

미래 인재로의 도약, 스마트기술 기반 다지기	
15차시	로봇기술의 이해와 산업별 응용

1. 로봇기술의 이해

1) 로봇기술의 개념과 산업 생태계

가. 로봇의 개념

로봇(Robot)은 자신이 보유한 능력을 활용하고 스스로 작동하여 주어진 일을 처리하는 기계를 말한다. 인간하고 유사한 모습과 기능을 가진 기계 또는 한 개의 프로그램으로 작동하고(programmable), 자동적으로 복잡한 일련의 작업(complex series of actions)을 수행하는 기계적 장치를 말한다. 그렇지만 시대가 변화함에 따라 로봇은 외부환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 능동적이고 주체적인 기계장치로 정의되고 있다.

제조공장에서 조립, 용접, 핸들링(handling) 등을 수행하는 자동화된 로봇을 산업용 로봇이라고 하고, 환경을 인식해 스스로 판단하는 기능을 가진 로봇을 '지능형 로봇'이라 부른다. 사람과 닮은 모습을 한 로봇을 '안드로이드'라 부르기도 한다. 다른 뜻은 형태가 있으며, 자신이 생각할 수 있는 능력을 가진 기계라고도 한다. 인공의 동력을 사용하는 로봇은 사람 대신 또는 사람과 함께 일을 하기도 한다. 통상 로봇은 제작자가 계획한 일을 하도록 설계된다.

최근 로봇기술은 단순 자동화를 넘어 인공지능을 탑재하여 스스로 문제를 찾고 해결하는 수준까지 발전해가고 있다. 음성인식 기능을 탑재하여 사람과 의사소통을 하고, 사람의 요구를 수행하기도 한다. 대표적인 예로 애플의 '시리', 구글의 '나우'와 같은 시스템이 출시되어 서비스를 제공하고 있다. 로봇기술이 발전함에 따라 사람과 동물의 형태와 비슷한 로봇도 제작되고 있으며, 사람의 업무뿐만 아니라 정서적으로 소통할 수 있는 영역에 이르기까지 다양한 로봇들이 개발되고 있다.

결론적으로 로봇은 외부 환경을 인식하고 상황을 판단하여 스스로 동작하는 기계라 할 수 있다. 과거 자동화를 통한 단순 반복 작업 수행 및 노동 대체에서 점차 지능을 갖춘 로봇의 형태로 발전해가고 있다. 인공지능 분야의 기계학습 기술의 개발 가속화에 따라 로봇의 지능화가 가속화되고 있는 것이다. 향후 로봇은 변화하는 환경을 인식하고 판단하여 자율적으로 업무를 처리하는 방향으로 발전할 것이다.

나. 로봇의 이용

그동안 사람이 해 오던 많은 일들을 지금은 로봇이 대신하고 있다. 산업 현장에는 단조로운 반복 작업이나 따분한 작업, 불편한 작업들이 많은데, 이와 같은 작업은 특히 로봇에게 맡기기에 적합하다. 조립 공장에서 못 박는 일, 용접, 자동차 차체를 칠하는 일 등은 그 좋은 예이다. 이런 종류의 작업은 로봇 쪽이 사람보다 더 잘 해낼 수 있다. 왜냐하면 로봇은 언제나 일정한 수준의 정밀도와 정확도로 작업을 계속할 수 있으며, 결코 지칠 줄 모르기 때문이다.

따라서 제품의 품질은 항상 일정하며 게다가 휴식을 취할 필요가 없기 때문에 많은 양의 제품을 만들 수 있다.

또한 로봇은 위험한 작업을 대신할 수가 있다. 방호복을 입지 않고 원자력 공장에서 방사성 물질을 취급하거나, 유독 화학 물질을 취급할 수가 있으며, 사람에게는 너무 덥거나 추운 환경에서도 로봇은 아무 불편함 없이 일할 수가 있다. 사람의 생명이 위험에 노출될 수 있는 곳에서도 로봇을 사용할 수 있다. 예를 들면, 폭발물을 수색하거나 폭탄의 뇌관을 제거하는 일, 그리고 우주 공간에서의 작업도 그중의 하나이다.

로봇은 우주 공간에서의 작업에 특히 이상적이다. 지구를 돌고 있는 인공위성을 수리하거나 유지하는 데 사용되기도 하고, 미국의 무인우주탐사선 보이저(Voyager)호와 같이 탐사와 발견을 목적으로 먼 천체까지 비행하는 데에도 로봇이 사용된다.

한편 가정에서도 점점 많은 로봇이 가사를 돕기 위해 사용되고 있다. 특히 육체적인 장애를 가진 사람들을 돌보는 일에는 많은 이용이 기대된다. 로봇 간호보조자는 장애인이나 노령으로 인해 체력이 약해진 사람들이 가족들에게서 독립하여 혼자서도 살 수 있도록 해주며, 병원에 입원하지 않아도 될 수 있도록 도와주게 될 것이다.

