

9

2019  
SEPTEMBER

VOL.72

# 이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY  
OF THE MONTH

## COLUMN

상상과 영감으로 탄생할  
'차세대 로봇'

## 인더스트리 포커스

서비스 분야 로봇산업  
트렌드에 따른 대응 전략



COLLABORATION  
WITH ROBOTS

인간과 로봇의 협업

# 서로의 부족함을 채우다



## THEME



02	COLUMN	상상과 영감으로 탄생할 '차세대 로봇'
08	인더스트리 포커스	서비스 분야 로봇산업 트렌드에 따른 대응 전략
14	산업기술 경제동향	인공지능, 로봇과 인간의 역할을 재정의하다

## TECH



22	이달의 산업기술상 사업화 기술 _ (주)렉스다이아몬드	국내 주얼리산업 활로 개척의 신무기를 만들어내다
29	이달의 새로 나온 기술	
35	이달의 사업화 성공 기술	
40	R&D 우수기업_ 스마트전자(주)	차별화된 기업문화, 안전하고 편리한 세상을 위한 기술로 이어지다

## ACT

46	유망기술 ①	심혈관 진단 · 치료 가이드용 기능성 융합미세영상기기 개발
51	유망기술 ②	허반신 완전마비 장애인의 일상생활 운동 보조를 위한 전동형 외골격로봇 개발 및 제품화
54	R&D 프로젝트_ 전자부품연구원	인간의 뇌구조를 모방하는 뉴로모픽 기술
56	R&D 기업_ IPL	가정용 로봇의 대중화 시대를 연다

## FUTURE



- 60 TOPIC '협동로봇'이 제조혁신 이끈다
- 64 MATCH 서비스로봇, 요리부터 서빙까지
- 68 KEY WORD ICT 업계 새 전장은 '에지 컴퓨팅'

## CULTURE

- 72 1318 테크 서비스로봇의 세계
- 76 기술과 문화 인간다움을 묻는다 영화 '바이센테니얼 맨'
- 78 리쿠르팅
- 80 NEWS



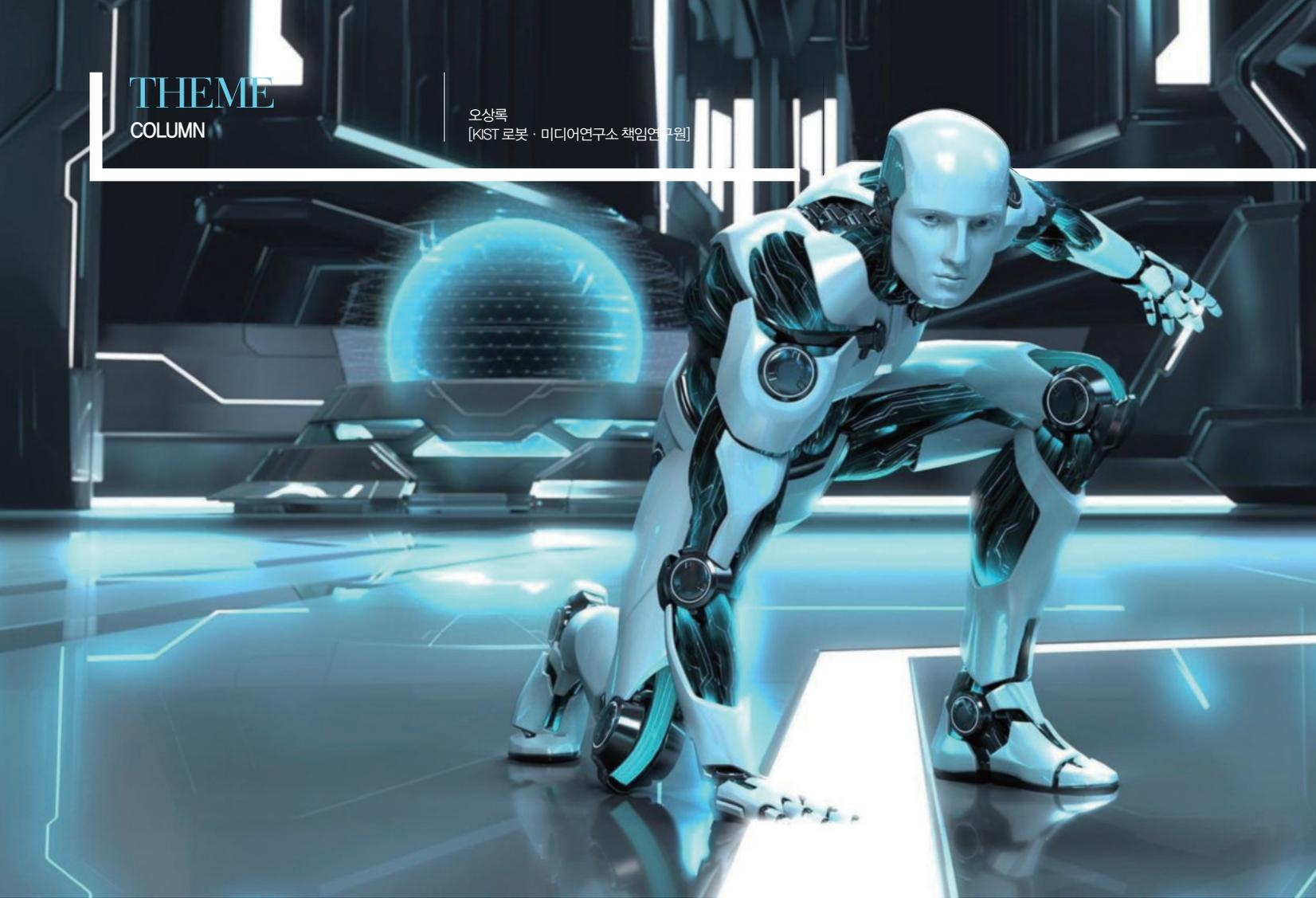
## 이달의 신기술

등록일자 2013년 8월 24일  
발행일 2019년 8월 31일  
발행인 한국산업기술평가관리원 원장 정양호  
발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,  
한국산업기술진흥원, 한국공학한림원  
주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동)  
한국산업기술평가관리원  
후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 김정희 국장, 이재식 과장, 홍기웅 사무관,  
김덕기 사무관, 조완철 사무관, 우석중 사무관, 최선혜 사무관,  
전소원 사무관, 김영희 주무관, 김미래 주무관  
한국산업기술평가관리원 한중석 본부장, 신성윤 단장,  
김세진 팀장, 박종성 책임  
한국에너지기술평가원 이화용 본부장  
한국산업기술진흥원 오명준 본부장  
한국산업기술문화재단 정경영 상임이사  
한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)  
인쇄 경성기획사 (042-635-6080)  
구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com  
문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)  
잡지등록 대구동, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은 한국산업기술평가관리원이 보유하며,  
발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.



