 볼트 체결 (후면)	02 좌측 판 체결 (전면)	03 우측 판 체결 (전면)	04 앞쪽 판 상부볼트 체결	05 경고스티커 부착 (선택)	06 우측 판 체결 (후면)
07 후면 판 체결	08 후면 판 볼트 체결	09 내부 기능검사	10 상부 판 체결	11 밴딩기로 이송	다음 페이지 →

TO - BE 선택 · 생략 가능 단계 반영

01 좌측 판 볼트 체결 (후면)	02 좌측 판 체결 (전면)	03 우측 판 체결 (전면)	04 앞쪽 판 상부볼트 체결	05 스티커 부착 생략	06 우측 판 체결 (후면)
07 후면 판 체결	08 후면 볼트 생략	09 내부 기능검사	10 상부 판 생략	11 밴딩기로 이송	8단계 유지

FAILURE MODE

테스트 진행 시 매번 달라지는 앞판의 위치 → 파지 실패

불규칙한 앞판 공급 위치 → 실제 공정에서도 동일 실패 가능성 확인



OBSERVATION

동일 자세를 반복하지 못하는 지점에서 자동화 적용이 구조적으로 한계

PACKAGING

포장 · 밴딩 · 출하

다음 페이지에서 후속 검증

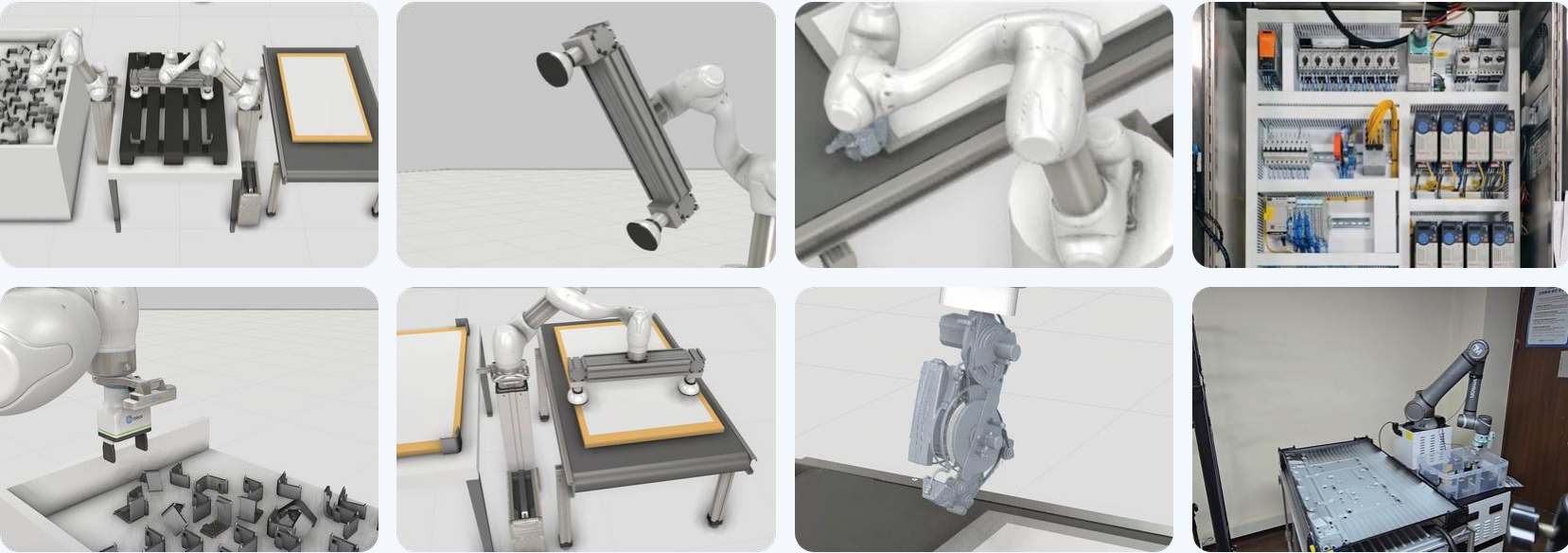


※ 패널 작업과 시뮬레이션, 다중 테스트 영상 자료(원본 인덱스 s18_image, s18_media 기반) 요약

실제 로봇 테스트와 시뮬레이션 자료를 함께 배치하여 **작업별 적용 가능성**을 설명

BIN PICKING

실제 공정 기반 시뮬레이션 구축 및 구상



WHAT IS VERIFIED HERE

다단계 공정 분리 · 각 단계별 시뮬레이션

필요 장비, 환경 조건, 지그 가능 여부를 시뮬레이션 단계에서 1차 검증 후 실제 테스트로 연결

SUB-TASKS

6+

분리된 작업 단계

SHOTS PER STEP

8

단계당 구성 시점

PRE-TEST COVERAGE

100%

실 테스트 전 사전 검증

END EFFECTOR

공정 특수 엔드이펙터 설계 · 테이핑

