

# Physical AI로의 발전과 관련 밸류체인 연구

Research Center

박장욱 Jangwook.Park@daishin.com

한승협 Songhyep.Han@daishin.com



Research Center

박장욱 jangwook.Park@daishin.com

한승협 songhyep.Han@daishin.com

## Contents

<b>Summary</b>	00
<b>I. 피지컬 AI HW 기술 발전현황 - 센서, 반도체</b>	00
<b>II. 피지컬 AI SW 기술 발전현황 - 모델 경량화, WFM</b>	00
<b>III. 다양한 피지컬 AI 도입 사례 및 현황</b>	00
<b>IV. 기업분석</b>	00
<b>퓨런티어</b>	
<b>에스오에스랩</b>	
<b>스마트레이더시스템</b>	
<b>유일로보틱스</b>	
<b>큐렉소</b>	

# Summary

## 피지컬 AI HW 기술 발전현황 - 센서

피지컬 AI 는 기존에 인터넷 등 가상 환경에서만 구동되던 AI 가 물리적 세계에서 작동하는 것을 의미한다. 피지컬 AI 의 구동을 위해서는 크게 세 가지 요소가 필요하다: 1) 물리 데이터, 2) 훈련, 3) 스케일업. 가상세계에서 구동되는 AI와 비교할 때, 피지컬 AI는 훨씬 방대한 양의 데이터가 필요하며, 특히 안전성 이슈가 더욱 중요하게 부각된다. 다만, 기본적인 작동 원리는 동일하다고 볼 수 있다.

피지컬 AI 의 시작은 데이터 수집에서 출발한다. 대규모 언어모델(LLM)은 인터넷이나 SNS 등에서 대량의 데이터를 쉽게 확보할 수 있는 반면, 물리 데이터의 수집은 센서라는 물리적 매개체를 통해 이루어진다. 인간의 오감에 비유하자면, 센서는 시각, 촉각, 청각, 미각, 후각에 해당한다고 할 수 있다.

대표적인 센서로는 카메라, 레이더, 라이다, 힘/토크 센서, 촉각/햅틱 센서 등이 있으며, 이 중 가장 널리 사용되는 것은 카메라로, 저렴한 비용 대비 높은 해상도라는 장점이 있다. 예를 들어, 대표적 피지컬 AI 인 휴머노이드는 인간의 손 동작을 유사하게 구현하기 위해 힘/토크 센서가 따로 필요하다.

최근 센서 분야는 퓨전 센싱(fusion sensing) 방향으로 발전하고 있다. 이는 각 센서 데이터를 개별적으로 처리하는 것이 아니라, 하나의 통합 데이터로 결합하여 센서별 약점을 상호 보완하는 방식이다. 대표 사례로는 안두릴(Anduril)의 드론이 있다. 이 드론은 카메라, 레이더, 라이다에서 취합한 데이터를 기반으로 3D 전장 지도를 생성하고, 엣지(edge) 간 네트워크를 통해 엔드-투-엔드(end-to-end) 방식으로 구동된다.

### 피지컬 AI 관련 센싱 Value Chain 기업 현황

장점	단점	관련 대표 기업
<b>카메라</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 해상도</li> <li>- 뛰어난 색 재현력 및 광학 표현력</li> <li>- 상대적으로 저렴한 가격"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 깊이(거리) 정보의 획득이 어려움</li> <li>- 조명 조건에 민감하여 어두운 밤이나 역광 등에서의 성능저하가 큼</li> </ul>	Largan, Sunny Optical, On semi, Sony, Samsung, TI, Analog Device, Ambarella, LG Innotek
<b>라이다</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원거리에서도 높은 해상도로 물체 인식</li> <li>- 3 차원 공간정보 수집 가능</li> <li>- 터널, 야간 등 저조도 환경에 강함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 큰 부피와 높은 비용</li> <li>- 유리, 검은색 물체 등 특정 표면에서 신호 손실이 발생할 수 있음</li> </ul>	Coherent, Osram, Lumentum, Hatatsu Photonics, Sony, Panasonic, Laser Components, Ouster, RoboSense, Hesai, Huawei
<b>레이더</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 악천후와 조도 변화에 강함</li> <li>- 충돌 위험 판단에 용이함</li> <li>- 센서 비용이 낮고 소형화에 유리함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상도가 낮음</li> <li>- 객체 식별 능력이 떨어짐</li> <li>- 정지 물체에 대한 감지 신뢰도가 낮음</li> </ul>	Bosch, Continental, Valeo, Rosenberger, TE Connectivity, NXP, Infion, TI, ST Micro, Bosch, Continental, Valeo
<b>관성측정 센서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소형으로 경량화가 쉬움</li> <li>- 비용 효율적임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 노이즈에 민감함</li> <li>- 보정이 필요함</li> </ul>	Honeywell, Northrop Grumman, Bosch, Analog Device
<b>TOF 센서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 측정이 가능함</li> <li>- 정확도가 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상도가 낮음</li> <li>- 강한 빛에 취약함</li> </ul>	Renesas, Analog Devices, Nuvoton,
<b>음향 센서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저렴한 가격</li> <li>- 음성인식 등 실시간 조작이 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소음과 간섭에 취약함</li> <li>- 전력 소비 및 파일 크기가 큼</li> </ul>	Resoniks, Senzoro, Festo
<b>초음파 센서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 먼지, 비 등 환경의 영향이 적음</li> <li>- 감지거리가 짧음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온도에 민감함</li> <li>- 작은 물체의 감지가 어려움</li> </ul>	Murata, Siemens
<b>힘/토크 센서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고정밀 6축 계측 가능</li> <li>- 고속 샘플링률(1kHz 이상 가능)</li> <li>- 견고한 금속 하우징으로 내구성 우수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가격 부담 큼</li> <li>- 접촉면 위치에 따라 오차 발생 가능</li> <li>- 소형화 어려움 (특히 6축 F/T 센서)</li> </ul>	Robotous, ATI Industrial Automation, Schunk, Robotiq, 에이딘 로보틱스
<b>촉각/햅틱 센서</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 접촉 형상, 질감, 마찰 감지 가능</li> <li>- 휴머노이드 손, 의수, 의료로봇, 감성 인터랙션 등 다양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반적으로 단일 축(z 축) 정보만 제공</li> <li>- 응답 속도 및 내구성 제한 존재 (특히 폴리머 기반 센서)</li> </ul>	Huaweike, Tashan, Hanwei Electronics, PaXiniTech, SUSHI TESTING

자료: 산업자료, 대신증권 Research Cetner

## 피지컬 AI HW 기술 발전현황 – 반도체

피지컬 AI 에서 하드웨어(HW)의 발전은 프로세서 및 관련 반도체 성능의 향상이 대표적이다. HW 발전은 더 적은 전력을 소모하고, 더 적은 공간을 차지하면서 더 많은 연산을 수행하는 방향으로 진화되고 있다.

발전 방향은 크게 전공정과 후공정으로 나눌 수 있다. 전공정 부문은 수평 공간에서 더 많은 칩을 밀집시키는 방향으로 발전하고 있으며, 대표 기업으로는 대만의 TSMC 가 꼽힌다. 또한, 미세 공정 수행을 위해 EUV(극자외선) 및 관련 포토마스크 등을 제조하는 기업들도 주요 플레이어로 분류된다.

후공정 부문은 전공정의 밀집화가 한계에 도달하면서 발전한 영역이다. 수직 구조로 반도체를 적층하여 부족한 트랜지스터 밀집도를 보완하는 방향이다. 이를 위해 웨이퍼가 얇아져야 하며, 웨이퍼 그라인딩 관련 업체, 다이내 칩 간 연결 신호를 형성하는 TSV(Through Silicon Via) 및 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 관련 기업들이 포함된다.

또한, 칩과 기판 간 속도 차이를 극복하기 위한 실리콘 인터포저와 이를 대체할 유리 기판 관련 기업들도 미래 피지컬 AI 밸류체인에 속한다.

반도체 발전 이외에도, AI 하드웨어는 휴머노이드 로봇을 구동하기 위한 경량 액추에이터, 고용량 소형 배터리의 발전이 병행되고 있다.

### 피지컬 AI 관련 반도체 Value Chain 기업 현황

관련분야	세부분야	관련 기업
반도체 설계	CPU 및 GPU	Nvidia, AMD, Intel
	AI 전용칩	Mobileye, Tesla, Qualcomm, Horizon Robotics, 퓨리오사 AI, 삼성전자
반도체 제조	HBM 제조사	SK hynix, Micron, Samsung Electronics
	파운드리	TSMC, Samsung Foundry, Intel
	실리콘 인터포저	TSMC, Intel, Samsung, UMC, Global Foundries
	OSAT 기업	TSMC, Amkor, ASE
반도체 장비	주요 반도체 장비	ASML, AMAT, LAM, Tokyo Electron
	웨이퍼 그라인딩	Disco(웨이퍼 그라인딩), Ebara(장비 납품)
	TSV 식각 및 증착	AMAT, LAM, Tokyo Electron, 이오테크닉스
	CMP 연마	AMAT, Ebara, 케이씨텍, Tokyo Electron
	원자현미경	Bruker, 파크시스템스
	테스터	Advantest, Teradyne, 테크윙, 디아이
	본더 및 디본더	한미반도체, 한화세미텍, 도레이와 신카와
	하이브리드 본딩	Besi, AMAT
소재 및 재료	CMP 재료	Hitachi Chemical, Asahi-Kasei, Entegris
	프로브 카드	Formfactor, Japan Micronics, 프로텍
	EUV 마스크 및 포토레지스트	Hoya, 에스엔에스텍, 신에츠화학, 동진세미켄
유리기판	유리기판	SKC, 캄트로닉스, 씨앤지하이테크
	유리기판용 유리	Corning, Asai Glass
	TGV 관련 장비	이오테크닉스, 필옵틱스, 제이앤티씨, 아바텍/아바코
	레이저 광원	Coherent, LPKF, IPG Photonics

자료: 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI SW 기술 발전현황 - 모델 경량화, WFM

피지컬 AI 소프트웨어(SW)의 발전은 신경망 알고리즘에서 입력과 출력 사이에 존재하는 히든 레이어(Hidden Layer)를 효율화하는 과정이 주를 이룬다. 더 적은 연산력을 소모하면서 우수한 결과값을 도출하는 것이 AI SW 의 발전 방향이다.

대표적인 모델 효율화 방법으로는 강화학습, 증류, COT(Chain of Thought), MoE(Model of Expert), 정밀도 축소(양자화), 희소성 효율화, AI 모델에 특화된 맞춤형 하드웨어 설계 등이 있다.

AI SW 는 PyTorch, TensorFlow 같은 AI 프레임워크를 활용해 GPT-4, Claude 3 같은 대형 언어모델(LLM)을 학습시키고, 이를 기반으로 ChatGPT, Claude 같은 AI 서비스를 제공하는 밸류체인을 가진다. 피지컬 AI 도 동일한 신경망 알고리즘을 통해 학습한다는 점에서, AI 프레임워크에서 언어모델을 만들어 AI 서비스를 제공한다는 구조는 유사하다.

다만, 기존 가상세계와의 차이점은 AI 학습 이후 가상 공간에서 시뮬레이션을 통한 강화학습이 이루어지며, 이 과정에서 물리세계에는 존재하지 않는 합성 데이터(Synthetic Data)를 생성해 학습에 활용한다는 정도가 차이가 있다.

가상세계에서의 LLM 은 다양한 모델이 존재하는 반면, 피지컬 AI 관련 모델인 WFM(World Foundation Model)은 엔비디아의 COSMOS 가 독보적인 위치에 있다. 엔비디아의 COSMOS 는 예측, 합성 데이터 생성, 추론(Reasoning)까지 모두 수행할 수 있는 WFM 이라는 점에서 중요한 의미를 가진다. 피지컬 AI 는 멀티모달 환경에서의 작동이 가능해야 하는데, 엔비디아의 COSMOS 가 이에 근접했다는 점에서 의미가 크다.

AI SW 는 Nvidia, Tesla, Alphabet 등 메가테크 중심으로 내재화되어 있거나, TensorFlow, PyTorch 처럼 오픈소스로 공개된 경우가 많아, AI 하드웨어처럼 광범위한 밸류체인으로 보기에 한계가 있다.

특히 피지컬 AI, 그중에서도 휴머노이드의 경우, 모든 일반 상황에서의 구동이 가능해야 한다. 이를 위한 대규모 데이터 학습 및 독자적인 강화학습이 가능한 기업은 현재로서는 Tesla 뿐이며, 향후 엔비디아의 COSMOS, Omniverse 플랫폼을 사용하는 진영과 Tesla 진영의 두 축으로 시장이 재편될 가능성이 높다고 예상된다.

### 피지컬 AI 관련 SW Value Chain 기업 현황

관련분야	적용분야	관련기업
클라우드	IAAS (Infra As A Service)	Amazon, Alphabet, Microsoft
	COSMOS, DOJO	Nvidia, Tesla
	시뮬레이션 엔진	Unity
엣지 컴퓨팅	산업용, 로봇용 Omniverse, ISAAC,	Nvidia
	자율주행	Tesla, Alphabet, Mobile Eye, Aptiv
	산업 자동화 공정	ABB, Fanuc

자료: 대신증권 Research Center

## 다양한 피지컬 AI 도입 사례 및 현황

피지컬 AI의 적용 분야는 다양하지만, 대표적으로 자율주행차, 로봇틱스, 드론, 스마트팩토리 등이 꼽힌다. 분야별로 차이는 있으나, 발전 방향은 공통적인 패턴을 따른다.

1) 센서류의 발전을 통해 도메인 데이터 수집량이 증가한다. 2) AI 구동에 적합한 폼팩터로 변화, 발전한다. 3) 수집된 도메인 데이터를 기반으로 대규모 학습을 통해 산업별 최적화가 이루어진다.

먼저 자율주행차의 경우, 카메라와 라이다 기술의 발전으로 대량의 도메인 데이터 수집이 가능해졌다. 이후, 자율주행에 적합한 전기차로의 전환과 통합 OS 출현을 통해 폼팩터가 변화하고 있다. 현재는 자율주행 레벨 2.5++ 정도로 평가되나, 점차 학습이 축적됨에 따라 완전한 자율주행까지 가능해질 것으로 예상된다.

로봇틱스는 과거 신경망 알고리즘이 아닌 룰 베이스 기반으로 정형화된 패턴에만 적용이 가능했다. 이때 등장한 것이 팔 형태의 산업용 로봇과 협동 로봇이다. 그러나 신경망 알고리즘이 발전함에 따라 다양한 상황에 적용 가능한 휴머노이드 형태 로봇으로 진화하고 있다. 다만 로봇틱스 분야는 손의 정밀도 표현 한계와 짧은 배터리 지속시간이라는 하드웨어적 과제가 지속적으로 보완되어야 한다. 초기에는 기초 산업공정에서 점차 숙련공정으로 적용처가 확대될 것으로 보이며, 궁극적으로 가정 내 로봇 보급으로까지 이어질 것으로 예상된다.

드론 분야에서는 안두릴(Anduril)이 대표적이다. 드론은 현재 주로 방위산업 분야에 적용되고 있다. 카메라, 레이더, 라이다 정보를 통해 3D 전장지도를 생성하고, Lattice OS 를 통해 메시 네트워크를 형성하면 개별 옛지 단끼리도 통신이 가능해진다. 안두릴은 자체 AI 학습 플랫폼은 보유하고 있지 않으나, 팔란티어, GPT 와 협력해 AI 성능 개선을 진행하고 있다.

스마트팩토리에서는 디지털 트윈(Digital Twin)이 대표 사례로 꼽힌다. 디지털 트윈은 기존 공장과 동일한 가상의 공장을 디지털 세계에 구현해 설계와 최적 경로 등을 재설계하는 방식이다. 실제로 엔비디아 Omniverse 플랫폼을 통해 BMW 가 신규 공장을 설립한 바 있으며, 엔비디아는 대표 PLC 기업인 지멘스와 협업해 디지털 트윈을 통한 완전 공장 통제 서비스도 출시했다.

### 피지컬 AI 적용사례

피지컬 AI 분야 적용사례		관련기업 및 현황
자율주행차	로봇택시	Waymo: 美 피닉스 등지서 무인 로봇택시 상용 운행 중 Tesla: FSD 기반 로봇택시 공개 예정 BYD: 바이두에 자율차 공급, 자체 플랫폼 개발 Baidu: 무인 로봇택시 'Apollo Go' 상용 서비스 중
로봇틱스	휴머노이드	Tesla Optimus: 테슬라 공장 내 단순 반복 작업 수행 Figure AI: BMW 공장 부품 조립 업무 적용
드론	방산용 드론	Anduril: AI 자율 드론으로 군 정찰, 타격 임무 수행
스마트팩토리	디지털 트윈	Nvidia: BMW 와 Omniverse 로 디지털 트윈 공동 구축

자료: 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI 관련 국내 상장사

[퓨런티어]

[에스오에스랩]

[스마트레이더시스템]

[유일로보틱스]

[큐렉소]

# I. 피지컬 AI HW 기술

- 센서, 반도체



# I. 피지컬 AI 학습방법 및 기술 발전분야

## 다양한 피지컬 AI 학습 방법

**피지컬 AI는 물리세계에서도 구현되는 지능을 뜻함**

피지컬 AI란 AI를 로봇 또는 자동화 시스템 등과 결합해 물리적 환경에서 직접 작동하는 AI 기술을 말한다. 피지컬AI는 IoT, 엣지 컴퓨팅 등의 방법을 이용하여 물리적 환경에서 생성되는 데이터를 AI 알고리즘과 결합하거나 시뮬레이션 환경에서 학습한 데이터를 활용해 물리환경과 상호작용하는 AI를 뜻한다. 한마디로, 현재 가상세계에서 구현되고 있는 지능을 물리세계에서도 구현하는 것이라고 보면 된다. 대표적인 피지컬 AI에는 자율주행과 휴머노이드가 꼽히며, 드론, 스마트팩토리 등도 넓은 범위에서 피지컬 AI에 포함된다.

**피지컬 AI의 등장 배경**

피지컬 AI의 등장은 두 가지 배경이 있다. 1. 가상 공간에서의 학습 데이터 부족, 2. 현실세계에서의 AI 구현이다. 첫 째, 현재 구현되고 있는 인공지능은 가상공간인 인터넷에서 학습한 데이터를 바탕으로 구현된다. 인터넷에 있는 정보만으로 인공지능을 구현하기에 데이터가 부족하다. 인간이 학습을 하는 과정에 빗대어 보자면, 인간이 물리세계에서 광범위한 데이터를 수집해서 학습하듯이 AI도 물리데이터를 통해서 학습시키겠다는 개념이다.

- 1. 가상현실에서의 데이터 부족
- 2. 물리세계에서 지능 구현

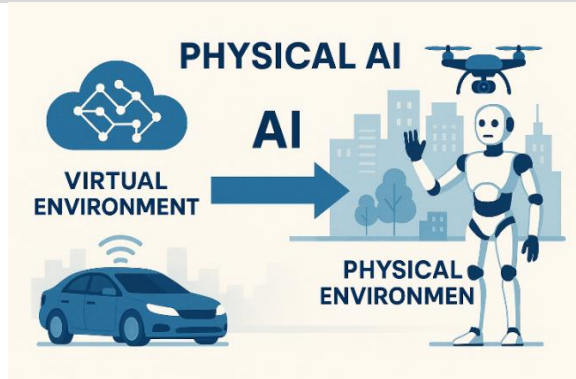
둘째, 로봇과 같은 현실세계에서의 AI 구현이다. 지금의 AI는 인터넷이라는 가상세계에서만 구동 되고 있다. 물리세계에서 AI가 구현됨에 따라 인간지능의 완벽한 구현이 가능하다는 점에서 피지컬 AI는 AI가 구현될 다음 분야로 주목받고 있다.

**학습의 방법**

피지컬 AI의 구현을 위해 학습 방식은 크게 세 가지가 있다. 첫째, 물리 세계의 데이터를 수집하여서 직접 학습하는 것이다. 이를 위해서는 물리 세계의 데이터를 수집할 수 있는 센싱 기술과 이를 학습하고 구현할 수 있는 소프트웨어 기술이 필요하다. 둘째, 물리 세계에서 학습한 데이터에 사람이 개입하여 시뮬레이션을 통해 보정해주는 것이다. 일종의 강화학습의 개념이다. 셋째, 시뮬레이션 학습이다. 디지털 트윈의 개념으로 물리세계와 동일한 사이버 공간을 구현해서 그 사이버 공간에서 물리세계와 동일한 법칙을 적용해 학습하는 방식이다. 피지컬 AI 분야가 성장함에 따라서 세 가지 학습방법 모두 고르게 성장하고 있다.

- 1. 물리 데이터 직접 학습
- 2. 강화학습
- 3. 시뮬레이션 학습

그림 1. 태동하고 있는 피지컬 AI



자료: 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI 관련 발전분야

피지컬 AI 구현에 필요한 분야.

- 센싱기술
- 엣지 컴퓨팅
- 클라우드 컴퓨팅
- 네트워크 인프라
- 구동계
- 배터리
- 전력 인프라

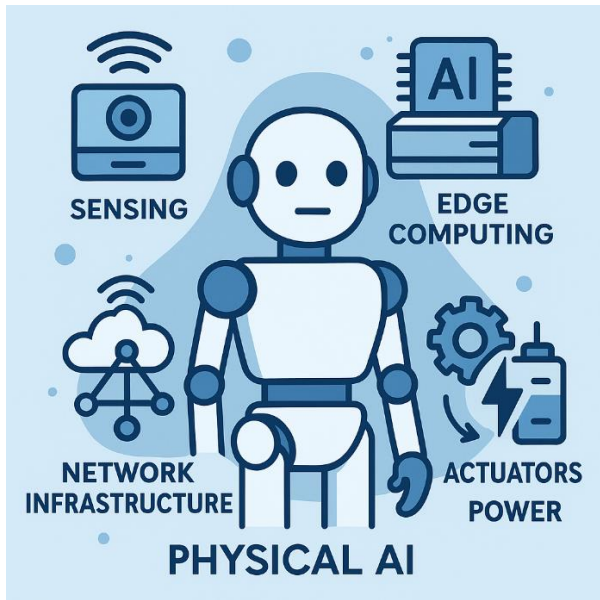
피지컬 AI 구현을 위해 발전해야 하는 분야는 다음과 같다.

