

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

산업테마보고서

제조용 로봇

협동로봇 주목 및 정부 주도의 정책 추진

요약

산업 생태계 분석

업계 환경 분석

기술심층분석



작성기관

NICE평가정보(주)

작성자

최대웅 연구원

■ 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 지원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.

■ 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것입니다. 또한 작성기관이 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다.
따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.

■ 본 보고서에 대한 자세한 문의는 NICE평가정보(주)(TEL.02-2124-2595, kosdaqreport@nicetcb.co.kr)로 연락하여 주시기 바랍니다.



한국IR협회

협동로봇 주목 및 정부 주도의 정책 추진

- ▶ 제조용 로봇 산업, 협동로봇에 주목
- ▶ 제조용 로봇 세계 기업들이 주도
- ▶ 글로벌 4대 강국 도약을 비전으로 정부 주도의 정책 추진

제조용 로봇 산업, 협동로봇에 주목

제조용 로봇은 제조 전 공정에 적용되어 작업을 수행하기 위한 로봇으로, 자동 제어가 가능하고 재프로그래밍이 가능한 다목적 3축 이상의 자동조정 로봇으로 정의된다. 최근 4차 산업혁명에 따른 맞춤형 소량생산 체계가 주목을 받으며, 공정의 효율성과 유연성 강화를 위해 인간과 로봇의 협력이 강조되고 있다. 이에 따라 안전펜스 없이 인간과 작업을 수행할 수 있는 협동로봇이 주목을 받고 있다. 국제로봇연맹(IFR 2017)에 따르면 세계 협동로봇 시장 규모는 2025년 기준 92.1억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며, 협동로봇이 차지하는 비율도 37.4%까지 상승할 것으로 전망된다.

제조용 로봇, 세계 기업들이 주도

세계 제조용 로봇 산업은 정밀기계산업 기반의 일본기업(FANUC, YASKAWA, KAWASAKI)과 유럽기업(ABB, KUKA)들이 시장을 선점하고 있다. 또한, 협동로봇 분야에서도 주도권을 유지하기 위해 대표 모델을 개발하고 제품 라인업을 확장하고 있다. 국내 기업의 경우 자동차, 가전, 반도체 등 대규모 수요처를 확보한 현대로보틱스, 로보스타 등이 국내 시장을 주도하고 있다. 최근에는 한화테크윈, 뉴로메카, 두산로보틱스 등 후발주자들이 협동로봇을 출시하면서 제조용 로봇 산업에 진입하고 있는 실정이다.

글로벌 4대 강국 도약을 비전으로 정부 주도의 정책 추진

산업통상자원부는 ‘로봇산업 발전방안, 2019’를 통해 로봇 분야 글로벌 4대 강국 도약을 비전으로, 2023년까지 로봇산업 시장규모 15조 원, 제조용 로봇 보급 70만대, 로봇 전문기업 20개 육성을 목표로 설정했다. 방안으로는 ‘3대 제조업 중심 표준모델 개발 및 보급 전략’과 ‘로봇산업 생태계 기초체력 강화 전략’을 제시했다. 로봇 보급이 대량생산 체계를 갖추고 있는 자동차, 전기·전자 산업에 80% 이상 집중되어 있어, 작업환경 개선이 시급한 뿌리, 섬유, 식·음료 산업에 제조용 로봇을 우선 보급한다는 계획이다. 또한, 수요연계형 기술개발을 통해 핵심부품 자립화와 소프트웨어 경쟁력 확보를 위해 지원할 계획이다.

I. 산업 생태계 분석

산업 정의 및 분류

로봇은 외부 환경을 인식하고, 상황은 판단한 뒤 자율적으로 동작하는 기계로 정의된다. 크게 제조용 로봇과 비제조용 로봇으로 분류할 수 있으며, 비제조용 로봇은 국방, 의료 등 전문 분야에 적용되는 전문서비스용 로봇과 가사, 교육, 의료 등에 적용되는 개인서비스용 로봇으로 분류된다.

[표 1] 로봇의 분류

분류	범위	주요제품
제조용 로봇	제조현장에서 생산·출하 등의 작업에 적용	용접용 로봇, 도장용 로봇, 이적재용 로봇 등
전문서비스용 로봇	국방·의료 등 전문 분야에 적용	의료 로봇, 군사용 로봇, 농림 어업용 로봇 등
개인서비스용 로봇	가사·건강·교육 등 생활 전반에 적용	가사용 로봇, 교육 및 연구용 로봇, 헬스케어 로봇 등

* 출처 : 연구성과실용화진흥원, '제조용 로봇 기술 및 시장 동향', 중소기업 전략기술로드맵 2019-2021, '지능형로봇', NICE평가정보(주) 재구성

제조용 로봇은 소재·부품 입고 → 생산 → 시험·검사 → 출하 등 제조 전 공정에 적용되어 작업을 수행하기 위한 로봇으로, 자동 제어가 가능하고 재프로그램이 가능한 다목적 3축 이상의 자동조정 로봇으로 정의된다. 한국표준산업분류에 따르면 제조용 로봇은 이적재용 로봇, 공작물 탈착용 로봇, 용접용 로봇, 조립 및 분해용 로봇, 가공 및 표면처리용 로봇, 바이오 공정용 로봇, 시험, 검사용 로봇, 기타 제조업용 로봇으로 분류된다.

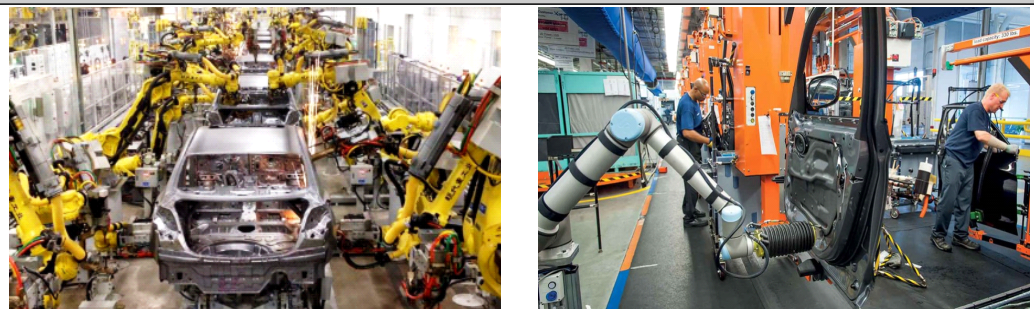
[표 2] 제조용 로봇의 분류

분류	정의
이적재용 로봇	재료, 부품, 도구 등의 이동과 이를 쌓고 실을 수 있는 기능을 가진 로봇
공작물 탈착용 로봇	생산과정 내 자료 및 부품 등의 가공을 위해 공작물을 장착하거나 탈착하는 로봇
용접용 로봇	생산과정 내 용접작업을 수행하는 로봇
조립 및 분해용 로봇	재료, 부품, 도구 등의 조립과 분해작업을 수행하는 로봇
가공 및 표면처리용 로봇	생산과정 내 재료, 부품, 도구 등의 가공과 표면처리 공정 작업을 위한 로봇
바이오 공정용 로봇	생물 자체 또는 그들이 가지는 고유한 기능을 높이거나 개량하는 바이오기술을 수행하는 로봇
시험, 검사용 로봇	생산과정 내 재료, 부품, 도구 등의 시험 및 검사과정을 수행하는 로봇
기타 제조업용 로봇	상기 분류를 제외한 제조업 분류의 기타 로봇

* 출처 : 산업통상자원부, '로봇산업 실태조사 결과보고서(2017)', NICE평가정보(주) 재구성

융합연구정책센터에 따르면, 최근 고령화와 4차 산업혁명이라는 사회적 추세에 맞춰 인간과 기계의 융합·협력이 강조되고 있으며, 인간의 노동을 대체하는 개념의 로봇이 아닌 인간과 협력이 가능한 협동로봇의 개념이 산업현장에서 주목을 받고 있다. 협동로봇(Collaborative Robot)은 안전펜스 없이 작업자와 동일한 공간에 설치되어 함께 작업하기 위한 협동운용(Collaborative Operation)이 가능한 산업용 로봇으로 정의된다.

