

HMC Robotics LAB's Approach to Solving Engineering Problems

**Expanding Human Reach :
Robotics Research on
Full Spectrum
Human Assistance**



HMG 로보틱스랩 사업 체계

로보틱스 사업목표 달성을 위해 CPS 기반의 로봇 서비스 사업 체계 구축

Integrations of Computation, Networking, and Physical processes with Robotics

01 고도화된 Service

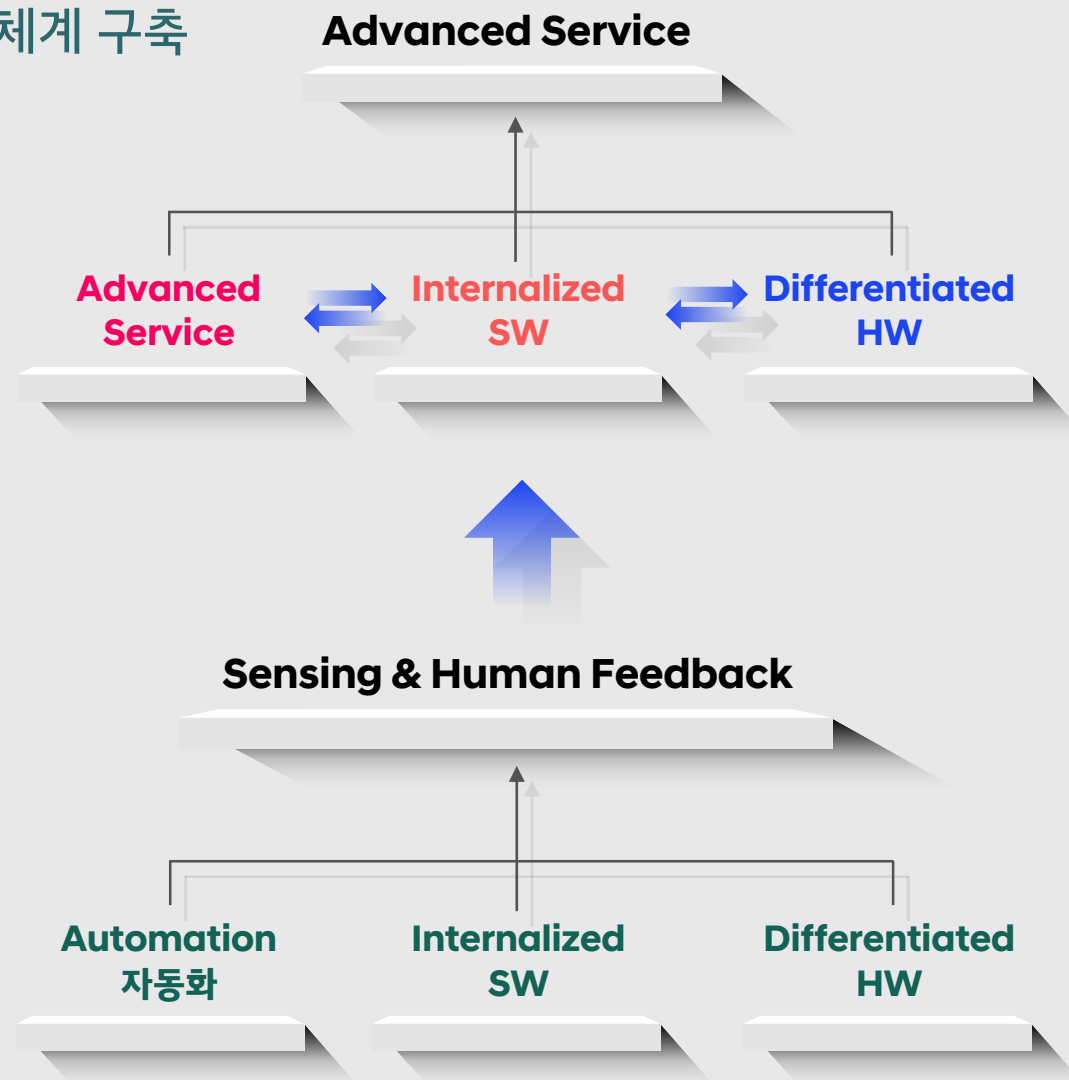
Indoor / Outdoor Last-mile Logistics (물류 및 배달)
 Industrial / Medical Human Assistance (산업/의료 근력 지원 및 질환 예방)
 Untact Informatic Service (정보 및 콘텐츠 전달 서비스)
 Autonomous EV Charging (전기차 자동 충전)
 Personal Mobility (개인 이동 수단)

02 내재화된 SW

Embedded / Cloud AI (인공지능)
 Intelligent Front / Backend SW (지능형 관제 및 플래너)
 Autonomous Mapping & Navigation (지도와 자율이동)

03 차별화된 HW

Wheeled (바퀴)
 Legged (다리)
 Manipulation (팔과 손)

