

로봇 진화의 역사

로봇 공학 최초의 산업용 로봇은 1961년에 포드에서 일을 시작하기 전, 이미 흥미진진한 모험을 경험하고, 지구 궤도에 진입하기도 했다. 세상의 다른 끝에서 산업용 로봇에 대한 관심을 가질 즈음 로봇들은 문학에서 진정한 돌파구를 마련하였다. 이후 자동차 분야를 정복한 로봇은 다른 산업으로 진출을 모색하였고, 서비스 로봇으로 진화하기까지 도약을 이룬 후 인간과 직접 접촉하기에 이르렀다.

빅토리아 존넨베르크(Victoria Sonnenberg)

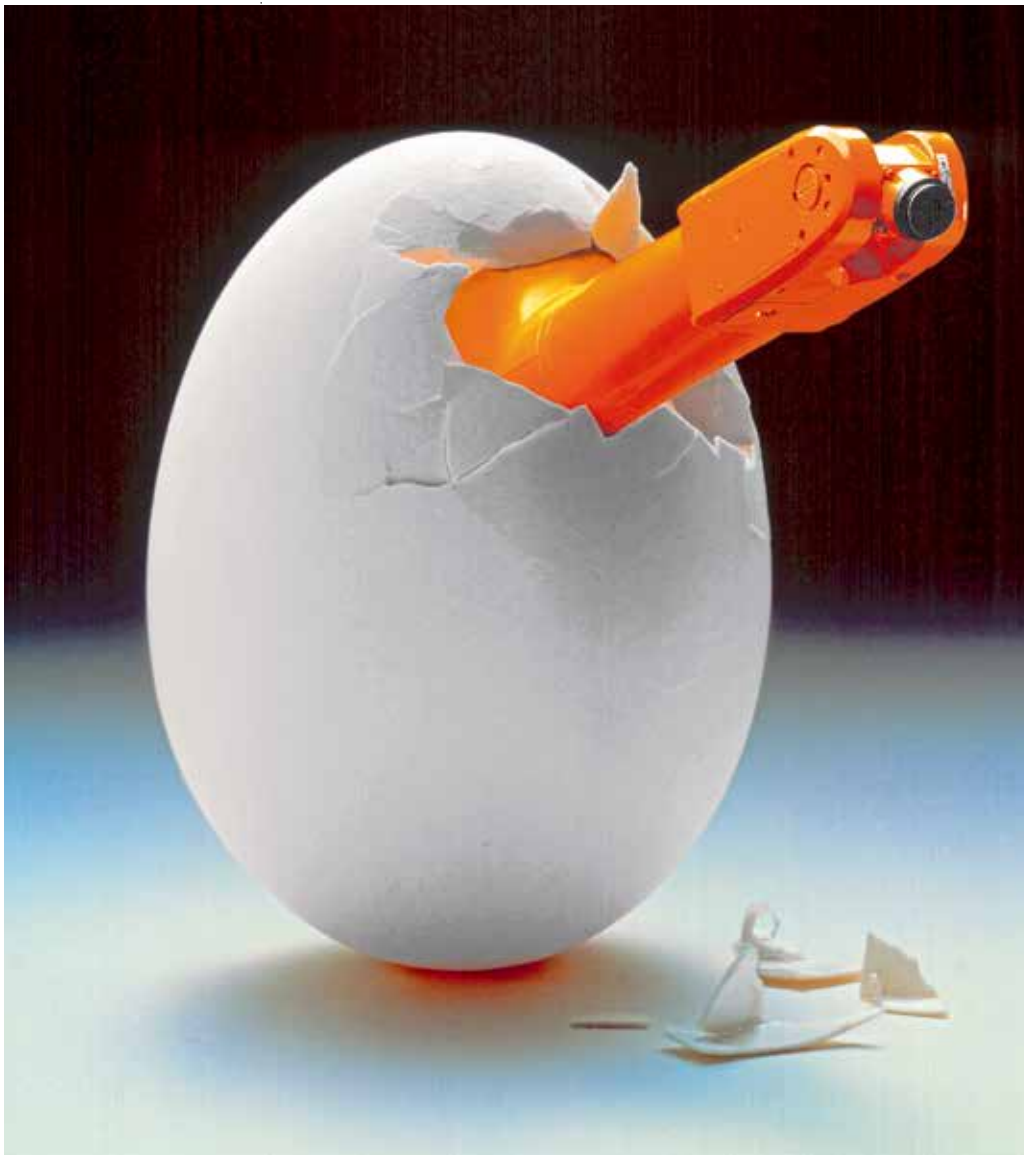
093034 Robotik 125 Jahre MM

올해 초 독일의 한 정보지는 을 장식했다. 호텔이 로봇을 내 다음과 같은 기사로 헤드라인 쫓았다. 이 로봇은 그동안 길을

잃고 잘못된 곳에 있었던 것이 아니라, 행사에서 체크인 작업을 돕고 짐을 방에까지 옮겨 주고 손님들의 질문에 친절히 답변을 했던 로봇이다.

