

2026. 08. 25

금융으로
만나는 새로운 세상

WRC
2026



WORLD ROBOT CONFERENCE 2026

WRC 2026

BEIJING · CHINA

IBKS WRC 2026 Review

휴머노이드 투자, 이제 시작이다 : 무엇을 먼저 담을 것인가

WRC 2026이 보여준 상용화 임계점과 진입 구간

AI/인터넷/게임

이 승 훈 리서치본부장

02) 6915-5680

dozed@ibks.com

자동차/2차전지

이 현 욱

02) 6915-5659

hwle1125@ibks.com

*AI를 활용한 이미지입니다.



IBK기업은행 금융그룹

IBK투자증권

본 조사분석자료는 당사 리서치부문에서 신뢰할 만한 자료 및 정보를 바탕으로 작성한 것이나 당사는 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으며, 과거의 자료를 기초로 한 투자참고 자료로서 향후 추가 움직임은 과거의 패턴과 다를 수 있습니다. 고객께서는 자신의 판단과 책임하에 종목 선택이나 투자시기에 대해 최종 결정하시기 바라며, 본 자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권 투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.

CONTENTS

Chapter 1. 베이징 WRC(World Robot Conference) 주요 시사점 3

- 1. 베이징 WRC 2026 개요.....4
- 2. 베이징 WRC 2025 vs 2026 비교5
- 3. 베이징 WRC 2026 핵심 기조9
- 4. WRC 2026 제품군으로 확인하는 로봇 산업의 현황14

Chapter 2. AI혁명 이후 구글과 엔비디아의 로봇 병목 해결.....26

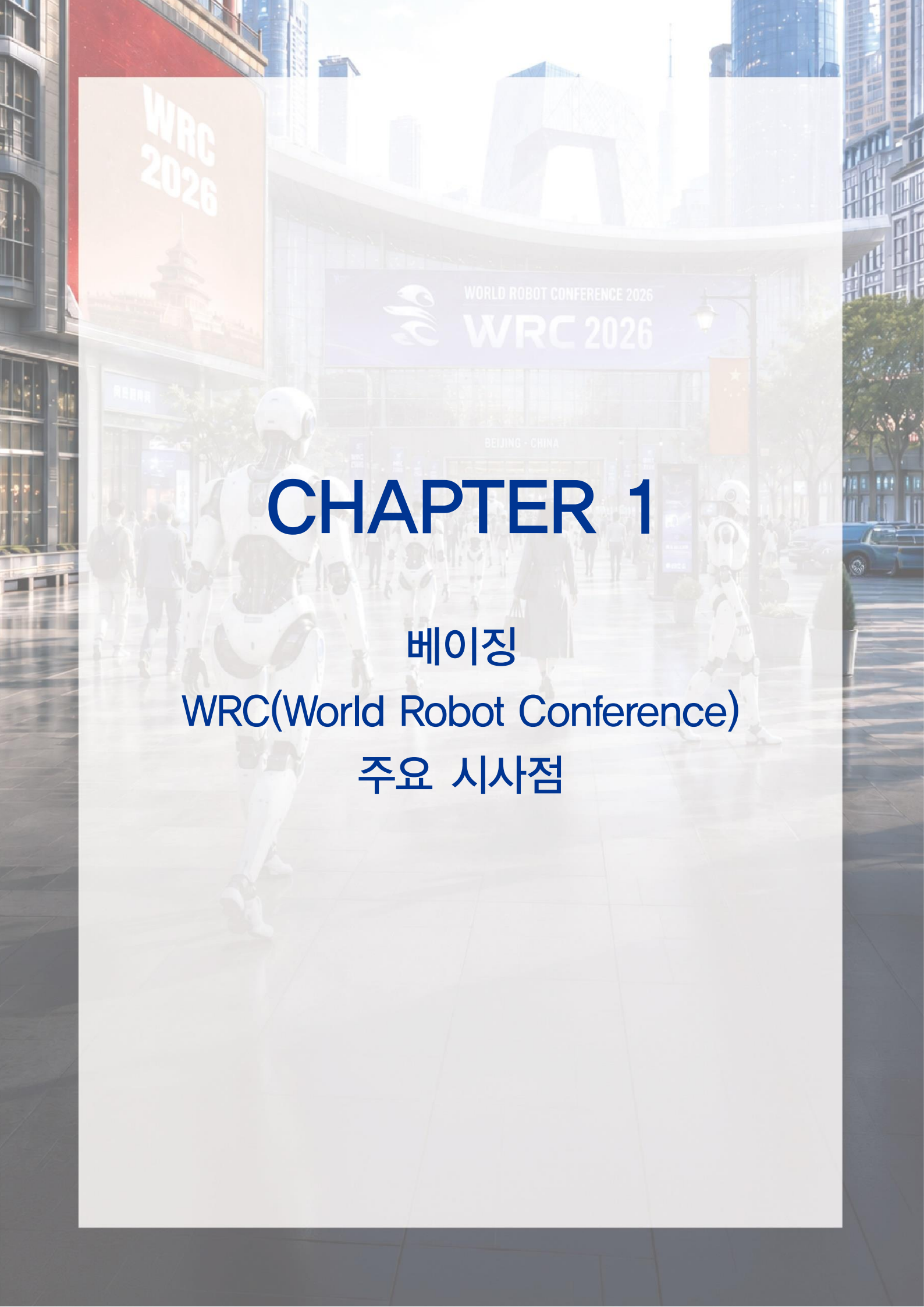
- 1. LLM 이전의 로봇 - AI는 부품이었다 (~2022).....28
- 2. 아키텍처 병목 - 행동을 어떻게 AI에 넣는가 (2022~2025)32
- 3. 데이터 병목 - 무엇으로 가르치는가 (2023~2026).....43
- 4. 신뢰성 병목 - 현장에서 사고 없이 작동하는가 (2026~).....50
- 5. 두 기업 전략의 최종 비교와 투자 아이디어.....62

Chapter 3. 휴머노이드 밸류체인, 업스트림부터 다운스트림까지64

- 1. 휴머노이드의 몸은 어떻게 구성되는가.....65
- 2. 다운스트림: 무대에서 공장으로, 휴머노이드의 상용화가 시작된다67
- 3. 미드스트림: 춘추전국시대, 승자는 양산이 가른다.....70
- 4. 업스트림: 휴머노이드의 몸을 구성하는 핵심 부품73

기업분석 105

- 현대차 (005380): 로봇의 가치.....106
- 현대모비스 (012330): 로봇 is coming.....112
- HL만도 (204320): 비중국산 휴머노이드 액추에이터.....118

The background image shows a futuristic urban scene in Beijing. In the foreground, a large white humanoid robot is walking towards the viewer. In the background, a large banner for the 'WORLD ROBOT CONFERENCE 2026' is visible, featuring the WRC 2026 logo and the text 'WORLD ROBOT CONFERENCE 2026' and 'WRC 2026'. The banner also mentions 'BEIJING - CHINA'. To the left, a tall building has a sign that says 'WRC 2026'. The scene is set in a modern city with tall buildings and a clear sky.

CHAPTER 1

베이징

WRC(World Robot Conference)

주요 시사점

1. 베이징 WRC 2026 개요

WRC는 메인포럼, 박람회, 경진대회를 아우르는 글로벌 종합 로봇 행사

세계로봇대회(World Robot Conference, WRC)는 2015년 베이징에서 시작된 로봇 산업 국제행사이다. 2020년을 제외하고 매년 열려 2026년 11회를 맞는다. 첫 대회는 베이징 국가회의센터에서 열렸으며, 2016년부터는 베이징 경제기술개발구(이창)에서 개최해 오고 있다. WRC는 포럼, 박람회, 경진대회를 결합한 종합 로봇 행사이다. 세 주요 행사와 다양한 부대행사가 함께 진행된다.

- 메인포럼: 석학과 기업인이 산업 전망과 방향을 제시
- 박람회: 기업들이 신제품과 최신 기술을 전시하고 공개
- 경진대회: 공용로봇 챌린지, BCI 뇌제어로봇대회, 청소년 로봇설계대회

11년간 WRC는 규모·참여·전시품을 확대하며 중국 로봇 산업의 대표 쇼케이스로 성장

WRC는 중국 로봇 산업의 성과와 정책 방향을 알리는 국가적 쇼케이스이다. 동시에 휴머노이드, 산업용 로봇, 핵심 부품 등 최신 기술과 상용화 전략을 확인하는 산업의 바로미터 역할을 한다. WRC는 지난 11년간 단순한 행사 규모의 확장을 넘어 전시의 무게중심을 꾸준히 이동시켜 왔다.

- 지원 기관: 국제기구 12개에서 30개로 확대
- 참가 기업: 2015년 209개사에서 2017년 150여 개사, 2019년 180여 개사, 2024년 170여 개사, 2025년 220개사를 거쳐 2026년 373개사로 증가
- 전시 면적: 2015년 1.7만㎡에서 출발해 2017년 5만㎡를 넘어선 뒤 현재 6만㎡ 이상으로 확장
- 전시 품목: 혁신 전시품 350여 건에서 3,000건 이상으로 증가
- 참가자 및 시청자: 현장 참관객은 5만여 명에서 27만여 명, 온라인 생중계 시청자는 2016년 442만 명에서 5,200만 명으로 10배 이상 급증

표 1. WRC 연도별 비교표

연도	일정	참가기업	대회 참가국	전시면적	전시품	국제기구	논단 연사	현장 관중	온라인
2015	11/23~25	209개사	10여 개국	1.7만㎡	약 350건	12개	200여 명	약 5만	-
2016	10/21~25	근 150개사	10개국	4만㎡	-	13개	300여 명	22.8만	442만
2017	8/23~27	150여 개사	16개국	5만㎡	1,000여 건	15개	300여 명	25.5만	680만
2018	8/15~19	166개사	근 20개국	-	500여 건	21개	300여 명	28.2만	1,470만
2019	8/20~25	180여 개사	20여 개국	5.2만㎡	700여 건	22개	300여 명	근 30만	1,741만
2021	9/10~13	108개사	-	5.2만㎡	513건	-	300여 명	-	2,300만
2022	8/18~21	136개사	-	4만㎡	500건	-	300여 명	5만	2,400만
2023	8/16~22	140여 개사	-	4.5만㎡	근 600건	25개	300여 명	20여만	3,000만
2024	8/21~25	근 170개사	10여 개국	-	600여 건	26개	416명	근25만	-
2025	8/8~12	220개사	10여 개국	약 5만㎡	1,569건	28개	416명	27.1만	5,200만
2026	8/19~23	373개사	20여 개국	6만㎡+	3,000건	30개	-	-	-

자료: IBK투자증권 / 주1: 2015년 전시품은 공식데이터가 아닌 주최측 발표 / 주2: 온라인 방문객은 생중계 시청자 수 기준

2. 베이징 WRC 2025 vs 2026 비교

주제: 처음으로 '수요'가 주제문 전면에 등장

2026년 WRC는
실제 수요와 산업화
중심으로 의제를 확장

2025년 주제인 '로봇을 더 지혜롭게, 구현체를 더 스마트하게'가 기술 그 자체에
방점을 두었다면, 2026년 주제는 '인간-기계 공생, 산업·수요 융합'으로 전환됐다.
주제문에 '수요'라는 단어가 처음 등장하여 대회의 관심사가 기술 발전을 넘어 실제
수요처와의 연결 및 산업화로 확장했다.

1) 주제일 신설로 전시
중심에서 조달·수요
매칭 기능까지 확대

가장 큰 변화는 '주제일(테마의 날)' 신설이다. 19일 발표일, 20일 조달일, 21일 개발자일,
22~23일 대중개방일을 처음 도입했다. 이 중 조달일은 구매 상담과 산업체인 매칭을
진행해 전시를 실질적인 조달 플랫폼으로 기능하게 만든다.

2) 로봇 응용 탐색계획·
혁신 연합체 출범으로
상용화 기반 강화

양산 제품을 글로벌 혁신팀에 제공해 실제 환경에서 활용하도록 돕는 '글로벌 로봇
응용 탐색계획'과 8월 19일 '중앙기업 로봇 혁신 연합체'가 공식 출범했다. 연합체는
중앙기업, 대학, 연구기관, 민간기업 등 100여 개 기관이 참여한다.

3) 메인포럼 세션 개수
3→4개 확대로
실제 적용·확산 의제 강화

메인포럼 역시 '개방 협력(19일)', '응용 견인(20일)', '생태 구축(21일)', '민생 보급(22일)'의
4개 세션으로 진행했다. 기술 진전을 넘어 실제 적용과 확산 조건을 대회의 핵심 의제로
끌어올리려 했다.

표 2. 2025년과 2026년 WRC 주제 및 구성 비교

지표	2025년	2026년
대회 주제	로봇을 더 지혜롭게, 구현체를 더 스마트하게	인간-기계 공생, 산업·수요 융합
주제의 방점	로봇의 지능 수준 자체 향상에 초점	개발된 기술을 실제 산업과 연결하는 데 초점
핵심 기조	체화지능 심화·산업화 가능성 검증	응용 견인·규모화 적용·수요 연결
전시관 구성	창산·응용·기술 3개관	지창·지합·지조·지취 4개관
전시의 지향	신기술·신제품·응용 성과를 선보이는 전시	글로벌 공급망·산업 생태를 잇는 조달 플랫폼
주제일(테마의 날)	없음	발표일·조달일·개발자일·공중개방일 신설
메인포럼 축	산업 발전, 혁신 응용, 기술 융합	개방 협력, 응용 견인, 생태 구축, 민생 보급
수요자 참여	공급기업·기술개발자 중심	수요기업 대표 특별 초청·공급수요 매칭 강화
상징적 신규 기획	50여 개 휴머노이드 완성체 기업 집결	조달·응용·산업협력·소비 접점 강화
한 줄 요약	"얼마나 잘 만드는가"	"얼마나 쓸모 있는가"

자료: IBK투자증권

기술 스택 관점 3대 변화

1) 병목은 '이동(Locomotion)'에서 '조작(Manipulation)'으로

병목이 이동에서 조작으로
이동하며 손·촉각이
새로운 경쟁축으로 부상

2025년의 기술 데모는 전신 다이내믹스였다. 공중제비, 격투, 달리기 — 즉 균형 제어와 관절 토크 밀도가 경쟁 지표였다. 2026년은 손끝으로 내려왔다. 텍스터러스 핸드(Dexterous Hand, 정밀 로봇 손)와 촉각 센싱이 새로운 ‘손맛 경쟁’을 촉발했다. 로봇핸드는 스펙 경쟁 축이 DoF에서 촉각 채널 밀도 × 힘 분해능 × 단가로 다변화됐다.

자유도(DoF)의 계단식 상승

로봇핸드 자유도는
인간 손 수준까지 상승

기존 휴머노이드는 그리퍼 또는 3지 형태가 대부분이었고 자유도는 10~20 DoF에 불과했다. 인간 손은 5지 27 DoF다. 시냅스(SynapX)의 OctoH-Hand는 28개 독립 제어 액추에이터로 23개 능동 자유도를 구현했다. N+1 완전 힘줄 구동과 전완 모터 직구동을 결합한 하이브리드 방식으로, 액추에이터를 전완 말단에 배치해 근육·힘줄처럼 관절을 구동한다

촉각이 옵션에서 기본 사양으로

로봇핸드 촉각은 옵션에서
기본 사양으로 전환

OctoH-Hand는 손바닥과 손가락 표면에 1mm 이하 간격으로 1,900개 이상의 촉각 센서 유닛을 집적했다

OctoH-Hand, 1,900개
이상 촉각센서 유닛으로
로봇핸드 고도화

그림 1. 중국 로봇핸드 기업 SynapX가 선보인 로봇핸드 신제품 '옥토H-핸드(OctoH-Hand)'



자료: WRC 2026, SynapX, IBK투자증권

2) AI 스택: ‘월드모델 담론’에서 ‘Action Grounding과 자율성 검증’으로

AI 경쟁의 초점은 언어
이해에서 실제 행동
구현과 범용화 능력으로
이동

2025년 최대 화두였던 월드모델·체화지능 담론이 오히려 식었다. 유니트리 왕싱싱 회장은 포럼에서 최대 과제로 ‘범용화 능력’을 지목하며, AI 모델의 입력과 출력이 실제 로봇의 움직임과 정확하게 연결돼야 한다고 강조했다. 언어를 이해하고 명령을 생성하는 것만으로는 불충분하며, 이를 실제 동작으로 전환해 현실 세계에서 작업을 수행하는 기술이 뒷받침돼야 한다는 의미다.

데이터 축적은 시뮬레이션
→ 현장으로 이동

데이터 소스도 시뮬레이션에서 현장으로 넘어갔다. 현재 수천 대 규모의 휴머노이드가 제조공장·물류센터·상업시설에 배치돼 계단, 단차, 비정형 물체 취급 등 시뮬레이션만으로는 얻기 어려운 데이터를 축적하고 있다.

데이터·신뢰성으로 병목
이동, 실배치 대수가
후발주자 격차를 확대

병목이 2025년 ‘아키텍처’에서 2026년 ‘데이터·신뢰성’으로 넘어갔다. 3단계 병목(아키텍처→데이터→신뢰성)에서 중국은 이미 2~3단계 구간에 진입했다. 이 구간의 승부는 알고리즘이 아니라 실배치 대수 × 가동시간이 결정하므로, 후발주자의 캐치업 난이도가 급격히 올라갈 것이다.

그림 2. 무인 운반차(AGV)와 자율이동로봇(AMR)으로 구현한 로봇 공장 시뮬레이션



자료: WRC 2026, HIKROBOT, IBK투자증권

3) 하드웨어: 관절 모듈이 전시장 최전면으로, 지표가 ‘스펙’에서 ‘가동률’로

관절 경쟁은 피크
스펙에서 가동률·QCD
중심으로 이동

전시장을 가득 메우고 있는 것은 화려한 외관의 휴머노이드가 아니라 손바닥만 한 금속 부품을 앞세운 기업들이었다. 관절(joints)이 부품 공급사들의 새로운 격전지가 됐다. 특히 기술 지표가 최고속도·접프높이 같은 피크 스펙에서 MTBF(Mean Time Between Failures, 평균 고장 간격)·가동률·납기·단가로 전환됐다. 이는 부품 조달 의사결정 기준이 성능에서 QCD(품질·원가·납기)로 넘어갔다. 가동률 기술이 새 스펙 축으로 등장했다.

유비테크 워커:
자율 배터리 교체 기반
24시간 무중단 가동 구현

유비테크 워커 시리즈는 자율 배터리 교체로 3분 이내에 스스로 배터리를 교환해 24시간 무중단 작동이 가능하고, 최대 15kg 하중을 운반한다. 듀얼 배터리 시스템으로 하나가 정지해도 다른 하나로 구동된다. 2025년 워커 시리즈 총 주문액은 8억 위안(약 1,600억원)을 돌파했고, BYD·지리·FAW폭스바겐·폭스콘 등을 고객사로 확보해 자동차 라인에서 전장 테스트·조립·품질검사를 수행 중이다. 생산능력은 2026년 1만 대로 확대할 계획이다.

그림 3. 유비테크(UBTech)의 Cruzr Y1으로 구현한 공장 구동 시뮬레이션



자료: WRC 2026, UBTech, IBK투자증권

3. 베이징 WRC 2026 핵심 기조

2025년 WRC는 휴머노이드 투입을 위한 과제 발굴	2025년 WRC의 핵심이 휴머노이드의 현장 투입을 위한 과제 발굴이었다. 2025년에는 하드웨어를 갖춘 상황에서 모델, 데이터, 양산, 범용성이 병목으로 지적되었으나, 해결 방안에 관한 업계 의견은 엇갈렸다.
2026년은 병목을 산업 인프라·제품 개발로 구체화	2026년에는 이러한 병목 현상이 실제 산업 인프라와 제품 개발 체계로 구체화하기 시작했다. 중국은 핵심 부품부터 완제품에 이르는 공급망을 구축하고 실증 공간과 양산 라인을 확대했다. 데이터 분야에서는 2026년 3월 JD가 1,000만 시간 이상의 1인칭 시점 영상과 100만 시간 이상의 로봇 운용 데이터를 확보하는 프로젝트를 발표했다. 유니트리(Unitree)는 LLM 기반 Physical AI 자기진화 체계를 제시했으며, 2026년 상반기 중국 휴머노이드 생산량은 4만 대를 넘어섰다. 실제 데이터 확보, 모델 학습, 양산 및 실증 체계를 구축하는 단계로 진입한 것이다.
JD의 데이터 프로젝트와 유니트리 Physical AI 자기진화 체계가 대표적 사례	
일반화·신뢰성·안전성·ROI로 병목 구체화되며 양적 확대보다 질적 완성도가 핵심으로 부상	로봇이 현장에 가까워질수록 문제는 더욱 명확해졌다. 왕싱싱은 낮은 환경에서의 일반화 능력을, 한정은 99.9% 이상의 신뢰성을, 왕허는 가정 진입을 위한 극도의 안전성을 강조했다. 제프 번스타인과 쩡광은 비용과 투자수익률(ROI)을 핵심 과제로 제시했다. 이슈의 중심이 양적 확대에서 안정성과 경제성이라는 질적 문제로 이동했다.
휴머노이드 산업은 대규모 양산·수익성 검증 단계	결국 2026년 WRC는 휴머노이드 산업이 기술 가능성을 탐색하던 단계에서 벗어나, 대규모 양산과 수익성 검증 단계로 전환했음을 보여준다.

표 3. WRC 2025 vs 2026 기조 비교

구분	WRC 2025	WRC 2026
핵심 과제	현장 투입을 위한 과제 발굴	구체적 인프라 및 제품 개발 체계 구축
	하드웨어 수립 후 모델·데이터·양산·범용성 병목 지적	부품부터 완제품까지의 공급망 구축 및 양산 라인 확대
	업계 전문가별 해결 방안 의견 대립	JD: 대규모 데이터 확보 발표 (2026.03)
	-	Unitree: LLM 기반 Physical AI 자기진화 체계 제시 상반기 중국 휴머노이드 생산량 4만 대 돌파
주요 난제	기술 가능성 및 문제 정의	상용화를 위한 질적 문제
	데이터 및 모델 부족	왕싱싱: 낮은 환경에서의 일반화 능력
	양산 필요성 제기	한정: 99.9% 이상의 신뢰성
	-	왕허: 가정 진입을 위한 극도의 안전성 제프 번스타인·쩡광: 비용 및 투자수익률(ROI)
산업 단계	기술 가능성을 탐색하는 단계	대규모 양산과 수익성을 검증하는 단계

자료: WRC, IBK투자증권

2026 WRC 개방협력 세션: 산업화에서 시장 형성으로

WRC 2026 첫번째 세션:
휴머노이드 시장 전환 전략

2026년 WRC 첫날 세션의 축은 '휴머노이드 산업화가 가능한가'에서 '형성된 산업을 어떻게 시장으로 전환할 것인가'로 이동했다.

중국 내부: 산업 인프라 구축의 정량적 증거

중국, 상용화 기반을
정량적으로 입증

중국전자학회 이사장 쉬샤오란은 구체화 지능 제품이 소규모 시험 적용에서 대규모 상용화로 넘어가는 전환점에 진입했다고 평가했다. 고령화에 따른 생활보조 수요와 저출산에 따른 노동력 부족을 수요 확대 요인으로 지목했다.

쉬샤오란: 대규모 상용화
전환점 제시
리취안: 200억 위안 규모
산업체인·도시급 실증
인프라로 상용화 기반
구체화

리취안은 이를 인프라 수치로 뒷받침했다. 이창에는 로봇·구체화 지능 기업 300여 개가 집적돼 산업체인 규모 200억 위안(약 4.4조원)을 형성했다. 또한 로봇대세계 3.0(RoboPark)을 발표해 2.0의 시범 응용을 이창신도시 전역으로 확대, 도시급 시험장을 구축한다는 계획을 제시했다.

해외 시장: 기술이 아니라 ROI가 구매를 결정

해외, ROI·현장 검증이
실제 구매 결정 기준

미국자동화협회(A3) 회장 제프 번스타인은 기업이 처음 선택하는 설비가 반드시 휴머노이드일 필요는 없다고 지적했다. '기술적으로 작동하는 것'과 '기업이 돈을 내고 사는 제품' 사이에는 신뢰성·안전성·가격·ROI라는 간극이 있다는 것이다.

제프 번스타인: 신뢰성·
안전성·가격·ROI가
실제 구매를 결정
잭 페리: 고객 현장 내
경제성 검증 필요,
물류·창고 초기 시장 전망
김재환: Physical AI와 AI
Factory·자율제조를 연계해
제조현장을 학습·실증
기반으로 활용

영국 48 Group 회장 Jack Perry는 유럽 진입 방식으로 1~2개월 실사용 후 구매를 결정하는 'Try before Buy'를 제안했다. 로봇은 구매 실패 비용이 큰 설비인 만큼 고객이 자기 작업환경에서 경제성을 직접 검증해야 하며, 작업이 표준화되고 ROI 측정이 쉬운 물류·창고가 가장 먼저 열릴 것으로 봤다.

한국에이아이로봇산업협회 사무총장 김재환은 높은 제조업 비중과 로봇 활용도를 자산으로 제시하며 AI Factory와 자율제조를 Physical AI와 연결해 기존 제조현장을 학습·실증 기반으로 활용하는 방안을 제안했다.

표 4. WRC 2026 1부 포럼 핵심 메세지

발화자	소속·직함	발표 주제	핵심 메시지
쉬샤오란	중국전자학회 이사장	Embodied Intelligence는 스마트 경제의 새로운 엔진	소규모 실증에서 대규모 상용화로 전환, 산업·서비스 현장 적용 확대
리취안	베이징경제기술개발구 관리위원회 부주임	베이징 '로봇 영역', 인간-로봇 공존형 Embodied AI 사회	실증 데이터·생산 CAPA·공급망·판매서비스를 연결한 산업 생태계 구축
제프 번스타인	미국자동화진흥협회 회장	북미 로봇산업 발전 추세	고객은 형태보다 신뢰성·안전성·가격·ROI, 비자동차 수요 확대
잭 페리	영국 48그룹 회장	유럽 로봇 구매 수요	Try before Buy, 현장 실증→ROI 검증→구매로 이어지는 시장진입 필요
김재환	한국에이아이로봇산업협회 사무총장	한국 로봇산업의 차세대 상용화	제조업을 Physical AI의 학습·실증·상용화 인프라로 활용

자료: WRC, IBK투자증권

2026 WRC 응용견인 세션: 데모에서 반복 가능한 생산성으로

병목의 이동

WRC 2026 두번째 세션: 휴머노이드 상용화 병목 2026년 WRC 응용견인 세션은 휴머노이드가 현장에 근접하면서 상용화 병목이 어디로 이동했는지를 다뤘다.

표 5. 2026 WRC 응용견인 세션

발화자	소속·직함	발표 주제	핵심 메시지
왕싱싱	Unitree 창업자·회장	전시품에서 제품으로: 휴머노이드 산업의 다음 10년	최대 병목은 일반화, Physical AI 자기진화로 모델 발전 가속
차오펑	JD.com 기술위원회 의장·JD Cloud 사장	데이터를 기반으로 Embodied Intelligence 슈퍼 공급망 구축	인간 1,000만h+로봇 100만h, 리얼월드 데이터 부족을 산업 인프라로 해결
왕허	Galbot 창업자·CTO	Embodied Intelligence·휴머노이드의 핵심 돌파 시점	데이터 이후 범용성·극도의 안전성이 생활공간 진입의 관건
쥔광	中科院 CEO	응용 견인형 로봇 집단협업	사람을 1대1 대체하기보다 공정 재설계·전 생애주기 ROI 최적화 필요
장평	중국 휴머노이드·Embodied Intelligence 백인회 이사장	‘2026 휴머노이드 로봇 산업발전보고’ 발표	공급망·응용시장 동시 확대, 휴머노이드 산업이 초기 규모화 단계에 진입
가오지양	星海图 AI 창업자·CEO	개발자에서 생산성으로: Embodied AI 응용 가속	장기적으로 가치 중심이 하드웨어 판매→지능·모델 사용량으로 이동
천젠위	상둥지위안 창업자·CEO	범용 Embodied 로봇: 두뇌·본체·응용환경 공동 진화	범용 두뇌+본체+응용환경의 풀스택 공동진화가 핵심
시닝	중국전자학회 로봇분과 위원장·홍콩대 교수	응용 견인형 로봇 혁신	기술을 먼저 만들기보다 현장 수요→R&D→현장 검증의 폐쇄루프 필요
우밍후이	明略科技 창업자·CEO·CTO	Agent + Embodied: 응용 수요가 로봇 지능의 진화를 견인	로봇의 후반전은 두뇌, 기업 프로세스와 연결해 실제 생산성 창출
왕첸	自变量机器人(X Square Robot) 창업자·CEO	물리세계 Foundation Model 구축	오픈소스로 산업 전체의 학습·개발 속도 가속, 범용 모델 생태계 구축
한정	苏度科技 공동창업자·CEO	Embodied AI 연구에서 규모화까지	상용화에는 99.9% 이상의 신뢰성·현장 간 재현성 필요

자료: WRC, IBK투자증권

모델: 개발 자체의 자동화 – Unitree 왕싱싱

2025년 유니트리 왕싱싱:
대규모 적용의 핵심 병목은
모델·아키텍처

2025년 왕싱싱의 진단은 "하드웨어는 이미 쓸 만한 수준에 도달했고, 대규모 적용을 막는 것은 데이터보다 모델"이었다. 기존 VLA나 강화학습만으로는 범용 로봇 지능이 어렵고 새로운 아키텍처가 필요하다는 문제 제기 단계였다.

2026년 왕싱싱:
Physical AI 자기진화로
모델 개발·실험을 자동화,
다만, 낯선 환경 내 성능
유지 일반화 문제는 미해결

2026년에는 이를 Physical AI 모델 자기진화(V1.0)라는 방법론으로 전환했다. LLM을 구동 코어로 두고 인간이 규칙·경험 프레임·제약 도구를 정의하면, 모델이 최신 논문과 오픈소스 방안을 자율 검색해 로봇 제어 코드를 작성한다. 생성된 코드는 시뮬레이션에서 검증한 뒤 실기에 배포하고, AI 자체 평가와 인간 심사를 결합해 점수를 매겨 코딩 에이전트로 피드백하는 폐루프다. 즉 2025년이 "새로운 모델이 필요하다"였다면 2026년은 "모델 개발과 실험 자체를 AI로 자동화해 반복 속도를 높인다"는 단계다. 다만, 자기진화 체계가 등장했음에도 낯선 환경에서 성능을 유지하는 일반화 문제는 미해결로 남는다.

데이터: 산업 규모의 수집 인프라 – JD 차오핑

JD 차오핑: 표준화 업무는
인간 수준에 근접,
타 환경 확장의 병목은
실제 물리세계 데이터 부족

차오핑(JD그룹 기술위원회 주석 겸 JD클라우드 총재)은 같은 문제를 데이터 관점에서 접근했다. JD 물류의 표준화된 일부 업무에서는 로봇의 작업 효율과 비용이 이미 인간에 근접하고 있으나, 이를 복잡·다양한 환경으로 확대하기는 어렵다는 것이다. 범용 로봇 두뇌 학습에 필요한 실제 물리세계 데이터가 절대적으로 부족하기 때문이다.

향후 계획: 2년 내
인간 영상 1,000만 시간·
로봇 데이터 100만 시간
확보로 산업 규모 데이터
수집 인프라 구축

JD의 계획은 1년 내 500만 시간, 2년 내 1,000만 시간의 인간 실제 시나리오 영상 데이터를 축적하고 동시에 로봇 본체 데이터 100만 시간을 확보하는 것이다. 최대 60만 명을 동원하는 구조로, JD 자체 표현으로는 "인류 역사상 최대 규모의 데이터 수집 행동"이다.

본체 간 지능 이식 – Galbot 왕허

2025년 갈봇 왕허:
실데이터 부족을 합성데이터·
Sim2Real로 보완

2025년 왕허의 진단은 동작 데이터 부족이었고, 실데이터만으로는 규모 확보가 어려우니 합성데이터와 Sim2Real로 보완해야 한다는 입장이었다.

2026년 왕허:
동일 기저모델을 다양한
본체에 적용하는 지능의
재사용 가능성 제시

2026년에는 축적된 지능을 서로 다른 본체로 이식하는 방향을 제시했다. 전시된 혈형 양팔 G1, 중형 S1, 소형 이족 ET1이 모두 동일한 구체화 기저모델(銀河星腦)을 사용하며, 이족·혈형·중형은 각자의 운동모델과 제어계를 유지하되 상위의 인지·태스크 이해·세계 모델링·행동 계획 능력이 재사용된다는 설명이다. ET1에는 전신 실시간 운동제어를 담당하는 소뇌 기저모델 AstraBrain-WBC 1.0이 프리뷰로 탑재됐다.

남아있는 4개 병목

1) 일반화(왕싱싱):
환경 변화와 미세 오차
보정이 핵심 병목

① 일반화 (왕싱싱) - 고정 환경에서 충분히 학습하면 성공률이 100%에 근접하지만 물체·위치·환경이 조금만 달라져도 급락한다. 언어모델은 순수 디지털 인코딩으로 입출력 손실이 거의 없으나, 로봇은 매 입출력마다 편차와 손실이 누적, 마지막 수 cm~수 mm 구간에서 촉각 피드백에 기반한 오차 보정에 실패해 성공률이 급락한다.

2) 신뢰성(한정): 99.9%
성공률과 현장 재현성 확보
필요

② 신뢰성 (한정) - 연구실에서는 몇 번 실패 후 재시도가 가능하지만 공장·물류현장에서는 작은 오류 하나가 생산 중단, 비용 증가, 안전사고로 이어진다. 1회 실행 또는 1~2회 수정 이후에도 99.9% 이상의 성공률을 확보하지 못하면 상용화가 어렵다는 주장이다. 2025년의 '예측 가능성·투명성·실패 역추적'이라는 정성적 조건이 2026년에는 99.9%와 현장 간 재현성이라는 정량 기준으로 좁혀졌다.

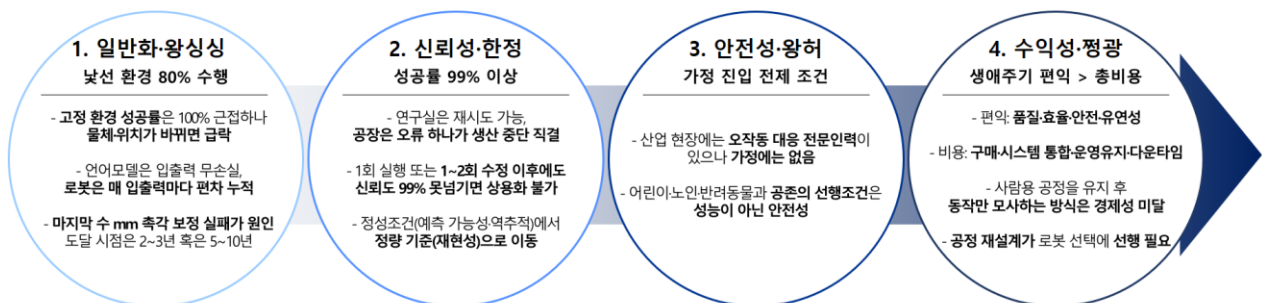
3) 안전성(왕허): 가정
진입선행 조건은 극도의
안전성

③ 안전성 (왕허) - 산업현장에는 오작동에 대응할 전문인력이 있지만 가정에는 없으며, 어린이·노인·반려동물이라는 예측 불가능한 대상과 공존해야 한다. 따라서 가정용 상용화의 선행 조건은 성능이 아니라 극도의 안전성이다.

4) ROI(짱광): 전 생애주기
경제성·공정 재설계가 핵심

④ ROI (짱광) - 2025년에는 휴머노이드의 공장 투입이 단일 기술 문제가 아니라 생산계획·공정·자재·운영표준을 연결하는 시스템 과제라는 인식이었다. 2026년에는 이를 편익(품질·효율·안전·유연성)과 비용(구매·시스템 통합·운영유지·다운타임)으로 분해하고, 전 생애주기 편익이 총비용을 초과해야 도입이 지속 가능하다고 정리했다. 특히 사람에 맞춰 설계된 기존 공정을 그대로 두고 사람의 동작만 휴머노이드가 모사하는 방식의 경제성에 의문을 제기하며, 공정 재설계가 로봇 선택에 선행해야 한다.

그림 4. 휴머노이드 상용화 과정의 핵심 병목 4가지



자료: WRC, IBK투자증권

4. WRC 2026 제품군으로 확인하는 로봇 산업의 현황

1) WRC 10 년의 제품 변화 - 자동화 로봇에서 휴머노이드로

산업용 자동화 로봇에서
출발해서 휴머노이드로
나아가는 로봇 산업

2015년 처음 개최된 WRC는 지난 10년간 로봇 산업의 제품 경쟁축이 어떻게 변해왔는지 보여준다. 초기 로봇의 핵심 역할이 제조업 자동화와 생산성 향상이었다면, 이후에는 협동로봇을 거쳐 물류, 의료, 건설 등 구체적인 산업 영역으로 확대됐다. 2023년부터는 휴머노이드가 전시의 중심으로 빠르게 부상했고, 2025년에는 AI를 활용해 실제 작업을 수행하고 가동시간을 늘리는 방향으로 휴머노이드 경쟁이 이동했다.

2015~2018년

초기 WRC의 핵심은 공정
자동화와 협동 로봇

초기 WRC의 중심은 공정 자동화와 협동로봇이었다. 2015년에는 ABB '팔레타이징 로봇', KUKA의 지능형 협동 로봇 'LBR iiwa', 카와사키의 '차체공정(용접·핸들링) 로봇', 야스카와의 산업용 로봇 등이 하이라이트에 포함됐고, 중국에서는 시아순(Siasun, 新松)의 디지털 스마트팩토리와 광저우수공(GSK, 广州数控)의 산업용 로봇 등이 출품됐다. 이후 경쟁의 초점은 사람과 같은 공간에서 작업할 수 있는 협동로봇(Cobot)으로 확대됐다. 2016년 Rethink Robotics의 Sawyer와 북대산쓰웨리(Siyueli, 北大山思跃力)의 양팔 협동로봇, 2017년 ABB YuMi, 2018년 Universal Robots e-Series가 연이어 주요 전시품으로 선정됐다.

2019~2022년

공장에서 다양한 산업
현장으로 확대되는 로봇
제품 포트폴리오

2019년부터는 어떤 산업에 로봇을 적용할 수 있는지가 구체화됐다. 2019 WRC는 물류 로봇을 별도 전시구역으로 신설했고, 메이탄(Meituan, 美团), 징둥(JD, 京东), 싱선즈닝(Xingshen, 行深智能)의 무인배송차가 하이라이트에 올랐다. 2021년에는 유니트리(Unitree)의 4족 로봇 'Niu Benben'이 처음 등장했으며 물류와 로봇팔 파트에서 중국 기업의 제품군이 확대됐다. 2022년에는 텐즈항(Tianzhihang, 天智航)의 정형외과 수술로봇, 술루이(Shurui, 术锐)의 복강경 수술로봇 등 의료용 로봇이 확대됐다.

2023~2025년

휴머노이드, WRC의 중심
무대로

2023년부터는 전시의 중심축이 휴머노이드로 이동했으며, 유니트리, 유비텍, 로보테라(RobotEra, 星動紀元) 등 다수 기업이 동시에 인간형 로봇을 선보였다. 2024년에는 즈위안(Agibot, 智元)의 '링시 X1', 베이징휴머노이드로봇혁신센터의 '텐궁(天工)', 유니트리 G1과 H1 등이 하이라이트에 올랐고, 총 27종의 휴머노이드 완제품이 출품됐다. 2023~2024년은 휴머노이드가 차세대 범용 로봇 제품군으로 부상하는 시기였으며 제품 경쟁의 핵심은 보행과 균형, 동적 운동 능력 등 본체 성능이었다. 이후 2025년에는 휴머노이드의 수가 빠르게 늘어나는 동시에 가격, 가동시간, AI 기반 작업 수행 등 실제 활용성을 둘러싼 경쟁이 본격화됐다.

그림 5. Siasun 산업용 로봇/스마트팩토리 전시 (2015 WRC)



자료: WRC, Yeskey, IBK투자증권

그림 6. 유니트리 휴머노이드 로봇 H1 시연 (2024 WRC)



자료: WRC, 로봇신문, IBK투자증권

표 6. WRC 출품 제품의 시기별 변화 (2015~2025)

시기	주요 로봇 카테고리	주요 기업 및 하이라이트 제품
2015~2018	공정 자동화와 협동로봇	팔레타이징 로봇(ABB, LBR iiwa(KUKA), 차체공정 로봇(카와사키), 산업용 로봇(야스카와), 디지털 스마트팩토리(시아순), 산업용 로봇(광저우수공), 양팔 협동로봇(북대산쓰웨리), YuMi(ABB), e-Series(Universal Robots) 등
2019~2022	물류/의료로봇(산업별 응용 확대)	무인배송차(메이완·징둥·싱선즈닝), Walker(유비텍), 뉴번번(유니트리), 텐지 II(텐즈항), 복강경 수술로봇(솔루이) 등
2023~2025	휴머노이드	링시 X1(즈위안), 텐궁(베이징휴머노이드로봇혁신센터), G1-H1(유니트리) 등

자료: 언론 종합, IBK투자증권

2) WRC 2026, 휴머노이드 상용화를 위해 달려가다

하드웨어 성능을 넘어
로봇의 두뇌 계층으로
확대되는 휴머노이드 경쟁

WRC 2026은 휴머노이드가 로봇 산업의 중심축으로 자리잡았음을 수치로 보여줬다. 더불어 휴머노이드 경쟁의 초점이 하드웨어 성능에서 로봇의 학습·운영 생태계로 확대되고 있음을 확인할 수 있는 행사였다. 공식 핸드북 기준 WRC 2025에 출품된 신제품의 개수는 총 120개였으며, 그 중 휴머노이드 관련 신제품(완성체와 부품 포함)이 총 72개로 전체의 60%를 차지했다. 이번 WRC 2026에서 출품이 확인된 제품수는 총 322개이며, 이족형과 휠형 등을 포함한 휴머노이드 완성체가 78개, 휴머노이드 핵심 부품이 121개를 차지했다.

가동률과 QCD가
휴머노이드의 핵심 지표로
부상

2025년까지의 휴머노이드 경쟁 축이 최고 속도·높이 등 기술 스펙에 초점이 맞춰졌다면, WRC 2026에는 반복적으로 작업을 수행할 수 있는 신뢰성(가동률)과 QCD(품질·원가·납기)와 같은 양산 가능성을 고려한 요소가 경쟁 기준으로 부각됐다. 완성체에서는 장시간 연속작업과 내구성, 다수 로봇의 협업 능력이 강화됐고, 핵심 부품에서는 관절모듈의 통합도와 수명 등 양산을 고려한 설계가 두드러졌다. 또한, 로봇이 수집한 데이터를 학습하고 새로운 작업으로 확장하기 위한 VLA와 데이터 수집 플랫폼도 출품되었다.

표 7. WRC 2025 신제품 비교

구분	신제품 수	비중	세부 분류	주요 제품
휴머노이드 완성체 (미드스트림)	37	30.8%	이족형, 휠형, 고정형	Walker S2, GR-3, LimX Oli, Kepler K2, RobotEra L7 등
핵심 부품 (업스트림)	35	29.2%	액추에이터 통합 (17)	Hu-MLF 자판질 액추에이터, 일체형 사이클로이드 관절모듈, Harmonic Servo Joint Module, FM Frameless Motor, GSW55A Harmonic Gearbox, KCI 120Dplus Dual Encoder 등
			센서 (10)	M3612X 6축 힘측정 플랫폼, LSF-6D 6축 힘센서, MEMS 6축 힘센서, LB Series 6축 힘센서, TS-E/TS-F 촉각센서, 전자피부 촉각인지 시스템 등
			로봇손 (7)	BrainCo Revo 2, ZWHand, RH56F1, Xynova Flex 1, DexHand021 S 등
			충전 (1)	TATTU 스마트 충전기
기타 완성형 로봇	40	33.3%	사족보행/의료로봇 등	PoWa, BionicBee, 의료·물류 로봇 등
시험/검사장비	8	6.7%	자동화모듈/검사장비	Komodo-12, RMP100, Easy Zoom 6 등
합계	120	100%		

자료: WRC 공식 홈페이지, IBK투자증권

표 8. WRC 2026 제품군 비교

구분	신제품 수	비중	세부 분류	주요 제품
휴머노이드 완성체 (미드스트림)	78	24.2%	이족형, 휠형, 고정형	Unitree H2, UBTECH Walker C1·U1, LimX Luna, Galaxea Kengo, TianGong Omni, MagicBot X1 등
핵심 부품 (업스트림)	121	37.6%	액추에이터 통합 (41)	Schaeffler 경량 일체형 하모닉 관절모듈, Harmonic Drive 기전일체형 제품, maxon DCX·GSW55A, Eyou Tech RHU, Harmonic Planetary 등
			센서 (38)	PaXini PX-FOOTRIX, Keli Sensing KL6D, Schaeffler MEMS 힘·토크센서, Huawei 万象 촉각센서 등
			로봇손 (19)	SynapX OctoH-Hand, BrainCo Revo 3, Xynova Prima 1, ZWHand B21 등
			기타 (23)	Rockchip RK182X, GigaDevice GD32F50MxxG, DeepEdge10 연산박스 등
기타 완성형 로봇	94	29.2%	사족보행/의료로봇 등	PoWa, BionicBee, 의료·물류 로봇 등
기타 모듈/장비	12	3.7%	모듈/검사장비 등	Komodo-12, RMP100, Easy Zoom 6 등
VLA/모델/ 데이터수집	17	5.3%	AI / 체화모델 / 소프트웨어 등	SYNWorld, Pelican-Unity 1.0, QuanEngine, EgoSuite-Open100K 등
합계	322	100%		

자료: WRC 공식 홈페이지, 언론 종합, IBK투자증권

(1) 휴머노이드 완성체 - 산업 현장에 더 깊숙이 다가가다

실제 현장에 적용할 수
있는지가 차별화 포인트

기존 WRC에서 휴머노이드의 보행 성능, 최고 속도 등이 동적 성능이 제품의 기술력을 보여줬다면, WRC 2026에서는 장시간 연속 작업과 내구성, 군집제어 시스템 등 실제 현장 운용을 고려한 설계가 차별화 포인트로 작용했다.