1) 센싱 기술이다. 부족한 물리세계에서의 데이터 학습을 위해서는 물리세계의 정보들이 AI가 학습할 수 있는 디지털 정보로 변환되어야 한다. 이를 위해서 물리세계의 데이터들을 수집하고 이를 디지털 신호로 전환해주는 센싱기술이 필요하다. 2) 전환된 디지털 신호들을 바탕으로 엣지단(개별기기)에서 AI 구동이 가능해야 하기 때문에 소형화, 저전력의 엣지 컴퓨팅 기술이 발전해야 한다. 이들 분야는 피지컬 AI와 관련해서 가장 부가가치가 높은 분야로 추정된다. 글로벌 자산운용사인 맥쿼리에 따르면, 대표적인 피지컬 AI인 휴머노이드의 경우, 전체 휴머노이드 비용의 40%를 센싱기술과 엣지컴퓨팅 부분이 차지할 것으로 예상하고 있다.

3) 컴퓨터의 연산 능력과 관련해서는 엣지 단에서의 발전뿐 아니라 클라우드 컴퓨팅의 발전도 동시에 이루어져야 한다. 고성능을 요하는 연산의 경우, 클라우드 컴퓨팅을 통해서 연산된 정보를 엣지 단에서 구동만 하는 형태로 이루어지는 방식이 현실적이기 때문이다. 4) 클라우드 컴퓨팅의 발전과 더불어 이를 실시간으로 엣지와 연결해줄 수 있는 네트워크 인프라의 발전도 동시에 이루어져야 한다.

5) 이들 분야의 발전뿐 아니라 로봇의 경우, 원하는 손동작 등을 수행하기 위한 액츄에이터, 하모닉드라이브, QDD(Quasi-Direct Drive) 같은 구동계 부분의 발전이 필요하다. 6) 전기차 및 로봇이 오랜기간 무리없이 구동되기 위해서는 배터리 기술의 발전 역시 동행되어야 한다. 7) 또한, 큰 틀에서 이들 모두 전기로 구동되기 때문에 구동될 전기를 감당할 전력 인프라의 발전도 동행되어야 한다.

그림 2. 피지컬 AI와 관련한 연관 산업



자료: 대신증권 Research Center

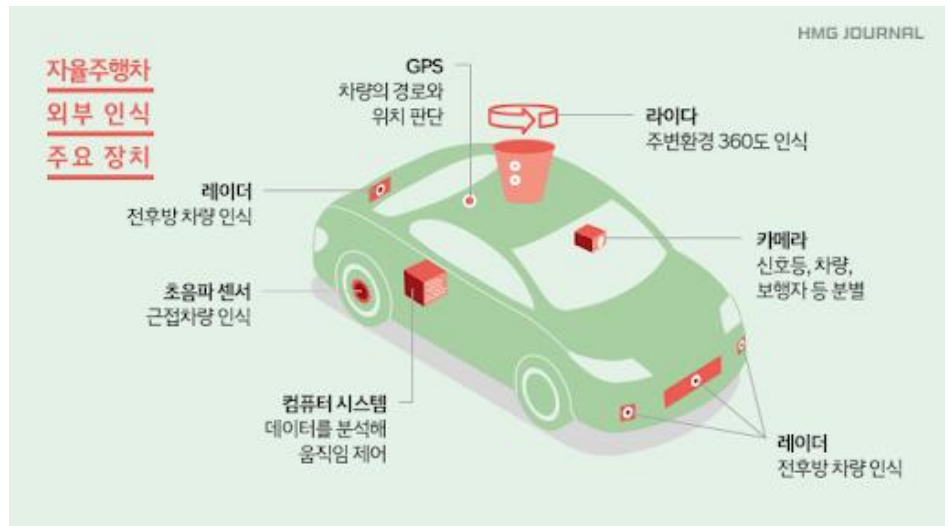
## 피지컬 AI 학습을 위한 데이터 수집 HW: 센서

광학센서와 전자파를 이용한 카메라, 라이다, 레이더를 중심으로 발전하고 있는 센싱기술

피지컬 AI 구동에 있어서 센싱기술은 가장 첫 번째가 되는 기술 분야이다. 센싱을 통해 데이터의 수집이 이루어져야 이후 공정에 대한 수행이 가능하기 때문이다. 센싱을 통한 데이터 수집은 인간이 오감을 통해서 데이터를 수집하는 것과 매우 유사하다. 현재, 피지컬 AI는 인간의 오감인 시각, 통각, 청각, 미각, 후각 중 미각과 후각을 제외한 시각, 통각, 청각과 관련한 데이터를 수집 및 학습에 사용하고 있다. 이 중 인간으로 치면 시각과 가장 유사한 광학센서(카메라, 라이다)와 전자파(레이더)를 이용한 센싱 기술이 가장 발전하고 있다.

마치 사람이 걸어다니면서, 주변 정보들을 수집하고 학습하듯이 대표적인 피지컬 AI인 자율주행차도 주요 센서를 통해서 정보를 수집하고 있다. 이외에도 관성측정 센서, TOF 센서, 음향 센서, 초음파 센서 등의 기술도 함께 발전하고 있다.

그림 3. 자율주행차 주요 센서들



자료: 현대자동차, 대신증권 Research Center

표1. 다양한 센싱기술의 장, 단점 및 관련기업

	장점	단점	관련 대표 기업
카메라	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 높은 해상도</li> <li>- 뛰어난 색 재현력 및 광학 표현력 상대적으로 저렴한 가격"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 깊이(거리) 정보의 획득이 어려움</li> <li>- 조명 조건에 민감하여 어두운 밤이나 역광 등에서의 성능저하가 큼</li> </ul>	Largan, Sunny Optical, On semi, Sony, Samsung, TI, Analog Device, Ambarella, LG Innotek
라이다	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원거리에서도 높은 해상도로 물체 인식</li> <li>- 3차원 공간정보 수집 가능</li> <li>- 정밀한 형태 인식 가능</li> <li>- 터널, 야간 등 저조도 환경에 강함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 큰 부피와 높은 비용</li> <li>- 레이저 빛이 산란되어 약천후에 취약함</li> <li>- 유리, 검은색 물체 등 특정 표면에서 신호 손실이 발생할 수 있음</li> </ul>	Coherent, Osram, Lumentum, Hatatsu Photonics, Sony, Panasonic, Laser Components, Ouster, RoboSense, Hesai, Huawei
레이더	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 약천후와 조도 변화에 강함</li> <li>- 속도 측정이 바로 가능함.</li> <li>- 충돌 위험 판단에 용이함</li> <li>- 센서 비용이 낮고 소형화에 유리함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상도가 낮음</li> <li>- 작은 물체나 인접 물체의 구분이 어려움</li> <li>- 객체 식별 능력이 떨어짐</li> <li>- 정지 물체에 대한 감지 신뢰도가 낮음</li> </ul>	Bosch, Continental, Valeo, Rosenberger, TE Connectivity, NXP, Infineon, TI, ST Micro, Bosch, Continental, Valeo
관성측정 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소형으로 경량화가 쉬움</li> <li>- GPS 가 불필요함</li> <li>- 비용 효율적임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 노이즈에 민감함</li> <li>- 보정이 필요함</li> <li>- 데이터 처리가 복잡함</li> </ul>	Honeywell, Northrop Grumman, Bosch, Analog Device
TOF 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력이 적게 들어감</li> <li>- 실시간 측정이 가능함</li> <li>- 정확도가 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상도가 낮음</li> <li>- 강한 빛에 취약함</li> </ul>	Renesas, Analog Devices, Nuvoton,
음향 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 저렴한 가격</li> <li>- 음성인식 등 실시간 조작성 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소음과 간섭에 취약함</li> <li>- 전력 소비 및 파일 크기가 큼</li> </ul>	Resoniks, Senzoro, Festo
초음파 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 재료의 감지가 가능함</li> <li>- 먼지, 비 등 환경의 영향이 적음</li> <li>- 감지거리가 짧음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온도에 민감함</li> <li>- 작은 물체의 감지가 어려움</li> </ul>	Murata, Siemens
힘/토크 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고정밀 6축 계측 가능</li> <li>- 고속 샘플링률(1kHz 이상 가능)</li> <li>- 견고한 금속 하우징으로 내구성 우수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가격 부담 큼</li> <li>- 접촉면 위치에 따라 오차 발생 가능</li> <li>- 소형화 어려움 (특히 6축 F/T 센서)</li> </ul>	Robotous, ATI Industrial Automation, Schunk, Robotiq, 에이딘 로보틱스
촉각/햅틱 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접촉 형상, 질감, 마찰 감지 가능</li> <li>- 휴머노이드 손, 의수, 의료로봇, 감성 인터랙션 등 다양</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반적으로 단일 축(z축) 정보만 제공</li> <li>- 응답 속도 및 내구성 제한 존재 (특히 폴리머 기반 센서)</li> </ul>	Huaweike, Tashan, Hanwei Electronics, PaXiniTech, SUSHI TESTING

자료: 산업자료, 대신증권 Research Cetner

주요 센싱기술

1) 카메라

**카메라의 센싱과정;**  
**카메라 → 이미지**  
**센서 → ISP →**  
**컴퓨터 비전**

카메라는 센싱기술과 관련해서 가장 중요한 분야로 꼽힌다. 스마트폰으로 밸류체인이 이미 어느정도 형성되었고, 저렴한 가격으로 많은 양의 정보들을 처리할 수 있기 때문이다. 카메라가 센싱을 하는 과정은 다음과 같다.

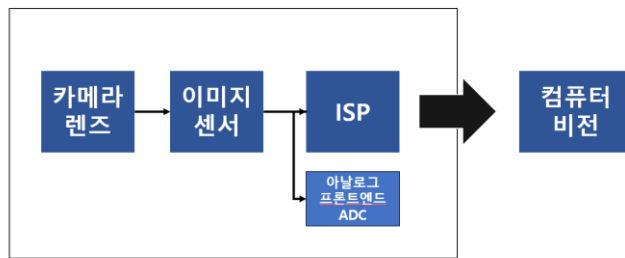
- 1) 렌즈 부분을 통해 집광을 한다.
- 2) 집광된 빛을 이미지센서가 받아들여서 아날로그 신호를 만든다.
- 3) 아날로그 프론트엔드에서 ADC(Analoge to Digital Convertor)를 통해서 아날로그 신호를 디지털신호로 변환한다.
- 4) ISP(Image Sensor Processor)에서 이미지 프로세싱을 통해 인간이 인지할 수 있는 시각 정보로 만들어 준다.
- 5) 컴퓨터 비전 장치에서 이 정보들을 바탕으로 ADAS 및 자율주행 기능을 구현한다.

**각 분야별 상위업체**  
**들의 점유율이**  
**높은 편**

컴퓨터 비전을 제외한 앞부분의 것들을 하나로 모듈화해서 판매하는 카메라 모듈 업체들도 밸류체인으로 형성되어 있다. 카메라 렌즈, 이미지센서, ISP 등 분야에서 상위 업체들의 점유율은 40% 이상으로 각 분야별로 상위업체들의 지배력은 높은 편에 속한다.

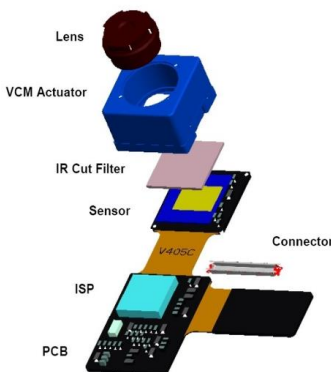
그림 4. 카메라가 사물을 인식하는 일련의 과정

**카메라 모듈**



자료: 대신증권 Research Center

그림 1. 카메라의 구성



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 2. 카메라 관련 Top-Tier 기업 현황

분야	관련기업
카메라 렌즈	Largan, Sunny Optical, Kantatsu, GSEO, Seconiks
이미지 센서	Onsemi, Omni Vision, Sony, Samsung
아날로그 프론트엔드	T.I , Analogue Device, Ambarella
ISP	Ambarella, Scionext, Onsemi, Intel, Nvidia
카메라 모듈	Lg Innotek, Sunny Optical, Foxcon, Samsung Electric, Optrong

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

**1) 카메라의 하드웨어 기술 발전 방향**

**카메라의 장점;**

- 1) 높은 해상도
- 2) 저렴한 가격

카메라 센싱의 가장 큰 장점은 높은 해상도와 뛰어난 광학 표현력이 꼽힌다. 가시광선을 인지하는 것으로 인간의 시각과 가장 유사한 구조를 지니고 있다. 퍼지컬 AI 이전dpeh 스마트폰을 통한 대량생산 체계가 꾸려져 가격경쟁력이 높다는 점도 장점으로 꼽힌다.

**카메라의 단점;**

- 1) 저조도에서의 취약성

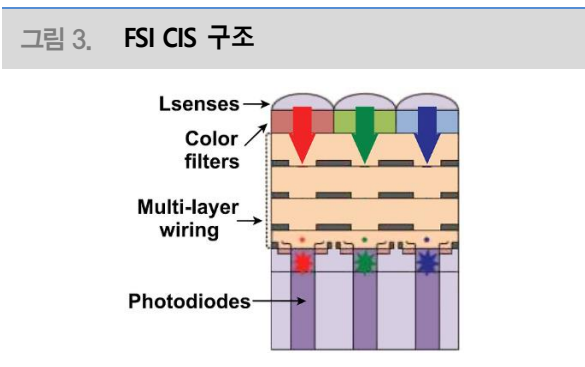
단점으로는 단면적을 인지하는 방식이기 때문에 깊이(거리) 정보의 획득이 어렵다는 점이 있다. 또한, 광원이 없는 저조도 환경에서는 뚜렷한 성능저하가 나타난다는 점도 단점으로 꼽힌다.

**적층구조를 통해 화소수가 높아지는 방향으로 발전하는 카메라 기술**

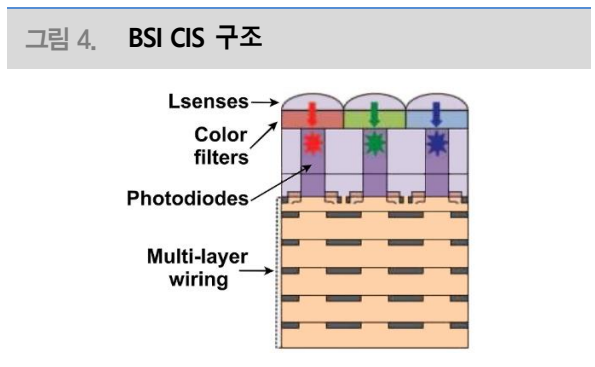
카메라의 하드웨어적인 발전은 주로 적층구조로 나타나고 있다. 카메라 이미지 센서는 렌즈 컬러필터 다음에 반도체 부분이 존재한 다음 포토다이오드(수광부)가 존재하는 기존의 FSI(Front Side Illumination) CIS(CMOS Image Sensor) 구조에서 웨이퍼 부문을 얇게 갈아서 뒷면에 수광부를 만든 다음에 컬러필터를 올리는 BSI(Back Side Illumination) CIS 구조로 변환되었다. BIS CIS 구조는 기존의 FSI와 비교해서 수광부의 포토다이오드가 빛을 받아들일 때 반도체 부분이 방해하지 않아 더 많은 화소수를 구현할 수 있다는 장점이 있다.

**3D 적층 구조를 통해서 수광부의 면적이 더 넓게 구현가능해짐**

3D 적층구조가 발전함에 따라서 기판부문의 배치도 기존의 수평에서 수직으로 구성하는 방식으로 발전하고 있다. 기존에는 포토다이오드와 이를 인식하는 PCB기판이 수평배치되는 방식이었는데, 이제는 기판부를 놓고 그 위에 TSV(Through Silicon Via) 방식을 통해서 포토다이오드를 구상함에 따라서 수광부의 크기를 더 늘림에 따라서 더 많은 화소수의 구현이 가능해지고 있다.

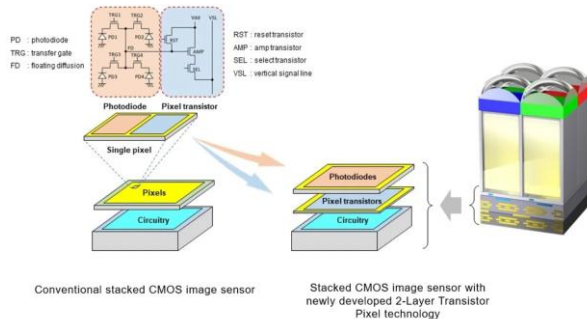


자료: 산업자료, 대신증권 Research Center



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**그림 5. 적층 구조가 적용되는 이미지 센서**



자료: Sony, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

**1) 카메라의 소프트웨어 기술 발전 방향**



카메라 센서 SW의 발전은 AI 추론을 통해 부족한 광학의 화소를 보완하는 방향

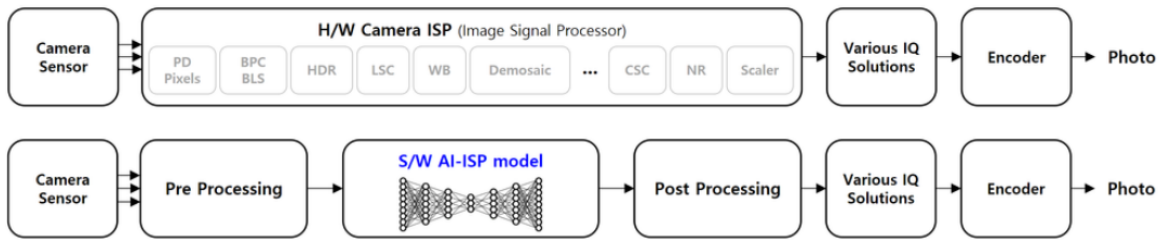
소프트웨어 측면에서는 신경 알고리즘 기반의 AI 기술이 카메라 기술에 적용되고 있다. 기존의 규칙기반 알고리즘에서 신경망 기반 알고리즘 기반으로 변환되고 있다. 이는 추론과 관련한 부문으로 저조도 환경에서 화소의 손실이 발생하였을 때, 손상이 된 부분을 추론하는 방식이다. 기존의 규칙기반 알고리즘은 A라는 픽셀 옆에 A', A''라는 성격의 화소가 위치한다면, 부족한 화소를 B라는 화소로 채우는 단순한 규칙기반 알고리즘이 적용되었다.

자가학습의 개념으로 스스로 부족한 화소수를 메꾸는 신경망 알고리즘

신경망 알고리즘은 거기에서 더 나아가 픽셀 옆에 A', A''라는 성격의 화소가 위치했을 때, C라는 화소가 위치한다면, C'를 화소로 표시하는 등 여러가지 상황에서 스스로 학습한 데이터를 바탕으로 부족한 화소수를 AI가 추론하여 보완하는 형식을 말한다. 이는 알파고가 스스로 복기하면서, 바둑실력을 높이는 것과 비슷한 방식이다.

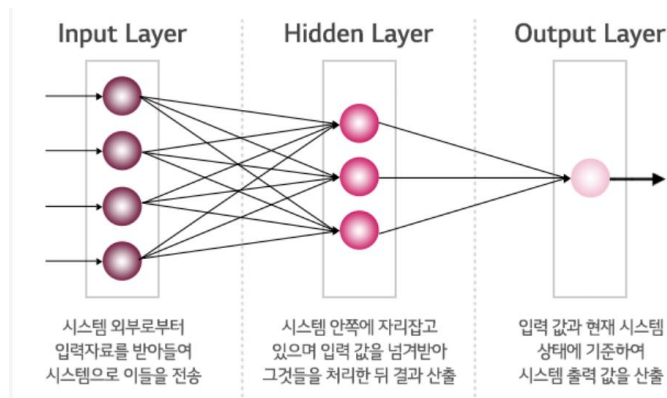
신경망 알고리즘을 통해서 카메라의 HW 발전없이 SW 만으로 저조도에서의 화질저하 등을 극복해내고 있다.

그림 6. 적층 구조가 적용되는 이미지 센서



자료: 삼성전자, 대신증권 Research Center

그림 7. 인공 신경망의 구조



자료: LG CNS, 대신증권 Research Center

주요 센싱기술

2) 라이다

**저조도 환경에서의 카메라의 성능저하를 보완해주는 라이다**

카메라는 뛰어난 센서이지만, 저조도 환경에서의 성능저하로 라이다가 같이 부각받고 있다. 라이다는 레이저 빛을 직접 주변에 발광한 다음 돌아오는 레이저를 분석하여서 주변 사물을 인식하는 방식이다. 능동적으로 빛을 발광한다고 해서 액티브 센싱이라고 부른다.

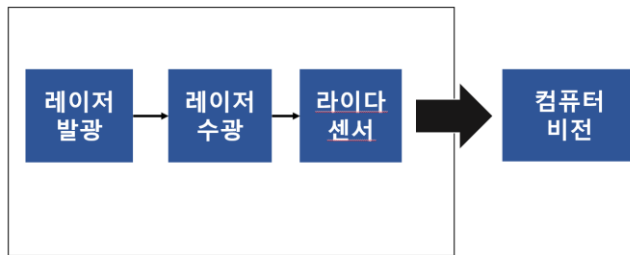
라이다는 레이저를 발광하는 발광 다이오드 그리고 레이저를 받아들이는 수광 다이오드 그리고 이를 받아들여서 디지털 신호로 변환하는 라이다 센서 부분으로 구성되어 있다. 보통 우리가 라이다 업체라고 하는 업체들은 라이다 센서와 레이저의 발광 및 수광 다이오드를 포함해서 조립하는 모듈업까지 영위하는 업체를 말한다.

