

지능형 로봇 및 생성형 AI 동향 분석과 시사점

현정우, 김철후, 길형배

- ❶ 서론
- ❷ 지능형 로봇 산업 동향
- ❸ 지능형 로봇 기술 동향
- ❹ 지능형 로봇을 위한 AI(생성형 AI) 개요
- ❺ 지능형 로봇 관련 주요정책 동향
- ❻ 결론 및 시사점

지능형 로봇 및 생성형 AI 동향 분석과 시사점

현정우, 김철후, 길형배

- ❶ 서론 / 1
- ❷ 지능형 로봇 산업 동향 / 5
- ❸ 지능형 로봇 기술 동향 / 11
- ❹ 지능형 로봇을 위한 AI(생성형 AI) 개요 / 16
- ❺ 지능형 로봇 관련 주요정책 동향 / 20
- ❻ 결론 및 시사점 / 26

※ 본 자료는 현정우 국가과학기술자문회의지원단 전문위원 원고를 기반으로 작성

기계기술정책 원문 찾아보기

- ☐ 한국기계연구원 홈페이지-새소식-기계기술정책
- ☐ 웹페이지 : https://www.kimm.re.kr/pr_policy

※ 웹페이지에서 다운로드 시, 정기구독을 신청하시면 이메일로 받아보실 수 있습니다.

SUMMARY

- 대규모 언어모델을 기반으로 학습한 AI 대화형 챗봇의 등장과 함께 스마트 팩토리, 지능형 로봇, 정밀기계 등에 생성형 AI 기술을 적용하는 추세
 - 인구감소에 따른 노동력 부족, 육체노동의 한계 등을 해결하기 위한 지능형 로봇의 필요성 증대와 함께 정교한 제어를 위한 AI 기술 도입 필요
- 세계 지능형 로봇 시장은 '20년 708억 달러에서 '26년 1,419억 달러로 연평균 12.29% 성장률을 보일 것으로 전망(Precendence Research, '22)

(단위: 십억 \$, %)

년도	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR
세계 시장규모	70.8	79.5	89.3	100.2	112.6	126.4	141.9	12.29

- 한국의 로봇산업 종합경쟁력은 미국, 일본, 중국 등 주요국에 비해 부족한 경향을 보이고 있으며, R&D 역량에 있어서도 중국에 추격당하고 있는 상황
 - 지능형 로봇의 경우, 기술수준 순위가 미국(100%), 유럽(95.9%), 일본(95.8%), 한국(85.6%), 중국(81.6%)으로 나타나며, 특히 우리나라의 기술수준은 미국(100%, 0년) 대비 85.6%로 0.9년의 기술격차가 있는 것으로 분석
 - 우리나라는 “제3차 지능형 로봇 기본계획”(‘19.8.) 추진방향에 따라 로봇 R&D 종합역량 제고, 로봇 수요 조산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 범국가적 로봇 융합 네트워크 구축 등 세부과제 수립하여 연구개발 추진 중
- 우리나라 지능형 로봇산업 활성화를 위한 제언
 - 우리나라는 세계에서 로봇 밀도가 가장 높지만 대부분 제조 관련에 치중되어 있으며, 유럽 국가로부터의 수입 의존도가 높은 편임
 - 로봇의 사회적 지능(social intelligence)이 요구됨에 따라 사람과의 공존, 협업을 위한 로봇지능, 센서 솔루션, 매커니즘, 제어기술 등에 대한 R&D 추진 필요
 - 아직은 실 환경 운용이 어려운 분야가 많고, 비싼 로봇 플랫폼 가격 등의 이슈로 범용 인공지능 중심으로 발전하고 있으나, 인공지능 기술 발전 속도 등을 고려할 때 서비스용 로봇은 빠른 성장이 가능한 유망 산업

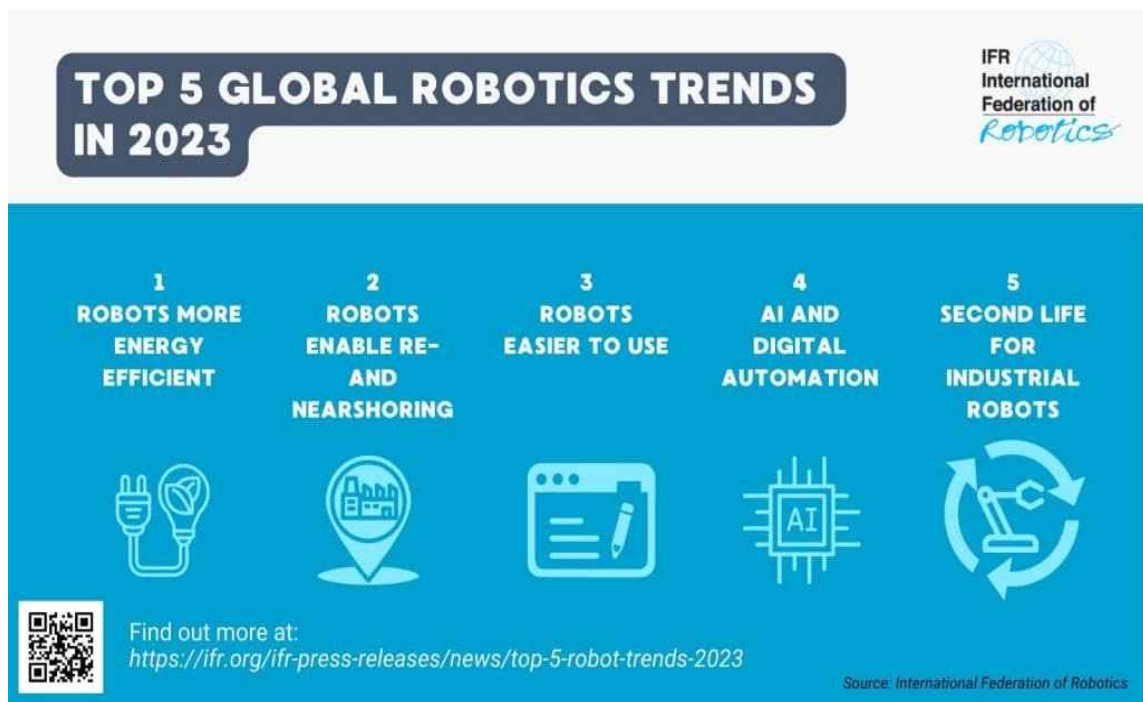
1. 서론

- 대규모 언어모델을 기반으로 학습한 AI 대화형 챗봇의 등장과 함께 스마트 팩토리, 지능형 로봇¹⁾, 정밀기계 등에 생성형 AI²⁾ 기술을 적용하는 추세
 - '22.12월 대규모 언어모델을 기반으로 학습한 AI 대화형 챗봇인 ChatGPT 출시 후 AI 대중화가 빠르게 확산
 - 인구감소에 따른 노동력 부족, 육체노동의 한계 등을 해결하기 위한 지능형 로봇의 필요성 증대와 함께 정교한 제어를 위한 AI 기술 도입 필요
 - 생성형 AI는 제품 디자인 생성, 비즈니스 프로세스 최적화 등과 같은 실용적인 용도 외에도 음악과 예술에 이르기까지 새롭고 흥미로운 콘텐츠 생성이 가능
- 엔지니어드 아트(Engineered Arts)의 '아메카(Amecca)', 테슬라(Tesla)의 '옵티머스(Optimus)' 등 여러 기업들이 휴머노이드 로봇의 상용화를 위한 경쟁 중
 - '23년 18억 달러 규모인 휴머노이드 로봇 시장이 '28년까지 138억 달러 규모에 이를 것으로 전망(marketsandmarkets, '23.7.14.)
 - ChatGPT 개발사인 오픈 AI는 '23.3월 노르웨이 로봇 스타트업 '1X 테크놀로지'에 2,350만 달러(약 300억 원) 규모를 투자하였으며, 1X는 이족보행 안드로이드 NEO 모델을 출시할 예정
 - 테슬라의 '옵티머스'는 '22.9월부터 개발을 시작하여, '23.10월에 첫 공개 후 향후 5년 안에 출시할 예정
 - 테슬라 자동차 공장에서 부품 운반용으로 우선 투입될 계획이며, E2E(End to End) 뉴럴네트워크 기술을 적용하여 카메라로부터 정보를 입력받아 팔·관절 등의 움직임과 판단을 코딩 없이 단일 신경망으로 구동

1) 인간처럼 시각·청각 등을 이용해 외부환경을 스스로 탐지하고, 필요한 작업을 자율적으로 실행하는 로봇(정보통신용어사전)

2) 기존의 텍스트, 오디오 파일 또는 이미지를 활용하여 새로운 콘텐츠를 만드는 기술로, 입력과 관련된 기본 패턴을 감지하여 유사한 콘텐츠 생성

- IFR에서는 2023년 글로벌 로봇 트렌드의 탑 5중 하나로 AI와 디지털 자동화를 선정³⁾
 - AI는 제조업에서 실시간 또는 오프라인에서 외부 환경의 가변성과 예측 불가능성을 잘 관리하도록 도움을 줄 수 있는 등 다양한 이점을 보유
 - 환경의 가변성과 예측 불가능성이 클수록 AI 알고리즘이 비용 효율적이고 빠른 해결책을 제공할 가능성이 높아짐을 시사



* 출처: International Federation of Robotics(IFR), “Top 5 robot trends 2023”

<그림 1> Top 5 글로벌 로봇틱스 동향

- 우리의 AI 기술역량은 선도국 대비 격차가 큰 상황으로 기술 경쟁력 고도화를 위해 산업 생태계 조성을 위한 기반 마련 필요
- 단순 반복 작업을 수행하는 산업용 로봇과 달리 AI, 휴먼인터페이스, 네트워크 등의 IT기술이 융합된 지능형 로봇의 필요성 증대
- 지능형 로봇은 다양한 산업군에 적용 가능해 큰 성장 잠재력을 가지고 있으며, 최첨단 기술의 집적이 필요한 분야로 관련 산업의 촉진을 주도할 것으로 예상

3) International Federation of Robotics(IFR), “Top 5 robot trends 2023”, <https://robohub.org/author/ifr/>

- 메카트로닉스 기술을 기반으로 IT(Information Technology), BT(Bio Technology), NT(Nano Technology), CT(Cultural Tecnology) 등 관련 요소기술들이 융합되어 구현됨으로써 로봇산업 이외의 산업으로 파급효과가 기대
 - AI 기반 안면인식, 음성인식, 감정인식 등이 가능한 소셜 로봇이 간병·간호, 서비스, 안내, 돌봄용으로 활용되고 있으며, IoT, 5G 기술과 접목하여 데이터 기반 서비스도 가능해지는 추세
 - AI기술의 급격한 성장으로 초산업 분야의 성장을 견인하고 있는 시점으로 Intelligence와 Mobility가 융합된 지능형 로봇에 대한 관심이 증가
- 12대 국가전략기술('22. 10.)의 필수기반 기술에 첨단로봇과 인공지능이 포함
- 패러다임 전환에 따른 초기술·산업의공통 핵심·필수기반 기술群으로 인공지능과 첨단로봇·제조 기술을 선정
 - 특히, '국가전략기술 특위'를 통해 의결된 미래혁신 분야의 '임무중심 전략 로드맵'에서 2030년까지 달성해야 할 가시적 임무 설정('23.10.31.)
 - 인공지능 분야에서는 고효율 학습모델 개발 및 상식추론·멀티모달 등 인공지능일반지능 (AGI), 설명가능한 AI 등 혁신적인 원천기술 확보를 제시

