

전략분야 현황분석

지능형 로봇



지능형 로봇

1. 개요

가. 일반적 정의

(1) 정의

- 지능형 로봇이란 인공지능 등 IT 기술을 바탕으로 인간과 상호작용하면서 가사지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 형태의 서비스를 제공하는 인간지향적인 로봇을 의미
 - 지능형 로봇은 단순 반복 작업을 주로 수행하는 산업용 로봇과 달리 인공지능, 휴먼인터페이스, Ubiquitous 네트워크 등의 IT 기술이 집적된 Fusion System
 - 지능형 로봇 산업은 궁극적으로 “언제 어디서나 나와 함께 하며, 나에게 필요한 서비스를 제공하는 로봇”의 개념이 필수적인 산업

[서비스로봇의 범위]



* 출처: 인간 친화형 서비스 로봇 발전방향, 2018, 기술과학신

(2) 필요성

- 자동차산업 규모 이상의 성장 잠재력을 가지고 있으며 기술혁신과 신규 투자가 유망한 신산업
 - 지능형 로봇산업은 기존 산업용 로봇산업과 달리, 새로운 아이디어를 바탕으로 세계를 상대로 상품을 개발하고 사업을 전개할 수 있는 Cash Cow의 잠재력이 큰 산업으로서 세계 각국 정부는 지능형 로봇이 PC나 휴대전화기처럼 보급되는 로봇시대가 도래할 것으로 전망
 - 세계 각국의 지능형 로봇산업은 아직 시장형성단계로, 시장 및 기술선점 가능성이 매우 높은 산업이며, 3D 제조업용 분야 외에도 복지, 군사, 엔터테인먼트, 의료 분야 등 향후 발전 가능한 분야가 무한
 - 반면, 자동차산업과 같이 기술집약적이고 노하우 보유가 중요하여 선도기업을 쉽게 따라잡기 어려운 산업, 혁신기업의 선도를 뒤쫓아가는 상황

- 지능형 로봇 기술은 첨단 신기술 분야의 복합체로, 신산업의 창출을 촉진하는 Robot Convergence가 일어날 가능성 존재
 - 향후 지능형 로봇은 산업의 각 분야에서 광범위하게 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 관련 요소기술은 정보통신, 의료 및 바이오 등 다양한 산업 분야에 걸쳐 파급될 것으로 예상
 - 세계수준의 국내 IT 산업이 로봇산업에 결합되면 향후 현 IT 시장 규모의 5배에 이르는 새로운 거대시장이 창출될 것으로 전망되며, 인접 산업분야를 선도하고 새로운 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대
 - 지능형 로봇기술은 메카트로닉스 기술을 기반으로, IT, BT 및 NT 관련 요소기술들이 융합되어 구현되는 기술로서 로봇산업 외에 정보통신, 바이오 및 나노산업 등으로의 파급효과가 기대
 - 따라서, 초기부터 적극적 기술개발 및 체계적 기반구축을 통한 시장 및 기술의 선점이 대단히 중요

- 출산율 감소, 고령화 사회 진입으로 인한 인력 대체 뿐 아니라 감염병이나 위험지역 출입 등 위험업무에 노동력을 대체 가능한 미래 산업
 - 현재 노동집약적인 산업(청소, 제조 등)은 점차 지원인력이 줄어 노동력 확보가 어려운 상황으로 미래 산업생산력 확보의 대안으로 대두
 - 단순 노동일자리는 로봇 개발업 또는 로봇 서비스업의 일자리 확대로 메워질 것으로 예상
 - COVID-19 하에서 상하이 TMiROB·시아순 등 주요 로봇 기업과 징둥닷컴 등 물류 회사가 AI 기반 지능형 로봇을 활용해 병실 소독, 음식 배달, 공공장소 순찰 등 다양한 업무 수행

나. 구축 범위

(1) 가치사슬

- 지능형 로봇 제품과 서비스의 관점에서 볼 때 산업의 구조는 B2C, B2B, B2G가 모두 존재하며 적용 분야는 4차산업의 발전과 더불어 계속 증가하는 추세
 - 대표적인 전방산업으로는 산업현장에서 널리 쓰이고 있는 제조업용 로봇, 교육·엔터테인먼트 등의 개인서비스형 로봇과 수술·재활을 목적으로 하는 전문서비스 로봇이 있으나 제조용 로봇은 스마트제조 분야에서 다룰 예정이므로 본 기술로드맵에서는 시장, 정책동향만 언급할 예정
 - 대표적인 후방산업으로는 구조부품 및 부분품, 로봇용 센싱부품 및 부분품 등의 하드웨어와 데이터 분석 시스템, 디바이스 인터페이스 등 소프트웨어가 존재

[지능형 로봇 가치사슬]

후방산업	지능형 로봇	전방산업
인공지능, 5G+, 로봇부품 및 부분품, 임베디드SW	제조용 로봇 전문 서비스용 로봇 개인 서비스용 로봇	제조업, 서비스업 등 전산업 분야

[인천공항의 안내로봇]



* 출처: LG전자 공식블로그

(2) 대표적 분류 방법

- 지능형 로봇 산업은 크게 제조업용 로봇, 전문서비스용 로봇, 개인서비스용 로봇, 로봇부품 및 부분품, 로봇시스템, 로봇 임베디드, 로봇서비스로 구분 가능

[지능형 로봇 산업분류]

대분류	정의	중분류
제조업용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 각 산업제조현장에서 제품생산에서 출하까지 공정내 작업을 수행하기 위한 로봇으로 자동제어 되고, 재프로그램이 가능하고 다목적인 3축 또는 그 이상의 축을 가진 자동조정장치 	<ul style="list-style-type: none"> • 이적재용 로봇 • 공작물 탈착용 로봇 • 용접용 로봇 • 조립 및 분해용 로봇 • 가공용 및 표면처리 로봇 • 바이오 공정용 로봇 • 시험, 검사용 로봇 • 기타 제조업용 로봇
전문 서비스용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 불특정 다수를 위한 서비스 제공 및 전문화된 작업을 수행하는 로봇 	<ul style="list-style-type: none"> • 빌딩서비스용 로봇 • 사회안전 및 극한작업 로봇 • 의료로봇 • 사회인프라 로봇 • 군사용 로봇
개인 서비스용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 인간의 생활범주에서 제반서비스를 제공하는 인간 공생형 대인 지원로봇 	<ul style="list-style-type: none"> • 가사용 로봇 • 헬스케어 로봇 • 여가지원용 로봇 • 교육 및 연구용 로봇 • 기타 개인서비스용 로봇
로봇 부품 및 부분품	<ul style="list-style-type: none"> • 제조업용 로봇, 개인서비스용 로봇, 전문서비스용 로봇 등을 생산하기 위하여 사용되는 중간 생산물로서 다른 중간재와의 결합을 통하여 최종재의 경쟁력을 결정하는 핵심요소 	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇용 구조부품 및 부분품 • 로봇용 구동부품 및 부분품 • 로봇용 센싱부품 및 부분품 • 로봇용 제어부품 및 부분품 • 로봇용 소프트웨어
로봇 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇을 포함하여 기계, 장치 등을 조합하여 필요한 기능을 실현한 집합체 	<ul style="list-style-type: none"> • 제조용 로봇 시스템 • 로봇기반 생산시스템 • 전문서비스 로봇시스템 • 기타 서비스 로봇시스템
로봇 임베디드	<ul style="list-style-type: none"> • 외형적으로 로봇의 형상이 아니지만 로봇의 기술이 적용되어 있는 부품 및 제품 	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇임베디드 교통 • 로봇임베디드 가전 • 로봇임베디드 헬스
로봇 서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇을 활용하여 사람에게 필요로 하는 신체적, 정신적 서비스를 제공하는 행위 	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇판매서비스 • 로봇음식점 및 정보서비스 • 로봇임대서비스 • 로봇과학 및 기술서비스 • 로봇 시설관리 및 사업지원 서비스 • 로봇 교육 서비스 • 로봇 보건 및 사회복지 서비스 • 로봇예술

(3) 기술로드맵 전략분야의 범위

- 지능형 로봇은 크게 제조 및 비제조용으로 분류되며, 비제조용 로봇은 개인서비스, 전문서비스로 분류 가능, 본 로드맵이 다룰 주요 범위는 비제조용 로봇
 - 개인서비스 로봇의 경우 생활 편의를 목적으로 사람을 돕기 위해 만들어진 로봇으로, 가사지원, 교육, 엔터테인먼트, 실버케어 등의 분야로 나뉘며 본 전략분야 범위에 포함
 - 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 나뉘며 본 전략분야 범위에 포함
 - 제조용 로봇의 분야는 산업 현장에서 제품 생산을 목적으로 만들어진 기계로 스마트제조 전략분야에서 다룰 예정

[지능형 로봇 기술로드맵 전략분야의 범위]

* : 본 전략분야의 범위

대분류	중분류
제조업용 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 이적재용 로봇 • 가공용 및 표면처리 로봇 • 공작물 탈착용 로봇 • 바이오 공정용 로봇 • 용접용 로봇 • 시험, 검사용 로봇 • 조립 및 분해용 로봇 • 기타 제조업용 로봇
전문 서비스용 로봇*	<ul style="list-style-type: none"> • 빌딩서비스용 로봇 • 사회 인프라 로봇 • 사회안전 및 극한작업 로봇 • 군사용 로봇 • 의료로봇
개인 서비스용 로봇*	<ul style="list-style-type: none"> • 가사용 로봇 • 교육 및 연구용 로봇 • 헬스케어 로봇 • 기타 개인서비스용 로봇 • 여가지원용 로봇
로봇부품 및 부분품*	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇용 구조부품 및 부분품 • 로봇용 제어부품 및 부분품 • 로봇용 구동부품 및 부분품 • 로봇용 소프트웨어 • 로봇용 센싱부품 및 부분품
로봇 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 제조용 로봇 시스템 • 전문서비스 로봇시스템 • 로봇기반 생산시스템 • 기타 서비스 로봇시스템
로봇 임베디드	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇임베디드 교통 • 로봇임베디드 헬스 • 로봇임베디드 가전
로봇 서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇판매서비스 • 로봇 시설관리 및 사업지원 서비스 • 로봇음식점 및 정보서비스 • 로봇 교육 서비스 • 로봇임대서비스 • 로봇 보건 및 사회복지 서비스 • 로봇과학 및 기술서비스 • 로봇예술

* 출처: 한국과학기술정보연구원, '2017년 로봇산업 실태조사 결과보고서'

2. 시장 분석

가. 세계 시장 분석

(1) 세계시장 동향 및 전망

◎ 시장 규모와 전망

- 전 세계 로봇 시장 규모는 2018년에 553억 달러로 평가되었으며, 연평균 13.5%로 성장하면서 2024년까지 1,182억 달러에 이를 것으로 예상
 - 세계 로봇시장 규모는 노동력 대체, 인건비 절감, 고령화에 대한 대응, 산업 경쟁력 제고, 국방력 강화 등을 위한 각국의 적극적 활용정책으로 높은 성장세를 유지할 전망
 - 컴퓨터 프로세싱 역량의 향상, 인공지능 기술 발전, 센서 및 사물인터넷 확산, 초고속 통신 보편화, 클라우드·빅데이터 보급, 오픈소스 확산 등 기술발전 또한 로봇 도입의 촉진 배경
 - 코로나-19로 인하여 언택트 시대를 보조할 지능형 로봇의 필요성 대두

[로봇 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
로봇	55.3	62.8	71.2	80.8	91.7	104.1	118.2	13.5

* 출처 : Robotics Technology Market Statistics, Allied Market Research(2020)을 바탕으로 네모아이씨지 재가공

- 글로벌 산업용 로봇 시장 규모는 2018년 190억 달러였으며, 연평균 15.1%로 성장하여 2024년 441억 달러에 이를 것으로 예상

[산업용 로봇 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
산업용로봇	19.0	21.8	25.1	28.9	33.3	38.3	44.1	15.1

* 출처 : Robotics Technology Market Statistics, Allied Market Research(2020)을 바탕으로 네모아이씨지 재가공

- 세계 협동로봇 시장은 2018년 6억 5,000만 달러 규모로 평가되었으며 연평균 44.6% 성장하여 2024년 59억 4,200만 달러에 이를 것으로 전망됨

[협동로봇 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
협동로봇	650	940	1,359	1,965	2,842	4,109	5,942	44.6

* 출처 : Cobot Market, Allied Market Research(2020)을 바탕으로 네모아이씨지 재가공

- 세계 스마트 로봇 시장의 규모는 2018년 48억 6,400만 달러 규모로 평가되었으며 연평균 20.1% 성장하여 2024년 145억 9,700만 달러 규모에 이를 것으로 전망됨

[스마트 로봇 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
스마트로봇	4,864	5,842	7,016	8,426	10,120	12,154	14,597	20.1

* 출처 : Allied Market Research(2020), Growth of the global smart robot market - Globenewswire(2020)을 바탕으로 네모아이씨지 재가공

- 휴머노이드 로봇 시장은 2018년 4.6억 달러에서 2024년까지 57.8억 달러로 CAGR 52.1%로 성장할 것으로 예상

- 휴머노이드 로봇 시장은 휴머노이드 로봇의 고급 기능 도입, 교육용 로봇으로서의 휴머노이드 사용 증가, 개인 지원에 대한 소매업계의 수요 증가 등의 요인에 의해 주도

[휴머노이드 로봇 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
휴머노이드 로봇	467	711	1,081	1,644	2,501	3,804	5,786	52.1

* 출처 : Humanoid Robot Market, MarketsandMarkets(2017)을 바탕으로 네모아이씨지 재가공

◎ 국가별 산업 동향

□ 미국

- 미국은 전통적으로 산업용 로봇이 시장수요의 대부분을 차지하고 있었으나, 2006년 이후 서비스 로봇시장이 급성장하면서 산업용 로봇 시장을 추격하고 있는 중
- 미 대륙에서 산업용 로봇 생산 부문이 54%를 차지하고 특히 물류 서비스 로봇 중 81%는 미국에서 생산
- 전문서비스 분야의 로봇이 건설, 물류, 원자력발전, 우주 및 심해탐사 등 다양한 분야에 활용되며 특히 의료용 로봇이 시장을 주도하였으나, 일반인들이 사용할 수 있도록 디자인된 서비스용 로봇인 바닥청소, 가정용 경비시스템, 장난감 교육, 장애인 보조 분야에서도 수요확대 예상

□ 일본

- 일본은 로봇 관련 핵심 부품군과 서비스 로봇 시장에 높은 경쟁력을 보유하고 있으며, 서브모터, 액추에이터, 정밀기어박스, 감속기 등과 같은 핵심 부품군에서 높은 경쟁력을 보유
- 자동차(도요타)와 IT하드웨어(소프트뱅크) 기업들이 휴머노이드로봇을 활용, 서비스 로봇 시장에 적극 진출 중으로 향후 관련 부문의 성장 기대
- 인구구조변화(노령화)에 따른 노인을 대상으로 하는 의료 간호 서비스 수요 증가로 향후 관련 로봇 수요가 지속 증가할 것으로 예상, 일본 휴머노이드 로봇은 도요타의 아시모, 소프트뱅크의 페퍼가 대표적
- 일본 물류기기 시장 2018년도 기준 최대 실적 달성 및 물류 지능형 로봇 등 물류 첨단기술 도입 정책 적극 추진

□ 중국

- 중국 서비스 로봇산업은 AI 등 4차산업 기술을 결합한 방향으로 추진되고 있으며, 4차산업 분야에서 현지 유니콘 기업들의 성장세가 두드러짐
- AI 선도기업인 센스타임(商湯科技), 메그비(曠視科技)는 체온측정 시스템을 개발하고 상용화를 시작하는 등 시장 수요에 발 빠르게 대응
- 로봇 시장 전체 인수 및 합병 금액의 47% 중국 자본이 차지(쿠카, 데마틱 인수)
- 지능형 로봇 기술은 선진국 수준에 올라섰고, 인공지능 기술혁신이 가속화되면서 중국의 특허 출원량은 미국 수준
- 중국은 의료, 교육, 요리 등 로봇 어플리케이션 분야에서 광범위한 연구가 진행 중이며, 시장의 서비스로봇 수요 증가에 발맞춰 생산도 빠르게 증가 추세
- 중국은 글로벌 1위 내수 시장을 보유하여 적극적인 정부지원을 통한 산업발전 도모하고 있음. 중국 산업로봇 시장은 이미 2013년 미국, 일본을 제치고 글로벌 1위로 등극했으며, 성장속도 또한 가장 빠른 로봇 시장으로 부상 중

(2) 세계시장 핵심플레이어 동향

◎ 제조용 로봇

- 제조용 로봇은 소재·부품 입고 → 생산 → 시험·검사 → 출하 등 제조 전 공정에 적용되어 작업을 수행하기 위한 로봇으로, 자동 제어가 가능하고 재프로그래밍이 가능한 다목적 3축 이상의 자동조정 로봇으로 정의
- (UR) 로봇 업계에서 가장 큰 제조업체로 중공 모듈이 적용된 정밀, 안전, 저렴한 수직다관절 로봇을 상품화
 - 짧은 시간 안에 사용자가 로봇을 사용할 수 있도록 하는 유저 친화적 인터페이스 구현 기술을 보유하고 있으며, 충돌 안전과 사용자 협업 기술을 부각하여 시장을 확대
 - 2018년에는 고객들이 협동로봇을 사용하며 느꼈던 불편함을 개선하기 위해 센서, 안전성, 정밀도, 편리성 등을 높인 'e-series'를 출시
- (ABB) 로봇, 에너지, 자동화 기술 분야를 주된 사업으로 하는 다국적 기업
 - 전력 및 자동화 기술 분야 선도기업으로 짧은 사이클 타임을 지니는 소형 조립 제품들에 대응하기 위해 빠르고 안전하며 유연성 있는 형태의 로봇 기술에 강점을 보유
 - 2016년에는 세계 최초의 양팔형 협동로봇인 'YuMi'를 출시
- (FANUC) 용접용 6축 다관절 로봇 및 Parallel 로봇의 선도기업으로 특히, 세계적인 수준의 6축 Parallel 로봇을 이용한 제품조립 기술을 보유
 - 로봇 생산공정 무인화를 위한 자체적인 생산 솔루션을 확보하고 있으며, 산업용 로봇과 충돌, 힘 센서, 로봇 간 협업(Co-work), 비전을 이용한 전자제품 조립 분야의 시스템 구현 기술을 보유
 - 2016년에는 협동로봇 'CR-35iA'를 개발했으며, 꾸준히 제품 라인업을 확장
- (KUKA) 중국 가전 기업인 메이디 그룹은 2016년 KUKA를 2023년까지 독일 법인의 독립성과 고용 유지를 조건으로 45억 유로에 인수
 - KUKA는 Force/Torque 제어, 비전 및 안전기능을 적용 가능한 Light weight arm 기술을 보유하고 있으며, 다양한 형태의 휴먼인터페이스 기술을 개발
 - 대표적인 제품은 2013년 출시한 'LBR iiWA'로 7개의 축으로 이뤄져 탁월한 유연성을 제공하며, 모든 조인트에 장착된 토크센서로 로봇 운전자 혹은 작업자를 안전하게 보호할 수 있고 작업자와의 협력 작업이 가능

◎ 방역 로봇

- (파나소닉) ‘AHR HOSPI’는 의약품, 검체, 혈액샘플 등을 수거하여 회송 (24시간 가동, 자동 충전) 및 쇼핑카트를 견인방식으로 자율 주행하고 사람 추종 가능
- (도요타) 社の 로봇 ‘PractioNERD’는 장애물을 스스로 피하거나 음성을 통해 경로 확보를 요청, 충전이 필요하면 스스로 충전스테이션으로 귀환
- (ZMP) 자율주행 경비로봇 ‘파토로(PATORO)’를 2020년 출시 및 위치정보를 이용하여 실내를 순찰하며 손이 닿기 어려운 곳에 소독액을 분사
- (GREE) 중국의 징둥물류와 GREE는 인공지능, 자율주행, 사물인터넷 등의 기술을 적용하여 공공장소에서 발열 예·경보, 소독, 순찰 등의 업무를 할 수 있는 3종 로봇 개발
- (UVD) 덴마크 기업으로 이동용 모바일 베이스를 갖추고 있으며 다수의 UV램프와 라이더 장착
 - 미생물에 대한 심층 지식, 자율 로봇 기술 및 자외선을 결합해 10~15분 이내에 실내 병원균을 제압

◎ 물류/배송 로봇

- (Rocus Robotics) 물류로봇 전문업체인 미국 '로커스 로보틱스(Rocus Robotics)'가 시리즈 D펀딩라운드에서 4,000만 달러의 자금 유치
 - 로커스 로보틱스는 2019년 4월 2,600만 달러의 자금을 투자받는 등 지금까지 누적투자 수주액은 1억 5천만 달러
 - 코로나-19의 유행으로 로봇산업이 전반적으로 큰 영향을 받고 있는 가운데 많은 기업들이 대규모의 로봇 자동화를 추진하면서 로커스 로보틱스의 성장에 긍정적인 영향

[Rocus Robotics 물류로봇 예시]



* 출처: Rocus Robotics

- (Seegrid) 미국의 물류 로봇 전문 기업인 Seegrid는 무인운반차(AGV:Automated Guided Vehicles)와 자율이동로봇(AMR:Autonomous Mobile Robots)을 전문적으로 개발 및 공급하는 기업으로 2020년 5,200만 달러의 투자 유치 성공
 - 코로나의 영향으로 전산업계에 걸쳐 자동화 수요가 증가하여 2020년 2배 이상의 매출 상승을 기대
 - 자사 전용 내비게이션 기술이 카메라, 알고리즘, 머신러닝 등을 활용하며 고객사에 설치한 AGV가 단 한건의 사고 없이 3백만 마일 이상의 거리를 주행했고 이 수치는 산업계의 신기록이라 주장
- (Selements robotics) 미국의 Selements robotics의 로봇 ‘Dash’는 쇼핑카트 외형을 닮은 자율주행 카트
 - 원하는 품목이 있는 진열 공간 안내 및 결제, 고객 구매 정보 수집 및 분석 가능
- (Starship) ‘Starship’은 6륜 배달 로봇으로서 소포 및 식료품을 배송하는 근거리배송용 자율주행 로봇
 - 영상 카메라와 센서로 주변을 인식하고 딥러닝 기술을 활용하여 도착지까지의 최적 이동 경로와 상황 파악 가능 (9개 카메라, 8개 초음파 센서, 4개 레이더, 자이로스코프, 가속도 센서, GPS 센서 등 적용)
- (푸두) 중국의 푸두사가 만든 ‘푸두봇’은 라이다 센서, 비주얼 센서, UWB, IMU, 엔코더 등을 기반으로 하는 다중 센서 퓨전 기술이 탑재되어 있고, 자율주행차에 들어가는 SLAM 기술을 갖춰 실시간 이동 경로 탐색 가능

◎ 안내 로봇

- (Alsok) 종합경비보장주식회사인 Alsok의 ‘Relay’는 웨라톤, 하얏트 호텔 등에서 활용 중이며, IoT 기반의 디지털화된 엘리베이터를 이용하여 층간 이동이 가능한 실내 물류 배송 자율주행 로봇
 - 카메라, 초음파센서, 레이더, 자이로스코프, 가속도 센서, GPS 신서, 자기장 센서 및 라이다(LiDAR)등 적용
- (히타치) ‘EMIEW3’은 자율성이 강화된 휴머노이드 로봇으로써 클라우드에 설치된 제어기능과 로봇 모니터링 시스템으로 로보틱스 IT 플랫폼을 구성, 고객 안내서비스

나. 국내 시장 분석

(1) 국내 시장 동향 및 전망

◎ 국내 시장 전망

- 국내 스마트 로봇 시장은 2018년 2,808억 원 규모로 평가되었으며 연평균 33.5% 성장하여 2024년 1조 5,896억 원에 이를 것으로 전망됨

[스마트 로봇 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

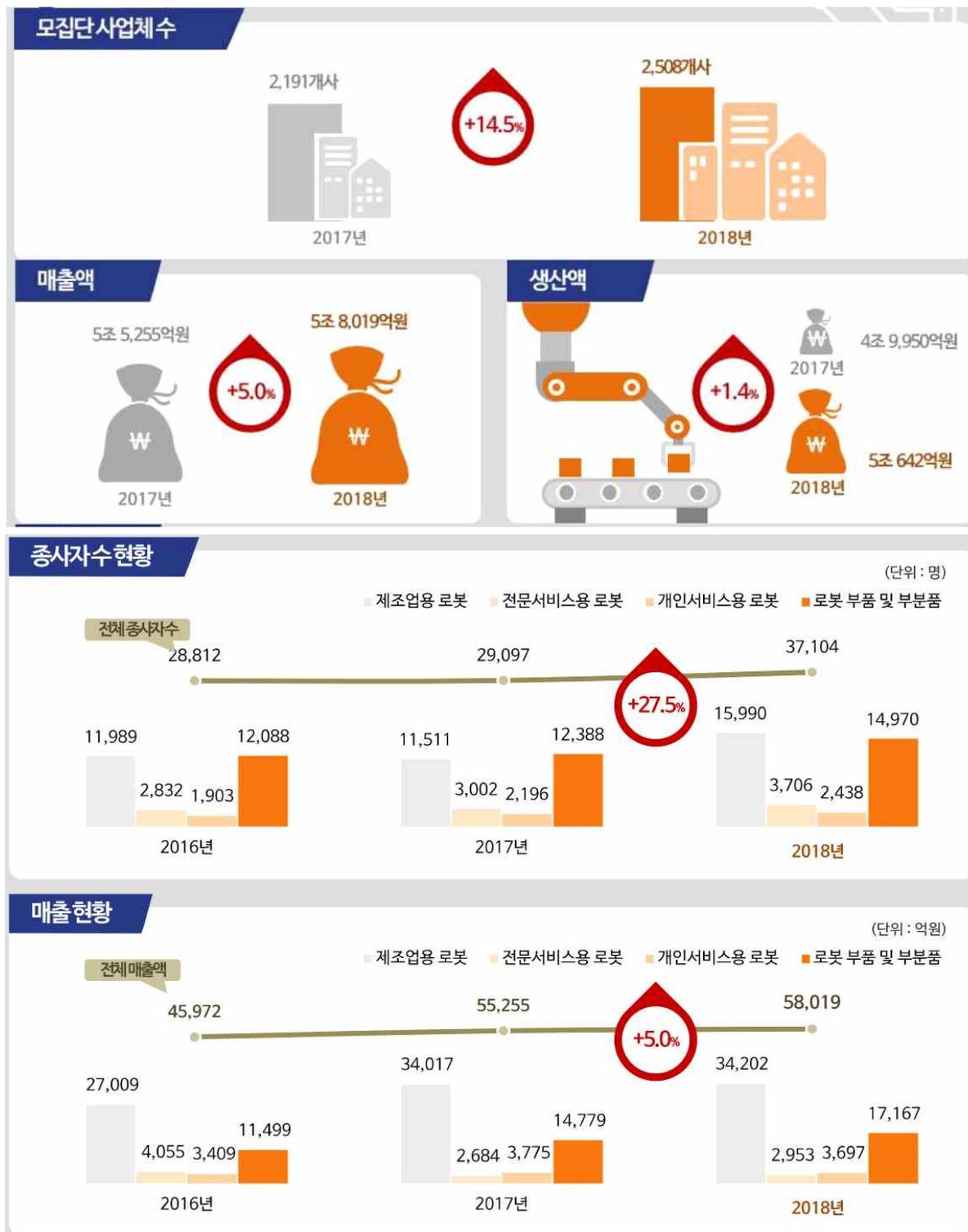
년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	2,808	3,749	5,004	6,681	8,919	11,907	15,896	33.5

* 출처 : Allied Market Research(2020), Growth of the global smart robot market - Globenewswire(2020), 국내 로봇이슈 전망 - 로봇신문(2020)을 바탕으로 세계 로봇 시장과 국내 로봇 시장을 복합적으로 고려하여 네모아이씨지 재추정

- (서비스 로봇) 지난 5년간 연평균 11.5% 성장하여 '18년 6,650억 원 규모이며, 청소 로봇을 제외하고는 물류로봇, 의료로봇 등은 시장 형성 초기
 - 472개 기업 중 대기업이 2개(삼성전자, LG전자), 중견기업이 17개, 중소기업이 467개로 전체의 99%를 차지
 - 부품, 센서 등의 로봇 기반 기술의 취약으로 인해 국내 로봇 시장의 성장성이 낮은 상태이지만 정부에서 소재, 부품, 장비에 대한 투자 실시에 따라 기술격차는 줄어들 것으로 예상
 - 한편, 시장 규모가 작고 산업용 로봇에 비해 미래지향적인 서비스 로봇은 아직까지 노동력을 대체할 만하지 않아 사람에 의존해야 하는 면이 있어 장기적인 시각으로 시장규모를 키우기 위한 정부 정책적 지원이 필요
 - 세계 다른 국가와 비교해보면, 국내 로봇산업의 경우 기술력에서는 일본, 시장규모에서는 중국에 밀리고 있으며, 스타트업 창업 또한 핵심기술 부족으로 미흡한 수준

(2) 국내 생태계 현황

[로봇 산업 생태계 요약]



* 출처: 2018 로봇산업실태조사, 한국로봇산업협회(2020)

- 2018년 로봇 매출 규모는 전년 대비 5.0% 증가한 5조 8,019억 원이며, 생산 규모는 1.4% 증가한 5조 642억 원을 기록했으며 수출 또한 3.0% 성장한 1조 1,319억 원을 기록
 - 제조업용 로봇의 매출은 전년 대비 0.5% 증가한 34,202억 원이며, 수출은 4.5% 감소한 8,461억 원을 기록. 수입은 15.4% 감소한 3,909억 원을 기록
 - 서비스용 로봇의 매출(3.0%)과 수출(19.2%), 수입(10.4%) 모두 전년 대비 증가하여, 각각 6,650억 원과 1,254억 원, 435억 원을 기록
 - 로봇 부품 및 부분품의 매출(16.2%)과 수출(49.6%)은 전년 대비 증가하여, 각각 1조 7,167억 원과 1,604억 원을 기록했으며 수입은 42.9% 감소한 1,389억 원을 기록

[국내 로봇산업 현황]

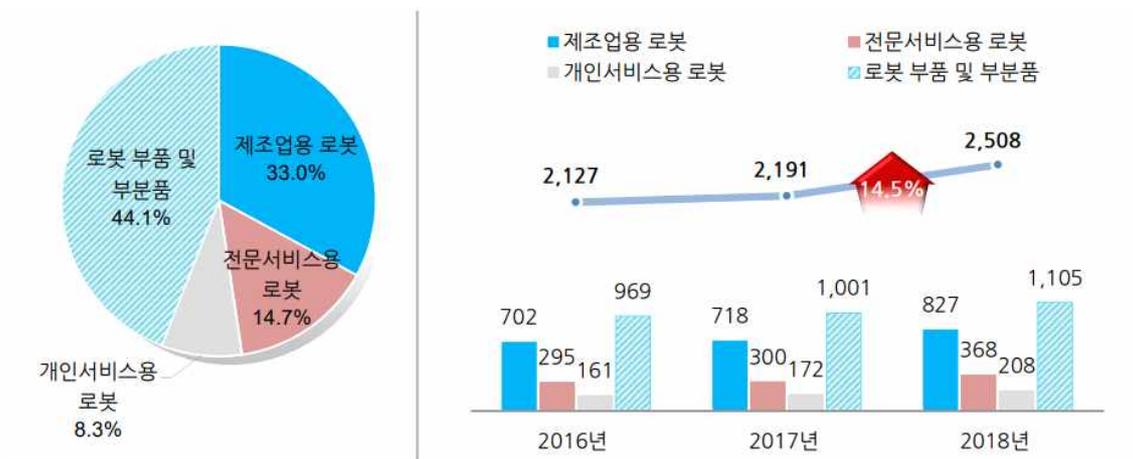
(단위 : 억 원)

구분	매출			생산			수출		
	'16	'17	'18	'16	'17	'18	'16	'17	'18
제조	27,009	34,017	34,202	26,687	30,181	28,907	6,806	8,860	8,461
전문 서비스	4,055	2,684	2,953	3,752	2,497	2,735	734	191	216
개인 서비스	3,409	3,775	3,697	3,322	3,576	3,526	788	861	1,038
부품	11,499	14,779	17,167	10,989	13,696	15,473	1,007	1,072	1,604
총계	45,972	55,255	58,019	44,750	49,950	50,642	9,336	10,984	11,319

* 출처: 2018 로봇산업실태조사, 한국로봇산업협회(2020)

- (사업체) `18년 사업체 수는 전년 대비 14.5% 증가한 2,508개이며, 3년간 연평균 9% 증가
 - 2018년 기준 로봇산업 관련 사업체 2,508개 중 중소기업이 대부분을 차지(96.2%)하고 있으며, 로봇매출 10억원 미만 사업체가 절반 이상(61.5%) 차지

[부문별 산업체 동향]



* 출처: 2018 로봇산업실태조사, 한국로봇산업협회(2020)

[지능형 로봇 소분야별 생태계 이슈]

소분야	생태계 주요이슈
제조 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 표준모델 개발 및 보급 전략을 통해 저변확대 (표준모델 개발 → 선도 보급 → 사용자 교육 → 민간 자율 확산) 25개 업종별 및 6개 공정별로 실제 로봇활용이 가능한 공정 108개를 선별 2019년부터 뿌리, 섬유, 음식료 산업과 관련된 63개의 표준모델을 우선 개발 로봇의 후방산업의 경우 높은 기술수준 요구에 의한 초기 투자비용 과다로 자체 기술개발을 피하고 있어 해외 의존도가 심화되고 있는 상황으로 국산화 기술 개발이 시급
전문서비스 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 국내 전문서비스 로봇 분야를 살펴보면, 대기업보다는 중소·중견기업의 진출이 두드러짐 (물류로봇) 현대글로비스 및 CJ대한통운은 물류기지에 자동화 로봇을 도입(재포장, 이동 로봇) (의료로봇) 국내 마이크로 의료로봇 관련 제품은 주로 스텐트, 카테터, 진단용센서 등이 개발되고 있으나 초음파진단기 등 널리 상용화된 의료기기에 비해 수요 및 연구개발이 매우 미비한 수준 (건설로봇) 현대건설-현대로보틱스 건설용 협동로봇 개발 및 실증 시작
개인서비스 로봇	<ul style="list-style-type: none"> 국내 개인서비스 로봇 분야를 살펴보면 B2C 시장의 특성으로 상대적으로 대기업의 진출이 용이한 것을 알 수 있음(중소기업 중심에서 대기업, 중견기업의 서비스 로봇 사업 진출) 개인/가정용 서비스 로봇의 제공 가치인 생산성, 편의성, 즐거움을 사용자인 인간에게 익숙한 감성적 소통을 통해 얼마나 잘 제공할 수 있느냐가 시장의 성장 속도를 결정하는 변수가 될 것으로 볼 수 있음 (청소로봇) 삼성, LG 등 대기업에서 청소용 로봇을 출시, 강력한 브랜드 인지도를 바탕으로 매출을 증대시키고 있음 (비즈니스용 로봇) LG에서 공항안내로봇을 개발하여 인천국제공항에서 서비스 중
로봇 부품	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 완제품 생산 증가에 힘입어 부품 시장 또한 성장중이나, 핵심 부품은 여전히 일본 등 선도국의 기업이 시장에서 강세 (센서) 2D기반의 단순 센서에서 3D 정보를 토대로 특징(feature) 등 환경변화에 강인한 정보를 제공하거나 로봇에서 바로 활용가능한 정보(위치, 모양, 방향 등)로 변환하여 제공하는 센서로 진화하고 있음 (구동기) 로봇의 수요가 증가하면서 로봇을 위한 전용 구동 부품의 개발이 가속화되고 있음 (제어기) 스마트 공장 등 로봇뿐만 아니라 다수의 자동화 장비, 센서 및 IoT를 통하여 클라우드와 연동되어 공정·공장단위의 통합제어가 필요하며, 이를 위한 모션 네트워크 및 소프트웨어 기반 제어기 기술 수요가 증가
로봇 소프트웨어 및 지능	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 소프트웨어를 독립된 제품이 아닌 상용 로봇에 의존하는 부속품으로 함께 판매하는 경향이 있고 개발 회사조차 로봇 소프트웨어의 개발을 비용 절감의 대상으로 여기며 자체 개발 노력이 미흡한 실정으로 글로벌 경쟁력을 갖춘 전문 로봇 소프트웨어 업체와 전문 R&D 인력이 부족한 상태

(3) 생태계 핵심플레이어 동향

◎ 제조용 로봇 분야

- (현대로보틱스) 국내 제조용 로봇 시장점유율 1위, 세계 6위 기업으로 산업용 로봇, 클린용 로봇, 제어기, 자동화 시스템, 스마트 팩토리 등의 제품을 판매
 - 아크스팟용접, 핸들링, 조립 등의 작업수행이 가능한 수직다관절 로봇을 주력으로 제조
 - AI와 결합해 비정형 물품 작업이 가능한 협동로봇 'YL012'를 2020년 출시
- (한화테크윈) 1977년 설립된 업체로 항공기 엔진·에너지 장비, 보안 감시장비, 산업용 장비, 방산장비 등의 사업 분야를 보유
 - 2017년 독자기술로 개발한 협동로봇 'HCR-5'를 출시했으며, 픽애플레이스, 적재, 포장, 스크류 체결 등의 응용분야에 적용 가능
 - 사용자 친화적 디자인을 제공하며, 경량화 설계기법을 적용하고 가상 안전경계를 설정하여 충돌을 사전에 회피할 수 있도록 설계
- (로보스타) 1999년 설립된 업체로 자동차, LCD, 반도체 제조공정 중 이적재용 로봇을 생산하고 있으며, 주요제품은 직각좌표로봇, 수평다관절로봇, 수직다관절로봇
 - 그 외에도 평판디스플레이용 장비, IT부품 제조장비 등을 생산 판매
 - 협동로봇의 경우 제조용 로봇 생산 경험을 기반으로 연구개발 활동을 통해 협동로봇 관련기술 및 시제품을 보유
- (휴림로봇) 1998년 설립된 업체로 주요제품은 직각좌표 로봇, 데스크탑 로봇, 수평다관절로봇, 반송용 로봇, 모션제어기 등
 - 주력제품인 직각좌표 로봇은 구조해석을 통한 컴팩트한 고강성 구조로, 고속, 고정밀 위치 결정 능력이 탁월하며, 다양한 제품구성으로 필요 사양에 따라 최적 선택이 가능한 것이 특징
 - 수평다관절 로봇은 소형, 중형, 고속형, 대형으로 제공되며, 고강성 알루미늄 압출 구조 및 경량화를 구현
- (맥스로텍) 1995년 설립된 업체로 주요제품은 갠트리 로봇과 PKM(Parallel Kinematics Machine, 이하 PKM) 등
 - 국내 최초로 무선 갠트리 로봇을 도입했으며, 지속적인 기술개발과 시장 확대 노력을 통해 국내갠트리 로봇 시장에서 확고한 지위를 차지
 - PKM을 미래 주력제품으로 선정하고 PKM과 3D 프린터의 융복합 기술개발을 추진 중

◎ 전문 서비스 로봇 분야

- (고영테크놀러지) 3차원 뇌수술용 의료로봇을 정식 개발, 이미 시장에서 성능이 검증된 프랑스 메드텍 S.A의 뇌수술로봇 로사와 비슷한 기능을 갖추고 있다고 평가
 - 연세의료원 세브란스병원은 이 달 고영테크놀러지가 개발한 뇌정위기능 수술 의료용 로봇 '카이메로'를 도입하기로 결정
 - 뇌 수술 시 촬영한 자기공명영상(MRI)과 컴퓨터단층촬영(CT)영상에 고정밀 3차원 측정기술과 로봇시스템을 결합해 실시간으로 환부와 수술도구 위치를 파악, 신경과 혈관 등 치명적인 부위를 피해 수술할 수 있도록 돕는 뇌수술 보조 의료로봇

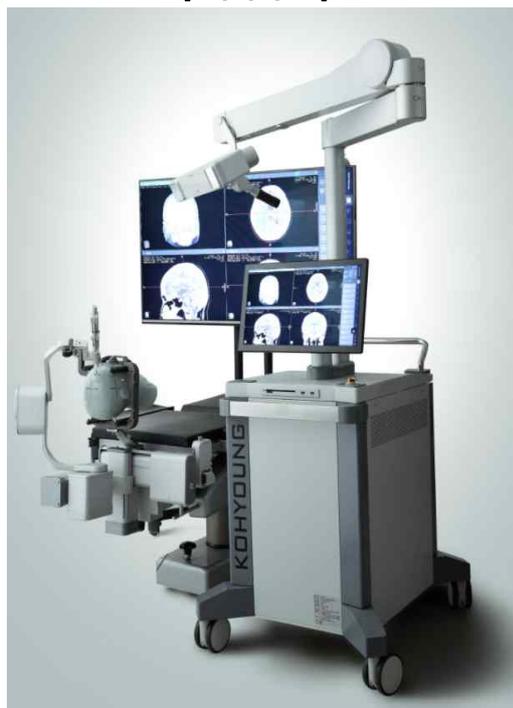
- (큐렉소) 2019년 의료로봇 전문기업 큐렉소가 독자개발 척추수술로봇 '큐비스-스파인'의 국내 품목허가를 획득
 - 지난 2017년 현대중공업 의료사업 부문을 인수한 큐렉소는 독자 브랜드 '큐비스'를 기획하고 상용화할 목적으로 지난해부터 연구개발을 시작
 - 큐비스는 수술로봇 브랜드로 척추수술로봇 '큐비스-스파인(CUVIS-spine)'과 관절수술로봇 '큐비스-조인트(CUVIS-joint)'로 구성
 - 큐비스-스파인은 척추 나사못 삽입술에 사용되는 의료로봇으로 기술적인 정확도 1mm 이내로 계획에 따른 정확한 수술이 가능할 뿐 아니라, 방사선 피폭량을 획기적으로 줄일 수 있어 환자, 의료진 모두에게 도움이 되는 제품

[국내기업의 의료용 로봇]

[큐비스 스파인]



[카이메로]



* 출처: 큐렉소 홈페이지, 고영테크놀러지 홈페이지

- (이지엔도서지컬) 자체 개발한 유연 내시경 수술로봇 K플렉스로 영국 런던에서 열린 ‘서지컬 로봇 챌린지 2018’에서 베스트 어플리케이션 수상
 - 곧 식품의약품안전처에 의료기기 품목허가를 신청한 뒤 임상에 착수할 예정
- (미래컴퍼니) 다빈치를 모방하고 가격을 절반 수준으로 낮춘 복강경 수술로봇 레보아이를 출시
- (유진로봇) ‘고카트’란 브랜드로 물류로봇을 개발, 인천공항 등에서 검증 작업 중
 - 정확한 공간 분석과 장애물 인식은 물론 엘리베이터 호출 및 탑승을 통한 층간 이동, 자동문 통과 등이 가능하여 동선이 복잡한 공장이나 물류 창고 등을 비롯해 공간 폭이 좁은 시설에서도 효율적으로 활용 가능
- (엔티로봇) 병원용 물류로봇으로 시범 보급 사업을 진행 중
 - 로봇 이동 중 장애물을 센싱하여 환경지도를 만드는 기능을 갖추고 있어 바닥에 안내선이나 유도장치를 시공하지 않아도 이동 경로의 수정이 가능
- (피엔아이컴퍼니) 군사훈련 교육용 VR 제품 개발에서 엔터테인먼트 영역으로 사업을 확장하고, 카카오와 컨소시엄을 구성해 제주시에 'PlayBoxVR'이라는 VR 체험존을 오픈하는 등 VR 테마파크 구축 사업에 집중
 - 인도네시아 발리에 오픈한 한국형 VR 테마파크에 참여했고 중국 난창의 VR 테마파크와 말레이시아에 KT가 오픈한 VR 테마파크 ‘브리니티’ 등 플랫폼을 수출
- (이노시물레이션) VR 시뮬레이터를 이용한 민관군의 VR 훈련 VR 테스트 분야를 진행
 - 국제 방산 전시회 ‘인도디펜스(Indodefence Expo&Forum)’에 참가해 협력업체와 함께 국방관련 제품과 솔루션을 공개
- (시스콘 엔지니어링) 최대 1,500Kg의 물품을 운송할 수 있는 자율주행 물류 로봇 개발
- (큐픽스) GS건설과 큐픽스는 4족 보행 건설 로봇 스팟(Spot)으로 국내 건축 및 주택 현장에서 실증시험 성공
 - 라이다(LIDAR) 장비, 360도 카메라, IoT센서 등 다양한 첨단 장비를 설치
 - 향후 아파트 현장에서 입주 전 하자 품질 검토에 활용하는 한편, 인프라 교량 공사 현장에서도 공정 및 품질 현황 검토에 이용할 예정

◎ 개인 서비스 로봇 분야

□ (삼성전자) CES 2020에서 발표한 웨어러블 로봇 ‘GEMS’ 뇌졸중 환자 대상 임상 돌입

- 하체 외골격용 웨어러블 보행보조장치로 재활 치료 목적 의료기기 용도와 일반인들이 집에서 개인 운동을 할 수 있도록 돕는 용도
- 삼성봇 에어은 센서와 연동을 통해 집안의 오염된 위치를 파악하고 로봇이 오염지역으로 이동해 미세먼지 등을 청정 관리
- 삼성봇 케어은 사용자의 혈압, 심박, 호흡, 수면 상태를 측정하는 등 건강 상태를 지속적으로 확인하고, 복용 시간과 방법에 맞춰 약을 먹었는지도 관리 가능. 가족, 주치의 등 사용자가 승인한 사람이 스마트폰을 통해 건강관리 일정을 설정하고 모니터링할 수 있는 차별화된 서비스를 제공
- 삼성봇 리테일은 쇼핑몰이나 음식점, 상품매장 등 리테일 매장에 맞춰 다양한 용도로 활용가능하며, 고객과 음성, 표정으로 소통하면서 상품을 추천하고 주문을 받거나 결제를 진행

[삼성전자가 CES 2019에서 선보인 삼성봇]



* 출처: 조선비즈([CES 2019] 미국서 펼쳐진 로봇대전...생활 속 로봇 눈앞, 2019.01.09.)

