

# AI 휴머노이드 진화 특성: 美-中 비교를 중심으로

차남준, 최병철

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
I. 인간을 닮은 그들, 휴머노이드 로봇 .....	1
II. AI가 이끄는 휴머노이드 로봇 기술 .....	4
III. 현실이 된 미래, 열리는 휴머노이드 시장 .....	9
IV. 휴머노이드 로봇 분야의 프레너미: 美-中 동향 비교 .....	12
1. 정책: 기술중심-시장중심 .....	14
2. 시장: 혁신중심-확산중심 .....	19
3. 기업: AI중심-Body중심 .....	21
4. 제품: 성능중심-효율중심 .....	26
5. AI기술: 기술선도-탈의존화 .....	34
V. 소결 .....	38
참고문헌 .....	41
부 록 .....	47





## Executive Summary

- 첫째. 휴머노이드 로봇은 개념증명 단계를 넘어 **상용화 단계로 진입**중
- 둘째. 생성형 AI기술은 휴머노이드 로봇 상용화 및 경쟁력 확보의 **핵심적 요소**
- 셋째. (美)AI기술 생태계 중심의 전략과 (中)시장수요 중심 전략으로 초기 휴머노이드 로봇 분야 글로벌 **양강구도** 형성
- 넷째. AI와 휴머노이드 로봇 분야의 미국의 기술 리더십에 대하여 중국이 강력한 경쟁자로 급부상 중

### 1 개요

#### ● (개념) ‘휴머노이드 로봇’이란 인간의 신체적 형태와 동작을 모방한 로봇

- ※ 휴머노이드 로봇은 분야와 목적에 따라 다양하게 정의되고 있지만, 본 고에서는 ‘이족보행’을 하며 ‘범용성’을 가진 로봇으로 한정함

#### ● (기술 특성) 휴머노이드 로봇은 여러 이종 기술이 결합된 복합 기술체

- ※ 휴머노이드 로봇은 다양한 이종 기술간 강력한 상호의존성을 요구하여 기술적 난도가 높고, 범용성을 갖기 때문에 다양한 활용 분야에 대한 종합적인 고려가 필요

#### ● (핵심기술) AI기술은 휴머노이드 로봇의 급격한 발전을 이끄는 핵심 기술

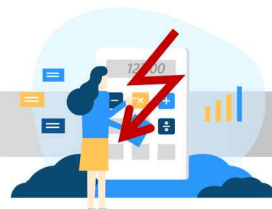
- ※ 로봇의 운동을 정확하게 처리하기 위한 효과적인 방법으로써 AI기술이 본격적으로 적용되어 로봇 개발과 학습에 활용  
(예) 대규모 언어모형(LLM), 대규모 행동모형(LBM/LAM), 종단간 신경모형(EndtoEnd), 강화학습(RL)
- ※ 최근에는 현실 세계의 물리적 원리를 모사하고 이를 기반으로 가상의 세계를 창조할 수 있는 물리적AI(physical AI)가 로봇 학습을 위한 혁신적 대안으로 주목

#### ● (로봇 시장) 전 세계 휴머노이드 로봇 시장은 연평균 약 37.7%씩 성장할 것으로 기대

- ※ 휴머노이드 로봇에 대한 기술 발전, 사회적·산업적 수요의 증가
- ※ 특히, 중국 정부의 정책적 지원하에 '24년도부터 시작된 중국 휴머노이드 로봇 기업들의 상용화가 급격하게 현실화 되며 사회적 관심이 폭증



연평균 37.7%의 시장성장률



로봇 제작 비용 감소



기술수준의 발전



사회적 수요 증대

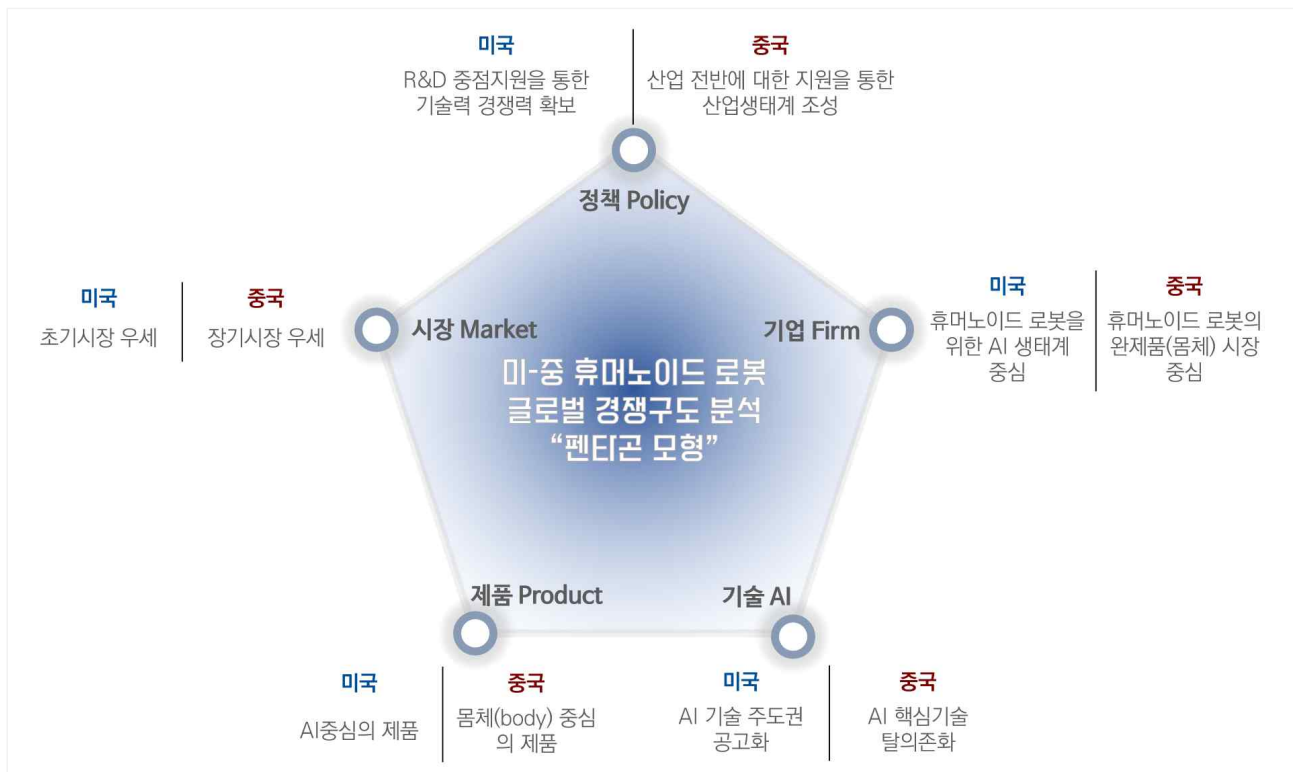
## 2 미국-중국의 휴머노이드 로봇 양강구도

### ● 중국은 로봇 관련 정책, 시장, R&D의 측면에서 미국을 빠르게 추격하고 있어 격차가 점차 좁혀지고 있는 상황

- ※ 중국은 정부의 강력한 휴머노이드 로봇 시장 활성화의 정책기조 아래, 빠르게 상용화를 성공하며 전 세계 시장 선점을 위한 초석을 다지고 있음
- ※ 미국은 중국에 대한 첨단기술 수준의 우위를 유지하고, 시장 지배력을 강화하기 위하여 민간 빅테크 기업을 중심으로 양산형 휴머노이드 로봇의 경제성 확보, 대규모 도입, 생태계 주도권 확보 전략을 추진 중

### ● 미국과 중국의 휴머노이드 로봇분야 ‘펜타곤 모형’ 프레임워크

- ※ 미국과 중국간의 휴머노이드 로봇 글로벌 경쟁구도를 분석하기 위해 5가지 핵심축을 통해 두 국가의 경쟁력을 비교
- ※ 휴머노이드 관련 ▲정책, ▲시장현황, ▲기업 전략, ▲제품 동향 그리고 ▲기술(AI)의 축을 통해 양국간 비교를 수행함



① 정책

구분	미국	중국
목표	로보틱스 기술경쟁력 확보	로봇 산업 전반 육성
방향	민간 주도	정부 주도
대상	로봇 원천·응용기술 R&D 중심	로봇 원천기술, 응용, 생산, 시장조성 등 로봇산업 전범위에 걸침
방법	R&D에 대한 재정지원 중심	재정지원, 인프라 구축, 제도개선, 인력양성 등 전방위적 지원
주관기관	국립과학재단, 상원 등	국무원, 공업정보화부 등
주요정책	「National Robot Initiative」, 「Foundation Research in Robot」, 「Chips and Science Act」, 「National Robotics Roadmap」 등	「중국제조2025」, 「로봇산업발전계획」, 「휴머노이드 혁신발전 지도의견」, 「휴머노이드 로봇산업발전 행동계획」 등

● 미국의 휴머노이드 로봇을 포함하는 로봇 정책은 로봇 분야 연구개발 재정지원 중심

- ※ 미국의 로봇 정책은 원천기술을 확보함으로써 미국 로봇 산업의 경쟁력을 증진 시킨다는  
간접적 지원 방식을 띄고 있음
- ※ 즉, 미국의 휴머노이드 로봇 분야는 민간기업, 특히 IT빅테크를 중심으로 기술개발 및  
산업생태계가 형성되고 있음

● 반면, 중국의 정책은 휴머노이드 로봇 산업에 전방위적으로 공공 역량을 투입

- ※ 중국 정부의 정책은 로봇 분야 R&D 및 유관 기업에 대한 투자, 시장 활성화, 인프라  
구축, 인력양성 등 다양한 방식으로 종합적·포괄적 지원을 제공
- ※ 이러한 전방위적 지원 정책을 통해 중국의 휴머노이드 로봇 분야는 휴머노이드 로봇 전문  
기업을 중심으로 해당 분야에 대한 공급과 수요가 동시에 발전

② 시장

● 휴머노이드 로봇 분야 기술발전, 사회·경제적 수요 증가에 따라 상용화 시대 임박

- ※ Si기술의 발전은 휴머노이드 로봇의 개발과 학습 효율성을 비약적으로 향상시켰으며,  
로봇의 범용성 확보의 주요 기술로써 역할을 하고 있음
- ※ 특히, 기술의 발전을 통한 개발·생산비용 감소는 휴머노이드 로봇 산업이 실제적인  
시장으로 본격적으로 확장하게 되는 계기가 됨

● 휴머노이드 로봇은 산업분야(제조, 물류 등)에서 우선적으로 적용될 것

- ※ 전통적 제조(BMW, 폭스바겐 등) 및 물류 기업(아마존 등)에서 휴머노이드 로봇을 도입하고 테스트하고 있음
- ※ 휴머노이드 로봇의 도입을 계획하고 있는 기업(테슬라, 현대자동차 등)들도 대부분 자사의 제조 또는 물류 시설에 투입하는 방식을 고려하고 있음

● 전세계 휴머노이드 로봇 시장의 성장률은 로봇산업 내 다른 분야보다 높을 것으로 전망

분류	조사기간	CAGR (연평균성장률)	시장규모(예측)	조사기관명
휴머노이드 로봇	2024-2029	45.5%	\$132억	MarketsandMarkets(2024)
	2024-2034	17.3%	\$76억	Precedence Research(2024)
	2023-2032	50.4%	\$112억	Zion Market Research(2024)

● 휴머노이드 로봇 시장의 연평균 성장률은 중국 42.3%, 미국 17.4%로 전망



③ 기업

● 미국은 AI기술 기반의 빅테크 중심 수직계열화 또는 통합 생태계 구축에 초점

- ※ 전통적인 IT빅테크 기업들이 여전히 휴머노이드 로봇 산업의 리더십을 보유
- ※ 시장 경쟁력 및 생태계 주도권 확보를 위해 기업들은 테슬라, 오픈AI와 같은 수직통합 전략과 구글, 메타, 아마존과 같은 플랫폼 중심의 생태계 구축 전략 공존

● 중국은 관주도의 시장

- ※ 정부의 강력한 휴머노이드 로봇 시장 활성화 정책하에서 중국의 연관 기업들이 시장지향(market-oriented) 전략 중심으로 공동 참여하는 형태
- ※ 그러나, 최근에는 중국의 빅테크 기업들도 휴머노이드 로봇 산업에 참여하며 미국과 같이 거대 자본을 중심으로 한 수직계열화 사례도 증가하고 있음

구분	미국	중국
중심기업	전통적인 IT빅테크 기업	휴머노이드 로봇 특화 기업
기업전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI기술 기반의 수직계열화</li> <li>• 로봇 시에 대한 통합 플랫폼 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발-생산 풀스택 역량 확보</li> <li>• 시장지향(market-oriented)</li> </ul>
주요기업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 테슬라, 오픈AI, 아마존, 구글 등</li> <li>• 어질리티 로보틱스, 애플로닉, 피규어시, 보스턴 다이내믹스 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 텐센트, 샤오미, 샤오핑, 알리바바, 화웨이, 바이두 등</li> <li>• 유비테크, 유니트리, 푸리에 등</li> </ul>

④ 제품

● 미국과 중국의 14개 휴머노이드 로봇 기업의 23개 제품에 대한 제원 조사 및 비교

※ 직접 비교가 유의미한 6개 항목(가격, 크기·무게, 이동속도, 자유도, 운반하중, 에너지)을 선정하여 비교

● 미국의 로봇은 ‘에너지’와 ‘운반하중’에서 우세했으며, 중국의 로봇은 ‘가격’, ‘이동속도’의 측면에서 우세한 것으로 나타남

※ 특히, 중국의 휴머노이드 로봇 제품의 평균 가격은 미국 제품의 1/3수준(34.6%) 수준



⑤ AI기술

● 미국은 세계 최고 수준의 AI기술을 휴머노이드 로봇에 적용시켜 나가고 있음

※ AI기술을 보유한 빅테크 기업과 휴머노이드 로봇 하드웨어 기술을 보유한 기업간 기술협력을 중심으로 휴머노이드 로봇용 AI기술 혁신을 주도

● 중국은 AI추론칩, 로봇 개발·학습 플랫폼 등의 AI 핵심기술의 높은 대외 의존성을 탈피하고자 하드웨어와 SW 양측면에서 독자기술 확보에 주력

※ 샤오미가 개발한 AI칩인 Ascend C910은 엔비디아의 보급형 AI칩인 H100과 비슷한 수준의 성능을 가짐

※ 중국의 생성형 AI모델인 딥시크는 ‘高性能-低비용’을 갖춘 것으로 알려져, 미국 중심의 AI기술 리더십 체제에 대한 실체적 위기로 인식

### 3 결론

#### ● AI 휴머노이드 로봇은 상용화 단계에 도달

- ※ AI기술의 발전으로 휴머노이드 로봇의 성능과 경제성이 폭발적으로 높아짐
- ※ 휴머노이드 로봇은 일부 분야에서 인간 노동력의 효율성을 증가하기 시작
- ※ '25년부터 산업용 휴머노이드 로봇 경쟁이 본격적으로 시작될 전망

#### ● 전세계 휴머노이드 로봇 시장은 미국과 중국의 양강 체제로 양분화 중

- ※ 전통적 로봇 산업이 미국, 일본, 독일, 한국, 중국 등의 다자경쟁구도에서 벗어나, 휴머노이드 로봇 사업은 미국과 중국의 양강구도로 좁혀지고 있음
- ※ 미국은 민간의 우수한 기술혁신 역량을 중심으로, 중국은 강력한 정부 정책 및 거대 시장을 기반으로 휴머노이드 로봇 시장의 경쟁력 확보중

#### ● 미국과 중국의 휴머노이드 로봇 분야 초기 전략은 다른 방향으로 진행중

- ※ 미국의 휴머노이드 로봇 산업은 휴머노이드 로봇의 AI기술을 보유하고 있는 기업들이 핵심적 역할을 수행하고 있음
- ※ 미국의 기업들은 두 가지 전략을 취하고 있는데, 첫 번째는 자사가 보유한 기술과 역량을 활용하여 로봇의 '개발·생산+SW·HW'를 수직통합하는 방식(테슬라, 오픈AI)이며, 두 번째는 자사 AI기술을 여러 로봇 기업에 적용함으로써 AI플랫폼 주도권을 확보(구글, 메타, 아마존 등)하려는 전략임
- ※ 중국의 대부분의 기업들은 각각의 기업이 로봇의 개발부터 생산까지 포괄하는 가치사슬의 전방위적 역량을 확보하는 전략을 채택하고 있으며, 그 안에서 각자의 독자적 로봇 AI생태계를 구축하고자 시도중

## I 인간을 닮은 그들, 휴머노이드 로봇

### ■ 휴머노이드(humanoid)의 어원

- 휴머노이드(humanoid)는 ‘인간’을 뜻하는 단어인 ‘human’과 형태를 뜻하는 접미사인 ‘-oid’로 결합된 합성어로 ‘인간을 닮은 것’을 의미
  - 과거 ‘휴머노이드’는 식민지화된 지역의 원주민 또는 고대인(古代人)을 지칭했으며, SF 등 콘텐츠에서 인간 형상의 로봇, 외계인 등을 지칭하는 데 주로 사용되었음
- ‘휴머노이드’ 자체로는 인간의 형상을 닮은 모든 것을 지칭하는 의미로 사용될 수 있기 때문에, 본 고에서는 ‘휴머노이드 로봇’이라는 용어 사용

### ■ 휴머노이드 로봇의 개념

- 휴머노이드 로봇은 인간 로봇기술의 궁극적 지향점으로 여겨지며, 로봇기술의 종착지가 될 것으로 여겨지고 있음<sup>1)</sup>
- 휴머노이드 로봇과의 유사 개념으로 안드로이드 로봇과 사이보그의 개념이 존재
  - 안드로이드(android) 로봇은 ‘인간과 외형이 동일하여 구별하기 힘들 정도의 유사한 로봇’의 의미<sup>2)</sup>로, 휴머노이드 로봇의 상위개념으로 볼 수 있음<sup>3)</sup>
  - ‘사이보그(cyborg)’는 신체의 일부가 로봇으로 대체된 인간을 의미<sup>4)</sup>
- 휴머노이드 로봇에 대한 정의는 시간과 영역에 따라 다양한 방식으로 정의되어 왔으나<sup>5)</sup>, 현재까지도 기술적 또는 산업적 정의가 통일되지 않음
  - 로봇이 인간 외형 또는 기능의 일부만을 모사하는 경우에도 휴머노이드 로봇으로 칭하는 등\* 산업적·기술적 개념에 대한 명확한 획정 부재
    - \* 궤보사의 G1은 다리가 아닌 바퀴로 이동하지만 휴머노이드 로봇으로 명명
- 휴머노이드 로봇은 로봇의 발전 과정을 통해 볼 때 지능이 탑재된 ‘4세대’ 로봇에 속하는 것으로 볼 수 있음
  - 4세대 로봇의 주요 특징으로는 ‘고도의 자율성과 지능’, ‘인간과 로봇의 자연스러운 상호작용’, ‘다양한 과업의 수행(범용성)’ 등이 있음
  - 차세대 로봇으로의 도약에는 AI기술의 발전이 핵심적인 동력으로 작용하였음

1) KBS라디오 인터뷰. (2024.3). 휴머노이드 로봇이 생성형 AI를 만나 궁극의 솔루션이 됩니다; 중앙일보. (2024.10). 휴머노이드는 로봇의 미래...발전 속도에 나도 깜짝 놀란다는 인터뷰 내용 발췌

2) Franceschi, V. (2012). "Are you alive" issues in self-awareness and personhood of organic artificial intelligence. *Pólemos*, 6(2), pp225-247

3) 전상원. (2015). 국내의 휴머노이드 로봇. *대한전자공학회지*, 42(12), pp18-25

4) Raven, P. G. (2017). (Re)narrating the societal cyborg: a definition of infrastructure, an interrogation of integration. *People, Place & Policy Online*, 11, pp51-64

5) Vukobratović M., Borovac B., Potkonjak V. (2007). Towards a unified understanding of basic notions and terms in humanoid robotics. *Robotica*, 25(1), pp87-101

### [산업용 로봇의 세대 구분]



출처: 박지은(2024)<sup>6</sup>과 Hermitage(2023)<sup>7</sup>의 내용을 재구성하여 작성

### [휴머노이드(로봇)의 정의]

출처	정의
Cambridge dictionary	인간의 외형과 특성을 가진 로봇
Wikipedia	인간의 신체와 모양이 닮은 로봇
네이버사전	기계 머리, 몸통, 팔다리와 같은 인간의 신체와 유사한 형태를 지닌 로봇
Kanda et al.(2002) <sup>8</sup> Brooks et al.(1998) <sup>9</sup> 최무성 외.(2008) <sup>10</sup>	1. 인간의 상체 형상을 갖고 있음(양팔, 손, 목, 머리) 2. 허리 및 무릎 자유도를 갖고 있어서 인간과 같은 허리 움직임, 앉는 자세가 가능함 3. 각 링크가 인간의 비례와 유사하며, 각 관절의 작동 영역이 인간과 유사함
Thibault et al.(2022) <sup>11</sup>	휴머노이드 로봇의 기본적인 정의는 다리와 팔을 포함한 인간의 동작을 모방
Vernon&Sandini(2023) <sup>12</sup>	휴머노이드 로봇은 형태, 외모, 움직임이 인간과 유사하도록 설계된 구체화된 에이전트
Sayeed et al.(2023) <sup>13</sup>	첨단 내비게이션 기술과 인지 아키텍처를 활용하여 인간과 유사하게 작업을 수행하고 환경을 탐색하도록 설계된 형태와 구조가 인간의 신체와 유사한 로봇
Kalouguine et al.(2020)	인간의 신체와 유사한 형태를 가지고, 인간의 움직임을 모방하여 여러 가지 작업을 수행할 수 있는 로봇
이슈퀘스트(2024)	인간의 신체 구조와 움직임을 모방하여 설계된 로봇 기술
하나금융연구소(2024) <sup>14</sup>	인간의 형태와 움직임을 유사하게 모방하여 인간이 수행하기 힘든 다양한 환경에서 주어진 기능과 행동을 할 수 있도록 설계된 로봇
엔비디아 <sup>15</sup>	휴머노이드는 인간의 폼팩터를 모델로 한 범용 이족보행 로봇
Faisal et al.(2023) <sup>16</sup>	복잡하게 의인화된 가상의 기계
Graefe&Bischoff(2003)	인간의 외형뿐만 아니라 행동을 모방할 수 있는 프로그래밍 가능한 기계
전상원 (2015) <sup>17</sup>	인간의 신체와 유사한 형태를 지닌 로봇이지만 안드로이드처럼 인간의 피부타 형상을 그대로 모방하지는 않고, 인간의 행동을 가장 잘 모방할 수 있는 로봇
LG경영연구원(2014) <sup>18</sup>	인간의 신체적 특징을 닮은 외형을 지녔으면서 인간과 유사한 동작을 취할 수 있는 로봇
Jerry Kaflan (2024) <sup>19</sup>	기본적으로 인간의 형태나 특징을 지닌 로봇을 말함. 센서가 장착된 '머리'가 있고, 이족보행이 가능하고, 물건을 잡을 수 있는 손이 있는 등 인간의 특징과 특성을 갖춘 로봇
Fareh et al.(2021) <sup>20</sup>	로봇은 인체를 모방하도록 설계된 사람 모양의 로봇
정보통신기획평가원(2024) <sup>21</sup>	인간의 외모나 행동을 모방한 로봇

6) 박지은. (2024). 산업용 로봇 관점에서의 휴머노이드 로봇 동향

7) Hermitage Capital. (2023). The Evolution of the Four Generations of Robots

- 그동안 제시된 휴머노이드 또는 휴머노이드 로봇에 대한 다양한 정의를 종합하면 ‘인간의 신체적 형태와 동작을 모방한 로봇’으로 정의할 수 있음<sup>22)</sup>
  - 유사성과 모방에 대한 명확한 기준은 없으나 개념적 차원에서의 의미로써 고려함
- 그러나, 현재까지 등장한 휴머노이드 로봇들은 AI기술을 기반으로 일정 수준 이상의 ‘범용성’을 확보하고 있다는 점과 이동 방식에 있어서 ‘이족보행’을 한다는 점을 공통점으로 가지고 있음
- 따라서, 본 고에서는 휴머노이드 로봇을 다음과 같이 한정하고자 함
  - (공통개념) 인간의 신체적 형태와 동작을 모방한 로봇
  - (이족보행) 휴머노이드 로봇을 다른 로봇과 구분 짓는 주요한 특성으로 제시되고 있는<sup>23)</sup> 이족보행 특성을 고려
  - (범용성) 반복되는 특정 업무가 아닌 상호작용에 기반한 자율적이고 독립적(stand alone)인 다양한 종류의 작업목표 달성이 가능한 특성<sup>24)</sup>을 고려

**휴머노이드 로봇의 정의**

인간의 신체적 형태와 동작을 모방 + 이족보행 + 범용성

8) Kanda, T., Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M., & Nakatsu, R. (2002, May). Development and evaluation of an interactive humanoid robot" Robovie". In Proceedings 2002 IEEE international conference on robotics and automation (Cat. No. 02CH37292), 2(1), pp1848-1855

9) Brooks, R. A., Breazeal, C., Marjanović, M., Scassellati, B., & Williamson, M. M. (1998, April). The Cog project: Building a humanoid robot. In International workshop on computation for metaphors, analogy, and agents (pp 52-87). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

10) Choi, M. S., Shin, E. C., Yang, K. W., & Kim, H. S. (2008). Development of SEROPI as a wheel-based humanoid robot. The Journal of Korea Robotics Society, 3(1), pp73-80.