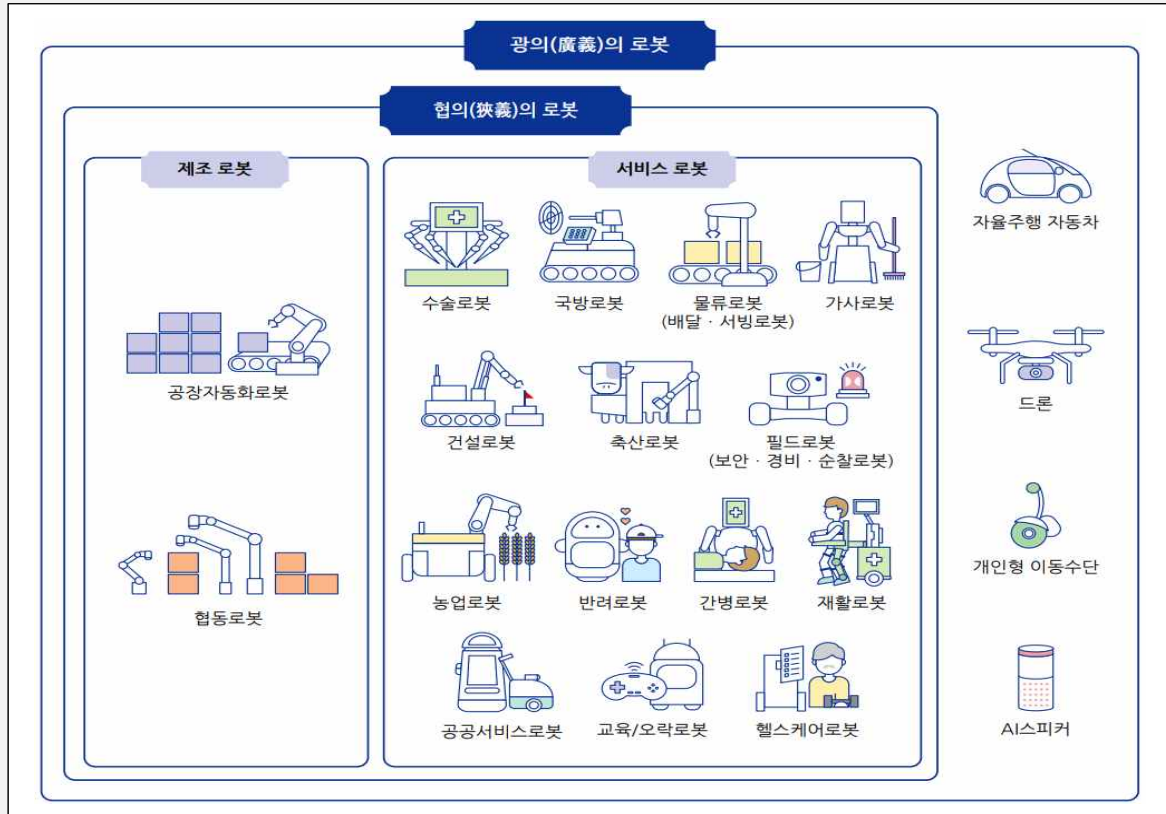
<표 1> 인공지능과 첨단로봇·제조 전략기술의 세부 중점기술

전략기술	세부 중점기술	
인공지능	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 효율적 학습 및 AI인프라 고도화 ▪ 첨단 AI모델링·의사결정(인지·판단·추론) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 안전·신뢰 AI ▪ 산업 활용·혁신 AI
첨단로봇·제조	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 로봇 정밀제어·구동 부품·SW ▪ 로봇 자율이동 ▪ 고난도 자율조작 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 인간-로봇 상호작용 ▪ 가상제조

- 본고에서는 지능형 로봇의 산업동향과 관련 정책 및 지능형 로봇에 탑재되는 AI기술의 활용 영역에 대해 살펴보고, 향후 지능형 로봇에 대한 정책적 시사점을 제시
- 지능형 로봇 관련 산업, 기술, 정책 동향 및 국가 정책 방향 등에 대해 모색
 - 지능형 로봇에 필요한 AI 기술인 생성형 AI 기술 동향 소개

○ 로봇 분류체계 <그림 2>에서 제시된 서비스용 로봇⁴⁾ 시장 동향 소개

[참고] 서비스 로봇 분류



* 출처: 정보통신기획평가원, “인공지능 산업청사진 2035”, 2022.3.

<그림 2> 로봇 분류

□ 서비스로봇 산업의 정의와 범위

- (정의) 서비스로봇 산업은 지능형 로봇 완성품 및 로봇 관련 부품/ 소재/SW를 제조·판매·서비스하는 산업
- (범위) 크게 전문서비스용 로봇과 개인서비스용 로봇으로 분류

구 분	범 위
전문 서비스용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상업적 목적으로 서비스를 제공하거나 물류, 의료, 국방·안전 등 전문화된 작업을 수행하는 로봇 ▪ 공공 서비스로봇(안내 등), 필드 로봇(보안/경비/순찰), 농업 로봇, 물류 로봇(배달/서빙)
개인 서비스용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 개인이 사용하는 비 상업적 목적의 서비스로봇으로, 인간의 일상생활 속에서 가사 업무를 돕거나, 신체적, 심리적 도움을 주거나, 여가 또는 교육적 목적을 갖는 로봇 ▪ 가사 로봇, 헬스케어 로봇, 반려 로봇, 교육 로봇

4) 서비스용 로봇은 제조 현장에서 사용되는 로봇 이외에 물류, 가정, 농업, 공공, 교육 등 다양한 분야에서 기업(생산) 또는 개인(소비)의 다양한 경제활동을 지원하고 보조하기 위해 활용되는 지능형 로봇

2. 지능형 로봇 산업 동향

□ 지능형 로봇 산업의 구조

- 지능형 로봇 제품과 서비스의 관점에서 산업 구조는 B2C, B2B, B2G⁵⁾가 모두 존재하며, 규모가 지속 증가하는 추세⁶⁾
- 지능형 로봇은 단순 반복 작업을 주로 수행하는 산업용 로봇과 달리 인공지능, 휴먼인터페이스, 유비쿼터스, 네트워크 등의 IT 기술이 집적된 퓨전 시스템
 - 대표적인 전방산업으로는 산업현장에 쓰이는 제조업용 로봇, 교육·엔터테인먼트 등의 개인서비스용 로봇과 의료·군사 지원 등을 목적으로 하는 전문서비스용 로봇으로 구분
 - 후방산업으로는 구조부품 및 부분품, 로봇용 센싱부품 등의 하드웨어와 데이터분석 시스템, 디바이스 인터페이스 등 소프트웨어가 존재
- 따라서, 지능형로봇 산업은 크게 ▲제조업용 로봇, ▲전문서비스용 로봇, ▲개인 서비스용 로봇, ▲로봇부품 및 부분품, ▲로봇시스템, ▲로봇 임베디드, ▲로봇 서비스 7개 분야로 구분 가능

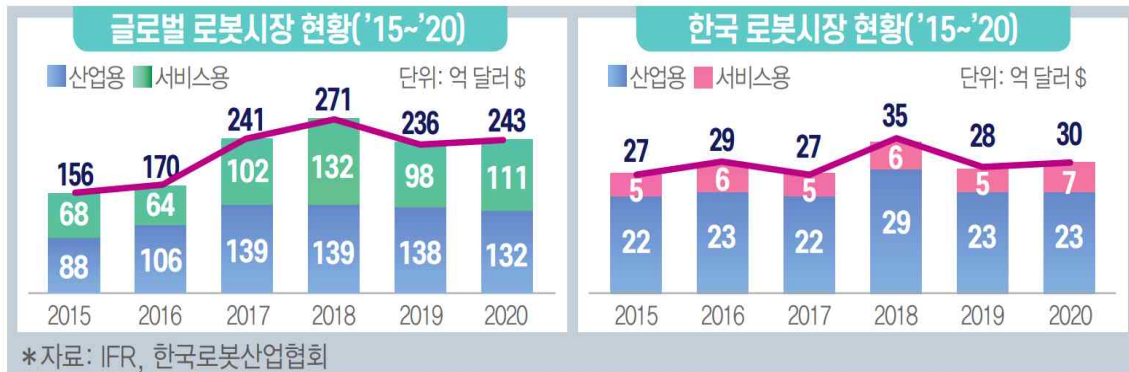
□ 글로벌 로봇 산업 동향

- 구글, 아마존, 엔비디아, 메타 등 인공지능 및 클라우드 플랫폼을 보유한 글로벌 기업들은 로봇 인공지능/서비스 개발 및 활용 플랫폼 선점 집중
- '20년 기준, 글로벌시장은 243억 달러 규모로 연평균 9%('15~'20년)의 성장세를 보이고 있고, 우리나라는 30억 달러 규모로 글로벌 시장의 12.3% 점유⁷⁾
 - 글로벌 서비스용 로봇 매출은 13% 증가한 111억 달러 규모이며, 판매는 전년 대비 3% 증가한 1,921만 대 수준 ('20년 기준)

5) B2B(Business to Business): 기업과 기업 간의 거래, B2C(Business to Customer): 기업과 개인과의 거래, B2G(Business to Government): 기업과 정부 간의 거래

6) 중소벤처기업부, 중소기업기술정보진흥원, “중소기업 전략기술 로드맵 2023-2025 - 지능형로봇”, 2023

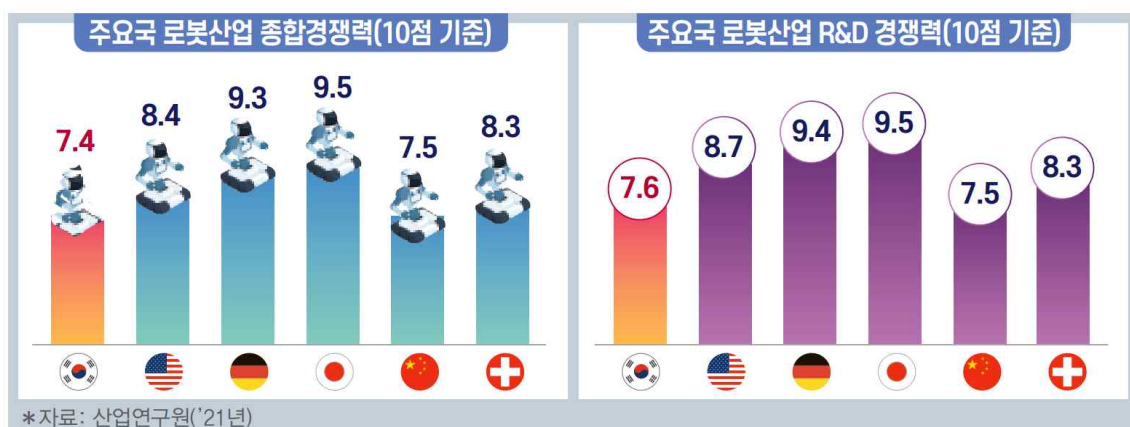
7) 한국경제인협회, “글로벌 로봇산업과 한국의 현황”, 2022. 9. 15.



* 출처: 한국경제인협회, “글로벌 로봇산업과 한국의 현황”, 2022.9.15.