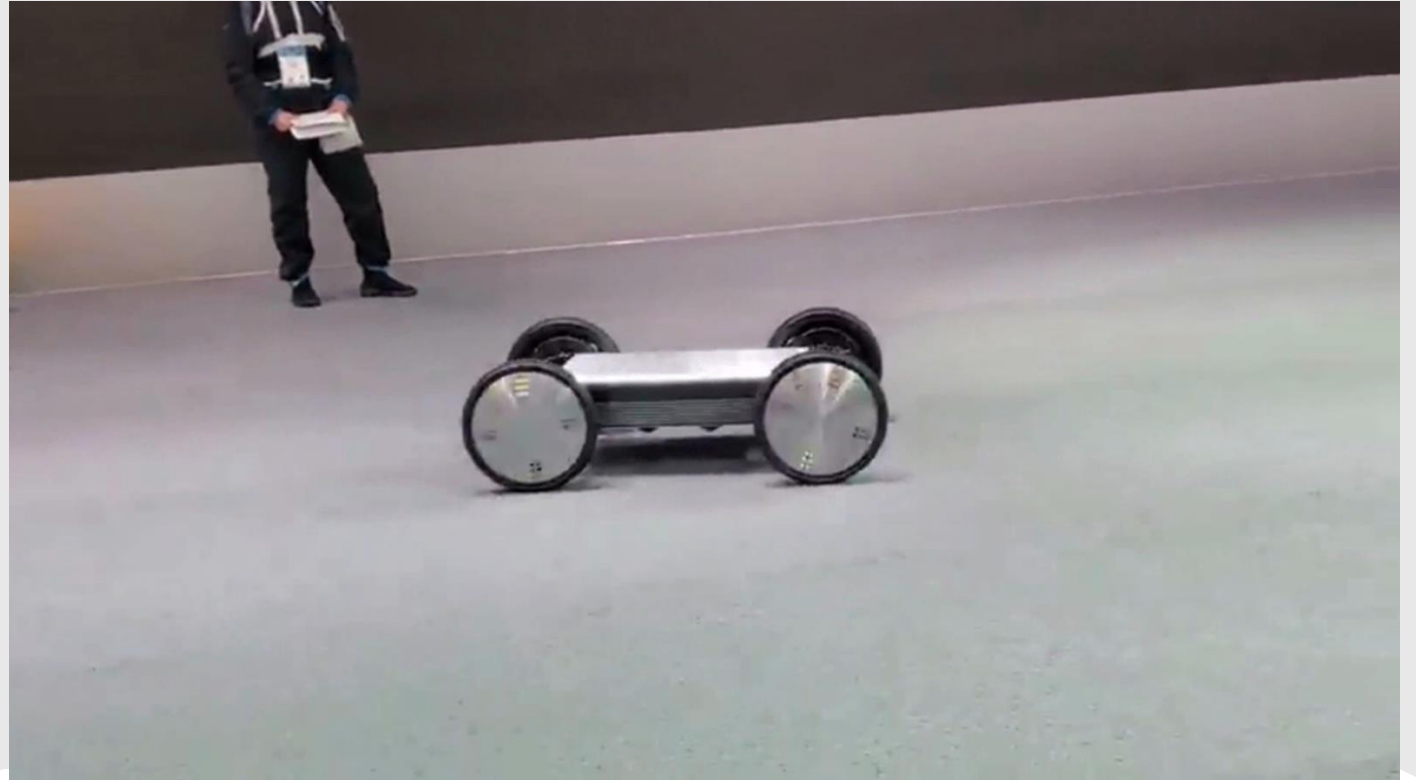
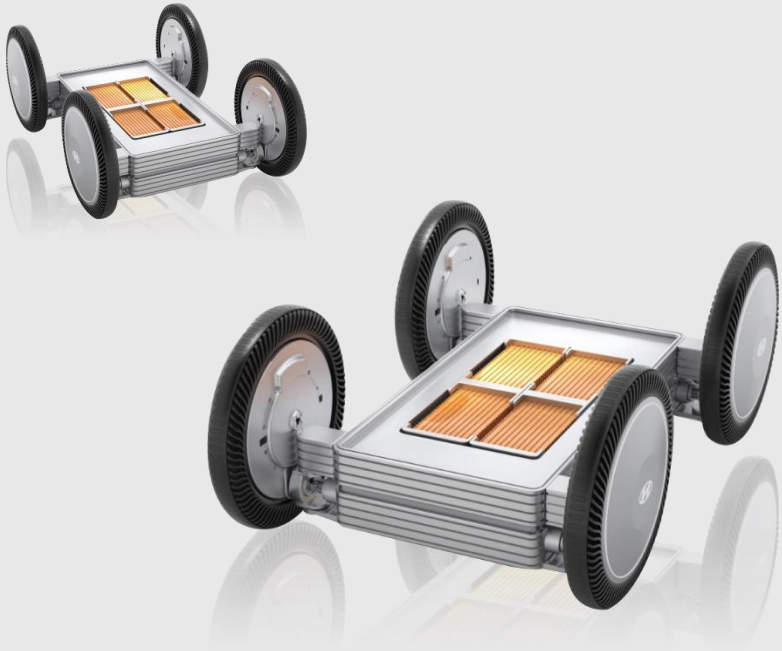


