

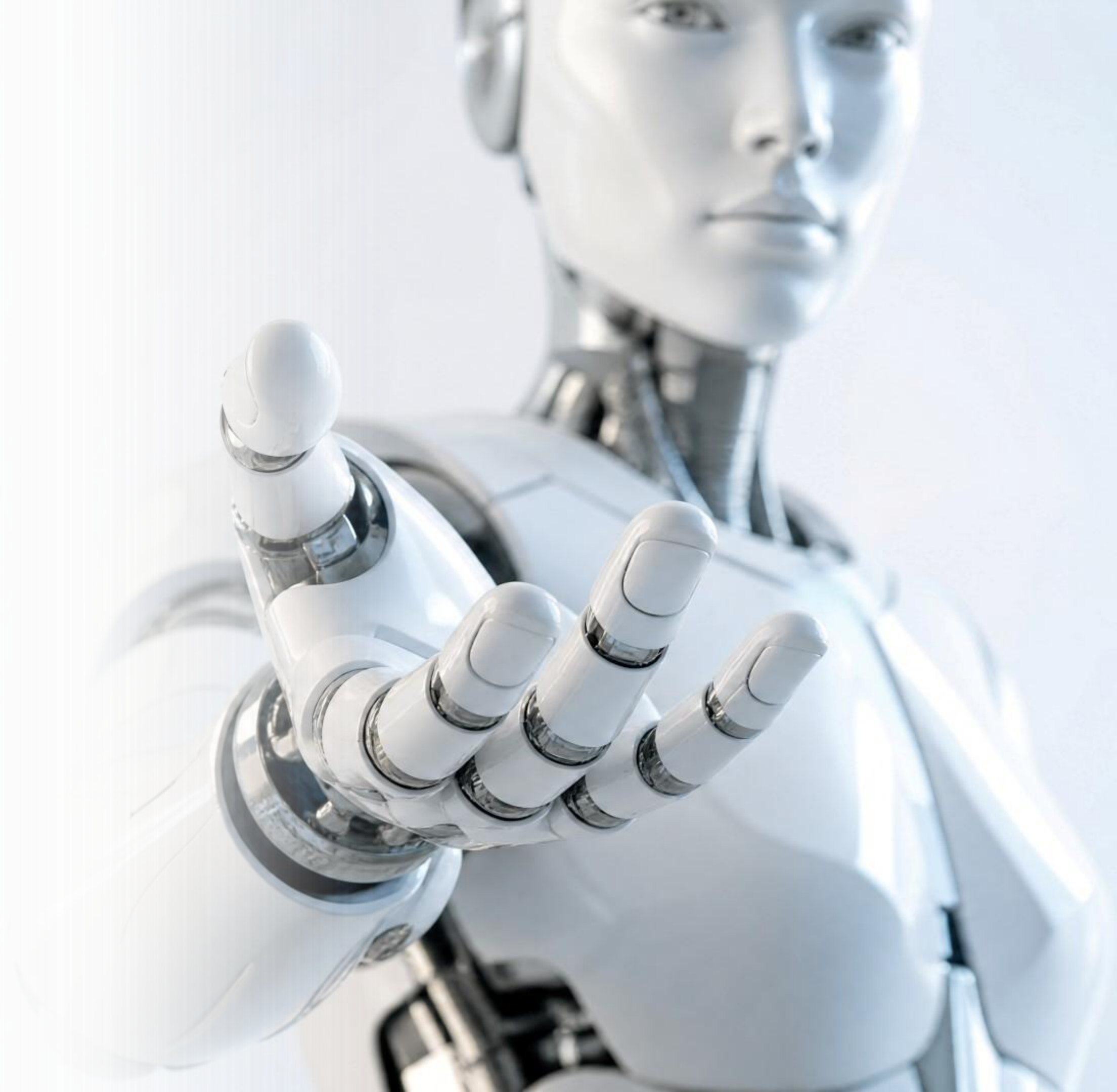
전국대학교 기획처장협의회 세미나

Physical AI 시대의 대학

인지하고, 판단하고, 실행하는
새로운 패러다임 — 그리고 대학의 선택

손병희

마음AI 연구소장 · 한국피지컬AI협회 표준협의회 의장 · 피지컬AI 전문인재양성 교육원 원장



PART 1 / 3

01

무엇이 일어나고 있는가

생성형 AI에서 Physical AI로 — 6개월 안에 일어난 변화

지난 3년이 "생각하는 AI"였다면,
지금부터는 "행동하는 AI"의 시대입니다.

2022 — 2025

생성형 AI

Generative AI

무대 · 디지털 화면
능력 · 언어 이해, 답변 생성
평가 · 정확도 (Accuracy)
한계 · 물리 세계에서 작동 불가

ChatGPT · Claude · Gemini

2025 —

Physical AI

행동하는 인공지능

무대 · 공장 · 병원 · 산업 현장
능력 · 인지 → 판단 → 행동
평가 · 성공률 × 응답속도 × 신뢰성
기대 · 24/7 자율 임무 수행

Figure 03 · 1X NEO · Boston Dynamics Atlas

Physical AI 선도기업 **마음Ai** 로봇에 두뇌를 탑재하다

Physical AI World Model



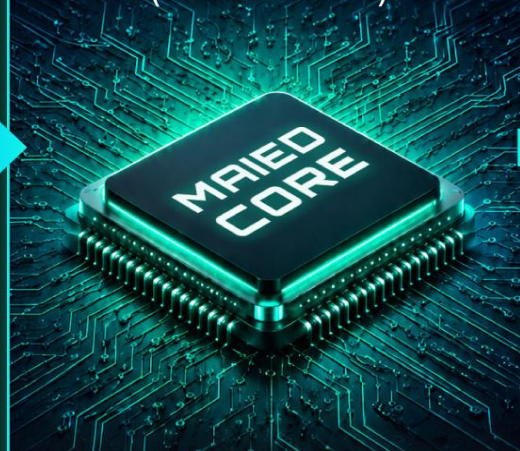
Multi-Source Data
Real-world + Simulation