<그림 3> 글로벌 로봇시장 현황 및 한국 현황

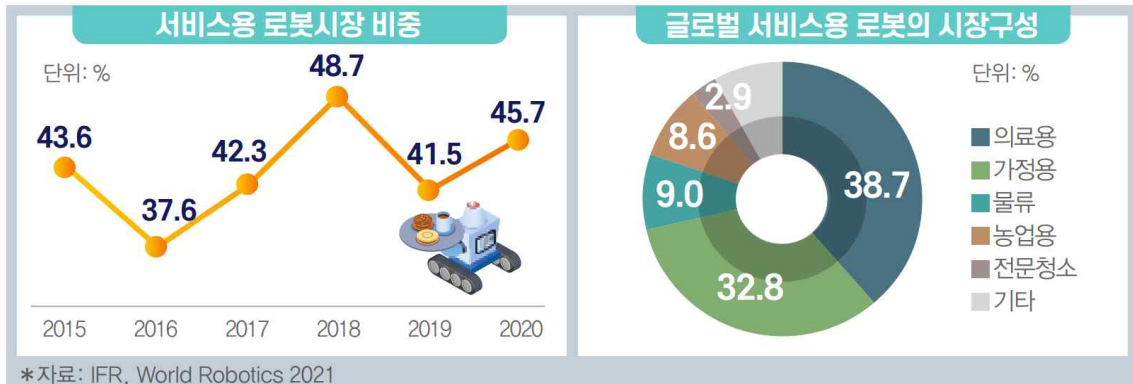
- 한국의 로봇산업 종합경쟁력은 미국, 일본, 중국 등 주요국에 비해 미흡한 수준으로 평가되고 있으며, R&D 역량도 중국에 추격당하고 있는 상황
 - 미국, 일본, EU 등이 로봇산업을 선도하고 있으며, 우리나라는 후발주자로 중국의 기술추격도 따돌려야하는 상황에 직면
 - ABB(스위스), Fanuc(일본), KUKA(독일), Yaskawa(일본) 등 ‘빅4’가 글로벌 로봇시장의 약 75%를 차지하는 등 유럽과 일본이 전통적인 로봇강국
 - 중국 로봇산업 경쟁력은 유럽, 일본에 비해 낮은 수준이나, 중앙정부의 강력한 육성정책 시행에 따라 급성장 중



* 출처: 한국경제인협회, “글로벌 로봇산업과 한국의 현황”, 2022.9.15.

<그림 4> 주요국 로봇산업 경쟁력

- 서비스용 로봇은 미국이 전체시장의 52.1%를 차지하며 글로벌 시장을 주도하고 있으며, '20년 현재 45.7%까지 증가
- 글로벌 시장을 구성하고 있는 세부분야 중 의료용 서비스로봇이 38.7%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 가정용 서비스로봇(32.8%)이 차지



* 출처: 한국경제인협회, “글로벌 로봇산업과 한국의 현황”, 2022.9.15.

<그림 5> 서비스용 로봇의 시장구성 및 비중

□ 국내 로봇산업 동향⁸⁾

- 글로벌 로봇시장이 서비스용 로봇 중심으로 성장 중이나, 우리나라는 제조업용 로봇 중심으로 로봇산업이 성장
- '21년 기준으로 매출액 규모는 '20년 5조 4,736억 원에서 2.5% 증가한 5조 6,083억 원이며, 생산 규모는 전년대비 2.6% 증가한 5조 1,609억 원 기록



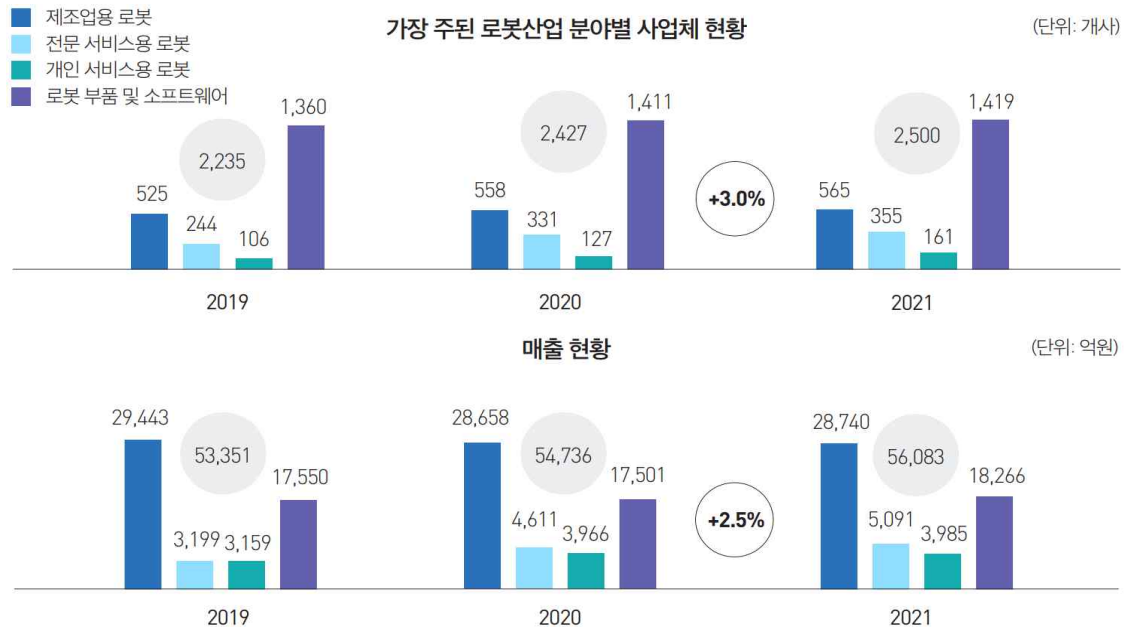
* 출처: 2021년 기준 로봇산업 실태조사

<그림 6> 국내 로봇시장의 매출액 및 생산액

- '21년 기준, 로봇관련 사업체는 '20년 2,420개에서 3% 늘어난 2,500개로 전체 기업의 69%가 연 매출 10억 원 미만

8) 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원, 한국로봇산업협회, “2021년 기준 로봇산업 실태조사”, 2022. 12.

- '21년 분야별 국내 로봇시장 매출액과 사업체의 비중에서 제조업용 로봇은 전체 로봇 매출액의 51.2%, 사업체는 565개사로 22.6%를 차지
- 전문서비스용 로봇 사업체수는 14.2%, 매출액은 9.1%로 나타났으며, 개인서비스용 로봇 사업체수는 6.4%, 매출액은 7.1%를 차지



* 출처: 한국전자정보통신산업진흥회, “로봇산업 현황 및 인력양성 방안”, Issue Report 2023-19호

<그림 7> 국내 로봇산업 주요 통계

- 2021년 로봇산업 실태조사('22.12.)⁹⁾에 따르면, '21년 기준으로 로봇산업 관련 사업체 수는 2,500개사로 전년도 대비 3.0% 증가*

* 앞서 언급한 로봇산업 7대 분류(▲제조업용 로봇, ▲전문서비스용 로봇, ▲개인서비스용 로봇, ▲로봇부품 및 소프트웨어, ▲로봇시스템, ▲로봇임베디드, ▲로봇서비스)를 기준으로 통계조사

- 세부 분류별 사업체 수 증가율은 ▲개인서비스용 로봇(27.5%), ▲전문서비스용 로봇(7.2%), ▲제조업용 로봇(1.2%), ▲로봇부품 및 소프트웨어(0.5%) 순
- 전년대비 생산액 증가율은 ▲전문서비스용 로봇*(3.4%), ▲개인서비스용 로봇** (3.2%), ▲로봇부품 및 소프트웨어(3.1%), ▲제조업용 로봇(2.2%) 순으로 높게 나타났으나, 생산액 비중은 제조업용 로봇이 2조 6,514억 원으로 51.4%를 차지

9) “2021년 기준 로봇산업 실태조사”(산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원, 한국로봇산업협회, 2022. 12.)는 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법(제7조)에 의거하여 로봇산업의 통계 연속성 유지 및 통계 시스템 구축을 위한 필요성에 의해 매년 진행되는 조사임

* 전문서비스용 로봇 생산액은 4,478억 원으로 세부적으로는 ▲기타 전문서비스용 로봇 제조(1,587억 원), ▲의료용 로봇 제조(850억 원), ▲안전 및 극한작업용 로봇 제조(802억 원) 순

** 개인서비스용 로봇 생산액은 3,679억 원으로 세부적으로는, ▲가사용 로봇 제조(2,389억 원) ▲교육용 로봇 제조(968억 원), ▲개인 여가·오락·취미용 및 감성교감 로봇 제조(115억 원) 순

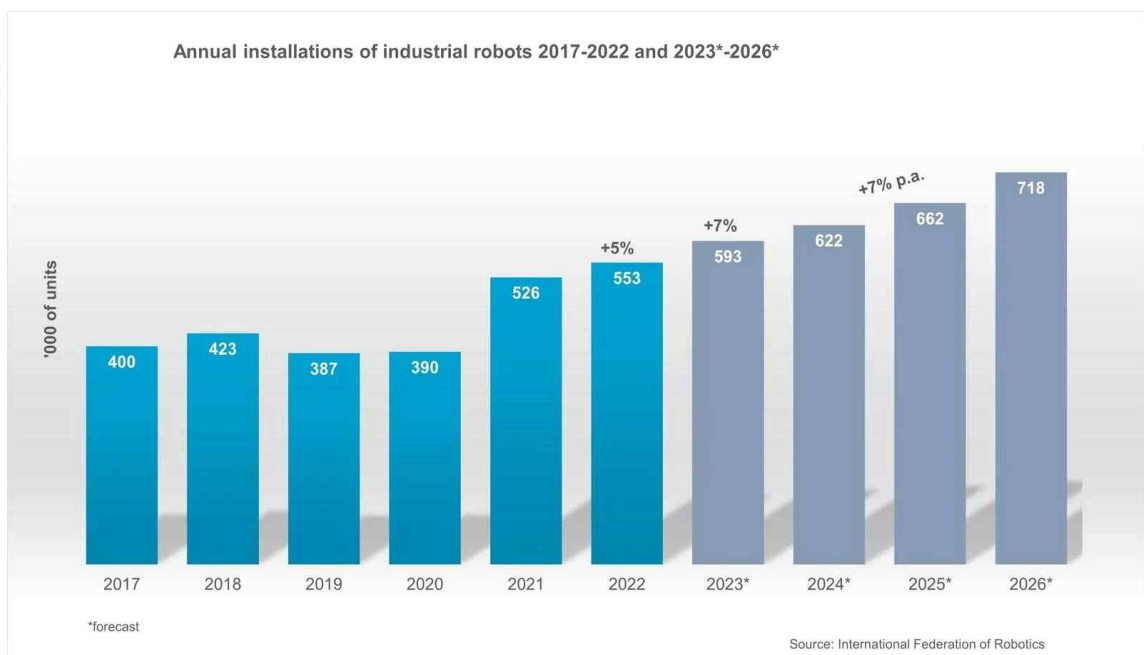
- 로봇산업 R&D 실적이 있는 로봇사업체는 499개사로 전체 20.9%를 차지하고 있으며, R&D 실적 총액은 2,092억 원*으로, 이 중 자체 연구개발 실적이 1,302억 원으로 가장 비중을 차지

* 세부적으로 ▲전문서비스용 로봇사업체(135개사)의 연구개발 실적 총액은 907억 원, ▲개인서비스용 로봇 사업체(61개사)는 173억 원, ▲제조업용 로봇 사업체(109개사)는 348억 원으로 조사

□ 국내외 로봇산업 전망

- 국제 로봇연맹 회장인 Marina Bill은 '23년 산업용 로봇시장은 7% 성장하여 전 세계적으로 59만 대 이상이 될 것으로 전망

- '24년 62만 대에서 '26년에는 약 72만대로 연 평균 7%의 성장률을 보일 것으로 예상



* 출처: International Federation of Robotics(IFR), <https://robohub.org/author/ifr/>

<그림 8> 산업용 로봇의 연간 설치 현황 및 예측(2017~2026년)

- Precedence Research에 따르면 세계 지능형 로봇 시장은 '20년 708억 달러에서 '26년 1,419억 달러로 연평균 12.29% 성장률을 보일 것으로 전망

<표 2> 세계 지능형로봇 시장규모 및 전망

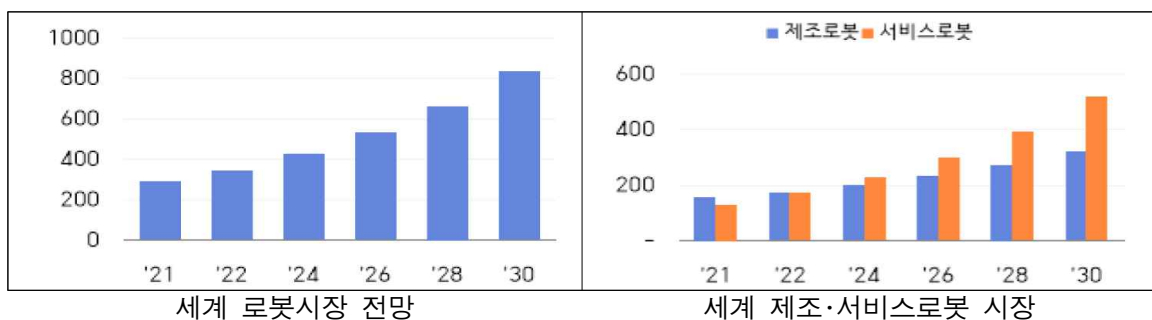
(단위: 십억 \$, %)

년도	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR
세계 시장규모	70.8	79.5	89.3	100.2	112.6	126.4	141.9	12.29

* 출처: Precedence Research, "Robotics Technology Market Forecast 2022~2030", 2022.