다. 로봇의 이점과 단점

로봇은 사람이 하기 귀찮은 일이나 힘든 일들을 대신해주는 장점을 가지고 있다. 협동로봇은 사람과 협력하거나 사람의 보조 역할을 해준다. 또한 동물 보호나 아이 케어 시, 예기치 않은 상황이 생길 때 도맡아 주기도 하는 등 다양한 이점을 가지고 있다.

산업 및 기업에게 주는 이점에 대해 정리해 보자. 첫째, 로봇은 조제 등의 생산성을 향상시켜 각 산업분야의 효율성 및 경쟁력 강화에 크게 기여할 것이다. 둘째, 3D 작업 등 위험성 있는 작업을 사람 대신해주어 인간의 부담을 해소해 줄 것이다. 셋째, 로봇은 더 나은 품질을 보증할 것이다. 사람의 집중도가 떨어질수록 오류, 좋지 않은 결과, 심지어 사고의 가능성도 높아지는데, 로봇은 지루함으로 인한 성능 저하 없이 반복적인 작업을 완벽하게 수행할 수가 있다.

아울러 국가 경제 및 사회에 주는 이점도 있다. 첫째, 로봇은 신산업 창출에도 기여할 것이다. 고령화와 저출산, 1인 가구 증대, 안전과 건강을 중시하는 풍조 등 사회 여건 변화에 따라 간호, 재활, 문화, 교육, 가정용 생활보조, 재난대응 등을 지원하는 로봇에 대한 수요가 크게 증가할 것이다. 둘째, 지능형 로봇 산업은 사회 전반에 걸친 문제의 해결책으로 주목받고 있다. 특히 로봇 구현과 관련된 새로운 수요 창출에 따른 새로운 일자리도 생기게 된다. 셋째, 국방력 증대, 사회복지 지원, 제조 경쟁력 강화 등 국가차원의 문제 해결에도 도움을 줄 것이다.

반면 로봇은 여러 가지 단점을 가지고 있다. 첫째, 막대한 시작 비용이 요구된다. 로봇 구현은 투자 위험이 있고 비용이 많이 든다. 대부분의 제조업체는 결국 장기적으로 투자를 회수하지만 단기적으로는 비용이 많이 든다. 둘째, 회사는 로봇 전문 프로그래머, 운영자 및 수

리 인력을 필요로 할 것이다. 숙련된 경력직원들에게는 좋은 소식 이지만 절약해야 하는 회사에는 그리 좋은 소식이 아니다. 셋째, 아무리 로봇이 편리한 수단이어도 사람의 일자리를 빼앗는 것은 어쩔 수 없는 현상이다. 로봇에 의한 조립 라인 대체, 로봇에 의한 은행원이나 사서와 같은 서비스직의 대체는 가속화될 것이다.

라. 로봇산업의 생태계와 시장 동향

로봇산업은 로봇 제조사를 중심으로 후방산업인 소재·부품, 소프트웨어 분야와 전방산업인 시스템통합 및 제조·서비스 수요처로 구성된다. 로봇제조사는 소재·부품, 소프트웨어를 구매하여 로봇을 개발하며, 시스템 통합기업과 계약을 체결하고 로봇을 유통한다. 로봇 부품은 구조부품, 구동부품, 센싱부품, 제어부품으로 분류할 수 있다. 로봇 소프트웨어는 로봇용 운영시스템(OS), 미들웨어, 어플리케이션, 개발도구, 시뮬레이터를 포함한다. 시스템 통합기업은 수요기업의 요구사항에 부합하는 로봇 시스템을 설계하고 제작, 설치, 시운전, 유지보수를 담당한다.

전 세계 로봇 시장 규모는 2021년 약 422억 달러(약 49조 6,694억 원)로 추정되며 2026년까지 약753억 달러(약 88조 6,281억 원)로 성장할 것으로 예측된다. 2021~2026년 CAGR(연평균성장률)은 12.3%로 추정된다. 코로나19 발발로 인한 경기 위축이 산업용 로봇 시장 성장에 악영향을 미침에 따라 인도, 중국, 일본, 프랑스, 인도네시아, 싱가포르 등 주요 국가에서는 인센티브를 제공하며 상황을 타개하고자 하고 있다.

전세계 로봇 시장은 2018년까지 산업용 위주로 성장을 해 왔으나 2019년 이후부터는 서비스용 로봇에 대한 성장률이 21%로써 전체 로봇산업을 이끌고 있다. 2020년 설치된 산업용 로봇은 43.5만대이며 한국은 약 3만대가 설치되었다. 또한 산업용 로봇을 주로 사용하는 분야는 자동차, 전기전자, 금속기계 분야이다. 그리고 서비스 로봇의 전문서비스로봇(66%)과 개인서비스로봇(34%)으로 구분되며, 개인서비스로봇은 2019년 기준으로 57억달러, 판매대수는 약 23백만대이며, 이중 80%는 청소로봇 등 가사로봇이었다.