VLM (Vision Languge Model)
Understanding

World State Prediction
Physics + Semantics

Scenario Generation
Policy Learning

NPU / GPU Chip에 탑재된 AI Model (MAIED CORE)



최적화된 AI 모델
(VLM, WAM, Policy)

실시간 추론
(저전력 / 고성능)

온디바이스 적용
(Edge Application)

보안 & 신뢰성
(Safety / Reliability)

On-Device AI Box (MAIED)



PULSE OS 탑재
(로봇 전용 운영체제)

센서 인터페이스
(Camera, LiDAR, IMU)

통신 / 원격 관리
(5G / Wi-Fi / Satellite)

모듈형 확장성
(NPU, Storage, I/O)

완제품 로봇 (Use Cases)



드론



휴머노이드 로봇



진도봇



무인 수상정



무인 농기계



무인 건설중장비

**Real-world
Deployment**

**Continuous Update
& Learning**

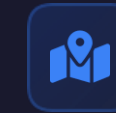
**Safety & Reliability
by Design**

**Scalable Across
Industries**

핵심 기술: 실내외 복합 자율로봇 모니터링 시스템

실내/실외 구분 없는 연속 공간 인식과 자율 이동

JINDO BOT Platform



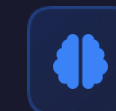
실내/실외 구분 없는
연속 공간 인식

건물 내부, 산업단지, 도로, 공공시설 등
이질적 공간을 하나의 영역으로 통합



다수 로봇 동시 관리 및
동적 최적화

다수의 로봇 임무 재할당 및
실시간 경로 재설정으로 운영 최적화



센서·영상 기반 상황 판단
지능형 오케스트레이션

센서/영상 데이터 기반 상황 인지 및
중앙 시스템의 협조 제어



학습형 운영
데이터 축적→모델 고도화

이상 상황 대응 데이터 축적을 통한
지속적인 대응 모델 고도화

국내 최초 수준의 실내외 통합 자율운영 | 로봇을 '운영 자산'으로 전환

마음AI 로봇 플랫폼: **진도봇 (JINDO BOT)**

진도봇은 단일 장비가 아니라, 산업 현장의 인프라로 작동하는 **임무 기반 협력 로봇 팀 구조**입니다.



Guard

순찰 및 안전 관리

산업시설과 현장을 상시 순찰하며 일상적인 안전과 보안을 관리합니다.



Ranger

넓은 영역 탐지 및 정찰

광활한 영역을 능동적으로 이동하며 현장 상황을 파악하고 정찰을 수행합니다.



Haechi

위험 감지 및 즉각 대응

산업 현장의 위험 요소를 실시간으로 감지하고 초기 대응 임무를 전담합니다.



Vanguard

특수 복합 임무 수행

가장 복잡하고 다차원적인 산업 현장의 특수 임무를 수행하도록 설계되었습니다.



네 가지 모델은 상호 협력하며 물리적 환경의 새로운 산업 인프라를 형성합니다.

투자은행들이 전망치를 1년 만에 6배 ~ 1,000배 상향했습니다.

GOLDMAN SACHS

휴머노이드 로봇 시장 · 2035년 전망

\$38B

약 54조 원 규모

이전 전망치 \$6B에서
6배 이상 상향

MORGAN STANLEY

휴머노이드 시장 · 2050년 전망

\$5T

약 7,300조 원 규모

2050년 로봇 10억 대
새로운 노동 시장 형성

BARCLAYS

Physical AI 시장 · 2035년 전망

\$1T

약 1,450조 원 규모

자율주행 + 로봇 + 산업AI
통합 시장 1조 달러

→ 자본 시장이 이미 움직였습니다. 인재 시장은 곧 뒤따라옵니다.



PART 1 · 이미 일어난 일

이건 데모가 아닙니다.
실제 자동차가 생산됐습니다.

11개월

연속 가동 (월~금, 일 10시간)

30,000+대

BMW X3 차량 생산 기여

90,000+점

차체 패널 로딩 작업

5mm

정밀도 / 2초 이내 정확 배치

INSIGHT

"공장 라인이 곧 학습 데이터입니다."
현장에서 1,250시간 = 실험실 10년치 행동 데이터

REAL DEPLOYMENT · 2025

Figure 02 휴머노이드, BMW Spartanburg 공장 11개월 가동

출처 : Figure AI Official Report — figure.ai/news/production-at-bmw (2025.11.19)

▶ Video Reference



독일이 휴머노이드 로봇을

출처: 유튜브(NEURARobotics)



완전한 폐쇄 루프(Closed Loop)가 경쟁력입니다.