□ LG전자는 AI 가정용 로봇 ‘클로이’를 2019년 5월 출시

- 네이버 인공지능 ‘클로바’를 탑재하여 날씨정보, 길 안내, 오늘의 운세, 동화 읽어주기 등 생활 밀착형 서비스를 비롯해 네이버 TV의 다양한 디지털 콘텐츠까지 제공 가능
- 에어컨, 공기청정기 등 다양한 가전제품을 원격으로 제어하는 스마트 홈 환경 제공
- 2020년 7월에 클로이 서브 봇(서랍형) 1호를 서울대학교병원 대한 외래에 공급하여 국내 최초로 국산 상용서비스 로봇이 국내 병원에 도입
- 2020년 7월부터 제일제면소, 밥스, 계절밥상, 더플레이스 등 여러 매장에서 LG 클로이 서브 봇(선반형)을 순차적으로 운영할 예정

[LG 클로이 서랍형 서버봇(좌), LG 클로이 선반형 서버봇(우)]



*출처 : 국내 최초로 상용화에 성공한 서비스 로봇 'LG 클로이' (BIZION), 2020.07

- (유진로봇) 청소로봇 LDS 센서 탑재 모델 ‘아이클레보 G7’을 공식 출시
 - LDS 센서는 △초당 10회 이상, 360도 회전 △초당 4000회, 최대 8m까지 거리 측정을 할 수 있어 더 정교하고 정확한 공간 분석과 맵핑이 가능

- (우아한형제) LG전자와 손잡고 배달로봇 상용화 시작
 - 건국대 캠퍼스에서 실외자율주행 로봇을 통해 총 2219건의 주문 성공적으로 처리
 - 적재규모가 큰 프리미엄 모델 ‘딜리플레이트 L01’,과 소규모 서빙에 용이한 ‘딜리플레이트 K01’을 추가하여 총 3개 기종으로 운영하며 2020년 연말까지 300대 공급을 목표

- (한컴로보틱스) 인공지능(AI) 홈서비스 로봇 ‘토키(Toki)’를 2019년 10월 공식 출시
 - 이마 부분에 달린 카메라로 집안의 아이와 외부의 부모 간 영상통화를 시켜 줄 수 있고 원격 조종을 통해 집안 단속도 가능
 - AI 안면인식 기술로 가족 구성원을 구분하며 그날의 날씨와 상황에 맞는 주제로 먼저 말을 걸기도 함. 아이들에게 책을 읽어 주거나 초등학교 수준의 영어회화 공부도 시켜 줌
 - 전국 어린이집과 유치원을 대상으로 토키를 공급할 계획

- (KT) 현대로보틱스와 손잡고 성능, AI 호텔로봇 ‘엔봇’ 서울 노보텔 앰배서더 동대문 호텔에서 상용화
 - 투숙객이 객실 내 기가지니 단말기에 말을 걸거나 단말기를 누르는 방식으로 객실 용품을 요청하면 객실로 용품을 배달
 - 3D 공간 매핑 기술과 자율주행 기술이 적용되어 호텔 엘리베이터와 통신해 스스로 엘리베이터를 타고 내리며 움직이고, 지정된 객실로 이동

3. 기술 분석

가. 해외 기술 동향

◎ 인간과 소통하는 로봇

- 인간 로봇 협업(Human-robot collaboration)에 대한 핵심기술 선점 및 관련 연구개발 투자 증가
 - 인간의 작업을 동반하는 소형 로봇, 인간의 안전한 작업환경을 보장하는 동시에 제조업 생산성 향상
 - 안전성, 유연성, 생산성 및 가격 경쟁력을 지닌 협업 로봇의 수요가 급증할 전망
- 외부환경, 인식, 상황 판단 등을 통해 스스로 행동하는 지능형 로봇이 등장¹⁾
(일상생활, 공항, 전시장 등 다양한 업무에 지능형 로봇 활용이 확산)
 - (소프트뱅크 페퍼) '14년 6월 사람과 유사한 휴머노이드 로봇 '페퍼(Pepper)'를 출시
 - 사람의 표정과 목소리를 분석한 감성 대화가 가능하며, 인공지능으로 IBM 왓슨을 활용
 - (국제공항) 美 산호세공항, 日 하네다공항, 인천국제공항 등 '14년부터 로봇을 활용 중이며, 지난해부터 도시 정보 및 다국적 언어 제공 등 활용 영역을 확대
 - (제조업 현장) 용접, 물건이송 등 단순 활용 단계를 넘어 사람과 로봇이 협업하는 '코봇(CoBot, Collaboration Robot)' 활용이 증가
- 지능형 로봇 확산은 법적 지위, 일자리 문제, 프라이버시, 안정성 등 다양한 문제가 있어 IT기업 및 국가 차원에서 다양한 대응 노력을 하고 있음
 - (법적 지위) 그린, 글 등 인공지능의 창작품의 저작권 문제나 법/규제 위반 시 처벌 등 법적 지위에 대한 이슈 발생
 - 로봇에 의한 사고 발생 시, 배후에 있는 로봇 사용자 또는 제조(설계)자 등에게도 책임을 물을 것인가의 논란도 존재
 - (일자리) 인공지능, 로봇 등으로 촉발된 4차 산업혁명이 사람의 일자리를 잠식하고, 이익 독점 및 소득 양극화가 심화될 것이라는 이슈
 - (사생활 침해) 소셜 로봇은 사용자의 대화내용, 집안 모습 등 개인정보에 대한 접근 및 저장이 필요한 서비스로서, 비서인 동시에 감시자가 될 것이라는 이슈
 - (안전성) 인공지능의 불완전성 및 잠재된 모순으로 인간의 삶을 위협할 것이라는 우려도 부각
 - (IT기업 협력체) '16.9월 구글, 페이스북, 아마존, MS, IBM 등 5개 기업이 '인류와 사회 이익에 기여할 AI 파트너십'을 출범했으며, 애플도 이사회에 참여
 - (국가별 대응) 미국은 지난해 10월 '인공지능 미래에 대한 준비'를 발표했으며, EU의회는 '16.12월 로봇에게 전자인간(Electronic Persons)이란 자격을 부여하고, 로봇 고용주에게 로봇세 부과를 제안

1) 포스코경영연구원, '지능형 로봇 활용, 어디까지왔나?(2017.05.11.)'

- 인공지능 시대의 Soft Landing을 위해 지능형 로봇을 업무보조, 안전사고 예방, 신시장 창출 기회 등의 기회로 검토할 필요가 있음
 - 휴머노이드 로봇은 행사장, 전시장, 박람회 등 다양한 고객이 운집하는 장소에서 편의 서비스를 제공할 수 있고, 소셜 로봇은 일정관리, 자료검색 등 사무 보조 업무 및 음악 감상, 게임 등 Refresh용 휴식공간에서 활용할 수 있음
 - 지능형 산업로봇은 위험작업 공간, 야간작업 등 안전사고 가능성이 높은 업무에 단독 또는 사람과 협업하는 형태로 활용하여 생산성을 높일 수 있음
 - 기업의 내부역량을 활용하여 지능형 로봇에 사용되는 인공지능 알고리즘, 서비스 플랫폼 등 SW 분야 및 센서, 배터리, 모터 등 HW 분야의 신사업 기회 모색 가능
 - 생각, 판단, 감정까지 느낄 수 있는 지능형 로봇은 업무환경에 큰 변화를 야기할 것
 - 미래의 차별적 경쟁력 확보를 위해 제조현장, 사무 공간 등 업무 환경별로 인간과 로봇의 조화로운 일하기 방식 전환에 대한 준비가 필요
- 휴머노이드 로봇 개발 능력의 발전으로 개인서비스 로봇에 대한 기대감 상승
 - 일본 오사카대학의 이시구로 교수팀은 인간을 닮은 안드로이드 로봇 Replee 시리즈를 개발
 - 일본 산업기술총합연구소에서는 휴머노이드 HRP 시리즈를 개발해 사람 같은 움직임을 보이고, 감정을 표현하며, 협동 작업을 수행할 수 있는 연구 진행
 - 일본 혼다는 제스처 표현 다양화를 위한 모션 튜닝, 감성 상태에 따른 제스처 생성, 발화 문장에 따른 제스처 매핑을 수행할 수 있는 로봇인 아시모를 개발
 - 미국 Hanson Robotics는 자연스러운 얼굴 표정 구현과 HRI 기술을 통해 인간형 얼굴 로봇 개발

◎ 미국

- 미국의 주요 지능로봇 관련업체는 군사용 의료용 로봇과 같은 전문서비스용 로봇에 막대한 투자 및 기술개발
 - 우주, 국방, 의료 분야에서 로봇 기술의 활용이 돋보이며, 대표적인 기업으로는 세계 최초의 청소 로봇 룸바를 생산하는 아이로봇, 빅독으로 유명세를 탄 보스턴 다이내믹스사, 수술 로봇의 세계1위 기업 다빈치시스템의 인튜이티브 서지컬 등이 있음
 - Google의 자회사이던 보스턴 다이내믹스가 사람처럼 이족 보행을 하며 자유자재로 뛰거나 움직이는 로봇 아틀라스로 기술력을 과시한 바 있음
 - 사무실 같은 사무 공간이나 공장 등 활용 가능성이 무궁무진함
 - 건설현장 투입을 목표로 4족 보행 로봇 '스팟 미니'를 본격 판매
 - 미국의 대형 유통업체인 크로거는 올 연말을 목표로 실리콘밸리의 로봇 기업 뉴로를 통해 자율주행 로봇을 이용한 무인 배달 서비스를 준비하고 있음



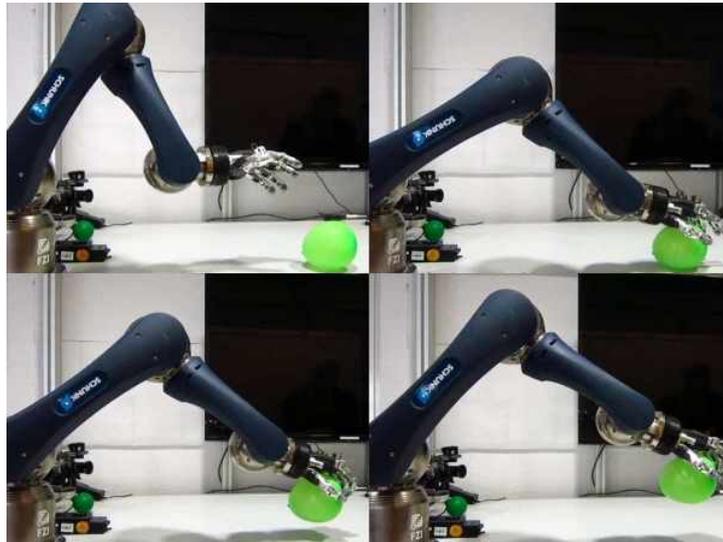
◎ 일본

- 일본은 아베노믹스 성장전략의 핵심정책 로봇정책실을 설치하였고 R&D 중심의 지원을 벗어나, 시장화를 지원하는 ‘로봇도입 실증 사업’을 적극 추진
 - 일본은 정통적인 로봇 강국으로 자율주행 기술 개발과 함께 현장 투입 테스트에 공을 들이고 있음
 - 소프트뱅크의 로봇 페퍼는 일본 소프트뱅크 매장 140여 곳에서接客 업무를 진행 중
 - 간사이 국제공항은 올해 초 셀프 체크인 로봇과 청소 로봇의 실증 테스트를 마침
 - 일본 치바 공대는 지난 7월 지능형 로봇에서 탑승형 로봇으로 변신할 수 있는 칸구로를 개발하고, 일본 도요하시 공대도 꽃 재배용 자율주행 로봇을 개발 중
- 일본은 대기업 주도로 개인용 서비스로봇 중심의 연구개발이 활발하며, 제조업용 로봇에 이어 서비스 로봇에서도 전 세계 지능형 로봇 시장을 주도
- 고령화 사회인 일본에서는 국가적인 차원에서 노인과 어린이 가사노동을 대상으로 하는 로봇이 깊게 연구되고 있고, 실제 상용화된 제품이 출시
 - ‘이프봇(IFBOT)’은 독거 노인들의 말상대를 해줄 수 있는 노인과 대화만을 위해 고안된 로봇
 - 가정에 애완견이나 아이가 혼자 있는 경우가 많아 집 밖에서도 언제나 핸드폰을 통해 이들을 보살필수 있도록 하는 영상 모니터일 전문 로봇 ‘로보리아’를 상용화

◎ 유럽

- 유럽에서는 주로 독일을 중심으로 청소, 구조/국방/보안, 건설/파괴, 낙농, 의료, 에듀테인먼트 등의 분야에서 활용되는 서비스 로봇을 제작 판매
- 유럽은 전통적으로 낙농산업과 복지산업이 발달한 지역으로, 로봇도 농업용 로봇과 실버 복지 로봇에 대한 연구가 한창
- 독일 카를스루에 있는 FZI(Forschungszentrum Informatik, 컴퓨터 과학 연구센터) 연구팀이 로봇이 세 가지 파지(Grasping) 동작을 통해 상이한 모양과 단단함을 지닌 물체를 잡도록 학습시키는 로봇 시스템을 개발
 - 기존의 로봇 시스템은 궤적을 추적하고 물체를 잡기위해 광범위한 연산을 필요하지만 연구팀이 개발한 로봇 시스템은 스파이킹 뉴럴 네트워크(SNN, Spiking Neural Network)라는 인공지능망울 기반으로 보다 나은 모델 시스템과 물체 움직임에 맞춰 신경망을 훈련시킨 이후 실시간으로 물체의 움직임에 적응해 자율적으로 이를 파지
 - 개발한 로봇 시스템은 인간의 손과 관절 수가 같은 ‘슝크(Schunk) SVH 5 핑거 핸드’라는 이름의 로봇 손을 사용하며 SNN을 통합한 이 시스템은 여러 서브 네트워크를 통해 손가락을 구부리거나 펼치는 등 각 손가락을 개별적으로 제어하고 집기, 구체 모양 잡기 등 각 유형에 따른 파지 동작을 수행

[FZI의 파지 로봇]



* 출처: 로봇신문, 2020.11

- 진공청소 로봇분야는 스웨덴에서 세계 최초로 청소로봇 TRILOBITE를 개발하여 현재의 청소로봇 시장의 산파 역할을 담당
 - 청소 로봇은 영국의 다이슨, 독일의 KARCHER 등이 생산
 - 독일 'SIEMENS'의 'SINAS'는 로봇의 자율 이동 기능을 이용해 대형 마트 등에서 청소와 짐 운반 등의 서비스를 제공
- 프랑스의 MECCANO의 SPYKEE의 경우 와이파이, 블루투스, 적외선과 음성인식 기술이 적용된 조립로봇으로, 로봇의 모바일 CCTV를 통해 집 상태를 살펴볼 수 있음

◎ 중국

- 중국의 로봇 업체들은 빠른 증가세를 보이며 매년 새로운 소셜 로봇 제품을 소개하고 있어 향후 관련 시장에서 큰 비중을 차지할 것으로 예상
 - 유비테크 로보틱스(UBTECH Robotics)는 2016년 음성기반 대화, 얼굴 인식, 사진 촬영, 클라우드 기반 번역 기능 등을 갖춘 가정용 휴머노이드 로봇인 알파2를 개발하여 발표하였고, 2016년에는 아마존 알렉사와 연동하여 보다 진화된 인공지능 기능을 제공하는 링스(Lynx)를 발표
 - 선전 메이커웍스 테크놀로지(Shenzhen Maker Works Technology)는 두 바퀴로 균형을 잡으면서 달리기, 춤추기, 겨루기 등 동작을 할 수 있는 완구형 로봇 제미니(Gemini)를 개발하여 발표
 - 로키드(Rokid)사는 음성기반 대화가 가능하고 날씨, 일정관리 등 비서 기능과 스마트홈 제어가 가능한 탁상형 소셜 로봇인 로키드(Rokid)를 개발
 - 샤오미(Xiaomi)는 2016년 인텔과 협력 하에 나인봇(Onebot) 플랫폼에 감정과 손동작을 표현할 수 있는 기능을 탑재한 소셜 로봇 프로토타입을 선보였으나 구체적 상용화 계획은 발표하지 않음

나. 국내 기술 동향

- 지능형 로봇 분야의 기술경쟁력 평가 결과, 최고기술국은 미국으로 나타났으며 우리나라의 경우는 최고기술국 대비 71% 수준으로 나타났고 중소기업은 67% 수준으로 평가되었음
 - 최고기술국 대비 우리나라의 기술격차는 2.5년으로 평가되었으며 중소기업의 경우는 2.8년으로 평가되었음

◎ 방역 로봇

- 5G, AI 등 첨단 ICT 기술과 로봇 자율주행 및 사물인터넷 센싱 등 자동화 제어 기술을 본격 적용
 - 자율주행과 원격제어로 비대면 서비스에 최적화, 상황인지 및 분석데이터를 실시간 제공하고 영상 통화 기능을 탑재하여 관제 및 모니터링 가능
 - 원격제어 뿐 아니라 로봇 스스로 경로 이동계획·탐색을 통한 장애물 회피가 가능하며 예·경보 기능 존재
- 장기간 진행 중인 코로나-19에 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
 - 한국로봇융합연구원(KIRO)은 포스텍 지능로봇 연구센터와 공동으로 시 기반 자율 이동형 방역작업로봇 'PRA-UVC' 개발 완료
 - 전 방향 자율 구동과 자율 주행, 장애물 회피 기능 탑재 및 AI를 통한 학습 가능

[방역로봇 PRA-UVC]



*출처 : 전자신문, 2020.04

- SK텔레콤과 한국오므론제어기기사는 체온검사 및 마스크 착용과 사회적 거리두기 실천 요청까지 다양한 역할을 수행할 수 있는 5G네트워크를 이용한 코로나-19 방역로봇 개발, 마스크를 쓰지 않은 사람에게는 마스크 착용도 권유
- 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

◎ 물류 · 농업 로봇

□ (물류 로봇) 다양한 기능을 가지는 물류로봇은 아직까지 기술개발 및 시험 단계

- 물류센터/창고를 위한 자동화 솔루션 기업이 주를 이루고 있으며, 해외에서 사업화가 이미 진행된 자율주행, 피커 추종, 다중로봇 운영 최적화, WMS 연동 등의 기능을 가지는 물류로봇은 아직까지 기술개발 및 시험 단계
- 한화(기계부문), 칼텍, 한성웰텍, 엔스퀘어 등 다수기업이 물류센터/창고를 위한 자동화 솔루션 사업화
- CJ대한통운 종합물류연구원에서 자율주행 물류로봇을 개발하여 물류센터에서 시험 중
- 우아한형제들의 로봇 'Dilly'는 음식 및 소형화물 배송을 목적으로 개발 및 테스트가 진행 중
 - 위치 추정 센서와 장애물 감지 센서를 통해 목적지까지 주행, 주위 환경을 감시하여 수십 미터 범위에서 배송 경로를 스스로 탐색하여 운행(현재는 Wifi 환경으로 개발)
- 네이버랩스는 현대로봇틱스와 협력하여 3차원 실내 정밀 지도 제작 로봇 'M1'과 맵 클라우드 기반 자율주행 서비스 로봇 'AROUND' 개발

□ (농업 로봇) 전통적인 로봇업체 주도의 기술개발이 아닌 기존 농기계 전문 산업체의 제품 군들에 대한 자동화, 무인화, 지능화 과정에서 로봇 기술이 접목

- 본격적인 로봇 기술의 적용은 아직 이루어지고 있지 않으며, LS엠트론이나 대동공업과 같은 기존 농기계 전문 업체가 로봇 기술을 적용한 스마트 트랙터 등에 관심을 보이는 상황

◎ 의료 · 재활 로봇

□ (수술용 의료 로봇) 수술 로봇은 시장 형성, 국내 기업의 실적은 미미

- 최소 침습수술용 카메라의 시야 범위가 확대되었고, 카메라 영상에서 주요장기 및 혈관 인식이 가능한 증강현실 기술이 개발
- RCM(Remote center of motion) 로봇 팔 기술 및 손목타입 관절을 적용한 말단 장치 기술로, 초기단계에는 경성(rigid) 타입 내시경 홀더, multi port 복강경 수술을 위한 da Vinci 형 수술로봇 기술이 개발
- 국내 기업으로는 미래테크놀러지, 고영테크가 있으나 시장 반응이 좋은 편은 아님

- (마이크로 의료 로봇) 마이크로 의료 로봇은 국내외 모두 연구 단계
 - 국내외적으로 실제적인 치료를 위해 임상적용을 목표로 연구를 진행 중이며 나노구조를 가지거나 유연한 재료 및 생체 재료를 이용한 마이크로로봇 개발 등 차세대 마이크로로봇의 개발을 진행 중
 - 갱신벌레, 박테리아, 애벌레, 가오리 등 다양한 생체모사 마이크로 의료로봇 개발 연구가 진행 중
 - 국내 일부 연구팀에서 특정 분야의 마이크로로봇에 있어서는 세계적 수준의 기술 경쟁력과 상용화 가능성 발견
 - 세계최초로 3차원 다공성 세포 및 약물 전달체 마이크로로봇을 개발하였고, 심장혈관 폐색병변 개통 및 약물전달을 통한 심장혈관 치료용 마이크로로봇 개발을 진행 중

- (의료행위 서비스 로봇) 원격의료, 환자케어, 의료인 보조, 병원물류 등을 목적으로 하는 로봇들이 연구개발, 시장에 출시되고 있음
 - 세계적으로 물류 시스템 관련 연구가 활발히 진행되는 추세에 맞추어 병원/요양원 내 물류 로봇 개발을 위한 관련 요소기술(강인제어, 물류 조작, 적재, 패키징, 인간-로봇 협업 등)이 개발되고 있음
 - 유진로봇 '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 배송 경로 탐색
 - 3대의 3D 라이더 센서는 전방 사물을 위험요소로 인식하여 회피 가능하고, 빠르고 정밀하여 정확하게 인식

- (재활 로봇) 환자의 재활을 돕고, 주기적 진단까지 가능한 로봇의 출시
 - 재활로봇은 사용자의 참여도가 높은 재활 훈련 기능 개발을 위해 점차 사용자 의도 파악 및 동작구현의 방향으로 발전되고 있고, 경량, 작은 부피의 착용감이 좋은 착용형 로봇 및 손 재활에 대한 기술개발이 활발
 - 장기적으로는 로봇 기반의 경직 진단 기술과 더불어 현재의 치료 방법을 획기적으로 개선할 수 있는 로봇 기반 치료법이 개발된다면, 다소 고비용이면서도 복잡한 시스템인 로봇이 진단과 치료를 동시에 수행하는 용도로 임상에서 성공적으로 사용될 수 있을 것으로 기대

◎ 안전 로봇

- (사회안전 로봇) 모바일 플랫폼 기반 로봇에 임무 기능을 수행할 수 있는 다양한 센서를 응용한 인공지능 기술 개발
 - 한국과학기술연구원, 한국원자력연구원, 한국로봇융합연구원 등을 중심으로 재난환경에서의 매물인명 탐색 등 정보수집 로봇, 인명 탐색/구조 로봇, 안전로봇 등이 개발 중
 - 사람이 접근하기 어려운 극한 환경 및 위험 환경 내 유지보수를 진단하는 로봇들이 개발
- (국방 로봇) 군사강국인 미국이 선도하고 있으나, 한국도 미래전장을 대비하여 개발 중
 - 하지근력증강로봇, 야지자율주행로봇, 120Kg급 구난로봇, 감시정찰로봇, 견마로봇 관련 기술개발 추진
 - 로봇을 미래 전장에 필수적인 요소로 규정하고, 민·군 기술융합 및 협력을 통한 기술개발을 추진중이며, 현장 적용도 지속적으로 확대

◎ 안내/돌봄 로봇

- AI기반 안면인식, 음성인식, 다국어 지원, 감정인식 등이 가능한 소셜로봇이 활용되고 있으며, IoT 센싱, 5G 등으로 데이터기반 서비스도 가능해지는 추세
 - 시설이용방법 등 정보 제공 이외에도 주문·예약·결제 및 재고 관리 등이 동시 처리가 가능하고 청소·경비 업무를 겸하는 멀티형 로봇으로 진화 중
 - LG전자가 출시한 ‘Cloi’ 로봇을 기반으로 LG CNS가 개발한 ‘Airstar’는 푸른기술사가 HW를 개발한 대·중소기업 협력사례
 - AI학습을 통해 장애물 회피 및 자율주행 성능 고도화에 중점을 두었고, 클라우드와 빅데이터 분석기술을 활용하여 주행 데이터 저장 및 학습되며 주행효율성과 안전성이 지속 향상 됨
 - 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
 - (퓨처로봇) ‘FURo’는 두부 디스플레이를 통해 고유의 캐릭터 아바타를 노출, 사람과 대화하며 친숙한 감정을 제공하는 소셜 로봇
 - 인공지능 솔루션을 통해 얼굴 인식이 가능하고, 센서를 활용해 고객을 따라다니며 특화 서비스 제공
 - FURo-S의 경우, 고객과 상호작용 및 카드리더기를 통해 주문·결제·영수증 발급 업무 수행
- 환자, 노인, 어린이, 1인가구 등의 증가는 사회적 비용 증가로 이어지고 있으며, 특히 고령화에 따른 간병인 부족 문제에 대응할 수 있는 돌봄 로봇의 중요성 및 수요 확대 예상
 - AI와 IoT기반 기술 융합으로 감정을 공유하는 휴머노이드 소셜 로봇이 대세이며 5G기반 클라우드 서비스로 진행 중
 - (로보케어) 노인치매예방 로봇 ‘실벗’은치매환자 치료에 활용되었으며 경북대학교 의과대학에서 자폐아동들의 치료에 사용

4. 정책 분석

가. 해외 정책 동향

◎ 미국

- 2018년 트럼프 행정부는 AI 분야의 초격차를 유지하기 위해 AI 이니셔티브 서명, AI 특별위원회 설치, AI Next Campaign 추진, NSF 인간-기술 협력 연구 지원 등 활발한 활동을 하고 있음
 - 교대근무자 지능형 비서, 증강현실 속 인간 역량, 자율주행차 내 모바일 오피스, 미래 공장 인간-로봇 업무 흐름 등을 연구
- 제조업 부흥을 위한 “첨단제조 파트너십”의 일환으로 다부처 협력 “국가로봇계획(National Robotics Initiative)” 추진
- 2017년부터 국가로봇계획(NRI)을 추진하여 Ubiquitous Co-Robot 실현을 목표로 헬스케어, 물류 등으로 지원을 확대 중
 - 2009년 1차 미국 로보틱스 로드맵을 발표한 후, 2016년 이를 보완한 2차 로드맵을 발표
 - 2차 로드맵에서는 로봇 도입 분야를 제조업, 의료, 서비스 산업에서 공공안전, 지구과학, 인력개발 등으로 확장해야 한다는 점을 강조

[국가로봇이니셔티브 2.0 주요 내용]

구분	주요 내용
비전	<ul style="list-style-type: none"> • 인간과 협력하는 로봇의 확대 - 로봇을 오늘날 컴퓨터처럼 일상적으로 활용 - 로봇의 민주화 : “모든 사람을 위한 로봇” - 다양한 영역에서 다양한 종류의 작업 수행(헬스, 지원, 서비스, 제조, 농업, 환경, 토지, 해양, 대기, 우주, 교육 등) - 삶의 질과 노동의 질 개선
목표	<ul style="list-style-type: none"> • 다수의 로봇 - 인간 간의 협력 실현 • 물리적 협력 • 확장성 • 맞춤형과 개인화 • 사회적, 경제적, 법적, 교육 및 노동력 분야 이슈 • 기반 기술 및 통합 시스템 필요

[국가로봇이니셔티브 2.0 주요 내용]

구분	주요 내용
연구 주제	<ul style="list-style-type: none"> • 협력 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇-인간, 로봇-로봇 간 효율적인 업무 협력 - 분산된 업무에 대한 지각, 기획, 학습 - 업무 관련 고지 및 지시 • 상호작용 <ul style="list-style-type: none"> - 초보자와의 유연한 상호작용 및 전문가와의 효율적 협력 - 업무 수행 상대방 행동에 대한 예측 - 정신 모델을 포함한 사회적 정보분석 - 상호 신뢰 • 물리적 실현 <ul style="list-style-type: none"> - 로봇과의 안전한 협력을 위한 디자인 및 소재 설계 - 물리적 협력 • 확장성 <ul style="list-style-type: none"> - 맞춤형, 개인화의 용이성 - 대용량 로봇 데이터의 관리 • 진입장벽 완화 <ul style="list-style-type: none"> - 효율적이고 안정적이면서 이용이 편리한 인프라 - 로봇 테스트베드 공유를 위한 다양한 방안

* 출처: 산업기술정책브리프 - 산업용 로봇 도입에 따른 글로벌 제조업 가치사슬 변화 및 시사점, 2018, 한국산업기술진흥원

◎ 유럽

- 유럽은 제조업용 로봇의 공급 및 수요에 있어 이미 세계 시장의 약 25% 이상을 점유하고 있으며, 로봇산업은 향후 새로운 직업 창출 및 유럽 경제 활성화에 더욱 중요한 역할을 할 것으로 전망
 - 로봇 생산비용을 낮추고 제조 효율성을 증가시킴으로써, 유럽 내 제품 생산의 수익성을 증대시킬 것으로 예상

- 유럽연합은 로봇산업의 광범위한 영향을 고려하고, 기반시설 개발 필요성을 구체화하며, 혁신을 지원하고 해당 분야의 성장과 협력의 구조를 창출함으로써, 로봇산업을 연구·개발 하도록 장려
 - 로봇 생산비용을 낮추고 제조 효율성을 증가시킴으로써, 유럽 내 제품 생산의 수익성을 증대시킬 것으로 예상

- 유럽연합은 로봇산업을 차세대 핵심 전략 산업으로 선정하고, 기존의 제조업용 로봇 분야 뿐만 아니라 차세대 지능형 로봇산업 분야로의 확대를 목표로 하고 있으며, 각 국가 별, 국가 간 다양한 협동 연구·개발이 대규모로 진행 중
 - 독일은 유럽 로봇산업에 있어 전통적 강자일 뿐만 아니라 제조업용 로봇에서 축적된 우수한 기술력을 바탕으로 차세대 로봇 기술 개발을 선도
 - 영국은 2025년까지 총 1억 5천만 파운드를 로봇산업에 투자할 계획이고, 이를 통해 전 세계 로봇 시장의 10% 점유를 목표
 - 네덜란드는 로봇산업의 중요성을 인식, 정부 및 민간 협력하에 연구개발을 추진해왔으며, 자국에서 수요가 있는 낙농업용, 가정용 등의 산업 분야 맞춤형 로봇을 개발 및 상용화하며 성과를 보임
- 2018년 EU집행위원회는 인공지능 분야 육성을 위한 계획을 발표했으며, 이 중 지능형 로봇과 원격 제어 로봇 개발 프로젝트가 포함
 - 북미와 아시아에 뒤쳐진 인공지능 경쟁력 회복을 위해 투자 확대와 제도정비를 추진하며, 민관 공동으로 2018년~2020년 사이 200억 유로를 투자하여 기술경쟁력 확보 시도
 - 데이터 & e헬스, 공공행정 & 서비스, 운송, 농업, 제조의 5개 분야에서 개인의 삶 향상과 경제·사회적 가치 창출에 기여하는 AI 프로젝트를 선정하여 지원
 - 화초, 관목을 관리하는 지능형 원예 로봇 Trimbot2020에 5.4백만 유로, 씨앗을 심는 원격 제어 로봇 MARS에 19.7백만 유로 지원 예정

◎ 일본

- 2020년까지 개호, 재해, 농업, 제조 등 4대 로봇 분야에 1천억엔 지원 계획
- 2019년 2월 산업경쟁력간담회(COCN)²⁾를 개최하여 ‘인간 공존 로보틱스 보급기분 구축’ 보고서를 발표
 - 인간 공존 로보틱스는 전 세계에 보급되어 실용화되고 있는 추세이며, 최종적으로 관련 분야에서 세계 공통의 표준 확립이 목표
 - 산업용 로봇과 달리, 인간과 공존하는 로봇은 공공장소 및 일반 가정에서 활용되어야 하므로 로봇 관련 전문지식을 갖춘 수 있는 관리 표준 및 법 정비가 시급
 - 전 세계적으로 공유할 수 있는 인간 공존 로보틱스 인증시스템 구축

2) 기업가들이 일본 산업경쟁력 강화를 위해 혁신 정책을 제안하고 관련 활동을 추진하는 단체

◎ 중국

□ 로봇 굴기를 선포하며 자국 로봇산업 경쟁력 강화를 범국가적으로 지원

- 차세대 정보기술, 로봇, 항공·우주, 해양공학, 고속철도, 고효율·신에너지 차량, 친환경 전력, 농업 기기, 신소재, 바이오 등 10대 분야에서 혁신을 이뤄 핵심 부품과 자재의 국산화율을 2025년에 70%까지 달성한다는 계획
- 중국은 제조 강국으로의 도약을 위해 로봇산업 경쟁력 강화를 집중적으로 추진하고 있으며, 로봇산업의 기술력 부족을 정부의 적극적인 지원정책과 기업들의 인수합병 전략으로 빠르게 극복
- 중국 산업용 로봇의 주요 응용 분야는 자동차 산업, 3C(컴퓨터, 통신장비, 가전제품), 금속제조업, 플라스틱 및 화학제품, 식품제조업 등이며, 이중 3C 분야가 2017년 약 5만 대, 산업용 로봇 전체 판매량의 35.2%를 기록하면서 주요 산업으로 대두
- 다만 ‘중국제조 2025’ 계획을 외국 기업들에 대한 ‘기술 탈취’를 상징하는 동시에 중국의 경제 패권 추구를 집약하는 전략으로 판단한 미국 공격 대상으로 지목되면서 정부의 홍보가 줄어든 상황

[로봇 산업화 단계별 지원 펀드]



* 출처: 과학기술 & ICT 정책·기술 동향, 2019, 한국과학기술기획평가원

나. 국내 정책 동향

◎ 4차 산업혁명 도래에 대비한 체계적이고 일관성 있는 로봇산업 육성 추진

- 정부의 지능형 로봇 육성정책 과거와 현재 그리고 미래
 - 정부는 1990년 산업용 로봇 육성 이후 2000년 들어서면서 지능형 로봇에 정책적 관심을 갖기 시작, 2008년부터는 지능형 로봇 관련 법, 제도적 기반 등을 강화하며 본격적인 정책을 시행 중
 - 2019년 제3차 지능형 로봇 기본 계획을 토대로 2016년 1월 6일 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법 시행령을 개정, 공포하면서 본격적인 정책지원 중인데, 2020년까지 로봇산업 영역확대를 위해 총 5,000여억 원을 투입하고, 로봇 연구기반 조성을 위해 150억 원 투입, 로봇 관련 석, 박사급 연구 인력도 100여명 가량 양성될 예정인 바, 국내 로봇 시장 성장이 예상
 - ‘2020년 지능형 로봇 실행계획’을 발표하여 수요자를 고려한 정책개발을 통해 로봇 확산의 실효성 제고, 유망서비스 로봇분야 중심으로 국내 로봇 시장형성 촉진, 차세대 핵심 로봇기술 확보를 위한 선제적 투자 및 테스트 기반 확충 계획
- 2009년부터 지능형 로봇 기본계획을 5년마다, 매년 실행계획을 발표하여 지능형 로봇에 대한 정책적인 지원을 지속
 - 2019년 지능형 로봇 3차 기본계획에 따르면 민·관 역할 분담을 통해 정부 지원의 효과성을 제고
 - 3차 기본계획에서는 4대 서비스 로봇 분야 또한 집중 육성하여 수출까지 가능하도록 추진할 예정
 - 2019년 추진 방향에 맞춰 로봇R&D 종합역량 제고, 로봇 수요 전산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 범국가적 로봇 융합 네트워크 구축 등 세부 추진과제 수립
 - 2020년 지능형 로봇 실행계획 발표하여 3대 제조업 중심 제조로봇 확대 보급, 4대 서비스 로봇 분야 집중 육성, 로봇산업 생태계 기초체력 강화 실행 추진
- 국가 전략 기술 수준을 진단하고 향상 시책을 수립하기 위해 2년 주기로 기술수준평가 실시(과학기술기본법 제14조 제2항 및 시행령 제24조의 제2항)
 - 기술 동향, 논문, 특허 분석을 바탕으로 전문가 델파이조사(2-round)를 실시하여 주요 5개국(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국)의 기술 수준(%) 및 기술격차(년) 등 평가
 - 한국은 전문가평가 5위, 논문평가 4위, 특허평가 4위로 주요 5개국 중 하위권에 속해 있으나, ‘교육용 로봇’ 응용 기술에서 우수한 기술 수준 보유
 - 로봇지능 기술은 인공지능 관련 선도기업(구글, 아마존 등)을 보유하고 있는 미국이 압도적으로 뛰어나지만 중국이 중국 정부의 공격적인 투자로 미국을 쫓아가는 중이며, 기구 및 부품, 로봇 응용 및 서비스 기술 등은 미국뿐만 아니라 일본, 유럽 등 각국이 각자 특화된 기술력을 보유

[국내 로봇산업 정책 변화]

연도	정책명	주요 추진전략 내용	
2009년	제1차 지능형 로봇 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> • 5개년 R&D 투자 방향 설정 • 3대 기술군별 차별화된 R&D 전략으로 기술 경쟁력 제고 • 스타 프로젝트 추진 • 조기 상용화 촉진을 위한 수요자 중심의 시범사업 강화 • 대규모 로봇 수요 공간 조성 • 세계 최고 권위의 경진대회 육성 • 국내외 시장 확대를 위한 마케팅 지원 • 고용 연계형 다차원적 전문인력 양성 	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇제품의 신뢰성 제고를 위한 표준·인증체계 확립 • 법·제도 개선 및 로봇윤리현장 제정 • 민간 자금을 활용한 로봇산업 투자재원 확보 • 산업 활성화를 위한 지원시스템 강화 • 로봇산업 역량 결집을 위한 협력체계 구축 • R&D 역량 결집 및 산업진흥 전담체계 구축 • 광역경제권별 로봇지원센터 특화 육성 및 연계 강화 • 수요자와 공급자가 함께 참여하는 집단 협업 공간 구축
2014년	제2차 지능형 로봇 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 선도형 대형 R&D 과제 추진 • 다양한 사회적 니즈 반영 • 부품(SW)·서비스 분야 R&D 강화 • 로봇기술의 타 제조·서비스 분야 확산 • 로봇보급사업의 전략적 활용 • 글로벌 협력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 수요기업·타 산업 주력기업 투자 확대 유도 • 인증·표준 국제화 • 중소기업 중심 로봇전문인력 양성 • 타 산업·타 분야와의 협업 확대 • 로봇산업 협력체계 내실화 • 지역거점 기관 역할 재정립
2019년	제3차 지능형 로봇 기본계획	<ul style="list-style-type: none"> • 3대 제조업 중심 제조 로봇 확대 보급 • 4대 서비스로봇 분야 집중 육성 • 차세대 3대 핵심부품 및 4대 SW 자립화 • 로봇 경제 · 경영 연구소 구축을 통한 로봇 확산 대응 연구 • 제조로봇 도입 기업 중심의 재직자 로봇 활용 교육 	<ul style="list-style-type: none"> • 렌탈/리스 서비스 등 구매 지원을 통해 민간 자율 확산 유도 • 정부 주도의 보조금 정책에서 민간 중심의 용자모델로 전환 • 협동 로봇 작업장 안전인증을 통한 보급 지원 • 규제개선, 해외진출 등을 지원해 국내외 시장 창출 • he산업에 로봇 융합기술을 확산해 新시장 창출
2020	2020 지능형 로봇 실행계획	<ul style="list-style-type: none"> • 3대 제조업 중심 제조 로봇 확대 보급 • 4대 서비스 로봇분야 집중 육성 • 로봇산업 생태계 기초체력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 공정별 로봇활용 표준모델 추가 개발 • 개발된 표준모델 도입기업 대상 공정진단 • 표준모델 보급·실증 및 교육 • 관련 규제 개선 및 수출 지원 • 다양한 산업의 융합 및 인프라 구축

* 출처: 산업통상자원부 각 기본계획

◎ 로봇산업 정책 주요 성과

□ 3대 제조업 중심 제조로봇 확대 보급(2020 실행계획)

- 로봇보급이 미흡한 3대 제조업(뿌리·섬유·식음료) 중심으로 표준모델 선행개발을 통한 선도보급 시행 추진
 - 수요업종별 전문가로 구성된 TF 운영을 통해 108개 로봇활용 공정 선별
 - 수요업종별 전문연구기관을 시범 선정(4개)하여 실제 로봇활용이 가능한 표준모델(14개)을 개발
- 3대 제조업 대상 우선적으로 필요공정에 적합한 제조로봇 선도보급 실증
 - 산업부 로봇보급사업(42개)과 중기부 스마트공장 보급사업(185대)을 통해 협동로봇 등 제조로봇 227대를 보급
- 기타 지원
 - 제조로봇 도입 기업 중심 재직자 대상 로봇 활용 집체교육 추진
 - 로봇산업 기업 금융지원 프로그램을 통해 기술개발 및 사업화 자금 지원
 - 수요자 중심의 로봇 보급 확산을 위한 설명회 개최 및 네트워크 활성화 지원

□ 4대 서비스 로봇분야 집중 육성

- 성장 가능성이 높은 물류·의료·돌봄·웨어러블 4대 서비스 로봇 기술개발 및 돌봄분야 위주 보급 추진
 - 고령자·장애인 등 사회적약자를 지원하는 배설케어로봇, 스마트 토이봇, 하지재활로봇 등 271대 보급 지원(국비7.6억 원)
- 국방·농업·양식·에너지·안전 등 소관부처별 로봇기술수요에 대응한 개발지원
- 서비스로봇 확산에 걸림돌이 되는 규제를 발굴 및 개선
 - 로봇 규제 샌드박스 지원 및 규제 발굴·개선 체계 마련을 위해 “로봇규제혁신지원센터” 개소
- 패키지형 해외진출 등을 지원해 국내외 시장 창출
 - 로봇산업진흥원과 국가별 유관기관과 네트워크 구축 및 MOU 체결 등을 통한 국가별 맞춤형 수출사업 추진 사전 대
 - 글로벌 경쟁력 확보를 위한 국가 간 상호인증체계 마련 및 국제 공인시험기관 운영

□ 로봇산업 생태계 기초체력 강화

- 후방산업 경쟁력 강화를 위해 3대 핵심부품(지능형 제어기, 자율주행 센서, 스마트 그리퍼) 및 4대 SW기술(로봇 SW 플랫폼, 잡는기술 SW, 영상정보 처리SW, HRI기술)의 수요연계형 기술개발 기획
 - 차세대 융합부품의 성능평가 및 인증지원 체계 고도화 사업기획
 - 일본 수출규제에 따라 로봇 핵심부품인 감속기 특허망 분석
- 수요-공급기업이 참여하는 로봇 핵심부품(감속기, 서보모터) 신뢰성 평가 실증과 기술 고도화를 지원

□ 로봇 R&D 종합역량 제고

- 서비스 로봇 수요 증가 등에 대응하여 성장가능성이 크고, 내수기반이 갖춰진 유망품목 중심으로 기술개발 추진
 - 산업부-과기정통부 공동으로 인공지능이 융합된 차세대 첨단 로봇 개발 신규 착수
 - 재난 안전로봇시스템 개발 및 실증 시설 구축 추진
 - 신시장 창출을 위한 특수제조 환경용 제조로봇시스템 개발 추진
 - 의료·재활로봇, 헬스케어로봇 실증을 위한 인프라 구축 추진
- 수요자 기획 아이디어 반영을 위해 풀뿌리 연구 및 경쟁형 R&D 과제 지원
 - 신규분야 개척 및 미래시장 창출 기반 조성을 위해 연구자의 창의적 자유로운 아이디어에 기반한 풀뿌리 연구지원
 - 아이디어 경쟁 촉진을 위해 경쟁형 R&D과제 신규 지원

□ 로봇수요 전산업 확대

- 의료, 농업, 안전, 해양 등 융합 로봇기술 개발
 - 복강경 수술로봇, 물류로봇 등 기술개발·상용화 추진
 - 자동 농작업 로봇, 로봇틱 농기계 부품 등 농업용 로봇기술 개발
 - 수중 건설로봇, 착용형 근력증강 로봇 등 융복합 기술개발
- 중소기업, 부품, 교육, 의료 등 다양한 분야에서 로봇 활용 효과성 검증을 통해 사업화 성공사례 도출 및 로봇시장 확대 성과
 - 중소기업로봇 415억 원, 교구용 로봇 247억 원, 로봇 부품 109억 원 등 '17년 총 1,073억 원의 신규매출 발생
 - '17년 국내·외 신규 테스트베드 73개 구축 지원, 고용 창출 329명, 로봇 판매 거래처 937개소 확보, 품질개선 473건 등 성과 창출
- 국내 중소기업의 제조공정 자동화에 필요한 제조업용 로봇을 지원해 생산성 향상, 불량률 감소 등 성과 창출
 - 중소기업기업 로봇도입 지원으로 수요기업의 생산성 향상 118.7%, 불량률 감소 3.41%, 원가 절감 53.3%, 납기준수율 개선 5.9% 달성
- 한국 로봇기업의 중국 진출 강화를 위한 기반 마련 및 전략적 해외 진출 지원
 - 해외전시회, 수출상담회 등 맞춤형 수출지원으로 한국로봇기업의 해외시장 진출 지원('17년 실수출 680만불 달성)
 - 해외 진출기반 조성 및 현지 로봇시장 현황 공유를 위한 국제 로봇 비즈니스 포럼 개최