Unitree G1/H2

G1/H2로 안면인터랙션과
다로봇 협업 기술을
선보인 유니트리

2016년 설립된 로봇 전문 기업 유니트리(Unitree, 宇树科技)는 사족보행 로봇을 시작으로 H1, G1 등 휴머노이드까지 제품군을 확대해왔다. WRC 2026에서는 기존 양산 모델인 G1을 새로운 모습으로 전시했다. 안면 인터랙션 기술을 전문으로 하는 무론과기(无论科技)와 협업하여, 생체 모방 안면부를 탑재해 얼굴 표정을 대폭 강화했다. 함께 전시된 H2는 신장 180cm, 무게 약 70kg, 31개 자유도를 갖춘 풀사이즈 휴머노이드로, 현장에서 G1과 함께 격투 동작을 시연하며 동적 균형·전신 제어 성능을 보여줬다. 또한, 다로봇 AI 군집제어 시스템을 통해 여러 대의 로봇과 통일된 군무를 시연하기도 했다. 2025 WRC에서 R1·G1 등 중소형 모델의 가격과 운동 성능이 주목받았다면, 올해는 풀사이즈까지 라인업을 확대하고, 안면 인터랙션과 다로봇 협업까지 기술 범위를 넓혔다는 점이 특징이다.

UBTech Walker C1/U1

Walker 시리즈를
기반으로 휴머노이드
적용처를 확대하는 유비텍

유비텍(UBTech)은 홍콩 증시에 상장한 중국 1호 휴머노이드 기업으로, Walker 시리즈를 중심으로 산업용 휴머노이드를 개발하고 있다. WRC 2026에서는 상업 서비스용 Walker C1과 초실사 휴머노이드 U1 등을 출품하여 휴머노이드의 적용 시장을 확대했다. Walker S2가 자체 자율 배터리 교체 시스템을 앞세워 가동률을 높이는 데 초점을 맞췄다면, Walker C1은 전시관 안내와 응대 등 사람과 직접 상호작용하는 서비스 업무를 겨냥했다. 함께 전시된 U1은 사람과 유사한 외형과 감정 대형모델을 활용해 시각·청각 정보에 반응하며 정서적 상호작용을 구현하는 데 초점을 맞췄다. 상업 서비스용 C1과 감정 교류형 U1로 제품군을 확대하면서 휴머노이드 적용처가 확대되고 있음을 보여줬다.

그림 7. 유니트리 G1/H2 격투 동작 시연



자료: WRC2026, IBK투자증권

그림 8. 유비텍 U1 현장 이미지



자료: WRC2026, IBK투자증권

LimX Luna

성능 향상을 넘어
군집제어 시스템으로 기술
범위를 확장하는 림엑스

중국 선전에서 2022년 설립된 림엑스 다이내믹스(LimX Dynamics, 逐际动力)는 다형태 이족 로봇 'Tron1'을 시작으로 풀사이즈 휴머노이드까지 제품군을 확대해왔다. WRC 2026에서 선보인 풀사이즈 휴머노이드 Luna는 신장 160cm, 27개 자유도를 갖췄다. 동작(자세) 모방과 손짓 인식 등 인터랙션 기능이 강화됐으며, 현장에서는 다수의 Luna가 군집 동작을 시연하며 군집제어 시스템을 강조했다. 2025 WRC에 출품한 Oli가 개발자와 연구자를 위한 범용성에 초점을 맞췄다면, Luna는 인터랙션 강화와 다로봇 군집제어 시스템을 차별점으로 두었다. 단일 로봇 성능 향상을 넘어 여러 대의 로봇을 동시에 제어하고 운영하는 시스템으로 제품 경쟁 범위가 확대되고 있음을 보여준다.

Galaxea Kengo

본체 내구성과 장시간
운용을 고려한
휴머노이드를 선보인
갤럭시아

갤럭시아(Galaxea, 星海图)는 체화지능 AI모델을 전문으로 개발해온 기업으로, 이번 행사에서 자체 개발한 첫 이족형 휴머노이드 Kengo를 출품하여 화제가 됐다. Kengo는 신장 1.4m, 단일관절 최대 토크 130N·m+ 스펙을 보유하고 있으며, 달리기와 장애물 통과 등 고난도 동작을 수행한다. 특히 10차례 낙하 후에도 정상 작동하도록 본체 내구성을 높였으며, 전중공 관절 구조와 20만회 이상의 배선 굴곡수명을 확보해 장시간 운용을 고려했다. 2025 WRC에서는 자체 VLA 모델을 탑재한 양팔로봇 R1 Lite을 통해 로봇의 지능을 강조했다면, 올해는 Kengo를 통해 내구성과 신뢰성에서 경쟁력을 입증했다.

그림 9. LimX Luna WRC 2026 현장



자료: WRC 2026, IBK투자증권

그림 10. Kengo의 장애물 주행 시연



자료: WRC 2026, IBK투자증권

베이징휴머노이드로봇혁신센터 Omni

완성체 휴머노이드에
개방형 플랫폼을 더한
천공 Omni

베이징휴머노이드로봇혁신센터(北京人形机器人创新中心)는 범용 휴머노이드 '천공(天工)' 시리즈를 개발하고 있다. WRC 2026에서는 천공 시리즈의 새로운 라인업인 천공 Omni를 선보였다. Omni는 관절 제어와 센서 데이터, 운동제어, 데이터 수집 등 하위 인터페이스를 개방해 연구자와 개발자가 자체 알고리즘을 실제 로봇에 적용할 수 있도록 설계됐다. 현장에서는 소형 본체로 말뚝 통과, 계단 오르내리기, 포복 전진 등을 시연하며 높은 운동제어 성능을 보여줬다. 기존 천공 2.0이 산업·물류 등 작업형 활용에 초점을 맞췄다면, Omni는 가정용 소형 휴머노이드에 개방형 플랫폼을 적용해 대중 시장과 개발자 생태계를 동시에 겨냥했다는 점이 핵심 포인트다.

MagicLab MagicBot X1

24시간 연속 작동을
목표로 설계된 매직랩의
MagicBot X1

2024년 설립된 매직랩(MagicLab, 魔法原子)은 휴머노이드를 비롯해 관절모듈과 로봇손 등 핵심 부품까지 자체 개발하는 풀스택 로봇 기업이다. WRC 2026에서는 산업용 풀사이즈 휴머노이드 MagicBot X1을 출품했다. X1은 신장 180cm, 31개 자유도, 최대 400N·m의 관절 토크를 갖췄으며, 듀얼 배터리 핫스왑 구조를 적용해 배터리 교체 과정에서도 작업을 중단하지 않고 24시간 연속 작동할 수 있도록 설계됐다. 또한 소프트웨어와 하드웨어 인터페이스를 개방해 산업 제조와 물류, 순찰 등 작업환경에 맞춘 기능 개발을 지원한다. 2025 WRC에 출품한 소형 휴머노이드 Z1이 높은 관절 가동범위와 동적 운동성능을 강조했다면, 지속가동 능력을 강화해 실제 산업 현장 투입에 초점을 맞췄다.

그림 11. 베이징휴머노이드로봇혁신센터 WRC 2026 홍보관



자료: 로봇신문, WRC2026, IBK투자증권

그림 12. MagicBot X1 제품 이미지



자료: MagicLab, IBK투자증권

(2) 로봇 핵심부품(업스트림)

중요성이 커지고 있는
로봇 핵심부품 시장, 제품
고도화 진행 중

휴머노이드의 실제 산업 현장 투입이 본격적으로 고려되면서 이를 뒷받침하는 핵심부품의 중요성도 커졌다. 로봇손 부문에서는 지난해 텐던 구동 방식이 두드러졌다면, 올해는 직구동 제품도 다양하게 소개되며 구동 방식이 다변화됐다. 완성체 원가에서 높은 비중을 차지하는 액추에이터 부문은 소형화와 통합화가 진행되었다. 센서 부문은 고밀도·다중모달화가 진행됐으며, 수집한 촉각 데이터를 로봇 학습에 활용하려는 제품도 등장했다. 더불어 글로벌 산업 부품사가 휴머노이드 부품 시장에 본격 진입하는 모습을 보이며 핵심 부품 경쟁은 더욱 심화됐다.

1) 로봇손

SynapX OctoH Hand

로봇손 내 센서를 통해
학습 데이터를 수집할 수
있는 SynapX의 OctoH

2026년 1월에 설립된 신생기업 시냅엑스(SynapX, 章鱼动力)는 로봇손과 로봇용 AI 모델을 함께 개발하는 체화지능 기업이다. WRC 2026에 처음 출품한 OctoH-Hand는 텐던 구동과 전완부 모터 직구동을 결합한 혼합 방식으로, 28개 액추에이터를 통해 23개 자유도를 구현했다. 손가락과 손바닥에는 1,900개 이상의 촉각센서를 탑재해 접촉 위치와 힘을 정밀하게 감지한다. 외골격 데이터 수집 장갑과 로봇손의 자유도·센서 구성을 대응시켜 사람의 손동작과 촉각 정보를 로봇 학습 데이터로 활용할 수 있도록 설계됐다. OctoH-Hand는 로봇손의 경쟁 영역이 하드웨어 성능을 넘어 AI 학습을 위한 데이터 확보로 확대되고 있음을 보여줬다.

BrainCo Revo 3

촉각 감지 범위와
정밀도를 강화한
BrainCo의 Revo 3

2015년에 설립된 브레인코(BrainCo, 强脑科技)는 뇌파 신호와 AI 알고리즘 기술을 기반으로 스마트 의수와 로봇손을 개발하는 기업이다. WRC 2026에 출품한 로봇손 Revo 3은 21개 능동 자유도를 적용하여 각 관절을 독립적으로 제어할 수 있는 전직구동 방식이 채택됐다. 손 전체에 촉각센서를 배치하고, 손끝에는 시각 기반 촉각센서를 탑재해 접촉할 때 발생하는 힘과 표면 정보를 감지할 수 있다. 지난해 출품한 Revo 2가 총 11자유도 중 6개 능동 자유도를 갖췄다면, Revo 3은 21개 전 관절을 능동 구동 방식으로 확대하고 촉각 감지 범위와 정밀도를 강화했다.

Zhaowei ZWHAND B21

고자유도임에도 불구하고
경량화와 내구성을 높인
ZWHAND B21

자오웨이기전(Zhaowei, 兆威机电)은 정밀 소형 모터와 기어박스를 전문으로 개발하는 부품 기업이다. 이번 행사에서는 신형 생체모방 로봇손 B21을 출품했다. B21은 21개 자유도를 구현하면서도 무게를 700g으로 낮췄다. 손끝 출력은 15N, 파악력은 5kg 수준이다. 또한 100만회 이상의 반복 동작 수명을 확보해 정밀조작뿐 아니라 장기간 반복 작업까지 고려했다. 2025 WRC에 출품한 DM17이 17개 능동 자유도와 약 900g의 무게를 갖췄다면, B21은 자유도를 21개로 확대하면서도 무게를 줄이고, 촉각과 내구성을 강화했다는 점이 특징이다.

Xynova Prima 1

직구동 방식을 통해
로봇손 제품 포트폴리오를
다각화하는 Xynova

자이노바(Xynova, 曦诺未来)는 로봇손과 관절모듈 등 휴머노이드 핵심부품을 개발하는 기업이다. WRC 2026에는 22개 자유도를 갖춘 로봇손 Prima 1을 선보였다. Prima 1은 모터가 각 관절을 직접 움직이는 순수 직구동 방식을 채택해 기계적 유격을 줄이고 정밀한 힘 제어가 가능하도록 설계됐다. 무게는 850g, 최대 20kg의 하중을 들 수 있고, 손끝에는 촉각센서를 적용해 0.1N 수준의 힘 변화를 감지한다. 현장에서는 로봇손으로 그림을 그리는 정밀조작 시연을 선보여 주목을 받았다. 2025 WRC에서 선보인 Flex 1이 텐던 구동을 통해 경량화와 고자유도를 구현했다면, Prima 1은 직구동 방식을 채택하여 로봇손 제품 구성을 다각화했다.

그림 13. SynapX OctoH-Hand 현장 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

그림 14. BrainCo Revo 3 현장 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

그림 15. Xynova Prima 1 현장 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

그림 16. ZWHAND-B21 제품 이미지



자료: WRC 2026 공식 홈페이지, IBK투자증권

2) 액추에이터 통합(하모닉, 감속기 등)

Schaeffler

휴머노이드 수요자에서
핵심부품 공급자로
진입하는 세플러

세플러(Schaeffler)는 베어링과 산업용 구동부품을 공급해온 글로벌 산업부품 기업이며, 휴머노이드를 자사 공장에 도입하는 로봇 수요기업이다. 최근에는 휴머노이드용 액추에이터와 관절모듈 사업으로 영역을 확대하고 있으며, 2026년 중국에 휴머노이드 핵심부품을 전담하는 법인을 설립한 후 WRC 2026에 처음 참가했다. 이번 행사에서는 경량 일체형 하모닉 감속 관절모듈과 직선 관절 등을 선보였다. 하모닉 관절모듈은 작고 가볍게, 직선 관절모듈은 높은 하중과 정밀한 움직임을 구현하도록 설계됐다. 휴머노이드 도입 기업에서 핵심부품 공급기업으로 역할을 확대하며, 글로벌 전통 부품사의 휴머노이드 밸류체인 진입을 보여줬다.

Maxon DCX 모터 시리즈

로봇 구동 시스템의
풀스택을 갖춘 맥슨

쑤저우쥔허서보(苏州钧和伺服科技)는 스위스 로봇 부품 기업 맥슨(Maxon)의 중국 법인으로, 모터와 엔코더 등을 공급하는 정밀 구동 전문기업이다. WRC 2026에서는 DCX 모터 시리즈와 엔코더 등 정밀 구동부품을 선보였다. DCX는 직경 6~35mm의 소형 모터 제품군으로, 작은 크기에서도 높은 토크 밀도를 구현하는 데 초점을 맞췄다. 여기에 엔코더와 ESCON2 컨트롤러도 함께 전시하며 모터-감속기-엔코더-컨트롤러로 이어지는 구동 시스템을 선보였다. 2025년 GSW55A 감속기가 대표 전시품으로 부각됐던 것과 달리, 올해는 구동계 전반의 제품을 함께 전시하며 시스템 공급 역량을 강조했다.

그림 17. Schaeffler 제품군 현장 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

그림 18. Macon DCX 시리즈 현장 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

Harmonic Drive

하모닉 감속기를 넘어
기전일체형
구동시스템으로 확장하는
하모닉 드라이브

하모닉드라이브시스템즈(Harmonic Drive Systems)는 일본의 정밀구동 전문기업으로, 하모닉감속기 기술을 상용화한 대표 기업이다. WRC 2026에서는 기존 하모닉 감속기와 함께 Harmonic Planetary 행성감속기, 기전일체형 구동제품을 선보였다. Harmonic Planetary는 낮은 감속비 영역에서 기어 사이의 유격을 줄여 정밀한 동작을 구현하는 제품이다. 하모닉 감속기를 내장한 서보 액추에이터와 드라이버를 결합한 기전일체형 제품도 함께 전시하며, 감속기 단품에서 구동시스템 단위로 제품 영역을 확대하고 있음을 보여줬다.

Eyou Tech RHU

휴머노이드 핵심부품을
하나의 관절모듈로 통합한
이요우테크

이요우테크(Eyou Tech, 意优科技)는 2018년 설립된 로봇 관절모듈 전문기업으로, 하모닉과 직선 관절 등을 자체 개발하고 있다. WRC 2026에서는 휴머노이드 전용 하모닉 일체형 관절 RHU를 선보였다. RHU는 모터와 하모닉 감속기, 엔코더, 드라이버 등을 하나의 관절모듈로 통합한 제품으로, 동일 토크 기준 기존 설계 대비 부피를 약 30% 줄였다. 토크센서를 선택적으로 적용해 위치 제어뿐 아니라 힘 제어까지 지원하도록 설계됐다. 부피를 줄이면서 센싱과 제어 기능까지 집약해 휴머노이드 전용 관절의 고집적화를 구현했다는 점이 특징이다.

그림 19. Hamornic drive 제품군 현장 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

그림 20. Eyou Tech RHU 제품 이미지



자료: WRC 2026 공식 홈페이지, IBK투자증권

3) 센서 (힘 · 토크, 촉각 감지)

PaXini PX-FOOTRIX

손끝에서 발바닥으로
확장되는 촉각센서

2021년 설립된 파시니(PaXini, 帕西尼)는 촉각센서 전문기업으로, 다차원 촉각센서와 로봇손, 휴머노이드를 함께 개발하고 있다. WRC2026에는 발바닥 다차원 촉각센서 PX-FOOTRIX를 처음 공개했다. PX-FOOTRIX는 발바닥 전체의 3차원 힘과 6축 힘·토크를 감지해 지면의 단단함과 지형 변화를 파악하고, 이를 바탕으로 로봇이 보행 전략을 실시간으로 조정할 수 있도록 설계됐다. 2025년에는 손과 손가락 중심으로 소개됐던 촉각센서가 올해는 발바닥까지 적용 범위를 넓히며, 휴머노이드 전신으로 촉각 적용 범위가 확장되고 있음을 보여줬다.

Keli Sensing KL6D

적용 부위와 하중별로
제품군이 세분화되는
6축 힘센서

켈리센싱(Keli Sensing, 柯力传感)은 산업용 계량센서 전문기업으로, 최근 로봇용 힘·토크센서 사업으로 영역을 확대하고 있다. WRC2026에서는 휴머노이드와 협동로봇 등에 적용되는 KL6D 6축 힘센서 시리즈를 선보였다. KL6D는 세 방향의 힘과 세 방향의 회전력을 동시에 측정하며, 로봇이 작업 중 접촉하는 힘을 정밀하게 파악하고 제어하는 데 활용된다. 이번 행사에서는 소형 제품부터 고하중 제품까지 크기와 측정범위가 다른 여러 모델을 함께 전시하며 세분화된 제품군을 선보였다. 2025년 6축 힘센서가 휴머노이드의 정밀한 힘 제어를 위한 핵심부품으로 부각됐다면, 올해는 적용 부위와 하중에 맞춘 제품군으로 확장되며 센서 경쟁이 세분화되고 있음을 보여줬다.

그림 21. PX-FOOTRIX 제품을 채택한 휴머노이드

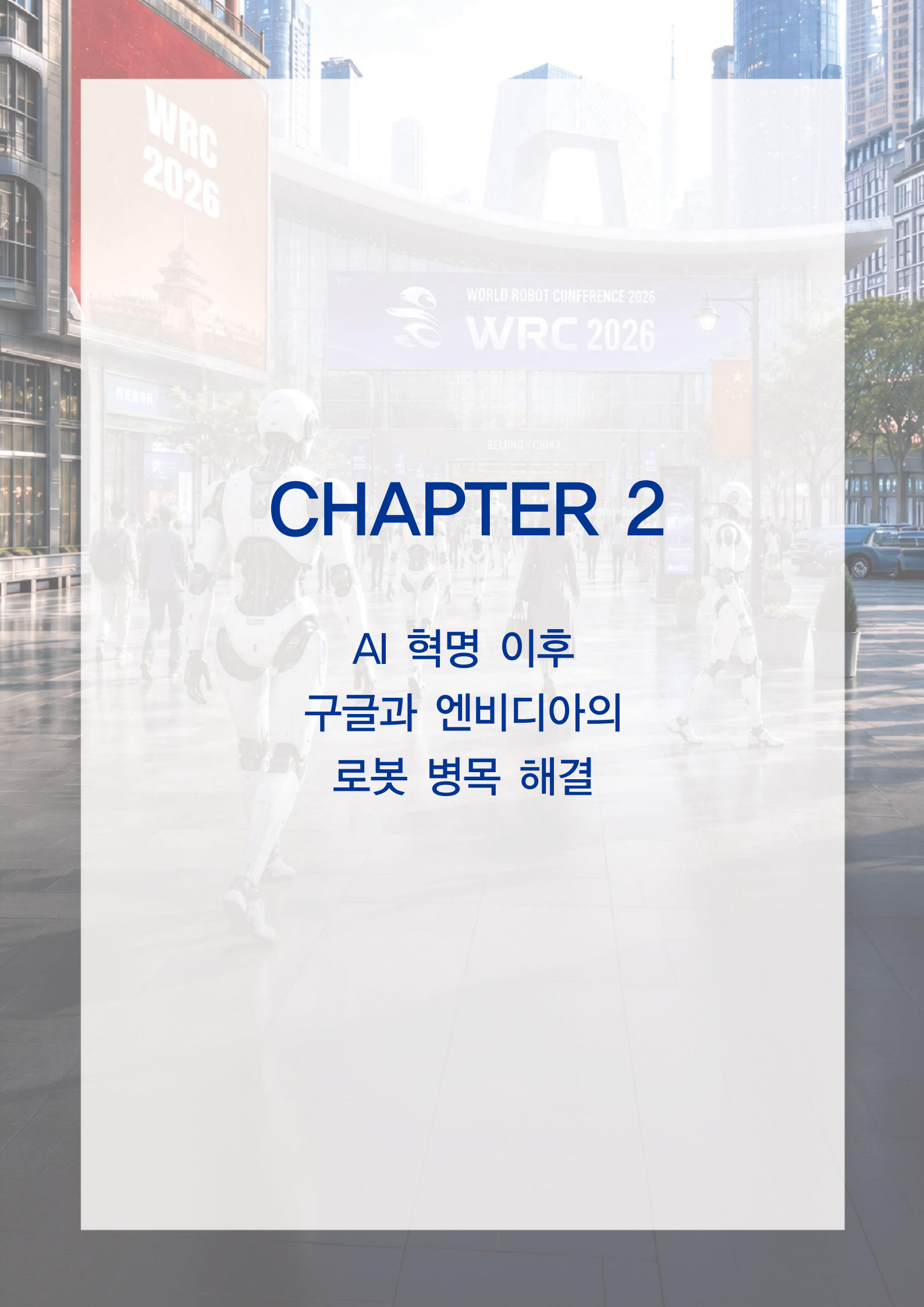


자료: PaXini, WRC 2026, IBK투자증권

그림 22. KL6D - B75 제품 이미지



자료: WRC 2026 공식 홈페이지, IBK투자증권

The background image depicts a futuristic urban scene. In the foreground, a white humanoid robot is walking away from the viewer on a paved plaza. To the right, another similar robot is walking towards the viewer. In the background, several people are walking, and a large banner for the 'WORLD ROBOT CONFERENCE 2026' is visible. The banner features a stylized robot logo and the text 'WRC 2026' and 'BEIJING · CHINA'. To the left, a vertical banner also displays 'WRC 2026' and an image of a traditional Chinese building. The overall atmosphere is one of a high-tech, modern city.

CHAPTER 2

AI 혁명 이후
구글과 엔비디아의
로봇 병목 해결

같은 병목, 반대 방향의 통과 방식

로봇 지능 구축의 전환,
데이터 학습의 시대

2022년 11월 ChatGPT(3.5기반) 출시 이후 로봇 산업에서 지능을 사람이 설계해 넣던 방식이 데이터로 학습시키는 방식으로 대체됐다. 이 전환은 세 개의 병목(아키텍처, 데이터, 신뢰성)을 순차로 통과해야 했고, 구글과 엔비디아는 세 병목 모두에 포지션을 보유한 핵심 상장 기업이다.

문제를 정의하고 표준을
설계하는 구글 진영

구글은 문제를 정의하고 표준 설계를 만든 뒤 그 핵심부를 통제한다. RT-1이 행동 토근화 개념을 제시했고, Gemini Robotics 계보가 이중 두뇌 구조를 업계 표준으로 정착시켰으며, 2026년 7월 Gemini Robotics 2가 다리부터 손끝까지 단일 정책으로 제어했다. 다만 실행 계층(VLA)은 현재도 선별 파트너에게만 제공된다.

표준 설계를 제품화하고,
구동 연산을 판매하는
엔비디아 진영

엔비디아는 정의된 설계를 제품화해 무상 배포하고, 그 모델이 구동되는 연산을 판매한다. 이론에 그치던 로봇 AI 구조(CogACT)를 실제 상용 AI(GR00T)로 구현해 무료(Open Weights)로 개방했으며, 학습부터 실물 로봇 탑재까지 전 과정을 하나의 반도체·소프트웨어 생태계로 통일해 시장을 장악하고 있다. GR00T N1은 CogACT가 제시한 이중 구조의 제품화였고, GR00T N1.7은 Hugging Face LeRobot에 통합됐으며, 학습(Isaac·Cosmos)부터 배포(Jetson Thor)까지가 하나의 스택으로 묶였다. 모델은 Open weights(공개 가중치)로 배포된다.

AI혁명 이후 로봇의 세가지 병목에서 두 회사가 한 일

표 9. 세 개의 병목에서 두 기업의 대응과 결과

병목	구글	엔비디아	결과
아키텍처 (2022~2025)	SayCan(22.04) → RT-1(22.12) → RT-2(23.07) → Gemini Robotics 1.0 (25.03) → 1.5/ER 1.5(25.09) → ER 1.6(26.04) 문제 정의, 표준 세우기	GR00T N1(25.03) → N1.6(26.01) → 1.7(26.04) → N2(26.03 공개) 표준 제품화, 오픈화한 후 확산시킴	두뇌 계층이 오픈소스화되어 이익 형성이 곤란해짐
데이터 (2023~2026)	Open X-Embodiment(23.10), AutoRT/SARA-RT/RT-Trajectory(24.01), DemoStart(24.09), Robot Park(26.06) 통합 → 자동수집 → 시뮬레이션	Isaac Sim/Lab → GR00T-Mimic/Dreams → Cosmos · Cosmos Reason · Cosmos 3 → LeRobot 통합(26.07) 물리엔진 → 시연증강 → 월드모델	해결 비용이 GPU 사용료로 치환되며 손해가 연산/메모리로 이동함
신뢰성 (2026~)	Gemini Robotics 2(26.07.30) 전신 단일 정책/크로스임보디먼트, ASIMOV/ASIMOV-Agentic 안전 벤치마크 소프트웨어와 제도로 접근	Jetson Thor T3000/GX/T2000, Cosmos 3 Edge, 학습→배포 단일 스택 실리콘과 대역폭으로 접근	물리 하드웨어 비중이 커지며 한국 부품/메모리의 접근점이 열림

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

1. LLM 이전의 로봇 - AI는 부품이었다 (~2022)

1) 로봇은 좌표를 따라가는 기계였다

수기 입력으로 시작한
로봇의 지능

2022년 이전 로봇의 지능은 학습된 것이 아니라 사람이 입력한 것이었다. 산업용 로봇의 표준 도입 절차는 티칭(Teaching, 엔지니어가 로봇 팔을 원하는 위치로 직접 끌고 가 그 지점의 관절 각도를 저장하는 작업)이었다. 이 과정을 수십~수백 번 반복해 경로를 만들고, 로봇은 저장된 좌표를 순서대로 재생한다.

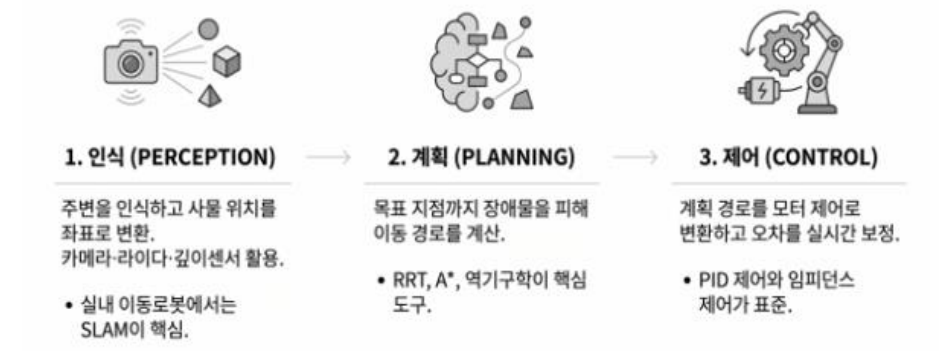
로봇 산업의 첫 병목,
소프트웨어 계층

로봇 산업의 병목은 처음부터 하드웨어가 아니라 소프트웨어였다. 한계는 환경이 흔들리는 순간 드러났다. 부품이 5mm 밀려 놓이면 로봇은 허공을 집었고, 신제품을 도입하면 전 경로를 다시 티칭해야 했다.

인식, 계획, 제어의 순으로
진행됐던 로봇 소프트웨어

2022년 이전 로봇 소프트웨어는 인식, 계획, 제어의 세 개 독립 모듈을 순차 연결한 파이프라인 구조였다. 각 모듈은 개별 엔지니어가 별도로 설계하고 조정했다. AI를 적용하는 경우에도 범위는 특정 모듈 내부의 특정 기능에 한정됐다.

그림 23. 로봇 소프트웨어의 3개 모듈



자료: 로보틱스 일반 이론 종합, IBK투자증권

개별 엔지니어가 별도
설계하는 모듈의 취약점

- 1) 오차 누적
- 2) 정보 유실
- 3) 예외 상황 대응 불가

이 구조의 취약점은 세 가지다. 첫째, 오차가 단계마다 누적된다. 인식에서 3mm 오차가 발생하면 계획 단계는 그 좌표를 정답으로 받아들이고, 제어 단계는 잘못된 목표를 정확하게 추종한다. 둘째, 모듈 간 인터페이스에서 정보가 유실된다. 인식 모듈은 세계를 물체 종류와 좌표로 압축해 넘기므로 표면이 미끄러워 보인다는 맥락은 전달되지 않는다. 셋째, 시스템은 사전에 정의되지 않은 상황을 처리할 수 없다.

표 10. 과거 로봇 소프트웨어의 취약점

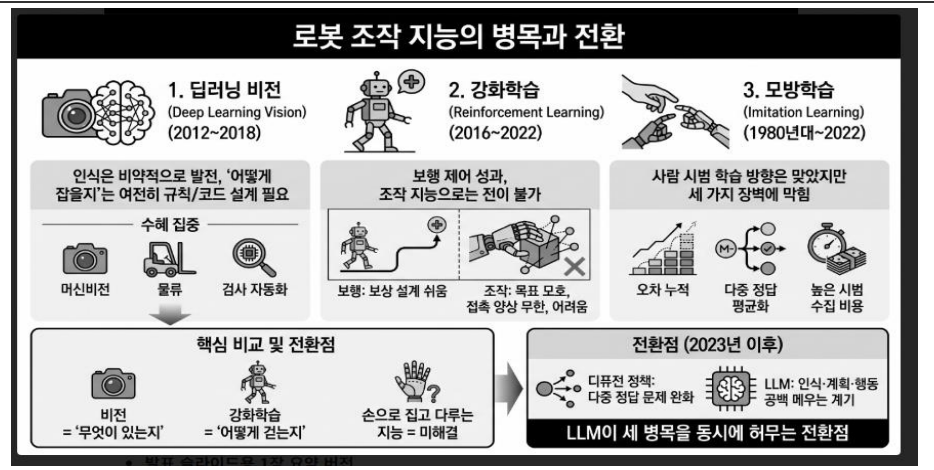
취약점	기술적 한계
오차 누적	인식 단계의 3mm 오차가 후단으로 전달되어 제어 단계가 잘못된 목표를 정밀하게 실행함
맥락 정보 유실	세계를 물체 종류와 좌표라는 숫자로 압축하므로 맥락을 전달할 수 없음
예외 상황 대응 불가	사전에 입력되지 않았거나 예측하지 못한 상황을 만나면 처리할 수 없음

자료: IBK투자증권

2) 2022 년 이전 AI 활용과 한계

결론적으로 비전은 인식에 머물렀고, 강화학습은 조작에 닿지 못했으며, 모방학습은 세 개의 벽에 막혔다. LLM이 이 셋을 동시에 해소하는 계기가 됐다.

그림 24. LLM 이전 로봇 조작 지능의 병목



자료: 학술 논문 종합, IBK투자증권

(1) 딥러닝 비전 – 눈은 밝아졌으나 손은 그대로였다 (2012~2018)

로봇의 눈 역할만 수행했던 딥러닝 AI

2012년 AlexNet(사진 속 물체를 알아맞히는 딥러닝 모델) 이후 기계의 인식 능력이 사람 수준에 근접하면서, 부품을 쌓인 통에서 하나를 골라 집는 빈 피킹(Bin Picking, 무작위로 쌓인 더미에서 물건을 집어내는 작업)이 상용화됐다. 그러나 딥러닝은 "저기 빨간 컵이 있다"까지만 알려줬고, 어떻게 잡을지는 사람이 코드로 작성해야 했다.

(2) 강화학습 – 보행은 해결했으나 조작에는 닿지 못했다 (2016~2022)

명시적이고 수식화가 가능한 보행과 다르게 수식화가 어려운 조작

강화학습은 보행 제어에서 실질적 해법을 제시했으나 조작(Manipulation, 손으로 물체를 파지·조작하는 능력) 지능으로 전이되지 못했다. 보행은 목표가 명시적이고 보상의 수식화가 가능하며 접촉이 발바닥과 지면으로 제한되는 반면, 조작은 목표가 자연어로만 규정되고 보상의 수식화가 어렵다. 또한 다지 손가락과 변형체 사이의 접촉이 무한한 양상으로 발생한다. 따라서 시연 영상을 판독할 때 하지 중심인지 상지 중심인지가 기술 성숙도 판별의 1차 기준이 된다.

표 11. 로봇 시연 영상 판독 기준 (하지 vs 상지)

구분	하지(Lower Body) 중심 시연	상지(Upper Body) 중심 시연
주요 동작	주행, 계단 오르기, 도약, 공중제비	미지 물체의 파지·배치, 옷 개기, 정밀 작업
기술 완성 시기	2020년 전후 (이미 완성된 기술)	2023년 이후 (최신 AI 결합 기술)
핵심 기술	물리적 균형 및 운동 제어 (기계공학)	AI 시각 인지 및 힘 조절 (VLA / AI 두뇌)
판별 의미	기본 물리 성능의 재현 수준	로봇 AI 지능 및 상용화 기술력의 평가 지표

자료: IBK투자증권

(3) 모방학습 - 방향은 맞았으나 세 개의 벽에 막혔다 (1980년대~2022)

모방 학습의 한계

- 1) 오차의 증폭
- 2) 출력값의 평균화
- 3) 시범 수집 비용

모방 학습은 사람의 시범에서 화면과 관절 움직임을 찍지어 기록해 학습시키는 방식이다. 2022년까지 확산되지 못한 이유는 다음과 같다. 첫째, 오차가 증폭된다. 시범에 없던 자세에 빠지면 오차가 증폭되며 정책이 무너진다. 이것이 2026년 현재도 신뢰성 병목의 근원이다. 둘째, 정답이 여럿일 때 모델이 중간값을 출력한다. 컵은 손잡이를 쥐어도 몸통을 감싸도 되지만 그 평균은 정답이 아니다. (2023년 디퓨전 정책으로 해소). 셋째, 시범 수집 비용이다. 작업 하나에 수십~수백 건의 시범과 숙련 인력이 필요한 구조에서는 규모 확장이 어렵고, 이것이 데이터 병목으로 이어진다.

그림 25. 글러브 형태로 모방 학습이 가능한 로봇손 (SynapX)



자료: WRC 2026, IBK투자증권

[구글과 엔비디아의 2022년 이후]

지능에서 출발해
하드웨어로 내려간 구글

구글은 지능에서 출발해 하드웨어로 내려왔으나 하드웨어는 직접 만들기를 포기하고 파트너를 통한 제휴 구조를 구축했다. 2022년 SayCan은 로봇에 지능을 얻는 시도였고, RT-1은 지능이 로봇의 하위 실행까지 관장하게 했으며, 2026년 Gemini Robotics 2는 다리 관절의 토크까지 하나의 신경망이 출력하게 했다. 이후 하드웨어 파트너가 필요하며 Appttronik, 보스턴다이나믹스, Agility와의 제휴 구조를 낳았다.

연산에서 출발해 지능으로
올라간 엔비디아

엔비디아는 연산(칩)에서 출발해 지능으로 올라왔다. Isaac Gym은 타사의 정책을 학습시키는 작업대였고, Isaac Sim은 학습 환경을 제공했으며, GR00T-Mimic은 데이터를 생성했고, GR00T N1부터는 정책 모델 자체를 제작하기 시작했다. N2에서는 월드모델을 정책 구조 안으로 흡수했다. 엔비디아는 두뇌를 판매하지 않고 무상 배포한 뒤 그것이 구동되는 칩을 판다.

2025년 3월, 두 회사가
만남 시점

두 회사의 궤적은 2025년 3월에 교차했다. 구글이 Gemini Robotics 1.0을, 엔비디아가 GR00T N1을 같은 달에 공개하면서 두 회사가 로봇 파운데이션 모델에서 경쟁하기 시작했다.

표 12. 두 기업의 출발점과 방향성

구분	구글 (Google)	엔비디아 (NVIDIA)
출발점	지능 (Intelligence)	연산 (Computing)
진화 방향	하향식 (지능 → 하드웨어로 내려감)	상향식 (연산 → 지능으로 올라감)
주요 발전 과정	- 2022년 SayCan: 로봇에 지능을 얻는 시도 - RT-1: 로봇의 하위 실행까지 직접 관장 - 2026년 Gemini Robotics 2: 다리 관절 토크까지 단일 신경망이 제어	- Isaac Gym: 타사 정책 학습용 작업대 - Isaac Sim: 학습 환경 제공 - GR00T-Mimic: 데이터 생성 - GR00T N2: 월드모델을 정책 구조로 흡수
핵심 선택	하드웨어 직접 제작 포기 → Appttronik, 보스턴다이나믹스, Agility 등과 하드웨어 파트너십 체결	두뇌 판매 포기 → 두뇌는 무료 배포하고, 그것이 구동되는 칩을 판매
2025년 3월 모델	Gemini Robotics 1.0 공개	GR00T N1 공개 (정책 모델 자체 제작)

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

표 13. 두 기업의 대응 관계 (2022~2026)

시점	구글	엔비디아
2022	SayCan(4월), Code as Policies(9월), RT-1(12월)	Isaac Gym/Sim 기반 sim-to-real 도구 제공
2023	RT-2(7월), Open X-Embodiment(10월)	Isaac Lab 정비, 로봇 학습 인프라 확대
2025.03	Gemini Robotics 1.0 + ER — RT 계보 폐기, Gemini 위에 재구축	GR00T N1: 휴머노이드용 최초 오픈 파운데이션 모델 → 두 회사가 같은 계층에서 마주친 시점
2025.09	Gemini Robotics 1.5 / ER 1.5 — 사고와 실행의 명시적 이층 분리, 도구 호출, 모션 트랜스퍼	-
2026.01	- (현대그룹과 AI 파트너십, CES 2026)	GR00T N1.6 — Cosmos Reason 통합, 유니트리 G1, AgiBot Genie-1에서 검증 발표
2026.04	ER 1.6 — 추론 전담 분화, success detection 추가	GR00T 1.7 얼리액세스, GR00T N2 공개 — 월드 액션 모델 구조, 연말 출시 예정
2026.07	Gemini Robotics 2(7.30) — 전신 단일 정책, 3종 하드웨어 크로스임보디먼트, ASIMOV-Agentic	LeRobot 통합 — GR00T 1.7와 Isaac Teleop을 Hugging Face에 통합

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

2. 아키텍처 병목 - 행동을 어떻게 AI에 넣는가 (2022~2025)

1) LLM 이 제공한 방법론

로봇 행동 연구에서의
LLM 활용 방법

핵심은 로봇의 행동을 어떻게 AI 모델에 입력할 것인가다. LLM이 다루는 대상은 이산적이고 유한하다. 텍스트는 어휘를 수만 개의 토큰으로 쪼개고 각 토큰에 번호를 붙인 뒤 다음 번호를 예측하는 단일 과제로 학습시킬 수 있다. 로봇의 행동은 조건이 다르다. 그러나 로봇 연구자들이 LLM에서 두 개의 방법론을 가지고 왔다.

모든 것을 이산 토큰으로
바꾸고 다음 토큰을
예측하는 토큰화의 보편성

첫째는 토큰화의 보편성이다. 토큰화는 연속적인 데이터를 AI 모델이 처리할 수 있는 최소 단위의 이산 기호로 쪼개는 과정이다. LLM의 성공은 모든 것을 이산 토큰의 나열로 바꾸고 다음 토큰을 예측하게 한다는 단순한 형식에서 나왔고, 이 형식은 이미지·음성·코드에 그대로 적용됐다. 로봇의 행동도 같은 방식으로 변환할 수 있다. 관절 각도가 -180도에서 +180도 사이의 연속값이라면 이 구간을 256개로 나누고 각 구간에 0~255번을 붙인다. 정밀도는 일부 희생되지만, 그 대가로 트랜스포머 아키텍처, 학습 기법, 스케일링 노하우 전체를 로봇에 이식할 수 있다.

크기, 양을 늘려 성능을
개선하는 스케일링의 법칙

둘째는 스케일링 법칙이다. 모델 크기, 데이터 양, 연산량을 함께 늘리면 성능이 예측 가능하게 개선되고, 일정 규모를 넘으면 학습시키지 않은 능력이 창발한다는 경험적 법칙이다. 로봇에도 같은 법칙이 성립한다면 작업별 알고리즘을 개별 설계하는 대신 데이터와 연산을 투입하는 것만으로 범용 로봇에 도달할 수 있다.

표 14. 로봇 행동의 제약 요인

특성	내용
연속성 (Continuous)	어깨 관절 각도(예: 12.34도, 12.35도)처럼 값이 무한하게 존재
고차원 (High-dimensional)	휴머노이드 관절은 30~60개에 달함 매 순간 모든 관절의 목표값을 동시에 결정해야 함
시간 구조 (Temporal structure)	단일 시점의 출력이 아니라 수백 밀리초에 걸친 연속 궤적 보유 궤적이 중간에 끊기면 물리 작업(예: 물건 들기)에 실패
실시간성 제약 (Real-time constraint)	수십 밀리초 안에 다음 명령을 내리지 못하면 물리적으로 실패 지연되어도 무해한 텍스트 생성과 달리 결과가 치명적

자료: 로보틱스 이론 종합, IBK투자증권

그림 26. LLM과 로봇의 토큰화 과정 비교



자료: IBK투자증권

2) 구글의 진화 - 개념 제시에서 두뇌 분리까지

구글의 로봇 진화는 모듈 통합(2022~23) → 데이터 확대(2024) → 두뇌 분리(2025) → 전신 제어(2026)다. 아키텍처에 해당하는 것은 첫 단계와 세 번째 단계다.

(1) RT-1 (2022년 12월) - 행동을 토큰으로 분할

로봇 AI의 전환점, RT-1
3단 모듈을 하나의
신경망으로 통합

로봇 AI의 실질적 전환점은 RT-1이다. 입력은 카메라 영상 여섯 장과 자연어 지시문이고, 출력은 팔의 이동량, 회전량, 집게 개폐, 종료 여부다. 각 차원의 연속값을 256개 구간으로 이산화해 토큰으로 만들고 트랜스포머가 다음 토큰을 예측하도록 학습시킨다. 인식, 계획, 제어라는 3단 모듈이 하나의 신경망으로 통합되면서 모듈 간 정보 손실과 오차 누적이 원리적으로 제거된다.

스케일링의 법칙이
적용되는 RT-1

더 중요한 결과는 데이터를 늘리고 작업을 다양하게 섞을수록 성능이 개선되는 경향이 확인됐다는 점이다. 로봇에서도 데이터 스케일링이 작동한다는 최초의 실증 신호다. 이후 로봇의 경쟁력 기준은 관절 제어 정밀도에서 모델과 데이터의 규모로 이동했다. 이는 자본력과 연산을 갖춘 주체에 구조적으로 유리한 조건이다.

그림 27. RT-1의 구조와 대규모 실증 결과



(a) RT-1 takes images and natural language instructions and outputs discretized base and arm actions.



(b) RT-1's large-scale, real-world training (130k demonstrations) and evaluation (3000 real-world trials) show impressive generalization, robustness, and ability to learn from diverse data.

자료: RT-1: Robotics Transformer for Real-World Control at Scale, IBK투자증권

(2) RT-2 (2023년 7월) – 인터넷 지식의 전이

VLM을 통해 추가 학습시키는 로봇 행동

로봇 데이터를 더 모으는 대신, 인터넷 데이터로 학습을 마친 시각-언어 모델(VLM)을 가져와 로봇 행동을 추가로 학습시키는 방식이다. 핵심 아이디어는 행동을 또 하나의 언어로 취급하는 것이다. VLM은 이미 이미지를 보고 텍스트를 출력하도록 학습돼 있으므로, 출력 텍스트 자리에 행동 토큰을 문자열 형태로 넣는다.

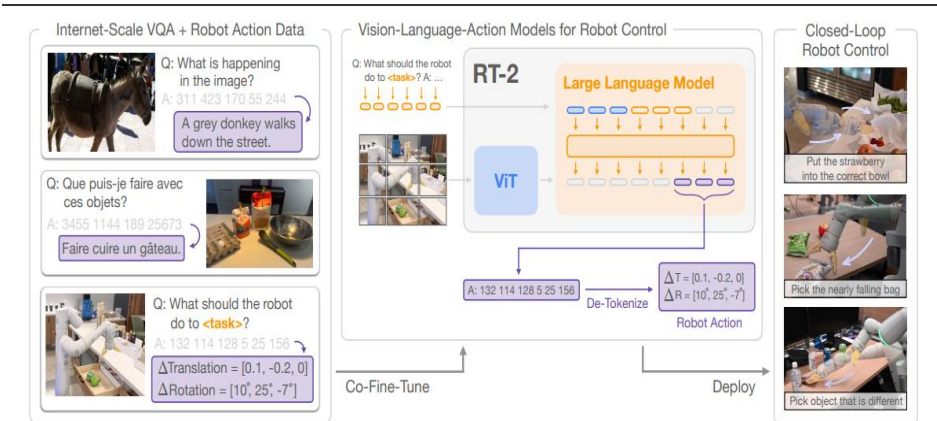
모르는 개념을 추론하여 이해하는 결과 도출

결과는 로봇 데이터에 없던 개념의 이해와 실행으로 나타났다. 멸종된 동물을 집으라는 지시에 공룡 인형을 집었고, 바나나와 같은 색 물건을 고르라는 지시에 노란 장난감을 선택했다.

파운데이션 모델을 통해 학습하는 로봇 지능

로봇 지능을 높이는 데 반드시 로봇 데이터만 필요한 것이 아니라면, 로봇 기업은 인터넷 데이터로 학습된 파운데이션 모델(대규모 데이터로 사전 학습돼 여러 과제에 재 활용되는 기반 모델)의 발전을 무상으로 흡수할 수 있다. 이에 따라 LLM/VLM 성능 개선이 로봇 성능 개선으로 전이되는 경로가 열렸으며 로봇 산업의 진보 속도가 AI 산업 전체의 속도에 연동되었다. 더불어 이러한 구조는 파운데이션 모델을 보유한 소수 기업의 협상력을 높인다. Alphabet이 자체 로봇 없이 보스턴다이나믹스와 Apptronik에 두뇌를 공급하는 위치에 설 수 있는 근거가 여기에 있다.