DnL : Drive and Lift

MobED : Mobile Eccentric Droid

Advanced Open Mobile Platform

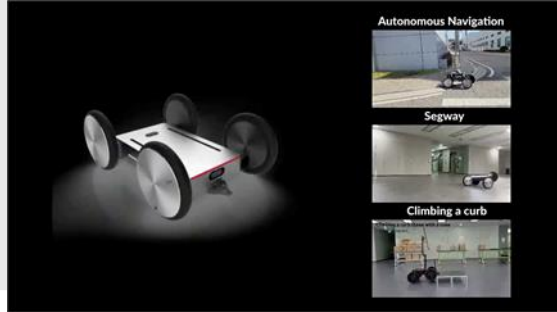
- | DnL (Drive & Lift) 모듈 기반의 12자유도 모바일 로봇 플랫폼
- | 4WIS&D / 능동형 자세 제어 / 장애물 극복
- | 다양한 상부 모듈과의 결합을 통한 차별화된 서비스 개발



MobED based on DnL for Stabilization

Cart | Broadcast | Entertainment | Logistic | Support | Stroller | Action Cam

WBC-video 촬영



Overcoming obstacles

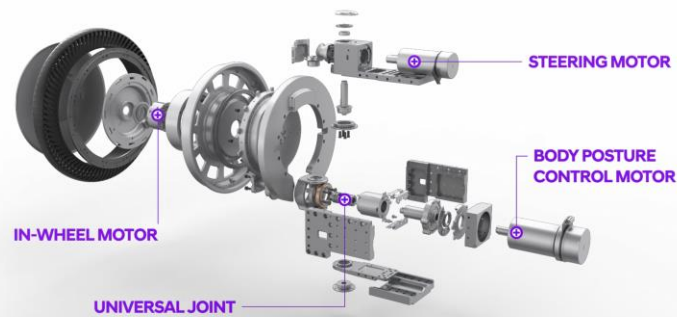


Balancing



ECCENTRIC WHEEL

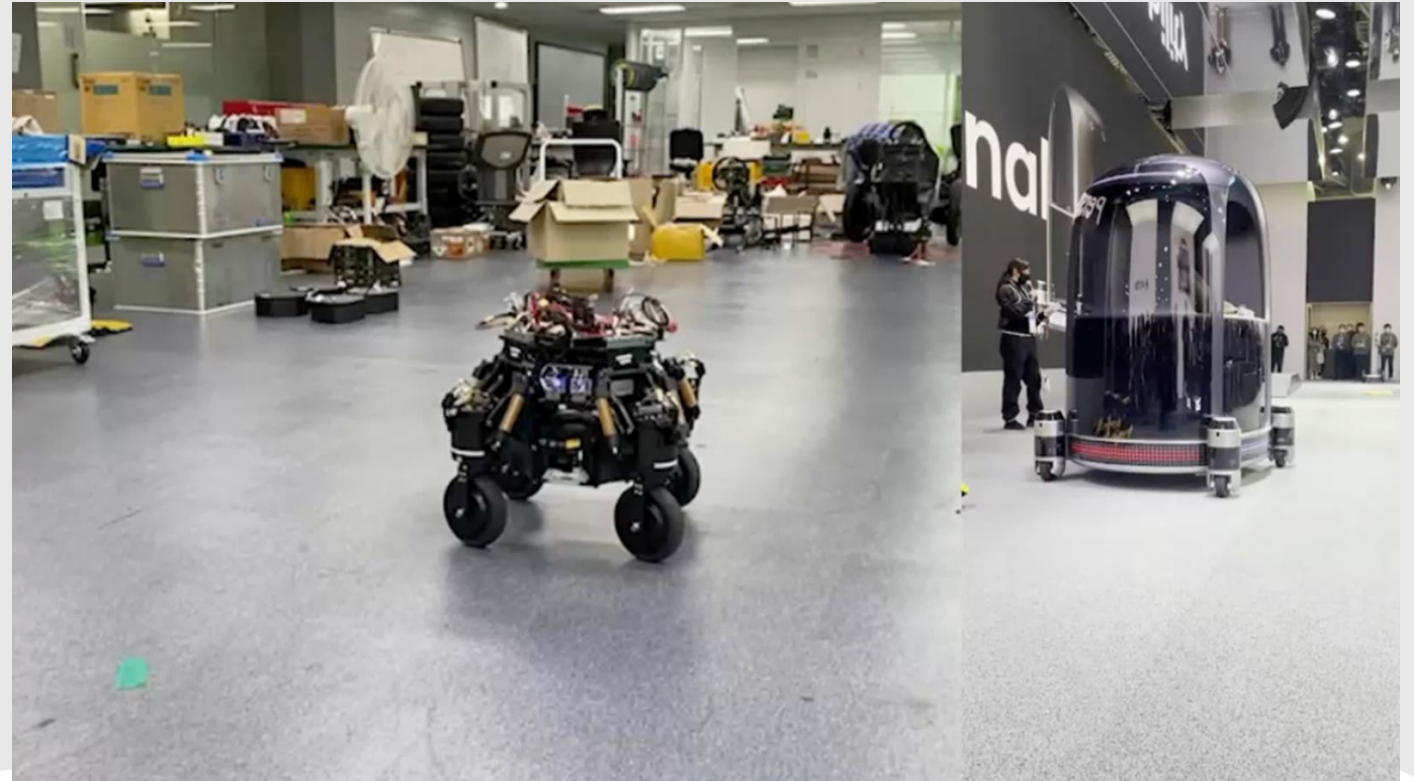
Robotics LAB



PnD : Plug & Drive

Modular Open Mobile Platform

- | 주행/조향/제동/센서를 통합한 PnD 모듈 적용
- | 플랫폼의 크기와 형태에 대한 자유도를 극대화
- | 최대 속도 30Kph / 중량 30 kg (배터리 포함)
- | 양산을 위한 신규 PnD 플랫폼 PluD (Plug and Drive Droid) 개발중



