



국가과학기술연구회 공동TLO마케팅사무국이란?

국가과학기술연구회 소관 25개 정부출연연구소(이하 출연(연))의 연구성과에 대한 공동 마케팅을 통해
기술이전과 출자 등 기업의 기술사업화 지원을 위한 전문조직입니다.



공동TLO마케팅사무국을 통해 무엇을 도움 받을 수 있나요?

신규 사업 아이템 및 기술 업그레이드 등 기술 고민이 있는 예비창업자 및 기존 사업자에게 25개 출연(연)이 보유하고 있는
약 10만여 건의 특허 외에 연구자 노하우 및 연구·시험장비 등을 활용하여 기업의 기술애로를 해결해드리고 있습니다.



기업 애로해결 지원

- 기술도입 및 사업화 유망기술 발굴
- 기술창업용 출자기술 발굴
- 공동연구 대상 전문연구자 연계



정부과제 소개 지원

- 기술도입형 R&D 과제 연계



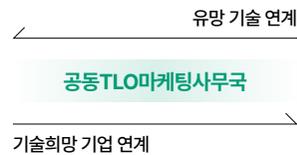
연구장비 지원

- 분석 및 실험장비 연계



IP인수보증 자금 연계 지원

- 기술보증기금, 신용보증기금 등



국가과학기술연구회

과학기술분야 정부출연연구기관을 지원육성하고 체계적으로 관리함으로써 국가 연구사업 정책 지원 및
지식산업발전을 견인하고자 만든 과학기술정보통신부 산하 정부기관임



문의처

국가과학기술연구회
T. 044-287-7369 E. gylee@nst.re.kr

공동TLO마케팅사무국
T. 042-862-6015 E. seungtae100@wips.co.kr



국가전략기술

Vol.11 첨단로봇·제조

TLO Tech Trends

2024

국가과학기술연구회 공동 TLO 마케팅 사무국
Technology Licensing Organization



01

첨단로봇·제조の世界

- 04 첨단로봇·제조란?
- 05 첨단로봇·제조 개발 변천사

02

첨단로봇·제조 기술의 혁신

- 06 AI와 3D비전 그리고 로봇의 만남 (ABB)
- 07 요양보호사 옆 로봇, 곧 만나요! (Engineering Arts)
- 07 슈퍼칩 더하기 디지털트윈 (Foxconn-NVIDIA)
- 08 산업 속 첨단로봇·제조 기술활용

03

국가전략기술 '첨단로봇·제조' 이야기

- 12 국가전략기술로서의 첨단로봇·제조
- 12 신산업으로서의 첨단로봇·제조
- 14 첨단로봇·제조 중점기술분야

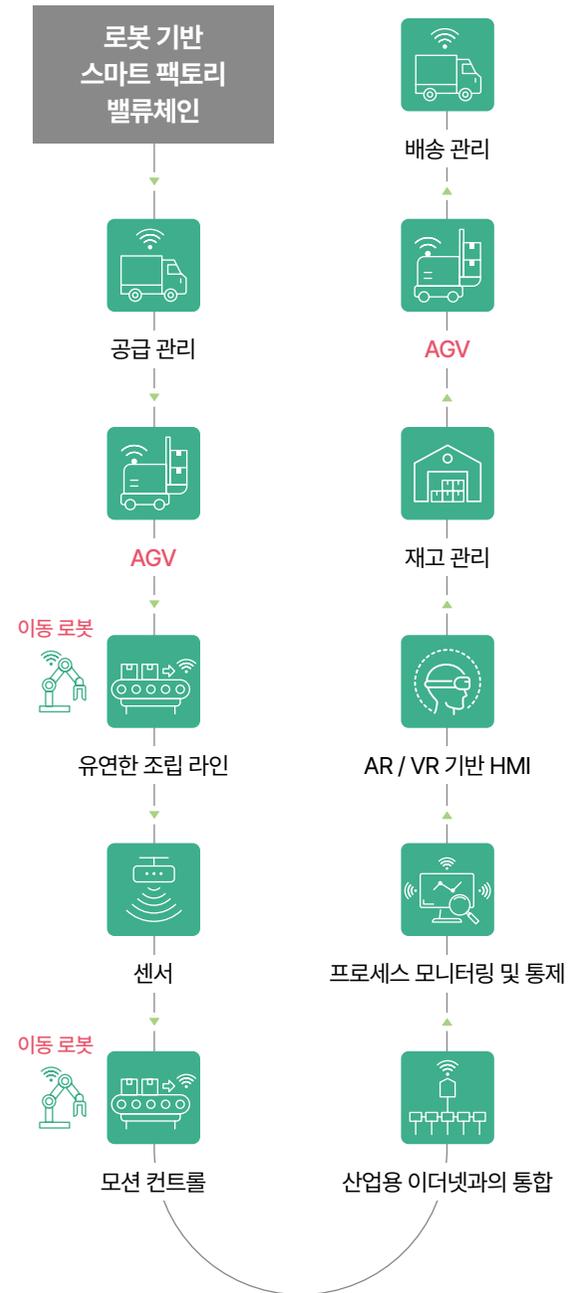
04

출연(연) 보유 '첨단로봇·제조' 기술

- 20 한눈으로 보는 출연(연) 기술 보유현황
- 22 첨단로봇·제조 기술개발 연구자 인터뷰

01

첨단로봇 · 제조의 세계



첨단로봇 · 제조란?

첨단 로봇·제조란 첨단 로봇과 첨단 제조 기술을 아우르는 용어로, 첨단 로봇은 서비스 로봇과 산업형 로봇으로 나눌 수 있다. 특히 산업형 로봇은 첨단 제조 기술과 밀접하게 연관되어 있다. 첨단 제조 기술은 강력한 하드웨어 기술로 산업형 로봇을 발전시키는 동시에, 산업용 메타버스를 도입해 스마트 제조를 구현하고 있다.

로봇은 생산성을 혁신하고, 노동시장 변화에 대응하며, 미래 신성장 산업을 견인하는 세 가지 역할을 한다. 특히 첨단 로봇은 AI와 5G 등의 신기술과 융합되어, 인간과 로봇의 협업을 통해 생산 효율성을 극대화하는 자본재로 떠오르고 있다. 서비스 부문에서도 이동성과 지능이 고도화되면서 물류, 생활 안전, 국방, 식품 제조 등 다양한 분야에서 혁신을 일으키며 새로운 비즈니스 시장을 열고 있다.

인구 고령화와 생산 가능 인구의 감소로 인한 인력 수급 불균형 문제의 해결책으로서 로봇 기술이 제시되고 있다. 국내의 경우 15~64세 생산 가능 인구는 2030년에 2020년 대비 320만 명 감소할 것으로 예상되면서 로봇의 도입은 불가피한 상황이다. 또한, 고위험 업종에 로봇을 투입함으로써 산업 재해를 줄이고, 산업 안전 기대치를 충족시키며, 위험 직종에 대한 사회적 인식을 개선하는 데 기여할 것이다.

첨단 로봇은 반도체, AI, 이차전지, 첨단 부품 등이 융합되어 전후방 파급 효과가 큰 신성장 동력이자 국가적 전략 산업으로 주목받고 있다. 주요 국가들은 앞다퉀 첨단 로봇을 미래 전략 산업이자 산업 경쟁력을 높이는 핵심 부문으로 인식하고, 다양한 지원 정책을 추진하고 있다. 이러한 노력은 첨단 로봇 기술이 앞으로 더 많은 산업 분야에서 혁신을 주도하며, 글로벌 경제에서 중요한 역할을 할 것임을 보여준다.

첨단로봇 · 제조 개발 변천사

로봇기술 개발의 변천사를 이해하기 위해 로봇틱스의 발전 과정을 살펴보고자 한다. 로봇틱스는 기계, 전기, 컴퓨터 공학 등을 포함한 공학 및 과학의 한 분야로, 로봇의 설계부터 정보처리를 위한 컴퓨터 시스템을 아우르는 개념이다. 특히, 로봇틱스 4.0은 2011년 독일에서 처음 소개된 인터스트리 4.0의 영향을 받아 정의된 개념이다. 이에 더해 일본의 종합 싱크탱크 노무라연구소(NRI)는 기술혁신과 산업 적용의 변화를 바탕으로 로봇틱스 1.0부터 4.0까지 정리하였다.

산업로봇의 탄생

로봇틱스 1.0은 인간의 단순 작업 및 중노동을 기계화로 설명할 수 있다. 인간이 기피하는 3D(위험하고, 고되고, 불결한) 작업 및 부담이 큰 업무를 로봇이 대신하는 단계로, 이 단계에서 로봇은 고가의 첨단기술장비이기 때문에 자동차 등 일부 얼리어답터 업계 · 기업만이 도입할 수 있었다.

로봇의 활용 영역 확대

로봇틱스 3.0은 협동 로봇의 발달로 산업, 생활 전반으로 확장하는 단계로, 기존의 산업용 로봇 외에 인간과 함께 작업하는 '협동 로봇'이 도입되고 장애물이나 인간과의 충돌을 피해 이동하는 기능이 결합하면서 제조, 건물, 물류, 의료, 서비스업 외에 빌딩이나 도시까지 영역이 확대되었다.

산업용 로봇의 표준화

로봇틱스 2.0은 산업용 로봇을 통한 로봇 활용의 표준화 단계다. 대형 로봇회사의 참여로 가격 하락 및 라인업 · 선택의 폭이 확대되고 판매 네트워크가 정비되면서 제조업 중심으로 로봇 활용이 표준화되는 한편 IoT플랫폼 등 로봇 운영을 지원하는 도구도 정비되었다.

로봇 산업의 수평 분업화

로봇틱스 4.0은 수평 분업을 통한 로봇 산업 참여자 확대되는 단계다. 로봇 OS 기술을 제공하는 플랫폼 기업 등 로봇 생태계가 정비되면서 누구나 로봇제조 기업이 될 수 있는 민주화 · 수평분업이 진행되고, 로봇의 부가가치가 하드웨어 기술에서 로봇을 활용해 실현하고자 하는 가치로 이동할 것으로 기대된다.



