

2021. 07

유망시장 Issue Report

지능형 로봇



목 차

I . 개요	01
II . 정책 동향	06
III . 기술 동향	14
IV . 시장 동향	35
V . 산업 동향	38

I. 개요

1. 아이템 개요

- 지능형 로봇(Intelligent service robot)이란 시각·청각 등 감각센서를 통해 외부 정보를 입력 받아 스스로 판단해 적절한 행동을 하는 로봇으로, 외부 환경을 인식(Perception)하고 스스로 상황을 판단(Cognition)하여 자율적으로 동작(Mobility & Manipulation)하는 로봇을 말함
- 교육·의료·실버·국방·건설·해양·농업 등 다양한 분야와 로봇 기술의 융·복합화를 통해 지능화된 서비스를 창출하는 로봇
- 인공지능과 고도의 센서가 두뇌 역할을 하는 로봇(일반적으로 시각, 촉각, 청각 등으로 자기 판단과 그에 대응하는 작동 가능)기술로 구성된 로봇
- 기존의 산업용 로봇이 일의 효율성과 성과에 초점을 두고 있는 반면 지능형 로봇은 모든 행동이 인간에 초점을 맞춤



[그림] 지능형 로봇 개요도

※ 출처 : AI·DATA-지능형로봇, 한국정보통신기술협회, 2021

- 지능형 로봇은 크게 제조 및 비제조용으로 나뉘며, 비제조용 로봇은 개인서비스용, 전문서비스용으로 나뉨

- 제조용 로봇의 분야는 산업현장에서 제품 생산을 목적으로 만들어진 기계로, 머니플레이터 로봇플랫폼, 이동용 플랫폼, 로봇용 제어기, 로봇용 센서 등으로 나뉨
 - 개인서비스 로봇의 경우 생활 편의를 목적으로 사람을 돕기 위해 만들어진 로봇으로, 가사지원, 교육, 엔터테인먼트, 실버케어 등의 분야로 나뉨
 - 한편, 전문 서비스 로봇의 경우 재난 구조, 의료 등 불특정 다수를 위해 특수 제작된 로봇으로, 필드로봇, 전문청소, 검사 및 유지보수, 건설 및 철거, 유통, 물류, 의료, 구조 및 보안, 국방 등 분야로 나뉨
- 제조용 로봇은 산업의 고부가가치화, 생산성 향상, 해외이전설비의 본국 회귀(Reshoring)에 기여
- 수작업 대비 정밀도 향상, 표준화된 시스템 구축을 통한 작업 시간의 단축, 비용 절감을 위해 해외로 생산설비를 이전했던 기업들의 본국 회귀 등에 기여
- 전문서비스용 로봇은 극한 환경에서의 대응력 제고, 군사비용 감소, 수술정밀도 향상 등에 기여
- 자연재해(지진 등) 발생 등 사람이 접근하기 어려운 현장 대응 및 복구 비용 감소, 대테러 대응·지뢰 제거시 인명 피해 감소, 정밀 수술의 경우 로봇을 통해 오차를 줄여 정밀도 향상
- 개인서비스용 로봇은 삶의 질 향상, 노약자 재활 지원, 교육·학습 등에 활용
- 가사업무 시간 단축을 통한 삶의 질 향상, 인간이 수행하던 재활치료를 보완·대체해 인력 부족 문제 해결 및 재활의 질 향상, 유치원·방과 후 교실 등에서 로봇을 활용해 학습효과 제고
- 지능형 로봇 산업은 HW, SW, 네트워크, 콘텐츠 및 서비스 등이 융합되는 종합산업으로 경제적·기술적·사회적으로 파급되는 효과가 지대
- IT, BT, NT 등 신기술 분야의 산업화에서 지능형 로봇은 필수적인 생산기술을 제공하며, 타 성장동력 산업과의 연관성이 매우 높으므로 산업적 시너지 효과를 극대화

- 메카트로닉스 기술과 기계, 전기, 전자 등의 전통기술과 신소재, 반도체, 인공지능, IT, BT, NT 등 첨단기술의 적용과 융합이 가능

- 지능형 로봇 산업은 21세기 복지사회 서비스 수요를 해결할 새로운 대안으로서 삶의 질 향상에 대한 인간의 욕구 해결에 도움
 - 현재 가속화되고 있는 산업 공동화 현상 등에 대해 조선업과 같은 대기업형 산업 뿐만 아니라 중소기업형 산업의 경쟁력을 확보하는데 일조
 - 아울러 고령자와 장애인의 조력자로서 이들이 완전한 작업자로서의 역할을 수행하는데 도움
 - 고난도의 신뢰성 있는 사회 시스템의 감시, 점검, 보수 등에 응용

- 사회가 점점 고령화되고 생활 지원의 사회적 요구가 확대되면서 이를 위한 지능형 서비스 로봇의 필요성이 증가하고, IT의 발전과 더불어 더욱 폭넓은 지능형 로봇의 서비스에 대한 요구가 증가
 - 시대적 요구사항을 배경으로 탄생한 지능형 로봇은 인공지능, 네트워크 등 IT 기술을 바탕으로 인간과 서로 상호작용하면서 가사지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 형태의 서비스를 제공

2. Value Chain

- 지능형 로봇산업의 가치사슬 구조는 로봇 제조사를 중심으로, 후방산업인 소재·부품 및 SW분야와 전방산업인 시스템 통합 및 수요분야(제조·서비스)로 구성



[그림] 로봇산업 밸류체인 구조

※ 출처 : 로봇산업 발전방안, 산업통산자원부, 2019

- 로봇산업은 일반 제조업과 달리 로봇 완제품 및 부품의 설계, 로봇응용 S/W, 서비스/컨텐츠 제작·운용 등 다양한 연관비즈니스 창출이 가능한 다중 구조의 가치사슬을 형성하고 있는 것이 특징임
- 로봇기술(RT; Robot Technology)은 기계·전기·전자·제어 등이 융합된 메카트로닉스 기술이며, 활용처가 다양한 구현기술(enabling technology)로서 타 산업에 융·복합되어 고부가가치를 창출하게 됨

[표] 로봇산업의 전·후방 연관산업

구분	전방 산업	후방 산업
제조업용 로봇	자동차, 정밀기계, 디스플레이, 바이오, 식품·의료	전자·기계 부품, 금형사출, 네트워크
전문서비스용 로봇	방위, 보안, 공공서비스, 의료, 실버	전자·기계 부품, IT, SW
개인서비스용 로봇	통신, 홈네트워크, 보안경비, 엔터테인먼트, 의료, 실버	전자·기계 부품, 금형사출, 콘텐츠, SW

※ 출처 : 로봇산업 발전방안, 산업통상자원부, 2019

- 기술 융합 기반의 종합 장치 산업이기에, 높은 기술력과 사업 인프라를 선점한 글로벌 업체들의 과점 현상이 두드러지는 산업 특성으로 후발 주자들의 신규 진입이 어려움
 - (융합산업) 기계, 전기·전자 등 타 산업 기술과의 연계를 통해 다양한 고부가가치 상품·서비스를 제공할 수 있는 대표적인 융합산업으로, 신기술 도입을 통한 전후방 산업 파생 효과가 큰 특징을 가짐
 - (높은 진입장벽) 높은 수준의 기술력이 요구되는 산업으로, 연구개발 및 A/S 인프라 구축 등의 막대한 자금이 소요되기에, 규모의 경제 및 기업의 자금력이 높은 진입장벽으로 작용함
 - (과점시장) 고부가가치 제품은 해외 업체가 시장을 잠식하고 있으며, 중저가 제품은 낮은 진입장벽으로 가격경쟁이 심화 되고 있음

II. 정책 동향

1. 국내 정책 동향

- 정부는 로봇 산업을 기술 혁신, 신규 투자가 유망한 신산업으로 지정하고 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법 제정을 시작으로 두 차례에 걸친 지능형 로봇 기본계획 발표
 - (1차, 2차 기본계획) 2009년 제1차 지능형로봇 기본계획 발표 이후, R&D 역량 제고, 수요 확대, 개방형 생태계 조성, 로봇융합 네트워크 구축을 중심으로 2014년 제2차 기본계획 발표
 - (지능형 로봇산업 발전전략) 2018년 협동로봇과 서비스 로봇 중심으로 시장 활성화, 핵심 부품 집중 지원, 선제적 제도 정비를 위한 지능형 로봇 산업 발전전략 발표

[표] 지능형 로봇 산업 발전전략 주요 내용

항목	주요 내용
협동로봇 및 유망 서비스로봇 개발·보급 프로젝트 추진	▪ 스마트 공장 구축기업, 뿌리기업을 중심으로 협동로봇 확대 보급 ▪ 5대 유망 분야*의 서비스 로봇 상용화 추진 * 5대 유망 분야 : 스마트홈, 의료재활, 재난안전, 무인 이송, 농업용 로봇 ▪ 산·학·연 전문가, 수요기관 등이 참여하는 로봇 얼라이언스 구성
로봇산업 혁신역량 강화	▪ 구동, 센싱, 제어 등의 로봇부품 경쟁력 확보를 위한 개발전략 수립 ▪ 로봇 연구, 지원기관을 업체, 분야를 고려하여 3개 권역별*로 클러스터링 * 경남권 : 로봇 융합, 수도권·충청권 : 부품, 호남권 : 의료·재활 로봇
신시장 창출 및 성장 지원체계 구축	▪ 로봇 확산을 저해하는 규제 적극 발굴 및 개선 ▪ 로봇 사업 코디네이터 확충을 통한 로봇 서비스 일자리 확대
로봇의 사회적 인식 제고를 위한 로봇 체험 기회 확대 및 홍보 추진	▪ 로봇의 사회적 인식 제고를 위한 로봇 체험기회 확대 및 홍보 추진

※ 출처 : 산업통상자원부

- 과학기술정보통신부는 2018년 혁신성장동력 시행계획(2018-2022)을 통해 2022년까지 협동로봇 확산, 로봇을 활용한 서비스 제공을 위해 시장 창출 지원, 인프라 구축, 연구개발 추진
 - 2018년 로봇 R&D(로봇 지능 기술, 부품 기술, 산업용 로봇, 전문 서비스 로봇, 개인서비스 로봇)에 총 1,213억원 투자

- 중소제조업종 대상 협동로봇 개발·보급 및 수요처 특성 파악을 통한 서비스 로봇 개발, KS 인증품목 확대 등 선제적 제도정비, 유망·전략 분야 중심으로 로봇 원천·상용화 기술 개발 지원

○ 과학기술정보통신부는 2018년 ‘제4차 과학기술 기본 계획(2018-2022)’에서 지능형 로봇의 테스트베드 구축 및 실증사업 추진, 로봇과 다양한 분야와 연계하여 활용 확대 추진

○ 정부는 2019년 발표된 ‘제3차 지능형 로봇 기본계획’에서 정부 지원 효과성 제고, 제조 현장과 유망 서비스 분야에 대한 집중 지원, 규제 개혁 연계 등을 통한 초기 시장 창출 추진

- 3대 제조업 중심 제조 로봇 확대 보급을 위해 다양한 분야에 활용 가능한 로봇 모델 선행 개발, 기업 대상 컨설팅 및 실증 보급, 재직자 로봇 활용 교육, 구매 지원, 보조금 지급, 네트워크 활성화 추진
- 4대 서비스 로봇분야 집중 육성을 위하여 4대 서비스 로봇 분야 선정, 로봇 개발, 보급·실증, 민간 확산 전 단계에 대한 지원, 규제개선 추진
- 글로벌 시장규모, 비즈니스 잠재 역량, 도전가치 등을 고려해 돌봄, 웨어러블, 의료, 물류 등 4대 전략 분야 선정
- 로봇산업 생태계 기초체력 강화를 위해 차세대 핵심부품·SW 선정 및 자립화, 국산 부품 실증·보급 촉진, 신시장 창출 추진