— A New Acronym

VLA

Vision · Language · Action

시각 · 언어 · 행동을 통합하는 모델

V 세상을 본다

카메라 · 깊이 센서로 3D 공간을 인식

L 명령을 이해한다

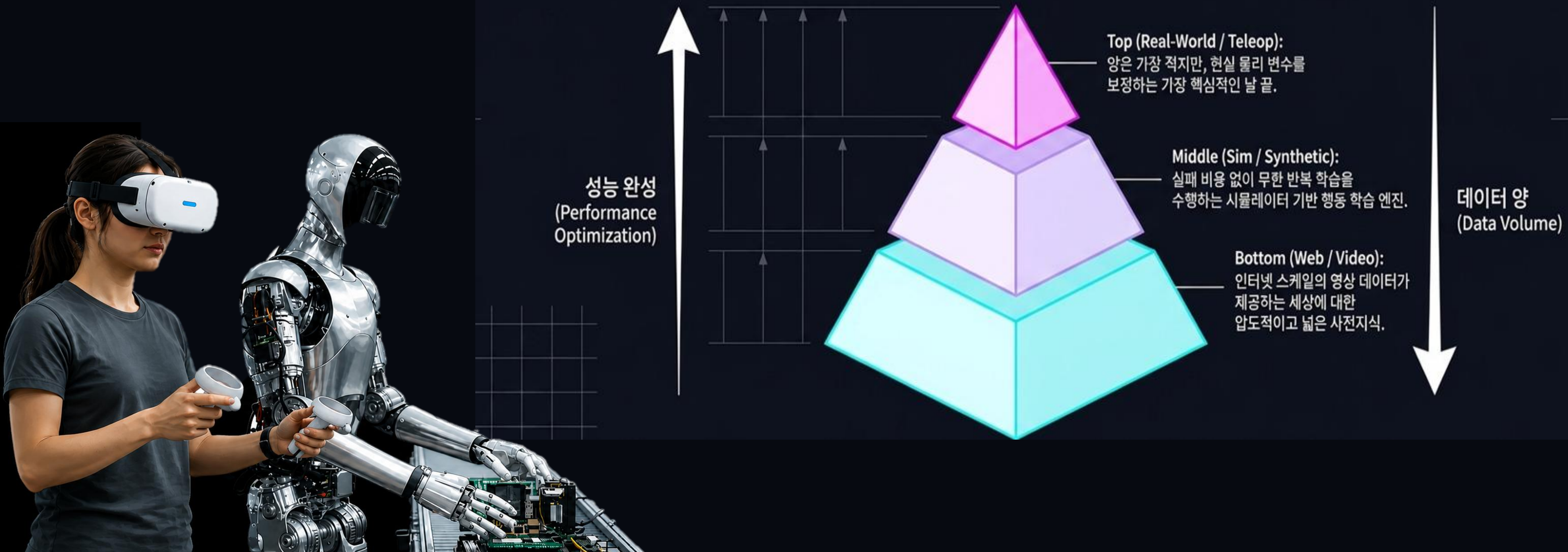
자연어 지시를 의도 단위로 분해

A 실제로 행동한다

관절 · 모터 제어로 물리 세계에 개입

VLA + 텔레오퍼레이션 데이터 루프

로봇 지능의 성패는 모델이 아니라 데이터 구조에서 승부가 납니다.
일반화된 지능을 현실의 완벽한 물리적 성능으로 완성하는 3계층 파이프라인.