2015년 일본에서 로봇 호텔이 처음 문을 열자 언론의 반향은 뜨거웠다. 전 세계가 호기심 가득한 눈으로 해당 호텔을 지켜보았고, 어쨌거나 사람들은 그 호텔이 매우 효율적인 방식으로 거의 완벽에 가깝게 사람을 대체했다고 생각했다. 하지만 월스트리트 저널에 따르면 현재 243대의 로봇 가운데 절반 이상이 이상 행동을 보여 가동이 중지되었다고 한다. 예를 들면 로봇이 코를 크게 고는 손님에게 다음과 같은 행동을 보였다. “죄송합니다. 이해를 못 했습니다. 다시 질문해 주시겠습니까?” 짐꾼 로봇들도 퇴출되어야 했다. 소음과 굵은 행동이 문제가 되었다. 환상적인 광학 장치에도 불구하고 로봇들은 행동 면에서 사람들을 설득하지 못했다. 방정식에 대입되는 많은 미지수가 재앙으로 이어졌다. 로봇 공학 초창기에는 정반대였다. 미학이 엔지니어

로봇 공학은 지난 35년간 엄청나게 발전하였다. 로봇이 오늘날 복잡한 작업도 맡을 수 있게 된 것은 무엇보다 ABB의 덕분이다.



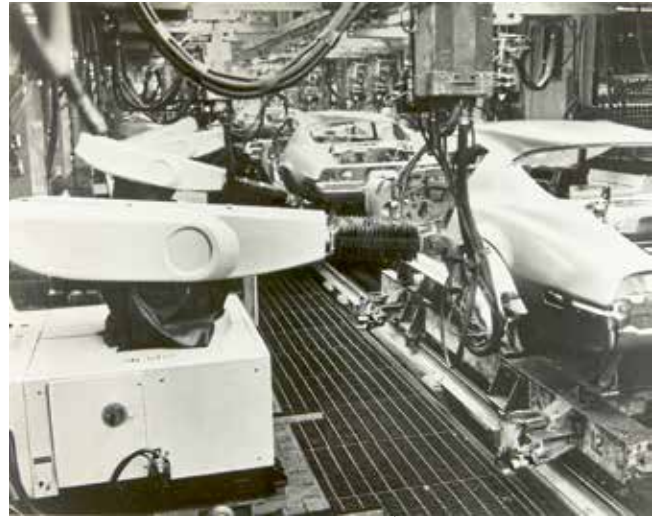
어링 예술 작품인 로봇에 종속되었고 대담한 상상력 속에 로봇 자체에게만 할애하는 페이지는 아직 존재하지 않았다.

20세기 초반에 많은 형태의 로봇이 공상 과학 장르에 등장했음에도 불구하고, 산업용 로봇의 초석은 1956년에 이르러서야 특히 2988237이라는 일련의 숫자와 함께 놓이게 되었다. 그 해에 미국인 발명가 게오르게 C. 데볼이 물건을 운반하기 위해 프로그래밍 가능한 매니플레이터에 대해 특허를 출원하였다. 같은 해 데볼은 조셉 F. 엥겔베르거와 함께 전 세계 최초의 로봇 회사 Unimation을 설립하였다. 1961년에 최초의 산업용 로봇 'Unimate'가 미국 유빙 타운십에 위치한 포드 자동차에서 사용되었고, 알루미늄 주조 기계에서 언로딩 작업을 담당하였다.