□ 개방형 로봇산업 생태계 조성

- 로보월드(2019.10. 한국로봇산업협회 개최)기간 로봇기술 사업화 경진대회 개최 등 로봇 비즈니스 아이디어 및 마케팅 전략 발굴
 - 로봇기업의 제품을 활용한 미션 수행을 통해 다양한 비즈니스 모델과 아이디어를 발굴하는 R-BIZ 챌린지 대회 개최
- 로봇제품에 대한 단계적인 인증제도 마련 및 국내·외 표준화 활동의 참여·지원 확대
 - KS 인증기관으로 지정된 한국로봇산업진흥원을 중심으로 로봇제품에 대한 KS 인증대상 확대
 - 국제 공인시험기관(KOLAS) 인정 분야 확대
 - 개인지원로봇(이동보조로봇 등), 이동형 서비스로봇, 협동로봇, 의료로봇(수술로봇, 재활로봇) 등 로봇 성능·안전 국제표준화에 대응

□ 범국가적 로봇융합 네트워크 구축

- 기업, 수요자, 관계기관 등이 공동으로 참여하여 R&D, 제도정비 과제 등 발굴 논의하는 로봇 융합얼라이언스 운영
 - 재활로봇 융합얼라이언스를 구성 운영하여 시장활성화를 위한 R&D 과제 발굴 및 제도개선 방안 마련
 - 로봇산업클러스터를 중심으로 창업 컨설팅, 투자자금 지원 등 로봇기업의 성장을 지원
- 지역 로봇산업 지원기관의 협력 강화 추진
 - 지역 로봇산업 육성의 정책적·제도적·지원방안 도출을 위한 지원기관 협의회를 개최하여 협력 네트워크 활성화 및 기반 확대
 - 로봇산업 지원기관에서 보유한 인프라(장비, 인력 등)를 활용하여 지역로봇기업 지원을 통한 산업 육성 및 일자리 창출
- 잠재력이 있는 창업 초기기업을 발굴하여 전문가 멘토링, 비즈니스모델 개발, 아이템 검증·개발, 시장진입 등 지원('17년 6개사 지원)
 - 로봇산업진흥원의 '로봇창업보육센터'에서 예비창업자 대상 입주 공간 제공, 전문가 멘토링 등 지원

5. 중소기업 전략제품

가. R&D 추진전략

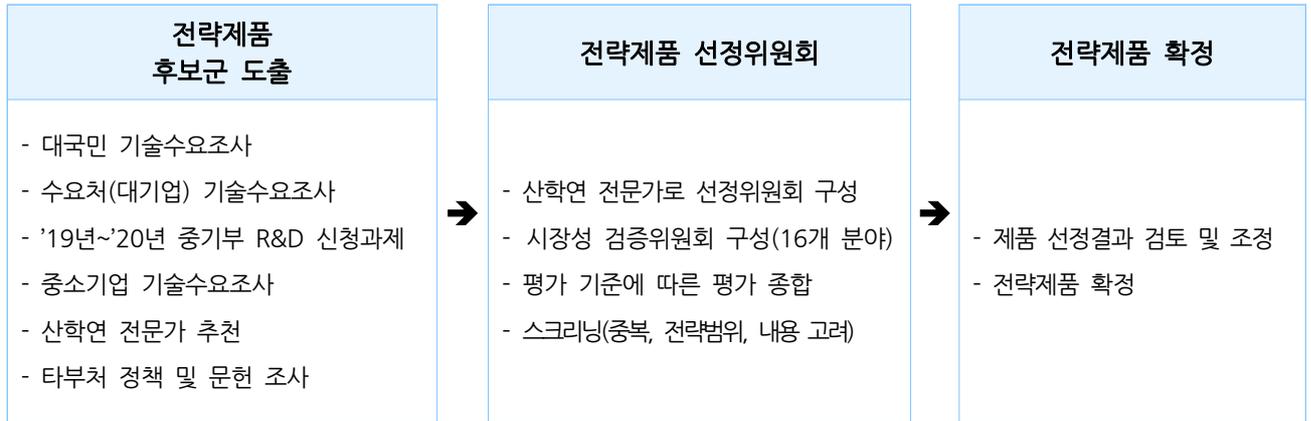
Factor	기회요인	위협요인
정책	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 로봇산업육성을 위한 법령 마련 • 서비스 로봇산업에 대한 지원 확대 • 성공적 서비스 로봇산업화에 대한 니즈 • 4차산업혁명의 핵심 기술로 정부의 정책적 지원 • 로봇이 포함된 타 분야 지원 정책 발표 • 소재, 부품, 장비 독립을 위한 정책적 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 미시적 R&D 정책 • 외부 요인(미중 무역전쟁, 일본의 수출규제)로 인한 정책 변화 • 로봇 기술을 활용한 서비스에 대한 규제 존재
산업	<ul style="list-style-type: none"> • 우수한 ICT 인프라 확보로 다양한 융복합 제품 개발 가능 • 해외 기업들의 성공사례로 자극받아 적극적인 사업 추진 경향성 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 제조용 로봇에 비해 상대적으로 취약한 서비스 로봇산업 • 상대적으로 높은 진입 장벽과 시장 확보로 인해 타 업종으로 이탈하려는 경우가 많음
시장	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 기술의 관심과 활용 확산으로 산업용과 개인용 로봇 전체에 대한 수요 증가 • 가파르게 상승하는 인건비로 인한 로봇 수요 증가 • 해외시장 진출 기반 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술과 성능에 대한 지나치게 높은 기대감 • 로봇이 인간의 역할을 대신하는 것에 대한 거부감 • 선진국의 선점 효과
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇산업에 대한 전반적인 R&D 증가로 제품 경쟁력 상승 • 비교적 신규 사업 분야에서도 짧은 시간 내 현장 운용이 가능한 기술력 보유 • 로봇에 적용할 수 있는 인공지능 기술의 발달 	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇 개발 인프라 부족 • 핵심기술에 대한 국산화 비율 낮음 • 해외 대기업과의 R&D 비용 및 기술력 격차 • 기술 표준화 미흡



중소기업의 시장대응전략

- 단순한 기능적 수행뿐만 아니라 안정성과 신뢰성을 동시에 확보해 높은 시장의 기대치에 대응
- 마케팅, 인지도 확보가 중요한 B2C보다는 B2B, B2G를 마켓을 대상으로 하는 전문서비스 로봇 개발
- 정부의 소재·부품 국산화 정책에 대응한 로봇용 소재·부품 개발
- 특허 공백기술 분석을 통한 연구개발 혹은 관련 기술 이전을 적극적으로 활용
- 교육, 유통, 게임, 미디어, 엔터테인먼트 등 타 산업과의 융복합을 통한 기술경쟁력 확보
- 제조 및 판매뿐만 아니라 중·장기적인 서비스를 포함한 사업화 모델 구상

나. 전략제품 선정 절차



□ 전략제품 후보군 도출

- (최근 신청 과제) 중소벤처기업부 R&D 지원 사업 '19년~'20년 상반기 신청과제
- (기술수요조사) 중소기업기술정보진흥원 주관 SMTECH(중소기업 기술개발사업 종합관리시스템) 성과분석 대상 중소기업으로부터 기술수요 수신
- (대기업 의견) 전략분야 관련 대기업의 중소기업 유망 제품 관련 인터뷰
- (산학연 전문가 추천) 분야별 전문가 대상 후보 추천 의뢰 의견수렴
- (타부처 정책 및 문헌조사) 타 부처 정책사항 및 문헌조사를 통한 품목 발굴

※ (재밍, Jamming) 데이터 기반의 전략제품 발굴을 위하여 인공지능 전략분야에 시범적으로 도입

□ 전략제품 선정위원회

- (선정방식) 중소기업 적합형 기술로드맵 수립 및 전략 강화를 위해 전략제품 선정위원회의 평가와 시장성 검증위원회의 평가를 종합하고, 전략분야에 따라 평가항목의 가중치를 조절하여 반영
- (전략제품 선정평가위원회) 분야별 산·학·연 전문가 위원회를 구성하여 전략제품에 대해서 각 5개 항목을 평가 및 검토 진행
- (시장성 검증위원회) 시장성 검증이 필요한 분야에 대해서 해당 전략분야에 관련성이 높은 전문가와 VC(투자심사역)으로 구성된 위원회가 전략제품 평가 진행
- (평가항목) 시장성, 기술난이도, 개발기간, 수입의존성 및 중소기업 적합성을 기준으로 평가
- (평가기준) 전략분야의 대구분(한국판 뉴딜 및 소부장·뿌리산업)에 따라 평가항목의 가중치를 조절

□ 전략제품 확정

- (검토 및 조정) 선정된 전략제품들에 대해 최종적인 타당성 검증 및 분야 간 전략제품 검토 및 조정을 통해 전략분야별 전략제품 확정

다. 전략제품 선정결과

◎ 물류 배송 지능형 로봇

- 물건 이송/배송 능력을 갖추고 효율적 적재 공간을 분석하여 신속/정확한 물류 검색, 무인 취급 등의 기능을 통해 지능형 물류시스템을 최적화하는 로봇 팔 유형, 완전체 유형의 지능형 로봇

- 소비자의 다양화된 요구와 상품 주기 단축에 대응하는 효율적인 물류 자동화 시스템 구축의 필요성
- 로봇 자동화를 통한 물류 경쟁력 확보

◎ 협업형 산업현장 작업지원 로봇

- 지능화된 인지·파지 기술을 융합한 제조로봇을 기반으로 자동화가 어려운 고난이도 가공·조립 공정을 대체하거나 작업자와 협업을 통해 생산성을 향상시키는 로봇

- 인간과 협력이 가능한 협동로봇에 대한 산업현장의 수요가 급격히 증가
- 생산성 향상 및 위험성 높은 작업 가능
- 고령화, 4차 산업혁명의 대두라는 사회적 트렌드에 맞춰 인간과 기계의 융합·협력이 강조

◎ 배달 및 안내 서비스 로봇

- 실내 공간에서 청소, 배달, 안내 및 경비 등 능동적인 서비스를 할 수 있는 다양한 기능의 복합 서비스로봇

- 대규모 공공시설, 숙박 시설 등의 서비스 인력 부족 심화
- 코로나-19, 1인 가구, 인구 고령화 가속으로 배달 수요의 급격한 증가

◎ 체험형 시뮬레이터 로봇

- 스포츠, 레저, 게임, 어트랙션, 가상훈련 등에 대한 실감있는 가상의 체험을 제공하는 로봇 하드웨어와 소프트웨어 기술이 결합한 로봇

- 원격지에서 현장의 상황, 실제 체험이나 훈련하기 어려운 상황을 실감나게 체험, 훈련하고 싶은 욕구 증가
- 건강에 대한 관심이 커지며 시뮬레이터 로봇으로 스포츠를 제대로 배우고자 하는 수요 증가

◎ 살균/방역 지능형 로봇

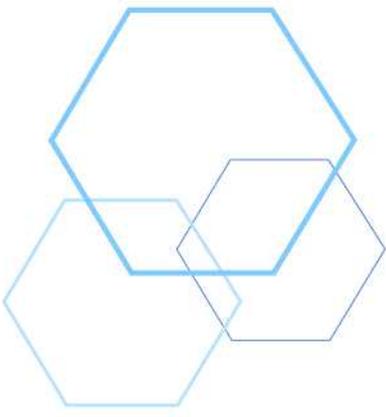
- 코로나-19와 같은 바이러스나 유해 세균의 확산 방지를 위하여 소독제 살포 및 닦기 작업, UVC 조사 등을 통해 살균·방역을 할 수 있는 이동형 로봇
 - 바이러스의 확산 방지를 위하여 상시, 반복 방역 및 살균 작업의 필요성 증가
 - 작업자의 안전 보장 및 작업부하 최소화를 위해 로봇을 활용하고자 하는 수요 확산

◎ 커뮤니케이션 돌봄 로봇

- 대화를 통한 소통과 감성 교감이 가능한 로봇으로서 자율적으로 판단, 행동하는 로봇
- 정서적 도움뿐만 아니라 육체적인 어려움을 도와줄 수 있는 로봇도 포함
 - 빠르게 증가하고 있는 독거노인의 외로움 완화 및 안전관리에 큰 도움을 줌
 - 기계기술, IT, BT, 의료 산업 등 유기적 연계가 필요한 돌봄 로봇 분야는 기술 융합을 통해 타 분야로 파생 가능

◎ 수술용 의료 로봇(중장기 전략제품)

- 인공지능, 이미지처리, VR 등 신기술의 융합을 통해 의료 현장에서 수술 및 중재 시술 등 수술적 치료를 직접 또는 보조 수행하는 로봇
 - 정밀 최소 침습 수술을 통해 부작용은 최소화하고 수술의 효과는 최대화
 - 혁신 의료기기 산업, 비대면 의료 등 다양한 사회적·경제적 요구 확대로 수술용 의료로봇의 역할 확대 기대



전략제품 현황분석

물류 배송 지능형로봇



물류 배송 지능형로봇

정의 및 범위

- 물건 이송/배송 능력을 갖추고 효율적 적재 공간을 분석하여 신속/정확한 물류 검색, 무인 취급 등의 기능을 통해 지능형 물류시스템을 최적화하는 로봇팔 유형 혹은 완전체 유형의 지능형로봇
- 물류 배송 지능형로봇은 적용분야에 따라 제조 공정용, 물류 창고용, 무인 배송용 로봇으로 나눌 수 있음

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 물류 로봇의 시장은 2018년 36억 달러 규모에서 연평균 36.1% 성장하여 2024년 229억 달러의 시장을 형성할 것으로 전망 • (국내) 국내 물류로봇 시장은 2018년 1,878억 원으로 추정되며 2024년까지 시장 규모는 연평균 34.7% 증가, 1조 1천억 원에 달할 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 고령화 추세에 따라 증가하고 있는 실버산업에의 적용 및 생산 인구 감소로 인한 노동 인력의 대체로서 물류로봇의 가치 증가 • 국내에는 세계 최고 수준의 IT 인프라가 구축되어 있고 로봇 응용 분야에 대한 기술을 확보한 중소기업이 많아 어느 분야보다 관심을 가지고 성과를 가질 수 있는 환경이 조성
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 산업통상자원부는 오는 2023년까지 로봇산업 글로벌 4대 강국으로 발돋움한다는 비전아래 지난 2019년 8월 '제3차 지능형 로봇 기본계획'을 확정 발표 	<ul style="list-style-type: none"> • 물류로봇은 공장이나 단순 창고 등의 정해진 환경에서 마그네틱 라인 등의 미리 지정된 표식을 따라 이동하는 형태에서 점차 다양한 작업 수행이 가능한 자율주행 기능을 포함하고 활용하는 방향으로 기술 발전이 진행
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) Amazon, ADEPT, Magazino, 파나소닉 • (대기업) CJ대한통운, 한화기계 • (중소기업) YSTT, 디엠테크놀로지, 엔티로봇, 유진로봇 	<ul style="list-style-type: none"> • 실내외 경로계획 및 운동제어 기술 • 국제 표준(ISO 13482)을 만족한 안전기술 • 유니버설 파지 기술 • 열가형 실내외 자율주행 센서 기술 • 로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 기술

중소기업 기술개발 전략

- 실적용 환경 맞춤형 물류로봇 기술 개발 및 실증 사업에 집중
- 제조 및 판매와 함께 서비스업 진출에도 힘써, 중장기 사업화 모델을 구축
- 물류 경쟁력 확보를 위한 인공지능 기술 적용, 자동화 등 효율적인 시스템 구축 필요

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 물류 배송 지능형로봇이란 물건 이송/배송 능력을 갖추고 효율적 적재 공간을 분석하여 신속/정확한 물류 검색, 무인 취급 등의 기능을 통해 지능형 물류시스템을 최적화하는 로봇팔 유형 내지 완전체 유형의 지능형로봇
- 물류 로봇은 인간을 대신하여 최적의 이동 경로를 선택하여 원료 재료, 부품, 제품을 다음 공정으로 이동시키거나 최종 소비자에게 전달하기 위한 자동화 로봇의 형태로, 환경에 맞게 상품의 파지 이송 및 포장 매니플레이터 타입부터 포장 상품을 이송 혹은 배송하는 로봇 형태까지 다양한 형태의 로봇이 있음

[물류 로봇의 예 - Amazon 물류센터(좌), Alibaba 물류센터 (우)]



* 출처: Amazon, Alibaba

(2) 필요성

- 물류 자동화 시스템이 기업의 경쟁력을 좌우하는 핵심요인이 되고 있으며 소비자의 다양화된 요구와 상품 주기 단축에 대응하는 효율적인 물류 자동화 시스템 구축의 필요성이 증대됨
 - 제조 공장, 물류 센터 등 환경 변화에 따라 기업의 비용절감과 작업효율 향상을 위한 물류로봇의 수요가 증가

- 로봇 자동화를 통한 물류 경쟁력 확보 필요
 - 아마존의 키바는 창고 물류비용을 많은 비율로 절감하면서 물류 로봇의 가치를 증명함
 - 국내에서도 CJ대한통운이 물류 첨단화를 통해 재도약을 준비
 - 국내에서는 물류 로봇에 대한 투자가 초기 단계로 국가경쟁력 확보와 기술 선점 차원에서 정책적 지원이 필요

- 제조업의 환경은 기술의 혁신과 소비자의 다양한 요구에 의해 제품의 라이프 싸이클이 매우 단축된 상황이며, 제조 현장의 생산 방식 또한 다품종 변량생산, 유연 생산, 셀생산 등의 방식으로 변화하고 있어 공장 내 원료, 부품, 제품의 효율적인 관리 및 적재적소에 공급하는 물류 자동화의 필요성이 증가

- 물류 창고의 경우, 온라인 거래 규모의 증가와 기업들의 물류 관리 효율화 정책에 의해 창고의 대형화와 고도화가 이루어지고 있음

[물류 창고의 대형화 및 자동화]



* 출처: pixabay

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 물류 분야의 전략적 기술개발을 통한 물류산업발전 기반 조성 및 로봇강국 위상에 부합되는 물류로봇 산업 경쟁력 제고로 고부가가치 창출을 위한 필수 산업
- 물류 로봇은 ICT 기술과 로봇 산업의 융합으로 고부가 가치의 생산구조 실현 및 경제적 가치 향상을 주도할 새로운 산업
- 물류 로봇은 제조업의 전 공정에 걸쳐서 물류 자동화를 위하여 필요하며 전방산업으로는 무인택배 물류 로봇으로서 드론, 창고관리, 물류 로봇으로서 AGV, 제조공정과 연관관계이며, 후방산업으로는 센서, 구동, 제어, 데이터관리처리, 통신기술 등과 연관이 있는 구조

[물류 배송 지능형로봇 분야 산업구조]

후방산업	물류 배송 지능형로봇	전방산업
센서 및 신호처리 분야, 모터, 감속기 등 로봇용 부품 산업, 통신 제어 모듈 산업, 시스템 설계 및 제어 산업, 제품 디자인 산업, 모바일 로봇, 유무선 이동통신, 데이터 관리 및 처리	제조 공정 로봇, 창고 관리 로봇, 택배 로봇	기계/전자 제품 제조 산업, 식음료 제조 공정, 물류 창고 관리, 병원/요양시설 관리, 호텔/공항 등 공공장소 관리, 배송 산업

- 물류 로봇은 우수한 IT 기술력을 보유하고, 공정로봇 분야에서 세계에서 인정하는 기술을 가진 국내 산업에 분명 유리한 점이 있음
- 현재 산업의 구조 및 방향이 일대일 구조의 운송 시스템과 보다 고도화된 물류 산업 기술이 요구 받는 것이 또한 기회로 판단됨
- 특히 물류 산업의 성장에 따라 물류 로봇산업도 활성화되고, 로봇을 구성하는 각 요소 기술 및 모듈 산업의 연쇄 효과 기대

(2) 용도별 분류

- 물류 로봇의 적용 분야가 확장되어 다양한 분야에서 다양한 형태로 적용되고 있으며, 공장자동화를 위해 무인반송, 재고 관리, 화물처리용 AGV와 비행체인 드론 로봇 형태로 분류되고 있음
- 물류 배송 지능형 로봇은 제조 공정용, 창고 관리용, 택배용으로 나눌 수 있음
 - 제조 공정용 로봇은 제조 공정 시스템 내에서 제품 생산과 자동화를 위한 물류 이송을 담당
 - 창고 관리용 로봇은 재고 관리 상품 분류를 위한 AGV(Automated Guided Vehicles)이나 로봇 매니플레이터 결합형 로봇

- 택배용 로봇은 배송 차량에 상품을 승하차하는 로봇 및 목적지까지 상품을 배송하는 AGV, 드론 등의 배송용 로봇

[용도별 분류]

전략품목	제품 용도	세부기술
물류 배송 지능형 로봇	제조 공정용	• AGV (모바일 플랫폼 기술, 가이드/마커/실내GPS 등 실내 위치 인식 및 자율 주행 기술, 자율 충전 기술), 로봇팔 기술 (협동 로봇 기술, 다물체 파지/조작 기술), 공정 자동화 연계/응용 기술
	창고 관리용	• AGV (모바일 플랫폼 기술, 가이드/마커/실내GPS 등 실내 위치 인식 및 자율 주행 기술, 자율 충전 기술), 피킹 로봇 (경량형 로봇팔 기술, 다물체 파지/조작 기술, 물류 선하적 기술)
	택배용	• AGV, 드론 (실내외 모바일 플랫폼 기술, 실내외 위치인식 기술, 장애물 인식 및 환경맵 구성 기술)

- 물류 자동화를 위해서는 이동, 조작을 담당할 수 있는 AGV 등의 모바일 로봇 기술, 물체 파지/조작을 위한 로봇 매니플레이터 기술 등의 HW 플랫폼 기술부터, 실내 위치 인식 및 자율 주행 기술, 자율 충전 기술, 물류 선하적 기술, 공정 자동화 응용 기술까지 다양한 기술이 요구됨
- 효과적인 물류 관리를 위해 자동인식기술, 화물추적 관리 시스템, 복합운송B/L, QR, RFID, Bar Code, XML 등 ICT 융합 기술의 접목이 필수적으로 요구됨
 - 효과적인 물류 정보관리를 위한 IT 기술로 RFID와 QR 코드 기술이 대표적임
 - RFID는 인식되는 거리, 인식속도, 인식의 정확성, 식별자의 재사용성, 조작의 편의성 등의 이점이 있으며, 기존의 바코드 시스템을 대체하기 위한 기술로 적합하며, QR 코드는 오염과 손상에 강하고 높은 복원율을 가짐
- 물류창고 내의 물류로봇의 자율 주행에 필요한 기술로는 실시간 위치파악, 경로의 생성과 추종 기능 등의 기술이 필요
 - 실시간 자기 위치파악기술로는 CCD 카메라, LRF, 초음파센서, RFID, 자기-자이로유도, 유선유도 등의 기술이 사용됨
 - AGV 물류로봇의 이동 방식은 삼륜구동, 다륜 구동, 차륜 구동 방식이 있으며, 차륜 구동방식은 양 바퀴의 속도차이를 이용하여 조향이 가능하며, 간단한 메커니즘으로 보편적으로 적용
 - 물류창고에서 AGV 물류로봇의 리프트 구조의 경우 KIVA 시스템은 나선형 볼 베어링 기반 리프트 구조를 적용하고 있음
 - 리프트 모듈은 고정되고 로봇 몸체만의 회전운동을 통하여 팔레트 높이를 조정할 수 있음

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

물류 산업의 수요 및 규모의 증가

- 고령화 추세에 따라 증가하고 있는 실버산업에의 적용 및 생산 인구 감소로 인한 노동 인력의 대체로서 물류로봇의 가치 증가
- 전 세계적인 고령화 추세와 우리나라의 급속한 고령 인구 증가로 인해 실버 관련 산업이 점차 확대될 것으로 전망되며 요양원과 같은 단체 시설의 운영을 위해 실버산업과 물류로봇의 연계 활용이 더욱 필요
- 단순 반복 물류 작업을 로봇이 대체할 경우 산업 경쟁력 유지에 큰 도움이 될 것으로 전망
- 글로벌 기업들은 물류 관리의 효율화를 위하여 신기술 도입, 업종 융합 등으로 물류 자동화를 선도하고 있음
- 미국의 아마존, 중국의 알리바바의 사업모델을 통해 미래 국가 경쟁력의 핵심이 물류산업임을 확인
- 제조 공장, 물류 센터 이외에도 무인 배송 분야가 새롭게 주목받고 있으며, 각 국에서 무인 자율 배송차나 드론을 이용한 자동 배송 서비스를 앞 다투어 준비 중
- 새롭게 형성되고 있는 무인 배송 시장을 확대시키기 위한 경쟁력 있는 물류 로봇 개발의 필요성 대두

타 산업과의 융복합에 따른 신시장 창출의 기회가 되고 있음

- IT기술, IoT 기술, 로봇 기술의 융합에 대한 필요성이 발생
- 글로벌 기업들을 시작으로 IT를 활용한 이종 업체 간 결합을 통한 새로운 부가가치 제공
- 자율 주행, 드론 기술, 인공지능 등이 결합하여 새로운 무인 택배 물류로봇까지 등장
- 아마존, 구글 등 회사에서 드론을 활용한 물류 택배를 상용화 하고 있으며, 이에 관련된 정책 정비 필요

국내에는 세계 최고 수준의 IT 인프라가 구축되어 있고 로봇 응용 분야에 대한 기술을 확보한 중소기업이 많아 어느 분야보다 관심을 가지고 성과를 가질 수 있는 환경이 조성되어 있음

- 물류 공장의 경우 창고의 대형화와 함께 주로 대기업 위주의 산업 구조를 가지고 있으므로, 대기업의 참여의 함께 중소기업 로봇 기술과의 적극적인 상생협력이 요구됨
- 무인 자동화의 안전성에 대한 기술 개발과 정책 정비 필요

국내 물류 로봇은 아직 아마존이나 테슬라, 알리바바 등이 채택한 것과 같은 선도적 기술을 개발 적용한 예는 없음

- CJ대한통운과 한진택배 등의 물류 회사를 중심으로 로봇의 도입이나 로봇 기술의 적용에 많은 관심을 가지기 시작

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 물류 로봇 분야의 세계 시장 규모는 2018년 36억 달러 규모에서 2024년까지 연평균 36.1% 성장하여 2024년 229억 달러의 시장을 형성할 것으로 전망
 - 물류로봇의 생산지 비중은 북미(81.1%), 아시아 태평양(10.7%), 유럽(8.1%) 순으로 북미 편중 현상이 심한 상태

[물류 로봇 분야의 세계 시장규모 및 전망]

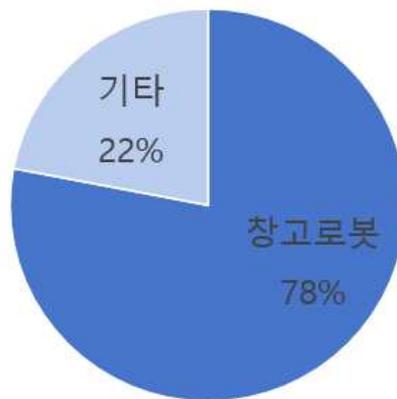
(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	3,600	4,900	6,670	9,080	12,350	16,820	22,890	36.1

* 출처: Statista, 2019.7.

- 물류로봇의 경우, 이커머스 시장의 성장과 함께 스마트 팩토리 체제의 핵심요소인 창고로봇 글로벌 수요가 증가하면서 높은 성장을 보일 것으로 예상
 - 맥쿼리에 따르면, 세계 물류로봇의 창고로봇 비중은 전체의 78%로 상당부분을 차지

[세계 물류로봇 중 창고로봇 비중]



* 출처: IITP, 서비스 로봇 동향과 시사점(자료원 : Macquarie,2017), 재가공

- 물류로봇 기업은 아마존 로보틱스가 모회사인 아마존에 납품하면서 초기 시장을 선도하고 있는 가운데, 미국, 캐나다, 인도, 중국 스타트업들이 시장 진입을 모색
- 1세대 AGV(Automated Guided Vehicle)형에서 자율주행 기능과 자동 적재적하 기능을 갖춘 2세대 제품으로 진화 중
 - 현재 창고에서 선반 운반은 키바 등으로 자동화됐으나 여전히 피킹 업무에는 사람이 투입되고 있는데, 만약 피킹 업무까지 자동화된다면 무인 창고의 실현도 가능하게 될 것으로 전망

(2) 국내시장

- 국내 물류로봇 시장은 2018년 1,878억 원으로 추정되며 2024년까지 시장 규모는 연평균 34.7% 증가, 1조 1천억 원에 달할 전망
 - 물류전문서비스, 배송 등 물류 관련 업체 그리고 외식업체, 호텔 등 서비스 업체에서 물류로봇 활용에 많은 관심을 가지고 있으며, 일부 도입을 진행
 - 아마존 등 선진 온라인 쇼핑몰이 활용하고 있는 물류로봇을 비롯해 스마트 물류 시스템 도입을 준비
 - 산업통상자원부는 ‘로봇산업 발전방안(2019.03.22.)’에서 물류로봇을 글로벌 시장 규모, 비즈니스 잠재역량, 도전가치 등을 고려해 선정된 4대 전략 분야(돌봄, 웨어러블, 의료, 물류)의 하나로 선정

[물류 로봇 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	1,878	2,514	3,361	4,563	6,101	8,329	11,224	34.7

* 출처: Statista, (2019.7) 자료와 MarketsandMarkets(2019) 스마트제조 세계시장 대비 국내시장 비율(4.74~4.46%)을 기반으로 환율 1100원/달러 기준 네모아이씨지 추정

3. 기술 개발 동향

기술경쟁력

- 물류 배송 지능형로봇은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 72.7%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 2.1년으로 분석
- 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 68%, 기술격차는 2.6년으로 평가
- EU(83.9%)>일본(71.8%)>한국, 중국(68.3%)의 순으로 평가

기술수명주기(TCT)³⁾

- 물류 배송 지능형로봇은 5.67의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 자율주행 기술의 확대 적용

- 물류로봇은 공장이나 단순 창고 등의 정해진 환경에서 마그네틱 라인 등의 미리 지정된 표식을 따라 이동하는 형태에서 점차 다양한 작업 수행이 가능한 자율주행 기능을 포함하고 활용하는 방향으로 기술 발전이 진행

- 물류로봇의 적용 분야가 이전의 제조 산업에서 서비스 산업으로 확장됨에 따라 로봇이 활용될 공간과 목적이 매우 다양해지고 있는 추세
- 사전에 정해진 작업만을 수행하는 경우보다 상황에 따라 적절한 동작을 해야 하는 필요성이 커져 로봇의 자율주행 기능이 매우 주목받고 있는 상황
- 자율주행은 플랫폼과 센서를 포함한 H/W 자체, 센싱된 데이터를 융합·처리하는 정보처리 및 환경인지, 그리고 주어진 목표를 달성하기 위해 필요한 로봇 제어 등 다양한 기능이 조화되어야 이루어질 수 있는 고수준의 기술

- 자율주행은 이동성을 갖춘 서비스용 로봇의 범용 기술이며, 물류로봇이 우수한 물류 서비스를 제공하기 위해 꼭 필요한 기술

- 원하는 물품을 원하는 시간에 원하는 곳까지 안전하게 이송하는 것이 물류로봇의 주된 활용 목적
- 한 자리에서 고정되어 단순 반복 작업을 수행하는 제조용 공정 로봇과는 달리 물류로봇은 로봇이 적용된 환경 내에서 가능한 한 자유롭게 이동 가능해야 하며, 이러한 환경에는 사람이나 동적/정적 장애물의 존재 가능성이 존재
- 보다 효율적인 물류 작업 수행을 위해서 물류로봇은 환경에 대한 정보를 파악하고 행동하여 이동 동작을 적절히 수행해야 하는데, 현재의 기술로 완전히 충족하기 어려움
- 다양한 물품의 이송 서비스를 적절히 수행하기 위해서는 일정 수준 이상의 자율주행 기능을 갖춰야 하며 필요할 경우 서비스에 특화된 형태의 제한·변형된 주행 형태를 가질 수도 있음

3) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

- 실내 바닥 환경에서의 2차원 자율주행을 확대하여 3차원 자율비행 기술이 요구되는 분야로 확장될 것으로 예상
 - 현재 물류서비스 산업을 선도하고 있는 미국의 경우 다수의 회사가 드론 등을 이용한 신속 배송 기술을 개발, 시험 중
 - 기존의 자율주행 기술에 포함되는 세부 핵심 기술을 3차원 공간으로 확장하고 적용에 필요한 부분을 추가하면 보다 우수한 물류 서비스를 제공할 수 있을 것이며, 이는 단순한 기술 개발 및 활용의 문제이기보다는 산업의 적용 분야를 확장하고 새로운 서비스를 만들어 가는 과정으로 볼 수 있음
 - 국외의 경우 드론 배송을 원활히 수행하기 위해 중간 기착지에 소형 물류 창고를 운영하거나 배송지를 통합적으로 운영하려는 시도 등 다양한 아이디어가 도출되고 있지만 국내의 경우 아직까지 단순한 아이디어 도출의 수준에서 크게 벗어나지 못하고 있는 상태

◎ 관련 산업 및 기술과의 연계 발전 필요

- 공장이나 물류창고를 벗어나지 못하던 예전 물류 작업에 비해 미래의 물류 작업은 연관된 다양한 기술과 연계되어 발전될 것으로 전망
 - 미국의 Google은 무인 자동차를 개발하고 있으며, EU의 Volvo는 무인 자율 트럭을 시험 중
 - 무인 차량 기술은 물류의 원거리 수송에 매우 적합한 기술로, 인간이 가질 수 있는 졸음, 판단 미숙, 오감지 등의 취약 요소를 대부분 배제한 상황에서 원활한 물류 수송이 가능
 - 영상을 이용한 다양한 물체의 인식, 머니플레이터를 이용한 다양한 형태의 물체 핸들링 등 기존의 로봇 관련 핵심 기술들이 물류로봇의 작업을 위해 스피노프 되고 있으며, 이를 이용한 고품질 물류 서비스 구현이 점차 가능해지고 있음
 - Amazon의 Picking Challenge 등은 이러한 적용을 점차 가속화하는 좋은 예이며, 다양한 분야의 융합을 통해 개별 물류로봇의 기능은 더욱 발전할 것으로 예상

◎ ICT 기술과의 융복합화

- 물류센터/공장물류 로봇
 - (다중물류로봇운영) 자율주행, 피커 추종, 다중로봇 운영 최적화, WMS 연동 등의 기능을 가지는 물류로봇은 전문 물류기업과의 협력을 통해 현재 보유 또는 개발 중인 기술 관점에서 사업화가 가능
 - CJ대한통운에서 최대 300대의 다중물류로봇 운영을 위한 기술 개발 중
 - 세계 1위 물류기업 DHL은 물류로봇과 관련해 피커 추종 로봇, 고정형 피킹 로봇, 이동형 피킹 로봇, 트레일러/컨테이너 하역 로봇의 순으로 물류로봇이 도입될 것으로 전망

◎ 운용사 입장의 다중 로봇 운용 기술 개발

□ 다중 로봇 시스템(Multi-Robot System)

- 다중 로봇 시스템은 로봇들의 협조적인 작업수행 계획 및 실행을 통해 여러 곳에 분산된 작업들을 효율적으로 수행하도록 함
- Multi-Robot Task Allocation 문제는 각각의 로봇을 어떤 작업에 할당하여야 최적의 성능을 낼 수 있을지 혹은 최소의 비용이 필요할지에 대해서 다룸
 - 아마존의 자동화된 창고에서 수십만 건의 주문을 처리하기 위해 수백 대의 로봇을 운용할 때에 어떤 로봇을 창고의 어떤 부분으로 보낼지, 충전이 필요한 로봇을 어떤 충전 장치로 할당할지 등의 문제는 실시간으로 발생
- Carnegie Mellon University의 남창주 연구원은 박사과정 연구 중 작업수행의 최적화에 이용되는 비용/효율을 비결정성 표현방식을 통해 모델링하여 로봇 및 환경에서 발생하는 불확실성을 반영하였고 그 표현방식을 이용해 계산적으로 부담이 적은 알고리즘을 개발
- 전반적인 상황인지 능력은 인간보다 부족한 부분이 많아 로봇 시스템의 장기 운용 시에 새로운 미션으로의 전환, 환경적 변화에 따른 운용방식의 변경 등을 적시에 수행하기 어려운 경우 발생

[Flocking behavior를 수행 중인 Turtlebot과 CUDA Swam Simulator 속 로봇들]



* 출처: 기계·건설공학연구정보센터

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (미국) 공장, 물류창고에 적용 가능한 물류로봇부터 공중 배송을 목표로 하는 드론에 이르기까지 다양한 분야에서 물류로봇의 기술을 발전시키고 있음
 - Amazon은 드론이 30분 이내에 도착할 수 있는 2.2kg이하의 물품에 대해서 공중 택배 서비스를 제공하기 위해 시험하고 있으며, 2016년 12월 7일 영국에서 최초의 실제 배송을 수행
 - 배송에 걸린 시간은 주문 후 13분이었으며 배송 완료가 실시간으로 관리자에게 전달되었음

[Amazon의 드론 배송 플랫폼]



* 출처: Amazon

- (유럽) AGV 제품의 매출 자체는 미국에 비해 높으나 세계 시장을 선도하는 회사는 적은 것으로 파악됨
 - 유럽 시장은 미국 시장 대비 4~5배의 AGV 매출 규모를 가지고 있으며, 스위스, 핀란드, 독일 등의 회사가 관련 제품을 판매하고 있음
- (중국) 인건비 절감, 첨단 기술 확보 등의 목적을 바탕으로 물류로봇을 포함한 각종 로봇 개발에 매진
- (일본) 오랜 경기 불황의 여파로 새로운 제품을 개발하는 여력이 많이 감소한 상태로 물류로봇의 시장 규모가 답보 상태임
 - 2008년 미국발 금융위기 사태 이후 경기 회복이 매우 더뎠다 2009년 AGV 출하량이 전년 대비 60%로 급감한 이후 증가세가 회복되지 못함
 - 다이후쿠나 도요타자동차 등 몇몇 업체가 일본 내 AGV 생산의 다수를 차지하고 있으며, 파나소닉에서는 Hospi 시리즈를 통해 물류로봇의 확대를 꾀하고 있음

◎ 물류센터/공장물류 로봇 관련 기업 현황 및 특징

- (시장) 대부분의 기업이 물류센터 적용을 우선 목표로 제품 개발
- (고객) 유통/전자상거래/대형마트, 반도체/전자/자동차/항공, 가구업체 등
- (목적) 주로 오더 피킹* 목적으로 사용, HikVision의 경우 택배 분류 작업에 활용
 - * 고객의 주문에 따라 물품을 보관 장소에서 찾아내어 각 배송처별로 분류하고 정리
- (기능) 자율주행, 피커 추종, 다중로봇 운영 최적화, WMS (Warehouse Management System) 연동

[물류센터/공장물류 로봇 관련 해외 기업 현황]

기업(국가)	주요 특징
아마존 로보틱스 (미국)  	<ul style="list-style-type: none"> • 주 사업 영역: 물류센터 • 누적 4.5만대 로봇 운영으로 비용 80% 절감 • 물건 처리시간이 90분에서 15분으로 단축 • 인간-로봇 협업 및 다중로봇 최적 스케줄링 • 최대 340kg 적재, 6.4km/h (1.78m/s) 속도
ADEPT (미국)  	<ul style="list-style-type: none"> • 사업영역: 공장물류(반도체/전자/자동차 등), 물류센터, 음식, 의료 등 • 전세계에 3만대 이상의 로봇 설치 • 2015년에 일본 오므론(Omron)에서 인수
6RS (6 River Systems) (미국)  	<ul style="list-style-type: none"> • 물류 창고 로봇 Chuck 개발, 높이 조정 가능 • 터치 스크린 탑재(담아야 할 물품 이미지, 개수, ID, 작업자 이동방향 등 표시)
로커스 로보틱스 (미국)  	<ul style="list-style-type: none"> • Quiet Logistics에서 분사, LocusBot \$35,000 • 고객: Quiet Logistics, 자동차 부품 업체, 가정용품 업체, DHL • Quiet Logistics는 로봇 도입 후 작업자의 이동거리가 22.53km에서 8.04km로 단축, 물품의 선택과 패키징 작업의 정확도 향상

* 출처: 한국사업기술평가관리원, '물류로봇 기술동향 및 향후전망(17.7.)'

◎ 피킹(Picking) 기능을 가진 물류로봇 관련 기업 현황 및 특징

- (단계) 로봇이 직접 물품을 집어서 담은 피킹 기능은 프로토타입 개발 및 시범 적용 단계
- (유형) 피킹 로봇과 이송 로봇의 쌍으로 구성되어 온라인 주문시 주문 물품을 피킹 로봇이 피킹하여 이송 로봇이 포장대까지 운반하는 역할
- (장점) 확장성, 유연성, 경제성, 24시간 운영 가능
 - 로봇이 직접 물건을 피킹하기 때문에 기존 창고환경에 변화를 최소화하면서 도입하여 24시간 운용 가능
 - AS/RS(Automated Storage and Retrieval System)와 같은 자동화 창고, DPS(Digital Picking System), 컨베이어 등을 도입하는 것에 비해 저렴
 - 확장성(Scalability)과 유연성(Flexibility): 순차적 도입이 가능하여 중소기업의 유통업체에도 적합

[피킹 능력을 가진 물류로봇 관련 해외 기업 현황]

기업(국가)	주요 특징
<p>Fetch Robotics (미국)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 피킹로봇 Fetch, 이송로봇 Freight(최대 68kg) - Freight500, Freight1500 (숫자: 적재 용량) • 주문 접수시 Fetch와 Freight가 창고에서 해당 물건을 바구니에 넣어 포장대까지 운반 • 다중로봇 관리 SW: Fetchcore
<p>InVia Robotics (미국)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 피킹로봇 Grabl, 이송로봇 Translt • Grabl: Suction 방식, 14kg • RaaS(Robot as a Service) 도입: 10센트/피킹 • 고객: 온라인 사무용품 판매업체 LD Products Inc.
<p>Right Hand Robotics (미국)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Havard, Yale, MIT 연구자들이 공동 개발 • 사람과 비슷한 시간당 500~600개의 아이টে을 집을 수 있는 RightPick 기술 • 플라스틱으로 포장된 물건, 다른 물건에 의해 부분적으로 가려진 물건을 인식하는 문제 해결

* 출처: 한국사업기술평가관리원, '물류로봇 기술동향 및 향후전망(17.7.)'

◎ 재고관리 로봇 관련 기업 현황 및 특징

- (목적) 물류센터 또는 대형 마켓, 소매점에서 재고 파악 중심의 관리
- (특징) 제품 테스트 단계이며, 독일 Magazino의 경우 물류센터에서 재고 파악 뿐 아니라 재고 관리를 위한 물리적인 작업도 수행

[재고 관리 로봇 관련 해외 기업 현황]

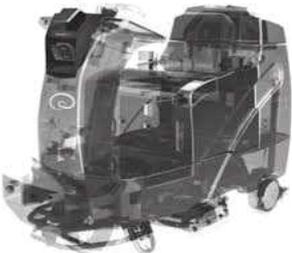
기업(국가)	주요 특징
Lowe's (미국)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 매장 고객 응대/광고, 재고 관리 로봇 LoweBot(OSHBot)
Magazino (독일)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 물류센터 재고 관리 로봇 토루(TORU) • 선반에 박스 적재, 빼기, 옮기는 작업 수행
후지쯔(일본)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 대형 마켓에서의 재고 관리 로봇 메이티(MATEY) - 결품 파악 및 보충 물품의 종류, 위치 통보

* 출처: 한국사업기술평가관리원, '물류로봇 기술동향 및 향후전망(17.7.)'

◎ 물류로봇을 위한 공통 솔루션 관련 기업 현황 및 특징

- (특징) 기존 유인 운전 시스템에 자율주행을 위한 센서모듈 및 SW를 장착하여 로봇화를 하는 솔루션 업체. 직접 교시를 통한 주행학습 기술, 실제 환경에서 사용하며 지속적 학습을 통해 로봇이 스스로 최적의 주행기술을 학습하는 기술 등 연구중심의 업체

[물류로봇을 위한 공통 솔루션 관련 해외 기업 현황]

기업(국가)	주요 특징
<p data-bbox="277 645 454 678">Seegrid (미국)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • CMU에서 개발한 기술을 바탕으로 무인자율주행을 위한 비전 시스템(3D Vision 기반 Navigation SW)을 개발 • Seegrid 솔루션 + 지게차, 무인 지게차 (VGV: Vision Guided Autonomous Vehicle) • 직접 교시: 작업자가 승차하여 경로를 주행하여 학습 • 고객: 아마존, 월풀, BMW, JAGUAR, VOLVO, Walgreens, United States Postal Services 등 제조·유통·물류회사
<p data-bbox="209 987 523 1021">Brain Cooperation (미국)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Training에 기반한 '로봇 운영 시스템(Brain OS)' 제공, 훈련을 거듭하면서 로봇이 스스로 학습: 자율주행을 위한 인공지능 시스템 개발에 특화 • 인공지능 Brain 'EMMA'(Enabling Mobile Machine Automation) • 기존 기계 + EMMA → 자율주행 기계

* 출처: 한국사업기술평가관리원, '물류로봇 기술동향 및 향후전망(17.7.)'

