

글로벌 Top AI 로봇 기술·사업 동향

김성민

본 보고서는 ETRI ICT전략연구소 기본사업인
“국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.



본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.

보고서의 시장 자료는 출판사의 사용 허가를 받아 사용되었습니다. 재사용을 원하시면 출판사에 문의하시기 바랍니다.

목 차 C O N T E N T S

Executive Summary

I. 개요	1
1. AI 로봇 개요	1
2. 연구 개요	2
II. 글로벌 Top AI 로봇 기술 및 사업 동향	4
1. 테슬라 : 옵티머스3	4
2. 보스턴 다이내믹스(현대차) : 아틀라스2	7
3. 피규어AI : 피규어 02	10
4. 엔비디아 : 그루트 & 코스모스	13
5. 구글 : 오토RT & 아폴로	17
III. 국가 R&D에 대한 시사점	20
1. AI 로봇 기술의 지향점	20
2. 글로벌 Top AI 로봇 기업 전략의 특징	20
3. 국가 R&D에 대한 제언	21
참고문헌	23



Executive Summary

1 개요

- **(개념)** AI 로봇이란, 외부 환경을 인식하고 자율적으로 적절하게 행동할 수 있는 지능을 가진 로봇
- **(중요성)** ▷AGI 핵심 기술 중 AI 로봇 기술이 포함됨, ▷AI 수익화의 유망 분야
▷경제/사회노동력을 대체할 고령사회 솔루션
 - 물리 세계를 이해하고 사람 및 다른 개체와 상호작용하며 스스로 임무를 수행하기 위해 행동하는 AI 로봇 기술이 범용인공지능(AGI)의 중요한 비중을 차지
 - AI 로봇은 AI 비즈니스 모델로 수익화에 유리한 유망 분야이자, 경제·사회적으로 부족한 노동력을 대체할 수 있는 고령사회 솔루션으로 각광받고 있음
- **(세부 기술)** 로봇이 감각 센서를 통해 외부 정보를 받아 환경을 인식하고, 인간의 명령을 수행하기 위해 상황을 판단하여 자율적으로 적절한 동작하게 하는 지능 및 HW 관련 기술
 - ① 로봇지능, ② 학습·데이터, ③ 운영체제·제어, ④ 엣지컴퓨팅·AI반도체, ⑤ 로봇 HW(Body)
- **(연구 개요)** 로봇 분야를 선도하는 글로벌 Top AI 로봇 기술에 대해 기술개발 및 사업 동향을 분석하고, AI 로봇의 기술적 지향점과 글로벌 선도 기업의 사업전략을 파악하여 국가 AI 로봇 R&D 경쟁력 확보를 위한 시사점을 도출
 - (필요성) 2023년부터 로봇에 AI가 결합되면서 AI 로봇이 급속하게 발전하고, 2025 CES에서 젠슨 황이 '피지컬 AI' 시대를 선언하면서, 2025년은 AI 로봇 기술·시장의 경쟁력 확보 여부가 결정될 중요한 시점으로 판단됨
 - (연구 내용 1) AI 로봇을 위해서는 로봇공학 기술과 AI 기술이 모두 필요하나, 최근 Bottle Neck이 되는 부분은 '로봇 지능'과 '학습·데이터'이므로 이에 집중하여 AI 로봇의 기술적 지향점을 탐색
 - (연구 내용 2) AI 로봇의 Full stack 기술과 제조시설을 보유하지 않은 기업들이 어떻게 기술력과 생산력을 확보해 가며 시장을 확보해 가는지 선도 기업들의 전략을 분석

2 주요 AI 로봇의 기술개발 동향 및 사업전략

1 테슬라 - 옵티머스 : Full-Stack 기술과 수직계열화를 기반으로 기술력과 원가경쟁력 확보

- (로봇지능) 테슬라 자동차에 들어가는 자율주행 FSD 기반 비디오 데이터를 통한 end-to-end 학습을 로봇에 활용
- (학습·데이터) 자율주행 비디오, 공장 노동자가 AR글라스를 착용하고 작업영상을 수집하고, 테슬라의 막강한 xAI슈퍼컴(GPU 100만 개 구축 예정)에서 학습
- (사업전략) 부품-지능-데이터-하드웨어 등 모든 Full-Stack 기술을 확보하고 수직 계열화하고 있으며, 자동차 생산과 통합한 규모의 경제 및 원가경쟁력으로 상용 시장에서의 경쟁력 확보

2 보스턴 다이내믹스(현대차) - 아틀라스 : 첨단 로봇공학과 인공지능을 결합하여 미래 모빌리티 선도를 위한 스마트 제조 기반 확보

- (로봇지능) 토요타 연구소와 공동으로 대규모 행동모델(LBM) 개발 추진 발표
- (사업전략) 로봇 전문기업 보스턴 다이내믹스를 인수하여 로봇 Body 경쟁력을 확보, 이를 2025년 현대차 라인에 투입할 예정

3 피규어AI - 피규어 : AI·로봇·GPU 기업의 협업을 통해 LLM과 VLM 기반의 지능적 행동을 구현하고, 가상환경 시뮬레이션으로 첨단 로봇개발 가속화

- (로봇지능) 오픈AI의 LLM과 엔비디아의 로봇 파운데이션 모델을 결합하여 VLM 기반 Speech-to-speech 추론 및 행동이 가능해짐. 인간의 언어를 이해하고 임무 수행을 위해 적절한 행동을 할 수 있는 지능을 시연함
- (학습·데이터) 엔비디아 옴니버스 플랫폼에서 다양한 가상 환경에서 시뮬레이션 기반으로 로봇의 행동을 훈련
- (사업전략) AI - 로봇Body - GPU 기업 협업으로 High-end급 AI로봇 개발

4 엔비디아 - 그루트 & 코스모스 : 로봇칩부터 소프트웨어, AI, 개발 툴, 가상훈련 도구까지 Full-Stack 솔루션을 제공하며, 로봇 제조사와 개발자 생태계를 선도

- (로봇지능) 로봇AI모델 GROOT, 로봇 훈련장 Isaac, 하드웨어 Jetson으로 엔비디아는 강력한 반도체 경쟁력을 기반으로 로봇칩 이외에도 AI 로봇 생태계를 장악하기 위한 핵심 기술들을 모두 확보하고 있으며 로봇 제조사를 기반으로 영역 확장 노력

- (사업전략) 로봇칩과 관련 SW, AI, 개발 툴, 가상의 로봇 훈련 도구까지의 모든 Full-stack 기술을 제공하며, 로봇 제조 기업과 개발자 생태계 공략

⑤ 구글 - 오토 RT & 아폴로 : 시각-언어-행동 지능을 모듈식으로 구현하고 개방형 플랫폼을 통해 연구생태계를 주도하며, 로봇공학 기업과의 협력을 확대

- (로봇지능) RT-2 기반 시각-언어-행동 VLB 통합기술을 구현하며, 로봇의 행동 관련 모든 지능들을 모듈식으로 구현하여 개별적 또는 통합적 발전이 모두 용이하게 개발하고 있음
- (학습·데이터) 50여개 기업·대학과 개방형 로봇 행동 데이터셋(Open X - Embodiment)을 구축하며 개방형 연구생태계의 중심체로 자리매김하고 있음
- (사업전략) AI 핵심기술을 기반으로 모듈별 독립적 개발을 추진하고, 개방형 플랫폼을 활용하여 로봇공학 기업과 협력하고 있음

3 국가 R&D에 대한 시사점

① 로봇 AI 기술의 진화 방향

- (로봇 지능) VLAM(Vision Language Action Model) 기반 멀티모달 로봇 행동 파운데이션 모델이 빠르게 진화하고 있음
- (데이터 학습) 로봇 행동 파운데이션 모델의 학습을 위해 다양한 방식이 시도되고 있음
- (운영체제 및 제어) 로봇 개발 플랫폼에서 로봇의 물리적 작동에 필요한 제어SW 및 운영체제 등을 지원하고 있으며, 이는 생태계의 장악력에 영향을 미칠 전망

② AI 로봇 기업의 전략적 특징

- (독자적 수직 통합 : 테슬라) 수직계열화를 통해 규모의 경제효과와 원가 경쟁력을 확보
- (협력의 확장 : 보스턴 다이내믹스) 현대차그룹은 로보틱스 전문기업 보스턴 다이내믹스를 인수한 이후, 로봇 지능 개발을 위해 토요타 연구소와 협력하는 한편, 피지컬 AI 개발을 위해 엔비디아와 협력 추진
- (개방형 생태계 : 엔비디아, 구글) 엔비디아(로봇칩과 AI 개발플랫폼)와 구글(로봇 행동 지능)은 각자의 핵심 경쟁력을 기반으로 새롭게 편성될 AI 로봇 생태계를 장악하기 위해 개방형 협력 전략을 추진하고 있음

- (협력에서 경쟁으로 : 피규어AI와 오픈AI) 피규어 02는 기업간 협력을 통해 개발되었으나, 향후 각사가 새로운 협력사와 공동 개발하거나 구글 엔비디아 같은 개방형 기술기업과 새로운 로봇을 개발하기 용이해지면서 향후 경쟁관계는 더욱 다각화될 전망

㉓ 국가 R&D에 대한 제언

◎ AI 로봇 Full-stack 기술확보 및 압축 경쟁에 대한 대비 필요

「기술개발 - 상용화 - 대중화」가 동시에 진행되는 ‘압축 경쟁’ 환경에 대응하며, AI와 로봇공학 핵심기술의 확보 및 로봇 제조역량 확보를 위해 산-학-연 협력이 조속하게 이루어질 수 있는 환경을 조성하고 개방형 협력 체계를 마련해야 함