**360도 회전식에서 고정형으로 발전함. 원가절감방향으로 발전 중**

초기 라이다는 360도 회전식이었다. 라이다는 회전식에서 고정식으로 형태 변화가 이루어졌다. 고정식은 기존 회전식과 비교해서 구조가 단순해 내구성이 높고, 비용이 저렴하다. 라이다는 센싱 기술 중 가장 강력한 성능을 지녔지만, 높은 가격이라는 진입장벽이 존재해 원가절감 방식으로 기술이 발전하고 있다.

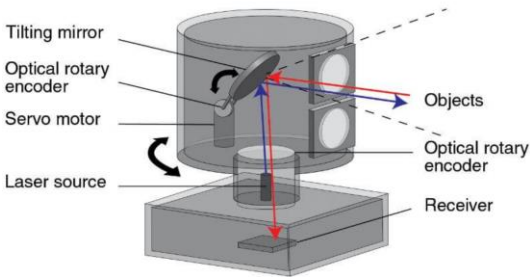
**그림 8. 카메라가 사물을 인식하는 일련의 과정**

**라이다 모듈**



자료: 대신증권 Research Center

**그림 9. 라이다의 구조 (회전식)**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**그림 10. 라이다 관련 밸류체인 기업**

분야	관련기업
레이저 광원 다이오드	Coherent, Osram, Lumentum, Rohm
레이저 감지 다이오드	Hamatsu Photonics, Onsemi, Sony, Panasonic, Laser componen
센서 및 모듈 업체	Ouster, Hesai, Robosense

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center



**주요 센싱기술**

현재 대부분 사용되는 라이다는 고정식 MEMS 방식이 사용 중

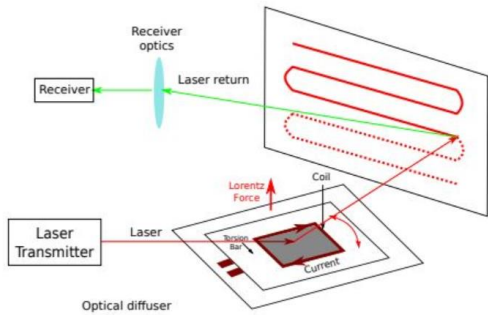
LED, VCSEL, EEL 방식 중 높은 신뢰성과 긴 파장거리 제조 효율성의 장점으로 VCSEL 방식이 부각 받는 중

**2) 다양한 라이다의 종류와 VCSEL방식의 대두**

고정식 라이다는 마이크로 미러가 부착되어 있는 MEMS(Micro Electro Mechanical System)방식과 광학 위상 변조기를 이용한 OPA(Optical Phase-locked loop) 방식이 대표적이다. MEMS 방식은 미러의 기울기 각도를 전기적으로 제어해 빔 방향을 조절한다. 상대적으로 저렴한 가격으로 차량용 ADAS에 주로 적용되고 있다. 반면, OPA 방식은 높은 스캐닝 속도를 가졌지만, 아직 개발단계로 아직 상용화는 이루어지고 있지 않다.

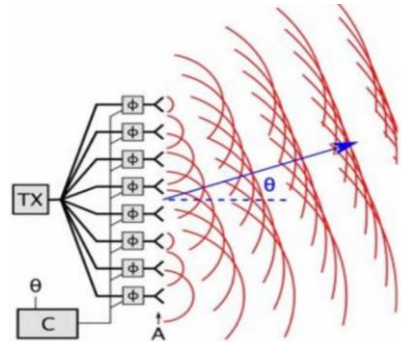
라이다의 발광 소자 방식은 크게 LED(Light Emitting Diode), VCSEL(Vertical Cavity Surface-Emitting Laser), EEL(Edge-Emitting Laser) 방식 등이 있다. LED는 가장 저렴하지만, 출력이 낮아 탐지 거리가 짧다. 자율주행 등에 사용되는 라이다로 LED 방식은 부적합하다. VCSEL은 LED와 비교해 높은 출력과 긴 탐지 거리를 지니고 있다. 또한, 높은 신뢰성과 온도 안정성이라는 장점이 있다. 또, 웨이퍼 레벨 제조, 코팅, 테스트가 가능해 대량 생산에 적합한 장점이 있다. EEL은 세 가지 방식 중 가장 높은 출력 밀도와 우수한 밝기 그리고 긴 탐지거리를 지니고 있다. 반면, 온도 변화에 따른 파장 변화가 심하고, 표면 손상에 취약하여 VCSEL과 비교해서 신뢰성이 낮다는 단점이 있다. 차량용 등 퍼지컬 AI에 가장 적합한 방식은 VCSEL방식이 주목받고 있다.

그림 11. 라이다의 구조 - MEMs 방식



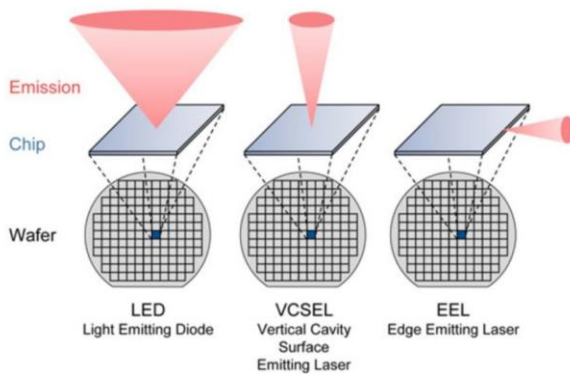
자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 12. 라이다의 구조 OPA(Optical Phase Array)



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 13. 다양한 라이다의 발광소자의 발광방식



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

**SLAM 기술과  
포인트 클라우드 기  
술로 발전 중**

**자율주행 등에 사용  
시 라이다 SLAM이  
필요함**

**포인트 클라우드  
기술을 통해 다양  
한 메타데이터 확보**

**2) 라이다 기술 발전 - SLAM, 포인트 클라우드**

라이다와 관련한 SW 기술은 SLAM과 포인트 클라우드 기술로 발전하고 있다. SLAM은 Simultaneous Localization and Mapping의 약자로 카메라와 라이다를 활용해서 주변의 공간을 인식하는 가상의 지도를 만들어서 센싱하는 기술을 말한다. 카메라만 이용해서 가상 공간을 만드는 것을 Vision SLAM이라고 부르고, 라이다를 이용한 방식을 Laser SLAM이라고 부른다.

카메라만을 이용한 방식의 경우, 최대 작동거리와 프레임 처리 지연속도가 자율주행차 등에서는 사용하기에 무리가 있다. 주로, 로봇청소기와 같은 단순한 경우에는 카메라 SLAM 방식만 사용된다. 자율주행차 등에서는 라이다 SLAM과 혼용해서 사용된다.

포인트 클라우드 기술은 라이다를 통해서 돌아오는 레이저 정보들을 취합해서 지표면과 물체의 3D 표현을 생성하는 3D 원격 감지 기술을 말한다. 다양한 속성들을 단순한 3D 좌표 정보를 넘어 풍부한 메타데이터를 제공해 데이터 활용성을 향상시킨다.

**그림 14. 단안 vSLAM 과 스테레오 vSLAM**



자료: LS Lidar, 대신증권 Research Center

**그림 15. 포인트 클라우드**



자료: ouster, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

**3) 레이더**

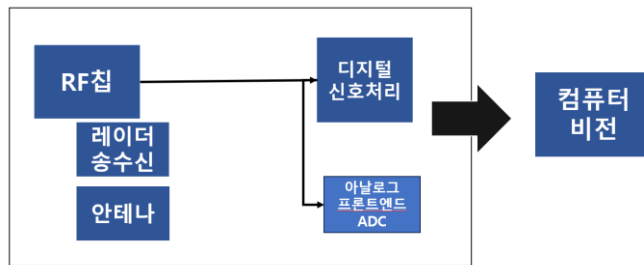
레이더 저렴한  
가격과 소형화에  
장점 존재있으나  
정지 물체 등  
감지에 어려움

센싱과 관련한 세번째 기술에는 레이더가 있다. 레이더도 라이다와 마찬가지로 액티브 센싱에 속한다. 직접 전파를 주변 사물들에 쏘아서 다시 반사되어 돌아오는 신호들을 인지하여서 센싱하는 기술이다. 레이더의 장점은 악천후에도 사용이 용이하며, 저렴한 가격과 소형화가 유리하다는 장점이 있다. 반면, 해상도가 낮고 작은 물체에 대한 감지력이 떨어지며, 정지 물체에 대한 감지 신뢰도가 낮다는 단점이 있다.

레이더는 전파를 송수신하는 RF칩과 이를 구성하는 안테나 그리고 이를 디지털 신호로 변경 및 처리하는 ADC가 포함된 디지털 처리신호 센서로 구성되어 있다. 주로 완성차 OEM의 Tier 1 부품사들(Bosch, Continental)이 센서와 레이더 모듈사업을 같이 영위하고 있다.

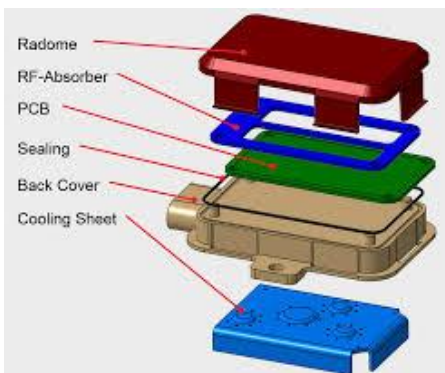
그림 16. 레이더가 사물을 인지하는 일련의 과정

레이더 모듈



자료: 대신증권 Research Center

그림 17. 레이더의 구성



자료: APN News, 대신증권 Research Center

그림 18. 레이더 관련 밸류체인 기업

분야	관련기업
안테나	Bosch, Continental, Valeo, Rosenberger, TE Connectivity
RF 송수신칩	NXP, Infineon, TI, ST micro 등
아날로그 프론트엔드	TI, Analogue Devices
디지털 신호처리	SoC: NPX, Infineon, TI
레이더 모듈	Bosch, Continental, Valeo

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

**레이더의 기술 발전  
송수신하는 전파의  
양을 늘리는 방향**

**주파수 대역폭을  
확대하는 방법**

**MIMO 기술을 통해  
많은 데이터를 동시  
에 송수신함**

**3) 레이더 기술의 발전방향**

카메라의 기술 발전 발전이 적층 구조를 통해 빛을 받아들이는 수광부의 크기를 키우는 것처럼, 레이더는 송수신하는 전파의 양을 늘리는 방향으로 기술이 발전하고 있다. 이를 위한 기술 발전에는 주파수 대역폭을 확대하는 방법과 MIMO(Multi In Multi Out) 방식이 있다.

전파 시스템에서 대역폭은 한 번에 이동할 수 있는 정보의 양을 뜻한다. 비유하자면, 일종의 고속도로의 넓이와 같은 개념이다. 주파수 대역폭이 넓을수록 한 번에 더 많은 양의 데이터를 송수신할 수 있다. 기존의 사용하던 대역폭에서 더 넓은 대역폭을 사용하는 방향으로 기술이 발전하고 있다.

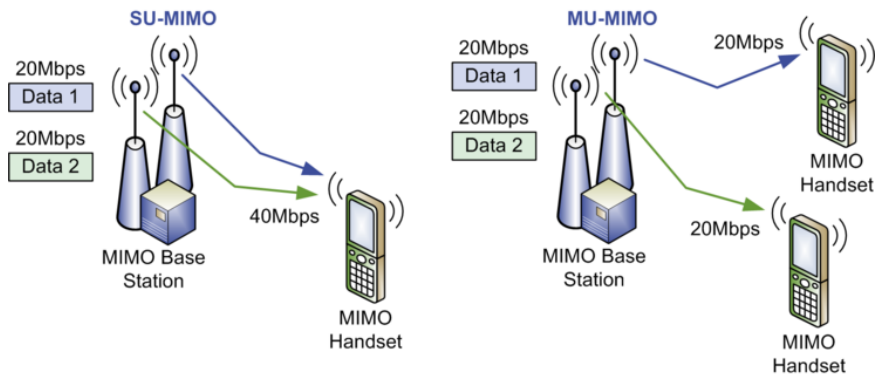
또한, MIMO 기술방식도 발전하고 있다. MIMO 방식은 레이더에 쓰이는 개별 안테나가 하나의 신호만을 송수신하는 것이 아니라, 여러 개의 신호를 동시에 송수신하는 방식을 뜻한다. 비유하자면, 식당에서 여러 사람이 동시에 같은 말을 여러 번 해서 더 정확하게 신호를 송수신하는 것과 비슷한 개념이다.

**그림 19. 주파수 대역폭 확대**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**그림 20. MIMO(Multi Input Multi Output)을 통한 이용한 안테나 수 증가**



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

주요 센싱기술

레이더 기술의 발전  
동적 파형 설계와  
가상개구

잘게 나누어진 작은 주파수를 이어 붙여서 주파수를 완성하는 동적 파형 설계  
각각의 작은 부분들을 만들어낸 다음에 한 번에 취합하는 가상개구 방식

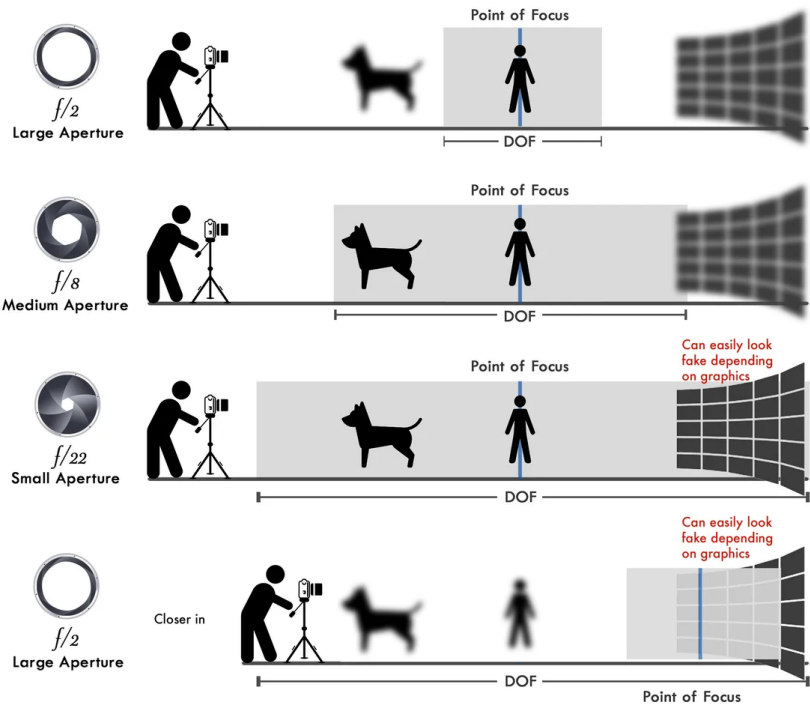
3) 레이더 관련 소프트웨어 기술의 발전

레이더의 소프트웨어 기술발전은 카메라와 매우 유사하다. 일종의 추론인데, 전파를 한 곳에만 보내는 것이 아니라 가깝고 먼 곳에 동시에 여러 개를 보내서 빈 공간이 생기는 곳을 추론 알고리즘을 통해서 보완해주는 방식이다. 이를 동적 파형 설계(Dynamic Waveform Generation) 가상개구(Virtual Aperture)라고 한다.

동적 파형 설계는 미리 준비된 색연필 중에서 상황에 맞는 색을 골라, 한 칸 한 칸 색칠하듯 신호를 만들어낸다. 마치 레고 블록처럼 미리 저장된 파형 조각을 상황에 맞게 순차적으로 연결해 신호를 생성한다.

가상개구는 여러 사람이 하나의 큰 그림을 그리는 방식으로 여러 명이 각자 작은 부분을 그려서, 마지막에 하나의 큰 그림을 합치는 것과 같이 각각의 작은 그림(안테나에서 받은) 신호를 모아, 전체 풍경(전체 공간의 정보)을 완성시키는 기술이다.

그림 21. 레이더의 알고리즘 개선 - 동적 파형 설계 및 가상 개구



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

세가지 센싱(카메라, 라이더, 레이더)가 같이 사용되는 퓨전 센싱

각 센서정보들을 하나의 칩에서 구현하는 방식으로 발전 중

통합 OS를 통해 IT화 되어 가는 자동차 산업

**4) 퓨전 센싱으로 발전**

피지컬 AI에서 데이터를 수집하는 센싱 기술은 세 가지 센서들을 조합해서 사용하는 퓨전 센싱(Fusion Sensing)방향으로 발전해나가고 있다. 각 센서들별로 장,단점이 존재하기 때문에 각 센서들을 조합해서 단점을 보완하고 장점은 강화하는 방식인 셈이다. 예컨대, 카메라는 높은 해상도를 지녔지만, 넓은 범위의 센싱이 어려워 SLAM을 제작하는 데 어려움이 있어, 이를 라이더가 보완해주는 방식이다.

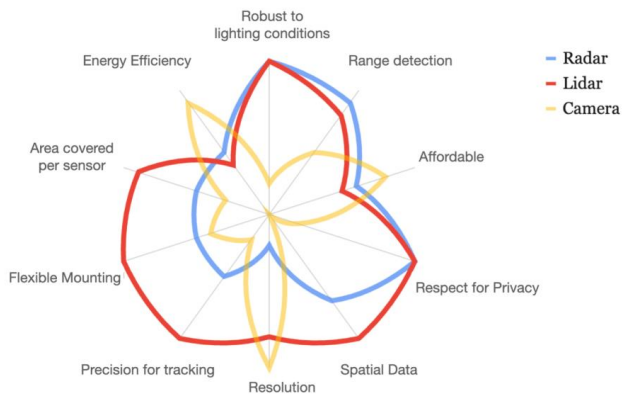
퓨전 센싱의 기술을 위해서 각 센서들에서 모아진 데이터를 하나의 칩에서 연산하는 원칩 솔루션이 발전하고 있다. 즉, 카메라 - A, 라이더 - B에서 각각 수집된 정보를 각각의 디지털 센서에서 이미지를 처리해서 컴퓨터 비전으로 보내는 것이 아니라 하나의 ADC가 포함된 센서칩을 통해서 디지털 신호로 변환하여서 정보를 처리하는 방식으로 기술이 발전하고 있다.

하나의 칩에 여러가지 기능들을 구현할 수 있는 각자의 칩들을 조합해서 사용하는 칩렛 구조와 이를 구현하기 위한 3D 패키징 및 웨이퍼 다이싱 같은 기술들이 발전하고 있다.

점차 기기들이 IT화되는 것도 주목해 볼 만한 점이다. 대표적인 것이 자동차로, 통합 OS를 통해 소프트웨어가 전체 시스템을 총괄하는 방식으로 진화하고 있다. 기존의 내연자동차에서 플랫폼을 말하는 기준은 동일한 차대구조를 공유하는 것을 이야기했으나, 전기차와 자율주행차 시장으로 넘어오면서 자동차의 플랫폼은 동일한 통합 OS를 사용하느냐의 개념으로 진화하였다.

기존 내연 자동차는 새로운 기능을 추가하기 위해서는 그 추가되는 기기가 그 각 자동차에 맞게 커스터마이징되어야 했으며, 통합 OS가 존재하지 않았기 때문에 통신 간섭의 문제와 복잡한 배선이라는 문제들을 매 번 해결해야 했다. 하지만, 이제 통합 OS를 통해 설계됨에 따라서 스마트폰처럼 드라이버 업데이트만으로 성능이 업그레이드 되는 시대로 진화하고 있다.

그림 22. 카메라, 라이더 레이더의 장, 단점



자료: Oversight, 대신증권 Research Center



주요 센싱기술

5) 힘/토크, 촉각 햅틱 등 확장되는 센서 기술

피지컬 AI 구동을 위해서는 시각 정보 뿐 아니라 감각 및 힘에 대한 정보 수집이 필요해짐

퓨전센싱이 인간의 눈이 하는 역할을 하는 것에 초점이 맞추어져 있다. 인간의 인지는 시각의 의존도가 높지만, 사물을 인지하고 판단하는 데에는 추가적인 촉각 및 감각의 기능이 중요하다. 이러한 촉각 및 감각의 역할을 하는 것이 힘토크 센서이다. 기존의 사이버세계에서 영상만을 보고 학습하더라도 얼마만큼의 힘을 주고 있는지, 실제 물리세계에서 구현이 가능한 동작인지에 대해서는 추가적인 데이터의 취득이 필요하다. 이 역할을 하는 것이 힘토크센서이다.

협동로봇이 대표적인 힘/토크 센서가 사용되는 로봇틱스 분야

힘토크센서는 로봇 손목과 최종 툴 사이에 장착되어 X,Y,Z 세 축에 대한 힘과 각 축을 중심으로 회전하는 힘인 토크(Torques)를 동시에 측정한다. 힘/토크센서로 인해서 제품의 내구성 시험 테스트, 부품의 정밀 조립, 표면의 연마 및 광택 등이 가능해졌다.

현재, 힘/토크 센서가 가장 많이 사용되는 산업은 협동로봇으로 대표적인 사업자로는 Teradyne이 인수한 Universal Robots와 한국의 두산로보틱스가 있다. 협동로봇은 현재 주로 자동차, 전자/반도체, 금속가공 등 주로 제조업과 관련된 분야에서 적용되고 있다. 엔비디아의 Isaac Manipulator 등 AI 증강 시스템을 통해 사용성이 높아지고 있으며, 글로벌 리쇼어링 정책이 지속되는 가운데, 부족한 인력과 고령화에 대응하는 수요가 나타나고 있다.

그림 23. 다양한 힘/토크센서

그림 24. 6축 관절에 적용된 힘/토크센서



자료: ATI Industrial Automation, 대신증권 Research Center

자료: 에이디로보틱스, 대신증권 Research Center

그림 25. 제조업 공정에 사용되는 협동로봇



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

**주요 센싱기술**

힘/토크센서가 발전하면서 로봇 수술에도 사용되기 시작한 로봇 텍스

**5) 힘/토크 센서로 확장되는 로봇의 활용처. 의료와 항공/부품**

정밀한 힘/토크센서가 발전에 따라 로봇 수술에서도 활용도가 높아지기 시작했다. 힘/토크 센서와 관련해서 많이 알려진 상장사는 미국의 ATI Industrial Automation으로 주로 의료용으로 힘/토크 센서를 납품하고 있다. ATI는 높은 정확도와 강성(stiffness)로 명성이 유명하다.

