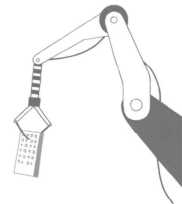
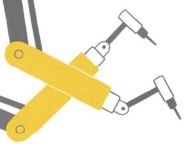


제조용 협동로봇

유형정 · 김홍범






Contents

 제1장 개요	1
 제2장 기술·산업 동향	6
 제3장 정책 동향	16
 제4장 R&D투자 동향	20
 제5장 결론	25
 참고문헌	28



제1장 개요

1.1. 작성 배경

 '17년 기준 세계 로봇시장은 제조용 로봇과 서비스용 로봇이 함께 성장하여 전년대비 25.8% 증가한 248억불 규모로 성장

〈표 1〉 세계 로봇시장 매출액(백만불)¹⁾

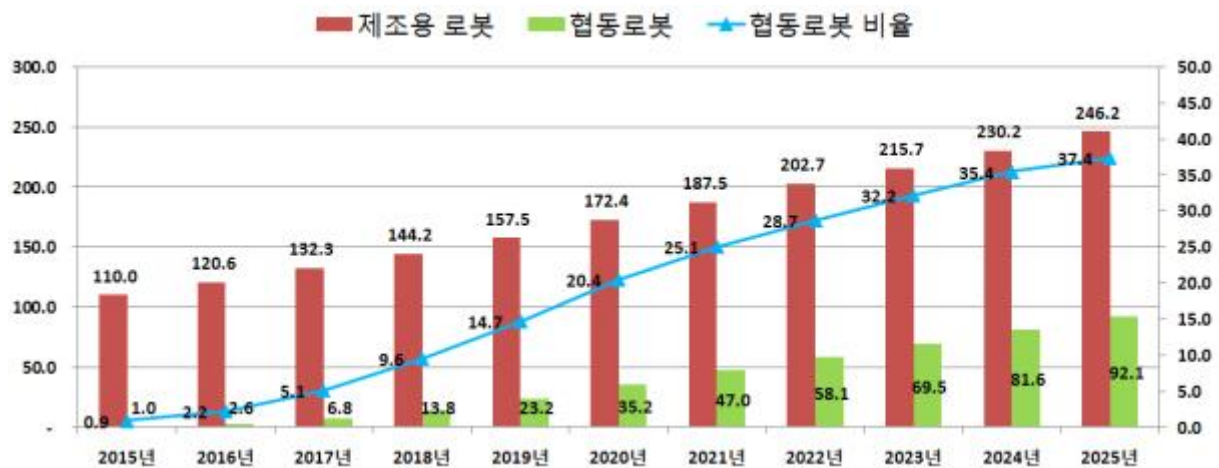
연도	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
전체	12,483	13,356	14,172	15,537	18,039	19,743	24,838
제조용 로봇	8,278	8,496	8,806	9,362	11,213	13,392	16,714
서비스용 로봇	4,205	4,860	5,366	6,175	6,826	6,351	8,637

- '17년 산업 현장용 로봇은 38.1만대가 새롭게 설치되어 누적 설치는 209.8만대를 기록하였고, '21년에는 378.8만대에 이를 전망²⁾
- 제조용 로봇 투자는 로봇 적용분야에 따라 장기적으로 발전 수준이 각각 달라질 것으로 전망되며, 공통적으로 모든 분야별로 긍정적으로 전망³⁾
 - 차량제조 분야에서는 주로 생산라인 유연화와 안전한 차량 조립 현장 적용, 전자제품은 품질 향상, 첨단제조업은 로봇 성능 개선 등에 투자를 추진
- 로봇산업 내 협동로봇의 비중도 급격히 증가하여 2025년 협업 로봇이 전체 산업(제조)용 로봇의 37.4%를 차지할 것으로 예측

1) International Federation of Robotics (2018). World Robotics 2018.

2) McKinsey (2019). Industrial robotics: Insights into the sector's future growth dynamics.

3) 과학기술정보통신부 (2019). 과학기술&ICT 정책·기술 동향, No. 149.



〈그림 1〉 글로벌 산업(제조)용 및 협동로봇 시장 성장 전망(단위: 억 달러, %)⁴⁾

바르게 변화하는 제품수명주기에 대응하여 제조현장도 유연생산시스템을 갖추기 위해 협동로봇(Collaborative Robot) 시스템 도입 사례가 증가

- 제조용 로봇은 선박, 자동차, 기계 등 대량 생산에 주로 사용되어 왔으나, 협동로봇은 유연 생산을 목적으로 식품, 화장품, 의약품 등 중소기업에도 적합
 - 생산 현장에 협동로봇을 설치할 때 생산라인 변경 및 안전펜스 없이 설치가 가능하여 저비용으로 도입 가능⁵⁾
- 협동로봇은 스마트 공장 시스템 도입에 있어 핵심적인 장비로 간주되며, 타 시스템에 비해 비교적 적은 비용으로 기존 공장의 스마트화 추진이 가능
 - 글로벌 자동차 그룹 폭스바겐은 사람이 작업하기 어려운 제품 조립 과정에 세계 최초('13년)로 협동로봇(6축 탁상형 UR5)을 도입하여 업무 효율성을 증대
- 협동로봇 시장은 AI 로봇제어 고도화 및 비제조업 현장 등의 기술도입으로 인해 '18년 1조 5,623억원 규모에서 '22년 6조 5,725억원 규모로 지속 성장할 전망⁶⁾


본고는 제조용 협동로봇분야 국내외 기술, 산업, 정책, R&D 투자 동향을 확인하고 시사점을 도출하고자 하며, 우선 제조 로봇의 정의 및 분류에서부터 확장적인 협동로봇의 개념 및 범위를 설정하고 관련 동향을 제시

4) 이남우 (2018), 협동로봇 산업 동향. 융합 Weekly TIP, Vol. 117.

5) 임태훈 (2020), 협동로봇 디자인의 융복합적 특성 연구 : 소형요소를 중심으로. 한국과학예술융합학회, 제38권 제2호, 257-266.

6) International Federation of Robotics (2018). World Robotics 2018.

1.2. 기술의 정의 및 범위


 (제조용 로봇 정의) 자동제어 되고, 재프로그램이 가능하며, 다목적인 3축 이상의 축을 가진 자동조정장치로 산업 자동화 분야에 이용되는 로봇

※ 국제적으로는 산업용 로봇(Industrial Robot)으로 불리우나, 우리나라는 제조현장에서 사용되는 의미를 강화하여 제조(용) 로봇으로 언급

〈표 2〉 제조 로봇의 정의

구분	정의
美 로봇산업협회 (Robotics Industries Association)	다양한 작업을 수행하기 위하여 프로그램된 가변동작을 통해 물체, 부품, 도구 또는 특수장치 등을 이동시키도록 설계된 재프로그램이 가능한 다기능의 기계장치
국제로봇협회 (International Federation of Robotics)	고정 또는 움직이는 것으로서 산업자동화 분야에 사용되며 자동 제어가 가능하고 재프로그램이 가능한 다목적 3축 이상의 다축을 가진 자동조정장치
산업통상자원부	산업제조현장에서 제품생산부터 출하까지 공정내 작업을 수행하기 위한 로봇 ⁷⁾

- 국내외 기관별로 제조로봇을 정의하고 있으나, 대부분 미국 로봇 산업협회와 국제로봇협회에서 제시한 정의를 기반으로 재구성하여 정의
 - 따라서 본고에서도 관련 정의를 기반으로 하여 각 산업제조현장에서 제품생산부터 출하까지 공정내 작업을 수행하기 위한 기능* 수행이 가능한 것을 제조로봇으로 정의
 - * (1) 자동제어 (2) 재프로그래밍 (3) 3축 방향 이상으로 구동


 (제조용 로봇 범위) 특별한 분류기준을 설정하지 않고 통칭하지만, 앞선 정의에서의 3가지 기능이 미 포함되는 자율주행 및 외골격 로봇은 제외

- 제조 로봇을 다양하게 분류하고 있으며, 형태와 기능 및 현장 용도에 따라 다양하게 구분
 - 로봇의 종류 혹은 로봇의 기능 등 분류 기준도 일정하지 않은 상태로, 본고에서는 제조산업 현장에서 사용가능한 모든 로봇을 모두 포함하여 통칭하나 이적재용 전용 목적의 로봇 또는 인간보조 목적의 로봇은 제외

7) 산업통상자원부, 한국산업기술평가관리원 (2017) 대한민국 로봇산업 기술로드맵.