- 기술개발 및 상용화 과정 변화(테슬라 등 일부 선도기업)
 - 기존에는 기술개발 후 완성도를 높여 상용화하고, 이후 원가 경쟁을 통해 대중화가 이루어졌으나, AI 로봇은 개발사가 보유한 제조공장 및 협력사를 활용해 행동 학습 데이터를 확보하고, 테스트베드로 운영하며, 초기 수요까지 확보하면서 모든 과정이 동시에 진행되고 있음
- 단기간 내 행동지능 개발과 테스트베드 구축 필요
 - 국책연구기관 및 학계 주도로 R&D를 추진하더라도 행동 데이터 확보, 테스트베드 구축, 초기 수요 확보까지 단기간에 추진할 수 있도록 고려한 R&D 기획이 필요
- 연합체 및 개방형 연구체계 구축 필요 (단기, 중기)
 - AI 로봇 Full-stack 기술 확보를 위해 로봇 HW, 행동 데이터, 로봇 파운데이션 모델 개발을 위한 연합체 또는 개방형 연구체계 마련이 필요
- AI 로봇 기술의 완성도가 높아지게 되면서 표준화되고 모듈화될 수 있으므로 이러한 환경에 대한 대비 필요 (중장기)
 - 엔비디아와 구글 등이 플랫폼 기반을 제공하게 되면 기업간 폐쇄적인 협력개발의 필요성이 낮아지고 플랫폼을 기반으로 공동 개발 및 기술거래, 서비스화(ex. RAIaaS : Robot AI as a Service) 될 수 있으므로 이에 대한 모니터링 및 대응책 마련 필요

I 개요

1. AI 로봇 개요

□ 개념 및 범위

- (개념) AI 로봇(AI Robot)이란, 외부 환경을 인식하고 자율적으로 적절하게 임무를 수행하는 행동을 할 수 있는 지능을 가진 로봇
 - 즉, 시각, 청각 등 감각 센서를 통해 외부 정보를 입력받아 외부 환경을 인식(Perception)하고, 스스로 상황을 판단(Cognition)하여 자율적으로 적절한 동작(Mobility & Manipulation)을 수행하는 로봇
- (범위) 제조 로봇, 서비스 로봇, 휴머노이드 로봇, 가상공간 연결 자율로봇 등 다양한 로봇의 인지, 학습, 행동 구현을 위한 인공지능 기술

□ 중요성

- AI 로봇 기술은 AI 기술 관점, AI 비즈니스 관점, 경제 사회적 관점에서 아래와 같은 중요성으로 인해 주목받고 있음
 - (AI 기술 관점) 물리 세계를 이해하고 사람 및 다른 개체와 상호작용하며 스스로 임무를 수행하기 위해 행동하는 AI 로봇 기술이 범용인공지능(AGI)의 중요한 비중을 차지
 - (AI 비즈니스 관점) AI 수익화의 유망 분야로 각광 받고 있음
 - (경제·사회적 관점) AI 로봇이 인간의 육체 노동을 대신 해주면서 경제·사회적으로 필요한 노동력을 제공할 고령사회 솔루션으로 기대되고 있음

□ 기술 구분 (분석 기준)

- 본 연구에서는 AI 로봇 기술 동향에 대해 ▷AI 관련 기술은 ① 로봇 지능, ② 학습·데이터, ③ 엣지 컴퓨팅·AI 반도체로 구분하고, ▷전통적인 로봇 관련 기술은 ④ 로봇 운영체제 및 제어, ⑤ 로봇 HW로 구분하여 살펴보기로 함
 - ① 로봇 지능 : 센서를 통해 외부정보를 입력받아 환경을 인식하고 수행해야 할 작업을 추론하고 판단하여, 이를 실행하기 위해 이동 및 조작하는 행동을 위한 지능
 - ② 학습·데이터 : 로봇 행동 학습을 위한 데이터 수집·생성하고 학습·훈련하는 기술
 - ③ 엣지 컴퓨팅·AI 반도체 : 실시간 데이터 처리 및 로봇 제어를 위해 로봇에 탑재하는 고성능 엣지 컴퓨터와 이를 구성하는 AI 반도체
 - ④ 로봇 운영체제 및 제어 : 로봇의 물리적 동작을 제어하고 반응을 지원하는 SW
 - ⑤ 로봇 HW : 로봇 프레임, 모터, 액추에이터, 관절 등 본체와 환경인식 및 상호작용을 위한 센서, 카메라, 라이다, 마이크론 등 부품

2. 연구 개요

□ 연구 배경

- AI 기술 발전과 함께 AI 로봇 시장이 성장할 것으로 전망되는 한편, 제조업과 서비스업에서 AI 로봇에 대한 수요가 높아지면서 그 중요성이 높아지고 있음
- 2023년부터 로봇에 AI가 결합되면서 AI 로봇이 급속하게 발전하고, 2025 CES에서 젠슨황이 ‘피지컬 AI’ 시대를 선언하면서 2025년은 AI 로봇 기술·시장에서의 경쟁력 확보 여부가 결정될 중요한 시점임
- 최근 발표되고 있는 빅테크 기업의 AI 로봇 개발 동향을 분석하여 빠르게 진화하는 AI 로봇 기술적 지향점을 파악하고 국가 AI 로봇 R&D 경쟁력 확보를 위한 시사점을 도출하고자 함

□ 연구 목적

- 로봇 분야를 선도하는 글로벌 Top AI 로봇 기술에 대해 기술개발 및 사업 동향을 분석
- AI 로봇의 기술적 지향점과 글로벌 선도 기업의 사업전략을 파악하여 국가 AI 로봇 R&D 경쟁력 확보를 위한 시사점을 도출

□ 연구 내용 및 범위

- 2023~2024년 발표된 AI 로봇 기술 중 가장 진보된 기술로 평가되는 다음의 AI 로봇 기술 5개 선정, 기술적 특성 및 개발 기업의 사업 동향을 분석
- 5개 선도 AI 로봇에 대해 다음의 관점에서 분석하고 국가 R&D에 대한 시사점 도출
 - (연구 내용 1) AI 로봇을 위해서는 로봇공학 기술과 AI 기술이 모두 필요하나, 최근의 Bottle Neck이 되는 부분은 ‘로봇 지능’과 ‘학습·데이터’이므로 이 부분에 집중하여 AI 로봇의 기술적 지향점을 탐색
 - (연구 내용2) 아직 AI 로봇의 Full stack 기술과 제조시설을 보유하지 못한 기업들이 어떻게 기술력과 생산력을 확보해 가며 시장을 확보해 가는지 선도 기업들의 전략을 분석

[분석 대상 선정 사유 및 중점 분석 포인트]

분석 대상	구분	내용
테슬라 옵티머스 (2024.10)	선정 사유	사람들과 자연스럽게 재치있게 상호작용하며 바텐더 등 다양한 사람을 돕는 업무를 수행하는 시연
	중점 분석 포인트	FSD 기반 빠른 기술개발 현황과 대중적 시장 확보를 위한 비즈니스 전략 분석

분석 대상	구분	내용
보스턴 다이내믹스 (현대차그룹) 아틀라스 (2024.4)	선정 사유	인간 수준의 민첩성과 균형을 갖춘 세계 최고 수준의 이족 보행 로봇
	중점 분석 포인트	자동차 제조사와 로보틱스 전문기업의 AI 기술 확보 및 시장진입 전략 분석
피규어 AI 외 피규어 02 (2024.8)	선정 사유	온보드 AI 추론 및 연산력, 카메라 기반 시각 시스템으로 자연스럽게 움직이고, 사람과 음성 대화로 협업 가능
	중점 분석 포인트	세계 최고 LLM 기술이 로봇에 어떻게 적용되어 진화하는지, 전문기업간 협력을 통해 Full Stack 구성 전략 분석
엔비디아 GROOT(2024.3) 코스모스(2025.1)	선정 사유	휴머노이드 로봇 프로젝트 GROOT, 로봇 사이버 훈련장 옴니버스, 코스모스 월드 파운데이션 모델(WFM) 플랫폼 발표
	중점 분석 포인트	로봇 행동 데이터 관련 기술 분석, 로보틱스 기업에게 AI Full Stack 기술 제공 전략 분석
구글 외 AutoRT(2024.1) 아폴로(2025.1)	선정 사유	시각-언어모델에 기반한 자율로봇 행동 모델 개발
	중점 분석 포인트	AI 기술 기반 기업의 AI 로봇 시장 진출 전략 분석

II 글로벌 Top AI 로봇 기술 및 사업 동향

1. 테슬라 - 옵티머스

□ 옵티머스 시리즈 개요

- (옵티머스 프로토타입 - 2022.9) AI Day 2022에서 첫 공개. 기본적인 보행과 물건 운반이 가능한 수준. 테슬라 자체 개발 액추에이터, 센서, 배터리 시스템 탑재. 완성도는 낮았으나 실제 작동하는 프로토타입 시연
- (옵티머스 Gen 1 - 2023.3) 보행 안정성과 물체 조작 능력 향상. 테슬라 FSD(Full Self-Driving) 칩 탑재로 AI 처리 능력 강화. 28개의 독립적 액추에이터로 정교한 움직임 구현. 11kg 물체 들기 가능
- (옵티머스 Gen 2 - 2023.12) 15% 더 빠른 보행 속도, 10kg 감량으로 무게 최적화. 손가락 개별 제어로 섬세한 물체 조작 가능. 관절 구조 개선으로 자연스러운 동작 구현. 전력 효율성 30% 개선
- (옵티머스 Gen 3 - 2024.10) 모듈형 설계 도입으로 수리와 업그레이드 용이성을 강화하고, 고급 센서 패키지와 향상된 AI 시스템 탑재하였으며 더 정교한 동작과 더 빠른 이동성 확보
- 주요 기술적 발전
 - 보행 속도/안정성: Gen 1 대비 Gen 3에서 40% 향상
 - 물체 조작: 미세 동작 제어 정확도 Gen 1 대비 Gen 3에서 3배 개선
 - 전력 효율: 세대를 거듭할수록 약 30%씩 개선
 - AI 처리: FSD 칩 성능 지속 업그레이드
 - 무게: Gen 1의 73kg에서 Gen 3는 53kg으로 최적화

[테슬라 옵티머스 시리즈]

버전	발표 시기	주요 기술적 특징
옵티머스 1	2023년 3월	기본적인 인간형 프로토타입, 제한적인 관절 움직임, 간단한 실험용 모터 제어 기술 적용
옵티머스 2	2023년 12월	향상된 균형 유지 시스템, 개선된 센서 (카메라, 기본 자이로스코프), 간단한 반복 작업 수행 가능
옵티머스 3	2024년 10월 @We Rogot	정교한 구동 장치 (액추에이터), AI 기반 환경 적응 및 작업 학습, 고급 센서 패키지 (카메라, 라이다, 자이로스코프), 모듈형 설계로 업그레이드 및 수리 용이