그림 28. 인터넷 데이터와 로봇 행동 데이터를 결합하는 RT-2 구조



자료: RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control, IBK투자증권

(3) Gemini Robotics 1.0 → 1.5 → ER 1.6 (2025~2026) – 두뇌의 재분리

범용 멀티 모델 위에 로봇 모델을 재구축한 구글	2025년 3월, 구글은 로봇 전용 계보(RT 시리즈)를 접고 범용 멀티모달 모델 Gemini 2.0 위에 로봇 모델을 재구축했다. 이때 제시한 3대 요건(일반성, 상호작용성, 손재주)이 이후 업계 표준 프레임이 됐다. 종합 일반화 벤치마크에서 기존 주요 VLA 대비 2배 이상의 성능을 기록했다.
체화된 추론에 특화된 Gemini Robotics-ER	함께 공개된 Gemini Robotics-ER은 체화된 추론(화면 속 데이터가 아니라 현실 물리 공간의 크기·거리·순서를 인식해 행동하는 지능)에 특화된 VLM으로, 로봇 업체가 보유한 기존 저수준 제어기에 연결해 쓰도록 설계됐다. 파트너 구도도 이때 형성됐다. Apptronik과는 차세대 휴머노이드 공동 개발, Agile Robots / Agility Robotics / Boston Dynamics 등은 ER 모델의 신뢰 테스트로 참여했다. 안전성 평가용 ASIMOV 벤치마크도 이때 처음 공개됐다.
로봇 본체에서 구동되는 경량 모델 Gemini Robotics On-Device	2025년 6월의 Gemini Robotics On-Device는 클라우드 연결 없이 로봇 본체에서 구동되는 경량 모델이다. 50~100건의 시연만으로 미세조정이 가능하며, 외부 개발자가 직접 조정할 수 있는 최초의 VLA로 공개됐다.
중요한 전환점인 Gemini Robotics 1.5와 ER 1.5,	2025년 9월의 Gemini Robotics 1.5 / ER 1.5가 구조적으로 가장 중요한 전환이다. 하나의 모델이 모든 것을 처리하는 방식을 버리고 지능을 두 층으로 명시적으로 분리했다. ER 1.5는 대뇌 역할을 맡는다. 필요하면 구글 검색을 호출해 정보를 찾고, 그 결과로 계획을 세워 VLA에 실행을 지시한다. 이 도구 호출 능력이 로봇을 단순 명령 수행 기계에서 에이전트로 바꿨다.

표 15. 구글 이중 두뇌의 역할과 핵심 기능 비교

구분	대뇌: Gemini Robotics-ER 1.5	소뇌: Gemini Robotics 1.5
주요 역할	고차원 추론 및 시각 판단 (Thinker)	실시간 관절 및 손가락 정밀 제어 (Doer)
핵심 기능	• 카메라 화면 분석 및 공간 맥락 이해 • "사과를 찾아서 서랍에 넣어라"는 복잡한 계획 수립	• 대뇌의 지시를 받아 손가락 힘, 이동 속도, 관절 각도 연산 • 물체가 미끄러지지 않도록 실시간 미세 조절
작동 속도	상대적으로 느림 (1~2초 간격 판단)	매우 빠름 (초당 수십 회 이상 실시간 제어)

자료: Google DeepMind, IBK투자증권

3) 엔비디아의 진화 - 모델 무상 배포와 칩 판매

표준 설계를 기다린 후
제품화하는 엔비디아

엔비디아가 아키텍처 병목에서 맡은 역할은 GR00T 계보이며, 이 계층에 늦게 진입했다. RT-1이 2022년 12월, GR00T N1이 2025년 3월로 2년 3개월의 격차가 있다.

GR00T 계보의 진화

경쟁 진영에서도 자사
모델을 구동되게 하는
것이 핵심

GR00T 계열을 도입한 것으로 알려진 기업에는 Agility Robotics, Boston Dynamics, NEURA, Mentee, 1X가 포함되며, N1.6은 중국의 유니트리 G1과 AgiBot Genie-1에서도 검증됐다고 발표됐다. 경쟁 진영의 하드웨어에서도 자사 모델이 구동되게 만드는 것이 이 전략의 핵심이다. Agility Robotics와 Boston Dynamics는 구글 ER 모델의 신뢰 테스트이면서 동시에 GR00T 채택 기업이다. 구글은 이들에게 실행 계층을 열지 않았고, 엔비디아는 열었다.

VLA를 공개 배포하는
엔비디아

구글이 실행 계층(VLA)을 파트너에게만 제공하는 것과 반대로, 엔비디아는 최상위급 모델을 공개 가중치로 배포한다. 사업 모델이 다르기 때문이다.

- 구글은 두뇌를 판매하거나 두뇌로 하드웨어 협상력을 확보한다. 따라서 통제가 이익(라이선스, 플랫폼 사용료 등)이다.

- 엔비디아는 그 두뇌를 학습시킬 GPU와 실행할 Jetson을 판매한다. 따라서 모델이 널리 쓰일수록 이익이다.

엔비디아의 모델 공개는
GPU와 Jetson 수요
창출로 귀결

결과적으로 데이터센터 GPU에서 CUDA가 수행한 역할과 구조가 같다. 엔비디아의 모델 공개는 하드웨어 수요 창출 장치로 기능한다. 개발자가 Isaac에서 학습하고 GR00T를 미세 조정해 Jetson에 배포하는 흐름에 익숙해지면, 경쟁 칩으로 옮기는 비용이 기술적 우열과 무관하게 커진다.

표 16. 엔비디아 GROOT 계보

버전	시점	내용
GROOT N1	2025.03 (GTC)	휴머노이드용 최초의 오픈 파운데이션 모델, CogACT가 제시한 이중 구조를 제품화, 시연 증강 데이터 생성 도구(GROOT-Mimic/Dreams) 함께 제공
GROOT N1.6	2026.01 (CES)	Cosmos Reason 통합하고 월드모델의 추론 능력을 정책에 결합함, 유니트리 G1과 AgiBot Genie-1에서 검증했다고 발표
GROOT 1.7	2026.04 (GTC, 얼리엑세스)	2026년 7월 원격조작 도구 Isaac Teleop과 Hugging Face LeRobot을 라이브러리에 통합함
GROOT N2	2026.03 공개 (연말 출시 예정)	DreamZero 연구 기반의 월드 액션 모델 구조, 주요 VLA 대비 신규 환경과 작업 성공률 2배 이상을 주장함, MolmoSpaces/RoboArena 등 범용 로봇 정책 평가에서 1위 기록

자료: NVIDIA, Hugging Face, IBK투자증권

표 17. 구글과 엔비디아의 로봇 AI 두뇌 매칭

역할 구분	구글 (Google)	엔비디아 (NVIDIA)	주요 기능 및 기술 특징
대뇌 (판단/추론)	Gemini Robotics-ER 1.5	System 2 (Cosmos-Reason / Eagle VLM)	- 시각 정보와 언어 명령 해석 "무엇을 어떤 순서로 해야 하는지" 고차원 계획 수립
소뇌 (실시간 제어)	Gemini Robotics 1.5	System 1 (Diffusion Transformer)	- 대뇌의 의도를 받아 초고속 연산 - 관절 각도, 손가락 힘 등 정밀한 실시간 제어 수치 출력
통합 모델	Gemini Robotics 플랫폼	GROOT N1 / N1.6	대뇌와 소뇌를 하나로 결합한 파운데이션 모델

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

4) 아키텍처 병목에서 상대 비교

표 18. 아키텍처 병목에서 두 기업의 상대 비교

비교 축	구글	엔비디아	해석
진입 시점	2022년 4월(SayCan), 12월(RT-1), 문제의 존재 여부가 불분명할 때 진입함	2025년 3월(GROOT N1), 표준 설계가 수렴한 뒤 진입함	구글은 개척 비용을 부담, 엔비디아는 그 위에서 출발함
성격	개념 창출, 토큰화, VLM 전이, 이중 두뇌 등 세 핵심 개념이 모두 구글에서 태동	제품화와 배포, 최초는 아니지만 가장 널리 설치된 형태로 제조	학계/연구 인원은 구글이, 산업 채택 수는 엔비디아가 선두
모델 공개 범위	부분 공개, 사고 계층만 API로 개방, 실행은 선별 파트너 한정	전면 공개, 최상위급 모델도 공개 가중치, LeRobot 통합	하드웨어 업체의 자율성은 엔비디아가, 안전 책임의 명확성은 구글이 큼
이점	표준의 소유권과 책임의 주도권	스택의 경유권, 어떤 모델을 쓰든 자사 칩을 사용하게 함	구글은 대체 불가능성을, 엔비디아는 대체 비용을 노림

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

아키텍처 병목에서 판단과 추론(대뇌 역할) 부분이 해소되어가면서 이 계층의 투자 매력은 오히려 감소했다.

상장 되지 않은 대다수의 최첨단 기업

첫째, 최첨단이 비상장에 집중돼 있다. Physical Intelligence, Figure AI, Skild AI, Apptronik, 1X 등 조작 지능(소뇌 역할) 최전선 기업 중 상장사가 없다. 상장 접근 경로는 사실상 Alphabet과 NVIDIA 둘뿐이며, 전자에서 로봇 사업이 전사 실적에 기여하는 비중은 미미하다.

소프트웨어 계층이 초과 이익을 얻기 어렵게 만든 오픈소스화

둘째, 오픈소스화가 이 계층의 이익 귀속을 약화시킨다. GROOT 1.7까지 최상위급 모델이 공개 가중치로 배포되는 흐름은 두뇌 소프트웨어가 독점 지대를 형성하기 어려운 구조를 만든다. 소프트웨어가 무료로 가까워지면 이익은 그 소프트웨어를 실행하는 하드웨어와 물리적으로 구현하는 부품으로 이동한다.

구글에는 불리, 엔비디아에는 유리

셋째, 이 흐름은 구글에 불리하고 엔비디아에 유리하다. 구글의 수익 회수 지점은 두뇌 자체인데, 두뇌가 범용화되면 회수 대상이 사라진다. 엔비디아의 회수 지점은 실리콘이므로 범용화가 수요를 늘린다.

표 19. 아키텍처 병목과 투자 포인트

취약점 구분	핵심 내용	영향 및 시사점
최첨단 기업의 비상장 쏠림	Physical Intelligence, Figure AI 등 최전선 기업은 모두 비상장임, 접근 가능한 상장사는 구글과 엔비디아뿐이며, 구글의 로봇 비중은 극소수	순수 로봇 AI 주식 공모 시장이 제한적, 대형 기술주나 하드웨어 공급망으로 우회 투자가 필요
소프트웨어 독점력 약화	최상위 AI 모델(GROOT 1.7 등)의 오픈소스화로 SW 독점 마진 감소, 이익이 하드웨어(칩)와 물리적 부품으로 이동 (PC 시장 역사 재현)	두뇌 소프트웨어 기업보다 세를 구동시킬 반도체 칩, 감속기, 액추에이터 부품사의 가치 상승
구글과 엔비디아의 차이	구글 - 두뇌(SW) 판매가 목적이거나 범용화될수록 손해 엔비디아 - 칩(HW) 판매가 목적이거나 범용화될수록 칩 수요 증가	로봇 AI 두뇌의 보급이 빨라질수록 수혜는 엔비디아(실리콘 칩)에 집중될 것으로 전망

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

5) 구글/엔비디아 이외 중요한 업적

Microsoft – 이중 두뇌 구조를 업계 표준으로 밀어올린 주체

CogACT(2024년 11월)는 RT-2까지 구글 내부 실험에 머물던 '인지와 행동의 분리' 설계를 명시적으로 구현하고 정량 성과로 입증했다.

두 개의 모듈이 정보를 주고받는 CogACT

상위 인지 모듈은 시각·언어를 이해해 "무엇을 해야 하는가"에 대한 압축된 표현을 만든다. 하위 행동 모듈은 그 표현을 받아 실제 동작 궤적을 생성한다. 하나의 거대한 신경망이 모든 것을 처리하는 대신, 두 개의 특화된 모듈이 정보를 주고받는다.

이중 두뇌 구조가 표준이 된 계기

3단 모듈 분리는 정보 손실 때문에 폐기됐고, RT-1은 그것을 하나로 통합(분업이 불가능해 모델이 비대해지는 문제 발생)했다. 그런데 CogACT는 다시 나눈다. 모순처럼 보이지만 아니다. 과거의 분리는 사람이 설계한 인터페이스로 나눈 것이고, CogACT의 분리는 AI 스스로 학습된 표현으로 나눈 것이다. '이중 두뇌 구조가 업계 표준이 된 계기를 만들었다'는 기술사적 위치에 있다.

표 20. 로봇 모델의 세대 구분과 장단점

구분	1세대: 사람이 만든 분리	2세대: RT-1 (통합형)
방식	사람이 정한 수치와 좌표로 역할 분담	하나로 합쳐서 한 번에 처리
장점	효율적 분업	정보 손실 없음
단점	맥락 손실	대규모 통합 데이터가 필요함

자료: IBK투자증권

컬럼비아대 Toyota Research Institute – Diffusion Policy (2023년 3월)

확산 모델을 로봇 행동에
적용한 Diffusion Policy

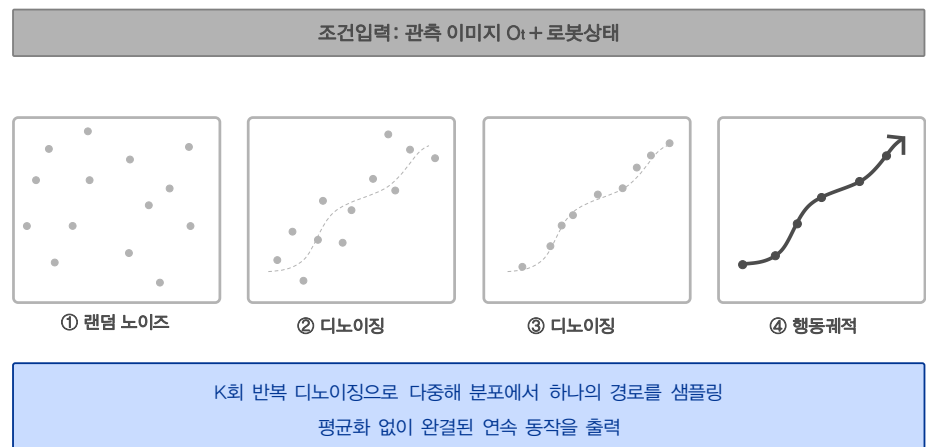
Diffusion Policy는 이미지 생성에 쓰이던 확산 모델을 로봇 행동 생성에 적용했다. 확산 모델은 무작위 잡음에서 출발해 조금씩 잡음을 걷어내며 결과물을 만든다. 결정론적으로 하나의 답을 계산하는 것이 아니라 가능한 답들의 분포에서 표본을 추출하는 방식이다. 따라서 컵의 손잡이를 쥐는 경로와 몸통을 감싸는 경로가 모두 유효할 때, 두 경로의 평균을 출력하는 대신 그중 하나를 온전히 선택한다. 모방 학습의 한계가 이 부분에서 해결되었다.

표 21. 기존 제어 방식과 Diffusion Policy의 차이

구분	기존 결정론적 제어 방식	Diffusion Policy (2023)
판단 방식	답들의 평균값(중간값)을 수치 계산	여러 성공 경로 중 하나를 온전히 선택
복잡한 상황 대응	정답이 여러 개일 때 어정쩡한 동작으로 실패	정밀하고 자연스러운 완성형 연속 동작 수행
성능 (실험 결과)	복잡한 3D 환경에서 실패율 높음	15개 작업 기준 성공률 평균 47% 개선

자료: IBK투자증권

그림 29. Diffusion Policy 적용 방법



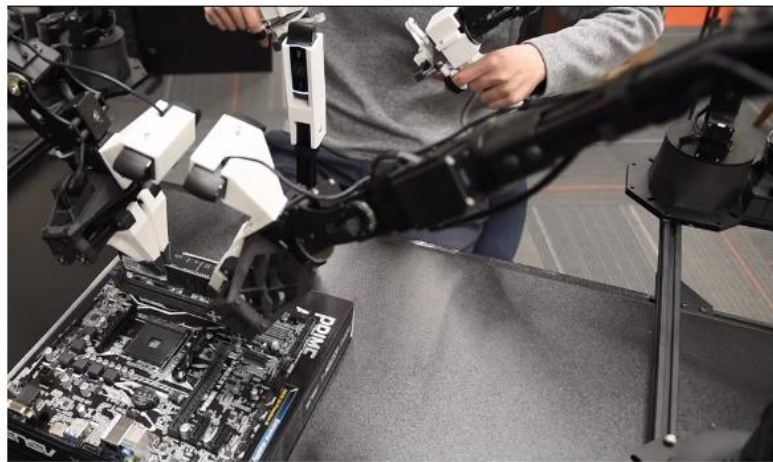
자료: IBK투자증권

스탠퍼드 - ACT / ALOHA (2023년 4월)

다음 수습 스텝을 한 번에
예측하는 ACT, 50건의
시연으로 정밀 작업
수행이 가능한 ALOHA

ACT(Action Chunking Transformer)는 한 시점의 행동이 아니라 다음 수습 스텝의 행동 묶음을 한 번에 예측한다. 첫째, 예측 횟수가 줄어 오차가 누적될 기회 자체가 감소한다. 둘째, 묶음 단위로 생성하므로 동작이 매끄럽게 이어진다. 조작자가 로봇 팔과 동일한 구조의 작은 팔을 직접 손으로 움직이는 직관적 방식이어서 별도 훈련이 거의 필요하지 않았다. 50건 내외의 시연만으로 건전지 삽입이나 지퍼백 개봉 같은 정밀 작업을 80~90% 성공률로 학습시켰다. RT-1이 13만 건을 필요로 했던 반면, ACT는 작업당 50건으로 유용한 성능에 도달했다. 데이터 요구량이 약 2,600분의 1로 줄었다는 뜻이다. 이것이 로봇 AI 스타트업이 폭발적으로 증가한 2023~2024년 창업 붐의 기술적 배경이며, Physical Intelligence·Skild·1X 같은 기업이 빅테크와 경쟁할 수 있게 된 직접적 원인이다.

그림 30. ALOHA의 정밀 양팔 조작 동작



자료: ALOHA Project, IBK투자증권

중국 진영 - AgiBot GO-1과 자체 파운데이션 모델의 등장

중국 진영은 2025년 이후에는 자체 파운데이션 모델을 내놓는 단계로 진입했다.

자체 파운데이션 모델을
로봇에 적용하는 중국
진영

AgiBot(智元机器人, 지위안로봇)은 2023년 2월 상하이 화웨이 출신 엔지니어들이 창업한 기업이다. 2025년 3월 발표한 GO-1(Genie Operator-1)을 "최초의 범용 임바디드 기반 대형 모델"로 포지셔닝했으며, 고품질 데이터셋과 대규모 영상 데이터를 활용해 일반화 능력을 극대화하는 아키텍처를 채택했다고 밝혔다. ROS(Robot Operating System)보다 빠른 자체 개발 미들웨어를 사용하는 점도 특징이다.

자체 튜링칩을 탑재한
샤오펑의 IRON

샤오펑(XPeng) 역시 IRON 시리즈에 자체 튜링칩을 탑재해 옛지 연산 성능을 강화하고, 강화학습 기반 소형 모델과 단계적 엔드투엔드 구조를 적용할 계획을 밝혔다. 자동차용 자율주행 칩 역량을 로봇으로 전용하는 구조이며, NVIDIA Jetson 의존을 우회하려는 시도로 읽힌다.

그림 31. 샤오펑 차세대 휴머노이드 로봇 IRON



자료: XPeng, IBK투자증권

표 22. 로봇 AI 모델별 강/약점 비교

구분	구글 (Gemini Robotics/RT)	엔비디아 (GROOT/Cosmos)	스타트업 자체 모델 (Pi, Figure, Unitree 등)
상대적 우위 (강점)	[대뇌 최강] 세계 최고의 거대 언어/시각 모델(Gemini) 기반의 압도적 상식 추론과 맥락 이해	[인프라/생태계 최강] 가상 시뮬레이션(Isaac)부터 반도체 칩(Jetson Thor)까지 이어지는 풀스택 통합 개발 속도	[소뇌/실전 조작 최강] 현장 촉각, 마찰력 등 고난도 손가락 정밀 제어 및 물리 현장 적응력
약점과 한계	실시간 정밀 물리 제어(소뇌) 데이터의 현장 응용 속도 상대적 지연	독자적 로봇 완제품 제조보다는 소프트웨어/반도체 플랫폼 제공에 집중	거대 AI 모델을 구축하고 유지할 막대한 R&D 및 연산 자원 비용 부담

자료: IBK투자증권

3. 데이터 병목 - 무엇으로 가르치는가 (2023~2026)

1) 병목의 이동

데이터 병목, 로봇 데이터 확보의 필요성

모델 설계는 정리됐는데 학습시킬 로봇 데이터를 어디서 구하는가다. 앞 장의 결론은 데이터를 늘리면 성능이 개선된다는 것이었다. RT-1이 데이터 규모와 성능의 양의 관계를 확인했고 RT-2는 웹 데이터로 부족분을 보완했다. 아키텍처 연구의 성과가 일관되게 데이터의 필요를 가리켰다.

한계가 존재하는 로봇 데이터 생성 속도

GPT 계열 모델은 수천억~수조 개 토큰으로 학습된다. 반면 2023년 시점 전 세계 공개 로봇 데이터를 합쳐도 약 100만 건의 궤적, 총 수만 시간 규모에 그쳤다. 증가 속도의 차이는 더 크다. 인터넷 텍스트는 사람들이 무료로 계속 생산하지만, 로봇 데이터는 로봇 한 대와 조작자 한 명이 실시간으로만 생산한다.

월드모델로 이동한 엔비디아

2025년 이후 무게중심은 시뮬레이션(월드모델)로 이동했으며, 이 이동이 엔비디아 투자 논리의 핵심이다. 데이터 병목은 부분적으로 해결되었다고 평가받는다.

표 23. 데이터 확보의 4개 측면과 두 기업의 차이

구분	방법	한계	구글	엔비디아
원격 조작	사람이 로봇을 직접 조종해 시범을 생성	실시간 인간비, 여러 조합으로 확장 불가	RT-1 자체 수집	Isaac Teleop
1인칭 영상	사람의 작업 영상을 대량 수집	행동 라벨 부재, 사람과 로봇의 몸이 다름	간접 활용	월드모델 학습 소재로 흡수
데이터 연합	흩어진 로봇 데이터를 표준화해 통합	연구실 단순 작업 편중, 축적 데이터 부재	Open X-Embodiment 주도	LeRobot 통합으로 관문 확보
시뮬레이션(월드모델)	물리 엔진 또는 생성모델 안에서 데이터를 무한 복제	현실과의 격차 (sim-to-real gap)	MuJoCo, DemoStart, Genie	Isaac, Cosmos 주도

자료: Google DeepMind, NVIDIA, Hugging Face, 언론 종합, IBK투자증권

2) 로봇 데이터가 인터넷 데이터와 다른 세 가지 이유

사후 수집이 불가능하며,
구체적 수치 파악이
어려운 로봇 데이터

첫째, 접촉 순간에만 생성되며 사후 수집이 불가능하다. 표면 마찰계수, 미끄러짐이 시작되는 임계 파지력, 물체의 무게중심, 변형 여부 같은 물리량은 손가락이 실제로 물체에 닿는 순간에만 측정된다. 인터넷에는 유튜브 영상 수십억 개가 있지만 힘 센서 값은 기록돼 있지 않다.

특정 행동에 특정 수치가
필요한 로봇 데이터

둘째, 행동 라벨(action label)이 필요하다. 지도 학습을 하려면 이 장면을 봤을 때 이 관절을 이렇게 움직였다는 짝이 있어야 한다. 사람의 작업 영상은 장면은 제공하지만 그때 어떤 힘으로 어느 관절을 얼마나 움직였는지는 기록하지 않는다.

신뢰성 확보를 위해
실패 데이터가 필요한
로봇 데이터

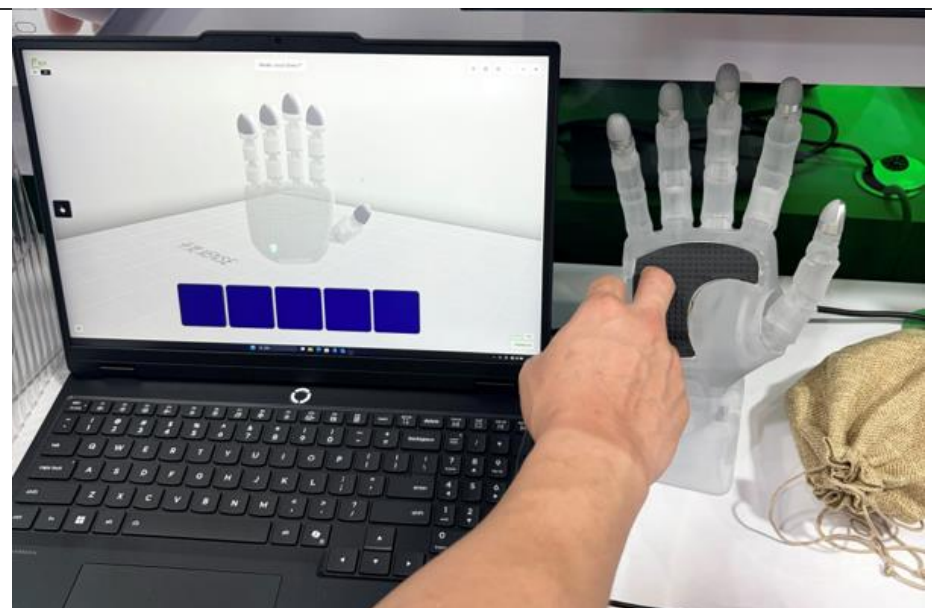
셋째, 인과 구조와 실패 데이터가 필요하다. 언어 모델은 정답 문장만 보고 배워도 무해하다. 그러나 로봇이 신뢰성을 확보하려면 이렇게 하면 실패한다는 정보가 필요하다. 사람이 시범을 보이는 데이터는 정의상 성공 사례만 포함한다. 실패 데이터를 얻으려면 로봇을 실제로 실패시켜야 하고 그 과정에서 하드웨어가 손상된다.

표 24. 로봇 데이터가 확장되기 어려운 3가지 구조적 제약

구분	핵심 한계 및 특성
접촉 순간의 물리 데이터	손가락이 물체에 닿는 순간에만 마찰력, 무게중심, 미끄러짐 등의 수치가 측정
행동 라벨 (Action Label)	시각 정보와 어느 관절을 얼마나, 어떤 힘으로 움직였는지 동작 수치가 동시에 필요
인과 구조와 실패 데이터	로봇이 안전하고 신뢰성 있게 움직이려면 이렇게 하면 실패한다는 오답 노드가 필수적

자료: IBK투자증권

그림 32. 로봇 손의 촉각 센서가 중요해지는 시기



자료: WRC 2026, IBK투자증권

3) 구글의 진화 - 통합, 자동 수집, 시뮬레이션

(1) Open X-Embodiment (2023년 10월) - 새로 모이지 않고 합친다

21개 기관, 60여 개
데이터셋을 통합한
Open X-Embodiment

Open X-Embodiment는 구글 답마인드가 주도해 21개 기관의 60여 개 데이터셋을 통합한 프로젝트다. 22종의 서로 다른 로봇 몸체에서 수집된 약 100만 건 이상의 실제 로봇 궤적, 500종 이상의 기술을 포함한다. 2023년 시점 전 세계 수십 개 연구기관이 각자 로봇 데이터를 보유했으나 형식이 달라 상호 활용이 불가능했다.

서로 보완하여 실제로
성능을 개선하는
이중 데이터의 통합

핵심 발견은 이중 데이터의 통합이 실제로 성능을 개선한다는 점이다. A로봇의 데이터를 B로봇 학습에 섞으면 노이즈로 작용할 것이라는 예상과 반대의 결과다. RT-1-X는 개별 데이터셋으로 학습한 원래 모델 대비 성능 개선을 보였고, RT-2-X는 창발 능력에서 개선을 기록했다. 로봇마다 몸이 달라도 물리 법칙과 작업의 구조는 공유되므로 이중 데이터가 서로를 보완한다는 것이다. 이로써 로봇마다 처음부터 다시 가르쳐야 한다는 전제가 깨졌다.

누적 가능한 공유 자산이
된 로봇 데이터

로봇 데이터가 파편화된 자산이 아니라 누적 가능한 공유 자산이라는 점이다. 후발 진입자에게 유리한 조건이며, 한국 기업이 소프트웨어 열위에도 휴머노이드 사업에 진입할 수 있는 경로가 이 구조에서 나온다.

그림 33. Open X-Embodiment의 개요



Fig. 1: We propose an open, large-scale dataset for robot learning curated from 21 institutions across the globe. The dataset represents diverse behaviors, robot embodiments and environments, and enables learning generalized robotic policies.

자료: Open X-Embodiment Collaboration, IBK투자증권

(2) DemoStart (2024년 9월) – 시뮬레이션의 경제성 증명

데이터 효율화를 달성한
시뮬레이션 학습

핵심 성과는 데이터 효율이다. 동일 목표를 실제 환경 학습으로 달성할 때 필요한 데이터의 약 100분의 1로 감소했다.

원격조작 인건비에서
GPU 연산비로
자본 배분을 이동시킨
DemoStart

구글 딥마인드의 물리 시뮬레이터 MuJoCo 안에서 자동 커리큘럼 강화학습을 수행하고 그 결과를 실제 로봇으로 옮긴다. 도메인 랜덤화를 활용해 제로샷 sim-to-real(현실 데이터를 추가 학습하지 않고 곧바로 실물에 적용) 전이에 성공했다. 데이터 수집을 인건비에서 연산비로 전환할 수 있다는 것이 증명된 시점부터 산업의 자본 배분이 원격조작 인력에서 GPU로 이동하기 시작했다.

(3) Robot Park (2026년 6월) – 시뮬레이션만으로는 부족했다

구글과 협력하여
로봇 데이터 전용 훈련
시설을 구축한 Apptornik

2026년 6월 30일, Apptornik은 구글 딥마인드와의 연구 파트너십하에 9만 평방피트 규모의 데이터 전용 훈련 시설 Robot Park를 개설했다. 이런 실물 전용 훈련 공간을 구축했다는 것은 시뮬레이션이 접촉·변형·손끝 감각 영역에서 여전히 실물을 대체하지 못한다는 판단을 반영한다. 데이터 병목은 부분적으로 해결되었으며 시뮬레이션 전략의 한계선을 보여준다.

표 25. DemoStart와 Robot Park의 주요 차이점

구분	DemoStart	Robot Park
시점/주체	2024년 9월	2026년 6월 30일 (구글 딥마인드 × Apptornik)
핵심 성과/기술	- 데이터 효율 100배 증가 (실제 환경 학습 대비 데이터 1/100 수준으로 감소) - MuJoCo 시뮬레이터 + 자동 커리큘럼 강화학습 + 도메인 랜덤화 - 제로샷 Sim-to-Real (현장 데이터 추가 없이 실물 적용) 전이 성공	- 9만 평방피트(약 2,500평) 규모의 대형 물리 훈련 시설 개설했다 - Apptornik의 Apollo 2 (이족·바퀴형 모듈) 공개와 동시 진행 - 실물 기반의 물리 데이터 집중 수집
핵심 메시지	가상 시뮬레이션의 압도적 경제성 입증 (다지 로봇 손 제어 문제 해결)	시뮬레이션만으로는 완벽할 수 없음 (접촉, 변형, 손끝 감각 영역의 한계 인정)
자본 배분 변화	인건비 → 연산비(GPU) (인력 고용 비용이 GPU 연산 자원으로 이동)	가상 연산(GPU) + 물리 인프라 (가상 학습과 실물 인프라의 동시 투자 필요성)

자료: IBK투자증권

그림 34. 로봇 파크(Robot Park) 내 휴머노이드 활동 모습



자료: Apptornik, IBK투자증권

4) 엔비디아의 진화 - 데이터 병목의 수혜자

사람의 개입 없이
데이터를 생성하는
월드모델, GROOT N2

엔비디아의 데이터 전략은 3단계로 진화했으며, 단계가 올라갈수록 사람의 개입이 줄고 연산 소비가 늘어난다. 2026년 3월 GTC에서 DreamZero 연구를 기반으로 한 월드 액션 모델 구조를 채택했으며, 주요 VLA 모델 대비 신규 환경·신규 작업 성공률이 두 배 이상이라고 주장했다.

표 26. 엔비디아 데이터 생성 기술의 3단계

단계	기술	내용	제품
1단계	물리 엔진 시뮬레이션	• 실제 로봇 손상 없이 가상 공간에서 수천 대를 동시 훈련 • 수개월 걸릴 보행·이동 학습을 수 시간 만에 압축 완료	Isaac Sim / Isaac Lab
2단계	시연 증강	• 사람이 보여준 소수의 동작 시연 데이터를 기반으로 구동 • 물체 위치, 조명, 재질을 가상 변경해 수만 건으로 확장	GROOT-Mimic / Dreams
3단계	월드모델	• 사람이 가상 환경을 직접 제작할 필요가 없는 생성형 AI • 영상 학습을 통해 "내가 이렇게 움직이면 무슨 일이 생길지" 영상으로 예측 생성	Cosmos / Cosmos Reason / Cosmos 3

자료: NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

(1) 생태계 관문 확보 - LeRobot 통합의 의미

로봇 개발자와
AI 개발자를 하나로 만드는
LeRobot 통합

엔비디아는 2026년 7월 GROOT 1.7과 원격조작 도구 Isaac Teleop을 Hugging Face의 LeRobot(복잡하고 파편화되어 있던 로봇 AI 개발 환경을 누구나 쉽게 접근할 수 있도록 표준화한 오픈소스 로봇 학습 라이브러리)에 통합했다. 이로써 약 300만 로봇 개발자와 1,600만 AI 개발자 커뮤니티가 하나의 파이프라인으로 연결됐다. 통합 대상에 원격조작 도구가 포함됐다는 점이 특징이며, 데이터를 만드는 첫 단계부터 학습·배포까지 전 과정을 자사 스택 안에 두려는 조치다.

수직 통합 스택으로
로봇 사업 방어력을
구축한 엔비디아

엔비디아의 로봇 사업 방어력은 칩보다 이 수직 통합 스택에 있다. 칩은 경쟁자가 따라올 수 있으나, 시뮬레이션·월드모델·데이터 표준·배포 하드웨어를 통합한 스택은 전환비용이 높다. 개발자가 Isaac Teleop으로 데이터를 모으고 Isaac Lab에서 학습하고 GROOT를 미세조정해 Jetson에 배포하는 흐름에 익숙해지면, 경쟁 칩 전환 비용이 기술적 우열과 무관하게 커진다. 구글에는 이에 대응하는 데이터 파이프라인 확보 수단이 없다.

표 27. 엔비디아의 로봇 데이터 수집에서 배포

핵심 용어	설명
Isaac Teleop	사람이 VR 기기나 조종기로 로봇을 멀리서 직접 조작해 보며, 로봇에게 실전 경험 데이터를 가르치고 모으는 '원격 데이터 수집 도구'
Hugging Face (허깅페이스)	전 세계 1,600만 명 이상의 AI 엔지니어와 연구원들이 AI 모델과 데이터를 서로 공유하는 세계 최대 오픈소스 AI 플랫폼 및 커뮤니티
LeRobot (르로봇)	허깅페이스가 만든 로봇 전용 오픈소스 소프트웨어 모음집(라이브러리)으로, 누구나 쉽게 로봇 AI를 만들 수 있게 돕는 조립 키트

자료: IBK투자증권

(2) 로봇으로 인한 HBM과 메모리 수요 증가

대량의 GPU와 HBM
소비를 요구하는 월드모델
학습

월드모델 학습은 영상 생성 모델 학습이므로 대량의 GPU와 HBM을 소비한다. 로봇 데이터를 생성으로 확보한다는 것은 데이터센터 연산 수요로 치환된다는 뜻이며, 삼성전자·SK하이닉스의 HBM 수요에 로봇이 간접적이지만 실질적인 신규 수요원으로 추가되는 경로가 여기서 성립한다.

데이터센터 경로를 통해
로봇 산업에 기여하는
국내 메모리사

삼성전자·SK하이닉스에 대한 로봇의 기여는 온디바이스가 아닌 데이터센터 경로다. 로봇 1대의 탑재 메모리는 최신 플랫폼(Jetson Thor) 기준 128GB 수준으로, 2025년 휴머노이드 출하 약 1.3만 대를 곱해도 글로벌 DRAM 비트 출하의 0.01% 미만에 그친다. 반면 로봇 파운데이션 모델 학습은 단일 모델에 H100 1,000장 이상을 동원하며(GR00T N1: 5만 H100-hour), 학습 1회분 HBM 용량이 로봇 수백 대 탑재량을 상회한다.

2030년대 초반부터
온디바이스 전환 전망

한편 온디바이스 전환 시점은 주류 전망(Omdia 2035년 260만 대, GS 2030년 25만 대)을 적용하면 유의미한 물량 기여는 2030년대 초반부터이며, 마이크론이 제시한 대당 3TB 시나리오가 현실화될 경우에만 그 시점이 2020년대 후반으로 앞당겨진다.

표 28. 로봇 1대 당 탑재 메모리 전망

구분	탑재 메모리	비고
Jetson AGX Orin 계열 (현 보급형)	8~64GB	Unitree G1 등 중국 저가형
Jetson AGX Thor / T5000 (현 최상위)	128GB LPDDR5X	+ NVMe 1TB
Micron CEO 전망 (휴머노이드 1대)	~3TB DRAM	L2+ 차량의 10배

자료: NVIDIA, Micron, 언론 종합, IBK투자증권

5) 데이터 병목에서 상대 비교

데이터 병목의 정리
1) GPU 사용료로 치환
2) 데이터 자체 판매는
아직 어려움
3) 시뮬레이션의 한계는
존재

첫째, 데이터 병목의 해결 비용이 GPU 사용료로 치환된다는 것이 핵심 결론이다. 데이터를 컴퓨터가 만들면 연산비이고 이는 즉시 엔비디아의 매출이 된다.

둘째, 데이터 자체를 판매하는 사업은 아직 성립하지 않았다. Open X-Embodiment는 공개됐고, GR00T-Mimic 생성 데이터도 상품이 아니라 칩 판매를 위한 유인이다. 데이터 계층에서 직접 이익을 회수하는 상장 주체는 현재 존재하지 않는다.

셋째, Robot Park의 등장은 시뮬레이션 만능론에 대한 제약 조건이다. 시뮬레이션이 접촉·변형·촉각을 재현하지 못하면 데이터 비용이 다시 실물 수집으로 회귀하며, 이 경우 엔비디아 스택의 성장 논리가 약화되고 실물 로봇 플릿과 촉각 센서를 보유한 주체의 가치가 상승한다.

표 29. 데이터 병목 측면에서 상대 비교

비교 축	구글	엔비디아	분석
기본 접근	이미 존재하는 데이터를 표준화해 합침, 시뮬레이션의 경제성을 증명	물리 엔진 → 시연 증강 → 월드모델로 단계를 올리며 데이터를 생성	구글의 해법은 1회성 자산 형성, 엔비디아의 해법은 반복 소비되는 연산 수요임
대표 성과	Open X-Embodiment - 22종 몸체와 100만 궤적 통합, DemoStart - 실물 대비 1/100 데이터	Isaac Lab - 수개월 학습을 수 시간으로 압축, Cosmos - 환경 제작 없이 무한 상황 생성	구글은 개념을 증명, 엔비디아는 그 개념을 무제한 규모로 실행할 수단을 제공
수익화	직접 수익화 경로가 없음, 데이터셋은 공개됐으며, 연구 자산으로 남음	데이터 생성이 곧 GPU 사용량임, 생성량이 늘수록 매출은 증가	구글이 증명한 경제성의 화폐적 수혜를 엔비디아가 가져감
2026년의 수정	Robot Park - 다시 물리 시설로 교체, 시뮬레이션이 접촉 영역을 대체하지 못하기 때문	Cosmos 3/N2 - 월드모델을 정책 구조로 흡수, 생성 품질 자체를 높이는 방향	두 회사가 같은 한계(sim-to-real gap)에 서로 다른 방식으로 대응함

자료: Google DeepMind, NVIDIA, IBK투자증권

4. 신뢰성 병목 - 현장에서 사고 없이 작동하는가 (2026~)

1) 95%와 99.99% 사이의 거리

무사고 및 반복 작동이
로봇 상용화의 실과제

실제 공장과 가정에 투입했을 때 사고 없이 반복 작동하는가다. 2026년 베이징 WRC에서 주목받기 시작한 지점이다. 이는 한국 부품·센서 산업의 기회가 열리는 지점이다.

안전이 걸린 현장에서
요구되는 성공률, 99.99%

논문과 시연 영상에서 인용되는 성공률은 대체로 50~95% 구간이다. 물류센터에서 로봇 1대가 시간당 300회 물건을 집는다고 가정하면 성공률 95%는 시간당 15회 실패를 의미한다. 실용 수준은 99.9%(시간당 0.3회 실패), 안전이 걸린 작업은 99.99% 이상이 요구된다.

로봇 성공률을 좌우하는
Edge Case

95%에서 99.9%로 가는 것은 성능을 5% 개선하는 문제가 아니라 실패율을 50분의 1로 줄이는 문제다. 남은 실패는 평균적 상황이 아니라 예외 상황(Edge case, 드물게 발생해 사전에 대비하기 어려운 경계 사례)에서 발생하며, 예외는 정의상 학습 데이터에 드물게 등장한다. 데이터를 두 배 늘려도 예외 상황 데이터는 두 배 늘지 않는다. 이것이 자율주행이 2016년 이후 10년간 상용화 문턱에 머문 원인이며, 로봇 조작에서도 동일한 벽이 재현되고 있다.

표 30. Edge Case의 3대 논점

핵심 명제	논거
Edge Case는 비용이 아니라 진입장벽임	복제 불가 자산은 알고리즘이 아니라 2억 마일에서 축적된 실패 사례 DB임, 매입 불가하고 시간으로만 축적됨
ODD(Operational Design Domain, 운행설계영역) 확장 비용은 선형이 아님	도시 추가는 신규 EdgeCase 분포에 대한 재검증을 요구함
휴머노이드는 로보택시보다 어려움	로보택시는 도로, 차선, 신호라는 구조화 환경으로 ODD 정의가 가능함, 범용 로봇은 가정, 공장의 무경계성으로 ODD 정의 자체가 불가능함

자료: Waymo, 언론 종합, IBK투자증권

그림 35. Edge Case로 인한 로보택시 사업 리콜/종료 사례

L1 인지 Perception	객체분류가 수렴하지 않는다 미확인 → 차량 →자전거진동	Uber ATG (2018.인명사고,사업매각)
L2 판단 Planning	규칙 해석이 맥락을 놓친다 패치 후에도 동일 유형 재발	Waymo 스쿨버스 (2025.리콜.3,067대)
L3 사후행동 Post-event	정상 로직이 파국적으로 오작동 충돌 후 갓길 정차 기동 수행	Cruise (2023.허가 취소,청산)

자료: IBK투자증권

2) 성공률 지표 해석 시 유의점

최선의 결과만을 보여주는
공개 시연 영상

첫째, 시연 영상은 최선의 결과다. 공개되는 영상은 다수 시도 중 성공한 사례이며 편집·속도 조절·재시도가 포함될 수 있다. 실패 비율과 사람의 개입 여부는 통상 공개되지 않는다. 지연 보정 기술은 동작을 자연스럽게 보이게 만드는 공학이므로 영상의 매끄러움을 모델 속도로 해석하면 안 된다. 시연에서 확인할 항목은 (1) 연속 무중단 가동 시간, (2) 사람 개입 빈도, (3) 실패 후 자율 회복 여부, (4) 동일 작업을 새 환경에서 반복했을 때의 성능 유지 여부, (5) 안전 울타리·광커튼(적외선 빔으로 사람 접근을 감지해 로봇을 정지시키는 안전장치) 없이 사람과 같은 공간에서 작동하는지다.

모방학습의 구조적
문제점, 데이터 양이 아닌
성격

둘째, 모방학습에는 구조적 한계가 있다. 학습된 정책은 사람이 시범을 보인 상황 분포 안에서만 정확하다. 실행 중 미세한 오차로 로봇이 시범 데이터에 없던 자세에 도달하면 모델은 부적절한 행동을 출력하고, 그 행동이 로봇을 더 낮은 상황으로 밀어 넣으며 오차가 증폭된다. 데이터를 더 넣는 것으로 해결되지 않는 이유는 문제가 데이터의 양이 아니라 성격에 있기 때문이다.

표 31. 로봇 신뢰성 검증 체크리스트

평가 기준	세부 내용
연속 무중단 가동 시간	중단 없이 연속으로 가동 가능한 시간
사람 개입 빈도	작업 진행 중 사람의 개입이나 도움을 필요로 하는 주기/횟수
실패 후 자율 회복 여부	작업 중 오류나 실패 발생 시 스스로 복구하여 작업을 재개할 수 있는지 여부
새 환경에서의 성능 유지 여부	동일한 작업을 새로운 환경에서 반복해도 기존 성능을 유지할 수 있는지 여부
안전 장치 없는 협업 작업 여부	안전 울타리 없이 사람과 동일한 공간에서 안전하게 작동할 수 있는지 여부

자료: IBK투자증권

그림 36. 로봇 하프 마라톤 대회 우승 로봇, Honor(아너)사의 산덴
2026년 베이징 로봇 하프마라톤 대회는 대다수 완전 자율주행 채택, 2025년 21대(완주 6대),
2026년 300여대(대다수 완주), 신기록 2025년 2시간 40분 42초, 2026년 50분 26초



자료: WRC 2026, IBK투자증권

3) 구글의 진화 - Gemini Robotics 2 (2026 년 7 월 30 일)

(1) 전신 제어 - 상체에서 몸 전체로

상체와 하체 모두 하나의 정책으로 통합 제어하는 Gemini Robotics 2

직전 모델들은 휴머노이드의 상체만 제어했으나 Gemini Robotics 2는 다리, 몸통, 팔, 손가락을 하나의 학습된 정책으로 통합 제어한다.

이중 두뇌 구조를 폐기한 것은 아니다. ER과 VLA의 역할 분리는 유지되며, 하위 실행자인 VLA의 제어 범위가 팔과 손에서 발끝까지로 확장된 것이다. 과거에는 보행 모듈과 조작 VLA가 별개로 동작해 걸으면서 물건을 집을 때 두 모듈이 충돌했다. 이제는 전신의 모터 신호가 하나의 신경망에서 동시에 출력된다. 따라서 물건을 잡기 위해 몸을 숙일 때 발목의 무게중심을 자동 조정하는 수준의 전신 연동이 실시간으로 가능하다.