전 세계 의료용 로봇 시장은 현재 가장 역동적으로 성장하고 있는 분야 중 하나다. 세계적인 고령화 추세, 암 및 신경계 질환과 같은 만성 질환의 유병률 증가, 환자의 회복 시간을 단축시키고 합병증을 줄이는 최소 침습 수술(minimally invasive surgery)에 대한 선호도 증가 등이 시장 수요를 견인하고 있다.

지역적으로는 북미가 높은 의료비 지출, 선진화된 인프라, 신기술에 대한 빠른 수용성을 바탕으로 현재 가장 큰 시장을 형성하고 있다. 이후, 아시아-태평양 지역이 빠른 고령화와 의료 현대화 정책 등으로 가장 빠른 성장세를 나타낼 것으로 예상된다.

수술용 로봇 시장에서 시장을 지배하고 있는 Intuitive Surgical의 Da Vinci 시스템

수술용 로봇 시장은 Intuitive Surgical의 da vinci 시스템이 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있으며, 사실상 시장을 지배하고 있다. 현재 사용화된 대부분의 수술 로봇이 가진 가장 큰 기술적 한계 중 하나는 외과의에게 힘과 촉각에 대한 피드백, 즉 햅틱(haptic) 피드백을 제공하지 못 한다는 점이다. 이로 인해, 외과의는 시각적 단서에만 의존하여 힘을 조절하다 보니, 과도한 힘을 가해 섬세한 조직을 손상시키거나 봉합사를 찢는 등의 오류를 일으킬 수 있다. 이 부분은 점차 개선이 필요한 부분이다.

힘/토크 센서로 인해 정밀 부품 가공에도 적용되기 시작한 로봇 텍스

또, 항공기 부품의 제조 및 정밀 가공공정에서 연마틀과 힘/토크 센서는 매우 밀접하게 연동되어 사용된다. 항공 부품은 티타늄, 알루미늄 합금, 복합소재(CFRP) 등 고강도이면서도 가공이 까다로운 소재로 이루어져 있으며, 제품의 품질 기준 또한 극도로 높다. 따라서 가공 과정에서 발생하는 작은 흠집이나 표면 불균일성이 결함으로 이어질 수 있다.

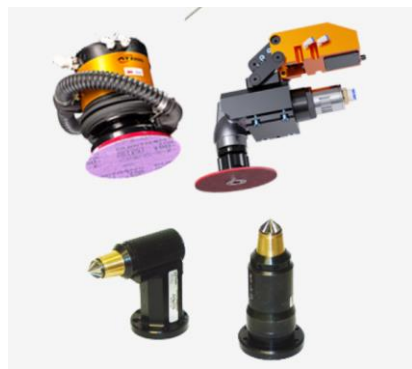
항공기 부품용 연마의 경우, 연마도중 로봇이 부품을 지나치게 세게 누를 경우 소재 손상이나 마모가 발생할 수 있고, 반대로 힘이 약하면 연마 품질이 일정하지 않기 때문에 단순히 연마 틀만으로는 안정적인 가공 품질을 보장하기 어려워 힘/토크 센서의 중요성이 크다.

그림 26. Intuitive Surgical Da Vinci 시스템



자료: Intuitive Surgical, 대신증권 Research Center

그림 27. 연마용 도구



자료: ATI Industrial Automation, 대신증권 Research Center



**주요 센싱기술**

AI 워커로 확장되어 가고 있는 피지컬 AI - 로봇 분야.

손 기술 구현을 위해 힘/토크 센서 등 감각 관련 기술의 중요성도 부각됨

피 인간 손의 기계적 구현을 위한 액추에이터와 감속기 등 분야의 발전도 필수적

**5) 휴머노이드 이전 도래할 AI 워커 시대**

피지컬 AI와 관련한 대표 분야는 로봇분야다. 기존의 거대한 산업용 기계만을 구동했던 산업용 로봇에서부터 인간과 협업하는 소규모의 협동로봇에서 더 나아가 인간과 유사한 형태를 지닌 휴머노이드까지 그 범위가 확장되고 있다. 다만, 휴머노이드의 구동에 있어서는 아직까지 배터리 기술과 정밀한 동작의 구현이 어려워 인간이 구현하는 AI 워커라는 개념으로 나아가고 있다. 특히, 인간의 손동작과 관련한 하고 있는 분야에서의 발전이 이루어지고 있다. 이는 손동작과 관련한 분야가 공장 자동화를 통해서 가장 많은 분야로 여겨지기 때문이다.

앞서 피지컬 AI와 데이터 수집 과정은 다양한 센서 데이터를 통합하는 퓨전 센싱 기술을 중심으로 발전하고 있다. 특히, 비전(vision) 정보를 통합하는 방향으로 진화하는 동시에, 휴머노이드의 인간과 유사한 동작 구현을 위한 손 관련 감각 기술 또한 중요성이 증가하고 있다.

인간의 손은 AI 기술로 재현하기 매우 복잡한 구조다. 수많은 관절과 다양한 손의 비율, 포즈, 조명 조건 등 AI로 구현하기에 어려운 구조이기 때문이다. 손 동작의 구현을 위해선 AI 학습을 위한 고품질의 데이터의 확보가 필수적이다. 더불어 인간은 손동작을 구현할 때 시각 정보만으로 동작을 구현하지 않는다. 감각기관과 더불어서 사물을 판단한다. 따라서, 시각 정보만을 통합하는 퓨전센싱 외에도 인간의 감각과 촉각을 구현하기 위한 힘/토크 센서 기술도 결합해 발전 중이다. 마치 사람이 눈으로 보고 손으로 만져 인지하는 과정과 유사한 수준의 기술적 진보가 이루어지고 있는 것이다.

인간의 손을 기계적으로 구현하기 위해서는 관절 마디마다 개별적인 구동 기관이 필요하다. 이를 지원하는 액추에이터(Actuator)는 물론, 내부에서 정밀한 동작을 실현하는 하모닉 드라이브와 감속기와 같은 부품들의 동반 발전도 필요하다. 인간 손의 뼈는 총 27개로 이루어져 있으며, 이를 기계적으로 구현하기 위해서는 현재의 기술보다 더욱 정교한 다관절 구조가 필수적으로 요구된다.

**표2. 피지컬 AI 로봇 관련 기업**

분야	관련 기업
힘/토크 센서	Robotous, ATI Industrial Automation, Schunk, Robotiq, 에이딘 로보틱스
촉각/햅틱 센서	Huaweike, Tashan, Hanwei Electronics, PaXiniTech, SUSHI TESTING
액추에이터	Toyo Robotics, Siemens AG, Mitsubishi Electric, Yaskawa Electric, 로보티즈
감속기	Nabodesco, Harmonic Drive System, Leaderdrive Technologies, 에스비비테크, 에스피지
협동로봇	Teradyne, ABB Robotics, FANUC, KUKA, Yaskawa, 두산 로보틱스
산업용 로봇	ABB, Fanuc, KUKA, Yaskawa, Kawasaki Heavy Industries

자료: 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI 학습을 위한 컴퓨팅 HW: 반도체

### AI로 인해 변경된 컴퓨터 아키텍처

피지컬 AI와 관련한  
반도체 기술의 발전  
= 스케일업

피지컬 AI로 연산이 가능한 데이터를 토큰이라고 한다. 센서 부문의 발전은 물리적인 데이터를 수집하는 토큰을 수집하는 과정과 관련이 있다. 한편, 데이터의 연산과 관련한 프로세서의 발전은 AI HPC(High Performance Computing)를 포함한 시스템 및 메모리 반도체 부문의 발전과 관련이 있다. 피지컬 AI와 관련한 연산 부문의 기술 발전을 한 마디로 정리하자면, 증가한 파라미터수에 대응하는 연산력을 올리는 스케일업이라고 정의할 수 있다.

AI로 인해 변화된 컴  
퓨터 아키텍처. CPU,  
메모리 중심 → AI가  
속기, GPU 중심

먼저, AI로 인한 컴퓨터 연산과정의 변화와 이에 따른 컴퓨터 아키텍처의 변화를 먼저 다루어 보겠다. 기존 컴퓨터의 연산은 사람이 데이터와 이에 해당하는 프로그램(알고리즘)을 입력하면, 이에 대응하는 답변을 내놓는 방식이었다. 이런 연산구조에서 중요한 것은 프로그래밍을 빠르게 수행할 수 있는 CPU, 메모리 그리고 그래픽 연산의 GPU가 보조적으로 중요한 역할을 하였다.

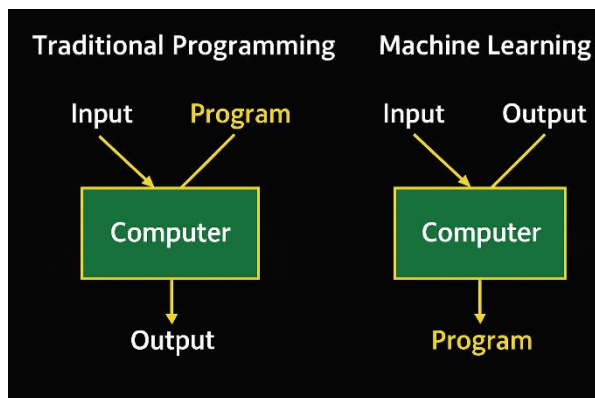
하지만, 기계학습이 중심이 되는 AI 컴퓨터에서는 그 구조가 바뀌게 된다. 이제는 사람이 데이터와 원하는 예측치(결과값)을 입력해주면, 컴퓨터가 알아서 학습을 통해서 프로그래밍을 해주는 형태로 바뀐 것이다. 바뀐 아키텍처에서 중요한 것은 딥러닝 연산을 빠르게 할 수 있는 AI 가속기와 GPU 그리고 동시에 병렬 연산을 하는데 필요한 대역폭 메모리인 HBM 정도가 중요한 역할을 수행하게 된다.

기존과 달리 이제 딥  
러닝이 프로그래밍 알  
고리즘을 생성함

기존의 개, 혹은 고양이라는 이미지의 사진을 판독하려고 했을 때, 개와 고양이라는 개념을 인간이 직접 프로그래밍하는 것에는 한계가 있었다. 개라는 것을 눈과 귀가 각 2개라고 했을 때, 중첩되는 다른 동물도 많았고, 귀와 눈이라는 것도 프로그래밍적으로 정의하기에 어려움이 많았기 때문이다.

즉, 인간은 학습을 통해서 이해할 수 있는 추상화의 개념을 프로그래밍 2진법으로구상하기에는 어려움이 많았고, 이로 인해 사진과 같은 이미지 인식 그리고 언어와 같은 추상적인 것들은 컴퓨터가 접근하기 어려운 분야로 여겨졌다.

그림 28. 기존 프로그래밍과 기계학습의 프로그래밍의 차이



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

## AI 학습을 위한 신경망 알고리즘과 딥러닝

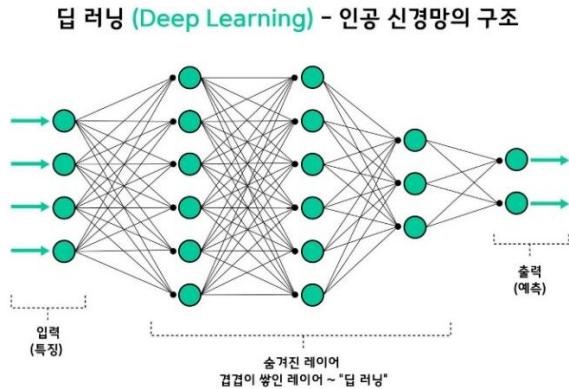
딥러닝은 숨겨진 레이어(hidden layer)에서 입력값과 가중 평균의 변화를 통해 결과치 도출하는 방식

학습을 통해 숨겨진 레이어에서의 가중치를 변화시킴

딥러닝은 인간의 신경망 구조에서 영감을 얻어 만들어진 구조로 인간이 직접 추상화된 개념을 프로그래밍하여 컴퓨터에서 입력하는 방식이 아닌, ‘개’라고 하는 결과값과 이에 대응하는 수천 수만장의 이미지를 학습시켜서 AI가 유사한 개라는 이미지를 인식할 수 있는 형태로 발전하였다.

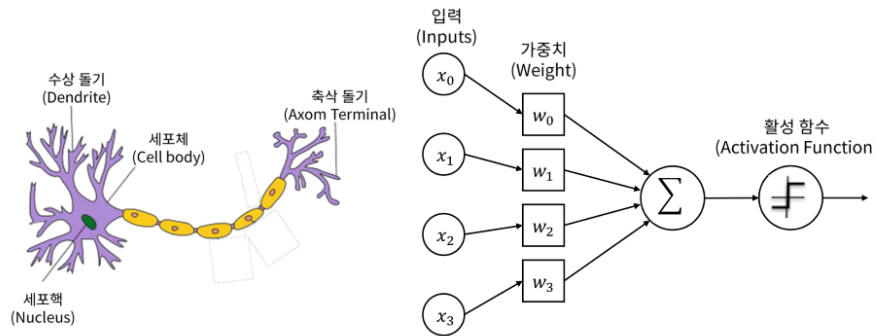
딥러닝은 데이터를 집어넣는 입력 부문과 예측치가 나오는 출력 부문과 이 중간에서 여러 입력값과 가중치를 합하여서 합산 점수를 기반으로 답을 내려주는 히든 레이어층으로 존재한다. AI의 학습은 수 많은 데이터들을 입력 값과 출력값을 정해주면, 히든레이어 안에서 주어진 입력값들의 가중치를 조정하는 방식을 통해 다차 방정식의 해를 구하는 방식으로 학습이 이루어진다. 의외로 개별 하나의 파라미터 식은 단순한데, 다양한 입력값에 가중치를 더한 해가 특정 값 이상이면 1을 출력 아니면 0을 출력하는 방식이다. 이 알고리즘을 인간의 신경세포와 유사하다고 하여 신경망 알고리즘이라고 부르고, 이러한 컴퓨터 학습 과정을 딥러닝이라고 이야기한다.

그림 29. 기계학습과 컴퓨터 아키텍처의 변화



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 30. 신경망 알고리즘



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

## 반도체 HW의 스케일업과 스케일아웃

피지컬 AI로의 확장도 기존의 AI학습 방식과 원리는 동일

피지컬 AI에서의 학습 방식도 신경망 구조를 이용한 딥러닝 방식으로 기존의 이미지 인식과 비교해서 들어가는 데이터 숫자가 더 많아져 함수식이 복잡해진다는 것을 제외하고는 형태는 동일하다. 즉, 피지컬 AI의 구동을 위한 HW의 발전은 기존의 AI의 학습을 위한 HW발전의 고도화 버전 정도라고 이해하면 된다.

AI HW: 더 적은 전기로 더 많은 연산 수행

원활한 AI의 구동에 있어서 중요한 3요소는 1. 물리 데이터, 2. 훈련 3. 스케일업이다. AI SW의 발전 방향은 동일한 파라미터의 계산을 더 적은 컴퓨터 연산량으로 출력해내는 것이다. AI HW의 발전 방향은 더 적은 전기로 더 많은 연산량을 수행하는 스케일업의 개념이다.

스케일업에는 전공정과 후공정에서 각각 이루어짐.

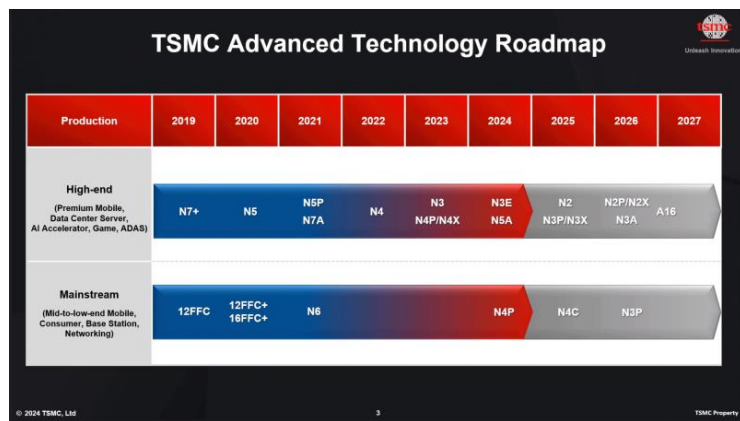
스케일업과 관련한 부문은 크게 전공정과 후공정의 발전으로 나뉘어 볼 수 있다. 두 부문 모두 핵심은 한정된 물리적 공간에 더 많은 트랜지스터 밀도를 높이는 과정이라고 볼 수 있다. 전공정은 미세화의 발전으로 귀결된다. 미세화는 EUV 등 노광장비를 통해서 같은 반도체 공간에 더 미세하게 회로 선폭을 그려넣어서 더 많은 트랜지스터를 밀집시키는 개념이다.

전공정은 수평의 공간에서 트랜지스터 밀도를 높이는 방향 TSMC, ASML, AMAT, LAM, HOYA, 에스엔에스텍, 동진세미캠 등이 관련기업

전공정 미세화와 관련해서 가장 앞서있는 기업은 TSMC로 2025년 2나노 공정의 양산을 목표로 하고 있다. 26 ~ 27년에는 A16(1.6나노)을 목표로 하고 있다. 전공정과 관련한 대표적인 회사인 EUV 제조사인 ASML을 비롯해 AMAT, LAM, Tokyo Electron 등 노광 및 증착, 식각과 관련한 회사들을 꼽을 수 있다. 또, EUV 마스크 및 블랭크 마스크를 제조하는 Hoya, 에스엔에스텍, 포토레지스트를 제조하는 신에츠화학, 동진세미캠 같은 회사들도 관련한 회사들에 속한다.

파운드리에 있어서 TSMC와 비교해서 열위에 있지만, 삼성전자와 인텔도 자체 파운드리 사업을 통해서 미세공정과 관련한 기술 발전을 지속하고 있다.

그림 31. TSMC 공정 로드맵



자료: TSMC, 대신증권 Research Center

## 피지컬AI 관련 반도체 밸류체인 현황

반도체 후공정은 수직구조를 통해 트랜지스터 밀도를 높이는 방향

HBM, 카메라 이미지 센서 등에서 수직구조 적용 시작

Disco, Ebara, AMATA, TEL, 이오테크닉스 등이 관련 기업

수평구조와 관련한 발전이 미세공정이었다고 한다면, 수직구조와 관련한 발전은반도체 후공정과 관련이 있다. 반도체 후공정은 다이 단위 혹은 칩 단위에서 층을 더 쌓아올려서 트랜지스터 밀집도를 높이는 개념이다.

고대역폭 메모리인 HBM이 대표적인 적층 구조로 만들어지는 반도체 구조이며, 앞서 이야기 했던 카메라 이미지 센서도 수광부의 크기를 높이기 위해 기판을 아래쪽으로 수직구조로 배치하는 등 다양한 분야에서 수직구조가 적용되고 있다.

반도체 수직구조가 이루어지기 위해서는 웨이퍼가 얇아져야 하며, 이와 관련한 웨이퍼 그라인딩 회사에는 Disco, Ebara가 꼽힌다. 또 칩을 패키징 하기 전에 다이 단위에서 구리 도금을 하는 TSV 공정이 필요한데, 이와 관련한 증착회사로는 AMAT, Tokyo Electron, 이오테크닉스 등의 회사가 관련 회사로 꼽힌다. TSV 공정이후, 다이 단위에서 불량을 없이 단수를 쌓기 위해서는 CMP 공정의 적용이 필요하다. CMP와 관련한 회사로는 AMAT, 케이씨텍이 꼽힌다.

실리콘 인터포저 제조에는 2 Tier인 UMC, 글로벌 파운드리 등도 수혜

또한, 기존의 PCB 기판은 수직 구조로 이루어진 반도체 칩의 연산속도를 따라가지 못하기 때문에 칩간의 연산을 위한 실리콘 인터포저도 필요하다. 실리콘 인터포저는 미세 공정에서 이루어질 필요가 없기 때문에 TSMC, 삼성, 인텔 같은 회사 이외에 UMC, 글로벌 파운드리 같은 회사에서 작업을 수행하고 있다.

유리기판도 기대받는 차기 기술

현재는 개발 단계이나, 실리콘 인터포저의 크기가 웨이퍼 크기 이상으로 커지기에는 어려움이 있기 때문에 이를 대체하는 유리기판에 대한 개발도 이루어지고 있다. 유리기판은 실리콘 인터포저만 대체하는 개념뿐 아니라 PCB 기판까지 같이 대체하는 개념으로 발전하고 있다.

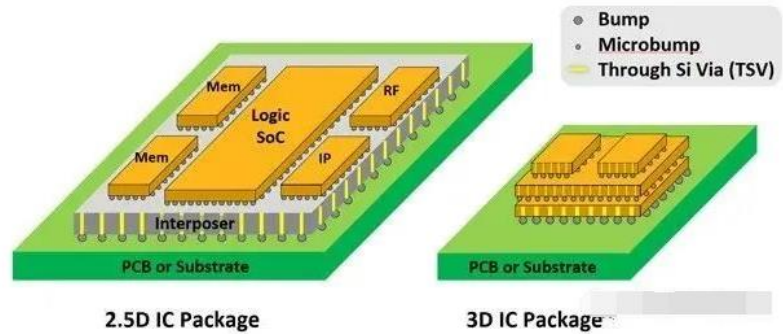
SKC, 필옵틱스, 이오테크닉스, LPKF, Coherent, 씨앤지하이테크 등이 주목해볼 유리기판 관련 회사

유리기판은 기존의 PCB(유기물) 기판이나 실리콘 기반의 인터포저와 달리 유리로만 만들어진 다. 유리기판은 TGV(Through Glass Via) 공정을 통해 미세한 구멍을 만든 다음에 거기에 구리를 증착하여 IO를 늘리는 방식으로 제조된다. 현재 기술적으로 구리 증착에 어려움이 있어 지속적인 기술개발이 이루어지고 있다. TGV 공정에서 사용되는 레이저 장비사는 필옵틱스, 이오테크닉스 등 다수의 회사들이 존재한다. 다만, 레이저 광원의 경우, Eximer 기반으로 LPKF, Coherent 등 소수의 회사들이 과점하고 있어, 주목해 볼 만 하다.