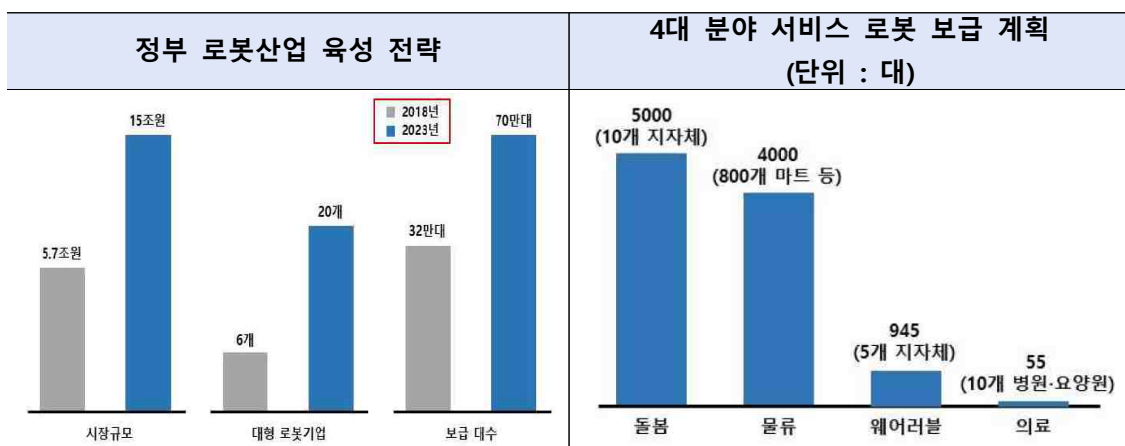
[표] 로봇산업 생태계 기초체력 강화 전략

전략	주요 내용	
차세대 3대 핵심부품 및 4대 SW 자립화	성능평가	기 구축 인프라를 활용하여 권역별 차세대 부품 SW의 성능평가 및 인증 지원 체계 고도화
국산부품 실증보급 촉진	실증보급	수요기업, 로봇제조사, 부품기업이 참여하는 로봇부품 실증사업을 추진하고 정부 보급사업 시 국산부품 우선 채택
	보급	해외 부품과 성능 차이는 없으나 실적이 부족하여 사용률이 낮은 국산부품은 정부 보급사업과 연계해 우선 사용
신시장 창출	기계	공작기계로 로봇기술을 적용하는「기계의 로봇화 project」추진
	IT	AI, 5G 등 IT 신기술과 융합하는 로봇 제품의 개발을 지원
	타산업	로봇 기업과 자율주행차, 드론 등의 로봇 유관 타업종과 융합 얼라이언스를 구축 및 운영하여 로봇 생태계 강화

※ 출처 : 제3차 지능형 로봇 기본계획, 산업통상자원부, 2019

- 정부는 2019년 산업부 주관 ‘로봇 산업 육성전략 보고회’에서 스타 로봇기업 20곳을 선정 및 집중 육성하여 2023년 ‘로봇 4대강국’으로의 도약 목표를 선포
 - 국내 연 매출 1000억 원 이상 로봇 기업은 단 6곳으로, 로봇 기업 전문화 및 대형화를 통해 국내 로봇 시장 규모를 2023년까지 15조원으로 확대하고 로봇 공급량을 70만 대까지 확대할 계획
 - 감속기, 센서 등 로봇 부품과 S/W 국산화율이 41%에 그치고 있어, 2020년부터 7년 간 정부예산 약 1,000억 원 가량 투입하여 국산화율 제고 계획

[표] 정부 로봇 산업 육성 전략



※ 출처 : 한국경제, 2019

- 과학기술정보통신부는 2020년 ‘2020년도 과학기술정보통신부 연구개발사업 종합시행 계획’을 통해 로봇 분야에 대한 전략적 R&D 투자 강화 계획
 - 바이오+로봇+AI 융합 인간증강 기술 개발을 위하여 융합 R&D에 분야에 2024년까지 250억 지원, 커넥티드 로봇과 관련된 핵심기술 확보를 위해 55억원 투자
 - 다양한 산업 환경에 활용 가능한 클라우드 엣지 플랫폼 핵심기술 및 클라우드 기반 로봇 복합 인공지능 기술 연구에 중점을 둔 R&D 추진 계획
- 정부는 2020년 ‘2020년 지능형 로봇 실행계획(2019-2023)’을 통해 로봇 보급 확대, 국내 로봇 시장형성 촉진, 핵심 부품기술 확보 추진
 - 제조업의 특성·인프라 현황을 고려한 로봇활용 공정모델 개발, one-stop 보급 지원 체계 구축, 민관협력 투자를 위한 생태계 조성, 다양한 수요처 실증, 선제적 제도 개선, 핵심부품 및 SW 자립화, 실증테스트 기반 조성

2. 해외 정책 동향

가. 미국

- 다양한 분야에 대한 로봇 활용 계획을 목표로 관련 기술 개발 및 연구에 대한 지원 추진
 - 2011년에 제조업 부흥을 위한 ‘첨단 제조 파트너십(AMP)’을 발표하여 제조업 혁신전략을 수립하였으며, 현장에서 인간을 돕는 협동로봇 중심의 차세대 로봇틱스 개발과 활용에 집중
 - 2017년 ‘국가로봇계획(NRI) 2.0’을 통해 ‘Ubiquitous Co-Robot 실현을 통해 인간 생활에서의 일상화된 로봇 활용 구현을 목표로, 국립과학재단, 농무부, 에너지부, 국방부 총 4개 기관을 중심으로 항공우주, 헬스케어, 농업로봇, 물류로봇 등의 연구에 대한 지원 계획
 - 2019년 로봇 관련 R&D에 3,500만 달러의 예산을 책정하고, 미 국방부와 화성 탐사 프로그램을 추진하여 우주 분야 로봇 개발 적극 지원

[표] 미국의 ‘국가로봇계획 2.0’의 주요 내용

기관	주요내용
NSF	- 유비쿼터스 협업로봇 구현을 위한 시스템, 상호작용(HRI), 임베디드시스템, 인프라, 사회적 영향 및 교육 프로그램까지 지원 - AI, 빅데이터 확대, 인지 및 물리적-HRI 기능 증가에 따른 소셜로봇 등 로봇 응용분야 활성화, 핵심기술 연구개발 지원을 통한 로봇 응용분야 확대)
USDA	- 농업축산업의 생산성 향상을 위한 자동화 연구지원, 매년 15만~30만 불 지원 - 제한된 환경 내 가축농작물 생산분배 자동화, 농작물 수확 자동화, 가축농작물 관리를 위한 감지 시스템 등
DOE	- 재해/재난 등 대응, 고위험 물질 취급을 위한 안전로봇 시스템 매년 10~40만 불 지원 - 웨어러블 로봇 원격 작업, 글러브박스(고위험 물질을 위한 방사성 및 핵 물질 처리) 운영 취급 등
DOD	- 국방 분야(무인기, 폭발물 탐지 로봇, 경찰로봇 등) 무인 시스템 로봇 분야, 매년 10만~40만 불 지원

※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 2020

나. 유럽

- 유럽은 지속가능한 성장을 위해 로봇 산업을 차세대 핵심 전략 산업으로 선정하여 지능형 로봇 산업 분야로의 시장 확대 계획

- 세계 최대 규모 민관합작 로봇 프로그램으로, 2014년부터 2022년까지 총 28억 유로를 투자하여 로봇시장 점유율을 높이기 위해 2012년 183개 조직이 참여하는 차세대 로봇 개발 사업 추진 발표
- (독일) 2018년 ‘하이테크전략 2025(Hightech-Strategie 2025)’를 통해 일상생활에서 사용하는 로봇 등 인간-기계-상호작용에 기반한 새로운 솔루션 연구에 집중 지원 계획
- (영국) 2018년 Innovate UK를 통해 수립된 ‘5대 실행 전략(5-point plan)’에서 로봇공학을 핵심 분야로 선정하고, 로봇 공학 및 자율 시스템과 관련된 분야에 1,600만 파운드 투자 추진

다. 중국

- 중국 정부는 ‘제조대국’에서 ‘제조강국’으로의 도약을 위해 로봇 산업 경쟁력을 집중 강화하고 있음
 - 중국의 로봇산업 정책은 중앙정부 차원의 중장기 지원·육성계획과 지방정부의 산업단지 조성으로 구분
 - 2011년 국가경제발전 5개년 계획인 ‘12.5 계획(2011~2015년)’을 통해 산업용 로봇을 첨단설비 제조업의 주요 업종으로서 확정하고 국가 차원에서 지원, 지지할 방침을 제시
 - 2013년 산업 구조조정 지도목록에서는 로봇산업을 중점 육성산업으로 지정하고 우수기업 육성, 산업 클러스터 조성 등 구체적 지원방향 제시
 - 2015년 중국 산업 고도화 및 제조강국 도약을 위한 로드맵인 ‘중국 제조 2025’에서 로봇을 제조업의 10대 전략적 육성산업으로 제시하며 로봇산업의 중요성을 부각시킴
 - 2016년 향후 5년간의 로봇 산업체계 구축 및 경쟁력 강화를 골자로 하는 <로봇산업발전계획(機器人產業發展規劃)> 발표
 - 2017년 공업정보화부가 <차세대 인공지능산업 발전 3년 행동계획>을 발표하면서 서비스로봇 육성정책 본격화
 - 2018년 전략적 신흥산업을 7개 분야에서 9개로 확대하며 ‘첨단장비 제조업’에 ‘로봇산업’을 추가해 산업용/서비스/특수용 로봇산업 육성을 지원하겠다고 밝힘

[표] 중국 로봇산업 관련 주요 정책

정책	주요내용
국민경제와 사회발전 12.5 계획 (2011년)	- 제조업 수준 향상, 스마트제조 장비 구축 등을 강조 - 산업용 로봇을 첨단설비 제조업의 주요 업종으로 확정
스마트제조 과학기술 발전 12.5 중점 전문 계획 (2012년)	- 산업용 로봇의 본체와 감속기, 서보드라이버, 제어기 등 핵심부품의 범용기술 개발과 자동 공정화 제품의 연구개발, 산업용 로봇 및 그 핵심부품의 기술혁신과 산업화 실현을 목표로 제시 - 스마트기기와 자동제어시스템, 산업용 로봇, 핵심부품 개발, 로봇에 기반한 장비생산라인 자동화 구축 강조
산업 구조조정 지도 목록 (2013년)	- 2020년까지 산업용 로봇 산업 시스템 완비 - 3~5개 국제경쟁력 보유한 우수기업과 8~10개 산업 클러스터 조성 - 첨단 제품 시장에서 산업용 로봇의 시장 점유율을 45% 이상으로 제고, 로봇밀도(1만 명의 직원당 사용되는 로봇 대수) 100대 이상 등의 구체적 목표 제시
중국제조 2025 (2015년)	- 로봇산업을 제조업의 10대 전략적 육성산업으로 제시 - 기업의 연구개발 및 생산관리, 스마트화 수준 제고, 로봇 본체, 감속기, 서보모터, 제어기, 센서 및 디스크 드라이버 등 핵심 부품 및 시스템 통합 분야의 기술 경쟁력 제고 강조
'로봇산업발전계획' (2016년)	- 자국산 산업용 로봇 연간 생산량 10만 대 이상, 6축 및 그 이상의 산업용 로봇 연간 생산량 5만 대 이상 확대 - 산업용 로봇, 서비스로봇, 의료로봇 등의 기술개발 및 핵심부품의 자체 생산 추진 - 2020년까지 로봇밀도 150이상 목표 - '서비스 로봇산업의 연간 매출액 300억 위안 이상' 목표
차세대 인공지능 촉진 3개년 행동계획 (2017년)	- 2020년까지 가정용 서비스로봇과 지능형 공공서비스 로봇의 대량 생산 및 활용, 의료재활, 노인 및 장애인 보조, 화재/재난구조 로봇, 로봇 시제품 생산확대 등 계획 발표
전략적 신흥산업 (2018년)	- 로봇산업을 '첨단장비 제조업'에 추가 명시

※ 출처 : KOTRA 베이징무역관, 2019

라. 일본

○ 일본 정부는 서비스와 제조업 부문의 생산성을 향상시키고 일본 기업의
일손 부족 문제를 해결하기 위하여 로봇 산업에 관심을 갖기 시작

- 2014년 5월, OECD 각료 이사회에서 아베 당시 일본 총리는 로봇에

의한 ‘새로운 산업혁명’을 일으켜서 일본의 경제 성장을 도모할 것이라고 선언

- 이듬해인 2015년 2월에는 경제 재건 정책 중 하나로써 일본의 로봇 산업 경쟁력을 강화하기 위한 ‘로봇 신(新) 전략’을 발표
- 2017년 ‘인공지능에 관한 글로벌 연구 거점 정비사업’을 통해 로봇 관련 연구개발 투자 계획
- 해당 전략의 집중 실행 기간인 5년간 로봇 관련 정부 및 민간 프로젝트에 총 1000억 엔 투자, 일본의 로봇 시장을 연간 2.4조 엔 규모로 확대, 후쿠시마에 로봇 실증실험 필드 신규 설치 등을 추진



[그림] AI 산업화 로드맵 중 생산성 분야 로드맵

※ 출처 : 정보통신기획평가원, 2018

○ 일본은 중국 등 경쟁 국가들이 로봇 시장에서의 점유율을 빠르게 높여가자, 일본은 이러한 산업 환경 변화에 대응하기 위하여 2019년 7월부터 ‘로봇에 의한 사회 변혁 추진 계획’을 수립

- 이 계획에 의거하여 일본 정부는 시스템 인테그레이터(SI) 기업 육성,

산학 협력 강화를 통한 인재 육성 및 기술 고도화, 오픈 이노베이션 등에 힘을 쏟고 있음

- 이를 위해 경제산업성은 로봇 관련 기업, 대학교, 연구소 등이 기초 및 응용 연구를 공동으로 진행할 수 있는 프로젝트를 공모하는 한편, 이들이 법인 형태의 기술연구조합(Collaborative Innovation Partnership, CIP)을 설립하는 것을 지원하고 있음