2) 로봇의 구조와 작동원리

가. 로봇의 구조

로봇은 기구부, 센서, 제어장치, 구동장치, 전원장치 등 여러 가지 기계 부품과 전기·전자 부품으로 이루어져 있으며, 사람과 비슷한 구조와 원리로 작동한다. 기구부는 로봇의 골격과 로봇 팔, 손에 해당하는 말단효과장치(End effector 또는 EOAT(End-of-Arm-tooling))로 구성된다. 이 말단효과장치는 로봇팔의 끝단 장치로 실질적인 작업(예: 용접)을 수행한다. 센서는 로봇의 오감을 담당하며 카메라, GPS 등이 사용된다. 제어장치(Controller)는 로봇의 두뇌역할을 담당하며 구동장치에 출력 구동신호를 제공한다. 반도체, 소프트웨어 등이 포함된다. 구동장치(Actuator)는 로봇의 근육을 담당하여 로봇을 움직이는 장치이다. 모터, 감속기, 인공근육 등이 포함된다. 그리고 로봇에 에너지를 공급하는 전원장치가 포함된다.

로봇이 센서 장치를 통해 주변의 환경을 감지하면 제어 장치는 미리 입력된 프로그램에 따라 어떠한 반응을 보일지 판단하고, 이 결과를 명령 신호로 바꾸어 구동 장치에 전달하여

로봇을 움직이게 한다. 로봇의 앞에 물건이 있다면 센서가 물건을 인식하고 물건을 잡으라고 제어 장치에서 판단을 하면 구동 장치로 물건을 잡을 수 있다. 인간의 명령, 프로그래밍과 알고리즘, 센서의 인식으로 로봇이 움직인다고 간단하게 생각할 수 있지만 로봇이 움직일 때에는 더 복잡한 과정이 있으며 이를 이해하기 위해서는 로봇 공학이나 로봇 역학, 인공지능 프로그래밍 등 다양한 전문 분야의 학습이 필요할 것이다.

나. 로봇의 작동원리

로봇은 기본적으로 움직이는 기계덩어리라 할 수 있다. 이 로봇에게 음성신호, 전기신호, 혹은 프로그램 등으로 명령을 하면 그에 따라 움직이게 된다. 먼저 명령이 전달되면 마이크로 프로세서(microprocessor)와 같은 처리장치는 로봇의 필요한 부분을 움직이기 위한 신호로 바꾸어준다. 예를 들어, 로봇에게 말로 “앉아!”라고 명령을 하면 소리신호가 전기신호로 바뀌는 마이크가 컴퓨터에게 변환된 전기신호를 전달하고 컴퓨터는 이 신호에 의미를 판단하여 로봇의 수많은 모터 가운데 무릎을 움직이는 모터에게 몇도 정도 움직이도록 신호를 주는 식으로 하여 로봇이 움직인다.

로봇의 각 부분을 움직이는 방법에는 공압, 유압, 전기모터 등 여러 가지 방법이 있다. 공압과 유압은 기본적으로 피스톤을 이용하는데, 피스톤의 어느 한 쪽에 공기나 기름 등의 유체를 밀어 넣으면 피스톤이 밀려가는 원리로 로봇의 특정 부위를 움직인다. 전기모터의 경우에는 원형 혹은 선형의 톱니를 이용해 회전운동을 회전운동이나 직선운동으로 바꾸어 로봇의 특정부위를 움직인다. 공사장에 흔히 보이는 포크레인을 움직이는 유압의 예를 살펴보자. 관절과 관절에 피스톤이 있고 그 피스톤의 양끝 쪽에 호스가 있다. 한쪽 호스에 기름이 들어가면 피스톤이 밀리면서 포크레인의 관절이 펴지거나 굽혀진다. 백화점이나 아파트 현관의 자동문은 전기모터의 회전운동을 톱니를 이용해서 직선운동으로 바꾸어 문짝을 움직이는 예이다.

로봇이 물체를 감지하는 방법도 여러 가지가 있다. 적외선이나 초음파를 발사하여 반사되어 돌아오는 모양을 보고 물체를 감지하기도 하고 단순히 로봇의 몸체에 스위치를 달아 로봇이 어디에 닿게 되면 스위치가 눌리도록 하여 물체를 판단하기도 한다. 최근에는 로봇에 카메라를 설치하여 마치 사람처럼 그 영상을 분석하여 물체를 판단하는 기술이 많이 개발되고 있다. 예를 들어, 아파트의 지하주차장 입구와 출구의 양쪽에 적외선 램프와 센서를 설치해 두면, 차나 사람이 이곳을 통과할 때 경고등이 켜진다. 이것은 적외선이 물체에 의해 가로막히는 것을 감지하여 물체가 지나가고 있음을 판단하고 작동하는 것이다.

