

[특집] 포스트 코로나 시대에 급속히 진전한 로봇틱스 4.0혁명

로봇틱스 4.0 혁명이란

모든 사업 도시로의 로봇 확대와 로봇 생태계를 통한 수평분업 · 민주화

코미야 마사히토 (小宮昌人)

이와사키 하루나 (岩崎はるな)

CONTENTS

- I. 로봇의 진화와 로봇틱스4.0
- II. [로봇틱스 1.0~2.0] 로봇 도입기부터 산업 로봇 보급 · 로봇 생태계 보급
- III. [로봇틱스 3.0] 사람과 협조하는 로봇 · 이동 로봇의 발전으로 인한 활용 영역 확대
- IV. [로봇틱스 4.0] 로봇 플랫폼을 통한 「로봇의 민주화」와 로봇 생태계

요약

1. 코로나 팬데믹으로 비접촉 운영 · 서비스가 요구되면서 산업 전반과 도시 영역에까지 로봇 혁명인 「로봇틱스 4.0」이 진행되고 있다.
2. 사람과의 협동 기능, 장애물, 사람과의 충돌을 피할 수 있는 이동 기능, 시뮬레이션 · 디지털 트윈 기술의 발전 등이 로봇틱스 4.0을 지원하고 있다.
3. 더불어 로봇 운영체제(OS) 기술을 제공하는 플랫폼 기업을 비롯한 로봇 생태계도 정비되고 있다. 로봇 사업에 진출하려는 기업은 이들 기업과 연계하고 고도의 로봇 생태계를 활용함으로써 신규 참여가 수월해진다.
4. 그동안은 로봇 전문 회사에 의해 사업이 확장되었지만, 누구든 로봇 기업이 될 수 있는 로봇의 민주화 · 수평분업이 추진되었다. 이들 로봇틱스 4.0의 임팩트와 구조 변화를 고려한 전략 검토가 중요하다.

I. 로봇의 진화와 로봇틱스 4.0

1. 로봇틱스 4.0이란

코로나 팬데믹으로 인해 로봇의 활용이 급속히 확산되고 있다. 지금까지는 제조업 생산 라인의 산업용 로봇 도입이 중심이었다. 그러나 안전을担保한 협동 기능이나 장애물, 사람과의 충돌을 피할 수 있는 이동 기능, 디지털 트윈을 비롯한 시뮬레이션 기술 등의 기술 혁신과 코로나19 사태로 비접촉 운영·서비스가 요구되는 가운데, 로봇의 적용 영역이 산업 전반과 도시·생활 영역으로 대폭 확대되고 있다. 표 1은 확대된 주요 로봇 영역을 제시한 것으로, 작업 로봇은 각 산업의 특성을 바탕으로 영역별로 발전하는 한편, 이동·운송 로봇은 전 영역의 공통 기능으로서 확대가 진행되고 있다.

이처럼 급속한 확산세를 보이고 있는 로봇은, 그 발전 과정에 여러 단계가 존재한다. ①로봇의 여명기 ②표준화 ③협조·이동 기능을 통한 영역 확장 ④로봇의 수평분업·민주화의 4단계를 각각 로봇틱스 1.0~4.0으로 정의하겠다. 로봇틱스 4.0으로의 진화와 발전 단계는 다음과 같다(그림 1).

[로봇틱스 1.0] 사람의 단순 작업·중노동의 기계화

로봇틱스 1.0은 산업용 로봇의 여명기를 나타낸다. 사람이 직접 하던 3D 업종·고부하 업무를 로봇이 대체하기 「시작」한 단계였다. 이 단계에서 로봇은 첨단 기술이었으며, 상당히 높은 가격이었다. 그런 이유로 자동차 등 일부 얼리어답터 업계·기업에만 도입된 제한적인 상황이었다.

[로봇틱스 2.0] 산업용 로봇을 통한 로봇 활용의 표준 및 일반화

로봇틱스 2.0은 산업용 로봇을 표준화한 단계이다. 대형 로봇 기업들이 참여하며 가격 하락과 라인업·선택의 폭이 확대되었다. 이와 함께 고객에게 판매하는 상사(商社), 그리고 엔지니어링·설치까지 지원하는 로봇 시스템 인테그레이터(로봇 Sier)와 같은 대리점 네트워크가 정비됨으로써 제조업을 중심으로 단번에 로봇 활용이 표준화되었다. 더불어 IoT 플랫폼 등 로봇 운용을 지원하는 툴이 갖추어지는 단계였다.

[로봇틱스 2.0] 산업용 로봇을 통한 로봇 활용의 표준 및 일반화

현 단계인 로봇틱스 3.0은 그간 안전 펜스가 있어

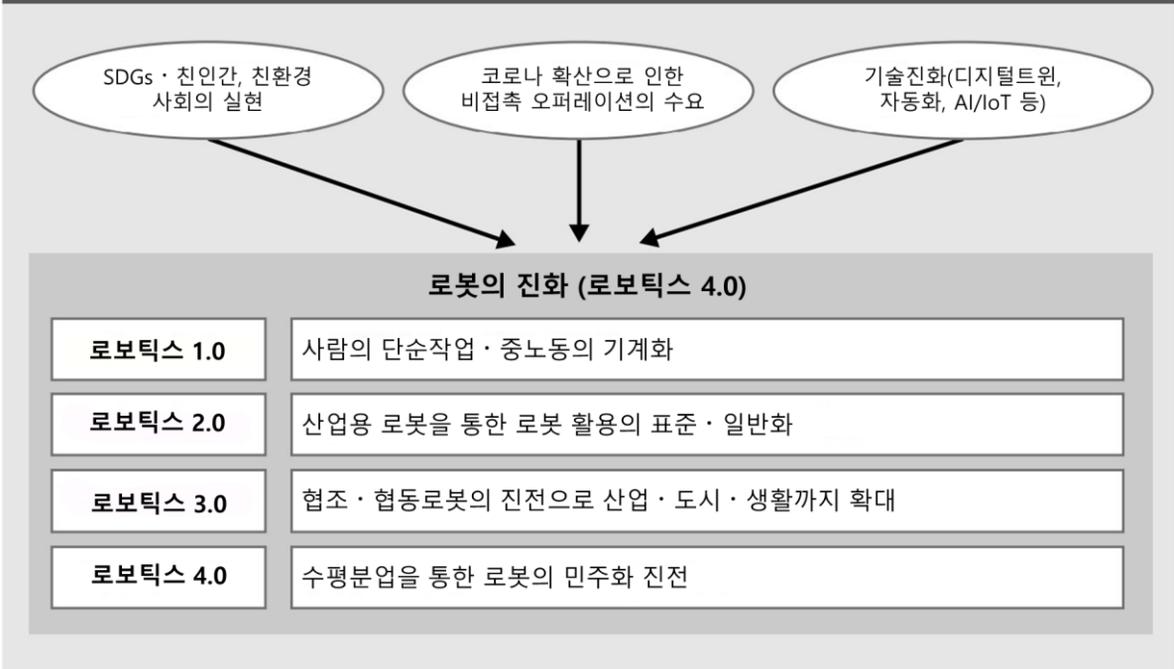
표1 로봇의 적용 영역 확대

영역		작업로봇	이동/운반로봇
비즈니스 용도	제조업	가공·조립·도장 등의 로봇, 협동로봇(근로자와 함께 일할 수 있도록 개발된 로봇)	운반로봇(AGV/AMR)
	건설업		건설운반로봇
	물류창고	암피킹로봇	무인운반로봇(GTP), 운반로봇(AGV/AMR), 피킹지원 자율로봇, 분류로봇
	물류배송	—	라스트원마일 배송로봇
	의료	수술로봇	병원내 운반로봇 등
	서비스업	진열로봇	서비스·운반로봇
	음식점	조리로봇	배식·안내로봇
	빌딩·도시	인프라 로봇	정비·청소·배송·안내로봇
		가사로봇(정리)	퍼스널 모빌리티로봇, 청소로봇, 커뮤니케이션로봇(이동하지 않는 것도 포함)

영역별 특성에 따라 로봇을 전개+협조형 로봇이 등장

공통영역으로서 각 영역에 급속히 확대

그림1 로봇화 진행 배경과 로봇틱스4.0으로의 진화



작업자와 격리된 상태에서 가동되던 「산업 로봇」에 이어서 사람과 협동이 가능한 「협동 로봇」이 도입되며 대상 공정이 넓어졌다. 또 장애물이나 사람과의 충돌을 피해 이동할 수 있는 기능을 결합하면서 제조 · 건설 · 물류 · 의료 · 서비스업 등의 산업 외에 빌딩이나 도시 영역으로까지 확대되고 있다.