DAL-e :

Drive you, Assist you, Link with you - experience

Untact Service Robot

- | 비대면 고객 접점 역할 수행 - 인사, 차량 설명, 시설 안내, 엔터테인먼트 등
- | 4WS 적용으로 Holonomic Motion 구현
- | 허리/목 모션 추가로 고객과의 상호 교감 강화

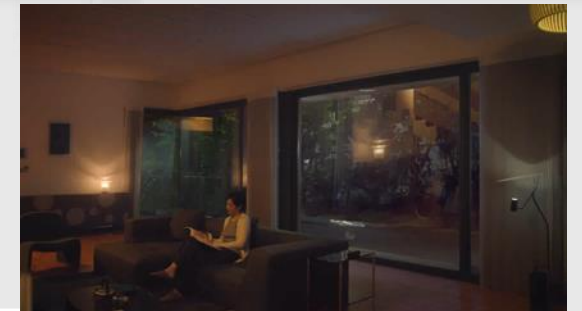


Variants based on PnD for Mobility of Things

DAL-e Hotel Delivery | Outdoor Delivery | Maintenance Help | Mobility | Personal Mobility | Micro Mobility | Mobile Manipulator



- Lidar
- Camera sensor
- Motor
- Suspension
- 6"/10" Wheel



X-ble MEX : Lower Extremity Medical Exoskeleton

Human Assistance

- | 하반신 마비 환자의 보행 및 재활 기여 (SCI 완전 마비 환자 임상)
- | 경량 단순한 디자인 : 18kg / 4자유도 / 배면 착용 방식
- | 앉기/서기/걸기/계단 오르내리기/좌우 회전 지원
- | 식품의약품안전처 승인 (제조 및 판매 허가 취득, '23.01)

(1)장기 기능 (폐활량, 장 기능) 개선	가감폭
폐활량 증가	+0.09 (L)
평균 산소 소모량 증가	+0.75 (ml/min/kg)
소화 능력 개선	-2.20개

(4)재활 운동 능력 향상	가감폭
보행 속도 향상	+4.74 (m/min)

(5)재활 운동량 증가	가감폭
1분간 이동 거리 증가	+4.41 (m)
6분간 이동 거리 증가	+28.52 (m)

(2)건강 상태 개선	가감폭
골밀도 증가	요추 +0.16 (g/cm ²)
	대퇴골 +0.34 (g/cm ²)
피검사 염증 수치 감소	-0.24 (mg/dL)
알부민 수치 증가	+0.11 (g/dL)

(3)근육 경직도 및 통증 호전	가감폭
경직도 호전	슬관절 신전근 -0.05
	족저굴곡근 -0.10
주관적 통증 감소 (1~7)	-0.5



X-ble Industrial : Industrial disease prevention

Human Assistance

- | 스프링과 링크 구조를 이용한 근력 보조력 제공 (No battery)
- | 2kg 이하의 초경량 / 체형에 따른 사이즈 및 보조력 조절 가능
- | 윗보기 작업 - 상완 근력 보조 / 물류 및 허리 숙임 작업 - 허리 근력 보조
- | 근골격계 질환 예방, 작업 효율성 증가