- IFR에 따르면 세계시장은 '22년 기준으로 282억 달러에서 '30년 831억 달러로 연 13%의 성장을 전망

- 특히, 서비스용 로봇 시장은 '22년 127억 달러에서 '30년 513억 달러로 급격하게 성장하고, '24년 기점으로 제조업용 로봇 시장을 추월할 것으로 예상



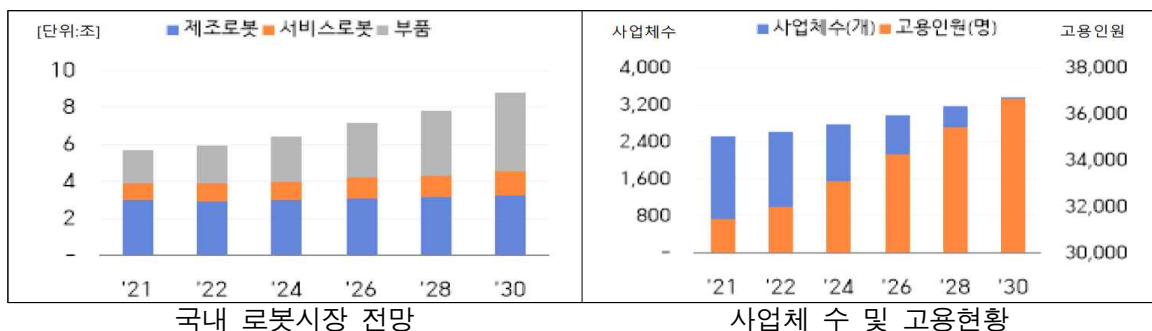
* 출처: International Federation of Robotics, 2022 World Robotics (단위: 억 \$)

한국로봇산업진흥원, 2021 로봇산업 실태조사, 2022.12.

<그림 9> 세계 로봇시장 및 서비스용 로봇 시장 전망

- '22년 로봇산업 실태조사에서는 국내시장이 '21년 5.6조 원에서 '30년 8.7조 원 규모로 연 4.1% 성장 전망

- 서비스용 로봇 시장의 성장률은 4.0%로 제조업용 로봇(1.3%)보다 높을 것으로 예측



* 출처: 한국로봇산업진흥원, 2021년 기준 로봇산업 실태조사, 2022.12.

<그림 10> 국내 로봇시장 전망

3. 지능형 로봇 기술 동향

□ 첨단로봇 기술분류체계 및 산업별 분류¹⁰⁾에 따른 기술개발 동향

- 한국특허전략개발원에서는 첨단로봇 기술체계를 로봇기반, 로봇구조, 로봇이동, 로봇응용의 대분류 4개와 중분류 7개, 소분류 29개로 구성
 - (분류기준) 세계 로봇연맹, 로봇산업 특수분류, 중소기업 기술 로드맵의 기술분류를 참고하여 분석을 위한 기술체계로 재구성
 - (대분류1: 로봇기반) 부품과 지능으로 구분되며, 로봇 완제품의 성능과 신뢰성을 좌우하는 핵심요소 기술
 - * 국가별 특허출원 동향은 중국의 출원 점유율이 56.7%로 가장 높고 일본(18.9%), 미국(9.6%), 한국(8.3%), 유럽(4.9%) 순으로 점유율을 차지
 - (대분류2: 로봇구조) 인간의 팔처럼 물체를 집어 옮기거나 End Effector를 사용하여 조립하는 작업을 수행
 - * 국가별 특허출원 동향은 중국의 출원 점유율이 57.7%로 가장 높고 일본(20.2%), 한국(8.5%), 유럽(6.7%), 미국(5.8%) 순으로 점유율을 차지
 - (대분류3: 로봇이동) 로봇이 자율적으로 장애물을 피해가며, 주어진 경로를 따라가며 이동하거나 물체를 이송하는 형태를 의미
 - * 국가별 출원 동향은 중국의 출원 점유율이 77.0%로 압도적으로 높고 한국(7.6%), 미국(7.0%), 일본(4.9%), 유럽(2.4%) 순으로 점유율을 차지
 - (대분류4: 로봇응용) 산업용 로봇, 전문서비스용 로봇 및 개인서비스용 로봇으로 구분
 - * 국가별 출원 동향은 중국의 출원 점유율이 47.8%로 가장 높고 미국(19.3%), 일본(12.8%), 한국(9.1%), 유럽(8.7%) 순으로 점유율을 차지
 - 본 고의 관심분야인 ‘로봇기반-지능’ 분야의 경우, 중국이 59.4%로 출원 점유율의 우위를 점하고 있으며, 뒤이어 일본(14.2%), 미국(11.0%), 한국(9.0%), 유럽(4.7%) 순이나, 최근 4년 증가율은 한국이 13.4%로 중국에 이어 2위에 위치

10) 한국특허전략개발원, “2022년 특허 빅데이터 기반 산업혁신전략 보고서(첨단로봇)”, 2022. 12.

〈표 3〉 첨단로봇 기술분류체계 중 ‘지능’관련 분류 및 정의

대분류	중분류	소분류	정 의
로봇기반	지능*	인식	로봇 주변의 환경에 대한 정보를 수집하고, 수집된 정보 데이터를 인식하는 기술
		판단	수집한 인식정보를 해석하여 상호작용하는 주변 상황을 파악하고, 상황에 맞는 행위를 계획하는 기술
		동작	계획된 행위에 대해서 로봇이 효과적으로 동작할 수 있도록 제어하는 기술
		HRI	로봇이 사용자 의도를 판단하고, 적합한 반응과 행동을 수행함으로써 인간과의 의사소통 및 상호협력을 가능하게 하는 인식-판단-표현 기술

* 지능은 로봇 기구를 조작하고 이동시키기 위해 제어하는 전통적 역할에서 AI, 클라우드, 빅데이터, IoT 등의 IT 기술들이 융합되어 지능화된 인식, 판단, 동작, HRI 등에 활용되는 방향으로 발전

※ 출처 한국특허전략개발원, “2022년 특허 빅데이터 기반 산업혁신전략 보고서(첨단로봇)”, 2022. 12.

□ 첨단로봇 주요분야별 우리나라 기술수준

○ 지능형 로봇 분야¹¹⁾

- ‘지능형 로봇’이란 산업부 R&D투자전략(‘21.)에서 도출된 19개 산업기술 R&D 전략분야 중 하나인 AI등 IT기술을 바탕으로 인간과 상호작용하면서 가사지원, 교육, 제조 등 다양한 형태의 서비스를 제공하는 인간지향적인 로봇

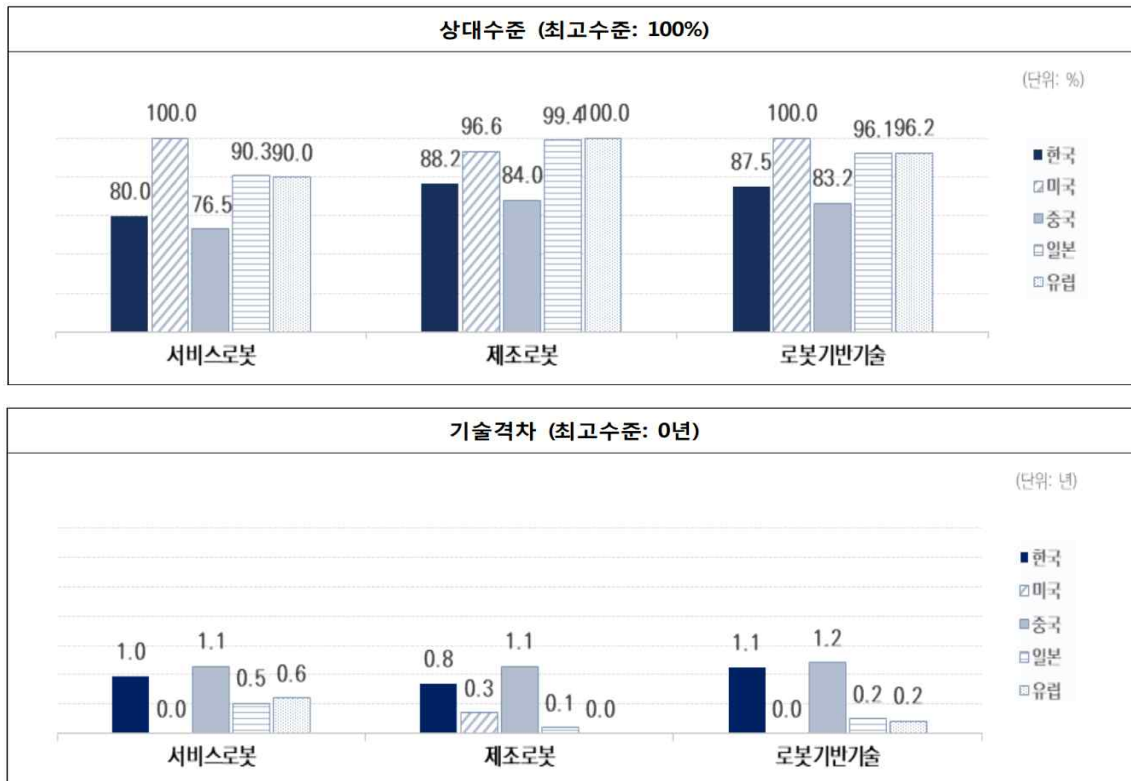
〈표 4〉 지능형 로봇 대·중분류 세부기술 현황

산업기술 R&D 전략분야	대분류	중분류
지능형 로봇	서비스로봇	물류로봇
		의료/재활 로봇
		웨어러블 로봇
		휴먼케어 로봇
		기타서비스 로봇
	제조로봇	제조로봇
	로봇기반기술	부품SW

- 기술 수준의 비교 기준은 상대적 기술수준, 국가 간 기술격차, 최고기술 보유국, 기술별 중요도(중요도, 시급성, 파급효과), 기술수준 제고방안 등