02

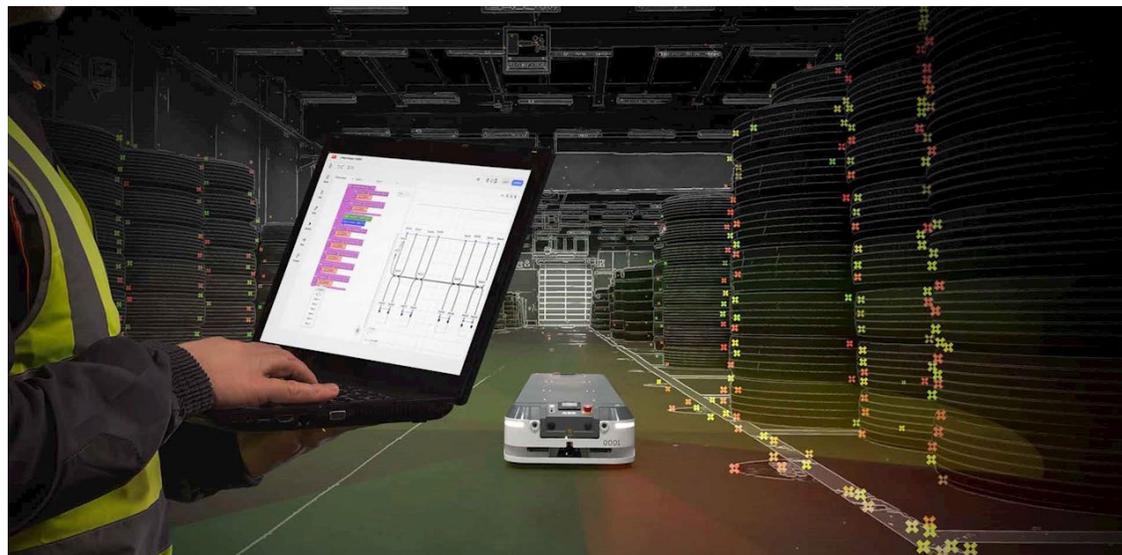
첨단로봇 · 제조 기술의 혁신

AI와 3D비전 그리고 로봇의 만남 (ABB)

ABB 그룹은 산업 자동화와 로봇 공학 분야에서 선도적인 글로벌 기업으로, 140년 이상의 역사를 자랑하는 스위스 기반의 혁신 기업이다. 전통적으로 전력 및 자동화 기술을 개발해 온 ABB는 최근 AI, IoT 및 디지털 기술을 결합한 첨단 로봇 솔루션에 집중하고 있다. **지난 3월, ABB는 AI 기반 Visual SLAM 내비게이션 기술과 AMR Studio® 소프트웨어를 탑재한 자율이동로봇 'AMR T702'를 공개하여 글로벌 로봇 기업으로서의 위상을 높였다.**

ABB의 자율이동로봇 AMR T702는 AI와 3D 비전을 결합한 Visual SLAM 기술을 통해 매우 복잡하고 역동적인 환경에서도 독립적으로 작동할 수 있다. Visual SLAM은 '동시 위치 측정 및 지도화' 기술로, 로봇이 실시간으로 주위 환경의 지도를 생성하고 업데이트할 수 있게 한다. 이를 통해 고정된 물체와 이동하는 물체를 구별하여 사람과 안전하게 작업할 수 있으며, 시운전 시간을 수 주에서 수일로 단축해 생산성을 크게 향상시킨다.

출처 : ABB 홈페이지



Visual SLAM이 제공하는 새로운 기능인 AMR Studio®는 AMR의 관리 모니터링을 위한 ABB의 소프트웨어이다. AMR은 Autonomous Mobile Robot으로 자율이동로봇을 의미한다. AMR Studio®의 큰 특징은 사용 경험이 없는 사용자도 프로그래밍 지식 없이 AMR 경로와 작업을 쉽게 생성하고 구성할 수 있다는 점이다. 이를 통해 AMR 로봇 군을 설정하는 프로세스를 간소화하고 환경 매핑부터 임무 생성 및 시스템 구성까지 필요한 단계를 사용자에게 안내한다.

또한, AMR Studio® Fleet Manager 소프트웨어를 통해 작업자는 작업공간의 활동을 실시간으로 모니터링하고 통제할 수 있다. 지능형 주문 할당 기능을 통해 작업이 효율적으로 분배되며, 실시간 시각화와 데이터 모니터링을 통해 모든 작업 과정을 완벽하게 추적할 수 있다.

ABB는 Visual SLAM과 AMR Studio®를 통해 AMR 포트폴리오를 지속적으로 확장할 계획이다. 이런 ABB의 행보는 복잡한 제조현장에서도 적용하는 로봇을 보여주며, 앞으로 ABB의 자율이동로봇이 어떻게 산업 현장을 변화시킬지 기대하게 만든다.



출처 : 애플경제

요양보호사 옆 로봇, 곧 만나요! (Engineering Arts)

국내 최초의 이족보행 로봇 후보는 2004년 KAIST 오준호 교수팀이 개발한 휴머노이드 로봇으로, 특히, 2005년 공개된 알버트 후보는 KHR-3 후보 몸통에 아인슈타인의 얼굴을 더해 표정까지 지을 수 있었다. 후보가 공개된 지 약 20년 뒤인 2024년 2월 지금껏 개발된 로봇 가운데 가장 인간과 흡사하다는 평을 받는 휴머노이드 'Ameca2'가 세상에 공개됐다.

영국의 Engineering Arts사가 개발한 Ameca2는 세계 최대 모바일 기기 전시회 MWC2024에서 공개되었다. 2021년에 개발된 Ameca1의 생생한 얼굴 표현을 더욱 발전시킨 Ameca2는 인간의 말과 행동을 흉내 내며, 진지한 표정까지 지을 수 있어 관람객들을 놀라게 했다.

Ameca2는 어려운 질문이 나오면 진지한 표정을 보이며, 마치 휴머노이드의 미래를 보여주는 듯하다는 평을 받았다. 자연어에 대한 이해가 자연스럽고, 답변과 함께 끌어낸 표현은 인간에 가까웠다. Engineering Arts는 Ameca2가 인간을 대체하기보다는 인간과 함께 협력하며 돕는 역할을 할 것이라고 밝혔다. 사회복지사나 요양보호사의 보조원 역할이 그 예다. Engineering Arts는 머지않아 '로봇집사'를 접할 수 있을 것이라 예고한 가운데, 더욱 발전한 휴머노이드와 일상의 결합이 기대된다.

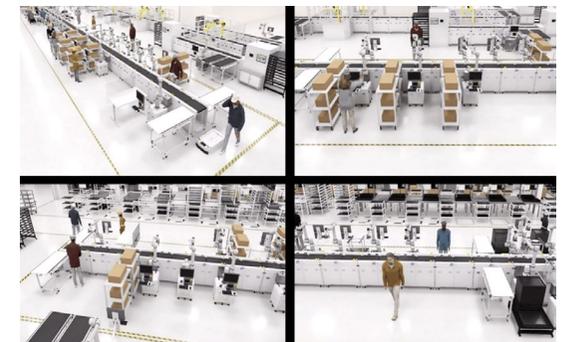
슈퍼칩 더하기 디지털트윈 (Foxconn-NVIDIA)

애플의 최대 협력사로 알려진 대만의 Foxconn이 이번엔 미국의 반도체 회사 NVIDIA와 손을 잡는다.

Foxconn은 전세계에 100개 이상의 공장을 운영하고 있으며, 멕시코에 위치한 가상 공장은 최첨단 산업 자동화 시스템을 자랑한다. 이 공장은 NVIDIA의 Omniverse와 Isaac 플랫폼을 기반으로 한 디지털 트윈으로, Foxconn의 엔지니어들이 가상 환경에서 로봇을 훈련시켜 실제 공장에서 전자 부품을 생산한다. 이때 생산되는 제품은 NVIDIA의 차세대 가속 컴퓨팅 엔진인 Blackwell HGX 시스템이다.

제조 과정에서 최적의 조립 라인 설계를 위해 엔지니어들은 다수의 로봇 팔과 여러 대의 카메라, 수천 개의 센서를 활용하여 공정을 모니터링하고, 엄청난 양의 정보를 제공해야 한다. 이러한 이유로 Foxconn과 같은 기업들은 가상 공장을 늘리고 있다. Foxconn은 디지털 트윈을 통해 새로운 수준의 자동화와 산업 효율성을 달성할 것이라고 밝혔다.

Foxconn은 자동화에서 나아가 디지털 트윈에서 AI 로봇 훈련에도 앞장서고 있다. NVIDIA의 Isaac Manipulator는 고속 라이브러리와 로봇팔을 위한 시뮬레이션 모델 모음으로, Foxconn의 가상공장에서 로봇팔이 물체를 보고, 잡고, 이동하는 방법을 학습하는 데 사용된다. 또한 Foxconn은 NVIDIA와 Siemens의 결합 플랫폼 서비스를 도입해, 시각적으로 생성한 디지털 트윈을 구현할 예정이다.



출처 : NVIDIA

산업 속 첨단로봇 · 제조 기술활용



의료로봇 전문기업 큐렉소는 인공관절 수술로봇 ‘큐비스-조인트’를 러시아, 파키스탄, 인도네시아, 말레이시아 등 다양한 국가로 수출할 전망이다. 지난 5월 러시아와 파키스탄에 수출을 완료했으며, 6월에는 인도네시아와 말레이시아로 수출을 준비 중이다. 로봇은 현지 의료기기 기업을 통해 병원에 설치될 것으로 기대된다.

‘큐비스-조인트’는 2017년 큐렉소가 현대중공업의 의료로봇 사업부를 인수하여 개발을 이어왔으며, 2020년 국내 인허가를 획득 후 인도 메릴 헬스케어와 장기 공급 계약을 통해 첫 수출을 달성했다. 이후 수출 대수는 매년 증가하여 2024년 1분기 기준 91%에 달한다.

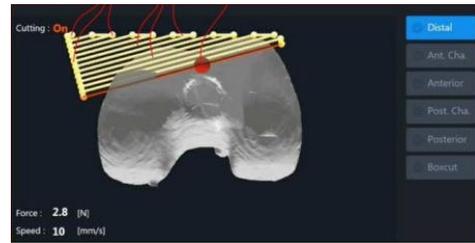
큐렉소의 이번 수출은 의학적 기술력과 제품력을 인증할 사례로 기대되는 가운데, 큐렉소는 의료로봇 관련 다양한 기술을 보유하고 있으며 계속해서 개발해 나갈 전망이다.