특수 상황에 필요한 엔드이펙터 5종 설계 후 시뮬레이션에 부착, 성능지표 검증

M1509

패널 그리퍼

배전반

카메라 · 그리퍼

리프트

VIDEO TEST



보유 로봇을 활용한 테스트

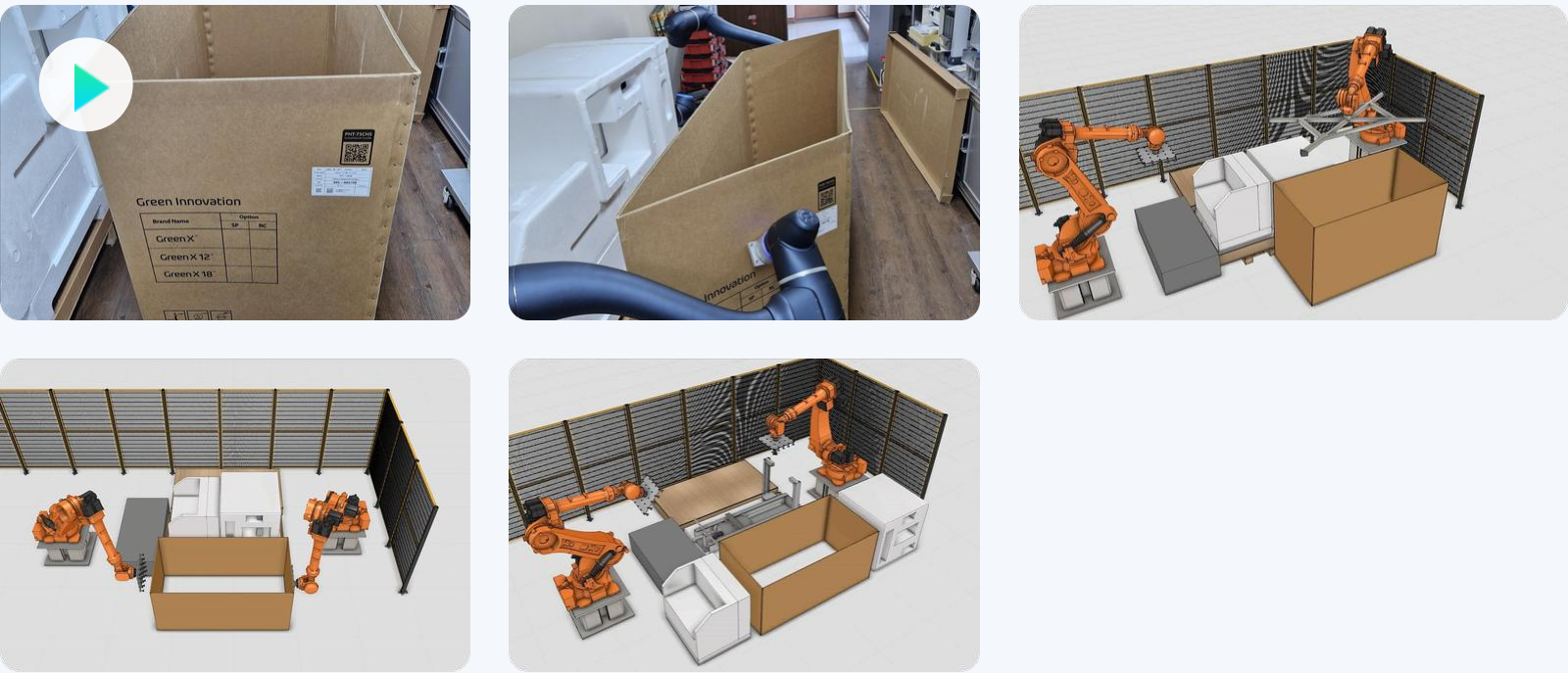
시뮬레이션에서 검증되지 않은 변수는 실제 테스트에서만 드러남

빈피킹 · BIN PICKING

두 개의 로봇을 포함한 시험 구성을 비교하여 공정 조건과 적용 범위를 사전에 검토

SIMULATION · 수작업 문제점과 로봇 적용 검증

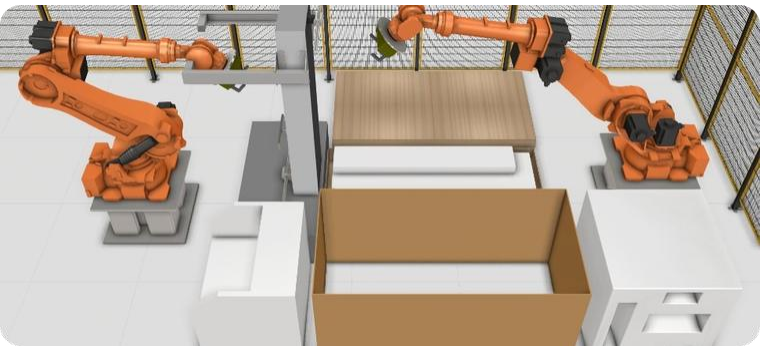
실제 공정 기반 시뮬레이션 구축 및 수작업 문제점 파악



TEST

기보유 로봇을 활용한 테스트

다양한 로봇을 적용하여 테스트를 진행함에 따른 최적화된 로봇 선정



ROBOT COMPARE

현대 로보틱스 시리즈 비교

좌: HS220 — Workspace 검증 완

우: HS220 — Workspace 불충분

HH020S — 가능 / 페이로드 제한

HH100SL — 가능 / 페이로드 적합

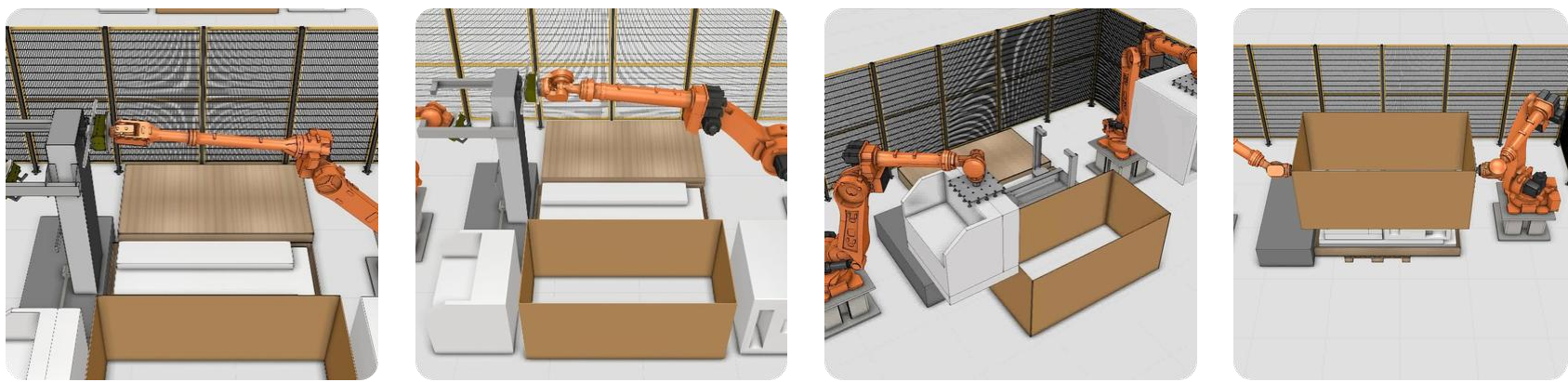


WHY THIS MATTERS

시뮬레이션 상에서의 다양한 로봇 적용을 통한 최적화

시뮬레이션을 통한 로봇 간 협동 시스템 구축 및 가능성 검토

다양한 로봇을 적용하여 테스트를 진행함에 따른 최적화된 로봇 선정



적용 방식과 실패 유형과의 대응 관계

1

검증 범위 한정

전체 라인이 아닌 단일 공정 · 단일 셀에서 시작, 조건을 통제된 상태로 성능 확인

2

투자 규모 최소화

검증에 필요한 최소 사양으로 구성, 사양 과다 산정 위험의 사전 차단

3

실패의 자료화

작은 규모로 손실을 제한하고, 확인된 문제를 다음 설계에 즉시 반영

↓ 실패 유형과의 대응 관계 — 과도한 사양 산정

PROBLEM

대응하는 실패 유형