엔비디아 수요와 직결되는 전신 단일 정책

이 성과는 엔비디아 수요와 직결된다. 전신 단일 정책은 모델이 처리해야 할 출력 차원과 제어 주기를 동시에 늘린다. 지능이 아래로 내려갈수록 온디바이스 추론 부하가 커지며, 이는 Jetson Thor가 판매되는 조건과 일치한다. 구글이 모델을 아래로 확장할수록 엔비디아의 실리콘 수요가 늘어나는 보완 관계가 성립한다.

표 32. Gemini Robotics 2 구성

모델	역할	접근
Gemini Robotics 2 (VLA)	카메라 영상과 자연어 지시를 모터 제어 명령으로 변환, 휴머노이드 전신과 양팔 로봇을 구동하며 다지 손과 2지 집게를 모두 지원함	파트너 한정
Gemini Robotics ER 2 (VLM)	상위 두뇌, 사람과 소통, 물리 세계 이해, 수 분 단위 다단계 작업 계획, 다중 로봇 조율을 담당함, Gemini 3.5 Flash 기반	Gemini API 공개 프리뷰
Gemini Robotics On-Device 2 (VLA)	로봇 기기 내부 구동용 경량 모델, 새로운 몸체에 수 시간 단위로 적응	파트너 한정

자료: Google DeepMind, IBK투자증권

그림 37. Gemini Robotics 2를 통한 전신제어 로봇틱스



자료: Google DeepMind, IBK투자증권

(2) 크로스-임보디먼트(Cross-Embodied) - 하나의 파일로 세 개 몸체

크로스-임보디먼트,
하나의 파일로 세 개의
다른 하드웨어를 구동

동일한 체크포인트(수개월 동안 학습시킨 AI 두뇌의 완성된 최종 저장 파일) 하나가 세 가지 서로 다른 하드웨어 조합을 구동했다. SharpaWave 손을 장착한 Apollo 2, Inspire 손을 장착한 Apollo 2, Robotiq 집게를 장착한 Franka Duo다.

On-Device 2의 적응 효율도 개선됐다. 형태·센서·자유도(로봇이 독립적으로 움직일 수 있는 방향의 개수)가 크게 다른 새 양팔 로봇에 통상 200건 미만의 예제로 수 시간 내 적응이 확인됐다.

그림 38. Multi-robot collaboration 로봇틱스 시연



자료: Google DeepMind, IBK투자증권

그림 39. 인간과 같은 공간에서 작동하는 로봇 개



자료: WRC 2026, IBK투자증권

4) 엔비디아의 진화 - 온디바이스 구동과 추론 하드웨어

(1) 클라우드로 해결되지 않는 이유

신뢰성 병목이 클라우드로
해결되지 않는 이유

- 1) 지연
- 2) 연결 신뢰성
- 3) 비용과 보안

· 지연 - 왕복 통신에 수십~수백 밀리초가 소요되며, 초당 50~200회의 제어 주기와 양립하지 않는다.

· 연결 신뢰성 - 통신이 0.5초 끊기면 로봇은 들고 있던 물건을 떨어뜨린다. 공장 지하나 가정의 통신 사각지대에서 로봇이 정지하는 것은 상품으로서 허용되지 않는다.

· 비용과 보안 - 로봇 수만 대의 영상을 실시간 전송하는 대역폭 비용과 가정 내 영상의 외부 전송은 각각 경제성과 규제 문제를 발생시킨다.

로봇은 클라우드에
의존할 수 없는
AI 응용 영역

이 세 요인이 엔비디아에 구조적 유리함을 제공한다. 구글은 클라우드 사업자이므로 자연스러운 경로가 클라우드 추론이지만, 로봇은 물리적으로 클라우드에 의존할 수 없는 AI 응용이다. 구글이 Gemini Robotics On-Device를 별도로 개발해야 했던 것도 이 제약 때문이며, 이는 클라우드 사업자에게는 비용이고 엣지 칩 사업자에게는 시장이다.

그림 40. 클라우드로는 해결되지 않는 로봇의 제약 요인

구분	제약요인	결과
지연	왕복 통신에 수십~수백밀리초 소요	초당 50~200회 제어 주기와 물리적으로 양립 불가
연결 신뢰성	통신 0.5초 단절 시 파지 물체 낙하	공장 지하-통신 사각지대에서 정지, 상품성 결격
비용-보안	수만 대 영상 실시간 전송 대역폭 부담	경제성 훼손+가정 영상 외부 전송에 따른 규제 리스크
실시간 제어 루프는 로봇 내부(on-device)에서 닫혀야 한다		

자료: IBK투자증권

(2) Jetson Thor – 사실상의 표준

로봇 추론의 병목은
메모리 대역폭

2026년 공개된 Jetson T3000 모듈은 Blackwell 아키텍처 GPU, 8코어 Neoverse Arm CPU, 32GB LPDDR5X 메모리와 273GB/s의 메모리 대역폭, 25GbE 연결성을 결합한다. 주목할 사양은 연산 성능이 아니라 메모리 용량과 대역폭이다. 수십억 파라미터 모델을 온디바이스에서 구동하려면 가중치 전체를 메모리에 상주시키고 매 추론마다 읽어야 한다. 1X, Agile Robots, Amazon Robotics, Boston Dynamics, FANUC, Hitachi, Techman Robot 등이 이 플랫폼을 기반으로 시스템을 구축하고 있다. 엔비디아는 시뮬레이션(Isaac), 월드모델(Cosmos 3, Cosmos 3 Edge), 파운데이션 모델(GROOT)을 결합해 학습부터 배포까지 단일 스택으로 묶었다.

그림 41. 엔비디아 Jetson Thor 모듈



자료: NVIDIA, IBK투자증권

5) 신뢰성 병목에서 상대 비교

소프트웨어 성능으로는
대체할 수 없는
하드웨어의 내구성

첫째, 수요의 성격이 소프트웨어로 대체 불가능하다. 촉각센서, 정밀 감속기, 액추에이터와 이들의 내구성은 알고리즘 개선으로 우회할 수 없다. 두뇌 성능이 개선돼도 감속기의 백래쉬(기어 사이 유격에서 발생하는 미세한 헛돌)는 줄어들지 않는다. 소프트웨어가 오픈소스화되며 범용화되는 흐름과 달리, 물리 부품의 기술 격차는 공정 노하우와 양산 경험에 축적되므로 방어력이 상대적으로 길다.

두 기업의 방향성은 서로
다른 종목을 자극

둘째, 구글의 전신 제어 확장은 관절 수와 제어 정밀도 요구를 높여 감속기·액추에이터 수요로 연결되고, 엔비디아의 온디바이스 스택 확장은 학습 측 HBM 수요와 배포 측 추론 하드웨어 경쟁으로 연결된다. 두 축이 서로 다른 국내 종목을 자극한다는 점이 실무적으로 중요하다.

지정학적 공급망 이슈는
일본과 한국 업체에 유리

셋째, 공급망 분절이 구조적 순풍이다. 미국 완성품 업체 전반의 중국 의존 축소 흐름은 일본과 한국의 정밀부품 업체에 반사이익을 제공한다.

표 33. 신뢰성 병목에서의 두 기업 상대비교

비교 축	구글	엔비디아	해석
공략 방향	모듈 경계 제거, 다리부터 손끝까지 하나의 정책으로 묶어 모듈 간 오차 누적을 제거함	실행 환경 확보, 무거워진 모델이 몸 안에서 끊임 없이 구동되도록 메모리 대역폭을 공급함	보완 관계. 구글이 모델을 무겁게 만들수록 엔비디아 칩의 필요성이 커짐
안전 접근	ASIMOV / ASIMOV-Agentic 벤치마크, 안전 기술보고서, 근접 감지 후 통제 정지·자율 재개	IGX T3000 산업 안전 인증 계열, 동일 스택 공유로 인증 경로 일원화	구글은 소프트웨어 안전의 기준을, 엔비디아는 하드웨어 안전의 인증을 담당함
남은 약점	다지 손재주 성공률 32~92%로 편차가 크고 2지 집게가 더 우수함, 손끝은 여전히 미해결	경량화가 진전되면 저가 SoC로 대체 가능함, 대당 단가 하락 압력이 존재함	구글의 약점은 기술적, 엔비디아의 약점은 경제적
시장 지위	시연 플랫폼을 파트너에 의존함, Apptronik, Boston Dynamics, Franka	사실상 표준, 1X·Agile·Amazon·Boston Dynamics·FANUC·Hitachi, Techman	채택 폭에서는 엔비디아가 선두
한국 연결	현대차·보스턴다이내믹스 측, 2026년 Atlas 물량 전량이 그룹 내부와 구글에 배정됨	부품·센서 수요를 창출하는 간접 경로, Jetson 채택 시 국산 추론칩과의 경쟁 관계	두 축 모두 한국 기업과 연결됨

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

6 상용화의 실제 사례

여전히 울타리 안에서 작동한다, 부품 기업들의 기회

여전히 지정 구역
안에서만 작동하는 로봇

Apptronik Apollo의 안전 체계는 구동부에 내장된 구역 기반(zone-based) 방식이다. 무언가가 근접 범위에 들어오면 충격 구역이 동작을 정지시키고, 설정 가능한 경계 구역이 더 먼 거리에서 행동을 조정한다. 고객 현장의 Apollo 유닛들은 여전히 외부 센서와 광커튼(light curtain)으로 울타리를 친 지정 구역 안에서 작동하고 있었으며, 사람과 진짜로 나란히 일하는 협업 운영은 앞으로 해결해야 할 엔지니어링 과제이다.

로봇 부품 산업에는
긍정적 기회

울타리를 없애려면 사람 접근을 감지하고 즉시 힘을 줄이는 능력이 필요하고, 그것은 시각이 아니라 촉각·힘 센싱과 정밀 토크 제어로 구현된다.

Agility와 Apptronik가
선택한 로봇 구독 모델

한편 Agility와 Apptronik이 모두 구독 모델을 활용할 예정이다. 휴머노이드 1대 가격이 수만~수십만 달러이고, 성능이 아직 불안정한 상황에서 고객이 자산으로 구매하는 결정은 무겁다. RaaS는 이 장벽을 낮춘다.

RaaS의 최종적 수혜는
결국 로봇 부품사

RaaS는 두 가지를 의미한다. 첫째, 매출 인식이 분산되므로 초기 매출 성장이 완만해 보인다. 판매 방식이라면 1대 인도 시 전액 인식하지만, 구독은 수년에 걸쳐 나눠 인식한다. 둘째, 그럼에도 부품 발주는 선행 발생한다. 로봇을 만들어야 빌려줄 수 있으므로, 부품사의 수주는 완성품 업체의 매출 인식보다 앞선다. 부품주가 완성품주보다 실적 가시성이 빠를 수 있다는 근거가 여기에 있다.

표 34. 구매 가능성으로 본 상용화

기종	2026년 7월 기준 취득 경로	가격 정보	실배치 현황
Agility Digit	RaaS(월 이용료) 경유로 취득 가능	공개 정보 없음	Amazon · Toyota · GXO 등 9개 고객 시설. GXO 다년 계약
Boston Dynamics Atlas	CES 2026에서 생산 제품화. 2026년 물량 전량 배정 완료	미공개	현대차그룹 RMAC + 구글 답마인드. 외부 고객 2027년
Apptronik Apollo	파일럿 · 견적 기반만. 일반 주문 경로 없음	2027년 대량 인도 시 연 8만 달러 수준 언급(목표치)	Mercedes · GXO · Jabil 파일럿. 광커튼 안에서 작동
Figure 03	주문 경로 없음	보도상 볼륨 목표 2만 달러	350대 이상, BMW 스파르텐버그 등
Tesla Optimus	주문 페이지 · 최종 소매가 없음	미공개	자사 공장 투입 예정. 외부 배치 없음
1X NEO	예약금 200달러로 예약 가능	2만 달러 또는 월 499달러	2026년 미국 배송 개시 예정
유니트리 G1/R1	개발자용으로 즉시 주문 가능	G1 13,500달러 / R1 5,900달러 / R1 Air 4,900달러	연구 · 개발 · 엔터테인먼트 중심

자료: 각사 발표 자료, 언론 종합, IBK투자증권

기 중국 - 유니트리, AgiBot, UBTech, 3 각 구도와 FCC 규제

(1) 도시별 클러스터 구조

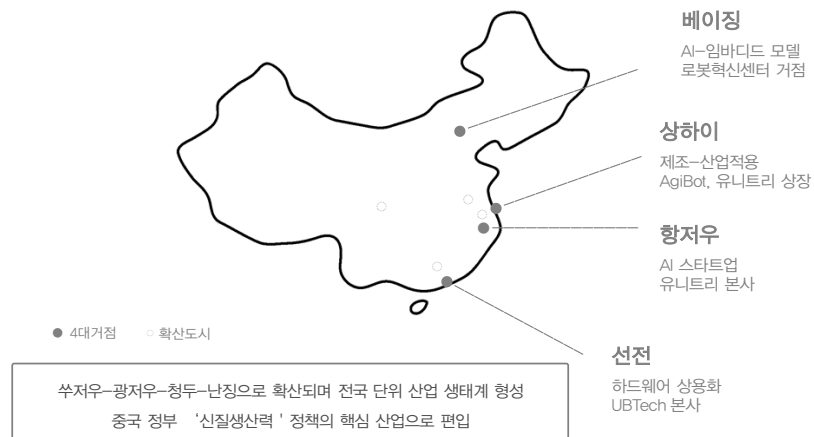
도시별 클러스터 중심으로 성장하는 중국 휴머노이드 산업

중국 휴머노이드 산업은 특정 기업이 아니라 도시 단위 클러스터 중심으로 성장하고 있다.

- 베이징 - AI·임바디드 모델 중심. 베이징휴머노이드로봇혁신센터가 거점
- 상하이 - 제조 및 산업 적용. AgiBot, 유니트리 상장(과창판)의 무대
- 선전 - 하드웨어 및 상용화. UBTech 본사를 중심으로 협동로봇·부품 기업이 집적
- 항저우 - AI 스타트업 중심. 유니트리 본사 소재

여기에 쑤저우·광저우·청두·난징까지 확산되며 전국 단위 산업 생태계 형성되었다. 중국 정부의 '신질생산력(新质生产力)' 개념 속에서 임바디드 AI와 휴머노이드가 핵심 산업으로 자리잡았다.

그림 42. 중국 지역별 로봇 클러스터



자료: 언론 종합, IBK투자증권

(2) 유니트리 - 흑자 기반의 출하량 최상위, 그리고 성장

완제품과 부품을 모두
생산하는 유니트리

유니트리는 2016년 8월 항저우에서 설립됐다. CEO 왕싱싱이 개발한 사족보행 로봇 Xdog로 주목받아 유치한 엔젤투자를 기반으로 출발했고, 2017년 라이카고, 2023~2024년 휴머노이드 H1/G1을 출시했다. 완제품뿐 아니라 로봇팔, 모터, 감속기, 컨트롤러, 라이다 등 부품까지 자체 개발·판매한다. 이 수직 통합이 원가 경쟁력의 원천이다. 2026년 8월 19일 중국 상하이거래소에 정식 상장되었다.

표 35. 유니트리 기업 정보

항목	내용
2025년 실적	매출 16.99억 위안(약 3,551억원, YoY +335%), 순이익 2.876억 위안(약 601억원, +204%), 조정 순이익 5.91억 위안(약 1,235억원), 주력사업 매출총이익률 60.13%, 해외매출 비중 43.65%
출하량	2025년 5,500여 대, 글로벌 휴머노이드 시장 점유율 32.4%, 2026년 7월 기준 이족보행 누적 생산 약 1.8만 대, 2026년 출하 목표 1만~2만 대. 2025년 판매 실적은 휴머노이드 5,215대·사족보행 23,037대.
수익성 위치	매출총이익률 60.5%로 경쟁사 평균 44.4% 상회. 적자 상태로 상장했던 유비텍과 대비되는 흑자 구조
제품 라인	사족보행 A1/B2/Go2, 휴머노이드 H1/H2/G1/R1
가격	R1-D \$4,290~(665만원), R1 \$4,900~(760만원), G1 \$13,500(2,093만원), H2 \$29,900(4,635만원), H1 \$90,000(1,40억원), H2 Plus-A2-B1 각 \$100,000(1.55억원).
IPO 일정	3/20 신청 → 6/1 상장심사위 통과(73일, 커황반 최단) → 7/2 CSRC 등록 승인 → 8/6 공모가 확정 → 8/10 청약 → 8/19 상장
조달 규모	공모가 150.80위안, 4,044만 6,434주(상장 후 지분 10%) 발행으로 60.99억 위안(약 1.27조원) 조달, 컨센서스 104위안 대비 +45%, 당초 계획 42.02억 위안을 크게 상회
지분 구조	신주 발행 후 왕싱싱 지분 31.29%(직접 21.44% + 간접 9.85%), 메이탄 계열 9.65%, HSG(구 세쿼이아차이나) 7.12%, 딥시크가 전략배정으로 93.3만 주(1.41억 위안) 확보, 락업 36개월로 전략투자자 중 최장
경계 요인	1Q26 매출 4.23억 위안(약 884억원, +68.5%)이나 조정 순이익은 -52.6%, 전년 동기 성장률 +332.6% 대비 급격한 둔화. 상반기 순이익 가이던스 2.36~2.83억 위안(약 493~591억원)으로 전년대비 -6.4~22.0%

자료: 유니트리, 언론 종합, IBK투자증권

그림 43. 2026 베이징 WRC 유니트리 부스



자료: WRC 2026, IBK투자증권

(3) AgiBot — 화웨이 출신이 만든 파운데이션 모델 보유 완성품 업체

자체 파운데이션 모델을 기반으로 휴머노이드를 제조하는 AgiBot

AgiBot(智元机器人, 지위안로봇)은 2023년 2월 상하이에서 화웨이 출신 엔지니어들이 창업한 기업이다. 설립 2년여 만에 중국 최대 규모의 휴머노이드 전문 기업으로 성장했다.

표 36. AgiBot 기업 정보

항목	내용
파운데이션 모델	GO-1(Genie Operator-1, 2025년 3월), 회사는 "최초의 범용 임바디드 기반 대형 모델"로 포지셔닝. 고품질 데이터셋과 대규모 영상 데이터로 일반화 능력 극대화. ROS보다 빠른 자체 미들웨어 사용
제품 라인	X2 시리즈(연구 · 엔터테인먼트), A3 시리즈(전신 휴머노이드), G1/G2 시리즈(산업 협업), D1 시리즈(서비스), X2-N '네자'는 이족보행에서 바퀴 이동으로 전환하는 변신형
출하량 주장	2025년 Omdia 기준 약 5,100대, 시장점유율 40%로 글로벌 1위라고 회사 및 국내 총판이 주장
기록	휴머노이드 최장거리 도보 106,286km 기네스 세계기록
신뢰성 진입	2025년 11월 Longcheer Technology와의 파일럿에서 실제 산업 환경에 강화학습 적용, 회사는 이를 '실제 산업 로봇스에서 Real-World RL의 첫 적용'이라 주장, 전자/자동차 부품 생산으로 확대 예정
NVIDIA 관계	GR00T N1.60이 AgiBot Genie-1에서 검증됐다고 발표됨
한국 진입	국내 공식 대리점을 통해 X2/A3/G1/G2/D1 전 모델 판매/렌탈/기술지원 체계 구축

자료: AgiBot 발표자료, 언론 종합, IBK투자증권

그림 44. 지위안로봇 WRC 2026 출품 이미지



자료: WRC 2026, IBK투자증권

(4) UBTech – 휴머노이드 1호 상장사, 산업용 집중

홍콩에 상장한 휴머노이드
로봇 1호 상장 기업,
UBTech

UBTech(9880.HK)는 2023년 홍콩증권거래소 메인보드에 상장한 '휴머노이드 로봇 1호 상장 기업'이다. 선전 난산구에 본사가 있고 베이징휴머노이드로봇혁신센터 인근에도 사무소를 둔다. 2016년부터 휴머노이드 개발에 본격 착수했다.

표 37. 유비텍 기업 정보

항목	내용
2025년 실적	매출 20.0억 위안(+53.3%), 순손실 7.0억 위안으로 적자 축소
제품	산업용 S 시리즈, 상업시설용 C 시리즈, 오픈소스 교육용 E 시리즈, 기술 성과는 자율 배터리 교체 기능을 지원하는 Walker S2
출하 계획	2025년 1,079대 → 2026년 생산능력 1만 대로 상향 (가이던스) → 1만 대 이상을 주력 매출원으로 육성
원가 전망	대량 생산 진입 시 휴머노이드 1대 가격 2만 달러(약 2,760만원) 수준까지 하락 가능하며, 이 경우 사람 한 명 고용보다 비용 효율이 높아질 것으로 전망

자료: UBTech, IBK투자증권

그림 45. WRC 2026에서 춤 시연을 보여주는 유비텍 휴머노이드



자료: Oeeee, IBK투자증권

5. 두 기업 전략의 최종 비교와 투자 아이디어

1) 구글과 엔비디아의 4년의 진행

표 38. 두 기업이 걸어온 4년

항목	구글	엔비디아
기술적 성취	우위에 있음, 토큰화, VLM, 이중 두뇌, 전신 단일 정책, 크로스임보디먼트 등 산업의 주요 개념 대부분이 구글 논문에서 나올	추격 후 병렬 상태, 개념 창출은 적으나 월드 액션 모델처럼 독자 방향을 제시하기 시작함
산업 채택 폭	제한적, 실행 계층 접근이 선별 파트너에 한정돼 실제 탑재 사례가 적음	광범위함, GR00T는 미중 양 진영에서 검증됐고 Jetson은 사실상 표준임
생태계 관문	없음, 데이터 파이프라인 · 개발 도구 표준을 확보하지 못함	확보함, LeRobot 통합으로 데이터 수집→학습→배포 전 과정을 자사 스택에 편입함
하드웨어 자산	없음, 2017년 매각 이후 보유하지 않음	있음, Jetson 모듈이 직접 매출 인식 지점임
수익 인식 경로	불명확, 로봇 두뇌의 과금 방식에 대한 공개된 모델이 없음	명확, 학습 GPU와 온디바이스 모듈이 이미 매출로 인식됨
전사 실적 기여	측정이 어려운 수준	데이터센터 대비 미미, 다만 학습 수요를 통한 간접 기여가 존재함
결론	기술은 앞섰고 사업은 아직 시작되지 않음	기술은 따라갔고 사업은 이미 진행 중임

자료: Google DeepMind, NVIDIA, 언론 종합, IBK투자증권

2) 진영 지도

전략적 측면에서
차이가 나는 두 기업

첫째, 엔비디아의 커버리지가 구글보다 넓다. 중국 진영까지 포함하면 차이는 더 커진다. 둘째, 구글의 관여는 좁지만 깊다. Appteronik과의 관계는 단순 공급이 아니라 공동 개발·공동 시설 운영 수준이다.

표 39. 주요 완성형 로봇 기업의 이중 소속

기업	구글과의 관계	엔비디아와의 관계	해석
Boston Dynamics	ER 모델 신뢰 테스트, ER 1.6에서 계측기 판독 기능 공동 구현, 2026년 Atlas 물량 일부 배정	GR00T 도입 기업, Jetson Thor 초기 도입 명단 포함	양쪽 모두에 깊이 관여, 한국 상장 시장과 연결되는 핵심 노드
Agility Robotics	ER 모델 신뢰 테스트	GR00T 도입, Jetson Thor 초기 도입	상용 배치 최선두이면서 양 진영 기술을 병용함
Appteronik	가장 깊은 제휴, 차세대 휴머노이드 공동 개발, Robot Park 공동 운영, Gemini Robotics 2 주력 시연 플랫폼	Jetson Thor 초기 도입 명단에는 불포함	구글 진영의 대표 하드웨어 파트너
1X	-	GR00T 도입, Jetson 플랫폼 채택	엔비디아 측 단독
유니트리 / AgiBot	-	GR00T N1.60i G1 · Genie-10에서 검증됐다고 발표	중국 진영에서도 엔비디아 모델이 구동된다는 점이 확산 전략의 근거
Figure AI	-	투자자로 참여 (Qualcomm과 동일 라운드)	두뇌 자립 노선, 어느 칩을 채택하는지가 표준 경쟁의 실측치임

자료: 기업 발표 자료, 언론 종합, IBK투자증권

3) 한국과의 연결성

로봇 산업 측면에서
두 기업이 한국과
연결되는 경로

엔비디아 측은 이미 실현 중인 매출 흐름이고, 로봇은 그 위에 추가되는 증분이다. 반면 구글 측은 아직 매출로 전환되지 않은 잠재 영역이며, Atlas 외부 판매 개시가 전환 시점이다.

투자 관점에서 두 측의 성격은 대칭적이다. 엔비디아 측은 실현 확실성이 높지만 로봇이 기여한 부분을 기존 AI 인프라 수요와 분리해 계량하기 어렵다. 구글 측은 로봇 고유 노출이 순수하게 확보되지만 실현 시점을 특정할 수 없다.

표 40. 한국 연결 경로

경로	전달 메커니즘	수혜 후보	시차와 확실성
엔비디아 측 ① 학습 연산	월드모델 · 정책 학습 확대 → 데이터센터 GPU 수요 → HBM 소비	삼성전자, SK하이닉스	가장 짧고 확실하다. 다만 로봇 기여분을 AI 전체 수요와 분리해 측정하기 어렵다
엔비디아 측 ② 온디바이스	Jetson Thor 표준화 → 로봇 탑재 추론 모듈 시장 형성	리벨리온, 퓨리오사AI (경쟁 포지션)	조건부. 소프트웨어 생태계 장벽이 실질적 진입 제약이다
구글 측 ① 완성품	Gemini Robotics 탑재 Atlas 양산 → 현대차그룹 내부 배치 및 부품 발주	현대차그룹, 현대모비스	중기. 2026년 물량 전망이 그룹 내부 · 구글에 배정되어 외부 매출 인식은 2027년 이후다
공동 측 신뢰성 부품	전신 제어 확장 · 손재주 요구 상승 → 정밀 감속기, 액추에이터, 촉각 · 힘 센서 수요	에스비비테크, 에스피지, 로보티즈, 에이딘로보틱스	가장 길지만 가장 순수하다. 완성품 양산 일정에 전적으로 종속된다

자료: IBK투자증권

4) 타임라인과 촉매 캘린더 (2026 하반기~2028)

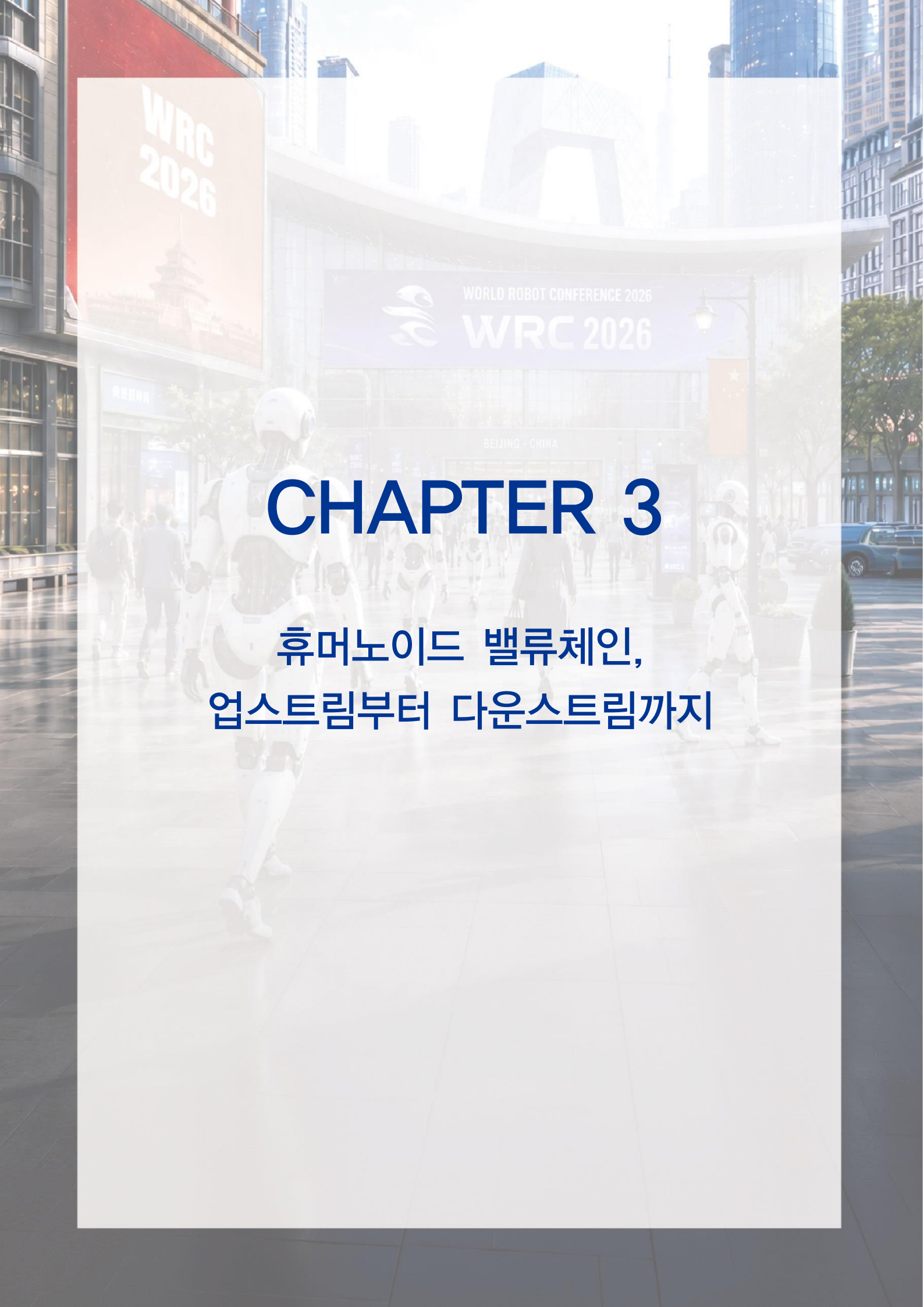
향후 예정된 4가지
주요 이벤트

선행 지표로 삼을 항목은 네 가지다. ① 구글 VLA 접근 정책의 변화(개방은 생태계 확장 신호, 유지는 통제 우선 신호), ② GR00T 채택 기업 수의 증가 속도(엔비디아 확산 전략의 성패), ③ Jetson 후속 세대의 메모리 대역폭(온디바이스 부하 증가 추세의 대리 지표), ④ 완성품 업체의 자체 두뇌 개발 발표 빈도(두 회사 모두에 대한 이탈 신호)

표 41. 추적해야 할 이벤트

시점	이벤트	확인해야 할 것
2026년 하반기	· 엔비디아 GR00T N2 정식 출시 · 구글 실행 계층(VLA) 개방 정책 변화 여부 · 2026 WRC(베이징) 및 후속 발표	N2가 실제 완성품에 탑재되는지 구글이 VLA를 더 넓게 여는지, 계속 잠그는지
2027년 상반기	· CES 2027 · 엔비디아 GTC 2027 · Atlas 외부 고객 인도 개시 여부	구글 두뇌 탑재 로봇이 그룹 외부에 판매되는지 Jetson 후속 세대의 메모리 대역폭 증분
2027년 중	· Figure의 추론 칩 채택 공표 · 국산 추론칩의 로봇 레퍼런스 확보 여부	표준 경쟁의 첫 실측치, Qualcomm vs NVIDIA 구도가 결정됨
2027~2028	· Omdia 기준 출하량 6만 대 구간 진입 · 부품 업체 수주잔고의 매출 인식	20배 성장 구간이 실제 손익계산서에 나타나는지 지금까지의 지연 패턴이 반복되는지

자료: IBK투자증권

The background image shows a futuristic urban scene in Beijing, China, for the World Robot Conference 2026 (WRC 2026). In the foreground, a large humanoid robot is walking on a paved plaza. Other smaller robots and people are visible in the background. A large banner above the entrance reads "WORLD ROBOT CONFERENCE 2026 WRC 2026 BEIJING · CHINA". To the left, a vertical banner says "WRC 2026".

CHAPTER 3

휴머노이드 밸류체인,
업스트림부터 다운스트림까지

1. 휴머노이드의 몸은 어떻게 구성되는가

휴머노이드의 몸, 인간을 닮은 범용 하드웨어 플랫폼

인간이 구축해 놓은
인프라에 투입될
휴머노이드 로봇

휴머노이드는 인간과 유사한 머리, 몸통, 팔, 손, 다리 구조를 가진 로봇을 의미한다. 휴머노이드가 인간의 모습을 지향하는 이유는 외형적 친숙함보다는 기존 작업 환경과의 호환성에 있다. 공장의 작업대와 생산설비, 물류센터의 선반, 계단, 문, 공구 등 대부분의 인프라가 인간의 신체 크기와 동작 범위를 기준으로 설계되어 있기 때문이다.

휴머노이드의 지향점은
비정형 작업 환경에서의
인간을 대체하는 것

특정 작업만 수행한다면 기존 산업용 로봇이 효율적이다. 고정형 로봇팔은 정해진 위치에서 높은 속도와 정밀도로 작업할 수 있고, AMR(자율이동로봇)은 평탄한 바닥에서 휴머노이드보다 적은 에너지로 물류를 운반한다. 반면 작업 대상과 위치가 수시로 변하거나, 하나의 로봇이 비정형 및 여러 종류의 작업을 수행해야 한다면 전용 자동화 설비를 구축하는 비용이 증가한다.

인간 중심의 기존 작업
환경을 변경 없이 대체
가능한 휴머노이드

휴머노이드는 이런 전용 설비와 범용 노동력 사이의 간극을 겨냥한다. 사람이 수행하던 작업을 기존 인프라의 대규모 변경 없이 대체하는 것이 궁극적인 목표다. Boston Dynamics는 Atlas가 사람과 동일한 작업대와 장비를 이용할 수 있도록 설계되었다고 설명하고 있으며, Agility Robotics 역시 Digit의 인간 중심 형태를 통해 기존 공장과 물류센터를 별도로 재설계하지 않고 투입할 수 있다는 점을 강조한다.

휴머노이드의 종류는 1)
이족보행형, 2) 휠형, 3)
고정형으로 작업 환경에
최적화하여 적용 가능

다만 모든 로봇이 반드시 완전한 인간형 구조를 가질 필요는 없다. 평탄한 물류센터에서는 휠 기반 하체가 안정성과 에너지 효율 측면에서 유리하고, 반복적인 고정 작업에는 상체형이나 고정형 로봇이 경제적이다. Appttronik이 Apollo를 이족보행형뿐 아니라 휠형 및 고정형으로 구성할 수 있는 모듈식 플랫폼으로 설계한 것도 이러한 이유다. 결국 휴머노이드의 형태는 인간을 얼마나 정교하게 모방했는가보다 목표 작업을 가장 낮은 비용으로 수행할 수 있는가에 따라 결정될 가능성이 높다.

그림 46. Appttronik의 새로운 휴머노이드 플랫폼 Apollo2(이족보행형과 고정형)



자료: Appttronik, IBK투자증권

휴머노이드 밸류체인은 크게 업스트림(핵심 부품), 미드스트림(휴머노이드 완성체), 다운스트림(적용 산업)으로 분류

Tesla, Unitree 등 주요 휴머노이드 기업들은 업스트림과 미드스트림을 수직 통합 중

현재 휴머노이드 주요 적용 분야는 자동차 제조와 물류 분야

휴머노이드 산업의 밸류체인은 크게 1) 핵심 부품과 기반 기술을 공급하는 업스트림, 2) 휴머노이드 완성체를 개발 및 생산하는 미드스트림, 3) 완성된 로봇을 실제 산업 현장에 도입하는 다운스트림으로 구분할 수 있다. 다만 휴머노이드는 아직 산업 형성 초기 단계에 있어 기업별 사업영역이 명확히 분리되어 있지는 않다.

Tesla와 Figure AI, Unitree 등 주요 완성체 업체들은 액추에이터, 배터리, AI 모델과 제어 소프트웨어를 직접 개발하며 수직계열화를 추진하고 있어 밸류체인 간 경계가 점차 희미해지고 있다.

업스트림은 휴머노이드의 움직임과 인지 및 판단 능력을 구현하는 핵심 부품 및 기반 기술을 공급하는 영역이다. 주요 제품으로는 액추에이터, 모터, 감속기, 볼스크루와 롤러스크루, 베어링, 엔코더, 카메라 및 LiDAR, IMU, 촉각센서, AI 반도체, 배터리 등이 있다.

미드스트림은 업스트림에서 공급받은 부품을 결합해 휴머노이드 본체를 설계 및 제조하고, 보행과 균형, 물체 조작, 주변 환경 인지, AI 학습 등의 기능을 통합하는 영역이다. 자동차 산업의 완성차 업체와 유사하지만, 단순한 하드웨어 조립을 넘어 AI 모델과 제어 소프트웨어까지 함께 개발한다는 점에서 차이가 있다.

다운스트림은 완성된 휴머노이드를 제조, 물류, 건설, 의료, 서비스 및 가정 등의 현장에 도입하고 운영하는 영역이다. 현재는 작업환경이 상대적으로 표준화되어 있고 경제성을 측정하기 쉬운 자동차 제조와 물류 분야를 중심으로 상용화가 진행되고 있다.

그림 47. 휴머노이드 로봇 산업 체인 설명도



자료: 산업자료, IBK투자증권

2. 다운스트림: 무대에서 공장으로, 휴머노이드의 상용화가 시작된다

다양한 산업에 진출이
가능한 휴머노이드

WRC 2026에서는 춤과 격투 등 시선을 끄는 시연뿐 아니라 부품 조립, 택배 분류, 물류 이송, 가사 보조 등 실제 작업을 겨냥한 전시가 크게 늘었다. 그러나 대부분은 정해진 공간에서 특정 동작을 반복하는 수준으로, 아직 사람을 완전히 대체하는 범용 로봇과는 거리가 있다. 결국 휴머노이드의 상용화는 모든 작업을 수행하는 범용 로봇이 아니라, **투입 효과를 명확하게 측정할 수 있는 단일 공정부터 시작될 전망이다.**

제조업이 최초의 대규모
수요처

초기 시장은 자동차를 중심으로 한 제조업에서 형성되고 있다. 제조 현장은 작업 동선과 부품이 표준화돼 있어 학습 부담이 낮고, 반복 및 중량 작업에 따른 인력 부족과 안전 문제도 크기 때문이다. 또한 휴머노이드는 기존 생산설비와 작업 공간을 그대로 활용할 수 있어 전용 자동화 설비보다 공정 변경에 유연하게 대응할 수 있다.

실제 BMW 스파르탄버그 공장에 투입된 Figure 02는 10개월 동안 3만대 이상의 BMW X3 생산을 지원했으며, 후속 Figure 03는 부품을 생산 순서에 맞게 배열하는 시퀀싱 작업으로 적용 범위를 넓히고 있다. 현대차그룹도 2028년 HMGMA에서 Atlas를 부품 시퀀싱 공정에 투입한 뒤 글로벌 생산거점으로 확대할 계획이다. Mercedes-Benz 역시 Apollo를 활용해 부품 운반과 품질검사 가능성을 검증하고 있다. 이는 초기 휴머노이드 시장이 조립 전반보다 **부품 이송, 공급, 검사처럼 단순하면서 작업 효과를 측정하기 쉬운 공정**에서 시작되고 있음을 보여준다.

물류를 거쳐 서비스와
가정으로 확장

물류는 제조업 다음으로 상용화 가능성이 높은 시장이다. 작업이 반복적이고 물류용 박스와 선반이 규격화돼 있어 휴머노이드가 기존 AMR 및 컨베이어와 연계되기 쉽기 때문이다. GXO는 Agility Robotics의 Digit를 활용해 박스를 이동하고 컨베이어에 적재하는 작업을 수행하고 있으며, 초기 투자 부담을 낮추기 위해 사용량 기반의 RaaS 계약을 적용하고 있다.

반면 상업 서비스와 가정은 불규칙한 환경, 사람과의 직접적인 접촉, 높은 안전 기준 때문에 상대적으로 늦게 열릴 가능성이 높다. 따라서 서비스 시장도 초기에는 경비/순찰, 매장 안내, 시설관리처럼 업무 범위가 좁은 영역에서 시작될 전망이다. 이후 조작 능력과 안전성이 충분히 확보되면 의료, 돌봄을 거쳐 장기적으로 가정용 시장까지 확장될 수 있다.

표 42. 휴머노이드의 확산 단계별 도입 산업

확산 단계	주요 산업	초기 적용 작업	핵심 도입 조건
초기	자동차, 제조	부품 이송, 시퀀싱, 검사	신뢰성, 가동률, 안전성
초기~중기	물류, 창고	박스 운반, 피킹, 적재	작업 속도, 시스템 연동
중기	유통, 시설, 건설	순찰, 안내, 시설관리	환경 대응력, 비용 경쟁력
장기	의료, 돌봄, 가정	생활 보조, 가사, 개인 서비스	정교한 손, 안전성, 범용 지능

자료: 산업자료, IBK투자증권

미국 자동차 생산직 임금
상승과 Atlas 도입 경제성

2023년 UAW와 미국 완성차 3사가 체결한 단체협약에 따라 생산직 기본임금은 2028년 4월까지 총 25% 인상되며, 물가연동조정(COLA)을 포함한 최고임금 상승률은 약 33%에 달한다. Ford 기준 시간당 총고용비용은 계약 이전 약 67달러에서 2028년 약 88달러까지 상승할 것으로 추정된다. 환율 1,450원과 연간 근로시간 2,080시간을 적용하면 미국 자동차 생산직 1명에게 투입되는 연간 총인건비는 2026년 약 2.4억원에서 2028년 2.7억원으로 증가한다.

미국 자동차 생산직
1명에게 투입되는 연간
총인건비는 2026년 약
2.43억원에서 2028년
2.65억원으로 증가

한편 휴머노이드의 공식 판매가격은 아직 공개되지 않았으나, 현재 가격을 약 1.5억원으로 가정하고 부품 내재화와 연간 3만대 생산체제 구축을 반영해 연평균 20%의 가격 하락을 적용했다. 이에 따라 휴머노이드 가격은 2028년 약 9,600만원, 2031년에는 약 5,000만원까지 하락할 것으로 추정된다.

로봇 도입비용은 구매가격에 설치 및 시스템 통합비 20%를 가산하고, 유지보수, 소프트웨어, 전력비 등 연간 운영비는 로봇 가격의 12%로 가정했다. 휴머노이드가 생산직 1명 업무의 50%를 대체할 경우 현재 가격에서도 투자회수기간은 약 1.7년에 불과하며, 2028년에는 약 0.9년, 2031년에는 0.4년까지 단축된다. 보수적으로 25%의 업무만 대체하더라도 2028년부터 투자회수기간이 2년 이내로 진입한다.

상용화의 기준은 성능이
아니라 ROI

종합하면 휴머노이드의 경제성은 구매가격 자체보다 실제 작업 대체율에 의해 결정될 전망이다. 미국 생산직 1명의 연간 총인건비가 이미 휴머노이드 추정가격을 상회하기 때문에 휴머노이드가 생산직 업무의 약 30% 이상을 안정적으로 수행한다면 현재 가격에서도 경제성이 성립한다. 다만 현시점에서는 작업 범위와 가동률, 안전성, 시스템 통합비용이 도입을 제한하고 있어 실질적인 크로스오버 시점은 연간 3만대 생산체제가 구축되는 시점으로 판단된다. 이후 가격이 5,000만원 수준까지 하락하는 2031년 전후에는 단순 반복공정을 중심으로 휴머노이드 도입이 본격 확산될 가능성이 높다.

표 43. 연도별 생산직 인건비 대비 휴머노이드 경제성 전망

구분	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	2031년
시간당 총인건비	\$80.6	\$84.4	\$88.0	\$90.6	\$93.4	\$96.2
생산직 1명 연간 총인건비	2.4억원	2.6억원	2.7억원	2.7억원	2.8억원	2.9억원
휴머노이드 추정가격	1.5억원	1.2억원	0.9억원	0.7억원	0.6억원	0.5억원
인건비/휴머노이드 가격	1.6배	2.1배	2.8배	3.6배	4.6배	5.9배

자료: 산업자료, IBK투자증권

미국 자동차 제조업만을 대상으로 적용한 시장 가정

부품사뿐 아니라 물류, 전자, 배터리, 일반 제조업까지 확대되면 잠재시장은 훨씬 커질 수 있다

미국 자동차 제조업의 전체 고용은 약 96만명이며, 이 가운데 휴머노이드가 잠재적으로 대체할 수 있는 생산 및 현장직은 약 73만명으로 추산된다. Atlas 1대가 생산직 1명분의 업무를 수행한다고 가정하면 미국 자동차산업의 이론적 최대시장은 약 73만대이며, 설치 및 시스템 통합비를 포함한 초기 투자비 기준 약 132조원의 도입시장이 형성될 수 있다. 다만 모든 공정의 무인화는 현실적으로 제한적이기 때문에 생산직의 30~50%를 실질적인 적용 대상으로 가정할 경우 약 22만~37만대가 중장기 잠재시장으로 판단된다.

표 44. 미국 자동차 제조업 기준 휴머노이드 잠재시장 규모 전망

구분	전체 고용	생산 및 현장직	Atlas 잠재 대체 대상
완성차 제조	약 29.3만명	약 21.9만명	조립, 물류, 검사 등
차체/트레일러	약 15.0만명	약 11.6만명	용접, 이송, 조립 등
자동차 부품	약 51.3만명	약 39.8만명	부품 조립, 포장, 물류 등
합계	약 96.5만명	약 73.3만명	휴머노이드 잠재시장

자료: 산업자료, IBK투자증권

표 45. 생산직 대체율 시나리오별 휴머노이드 경제성 전망

도입 시점	실질 인력 대체율	연간 인건비 절감	연간 순절감액	투자회수기간
2026년	0.25명	0.6억원	0.4억원	4.2년
	0.5명	1.2억원	1.0억원	1.7년
	1.0명	2.4억원	2.3억원	0.8년
2028년	0.25명	0.7억원	0.6억원	2.1년
	0.5명	1.3억원	1.2억원	1.0년
	1.0명	2.7억원	2.6억원	0.5년
2031년	0.25명	0.7억원	0.7억원	0.9년
	0.5명	1.5억원	1.4억원	0.4년
	1.0명	2.9억원	2.9억원	0.2년

자료: 산업자료, IBK투자증권

주1: 연간 순절감액 = 기존 연간 총인건비 - 휴머노이드 연간 운영비

주2: 투자비 회수기간 = 총 초기 투자비 ÷ 연간 순절감액

주3: 연간 운영비는 로봇 가격의 12%로 가정

표 46. 휴머노이드 생산성에 따른 경제성

1대당 대체인력	필요대수	구매비용	설치/튜닝비	초기 투자비	연간운영비	연간순절감액	투자회수기간
생산직 0.5명	146.6만대	146.6조원	29.3조원	175.9조원	17.6조원	96.8조원	1.8년
생산직 1.0명	73.3만대	73.3조원	14.7조원	88.0조원	8.8조원	105.5조원	0.8년
생산직 1.5명	48.9만대	48.9조원	9.8조원	58.6조원	5.9조원	108.5조원	0.5년

자료: 산업자료, IBK투자증권

주1: 연간 순절감액 = 기존 연간 총인건비 114.3조원 - 휴머노이드 연간 운영비

주2: 투자비 회수기간 = 총 초기 투자비 ÷ 연간 순절감액

주3: 설치 및 시스템 통합비는 로봇 가격의 20% 가정

주4: 연간 운영비는 로봇 가격의 12%로 가정

3. 미드스트림: 춘추전국시대, 승자는 양산이 가른다

양산에 들어간 기업은
극소수

WRC 2026에서는 Unitree, UBTECH, AGIBOT, Galbot, Fourier Intelligence 등 다수의 중국 기업이 보행형부터 휠 기반, 산업용, 서비스용까지 다양한 휴머노이드를 선보였다. 특히 Unitree R1의 가격이 4,900달러부터 시작하는 등 하드웨어 가격은 빠르게 낮아지고 있다. 다만 춤과 격투에서는 높은 완성도를 보인 반면, 물체 조작과 장시간 자율 작업은 여전히 편차가 컸다. 이는 휴머노이드 산업이 **시제품을 만드는 단계는 통과했지만, 동일한 품질로 생산하고 현장에 안정적으로 투입하는 단계에는 소수 기업만 진입했음**을 보여준다.