〈표 3〉 제조 로봇의 형태, 기능 및 용도별 분류


구분	개념
산업통상자원부(2018) ⁸⁾	(종류) 다관절 로봇, 진공 증착 로봇, 용접 로봇, 페인팅 로봇 (기반기술) 부품, SW, 표준화
통계청 로봇산업특수분류 (2006 제정, 2011 2차개정)	이적재용 로봇, 공작물 탈착용 로봇, 용접용 로봇, 조립 및 분해용 로봇, 가공용 및 표면처리 로봇, 바이오 공정용 로봇, 시험 검사용 로봇, 기타 제조업용 로봇
지상훈(2017) ⁹⁾	초연결 로봇, 협동지능로봇, 디지털 트윈
KOTRA(2018) ¹⁰⁾	로봇 플랫폼, 이동용 플랫폼, 로봇용 제어기, 로봇용 센서
McKinsey(2019) ¹¹⁾	자립 다관절 로봇, 자립 델타 로봇, 자립 직교 겐트리, 자립 스카라 로봇, 협동로봇, 자율 주행 로봇, 외골격 로봇

 (협동로봇 개념) 최근 주목받고 있는 협동로봇의 개념, 작업 상황은 표준에 따라 다양하게 제시되고 있으며, ISO 10218-1 안전요구 표준개념이 대표적¹²⁾

- 같은 공간에서 함께 작업하기 위한 협동 운용 조건을 충족하는 로봇으로, 사용자의 안전을 고려하기 위해 로봇이 작동하는 동안 로봇의 작업 영역에 인간이 접근하는 것을 다양한 수단을 이용하여 철저히 배제하는 전통적 산업용 로봇과 차이

〈표 4〉 협동로봇의 개념

표준문서	개념
KS B ISO 10218-1 (협동 운전)	의도적으로 설계된 로봇이 정해진 작업영역 내에서 인간과 직접 협동하면서 작동하는 상태
KS B ISO 8378 (협동 로봇)	인간과의 직접적인 상호작용을 위해 설계된 로봇
KS B ISO TS 15066 (협동 운전)	협동 작업 영역 내에서 의도적으로 설계된 로봇 시스템과 운전자의 작업

 (협동로봇 분야) 산업별 분야 중 일반 및 전문 제조용 협동로봇이 대표적인 로봇 활용 사례로 부상¹³⁾

8) 산업통상자원부 (2018) 스마트 라이프 실현을 위한 로봇제품의 시장창출 지원방안.

9) 지상훈 (2017) 4차 산업혁명과 제조로봇의 기술 동향. 한국멀티미디어학회지 제21권 제4호, 9-14.

10) 대한무역투자진흥공사 (2018) 글로벌 로봇산업 시장동향 및 진출방안. Global Market Report 18-007.


11) McKinsey (2019). Industrial robotics: Insights into the sector's future growth dynamics.

12) 임성수 (2016) 협동작업용 산업용로봇의 등장. 로봇과 인간, 제13권 제3호, 26-31.

13) 한국로봇산업진흥원 (2018) 협동로봇 시장과 규제 동향 분석, KIRIA Issue Report 18-2.

〈표 5〉 산업별 협동로봇 분야

분류	정의
일반제조용	자동차, 전자 등 제조업 기반 산업에 활용되며, 용접·도장·핸들링 공정 등 표준화된 반복 작업 공정 및 식료품·화장품 등 비표준화·비정형 공정의 자동화 영역을 포함
전문제조용	반도체 공정 등 별도의 설계 기술이 요구되는 특수제조업에 적용
의료산업용	의료기기로 분류되며 제품 설계 착수부터 멸균·안전·의료분야 요구사항을 만족시키도록 제작

 본고에서는 자동제어 되고 재프로그램이 가능하며, 다목적인 3축 이상의 축을 가진 자동조정장치로, 제조산업의 표준화/비표준화된 공정의 협동 작업 기능을 수행하는 로봇을 제조용 협동로봇으로 정의

- HW 및 시스템, SW 및 서비스, 기반의 3가지 항목으로 기술분야 분류

〈표 6〉 협동로봇 기술분류¹⁴⁾


기술분류	세부 기술	예시(기존 자료를 참고하여 예시 재구성)
HW 및 시스템	모바일 양팔로봇 동작 및 제어	<ul style="list-style-type: none"> - 협동작업용 작업로봇과 모바일 플랫폼 기술 - 안전한 모바일 양팔 협동로봇 개발 - 모바일 양팔로봇 제어 기초 알고리즘 - 하드웨어 특성 극복을 통한 제어성 확보
	고난도 작업용 인간형 로봇핸드	<ul style="list-style-type: none"> - 인간 손과 동등수준의 파지능력을 갖는 로봇핸드 기술 - 파지 솔루션
	모바일 양팔로봇 핵심 기술 통합 및 운용	<ul style="list-style-type: none"> - 모바일 양팔 협동로봇 운용을 위한 핵심기술 단위 통합 기술 - 핵심기술 통합 운용을 바탕으로 한 공정
SW 및 서비스	실시간 행동 인지	<ul style="list-style-type: none"> - 작업 대상을 식별하고 로봇의 작업공정이나 작업자의 행동을 인식하는 기술 - 사람과 공존하는 환경에서의 충돌 예측 기술
	인식기반 작업계획	<ul style="list-style-type: none"> - 물체에 대한 인식을 기반으로 작업을 통한 학습을 통해 작업 계획을 수립
	작업환경 공간인지 및 주행	<ul style="list-style-type: none"> - 위치를 추정하고, 의미기반으로 공간을 추론 - 비정형화된 작업환경에서 정확하고 안전한 공간 인지
	SW 프레임워크 및 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> - 다중 로봇의 협업을 위한 실시간 분산 통신 미들웨어를 통한 SW 실시간 동기화 및 시뮬레이션 기술
	직관적 교시용 인터페이스 및 능력 전이	<ul style="list-style-type: none"> - 작업자가 로봇에게 직접 교시를 통해 작업을 지시 및 작업 전이 기술 - Human-Robot Interaction 기술
	멀티모달 작업자 의도 파악	<ul style="list-style-type: none"> - 멀티 모달을 기반으로 작업자의 의도를 파악하는 기술 - 다공정 작업자 개개인별 멀티모달 의도 파악
	클라우드 기반 iRaaS 및 AI 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 클라우드 기반으로, iRaaS 및 AI 서비스 기술
기반	실증·테스트베드	<ul style="list-style-type: none"> - 협동로봇 안전인증을 위한 테스트베드 및 실증을 위한 기반기술 등

14) 국가과학기술연구회 (2020). 인간로봇 공동 생산용 로봇기술 개발 기획보고서.


제2장 기술·산업 동향

※ 제조용 협동로봇은 산업계를 중심으로 기 개발된 제조 로봇에 HW·SW를 통합한 협동지능화 단계로, 제조로봇의 전반적인 동향을 우선 기술하고 협동로봇 기술동향을 추가 서술

2.1 국내외 제조 로봇 산업동향¹⁵⁾

 (미국) 제조용 로봇 관련 외부기술흡수, 학계의 적극적인 연구 등 다양한 방안을 통해 세계 최고 수준의 첨단 로봇기술을 개발¹⁶⁾

- (산업규모) 8년 연속 최고 기록을 갱신하며 '18년 4만 300대의 제조용 로봇을 설치(전년대비 22% 증가)하여 세계 3위 시장을 확보
- (Carnegie Mellon University) 부설기관인 ARM(Advanced Robotics for Manufacturing)은 제조용 첨단 로봇 기술 개발을 위해 8대 주제*를 발표하였으며, 미국방부 지원 예산을 통해 연간 50만 달러, 최대 500만 달러를 투자¹⁷⁾
 - * 성공적인 로봇 도입·확장을 위한 방법, 프로그래밍 작동·유지보수를 위한 사용자 친화적 인터페이스, 생산현장 양방향 통신, 인간-로봇 신뢰·안전, 모듈형 로봇 디자인, 지능형·유연형 센서 통합, 자동화 경로 계획 및 로봇 명령어, 로봇 어드바이저
 - Baxter와 공동으로 시각기반 인식기술(카메라 센서)를 활용한 물체 파지 학습(딥러닝) 연구를 수행하였으며, 물체 분류, 인식 및 그리퍼 각도 조정(최대 180°)을 통해 파지 성공률을 약 80%까지 향상시킨 기술을 확보

 (중국) 자국 수요 및 판매량 증가에 따라 많은 기업의 R&D를 통해 로봇기술 수준이 향상되고 있으나, 여전히 세계 최고 수준과는 격차¹⁸⁾

15) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18274> 참고하여 정리

16) 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원 (2019). 5G 기반 첨단제조 로봇 실증 기반 구축 기획보고서

17) www.therobotreport.com/arm-fourth-call-technology-projects/

18) 과학기술정책연구원(2019), 중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 - 중국의 로봇 굴기와 한국의 대응 전략, STEPI Insight Vol. 241.,

대한무역투자진흥공사 (2019). 중국, '만능팔' 협동로봇 성장 박차. KOTRA 해외시장뉴스.

- (산업규모) 제조 로봇 시장은 '18년 약 54억 달러, '19년 약 57억 달러 규모로 추정되며, '14~'19년 연평균 성장률 약 21%로 전 세계 제조 로봇 시장 중 약 36%를 차지
 - '11년도에 세계 최대 로봇 생산·소비 국가로 부상하였으며, 인구 만 명당 로봇 보유대수를 나타내는 로봇 밀도도 빠르게 증가하는 추세
 - * 중국 로봇 밀도 : ('10) 15 → ('15) 51 → ('17) 108 → ('18) 140
 - 중국내 최대 수요산업은 자동차와 전기전자 분야로 전체 65%를 차지하고 있으며, ABB, 파낙, 야스카와 등 글로벌 기업이 중국 시장의 약 70%를 차지
 - 자국 시장 점유율은 '17년 22%에서 '18년 27%로 5%p 이상 증가하였는데, 자국 제조 업체를 지원하는 중국 정부의 강력한 정책이 효과적인 것으로 분석
- (STEP) '95년 상하이에서 설립한 하이테크 기업으로 로봇 사업부 이외에도 산업용 로봇 제조 전문 자회사를 보유
 - 산업용 로봇, SCARA 로봇, 로봇팔, 자동화 프로그램 등은 금속가공, 식품음료, 백색가전, 자동차부품, 3C, 민수융합 등의 분야에서 활용
 - 로봇, 운동제어 핵심 부품 분야에서 우수한 기술력을 보유하고 있으며 국내 주요 자동차 기업의 제조 및 부품 생산 로봇을 공급
 - * 산업용 로봇 SA1400은 '18년도 상하이시 추천 혁신제품 및 상하이 AI+공장 핵심 제품에 선정
- (TOPSTAR) 다관절 로봇, 평면 로봇(Planar Robot), 직각좌표 로봇(Cartesian Coordinate Robot) 등의 산업용 로봇을 생산하여 자동차, 가전, 신재생 에너지 분야에 판매
 - 전국 30여개 지점을 통해 비야디(BYD), 창청자동차 등에 공급하고 있으며 칭화대학, 화중과기대학, 화난이공대학 등과 공동연구를 진행