[로봇틱스 4.0] 수평분업을 통한 로봇 민주화의 진전

여기에 기존 로봇 전문 제조사가 전개하던 구조 자체가 변화한 것이 로봇틱스 4.0이다. 로봇 OS 기술을 제공하는 플랫폼 기업을 비롯해 로봇 생태계가 정비되면서 누구나 로봇 제조 기업이 될 수 있는 민주화 · 수평분업이 진행되고 있다. 이에 따라 로봇의 부가가치가 하드웨어 기술에서 「실현하고자 하는 사회나 운영 · 비즈니스 목적을 위해 로봇을 활용」으로 변화하고 있다.

2. 디지털과 물리 세계의 접점으로 로봇의 역할 확대

제4차 산업혁명, Society5.0 같은 디지털과 물리적 세계가 밀접하게 연계되며 시뮬레이션 기반으로 검토되는 구조가 산업 전반으로 확산되고 있는데, 그중 로봇의 역할 및 중요성이 커지고 있다. 디지털 영역의 시뮬레이션 결과를 실제 기계인 로봇에

피드백함으로써 현실 세계로 피드백하는 접점이 된 것이다. 로봇의 확산에는 시뮬레이션을 통해 로봇 제어를 최적화하는 디지털 트윈 기술이 중요한 역할을 하고 있다(그림 2).

전술한 바와 같이 로봇이 디지털 공간과 물리적 공간의 접점이 되고 있으며, 그 인풋으로 디지털 트윈이나 메타버스의 존재가 커지고 있다. 인더스트리 4.0을 비롯해 산업 전반에서 디지털 트윈을 통한 시뮬레이션 프로세스가 확산되는 동시에 그 시뮬레이션 결과를 로봇 제어에 피드백하는 기술이 급속히 발전하고 있다. CES 2022에서도 소프트웨어로부터 보스턴 다이내믹스를 인수하는 등 로봇 강화를 꾀하고 있는 현대자동차의 「메타버스를 로봇 동작의 인프라로 만들겠다」라는 프레젠테이션이 있었다. 현대자동차 CEO는 「사람의 이동을 로보틱스와 메타버스 플랫폼을 이용해 현실 세계와 연결하면서 무한히 확장시켜 나가겠다」라고 밝힌 바 있다.

일본 스타트업에도 메타버스와 로봇의 융합을 도모하는 기업이 다수 나오고 있다. 예를 들어 농업 로봇 스타트업인 AGRIST(아그리스트)는 메타버스 공간상에서 수확 로봇을 원격 시뮬레이션하고 그것이 실제 농지에서 로봇 제어로 연동되는 형태의 원격 농업을 검토하고 있다. 이러한 흐름은 과소화가 진행되는 농업지대의 과제를 해결할 하나의 방법이 될 잠재력을 가지고 있다 (그림 3).

그림2 로봇영역에서의 디지털 트윈의 역할

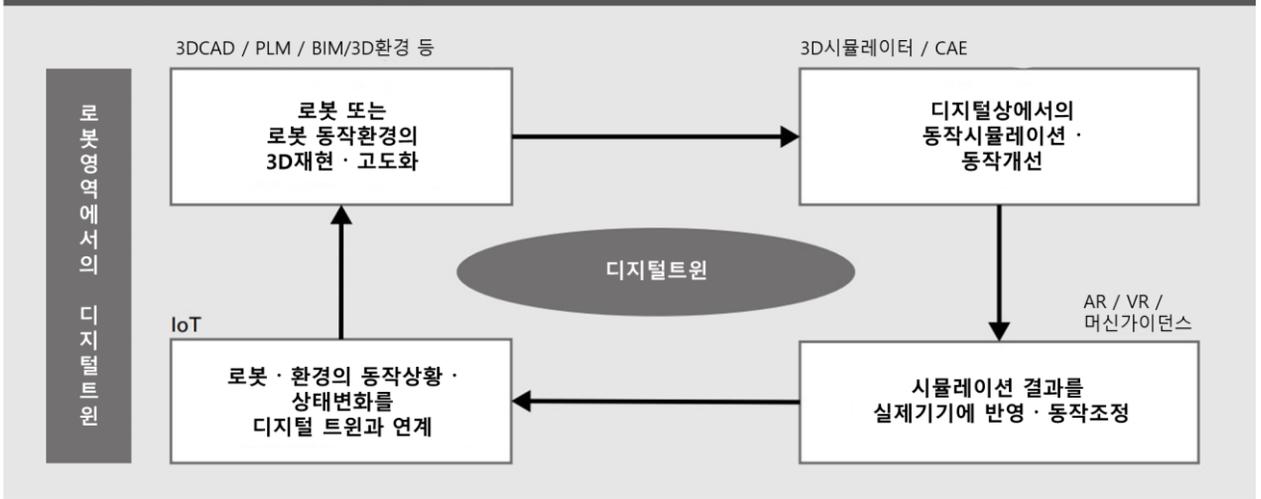
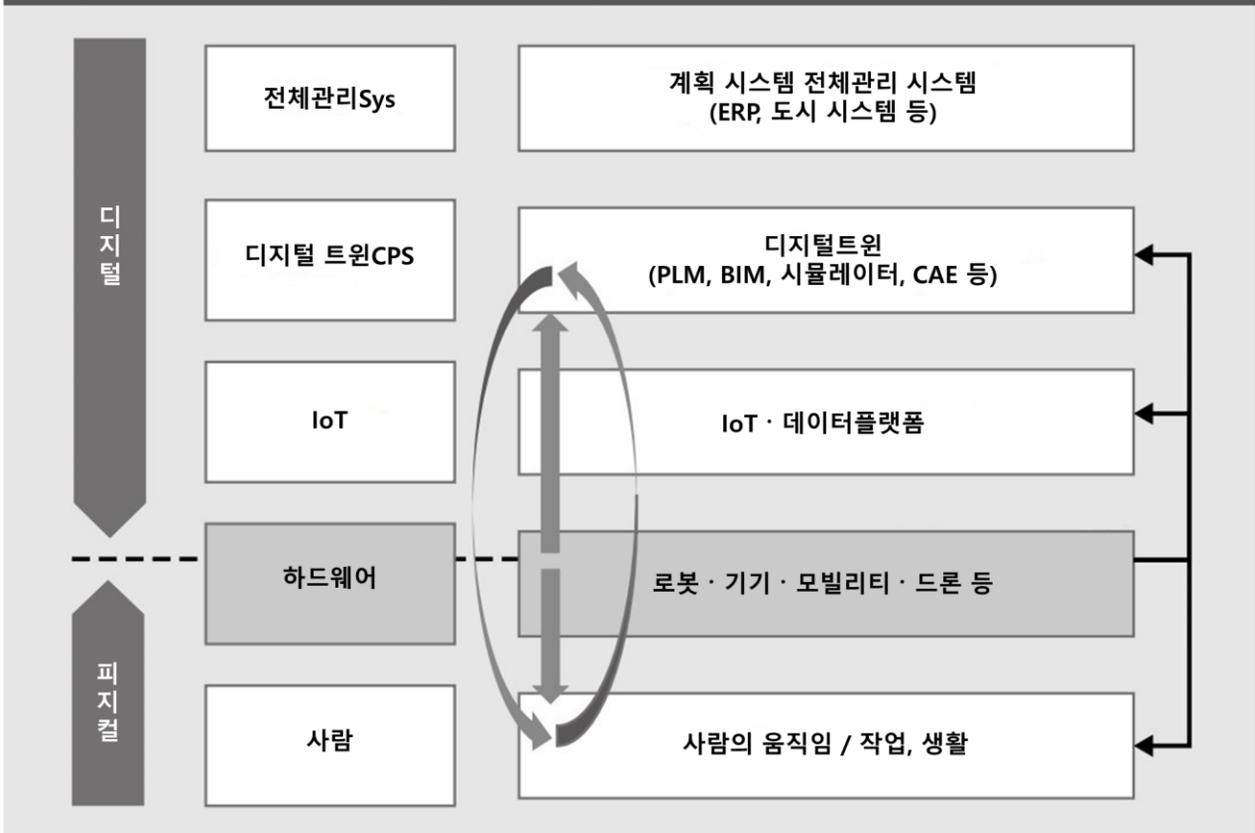


그림3 디지털과 물리세계의 접점으로서의 로봇의 위치



3. 로봇 스타트업의 현재 상황

CES 2022에서 일본 스타트업인 Piezo Sonic(피에조 소닉)이 개발한 상품 배송용 자율이동 로봇인 「Mighty-D3」가 혁신상을 수상했다. 로봇 그 자체보다도 광범위한 영역에 제공하는 가치로서 서비스나 로봇을 활용한 오퍼레이션이 좋은 평가를 받는 추세였으며, 로봇의 가치가 하드웨어에서 시스템 전체로 이동하고 있음을 시사한다.