텔레오퍼레이션 기반 행동 데이터

Physical Interaction Data — 인터넷에서 절대 구할 수 없는 데이터



Pick & Place
물체 집고·옮기고·분류

- ✓ 물체를 집고 옮기고 분류하는 행동 시퀀스
 - **손목 회전 각도**·압력·릴리즈 타이밍
 - **물체별 최적 궤적** 학습

그립 최적화

파지 전략



양손 협업
박스 접기·천 펼치기

- ✓ 좌우 손 협업 타이밍·양손 힘 배분
 - **양손 간 힘 분배** 및 협응 패턴
 - **비정형 물체** 핸들링

양손 협응

힘 배분



힘·촉각
과/저그립 감지

- ✓ **과그립(파손) / 저그립(낙하)**
 - **미끄러짐 감지** → 실시간 보정
 - **압력 분포 패턴**

힘 조절

촉각 감지

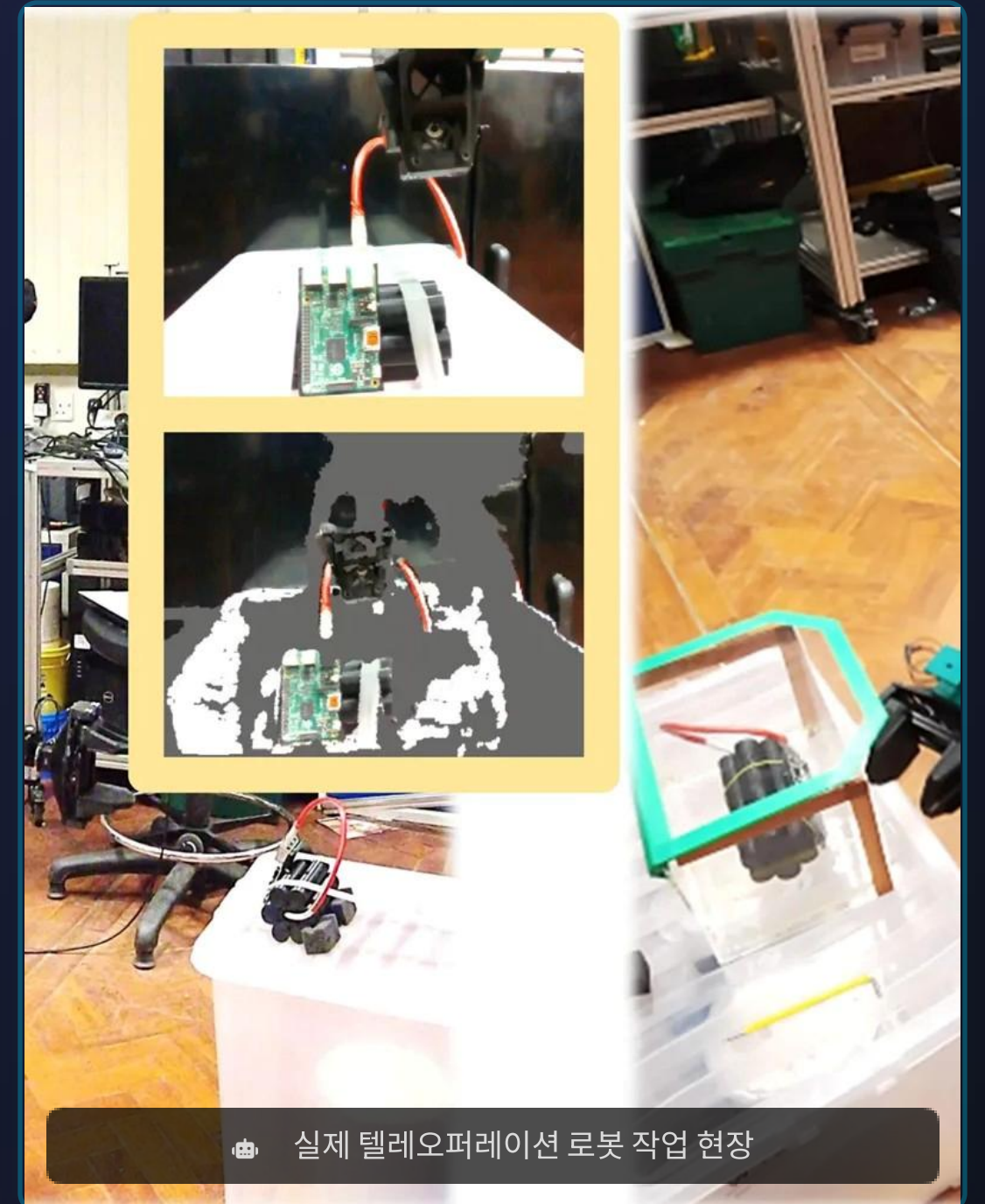


숙련 작업자
암묵지 디지털화

- ✓ 팔 궤적·손 회전·시선 방향 기록
 - **작업 순서 최적화** & 최적 속도 패턴
 - **실패-재시도 패턴**

모션 캡처

숙련 지식



실제 텔레오퍼레이션 로봇 작업 현장

i 이것은 단순한 Vision AI 데이터가 아닙니다 — 행동의 물리적 맥락 전체를 담은 Physical Interaction Data입니다

현실과 가상이 공존하는 실증 공간

1호 데이터팩토리

The First Integrated Learning Infrastructure



(1) Isaac Sim 데이터 수집 공간



(2) 실제 로봇 데이터 수집공간



(4) 통합 관제 공간



(3) 로봇 테스트 및 체험 공간

“ 학습은 일회성이 아니라 **순환(Loop)**입니다. ”

Physical AI 제어 스택

Layered Architecture for Stability & Intelligence



L3

Vision – Language – Action

카메라와 언어 모델을 통해 환경을 인지하고 복잡한 의도를 해석하여 행동을 결정합니다. (High-Level Reasoning)

🔗 확장성 (Scalability)

L2

Reinforcement Learning Policy

다양한 지형과 예외 상황에서 넘어지지 않고 이동할 수 있는 정책을 스스로 학습합니다. (Adaptive Locomotion)

🔗 적응성 (Adaptability)

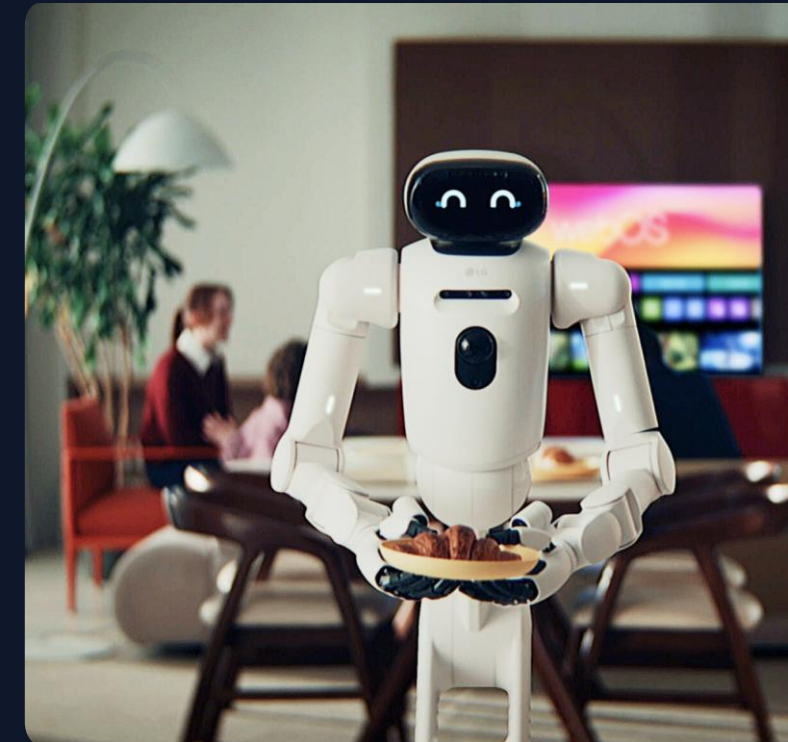
🔗 Simulation에서 학습되고, Real World에서 보정

L1

MPC / WBC(Whole Body Control)

물리적 제약 조건(마찰, 관절 한계) 내에서 로봇의 전신 균형과 안정성을 수학적으로 보장합니다.

🔗 안정성 (Stability)



High-Level
Logic



Layer 3

Vision – Language – Action

Low-Level
Control



Layer 2

Reinforcement Learning Policy



Layer 1

MPC / Whole Body Control



Layer 0

Hardware Dynamics

몸의 변화: QDD 액추에이터



과거: 고감속 기어

기어비 ~ 100:1

- 토크(힘)는 매우 세지만 반응이 둔함
- 백드라이버빌리티(Back-drivability) 낮음
- 외부의 예기치 못한 충격에 쉽게 망가짐



현재: QDD (Quasi Direct Drive)

기어비 ~ 6:1

- 모터가 직접 관절의 토크를 정밀 제어
- 압도적인 반응 속도로 민첩한 움직임 구현
- 외력을 유연하게 수용하는 순응성(Compliance)

1

빠른 반응 속도

낮은 기어비를 통해 모터의 회전력을 지연 없이 직관적으로 전달하여, 미끄러지거나 밀리는 찰나의 순간에도 즉각적인 밸런스 복구 동작이 가능해졌습니다.

2

충격 흡수력 (Compliance)

모터 자체가 외부의 힘을 거스르지 않고 흡수할 수 있는 높은 백드라이버빌리티를 확보하여, 강한 충격을 받아도 관절이 부러지지 않고 유연하게 견뎌냅니다.

3

자연스러운 움직임

정밀한 토크 제어가 가능해지면서 기계 특유의 뻣뻣한 동작이 사라지고, 마치 생명체와 같이 부드럽고 에너지 효율적인 걷기와 뛰기가 실현되었습니다.