11) Thibault, W., Chavez, F. J., & Mombaur, K. D. (2022). A Standardized Benchmark for Humanoid Whole-Body Manipulation. 2022 IEEE-RAS 21st International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), pp608-615

12) Veron, Sandini. (2024). The Importance of Being Humanoid. International Journal of Humanoid Robotics, 21(1), 2350022

13) Sayeed, A., Vámosy, Z., Kumar, N., Paul, Y., Bathla, Y., & Koul, N. (2023). Navigation and Cognitive Techniques for Humanoid Robots. In Proceedings of International Conference on Recent Innovations in Computing: ICRIC 2022, pp235-253

14) 하나금융연구소. (2024.10). 휴머노이드 로봇, 특이점이 온다. 산업이슈, 7호

15) <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/humanoid-robot/>

16) Faisal, M., Velazquez, R. A. M., Laamarti, F. & Saddik, A. E. (2023). Digital Twin for Healthcare: Underactuated digital twin's robotic hands with tactile sensing capabilities for well-being. Academic Press, pp15-38

17) 전상원. (2015). 국내의 휴머노이드 로봇. The Magazine of the IEIE

18) <https://www.lgbr.co.kr/report/view.do?idx=18660>

19) 박용선. (2024). Interview 제리 카플란 스탠퍼드대 컴퓨터공학 겸임교수. 통상. 산업통상자원부

20) Fareh, R., Khadraoui, S., Abdallah, M. Y., Baziyad, M. & Bettayeb, M. (2021). Active disturbance rejection control for robotic systems: A review. Mechatronics, 80, 102671

21) 정보통신기획평가원. (2024.7). 과학기술&ICT 정책·기술 동향 266호

22) A. Kalouguine, V. De-León-Gómez, C. Chevallereau, Sébastien Dalibard, & Y. Aoustin. (2020). Definition of a Walking with Starting and Stopping Motions for the Humanoid Romeo. In International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics: Nukovic, L., Kirchhoff, J., & von Stryk, O. (2024). Transparency Classification for HRI with Humanoid Service Robots. Companion of the 2024 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction

23) 윤동원. (2024.2). 최신 보행 로봇의 연구 동향. R&D FOR YOU, 8

24) 신동윤. (2024.4). 세계 최초 인간을 닮은 범용로봇 개발한 생추어러 AI. MIT Technology Review

## II 시가 이끄는 휴머노이드 로봇 기술

### ■ 휴머노이드 로봇의 기술적 특성

- 휴머노이드 로봇은 단일기술로 정의할 수 없는 여러 이종 기술이 결합된 ‘복합 기술체’<sup>25)</sup>
  - 휴머노이드 로봇을 구성하는 다양한 이종 기술들 간 강력한 상호의존성으로 인한 기술적 어려움이 존재<sup>26)</sup>
  - 특정 어플리케이션에 치중되지 않는 범용적 특성을 가지기<sup>27)</sup> 때문에 기존의 다양한 로봇 분야에 대한 여러 기술들이 통합적으로 개발되고 적용되어야 함

[지능형/휴머노이드 로봇의 구성기술 분류 사례]

유형	출처	구성기술
지능형 로봇	김선형(2018) <sup>28)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지능기술: 인간과 같은 인식 및 판단 (예. 인공시각, 인공청각, 인지추론, 적응공학, HCI 등)</li> <li>• 제어기술: 로봇의 행동 제어 (예. 로봇 팔/다리, 적응제어, 소프트웨어/OS 등)</li> <li>• 부품기술: 로봇을 구성하는 하드웨어 (예. 구동기, 센서, 제어기 등)</li> </ul>
	엄위섭 외. (2013) <sup>29)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 매니플레이터: 인간의 골격</li> <li>• 액추에이터: 인간의 근육</li> <li>• 센서: 인간의 오감</li> <li>• 제어: 인간의 두뇌</li> <li>• 기구부: 그 외 인간의 신체</li> </ul>
	이슈퀘스트 (2024)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기구부: 로봇의 실제 움직임을 구현하기 위한 구성기술</li> <li>• 센서: 외부 또는 로봇 내부 정보를 수집하고 전송</li> <li>• 제어·처리: 로봇의 동작계획 수립 및 실제 동작 제어 등</li> <li>• SW/기타: 로봇의 기능을 통합적으로 운용하기 위한 SW 및 작동을 위한 에너지를 등</li> </ul>
휴머 노이드 로봇	정보통신기획평가원 (2024) <sup>30)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 액추에이션 시스템: 서보 시스템, 모터, 감속기, 제어기 등</li> <li>• 센싱 시스템: 카메라, 각종 센서 등</li> <li>• AI 시스템: AI반도체, 시스템SW, 애플리케이션SW 등</li> <li>• 바디 및 기타부품: 금속 합금, 카본 파이버, 플라스틱, 배터리팩 등</li> </ul>
	박효준&이진오 (2022) <sup>31)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하드웨어: 센서, 액추에이터, 전원, 제어시스템 등</li> <li>• 소프트웨어</li> </ul>
	유비테크 <sup>32)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로봇틱스기술: 액추에이터, 제어 등</li> <li>• AI기술: 컴퓨터 비전, HCI 등</li> <li>• 시스템기술: SLAM/네비게이션, 시각 서보 동작, HRI 등</li> </ul>

25) Albers, Albert & Brudniok, Sven & Ottnad, Jens & Sauter, Christian & Sedchaicharn, Korkiat. (2007). Design of Modules and Components for Humanoid Robots, 10, 5772/4857

26) Stasse, O. & Flayols, T. (2018). Biomechanics of Anthropomorphic Systems: An Overview of Humanoid Robots Technologies. Springer Tracts in Advanced Robotics, pp281-310

27) Albers, A., Brudniok, S., Ottnad, J., Sauter, C., & Sedchaicharn, K. (2007). Design of modules and components for humanoid robots. Humanoid Robots: New Developments, pp1-16

28) 김선형. (2018). 지능형 로봇의 현재와 미래. 한국정보기술학회지, 16(1), pp7-12

29) 엄위섭 외. (2013). 지능형 로봇의 발전 동향. 항공우주산업기술동향, 11(1), pp150-160

30) 정보통신기획평가원. (2024.7). 과학기술&ICT 정책·기술 동향 266호

31) 박효준·이진오. (2022). 휴머노이드 로봇 시장 및 기술 동향. 한국산업기술진흥원

32) Ubtech Research (<https://research.ubtrobot.com/aboutUs>)

- 휴머노이드 로봇의 경우 인간과 같은 공간에서 상호작용을 하며 과업을 수행하기 때문에 로봇 안전 기술의 중요성이 증대
  - AI가드레일, 백드라이브\*, 출력 제한, 속도 모니터링, 안전 영역 설정 등을 통해 인간의 안전을 확보
    - \* 로봇의 관절과 액추에이터가 기계적으로 연결되어 외부의 힘에 의해 쉽게 움직일 수 있는 기술을 의미
  - 현재 ISO 13482(서비스로봇), ISO 10218(산업용로봇), UL4600(자율 제품) 등에 제한된 안전표준을 휴머노이드 로봇의 특성에 맞추어 확장하는 것이 필요

**■ 휴머노이드 로봇과 AI기술**

- 휴머노이드 로봇에 요구되는 기술은 요소 기술의 발전과 함께 달라져 왔는데, 최근에는 AI가 로봇의 필수 기술로써 강조
  - 로봇의 운동역학을 정확하게 처리하기 위해서는 고전적 방법론의 한계를 극복하기 위한 새로운 대안이 필요했고, 이에 대하여 AI기술은 효과적인 대안으로 고려<sup>33)</sup>
  - 로봇에는 대규모 언어모형(LLM), 강화학습, 대규모 행동모형(LAM/LBM), 종단간 신경망모형(EndtoEnd neural network model)등과 같은 AI기술들을 활용

[휴머노이드 로봇 주요 AI기술 개념 및 활용]

기술명	개념	활용
대규모 언어모형 (LLM)	방대한 양의 데이터를 학습하여 자연어 및 기타 유형의 콘텐츠를 이해하고 생성하여 광범위한 작업을 수행할 수 있는 기초 모델 <sup>34)</sup>	수행할 명령을 이해하고, 로봇이 수행할 명령을 요소 기술로 나누는 작업 계획 및 로봇의 요소기술을 수행하는 제어 코드 생성을 수행하여 로봇의 모든 과정을 자동화 <sup>35)</sup>
대규모 행동모형 (LAM/LBM)	(인간의) 행동 측면을 AI 시스템에 통합하여 환경과의 물리적 상호 작용이 수반되는 복잡한 작업을 수행할 수 있도록 설계된 고급 인공 지능 프레임워크 <sup>36)</sup>	로봇이 새로운 기술을 습득하고 환경과 상호작용함으로써 인간을 모사한 복잡한 동작을 실행하는데 필요한 과정을 학습하고 자동화함
종단간 신경망모형 (EndtoEnd)	정보의 입력에서 출력까지 전체 과정을 단일 신경망으로 처리하는 모델을 의미함. 기존 신경망 방식과 달리, 데이터 전처리나 특징 추출 등의 중간 단계를 생략하고 원시 데이터를 직접 입력받아 최종 결과를 도출함 <sup>37)</sup>	입력과 출력사이에 명시적 프로그래밍이 없어 하나의 통합된 신경망으로 작동함으로써 복잡한 동적 환경에 대한 시스템 단순화, 최적화를 통해 반응성과 적응성을 향상
강화학습 (Reinforced Learning)	에이전트가 정해진 보상체계 하에서 자신의 보상을 극대화 하는 방향으로 학습해 나가는 방식 <sup>38)</sup>	초기 인간의 실제 행동데이터를 학습하고 이를 기반으로 시뮬레이션 플랫폼 상에서 다양한 시나리오를 생성하고 학습함으로써 학습데이터 문제와 학습비용에 대한 문제 해결 가능

33) Tong, Y., Liu, H., & Zhang, Z. (2024). Advancements in humanoid robots: A comprehensive review and future prospects. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 11(2), pp301-328

34) IBM 웹사이트 (<https://www.ibm.com/kr-ko/topics/large-language-models>)

- 거대언어모형을 적용한 다양한 휴머노이드 로봇들이 나타나면서 스스로 동작을 학습하고 인간과 자연스럽게 소통 가능
  - 피규어02, 옵티머스, 알터 등은 LLM모형을 통해 인간의 동작을 모방학습
  - 인간과의 자연스러운 소통을 위해서 머신비전 등의 기술과 결합하여 활용
- 거대 언어모형과 시각 언어모형(vision language model, VLM)같은 AI 모델은 인간의 말을 로봇이 이해하고 실행하는 데 있어서 가장 기본적인 수단
  - 자연어의 이해 및 생성, 주변 환경 인식, 상황 판단 및 의사결정 등의 기능을 수행
  - 구글은 2024년 LLM+VLM 기반의 로봇 데이터 수집용 ‘오토RT’를 개발하는 등, 데이터 수집을 위한 도구로도 활용되고 있음
- 궁극적으로 휴머노이드 로봇은 범용AI(AGI)와 에이전틱AI(Agentic AI)의 특성을 모두 갖춘 AI기술이 적용
  - 휴머노이드 로봇은 현실 세계에서 물리적 동작을 통해 특정 과업을 수행해야 하므로, 에이전틱AI의 기능이 요구
  - 동시에, 범용 휴머노이드 로봇으로 발전하기 위해서는 인간이 수행 가능한 모든 범위에 대한 과업을 수행하기 위한 범용AI로써의 기능 또한 적용 필요

[범용AI와 에이전틱AI 특징 비교]

항목	범용AI	에이전틱AI
개념	다양한 상황에서 인간처럼 종합적인 사고를 하는 AI 모델	상호작용과 과업의 실행을 자율적으로 수행하는 AI 모델
목적	인간의 사고 능력의 구현	과업의 달성
지능수준	인간과 같거나 그 이상	인간과 같거나 그 이상
지능범위	전 범위	특정 분야
자율성	완전히 자율적인 의사결정	정해진 제약하에서 자율적 의사결정

출처: 저자 작성

- 휴머노이드 로봇을 학습시키기 위한 멀티모달 데이터의 확보는 전통적 AI분야에서의 데이터 획득 방식과 유사하게 ▲실제 데이터 수집과 ▲합성 데이터 생성 두 가지 방식이 고려되고 있음
  - 실데이터 수집방식은 현실에서 수집된 데이터를 플랫폼을 통해 로봇이 학습할 수 있는 형태로 제공하는 것을 의미함
  - 합성데이터 생성은 현실을 모사한 시뮬레이터 등을 통하여 학습데이터를 임의로 생성하는 것을 의미함

35) 이준기 외. (2024). 거대언어모델 기반 로봇 인공지능 기술 동향. 전자통신동향분석, 39(1), pp95-105

36) Forbes. (2024). Large Behavior Models surpass Large Language Models to create AI that walks and talks

37) Ge, R., Wang, Z., Zhao, Z., Qian, K., Hu, B., Schuller, B. W., & Yamamoto, Y. (2023). An End-to-End Model for Speech-based Somatisation Disorder Detection. 2023 IEEE 12th Global Conference on Consumer Electronics(GCCE), pp603-605

38) David Abel, André Barreto, Benjamin Van Roy, Doina Precup, H. V. Hasselt, & Satinder Singh. (2023). A Definition of Continual Reinforcement Learning. In ArXiv. <https://arxiv.org/abs/2307.11046>

[로봇 학습용 데이터 확보 방법의 주요 사례]

구분	주요 사례	내용
실제 데이터 수집	Open-X Embodiment (Google)	<ul style="list-style-type: none"> <li>22종 로봇에 대한 100만가지 데이터를 제공 (로봇 작동 궤적 데이터 등)</li> </ul>
	Agibot World (Agibot)	<ul style="list-style-type: none"> <li>100종의 실제상황 데이터 확보 (Open-X의 10배 이상, 80% 이상이 장기임무 데이터)</li> <li>로봇 데이터 수집을 위한 전용 공장 운영</li> </ul>
	LeRobot (HuggingFace)	<ul style="list-style-type: none"> <li>무료 공개 플랫폼</li> <li>사전훈련된 기초모형 및 훈련데이터 제공</li> </ul>
합성 데이터 생성	COSMOS (엔비디아)	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴머노이드 로봇에 초점을 맞춘 AI 시뮬레이터 겸 합성데이터 생성 플랫폼 (동작+상호작용)</li> <li>2,000만 시간의 영상데이터를 14일 만에 학습 가능</li> <li>무한대에 가까운 시나리오를 통해 휴머노이드 로봇을 위한 합성데이터 생성 가능</li> </ul>
	ISAAC (엔비디아)	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 동작을 모사한 시뮬레이터를 통해 로봇의 동작 데이터 생성 → 로봇파운데이션 모델 'GROOT'</li> <li>로봇 개발을 위한 학습, 시뮬레이션, 평가 등의 기능 제공</li> </ul>
	3DX (DASSO, 예정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>현실을 복제한 시나리오를 제공함으로써 로봇 설계를 지원</li> </ul>

출처: 저자 작성

o 휴머노이드 로봇 개발과 학습을 위한 실 데이터 확보

- 휴머노이드 로봇은 인간의 움직임과 상호작용을 학습하는 것이 중요하여 데이터에 인간이 포함되어 있어야 한다는 어려움이 존재
  - ※ 휴머노이드 로봇의 선두 주자로 손꼽히는 테슬라도 휴머노이드 로봇 데이터 확보를 위해 수십 명의 사람이 매일 7시간 이상 인간의 동작을 로봇에 학습시키는 과정을 거치기도 함<sup>39)</sup>
- 그리퍼(griper, 로봇손) 등 정밀한 동작을 위한 학습데이터들은 일반적으로 획득하기 어려운 특수한 형태\*를 요구
  - \* 사물 정보, 촉각 데이터, 손에 한정된 모션 데이터 등

o 휴머노이드 로봇 학습 데이터 부족 문제를 극복하기 위한 '물리적AI' 기술

- 실제 세계의 물리적 규칙에 대한 정보가 포함된 데이터를 학습하고 이를 통해 새로운 가상의 물리 세계를 창조<sup>40)</sup>하여 데이터를 생성
- 현실 세계에서 관측하기 어려운 희소한 맥락과 업무에 대해서도 학습이 가능하여 데이터 부족 및 편향성 문제 또한 극복할 수 있을 것으로 기대
- 단편적 정보에 의존하지 않는 휴리스틱(heuristic) 추론 기반의 휴머노이드 로봇 개발에 기여 할 것으로 기대

39) 이와 같이 인간이 AI에 데이터를 알려주는 것을 '데이터 현혈'이라고 부르기도 함

40) CES2024 젠슨황의 기초연설 내용 참조

[로봇과 관련된 물리적AI 주요 사례]

사례명	주요기능	출시연도
코스모스 (엔비디아) <sup>41)</sup>	휴머노이드 로봇 학습을 위한 현실 세계 합성데이터 (synthesize data) 생성 AI 플랫폼	2024
Isaac (엔비디아)	로봇의 학습 및 동작데이터 생성을 위한 AI 플랫폼	2018
GR00T (엔비디아)	로봇 개발을 위한 AI 기반 플랫폼 이니셔티브	2024
3DX (Dasso)	가상현실을 시뮬레이션하여 현실에 가장 적합한 제품 설계를 돕는 플랫폼	2025
Open X Embodiment (Google et al.)	로봇 동작 데이터 제공 및 가상 시뮬레이션 플랫폼 (22가지 로봇의 100만가지 이상 데이터 제공)	2023
애지봇 월드 (애지봇)	휴머노이드 전용 대규모 학습 데이터셋을 제공 (데이터 생산을 위한 실제 공간 보유)	2024

출처: 저자 작성

41) 엔비디아의 디지털트윈 시뮬레이터인 옴니버스(Omniverse)를 코스모스와 연결하여 그라운드(grounding) 제공 (엔비디아 유튜브 (https://www.youtube.com/watch?v=k82RwXqZHY8))

## III

## 현실이 된 미래, 열리는 휴머노이드 시장

## ■ 휴머노이드 로봇 시장의 성장 요인

## ○ 휴머노이드 로봇 분야 정책 및 투자에 따른 기술 발전의 가속화

- 휴머노이드 로봇 분야는 AI, 반도체, 배터리, 모터, 정밀제어, 센서 등 첨단기술의 종합체
- 과거, 영세 업체 또는 연구소를 중심으로 진행되던 휴머노이드 로봇 개발에 거대 민간기업들과 각국의 정부가 적극적으로 참여하며 중국과 미국의 기술 수준이 급격하게 향상

## ○ 생성형 AI기술의 등장과 함께 로봇 개발·학습의 패러다임 전환

- 복잡한 프로그래밍 기술 없이 로봇이 자율적으로 자연어를 이해하고 인간의 행동을 모방함으로써 단순 작업을 넘어 환경과 상호작용이 가능한 로봇으로 발전
- 로봇의 동작의 자연스러움 뿐만 아니라, 작업의 범용성을 확보할 수 있게 되어 휴머노이드 로봇을 현실에서 사용가능한 수준으로 성능 향상
- 또한, 이러한 기술의 발전은 로봇 개발에 소요되는 막대한 비용을 절감시켜주는 효과도 있어 경제성 확보에도 도움이 됨

## ○ 기술 발전에 따른 로봇 제작에 소요되는 비용의 감소

- '22년에는 고사양 휴머노이드 로봇의 가격이 25만 달러에 형성되었으나, '23년엔 15만 달러, '24년에는 10만 달러, 그리고 '25년도에는 9,000달러(유니트리 G1) 까지 떨어지며 가격 하락이 눈에 띄는 상황
- 또한, 휴머노이드 로봇 사용 비용역시 시간이 지남에 따라 급격하게 감소할 것으로 전망

## ○ 휴머노이드 로봇의 실전 투입 활성화

- BMW(독일): 피규어02를 스파르탄버그 공장에 적용하여 시험 운영을 마침
- 아마존(미국): 디지트를 아마존 물류창고에서 시험 운영 중이며 향후 대규모 도입 예정
- 마그나(독일): 생츠퍼리의 휴머노이드를 투입하여 시범운영 수행
- 창흥(중국): 자사의 가전공장 생산라인에 휴머노이드 2대를 투입하여 운영
- 항저우시(중국): 유니트리의 휴머노이드를 도시 치안을 위한 순찰 용도로 운영
- JR서일본(일본): Man-Machine Synergy Effectors의 휴머노이드를 철도설비 유지보수에 투입

## ■ 휴머노이드 로봇에 대한 니즈 증대

### ○ 휴머노이드 로봇에 대한 사회적 기대와 수용성 증가

- 인간과 외형적으로 유사한 형태를 가진 휴머노이드의 특성은 사회·문화적 수용성을 증대하는데 주요한 요인이 될 것<sup>42)</sup>
- 사회적 트렌드<sup>43)</sup>, 인구학적 요인<sup>44)</sup>, 그리고 기술 친화적 문화<sup>45)</sup> 등의 변화는 휴머노이드 로봇에 대한 사회적 선호와 수용성을 증대

### ○ 휴머노이드 로봇 도입을 통한 산업적 효과성<sup>46)</sup> 제고

- **(유연성)** 인간과의 형태적 유사성 때문에 기존의 산업인프라를 크게 변경하지 않고도 로봇을 활용할 수 있게 해주어 다양한 작업에 대해 유기적 운용이 가능
- **(상호작용)** 고객 서비스 환경에서 휴머노이드 로봇은 자연스러운 상호작용을 촉발하여 서비스산업에서 고객의 편안함과 만족도를 높이는 데 기여 가능
- **(안전성)** 인간이 작업하기에 위험한 작업을 안전하게 수행할 수 있어, 산업 전반에서 발생할 수 있는 위험요소를 경감
- **(효율성)** 로봇은 24시간 작업이 가능하기 때문에 생산성을 크게 향상시킬 수 있으며, 특히 반복적이거나 지루한 작업을 대체하여 인간의 역량을 보다 창의적인 분야에 투입할 수 있음
- **(신뢰성)** 높은 정밀도로 작업을 수행할 수 있어, 높은 정밀도가 요구되는 산업 분야에서 품질 향상에 기여 가능

## ■ 휴머노이드 로봇 시장의 성장 전망

### ○ 휴머노이드 로봇 시장의 성장률은 연평균 45.5%(`24~`29)수준으로 가파르게 성장할 전망

- 전 세계 휴머노이드 로봇 시장은 `35년까지 약 380억 달러 수준으로 전망되며, 로봇 전체 출하량은 140만 대 이상으로 성장 전망<sup>47)</sup>
- 이는 1년 전 예상치였던 60억 달러를 6배 이상 상회하는 수치이며 출하량은 약 4배 증가한 수준

42) Choudhury, A., Li, H., Greene, C., & Perumalla, S. (2018). Humanoid robot-application and influence. arXiv preprint arXiv:1812.06090

43) Andtfolk, M., Nyholm, L., Eide, H., & Fagerström, L. (2021). Humanoid robots in the care of older persons: A scoping review. *Assistive Technology*, 34, pp518-526; Tobis, S., Piasek-Skupna, J., Neumann-Podczaska, A., Suwalska, A., & Wiczorowska-Tobis, K. (2023). The effects of stakeholder perceptions on the use of humanoid robots in care for older adults: postinteraction cross-sectional study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e46617

44) Avishek, Choudhury., Huiyang, Li., Christopher, Greene., Sunanda, Perumalla. (2018). Humanoid Robot-Application and Influence. arXiv: Robotics, doi: 10.26502/ACBR.50170059; 과학기술정보통신부. (2023). 제4차 융합연구개발 활성화 기본계획(23~27)

45) Moberg, R., & Khan, A. (2022). Humanoid robot acceptance: a concise review of literature. In 2022 international conference on computational science and computational intelligence (CSCI), pp1223-1228

46) Chang, Y., Zhang, C., Li, T., & Li, Y. (2023). Social cognition of humanoid robots on customer tolerance of service failure. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*; Kumagai, I., et al. (2019). Toward Industrialization of Humanoid Robots: Autonomous Plasterboard Installation to Improve Safety and Efficiency. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 26, pp20-29.