(2) 국내 플레이어 동향

- 국내의 경우 정부 주도 차원에서 물류자동화 시스템을 구축하는 연구를 일부 수행하고 있으며, 물류 자동화 및 물류로봇 기술은 선진국 대비 2년 정도 뒤진 것으로 평가됨
 - 산업통상자원부에서는 AGV의 주행 기술 개발이나 병원물류로봇의 개발 등에 대한 과제를 진행하며 국내의 물류 관련 자율주행 기술을 확보하고자 노력하고 있음
 - 자율주행 관련 원천기술의 개발은 상당히 진행되었으나 기술의 제품화가 미진한 상황이며, 물류 작업을 위한 이송용 툴 관련 기술은 선진국 대비 80% 수준 정도로, 이적재용 로봇의 지능형 제어기 기술은 75% 수준으로 평가됨
 - 유진로봇은 한국전자통신연구원, 을지대 병원과 협업하여 병원, 요양원 등에 사용될 수 있는 고하중, 저하중의 물류로봇을 개발하고 있으며, 국내외 판매를 적극적으로 추진하여 좋은 평가를 받고 있음

[제품 분류별 주요기업]

구분	경쟁 환경		
기술분류	센싱 및 플랫폼 개발 기술	작업 환경 인지 기술	물류 배송 등 임무 수행 기술
주요 품목 및 기술	센서 제작, 센싱 정보 전처리/후처리, 고하중/저하중 이동 플랫폼 제작, 이송용 카트 제작, 핸들링 장치 제작	센서 정보 융합, 광역 지도 작성, 지도 편집/관리, 위치 인식, 전역/지역 경로계획, 충돌 회피, 경로 추종	대상 물품 인식, 핸들링 장치 제어, 외부 부착물 인식 및 활용
해외기업	Velodyne, SICK, Bosch, Hokuyo, Aethon, Swisslog, JBT Corporation, Adept Technology, KIVA Systems, Panasonic	SRI, Evolution Robotics, iRobot	Swisslog, Aethon, KIVA Systems, Panasonic, Amazon
국내기업	한컴로보틱스, 이오시스템, 유진로봇, 레드원 테크놀로지, 퓨처로봇	하기소닉, 삼성전자, LG전자, 유진로봇, DRB파텍	NT 리서치, 유진로봇

- 국내에서는 십여 개의 AGV 제조업체가 관련 제품을 판매하고 있으며, 특히 반도체나 자동차 관련 대기업에 납품하는 제품 위주로 시장이 형성되어 있음
 - 국내 기업의 경우, 아직은 외국에 비해 자체 물류 로봇 시스템 판매 업체가 많지 않은 편이나 점차 물류 자동화 산업에 진입하고자 하는 기업이 증가하는 추세
 - 외국 제품을 활용하여 국내 제조 환경, 물류 환경에 적합하도록 응용하는 사례들이 많았으나, 국산화 제품이 출시되기 시작하였으며, 신기술 개발을 통해 경쟁력을 확보하고자 함
- 가정용 청소로봇으로 잘 알려진 유진로봇은 병원이나 요양원에 사용될 수 있는 물류로봇 기술을 한국전자통신연구원, 을지대 병원과 공동으로 개발하고 있으며, 국내외 사이트에서 시범 서비스를 수행

- 국내에서도 인터넷 쇼핑물의 매출 규모가 증대됨에 따라 주문된 물품을 배송하기 위한 택배 시장이 커지고 있어 이를 위한 지능형 물류 센터나 택배 시스템에 대한 연구 초기 단계임
- 정부는 로봇 기술 개발을 국가적 차세대 주요 산업으로 지정하고 적극적으로 지원하고 있으며, 물류 로봇 분야 역시 의료용 로봇, 홈서비스 로봇, 웨어러블 로봇 등과 함께 집중 투자 분야로 인식되고 있음
- 빠른 고령화 추세와 열악한 노동 환경 등의 사회적 문제 해결에 도움을 줄 수 있는 로봇 기술은 국가적, 국민적 관심 아래 지속적으로 발전하고 있으므로 물류로봇 분야에서도 우수한 서비스를 제공할 수 있는 기술이 발전될 것으로 예상

◎ 물류센터/공장물류 로봇 관련 기업 현황 및 특징

- (현황) 물류센터/창고를 위한 자동화 솔루션 기업이 주를 이루고 있으며, 해외에서 사업화가 이미 진행된 자율주행, 피커 추종, 다중로봇 운영 최적화, WMS 연동 등의 기능을 가지는 물류로봇은 아직까지 기술개발 및 시험 단계
- (전망) 전문 물류기업 주도하에 기존 인프라에 변화를 주지 않거나 최소화하면서, 24시간 작업이 가능한 물류로봇의 단계적 도입 추진이 예상됨
- 한화(기계부문), 칼텍, 한성웰텍, 엔스퀘어 등 다수기업이 물류센터/창고를 위한 자동화 솔루션 사업화
- (CJ대한통운) 종합물류연구원에서 자율주행 물류로봇(최대 500kg, 1m/s)을 개발 (전자부품연구원/KAIST/엔스퀘어 공동개발)하여 물류센터에서 시험 중

[물류센터/공장물류 로봇 관련 국내 기업 현황]

분류	관련 기업			
	한화(기계부문)	칼텍	한성웰텍	엔스퀘어
물류센터/창고 자동화 솔루션				
물류로봇	CJ대한통운	코어벨	마로로봇테크	포테닛(주)
				

* 출처: 한국사업기술평가관리원, '물류로봇 기술동향 및 향후전망(17.7.)'

◎ 기타 국내 R&D 및 기업 사례

- 피킹 기능을 가진 물류로봇, 재고관리 로봇 관련 업체는 없음
- (와이에스티티) 기계·설비·자동차 및 공업용로 제조업체이며, 무인 이송 등 스마트공장 솔루션 개발을 통해 자율주행 로봇과 협업로봇을 활용한 로봇 자동화 시스템 기업으로 변모 중
 - 인천공항 CIP라운지 내부를 돌아다니며 이용객에게 물품을 제공해주는 자율주행로봇을 도입, 시범 운용 중
- (디엠테크놀러지) 산업용로봇/자동화기기 제조 등 산업용 로봇 제조업체이며, 고속정밀이송용 갠트리로봇 개발과 상용화 성공
 - 고속정밀이송용 갠트리로봇은 전자, 반도체 산업의 클린룸 환경에 적용할 수 있는 리니어모터 기반의 신제품. 두산·현대위아 등 제조 공장 생산설비에 독자적으로 생산 로봇 제품을 납품하고 있으며 현재는 중국 시장 진출을 위한 판로를 개척 중
- (엔티로봇) 주요 제품으로 무인 물류운반 로봇, 착용형 보행로봇, 고속 외관검사 로봇 등 생산
 - 병원에서 열액 등의 의료 검체, 수술도구, 의료품, 의약품, 폐기물 등의 다양한 물류를 운반해 주는 물류운반 로봇(모델명: Sbot2-MD) 개발. 별도의 가이드라인 없이 자율주행하며 장애물 회피 가능
- (유진로봇) 청소로봇 아이클레보 시리즈를 비롯해 배달 서비스 로봇 고카트, 모바일 플랫폼 터틀봇 등을 생산
 - 독자적인 기술력인 자율주행솔루션을 탑재한 '고카트'는 스스로 엘리베이터를 호출해 층간 이동 및 자동문 통과가 가능하며, 복잡한 동선을 가진 병원이나 호텔, 폭이 좁은 양로시설 등에서 활용
- (원에이지브이) 80~90%를 수입(일본, 스웨덴 등)에 의존하는 AGV 시장에서 핵심부품 및 기술을 자체개발, 수입품 대비 절반 가격을 형성해 경쟁력 확보
 - 자기 유도형 무인 운반차에는 전용 제어기, 유지·보수 SW, 주소 태크로 100여 개 이상 코스 입력 가능한 주소 레이저, 상하 이동형 RDD가 탑재되었으며, 무인 운반차 제작에 관한 독보적인 핵심 기술을 확보하고 산업 현장 맞춤형 부품을 직접 개발해 적재 능력이 뛰어난 무인 운반차를 생산
- (한컴로보틱스) 산업용로봇/ 서비스로봇/ 통신기기/ 방송장비 제조 업체, 팔레트에 박스별로 구분 적재 가능한 로봇 시스템 및 물류이송에 사용되는 무인운반차(최대 250kg/500kg)를 개발
 - 2018년 예상 매출액은 약 80억원 정도이며, 한컴 MDS는 한컴로보틱스를 인수하여 지능형 로봇사업 체계 확립계획

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[국내 물류 배송 지능형 로봇 기술개발 기관]

기관	소속	연구분야
한국기계연구원	첨단생산장비연구본부	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단 산업용 로봇기술 • 인간-로봇의 협력 기술 • 고효율 구동장치 및 센서기술
한국과학기술원	기계제어 연구실	<ul style="list-style-type: none"> • optimal control • neural network • fuzzy control • sliding mode control
한국전자기술연구원	IT융합부품연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 무선통신 및 광통신 부품 (안테나, RF필터, FEM, RFIC, RF모듈 등) • 5G/B5G RF부품 및 무선 플랫폼 • RF Radar 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- (한국기계연구원) 자율 모바일 플랫폼을 활용한 협업 물류 로봇 개발
 - 사람이 로봇에 올려놓은 물품을 로봇이 목적지까지 이송하는 협업 시스템에서, 플랫폼의 기구적인 설계, 제어, 자율주행 기술을 포함
 - (설계) 물품의 적재 상태, 사용자의 신체적 특성에 따라 사용자가 쉽게 물품을 올리고 내릴 수 있도록 높이가 조절되는 특별한 기구부를 탑재하여 운용
 - (제어) 모바일 플랫폼의 이동과 관련된 제어 및 물품의 탑재에 따른 불안정성을 안정화 시키는 제어 기술을 포함
 - (자율주행) 작업 환경 내의 지도 작성 및 위치 추정을 위한 SLAM(Simultaneous localization and mapping) 기술과 복잡한 환경에서 안전한 주행을 위한 장애물 회피 기술을 포함
- (한국과학기술원) 멀티모달인식 기반으로 일상생활환경의 다양한 물체를 파지 조작하고 도구 활용 작업이 가능한 로봇 작업 제어 기술 개발
 - RGB-D 카메라로부터 얻은 RGB-D 영상에서 사전 정보가 제공되지 않는 임의의 객체들을 분리하는 알고리즘을 개발
- (한국전자기술연구원) 특수환경 자율주행을 위한 로봇용 3차원 라이다 기술 개발
 - 라이다 센서를 이루는 핵심모듈을 개발하고, 상용화를 위한 온도, 진동, 충격 등 로봇 자율주행으로 활용가능한 수준의 신뢰성을 동시에 확보 및 라이다 센서의 핵심 기술인 펄스레이저 구동모듈과, 광학계, 수광 및 신호처리에 대해 측정거리 50m레이저 센서 구현을 목표

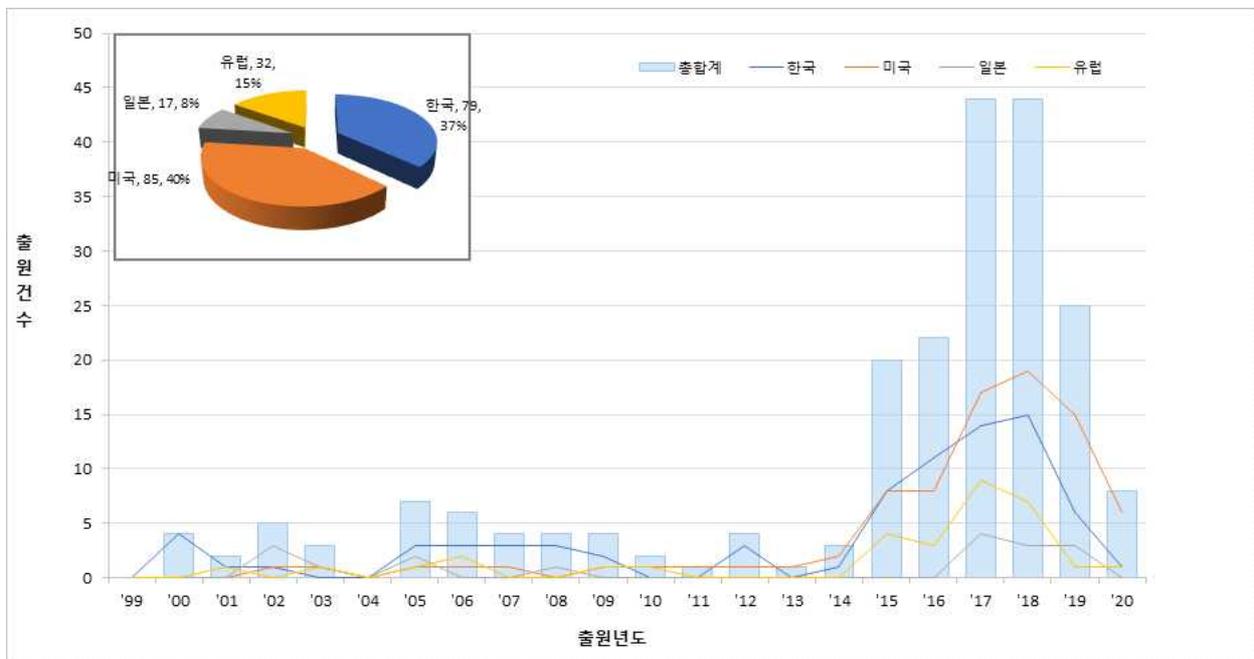
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 물류 배송 지능형로봇은 '15년부터 급격한/높은 성장/감소를 보임
 - 각 국가별로 살펴보면 미국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 미국이 전체의 40%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 물류 배송 지능형로봇 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 한국은 37%, 유럽은 15%, 일본은 8% 순으로 나타남

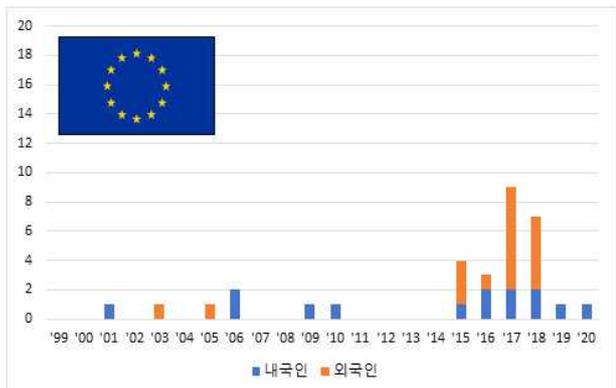
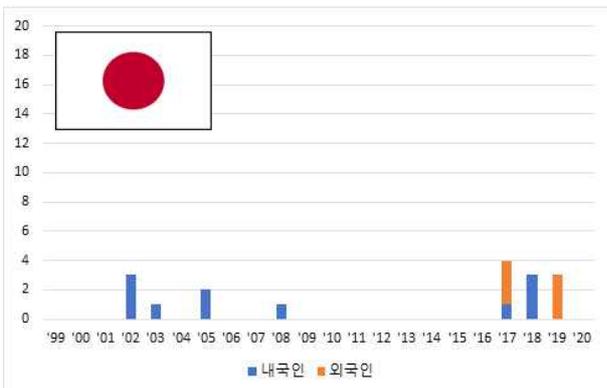
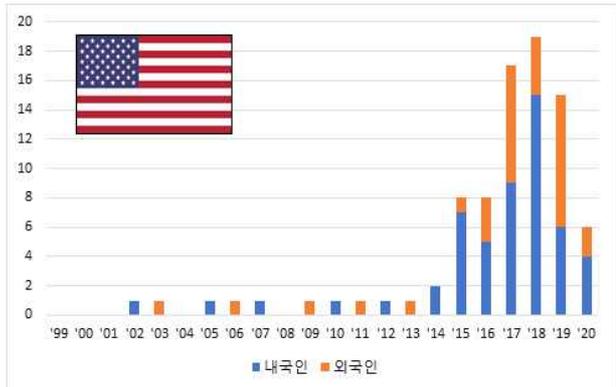
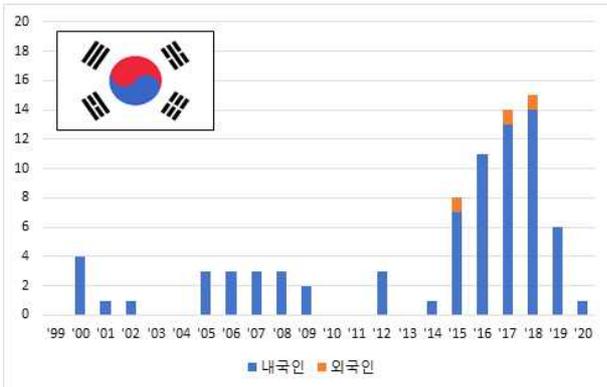
[물류 배송 지능형로봇 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, '15년부터 해당 기술의 출원이 급격히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 한국 기술의 양적 흐름은 미국과 상당히 유사
 - 미국의 출원 수에 비해 93% 정도의 수준을 보임
- 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 비중이 큰 것으로 나타남
- 유럽의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 낮은 것으로 보임
- 일본의 출원현황은 출원수가 매년 10건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 일본 시장에 대한 관심도가 낮은 것으로 보임

[국가별 출원현황]



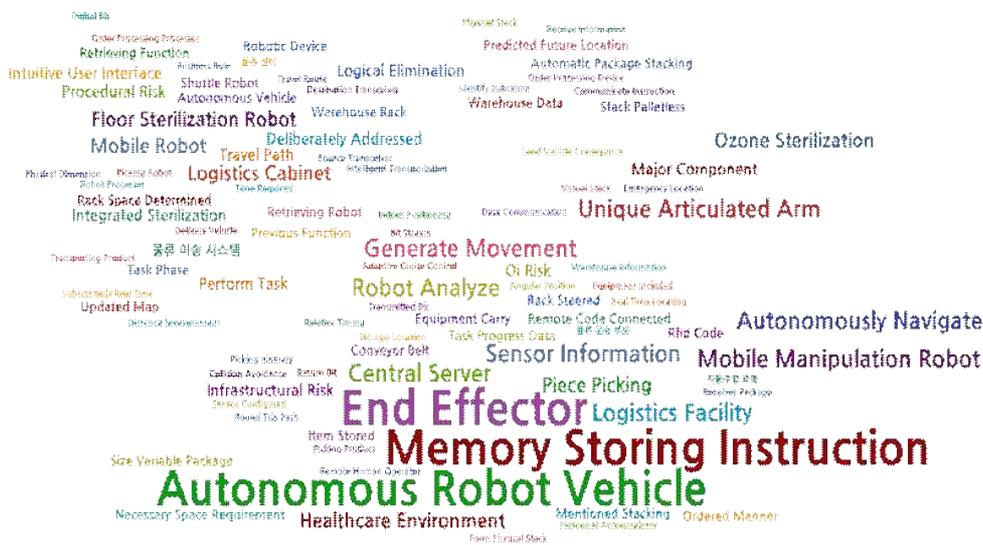
(3) 기술 집중도 분석

□ 전략제품에 대한 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행

- 전체 구간(1999년~2020년)에서 Autonomous Robot Vehicle, End Effector, Memory Storing Instruction 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때, 2구간(2016년~2020년)에서 Autonomous Robot Vehicle, Memory Storing Instruction, Floor Sterilization Robot 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아, 물류 배송 지능형로봇 분야에는 자율주행 지침 및 물류 이송과 동시에 위생관리 등 다른 업무를 병행할 수 있는 기술과 관련 연구개발이 활발한 것으로 추정

[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]

전체구간(1999년~2020년)



- Autonomous Robot Vehicle, End Effector, Memory Storing Instruction, Logistics Facility, Mobile Manipulation Robot, Central Server, Autonomously Navigate, Robot Analyze, Sensor Information, Generate Movement

최근구간(2012년~2020년)

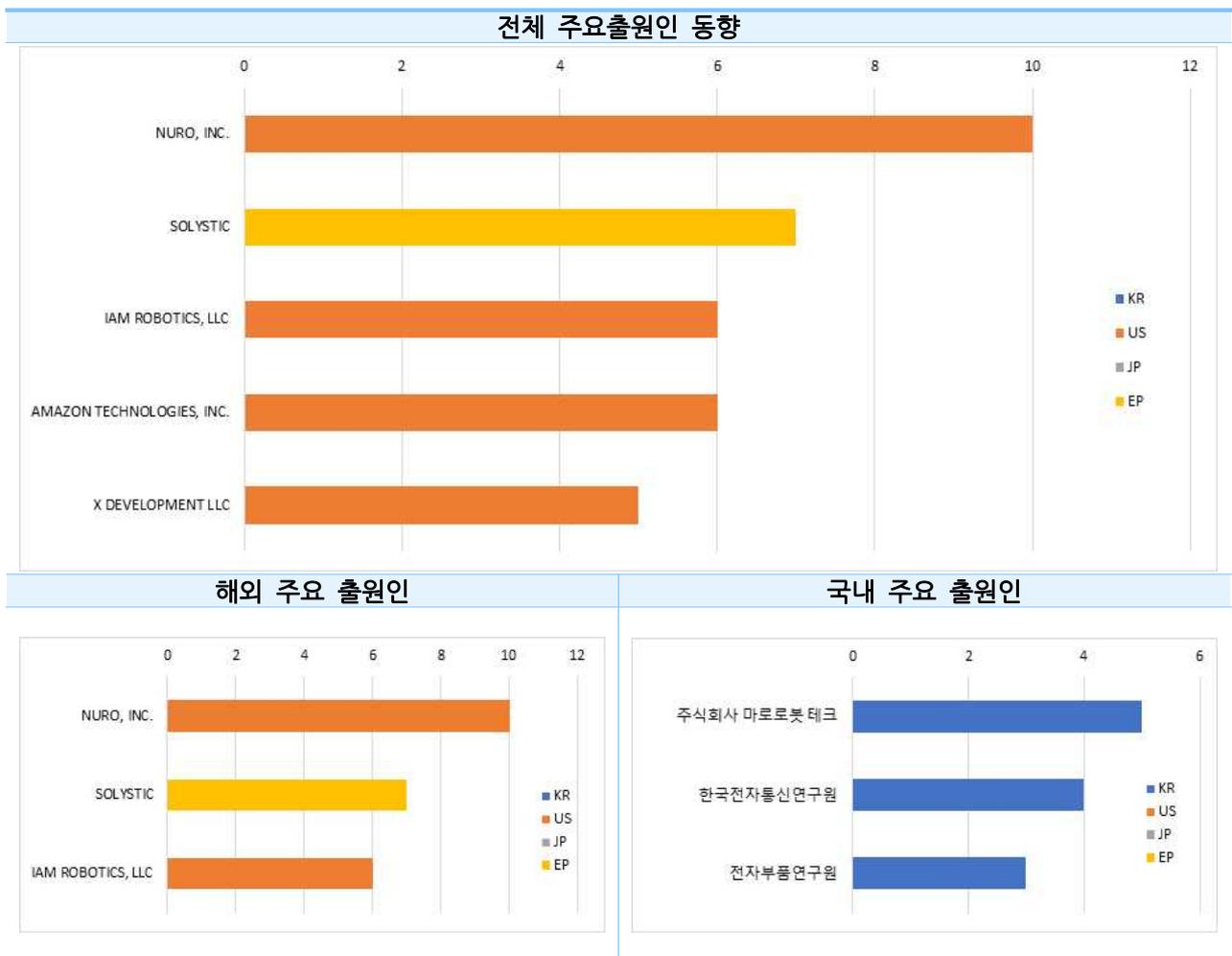
1구간(2012년~2015년)	2구간(2016년~2020년)

- Robotic Device, Logistics Facility, 물류 이송 시스템, Perform Task, Task Progress Data, Task Phase, Predicted Future Location, Updated Map, Piece Picking, Mobile Manipulation Robot
- Autonomous Robot Vehicle, Memory Storing Instruction, Logistics Cabinet, Ozone Sterilization, Floor Sterilization Robot, Healthcare Environment, Procedural Risk, Oi Risk, End Effector, Integrated Sterilization

나. 주요 출원인 분석

- 물류 배송 지능형로봇의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 미국 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 미국의 NURO, INC.인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 NURO, INC.의 출원은 미국에 집중된 경향을 보임
- 물류 배송 지능형로봇 관련 기술로 로봇분야를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 중소기업(개인), 연구기관/대학의 활발한 출원이 이루어짐

[물류 배송 지능형로봇 주요출원인]

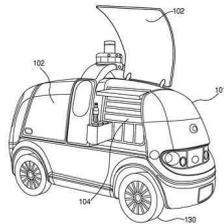
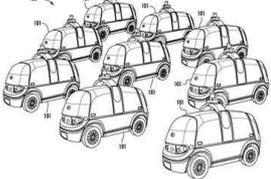
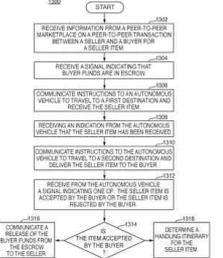
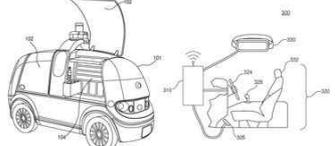
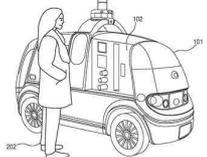


(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ NURO, INC.

- NURO, INC.는 미국 기업으로, 물류 배송 지능형로봇 기술과 관련하여 자율 주행 차량 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 자율 로봇 차량에 의한 P2P 거래에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[NURO, INC. 주요특허 리스트]

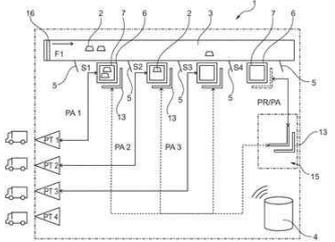
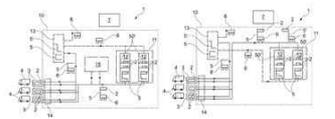
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10719805 (2018.10.12)	Autonomous robot vehicle with securable compartments	자율 주행 차량에 관한 것으로, 특히 고정 가능한 구획을 갖는 자율 로봇 차량	
US10486640 (2018.10.12)	Grocery delivery system having robot vehicles with temperature and humidity control compartments	창고 재고 작업, 가정용 진공 청소기, 병원 배달 로봇, 위생 로봇, 군사 또는 국방 응용 분야를 비롯한 다양한 용도로 사용되는 자율 로봇	
US10732629 (2018.07.27)	Systems and methods for fulfilling peer-to-peer transactions by autonomous robot vehicles	자율 주행 차량에 관한 것으로, 특히 자율 로봇 차량에 의한 P2P 거래를 수행하는 자율 차량 시스템 및 방법	
US10719078 (2018.07.27)	Systems and methods for augmented capabilities for remote operation of robot vehicles	비구조화 된 실외 환경 또는 폐쇄 환경에서 로봇 차량의 차량에 관한 것	
US10332065 (2018.07.27)	Fleet of robot vehicles for food product preparation	자율 주행 차에 관한 것으로, 특히 식품을 취급하고 배달하기위한 자율 주행 차	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ SOLYSTIC

- SOLYSTIC은 프랑스 기업으로, 물류 배송 지능형로봇 기술과 관련하여 소포들을 취급하는 장치 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 소포 물류 분류에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[SOLYSTIC 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10758944 (2017.11.03)	Equipment for handling parcels using shuttle robots that move bags or the like	소포들이 적재되는 적재점과 물류센터에서 소포들이 낙하되는 낙하점 사이에 소포들을 취급하는 장치	
US9845194 (2017.01.19)	Method of handling parcels by using shuttle carts, nesting racks, and lift trolleys having trays	중앙에 도착한 소포를 하역하는 하역 구역과 중앙에 도착한 소포가 서로 보관되는 소포 보관 구역이있는 소포 분류 물류 센터에서 소포를 취급하는 것에 관한 것	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

© IAM ROBOTICS, LLC

□ IAM ROBOTICS, LLC는 미국 기업으로, 물류 배송 지능형로봇 기술과 관련하여 물류 자동화 장비 시스템 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 물류 교환에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[IAM ROBOTICS, LLC 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US10147069 (2018.04.09)	System and method for piece picking or put-away with a mobile manipulation robot	랙 또는 선반과 같은 공통 인프라를 사용하는 저장 위치에서 항목을 자동으로 선택하고 항목을 교체하는 데 유용한 시스템, 장치 및 방법	
US9940604 (2017.10.09)	System and method for piece picking or put-away with a mobile robot	물류 설비 내에서 피스-픽킹(piece-picking) 또는 피스-퍼어웨이(piece-put-away)를 위한 방법 및 시스템	
US9519882 (2015.07.24)	Autonomous mobile bin storage and retrieval system	공급망, 제조 및 물류 자동화 장비 시스템	

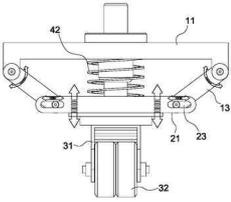
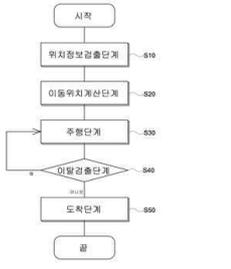
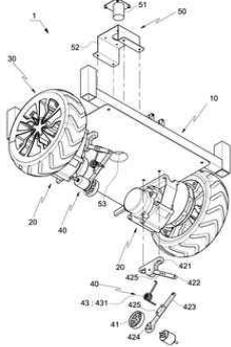
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 주식회사 마로로봇 테크

- 주식회사 마로로봇 테크는 물류 배송 지능형로봇 기술과 관련하여 물류이송로봇 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 물류이송로봇의 주행에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[주식회사 마로로봇 테크 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1977040 (2017.11.20)	높이보정부가 구비된 물류로봇용 보조캐스터(an auxiliary caster for a logistics robot equipped with a height correction part)	물류로봇의 주행시 바닥면의 높낮이가 다른 면에 진입할 경우 전방캐스터와 후방캐스터의 높낮이를 가변하여 물류로봇의 상부에 안착된 물류품이 기울어져 떨어지는 것을 미연에 방지하는 기술	
KR1801858 (2015.12.17)	바퀴구동용 물류이송로봇의 위치보정방법(logistics conveyance robot position calibration method of wheel drive)	정밀하게 물류이송로봇이 이동되도록 물류이송로봇의 이동시 위치감지와 이동경로를 재설정하는 총 3가지의 위치보정방법이 포함된 바퀴구동용 물류이송로봇의 위치보정방법	
KR1772631 (2015.12.11)	물류로봇용 위치보정 구동장치(logistics robot position correction driving device)	다양한 물류를 이동시키는 물류로봇이 정밀하게 직진이동되도록 구동바퀴의 내측에 지면에 접촉되는 로터리엔코더가 구비되고, 로터리엔코더의 불규칙한 센싱을 방지함과 더불어 충격이 차단되도록 로터리휠이 설치되는 연결부를 절첩되는 관절형상으로 형성되는 방법	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 한국전자통신연구원

- 한국전자통신연구원은 한국의 연구기관으로, 물류 배송 지능형로봇 기술과 관련하여 배달 로봇 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 프린터 출력물 배달 로봇에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[한국전자통신연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR0952469 (2007.12.17)	프린터 출력물을 배달하는 로봇 및 그 제어 방법(delivery robot for printed matter of printer and thereof control method)	사용자 컴퓨터와 네트워크로 연결된 프린터의 개별 출력물을 요청한 사용자 컴퓨터로 배달하는 프린터 출력물 배달 로봇 및 그 제어 방법에 관한 것	

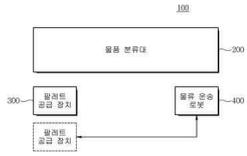
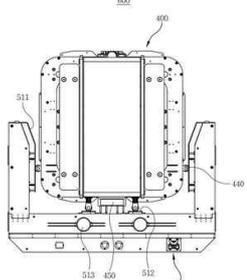
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 전자부품연구원

□ 전자부품연구원은 한국의 연구기관으로, 물류 배송 지능형로봇 기술과 관련하여 물류 자동화 시스템 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 자동으로 팔레트를 보관하고 공급하는 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[전자부품연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1875554 (2016.05.26)	팔레트 공급 장치 및 이를 이용한 물류 자동화 시스템(pallet feeding device and article automation system using the same)	자동으로 팔레트를 보관하고, 공급할 수 있는 팔레트 공급 장치 및 이를 이용한 물류 자동화 시스템	
KR2121354 (2016.05.26)	물류 운송 로봇 및 이를 위한 충전 시스템(distribution transport robot and charging system for the same)	물류 센터 내에서 충전 시설이 차지하는 공간을 최소화할 수 있는 물류 운송 로봇 및 이를 위한 충전 시스템에 관한 것	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- 물류 배송 지능형로봇관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.14로 물류 배송 지능형로봇 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.6으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입이 용이하다고 판단됨

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	NURO, INC.(미국)	10	4.7%	0.05	1
	SOLYSTIC(프랑스)	7	3.3%	0.08	2
	IAM ROBOTICS, LLC(미국)	6	2.8%	0.11	3
	AMAZON TECHNOLOGIES, INC.(미국)	6	2.8%	0.14	4
	X DEVELOPMENT LLC(미국)	5	2.3%	0.16	5
	주식회사 마로로봇 테크(한국)	5	2.3%	0.18	6
	LOCUS ROBOTICS CORP.(미국)	5	2.3%	0.21	7
	한국전자통신연구원(한국)	4	1.9%	0.23	8
	전자부품연구원(한국)	3	1.4%	0.24	9
	주식회사 신성에프에이(한국)	3	1.4%	0.25	10
전체	213	100%	CR4=0.14		
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	46	59.7%	0.60	
	대기업	14	18.2%		
	연구기관/대학	17	22.1%		
	전체	77	100%	CR중소기업=0.60	

(2) 특허소송 현황 분석

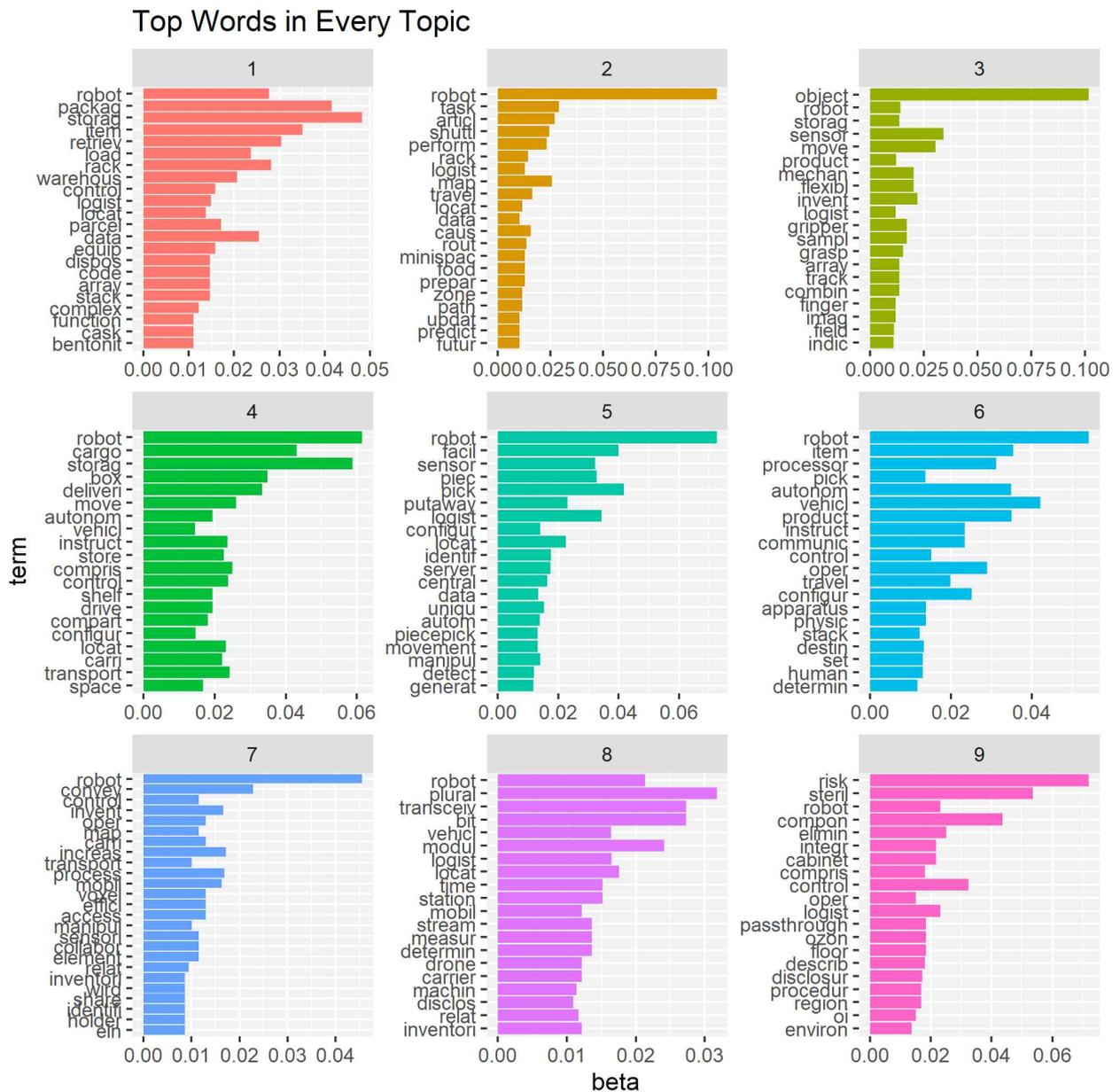
- 물류 배송 지능형로봇 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
 - 다만, 물류 배송을 이용하지 않는 보안, 의료 등 타분야와 관련해서는 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 117개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[물류 배송 지능형 로봇에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA⁴⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	storage, package, item, retrieve, rack, robot, data, load, warehouse, parcel	<ul style="list-style-type: none"> Storage robotic vehicle and storage for disposal site of spent nuclear fuel containing the storage robotic vehicle Method for placing a palletless goods package in a stock shelf and delivering therefrom and for controlling logistics of packages 	물품 진열 및 재고 관리 로봇 시스템 기술
클러스터 02	robot, task, article, map, shuttle, perform, travel, cause, rack, route	<ul style="list-style-type: none"> Dynamic layout management for robotics warehouse system Robotic shuttle system for logistics and control method thereof 	물류 핸들링 로봇 지능형 제어기 기술
클러스터 03	object, sensor, move, invent, flexible, mechanic, gripper, sample, grasp, robot	<ul style="list-style-type: none"> Elastic corrugated pipe single-acting cylinder-driven mechanical gripper with series-connection plate spring framework Method for modelling and calculation of the uncertainty of a pose of an object in space 	-
클러스터 04	convey, plural, box, cargo, robot, module, storage, fetch, item, vehicle	<ul style="list-style-type: none"> Method of robotic transport of goods Robot for transporting cargo boxes 	-
클러스터 05	robot, pick, facility, logistic, piece, sensor, putaway, locate, identify, server	<ul style="list-style-type: none"> Device for automatic management of renting and keeping cycles or electric bikes System and method for piece picking or put-away with a mobile manipulation robot 	-
클러스터 06	robot, vehicle, item, product, autonomous, processor, operate, configure, communicate, instruct	<ul style="list-style-type: none"> Method and apparatus for picking products Systems and methods for fulfilling peer-to-peer transactions by autonomous robot vehicles 	-
클러스터 07	robot, convey, increase, process, invent, mobile, voxel, operate, carriage, access	<ul style="list-style-type: none"> Method for securing a mobile logistics robot by comparison with a reference scenario Method for dynamic automation using collaborative elements, and control system therefor 	실내외 경로계획 및 운동제어 기술
클러스터 08	plural, bit, transceive, module, robot, locate, logistic, vehicle, station, time	<ul style="list-style-type: none"> Method of and system for determining the delay of digital signals Wireless control of tightly spaced machines 	-
클러스터 09	risk, sterile, component, control, eliminate, logistic, robot, integrate, cabinet, floor	<ul style="list-style-type: none"> Integrated operating room sterilization system - design and components Object location method, device and storage medium based on image segmentation 	-

4) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

□ 물류 배송 지능형로봇 관련 특허에서 총 10개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B25J) 메니플레이터(manipulator); 메니플레이터 장치를 갖는 실(室)	• (B25J-009) 프로그램 제어 메니플레이터	염가형 실내외 자율주행 센서 기술
	• (B25J-005) 차 또는 휠에 설치되어 있는 메니플레이터	-
	• (B25J-011) 타류에 속하지 않는 메니플레이터	-
(B65G) 운반 또는 저장 장치, 예. 하적 또는 포장 풀기용 컨베이어(CONVEYORS); 공장 컨베이어 시스템 또는 공기 튜브 컨베이어	• (B65G-001) 창고 또는 매거진(magazin)내에의 개개 또는 순서있는 배열, 물품의 저장	물품 진열 및 재고 관리 로봇 시스템 기술
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-019) 프로그램제어계	실내외 경로계획 및 운동제어 기술
(G05D) 비전기적 변량의 제어 또는 조정계	• (G05D-001) 육용, 수용, 공중용, 우주용 운행체의 위치, 진로, 고도 또는 자세의 제어, 예. 자동조종	-
(G06F) 전기에 의한 디지털 데이터처리	• (G06F-007) 취급하는 데이터의 순서 또는 내용을 조작하여 데이터를 처리하기 위한 방법 또는 장치	-
(G06Q) 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법; 그 밖에 분류되지 않는 관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 시스템 또는 방법	• (G06Q-010) 경영; 관리	로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 기술
	• (G06Q-050) 특정 사업 부문에 특히 적합한 시스템 또는 방법, 예. 공익사업 또는 관광	-
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	• (H01L-021) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	-

라. 최종 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[물류 배송 지능형 로봇 분야 요소기술 도출]

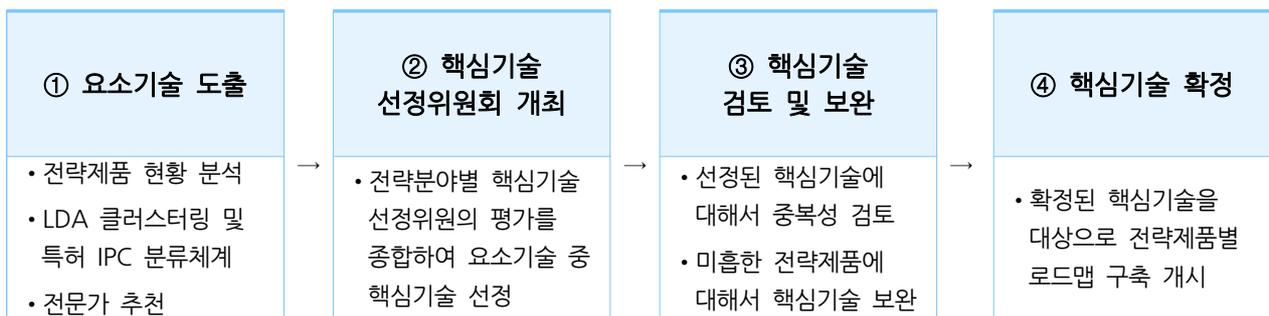
요소기술	출처
유니버설 파지 기술	전문가추천
물류 핸들링 로봇 지능형 제어기 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 기술	IPC 기술체계, 전문가추천
염가형 실내외 자율주행 센서 기술	IPC 기술체계, 전문가추천
실내외 경로계획 및 운동제어 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
물품 진열 및 재고 관리 로봇 시스템 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
국제 표준(ISO 13482)을 만족한 안전 기술	전문가추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[물류 배송 지능형 로봇 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
실내외 경로계획 및 운동제어 기술	• 다중로봇 배송 시스템을 위한 실내외 환경 모델링을 이용하여 경로계획 및 안정적 운동제어 기술
국제 표준(ISO 13482)을 만족한 안전기술	• ISO 13482(개인지원 로봇 안전) 국제표준의 기준을 적용하여 설계한 제품 안전기술
유니버설 파지 기술	• 다양한 물품을 대상으로 고속의 안정적인 파지가 가능한 유니버설 파지 기술
염가형 실내외 자율주행 센서 기술	• 모바일 로봇의 실내외 자율주행을 위한 염가형 센서 및 관련 알고리즘의 SoC(System on Chip)화 기술
로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 기술	• 로봇 이동/운영/협력 작업 시뮬레이터 구현 기능 분석을 통한 개발 사양 및 아키텍처 구축 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 실적용 환경 맞춤형 물류로봇 기술 개발 및 실증 사업에 집중
- 제조 및 판매와 함께 서비스업 진출에도 힘써, 중장기 사업화 모델을 구축
- 물류 경쟁력 확보를 위한 인공지능 기술 적용, 자동화 등 효율적인 시스템 구축 필요

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[물류 배송 지능형 로봇 분야 중기 기술개발 로드맵]