Ⅲ. 기술 동향

1. 기술범위 및 특징

- 지능형 로봇은 인간이나 다른 로봇과 상호작용을 함에 있어서 기존의 산업용 로봇에서 행동 기반 로봇 기술이 필요하며, 크게 지각, 처리, 행동 세가지 기술로 구분
 - 지각은 주위 환경을 감지하여 처리부에 알려주는 기술이며, 처리는 이러한 지각을 이용하여 행동을 결정하고, 행동은 결정된 행동을 이용하여 일련의 정해진 행동을 하는 기술을 말함
 - 세가지 기술을 위해 센서, 프로세서(데이터처리기술), 그리고 구동기 기술을 필요로 하는데, 이러한 요소기술의 구현이 지능형 로봇기술의 핵심
- (제조용 로봇) 대량생산 및 고정형 생산시설에 적합한 단순 반복형에서 자동화된 유연 생산시스템 등으로 제조 로봇 활용 확대 추세
 - 정밀조립, 고속이송, 인간과 공존작업 등 기존 제조로봇 활용이 힘들었던 새로운 분야 및 제조공정에도 로봇 활용 본격화 전망
 - 조립공정 자동화를 위한 로봇기술이 개발되고 있으며, 조립공정 자동화를 위한 로봇기술 개발되고 있음
- 국내에서는 인지 핵심기술, 플랫폼 핵심기술, 양팔작업 핵심기술, 공정 핵심 기술, 공정적용 기술이 개발되고 있음
 - (인지핵심 기술) 시각센서를 이용한 빈피킹 대상 부품 인식 및 자세추정 기술, 조립공정 작업 대상 부품 위치 검출/자세 추정 기술, 양팔작업을 위한 하이브리드 방식 간접 교시 기술이 개발
 - (플랫폼 핵심 기술) 시각센서를 이용한 빈피킹 대상 부품 인식 및 자세추정 기술, 조립공정 작업 대상 부품 위치 검출/자세 추정 기술, 양팔작업을 위한 하이브리드 방식 간접 교시 기술이 개발
 - (양팔작업 핵심 기술) 제어기 S/W 구현 작업, 능동강성 기반 복잡물체/유연물 조립기술 및 커넥팅/볼팅 조립 공정 적용, 양팔 로봇을 이용한 박스 포장 및 테이핑 제어기술, 양팔 로봇의 온/오프라인 경로생성 기술, 상반신 양팔로봇의

전신 밸런스 제어기술이 개발

- (공정 적용 기술) 휴대폰 포장 공정 적용 기술, Car Audio 조립 공정 적용 기술, Car Audio 조립 공정 파일럿 라인 설계/구축 기술이 개발

○ (서비스로봇) IoT, 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등의 기술 발전에 힘입어 새로운 분야 및 서비스에 로봇 활용 확산

- (의료) 복강경 수술로봇 중심 → 다양한 수술과 진단 분야
- (국방·안전) 감시·정찰 중심 → 재난재해 상황에서 인명구조·방재 분야 등
- 소프트뱅크社 Pepper는 클라우드·빅데이터 기술을 이용해 인공지능화
- MIT의 JIBO는 IoT 기술을 이용해 가전들과 연동하여 생활의 편리 제공
- 세계적 석유화학 회사들은 최근 드론을 해양 인프라 검사에 활용

○ 선진국의 제조업 부활이 경쟁적으로 추진 중이며, 이를 위한 핵심기술로 제조용 로봇기술 개발이 치열

2. 국내/외 기술 Trend

(1) 국내 기술 Trend

가. 로봇 지능분야

- (로봇지능) 인지의 대상이 사람의 단순한 영상, 음성으로부터의 제스처 동작인식 수준을 벗어나 자연어 대화, 동작의도의 파악 및 이를 기반으로 한 객체들(사람-사람) 간 교류 방식의 이해
 - 서비스 로봇의 지능화 요구와 컴퓨팅 환경의 발전에 힘입어 인식, 조작, 이동 등 인공지능을 활용하는 로봇 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음
 - 로봇의 지능화는 산업용 협동로봇, 물류이송로봇은 물론 소셜로봇, 가사도우미로봇, 노인케어로봇, 의료로봇 등의 서비스 로봇에 모두 적용되는 추세
- (고려대학교) 정상상황과 폭행, 낙하물 발생, 카메라 임의 조작 및 카메라 가리기 등의 비정상 상황판별 기술을 개발, 다중 객체간 행위 인식(다가움, 그룹나뉘, 함께걷기, 무리지어 서있기) 기술 개발
 - 또한, 환경인지기술로서, 3차원 레이저 스캔 정보를 스칼라로 표현하여 맵 매칭을 통한 전역 및 지역 위치 인식하는 기술과 시야가 제한된 동적 장애물 출현 가능영역에 대해 특이점 및 안전 속도 도출하여 충돌을 회피하는 알고리즘 등을 개발
 - 카메라와 로봇팔을 이용하여 레고 조립, peg-in-hole 작업 등을 수행할 수 있는 인공지능 기반 로봇 조작기술을 개발하는 중
- (한국생산기술연구원) 물체조립작업을 하는 사람 동작 인식기술로, RGB-D영상을 활용하여 16개 관절에 대하여 87%의 인식 성공률을 보이며, 이를 활용하여 8가지 도구 사용하는 파지방법에 대하여 95%의 인식 성공률 달성
 - 성균관대학교는 상기 한국생산기술연구원의 물체조립작업에 있어서, 25종의 물체에 대하여 98%의 인식 성공률과 1.5mm/0.1°의 위치/자세 인식 정밀도 제공

- (한국전자기술연구원) 한국전자기술연구원에서는 축적된 학습데이터를 통해 기계가 물체를 정확히 인지해 낼 뿐만 아니라 유사한 형태의 다른 물체가 있어도 구분할 수 있는 인공지능 피킹기술을 개발
 - 자동화된 실증 데이터 수집과 시뮬레이터를 이용하여 대량의 데이터를 확보하고, 이를 통해 인식률과 정확성 향상
 - 12종의 학습물체와 10종의 미학습 물체가 섞인 환경에서 인식률 96.5%, 피킹 성공률이 82.6% 달성

- (ETRI) 네트워크/로컬 카메라로 6종 감성(기쁨, 슬픔, 평상, 놀람, 역겨움, 슬픔) 87%를 인식하는 기술 개발 진행

- (KAIST) 음성감성기반 감정인식, 감정어휘기반 감정인식, 터치 감정의 분류, 감정생성, 감정 표현을 개발
 - 소리정보 및 접촉정보를 입력으로 받으며, 감정을 음운으로 합성하여 표현 가능
 - 환경인지기술로서, 다중센서를 기반으로 지형의 재질을 인식하고 Geometry, color, texture를 인식하는 기술 등을 개발하였고, 작업 지능기술로는 인공지능을 이용하여 작업 절차를 학습하도록 하는 절차 기억 생성 기술을 개발하는 중

- (연세대학교) 생체신호 중 감정인식에 도움이 되는 생체신호의 조합을 제안하여 감정인식 성능을 향상
 - 기술적인 특징으로는 시스템 복잡도를 위하여 다양한 생체신호 중 중요한 특징만을 선별하였고 피부온도, 피부전도도, 뇌파 등 다양한 생체신호를 복합적으로 이용

- (포항공과대학교) 자연어처리 연구실은 예제 기반 대화 관리 방법을 개발하여 2008년부터 영어 회화 교육을 위한 음성 대화 시스템을 제작
 - 문법 오류 검출 및 교정 기술을 사용하여 영어 회화 학습에 특화된 기능을 갖추고 있으며 현재 실용화 단계

- (서강대, 포항공대, 부산대, 서울대 등) 지능형 로봇을 위한 대화형 질의응답 시스템을 개발중
 - 일정관리, TV 프로그램 가이드, 날씨 안내와 같이 매우 한정된 영역의 구조화된 데이터베이스(database, 이하 DB) 정보만을 대상

- (경북대학교) 개체 유도(object affordance) 및 행동 분류(action classification) 기반의 인간 의도 이해 기술을 개발
 - RNN기반의 기계학습을 통해 5종 클래스에 대해 평균 73.6% 정확도를 구현

- (한양대학교) 불확실한 상황 센싱 정보 하에서 다수의 사용자 및 로봇이 존재하는 응용 도메인 환경을 대상으로 신뢰성 있는 상황 지식 등록과 고차원 상황 정보 추론을 가능하게 하는 로봇지식 체계의 구축 기술 연구

- (동아대학교) 서울교대와 함께 가정용 서비스 로봇에 구현 가능한 의무론·공리주의 융합형 윤리적 판단 알고리즘을 연구하고, 이를 오픈소스 인지 에이전트 아키텍처인 Soar(State, operator, and result)를 기반으로 구현한 AMA(Artificial Moral Agent, 인공윤리 행위자) 개발 중
 - 서비스 로봇 에이전트 구현을 위해 Soar에 ROS(Robot Operating System)를 연동하였고, 윤리적 HRI 관련 기술도 함께 개발 중

- (로보케어) 위치, 음성 및 모션 인식 센서들을 이용하여 교육에 참여하는 사람의 활동량과 이상행동 등을 인지하고 의도 등을 추정하는 기술을 개발
 - 이러한 기술을 기반으로 기억력, 주의력, 인지력을 향상시키는 인지치료 게임을 연구개발 하였고, 치매 예방에 도움을 주는 소프트웨어 콘텐츠를 통합하여 상용화하고 서비스를 제공 중

[표] 국내 주요 사업자 서비스 동향

사업자	주요 현황
셀바스 AI	- HRI 지능을 위한 솔루션으로 챗봇 솔루션, 음성 솔루션, 필기인식 솔루션 등을 제공
리본 실버케어	- 모션감지센서, 카메라, 웨어러블 센서 등을 결합하여 고령자의 행동 특징을 인식하고 이상 감지하는 원격케어 서비스 플랫폼을 제공
로보케어	- 인지기능 기반의 인지치료 콘텐츠를 개발하여 고령자의 치매예방 및 인지능력을 향상시킬 수 있는 로봇시스템을 서비스하는 중

※ 출처 : 지능형 로봇, 한국정보통신기술협회, 2019

나. 안전 및 성능평가 분야

- (안전 및 성능평가) 개인지원로봇은 현재 단순화된 형태의 이동형 도우미 로봇 개발이 활발하며, 착용 형태의 신체보조로봇의 제품화 단계 추진 중
- 재활치료용·착용 로봇의 안전성 평가 기술에 대한 기초연구가 진행 중이며, 재활 로봇 연구는 외골격 형태 및 관절의 부분 재활이 가능한 재활 모듈화 기술 발전이 전망됨
 - 무인 비행로봇은 안정적인 비행기술 등 다양한 적용 연구 진행 중. 수술로봇은 영상유도 수술과 신경외과 수술보조로봇을 중심으로 진행 중
 - 이동로봇에 탑재 가능한 협동로봇 및 이동로봇 개별의 안전 및 성능평가 관련 기술 연구 진행 중
 - 돌봄로봇은 로봇과 사용자(고령자, 장애인, 가족 또는 간병인)간의 상호작용을 위해 사용시 발생할 수 있는 사용 안전에 관한 문제에 관한 인증체계 개발 중

[표] 국내 주요 사업자 서비스 동향

사업자	주요 현황
퓨처로봇	- 2009년 8월, 설립 이후로 FURO-D, FURO-iHome 등의 얼굴인식, 음성인식 등의 기능이 탑재된 이동형 도우미 로봇 제품 서비스 제공 중
유진로봇	- 2016년 9월, 물류로봇 '고가트 미니' IFA 첫 공개를 시작으로 이동형 도우미 로봇 제품 서비스 개시
LIG 넥스원	- 기존의 군사용로봇을 주력으로 개발해 왔으며, 보유하고 있는 기술을 바탕으로 착용형 근력증강로봇을 개발하여 2019년 출시
로보케어	- 2018년 1월, 지능형 이동 로봇 'i-Ro'를 개발하여, 백남준 아트센터 및 대기업의 컨시어지 서비스를 제공
LG전자	- 2017년, 지능형 안내로봇과 청소로봇을 개발하여, 인천공항에서 시범서비스 진행

사업자	주요 현황
한컴로보틱스	- 2009년 10월, 전시관 전문 안내로봇시스템을 개발 완료하여, 2010년 이후 경기 미술관, 대전시립미술관, 국립대구과학관 등 지속적인 이동형 도우미 로봇 서비스 제공 중이며, 무인 반송차 시스템(AGV 시스템) 개발하여 상용화 준비
현대중공업, 서울 아산병원	- 2012년, 공동 개발한 하지 보행 재활 로봇 Morning Walk는 현재 현대중공업이 재활환자를 대상으로 아산병원에서 임상시험 진행 중
현대자동차	- 2015년 8월, 고령자 및 장애인 대상의 외골격형 착용로봇 H-LEX를 첫 공개
핵사시스템즈	- HEXAR-KR40P는 무릎 관절 재활을 위한 로봇으로 2012년 KFDA 품목 허가 획득
파인애플캐논	- 2006년, 하지 보행 재활로봇인 Walkbot을 개발을 시작하여, 2013년 어린이의 체형에 맞춰 높이를 낮춘 Walkbot-K 출시
미래컴퍼니	- 2017년 7월, 최소 침습적으로 로봇 팔을 삽입해 3D 영상을 보며 근거리 원격 조정을 통해 복강경 수술 형태의 수술로봇자동화시스템 판매허가 취득
고영테크놀로지	- 2016년, 의료영상기반 신경외과 뇌수술보조로봇시스템의 임상허가 획득
큐렉소	- 2017년 3월, 인공관절 수술로봇인 티솔루션의 판매허가 후, 부산센텀병원에 설치