11) “2021년 산업기술수준조사”(한국산업기술평가관리원, 2022. 2.)는 산업기술혁신 촉진법 시행규칙(제10조) 및 산업기술혁신사업 공통운영요령에 의거하여 2년마다 추진되며, 산업부 R&D투자전략(‘21.)에서 도출된 5개 영역 25대 전략투자 분야 중 19개 산업기술 R&D 전략분야 내 69개 대분류, 254개 중분류의 기술수준을 조사

- 지능형 로봇의 대분류 기술 중 ‘서비스로봇’과 ‘로봇기반기술’은 미국, ‘제조로봇’은 유럽이 최고 기술국인 것으로 분석
- 지능형 로봇의 국가별 기술수준 순위는 미국(100%), 유럽(95.9%), 일본(95.8%), 한국(85.6%), 중국(81.6%)으로 나타나며, 특히 우리나라의 기술수준은 미국(100%, 0년) 대비 85.6%로 0.9년의 기술격차가 있는 것으로 분석



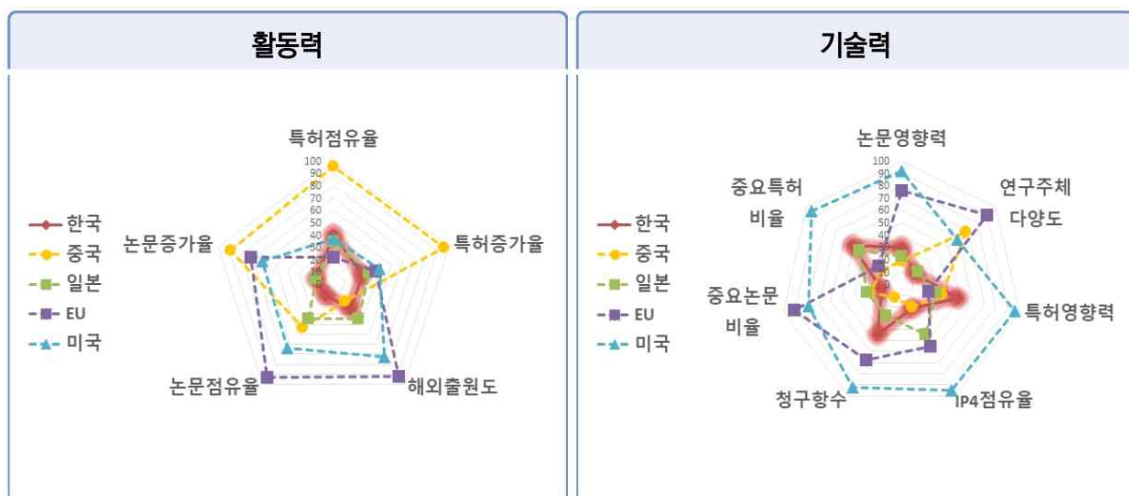
* 출처: 한국산업기술평가관리원, “2021년 산업기술수준조사”

<그림 11> 우리나라 지능형 로봇 기술 수준

- 기술격차 해소방안으로는 ‘R&D 투자확대’가 가장 많은 의견으로 도출 되었으며, 이어 ‘시장활성화’와 ‘R&D인프라 확대’를 언급
- 적응형 서비스 로봇기술 분야¹²⁾
- ‘적응형 서비스 로봇기술’은 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령과 감정을 이해하고 반응하며, IT기술을 바탕으로 다양한 서비스를 제공하는 로봇기술

12) “2020년 기술수준평가 - 기계·제조”(한국과학기술기획평가원, 2021.)는 과학기술기본법에 의거하여 2년마다 국가중점기술에 대한 현황 및 발전 추이를 파악하고 과학기술 정책의 성과를 점검하는 평가로서 제4차 과학기술기본계획(‘18~’22)상의 120개 중점과학기술을 대상으로 주요 5개국(한국, 중국, 일본, EU, 미국)의 기술수준 및 기술격차를 평가

- 세계 최고 기술국은 미국(100%)으로 원천기술과 상용화 기술 모두 선두를 유지하는 것으로 나타났으며, IT 대기업 중심의 로봇 적용 가능한 인공지능 분야에 높은 기술수준을 보유
 - * 기술수준 순위 : 미국(100%) > EU(95.0%) > 일본(95.0%) > 중국(85.0%) > 한국(83.5%)
- 우리나라는 미국 대비 83.5%의 기술수준으로 2.5년의 기술격차를 보이고 있으며, 연구단계 역량에서 기초는 보통, 응용개발은 우수한 것으로 조사
 - * 우리나라는 AI관련 연구와 응용 개발이 활발한 반면, AI컴퓨팅 플랫폼, 엔진 에 대한 높은 선진국 의존도, 협소한 국내 시장, 상대적으로 느린 기술성장 속도, 로봇기업 대부분 R&D연구역량이 부족한 중소기업인 점 등이 한계점으로 조사
- 관련 논문·특허 분석 결과, 미국이 기술력¹³⁾에서 논문영향력, 특허영향력, 중요특허 비율, IP4 점유율, 특허 청구항 수에서 우위를 점하고 있으며, 활동력¹⁴⁾에서는 중국이 3개 분야(특허 점유율, 논문 증가율, 특허 증가율)에서 1위를 차지
- 우리나라는 선도국 대비 활동력에서 특허 점유율은 2위를 차지하였으나, 나머지 4개 지표에서는 4, 5위를 기록하였으며, 기술력에서는 특허 영향력, 중요특허 비율 지표에서 2위를 차지



* 출처: 한국과학기술기획평가원, “2020년 기술수준평가 - 기계·제조”

<그림 12> 국가별 활동력 및 기술력의 상대적 위치

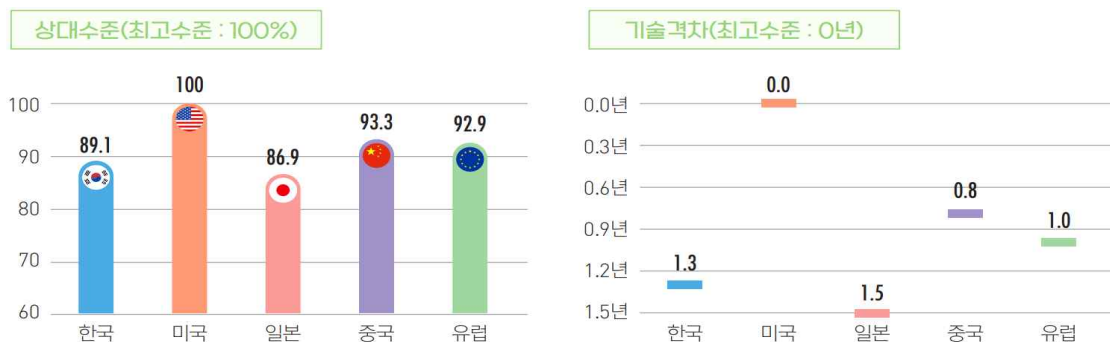
13) (기술력 분석지표) 논문 영향력, 특허 영향력, 중요논문 비율, 중요특허 비율, 연구주체 다양도, IP4 점유율, 특허 청구항 수

14) (활동력 분석지표) 논문 점유율, 특허 점유율, 논문 증가율, 특허 증가율, 해외출원도

○ AI분야 기술수준 및 기술격차¹⁵⁾

- 미국 기업이 세계 인공지능 유니콘 기업 중 절대 다수를 차지하고 있으며, 우리나라는 국내 기업들의 초거대 인공지능 모델 개발과 기초연구가 활발
- 세계최고 기술국(미국: 100%, 0년) 대비 우리나라의 상대적 기술수준 및 기술격차는 기술수준 89.1%, 기술격차 1.3년으로 조사

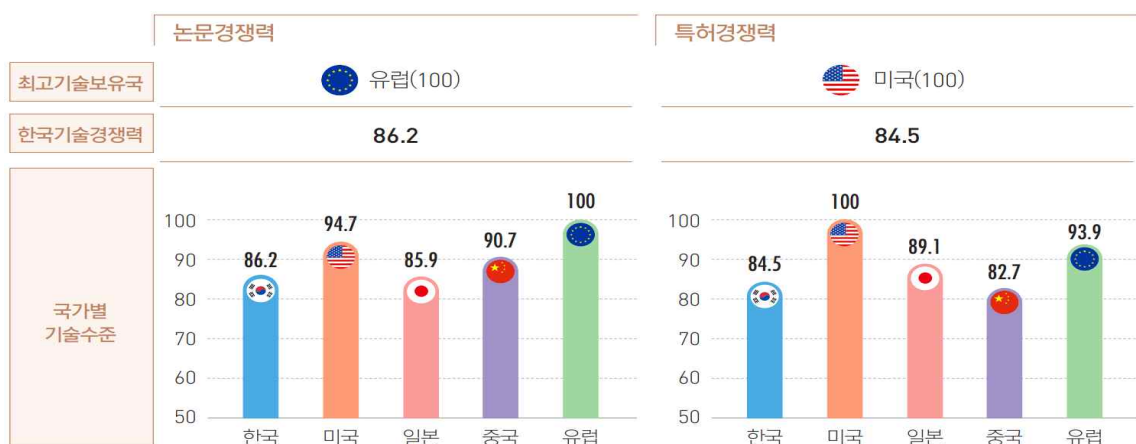
* 기술수준 순위: 미국(100%) > 중국(93.3%) > 유럽(92.9%) > 한국(89.1%) > 일본(86.9%)



* 출처: 정보통신기획평가원, “2021년 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서”

<그림 13> 인공지능 기술수준 및 기술격차

- AI분야 논문·특허 경쟁력 평가는 논문경쟁력은 유럽, 특허경쟁력은 미국이 가장 높은 것으로 분석
- 우리나라의 논문경쟁력은 86.2점, 특허경쟁력은 84.5점으로 각각 4위를 차지



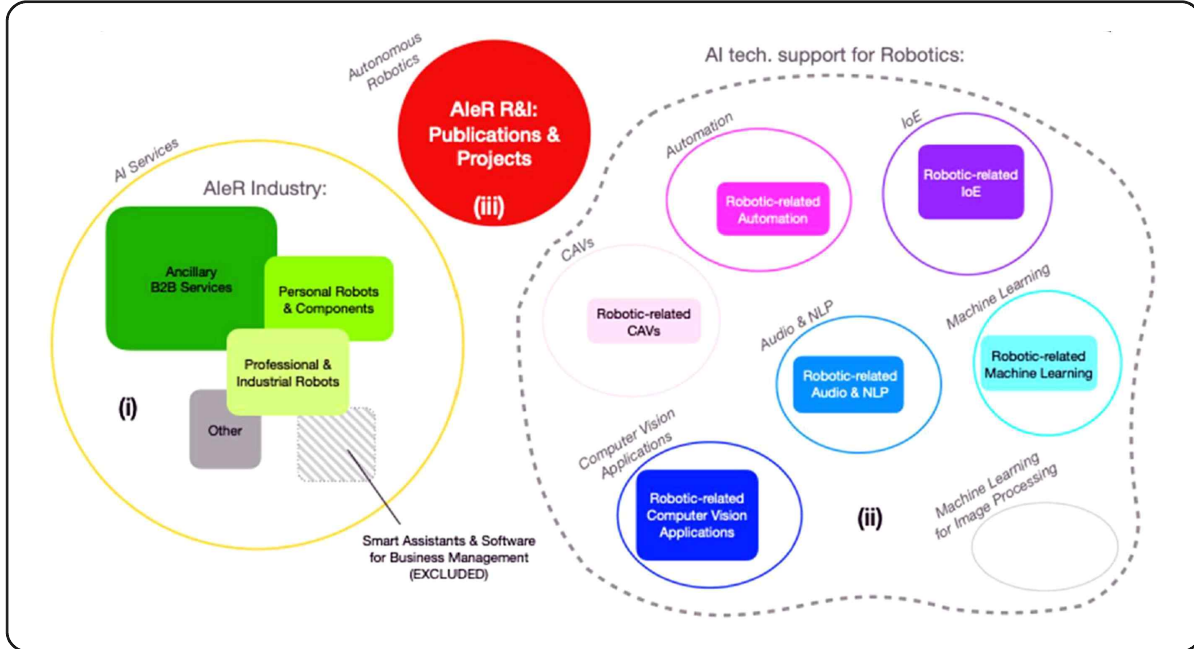
* 출처: 정보통신기획평가원, “2021년 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서”

<그림 14> 인공지능 분야 논문·특허 경쟁력

15) “2021 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서”(정보통신기획평가원, 2023.)는 '22년기준 5개국(한국, 미국, 일본, 중국, 유럽)의 18개 중점 분야에 대해 74개 기술 및 287개 하위 기술을 대상으로 논문/특허 DB 구축 및 경쟁력(활동도, 영향력, 시장력)을 분석

4. 지능형 로봇을 위한 AI(생성형 AI) 개요

□ 로봇을 위한 AI 기술



* 출처: European Commission, “AI Watch AI for Enhancing Robotics”, JRC Technical Reports, 2022.