47) AI타임즈. (2024.3). 골드만삭스 "10년 뒤 휴머노이드 연간 100만대 이상 생산"

- 휴머노이드 로봇 시장의 규모와 성장률은 조사기관에 따라 차이가 존재하나, 전반적으로 타 분야 대비 높은 성장률을 나타낼 것으로 예측
  - MarketsAndMarkrets는 `24년에서 `29년 사이에 휴머노이드 로봇 시장의 연평균 성장률이 약 45.5%에 달할 것으로 예측
  - Precedence Research는 `24년에서 `34년 사이 휴머노이드 로봇 시장의 연평균 성장률을 약 17.3%로 예측
  - 조사기관에 따라 로봇 시장의 획정(segmentation)과 추정방식에 차이가 존재하나, 공통적으로 휴머노이드 로봇 분야가 동기간 다른 로봇 분야보다 높은 성장률을 보일 것으로 예측

[로봇 분류별 글로벌시장 규모·성장률 비교]

분류	조사기간	CAGR	시장규모(예측)	조사기관명
		개별	개별	
휴머노이드 로봇	2024-2029	45.5%	\$132억	MarketsandMarkets <sup>48)</sup>
	2024-2034	17.3%	\$76억	Precedence Research <sup>49)</sup>
산업용 로봇	2023~2029	11.7%	\$294억	MarketsandMarkets <sup>50)</sup>
	2023~2034	13.8%	\$843억	Precedence Research <sup>51)</sup>
서비스용 로봇	2023~2029	15.9%	\$986억	MarketsandMarkets <sup>52)</sup>
	2023~2034	15.0%	\$2,137억	Precedence Research <sup>53)</sup>
시로봇	2021~2026	38.6%	\$353억	MarketsandMarkets <sup>54)</sup>
	2023-2034	21.9%	\$1,240억	Precedence Research <sup>55)</sup>
협동로봇	2024-2030	35.2%	\$118억	MarketsandMarkets <sup>56)</sup>
	2023-2034	32.7%	\$712억	Precedence Research <sup>57)</sup>
로봇전체	2025-2030	23.8%	\$3,192억	Research and Market <sup>58)</sup>
	2024-2034	14.7%	\$3,726억	Precedence Research <sup>59)</sup>

48) MarketsAndMarkets. (2024.10). Humanoid robot market size, share & growth  
 49) Precedence Research. (2024.11). Humanoid Robot Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034  
 50) Markets and Markets. (2024.9). Industrial robotics market size, share & Analysis  
 51) Precedence Research. (2024.8). Industrial Robotics Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034  
 52) Markets and Markets. (2024.12). Service robotics market size, share & trends  
 53) Precedence Research. (2024.8). Service robotics market size and growth 2024 to 2034  
 54) MarketsandMarkets. (2023.4). he New Era of Automation: How AI Robots are Reshaping the Future of Industries  
 55) Precedence Research. (204.10). Artificial Intelligence (AI) Robots Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034  
 56) Markets and Markets. (2024.4). Collaborative Robot Market Size, Share Report  
 57) Precedence Research. (204.7). Collaborative Robots Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034  
 58) Research and Market. (2024.10). Robotics Market by Type, End Use - Global Forecast 2025-2030  
 59) Precedence Research. (2024.11). Robotics Technology Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034

## IV

## 휴머노이드 로봇 분야의 프레너미: 美-中 동향 비교

## ■ 미국과 중국은 휴머노이드 로봇 분야의 양대 강국으로 변모

- 휴머노이드 로봇 시장 및 기술혁신의 측면에서 미국과 중국은 시장에서 괄목할만한 수준의 성과를 나타내고 있음
  - '23년~'24년 공개된 60개의 휴머노이드 로봇 중 39개가 중국기업, 12개가 미국기업으로 전체의 85% 가량을 차지
  - 휴머노이드 로봇 분야 상위 16개 기업 중 미국 기업이 6개\*, 중국기업이 8개\*\*를 차지하는 것으로 나타남<sup>60)</sup>
    - \* 테슬라(1위), 피규어AI(2위), 어질리티 로보틱스(3위), 보스턴 다이내믹스(4위), 1X테크놀로지(6위), 앵트로닉(8위)
    - \*\* 유니트리(5위), 애지봇(7위), 배이징HRIC(9위), 엔진AI(10위), 푸리에(12위), 케플러(13위), 로보에라(14위), 샤오펑(16위)
- 전통적 로봇 강국(미국, 일본, 독일 등)의 다자 경쟁체제가 미국과 중국 중심의 양강 체제로 변모하여 가고 있음
  - 전통적 로봇 강국이었던 일본은 여전히 전통적 로봇 분야에서는 높은 수준의 경쟁력을 보유하고 있지만 휴머노이드 로봇 부문에서는 다소 뒤처지고 있음
  - 우리나라는 '15년 'DARPA챌린지' 이후 미국, 중국과 경쟁에서 뒤처지고 있으며, 기술격차가 계속하여 벌어지고 있는 상황<sup>61)</sup>
- 미국-중국의 양강구도는 초기선점 효과에 따라 고착화 가능성이 존재
  - 로봇과 같은 첨단기술 분야는 높은 기술적 복잡성과 전환비용, 강력한 네트워크 효과 등으로 인하여 잠금효과(lock-in)\*가 강하게 나타나는 산업적 특성을 가지고 있어, 시장의 초기선점이 중요<sup>62)</sup>
  - 결과적으로 후발 진입자들은 기존의 플랫폼에 맞추어 자신들의 기술과 제품을 조정해야 하므로 초기 진입자의 우위를 유지하는데 더욱 용이<sup>63)</sup>

60) Peter H. Diamandis. (2025). 2025-2035 Metatrend Report The Rise of Humanoid Robots

61) Zum뉴스. (2024.6). [휴머노이드 로봇 혁명]②휴머노이드 로봇 상용화 경쟁 가열...우리는

62) Hegde, C., Su, J., Tan, J. M. R., He, K., Chen, X., &amp; Magdassi, S. (2023). Sensing in Soft Robotics. ACS Nano, 17, pp15277-15307; Marvi, H. (2023). Opportunities and Challenges in Space Robotics. Advanced Intelligent Systems, 5(3) doi:https://doi.org/10.1002/aisy.202200277

63) Haddadin, S., Parusel, S., Johannsmeier, L., Golz, S., Gabl, S., Walch, F., Sabaghian, M., Jaehne, C., Hausperger, L., &amp; Haddadin, S. (2022). The Franka Emika Robot: A Reference Platform for Robotics Research and Education. IEEE Robotics &amp; Automation Magazine, 29, pp46-64

[국가별 휴머노이드 로봇분야 주요 현황 비교]

구분	미국	중국	일본	한국
대표기업 (제품명)	테슬라(옵티머스) 피규어시(피규어02) 보스턴다이내믹스 (아틀라스) 애절프터로보틱스(다지프)	유비테크(위커S) 유니트리로보틱스 (유니트리G1) 푸리에인텔리전스(GR1) 샤오미로봇(사이버원)	혼다(아시모) 소프트뱅크(페퍼) 소니(큐리오) 도요타(푸노)	삼성전자(로보레이) LG전자(클로이) 레인보уро보틱스 (RB-Y1) 네이버(엠비덱스)
R&D	원천기술 개발 집중	원천기술부터 제조까지 광범위한 연구개발 수행	전통적 로봇 강국으로 부품소재 분야 경쟁력	대학 및 연구소에서 초기 R&D주도
정부정책	로봇 기술을 자국 첨단제조업 육성 및 공급망 경쟁력 강화 수단으로 인식, 체계적으로 지원	정부 주도로 강력하게 추진, '25년까지 대량 생산 체계 구축 예정	다양한 사회문제(저출산, 고령화 등) 극복 대안으로서의 로봇 보급을 정책적으로 지원	글로벌 4대 로봇 강국 도약을 목표로 '30년까지 민관합동 3조원 이상 투자 계획
기업 생태계	휴머노이드 제조기업과 빅테크의 협력중심	30개 이상 스타트업 및 IT기업을 중심으로 강력한 생태계 구축	자동차, 가전, 통신 등 대기업 중심의 생태계	스타트업, 중소기업 중심의 기술개발 단계

출처: KISTEP 과학기술&ICT 정책·기술 동향(266호) 재구성

■ 미국과 중국의 휴머노이드 로봇 분야 비교

○ 미국과 중국의 휴머노이드 로봇분야 '펜타곤 모형' 프레임워크

- 미국과 중국간의 휴머노이드 로봇 글로벌 경쟁구도를 분석하기 위해 5가지 핵심축을 통해 두 국가의 경쟁력을 비교

○ 이하에서는 미국과 중국의 휴머노이드 로봇 산업 비교를 위해, 두 국가를 ▲정책, ▲시장, ▲기업, ▲제품 그리고 ▲AI기술의 5가지 측면에서 비교

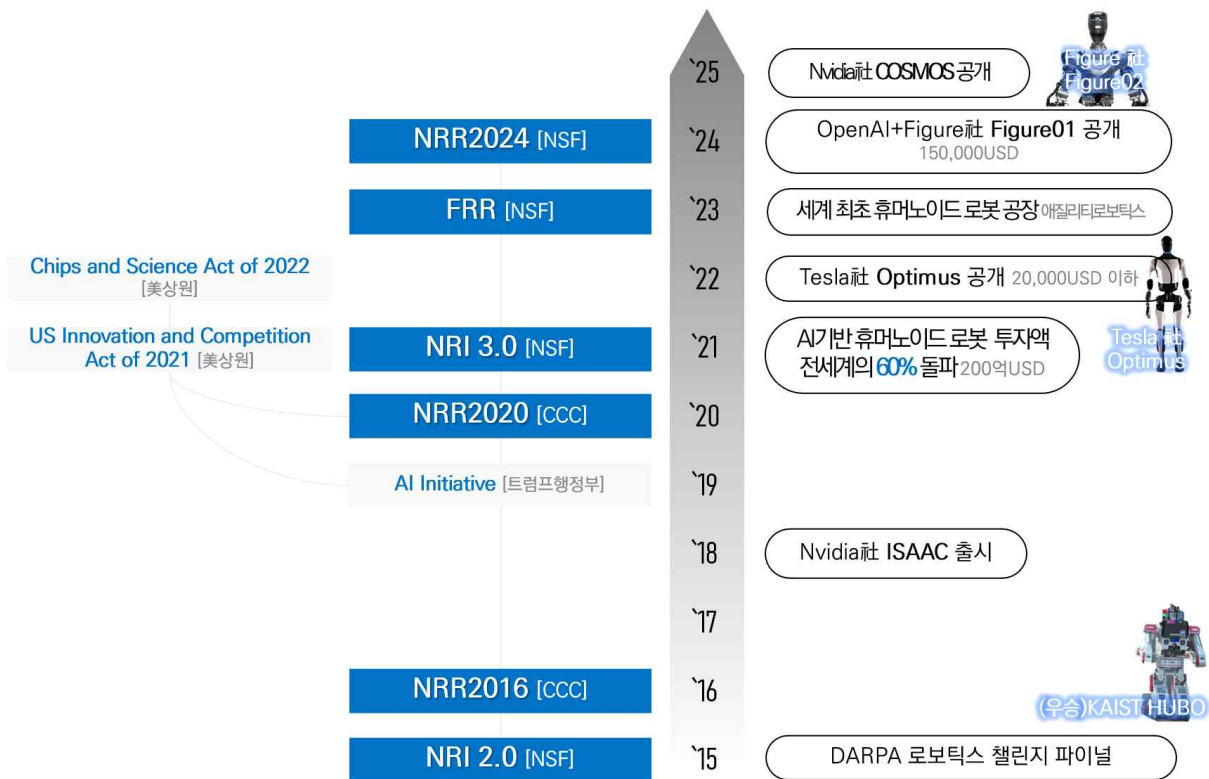
- (정책) 미국과 중국의 로봇과 관련된 국가 주요 정책을 비교
- (시장) 미국과 중국의 로봇 시장 규모, 시장 변화 추이, 공급망 점유율을 비교
- (기업) 미국과 중국의 기업협력 구조 및 주요 전략을 비교
- (제품) 미국과 중국의 14개 기업에 대한 23개 모델의 주요 제원 비교
- (AI기술) 미국과 중국의 로봇AI 기술 비교

# 1. 정책 : 기술중심-시장중심

## ■ 미국 로봇 분야 주요 정책: R&D에 대한 재정지원을 중심으로

- 미국의 대표적인 로봇분야 정책은 미국 국가과학재단(NSF)의 「National Robot Initiative, NRI」로, 로보틱스 분야 기술 확보를 위한 R&D지원에 집중
  - NRI는 `11년 「Advanced Manufacturing Partnership, AMP」의 일환으로 시작된 사업으로 협업로봇에 초점을 맞춘 연구개발 사업 지원에 초점을 맞춤
  - `21년도 일몰 후, `22년부터 FRR(Foundation Research in Robotics)로 재편되어 미국내 로봇관련 연구개발 사업 지원중
- 「National Robotics Roadmap, NRR」은 미국 로봇 계획의 방향성을 마련하는데 기여
  - `09년 처음 발표된 이후, `13년, `16년, `20년, `24년 개정되어 발표
  - 미국의 로봇 R&D 정책의 방향성을 설정하는데 주요한 기반으로 활용
- 「Chips and Science Act」를 통해 국가안보와 공급망 안정을 위해 확보해야 할 10대 기술을 선정
  - 10대 분야에 ‘로봇기술’을 선정하고 기술 확보를 위한 재정지원을 제공하고 있음

[미국 로봇관련 주요 정책 및 대표성과 사례]



출처: 저자 작성, `21년도 로봇 투자액은 관계부처합동(2024.1)<sup>64</sup>을 참조

[미국의 로봇관련 주요 정책·계획]

연도	정책·계획명	주관기관	로봇관련 주요내용
2024	National Robotics Roadmap(NRR)	컴퓨팅커뮤니티 컨소시엄(CCC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신기술 통합 프레임워크 개발 및 인력양성 중심</li> <li>주요분야: 물리적 구현, 조작, 인식, 제어, 계획, 엣지AI, 기계학습, 인간-로봇 상호작용을 주요 R&amp;D분야로 제시</li> </ul>
2023	Foundation Research in Robot(FRR)	국립과학재단 (NSF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>NRI의 후속과제로써 로봇공학에 대한 기초 연구 지원</li> <li>높은 수준의 지능형 로봇시스템에 대한 R&amp;D지원 (지능+연산+임바디먼트 통합기술 초점)</li> </ul>
2022	Chips and Science Act <sup>65)</sup>	미국 상원	<ul style="list-style-type: none"> <li>국가안보와 공급망 안정을 위해 확보해야할 10대 기술에 로봇분야 포함</li> <li>2,800억 달러를 10대 기술 분야 R&amp;D에 투자</li> </ul>
2021	National Robot Initiative(NRI) 3.0	국립과학재단 (NSF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>NRI3.0은 로봇 기술 통합에 관련된 R&amp;D 지원</li> <li>바이든 정부 출범 이후 일몰</li> </ul>
2021	U.S. Innovation and Competition Act	미국 상원	<ul style="list-style-type: none"> <li>'22~'27년간 1,200억 달러를 10개 핵심전략기술 R&amp;D에 투자 (로봇 자동화, 첨단 제조기술 포함)</li> </ul>
2020	National Robotics Roadmap(NRR)	컴퓨팅커뮤니티 컨소시엄(CCC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신기술 통합 프레임워크 개발 및 인력양성 중심</li> <li>주요분야: 재료·통합 센서·계획 및 제어 방법 연구, 상황 인지 성능 향상, 신기술 활용을 위한 인력 훈련</li> </ul>
2019	AI Initiative	트럼프행정부, 바이든행정부	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI분야 글로벌 리더십을 유지하기 위한 R&amp;D 투자 확대 중심</li> <li>AI 인재양성, 인프라, 규제 등에 대한 내용을 포함</li> <li>AI안전·신뢰·윤리 강조</li> </ul>
2016	National Robotics Roadmap(NRR)	컴퓨팅커뮤니티 컨소시엄(CCC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신기술 통합 프레임워크 개발 및 인력양성 중심</li> <li>주요분야: 제조, 서비스, 보건의료, 재활 및 복지, 국방·재난안전, 우주 등</li> </ul>
2015	National Robot Initiative(NRI) 2.0	국립과학재단 (NSF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 기술의 혁신과 산업 적용을 촉진하기 위한 다부처 협력 프로그램</li> <li>NRI2.0은 산업용 협동로봇 개발-도입-확산에 초점</li> </ul>

64) 관계부처합동. (2024). K-로봇경제 실현을 위한 제4차 지능형로봇 기본계획(2024~2028)

65) Chips and Science Act는 상원의 U.S. Innovation and Competition Act과 하원의 America COMPETES Act를 통합한

■ 중국 로봇 분야 주요 정책: 산업 생태계 강화를 중심으로

- 중국의 로봇산업에 대한 정책적 지원은 2015년 시작된 「중국제조2025」을 기반으로 「13차 로봇산업발전계획」, 「14차 로봇산업발전계획」을 거치며 고도화 되어옴
  - '23년 이전까지의 로봇과 관련된 중국정부의 정책은 로봇산업의 전범위를 포함하여 생태계 전반을 육성하는데 그 초점을 두었음
- '23년부터 「로봇플러스 응용행동 실시방안」을 시작으로, 휴머노이드 로봇에 대한 정책적 지원이 본격화되기 시작
- 같은 해 「휴머노이드 혁신발전 지도의견」을 통하여 휴머노이드 로봇 분야 생태계를 중국 내에 확립 시키고자 하는 구체적인 정책 전략 실행
- '24년 10월에는 「휴머노이드 로봇산업 육성 지침」을 발표하고 '27년까지 휴머노이드 로봇 분야에서 세계적 지배력을 확보할 것을 목표로 함

[중국 로봇관련 주요 정책 및 대표성과 사례]



출처: 저자 작성, '19년도 로봇 생산량은 IFR의 통계데이터를 인용한 CSF(2021)을 참조; 자동화정도는 IFR(2023)을 참조; 로봇 시장 점유율은 GGIT데이터를 인용한 로봇신문(2024)를 참조<sup>66)</sup>

결과물 (KISTEP. (2022). 美, 「반도체 및 과학법(CHIPS and SCIENCE Act)」 주요 내용 및 시사점  
 66) CSF. (2021). [월간특집-산업편] 산업용 로봇 연간 생산량 1위인 중국의 모습은?: 로봇신문. (2024.4). 중국산 산업용 로봇, 지난해 처음으로 중국 시장 점유율 50% 넘어

[중국의 로봇관련 주요 정책·계획]

연도	정책·계획명	주관기관	로봇관련 주요내용
2024	휴머노이드 로봇 산업 발전 행동 계획	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>중국내 지역 특성에 맞춘 휴머노이드 로봇 산업 발전계획 시행</li> <li>베이징, 항저우, 안후이, 칭다오 등</li> </ul>
2024	미래산업 혁신발전 촉진 실시의견	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>신성장 동력 창출 및 미국과의 기술경쟁에서 주도권을 확보하기 위한 미래산업 전략 육성</li> <li>10대 상징 제품에 휴머노이드 로봇 포함</li> </ul>
2023	휴머노이드 혁신발전 지도의견	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴머노이드 산업 생태계 조성을 목표</li> <li>'23~'25: 로봇 핵심기술 돌파+완제품 수준 향상+양산 실현+시범운영 등</li> <li>'23~'27: 휴머노이드 로봇 기술 초혁신+글로벌 산업망+종합 역량 향상+응용범위 확대 등</li> </ul>
2023	로봇플러스 응용행동 실시방안	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>'25년까지 제조업 분야 로봇 밀도 5배 성장 목표</li> <li>로봇 산업 응용분야 확대 및 자립 생태계 조성 지원</li> </ul>
2021	제14차 로봇산업발전계획	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇산업 육성을 위한 5대 핵심과제 수행을 통해 연평균 성장률 20% 이상 유지</li> <li>산업 혁신역량 향상, 산업발전 기반 강화, 첨단제품 공급 확대, 응용범위 확대, 산업 조직 구조 최적화 등</li> </ul>
2017	차세대 AI 산업발전 촉진 행동계획	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI기술혁신을 통하여 SI기반의 신흥사업을 육성</li> <li>지능형 로봇의 기술 확보 및 응용을 달성하여 로봇기술 발전을 가속화</li> </ul>
2016	제13차 로봇산업발전계획	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>10대 로봇+5대 핵심부품에 대한 R&amp;D 강화 등</li> <li>4개 행동계획 추진: ▲로봇 핵심 기술 개발 ▲로봇 핵심 인프라 개선 ▲로봇 혁신 상품 발전 ▲로봇+애플리케이션 개발</li> </ul>
2016	스마트 하드웨어 산업 혁신발전 특별행동	공업정보화부	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 하드웨어를 미래 성장 동력으로 선정하고 육성</li> <li>스마트 서비스 로봇을 선정하고 지원</li> </ul>
2015	인터넷플러스 추진관련 지도의견	국무원	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI를 11개 핵심 육성산업중 하나로 지정</li> <li>SI주요 응용 분야에 로봇분야를 포함하여 강조</li> </ul>
2015	중국제조 2025	국무원	<ul style="list-style-type: none"> <li>중국의 제조업 분야를 혁신하여 스마트 제조 시스템을 구축하는 것을 목표</li> <li>로봇 산업을 국가 전략 사업으로 지정하고 보조금 및 세제 혜택을 제공</li> </ul>
중국 지방 정부		상해시	<ul style="list-style-type: none"> <li>('23) 스마트 로봇산업 고품질 혁신 발전 촉진 행동 방안</li> <li>('23) 상하이시 신형 인프라 설비 구축 행동 추진 방안</li> </ul>
		광둥성	<ul style="list-style-type: none"> <li>('25) 휴머노이드 로봇 산업 전략 발전 계획</li> </ul>
		북경시	<ul style="list-style-type: none"> <li>('23) 로봇 산업 혁신 발전 행동 계획</li> <li>('23) 베이징 경제기술개발구 로봇 산업의 고품질 발전을 위한 3개년 행동 계획</li> </ul>
		선전시	<ul style="list-style-type: none"> <li>('23) AI 고품질 발전 고수준 응용 추진 가속 행동 계획</li> </ul>

■ 美-中 로봇관련 주요 정책 비교

- 미국의 로봇 정책은 기술개발을 통한 간접지원의 형태를 보이며, 휴머노이드 로봇을 별도로 고려한 특화 정책은 확인되지 않음
  - 미국의 로봇 정책은 로봇 산업의 원천·응용기술을 확보하는 R&D단계에 초점을 맞추고 지원을 해왔음
  - 특히, 대표적인 로봇정책인 「National Robot Initiative」는 소요가 제기되는 R&D과제를 선정하여 지원하였으며, 그 후속 과제로 시작된 「Foundation Research in Robot」 역시 R&D중심으로 시행됨
  - 또한, 「Chips and Science Act」를 통해 제공되는 재정지원도 R&D분야에 집중되어 있음
  - 정리하면, 미국의 로봇 정책은 원천기술을 확보함으로써 미국 로봇 산업의 경쟁력을 증진시킨다는 간접적 지원방식을 띄고 있음
- 중국의 로봇 정책은 산업육성을 위한 직접지원의 특성을 가지며, 휴머노이드 로봇을 특정하여 지원하는 형태의 정책 존재
  - 중국 로봇 정책의 주요 목표는 중국내 로봇산업 생태계 조성을 위한 원천기술확보, 제품 상용화, 시장확산 등의 전 범위에 이룸
  - 이를 위하여 중국 중앙정부와 지방정부는 로봇분야 R&D 및 유관 기업에 대한 투자, 시장 활성화, 인프라 구축, 인력양성 등 다양한 방식으로 종합적·포괄적 지원을 제공함
  - 특히, 중국은 AI기술에 대한 정책을 통해 휴머노이드 로봇의 핵심기술인 AI의 연구개발과 제품화 역량도 확보해 가고 있음

[중국과 미국의 로봇 정책 비교]

구분	미국	중국
목표	로보틱스 기술경쟁력 확보	로봇 산업 전반 육성
방향	민간 주도	정부 주도
대상	로봇 원천·응용기술 R&D 중심	로봇 원천기술, 응용, 생산, 시장조성 등 로봇산업 전범위에 걸침
방법	R&D에 대한 재정지원 중심	재정지원, 인프라 구축, 제도개선, 인력양성 등 전방위적 지원
주관기관	국립과학재단, 상원 등	국무원, 공업정보화부 등
주요정책	「National Robot Initiative」, 「Foundation Research in Robot」, 「Chips and Science Act」, 「National Robotics Roadmap」 등	「중국제조2025」, 「로봇산업발전계획」, 「휴머노이드 혁신발전 지도의견」, 「휴머노이드 로봇산업발전 행동계획」 등

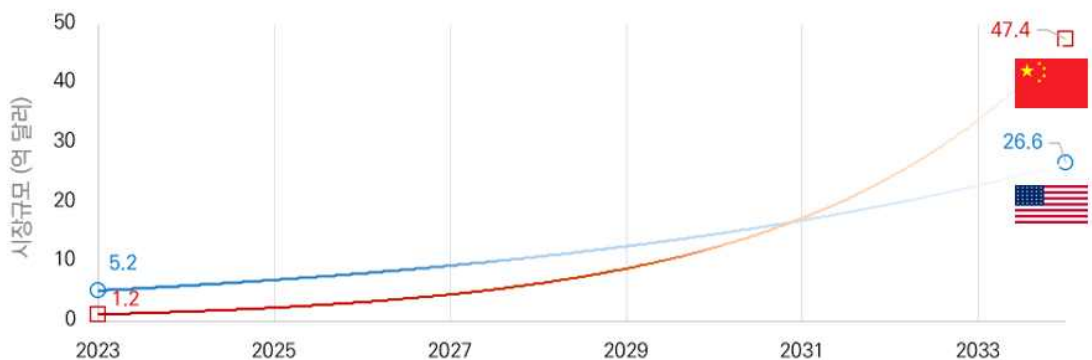
출처: 저자작성

## 2. 시장 : 혁신중심-확산중심

### ■ (시장규모) 휴머노이드 로봇의 시장 규모 전망

- 미국은 강력한 연구개발 기반의 혁신 생태계를 기반으로 지속적 투자와 기술리더십을 통한 시장의 확대가 이루어질 것으로 보임<sup>67)</sup>
  - '23년 기준 전 세계 로봇 투자의 60% 이상이 미국의 휴머노이드 로봇 기업으로 집중
- 미국의 휴머노이드 로봇 시장 규모 전망은 아래와 같음
  - (시장규모) 성장률 측면에서는 향후 6~10년간 평균적으로 17.4% 정도의 성장률을 보일 것으로 예측<sup>68)</sup>
- 중국은 강력한 제조업 중심의 산업구조로 인해 발생한 거대 내수 시장 및 정부의 다양한 정책 지원을 통한 산업경쟁력을 앞세워 시장을 빠르게 점유해 나갈 것으로 예측
  - (시장규모) 휴머노이드 분야의 성장률은 향후 6~10년간 평균적으로 42.3%의 성장률을 보일 것으로 예측<sup>69)</sup>