## 상상과 영감으로 탄생할 ‘차세대 로봇’

로봇이라는 개념은 100년 전 카렐 차페크의 상상으로 탄생한 이후 현재는 그 상상력의 실제 결과물로 존재한다. 마치 예술가가 음악을 작곡하거나 그림을 그리듯 과학기술자의 상상과 영감을 센서, 컴퓨터, 구동기의 세 요소와 인공지능 알고리즘 등의 소프트웨어를 이용해 실현한 것이 로봇이다. 반도체, 컴퓨터, 정보통신 등 주변의 관련 기술 및 딥러닝 등 다양한 인공지능 기술의 발달과 함께 상상을 실현할 가능성은 점점 높아지고 있다. 현재의 로봇보다는 차세대 로봇에 더욱 기대감을 갖는 이유다.

### 로봇이란 무엇인가?

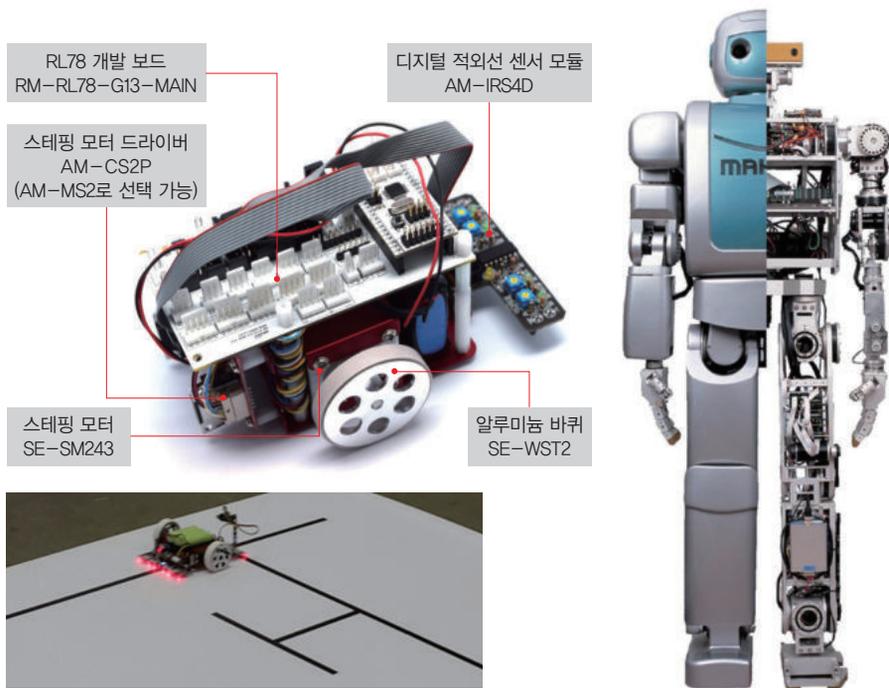
로봇이란 무엇인가? 어려서부터 만화나 영화를 통해 접해 온 탓에 로봇이라는 말은 남녀노소를 불문하고 익숙한 단어임에 틀림없다. 하지만 정작 ‘로봇이 뭘까?’라는 질문에 쉽게 대답할 수 있는 사람은 의외로 적다. 만화나 영화에서 봐 왔던 사람이나 동물을 닮은 로봇, 요즘 교육현장에서 한창 열풍을 일으키고 있는 코딩교육용 로

봇 등 다양한 형태와 기능을 갖춘 기계를 로봇이라고 생각할 것이다.

위키피디아를 포함한 여러 백과사전에서도 로봇에 관한 정의는 조금씩 다르게 돼 있는데, 제조 공장에서 쓰이는 산업용 로봇과 가정용 청소로봇 등 서비스로봇을 동일한 로봇으로 표현하다 보니 생기는 현상이라 할 수 있다. 그럼 로봇을 어떻게 정의하는 것이 좋을까? 지금까지는 주로 외

형적인 모습(예를 들어 ‘사람을 닮은...’) 위주로 정의했다면 앞으로는 기능적인 특징 위주로 정의하는 것이 더욱 적합할 것으로 본다.

즉, 로봇이란 감지(Sensing), 연산처리(Processing) 및 동작(Action) 등 세 가지 기능을 갖춘 기계장치(System)를 말한다. 이 세 가지 기능을 갖추고 있다면 외형적인 모습이 사람을 닮았든, 강아지나 고양이 등



〈그림 1〉 라인트레이서와 휴머노이드 로봇 마루

동물을 닮았든, 혹은 전혀 새로운 모습이든 로봇이라 할 수 있다. 공장에서 흔히 볼 수 있는 산업용 로봇의 경우 외관은 전혀 사람과 닮지 않았지만 이 세 가지 기능의 조합으로 만들어져 있다. 집에서 쓰는 청소용 로봇 또한 다양한 센서와 이 센서에서 들어오는 신호를 처리하는 컴퓨터 부분, 그리고 돌아다니면서 청소를 하는 동작 부분 등 세 가지 기능으로 구현된다.

이러한 정의에 따르면 요즘 큰 기대를 받고 있는 자율주행자동차나 드론 역시 로봇의 범주에 속한다. 〈그림 1〉에 단순히 검은색으로 칠해진 선을 쫓아가도록 설계된 라인트레이서와 외관·기능이 사람을 닮은 휴머노이드 로봇을 비교했다. 라인트레이서는 검은색 선을 판단하는 센서 1개와 선의 방향을 판단하는 간단한 컴퓨터, 그리고 판단 결과에 따라 바퀴를 돌려 나아가게 하는 모터(구동기 1, 2개)로 구성돼 선

을 벗어나지 않고 쫓아가는 작업을 훌륭하게 수행한다. 반면 오른쪽의 휴머노이드는 필자가 속한 연구실에서 개발한 ‘마루’라는 로봇으로, 사람 눈에 해당하는 비전 센서, 힘을 느끼게 하는 힘센서, 중심을 잡는 센서, 소리를 듣는 센서 등 여러 종류의 센서와 손, 팔, 다리, 목, 허리를 움직이는 40개의 모터, 그리고 3대의 고성능 컴퓨터로 구성돼 있다. 물론 얼굴이나 음성인식을 위한 다양한 알고리즘이 탑재돼 휴머노이드로서의 성능을 구현하고 있다.

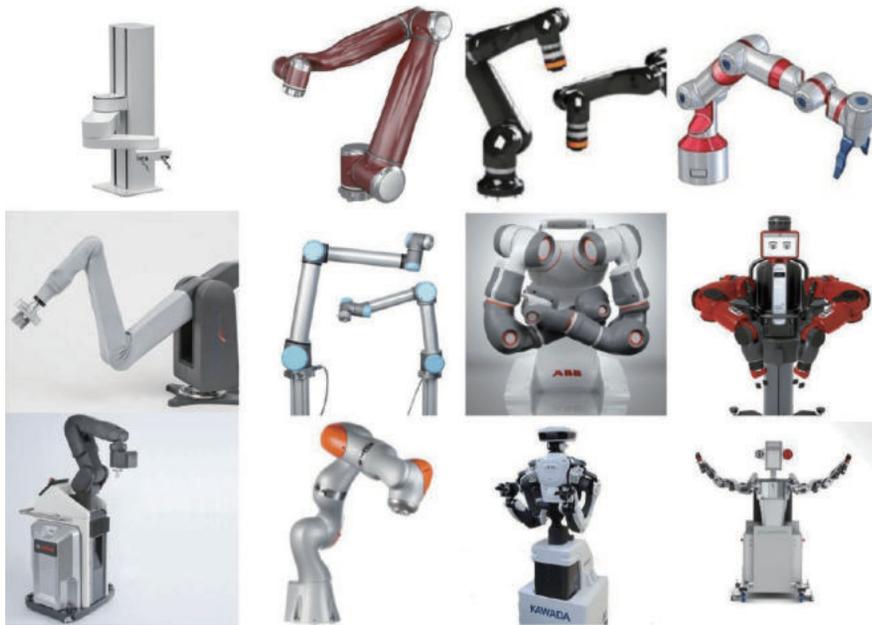
결국 로봇이란 감지, 연산처리, 동작 등 세 가지 기능을 어떻게 구현하고 조합(디자인)해서 사람이 원하는 기능을 할 수 있도록 하는가에 따라 발전해 왔고, 앞으로도 그럴 것이다. 이에 제품이 개발돼 시장을 형성하고 있는 관점에서 산업용 로봇, 전문 서비스로봇 및 개인 서비스로봇으로 나누어 각각의 트렌드를 살펴본다.