로봇의 사회 적용을 위한 기술 개발로 표준 모듈 개발이 좋은 평가를 받았다. 예를 들어 그림 4에 나온 것처럼, 스위스 Leica Geosystems의 로봇 개체에 부착 가능한 자율형 레이저 스캐닝 모듈 「Leica BLK ARC」나 네덜란드 Avular의 이동 로봇을 위한 하드웨어와 소프트웨어 모듈로 구성된 End to End 솔루션 「The Essentials」, 미국 Lumotive의 LiDAR를 이용한 3차원 센싱 솔루션 「Lumotive Meta-Lidar Platform」 등도 혁신상을 수상했다.

이들 표준 모듈의 개발은 로봇 개발자가 기초 부분의 설계 개발에서 벗어나 사용자를 더 의식한 서비스 개발에 집중할 수 있도록 기여하고 있다.

특정 영역에 특화된 로봇 오퍼레이션에서는 프랑스 Naïo Technologies가 포도밭용 잡초 제거 팜로봇 「Ted」로 상을 받았다. 또 소독·청소용 자율이동 로봇으로 중국 UBTECH Robotics의 「ADIBOT-A」와 홍콩 Avalon SteriTech와 일본 소프트뱅크 로보틱스가 공동 개발한 AI탐재 세척 소독용 2in1 로봇 솔루션 「Whiz Gambit, 2-in-1 AI-powered cleaning & disinfection Solution」 등이 수상했다.

또한, CES 2021에 이어 CES 2022에서도 다수 수상한 부분이 가정용 로봇이다. 한국 Macroact의 고양이형 커뮤니케이션 로봇 「Maicat」과 중국 Landzo Technology가 아동용 가정교사 로봇 「Quincy Drawing Robot」으로 상을 받았다. Quincy Drawing Robot은 그림 그리는 법, 영어 단어 스펠링, 간단한 연산 등을 가르쳐 주는 가정교사 같은 어플로 로봇과 AI 기술의 융합 솔루션이 사람들의 삶에 침투하기 시작했음을 알 수 있다 (표 2).

II. [로보틱스 1.0~2.0] 로봇 도입기부터 산업 로봇 보급·로봇 생태계 보급

로보틱스 4.0의 임팩트를 알아보기 전에 우선 그 역사를 되돌아보고자 한다. 로봇 여명기부터 산업

용 로봇 보급기인 로보틱스 1.0~2.0에 대해 간단히 살펴보겠다.

1. 로보틱스 1.0 : 산업용 로봇의 탄생·여명기(미국 유니메이션의 세계 최초 산업 로봇 개발과 가와사키 항공기의 국산화)

산업용 로봇의 아이디어는 1954년 미국인 엔지니어 조지 데볼(George Devol)이 제기했다. 이후 기업인이자 「로봇의 아버지」로 불리는 조셉 엔겔버거(Joseph Engelberger)가 조지 데볼과 만나 산업용 로봇 개발을 전문으로 하는 벤처기업 유니메이션(Unimation)을 1961년 설립한다. 유니메이션이 다음 해 1962년에 세계 최초의 산업용 로봇 「유니메이트」의 시제품을 완성한 것이 실용기의 기원이다. 자동화를 추진하는 미국 제너럴모터스 다이캐스트 공장에 도입한 것을 계기로 실용화했다. 이것이 로보틱스 1.0의 시작이다.

일본에서는 일본에 진출하려던 유니메이션이 가와사키 중공업의 전신인 가와사키 항공기공업과 제휴해 국산화함으로써 산업 로봇의 역사가 시작되었다. 1969년에 투입된 「가와사키 유니메이트 2000」이 일본 최초의 국산 로봇이다 (그림 5). 고도 경제성장기에 자동차 대중화가 본격화되면서 3D 노동으로 불리던 자동차 공장의 용접 공정에 로봇이 도입되었다^주.

그림4 CES2022로 보는 하드웨어에서 시스템 전체로 이동하는 로봇의 가치

<p>운반용 자율이동로봇</p> <p>Mighty-D3 (Piezo Sonic / 일본)</p> 	<p>이동로봇 개발 모듈</p> <p>The Essentials (Avular 社 / 네덜란드)</p> 	<p>세정·소독용 이동로봇</p> <p>Whiz Gambit (Avalon SteriTech 社 / 홍콩)</p> 	<p>고양이형 커뮤니케이션로봇</p> <p>Macroact (Maicat 社 / 한국)</p> 
<p>자율 레이저 스캐닝 모듈</p> <p>Leica BLK ARC (Leica Geosystems 社 / 스위스)</p> 	<p>센싱 플랫폼</p> <p>Lumotive Meta-Lidar Platform (Lumotive 社 / 미국)</p> 	<p>농업용 제조로봇</p> <p>Ted (Naïo Technologies 社 / 프랑스)</p> 	<p>드로잉 로봇</p> <p>Quincy (Landzo 社 / 중국)</p> 

표2 CES2022의 Innovation Award를 수상한 로봇 관련 스타트업

카테고리	기업	본거지	제품·서비스명	개요
센싱기술	Leica Geosystems社 (Hexagon Group)	스위스	Leica BLK ARC	로봇 캐리어 장착이 가능한 로봇맵을 위한 자율형 레이저 스캐닝 모듈
	Lumotive社	미국	Lumotive Meta-Lidar™ Platform	Lumotive사의 소형 라이더 센서, 리얼타임 제어 소프트웨어, 레퍼런스 시스템 디자인으로 구성된 모빌리티 업계 최소 및 가장 가성비 좋은 3D센싱 솔루션
	CYGBOT CO., LTD.	한국	CygLiDAR_H2 (2D / 3D Dual Solid State LIDAR)	2D와3D를 동시에 측정하는 Solid State LIDAR
로봇개발 모듈	Avular社	네덜란드	The Essentials; The Ultimate Building Blocks for Mobile Robots	모듈식 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 세계최초의 모바일 로봇을 위한 End to End 솔루션
협동로봇	Industrial Technology Research Institute社	대만	RGB-D AI Robot	3D카메라와 MEMS레이저 스캔 프로젝터의 통합 및 오토라벨링 기술을 통한 고정밀 물체인식을 실현, 스마트 3D비전을 세계 최초로 표준 탑재한 협동로봇. 소형으로 로봇팔 탑재도 용이
운송용 자율이동로봇	Piezo Sonic Corporation	일본	Mighty-D3	운송용 자율이동로봇으로 탑재 카메라 및 센서기술을 통해 목적지까지 자동주행이 가능. 라스트원마일용으로 시가지나 병원, 고층맨션에서 비접촉·비대면 물류·안내를 실현
농업용 로봇	John Deere社	미국	See & Spray	컴퓨터 비전과 기계학습을 활용하여 식물과 잡초의 차이를 인지, 잡초에만 제초제를 정확하게 산포하는 선진기술을 탑재한 농업용 잡초로봇
	Monarch Tractor社	미국	Monarch Tractor, MK-5	세계 최초의 완전 전동·드라이버옵션의 스마트 트랙터
	Naïo Technologies社	프랑스	Ted	로봇 공학과 AI를 조합시킨 포도밭 전용의 스마트 와인 양조 솔루션. 토양을 보호하고 노동조건을 개선
소독/청소용 자율이동로봇	UBTECH Robotics社	중국	ADIBOT-A	자율형 자외선 소독로봇 솔루션. 복수의 플로어 플랜을 독립적으로 탐색하여 바이러스 등에 대한 소독 프로그램 및 맵핑이 가능
	Hills Engineering co.,ltd. / 韓瑞大学校	한국	Hey-Bot (AI-based, Smart Disinfection&Guide Robot)	AI에 의한 자율운전소독 안내로봇. 컨벤션센터, 병원, 음압 병동 등에서의 응용이 기대된다
	Avalon SteriTech社	홍콩	Whiz Gambit - 2-in-1 AI-powered cleaning & disinfection solution	Avalon SteriTech사와 소프트뱅크 로보틱스그룹이 공동 개발한 AI 탑재 세정·소독용 2in1로봇 솔루션. 세계적인 호스피탈리티 그룹, 쇼핑몰, 학교, 오피스 등에서 신뢰할 수 있는 파트너로서 활약중
가정용 청소로봇	BONA Robot社	중국	BONA BV351AA Robot Vacuum Cleaner	대형가옥용으로 특별히 설계된 레이저 내비게이션 로봇 청소기. AI 시각인식과 TOF 기술의 서포트로 레이저 헤드의 획기적인 자동승강 설계를 통해 복잡하고 다양한 지상 환경에서 조작시 인간과 같은 반응이 가능. 자외선에 의한 살균 기술도 탑재
	ECOVACS社	중국	DEEBOT X1 OMNI	자동청소·자동배출을 위한 스테이션을 가진 가정용 청소로봇. 고도의 청소기 기능, 걸레 기능, 지도작성 기능, 내비게이션 기능이 탑재되어 핸드프리 청소를 실현
가정용 동물형 커뮤니케이션 로봇	Macroact社	한국	Maicat	AI 로보틱스 기술을 통해 사용자의 공감과 개인 맞춤형 체험을 창출하는 고양이형의 소셜로봇. 수동 기능센서 기술에 의해 가정내에서 내비게이션이나 조작을 실시하고, 또 서드파티앱을 통해 다른 스마트홈 테크놀로지와의 통합도 가능
가정용 교육형 커뮤니케이션 로봇	Landzo Technology社	중국	Quincy Drawing Robot	교육완구에 주력하는 Landzo Technology사가 제공하는 어린이용 가정교사로봇. 대상연령은 3~8세로 그림 그리는 방법이나 영단어의 스펠링. 간단한 산수 등을 가르쳐 주는 가정교사와 같은 앱. 영어, 러시아어, 프랑스어, 스페인어, 우크라이나어, 헝가리어 등에 대응