[휴머노이드 로봇 시장 성장 전망 비교]



출처: '23년도 시장규모는 GII(2024)참고, CAGR은 IFR(2024) 자료를 참조하여 추정된 추정치를 사용함

### ■ (잠재시장) 시장산업용 로봇 설치 대수

- 휴머노이드 로봇의 초기 주요 적용 분야가 제조업 등의 산업 분야에 집중될 것으로 예측
- '23년도 신규 로봇 설치 대수는 미국 39,600대(3위), 중국 290,300대(1위)로 나타남<sup>70)</sup>
  - 중국의 로봇 설치 대수는 미국의 약 733% 수준
- 인구 10,000명 당 로봇 설치 대수는 미국 1.15대, 중국 2.11대로 나타남
  - 중국 국민 10,000명 당 로봇 설치 대수는 미국의 약 183% 수준

67) 매일경제. (2024.12). 빅테크 新전쟁터 'AI로봇' 민첩하게 캐치볼하고 사람 대신 車부품 조립

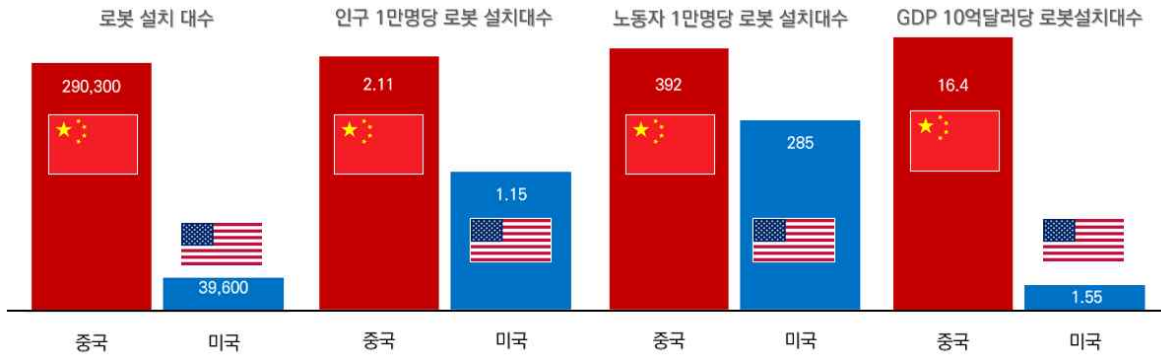
68) Precedence Research. (2024.11). Humanoid Robot Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034; Global Information. (2024). 세계의 휴머노이드 로봇 시장(Humanoid Robots)

69) 중국 휴머노이드 로봇산업 및 임베디드 AI 포럼. (2024). 휴머노이드 산업연구보고(人形机器人产业研究报告)

70) IFR. (2024.1). World Robotics 2023

- 노동자 10,000명 당 로봇 설치 대수는 미국 285대, 중국 392대로 나타남
  - 중국 노동자 10,000명 당 로봇 설치 대수는 미국의 약 138% 수준
- GDP 10억 달러 당 로봇 설치 대수는 미국 1.55대, 중국 16.4대로 나타남
  - 중국의 GDP 10억 달러 당 로봇 설치 대수는 미국의 약 1,058% 수준

[미중 산업용 로봇 설치대수 비교] (단위: 대)

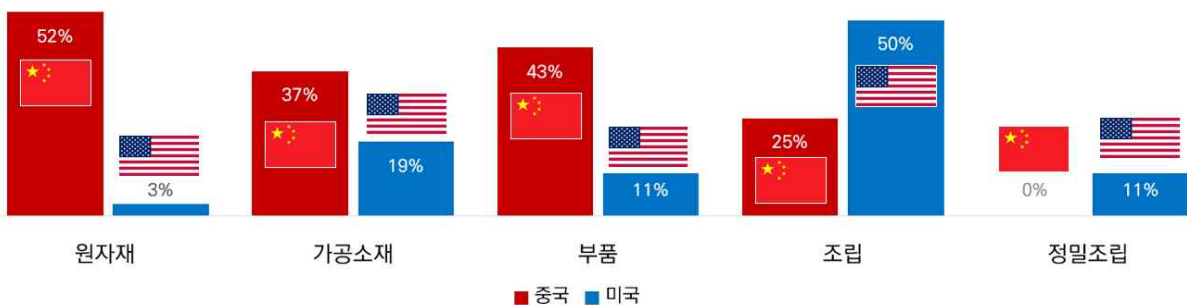


출처: IFR(2024)의 내용을 저자가 재가공하여 작성

■ (시장밀도) 글로벌 로봇산업 영향력

- 전통적인 로봇산업 공급망 측면에서 전방은 미국이, 후방은 중국이 우위를 점하고 있음
  - 로봇 조립, 정밀조립(슈퍼어셈블리) 등 전방 단계에서는 미국이 우위를 점하고 있으며, 특히 조립 단계에서는 전세계의 공급망의 50%를 미국이 가지고 있음
  - 원자재, 가공소재, 부품 등 후방 단계에서는 중국이 우위를 점하고 있으며, 특히 원자재 부분에서는 전세계 공급망의 52%를 중국이 차지하고 있음
- 다만, 전통적 로봇 분야의 경우 원자재, 소재, 부품에서 차지하는 비중이 높아 산업의 가치사슬 측면에서는 중국이 미국보다 근소하게 큰 영향력을 가지고 있는 것으로 볼 수 있음
  - 중국은 풍부한 천연자원을 기반으로 원자재 등 산업 후방 분야에서의 전세계적으로 가장 높은 수준의 점유율을 확보하고 있음

[로봇산업 글로벌 공급망 점유율 비교]



출처: JRC(2024)<sup>71)</sup> 내용을 재가공하여 저자 작성

### 3. 기업 : AI중심-Body중심

#### ■ 공통 기업 전략

○ 미-중 기업들은 공통적으로 ▲수직통합 전략 또는 ▲플랫폼 구축 전략을 추진하고 있음



- 테슬라, 오픈AI, 텐센트, 샤오미, 샤오핑 등의 기업은 자사의 역량을 활용하여 휴머노이드 로봇의 하드웨어에서 소프트웨어에 이르는 전 범위를 자체적으로 개발하고 제조하기 위한 전략을 추진 중
- 아마존, 구글, 메타, 엔비디아, 화웨이, 알리바바, 바이두 등의 기업들은 자사의 기술 또는 플랫폼을 중심으로 휴머노이드 로봇 생태계를 유기적으로 통합하고자 하는 전략을 추진 중

#### ■ 미국: AI기업이 휴머노이드 로봇 산업을 주도


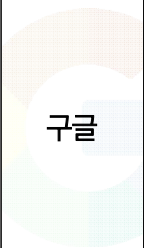




○ AI기술을 가진 빅테크 기업을 중심으로 휴머노이드 로봇 기술을 가진 기업과 협력하여 시장 경쟁력을 확보하기 위한 전략 전개

- 높은 수준의 AI기술력을 기반으로 휴머노이드 로봇의 두뇌(추론) 중심의 기술혁신에 상대적으로 많은 역량을 투입하고 있음
- IT빅테크 기업을 중심으로 휴머노이드 로봇에 대한 투자와 협력이 이루어지고 있으며, 그 전략의 형태는 아래와 같음

[미국 빅테크 기업의 휴머노이드 로봇 경쟁력확보 전략]

기업	주요전략
 테슬라	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵심기술의 자체개발 (자율주행 기술, 슈퍼컴퓨터 등)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 캘리포니아 팔로알토 연구소에서 AI와 휴머노이드 기술개발 집중</li> </ul> </li> <li>• 대량 생산설비(기가팩토리)를 활용한 로봇 테스트 및 생산                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2027년까지 매년 10배씩 생산량 확대 예정<sup>72)</sup></li> </ul> </li> <li>• 독립적 하드웨어/소프트웨어 생태계 구축을 통한 수직계열화를 달성하여 경제성 높은 제품으로 시장 경쟁력 확보</li> </ul>
수직 통합  오픈AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자사의 GPT모델을 피규어AI의 로봇에 적용</li> <li>• '25년부터 피규어AI와의 협력을 종료하고 독자적 로봇 생태계 구축하고, 2030년까지 범용 휴머노이드 로봇 개발 목표</li> <li>• 휴머노이드 로봇의 하드웨어부터 AI소프트웨어까지 전범위를 포괄하는 자체개발 역량 확보 목표                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 브로드컴, TSMC와 협력으로 휴머노이드용 AI추론칩 개발 중</li> <li>- 물리환경학습을 위한 '로보스쿨(Robo School)' 시뮬레이션 툴 오픈소스화</li> <li>- 미국내 최대 AI인프라(Stargate LLC) 구축 예정</li> </ul> </li> </ul>

71) JRC. (2023). Supply chain analysis and amterial demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU-A foresight study

플랫폼 구축	 <p>아마존</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피규어시와 어질리티 로보틱스에 공격적 투자 및 협력             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 어질리티 로보틱스의 '디지트' 연 생산 1만대 목표로 지원</li> <li>- 아마존 물류창고에 '디지트' 도입 및 활용</li> </ul> </li> <li>• 휴머노이드 로봇 기술 및 인프라 확보             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 리얼로보틱스와의 협력으로 AWS기반의 휴머노이드 로봇 제어기술 개발<sup>73)</sup></li> <li>- 아마존 AI센터 구축으로 로봇 AI학습 및 성능개선을 위한 인프라 확보</li> <li>- 유럽 물류센터에 로봇 활용을 위한 AI기반 시설 장치 구축</li> </ul> </li> <li>• 휴머노이드 로봇 활용을 위한 기반구축에 중점             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 투자+기술협력+테스트베드 제공의 통합적 지원</li> </ul> </li> </ul>
	 <p>구글</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구글(딥마인드)는 애플로닉과 투자(3억 5천만 달러)·협력 수행<sup>74)</sup></li> <li>• RT-1, RT-2 등 로봇제어 AI에 특화된 기술 개발<sup>75)</sup></li> <li>• 제미니와 RT-2를 애플로닉의 휴머노이드 로봇인 '아폴로'에 적용             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 범용성을 위한 AI기술에 집중</li> <li>- 안전강화시스템으로 인간과 조화로운 협력에 초점</li> </ul> </li> <li>• 구글의 개방형 생태계를 기반으로 휴머노이드 로봇 분야의 생태계 주도권 확보에 주력</li> </ul>
	 <p>메타</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '25년 로봇 AI관련 인프라 및 R&amp;D에 650억 달러 투입 예정<sup>76)</sup></li> <li>• 휴머노이드 기술 개발 전담부서 신설('25.2)</li> <li>• 로봇 개발과 학습에 필요한 환경 구축             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 메타의 PARTNR 프레임워크를 통해 인간-로봇 협력 훈련 촉진</li> <li>- 자사의 Llama 모델을 활용하여 시뮬레이션 기반 학습 시스템인 Habitat 3.0 개발</li> </ul> </li> <li>• 수직/수평통합보다 외부 기업의 하드웨어를 자사 생태계에 결합하는데 집중</li> </ul>
	 <p>엔비디아</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피규어시와 피지컬인텔리전스에 투자<sup>77)</sup></li> <li>• NEURA와의 협력으로 '엔비디아 휴머노이드 로봇 개발 프로그램' 생태계 구축             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 컴퓨팅 파워와 시뮬레이션 도구를 하나로 통합<sup>78)</sup></li> </ul> </li> <li>• 로봇 개발 및 학습 플랫폼의 제공자로서 독점적 지위를 강화하는데 주력</li> </ul>
기타	 <p>애플</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 휴머노이드 로봇에 대한 명확한 개발 계획 비공개</li> <li>• 카네기멜론 대학과 협력하여 휴머노이드 로봇 'ARMOR' 개발중</li> <li>• 향후 로봇 상용화시 자사의 공급망(폭스콘 등)을 활용한 수직계열화</li> <li>• 기존 애플 브랜드에 대한 높은 고객 충성도를 활용하기 위한 기존 환경(Siri, 홈킷 등)과 통합</li> </ul>
	 <p>마이크로소프트</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피규어시와 생추어리시에 대규모 투자를 시행</li> <li>• 생추어리시의 '피닉스' 개발에 Azure 클라우드 컴퓨팅 기술을 접목하여 거대행동모형(LBM) 개발 추진중</li> </ul>

출처: 저자 작성, 그림은 각사 대표 홈페이지 활용

72) 글로벌이코노믹. (2025.2). 메타-애플, 테슬라와 휴머노이드 로봇 경쟁 본격화

73) 로봇신문. (2024.12). 美 리얼로보틱스, 맞춤형 휴머노이드로 AWS 투자 받아

74) 한겨레. (2025.2). 구글, 휴머노이드 로봇기업 투자...테슬라와 경쟁 예고

75) 뉴스페이스. (2025.2). "휴머노이드 로봇" 테슬라 독주에 메타도 참전...구글·엔비디아·오픈AI

76) Mark Gurman. (2025). Meta Plans Major Investment Into AI-Powered Humanoid Robots

77) 동아일보. (2024.12). AI 다음 먹거리는 로봇... 엔비디아 "챗GPT 같은 폭발적 성장 눈앞"

78) Roja Francis. (2024). NEURA to Advance Cognitive and Humanoid Robots Using NVIDIA

- 기업간 협력을 통해 자사의 AI기술 기반의 휴머노이드 로봇용 플랫폼을 휴머노이드 로봇 하드웨어 개발과 학습, 운용 등에 적용하여 지배력 확대 도모
  - 구글, 아마존, 마이크로소프트, 테슬라, 오픈AI 등의 빅테크 기업은 재무 투자 중심으로 휴머노이드 로봇 기업들과 협력하고 있으며, 자사의 AI기술을 탑재하는 방식의 기술 협력 형태가 중심
  - 기술협력의 형태는 자사의 생성형AI 모델을 로봇에 탑재시키는 방식(오픈AI, 마이크로소프트, 구글 등)이 가장 빈번하게 나타나고 있으며, 타 기업과 협력으로 휴머노이드 로봇에 특화된 플랫폼 개발(아마존, 메타, 엔비디아 등)을 위한 기술 협력의 유형도 나타남






[미국 휴머노이드 로봇 기업 투자·협력 현황]



제조기업	협력기업	협력방식
피규어	오픈AI	기술협력, 재무투자
	엔비디아	재무투자
	아마존	재무투자
	마이크로소프트	재무투자
어질리티 로보틱스	아마존	재무투자, 현장투입 및 운용
엠프로닉	구글	전략제휴
보스턴다이나믹스	현대그룹(한국)	재무투자(지분)
	도요타	기술협력
1X테크놀로지스 (노르웨이)	오픈AI	재무투자
생추어리(캐나다)	마이크로소프트	기술협력
	액센추어	재무투자

■ 중국: 로봇 하드웨어 기업이 휴머노이드 로봇 산업을 주도

- 중국의 초기 휴머노이드 로봇 시장은 휴머노이드 로봇의 몸체를 만드는데 특화된 중소 기업들이 주도
  - 유비텍, 유니트리와 같은 휴머노이드 로봇 특화 기업들이 산업을 주도해 나가고 있음
- AI기술을 중심으로 하는 기업들과 휴머노이드 로봇을 활용하고자 하는 기업들이 혼재되어 로봇기업에 대한 투자와 지원을 수행하고 있음
  - 중국은 풀스택 생산능력을 가진 휴머노이드 로봇 기업들이 완성된 로봇을 생산하고 판매하기 위한 기술개발 및 생산에 무게중심을 두고 있음
  - 이후, AI기술을 보유한 빅테크 기업들이 휴머노이드 로봇 기업들과 협력 또는 투자를 통해 자신들만의 휴머노이드 로봇 생태계를 구축해 나가고자 함

[중국 빅테크 기업의 휴머노이드 로봇 경쟁력 확보 전략]

기업	주요전략
<p style="text-align: center;">텐센트</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유비테크, 푸두테크 등 주요 휴머노이드 로봇 기업에 투자               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자사의 음성인식AI, 클라우드 기반 AI기술을 적용한 로봇 개발</li> </ul> </li> <li>• AI 휴머노이드 로봇 연구개발을 위한 ‘로보틱스X’ 설립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 로봇 손, 팔 등 휴머노이드에 필요한 기술 R&amp;D 수행</li> <li>- ‘24년에는 4족보행 휴머노이드 로봇인 ‘더파이브’를 공개</li> </ul> </li> <li>• ‘25년 대량생산을 목표로 휴머노이드 로봇 개발을 추진중</li> <li>• 휴머노이드 로봇의 하드웨어와 소프트웨어의 수직통합 주력</li> </ul>
<p style="text-align: center;">수직 통합</p> <p style="text-align: center;">샤오미</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산하에 ‘샤오미 로보틱스’를 설립하고 유관 기업에 집중적 투자 시행               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 최초 범용 휴머노이드 로봇 개발을 목표로 5년간 20억 달러 투자 예정<sup>79)</sup></li> <li>- 유비텍과 공동으로 휴머노이드 로봇 기술개발 협력</li> </ul> </li> <li>• 특정 시나리오 특화된 로봇으로 초기 시장을 선점하고, 이후 범용 휴머노이드 로봇의 점유율을 확대해 나가는 전략</li> <li>• 휴머노이드 로봇 하드웨어와 소프트웨어, 상용화 단계까지 수직통합 주력</li> </ul>
<p style="text-align: center;">샤오핑</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산하에 ‘샤오핑 로보틱스’를 설립하여 휴머노이드 로봇 영역으로 사업 확장</li> <li>• 자사가 독자적으로 개발한 AI추론칩(튜링칩), AI플랫폼(XNet)을 로봇에 적용               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘24년에 자사 기술 기반으로 개발된 휴머노이드 로봇 ‘아이언’을 공개</li> <li>- ‘아이언’은 자사의 생산공장에 투입되어 실증단계 진행중</li> </ul> </li> <li>• 휴머노이드 로봇의 핵심기술을 확보하여 수직통합 도모               <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI, 배터리 등의 기술 이외의 핵심기술은 협력기업으로부터 확보</li> <li>- 핵심기술의 경쟁력을 유지하는 동시에 시장지배력 강화 목표</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;">플랫폼 구축</p> <p style="text-align: center;">화웨이</p>  <p style="text-align: center;">알리바바</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자사의 로보틱스 기업인 ‘둥관지무’에 30억 위안 추가 투자</li> <li>• ‘25년 휴머노이드 로봇 양산을 위해 72억 위안 수준의 산업단지 조성중</li> <li>• 100개 이상의 휴머노이드 로봇 관련 기업과의 협력 생태계 구축               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 러쥐, 다쭈 등 16개의 휴머노이드 로봇 기업과의 파트너십 구축(‘24)</li> <li>- 자사의 초거대AI인 ‘판구’를 적용한 5.5G기반 휴머노이드 로봇 ‘과푸’ 개발</li> </ul> </li> <li>• 화웨이를 중심으로 여러 휴머노이드 로봇 관련 기업과의 협력 생태계를 구축</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 린스다이내믹스, 주지파워, 로봇에라 등의 휴머노이드 로봇 기업에 투자               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 린스다이내믹스와 협력하여 휴머노이드 로봇 ‘CL-1’ 개발</li> </ul> </li> <li>• 휴머노이드 로봇 개발과 상용화를 위한 ‘인터랙티브 파워’에 투자</li> <li>• 산하 연구소인 ‘다모(DAMO)아카데미’를 통해 로봇AI기술 개발 및 생태계 조성 시도               <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI추론칩 개발, 데이터 처리, 임바디드AI 등에 대한 연구개발 수행</li> </ul> </li> <li>• 자사의 AI기술을 휴머노이드 로봇 기업의 제품에 적용               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 클라우드 컴퓨팅, 생성형AI(통의천문), 임바디드AI(Native learning parading) 등의 기술을 협력기업의 로봇에 적용</li> </ul> </li> <li>• 협력기업에 자사의 역량과 기술을 적용하여 상용화를 지원하여 상용화의 진입장벽을 낮추는 전략</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이두는 'All in AI' 전략기조 하에 휴머노이드 로봇 관련 기술개발에 집중             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초거대AI모델인 '어니봇'을 유비테크 워커S에 탑재</li> <li>- 자사 자율주행 기술 및</li> </ul> </li> <li>• 자사의 초거대 AI플랫폼을 개방하여 협력사 생태계를 구축하고 있음</li> <li>• 선발주자를 추격하기 위해 립프로깅(leapfrogging) 전략 추진             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자사의 기술로 AI생태계를 조성하고, 로봇의 제작은 협력사가 수행</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 애지봇의 주요 투자자이며, 유비텍과의 협력관계 구축             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자사 공장에 유비텍의 워커S1을 도입하여 활용하고 있음</li> </ul> </li> <li>• '24년도 AI연구소인 '퓨처랩'을 신설하여 휴머노이드 로봇 전담조직 구성             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 체화지능연구소(Embodied Intelligent Research Team)를 설립하여 휴머노이드 로봇 시스템 개발</li> <li>- 자율주행자동차 기술을 활용하여 휴머노이드 로봇의 원천기술 개발중<sup>80)</sup></li> <li>- 최근 딥시크를 자율주행시스템에 도입하여 자율주행시스템 무료화 예정<sup>81)</sup></li> </ul> </li> </ul>

출처: 저자작성, 그림은 각사 대표 홈페이지 활용

○ 기업간 협력을 통해 시장 장악력을 강화하고 휴머노이드 로봇 시장을 초기에 선점할 수 있도록 제품의 완성도를 높이는데 주력

- 텐센트, 바이두, 알리바바, 샤오핑 등의 빅테크 기업들이 자국내 휴머노이드 로봇기업과 재무투자, 기술협력, 생산위탁, 자사 기술 적용, 현장 테스트 등 다양한 방식으로 협력을 진행하고 있음
- 지리그룹, FAW-폴스바겐, BYD등은 자사의 제조공장에 자국 기업의 휴머노이드 로봇을 투입하여 실증 및 개선을 지원하고 있음

[중국 휴머노이드 로봇 기업 투자·협력 현황]

제조기업	협력기업	협력방식
PUDUtech	텐센트, 메이탄 등	재무투자(시리즈B)
유비테크	바이두	기술협력
	지리그룹	현장투입 및 운용
	폭스콘	기술협력, 현장투입 및 운용
	FAW-폭스바겐	현장투입 및 운용
	BYD	현장투입 및 테스트
러쥬로보틱스	화웨이	기술협력
유니트리	메이탄	재무투자(지분)
샤오미로봇	샤오미	재무투자(출자)

※ 전략적 협력을 통해 로봇을 도입한 경우만을 고려하였으며, 단순 구매를 통한 도입은 제외하였음

79) 로봇신문. (2024.6). 샤오미로봇, 中 베이징 '이광'에 등지 틀어

80) CNEVPOST. (2024.12). BYD sets up dedicated lab to develop humanoid robots, report says

81) 서울경제TV. (2025.2). 中 BYD, '딥시크 AI'로 자율주행시대 앞당긴다

#### 4. 제품 : 성능중심-효율중심

##### ■ 미국의 주요 휴머노이드 로봇 제품 현황

- 미국의 휴머노이드 로봇산업은 IT빅테크 기업의 공격적인 지원속에서 개발-상용화에 걸쳐 발전이 일어나고 있음
  - 세계 최고 수준의 AI기술을 기반으로 휴머노이드 로봇의 개발, 학습에 대한 강력한 역량을 보유
  - 피규어, 어질리티 로보틱스, 애플트로닉과 같은 신생기업들은 휴머노이드 로봇의 상용화를 위해 대기업과 협력을 통해 성숙도를 제고
- 휴머노이드 로봇 시장 선점을 위한 빠른 상용화를 위하여 기술역량을 기반으로 로봇의 제조부터 상용화 단계까지의 수직통합 및 로봇 개발 및 학습 생태계에 대한 주도권 확보중
  - 구글, 엔비디아 등의 기업은 로봇의 개발과 학습에 필요한 플랫폼을 개발하고 제공하는데 초점
  - 자사의 기술을 자국 내 휴머노이드 로봇 기업에 적용하여 자사의 로봇 생태계 점유율을 높이는데 활용
- 미국은 중국의 시장 선점에 대항하기 위하여 빠른 상용화를 목표로 제품 개발 및 협력 중
  - 테슬라는 자사의 휴머노이드 로봇인 ‘옵티머스2’를 2026년까지 대량생산에 돌입하고 20,000달러 이하로 판매할 것으로 알려짐
  - 어질리티 로보틱스는 ‘20년도 택배용 로봇을 시판하였으나, 실제 대량생산은 ‘25년부터 시작될 예정
- 다만, 여전히 휴머노이드 로봇의 상용화 단계에서 괄목할 만한 가시적 성과 부족
  - 현재, 보스턴 다이내믹스의 4족 로봇 ‘스팟(Spot)’의 가격이 74,500달러임에 반해, 중국은 9,000달러 수준의 휴머노이드 로봇까지 등장하고 있음
  - 아마존과 협업중인 어질리티 로보틱스의 ‘디지트(Digit)’의 경우 대당 250,000달러, 애플트로닉의 ‘아폴로(Apollo)’는 대당 50,000달러를 목표가격으로 발표