(일본) 세계 최고 수준의 로봇기술을 보유한 기업이 다수로, 글로벌 제조용 로봇 시장을 선도

- (산업규모) 제조용 로봇 수요 증가에 대응하여 생산설비를 대폭 증대하였고, 이를 통해 지속적인 시장 성장세를 유지¹⁹⁾
 - '11년부터 '16년까지 로봇 생산의 연평균 증가율은 약 9%를 기록하고 있으며, '16년에는 약 15만대를 생산하여 '17년도에는 약 4만5천대, '18년도에는 약 5만5천대를 판매
 - 글로벌 로봇제조사를 보유하여 '18년도 기준 세계 시장의 52%를 차지
 - * 야스카와(Yaskawa), 가와사키(Kawasaki), 화낙(Fanuc), 나치(Nachi), 엡손(Epson), 덴소(Denso), 미쓰비시(Mitsubishi), 파나소닉(Panasonic), 다이헨(Daihen) 등

19) 한국로봇산업진흥원(2018), 4차 산업혁명과 로봇산업 - 일본 로봇산업 정책 동향 분석. KIR 18-6.

- (일본전산) 주로 로봇 부품을 생산하며, 최근 2년간 산업용 로봇 핵심 부품을 생산하는 독일 기업 5개를 인수하여 독일의 경쟁력 약화 및 중국의 시장확장에 대응할 수 있도록 기술력 강화를 도모²⁰⁾

* 로봇 팔 관절에 활용되는 감속기, 프레스 관련 공작기계 등 로봇·기계 핵심 부품 생산 업체

(유럽) 제조 분야의 강점을 토대로 세계 제조용 로봇 시장의 점유율을 안정적으로 차지²¹⁾

- (산업규모) 6년 연속 최고기록을 갱신하였으며, '18년 약 7만 6천대를 설치하여 전년대비 14% 증가²²⁾
 - 특히 독일은 세계 5대 로봇 시장 중 하나로 '18년 판매대수는 2만 7천대 수준이며, 자동차 산업의 투자 확대를 통해 전년대비 26% 증가
- (주요기업) ABB(스위스)는 협동로봇을 통해 세계 시장을 선도하는 기업이며, COMAU (이탈리아), Schunk(독일) 등의 기업도 특정 분야별로 보유한 강점을 통해 유럽 제조용 로봇의 경쟁력에 기여

(한국) 제조업 비중이 높은 경제구조에 따라 제조용 로봇 시장 규모도 지속적으로 성장

- (산업규모) '18년 로봇산업 생산액은 약 5조 642억원이며, 그 중 제조용 로봇 생산은 2조 8,907억 원으로 전체 시장의 57%를 견인²³⁾

〈표 7〉 국내 로봇시장 현황(억원, %)

구 분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	연평균성장률
제조용 로봇	20,586	22,979	24,453	26,687	30,181	28,907	5.8
서비스용 로봇	4,291	4,645	5,835	7,074	6,073	6,261	6.5
로봇부품	4,903	6,542	9,347	10,989	13,696	15,473	21.1
합 계	29,780	34,166	39,636	44,750	49,950	50,642	9.3

- '18년 로봇산업을 영위하는 사업체 수는 2,508개사이며, 그 중 제조업용 로봇 사업체는 827개사로 전체의 33%를 차지

20) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=14908>

21) 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원 (2019). 5G 기반 첨단제조 로봇 실증 기반 구축 기획보고서.

22) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18274>

23) 한국로봇산업진흥원 (2019) 2018 로봇산업실태조사; 한국로봇산업진흥원 (2018) 2017 로봇산업실태조사

〈표 8〉 국내 로봇산업 사업체 수(개사, %)

구 분	제조	전문서비스	개인서비스	부품 및 부분품	합 계
사업체 수	827(33.0 %)	368(14.7 %)	208(8.3 %)	1,105(44.1 %)	2,508(100 %)

〈표 9〉 국내 제조로봇 사업체 생산 및 수출(백만원, 개사, %)

구 분	생 산			수 출			사업체 수		
	2017	2018	증감	2017	2018	증감	2017	2018	증감
제 조	3,018,149	2,890,720	△4.2	885,959	846,104	△4.5	718	827	15.2

- 제조업 로봇중 「이적재용 로봇」 생산액이 1조 2,049억원으로 가장 많으며, 이는 자동차, 전기전자 산업 등을 중심으로 시장이 형성되어 있음을 의미

* 이적재용 로봇(1조 2,049억원), 기타 제조업용 로봇(8,664억원), 조립 및 분해용 로봇(3,563억원), 시험 검사용 로봇(1,570억원) 순

〈표 10〉 국내 제조로봇 공정 부문별 생산현황(백만원, %)

구 분	금액	구성비
이적재용 로봇	1,204,923	41.7
공작물 탈착용 로봇	81,890	2.8
용접용 로봇	91,798	3.2
조립 및 분해용 로봇	356,340	12.3
가공용 및 표면처리 로봇	132,040	4.6
바이오 공정용 로봇	192	0.0
시험 검사용 로봇	157,072	5.4
기타 제조업용 로봇	866,464	30.0
총 계	2,890,720	100.0

- 제조업용 로봇의 기계구조별 생산액은 리니어 로봇이 9,720억원으로 가장 큼

* 리니어 로봇(1조 2,400억원), 다관절 로봇(8,739억원), 스카라 로봇(1,269억원) 순

〈표 11〉 제조로봇 기계구조별 생산현황(백만원, %)

구 분	금액	구성비
리니어 로봇	971,956	33.6
스카라 로봇	199,675	6.9
다관절 로봇	854,373	29.6
병렬형 로봇	26,989	0.9
원통형 로봇	124,831	4.3
기타 로봇	24,015	0.8
분류되지 않음	5,115	0.2
무응답 / 비해당	569,947	23.7
총 계	2,890,720	100.0

● 국내 로봇기술과 해외 최고 로봇기술국의 기술 격차는 점차 감소 중

* 최고 기술국 대비 기술격차(년) : ('09) 2.5 → ('11) 2.1 → ('15) 1.9 → ('17) 1.3

- 국내의 설계된 로봇 기구 및 시스템의 구현에 관한 기술은 최고기술 보유국(독일, 일본)에 비해 90 % 수준이며, 구동부 핵심 부품의 설계 기술은 최고기술 보유국(독일, 일본)과 비교하여 75 % 수준
- 국내의 제조업 적용을 위한 응용 기술 및 제어, 네트워크 기반 시스템 엔지니어링에 관한 기술은 최고기술 보유국(미국, 독일, 일본)에 비해 90 % 수준이고, 제조업용 로봇의 판단, 인식, 행동에 관한 기술(지능화기술)은 80 % 수준

2.2 국내외 협동로봇 기술동향²⁴⁾

(미국) 높은 기술수준과 연구개발 역량 기반의 견고한 협동로봇 생태계 구축

- (Universal Robotics) 세계 최초로 협동로봇을 상용화할 만큼 기술력을 보유하고 있으며, 폭스바겐, BMW 등 생산라인에 공급하여 '17년 전 세계 협동로봇 시장의 60%를 차지



〈그림 2〉 Universal Robot 협동로봇

- 덴마크에서 설립되었으나, '15년에 미국 Teradyne사가 인수하여 지속적으로 관련 기술을 고도화
- 로봇 생태계를 조성하기 위해 로봇의 생산 및 공급에만 그치지 않고, 센서, 작업모듈, 소프트웨어, 기타 악세서리 등이 연동될 수 있도록 UR+ 플랫폼을 구축하였으며, UR이 제시한 기본 프로토콜을 만족하면 기업, 개인 누구나 쉽게 호환되는 주변기기 제작 가능
- * '20년 3월 신규로 20개의 어플리케이션을 추가하여 마감, 조립, 머신텐딩, 디스펜싱, 소재제거, 금속가공, 용접 등의 작업 성능을 개선²⁵⁾

24) 산업통상자원부(2019), 협업지능 기반 로봇플랫폼 경쟁력 지원사업 기획보고서.
한국산업기술평가관리원(2019), KEIT PD Issue Report 특집호

그리퍼 예시 : 능동유연도구부	시각센서 예시 : 머신비전 센서	소프트웨어 예시 : 측정·검사 솔루션	기타 악세서리 예시 : 방폭커버
			

〈그림 3〉 UR+ 주요 사례

❖ (중국) 세계 최대 시장의 이점을 살려 협동로봇에 대해 지속적으로 투자

- (SIASUN) '00년 선양에서 설립된 디지털, 스마트 첨단장비 제조기업으로 베이징, 상하이, 항저우, 선전, 심양에 5개의 자회사를 보유한 중국 내 최대 산업용 로봇 기업
 - 중국 내에서 가장 우수한 로봇기술을 가지고 있는 것으로 평가되며, 세계 13개국에 수출할 정도로 기술력을 보유
 - 7축 협동로봇, 쌍안 시각 프로그램을 탑재한 양팔로봇이 대표 제품이며, 최근 장쑤성 난징 장닝개발구에 협동로봇 R&D센터 등 생산기지 건설 계획을 발표