과도한 사양 산정

실측 없이 정한 사양으로 투자비가 증가하는 문제

SOLUTION

실측 기반 사양 확정

소규모 실증에서 확인한 실제 요구 수준으로 본 도입 사양 확정

CORE TAKEAWAY

검증되지 않은 사양을 본 도입에 가져가지 않는 것

소규모 실증의 결과는 본 단계의 사양 결정에 직접 반영 — 실패 시에도 손실 범위가 통제됨

구성 원칙과 기종 변경 시점의 차이

PRINCIPLE 01

모듈 단위 구성

셀을 기능별 모듈의 조합으로 구성, 변경이 필요한 모듈만 교체

PRINCIPLE 02

지그 의존도 축소

물리적 고정에 의존하던 위치 결정을 비전 인식 · 소프트웨어 보정으로 전환

PRINCIPLE 03

재구성으로 대응

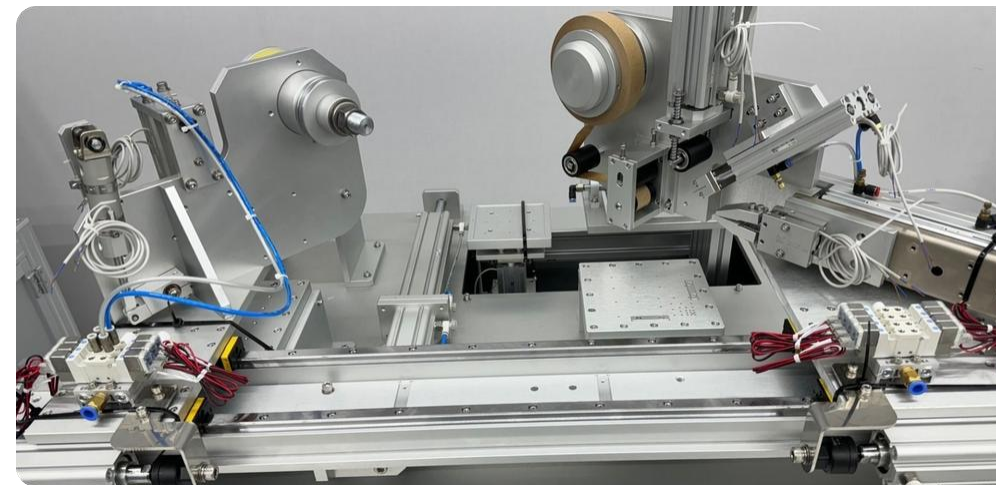
기종 변경을 설비 폐기가 아닌 모듈 교체 · 설정 변경으로 처리하는 구조

과제 결과물 — 범용 셀 구성



로봇 2식 통합 셀

장비 1대와 로봇 2식 연동 (PCB WET)



전처리 모듈 셀

모듈형 전처리 장치와 장비 연동 (핫프레스)



다수 장비 대응 구성

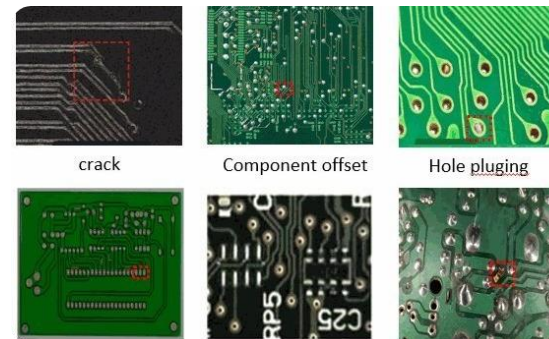
다수 장비:다수 로봇 (n : m) 셀 시뮬레이션

각 기술의 역할과 데이터 기반 개선 순환

AI VISION

AI 비전

규칙 기반 판정으로 대응이 어려운 연성 부품 · 조건 변화를 학습 기반으로 처리, 재설정 부담 감소



LINKAGE · LOOP

두 기술의 연계

현장 축적 데이터로 시뮬레이션 조건 갱신, 갱신 조건의 운영 재반영

FIELD DATA → SIMULATION → UPDATED MODEL → FIELD

DIGITAL TWIN

디지털 트윈

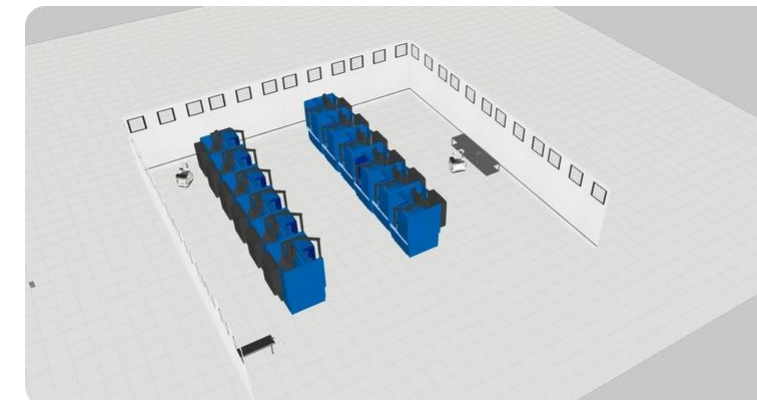
설비 투입 전 배치 · 동선 · 택트타임을 시뮬레이션으로 확인, 설치 후 재설계 비용 감소