※ 출처 : 지능형 로봇, 한국정보통신기술협회, 2019

○ (퓨처로봇) 이동형 도우미 로봇 FURO 시리즈를 자체적으로 개발하여 운용 및 수출 중이며, 얼굴인식, 음성인식 등의 기능이 탑재

○ (유진로봇) 이동형 도우미 로봇에 해당되는 물류이송로봇 GoCart를 개발하여 운용 중에 있으며, 위치인식 기반 자율주행시스템 등이 탑재

○ (로보케어) 이동형 개인 안내용 로봇으로 i-Ro 로봇을 자체적으로 개발하였으며, 미술관의 스마트 컨시어지 서비스와 다양한 정보 제공 가능한 클라우드 시스템 플랫폼 개발

○ (현대로템) 2010년 ‘산업용 근력 증강 로봇’ 개발에 착수하여 2015년 웨어러블 로봇의 핵심기술을 확보하였으며, 이를 통해 군사용·산업용·의료용 등 다양한 형태의 웨어러블 로봇 개발 중

○ (LIG넥스원) 국내 대표 방위산업체로 미래형 보병체계의 핵심기술인 근력증강로봇, 휴대용 감시정찰로봇(PUGV), 무인배치로봇(UDE) 등 주요 로봇 제품군을 개발하고 있으며, 근력증강, 재활보조 기능 등 로봇을 활용한 착용식 개인지원로봇 제품 출시 준비 중

- (현대기아차, 대우조선해양, PNS 미캐닉스, NT 메디, 서강대, 한양대, 한국생산기술연구원, 한국기계연구원) 국내 여러 기관에서 재활치료용 및 산업용 근력증강 착용로봇을 자체적으로 개발하고 있으며, 재활병원과 산업현장에 시범 적용을 확대해 가는 중
- (경희대) 인간-로봇 공존환경에서 인간의 안전성 확보를 위한 이동식 및 착용식 로봇용 기초 안전 기술을 연구
 - 인간의 통증과 상해의 관계를 규명하고 상해 기준을 설정하기 위한 물리적 임계치를 도출하고자 2014년부터 ‘인간-로봇 공존환경에 인간의 안전성 확보를 위한 이동식 및 착용식 로봇용 기초안전기술 개발’ 연구를 수행
- (세종대) 재활치료용 착용로봇의 체결부 압력에 의한 피부상해 발생 기전 및 상해 발생 방지를 위한 작업 제한 알고리즘 및 착용로봇의 동적 안정성에 대한 연구 진행
 - 인간-로봇 공존환경에서 안전성 확보를 위하여 이동식 로봇에 대한 안전 문제 및 이동로봇의 성능평가 지표에 대해 실험을 통해 표준화 연구를 수행하는 중
- (현대자동차) 2015년 8월 고령자 및 장애인 대상의 외골격형 착용로봇 H-LEX를 첫 공개하였고, 4종(무릎형, 고관절형, 모듈결합형, 의료형)의 보행보조 로봇 시제품 개발
- (한국과학기술연구원) 편마비/뇌졸중 환자 하지재활로봇 Co-walk는 사용자 뇌파를 분석해 어떻게 움직이고 싶어 하는지 로봇이 스스로 판단하는 기술 개발
 - 무릎을 펴거나 굽힐 때 나타나는 근육 신호를 읽어 사용자가 자연스럽게 움직이며 재활훈련을 할 수 있게 함, 서울아산병원과 임상시험 진행
- (한국기계연구원) 뇌졸중 환자용 상지재활로봇은 통합구동모듈 기술을

적용해 뇌졸중으로 상지관절(손, 팔, 어깨 등)의 재활치료가 가능한 로봇을 개발

- 한 방향으로 제한되었던 기존 재활로봇의 어깨움직임을 상하, 좌우, 전후 모든 방향으로 개선해 환자의 자연스러운 재활 운동 가능
- 기존 로봇에 비해 관절수를 늘렸고, 로봇의 각 관절마다 힘센서를 설치하여 환자의 장애 정도에 맞춰 움직임을 돕고 방해하는 힘은 조절하여 재활 치료의 효과 향상

다. 호환성 분야

○ (호환성) 기존 산업용 로봇의 활용이 어려운 분야까지 사용자 재구성이 가능한 모듈라 로봇의 개발 요구가 고도화

- HRI 및 스마트 환경 관련 인식 기술을 컴포넌트별로 개발 중이며, 최근 로봇 플랫폼에 독립적인 사회적 행위 표현 방법 등을 연구
- 인간 친화적인 HRI를 위한 상황 판단, 상호작용 행위 계획, 감성 표현과 같은 판단과 표현 기술 개발 연구로 진화

○ (푸른기술) ‘제조로봇용 실시간 지원 SW 플랫폼 기술 개발’ 과제를 통하여 실시간 로봇 동작을 지원하는 공유메모리 기반 모듈을 운영하는 실시간 운영체제인 Xenomai, QNX, INtime 등의 실시간 운영체제를 지원하는 미들웨어 개발과 함께 로봇, 모션, PLC제어를 위한 모듈 개발 및 개발도구 등을 포함하여 연구 중

○ (로보티즈) 2013년 자사 모듈화 제품 라인업을 Hobby 수준에서 연구용 및 기초적인 산업용 목적으로 사용 가능한 제품으로 확장을 시켰으며 다양한 분야에서 활용 가능성을 검증완료

○ (KIST) 로봇 적용 범위 확장을 위해 3종의 조인트 모듈, 최대 7자유도의 기구부 조합에 따른 제어, 인지 시스템의 자동 구성이 가능한 모듈라 매니플레이션 기술개발’의 국책과제를 통해서 신개념의 모듈라 조인트/링크/그리퍼/3D비전으로 구성된 매니플레이션 모듈과, 자가재구성이 가능한 모션제어 및 작업인지 엔진이 통합된 모듈라 매니플레이터 시스템 개발하여 다용도, 강인성,

저비용에 작업지원 실용성을 달성할 수 있는 연구 진행

- (한국전자통신연구원) 로봇 환경에 적합한 원거리 얼굴 검출 및 인식, 원거리/근거리 제스처 인식, 비전 기반 사용자 추종, 화자 인식 등의 요소 S/W 기술을 기반으로 통합하고 시각, 청각 정보를 동시에 이용하여 인식 성능을 극대화한 HRI 터키 솔루션 기술 개발
- (한국과학기술연구원) Human Perception 기술, 지능형 로봇 청각 기술, 감정인식 및 표현 기술, 비전기반 조작기술, 시각/청각 인터페이스 기술 등을 개발하여 실벙, 씨로스 등 여러 종류의 로봇 플랫폼 상에서 구현
- (포항공대) 얼굴 검출과 3차원 얼굴인식을 통한 사용자 인식 원천 기술 및 사람 검출 및 추적, 사람 행동 인식 등에 대한 기술을 개발
- (KAIST) 터치, 음성 등 다중 모달리티를 기반으로 사용자의 상태를 인식하고 감정을 표현할 수 있는 감정 기반 상호작용 로봇 KaMERo를 개발하였고, 행위 동기와 목표에 따라 상호작용할 수 있는 CLARION 인지 아키텍처 기반의 HRI 프레임워크를 개발
- (한양대학교, KAIST, 경북대학교) 지속적인 상호작용을 통해 사용자의 복합정서와 교류의도를 파악하고, 상황에 적합한 대응 행위를 계획할 수 있는 자율발달 쌍방향 HRI 기술 개발 중
- (한성대학교) 인간과 로봇의 협조 작업 성능 향상을 위해 서로 다른 3종의 로봇이 참여하는 복잡한 조립 작업을 대상으로 원격 조종과 자율 운전을 결합한 자율도 조정 아키텍처를 제안
- (로보케어, 유진로봇, KT, 효성 노틸러스, 퓨처로봇 등) HRI 응용기술을 이용하여 얼굴 인식, 물체인식, 멀티카메라 연동을 인간로봇상호작용기술을 개발하여 로봇 상용 및 실용화 제품에 활용

[표] 국내 주요 사업자 서비스 동향

사업자	주요 현황
로보티즈	- 자사 모듈화 제품 라인업을 Hobby 수준에서 연구용 및 기초적인 산업용 목적으로 사용 가능한 제품으로 확장
KIST	- 2018년, 신개념의 모듈라 조인트/링크/그리퍼/3D비전으로 구성된 매니퓰레이션 모듈과, 자가재구성이 가능한 모션제어 및 작업인지 엔진이 통합된 모듈라 매니퓰레이터 시스템 개발

※ 출처 : 지능형 로봇, 한국정보통신기술협회, 2019

(2) 국외 기술 Trend

가. 로봇 지능 분야

- (로봇지능) 동작의도와 감성의 파악을 기반으로 사람에 대한 최적의 생활서비스를 제공하려는 기술들이 개발되고 있고, 사람과 로봇이 협동하는 기술의 개발과 로봇이 작업물을 인식하고 스스로 작업하는 기술 개발 시도
- (MicroSoft) Project Oxford라는 이름으로 영상기반의 사용자의 감정을 인식하는 소프트웨어 개발
 - 인종, 국가에 관계없이 인식이 가능하며, 자율학습 기능을 포함하고 있어서 사용자가 늘어날수록 누적되는 데이터를 이용하여 재학습하는 방법을 이용하여 점차 신뢰도가 높아지도록 스스로 진화
 - 개인 비서 인공지능 서비스로 사용자의 관심사를 자동 또는 수동으로 인식 가능한 자체적인 학습 능력을 가지고 있기 때문에 개인에게 최적화된 서비스 제공 가능
- (애플(Emotient)) 폭 에크만 박사가 정의한 7가지 감정을 얼굴의 단면적인 특징, 움직임 패턴, 표면질감, 그림자 등의 변화도를 이용하여 사용자의 감정을 세밀하게 인식
- (CMU) 스마트폰 환경에서 영상기반의 감정인식 소프트웨어인 intraface를 개발
 - 실제 감정 반응과 거짓반응의 반응속도 차이를 분석하여 거짓 감정을 분석할 수 있으며, 음성과 표정의 시간차를 분석하여 우울증의 정도 분석 가능
 - 영상 기반 환경모델링 기술로서, 영상 구조 비교를 통한 3차원 환경 인식 기술, 실내에서 선(線) 등의 특징 구조를 검출하여 코너 정보를 이용한 3차원 구조 유추하는 기술, 실외환경 보행자 검출 및 물체 인식 기술 개발
- (버클리) 인공지능을 이용하여 로봇이 스스로 물체를 집는 지능 개발
 - 3D 모델(Synthetic data)을 이용하여 물체에 대한 Grasping 포인트를 계산, 파지점을 지정하고 가상의 카메라의 포즈를 변경하여 다량의 학습데이터를

생성하여 Adversarial geometry를 가지는 Rigid 물체에 대해 93% 파지 성공률 (8개 물체) 시현

○ (NASA) 우주정거장 및 우주탐사에서 다양한 위험한 작업을 우주비행사 대신 수행하는 것을 목표로 개발된 인간 상반신형 로봇을 위하여 인간형태의 5지형 로봇손을 개발

○ (구글) 구글 I/O 2016에서 소개된 구글 어시스턴트는 ‘세상에 대한 복잡한 정보’와 ‘사용자 개인에 대한 상세 정보’를 함께 활용하는 음성기반 인공지능(대화식으로 사용자가 어떤 일을 하는데 도움을 줄 수 있도록 고안됨) 개발

- Google Now 스마트폰 어플리케이션을 통해 상황인지 기술을 적용하여 사용자의 요구를 사전에 예측해 제안하는 서비스를 제공
- 인공지능 조작기술도 개발 중으로 로봇 팔이 임의의 사물을 집을 때 어떤 각도로 집어야 정확히 들어 올릴 수 있는지 스스로 파악하고 판단하고 교정하는 기술을 개발하는 중

○ (NIST) 미국 NIST에서는 로봇그리퍼/로봇손 등을 이용한 물체 파지조작 성능을 계량화하기 위하여 잡는 기능, 잡는 힘, 손에서 물체를 조작하는 기능 (In-hand manipulation), 물체포즈 추정 기능 등에 대한 표준 평가 방법과 평가 지표를 개발하는 중