2. 로봇틱스 2.0 : 산업용 로봇 표준화

이후 1979년 오일쇼크로 인한 경기 침체 속에서 생산 합리화 · 인력 절감이 진행되면서 1980년은 산업용 로봇 보급의 원년으로 여겨진다. 그 전 단계에는 다음과 같은 각종 산업용 로봇 대형 기업이 로봇에 진출 · 투자를 실시했다.

- 1973년 : 독일의 Kuka가 세계 최초의 전기식 6축 구동 로봇을 개발
- 1974년 : 후지쯔에서 독립한 파낙이 로봇을 자사에 도입
- 1977년 : 야스카와전기가 일본 내 최초로 전기식 산업용 로봇을 투입
- 1978년 : ABB(스위스)의 전신인 ASEA가 산업용 로봇을 투입

제조업을 중심으로 자동화가 진전되면서 많은 산업용 로봇 제조사의 참여로 제조 현장에서 로봇 활용이 일반화 되었다. 현재는 표 3을 비롯한 많은 공정에서 산업용 로봇이 활용되고 있다.

3. 로봇 Sler · 대리점 네트워크의 확대

로봇틱스 2.0 산업 로봇의 일반화 · 보급에 필수적인 요소였던 것이 로봇 Sler(Systems Integrator)를 비롯한 대리점 네트워크의 존재이다. 로봇 제조사가 고객에게 직판하는 경우도 있지만, 상당수는 고객 기반을 가진 대리점을 통해 도입되었다. 제조 라인을 비롯한 로봇의 활용에는 하드웨어인 로봇 뿐만 아니라 주변기기, 소프트웨어 등을 고객이 요구하는 운영 방식에 따라 조정 · 통합할 필요가 있기 때문이다.

로봇 기업의 대리점은 고객의 요구에 따라 설치까지 담당하는 로봇 Sler과 하드웨어 제공만을 담당하는 상사 · 판매 대리점으로 크게 나뉜다. 그러나 로봇 활용 공정이 복잡해지고 고객들의 요구 사항이 높아지면서 상사 · 판매 대리점 기능만 하던 기업도 Sler의 능력을 추가하는 일이 증가했다. 넓은 고객 접점과 제안 역량을 보유한 로봇 Sler을 생태계에 어떻게 통합할지가 중요하기 때문에 로봇 제조사는 로봇 Sler 등의 대리점에 각종 교육을 제공하고, 자사의 로봇을 능숙하게 사용하고 있는 고객 제안을 실현하기 위해 지원하고 있다(그림 6).

이러한 로봇 시스템 Sler 중에서도 고객의 라인을 일괄적으로 담당하는 라인빌더라고 불리는 플레이어도 등장했다. 라인빌더는 제조 라인의 구상설계 · 상세설계부터 기기 · 소프트웨어 조달, 설치 · 시운전까지 일괄 담당한다. 미국, 유럽이나 신흥국에서는 많은 제조업이 라인빌더에게 라인 도입을 의뢰하는 구조로 되어 있으며 독일의 Duerr나 이탈리아의 Comau, 프랑스의 Fives, 히타치 제작소가 인수한 미국의 JR Automation, 캐나다의 ATS Automation 등의 대기업 라인빌더가 탄생했다.

반면 일본에서는 제조업의 내부 생산기술 부문이

표3 산업용 로봇의 주요 용도

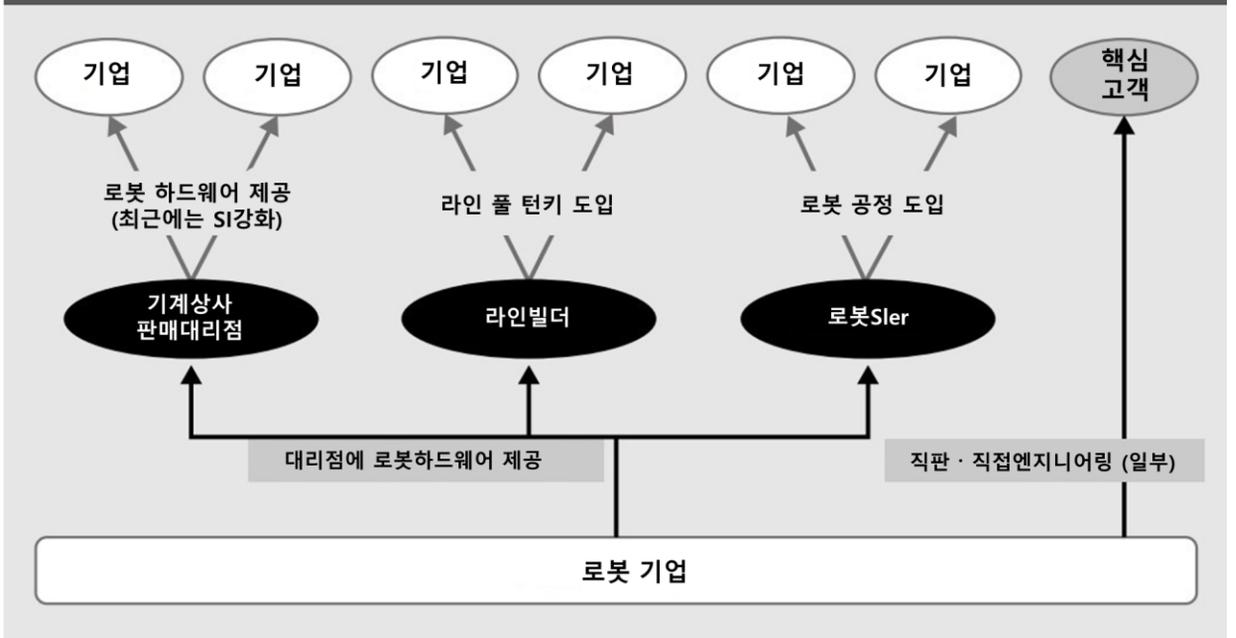
산업용 로봇의 주요 용도			
용접	조립	조립	수지형성
FPD / 반도체	기계가공	입출하	도장
머티리얼 핸들링	피킹	포장	운반

그림5 최초의 일본 국산 산업로봇 「카와사키 유니메이트2000형」(왼쪽) 과 자동차공장에서의 가동(오른쪽)



출처) 가와사키 중공업 웹사이트
https://robotics.kawasaki.com/ja1/anniversary/history/history_02.html

그림6 로봇 기업의 상품유통과 대리점 네트워크



라인을 설계한 후에 개별적으로 발생하기 시작한 업무를 로봇 Sler에 의뢰하는 구조이다. 그래서 히라타기공이나 산요기공 같은 일부 대형 라인 빌더를 제외하면 중소 로봇 Sler이 많다. 일본의 로봇 Sler은 2018년 설립된 FA · 로봇 Sler 협회에 206개 기업이 소속되어 있지만, 실제로는 1,000개 이상 존재하는 것으로 추정된다.