출처 : 테슬라 옵티머스 공식 발표자료 (Optimus X) 및 언론 보도자료 기반 정리

□ 옵티머스 2세대의 특징 : 자율주행 기술 기반 Full-Stack 기술과 수직 계열화

- 자율주행 시스템에서 축적한 자율주행기술 및 인프라를 기반으로 인간처럼 자연스럽게 걷고 손가락까지 섬세하게 움직일 수 있는 로봇 발표
- AI를 탑재한 로봇으로 대량 양산을 목표로 하며, 인간의 생활 및 작업환경에 통합 추진, 3-5년 이내 2만 달러(약 2600만 원) 수준으로 낮춰 제품화 추진 중¹⁾
- ① (로봇 지능) 로봇 스스로 주변 환경을 인식하고, 복잡한 문제를 해결하며, 스스로 결정하여 다양한 상황에서도 사람의 도움 없이 작업 수행
 - 실시간 데이터 처리, 상황에 맞는 반응, 스스로 문제해결이 가능하며, 주변환경을 인식하고 물체를 구별하며 장애물 피하기가 가능함
 - 스쿼트 자세, 한 발로 균형잡기, 달걀 삶기, 스스로 물체 분류 작업 가능
 - 딥러닝 신경망으로 end-to-end 방식의 학습으로 객체를 자동으로 정렬하는 등의 작업을 수행하며 컴퓨터 비전 및 촉각 센서로 복잡한 환경을 인식하고 행동
- ② (학습·데이터) 딥러닝과 강화학습을 통해 학습
 - 테슬라 AI는 대규모 신경망을 통해 환경을 학습하고, 반복적 훈련과정을 통해 성능 개선
 - 자연어 처리(NLP) 및 상호작용 : 자연어처리와 음성인식 통합하여 사물가져오기, 지시사항 따르기, 질문에 대한 답변 가능
 - VR기기와 모션캡처 슈트를 통해 사람의 행동데이터 수집하여 자연스러운 행동 학습으로 사람 및 환경과의 상호작용 (1일 7시간 이상 모션캡처 슈트와 VR기기를 통해 행동데이터 수집)
- ③ (옛지 컴퓨팅·AI 반도체) 테슬라가 자율주행 차량용으로 개발한 Tesla SOC(System-on-Chip) 기술을 기반의 중앙 컴퓨터 'Bot Brain' 탑재²⁾
 - 실시간 비전, 물체 인식, 내비게이션 등의 기능을 수행하도록 훈련한 AI 신경망을 탑재, 20ms의 짧은 지연 시간(인간 반응 속도의 10배)
- ④ (로봇 운영체제 및 제어) 미공개. ROS 대신 FSD(Full Self-Driving) 소프트웨어와 유사한 알고리즘을 Optimus에 적용 가능성 높음(스스로 환경 인식, 이동경로 계획, 상황에 맞는 결정)
- ⑤ (로봇 HW) 자체 개발한 28개 액추에이터(손가락 마디 11개), 자체 개발 촉각 센서 장착
 - 전기식 액추에이터 : 전기모터를 이용 액추에이터(제어기)를 구동(손 11자유도)
 - 키 173cm, 무게 63kg, 걷기 시속 10km, 하중 20kg
- (활용) 자동차 공장의 부품운반 활용 등 위험하고 반복적인 일 수행
 - 옵티머스2는 테슬라 공장에 투입 배터리 셀 분류에 사용 중 (2024.10)

1) 단, 공식적인 출시 일정 및 정확한 가격은 아직 알려지지 않음

2) Hardware Acceleration in Robotics News, 'About Tesla's Optimus robot brain, a robotics hardware and software computer architecture perspective'.

- 2025년 테슬라 생산라인에 배치, 2026년경 시판 예정
- 가격 : 2026년 시판 시 2만 달러(약 2,700만 원) 수준 예상³⁾

[테슬라 옵티머스의 특징]

구분	내용
1. 로봇 지능	<ul style="list-style-type: none"> - 테슬라의 FSD(Full-Self-Driving) 기술을 기반으로 활용 비디오를 입력 받아서 동작을 출력하는 end-to-end 훈련 구조 * 로봇의 동작을 프로그래밍하여 입력한 기존 방식과 달리 '비디오'로 로봇이 어떻게 행동해야 할지 학습시킴
2. 학습 데이터	<ul style="list-style-type: none"> - 비디오 데이터를 통한 학습과, 공장 노동자들이 AR 글라스로 작업 영상 데이터를 수집한 데이터로 학습 - 딥 신경망으로 카메라로 입력된 시각정보를 활용해 주변 환경의 3D모델을 만들고 복잡한 작업을 학습하고 실제 상황에서 작동하는 의사결정 시스템 알고리즘 - 학습 및 개발 인프라로 자체 Dojo 슈퍼컴퓨팅 활용
3. 엣지 컴퓨팅·AI 반도체	<ul style="list-style-type: none"> - 테슬라가 자율주행 차량용으로 개발한 Tesla SOC(System-on-Chip) 기술을 기반으로 개발한 중앙 컴퓨터 'Bot Brain' 탑재 (테슬라 자체 개발)
4. 로봇 운영체제 및 제어	<ul style="list-style-type: none"> - 미공개. ROS 대신 FSD(Full Self-Driving) 소프트웨어와 유사한 알고리즘을 Optimus에 적용 가능성 높음
5. 로봇 HW	<ul style="list-style-type: none"> - 대량생산과 경제성을 고려 - 반도체 칩셋과 유무선 보안 모듈 등 각종 부품은 테슬라 전기차에 탑재되는 것과 동일 부품 - 옵티머스 1의 팔과 다리에 총 28개의 액추에이터(구동모터) 장착, 이를 통해 자연스러운 움직임 가능
* 활용	<ul style="list-style-type: none"> - 옵티머스2는 테슬라 공장에 투입 배터리 셀 분류에 사용중 (2024.10) - 2025년 테슬라 생산라인에 배치, 2026년경 시판 예정

출처 : 테슬라 옵티머스 공식 발표자료 (Optimus X) 및 언론 보도자료 기반 정리

- **옵티머스 3세대의 특징 : 등산도 할 수 있는 안정적인 보행과 22 dof의 정교한 손동작 가능**
 - (하드웨어 설계) 모듈형 구조를 채택해 손쉬운 수리와 업그레이드가 가능하며, 테슬라의 배터리 기술을 활용한 에너지 효율적 설계로 장시간 작동 가능
 - (고급 센서 패키지) 카메라, 라이다, 자이로스코프 등 다양한 센서를 탑재해 실시간으로 환경을 인식하고, 장애물 회피, 객체 탐지, 정밀 작업 수행 가능
 - 2024년 12월 발표된 시연 동영상에서 옵티머스는 언덕을 넘어지지 않고 이동

3) 단, 공식적인 출시 일정 및 정확한 가격은 아직 알려지지 않음

- (AI 제어 시스템) 테슬라의 자율주행 AI 기술을 적용해 실시간 상황 판단과 의사결정이 가능하며, 사용자 맞춤형 학습을 통해 작업 효율성 지속 개선
- (수직 통합 전략) 하드웨어와 소프트웨어의 자체 개발, 자사 AI 칩 사용으로 성능 최적화를 실현하고 테슬라 전기차 기술과의 시너지 효과 창출

□ **비즈니스 전략 : 수직계열화로 규모의 경제 효과, 원가 경쟁력 확보**

- (수직 계열화) 핵심 부품부터 소프트웨어까지 자체 개발 및 생산으로 원가 절감과 품질 통제를 실현하고, 공급망 리스크 최소화하며 대량 생산 체제를 통한 원가 절감으로 저가 정책 실현
 - 자율주행 AI 기술과 반도체, 배터리 기술 등 테슬라의 핵심 기술을 로봇에 접목하여 기술적 우위를 확보하고, 저가 정책으로 시장 진입 장벽 제거
- (시장 확장) 가정용 시장 선점 후 산업용, 의료용 등 고부가가치 시장으로 단계적 확장 전략 추진하며, 소프트웨어 업데이트, 새로운 기능 모듈, 유지보수 서비스 등을 통한 지속적인 수익 창출 모델 구축
 - 테슬라 에너지 제품과의 연동, 클라우드 기반 업데이트, 데이터 기반 성능 개선 등을 통해 지속적인 가치 제공
 - 혁신적인 로봇 기술로 테슬라의 기술 선도 기업 이미지를 강화하고, 미래 모빌리티 시장에서의 영향력 확대
- (혁신적 가격 전략) 파격적인 가격으로 시장 진입 장벽을 낮추고, 대량 생산을 통한 원가 절감으로 수익성을 확보할 것으로 전망됨

2. 보스턴 다이내믹스(현대차그룹)의 「아틀라스」

□ **‘아틀라스’ 로봇 개요**

- 보스턴 다이내믹스에서 2족 보행 설계와 AI를 탑재한 ‘2세대 아틀라스(Atlas)’ 공개(2024.4.)⁴⁾
- 보스턴 다이내믹스는 토요타 연구소(TRI)와 협력 아틀라스에 AI 두뇌 도입⁵⁾
- 아틀라스 : AI를 탑재한 아틀라스는 인간 폼팩터(form factor)이며 인간 동작 범위에 제약받지 않고 가장 효율적 방식으로 움직이며, 실제 양산을 염두해 둔 휴머노이드 로봇으로 고객 수요에 맞춘 동작을 추가할 수 있으며, 2025년부터 현대자동차 생산라인에 투입 예정
- 아틀라스의 세부 스펙은 미공개

4) 현대자동차그룹 (2024.11.14.), “2세대 아틀라스, 인간의 영역에 조금 더 다가서다”.

5) AI타임스(2024.11.15.), “보스턴 다이내믹스, ‘아틀라스’ AI 두뇌 장착 위해 토요타와 제휴”.