❖ (일본) 기술력을 갖춘 선도기업을 통해 협동로봇 시장을 이끌고 있으며, 새로운 기업도 시장에 지속적으로 진입

- 글로벌 협동로봇 시장을 선도하는 메이저 5대 협동로봇 생산기업 중 일본 기업이 3개나 포함되어 세계시장을 선점²⁵⁾
 - FANUC(日, 20.4 %), ABB(스위스, 18.7 %), YASKAWA(日, 15.3 %), KAWASAKI(日, 8.5 %), KUKA(獨, 8.5 %) 순이며, '17년 기준 세계 시장 점유율 71.4 %를 차지
- (FANUC) '77년 첫 번째 로봇 생산 이후 화낙은 '19년까지 글로벌 누적 60만대의 로봇을 설치해 산업용 로봇 기업 최고 기록을 보유하고 월 1.1만대의 로봇 생산 능력을 갖추어 더 가파른 성장 기반을 마련²⁷⁾
- (YASKAWA) '17년 6월 당시 최소, 최경량(7Kg)으로 부품 조립과 검사공정에 적용가능한 6축 협동로봇 모토미니(Moto MINI)를 출시²⁸⁾

25) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19923>

26) 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원 (2019). 5G 기반 첨단제조 로봇 실증 기반 구축 기획보고서

27) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=20046>

28) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=11068>

- (KAWASAKI) 최대 7Kg의 탑재 용량을 지닌 6축 수직 다관절 로봇을 출시하였으며 ('19.4), 협동로봇시스템 'Successor'를 통해 원격 제어를 지원²⁹⁾
- (일본기재/日本機材) 수증기, 연기, 목재 분진 등이 많은 작업 환경에서도 작업자의 출입을 정밀하게 감지할 수 있는 3D 레이더 센서 협동로봇 사업을 추진³⁰⁾
- (Mujin) 이미 존재하는 산업용 로봇에 로봇제어기 모듈을 부가적으로 장착하여 빈피킹 등의 작업을 수행하도록 하며, 일본산 로봇 대부분을 지원하므로 협업지능 구현 및 실시간 시뮬레이션까지 지원³¹⁾

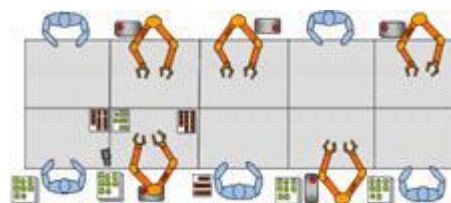
❧ (유럽) 제조분야에 타 지역보다 선제적으로 도입하여 활용하고 있으며, 이를 바탕으로 지속적으로 새로운 제품이 시장에 출시

- (독일) KUKA의 iiWA는 자중대비 가반하중이 1:2에 이르고, 모든 조인트에 장착된 토크센서를 통해 외부의 힘을 감지하므로 예기치 못한 상황에서 로봇 운전자 혹은 주위의 작업자를 안전하게 보호
- * 2016년 중국 메이디그룹이 지분인수를 통해 대주주가 되었으나, 본사 및 핵심 생산시설이 여전히 독일에 위치하고 있으므로 본 고에서는 독일기업으로 간주



〈그림 4〉 KUKA의 iiWA

- (스위스) ABB의 YUMI는 수작업 공정에 인간작업자와 함께 작업하는 협력생산을 목표로 양손 작업형(Dual Arm Type) 협동로봇을 세계 최초로 개발



〈그림 5〉 ABB의 YUMI

29) https://news.g-enews.com/view.php?ud=201908261354428935d6eb469fd3_1&md=20190828175604_R

30) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19547>

31) 산업통상자원부(2019), 협업지능 기반 로봇플러스 경쟁력 지원사업 기획보고서.

- (덴마크) Universal Robot의 창업자가 경량급 협동로봇을 목표로 '14년 카소 로봇(Kassow robots)을 설립, 최근 7축 협동로봇을 라인업에 추가하였으며, OnRobot은 원통형 부품의 정밀취급 및 머신펙팅 공정에 이점을 가진 3FG15를 출시³²⁾



〈그림 6〉 Kassow Robots의 KR 1410과 OnRobot의 3FG15

(한국) 대기업을 중심으로 협동로봇 제품을 출시하고 시장 영향력을 확장

- 협동작업 기술을 구현하는 협동로봇은 국내 대기업 및 로봇전문기업에서 상용화에 성공
 - (한화정밀기계) 터치식 작업지시화면 등 간단한 유저인터페이스(UI), 로봇을 손으로 직접 움직여 작업을 지시하는 직접교시 기능 등이 포함된 가반하중 5Kg급 협동로봇 HCR-5 모델 출시
 - * 가반하중을 3kg, 12kg 등으로 확장하여 제품을 출시하였으며, 이후 한화로보틱스로 분사하여 관련 제품 개발에 집중
 - (두산로보틱스) 가반 중량 6 ~15 Kg, 작업 반경 0.9~1.7M를 범위로 하는 협동로봇 제품군 'M 시리즈' 네 종을 출시하였으며, 함께 서비스가 가능한 다양한 솔루션을 개발하여 보급
 - * '19년 10월에는 스피드와 가속성을 강화한 'A 시리즈' 네 종을 추가로 출시하였으며, 이를 통해 업계 최대 협동로봇 제품 라인업을 구축³³⁾
 - (뉴로메카) 고속 전류 기반의 임피던스 제어를 구현하여 힘 제어에서 강점을 가진 'Indy' 시리즈를 출시하고, 3 ~ 12Kg의 다양한 라인업을 보유
 - (민트로봇) 유사제품보다 빠른 속도로 구동되며 안정성이 검증된 산업용 규격 서보모터를 사용한 'Pal-i' 시리즈를 출시

32) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19948>
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19777>

33) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18558>



〈그림 7〉 국내 주요 협동로봇 제품

- 이종 다중 정형물체의 Pick & Place, Bin-Picking 등 시각기반 작업기술 연구는 최근 딥러닝의 발전과 방대한 데이터베이스의 학습을 통해 물체 인식률이 향상되어 비교적 정확한 파지점 인식이 가능해지는 등 사업화 수준에 근접
 - 전자부품연구원과 고려대학교는 다수/다종의 비정형 작업 대상물이 혼재된 환경에서 80%이상의 성공률로 물체 형태 및 파지점을 인식하여 분류·파지할 수 있는 기술 개발
 - * ‘다량의 대상물에 대한 로봇용 조작 학습기술 개발’ (16.8~17.12)
- 현대위아는 Siemens CNC를 기반으로 에너지 절감, 가공 최적화 등이 가능한 Human-Machine Interface를 개발하여 상용화
 - 사물인터넷을 통해 장비 가동현황을 실시간으로 확인하며, 공장내 다른 장비의 상황을 파악하여 회전테이블의 자동화를 실현
 - '19년 10월 전시회를 통해 15kg의 가반하중 및 1.3m에 달하는 작업반경을 통해 작업의 편의성과 균일성, 작업자 안전 확보 등의 효과를 기대할 수 있는 ‘고가반하중 협동로봇’을 전시³⁴⁾

34) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18529>


〈표 12〉 주요 제조사별 협동로봇 사양(각 사 홈페이지 참고)

국 가	구 분	축(DoF)	무게(kg)	반복정밀도(mm)	가반하중(kg)	작업반경(mm)
국 외	UR10e (Universal Robots)	6 per arm	33.5	± 0.05	10	1,300
	XCR20-1100 (SIASUN)	6 per arm	50	± 0.05	20	1,100
	CR-7iA (FANUC)	6 per arm	53	± 0.01	7	717
	LBR iiwa 7 R800 (KUKA)	7 per arm	23.9	± 0.1	7	800
	YUMI - IRB14000 (ABB)	7 per arm	38	± 0.02	0.5	559
	KR1205 (Kassow robots)	7 per arm	25	± 0.1	5	1,200
국 내	HCR-5 (한화정밀기계)	6 per arm	21	± 0.1	5	915
	M0609 (두산로보틱스)	6 per arm	27	± 0.05	6	900
	Indy7 (뉴로메카)	6 per arm	28	± 0.1	7	800
	Pal i606 (민트로봇)	6 per arm	25	± 0.05	6	853


제3장 정책 동향

※ 제조 로봇의 전반적인 정책동향을 우선 기술하고 협동로봇 유관 정책동향을 추가 서술


3.1 국내외 제조 로봇 정책동향

 (미국) 2016 Robotics Roadmap을 통해 로봇이 활용될 수 있는 5대 분야별 유망 제조기술을 선정³⁵⁾

- 제조, 차세대 서비스 로봇, 보건의료 및 재활·복지, 국방 및 재난 안전, 우주 등을 5대 분야로 선정 및 추가 개정을 위한 작업을 진행중이며, 이를 통해 2020 Robotics Roadmap을 '20년 여름에 발표할 예정³⁶⁾
- 이 중 제조분야에서는 모델기반 프로그래밍, 유연한 그리퍼, 친환경, 신소재 제조업, 자율주행 (고속 이동형플랫폼), 공급사슬망 연계 등을 유망 기술로 선정

 (일본) '15년 로봇 新전략 발표 이후 '20년까지 총액 1,000억엔의 로봇 프로젝트를 추진하는 등 로봇 강대국의 위상을 강화

- 부품조립, 식품가공 등 노동집약적 제조업 중심으로 로봇 도입을 추진하고, 로봇화가 지연되고 있는 준비공정 등에 로봇 도입 및 IT 활용을 통한 로봇 자체의 고도화를 도모
- 이를 통해 조립생산과정의 로봇화 비율을 대기업 25%, 중소기업 10%까지 향상시키고, 차세대 로봇활용 우수 사례 30건 발굴을 목표로 '20년까지 추진


 (중국) '로봇산업발전계획(2016-2020)'을 통해 산업규모 확대, 기술수준 제고, 집적 응용 확대 등을 주요 목표로 설정하여 추진³⁷⁾

35) 산업통상자원부(2019), 협업지능 기반 로봇플러스 경쟁력 지원사업 기획보고서.