ACR : Autonomous EV Charger

Autonomous charging

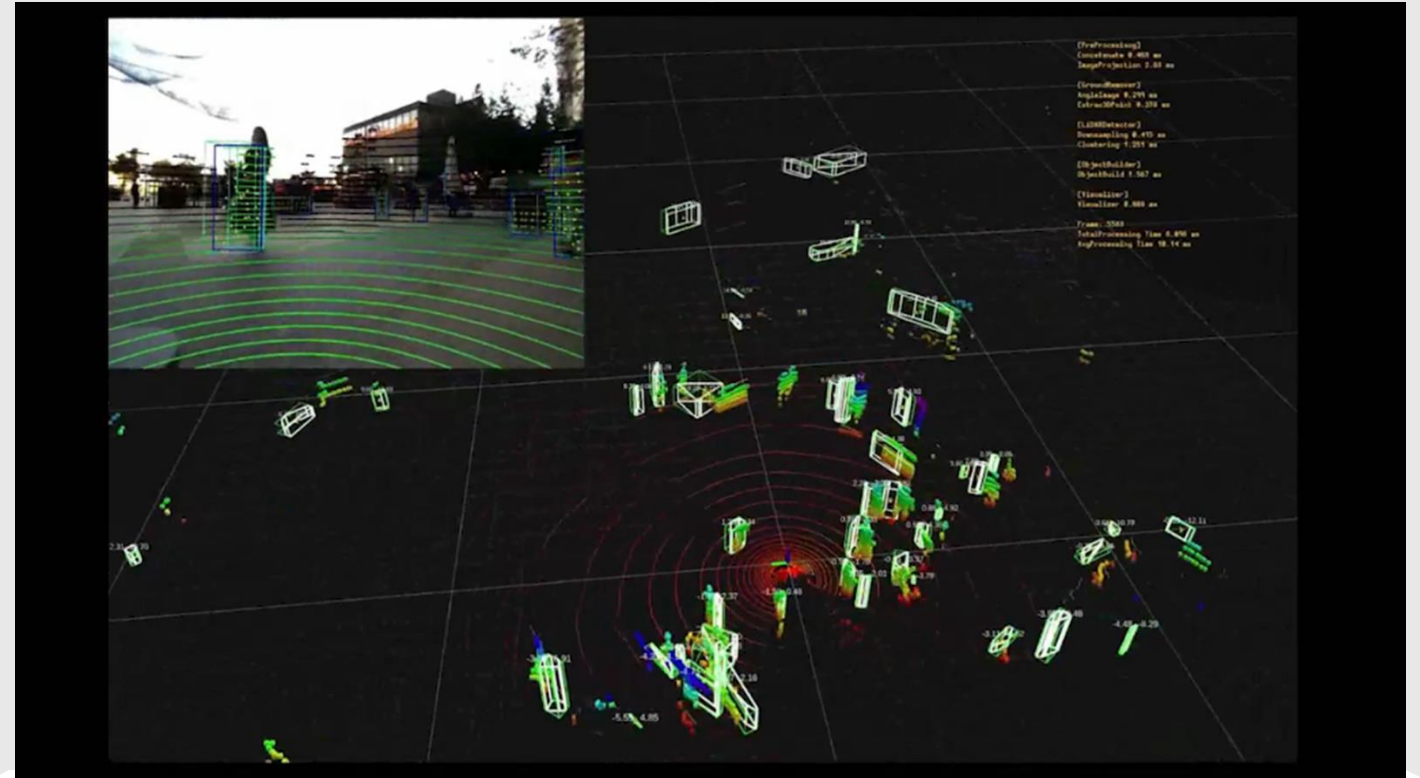
- | 자율주차 전기차 연계 자동 충전 가능
- | 딥러닝 기반 충전구 인식 기능 개발
 - : RGB-D 카메라 기반의 충전구 검출 및 포즈 추정 기술 개발
 - : 충전구의 SE(3) 인자 추출 → 위치 오차 10mm 이내, 각도 오차 2° 이내
- | 컴플라이언스 제어 (Force to Displacement Control)
- | 가반하중 10 kg
- | 방수/방진 기능(IP65)