1961년에 처음으로 산업용 로봇을 사용하였다

산업용 로봇은 자신의 이동 공간 내에서 자유롭게 프로그래밍 가능하거나 센서에 의해

안내되는 자동 모션 장치이다. 통상적인 정의에 따르면 산업용 로봇은 적어도 세 가지 자유도로 프로그래밍이 가능하며, 그리퍼나 여타 도구를 장착한 핸들링 장치이다. 이러한 장치가 1961년에 처음으로 산업적으로 사용되었을 때에, 이 산업용 로봇을 모든 분야에 사용할 수 있다는 생각에 고무되어 센세이션이 일어났었다. 하지만 공장을 지배할 것이라는 말은 할 수 없었다. 왜냐하면 이러한 혁신은 제조 현장에서 매우 느리게 진행되었고, 일본이 1968년에 대규모로 로봇 사업을 시작한 이후에 인식되었기 때문이다. Unimation이 라이선스를 취득한 직후, 1969년 일본 중공업 회사인 Kawasaki Heavy Industries가 Kawasaki Unimate라는 첫 번째 산업용 로봇을 생산하기 시작했다. 이 로봇으로 인해 다른 선진국들도 로봇이 산업에 중요하다는 것을 인지하게 되었고, 전환점이 만들어졌다. 이 시점부터 산업용 로봇의 개발이 본격적으로 시작되었다. 1974년에 일본 로봇 회



Ford 미국 자동차 생산 라인에 처음 적용된 Unimate

사인 Fanuc이 일본의 자사 공장에서 로봇을 개발하고 설치하였으며, 그로부터 3년 후에 Fanuc은 산업용 로봇을 수출하기에 이르렀다.

Unimate가 당시 지배적이었던 유압식 드라이브를 사용했다면, 1975년 스웨덴의 전자 회사 Asea(1988년 Asea는 스위스의 회사 Brown Boveri와 합병하여 오늘날 우리가 알고 있는 ABB의 전신)의 IRB 6은 Intel의 최초 칩 세트를 장착하여 전기로 구동되고 마이크로프로세서로 제어되는 로봇이었다. 이 로봇은 리프팅 힘 6kg에 5축으로 동작이 가능했다. 요른 바이히브로트, 오베 쿨보르크, 벵크 닐슨과 헤르베르트 카우프만이 개발한 이 로봇은 Asea가 스웨덴에서 제작하였다. 최초 모델인 IRB 6은 1972년과 73년 사이에 Asea 사장 쿠르트 니콜린의 주문으로 개발하였고, 1973년 8월 말에 처음 선보였다.

게나르프에 소재한 스웨덴 기업 Magnussons은 90° 각도로 구부러진 스테인리스 스틸 튜브에 왁스를 바르고 연마

핵심 내용

1956년, 게오르게 C. 데볼이 사물을 운반하기 위해, 프로그래밍이 가능한 매니플레이터를 특허 번호 2988237을 출원하였다.

1961년, 최초의 산업용 로봇인 Unimate가 포드에서 일을 시작하였다.

1969년, 최초의 일본 산업용 로봇 Kawasaki Unimate 생산이 전 세계적인 로봇 개발의 자극을 제공하였다.

1980년대 들어서 서비스 로봇이라는 개념이 등장하였다.

2008년, Universal Robots의 최초 Cobot이 사용되었다.

2018년, 독일에서 개발된 최초의 외골격이 생산에 들어갔다.



Kuka는 1973년에 모터로 구동되는 축이 6개인 첫 번째 산업용 로봇 Famulus를 출시했고, 이후 완전히 새로운 로봇 공학 시대를 열었다.

하는 작업을 위해 1974년에 이 로봇을 첫 번째로 구입하였다.

새 응용 사례를 위해 전기 드라이브를 사용하다

IRB 6은 설치 면적에서 새로운 표준을 세웠을 뿐만 아니라, 동작 속도와 포지셔닝 정확도 면에서 새로운 기준을 세웠고, 이후 수많은 모방 작품들이 나왔다. 또한 전기 드라이브를 통한 아크 용접과 유압 기계는 새로운 응용 분야가 개척했다. 1975년 Asea가 IRB 60을 시장에 출시하기까지 유압 로봇의 손에 맡겨져 있던 스폿 용접과는 상황이 달랐다. IRB 6과 유사성이 컸지만, 새로운 세대의 로봇은 60kg까지 옮길 수 있었다.

첫 번째 IRB 60은 스웨덴 자동차 메이커인 Saab에서 차체 스폿 용접에 사용되었다. 하지만 이 로봇의 기술과 관련하여, 산업용 로봇이 플라스틱 가공 산업 등 다른 분야에서 자신의 잠재력을 인식하기까지 자동차 산업에서 오랜 시간 실제

적인 경험을 쌓아야 되었다. 그로부터 2년 전 1973년 Kuka는 여섯 개의 축이 전자 기계식으로 구동되는 전 세계 최초 6축 산업용 로봇인 Famulus로 로봇 선구자의 역사를 써 내려갔다. 자동차 산업을 위해 개발된 Famulus는 기계 제조업체인 Kuka의 첫 번째 산업용 로봇이기도 했다.