36) <https://www.therobotreport.com/us-robotics-roadmap-call-white-papers-revision/>

37) 과학기술정책연구원(2019), 중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 - 중국의 로봇 굴기와 한국의 대응 전략, STEPI Insight Vol. 241.


- 자국 브랜드의 산업용 로봇 연간 생산량 10만대, 6축 이상 산업용 로봇의 연간 생산량 5만대 달성, 산업용 로봇 속도·적재·정밀도·중량비 등 주요 기술 지표를 세계 동급 제품 수준으로 발전 등을 제조용 로봇 분야 세부 목표로 제시
- 아크용접 로봇, 진공 로봇, 전자동 프로그램 스마트산업 로봇, 휴머노이드 로봇, 양팔 로봇, 적재 AGV 등 10대 핵심 제품을 선정
 - '19년 스마트로봇 중점과제를 통해 제조용 로봇 등 주요 로봇별 프로젝트에 총 4억 위안의 연구개발 예산을 투입

 (유럽) Horizon 2020의 로봇 분야 전략 실행을 위해 유럽집행위원회(EC)와 euRobotics AISBL*을 주축으로 한 공공-민간 파트너십 기반 SPARC 프로그램**을 성공적으로 착수38)

* EU 내 로봇 관련 전문가들의 비영리국제기구로 유럽로봇 커뮤니티를 포괄

** 타 산업분야와 로봇기술의 융합을 촉진하기 위한 로봇 투자 프로그램

- Horizon 2020을 통해 로봇산업의 기술혁신과 시장으로의 기술이전을 강조하여 EU로봇 커뮤니티의 전략적 목표 중 과학기술적 지위 강화, 혁신에서의 산업 리더십 강화, 유럽 공통의 사회적 문제해결 등에 초점
- SPARC 프로그램은 ①로드맵에 기반한 연구와 혁신, ②시장친화적 시스템과 기술 유도, ③유럽의 로보틱스 인프라 구축, ④혁신의 진전에 대한 모니터와 평가, ⑤투자과 기업가정신 촉진, ⑥다 분야에 걸친 활동과 정책 구축을 목표
 - '14년부터 '20년까지 약 28억 유로를 투자하여 세계 로봇시장의 경쟁력 확보를 통해 '20년까지 시장점유율을 42%로 확대 추진


 (한국) 로봇산업을 4차 산업혁명 시대의 핵심 분야로 발전시키고, 제조업 혁신을 유발할 수 있도록 '19년 8월에 '제3차 지능형로봇 기본계획' 발표

- 제조분야 업종별·공정별로 로봇 활용모델 108개를 개발하여 보급을 촉진하고, 구매지원 및 로봇활용 교육 등을 병행하여 '23년 70만대(누적)의 확산을 목표로 추진
 - 표준모델당 10개의 기업으로 총 1,080개의 공정진단 컨설팅을 제공하고, 뿌리, 섬유, 식음료 업종 등에 총 7,560대의 로봇을 보급하여 실증 수행
 - 제조로봇을 도입한 기업을 중심으로 재직자 로봇 활용 교육을 지원하여 '23년까지 총 2,160명의 인력을 양성


38) 산업통상자원부 (2018). 스마트공장용 중소기업 보급형로봇개발지원사업 기획보고서.

- 렌탈·리스 서비스 등 금융기관과 협력하여 구매를 지원하고, 융자모델을 개발하여 민간 수요자 중심의 자율적인 확산을 유도
- 3대 핵심부품(지능형 제어기, 자율주행 센서, 스마트 그리퍼) 및 4대 SW(로봇SW 플랫폼, 잡는 기술 SW, 영상정보처리 SW, 인간-로봇 상호작용)의 자립화를 통해 대외 의존도를 최소화


3.2 국내외 협동로봇 정책동향³⁹⁾

 (미국) 첨단제조파트너십(Advanced Manufacturing Partnership)을 통해 협동로봇을 처음으로 강조하였으며, 미국과학재단(NSF)의 National Robotics Initiative 2.0('16) 프로그램을 통해 투자를 확대

- 구체화 비정형적 환경(가변 및 재구성 방식 조립라인 등)에서 사람과 안전하게 협동작업을 하는 로봇 개발을 추진하였으며, NRI 2.0 프로그램으로 이를 구현
 - 확장성(Scalability), 맞춤화(Customizability), 시장 진입장벽 완화(Lowering barriers to entry), 사회적 영향(Societal impact) 등을 강화하고자 하며, '19년도 기준 3,500만 달러를 투자

 (일본) '로봇 新전략'에서 추진하는 제도, 인프라 정비, 규제개혁 등에 집중하여 협동로봇의 저변 확대 집중


- 협동로봇 및 무인화 로봇 공장 등 인프라에 대한 지속 투자 및 ICT, AI, 산업자동화 관련 기업들과 제휴를 통해 로봇의 IT화를 급속히 진행

 (중국) '로봇산업발전계획(2016-2020)'의 10대 목표 중 하나로 협동로봇 개발(human-machine cooperation robots)을 제시


- '19년 국가중점 R&D 계획에서 스마트로봇이 중점과제로 선정되었고, 협업로봇 시스템 응용 등 다수의 프로젝트를 선정하여 진행⁴⁰⁾

39) International Federation of Robotics (2020). World Robotics R&D Program.

40) 과학기술정책연구원(2019), 중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 - 중국의 로봇 굴기와 한국의 대응 전략, STEPI Insight Vol. 241.

 (유럽) SPARC 프로그램과 함께 ICT Work Program 2018-2020을 진행하고 있으며, 약 1억 5천만 유로가 투자되어 협동로봇 등을 통한 제조업의 디지털 전환을 추진

- ‘LIAA(Lean Intelligent Assembly Automation) 프로젝트’는 독일이 주도하여 덴마크, 핀란드, 스웨덴, 스페인, 그리스 등에서 참가한 대형 프로젝트로 유럽 내 조립 제조업에서 인간-로봇 공동작업체계 및 협업할 수 있는 기술 개발을 목표

 (한국) 국내 산업현장에서 로봇을 도입하기 위해서는 산업안전보건법의 작업자 안전관련 항목* 내에서만 가능하였으나, 협동로봇 보급 활성화를 위해 '18.5월부터 펜스 조건을 완화


* 산업안전보건법 제38조(안전조치), 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지) 등

- 한국로봇산업진흥원은 ‘협동로봇 설치 작업장 안전인증 심사규정’을 통해 산업용로봇시스템의 설치단계에 대한 안전기준(KS B ISO 10218-2, ISO 10218-2)의 적합성을 심사하고 인증⁴¹⁾
 - 협동로봇 안전인증 심사인력은 11명('19.10기준)에 불과했으나, 작업장에 설치되는 협동로봇마다 안전인증을 시행해야 하는 현 제도에 대응하여 '20년 최대 100명까지 확대할 예정
 - 절차 개선 등 협동로봇을 위한 인증제도의 간소화를 통해 인증기간이 단축(45일 → 14일)되었고, '20.4월까지 총 84건의 인증서를 발급
- 각 지방자치단체에서도 제조분야 중소기업의 환경개선 및 생산성 향상 등을 위해 협동로봇 관련 다양한 지원사업을 개별적으로 추진
 - 인천시는 '18년부터 중소 제조기업을 대상으로 협동로봇 구입·설치를 지원하였으며, 지원기업의 약 80%가 생산량 증대 효과를 경험⁴²⁾
 - 이외에도 경상북도 AI협동로봇 기업지원, 경상남도 스마트공장용 중소기업 보급형 로봇 개발, 부산 스마트팩토리-협동로봇 보급·확산 등 지자체별 제조용 로봇 보급을 위한 사업을 진행

41) <https://www.etnews.com/20191031000315>
<http://www.idaegu.com/newsView/idg202005120072>

42) <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=20058>

제4장 국내 R&D 투자동향

 (연구개발단계별) 제조용 협동로봇 분야 정부 R&D 투자는 '16년 319억원 규모에서 '18년 451억원 규모로 꾸준히 증가

※ NTIS에서 관련 키워드 검색을 진행하였으며, HW 및 시스템(이하 HW) SW 및 서비스(이하 SW) 기술분야는 1장의 세부기술을 바탕으로 과제단위 추출하였고, 기반분야는 실증 및 테스트베드 구축 등을 포함하여 추출 진행