## 산업용 로봇, 협동로봇에서 스마트 팩토리까지

1961년 미국 GM의 자동차 생산라인에서 처음 선보인 로봇은 공상과학영화에서 보는 것과는 상당한 거리가 있었다. 크기도 너무 컸고 동작 또한 생각보다 유연하지 못했다. 하지만 분명 사람이 작업해 왔던 어렵고 위험한 일을 대신하는 기능은 큰 주목을 받았다. 이후 1970, 80년대 산업경제를 발전시킨 대량생산은 산업용 로봇의 도움 없이는 불가능했을 것이다.

지금 우리가 타고 다니는 자동차를 비롯해 집 안에서 쓰고 있는 다양한 가전제품을 싸고 질 좋은 제품으로 만드는 것이나, 요즘 핫이슈인 반도체 생산 등은 산업용 로봇을 활용해 대량생산이 가능해졌다. 다양한 산업용 로봇도 작업 현장에서의 상황을 감지하는 여러 센서, 센서로부터 들어오는 신호를 처리하는 연산처리장치(컴퓨터), 처리 결과에 따라 작업을 실행하는 구동기의 집합체다.

조립할 부품의 위치를 파악하는 비전센서, 충돌을 방지하는 초음파센서(혹은 근접센서) 등 다양한 센서가 로봇의 응용 공정에서 요구되는 기능에 따라 개발 및 활용되고 있다. 여러 종류의 센서를 사용할수록 로봇을 활용해 많은 작업이 자동화되고, 컴퓨터 및 구동기의 발달과 함께 작업 속도가 빨라져 작업 대상물이 다양하게 발전하고 있다. 초창기 산업용 로봇에 탑재된 센서는 다양하지도 않았고 컴퓨터 계산 능력이 지금처럼 탁월하지 않다 보니 사고 방지 및 작업 능률 향상을 위해 로봇이 작업하는 동안에는 작업 공간에 작업자가 출입하지 못하게 막아 두거나, 사람과 로봇



〈그림 2〉 다양한 산업용 로봇

이 작업하는 부분이 겹치지 않게 적절히 나누어 자동화 라인을 설계해야 했다.

이후 센서 개발, 컴퓨터 연산능력 향상 등에 힘입어 자동화 대상 작업이 더욱 확대되고 있으며, 여기에 구동기의 기술 개발과 함께 미세한 작업부터 중량이 큰 물체를 핸들링하는 작업까지 로봇을 활용한 작업이 확대되고 있다. 또한 일부 작업에 사람과 협업하도록 하면 작업의 효율성이나 생산성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 자동화 작업의 영역을 확대할 수도 있다. 최근 수요가 크게 늘고 있는 사람과의 협업이 가능한 산업용 로봇이 협동로봇이다(그림 3).

협동로봇은 센서와 컴플라이언스 제어 등 새로운 알고리즘(제어방법)의 개발로 작업공간에서 사람과 접촉한 경우에도 안전을 보장할 수 있는데, 이는 최근 정체된 산업용 로봇 시장에 활기를 불어넣고 있다.

산업용 로봇은 조립 및 용접, 물류작업 등 자동화를 추진할 분야가 분명하며,

Buying Power 및 비즈니스 모델이 명확하고 오랫동안 시장이 형성됐기 때문에 가치사슬과 생태계가 탄탄하게 갖춰져 있다. 앞으로도 산업용 로봇은 지속적으로 큰 시장을 형성할 것으로 예상되고 있다. 산업용 로봇 시장의 경우, 정교한 대상물 조작에 쓰이는 미세 기술을 개발해 새로운 작업에 적용하는 등 신기술에 따른 새로운 시장을 창출하는 것과 신소재 및 디자인 개발, 4차 산업혁명 시대 스마트 팩토리용 기술 개발이 예상된다.



〈그림 3〉 협동로봇

### 전문가를 위한 전문 서비스로봇

요즘 병원에 가면 수술로봇으로 환자를 치료하는 것을 쉽게 볼 수 있다. 또한 전쟁터에서 로봇을 활용한 군사작전이 성공적으로 수행되기도 했다. 이렇게 의사, 군인, 소방관 등 전문가를 보조하며 전문 작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 도와주는 로봇을 전문 서비스로봇이라고 한다(그림 4).

앞에서 열거한 군사로봇, 의료로봇, 소방로봇, 해저작업로봇 등 용도에 따라 다양한 상품이 개발되고 있다. 무슨 작업을 하느냐에 따라 외관도 다르고 각각의 기능 역시 천차만별이다. 하지만 이들 로봇 또한 기능적 구성을 보면 센서, 컴퓨터, 구동기의 조합으로 돼 있다. 필요에 따라 작동 방법이 자율 동작 모드 혹은 원격제어 모드 등으로 나뉘어 기능이 추가돼 있기도 하다. 물론 성공적으로 작업을 수행하기 위해서는 세 가지 구성요소 외에도 작업에서 요구되는 복잡한 수식 연산이나 다양한 제어 알고리즘 등 소프트웨어적인 기능 역시 구현돼야 한다.

예를 들어 과거 한 전쟁터에서 활용한 로봇 중 미국 기업이 개발한 군사로봇이 있다(그림 5). 이 로봇은 굴곡이 많은 지면에서도 잘 달릴 수 있게 두 개의 무한궤도 트랙과 카메라, 조명, 작업기구를 부착하고 달릴 때 벽 등에 부딪히지 않도록 접어두었다가 필요 시 펴서 작업을 수행하는 팔 등으로 구성돼 있다. 현장에서 군인은 이 로봇을 백팩처럼 등에 메고 다니다 건물 안이나 굴 등 시야가 확보되지 않은 곳에서 작업할 때 그 공간에 던져 넣는다. 로봇은 떨어져도 부서지지 않을 만큼 고강도 소재로 제작됐고, 외부에 있는 군인은 팔뚝에 장착된 원격제어 및 디스플레이 장치



〈그림 4〉 전문 서비스로봇

를 통해 로봇팔을 펴고 팔 끝에 달린 카메라에서 전송되는 영상을 보며 로봇을 작업할 공간으로 이동시키거나 필요한 작업을 지시한다. 당시 이 로봇은 컴컴한 터널 속에서 성공적으로 작업을 수행해 많은 사람의 목숨을 구한 바 있다.