그간의 로봇은 앞에서 살펴 본 원리와 같이 단순히 사람의 명령이나 파악한 데이터 분석을 기반으로 동작을 했다. 그러나 현재 부상하고 있는 지능형 로봇은 외부환경을 인식하고, 스스로 상황을 판단하여 자율적으로 동작한다. 물론 그렇게 동작할 수 있게 사람이 처음에 프로그래밍을 하겠지만 지능형 로봇은 처음의 프로그래밍을 바탕으로 스스로 학습하여 더 발전시킬 수 있다. 또한 과거의 로봇의 경우는 지식과 명령을 통해 프로그래밍된 명령이나 그 지식에 맞춘 동작이나 행동만을 수행했는데, 현재의 로봇은 주변의 상황과 새로운 데이터를 지속적으로 감지, 학습하여 새로운 자료와 정보를 이용하여 동작을 수행할 수 있다.

2. 로봇의 유형과 최신 활용 동향

1) 로봇의 유형

일반적으로 로봇의 유형은 산업용(제조) 로봇과 서비스 로봇으로 구분하면서 유형을 나눌 수 있다. 산업용 로봇은 각 산업의 제조현장에서 제품의 생산에서 출하까지 공정 내 작업을 수행하는 로봇이다. 이 로봇은 다양한 작업을 수행할 수 있는 동작을 통해 물체, 부품, 도구 등을 목적에 맞게 이동시킬 수 있도록 재프로그래밍이 가능한 기계장치이다. 산업용 로봇은 공장자동화로봇과 협동로봇으로 구분된다. 먼저 공장자동화로봇과 협동로봇을 큰 틀에서만 설명하면 공장자동화로봇은 인간과 교감이 없이 독립적인 공간에서 정해진 규칙에 의해 일하는 기계장치이다. 대표적으로는 자동차 조립, 용접이나 도장을 하는 로봇 등이 포함된다. 그리고 협동로봇은 인간과 같은 공간에서 교류하며 인간과 작업을 협동해서 수행하는 로봇으로 무거운 것을 대신 들어 준다던가 정밀작업을 진행해 준다던가 하는 로봇이다.

협동로봇은 산업용 로봇에 포함되지만, 전통적인 제조업용 로봇과는 달리 스스로 사람을 인식하고 움직임을 멈추기 때문에 한 공간에서 작업자와 함께 일하는 것이 가능하기 때문에 산업용 로봇에서 따로 구분하기도 한다. 설치 및 운영의 용이함, 다양한 센서가 탑재되어 안정성이 높기 때문에 의료, 서비스, 식음료 등 서비스 분야까지 그 쓰임새가 확장되고 있다. 인간과 협력하여 더욱 정밀하고 다양한 작업이 가능한 협동로봇의 수요는 엄청나게 증가하여 2030년에는 8조원 가까이 성장할 것으로 예측된다.

서비스 로봇은 인간의 생활범주에서 서비스를 제공하는 로봇으로 전문서비스 로봇과 개인서비스로봇으로 나눌 수 있다. 전문서비스 로봇은 물류, 의료, 농업, 건설, 군수, 공공 등 각 전문 분야의 작업을 지원하는 서비스 로봇을 말한다. 개인서비스 로봇은 가사, 헬스케어, 여가 지원, 교육 및 연구, 기타 개인이나 가정 등의 서비스를 대신해주는 로봇을 말한다.

2) 로봇의 최신 활용 동향

예전에는 산업용 로봇이 주류를 이룬 반면 서비스 로봇은 교육용과 청소로봇 뿐이었다. 그런데 로봇기술이 디지털 기술과 융합되고 인공지능이 발전하면서 다양한 분야에서 더 좋은 기능과 성능의 로봇들이 등장하기 시작했다. 여기에 코로나19 팬데믹은 로봇을 비대면 서비스의 대표 제품으로 부각시켰다. 코로나로 인해 방역, 물류, 상품 배송, 푸드, 안내, 텔레프레즌스, 의료, 돌봄 등 분야를 중심으로 로봇 도입이 활발히 이루어지고 있다. 현재 로봇 활용이 높아지고 있는 산업 분야로는 의료, 헬스, 제조, 물류창고, 고객지원, 식당, 상품배송 분야를 들 수 있다. 대표적인 최신의 로봇 활용 사례를 정리해 보면 다음과 같다.

가) 방역 로봇

코로나19가 처음 발병한 초기에는 대부분의 국가에서 방역에 많은 어려움을 겪어야 했다. 그러나 최근 코로나 팬데믹 사태를 겪으면서 많은 로봇기업들이 방역, 살균 로봇을 속속 발표하면서 방역이 한결 수월해졌다. 자외선(UV) 또는 노즐 방식 분무기가 결합된 자율주행

형태의 살균 소독 로봇, 오존 수를 이용한 소독 로봇은 병원, 공항, 역, 호텔, 식당 등 사람들이 많이 모이는 곳에서 큰 역할을 하고 있다.