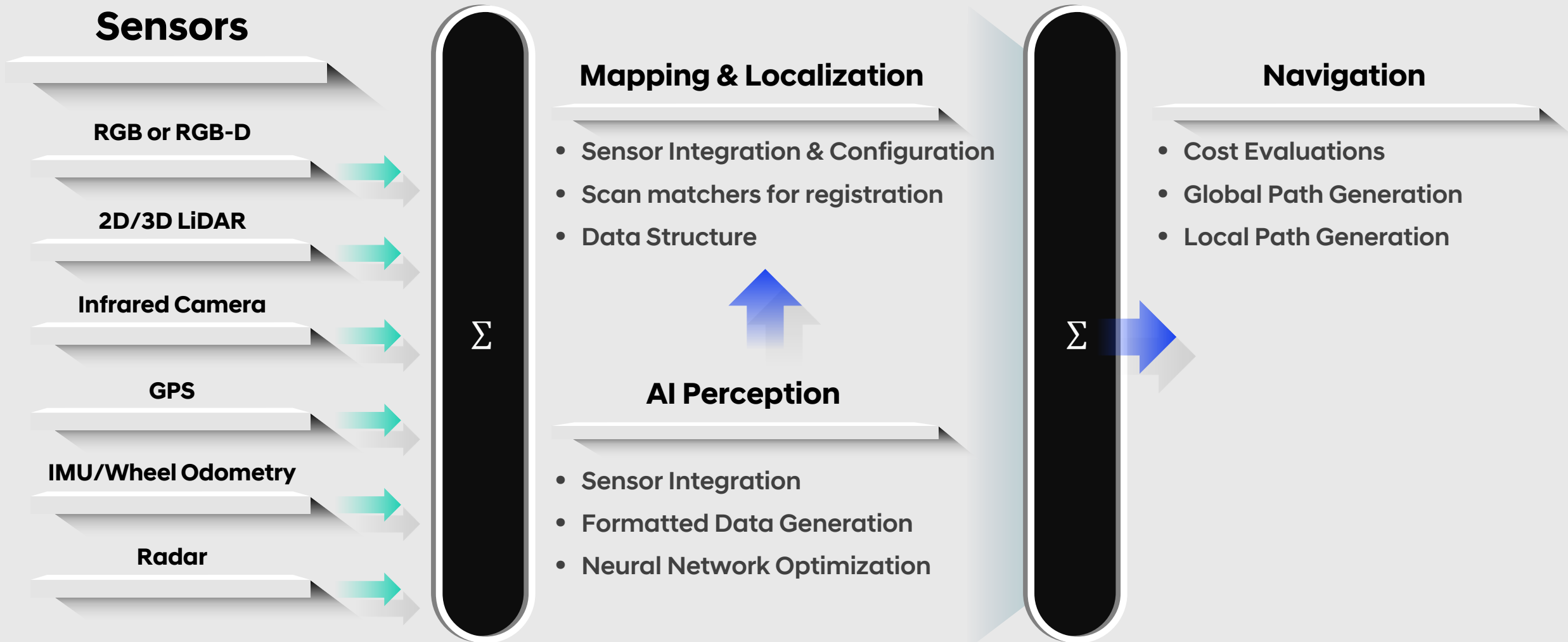
Autonomous Navigation

Mapping & Localization / Path Planning / Perception

- | 센서 융합 기반의 강건한 장애물 인식 기술과 자율이동 기술
: LiDAR + RGB-D camera + ToF (w/ Deep learning)
- | 실내외 배송/패트롤 서비스를 위한 3D LiDAR 기반
- | SLAM / 내비게이션 기술 개발
- | Dense data 활용을 위한 RGB-D 기반 Visual SLAM 기술 개발



Autonomous SW Architecture



Robotics Vision AI System

AI Research specialized in Robotics / Optimization : Small but Effective

- | HRI(Human-Robot Interaction) 시스템 및 학습 방법론 연구
 - : Detection/Tracking, OCR, Semantic Segmentation, Action Recognition
 - : Multi-task Learning, Domain Adaptation, KD, Few-shot Learning
- | 다중/다중 센서 기반 환경 인지 알고리즘 개발
 - : 충전로봇 - 충전구 인식, 착용로봇 - 계단/평지 인식, 매니퓰레이터 - 객체 자세 추정
 - : Calibration, VIO, Visual Localization, 2.5D Local Map Generation
- | Embedded Solution - 저전력 고효율 구동을 위한 SW/HW 최적화
 - : 모델 경량화 및 최적화를 위한 Pruning, Quantization, TRT, DLA, VPI 연구
 - : 제어기/GPU/VPU/NPU 기반 아키텍처 설계, 효율적인 Inference Pipeline 구축

[Human & Robot Interaction]



PFM Detector

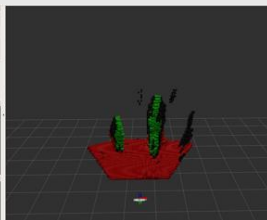


DA Segmentation



2.5D Semantic Map Generation

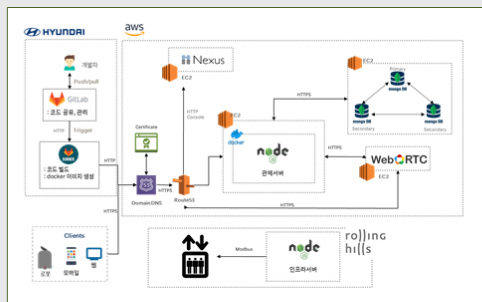
[Scene understanding]



Robot Fleet Management System

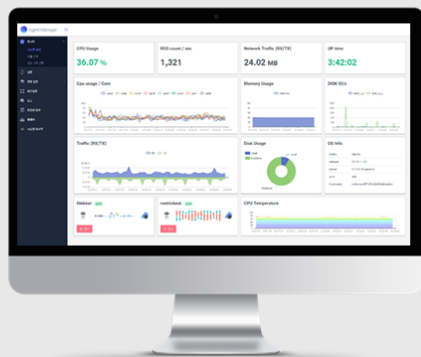
Robot Fleet Management Solution for Various Types of Robots (Delivery/Patrol/Guide/Charging)

- | 로봇 등록/작업 할당/데이터 취득/모니터링 및 원격 관리 기능 제공
- | 안내/배송/패트롤/전기차충전 로봇 등 다양한 로봇 서비스 연동
- | 로봇 서비스별 최적화된 Monolithic/MSA 구조 적용
- | 인터넷 기반 다중 사용자 동시 모니터링과 실시간 원격제어 가능
- | 대용량 로그 및 운영 데이터를 취득 및 분석하여 서비스 개선



[관제시스템 아이텍처]

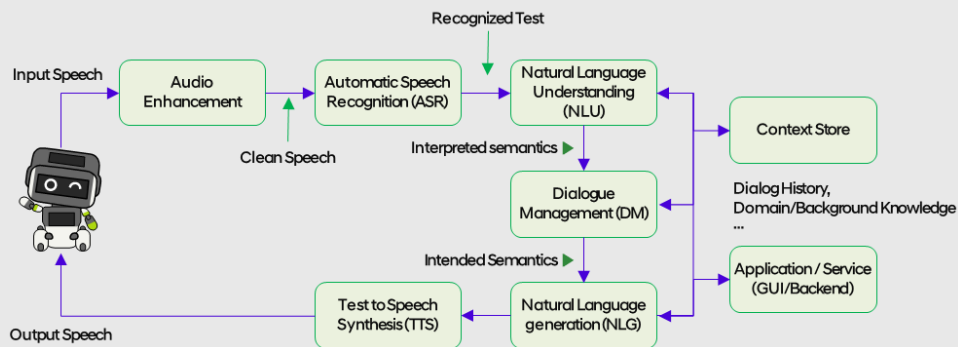
[관제페이지]