- '16~'18년 과제 수는 연평균 18.5% 증가, 예산은 연평균 18.8% 증가로 비슷한 증가율을 보임
- 정부R&D는 개발단계에 연평균 55% 비중으로 가장 많이 투자해 왔으나 응용분야 과제의 예산 및 비중이 증가하는 추세
 - (응용단계) 과제수, 예산규모 및 예산비중 모두 증가하는 중이며, 특히 신규과제 투입 및 단가 상승*에 따라 '17년의 예산규모는 '16년 대비 3배 정도로 증가
 - * “로봇비즈니스벨트조성” 사업에서 “특수제조환경 로봇토탈솔루션 기반구축” 과제의 단가가 '16년 13.5억에서 '17년 50억으로 상승
 - (개발단계) 예산규모는 매년 218억원 수준으로 큰 변화가 없으며, 총 투자액대비 개발분야 예산 비중은 '16년 68.4%에서 '18년 47.0%로 감소
 - (기초단계) 예산비중의 변화는 크지 않고, 과제수 및 예산규모는 점진적으로 증가 추세
 - 연구개발단계별 평균과제단가는 응용 917백만원, 개발 525백만원, 기초 135백만원

〈표 13〉 제조용 협동로봇 투자현황('16년~'18년)

구분	과제 수			예산(백만원)		
	2016년	2017년	2018년	2016년	2017년	2018년
기초연구	19	25	24	2,775	2,675	3,686
응용연구	7	12	15	4,433	13,634	14,728
개발연구	38	39	50	21,840	22,524	21,204
기타	3	2	5	2,872	2,600	5,484
소계	67	78	94	31,920	41,434	45,101

(연구수행주체별) 산·학·연 중 산업계의 지원 비중이 전체의 절반을 차지하는 가운데, 학계 및 기타의 비중이 점차 증가하는 추세

- '16~'18년 산·학·연 정부R&D 예산 투입 비중을 살펴보면 전반적으로 산업계가 가장 높으며, '17년을 제외하면 산업계, 학계 그리고 기타 순의 비중을 차지
 - 매년 10개 이상의 중소기업이 정부R&D에 신규 진입하며, 가장 많은 과제를 수행
 - 대·중견기업의 참여는 갈수록 낮아지는데 이는 주요 대기업이 이미 글로벌 시장에 진출할 만큼 충분한 기술을 확보하여 정부R&D 내에서 기술개발과제를 수행하기보다는 자체 제품화에 집중하기 때문으로 판단⁴³⁾
- '18년 연구계 비중은 '16년 대비 14.2%p 감소하였으나 여전히 두 번째로 높은 비중을 차지
 - 이는 매년 연구계에서 수행중인 과제수는 큰 변동이 없으나, 전반적인 과제의 단가 감소에 따른 결과로 판단
- 학계의 과제 수는 꾸준히 증가하고 있고, 예산규모는 소폭 감소 후 증가
 - 협동로봇을 위한 인식·인지 등 지능화SW 기술수요가 증가하는 가운데, SW분야 연구의 학계 참여가 점점 늘어나는 추세

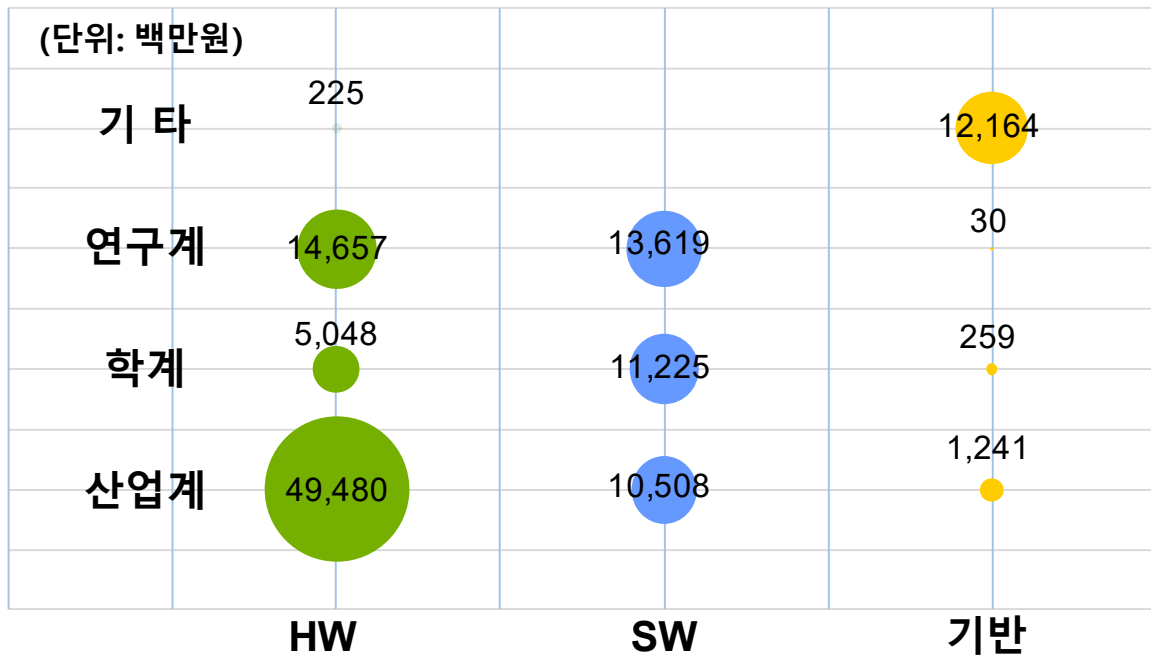
〈표 14〉 연구수행주체별 지원 현황('16년~'18년)

구분		2016년			2017년			2018년		
		과제 수	예산		과제 수	예산		과제 수	예산	
			금액 (백만원)	비중		금액 (백만원)	비중		금액 (백만원)	비중
산	대·중견기업	3	3,750	49.4	-	-	53.3	1	21	51.8
	중소기업	25	12,004		36	22,096		48	23,357	
	소계	28	15,754		36	22,096		49	23,378	
학		26	4,552	14.3	28	4,142	10.0	33	7,837	17.4
연		11	10,238	32.1	12	10,011	24.2	10	8,056	17.9
기타		2	1,375	4.3	2	5,184	12.5	2	5,830	12.9
총합계		67	31,920	100	78	41,434	100	94	45,101	100

43) <https://mk.co.kr/news/business/view/2019/04/221117/>
<https://mk.co.kr/news/business/view/2019/07/480284/>

(연구수행주체별 기술분야 투자) HW분야는 산업계, SW분야는 연구계, 기반 분야는 기타 수행주체의 지원 비중이 높음

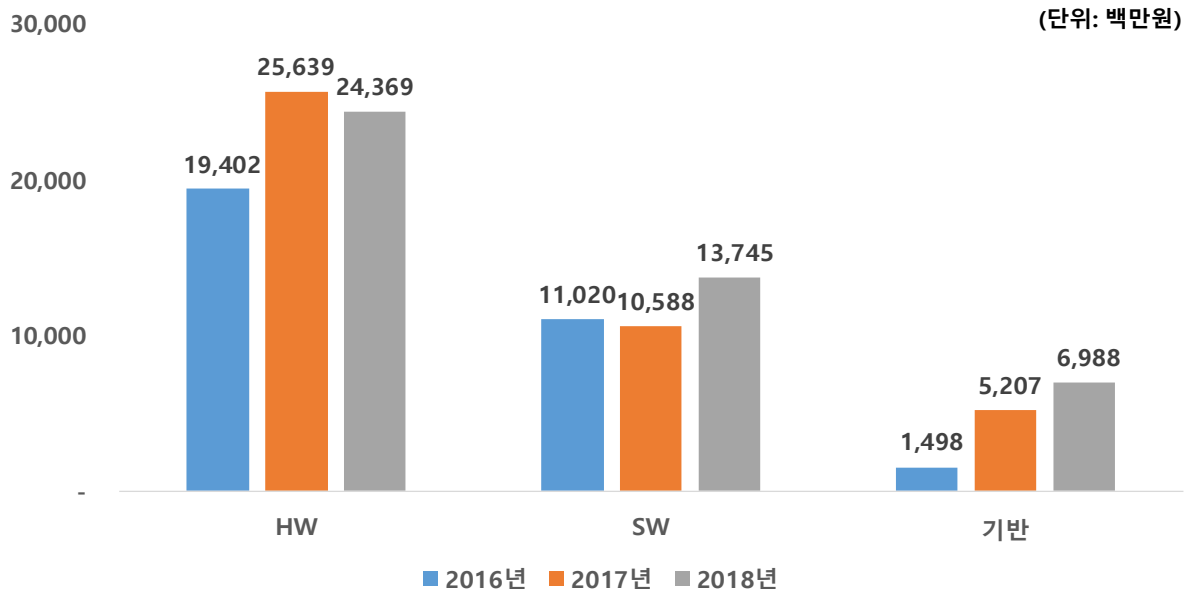
- HW 분야는 산업계가 71.3%로 가장 높은 비중을, 연구계가 21.1%로 두 번째로 높은 비중을 차지하고 있으며, 이어 학계 및 기타의 순서
- SW 분야는 산·학·연이 고르게 연구를 수행중인 가운데 연구계가 38.5%로 가장 높은 비중을 보이고 있고, 기타 수행주체에서는 SW 분야에 수행중인 과제는 없음
 - 학계는 기반시설이 필요한 HW분야보다 연구접근성이 좋은 SW분야의 R&D에 적극 참여
- 기반 분야는 기타의 비중이 88.8%로 가장 높으며, 산업계가 9.1%, 학·연구계는 각각 1.9% 및 0.2% 등으로 산·학·연 수행주체에서는 낮은 비중으로 연구를 수행