나) 배송 로봇

코로나 이후 병원, 레스토랑, 호텔, 사무실 등에서 배송 로봇이 큰 역할을 하고 있다. 병원에서는 혈액 검체, 처방약, 수액, 진단시약, 소모품 등과 같이 수시로 운반해야 하는 다양한 물품을 배송하는 데 활용되면서 인건비를 절감시켜 주고 있다. 신종 코로나 바이러스 확진자들을 수용하는 요양 시설에서도 무인 운송 로봇을 활용해 식사 배달과 쓰레기 회수 등 서비스를 제공하고 있다. 레스토랑에서는 음식을 서빙하는 로봇을 운영하고 있다. 최근에는 호텔에서 투숙객에게 로봇을 이용해 호텔내 쇼핑, 또는 무료 쇼핑 서비스를 통해 와인·배개·애완동물용 간식·수건·식료품을 제공한다.

다) 푸드 로봇

푸드 로봇은 높은 인건비 부담, 음식과 인간 간 접촉 최소화, 쿡 서비스 수요 증가, 자동화에 대한 필요성 증가, 음식에 대한 안전 규제 강화 등으로 인해 도입이 급격히 증가하고 있다. 미국에서는 샐러드 요리 로봇이 코로나19 최전선 의료진에게 음식을 만들어 제공함으로써 배고픔 해소에 크게 기여했다는 평가를 받고 있다.

3. 급성장 로봇 기술 및 산업별 응용

1) RPA

가. RPA의 개념

RPA(Robotic Process Automation, 로봇 프로세스 자동화)는 사람이 하던 반복적인 태스크를 소프트웨어 로봇이 대신하는 것이다. "로봇 프로세스 자동화"라고 하면 공장에 있는 물리적 로봇이 떠오르겠지만, RPA에서는 오직 소프트웨어 봇만 사용한다. 대부분의 RPA 툴은 개별 워크스테이션에서 실행되며 학습을 통해 데이터베이스에서 스프레드시트로 데이터 행을 옮기는 것과 같은 반복 태스크를 수행한다. 개별 봇이 엄청난 양의 단순 태스크를 부지런히 처리하는 동안 기업의 이익이 쌓여 간다. RPA는 광범위한 BPM(비즈니스 프로세스 관리) 전략에 따라 조직의 운영 효율성을 높이는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

나. RPA의 활용과 이점

RPA는 양식 기입, 청구서 작성과 같은 단순 작업부터 고객 서비스, 문제 해결과 같은 복잡한 작업에 이르기까지 이전에는 사람이 했던 반복적인 소프트웨어 태스크를 봇으로 자동화한다. 한 가지 대표적인 RPA 활용 사례는 애플리케이션 간에 데이터를 이동하는 상호 작용을 자동으로 처리하여 사일로화를 방지하는 것이다. 봇은 사람이 사용하는 것과 동일한 사용자 인터페이스에서 사람이 하는 작업(예: 클릭, 복사하여 붙여넣기 작업)을 할 수 있다.

RPA의 가장 큰 장점 중 하나는 단순성이다. 일반적으로 개발 기술이 없는 최종 사용자도 RPA 봇을 학습시켜 배포할 수 있다. 배포된 봇은 즉시 유용한 작업을 수행하기 시작하며 하루 24시간 매우 저렴한 비용으로 작업을 계속할 수 있다. RPA 솔루션은 리스크가 낮고

잠재적 ROI(투자수익률)가 높다.

RPA를 통해 워크플로를 간소화하여 조직의 수익성 및 유연성을 개선하고 변화에 더 빠르게 대응할 수 있다. 또한 직원의 일상적인 업무에서 지루한 작업을 제거하여 직원 만족도, 참여도 및 생산성을 높일 수 있다. RPA는 다른 요소에 영향을 미치지 않으면서도 빠르게 구현이 가능하기 때문에 이를 통해 빠르게 디지털 혁신을 실현할 수 있다.

결론적으로 RPA가 세계에서 가장 빠르게 성장 중인 엔터프라이즈 소프트웨어라고 알려져 있는데, 그 이유는 ① 투자 수익(ROI) 신속하게 큰 폭으로 증대, ② 초기 투자 비용 최소화, ③ 기반 시스템에 중단을 일으키지 않음, ④ 많은 코딩을 필요로 하지 않는 빌드 환경, ⑤ 전사적 규모 확장 등이라 할 수 있다.

다. RPA와 AI의 상관관계

RPA 소프트웨어 로봇은 AI와 흡사하며, 이 분야는 RPA에 더 많은 AI 기능을 통합하는 방향으로 급속히 변화하고 있다. 하지만 현재 대부분의 RPA 봇은 AI적인 특성, 즉 시간이 지날수록 학습을 통해 진화하는 능력이 결여되어 있다. RPA 봇은 일련의 반복적인 규칙 기반의 태스크를 수행하도록 훈련을 받으며 일반적으로 작업 중 학습을 하지는 않는다. 자동화된 태스크에서 무언가 달라져도 평범한 RPA 봇은 이를 알아차리지 못하므로 다시 훈련시켜야 한다.