[그림 1] 제조용 로봇(좌)과 협동로봇(우)



* 출처 : 현대로보틱스, UNIVERSAL ROBOTS

협동로봇은 작동방식에 따라 크게 4가지 방식(Safety-rated Monitored Stop, Hand Guiding, Speed & Separation Monitoring, Power & Force Limiting)으로 분류된다.

[표 3] 협동로봇의 분류

분류	정의
Safety-rated Monitored Stop	작업영역에 사람이 없는 경우에만 일반 산업용 로봇처럼 작동하는 로봇
Hand Guiding	사람이 수작업 장치를 사용하여 이용하는 로봇
Speed & Separation Monitoring	로봇과 사람 사이의 거리 모니터링을 통해 안전거리를 확보하며 작업하는 로봇
Power & Force Limiting	일정 값의 동력 또는 힘이 감지되면 로봇이 즉각 작동을 멈춤으로써 사람의 상해를 방지하는 로봇

* 출처 : 융합연구정책센터, '협동로봇 산업 동향', NICE평가정보(주) 재구성

산업 특징 및 구조

제조용 로봇은 기계, 금속, 반도체, 전기·전자, 소프트웨어, 센서, 통신·네트워크 등 다양한 기술이 융합된 산업이다. 기술적 파급효과가 큰 산업으로 자동차, 반도체, 철강, 화학 등 다양한 산업에 적용되고 있다. 특히, 대표적인 미래유망기술로 성장 잠재력이 높으며, 산업 자동화 등에 적용되어 핵심적인 역할수행을 하고 있다.

협동로봇을 포함한 제조용 로봇의 전방산업은 자동차, 조선, 전자, 금속, 기계 등 제조업 관련 산업들이며, 후방산업은 모터, 액추에이터, 감속기, 센서, 제어 등 부품 및 모듈 산업과 연관되어 있다. 자동차 산업은 제조용 로봇이 집중적으로 사용되고 있는 산업이며, 기존의 용접, 도색 등의 응용분야 외에도 협동운용이 필요한

분야에 꾸준한 수요가 예상된다. 또한, 상대적으로 자동화 적용이 많지 않은 전자 제품 제조산업의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 후방산업의 경우 높은 기술수준 요구에 의한 초기 투자비용 과다로 자체 기술개발을 피하고 있어 해외 의존도가 심화되고 있는 상황이다. 이에 해당 산업을 영위하는 기업들은 산업에서의 미래 경쟁력을 확보하기 위해 적극적인 투자가 필요하다.

[표 4] 제조용 로봇의 연관 산업 구조

후방 산업	제조용 로봇	전방 산업
모터, 스마트액추에이터, 감속기, 센서, 모션제어, 통신 제어, 유공압 부품, 소재 등	이적재용 로봇, 공작물 탈착용 로봇, 용접용 로봇, 조립 및 분해용 로봇, 가공용 및 표면처리 로봇 등	자동차, 조선, 전자, 금속, 기계, 식품, 화학, 농수산, 가구 산업 등

* 출처 : 중소기업 기술로드맵 2018-2020, '로봇', NICE평가정보(주) 재구성

해외 주요 정책 현황

미국, 유럽, 중국, 일본 등 주요국들은 자국 경쟁력 강화의 핵심으로 로봇을 선정하고, 로봇산업 지원정책을 강화하고 있다. 미국과 유럽은 제조현장에서 활용도가 높은 제조용 로봇과 협동로봇 개발을 진행하고 있으며, 일본은 정부와 R&D 공동 연구를 통해 기술개발을 진행하고 로봇 확산에 주력하고 있다.

[미국] 제조업 경쟁력을 강화하고 일자리 창출을 도모하기 위한 6억 달러 규모의 “첨단제조 파트너십(AMP: Advanced Manufacturing Partnership, 2011년)”을 발표하여 혁신전략을 구체화했으며, 협동로봇 분야에 지원을 확대하고 있다. 첨단제조 파트너십의 일환으로 “국가로봇계획(NRI: National Robotics Initiative)”을 추진하고 있으며, 차세대 로보틱스 기술개발 등을 목표로 2017년부터 국가로봇계획 2.0을 추진하고 있다. 또한, 다품종 소량생산이 가능한 셀-생산 방식(소수의 직원이 처음부터 끝까지 여러 가지의 공정을 담당해 완제품을 생산하는 방식)의 생산설비 구축을 위해 가변 및 재구성이 가능한 방식의 조립라인 개발을 진행하고 있다.

[일본] 세계 제조용 로봇 시장의 60% 이상을 차지하고 있으며, 앞으로도 시장 주도권을 유지하기 위한 노력을 진행하고 있다. 2020년까지 로봇 분야에 1천억 엔 규모의 지원을 계획하고 있으며, 주요 제조용 로봇 기업들을 중심으로 제조용 로봇 고도화를 통한 셀-생산용 차세대 로봇을 개발하고 있다. 또한, ICT, AI, 산업자동화 관련 기업들과 제휴를 통해 로봇의 IT화를 급속히 진행하고 있다. 이를 통해 지능화, 편의성, 안전성 관련 기술개발에 집중하고 있으며, 협동로봇 및 무인화 로봇 공장에 대한 투자를 진행하고 있다.

[중국] 세계 1위 내수시장을 보유하고 있으며, 정부의 적극적인 지원으로 로봇산업의 전략적 육성을 추진하고 있다. 로봇을 “중국제조 2025, 2015년”의 10대 핵심 산업 중 하나로 선정했으며, “Smart Manufacturing” 프로젝트 추진을 통해 제조업 핵심기술·부품의 높은 대외 의존도와 낙후된 생산설비 문제, 에너지 효율

저조 문제를 해결하기 위해 기술개발을 진행하고 있다. 또한, 공업과 정보화부, 국가개발위, 재정부는 “로봇산업발전계획”을 공동 발표하고 2020년까지 로봇판매 15만대, 자국 제품 비중 50%, 3개 이상의 선두기업 육성을 목표로 제시하고 육성을 추진하고 있다.

[유럽] 세계 제조업용 로봇 시장의 25% 이상을 차지하고 있다. 로봇산업이 향후 유럽 경제 활성화 및 새로운 직업 창출에 중요한 역할을 할 것으로 보고, 회원국 간의 협업을 통해 차세대 로봇 기술개발에 집중하고 있으며, 핵심 요소기술 확보에 중점을 두고 있다. “민관합작 공동 파트너십 로봇 프로그램(SPARC: European Robotics Public Private Partnership), 2014년”에 착수하였고, 추진 목표와 전략을 기술한 전략 연구 아젠다(SPA: Strategic Research Agenda)와 다년간 로드맵(MAR: Multi-Annual Roadmap)을 마련하여 발표했다. 고부가가치 제조업 비율을 GDP의 20%까지 달성, 제조업용 로봇 분야에서의 세계적 지위 유지 및 신생 스마트 제조 분야 포섭 등을 목표로 2020년까지 “Horizon 2020”을 통해 7억 유로 규모의 투자를 진행하고 있다.