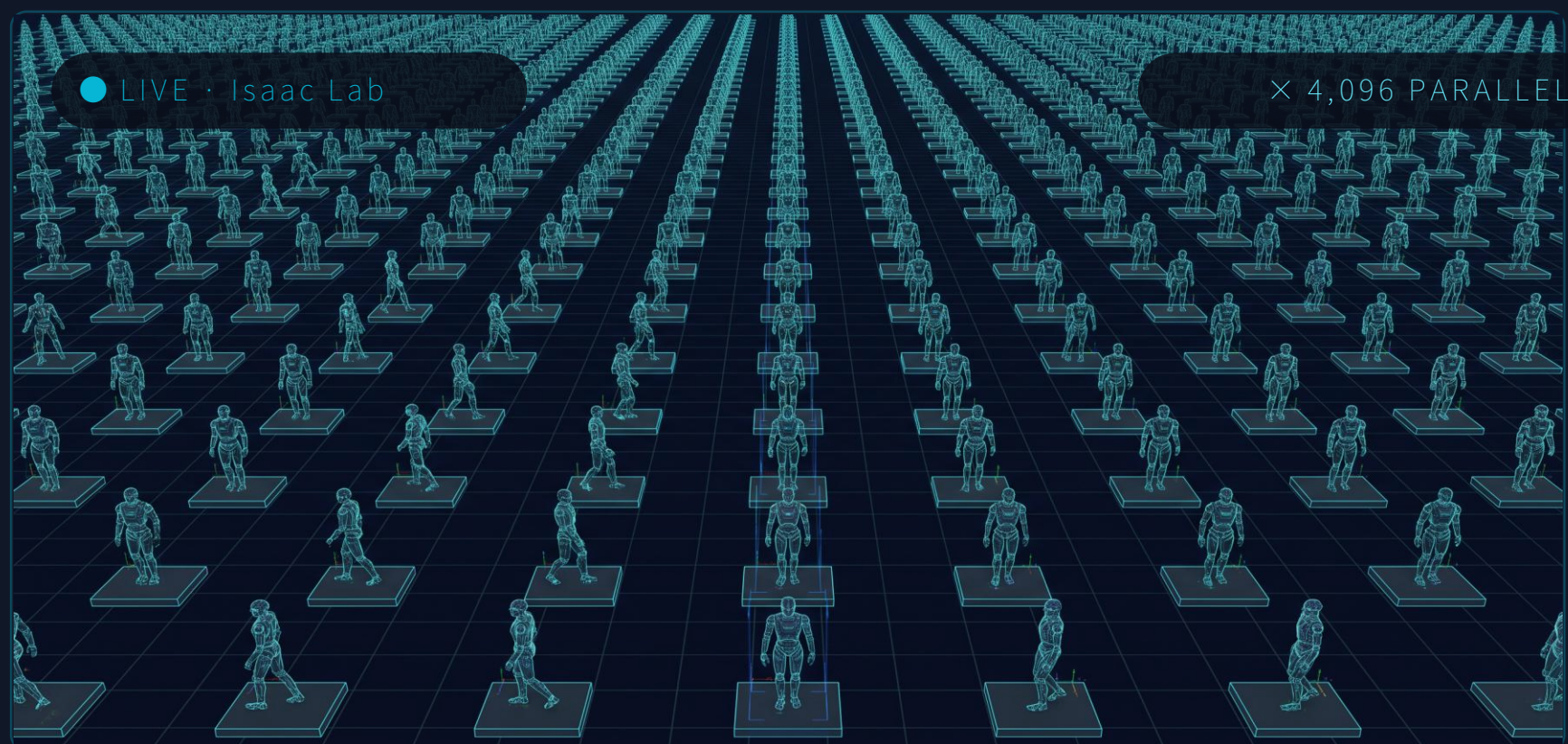


"몸이 인간처럼 부드럽고 빠르게 반응 가능해졌다"

훈련의 혁명: GPU 시뮬레이션

가상 세계의 병행 훈련장

4,096 robots × 24/7



시뮬레이션 타임

1초 = 수천 번의 시도

현실 시간 환산

5일 학습 ≈ 100년 경험
8시간/주 5일/52주/100년

01

대규모 병렬 학습

단일 로봇이 아닌, GPU상에서 수천 대의 로봇이 동시에 넘어지고 다시 일어나는 과정을 반복하며 훈련을 병렬로 가속화합니다.

02

시행착오 비용 제로

현실 환경에서 학습할 때 발생하는 로봇의 파손, 부품 교체, 부상 등의 물리적 리스크와 비용을 완전히 제거했습니다.