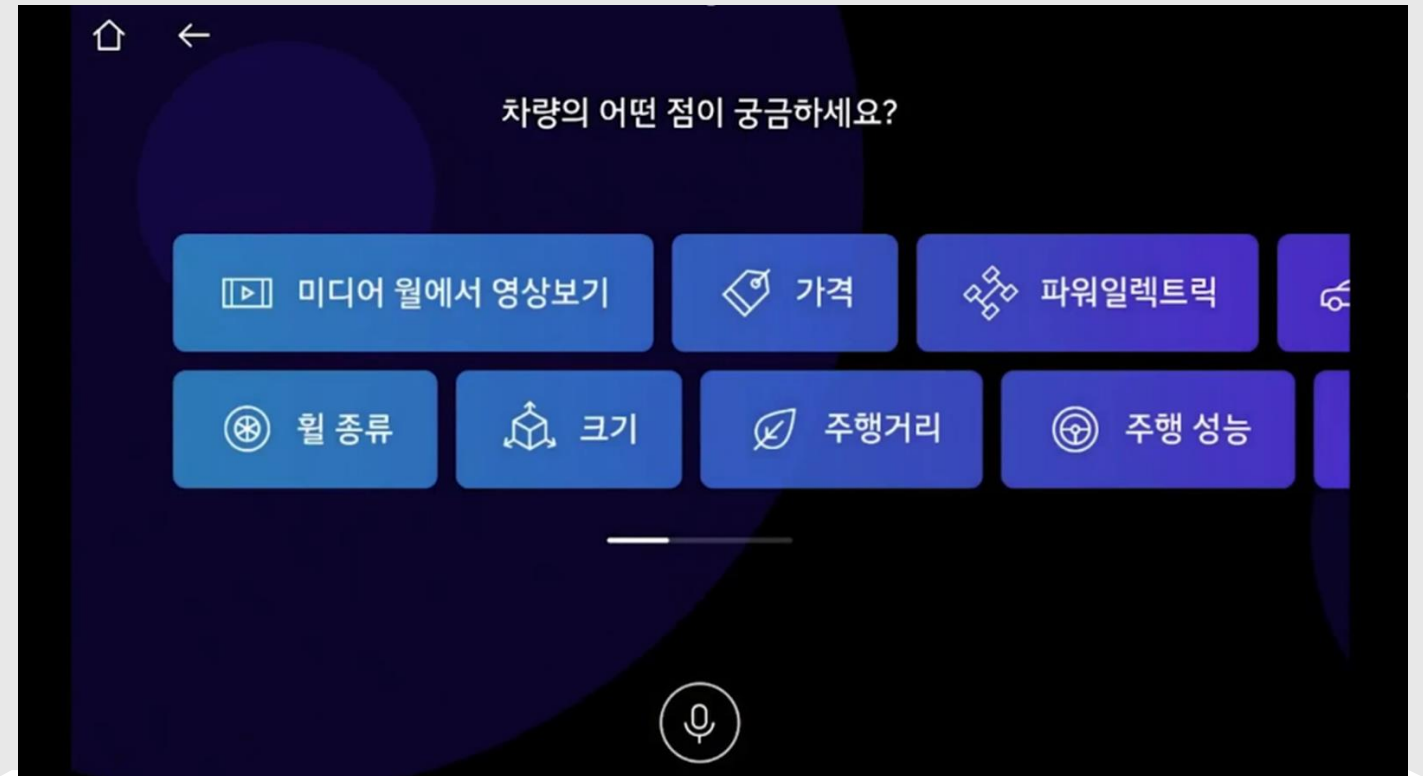
Robot Dialogue System

Algorithm and System Development for Human-Robot Conversation

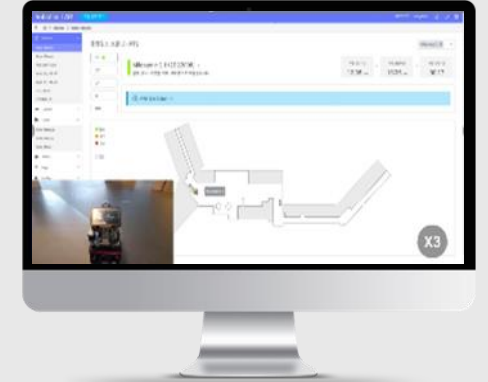
- | 사람, 로봇 간 자연스러운 대화를 위한 음성 전처리/NLU/TTS 관련 기술 연구
- | 로봇의 이름을 인식하고 반응하기 위한 로봇 호출어 인식(KWS) 기술 개발
- | Far Field 로봇 운영 환경에 특화된 음성 전처리 기술 개발
: Noise Filter, Acoustic Echo Cancellation, Source Localization 등
- | 서비스 로봇 Identity가 반영된 고유의 목소리로 TTS 응답 제공
- | 대화 서비스를 통해 확보한 고객 사용 데이터 기반 대화 처리 기술 지속 개선



[로봇 대화 시스템 구조]



MSA based SW Architecture Modularization & Connected



Sensors

Service Task Manager

Scheduled Automation, Scenario Execution, Interrupt Handling

Operating Fleet Manager

Teleoperation, Connected Information management, OTA



Sensor Configuration/Integration

Micro Service Architecture

Mapping

Localization

Perception

Navigation

(Classification, Detection, Tracking, OCR, Segmentation, ...)