〈그림 8〉 연구수행주체별 기술분야 지원 현황

❖ (기술분야별) SW 및 기반분야의 절대적인 투자규모는 증가하고 있으며, HW 및 SW 분야의 비중은 다소 감소하는 추세

- HW분야의 예산 비중은 '16년부터 '18년까지 평균 58.6% 정도이며, 뒤이어 SW분야 29.8% 및 기반분야 11.6%의 순서
 - 제조로봇은 이미 성숙된 시장이 형성된 산업으로 HW비중이 높으며, 최근 협동로봇을 위한 인지·교시 기술 및 SW플랫폼 등의 연구투자로 SW분야 절대투자규모는 늘어나는 추세
 - 동 분야 예산 평균 증가율보다 '17, 18년 기반분야의 높은 증가율로 인해 기반분야 비중이 상대적으로 급격히 늘어남에 따라, HW·SW 분야의 '17, 18년 비중이 다소 감소
- 기반분야는 지속적으로 증가하는 추세로 '18년 투자규모는 약 70억원(비중은 15.5%)으로 '16년 대비 규모는 4.6배, 비중은 3.3배 증가



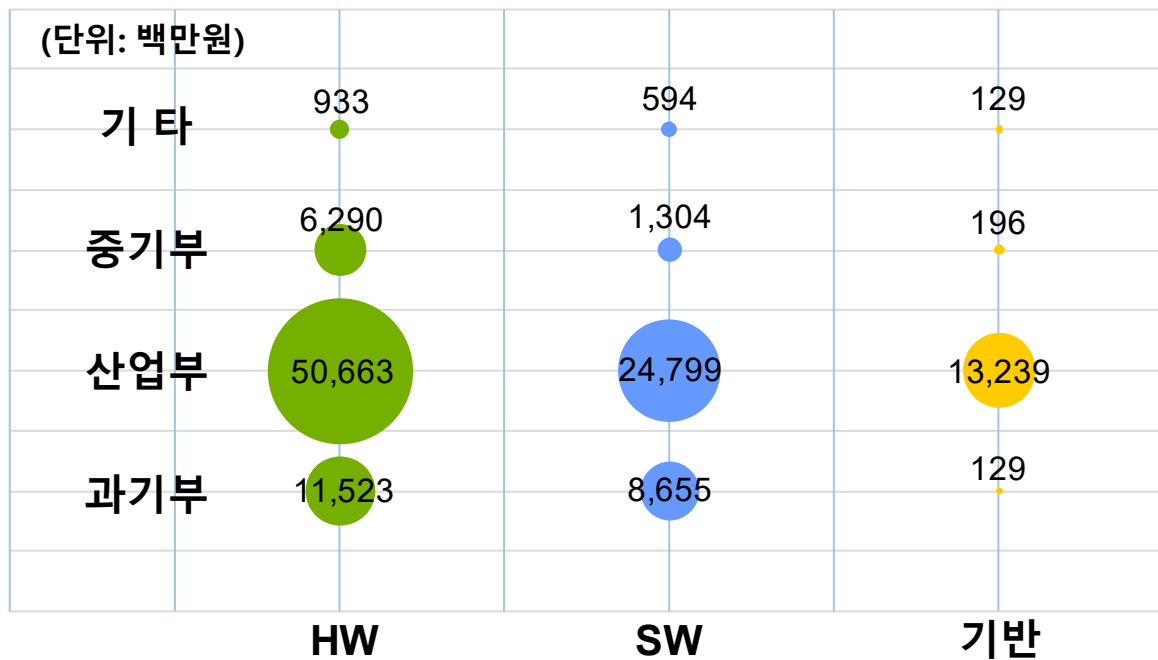
〈그림 9〉 기술 분류에 따른 지원 현황('16년~'18년)

〈표 15〉 기술 분야별 지원 현황('16년~'18년)

기술분야	2016년			2017년			2018년		
	과제 수	예산		과제 수	예산		과제 수	예산	
		금액 (백만원)	비중		금액 (백만원)	비중		금액 (백만원)	비중
HW	44	19,402	60.8	53	25,639	61.9	59	24,369	54.0
SW	20	11,020	34.5	21	10,588	25.6	26	13,745	30.5
기반	3	1,498	4.7	4	5,207	12.6	9	6,988	15.5
총 합계	67	31,920	100	78	41,434	100	94	45,101	100

(부처별) 제조용 협동로봇 예산은 산업통상자원부(산업부)가 대부분을 차지

- '16~'18년 기준 산업부가 전체 74.9%로 가장 높은 비중을 차지하며, 뒤이어 과학기술
 정보통신부(과기부) 17.1%, 중소기업벤처부(중기부) 6.6% 비중 순으로 3개 부처가 도합
 98.6%를 차지
- 로봇 연구를 수행하는 대표부처인 산업부가 모든 기술분야의 70% 이상을 수행하고 있으며,
 SW 분야는 과기부가 24.5% 비중으로 과기부 평균(17.1%)보다 높게 연구를 수행




〈그림 10〉 부처별 기술분야 지원 현황


- '20년 정부예산 기준 제조용 협동로봇 관련 다수 사업이 추가로 지원됨에 따라, 제조용
 협동로봇분야 중 기반분야의 정부투자 금액은 크게 증가될 것으로 예측
- 산업부 “협업지능기반로봇플러스경쟁력 지원사업”은 실증 인프라 구축 관련 5년간 총
 323억원(국비 299억원)을 지원할 예정이며, 산업부 “5G 기반 첨단 제조 로봇 실증 기반
 구축” 사업은 테스트베드 구축 관련 4년간 총 495억원(국비 290억원)을 지원할 예정
- '18년 기준 15.5%의 기반분야 비중은 앞으로 더욱 늘어날 전망

제5장 결론


5.1 요약 및 정리

 미국과 일본의 제조용 협동로봇 경쟁력이 세계를 선도하는 가운데, 우리나라도 점차 시장 경쟁력을 확보해나가는 중

- 전세계적으로 제품수명주기가 짧아지고 다품종 소량생산 체제가 갖추어짐에 따라 이에 대응하는 유연생산시스템을 위해 협동로봇 도입이 크게 증가
- 미국은 세계 최고 수준의 첨단 로봇기술을 보유하고 있으며, 중국은 세계 최대 로봇 생산·소비 국가일 뿐만 아니라 KUKA 인수 등 공격적인 기술 획득을 통해 로봇 선도국을 추격
- 일본은 글로벌 5대 협동로봇 기업 중 자국 기업이 3개나 포함될 정도로 시장을 선도하고 있으며, 유럽은 전통적 강점을 지닌 제조업을 토대로 로봇 시장 점유율을 안정적으로 차지
- 한국의 로봇기술은 세계 선도국과의 격차가 점점 줄어들고 있으며, 국내 일부기업이 협동로봇 상용화에 성공하여 시장 점유율을 확대


 국내외 주요 선진국은 협동로봇 관련 정책을 연이어 발표하고 집중육성 분야로 선정하는 등 정부차원의 투자를 지속적으로 확대

- 미국, 독일, 일본, 중국은 글로벌 경쟁력 확보와 지속가능한 성장을 위해 유연한 그리퍼, 친환경, 신소재 제조업 등의 유망기술분야를 선정하고 이에 대한 투자를 지속적으로 확대할 전망
- 한국은 '19년 8월 제3차 지능형로봇 기본계획을 발표하고 '23년 70만대(누적)의 확산을 목표로 제조분야 중소기업의 환경개선 및 생산성 향상을 위한 실증 및 인력양성을 추진
 - 지능형 제어기, 스마트 그리퍼 등 핵심부품과 로봇SW 플랫폼 및 잡는 기술 SW 등의 자립화를 통해 대외 의존도를 최소화 및 4차 산업혁명 시대의 핵심 분야 발전을 목표
 - 협동로봇의 보급 활성화를 위해 그간 규제처럼 작용하던 산업안전보건법의 펜스 설치 조건을 완화하고 '협동로봇 설치 작업장 안전인증 심사규정'을 도입하여 관련 인증을 발급

 제조용 협동로봇 정부 R&D 투자규모는 지속적으로 확대되어 '18년 총 451억원이며, 산업계의 비중이 전반적으로 높으며 기반분야 투자가 확대

- 시장 확산이 필요한 단계이므로 개발연구단계의 과제와 R&D 투자가 가장 많으며, 타 수행 주체와 비교하여 산업계의 과제 수행이 가장 활발
 - 로봇 HW분야 글로벌 기술 경쟁력을 확보한 대·중견기업은 정부R&D의 참여는 감소하는 추세
- 산업계는 로봇 HW에 중점 투자하여 제품 상용화에 집중하고 있으나, 로봇의 두뇌인 SW 부문에서는 아직 선진국을 추격해야하는 기술 수준이므로 학계 및 연구계에서 중점 수행
 - 학계의 경우 연구를 위한 설비투자의 부담이 적은 SW분야의 R&D에 적극적으로 참여
- 산업부와 과기부의 HW 기술분야에 대한 투자가 대부분을 차지하고 개발 분야의 비중이 가장 크나, 투자규모의 정체 및 응용·기타 분야의 투자확대에 따라 비중은 점진적으로 감소하는 추세
 - 특히 실증 인프라 및 테스트베드 구축 관련 산업부의 사업의 신규추진으로 향후 협동로봇 기반분야 투자액의 급격한 증가가 예상