##### [미국의 주요 휴머노이드 로봇 사례]

가장 저렴한(price)	가장 빠른(speed)	가장 힘이 센(payload)	가장 오래가는(duration)
 <p>테슬라社 Optimus Gen2 20,000달러(예정)</p>	 <p>보스턴 다이내믹스社 ATLAS 2.5m/s</p>	 <p>피규어시社 Figure02 25kg</p>	 <p>피규어시社 Figure02 5시간</p>

■ 중국의 주요 휴머노이드 로봇 제품 현황

- 중국의 휴머노이드 로봇기업들은 「중국제조2025」 정책과 연계하여 휴머노이드 로봇 시장을 선점하고 주도하려 시도중
  - 유니트리의 G1을 필두로 높은 경제성을 지닌 휴머노이드 로봇을 상용화 하기 시작하였고, 초기 물량 2,000대가 조기에 매진
  - 유비테크는 '25년 내 폭스콘 등 고객사를 대상으로 500대 이상의 로봇 공급 예정
- 상당수의 중국의 휴머노이드 로봇 기업은 개발부터 제조까지의 풀스택(full-stack) 역량 보유
  - 로봇 AI학습 플랫폼, 로봇전용 운영체제, 동작제어SW 및 하드웨어 등에 대하여 자체 개발할 수 있는 기업이 다수 포진
- 중국의 휴머노이드 로봇기업은 로봇학습에 필수적인 데이터 확보에 유리하며, 제조업 기반의 거대한 시장을 보유하고 있어 로봇 상용화 측면에서 미국보다 앞서나가고 있는 상황
  - 중국은 강력한 제조업 기반을 통해 휴머노이드 로봇의 개발과 학습을 위해 필요한 다양한 실데이터를 얻을 수 있음
  - 또한, 중국은 정부의 주도하에 자국의 데이터 확보와 보호를 강조<sup>82)</sup>하는 동시에 데이터 활용에 대한 강력한 지원을 제공<sup>83)</sup>하고 있어, 로봇AI에 필요한 방대한 데이터를 확보하고 활용하는데 용이
- 다만, AI관련 핵심 부품, 로봇 개발 및 학습은 엔비디아, 인텔 등 해외기업의 기술에 의존하고 있음
  - 미국의 무역제재 등의 독자개발을 시도하고 있으나, 여전히 상당수의 연산장치는 엔비디아 또는 인텔의 제품을 사용중인 것으로 보임
  - 로봇의 개발 및 학습은 엔비디아의 Isaac, 코스모스 등 외부 의존도가 높음
  - 이외에도 심도카메라 등의 정밀 센서는 인텔 등의 제품을 활용하고 있음

[중국의 주요 휴머노이드 로봇 사례]



82) 박민숙, 이효진. (2022.2). 중국 개인정보 보호법의 주요 내용과 전망. KIEP 세계경제포커스. 5(7); 이정표. (2022). A Study of the Data Security Act of the People's Republic of China - Focusing on the Guidelines for Identification of key Data. 홍익법학, 23(4), pp173-209

83) 「공공 데이터 자원 개발 및 활용 가속화에 관한 의견(关于加快公共数据资源开发利用的意见)」; 글로벌이코노믹. (2025). 중국, AI 발전 위해 '공공 데이터' 개방... 'AI 플러스' 전략 시동; 오종혁. (2023.4). '디지털 중국' 추진전략의 주요 내용과 평가. KIEP세계경제포커스, 6(8), pp1-13

■ 미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 제품 조사

- (조사대상) 9개 중국기업과 5개 미국기업을 선정하여 총 23개 주요 제품에 대한 제원 비교
  - 본고의 기준에 따라 두 다리로 이족보행하는 형태의 휴머노이드 로봇만을 고려하였으며, 바퀴나 궤도로 움직이는 방식은 제외

[미국과 중국의 휴머노이드 로봇 제품 비교 목록]

국적	기업명	모델명
 미국	피규어AI	피규어01(Figure01), 피규어02(Figure02)
	테슬라	옵티머스1(Optimus Gen1), 옵티머스2(Optimus Gen2)
	어질리티 로보틱스	디지털(Digit)
	애플로닉	아폴로(Appollo)
	보스턴 다이내믹스	아틀라스(Atlas)
 중국	유니트리	G1, H1
	유비테크	워커S(Walker-S), 워커X(Walker-X)
	푸리에	GR-1, GR-2
	에지봇	A2, X1
	엔진시	SE01, PM01
	샤오핑	IRON, PX5
	로봇에라	STAR1
	베이징 휴머노이드 로봇혁신센터	톈궁(Tiangong)
	러지로봇	KUAVO-MY
	샤오미	사이버원(CyberOne)

○ (조사항목) 각 로봇의 12개 주요 제원에 대하여 조사

- 출시일(연도), 가격, 크기, 무게, 이동속도, 자유도, 운반하중, 주요센서, 배터리, 가동시간, 연산능력, 탑재AI의 12가지 항목에 대하여 조사를 실시함<sup>84)</sup>
- 온라인 상에 공개된 자료를 기반\*으로 하였으며, 추측성 수치는 추정치임을 밝힘
  - \* 로봇 제조사 홈페이지, 보고서, 언론보도, 인터뷰 등을 활용

[12가지 로봇 주요 제원]

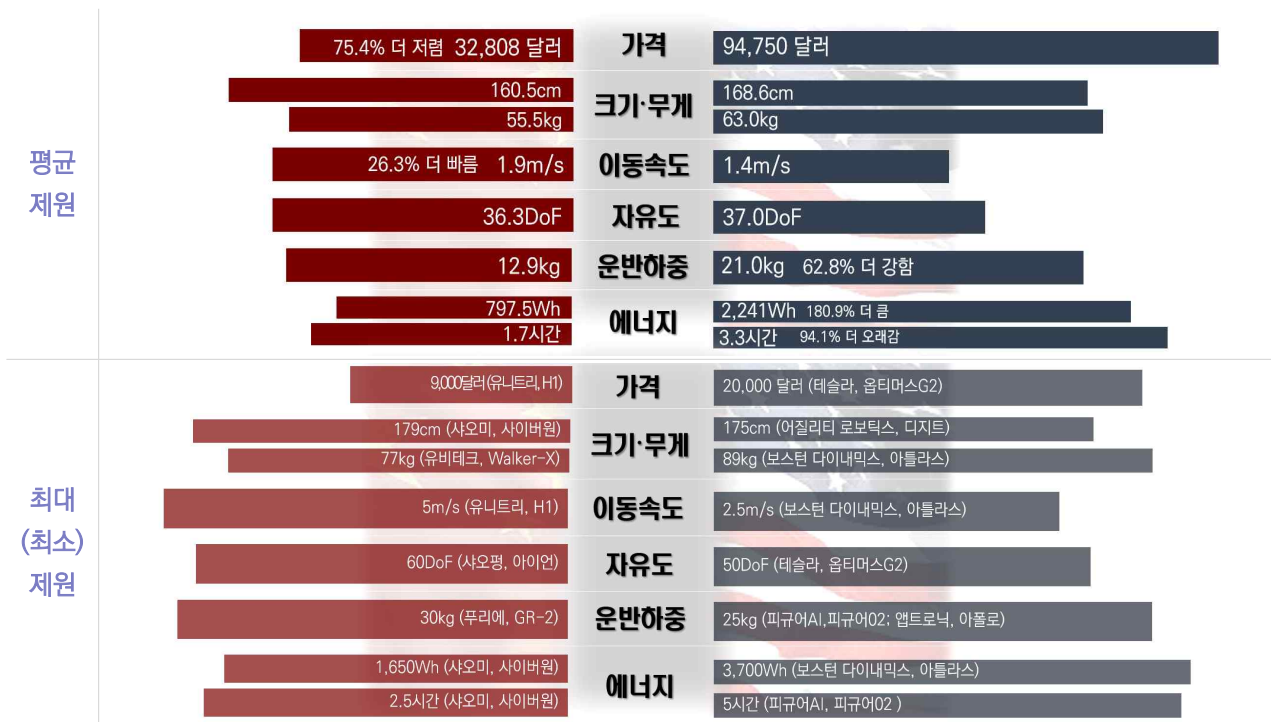
구분	내용	구분	내용
출시일	로봇의 최초 출시(공개) 연도	운반하중	로봇이 운반할 수 있는 최대 하중
가격	로봇 출시(공개)당시 가격	센서	탑재된 주요 센서 종류
크기	로봇의 신장(높이)	배터리	탑재된 배터리 용량(단위:Wh)
무게	로봇의 총 무게	가동시간	최대 가동가능 시간
이동속도	로봇의 최대 이동속도	연산능력	탑재된 연산장치 성능(단위: TOPS)
자유도	로봇 움직임의 자유도(관절수)	AI	탑재된 AI의 종류

84) 12개 항목에 대한 세부적 제원 조사 결과는 부록1과 부록2를 참조

■ 미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 제품의 주요 제원 비교

- (비교항목) 조사된 12개의 주요 제원 중, 직접 비교가 유의미한 6개 항목을 선정하여 비교
  - ①가격, ②크기/무게, ③이동속도, ④자유도, ⑤운반하중, ⑥에너지
- 기출시된 중국과 미국의 휴머노이드 로봇을 비교한 결과, 미국과 중국의 휴머노이드 로봇이 우위를 점하고 있는 부분이 다른 것으로 나타남
  - 중국은 로봇의 ‘출시 경과 시기’, ‘가격’, ‘이동속도’가 상대적으로 높게 나타남
  - 미국은 ‘운반하중’, ‘에너지(가동시간, 배터리용량)’의 측면에서 상대적으로 높게 나타남
- 중국의 휴머노이드 로봇은 미국의 로봇과 비교하여 저렴한 가격의 로봇들이 주를 이룸
  - 중국 기업의 휴머노이드 로봇의 평균가격은 미국 기업 제품의 34.6%수준으로 높은 경제성을 확보하고 있는 것으로 나타남
  - '25년 2월에 공식 출시된 유니트리의 G1의 가격은 9,000달러로, 최초로 10,000달러 이하의 휴머노이드 로봇으로 확인됨
  - 동성능 로봇에 대한 가격비교가 아니므로 중국의 로봇이 경제성이 좋다고 판단할 수 없으나, 절대적 가격의 측면에서 중국의 휴머노이드 로봇이 높은 경제성을 확보하고 있음

[미국-중국 주요 휴머노이드 로봇 제품 제원 비교 요약]

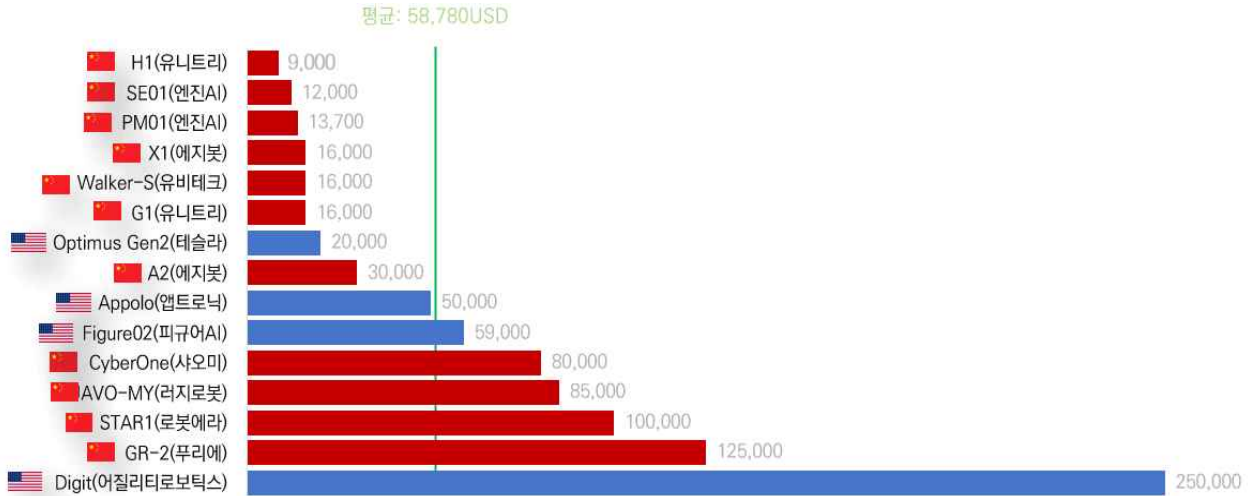


출처: 저자 작성, 주요 로봇을 대상으로 조사한 값의 평균치를 사용했으며, 누락 또는 측정단위가 다른 경우 제외함. 또한, 제품별 세부 선택사항에 따라 제원이 달라지는 경우에는 ‘출시여부’, ‘기본모델제원’을 중심으로 작성하였음

① (가격) 로봇의 가격 측면에서는 중국의 로봇이 전반적으로 저렴한 것으로 나타남

- 중국의 휴머노이드 로봇은 가격대가 AI기반의 강력한 범용성을 지닌 고급 모델과 AI를 부분적으로 적용한 저가 모델로 양분화 되어있는 경향이 나타남
- '25년 2월 13일 유니트리에는 최초로 10,000달러 이하 휴머노이드 로봇(9,000달러) 출시

[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-가격]

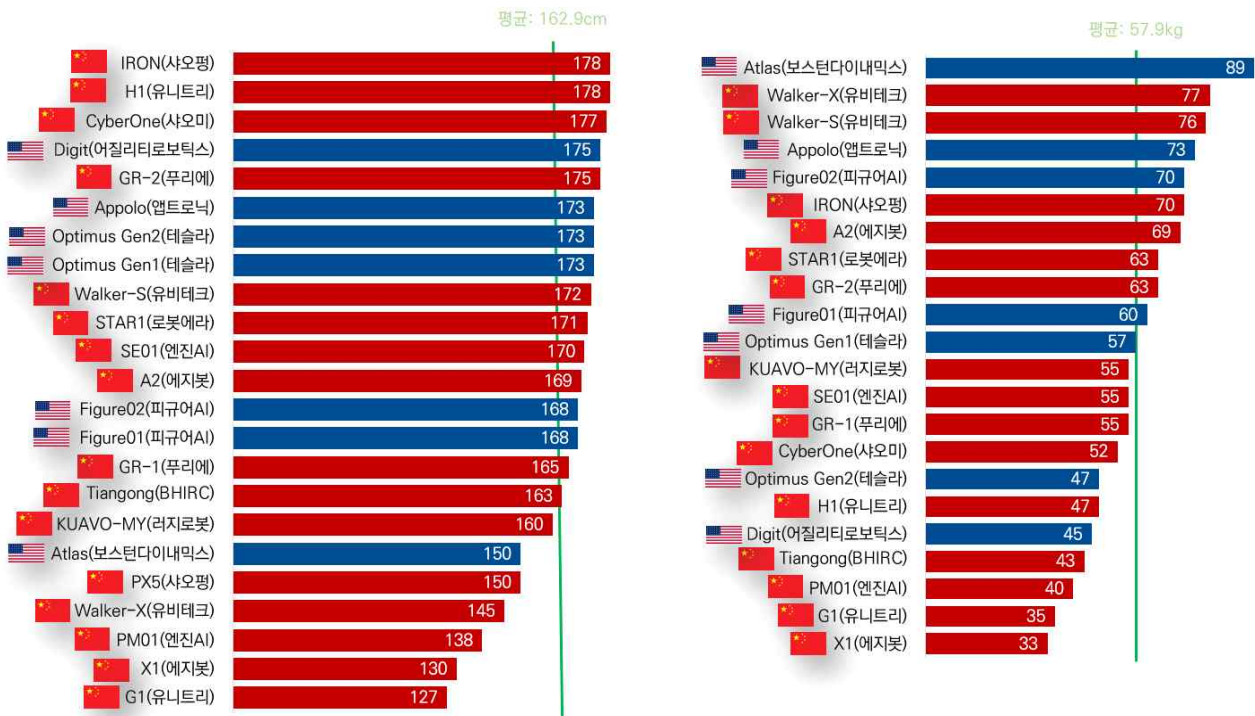


※ 프로토타입의 가격과 제품의 출시전 예상가격이 포함되어 있음

② (크기/무게) 휴머노이드 로봇 제품의 크기는 인간에게 위압감을 주지 않는 수준으로 수렴

- 양국 휴머노이드 로봇의 평균 크기는 청소년의 신체 치수와 비슷한 수준으로 형성

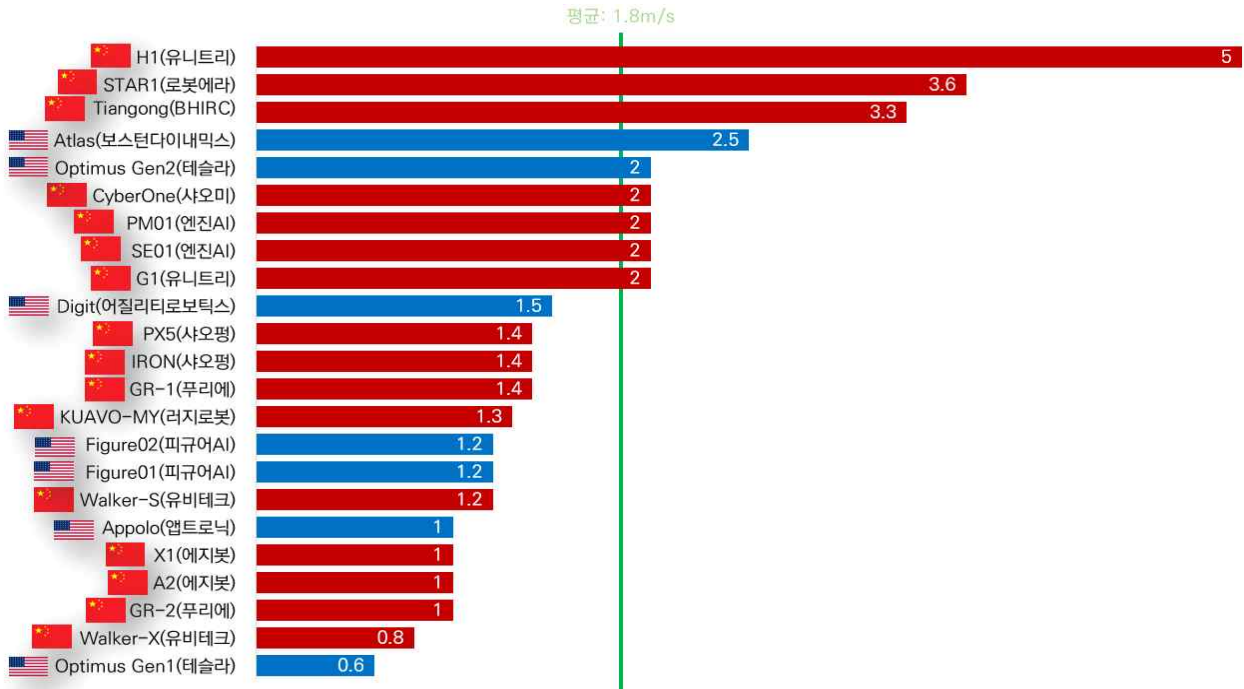
[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-크기/무게]



③ (이동속도) 일부 모델을 제외하면, 중국과 미국 휴머노이드 로봇의 이동속도에는 큰 차이가 없음

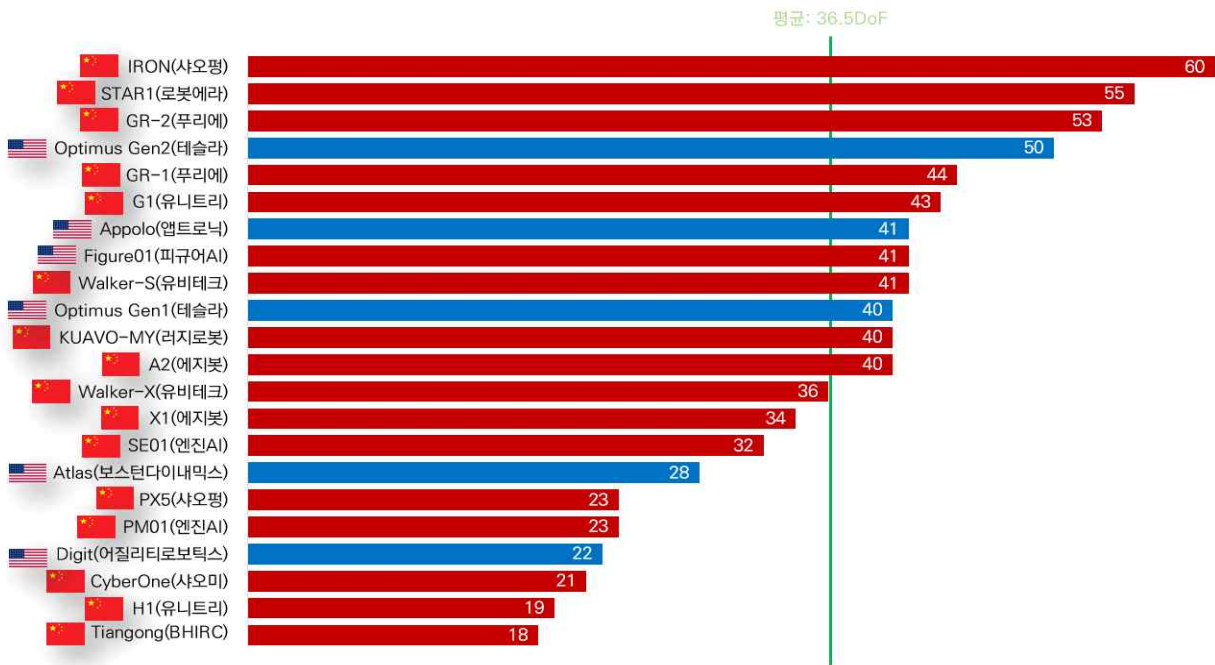
- 대부분의 로봇이 인간의 평균 보행속도(1.3m/s)를 달성하였으며, 중국의 'H1', 'STAR1', 'Tiangng' 등은 인간의 달리기 속도(3.3m/s) 이상을 달성하였음

[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-이동속도]



④ (자유도) 일부 모델을 제외하면, 중국과 미국 휴머노이드 로봇의 자유도에는 양국간 큰 차이가 확인되고 있지 않음

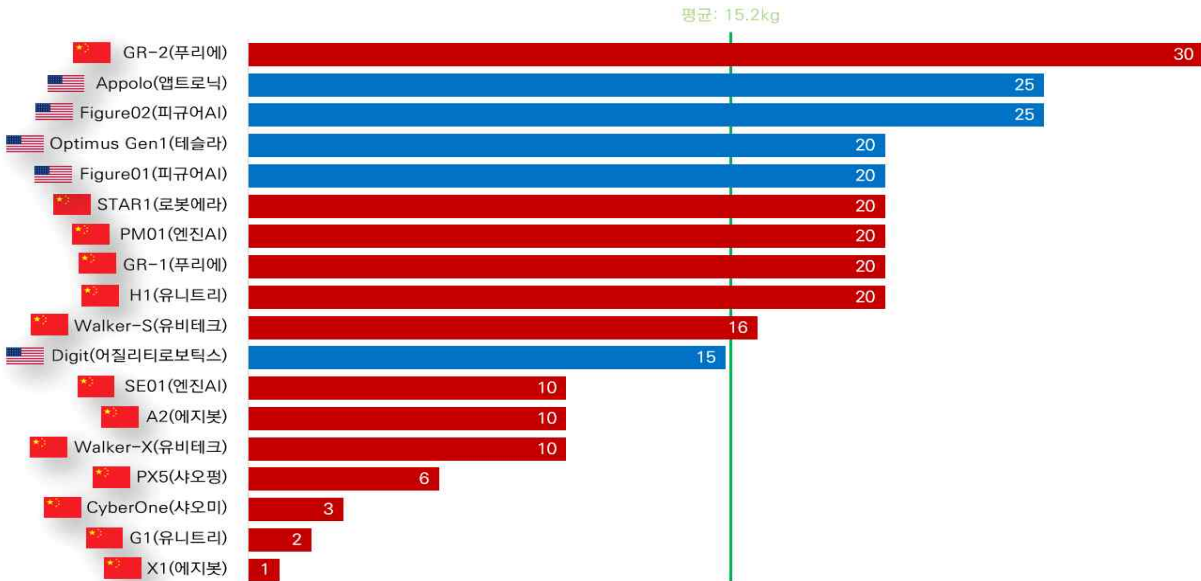
[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-자유도]