간단하지만 위험한 작업에 사용하다

초창기에 산업용 로봇은 간단한 작업에 사용되었으며 작

산업용 로봇과 서비스 로봇에서 코봇을 거쳐 외골격까지

업자에게 너무 위험하고 건강을 해치는 작업에 주로 사용되었다. 또한 공작물이나 다른 물체를 들어 올리고 운반하는 데 사용되기도 하였다. 이러한 로봇은 그리핑 장치를 갖춘 암, 에너지 유닛 그리고 컨트롤 시스템으로 구성된 구조가 가능하였다. 로봇의 여러 가지 가능한 모션은 자유도의 개수에 달려 있다. 비교하자면 인간의 손은 22개의 자유도를 갖고 있는 반면, 로봇은 물체를 한 곳에서 다른 곳으로 옮기기 위해 6개의 자유도만 있으면 된다.

그리핑 장치가 부착되어 있는 로봇 팔은 일반적으로 텔레스코프 튜브로 구성되어 있어 드라이브를 통해 팔 길이를 변경할 수 있다. 그리핑 장치의 형태는 초기에는 거의 기능이 없었음에도 불구하고 손을 연

상시킨다. 최초의 그리퍼는 비관절식 손가락 두 개로만 작업을 수행하였지만 현대식 그리퍼는 여러 개의 관절 손가락을 갖추고 있다.

이 분야의 급속한 발전은 인공 손 제작을 빠르게 추진한 의사와 엔지니어의 성공적인 협력 덕분이다. 무엇보다 그리퍼를 위한 일종의 접촉 감각이 개발되었다. 초기에 그리퍼는 거칠게 통제할 수밖에 없었으며, 크고 견고한 물체를 취급하는 데에 제한되어야 했다. 지금은 내장된 스트레인 센서를 이용하여 이러한 어려움을 현재 대부분 제거되었다. 스트레인 센서를 이용하여 그리퍼가 스스로 잡는 힘에 의해 발생하는 작은 변형도 기록할 수 있게 되었기 때문이다. 컨트롤 유닛에 제공되는 적합한 신호를 이용하여 손가락에 대한 힘 드라이브를 적절히 통제할 수 있다.

특히 센서 장치와 컨트롤 기술의 발전은 산업용 로봇이 단시간에 독립적으로 다양한 제품과 변화하는 투입 환경에 적응할 수 있도록 큰 유연성을 보였다. 이러한 발전은 80년대에 진화라고 할 만큼 큰 도약으로 이어졌다. 바로 서비스 로봇 아이디어가 구체화된 것이다. 프라운호퍼 생산 기술 및 자동화 연구소(IPA) 교수 디터 슈라프트 박사는 1994년에 서비스 로봇의 개념을 다음과 같이 정의하였다. “서비스 로봇이란 반자동 또는 전자동으로 서비스를 이행하는, 자유롭게 프로그래밍 가능한 모션 장치입니다. 이때 서비스란 직접적으로 산업적 물건을 생산하는 것이 아니라 인간과 장치를 위한 일을 수

행하는 활동을 의미합니다.”

개인 서비스 로봇 및 전문 서비스 로봇

서비스 로봇은 자신들의 능력을 기록적 속도로 전문 섹터 뿐만 아니라 민간 섹터를 설득하고 있다. 최근 IFR(국제 로봇 연합)의 세계 로봇공학 리포트(World Robotics Report)에서는 서비스 로봇은 전문적 사용을 위한 서비스 로봇 매출이

66억 US 달러(원화로 약

7조 8천억 원)로 상승하였다고 보고하였다. 판매된

유닛의 총개수는 이 세그먼트에서 85% 증가하였다(2017년).

2018 ~ 2021년 매출 예상에서 IFR은 전문 서비스 세그먼트의 경우 누적 금액이 대략 460억 US 달러가 될 것으로 본다. 성장 동력으로는 물류, 의료 및 서비스 분야가 확인되었다. 2017년에

69,000개의 물류 로봇이 설치되었으며, 이는 전년도에 비해 162% 상승한 것이다(2016년 26,300 유닛).