LAYOUT VALIDATION

배치 · 동선 검증

장비 배치 · 물류 동선 시뮬레이션 (반도체 패키징)



과제 결과물 — 적용 화면

AI 비전 판정

기판 불량 유형 학습 · 분류 (균열 · 이물 · 단락 등)

디지털 트윈 시뮬레이션

이동형 협동로봇 · 검사 장비 연동 공정 검증

배치 · 동선 검증

장비 배치 · 물류 동선 시뮬레이션 (반도체 패키징)

성공 요인의 적용에도 발생하는 한계

지속되는 제약과 요구 조건의 변화

1

제품 주기의 지속적 단축

기종 변경 주기 단축 추세의 지속, 투자비 회수 압박의 계속

더 짧아지는 회수 기간

2

범용화의 한계

재사용 범위 확대 시 개별 작업 효율 저하, 결국 설비 재구성 시점 도래

효율 vs 범용, 양립하지 않음

3

필요한 것은 작업 전환

설비 배치 · 지그 재제작 없이 수행 작업만 변경하는 방법 필요

새 패러다임의 필요성 제기

요구 조건의 변화

NOW · 지금까지의 방식

설비를 작업에 맞춤

작업 변경 시 설비 구성 · 지그 재설계 및 재제작

EQUIPMENT → TASK

NEEDED · 필요한 방식

작업만 전환

설비 재제작 없이 수행 작업을 전환하는 범용 로봇 필요

TASK → TASK (DATA-DRIVEN)

기존 자동화의 한계와 피지컬 AI · 휴머노이드의 대응

기존 자동화의 한계	근본 원인	피지컬 AI · 휴머노이드의 대응
① 유연성	전용 지그 · 설비에 작업을 고정	기존 작업 공간 그대로 사용, 재학습으로 작업 전환
② 확장성	공정별 개별 설계, SI 업체별 서로 다른 구현	학습된 작업 모델을 다른 공정 · 설비로 이전
③ 운영	업체별 서로 다른 티칭 · 조작 방식에 의존	작업 시연 데이터 기반 학습으로 프로그래밍 대체
④ 적용 범위	정형 작업에 한정	비정형 파지 · 힘 제어의 데이터 기반 일반화
OLD PARADIGM 기존 자동화 설비 중심 작업 변경 시 설비 재제작 TASK SWITCH → REBUILDING		NEW PARADIGM 피지컬 AI · 휴머노이드 데이터 중심 작업 변경 시 데이터 추가 후 재학습 TASK SWITCH → DATA APPEND + RELEARN

※ 14면의 구조적 한계 네 가지와 동일한 순서로 대응

자동화 방식별 비교와 도입 · 운영 · 확산 관점의 변화

구분	전용 자동화 설비	범용 셀	휴머노이드
작업 전환 방식	설비 재설계 · 지그 재제작	모듈 교체 · 설정 변경	재학습 · 작업 지시 변경
라인 배치	전용 설계 필요	부분 변경 필요	기존 작업 공간 유지
초기 투자비	높음	중간	높음 (현 시점)
기종 변경 대응	폐기 위험	재구성으로 대응	작업 전환으로 대응
현재 기술 수준	성숙 단계	성숙 단계	실증 단계

관점별 개선 방향

도입

설비 재제작 없이
작업만 전환

운영

티칭 대신 작업 시연
데이터로 작업 추가

확산

학습된 작업 모델의
타 라인 이전

종속성

특정 SI 업체 구현 방식에
비종속

※ 휴머노이드는 현재 실증 단계이며 도입 완료 사례가 아님

휴머노이드 표준공정모델

기존 모델과의 계층별 차이와 확장 사유

계층	기존 표준공정모델	휴머노이드 표준공정모델
기본 단위	장비 간 작업 단위	로봇 동작 단위 (파지 · 이송 · 조립)
연동 규격	신호 · 통신 규격	작업 지시 규격 + 인식 데이터 규격
데이터	설비 상태 · 품질 · 이력	작업 시연 데이터 · 수행 이력 · 완료 판정
안전	장비 인터록	충돌 안전 · 이상 시 복귀 절차
재사용 대상	연동 모듈	학습된 작업 모델