수술로봇 또한 대표적인 전문 서비스로봇이며 최근 소방로봇 등도 활발하게 개발되고 있다. 전문 서비스로봇은 의사, 군인 등 전문가를 위한 시장이 형성돼 있기 때문에 대체로 양적인 수요보다는 높은 가격을 형성하는 것이 보통이다. 전문 서비스로봇은 산업용 로봇과 마찬가지로 다양한 센서의 개발 및 고성능 컴퓨터, 그리고 원격제어장치 등에 쓰이는 증강현실 기술 등과 함께 시장이 확대되고 있는 추세다. 산업용 로봇과 마찬가지로 제품의 개념이 분명하고 B2B(기업 간 거래)나 B2G(정부 구매)처럼 Buying Power 및 비즈니스 모델이 명확하고 생태계 역시 잘 갖춰져 있어

앞으로 시장이 크게 확대될 것으로 기대된다. 하지만 수술로봇을 이용할 경우 보험 적용이라든가 군사로봇의 경우 국방계획 및 조달프로세스 등에 따라 시장 확대 여부가 달라질 수 있으므로 이에 대한 전략을 미리 준비할 필요가 있다.

### 일반 수요자를 대상으로 하는 개인 서비스로봇

집안 청소를 대신해주는 청소로봇, 쓰다듬어 주면 꼬리를 흔드는 애완건로봇 등이

개인 서비스로봇이다(그림 6). 유치원이나 학교에서 수업시간에 교사들을 도와 수업 효과를 높이도록 설계된 교육로봇도 개인 서비스로봇의 범주에 속한다. 요양원이나 가정에서 홀몸노인의 친구가 돼 주거나 거동이 불편한 노인의 이동을 돕고 심부름을 대신해주는 로봇도 여기에 속한다. 주부를 대상으로 가정에서 필요한 로봇을 조사한 결과 설거지로봇, 빨래정리로봇, 요리로봇 등을 꼽았다. 공상과학영화에서처럼 인간이 상상하는 미래의 모습은 일상생활에서 각종 로봇과 공존하며 살아가는 세상이 될 것이라 예상된다. 일상에서 인간과 공존하는 로봇이 개인 서비스로봇이다.

개인 서비스로봇 역시 센서, 컴퓨터 및 구동기로 구성돼 있고 작업에 필요한 다양한 알고리즘이 소프트웨어로 탑재돼 있다. 위에서 설명한 대로 일상생활 속에서 사람이 하는 일을 대신해 주거나 사람과 같이 지내면서 친구 역할을 해 주는 등 개인 서비스로봇의 수요는 산업용 로봇이나 전문 서비스로봇보다 훨씬 클 것으로 예상되지만, 현재 시장 상황은 기대에 훨씬 못 미치는 실정이다. 가격이 적절하고 기능이 만족스러워 소비자가 시장에서 쉽게 살 수 있는 로봇은 청소로봇이나 장난감로봇 정도다.



〈그림 5〉 실전에 활용된 군사로봇



〈그림 6〉 개인 서비스로봇



이외에도 다양한 가정용 로봇이 나와 있지만 가격 대비 성능이 만족스럽지 않거나 성능이 기대 이하여서 소비자가 쉽게 지갑을 열지 않고 있는 상황이다. 이러한 상황에는 여러 가지 이유가 있다. 우선 산업용 로봇처럼 미리 정해진 환경에서 같은 일을 반복하는 형태이거나 전문 서비스로봇처럼 예측 가능한 전문 작업을 하면서 일부 기능을 도와주는 형태도 아니다. 개인 서비스로봇은 대부분 사람과 서로 교감하면서 사람이 원하는 서비스를 제공하는 로봇을 말하

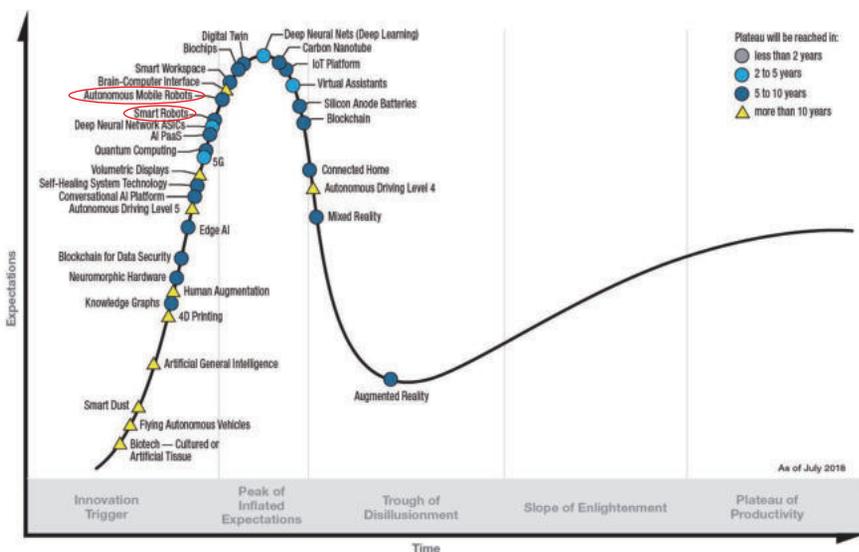
는데, 이렇다 보니 같은 서비스를 항상 일정한 환경에서 반복하는 형태가 아니고 그때 그때 다른 환경에서 스스로 사용자를 상대하면서 원하는 서비스를 제공해야 한다.

이를 위해서는 다양한 환경을 인식하고 사용자의 의도를 이해해 주어진 상황에 맞는 서비스를 제공해야 한다. 즉, 환경인식 기술, 사용자 의도 파악 기술, 상황에 대처하는 기술 등 많은 기능이 구현돼야 하는데 아직은 이런 기술이 만족스럽게 개발돼 있지 않다. 센서, 컴퓨터 및 구동기를 이용해

다양한 모습의 로봇하드웨어는 개발돼 있지만 인식 기술, 상호작용 기술, 상황 대처 기술 등 알고리즘 측면에서 기대치를 만족시키는 수준의 기술은 더 많은 개발이 요구된다. 이를 반영한 듯 미국 컨설팅 회사인 가트너에서 2018년 발표한 Gartner Hype Cycle에서는 대표적 개인 서비스로봇으로 볼 수 있는 자율작업로봇과 스마트로봇의 상용화 시기를 5~10년 후로 내다보았다 〈그림 7〉. 그렇지만 환경 인식 및 사람과의 상호작용의 가장 핵심인 인공지능(AI) 기술은 최근 딥러닝 기술의 개발로 상용화 시기가 당겨질 것으로 기대된다.

개인 서비스로봇의 시장 활성화를 위한 전략으로는 앞서 이야기한 환경 인식, 상호작용 등 인공지능 기술을 포함해 하드웨어보다는 소프트웨어 기술 개발이 집중돼야 한다. 또한 일상생활 속에서 로봇 도입을 위한 로봇의 가치화작업(Valuation) 및 서비스화 작업(Servitization) 등 고도의 맞춤형 전략이 필요하다.

**Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018**



〈그림 7〉 Gartner Hype Cycle Curve 2018  
출처 : Gartner

**사용자의 요구를 수용할 차세대 로봇**

흔히 차세대 로봇이라고 하면 사람의 외모나 능력을 완벽하게 닮은 휴머노이드로

봇이나 혈관 속을 유영하며 진단이나 치료를 하는 마이크로·나노로봇 등을 떠올린다. 물론 앞으로 기술이 더욱 고도화되면 공상과학영화에 나오는 상상 속의 로봇이 실현된다는 의미에서 차세대 로봇임에 틀림없다. 하지만 현재 시장이나 산업 현황을 고려하면 제조 현장에서의 산업용 로봇을 제외하고는 아직 산업화 초기에 해당한다. 따라서 차세대 로봇은 어떤 특별한 형태나 기능을 갖춘 로봇이라기보다는 사용자 측면에서의 완성도나 만족도를 높여 누구나 사용할 수 있도록 큰 시장을 형성하는 로봇으로 보는 것이 타당할 것 같다.

앞서 이야기한 대로 로봇은 센서, 컴퓨터, 구동기 등 세 가지 요소를 활용해 원하는 작업을 할 수 있도록 구성(디자인)한 기계장치다. 여기에 이동을 하거나 작업을 하도록 제어 알고리즘 등 다양한 소프트웨어를 개발·탑재해야 로봇이 완성된다. 이러한 관점에서 먼 미래의 상상 속 로봇보다는 가까운 시일 내 산업화가 가능한 로봇에 대해 소개하기로 한다.

산업용 로봇은 이미 완성도가 높아 활용도가 큰 상황이지만 사람의 접근이 제한된 환경에서 같은 작업을 반복한다는 기본 기능에서 보면 보다 다양한 센서 및 신호 처리 알고리즘의 개발을 통해 도입 범위를 확대해가는 방향으로 개발되고 있고, 궁극적으로는 완전 무인화 공장을 목표로 하고 있다. 또한 현재 크게 시장이 형성되고 있는 사람과의 협력 작업을 할 수 있는 협동로봇도 더욱 확대될 것으로 예상된다. 특히 사람의 손처럼 정교한 작업을 할 수 있는 설계 기술 및 작업 기술 개발이 완성되면 산업용 로봇의 적용 범위가 획기적으로

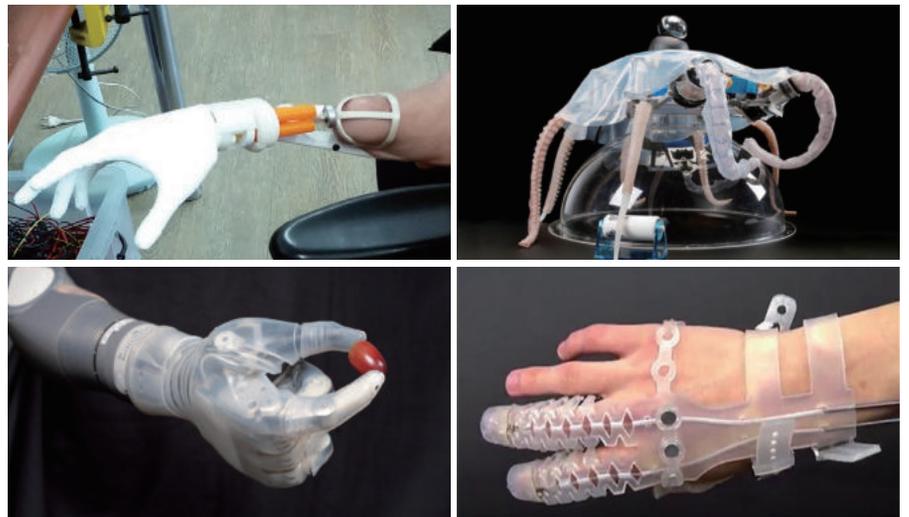
확대될 것으로 보인다.

전문 서비스로봇의 경우 아직 기술적 한계로 인해 많은 성공 사례를 만들어 내지 못하고 있지만 센서나 기구 설계, 그리고 소프트웨어 알고리즘 기술과 함께 인공지능 기술의 개발로 치과용 임플란트로봇 등 다양한 의로봇이 개발되고 있다. 테러 현장이나 전쟁터에 사람 대신 투입돼 진압하는 로봇이나 심해나 우주에서 작업할 수 있는 로봇 등도 활발하게 연구 및 개발되고 있다. 이 밖에도 농업용 수확로봇이나 잡초제거로봇, 근력증강로봇, 물건배달로봇 등도 새로운 센서 기술, 기구 설계 및 소재 기술, 제어 및 인지 기술 등의 개발에 힘입어 다양하게 출시되고 있다.

산업적 측면에서 가까운 미래에 가장 기대되는 로봇은 개인 서비스로봇이라 할 수 있다. 교육로봇, 홈로봇, 소셜로봇, 심부름로봇, 안내로봇 등 다양한 시제품이 선보였지만 아직 성공적으로 시장을 형성한 로봇은 별로 없는 상황이다. 특히 사용자의 다양한 요구조건과 작업 환경 및 작업 내

용의 다양성 등이 존재해 현재의 기술로는 해결하는 데 많은 어려움이 있다. 무엇보다도 인지 및 학습 등 인공지능 기술이 많이 요구된다. 하지만 청소로봇도 처음 출시됐을 때 시끄러운 소음, 자기 멋대로 돌아다니다 침대 밑에 들어가 탈출하지 못하는 알고리즘과 이동성, 불만족스러운 청소 성능 등으로 소비자에게 외면당했던 적이 있다. 이후 흡입력 높은 구동기 및 자기 위치가 어디인지 알아내는 센서와 인공지능 알고리즘이 개발되고 오늘의 청소로봇으로 발전하게 돼 소비자로부터 큰 호응을 받고 있다.

이외에도 기술적인 측면에서 바이오닉스 분야의 바이오로봇이나 부드러운 소재를 사용해 기존의 단단한 기계장치라는 선입견에서 탈피함으로써 최근 각광받고 있는 소프트로봇, 자연에서 오랫동안 살아남아 적응성을 증명한 생명체를 모방한 생체모방로봇 등이 현재 시장은 크지 않지만 차세대 로봇 기술로 많이 연구되고 있다.



〈그림 8〉 바이오로봇, 소프트로봇

## 인공지능, 5G 기술로 확대되는 서비스로봇

일반적으로 서비스로봇 시장은 다음과 같은 형태로 구분된다.

산업용 로봇은 상품을 제조할 때 활용하는 로봇으로, 서비스로봇 대비 높은 정확도를 요구하지만 조금이라도 다른 작업으로 전환하기 위해서는 재프로그래밍이 필요하다. 말그대로 반복적인 제조 공정상의 정밀도를 요하는 작업에 투입되는 로봇이다. 반면, 서비스로봇은 사람의 특정 요구사항

을 유연하게 충족시켜야 한다. 환경이 변하더라도 스스로 적응해 요구사항을 충족시켜야 한다. 그만큼 복잡하고 지능적이다. 대표적인 것이 바로 가정용 로봇청소기다. 다양한 집안의 구조에 대응해 고객의 특정 요구사항인 '청소'를 완성해야 한다.