이 가운데 6,700대의 무인 운반 로봇이 생산 환경에서 사용되었고, 62,200대는 제조 산업 이외의 곳에 설치되었다. 의료용 로봇 역시 서비스 로봇으로서 큰 성장 잠재력을 가지고 자리를 잡아가고 있다. 중요한 응용 사례로는 수술 지원이나 장애인을 지원하거나 목적을 갖고 사람을 치료하거나, 환자의 신체적 또는 인지 기능을 개선하기 위한 치료용 로봇과 재활 로봇이다. 병원에서 이동

로봇은 물건 운반 목적으로도 사용할 수 있다. 물류 분야에서 인건비를 낮추고 배송 오류의 위험을 줄일 수 있다.

서비스 로봇이 점점 더 스마트하고 유연해지고 있다

서비스 로봇은 판매 수치가 치솟으면서 점점 스마트해지고 사용 가능성은 다양해지고 있다. 가장 잘 알려진 서비스 로봇은 프라운호퍼 IPA에서 개발한 Care-O-bot이라는 이름으로 출시되었다. 이 로봇은 이미 4 세대가 유통되고 있다. Care-O-bot은 가정에서 가사를 능동적으로 돕기 위한 이동식 도우미 로봇이다. 90년 대에 개발된 프로토 타입은 이동식 베이스 플랫폼과 인간과의 직관적 의사소통을 가능하게 하는 회전 및 선회가 가능한 터치스크린으로 구성되어 있었다. 이 로봇은 사람들 사이에서 안전하고 믿을 수 있게 동작하였으며, 간단한 운반 작업을 수행하였다. 후속 모델은 간단한 조작 작업을 실행하고 지능적인 보행 보조자로 이용할 수 있다.

Care-O-bot 3은 이미 대화형 집사로서 전형적인 가정 집기를 스스로 인식하고 잡을 수 있으며 태블릿을 이용하여 사람에게 넘겨 줄 수 있다. 2015년 최신 버전은 이전 모델보다 더욱 민첩하고, 모듈형 구조로 더 저렴하게 이용할 수 있다. Care-O-bot 4는 모듈 시스템 컨셉트를 바탕으로 다양하게 사용할 수 있어, 이 로봇은 팔이 하나이거나 두 개 또는 팔이 없을 수도 있으며, 구성에 따라 다양한 응용 사례에 맞는

개별적인 로봇 플랫폼을 만들 수 있다. 프라운호퍼 IPA에 따르면 여러 사례를 통해 대화형 서비스 로봇의 수용에 사회적 에티켓이 필수라는 사실이 밝혀졌다. Care-O-bot 4는 상황에 따라 자신의 머리에 내장된 디스플레이를 통해 여러 가지 기분을 표시한다. 이전 모델은 소극적이고 다소 거리감이 느껴졌지만, 후속 모델은 신사처럼 정중하고 친절하며 공감 능력을 가지고 있다고 한다.

서비스 로봇은 전문 섹터를 이미 설득했을 뿐만 아니라, 사랑받은 가사도우미로서 민간 세그먼트에서 자리를 잡아가고 있다. 이 로봇은 잔디를 깎고, 집을 청소하거나 창문을 닦고 민간에서 사용되는 서비스 로봇의 거의 2/3를 차지한다. 또 다른 가정용 로봇으로는 엔터테인먼트 로봇과 레크리에이션 로봇 등이 있다.

서비스 로봇의 개발이 속력을 내기 시작한 시기에, 로봇 공학에서는 또 다른 일이 일어나고 있는데 결코 무시할 만한 일이 아니었다. 바로 코봇이 자리를 잡아가고 있다. 코봇과 더불어 보호 펜스가 사라지고 어드렛 사람이 협업 로봇과 함께 손에 손잡고 작업을 진행하게 되었다. Universal Robots은 2008년 12월에 최초의 Co-bot UR5를 덴마크 부품 업체 Linatex에 납품하였다. Linatex는 CNC 기계 로딩을 자동화하기 위해 지금까지는 상상도 할 수 없었던 일을 수행하였다. 즉 모든 산업용 로봇의 일반적으로 적용하는 방식인, 사람으로부터 분리하여 로봇을 안전 케이지 안에 설치하는 대



로봇 모델 S-2R은 Fanuc의 로봇 사업이 일본을 벗어나 합작 투자사인 GMF Robotics에 의해 이루어지던 때에 나타났다. 1985년 8월 6일에 아르크라트에 본사를 두고 GMF Robotics GmbH가 설립되었다. 이 회사는 미국-일본 합작 투자사 General Motors Fanuc Corp의 자회사로서 초기에 독일 시장 활동은 힘들었다.

외골격은 인간을 초인간을 만드는 것이 아니라, 위험한 동작에서 물건을 드는 보조역할을 한다.