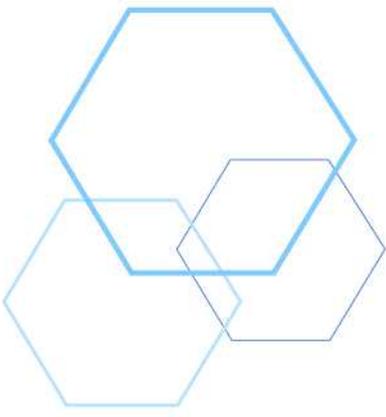
물류 배송 지능형 로봇	인공지능 기술을 적용한 실환경 맞춤형 물류로봇 및 통합운영 시스템 기술의 상용화			최종 목표
	2021년	2022년	2023년	
실내외 경로계획 및 운동제어 기술				다중로봇 실내외 경로계획 및 운동제어 기술 개발
국제 표준(ISO 13482)을 만족한 안전기술				개발 제품의 ISO 13482 인증 취득
유니버설 파지 기술				공산품/일상 생활 물품 1000종 이상 안정적 파지 가능
염가형 실내외 자율주행 센서 기술				센서융합을 통한 실내외 환경에서 강인한 염가형 센서 개발
로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 기술				다중 물류 핸들링 로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 개발

(2) 기술개발 목표

최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[물류 배송 지능형 로봇 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
실내외 경로계획 및 운동제어 기술	실내외 환경에서 효율적 경로계획 및 운동 제어 기술	주행 환경 및 상황정보 인식 기술 개발	배송 로봇의 효율적 경로계획 및 운동제어 기술 개발	효율적 협업이 가능한 다중로봇 배송 시스템 개발	다중로봇 실내외 경로계획 및 운동제어 기술 개발	중소기업 기술혁신개발사업
국제 표준(ISO 13482)을 만족한 안전기술	ISO 13482 안전기준 적용 제품 개발 기술	ISO 13482를 적용한 제품 설계	ISO 13482기준 평가시험 수행	국내 ISO 13482 시범인증 취득	개발 제품의 ISO 13482 인증 취득	중소기업 기술혁신개발사업 / 상용화기술개발사업
유니버설 파지 기술	다양한 형태의 물품 파지 기술	공산품 10여종	공산품/일상 생활 물품 100종	공산품/일상 생활 물품 500종	공산품/일상 생활 물품 1000종 이상 안정적 파지 가능	중소기업 기술혁신개발사업
염가형 실내외 자율주행 센서 기술	멀티스펙트럼 센서융합을 통해 실내외 강인한 염가형 센서 개발 기술	자율주행을 위한 환경데이터 처리 및 SoC화 기술 개발	염가형 자율주행 센서 SoC화 및 통합 기술 개발	염가형 자율주행 센서 적용 검증/평가	센서융합을 통한 실내외 환경에서 강인한 염가형 센서 개발	중소기업 기술혁신개발사업
로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 기술	작업환경 시뮬레이터 구축 및 다중 로봇 동시 운영 기술	물류 핸들링 작업 환경 시뮬레이터 구축	다중 물류 로봇 제어 응용 기술 개발	지능형 제어기 및 시뮬레이터 연계기술 개발	다중 물류 핸들링 로봇 통합 운영 시뮬레이터 및 관제 시스템 개발	중소기업 기술혁신개발사업



전략제품 현황분석

협업형 산업현장 작업지원 로봇



협업형 산업현장 작업지원 로봇

정의 및 범위

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 지능화된 인지·파지 기술을 융합한 제조로봇을 기반으로 자동화가 어려운 고난도 가공·조립 공정을 로봇으로 대체하거나 작업자와 협업을 통해 생산성을 향상시키는 로봇
- 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술은 기구 모듈 기술, 제어 기술, 인터페이스 기술, 작업 지능 기술, 안전 기술, 응용 및 평가 기술 등을 포함

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 세계 협동로봇 시장은 2018년 6억 5,000만 달러 규모로 평가되었으며 연평균 44.6% 성장하여 2024년 59억 4,200만 달러에 이를 것으로 전망됨 • (국내) 국내 협동로봇 시장은 2018년 339억 원에서 연평균 43.1%로 성장 2024년 2,914억 원 규모로 급격히 성장 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 코로나-19로 인해 제조 산업 영역에서 기존의 생산기지의 글로벌화가 크게 타격을 입으면서 기업이 위치한 지역 및 자국 중심으로 밸류 체인(Value Chain)이 강화되는 추세 • 노동인력, 생산 환경의 변화 및 제조업의 부활로 인해 로봇의 수요 증가
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 2019년 발표한 '제3차 지능형 로봇 보급계획'에서 정부가 뿌리, 섬유, 식음료 등 3대 업종을 중심으로 제조로봇 확대 보급을 실시해 2023년 산업용 로봇 누적 70만대를 공급할 계획이며, 업종별·공정별로 108개 로봇 활용 모델을 선행 개발해 보급할 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • Rethink Robotics의 협동로봇인 Baxter를 활용해 인간 관찰자의 뇌에서 발생하는 이상 패턴인 'ErrP(Error-related Potential)'를 학습하는 기술을 개발 • 협동로봇이 사람과 작업 영역을 공유하는 이상 접촉이나 충돌 등의 위험은 항상 있으므로 이를 충분히 고려하여 독자적인 안전 설계를 기반으로 한 로봇 개발
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) Universal Robots, Rethink Robotics, ABB, Fanuc, KUKA • (국내) 현대로보틱스, 한화, 두산, 뉴로메카, 푸른기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀모터 및 스마트 액추에이터 기술 • 로봇-사용자 간 상호작용 기술 • 작업지원로봇 안전기술 • 개방형 협업로봇 제어기 기술 • 3D 환경인지 기술

중소기업 기술개발 전략

- 지속적 기술 개발을 통해 저가형 협동로봇에 대한 확실한 강점 보유
- 핵심부품 국산화와 신뢰도 향상을 통한 가격 경쟁력 및 S/W 경쟁력 확보
- 다양한 환경과 분야에서 유연하게 사용 가능한 솔루션 개발 및 보급 필요
- 정교한 작업이 요구되는 생산 공정에서는 난이도 높은 기술 개발이 필요
- 모듈러 로봇이 제조 업계에서 점점 더 많이 사용될 것으로 예상되기에 개발 필요
- 작업자가 로봇을 제어하는 BCI 기술이 적용된 로봇 개발 필요

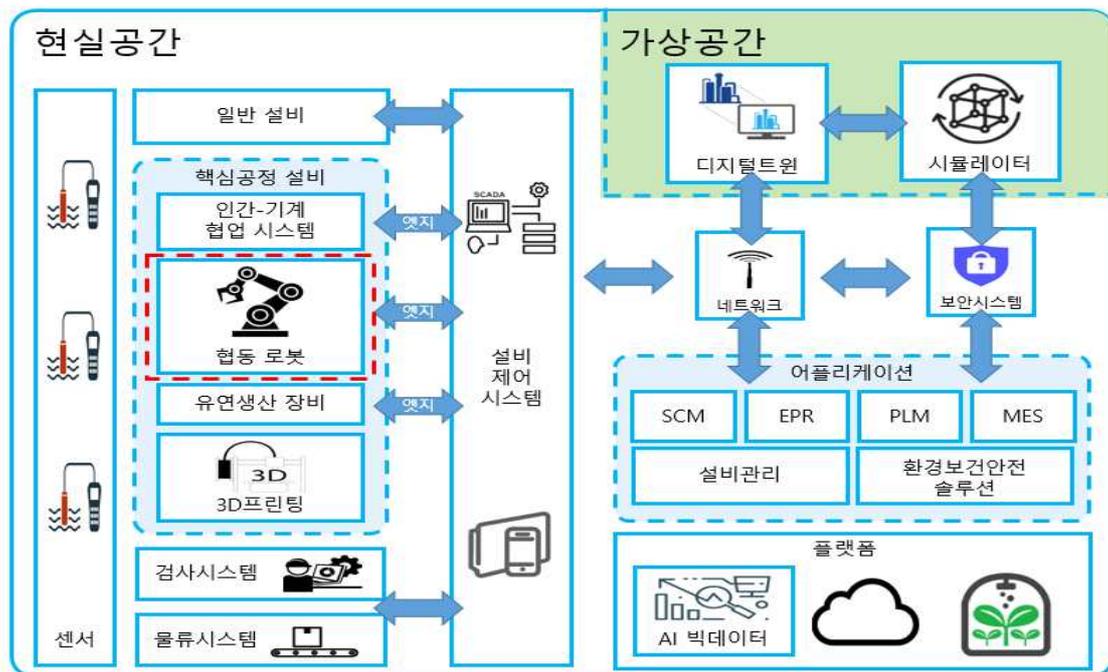
1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 지능화된 인지·파지 기술을 융합한 제조로봇을 기반으로 자동화가 어려운 고난도 가공·조립 공정을 로봇으로 대체하거나 작업자와 협업을 통해 생산성을 향상하는 로봇
 - 협동로봇(Collaborative robot)은 ‘Cobot’이라고도 하며, 인간과 로봇의 공유 작업공간에서 인간과 물리적으로 상호작용하는 로봇을 의미
 - 협동로봇은 인간과의 직접적인 상호 작용을 위해 설계된 로봇이며, 일반 로봇은 다소 자율적으로 움직이도록 만들어졌으나 협동로봇은 사람이 어떤 작업을 성공적으로 수행 가능
 - 펜스 안에서 홀로 작업하던 로봇이 인간과 같은 공간에서 작업한다는 의미이기 때문에 협업로봇이 아닌 협동로봇으로 표현
 - 한국로봇산업협회는 국제표준 ISO 10218-1의 한글화 작업에서 협동로봇으로 번역하였고, 한국기술표준원은 국내표준 KSB ISO 10218-1에서 협동로봇으로 통일
 - 기존의 산업용 로봇과는 달리 쉬운 작업 교시 기능을 갖추어서 복잡한 프로그래밍이 없이도 직접 혹은 그래픽 기반의 입력으로 로봇에게 작업을 명령 가능

[스마트제조에서 협업형 산업현장 작업지원 로봇의 위치]



* 출처: 'AIBM-스마트 제조와 인공지능(2020.07.11.)', Simple AI

□ 전통적인 산업용 로봇과 협동로봇의 지속적 기술 성장 요구

- 제조용 로봇은 용도에 따라 이적재용 로봇, 공작물 탈착용 로봇, 용접용 로봇, 조립 및 분해용 로봇, 가공용 및 표면처리 로봇, 바이오 공정용 로봇, 시험 검사용 로봇, 기타 제조업용 로봇 등으로 구분
- 전통적인 산업용 로봇은 단일 품목의 대량 생산 공정, 장기적 생산 공정, 속도가 빠르고 가반하중이 큰 작업에 유리하고, 협동로봇은 다품종 소량 생산 공정, 단기적 생산 공정, 인간 로봇 협동 생산 공정과 가반하중이 작은 작업 등에 적합

[전통적 산업용 로봇과 협동로봇의 비교]

구분	전통적 산업용 로봇	협동로봇
비용	고가	저가 (약 25% 수준)
프로그래밍	어렵고, 단일 운용 제한	쉽고, 응용 용이
속도	빠름	느림
안전	위험 (안전장치 필수)	안전
공간 점유율	높음	낮음
설치 위치	제한적, 고정	다중, 이동 가능
운용 융통성	낮음	높음
재사용성	제한적	높음
자금회수기간	장기	단기
개발 키포인트	정확성, 반복정밀도	유연성, 쉬운 사용

* 출처: Technavio, Humarobotics 등

[전통적 산업용 로봇(좌)과 협동로봇(우)의 차이]

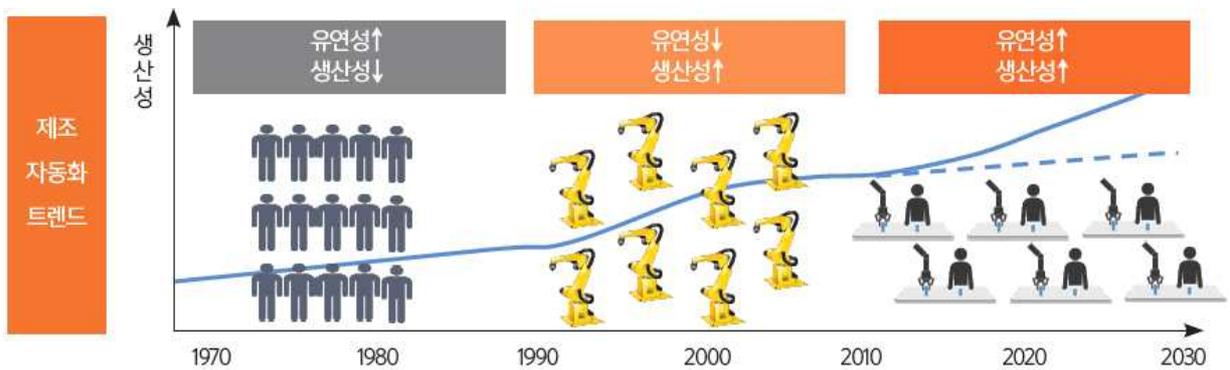


* 출처: 로봇신문사(2017.07.04.), Manufacturing.com(2016.02.25.)

(2) 필요성

- 기술의 발전과 함께 기존 인간의 노동을 대체하는 개념의 로봇이 아닌 인간과 협력이 가능한 협동로봇에 대한 산업현장의 수요가 급격히 증가하는 추세
 - (작업공간 공유) 안전펜스가 없어도 되기 때문에, 사람이 작업하는 곳 어디든 설치가 가능해 기존 산업용 로봇과 달리 설치 공간의 제약이 사라졌으며, 설치공간의 절감 효과가 발생
 - (최적화) 비용·생산성·유연성의 관점에서 일반 노동자나 자동화 로봇을 통해서는 얻기 어려운 분야에서 산업 효율성을 증대
 - 일반 노동자는 대상 작업에 대해 유연성이 높고 생산성이 낮은 반면, 산업용 로봇은 유연성이 낮고 생산성이 높은 특징을 보유

[제조 자동화 트렌드]



* 출처: 협동로봇의 현황과 전망(2017 Global Smart Factory Conference 발표자료, 정용복)

- 협업로봇은 생산성 향상에 기여하고 위험성이 높은 작업 가능
 - 협업로봇은 섬세한 작업에서부터 사람이 하기 힘든 위험하고 힘든 작업까지 가능하여 작업자들은 안전한 환경에서 위험부담이 없는 작업 처리
 - 생산라인에 산업용 협업로봇을 도입하면 작업의 흐름이 끊기지 않기 때문에 생산공정에서 발생하는 손실을 최소화
- 고령화, 4차 산업혁명의 대두라는 사회적 트렌드에 맞춰 인간과 기계의 융합·협력이 강조
 - 산업 경쟁력을 향상시킴과 동시에 기계와 인간의 공존을 추구할 수 있는 혁신 융합 기술이라는 점에서 협동로봇은 향후 지속적으로 그 활용 가능성이 증대
 - 기술의 발전과 함께 기존 인간의 노동을 대체하는 개념의 로봇이 아닌 인간과 협력이 가능한 협동로봇 개념이 산업현장에서 각광받음
 - 저출산·고령화 사회 및 이미 고령화 사회에 접어든 산업 고도화 선진국에서의 임금 상승 및 인력 부족, 그로 인한 낮은 노동생산성을 극복할 수 있는 대안
 - 급격한 성장이 예측되는 혁신 융합기술 분야인 만큼 관련 원천기술 확보를 위한 얼라이언스 구축 등의 노력이 필요

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 전방산업으로 자동차, 전자, 금속 및 기계, 식품 및 음료, 가구 및 비품, 플라스틱 및 폴리머, 제약 및 화학 산업과 같은 전반적인 제조업과 연관관계가 있으며, 후방산업으로는 액추에이터, 센서, 제어, 통신, 시스템 설계 등과 연관되어 있는 구조
 - 전방산업인 제조업의 지속적인 성장에 따라 협동로봇 산업이 활성화되고, 로봇을 구성하는 액추에이터, 센서, 제어기, 통신 모듈 등과 같은 후방산업의 성장 및 투자 효과 기대

[협업형 산업현장 작업지원 로봇의 산업구조]

후방산업	협업형 산업현장 작업지원 로봇	전방산업
모터, 스마트액추에이터, 감속기, 센서, 구동, 모션 제어, 통신 제어, 시스템 설계, 공압, 비전, 인식, 소프트웨어, 소재, 제품 디자인 등	액추에이터 및 제어기 모듈, 단팔/양팔 수직다관절/스카라 로봇, 엔드이펙터, 교시장치(티칭패드), 협동로봇 응용 서비스	자동차, 조선, 전자, 금속 및 기계, 식품 및 음료, 가구 및 비품, 플라스틱 및 폴리머, 제약 및 화학, 농수산 산업 등

(2) 제품의 분류

◎ 협동 방식별 분류

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 협동 방식에 따라 크게 4가지 카테고리로 분류되며, 최근 'Power&Force Limiting' 관련 기술의 급격한 발전에 따라 협동로봇의 상용화가 활발히 이루어지는 중

[협동 방식별 분류]

전략품목	협동 방식	세부기술
협업형 산업현장 작업지원 로봇	Safety-rated Monitored Stop	• 작업영역에 사람이 없을 경우에 한해서만 일반 산업용 로봇(non-collaborative robot)처럼 작동하는 로봇
	Hand guiding	• 사람이 수작업 장치(handoperated device)를 사용하여 이용하는 로봇
	Speed & Separation Monitoring	• 로봇과 사람 사이의 거리를 모니터링하며, 안전거리를 확보하며 작업하는 로봇
	Power & Force Limiting	• 일정 값의 동력 또는 힘이 감지되면 로봇이 즉각 작동을 멈춤으로써 사람의 상해를 방지하는 로봇

◎ 기술별 분류

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 기구 모듈, 제어 기술, 인터페이스, 작업 지능, 안전 기술, 응용 및 평가 등에 따라 다양한 기술로 분류
 - 기구 모듈 기술은 안전성과 포터블 기능을 가진 경량 로봇 기구부를 설계하는 기술로 모터, 감속기, 센서 등을 포함하고, 축수 및 연결방식에 따라 다양한 설계 가능
 - 제어 기술은 마이크로프로세서를 사용하여 로봇을 정확하게 구동하기 위한 알고리즘을 구현하기 위한 기술로, PID 피드백 제어, 적응 제어, 중력 보상, 역방향 기구학 기술 등을 포함
 - 인터페이스 기술은 쉬운 사용을 위해 사용자 친화적인 교시 장치, 스마트 인터페이스, 비프로그래밍 모션 학습, 신속 설치 및 캘리브레이션 등을 포함
 - 작업 지능 기술은 협동로봇의 지능 작업을 지원하기 위해 환경 정보 인식, 물체 인식, 모델 변경 대응 유연 작업 기술 등을 포함
 - 안전 기술은 인간과 로봇이 공유하는 작업 공간에서 안전을 제공하기 위해 인간-로봇 이격 거리 감지, 충돌 예측, 충돌 감지, 충격량 최소화 기술 등을 포함
 - 응용 및 평가 기술은 협동로봇의 공정 적용과 안전 평가를 위해 픽애플레이스, 조립, 포장, 핸들링, 머신 텐딩, 접착 및 용접, 품질 검사 등의 응용 기술과 위험성 평가, 안전성 검증 기술 등을 포함

[기술별 분류]

전략제품	기술	세부기술
협업형 산업현장 작업지원 로봇	기구 모듈 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 다자유도 경량 로봇 기구부 기술 • 모터, 감속기, 센서, 브레이크 일체 저동력 액추에이터 모듈 기술
	제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 피드백 제어, 적응 제어, 유연 개방형 로봇 제어기 기술 • 중력 보상, 역방향 기구학, 시뮬레이션 제어 기술
	인터페이스 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 친화형 교시 장치, 멀티모달 스마트 인터페이스 기술 • 모션 학습 제어, 신속 설치 및 캘리브레이션 기술
	작업 지능 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 비전 시스템, 환경 정보 인식 및 물체 인식 지능 기술 • 모델 변경에 대응 가능한 유연 작업 기술
	안전 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 인간-로봇 간 근접거리 모니터링, 작업 공간 감지 기술 • 충돌 감지 및 충격량 최소화, 협동로봇 안전요구조건 적용 기술
	응용 및 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 픽애플레이스, 조립, 포장, 핸들링, 머신 텐딩, 품질 검사 기술 • 인간 로봇 협동 작업 상황 위험성 평가 및 안전성 검증 기술

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 협업형 산업현장 작업지원 로봇을 통한 제조 효율성 증대

- 최근에는 코로나-19로 인해 제조 산업 영역에서 기존의 생산기지의 글로벌화가 크게 타격을 입으면서 기업이 위치한 지역 내지 자국 중심으로 밸류 체인(Value Chain)이 강화되는 추세
 - 이렇게 되면 제조 비용이 지속적으로 증가하게 되고 생산 인력은 감소하므로 기업들은 생산성을 제고하기 위하여 로봇 도입을 고려하게 되는데, 이것이 로봇 수요의 증가와 도입을 촉진하는 역할을 함
- 공장이나 창고에서 인공지능을 통한 자동화가 급진전되면서 컨베이어 벨트, 일관 공정 작업 등의 맨 마지막 단계에서 대규모로 활용될 것이며, 유연 생산 시스템 도입에 따른 물류 수요에 따라 더욱 더 사용처가 늘어날 것으로 예상
- 인간-로봇 협력 생산을 통한 공정 유연성의 극대화
 - 정교한 작업이 요구되는 생산 공정에서는 로봇 메커니즘 기술 및 센서 기술뿐만 아니라 학습되지 않은 작업 환경에 적용할 수 있는 작업지능 기술 등 난이도 높은 기술 개발 필요
 - 생산라인의 자동화 수요에 대응하기 위해 인간과 함께 배치되어 작업할 수 있는 협동로봇이 대안으로 부각
 - 인간이 작업하는 것이 효율적인 공정은 인간 작업자가 수행하고, 나머지 공정은 로봇이 수행하는 효율적인 분업화 가능
 - 인간-로봇 협력생산은 완전무인화에 도달하기 위해 거쳐야 할 기술개발 단계이며, 단기간 내에 공정의 유연성을 높이기 위한 현실적인 솔루션
- 글로벌 제조 기업들의 협동로봇 도입을 통한 자동화 영역 확대
 - BMW는 의장 공정 작업에 협동로봇 UR10을 도입하여 안전펜스 없이 작업자와 협업할 수 있도록 적용하였으며, 품질 검사용 공정에도 확대 적용 예정
 - GE는 LED 조명 조립 공정에 협동로봇 Sawyer를 기존 공정 변경 없이 설치하여 계절별 생산 물량 변동이 큰 플랜트를 대상으로 확대 도입 추진
 - FANUC은 사출성형기를 제조하는 공정에 무거운 물건을 운반할 수 있는 자사의 CR-35iA를 도입하여 볼스크류에 베어링 부품을 압입하는 작업을 여성 작업자가 혼자 수행
 - P&G는 향수 샘플 제품 포장 공정에 협동로봇 UR5를 도입하여 컨베이어 픽앤플레이스(Pick&Place) 작업에 활용 중으로 공정 변화가 많은 다품종 소량 생산 공정에 확대 적용
 - 가와사키중공업의 duAro 양팔 협동로봇은 자동차와 전자산업용으로 개발했지만, 편의점용 주먹밥 포장 작업에 도입되어 활용되는 등 다양한 분야에서 활용

□ 조립 공정의 자동화와 생산성 향상 추진

- 대부분의 조립 공정은 주로 사람의 수작업 공정으로 구성되어 있고, 전체 조립 공정의 60~70%는 사람의 리소스가 낭비되거나 부가가치가 낮은 작업임에도 불구하고 자동화 및 협동로봇의 도입이 부족한 실정
- 협동로봇은 완전 자동화가 목표가 아니고, 사람과 함께 작업함으로써 리소스가 낭비되거나 부가가치가 낮은 20~30% 정도 생산 효율성을 향상
- 협동로봇을 단순반복 작업에 투입하고 숙련공은 더욱 부가가치 있는 작업에 투입하여 기업의 제조 경쟁력 확보가 가능

◎ 국내 중소기업의 시장 확대 전략

□ 외국계 대형 로봇 업체들이 제조용 로봇 분야를 선점하고 있어 전략적 기술 개발과 글로벌 경쟁력 제고로 국내 기업들의 시장 진출 및 확대가 필요

- 유럽과 일본의 주요 로봇 대형 제조사(ABB, FANUC, KUKA, YASKAWA 등)가 제조로봇 시장의 대부분을 차지할 정도로 시장 영향력이 막강
- 이들 제조사들은 ICT 기술과의 융복합을 통해 지능화, 고속화, 사용자 협업, 무인자동화, 에너지 효율화 등의 기술 개발을 통한 시장 확대를 추진 중
- 또한 소형 고속화를 통한 면적 절감 및 생산성 향상, 신뢰성 확보를 위한 인지 및 진단 기술 개발, 범용성 향상을 위한 다중 부품 대응과 고속 3D 비전 등의 기술 개발이 활발히 진행 중
- Universal Robots, Rethink Robotics 등에서 실험적으로 선보인 협동로봇이 KUKA, YASKAWA, FANUC 등 대부분의 로봇 제조사들과의 제품화 경쟁
- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 원천 기술을 보유하고 있는 유럽과 일본의 몇몇 메이저 업체들이 세계시장을 장악하고 있으며, 신기술 개발 및 ICT 기술과의 융합을 통해 지속적인 시장지배력 확대 필요

□ 제조업의 스마트화 정책에 따라 전통적인 산업용 로봇 수요의 지속과 중소기업 수작업 라인을 중심으로 협동로봇 수요의 증가가 예측됨에 따라 기존 산업용 로봇 메이저 업체들과의 차별화를 통한 전략적 기술 개발 접근 필요

□ 복잡한 조립 작업이나 유형화되지 않은 공정의 자동화 수요에 대한 대응 필요

- 용접 및 도장 공정의 경우 위치 정밀도가 중요하였으나, 부품 핸들링 및 조립 분야에서는 위치 정밀도만으로는 충분하지 않고, 힘/모멘트 제어 기능과 쉬운 티칭 기능 등이 요구
- 산업용 로봇을 적용한 기존 생산라인은 대부분 컨베이어 벨트 또는 팔레트 시스템을 도입한 경우로 조립 및 검사 등을 하나의 셀 단위로 수행하는 셀 공정의 자동화 요구에 대한 대응이 필요
- 수작업 라인을 포함하여 유형화, 체계화되지 않은 공정에 인간과 로봇의 작업 공간 공유로 협동 작업 수행을 통한 공정 유연성 확대 필요

◎ 국내외 산업 지원 정책

□ (해외) 국가적인 아젠다로 제조 분야와 협동로봇 발전전략 수립 및 연구개발 추진

- 독일은 2006년부터 첨단기술전략을 추진해 왔으며, 2011년 'Industrie 4.0' 전략을 첨단기술전략에 포함하여 4차 산업혁명에 대응
 - Industry 4.0은 센서, 로봇산업, 혁신 제조 공정, 물류 및 정보통신 기술을 핵심으로 지능형 생산시스템을 갖춘 스마트제조로의 진화를 추구
- 미국은 제조업 부흥 목적의 '첨단제조 파트너십'의 일환으로 '국가 로봇계획(NRI)'을 추진하고, 인간과 동일 공간 작업로봇의 개발을 지원
 - 지역별로 기술별 특성화 연구소를 설립하고, 산학연 파트너십을 구축하여 이를 중심으로 첨단 제조기술 개발
- 유럽은 범국가적 로봇 연구 프로그램 'SPARC' 추진하고, 인간 중심의 산업용 로봇 Rosetta Project, 지능형 중소기업형 로봇 SMERobotics Project, 미래제조공정의 인간-로봇협조 기술 RoboPartner Project, 인간-로봇 협력 공정 구현 X-Act Project 등 다수의 EU 프레임워크 프로그램을 진행
- 일본은 2015년 4차 산업혁명에 대응하기 위해 일본재흥전략(2013)을 보완한 '일본재흥전략 2015'를 발표하고, 일본의 강점인 로봇에 의한 산업혁명을 10대 과제로 선정
 - 일본은 범정부 차원의 '로봇 신전략'을 추진하고, 로봇 보급 확산과 활용 확대를 위한 실증사업 추진
- 중국은 선진국들의 4차 산업혁명 정책에 국가적으로 대응하기 위해 2015년 '중국제조2025'를 발표하고, 자원집약형 산업에서 기술집약형 스마트제조 강국으로 도약하기 위해 신산업체계 구축. 10대 육성 산업을 선정하고, 5대 중점 프로젝트 추진

□ (국내) 신산업·신기술 규제혁신

- 정부는 규제개혁 추진방향(2017.09)에 따른 신산업·신기술 분야 규제혁신 추진, 구체적 성과 가시화의 일환으로 신산업 현장의 애로 해결을 위한 규제 혁파를 통해 사람과 협동로봇과의 공동작업 허용
- 기존에는 사람이 협동작업장 내 체류 시 로봇은 반드시 정지해야 하므로 공동작업이 불가하였으나, 안전기준에 부합하는 경우 사람과 협동로봇의 공동작업을 허용하도록 하는 규제혁신을 통해 사람과 협업이 가능한 협동로봇 확산을 통해 국내 협동로봇 산업 활성화 및 스마트제조 확산에 기여
- 4차 산업혁명에 선제적으로 대응하고, 혁신성장을 뒷받침하기 위해 신산업 규제혁신 지속 추진

□ (국내) 로봇산업 클러스터

- 로봇 산업의 성장 및 시장 진입을 위해서는 인프라 조성, 상용화 R&D에 대한 체계적 정부지원 필요성에 따라 로봇산업 클러스터 조성
- 기업의 장비 활용 교육 및 설계 지원을 통해 제품 기획부터 제품 검증까지의 과정 지원을 위한 로봇 혁신센터와 로봇 기업의 시제품 제작 지원 및 신뢰성 평가 지원을 위한 로봇 협동화 팩토리 구축
- 로봇 혁신센터, 로봇 협동화 팩토리, 표준시험 인증센터에 로봇설계·해석·디지털 검증 SW, 시제품·시작품 가공제작 장비, 성능시험평가 및 품질인증 관련 장비 구축
- 로봇 및 로봇 융합기술 분야의 성공적인 창업활동을 위해 인프라 및 지원 프로그램을 제공함으로써 창업자 및 창업 초기 기업의 안정적인 창업 및 성장 지원
- 의료, 사회 안전, 중소제조 등의 특화분야를 중심으로 생산공정 자동화기술, 부품모듈 상품화기술, 킬러 어플리케이션 기술개발 지원

□ (국내) 협동로봇 얼라이언스

- 2019년 발표한 '제3차 지능형 로봇 보급계획'에서 정부가 뿌리, 섬유, 식음료 등 3대 업종을 중심으로 제조로봇 확대 보급을 실시해 2023년 산업용 로봇 누적 70만대를 공급할 계획이며, 업종별·공정별로 108개 로봇 활용 모델을 선행 개발해 보급할 계획
- 협동로봇의 중요성이 커짐에 따라 국내 협동로봇, 부품기업, SI기업, 연구기관, 대학, 수요처, 관련 기관 등 24개 기업·기관이 모여 얼라이언스를 구축
- 향후 협동로봇 적용 업종 발굴 및 로봇플랫폼 개발, 관련 부품 국산화·저가화, 국제표준 공동 대응, 보급·확산 활성화 등을 위해 공동 협력 추진
- 협동 로봇 시스템이 설치되는 작업 현장의 안전검사 기준 마련을 위한 안전점검 가이드라인 제정 후, 현 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조에 따라 협동 로봇 안전 관련 국제 요구사항(ISO TS 15066)에 부합함을 인증하기 위한 단체 표준(KOROS) 개발 추진

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 세계 협동로봇 시장은 2018년 6억 5,000만 달러 규모로 평가되었으며 연평균 44.6% 성장하여 2024년 59억 4,200만 달러에 이를 것으로 전망됨

[협동로봇 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
협동로봇	650	940	1,359	1,965	2,842	4,109	5,942	44.6

* 출처 : Cobot Market, Allied Market Research(2020)을 바탕으로 네모아이씨지 재가공

- 산업용 로봇 시장은 국가별로 비교해 중국, 미국, 일본, 한국, 독일 등 총 5개국이 세계 시장의 74%를 차지
 - 최근에는 미국과 독일이 성장률 20%에 육박하는 호조세를 보이고 있으나, 지난 10여 년간 아시아 지역 국가들의 성장세 역시 눈에 띄게 증가

(2) 국내시장

- 국내 협동로봇 시장은 2018년 339억 원에서 연평균 43.1%로 성장 2024년 2,914억 원 규모로 급격히 성장 전망

[협동로봇 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
합계	339	482	685	987	1,404	2,035	2,914	43.1

* 출처: Cobot Market, Allied Market Research(2020)을 바탕으로 MarketsandMarkets(2019) 스마트제조외 세계시장 대비 국내시장 비율(4.74~4.46%)을 기반으로 환율 1100원/달러 기준 네모아이씨지 추정

- 노동자 1만 명당 산업용 로봇의 설치 대수는 유럽이 114대로 가장 많고 미국이 99대, 한국은 91대임
 - 미국을 포함한 타국에 비교했을 때 한국 로봇시장의 성장 잠재력이 매우 높다는 분석이 나오고 있음

3. 기술 개발 동향

- 기술경쟁력
 - 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고 기술국 대비 76%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.8년으로 분석
 - 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 71.4%, 기술격차는 2.4년으로 평가
 - 미국(96.5%)=EU(96.5%)>한국, 중국(67.6%)의 순으로 평가
- 기술수명주기(TCT)⁵⁾
 - 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 7.89의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 협동로봇에 대한 첨단기술의 통합 적용

- 협동로봇에 대한 인공지능 통합 구현
 - 인공지능 및 기계 학습은 기능 및 생산성을 향상시키기 위해 협동로봇에서 구현
 - 인공지능은 방대한 양의 데이터를 이해하고 실행가능한 정보로 변환할 수 있고, 기계 학습은 로봇 시스템에 명시적으로 프로그래밍하지 않고도 경험을 통해 자동으로 학습하고 향상시킬 수 있는 기능을 제공
 - Google은 객체를 거의 완전하게 인식하고 강화학습해서 모터 토크까지 내려 보내는 것이 가능
 - Yaskawa Motoman은 Universal Logic과 제휴하여 지능형 3D비전 및 대화형 모션 컨트롤을 사용하여 분류되지 않은 항목을 식별하고 처리하는 로봇 개발
 - Mitsubishi Electric은 역각센서가 감지한 데이터를 바탕으로 AI 기술을 활용하여 상황에 따라 매개 변수를 자동으로 신속하게 조정하는 힘-피드백 제어 고속화 알고리즘 개발
 - Fanuc은 고속, 고정밀, 고품질 가공을 실현하는 AI Servo Tuning 기능의 첫 번째 결과로 기계 특성을 보다 정확하게 나타내는 고차원 모델을 기반으로 하는 AI Feed Forward를 개발
- 3D프린팅 기술 적용
 - 3D프린팅을 통해 협동로봇 제조업체는 생산 프로세스의 시작과 완료 사이의 시간인 리드 타임을 단축할 수 있고 인건비를 최소화 가능
 - 산업용 어플리케이션을 위한 완벽한 기능의 프로토타입을 빠르게 제공함으로써 엔지니어가 설계 프로세스의 초기 단계에서 조정
 - 3D프린팅은 로봇 조립에 사용되는 부품 수와 로봇의 전체 중량을 감소시킴으로써 경량 로봇을 생산하고 생산성과 이윤을 향상

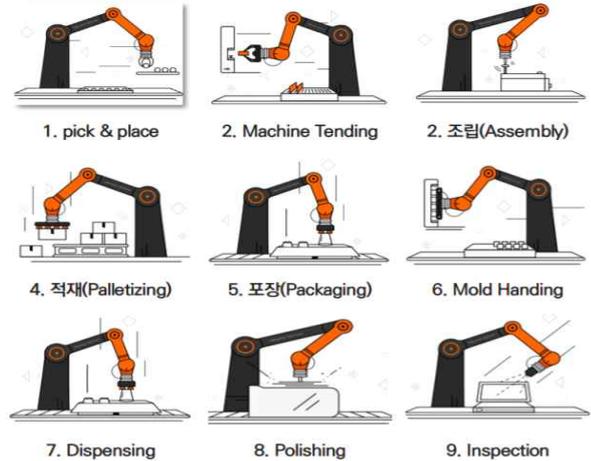
5) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

◎ 협동로봇 기술을 통한 작업 현장의 효율성 증대

□ 협동로봇 기술 및 기본 기능

- 사물인터넷, 빅데이터, 센서/인지, 액추에이터 기술 분야의 세부 기술간 융합을 통해 ①Pick & Place ②Machine Tending ③조립(Assembly) ④적재(Palletizing) ⑤포장(Packaging) ⑥Mold Handling ⑦Dispensing ⑧Polishing ⑨Inspection과 같은 기본적인 기능을 안전하게 구현

[협동로봇 관련 기술 및 기본 기능]



* 출처: 융합연구정책센터, 협동로봇 산업 동향(2018.04)

□ 산업현장 내 적용에서의 유연성 확대

- 협동로봇은 다품종 소량생산에 대한 대응이나 작업내용의 변경 또는 활용방법이 변해도 적용할 수 있다는 장점을 가져 향후 보다 높은 유연성과 확장성 요구에 대한 대응 필요
- Rethink Robotics의 Sawyer는 제어 소프트웨어를 업데이트함으로써 로봇의 기능을 수시로 확충 가능
 - 2017년 3월에는 암 말단부 카메라로 작업의 방향을 인식하여 피킹하는 기능이나 로봇의 동작에 관한 데이터를 실시간으로 출력하는 기능 등을 추가
- Kawasaki Heavy Industries의 duAro와 ABB의 YuMi 두 협동로봇의 협업 적용 등을 통해 다양한 공정 적용 사례 연구와 협동로봇의 안전 문제에 대한 협력 강화

□ 안전한 인간-로봇 협동 작업 지원

- 협동로봇이 사람과 작업 영역을 공유하는 이상 접촉이나 충돌 등의 위험은 항상 있으므로 이를 충분히 고려하여 독자적인 안전 설계를 기반으로 한 로봇 개발
- Universal Robots은 인간과 안전하게 협력할 수 있는 양산 로봇으로는 최초로 협동로봇을 출시하고 폭스바겐과 닛산 등의 생산라인에 투입
- 협동로봇의 가반하중을 한정하는 이유는 대상물이 무거운 작업일수록 사람과 부딪혔을 때 위험성이 높아지기 때문으로, 모터 출력이 크면 충돌 시 발생하는 작은 힘을 검출하기 어려움
 - YASKAWA는 독자적인 분해능이 우수한 힘센서를 개발하여 가반하중 35kg의 협동로봇 CR-35iA를 제품화
- 다수의 협동로봇이 사람과의 접촉 감지에 힘센서를 사용하고 있는데, Seiko Epson은 수정압전 방식의 힘센서를 개발
 - 수정압전 방식은 기존의 정전용량식이나 Strain Gauge와 비교하여 강성이 높기 때문에 미세한 디바이스의 변형을 토대로 0.1N의 작은 힘을 검출 가능
- Liferobotics는 로봇에서 팔꿈치에 해당하는 부분을 제거하여 작업자가 로봇의 움직임을 예측 가능
 - 로봇의 팔 시작부분과 지주 사이에 있는 신축부를 주름상자처럼 만들어 팔을 앞으로 뺄거나 뒤로 당기기 용이한 구조로 만들어 안전성을 향상

□ 쉽고 편리한 사용을 위한 직관적인 교시

- 시스템 통합 업체에서 시스템을 구축하더라도 사용자가 간단히 티칭하거나 변경해야 하는 경우가 많으므로 대부분의 협동로봇이 암을 직접 움직여 동작 포인트를 지정하는 직접 교시 기능을 지원
- Universal Robots은 누구나 사용할 수 있는 로봇을 컨셉으로 시스템 통합 업체에 의존하는 것이 아니라 사용자 스스로 티칭할 수 있다는 모토로 편리한 인터페이스 제공
- FANUC은 핸드 가이드에서 직접 조작하거나 직접 티칭할 수 있는 엔드 이펙터 조이스틱 타입의 장치를 제공하여 빠른 시간 내에 셋업이 가능하도록 지원
- ABB의 IRB 14100 협동로봇도 직관적인 운용과 직관적인 교시를 위해 손목 부분에 장착된 티칭 장치를 이용하여 임의의 위치로 가이드 함으로써 프로그램을 완료할 수 있도록 인터페이스 지원
- 대부분의 협동로봇 제조사들은 일반 작업자도 쉽고 편리하게 로봇을 티칭할 수 있도록 하는 교시 장치나 비프로그래밍 티칭 인터페이스 제공

◎ 세부기술 현황

□ 적응적 사고 제어

- BCI(Brain-Computer Interface)라는 신경 기술은 장애인들이 생각만으로 로봇릭스 보철 도구를 작동하는 데 활용되고 있으며, 미래에는 작업자가 로봇을 제어하는데 BCI 기술이 적용될 전망
- MIT는 최근 Rethink Robotics의 협동로봇인 Baxter를 활용해 인간 관찰자의 뇌에서 발생하는 이상 패턴인 'ErrP(Error-related Potential)'를 학습하는 기술을 개발
 - 로봇이 실수할 때 발생하는 인간 관찰자의 뇌파(EEG)인 'ErrP'를 읽어 로봇의 실수를 교정 가능

□ 사람과 유사한 양팔 로봇 기술 개발

- 일부 로봇 제조사는 사람과 유사한 동작을 목표로 2개의 암을 가진 양팔 협동로봇을 개발
 - 양팔형은 단팔형에 비해 팔이 차지하는 설치 면적이 작아도 되므로 활용방법에 따라서 공간 절약이 가능
- ABB는 양팔 협동로봇 IRB 14000 YuMi를 개발, 이는 비전시스템, 그리퍼, 터치 반응 기술을 채택한 양팔 로봇으로 유연하고 민첩한 작업 환경을 요구하는 어플리케이션에 적합
- Rethink Robotics는 SEA 구동기를 기반으로 제작한 양팔형 협동로봇 Baxter를 통해 별도의 프로그래밍 작업이나 통합 작업 없이도 사용 가능
- KAWADA는 휴머노이드형 양팔로봇 NEXTAGE의 보급을 위해 GLORY, THK, HITACHI 등의 업체와 제휴해 다양한 제조 현장에 적용하기 위한 협력 강화

□ 협업로봇용 전자-유압 액추에이터(EHA) 기술 개발

- 최근 생산현장의 중량물 이동, 분류, 장착 등의 작업에 있어서 고부하 노동력 한계 극복의 필요성이 증가하고 있어 고효율밀도형 전자-유압 액추에이터인 EHA(Electro-Hydraulic Actuator)의 수요가 급격히 증가
- EHA의 일체화된 시스템은 효율성 증대 및 독립된 형태의 구동을 통해 전체 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있으며, 산업현장에 필수적인 장비 및 설비에 적용
- EHA 기술은 다양한 분야에 활용도가 높은 기술이나, 해외기술과 제품에 대한 수입 의존도가 높은 기술로 기술자립화를 위한 국산화 개발이 절실히 필요

◎ 산업용 협동로봇의 국가 표준 및 국제 안전규격

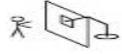
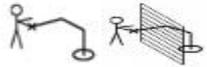
□ 산업용 협동로봇 국가표준(KS) 제정

- 산업통상자원부 국가기술표준원은 "산업용 협동로봇" 국가표준(KS)을 제정 고시 (2017.10)
- 스마트제조 보급·확산과 연계하여 협동로봇의 수요를 창출하고, 서비스로봇인 이동로봇의 안전성 확보와 품질향상 등을 통해 수출경쟁력 강화를 위한 국가표준(KS) 제정
- 한국로봇산업진흥원을 중심으로 산·학·연 전문가가 모여 약 1년간에 걸쳐 표준을 개발하였으며, 안전·품질 관점에서 로봇 기술이 저해되지 않도록 최소한의 요건이 존재
- 산업용 협동로봇은 협동 작업 시 인간과의 충돌방지를 위해 로봇의 최고속도를 250mm/s 이하로 제한하고 동작 정확도, 반복 정밀도, 전자파 적합성 등의 성능을 규정
- 국가표준(KS) 제정으로 안전성 확보, 품질향상 등을 통해 국산 로봇의 내수확대 및 수출촉진이 기대되고, 협동로봇의 사용 확대에 스마트제조 지원
- 협동로봇 얼라이언스를 구축하여 협동로봇 시스템이 설치되는 작업 현장의 안전검사 기준 마련을 위한 안전점검 가이드라인을 제정
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조에 따라 협동 로봇 안전 관련 국제 요구사항(ISO TS 15066)에 부합함을 인증하기 위한 단체 표준(KOROS) 개발 추진

□ 산업용 로봇의 협동운전 및 협동로봇의 국제 안전규격 충족 필요

- 국제표준 ISO 10218-1의 5.10절에 따르면 협동운전(Colaborative Operation)은 Safety-rated Monitored Stop, Hand Guiding, Speed and Separation Monitoring, Power and Force Limiting의 4가지로 표준화되어 있고, 이 중에서 하나 이상의 협동 작업 모드를 수행가능하면 협동로봇으로 정의
- 실제 시장에서는 협동로봇을 Power and force Limiting 조건을 만족하는 로봇으로 한정
 - 인간에게 가하는 생체역학적 물리량(접촉 힘, 압력)을 엄격히 제한하여 실제 운용 간 인간과의 접촉 및 충돌 상황에서도 상해로부터 인간의 안전을 보장 필요

[국제표준 ISO 10218-1의 Collaborative Operation 유형]