<그림 15> The AI for enhancing Robotic(AleR) landscape

- 유럽 위원회의 공동연구센터(JRC)에서는 로봇공학을 위한 6가지 AI 기술적 지원 분야를 아래와 같이 제시¹⁶⁾
 - (기계학습(Machine Learning)) 로봇이 학습할 수 있고, 어느 정도의 자율성을 가지고 행동하도록 지원
 - (자연어 처리(Audio & Natural Language Processing(NLP))) 특정한 물리적 기술들에 의해 활성화될 필요가 있는 인간-로봇 상호작용 프로세스를 위해 가장 중요하게 고려되어야 할 부분 중 하나로, 사람의 음성 명령이나 내용을 이해하기 위한 로봇의 능력 지원
 - (컴퓨터 비전(Computer Vision Applications)) 로봇의 주변 환경에 대한 시각적 정보 처리 기술과 관련이 있으며, 로봇이 행동하고 상호작용하기 위해 현재 위치에서의 상황을 이해하도록 지원

16) European Commission, “AI Watch AI for Enhancing Robotics”, JRC Technical Reports, 2022.

- (사물인터넷(Internet of Everything(IoE))) 여러 지능형 기계의 통합 및 조정 활동에 필요한 기술로 로봇이 다른 로봇 또는 사람과 공동 작업할 수 있는 환경에서 활용되며, 지속적인 데이터 수집, 정보 정교화 및 통신 절차에 필요한 HW와 SW 기술지원
- (자동화(Automation)) 자동화 기계에 AI 기술을 탑재하면 복잡성과 관련된 부분에 있어서 비용 집약적이고, 스마트하며, 자율 조절 프로세스를 실현할 수 있게 되어 로봇틱스에 가까운 자동화 구현이 가능
- (커넥티드 및 자율주행차(Connected and Automated Vehicles(CAVs))) 다양한 수준의 감독 없이 움직이고 순환할 수 있는 차량으로, 로봇과 관련하여 특정 경우 최소한의 감독과 몇 가지 초기 지침만으로 길고 복잡한 경로의 이동이 가능한 HW와 SW 기술을 지원

□ 생성형 AI의 개념과 주요 기술

- 생성형 AI는 딥러닝을 포함한 인공지능 기술을 이용하여 언어, 비전을 포함한 컴퓨터로 처리할 수 있는 다양한 분야의 콘텐츠를 생성하는 기술 분야
- 로봇에 적용가능한 생성형 AI 어플리케이션의 종류는 아래와 같이 크게 5가지로 구분 가능
 - (로봇 설계(Robot Design)) 성능을 극대화하고 비용을 최소화하는 새로운 구성을 생성하는 로봇 구성 요소의 설계를 최적화
 - (제어 정책(Control Policies)) 로봇에 새로운 작업과 환경에 행동을 적응시켜 전체적인 프로세스를 개선할 수 있는 최적의 방안을 생성하여 로봇에 대한 제어 정책을 학습
 - (경로 계획(Path Planning)) 로봇이 장애물, 지형 및 기타 제약조건에 따를 수 있는 최적의 경로를 생성하는데 사용되며, 로봇의 효율성과 안전성을 향상
 - (시뮬레이션 및 테스트(Simulation and Testing)) 실제 배치 전의 로봇 시스템 엔지니어의 설계를 개선하기 위해 현실적인 시뮬레이션을 생성함으로써 로봇 시스템의 개발 시간을 단축
 - (인간-로봇 상호작용(Human-Robot Interaction)) 모델을 만들고 예측하여, 인간을 이해하고 인간과 상호작용하는데 사용할 수 있으며, 더욱 자연스럽게 효과적인 인간형 로봇을 만드는데 기여

□ 로봇 분야별 생성형 AI 활용

- (제조업 로봇) 대규모 언어모델을 활용, 생산관리에서 발생하는 병목 현상 파악 및 복구 계획 수립을 통해 복잡한 데이터 추출에 소요되는 시간 단축
 - 제조업은 센서 판독데이터, 이미지, 영상, 원격 측정 데이터 등 복잡하고 구조화되지 않은 데이터 처리를 필요로 하는 산업으로, 실시간 데이터 흐름 및 데이터 소스를 통합·매칭하는 기능이 중요
 - 대규모 언어모델은 작업자와 시스템, 문서 간 상호작용 방식을 새롭게 정의하여 생산성, 고객 만족도, 재무 실적 등의 개선이 가능
- (물류 로봇) 창고 및 보관 업계에서는 자동화를 통해 생산성과 효율성을 높이고 전자상거래 부문의 수요 증가에 적절한 대응이 가능
 - 창고에서 상품을 꺼내거나 트럭에서 물건을 내리는 등의 작업을 자동화함으로써 주문 처리 속도를 증가시켜 노동생산성 제고
 - 혁신적인 로봇기술을 도입하여 전국적으로 상품을 효율적으로 운송하고, 근로자들이 안전하고 만족스러운 일자리로 전환할 수 있도록 지원¹⁷⁾
- (안내/돌봄 로봇) AI 기반 안면인식, 음성인식, 다국어 지원, 감정인식 등이 가능한 소셜 로봇이 활용되고 있으며, 데이터 기반 서비스도 가능
 - AI 학습을 통해 장애물 회피, 자율주행 성능 고도화가 가능하며, 얼굴인식 및 센서를 활용해 고객을 따라다니는 특화 서비스 제공
 - 로봇의 인지 대상이 자연어 대화, 동작 의도의 파악 및 이를 기반으로 한 객체(사람-사람) 간 교류 방식의 이해까지 시도되는 중
- (의료 로봇) 생체신호 측정과 해석을 채용하여 사람의 상태를 더 잘 이해하여 반응하고, 건강관리 등 부가적 지원 기능을 제공하는 기술이 확산
 - 사람의 행동, 표정, 말을 이해하고 대화 및 행동을 표현할 수 있는 지능적이고 인간 친화적인 상호작용 기술이 발전 중

17) ITIF, "Supporting Robotics Adoption in Logistics Facilities Will Increase Productivity and Create Safer Jobs", 2023.7.14.

[참고] 협동로봇 / 휴머노이드 로봇 관련 기업 동향

□ (협동로봇) 유니버설 로봇(덴마크), ABB(스위스), FANUC(일본), 야스카와(일본), KUKA(독일) 등이 있으며, 산업체들이 유연한 자동화 솔루션을 모색함에 따라, 이에 대응한 생산성/효율성을 향상시킬 수 있는 협동 로봇 개발

○ (유니버설 로봇) 다양한 엔드 이펙터(end-effector)*, 비전 시스템 및 기타 주변기기와 호환되는 프로그래밍 가능한 소프트웨어 보유하여 세계 1위 점유율을 차지

* 로봇이 작업을 할 때 작업 대상에 직접 작용하는 기능을 가진 부분으로 조작부를 뜻함

○ (ABB) GoFa™와 SWIFT™로 대표되는 협동 로봇 제품군을 선보이며 협업 로봇 포트폴리오를 확대하고 로봇의 자동화 수준을 높이는 데 주력

- 증가하는 자동화 수요를 충족시킬 수 있는 기술개발에 주력함과 동시에 자동화 수준이 낮은 부문에 협동 로봇이 접근할 수 있도록 하는 것을 목표

□ (휴머노이드로봇) 테슬라(미국), 아마존(미국), Engineered Arts(영국), 샤오미(중국) 등이 있으며, 최첨단 IT와 로봇을 결합한 고성능의 로봇 개발

○ (테슬라) 인공지능-머신러닝을 결합한 지능형, 인간형 로봇 프로토타입인 Optimus* 공개

* 인간의 근육과 비슷한 역할을 하는 작동 장치(Actuator)를 몸 전체에 28개 설치하여 20kg 무게의 짐을 옮길 수 있고 68kg 무게의 짐을 들 수 있음. 또한, 카메라를 통해 입력되는 데이터를 3D AI맵으로 변환하는 기술을 사용해 대상 인식이 가능

○ (아마존) 휴머노이드 Digit*를 활용, 창고에서 인간과 비슷한 방식으로 작업수행

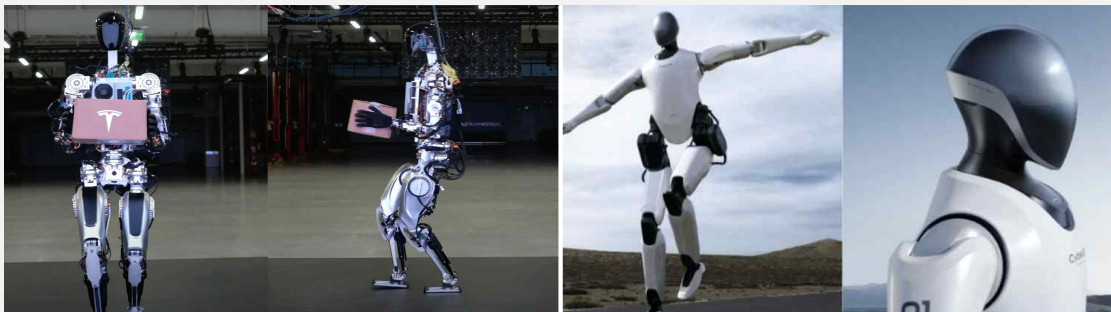
* 2족 보행 휴머노이드 로봇 프로토타입으로 현재 상품화에 앞서 핵심 기능만 넣은 기본모델

○ (Engineered Arts) 인간과 대화가 가능한 Ameca* 개발

* Ameca는 위험한 상황에서 필요한 상황의 동반자가 되는 것까지 다양한 응용분야에 사용 가능

○ (중국 샤오미) 공간을 인식, 3차원으로 재구성·해석하는 능력을 가진 CyberOne* 발표

* 21개의 동작 자유도를 지원하며 각 자유도에 대해 0.5 m/s의 실시간 응답 속도를 구현해 인간의 움직임을 완벽에 가깝게 모방 가능



테슬라-Optimus

샤오미-CyberOne

<그림 16> 휴머노이드 로봇 사례

5. 지능형 로봇 관련 주요정책 동향

□ 지능형 로봇 관련 주요국 R&D 정책 동향¹⁸⁾

- (중국) 로봇 기술과 산업 발전의 글로벌 리더로 만들기 위한 목표로 산업정보 기술부가 “제14차 로봇산업 발전 5개년 계획”(21.12.21.)을 발표
 - 향후 5년간 8대 핵심 산업에 포함하고, '22년 4월 국가 핵심 연구개발 계획에 따라 핵심 특별 프로그램으로 '지능형 로봇'에 4,350만 달러를 지원
 - IFR 통계 연보에 따르면 중국의 제조업 노동자 10,000명 당 322대의 로봇 밀도에 달하고 있으며, '18년 20위에서 '20년 세계 5위로 비약적 상승
- (일본) 세계 로봇 혁신의 허브로 만드는 것을 목표로 하고 있는 “新로봇전략” 운영
 - 제조업 7,780만 달러, 간호 및 의료 5,500만 달러, 인프라 6억 4,320만 달러 등 '22년 9억 3,050만 달러 이상을 지원
 - 제조 및 서비스에 대한 실행계획에 차세대 인공지능 및 로봇의 핵심이 될 자율 주행 첨단 항공 모빌리티, 통합 기술개발 등의 프로젝트가 포함
 - “문샷 R&D 프로그램”에 로봇 관련 프로젝트로 '20~'25년까지 5년간 4억 4,000만 달러의 예산 할당
- (EU) 호라이즌 유럽 프로그램을 통해 '21~'27년까지 943억 달러의 예산을 투입할 계획
 - EU의 과학 및 기술기반 강화, 유럽의 혁신 역량, 경쟁력 및 일자리 강화, 사회 경제적 모델의 가치 유지를 최우선 목표로 설정
 - 유럽 집행위원회는 '21~'22년에 걸쳐 로봇 관련 업무 프로그램에 총 1억 9,850만 달러의 자금을 지원

18) International Federation of Robotics(IFR), “World Robotics R&D Programs”, 2023.