○ (MIT) 인지된 사용자의 감정 상태를 기반으로 적절한 로봇 행동 정책 함수를 학습하는 방법에 대한 연구를 진행한 바 있으며, 로봇과 사람의 협업 과정에서 각 개인의 선호도를 잠재 변수로 하여 개인의 기호에 따른 보상함수를 학습하는 방법을 개발하고 협업 시 사람의 행동을 예측하는 알고리즘 개발

- 배경추출기술/개체인식기술로써, 서로 다른 의미를 가지는 부분을 인식, 전체의 장면을 이해하는 기술, 안정적 배경추출(mixture of Gaussian)을 통한 물체 분리 및 인식 기술, 확률적 Bayesian 모델을 통한 비디오 움직임 분석 및 동적/정적 개체 인식 연구 및 개체 움직임 분석을 통한 비디오 환경 학습 기술들이 개발

○ (OXFORD) 영상기반 위치인식기술로서, 건축물 등 특징물을 통한 영상 촬영 장소 인식 (대략적인 위치 인식에 응용 가능) 기술, Part-based model을 사용한

다양한 객체의 모델링 및 인식 기술, Image retrieval 기술을 응용한 비디오 내 등장하는 물체 인식 기술 개발

- (위스콘신) 로봇과 사람의 같은 공간 내 공동 작업을 위하여, 사람의 움직임에 대한 이해 및 학습을 통해 로봇이 사람의 움직임을 고려한 행동을 취할 수 있도록 하는 기술 개발
- (혼다) 영상기반의 환경모델링 기술로서, 다양한 스펙트럼의 Feature분석을 통한 전체 scene을 해석하는 기술, 특징점 추출 알고리즘에 적용 가능한 형상 매칭 알고리즘 기술 및 사람 탐지 및 자세까지도 탐지 가능한 기술들을 개발
- (미쓰비시) 영상기반의 환경모델링 기술로서, 동적 물체의 다차원 평면 (manifold) 모델링을 사용한 보행자 검출기술 및 이미지 구조에 따른 다차원 평면상의 인공 물체와 보행자를 분류하는 기술을 개발
- (NEDO) 차세대 인공지능 로봇 핵심기술로서, 로봇이 장면이나 사람의 행동을 이해하는 기술, 유연하게 행동하는 기술 등을 개발하는 중
- (Softbank) 사용자의 감정을 인식하고 사용자와 상호작용이 가능한 가정용 로봇을 개발하여 판매 중
 - 영상정보 및 음성정보를 복합적으로 이용하여 사용자의 감정 상태를 인식하며, 사용자의 실제 감정과 표면적 감정을 구분 가능한 것이 특징
 - 클라우드 기반으로, 구동중인 모든 페퍼가 경험을 공유함으로써 복잡한 감정을 더 빨리 학습하고 더 정교하게 반응
- (CrowdEmotion) 웹캠을 이용하여 사용자의 영상을 획득하고 감정을 인식하는 온라인 서비스를 제공
 - 클라우드 기반의 분석 플랫폼을 이용하여 6가지 기본 감정을 분석하였으며, 개발자용/일반사용자용 감정인식 API를 제공하여 제공하는 플랫폼 상에서 활용 가능

[표] 국외 주요 사업자 서비스 동향

사업자	주요 현황
구글	- 2016년, '세상에 대한 복잡한 정보'와 '사용자 개인에 대한 상세 정보'를 함께 활용하는 음성기반 인공지능 솔루션인 구글 어시스턴트 제공 - 로봇팔을 이용하여 임의의 사물을 파지하고 조작하는 인공지능 파지/조작 기술 개발 중
마이크로소프트	- Project Oxford라는 이름으로 영상기반의 사용자의 감정을 인식하는 SW 개발 중 - Bing을 기반으로 하는 개인 비서 인공지능 서비스 '코타나' 제공
애플 (Emotient)	- 7가지 감정을 얼굴의 단면적인 특징, 움직임 패턴, 표면질감, 그림자 등의 변화도를 이용하여 사용자의 감정을 세밀하게 인식하는 솔루션 제공
Brain IP	- 블루투스 이어폰에 전극센서를 삽입하여 뇌파를 인식. 뇌파 기반의 감정 상태를 인식하고 음악 선곡 및 추천 기능을 제공
CrowdEmotion	- 웹 인터페이스에서 사용자의 기본 감정을 인식. 감정인식용 API를 공개하여 제공하는 플랫폼 상에서 이용 가능
Affectiva	- 75개 이상의 나라에서 데이터를 수집하여 감정모델을 생성. 감정을 인식하여 비즈니스 모델로 활용하도록 지원
Softbank	- 가정용 인공지능 로봇을 개발. 영상 및 음성을 이용하여 사용자의 감정 상태를 인식하고 상호작용하는 제품을 개발

※ 출처 : 지능형 로봇, 한국정보통신기술협회, 2019

나. 안전 및 성능평가 분야

○ (안전 및 성능평가) 현재 개인지원로봇 개발이 활발하며, 1인용 탑승로봇의 경우, 세계적으로 상품화되어 운용 중

- 착용형 로봇은 많은 안전성 평가 데이터를 기반으로 ISO 13482 인증을 시행 중이며 근력보조에 대한 연구 확산 중. 주로 하지 보행 재활로봇이 제품화를 진행 중
- 상지 재활 및 각 신체 관절의 재활 기술은 관절 기구의 모듈화 형태로 진행되고 있기 때문에 해외에서 활발히 연구가 진행
- 수술로봇은 복강경 수술로봇, 정형외과, 치과용 등 다양한 분야로 기술개발이 확대되고 있음
- 이동로봇에 탑재 가능한 협동로봇 및 이동로봇 개별의 안전 및 성능평가 관련 기술 연구가 진행 중

- (소프트뱅크) 2015년 pepper 등 안내로봇, 가사지원로봇에 대한 상용화 서비스를 시작으로 인간의 감성지수까지 고려한 개인지원로봇 로봇이 운용 중
- (Cyberdyne) 착용형 로봇 제품인 HAL 시리즈에 대해 세계최초로 ISO 13482 인증을 받고 공격적으로 시장을 확대해가는 중
- (스위스 Hocoma, 이스라엘 Rewalk) 세계 주요 재활치료용 착용로봇 제조사는 국내를 포함한 전 세계 주요 병원을 중심으로 시장지배력을 굳혀가는 중
- (Hocoma) 개발한 하지 보행 재활로봇 Lokomat은 척수손상, 뇌졸중, 외상성 뇌손상, 다발성 경화증, 뇌성마비, 파킨슨병 등 난치성 질환 환자를 대상으로 걷는 기능이 저하된 환자가 하반신에 각 관절마다 정밀센서가 부착된 로봇 다리를 착용하여 환자 현재 신체능력에 맞는 적절한 힘을 지원받아 정상인의 걸음걸이에 가장 근접한 패턴의 보행 훈련을 장시간 지속적으로 수행할 수 있도록 도와줌
 - 2011년 상지 운동기능 장애 환자의 반복적인 재활 훈련을 위한 Armeo Power도 시장 출시하여 시각적 효과를 제공하는 디스플레이와 6자유도의 모터 구동으로 보다 자연스러운 움직임 기능
- (Cyberdyne) 2004년 하지 보행 재활로봇인 ‘HAL’ 개발을 시작하여 2009년 상용화를 시작으로 일본 후생노동성에서 2015년 11월 판매 승인되었으며 보험적용도 검토되고 있어, 정부가 성장 전략으로 중점을 두고 있는 로봇이 의료현장에서 확산될 가능성이 높아지고 있음
 - 로봇수트는 ‘HAL의료용 하지타입’ 으로 전신의 근육을 서서히 움직일 수 없게 되는 근위축성측삭경화증(ALS)나 근디스트로피, 척수성 근위축증 등 8개 난치성 질환 가운데 체중과 신장 등 조건을 만족시키는 환자를 대상
 - 질병으로 걷는 기능이 저하된 환자가 하반신에 장착하고 대퇴부 등에 전극을 붙이면 환자가 움직이려고 했을 때 뇌신경계로부터 발생하는 미약한 근전도 신호를 감지하여 모터로 로봇이 움직이고 환자의 관절이 수월하게 움직이도록 작동
- (Honda) Honda Walking Assist 로봇은 자사의 ASIMO에 사용된 기술을 활용해

개발하였으며, 허리 쪽에 붙어있는 센서로 보행 패턴을 인식해 적절한 타이밍으로 허벅지를 밀어 힘을 덜 들이고 걷게 해줌

- 보행패턴을 바탕으로 사용자의 신체교정, 측정결과를 태블릿에 시각화하는 기능을 탑재하였고 2015년 10월 일본품질보증기구(JQA)로부터 국제안전규격 ISO13482 인증을 취득하여 향후 제품 보급 및 이용 확대가 이루어질 전망

○ (Ekso Bionics) Ekso GT 로봇은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자, 척수손상환자 등을 위한 착용형 외골격 로봇으로 완전 체중부하 상태에서도 일어서기와 걷기, 왕복보행이 가능하며 재활기관을 위한 스마트 ‘Variable Assist’ 소프트웨어가 장착되어 환자의 신체 양쪽에 적절한 힘 제공 가능

○ (중국 DJI社) 저중량/저전력형 통합형 비행제어모듈, 영상짐벌(Gimbal), 액션 카메라 등을 자체 개발하여 자사모델에 적용, 5개월 단위로 신제품을 출시하는 중. 1조 원 이상의 매출을 기록하고 있으며, 항공사진 촬영 외에도 농약살포, 작황정보수집, 인프라 관리 등 운용범위를 확대하는 중

○ (AgEagle, senseFly, Precision Hawk) 드론을 정보 맵핑 또는 조사 등에 활용하는 중

○ (프랑스 패럿) ‘AR 드론 2.0’은 스마트폰 조종 기능과 초소형 카메라까지 갖추고도 대당 300달러에 판매 중

○ (OpenPilot) 2010년부터 시작된 오픈소스 기반 드론 플랫폼으로 많은 사람들이 하드웨어/소프트웨어 개발에 참여 중이며, CopterControl 플랫폼과 좀 더 고성능의 Revolution 플랫폼을 양방향으로 개발하는 중

○ (Percepto) 드론을 위한 컴퓨터 비전 플랫폼으로 엔비디아 테그라 기반 하드웨어 모듈에 컴퓨터 비전기술을 통합한 오픈소스 플랫폼 개발 중. 사람과 차량 인식과 트래킹, 가스누출 감지, 온도변화 감지, 영상을 통한 3D 모델링 등의 기술을 지원하는 중

- (PrecisionMapper) PrecisionHawk사의 드론 및 UAV 비행 맵핑 및 분석 SW로 다양한 지형측정 기능(항공촬영영상을 2D/3D 데이터로 자동변환, 정사영상, 3차원 모델, 포인트 클라우드, DSM 등 생성, 지상통제지점 및 건설, 농업 등을 위한 분석도구) 들을 제공
- (에어웨어) '플라이어웨이(Flyaway; 드론의 고장, 작동 오류, 주변 환경영향에 의한 교신 단절 등으로 사용자가 드론을 컨트롤 할 수 없는 상태) 개선을 위한 솔루션 개발 중
- (Veerum) 무인기와 3차원 이미징을 사용하여 밀리미터 단위까지 정확성을 높인 3차원 모델을 생성하고 건설작업을 관리하는 솔루션 제공
- (인튜이티브서지컬) 수술 도구를 정밀하게 가이드하는 의료영상기반 신경외과 수술 로봇 시스템 및 다빈치 복강경 수술로봇 장비는 의료기기 관련규격(IEC 60601 시리즈, ISO 14971 등)을 적용하여 기본적인 안전성 및 체계적인 위험 관리를 적용하고 있는 상태
- (Medrobotics) 유연굴절형 내시경 삽입기술을 기반으로 개발한 Flex Robotics System을 개발하여, 미국 FDA 및 유럽 CE 의료기기 허가를 획득하여 상용화 진행 중
- (Stryker) 수술용 도구 전문회사인 Stryker는 Robot-Arm 기반 수술보조 시스템을 개발하여 무릎, 엉덩이 골절 관련 수술을 지원하고 있으며, 10만회 이상 수술에 활용
- (FANUC) 세계 최초로 ISO/TS 15066을 만족하는 가반하중 35kg급의 협동로봇 상용화한 바 있음. 경쟁사인 ABB, Universal Robotics 등은 10kg 내외의 가반하중을 갖는 협동로봇을 보유
- 안내로봇, 노인 간호 보조 로봇, 가사지원 로봇 등이 개발되고 있으며, IPA의 Care-O-Bot, iRobot의 Ava500 video collaboration robot, Savioke의 SaviOne

hotel service robot, Lincoln대학의 Linda robot, 소프트뱅크에서 2017년부터 상용 서비스를 하고 있는 pepper 등 다양한 로봇이 개발되는 중

○ 탑승로봇은 세그웨이와 같이 서서 타는 1인용 로봇, 휠체어 유형의 로봇, 자동차 또는 레일 유형의 다양한 로봇 등이 개발되어 상품화 및 시범 운용되는 중