국내 주요 정책 현황

지식경제부는 향후 10년간의 로봇정책 방향을 제시한 “로봇 미래전략(2013~2020), 2012년”을 발표했으며, 기술력 향상, 로봇 수요 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성 등을 추진하고 있다. 또한, 산업통상자원부는 “로봇산업 발전방안, 2019”을 통해 로봇산업 글로벌 4대 강국 도약을 비전으로, 2023년 기준 로봇산업 시장규모 15조 원, 제조용 로봇 보급 70만대, 로봇 전문기업 20개를 목표로 제시했다.

[그림 2] 로봇산업 발전방안 목표

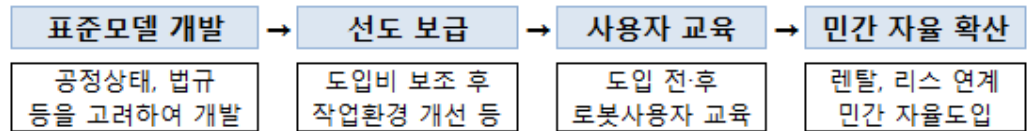


* 출처 : 산업통상자원부, '로봇산업 발전방안(2019)'

산업통상자원부 ‘로봇산업 발전방안, 2019’에 따르면 우리나라는 자동차, 전기·전자 산업의 높은 로봇 활용으로 로봇밀도 세계 1위, 제조용 로봇 세계 5위권으로 부상했다. 다만, 제조용 로봇 보급률이 대량생산 체제를 갖춘 자동차, 전기·전자 산업에 80% 이상 집중되어 있어, 인력 부족 등의 문제로 작업환경 개선이

필요한 뿌리, 섬유, 식·음료 산업에 표준모델 개발 전략을 통해 제조용 로봇을 우선 보급할 계획이다.

[그림 3] 3대 제조업 중심 표준모델 개발 및 보급 전략



* 출처 : 산업통상자원부, '로봇산업 발전방안(2019)', NICE평가정보(주) 재구성

표준모델 개발 및 보급 전략은 표준모델 개발 → 선도 보급 → 사용자 교육 → 민간 자율 확산으로 구성되어 있다. 25개 업종별 및 6개 공정별로 실제 로봇활용이 가능한 공정 108개를 선별했으며, 2019년부터 뿌리, 섬유, 음식료 산업과 관련된 63개의 표준모델을 우선 개발할 계획이다. 3대 제조업 외 산업은 2022년 이후 표준모델 개발에 착수할 예정이다.

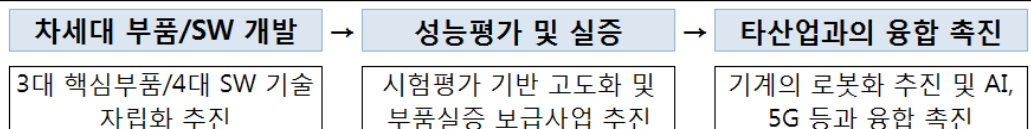
[표 5] 3대 제조업 업종별·공정별 표준모델

구분	로봇 업종	이적재	공작물 탈착	용접	조립/ 분해	가공/ 표면처리	시험/ 검사
뿌리	화학제품	○			○	○	○
	고무 및 플라스틱	○				○	○
	1차금속 제조업	○			○	○	○
	금속 가공제품	○	○	○	○	○	○
	전자부품, 컴퓨터	○	○		○	○	○
	전기장비 제조업	○	○	○	○	○	○
	기타기계 및 장비	○	○	○	○	○	○
	자동차 및 트레일러	○	○	○	○	○	○
	기타 운송장비	○	○	○	○	○	○
섬유	섬유제품 제조업	○			○		○
	의복/모피제품	○			○	○	○
	가죽/가방/신발	○	○	○	○	○	○
식음료	식료품 제조업	○			○		○
	음료 제조업	○			○		○

* 출처 : 산업통상자원부, '로봇산업 발전방안(2019)', NICE평가정보(주) 재구성

후방산업인 로봇 부품, 소프트웨어 등에 대해서는 2010년~2018년까지 R&D 투자 비중은 46.5%로 매우 높으나, 대표기업과 제품은 부재해 사업화가 부진한 것으로 평가하고 개선하기 위해 로봇산업 생태계 기초체력 강화 전략을 발표했다.

[그림 4] 로봇산업 생태계 기초체력 강화 전략



* 출처 : 산업통상자원부, '로봇산업 발전방안(2019)', NICE평가정보(주) 재구성

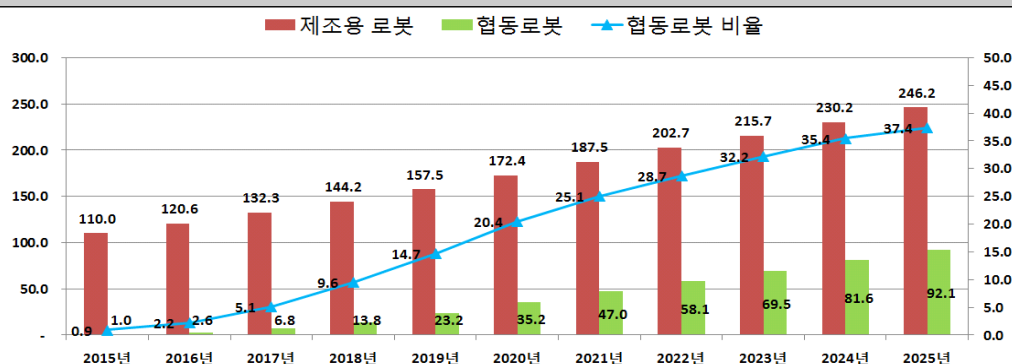
로봇제조사, 부품업체 등이 함께 참여하는 수요연계형 기술개발을 통해 차세대 로봇 3대 핵심부품(지능형 제어기, 자율주행 센서, 스마트 그리퍼) 자립화를 추진할 계획이며, 로봇 경쟁력을 좌우하는 4대 소프트웨어(로봇 플랫폼, 잡는 기술, 영상 정보처리, 인간·로봇 상호작용) 기술자립을 위해 지원할 예정이다.

해외 시장 현황

국제로봇연맹(IFR 2017)에 따르면, 세계 제조용 로봇 시장 규모는 2015년 기준 110억 달러 규모에서 56.5%의 높은 성장률을 보이며, 2025년에는 246.2억 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다. 한편, 세계 협동로봇 시장 규모는 2015년 기준 1억 달러로 전체 제조용 로봇 시장의 0.9% 수준에 머물렀다. 그러나, 이후 급격한 성장률을 보이며, 2025년 기준 92.1억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며, 협동로봇이 차지하는 비율도 37.4%까지 상승할 것으로 전망된다.