범프 없이 직접 본딩하는 하이브리드 본딩 기술도 발전 중

새로운 본딩 방식인 하이브리드 본딩 방식도 떠오르고 있다. 하이브리드 본딩 방식은 범프를 사용하지 않고 칩과 칩을 직접 포개 붙이는 첨단 패키징 기법이다. 질이 다른 두 가지 계면 - 금속(구리, Cu)과 유전체(산화물, SiOx)를 동시 접합하기 때문에 하이브리드 본딩이라고 불린다. 증착과 Besi, AMAT 등이 관련 회사로 꼽힌다.

그림 32. 반도체 후공정 2.5D 패키징과 3D 패키징



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

표3. 피지컬 AI 관련 반도체 Value chain 및 관련기업 현황

관련분야	관련 기업
반도체 설계	CPU 및 GPU Nvidia, AMD, Intel
	AI 전용칩 Mobileye, Tesla, Qualcomm, Horizon Robotics, 퓨리오사 AI, 삼성전자
반도체 제조	HBM 제조사 SK hynix, Micron, Samsung Electronics
	파운드리 TSMC, Samsung Foundry, Intel
	실리콘 인터포저 TSMC, Intel, Samsung, UMC, Global Foundries
	OSAT 기업 TSMC, Amkr, ASE
반도체 장비	주요 반도체 장비 ASML, AMAT, LAM, Tokyo Electron
	웨이퍼 그라인딩 Disco(웨이퍼 그라인딩), Ebara(장비 납품)
	TSV 식각 및 증착 AMAT, LAM, Tokyo Electron, 이오테크닉스
	CMP 연마 AMAT, Ebara, 케이씨텍, Tokyo Electron
	원자현미경 Bruker, 파크시스템스
	테스터 Advantest, Teradyne, 테크윙, 디아이
	분더 및 디분더 한미반도체, 한화세미텍, 도레이와 신카와
	하이브리드 본딩 Besi, AMAT
소재 및 재료	CMP 재료 Hitachi Chemical, Asahi-Kasei, Entegris
	프로브 카드 Formfactor, Japan Micronics, 프로텍
	EUV 마스크 및 포토레지스트 Hoya, 에스엔에스텍, 신에츠화학, 동진세미켐
유리기판	유리기판 SKC, 켈트로닉스, 씨앤지하이테크
	유리기판용 유리 Corning, Asai Glass
	TGV 관련 이오테크닉스, 필옵틱스, 제이앤티씨, 아바텍/아바코
	레이저 광원 Coherent, LPKF, IPG Photonics

자료: 대신증권 Research Center

## II. 피지컬 AI SW 기술 - 모델 경량화, WFM



## 피지컬 AI 학습을 위한 SW: 모델 경량화

### 더 적은 컴퓨팅 연산으로 같은 결과를 내는 모델 경량화

AI HW의 발전은 스케일업. AI SW의 발전은 더 적은 연산력으로 AI 수행

원활한 AI의 구동을 위한 HW측면에서의 발전은 한 마디로 스케일업이라고 언급한 바 있다. AI의 효율성을 높이기 위한 3요소는 1. 물리 데이터 2. 학습 3. 스케일업으로 요약할 수 있다. 이 중 HW의 발전은 더 적은 전기 소모량으로 더 많은 연산을 수행하는 스케일업의 발전에 초점이 맞추어져 있다.

AI의 연장선상에 있는 피지컬 AI

AI의 학습은 기계학습에서는 인간이 알고리즘을 만드는 것이 아닌, 입력된 데이터와 이에 해당하는 결과치를 제시했을 때, 기계학습을 통해서 AI가 알고리즘을 만드는 개념이다. AI가 수집하는 데이터 종류가 물리적인 데이터까지 확장된다는 점만 다를 뿐 피지컬 AI는 기존 AI와 구동방식과 원리가 동일한 연장선상에 있다.

피지컬 AI의 중요한 개념. 멀티모달. 다양한 층위의 데이터를 인식하고 해석할 수 있어야 함

피지컬 AI와 관련하여 자주 등장하는 용어가 멀티모달(Multi Modality)이다. 멀티모달은 피지컬 AI에서 중요한 개념이다. 멀티모달은 층위가 다른 여러 개의 데이터들이 모인 것을 뜻한다. 즉, 입력 값에 여러 층위의 모달리티(Modality)가 들어가 있다고 해서 멀티모달이라고 부른다. 이는 피지컬 AI에서 중요한 개념인데, 위상이 다른 빛, 레이더 신호 뿐 아니라 음파 등 다양한 데이터들을 통합한 연산이 가능해야 피지컬 AI의 구현이 가능하기 때문이다. 사람의 경우도 시각, 촉각, 후각 등 여러 감각을 이용해서 사물을 인지하고 판단하는 것처럼 멀티모달 데이터에 대한 인식이 가능해야 피지컬 AI의 구동이 가능하다. 현재의 딥러닝은 멀티모달에서도 구동이 가능하다.

AI SW의 개선은 신경망 알고리즘에서 히든 레이어의 개선. 일종의 경량화

AI SW의 발전은 신경망 알고리즘에서 히든 레이어 부문에서의 개선과 연관이 깊다. 원하는 결과값에 해당하는 다량의 데이터를 입력하였을 때, 결과값에 어울리는 가중치를 찾아내는 과정에서 연산량을 줄이는 방향으로 모델의 개선이 이루어지고 있다. 대표적인 것이 딥시크와 같은 경량화 모델의 발전이다. 그 방법들은 아래와 같다.

AI SW의 개선 방법 7가지

첫 번째 방식은 강화학습(Reinforcement Learning)이다. 앞서, 딥러닝은 데이터와 결과값을 주면, 그 중간의 해 값을 찾아나가는 방향이다. 이 때, 도출된 해 값에 대해서 일정한 조정을 주는 것을 강화학습이라고 한다. 이전에는 사람이 직접 에이전트 역할을 했다면, 현재는 명시적 암묵적 룰을 제시하여서 기계가 스스로 학습 하는 단계에 이르렀다.

두 번째 방식은 증류(Distillation)이다. 증류는 대형 모델을 통해서 학습한 히든레이어의 W 값을 경량화된 모델에 중요한 부분을 위주로 전해주면, 이 경량화된 모델이 학습된 내용을 기반으로 구동되는 것을 말한다. 특히, 피지컬 AI에서 중요한데, 피지컬 AI는 각 엡지 단에서 구동이 가능해야 하기 때문이다.

세 번째 방식은 COT(Change Of Thought)이다. AI가 추론하는 과정에 있어서 중간, 중간 단계를 세밀하게 지정해주는 것을 의미한다. 예를 들어, 강아지라는 것을 인식하는 것을 학습한다고 할 때, 강아지라는 결과값에 이미지를 다량 넣는 것이 아니라 강아지는 귀가 2개이고, 털은 어떤 형태로 있으며 등등의 중간 단계들의 명령 프롬프트를 입력해주는 방식을 말한다.



네 번째 방식은 MoE(Mixture of Expert) 방식이다. AI의 구동시에, 매개 변수를 통째로 학습하는 것이 아니라 개별 전문 매개 변수만을 활성화시키는 방식을 말한다. 예를 들어서, 멀티 모달을 학습시에 이것이 시각과 관련한 부문이라고 판단이 되면, 모든 매개 변수들을 활성화 시키는 것이 아니라 시각과 관련된 부문만을 활성화시키는 방식을 뜻한다.

다섯 번째는 정밀도 축소(양자화) 기법이다. 양자화는 연산에 사용되는 비트수를 줄여 계산과 메모리의 비용을 줄이는 방식이다. 가중치에 사용하는 수를 32비트 부동소수점 대신 8비트 정수로 가중치와 활성화 값을 표현하여 모델 크기를 줄이는 방식이 있다. 모바일, 임베디드 기기에서 주로 많이 사용되고 있다

여섯 번째는 희소성 효율화 방식이다. 신경망의 가중치가 0에 가깝다면, 이를 가지치기하여 없애는 방식이다. 불필요한 연결을 제거해 희소성을 줄이는 연산의 자원을 효율적으로 쓰는 방식이다.

마지막으로 AI모델과 최적화된 하드웨어를 제작해서 사용하는 방식이다. 범용 GPU가 아닌, ASIC 기반의 맞춤형 하드웨어를 사용하는 방식을 사용하면, 더 적은 전력 소모량으로 더 효율적인 연산이 가능하다.

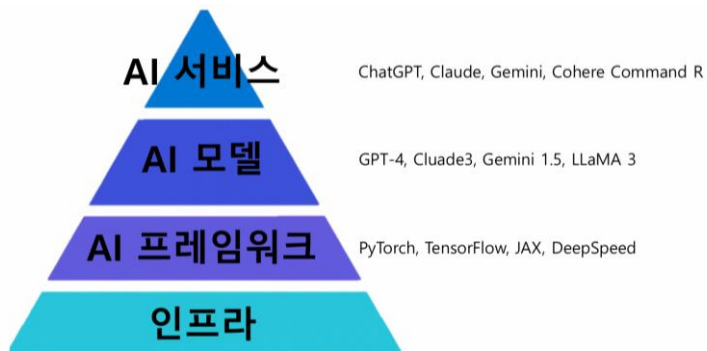
### 가상현실 AI의 SW 밸류체인

AI 모델의 경량화 이외에 피지컬 AI가 구동되기 위해서는 전반적인 밸류체인이 형성되어야 한다. 피지컬 AI의 밸류체인에 대해서 이야기 하기에 앞서서 현재 구현되고 있는 가상 세계 AI의 밸류체인에 대해서 먼저 다뤄보겠다.

학습의 밸류체인 인  
프라 → AI 프레임  
워크 → AI 모델 →  
AI 서비스

AI가 본격적으로 사용되기 시작한 것은 Chat GPT가 직접 AI 서비스로 출시되었을 때 부터다. Chat GPT의 구동을 위해서는 통신 네트워크, 전력 등의 인프라가 구축되어야 한다. 그 다음 딥러닝을 효율적으로 수행할 수 있는 기본 모델인 AI 프레임워크가 필요하다. PyTorch, Tensor Flow 등의 프레임 워크를 기반으로 GPT-4, Claude3, Gemini 1.5 같은 다양한 LLM 모델들이 개발될 수 있었다. 이 LLM을 기반으로 나온 AI 서비스들이 Chat GPT, Gemini같은 현재 우리가 사용하고 있는 AI 서비스들이다.

그림 33. Chat GPT 등 가상현실 AI SW의 밸류체인



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI 학습을 위한 SW: WFM

### 모든 물리 데이터를 통합, 학습하는 엔비디아의 WFM, 코스모스

**피지컬 AI의 이슈.**

- 1. 더 많은 데이터
- 2. 안전의 문제

**AI와 비슷한 형태로 만들어지는 피지컬 AI 기초 모델 WFM**

피지컬 AI는 가상 세계에서 AI와 다른 점이 크게 두 가지가 있다. 첫 째, 더 많은 양의 멀티모달 데이터를 학습해야한다는 점이다. 둘 째, 안전의 이슈가 부각된다는 점이다. 가상 세계에서 오류는 오류에 그치지만, 피지컬AI에서의 오류는 사고로 이어질 수 있기 때문이다. Nvidia의 밸류체인은 이 두 문제를 해소하는 방향으로 발전하고 있다.

멀티 모달 데이터를 학습하고 이를 기반으로 예측 및 행동하는 모델을 WFM(World Foundation Model)이라고 한다. 물리세계 현실을 통째로 이해하는 모델이라고 보면 된다. 가상세계에서의 LLM과 대칭되는 개념인데, WFM가 훨씬 더 포괄적이고 광범위하다. 2025 CES에서 Nvidia는 자사의 WFM인 COSMOS를 발표하였다. WFM 역시 LLM처럼 PyTorch, Tensor Flow같은 AI프레임 워크뿐 아니라 Nvidia의 AI 프레임 워크인 NeMo Framework 등을 활용해서 제작된다.

**Omniverse에서 데이터를 관측 및 AI 연산 수행.**

**COSMOS를 통해 강화학습함**

**엔비디아의 WFM인 코스모스는 모든 물리데이터들을 학습 및 데이터 개선에 사용함**

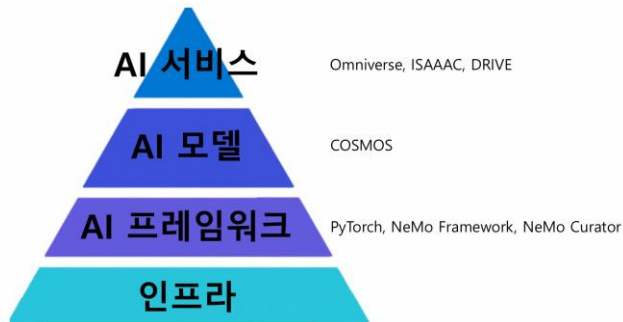
**WFM 중 유일하게 예측, 합성 데이터 생성, 추론(Reasoning)을 수행하는 COSMOS**

Nvidia는 피지컬 AI와 관련한 스마트팩토리 자동화 Omniverse와 이 Omniverse를 기반으로 로봇에 구동되는 ISAAAC, 자율주행차에 구동되는 DRIVE라는 플랫폼을 보유하고 있다. AI 서비스를 통해서 관측된 데이터들은 자체 학습 및 구동을 하되, 코스모스로 데이터가 보내져 한층 더 심화된 강화 학습을 진행하게 된다.

Nvidia의 코스모스는 보내진 데이터들을 받아서 가상의 시뮬레이션 공간에서 학습을 한다. 물리세계에서 이루어질 수도 있는 다양한 경우의 수를 학습하며, 이 때, 합성 데이터(Synthetic Data)라는 가상의 시뮬레이션만을 위한 데이터도 같이 활용된다 예컨대, 자율주행 차량이 운행되는 데이터를 학습할 때, 현실에서 이루어지지 않았더라도 만약 좌측에서 사람이 갑자기 튀어나왔다면, 어떻게 할것인가? 등의 다양한 상황을 스스로 만들고 학습하는 과정을 거치게 된다.

COSMOS를 발표하면서 Nvidia의 젠슨황 CEO는 ‘피지컬 AI의 Chat GPT적 모먼트’라고 표현하였다. 이는 COSMOS는 기존의 WFM과 달리, 멀티모달입력 데이터를 기반으로 예측하고(Predict), 현실데이터에 기반한 합성 데이터를 생성하고(Transfer), 추론을 수행하는(Reason) 유일한 언어모델이기 때문이다.

그림 34. 엔비디아의 피지컬 AI 관련 플랫폼



자료: 엔비디아, 대신증권 Research Center

## 테슬라의 WFM, DOJO

### 엔비디아의 전략 = AI 인프라 제공

피지컬 AI와 관련한 Nvidia의 전략은 모든 종류의 인프라를 제공하는 방식이다. 앞서 언급했던 Omniverse와 ISAAAC, Drive 같은 서비스들은 COSMOS를 통해서 강화학습을 한 추론 및 연산을 수행하기 때문에 대규모 학습을 개별 기업단에서 수행할 필요가 없어지게 된다.

### 테슬라의 전략은 직접 제품 제조 및 납품

피지컬 AI의 또 다른 선두주자인 테슬라는 Nvidia와 다른 전략을 채택하고 있다. 직접, 자동차 및 휴머노이드 로봇을 제조하되, 자사 제품에 가장 알맞은 소프트웨어를 내재화해서 탑재하는 방향으로 진행되고 있다.

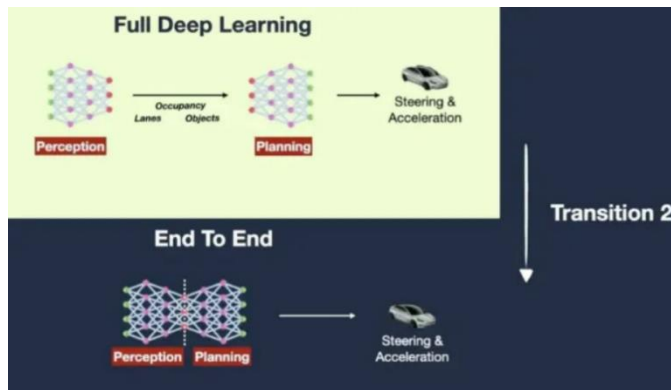
테슬라는 모델 3등 자사에서 판매하는 자동차의 카메라 데이터를 기반으로 자체학습 플랫폼을 통해서 FSD를 구동하고 있다. 기본적인 구조는 엔비디아와 동일하다. 자동차 및 휴머노이드로부터 수집한 데이터를 바탕으로 옛지단에서 구동된다. 또한, 필요한 학습의 경우 테슬라는 자체 학습 플랫폼인 DOJO(도장, 체육관)에서 모델에 대한 학습이 이루어진다. 엔비디아의 COSMOS와 비슷한 역할을 수행한다.

### 테슬라 - 엔드투엔드 솔루션

테슬라는 학습된 데이터를 활용해서 실제 FSD에서 end - to - end 방식의 의사결정 솔루션을 내리는데, 이는 관측에서 제어까지 따로 사람이 알고리즘이나 어떤 규칙을 입력하는 것이 아닌, 통째로 딥러닝에 의해서 하는 방식을 말한다. 자율주행과 관련한 테슬라의 경쟁사라고 볼 수 있는 Waymo나 Mobile eye의 경우, 특정 부문에서 하는 딥러닝을 통해서 의사결정을 내리되 마지막 제어 부문에서는 사람이 규칙을 심어놓는(Rule-baed)의 모듈방식을 채택하고 있다.

### Waymo 등 - 모듈 제어방식

그림 35. 테슬라의 End to End 솔루션



자료: 테슬라, 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI 관련 AI SW Value chain 및 관련기업 현황

### AI SW는 내재화된 경우가 많음

AI HW의 경우, 반도체 및 센서 분야별로 상세하게 밸류체인이 형성되어 있는 것과 달리 SW의 경우는 대형 업체들 위주로 형성되어 있다. SW도 밸류체인은 있으나, 빅테크에서 오픈소스로 공개하거나, 중요한 SW는 테슬라처럼 내재화된 경우가 대부분이다. 예컨대, AI 프레임워크 SW인 PyTorch와 TensorFlow의 경우, 각각 메타와 알파벳에서 오픈소스로 공개한 SW 언어이다.

### AI SW의 인프라 기업은 IAAS 기업인 빅테크와 엔비디아

AI SW 기업을 분야별로 나눠보자면, AI의 인프라가 되는 IAAS(Infra As A Service)를 제공하는 Amazon, Alpahbet, Microsoft을 들 수 있다. 또한, GPU라는 하드웨어를 판매하지만, COSMOS, Omiverse 등 피지컬 AI 구동의 구동의 기반이 되는 소프트웨어를 판매하고 있는 Nvidia도 플랫폼 기업으로 분류할 수 있다.

### AI SW기업은 자체 역량을 기반으로 소비자에게 판매하는 경우가 많음

이외, 자체적으로 소비자 단에서 자율주행 서비스를 제공하고 있는 Tesla, Alpahbet(Waymo) 같은 회사들도 SW를 내재화하고 있다는 점에서 SW 밸류체인에 꼽을 수 있다. ABB, Fanuc 같은 산업용 로봇을 제조하는 업체도 마찬가지다.

### 자율주행, 휴머노이드는 향후, 테슬라 VS 엔비디아 연합의 형태로 진행될 것으로 예상

AI SW 기업들은 Nvidia, Alphabet, Tesla 등 메가테크 기업들 위주로 주요 역량을 내재화한 형태로 앞으로도 발전할 가능성이 높다. 다만, 그 기반이 되는 인프라를 분석해보자면, 자체 제작한 HW에 SW를 더해서 자율주행차 - 휴머노이드까지 수직구조를 형성하는 테슬라와 엔비디아의 COSMOS 및 Omniverse 플랫폼 위에서 서비스가 구동되는 엔비디아 연합간의 경쟁 형태로 이어질 가능성이 높다.

표4. 피지컬 AI 관련 AI SW Value chain 및 관련기업 현황

구동분야	관련분야	관련기업
클라우드	IAAS (Infra As A Service)	Amazon, Alphabet, Microsoft
	COSMOS, DOJO	Nvidia, Tesla
	시뮬레이션 엔진	Unity
엣지 컴퓨팅	산업용, 로봇용 Omniverse, ISAAC,	Nvidia
	자율주행	Tesla, Alphabet, Mobile Eye, Apptiv
	산업 자동화 공정	ABB, Fanuc

자료: 대신증권 Research Center

# Ⅲ. 피지컬 AI 적용사례

자율주행차, 로보틱스,  
스마트팩토리, 드론

## 피지컬 AI 적용사례 1. 자율주행차

**피지컬 AI의 적용  
과정. 1. 데이터 수집과  
관련한 센서기술 발전  
2. 엣지단의 HW의 개선  
3. 도메인 데이터 학습으로  
AI 성능 개선**

피지컬 AI가 적용되고 있는 분야는 대표적으로 네개 분야가 있다. 자율주행, 로봇릭스, 드론 그리고 스마트팩토리다. 피지컬 AI 역시 AI기술의 근간인 딥러닝의 연장선상에 있는 기술인 관계로 각 적용처로별로 피지컬 AI가 도입되는 방향은 비슷한 방향성을 지니고 있다. 첫째, 도메인 데이터(각 분야별 AI 학습에 필요한 데이터)를 수집하는 카메라, 레이더 등 센서 기술이 발전한다. 둘째, 자율주행 등 피지컬 AI가 구동되기 쉽도록 HW 및 SW의 개선이 이루어진다. 자동차의 경우, 대표적으로 통합 OS가 도입되게 된다. 셋째, 도메인 데이터를 바탕으로 학습 - 시뮬레이션 - 강화학습을 통해서 완전한 피지컬 AI 도입을 위해 지속적인 개선이 이루어진다.