ISO 10218-1 조항	협동 작업 유형	위험 감소 주요 수단	ISO 10218-2 예시 그림
5.10.2	Safety-rated Monitored Stop	작업자가 협동 작업공간에 있을 때 로봇은 정지	
5.10.3	Hand Guiding	작업자의 직접적인 입력에 의해서만 로봇 작동	
5.10.4	Speed and Separation Monitoring	작업자가 최소한의 안전거리 이상 떨어진 때에만 로봇 작동	
5.10.5	Power and Force Limiting (설계 또는 제어요소 내재)	접촉이 일어난 경우, 로봇은 물리량 정보를 줄 수 있어야 함	

* 출처: ISO 10218-1, ISO 10218-2

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- 미국의 주요 협동로봇 생산업체는 rethink robotics, precise automation, aubo 등이 있으며 해당 업체들이 개발해 출시한 협동로봇은 미국 내 제조업 활성화에 적극적으로 기여하고 있는 것으로 평가

[미국의 주요 협동로봇 생산업체와 업체별 기술개발현황]

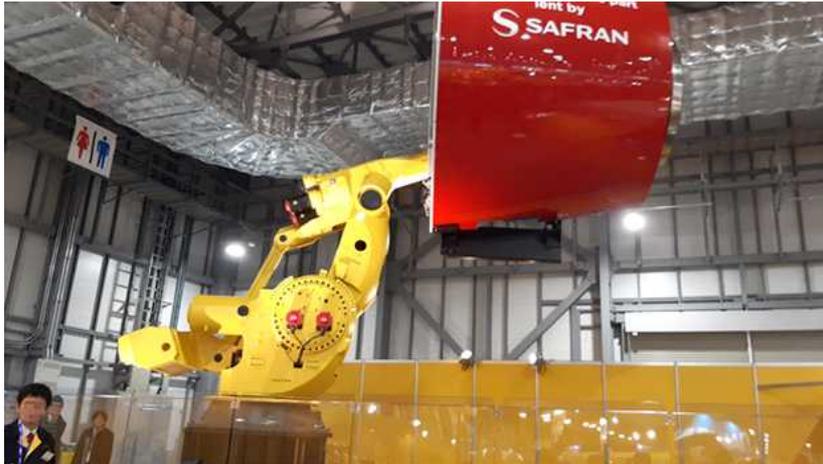
업체명	현황
Rethink Robotics	<ul style="list-style-type: none"> • 미국에서 협동로봇 최초 개발 • Sawyer, Baxter 등 출시 • 사람이 자유롭게 로봇 관절을 조작해 원하는 자세로 쉽게 프로그래밍
Precise Optmation	<ul style="list-style-type: none"> • 간단한 구조의 협동로봇 제작 • 작업자의 안전 확보하기 위한 충돌센서, 직접 교시 기능 보유 • 생명공학연구를 지원하도록 설계된 Sample Handler 등 출시
Aubo Robotics	<ul style="list-style-type: none"> • 6축, 3, 5, 7, 10kg의 페이로드를 갖춘 경량 산업용 로봇 • 프로그래밍 기술 없이 데모로 로봇을 빠르고 쉽게 프로그래밍 가능 • 안전펜스, 레이저 또는 센서없이 작업자와 나란히 작동

* 출처: 한국산업기술평가관리원 '미국, 차세대 로봇 기술 개발 동향(2020)'

- (KUKA AG) 가반하중 7kg, 14kg인 7자유도 협동로봇 LBR 이바(LBR iiwa)를 출시
 - LBR은 경량 로봇을 의미하는 독일어 "LeichtBauRoboter", iiwa는 "intelligent industrial work assistant"에서 유래
 - LBR 이바는 7개의 축으로 이루어져 탁월한 유연성을 제공하며 14kg까지 핸들링이 가능하고, 고성능 충돌 감지 알고리즘을 내장하고 있어 모든 축에서 충돌을 조기에 감지, 유연하게 반응
 - 쿠카는 정밀도와 내구성의 강점을 기반으로 프리미엄 전략으로 접근, 경쟁사에 대응하기 위해 저가형 제품에 대한 출시 계획
 - 2017년 1월, Midea Group이 KUKA AG의 지분 94.6%를 45억 유로(50억 달러)에 인수
- (Franka Emika) 독일 항공우주센터(DLR)에서 추진한 연구 프로젝트의 성과를 바탕으로 2016년에 설립
 - 가반 하중 3kg, 작업반경 855mm인 Panda 출시, 이는 1만 1,000달러 수준으로 가격 경쟁력이 뛰어나며, 7개의 축과 각 관절에 걸리는 힘을 실시간으로 감지할 수 있어 섬세한 작업이 가능
 - 웹 브라우저에서 실행되고 소프트웨어 설치가 필요 없는 직관적인 인터페이스 Desk를 제공하며, 사용 가능한 App을 정렬하여 작업을 쉽게 프로그래밍하고 실행시키면 로봇이 작업을 수행

- (FANUC) ‘2019 국제로봇전(iREX)’에서 1,700kg에 달하는 ‘세계 최대 가반하중 반송 능력’을 갖춘 산업용 로봇을 출품

[화낙의 가반하중 1,700kg의 산업용 로봇]



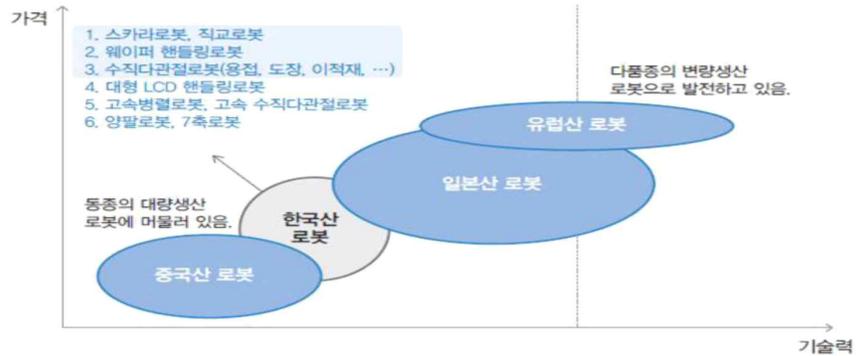
* 출처: 'iREX 2019 통해 본 로봇 산업계 주요 흐름', 2020, LGCNS

- (Yaskawa Electric) 2017년 6월, 산업용 로봇의 MOTOMAN 라인업에 무게 47kg, 가반하중 10kg, 작업반경 1,200mm인 협동로봇 MOTOMAN-HC10 출시
 - HC10에는 미리 설정 한 값의 한계를 초과하는 외력이 감지되면 자동으로 작동을 멈추는 인간과의 협업 모드 존재
 - Universal Logic과 제휴하여 지능형 3D 비전 및 대화형 모션 컨트롤을 사용하여 분류되지 않은 항목을 식별하고 처리하는 기술 개발
 - 2017년 6월에는 무게가 7kg에 불과한 경량 로봇 ‘모토미니(MotoMINI)’를 출시
- (Kawada Industries) 휴머노이드형 양팔로봇 NEXTAGE는 15 자유도를 가지고 있고, 각 6축 2개 암, 회전 허리 1개, 목 회전축 2개로 매우 복잡한 작업을 수행 가능
 - 로봇은 손가락 평행 그리퍼와 2D 손목 카메라 적용이 가능하며, 로봇 헤드에 내장된 스테레오 비전 시스템과 함께 제공하고, 로봇의 모터는 80W로 제한되어있어 안전
 - KAWADA는 NEXTAGE의 보급을 위해 GLORY, THK, HITACHI 등의 업체와 제휴해 다양한 제조 현장에 적용하기 위한 협력 강화
- (Techman Robot) 비전이 내장된 세계 최초의 협동로봇 출시
 - TM5-700 (가반하중 6kg, 작업반경 700mm), TM5-900 (가반하중 4kg, 작업반경 900mm), TM12 (가반하중 12kg, 작업반경 1,300mm), TM14 (가반하중 14kg, 작업반경 1100mm)
 - 토템 페어링, 개체 위치, 이미지 향상 모드, 바코드 식별 및 색상 차별화
 - TM로봇은 비전이 내장됐음에도 가격경쟁력을 확보하여 시장 점유율을 높이고, 협동로봇 플랫폼에 통합된 비전은 작업물의 이동과 툴링, 제품 선택, 1D와 2D 바코드 등의 비전 응용분야에서 보다 쉬운 협업이 가능

(2) 국내 플레이어 동향

- 국내 로봇 산업은 제조업 육성을 위해 로봇 및 스마트제조 육성계획을 발표하고 집중 투자를 지원하고 있으나, 아직 해외기업과 비교하여 기술 및 시장 경쟁력이 부족한 실정

[국내 로봇기업의 경쟁력]



* 출처: KEIT, '차세대 제조로봇 기술동향과 산업전망'(2017)

- 현대로보틱스가 국내 산업용 로봇을 주도하고 있으며, 한화와 두산도 협동로봇 시장에 진출
 - (현대로보틱스) 자동차 용접, LCD 이송 분야에서 주로 매출이 발생하고, 독자적인 로봇제어기 역량을 보유하고 있으며, 협동로봇 기구 플랫폼 및 제어 등의 R&D를 통해 서비스 사업 로봇시스템 사업 확대 추진
 - 대기업으로는 한화정밀기계(한화테크윈)과 두산로보틱스가 협동로봇 시장에 진출하였고, 뉴로메카, 오토파워(뉴로메카 합병), 푸른기술, DST로봇 등의 중소기업이 협동로봇 개발
- (현대로보틱스) 전자산업을 공략하기 위한 소형고속핸들링 로봇 HH7을 양산하기 시작했으며, 협동로봇 YL012의 제품개발을 마무리하고 세계적인 디자인상 중 하나인 독일 '레드닷 어워드 2019'에서 제품디자인 상을 수상
 - 다양한 로봇과 솔루션뿐만 아니라 스마트팩트리와 스마트조선소도 구축할 계획
 - 스마트팩토리 사업은 내년부터 연간 수주액 1000억원 규모로 성장할 것으로 기대되며, 국내 물류시스템 전문기업과 합작법인을 설립해 스마트물류자동화 시장을 선점해 나간다는 방침

[현대로보틱스가 개발·제작한 협동로봇]



* 출처: 현대중공업

- (한화정밀기계) 2015년 6월, 한화그룹이 삼성그룹에서 삼성테크윈 인수, 삼성테크윈에서 한화테크윈으로 사명 변경
 - 2017년 3월, 가반하중 5kg, 작업반경 915mm, 반복정밀도 0.1mm, 무게 20kg의 6자유도 수직다관절형 협동로봇 HCR-5 출시
 - 2017년 7월, 한화테크윈 칩마운터 사업부에서 분사, 한화정밀기계 출범, 대기업 최초 협동로봇 양산
 - 2018년 10월, 2018 로보월드에서 HCR-3 (가반하중 3 kg, 작업반경 600 mm, 무게 12 kg), HCR-12 (가반하중 12 kg, 작업반경 1300 mm, 무게 51 kg) 전시
 - 한화정밀기계는 복잡한 프로그래밍 없이 사용할 수 있는 사용자 환경(UI)과 터치식 작업 지시 화면 등이 장점
 - 로봇을 직접 움직이면서 작업을 지시하는 '직접지시 기능'과 하나의 제어기로 2개의 로봇을 운영 가능

- (두산로보틱스) 공작기계 사업을 영위하면서 쌓은 정밀기계 가공기술 및 제어기술, 굴삭기 및 산업차량 사업을 통한 하드웨어 설계 기술, 산업용 로봇을 생산하던 메카텍의 기술력 보유
 - 2017년 9월, 가반하중 6, 10, 15kg의 M0609, M0617, M1013, M1509 협동로봇 4종 공개. 6개 축 모두에 토크센서를 탑재해 더 정확한 감지를 할 수 있도록 했다는 것이 특징
 - 2018년 7월, 두산로보틱스 협동로봇을 설치한 두산인프라코어 인천공장 G2엔진 생산 공정이 '협동로봇 설치 안전인증 1호'로 선정
 - 2018년 12월, 중국 최대 산업자동화 솔루션 전문기업인 보존 그룹의 링호우(Linkhou)사와 중국 내 두산로보틱스 협동로봇 공급을 위한 대리점 계약 체결을 통해 중국 시장 진출, 2017년 12월 양산 개시 이후 1년 만에 전 세계 8개국 13개 판매망 확보하며 시장 공략 박차

- (뉴로메카) 스마트 로봇 및 스마트제조를 지향하는 사물인터넷(IoT) 기반의 로봇 서비스를 구현하기 위한 하드웨어, 소프트웨어 통합 솔루션을 제공
 - 중저가 협동로봇으로 2017년 자체 플랫폼 기반의 가반하중 7kg, 무게 24kg의 Indy7 출시
 - 전류기반 충돌감지 및 직접교시 기능을 갖추고 있을 뿐만 아니라 말단에 저가의 힘토크 센서를 장착하고 이를 통해서 정교한 임피던스 기능을 구현
 - 2018년 5월, 뉴로메카는 로봇자동화시스템 전문업체인 오토파워와의 합병으로 뉴로메카는 '인디' 및 '옵티(OPTI)'로 구성된 두 개의 라인업을 통해 협동로봇 이원 공급 체계를 구성

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[중소기업용 협동로봇 분야 주요 연구조직 현황]

기관	소속	연구분야
한국기계연구원	첨단생산장비연구본부	<ul style="list-style-type: none"> • 메카트로닉스 기술 기반의 첨단 산업용 로봇기술 • 초정밀 가공장비 기술 및 관련 공정기술 • 레이저 가공 및 측정 기술
한국생산기술연구원	융합생산기술연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 인지기반 로봇 작업지능 및 인간지원로봇 기술 • 지능로봇 핵심요소 기술 연구개발 • 중소기업 로봇 솔루션 연구개발
한국전자기술연구원	융합시스템연구본부	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀모터 및 스마트 액추에이터 • 구동·센서·제어모듈 설계, 로봇용 초고속 고정밀 제어기 • 제조, 전문서비스로봇용 구동모듈, 머니플레이션 기술
한국과학기술연구원	지능로봇연구단	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 로봇 기술 및 로봇-인간-환경 상호작용 기술 • 인간에게 인지적/육체적 도움과 서비스를 제공할 수 있는 로봇 핵심기술 및 시스템 기술

(2) 기관 기술개발 동향

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은 한국기계연구원, 한국생산기술연구원, 한국전자기술연구원, 한국과학기술원, 고려대학교 산학협력단, 성균관대학교 산학협력단 등 기관에서 연구개발하는 중
- 한국기계연구원
 - 자율 모바일 플랫폼을 활용한 협업 물류 로봇 개발(2018-12-01 ~ 2021-11-30)
 - 양팔 작업을 위한 센서융합 인지 기반 제어기술 개발 및 다중로봇 협업 생산공정 적용 기술 개발(2010-12-01 ~ 2016-05-31)
 - IT 제품 셀생산 공정 적용을 위한 다중로봇 협업 기반의 양팔로봇시스템 기술 개발(2011-06-01 ~ 2016-05-31)
- 한국생산기술연구원
 - 실제 제조회장에서 인간 작업모습 관찰에 의한 작업이해를 통하여 실시간 작업계획의 정확도를 90% 이상 달성하기 위한 로봇 판단지능기술 개발(2014-07-01 ~ 2019-06-30)
 - 제조 공정혁신을 위한 인간 공존형 로봇플랫폼 및 스마트 공정 기술 개발(2014-01-01 ~ 2016-12-31)
 - 원격작업을 위한 원격조작 서비스엔진 및 힘반영 원격조종 로봇시스템 기술개발(2011-06-01 ~ 2014-05-31)
- 한국전자기술연구원
 - 컴퓨팅 자원의 유연한 확장 및 서비스 이동을 제공하는 분산 협업형 컨테이너 플랫폼 기술 개발(2019-04-01 ~ 2021-12-31)
- 한국과학기술원
 - 로봇기반 복합 제조시스템의 통합적 모델링 및 스케줄링 프레임워크 개발(2011-05-01 ~ 2016-04-30)
 - 촉각이 가능한 로봇 손으로 다양한 물체를 다루는 방법과 절차를 학습하는 로봇 손 조작 지능 개발(2018-04-01 ~ 2021-12-31)

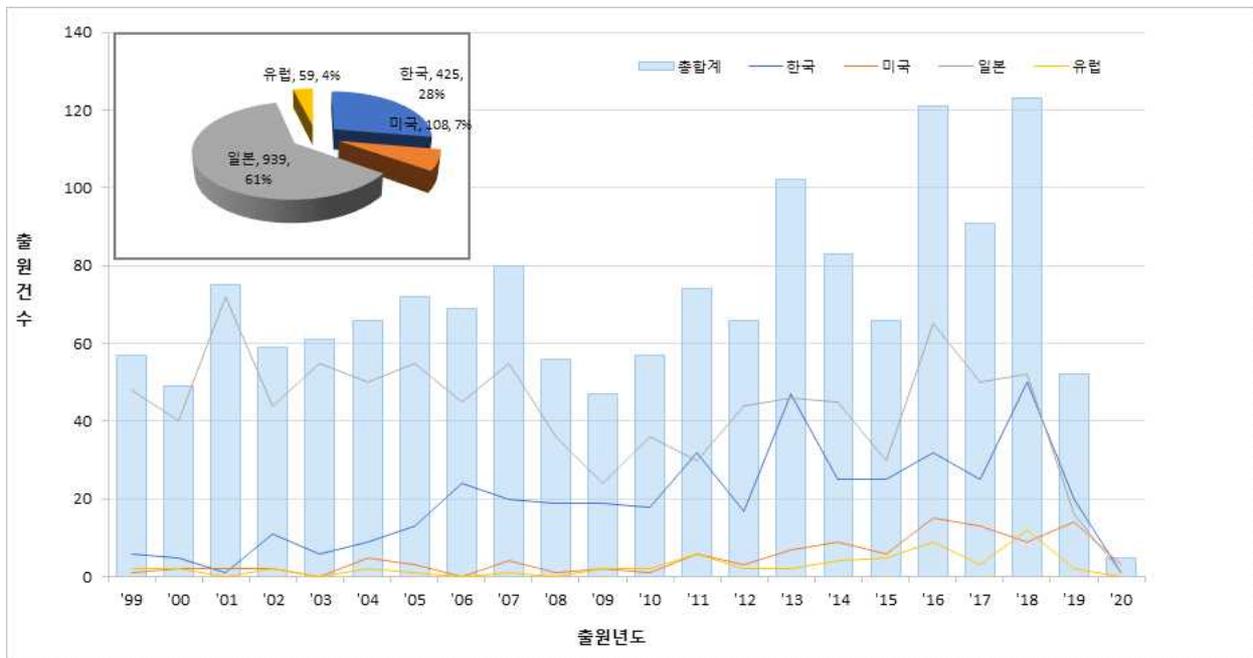
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇은(는) '11년부터 높은 성장을 보임
 - 각 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 일본이 전체의 61%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 한국은 28%, 미국은 7%, 유럽은 4% 순으로 나타남

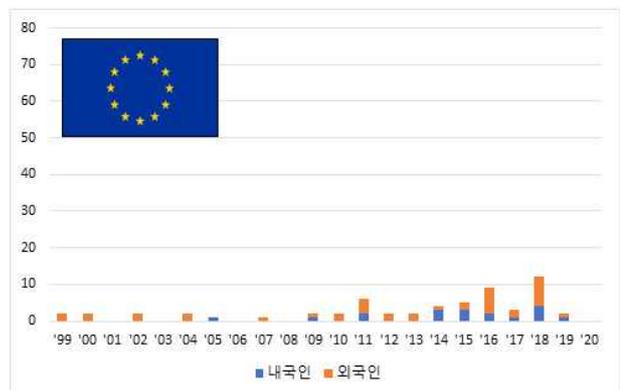
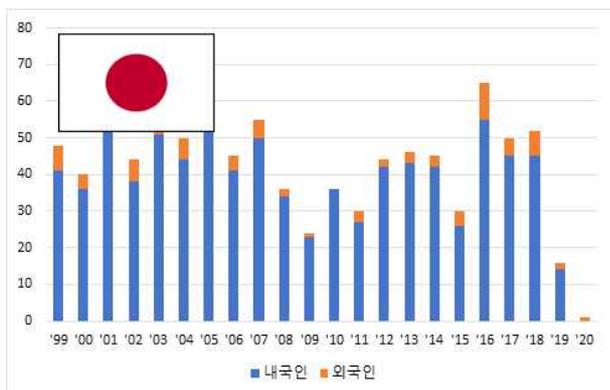
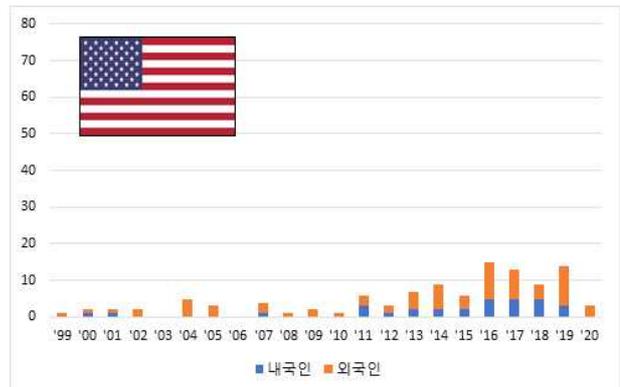
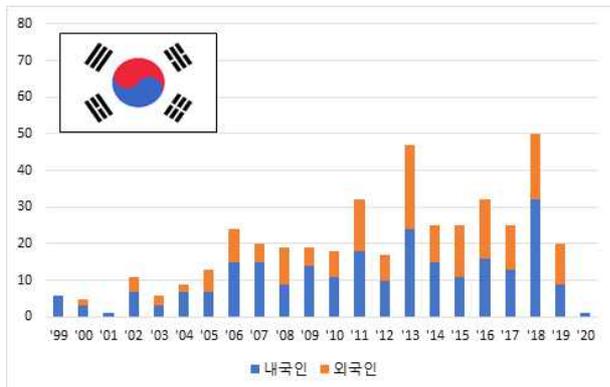
[협업형 산업현장 작업지원 로봇 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, '11년부터 해당 기술의 출원이 완만히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 한국 기술의 양적 흐름은 일본과 상당히 유사
 - 일본의 출원 수에 비해 45% 정도의 수준을 보임
- 일본의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 일본의 경우, 한국에 비해 외국인의 비중이 적은 것으로 나타남
- 미국의 출원현황은 출원수가 매년 20건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 미국 시장에 대한 관심도가 높지 않은 것으로 보임
- 유럽의 출원현황은 출원수가 매년 20건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 높지 않은 것으로 보임

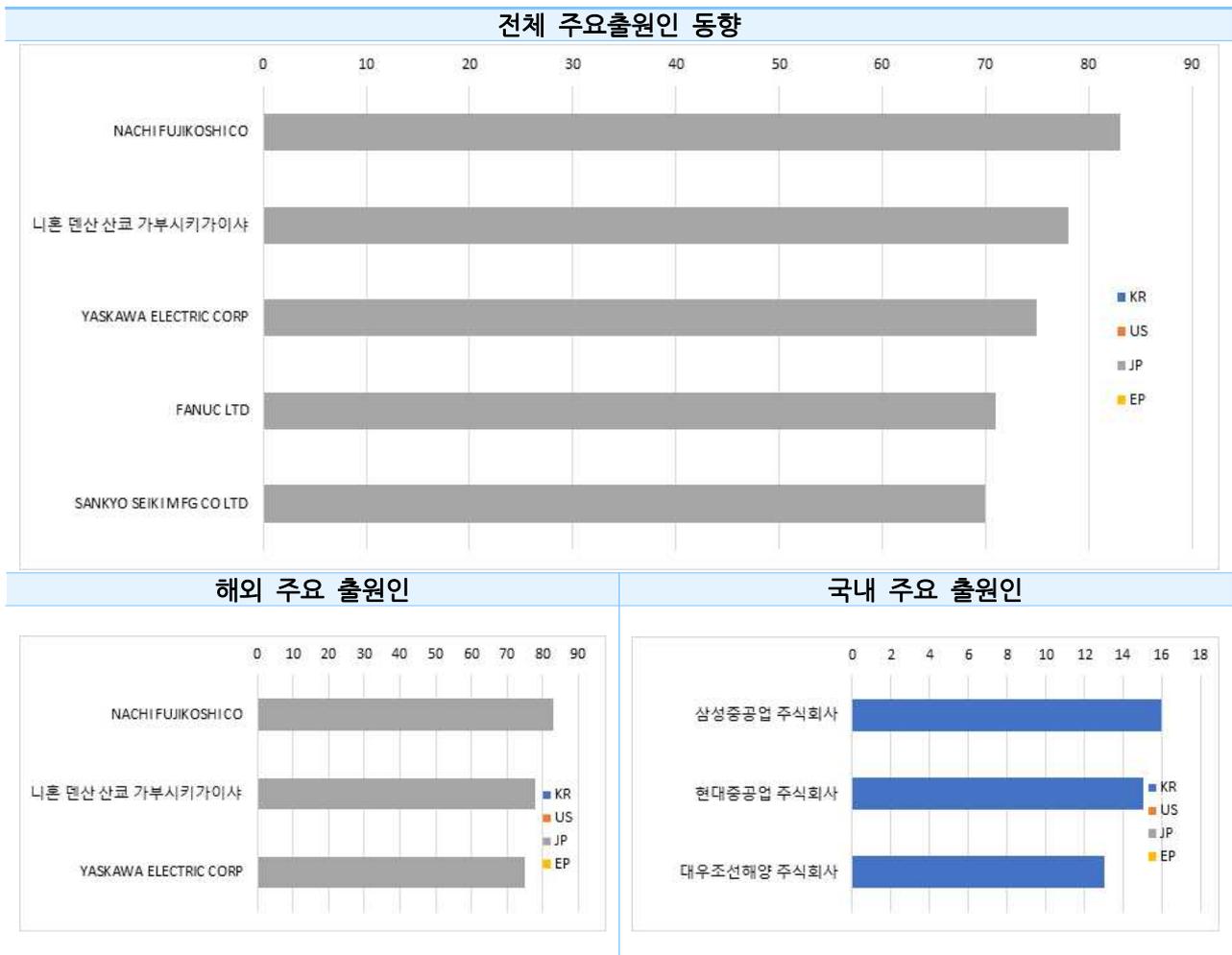
[국가별 출원현황]



나. 주요 출원인 분석

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 일본의 NACHI FUJIKOSHI CO인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 NACHI FUJIKOSHI CO의 출원은 일본에 집중된 경향을 보임
- 협업형 산업현장 작업지원 로봇 관련 기술로 중공업 관련 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 중소기업(개인), 대기업의 활발한 출원이 이루어짐

[협업형 산업현장 작업지원 로봇 주요출원인]

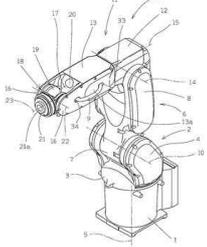
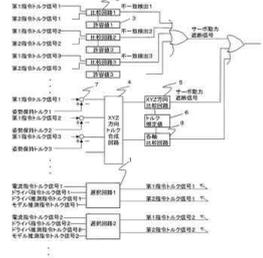
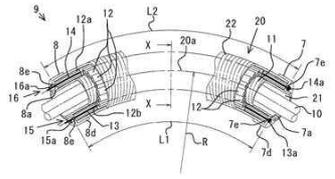
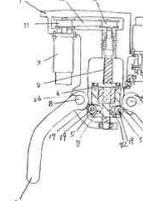
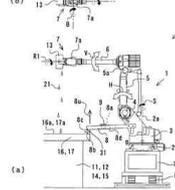


(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ NACHI FUJIKOSHI CO

- NACHI FUJIKOSHI CO는 일본 기업으로, 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술과 관련하여 산업용 로봇 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 로봇의 핸드장치, 케이블 등 세부장치에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[NACHI FUJIKOSHI CO 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6299962 (2014.02.28)	산업용 로봇	로봇에게 케이블을 인회한 작업이 용이하게 되도록함과 동시에, 로봇의 암이 동작했을 때에 케이블이 손상하거나 날뛰거나 하는 것을 방지	
JP5316682 (2012.07.13)	산업용 로봇의 출력 토크 제한 회로	지령 토크 신호로부터 연산에 의해 요구한 산업용 로봇의 톨 선단에서의 출력 토크가 허용치를 넘었을 때에 구동부의 동력을 차단함으로써 안전을 확보하는, 출력 토크의 제한 회로를 부여	
JP5569029 (2010.02.23)	플렉서블 가이드를 가지는 산업용 로봇의 케이블 지지장치	주변기기와의 간섭이 적고, 케이블이나 호스의 성장 휨거동을 고려할 필요가 없는 일정 형상을 유지 가능한 구조가 간단하고 취급 쉬운 플렉서블 가이드	
JP4876796 (2006.08.30)	산업용 로봇의 핸드 장치	동일한 핸드 장치로, 이종 형상이나 치수 차이를 포함한 다수의 워크를 파지할 수 있는 복수의 손가락(핑거(FINGER))을 구동하는 방식의 핸드 장치	
JP4371221 (2004.06.08)	산업용 로봇 및 산업용 로봇을 이용한 반송 장치	워크 등에서 적하하는 기름 등의 액체의 회수 장치를 구비한 산업용 로봇 및 반송 장치를 소형이고 사용하기 쉽게 하고, 나아가서는 공간절약을 도모	

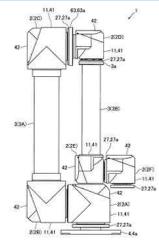
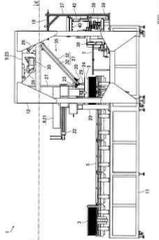
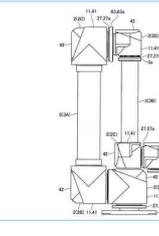
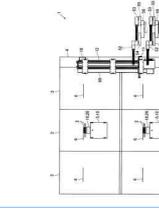
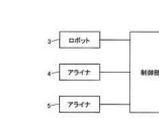
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 니혼 덴산 산교 가부시킴이사

□ 니혼 덴산 산교 가부시킴이사는 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술과 관련하여 회전 액추에이터 및 로봇 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 수평 다관절 로봇 및 제조 시스템에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[니혼 덴산 산교 가부시킴이사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP 6610477 (2016.09.15)	회전 액추에이터 및 로봇	정지하고 있는 로터의 회전을 규제하는 회전 규제 기구를 구비하는 회전 액추에이터	
JP6709692 (2016.06.30)	로봇, 로봇의 제어 방법, 교시용 지그 및 로봇의 교시 방법	트레이 내의 표시 패널의 수용 위치가 바뀌었을 때의 교시 작업을 불필요로 하는 것이 가능한 로봇	
JP6739205 (2016.03.30)	회전 액추에이터 및 로봇	동축상으로 배치되는 모터와 감속기를 구비하는 회전 액추에이터에 있어서, 경량화하는 것이 가능한 회전 액추에이터	
JP6628603 (2015.12.28)	수평 다관절 로봇 및 제조 시스템	3 링크암형의 로봇의 이점을 해치지 않고, 상하 방향으로 보다 소형화하는 것이 가능한 수평 다관절 로봇	
JP6389412 (2014.10.10)	로봇 시스템 및 로봇 시스템의 제어 방법	2개의 워크가 2개의 핸드로 탑재되는 로봇 시스템에 있어서, 핸드로 탑재되는 워크의 위치 및 방향을 보정할 때의 시간을 단축하는 것이 가능한 로봇 시스템	

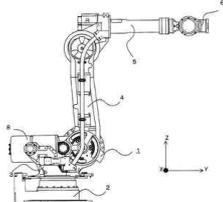
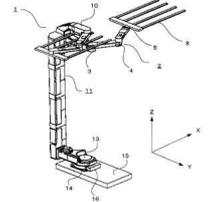
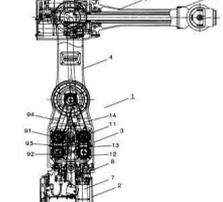
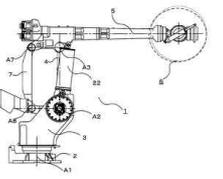
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ YASKAWA ELECTRIC CORP

□ YASKAWA ELECTRIC CORP는 일본 기업으로, 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술과 관련하여 산업용 로봇 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 로봇 제어 시스템에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[YASKAWA ELECTRIC CORP 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP5381854 (2010.03.26)	산업용 로봇	바란스로부터 외부에 새려고 하는 유분(기름기)를 밀봉함과 동시에, 유지보수가 용이하게 할 수 있는 클린도가 높은 산업용 로봇	
JP4591624 (2010.03.12)	산업용 로봇	클린 룸으로 사용 가능하고 사이클 시간을 단축할 수 있는 산업용 로봇	
JP5509947 (2010.03.12)	산업용 로봇	응답성을 구비하면서, 안전하게 동작시킬 수 있는 산업용 로봇	
JP5387264 (2009.09.16)	산업용 로봇	산업용 로봇의 손목에 있어서, 항상 최적인 밸런스력으로 유지함으로써 감속기의 소형화가 가능한 구조	
JP5062535 (2008.10.20)	산업용 로봇의 소유 조작기 및 로봇 제어 시스템	작업자가 소유 조작기를 양손으로 유지한 채로, 엄지만으로 그 조작의 대부분을 실행할 수 있는 소유 조작기를 제공	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

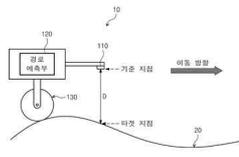
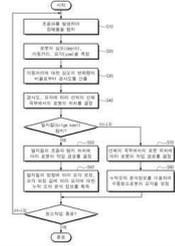
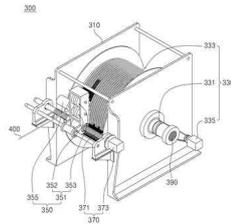
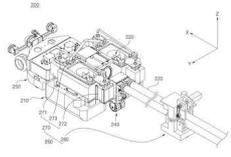
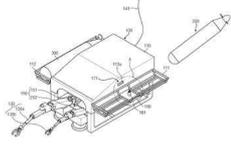
(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 삼성중공업 주식회사

□ 삼성중공업 주식회사는 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술과 관련하여 로봇 제어 시스템 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 선체 작업, 수중 작업용 로봇에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[삼성중공업 주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1756317 (2016.02.29)	경로 예측 장치 및 그를 포함하는 무인 작업 로봇(apparatus for predicting path and unmanned working robot comprising the same)	로봇이 작업하는 작업면과 같은 장소에서 로봇이 원활하게 이동하기 위한 경로를 예측하는 경로 예측 장치 및 그를 포함하는 무인 작업 로봇	
KR1724436 (2015.02.13)	수중작업로봇의 위치 인식 장치 및 방법(apparatus and method for recognizing position of underwater vehicle)	수중작업로봇의 선박에 대한 상대적인 위치를 장애물 및 작업영역을 정확하게 인식할 수 있는 수중작업로봇의 위치 인식 장치 및 방법	
KR1516204 (2013.10.04)	케이블용 윈치 및 선체 벽면 작업용 로봇 진수 시스템(a winch for cable and a launching system of robot for working on ship)	로봇을 진수 및 회수함에 있어서 로봇에 연결된 테더 케이블이 윈치에 끼이는 것을 방지할 수 있는 케이블용 윈치 및 선체 벽면 작업용 로봇 진수 시스템	
KR1516202 (2013.07.11)	선체 벽면 작업용 로봇(robot for working on ship hull)	수중에서 능동적으로 선체의 벽면으로 이동할 수 있는 선체 벽면 작업용 로봇	
KR1467887 (2013.05.31)	복합형 수중 작업 로봇 및 작업 로봇의 전원 공급 방법(combined remotely operated vehicle and power supplying method of remotely operated vehicle)	수중에서 테더 관리 장치나 도킹 스테이션을 운용하지 않고도 작업 로봇으로 전원을 공급할 수 있는 복합형 수중 작업 로봇 및 작업 로봇의 전원 공급 방법	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 현대중공업 주식회사

□ 현대중공업 주식회사는 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술과 관련하여 산업용 로봇 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 다관절 로봇의 제어 장치 에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[현대중공업 주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1457642 (2010.11.01)	산업용 로봇의 비상 정지방법(emergency stop method of industrial robot)	비상정지 신호가 들어오면, 전 축에 대하여 그 위치에서 시스템의 동력학에 기반 한 감속계획을 다시 작성함으로써, 주어진 궤적을 이탈하지 않고, 최대 감속으로 정지할 수 있도록 하기 위한 산업용 로봇의 비상 정지방법	
KR1459174 (2010.10.19)	산업용 다관절 로봇의 제어 장치 및 방법(apparatus and method for controlling industrial multi-joint robot)	상태피드백 제어기를 산업용 다관절 로봇에 적용함에 있어 로봇의 틀 깨 궤적의 문제점을 해결하고, 위치 정밀도 및 정확도를 향상시킬 수 있는 산업용 다관절 로봇의 제어 장치 및 방법	
KR1339357 (2009.09.24)	산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치 및 방법(an auto tuning system of industrial robot manipulators)	다관절을 가지는 산업용 로봇 암에서 각 축의 진동을 효과적으로 제거할 수 있는 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치 및 방법	
KR1095659 (2009.07.21)	산업용 로봇 암의 운동궤적 조정장치(motion trajectory mediation device of industrial robot)	암의 처짐 및 직진도 등이 변경될 경우 암을 정상위치로 회전시켜 운동궤적을 조정함으로써, 암의 운동궤적을 용이하게 조정할 수 있는 산업용 로봇 암의 운동궤적 조정장치	
KR1104347 (2009.07.21)	산업용 로봇의 감속기 설치구조(reducer setup structure of industrial robot)	착·탈 가능한 교체커버를 통해 감속기를 용이하게 교체할 수 있고, 감속기 교체시 다수의 체결부재를 이용해 본체의 위치 변경을 방지할 수 있는 산업용 로봇의 감속기 설치구조	

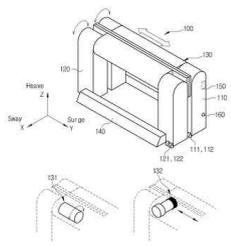
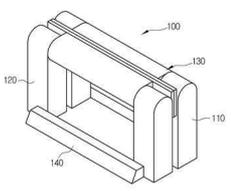
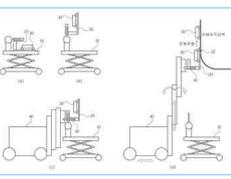
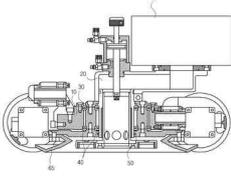
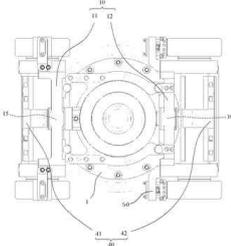
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 대우조선해양 주식회사

□ 대우조선해양 주식회사는 협업형 산업현장 작업지원 로봇 기술과 관련하여 작업로봇 시스템 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 로봇 플랫폼에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[대우조선해양 주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2047721 (2013.10.29)	자율주행형 lngc 화물창 작업로봇 시스템(the working robot system of autonomous type in lngc cargo hold)	LNGC 화물창 내부를 주행하면서 청소, 용접 및 검사 등과 같이 다양한 작업을 편리하게 수행할 수 있는 자율주행형 LNGC 화물창 작업로봇 시스템	
KR1463486 (2013.10.22)	Lngc 화물창 작업용 로봇 시스템 및 이를 이용한 작업 방법(the working robot system of lngc cargo hold and cleaning method using it)	LNGC 화물창이라는 특수환경 내에서 Invar Tongue을 가이드 레일로 이용하여 자동 주행하면서 청소, 용접 및 검사 등의 작업을 수행하여 작업성을 개선하고 안전사고를 예방할 수 있도록 된 LNGC 화물창 작업용 로봇 시스템 및 이를 이용한 작업 방법	
KR0923372 (2007.12.14)	고소 작업용 로봇 플랫폼 부착장치(adhesion apparatus of high place work robot platform)	선체 수직 및 선저 외벽에 고소 작업용 로봇 플랫폼을 원활하게 부착하기 위한 고소 작업용 로봇 플랫폼 부착장치	
KR0923366 (2007.11.16)	개별 회전이 가능한 고소작업 로봇 플랫폼(high place work robot platform)	로봇 본체의 회전 중심과 진공 패드가 부착된 진공 흡착부의 중심을 일치시켜 크로스롤러 베어링을 이용하여 로봇 본체와 진공 흡착부가 개별 회전이 가능하도록 하는 고소작업 로봇 플랫폼	
KR0884671 (2007.09.11)	곡면 수직벽 주행이 가능한 고소 작업용 로봇 플랫폼 장치(robot platform apparatus for high place work)	진공압에 의해 형성된 부착력을 이용하여 평면 수직벽 주행이 가능할 뿐만 아니라 곡면 수직벽에서도 원활한 주행이 가능한 고소 작업용 로봇 플랫폼	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.20로 협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.49으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입장벽이 다소 높은 것으로 파악

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
주요 출원인 집중력	NACHI FUJIKOSHI CO(일본)	83	5.4%	0.05	1
	니혼 덴산 산쿄 가부시키가이샤(일본)	78	5.1%	0.11	2
	YASKAWA ELECTRIC CORP(일본)	75	4.9%	0.15	3
	FANUC LTD(일본)	71	4.6%	0.20	4
	SANKYO SEIKI MFG CO LTD(일본)	70	4.6%	0.25	5
	DAIHEN CORP(일본)	39	2.5%	0.27	6
	KAWASAKI HEAVY IND LTD(일본)	29	1.9%	0.29	7
	PANASONIC CO(일본)	29	1.9%	0.31	8
	NABTESCO CORP(일본)	28	1.8%	0.33	9
	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD(일본)	22	1.4%	0.34	10
		전체	1531	100%	CR4=0.20
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	128	49.4%	0.49	
	대기업	87	33.6%		
	연구기관/대학	44	17.0%		
	전체	259	100%	CR중소기업=0.49	

(2) 특허소송 현황 분석

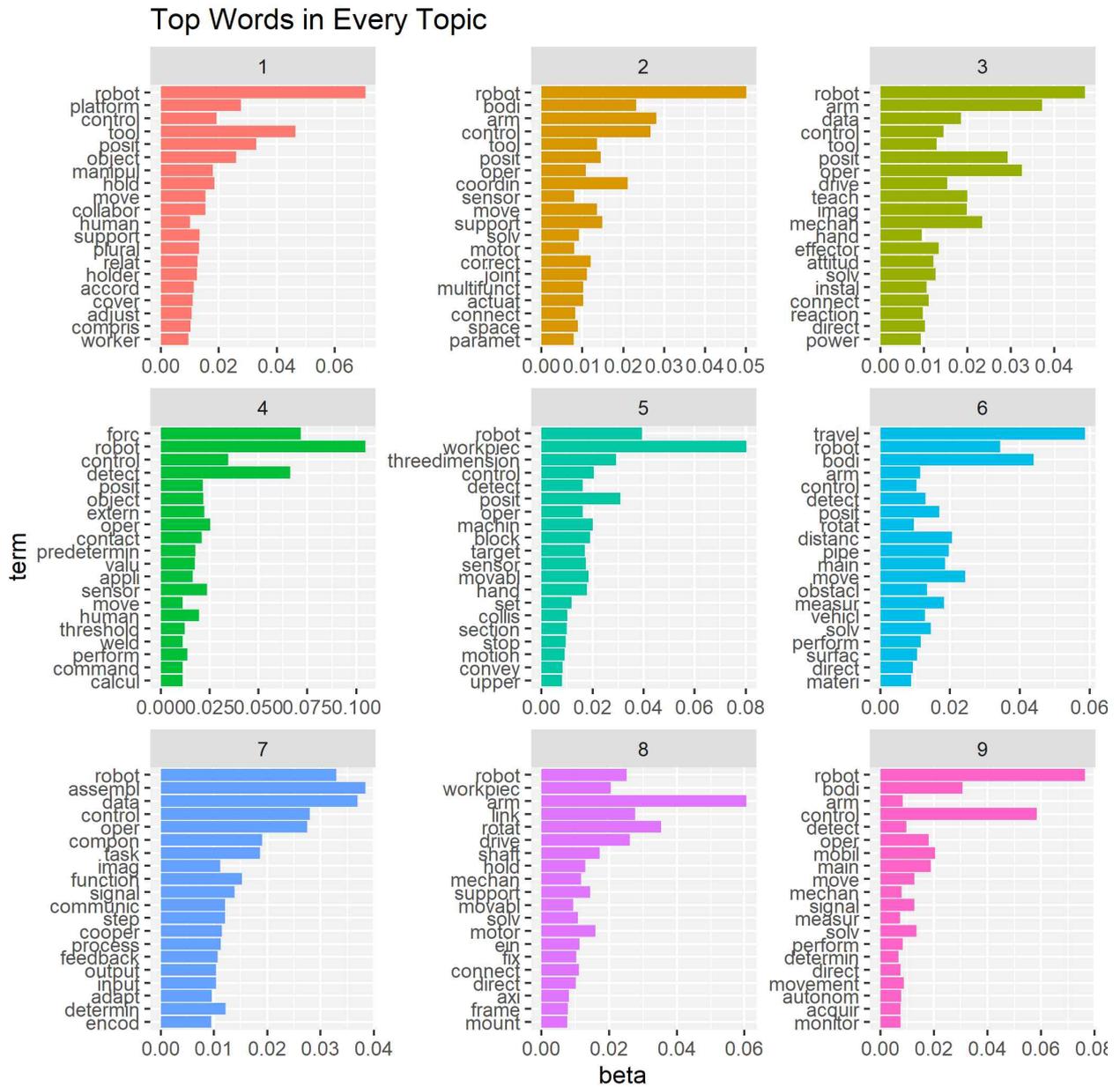
- 협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야 관련 특허소송 이력은 검색되지 않음
 - 따라서 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 해당 분야를 선점할 수 있을 것으로 판단
 - 다만, 산업현장 작업지원 로봇 분야가 아닌 의료, 재활 등 타분야에서는 로봇 관련 몇 개의 소송이 검색