미국은 현장 데이터,
중국 제조 속도에서
앞선다

미국 기업은 대규모 자본과 AI 역량, 앵커 고객을 기반으로 실제 산업 현장에서 데이터를 축적하고 있다. Tesla는 자동차 생산설비와 부품 내재화 역량을 Optimus에 적용하고 있으며, 2026년 생산을 목표로 1세대 생산라인을 구축 중이다. Boston Dynamics는 생산형 Atlas를 현대차그룹 RMAC와 Google DeepMind에 우선 배치하며, Figure는 BMW 공장 경험을 기반으로 Figure 03의 생산을 확대하고 있다. Agility Robotics의 Digit는 GXO 등 물류 현장에서 누적 10만개 이상의 박스를 운반하며 상용성을 검증했다.

완성체 경쟁력은
생산대수가 아니라 배치
능력

중국 기업은 전기차와 산업용 로봇에서 축적한 부품 공급망을 활용해 제품 가격과 개발 주기를 빠르게 낮추고 있다. Unitree는 가격대별 제품군을 확대하고 있으며, UBTECH는 산업용 Walker S2의 양산과 납품을 진행 중이다. AGIBOT은 풀사이즈 휴머노이드뿐 아니라 휠 기반 작업형, 서비스, 청소 로봇까지 제품군을 다변화하며 2026년 6월 누적 1만5,000번째 로봇 생산을 발표했다. 다만 중국 기업의 출하량에는 산업용 휴머노이드 외에 연구, 교육, 전시, 데이터 수집 및 서비스 로봇이 포함되므로 실제 노동 대체 물량과 구분할 필요가 있다.

표 47. 주요 휴머노이드 기업 제품 및 상용화 현황

국가	기업	대표 제품	주요 전략 및 적용처	생산능력 및 실제 실적	상용화 단계
미국	Tesla	Optimus	자동차 생산역량, AI 부품 내재화 결합해 자체 공장부터 투입	2026년 1세대 생산라인 구축 중 , 실제 생산량 미공개	양산 준비
	Figure AI	Figure 03	AI 자체 개발 하드웨어, BMW 공장 데이터 기반 제조, 가정으로 확장	BoQ 연간 1.2만대 CAPA , 시간당 1대 생산속도 검증, 실제 생산량 미공개	생산라인 가동 초기
	Agility Robotics	Digit	제조업 물류 특화, Raas 방식으로 고객사 초기 부담 축소	RoboFab 연간 1만대 CAPA , 9개 고객 사업장 누적 6.5만시간 가동, 3억 달러 이상 장기 주문	상용화 검증 선두
	Boston Dynamics	Atlas	현대차그룹 생산기반 활용해 고난도 산업 작업부터 공략	2028년 양산 개시 , 초기 물량 현대차 RMAC, Google DeepMind 배치	소규모 선행 생산
중국	Unitree	R1, G1, H2	저가형부터 풀사이즈까지 폭넓은 제품군 구축으로 연구, 교육, 산업 시장 공략	2025년 순수 휴머노이드 5,500대 이상 출하 6,500대 이상 생산	대량양산 진입
	AGIBOT	A2, X2, G2	이족보행, 소형 휠 기반 작업형까지 다제품 전략 추진	2025년 휴머노이드 5,168대 출하, 2026년 6월 전체 로봇 누적 1.5만대 생산	대량생산 및 적용처 확대
	UBTECH	Walker S2	자동차와 전자, 물류 등 산업용 풀사이즈 휴머노이드에 집중	2025년 풀사이즈 휴머노이드 1,079대 판매 , 80% 이상 산업 데이터 수집용	산업용 양산 선두

자료: 각 사, IBK투자증권

양산을 밀어붙이는 중국,
시장 진입장벽을 높이는
미국

미국과 중국 휴머노이드 정책은 방향성에서 뚜렷한 차이를 보인다. 중국은 2023년부터 휴머노이드를 국가 전략산업으로 지정하고 기술개발, 부품 국산화, 표준 제정, 현장 실증을 순차적으로 추진하고 있다. 특히 최근에는 제조와 물류 등 실제 산업현장에 로봇을 투입해 운용 데이터를 확보하고, 이를 다시 제품 개선과 양산으로 연결하는 단계에 진입했다.

중국: 산업 육성 및 시장
창출

중국은 정부가 초기 수요를 만들어 시장 규모를 빠르게 확대하는 전략을 사용하고 있다. 제조업과 물류 현장에 로봇을 선제적으로 투입하면 기업들은 실제 작업 데이터를 확보할 수 있고, 이는 제품 성능 개선과 원가 절감, 추가 수주로 이어질 수 있다. 이에 따라 중국 시장에서는 완성형 플랫폼뿐 아니라 액추에이터, 감속기, 모터, 센서 등 대량생산에 필요한 핵심 부품 업체의 수혜가 예상된다.

미국: 공급망 보호 및
외국산 진입 제한

반면 미국은 아직 중국과 같은 직접적인 생산 목표나 보조금 정책보다 국가 로봇 전략 수립과 공급망 안보, 외국산 로봇의 시장 진입 제한에 초점을 맞추고 있다. 특히 2026년 들어 중국산 로봇의 정부 조달을 제한하는 법안과 외국산 첨단로봇의 FCC 인증을 제한하는 조치가 연이어 등장하면서 로봇 산업에서도 자국 중심의 공급망 재편이 본격화되고 있다.

한국은 미국 시장
중심으로 공략 확대 예상

미국은 외국산 로봇의 진입을 제한하면서 미국 현지에서 생산되는 로봇에 상대적으로 유리한 시장구조를 형성하고 있다. 향후에는 기업의 국적보다 실제 생산지역과 공급망 구성이 정부조달 및 시장 접근성을 결정할 가능성이 크다. 이에 따라 미국 내 생산기반을 구축한 Tesla와 Boston Dynamics, Figure AI, Agility Robotics, Apptronik 등의 전략적 가치가 높아지는 동시에 이들에게 비중국산 핵심 부품을 공급할 수 있는 기업의 중요성도 확대될 전망이다.

결국 미국과 중국 휴머노이드 시장은 중국의 저원가 대량생산 생태계와 미국의 안보 중심 현지생산 생태계로 양분될 가능성이 높다. 국내 기업 입장에서 중국 업체와의 가격 경쟁보다 미국 현지 생산 및 비중국산 공급망 편입 여부가 중장기 경쟁력을 결정하는 핵심 변수가 될 전망이다.

표 48. 미국과 중국 휴머노이드 정책 방향성 비교

구분	중국	미국
정책 방향	산업 육성 및 시장 창출	공급망 보호 및 외국산 진입 제한
핵심 정책 수단	국가 산업계획, 실증사업, 표준화, 지방정부 지원	안보 및 인증 규제, 정부조달 제한, 국가전략 수립
우선 적용 시장	제조, 물류, 점검, 의료, 서비스	제조, 국방, 물류, 공공안전
공급망 전략	핵심 부품 국산화 및 대량생산	중국산 배제 및 미국 현지 생산 확대
현재 산업 단계	실증을 넘어 양산과 대규모 배치 추진	전략 및 규제 기반을 구축하는 초기 단계
주요 수혜 영역	액추에이터, 감속기, 센서, 로봇 플랫폼	미국 생산 기반 완성품, 비중국산 부품, 시험/인증

자료: 산업자료, IBK투자증권

표 49. 미국과 중국 휴머노이드 관련 주요 정책 타임라인

국가	시점	주요 정책	진행 현황	주요 내용	투자 시사점
중국	2023.11	휴머노이드 로봇 혁신발전 지도 의견	시행	2025년까지 핵심 기술, 부품 공급망 확보 및 완성품 양산체계 구축, 2027년까지 글로벌 경쟁력을 갖춘 산업 생태계 조성	중국 휴머노이드 산업의 기본 로드맵, 부품 국산화와 양산 경쟁의 출발점
	2024.01	미래산업 혁신발전 추진 의견	시행	휴머노이드를 미래 첨단장비로 지정 , 핵심 소재와 부품, 소프트웨어, 산업 클러스터 육성	완성품뿐 아니라 부품과 소재를 포함한 전 밸류체인 지원
	2025.03	2025년 정부업무보고	국가 전략	체화지능 을 정부업무보고에 처음 포함, 미래산업 투자 대상으로 지정	휴머노이드가 중앙정부의 핵심 성장산업으로 격상
	2025.08~11	'A+' 행동 추진 지침 발표 휴머노이드 표준화위원회	시행	AI의 제조업 적용 확대, 관절, 센서, 통신, 안전성, 신뢰성 등에 대한 국가표준 제정 추진	부품 호환성과 양산성 개선 품질 및 인증 역량 보유 업체에 유리
	2026.01~06	'A+' 제조' 특별행동 및 실제 환경 훈련 특별행동	시행	제조, 물류 등 100개 이상 현장 확보, 1만 대 규모의 로봇 배치 역량 구축 추진	정책의 중심 기술개발에서 실제 발주와 운용 데이터 확보로 이동
미국	2025.07	America's AI Action Plan	시행	AI 인프라, 하드웨어, 소프트웨어, 표준 및 공급망 포괄하는 국가 AI 전략 제시	로봇 전용 정책은 아니지만 Physical AI와 자국 로봇 생태계 육성의 기반
	2026.02~06	National Commission on Robotics Act	발의	국가로봇위원회 설치, 미국의 기술 경쟁력, 공급망, 인력 및 대중국 전략 종합 평가	미국도 개별 기업 중심에서 국가 로봇 전략을 수립하는 단계로 진입
	2026.06	GUARD Act	통과	중국 등 적대국과 연계된 휴머노이드 및 사족보행 로봇 안보 심사 및 위험 제품의 미국 시장 진입 제한	법제화 시 중국산 로봇의 미국 진출이 사실상 어려워질 가능성
	2026.07	FCC 외국인 첨단로봇 규제	시행	외산 휴머노이드와 이동형 로봇 신규 모델 원칙적으로 FCC 장비 인증 제한 , 기존 인증 및 예외 승인 제품 제외	중국뿐 아니라 한국 등 외국산 완성형 로봇에도 현지 생산 필요성 확대
	2026.07~08	FY2027 NDAA 하원안 및 Robotics Supply Chain Improvement Act	입법 진행	적대국산 휴머노이드 국방 조달 제한, 로봇 표준, 데이터 공유, 인력 양성 및 미국 내 제조 지원	정부조달 제한과 공급망 지원을 결합한 미국형 로봇 산업정책으로 발전 가능

자료: 산업자료, IBK투자증권

4. 업스트림: 휴머노이드의 몸을 구성하는 핵심 부품

업스트림에서 가장 핵심은
휴머노이드 원가의
40~50%를 차지하는
액추에이터

휴머노이드의 몸은 크게 1) 골격과 외장, 2) 액추에이터와 관절, 3) 손과 발단 장치, 4) 센서, 5) 배터리와 전력 장치, 6) 연산 및 제어 장치로 구분된다. 사람의 몸에 비유하면 프레임은 뼈, 액추에이터는 근육, 배터리는 에너지원, 센서는 감각기관, 온보드 컴퓨터와 제어 소프트웨어는 뇌와 신경계에 해당한다.

이 가운데 휴머노이드 하드웨어의 핵심은 액추에이터다. 휴머노이드는 수십 개의 관절을 동시에 움직여 몸의 균형을 유지하고 물체를 들어야 한다. 각 관절이 독립적으로 움직이면서도 전신이 하나의 시스템처럼 작동해야 하므로 액추에이터의 출력과 정밀도, 응답속도 및 내구성이 로봇의 작업 성능을 결정한다.

개별 부품의 최고 사양보다는 각 부품의 시스템 최적화가 중요

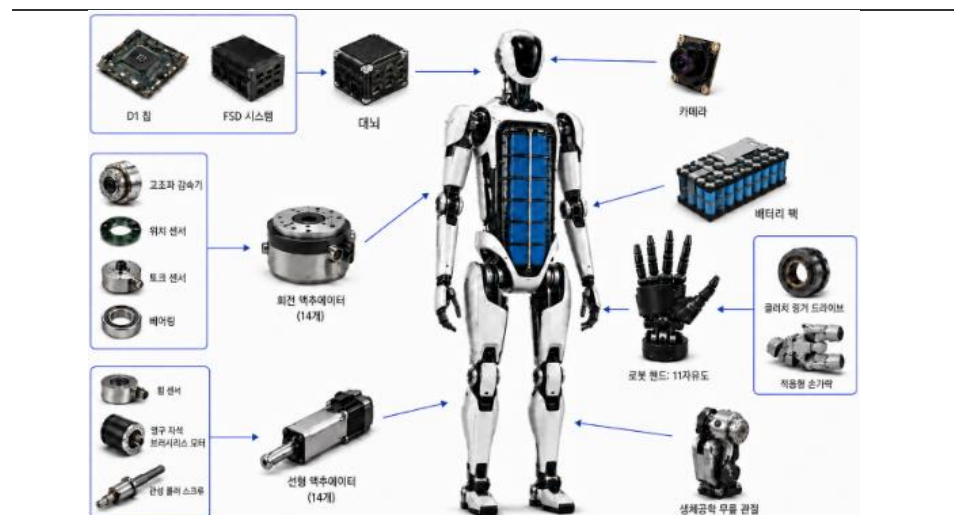
동시에 각 부품은 독립적으로 설계될 수 없다. 프레임을 강화하면 내구성은 높아지지만 무게가 증가하고, 무게가 늘어나면 더 큰 액추에이터와 배터리가 필요하다. 배터리를 늘리면 작동시간은 길어지지만 관절이 감당해야 하는 하중과 소비전력도 함께 증가한다. 휴머노이드 설계는 특정 부품의 성능을 극대화하는 문제가 아니라 무게, 출력, 정밀도, 가동시간, 원가를 동시에 조율하는 시스템 최적화 문제에 가깝다.

표 50. 휴머노이드 부품의 구성 및 역할

구분	주요 구성품	주요 역할	핵심 성능
골격과 외장	프레임, 링크, 하우징, 커버	물체 지지 및 내부 부품 보호	무게, 강성, 내구성
관절과 액추에이터	모터, 감속기, 스크루, 베어링, 엔코더	관절 구동과 힘 전달	토크밀도, 정밀도, 수명
손과 말단장치	그리퍼, 다관절 손, 촉각센서	물체 파지와 실제 작업	파지력, 범용성, 반복정밀도
센서	카메라, 라이다, IMU, 힘센서, 토크센서	외부 환경과 몸 상태 측정	정확도, 응답속도, 안정성
전원과 열관리	배터리, BMS, 전력변환장치, 냉각부품	전력 공급과 온도 관리	가동시간, 출력, 안전성
연산과 제어	온보드 컴퓨터, 관절 제어기, 통신모듈	동작 계산과 전신 제어	연산성능, 지연시간, 소비전력

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 48. 휴머노이드 로봇의 구조



자료: 산업자료, IBK투자증권

자유도(Degree of Freedom, DoF)와 액추에이터

DoF, 인간의 어깨는 앞뒤
움직임, 좌우 움직임,
회전이 가능해 3개의
자유도를 가지며, 무릎은
주로 굽힘과 펴기 가능해
1개의 자유도로 계산

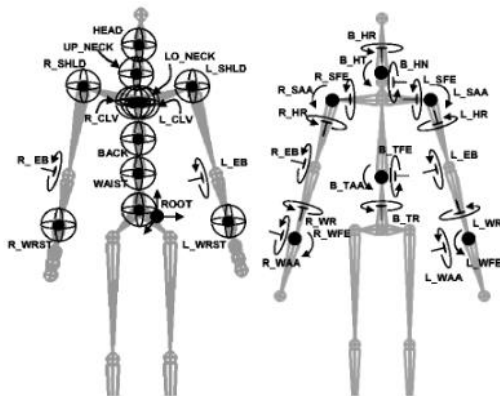
인간의 DoF
손가락을 제외한 주요
관절: 30~35DoF
손가락을 포함한 로봇
공학적 인체 모델:
70~85 DoF
척추, 견갑골, 발가락
등까지 해부학적으로
세분화: 200 DoF 이상

자유도(Degree of Freedom, DoF)는 물체나 관절이 독립적으로 움직일 수 있는 축의 수를 의미한다. 예를 들어 팔꿈치처럼 한 방향으로 움직이는 관절은 1개의 자유도를 가지며, 어깨처럼 앞뒤, 좌우 및 회전 방향으로 움직이는 관절은 여러 개의 자유도를 갖는다. 자유도가 많을수록 인간과 유사한 자세와 복잡한 동작을 구현하기 쉽다.

인간은 주요 전신 움직임의 기준으로 약 30~35개, 손가락의 정교한 움직임까지 포함하면 약 70~80개의 자유도를 가진 것으로 볼 수 있다. 현재 상용 휴머노이드가 일반적으로 30~50개 안팎의 자유도를 갖춘 점을 고려하면, 인간의 기본적인 보행과 팔 동작은 상당 부분 구현할 수 있지만 손과 척추의 정교한 움직임에는 여전히 차이가 존재한다.

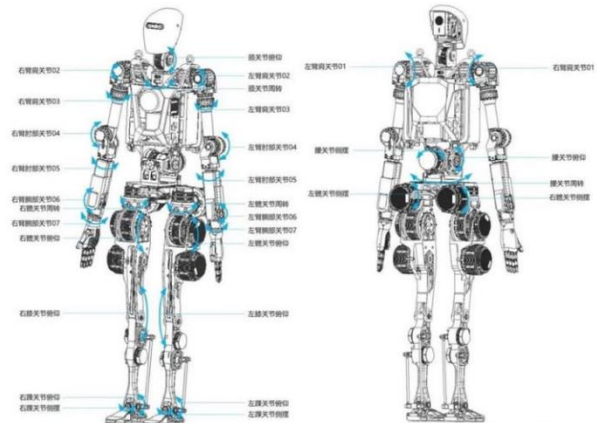
현재 Unitree G1은 모델에 따라 23개에서 최대 43개의 자유도를 제공하며, Boston Dynamics Atlas는 56개의 자유도를 갖는다. 다만 자유도가 증가하면 모터와 감속기, 센서 및 제어기의 수도 함께 늘어나기 때문에 원가와 무게, 소비전력 및 고장 가능성도 높아진다. 따라서 자유도의 숫자보다 목표 작업에 필요한 움직임을 얼마나 효율적으로 구현했는지가 중요하다.

그림 49. 인간의 주요 전신 DoF



자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 50. 로봇의 주요 전신 DoF



자료: 산업자료, IBK투자증권

액추에이터의 작동 과정:

제어 명령 → 제어기 및
모터 드라이버 → 모터
회전 → 감속기 또는
스크루를 통한 출력 변환
→ 관절 움직임 → 센서를
통한 측정 → 제어기의
오차 보정

회전형 액추에이터는 모터
+ 감속기
직선형 액추에이터는 모터
+ 스크루
원가를 결정하는 핵심
부품

휴머노이드의 각 관절을 실제로 움직이는 장치가 액추에이터다. 하나의 통합관절은 일반적으로 모터와 감속기 또는 스크루, 베어링, 엔코더, 힘센서와 토크센서, 제어기 및 하우징으로 구성된다. 모터가 회전력을 만들면 감속기나 스크루가 이를 관절에 필요한 힘으로 변환하고, 센서와 제어기가 관절의 위치와 속도, 출력 토크를 조절한다. 동력전달장치에는 액추에이터의 구동 방식에 따라 감속기 또는 스크루가 적용된다.

액추에이터 내부에서 모터는 전기에너지를 회전운동으로 변환한다. 감속기는 모터의 빠른 회전속도를 낮추는 대신 토크를 증폭하고, 스크루는 모터의 회전운동을 직선운동으로 바꿔 높은 추력을 발생시킨다. 엔코더와 힘 및 토크 센서는 관절의 위치와 속도, 외부에서 가해지는 힘을 측정하며, 제어기는 센서 정보를 바탕으로 모터의 출력과 움직임을 실시간으로 조절한다. 베어링과 하우징은 관절에 발생하는 하중을 지지하고 내부 부품을 고정 및 보호한다.

액추에이터는 동력을 전달하는 방식에 따라 회전형과 직선형으로 구분된다. 회전형 액추에이터는 모터와 감속기를 결합해 관절에 회전 토크를 전달하며, 직선형 액추에이터는 모터와 스크루를 결합해 직선 추력을 발생시킨다. 따라서 모터와 센서, 제어기 등은 두 방식에 공통으로 적용되지만, 회전형에서는 감속기가, 직선형에서는 스크루가 성능과 원가를 결정하는 핵심 부품으로 작용한다.

표 51. 액추에이터의 구성 부품 및 역할

기능 구분	주요 부품	역할
동력 생성	모터	전기에너지를 회전운동으로 변환
동력 전달 및 변환	감속기, 스크루	모터 출력을 관절에 필요한 토크 또는 추력으로 변환
측정	엔코더, 힘센서, 토크센서	관절 위치와 속도 및 외부 하중 측정
제어	모터 드라이버, 제어기	센서 정보 기반 모터 출력 조절
지지 및 보호	베어링, 브레이크, 하우징	하중 지지, 관절 고정, 내부 부품 보호

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 51. 전기식 액추에이터의 구성 요소(회전형)



자료: 산업자료, IBK투자증권

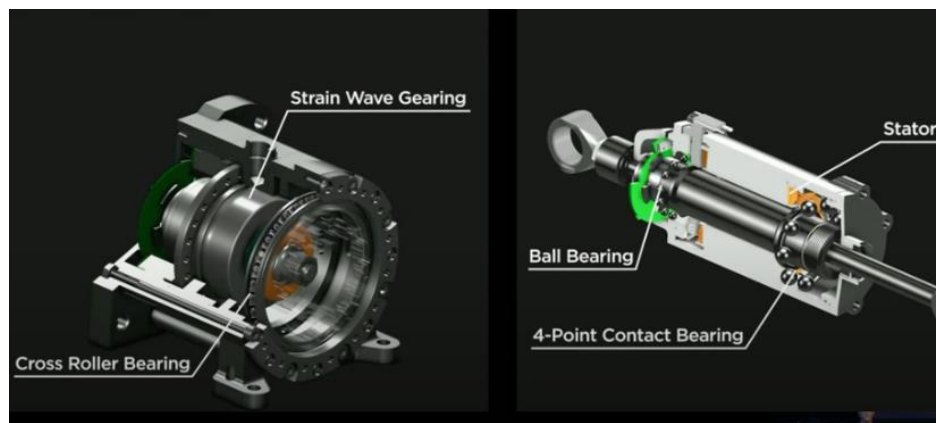
액추에이터의 공통
동력원은 모터지만, 실제
관절에 필요한 출력으로
변환하는 핵심 부품은
구동 방식에 따라 구분

회전형에서는 토크 증폭과
정밀도를 결정하는
감속기가, 직선형에서는
직선 추력과 하중 용량을
결정하는 스크루가 성능과
원가를 좌우

회전형 액추에이터에서는 감속기의 성능이 가장 중요하다. 휴머노이드에 사용되는 모터는 크기가 작고 빠르게 회전하기 때문에, 감속기가 회전속도를 낮추고 관절을 움직이는 데 필요한 토크를 증폭한다. 이 과정에서 감속기의 감속비, 백래시, 강성, 전달 효율 및 수명이 관절의 정밀도와 내구성을 결정한다. 대표적으로 하모닉 감속기와 유성 감속기가 사용된다.

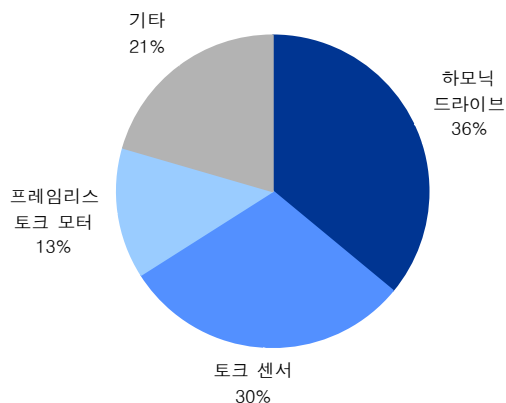
직선형 액추에이터에서는 스크루가 핵심이다. 스크루는 모터의 회전운동을 직선운동으로 바꿔 관절을 밀거나 당기는 힘인 추력을 발생시킨다. 따라서 스크루의 하중 용량과 전달 효율, 내충격성 및 수명이 직선형 액추에이터의 성능을 좌우한다. 대표적으로 볼스크루와 행성 롤러스크루가 사용되며, 높은 하중과 내구성이 필요한 휴머노이드에는 행성 롤러스크루가 유리하다.

그림 52. 회전형과 직선형 액추에이터



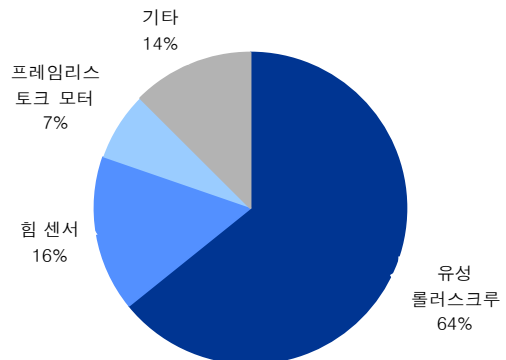
자료: Tesla, IBK투자증권

그림 53. 회전형 액추에이터 내 원가 구성



자료: 산업자료, IBK투자증권
주: 감속기는 하모닉 감속기 기준

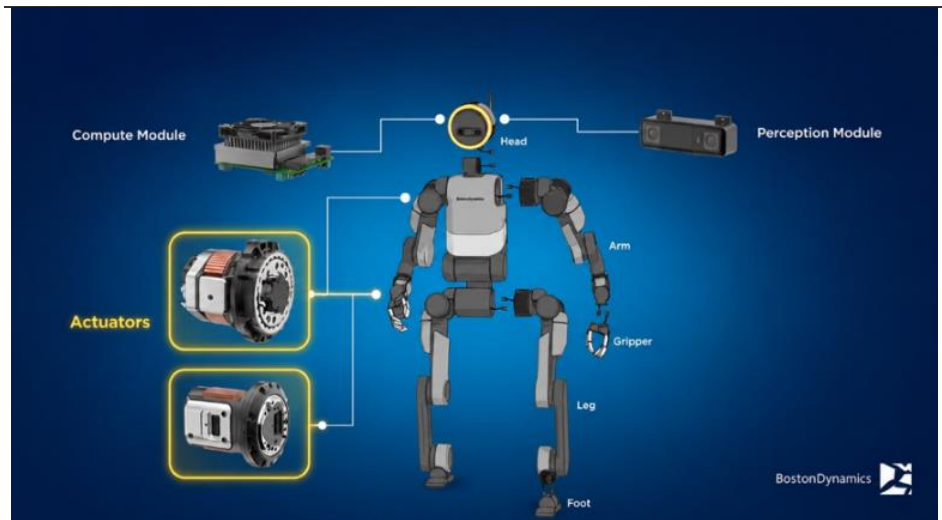
그림 54. 직선형 액추에이터 내 원가 구성



자료: 산업자료, IBK투자증권
주: 스크루는 유성 롤러스크루 기준

Atlas는 회전형
액추에이터 2종을 전신에
공용화
DoF는 56개이며
액추에이터는 31개 적용

그림 55. BD의 Atlas 구성 요소

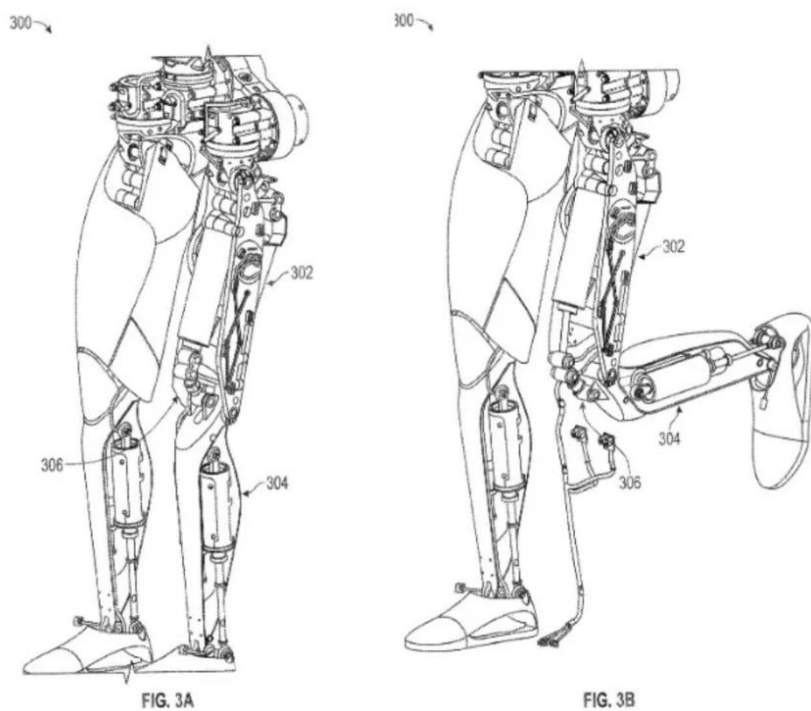


자료: BD, IBK투자증권

옵티머스는 회전형
액추에이터 14개
직선형 액추에이터 14개
손 구동용 액추에이터
12개, 한 손당 6개

즉, 2022년 공개 설계를
기준으로 하면 **몸체
28개와 손 12개를 합쳐
총 40개 액추에이터**

그림 56. Tesla의 휴머노이드 특허



자료: Tesla, IBK투자증권

모터

모터: 전기에너지를
회전운동으로 변환

모터는 전기에너지를 회전운동으로 변환하는 액추에이터의 동력원이다. 휴머노이드에는 높은 출력과 빠른 응답속도, 정밀한 제어가 가능한 영구자석 동기모터와 브러시리스 직류모터가 주로 사용된다.

모터의 출력은 토크와 회전속도로 나타난다. 일반적으로 모터의 크기를 키우면 더 큰 출력을 낼 수 있지만 액추에이터의 무게와 부피도 증가한다. 따라서 휴머노이드용 모터에서는 단위 무게와 부피당 출력을 의미하는 출력밀도와 토크밀도가 중요하다. 모터의 효율과 발열도 배터리 사용시간과 연속 가동 성능을 결정하는 핵심 요소다.

전기차는 대부분
IPM구조(매입형)를 채택
높은 출력밀도, 고속운전,
넓은 운전영역

전기차 구동모터는 정지 상태에서 고속 주행까지 넓은 속도 영역에서 높은 출력과 효율을 확보해야 한다. IPM은 자석 토크뿐만 아니라 릴럭턴스 토크도 활용할 수 있고 고속 운전에 필요한 약계자 제어에도 유리해 전기차 구동모터에 주로 적용된다.

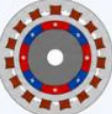
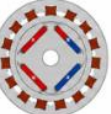
휴머노이드는 대부분
SPM(표면형)이 주로
거론됨

휴머노이드 관절은 전기차처럼 고속으로 계속 회전하기보다 낮은 속도에서 자주 정지하고 방향을 바꾸면서 토크를 정밀하게 제어해야 한다. 이 때문에 토크 변화가 비교적 선형적이고 부드러운 제어에 유리한 SPM이 많이 거론된다. 하지만 휴머노이드에 사용되는 모든 모터가 SPM인 것은 아니며, 요구 출력과 관절 설계에 따라 IPM도 사용할 수 있다.

구조 단순, 정밀한 토크
제어, 부드러운 저속 운전

또한 휴머노이드에서 자주 언급되는 무프레임 모터는 모터의 포장 형태를 의미한다. 하우징과 축, 베어링을 제거하고 회전자와 고정자만 관절에 내장하는 구조다. 따라서 무프레임 모터도 자석 배치에 따라 SPM이나 IPM으로 설계할 수 있다.

그림 57. 모터의 종류와 구분

구분	SPM (Surface PM)	IPM (Interior PM)	PMA SynRM (PM Assisted Synchronous Reluctance)	SynRM (Synchronous Reluctance)	SRM (Switched Reluctance)	IM (Induction Motor)
						
	영구자석이 로터 표면에 부착된 구조	영구자석이 로터 내부에 적신 형태로 삽입된 구조	영구자석 보조 + 돌극 구조(Flux Barrier)	영구자석 없이 돌극 구조만 적용	로터 돌극 구조, 집중관선	회전자에 유도 전류 발생 (스퀴알 케이지 구조)
효율	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★☆☆
고속운전	★★★★☆	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★☆☆
토크밀도	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★★	★★★★★
출력밀도	★★★★☆	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★☆☆
마그네틱 토크 (Magnetic Torque) $T_{mag} = P_n \Psi_a i_q$ P_n : 극쌍수 (Pole pair) Ψ_a : 자속 연계 (Flux linkage) i_q : q축 전류 릴럭턴스 토크 (Reluctance Torque) $T_{rel} = P_n (L_d - L_q) i_d i_q$ P_n : 극쌍수 (Pole pair) L_d, L_q : d축, q축 인덕턴스 i_d, i_q : d축, q축 전류 마그네틱 유도 토크 (Magnetically Induced Torque) $T_{ind} = P_n \frac{L_m}{L_r} i_s^2 \sin(2\delta)$ P_n : 극쌍수 (Pole pair) L_m : 상호 인덕턴스 (Mutual inductance) L_r : 회전자 인덕턴스 (Rotor inductance) i_s : 고정자 전류 (Stator current) δ : 부하각 (Load angle) 마그네틱 토크(비중): 높음 혼합 영역 릴럭턴스 토크(비중): 높음 유도 토크(비중): 높음 마그네틱 토크 기반 릴럭턴스 토크 기반 마그네틱 유도 토크 기반						

자료: HL만도, IBK투자증권

감속기

감속기는 회전형
액추에이터에 적용되는
핵심 부품

감속기는 회전형 액추에이터에 적용되는 동력전달장치다. 모터의 빠른 회전속도를 낮추는 대신 토크를 증폭해 관절에 전달한다. 예를 들어 감속비가 100대 1이면 이론적으로 회전속도는 100분의 1로 감소하고 토크는 100배 증가한다. 실제 출력은 마찰과 동력 손실로 인해 이보다 낮아진다.

유성 감속기는 내구성과
정밀도는 낮으나 구조가
단순하여 낮은 원가에
대량 생산이 가능하여
중국 업체들이 채택

감속기의 성능은 감속비, 정밀도, 백래시, 강성, 전달 효율 및 내구성으로 평가된다. 백래시는 기어 사이의 미세한 틈으로 인해 입력과 출력 사이에 발생하는 오차를 의미하며, 백래시가 작을수록 정밀한 관절 제어가 가능하다. 휴머노이드에는 하모닉 감속기, 유성 감속기 및 사이클로이드 감속기 등이 사용된다.

하모닉 감속기는 가격
대비 내구성이 낮으나
정밀 제어가 가능해 Tesla
Optimus Gen2에 채택됨

하모닉 감속기는 높은 감속비와 정밀도 및 경량화에 강점이 있어 작고 정밀한 관절에 적합하다. 유성 감속기는 효율과 역구동성 및 가격 경쟁력이 높아 빠른 움직임과 충격 대응이 필요한 관절에 유리하다. 사이클로이드 감속기는 높은 강성과 충격 내구성 및 장수명이 장점으로, 산업용 로봇의 대형 축과 휴머노이드의 고하중 관절에 적합하다.

표 52. 주요 감속기별 특징 및 공급망 비교

구분	하모닉 감속기	유성 감속기	사이클로이드 감속기
구동 원리	금속의 탄성 변형과 기어의 잇수 차이를 이용해 감속	선기어와 복수의 유성기어 및 링기어가 맞물려 회전	편심축에 연결된 사이클로이드 디스크가 외곽의 핀 또는 롤러를 따라 회전
감속비	1단에서 약 1대 50~160 이상의 고감속비 구현	1단에서 약 1대 3~10 정도, 고감속비는 다단 구성 필요	1단 또는 2단에서 약 1대 30~200 수준 구현
정밀도 및 백래시	상 / 백래시가 거의 없어 정밀 제어에 유리	중 / 구조적으로 백래시가 발생하지만 정밀 가공으로 축소 가능	상 / 다수의 접촉부를 통해 백래시를 낮게 유지
강성 및 내구성	중 / 플렉스 스플라인의 반복 변형으로 충격과 피로 수명 관리 필요	중상 / 복수의 유성기어가 하중을 분산해 충격 대응에 유리	상 / 다수의 치형과 롤러가 하중을 분산해 고하중과 충격에 대한 우수한 내구성
부피 및 무게	소형화와 경량화에 가장 유리	비교적 작고 가벼우며, 구조가 단순	상대적으로 크고 무겁지만 소형화와 경량화 기술 개발 중
효율 및 역구동성	중 / 높은 감속비와 내부 마찰로 상대적으로 낮은 역구동성	상 / 전달 효율과 역구동성이 높아 빠른 동작과 힘 제어에 유리	중상 / 효율과 정밀도가 높지만 구조와 감속비에 따라 역구동성 제한 가능성
원가	상	중하	상
주요 적용 부위	손목, 팔꿈치, 어깨, 허리 등 정밀 제어가 필요한 관절	어깨, 고관절, 무릎 등 빠른 동작과 충격 대응이 필요한 관절	허리, 고관절, 어깨 등 높은 강성과 내구성이 필요한 관절
대표 적용 사례	테슬라 옵티머스 초기 설계의 회전형 액추에이터 14개	유니트리 G1 기본형의 회전형 관절 23개	산업용 로봇의 베이스와 어깨 등 대형축, 로봇티즈 자체 액추에이터 및 로봇 플랫폼
국내 공급업체	에스피지, 에스비비테크	에스피지	로보티즈, 본시스템즈, 에스피지, 에스비비테크
해외 공급업체	하모닉드라이브시스템즈, Leaderdrive, Laifual	Schaeffler, Neugart, Wittenstein, ZD Drive, Newstart	Nabtesco, Sumitomo, Spinea

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 58. 하모닉 드라이브 감속기



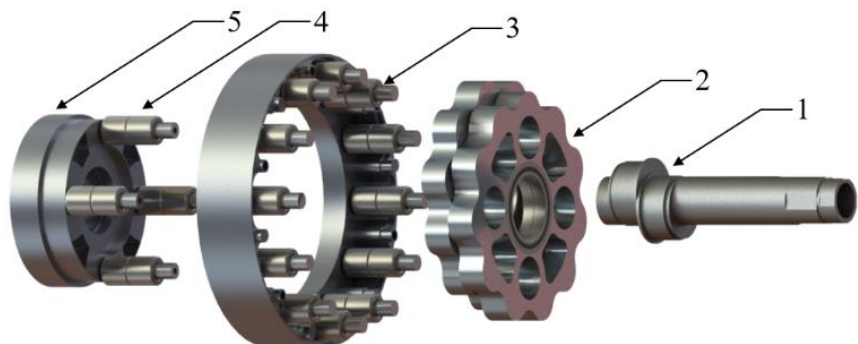
자료: 하모닉드라이브시스템즈, IBK투자증권

그림 59. 유성 감속기



자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 60. 사이클로이드 감속기



자료: 산업자료, IBK투자증권

스크루

휴머노이드용 스크루는
사다리꼴 리드스크루,
볼스크루, 유성
롤러스크루로 구분

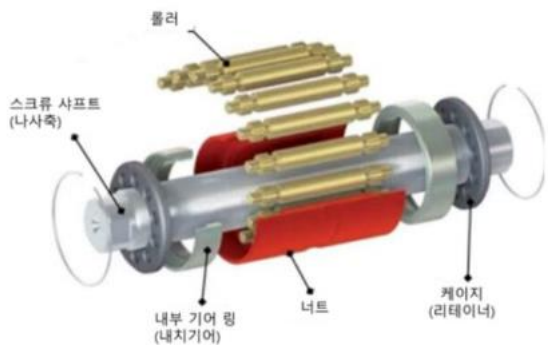
유성 롤러스크루는 제한된
공간에서 높은 출력을
구현할 수 있어 무릎과
발목 등 고하중 관절에
적합

스크루는 직선형 액추에이터에 적용되는 동력전달장치다. 모터가 스크루축 또는 너트를 회전시키면 나사 구조를 따라 상대 부품이 직선으로 이동한다. 이를 통해 **모터의 회전운동이 관절을 밀거나 당기는 직선 추력으로 변환된다.**

스크루의 성능은 추력, 하중 용량, 리드, 전달 효율, 내충격성 및 수명으로 평가된다. 리드는 스크루가 한 바퀴 회전할 때 이동하는 직선거리를 의미한다. 리드가 작으면 이동속도는 낮아지지만 더 큰 힘과 정밀한 위치 제어가 가능하다. 휴머노이드에는 볼스크루와 유성 롤러스크루가 주로 사용된다.

휴머노이드의 고하중 직선 관절에 적용되는 유성 롤러스크루는 GSA, Rollvis, Schaeffler 산하 Ewellix 등 유럽 전문업체가 기술을 주도한다. 국내에서는 글로벌 휴머노이드 업체 대상 공급실적은 아직 제한적으로 스크루보다는 감속기에서 기회를 찾아야 한다.

그림 61. 유성 롤러 스크루



자료: 산업자료, IBK투자증권

표 53. 주요 스크루별 특징 비교

구분	사다리꼴 리드스크루	볼스크루	유성 롤러스크루
구동 원리	스크루와 너트 직접 미끄럼 접촉	볼의 구름운동으로 하중 전달	여러 개 나사형 롤러가 하중 분산
추력	하	중	상
효율	하	상	상
강성 및 내구성	하	중	상
충격 하중 대응	중	중	상
소형화	상	중	상
역구동 기능성	낮음	높음	중상
제조 난도	하	중	상
가격	하	중	상
주요 적용	그리퍼, 소형 구동장치	산업 자동화, 일반 로봇	휴머노이드 고하중 관절
휴머노이드 적합성	보조 구동계	일반 직선 관절	고출력 직선 관절

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 62. Tesla의 직선형 액추에이터가 적용된 하체 예시



자료: Tesla, IBK투자증권

그림 63. Tesla의 액추에이터 종류 6가지(회전형 3가지, 직선형 3가지)



자료: Tesla, IBK투자증권

베어링

베어링: 관절의 하중 지지와 정밀도를 결정

베어링은 모터축과 감속기 또는 스크루를 지지하고, 관절에 가해지는 축 방향 및 반경 방향의 하중을 견디는 부품이다. 베어링의 강성이 부족하면 감속기와 센서의 성능이 우수하더라도 관절이 흔들리거나 위치 오차가 발생한다.

회전형 액추에이터에는 크로스롤러베어링과 앵귤러 콘택트 베어링이 주로 사용되며, 직선형 액추에이터에는 스크루의 축 방향 하중을 지지하는 스리스트 베어링과 앵귤러 콘택트 베어링이 적용된다. 특히 크로스롤러베어링은 하나의 베어링으로 여러 방향의 하중과 모멘트를 지지할 수 있어 소형 회전 관절에 적합하다.

힘센서와 토크센서

센서: 엔코더와 힘센서를 통한 위치 및 힘 제어

힘센서와 토크센서는 관절이 외부에 가하는 힘과 외부에서 전달되는 충격을 측정한다. 회전형 관절에는 토크센서가, 직선형 관절에는 축 방향 힘을 측정하는 로드셀 또는 힘센서가 주로 적용된다.

휴머노이드는 사람 및 외부 환경과 접촉하면서 움직이기 때문에 힘센서가 안전성과 정밀제어에 중요한 역할을 한다. 센서가 측정한 힘을 바탕으로 물체를 너무 강하게 잡거나 사람과 충돌하는 것을 방지할 수 있다.

제어기와 모터 드라이버

제어기와 하우징: 전력 제어, 안전성, 방열과 부품 통합

모터 드라이버는 배터리에서 공급된 전력을 모터에 적합한 전압과 전류로 변환한다. 제어기는 엔코더와 힘센서의 정보를 받아 목표 위치와 속도, 토크에 맞게 모터 전류를 실시간으로 조절한다. 일부 액추에이터는 제어기까지 관절 내부에 통합하지만, 방열과 무게를 줄이기 위해 제어기를 로봇 몸체에 별도로 배치하기도 한다.

표 54. 로봇 주요 부품별 역할

구분	주요 부품	역할
동력 생성	모터	전기에너지를 회전력으로 변환
동력 전달	감속기 또는 스크루	회전형은 토크 확대, 직선형은 추력 생성
회전 및 하중 지지	베어링	축을 지지하고 마찰과 흔들림 억제
상태 측정	엔코더, 힘센서, 토크센서	위치, 속도, 힘과 토크 측정
구동 제어	모터 드라이버, 제어기	모터 전류와 속도 및 위치 제어
구조 보호	하우징	부품 고정, 외부 충격 보호, 열 방출
안전 유지	브레이크	전원 차단 시 관절 위치 유지
수명 및 열관리	윤활, 실링, 냉각장치	마모와 이물질 유입 및 발열 억제

자료: 산업자료, IBK투자증권

액추에이터는 단순히 모터와 감속기를 결합한 부품이 아니라, 동력을 생성하는 모터, 힘을 증폭하거나 운동 방향을 변환하는 감속기 또는 스크루, 하중을 지지하는 베어링, 위치와 힘을 측정하는 센서, 모터를 제어하는 드라이버 및 이를 하나로 결합하는 하우징으로 구성된 통합 구동 모듈

휴머노이드 액추에이터는 모터, 감속기 또는 스크루, 베어링, 엔코더와 힘센서, 제어기 및 하우징으로 구성된다. 회전형 액추에이터에서는 모터가 생성한 회전을 감속기가 증폭하고, 직선형 액추에이터에서는 스크루가 모터의 회전운동을 직선 방향의 추력으로 변환한다. 베어링은 관절에 가해지는 하중을 지지하며, 엔코더와 힘센서는 위치와 속도 및 힘을 측정한다. 제어기는 센서 정보를 바탕으로 모터의 전류와 움직임을 조절하고, 하우징은 각 부품을 고정하면서 외부 충격을 막고 열을 방출한다.