03

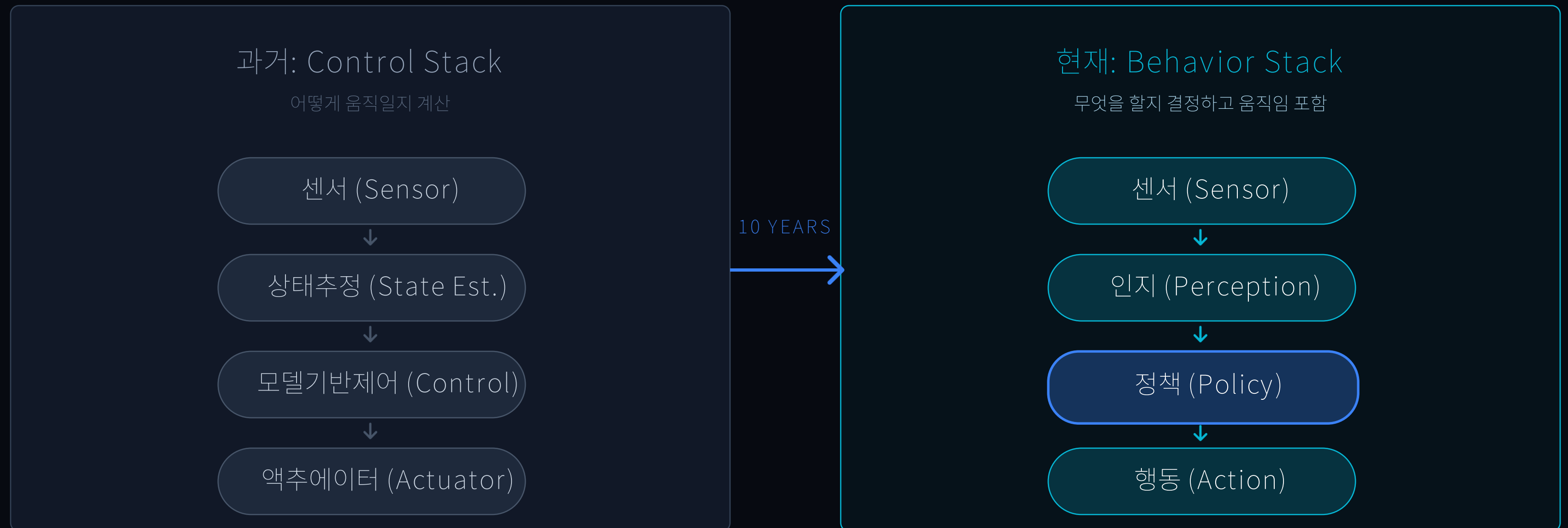
압축된 데이터 경험치

인간이나 현실 로봇이 수백 년에 걸쳐 겪어야 할 물리적 경험을 단 며칠 만의 시뮬레이션으로 압축하여 정책(Policy)을 완성합니다.

주요 시뮬레이션 툴체인

NVIDIA Isaac Sim/Lab MuJoCoGenesisGazebo

Control Stack에서 Behavior Stack으로



계산 기반 → 경험 기반

모델 기반 → 데이터 기반

수식 기반 → 학습 기반

퍼팅할 때도 마찬가지로, 공의 속도와 각도 측정하고 뉴턴 방정식으로 계산해서... 절대 아니죠! 수만 번의 연습으로 몸이 알아서 반응하게 합니다. 현재 로봇은 반사 반응을 합니다.

피지컬AI란 무엇인가

AI가 판단하고, 로봇이 행동하고, 산업이 데이터를 만드는 순환 구조

AI + 로봇 + 산업

세 영역의 단순 결합이 아닌,
서로가 서로를 진화시키는 선순환입니다.



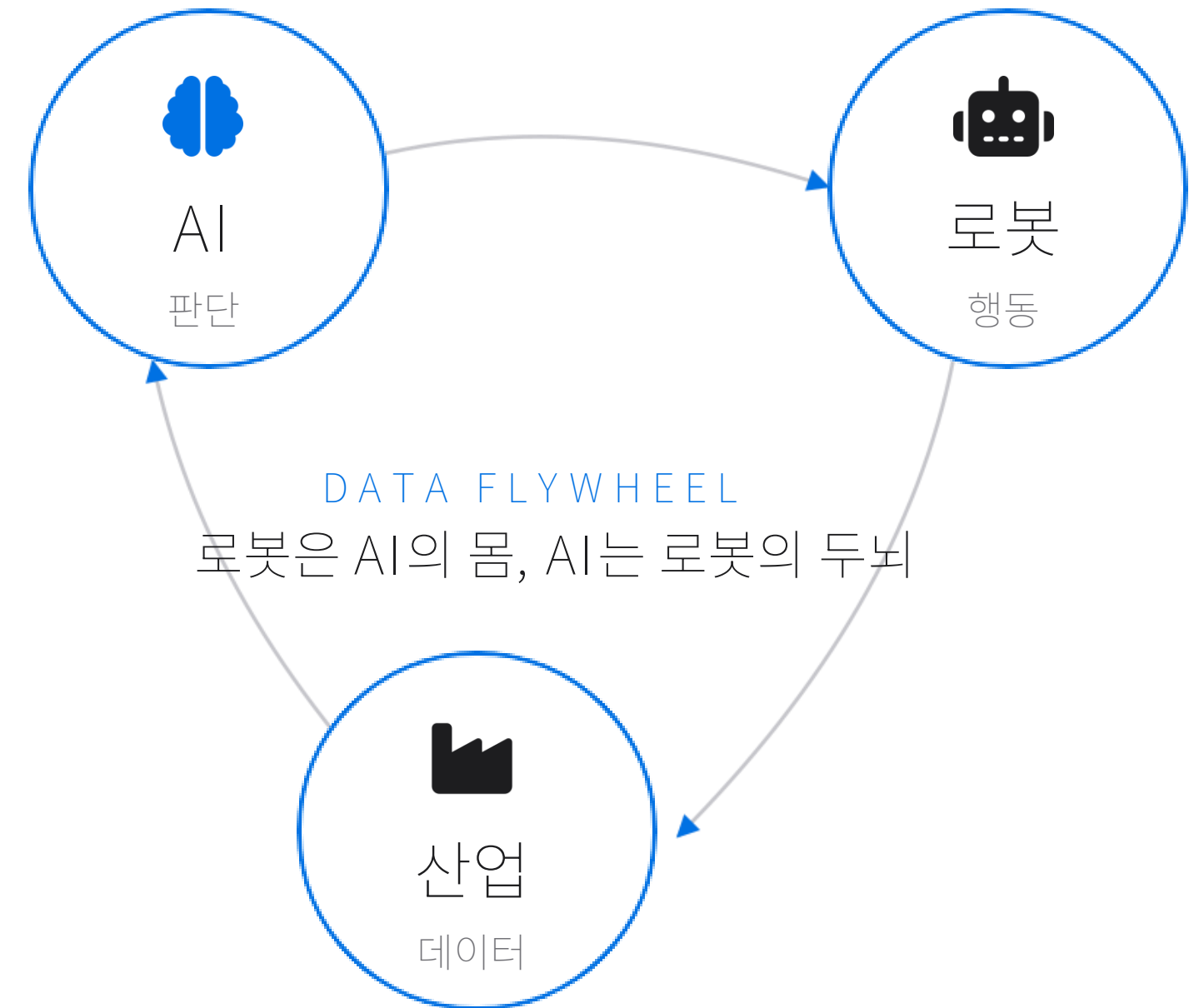
AI · 판단 VLA 모델이 시각·언어를 통합 추론



로봇 · 행동 현실 세계에서 물리적 작업 수행



산업 · 데이터 현장에서 행동 데이터 생성·축적



AI · 로봇 · 산업이 만드는 **순환 구조**

세 영역의 단순 결합이 아닌 — 서로가 서로를 진화시키는 선순환 (Data Flywheel)



로봇은 AI의 몸 · AI는 로봇의 두뇌 · 산업은 두 영역을 키우는 자양분



현장 데이터는 명사가 아니라 **동사**로 배워야 한다.