[표] 국외 주요 사업자 서비스 동향

사업자	주요 현황
소프트뱅크	- 소니의 아이보를 시작으로 진화된 AI를 갖춘 페퍼를 상용화하여 휴대폰이나 커피 머신 판매와 같은 실제 서비스업에 활용
프라운호퍼	- 독일 IPA에서 개발이 시작된 이동형 도우미 로봇 'Care-O-Bot'은 현재 'Care-O-Bot 4' 까지 개발되어 시제품 형태로 보급
Ekso Bionics	- 뇌졸중으로 인한 편마비 환자, 척수손상환자 등을 위한 착용형 외골격 로봇으로 완전 체중부하 상태에서도 일어서기와 걷기, 왕복보행이 가능
구글	- 2014년 8월, 유튜브를 통해 애견사료 등을 목적지에 배송하는 실험영상 공개 (프로젝트 웡). 페이스북은 영국 드론 제조업체인 에센타를 2천만 달러에 인수
중국 DJI	- 저중량/저전력형 통합형 비행제어모듈, 영상짐벌(Gimbal), 액션카메라 등을 자체 개발하여 자사모델에 적용, 5개월 단위로 신제품을 출시
에어웨어	- '플라이어웨이(Flyaway, 드론의 고장, 작동 오류, 주변 환경영향에 의한 교신 단절 등으로 사용자가 드론을 컨트롤 할 수 없는 상태) 개선을 위한 솔루션 개발
인튜이티브 서지컬	- 수술 도구를 정밀하게 가이드하는 의료영상기반 신경외과 수술 로봇 시스템 및 다빈치 복강경 수술로봇 개발
Medrobotics	- 유연 굴절형 내시경 삽입기술을 기반으로 싱글포트 수술로봇 개발
Stryker	- Robot-Arm 기반 수술보조 시스템으로 골절 수술용 로봇 개발

※ 출처 : 지능형 로봇, 한국정보통신기술협회, 2019

다. 호환성 분야

○ (호환성) 모듈화 기술은 기본 원천기술 개발에서 확장하고 있으며, 특히 오픈소스인 플랫폼은 이전 대비 저렴한 로봇 제품에 적용

- 국외 HRI 기술은 사용자의 의도 인식 및 소통, 사용자 인식 및 적절한 동작 표현, 감성인식을 통한 심리상태 파악 및 대응기술 등에 대한 표준 기술과 HRI를 쉽게 하기 위한 인터페이스 표준 등을 개발
- 일본의 경우 로보틱 공간 개념, 그리고 로봇, 정보 통신 기술의 융합 등의 관심과 연구 개발이 활발히 진행 중

○ (SCHUNK) 모듈라 조인트(Power Ball)가 가장 발전된 형태이며 SHUCNK사의

자체 공장 자동화 시스템 구성 제품 표준화에 따라 개발되어 SCHUNK사의 다양한 기구부를 장착가능 하고 전체 공장 라인에 쉽게 적용됨으로서, 그 활용성과 유용성 검증 완료

- (Universal Robots) 각각의 회전조인트를 모듈화한 설계로 개발한 UR10 로봇은 구조가 간단하여 비전문가도 쉽게 유지 보수를 할 수 있는 로봇으로 개발
- (MIT, 도쿄대, Tokyo Tech) 인간-로봇 상호작용에서 사람의 반응 신호를 인식하기 위하여 사람 간의 상호작용 데이터를 수집하고 소셜 시그널들을 분석하는 연구들이 진행 중
- (Wisconsin-Madison 대학, 예일대) 로봇의 소셜 행위를 생성하기 위해 현재의 로봇들은 개발자가 미리 정의해둔 룰을 사용하고 있으며, 사람-사람 상호작용 데이터와 사람의 행위인식 결과를 바탕으로 자동적으로 로봇의 소셜 반응 행위를 학습하고 생성하는 연구는 대학을 중심으로 일부 진행되는 중
- (네바다 대학, Teesside 대학, Rostock 대학, CMU) 생활패턴 및 행동습성을 분석하여 고령자의 의도를 파악하는 기술의 경우 확률 모델과 의도 온톨로지를 적용하여 일반인을 대상으로 행위 의도를 파악하는 단계가 상당한 수준으로 진행되고 있으나, 행동 습성의 범위가 침실이나 부엌과 같이 집의 일부로 한정
- (CMU, 구글) 상황 맥락을 분석하여 상황에 따라 다른 사용자의 명시적 요청을 이해하는 기술의 경우 현재 센서 기반의 상황 인지 컴퓨팅 기술과 지능형 스마트폰 기술을 통해 매우 높은 수준까지 진행되고 있으나, 대부분 위치와 시간 및 성향에 따라 사용자에게 서비스를 제공하는데 한정
- (Illinois 대학, MIT, Bremen 대학) 일반 지식 구축 및 생활공간 관측 분석을 통한 복합 상황 추론 기술의 경우 행위 의도가 표시되어 있는 훈련 데이터를 기반으로 특정 의도를 나타내는 행위 패턴을 Supervised Learning 기법을 적용하여 구축한 모델과 언어 모델을 혼용하여 사람의 행위 의도를 예측하거나, 사람의 생활 패턴을

Bayesian Network 기반의 확률 모델로 구축하고, 확률 모델을 기반으로 사용자가 처한 상황을 예측하는 연구가 활발히 진행되는 중

- 일본 소프트뱅크(Pepper), 미국 MIT(JIBO), 프랑스 Robosoft(Kompai), 독일 프라운호퍼(Care-O-Bot 4), 일본 도요타(HSR) 등에서 다양한 형태의 로봇 및 서비스가 개발되었으며, 개방형 인공지능 API와의 연계를 통해 사람에 대한 이해를 포함하는 서비스를 제공하기 위한 노력이 이루지고 있으나 아직 상용화 가능한 수준의 안정된 성능은 미확보
- 로봇 OS 개념의 ROS(Robot Operating System)가 Open Robotics에서 개발되어 발전하고 있으며, 아마존·구글 등은 다양한 기능의 개방형 인공지능 API를 제공
 - 지능정보, 로봇융합 관점의 통합 서비스 플랫폼은 아직 개발되지 않았으나 아마존·구글 등의 개방형 기술 강점을 기반으로 실현 가능성이 높음
- (소프트뱅크(Pepper), 알데바란 로보틱스(NAO)) 드래그 앤 드롭을 통해 로봇의 다양한 기능과 알고리즘들을 조합하여 로봇과의 대화 및 행위들을 만들어 낼 수 있는 도구인 Choregraphe를 제공하며, JIBO는 애니메이션, 행위 생성, 스킴 시뮬레이션, 로봇 관리 등의 기능으로 구성된 SDK를 제공하는 등 상당한 수준의 도구들을 제공

[표] 국외 주요 사업자 서비스 동향

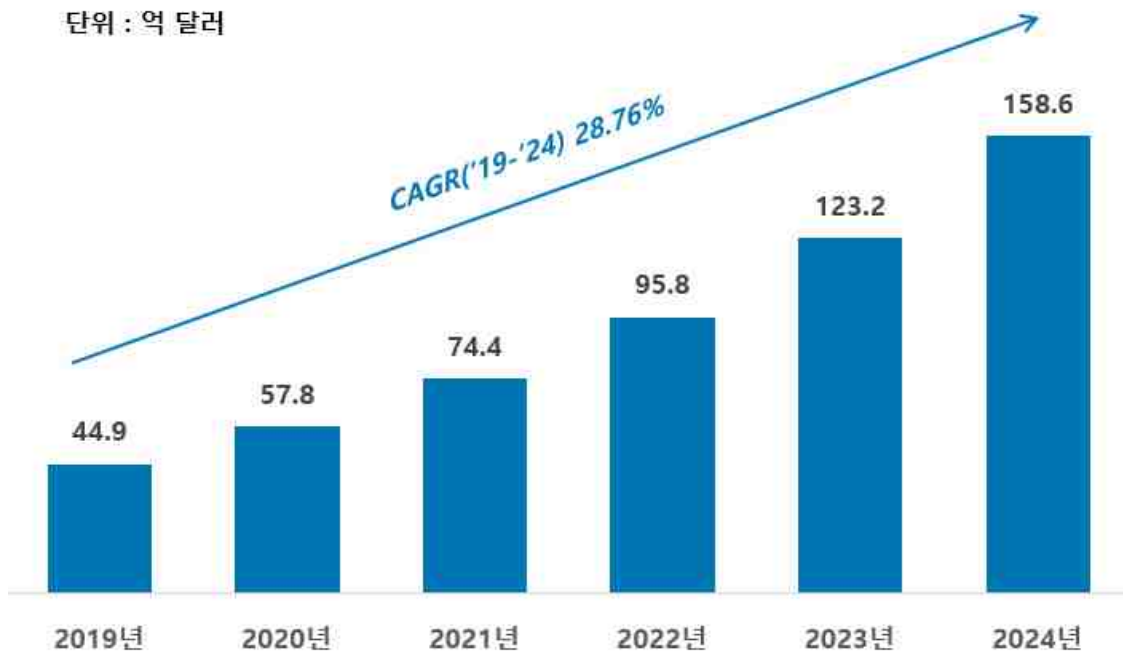
사업자	주요 현황
SCHUNK	- 모듈라 조인트(Power Ball)가 가장 발전된 형태이며 SHUCNK사의 자체 공장 자동화 시스템 구성 제품 표준화에 따라 개발
Universal Robots	- 각의 회전조인트를 모듈화한 설계로 개발한 UR10 로봇은 구조가 간단하여 비전문가도 쉽게 유지 보수를 할 수 있는 로봇으로 개발
소프트뱅크	- 소니의 아이보를 시작으로 진화된 AI를 갖춘 페퍼를 2015년 상용화하여 휴대폰이나 커피 머신 판매와 같은 실제 서비스업에 활용하고 있음 - 개방형 인공지능 API와의 연계를 통해 사람에 대한 이해를 포함하는 서비스를 제공
프라운호퍼	- 1989년부터 독일 IPA에서 개발이 시작된 이동형 도우미 로봇 'Care-O-Bot'은 현재 'Care-O-Bot 4'까지 개발되어 시제품 형태로 보급되는 중 - 모듈형 구조와 개방형 소프트웨어 인터페이스로 다양한 애플리케이션 영역에서 사용 가능

※ 출처 : 지능형 로봇, 한국정보통신기술협회, 2019

IV. 시장 동향

1. 글로벌 시장 동향

○ 글로벌 지능형 로봇 시장은 2019년 44억 9,000만 달러에서 연평균 성장률 28.76%로 증가하여, 2024년에는 158억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망됨



[그림] 전 세계 지능형 로봇 시장규모 및 전망

※ 출처 : Artificial Intelligence Robots Market, MarketsandMarkets, 2020

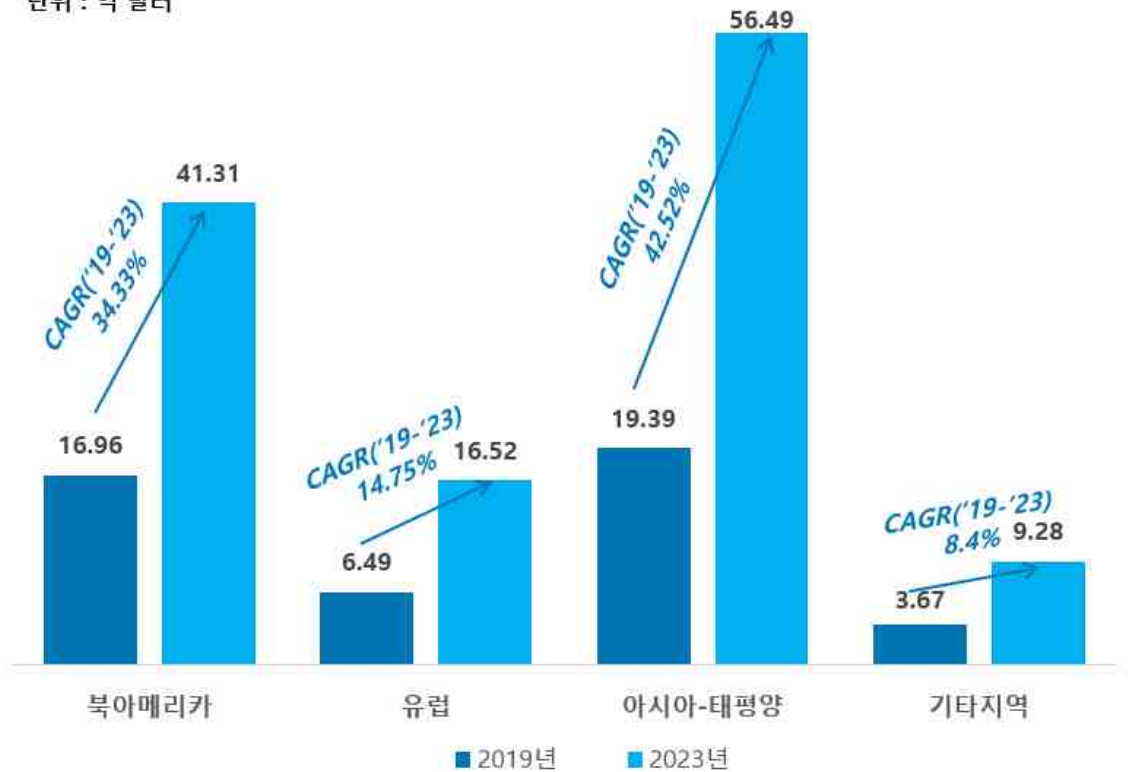
○ **(지역별 시장 규모)** 전 세계 지능형 로봇 시장을 지역별로 살펴보면, 2019년을 기준으로 아시아-태평양 지역이 42.52%로 가장 높은 점유율을 차지하였고, 북미 지역이 34.33%, 유럽 지역이 14.75%, 기타 지역이 8.40%로 나타남