액추에이터 원가에서 가장 큰 비중을 차지하는 부품은 회전형의 경우 감속기, 직선형의 경우 스크루다. 양산 기준 유성 감속기는 약 5만~20만원, 하모닉 감속기와 사이클로이드 감속기는 약 20만~100만원 수준으로 추정된다. 볼스크루는 약 5만~30만원, 고하중 관절에 적용되는 유성 롤러스크루는 약 20만~80만원, 소형화에 유리한 역유성 롤러스크루는 약 30만~100만원으로 상대적으로 가격이 높다.

이외 모터는 약 4만~15만원, 엔코더는 약 3만~10만원, 베어링은 약 2만~20만원, 모터 드라이버와 제어기는 약 3만~15만원 수준으로 추정된다. 여기에 힘센서, 브레이크, 하우징, 배선 및 냉각부품 등이 추가된다.

표 55. 액추에이터 부품별 추정 단가

부품	양산 추정 단가	주요 가격 결정 요인
모터	4~15만원	출력, 자석 사용량, 프레임리스 설계, 냉각성능
유성 감속기	5~20만원	감속단수, 토크, 정밀도
하모닉 감속기	20~80만원	크기, 토크, 백래시, 제조사
사이클로이드 감속기	20~100만원	토크, 베어링 일체화, 정밀가공
볼스크루	5~30만원	직경, 리드, 정밀도, 연삭 여부
유성 롤러스크루	20~80만원	직경, 추력, 롤러 수, 정밀도
역유성 롤러스크루	30~100만원	소형화, 모터 일체화, 맞춤 설계
일반 베어링 세트	2~10만원	하중, 정밀도, 크기
크로스롤러베어링	5~20만원	직경, 강성, 회전 정밀도
엔코더	3~10만원	분해능, 절대형 여부, 자기식 또는 광학식
듀얼 엔코더	6~20만원	모터축과 출력축 센서 동시 적용
힘센서 및 토크센서	5~30만원	측정 범위, 정밀도, 다축 측정 여부
고정밀 6축 힘센서	30~100만원 이상	정밀도, 과부하 내구성, 교정 수준
모터 드라이버 및 제어기	3~15만원	전류 용량, 통신방식, 제어 성능
브레이크	2~8만원	유지토크, 크기, 전원 차단 방식
하우징 및 구조부품	3~15만원	알루미늄 가공, 경량화, 방열 구조
실링, 윤활 및 냉각부품	1~5만원	방수등급, 윤활 방식, 열관리 수준
배선 및 커넥터	1~5만원	전류 용량, 통신선, 반복 굽힘 수명

자료: 산업자료, IBK투자증권

실제 휴머노이드는 동일한 액추에이터 30개를 사용하는 것이 아니라 관절별 요구 성능에 따라 여러 종류를 혼합

중앙값 기준으로 보급형은 약 1,000만~1,500만원, 고성능형은 약 3,000만~3,600만원

이에 따라 액추에이터 한 개의 양산 원가는 보급형 유성 감속기 방식이 약 20만~50만원, 하모닉 및 사이클로이드 방식이 약 50만~180만원, 유성 롤러스크루 기반 직선형 방식이 약 60만~200만원 수준으로 추정된다.

휴머노이드 한 대에 약 30개의 액추에이터가 적용된다고 가정하면 액추에이터의 총원가는 구동 방식에 따라 약 750만~4,200만원으로 추정된다. 중국 공급망과 유성 감속기를 활용한 저가형 모델은 약 750만~1,050만원, 유성 감속기와 볼스크루를 혼합한 보급형 모델은 약 1,350만원 수준이다. 반면 하모닉 감속기와 유성 롤러스크루를 병행하는 고성능 모델은 약 3,300만~3,600만원의 원가가 발생할 수 있다. 이에 따라 액추에이터는 휴머노이드 전체 BOM에서 가장 큰 비중을 차지하며, 감속기와 스크루의 자체 설계, 부품 표준화 및 대량생산 여부가 완제품 가격을 결정하는 핵심 요인으로 작용한다.

표 56. 액추에이터 종류별 단가

구분	유성 감속기형	하모닉형	사이클로이드형	볼스크루형	롤러스크루형	역유성 롤러스크루형
액추에이터 종류	회전	회전	회전	직선	직선	직선
주요 구성	모터, 유성 감속기, 엔코더, 드라이버	모터, 하모닉 감속기, 베어링, 듀얼 엔코더	모터, 사이클로이드 감속기, 베어링, 엔코더	모터, 볼스크루, 베어링, 힘센서	모터, 유성 롤러스크루, 베어링, 힘센서	모터 일체형 역유성 롤러스크루, 센서, 제어기
양산 BOM 추정	20~50만원	50~150만원	50~180만원	30~80만원	60~180만원	80~200만원
1개당 양산 BOM	35만원	100만원	115만원	55만원	120만원	140만원
소량 구매 가격	50~150만원	100~300만원	100~350만원	80~200만원	150~400만원	200~500만원
30개 총액	1,050만원	3,000만원	3,450만원	1,650만원	3,600만원	4,200만원

자료: 산업자료, IBK투자증권/ 주: 1개당 양산 BOM은 중앙값 기준

표 57. 휴머노이드 설계별 액추에이터 원가 추정

가정	계산	액추에이터 총원가
Unitree 수준의 자체 양산	관절당 약 25만원 X 30개	약 750만원
저가형 회전식 구조	유성 감속기형 30개	약 1,050만원
보급형 혼합 구조	유성 감속기형 15개 + 볼스크루형 15개	약 1,350만원
고성능 혼합 구조	하모닉형 15개 + 유성 롤러스크루형 15개	약 3,300만원
고성능 회전식 구조	사이클로이드형 30개	약 3,450만원
고출력 소형화 구조	하모닉형 15개 + 역유성 롤러스크루형 15개	약 3,600만원

자료: 산업자료, IBK투자증권

Unitree G1 분해 분석에서는 23개의 회전형 관절 모듈이 소형과 대형 2종으로 구분됐다. 관절당 BOM은 소형 약 1,000위안, 대형 약 1,500위안으로 추정됐다. 원화로 환산하면 대략 20만~30만원 수준

실제 Unitree G1 분해 분석에서도 유성 감속기와 모터, 엔코더, 드라이버 및 구조부품이 결합된 관절 모듈 원가는 소형 약 20만원, 대형 약 30만원으로 추정됐다. 이는 자체 설계와 중국 공급망 및 부품 표준화를 통해 원가를 낮춘 사례다.

이 같은 원가 수준은 Unitree가 유성 감속기를 자체 설계하고 중국 내 모터와 엔코더 공급망을 활용하기 때문에 가능하다. 유럽과 일본산 하모닉 감속기나 유성 롤러스크루를 사용하는 고정밀 관절은 이보다 몇 배 높은 원가가 발생할 수 있다.

결국 휴머노이드의 가격 경쟁력은 개별 부품의 성능뿐만 아니라 액추에이터의 종류를 줄이고, 모터와 감속기 및 센서를 하나의 모듈로 통합해 얼마나 대량생산할 수 있는지에 따라 결정된다.

표 58. 실제 유니트리 G1 추정 사례

구성품	소형 관절	대형 관절	원화 환산
유성 감속기	300위안	400위안	약 6만~8만원
모터	200위안	300위안	약 4만~6만원
엔코더	200위안	300위안	약 4만~6만원
드라이버 보드	150위안	300위안	약 3만~6만원
구조부품 및 부자재	150위안	200위안	약 3만~4만원
관절 합계	1,000위안	1,500위안	약 20만~30만원

자료: 언론 종합, IBK투자증권

표 59. 휴머노이드 부품별 추정 원가 비중

부품	추정 원가 비중
감속기	30~45%
모터	15~25%
엔코더 및 힘센서	10~20%
베어링	5~15%
제어기 및 드라이버	10~15%
하우징 브레이크 및 기타	10~20%

자료: 언론 종합, IBK투자증권

표 60. G1 기본 버전 BOM 비용 추정

범주	하위 구성 요소	비용(위안)	총액(위안)
조인트 모듈	대형 관절 (9개)	—	13,500
	소형 조인트 (14개)	—	14,000
배터리 및 전력 관리	배터리 팩	2,000	
	PDU	500	
	DCDC	480	
	기타	200	3,180
배선 시스템	커패시터 버퍼	30	
	XT30 배선	90	
	배선 단자	150	270
센서	인텔 리얼센스 D435i 심도 카메라	1,869	
	DJI LIVOX MID360 3D LIDAR	3,840	5,709
메인 제어 보드	락칩 3588	380	
	8GB BWIN 메모리	75	
	64G Longsys 스토리지	60	
	기타	900	1,415
구조 부품	주요 구조	2,000	
	외피	500	
	기타	1,000	3,500
총 자재비			41,574

자료: 언론 종합, IBK투자증권

휴머노이드의 손

인간의 손은 일반적으로
손가락 21개와 손목을
포함해 총 27개의 자유도

인간의 손은 물체를 잡는 것뿐만 아니라 집고, 돌리고, 누르고, 당기는 다양한 동작을 수행한다. 이러한 정밀조작은 다수의 뼈와 관절, 근육 및 힘줄이 유기적으로 움직이기 때문에 가능하다.

로봇공학에서는 일반적으로 인간의 손을 손가락 관절 21개와 손목 6개를 포함한 총 27개의 자유도로 표현한다. 다만 손의 범위를 손가락과 손바닥으로 한정하면 약 21개의 자유도로 볼 수 있으며, 손목과 전완의 움직임을 어디까지 포함하는지에 따라 전체 자유도는 달라질 수 있다.

모든 자유도를 독립적인
모터로 구현하면 로봇손의
무게와 원가 및 제어
복잡성이 크게 증가

인간의 손은 약 20개 이상의 자유도를 가지지만, 각각의 자유도를 독립적인 모터로 구현하면 로봇손의 크기와 무게 및 전력소모가 크게 증가한다. 손가락 내부에는 대형 모터를 배치할 공간이 부족하고, 모터와 감속기 및 센서가 늘어날수록 가격과 제어 복잡성도 높아진다.

로봇손은 여러 관절을
하나의 모터와 텐던으로
연결하는
언더액추에이티드 구조를
활용해 적은 수의
액추에이터로 다수의
자유도를 구현

이에 따라 휴머노이드 로봇손은 인간 손의 자유도를 모두 독립적으로 구동하기보다 여러 관절을 하나의 액추에이터로 연결하는 방식을 사용한다. 손바닥이나 팔뚝에 배치된 모터가 텐던을 당겨 여러 손가락 관절을 동시에 움직이는 구조가 대표적이다. 따라서 로봇손에서는 자유도와 액추에이터 수가 반드시 일치하지 않는다.

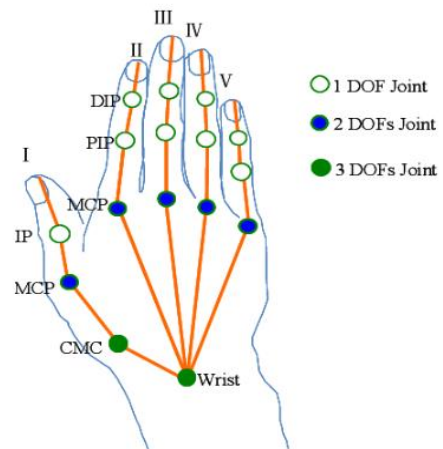
로봇손은 팔 끝에 장착돼 물체를 잡고 이동하거나 도구를 사용하는 엔드이펙터다. 기존 산업용 로봇은 정해진 물체를 반복적으로 운반하는 2지형 그리퍼를 주로 사용했지만, 휴머노이드는 다양한 형태의 물체와 인간용 도구를 다뤄야 하므로 다지형 다관절 로봇손의 중요성이 높아지고 있다.

그림 64. 중국 휴머노이드 손(가격 \$8,000)



자료: BrainCo, IBK투자증권

그림 65. 인간 손의 DoF 25개 예시



자료: 산업자료, IBK투자증권

휴머노이드의 손은 산업용
그리퍼, 적응형 그리퍼,
다지형 다관절 로봇손으로
구분

휴머노이드가 인간과 동일한 27개의 자유도를 모두 구현할 필요는 없다. 물류창고에서 상자를 옮기거나 공장에서 부품을 투입하는 작업은 높은 자유도보다 강한 파지력과 내구성이 중요하다. 반면 가위와 드라이버 같은 인간용 도구를 사용하거나 크기가 작은 부품을 조립하려면 손가락을 독립적으로 움직이는 다관절 로봇손이 필요하다.

휴머노이드 로봇손은 단순히 인간 손과 유사한 외형을 구현하는 부품이 아니라 작업 목적에 따라 성능과 원가를 최적화하는 엔드이펙터다. 반복적인 물류와 운반 작업에는 내구성과 파지력이 높은 그리퍼가 적합하고, 다양한 물체를 다루는 범용작업에는 적응형 그리퍼가 유리하다. 반면 인간용 도구 사용과 정밀조립에는 손가락을 독립적으로 제어할 수 있는 다지형 다관절 로봇손이 필요하다. 따라서 상용 휴머노이드의 경쟁력은 자유도 자체보다 필요한 작업을 최소한의 액추에이터와 센서로 안정적으로 수행할 수 있는지에 의해 결정된다.

**2~3지 그리퍼 (단순
집기형):** 손가락이 2개나
3개로 구성되어 물체를
집고 이동하는 단순 반복
작업에 최적화된 형태

산업용 그리퍼

산업용 그리퍼는 두 개 또는 세 개의 손가락을 동시에 움직여 물체를 잡는 가장 단순한 형태의 로봇손이다. 하나의 모터와 기어 또는 링크 구조로 여러 손가락을 함께 구동하기 때문에 구조가 단순하고 파지력과 내구성이 높다. 상자와 부품처럼 형태가 일정한 물체를 반복적으로 운반하는 데 적합하지만, 물체의 방향을 손안에서 바꾸거나 인간용 도구를 사용하는 정밀조작에는 한계가 있다. 따라서 특정 산업 작업에 특화된 휴머노이드에는 다관절 로봇손보다 그리퍼가 경제적인 수 있다.

4지 핸드 (균형형):
파이프나 상자 등 산업
현장의 다양한 도구를
안정적으로 칠 수 있도록
타협한 구조

적응형 그리퍼

적응형 그리퍼는 손가락에 여러 관절을 두고 링크와 스프링 및 텐던을 이용해 물체의 형상에 맞춰 자연스럽게 감기는 구조다. 손가락의 자유도보다 적은 수의 액추에이터를 사용하는 언더액추에이티드 방식이 주로 적용된다. 하나의 모터가 여러 관절을 함께 움직이기 때문에 개별 손가락의 정밀제어는 제한적이지만, 적은 수의 액추에이터로 크기와 형태가 다른 물체를 안정적으로 잡을 수 있다. 가격과 무게, 내구성 및 범용성의 균형이 우수해 초기 상용 휴머노이드에 적합한 방식이다.

**5지 다관절 핸드 (인간
모사형):** 사람처럼 다섯
손가락과 관절을 모두
지녀 핀셋 작업, 나사
조이기, 악수나 피아노
연주 같은 세밀한 동작을
수행

다지형 다관절 로봇손

다지형 다관절 로봇손은 사람 손과 유사하게 네 개 또는 다섯 개의 손가락과 다수의 관절을 갖춘다. 각 손가락을 독립적으로 움직여 물체를 집고 돌리거나, 버튼을 누르고 도구를 사용하는 정밀조작이 가능하다. 일반적으로 텍스터러스 핸드라고 부른다. 다관절 로봇손은 높은 자유도를 구현하기 위해 다수의 소형 모터와 감속기, 텐던, 엔코더 및 촉각센서를 사용한다. 자유도와 센서 수가 증가할수록 정밀조작 능력은 향상되지만 무게와 가격 및 전력소모가 증가하고, 텐던 마모와 충격 내구성 확보가 어려워진다.

표 61. 주요 휴머노이드 로봇손 비교

구분	산업용 그립퍼	적응형 그립퍼	다지형 다관절 로봇손
주요 목적	정해진 물체의 반복 파지	다양한 형태의 물체 파지	사람과 유사한 정밀조작
손가락 수	주로 2~3개	주로 2~4개	주로 4~5개
일반적 자유도	1~3개	6~12개	12~22개 이상
액추에이터 수	1~2개	1~4개	6~20개 이상
손가락 독립제어	낮음	중간	높음
파지력	높음	중상	중
정밀조작	낮음	중간	높음
내구성	높음	중상	중하
제어 난도	낮음	중간	높음
가격	하	중	상
주요 적용	물류, 운반, 반복작업	제조, 분류, 범용작업	조립, 도구 사용, 서비스

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 66. 2지 로봇 그립퍼(산업용)



자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 67. 4지 로봇 그립퍼(적응형)



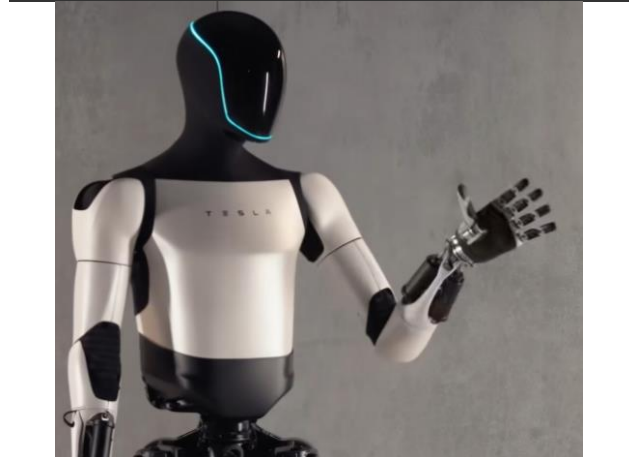
자료: Tesollo, IBK투자증권

그림 68. BD Atlas의 4지 그립퍼(양산형)



자료: BD, IBK투자증권

그림 69. Tesla Optimus의 5지 로봇 손



자료: Tesla, IBK투자증권

휴머노이드 로봇손은 단순히 인간 손과 유사한 외형을 구현하는 부품이 아니라 작업 목적에 따라 성능과 원가를 최적화하는 엔드이펙터

다관절 로봇손의 성능은 단순히 손가락 수와 자유도만으로 결정되지 않음

제한된 공간에 모터와 감속기 및 센서를 얼마나 효율적으로 배치하고, 텐던과 링크를 통해 동력을 정확하게 전달하는지가 중요

상용화 단계에서는 자유도 확대보다 손의 무게와 파지력, 촉각센서의 내구성 및 액추에이터의 원가를 함께 최적화하는 통합 설계 역량이 핵심 경쟁력으로 작용

다관절 로봇손은 소형 모터, 감속기, 텐던과 링크, 엔코더, 힘센서와 촉각센서 및 제어기로 구성된다. 몸체 액추에이터와 기본적인 구성은 유사하지만, 손가락 내부의 공간이 매우 좁기 때문에 부품의 소형화와 경량화가 더욱 중요하다. 손가락 관절마다 모터를 직접 배치하면 정밀한 제어가 가능하지만 손의 무게와 발열이 증가한다. 이에 따라 상용 로봇손은 모터를 손바닥이나 팔뚝에 배치하고, 텐던과 링크를 통해 손가락을 움직이는 방식을 주로 사용한다.

소형 모터

로봇손에는 일반적으로 코어리스 모터와 소형 브러시리스 모터가 사용된다. 코어리스 모터는 철심이 없어 회전 관성이 작고 응답속도가 빠르며, 직경이 작아 손가락과 손바닥처럼 제한된 공간에 적용하기 쉽다. 소형 브러시리스 모터는 수명과 효율 및 출력밀도가 우수하지만, 모터 제어기와 엔코더가 추가로 필요하다. 고성능 로봇손은 관절별 요구 출력에 따라 두 종류의 모터를 혼합하기도 한다.

감속기

소형 모터는 회전속도가 빠르고 토크가 낮기 때문에 감속기를 통해 손가락을 잡는 힘으로 변환해야 한다. 로봇손에는 크기가 작은 유성 감속기, 스퍼기어, 웜기어 등이 주로 사용된다. 유성 감속기는 작은 크기에서 높은 토크를 구현할 수 있고, 스퍼기어는 구조가 단순하고 가격이 저렴하다. 웜기어는 외부 힘에 의해 손가락이 쉽게 풀리지 않는 자기잠금 특성이 있지만 효율과 역구동성이 낮다. 하모닉 감속기는 정밀도가 높지만 크기와 가격 부담 때문에 손가락보다 손목이나 엄지 기저부처럼 상대적으로 큰 관절에 제한적으로 적용된다.

텐던과 링크

텐던은 인간 손의 힘줄과 유사하게 모터의 힘을 손가락 관절로 전달하는 와이어다. 모터가 텐던을 당기면 손가락이 굽혀지고, 반대쪽 텐던이나 스프링이 손가락을 다시 펴는 구조다. 모터를 팔뚝에 배치할 수 있어 손을 작고 가볍게 만들 수 있지만, 텐던이 늘어나거나 마모되면 위치 오차가 발생한다. 또한 장력을 지속해서 조정해야 하므로 제어와 유지보수가 복잡하다. 링크 방식은 모터와 손가락 관절을 기계식 링크로 연결한다. 텐던보다 내구성과 위치 정확도가 높지만 부품이 차지하는 공간이 크고 손가락의 움직임을 자유롭게 설계하기 어렵다.

촉각센서

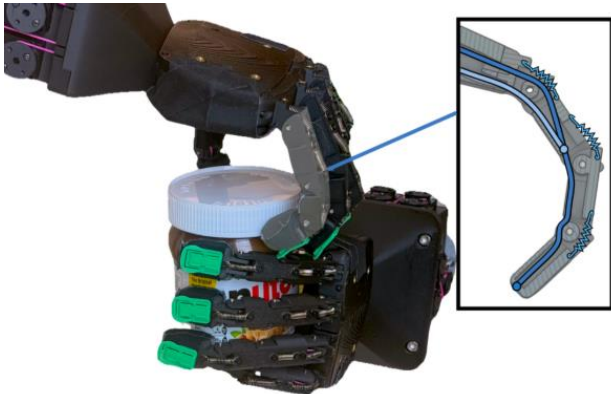
촉각센서는 손가락과 손바닥이 물체에 접촉했는지 확인하고, 접촉 위치와 압력 및 미끄러짐을 측정한다. 로봇은 촉각센서 정보를 이용해 물체를 놓치기 전에 파지력을 높이거나 손가락의 위치를 조정한다. 촉각센서는 정밀조작 성능을 결정하는 핵심 부품이지만 넓은 면적에 다수의 센서를 배치해야 하므로 가격과 배선 및 데이터 처리 부담이 크다. 또한 반복적인 충격과 마찰을 견뎌야 해 센서의 내구성과 교체 편의성이 중요하다.

표 62. 로봇손 주요 부품별 역할 및 요구 성능

구성 부품	주요 역할	요구 성능
소형 모터	손가락을 움직이는 동력 생성	소형화, 높은 출력밀도, 빠른 응답
감속기	모터 속도를 낮추고 파지력 확대	낮은 백래시, 저소음, 소형화
텐던 및 링크	모터의 힘을 손가락 관절로 전달	낮은 마찰, 높은 반복 내구성
엔코더	모터와 손가락의 위치 측정	고분해능, 소형화
힘센서	손가락에 가해지는 힘 측정	과부하 내구성, 정밀도
촉각센서	접촉, 압력, 미끄러짐 감지	높은 감도, 넓은 측정영역
제어기	모터와 센서 신호를 실시간 제어	빠른 연산, 다채널 제어
관절 및 베어링	손가락 회전과 하중 지지	낮은 마찰, 높은 내구성
하우징 및 인공피부	내부 부품 보호와 마찰력 확보	경량화, 내충격성, 유연성

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 70. 텐던(Tendon, 힘줄) 구동 방식



자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 71. Tesla 핸드 세대별 진화 과정



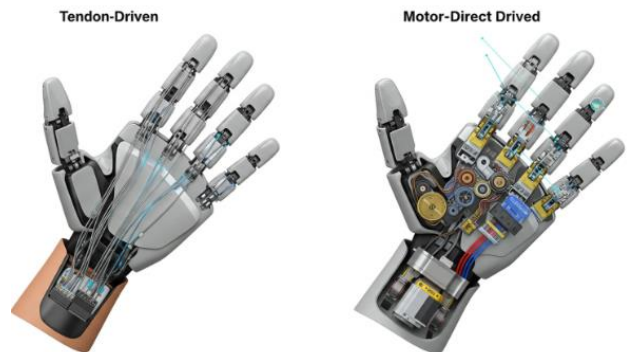
자료: Tesla, 산업자료, IBK투자증권

그림 72. 촉각센서가 적용된 휴머노이드 손



자료: 리파인, IBK투자증권

그림 73. 로봇 손 구동 방식 (텐던 vs 직접구동)



자료: 산업자료, IBK투자증권

로봇 손의 주요 구동 방식

휴머노이드 로봇 손의 구동 방식은 크게 1) 텐던 구동, 2) 관절 직접구동, 3) 링크 기반 적응형 구동으로 구분할 수 있다. 텐던 구동은 Tesla Optimus와 같이 사람 손에 가까운 구조를 경량으로 구현하는 데 유리하며, 관절 직접구동은 Tesollo DG-5F처럼 개별 관절의 정밀한 위치 제어에 강점이 있다. 링크 기반 적응형 구동은 자유도보다 견고한 파지와 가격 경쟁력이 중요한 산업용 그립퍼에 주로 사용된다.

1. 텐던 구동 방식

텐던은 직선형 액추에이터가 아니라 동력을 전달하는 기구 실제 동력원은 대부분 회전형 모터이며, 모터의 회전을 풀리와 케이블을 통해 손가락의 굽힘 운동으로 변환

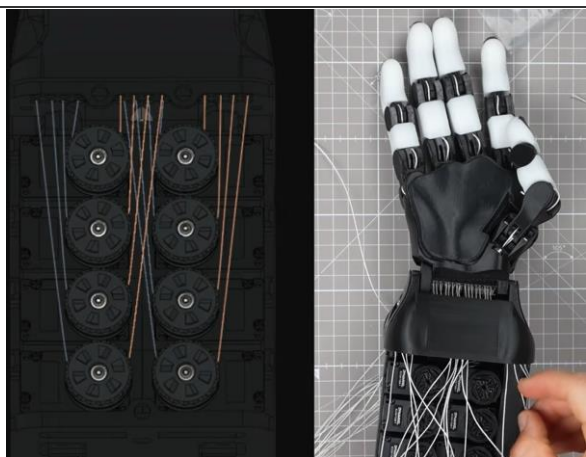
텐던 구동은 모터가 풀리 또는 스프을 회전시켜 케이블을 감고, 케이블의 장력으로 손가락 관절을 움직이는 방식이다. 사람 손의 근육과 힘줄이 손가락을 움직이는 원리를 기계적으로 모사한 구조로 볼 수 있다. 모터를 손가락 관절이 아닌 손바닥이나 전완부에 배치할 수 있어 손가락을 작고 가볍게 설계하기 쉽다.

반면 케이블의 탄성 변형과 마찰로 인해 입력한 모터 회전량과 실제 관절 움직임 사이에 오차가 발생할 수 있다. 장기간 사용하면 케이블 장력 저하와 마모가 발생하므로 장력 조정 및 교체가 필요하다. 따라서 정밀 조작을 위해서는 관절 엔코더, 장력센서, 촉각센서 및 소프트웨어 보정이 함께 적용돼야 한다.

약 5:1에서 15:1의 낮은 감속비를 적용해 외부에서 힘을 받으면 손가락이 자연스럽게 움직이는 역구동성을 확보

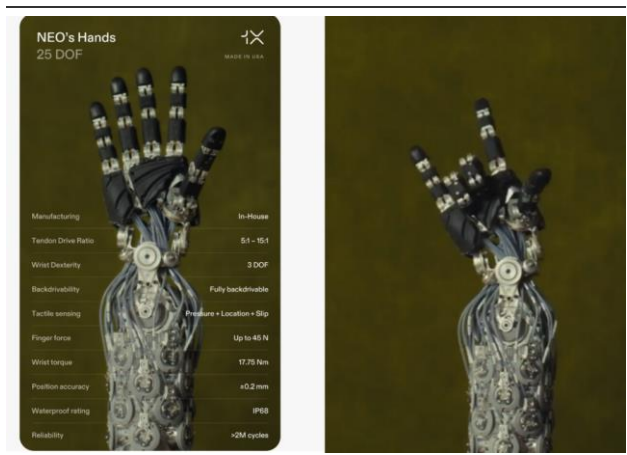
1X Technologies는 2026년 7월 NEO에 적용되는 새로운 5지형 텐던 손을 공개했다. 손가락과 손바닥에 22개의 완전 구동형 자유도를 적용하고, 손목 3자유도를 포함하면 총 25자유도로 구성된다. 모든 자유도가 독립적으로 힘 제어되기 때문에 텐던을 사용하면서도 하나의 모터로 여러 관절을 연동하는 일반적인 언더액추에이티드 손과는 차이가 있다.

그림 74. 텐던 구동 방식(전완부 모터 배치 방식)



자료: ORCA Dexterity, IBK투자증권

그림 75. 1X Technologies의 Neo 손(텐던 방식)



자료: 1X 테크놀로지스, IBK투자증권

2. 관절 직접구동 방식

직접 구동 방식은 통합 액추에이터를 배치하기 때문에 텐던의 장력 변화에 따른 오차가 적고, 각 관절의 위치를 직관적으로 제어

Tesla는 모터를 손가락에서 분리한 텐던 구조를 통해 가벼운 손과 높은 공간 효율성을 추구

반면 Tesollo는 각 관절에 통합 액추에이터를 배치해 관절 독립성과 위치 제어 정밀도를 우선

관절 직접구동은 각 손가락 관절에 모터를 배치하고 관절을 독립적으로 제어하는 방식이다. 케이블을 통해 힘을 전달하지 않기 때문에 텐던의 늘어남과 마찰에 따른 오차가 작고, 관절별 위치와 속도 및 토크를 정밀하게 제어하기 쉽다.

다만, 로봇 손 분야에서 사용하는 직접구동이라는 표현이 항상 감속기가 전혀 없는 1대1 구동을 의미하는 것은 아니다. 실제 제품에서는 모터, 소형 감속기, 엔코더 및 제어기가 통합된 관절 모듈을 각 관절에 배치하는 경우가 많다. 따라서 관절 독립구동 또는 관절 일체형 액추에이터 방식으로 이해하는 것이 보다 정확하다.

Tesollo의 DG-5F는 5개의 손가락과 20개의 자유도를 가지며, 20개 관절을 각각 독립적으로 구동한다. 각 관절에는 BLDC 모터, 감속기, 절대형 엔코더 및 제어기가 결합된 통합 액추에이터 모듈이 적용된다. 이 구조는 관절 간 연동을 최소화해 운동학 계산이 비교적 단순하고, 개별 손가락의 자세를 정밀하게 제어할 수 있다는 장점이 있다.

Tesla와 Tesollo의 차이는 어느 방식이 절대적으로 우수한가의 문제가 아니라 설계 우선순위의 차이로 이해해야 한다. Tesla는 모터를 손가락에서 분리한 텐던 구조를 통해 가벼운 손과 높은 공간 효율성을 추구한다. 반면 Tesollo는 각 관절에 통합 액추에이터를 배치해 관절 독립성과 위치 제어 정밀도를 우선한다.

따라서 **인간형 외형, 경량화 및 다양한 물체에 대한 범용 파지가 중요하다면 텐던 방식이 유리하다**. 정밀 조립, 공구 사용 및 관절별 자세 제어가 중요하다면 직접구동 방식이 적합하다. 반복적인 물류 파지와 가격 경쟁력이 우선되는 환경에서는 링크 기반 적응형 구동이 가장 경제적인 선택이 될 수 있다.

표 63. 로봇손 구동방식별 비교

구분	텐던 구동	관절 직접구동
구동 원리	모터가 풀리를 회전시켜 케이블 또는 와이어를 당김	각 관절에 모터와 감속기를 배치해 직접 회전
모터 배치	손바닥 또는 전완부	손가락 관절 내부 또는 인접 위치
액추에이터 수	자유도보다 적게 구성 가능	일반적으로 구동 자유도와 비슷
손가락 무게	낮음	상대적으로 높음
정밀도	중	높음
순응성	높음	제어 방식에 따라 결정
내구성 및 유지보수	케이블 장력과 마모 관리 필요	모듈 교체가 용이하지만 부품 수가 많음
원가	중간	높음
주요 적용	인간형 손, 범용 물체 조작	정밀 조립, 공구 사용, 연구용 로봇손
대표 사례	Tesla Optimus	Tesollo DG-5F, Unitree Dex3-1

자료: 산업자료, IBK투자증권

주요 휴머노이드 기업별 로봇 손 사양

글로벌 휴머노이드
기업들의 로봇 손은
타겟팅 하는 시장에 따라
로봇 손을 다르게 적용 중

휴머노이드 기업들은 목표 시장에 따라 서로 다른 로봇 손을 개발하고 있다. Tesla, Figure, Unitree 및 1X 테크놀로지스는 사람과 유사한 5지 다관절 손을 통해 범용 조작 능력을 높이는 데 집중한다. 반면 Boston Dynamics, Agility Robotics 및 Apptronik은 초기 산업 현장에서 요구되는 파지력과 내구성 및 유지보수성을 우선해 손가락 수를 줄이거나 교체형 그리퍼를 적용하고 있다.

Tesla Optimus

Tesla는 5지형 텐던
구동을 채택, 특정 물류
작업보다 공구 사용과
일상 작업까지 수행할 수
있는 범용 휴머노이드를
지향

Tesla Optimus는 사람과 유사한 5지형 손과 텐던 구동을 채택한다. Optimus Gen 2는 손당 11자유도를 가졌으며, 이후 공개된 차세대 손은 이를 22자유도로 확대했다. 모터를 손가락 내부가 아닌 손바닥과 전완부에 배치하고 케이블을 통해 동력을 전달함으로써 손가락 말단의 무게를 줄이고 사람 손에 가까운 크기를 구현한다.

Tesla가 높은 자유도의 5지 손을 개발하는 이유는 특정 물류 작업보다 공구 사용과 부품 조립 및 일상 작업까지 수행할 수 있는 범용 휴머노이드를 지향하기 때문이다. 다만 차세대 손의 세부 액추에이터 수와 촉각센서 사양 및 양산형 구조는 아직 제한적으로 공개돼 있다.

Boston Dynamics Atlas

BD는 4지형 그리퍼로
산업 작업에 필요한
내구성 있는 구조를 채택

Boston Dynamics가 2026년 공개한 양산형 Atlas는 3개의 손가락과 1개의 대향형 엄지로 구성된 총 4지형 손을 채택했다. 사람과 동일한 5지 구조보다 산업 작업에 필요한 파지력과 내구성 및 부품 수 절감을 우선한 설계다.

손가락과 손바닥에는 촉각센서가 적용돼 물체의 접촉과 파지력을 감지한다. 이전 개발형 손은 손당 7자유도가 공개됐지만, 2026년 양산형은 전체 로봇의 56자유도만 공개됐으며 손에 적용된 자유도와 액추에이터 수는 별도로 공개되지 않았다.

Agility Robotics Digit

Agility는 물류 작업에
최적화된 교체용 그리퍼를
적용

Agility Robotics의 Digit은 5지형 다관절 손보다 작업에 맞춰 교체할 수 있는 단순 그리퍼를 사용한다. Digit의 초기 적용 분야가 물류센터의 컨테이너와 토트 이송이기 때문에 인간 손과 같은 높은 자유도보다 반복 파지의 신뢰성과 내구성이 중요하다.

Agility Robotics는 손을 하나의 공구로 보고 작업에 따라 교체할 수 있도록 설계했다. 세부 자유도와 액추에이터 구성은 공개하지 않았지만, 범용 손보다 물류 작업에 최적화된 엔드이펙터 전략으로 분류할 수 있다.

휴머노이드 손 기술 개발 발전은 인간형 범용 손과 산업용 작업 손으로 발전 중

휴머노이드 손 시장은 크게 인간형 범용 손과 산업용 작업 손으로 양분되고 있다. Tesla, Figure, Unitree, UBTECH 등은 5지 다관절 손과 촉각센서를 통해 공구 사용과 정밀 조립 및 일상 작업까지 수행하는 범용성을 추구한다. 이 경우 모터와 감속기, 엔코더 및 촉각센서의 수가 증가해 손의 부가가치와 원가가 높아진다.

결국 그리퍼와 5지 손 전부 산업 적용에 따라 병존할 것으로 예상

Boston Dynamics, Agility Robotics 및 Apptronik은 초기 상용화 작업에서 5지 손이 반드시 필요하지 않다고 판단한다. 손가락 수를 줄이거나 엔드이펙터를 교체형으로 설계해 파지력과 내구성 및 유지보수성을 우선한다. 이러한 구조는 정밀 조작 능력은 제한되지만 산업 현장에서 초기 투자비와 고장 가능성을 낮출 수 있다.

향후 휴머노이드의 적용 범위가 단순 이송에서 조립과 공구 사용으로 확대될수록 손 자유도와 촉각센서 탑재량은 증가할 가능성이 높다. 다만 모든 로봇이 인간과 동일한 5지 손으로 수렴하기보다는 작업 목적에 따라 고자유도 손과 저자유도 그리퍼가 병존할 것으로 예상된다.

표 64. 기업별 로봇손 사양 및 특징

기업 및 제품	손가락 구성	손 자유도	구동 방식	촉각 및 시각센서	주요 특징
Tesla Optimus	5지	차세대 손 22자유도	텐던 구동	손가락 촉각센서	인간형 범용성, 정밀조작
Figure 03	5지	미공개	관절별 손가락 제어	손가락 끝 촉각센서, 손바닥 카메라	정밀 조작과 가정용 작업
Unitree Dex5-1	5지	20자유도, 16개 능동	직접구동과 기어구동 혼합	최대 94개 촉각센서	성능과 가격 경쟁력의 균형
Agility Robotics Digit	교체형 그리퍼	미공개	전동 그리퍼	세부 사양 미공개	물류 작업과 단순 파지
Boston Dynamics Atlas	4지	양산형 기준 미공개	자체 완결형 전동 그리퍼	손가락과 손바닥 촉각센서	산업용 내구성과 양산성

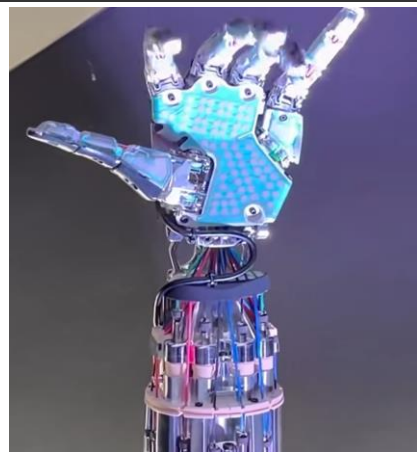
자료: 각 사, IBK투자증권

그림 76. Agility 로보틱스의 Digit 손(전동 그리퍼)



자료: ORCA Dexterity, IBK투자증권

그림 77. Tesla Optimus의 차세대 Hands(텐던 구동 방식)



자료: Tesla, IBK투자증권

휴머노이드 손의 가격과 원가구조

휴머노이드 손의 BOM 비중은 약 15~25%를 차지

대량생산을 전제로 하면 단순 그리퍼의 양손 BOM은 약 800~2,500달러, 저자유도 다관절 손은 약 2,000~5,000달러, 5지 고자유도 손은 약 5,000~1만달러로 추정된다. 범용 휴머노이드에 적용되는 고자유도 양손의 기준 원가는 약 6,000달러

휴머노이드 손의 가격은 손가락 수와 자유도, 액추에이터 구성, 촉각센서 탑재 범위 및 생산량에 따라 크게 달라진다. 현재 독립형 로봇 손의 판매가격은 한 손 기준 약 5,000~2만달러가 일반적이며, 고성능 연구용 제품은 3만~10만달러 이상에 판매된다. 다만 현재 판매가격은 소량생산에 따른 고정비와 연구개발비, 소프트웨어, 기술지원 및 유통마진이 포함된 가격으로 휴머노이드 제조사의 실제 양산 BOM과는 구분할 필요가 있다.

Inspire Robots의 RH56 기본형은 한 손당 약 4,500달러, 촉각센서 적용 모델은 약 6,300~7,500달러에 판매된다. qb Robotics의 SoftHand와 SoftHand2는 각각 약 9,000유로와 1만5,000유로이며, Unitree Dex5-1P는 유통업체 기준 한 손당 약 1만500달러에 판매된다. 미국 관세가 포함된 Unitree Dex5-1 양손 세트의 유통가격은 약 4만7,000달러다. 고성능 연구용 Barrett Hand는 약 3만8,000유로이며 Shadow Dexterous Hand는 개별 견적 방식으로 판매된다.

업계의 Tesla Optimus Gen 2 원가 추정에서는 전체 BOM 약 5만5,000달러 가운데 양손이 약 9,500달러를 차지한다. 이를 기준으로 하면 손의 BOM 비중은 약 17%다. 단순 그리퍼를 사용하는 물류형 휴머노이드는 3~8%에 그치지만, Tesla, 1X 및 Unitree Dex5-1처럼 고자유도와 촉각센서를 적용한 손은 전체 BOM의 15~25%를 차지할 수 있다.

표 65. 상용 로봇손 판매가격

제품 구분	한 손 기준 판매가격	주요 제품
단순 산업용 그리퍼	1,000~5,000달러	2지 및 3지 범용형 그리퍼
저자유도 5지 손	4,500~1만달러	Inspire RH56
고자유도 및 촉각형 손	1만~2만5,000달러	Unitree Dex5-1P, 고사양 Inspire
프리미엄 연구용 손	3만~10만달러 이상	Barrett Hand, Shadow Hand

자료: 산업자료, IBK투자증권

표 66. 양산 기준 로봇손 원가

손 유형	양손 판매가격	양산 BOM 추정	휴머노이드 내 BOM 비중
단순 2지 및 3지 그리퍼	2,000~10,000달러	800~2,500달러	3~8%
저자유도 다관절 손	9,000~20,000달러	2,000~5,000달러	7~15%
5지 고자유도 손	20,000~50,000달러	5,000~10,000달러	12~25%
기준 시나리오	약 20,000~30,000달러	약 5,000~7,000달러	약 15~18%

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 78. Inspire RH56 휴머노이드 핸드 판매가

ON DEMAND	ON DEMAND	ON DEMAND
INSPIRE-ROBOTS Inspire RH56DFTP Dexterous Hand for Unitree H2 (Pair) SKU: RB-Unt-263 \$20,400.00	INSPIRE-ROBOTS Inspire RH56DFQ Dexterous Hand for Unitree H2 (Pair) SKU: RB-Unt-262 \$15,800.00	INSPIRE-ROBOTS Inspire RH56DFTP Dexterous Hand for Unitree H2 (Left) SKU: RB-Unt-254 \$10,200.00

자료: Robotshop, IBK투자증권

그림 79. 로보티즈의 로봇 핸드 판매가

 ROBOTS HAND HX5-D20-MLT HX5-D20-MLT 20DoF 로봇핸드 (왼손) 8,800,000원 준비기간: 60일 장바구니 구매	 ROBOTS HAND HX5-D20-MRT HX5-D20-MRT 20DoF 로봇핸드 (오른손) 8,800,000원 준비기간: 60일 장바구니 구매	 ROBOTS HAND RH-P12-RN RH-P12-RN 핸드, 그리퍼, Hand 3,509,000원 배송지연 장바구니 구매	 ROBOTS HAND RH-P12-RN-UR RH-P12-RN-UR 유니버설로봇 e-Series용 로봇 핸드 3,993,000원 준비기간: 20일 장바구니 구매
--	---	---	---

자료: 로보티즈, IBK투자증권

그림 80. 연구용 휴머노이드 핸드 판매가

 SoftHand Research ROBOTIC HANDS Available on backorder 9,000,00 € Select Options	 SoftHand2 Research ROBOTIC HANDS Available on backorder 15,000,00 € Select Options	 SoftHand Industry ROBOTIC HANDS Available on backorder 7,500,00 € Select Options	 BH8-282 ROBOTIC HANDS Available on backorder 38,000,00 € Request Product Info
--	--	--	---

자료: ROS Components, IBK투자증권

아직 어떤 구동 방식이
정답인지 알 수 없는
휴머노이드 손

결론적으로 전체
휴머노이드 BOM의
10~20%를 차지하는
손의 역할 중요성은
유지될 것

관절 독립구동 손은 자유도가 증가할수록 모터와 감속기 및 엔코더가 동시에 늘어나기 때문에 액추에이터의 원가 비중이 높다. 텐던 손은 모터를 전원부에 집중할 수 있지만 텐던과 풀리 및 장력조절장치가 필요하고, 조립과 보정 공정이 복잡하다. 촉각센서를 손가락과 손바닥 전체에 적용하는 경우 센서 소자뿐만 아니라 연성회로기판과 신호처리 반도체 및 데이터 처리 비용도 증가한다.

휴머노이드 전체 원가가 하락하더라도 손의 BOM 비중은 약 10~20% 수준을 유지할 가능성이 높다. 몸통과 다리의 액추에이터는 부품 표준화와 대량생산을 통해 원가를 빠르게 낮출 수 있지만, 손은 좁은 공간에 다수의 초소형 모터와 센서 및 정밀기구를 집적해야 하기 때문이다. 적용 작업이 단순 이송에서 조립과 공구 사용 및 가정용 작업으로 확대되면 손의 자유도와 촉각센서 탑재량도 증가할 수 있다.