[그림 5] 세계 제조용 로봇 및 협동로봇 시장규모

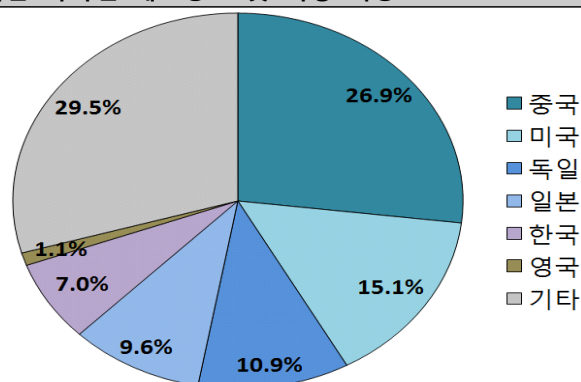
(단위: 억 달러, %)



* 출처 : 국제로봇연맹(IFR 2017), NICE평가정보(주) 재구성

2017년 기준 국가별 제조용 로봇 시장 비중은 중국이 26.9%로 1위를 기록하고 있으며, 15.1%로 미국이 2위, 이어 독일, 일본이 각각 3, 4위를 차지하고 있다. 우리나라의 경우 7.0%로 일본에 이어 5위의 성적을 보이고 있으며, 1위부터 5위까지 국가가 차지하고 있는 비중이 69.4% 수준으로 세계 제조용 로봇 시장을 주도하고 있다.

[그림 6] 2017년 기준 국가별 제조용 로봇 시장 비중



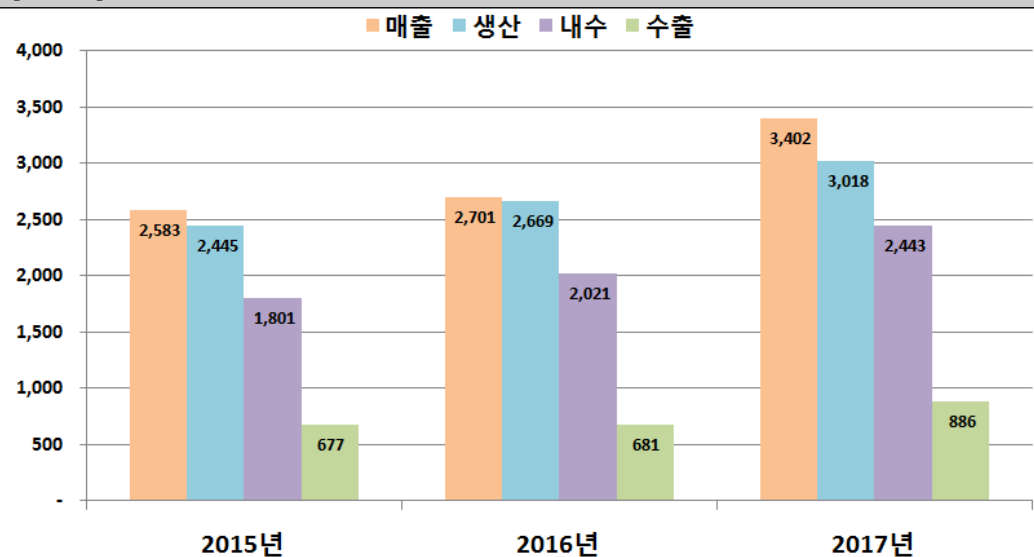
* 출처 : 국제로봇연맹(IFR 2018), 산업통상자원부, '로봇산업 발전방안(2019)', NICE평가정보(주) 재구성

국내 시장 현황

산업통상자원부 ‘로봇산업 실태조사, 2017’에 따르면 국내 제조용 로봇 매출 현황은 2015년 2,583억 원에서 31.69% 성장세를 보이며, 2017년에는 3,402억 원의 시장을 형성한 것으로 나타났다. 또한, 국내 생산 규모는 2015년 2,445억 원에서 23.42% 성장세를 보이며, 2017년에는 3,018억 원의 규모의 시장을 형성했다. 출하(내수+수출)액 기준으로 살펴보면, 2015년 내수시장은 1,801억 원에서 2017년 2,443억 원으로 성장하였으며, 수출시장 또한 2015년 677억 원에서 886억 원으로 성장했다. 2017년 기준 출하액 중 내수시장 비율은 73.38%로 나타났다.

[그림 7] 국내 제조용 로봇 시장현황

(단위: 억 원)

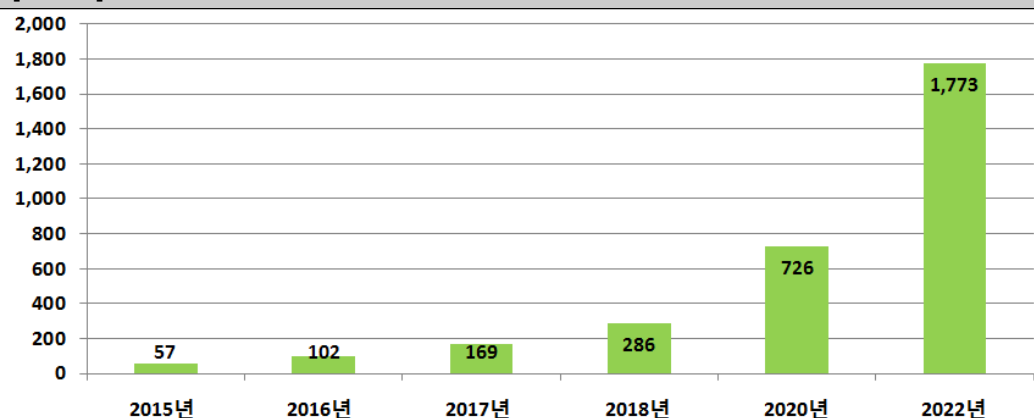


* 출처 : 산업통상자원부, '로봇산업 실태조사(2017)', NICE평가정보(주) 재구성

국제로봇연맹(IFR 2017)에 따르면, 국내 협동로봇 시장규모는 2015년 57억 원에서 급격한 성장세를 보이며, 2022년에는 1,773억 원의 시장을 형성할 것으로 전망되고 있다.

[그림 8] 국내 협동로봇 시장규모

(단위: 억 원)



* 출처 : 국제로봇연맹(IFR 2017), NICE평가정보(주) 재구성

포트폴리오 분석

제조용 로봇과 관련이 있는 종목으로 포트폴리오를 구성하였을 때 주식수익률을 확인할 수 있다. 관련 종목 선정은 기업뉴스, IR자료, 사업보고서 등에 기업이 제조용 로봇과 관련한 사업을 진행하고 있다고 언급된 수준을 기반으로 하였다. 각 문서에 언급된 빈도 등에 따라 종목별 제조용 로봇 관련 산업에 참여하는 유가증권 및 코스닥에 상장된 주요 23개 종목을 선정하였다. 제조용 로봇을 주제로 포트폴리오 구성 시 최근 3년간 수익률은 [그림9]과 같다. 종목별 동일 비중으로 구성하고, 매분기말 리밸런싱하며, 거래비용은 없는 것으로 가정하였다. 벤치마크지수는 KOSDAQ지수로 두었다.

제조용 로봇 포트폴리오 지수는 전반적으로 벤치마크를 상회하는 성과를 나타내고 있으며, 점진적인 성장세를 지속하고 있는 것으로 보인다. 한편 수익률(연평균)은 9.66%로 벤치마크 대비 우수한 성과를 기록하였으며, 수익률의 표준편차는 19.48로 벤치마크와 유사한 수준을 보이고 있다.