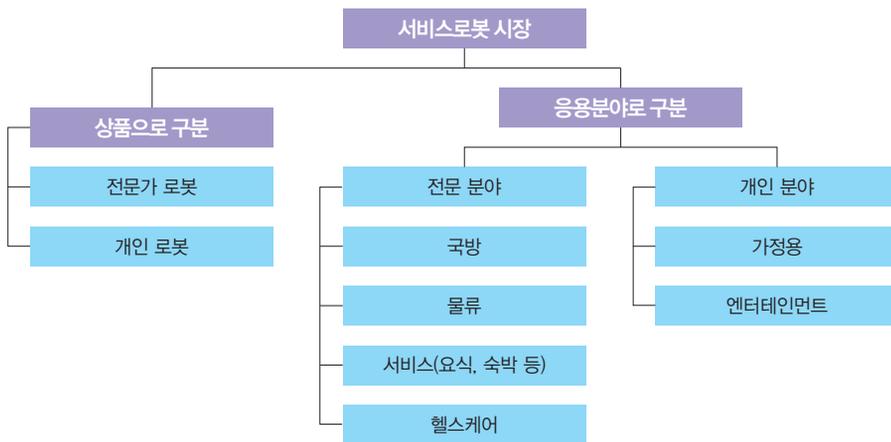
이렇듯 지능이 필요한 서비스 로봇은 최근 인공지능(AI) 기술이 급속도로 발전하면서 그 분야도 함께 급성장하고 있다. 또한 사물인터넷(IoT) 기술의 발전으로 다양한 센서 기술도 덩달아 발전을 거듭해 환

경의 변화를 다각도로 캐치할 수 있는 방법이 생겼다. 이 역시 서비스로봇산업을 성장시키는 이유다. 여기에 5세대(5G) 등 통신 인프라의 발달도 예측할 수 없는 환경이나 상황에서 실시간으로 의사결정을 내릴 필요가 있는 서비스로봇을 확산시키는 촉매제가 되고 있다. 요컨대 AI, 다양한 초소형 센서 기술, 클라우드, 통신 인프라 기술의 진보는 어느 때보다 서비스로봇의 발전을 가속시키고 있다.

## 드론과 로봇 등 자동화된 물류 체계

최근 인건비 상승에 따른 서비스산업 전반의 수익 감소는 인간 대신 하루 종일 일할 수 있는 로봇을 요구하고 있다. 특히 물류 분야는 인건비 증가 및 물동 처리 규모 증가에 따른 인간 대체 수요를 요구하고 있으며 의료, 농업 분야에서도 높은 정밀도를 보장하기 위한 자동화 로봇에 대한 수요가 증가함에 따라 서비스로봇 시장의 성장이 가속화될 것으로 예상된다.

실제 2018년 GMI(Global Market Insights) 리서치에 따르면, 서비스로봇 시장은 전



<그림 1> 서비스로봇 시장 유형  
출처 : GMIinsight

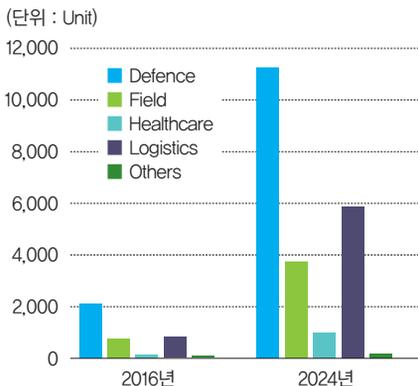
# 서비스 분야 로봇산업 트렌드에 따른 대응 전략

ISO에 따르면 서비스로봇은 산업자동화 응용 분야를 제외한 사람이나 장비에 유용한 작업을 수행하는 로봇으로 정의하고 있다. 즉, 산업용 로봇을 제외한 모든 로봇을 일컫는다. 그만큼 광범위하다.



세계적으로 2016년 750만 대, 80억 달러 시장에서 2024년까지 2800만 대, 220억 달러 규모로 성장할 것으로 예상하고 있다. 연평균 22.9%의 성장 추세를 보이고 있다.

특히 국방과 물류 분야의 성장 및 규모가 괄목할 것으로 예상되는 가운데 각종 서비스(Field) 분야와 헬스케어 분야에서도 큰 성장이 기대된다.



〈그림 2〉 서비스로봇산업별 성장 규모  
출처: GMInsight

물류 분야의 대표적인 로봇은 드론이다. 아마존의 프라임에어부터 시작된 드론 배송은 물류 분야 서비스로봇의 대표적인 성장 분야다. 실제 중국은 2018년 음식 배달



〈그림 3〉 아마존의 MARS 드론

출처: 테크크런치,  
<https://techcrunch.com/2019/06/05/a-first-look-at-amazons-new-delivery-drone/>



〈그림 4〉 포드의 디지털 운송로봇

출처: 더버지, <https://www.theverge.com/2019/5/22/18635439/robot-package-delivery-ford-agility-robotics-autonomous-digit>

업체 엘르닷미가 상하이에서 드론 배송을 상용화했고, 아마존 역시 2019년 지능형 드론을 개발해 드론 자동 배송을 상용화할 예정이다. 마스(MARS)라는 드론으로 30분 이내 24km 거리에서 2.3kg의 소포를 배달할 수 있는 성능을 가지고 있다. 영상·열상·초음파 센서로 무장하고, 컴퓨터비전과 머신러닝 등의 AI까지 탑재하고 있어 아주 얇은 전선, 빨랫줄까지 회피할 수 있는 능력을 가지고 있다. 날아다니는 지능형 로봇이다.

더불어 포드는 라스트마일, 즉 도어 투 도어 배송을 자동화할 수 있는 획기적인 방안을 개발했다. 이족 보행로봇 디지털(Digit)를 활용해 자율주행차와 접목, 고객의 문 앞까지 배송하는 방법이다. 자율주행 택배차를 이용, 집 앞으로 이동한 후 디지털이 택배를 직접 문 앞까지 들어다 주는 방식이다. 진짜 인간 택배 배송과 동일한 컨셉이다. 최대 18kg까지 들고 배송해 줄 수 있어 웬만한 택배 배송이 가능하다.

유통업에서 드론과 로봇 등의 자동화된 물류체계를 갖추는 데 관심을 갖는 이유는 라스트마일, 즉 고객이 원하는 장소, 원하는 시간에 즉시 원하는 제품을 가져다 주는 것만으로도 구매 확률이 증가하기 때문이다. 인간을 활용한 배송은 24시간 내내 실행하는 것은 불가능하다. 특히 일과 후 '밤 배송' '주말 배송'은 인건비가 2배 이상 상승하기 때문에 로봇을 활용한 배송은 매우 효율적일 수밖에 없다. 물류에 최적화된 로봇 기술의 발전은 분명 수천 개의 쇼핑몰, 수백 개의 택배회사에 유의한 가치를 제공할 것으로 기대한다.