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 389개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[협업형 산업현장 작업지원 로봇에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA⁶⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	robot, tool, posit, platform, object, control, hold, manipulate, move, collaborate	<ul style="list-style-type: none"> Working robot support system Water-repellent protective cover for working robot 	작업지원 이동식 로봇 플랫폼 기술
클러스터 02	robot, arm, control, body, coordin, support, posit, tool, move, correct	<ul style="list-style-type: none"> Posture estimation method of autonomously working support robot Hand device for working robot 	-
클러스터 03	robot, arm, operate, posit, mechanic, teach, image, data, drive, control	<ul style="list-style-type: none"> Hot line work robot for special high voltage Live working robot for replacing insulator string 	작업자-로봇 상호작용 기술
클러스터 04	robot, force, detect, control, operate, sensor, external, object, posit, contact	<ul style="list-style-type: none"> Human cooperative robot system having safety securing operation function of robot System and method for judging success or failure of work of robot 	작업자-로봇 상호작용 기술
클러스터 05	workpiece, robot, posit, three dimension, control, machine, block, movable, hand, sensor	<ul style="list-style-type: none"> Collaborative robot motion and force-torque gauges Method for correcting target position of work robot 	적응적 로봇 인식 지능 기술
클러스터 06	travel, body, robot, move, distance, pipe, main, measure, posit, solve	<ul style="list-style-type: none"> Mobile work robot and program for it Agricultural work robot 	작업지원 이동식 로봇 플랫폼 기술
클러스터 07	assemble, data, robot, control, operate, component, task, function, signal, determine	<ul style="list-style-type: none"> Position specification method and apparatus for plant target part, and working robot using the same apparatus Environment adaptability-enhancement system of autonomous work support robot, operation simulation device and program therefor 	산업현장 3차원 환경인지 기술
클러스터 08	arm, rotate, link, drive, robot, workpiece, shaft, motor, support, hold	<ul style="list-style-type: none"> Method for controlling a motor-operated industry robot and industry robot for carrying out such a method Workpiece handling robot 	개방형 로봇 제어기 기술
클러스터 09	robot, control, body, mobile, main, operate, solve, move, signal, detect	<ul style="list-style-type: none"> Asbestos containment working robot system Moving work robot 	작업지원 이동식 로봇 플랫폼 기술

6) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

- 협업형 산업현장 작업지원 로봇 관련 특허에서 총 10개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B25J) 메니플레이터(manipulator); 메니플레이터 장치를 갖는 실(室)	• (B25J-015) 손잡이부(gripping head)	-
	• (B25J-009) 프로그램 제어 메니플레이터	-
	• (B25J-018) 아암	-
	• (B25J-013) 메니플레이터 제어	-
	• (B25J-005) 차 또는 휠에 설치되어 있는 메니플레이터	-
	• (B25J-019) 메니플레이터에 적합한 부속 장치, 예. 탐지기, 감시기 메니플레이터와 관련하여 사용하기 위하여 결합 또는 특히 적용되는 안전 장치	산업현장 3차원 환경인지 기술
	• (B25J-017) 접속부(joint)	-
(G05B) 제어계 또는 조정계 일반; 이와 같은 계의 기능요소; 이와 같은 계 또는 요소의 감시 또는 시험장치	• (G05B-019) 프로그램제어계	작업자-로봇 상호작용 기술
(G05D) 비전기적 변량의 제어 또는 조정계	• (G05D-001) 육용, 수용, 공중용, 우주용 운행체의 위치, 진로, 고도 또는 자세의 제어, 예. 자동조종	-
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	• (H01L-021) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	캘리브레이션 및 네트워킹 기술

라. 최종 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특히)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야 요소기술 도출]

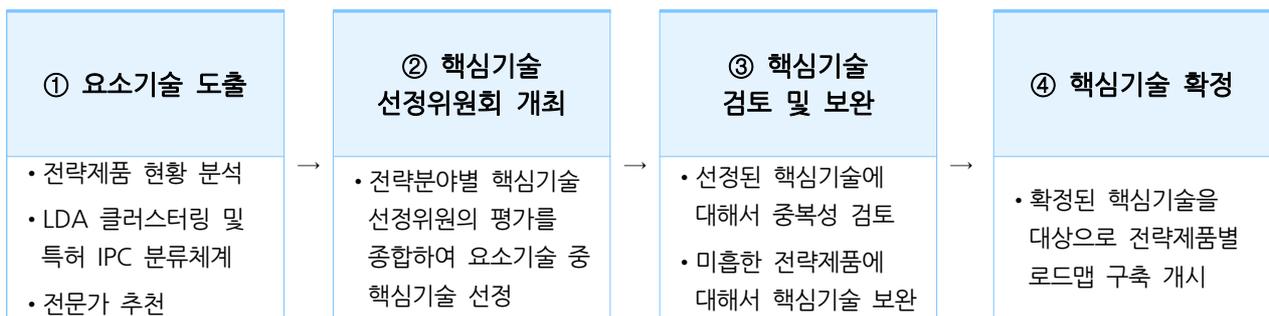
요소기술	출처
작업지원 이동식 로봇 플랫폼 기술	특히 클러스터링, 전문가추천
정밀 모터 및 스마트 액추에이터 기술	전문가추천
개방형 로봇 제어기 기술	특히 클러스터링, 전문가추천
그리퍼 및 그래스퍼 기술	전문가추천
작업자-로봇 상호작용 기술	특히 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
산업현장 3차원 환경인지 기술	특히 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
캘리브레이션 및 네트워킹 기술	IPC 기술체계, 전문가추천
적응적 로봇 인식 지능 기술	특히 클러스터링, 전문가추천
지식 기반 작업 플래닝 기술	전문가추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
정밀모터 및 스마트 액추에이터 기술	• 고정밀 다자유도 동기제어 적용한 스마트 액추에이터 기술 • 6자유도 다축 이동의 결과가 목표와 일치하는지 자체적으로 진단하면서 구동하는 스마트 다축 구동체 개발
로봇-사용자 간 상호작용 기술	• 로봇-사용자 협업 작업지원을 위한 상호작용 제공 기술
작업지원로봇 안전기술	• 국제 표준을 충족하는 안전 로봇 개발 및 발생 가능한 위험상황에 대한 위험도 평가
개방형 협업로봇 제어기 기술	• 유연 구조 이식성을 가지는 개방형 스케일러블 제어기 기술
3D 환경인지 기술	• 산업현장 작업환경 3D 정보 합성 및 환경인식 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 지속적 기술개발을 통해 저가형 협동로봇에 대한 확실한 강점 보유
- 핵심부품 국산화와 신뢰도 향상을 통한 가격 경쟁력 및 S/W 경쟁력 확보
- 다양한 환경과 분야에서 유연하게 사용 가능한 솔루션 개발 및 보급 필요
- 정교한 작업이 요구되는 생산 공정에서는 난이도 높은 기술 개발이 필요
- 모듈러 로봇이 제조 업계에서 점점 더 많이 사용될 것으로 예상되기에 개발 필요
- 작업자가 로봇을 제어하는 BCI 기술이 적용된 로봇 개발 필요

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야 중기 기술개발 로드맵]

협업형 산업현장 작업지원 로봇	분야별 산업에 따른 효율적인 작업지원 로봇 개발을 통한 산업 개발력 증가			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
정밀모터 및 스마트 액추에이터 기술				다자유도 동기제어 스마트 액추에이터 개발
로봇-사용자 간 상호작용 기술				협업작업 위한 작업의도 인식
작업지원로봇 안전기술				국제 표준에 부합한 안전기술 개발
개방형 협업로봇 제어기 기술				유연 제어기기 및 개방형 소프트웨어
3D 환경인지 기술				작업상황 파악 및 실시간 동기화

(2) 기술개발 목표

□ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[협업형 산업현장 작업지원 로봇 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
정밀모터 및 스마트 액추에이터 기술	고정밀 스마트 액추에이터	스마트 액추에이터 설계	스마트 액추에이터 기구 제작	다자유도 스마트 액추에이터 제작	다자유도 동기제어 스마트 액추에이터 개발	중소기업 기술혁신개발사업
로봇-사용자 간 상호작용 기술	협업작업 위한 작업의도 인식	작업자 음성 명령 인식	비전 기반 작업 동작 인식	멀티모달 작업의도 인식	협업작업 위한 작업의도 인식	산학연 Collabo R&D
작업지원로봇 안전기술	협동로봇 안전조건 적용	거리 감지 기반 안전 제어	외부 충격력 최소화	국제 안전 표준 부합	국제 표준에 부합한 안전기술 개발	산학연 Collabo R&D
개방형 협업로봇 제어기 기술	유연 구조 이식성	확장 가능 설계	다중 인터페이스 지원	개방형 구조	유연 제어기기 및 개방형 소프트웨어	상용화기술개발사업
3D 환경인지 기술	환경 인지 기술	작업환경 3D 분석 및 시점 동기화	작업환경 3D 정보 합성	작업환경 실시간 3D 재구성	작업상황 파악 및 실시간 동기화	중소기업 기술혁신개발사업



전략제품 현황분석

배달 및 안내 서비스 로봇



배달 및 안내 서비스 로봇

정의 및 범위

- 실내 공간에서 청소, 배달, 안내 및 경비 등 능동적인 서비스를 할 수 있는 다양한 기능의 복합 서비스로봇
- 호텔뿐만 아니라 인천공항에서 운영하는 에어스타와 같은 장소 안내 로봇 또한 이 범주에 포함

전략 제품 관련 동향

시장 현황 및 전망	제품 산업 특징
<ul style="list-style-type: none"> • (세계) 배달 로봇의 시장규모는 2018년 1,190만 달러에서 연평균 19.2% 성장하여 2024년에는 3,414백만 달러에 이를 전망이고 서비스 로봇 시장규모는 2018년 236억 달러에서 연평균 31.2% 성장하여 2024년 1,219억 달러에 이를 전망 • (국내) 안내 서비스 로봇(키오스크)의 시장규모는 2018년 3,006억 원에서 연평균 13.9% 성장하여 2024년에는 6,564억 원에 이를 전망 	<ul style="list-style-type: none"> • 코로나-19 감염증에 의한 언택트(비접촉·비대면) 시대가 도래하여 모든 사회적인 패러다임이 전환되는 중, 의료, 노인복지, 인력문제 등 여러 사회적 문제 해결을 위한 대안으로 서비스 로봇 시장의 수요 증가 • 로봇 산업은 방대하게 집적된 데이터를 정밀하게 가공·활용하기 위하여 인공지능, 클라우드, 5G 등과의 융합으로 고도화 중
정책 동향	기술 동향
<ul style="list-style-type: none"> • 산업통상자원부는 2023년까지 로봇산업 글로벌 4대 강국으로 발돋움한다는 비전아래 ‘제3차 지능형 로봇 기본계획’을 확정 발표(‘19.8.) • 우아한 형제들 등에서 배달로봇을 상용화하기 위한 노력에 발맞추어 관련 규제를 완화하기 위한 검토를 진행 중임(2019 로봇산업 발전방안) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해외 기업에서 내장된 지도와 GPS, 자이로스코프, 9대의 카메라 등의 센서를 이용해 장애물을 피해 목적지까지 이동가능하고, 약 9kg까지 물건을 실을 수 있어 배달 음식이나 의약품, 가벼운 생필품을 배달하는데 적합한 로봇을 개발
핵심 플레이어	핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> • (해외) 스타십 테크놀러지스, 마블, 로비 • (대기업) LG전자 • (중소기업) 배달의민족 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율주행 기술 • 실외환경에서 사용가능한 이동형 로봇플랫폼 개발 기술 • 지능형 의사표현 기술 • 위치 인식 및 지형 파악 기술 • 다중로봇 통합 운영 및 통제 기술

중소기업 기술개발 전략

- ➔ 자율주행 자동차 관련 기술들을 활용한 배달 로봇의 개발 전략이 필요
- ➔ 안내 서비스 로봇은 기존의 키오스크 서비스를 보다 능동적으로 서비스 할 수 있는 로봇으로 재탄생시키는데 주력해야 할 필요 존재
- ➔ 제조 및 판매와 함께 서비스업 진출에도 힘써, 중장기 사업화 모델을 구축

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

- 호텔과 같은 실내 공간에서 청소, 배달, 안내 및 경비 등 능동적인 서비스를 할 수 있는 다양한 기능의 복합 서비스로봇
 - 특히 호텔 내 서비스 업무의 경우 강한 노동강도로 인해 용품 교체 및 청소, 안내 등을 하기 위해 인력 확보가 어려워 로봇 대체 가능성이 큰 분야
 - 호텔 뿐만 아니라 인천공항에서 운영하고 있는 에어스타와 같은 장소 안내 로봇 또한 포함

(2) 필요성

- 대규모 공공시설, 숙박 시설 등의 서비스 인력 부족이 심화되고 있음
 - 특히 많은 호텔이 서비스 로봇의 배치를 통한 효율적인 호텔 운영을 원하였으나 자율주행과 인공지능 기반 인지, 인식 기술의 부족으로 능동적 서비스가 어려워 투입 비용 대비 효과가 적음
 - 그러나 최근 인공지능의 비약적 발전으로 서비스 수준이 높아지며 실제 기술 구현이 가능해져 대규모 수요가 예상
- 24시간 작동 및 지속적으로 이동하며 시설물 경비, 청소 등이 가능
 - 경비인력은 한정된 공간에서만 위치하고 주기를 정하여 이동하며 경비하지만 로봇은 휴식시간 없이 항상 이동이 가능함, 특히 CCTV 등과 네트워크로 연결하여 이상현상이 발생한 곳으로 즉각 이동 가능
- 1인 가구, 인구 고령화 가속으로 배달 수요의 급격한 증가
 - 맥킨지(McKinsey) 보고서에 따르면, 매년 배달되어야 하는 물품 수가 향후 10년 동안 미국에서 250억개 이상 증가할 것으로 예상
 - 물류 규모와 품목이 늘어남에 따라 더 많은 배달원 요구, 이를 사람으로 대체하기에 인력 부족 및 사고 위험 등이 있기 때문에 배달 로봇에 의존 필요성이 대두
- 타 산업과의 연계가 상당히 중요한 산업
 - 배달 및 안내 서비스 로봇은 서비스업을 수행하는 다양한 산업에 적용될 수 있으므로 로봇 산업의 부흥을 이끌 수 있음
 - 점차 커져가는 서비스 산업은 지능형 로봇의 전후방 산업 활성화에 큰 역할을 할 것

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

- 배달 및 안내 서비스 로봇 제품의 용도별 분류는 아래와 같이 3가지 용도로 구분 가능
 - 배달 및 안내 서비스 로봇은 배달 로봇, 안내 서비스 로봇과 융합형 로봇으로 나눌 수 있고 후방산업은 각종 센서 및 부품산업, 전방산업은 배달 서비스 산업, 공공 서비스 산업, 제조 및 유통업 등을 포함
 - 후방산업 관점에서 배달 및 안내 서비스 로봇은 각종 소프트웨어뿐만 아니라 기동성도 중요하므로, 구동기 및 제어기와 같은 부품 산업이 연관도가 존재
 - 전방산업 관점에서는 서비스 중심의 제품이므로 다양한 서비스 산업 중심의 3차산업 분야에 크게 기여할 것으로 기대

[배달 및 안내 서비스 로봇 가치사슬]

후방산업	배달 및 안내 서비스 로봇	전방산업
각종 센서 모듈 관련 산업, 구동부 및 제어기 관련 산업, 배터리 등 전원 관련 산업, 인공 지능 등 지식 기반 산업	배달 로봇 안내 서비스 로봇 배달 및 안내 융합형 로봇	배달 서비스 산업, 공공 서비스 운영 산업, 실버케어 서비스 산업

(2) 용도별 분류

- 배달 및 안내 서비스 로봇 제품의 용도별 분류는 3가지 용도로 나눌 수 있음
 - 배달을 전문으로 하는 배달 로봇, 인건비 절감 가능성이 크게 보임
 - 안내 서비스 등을 전문으로 하는 안내 서비스 로봇
 - 두 가지 기능을 융합하여 호텔이나 음식점 안에서 사용가능한 융합형 로봇으로 나눌 수 있음

[용도별 분류]

기술분류	상세 내용
배달 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 지정된 고객에게 물품을 배달할 수 있는 로봇 • 배달 과정에서 만족도 조사를 할 수 있는 시스템 적용
안내 서비스 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 공공장소에서 안내가 가능한 로봇 • 안내와 함께, 에스코트, 푸드코트 등에서 식사 주문도 가능
융합형 로봇	<ul style="list-style-type: none"> • 위 두가지 로봇이 융합한 형태 • 음식점에서 메뉴 안내 및 상세 설명, 서빙도 가능한 형태

2. 산업 및 시장 분석

가. 산업 분석

◎ 산업 현황 및 전망

- (SK텔레콤, KT, LG유플러스) 5세대(5G)와 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등을 이용한 로봇 산업에 앞다퉈 뛰어 들고 있음
 - 신종 코로나바이러스(코로나-19)로 '언택트(비대면)'가 일상화되면서 배달 로봇이나 방역 로봇, 주차 로봇까지 선보이며 로봇 산업에 힘을 실고 있는 분위기임
 - 특히 초저지연과 초고속을 앞세운 5G 기반 로봇으로 스마트팩토리 등 기업 간 거래(B2B)도 확장시킬 전망
- 로봇은 지금보다 더 정확하고 민첩하며 혁신적인 AIoT 기반의 로봇으로 진화 전망⁷⁾
 - 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
- 점차 인건비가 기하급수적으로 증가하는 상황에서 경쟁력이 강화되는 산업
 - 로봇 운용에 비용이 들긴 하지만, 시간이 흐를수록 인건비와는 비교할 수 없을 정도로 그 비용이 저렴해질 것
 - 인건비는 계속 올라가는 반면에 디지털 기술의 사용비용은 계속 낮아지기 때문
 - 장기적인 관점에서 배달 및 안내 로봇의 성공 가능성은 높다고 볼 수 있음
 - 현재 사람은 강화되어 가는 근로기준법, 산재법 때문에 사고 시 사용자가 감당해야 할 비용이 많기 때문에 어려운 일은 로봇이 하게 될 가능성이 큼
- 배달 로봇의 지속적인 성장 기대
 - 배달로봇의 경우 로봇 사용자 입장에서는 비용 절감 및 배달 물품의 확대에 상당한 도움이 되고, 현재 배달비가 지속적으로 늘어나고 있는 요즘 소비자 입장에서는 부담해야 할 배달비가 낮아지거나 심지어 값싼 생필품 하나까지 무료 배송이 가능해질 수도 있음
 - 배달인이 배달물품을 빼돌리거나, 착오로 잘못 배송하는 등의 사회적 문제가 지속적으로 발생하는 상황에서 사용자와 소비자의 이해관계가 맞아떨어지며 자연스럽게 배달 로봇의 대중화로 이어지게 될 것으로 예상

7) '지능형 IoT 기반 서비스 로봇 활용사례와 시사점', 이슈리포트 2020-제5호(20.07.29.)

- 지금까지 공개된 배달 로봇들의 형태와 기능에 있어서 그다지 커다란 차이점은 보이지 않음
 - 아직까지 배달로봇들 대부분이 본격적으로 사업화되지 않았기 때문에 사용자 입장에서 배달로봇 실제 도입 시의 초기투자비용, 운용비용, 효용성, 기기의 내구성 등 중요한 사항들에 대한 정확한 비교는 어려운 상황
- 안내 서비스 로봇의 지속적인 성장 기대
 - 로봇의 형태라고 보기는 어렵지만 보편화된 키오스크 또한 안내 서비스 플랫폼을 장착하였다고 볼 수 있음
 - 그러나 능동적인 서비스는 불가능하여 디지털 기기에 적응도가 떨어지는 노인, 장애인 등 사회적 약자 측에서는 키오스크로 서비스를 대신하는 것에 대해 불만족한 정도가 심해지고 있음
 - 안내 서비스 로봇이 보급된다면, 능동적인 서비스가 가능할 것으로 보이기 때문에 이러한 디지털 소외계층에게도 보다 나은 서비스를 제공할 수 있을 것으로 사료

[키오스크]



* 출처: 한국관광공사 관광안내 키오스크

◎ 관련 정책

- 정부는 국내 지능형 IoT 기반의 서비스 로봇 시장 활성화를 위하여 시대적 수요를 반영한 지원 체계 마련 중
 - 코로나-19 감염증에 의한 언택트(비접촉·비대면) 시대가 도래하여 모든 사회적인 패러다임이 전환되는 중이므로 서비스 로봇 시장의 수요가 확대
 - 그 중 의료, 노인복지, 인력문제 등 여러 사회적 문제 해결을 위한 대안으로 주목받는 중
 - 이에 발맞추어 과기정통부는 2020년 6월 ‘전염병 대유행 대응 로봇·ICT융합 생활방역 솔루션 개발사업*’추진을 통하여 코로나-19 해결을 위한 방안으로 의료 서비스 융합 로봇을 제안
 - * 인간 개입 없이 로봇의 자율 판단(이동·동작·작업)의 생활방역을 실현함으로써 집중 의료현장, 생활체육 시설, 일상생활공간 등에서 전염병에 대한 대응 수준을 높일 것(3.5년간 154억 원)
- 산업통상자원부는 ‘로봇산업 발전방안(2019. 3. 22)’을 통해 물류로봇을 글로벌시장 규모, 비즈니스 잠재역량, 도전가치 등을 고려해 선정된 4대 전략 분야의 하나로 꼽음

◎ 기업의 산업 동향

- 전세계에 배달로봇을 개발하며 적지 않은 투자를 받은 기업들이 여럿 있는데 스타십(Starship Technologies)도 그런 기업들 중 하나
 - 2014에 설립된 스타십은 2017년 1월에 다임러(Daimler), 샤스타벤처스(Shasta Ventures) 등의 투자로부터 1720만 달러를 투자 받으면서 주목 받음
 - 2018년 6월에는 추가적으로 2500만 달러의 투자를 유치
- 뉴로는 2018년 6월 미국의 대형 유통업체 크로거(Kroger)와 제휴를 맺고 하반기부터 뉴로의 배달로봇을 이용해 당일 배송을 제공하는 파일럿 프로그램을 개시
 - 미국의 신선식품 소매시장은 아마존의 홀푸즈(Whole Foods) 인수 후 경쟁이 가열
 - 크로거는 뉴로의 배달로봇을 이용해 우유, 달걀, 시리얼, 빵 등의 신선식품을 신속하게 배송함으로써 아마존과의 경쟁에서 앞서나갈 계획
- 초기 배달 로봇의 대한 관심은 ‘참신함’이 전부였으나, 현재는 많은 스타트업이 다양한 배달 로봇을 선보이는 중
 - 도미노 피자사의 ‘도미노’ 로보틱스 유닛(Domino’s Robotic Unit; DRU)가 대표적이며 2016년 도미노 피자는 호주에서 DRU를 활용한 피자 배달 테스트를 진행 - 4개의 바퀴로 움직이는 DRU는 시속 20km로 이동 가능하며, 센서를 이용해 장애물을 피하고, 보도나 자전거 도로 등 안전한 길을 통해 지정된 목적지까지 피자를 배달할 수 있었으나 상용화에는 실패

[도미노 피자의 DRU]



* 출처: 음성인식 가상비서 기술 동향 및 전망, KEIT(2019)

□ 사족보행 배달 로봇 개발도 지속적으로 수행 중

- 언슈퍼바이즈드(Unsupervised.ai)의 아이다(Aida)라는 사족보행 배달 로봇은 네 발에 바퀴가 있어 평지는 일반적인 배달 로봇처럼 동작

[언슈퍼바이즈드의 아이다]



* 출처: 음성인식 가상비서 기술 동향 및 전망, KEIT(2019)

□ 안내 서비스 로봇은 현재 공공서비스 부분에서 상용화 완료 상태

- 인천공항이 안내 로봇 ‘에어스타’는 상용화가 완료되어 2018년부터 배치되었으며, 신뢰성이 필요한 공항 안내부터 목적지까지 에스코트까지 가능하다는 점에서 다른 서비스업에도 적용이 급격하게 이루어질 것으로 예상
- 미술관, 박물관 등 큐레이터가 필요했던 서비스에도 쉽게 적용 가능할 것이라 예상되며 이 효과는 부품산업이나 콘텐츠 산업 등에 큰 파급효과를 가져다 줄 것

[인천공항의 에어스타]



* 출처: ‘에어스타’ 덕분에 인천공항에서 헤맬 걱정 끝, industryNEWS(2018)

나. 시장 분석

(1) 세계시장

- 세계 배달 로봇 시장은 2018년 1,190만 달러에서 연평균 19.2% 성장하여 2024년 3,414만 달러에 이를 전망

[배달 로봇 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	11.90	14.19	16.91	20.16	24.03	28.64	34.14	19.2

* 출처: MarketsandMarkets (2019)

- 한국의 배달 문화가 외국에 소개되었지만, 인건비가 비싼 선진국은 쉽게 도입하기 어려웠고 이로 인해 배달 로봇 제품 개발에 박차를 가하고 있음
- 안내 로봇은 서비스 로봇으로 분류되며, 서비스 로봇 시장 규모는 2018년 236억 달러에서 연평균 31.2% 성장하여 2024년 1,219억 달러에 이를 전망

[서비스 로봇 시장규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
세계시장	23.6	31.0	40.8	53.6	70.5	92.7	121.9	31.2

* 출처: Strategy Analytics

(2) 국내시장

- 국내시장은 배달 및 안내 서비스 로봇이 아직 상용화된 사례가 없기 때문에 안내 서비스 역할을 부분적으로 수행하는 키오스크의 시장규모 전망은 2018년 3,006억 원 규모에서 연평균 13.9% 성장하여 2024년에는 6,564억 원 규모가 될 것으로 추정

[안내 서비스 로봇 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	3,006	3,424	3,900	4,402	5,060	5,763	6,564	13.9

* 출처: 하니금융투자(2018), 2019년 이후 추정

3. 기술 개발 동향

- 기술경쟁력
 - 배달 및 안내 서비스로봇은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 84.1%의 기술수준을 보유하고 있으며, 최고기술국과의 기술격차는 1.5년으로 분석
 - 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 73.7%, 기술격차는 2.2년으로 평가
 - EU(89.7%)>한국>일본(84.0%), 중국(75.6%)의 순으로 평가
- 기술수명주기(TCT)⁸⁾
 - 배달 및 안내 서비스로봇은 7.15의 기술수명주기를 지닌 것으로 파악

가. 기술개발 이슈

◎ 자율주행 기술은 배달로봇에 필수

- 배달 로봇의 상용화를 위한 센서, 자율주행 기술은 필수
 - 배달 로봇은 배달품이 손상되지 않도록 안전하게 배달해야 하는 것이 핵심이며 이러한 제품을 만들기 위해서는 급정거를 하거나 장애물에 부딪히지 않도록 하는 세밀한 주행기술이 필수
 - 자동차의 자율주행 기술은 차선이라는 가이드라인이 있지만 배달 로봇은 그런 가이드라인이 없어 아직은 실내 공간에서만 작동이 가능하므로 실내 공간에 대한 이해가 필수적
 - 학습된 지정된 경로를 따라 배달하는 것은 시범적으로 수행하고 있지만, 학습되지 않은 무질서한 공간에서는 배달이 불가능
 - 현재 해외 기업에서 내장된 지도와 GPS, 자이로스코프, 9대의 카메라 등의 센서를 이용해 장애물을 피해 목적지까지 이동가능하고, 약 9kg까지 물건을 실을 수 있어 배달 음식이나 의약품, 가벼운 생필품을 배달하는 데 적합한 로봇을 개발하여 기술에는 문제가 없음을 과시
- 실내 자율주행을 위한 ‘자기위치 추종 기술’
 - 트위니의 실내 자율주행 로봇 ‘나르고’는 센서 기반의 자기위치 추정 방법을 통해 기존의 단점을 보완하고, 복잡한 환경에서도 자기위치 추정이 가능한 것이 특징, 작은 메모리만으로도 정밀한 지도를 표현할 수 있을 뿐만 아니라 지도 크기에 무관한 적은 연산량으로 자기위치 추정과 지도 생성이 가능해 기존의 기술을 획기적으로 개선했다는 평가를 받고 있음
 - 특히 나르고는 적은 연산으로도 조명, 잡음 등의 환경 변화에도 강하게 물체를 인식하는 독자적인 알고리즘을 도입해 별도의 인프라나 디바이스 착용 없이 센서만으로 사용자를 추종, 대상의 동작에 대한 예측을 기반으로 특정 대상물이 다른 장애물에 가려졌다 다시 나타나도 그것을 정확히 인식하고 예측할 수 있음
 - 한 가지 정보를 활용하지 않고 색, 색의 분포, 크기, 위치 정보 등 다양한 정보를 조합해 활용하고, 특정 조명 값으로 색상 정보를 보정할 수 있어 조명 변화에도 강하다는 장점을 갖고 있음

8) 기술수명주기(TCT, Technical Cycle Time): 특허 출원연도와 인용한 특허들의 출원연도 차이의 중앙값을 통해 기술 변화속도 및 기술의 경제적 수명을 예측

◎ 운용사 입장의 다중 로봇 운용 기술 개발

□ 다중 로봇 시스템(Multi-Robot System)

- 다중 로봇 시스템은 로봇들의 협조적인 작업수행 계획 및 실행을 통해 여러 곳에 분산된 작업들을 효율적으로 수행하도록 함
- Multi-Robot Task Allocation 문제는 각각의 로봇을 어떤 작업에 할당하여야 최적의 성능을 낼 수 있을지 혹은 최소의 비용이 필요할지에 대해서 다룸
 - 아마존의 자동화된 창고에서 수십만 건의 주문을 처리하기 위해 수백 대의 로봇을 운용할 때에 어떤 로봇을 창고의 어떤 부분으로 보낼지, 충전이 필요한 로봇을 어떤 충전 장치로 할당할지 등의 문제는 실시간으로 발생
- Carnegie Mellon University의 남창주 연구원은 박사과정 연구 중 작업수행의 최적화에 이용되는 비용/효율을 비결정성 표현방식을 통해 모델링하여 로봇 및 환경에서 발생하는 불확실성을 반영하였고 그 표현방식을 이용해 계산적으로 부담이 적은 알고리즘을 개발
- 전반적인 상황인지 능력은 인간보다 부족한 부분이 많아 로봇 시스템의 장기 운용 시에 새로운 미션으로의 전환, 환경적 변화에 따른 운용방식의 변경 등을 적시에 하기 어려운 경우 발생

[Flocking behavior를 수행 중인 Turtlebot과 CUDA Swam Simulator 속 로봇들]



* 출처: 기계·건설공학연구정보센터

◎ 안내 서비스 로봇의 상용화

□ 안내 서비스 로봇은 현재 기술로도 상용화되어 서비스를 수행하고 있음

- 중국 기업 Suzhou Pangolin Robot은 안내 기능과 서빙 기능을 가진 로봇을 개발하여 헝가리의 한 카페에 납품
- 인천국제공항에 납품된 LG전자의 에어스타 로봇은 탑승구까지 에스코트도 가능하며 센서를 이용하여 장애물 파악 및 이용객과의 거리를 파악하여 수준 높은 안내를 수행할 수 있음
- 현재까지 국내외적으로 상용화된 제품기술이 부족한 상황이며, 사용자와 개발자 간 기술수준의 격차가 크기 때문에 상용화를 위한 기술 확보가 시급한 것으로 파악

□ 다양한 변수를 고려해야 하는 안내 서비스 로봇은 딥 러닝 기술이 필수적

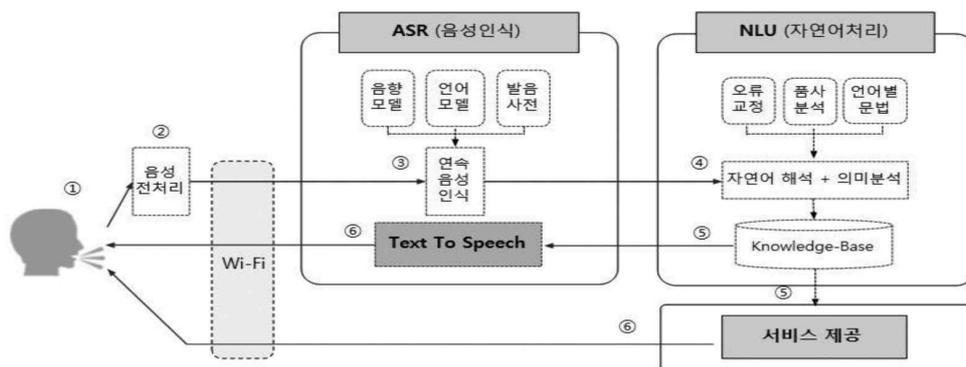
- 인공지능 기술의 발달로 서비스 로봇의 발달이 더욱 가속화될 것으로 예상
- 아직까지는 좁은 실내 공간에서의 안내 로봇은 키오스크로 충분하며, 전시장이나 공항 등과 같은 넓은 공항, 대형 할인마트에 필요할 것으로 예상. 이는 인건비나 효율성 측면에서 소비자의 결정에 따른 문제로 판단

◎ 음성인식 기술은 서비스 로봇에게 필수

□ 음성인식의 핵심 기술로는 음성인식(ASR), 음성이해(NLU), 음성합성(TTS)이 있음

- ASR(Automatic Speech Recognition)은 발화자의 명령어를 컴퓨터가 이해하는 언어(Text)로 자동 변화하는 기술로 인공지능망 엔진을 활용하여 단어와 문장을 학습
- NLU(Natural Language Understanding)는 주어진 Text를 어떤 의미 인지를 파악하는 기술이며 “기분좋은 음악 들려줘” 하면 ‘기분 좋은 노래’로 지정되어있는 음악을 찾아 틀어달라는 의미로 분석하는 것. 발화자의 의도를 파악하기 위하여 다양한 유사패턴을 학습
- TTS(Text to Speech)는 Text 문장을 음성으로 변환하는 기술이고 사람이 말하듯이 속도나 높낮이 조절하는 것이 기술력의 척도로 판단됨

[음성인식 구조도]



* 출처: 음성인식 가상비서 기술 동향 및 전망, KEIT(2019)

나. 생태계 기술 동향

(1) 해외 플레이어 동향

- (Amazon) 미국 워싱턴과 캘리포니아 어바인 지역에서 운행하고 있는 자율주행 배달로봇 ‘스카우트(Scout)’를 조지아주 애틀랜타와 테네시주 프랭클린 지역으로 시범 서비스 확대
 - 2019년 1월 사람이 걷는 속도로 인도를 따라 주행하는 ‘스카우트’를 이용해 시애틀 북부 외곽 에서 약 35km 떨어진 스노호미시 카운티까지 시범 배송을 시작했으며 식료품 등 정기 배송과 소형 택배 물품을 각 가정으로 배달하고 있음
- (Alibaba) 자율주행 배송로봇으로 얼굴 인식, 온도 조절, 보온 보냉 기능 등을 갖춘 G플러스를 개발
 - 이용객은 로봇 보관함에 설치된 잠금 장치를 얼굴 인식이나 비밀번호 입력을 통해 해제하고 주문 물품을 가져갈 수 있음
- (Eleme) 2018년 5월 드론 음식배달 서비스를 출시
 - 주문받은 음식을 지상 요원이 드론 출발 지역으로 전달, 드론이 착륙지에 도착하면 그곳에 위치한 지상 요원이 고객의 주소로 최종 배달하는 시스템
 - 배달 드론 ‘E7’은 시속 65km 속력으로 최대 6kg의 음식 배송 가능. 비행 거리는 최장 20km
- (Alsok) ‘Reborg-X’는 자율주행형 안내 및 보안 로봇으로써 사람이나 물건이 다가오면 충돌회피가 가능한 자동정지 회피기능 탑재
 - ‘Relay’는 웨라톤, 하얏트 호텔 등에서 활용중이며, IoT 기반의 디지털화된 엘리베이터를 이용하여 층간 이동이 가능한 실내 물류 배송 자율주행 로봇
 - 카메라, 초음파센서, 레이더, 자이로스코프, 가속도 센서, GPS 신서, 자기장 센서 및 라이다(LiDAR)등 적용
- (Robby Technologies) 2018년 로비2(Robby 2)라는 이름의 배달 로봇을 선보여 스타십에 도전장을 내밀음
 - 로비2는 적외선 카메라와 헤드라이트를 장착해 어두운 곳에서도 운행할 수 있으며, 보행자에게 로봇의 방향을 알리는 LED 조명도 장착하고 있음. 한번 충전하면 20마일 이상 운행할 수 있으며, 강한 햇빛이나 비가 내리는 날씨에도 운행 가능함

[KT의 AI 호텔로봇 '엔봇(N bot)']



* 출처: KT

- (스타십테크놀로지스) 2020년 약 30대의 로봇을 통해 템피와 워싱턴DC 등 미국에서 로봇으로 배달 서비스를 제공하고 있으며 미국 각 주의 대학교에 식음료 배달 운행에 돌입
 - 푸드 공급 및 관리 서비스 업체인 소덱스와 제휴해 조지 메이슨 대학에 식음료 자율 배송 로봇 서비스를 개시했으며 2020년 3월 볼링그린 주립대학에서도 배달 운행을 시작
 - 특히 고객은 전용 앱을 통해 실시간으로 배송여부를 추적할 수 있으며, 주문자에게만 전송되는 PIN 코드를 통해 물건을 찾을 수 있음
 - 메인 스테이션에서 최대 5km까지만 이동이 가능하기 때문에, 곳곳에 메인 스테이션을 설치해야 한다는 점이 단점 요소
 - 배달 후 메인 스테이션으로 복귀한 이 로봇은 다음 배달 전까지 스스로 충전을 하는 기능이 장점
 - 6개의 바퀴로 움직이는 이 로봇은 평균 6.4km/h로 움직이며 내장된 지도와 GPS, 자이로스코프, 9대의 카메라 등의 센서를 이용해 장애물을 피해 목적지까지 이동함. 약 9 kg까지 물건을 실을 수 있어 배달 음식이나 의약품, 가벼운 생필품을 배달하는 데 적합

- (마블) 2017년 음식배달 서비스 잇24(Eat24)와 협력해 샌프란시스코 지역에서 음식배달을 테스트
 - 마블의 배달 로봇은 카메라, 초음파 센서, 라이더 기술이 탑재되어 있으며 고해상도의 3D 지도를 활용해 낮과 밤에 상관없이 이동이 가능하며 인도와 건물 등도 인식할 수 있음
 - 미국 전 지역에 배달 로봇 서비스를 확대할 수 있을 것으로 기대하고 있으며 장기적으로 온도 제어 기능을 적용해 배달 로봇을 냉장고나 오븐으로도 활용할 수 있게 만들 계획

- 헝가리 최초의 로봇 카페 Enjoy Budapest Cafe 탄생
 - Enjoy Budapest Cafe는 점원 고용 대신 로봇을 활용해 인건비를 1/3 수준으로 낮출 수 있었다고 함. 그러나 이 카페의 운영 목적은 인건비 절감이 아닌 카페를 방문하는 고객들이 자동화 시스템, 인공지능기술을 보다 친근하게 느끼고 경험하도록 하는 것. 많은 사람이 로봇을 체험하면서 흥미를 느끼도록 해 향후 로봇산업의 확장 가능성을 시험해보는 취지로 본 카페가 시작
 - 카페에는 각자의 역할을 수행하는 다양한 종류의 로봇이 있음. 서빙 로봇은 중국 로봇 제조업체인 Suzhou Pangolin Robot Corp에서 제작한 것으로 음식 준비가 완료되면 종업원이 해당 고객 테이블 번호를 로봇에 입력해 음식을 전달. 로봇은 지정된 동선을 따라 테이블 앞까지 안전하게 도착함. 손님이 음식을 완전히 다 내려놓은 후 로봇의 손을 터치하면 원래 대기하고 있던 장소로 되돌아감

[KT의 AI 호텔로봇 '엔봇(N bot)']



* 출처: KT

- (뉴로) 자율주행 배송 로봇 'R2'는 외부 창고와 병원을 오가며 의료진에게 음식과 의료용품을 운반
- (엔트윅) 엔트윅가 개발한 드론은 중국 항저우에서 자율주행으로 코로나 환자의 검사 샘플을 병원으로 옮기는 작업을 수행

[R2]



[엔트윅가 개발한 드론]



* 출처: 뉴로 홈페이지(좌), '중 물류 드론 스타트업 엔트윅, 의약품 배송 서비스 실시', 2020, 앤트뉴스(우)

(2) 국내 플레이어 동향

- (배달의 민족) 2020년 수원 광고의 주상복합 아파트 광고 엘리웨이 에서 실외 자율주행 배달로봇 ‘딜리드라이브’를 활용한 시범 서비스를 시작
 - 주문이 접수되면 총 5대의 배달 로봇 ‘딜리드라이브’가 배달 업무를 시작
 - 딜리드라이브는 단지 내에 마련된 스테이션(대기소)에 있다가 식당으로 스스로 이동
 - 식당 점원이 딜리드라이브에 음식을 넣고 출발 버튼을 누르면 고객 위치로 배달
 - 고객은 배민 앱을 통해 딜리드라이브의 현재 위치를 실시간 확인할 수 있음
 - 딜리드라이브는 도착하기 100m 전과 도착 후 주문자에게 알림 특을 전달
 - 단지 내 사람들의 이동경로 및 노면 상태를 일일이 확인해 사람이 많거나 아이들이 자주 다니는 곳에서는 저속으로 운행하도록 설계
 - 차량이 다니는 횡단보도에서는 우선 멈추고 단지 내 마련된 영상관제 시스템이 실시간으로 배달 로봇을 제어해 안전성을 높임

- (현대글로비스) 로봇 개발기업 트위니가 개발한 자율주행 로봇을 활용해 일상과 밀접한 ‘생활 밀착형 물류 서비스’를 개발할 계획
 - 현대글로비스는 이를 위해 로봇을 활용한 ‘실내 언택트 안심 배송 플랫폼’ 구축에 나섬
 - 소비자는 스마트폰 애플리케이션을 통해 배송 장소와 시간을 지정할 수 있으며 로봇이 배송을 완료하면 간단한 인증 후 물품을 수령할 수 있음
 - 21년 6월 이전 예정인 신사옥에 첫 적용할 예정이며 로봇 크기는 가로 61cm·세로 78cm·높이 110 cm다. 최대 60kg을 적재할 수 있고 초음파 센서를 통한 자율주행 기능과 자체 알고리즘을 활용한 동적 장애물 회피 기능 등이 탑재
 - 로봇 개발 스타트업인 트위니와 ‘자율주행 이동로봇 생활물류 서비스 업무협력 양해각서(MOU)’를 맺음
 - 트위니는 복잡한 실내에서 로봇이 위치를 스스로 파악하고 목적지까지 물품을 효율적으로 운반하는 자율주행 기술과 특허를 보유
 - 트위니의 로봇기술을 통해 현대글로비스는 가정과 사무실 등에서 로봇이 배송하는 택배 물품과 우편물을 비롯해 음식, 편의점 상품, 세탁물 등을 받아볼 수 있는 생활 밀착형 물류서비스를 선보이겠다는 계획

- (KT, 엠에프지코리아) 로봇이 음식을 배달해주는 서빙로봇 상용화를 위한 시범 서비스에 돌입
 - 3D 공간맵핑 기술, 자율주행 기술 등 최첨단 소프트웨어가 탑재
 - 이를 통해 정밀한 주행 기술로 테이블 간 좁은 통로를 자유롭게 이동할 수 있으며 장애물 발견 시 유연하게 회피해 목적지까지 이동

□ (LG CLOi GuideBot) 기본적인 호흡기 문진과 체온측정을 도움

- 서울대병원에는 코로나-19 이후 모든 출입객 대상으로 체온측정과 간단한 문진을 진행하고 있는데, 직원이 일일이 확인하던 절차를 비대면으로 전환해 전파위험을 낮출 수 있게 된 것
- 실내 자율주행 및 장애물 회피 기술이 적용된 클로이 청소로봇(LG CLOi CleanBot)도 도입동선이 복잡한 병원에서도 안전하게 청소가 가능하며, H13등급 헤파필터를 장착해 청결한 환경을 유지할 수 있음

□ (KT) '기가지니 호텔' 솔루션을 진화시켜 AI 호텔로봇 '엔봇(N bot)'을 상용화

- 객실 내의 기가지니 호텔 단말기를 통해 음성이나 터치로 객실 용품을 요청하면 배달을 로봇이 직접 대신하는 서비스. 엔봇은 KT 융합기술원에서 자체 기술로 개발한 3D 공간맵핑 기술, 자율주행 기술 등 최첨단 정보통신기술(ICT)이 적용돼 객실까지 자율주행으로 이동가능. 호텔 엘리베이터와의 통신을 통해 스스로 엘리베이터를 승하차하며 층간 이동도 가능

□ (인천공항) 지능형 안내 로봇인 LG전자의 '에어스타' 상용화

- 에어스타는 인공지능(AI) 기반의 자율주행·음성인식 기능 등 각종 첨단 정보통신기술(ICT)이 집약된 공항 안내 로봇으로, '세계 최초 상용화 공항 안내 로봇'이라는 세계 신기록을 보유하고 있음. 프로젝트 주관사인 LG CNS가 중앙관제 시스템을, LG전자가 두뇌 격인 AI를, 중소기업 푸른기술이 하드웨어 개발을 각각 맡은 '합작품'

[KT의 AI 호텔로봇 '엔봇(N bot)']



[LG전자의 '에어스타']