확장이 필요한 이유

작업의 데이터화

동작 자체가 학습 대상 — 규격 정의 선행

재사용 대상의 변화

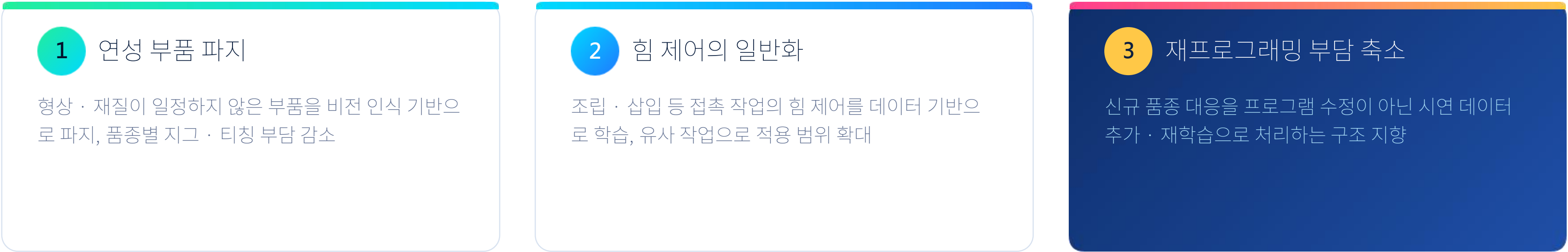
설비 모듈이 아닌 학습된 작업 모델이 자산

안전 범위의 확대

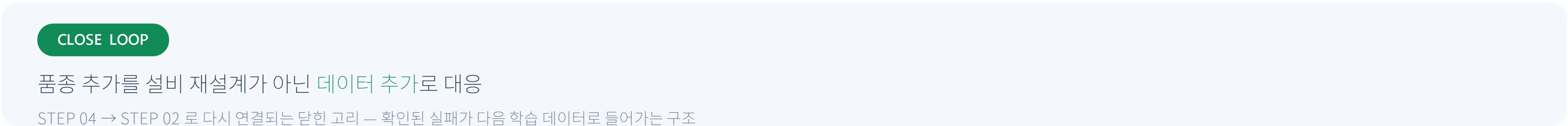
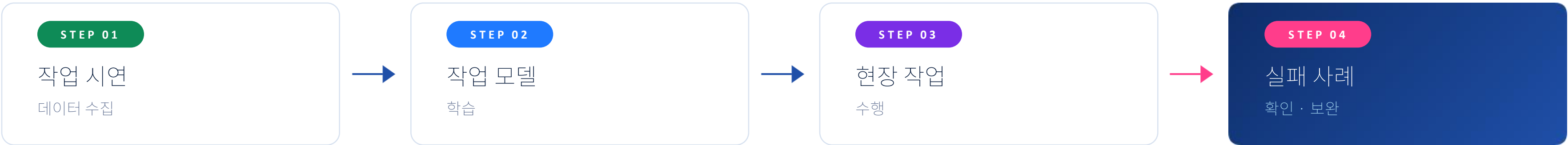
로봇 전체 동작 기준의 안전 설계 필요

피지컬 AI의 역할

주요 기능과 학습 · 운영 순환 구조

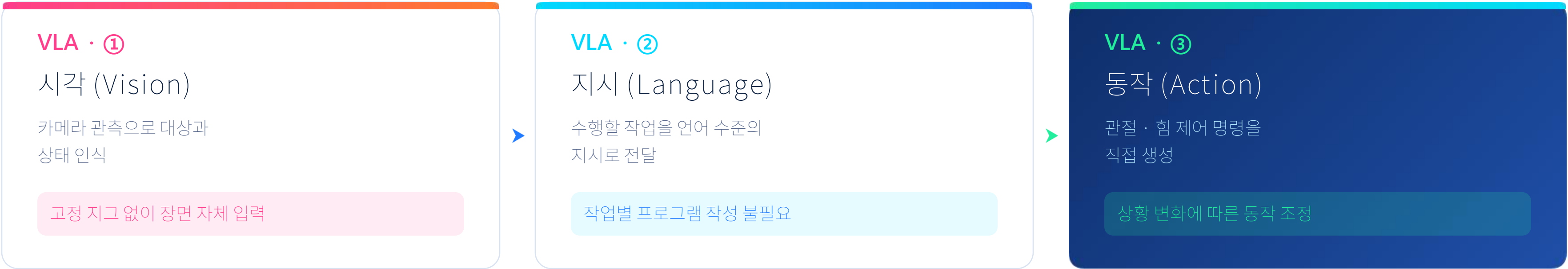


학습과 운영의 순환 구조



VLA — 시각 · 언어 기반 동작 생성 모델

관측과 작업 지시로부터 동작을 직접 생성하는 구조



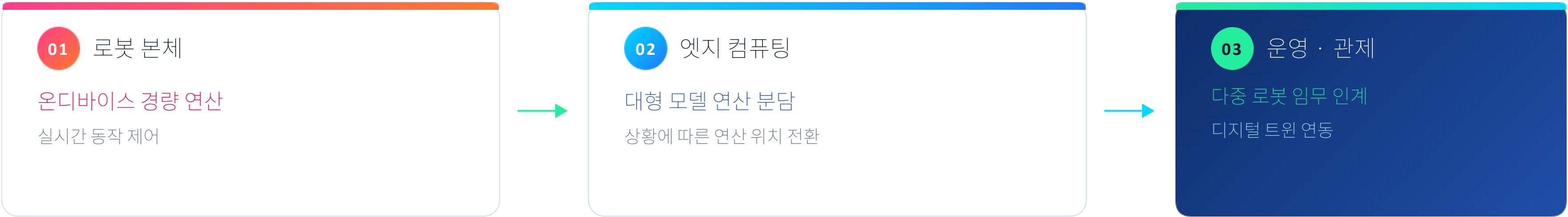
기존 로봇 프로그래밍과의 차이

구분	기존 로봇 프로그래밍	VLA 기반 동작 생성
작업 정의	티칭과 프로그램 작성	작업 시연 데이터와 작업 지시
대상 인식	규칙 기반 비전과 고정 지그	장면 관측 기반 인식
신규 품종 대응	프로그램 수정 후 재검증	데이터 추가 후 재학습

※ 도입 전제 — 작업별 시연 데이터 확보, 정밀도 · 재현성 검증 기준 수립, 대형 모델 추론용 연산 자원 (다음 면 참조)

실증 ① 네트워크 연계 실증

연산 구조와 실증 추진 개요



실증 개요 — 언제 · 어느 범위 · 어디서

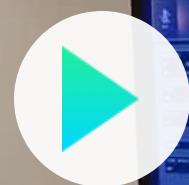
구분		내용
언제	TIMING	2026. 05. ~ 12. — 인프라 구축 (7 ~ 10월) → 모사 환경 검증 (9 ~ 10월) → 현장 실증 (11 ~ 12월), 진행 중
범위	SCOPE	휴머노이드 3대 · 서비스 3종 — 설비 화면 판독 · 복구, 현장 패널 조작, 통제구역 순찰 · 대응
장소	SITE	대형 제조 현장 (세부 정보 비공개) — 모사 환경에서 사전 검증 후 현장 적용
목표	GOAL	화면 판독 정확도 95% · 점검 · 조치 성공률 90% · 1차 대응 성공률 85% 이상 (목표치)