□ 기술적 특징 : 첨단 로봇공학과 인공지능을 결합

- ① 로봇 지능 : 컴퓨터 비전과 대형언어모델 기반 AI 기술을 접목 (머신러닝 기반 AI SW탑재)⁶⁾
 - AI 머신러닝 비전 모델을 사용, 인지-판단-제어 과정을 통해 100% 자율적 동작 수행
 - 부품의 위치와 종류를 인식하고 정확한 파지점을 판단해 물체를 들어 이동식 보관함의 부품별 수납공간에 넣음
 - ‘로봇의 눈’을 통해 주변 상황과 물체를 정확히 인식하고 실시간으로 대응하며, 돌발상황에서 동선 수정하여 작업 수행
- ② 학습-데이터 : 머신러닝 비전 모델을 활용해 부품의 위치와 종류를 인식하고, 정확한 파지점을 판단해 물체를 집어들어 수납공간에 넣음
 - 토요타 연구소는 대규모 행동모델(LBNM)의 개발하고 있으며, 보스턴 다이내믹스와 제휴로 아틀라스에 컴퓨터 비전과 대규모 언어모델(LLM)을 기반으로 한 기술 접목 예정
 - 머신러닝 비전 모델을 통해 시각, 힘, 고유 수용성 센서의 조합을 사용하여 환경의 변화 (예, 움직이는 고정물)와 동작 실패(예, 걸려 넘어짐, 환경 충돌)를 감지하고 대응함
 - 운동능력(지각과 제어를 연결하여 즉석에서 적응), 동적 조작(모든 동작 범위를 사용), 실시간 인식(깊이 센서로 주변 환경을 감지하여 환경의 포인트 클라우드를 생성), 모델예측 제어(로봇의 동역학 모델을 사용하여 시간이 지남에 따라 로봇의 동장이 어떻게 변화할 예측하고 그에 따라 조정) 등의 기능을 갖춘
- ③ 운영체제 : 클라우드 기반 통합 관제 솔루션 ‘오빗(Orbit)’ 적용 예정
 - 오빗(Orbit) : 다양한 로봇에 적용 가능한 클라우드 기반 통합 관제 솔루션
- ④ 로봇 HW : 전기로 구동되는 맞춤형 액추에이터 세트 구축으로 360° 회전 동작, 정밀한 제어 가능
 - 전기식 액추에이터 : 힘은 약하지만 정밀 제어가 가능하고 적은 에너지 소모,
 - 유압식 액추에이터 : 무겁고 많은 에너지 소모, 강력한 힘 발휘
 - 누워있다가 다리 뒤로 미틀어 일어나기, 몸통 회전, 머리부위 360° 회전, 관절 앞 뒤 구분 없이 자유자재 움직임, 얼굴과 상체만 회전하고 하체는 자유롭게 방향 선택, 정교한 움직임으로 실제 산업현장에서 인간과 상호작용하며 업무 수행 가능
 - 3.7KWh 배터리 팩, 배터리 수명은 1시간
- 활용 : 2025년 현대자동차 생산라인에 투입 예정
 - 가격 : 4족 보행 로봇 ‘스팟’ 가격 1억 원 이상을 고려하면 2억 원 이상 예상 (아틀라스 도입 후 2년 이내 투자 회수가 가능한 수준으로 가격 책정 필요, 구체적 가격은 미정)

6) “Atlas Goes Hands On”, Boston Dynamics (<https://bostondynamics.com/video/atlas-goes-hands-on/>)

[현대차&보스턴 다이내믹스 ‘아틀라스’의 특징]

구분	내용
1. 로봇 지능	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨터 비전과 대형언어모델 기반 AI 기술 접목 (머신러닝 기반 AI 소프트웨어 탑재) - AI 머신러닝 비전 모델, 인지-판단-제어 과정을 통해 100% 자율적 동작 수행 - 부품의 위치와 종류를 인식, 정확한 파지점 판단, 물체 들어 이동식 보관함의 부품별 수납공간에 넣음 - ‘로봇의 눈’을 통해 주변 상황과 물체를 정확히 인식하고 실시간으로 대응하며, 돌발상황에서 동선 수정하여 작업 수행
2. 학습 데이터	<ul style="list-style-type: none"> - 토요타 연구소와 협력으로 ‘아틀라스’의 AI 두뇌를 위해 대규모 행동모델(LBNM) 개발 - 실시간 인식: 깊이 센서로 주변 환경을 감지하여 환경의 포인트 클라우드를 생성 - 운동지능: 지각과 제어를 연결하여 즉석에서 적응, 동적 조작: 모든 동작 범위를 사용 - 모델 예측 제어 : 로봇의 동역학 모델을 사용하여 시간이 지남에 따라 로봇의 동장이 어떻게 변화할지 예측하고 그에 따라 조정
3. 로봇 운영 체제 및 제어	<ul style="list-style-type: none"> - 오빗(Orbit) : 다양한 로봇에 적용 가능한 클라우드 기반 통합 관제 솔루션
4. 로봇 HW	<ul style="list-style-type: none"> - 전기구동 맞춤형 액추에이터 : 맞춤형 액추에이터 세트 구축으로 360° 회전 동작, 정밀한 제어 가능 - 누웠다가 다리 뒤로 미틀어 일어나기, 몸통 회전, 머리부위 360° 회전, 관절 앞뒤 구분 없이 자유자재 움직임, 얼굴과 상체만 회전 하체는 자유롭게 방향 선택, 정교한 움직임으로 실제 산업현장에서 인간과 상호작용하며 업무 수행 - 3.7KWh 배터리 팩, 배터리 수명은 1시간
* 활용	<ul style="list-style-type: none"> - 2025년 현대자동차 생산라인 투입 예정 - 가격 미정(4족 보행 로봇 ‘스팟’ 가격 1억 원 이상을 고려하면, 2억 원 이상 예상) 아틀라스 도입 후 2년 이내 투자 회수가 가능한 수준으로 가격 책정 필요

출처 : 홈페이지 및 언론 보도자료 기반 저자 정리

□ 비즈니스 전략: 미래 모빌리티 선도를 위한 스마트 제조 기반 확보

- 현대차그룹은 보스턴 다이내믹스 인수를 통해 그룹 내 계열사들과의 시너지를 창출하고, 보스턴 다이내믹스와 토요타 리서치 연구소와의 협업을 통해 AI 기술을 접목한 로봇 개발을 추진(
 - (현대차그룹) 로보틱스를 미래 핵심사업으로 선정. 보스턴 다이내믹스 인수로 기술력 확보, 웨어러블 로봇, 서비스 로봇 등 다양한 포트폴리오 구축. 자동차 제조 노하우를 로봇 생산에 접목

7) 아이로봇 뉴스(2023.8.15.), “현대차그룹, 로봇공학 생태계 강화 전략 발표”.

- (보스턴 다이내믹스) 고성능 특수목적 로봇에 집중, 하이엔드 시장 공략. 주요 고객은 군사, 연구기관, 대기업으로 제한적. 현대차그룹 인수 후 산업용 로봇 '스트레치' 등으로 실용화 확대 중
- (토요타 리서치연구소(TRI)) 대규모 행동 모델과 보스턴 다이내믹스의 아틀라스 휴머노이드 로봇을 결합하여 로봇의 전체적인 기술을 향상시켜 다양한 작업을 수행할 수 있도록 하는 것을 목표로 함
- o (기업 전략) 제조 공정의 효율성을 높이고, 물류 및 서비스 로봇 시장에 진출하여 새로운 성장 동력을 확보하고자 함⁸⁾
- o (가격 전략) 보스턴 다이내믹스 로봇은 프리미엄 제품으로서 가격 전략에 대한 구체적인 정보는 공개되지 않았으며 우선 현대차 공장에 투입 예정⁹⁾
- o (생태계 전략) 로봇 기술을 제조, 물류, 서비스 등 다양한 산업 분야에 적용해 로봇 생태계를 구축하며 지속 가능한 성장 기반 마련¹⁰⁾

3. 피규어 AI, 오픈AI & 엔비디아의 「피규어 02」

□ '피규어 02' 로봇 개요

- o 멀티모달 AI 기반으로 환경을 이해하고 사람의 말을 듣고 이해하고 작업을 수행할 수 있는 휴머노이드 로봇 발표 (2024.8.)¹¹⁾
- o 장면이해, 추론, 상황 설명, 양팔을 사용한 정밀 조작이 가능한 휴머노이드 로봇 '피규어01(Figure01)' 발표(2024.3) 및 이후 업그레이드된 '피규어02(Figure02)' 발표(2024.8)
- o 피규어AI-오픈AI-엔비디아가 협력 개발함

□ 기술적 특징 : AI·로봇·GPU 기업의 협업을 통해 LLM과 VLM 기반의 지능적 행동을 구현하고, 가상환경 시뮬레이션으로 첨단 로봇개발 가속

- ① 로봇지능 : 사람과 유사한 수준의 양손 협응력, mm 단위 부품 고정 가능, 사람의 말을 이해하고 주변 환경에 맞춰 명령 수행
 - 3배 컴퓨팅 온보드 AI 추론(3x Compute Onboard AI Inference) : 모든 동작 계획과 제어는 몸통에 있는 컴퓨터에서 이루어짐

8) 한겨레(2021.6.21.), “현대차, 보스턴 다이내믹스 인수...로봇 사업 확장 본격화”.

9) 비즈니스 포스트(2023.9.10.), “현대차, 토요타 리서치 연구소와 협업...AI 접목 로봇 개발 추진”.

10) 뉴스룸(2024.1.12.), “현대차, 로봇 시장 진출 가속화와 글로벌 리더십 확보 전략”.