로봇보다 더 중요한 것은 로봇이 배우는 환경,
데이터팩토리다.



학습 방식 : 동사(Action)



학습 환경 : 데이터팩토리



데이터 인프라 패러다임 비교

전통 데이터센터에서 Physical AI 데이터팩토리로의 진화

maumAI

비교 항목	전통 데이터센터	AI 데이터센터	데이터팩토리
목적	데이터 저장·처리·분석	AI 모델 사전학습·추론	로봇 행동 데이터 생성·학습
데이터 유형	정형 데이터·로그·트랜잭션	텍스트·이미지·영상 (비정형)	시뮬레이션 + 현장 센서 (멀티모달)
핵심 인프라	서버·스토리지·네트워크	GPU 클러스터·HBM 메모리	Isaac Sim + 현장 로봇 + GPU
학습 방식	배치 처리·ETL	대규모 사전학습·파인튜닝	Sim-to-Real + 도메인 랜덤화
출력물	분석 리포트·BI 대시보드	LLM·이미지 생성 모델	VLA 모델 (로봇 행동 정책)
적용 분야	클라우드·엔터프라이즈 IT	자연어 처리·생성형 AI	Physical AI · 자율 로봇

● 시뮬레이션 70% + 현장 30% → ● 98% 자동 라벨링 → ● 72시간 학습 사이클

대학 데이터팩토리: 캠퍼스가 데이터가 되는 시대

대학이 보유한 공간과 인프라, 로봇이 만드는 모든 경험이 AI 학습 데이터로 축적되어 새로운 가치와 성과로 연결됩니다.

캠퍼스 곳곳의 로봇 및 스마트 인프라



캠퍼스 데이터 수집 및 축적



데이터가 만드는 가치와 성과

- 연구 경쟁력 강화**
▶ 양질의 실전 데이터로 AI 모델 교도화 및 논문·성과 창출
- 교육 혁신**
▶ 실증 기반 교육, 프로젝트·PBL·현장형 인재 양성
- 산학협력·기술이전**
▶ 기업 공동 연구, 실증, 기술이전 및 사업화
- 창업·스타트업 생태계**
▶ 데이터 기반 아이디어 발굴 및 창업 지원
- 운영 효율화 및 스마트 캠퍼스**
▶ 의사결정 최적화, 비용 절감, 안전·편의 향상

데이터팩토리 선순환 구조



대학 데이터팩토리 구축 사례



대학 데이터팩토리는 캠퍼스를 살아있는 실증 플랫폼으로 만들고,
AI 시대 대학의 새로운 경쟁력이자 성장엔진이 됩니다.



PART 2 / 3

02

대학은 무엇을 할 것인가

교과 · 인프라 · 산학협력 — 내려야 할 세 가지 결정

지금 받고 있는 세 가지 질문

Q1

FROM TOTAL UNIV. PRESIDENT

"우리 대학에
AI · 로봇 학과를
만들어야 하나?"

의사결정 트리거

교과 · 전공 신설
학사 구조 개편

Q2

FROM FACULTY · BUDGET

"로봇 · 시뮬레이터
인프라는 어디까지
투자해야 하나?"

의사결정 트리거

Isaac Sim · GPU · 로봇
인프라 예산 배분

Q3

FROM INDUSTRY · GOVERNMENT

"산학협력 · 정부 과제
어떤 파트너십에
들어갈 것인가?"

의사결정 트리거

K-휴머노이드 연합
협회 · 컨소시엄 참여

AI 인력 81.9%가 부족한데 — 로봇 더하면?

Physical AI는 기존 AI 인재 × 로봇공학자 × 시뮬레이션 엔지니어가 동시에 필요합니다

한국은행 · 2025 보고서

국내 AI 기업의

81.9%

가 "AI 인력 부족"을 호소

국내 AI 인력 5.7만 명 · 석박사 58%
대기업 69% · 중견기업 68.7% 채용 확대 계획

고용노동부 · 산업기술인력 수급 전망

2027년까지 추가 필요 신규 인력

AI 분야

12,800명

클라우드 분야

18,800명

신기술 고급+중급 통합

57.9만명

→ 대학이 공급망의 마지막 안전망입니다.

ACTION 1 · 교과 · 전공

"AI 학과"가 아닙니다.
3개 전공의 교차점이 필요합니다.

CORE 01

AI · 인지

VLA · LLM · 강화학습
Foundation Model 활용
합성 데이터 생성

기존 컴퓨터공학 + AI 학과

CORE 02

로봇 · 제어

MPC · WBC · 액추에이터
Sim-to-Real · 강건 제어
메카트로닉스

기계공학 + 전기전자

CORE 03

데이터 · 산업

현장 데이터 수집 · 라벨링
텔레오퍼레이션 · 도메인 지식
안전 · 윤리 · 표준

산업공학 + 도메인 학과

권장 모델

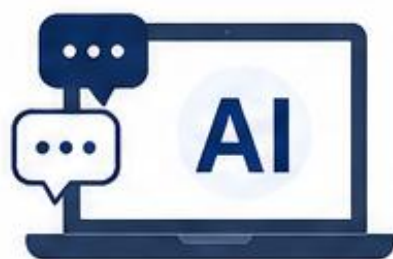
① 신규 학과 신설보다 **3개 학과 연계전공** · **마이크로디그리**가 현실적 · 빠릅니다.

AI 기술의 진화는 대학의 교육·연구·산학협력·인재양성 패러다임을 근본적으로 바꾸고 있습니다.