그러나 AI와 RPA가 서로 보완해가고 있다. 한 가지 예는 RPA 프로세스 중 의사 결정이 필요한 시점에 심층 신경망을 사용하여 이미지를 인식하는 것이다. AI의 의사결정 능력을 RPA의 생산성 향상 능력과 통합하기 위한 솔루션을 출시하는 RPA 공급자들이 점차 증가하고 있다.

2) 로봇과 딥 러닝의 융합

딥 러닝(Deep Learning)은 이미 인공지능 차원에서 학습한 바와 같이, 인공지능의 한 분야로 인간의 학습 능력과 같은 기능을 컴퓨터에서 실현하고자 하는 기술 및 기법을 의미한다. 이러한 딥러닝이 로봇이 스스로 학습·융합할 수 있도록 해 로봇의 행동인식 분야에서 새 장을 열고 있다. 사람 표정과 행동을 따라 하는 것에서 한 발 더 나아가 스스로 실수를 반복하면서 연습을 통해 해법을 찾는 로봇이 등장한 것도 딥 러닝을 이용했기 때문이다. 시각·청각·촉각에다 위치와 경사도 등을 감지하는 센서에 AI가 가세해 감성까지 갖춘 가정용과 산업용, 재난구호용 로봇 등이 속속 개발되고 있다.

예를 들어, '컴퓨터 비전' 기술처럼 로봇에 카메라 하드웨어를 장착해 물리적 데이터를 처리한다. 또 원거리의 모호한 센서 데이터를 해석하기 위해 선형적 지식 트레이닝, 데이터 캡처 등의 기술을 통한 '자기주도학습'을 적용한다. '보조 공학 및 의료 기술'을 로봇에 적용해 장애인 및 노인 보조, 운동 치료 등에 사용하기도 한다. '다중 에이전트 학습'을 통해 개별 로봇 간 협력을 가능하게 해 로봇이 복잡한 임무를 수행하게 할 수도 있다.

3) 라이다(lidar) 착용 자율이동로봇

고정된 영역에서 작업을 수행하던 로봇이 물품을 나르거나 이동하면서 작업을 진행하는 자율이동로봇(AMR : Autonomous Mobile Robot) 및 서비스로봇 등의 수요가 높아지고 있다. 이동형 로봇이 안정적으로 움직이기 위해서는 라이다(LiDAR) 센서의 역할이 중요하다. 로봇이 최적 경로를 찾아 목적지에 도달하기 위한 공간 매핑, 장애물 및 위험 회피 등의 기능을 제공하기 때문이다. 기존에는 자동차용이 주류를 이뤘던 라이다센서가 로봇용으로도 개발이 진행되면서, 이동시 안전성을 높이는 이슈와 함께 로봇 제조시 다양한 디자인 설계를 위한 무게와 크기도 중요한 요구 사항이 되고 있다.

대표적인 활용 사례는 미국 육군의 정찰 업무에서 볼 수 있다. 즉 미 육군은 환경 변화를 탐지하는 업무에 라이다 기술이 적용된 로봇을 적극 활용하고 있다. 자율이동로봇에 라이다 센서를 장착해 물체를 감지하고 레이저 빔을 통해 거리를 측정하고 있다. 라이다 장착 자율이동로봇을 활용함으로써 군인이 놓칠 수 있는 미세한 3D 환경 변화를 감지하고 위험 지역을 탐색함으로써 정찰 등의 업무를 최적화하고 있는 것이다.

4) 휴머노이드

헨슨 로보틱스(Hanson Robotics)는 최근 의료보조용 로봇간호사 '그레이스'를 개발했다. 휴머노이드(humanoid) 로봇 간호사인 '그레이스(Grace)'는 코로나19로 인해 부족해진 간호 인력을 보충하고 노인 요양 시설을 보조하기 위해 개발된 것이다. 그레이스는 인공지능 업체 싱귤러리티 스튜디오(Singularity Studio)와 협업을 통해 영어, 만다린어 등 여러 언어를 사용해 대화 요법을 통한 치료 서비스를 제공한다. 48개 이상의 주요 안면 근육을 사용하여 사회적 상호작용이 가능한데, 이는 열화상 카메라를 탑재해 사람의 체온 및 맥박 반응 등을 측정함으로써 가능해진 것이다.

영국의 로봇 제조기업 엔지니어드 아트스(Engineered Arts)는 인간과 매우 유사한 표정과 움직임을 구현하는 휴머노이드 '아메카(Amecca)'를 유튜브 영상을 통해 공개했다. 아메카는 엔터테인먼트 분야에서 사용할 용도로 제작됐으며 CES 2022에서 전시되었다.