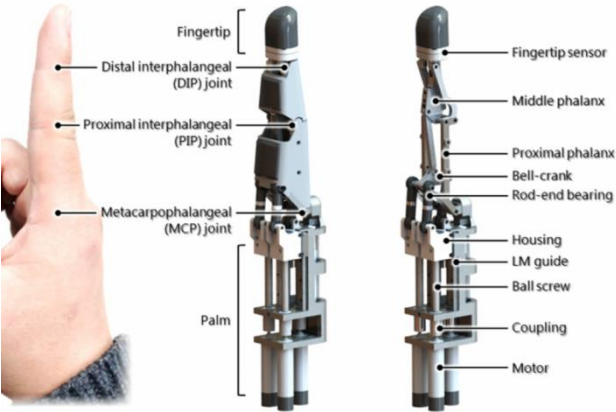
결론적으로 현재 고자유도 로봇 손의 판매가격은 양손 기준 약 2만~5만달러지만, 양산 BOM은 약 5,000~1만달러로 추정된다. 범용 휴머노이드의 기준값으로는 양손 원가 약 6,000달러, 전체 BOM 내 비중 약 15%를 적용하는 것이 적절하다. 휴머노이드 손의 가격 하락이 진행되더라도 초소형 모터와 감속기, 엔코더 및 촉각센서의 탑재량이 증가하면서 손은 핵심 고부가가치 시스템으로 남을 전망이다.

표 67. 로봇손의 세부 원가 구조

구성 부품	손 원가 내 추정 비중	세부 부품
모터 및 액추에이터	30~40%	초소형 BLDC 모터, 리니어 서보
감속기 및 동력전달부	15~25%	소형 감속기, 기어, 텐던, 풀리
센서	15~25%	엔코더, 힘센서, 촉각센서
제어기 및 배선	10~15%	모터 드라이버, MCU, 연성회로기판
구조물 및 기타 부품	10~20%	베어링, 손가락 프레임, 하우징

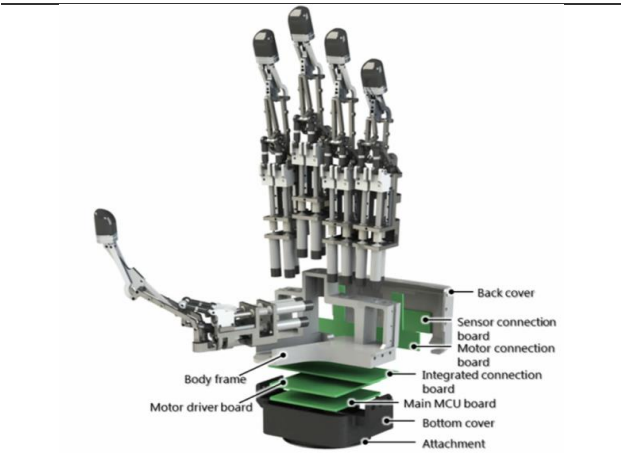
자료: 산업자료, 언론 종합, IBK투자증권

그림 81. 로봇 핸드 Finger 구조



자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 82. 로봇 핸드 구성 및 메커니즘



자료: 산업자료, IBK투자증권

휴머노이드 배터리: 용량보다 가동률이 중요

휴머노이드 핵심 부품 중 하나인 배터리

휴머노이드 배터리는 모터와 액추에이터, 컴퓨팅 시스템 및 센서에 전력을 공급하는 핵심 부품이다. 일반적으로 배터리 셀, 모듈 및 팩 구조물, 배터리관리시스템(BMS), 냉각장치, 전력분배장치, 커넥터 및 충전장치로 구성된다. 교체형 배터리의 경우 배터리 고정장치와 자동 교체 스테이션까지 배터리 시스템에 포함된다.

휴머노이드용 배터리는 EV용과 달리 용량보다는 배터리의 효율성과 가동률이 더 중요

휴머노이드에는 대부분 리튬이온 배터리가 적용되지만, 기업들은 구체적인 셀 형상과 양극재 조성을 공개하지 않는 경우가 많다. 따라서 특정 기업이 NCM 또는 LFP 배터리를 사용한다고 단정하기보다 공개된 용량과 사용시간 및 충전 구조를 중심으로 비교하는 것이 적절하다.

휴머노이드 배터리는 전기차 배터리와 요구 성능이 다르다. 전기차는 장거리 주행을 위한 에너지밀도와 원가가 중요하지만, 휴머노이드는 순간적인 관절 움직임에 대응하는 고출력 특성, 낙상과 충돌에 대한 안전성, 좁은 몸체 내부의 열 관리 및 배터리 교체 편의성이 중요하다. 배터리 무게가 증가하면 로봇이 움직일 때 소비하는 전력도 함께 증가하기 때문에 단순히 용량을 확대하는 방식에는 한계가 있다.

표 68. 주요 휴머노이드 배터리 성능 및 방식

기업 및 제품	공개 배터리 사양	사용시간	충전 및 교체 방식	설계 방향
Tesla Optimus	2.3kWh, 52V	1일 작업 목표	몸통 일체형	배터리와 전력전자 통합
Figure 03	2.3kWh	최대 5시간	2kW 급속충전	구조체 통합형 팩, 능동 냉각 및 자체 BMS
Boston Dynamics Atlas	용량 미공개	일반 작업 4시간, 중량물 작업 2시간	3분 자동교체, 충전 1.5시간	산업현장의 연속 가동 우선
Unitree G1	13직렬, 9Ah	약 2시간	퀵릴리스 교체형	소형화와 연구개발 편의성
Unitree H1 및 H1-2	0.864kWh, 15Ah	미공개	신속 교체형	고출력 전신 구동 대응
Agility Robotics Digit	용량 미공개	약 4시간	세부 방식 미공개	물류현장의 연속 교대 운영 지향
UBTECH Walker S2	용량 미공개	미공개	약 3분 자동 배터리 교체	24시간 연속 가동 지향
Apptronik Apollo 2	용량 미공개	미공개	교체형 배터리, 기회충전 및 유선전원 지원	작업환경별 전원 방식 선택

자료: 각 사, IBK투자증권

휴머노이드 배터리 전략은
일체형과 교체형 배터리로
구분

휴머노이드 배터리 전략은 크게 일체형과 교체형 배터리로 구분된다. 일체형 배터리는 배터리를 몸통 구조물과 통합해 공간과 무게를 줄일 수 있다. Tesla와 Figure가 대표적이다. 특히 Figure 03은 2.3kWh 배터리를 몸통 구조체에 통합하고 자체 BMS와 능동 냉각 및 2kW 충전 시스템을 적용했다. 일체형 구조는 가정과 일반 작업환경에서 자동 충전하기에 적합하지만, 충전 중에는 로봇을 가동하기 어렵다.

Tesla와 Figure AI는
일체형 배터리를, BD와
UBTECH는 교체형
배터리를 추구

교체형 배터리는 방전된 배터리를 충전된 배터리로 바꿔 로봇의 정지시간을 최소화한다. Unitree G1과 H1 및 Appttronik Apollo는 작업자가 빠르게 배터리를 교체할 수 있는 구조를 적용한다. Boston Dynamics Atlas와 UBTECH Walker S2는 여기서 한 단계 더 나아가 로봇이 스스로 배터리를 교체하는 방식을 채택했다.

산업용 휴머노이드는 배터리 용량보다 가동률이 중요하다. Atlas는 일반 작업에서 약 4시간 작동하지만 3분 만에 스스로 배터리를 교체할 수 있다. 이는 무거운 배터리를 장착해 8시간을 연속 작동하기보다 여러 개의 배터리와 교체 스테이션을 이용해 로봇의 무게와 정지시간을 동시에 줄이려는 전략이다.

그림 83. Tesla 옵티머스 배터리 일체형(앞, 뒤 모습)



자료: Tesla, IBK투자증권

그림 84. Figure 03 배터리 일체형(앞, 옆 모습)



자료: Figure AI, IBK투자증권

그림 85. BD의 아틀라스 등 뒤 교체형 배터리 2개 탑재 모습



자료: BD, IBK투자증권

그림 86. UBTECH Walker S2 배터리 자가 교체 방식



자료: 유비테크, IBK투자증권

휴머노이드용 배터리는
전체 BOM의 약 5~10%
차지

배터리 시스템은 휴머노이드 전체 BOM의 약 5~10%를 차지하는 것으로 추정된다. 여기에는 배터리 셀뿐만 아니라 모듈과 팩 구조물, BMS, 냉각장치, 전력분배장치, 커넥터 및 충전장치가 포함된다. 자동 교체형 로봇은 배터리 고정장치와 교체 스테이션 비용도 추가된다. 배터리 셀 자체의 원가는 이보다 낮다. 휴머노이드 배터리는 대부분 3kWh 이하의 소형 팩이기 때문에 셀 원가보다 소량 맞춤형 팩 설계, BMS, 냉각, 안전구조 및 교체 시스템의 원가 비중이 높다. 양산이 확대되면 셀 가격보다 팩 부품의 표준화와 조립 자동화가 원가 절감의 핵심이 될 가능성이 높다.

일반적으로 휴머노이드
대당 약 2kWh 배터리가
적용

휴머노이드 배터리는 단기적으로 배터리 셀 수요를 크게 증가시키는 시장은 아니다. 휴머노이드 1대에 2kWh가 적용된다고 가정하면 연간 100만 대 생산 시 필요한 배터리는 약 2GWh다. 이는 80kWh 배터리를 사용하는 전기차 약 2만5,000대에 해당하는 규모에 불과하다.

2025년 전 세계에서
판매된 전기차는 약
2,100만 대이며, 전기차용
배터리 출하량은 약
1.2TWh를 기록

대당 배터리 용량 2kWh와 로봇 1대당 1.5개의 배터리 팩을 적용하면 휴머노이드 1대당 배터리 출하량은 3kWh가 된다. 휴머노이드가 배터리 셀 업체의 유의미한 신규 수요처로 부상하려면 연간 생산량이 최소 수천만 대 수준까지 확대돼야 한다.

따라서 초기 투자 포인트는 셀 출하량보다 고출력 소형 배터리 팩과 BMS, 열관리부품, 고전류 커넥터, 충전기 및 자동 배터리 교체 시스템에 있다. 특히 산업용 휴머노이드가 확산될수록 배터리를 얼마나 오래 사용할 수 있는지보다 배터리 교체와 충전을 통해 로봇의 가동률을 얼마나 높일 수 있는지가 경쟁력을 좌우할 전망이다.

휴머노이드 1억 대의
배터리 수요는 전기차
500만 대와 동일

현재 대부분의 휴머노이드 기업은 기존 전기차용 원통형 또는 파우치형 셀을 조달한 뒤 배터리 팩과 BMS를 자체 설계한다. 이에 따라 배터리 셀은 기존 공급망을 활용할 가능성이 높지만, 팩 구조와 열관리 및 충전 시스템은 휴머노이드 기업과 부품업체가 새롭게 경쟁하는 시장이 될 것으로 예상된다.

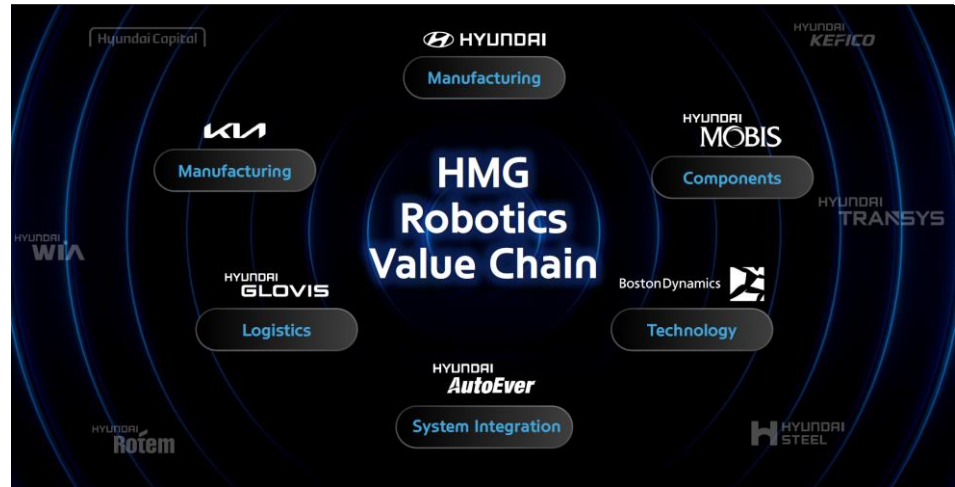
결론적으로 휴머노이드 배터리 시장은 전기차처럼 대규모 셀 수요가 먼저 발생하는 시장이 아니라, 소형 고출력 배터리 팩과 연속 가동 시스템에서 부가가치가 형성되는 시장이다. 향후 확인해야 할 핵심 지표는 배터리 용량보다 실제 작업시간, 급속충전 성능, 교체시간, 수명 및 배터리 시스템 원가다.

표 69. 휴머노이드와 전기차 배터리 수요 비교

연간 휴머노이드 생산량	배터리 수요	60kWh 전기차 환산	25년 EV 배터리 수요 대비
10만 대	0.3GWh	5,000대	0.03%
100만 대	3GWh	5만 대	0.25%
1,000만 대	30GWh	50만 대	2.5%
5,000만 대	150GWh	250만 대	12.5%
1억 대	300GWh	500만 대	25.0%

자료: 산업자료, IBK투자증권

그림 87. 현대차그룹의 로보틱스 밸류체인



자료: Boston Dynamics, IBK투자증권

그림 88. BD 로보틱스 밸류체인 Key 1) RMAC, 2) RA, 3) 액츄에이터 공장



자료: Boston Dynamics, IBK투자증권

그림 89. Boston Dynamics의 Atlas 냉장고 들기



자료: Boston Dynamics, IBK투자증권

그림 90. Boston Dynamics의 Atlas 스펙

"Tech Specs"	
Weight Capacity	50 kg (110 lbs)
Self swappable batteries	
Reach	2.3 m (7.5 ft)
Continuous Range of Motion Joints	
Sensing	Tactile and 360° camera view
IP Rating	IP67
Operating Temp	-20° to 40° C (-4° to 104° F)
Height	1.9 m (6.2 ft)
Weight	90 kg (198 lbs)

자료: Boston Dynamics, IBK투자증권

표 70. 글로벌 완성차, 빅테크, 휴머노이드 및 부품 PEER Valuation

기업명	주가	시가총액	PER (배)			PBR (배)			EV/EBITDA (배)			PSR (배)		
	(US\$)	(US\$,Bn)	26F	27F	28F	26F	27F	28F	26F	27F	28F	26F	27F	28F
완성차														
현대자동차	297.5	60.9	9.7	8.6	7.8	0.8	0.8	0.7	14.2	12.9	12.0	0.4	0.4	0.4
기아	94.6	37.0	6.0	5.4	5.0	0.8	0.7	0.6	2.2	1.7	1.3	0.4	0.4	0.4
테슬라	362.9	1433.1	220.4	164.8	115.6	14.1	12.9	11.7	105.7	84.3	60.2	13.5	11.9	10.2
GM	87.9	77.2	6.8	6.1	6.2	1.2	1.0	0.9	3.4	2.9	2.9	0.4	0.4	0.4
포드	14.4	57.5	7.9	7.5	6.9	1.6	1.4	1.2	4.0	3.7	3.3	0.3	0.3	0.3
스텔란티스	5.4	15.7	7.7	4.3	3.0	0.2	0.2	0.2	0.6	0.8	0.6	0.1	0.1	0.1
폭스바겐	88.6	44.1	4.5	3.4	3.0	0.2	0.2	0.2	1.8	1.7	1.7	0.1	0.1	0.1
메르세데스 벤츠	52.6	50.6	8.3	6.8	5.9	0.5	0.4	0.4	0.9	0.8	0.7	0.3	0.3	0.3
BMW	68.6	42.2	8.8	6.5	5.3	0.4	0.4	0.3	4.1	3.8	3.7	0.3	0.3	0.3
토요타	19.7	287.6	10.9	10.2	9.2	1.1	1.0	0.9	11.6	13.5	12.3	0.9	0.9	0.8
혼다	11.0	49.8	N/A	13.0	8.2	0.6	0.6	0.5	24.0	10.0	7.6	0.4	0.3	0.3
닛산	2.1	7.8	N/A	43.6	9.1	0.3	0.2	0.2	13.8	15.3	13.3	0.1	0.1	0.1
비야디(BYD)	13.5	116.7	20.1	15.7	12.9	3.0	2.5	2.2	6.7	5.9	5.2	0.9	0.8	0.7
지리그룹	2.4	25.4	7.9	6.5	5.6	1.5	1.3	1.1	3.1	2.5	1.8	0.4	0.4	0.3
빅테크														
엔비디아	214.7	5196.2	45.8	23.8	16.4	34.1	17.1	10.4	37.2	18.8	12.5	24.3	13.1	9.1
애플	309.4	4514.7	35.1	32.4	29.1	41.8	30.2	21.6	26.0	24.4	22.1	9.5	8.7	8.1
알파벳(구글)	344.8	4198.9	18.3	20.9	17.6	5.9	4.7	3.8	18.3	14.0	10.9	9.7	7.7	6.3
마이크로소프트	483.2	3588.3	28.5	24.4	20.5	8.0	6.4	5.1	17.8	14.9	12.2	10.9	9.2	7.7
아마존 닷컴	258.6	2789.7	17.7	20.9	16.6	4.8	3.9	3.1	12.8	9.9	7.8	3.4	2.9	2.5
브로드컴	368.5	1752.9	31.8	19.1	14.3	16.2	9.7	6.7	24.7	14.5	10.4	16.6	10.1	7.7
메타 플랫폼스	549.9	1400.9	15.6	14.4	11.9	4.6	3.6	2.8	11.6	9.4	7.5	5.5	4.6	3.9
TSMC	74.4	1930.2	22.2	16.9	13.8	8.1	5.9	4.3	14.7	10.8	8.4	11.4	8.4	6.7
테슬라	362.9	1433.1	220.4	164.8	115.6	14.1	12.9	11.7	105.7	84.3	60.2	13.5	11.9	10.2
넷플릭스	79.6	331.4	22.3	20.8	17.5	10.5	8.7	7.4	19.9	16.7	14.2	6.5	5.8	5.3
휴머노이드														
유니트리	90.2	36.5	392.6	199.5	94.8	73.0	53.5	34.2	372.4	189.6	90.2	83.9	49.4	27.2
유비테크	10.1	5.1	N/A	355.5	47.9	4.9	4.5	3.9	N/A	58.6	18.6	8.9	5.9	3.8
도봇	3.0	1.2	N/A	N/A	235.1	3.6	3.6	3.5	N/A	N/A	N/A	10.7	7.5	5.2
레인보우로보틱스	322.2	6.3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
액추에이터 및 감속기														
현대모비스	360.6	32.7	10.7	9.4	8.8	0.8	0.8	0.7	8.1	7.0	6.2	0.7	0.7	0.6
HL만도	37.0	1.7	12.0	10.0	9.0	0.8	0.8	0.7	4.7	4.3	3.8	0.2	0.2	0.2
에스피지	68.4	1.5	154.3	129.9	106.8	7.7	7.3	6.8	N/A	N/A	N/A	5.8	5.5	5.2
로보티즈	179.0	2.6	721.9	148.5	81.6	10.6	10.0	8.9	540.0	106.2	57.3	51.2	28.3	15.4
하모닉 드라이브	35.9	3.5	324.1	82.1	55.8	7.0	6.4	6.0	52.3	32.2	25.3	9.4	7.4	6.4
스미토모중공업	37.1	4.6	15.6	13.6	12.1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.6	0.6	0.6
Nabtesco	28.5	3.4	24.0	20.8	19.6	1.9	1.8	1.7	10.7	9.3	8.2	1.6	1.5	1.4

자료: Bloomberg, IBK투자증권



Company Analysis

기업명	투자의견	목표주가
현대차 (005380)	매수(유지)	670,000원(하향)
현대모비스 (012330)	매수(유지)	760,000원(유지)
HL만도 (204320)	매수(유지)	70,000원(유지)

매수 (유지)

목표주가 (하향) 670,000원
현재가 (8/24) 414,000원

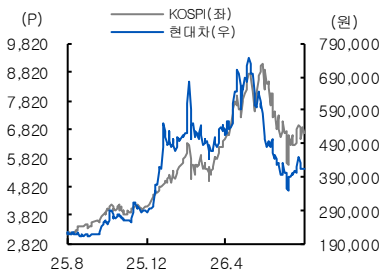
KOSPI (8/24)	6,696.96pt
시가총액	96,615십억원
발행주식수	265,390천주
액면가	5,000원
52주 최고가	750,000원
최저가	214,000원
60일 일평균거래대금	577십억원
외국인 지분율	24.9%
배당수익률 (2026F)	1.8%

주주구성	
현대모비스 외 11 인	30.67%
국민연금공단	7.31%

주가상승률	1M	6M	12M
상대기준	3%	-30%	-11%
절대기준	3%	-21%	88%

	현재	직전	변동
투자의견	매수	매수	▼
목표주가	670,000	770,000	▼
EPS(26)	38,315	39,940	▼
EPS(27)	41,955	43,544	▼

현대차 상대주가 (%)



현대차 (005380)

로봇의 가치

26년 실적은 하반기 반등을 기대

현대차의 2026년 매출액 193조 4,400억원(YoY +3.9%), 영업이익 11조 3,580억원(YoY -1.0%), OPM 5.9%(YoY -0.3%p)로 전망한다. 부문별 매출액은 자동차 148조 6,350억원(YoY +2.5%), 금융 33조 7,500억원(YoY +11.4%), 기타 11조 550억원(YoY +1.3%)로 예상한다.

휴머노이드를 가장 잘 만들 기업

현대차의 투자포인트는 1) Boston Dynamics와 Robotics America를 통한 로봇 개발 및 양산체계 구축, 2) 미국의 비중국 로봇 공급망 재편에 따른 수혜 가능성이다. GUARD Act 발의와 FCC 규제 강화로 미국 휴머노이드 시장은 중국산을 배제하고 현지 생산이 가능한 업체 중심으로 재편될 전망이다. 현대차그룹은 Boston Dynamics의 기술, HMGMA의 제조 현장, 현대모비스의 핵심 부품, 현대글로비스의 물류 역량을 결합한 End-to-End Industrial Platform을 구축하고 있으며, 신설 예정인 Robotics America를 통해 그룹 내부 수요뿐만 아니라 타 OEM 판매까지 확대할 계획이다. 2026년 8월 RMAC 가동 이후 실제 작업 데이터를 기반으로 수집, 학습, 검증, 시뮬레이션을 진행하고, 2027년 파일럿을 거쳐 2028년부터 Atlas를 투입할 예정이다. 로봇을 실제로 적용할 제조 현장과 비중국 생산 기반을 모두 확보해 Physical AI 상용화 가능성이 가장 높은 기업 중 하나로 판단한다.

투자의견 매수 유지, 목표주가 670,000원으로 하향

현대차에 대한 투자의견은 매수 유지, 목표주가는 670,000원으로 하향한다. 본업 가치는 27년 지배순이익 11.1조원에 Target PER 9.9배를 적용하여 110조원, 로봇 가치는 2030년 BD 추정 매출액 10.9조원에 Target PSR 13배를 적용된 141조원에 지분가치 27.8%를 고려한 39조원을 우선주 시가총액 제외하여 목표 시가총액은 138조원으로 제시한다.

(단위:십억원,배)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	175,231	186,254	193,440	203,651	218,741
영업이익	14,240	11,468	11,357	12,994	14,299
세전이익	17,781	13,842	15,567	17,083	18,603
지배주주순이익	12,527	9,446	10,168	11,135	12,132
EPS(원)	46,042	35,331	38,315	41,955	45,712
증가율(%)	5.6	-23.3	8.4	9.5	9.0
영업이익률(%)	8.1	6.2	5.9	6.4	6.5
순이익률(%)	7.6	5.6	5.9	6.1	6.2
ROE(%)	12.4	8.4	8.5	8.8	9.0
PER	4.6	8.4	10.8	9.9	9.1
PBR	0.5	0.7	0.9	0.8	0.8
EV/EBITDA	10.5	14.4	15.9	14.6	13.6

자료: Company data, IBK투자증권 예상

표 71. 현대차 실적 비교

(단위: 십억원, %)	3Q26F	3Q25	2Q26	3Q26 Con	YoY	QoQ	vs Con
매출액	48,783	46,721	49,215	49,090	4.4%	-0.9%	-0.6%
영업이익	3,117	2,537	2,851	3,114	22.8%	9.3%	0.1%
OPM(%)	6.4%	5.4%	5.8%	6.3%	1.0%p	0.6%p	0.1%p

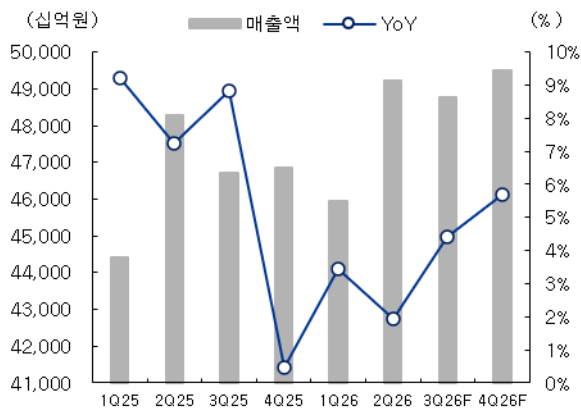
자료: 현대차, IBK투자증권

표 72. 현대차의 실적 추이 및 전망

(단위: 십억원, 천대, %)	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26	3Q26F	4Q26F	2025	2026F	2027F
매출액	44,408	48,287	46,721	46,839	45,939	49,215	48,783	49,503	186,255	193,440	203,651
QoQ	-4.8%	8.7%	-3.2%	0.3%	-1.9%	7.1%	-0.9%	1.5%			
YoY	9.2%	7.3%	8.8%	0.5%	3.4%	1.9%	4.4%	5.7%	6.3%	3.9%	5.3%
자동차	34,718	37,030	36,715	36,590	34,539	36,832	38,357	38,907	145,053	148,635	157,551
금융	7,398	8,269	7,189	7,432	8,991	9,504	7,532	7,723	30,288	33,750	34,286
기타	2,292	2,988	2,817	2,817	2,409	2,879	2,893	2,874	10,914	11,055	11,814
영업이익	3,634	3,602	2,537	1,696	2,515	2,851	3,117	2,875	11,469	11,358	12,994
QoQ	28.8%	-0.9%	-29.6%	-33.1%	48.3%	13.4%	9.3%	-7.7%			
YoY	2.2%	-15.8%	-29.2%	-39.9%	-30.8%	-20.8%	22.8%	69.5%	-19.5%	-1.0%	14.4%
자동차	2,859	2,692	1,711	1,210	1,788	1,971	2,378	2,218	8,472	8,355	9,768
금융	571	653	576	364	579	759	490	425	2,164	2,252	2,221
기타	204	257	250	122	148	121	249	233	833	751	1,004
OPM	8.2%	7.5%	5.4%	3.6%	5.5%	5.8%	6.4%	5.8%	6.2%	5.9%	6.4%
자동차(조정)	8.2%	7.3%	4.7%	3.3%	5.2%	5.4%	6.2%	5.7%	5.8%	5.6%	6.2%
금융	7.7%	7.9%	8.0%	4.9%	6.4%	8.0%	6.5%	5.5%	7.1%	6.7%	6.5%
기타	8.9%	8.6%	8.9%	4.3%	6.1%	4.2%	8.6%	8.1%	7.6%	6.8%	8.5%

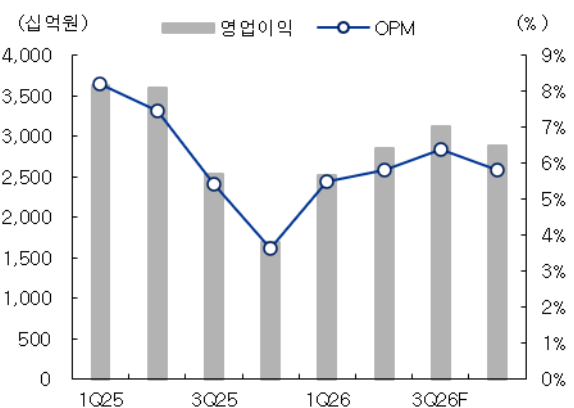
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 91. 현대차 분기별 매출액 및 YoY 추이



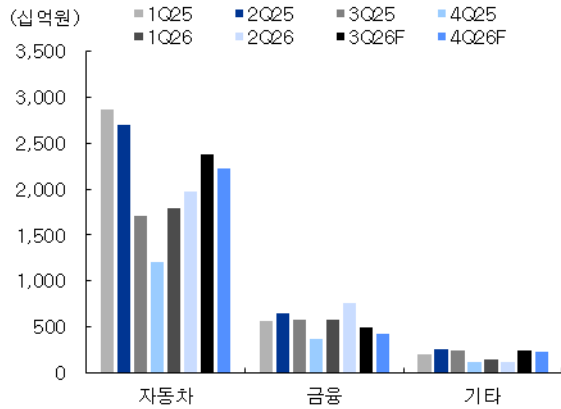
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 92. 현대차 분기별 영업이익 및 OPM 추이



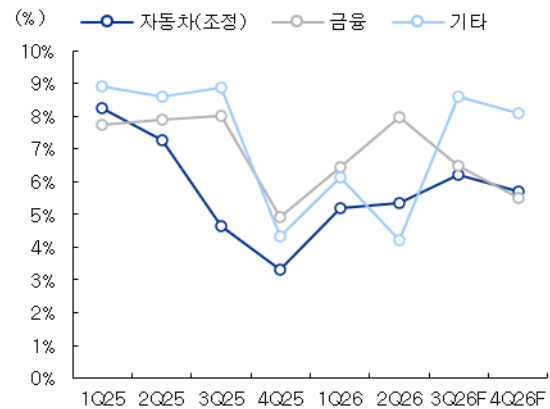
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 93. 현대차 부문별 영업이익 추이



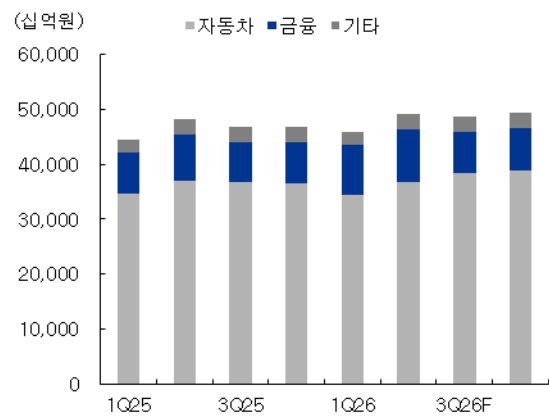
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 94. 현대차 부문별 OPM 추이



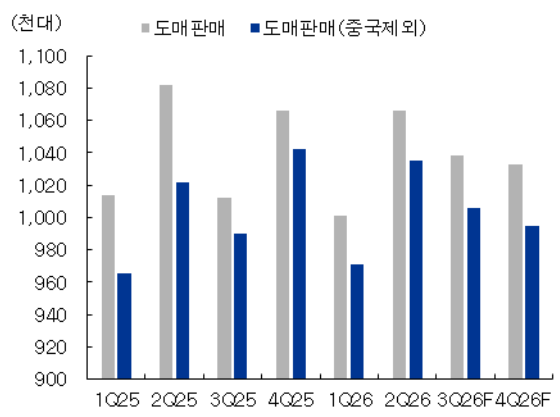
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 95. 현대차 부문별 분기별 매출 추이



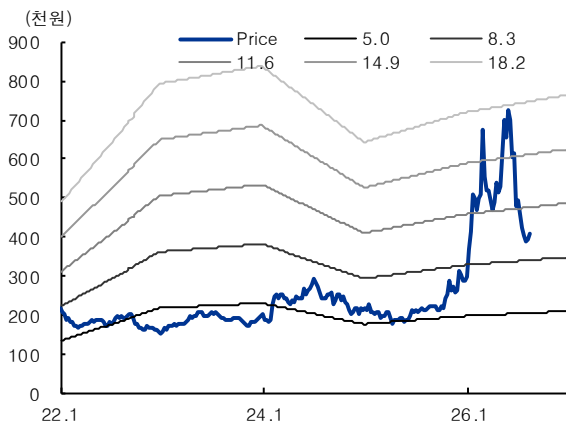
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 96. 현대차 분기별 도매판매 추이



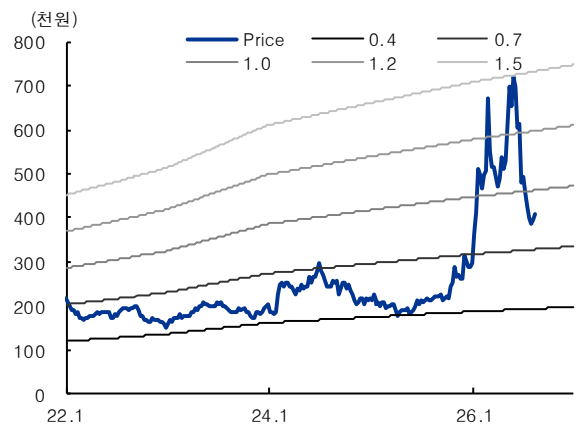
자료: 현대차, IBK투자증권

그림 97. 현대차 12MF PER



자료: 현대차, IBK투자증권

그림 98. 현대차 12MF PBR



자료: 현대차, IBK투자증권

그림 99. BD의 휴머노이드 생산 계획



자료: 현대차그룹, IBK투자증권

그림 100. BD의 ATLAS의 2.5만대 이상의 현대차그룹향 캡티브 수요



자료: 현대차그룹, IBK투자증권

그림 101. 현대차그룹 로보틱스 벨류체인



자료: 현대차그룹, IBK투자증권

표 73. Boston Dynamics 2030년 기준 기업가치 141조원 추정 (PSR 13배)

구분	2028	2029	2030	2031	2032
[Atlas (휴머노이드)]					
판매량 (대)	11,290	20,000	30,000	40,000	50,000
판매 단가 (ASP, 천달러)	134	120.6	108.5	97.7	87.9
매출액 (십억원, 환율 1,450원)	2,194	3,497	4,721	5,666	6,374
[Stretch (물류로봇)]					
판매량 (대)	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000
판매 단가 (ASP, 천달러)	250	225	202.5	182.3	164
매출액 (십억원, 환율 1,450원)	1,813	3,263	4,404	5,285	5,946
[Spot (4족보행)]					
판매량 (대)	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000
판매 단가 (ASP, 천달러)	74.5	67.1	60.3	54.3	48.9
매출액 (십억원, 환율 1,450원)	1,080	1,458	1,750	1,969	2,126
[종합]					
총 판매 대수 (대)	26,290	45,000	65,000	85,000	105,000
평균 ASP (억원)	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4
합산 매출 (십억원)	5,086	8,218	10,876	12,920	14,446
PSR 13배 적용 (십억원)	66,124	106,837	141,386	167,957	187,800

자료: 현대차, IBK투자증권

표 74. Boston Dynamics 지분 구조와 기업가치 추정 (PSR 13배)

(단위: 십억원)

BD 주요 주주 구성		BD 지분구조	2028	2029	2030	2031	2032
HMG Global	100%	56.4%	37,195	60,096	79,530	94,476	105,638
현대차	49.5%	27.9%	18,411	29,747	39,367	46,766	52,291
기아	30.5%	17.2%	11,344	18,329	24,257	28,815	32,219
현대모비스	20.0%	11.3%	7,439	12,019	15,906	18,895	21,128
현대글로비스		11.3%	7,439	12,019	15,906	18,895	21,128
정의선		22.6%	14,481	23,397	30,964	36,783	41,128
소프트뱅크		9.7%	7,009	11,325	14,987	17,803	19,907
기업 가치			66,124	106,837	141,386	167,957	187,800

자료: 현대차, IBK투자증권/ 주: SoftBank 풋옵션 7월 행사 미반영, 계열사 지분을 의사 결정 중

표 75. 현대차 목표주가 산출

항목	적정가치	비고
[A] 본업 가치	110,258	십억원
지배 순익	11,137	십억원, 2027년
Target Multiple(배)	9.9	PER, Toyota 멀티플 적용
[B] 로봇 가치	39,367	십억원
로봇 부문 매출액	10,876	십억원, 2030년
Target Multiple	13	PSR(배), 유니트리 공모가 PSR 36배(25년 기준) 대비 할인
보유 지분율	27.8%	
[C] 우선주 시가총액	11,845	십억원
[A] + [B] - [C] 적정 기업 가치	137,780	십억원
주식 수	204.8	백만주
적정 주가	670,335	원
목표 주가	670,000	원
현재 주가	414,000	원, 2026-08-24
Upside	61.8%	

자료: IBK투자증권

현대차 (005380)

포괄손익계산서

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	175,231	186,254	193,440	203,651	218,741
증가율(%)	7.7	6.3	3.9	5.3	7.4
매출원가	139,482	152,038	159,043	167,682	180,005
매출총이익	35,749	34,217	34,397	35,969	38,735
매출총이익률 (%)	20.4	18.4	17.8	17.7	17.7
판매비	21,510	22,749	23,039	22,975	24,437
판매비율(%)	12.3	12.2	11.9	11.3	11.2
영업이익	14,240	11,468	11,357	12,994	14,299
증가율(%)	-5.9	-19.5	-1.0	14.4	10.0
영업이익률(%)	8.1	6.2	5.9	6.4	6.5
순금융손익	633	289	478	449	493
이자손익	529	328	331	421	445
기타	104	-39	147	28	48
기타영업외손익	-205	-425	449	128	138
종속/관계기업손익	3,114	2,510	3,283	3,512	3,674
세전이익	17,781	13,842	15,567	17,083	18,603
법인세	4,232	3,477	4,155	4,574	4,978
법인세율	23.8	25.1	26.7	26.8	26.8
계속사업이익	13,549	10,365	11,413	12,509	13,626
중단사업손익	-319	0	0	0	0
당기순이익	13,230	10,365	11,413	12,509	13,626
증가율(%)	7.8	-21.7	10.1	9.6	8.9
당기순이익률 (%)	7.6	5.6	5.9	6.1	6.2
지배주주당기순이익	12,527	9,446	10,168	11,135	12,132
기타포괄이익	5,025	717	1,055	846	871
총포괄이익	18,255	11,082	12,468	13,355	14,497
EBITDA	18,527	16,484	17,116	18,712	20,048
증가율(%)	-7.7	-11.0	3.8	9.3	7.1
EBITDA마진율(%)	10.6	8.9	8.8	9.2	9.2

투자지표

(12월 결산)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
주당지표(원)					
EPS	46,042	35,331	38,315	41,955	45,712
BPS	401,961	435,007	465,284	491,221	520,780
DPS	12,000	10,000	12,500	12,750	13,000
밸류에이션(배)					
PER	4.6	8.4	10.8	9.9	9.1
PBR	0.5	0.7	0.9	0.8	0.8
EV/EBITDA	10.5	14.4	15.9	14.6	13.6
성장성지표(%)					
매출증가율	7.7	6.3	3.9	5.3	7.4
EPS증가율	5.6	-23.3	8.4	9.5	9.0
수익성지표(%)					
배당수익률	5.7	3.4	1.8	1.8	1.9
ROE	12.4	8.4	8.5	8.8	9.0
ROA	4.3	2.9	2.9	3.0	3.1
ROIC	33.9	21.8	21.5	22.7	24.0
안정성지표(%)					
부채비율(%)	182.5	189.0	201.9	195.1	190.0
순차입금 비율(%)	108.1	119.0	117.6	110.6	103.3
이자보상배율(배)	31.5	20.0	16.8	17.3	18.7
활동성지표(배)					
매출채권회전율	33.1	25.7	25.4	30.2	31.1
재고자산회전율	9.4	9.2	9.3	9.6	9.9
총자산회전율	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5

*주당지표 및 밸류에이션은 지배주주순익 및 지배주주지분 기준

재무상태표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
유동자산	115,764	120,777	142,680	146,958	154,754
현금및현금성자산	19,015	18,361	35,622	37,807	42,750
유가증권	8,473	5,858	7,137	7,551	8,092
매출채권	5,908	8,600	6,640	6,869	7,195
재고자산	19,791	20,662	20,843	21,598	22,675
비유동자산	224,034	248,067	271,155	281,963	293,827
유형자산	44,534	48,750	50,970	52,925	54,516
무형자산	7,683	9,268	12,694	13,821	15,080
투자자산	117,804	124,261	131,165	134,473	137,719
자산총계	339,798	368,845	413,835	428,921	448,580
유동부채	79,510	88,579	118,497	122,258	127,203
매입채무및기타채무	12,550	12,287	14,085	14,902	15,968
단기차입금	9,327	10,388	12,177	12,883	13,805
유동성장기부채	26,742	33,761	57,337	57,552	57,867
비유동부채	140,013	152,617	158,248	161,315	166,690
사채	96,134	106,900	109,171	109,171	109,171
장기차입금	24,286	24,340	24,455	25,740	28,925
부채총계	219,522	241,197	276,744	283,573	293,893
자배주주지분	109,103	115,447	123,482	130,365	138,210
자본금	1,489	1,489	1,489	1,489	1,489
자본잉여금	7,656	7,780	7,764	7,764	7,764
자본조정등	-850	-375	-583	-583	-583
기타포괄이익누계액	4,213	5,240	5,976	6,822	7,693
이익잉여금	96,596	101,312	108,836	114,873	121,847
비배주주지분	11,173	12,202	13,609	14,983	16,477
자본총계	120,276	127,648	137,091	145,348	154,687
비이자부채	62007	64978	72760	77383	83281
총차입금	157,515	176,219	203,984	206,190	210,612
순차입금	129,988	151,944	161,171	160,777	159,716

현금흐름표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
영업활동 현금흐름	-5,662	-5,991	36,761	15,146	16,024
당기순이익	13,230	10,365	11,413	12,509	13,626
비현금성 비용 및 수익	23,950	25,920	28,600	1,629	1,445
유형자산감가상각비	3,398	3,745	4,500	4,645	4,809
무형자산상각비	889	1,272	1,259	1,073	940
운전자본변동	-35,160	-34,325	-1,475	587	509
매출채권등의 감소	-590	-2,548	2,590	-229	-326
재고자산의 감소	-1,159	-466	650	-754	-1,078
매입채무등의 증가	476	-294	1,283	817	1,066
기타 영업현금흐름	-7682	-7951	-1777	421	444
투자활동 현금흐름	-14,623	-10,347	-22,780	-17,636	-19,062
유형자산의 증가(CAPEX)	-8,061	-8,367	-8,021	-6,600	-6,400
유형자산의 감소	172	246	70	0	0
무형자산의 감소(증가)	-2,180	-2,674	-4,524	-2,200	-2,200
투자자산의 감소(증가)	-3,398	-2,947	-3,478	-3,308	-3,246
기타	-1156	3395	-6827	-5528	-7216
재무활동 현금흐름	19,493	15,425	2,922	4,676	7,980
차입금의 증가(감소)	19,650	19,068	1,440	1,285	3,185
자본의 증가	0	0	0	0	0
기타	-157	-3643	1482	3391	4795
기타 및 조정	640	259	358	-1	1
현금의 증가	-152	-654	17,261	2,185	4,943
기초현금	19,167	19,015	18,361	35,622	37,807
기말현금	19,015	18,361	35,622	37,807	42,750

매수 (유지)

목표주가 (유지) 760,000원
현재가 (8/24) 498,500원

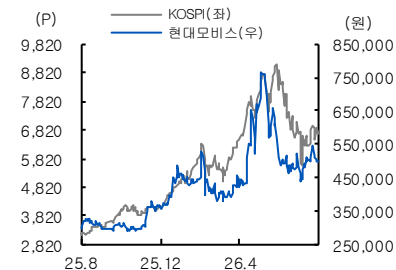
KOSPI (8/24)	6,696.96pt
시가총액	45,230십억원
발행주식수	89,825천주
액면가	5,000원
52주 최고가	768,000원
최저가	288,000원
60일 일평균거래대금	300십억원
외국인 지분율	37.6%
배당수익률 (2026F)	1.0%

주주구성	
기아 외 8 인	32.70%
국민연금공단	9.51%

주가상승률	1M	6M	12M
상대기준	3%	-2%	-21%
절대기준	3%	10%	66%

	현재	직전	변동
투자의견	매수	매수	-
목표주가	760,000	760,000	-
EPS(26)	42,677	41,342	▲
EPS(27)	51,022	51,475	▼

현대모비스 상대주가 (%)



현대모비스 (012330)

로봇 is coming

외형과 이익 모두 성장한다

현대모비스의 2026년 매출액 64조 7,990억원(YoY +6.0%), 영업이익 3조 7,090억원(YoY +10.5%), OPM 5.7%(YoY +0.2%p)로 전망한다. 부문별 매출액은 모듈/부품 50조 7,030억원(YoY +6.1%), A/S 14조 960억원(YoY +5.8%)로 예상한다.

비중국 휴머노이드 액추에이터 공급사

현대모비스의 투자포인트는 1) Atlas 액추에이터 내재화를 통한 로봇 핵심 부품 사업 진입, 2) 액추에이터에서 그리퍼, 배터리 시스템, 제어기, 퍼셉션 모듈로 이어지는 사업 확장성이다. 액추에이터는 11월 고객사에 시제품 납품 예정이다. Atlas에는 대당 31개의 액추에이터가 탑재되며, 2028년 액추에이터 생산능력 35만 개는 Atlas 휴머노이드 생산 가능 대수 약 1.1만 대에 해당한다. ASP 1,000달러와 환율 1,450원을 적용한 2028년 예상 매출은 약 5,075억원이며, Atlas 판매량이 2030년 3만 대로 증가하면 매출은 약 1.2조원까지 확대될 전망이다. PSR 13배를 적용한 액추에이터 사업의 이론적 가치는 2028년 6.6조원, 2030년 15.8조원으로 산출되며, 현대모비스는 기존 전동화 부품주에서 현대차그룹 Physical AI 생태계의 핵심 로봇 부품사로 비중국 휴머노이드 액추에이터 공급망 구축 과정에서 유력한 수혜 후보로 판단한다.

투자의견 매수, 목표주가 760,000원으로 유지

현대모비스에 대한 투자의견 매수, 목표주가 760,000원 유지한다. 본업 가치는 27년 지배순이익 4.6조원에 Target PER 11.5배를 적용하여 53조원, 로봇 가치는 2030년 로봇 부문 추정 매출액 1.2조원에 Target PSR 13배를 적용하여 16조원으로 목표 시가총액은 68조원으로 제시한다.