[그림9] 포트폴리오 성과 분석

항목	포트폴리오	벤치마크(KOSDAQ)
수익률(연평균)	9.66%	2.66%
표준편차	19.48	19.55
샤프비율	0.42	0.06
CAPM(알파)	7.96	0
CAPM(베타)	0.43	1
최대하락폭	-20.63% (18.05.30~ 18.10.11)	-32.07% (18.1.29~18.10.29)



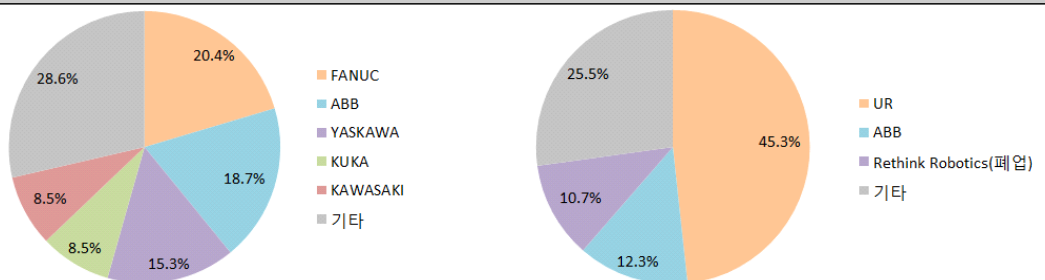
*출처: KISLINE DeepSearch

표. 업계 환경 분석

해외 업체 현황

MarketandMarkets(2017)에 따르면, 세계 제조용 로봇 산업은 정밀기계산업 기반의 일본기업(FANUC, YASKAWA, KAWASAKI)과 유럽기업(ABB, KUKA)들이 시장을 선점하고 있다. 특히, 협동로봇의 경우 덴마크의 UR이 45.3%, 스위스인 ABB가 12.3% 점유율을 보이며, 유럽기업들이 시장을 주도하고 있다.

[그림 10] 제조용 로봇(좌)과 협동로봇(우) 기업 점유율



* 출처 : MarketandMarkets(2017), NICE평가정보(주) 재구성

[덴마크/UR] 로봇 업계에서 가장 큰 제조업체로 중공 모듈이 적용된 정밀, 안전, 저렴한 수직다관절 로봇을 상품화하고 있다. 짧은 시간 안에 사용자가 로봇을 사용할 수 있도록 하는 유저 친화적 인터페이스 구현 기술을 보유하고 있으며, 충돌 안전과 사용자 협업 기술을 부각하여 시장을 확대하고 있다. 2008년 첫 모델인 'UR5'를 출시한 이후 꾸준히 제품 라인업을 확장하고 있으며, 2018년에는 고객들이 협동로봇을 사용하며 느꼈던 불편함을 개선하기 위해 센서, 안전성, 정밀도, 편리성 등을 높인 'e-series'를 출시했다.

[그림 11] UR사 협동로봇 'UR-series'

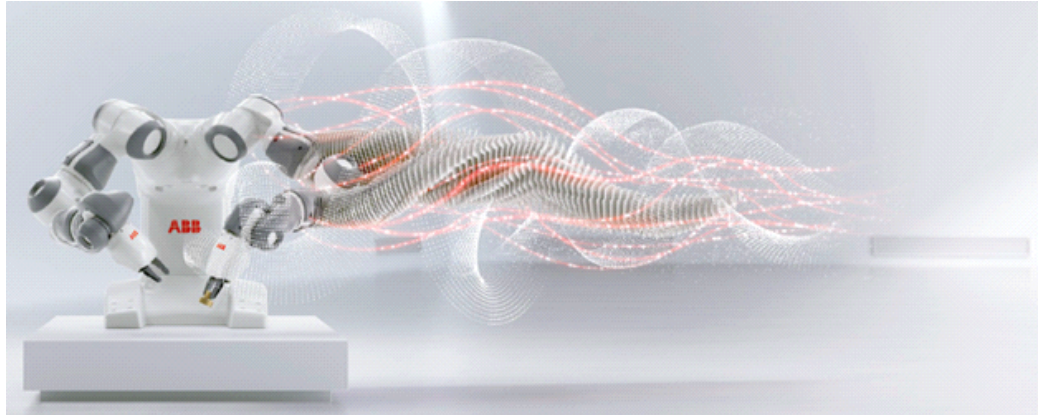


* 출처 : www.universal-robots.com 홈페이지 참고, NICE평가정보(주) 재구성

[스웨덴/ABB] 로봇, 에너지, 자동화 기술 분야를 주된 사업으로 하는 다국적 기업이다. 전력 및 자동화 기술 분야 선도기업으로 짧은 사이클 타임을 지니는 소형 조립 제품들에 대응하기 위해 빠르고 안전하며 유연성 있는 형태의 로봇 기술에 강

점을 보유하고 있다. 2016년에는 세계 최초의 양팔형 협동로봇인 ‘YuMi’를 출시했다. 비전시스템, 그립퍼, 터치 반응 기술을 탑재하고 안전기능을 크게 강화하여 유연하고 민첩한 작업환경을 요구하는 전자, 자동차 부품 등 제조 공정에 적용 가능하다.

[그림 12] ABB사 협동로봇 ‘YuMi’



* 출처 : new.abb.com 홈페이지

[일본/FANUC] 용접용 6축 다관절 로봇 및 Parallel 로봇의 선도기업으로 특히, 세계적인 수준의 6축 Parallel 로봇을 이용한 제품조립 기술을 보유하고 있다. 또한, 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 보유하고 있다. 2016년에는 협동로봇 ‘CR-35iA’를 개발했으며, 꾸준히 제품 라인업을 확장하고 있다. 손목 카메라와 쌍을 이룬 iR 비전 소프트웨어를 사용하도록 설계하고 있으며, 응용분야는 기계관리, 조립, 접착제 도포, 제품 테스트 등이다.

[그림 13] FANUC사 협동로봇 ‘CR-35iA’



* 출처 : www.fkc.co.kr 홈페이지

[중국/KUKA] 중국 가전 기업인 메이디 그룹은 2016년 KUKA를 2023년까지 독일 법인의 독립성과 고용 유지를 조건으로 45억 유로에 인수했다. KUKA는 Force/Torque 제어, 비전 및 안전기능을 적용 가능한 Light weight arm 기술을 보유하고 있으며, 다양한 형태의 휴먼인터페이스 기술을 개발하고 있다. 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 가능하다. 응용분야는 기계관리, 제품 테스트, 적재, 선택 및 배치 등이다.

[그림 14] KUKA사 협동로봇 ‘LBR iiWA’



* 출처 : www.kuka.com 홈페이지

각사의 주요 협동로봇 제품의 스펙은 아래 [표 6]과 같다.

[표 6] 협동로봇 스펙				
스펙	UR10e	YuMi	CR-35iA	LBR iiWA 7
자유도(DOF)	6 per arm	6 per arm	6 per arm	7 per arm
페이로드(kg)	10	0.5	35	7
무게(kg)	33.3	38	990	23.9
반복정밀도(mm)	+/-0.05	+/-0.02	+/-0.08	+/-0.1
작업공간(mm)	1,300	550	1,813	800

* 출처 : 각사 홈페이지, NICE평가정보(주) 재구성

국내 업체 현황

국내 제조용 로봇 산업은 자동차, 가전, 반도체 등 대규모 수요처를 확보한 현대로보틱스, 로보스타 등이 국내 시장을 주도하고 있다. 최근에는 한화테크윈, 뉴로메카, 두산로보틱스 등 후발주자들이 협동로봇을 출시하면서 제조용 로봇 산업에 진입하고 있는 실정이다.