### 숙박업에 자동화 로봇 기술 접목

대표적인 서비스 분야는 요식업, 숙박업이다. 숙박업의 경우 보통 80% 이상이 인건비다. 공실이 생겨도 고정 비용인 인건비는 매월 지출된다. 요식업 역시 재료비 다음으로 인건비가 많은 비용 지출 항목을 차지한다. 고객이 없어도, 주방장 및 서빙

종업원의 인건비는 지출된다. People 1st에 따르면, 영국의 경우 요리사의 노동 회전율은 약 40%로, 매년 거의 9만4000명의 요리사가 바뀌고 있음을 의미한다. 이 중 약 1만9000명(약 20%)이 요리사라는 직업을 버린다고 한다. 이런 추이라면 2022년에는 1만1000명의 요리사가 부족할 것으로 예상되고 있다. 인건비뿐만 아니라 전문 인력도 문제다. 시니어, 노인층이 증가하면서 요양원의 수요가 늘기 시작했다. 하지만 24시간 케어가 필요한 노인을 위한 돌봄 인력을 찾기는 쉬운 일이 아니다.

그래서 이미 일본의 노동집약적 숙박서비스 업체는 고급 럭셔리 호텔, 레지던스 호텔 등을 중심으로 인건비 절감, 밀레니엄 세대 마케팅 효과를 위해 로봇을 적극적으로 활용하고 있다. 청소, 객실로의 물품 배달 서비스부터 세탁물 수거, 체크인·아웃의 카운터 업무 등에 적극적으로

활용하고 있는데, 이미 많이 알려진 일본의 헨나호텔은 카운터, 청소, 요리, 짐 정리, 짐 배달 등에 250여 대의 로봇이 배치돼 호텔을 운영했다. 실제 144여 개 룸을 관리하는 데 7명 이내로 가능해 인건비 절감에 로봇이 큰 역할을 하는 사례로 알려졌다(단, 2019년에는 잦은 고장, 고객 응대 시 오류, 이동 시 부딪힘 등으로 로봇 관리 비용이 오히려 증가돼 로봇 50% 정리하고 시행).

특히 효과가 뛰어나며 전문성이 있는 숙박업 전용 로봇으로는 호텔의 미니바 운반 로봇인 릴레이(Relay)가 대표적이다. 릴레이는 로봇회사 Savioke가 개발한 로봇으로 다이내믹한 공공 환경(호텔 및 병원)에서 사람들과 함께 작동하며, 엘리베이터를 조작할 수 있고 장애물(사람 포함)을 탐색하며, 다양한 품목을 빠르고 안전하며 안정적으로 운반하는 완전 자율형 실내 배달 로봇이다.

무엇보다 이동형 미니바라는 특화된 영역에 로봇을 적용해 고객에게 외면당하고 있는 호텔의 미니바에 대한 구매 욕구를 끌어올리는 데 한몫한 것으로 조사됐다. 릴레이 개발 업체인 Savioke에 따르면, 미국 LA의 레지던스 인 바이 메리엇의 경우, 릴레이를 도입한 후 월 1700달러의 매출 증대 효과가 나타났다고 밝혔다(배송당 2달러의 배송비 수익 및 색다른 경험을 위한 고객들의 미니바 사용 증대).

앞으로도 다양한 로봇이 숙박업에 적용될 것으로 예상되는 가운데, 여러 분야에서 숙박업 분야에 자동화 로봇 기술을 접목하려는 움직임이 포착되고 있다. 예를 들어, 자동차 제조회사 닛산의 경우 자체 자율주행 기술인 프로파일럿(Pro-pilot)이라는 자동 파킹 기술을 료칸의 객실에 있는 사물에 적용했다. 이 기술을 활용해 방안의 버튼 하나만 클릭하면 어질러 놓은 실내화, 방석, 리모컨 등을 제자리로 이동시키는 로봇이다. 이는 인건비를 절약할 수 있는 방안이며, 색다른 고객 경험을 통해 집객 무기로도 활용이 가능하다.

### 요리, 서빙, 설거지까지 전문적인 로봇 개발 완료

호텔 다음으로 로봇이 적극적으로 도입되는 서비스 업종은 요식업이다. 앞서 나온 통계처럼 미국의 요식산업에서 요리사의 부족과 인건비 상승에 따른 수익 감소가 예견되는 가운데 로봇 도입이 적극적으로 검토되고 있는 상황이다.

주문부터 조리, 서빙까지 전반적인 요식 프로세스에 적용된 로봇 기술은 '위생'과 '생산성 향상' '인건비 절감'이라는 혜택을



〈그림 5〉 Relay 로봇

출처 : 매디엄, <https://medium.com/the-hotels-network/robot-in-residence-f7d6b4b59fb6>



〈그림 6〉 Spyce 로봇

출처 : <https://www.bostonglobe.com/lifestyle/food-dining/2019/01/08/food-predictions-for/lwZt19PvZQVPRir2ETr4vDL/story.html>

제공한다. 최근 개장한 스파이스는 요리 주문부터 설거지까지 모두 로봇을 활용해 자동화했다. 스파이스는 매사추세츠공과대(MIT)에서 개발한 자동화 로봇을 이용해 미슐랭 요리사 다니엘과 함께 보스턴에 오픈한 레스토랑으로 주문을 하면 재료의 양을 정확히 측정해 조리로봇에 전달하고, 조리로봇이 자동 조리한 후 그릇에 담아

데커레이션하는 것으로 끝이 난다. 7.5달 러짜리 음식만을 제공하며 3분 이내에 완 료되는 것이 특징이다.

미소로봇틱스는 플리피(Flippy)라는 햄버 거 제조 로봇을 만들어 상용화했다. 일반 산업용으로 활용되는 로봇팔을 이용해 패 티의 익은 정도를 이미지 센서로 파악해 뒤 집기도 하고 여러 소재를 쌓아 햄버거를 제

조한다. 그 뿐만 아니라 로봇팔로 치킨텐더 를 인간 요리사처럼 프라이팬으로 만들 수도 있다. 음식 낭비를 최소화하면서 완벽한 온도로 조리되도록 조정까지 한다. 튀김, 구이 외에도 양파 자르기, 다른 야채 자르 기 및 정리도 가능하다. 로봇팔을 이용하기 때문에 사람이 조리할 수 있는 웬만한 요리는 할 수 있다.

비어로보틱스가 개발한 페니(Penny 2.0)는 서빙 전용 로봇이다. 더 다양한 유형의 품목을 운반할 수 있는 다목적 트레이 시스템을 갖추고 있다. 이 다목적 트레이 시스템으로 음식, 음료의 모든 조합을 운반하도록 구성할 수 있어 다양한 서빙이 가능하게 만들었다. 장애물 회피 기술도 강화했으며, 태블릿까지 부착해 고객과 상호작용까지 하기에 진정한 웨이터, 웨이트리스를 대체 할 수 있는 능력을 갖게 됐다.

디시크래프트 로봇(Dishcraft Robot)은 식기를 세척하는 로봇팔이다. 그릇을 로봇 팔로 세척기에 운반해 세척한 후 다시 시를 갖춘 비전모니터로 확인해 아직 더러운 접시는 다시 세척하도록 자동화된 세척로봇 이다.