큐렉스, “큐비스 조인트”



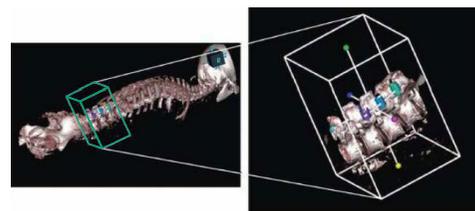
출처 : 큐렉소 공식홈페이지

01 큐렉소의 개발기술 중 하나는 관절치환 로봇수술 정보 제공 장치로 로봇 보조수술을 위한 정보 제공 장치를 말한다. 이 기술은 의료인에게 가상 뼈 모델을 이용해 수술 진행 상황을 디스플레이로 보여준다. 수술 중 결로에서 벗어나는 것을 방지하며 편차를 알리는 추적 장치와 경보 시스템까지 갖추었다.



수술로봇 사용 시 모니터링 화면 (KR 10-2020-0011496)

02 추가로 수술 동작을 위한 영상 정렬 방법과 로봇 시스템이 있다. 구체적으로, 이 시스템은 수술 중 2D 이미지와 수술 전 3D 이미지를 정확하고 빠르게 일치시켜 수술 계획 및 현재 상황을 표시할 수 있도록 한다. 이를 통해 2D와 3D 이미지 간의 신속한 정합이 가능하며, 관절 수술 중 관절이 회전할 때 발생하는 움직임을 정확하게 보정할 수 있다. 이러한 보정 기술은 척추의 회전, 좌우 골반의 비대칭 등으로 인해 발생할 수 있는 불규칙한 영상을 바로잡아, 수술의 성공률을 높이는 데 사용될 수 있다.

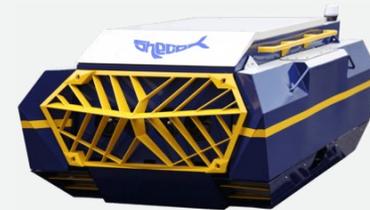


CT 영상에 수술 계획을 수립하는 시스템 (KR 10-2022-0144585)



국내 ‘해양오염’하면 지난 2007년 일어난 태안 기름 유출 사고를 쉽게 떠올릴 것이다. 이런 큰 사건 외에도 국내의 기름유출 해양사고는 연에 200건 이상 발생한다고 알려져 있으며, 기름유출 외에도 다양한 수질 오염문제가 전 세계적으로 발생하고 있다. 심지어 오염물에 따라 필요한 전문가, 장비가 다르다. 이런 문제점을 해결하고자 ‘환경 모빌리티’ 스타트업 웨코는 소형 기름유출사고에 사용할 수 있는 소형 방제 로봇 ‘웨코 아크’를 선보였다.

웨코의 소형 방제 로봇 웨코 아크

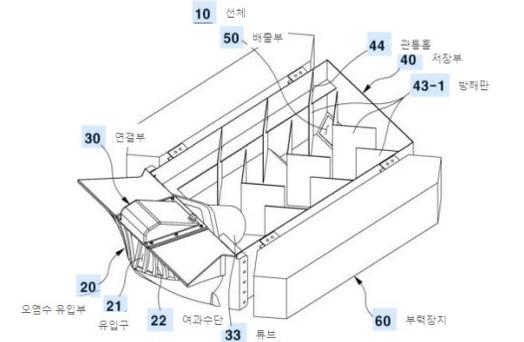


출처 : 웨코

웨코가 자체 개발한 수질 정화 로봇 ‘웨코 아크’는 선박의 사람이 직접 작업하던 수면 위의 오염물 청소작업을 자동화할 수 있는 제품으로, CES2024에서 혁신상을 수상하기도 했다. 이 로봇은 단순히 오염물을 회수할 뿐 아니라, 유수분리, 오염물 저장까지 수행하여 작업의 효율성과 환경 정화 작업자의 안전성 그리고 편의성까지 높일 수 있다

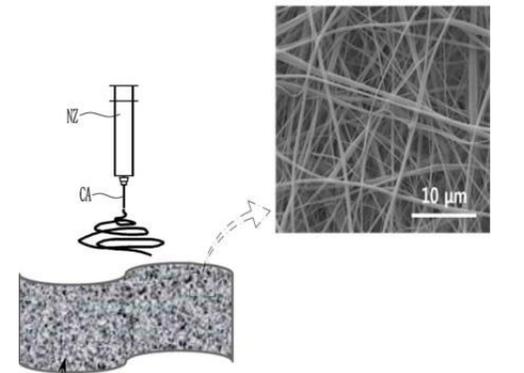
웨코는 수면의 오염물 정화 드론 및 AI 오염물 인식 카메라, DATA 수집 등 전반적인 수질 관리의 시스템의 완전한 자율화 및 데이터 공시를 목표로, 청정 해수역을 위한 기술을 계속해서 개발할 전망이다.

01 웨코는 해양방제로봇을 위해 로봇에 탑재되는 다양한 기술들을 개발해왔다. 그 중 하나가 바로 유수분리장치와 수면 부유층 제거 장치다. 이 장치는 로봇에 탑재되어 오염된 해수역을 돌아다니며 오염된 물을 흡입하고 기름과 같은 부유 오염물을 물과 분리시켜 물만 배출시킨다. 오염물질 제거 장치가 포함된 로봇은 기존의 고가 대형 장비를 대체하여 소규모 기름 유출 사고에 사용할 수 있어, 보다 효율적으로 대응할 수 있을 것으로 기대된다.



수면 부유층 제거 장치를 포함한 장치의 사시도 (KR 10-2020-0152562)

02 또 다른 기술로는 기름 방제 로봇에 들어가는 기름 여과 필터 제조 기술이다. 기름 방제 로봇에 들어온 물과 기름은 차례대로 분리되고 기름보다 물이 무거운 특성으로 인해 아래 모이면서 하부로 물을 배출한다. 이때, 로봇 내부에 지속적으로 물과 기름이 유입되면서 와류가 발생하고, 이로 인해 포집된 기름이 재배출되는 경우가 발생한다. 웨코의 필터 기술은 이를 방지하기 위한 기술이다. 여과 필터는 친수성 나노섬유로 이루어져 물은 배출하고 기름은 여과시킬 수 있다.



여과 필터 제조 과정 (KR 10-2022-0157967)



HL Mando

주차 전문 자율주행 로봇 '파키'

HL만도는 자동차 부품을 전문으로 제조하는 국내 회사로 세계 최초 자율주행 주차로봇 '파키'를 선보였다. HL만도는 CES 2024에서 주차로봇 '파키'를 선보였고 IT/TECH 분야에서 3건의 혁신상을 받았다. 특히 파키는 상위 1%에 계 수여되는 최우수 혁신상을 받아 세계의 주목을 받았다.

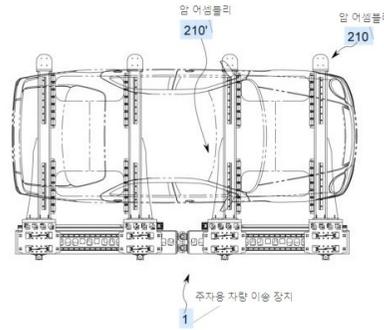
'파키'는 주변 장애물, 주행로, 타이어, 번호판을 인식하고 자동차 무게, 바퀴 사이 거리 등을 스스로 판단하여 주차할 수 있다. 자율주행 주차 로봇을 이용하게 되면 사람이 주차했을 때보다 회전반경이 줄어들게 되는데, '파키'는 본체 외 별도의 인프라 설비가 필요 없다는 특징이 있다. HL 만도는 이런 '파키'의 강점으로 기계식 주차 설비 대비 약 20% 비용 절감 효과를 누릴 수 있다고 한다.

HL만도는 최근 KT와 주차로봇 상용화를 모색하는 실증 사업을 진행했는데, KT 판교 신사옥 주차장에서 파키를 활용한 주차 효율화 프로젝트를 약 한 달간 진행했다. 게다가 지난 5월 카카오모빌리티와 손을 잡으며 '자율주행 주차로봇 서비스 사업화 업무협약'을 체결했다. 두 회사는 '파키'를 기반으로 로봇 발레파킹이 접목된 스마트 주차장 서비스를 개발하고, 신규 시장 발굴에 나설 예정이다.



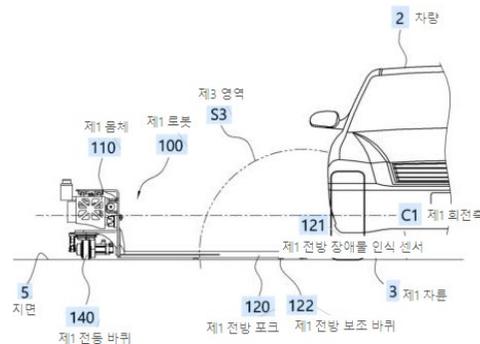
출처 : HL만도 공식홈페이지

01 HL만도는 기존의 차량 부품 외에도 자율주행 주차로봇에 대한 다양한 기술을 보유하고 있다. 대표적으로 주차용 차량 이송장치다. 구체적으로는 차량을 들어올려 옮기기 위한 장치로 그 구조를 단순화하고, 제조 비용을 감소시켜 차량을 주차 위치로 안정적으로 옮길 수 있는 장치다.



주차용 차량 이송 장치를 이용해 차량을 이동시키는 모습 (KR 10-2022-0067391)

02 또 다른 기술로는 차량용 주차 로봇 시스템이 있다. 앞선 기술이 '파키'의 몸의 기본 형태가 된다면 이 기술은 기본 형태에 장애물 인식 센서, 카메라 등이 탑재된 로봇으로 앞서 본 파키의 역할을 해낼 수 있다. 이 로봇은 본체, 전후진 포크, 카메라, 장애물 인식 센서, 전동 바퀴 등이 포함된 형태로 외부로부터 정보를 습득하고 로봇의 움직임을 제어할 수 있다. 이 로봇은 비좁은 주차공간을 해결해 줄 뿐만 아니라 주차가 미숙한 운전자도 안전하게 주차할 수 있게 도와준다.