[표 7] 매출 규모별 기업 현황						
구분	2,000억 원 이상	1,000억 원 이상	500억 원 이상	100억 원 이상	50억 원 이상	50억 원 미만
개수	2	5	7	22	51	631
분포	0.3%	0.7%	1.0%	3.1%	7.1%	87.9%

* 출처 : 산업통상자원부, ‘로봇산업 발전방안(2019)’, NICE평가정보(주) 재구성

[현대로보틱스] 국내 제조용 로봇 시장점유율 1위, 세계 6위 기업으로 산업용 로봇, 클린용 로봇, 제어기, 자동화 시스템, 스마트 팩토리 등의 제품을 판매하고 있다. 아크·스폿용접, 핸들링, 조립 등의 작업수행이 가능한 수직다관절 로봇을 주력으로 제조하고 있다. AI와 결합해 비정형 물품 작업이 가능한 협동로봇 ‘YL012’를 2020년 초 출시할 예정이다. 해당 제품은 ‘레드닷 디자인 어워드 2019’에서 국내 최초로 제품디자인부문 최우수상을 차지하기도 했다.

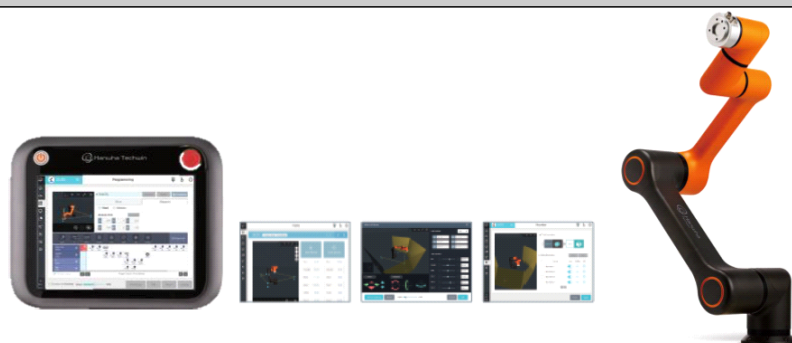
[그림 15] 현대로보틱스사 협동로봇 ‘YL012’



* 출처 : blog.hhi.co.kr 홈페이지

[한화테크윈] 1977년 설립된 업체로 비상장 기업이다. 항공기 엔진·에너지 장비, 보안 감시장비, 산업용 장비, 방산장비 등의 사업 분야를 보유하고 있다. 해당 사업 분야들을 영위하며 축적된 기술력을 바탕으로 2017년 독자기술로 개발한 협동로봇 ‘HCR-5’를 출시했으며, 픽애플레이스, 적재, 포장, 스크류 체결 등의 응용분야에 적용 가능하다. 사용자 친화적 디자인을 제공하며, 경량화 설계기법을 적용하고 가상 안전경계를 설정하여 충돌을 사전에 회피할 수 있도록 설계되었다.

[그림 16] 한화테크윈사 협동로봇 ‘HCR-5’



* 출처 : 한화테크윈, ‘협동로봇의 현황 및 전망’

[로보스타] 1999년 설립된 코스닥 시장에 상장된 업체로 자동차, LCD, 반도체 제조공정 중 이적재용 로봇을 생산하고 있으며, 주요제품은 직각좌표로봇, 수평다관절로봇, 수직다관절로봇 등이 있다. 그 외에도 평판디스플레이용 장비, IT부품 제조장비 등을 생산 판매하고 있다. 협동로봇의 경우 제조용 로봇 생산 경험을 기반으로 연구개발 활동을 통해 협동로봇 관련기술 및 시제품을 보유하고 있으며, 어느 시장을 목표로 시장에 진입할 것인가에 대한 검토를 진행하고 있다.

[휴립로봇] 1998년 설립된 코스닥 시장에 상장된 업체로 주요제품은 직각좌표 로봇, 데스크탑 로봇, 수평다관절로봇, 반송용 로봇, 모션제어기 등이 있다. 주력제품인 직각좌표 로봇은 구조해석을 통한 컴팩트한 고강성 구조로, 고속, 고정밀 위치결정 능력이 탁월하며, 다양한 제품구성으로 필요 사양에 따라 최적 선택이 가능한 것이 특징이다. 수평다관절 로봇은 소형, 중형, 고속형, 대형으로 제공되며, 고강성 알루미늄 압출 구조 및 경량화를 구현했다.

[맥스로텍] 1995년 설립된 코스닥 시장에 상장된 업체로 주요제품은 갠트리 로봇과 PKM(Parallel Kinematics Machine, 이하 PKM) 등이 있다. 국내 최초로 무선 갠트리 로봇을 도입했으며, 지속적인 기술개발과 시장 확대 노력을 통해 국내 갠트리 로봇 시장에서 확고한 지위를 차지하고 있다. 또한, PKM을 미래 주력제품으로 선정하고 PKM과 3D 프린터의 융복합 기술개발을 추진하고 있다.

III. 기술 심층 분석

제조용 로봇 기술 구성

제조용 로봇은 매니퓰레이터 축 구성에 따라 크게 수직다관절로봇, 수평다관절로봇, 직교로봇, 병렬로봇 등으로 분류할 수 있다. 최근에는 협동로봇이 주목을 받으며, ABB사의 'YuMi'와 같은 양팔형 로봇도 등장하고 있다.

[표 8] 제조용 로봇 분류

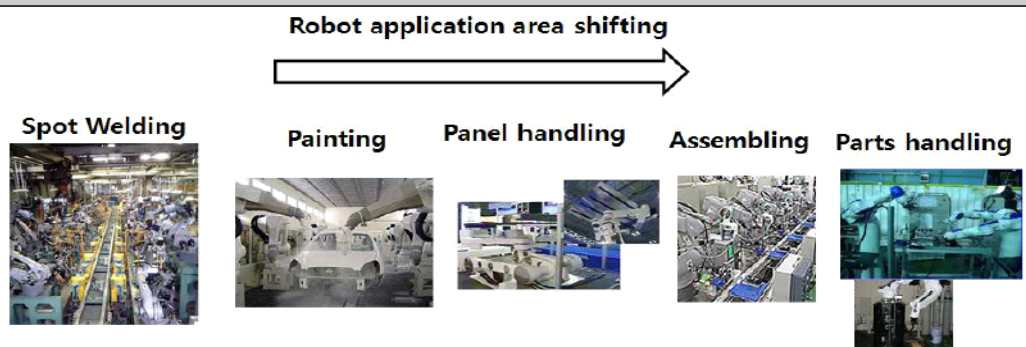
구분	수직다관절로봇	수평다관절로봇	직교로봇	병렬로봇
사진				
용도	대부분의 제조공정	이적재, 조립, 실링	이적재, 나사체결, 검사장비	포장, 조립, 이송, 검사

* 출처 : www.robostar.co.kr 홈페이지, NICE평가정보(주) 재구성

제조용 로봇 기술 동향

최근 제조용 로봇의 응용분야는 대량양산체계를 갖추고 있는 자동차 산업의 주요 적용 분야인 용접, 페인팅 등 단순 반복 작업에서 Handing, Assembling 등으로 이동하고 있다.