⑤ (운반하중) 미국의 로봇이 상대적으로 높은 운반하중을 가지고 있는 경향이 나타남

- 중국 푸리에의 'GR-2'가 가장 높은 운반하중(30kg)을 가진 것으로 나타나지만, 그 외, 상위 3개 중 2개가 미국 기업의 로봇으로 확인됨

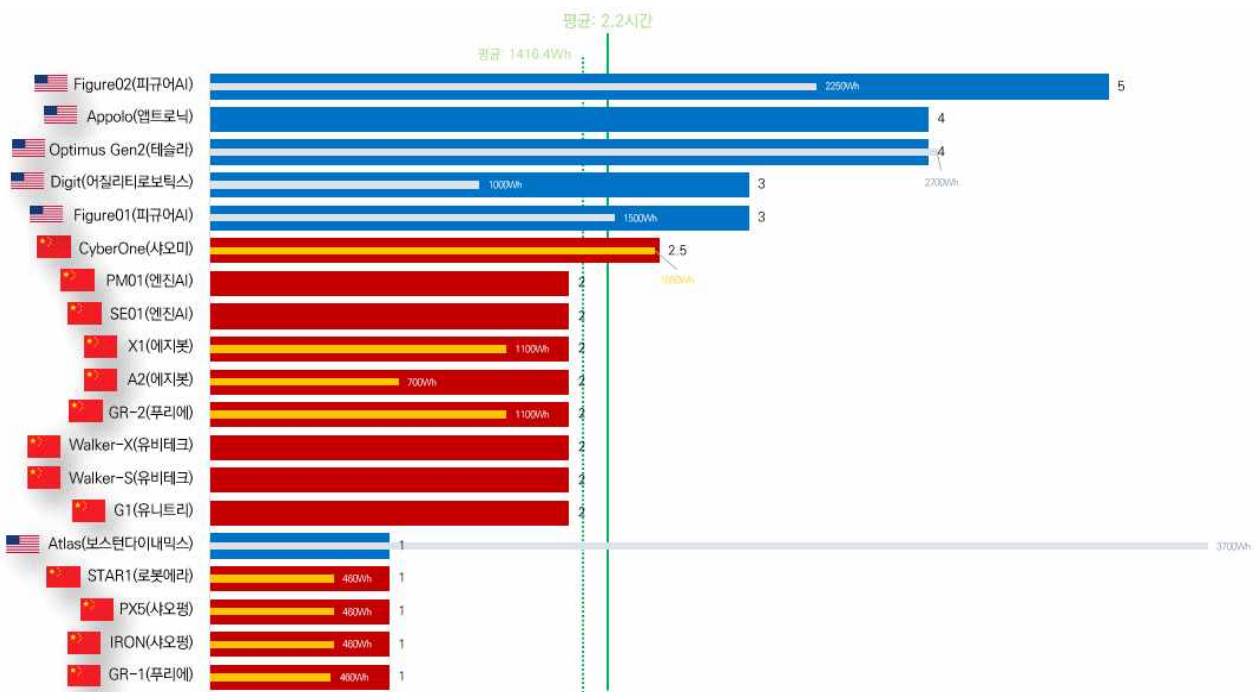
[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-운반하중]



⑥ (에너지) 작동시간과 배터리 용량에서는 미국 기업의 로봇들이 중국기업보다 우위

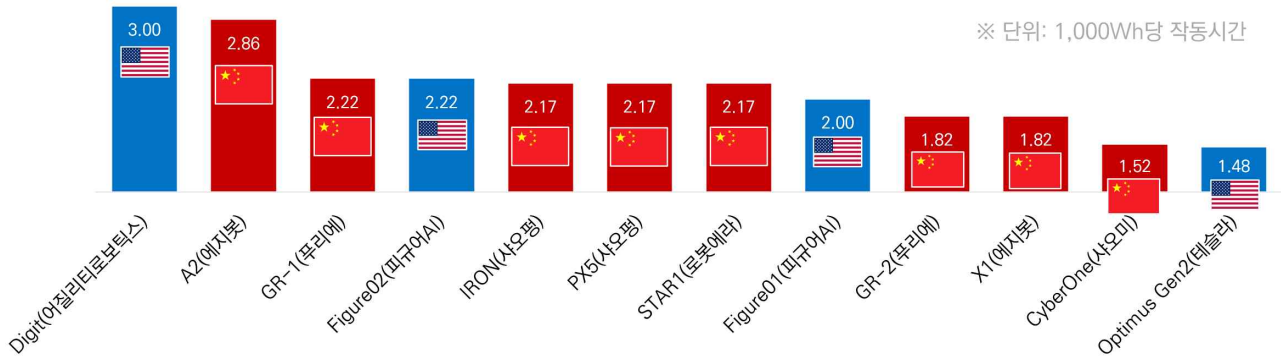
- 작동시간 기준으로 상위 5개 모델이 모두 미국의 로봇으로 확인됨

[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-작동시간/배터리용량]



- 배터리효율(1,000Wh당 작동 가능시간)을 기준으로 어질리티 로보틱스의 'Digit'이 가장 높은 에너지 효율을 가진 것으로 나타났으나, 전반적으로 뚜렷한 격차는 확인되지 않음

[미국과 중국의 주요 휴머노이드 로봇 비교-배터리 효율]



※ 배터리 용량에 대한 정보가 누락 또는 측정단위(Wh)가 다른 경우는 제외하였으나, mAh단위의 경우 작동 전압(V)이 공시된 경우 Wh단위로 환산하여 활용

## 5. AI기술 측면 : 기술선도-탈의존화

### ■ 휴머노이드 로봇을 위한 AI칩셋

- 미국의 휴머노이드 로봇 기업들 중 일부 기업만이 적용된 칩셋의 사양을 공개하고 있음
  - 피규어AI(엔비디아 RTX시리즈), 앵트로닉(엔비디아), 어질리티 로보틱스(인텔, 엔비디아)는 자사의 로봇에 사용하는 칩셋의 사양을 공개하고 있음
  - 테슬라의 ‘옵티머스 Gen2’에는 자사 차량에 탑재되는 자율주행용 FSD칩(HW4.0)을 적용하고 있는 것으로 알려져 있으나 정확한 사양은 공개되지 않음<sup>85)</sup>
- 중국 내 대부분의 휴머노이드 로봇은 엔비디아 또는 인텔의 연산장치를 사용
  - 중국의 유니트리, 유비테크, 에지봇, 엔진AI, 로봇에라 등의 기업은 자사의 로봇에 엔비디아의 Jetson\*시스템을 탑재
    - \* 엔비디아의 Tegra-CPU 기반의 AI특화 개발자용 보드
- AI기술의 특성상 하드웨어의 종속이 SW와 플랫폼 종속과 직접적으로 연관되어 있어 중국의 휴머노이드 로봇 기업들은 하드웨어 종속성 탈피를 위해 자체기술 개발에 집중
  - AI칩셋 종속성의 해결을 통해 독립적인 AI기술 기반 로봇 생태계 구축의 기틀을 마련 중
  - 유니트리(A2), 유비테크(Walker-X)는 중국내 기업의 연산장치를 적용하며, 자사의 로봇에 엔비디아의 시스템에 대한 의존성을 낮추려 시도중
  - 자율주행 자동차 기업인 샤오핑은 자체적으로 개발한 ‘Turing AI’ 칩셋을 자사의 휴머노이드 로봇에 적용
  - 화웨이는 ‘25년 1월 AI칩셋인 ‘Ascend 910C’를 출시하여 향후 휴머노이드 로봇에 적용 가능

[중국과 미국의 주요 휴머노이드 로봇 탑재 AI칩셋]



출처: '24년 1월 기준 공개된 내용을 기반으로 작성하였으며, 듀얼칩 아키텍처 등 복수의 칩을 적용하는 경우 중복으로 계산함

85) '19년도 개발되어 현재 버전의 HW4.0은 432TOPS 이상의 연산능력을 갖추고 있는 것으로 추측되고 있음

■ 휴머노이드 로봇을 위한 AI 플랫폼

- 미국은 현재 휴머노이드 로봇의 핵심이 되는 AI기술 분야에서 글로벌 선두를 유지<sup>86)</sup>
  - 미국은 AI관련 HW, SW, 인프라 등 다방면에서 글로벌 선두를 유지하고 있으며, 학습·단일·복합지능의 모든 측면에서 최고수준의 기술을 보유<sup>87)</sup>
  - 이러한 높은 수준의 AI기술은 미국 휴머노이드 로봇 산업의 발전을 견인하는 주요한 동력으로 작용

[미국 휴머노이드 로봇의 AI기술 적용 현황]

제조사명	주요 제품명	적용 AI기술
피규어시	피규어01, 피규어02	GPT(오픈AI)
테슬라	옵티머스 Gen1/Gen2	DOJO시스템(테슬라) HW4.0(테슬라)
어질리티 로보틱스	디지트	Agility Arc(어질리티 로보틱스)
애프트로닉	아폴로	로봇응용SW(구글 딥마인드)
보스턴다이내믹스	아틀라스	모델기반예측제어(보스턴다이내믹스) Theia(보스턴다이내믹스)

출처: 저자 작성

- 미국의 엔비디아는 휴머노이드 로봇의 설계, 개발, 학습 그리고 테스트에 이르는 모든 영역에 활용되는 AI기반 플랫폼 분야에서 독점적 영향력 보유
  - 가상환경에서의 학습은 대부분의 로봇들이 엔비디아의 ‘옵니버스’에 기반한 ‘Isaac Sim’, 로봇 정책을 학습하기 위한 ‘Isaac Lab’을 활용하고 있음
  - 휴머노이드 로봇 파운데이션 모델로써 엔비디아의 ‘GROOT’가 가장 보편적으로 활용

[엔비디아 로봇 개발·학습 플랫폼 사례]

옵니버스	Isaac Sim	Isaac Lab	GROOT
실시간 3D 시뮬레이션 협업 플랫폼	Omniverse를 기반으로 물리적으로 정확한 가상세계 구현	Isaac Sim 기반으로 고도화된 오픈소스 로봇학습 프레임워크	휴머노이드 로봇 개발의 가속을 위한 로봇파운데이션 모델
디지털트윈, 시각화, 시뮬레이션, 협업디자인 등에 활용	로봇 설계, 시뮬레이션, 테스트, 학습에 활용 (알고리즘 테스트, 합성데이터 생성 등)	다양한 환경·조건 하에서 고도화된 AI기반 로봇 학습에 활용 (대규모 테스트, 지식전이 등)	실데이터 기반 합성데이터 생성, 다양한 워크플로우 제공을 통해 로봇 학습 지원
가상현실 범용 시뮬레이터	로봇 시뮬레이션 디지털트윈 모델	고도화된 범용 로봇 학습도구	로봇 파운데이션모델

출처: 저자 작성

86) KISTEP. (2023). 2022년 기술수준 보고서

87) KISTEP. (2023). 2022년 기술수준 보고서; SPRI. (2024). 우리나라 및 주요국 AI 기술수준의 최근 변화 추이

○ 미국의 휴머노이드 로봇들은 엔비디아의 로봇학습 플랫폼을 활용하면서 자사의 독자적 학습 플랫폼을 병행

- 피규어AI는 오픈AI의 GPT모델을 활용하여 언어처리 및 동작 추론 등을 수행하였으며, 최근에는 자사의 협동AI모델인 ‘Helix’를 공개
- 테슬라는 자사의 슈퍼컴퓨터 시스템인 ‘DOJO’를 활용해 대용량의 이미지, 영상 데이터를 로봇에 학습하여 적용
- 어질리티 로보틱스는 자사의 ‘Agilit Arc’를 통해 대규모 로봇 운영, 관리, 제어 등에 대한 자동화 목표
- 애플트로닉은 엔비디아의 ‘GROOT’를 기반으로 구글의 ‘제미니2.0’을 통합한 AI를 탑재
- 보스턴다이내믹스는 ‘모델기반예측제어 (model prediction control)’, ‘이동강화학습 (RL)’등의 AI기반 로봇 제어기술 뿐만 아니라, 자체적으로 ‘AI연구소’ (The AI Institute)를 설립하고 인지지능과 운동지능 결합을 위한 AI기술을 개발\*
- \* '24년도에는 여러 비전파운데이션모델(VFM)의 장점을 추출하여 통합하는 모델인 ‘Theia’를 공개

○ 중국 기업들은 엔비디아의 로봇개발·학습 플랫폼에 대한 탈 의존성을 위해 노력

- 각 기업은 독자적 로봇학습 플랫폼을 개발하거나 이를 오픈소스로 공개함으로써 별도의 로봇 생태계를 구축하기 위한 시도 중
- 유니트리리는 자사의 ‘유니트리로봇 통합 플랫폼(UnifoLM)’을 탑재한 휴머노이드 로봇 G1의 대량생산을 시작
- 유비테크는 바이두社와 협력하여 ‘첸판’, ‘어니봇’ 기반의 로봇학습 플랫폼을 구축하고 있으며, ‘Open-X Embodiment’, SNS와 같은 오픈소스 플랫폼을 적극적으로 활용중
- 애지봇은 자사 로봇학습 플랫폼인 ‘Agibot World’를 통해 휴머노이드 로봇 학습 데이터 생성, 공유, 학습을 수행하고 있으며, 다양한 데이터공장 및 협력기관으로부터 실데이터를 지속적으로 확보
- 샤오핑은 엔비디아의 플랫폼에 자사 AI플랫폼(Tianji, Canghai등)을 결합하여 활용
- 러지로봇은 화웨이社와의 협력을 통해 폴스택 로봇학습 플랫폼(Kighongg·开鸿)을 개발하고 이를 엔비디아의 플랫폼과 함께 활용
- 베이징 휴머노이드 로봇혁신센터는 로봇의 자체학습을 자사에서 개발한 ‘Tiangong 마더플랫폼’을 활용하여 수행하고 있음
- 샤오미는 로봇의 자체 학습 기능은 없지만, 자사 AI학습 플랫폼(Mi-sense, MiAI 등)을 활용하여 모델을 학습하고 이를 클라우드를 통해 업데이트하는 방식 채택

○ 중국의 주요 기업들은 자사 로봇에 특화된 독자적인 AI소프트웨어 기술들을 개발 및 활용

- 현재 중국의 휴머노이드 로봇에 적용되고 있는 AI소프트웨어 기술은 ▲의사소통, ▲모션제어, ▲자율강화학습, ▲네비게이션, ▲기타(운영체제, 안전 등) 등이 있음

[중국 로봇기업의 특화 AI기술 현황 요약]

기술구분	기업	기술
의사소통 기술	러지로봇	• 판구(Pangu): 화웨이의 초거대AI모델 (동작향상을 위해서도 사용)
	샤오미	• Mi-Sense: 인간의 표정 등을 인지하는 심도 시각모델 • Mi-AI: 인간의 음성, 감정 등을 분석하고 반응
모션제어	유니트리	• AI기반 힘-위치 하이브리드 제어기술
	푸리에	• 이중엔코더 기반 정밀 동작 기술
	엔진AI	• 통합 하모닉 관절 모듈
	BHRIC	• 고정밀 관성측정장치(IMU)
자율강화학습	유니트리	• 적대동작사전학습(AMP)
	푸리에	• 직렬관절구조: 로봇 동작 가속 학습 지원
	에지봇	• EI-Brain: 클라우드+엣지컴퓨터+메인컴퓨터 분산AI처리장치 • WorkGPT: 로봇특화 대형멀티모달모델
	샤오핑	• Canghai: AI자율 신경시스템
	로봇에라	• ERA-42: 종단간 체화대형모델(embodied large model)
	BHRIC	• 정적메모리 기반 예측강화모방학습(SMPRL)
네비게이션	유비테크	• VSLAM기반 자체개발 공간인식 알고리즘
	푸리에	• Bird Eye View: 발전된 시각 인지 솔루션
	에지봇	• HIMUS 3D-SLAM+Vector Flux: 로봇 공간인지 및 자율주행 • RTMOF+동적계획엔진: 로봇의 최적경로 생성
기타	유비테크	• ROSA2.0: 클라우드 기반 로봇 학습 프레임워크
	에지봇	• Agibot World: 로봇학습 데이터 공유 및 생성 플랫폼 • AimRT: 기초 로봇 런타임 개발 프레임워크
	BHRIC	• 천궁(Tiangong) 마더플랫폼
	러지로봇	• OpenHarmony: 크로스 플랫폼 프레임워크 • Kihong: 풀스택 로봇 학습OS
	엔진AI	• 향상된 종단간신경망 아키텍처

※ 각 기업이 자사의 로봇에 특화하여 개발한 AI관련기술만을 포함하며, 일반적으로 통용되는 상용기술은 제외함

○ 그러나, 중국의 휴머노이드 로봇에 적용된 AI는 동작제어(manipulation)에 치중되어있으며, 추론 능력 측면에서는 여전히 제한적이라는 비판이 존재<sup>88)</sup>

- 푸리에(GR-2), 로보테라(STAR1), 애지봇(A2) 등의 휴머노이드 로봇은 생성형AI를 탑재한 일반목적로봇(general purpose robot, GPR)으로 분류 가능

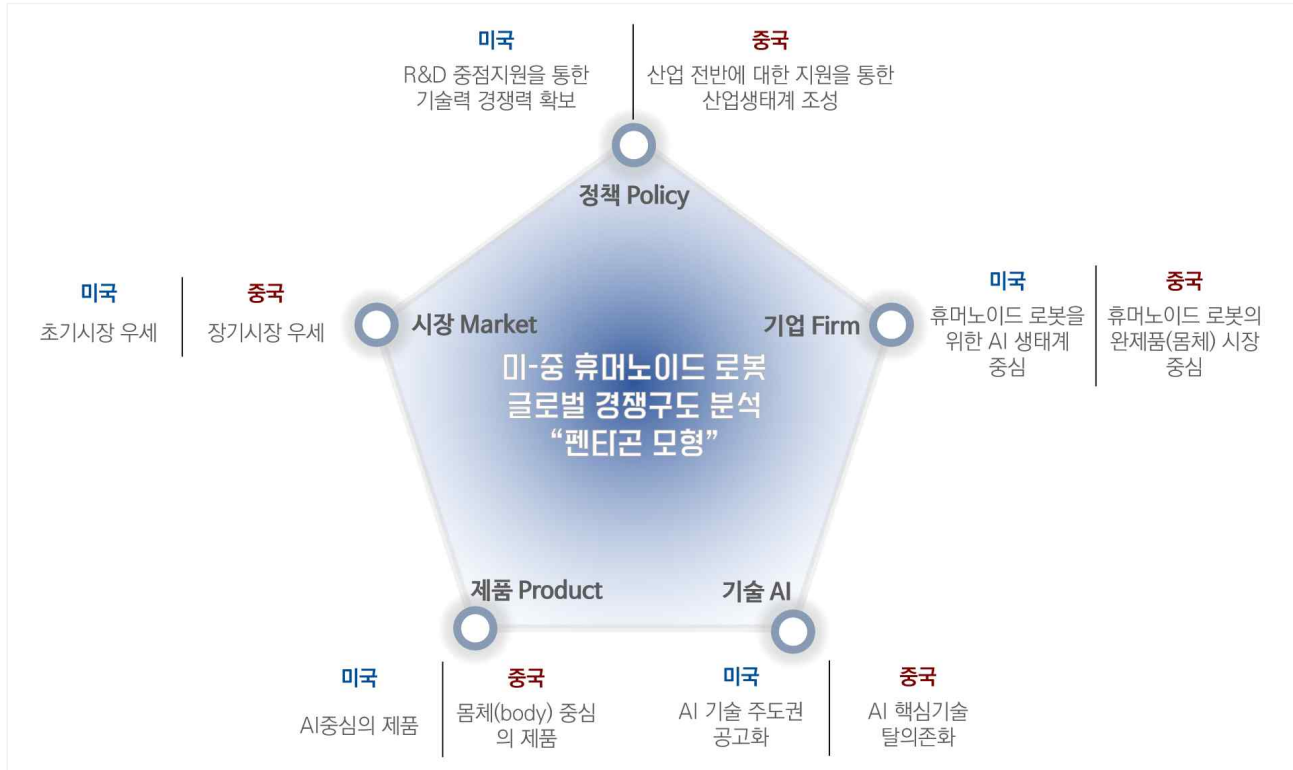
- 그러나, 유니트리, 유비텍, 엔진AI와 같은 기업의 로봇은 시각적 데이터 또는 사전정의된 작업만을 수행하는 특수목적로봇(special purpose robot, SPR)의 범주로 분류될 수 있어, 진정한 의미의 범용로봇으로 보기 힘들다는 의견 존재

○ 또한, AI 플랫폼의 측면에서 로봇의 개발과 학습에 대해서 여전히 미국을 포함한 여러 국가의 대외적 기술 의존성이 존재하는 상황

88) 이경진. (2025.1). 대화 인공지능은 늦었지만, 범용지능 로봇은 앞서가자. 로봇신문

V **소결**

[美-中 휴머노이드 로봇 분야 펜타곤 모형]



◆ 첫째. 휴머노이드 로봇분야는 현시점 AI와 로봇공학의 총화(總和)로서 고속 성장중

- AI기술의 발전으로 글로벌 휴머노이드 로봇 산업은 주요한 변곡점에 도달해 있음
  - 휴머노이드 로봇은 인간의 동작을 모사해야 하는 기술적 구현의 난도가 높으나, AI기술을 바탕으로 기술적 한계를 돌파하여 상용화가 가능한 수준까지 성장
  - 전세계 휴머노이드 로봇 시장은 '24년 이후 약 37.7% 수준, '29년까지 약 132억<sup>89)</sup> 달러 수준으로 매년 가파르게 성장할 전망
  - 주요 시장조사 기업의 분석결과에 따르면, 휴머노이드 로봇 시장의 성장성은 타 로봇 산업 및 로봇산업 전반의 성장률을 앞서는 수준
  - 각국의 정부와 글로벌 빅테크 기업들이 휴머노이드 로봇 기업에 대한 공격적 투자 및 기술협력을 단행하며 본격적 경쟁이 시작되고 있음

89) MarketsAndMarkets. (2024.10). Humanoid robot market size, share & growth

◆ 둘째. 미국과 중국이 휴머노이드 로봇 분야의 패권을 두고 양강구도 형성

- 미국은 고도의 AI기술 및 로봇공학 기술혁신 역량을 중심으로 전세계 휴머노이드 로봇 산업의 주도권 확보에 집중
  - R&D 중심의 정부정책을 통해 휴머노이드 로봇 산업 발전을 위한 원천기술 확보
  - 민간 IT빅테크 기업의 적극적인 기술 협력 및 자원 투자를 바탕으로 휴머노이드 로봇 산업의 글로벌 리더십 확보를 시도
  - 수직통합을 통한 신속한 상용화 및 효율성 증대와 함께 휴머노이드 로봇 개발 및 학습 생태계 주도권 장악을 위한 AI플랫폼 확보 전략이 민간 IT빅테크 기업을 중심으로 진행
- 중국은 휴머노이드 로봇 산업의 전주기에 대한 강력한 정부정책 기초하에서 조기 상용화 및 시장 선점을 위해 노력중
  - 중국 정부의 강력한 정책적 지원하에 기술력을 갖춘 휴머노이드 로봇 기업들이 참여하여 자체적인 휴머노이드 로봇산업 생태계를 빠르게 구축해 나가고 있음
  - 중국의 대부분의 기업들은 각각의 기업이 로봇의 개발부터 생산까지 포괄하는 가치사슬의 전방위적 역량을 확보하는 전략을 채택
  - 경제성이 높은 휴머노이드 로봇 중심의 초기 시장 선점과 더불어 향후 자생적 로봇 생태계를 위한 AI기술의 개발도 함께 이루어지고 있음

[미국과 중국의 휴머노이드 로봇 분야 요약 비교]

구분	미국	중국
중심기업	전통적인 IT빅테크 기업	휴머노이드 로봇 특화 기업
기업전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI기술 기반의 수직계열화</li> <li>• 로봇 시에 대한 통합 플랫폼 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발-생산 풀스택 역량 확보</li> <li>• 시장지향(market-oriented)</li> </ul>
주요기업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (빅테크)테슬라, 오픈AI, 아마존, 구글 등</li> <li>• (로봇)어질리티 로보틱스, 앵트로닉, 피규어AI, 보스턴 다이내믹스 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (빅테크)텐센트, 샤오미, 샤오핑, 알리바바, 화웨이, 바이두 등</li> <li>• (로봇)유비테크, 유니트리, 푸리에 등</li> </ul>

◆ 셋째. 미국의 기술적 우위 속에서 중국은 내수시장의 힘을 바탕으로 빠르게 추격

- 미국의 AI 휴머노이드 로봇의 기술력은 중국보다 우위에 있는 것으로 평가
  - 테슬라의 옵티머스, 피규어AI의 피규어02는 현 시점 가장 높은 수준의 인공지능을 탑재한 휴머노이드 로봇으로 평가
  - 현재 휴머노이드 로봇 기업의 기술수준을 살펴보면, 상위 5개 로봇 중 4개가 미국의 로봇으로 나타나<sup>90)</sup> 기술수준에서는 미국이 앞서가고 있음