※ 과제 명칭 · 통신 사업자 · 통신 규격 · 실증 지역 등 세부 정보 미공개

모사 환경에서의 휴머노이드 작업 수행

인지 · 조작 · 복귀 · 결과 보고

● 이상 상황 및 작업 목표 해석



▶ 영상 · 모사 환경

영상에서 보여줄 내용

①

이상 상황 인지 · 목표 해석

관제 화면 판독으로 이상 발생 구역 · 조치 내용 파악

②

컨트롤 패널 조작

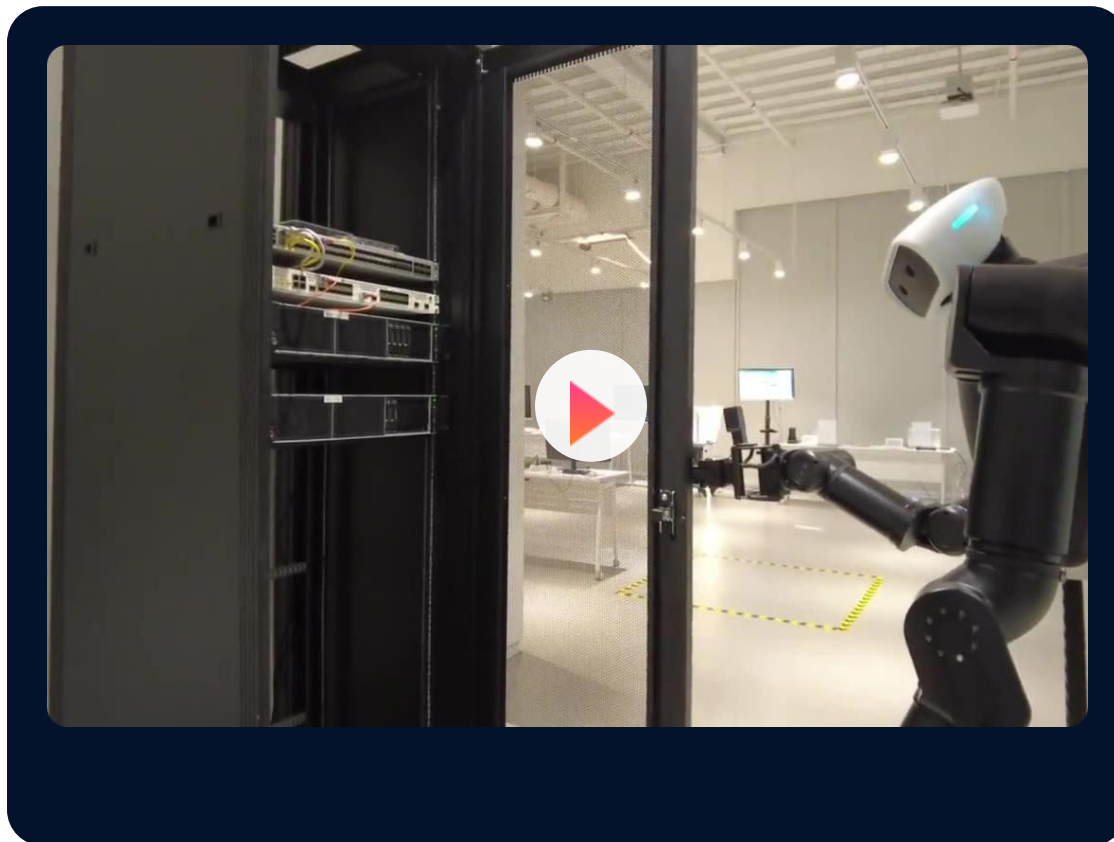
카메라 · AI 분석 기반 패널 식별 후 버튼 · 스위치 조작

③

통제구역 조치 · 복귀

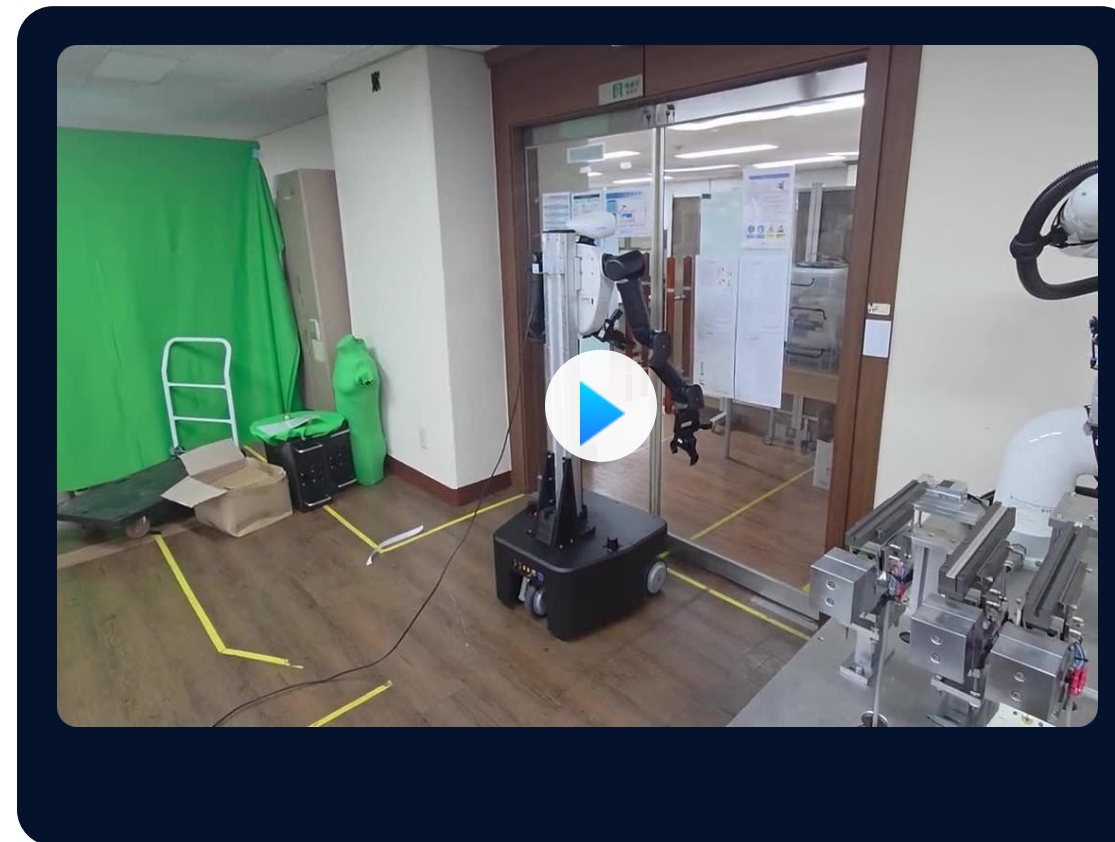
통제구역 물리 조치 후 결과 보고, 모니터링 위치 복귀

휴머노이드 단위 작업 검증 — 설비 문 조작 · 출입문 개방 · 사람 이동 추적



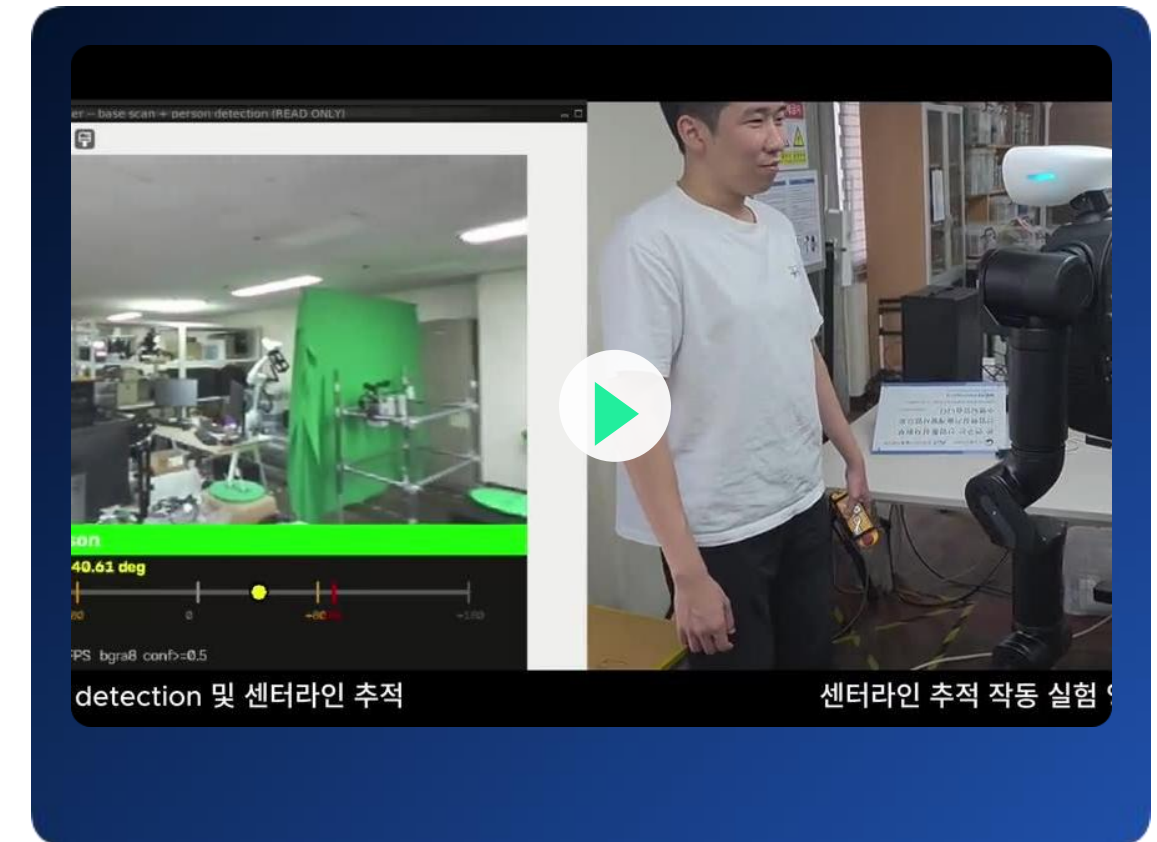
① 설비 문 조작

랙형 설비 문 손잡이 파지 후 개폐 동작 (모사 환경)