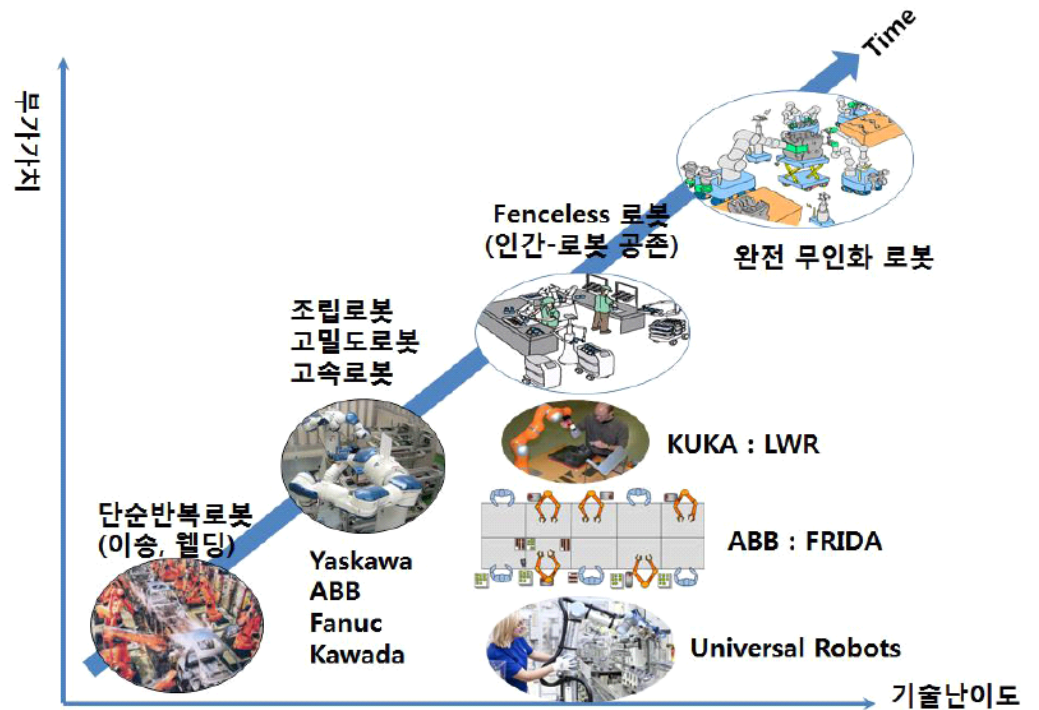
[그림 17] 제조용 로봇 응용분야 변화



* 출처 : 중소기업 기술로드맵 2016-2018, '로봇응용'

또한, 4차 산업혁명 등 사회적 추세에 맞춰 전 세계적으로 대량생산 체계에서 맞춤형 소량생산으로 생산 방식이 변화되어 가고 있다. 기존에 로봇이 적용되지 못했던 복잡한 공정들에도 로봇 수요가 발생하고 있으며, 공정의 효율성과 유연성 강화를 위해 인간과 로봇의 협력이 강조되고 있다.

[그림 18] 로봇의 형태 변화



* 출처 : 중소기업 기술로드맵 2016-2018, '로봇응용'

협동로봇의 특징 및 주요 응용분야

협동로봇은 기존의 제조용 로봇과 달리 인간과 로봇이 같은 작업공간을 공유할 수 있으며, 기존의 생산라인에 추가 로봇을 설치 및 운영하기 편리해 4차 산업혁명 시대에 요구되는 맞춤형 소량생산 체계에 적합한 것이 특징이다.

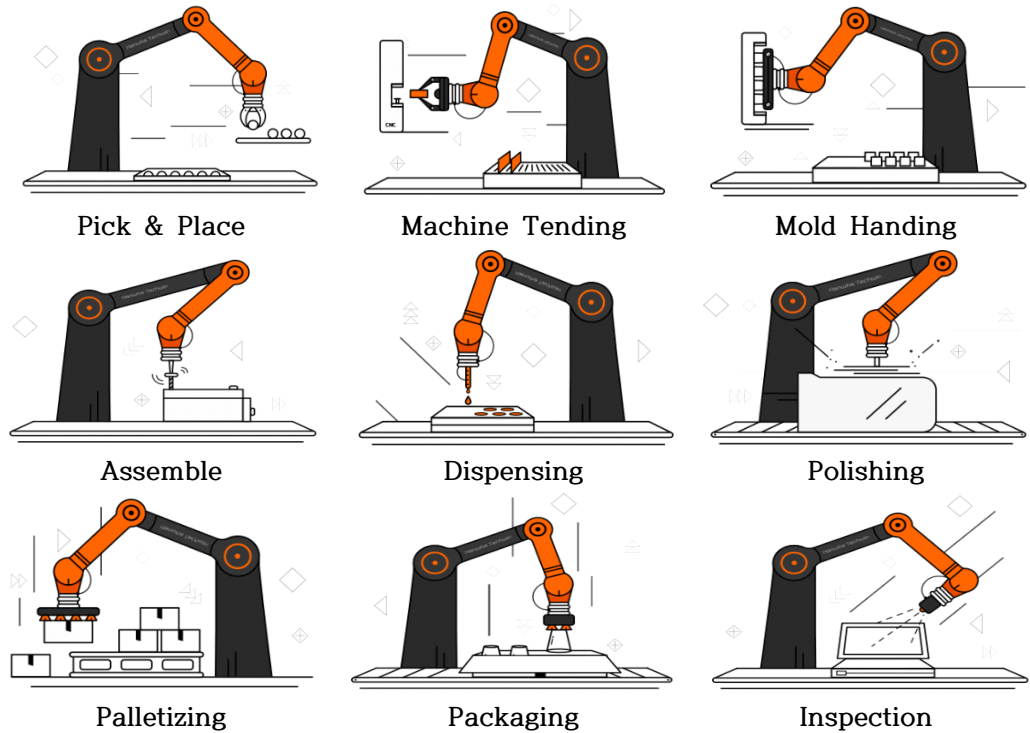
[표 9] 제조용 로봇과 협동로봇 특징

제조용 로봇	협동로봇
- 인간과 로봇의 작업공간 분리를 위해 공간 확보 필요 - 기존 생산/작업 라인에 추가 어려움 - 공간 분리를 전제해 안전기준 적용 어려움	- 인간과 로봇이 작업공간 공유 - 기존 생산/작업 라인에 추가 편리 - 인간과 로봇의 접촉 가능성 증가로 인한 안전기준 마련 필요

* 출처 : ITFIND, '4차 산업혁명 대응 산업용 로봇과 전문서비스 로봇 발전 방향', NICE평가정보(주) 재구성

협동로봇의 주요 응용분야는 Pick & Place, Machine Tending, Mold Handling, Assemble, Dispensing, Polishing, Palletizing, Packaging, Inspection 등이 있다.

[그림 19] 협동로봇 적용 응용분야



* 출처 : www.hanwharobotics.co.kr

핵심 요소 기술

① 로봇 기구 설계

로봇 기구 설계는 매니퓰레이터의 각 축을 구성하는 링크(Link) 형상에 따른 기본 축 구조 설계가 가장 핵심 기술이며, 그 밖에 케이블, 호스, 모터 등의 주요 부품의 내장화 구조 등의 설계와 사용자 측면에서 클린 룸(Clean Room)용, 방수용의 씰(Seal) 구조 등 내 환경에 대한 설계가 추가되어야 한다.