신 로봇을 작업자 바로 옆에 투입하였다. 또한 복잡한 프로그래밍을 위한 프로그래머를 고용하는 대신, Linatex는 로봇을 스스로 터치스크린만을 사용하여 이전의 프로그래밍 지식 없이도 프로그래밍할 수 있다. UR5 코봇은 Universal Robots를 산업 자동화의 새로운 플레이어로 자리매김하였고, 지금까지 로봇 공학을 비싸고 복잡한 것으로 여기던 중소기업들에게 적절히 대응하면서 완전히 새로운 영역을 개척하였다. Kuka 역시 2013년에 산업용으로 전 세계 최초의 경량 로봇 LBR iiwa(‘경량 구조 로봇’, iiwa는 ‘intelligent industrial work assistant(지능형 산업용 작업 보조자’를 의미)를 또 다른 세대의 로봇으로 개발하였다. 경량 로봇의 역사는 DLR(독일 항공 우주 센터)의 로봇 공학 및 메카트로닉스 연구소에서 1995년에 제작된 DLR 경량 로봇(LBR) I로

시작되었다. 2000년에 출시된 후속 모델 LBR II와 마찬가지로 이 로봇은 순수한 연구 시스템이었다. 이 두 세대의 경량 로봇으로 쌓은 경험이 2003년에 소개된 LBR III 개발에 투영되었다.

Kuka Roboter GmbH이 LBR III 라이선스를 취득하다

DLR LBR III는 2004년에 Kuka Roboter GmbH가 라이선스를 취득하였다. Kuka는 Kuka LBR 4 (2008)와 Kuka LBR 4+ (2010)로 로봇을 발전시켰고, 최종적으로 2013년에 Kuka LBR iiwa로 완성시켰다. 이 LBR iiwa는 사람과 로봇이 긴밀하게 협업하면서 고도로 민감한 작업을 해결할 수 있다.

사람과 로봇이 작업 공간을 공유하기 위해서는 높은 수준의 안전 요건을 충족해야 하며, 어떤 경우라도 사람이 부상

을 입는 일은 배제되어야 한다. 이를 위해 MRC(인간/로봇 협업)의 네 가지 기본 안전 원리가 규격 EN ISO 10218 ‘산업용 로봇 - 안전 요건’ 파트 1 및 2와 ISO/TS 15066 ‘로봇과 로봇 장치 - 협업 로봇’에 기술되어 있다. 네 가지 기본 안전 원리에는 안전을 위해 모니터링 되는 조건에는 1. 작동 정지(사람이 작업 공간에 들어오면 로봇이 정지하고, 사람이 멀어지면 즉시 작동을 재개함), 2. 수동 가이드(로봇 모션을 작업자가 능동적으로 적합한 장치를 이용하여 제어함), 3. 속도 및 간격 모니터링(움직이고 있는 로봇과 작업자 간의 접촉이 로봇에 의해 방지됨) 그리고 4. 성능 및 힘 제한(작업자와 로봇 간 접촉 힘이 기술적으로 위험하지 않은 수준으로 제한됨)이 속한다. 따라서 인간/로봇 협업 어플리케이션 처음에 항상 리스크 평가가 있다. 안전 컨셉트는 센서에서 촉감 피부에 이르기까지 다양하다. 로봇은 자신의 행동만 컨트롤할 수 있고 상대를 컨트롤할 수는 없기 때문에, 항상 충돌을 방지할 수는 없다. 충돌로 심각한 손상을 초래하지 않으려면, 충돌은 거의 느낄 수 없는 수준이어야 한다. 제조사들은 안전 컨셉트를 매우 개별적으로 이행하였다. 예를 들어 Univesal Robots은 각 축의 모터 전류를 측정하여 힘을 제한하고, Fanuc은 다섯 개 모델로 성장한 협업 CR 로봇 시리즈에 센서 대신 각 관절에 하나의 힘-토크 센서만 사용한다. 이 힘-토크 센서는 로봇 받침대에 장착하였다.

지난 Automatica 2016 박

주제 관련 내용 로봇 연구가

독일 바이에른 내각은 2018년 여름 슈바인푸르트 대학 자리에 로봇 공학 센터를 건립하기로 결정하였다. 관련 로봇 공학 학위 과정은 FHWS가 중국 선전 공과 대학과 함께 슈바인푸르트와 선전 두 곳에서 „월드 트윈(world twin)“으로 영어로 2020년부터 제공할 계획이다.