제조업의 라인빌더처럼 각 영역에서 로봇을 포함한 토탈 엔지니어링 기업이 탄생했다. 물류창고 분야에서는 다이후쿠(DAIFUKU), 무라타기계, 도요타 자동직기와 같은 자동창고나 컨베이어 등의 머티리얼 핸들링 기기 기업이 창고의 기기 전체를 토탈로 엔지니어링하는 구조가 발생했다. 식품 제조에서는 아지노모토나 기린 등의 대기업이 엔지니어링 외판 부문을 통해 식품 엔지니어링 기업이 되었다. 플랜트 영역에서는 닛키 · 도요엔지니어링 · 지요다가공과 같은 플랜트 엔지니어링 기업이 있다. 로봇의 하드웨어 기술 자체가 서서히 범용화하면서 로봇을 도입한 기업의 바람직한 경영과 운영을 고려한 기기 활용을 통합적으로 제안하는 플레이어의 중요성이 커졌다.

Ⅲ. [로보틱스 3.0] 사람과 협조하는 로봇 · 이동 로봇의 발전으로 인한 활용 영역의 확대

로보틱스 3.0에서 제조업을 중심으로 시작된 로봇

도입은, 비즈니스 용도로 건설업이나 물류업 등으로 확대되며 사람과 협동이 가능해지면서 서비스 로봇과 이동 로봇이 많은 영역으로 확산되고 있다. 비즈니스 용도에서 생활 용도, 도시 생활용으로까지 확산되고 있는 로봇 3.0에서의 로봇의 발전에 대해 크게 두 가지 트렌드로 살펴보겠다.

트렌드1 협조 · 협동 로봇 · 서비스 로봇으로 발전

그동안 산업에서 로봇은 공장 내 자동화 용도로 안전 펜스에 둘러싸여 작업자로부터 격리된 상태에서 사용되는 「산업 로봇」이 주류였다. 그러나 최근에는 안전 펜스 없이 사람과 같은 영역에서 동작하는 「협동 로봇」이 활용되기 시작했다. 활용처로는 산업용 로봇과 마찬가지로 자동차업계, 전자, 금속 · 기계가공 등의 제조업이 과반수를 차지하지만, 앞으로는 로봇 활용이 많지 않았던 3품 산업(식품 · 화장품 · 의약품)과 서비스업에도 활용이 확대될 전망이다.

주요 기업으로는, 덴마크의 기술 클러스터인 오덴세 로보틱스에서 배출된 Universal Robots(UR)이 출하 대수 기준으로 약 30%의 점유율을 갖고 있지만, 중국 로봇 기업인 AUBO, TM, 스위스 로봇 기업 ABB, 독일 KUKA, 일본 업체 가와사키중공업과 같은 협동 로봇 전문 기업의 진입과 산업용 로봇 기업의 협동 로봇 사업 전개가 이루어지고 있다.

협동 로봇의 가장 큰 특징은 사람과 공존할 수 있다는 점이며, 인력이 필요한 작업의 대체 또는 인

표4 AGV와 AMR

위치 · 루트의 인식방법	AGV (Automatic Guided Vehicle)	AMR (Autonomous Mobile Robot)
장애물 대응	<ul style="list-style-type: none"> 바닥에 붙은 자기 테이프나 가이드에 따라서 주행 (고정루트) 	<ul style="list-style-type: none"> 카메라나 LiDAR 등의 SLAM을 통해 공장·창고·점포 등 주행 영역내의 환경지도 생성과 자기 위치 추정을 실시, 자동으로 루트를 생성하여 이동 (자율루트)
	<ul style="list-style-type: none"> 장애물 인식은 가능하지만 회피는 안됨 사람이나 장애물을 인식하면 정지, 등 	<ul style="list-style-type: none"> 사람을 비롯하여 장애물을 인지하고 회피가능, 사람과의 협동이 가능
이미지	 <p style="text-align: center;">샤프 AGV</p>	 <p style="text-align: center;">라퓨타 로보틱스 AMR</p>

출처) 샤프, 라퓨타 로보틱스

간과의 협동을 위해 활용된다. UR은 비교적 저렴한 가격과 간단한 통합 · 운용을 통해 그것을 해결하고자 한다. 예를 들어 U의 간이하나 독자적인 트레이닝 프로그램인 UR 아카데미를 제공해 유저 자신이 조립 · 설치할 수 있는 구조를 제공하거나 액세서리라고 불리는 어플리케이션을 배포함으로써 유저가 구입 후에 바로 사용할 수 있는 상태(플러그 앤 플레이)를 실현했다.

이러한 액세서리는 로봇의 활용 용도가 확대되면서 자사에서 전개하기에는 한계가 있다. 그런 이유로 UR은 자사 제품은 로봇 암 부분에 특화하고 액세서리는 타사 연계(UR+프로그램)를 통해 확충하고 있으며, 현재 100개 이상의 기업이 참가하는 생태계를 구축했다.

트렌드2 이동형 로봇을 통해 모든 산업, 도시, 생활로 확대

전술한 것처럼 협동 로봇의 탄생으로 인해 그동안 자동화 · 성인화(省人化)가 이루어지지 않았던 사람과의 협조 영역에 로봇 도입이 가능해지기 시작했다. 게다가 장애물이나 사람과의 충돌을 피할 수 있는 이동 기능과 융합하게 되어 그 활용 영역은 기존의 공장이나 건설 현장을 벗어나 물류창고, 상업 시설, 도시 등 사람의 생활에 더 가까워진 영역으로 확대되고 있다.

(1) 이동 로봇 분류(AGV/AMR)

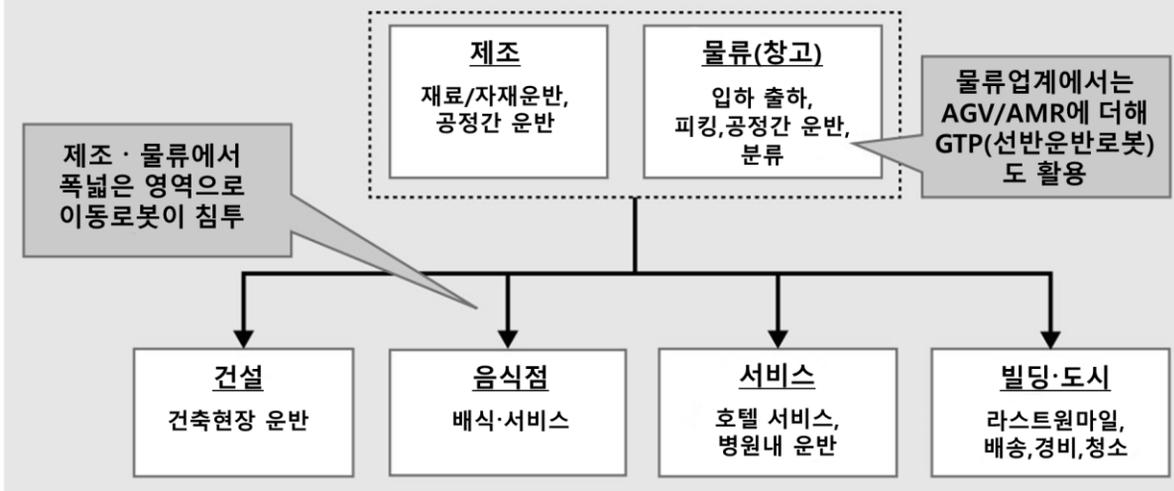
여기서 먼저 이동 로봇의 분류를 살펴보겠다.

최근 들어 폭넓은 업계로 급속히 확산되며 로봇 혁명을 일으키고 있는 이동 로봇은 ①자기(磁氣) 테이프나 가이드에 따라서 고정 루트를 주행하는 AGV(Automated Guided Vehicle)와 ②자율주행하는 AMR(Autonomous Mobile Robot) 두 가지로 크게 나뉜다. AMR은 카메라나 LiDAR 등을 통한 센싱 정보를 바탕으로 자기 위치 추정과 환경 지도 생성을 동시에 수행하는 SLAM(Simultaneous localization and mapping) 기술을 활용하여 사람과 장애물을 피해서 자동으로 루트를 생성하여 이동한다. 고정적인 자기 테이프 루트 등에 제약을 받지 않고 모든 장소에서 사람과 협동한 이동 로봇 활용이 가능해진다 (표 4).

(2) 각 영역으로 확대되는 이동 로봇

코로나19 팬데믹으로 비접촉 운영이 요구되면서 이전부터 이동 로봇이 활용되던 제조나 물류에 국한되지 않고 폭넓은 업계로 도입이 확산되면서 「이동 로봇 혁명」이 진행되고 있다. 자율주행 AMR이 탄생함에 따라 고정 경로 이동 AGV와 비교해 유연한 대응이 가능해졌으며, 실외 활용도 가능해졌다. 그 결과로서 공장 · 창고 같은 시설부터 건축 현장, 음식점이나 호텔 등의 서비스, 도시까지 로봇이 확산되고 있는 것이다.