**자율주행으로의 변화  
1. 전기차로의 품  
팩터 변화**

피지컬 AI가 도입되는 사례 중 자율주행 자동차에 대해서 먼저 살펴보겠다. 자율주행차는 도메인 데이터 수집의 기본이 되는 카메라를 중심으로 기술 발전이 이루어지고 있다. 다만, 악천후 및 가상지도 생성에서 한계가 있기 때문에 레이더나 라이다 등의 다른 센서류 등을 도입하는 자동차 회사들도 많이 존재하며, 모든 종류의 센서 데이터들을 통합해서 관리하는 퓨전 센싱의 방향으로 발전하고 있다.

자율주행을 위한 자동차의 최적화도 진행되고 있다. 첫째, 전기차로의 변화이다. 전기차는 캐즘의 영역에 도달했다는 평가가 많지만, 꾸준한 신차 출하량 증가를 기록하고 있다. 이는 전기차 자체보다도 자율주행 구동까지 고려한 변화인데, 기존의 내연차보다 전기자동차가 자율주행을 구동하기에 유리하기 때문이다. 전기차는 구조가 단순하며, 배터리를 기반으로 하기 때문에 제어가 용이하다는 장점 등이 있기 때문이다

**변화 2. 통합 OS의  
도입을 통한 부품  
축소 및 경량화 실  
현**

둘째, 통합 OS의 도입이다. 이는 테슬라가 먼저 도입한 것으로 기존의 자동차는 개별 센서들에 해당하는 소프트웨어들이 개별적으로 존재했고, 이를 통합적으로 관리하는 OS개념의 소프트웨어가 존재하지 않았다. 테슬라를 시작으로, 도요타, 현대차 등이 자체 통합 OS를 발표하고 있다.

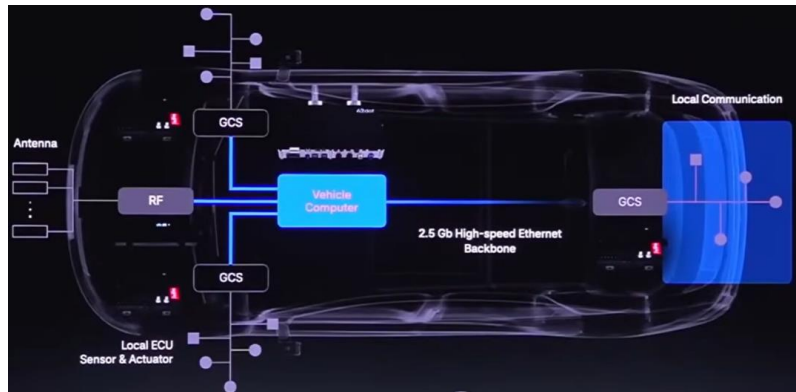
통합 OS는 하드웨어 가상화를 통해 물리적으로 존재하는 1대의 컴퓨터를 가상화하여 여러대의 컴퓨터의 역할을 수행할 수 있게 된다. 센서가 추가될 때 마다 새로운 소프트웨어 코딩이 추가되는 대신, 이제는 통합 OS에 호환되는 드라이버만 설치하게 되면, 바로 자동차 마다 적용이 가능하게 된다. 이를 통해, 소프트웨어 업데이트만으로 자동차의 성능 개선이 이루어질 수 있게 된다.

**도메인 데이터 학습을  
통해 완전 자율  
주행으로 진화 중**

통합 OS의 도입으로 자동차 구조가 단순해짐에 따라서 불필요한 부품의 수가 감소하였다. 각 센서별로 부착되어야 했던 MCU의 수가 감소하였고, 이로 인해서 와이어링 하네스의 탑재량이 감소하면서, 전체 차량의 무게 역시 줄일 수 있게 되었다.

현재 자동차는 점점 자율 주행차에 걸맞는 폼팩터로 변화하고 있다. 동시에, 도메인 데이터를 기반으로 지속적인 성능개선역시 이루어지고 있다. 법적인 문제로 인해서 ADAS 2.5 ++ 정도로 표기되고 있으나, 점차 완전 자율주행에 가까워지는 성능 향상이 나타나고 있다.

그림 36. 통합 OS 를 통해 구조가 단순해지는 자동차



자료: 현대자동차, 대신증권 Research Center

그림 37. 3개의 컨트롤러로 구성된 현대자동차의 통합 OS



자료: 현대자동차, 대신증권 Research Center

표1. 피지컬 AI 적용사례

피지컬 AI 분야 적용사례		관련기업 및 현황
자율주행차	로보택시	Waymo: 美 피닉스 등지서 무인 로보택시 상용 운행 중 Tesla: FSD 기반 로보택시 공개 예정 BYD: 바이두에 자율차 공급, 자체 플랫폼 개발 Baidu: 무인 로보택시 'Apollo Go' 상용 서비스 중
로보틱스	휴머노이드	Tesla Optimus: 테슬라 공장 내 단순 반복 작업 수행 Figure AI: BMW 공장 부품 조립 업무 적용
드론	방산용 드론	Anduril: AI 자율 드론으로 군 정찰, 타격 임무 수행
스마트팩토리	디지털 트윈	Nvda: BMW 와 Omniverse 로 디지털 트윈 공동 구축

자료: 대신증권 Research Center



## 피지컬 AI 적용사례 2. 로봇틱스

**로봇틱스 역시 자율주행차와 비슷한 발전 양상. 폼팩터 변경 → 학습을 통한 효율화**

향후, 가장 큰 시장으로 성장할 것으로 예상되는 휴머노이드 역시 역시 자율주행차와 비슷한 형태로 발전을 하고 있다. 기존의 내연차라는 폼팩터에서 전기차로 변환되고, 통합 OS가 탑재되면서 폼팩터가 자율주행에 적합한 형태로 변화하듯이, 로봇 역시 기존의 팔 형태의 단순한 산업용, 협동용 로봇에서 인간을 닮은 휴머노이드 형태로 큰 틀의 변화가 나타나고 있다.

**휴머노이드의 한계. 액츄에이터, 배터리**

이는 기존의 룰 베이스 알고리즘에서는 정형화된 패턴만을 만들어주지 못 했던 AI의 한계로 로봇이 적용될 수 있는 분야가 한정적이었기 때문이다. 이로 인해서 반복적인 공정에 최적화된 팔 형태의 로봇이 발전한 것이다. 하지만, 이제는 딥러닝을 통해서 이전에는 구현하지 못 했던 행위가 가능해짐에 따라서 인간 형태의 휴머노이드가 본격적으로 주목받기 시작한 것이다.

다만, 휴머노이드의 경우, 아직까지 구현이 완벽하게 이루어지고 있지는 않다. 또, 하드웨어 측면에서 인간의 손동작과 유사한 미세한 손동작의 구현이 어려워 액츄에이터와 센서 등의 발전이 필요하다. 배터리 역시 문제인데, 지금의 액츄에이터가 부담할 수 있는 무게에서는 배터리가 얼마 가지 못 한다는 단점이 있다. 프로세서 역시 여러 대가 아닌, 한 대의 SoC로 옛지 컴퓨팅을 실시하고 있다. 이런 물리적인 한계로 인해서 국내 업체를 중심으로 인간 형태의 두 다리를 가진 휴머노이드가 아닌, 바퀴가 달린 휴머노이드가 먼저 도입될 것으로 예상하기도 한다.

**완전 휴머노이드 보다 먼저 도입될 AI Worker의 개념. 일부 공장 고정예 투입**

휴머노이드가 적용되는 분야는 단순 작업 공정에서 산업 공정 전반 그리고 나아가서는 인간의 가정에까지 확대되는 것을 목표로 하고 있다. 시장 규모는 뒤로 갈수록 더 대규모가 될 것으로 예상되며, 난이도 역시 높아질 것으로 예상된다.

AI인프라와 관련한 경쟁구도는 자율주행차와 동일하다. 자체 로봇틱스를 제조하는 테슬라는 DOJO를 통해서 로봇의 제조부터 로봇의 SW까지 통합해서 제조하는 방향으로 발전하고 있다. 엔비디아는 COSMOS와 Omniverse, ISAAAC을 통해서 휴머노이드를 제조하는 회사들에 AI 학습 및 SW와 관련한 인프라와 엣지단에서의 GPU 판매까지 목표로 하고 있다.

**모든 분야에 적용될 일반 휴머노이드는 막대한 데이터 학습 필요. 테슬라 VS. 엔비디아 연합 진영으로 좁혀질 경쟁구도**

시장에서 예상하는 휴머노이드가 되기 위해서는 특정 작업에 특화된 휴머노이드가 아니라 모든 작업 분야에 적용이 가능한, 일반 지능에 가까운 휴머노이드가 도입되어야 한다. 예컨대, 기사일을 맡긴다고 했을 때, 식기 세척기의 작동, 세탁기의 작동 그리고 청소기의 작동까지 모두 도맡아서 하는 휴머노이드를 시장에서는 예상하고 있다. 특정한 작업에만 특화된 휴머노이드라면, 예상만큼 파급력은 크지 못 할 것이다.

일반 지능에 유사한 휴머노이드의 구현을 위해서는 대규모의 데이터와 이를 학습해서 시물레이션 후, 강화학습까지 할 수 있는 자본력과 기술력이 필요하다. 현재의 경쟁구도에서 가능한 기업은 몇 개 없을 것으로 예상된다. 자율주행과 마찬가지로 테슬라와 엔비디아 연합군의 대결로 귀결될 가능성이 높다.



그림 38. 공장용 산업용 로봇(KUKA)



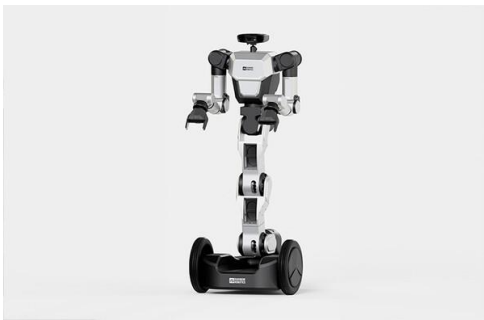
자료: KUKA, 대신증권 Research Center

그림 39. 협동 로봇(Universal Robotics)



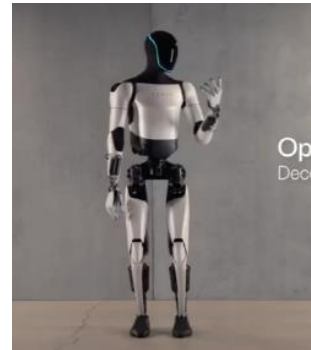
자료: Universal Robotics, 대신증권 Research Center

그림 40. 바퀴형 휴머노이드 (레인보우 로보틱스)



자료: 레인보우로보틱스, 대신증권 Research Center

그림 41. 인간형태 휴머노이드 (테슬라 옵티머스)



자료: Tesla, 대신증권 Research Center

### 피지컬 AI 적용사례 3. 드론

대표 드론 기업:

안두릴

퓨전 센싱을 통해 3차원 전장 지도 생성 후, 엔드투엔드 방식으로 AI 구현

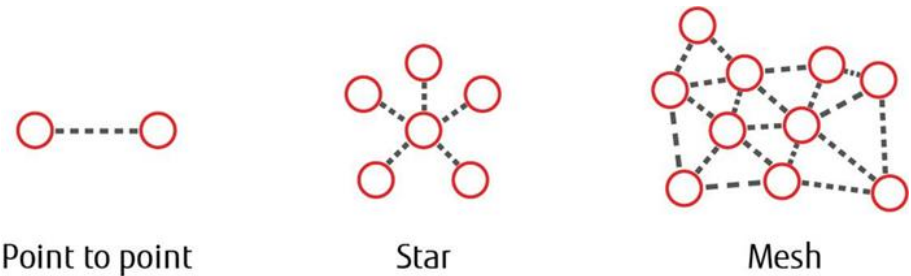
피지컬 AI를 드론에 도입하고 있는 대표적인 기업은 안두릴(Anduril)이다. 안두릴의 통합 OS는 Lattice OS로 매쉬 네트워크를 연동해 개별 엣지들간의 연동이 가능한 형태로 구현된다. 또한, Lattice SDK을 제공하여, 각 드론 제조사들이 Lattice OS와 호환할 수 있는 구조를 제공한다.

드론 역시, 자율주행차와 로봇과 마찬가지로 비슷한 구조로 발전하게 된다. 현재,드론은 주로 방산과 관련한 분야에 발전되어 있다. 안두릴은 카메라, 레이더, 라이다 등의 센서 데이터를 퓨전하여, 3차원 전장 지도를 형성한다. 수집한 데이터들을 기반으로 사람의 개입없이 딥러닝 알고리즘만으로 의사결정이 내려지는 엔드 투 엔드 방식이 적용된다.

안두릴의 Lattice OS의 특이점은 3차원 전장지도를 형성한 다음, 매쉬 네트워크를 통해서 중앙제어 없이 각 엣지간의 소통이 가능하다는 점이다. 이는 자율주행차의 V2V와 비슷한 개념이다. 각 엣지들은 상호 커뮤니케이션 하며, 한 엣지가 사라지더라도 상호보완해주는 방식을 채택하고 있다.

안두릴의 경우, 자체 학습 플랫폼은 보유하고 있지 않지만, Open AI와 Palantir와의 협업을 통해서 알고리즘의 정교화 및 의사결정에 사용하고 있다.

그림 42. 매쉬 네트워크를 형성하는 안두릴의 Lattice OS



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 43. 안두릴 다목적 드론



자료: 안두릴, 대신증권 Research Center

## 피지컬 AI 적용사례 4. 스마트 팩토리

기존 공장과 똑 같은 가상의 공장을 만드는 디지털 트윈

피지컬 AI는 스마트 팩토리에 적용되고 있다. 대표적인 스마트 팩토리는 디지털 트윈이다. 기존의 공장과 동일한 가상의 시뮬레이션 공장을 디지털 세계에 창조하여, 공정의 자동화를 수행하는 개념이다. 예컨대, 신규로 공장을 짓는다고 했을 때, 미리 설계한 도면대로 디지털 공장을 건축한 다음 필요할 경우, 디지털 공간에서 설계의 도면을 바꾸는 방식이다. 미리 디지털 트윈을 통해 공장을 가동해볼 수 있으며, 이 과정에서 최적화된 루트에 따라서 공장의 설계를 변경하는 식으로 사용될 수 있다.

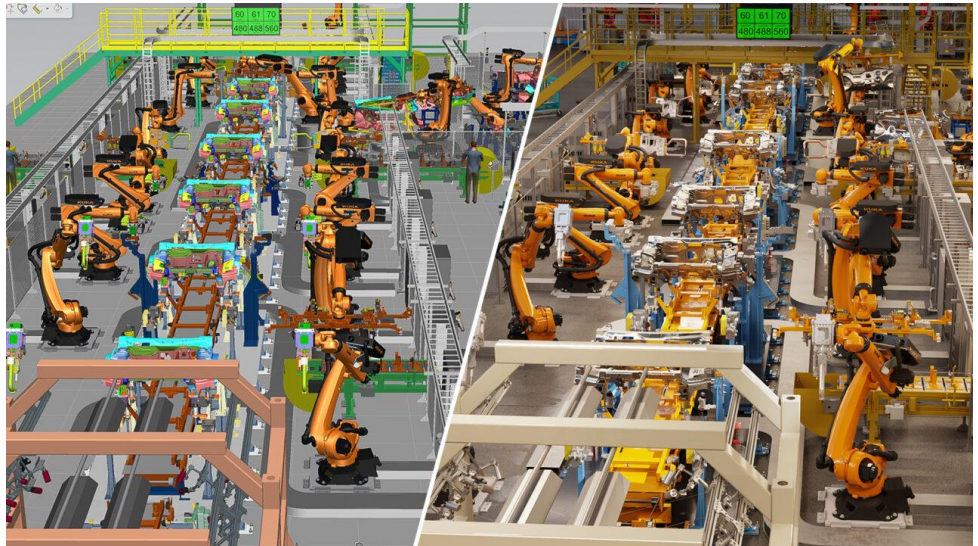
디지털 트윈 스마트 팩토리와 관련한 대표적인 사례로는 BMW와의 공장 사례가 있다. BMW는 Nvidia의 omniverse 플랫폼을 이용하여, 디지털 트윈 공정의 도입하여 공장을 신축하였다. 이를 통해 30%의 효율성 제고와 유연한 생산 대응이 가능해졌다고 한다. 이외에도 엔비디아는 Foxcon, 삼성전자 등과 협업한 바 있다.

스마트 팩토리의 경우, 엔비디아 이외에도 지멘스, Honeywell 등의 업체들도 비슷한 사업을 영위하고 있다.

PLC 업체와 협업을 통해 완전한 디지털 공장 구동이 가능해짐

지멘스의 경우, Nvidia와 협업하였는데, 지멘스가 구축한 PLC(Programmable Logic Controller)에 엔비디아의 Omniver의 구동이 가능하도록 협업하고 있다. PLC는 대표적으로 사용되는 산업용 제어 시스템으로 지멘스와 엔비디아의 협업을 통해, 디지털 트윈에서 PLC까지 같이 제어할 수 있게 된 것이다.

그림 44. 엔비디아의 BWM 공장 디지털 트윈 적용사례



자료: Nvidia, 대신증권 Research Center

# 퓨런티어 (178320)

# 자율주행 시장과 동반 성장

- 국내 고객사향 으로 카메라 모듈 조립용 장비 제조 사업 영위.
- 자율 주행 고도화에 따라 카메라 채택 수 및 화소수 증가 중
- 25년 까진 부진한 실적 예상되나, 26년부터 실적 개선 예상

Jangwook.Park@daishin.com  
박장욱

투자의견

N.R

6개월  
목표주가

N.R

현재주가  
(23.07.19)

16,380

스몰캡 업종

## 카메라 모듈 조립용 장비 제조사업자

이미지 센서와 렌즈를 정밀 조립하는 데 사용되는 Active Align 등 카메라 모듈 제조용 장비를 주요 사업으로 영위 중. 북미 주요 전기차 업체를 고객사로 두고 있는 국내 주요 카메라 모듈제조사를 주요 고객사로 두고 있음.

## 자율주행 고도화에 따른 카메라 화소 및 예상

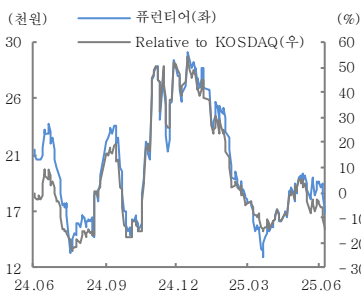
자율주행이 고도화됨에 따라 차량 당 탑재되는 카메라의 숫자 및 화소수는 증가 중. 대표 전기차 업체인 테슬라의 경우, HW4에서는 차량당 5MP 화소, 12개의 카메라를 탑재했다면, 올해 하반기 출시 예상되는 HW5에서는 5 ~ 8 MP화소, 12 ~ 14개의 카메라 탑재가 예상됨. 자율주행 아키텍처 설계 업체인 Aptiv의 경우도 기존의 Gen7에서는 차량당 3MP, 8MP의 화소수와 5 ~ 7개의 카메라 탑재했다면, Gen8에서는 8MP, 12MP 화소수와 8개 이상의 카메라 탑재가 예상됨.

## 25년까지는 부진한 실적 전망

전기차 캐즘 등으로 전방 고객사의 저조한 투자로 인해서 25년까지는 부진한 실적이 이어질 예상. 25년 하반기부터 로봇택시 등 자율주행서비스들의 본격적인 시작과 함께 투자 재개와 함께 실적 개선세가 이어질 것으로 전망함.

KOSDAQ	781.56
시가총액	1,402억원
시가총액비중	0.04%
자본금(보통주)	43억원
52주 최고/최저	29,250원 / 12,860원
120일 평균거래대금	47억원
외국인지분율	4.50%
주요주주	하이비전시스템 외 1인 30.71% 배상신 외 3인 7.18%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-15.5	-0.6	-36.8	-20.9
상대수익률	-21.4	-10.0	-46.1	-15.1



## 영업실적 및 주요 투자지표

(단위: 억원, 원, %)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	465	253	188	473	549
영업이익	72	-38	-54	76	102
세전순이익	83	-8	-46	84	109
총당기순이익	75	1	-46	54	89
지배지분순이익	75	1	-46	54	89
EPS	922	8	-536	628	1,044
PER	36.2	3,486.2	NA	28.2	17.0
BPS	6,011	5,732	4,992	5,619	6,663
PBR	5.6	4.6	3.3	2.9	2.5
ROE	17.2	0.1	-10.2	11.8	17.0

주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출  
자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

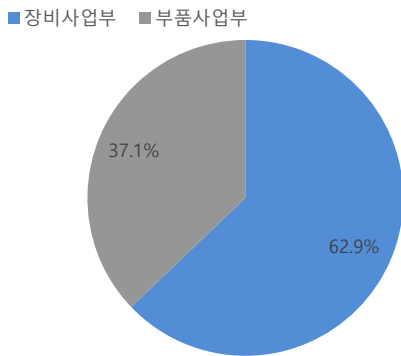
### 카메라 모듈 제조용 장비 제조

카메라 모듈 제조에 사용되는 장비를 주요 사업으로 영위

동사는 카메라 모듈 제조에 사용되는 장비 및 부품 사업을 주요 사업으로 영위하고 있다. 카메라의 화상 품질 극대화를 위한 이미지센서와 렌즈를 정밀 조립하는 Active Align, 카메라의 광학적 특성 차이를 보정하는 검사 공정 장비인 Intrinsic Callibration 등을 주요 장비로 제조 및 납품 중에 있다.

25년 까지는 주요 고객사의 카메라 모듈 부문 투자가 저조함에 따라 동사의 실적도 부진할 것으로 예상되나, 로봇택시 등 자율주행과 관련한 본격적인 서비스가 시작됨에 따라 26년 이후, 본격적인 투자 본격화에 따른 수혜를 예상된다.