- **(북아메리카)** 북미 지역은 2019년 16억 9,600만 달러에서 연평균 성장률 34.33%로 증가하여, 2023년에는 41억 3,100만 달러에 이를 것으로 전망됨
- **(유럽)** 2019년 6억 4,900만 달러에서 연평균 성장률 14.75%로 증가하여, 2023년에는 16억 5,240만 달러에 이를 것으로 전망됨
- **(아시아-태평양)** 아시아-태평양 지역은 2019년 19억 3,900만 달러에서

연평균 성장률 42.52%로 증가하여, 2023년에는 56억 4,900만 달러에 이를 것으로 전망됨

- (기타지역) 기타 지역은 2019년 3억 6,700만 달러에서 연평균 성장률 8.4%로 증가하여, 2023년에는 9억 2,800만 달러에 이를 것으로 전망

단위 : 억 달러

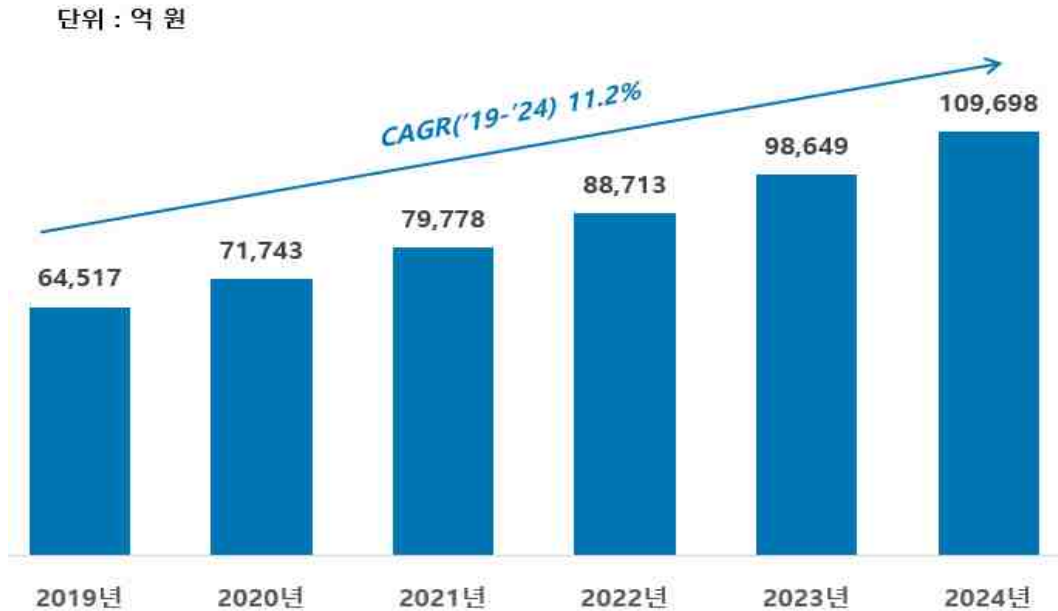


[그림] 지역별 지능형 로봇 시장 규모 및 전망

※ 출처 : Artificial Intelligence Robots Market, MarketsandMarkets, 2020

나. 국내 시장 동향

○ 국내 로봇 시장은 2019년 6조 4,517억 원에서 연평균 성장률 11.2%로 증가하여, 2024년에는 10조 9,698억 원에 이를 것으로 전망됨



[그림] 국내 로봇 시장규모 및 전망

※ 출처 : 로봇산업 실태조사 편집, 한국로봇산업진흥원 재가공, 2020

○ 로봇산업 매출은 연평균 지속적으로 증가하고 있으며, 2019년 기준 로봇 시장은 지속적으로 성장 예상

[표] 국내 로봇시장 매출액 전망

(단위 : 억 원)

연도	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
전체	64,517	71,743	79,778	88,713	98,649
제조용 로봇	34,202	38,033	42,292	47,029	52,296
서비스용 로봇	6,650	7,395	8,223	9,144	10,168
로봇부품	17,167	19,090	21,228	23,605	26,249

※ 출처 : 로봇산업 실태조사, 한국로봇산업진흥원 재가공, 2020

V. 산업 동향

1. 글로벌 산업 동향

- 인공지능, 센서 기술 등의 발달로 로봇의 활용 분야가 크게 넓어지면서 로봇시장은 새로운 전환점을 맞고 있음
 - 구글, 아마존, 테슬라 등 4차 산업혁명을 이끄는 기업의 참여로 로봇시장의 중심축이 하드웨어 기업에서 소프트웨어 기업으로 전환
 - ABB, 화낙, KUKA, 리싱크 로보틱스 같은 하드웨어 로봇기업 중심이던 로봇 시장에서 구글, 아마존, 애플, 테슬라 등이 IOT, 인공지능, 클라우드 등 기술을 바탕으로 변화 주도

- 외부환경 인식, 상황 판단 등을 통해 스스로 행동하는 지능형 로봇이 등장하며 일상생활, 공항, 전시장 등 다양한 업무에 지능형 로봇 활용이 확산
 - (아마존 에코) 컨슈머 인텔리전스 리서치 파트너스(CIRP)에 따르면, '14년 출시 이래 2년간 510만대가 판매되었으며, 이용 가능한 서비스가 1000개 이상(예, 도미노 피자주문, 현대 제네시스 차량 제어 등)
 - (구글 홈) '15년 5월 에코와 유사한 원통형 음성인식 스피커 'Google Home' 을 공개. 'Google Home' 의 핵심기능은 홈 오토메이션이며, 이를 위해 다양한 스마트기기와 연동할 것이라고 밝힘
 - (삼성 빅스비) 삼성은 '16년 10월 시리 개발자들이 만든 '비브랩스' 를 인수하고, 갤럭시 S8 스마트폰에 적용
 - (소프트뱅크 페퍼) '14년 6월 사람과 유사한 휴머노이드 로봇 '페퍼 (Pepper)' 를 출시. 키 120cm, 몸무게 29kg으로 사람의 표정과 목소리를 분석한 감성 대화가 가능하며, 인공지능으로 IBM 왓슨 활용
 - (제조업 현장) 용접, 물건이송 등 단순활용 단계를 넘어 사람과 로봇이 협업하는 '코봇(CoBot, Collaboration Robot)' 활용이 증가

- 지능형 로봇에 5G, AI 등 첨단 ICT 기술과 로봇 자율주행 및 사물인터넷 센싱 등 자동화 제어기술을 본격 적용
 - 자율주행과 원격제어로 비대면 서비스에 최적화, 상황인지 및 분석데이터를 실시간

제공하고 영상 통화 기능을 탑재하여 관제 및 모니터링 기능

- 원격제어 뿐 아니라 로봇 스스로 경로 이동계획·탐색을 통한 장애물 회피가 가능하며 예·경보 기능 존재

○ 지능형 로봇산업은 사회문제 해결이나 생산혁신을 통한 고부가가치 플랫폼으로 산업전반에 걸쳐 활용도가 확대될 전망

- 머신 러닝, 센서, 데이터 연결성 등과 같은 SW 기술의 뒷받침을 통해 사용자 편의성 및 효율성을 개선한 로봇 등장

○ 코로나19 팬데믹 대응하여 ‘언택트(비접촉, 비대면)’ 수요가 큰 방역·안내·돌봄·배달용 로봇 분야의 성장 가능성에 주목

- 언택트 기술의 중요성이 높아지면서 기존 로봇과 차별화된 상황판단 기능과 자율동작 기능이 확장되고 있어, 사람과 협력하는 차세대 로봇으로 고도화 중
- 지능형 IoT 기반 로봇은 코로나19 바이러스 방역 등을 위해 서비스 로봇 분야인 공공위생·의료 분야, 물류·배송, 교육 분야 등에 적용 및 도입 확산

[표] 코로나 대응을 위한 로봇

공공위생	교육	방역	배송
			
(한국)고대안암병원 손세정제 제공 로봇('20)	(한국) 유치원 내의 발열 출결체크를 겸한 교육용 로봇('20)	(덴마크) 자외선을 이용하여 병실 및 수술실 소독('19)	(중국)격리 조치된 장소로 약물 및 음식배달('19)

※ 출처 : 지능형 IoT 기반 서비스 로봇 활용사례와 시사점, 정보통신산업진흥원, 2020

○ 장기간 진행 중인 코로나19에 대응하기 위하여 다양한 분야에 적용·확산 중

- 소독 및 살균, 발열감지, 검체채취, 의료용품 및 폐기물 운송분야 등에서 주로 활용되며, 기존의 로봇 역할에 방역기능을 추가한 멀티형 로봇 상용화 사례 증가
- 의료진의 바이러스 노출 위험성 감소 및 개인 보호구 공급 부족 상황 타개 기대

- AI기반 안면인식, 음성인식, 다국어 지원, 감정인식 등이 가능한 소셜로봇이 활용되고 있으며, IoT 센싱, 5G 등으로 데이터기반 서비스도 가능해지는 추세
 - 시설 이용방법 등 정보 제공 이외에도 주문·예약·결제 및 재고 관리 등이 동시 처리가 가능하고 청소·경비 업무를 겸하는 멀티형 로봇으로 진화 중
- 노인이나 어린이 등 사회적 약자, 장애인 또는 환자 등 돌봄이 필요한 사람을 지원하기 위한 돌봄로봇의 경우 기능에 따라 신체지원로봇, 생활 지원로봇, 정서 지원로봇, 반려로봇(컴패니언로봇) 등 다양하게 분류
 - AI와 IoT기반 기술 융합으로 감정을 공유하는 휴머노이드 소셜 로봇이 대세이며 5G기반 클라우드 서비스로 진행 중
 - 돌봄로봇은 긴급상황에 대한 대비가 중요하므로 로봇간 통신 뿐 아니라 IoT 기술이 탑재된 다양한 사물(홈 디바이스, 가전제품) 등과의 통신 기술이 요구
- 배달 로봇은 지능형 IoT 기반으로 다양한 기술과 로봇 기술의 융합이 경쟁력 확보의 핵심
 - 원격제어를 가능하게 하는 5G 이동통신, 대용량 최신자료를 실시간으로 여러 시스템이 공유할 수 있는 클라우드 기술, 로봇 배터리의 수명과 기동범위를 확장 시킬 수 있는 충전기술 등 활용
 - 배달 분야는 자율주행자동차와 자율비행드론의 핵심 응용분야 중 하나
 - 경유지를 지나서 소비자에게 전달되는 마지막 과정(마지막 마일 배달 ‘Last-Mile Delivery’)의 약 80%가 배송로봇 및 드론에 의해 이루어질 것으로 예상
- 지능형 로봇은 지금보다 더 정확하고 민첩하며 혁신적인 AIoT 기반의 로봇으로 진화 전망
 - 오늘날의 로봇 산업은 방대하게 집적된 데이터를 정밀하게 가공·활용하기 위하여 인공지능, 클라우드, 5G 등과의 융합으로 고도화 중
 - 이에 따라 로봇 기술을 보유한 전문 로봇 기업 외에도 아마존, 구글, 알리바바 등 글로벌 ICT 기업과 스타트업의 진출이 활발해지고 있음
 - 글로벌 ICT기업의 적극적인 시장 진출 및 국내외 시장 수요 확대를 통하여 로봇의 기술력은 지속적으로 향상될 것으로 기대