생성형 AI 시대

AI 활용 능력

정보를 이해하고,
문제를 해결하는 능력



주요 특징

- ✓ 디지털·지식 기반 중심
- ✓ 가상 공간 중심의 생산성 향상
- ✓ 개인 단위의 역량이 핵심

Physical AI 시대

AI + 로봇 + 산업

현실 세계를 이해하고,
행동하며, 가치를 창출하는 능력



주요 특징

- ✓ 물리적 세계와 상호작용
- ✓ 데이터 기반의 현장 문제 해결
- ✓ 융합적 팀 역량과 실증 경험이 핵심

앞으로 필요한 인재



AI 엔지니어

지능모델 개발 및 응용 기술 전문가



로봇 엔지니어

로봇 설계·제어·운영 전문가



데이터 엔지니어

데이터 수집·가공·분석·활용 전문가



디지털트윈 전문가

현실을 가상에 구현·예측·최적화 전문가



자율제어 전문가

로봇의 자율이동·조작·의사결정 전문가



Human-Robot Interaction 전문가

사람과 로봇의 협업·소통·UX 전문가



대학은 이제 AI를 가르치는 곳에서

AI와 로봇이 함께 일하는 미래 인재를 양성하는 곳으로 진화해야 합니다.

대학은 시뮬레이션 + 1대의 실물로 시작합니다.

TIER 1 · 진입

시뮬레이션

NVIDIA Isaac Sim
MuJoCo · Gazebo
Digital Twin 환경

예산 (대학 단위)

1억 원 ~

GPU 서버 + 라이선스 + 초기 인력

TIER 2 · 확장

실물 1~2대

Unitree G1 · ALOHA
Quest 3 텔레오퍼레이션
Sim-to-Real 보정 룸

예산 (대학 단위)

5억 원 ~

G1 1대 약 \$16K · 작업공간 설치

TIER 3 · 거점

데이터팩토리

Isaac Sim + 실물 로봇
통합 관제 + 테스트베드
산업체 데이터 수집 거점

예산 (컨소시엄 단위)

10억 원 ~

정부 매칭 · 기업 공동 활용

→ 컨소시엄·정부과제 매칭



UNIVERSITY × INDUSTRY

현장 데이터가 강의실로 들어오는 순간

ACTION 3 · 산학협력 모델 전환

"기업 견학"에서
"현장 데이터 공동 자산화"로

구분	기존 산학협력	Physical AI 산학
목적	인턴십 · 졸업작품	현장 행동 데이터 공동 수집
결과물	논문 · 보고서	VLA 모델 · 데이터셋 IP
자산	기업 단독 소유	대학+기업 공동 자산
기간	단기 (3~6개월)	중장기 (3~5년 Loop)
대학의 역할	인력 공급	데이터 큐레이터 · 표준 수립

→ 대학이 "데이터 큐레이터"로 자리 잡으면, 기업·정부가 먼저 찾아옵니다.

PART 3 / 3

03

어떻게 함께 갈 것인가

한국의 강점 · K-휴머노이드 연합 · 그리고 대학의 자리

한국은 Physical AI에 가장 유리한 나라입니다.

4대 핵심 경쟁력이 Physical AI 기술 계층(Stack)과 완벽하게 일치합니다.

AI MODEL	AI 기술	독자적 파운데이션 모델 (HyperCLOVA-X · Exaone) — OpenAI/Anthropic 제외 세계 6개국
EDGE AI	반도체 · 메모리	세계 1위 메모리 (삼성·SK) · HBM 점유율 90%+ · 엣지 AI 연산 칩 인프라
ROBOT PLATFORM	배터리 · 모빌리티	로봇 장시간 자율 구동을 보장하는 세계 최고 고효율 배터리 (LG·삼성SDI)
INDUSTRY & DATA	제조업 · 현장	GDP 대비 제조업 28% · OECD 평균의 2배 — 양질의 현장 데이터 확보 환경

CORE INSIGHT

대한민국은 AI 모델부터 현장 데이터까지 전체 계층의 수직 통합이 가능한 유일한 국가입니다.

이미 판은 깔렸습니다. 대학의 자리는 "인재 + 데이터"입니다.

정부 주도 · 산업통상자원부 · 과학기술정보통신부

K-휴머노이드 연합

2030 휴머노이드 3강 국가 목표

40+개

참여 기업 · 대학 · 연구소

504억원

2030년까지 정부 직접 투자

5대 과제

핵심기술 · 모빌리티 배터리 등

1조원+

R&D · 펀드 · M&A 총 규모

대학이 차지할 4가지 자리

"빠진 퍼즐"이 보입니다

SEAT 01

VLA · 강화학습

기초 · 응용 연구의 중심

SEAT 02

데이터 표준

현장 데이터 라벨링 · 큐레이션

SEAT 03

인재 양성

학·석·박사 + 재교육 마이크로디그리

SEAT 04

윤리 · 안전 · 표준

사회적 신뢰의 마지막 보루

한국피지컬AI협회 · 교육원이 대학에 제안드리는 3단계 협력 모델.

2026 — 2027

STEP 01

교육 협력

- 공동 마이크로디그리 운영
- 교원 재교육 프로그램
- Isaac Sim 공동 라이선스
- 객원 교수 · 산업 강의

2027 — 2028

STEP 02

데이터 협력

- 권역별 데이터팩토리 거점
- 산업현장 공동 데이터 수집
- 표준 데이터셋 큐레이션
- 정부과제 컨소시엄 참여

2028 — 2030

STEP 03

생태계 협력

- 권역 거점 대학 인증
- 글로벌 표준 공동 수립
- IP · 스피노프 공동 자산

→ 한 대학이 단독으로 가는 길보다 — 권역별 컨소시엄이 정부 매칭의 정답입니다.



AI 무대는 화면 속 AI가 아니라, 현장에서 일하는 AI입니다.

— Jensen Huang, NVIDIA CEO · "The next wave of AI is Physical AI."

MESSAGE TO UNIVERSITY

대학은 현장으로 나가는 AI 시대의 출발선입니다.
지금 결정이 한국의 다음 10년을 결정합니다.