- 최적의 의사결정 지원을 위한 HW, 알고리즘, 적응형 학습기능 향상 및 효율적인 협력로봇 등 AI와 로봇에 대한 기초연구, 기술적용을 위한 응용개발연구를 병행하여 공동 AI 플랫폼을 구축
- (미국) NRI(National Robotics Initiative)로부터 美정부가 지원하는 기초로봇 연구개발이 시작되었으며, '21년 NRI-3.0에 1,400만 달러 규모의 기금 지원
 - '21. 2월 발표된 NRI-3.0 프로그램은 이전 NRI 프로그램을 기반으로 통합 로봇 시스템에 대한 연구를 진행
 - NASA의 “Moon to Mars” 프로젝트는 우주 깊숙한 곳에서 인간의 탐험과 과학 임무를 협력적으로 지원하기 위해 로봇의 성능을 크게 향상시킬 연구와 기술 개발을 목표로 '20~'24년까지 350억 달러의 예산을 할당할 계획
 - 세계 로봇 밀도에서 미국은 '21년 274대로 세계 9위를 차지하고 있으며, 산업용 로봇의 연간 설치율은 세계 3위를 차지
- (한국) '19. 8월 발표된 “제3차 지능형 로봇 기본계획”추진 방향에 맞춰 로봇 R&D 종합역량 제고, 로봇 수요 쏠산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 범국가적 로봇 융합 네트워크 구축 등 세부과제 수립
 - '22년 “지능형 로봇 실행계획”을 수립하고 1억 7,220만 달러의 예산을 배정
 - 서빙, 조리, 교육 등 비대면 수요 맞춤형 新 비즈니스모델 발굴 및 수요자 문제 해결을 위한 로봇서비스 모델 확대 지원 등 로봇활용모델 발굴, 개발을 통해 쏠산업 로봇 전환 기반 마련
 - 1인 가구 생활편의를 위한 가정 내 헬스케어 로봇, 정서교감 반려로봇 등 일상 맞춤형 로봇 보급 강화 등 실증 다변화를 통한 로봇 대중화 시대 조기 구현
 - 5G, AI, 빅데이터 등 첨단기술이 융합된 고부가가치 로봇제품의 상용화 촉진을 위해 실증인프라 및 기술지원 체계 구축 등 선제적 규제개선 및 첨단기술 실증을 통한 혁신성장 분야 육성
 - 월드 로보틱스에 따르면 1만명당 산업용 로봇 1,000대로 역대 최고치를 기록하고 있으며, 전 세계적으로 로봇 밀도가 가장 높은 국가를 차지

□ 우리나라 지능형 로봇 관련 정책 세부내용

○ 제3차 지능형 로봇 기본계획('19.8.)¹⁹⁾

- (비전) 로봇산업 글로벌 4대강국 도약
- (수립 배경) 로봇산업을 4차산업 혁명시대 핵심산업으로 발전시키고, 제조업 및 서비스업 혁신을 뒷받침하기 위해 “제3차 지능형로봇 기본계획”을 마련
 - * 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」 제5조는 로봇산업 진흥을 위해 5년마다 기본계획을 수립토록 하고, 매년 실행계획을 마련하도록 규정
 - * 이에 따라 제조로봇 확대보급, 4대 서비스로봇 육성, 생태계 강화를 위해 제3차 기본계획('19~'23)을 수립하고 매년 실행계획을 작성
- (목표) ❶로봇산업 시장규모 확대('23년까지 15조 원), ❷1천억 이상 로봇전문기업 수 확대('23년까지 20개사), ❸제조로봇 보급 대수 확대('23년까지 누적 70만대)
- (추진전략) ❶민·관 역할 분담을 통한 정부지원 효과성 제고, ❷제조 현장과 유망 서비스 분야에 집중 지원, ❸규제개혁 연계 등을 통한 초기 시장 창출
- 주요 추진과제

❶ 3대 제조업 중심 제조로봇 확대 보급	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업종별·공정별 108개 로봇활용 모델개발 ▪ 표준모델당 10개 기업 컨설팅 및 실증보급 ▪ 제조로봇 도입 기업 중심 재직자 교육 ▪ 렌탈/리스 지원 및 민간중심 융자모델 전환
❷ 4대 서비스 로봇분야* 집중 육성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유망 4대 서비스 로봇 기술개발 ▪ 4대 서비스로봇 보급·실증 → 민간 확산 ▪ 규제개선, 해외진출 등 지원해 국내외 시장 창출
❸ 로봇산업 생태계 기초체력 강화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 차세대 핵심부품·SW 기술개발 ▪ 국산부품 실증·보급 촉진 ▪ 他산업에 로봇 융합기술을 확산해 新시장 창출

* 4대 서비스 로봇분야: 돌봄, 웨어러블, 의료, 물류

19) 관계부처 합동, “제3차 지능형 로봇 기본계획”, 2019. 8.

○ 2023년 지능형 로봇 실행계획('23.5.)²⁰⁾

- (추진방향) ▲로봇 장비 연계형 모델 개발 실증을 통해 제조현장 지능화 구현, ▲현장 수요에 기반한 국민체감형 로봇서비스의 일상화, ▲규제의 지속적 개선 및 사업화 지원을 위한 상설 실증체계 마련
- (실행계획) 3대 추진과제, 12개 세부과제에 총 2,298억 원 규모의 예산 투입
- 주요 추진과제

① 3대 제조업 중심 제조로봇 확대 보급

- (로봇-장비 융합모델) 다품종 유연자동화 및 실시간 현장제어가 가능한 AI기반 로봇-제조장비 통합 공정 시스템 모델 개발

② 4대 서비스 로봇분야 집중 육성

- (4대 분야) 유망 로봇분야 중심 서비스로봇 2,283대 실증 보급

① (돌봄로봇) 지자체와 기업간 컨소시엄 구성을 통해 재활,반려,치매예방 로봇 1,600대 보급

② (웨어러블로봇) 공공·민간 분야 웨어러블 로봇 190대 보급

③ (의료로봇) 수술로봇, 로봇재활센터 지정 등을 통한 13대 보급

④ (물류로봇) 공공·민간 분야 실내·외 물류·이송 로봇 400대 도입 지원

⑤ (기타) 언택트 서비스 및 서비스 현장 협동로봇 등 80대 도입 지원

- (AI·5G기반 융합 실증) 통합관제시스템 및 로봇·통신 기반 데이터 수집 인프라 조성을 기반으로 한 다수·다종 로봇 대규모 실증('23년 49억 원)

③ 로봇산업 생태계 기초체력 강화

- (SW) 다중 이동로봇 자율주행 기술, 로봇·사람의 상호작용 및 고도화 작업 수행을 위한 로봇 AI 기술개발 추진

분야	과제명	'23예산
로봇SW 플랫폼	대규모 실내업무공간에서 동작하는 다중 이동로봇을 위한 협력적 지도작성, 환경인식 및 자율주행 기술개발	10억 원
	초실감 텔레프레즌스 로봇의 비정형 작업 고도화를 위한 자율성 공유제어 및 자율 작업 전환을 위한 AI 원천기술 개발	9억 원
HRI기술	사용자와의 장기 상호작용을 위한 행동기반 서비스 로봇 HRI 자동생성 AI 기술 개발	10억 원

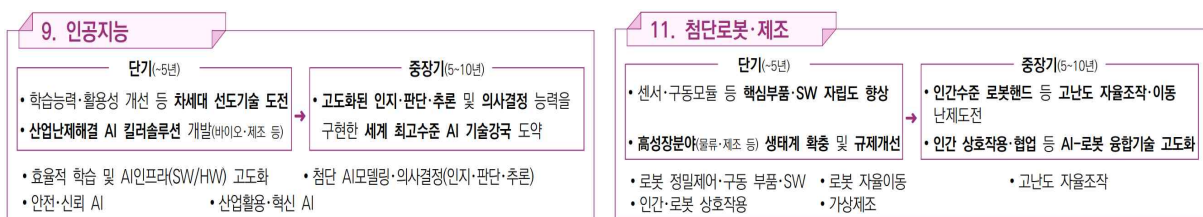
20) 관계부처 합동, “2023년 지능형 로봇 실행계획”, 2023. 5.

○ 인공지능 국가전략('19.12.)²¹⁾

- (추진방향) 세계적 수준의 AI 경쟁력 확보, 경제·사회 전반의 활력 제고, 국민 행복과 삶의 질 향상을 위해 3대 분야 9대 전략 및 100대 과제 수립
- (3대 분야) ❶(AI 경쟁력 혁신) 세계를 선도하는 인공지능 생태계 구축, ❷(AI 활용 전면화) 인공지능을 가장 잘 활용하는 나라, ❸(사람 중심의 인공지능 구현) 사람 중심의 인공지능 구현
- (목표) '30년 기준 ❶디지털경쟁력 세계 3위, ❷지능화 경제효과 455조 원, ❸삶의 질 세계 10위
- * 「제조업에서부터 전 산업으로 AI융합 확산을 위해 업종별 글로벌 경쟁력을 가진 AI 융합제품 개발 및 상용화 추진
- * 「로봇 분야 관련, AI융합 차세대로봇 기술개발('19~'22) 및 성능평가·실증인프라 구축('20~'24) 과제 추진

○ 국가전략기술 육성 방안('22.10.)²²⁾

- (배경) '22.10월 기술패권 경쟁 대응 및 국정과제 이행 관련 초격차 기술확보에 국가역량을 집중하기 위해 「국가 전략기술 육성 방안(안)」수립
- (12대 국가전략기술) 경제·외교·안보적 가치가 높은 12대 국가전략기술 선정 및 정책·투자지원을 집중할 50개 세부 중점기술 도출
- (국가전략기술 프로젝트 추진) 초격차·대체불가 기술 확보를 위한 민관합동 대형 R&D 프로젝트로 5~7년 내에 가시적 성과창출이 가능한 임무·목표 발굴 및 집중 투자



<그림 17> 인공지능 및 첨단로봇·제조 분야 계획

21) 관계부처 합동, “인공지능 국가전략”, 2019. 12.