11) IEEE Spectrum (2024.8.6.), “Figure 02 Robot Is a Sleeker, Smarter Humanoid”. (<https://spectrum.ieee.org/figure-new-humanoid-robot>)

- AI 기능 : 온보드 VLM을 통한 음성대음성 추론(Speech-to-Speech Reasoning)
- 모델 예측 컨트롤러를 사용하여 균형을 유지하고 원하는 로봇 궤적을 따르는 데 필요한 발자국 위치와 힘을 결정함
- 조작(manipulation) : 100% 자율 신경망 학습 배치(100% Autonomous Neural Network Learned Placement), 행동 학습을 통한 자체 수정(Self-correcting Learned Behavior)

② 학습·데이터

- 센서 : AI 기반의 비전 카메라 6개 (카메라 데이터는 로봇 외부에서 처리)
- 테스트 : BMW 제조라인(Spartanburg 공장, 사우스캐롤라이나)

③ 운영체제 : 엔비디아의 NVIDIA RTX GPU 기반 모듈 탑재

④ 하드웨어

- 로봇 손 : 4세대 자유도 16의 로봇 손
- 소프트 스톱 : 무릎 뒤쪽, 팔꿈치 관절에 설치하여 로봇의 끼임 방지
- 배터리 : 2.25KWh로 런타임은 5시간

○ 활용 : 피규02는 BMW의 제조공장(사우스캐롤라이나주 스파턴버그)에서 차량 새시 조립, 부품 조립에 활용중 (1일 1,000건 작업 처리, 작업속도 4배 증가, 신뢰도 7배 향상)¹²⁾

- 피규어AI 본사에 피규02 모델 5대 보유 예상

[피규어 AI ‘피규어02’의 특징]

구분	내용
1. 로봇 지능	<ul style="list-style-type: none"> - 카메라에서 입력한 이미지를 비전 언어모델로 인지하여 외부 세계를 인식하고, 내장 마이크와 스피커를 통해 사람과 대화할 수 있는 On-board 비전 언어 모델(VLM)으로 사람과 대화하며 작업할 수 있는 지능 탑재 - ① 오픈AI의 GPT-4o, ②피규어AI의 행동지능, ③엔비디아의 휴머노이드 로봇용 범용 파운데이션 모델 GROOT 적용한 것으로 추정
2. 학습·데이터	<ul style="list-style-type: none"> - 엔비디아 Omniverse 플랫폼에 구축된 참조 애플리케이션인 Isaac Sim을 사용하여 합성 데이터를 사용하여 AI 기반 로봇을 설계, 훈련 및 테스트 - 생성형AI 모델 학습에는 엔비디아 H100을 활용
3. 엣지 컴퓨팅· AI 반도체	<ul style="list-style-type: none"> - 엔비디아의 NVIDIA RTX GPU 기반 모듈 탑재
4. 운영체제 및 제어	<ul style="list-style-type: none"> - 피규어AI의 로봇제어 기술과 엔비디아 로봇 플랫폼 Issac 기반으로 개발했을 것으로 추정
* 활용	<ul style="list-style-type: none"> - 사우스캐롤라이나 BMW 제조 공장에서 차량 새시 조립에 투입 중

출처 : 홈페이지 및 언론 보도자료 기반 저자 정리

12) 한경 (2024.11.20.), “영하인 줄 BMW 공장에 ‘파격 투입’…속도 ‘4배’ 빨라졌다”.

□ **비즈니스 전략 : 글로벌 1등 간의 수직계열화로 산업용 High-End 시장 우선 공략 예상**

- 피규어 AI, 오픈AI, 엔비디아 3사는 전문 영역에 기반한 수직 계열화를 통해 산업용 High-End 시장을 우선 공략하고 기술 검증 후 시장을 확대하는 전략을 펼칠 전망
- Figure AI의 비즈니스 전략
 - (자사) 범용 휴머노이드 로봇 Figure02 개발 및 상용화를 통해 제조, 물류, 소매 산업의 노동력 부족 문제 해결¹³⁾
 - (협력) OpenAI 및 엔비디아와의 협력을 통한 기술 역량 강화 및 AI 기반 자연스러운 대화 구현¹⁴⁾
- OpenAI의 비즈니스 전략¹⁵⁾
 - (자사) FigureAI와 협력을 통해 AI 모델을 로봇 공학 분야에 적용하여 활용 범위 확대
 - (협력) 다양한 산업과의 협력을 통한 AI 기술 상용화 촉진
- 엔비디아의 비즈니스 전략¹⁶⁾
 - (자사) NVIDIA Omniverse 및 GPU 기술을 제공하여 Figure02의 자율 작업 능력 향상
 - (협력) 로봇 공학 생태계 구축을 통해 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼 확산

□ **향후 전망 : 협력에서 단독 수직 통합으로, 또는 개방형 협력 다각화**

- Figure02는 위의 3사가 협력 개발하였으나, 구글·엔비디아 같은 기술기업들이 개방형 플랫폼을 기반으로 기술 제품을 개발 및 판매하고, 다양한 기술과 기업이 등장하면서 향후 경쟁 및 협력 관계는 더욱 다각화될 전망
- 한편, 오픈AI가 최근 공식 홈페이지를 통해 시스템 통합 전기 엔지니어와 로봇공학 전문가 모집 공고를 게시하며 로봇팀을 소개하여, AI 소프트웨어에 개발을 넘어 하드웨어 영역까지 진출하여 궁극적으로는 수직 통합을 추진할 것으로 전망됨¹⁷⁾

13) Global Village Space (2024.8.6.), "Introducing Figure 02: The Most Advanced Humanoid Robot on the Planet".
 14) TechCrunch (2024.8.6.), "Figure's New Humanoid Robot Leverages OpenAI for Natural Speech Conversations".
 15) MSPowerUser (2024.8.6.), "Figure Secures Funding from Microsoft and Others, Partners with OpenAI to Accelerate Humanoid Robot Development".
 16) NVIDIA Blog (2024.8.6.), "Figure Humanoid Robot: Empowering Autonomous Capabilities with NVIDIA Omniverse".
 17) AI 타임즈 (2025.1.11.), "오픈 AI, 로봇 개발 공식화... '하드웨어 전문가 모집'".

4. 엔비디아¹⁸⁾¹⁹⁾

□ 엔비디아의 AI 로봇 관련 제품/서비스 개요

- 로봇틱스 및 비전 AI를 위한 AI-시뮬레이션에서 현실까지, 클라우드에서 엣지까지 필요한 서비스를 제공하는 로봇틱스 플랫폼 서비스 제공

□ 기술적 특징 : 로봇칩부터 소프트웨어, AI, 개발 툴, 가상 훈련 도구까지 Full-Stack 솔루션 제공

- ① 로봇지능 : 엔비디아는 범용 기반 모델인 '그루트(GR00T)'를 통해 휴머노이드 로봇이 주변 세계를 이해하고 상호작용할 수 있도록 다중 모달 AI 모델을 개발
 - '오렌지'와 '그레이'라는 자체 훈련 로봇을 공개하여 플랫폼의 실용성을 입증
 - 실시간 3D 렌더링과 물리 시뮬레이션이 가능한 'Isaac Sim'을 통해 AI 로봇 훈련용 디지털 트윈 환경 구축
- ② 학습·데이터 플랫폼 : 로봇 개발자들이 학습하고 시뮬레이션할 수 있도록 합성 데이터, 시뮬레이션 툴 등 플랫폼 제공
 - (Issac Sim) 엔비디아 메타버스 플랫폼 Omniverse를 기반으로 센서 및 물리효과 시뮬레이션을 제공하는 플랫폼
 - (코스모스) 물리AI 데이터 생성 및 시뮬레이션 플랫폼인 코스모스 WFM 플랫폼은 최첨단 생성형 World Foundation Model, 고급 토크나이저, 가드레일, 가속화된 비디오 처리 파이프라인으로 구성된 플랫폼으로, 자율주행 차량과 로봇 같은 물리 AI 시스템 개발 지원할 예정 (2025.1 CES 발표)
 - * 방대한 양의 사실적 물리 기반 합성 데이터를 손쉽게 생성할 수 있으며, 미세 조정을 통해 맞춤형 WFM 구축을 지원하여 물리AI를 위한 데이터와 테스트 지원
 - * API 및 허깅페이스를 통한 오픈모델 라이선스로 제공 예정
- ③ 엣지 컴퓨팅·AI 반도체 : Jetson 시리즈와 AGX Orin 등 엣지 컴퓨팅 디바이스를 통해 로봇용 AI 처리 플랫폼 제공하며 실시간 센서 처리와 AI 추론에 최적화된 하드웨어 솔루션 개발
- ④ 운영체제 및 제어SW 개발툴 및 플랫폼: 생성형 AI 파운데이션 모델과 시뮬레이션, AI 워크플로우 인프라를 위한 도구를 포함한 '아이작 로봇 플랫폼(Isaac Robotics Platform)'을 제공하여 로봇 개발자들이 효율적으로 로봇을 설계하고 훈련할 수 있도록 지원
 - (Issac) 가속기 시스템, 라이브러리, 애플리케이션 프레임워크 및 생성형 AI 모델이 모두 포함되어 있어 개발자의 AI 인식, 조작 및 시뮬레이션 개발 지원
 - (Metropolis) 비전 AI 기술로 시각 데이터와 AI를 결합하여 애플리케이션 프레임워크 및 개발자 툴 셋

18) ZDNET Korea (2024.5.7.), "유능해진 로봇, 'AI 두뇌'로 더 똑똑해진다".

19) Digital Today (2024.11.20.), "엔비디아, 휴머노이드 로봇용 AI 플랫폼 '그루트' 학습 툴 발표".