② 출입문 개방 · 통과

출입문 손잡이 조작 후 이동 · 통과 (연구실 환경)



③ 사람 이동 추적

객체 인식 기반 이동 추적 기능 검증 화면

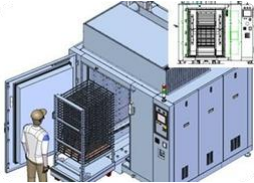
UNIT VERIFICATION

서비스 시나리오를 구성하는 단위 작업 (문 조작 · 이동 · 추적)의 개별 검증

전자부품 제조 라인 실증 추진 개요와 적용 방식

구분	내용	
언제	TIMING	2026. 06. ~ 11. (6개월) — 환경 구축 → 데이터 수집 → 학습 → 현장 배포 · 검증 (진행 중)
범위	SCOPE	고온 공정 설비 투입 · 배출 대표 3작업 — 트레이 이송 · 설비 투입, 설비 HMI 조작, 완료품 적재
장소	SITE	전자부품 제조 라인 (수요기업 · 부품군 비공개) — 휴머노이드 단독 수행이 어려운 작업은 주변 설비와 분담
목표	GOAL	실연 데이터 1,000회 · 시뮬레이션 데이터 5,000회 이상, VLA 모델 1종, 대표 작업 성공률 80% 이상 (목표치)