22) 국가과학기술자문회의의 전원회의, “기술주권 확보를 통한 과학기술 G5 도약, 국가전략기술 육성 방안(안)”, 2022. 10. 28.

○ 로봇 新 비즈니스 창출을 위한 첨단로봇 규제혁신 방안(23.3.)²³⁾

- (비전) 선제적 로봇 규제혁신을 통한 新비즈니스 창출
- (기본방향) ①新비즈니스와 관련한 로봇 핵심분야를 중심으로 개선과제 확대, ②개선수요를 반영한 과제를 주기적으로 추가, 예측가능하게 조속 완료, ③효과적인 규제개선 실행을 위한 민간협의체 주기적 가동
- (주요 추진과제) ①모빌리티, ②세이프티, ③협업·보조, ④인프라의 4대 영역을 중심으로 51개 과제 규제개선 추진
- * 「시장 수요 및 산업성장동인을 고려하여 단기 30건, 장기 12건의 단계별로 과제 수립

○ 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법(약칭:지능형로봇법)(23.11.17. 시행)

- (목적) 지능형 로봇의 개발과 보급을 촉진하고 그 기반을 조성하여 지능형 로봇산업의 지속적 발전을 위한 시책을 수립·추진함으로써 국민의 삶의 질 향상과 국가경제에 이바지함
- (기본계획 수립 등) 이 법의 목적을 효율적으로 달성하기 위하여 5년마다 로봇 산업정책심의회 심의를 거쳐 기본계획을 수립
- (산업통계 및 실태조사) 지능형 로봇산업의 분류체계를 구축하고 분류체계에 따른 산업통계 확보 및 매년 지능형 로봇산업 전반에 걸친 실태조사를 실시
- (실외이동로봇) 지능형로봇법 개정 및 시행에 따라 실외이동로봇의 운행안전 인증기관이 안전인증을 수행하는데 필요한 안전인증 대상, 기준, 절차와 사후관리 등 세부 사항을 규정

23) 관계부처 합동, “로봇 新 비즈니스 창출을 위한 첨단로봇 규제혁신 방안”, 2023. 3.

6. 결론 및 시사점

□ 주요국의 로봇틱스 기술에 대한 국가 간 경쟁이 심화되고 있음

- 미국, 일본, 중국 등 주요국은 로봇틱스 기술을 국가 경쟁력 강화의 핵심 요소로 선정하고 지원정책을 강화
- 새로운 로봇 기술에 대한 주요국의 투자가 이전보다 증가하고 있으며, 관련 연구개발의 적용 범위 역시 확대 추세
- 우리나라는 주요국과 달리 상대적으로 국내시장이 협소하여 국가주도로 로봇분야 연구개발 및 투자가 이루어지고 있는 상황

□ 각 산업별로 특화된 지능형 로봇 및 관련 기술의 혁신 주도 필요

- 우리나라는 세계에서 로봇 밀도가 가장 높지만, 대부분 제조 관련에 치중되어 있으며, 유럽 국가로부터의 수입 의존도가 높은 편임
 - 로봇틱스를 위한 AI 기술지원 영역에서 음성과 자연어처리(NLP), 기계학습 기술에 두각을 나타내고 있으며, 특히 자율주행차(CAVs) 영역에서 더 전문화되어 있는 것으로 추정²⁴⁾
 - 현재는 삼성, LG, 현대차, SK, 네이버 등의 대기업 위주로 AI관련 신기술을 선도하고 있으나, 점차 중소기업으로의 기술이전 및 기술경쟁력 확대 필요
- 로봇 기술을 제조, 물류, 의약, 의료, 국방 및 국가안보, 농업 등 다양한 응용 분야에 적용할 수 있도록 로봇 시스템의 성능과 신뢰성, 사용 편의성, 안전성을 향상시키는 연구 추진 필요
- 실제 산업에서 적용 가능한 실용적 연구 및 연구개발 지원과 더불어, 미래 전망을 통해 선점 가능한 주제를 선택적으로 발굴하여 글로벌 시장을 선도할 수 있는 R&D 추진 필요

24) European Commission, "AI Watch AI for Enhancing Robotics", JRC Technical Reports, 2022.

- 사람의 의도를 정확하게 이해하고 파악하기 위한 로봇의 사회적 지능(social intelligence)이 요구되고 있으며, 사람과의 공존, 협업을 위한 로봇지능, 센서 솔루션, 매커니즘, 제어기술 등에 대한 연구개발이 필요
- 서비스용 로봇의 지능과 사용자의 기대 수준 간 상당한 격차 존재
- 기본 범용 데이터를 로봇 응용에 맞게 활용하는 방법, 로봇 특화 대용량 데이터센터 구축 또는 로봇 시뮬레이터를 활용한 Sim2Real 등의 방법으로 인공지능 학습용 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 시도 중
 - 아직은 실 환경 운용이 어려운 분야가 많고, 비싼 로봇 플랫폼 가격 등의 이슈 등으로 범용 인공지능 기술 중심으로 발전하고 있으나, 인공지능 기술 발전 속도 등을 고려할 때 서비스용 로봇은 빠른 성장이 가능한 유망 산업
- 인구감소 및 일자리 대체에 대비한 인간 대체 로봇 고려 및 관련 R&D 필요
- 노동집약적 산업(제조, 건설, 서비스업 등)의 지원인력 감소로 인한 노동력 확보가 어려운 한계점을 로봇으로 대체하여 산업생산력 확보
 - 감염병 방역, 검체 채취, 폐기물 운송, 고층 작업 등 위험한 환경에 노출된 직업군을 로봇으로 대체하여 산업 인재재해를 미연에 방지
 - 환자, 노인, 1인 가구 등의 증가는 사회적 비용 증가로 이어지고 있어, 고령화에 따른 간병인 부족 문제를 대응할 수 있는 돌봄로봇 개발 지원 고려 필요

참고문헌

- International Federation of Robotics(IFR), "Top 5 robot trends 2023"
- 정보통신기획평가원, "인공지능 산업청사진 2035", 2022.3.
- 중소벤처기업부, 중소기업기술정보진흥원, "중소기업 전략기술 로드맵 2023-2025 - 지능형로봇", 2023
- 한국경제인협회, "글로벌 로봇산업과 한국의 현황", 2022. 9. 15.
- 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원, 한국로봇산업협회, "2021년 기준 로봇산업 실태조사", 2022. 12.
- 한국전자정보통신산업진흥회, "로봇산업 현황 및 인력양성 방안", Issue Report 2023-19호
- International Federation of Robotics(IFR), <https://robohub.org/author/ifr/>
- Precendence Research, "Robotics Technology Market Forecast 2022~2030", 2022.
- International Federation of Robotics, 2022 World Robotics
- 한국특허전략개발원, "2022년 특허 빅데이터 기반 산업혁신전략 보고서 (첨단로봇)", 2022. 12.
- 한국산업기술평가관리원, "2021년 산업기술수준조사", 2022. 2.
- 한국과학기술기획평가원, "2020년 기술수준평가 - 기계·제조", 2021.
- 정보통신기획평가원, "2021 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서", 2023.
- 관계부처 합동, "제3차 지능형 로봇 기본계획", 2019. 8.
- 관계부처 합동, "2023년 지능형 로봇 실행계획", 2023. 5.
- 관계부처 합동, "인공지능 국가전략", 2019. 12.
- 국가과학기술자문회의 전원회의, "기술주권 확보를 통한 과학기술 G5 도약, 국가전략기술 육성 방안(안)", 2022. 10. 28.
- 관계부처 합동, "로봇 新 비즈니스 창출을 위한 첨단로봇 규제혁신 방안", 2023. 3.
- International Federation of Robotics(IFR), "World Robotics R&D Programs", 2023.
- European Commission, "AI Watch AI for Enhancing Robotics", JRC Technical Reports, 2022.

Hamed Alqahtani, etl. el, "An Analysis of Evaluation Metrics of GANs", July 2019.

Long Ouyang et el., "Training Language Models to Follow Instructions with Human Feedback", March 4, 2022.

Honda(<http://global.honda.jp/ASIMO/history/asimo/index.html>)

ITIF, "Supporting Robotics Adoption in Logistics Facilities Will Increase Productivity and Create Safer Jobs", 2023.7.14.

기계기술정책 발간 목록

제 목	작성 연월
74. 2014년 기계산업이 주목해야 할 트렌드 분석과 시사점	2014.02.
75. 우리나라 기계산업 품목별 수출 시장 점유율 분석과 시사점	2014.04.
76. 우리나라의 TPP 참여에 대비한 기계산업 품목별 관세 전략 수립	2014.09.
77. 2014 미래기계기술포럼코리아 주요 내용과 시사점	2014.11.
78. 기계산업 2014년 성과 및 2015년 전망	2014.12.
79. 최근 기계산업 대일무역역조 개선의 원인과 시사점	2015.06.
80. 기계산업의 빅데이터 활용 동향 분석과 시사점	2015.10.
81. 우리나라 해양플랜트 산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2015.12.
82. 기계산업 2015년 성과와 2016년 전망	2016.01.
83. 건설기계산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2016.05.
84. 4차 산업혁명과 기계산업의 미래	2016.11.
85. 기계산업 2016년 성과와 2017년 전망	2017.02.
86. 신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회	2017.07.
87. 해외 선도 기관과의 기계기술 연구 분야 비교 분석	2017.11.
88. 산업용 로봇 시장 동향과 대응	2017.12.
89. 기계산업 2017년 성과와 2018년 전망	2018.01.
90. 새로운 시대 소통 역량: 4차 산업혁명 연계기술	2018.07.
91. 국방분야 생존성 향상 기술 동향	2018.08.
92. 차세대 디스플레이 마이크로 LED 기술의 부상과 시사점	2018.09.
93. 기계산업 2018년 성과와 2019년 전망	2019.02.
94. 중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략	2019.06.
95. 한·중·일 공작기계 및 기계요소 수출경쟁력 분석 및 제언	2019.07.
96. 미국 반도체 장비 기업의 성장과 시사점	2019.12.
97. 기계산업 2019년 성과와 2020년 전망	2020.01.
98. 글로벌 농기계산업 동향 분석	2020.02.
99. 포스트 코로나(Post COVID-19), 유망 기계기술 및 제언	2020.06.
100. 우리나라 제조장비기업의 성장·혁신·수익 패턴 분석과 시사점	2020.08.
100(특집호). 기계산업 데이터 활용 및 분석 방법 제언	2020.08.
101. 탄소중립 글로벌 동향과 기계기술 제언	2021.01.
102. 기계산업 2020년 성과와 2021년 전망	2021.01.
103. 수소 산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망	2021.05.
104. 인체 증강 기계의 동향과 전망	2021.08.
105. 미국 바이든 정부의 기후변화 정책과 기계산업 시사점	2021.12.
106. 기계산업 2021년 성과와 2022년 전망	2022.02.
107. 일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점	2022.04.
108. 무탄소 에너지원으로서 암모니아 기술의 부상 및 시사점	2022.07.
109. 폐배터리 재활용 산업 글로벌 동향과 시사점	2022.11.
110. 공작기계 및 산업혁신 연구의 체계적 고찰과 시사점	2022.12.
111. 기계산업 2022년 성과와 2023년 전망	2023.02.
112. 바이오장비 산업 동향 및 시사점	2023.06.
113. 일본의 최신 수소경제 정책 동향과 시사점	2023.09.
114. 지능형 로봇 및 생성형 AI 동향 분석과 시사점	2024.01.

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 114 지능형 로봇 및 생성형 AI 동향 분석과 시사점

| 발행인 | 류석현

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2024.1.

| 기획·편집 | 기계기술정책센터

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7640