차량용 주차 로봇의 장애물 인식 센서의 감지 영역 (KR 10-2022-0067391)



LG

복합 디지털 트윈의 산물 '버추얼 팩토리'

디지털 트윈은 현실의 물리적 시스템을 디지털로 똑같이 복제해 실시간으로 모니터링하고 분석할 수 있는 가상 모델 기술이다. 2002년 처음 등장한 이 개념은 전세계 과학기술의 발전에서 빼놓을 수 없는 주요 기술이기도 한다. 이런 디지털 트윈의 다양한 요소를 결합한 복합체 중 하나가 버추얼 팩토리, 즉 가상제조 공장이다.

버추얼팩토리는 AI나 빅데이터 학습 모델을 통해 기존 공장의 최적 운영 조건을 찾아내거나, 변화가 필요한 공장의 시뮬레이션을 통해 개선점을 검증하고 최적의 조건을 찾아낼 수 있다. 이때, 단위 개체들의 상호작용을 최적화하는 복합 디지털 트윈 기술을 사용하는 것이 특징이다. 이런 특징은 버추얼 팩토리가 복합적인 문제를 인식하고 원인을 분석하며, 해결책을 도출할 수 있게 한다. 이런 장점에도 불구하고 구축에는 다양한 기술과 어려움이 있어 많은 기업들이 고민하고 있다.

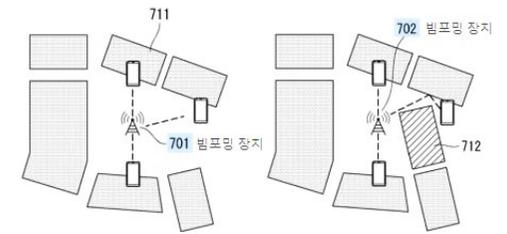
LG는 이런 점에서 착안해 B2B사업으로서 스마트팩토리 구축 기술과 운영 솔루션 등 무형자산 사업화에 나섰다. 즉, 자사가 보유하고 있는 디지털 트윈 기술을 활용해 고객이 공장을 기획하는 단계부터 공장 설계-구축-운영까지 모든 단계에 걸쳐 솔루션 제공한다는 것이다.

LG는 로봇, 5G, 인공지능, 디지털전환 등 계열사가 보유한 다양한 역량을 활용해 B2B 영역에서 사업을 확장할 전망이다. 이에 필요한 기술을 지속적으로 개발할 것으로 기대된다.



출처 : LG CNS 공식홈페이지

01 막대한 양의 정보를 주고받는 디지털 트윈 환경에서는 무선통신 기술이 필수적이다. LG는 다양한 통신 기술을 보유하고 있으며, 그 중에는 작업 환경에서 빔 포밍을 최적화하는 장치가 있다. 여기서 빔 포밍은 여러 안테나를 사용해 신호를 특정 방향으로 집중시키는 기술이다. 고정된 통신 기지국에서는 장애물 같은 환경적 요인을 고려하지 않아 비효율적인 빔 전송 문제가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 LG의 빔 포밍 장치는 주변 환경 정보를 식별하고 AI 프로세싱 및 학습 알고리즘을 활용한다. 이를 통해 실제 작업 환경에서 효율적이고 맞춤형 빔 형성을 제공한다.



장애물이 있는 환경에서의 빔포밍 장치 (KR 10-2019-0107826)

02 통신 기술 외에도 VR, XR과 같은 콘텐츠 제공을 위한 기술 또한 있다. 먼저 XR 콘텐츠 제공 디바이스 기술은 실제 공간 정보를 확보하고 실제 공간 변화에 기초해 가상 객체를 배치하는 기술이다. 해당 기술 적용을 통해 보다 현실감 있는 XR 콘텐츠를 경험할 수 있다.

(KR 10-2019-0104860)

03 또 다른 기술로는 혼합현실(MR) 기반 경로 안내 시스템이 있다. 구체적으로 차량에서 MR과 디지털 트윈 기술을 이용해 경로 안내 서비스를 제공하는 기술을 말한다. 이 기술을 통해 사용자는 보다 실제 건물과 흡사한 모델이 구현된 디지털 트윈 맵을 경험할 수 있고, 이를 바탕으로 한 MR 네비게이션 서비스까지 만나볼 수 있다.

(KR 10-2023-7043354)

03 국가전략기술 '첨단로봇 · 제조' 이야기

국가전략기술로서의 '첨단로봇 · 제조'

이젠 공장이나 공공장소 뿐만 아니라 가정에서도 쉽게 로봇을 볼 수 있다. 로봇 스피커, 로봇 청소기 등 이젠 일상에서 뗄 수 없는 것이 바로 로봇이다. 국내외 로봇 관련 기업들은 자신들의 로봇은 더욱 똑똑하게 만드는 일에 열을 올리고 있다. 특히 'AI'와 '자율'은 이들에게 놓칠 수 없는 수식어다. 우리는 단순히 인간의 업무를 도와주는 로봇에서 시를 바탕으로 스스로 일을 해내는 로봇을 만나게 될 것이다. 그리고 이러한 로봇은 개인을 넘어 국가의 생산성 증대에도 엄청난 영향을 미칠 것으로 기대된다.

오늘날 로봇 기술은 눈부신 속도로 발전하고 있다. 특히 로봇의 지능화는 고난도 작업에도 활용할 수 있을 정도다. 하지만 우리나라가 극복해야 할 문제는 여전히 남아 있다. 중국의 가격경쟁력과 EU, 일본의 기술력 사이에서 우리나라는 로봇 활용도 1등의 자리를 지키고 있다. 하지만 부품과 SW는 외국 공급망에 의존하고 있어 제조로봇 관련 핵심부품 자립화가 반드시 필요하다.

제조현장 외에도 로봇 기반 서비스(Robot as a service) 또한 급부상하고 있다. 스스로 이동하는 자율이동 물류·보안 로봇, 상호작용 기능이 탑재된 돌봄 로봇 그리고 최근 구글의 알로하, 테슬라의 옵티머스와 같은 고도화된 조작 구현이 가능한 로봇까지, 일상 속 로봇은 매우 빠르게 스며들 것을 기대된다. 이러한 로봇의 발전 배경엔 인구 감소가 있다. 특히, 우리나라는 아주 빠른 속도로 생산 가능 인구가 줄고 있는데, 기존 프로토타입 연구를 넘어 핵심기능 중심의 시용할 그리고 원천 기술 확보가 매우 필요한 상황이다.



양산 기술에는 선도그룹이지만, 원천기술에서는 경쟁국에 뒤쳐진 상황. 산업용 및 서비스 로봇 등의 기술력이 뛰어난

신산업로서의 '첨단로봇 · 제조'

첨단 로봇·제조 산업은 우리의 삶을 예상보다도 더 크게 변화시킬 것이다. 4차 산업혁명 신기술인 AI, 5G 등이 로봇에 접목되면서 로봇의 스마트화가 비약적으로 진전되고 있다. 특히, 첨단 로봇은 주요국의 제조 경쟁력 확보 경쟁에 따라 중요도가 커지고 있으며, 향후 의료, 물류, 보안 등 다른 분야로의 활용도도 매우 높다.

최근 로봇 트렌드는 소프트 로봇, 소형화, AI로 꼽힌다. 소프트 로봇은 재료 과학, 액추에이터, 감지 및 모델링 같은 분야의 발전으로 변형 가능하고 유연한 로봇을 말한다. 소형화 로봇(마이크로로봇)은 일반적인 제조 외에도 다양한 분야에서 활용됨에 따라 의료 분야와 같이 정밀하고 미세한 작업에서 사람을 대신할 수 있다. AI와 자율주행 기술은 로봇이 궁극적으로 인간의 명령 없이도 스스로 판단해 행동할 수 있는 날개를 달아줄 것이다.

전 세계 로봇 시장이 향후 10년간 약 10배로 성장할 것이라는 전망이 나왔다. 이 성장은 도심 항공 모빌리티(UAM), 자율주행 자동차 등 관련 산업에 더 큰 영향을 미칠 것이다.

산업용 로봇은 작업 현장의 주역으로 눈부신 성장세를 보일 것이다. 2024년까지 전 세계에서 연간 50만 대가 넘는 산업용 로봇이 사용될 것으로 예상된다. 이 로봇들은 공장에서의 생산성을 높이고, 인간의 반복적이고 위험한 작업을 대신하게 될 것이다.



규모 경제와 가격 경쟁력을 통해 한국을 추격하고 있으며, 인간 로봇 상호작용 등 인공지능 관련 원천기술이 국내와 동등한 수준임



작업장엔 산업 로봇이, 있다면 사람의 옆에는 서비스용 로봇이 있다. 인공지능(AI), 클라우드 컴퓨팅, 첨단 센서 기술의 발전 덕분에 이제 로봇들이 우리와 대화하고 감정을 나누는 시대가 열렸다. 집안일을 돕고, 노인을 돌보며, 심지어 친구가 되어주는 로봇들까지 등장하고 있다. 서비스용 로봇 시장은 연평균 32%씩 성장하고 있으며, 2025년에는 그 규모가 1000억 달러 이상이 될 것으로 보인다.

이처럼 전 세계가 '첨단 로봇-제조' 핵심 경쟁에 박차를 가하고 있다. 국내외 국가 및 기업에서 전략을 강화하고 첨단 기술 개발을 통해 시장 점유율 확대를 하려는 움직임을 보이고 있다.

미국은 첨단 로봇 기술의 선두주자로서, 자동화와 AI를 결합한 스마트 제조 시스템을 도입해 생산 효율성을 극대화하고 있다. 이런 시스템은 사람과 협력하여 작업하는 협동 로봇(Cobot)과 자율적으로 작업을 수행하는 자율 이동 로봇(AMR)에서 찾을 수 있다.

EU는 지속 가능한 제조 솔루션에 집중하면서 환경 친화적인 로봇 기술을 발전시키고 있는데, 단순한 기술 발전이 아닌 에너지 효율성과 재활용 가능성을 높이는 방향으로 나아가고 있다.