그림 1. 1Q25 기준. 매출비중



자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

그림 2. 퓨런티어 카메라 모듈 공정 장비



자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center

그림 3. 퓨런티어 분기 및 연도별 실적추이 및 전망

(단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	23A	24A	25F	26F	27F
<b>매출액</b>	<b>98</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>465</b>	<b>253</b>	<b>188</b>	<b>473</b>	<b>549</b>
YoY(%)	99.8%	2.0%	-69.8%	-18.3%	-20.4%	73.0%	-45.6%	-25.9%	152.0%	16.0%
장비사업부	65	76	18	12	4	287	171	122	339	365
부품사업부	33	25	12	12	16	179	82	66	134	184
<b>매출총이익</b>	<b>33</b>	<b>54</b>	<b>-4</b>	<b>-4</b>	<b>4</b>	<b>179</b>	<b>79</b>	<b>57</b>	<b>170</b>	<b>214</b>
YoY(%)	-56.6%	13.8%	적자전환	적자전환	-88.8%	93.5%	-55.6%	-28.7%	201.0%	25.7%
매출총이익률	33.2%	53.8%	-11.9%	-14.3%	18.6%	38.4%	31.3%	30.1%	36.0%	39.0%
<b>영업이익</b>	<b>0.3</b>	<b>29</b>	<b>-29</b>	<b>-39</b>	<b>-21</b>	<b>72</b>	<b>-38</b>	<b>-54</b>	<b>76</b>	<b>102</b>
YoY(%)	-99.3%	58.1%	적자전환	적자지속	적자전환	338.8%	적자전환	적자지속	-242.9%	32.8%
영업이익률	0.3%	29.3%	-94.5%	-156.3%	-105.5%	15.4%	-14.8%	-28.5%	16.2%	18.5%
<b>세전이익</b>	<b>10</b>	<b>36</b>	<b>-35</b>	<b>-19</b>	<b>-19</b>	<b>83</b>	<b>-8</b>	<b>-46</b>	<b>84</b>	<b>109</b>
YoY(%)	-83.2%	98.5%	적자전환	적자지속	적자전환	264.6%	적자전환	적자지속	-283.3%	29.7%
세전이익률	10.2%	36.3%	-115.0%	-77.8%	-97.4%	17.9%	-3.0%	-24.4%	17.8%	19.9%
<b>당기순이익</b>	<b>9</b>	<b>29</b>	<b>-27</b>	<b>-10</b>	<b>-14</b>	<b>75</b>	<b>1</b>	<b>-46</b>	<b>54</b>	<b>89</b>
YoY(%)	-84.0%	123.7%	적자전환	적자유지	적자전환	279.6%	-99.2%	적자전환	-217.3%	66.1%
당기순이익률	9.1%	28.7%	-90.9%	-38.8%	-70.2%	16.2%	0.2%	-24.4%	11.4%	16.3%

자료: 퓨런티어, 대신증권 Research Center 추정

### 점점 고도화되는 자율주행과 카메라 스펙

자율주행 고도화로 카메라 채택 수 및 화소 수 개선 진행 중

현재의 자율주행은 Level 2에서 완전 자율 주행이 가능한 Level3을 향해서 고도화되고 있는 상황이다. 자율주행 단계가 고도화됨에 따라 글로벌 주요 ADAS 및 자율주행 관련 업체들의 향후, 모델들의 카메라 탑재대수 및 화소수도 증가할 것으로 예상된다. 자율주행의 주요 품팩터인 전기차의 경우, 현재 전기차 충전소 등의 문제로 성장통을 겪고 있지만, 테슬라의 로봇 택시 등 완전 자율 주행 서비스가 시행되면, 재차 성장 고도에 들어갈 것으로 예상된다.

그림 4. 테슬라 HW 별 카메라 탑재 갯수 및 화소수 전망

	HW 1	HW 2	HW 2.5	HW 3	HW 4	HW 5 예상
최초 출시일	2014년 10월	2016년 10월	2017년 8월	2019년 4월	2023년 1월	2025년 하반기
카메라 해상도	-	1.2 MP	1.2 MP	1.2 MP	5 MP	5 MP ~ 8MP
카메라 개수	1 개	8 개	8 개	9 개	최대 12개	12 ~ 14개
초음파 센서	12개 (5m 범위)	12개 (8m 범위)	12개 (8m 범위)	12개 (8m 범위)	없음	없음
레이더 상태/유형	존재	존재	존재	제거	존재	존재

자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 5. Mobile Eye HW 별 카메라 탑재 갯수 및 화소수 전망

	EyeQ4	EyeQ5	EyeQ6	EyeQ7 E	
출시일		2018년	2021년	2024년	2025년 이후
카메라 해상도		1.3 MP	8 MP	8 MP	8 MP 이상
카메라 개수 *		1 대 ~ 3 대	~ 11 대	~ 13 대	14 대 이상

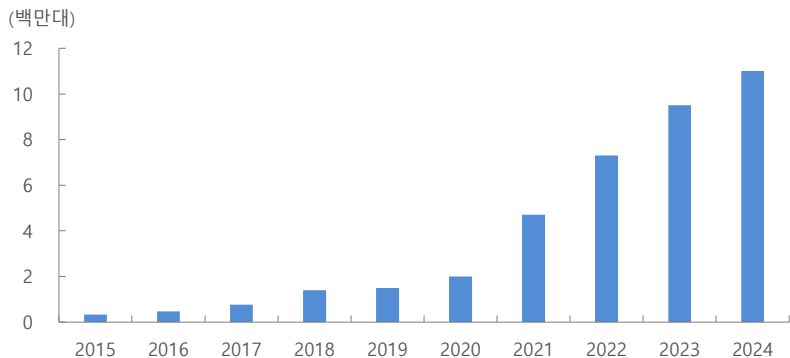
자료: 대신증권 Research Center / 주: Tier1 업체는 OEM 업체별로 달라 평균 추정치로 계산함

그림 6. Aptiv HW 별 카메라 탑재 갯수 및 화소수 전망

	Gen 6	Gen 7	Gen 8 E	
최초 출시일	2017년	2020년	미정	
카메라 해상도		3MP	3MP 또는 8MP	8MP 또는 12MP
카메라 개수 *		5 ~ 7개	5 ~ 7개	8개 이상

자료: 대신증권 Research Center / 주: Tier1 업체는 OEM 업체별로 달라 평균 추정치로 계산함

그림 7. 연간 글로벌 전기차 출하대수 추이



자료: IEA, 대신증권 Research Center 추정



재무제표

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	465	253	188	473	549
매출원가	287	174	131	303	335
매출총이익	179	79	57	170	214
판매비와관리비	107	117	110	94	112
영업이익	72	-38	-54	76	102
영업이익률	15.4	-14.8	-28.5	16.2	18.5
EBITDA	82	-27	-49	80	104
영업외손익	12	30	8	8	7
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	14	32	9	9	9
외환관련이익	4	4	2	2	2
금융비용	-5	-1	0	0	0
외환관련손실	4	0	0	0	0
기타	3	-2	-2	-2	-2
법인세비용차감전순손익	83	-8	-46	84	109
법인세비용	-8	8	0	-30	-20
계속사업순손익	75	1	-46	54	89
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	75	1	-46	54	89
당기순이익률	16.2	0.2	-24.4	11.4	16.3
비지배자분순이익	0	0	0	0	0
지배자분순이익	75	1	-46	54	89
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	0	0	0	0	0
포괄순이익	75	1	-46	54	89
비지배자분포괄이익	0	0	0	0	0
지배자분포괄이익	75	1	0	0	0

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
EPS	922	8	-536	628	1,044
PER	36.2	3,486.2	NA	28.2	17.0
BPS	6,011	5,732	4,992	5,619	6,663
PBR	56	46	3.3	29	2.5
EBITDA/PS	1,010	-325	-570	933	1,217
EV/EBITDA	290	NA	NA	13.5	9.7
SPS	5,707	3,073	2,194	5,528	6,412
PSR	59	86	7.5	30	2.6
CFPS	1,118	-197	-526	976	1,258
DPS	0	0	0	0	0

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
성장성					
매출액 증가율	73.0	-45.6	-25.9	152.0	16.0
영업이익 증가율	338.8	적전	적지	흑전	32.8
순이익 증가율	279.6	-99.2	적전	흑전	66.1
수익성					
ROC	61.4	3.5	-74.6	47.9	56.2
ROA	13.1	-6.8	-11.2	15.9	18.2
ROE	17.2	0.1	-10.2	11.8	17.0
안정성					
부채비율	22.5	7.1	5.1	6.5	5.9
순차입금비율	-70.2	-78.2	-79.5	-66.6	-68.7
이자보상배율	51.4	-46.6	0.0	0.0	0.0

자료: 푸린티어, 대신증권 Research Center

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
유동자산	508	461	409	476	570
현금및현금성자산	353	124	89	153	280
매출채권 및 기타채권	45	40	31	69	79
재고자산	102	43	32	81	94
기타유동자산	7	254	257	173	117
비유동자산	93	46	39	36	34
유형자산	8	5	3	2	1
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	86	40	36	34	32
자산총계	601	506	449	512	604
유동부채	106	31	19	28	30
매입채무 및 기타채무	36	19	16	27	30
차입금	0	0	0	0	0
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	71	12	2	1	0
비유동부채	4	3	3	3	4
차입금	0	0	0	0	0
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	4	3	3	3	4
부채총계	111	34	22	31	34
자본지분	490	473	427	481	570
자본금	41	43	43	43	43
자본잉여금	325	328	328	328	328
이익잉여금	103	104	58	112	201
기타자본변동	20	-2	-2	-2	-2
비지배자지분	0	0	0	0	0
자본총계	490	473	427	481	570
순차입금	-344	-370	-340	-320	-392

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업활동 현금흐름	127	-6	-93	-87	3
당기순이익	75	1	-46	54	89
비현금항목의 가감	16	-17	1	30	18
감가상각비	11	11	5	3	3
외환손익	2	-9	-8	-8	-8
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	4	-18	4	34	24
자산부채의 증감	30	0	-48	-141	-86
기타현금흐름	6	10	1	-30	-19
투자활동 현금흐름	-19	-228	-3	83	56
투자자산	-5	26	0	0	0
유형자산	-4	-1	-1	-1	-1
기타	-9	-253	-2	84	56
재무활동 현금흐름	3	-3	-8	-8	-8
단기차입금	0	0	0	0	0
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	0	0	0	0
유상증자	9	5	0	0	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-6	-8	-8	-8	-8
현금의 증감	111	-229	-34	64	127
기초 현금	243	353	124	89	153
기말 현금	353	124	89	153	280
NOPLAT	65	3	-54	49	83
FCF	62	10	-50	51	85



# 에스오에스랩 (464080)

## Company Report

# 피지컬Si와 라이다의 시간

- 라이다 센서 및 모듈 제조 사업 영위. 주요 원가부문 내재화
- 피지컬 Si 시장 성장과 함께 SLAM용으로 성장이 기대되는 라이다
- 로보틱스 이후, 모빌리티향 매출 발생이 기대됨

Jangwook.park@daishin.com  
박장욱

투자의견 **N.R**

6개월  
목표주가 **N.R**

현재주가 **13,720**  
(25.06.27)

통신장비업종

### 라이다 센서 및 모듈 제조 업체

동사는 라이다 센서를 모듈화 하는 업체로 레이저의 발광부인 VCSEL 센서와 수광부인 SPAD 센서를 모듈화하여 판매함. 동사의 주요 전방 산업은 모빌리티, 로보틱스, 산업/인프라, 스마트시티로 구분됨. 모빌리티는 자율주행 및 ADAS용, 로보틱스도 퓨전센싱에 사용되는 라이다를 제공함. 산업/인프라는 공항에 주차되어 있는 차량수를 세는 센싱용으로 사용됨

### 로보틱스와 함께 성장이 예상되는 라이다 시장

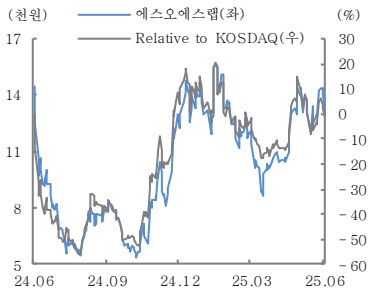
동사의 가장 큰 폭의 매출 성장이 예상되는 분야는 피지컬Si인 로보틱스 분야임. 라이다는 자율주행차뿐 아니라 로봇청소기, AMR 등 로보틱스 분야에서 정밀한 위치 추정 및 이동을 위한 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 동시적 위치 추정 및 지도작성)에 사용됨

### 로보틱스에 더해 북미 모빌리티향 매출 성장 기대됨

동사의 경우, 양산 매출이 아직 본격적으로 발생하고 있지 않음. 다만, 다양한 고객사향 로보틱스 매출 발생이 기대되며, 북미 모빌리티 고객사향 매출 발생시, 본격적인 실적 성장을 예상함

KOSDAQ	781.56
시가총액	2,426억원
시가총액비중	0.06%
자본금(보통주)	18억원
52주 최고/최저	15,650원 / 5,040원
120일 평균거래대금	230억원
외국인지분율	3.46%
주요주주	정지성 외 3인 24.67%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-0.7	21.4	6.2	10.4
상대수익률	-7.6	9.9	-9.5	18.4



### 영업실적 및 주요 투자지표

(단위: 억원, 원, %)

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	41	49	142	212	259
영업이익	-83	-128	-20	17	34
세전순이익	60	-120	-19	19	35
총당기순이익	60	-120	-19	14	27
지배지분순이익	60	-120	-19	14	27
EPS	655	-720	-106	82	155
PER	0.0	NA	NA	150.3	79.1
BPS	2,163	1,924	1,703	1,784	1,940
PBR	0.0	7.0	8.1	7.7	7.1
ROE	-31.3	-46.1	-6.0	4.7	8.3

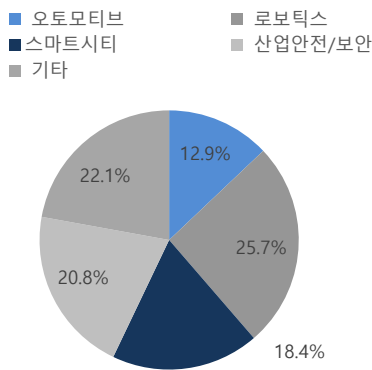
주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출  
자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

### 다양한 산업분야로 매출 발생 중

오토모티브, 로보틱스, 스마트시티 등 다양한 분야에서 매출 발생 중

1Q25 기준 오토모티브, 로보틱스, 스마트시티, 산업안전/보안 등 다양한 분야에 고르게 매출 발생하고 있다. 다만, 아직까지 본격적인 양산 매출이 발생하지 않은 상황이다. 동사의 주요제품은 3D Lidar로 고해상도의 3D 데이터를 실시간으로 생성하는 센서이다. 동사는 국내 반도체사 OTH용 2D Lidar 국산화 이후, 3D Lidar 개발에 성공하여 모빌리티 및 로보틱스 분야에 진출하고 있다.

그림 1. 에스오에스랩 1Q25 기준 매출 비중



자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

그림 2. 에스오에스랩 3D LiDAR

**자사 제품**

ML 3D LiDAR

(Mobility LiDAR)

- ✔ **완전 고정형 구조 (Solid-state)**  
 카메라와 유사한 완전 고정형 구조 라이다
- ✔ **독자구조/제조원가 절감 제품**  
 핵심 부품 최적 설계를 통한 독자구조 구축
- ✔ **소형화/경량화**  
 다양한 위치에 설치 용이



자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

그림 3. 에스오에스랩 분기 및 연도별 실적추이 및 전망

(단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	23A	24A	25F	26F	27F
<b>매출액</b>	22	5	9	13	8	41	49	142	212	259
yoy	81.6%	-79.1%	102.3%	35.9%	-36.2%	75.6%	20.3%	188.1%	49.1%	22.0%
오토모티브	2	0	0	1	3	0	4	12	16	34
로보틱스	4	1	2	5	1	0	12	91	152	176
스마트시티	6	2	0	4	0	0	14	13	15	18
산업안전/보안	3	1	5	1	0	0	9	15	16	17
기타	7	1	2	2	3	0	12	11	13	14
<b>매출총이익</b>	8	3	4	1	4	15	16	79	121	142
YoY	435.5%	-56.9%	113.3%	-79.8%	-55.6%	454.7%	3.7%	410.0%	52.0%	17.7%
매출총이익률	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<b>영업이익</b>	-25	-32	-34	-37	-44	-83	-128	-20	17	34
YoY	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	적자유지	흑자전환	98.3%
영업이익률	-111.2%	-689.0%	-361.4%	-287.7%	-533.2%	-202.9%	-259.9%	-14.2%	8.0%	13.0%
<b>세전이익</b>	-24	-31	-30	-35	-43	-60	-120	-19	19	35
YoY	적자유지	적자유지	적자전환	적자유지	적자유지	흑자전환	적자전환	적자유지	흑자전환	90.0%
세전이익률	-105.7%	-669.8%	-317.5%	-268.6%	-520.5%	146.7%	-242.2%	-13.1%	8.7%	13.6%
<b>당기순이익</b>	-24	-31	-30	-35	-43	-60	-120	-19	14	27
YoY	적자유지	적자유지	적자전환	적자유지	적자유지	흑자전환	적자전환	적자유지	흑자전환	90.0%
당기순이익률	-105.7%	-669.8%	-317.5%	-268.6%	-520.5%	146.7%	-242.2%	-13.1%	6.8%	10.6%

자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center 추정

### 다양한 로봇틱스에 적용되는 Lidar

로봇틱스의 정밀한 움직임을 위한 SLAM 분야에 사용되는 Lidar 센서

Lidar는 자율주행뿐 아니라 움직임이 필요한 로봇틱스 분야에서 다양하게 적용되고 있다. 로봇 청소기, 물류를 운반하는 AMR 등에서 사용되고 있다. 라이다는 레이저 빛을 직접 발광하는 방식으로 정확한 사물의 위치를 추정할 수 있다는 장점이 있다. SLAM(Simultaneous Localization and Mapping, 동시적 위치 추정 및 지도작성)에 사용된다. SLAM은 실시간으로 주변 사물을 컴퓨터가 인지할 수 있도록 3D 지도를 그리는 것으로 카메라에 Lidar를 조합한 퓨전 센싱 기술을 사용시, 좀 더 정확하고 구체적으로 지도를 그려낼 수 있다.

로봇 분야의 향후 CAGR 성장 전망은 20% 이상

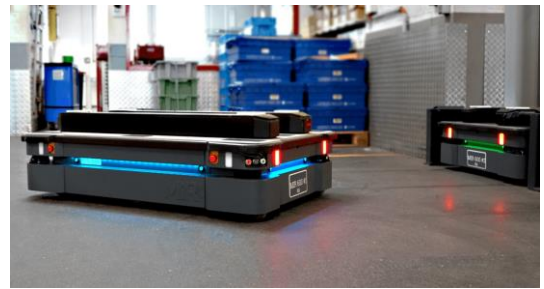
시장데이터 조사 기관인 statzon에 따르면, 로봇틱스 분야는 가구, 메디컬, 로지스틱스 등 다양한 분야에서 향후 20% 이상의 CAGR가 예상된다. 로봇틱스 시장의 성장 속 움직임과 관련된 분야에서는 정밀한 움직임 수행을 위한 Lidar센서의 채택과 이에 따른 동사의 수혜를 예상한다.