5.2 정책제언

 비약적으로 성장하고 있는 제조용 협동로봇 시장 확보를 위해 로봇 핵심 기술, 부품, 소프트웨어 등 부문별로 다양하게 투자가 이루어질 필요

- 제품의 종류가 매우 다양하고 공정 또한 다양하여 생산라인의 규격화가 쉽지 않은 중소규모 제조분야의 협동로봇 적용을 위한 R&D를 강화하고, 대기업은 인식·자동작업·충돌방지 등의 지능화 SW 측면의 국제경쟁력이 아직 충분하지 못하므로 이를 위한 R&D 확대를 고려
 - 제어기, 센서 등 로봇 고유의 기계적 핵심요소와 소프트웨어, 플랫폼, 사물인터넷 등 다양한 서비스 제공의 기반이 되는 기술 개발을 통한 로봇의 보편화 및 가치 창출
 - 인간 공동 작업을 위한 원천적 안전기술, 고난이도/물류 작업을 위한 고도의 작업능력기술, 그리고 현장어디에나 사용가능한 유연 활용성 등 지능화 R&D 유도
- 또한 모바일 매니퓰레이터, 5G 및 클라우드 등 제조용 로봇의 고도화를 위한 추가 기술 개발과 그에 대한 실증연구 추진이 필수

제조용 협동로봇 분야의 성장과 빠른 보급을 위해 테스트베드, 인력, 표준 등 인프라 및 기반 조성 투자를 보다 더 체계화할 필요

- 정부출연연구원, 로봇전문기업 등이 협업하여 제조용 협동로봇 기술을 테스트 및 실증할 수 있는 테스트베드 및 환경을 구축하고 이의 자립화 연계방안 마련 등이 요구
 - 단순 테스트베드 구축에 더해 경쟁형 R&D 등 다양한 방식을 수행할 수 있는 로봇환경 조성, 협동로봇 설치를 도와주는 전문서비스 기업 육성 및 민관 협동 시스템 구축 등이 필요
- 기 구축된 실증단지 및 센터에 필요한 협동로봇 전문인력 양성사업과, 산업 활성화의 기반이 되는 인프라 활용을 위해 활용인력 양성 등이 요구
 - 제조용 기술, 협동로봇용 전문기술 개발을 위한 연구인력뿐만 아니라, 인프라·생산현장 등에서 유용하게 활용할 수 있도록 재직자 재교육도 강화

협동로봇의 실질적인 활용을 위해 법·제도 측면에서 규제로 작용할 수 있는 사항을 사전에 개선하고자 하는 노력이 필요

- 규제샌드박스를 활용하여 현행 법제도가 문제없음을 실증할 수 있으며, 국무조정실에서 추진중인 로봇 산업 규제 혁파 로드맵 등을 통해 선제적이고 점진적인 규제 완화를 추진
- 제조용 로봇 기술이 중소·중견기업 생산현장에 널리 보급될 수 있도록 국내 유관기관 주도로 위험성 평가 DB를 구축하여 안전성을 평가하고 인증체계를 확립 필요
 - 산·학·연 간 적극적인 협업을 통해 국내 제조환경에 적합한 인증 및 실증제도를 확립하고, 소프트웨어 모듈화 및 하드웨어 표준화를 통한 국산제품의 적극적인 보급 및 시장 점유율 향상
 - ‘협동로봇 설치작업장 안전인증제도’를 통해 많은 작업장이 협동로봇을 도입하였으나, 현 제도를 통한 단순 확산에 그치지 않고 제도를 지속적으로 검토, 보완하여 더욱 많은 중소·중견기업이 설치할 수 있도록 지원

참고문헌

해외문헌

- International Federation of Robotics (2018). World Robotics 2018.
- International Federation of Robotics (2020). World Robotics R&D Program.
- McKinsey (2019). Industrial robotics: Insights into the sector's future growth dynamics.
- OECD (2017), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation.

국내 문헌

- 과학기술정보통신부 (2019). 과학기술&ICT 정책·기술 동향, No. 149.
- 과학기술정책연구원(2019), 중국 과학기술·신산업 혁신 역량 분석 - 중국의 로봇 굴기와 한국의 대응 전략, STEPI Insight Vol. 241.
- 국가과학기술연구회 (2020). 인간로봇 공동 생산용 로봇기술 개발 기획보고서.
- 대한무역투자진흥공사 (2018) 글로벌 로봇산업 시장동향 및 진출방안. Global Market Report 18-007.
- 대한무역투자진흥공사 (2019). 중국, '만능팔' 협동로봇 성장 박차. KOTRA 해외시장뉴스.
- 산업통상자원부 (2018). 스마트공장용 중소기업 보급형로봇개발지원사업 기획보고서.
- 산업통상자원부 (2018) 스마트 라이프 실현을 위한 로봇제품의 시장창출 지원방안.
- 산업통상자원부 (2019), 협업지능 기반 로봇플러스 경쟁력 지원사업 기획보고서.
- 산업통상자원부, 한국로봇산업진흥원 (2019). 5G 기반 첨단제조 로봇 실증 기반 구축 기획보고서.
- 산업통상자원부, 한국산업기술평가관리원 (2017) 대한민국 로봇산업 기술로드맵.
- 이남우 (2018), 협동로봇 산업 동향. 융합 Weekly TIP, Vol. 117.
- 임성수 (2016) 협동작업용 산업용로봇의 등장. 로봇과 인간, 제13권 제3호, 26-31.
- 임태훈 (2020), 협동로봇 디자인의 융복합적 특성 연구 : 조형요소를 중심으로. 한국과학예술융합 학회, 제38권 제2호, 257-266.

- 지상훈 (2017) 4차 산업혁명과 제조로봇의 기술 동향. 한국멀티미디어학회지 제21권 제4호, 9-14.
- 한국로봇산업진흥원 (2019) 2018 로봇산업실태조사.
- 한국로봇산업진흥원 (2018) 2017 로봇산업실태조사.
- 한국로봇산업진흥원(2018), 4차 산업혁명과 로봇산업 - 일본 로봇산업 정책 동향 분석. KIR 18-6.
- 한국로봇산업진흥원 (2018) 협동로봇 시장과 규제 동향 분석, KIRIA Issue Report 18-2.
- 한국산업기술평가관리원(2019), KEIT PD Issue Report 특집호.

보도자료

- 로봇신문, 작년 '세계 산업용 로봇 시장 19.6조원' 규모, 2019.9.19.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18274>.
- 로봇신문, 유니버설 로봇, 'UR+ 애플리케이션 키트' 20종 출시, 2020.3.11.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19923>.
- 로봇신문, 일본전산, 독일 로봇부품 기업 5개 인수 추진, 2018.9.3.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=14908>
- 로봇신문, 화낙, '中 공장 자동화 덕'...글로벌 60만 대 로봇 공급, 2020.3.20.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=20046>
- 로봇신문, '일본기재', 3D 레이더 센서 결합 협동 로봇 사업 추진, 2020.2.10.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19547>
- 로봇신문, 덴마크 '카소 로봇', 7축 협동 로봇 'KR 1410' 발표, 2020.3.12.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19948>
- 로봇신문, 온로봇, 쓰리 핑거 '3FG15' 그리퍼 출시, 2020.2.28.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19777>
- 로봇신문, 두산로보틱스, 협동 로봇 신제품 'A' 시리즈 발표, 2019.10.22.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18558>
- 로봇신문, 현대·기아차, 자율주행 이동로봇·차량조립 협동 로봇 등 선배, 2019.10.18.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18529>
- 로봇신문, 인천TP, 중소제조기업 '협동로봇 지원사업' 본격 추진, 2020.3.22.
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=20058>
- 전자신문, '11→100→200명'...협동로봇 안전인증 인력 대폭 늘린다...업계도 신제품 '러시', 2019.10.31. <https://www.etnews.com/20191031000315>
- 대구일보, 개선된 협동로봇 설치 인증제도 인기, 2020.5.12.
<http://www.idaegu.com/newsView/idg202005120072>

- 매일경제, 한화·현대중·두산...10조 협동로봇 시장 정조준, 2019.4.10.
<https://mk.co.kr/news/business/view/2019/04/221117/>
- 매일경제, '한화 협동로봇' 인도시장 진출, 2019.7.2.
<https://mk.co.kr/news/business/view/2019/07/480284/>

사이트

- <https://www.therobotreport.com/us-robotics-roadmap-call-white-papers-revision/>

| KISTEP 기술동향브리프 발간 현황 |

발간호	제목	저자 및 소속
2020-01	우주탐사	문태석(KISTEP)·이재민(KISTEP) 문홍규(천문연)
2020-02	학문후속세대 지원정책 동향	윤성용(KISTEP) 이상경((前)KISTEP)
2020-03	이차전지	유종태(KISTEP)
2020-04	5G 통신망 기술(II. 전달망/액세스망)	이승필(KISTEP)
2020-05	신종감염병 위기대응 연구(진단, 치료, 백신)	김주원(KISTEP)·여창민(KISTEP)
2020-06	자율운항선박	이선명(KISTEP)·김선재(KISTEP)
2020-07	방사광가속기	함선영(KISTEP)
2020-08	동물대체시험법	김종란(KISTEP)·임경민(이화여대)
2020-09	제조용 협동로봇	유형정(KISTEP)·김홍범(KITECH)



| 저자 소개 |

유형정

한국과학기술기획평가원 성장동력사업센터 부연구위원

Tel: 043-750-2493 E-mail: yhj@kistep.re.kr

김홍범

한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 수석연구원

Tel: 031-8040-6403 E-mail: hkim74@kitech.re.kr

| 편집위원 소개 |

이 길 우 선임연구위원

이 일 환, 진 영 현 연구위원

강 주 현 부연구위원

변 영 호 연구원

한국과학기술기획평가원 사업조정본부

Tel: 043-750-2524 E-mail: yhbyun@kistep.re.kr

※ 본 KISTEP 기술동향브리프의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 기관의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

KISTEP 기술동향브리프 | 2020-09호

제조용 협동로봇