[표 10] 로봇 기구 설계

설계 항목	설계의 내용
기구방식의 설계	요구하는 기구의 특성, 즉 부하의 크기, 이동거리, 이동시간, 이동의 방향성, 작동 특성 및 위치 결정 정밀도 등에 대응 가능한 기구의 방식을 선정하여 설계
기본 조건의 설정	기구의 방식에서 요구되는 부하의 종류 및 이동의 방향성과 정밀도 등을 만족할 수 있는 기구를 구성하는 요소와 기기류의 종류를 결정하여 설계
운전 조건의 설정	이동량과 시간의 관계에 따른 가감속도, 모터의 회전수와 감속비의 관계, 구동기기와 이송기구 사이의 연결 방식 등을 고려하여 조건을 설정하고 설계
부하 조건의 설정	부하의 크기, 안내 요소의 마찰계수 및 예압의 하중, 가소시간, 굽힘 모멘트에 의한 좌굴 하중의 유무, 외부의 하중과 방향성 등을 고려하여 설계
부하계산	부하 조건과 운전 조건의 설정에 따라서 마찰에 의한 부하, 실제의 작업상에서 발생하는 부하, 관성에 의한 부하를 계산하고 오차를 최소화하여 설계
사용기기의 크기 설정	운전 조건의 부하계산과 설정조건에서 계산한 결과를 이용하여 적당한 크기를 선정하여 설계

* 출처 : 실무로봇설계 개론, 한국신용정보원, NICE평가정보(주) 재구성

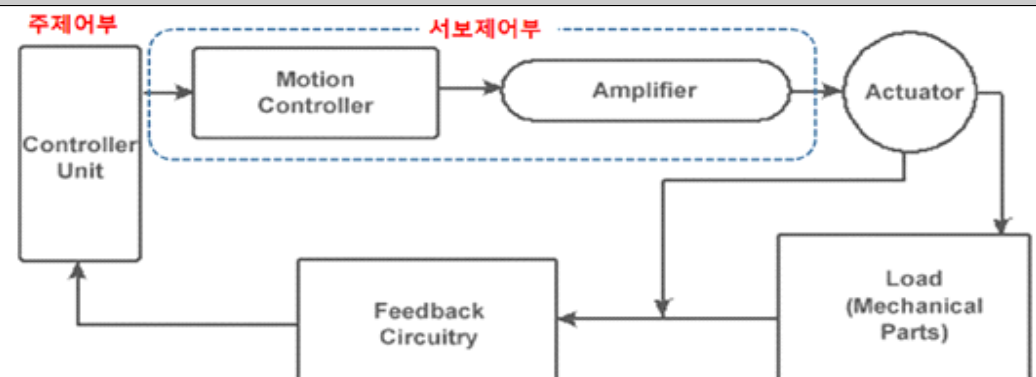
핵심 요소 기술

② 로봇 제어기 설계

로봇 제어기는 로봇에 작업을 명령하고, 각종 원하는 목적의 동작을 수행할 수 있도록 만들어진 제어장치이다. 초기의 로봇 제어기는 공작기계용 NC 장치를 응용한 것으로 8비트 CPU를 사용하여 간단한 작업을 수행하는 정도였으나, 마이크로프로세서의 발전과 함께 좀 더 복잡한 기능을 구현할 수 있게 되었고, 최근에는 고도의 작업을 필요로 하는 외부 축 및 다축의 주변장치들과의 협조동작이나 2대의 매니플레이터의 협동작업과 같은 기능이 실현될 수 있게 설계되고 있다.

제어기는 Motion Planner 역할을 하는 주제어부와 실제적으로 액츄에이터를 작동시켜 로봇을 구동하는 서보제어부(Servo Driver)로 구성된다. 주제어부는 각종 사용자 접합기능과 운동계획(Motion Planning) 기능을 가지고 있으며, 서보제어부는 주제어부에서 만들어진 위치명령을 이용하여 로봇관절에 쓰이는 전동기를 원하는 위치로 회전시키는 기능을 하는데, 이는 모션 컨트롤러(Motion Controller)와 증폭기로 구성되어 있다.

[그림 20] 로봇 제어기 구성



* 출처 : www.robotplatform.com, 한국신용정보원, NICE평가정보㈜ 재구성

제조업의 경쟁은 심화되고 생산 효율성이 중요시되기 때문에 ‘더 빠르게 작업을 수행하는 로봇’, ‘더 많은 작업을 수행하는 로봇’, ‘더 정밀한 작업을 수행하는 로봇’에 대한 필요성이 증대되고 있다. 이러한 추세에 맞추어 초고중량, 초고속, 초고정밀 등 생산성 극대화를 위한 제조업용 로봇의 고도화 기술 개발은 지속적으로 추진될 것으로 예상된다. 산업현장에서 로봇 지능화 기술 개발에 대한 필요성이 증대되고 있으며, 특히 2D 및 3D 시각센서, 영상처리기술 등을 기반으로 한 제품의 양·불량 검사나 제품 분류, 조립, 포장 등의 작업을 자동으로 수행하여 생산 공정 자동화를 구현하려는 움직임이 활발히 진행되고 있다.

기술 발전 방향

중소기업 기술로드맵 2018-2020, ‘로봇’에 따르면, 협동로봇의 핵심요소기술은 크게 기구, 제어, 안전으로 분류할 수 있다. 기구 분야에서는 다축 관절에 의한 자유도 증가로 좁은 공간에서 작업이 가능하며, 넓은 작업 반경을 확보하기 위한 ‘다자유도 로봇 기구 기술’과 강하고 가벼운 소재와 외부 충격량 감소, 로봇 기구의 포터블 및 안전성 향상을 위한 ‘경량 로봇 기구 기술’이 핵심요소기술로 주목받고 있다.

제어 분야에서는 작업환경에 따라 간단하게 로봇에 작업지시를 할 수 있는 ‘유연 개방형 로봇 제어기기 기술’ 과 ‘사용자 친화적 교시 인터페이스 기술’ 이 주목 받고 있다. 또한, 인간과 로봇이 같은 공간에서 작업하며 발생할 수 있는 위험요소를 방지하기 위해 ‘협동로봇 안전요구조건 적용’ 에 따른 국제표준 준수와 ‘작업 안전 공간 감지 기술’ , ‘충돌 감지 및 충격량 최소화 기술’ 에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

[표 11] 협동로봇 핵심요소기술

분류	핵심요소기술	설명
기구	다자유도 로봇 기구 기술	다축 관절에 의한 자유도 증가를 통한 좁은 공간에서 작업 가능 및 넓은 적업 반경 확보 기술
	경량 로봇 기구 기술	강하고 가벼운 소재와 외부 충격량 감소 설계, 로봇 기구의 포터블 가능 및 안전성 향상 기술
제어	유연 개방형 로봇 제어기기 기술	모션 제어 기능과 터칭 팬던트 기능을 내재한 스케일러블 제어기와 유연 구조 이식성을 가지는 개방형 소프트웨어 기술
	사용자 친화적 교시 인터페이스 기술	쉽고 직관적인 사용자 친화형 교시 장치 기술 및 멀티모달 휴먼 인터페이스 기술
안전	작업 안전 공간 감지 기술	인간과 로봇 간의 근접 거리 모니터링 및 작업 공간 분류에 따른 로봇 구동 제어 기술
	충돌 감지 및 충격량 최소화 기술	접촉 또는 비접촉 충돌 감지 및 대응, 충격력 예측 및 최소화 알고리즘 개발
	협동로봇 안전요구조건 적용	국제표준(ISO 10218-1, ISO/TS 15066, ISO 13849-1 PLd)을 충족하는 안전 협동로봇 개발

* 출처 : 중소기업 기술로드맵 2018-2020, '로봇', NICE평가정보(주) 재구성