반면, 중국은 정부 주도의 대규모 투자와 빠른 상용화를 통해 글로벌 시장에서의 입지를 아주 빠르게 확대하고 있다. 중국의 로봇 제조 산업은 저비용 고효율을 무기로 급성장하고 있으며, 다양한 산업 분야에 로봇을 빠르게 도입하고 있다.

국내 첨단로봇과 제조 기술개발은 꾸준히 이루어지고 있지만, 기초연구개발 측면에서 다소 아쉬운 상황이다. 국내 양산 기술은 높은 평가를 받는 반면에 원천기술에서는 미국, 일본 등 경쟁국에 뒤쳐져 있으며 중국의 경우 규모와 가격 경쟁력에서 우리나라는 바짝 추격하고 있어 전반적 연구역량 제고가 필요하다.

로봇의 부품, 자율이동 및 조작, 로봇과 사람의 상호작용을 위한 기술 등 전반적으로 미국과 EU에서 선도하고 있으며 특히 일본은 부품 부문에서 두각을 나타내고 있다. 한국과 중국은 그 뒤로 쫓고 있는 상황으로 전문가들은 핵심요소기술의 확보와 SW인력 확보 등 지속적 지원의 중요성을 강조하고 있다.

로봇은 다양한 분야의 연구결과물을 조합하여 새로운 시스템을 생성하는 분야로, 각 분야별 요소기술의 인재를 기를 수 있는 환경을 조성 또한 장기적 계획으로서 마련되어야 한다.



원천기술 및 인공지능 기술이 최고 수준이며, 거대 IT 기업이 장기적으로 많은 투자를 하고 있음. 최근에는 생성형 인공지능을 로봇에 적용하는 연구가 활발히 이루어지고 있음



다양한 로봇 분야의 원천기술 보유, 로봇 상품 개발과 출시, application 개발 등이 활발함. 인간과 로봇의 상호작용 관련 실증 및 사용자 연구(User Study)를 활발히 진행함



로봇 산업의 핵심 기술인 액추에이터 분야에서 독보적인 기술을 보유하고 있고, 제조 설비 시장 장악력을 바탕으로 정밀 제조 로봇에서 높은 기술력을 보유함

국가별

첨단로봇 · 제조 기술수준

첨단로봇 · 제조 중점기술 분야

로봇 정밀제어 · 구동 부품 · SW

#로봇 제어 #센서 #자동화 #알고리즘

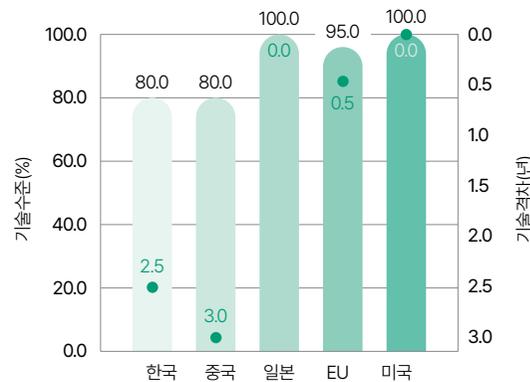
로봇에는 3대 핵심 부품이라고 불리는 센서, 구동기, 제어가 있는데, 첨단로봇의 발전을 위해서 이 부품들이 낮은 비용에 고성능을 낼 수 있도록 개발이 필요한 것은 아주 자명한 사실이다. 여기서 센서는 외부를 인식하는 로봇의 '감각'이며, 구동기는 외부 신호를 회전 운동으로 변환하는 부품으로 로봇의 '근육'을 담당하고, 제어기는 부품 전만을 통제하는 '두뇌'를 맡는다.

첨단 센싱기술을 고도화하기 위해서는 대면적 넓은 면적에서 사용가능한 고감도 촉각, 직사광선, 악기상에 대응할 수 있는 시각 센싱 기술을 갖춘 그야말로 지능형 센싱 기술이 필요하다.

앞서 말한 구동기에서도 3가지 핵심요소가 있는데 바로 감속기, 모터, 드라이브다. 이 요소들의 일체형 통합설계를 통해 고효율 및 경량화를 달성할 수 있기에 이 요소부품들을 확보하는 것은 중요한 일이다.

소프트웨어 정의 로봇(SDR, Software Defined Robot) 기술은 로봇의 두뇌를 소프트웨어로 정의하여 다양한 작업에 적용할 수 있게 한다. 이는 로봇의 이동과 다축 조종을 효율적으로 제어할 수 있는 시스템을 제공하며, 로봇의 유연성과 상호 운용성을 크게 향상시킨다.

정리하자면 로봇 제조 기술의 전반적인 효율성을 높이기 위해서는 이러한 고성능 부품과 소프트웨어 개발에 집중할 필요가 있다. 로봇의 필수 부품 실증 연계 개발과 고부가 첨단 부품의 상용화를 통해 로봇 부품 산업을 내재화가 필요하다. 이는 공급-수요기업 간의 매칭을 통해 실현될 수 있으며, 로봇 산업의 경쟁력을 높이는 핵심 요소가 될 것으로 기대된다. 추후 이러한 개발은 첨단 로봇-제조 기술의 발전을 이끌고 제조업의 효율성을 높여 다양한 산업 분야에 로봇의 활용을 확대할 것이다.



2022년도 기술수준평가 결과, 과기부, 2024.02.29

로봇 자율이동

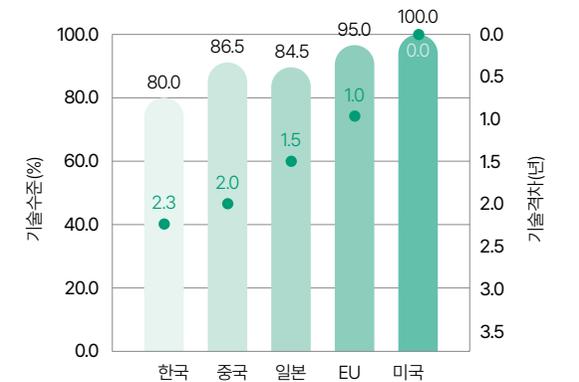
#자율주행 #경로계획 #로봇 SLAM #실내탐색

로봇의 자율 이동 기술이 발전하면서, 로봇의 활용 범위가 크게 확장되고 있다. 자율이동 로봇은 다양한 환경에서 더욱 효과적으로 작동할 수 있는데, 제조업뿐만 아니라 다양한 산업 분야에서 로봇의 활용도가 높아질 전망이다.

로봇의 자율 이동을 위해서는 환경과 상태 변화를 감지하고 적응할 수 있는 공간지능 기술이 필수적이다. 추가로 환경 변화뿐만 아니라 로봇 자체의 상태 변화에도 범용적으로 적용되는 기술도 필요하다. 이러한 기술들은 로봇이 다양한 상황에서 안정적으로 이동할 수 있도록 한다. 그 예로 로봇이 공장에서 작업할 때 주변의 조영이나 온도 변화에 민감하게 반응하여 최적의 경로를 찾고 이동할 수 있게 한다.

자율이동 로봇의 가장 큰 특징은 장애물 극복 능력이 뛰어나다는 점이다. 계단, 요철, 경사 등의 장애물을 극복하고, 신속하게 이동할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 이는 예외 상황을 판단하고 극복하는 자율이동 능력의 극대화를 의미한다. 이러한 능력은 복잡한 환경에서 빛을 발하며, 산업 현장에서의 적용 범위를 크게 확대시킨다. 예를 들어, 물류 창고에서 로봇이 다양한 장애물을 피해가며 빠르고 효율적으로 물품을 이동시킨다면 어떨까? 한국 그리고 세계의 물류 시장에 엄청난 변화를 안겨줄 것이다.

로봇의 자율이동 기술개발은 로봇의 활용 범위를 크게 확대시키고, 지금보다도 더 많은 분야에서 더욱 중요한 역할을 로봇이 맡을 수 있게 될 것이다.



2022년도 기술수준평가 결과, 과기부, 2024.02.29

고난도 자율조작

#실시간 환경 인식 및 판단 #컴퓨터 비전 프로그램

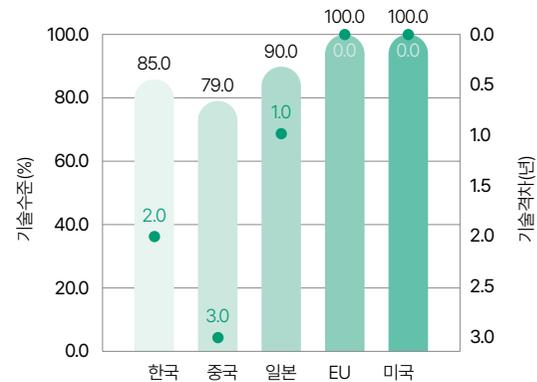
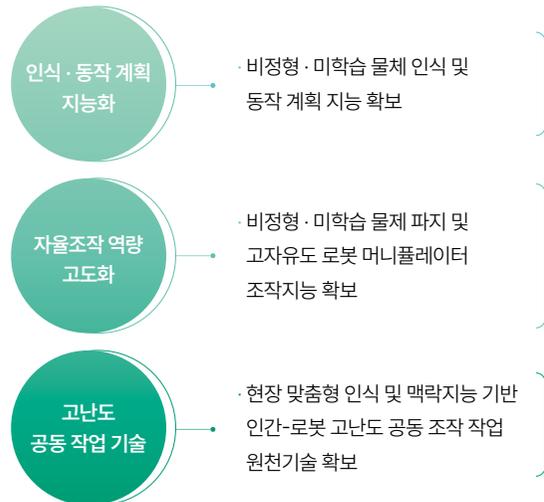
첨단 로봇 기술이 발전함에 따라, 인간처럼 정교한 파지 및 조작을 수행하는 고난도 자율조작 기술이 주목받고 있다. 이는 로봇이 인간과 안전하게 협업할 수 있도록 하는 인식 능력과 동작 기술을 개발하여 편의성과 생산성을 극대화하는 데 중점을 두고 있다.