- (OSMO) 로봇 DevOps, 이종 공유 컴퓨팅 리소스에 멀티 컨테이너 워크로드를 쉽게 배포할 수 있게 하는 프로그램

[엔비디아 AI 로봇 기술 및 플랫폼의 특징]

구분	내용
1. 로봇 지능	<ul style="list-style-type: none"> - (그루트 (GROOT (Generalist Robot 00 Technology))) * 휴머노이드 로봇이 텍스트, 음성, 비디오 또는 실시간 데모를 입력받아 이를 처리하고 일반 동작을 생성할 수 있도록 하는 범용 기반 모델 개발 * 자연어를 이해하고 인간의 행동을 관찰해 움직임을 모방하도록 설계 * 휴머노이드 로봇의 성능을 향상 및 개발 및 배포를 지원, 텍스트와 데모를 입력으로 사용하면 로봇을 쉽게 프로그래밍 할 수 있게 지원
2. 학습·데이터 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> - (Issac Sim) 엔비디아 메타버스 플랫폼 Omniverse를 기반으로 센서 및 물리효과 시뮬레이션을 제공하는 플랫폼 - (코스모스) 자율차와 로봇 등이 실제 세계에서 작동하기 위한 물리AI 구현을 위해 데이터 생성 및 시뮬레이션 플랫폼 제공
3. 엣지 컴퓨팅·AI 반도체	<ul style="list-style-type: none"> - '젯슨 토르(Jetson Thor) 토르 시스템온 칩(SoC) 기반의 휴머노이드 로봇용 컴퓨터 * 복잡한 작업을 수행하고 사람 및 기계와 안전하고 자연스럽게 상호 작용할 수 있는 모듈식 아키텍처를 갖춘 컴퓨팅 플랫폼 * 800 테라플롭스의 트랜스포머 엔진과 블랙웰 GPU 포함
4. 운영체제 및 제어 개발툴 및 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> - (Issac) 가속기 시스템, 라이브러리, 애플리케이션 프레임워크 및 생성형 AI 모델이 모두 포함되어 있어 개발자의 AI 인식, 조작 및 시뮬레이션 개발 지원 - (Metropolis) 비전 AI 기술로 시각 데이터와 AI를 결합하여 애플리케이션 프레임워크 및 개발자 툴 셋 - (OSMO) 로봇 DevOps, 이종 공유 컴퓨팅 리소스에 멀티 컨테이너 워크로드를 쉽게 배포할 수 있게 하는 프로그램

출처 : 홈페이지 및 언론 보도자료 기반 저자 정리

□ **비즈니스 전략 : Full-stack 솔루션 제공, 개발자 생태계 장악, 로봇 제조사와 파트너십을 통한 로봇칩 시장 장악** 20)

- Full-stack 솔루션 : 하드웨어부터 소프트웨어까지 통합 플랫폼 제공
 - 엔비디아는 AI 슈퍼컴퓨터, 시뮬레이션 도구인 Isaac Sim, 그리고 Jetson Thor와 같은 컴퓨팅 플랫폼을 통해 로봇 개발의 모든 단계를 지원
- 생태계 확장 : 개발자를 위한 다양한 도구 제공 및 교육과 지원 프로그램 운영

20) Bloomberg Technology (2024.1) "NVIDIA's AI Strategy"

- 개발자 지원 확대 : 오픈소스 소프트웨어인 Isaac ROS를 통해 개발자들이 로봇 시스템을 효율적으로 개발하고 배포할 수 있도록 지원
- 로봇 공학용 생성형 AI를 발전시키기 위해 Isaac Lab의 로봇 시뮬레이션을 위한 NVIDIA NIM™ 추론 마이크로서비스와 Isaac Sim™, OSMO 로봇 클라우드 컴퓨팅 오케스트레이션 서비스 등을 제공
- o 산업별 특화 : 제조, 물류, 의료 등 분야별 최적화 솔루션 제공하며 다양한 기업과의 협력을 통해 로봇 개발을 촉진하고, 엔비디아의 기술을 산업 전반에 확산
- o 투자 및 지원 : AI 및 로봇 분야의 스타트업에 대한 투자를 통해 혁신적인 기술과 솔루션의 개발을 지원하고, 이를 통해 생태계를 강화
- o (CES 2025) 젠슨 황은 기조연설에서 ‘로봇의 챗GTP 시대가 온다’라고 선언하고 가정용 로봇 및 자율운전기능 AI의 실현 가능성을 제시, 로봇칩과 코스모스 등의 AI 개발 기술을 로봇 기업들에게 제공할 것으로 발표함
 - 현대차그룹, SK그룹 등 다양한 기업과 협력이 확대될 것으로 전망됨

5. 구글

□ 기술적 특징 : 시각-언어-행동 지능의 모듈식 구현

① 로봇지능

- o 아직 휴머노이드 로봇을 발표하지는 않으나, LLM 기반의 로봇 행동지능 연구 활발하게 수행
- o 구글의 로봇 기술 전략은 대규모 언어 모델인 PaLM을 기반으로 멀티모달 모델 RT-2, 로봇 제어 알고리즘 SayCan, 그리고 자율 행동을 위한 Inner Monologue, 자율 학습 및 제어를 위한 오토RT로 이어지는 수직적 기술 통합을 구축하는 것으로 파악됨
 - 이러한 계층적 구조를 통해 구글은 로봇이 자연어를 이해하고, 시각적 정보를 처리하며, 자율적으로 행동할 수 있는 능력을 개발할 수 있음
- o 수직적 기술 통합 : LLM(PaLM) → 멀티모달(RT-2) → 로봇제어(SayCan) → 자율행동(Inner Monologue) → 자율 학습·제어 시스템(AutoRT)으로 이어지는 기술 스택 구축
 - (LLM : PaLM) 구글의 대규모 언어 모델로, 다양한 언어 이해 및 생성 작업에서 뛰어난 성능 보유(540B)²¹⁾
 - (LMM : PaLM-E) 대규모 멀티모달 AI 모델(562B)로 시각/텍스트/상태값 등 다양한 입력을 통합 처리. 작업 계획 수립과 자연어 기반 상호작용 구현. 기존 PaLM의 언어 이해 능력에 시각 정보 처리 기능 추가²²⁾

21) Chowdhery et al., (2022.4.), “PaLM: Scaling Language Modeling with Pathways”.

- (VLA 시각-언어-행동모델 : RT-2) 웹에서 학습한 지식을 로봇 제어에 적용하여 새로운 객체나 명령에 대한 일반화 능력을 향상시킴²³⁾
 - * 예시 : ‘책상에서 떨어지기 쉬운 가방을 집어라’, 또는 ‘축구공을 농구공 옆에 놓아 등의 명령 수행 가능’
- (로봇제어 : SayCan) 대규모 언어 모델과 로봇의 실행 가능성을 결합하여, 로봇이 자연어 명령을 이해하고 상황을 인식하여 직관적으로 작업을 실행할 수 있도록 함²⁴⁾
 - * 예시 : “음료수를 쏟았어”라는 입력을 “스펀지로 닦기” 작업으로 해석
 - * (자율행동 : Inner Monologue) 로봇의 자가 상태 점검과 환경 적응을 위한 내부 대화 시스템. 작업 수행 중 실시간으로 상황을 평가하고 계획을 수정
 - * 예시 : 장애물 발견 시 “우회 경로가 필요하다”와 같은 자체 판단 수행²⁵⁾
- (자율 학습·제어 시스템 : AutoRT) 로봇 제어모델(RT-1, RT-2)에 LLM과 영상 언어모델(VLM)을 결합해 새로운 방식으로 학습 데이터를 수집하고 학습하며, 가장 적절한 동작을 추론해 수행할 수 있는 기술²⁶⁾²⁷⁾
 - * 예시 : 바닥에 떨어진 물건을 카메라로 발견하고 이를 ‘쓰레기’로 분석한 뒤, 가장 적절한 동작을 추론해 로봇에 쓰레기를 치우도록 명령하는 방식
 - * 구글은 7개월 동안 다양한 사무실 건물에서 20~52대의 로봇을 동시에 조종하고 6,650개의 고유 작업에 대한 7만 7000개의 세부작업을 통해 다양한 데이터셋 수집했다고 함
 - * LLM 기반 자율로봇 최초로 로봇공학 3원칙에 기반하여 안전을 위한 ‘가드레일’을 설정

② 학습·데이터 : 직접 로봇 데모 데이터를 확보하는 한편, 외부 기업/기관들과 협력하여 로봇 데이터 셋을 구축하는 등 다양한 방식으로 데이터 확보 노력하고 있음

- (사람이 데모하여 데이터 확보 : 모바일 알로하 프로젝트) 사무실 및 주방 환경 등 다양한 실험 환경에서 학습 데이터를 축적하여 로봇 행동지능 모델의 일반화 능력을 강화²⁸⁾
 - * 동적 학습은 사람이 직접 로봇을 조작하며 시연하는 방식의 실시간 학습, 정적 학습은 기존 데이터셋을 활용한 기본 동작 패턴 학습, 두 학습 방식의 결합으로 효율적이고 유연한 작업 수행 능력 확보
 - * 주요 기능 : 바퀴 기반 자유로운 실내 이동 가능, 요리, 청소, 정리정돈 등 일상적 가사 작업
- (개방형 로봇 행동 데이터셋 구축 : Open X-Embodiment) 구글은 자체 제작한 로봇에 RT-1, 2를 탑재해서 생성한 데이터와 독일 막스플랑크연구소, 한국의 KAIST, 일본 도쿄대, 미국 스탠퍼드대, 카네기멜론대 등 전 세계 50여 개 기업, 대학 연구소들로부터 제공받은 로봇 작동 데이터를 한데 모아서 학습용 데이터 세트를 구축²⁹⁾

22) Danny et al. (2024), “PaLM-E: An embodied multimodal language model”, Google Research Blog.
 23) Brohan et al. (2023.7.), “RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control”.
 24) Ahn et al. (2022.4.), “Do As I Can, Not As I Say: Grounding Language in Robotic Affordances”.
 25) Zhou et al. (2024.6.), “Think Before You Speak: Cultivating Communication Skills of Large Language Models via Inner Monologue”.
 26) Ahn, M., et al. (2023), “AutoRT: Embodied Foundation Models for Large Scale Orchestration of Robotic Agents”, Proceedings of the Twelfth International Conference on Learning Representations (under review).
 27) AI 타임즈 (2024.1.6.), “구글, LLM으로 로봇 고도화하는 ‘오토RT’ 공개...‘로봇 3원칙 첫 적용’”.
 28) Fu, Z., et al. (2024), “Mobile ALOHA: Learning Bimanual Mobile Manipulation with Low-Cost Whole-Body Teleoperation”, arXiv preprint.