90) Forbes. (2025.2). Humanoid Robots: Here Are The 16 Leading Manufacturers

- 중국의 AI분야 기술이 빠르게 성장하며 미국의 AI기술의 우위를 위협
  - 휴머노이드 로봇 기술 선도 기업 16개 중 7개가 중국기업으로 나타나<sup>91)</sup>, 중국 기업의 기술도 상당한 수준에 이르렀음을 시사
  - '25년 공개된 중국의 'DeepSeek-R1'의 성능은 오픈AI의 추론모델인 'GPT-o1'과 동등한 수준으로 나타났으며, 화웨이에서 개발한 AI추론 칩인 '어센드 C910'(320TF)은 엔비디아의 'A100'(312TF)과 동급의 성능을 가진 것으로 확인\*
    - \* 엔비디아의 고성능 모델인 'H100'대비 약 44% 수준의 성능
  - 딥시크와 C910의 등장은 휴머노이드 로봇 분야를 넘어, 미국이 보유한 AI HW/SW에 대한 전반적인 경쟁우위를 위협하는 신호탄으로 인식<sup>92)</sup>

#### ◆ 넷째. 휴머노이드 로봇 분야 새로운 기회 등장

- 미국과 중국의 치열한 경쟁으로 인한 각국의 외부 협력수요 증대
  - 전략적 목표의 효율적 달성을 위한 기술·시장 측면에서 국가수준의 파트너십 필요성이 증대되어 추격국으로의 지식이전(knowledge spillover)현상 발생 가능
- 휴머노이드 로봇 분야의 기술적 회색지대(gray zone) 확대
  - 요소기술의 사이에 존재하는 기술적 경계의 모호함은 새로운 혁신 가능성을 창출하고 추격자에게는 새로운 기술적 기회의 장을 제공<sup>93)</sup>

91) Forbes. (2025.2). Humanoid Robots: Here Are The 16 Leading Manufacturers

92) CNBC. (2025.1). How China's New AI Model DeepSeek Is Threatening U.S. Dominance

93) Kwon, D., & Sohn, S. (2024). Convergence Technology Opportunity Discovery for Firms Based on Technology Portfolio Using the Stacked Denoising AutoEncoder (SDAE). IEEE Transactions on Engineering Management, 71, pp1804-1818

## IV

## 참고문헌

## ◆ 국내문헌

- 과학기술정보통신부. (2023). 제4차 융합연구개발 활성화 기본계획(23~27)
- 관계부처합동. (2024). K-로봇경제 실현을 위한 제4차 지능형로봇 기본계획(2024~2028)
- 김선형. (2018). 지능형 로봇의 현재와 미래. 한국정보기술학회지, 16(1), pp7-12
- 김은영. (2024). 빠르게 진화하는 중국 휴머노이드 로봇산업. 중국전문가포럼, 대외경제정책연구원
- 박민숙, 이효진. (2022). 중국 개인정보 보호법의 주요 내용과 전망. KIEP 세계경제포커스. 5(7)
- 박지은. (2024). 산업용 로봇 관점에서의 휴머노이드 로봇 동향
- 박효준·이진오. (2022). 휴머노이드 로봇 시장 및 기술 동향. 한국산업기술진흥원
- 소프트웨어정책연구소. (2024). 우리나라 및 주요국 AI 기술수준의 최근변화 추이
- 신동윤. (2024). 세계 최초 인간을 닮은 범용로봇 개발한 생추어리 AI. MIT Technology Review
- 엄위섭 외. (2013). 지능형 로봇의 발전 동향. 항공우주산업기술동향, 11(1), pp150-160
- 오종혁. (2023). '디지털 중국' 추진전략의 주요 내용과 평가. KIEP세계경제포커스, 6(8), pp1-13
- 윤동원. (2024). 최신 보행 로봇의 연구 동향. R&E FOR YOU, 8 ([http://www.rne.or.kr/webzine/vol008/RnE2402\\_sub21.php](http://www.rne.or.kr/webzine/vol008/RnE2402_sub21.php), 최종접속일: 2025.3.12.)
- 이정표. (2022). A Study of the Data Security Act of the People's Republic of China - Focusing on the Guidelines for Identification of key Data. 홍익법학, 23(4), pp173-209
- 이준기 외. (2024). 거대언어모델 기반 로봇 인공지능 기술 동향. 전자통신동향분석, 39(1), pp95-105
- 전상원. (2015). 국내의 휴머노이드 로봇. 대한전자공학회지, 42(12), pp18-25
- 정보통신기획평가원. (2024.7). 과학기술&ICT 정책·기술 동향 266호
- 중국 휴머노이드 로봇산업 및 임베디드 AI 포럼. (2024). 휴머노이드 로봇 산업연구보고(人形机器人产业研究报告)
- 하나금융연구소. (2024). 휴머노이드 로봇, 특이점이 온다. 산업이슈, 7호
- 한국과학기술기획평가원. (2023). 2022년 기술수준 보고서
- 한국과학기술기획평가원. (2022). 美, 「반도체 및 과학법(CHIPS and SCIENCE Act)」 주요 내용 및 시사점
- Choi, M. S., Shin, E. C., Yang, K. W., & Kim, H. S. (2008). Development of SEROPI as a wheel-based humanoid robot. The Journal of Korea Robotics Society, 3(1), pp73-80
- CSF. (2021). [월간특집-산업편] 산업용 로봇 연간 생산량 1위인 중국의 모습은?
- LG경영연구소. (2014). 휴머노이드 로봇, 우리 곁으로 다가오고 있다

## ◆ 국외문헌

- A. Kalouguine, V. De-León-Gómez, C. Chevallereau, Sébastien Dalibard, & Y. Aoustin. (2020). Definition of a Walking with Starting and Stopping Motions for the Humanoid Romeo. In International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics
- Albers, Albert & Brudniok, Sven & Ottnad, Jens & Sauter, Christian & Sedchaicharn, Korkiat. (2007). Design of Modules and Components for Humanoid Robots, 10, 5772/4857
- Andtfolk, M., Nyholm, L., Eide, H., & Fagerström, L. (2021). Humanoid robots in the care of older persons: A scoping review. *Assistive Technology*, 34, pp518-526
- Arthur, W. B. (1994). Increasing returns and path dependence in the economy. University of Michigan Press
- Avishek, Choudhury., Huiyang, Li., Christopher, Greene., Sunanda, Perumalla. (2018). Humanoid Robot-Application and Influence. arXiv: Robotics, doi: 10.26502/ACBR.50170059
- Brooks, R. A., Breazeal, C., Marjanović, M., Scassellati, B., & Williamson, M. M. (1998, April). The Cog project: Building a humanoid robot. In International workshop on computation for metaphors, analogy, and agents (pp52-87). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg
- Chang, Y., Zhang, C., Li, T., & Li, Y. (2023). Social cognition of humanoid robots on customer tolerance of service failure. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 26, pp20-29
- Choudhury, A., Li, H., Greene, C., & Perumalla, S. (2018). Humanoid robot-application and influence. arXiv preprint arXiv:1812.06090
- David Abel, André Barreto, Benjamin Van Roy, Doina Precup, H. V. Hasselt, & Satinder Singh. (2023). A Definition of Continual Reinforcement Learning. In ArXiv. <https://arxiv.org/abs/2307.11046>
- Faisal, M., Velazquez, R. A. M., Laamarti, F. & Saddik, A. E. (2023). Healthcare: Underactuated digital twin's robotic hands with tactile sensing capabilities for well-being. Academic Press, pp15-38
- Fareh, R., Khadraoui, S., Abdallah, M. Y., Baziyad, M. & Bettayeb, M. (2021). Active disturbance rejection control for robotic systems: A review. *Mechatronics*, 80, 102671
- Franceschi, V. (2012). "Are you alive" issues in self-awareness and personhood of organic artificial intelligence. *Pólemos*, 6(2), pp225-247
- Ge, R., Wang, Z., Zhao, Z., Qian, K., Hu, B., Schuller, B. W., & Yamamoto, Y. (2023). An End-to-End Model for Speech-based Somatisation Disorder Detection. 2023 IEEE 12th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp603-605

- Global Information. (2024.4). Global Humanoid Robot Market - 2023-2030
- Haddadin, S., Parusel, S., Johannsmeier, L., Golz, S., Gabl, S., Walch, F., Sabaghian, M., Jaehne, C., Hausperger, L., & Haddadin, S. (2022). The Franka Emika Robot: A Reference Platform for Robotics Research and Education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 29, pp46-64
- Hegde, C., Su, J., Tan, J. M. R., He, K., Chen, X., & Magdassi, S. (2023). Sensing in Soft Robotics. *ACS Nano*, 17, pp15277-15307
- Hermitage Capital. (2023). The Evolvement of the Four Generations of Robots
- International Federation of Robotics. (2024). World Robotics 2023
- JRC. (2023). Supply chain analysis and amterial demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU-A foresight study
- Kumagai, I., Kanehiro, F., Morisawa, M., Sakaguchi, T., Nakaoka, S., Kaneko, K., Kaminaga, H., Kajita, S., Benallegue, M., & Cisneros, R. (2019). Toward Industrialization of Humanoid Robots: Autonomous Plasterboard Installation to Improve Safety and Efficiency. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 26, pp20-29
- Kwon, D., & Sohn, S. (2024). Convergence Technology Opportunity Discovery for Firms Based on Technology Portfolio Using the Stacked Denoising AutoEncoder (SDAE). *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, pp1804-1818
- Kanda, T., Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M., & Nakatsu, R. (2002). Development and evaluation of an interactive humanoid robot "Robovie". In *Proceedings 2002 IEEE international conference on robotics and automation* (Cat. No. 02CH37292), 2(1), pp1848-1855
- Nukovic, L., Kirchhoff, J., & von Stryk, O. (2024). Transparency Classification for HRI with Humanoid Service Robots. *Companion of the 2024 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*
- MarketsandMarkets. (2023.4). The New Era of Automation: How AI Robots are Reshaping the Future of Industries
- MarketsAndMarkets. (2024.9). Industrial robotics market size, share & Analysis
- MarketsAndMarkets. (2024.12). Service robotics market size, share & trends
- MarketsAndMarkets. (2024.4). Collaborative Robot Market Size, Share Report
- MarketsAndMarkets. (2024.10). Humanoid robot market size, share & growth
- Marvi, H. (2023). Opportunities and Challenges in Space Robotics. *Advanced Intelligent Systems*, 5(3) doi:<https://doi.org/10.1002/aisy.202200277>
- Moberg, R., & Khan, A. (2022). Humanoid robot acceptance: a concise review of literature. In *2022 international conference on computational science and computational intelligence (CSCI)*, pp1223-1228

Peter H. Diamandis. (2025). 2025-2035 Metatrend Report The Rise of Humanoid Robots  
 Precedence Research. (2024.8). Industrial Robotics Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034  
 Precedence Research. (2024.8). Service robotics market size and growth 2024 to 2034  
 Precedence Research. (204.10). Artificial Intelligence (AI) Robots Market Size, Share, and Trends  
 2024 to 2034  
 Precedence Research. (2024.11). Humanoid Robot Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034  
 Precedence Research. (2024.7). Collaborative Robots Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034  
 Precedence Research. (2024.11). Robotics Technology Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034  
 Raven, P.G. (2017). (Re)narrating the societal cyborg: a definition of infrastructure, an in  
 terrogation of integration. *People, Place & Policy Online*, 11, pp51-64  
 Research and Market. (2024.10). Robotics Market by Type, End Use - Global Forecast 2025-2030  
 Thibault, W., Chavez, F. J., & Mombaur, K. D. (2022). A Standardized Benchmark for Hu  
 manoid Whole-Body Manipulation. 2022 IEEE-RAS 21st International Conference on H  
 umanoid Robots(Humanoid), pp608-615  
 Sayeed, A., Vámosy, Z., Kumar, N., Paul, Y., Bathla, Y., & Koul, N. (2023, May). Navig  
 ation and Cognitive Techniques for Humanoid Robots. In *Proceedings of International  
 Conference on Recent Innovations in Computing: ICRIC 2022*, 1, pp235-253  
 Shang, J., Schmeckpeper, K., May, B. B., Minniti, M. V., Kelestemur, T., Watkins, D., &  
 Herlant, L. (2024). Theia: Distilling diverse vision foundation models for robot learnin  
 g. arXiv preprint arXiv:2407.20179  
 Stasse, O. & Flayols, T. (2018). Biomechanics of Anthropomorphic Systems: An Overview  
 of Humanoid Robots Technologies. *Springer Tracts in Advanced Robotics*, pp281-310  
 Tobis, S., Piasek-Skupna, J., Neumann-Podczaska, A., Suwalska, A., & Wieczorowska-Tob  
 is, K. (2023). The Effects of Stakeholder Perceptions on the Use of Humanoid Robots  
 in Care for Older Adults: Postinteraction Cross-Sectional Study. *Journal of Medical Int  
 ernet Research*, 25, e46617  
 Tong, Y., Liu, H., & Zhang, Z. (2024). Advancements in humanoid robots: A comprehensiv  
 e review and future prospects. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 11(2), pp301-328  
 Veron, Sandini. (2024). The Importance of Being Humanoid. *International Journal of Hu  
 manoid Robotics*, 21(1), 2350022  
 Vukobratović M., Borovac B., Potkonjak V. (2007). Towards a unified understanding of  
 basic notions and terms in humanoid robotics. *Robotica*, 25(1), pp87-101

- 공공 데이터 자원 개발 및 활용 가속화에 관한 의견(关于加快公共数据资源开发利用的意见) (2024.10.9., [https://www.gov.cn/zhengce/202410/content\\_6978910.htm](https://www.gov.cn/zhengce/202410/content_6978910.htm), 최종접속일: 2025.2.17)
- 글로벌이코노믹. (2025.2). 중국, AI 발전 위해 '공공 데이터' 개방...'AI 플러스' 전략 시동 ([https://www.g-enews.com/article/Global-Biz/2025/01/2025011620281793890c8c1c064d\\_1](https://www.g-enews.com/article/Global-Biz/2025/01/2025011620281793890c8c1c064d_1), 최종접속일: 2025.2.17.)
- 글로벌이코노믹. (2025.2). 메타·애플, 테슬라와 휴머노이드 로봇 경쟁 본격화 ([https://www.g-enews.com/article/Global-Biz/2025/02/202502171943078496fbbec65dfb\\_1](https://www.g-enews.com/article/Global-Biz/2025/02/202502171943078496fbbec65dfb_1), 최종접속일: 2025.2.20.)
- 뉴스스페이스. (2025.2). “휴머노이드 로봇” 테슬라 독주에 메타도 참전...구글·엔비디아·오픈AI (<http://www.newsspace.kr/news/article.html?no=5627>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 동아일보. (2024.12). AI 다음 먹거리는 로봇... 엔비디아 “챗GPT 같은 폭발적 성장 눈앞” (<https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20241230/130756878/2>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 로봇신문. (2024.6). 샤오미로봇, 中 베이징 ‘이창’에 등지 틀어 (<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=35128>, 최종접속일: 2025.2.20.)
- 로봇신문. (2024.4). 중국산 산업용 로봇, 지난해 처음으로 중국 시장 점유율 50% 넘어 (<http://m.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=34461>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 로봇신문. (2024.2). 中 로봇 산업계, 1월에 6000억원 투자 유치...'연초부터 활기' (<https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=37570>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 로봇신문. (2024.12). 美 리얼보틱스, 맞춤형 휴머노이드로 AWS 투자 받아 (<http://m.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=37050>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 매일경제. (2024.12). 빅테크 新전쟁터 'AI로봇' 민첩하게 캐치볼하고 사람 대신 車부품 조립 (<https://www.mk.co.kr/news/it/11203260>, 최종접속일: 2025.2.17)
- 서울경제TV. (2025.2). 中 BYD, ‘딥시크 AI’로 자율주행시대 앞당긴다 (<https://www.sentv.co.kr/article/view/sentv202502190138#rs>, 최종접속일: 2025.2.20.)
- 이경전. (2025.1). 대화 인공지능은 늦었지만, 범용지능 로봇은 앞서가자. 로봇신문 (<https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=37422>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 중앙일보. (2024.10). “휴머노이드는 로봇의 미래...발전 속도에 나도 깜짝 놀란다” (<https://www.joongang.co.kr/article/25281281>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- 통상. (2024). AI 기술 발달로 휴머노이드 로봇 마음 달래는 능력까지 가능...인간과 협업 중요. (<http://tongsangnews.kr/webzine/202404/2024040880272.html>, 최종접속일: 2025.3.12.)
- 한겨레. (2025.2). 구글, 휴머노이드 로봇기업 투자...테슬라와 경쟁 예고 (<https://www.hani.co.kr/arti/economy/it/1182494.html>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- AI 타임즈. (2024.3). 골드만삭스 "10년 뒤 휴머노이드 연간 100만대 이상 생산" (<https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=158320>, 최종접속일: 2025.2.20.)
- CNBC. (2025.1). How China's New AI Model DeepSeek Is Threatening U.S. Dominance

- (<https://www.youtube.com/watch?v=WEBiebbeNCA>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- CNEVPOST. (2024.12). BYD sets up dedicated lab to develop humanoid robots, report says(<https://cnevpost.com/2024/12/26/byd-sets-up-lab-humanoid-robots-report/#:~:text=The%20lab%27s%20initial%20goal,report%20said.&text=build%20industrial%20robots%2C%20mainly,report%20said.&text=guided%20vehicles%29%2C%20with%20other,report%20said.&text=in%20the%20pre%2Dresearch%20stage%2C,report%20said.>, 최종접속일:2025.2.20.)
- Forbes. (2024). Large Behavior Models surpass Large Language Models to create AI that walks and talks
- Forbes. (2025.2). Humanoid Robots: Here Are The 16 Leading Manufacturers (<https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2025/01/25/humanoid-robots-here-are-the-16-leading-manufacturers/>)
- Growjo. Figure Revenue and Competitors (<https://growjo.com/company/Figure#:~:text=Figure%27s%20estimated%20annual%20revenue%20is%20currently%20%2428M%20per%20year.>, 최종접속일: 2025.2.17)
- GTT Korea. (2024.10). 더 인간다워진 ‘AI 로봇’...정교하고 민첩한 손과 몸 동작
- IBM 웹사이트 (<https://www.ibm.com/kr-ko/topics/large-language-models>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- Inspenet. (2024.3). Unitree innovates its H1 robot and achieves “acrobatics” without hydraulics (<http://inspenet.com/en/noticias/unitree-innova-robot-h1-performs-acrobatics/>, 최종접속일: 2025.3.12.)
- KBS라디오 인터뷰 (2024.3.5.). 휴머노이드 로봇이 생성형 AI를 만나 궁극의 솔루션이 됩니다. (<https://www.youtube.com/watch?v=5I9XUaTMdIc>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- Kalil 4.0 Youtube channel (<https://www.youtube.com/watch?v=P7Lhxb2LyAM>, 최종접속일: 2025.2.17)
- Nvidia Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=k82RwXqZHY8>, 최종접속일: 2025.2.17)
- Nvidia webpage (<https://www.nvidia.com/en-us/glossary/humanoid-robot/>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- Mark Gurman. (2025). Meta Plans Major Investment Into AI-Powered Humanoid Robots. (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-02-14/meta-plans-major-investment-in-to-ai-powered-humanoid-robots>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- PR Newswire. (2024.4). Unitree Robotics introduces G1 Humanoid agent AI avatar (<https://www.prnewswire.com/news-releases/unitree-robotics-introduces-g1-humanoid-agent-ai-avatar-302146198.html>, 최종접속일: 2025.3.12.)
- Reuter. (2024). Bezos, Nvidia join OpenAI in funding humanoid robot startup, Bloomberg reports (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-02-23/bezos-nvidia-join-openai-microsoft-in-funding-humanoid-robot-startup-figure-ai>, 최종접속일: 2025.2.17.)
- Robotics247. (2025.1.9.). Unitree Robotics teaches humanoids to dance with motion capture data ([https://www.robotics247.com/article/unitree\\_robotics\\_teaches\\_humanoids\\_to\\_](https://www.robotics247.com/article/unitree_robotics_teaches_humanoids_to_)

dance\_with\_motion\_capture\_data, 최종접속일: 2025.3.12.)

Roja Francis. (2024). NEURA to Advance Cognitive and Humanoid Robots Using NVIDIA (<https://neura-robotics.com/nvidia-and-neura-robotics-partner-to-advance-cognitive-humanoid>, 최종접속일: 2025.2.17.)

The Robot Report. (2023.12). Fourier Intelligence launches production version of GR-1 humanoid robot (<https://www.therobotreport.com/fourier-intelligence-launches-production-version-of-gr-1-humanoid-robot/>, 최종접속일: 2025.3.12.)

Ubtech Research (<https://research.ubtrobot.com/aboutUs>, 최종접속일: 2025.2.17.)

Zum뉴스. (2024.6). [휴머노이드 로봇 혁명]②휴머노이드 로봇 상용화 경쟁 가열...우리는 (<https://www.tech42.co.kr/%ED%9C%B4%EB%A8%B8%EB%85%B8%EC%9D%B4%EB%93%9C-%EB%A1%9C%EB%B4%87-%ED%98%81%EB%AA%85%E2%91%A1-%ED%9C%B4%EB%A8%B8%EB%85%B8%EC%9D%B4%EB%93%9C-%EB%A1%9C%EB%B4%87-%ED%98%81%EB%AA%85%EC%9D%B4-%EC%8B%9C/>, 최종접속일: 2025.2.17.)

**부록1**

**중국 주요 휴머노이드 로봇 제원 요약**

① 유니트리

기업정보	유니트리 (Unitree)	설립연도	2016년	위치	항저우
	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴머노이드와 사족보행 로봇의 개발과 생산을 전문으로 하는 기업</li> <li>'24년 10월 기준 기업가치 1조 5,000억 원 돌파</li> </ul>				
매출액	-	투자액	1억 4,000만 달러 (시리즈B2)		
주요 제품	<b>주요 특징</b>				
	G1	출시일	2024년	가격	9,000달러
		크기	127cm	무게	35kg
		이동속도	2m/s	자유도	23-43
		운반하중	3kg	센서	심도카메라, 라이다, 청각센서 등
		배터리	9,000mAh	가동시간	2시간
				AI	UnifoLM <sup>94)</sup> (추정)
		주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>시 기반 힘-위치 하이브리드 제어기술 적용</li> <li>자가학습을 통한 자동 업그레이드</li> </ul>		
	H1	출시일	2024년	가격	65,000달러(추정)
		크기	178cm	무게	47kg
		이동속도	5m/s	자유도	19
		운반하중	20kg	센서	심도카메라, 라이다, 청각센서 등
		배터리	864Wh	가동시간	-
		연산능력	275TOPS Jetson Orin AGX	AI	자체개발 시로봇 알고리즘 적용
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>현존 휴머노이드 중 가장 빠른 이동속도</li> <li>세계 최초의 풀사이즈 모터구동 휴머노이드</li> <li>LAFAN1 데이터셋을 기반 모션캡처를 통한 복잡한 움직임의 자연스러움 확보<sup>95)</sup></li> <li>오픈소스 개발 지원</li> </ul>			
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>시 기반 모션제어 알고리즘</li> <li>로봇 동작 시뮬레이션 기반의 강화학습</li> <li>다중 에이전트 시스템을 통한 협력학습</li> <li>클라우드 기반의 로봇관리 시스템 등</li> <li>로봇 개발 및 학습을 위한 플랫폼, 데이터 등을 무료로 공개하고 있음<sup>96)</sup></li> </ul>				
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 적대동작사전학습(AMP), Embodied intelligence 기반 자기강화학습, 모방학습 등</li> <li>학습 플랫폼: Isaac Lab, GROOT (이상 엔비디아), 자사 데이터,</li> </ul>				

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

94) PR Newswire. (2024.4). Unitree Robotics introduces G1 Humanoid agent AI avatar

② 유비테크

기업정보	유비테크 (Ubtech)	설립연도	2012년	위치	광둥성	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴머노이드 및 스마트 서비스 로봇 전문 기업</li> <li>최근에는 로봇 기반의 물류·제조 자동화 스마트 솔루션 사업 추진중</li> <li>홍콩 주식거래소 상장</li> </ul>					
매출액	6,700만 달러	누적투자액	-			
주요 제품	<b>주요 특징</b>					
	Walker-S	출시일	2024년	가격	16,000달러	
		크기	172cm	무게	76kg	
		이동속도	1.2m/s	자유도	41	
		운반하중	16kg	센서	카메라, 라이다, 청각센서 등	
		배터리	-	가동시간	2시간	
				AI	바이두AI 어니봇(Ernie bot)	
		주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇OS 프레임워크 ROSA2.0 적용</li> <li>클라우드 기반 AI시스템 통합</li> <li>자체 개발한 VSLAM 기술을 통한 공간지각력 향상</li> </ul>			
	Walker-X	출시일	2018년	가격	960,000달러	
		크기	145cm	무게	77kg	
		이동속도	0.8m/s	자유도	36	
		운반하중	10kg	센서	RGBD센서 등	
		배터리	-	가동시간	2시간	
				AI	-	
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>U-SLAM 네비게이션을 통해 스스로 경로를 계획</li> <li>딥러닝을 기반으로 스스로 사물 식별 가능 등</li> </ul>					
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이두와의 협업으로 초거대 AI모델(어니봇)을 로봇에 적용</li> <li>고급 로봇비전 시스템을 통한 정밀한 물체인식과 추적능력</li> <li>클라우드 기반 AI운영시스템</li> <li>AI기반 작업 이해, 다중작업 수행 능력</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: Embodied intelligence 기반, 강화학습, 모방학습 등</li> <li>학습플랫폼: 천판(千帆), 어니봇(Ernie bot) (이상 바이두), 실 운용 데이터, Open-X Embodiment, 소셜플랫폼(커뮤니케이션 기능용), 협력기관 데이터(e.g. 음성데이터 등) 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