그림7 이동로봇의 폭넓은 산업으로의 확대 · 침투



그리고 로봇이 확산되는 데 있어서 초기 투자액이 장벽이었지만, 월정액 과금제나 이용형으로 로봇을 제공하는 Robotics as a Service(RaaS)라고 불리는 기업으로 인해 도입 허들이 낮아지며 침투가 가속화되고 있다. 이동 로봇은 자동화의 보틀넥이었던 변화에 대응할 수 있는 유연한 운영을 실현하는 열쇠가 되는 동시에 중량물 운송이나 보행 부담 등 사람의 부하를 낮추고 지속 가능한 운영을 뒷받침하는 각 산업의 비즈니스 모델이나 오퍼레이션에서 변혁이 될 것이다(그림 7).

①각 산업으로 확산되는 이동 로봇 : 제조업

제조업은 다른 업계에 비하면 자동화가 진전되었지만, 자재의 운송이나 공정과 공정을 연결하는 공정간 운송은 토요타 생산 방식에서는 「미즈스마시」라고도 불리는 배송 작업자가 인력으로 담당하는

케이스가 많았다. 그러나 소비자 니즈가 다양해지고 기존의 대량생산에서 다품종 소량 생산이나 주문형 제작 등 제조 방식이 유연한 생산으로 변화하면서 그동안 보급되던 AGV와 더불어 AMR의 도입이 진행되고 있다. 배송뿐만 아니라 이동 로봇의 상단에 암로봇을 부착해 움직이면서 작업하는 로봇도 도입하는 추세이다(그림 8).

②각 산업으로 확산되는 이동 로봇 : 물류 (창고)

물류 업계는 로봇이 비교적 늦게 도입된 업계였지만, EC(전자상거래) 수요가 증가하고, 프로세스가 복잡해지면서 유연한 운영이 요구되는 동시에 심각한 인력 부족으로 급속히 자동화가 진행되고 있다. 사람이 담당하던 피킹 공정을 어떻게 자동화하여 부담을 줄일 것인가 하는 관점과 한번 설치하면 고정 루트로만 배송해야 하는 컨베이어를 대신할

그림8 제조업에서 제조를 지원하는 이동로봇



출처) 쿠카, 보쉬

융통성 있는 배송 수단이라는 관점에서 이동 로봇에 대한 주목이 높아진 것이다.

물류에서는 AGV, AMR에 가세해 GTP(Good to Person)라고 불리는 선반을 배송하는 이동 로봇도 활용되고 있다. QR코드 등 센싱을 통해 물류 센터 바닥면을 이동해 이동식 선반 아래로 들어가 창고 작업자 근처까지 선반째 상품을 배송하는 로봇으로 피킹 공정을 효율화한다. Amazon이 인수해 자사 물류 창고에 대규모 도입한 「Kiva 시스템」이 유명하지만, 그 밖에도 중국 알리바바가 출자해 자사 창고에 대규모 도입한 「Geek+」나 히타치 제작소가 만든 「Racrew」등 여러 기업이 참여하고 있다(그림 9)

③각 산업으로 확산하는 이동 로봇 : 서비스업

서비스업에서는 음식점의 서빙 로봇이나 호텔의

서비스 제공 로봇, 병원에서의 이송 로봇 등이 검토되고 있다. 점포 수가 많아서 자사에서 로봇 도입에 투자하는 것이 어려운 경우나 도입 노하우를 가지고 있지 않은 곳도 많기 때문에 월액 등 변동 비용 형태로 도입을 제안하는 동시에 운용에 맞는 구입 컨설팅을 실시하는 것이 중요하다. 소프트뱅크 등은 월액으로 음식점에 렌탈하는 형태로 도입 장벽을 낮추며 사업을 전개하고 있다(그림 10).

④각 산업으로 확산하는 이동 로봇 : 건설업

건설업에서는 건축 현장 자재 운반 등에서 AMR 도입이 검토되고 있다. 이미 완성된 장소가 아닌 매일 진행 상황에 따라 변화하는 현장에서 운반을 수행하려면 고정 루트가 아닌 AMR로 매번 루트를 생성하고 자율주행을 실시할 필요가 있다. 도면과 실제 건축 현장에 차이가 존재한다는 점, 주행 루

그림9 물류업계의 이동로봇



출처) 왼쪽 : Geek+의 선반운반 GTP 오른쪽 : GROUND의 픽킹 AMR

그림10 서비스업의 이동로봇



출처) 왼쪽 : 소프트뱅크 로보틱스 「Servi」 오른쪽 : 파나소닉 「Hospi」

루트에 단차가 있다는 점, 외부 환경에 대응할 필요가 있다는 점 등 업계 특유의 과제에 적합한 로봇 개발이 필요하다.

또한 건설업계는 예산의 주체인 건설회사와 실제로 로봇을 활용하는 시공사(하청회사)가 다른 구조이기 때문에 앞서 언급한 RaaS처럼 도입하기 쉬운 방법을 어떻게 제공할 것인가도 논점이다(그림11).

⑤ 각 산업으로 확산하는 이동 로봇: 도시·빌딩

도시에서 이용되는 이동 로봇에는 다음과 같은 로봇이 검토되고 있다.

먼저 경비·청소·관내 배송 로봇이다. 빌딩 내는 부동산 개발업자들의 사유지이자 제한된 공간이기 때문에 공공도로와 비교해 로봇을 도입하기 쉽기 때문에 경비·청소·관내 배송 로봇 등이 이미 대형 부동산 개발업자가 보유한 빌딩을 중심으로 도입되고 있다. 빌딩 내에서는 로봇을 사무실, 건물의 출입 보안이나 엘리베이터와 어떻게 연계할 것인지가 논점이다(그림 12).

다음으로 라스트 원마일 배송 로봇이다. 라스트 원마일 배송이란 상품 출하 후 물건이 고객에게 도착하는 최후의 접점까지 배송하는 것을 가리킨다. 목적지나 루트가 다양해 표준화가 어려운 점이나 건별 배송에 부과되는 단가가 한정적이기 때문에 창고 업무 등과 비교하면 자동화가 진행되지 않았던 영역이었다. 그러나 최근 EC 수요 증가로 인한 배송 부담의 증가나 배송 인력 부족, 과소 지역 대응이라는 관점에서 드론 배송과 함께 배송 로봇을

그림11 건설업의 이동로봇



출처) 시미즈건설

통한 라스트 원마일 배송 대응이 진행되고 있다. 공공도로를 달리기 위한 규제 완화 대응이나 보행자나 자동차 등과의 손해배상을 고려한 로봇 보험 정비 등이 필요하다(그림 13).

IV. [로보틱스 4.0] 로봇 플랫폼을 통한 「로봇 민주화」와 로봇 생태계

로보틱스 3.0으로 로봇 적용 영역이 큰 폭으로 확대되며 일반화가 진행되었지만, 로보틱스 4.0에서는 로봇 산업이 수평분업화되면서 전문 로봇 회사

그림12 경비·청소·관내 배송로봇의 예



시크센스(SEQSENSE): 자율이동형 경비로봇 SQ-2



소프트뱅크 로보틱스: 청소로봇 Whiz



QBIT : 관내 배송로봇

출처) 시크센스, 소프트뱅크 로보틱스, QBIT Robotics

그림13 라스트 원마일 배송로봇



ZMP : DeliRo



가와사키중공업 : 배송로봇 (티어4, 손해보험재팬과의 실증실험)

출처) 왼쪽 : ZMP 웹사이트 <https://www.zmp.co.jp/products/lrb/deliro>

오른쪽 : 가와사키중공업, 티어4, 손해보험재팬 뉴스 공개자료 https://khi.co.jp/pressrelease/news_210831-1.pdf

가 아니라도 누구든 로봇 기업이 될 수 있는 「로봇 민주화」가 진행되었다. 전자기기를 비롯한 제조업에서는 제조를 자체적으로 실시하는 구도에서 폭스콘 등의 EMS(수탁 제조 기업)나 라인 도입을 수행하는 라인빌더 등 각종 위탁 업체(Outsourcer)의 등장으로 수평분업이 진행되었다. 로봇 산업도 마찬가지로 수평분업이 진행되면서 전문기업이 아니어도 디지털 기술이나 위탁 업체를 활용함으로써 신규 진입이 가능해졌다. 표 5에는 로봇틱스 1.0~4.0에서 일어난 변화 드라이버와 각각의 경쟁요인을 제시했다.

1. 로봇 생태계 구조

이러한 수평 분업화된 로봇의 생태계 구조를 나타낸 것이 그림 14이다. 로봇 제조사와 도입 기업이

나 로봇틱스 2.0의 구도에서 언급한 대리점 · Sier 네트워크와 함께 로봇 플랫폼(OS나 동작 기능을 제공)이나 알고리즘 기업 · ROS 커뮤니티, 로봇 주변기기 · 컴포넌트, 로봇 보급을 뒷받침하는 외부 환경 · 인프라 같은 생태계가 중요해졌다.