5) 양자 컴퓨팅 (quantum_computing)

양자 컴퓨팅(quantum_computing)이란 얽힘(entanglement)이나 중첩(superposition) 같은 양자역학적인 현상을 활용하여 자료를 처리하는 계산 방식을 말한다. 양자 컴퓨팅은 한 개의 처리 장치에서 여러 계산을 동시에 처리할 수 있어 정보 처리량과 속도가 지금까지의 컴퓨팅 방식에 비해 매우 뛰어나다는 특징을 가지고 있다. 그러나 양자 컴퓨터의 본격적인 상용화 시점은 오류 내성을 갖추고 수백만 큐비트까지 올라가는 2030년대 후반으로 전망되고 있다. 무한한 가능성을 가진 양자 컴퓨터 시장을 선점하기 위한 글로벌 경쟁이 뜨겁게 펼쳐지고 있다.

양자컴퓨팅 기술의 상용화가 아직 멀었지만, 이 기술로 로봇의 '학습 속도'를 개선하기 위한 연구도 본격화되고 있다. 양자 컴퓨팅 기술이 측각 추론, 가상현실을 통한 모방 학습, 미래 시각화를 위한 딥러닝, 실수를 통한 학습 등 로봇의 학습 속도 향상에 도움이 된다는 연구가 네이처(Nature)지에 수록되었다. 로봇 학습 과정이 복잡해짐에 따라 양자 컴퓨팅의 중첩(superposition) 현상을 통한 자료 처리 방식이 속도 개선에 유용하다는 것이다.

제조 분야에서 발견, 설계, 제어, 공급에 양자컴퓨팅이 적용되도록 하는 가능성도 제기되었다. 양자 컴퓨팅은 일반적인 컴퓨터 대비 복잡한 분자 구조에 대한 포괄적 모델링을 가능하게 해 재료 및 약학 발전을 지원할 것이다. 또한 복잡한 하드웨어 시스템 내의 구성 요소들의 상호작용을 시뮬레이션하여 시스템 부하, 부하 경로, 소음을 계산하고 전체 제조 시스템 내에서 최적화를 실현해 줄 것이다. 양자 컴퓨팅은 데이터들의 새로운 상관관계를 찾아 소프트웨어 등의 기능을 최적화 하는데 유용할 것이다. 아울러 디지털 공급망에서 양자 컴퓨팅은 의사결정을 가속화하고 위험 관리를 강화해 운영비용을 낮추고 판매 손실을 낮추는데에도 유용할 것이다.

6) 물류 '구독형 로봇 서비스(RaaS)'

구독형 로봇 서비스 로봇 혹은 서비스형 로봇(RaaS, Robot as a Service)은 고객이 필요한 특정 기능을 서비스의 개념으로 제공하는 구독 비즈니스 모델이다. 기업은 이러한 서비스형 로봇을 활용해 필요한 대로 규모를 확장하거나 축소할 수 있게 됐고, 중소기업들도 서비스 옵션에 접근이 용이해졌다. 최근에는 추가 인력이나 인프라에 대한 값비싼 투자의 대안으로 서비스형 로봇이 주목받고 있으며, 이에 따라 RaaS 요금제를 도입하는 로봇 기업이 증가하고 있고, 엔드 유저들은 이제 로봇을 구매하지 않고도 로봇의 혜택을 누릴 수 있게 됐다.

물류업계에도 RaaS가 도입되고 있다. 물류 RaaS는 물류로봇이 필요할 때 필요한 만큼만 구독해서 사용하는 서비스이다. 이 서비스의 출현으로 인해 자본력이 부족한 기업이 큰 비용 부담 없이 물류 자동화 혜택을 누릴 수 있는 비즈니스 모델이다. 고객 기업은 고가의 기계를 구매하는 대신 클라우드에서 필요한 로봇 기능만 다운받아 사용해 자동화 혜택을 누리면서 오작동 등 유지관리 문제를 해결하면서 비용을 절감할 수가 있다. 로봇과 시스템이 업데이트 되더라도 구입하거나 신규 계약을 체결하지 않아도 된다. 현재 물류 분야 모바일 로봇 총 매출 중 6~8%가 RaaS에서 발생하는 것으로 추산되며, RaaS 수요가 증가하고 있어 RaaS 매출 비중은 더욱 확대될 전망이다.

RaaS는 크게 클라우드 컴퓨팅 파워 활용, 클라우드로부터 다운로드, 외부 조건에 맞는 서비스 등 3가지 유형이 존재한다. 첫째, 클라우드 컴퓨팅 파워 활용 유형은 물체인식과 음성인식 등 로봇의 컴퓨팅 능력에 한계가 있는 경우 클라우드 서비스의 컴퓨팅 파워를 이용해 문제를 해결한다. 둘째, 클라우드로부터 다운로드받는 유형은 로봇 제어 프로그램, 컴포넌트, 콘텐츠 등을 다운로드해 사용한다. 셋째, 외부 조건에 맞는 서비스 유형은 디지털 기기 등 리소스를 자동으로 파악해 외부 사항에 맞는 서비스 제공하는데, 리소스 스펙이 바뀌면 자동으로 서비스 내용이 재구성되기도 한다.