- (다양한 데이터 확보) 구글은 로봇용 AI의 성능 향상을 위해서는 데이터의 다양성을 높이는 것이 중요하다고 주장하며 동종의 로봇에서 생성되는 동질적인 데이터의 규모를 늘리는 것보다 다양한 로봇들이 생성한 이질적인 데이터를 많이 모아서 데이터의 다양성을 키우는 데 주력하고 있음

④ 로봇 HW : 구글은 완성된 로봇을 만들기보다는 다양한 로봇 지능 중심으로 개발하고 있으며, 일부 프로젝트에서 개방형 HW 정책을 사용하고, 최근 로봇전문기업 앵트로닉과 협업하기로 발표함

- (오픈소스HW, SW) 모바일 알로하(구글 딥마인드&스탠포드대 연구)에서는 오픈소스 HW 및 SW 공급하여, 직관적으로 고치기 쉽고 저비용이며 원격 조정 가능
- (로봇 전문기업 협업) 앵트로닉과 협업하여 휴머노이드 로봇 ‘아폴로’에 구글 딥마인드의 제미나이를 탑재할 것으로 발표함³⁰⁾

[구글 AI 로봇 구성 기술의 특징]

구분	내용
1. 로봇 지능	<p>로봇 제어 AI 기술들은 ▷멀티모달 입력 통합 처리, ▷자연어 기반 직관적 제어, ▷실시간 자가 학습 및 적응하도록 개발되고 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> - RT-2 (Robotics Transformer 2) : 비전-언어-행동(VLA) 통합 모델, 웹에서 학습한 지식을 실제 로봇 제어로 변환하여 다양한 로봇 하드웨어에 적용 가능한 범용 제어 시스템 - (PaLM-E) 562B 매개변수를 가진 대규모 멀티모달 AI 모델로, 시각/텍스트/상태값 등 다양한 입력을 통합 처리. 작업 계획 수립과 자연어 기반 상호작용 구현. 기존 PaLM의 언어 이해 능력에 시각 정보 처리 기능 추가 - (SayCan 기술) 상황 인식과 자연어 이해를 결합한 직관적 작업 수행 시스템. 추상적인 사용자 요청을 구체적 작업 단계로 변환하는 능력 보유. 예: "음료수를 쏟았어"라는 입력을 "스펀지로 닦기" 작업으로 해석 - (Inner Monologue) 로봇의 자가 상태 점검과 환경 적응을 위한 내부 대화 시스템. 작업 수행 중 실시간으로 상황을 평가하고 계획을 수정. 예: 장애물 발견 시 "우회 경로가 필요하다"와 같은 자체 판단 수행 - (AutoRT) 로봇 제어모델(RT-1, RT-2)에 LLM과 영상 언어모델(VLM)을 결합해 새로운 방식으로 학습 데이터를 수집하고 학습하며, 가장 적절한 동작을 추론해 수행
2. 학습-데이터	<ul style="list-style-type: none"> - (직접 시연 및 수집) 모바일 알로하라는 구글 딥마인드와 스탠포드대 공동 개발한 가정용 서비스 로봇 프로젝트에서 사람이 직접 데모를 통해 학습 데이터 축적 - (개방형 로봇 행동 데이터셋 구축 : Open X-Embodiment) 자체 제작한 로봇에 RT-1, 2를 탑재해서 생성한 데이터와 전 세계 50여 개 기업, 대학 연구소들로부터 제공받은 로봇 작동 데이터를 한데 모아서 학습용 데이터 세트 구축
3. 로봇 HW	<ul style="list-style-type: none"> - (오픈소스HW, SW) 모바일 알로하(구글 딥마인드&스탠포드대 연구)에서는 오픈소스 HW 및 SW 공급하여, 직관적으로 고치기 쉽고 저비용이며 원격 조정 가능 - (로봇 전문기업 협업) 앵트로닉과 협업하여 휴머노이드 로봇 ‘아폴로’에 제미나이 탑재 예정

출처 : 홈페이지 및 언론 보도자료 기반 저자 정리

29) Wang, Y., et al. (2023), "Open X-Embodiment: Robotic Learning Datasets and RT-X Models", arXiv preprint arXiv:2310.08864.

30) AI포스트 (2024.12.23.), "최고의 몸체에 '명석한 두뇌' 탑재...로봇 기업 앵트로닉, 구글 딥마인드와 협업".

- (기술개발 전략) LLM(PaLM) → 멀티모달(RT-2) → 로봇제어(SayCan) → 자율행동(Inner Monologue)으로 이어지는 기술 스택 구축하는 수직적 기술 통합 전략
 - (단계적 검증) 연구실 환경 → 제한된 실제 환경 → 실용 로봇(Mobile Aloha) 순으로 기술 완성도 향상
- (기술 생태계 구축) 데이터와 주요 연구 결과를 논문으로 공개하여 학계/산업계 피드백 수용하면서 전 세계 연구 기관 및 기업과의 협력을 통해 오픈 이노베이션 생태계를 조성
 - 스탠포드대, KAIST, 막스플랑크 연구소 등 전 세계 50여 개의 연구소 및 기업들과 협력하여 로봇 작동 데이터를 수집하고, 이를 학습 데이터로 활용
 - 오픈 이노베이션으로 연구 성과를 공개하여 로봇 기술 생태계를 확대하고, 전 세계 연구자 및 기업들과 협력하여 데이터와 기술의 상호 공유 촉진
- (AI 로봇 완성체 개발) 구글 딥마인드의 AI 기술과 앵트로닉의 로봇 하드웨어 전문성을 결합하여 동적 환경에서 복잡한 작업을 처리하는 로봇 개발을 목표로 협력하기로 발표함³¹⁾
 - (앵트로닉) 나사의 ‘발키리’ 로봇, 메르세데스 벤츠 공장에 투입된 ‘아폴로’ 등의 로봇을 개발한 인간중심 설계 및 하드웨어 중심의 로보틱스 전문기업
 - (구글 딥마인드) 제미니 AI 모델을 도입해 변화하는 시나리오에 적응하고 복잡한 작업을 수행하는 기술개발 예정

□ **비즈니스 전략 : 개방형 플랫폼을 기반으로 연구 생태계 주도**

- (AI 퍼스트 접근) 하드웨어보다 소프트웨어 및 AI 중심으로 기술개발, LLM과 VLA 기술의 통합에 초점
 - (AI 기술 우위) 방대한 웹 데이터와 로봇 데이터를 결합하여 AI 모델을 고도화하고, RT-2를 통해 시각-언어-행동(VLA) 통합 기술 구현³²⁾
 - (범용 AI 확장) 로봇 제어를 통해 실세계 AI 적용을 확대하고, 환경 적응 및 문제 해결 능력을 가진 로봇 개발에 주력³³⁾
- (AI 로봇 플랫폼 중심) 로봇 하드웨어 직접 생산보다 행동지능 플랫폼 개발에 집중하며, 서드 파티 개발자 참여가 가능한 확장형 생태계의 기반을 마련하고 있는 것으로 파악됨
 - (클라우드 연계) Google Cloud와 통합된 로봇 제어 플랫폼을 구축하여 클라우드 컴퓨팅 기반의 실시간 로봇 제어와 데이터 처리가 가능하도록 설계³⁴⁾
 - (모듈별 독립적 개발) 각 구성 요소를 독립적으로 업그레이드 가능하게 개발하고 있음

31) AI포스트 (2024.12.23.), “최고의 물체에 ‘명석한 두뇌’ 탑재…로봇 기업 앵트로닉, 구글 딥마인드와 협업”.

32) Google DeepMind (2023.7.28.), “RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control”.

33) Google DeepMind Robotics Projects Overview.

34) Google Cloud Robotics Platform Documentation.

- (데이터 다양성) 로봇 데이터 확보 시, 다양한 로봇들의 이질적 데이터 확보에 주력
 - (하드웨어 확장성) 다양한 로봇, 다양한 제조사 하드웨어를 지원하도록 확장성 확보
- (실용성 강조) 현실적인 솔루션에 중점을 두어 RT-2와 같은 실용적 모델 개발
- (실용적 접근) RT-2와 SayCan을 활용해 사무실 및 가정 환경에서 즉시 활용 가능한 로봇 행동지능 기술 제공³⁵⁾

35) Google Research SayCan Overview, MIT Technology Review

III 국가 R&D에 대한 시사점

1. AI 로봇 기술의 지향점

- 앞에서 분석한 국내외 기업들로부터 아래의 특징을 꼽을 수 있음
- (로봇 지능) VLAM(Vision Language Action Model) 기반 멀티모달 로봇 행동 파운데이션 모델이 빠르게 진화 : 물리적 환경을 인식하고 다양한 조건에서 유연하게 적응하며 여러 가지 작업(이동+작업)을 자율적으로, 다른 객체와 협력하며 수행할 수 있는 행동 지능으로 발전
 - (인지-추론-행동 지능의 통합) 로봇이 스스로 움직이면서 카메라 등 다양한 센서에서 정보를 추출하여 물리적 세계를 이해하고 상호작용 할 수 있는 인지 및 추론 기술 (VLM 등)과 행동 지능이 end-to-end로 통합되고 있음
 - (이동지능) 현재의 이슈는 무거운 물체를 능숙하게 다룰 수 있으며, 거칠고 불확실한 지형을 가로질러 이동할 수 있는 능력이나, 향후 로봇의 이동범위가 넓어지고 속도가 빨라지면 자율차의 SDV 기술 및 관련 이슈들이 도입될 전망
 - (조작지능) 현재는 다양한 물체를 능숙하게 다룰 수 있는 능력이 이슈지만, 언어지능과 결합되면서 상황에 맞는 행동을 판단하고 판단에 따라 행동하는 지능으로 발전
- (데이터 학습) 로봇 행동 파운데이션 모델의 학습을 위해 다양한 방식이 시도되고 있음
 - ①비디오 및 이미지 데이터 학습, ②인간의 행동을 따라하거나 인간이 로봇을 조작하며 학습, ③가상환경에서 데이터를 합성하고 시뮬레이션을 통한 학습 등 다양한 방식이 사용되고 있으며, ④로봇이 스스로 자신의 행동을 판단하고 수정하는 기술도 발전하고 있음
- (운영체제 및 제어) 선도기업 로봇 개발 플랫폼에서 로봇의 물리적 작동에 필요한 제어SW 및 운영체제 등을 지원하고 있으며, 이러한 기술은 생태계의 장악력에 영향을 줄 전망
 - 엔비디아 로봇 플랫폼은 엔비디아 로봇 엡지컴퓨팅 활용을 지원하여 개발자의 로봇개발을 용이하게 하면서 해당 기업 의존도(장악력)를 높일 수 있음