* 출처: 로봇이 수건 배달...KT 'AI 호텔 로봇' 선보인다(좌), LG전자 홈페이지(우)

다. 국내 연구개발 기관 및 동향

(1) 연구개발 기관

[배달 및 안내 서비스 로봇 연구기관 현황]

기관	소속	연구분야
전자부품연구원	차세대로봇 전략기술지원단	<ul style="list-style-type: none"> • 상용로봇 및 ROS 활용 통합플랫폼 기초기술 개발 • 고정환경 포인트 클라우드 생성 기초기술 개발 • 인도경계석 극복가능 휠구동 이동기구 기초기술 개발
한국전자통신연구원	지능로봇연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇 이동환경의 의미망(Semantic) 구성 요소 및 위치단서 인식 기술 개발 • 위치단서 융합 기반 위치추정 및 상황판단 기술 개발 • 불확실성 해소 및 길 잃음 상황 극복을 위한 능동적 탐사 기술 개발
경북대학교	기계공학부	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈러 기반의 개별 다족 로봇 간 기계적 결합을 위한 자동 도킹(결합) 매커니즘 구현 • 모든 면에 자동 결합 기능이 내재된 모듈러 4족 군집 로봇 • 안정적인 다족(4족) 로봇 보행 기술 개발

(2) 기관 기술개발 동향

- (한국전자통신연구원) 차세대로봇전략기술지원단 황정훈 책임연구원 팀 (2019~)
 - 상용로봇 및 ROS 활용 통합플랫폼 기초기술 개발, 상용로봇 적용 센서 선정 및 장착 기구부 제작, ROS 시스템 구축 및 취득 데이터 배포, GPS 및 외부 인공지능 활용을 위한 통신부 제작
 - 고정환경 포인트 클라우드 생성 기초기술 개발, 고정환경 추출을 위한 기초기술, 중저가 센서를 활용한 포인트 클라우드 생성 기초기술
 - 인도경계석 극복가능 휠구동 이동기구 기초기술 개발, 기존 배달로봇에 대한 벤치마킹, 벤치마킹 결과에 따른 이동기구 개념설계, 3D 프린터 등을 활용한 축소모델 제작을 통한 개념설계 검증
- (한국전자통신연구원) 지능로봇연구실 이재영 책임연구원팀
 - 불확실한 지도기반 실내·외 환경에서 최종 목적지까지 이동로봇을 가이드할 수 있는 AI 기술 개발 연구과제 수행 중(2019~)
 - 로봇 이동환경의 의미망(Semantic) 구성 요소 및 위치단서 인식 기술, 길의 Topology 구조 및 길 방향 인식 기술, 로봇 이동로 상의 POI 인식 기술, 실외 환경 영상 기반 Multi-modal 위치단서 인식 기술 개발 중
 - 위치단서 융합 기반 위치추정 및 상황판단 기술, 위치단서 융합 기반 경로인식 및 위치판단 기술, 실내·외 연계 이동상황 판단 기술 개발 중

□ (경북대학교) 기계공학부 이학 교수 연구팀

- 개별 로봇 간 자동 결합을 통해 다양한 조건에서 안정적인 보행/작업을 실현하는 하이브리드 모듈러-군집 지상 다족 로봇 시스템 개발 연구과제 수행 중(2019~)
- 모듈러 기반의 개별 다족 로봇 간 기계적 결합을 위한 자동 도킹(결합) 매커니즘 구현- 양방향 스크류 이동 시스템, 위치 결정핀, 적외선 센서 등을 이용한 순차별 결합 매커니즘
- 좌우에 상관없이 모든 면에 자동 결합 기능이 내재된 모듈러 4족 군집 로봇 (0.5m*0.5m*0.5m) 개발 - 로봇 시스템 : 4족 다리 (총 12 DOF) + 결합 매커니즘 (1 DOF)로 구성- 각 발목에 Compliant 요소를 적용하여 안정적인 로봇 매커니즘 설계- 안정적인 로봇 보행/작업 조작 기능 전환을 고려한 다리 (3 DOF) 설계- 배터리, USB 카메라, IMU 및 반자동 원격 조작 (Semi-autonomous Tele-operation)등을 포함한 로봇 구조 설계

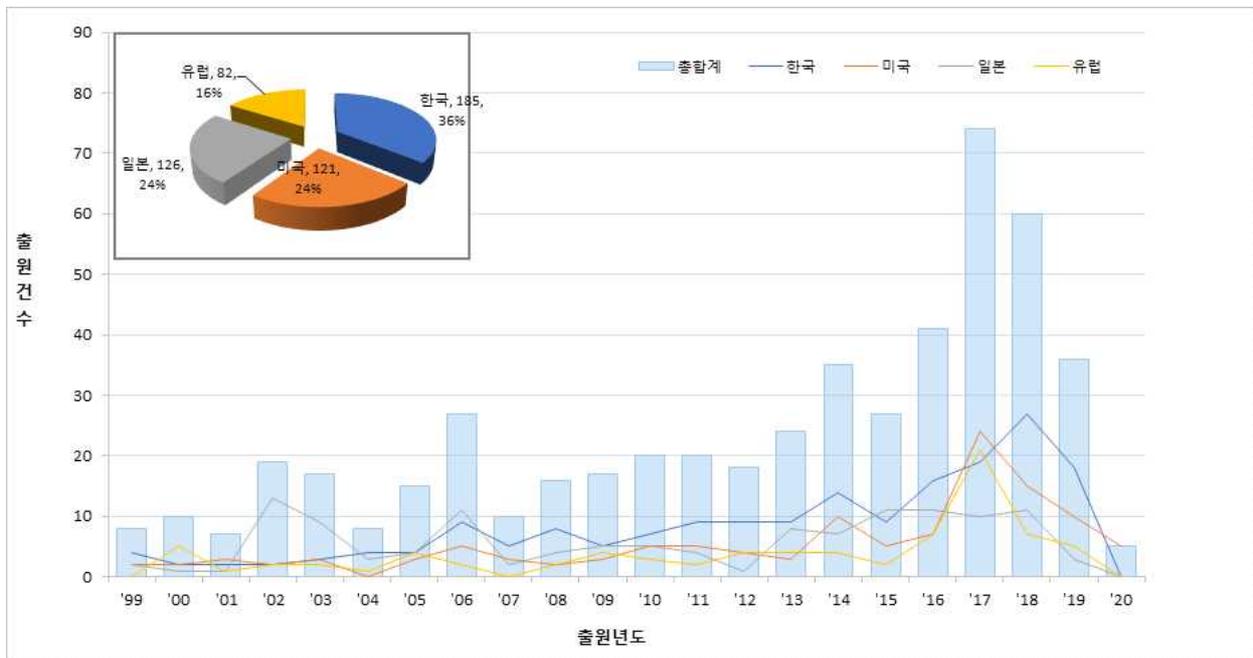
4. 특허 동향

가. 특허동향 분석

(1) 연도별 출원동향

- 배달 및 안내 서비스 로봇은(는) '14년부터 완만한 성장을 보임
 - 각 국가별로 살펴보면 한국이 가장 활발한 출원활동을 보이고 있음
- 국가별 출원비중을 살펴보면 한국이 전체의 36%의 출원 비중을 차지하고 있어, 최대 출원국으로 배달 및 안내 서비스 로봇 분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 일본은 25%, 미국은 24%, 유럽은 16% 순으로 나타남

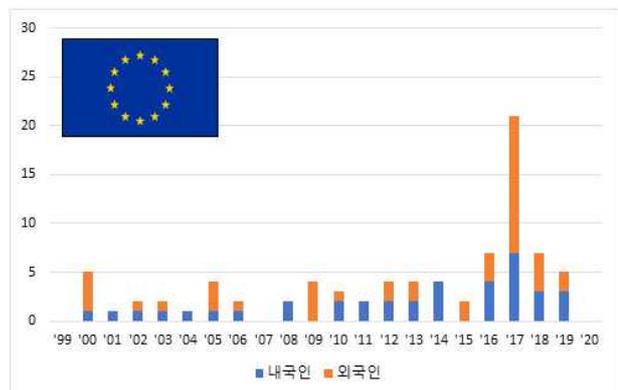
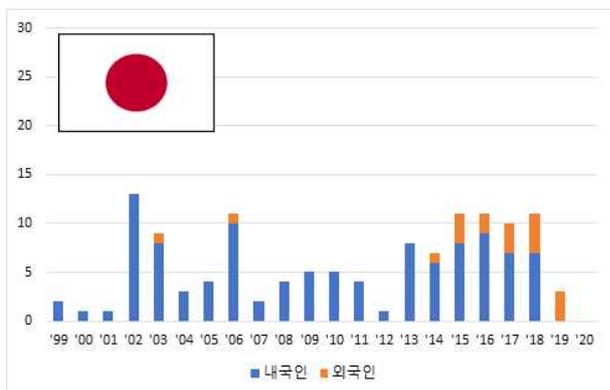
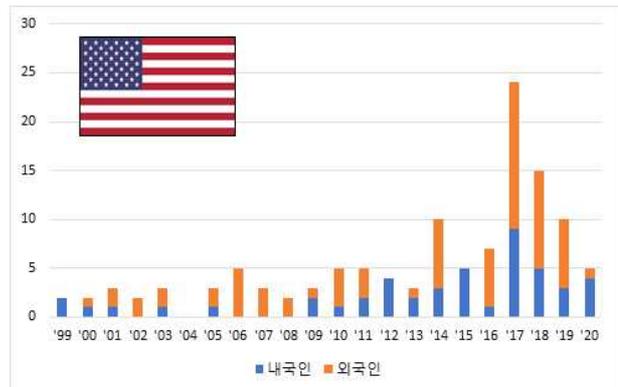
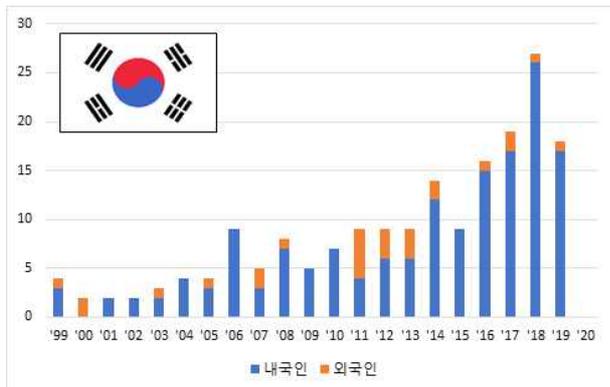
[배달 및 안내 서비스 로봇 연도별 출원동향]



(2) 국가별 출원현황

- 한국의 출원현황을 살펴보면, '14년부터 해당 기술의 출원이 완만히 증가하는 추세
 - 내국인 위주의 출원이 진행되고 있음
 - 한국 기술의 양적 흐름은 미국과 상당히 유사
 - 미국의 출원 수에 비해 150% 정도의 수준을 보임
- 미국의 출원현황을 살펴보면 분석구간 초기부터 전체 특허기술의 출원 증감 흐름에 영향을 주고 있는 것으로 나타남. 미국의 경우, 한국에 비해 외국인의 비중이 높은 것으로 나타남
- 유럽의 출원현황은 출원수가 2017년을 제외하곤, 매년 20건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 유럽 시장에 대한 관심도가 높은 것으로 보임
- 일본의 출원현황은 출원수가 매년 20건 이하로, 뚜렷한 증감 동향이 나타나지 않음. 해당 기술 분야에서 일본 시장에 대한 관심도가 높은 것으로 보임

[국가별 출원현황]



(3) 기술 집중도 분석

□ 전략제품에 대한 최근 기술 집중도 분석을 위한 구간별 기술 키워드 분석 진행

- 전체 구간(1999년~2020년)에서 회전 가능, Transport Robot, 이송 로봇 등 키워드가 다수 도출
- 최근 구간 분석 결과, 최근 1구간(2012년~2015년)과 비교할 때, 2구간(2016년~2020년)에서 End Effector, Coupling Hole, 이동 경로, Guide Plate 키워드가 많이 등장하는 것으로 보아, 배달 및 안내 서비스 로봇 분야에는 말로만 하는 안내가 아니고 전달하고, 커뮤니케이션을 하는 형태의 연구도 나타나고 있다고 추정

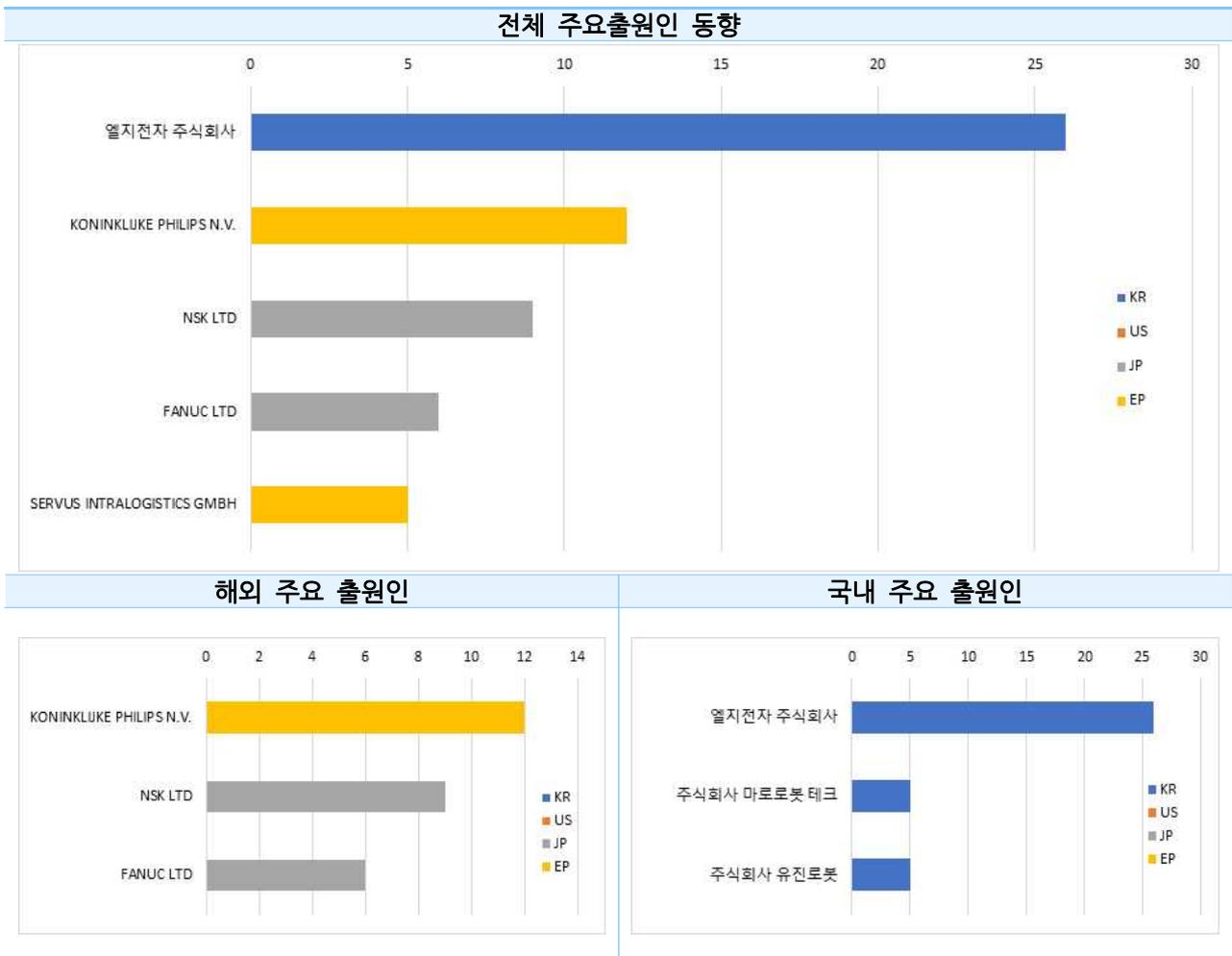
[특히 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]

전체구간(1999년~2020년)	
<p>회전 가능, Transport Robot, 이송 로봇, 안내용 로봇, End Effector, Robotic Arm, Surgical Procedure, 로봇 본체, 로봇 시스템, 이동 경로</p>	
<p>1구간(2012년~2015년)</p> <p>안내용 로봇, 이송 로봇, Intuitive Interaction, Perform Task, Visually Detecting, Task Execution, 회전 가능, 회동 가능, Network Connection, Surgical Procedure</p>	<p>2구간(2016년~2020년)</p> <p>Transport Robot, 회전 가능, Robotic Surgical, End Effector, Guide Robot, Surgical Procedure, Coupling Hole, 이동 경로, Guide Plate, Surgical Instrument</p>
<p>• 안내용 로봇, 이송 로봇, Intuitive Interaction, Perform Task, Visually Detecting, Task Execution, 회전 가능, 회동 가능, Network Connection, Surgical Procedure</p>	<p>• Transport Robot, 회전 가능, Robotic Surgical, End Effector, Guide Robot, Surgical Procedure, Coupling Hole, 이동 경로, Guide Plate, Surgical Instrument</p>

나. 주요 출원인 분석

- 배달 및 안내 서비스 로봇의 전체 주요출원인을 살펴보면, 주로 한국 및 일본 국적의 출원인이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 제 1 출원인으로는 한국의 엘지전자 주식회사인 것으로 나타남
 - 제 1 출원인인 엘지전자 주식회사의 출원은 한국에 집중된 경향을 보임
- 배달 및 안내 서비스 로봇 관련 기술로 로봇분야를 다루는 대기업에 의한 출원이 대다수를 차지
 - 국내에서는 대기업, 중소기업(개인)의 활발한 출원이 이루어짐

[배달 및 안내 서비스 로봇 주요출원인]



(1) 해외 주요출원인 주요 특허 분석

◎ KONINKLIJKE PHILIPS N.V.

- KONINKLIJKE PHILIPS N.V.은 네덜란드 기업으로, 배달 및 안내 서비스 로봇 기술과 관련하여 로봇 청소기 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 자율 주행 및 청소가 가능한 로봇 청소기에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[KONINKLIJKE PHILIPS N.V. 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
EP2859423 (2013.05.22)	System and method for guiding a robot cleaner along a path	자율 주행 및 청소가 가능한 로봇 청소기에 관한 것으로, 특히 기지국으로 이어지는 경로와 같은 특정 경로를 따라 로봇 청소기를 안내하는 시스템 및 방법	<p>Fig. 1A</p>
US9280158 (2013.05.22)	System and method for guiding a robot cleaner along a path	로봇 청소기가 기지국으로 이어지는 경로와 같이 잘 정의된 경로를 따라 원활하게 안내될 수 있는 시스템 및 방법을 제공	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ NSK LTD

- NSK LTD는 일본 기업으로, 배달 및 안내 서비스 로봇 기술과 관련하여 그림을 구비한 안내용 로봇 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 그림을 파지한 피안내자를 안내하는 안내용 로봇에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[NSK LTD 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6601001 (2015.06.05)	주행 장치, 안내용 로봇 및 주행 장치의 제어 방법	장치의 복잡화를 수반하지 않고 맵으로 기재되지 않은 장애물의 존재나 사람 포함 등으로 조우했을 경우에 신속하게 이동할 수 있는 주행 장치	
JP5510599 (2013.06.28)	안내용 로봇	안내용 로봇의 일부를 파지하고 있는 피안내자로부터의 입력에 따라, 안내용 로봇을 이동시키는 것이 가능한, 안내용 로봇	
JP5747893 (2012.10.17)	로봇 조작 입력용 그림 및 그것을 구비한 안내용 로봇	피안내자가 손목을 공리하지 않고 파지하고 입력 조작을 실시하는 것이 가능한 로봇 조작 입력용 그림과, 그 로봇 조작 입력용 그림을 구비하는 안내용 로봇	
JP5423142 (2009.05.21)	안내용 로봇 및 그 제어 방법	안내용 로봇의 일부를 파지하고 있는 피안내자로부터의 입력에 따라, 안내용 로봇을 이동시키는 것이 가능한, 안내용 로봇 및 그 제어 방법	

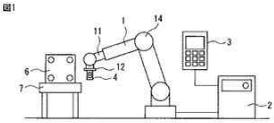
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ FANUC LTD

□ FANUC LTD는 일본 기업으로, 배달 및 안내 서비스 로봇 기술과 관련하여 로봇 위치 조정에 특화된 기술을 출원

- 주요 특허들은 목표물에 대한 로봇의 방향제시에 관련된 기술 특허를 출원하는 것으로 파악

[FANUC LTD 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP6378143 (2015.07.16)	엔드 이펙터의 위치 및 자세를 정하는 가이드부를 구비하는 로봇의 교시 장치	로봇의 위치 및 자세를 조정하고, 대상물에 대한 로봇의 교시 위치를 정함	

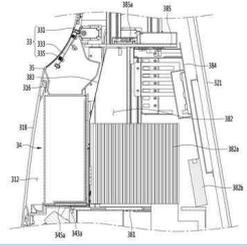
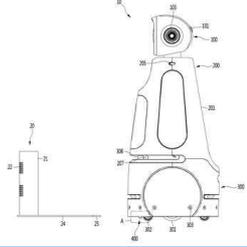
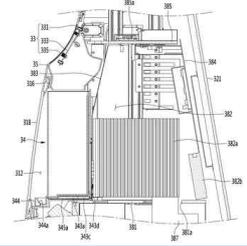
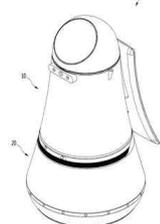
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

(2) 국내 주요출원인 주요 특허 분석

◎ 엘지전자 주식회사

- 엘지전자 주식회사는 한국의 전자부분 대기업으로, 배달 및 안내 서비스 로봇 기술과 관련하여 안내 로봇 특화된 기술을 다수 출원
 - 주요 특허들은 로봇의 충전, 부품 관리 등에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[엘지전자 주식회사 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2137173 (2018.06.15)	안내 로봇(guidance robot)	디자인적 수려함을 유지하면서도 수리, 부품교체, 운반 등과 같은 관리성을 향상시킬 수 있는 안내 로봇	
KR2137170 (2018.06.15)	안내 로봇(guidance robot)	로봇에 디스플레이 기능뿐 아니라, 쓰레기통 기능을 접목시켜 쓰레기 수집이 용이해 질 수 있는 안내 로봇	
KR2137164 (2018.06.15)	안내 로봇(guidance robot)	안내 로봇을 충전시킬 때, 충전스테이션의 파손 위험을 방지할 수 있는 안내 로봇을 제공	
KR2137190 (2018.06.15)	안내 로봇(guidance robot)	로봇에 주행 및 디스플레이 기능뿐 아니라, 쓰레기통 기능을 접목시켜 쓰레기 수집이 용이해 질 수 있는 안내 로봇을 제공	
KR2031942 (2017.07.05)	안내 로봇(guidance robot)	수동 이동시 모터, 감속기 등 부품의 파손 위험 문제를 해결할 수 있는 안내 로봇	

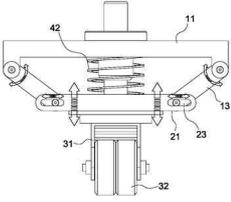
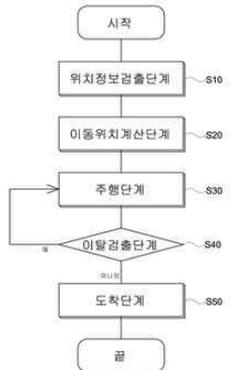
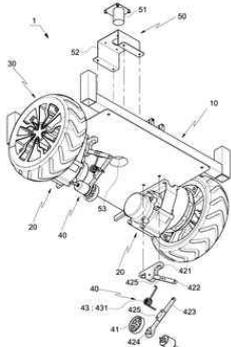
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 주식회사 마로로봇 테크

□ 주식회사 마로로봇 테크는 한국의 로봇 전문 기업으로, 배달 및 안내 서비스 로봇 기술과 관련하여 물류이송로봇 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 위치보정방법에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[주식회사 마로로봇 테크 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1977040 (2017.11.20)	높이보정부가 구비된 물류로봇용 보조캐스터(an auxiliary caster for a logistics robot equipped with a height correction part)	물류로봇의 주행시 바닥면의 높낮이가 다른 면에 진입할 경우 전방캐스터와 후방캐스터의 높낮이를 가변하여 물류로봇의 상부에 안착된 물류품이 기울어져 떨어지는 것을 미연에 방지	
KR1801858 (2015.12.17)	바퀴구동용 물류이송로봇의 위치보정방법(logistics conveyance robot position calibration method of wheel drive)	정밀하게 물류이송로봇이 이동되도록 물류이송로봇의 이동시 위치감지와 이동경로를 재설정하는 총 3가지의 위치보정방법이 포함된 바퀴구동용 물류이송로봇의 위치보정방법	
KR1772631 (2015.12.11)	물류로봇용 위치보정 구동장치(logistics robot position correction driving device)	물류로봇용 위치보정 구동장치는 물류를 상부에 안착한 후 정해진 위치로 이송시키는 카트형 물류로봇의 하면에 장착되는 구동장치	

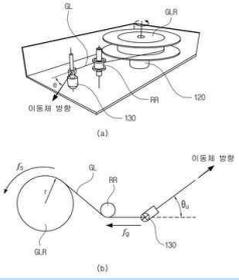
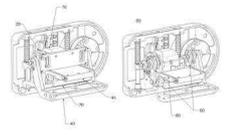
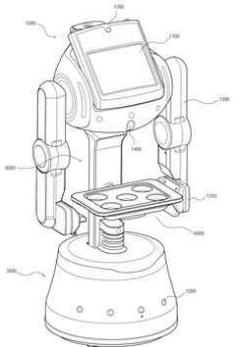
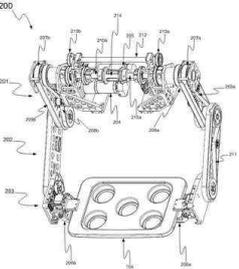
* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

◎ 주식회사 유진로봇

□ 주식회사 유진로봇은 한국의 로봇 전문 기업으로, 배달 및 안내 서비스 로봇 기술과 관련하여 로봇의 핸드 구동 장치 특화된 기술을 다수 출원

- 주요 특허들은 음식 서빙에 관련된 기술 특허를 다수 출원하는 것으로 파악

[주식회사 유진로봇 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR1804770 (2015.11.20)	네비가이더, 네비가이더를 이용한 이동 로봇 및 이동 로봇의 가이드 방법(navi-guider, mobile robot using navi-guider and guide method for mobile robot)	저장 장치 또는 장애물 탐지 센서를 구비하지 않고, 이동체를 추종하는 이동 로봇을 장애물과의 충돌없이 가이드 할 수 있는 네비가이더를 제공	
KR1038075 (2009.07.17)	서빙 로봇의 핸드 구동 장치(hand driving apparatus of serving robot)	로봇이 트레이를 집을 때 동시에 트레이를 자동으로 정렬하도록 한 후 GRIP 할 수 있도록 하므로 한 쪽으로 치우친 트레이도 로봇의 양 쪽 핸드 중심에 일치하도록 하여 GRIP 할 수 있게 할 뿐 아니라 회전되어 위치가 틀어진 트레이도 똑바로 보정 한 후 GRIP 할 수 있도록 하는 서빙 로봇의 핸드 구동 장치	
KR1083700 (2009.04.02)	음식점 서빙을 위한 로봇 시스템(robot system for restaurant serving)	식당 내에서 주문을 받고, 주문받은 음식물을 서빙하기 위해 이송하는 서빙로봇	
KR1015565 (2008.09.10)	서빙용 로봇의 양팔을 동시 구동하는 시스템(the serving robot system that simultaneously driving both his arms)	로봇이 물체를 운반하는 경우 물체를 잡고 있는 팔이 움직여도 물체가 지면과 기 설정된 각도를 유지하게 하며, 로봇의 좌측 팔과 우측 팔을 동시에 동일한 각도와 동일한 방향으로 구동하도록 제어하는 서빙용 로봇의 양팔을 동시 구동하는 시스템	

* 등록특허 기준, 피인용문헌수 및 패밀리 국가수가 큰 특허를 주요특허로 도출

다. 기술진입장벽 분석

(1) 기술 집중력 분석

- 배달 및 안내 서비스 로봇관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn: Concentration Ratio n, 상위 n개사 특허점유율의 합) 분석 진행
 - 상위 4개 기업의 시장점유율이 0.12로 배달 및 안내 서비스 로봇 분야에 있어서 독과점 정도는 낮은 수준으로 판단
 - 국내 시장에서 중소기업의 점유율 분석결과 0.6으로 해당 기술에 대하여 중소기업의 진입이 용이하다고 판단됨

[주요출원인의 집중력 및 국내시장 중소기업 집중력 분석]

주요 출원인 집중력	주요출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
	엘지전자 주식회사(한국)	26	5.1%	0.05	1
	KONINKLIJKE PHILIPS N.V.(네덜란드)	12	2.3%	0.07	2
	NSK LTD(일본)	9	1.8%	0.09	3
	FANUC LTD(일본)	6	1.2%	0.10	4
	SERVUS INTRALOGISTICS GMBH(오스트리아)	5	1.0%	0.11	5
	주식회사 마로로봇 테크(한국)	5	1.0%	0.12	6
	ADVANCED TELECOMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE INTERNATIONAL(일본)	5	1.0%	0.13	7
	주식회사 유진로봇(한국)	5	1.0%	0.14	8
	RETHINK ROBOTICS, INC.(미국)	5	1.0%	0.15	9
	TOYOTA MOTOR CORP(일본)	5	1.0%	0.16	10
	전체	514	100%	CR4=0.12	
국내시장 중소기업 집중력	출원인 구분	출원건수	특허점유율	CRn	n
	중소기업(개인)	109	59.9%	0.60	
	대기업	47	25.8%		
	연구기관/대학	26	14.3%		
	전체	182	100%	CR중소기업=0.60	

(2) 특허소송 현황 분석

□ 배달 및 안내 서비스 로봇 관련 기술 진입 장벽에 대한 분석을 위해 특허소송을 이력 검토

- 2002년 2월 위스콘신 동부지방법원에 원고 Rockwell Automation Inc와 InvestPic LLC간의 시뮬레이션 소프트웨어에 대한 특허 침해소송이 진행
- Rockwell Automation는 다양한 배달 및 안내 서비스 로봇과 관련된 특허들을 다량 보유하고 있어, 관련 기업들에게 특허소송을 진행하는 등 국내기업이 미국시장에 진입하는 경우, 진입장벽으로 작용할 수 있음

[배달 및 안내 서비스 로봇 관련 특허소송 현황]

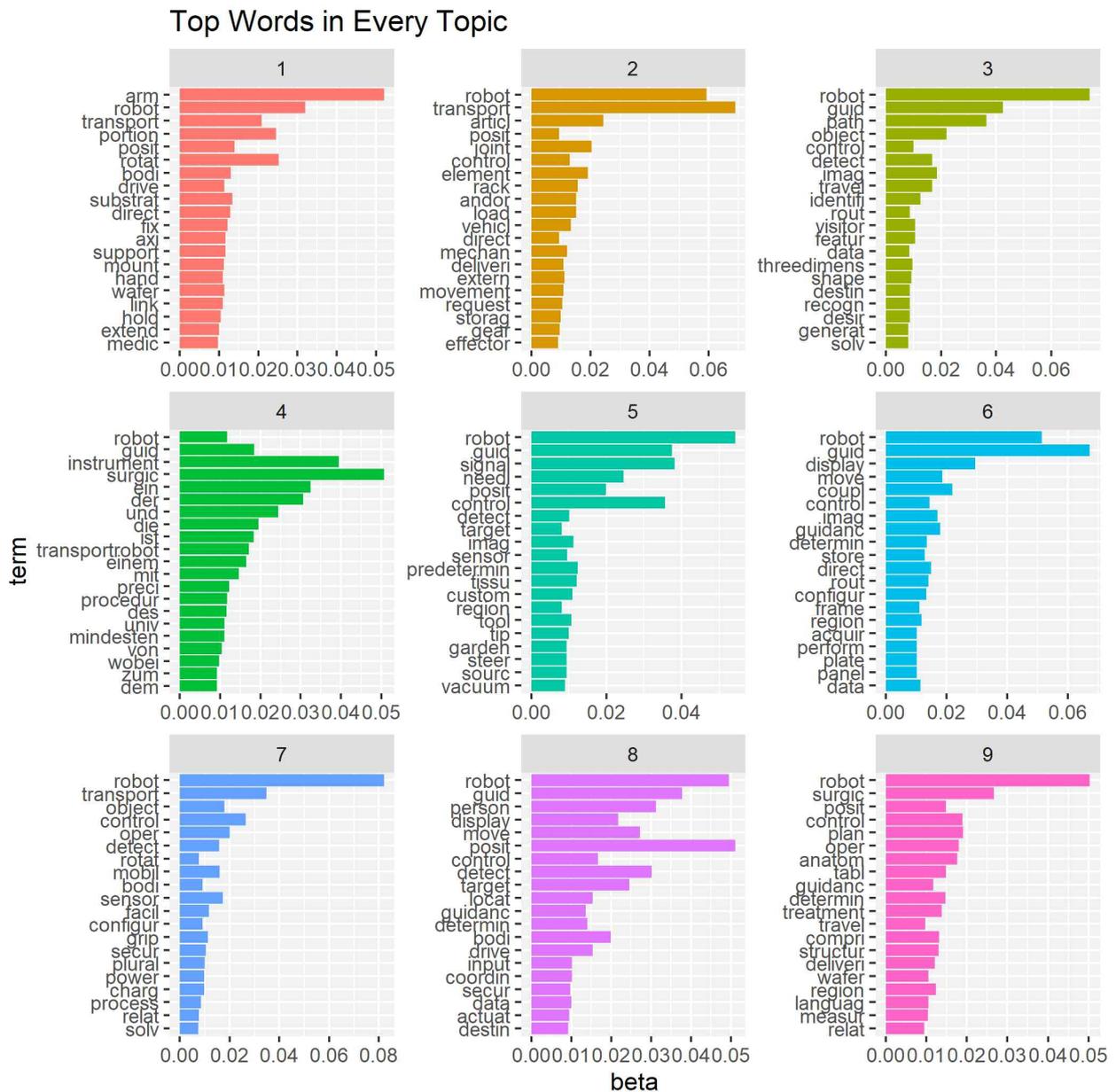
		명칭	출원인	원고 v. 피고
1	US6349291 (2002.02.19)	Method and system for analysis, display and dissemination of financial information using resampled statistical methods	Attractor Holdings LLC	Rockwell Automation Inc v. InvestPic LLC
		대상제품명	소제기일	소송종료일
		Arena Simulation Software and other similar products	2017.02.24.	2017.06.15

5. 요소기술 도출

가. 특허 기반 토픽 도출

- 316개의 특허의 내용을 분석하여 구성 성분이 유사한 것끼리 클러스터링을 시도하여 대표성이 있는 토픽을 도출

[배달 및 안내 서비스 로봇에 대한 토픽 클러스터링 결과]



나. LDA⁹⁾ 클러스터링 기반 요소기술 도출

[LDA 클러스터링 기반 요소기술 키워드 도출]

No.	상위 키워드	대표적 관련 특허	요소기술 후보
클러스터 01	arm, robot, rotate, portion, transport, posit, substrat, body, direct, fix	<ul style="list-style-type: none"> atmospheric wafer transfer module with nest for wafer transport robot and method of implementing same multiarm type substrate transporting robot and method of transporting substrate 	-
클러스터 02	transport, robot, article, joint, element, rack, load, vehicle, control	<ul style="list-style-type: none"> cooperative transportation robot system joint unit joint system robot for manipulation andor transportation robotic exoskeleton system and method for manipulation andor transportation 	다중로봇 통합 운영 및 통제 기술
클러스터 03	robot, guide, path, object, image, detect, travel, identify, visitor, feature	<ul style="list-style-type: none"> guide robot imageguided robotic system for keyhole neurosurgery 	-
클러스터 04	surgical, instrument, die, guide, transport robot	<ul style="list-style-type: none"> balconylike packaging machine with a linear guided robotic arm modular transport robot and transport robot system 	-
클러스터 05	robot, signal, guide, control, needle, posit, predetermine, tissue, image, custom	<ul style="list-style-type: none"> tactile feedback and display in a ct image guided robotic system for interventional procedures ultrasound guided robot for flexible needle steering 	-
클러스터 06	guide, robot, display, couple, move, guidance, image, direct, control, route	<ul style="list-style-type: none"> tour guide robot and moving area calibration method computer readable storage medium ticket examination guide robot 	실외 환경에서 사용가능한 이동형 로봇 플랫폼 개발 기술
클러스터 07	robot, transport, control, operate, object, sensor, mobile, detect, facility, grip	<ul style="list-style-type: none"> autonomous mobile type security robot and automatic security method using the same spinning takeoff facility and thread guard robot 	주변 환경 인식 기술
클러스터 08	posit, robot, guide, person, detect, move, target, display, body, control	<ul style="list-style-type: none"> advertisement guiding robot and method for displaying advertisement guidance of the robot deaf guide robot 	고객DB 기반 능동 안내 서비스 기술
클러스터 09	robot, surgical, plan, control, operate, anatomic, table, posit, determine, treatment	<ul style="list-style-type: none"> method and apparatus for calibrating a wafer transport robot control system for elevator guidance robot 	지능형 의사표현 기술

9) Latent Dirichlet Allocation

다. 특허 분류체계 기반 요소기술 도출

□ 배달 및 안내 서비스 로봇 관련 특허에서 총 8개의 주요 IPC코드(메인그룹)를 산출하였으며, 각 그룹의 정의를 기반으로 요소기술 키워드를 아래와 같이 도출

[IPC 분류체계에 기반한 요소기술 도출]

IPC 기술트리		
(서브클래스) 내용	(메인그룹) 내용	요소기술 후보
(B25J) 메니플레이터(manipulator); 메니플레이터 장치를 갖는 실(室)	• (B25J-009) 프로그램 제어 메니플레이터	-
	• (B25J-015) 손잡이부(gripping head)	-
	• (B25J-005) 차 또는 휠에 설치되어 있는 메니플레이터	-
	• (B25J-011) 타류에 속하지 않는 메니플레이터	-
	• (B25J-013) 메니플레이터 제어	-
(B65G) 운반 또는 저장 장치, 예. 하적 또는 포장 풀기용 컨베이어(CONVEYORS); 공장 컨베이어 시스템 또는 공기 튜브 컨베이어	• (B65G-001) 창고 또는 매거진(magazin)내에의 개개 또는 순서있는 배열, 물품의 저장	물체 및 안면 인식 기술
(G05D) 비전기적 변량의 제어 또는 조정계	• (G05D-001) 육용, 수용, 공중용, 우주용 운행체의 위치, 진로, 고도 또는 자세의 제어, 예. 자동조종	다중로봇 통합 운영 및 통제 기술
(H01L) 반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치	• (H01L-021) 반도체 장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비	-

라. 최종 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특히)분석, 전문가 의견, 타부처 로드맵, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위하여 요소기술 도출
- 요소기술을 대상으로 전문가를 통해 기술의 범위, 요소기술 간 중복성 등을 조정·검토하여 최종 요소기술명 확정

[배달 및 안내 서비스 로봇 분야 요소기술 도출]

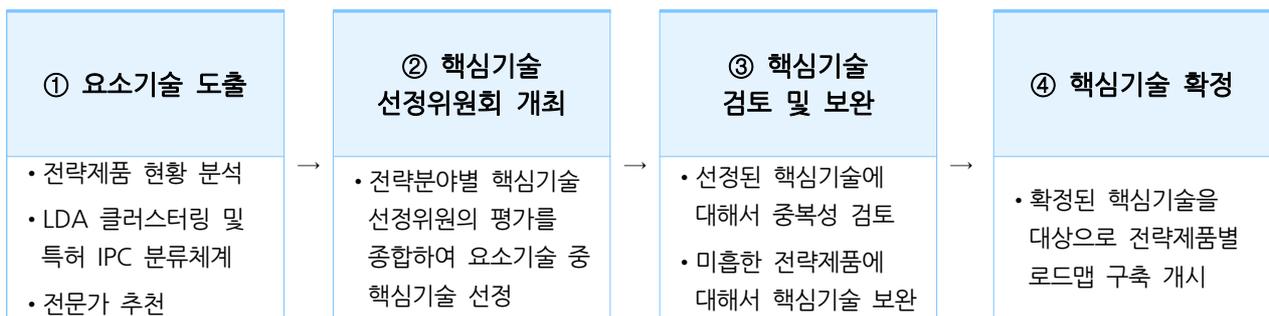
요소기술	출처
자율주행 기술	전문가추천
실외 환경에서 사용가능한 이동형 로봇 플랫폼 개발 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
지능형 의사표현 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
위치 인식 및 지형 파악 기술	전문가추천
다중로봇 통합 운영 및 통제 기술	특허 클러스터링, IPC 기술체계, 전문가추천
음성/화자 및 감정 인식 기술	전문가추천
주변 환경 인식 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
물체 및 안면 인식 기술	IPC 기술체계, 전문가추천
네트워킹 기술	전문가추천
스마트폰 연동 제어 기술	전문가추천
고객DB 기반 능동 안내 서비스 기술	특허 클러스터링, 전문가추천
배달품의 위험물 탐지 기술	전문가추천

6. 전략제품 기술로드맵

가. 핵심기술 선정 절차

- 특허 분석을 통한 요소기술과 기술수요와 각종 문헌을 기반으로 한 요소기술, 전문가 추천 요소기술을 종합하여 요소기술을 도출한 후, 핵심기술 선정위원회의 평가과정 및 검토/보완을 거쳐 핵심기술 확정
- 핵심기술 선정 지표: 기술개발 시급성, 기술개발 파급성, 기술의 중요성 및 중소기업 적합성
 - 장기로드맵 전략제품의 경우, 기술개발 파급성 지표를 중장기 기술개발 파급성으로 대체

[핵심기술 선정 프로세스]



나. 핵심기술 리스트

[배달 및 안내 서비스 로봇 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
자율주행 기술	• 차선 이탈 방지 시스템, 차량 변경 제어 기술, 장애물 회피 제어 기술 등을 이용하여 출발지와 목적지를 입력하면 최적의 주행 경로를 선택하여 자율 주행토록 하는 시스템
실외환경에서 사용이 가능한 이동형 로봇 플랫폼 개발 기술	• 모바일 부분과 매니플레이터 부분을 통제할 수 있는 소프트웨어 애플리케이션 및 환경적용형 센서(카메라, 레이더, 거리센서 등)를 활용한 복합센서 활용 기술
지능형 의사표현 기술	• 의사 표현 가능, 표정인식기술, 음성(감정)인식 기술을 의미
위치 인식 및 지형 파악 기술	• 실시간 자기 위치파악 기술(CCD카메라, LRF센서, 초음파센서, RFID, 자기-자이로유도, 유선유도, IMU센서등)
다중로봇 통합 운영 및 통제 기술	• ROS, OROCOS, OPRoS, 랩뷰 등과의 연계 기술

다. 중소기업 기술개발 전략

- 자율주행 자동차 관련 기술들을 활용한 배달 로봇의 개발 전략이 필요
- 안내 서비스 로봇은 기존의 키오스크 서비스를 보다 능동적으로 서비스 할 수 있는 로봇으로 재탄생 시키는 데 주력해야 할 필요가 존재
- 제조 및 판매와 함께 서비스업 진출에도 힘써, 중장기 사업화 모델을 구축

라. 기술개발 로드맵

(1) 중기 기술개발 로드맵

[배달 및 안내 서비스 로봇 분야 중기 기술개발 로드맵]

배달 및 안내 서비스 로봇	능동적인 서비스로 고객을 만족시킬수 있는 배달 및 안내 서비스 로봇의 진화			
	2021년	2022년	2023년	최종 목표
자율주행 기술				작업환경에서 강인하고 신뢰성 높은 고정밀 위치 인식기술
실외환경에서 사용이 가능한 이동형 로봇 플랫폼 개발 기술				인공지능 플랫폼 개발
지능형 의사표현 기술				사람의 음성과 감정을 인식하는 기술
위치 인식 및 지형 파악 기술				위치인식 및 이동기술, 물체조작기술 개발
다중로봇 통합 운영 및 통제 기술				통합운영 S/W 및 플랫폼 개발

(2) 기술개발 목표

□ 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

[배달 및 안내 서비스 로봇 분야 핵심요소기술 연구목표]

핵심기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	연계R&D 유형
		1차년도	2차년도	3차년도		
자율주행 기술	상황인지에 따른 자율주행 기술 (일상생활환경자율 이동)	88% 이상 (제한된실 내/실외환경 -동일층)	90% 이상 (제한된실 내/실외환경-층간이동포함)	93% 이상 (일상생활 환경-안전한자율이동)	작업환경에서 강인하고 신뢰성 높은 고정밀 위치 인식기술	기술혁신
실외환경에서 사용이 가능한 이동형 로봇 플랫폼 개발 기술	복합 센서활용기술	90% 이상	93% 이상	95% 이상	인공지능 플랫폼 개발	기술혁신
지능형 의사표현 기술	감정인식 기술	단순한 두세 가지 감정 (화남, 기쁨, 슬픔 등)을 부정확하게 인식	단순한 소수의 감정을 정확하게 인식	복잡한 인간의 감정을 정확하게 인식하여 이를 통한 상호작용가능	사람의 음성과 감정을 인식하는 기술	산학연
위치 인식 및 지형 파악 기술	위치인식 오차범위	±5cm	±3cm	±1cm	위치인식 및 이동기술, 물체조작기술 개발	상용화
다중로봇 통합 운영 및 통제 기술	O/S 기술 및 통합 S/W 운영기술	90% 이상	93% 이상	95% 이상	통합운영 S/W 및 플랫폼 개발	기술혁신