95) Inspenet. (2024.3). Unitree innovates its H1 robot and achieves “acrobatics” without hydraulics

96) Robotics247. (2025.1.9.). Unitree Robotics teaches humanoids to dance with motion capture data

③ 푸리에

기업정보	푸리에 (Fourier)		설립연도	2015년	위치	상하이
	<ul style="list-style-type: none"> <li>재활을 위한 휴머노이드 로봇을 개발 및 생산하고 있는 로봇 기업</li> <li>40개 이상의 국가의 2,000개 이상의 병원에서 재활 시스템을 공급 (Fourier ReHab, MetaMotus Galileo)</li> </ul>					
매출액	-		누적투자액	2억 400만 달러 (시리즈D 등)		
주요 제품	주요 특징					
	GR-1	출시일	2023년	가격	-	
		크기	165cm	무게	55kg	
		이동속도	1.4m/s	자유도	44	
		운반하중	20kg	센서	심도카메라, 청각센서 등	
		배터리	460Wh	가동시간	1시간	
				AI	-	
		주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최초의 대량생산 휴머노이드 로봇<sup>97)</sup></li> <li>스마트 액츄에이터(FSA)를 사용하여 소형화+고효율 달성</li> <li>LLM이 탑재되어 인간-로봇 상호작용 지원</li> </ul>			
	GR-2	출시일	2024	가격	125,000달러(추정)	
		크기	175cm	무게	63kg	
		이동속도	1.0m/s	자유도	53	
		운반하중	30kg	센서	심도카메라, 청각센서, 촉각센서 등	
		배터리	1,100Wh	가동시간	2시간	
				AI	-	
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>개량된 FSA2.0 장착</li> <li>소프트웨어 개발 키트(SDK) 제공</li> <li>* 엔비디아 Isaac, ROS, Mujoco 등 지원</li> <li>VR기반의 원격 로봇 제어</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bird eye view+트랜스포머 모델+점유네트워크 기반의 발전된 시각 인식 솔루션 기술</li> <li>6개의 촉각센서를 활용하여 정교한 그리퍼 동작 구현</li> <li>이중 엔코더(double encoder)를 통해 복잡한 환경에서 정밀한 동작 구현</li> <li>주류 개발 언어(Python, C++) 및 플랫폼(Isaac, ROS, Mujoco) 호환 SDK 제공</li> <li>VR기반 원격제어 동작을 위한 AI알고리즘</li> <li>직렬 관절 구조(serial joint structure)를 통해 AI 시뮬레이션을 통한 빠른 학습<sup>98)</sup></li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 강화학습, 모방학습, 시뮬레이션 연계 학습 등</li> <li>학습플랫폼: Isaac Lab, Isaac gym, 자체 데이터셋 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

97) The Robot Report. (2023.12). Fourier Intelligence launches production version of GR-1 humanoid robot

98) GTT Korea. (2024.10). 더 인간 다워진 'AI 로봇'...정교하고 민첩한 손과 몸 동작

④ 애지봇

기업정보	애지봇 (Agibot)		설립연도	2023년	위치	상하이
	<ul style="list-style-type: none"> <li>'천재소년'으로 유명한 화웨이 출신의 공학자 펑즈후이가 세운 로봇 기업</li> <li>'24년 9월 기준, 기업가치 1.3조 원 돌파</li> </ul>					
매출액	-		누적투자액	8,400만 달러 (A+++)		
주요 제품	<b>주요 특징</b>					
	A2	출시일	2024년	가격	30,000달러 이하(추정)	
		크기	169cm	무게	69kg	
		이동속도	1.0m/s	자유도	40 이상	
		운반하중	5kg(단일팔)	센서	비전센서, 라이다, 포스센서, 청각센서 등	
		배터리	700Wh	가동시간	2시간	
				AI	EI-Brain+WorkGPT	
		주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>메인브레인, 서브스레인, 브레인시스템, 클라우드브레인으로 구성된 연산처리 장치</li> <li>자율 멀티모달 AI모델인 WorkGPT를 사용하여 사용자 및 환경과의 상호작용 능력 향상</li> </ul>			
	X1	출시일	2024년	가격	16,000달러	
		크기	130cm	무게	33kg	
		이동속도	1.0m/s	자유도	34	
		운반하중	0.5kg(단일팔)	센서		
		배터리	1,100Wh	가동시간	2시간	
				AI	-	
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>오픈소스 로봇으로 공개되어 사용자가 다양한 어플리케이션 제작 가능</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>자사의 로봇 학습 플랫폼인 'Agibot World'*를 통해 휴머노이드 로봇 학습을 위한 지속적 데이터 생산 및 공유                     <ul style="list-style-type: none"> <li>* Agibot World는 파운데이션모델, 표준벤치마크, 협업 프레임워크 등의 기능을 제공</li> </ul> </li> <li>기초 런타임 개발 프레임워크인 AimRT 제공</li> <li>EI-brain, WorkGPT, RAG, 포괄 체화 AI 등의 독자적 AI 알고리즘 개발 및 적용</li> <li>HIMUS 3D-SLAM, VectorFlux를 통해 4단계의 자율주행 성능 확보</li> <li>RTMOF+강화학습+동적계획엔진으로 최적의 경로를 빠르고 정확하게 최적의 경로를 생성</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 강화학습, 시뮬레이션과 시나리오를 결합한 하이브리드 방식 등</li> <li>학습플랫폼: AimRT 프레임워크(미들웨어), AgiBot World, 협력기관 데이터 (e.g. OpenDriveLab, Shanghai AI, 홍콩대학교, 베이징AI혁신센터 등)<sup>99)</sup></li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

99) <https://www.youtube.com/watch?v=P7Lhxb2LyAM>

⑤ 엔진AI

기업정보	엔진AI (EngineAI)		설립연도	2023년	위치	선전
	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴머노이드 로봇 및 기타 관련 제품, 일반 지능형 로봇 및 산업 시나리오 솔루션을 전문적으로 다루는 기업</li> <li>Xpeng의 PX5를 개발한 '자오 통양'이 창업한 기업</li> </ul>					
매출액	-		누적투자액	9억 7,000만 달러		
주요 제품	주요 특징					
	SE01	출시일	2023년	가격	12,000달러	
		크기	170cm	무게	55kg	
		이동속도	2.0m/s	자유도	32	
		운반하중	10kg	센서	심도카메라, 카메라, 라이다, 청각센서 등	
		배터리	10,000mAh	가동시간	2시간	
				AI	중단간신경망모델	
		주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>인간과 가장 흡사한 걸음걸이 구현</li> <li>통합 하모닉 관절 모듈(integrated harmonic joint module)을 통한 자연스러운 걸음걸이 구현</li> <li>인텔 N97+엔비디아 Jetson Orin 듀얼 칩 아키텍처</li> </ul>			
	PM01	출시일	2024년	가격	13,700달러	
		크기	138cm	무게	40kg	
		이동속도	2.0m/s	자유도	23 이상	
		운반하중	20kg	센서	심도카메라, 청각센서 등	
		배터리	10,000Wh	가동시간	2시간	
AI				EndtoEnd신경망		
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>향상된 오픈소스 기능을 통해 교차플랫폼 알고리즘 배포 및 개발 지원</li> <li>인텔 N97+엔비디아 Jetson Orin 듀얼 칩 아키텍처</li> </ul>					
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>향상된 End-to-End 신경망 아키텍처</li> <li>인텔 N97+엔비디아 Jetson Orin Nano 듀얼칩 아키텍처</li> <li>인간과 가장 유사한 보행 구현</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: End-to-End 신경망 아키텍처, 강화학습, 모방학습 등</li> <li>학습플랫폼: Isaac Sim (엔비디아) 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

⑥ 샤오핑

기업정보	샤오핑 (Xpeng)		설립연도	2014년	위치	광저우
	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 전기차의 설계-개발-제조-판매하는 AI기반 모빌리티 기업</li> <li>자동차, UAM, 휴머노이드 로봇 등을 제작/판매</li> <li>뉴욕증권거래소 및 홍콩거래소 상장</li> </ul>					
매출액	미확인		누적투자액	1억 달러 (시리즈A)		
주요 제품	<b>주요 특징</b>					
	IRON	출시일	2024년	가격	-	
		크기	178cm	무게	70kg	
		이동속도	1.4m/s	자유도	60	
		운반하중	-	센서	이글비전시스템, 촉각센서 등	
		배터리	460Wh	가동시간	1시간	
				AI	중단간대형AI모델	
	주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행용 40코어의 튜링AI칩 및 AI시각처리 시스템 탑재</li> <li>자사의 자율주행 차량에 사용되는 기술 적용</li> <li>현재 샤오핑 자동차 생산라인에 투입되어 실운용중</li> </ul>				
	PX5	출시일	2023년	가격	-	
		크기	150cm	무게	-	
		이동속도	1.4m/s	자유도	23 이상	
		운반하중	3kg(단일팔)	센서	-	
		배터리	460Wh	가동시간	1시간	
AI				-		
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>강력한 셀프밸런싱 기능</li> <li>자체개발한 정밀 로봇 손, 팔, 관절 등 기술 적용</li> </ul>					
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최초로 AI-defined vehicle 상용 모델 출시 (P7)</li> <li>자체개발한 Turing AI칩을 통해 기존의 33배 대역폭 상승, 이미지 처리 속도 12배 상승 달성</li> <li>AI기반 차량용 OS (AI Tianji)를 개발 및 적용</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: LLM, End-to-end model 등</li> <li>학습플랫폼: Cosmos, Isaac Lab, GROOT (이상 엔비디아), AI자율신경시스템 (Canghai) 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 제작성

⑦ 로봇에라

기업정보	로봇에라 (Robotera)		설립연도	2023년	위치	베이징
	<ul style="list-style-type: none"> <li>범용 체화 인텔리전스 로봇 기업</li> <li>칭화대학교 기반의 스타트업</li> </ul>					
매출액	미확인		투자액	1억 6,368만 달러 (Pre-A 등)		
주요 제품	주요 특징					
	STAR1	출시일	2024년	가격	100,000달러(추정)	
		크기	171cm	무게	63kg	
		이동속도	3.6m/s	자유도	55	
		운반하중	20kg	센서	심도카메라, 라이다, 촉각센서, 청각센서 등	
		배터리	460Wh	가동시간	1시간	
				AI	ERA-42	
주요특징	• 통합SW 및 원격 조종 기능					
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>독자적 로봇 파운데이션 모델 개발 및 적용</li> <li>AI 정의 하드웨어 플랫폼 (End-to-End 아키텍처, 모듈통합, Sim2Real 등)</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 자사의 네이티브 로봇 초거대 모델 등</li> <li>학습플랫폼: 자사의 Robot Foundation Model, 종단간체화대형모델(ERA-42) 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

⑦ 베이징 휴머노이드 로봇혁신 센터

기업정보	베이징 휴머노이드 로봇혁신 센터 (BHRIC)		설립연도	2023년	위치	베이징
	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴머노이드 로봇 기술 보급과 산업화를 가속하기 위하여, 로봇 기업들이 공동으로 설립함</li> <li>범용 휴머노이드 로봇 플랫폼과 오픈소스SW에 대한 연구 등에 초점</li> </ul>					
매출액	-		투자액	-		
주요 제품	주요 특징					
	천궁 (Tiangong)	출시일	2024년	가격	-	
		크기	163cm	무게	43kg	
		이동속도	3.3m/s	자유도	18	
		운반하중	-	센서	심도카메라, 라이다, 포스센서 등	
		배터리	15,000mAh	가동시간	-	
AI	-					
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최초로 달리기가 가능한 휴머노이드</li> <li>고정밀 관성 측정 장치(IMU)</li> <li>오픈소스 SW탑재</li> </ul>					
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>정적메모리 기반 예측강화모방학습(SMPRIL)을 통한 인간 동작 모방 학습 등</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: SMPRIL 등</li> <li>학습플랫폼: Tiangong 마더플랫폼 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

⑧ 러지로봇

기업정보	러지로봇(Leju Robot)		설립연도	2016년	위치	장수성
	<ul style="list-style-type: none"> <li>지능형 휴머노이드 로봇을 포함한 다양한 로봇의 개발 및 판매 전문</li> <li>화웨이와 기술제휴를 맺어 휴머노이드 로봇개발 중</li> </ul>					
매출액	-		투자액	4,530만 달러(시리즈B)		
주요 제품	주요 특징					
	KUAVO-MY	출시일	2024년	가격	85,000달러	
		크기	160cm	무게	55kg	
		이동속도	1.3m/s	자유도	40	
		운반하중	-	센서	카메라 등	
		배터리	-	가동시간	-	
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>화웨이의 AI모델인 판구(Pangu)를 적용</li> <li>오픈소스 OS적용(KaihongOS)</li> <li>중국최초의 점프가능한 로봇</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>화웨이의 초거대 AI모델인 판구(Pangu) 적용</li> <li>OpenHarmony 시스템</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 강화학습 기반</li> <li>학습플랫폼: OpenHarmony 기반 로봇 OS(Kihong: 开鸿), 엔비디아 Isaac</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

⑨ 샤오미로봇

기업정보	샤오미로봇(Xiaomi)		설립연도	2024	위치	베이징
	<ul style="list-style-type: none"> <li>샤오미사의 하위 사업부인 '베이징 샤오미 로보틱스 테크놀로지'로부터 시작</li> <li>휴머노이드 로봇 기술 개발 및 생산에 주력</li> </ul>					
매출액	-		투자액	-		
주요 제품	주요 특징					
	사이버원	출시일	2022년	가격	80,000달러 이하	
		크기	177cm	무게	52kg	
		이동속도	2.0m/s	자유도	21	
		운반하중	3kg	센서	심도카메라, 포스센서 등	
		배터리	1,650Wh	가동시간	2.5시간	
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mi-sense 시각모듈과 KameraAI 통합</li> <li>MiAI를 사용하여 85개의 인간 표정과 감정을 인식</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mi-sense: 샤오미가 자체 개발한 심도 시각모듈로 3D공간을 인식하고 개인의 제스처, 표정 등을 인식</li> <li>MiAI: 인간의 음성, 감정 등을 인식하고 반응</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 시뮬레이션을 통한 강화학습 후, 클라우드 기반으로 업데이트</li> <li>학습플랫폼: 샤오미 자체 학습 플랫폼</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

**부록2**

**미국 주요 휴머노이드 로봇 제원 요약**

① 피규어AI

	피규어AI(FigureAI)	설립연도	2022	위치	캘리포니아
기업정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범용 휴머노이드 로봇개발 기업</li> <li>• Tesla와 보스턴다이내믹스 출신의 엔지니어를 중심으로 설립</li> <li>• OpenAI와의 파트너십을 수립하고 휴머노이드 로봇 개발 중</li> <li>• '25년 1월 첫 상용화제품(Figure02) 판매 시작</li> </ul>				
매출액	2,800만달러(추정) <sup>100)</sup>	투자액	6억 7,500만 달러(시리즈B)		
주요 제품	<b>주요 특징</b>				
	피규어 01	출시일	2024년	가격	-
		크기	168cm	무게	60kg
		이동속도	1.2m/s	자유도	41
		운반하중	20kg	센서	
		배터리	1,500Wh	가동시간	3시간
				AI	OpenAI社 생성형AI
		주요특징	• 엔비디아사의 RTX GPU사용		
	피규어 02	출시일	2024년	가격	59,000달러
		크기	168cm	무게	70
		이동속도	1.2m/s	자유도	16(손)
		운반하중	25kg	센서	-
		배터리	2,250Wh	가동시간	1시간
				AI	OpenAI社 생성형AI
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔비디아사의 RTX GPU 2대 병렬연결 (Figure01의 3배)</li> <li>• BMW 스파르탄버그 공장 생산라인에 투입 및 테스트</li> </ul>			
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오픈AI의 GPT모델을 도입하여 언어처리 및 추론 수행</li> <li>• 오픈AI의 LLM기반의 동작학습</li> <li>• 자사의 휴머노이드 로봇에 맞춤형 AI모델 개발 중</li> </ul>				
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습방식: LLM을 활용한 강화학습, 모방학습 등</li> <li>• 학습플랫폼: 엔비디아 DGX, Isaac, GROOT, Omniverse 등</li> </ul>				

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

② 테슬라

기업정보	테슬라(Tesla)		설립연도	2003	위치	텍사스
	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기자동차 및 에너지시스템 설계, 개발, 제조 기업</li> <li>2026년 대량생산을 목표로 개발중</li> </ul>					
매출액	-		투자액	-		
주요 제품	주요 특징					
	옵티머스 gen1	출시일	2022년	가격	-	
		크기	173cm	무게	57kg	
		이동속도	0.6m/s	자유도	41	
		운반하중	20kg	센서	-	
		배터리	2,700Wh	가동시간	-	
				AI	-	
	주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>자사의 자율주행 자동차에 사용되는 인공지능망 모델을 적용</li> <li>자율주행 자동차에 적용되는 FSD칩 사용</li> </ul>				
	옵티머스 gen2	출시일	2023년	가격	20,000달러	
		크기	173cm	무게	47kg	
		이동속도	2.0m/s	자유도	50	
		운반하중	25kg	센서	-	
		배터리	2,700Wh	가동시간	4시간	
AI				테슬라 자율주행용 인공지능망		
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>자사의 자율주행 자동차에 사용되는 인공지능망 모델을 적용</li> <li>자율주행 자동차에 적용되는 FSD칩 사용</li> <li>'24년 테슬라 공장 투입 후 셀분류 작업에 활용중</li> <li>Gen1보다 보행속도, 무게, 정확성, 효율성 등 개선</li> </ul>					
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>자사의 자율주행 자동차에 사용되는 인공지능망 모델을 적용</li> <li>AI훈련 및 성능 최적화를 위한 AI칩 개발(HW4.0)</li> <li>슈퍼컴퓨터 시스템(DOJO) 기반 로봇 학습 모델</li> <li>휴머노이드 로봇의 동작을 위한 균형, 탐색, 인식 및 상호작용 SW스택을 구축</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 모방학습, 원격조작 학습(VR-Rig), 모션캡처 등</li> <li>학습플랫폼: DOJO시스템 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

100) <https://growjo.com/company/Figure#:~:text=Figure%27s%20estimated%20annual%20revenue%20is%20currently%20%2428M%20per%20year.>

③ 어질리티 로보틱스

기업정보	어질리티 로보틱스 (Agility Robotics)		설립연도	2015	위치	오리건
	<ul style="list-style-type: none"> <li>오리건 주립대학의 'Dynamic Robot Lab.'에서 시작됨</li> <li>제조업 및 물류분야의 이족보행 휴머노이드로봇 개발에 중점(GXO로지스틱스, 아마존, 맨해튼 어스시에이츠 등)</li> </ul>					
매출액	2,610만달러		투자액	1억 8,000만 달러(시리즈B)		
주요 제품	주요 특징					
	디지털	출시일	2023년	가격	250,000달러 이하	
		크기	175cm	무게	45kg	
		이동속도	1.5m/s	자유도	22	
		운반하중	15kg	센서	심도카메라, 라이다 등	
		배터리	1,200Wh	가동시간	3시간	
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>Intel i7/NUC, 엔비디아 Jetson 통합연결 가능</li> <li>Agility Arc를 사용하여 대규모 로봇 작업 최적화</li> <li>Robot as a Service(RaaS) 형태의 서비스 제공</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agility Arc를 통해 공간 맵핑, 작업흐름 정의, 실시간 모니터링 등의 기능을 지원</li> <li>기존의 유통(WMS) 및 제조관리시스템(MES)와 통합되어 운영 가능</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 강화학습, 생성형AI모델 등</li> <li>학습플랫폼: 엔비디아 Isaac, Omniverse 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

④ 애플트로닉

기업정보	애플트로닉(Apptronik)		설립연도	2016	위치	텍사스
	<ul style="list-style-type: none"> <li>텍사스 대학교의 'Human centered Robotics Lab.'에서 시작됨</li> <li>인간과의 협업 및 안전성에 중점을 둔 휴머노이드 로봇 개발</li> <li>구글 딥마인드와의 기술협력 체제 구축</li> </ul>					
매출액	1,500만달러		투자액	3,280만 달러(시리즈B)		
주요 제품	주요 특징					
	아폴로	출시일	2024년	가격	50,000달러 이하	
		크기	173cm	무게	73kg	
		이동속도	1.0m/s	자유도	41	
		운반하중	25kg	센서	-	
		배터리	-	가동시간	4시간	
주요특징		<ul style="list-style-type: none"> <li>안전성을 위한 힘제어 아키텍처 적용</li> <li>엔비디아 GROOT와의 통합모델 적용</li> <li>로봇의 모듈화 개발 (모듈식 SW)</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전한 동작을 위한 AI기반 힘제어아키텍처, 충돌방지, 장애물감지 등</li> <li>텍사스 인스트루</li> </ul>					
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 모방학습, 하드코딩 없는 통합형 생성형AI 등</li> <li>학습플랫폼: GROOT 등</li> </ul>					

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

⑤ 보스턴다이내믹스

기업정보	보스턴다이내믹스 (Boston Dynamics)	설립연도	1992	위치	메사추세츠
	<ul style="list-style-type: none"> <li>MIT의 'Leg Lab.'의 스핀오프 기업으로 시작된 로봇 공학/디자인 기업</li> <li>2020년 현대그룹이 80%의 지분을 인수하며 HMG글로벌의 자회사로 편입</li> <li>2022년 4억 달러를 투자하여 AI연구소 설립 (The AI Institute)</li> </ul>				
매출액	1억3,580만달러	투자액	3,700만 달러		
주요 제품	<b>주요 특징</b>				
	아틀 라스	출시일	2024년	가격	-
		크기	150cm	무게	89kg
		이동속도	2.5m/s	자유도	28
		운반하중	-	센서	심도카메라 등
		배터리	3700Wh	가동시간	1시간
				AI	-
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>토요타연구소(Toyota Research Institute)와의 협력을 통해 대규모 행동모델 구축</li> <li>모델기반 예측제어(Model-Prediction Control) 적용</li> </ul>				
AI 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>'The AI Institute'를 설립하여 인지지능(cognitive intelligence)과 운동지능(athletic intelligence)을 결합하기 위한 AI기술 연구개발을 수행하고 있음</li> <li>Theia: 기존 여러 비전파운데이션모델(Vision Foundation Model)의 장점들을 하나의 모델로 추출하여 통합<sup>101)</sup></li> </ul>				
AI 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습방식: 모델기반예측제어(MPC), 이동에 대한 강화학습(Reinforced learning of Locomotion, 시뮬레이션기반) 등</li> <li>학습플랫폼: 엔비디아 Isaac 기반 시뮬레이터</li> </ul>				

출처: 제조사 홈페이지, 언론보도 자료를 저자가 취합하여 재작성

101) Shang, J., Schmeckpeper, K., May, B. B., Minniti, M. V., Kelestemur, T., Watkins, D., & Herlant, L. (2024). Theia: Distilling diverse vision foundation models for robot learning. arXiv preprint arXiv:2407.20179

---

## 저자 소개

**차남준** ETRI ICT전략연구소 기술정책연구본부 기술경제연구실 선임연구원  
e-mail: yoonseul@etri.re.kr Tel. 042-860-5020

**최병철** ETRI ICT전략연구소 기술정책연구본부 기술경제연구실 실장  
e-mail: cbc@etri.re.kr Tel. 042-860-1223

---

## AI 휴머노이드 진화 특성: 美-中 비교를 중심으로

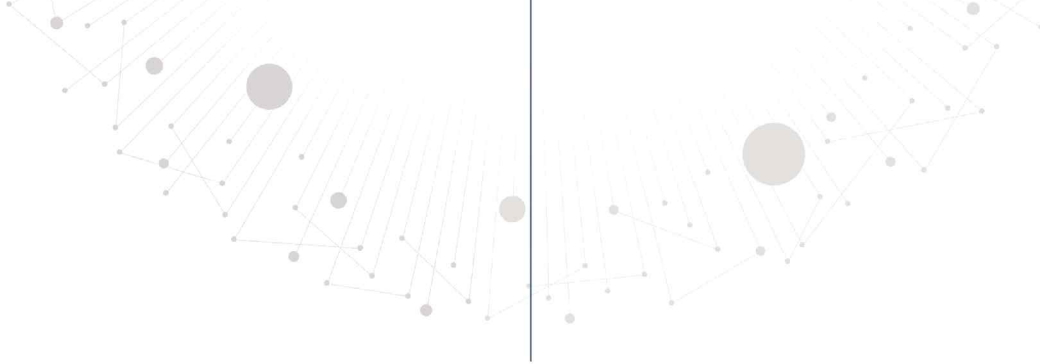
발행인 한 성 수

발행처 한국전자통신연구원 ICT전략연구소

발행일 2025년 3월 15일

---





[www.etri.re.kr](http://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