고난도 자율조작 기술의 핵심은 맥락지능에 기반한 비정형·미확정 물체의 인식과 동작 계획이다. 로봇은 고도화된 인식 기술을 통해 다양한 형태의 물체를 파지하고 조작할 수 있다. 그 예로 작업 현장의 로봇이 다양한 크기와 형태의 물체를 인식하고, 그에 맞는 파지와 조작 동작을 실행할 수 있는 능력을 갖추게 되는 것이다. 이러한 기술의 목표는 물체 인식 및 조작 성공률을 95% 이상으로 하고 있으며, 이는 제조업에서 로봇의 효율성을 크게 향상시킬 것이다.

점점 다양한 현장에 도입되는 로봇이 많아지면서 현장 맞춤형 인식 기반의 인간-로봇 고난도 공동 조작 작업이 중요해지고 있다. 이는 로봇이 인간과 함께 작업하면서, 상호작용을 통해 복잡한 작업을 수행할 수 있는 능력을 의미한다. 특히, 인간과 로봇의 협업은 반복적이거나 위험한 작업에서 생산성을 높이고 안전성을 강화하는 데 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 예를 들어, 조립 라인에서 인간 작업자와 로봇이 함께 제품을 조립할 때, 로봇이 무거운 부품을 정확하게 파지하고 이동시키는 동안, 사람은 섬세한 조립 작업을 수행할 수 있을 것이다.

이러한 로봇의 고난도 자율조작을 위해서는 원천 기술 확보가 필요하다. 하드웨어뿐만 아니라 비정형적, 개변적 상황 판단과 대응을 위한 로봇 소프트웨어 개발이 중요하다는 의미다.



2022년도 기술수준평가 결과, 과기부, 2024.02.29



인간-로봇 상호작용

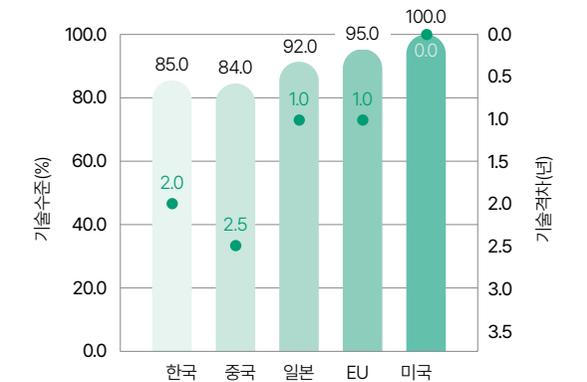
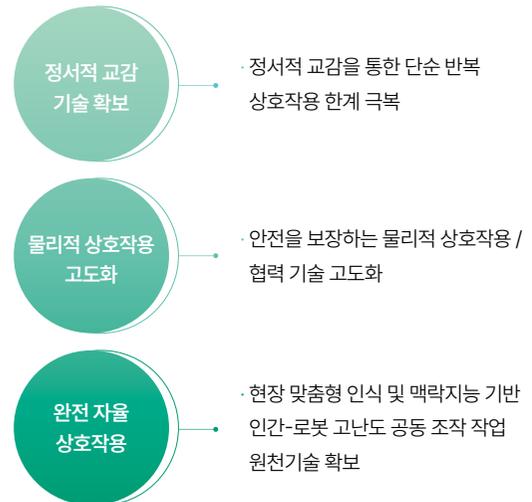
#음성인식 #제스처인식 #감정인식 #사용자경험

로봇이 점점 일상에 들어오면서 로봇과의 정서적, 자율적 교류에 대한 사람들의 욕구도 점점 커져가고 있다. 인간-로봇 상호작용 일명 HRI(Human-Robot-Interaction) 기술은 로봇이 인간의 행동 패턴을 이해하고 이에 맞춰 반응할 수 있는 것을 말한다.

정서적 교감 기술은 상호작용 맥락을 기반으로, 로봇이 인간의 행동 패턴에 부합하는 자율생성 기술을 개발하는 데 중점을 두고 있다. 구체적으로는 로봇이 인간의 기대 행동패턴의 90%를 인식하고, 반응시간을 0.2초 이하로 줄이는 것을 목표로 한다. 이를 통해 로봇의 반응 속도가 빨라지고, 실용성을 높일 수 있다.

인간의 눈짓, 호흡, 손의 떨림 등 생체 신호 등을 이용해 내포된 동작의도를 인식하고, 다양한 일상환경에 범용적으로 적용 가능한 로봇 특화 멀티모달 AI 기술이 개발되고 있다. 이는 로봇이 단순한 명령 수행을 넘어, 인간과의 복잡한 상호작용을 통해 더 깊이 있는 협업을 가능하게 한다. 예를 들어, 로봇이 사용자의 건강 상태를 모니터링하고, 필요에 따라 적절한 조치를 취할 수 있는 시스템이 이에 해당된다.

인간-로봇 상호작용 기술의 발전을 위해 보다 광범위한 연구 개발 투자가 필요하다. 특히, 생성형 AI 본격화를 토대로 로봇에 특화된 AI 모델 개발을 적극 추진하는 것이 중요하며, 이는 로봇이 다양한 상황에서 인간과 원활하게 상호작용할 수 있도록 하고, 로봇의 활용 범위를 크게 확장시킬 것이다.



2022년도 기술수준평가 결과, 과기부, 2024.02.29

가상 제조

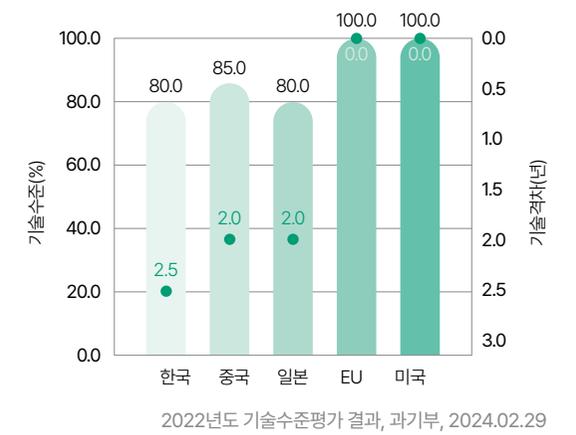
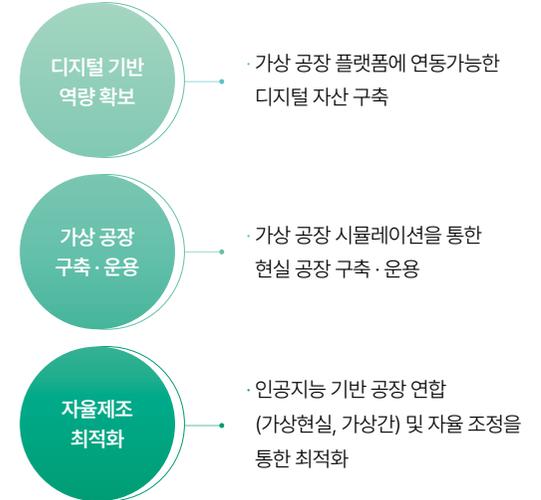
#가상 생산 시스템 #가상공장 #가상 설계 및 시뮬레이션

로봇과 자동화 기술로 제조 현장은 눈부신 발전을 이뤘다. 이전 한 발 더 나아가 디지털 무인화 자율제조 실현을 위한 가상제조 기술이 산업 생산성 증대의 핵심으로 떠오르고 있다. 가상제조는 디지털 자산 구축과 시뮬레이션 플랫폼의 최적화를 통해 제조 공정의 효율성을 극적으로 끌어올릴 것이다.

가상제조에 있어서 디지털 트윈(Digital Twin) 기술을 활용하여 현실 자산인 공장과 설비의 메타데이터를 추출하고, 이를 통해 부품 단위까지 복제하는 관련 표준 모델을 시범 구현하는 것이 중요하다. 디지털 트윈은 실제 공장의 모든 요소를 디지털로 복제하여, 가상의 환경에서 공정을 테스트하고 최적화할 수 있게 하여 말 그대로 '가상' 제조 현장을 구현하는 데 도움이 된다. 향후 이러한 발전은 공장의 운영 효율성을 높이고, 잠재적인 문제를 사전에 해결할 수 있는 방법을 제공할 것으로 기대된다.

시뮬레이션 기반의 가상 공정 동기화 및 운영 확인 기술은 가상 공장 운영, 설비 추가·재배치 등을 가능하게 하며, 스마트 팩토리 시뮬레이션으로 구현할 수 있도록 한다. 이를 통해 현실에서는 구현하지 못한 공정을 가상의 환경에서 체계적으로 추진할 수 있는 '팩토리리스' 전략을 수립할 수 있다.

가상제조 기술개발을 위해서는 디지털 트윈 관련 대규모 투자와 데이터 생태계 구축이 중요하다. 시뮬레이션 솔루션 및 데이터 거래 생태계를 보완 것은 필수인데, 잘 구축된 데이터 생태계는 공장의 모든 데이터를 통합 관리하여, 효율적인 생산 관리와 유지 보수를 가능하게 한다.