(단위:십억원,배)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	57,237	61,118	64,799	68,986	72,708
영업이익	3,073	3,357	3,710	4,234	4,624
세전이익	5,264	5,115	5,417	6,437	7,063
지배주주순이익	4,056	3,656	3,852	4,572	5,010
EPS(원)	43,480	39,682	42,677	51,022	55,916
증가율(%)	19.6	-8.7	7.5	19.6	9.6
영업이익률(%)	5.4	5.5	5.7	6.1	6.4
순이익률(%)	7.1	6.0	6.0	6.6	6.9
ROE(%)	9.4	7.7	7.5	8.3	8.4
PER	5.4	9.4	11.7	9.8	8.9
PBR	0.5	0.7	0.8	0.8	0.7
EV/EBITDA	5.1	7.2	7.8	6.2	5.1

자료: Company data, IBK투자증권 예상

표 76. 현대모비스 실적 비교

(단위: 십억원, %)	3Q26F	3Q25	2Q26	3Q26 Con	YoY	QoQ	vs Con
매출액	16,435	15,032	16,325	16,264	9.3%	0.7%	1.1%
영업이익	955	780	975	961	22.4%	-2.0%	-0.5%
OPM(%)	5.8%	5.2%	6.0%	5.9%	0.6%p	-0.2%p	-0.1%p

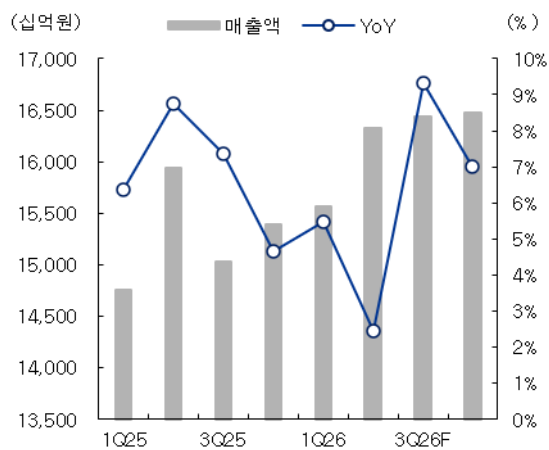
자료: 현대모비스, IBK투자증권

표 77. 현대모비스의 실적 추이 및 전망

(단위: 십억원, %)	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26	3Q26F	4Q26F	2025	2026F	2027F
매출액	14,752	15,936	15,032	15,398	15,561	16,325	16,435	16,479	61,118	64,799	68,986
QoQ		0.3%	8.0%	-5.7%	2.4%	1.1%	4.9%	0.7%			
YoY		6.4%	8.7%	7.4%	4.7%	5.5%	2.4%	9.3%	6.8%	6.0%	6.5%
모듈/부품	11,474	12,607	11,675	12,044	12,042	12,894	12,878	12,889	47,800	50,703	53,799
전동화	1,190	1,600	1,310	1,255	1,287	1,419	1,457	1,707	5,355	5,870	7,144
부품제조	3,485	3,603	3,517	3,608	3,605	3,954	3,840	3,890	14,213	15,289	15,904
모듈조립	6,799	7,403	6,849	7,181	7,149	7,521	7,582	7,293	28,232	29,545	30,750
A/S	3,278	3,330	3,357	3,354	3,519	3,430	3,557	3,590	13,318	14,096	15,188
영업이익	777	870	780	931	803	975	955	976	3,358	3,709	4,234
QoQ		-21.2%	12.0%	-10.3%	19.2%	-13.7%	21.5%	-2.0%			
YoY		43.1%	36.8%	-14.1%	-5.6%	3.3%	12.1%	22.4%	9.2%	10.5%	14.1%
모듈/부품	-100	42	-37	171	-121	22	13	64	76	-22	377
A/S	877	828	817	760	924	953	942	912	3,282	3,732	3,858
OPM	5.3%	5.5%	5.2%	6.0%	5.2%	6.0%	5.8%	5.9%	5.5%	5.7%	6.1%
모듈/부품	-0.9%	0.3%	-0.3%	1.4%	-1.0%	0.2%	0.1%	0.5%	0.2%	0.0%	0.7%
A/S	26.7%	24.9%	24.3%	22.7%	26.3%	27.8%	26.5%	25.4%	24.6%	26.5%	25.4%

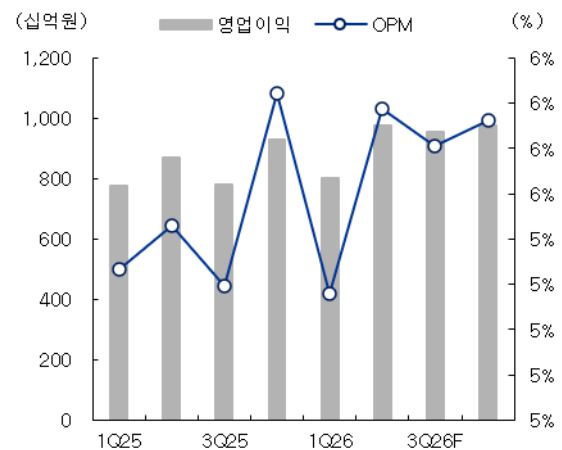
자료: 현대모비스, IBK투자증권

그림 102. 현대모비스 분기별 매출액 추이



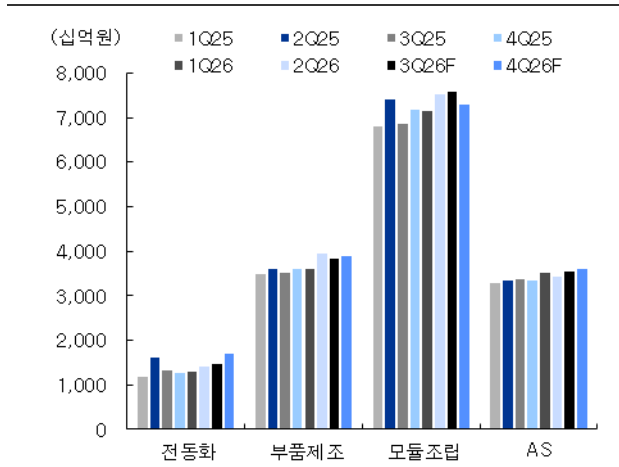
자료: 현대모비스, IBK투자증권

그림 103. 현대모비스 분기별 영업이익 추이



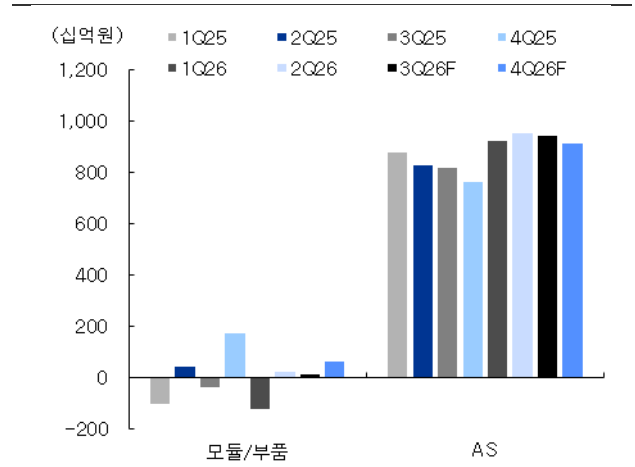
자료: 현대모비스, IBK투자증권

그림 104. 현대모비스 부문별 매출액 추이



자료: 현대모비스, IBK투자증권

그림 105. 현대모비스 부문별 영업이익 추이



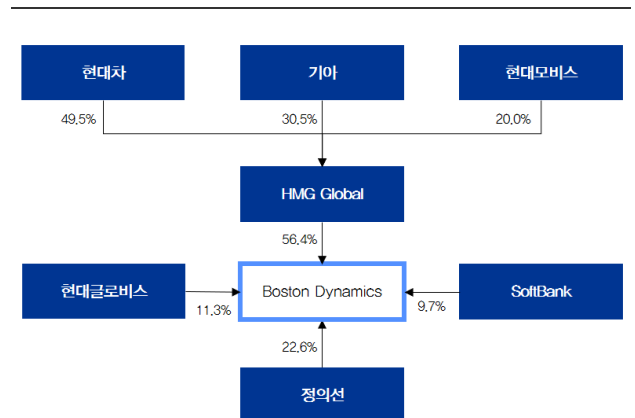
자료: 현대모비스, IBK투자증권

표 78. BD Atlas에 액추에이터 현대모비스 매출 가정

구분	case1.	case2.	case3.	단위
휴머노이드 가격	50	100	200	백만 원
연 생산능력	30	30	30	천 대
액추에이터 원가 비중	50	50	50	%
액추에이터 매출액	750	1,500	3,000	십억 원
영업이익 (10% 가정)	75	150	300	십억 원

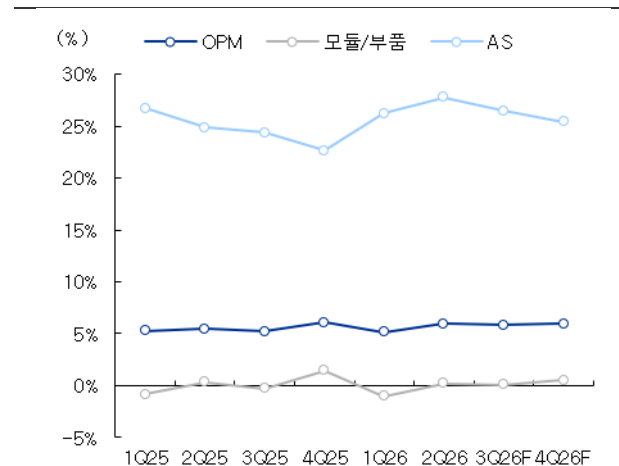
자료: 현대모비스, IBK투자증권 / 주: 현대모비스 점유율 100% 가정

그림 106. Boston Dynamics의 지분 구조



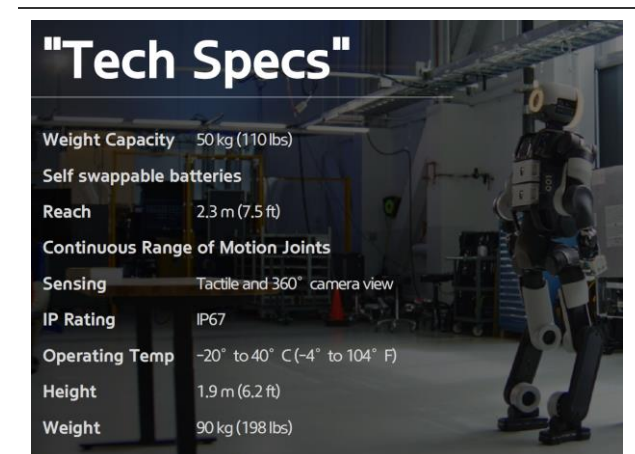
자료: BD, IBK투자증권/ 주: SoftBank 풋옵션 미반영, 계열사 지분율 의사 결정 중

그림 107. 현대모비스 부문별 OPM 추이



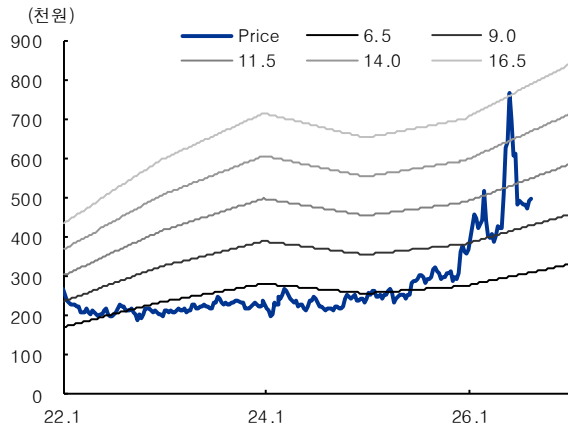
자료: 현대모비스, IBK투자증권

그림 108. BD의 아틀라스 스펙



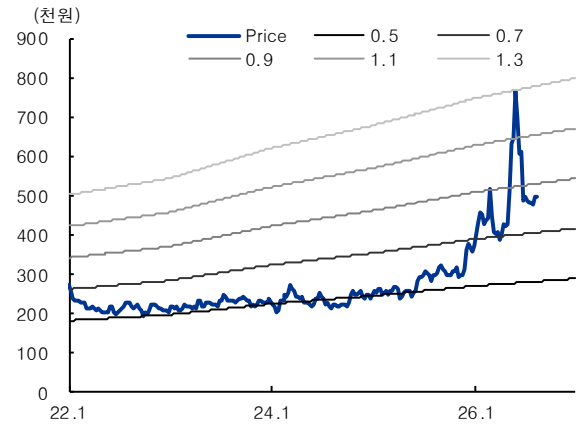
자료: 현대차그룹, IBK투자증권

그림 112. 현대모비스 12MFwd PER 밴드



자료: 에프앤가이드 QuantiWise, IBK투자증권

그림 113. 현대모비스 12MFwd PBR 밴드



자료: 에프앤가이드 QuantiWise, IBK투자증권

표 79. ATLAS 판매량에 따른 액추에이터 매출액 추정

항목	2028	2029	2030	2031	2032
ATLS 판매량	11,290	20,000	30,000	40,000	50,000
액추에이터 생산량 (천개)	350	620	930	1,240	1,550
판매단가 (ASP, \$)	1,000	950	900	850	800
액추에이터 매출액 (\$)	350	589	837	1,054	1,240
매출액 (십억원, 환율 1,450원)	508	854	1,214	1,528	1,798
PSR 13배	6,598	11,103	15,777	19,868	23,374

자료: 현대모비스, IBK투자증권/ 주: ATLAS 대당 액추에이터 31개 가정.
실제 매출은 수주 시점과 공급 점유율 및 생산 램프업 속도에 따라 달라질 수 있음.

표 80. 현대모비스 목표주가 산출

항목	적정가치	비고
[A] 본업 가치	52,577	십억원
지배 순익	4,572	십억원, 2027년
Target Multiple	11.5	PER(배), 2021년
[B] 로봇 가치	15,777	십억원
로봇 부문 매출액	1,214	십억원, 2030년
Target Multiple	13	PSR(배), 유니트리 공모가 PSR 36배(25년 기준) 대비 할인
[A] + [B] 적정 기업 가치	68,354	십억원
주식 수	89.8	백만주
적정 주가	761,009	원
목표 주가	760,000	원
현재 주가	498,500	원, 2026-08-24
Upside	52.5%	

자료: IBK투자증권

현대모비스 (012330)

포괄손익계산서

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	57,237	61,118	64,799	68,986	72,708
증가율(%)	-3.4	6.8	6.0	6.5	5.4
매출원가	49,174	52,288	55,538	58,387	61,665
매출총이익	8,063	8,830	9,261	10,599	11,044
매출총이익률 (%)	14.1	14.4	14.3	15.4	15.2
판매비	4,989	5,472	5,552	6,365	6,419
판매비율(%)	8.7	9.0	8.6	9.2	8.8
영업이익	3,073	3,357	3,710	4,234	4,624
증가율(%)	33.9	9.2	10.5	14.1	9.2
영업이익률(%)	5.4	5.5	5.7	6.1	6.4
순금융손익	326	251	287	418	547
이자손익	296	225	257	383	520
기타	30	26	30	35	27
기타영업외손익	78	107	20	-15	-8
종속/관계기업손익	1,788	1,400	1,401	1,800	1,900
세전이익	5,264	5,115	5,417	6,437	7,063
법인세	1,204	1,450	1,554	1,853	2,040
법인세율	22.9	28.3	28.7	28.8	28.9
계속사업이익	4,060	3,665	3,863	4,584	5,024
중단사업손익	0	0	0	0	0
당기순이익	4,060	3,665	3,863	4,584	5,024
증가율(%)	18.6	-9.7	5.4	18.7	9.6
당기순이익률 (%)	7.1	6.0	6.0	6.6	6.9
지배주주당기순이익	4,056	3,656	3,852	4,572	5,010
기타포괄이익	1,858	364	997	0	0
총포괄이익	5,918	4,028	4,860	4,584	5,024
EBITDA	4,058	4,525	5,165	5,705	6,083
증가율(%)	26.0	11.5	14.1	10.4	6.6
EBITDA마진율(%)	7.1	7.4	8.0	8.3	8.4

투자지표

(12월 결산)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
주당지표(원)					
EPS	43,480	39,682	42,677	51,022	55,916
BPS	495,499	541,872	596,371	638,989	686,061
DPS	6,000	6,500	7,000	7,500	8,000
밸류에이션(배)					
PER	5.4	9.4	11.7	9.8	8.9
PBR	0.5	0.7	0.8	0.8	0.7
EV/EBITDA	5.1	7.2	7.8	6.2	5.1
성장성지표(%)					
매출증가율	-3.4	6.8	6.0	6.5	5.4
EPS증가율	19.6	-8.7	7.5	19.6	9.6
수익성지표(%)					
배당수익률	2.5	1.7	1.0	1.1	1.1
ROE	9.4	7.7	7.5	8.3	8.4
ROA	6.5	5.4	5.2	5.7	5.8
ROIC	22.0	18.4	18.8	22.7	25.5
안정성지표(%)					
부채비율(%)	44.4	43.1	45.7	45.2	44.1
순차입금 비율(%)	-2.7	-2.5	-9.2	-17.3	-23.5
이자보상배율(배)	23.8	19.0	22.5	25.1	27.1
활동성지표(배)					
매출채권회전율	5.8	6.1	6.3	6.6	6.8
재고자산회전율	9.3	9.0	9.0	9.3	9.5
총자산회전율	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8

*주당지표 및 밸류에이션은 지배주주순이익 및 지배주주지분 기준

재무상태표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
유동자산	28,424	30,366	35,438	40,554	46,014
현금및현금성자산	4,788	4,922	8,775	13,819	18,458
유가증권	0	0	0	0	0
매출채권	9,914	10,221	10,463	10,498	10,739
재고자산	6,763	6,862	7,484	7,404	7,883
비유동자산	38,173	40,034	42,522	42,675	42,671
유형자산	12,003	12,347	13,065	13,230	13,240
무형자산	1,167	1,266	1,885	1,750	1,631
투자자산	23,438	24,789	25,738	25,738	25,738
자산총계	66,597	70,401	77,959	83,228	88,685
유동부채	12,745	13,058	15,317	16,320	17,175
매입채무및기타채무	6,748	6,691	8,245	8,798	9,268
단기차입금	648	796	847	903	952
유동성장기부채	569	511	350	350	350
비유동부채	7,733	8,130	9,148	9,582	9,953
사채	200	60	60	60	60
장기차입금	1,728	1,759	1,925	1,925	1,925
부채총계	20,479	21,188	24,465	25,903	27,128
지배주주지분	46,081	49,168	53,439	57,258	61,476
자본금	491	491	491	491	491
자본잉여금	1,367	1,377	1,378	1,378	1,378
자본조정등	-616	-400	-399	-399	-399
기타포괄이익누계액	1,928	2,474	3,379	3,379	3,379
이익잉여금	42,911	45,225	48,590	52,409	56,627
비지배주주지분	37	45	56	68	81
자본총계	46,118	49,213	53,495	57,325	61,557
비이자부채	16925	17520	20605	21986	23163
총차입금	3,554	3,668	3,860	3,917	3,965
순차입금	-1,234	-1,254	-4,914	-9,901	-14,492

현금흐름표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
영업활동 현금흐름	4,253	4,473	5,062	4,875	4,350
당기순이익	4,060	3,665	3,863	4,584	5,024
비현금성 비용 및 수익	625	1,841	269	-733	-980
유형자산감가상각비	903	1,065	1,301	1,336	1,340
무형자산상각비	82	102	154	135	119
운전자본변동	-822	-708	921	641	-213
매출채권등의 감소	335	-281	67	-35	-241
재고자산의 감소	-1,057	39	-388	81	-479
매입채무등의 증가	-254	-111	1,282	553	471
기타 영업현금흐름	390	-325	9	383	519
투자활동 현금흐름	-4,589	-3,234	-2,825	-1,741	-1,555
유형자산의 증가(CAPEX)	-2,204	-1,348	-1,918	-1,500	-1,350
유형자산의 감소	116	66	1	0	0
무형자산의 감소(증가)	-157	-163	-759	0	0
투자자산의 감소(증가)	-838	-476	39	0	0
기타	-1506	-1313	-188	-241	-205
재무활동 현금흐름	-255	-1,205	1,430	1,909	1,844
차입금의 증가(감소)	0	0	-47	0	0
자본의 증가	0	0	0	0	0
기타	-255	-1205	1477	1909	1844
기타 및 조정	300	100	185	1	0
현금의 증가	-291	134	3,852	5,044	4,639
기초현금	5,079	4,788	4,922	8,775	13,819
기말현금	4,788	4,922	8,775	13,819	18,458

매수 (유지)

목표주가 (유지) 70,000원
현재가 (8/24) 51,100원

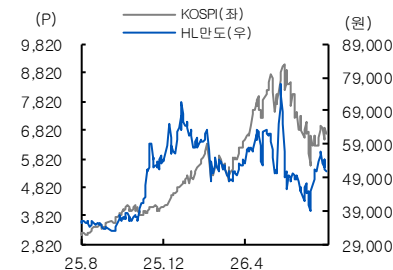
KOSPI (8/24)	6,696.96pt
시가총액	2,400십억원
발행주식수	46,957천주
액면가	1,000원
52주 최고가	76,900원
최저가	32,850원
60일 일평균거래대금	53십억원
외국인 지분율	18.2%
배당수익률 (2026F)	1.5%

주주구성	
에이치엘홀딩스 외 3	30.26%
국민연금공단	10.60%

주가상승률	1M	6M	12M
상대기준	14%	-24%	-32%
절대기준	15%	-15%	45%

	현재	직전	변동
투자의견	매수	매수	-
목표주가	70,000	70,000	-
EPS(26)	3,883	4,412	▼
EPS(27)	5,251	5,594	▼

HL만도 상대주가 (%)



HL만도 (204320)

비중국산 휴머노이드 액추에이터

2026년, 질주하는 본업

HL만도의 2026년 매출액 9조 8,280억원(YoY +3.9%), 영업이익 4,090억원(YoY +14.5%), OPM 4.2%(YoY +0.4%p)로 가이드라인 매출액 9.6조원(YoY +1.5%) OPM 4.0%를 충분히 달성할 것으로 전망한다. 주요 지역별 매출액은 한국 3조 1,670억원(YoY +0.1%), 중국 2조 1,630억원(YoY +5.6%), 북미 2조 5,090억원(YoY +3.8%), 인도 1조 180억원(YoY +10.0%)로 예상한다.

액추에이터 27년 수주, 28년부터 양산 전망

HL만도는 제동, 조향 시스템에서 축적한 정밀 모터와 제어 기술을 기반으로 휴머노이드 액추에이터 시장에 진출할 예정이다. 현재 북미 및 국내 휴머노이드 업체를 대상으로 샘플 공급과 제품 검증을 진행하고 있으며, QDD, 하모닉, 리니어 각 3종씩 총 9개 라인업을 개발하여 2027년 수주와 2028년 양산을 목표로 한다. 미국의 GUARD Act 발의(26년 6월) 등 중국산 로봇 부품 배제 움직임과 고객사의 현지 생산 요구는 북미 생산거점을 보유한 HL만도에 기회다. 회사는 수주 상황에 맞춰 최대 2,000억원 규모의 단계적 투자를 검토하고 있다. 휴머노이드 1대당 액추에이터 공급 비중을 약 20%인 5개로 가정하면, 휴머노이드 생산량 10만 대당 약 6,000억원의 매출이 가능하다. 향후 북미 선도 업체 수주가 확정될 경우 HL만도는 자동차 부품사를 넘어 휴머노이드 핵심 부품사로 재평가될 전망이다.

투자의견 매수, 목표주가 70,000원 유지

자동차 부품 시장에서 검증된 대량생산 및 품질관리 역량과 북미 현지 생산기반을 보유했다는 점에서, HL만도는 비중국 휴머노이드 액추에이터 공급망 구축 과정에서 유력한 수혜 후보로 판단한다.

(단위:십억원,배)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	8,848	9,455	9,828	10,182	10,678
영업이익	359	357	409	458	523
세전이익	265	218	419	433	523
지배주주순이익	130	100	182	247	299
EPS(원)	2,767	2,130	3,883	5,251	6,361
증가율(%)	-4.2	-23.0	82.3	35.2	21.1
영업이익률(%)	4.1	3.8	4.2	4.5	4.9
순이익률(%)	1.8	1.3	2.3	3.2	3.7
ROE(%)	5.5	3.8	6.4	8.0	9.1
PER	14.7	27.6	13.2	9.7	8.0
PBR	0.8	1.0	0.8	0.8	0.7
EV/EBITDA	5.3	5.8	5.1	4.3	3.6

자료: Company data, IBK투자증권 예상

표 81. HL만도 실적 비교

(단위: 십억원, %)	3Q26F	3Q25	2Q26	3Q26 Con	YoY	QoQ	vs Con
매출액	2,442	2,321	2,495	2,445	-5.0%	2.2%	0.1%
영업이익	100.1	94.2	107.0	102	-6.0%	6.9%	2.3%
OPM(%)	4.1%	4.1%	4.3%	4.2%	0.0%p	-0.2%p	-0.1%p

자료: HL만도, IBK투자증권

표 82. HL만도의 실적 추이 및 전망

(단위: 십억원)	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26	3Q26F	4Q26F	2025	2026F	2027F
매출액	2,271	2,401	2,321	2,462	2,312	2,495	2,442	2,579	9,455	9,828	10,182
한국	760	821	784	799	749	803	780	835	3,165	3,167	3,287
중국	444	486	503	615	462	534	544	623	2,048	2,163	2,195
북미	596	638	597	586	593	622	650	644	2,417	2,509	2,654
인도	243	226	216	241	261	266	246	245	925	1,018	1,064
유럽	201	204	187	188	220	237	188	203	779	848	859
기타	27	26	35	32	27	34	34	29	121	123	122
QoQ	-6.2%	5.7%	-3.3%	6.0%	-6.1%	7.9%	-2.1%	5.6%			
YoY	7.8%	11.8%	6.9%	1.6%	1.8%	3.9%	5.2%	4.7%	6.9%	3.9%	3.6%
영업이익	79.2	104.1	94.2	79.7	93.6	107.0	100.1	108.3	357.1	409.0	458.2
OPM	3.5%	4.3%	4.1%	3.2%	4.0%	4.3%	4.1%	4.2%	3.8%	4.2%	4.5%
QoQ	-28.7%	31.5%	-9.6%	-15.4%	17.5%	14.3%	-6.4%	8.2%			
YoY	4.7%	16.2%	14.1%	-28.2%	18.2%	2.8%	6.4%	35.9%	-0.5%	14.5%	12.0%

자료: HL만도, IBK투자증권

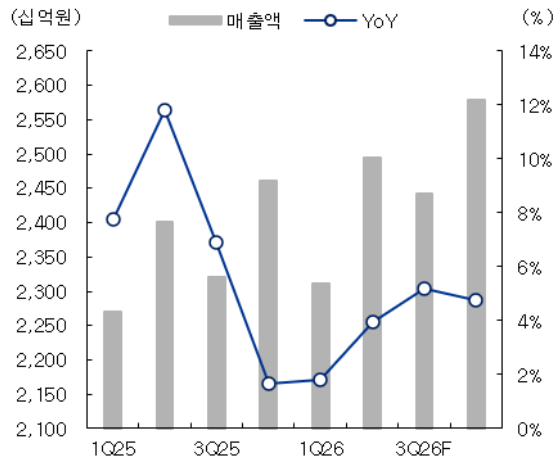
표 83. HL만도 휴머노이드형 액추에이터 잠재 매출 추정

구분	2027	2028	2029	2030	2031	2032
HL만도 공급 단계	샘플, 선행 양산	초도 공급	북미 양산 확대	본격 램프업	대량 생산 진입	대량 생산 안정화
휴머노이드 생산량(만대)	1	3	5	10	20	30
필요 액추에이터(대당 28, 만개)	28	84	140	280	560	840
수주 액추에이터(대당 5, 만개)	5	15	25	50	100	150
판매단가(ASP, \$)	1,000	950	900	850	800	750
액추에이터 매출액 (100만\$)	50	143	225	425	800	1,125
매출액(억원, 환율 1,450원)	725	2,066	3,263	6,163	11,600	16,313
PSR 10배(억원)	7,250	20,663	32,625	61,625	116,000	163,125

자료: HL만도, IBK투자증권

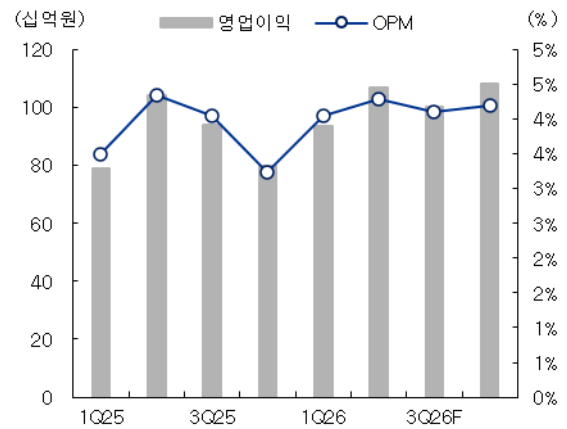
주: 휴머노이드 대당 필요 액추에이터 점유율 20% 가정한 잠재 매출

그림 114. HL만도 분기별 매출액 및 YoY 추이



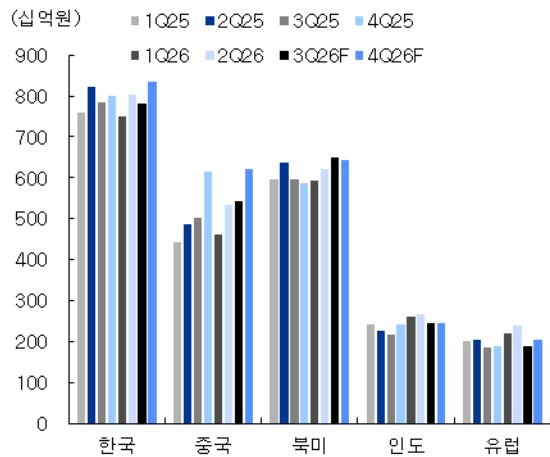
자료: HL만도, IBK투자증권

그림 115. HL만도 분기별 영업이익 및 OPM 추이



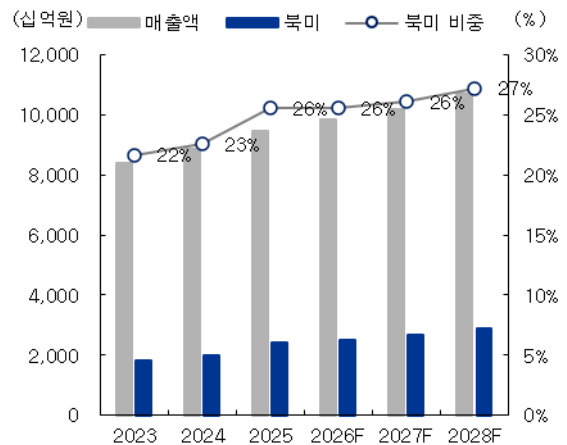
자료: HL만도, IBK투자증권

그림 116. HL만도 분기별 부문별 매출액 추이



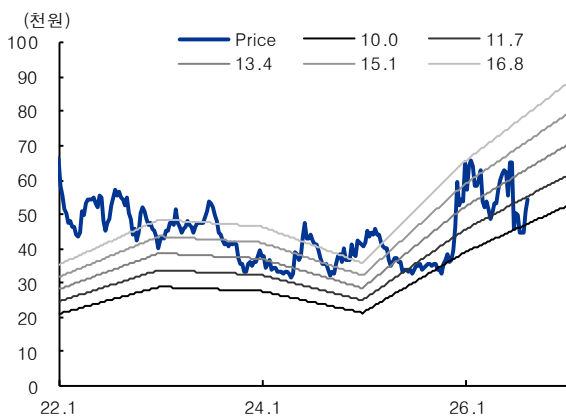
자료: HL만도, IBK투자증권

그림 117. HL만도 연도별 북미 지역 및 비중 추이



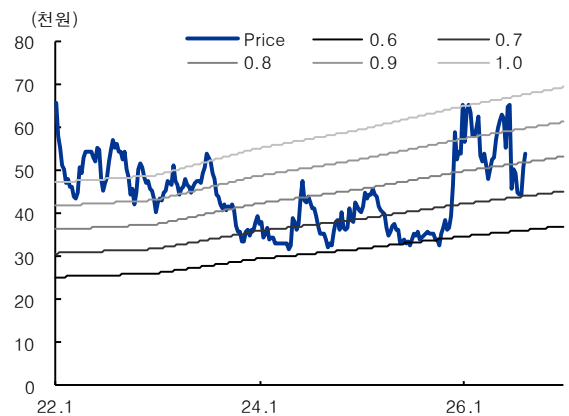
자료: HL만도, IBK투자증권

그림 118. HL만도 12MF PER



자료: HL만도, IBK투자증권

그림 119. HL만도 12MF PBR



자료: HL만도, IBK투자증권

그림 120. HL만도 신규 사업 Update



자료: HL만도, IBK투자증권

그림 121. HL만도 로보택시 사업 진행 현황

HL만도 경쟁 우위 기반 선도 고객사 다수 확보

<HL만도 경쟁 우위>

AD-SDV 고려한 안전 솔루션
차량 레벨 다중화 안전 솔루션
글로벌 안전 표준 준수 (기능 안전, 사이버 보안, OTA 등)
고장 및 열화(성능 저하) 사전 인지 솔루션

고객 맞춤형 SW 대응
자율주행 특화 차시 시스템 제어
HPC, ZCU 기반 차량 통합 제어 커스터마이징 솔루션

<Robotaxi 고객사 포트폴리오>

('26년 3월말 기준)

지역	기업명	제동	조향	현가
중국	IT 선도 기업 A	✓	SbW (신규 수주)	4월 수주
	IT 선도 기업 B		✓	✓
미국	북미 전기차 선도 업체	✓	✓	✓
	북미 빅테크 자회사 A	✓	SbW	
	Waymo	✓	✓	✓

성장 기회

○ 고부가 전장 제품 채택 가속화

○ SDV 프로그램 공급 확대

○ 무인 주행 실증 경험 자산화

자료: HL만도, IBK투자증권

그림 122. HL만도 로봇 액추에이터 사업 추진 로드맵



자료: HL만도, IBK투자증권

HL만도 (204320)

포괄손익계산서

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
매출액	8,848	9,455	9,828	10,182	10,678
증가율(%)	5.4	6.9	3.9	3.6	4.9
매출원가	7,525	8,011	8,295	8,605	9,029
매출총이익	1,323	1,444	1,533	1,576	1,649
매출총이익률 (%)	15.0	15.3	15.6	15.5	15.4
판매비	964	1,087	1,124	1,118	1,126
판매비율(%)	10.9	11.5	11.4	11.0	10.5
영업이익	359	357	409	458	523
증가율(%)	28.5	-0.5	14.5	12.0	14.2
영업이익률(%)	4.1	3.8	4.2	4.5	4.9
순금융손익	-82	-94	2	-36	-23
이자손익	-84	-88	22	44	57
기타	2	-6	-20	-80	-80
기타영업외손익	-6	-42	9	13	26
종속/관계기업손익	-5	-3	0	-2	-3
세전이익	265	218	419	433	523
법인세	107	95	195	107	129
법인세율	40.4	43.6	46.5	24.7	24.7
계속사업이익	158	123	225	326	394
중단사업손익	0	0	0	0	0
당기순이익	158	123	225	326	394
증가율(%)	2.4	-22.4	83.0	45.2	20.8
당기순이익률 (%)	1.8	1.3	2.3	3.2	3.7
지배주주당기순이익	130	100	182	247	299
기타포괄이익	205	39	117	0	0
총포괄이익	363	162	342	326	394
EBITDA	694	718	783	814	872
증가율(%)	15.5	3.5	9.0	4.0	7.2
EBITDA마진율(%)	7.8	7.6	8.0	8.0	8.2

투자지표

(12월 결산)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
주당지표(원)					
EPS	2,767	2,130	3,883	5,251	6,361
BPS	53,635	57,793	63,062	67,514	73,024
DPS	700	750	800	850	900
밸류에이션(배)					
PER	14.7	27.6	13.2	9.7	8.0
PBR	0.8	1.0	0.8	0.8	0.7
EV/EBITDA	5.3	5.8	5.1	4.3	3.6
성장성지표(%)					
매출증가율	5.4	6.9	3.9	3.6	4.9
EPS증가율	-4.2	-23.0	82.3	35.2	21.1
수익성지표(%)					
배당수익률	1.7	1.3	1.5	1.6	1.7
ROE	5.5	3.8	6.4	8.0	9.1
ROA	2.4	1.7	2.9	3.7	4.2
ROIC	4.5	3.3	5.9	8.4	10.7
안정성지표(%)					
부채비율(%)	163.8	148.2	171.0	162.5	152.4
순차입금 비율(%)	60.3	42.8	42.5	22.9	8.9
이자보상배율(배)	3.2	3.3	0.0	0.0	0.0
활동성지표(배)					
매출채권회전율	4.9	4.9	4.8	4.7	5.1
재고자산회전율	11.3	11.5	11.2	10.9	11.6
총자산회전율	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1

*주당지표 및 밸류에이션은 지배주주순익 및 지배주주지분 기준

재무상태표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
유동자산	3,677	3,719	5,076	5,600	6,167
현금및현금성자산	536	800	1,614	2,259	2,804
유가증권	19	8	9	9	10
매출채권	2,020	1,859	2,212	2,114	2,112
재고자산	838	804	951	914	925
비유동자산	3,375	3,417	3,515	3,480	3,459
유형자산	2,410	2,560	2,552	2,528	2,515
무형자산	220	229	279	248	222
투자자산	235	222	239	241	242
자산총계	7,052	7,137	8,591	9,080	9,626
유동부채	2,900	3,047	4,377	4,568	4,753
매입채무및기타채무	1,449	1,399	1,581	1,653	1,716
단기차입금	233	331	1,444	1,532	1,626
유동성장기부채	651	658	674	674	674
비유동부채	1,479	1,214	1,044	1,052	1,060
사채	648	599	389	389	389
장기차입금	527	367	389	389	389
부채총계	4,379	4,261	5,421	5,621	5,813
지배주주지분	2,519	2,714	2,961	3,170	3,429
자본금	47	47	47	47	47
자본잉여금	603	603	603	603	603
자본조정등	207	297	8	8	8
기타포괄이익누계액	424	456	568	568	568
이익잉여금	1,237	1,311	1,446	1,655	1,914
비지배주주지분	154	162	209	289	384
자본총계	2,673	2,876	3,171	3,459	3,813
비이자부채	2213	2224	2449	2561	2659
총차입금	2,166	2,037	2,972	3,060	3,154
순차입금	1,611	1,230	1,349	792	340

현금흐름표

(십억원)	2024	2025	2026F	2027F	2028F
영업활동 현금흐름	435	721	230	960	856
당기순이익	158	123	225	326	394
비현금성 비용 및 수익	532	632	388	381	349
유형자산감가상각비	302	323	336	325	323
무형자산상각비	33	38	38	31	26
운전자본변동	-163	67	-351	209	56
매출채권등의 감소	-202	154	-244	98	2
재고자산의 감소	-41	36	-124	37	-11
매입채무등의 증가	241	-40	252	72	63
기타 영업현금흐름	-92	-101	-32	44	57
투자활동 현금흐름	-397	-364	-472	-334	-340
유형자산의 증가(CAPEX)	-310	-344	-259	-300	-310
유형자산의 감소	3	11	4	0	0
무형자산의 감소(증가)	-50	-44	-86	0	0
투자자산의 감소(증가)	0	0	-21	-2	-1
기타	-40	13	-110	-32	-29
재무활동 현금흐름	-177	-96	985	19	29
차입금의 증가(감소)	196	132	18	0	0
자본의 증가	0	0	0	0	0
기타	-373	-228	967	19	29
기타 및 조정	60	3	71	0	1
현금의 증가	-79	264	814	645	546
기초현금	615	536	800	1,614	2,259
기말현금	536	800	1,614	2,259	2,804

Compliance Notice

동 자료에 게재된 내용들은 외부의 압력이나 부당한 간섭없이 본인의 의견을 정확하게 반영하여 작성되었음을 확인합니다.

동 자료는 기관투자자 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.

동 자료는 조사분석자료 작성에 참여한 외부인(계열회사 및 그 임직원등)이 없습니다.

조사분석 담당자 및 배우자는 해당종목과 재산적 이해관계가 없습니다.

동 자료에 언급된 종목의 지분을 1%이상 보유하고 있지 않습니다.

당사는 상기 명시한 사항 외 고지해야 하는 특별한 이해관계가 없습니다.

종목명	담당자	담당자(배우자) 보유여부			1%이상	유가증권	계열사	공개매수	IPO	회사채	중대한	M&A
		수량	취득가	취득일	보유여부	발행관련	관계여부	사무취급		지급보증	이해관계	관련
해당 사항 없음												

투자 의견 안내 (투자기간 12개월)

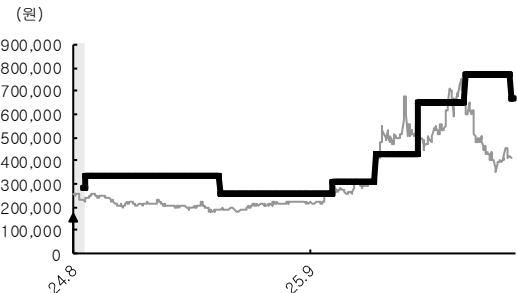
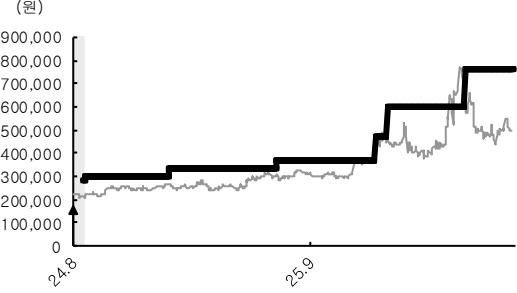
종목 투자 의견 (절대 수익률 기준)			
매수 15% 이상	Trading Buy (중립) 0%~15%	중립 -15%~0%	축소 -15% 이상 하락
업종 투자 의견 (상대 수익률 기준)			
비중 확대 +10% ~	중립 -10% ~ +10%	비중 축소 ~ -10%	

투자등급 통계 (2025.07.01~2026.06.30)

투자등급 구분	건수	비율(%)
매수	143	95.3
Trading Buy (중립)	6	4
중립	1	0.7
매도	0	0

최근 2년간 주가 그래프 및 목표주가(대상 시점 1년) 변동 추이

(▲) 매수, (■) Trading Buy (중립), (●) 중립, (◆) 축소, (■) Not Rated / 담당자 변경

현대차	추천일자	투자 의견	목표가(원)	괴리율(%)	
				평균	최고/최저
	2024.02.27	매수	280,000	-9.56	6.43
	2024.09.10		담당자 변경	-	-
	2024.09.13	매수	330,000	-35.81	-21.52
	2025.04.25	매수	260,000	-18.36	1.92
	2025.10.31	매수	310,000	-7.97	18.06
	2026.01.10	매수	430,000	17.81	56.74
	2026.03.23	매수	650,000	-11.88	15.38
	2026.06.08	매수	770,000	-39.20	-15.97
	2026.08.24	매수	670,000		
현대모비스	추천일자	투자 의견	목표가(원)	괴리율(%)	
				평균	최고/최저
	2024.02.27	매수	280,000	-16.76	-3.93
	2024.09.10		담당자 변경	-	-
	2024.09.13	매수	300,000	-19.05	-12.17
	2025.01.31	매수	330,000	-19.46	-4.70
	2025.07.28	매수	370,000	-14.32	7.97
	2026.01.10	매수	470,000	-4.16	3.72
	2026.01.29	매수	600,000	-20.68	28.00
	2026.06.08	매수	760,000	-32.31	-13.16
	2026.08.24	매수	760,000		

HL만도	추천일자	투자의견	목표가(원)	괴리율(%)	
				평균	최고/최저
	2024.02.27	매수	46,000	-15.81	7.83
	2025.02.27	1년경과	46,000	-9.36	55.22
	2026.02.27	1년경과	46,000	15.12	4.35
	2026.03.23	담당자변경		-	-
	2026.03.23	매수	70,000	-23.88	9.86
	2026.08.24	매수	70,000		



IBKS Research Center

성명	직급	담당업종	전화	이메일
용대인	전무(부문장)	총괄	6915-5400	daeinyong@ibks.com
이승훈	상무대우(본부장)	AI/인터넷/게임	6915-5680	dozed@ibks.com

투자분석부

변준호	연구위원	Strategy	6915-5670	ymaezono@ibks.com
정용택	수석 Economist	Economy	6915-5701	ytjeong0815@ibks.com
정형주	연구위원	채권/크레딧	6915-5654	hj.jeong@ibks.com
김예슬	연구원	글로벌 전략	6915-5526	chchu93@ibks.com

기간산업분석부

이동욱	연구위원	에너지/소재	6915-5671	treestump@ibks.com
남성현	연구위원	유통·식자재/지주	6915-5672	rockrole@ibks.com
이현욱	연구원	자동차/2차전지	6915-5659	hwle1125@ibks.com
장성호	연구원	조선/기계/운송	6915-5661	cpszoo9080@ibks.com

혁신기업분석부

김운호	연구위원	IT/반도체	6915-5656	unokim88@ibks.com
김태현	연구위원	유틸리티/통신/방산	6915-5658	kith0923@ibks.com
조경진	연구위원	화장품	6915-5464	ckjiins@ibks.com
조정현	연구원	건설/부동산	6915-5660	controlh@ibks.com

코스닥리서치센터

이건재	연구위원	코스닥 리서치	6915-5676	geonjaelee83@ibks.com
조은애	연구위원	코스닥 헬스케어	6915-5689	goodkid@ibks.com
정이수	연구위원	코스닥 제약/바이오	6915-5677	ysjeong306@ibks.com
강민구	연구원	코스닥 반도체/장비	6915-5473	kmg@ibks.com
김혜빈	연구원	코스닥 로봇	6915-5669	hyebhinkim@ibks.com
유창근	연구원	코스닥 스몰캡	6915-5655	changsic12@ibks.com

신뢰를 바탕으로 함께 성장 하는 IBK투자증권



서울특별시 영등포구 여의도동 국제금융로 6길 11
대표번호 02-6915-5000
고객지원부 1588-0030, 1544-0050

IBKS Family Office	02) 536-4070	IBK WM센터 대구	053) 752-3535
영업부	02) 6915-2626	IBK WM센터 광주	062) 382-6611
강남센터	02) 2051-5858	IBK WM센터 일산	031) 904-3450
강남역 금융센터	02) 532-0210	IBK WM센터 판교	031) 724-2630
분당센터	031) 705-3600	IBK WM센터 평촌	031) 476-1020
IBK WM센터 강남센트럴	02) 556-4999	IBK WM센터 천안	041) 569-8130
IBK WM센터 목동	02) 2062-3002	IBK WM센터 부산	051) 741-8810
IBK WM센터 도곡	02) 2057-9300	IBK WM센터 창원	055) 282-1650
IBK WM센터 한남동	02) 796-8500	IBK WM센터 울산	052) 271-3050
IBK WM센터 중계동	02) 948-0270	IBK WM센터 시화공단	031) 498-7900
IBK WM센터 반포자이	02) 3481-6900	IBK WM센터 남동산단	032) 822-6200
IBK WM센터 동부이촌동	02) 798-1030		