그림 4. Lidar를 사용하는 로봇청소기



자료: 산업자료, 대신증권 Research Center

그림 5. Lidar를 사용하는 물류로봇 (AMR)



자료: 서진시스템, 대신증권 Research Center

그림 6. 분야별 로봇틱스 시장 규모 및 성장 전망

(단위: 십억달러)

적용처	2023	2024	2025	2033	CAGR % (2024 - 2033)
Household	6.1	7.4	9.1	47	22.75%
Medical	3.2	4	4.9	26.6	23.47%
Field	2.5	3	3.6	16.2	20.55%
Defence, Rescue, and Security	3.9	4.7	5.9	32.4	23.78%
Entertainment, Education, and Personal	4.6	5.5	6.6	28.5	20.10%
Public Relation	5.3	6.4	7.8	37.4	21.63%
Inspection and Maintenance	5.9	7.2	8.7	41.2	21.45%
Logistics	0.8	1	1.2	6.7	23.90%
Construction and Demolition	2	2.5	3.1	16.5	23.34%
Marine	5.9	7.1	8.6	40.7	21.43%
Research and Space Exploration	0.5	0.6	0.7	3.7	22.48%
Total	40.7	49.4	60.2	296.9	22.05%

자료: Statzon, Apollo Research Reports, 대신증권 Research Center

재무제표

포괄손익계산서	(단위: 억원)				
	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	41	49	142	212	259
매출원가	26	34	63	91	116
매출총이익	15	16	79	121	142
판매비와관리비	98	144	100	104	109
영업이익	-83	-128	-20	17	34
영업이익률	-202.9	-259.9	-14.2	8.0	13.0
EBITDA	-76	-119	-8	33	53
영업외손익	143	9	2	2	2
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	163	9	0	0	0
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-19	-1	0	0	0
외환관련손실	0	0	0	0	0
기타	0	1	1	1	1
법인세비용차감전순손익	60	-120	-19	19	35
법인세비용	0	0	0	-4	-8
계속사업순손익	60	-120	-19	14	27
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	60	-120	-19	14	27
당기순이익률	146.7	-242.2	-13.1	6.8	10.6
비지배자분순이익	0	0	0	0	0
지배자분순이익	60	-120	-19	14	27
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	-3	-2	-1	-1	-1
포괄순이익	58	-121	-20	13	27
비지배자분포괄이익	0	0	0	0	0
지배자분포괄이익	58	-121	0	0	0

Valuation 지표	(단위: 원 배 %)				
	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
EPS	655	-720	-106	82	155
PER	0.0	NA	NA	150.3	79.1
BPS	2,163	1,924	1,703	1,784	1,940
PBR	0.0	7.0	8.1	7.7	7.1
EBITDAFS	-833	-719	-46	189	299
EV/EBITDA	1.9	NA	NA	68.1	42.8
SPS	447	297	804	1,199	1,463
PSR	0.0	45.4	17.1	11.4	9.4
CFPS	-680	-525	135	370	480
DPS	0	0	0	0	0

재무비율	(단위: 원 배 %)				
	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
성장성					
매출액 증가율	75.6	20.3	188.1	49.1	22.0
영업이익 증가율	적지	적지	적지	흑전	98.3
순이익 증가율	흑전	적전	적지	흑전	90.0
수익성					
ROC	-155.0	-149.8	-17.6	9.6	16.1
ROA	-39.5	-39.5	-5.2	4.2	7.7
ROE	-31.3	-46.1	-6.0	4.7	8.3
안정성					
부채비율	30.0	22.2	29.4	32.5	33.4
순차입금비율	-72.0	-64.1	-56.4	-48.7	-47.1
이자보상비율	-4.4	-94.4	0.0	0.0	0.0

자료: 에스오에스랩, 대신증권 Research Center

재무상태표	(단위: 억원)				
	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
유동자산	231	307	293	313	346
현금및현금성자산	11	24	23	37	72
매출채권 및 기타채권	14	20	22	29	35
재고자산	34	33	47	71	86
기타유동자산	172	230	201	176	154
비유동자산	28	84	97	105	111
유형자산	20	43	56	65	71
관계기업투자금	0	0	0	0	0
기타비유동자산	8	42	41	40	40
자산총계	258	391	390	418	457
유동부채	45	42	49	53	54
매입채무 및 기타채무	11	13	25	33	38
차입금	32	27	21	16	10
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	3	2	3	4	6
비유동부채	15	29	39	50	60
차입금	3	13	23	33	43
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	11	16	17	17	18
부채총계	60	71	89	103	114
자본지분	199	320	301	315	343
자본금	15	18	18	18	18
자본잉여금	742	975	975	975	975
이익잉여금	-593	-714	-733	-719	-691
기타자본변동	34	42	42	42	42
비지배자지분	0	0	0	0	0
자본총계	199	320	301	315	343
순차입금	-143	-205	-170	-154	-161

현금흐름표	(단위: 억원)				
	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업활동 현금흐름	-88	-124	13	32	55
당기순이익	60	-120	-19	14	27
비현금항목의 가감	-123	32	43	51	57
감가상각비	7	9	12	16	19
외환손익	0	0	0	0	0
지분법평가손익	0	0	0	0	0
기타	-129	23	31	35	38
자산부채의 증감	-27	-41	-11	-30	-22
기타현금흐름	1	5	0	-4	-8
투자활동 현금흐름	-86	-94	-8	-12	-16
투자자산	-4	0	0	0	0
유형자산	-7	-24	-24	-24	-24
기타	-76	-70	16	12	9
재무활동 현금흐름	179	230	-5	-5	-5
단기차입금	0	-5	-5	-5	-5
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	3	10	10	10	10
유상증자	726	235	0	0	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-550	-9	-9	-9	-9
현금의 증감	5	13	-1	14	35
기초 현금	6	11	24	23	37
기말 현금	11	24	23	37	72
NOPLAT	-83	-128	-20	13	26
FCF	-84	-146	-32	6	21

# 스마트 레이더시스템 (424960)

## Company Report

# ADAS 시장 유망주

- 4D 이미징 레이더용 칩을 제조 및 판매하는 사업 영위 중
- 자율주행과 관련한 모빌리티뿐 아니라 다양한 분야서 활용 가능
- 아직까지 본격적인 양산 매출 성장이 발생하지 않아 적자 지속 예상

Jangwook.Park@daishin.com  
박장욱

투자의견 **N.R**

6개월 목표주가 **N.R**

현재주가 **18,360**  
(25.06.27)

스몰캡 업종

### 4D 이미징 레이더 전문 기업

동사는 레이더용 IC 칩을 4D 이미징 레이더용 칩으로 커스터마이징 및 판매하는 사업을 영위 중. 1Q25 매출 기준, 자율주행, 특수차량 등 모빌리티 부문 매출 48%, 헬스케어, 스마트시티 등 비모빌리티 부문 매출 52%로 구성됨. 4D 이미징 레이더는 기존의 거리, 속도, 높이뿐 아니라 시간까지 측정이 가능해진 레이더 센서로 이동과 관련한 모빌리티 부문에서의 활용도가 높음

### 다양한 곳에 활용되는 4D 이미징 레이더

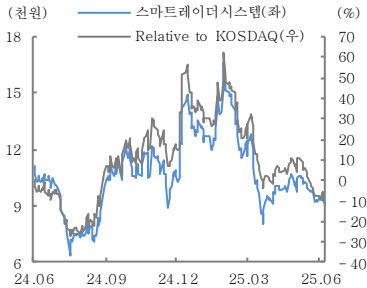
4D 이미징 센서는 다른 센서들과 비교해서 비, 눈, 안개 등 악천후에서도 안정적으로 작동한다는 장점을 지님. 또, Lidar와 비교해서 상대적으로 저렴한 가격을 지녀 경제적임. 자율주행용 차량뿐 아니라 헬스케어/가전, 안전 등 다양한 분야를 대상으로 성장이 기대됨. 동사는 북미향으로 특수 장비 차량 안전용 센서 매출이 발생 중

### 모빌리티 부문 본격적인 양산을 기다리며

동사의 본격적인 매출 성장이 기대되는 분야는 북미 고객사향 모빌리티 분야임. 아직까지는 본격적인 양산 매출이 발생하고 있지 않고 있음. 25년 매출액 55억원, 영업이익 62억원 적자로 단기간 적자가 지속될 것으로 예상됨. 본격적인 양산 매출 발생이 기대되는 26년, 27년부터 매출 및 영업이익의 본격적인 성장을 예상함

KOSDAQ	781.56
시가총액	1,372억원
시가총액비중	0.04%
자본금(보통주)	78억원
52주 최고/최저	16,630원 / 6,050원
120일 평균거래대금	74억원
외국인지분율	2.59%
주요주주	김용환 외 8 인 14.49% 김동홍 외 1 인 9.86%

주가수익률(%)	1M	3M	6M	12M
절대수익률	-15.5	-26.0	-37.7	-13.6
상대수익률	-21.4	-33.0	-46.9	-7.3



### 영업실적 및 주요 투자지표

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	41	47	55	136	169
영업이익	-54	-68	-62	-30	2
세전순이익	-51	-65	-61	-28	3
총당기순이익	-51	-65	-61	-28	3
지배지분순이익	-51	-65	-61	-28	3
EPS	-378	-416	-386	-180	22
PER	NA	NA	NA	NA	413.1
BPS	1,606	1,039	648	475	510
PBR	12.5	13.8	13.5	18.4	17.2
ROE	-33.7	-34.2	-46.1	-32.1	4.4

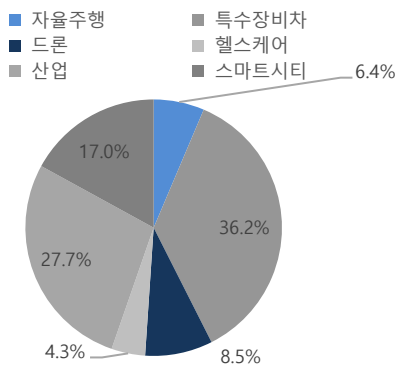
주: EPS와 BPS, ROE는 지배지분 기준으로 산출  
자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

### 4D 이미징 레이더 제조

레이더용 IC칩을 사와서 커스터마이징 후, 판매하는 사업 영역

동사는 밀리미터 웨이브 레이더용 IC를 구매하여, 커스터마이징해서 판매하는 형태를 띠고 있다. 1Q25 기준 자율주행, 특수장비차, 드론, 헬스케어, 산업 등등 다양한 분야에서 매출이 발생하였다. 아직까지 본격적인 양산 매출이 발생하지 않은 상황으로, 향후 가장 큰 성장이 예상되는 분야는 자율주행차 및 ADAS 시장이다.

그림 7. 1Q25 기준 매출 구성



자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 8. 동사 4D 이미징 레이더



< 4D 이미징 레이더: 전방X1, 전측방X2, 후측방X2 >



< 초음파 대체 근접 센서: 8-10 / 도어 근접 센서: 4-5 >

자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 45. 스마트레이더시스템 분기 및 연간 실적추이 및 전망

(단위: 억원)

	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	24A	25F	26F	27F
<b>매출액</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>47</b>	<b>55</b>	<b>136</b>	<b>169</b>
YoY (%)	45.1%	-53.8%	3.8%	-4.3%	125.9%	16.2%	16.0%	147.5%	24.0%
모빌리티	9	3	5	6	9	23	23	20	15
자율주행	3	0	1	2	0	6	9	14	21
특수장비차	3	1	4	4	8	12	15	22	34
드론	3	1	1	1	1	6	8	9	11
비모빌리티	11	6	3	3	11	23	33	47	60
헬스케어	3	0	2	0	0	5	8	12	19
산업	2	4	0	2	7	8	9	16	19
스마트시티	6	2	1	1	4	10	16	19	22
<b>매출총이익</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>46</b>	<b>78</b>
yoy (%)	-84.4%	-39.9%	-57.6%	157.2%	903.6%	-33.3%	81.5%	204.9%	67.8%
매출총이익률 (%)	2.1%	23.6%	21.8%	41.2%	20.2%	17.6%	27.6%	34.0%	46.0%
<b>영업이익</b>	<b>-20</b>	<b>-16</b>	<b>-14</b>	<b>-17</b>	<b>-25</b>	<b>-68</b>	<b>-62</b>	<b>-30</b>	<b>2</b>
yoy (%)	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	흑자전환
영업이익률 (%)	-101.5%	-175.7%	-152.5%	-188.5%	-120.6%	-142.6%	-113.2%	-22.0%	1.0%
<b>세전이익</b>	<b>-18</b>	<b>1</b>	<b>-16</b>	<b>-32</b>	<b>-26</b>	<b>-65</b>	<b>-61</b>	<b>-28</b>	<b>3</b>
yoy (%)	적자지속	흑자전환	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	흑자전환
세전이익률 (%)	-92.6%	10.2%	-166.3%	-348.0%	-127.3%	-136.4%	-110.2%	-20.8%	2.0%
<b>당기순이익</b>	<b>-18</b>	<b>1</b>	<b>-16</b>	<b>-32</b>	<b>-26</b>	<b>-65</b>	<b>-61</b>	<b>-28</b>	<b>3</b>
yoy (%)	적자지속	흑자전환	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	적자지속	흑자전환
당기순이익률 (%)	-92.6%	10.2%	-166.3%	-348.0%	-127.3%	-136.4%	-110.2%	-20.8%	2.0%

자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center 추정

## ADAS 시장과 동반성장하는 레이더 시장

레이더의 주된 성장동력 - ADAS 시장

4D 이미징 센서는 속도까지 측정이 가능해 ACC에 특히 더 적합함

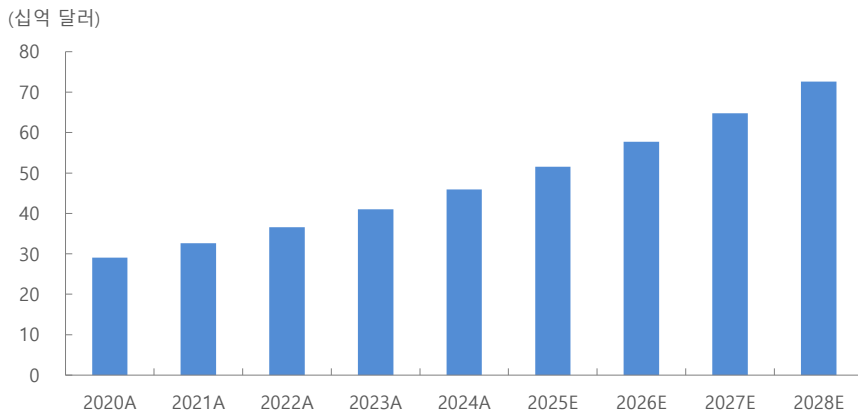
4D 이미징 레이더의 가장 큰 성장 동력은 ADAS 기능의 보급 확대이다. ACC(Adaptive Cruise Control, 적응형 크루즈 컨트롤), AEB(Autonomous Emergency Braking, 자율 긴급 제동 시스템), BSD(Blind Spot Detection, 블라인드 스팟 감지), LCA(Lane Change Assist, 차선 변경 보조) 등 다양한 ADAS 기능이 프리미엄 차량에서 대중 차량으로 확산됨에 따라 레이더 센서수의 증가하고 있다. 특히, ACC은 앞차와의 자동 속도 및 거리를 조절해주는 기능으로 레이더가 가장 많이 사용되는 분야다. 이는 레이더가 앞차와의 거리와 상대 속도를 정확하게 감지할 수 있으며, 다양한 기상 조건에서도 안정적으로 작동되기 때문이다. 특히, 4D 이미징 센서는 시간까지 감지가 가능해지면서, 속도까지 측정이 가능하며, 클러슬화를 통해서 사람, 차량, 오토바이 등의 구분이 가능해지기 때문이다.

그림 46. 차량용 (AD/ADAS) 레이더 제품 구성



자료: 스마트레이더시스템, 대신증권 Research Center

그림 47. 글로벌 ADAS 시장 전망



자료: Vantage Market Research, 대신증권 Research Center



재무제표

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
매출액	41	47	55	136	169
매출원가	28	39	40	90	91
매출총이익	13	8	15	46	78
판매비와관리비	66	76	77	76	76
영업이익	-54	-68	-62	-30	2
영업이익률	-131.8	-142.6	-113.2	-22.0	1.0
EBITDA	-48	-61	-57	-25	7
영업외손익	3	3	2	2	2
관계기업손익	0	0	0	0	0
금융수익	5	11	2	2	2
외환관련이익	0	0	0	0	0
금융비용	-2	-8	-1	-1	-1
외환관련손실	1	1	1	1	1
기타	0	0	0	0	0
법인세비용차감전순손익	-51	-65	-61	-28	3
법인세비용	0	0	0	0	0
계속사업순손익	-51	-65	-61	-28	3
중단사업순손익	0	0	0	0	0
당기순이익	-51	-65	-61	-28	3
당기순이익률	-125.1	-136.4	-110.2	-20.8	2.0
비지배자분순이익	0	0	0	0	0
지배자분순이익	-51	-65	-61	-28	3
매도가능금융자산평가	0	0	0	0	0
기타포괄이익	0	0	1	2	4
포괄순이익	-51	-64	-60	-26	8
비지배자분포괄이익	0	0	0	0	0
지배자분포괄이익	-51	-64	-60	-26	8

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
EPS	-378	-416	-336	-180	22
PER	NA	NA	NA	NA	413.1
BPS	1,606	1,039	648	475	510
PBR	125	138	135	184	17.2
EBITDAPS	-355	-394	-365	-157	46
EV/EBITDA	NA	NA	NA	NA	205.3
SPS	302	305	351	867	1,076
PSR	66.1	47.1	25.0	10.1	8.1
CFPS	-312	-368	-346	-138	66
DPS	0	0	0	0	0

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
성장성					
매출액 증가율	1.3	16.2	16.0	147.5	24.0
영업이익 증가율	적지	적지	적지	적지	흑전
순이익 증가율	적지	적지	적지	적지	흑전
수익성					
ROC	-98.5	-113.6	-91.9	-27.8	1.1
ROA	-27.9	-23.2	-2.0	0.0	0.0
ROE	-33.7	-34.2	-46.1	-32.1	4.4
안정성					
부채비율	20.4	99.2	259	504	598
순차입금비율	-75.5	-50.2	-11.3	116.7	139.3
이보상비율	-37.5	-8.9	0.0	0.0	0.0

자료: 스마트레이더시스템 대신증권 Research Center

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
유동자산	248	284	326	404	514
현금및현금성자산	17	30	37	10	54
매출채권 및 기타채권	13	14	16	31	37
재고자산	32	33	38	95	117
기타유동자산	185	207	236	268	305
비유동자산	12	37	40	43	45
유형자산	7	13	16	19	21
관계기업투자금	0	1	2	3	3
기타비유동자산	6	23	22	22	21
자산총계	261	321	366	447	559
유동부채	42	157	161	168	174
매입채무 및 기타채무	8	8	9	11	12
차입금	27	27	27	27	27
유동성채무	0	0	0	0	0
기타유동부채	6	121	0	0	0
비유동부채	3	3	104	204	305
차입금	0	0	100	200	300
전환증권	0	0	0	0	0
기타비유동부채	3	3	4	4	5
부채총계	44	160	265	373	479
자본지분	216	161	102	74	80
자본금	76	78	78	78	78
자본잉여금	412	423	423	423	423
이익잉여금	-278	-342	-403	-431	-428
기타자본변동	6	2	3	4	6
비지배자분	0	0	0	0	0
자본총계	216	161	102	74	80
순차입금	-163	-81	-12	87	111

	2023A	2024A	2025F	2026F	2027F
영업활동 현금흐름	-47	-55	-62	-92	-19
당기순이익	-51	-65	-61	-28	3
비현금항목의 가감	9	7	6	7	7
감가상각비	6	6	5	5	6
외환손익	0	0	0	0	0
자본법평가손익	0	0	0	0	0
기타	3	1	2	2	2
자산부채의 증감	-6	-5	-8	-71	-30
기타현금흐름	1	7	0	0	0
투자활동 현금흐름	-116	-39	-35	-39	-44
투자자산	-113	-32	-1	-1	-1
유형자산	-2	-7	-7	-7	-7
기타	0	0	-27	-31	-36
재무활동 현금흐름	177	107	93	93	93
단기차입금	0	0	0	0	0
사채	0	0	0	0	0
장기차입금	0	100	100	100	100
유상증자	186	13	0	0	0
현금배당	0	0	0	0	0
기타	-8	-7	-7	-7	-7
현금의 증감	15	13	14	16	19
기초 현금	2	17	30	44	60
기말 현금	17	30	44	60	79
NOPLAT	-54	-68	-62	-30	2
FCF	-50	-70	-65	-32	-1

[Compliance Notice]

금융투자업규정 4-20조 1항5호사목에 따라 작성일 현재 사전고지와 관련한 사항이 없으며, 당사의 금융투자분석사는 자료작성일 현재 본 자료에 관련하여 재산적 이해관계가 없습니다. 당사는 동 자료에 언급된 종목과 계열회사의 관계가 없으며 당사의 금융투자분석사는 본 자료의 작성과 관련하여 외부 부당한 압력이나 간섭을 받지 않고 본인의 의견을 정확하게 반영하였습니다.

(담당자:박장욱,한승협)

본 자료는 투자자들의 투자판단에 참고가 되는 정보제공을 목적으로 배포되는 자료입니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 Research Center의 추정치로서 오차가 발생할 수 있으며 정확성이나 완벽성은 보장하지 않습니다. 본 자료를 이용하시는 분은 동 자료와 관련한 투자의 최종 결정은 자신의 판단으로 하시기를 바랍니다.

[투자등급관련사항]

산업 투자 의견

Overweight(비중확대):

:향후 6개월간 업종지수상승률이 시장수익률 대비 초과 상승 예상

Neutral(중립):

:향후 6개월간 업종지수상승률이 시장수익률과 유사한 수준 예상

Underweight(비중축소):

:향후 6개월간 업종지수상승률이 시장수익률 대비 하회 예상

기업 투자 의견

Buy(매수):

:향후 6개월간 시장수익률 대비 10%p 이상 추가 상승 예상

Marketperform(시장수익률):

:향후 6개월간 시장수익률 대비 -10%p~10%p 추가 변동 예상

Underperform(시장수익률 하회):

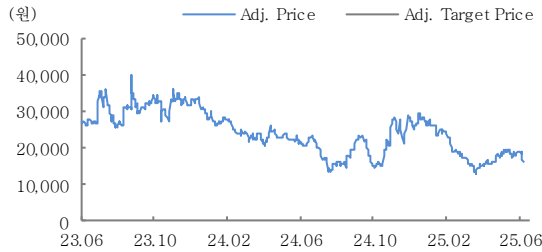
:향후 6개월간 시장수익률 대비 10%p 이상 추가 하락 예상

[투자의견 비율공시]

구분	Buy(매수)	Marketperform(중립)	Underperform(매도)
----	---------	-------------------	------------------

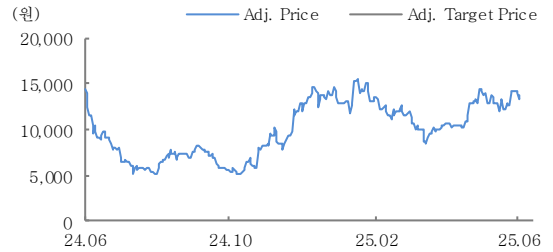
비율	93.1%	6.9%	0.0%
----	-------	------	------

**퓨런티어(370090) 투자의견 및 목표주가 변경 내용**



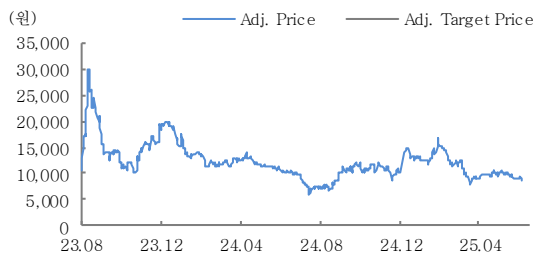
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	00.06.29
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

**에스오에스랩(464080) 투자의견 및 목표주가 변경 내용**

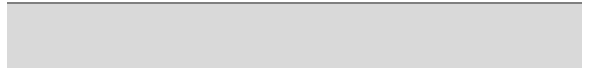


제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

**스마트레이더시스템(424960) 투자의견 및 목표주가 변경 내용**



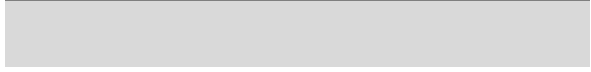
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	



제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	
제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	00.06.29
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	



제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	00.06.29
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	

제시일자	
투자의견	
목표주가	
과리율(평균.%)	
과리율(최대/최소.%)	