04

출연(연) 보유 '첨단로봇 · 제조' 기술

한눈으로 보는 출연(연) 기술 보유현황



인공지능 중점기술 분야별 기술 보유현황



출연(연) 보유 인공지능 주요기술



로봇 정밀제어 · 구동 부품 · SW

- KIMM** · 구조해석을 통한 기계장비 구조강성 및 운동성능 사전평가 기술 / 김창주
- 스마트 로봇 교시 장치 / 도현민

- KITECH** · 다기능 센서 및 이를 이용한 소프트 그리퍼용 핑거 / 최명수

- ETRI** · 로봇의 비정형 물류 디팔레타이징을 위한 동작계획 기술 / 김동형

로봇 자율이동

- KITECH** · 객체의 3차원 위치 실시간 추정 장치 및 방법 / 유수정

- KIMM** · 육-공 협력용 무인주행체 제어기술 / 이근호
- 작업기계의 환경인지 및 충돌방지 안전제어 기술 / 김지철

고난도 자율조작

- KAERI** · 인간을 대신하여 위험작업 수행이 가능한 로봇 및 제어장치 / 박종원

- ETRI** · 현장 맞춤형 객체검출기 지역최적화 기술 V2.0 / 백장운

- KRISST** · 인간의 손가락 구조를 모방한 하이브리드형 촉각센서 모듈 / 김민석

인간-로봇 상호작용

- KIMM** · 인간형 로봇 손 / 도현민
- 유연 압력/촉각 감지 기술 / 임현의

- ETRI** · 멀티 디바이스 지원 RGB 영상 기반 손 추적 기술 / 손욱호

가상 제조

- ETRI** · 다중 물류로봇 관제기술 및 시뮬레이터 / 강동엽
- 이중 디지털 트윈 데이터 중개 및 시맨틱 매핑 기술 / 이양구

- KERI** · 제조공정 고장 · 제어 성능 분석을 위한 데이터 수집 방법 / 홍지태
- 스마트 가공 발주 기술 / 김홍주

첨단로봇 · 제조 기술개발 연구자 인터뷰

로봇 움직임의 혁신

로봇 손

한국기계연구원
도현민 박사

로봇 손, 연구의 시작

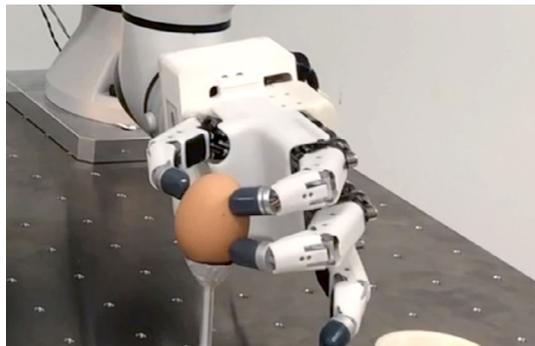
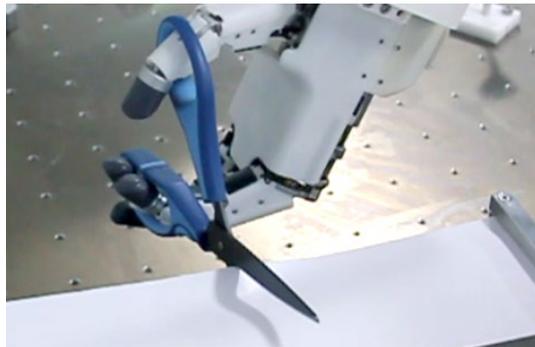
로봇에 대한 연구가 오래 지속되어 온 만큼 로봇 '손' 또한 오랜 역사를 지닌 연구주제다. 국내외 수많은 연구자들이 이 로봇 손에 대해 연구해 오고 있다. 하지만 오랜 역사 속에서 사람 손보다 크고 강력한 힘을 발휘할 수 있는 로봇 손은 많이 개발되어 왔지만, 사람이 평소 해 해오는 일을 대체할 수 있는 로봇, 예를 들어 가위질을 하고 연약한 계란을 잡는 것과 같은 로봇은 비교적 최근에 들어 연구되고 있다. 한국기계연구원의 도현민 박사도 일상생활에서의 로봇 손 활용에 주목하여 로봇 손 연구를 시작하게 되었다. 산업 환경뿐만 아니라 일상생활 환경에서도 대부분의 물체들은 사람의 손에 최적화되어 있다. 따라서 사람 손 크기를 가지면서 사람 손 수준의 파지 및 조작 능력을 가지는 로봇 손의 개발은 필요하다. 도현민 박사는 이러한 취지로 "사람이 사용하는 일상생활의 도구를 사용하기 위한 로봇 손과 로봇 손의 조작에 필요한 지능"을 개발하는 연구를 진행하면서 본격적으로 로봇 손 연구를 시작하게 되었다.

계란도 세우는 로봇 손, KIMM 핸드

도현민 박사는 우선 사람 손 수준의 로봇 손 개발하기 위해 사람 손의 구조를 모방하여 구현하는 방향으로 연구를 진행하였다. 한국기계연구원의 로봇 손, 일명 'KIMM 핸드'는 손가락 움직임과 힘 전달 매커니즘에 대한 원천 특허를 갖고 있다.

KIMM 핸드는 손가락 하나당 4개의 관절을 가지고 있으며, 3개의 모터로 구동된다. MCP라고 불리는 관절에서 굽힘과 펴, 벌림과 모음의 2가지 방향의 움직임이 가능하다. PIP 관절에서 굽힘과 펴, DIP 관절은 PIP 관절과 함께 움직인다. 여기서 주목할 점은 KIMM 핸드는 인간 손과 유사한 수준의 움직임과 힘을 발휘하면서 무게는 1kg이 안될 정도로 가볍다는 점이다. 또한, 무게 대비 힘은 세계 최고 수준을 자랑하며, 모터 및 제어기를 모두 내장한 모듈형 구조로 개발되어 다양한 로봇 팔에 쉽게 장착할 수 있다.

현재 로봇 손은 많이 상용화되어 있지 않지만 손가락 매커니즘의 원천기술을 근간으로 핸드 이외에도 복합 작업에 필요한 산업용 그리퍼 등의 개발도 동시에 이루어지고 있다. 고난도 작업의 자동화를 위해서는 향후 로봇 손이 적용이 필요할 전망이다.



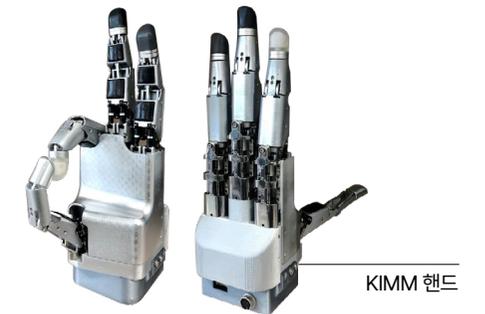
로봇 손 상용화, 0000이 중요

로봇 손은 그리퍼 대비 높은 가격으로 인하여 주로 전용 작업이 요구되는 제조 현장에서 적용된 사례는 많지 않다. 따라서 로봇 손의 상용화를 위해서는 저가격화가 중요하다고 볼 수 있다. 이를 위해서 현재 외산에 의존하고 있는 소형모터의 국산화 및 커스터마이징 개발이 필요하다. 저가격화 외에도 로봇 손의 소형화를 위한 전장부의 통합 및 소형화, 내구성 및 기능 안전 확보를 위한 시험평가 표준 구축 등 다양한 요소들이 필요하다.

기술적으로 다양한 작업을 할 수 있는 사람 손 수준으로의 향상을 위해서는, 사람 손에 있는 피부와 정교한 감각을 추가하는 개발이 필요하다. 현재 로봇 손의 구조를 작고 가벼우면서 필요한 힘을 낼 수 있도록 만드는 기술도 매우 어렵고 중요한 주제이지만, 이러한 피부와 정교한 감각을 로봇 손에 부여하고 통합하는 것 또한 매우 중요하며 아직 잘 이루어지지 않고 있다. 도현민 박사는 앞선 연구들을 바탕으로 로봇 손에 피부와 감각을 구현하는 연구를 진행하고 있으며, 손의 감각의 도움을 받아서 로봇 손의 조작 능력을 향상시킬 수 있는 촉각 지능에 대한 연구도 수행 중이다. 또한 향후에는 체화된 인지(embodied intelligence)와 관련된 연구주제로 확장할 계획이라고 한다.

로봇과 사람의 미래

최근 Tesla의 휴머노이드 로봇 옵티머스가 공개된 이후 휴머노이드 로봇에 대한 관심이 폭발적으로 증가하고 있다. 현재 휴머노이드 로봇 기술은 2족 보행과 사람처럼 움직이는 것에 많이 집중되어 있다. 하지만 이런 휴머노이드 로봇이 산업과 일상에서 사람처럼 움직이기 위해서는 궁극적으로 로봇의 손이 얼마나 자유롭게 그리고 사람처럼 움직이느냐에 달려 있다. 로봇의 손 기술은 휴머노이드를 비롯한 다양한 로봇이 여러 환경에서 사람처럼 움직일 수 있도록 하는 핵심 요소로, 수많은 분야에서 필수적이고 혁신적인 역할을 해낼 것으로 기대된다.

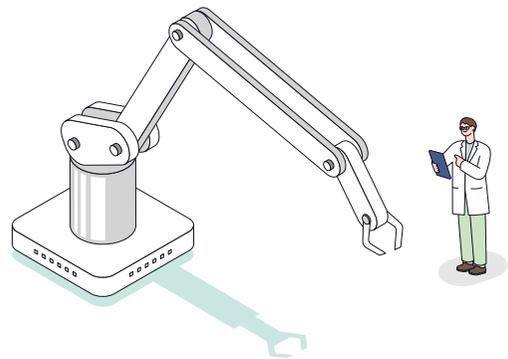




한국원자력연구원 로봇응용연구실 박종원 박사 (오른쪽 두번째) 연구팀
 · UST 인공지능전공 교수 겸임
 · 2014 세계에서 가장 빨리 달리는 이중 로봇, 랩터 개발
 · 2017년 IAEA 로보틱스 챌린지 우승

**안전메이트,
산업안전로봇**

한국원자력연구원
박종원 박사



산업 안전과 로봇

최근 시행된 중대재해처벌법으로 인해 건설, 발전, 제철 등 고위험 환경 분야에서 안전에 대한 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이는 고위험 작업현장에서는 로봇을 활용하여 사고를 예방하고 안전한 작업 환경을 구축할 필요성도 증가시킨다. 특히 건설, 발전, 제철 분야에서는 고중량 물체를 다루거나 복잡한 작업을 빈번하게 수행하여 높은 속련도가 필요한데, 이때 로봇을 활용하면 인력 부족 문제와 작업의 효율성과, 정확성 문제를 해결할 수 있다.

한국원자력연구원 박종원 박사의 고하중 양팔 로봇 '암스트롱'도 이러한 계기에서 출발하게 되었다. 2011년 후쿠시마 원전 사고 이후, 방사능 위험이 있는 상황에서 안전하게 작업을 수행할 수 있는 로봇 기술의 필요성이 대두되었다. 이를 계기로 박종원 박사는 사고 대응 및 복구 작업을 위한 고하중 양팔 로봇 '암스트롱'을 개발하기 시작했다. 암스트롱은 방사능 사고 등 고위험 작업 환경에서 인력의 안전을 보장하고, 작업 효율성을 높이기 위해 개발되었으며, 작업자들은 암스트롱을 통해 고위험 현장에 직접 접근하지 않으면서도 계속해서 작업을 수행할 수 있어 업무의 안전성을 확보할 수 있다.