- (AI 니모) 중국에 본사를 둔 가정용 로봇 스타트업으로 어떤 고객 가전제품이나 화상 통화를 통합할 수 있는 로봇을 개발
 - 가족 구성원 간의 전반적인 의사소통을 개선하기 위해 특별히 고안되었으며, 모바일 앱을 통해 원격으로 로봇을 쉽게 제어 가능
- (유비테크 로보틱스) 중국 선전에 본사를 둔 로봇 스타트업으로 소비자 모델과 상업용 모델에 모두 적합한 휴머노이드 로봇을 전문적으로 제작
 - AI 기술 고도화로 새로운 로봇 개발을 지속할 수 있는 자금력이 충분하며, 일부 로봇 제품은 시판 중인 다른 가전제품과 통합 가능
- (유캔로보틱스) 아름다운 수중 로봇 설계에 서비스를 집중하는 스타트업으로 HD 비디오와 세계 바다의 이미지를 촬영하는 데 사용가능
 - 바닷물에 강한 특수 수중 ROV 드론을 보유하고 있으며, 시스템 내부에 4K 비디오 카메라를 내장하고 있으며, 배터리 수명은 최대 5시간으로 바다에 대해 더 많이 연구하고자 하는 많은 전문가들 사이에 인기가 있음
- (인사이트 로보틱스) 임업 관리 산업을 개선하기 위해 로봇을 개발하고 있는 홍콩 스타트업으로 삼림이 심한 지역이나 국립공원에 배치
 - 운영자에게 산불이나 나무 질병과 같은 잠재적 문제를 어느 때보다 빠르게 감지할 수 있는 능력 보유
- (PLEN 로보틱스) 오사카에 본사를 둔 스타트업으로, 큐브 로봇을 제작하여 인간의 상호작용에 반응
 - 음성인식 기능은 물론 스마트 카메라와 동작 추적, 안면인식 기술까지 탑재한 소비자 공간을 위해 설계 진행
- (에센트 로보틱스) 도쿄에 본사를 둔 스타트업으로, 자율주행차용 AI 기반 소프트웨어를 제공
 - 주요 완성차 업체들이 제조하는 자율주행차에 지능형 차량용 신경 모델과 머신러닝 알고리즘 개발 진행 중

2. 국내 산업 동향

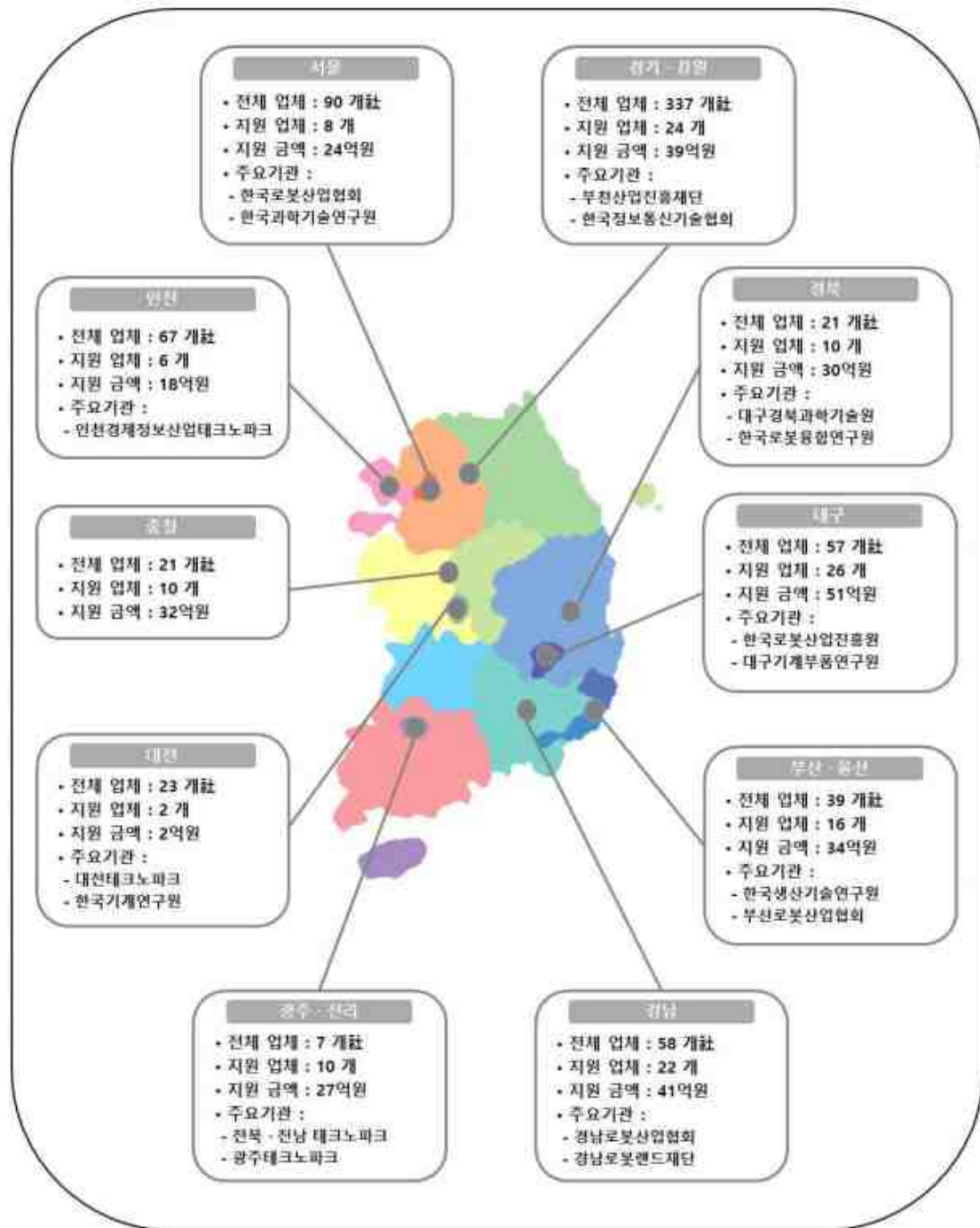
- 정부는 국내 지능형 IoT 기반의 서비스 로봇 시장 활성화를 위하여 시대적 수요를 반영한 지원 체계 마련 중
 - 코로나19 감염증에 의한 언택트(비접촉·비대면) 시대가 도래하여 모든 사회적인 패러다임이 전환되는 중으로서 서비스 로봇 시장의 수요 증가
 - 그 중 의료, 노인복지, 인력문제 등 여러 사회적 문제 해결을 위한 대안으로 주목
- 과학기술정보통신부는 20년 6월 ‘전염병 대유행 대응 로봇·ICT융합 생활 방역 솔루션 개발사업’ 추진을 통하여 코로나19 해결을 위한 방안으로 의료 서비스 융합 로봇을 제안
 - 인간 개입 없이 로봇의 자율 판단(이동·동작·작업)의 생활방역을 실현함으로써 집중 의료현장, 생활체육시설, 일상생활공간 등에서 전염병에 대한 대응 수준을 높일 것
- 비대면 서비스에 최적화, 의료진이 담당하는 감염병 업무를 로봇이 대신함으로써 대규모 전염병 사태 발생 시 병원체 노출 최소화를 통해 감염병 확산 방지 가능한 방역로봇 출시
 - 한국로봇융합연구원(KIRO)은 포스텍 지능로봇 연구센터와 공동으로 AI기반 자율 이동형 방역작업로봇 ‘PRA-UVC’ 개발 완료
 - 전 방향 자율 구동과 자율 주행, 장애물 회피 기능 탑재 및 AI를 통한 학습 기능
 - SK텔레콤과 한국오므론제어기기社는 체온검사 및 마스크 착용과 사회적 거리두기 실천 요청까지 다양한 역할을 수행할 수 있는 5G네트워크를 이용한 코로나19 방역로봇 개발, 마스크를 쓰지 않은 사람에게는 마스크 착용도 권유
- 의료용품 및 의료 폐기물 운송로봇 분야에서 유진로봇의 ‘GoCart’는 호텔 등 실내에서 음식 및 물품 등 소형화물을 배달, 을지병원에 투입되어 의료용품 배송에 활용
 - IoT기반으로 자동문, 엘리베이터를 개폐·호출·탑승 등 층간 이동이 가능하고 내장된 2대의 스테레오 카메라와 3D 센서를 활용하여 실내지도 작성 및 최적 경로 탐색

- 3대의 3D 라이다 센서는 전방 사물을 위협요소로 인식하여 회피 가능하고, 빠르고 정밀하여 정확하게 인식
- 검체채취 및 병원순찰 로봇 분야에서 한국기계연구원은 동국대학교 의과대학과 비대면 원격으로 상기도에서 검체를 채취할 수 있는 로봇시스템 개발
 - 일회용 스왑 장착, 마스터 장치를 원격 제어하여 스레이브 로봇이 작동하고 스왑이 삽입될 때 발생하는 힘을 원격에서 모니터링 가능
- 자율 주행 관련 지능형 로봇으로는 LG전자가 출시한 ‘Qd’ 로봇을 기반으로 LG CNS가 개발한 ‘Airstar’는 푸른기술사가 HW를 개발한 대·중소기업 협력사례가 있음
 - AI 학습을 통해 장애물 회피 및 자율주행 성능 고도화에 중점을 두었고, 클라우드와 빅데이터 분석기술을 활용하여 주행 데이터 저장 및 학습되며 주행효율성과 안전성 지속 향상
 - 3차원 카메라센서, 고정밀 라이다센서, 초음파센서가 탑재되어 실내지도 작성 및 정밀한 위치 파악 가능
 - 두부(頭部)를 움직이면서 승객과 대화가 가능하고 디스플레이를 통해 약 14가지 감정표현 가능
- (로보케어) 로보케어는 노인치매 예방 로봇 ‘실벗’을 개발하여 치매환자 치료에 활용하고 있으며 경북대학교 의과대학에서 자폐아동들의 치료에 사용
 - 한국과학기술연구원은 치매환자를 돌보는 ‘마이봄’을 개발, 환자와 가족의 얼굴을 구분하고 화장실 안내 및 약 복용시간 알림 등 제공
- (힐스엔지니어링) AI 기반 자율주행 물류로봇 연구개발 스타트업 힐스엔지니어링은 물류로봇 ‘로로봇1’을 개발하였으며, 물류센터에 집어들기 작업 효율화와 시간·비용 단축을 위해 작업 동선 최적화 진행
 - 소품종 다빈도 구매와 소형·경량화 상품 특성이 있는 온라인 풀필먼트센터 운영에 특화되어 있어 복잡한 구매 특성에 따라 물류센터에서 신속 대응 가능
 - 충돌 회피 알고리즘이 내장된 자율주행 상품 이동 기능, 물류로봇 다중관리 기능 보유

- (에일리언로봇) 로보틱스 스타트업 에일리언로봇은 로보틱스 액추에이터 기술을 기반으로 리테일 외식시장을 위한 로봇을 개발·제조하고 있으며, 차를 만드는 로봇과 커피 바리스타 로봇을 상용화해 운영하고 있음
 - 일상생활 공간의 하나가 된 카페에서 인간과의 협업이 가능한 협동로봇 서비스에 도전

- (클로봇) 로보틱스 스타트업 에일리언로봇은 로보틱스 액추에이터 기술을 기반으로 리테일 외식시장을 위한 로봇을 개발·제조하고 있으며, 차를 만드는 로봇과 커피 바리스타 로봇을 상용화해 운영하고 있음
 - 클로봇은 개발방법론 구축과 함께 사용자의 UI와 관리자 UI 부분, 로봇의 기준 데이터와 함께 이를 총괄하는 Task manager의 형태와 기본 동작 모듈을 표준화하고 프레임워크화하여 다양한 서비스 로봇에 활용
 - 큐레이팅, 방역 서비스 제공 로봇과 소독로봇 뿐 아니라 물품이송에도 사용하는 등 표준 프레임워크를 기반으로 신속성, 품질과 유지보수성을 확보

- (수퍼빈) 수퍼빈은 일상에서 환경오염을 예방할 수 있는 재활용 순환자원 회수로봇 '네프론'을 개발하여 페트병과 캔을 분리해서 버리면 포인트를 적립하는 AI로봇 개발
 - 플라스틱 배달 용기를 분리할 수 있는 순환자원 로봇도 출시할 예정이며, '배달의 민족'을 운영하는 우아한 형제들과 순환자원 생태계 구현을 위한 업무협약 체결



[그림] 국내 제조용 로봇 산업 지도

※ 출처 : KOSME 산업분석 Report, 융합금융처, 2019

[참고문헌]

- ICT 표준화 전략맵 (지능형 로봇), 한국정보통신기술협회, 2019
- 지능형 IoT 기반 서비스 로봇 활용사례와 시사점, 정보통신산업진흥원, 2020
- 로봇산업 발전방안, 산업통상자원부, 2019
- 2020년 지능형 로봇 실행계획, 정부, 2020
- 산업용 로봇 도입에 따른 글로벌 제조업 가치사슬 변화 및 시사점, 산업통상자원부, 2018
- AI·DATA-지능형로봇, 한국정보통신기술협회, 2021
- 지능형 로봇 활용, 어디까지 왔나?, 포스코경영연구원, 2017
- 지능형 로봇산업 발전 전략, 산업통상자원부, 2018
- KOSME 산업분석 Report, 융합금융처, 2019
- 대한민국 로봇산업 기술로드맵, 한국산업기술평가관리원, 2018
- 인공지능(AI) 로봇 시장, 연구개발특구진흥재단, 2020
- 지능형 로봇 활용, 어디까지 왔나?, 연세대학교, 2018
- 포스트 코로나 시대, 4차 산업혁명은 어디로?, 대한무역투자진흥공사, 2020
- 글로벌 로봇산업 시장 동향 및 진출방안, 대한무역투자진흥공사, 2018
- Artificial Intelligence Robots Market, MarketsandMarkets, 2020
- Global Heavy-Duty Industrial Robot Market, Technavio, 2021