물류센터에서의 RaaS 도입 이점은 비용 절감, 유연성과 확장성 확보 등 3가지를 들 수 있다. 먼저 모바일 로봇을 도입할 초기 비용은 복잡한 고정 자동화 시스템 설치비보다 저렴하지만 자본력이 부족한 중소기업에는 부담이 아닐 수 없다. 그렇지만 RaaS는 초기 투자비용을 줄일 수 있고, 모바일 로봇 시스템의 운영을 중단해도 비교적 적은 손실만 발생할 뿐이다. 둘째, 기업은 시장 변화에 신속하게 대응하는 운영이나 생산의 변경이 필요한데, RaaS를 활용하면 언제든지 모바일 로봇 시스템을 시작하거나 종료할 수가 있다. 셋째, 고정 자동화에 비해 얻을 수 있는 강점 중 하나는 플릿(fleet) 규모 확대가 용이하다는 것이다. 예를 들어, 임시직 노동자를 구하기 어려운 피크 기간에는 모바일 로봇 RaaS를 통해 단기간에 서비스 규모를 확대해 생산 역량을 강화하는 등 탄력적으로 대응할 수가 있다.

한 예로 중국 포워드X(ForwardX Robotics)사의 포워드X RaaS 솔루션을 들 수 있다. 포워드X는 물류 자동화를 뒷받침하는 모바일 로봇 '플렉스(FLEX)'와 '맥스(Max)'를 이용한 '서비스형 로봇(RaaS)' 솔루션을 출시하였다. 이 RaaS 솔루션은 제조 공장에서 원료 전달과 생산 과정에서의 물품 및 완제품 이동은 물론 창고 내 입하·보충·피킹·포장 및 배송 전반에 걸친 상품 이동을 최적화하면서 물류시설 핵심 공정 개선을 자동 수행하여 구독 기업에게 생산성 제고 및 인건비 절감 효과를 창출하도록 도와준다.

7) 스마트 로봇과 풀필먼트 센터의 결합

일반적으로 풀필먼트(Fulfillment) 센터에서는 매일 수천 개의 팔레트에서 물품 꾸러미를 풀고 옮기게 되는 작업이 이루어진다. 그런데 작업시마다 오작동이 발생하거나 작업자의 부상 혹은 피로도 증가로 크고 작은 안전사고가 발생하고 비용도 증가한다. 그런데 스마트 로봇이 도입되면 이런 문제는 상당수 해결될 수 있다. 각각의 로봇 강점들이 워크플로에서 결합되면 총합 이상 효과가 발생하는데, 이들 결합은 강력하고 새로운 시너지 효과를 창출한다.

대표적 예가 미국 하니웰사의 '스마트 플렉시블 디팔레타이저(Smart Flexible Depalletizer, SFD)'와 기존 '자율주행로봇(Autonomous Mobile Robot)'의 결합을 들 수 있다. SFD는 팔레트에서 화물을 꺼내 컨베이어에 옮기는 작업을 자동화하기 위한 로봇으로서 컴퓨터 비전(computer vision), 기계학습(machine learning), AI 및 그리핑(gripping) 기술이 접목되어 사전 프로그래밍 없이 단일 및 혼합 재고관리단위(Stock Keeping Unit, SKU) 팔레트를 임의의 순서나 패턴으로 자동 처리하는 작업을 수행한다. 자율주행로봇은 카메라·라이다·적외선 센서 등 최신 디지털 기기로 수집한 각종 정보를 이용, 주변 환경을 탐지하고 장애물을 피하면서 목적지에 도달하여 팔레트나 카트를 옮기는 등 반복적 운반 작업을 수행한다.

여기서 결합은 자율주행로봇이 전체 팔레트를 디팔레타이저 셀에 전달하고, 팔레트가 해체되면 SFD가 빈 팔레트를 자동 파악해 교체한 뒤 빈 팔레트를 다시 자율주행로봇을 통해 반출하는 방식으로 이루어진다. SFD는 근로자 대신 물품을 직접 들어 올리는 등 처리 작업을 수행하고, 자율주행로봇은 팔레트나 카트를 옮기는 등 반복적 운반 작업을 대체한다. SFD는 다양한 자동 반입·반출 옵션을 제공할 뿐 아니라 복수의 팔레트를 운반하는 자율주행로봇과 결합됨으로써 풀필먼트 센터에 노동 가용성 제고, 탄력적 운영, 예측 가능한 일관성과 안정성 제공이라는 3가지 편익을 창출한다.