양팔로봇, '암스트롱' 어디까지 가능할까

암스트롱은 한 팔에 100kg씩, 최대 200kg의 물체를 들어 올리고 이동할 수 있다. 사람 팔 모양의 마스터 디바이스를 이용한 정밀 제어 및 원격 조종이 가능해 섬세하고 복잡한 동작을 쉽게 수행할 수 있다. 또, 무한궤도 시스템을 통해 험지에서도 안정적으로 이동할 수 있어 다양한 환경에서 활용이 가능하다. 특히, 고중량물 취급과 복잡한 작업이 요구되는 산업 현장에서 빛을 발하며, 방사선 누출 차단, 소화수 분사, 잔해물 처리, 밸브 조작 등 재난 대응에도 매우 유용하다. 매니퓰레이터 제어 시스템과 원격 제어 기술을 통합하여, 작업자의 안전을 보장하면서도 고도의 작업을 수행할 수 있도록 설계되었다.

암스트롱은 원자력발전소에서 방사선 누출 차단 작업 등을 포함한 재난대응 안전한국훈련에 투입되어 성공적으로 임무를 수행했다. 방사선 누출 사고 현장에서의 유해 물질 차단 및 잔해물 처리 등의 작업에서 뛰어난 성능을 발휘했다. 이러한 훈련을 통해 실제 재난 상황에서 로봇이 얼마나 효과적으로 대응할 수 있는지를 입증했는데, 실제로 2023년 월성 원자력발전소의 방사선 누출 차단 훈련을 성공적으로 수행함으로써 효용성을 입증했다.

현재 암스트롱 로봇 기술은 민간기업에게 이전되었다. 이는 원자력 로봇 기술 중 최초로 민간 건설 분야에 적용된 사례다. 이전기업 (주)아이티원은 IoT 기반으로 건설 현장 위험 요인을 사전에 진단하는 스마트건설 안전진단 솔루션 기업으로, 향후 암스트롱 기술을 통해 고중량물 취급과 섬세한 작업을 자동화하여 건설 현장의 안전과 효율성 향상시킬 것으로 기대된다.

AI를 만나 더욱 발전할 로봇

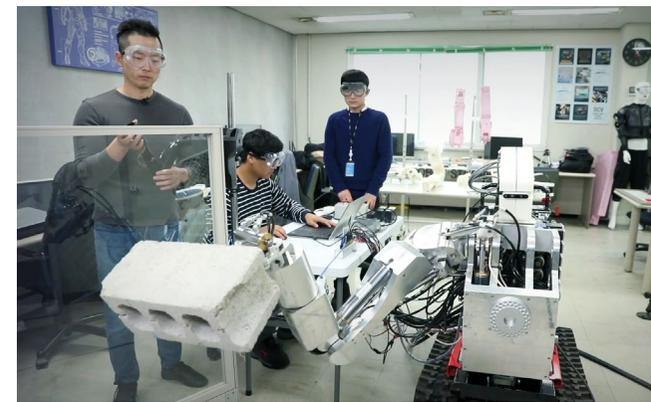
암스트롱 로봇 기술은 4차 산업혁명의 핵심 기술인 로봇 공학과 인공지능(AI)과의 연계를 통해 발전 가능성이 엄청나다. 특히 AI 기술을 활용하여 자율적이고 지능적인 작업 수행이 가능해질 것이다. 예를 들어, AI 기반의 환경인식, 판단, 작업 기술을 적극 활용함으로써 작업 환경을 실시간으로 모니터링하고, 위험 요소를 사전에 감지한다면 더욱 효과적으로 작업을 할 수 있다. 또한, IoT와 연결된 각종 스마트 시스템과의 연계를 통해, 로봇이 이전보다 정교하고 복잡한 작업을 자동으로 수행할 수 있게 될 것으로 기대된다.



로봇 암스트롱

다재다능 암스트롱 로봇 기술, 상용화를 위해서

효용성까지 입증된 암스트롱, 상용화 되기 위해서는 어떤 것이 필요할까? 박종원 박사에 따르면 암스트롱 로봇 기술의 상용화를 위해서는 활용 환경과 주요 활용 목적, 수행할 작업(Task)에 맞춰 공동 개발 연구가 필요하다고 한다. 먼저, 로봇이 적용될 산업 현장에서 로봇의 성능과 안정성을 검증하는 것이 중요하며, 산업체와의 협력을 통해 실제 작업 환경에서 요구되는 핵심 기술을 지속적으로 개선해 나가야 한다.



출처 : 국가과학기술인력개발원 유튜브

협동로봇

이젠 더 편하게 소통하게 되다

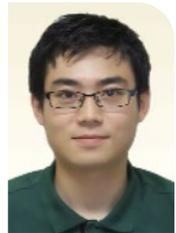
한국전자통신연구원
동지연 박사



동지연 박사



권우경 박사



강동엽 박사

협동로봇 핵심은 여기에

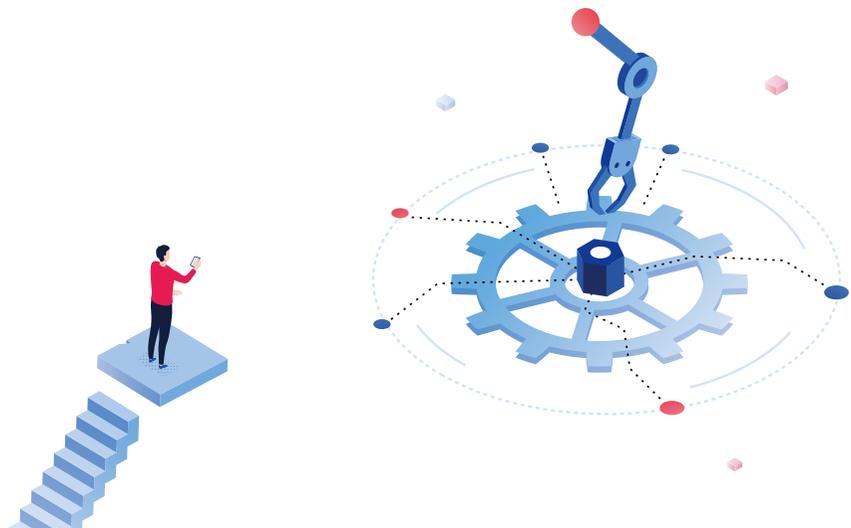
이젠 로봇과의 활동이 어색하지 않을 정도로 우리의 주변엔 로봇이 활동하고 있다. 특히, 협동로봇과 사람이 함께 움직이는 장면은 쉽게 뉴스에서 접하기도 한다. 이런 협동로봇은 안전펜스도 없이 사람 가까이에서 작업하기에 안전기능과 작업자의 효율과 생산성을 위한 교시(teach)기능이 중요하다. 그렇다면 이 중요한 기능들을 어떻게 개발되어야 할까? 한국전자통신연구원의 동지연 박사는 생활과 아주 밀접한 관계가 있는 협동로봇의 안전기능과 교시기능에 주목하였다.

로봇 조종 어플까지?

동지연 박사와 연구진들은 안전기능과 교시기능을 위해 핵심제어기술인 힘-토크 감지, 외력추정, 충돌감지 및 중력보상을 개발해왔다. 게다가 비전문가도 사용할 수 있는 사용자 친화 터치펜던트를 Wireless 기반의 APP 형태로 개발하였다. 이 펜던트는 연구진과 기업 등 공동으로 개발한 모바일 로봇 기반의 매니플레이터 터치펜던트인 '모비(MOBY) SW'로 UX 부문에서 세계의 호평을 받았다. 동지연 박사와 연구진들은 터치펜던트(모비 앱) 전체 UX 설계와 개발을 담당하였다. 이 SW의 가장 큰 장점은 모바일 로봇과 매니플레이터의 이동 및 작업을 하나의 SW에서 동시에 교시할 수 있다는 점이다. 그간 모바일로봇과 매니플레이터의 교시를 따로 수행하여 불편했던 점을 개선하여 사용자로 하여금 더욱 편리한 교시기능을 경험하게 한다.

협동로봇 상용화를 위해서는?

동지연 박사는 협동로봇의 안전과 교시기능이 상용화되기 위해서는 다관절 협동로봇의 티칭과 제어 모듈이 적용될 수 있는 협동로봇 및 제어기 준비가 필요하다고 한다. 현재 국내외 많은 기업들이 협동로봇 기술을 개발하고 있고, 각 기업마다 기업만의 제어기술과 교시기술을 보유하고 있다. 게다가 비전과 AR·VR 같은 신기술들이 접목되면서 로봇 기술의 발전은 계속될 전망으로, 앞으로 국내 연구가 경쟁력을 갖기 위해서는 지속적인 기술개발이 중요하다고 보고 있다.



앞으로의 협동로봇

제조업 중심으로 협동로봇이 퍼지고 있는 가운데 생산성과 효율성 향상에 대한 기대는 점점 커져가고 있다. 최근에는 조립과 같은 고난도 작업의 효율적인 교시기술 구현이 가장 중요한 부분으로 보고 있으며, 대다수의 로봇 기업들이 고난도 작업 교시기술 확보에 뛰어들 것으로 예상된다.

그렇기에 교시기능은 연구진들이 개발한 터치펜던트와 같은 장치 뿐만 아니라, 다른 티칭장치들도 개발되고 성장하고 있는 추세이다. 하지만 이런 다양화된 장치들로 범용성이 필요하고, 교시기술의 표준화 또는 호환성을 가지고 있어야 한다고 본다. 현재는 제어기 및 주변장치 기술은 제조사별 독립적으로 개발되고 있어, 범용성과 표준화 내지 호환성 부분에서 어려움이 있다. 다양한 국가연구개발과제에서 이런 범용장치의 중요성을 강조하며 여러 장치 등이 개발되고 있어, 향후에는 더욱 사용성이 개선된 장치가 개발될 것으로 기대된다.



터치펜던트를 사용하는 동지연 박사
출처 : ETRI

MOBY와 터치펜던트실
출처 : ETRI