2. 로봇의 민주화를 돕는 「로봇 플랫폼」의 등장

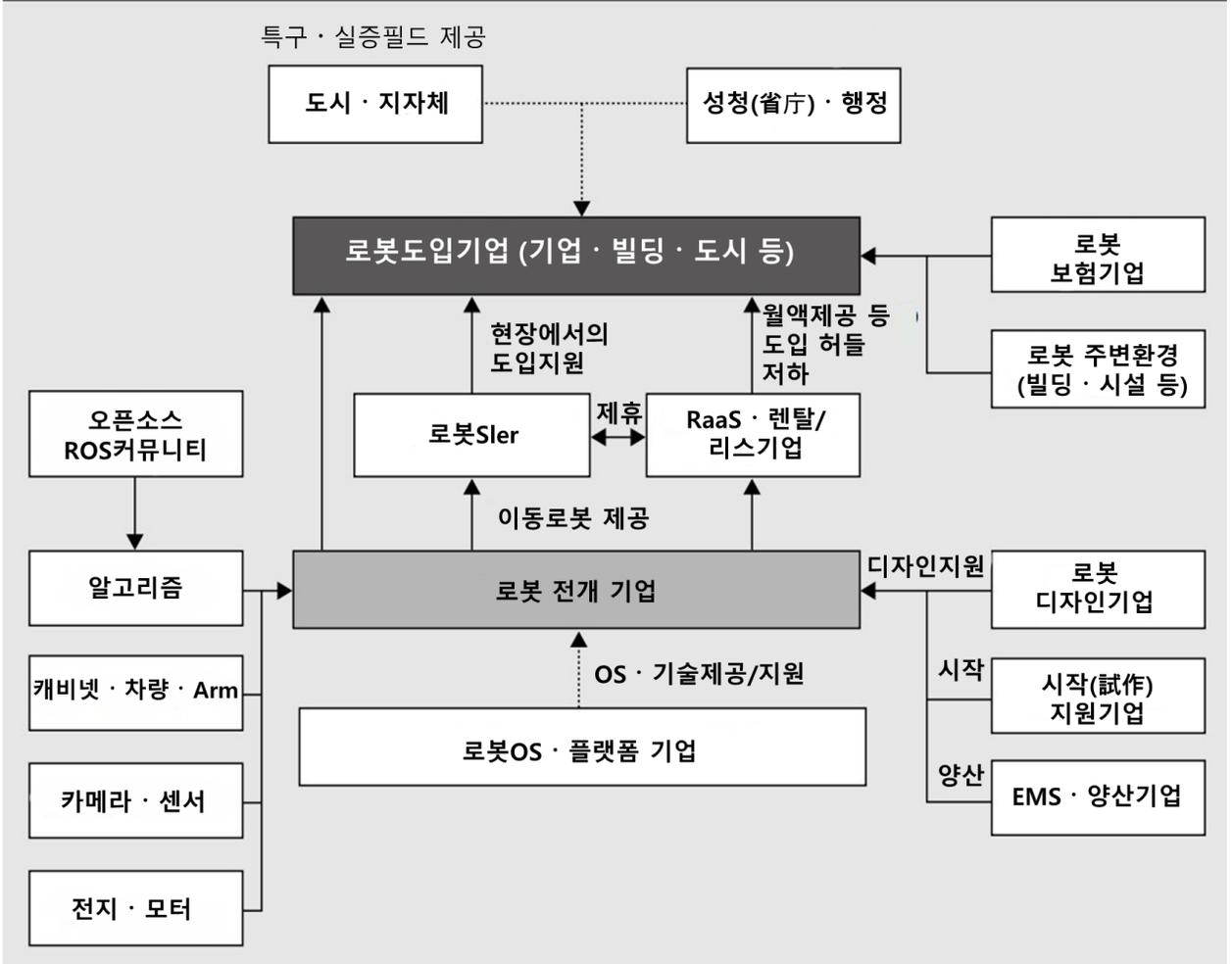
로봇 기술을 지원하는 OS 플랫폼을 제공하는 플레이어도 등장하고 있다. 이들을 활용하면 신규 참여 기업도 고도의 로봇 오퍼레이션을 실현할 수 있다.

예를 들어 자율주행 로봇인 AMR을 전개하기 위해서는 자기 위치 추정 · 지도/루트 생성이나 인물 · 물체 인식, 장애물 회피 등 고도의 기술이 필요한데 이들의 토대가 되는 OS · 기능을 제공해 로봇사

표5 로봇틱스1.0~4.0의 변화 드라이버와 경쟁요인

	개요	변화 드라이버	경쟁요인
로봇틱스1.0	사람의 단순작업 · 중노동의 기계화	로봇 하드웨어 개발, 비용삭감 등	로봇의 하드웨어 기술, 중노동의 대체 · 용도확대
로봇틱스2.0	산업용 로봇의 로봇활용의 표준 · 일반화	모듈 · 인터페이스의 표준 · 공통화, 용도별 솔루션 개발 등	인터그레이터의 대리점 네트워크 형성, IoT 등의 서비스 제공
로봇틱스3.0	협조 · 협동로봇의 진전에 의한 산업 · 도시 · 생활로 확대	협동 · 협조기능, 자율이동기능 등	업계 특성에 대응한 도입 검토 · 파트너
로봇틱스4.0	수평분야에 의한 로봇 민주화의 진전	로봇 OS 등	로봇을 활용한 과제해결 · 비즈니스/오퍼레이션 변화

그림14 로봇에 관한 생태계



사업에 진출하려는 기업을 지원하는 플랫폼도 등장하고 있다. 예를 들면, 소니 그룹은 지금까지의 제품개발로 축적한 로봇 기술이나 세계 최고의 시장 점유율을 보유한 센싱 기술 등을 활용하여 AMR의 토대가 되는 「인식·상황 이해·행동 제어·행동 계획」의 기능을 지원하는 로봇틱스 플랫폼을 개발하고 있다(그림 15).

AMR에는 어려운 환경인 제조 거점에서의 운송 용도나 라이브 방송, 아티스트 촬영 등 엔터테인먼트 용도로 로봇 응용을 검토하고 있으며, 축적된 노하우를 활용하여 물류나 제조업 등을 포함한 다양한 분야로 보급을 추진하고 있다. AMR은 레이아웃이나 사용 환경이 빈번히 변화하는 가운데 설정에 시간이 필요한 것이 과제였지만, 로봇 관련

그림15 이동로봇에서 태어난 로봇 플랫폼



환경에 따라 속도변경·위험회피를 하는 가이드 로봇

출처) 소니그룹



아티스트의 움직임에 따라 자율 이동하면서 촬영하는 이동카메라 로봇

노하우가 없는 현장 직원이나 스태프도 간단하게 설정·변경할 수 있는 UI를 가진 것이 특징이다.

그 밖에 이동 로봇을 지원하는 플랫폼으로는 AGV를 중심으로 한 미국 Koll-morgen과 핀란드 Navitec 등이 있다. 로봇 기업이나 신규 진입·스타트업, 물류·제조업 등의 유저 기업은 이러한 플랫폼을 활용함으로써 AGV나 AMR의 전개·도입 검토가 용이해진다. 다른 영역과 마찬가지로 이동 로봇에서도 수평분업화가 진행되고 있어 자사에 모든 노하우를 갖추지 않아도 누구든 로봇 전개 기업이 될 수 있는 로봇의 민주화가 진행되고 있음은 의미한다.

3. 알고리즘 기업, ROS 커뮤니티

로봇 동작이 복잡해지고 기술 혁신이 진행되는 가운데 알고리즘 애플리케이션 기업의 중요성이 커지고 있다. 로봇 기업이나 도입을 실시하는 인테그레이션 기업으로서는 이들 알고리즘 기업의 기술을 활용함으로써 동작·애플리케이션을 고도화할 수 있다. 예를 들어 물류 영역의 피킹 로봇에서는 MUJIN이나 Osalo 같은 컨트롤러 기업을 활용함으로써 복잡한 피킹을 실현할 수 있다. 로봇의 동작 애플리케이션에서는 오픈소스로서 ROS(Robot Operation System)의 존재감이 커지고 있으며, ROS 커뮤니티에서 개발한 애플리케이션의 비즈니스 도입도 진행되고 있다.