2. 글로벌 Top AI 로봇 기업 전략의 특징

- (독자적 수직 통합 기업 : 테슬라) 수직계열화로 규모의 경제 효과, 원가 경쟁력 확보
 - 자율주행 AI 기술과 반도체, 배터리 기술 등 테슬라의 핵심 기술을 로봇에 접목하여 기술적 우위를 확보하고, 수직계열화로 규모의 경제와 원가 경쟁력 확보 추진
- (협력의 확장 : 보스턴 다이내믹스) 현대차그룹은 로보틱스 전문기업 보스턴 다이내믹스를 인수한 이후, 로봇 행동지능 개발을 위해 토요타 연구소와의 협력에 이어, 피지컬 AI 개발을 위해 엔비디아와 협력하겠다고 발표함

- (협력에서 경쟁으로 : 피규어AI&오픈AI) 피규어 02는 협력개발로 이루어졌으나 향후 각사가 다른 협력사와 새로운 로봇을 개발하기 용이해져 경쟁 관계가 다각화될 전망
 - 오픈AI는 피규어 AI사의 피규어02 모델에 LLM을 탑재하였으나, 공개적으로 로봇개발 인력을 모집하면서 향후 독자적으로 로봇을 개발하는 수직통합 전략도 병행할 전망
 - 피규어AI는 구글 및 엔비디아가 개방형으로 AI 관련 기술을 제공하므로, 이를 이용(구매 또는 공동개발)하여 AI 로봇 지능도 주체적으로 개발할 가능성이 높아짐
- (개방형 생태계 : 엔비디아, 구글) 엔비디아(로봇칩과 AI 개발플랫폼)와 구글(로봇 행동지능)은 각자의 핵심 경쟁력을 기반으로 새롭게 펼쳐질 AI 로봇 생태계 장악을 위한 확장 전략 추진
 - 엔비디아는 첨단로봇 HW 제조기업 고객들에게 로봇칩과 AI 모델, 데이터, 개발 환경을 Full stack 솔루션으로 제공하며 생태계 장악 시도
 - 구글은 다양한 로봇 행동지능과 개방형 행동 데이터 플랫폼으로 생태계에서의 입지 강화를 추진하고 있으며, 로봇기업들과의 협력을 통해 본격적으로 시장에 진입할 전망

3. 국가 R&D에 대한 시사점

- AI 로봇의 경쟁 양상 : 기술개발+상용화+대중화의 압축적 경쟁에 대비 필요
 - 기존에는 기술개발 후 완성도를 높여 상용화하고, 이후 원가 경쟁을 통해 대중화가 이루어졌으나, AI 로봇은 개발사가 보유한 제조공장 및 협력사를 활용해 행동 학습 데이터를 확보하고, 테스트베드로 운영하며, 초기 수요까지 확보하면서 모든 과정이 동시에 진행되고 있음
 - AI로봇 분야는 고도의 기술력 확보와 함께 초기 시장 수요도 빠르게 확보해야 하므로 원가절감과 대량생산까지 고려하여 국가 R&D를 기획해야 함
- 신속한 AI 로봇 Full Stack 기술 경쟁력 확보를 위해 로봇 HW, 행동 데이터, 로봇 파운데이션 모델 개발 등을 위한 연합체 또는 개방형 연구 체계 마련 필요
 - 국내에는 테슬라, 오픈AI, 엔비디아같이 AI 분야 기술력과 데이터를 보유한 빅테크 기업은 부재하나, 현대차나 네이버 같은 기업들이 AI 로봇을 개발하고 있음
 - 국책연구기관 및 학계가 주도하여 R&D를 추진하더라도 이들 기업들이 신속하게 기술개발+상용화+대중화의 글로벌 경쟁력을 확보하도록 국내외 산학연의 역량을 집결한 연합체 또는 개방형 연구체계 마련 필요
- 테슬라를 제외한 대부분의 기업들이 AI 경쟁력 또는 로봇제조 경쟁력 중 한쪽만 보유하여 협력이 불가피했으나, 기술의 완성도가 높아지면 표준화되고 모듈화될 수 있음
 - 엔비디아와 구글 등이 플랫폼 기반을 제공하게 되면 기업간 폐쇄적인 협력개발의 필요성이 낮아지고 플랫폼을 기반으로 공동개발 및 기술거래, 서비스화(ex. RAIIaaS : Robot AI as a Service) 될 수 있으므로 이에 대한 모니터링 및 대응책 마련 필요

참고문헌

◆ 국내 자료

글로벌 빌리지 스페이스(Global Village Space) (2024.8.6.), Introducing Figure 02: The Most Advanced Humanoid Robot on the Planet.

뉴스룸 (2024.1.12.), 현대차, 로봇 시장 진출 가속화와 글로벌 리더십 확보 전략.

비즈니스 포스트 (2023.9.10.), “현대차, 토요타 리서치 연구소와 협업...AI 접목 로봇 개발 추진”.

아이로봇 뉴스 (2023.8.15.), 현대차그룹, 로봇공학 생태계 강화 전략 발표.

엔비디아 블로그 (2024.8.6.), Figure Humanoid Robot: Empowering Autonomous Capabilities with NVIDIA Omniverse

테크크런치(TechCrunch) (2024.8.6.), Figure’s New Humanoid Robot Leverages OpenAI for Natural Speech Conversations.

한겨레 (2021.6.21.), 현대차, 보스턴 다이내믹스 인수...로봇 사업 확장 본격화.

한경 (2024.11.20.), 영화인 줄 BMW 공장에 '파격 투입'...속도 '4배' 빨라졌다.

현대자동차그룹 (2024.11.14.), 2세대 아틀라스, 인간의 영역에 조금 더 다가서다.

AI 타임즈 (2024.1.6.), 구글, LLM으로 로봇 고도화하는 ‘오토RT’ 공개...“로봇 3원칙 첫 적용”.

AI 타임즈 (2024.11.15.), 보스턴 다이내믹스, '아틀라스' AI 두뇌 장착 위해 토요타와 제휴.

AI 포스트 (2024.12.23.), “최고의 몸체에 ‘명석한 두뇌’ 탑재...로봇 기업 애프트로닉, 구글 딥마인드와 협업”.

Bloomberg Technology (2024.1.), NVIDIA’s AI Strategy.

Digital Today (2024.11.20.), 엔비디아, 휴머노이드 로봇용 AI 플랫폼 ‘그루트’ 학습 툴 발표.

IITP (2024.7.31.), ICT R&D 기술로드맵 2030 공청회 발표자료.

ZDNET Korea (2024.5.7.), 유능해진 로봇, ‘AI 두뇌’로 더 똑똑해진다.

◆ 국외 자료

Ahn et al., (2022.4.), “Do As I Can, Not As I Say: Grounding Language in Robotic Affordances”.

Ahn, M., et al. (2023), “AutoRT: Embodied Foundation Models for Large Scale Orchestration of Robotic Agents”. Proceedings of the Twelfth International Conference on Learning Representations (under review).

Bloomberg Technology (2024.1.), “NVIDIA’s AI Strategy”

Brohan et al, (2023.7.), “RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control”.

Chowdhery et al., (2022.4.), “PaLM: Scaling Language Modeling with Pathways”.

Fu, Z., et al. (2024), “Mobile ALOHA: Learning Bimanual Mobile Manipulation with Low-Cost Whole-Body Teleoperation”. arXiv preprint.

Gartner (2024.1.), Emerging Tech Impact Radar : Artificial Intelligence.

Global Village Space (2024.8.6.), “Introducing Figure 02: The Most Advanced Humanoid Robot on the Planet”.

Google DeepMind (2023.7.28.), RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control.

Google Research SayCan Overview, MIT Technology Review

Hardware Acceleration in Robotics News, ‘About Tesla’s Optimus robot brain, a robotics hardware and software computer architecture perspective’.

IEEE Spectrum (2024.8.6.), Figure 02 Robot Is a Sleeker, Smarter Humanoid. (<https://spectrum.ieee.org/figure-new-humanoid-robot>)

MSPowerUser (2024.8.6.), Figure Secures Funding from Microsoft and Others, Partners with OpenAI to Accelerate Humanoid Robot Development.

TechCrunch (2024.8.6.), “Figure’s New Humanoid Robot Leverages OpenAI for Natural Speech Conversations”.

Wang, Y., et al. (2023). "Open X-Embodiment: Robotic Learning Datasets and RT-X Models". arXiv preprint arXiv:2310.08864.

Zhou et al., (2024.6.), “Think Before You Speak: Cultivating Communication Skills of Large Language Models via Inner Monologue”.

◆ 웹사이트

보스턴다이내믹스 홈페이지, <https://bostondynamics.com/video/atlas-goes-hands-on/>

엔비디아 홈페이지, <https://www.nvidia.com/ko-kr/>

현대자동차그룹 홈페이지, <https://www.hyundai.co.kr/story/CONT0000000000164310>

테슬라 옵티머스 X, https://x.com/tesla_optimus

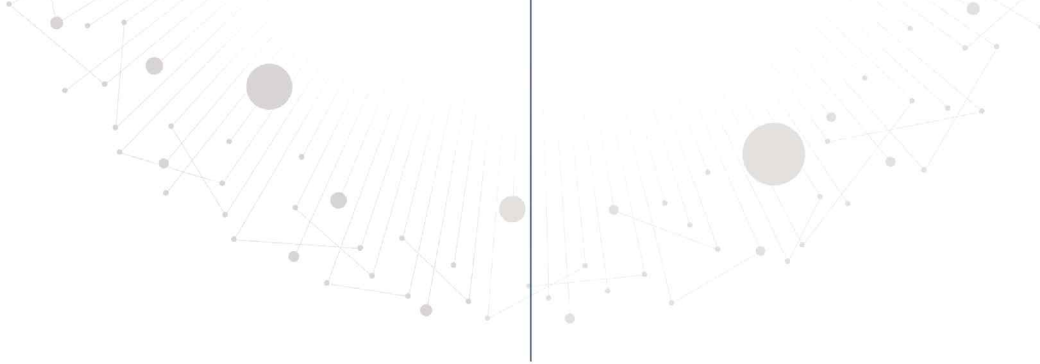
저자 소개

김성민 ETRI ICT전략연구소 기술정책연구본부 기술경제연구실 책임연구원
e-mail: songmin516@etri.re.kr Tel. 042-860-6172

글로벌 Top AI 로봇 기술·사업 동향

발행인 한 성 수
발행처 한국전자통신연구원 ICT전략연구소
발행일 2024년 12월 31일





www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