과제 결과물 — 실증 추진 현황



실증 환경 구성
휴머노이드와 주변 설비 배치 (시뮬레이션)



작업 시연 데이터 수집
원격 조작 장치 기반 판재 이송 시연



판재 파지 · 이송
휴머노이드 판재 핸들링 동작 (연구실 환경)

EXPECTED · 단계의 종합

모사 데이터와 학습 모델, 그리고 현장 검증의 3단계 흐름
3작업 대표 데이터 수집과 VLA 모델 학습을 거쳐 현장의 성공률 80% 달성
세부 환경(HMI · HPT · 트레이)은 모사 환경과 점진적 일치를 통해 안정화

※ 수요기업 · 공정 세부 정보 비공개 · 정량 성과는 실증 종료 후 공개 예정

학습 데이터 확보 과정 —

원격 조작 시연 · 시뮬레이션 합성 · 판재 핸들링



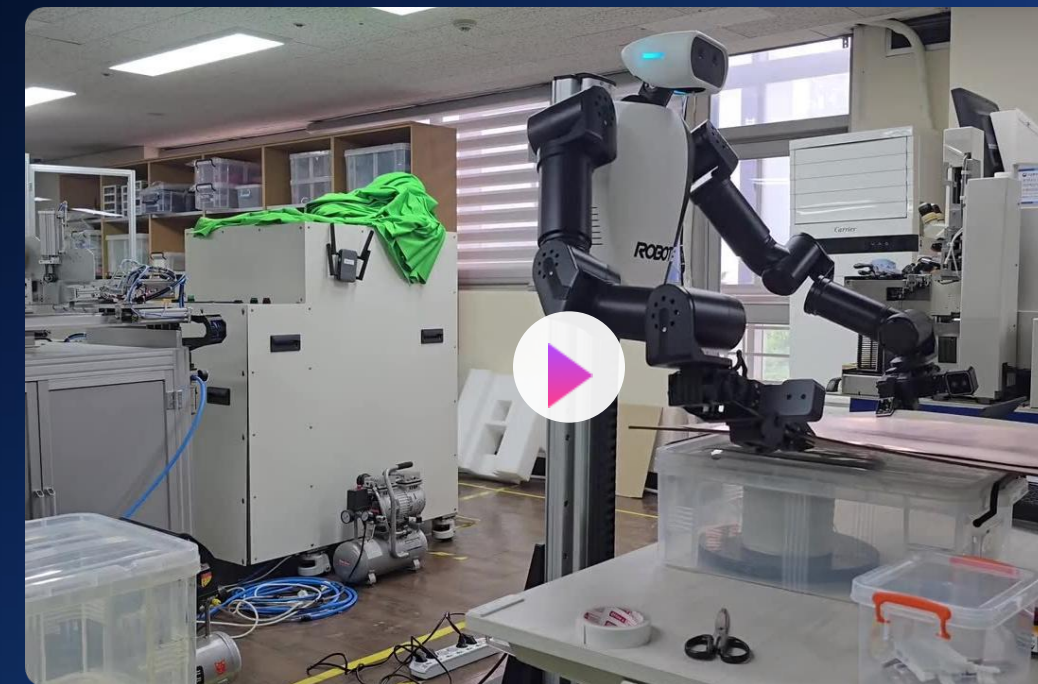
① 작업 시연 데이터 수집

원격 조작 장치 기반 판재 이송 시연 (실데이터)



② 시뮬레이션 환경 구축

배경 · 조명 변화를 적용한 합성 데이터 생성 환경



③ 판재 파지 · 이송

휴머노이드 판재 핸들링 동작 (연구실 환경)

REAL DATA + SIM SYNTHETIC DATA

실데이터 수집과 시뮬레이션 합성 데이터의 병행 — 대표 작업 학습 데이터 확보

성패를 가르는 요인 — 자동화 규모가 아닌 유연성과 검증

도입 성공을 좌우하는 다섯 가지 조건

CONDITION 01

실측 기반 사양

필요 수준 선확인 후 사양 확정

CONDITION 02

재사용 가능한 구성

기종 변경을 폐기가 아닌 재구성으로 처리

CONDITION 03

운영 인력과 현장 환경

티칭 · 유지보수 인력과 진동 · 분진 · 정전기의 설계 반영

CONDITION 04

단계적 검증

소규모 확인 후 확대, 단계별 진입 조건 설정

CONDITION 05

작업 전환 가능성

설비 재제작 없이 작업만 전환 가능한 방향의 설계

CLOSE

유연성과 단계적 검증이 성패를 결정

다음 단계는 **피지컬 AI**와 **휴머노이드**

감사합니다

질의응답

발표자 임 선 수석연구원 · 한국전자기술연구원 (KETI)

사례 분석 범위와 비공개 처리 기준

분석 대상 · 성과 지표 · 표기 원칙

PART 01

분석 범위와 성과 지표

구분		내용
대상	분석 대상	전기전자 제조현장의 로봇 자동화 도입 사례와 수행 과제 결과물 (표준공정모델 · 휴머노이드 실증)
관점	분석 관점	도입 성공 · 실패를 가른 초기 설계, 운영 조건, 확대 적용 여부
지표	성과 지표	생산성 향상률 (사례별 산출 기준 상이, 6.7% ~ 94.4%)
휴머노이드	실증	추진 현황 중심 — 도입 완료 사례가 아님

PART 02

비공개 처리 기준

대상	발표 표기	언급하지 않는 항목
수요기업 · 공정	전자부품 제조 라인 · 대표 작업	기업명 · 부품군 · 최종 수요처 · 공정 수
네트워크 과제	네트워크 연계 실증	과제 명칭 · 통신 사업자 · 통신 규격 · 지역
장비 · 솔루션	AOI / 협동로봇 / 모바일 매니플레이터 (일반 명칭)	제조사 · 모델명