HMG 로보틱스랩 + BD사 + 그룹사 협업 체계 구축

BD사와의 유기적 통합 및 그룹내 로보틱스 역량 통합/결집을 통한 강력한 글로벌 로보틱스 네트워크 구축

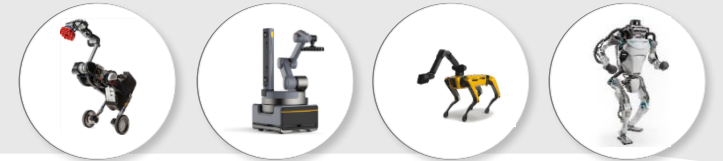
Robotics Network

CPS Environment & Human Interacting

- | 차세대 제품 공동 연구개발 X-ble, Spot, 실외배송, 신규피킹 로봇
- | 연구인력 교류
- | 생산/공급망 공유
- | 브랜드 콜라보레이션



Human Interacting Robot



Environment Interacting Robot

Robotics LAB

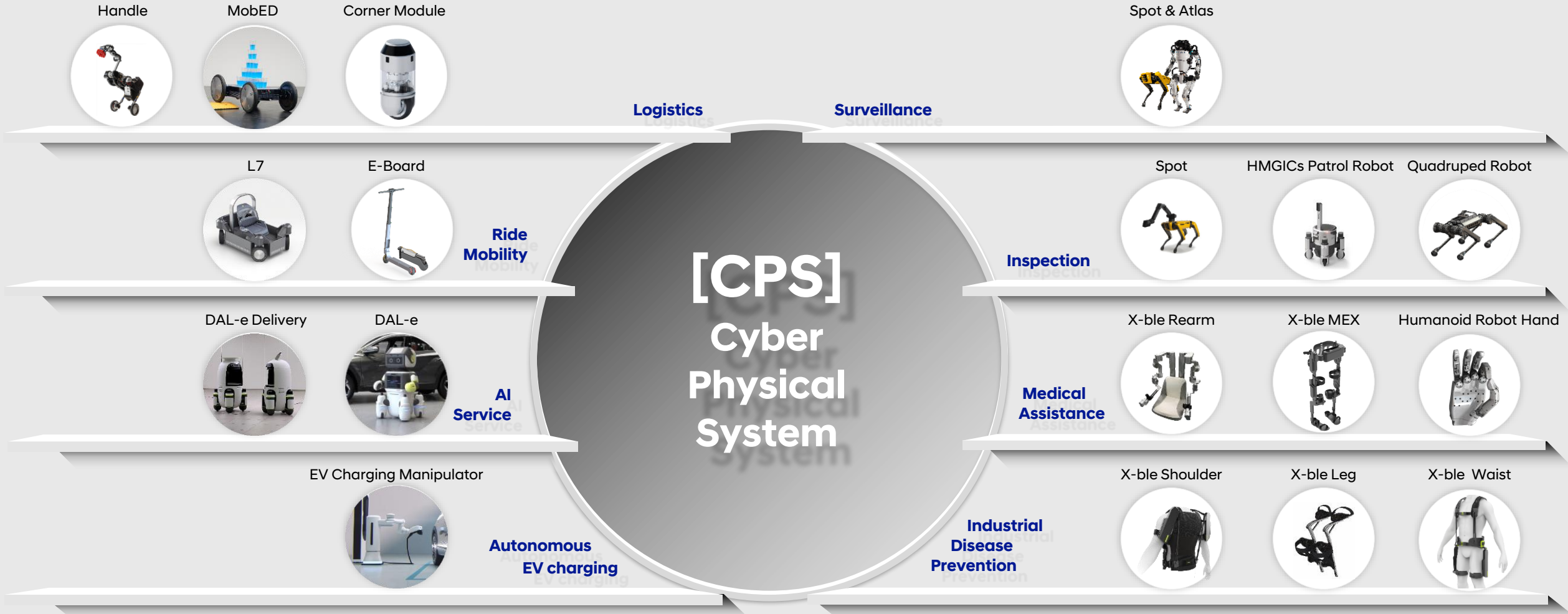
HYUNDAI
MOTOR GROUP

Boston Dynamics



Robot Intelligent Society 구축

로보틱스와 서비스가 CPS로 연결된 지능사회 구축



Intertwined HW/SW 그리고, 인간을 위한 Mobility 서비스

물리 세계의 Digitalization

Discretized States, Mapping, Localization

가치 판단의 기준

Perception for Semantics

더 나은 판단

Global & Local Planning

매개체와 행동

HW & Optimal Interaction/Stabilization/Navigation

연결을 통한 상호작용

Data-logging, Task/Fleet Manager

Thank you