4. 로봇 주변기기·컴포넌트

로봇 주변기기로 카메라·센서, 배터리·모터 등의 핵심 구성요소를 제공하는 플레이어가 탄생하고 있어 신규 참여 기업은 사업을 진행하기 수월해졌다. 예를 들어 일본전산(日本電産)이나 야스카와전기(安川電機)는 자사 로봇을 통해 축적한 노하우로 제조한 모터를 로봇 제조사 등에 제공하고 있다. 또 카메라 영역에서는 마이크로소프트가 Xbox용으로 개발한 3D 센서「Kinect」를 제공하고 있으며 표준적인 3D 센싱이나 개발 키트를 저렴하게 제공하고 있다.

5. 로봇 보급을 지원하는 외부 환경·인프라

(1) 로봇 주변 환경(엘리베이터·빌딩)

앞서 말한 바와 같이 빌딩이나 도시 영역의 로봇 도입에서는 로봇을 통한 엘리베이터나 출입 과정에서 로봇과의 연계가 요구된다. 경비 로봇이나 빌딩 내 배송 로봇은 빌딩이나 엘리베이터 시스템과의 통합 비용이 걸림돌이 되고 있었다. 일본 미쓰비시전기는 이러한 빌딩 시스템과 로봇이 원활하게 연계될 수 있는 플랫폼인「Ville-feuille(빌퓨)」를 전개하고 있다(그림 16).

나아가 경제산업성은 2021년 6월에 로봇과 엘리베이터가 벤더에 관계없이 연계할 수 있는 규격「로봇·엘리베이터 연계 인터페이스 정의」를 책정했다. 책정 멤버로는 도시바 엘리베이터, 히타치 빌딩 시스템, 일본 오티스 엘리베이터, 미쓰비시전기와 같은 엘리베이터 기업, 미쓰비시시소·모리트러스트와 같은 부동산 개발 회사, 시미즈 건설·다이세이 건설과 같은 건설 회사가 참여했다.

2022년 1월에는 미쓰비시시소와 경제산업성에 의해 설비 엘리베이터와 로봇이 제조사에 상관없이 연계하는 실증 실험을 실시했다. 실증 실험에서는 시설 내의 엘리베이터·도어 등과 NEC넷츠에스아이의 실내 배송 로봇, 파나소닉의 실외 배송 로봇·청소 로봇 등 여러 대의 로봇과 연계했다. 향후 엘리베이터 빌딩 시설과 로봇의 연계가 가속화될 것으로 전망된다.

(2) 로봇에 관한 규제 완화

새로운 기술을 도입하려면 비즈니스 검토와 함께 행정 규제 완화 검토도 병행할 필요가 있다. 특히 라스트 원마일 배송 등의 실외 로봇 도입 현행 규제·법률 개정이 불가피하다. 가령 자율주행 배송 로봇은 현행 도로교통법이나 도로운송차량법에서는 취급이 정의되어 있지 않아 공도로 주행이 허용되지 않았다. 이에 경찰청·국토교통성은 2021년 6월 원격·여러 대의 저속·소형 자율주행 배송 로봇을 운용하는 실증 실험의 심사 절차를 간소화해 실증 실험이 실시되기 쉽도록 완화하였다. 또한 2022년 2월에는 로봇을 통한 자율주행 배송 서비스 관련 8개사가 참여해 일반 사단법인 로봇 딜리버리 협회를 발족했는데, 안전 기준의 책정 및 인증 시스템을 구축할 계획이라고 발표했다. 앞으로도 일본 정부와 관계 부처가 협력해 라스트 원마일 배송을 비롯한 로봇의 사회 적용을 진행할 것으로 기대된다.

(3) 로봇 보험

새로운 기술을 도입할 때는 리스크가 따르기 때문에 도입 장벽을 낮춘다는 관점에서 보험 서비스의 존재는 중요하다. 가령 일본 대표 손해 보험 회사인 손보재팬은 「자율주행형 로봇 전용 보험 플랜」을 제공하고 있다. 이것은 자율주행 전용 보험을 제공하고 실증 실험을 지원해온 경험을 살린 것이다. 자율주행 로봇을 이용한 자율주행 배송·소독·경비 등의 서비스 제공에 대해서는 자율주행이나 원격감시 조작으로 인한 「운행 리스크」나 배송 화물이 파손되었을 때의 「보상」, 경비 작업 중에 범죄자로 오인한 경우의 인격권 침해와 같은 「업무 리스크」 등 다양한 리스크에 대한 대응이 필요하다. 로봇의 사회 적용을 위해서는 이들 보험 제도가 중요하다.

지금까지 로보틱스 4.0의 구조와 변화에 대해 살펴보았다. 로보틱스 4.0 환경에서는 개별 기업만의 전략으로는 로봇의 사회 적용이나 로봇 사업 전개로 이어지지 않는다. 생태계의 활용과 함께 산학관(産學官)에서 면밀히 연계할 필요가 있다. 그러한 관점에 입각해 제2 논고 「학관의 로보틱스 글로벌 트렌드」에서는 글로벌에서의 학관 대처와 일본 상황을, 제3 논고 「일본의 로보틱스 4.0 전략 방향성」에서는 이를 토대로 한 로보틱스 4.0의 구조 변화와 산학관에 요구되는 일본의 전략에 대해 다루고자 한다.

주

가와사키중공업 Website 참고

필자

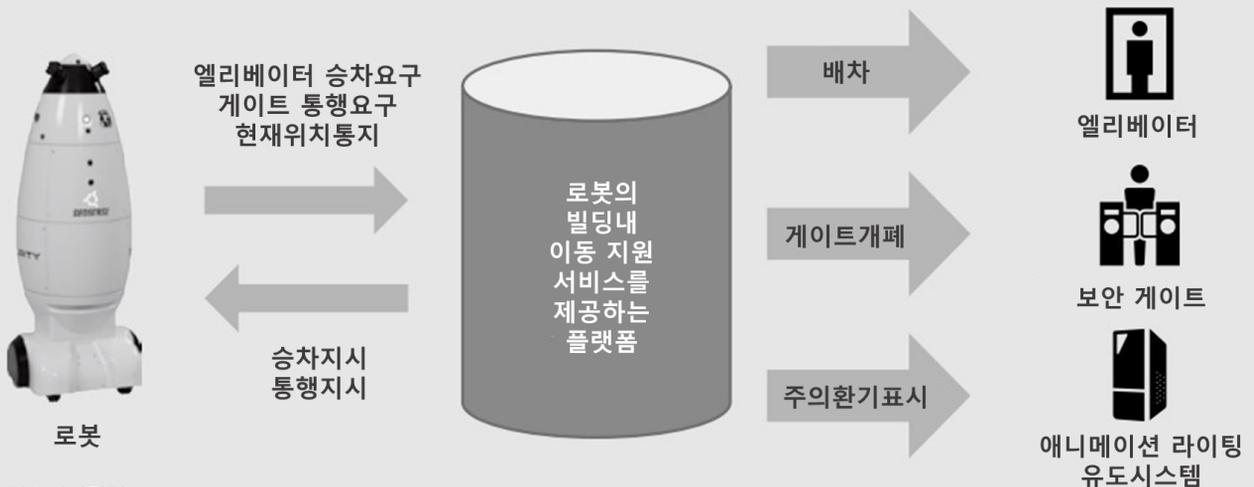
코미야 마사히토 (小宮昌人)

NRI 글로벌 제조업 컨설팅부 주임 컨설턴트
 전문분야는 플랫폼 전략 등의 비즈니스 모델 변혁, 디지털 트윈 산업 메타버스 활용, FA 인더스트리 4.0 대응, 로보틱스 등.
 저서로는 『제조업 플랫폼 전략』(닛케이BP), 『일본형 플랫폼 비즈니스』(일본경제신문출판사)

이와사키 하루나 (岩崎はるな)

NRI 글로벌 제조업 컨설팅부 컨설턴트
 전문분야는 제조업의 DX전략, 신규사업개발의 검토 지원, 스타트업 연계지원, 특히 인더스트리 4.0 대응, 로보틱스 및 오토메이션, Additive Manufacturing 등

그림16 미츠비시전기가 전개하는 빌딩내 로봇 이동지원 플랫폼



출처) 미츠비시전기

본 기사는 知的資産創造 2022년 4월호에서 발췌하여 한국어로 번역하였습니다.

문의사항은 노무라종합연구소 서울로 연락 바랍니다.

문의처 : inquiry@nri-seoul.com

홈페이지 www.nri-seoul.com 의 insight 메뉴에서 더 많은 기사를 볼 수 있습니다.

또한 知的資産創造 2022년 4월에 대한 전문 및 기사는 www.nri.com에서 열람 가능합니다.

본 기사의 무단 전재, 복제를 엄격히 금합니다. 모든 내용은 일본의 저작권법 및 국제조약에 따라 보호받고 있습니다.

Copyright © by Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.