〈그림 7〉 조리로봇 플리피, 서빙로봇 페니

출처 : 더스핀



〈그림 8〉 세척로봇 디스크래프트  
출처 : 더스폰

요리, 서빙, 설거지에 이르기까지 이제 요식업의 전 분야에 전문적인 로봇이 개발 완료됐다. 미소로보틱스의 플리피로 음식을 요리하고, 비어로보틱스의 페니로 신속하게 서빙하며, 마지막으로 디스크래프트 식기 세척로봇으로 닦으면 음식점의 인력을 100% 대체 가능하다. 인건비 절감뿐만 아니라 안전에도 이 모든 로봇이 가치를 더한다. 로봇팔로 제조하는 음식은 위생적이다. 로봇으로 배송할 경우 서빙 실수가 없고 많은 물건을 안전하게 나를 수 있다. 세척 시 뜨거운 물로 인한 화상으로부터 보호할 수 있으며, 설거지를 하다가 접시를 떨어뜨려 안전을 위협하지도 않는다. 그뿐만 아니라 생산성도 높아 24시간 음식점을 운영할 수 있다.

우리나라의 자영업 중 폐업률이 가장 높은 업종 중 하나가 요식업이다(폐업률 20.6%, 국세청). 창업도 빠르지만 쉽게 망하는 업종이기도 하다. 입맛의 글로벌화로 다양한 맛과 새로운 맛을 시장에서 요구하다 보니 이런 현상이 더욱 심하다. 매년 경쟁사보다 새로운 맛을 빠르게 고객에게 제

공하는 것이 이 시대 요식업의 경쟁력이 되고 있다. 이러한 관점에서 로봇을 적용한 요식업 시장의 성장 가능성은 높다고 할 수 있다.

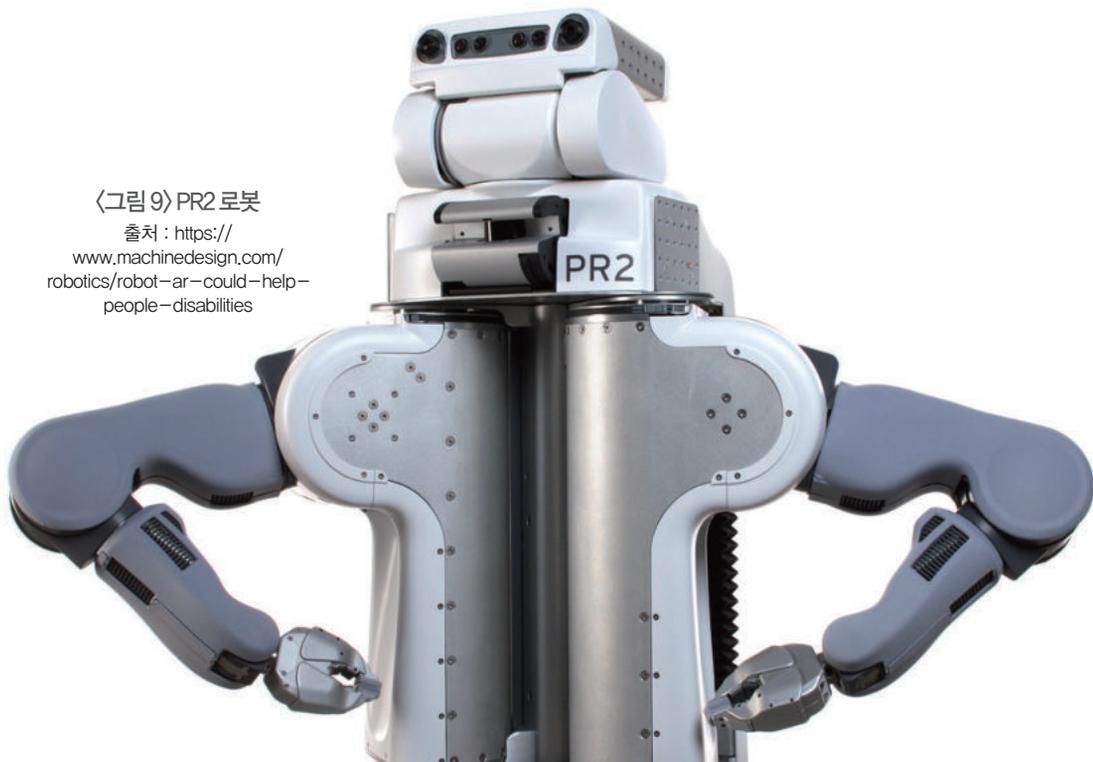
### 고령화시대의 돌봄로봇 및 외골격로봇

이외에도 서비스로봇은 거동이 불편한 사람들을 위해 매우 중요한 역할을 할 것

으로 전망된다. 시니어 인구가 증가하면서 이들의 불편한 거동을 보조하는 로봇의 수요는 자연스럽게 증가하고 있다. 일본의 신토미 요양원에서는 인간형 로봇 페퍼 (Pepper) 등 20여 가지 로봇을 이용해 노인을 돌보고 있다. 무엇보다 24시간 노인을 돌볼 수 있다는 측면에서 기존 인간에 의한 돌봄 방식보다 긍정적인 것으로 평가되고 있다. 거동이 불편한 사람들을 위한 로봇 기술은 계속 진화하고 있다.

예를 들어 AR인터페이스는 조지아공대에서 개발한 기술로 전혀 거동할 수 없는 사람이 자신이 의도한 형태로 PR2라는 로봇을 제어해 원하는 작업을 수행한다. 마우스 버튼과 증강현실을 이용해 로봇의 시선을 그대로 보여주는 디스플레이로 거동이 불편한 사람의 눈동자를 따라 로봇의 시선도 움직이게 한 것이다. 최근에는 테슬라에서 뇌의 신호로 컨트롤할 수 있는 로봇까지 구현됐다고 하니 거동이 불편한 사람들을 위한 로봇 시장은 분명 성장

〈그림 9〉 PR2 로봇  
출처 : <https://www.machinedesign.com/robotics/robot-ar-could-help-people-disabilities>





〈그림 10〉 파워드클로싱 슈트, 롬엘리베이트

출처 : <https://geeko.lesoir.be/>, <https://gearjunkie.com/roam-elevate-ski-exoskeleton-review>

가능성이 클 것으로 판단된다.

거동이 불편한 사람들을 위한 서비스로 붓에는 페퍼, PR2 등의 돌봄로봇이 있지만, 환자 스스로 거동하도록 도움을 주는 웨어러블 로봇 시장도 급속도로 성장하고 있다. 일명 외골격로봇 시장이다.

세스미크로보틱스에서 개발한 파워드클로싱(Powered Clothing) 슈트는 옷 안에 작은 모터와 배터리를 삽입해 엉덩이와 허리에 최대 30W의 힘을 제공하고, 40dB 정도의 작은 소음으로 활동에 지장을 주지 않는 기술을 적용했다. 가장 큰 특징은 속옷처럼 입어 누구도 외골격 슈트를 착용했다고 눈치 채지 못한다는 것이다. 원래 이 기술은 군사용으로 병사의 지구력을 향상시키기 위해 DARPA에서 개발한 것이지만, 이후 노년층의 엉덩이와 다리 근력을 지지해 오래 걷고 일어나는 데 불편하지 않도록 만든 상품으로 더 잘 알려져 있다.

조만간 이 기술을 좀 더 발전시켜 스포츠 인을 위한 슈트로 개발된다면 스포츠용 외골격 슈트 시장은 본격적으로 활성화될 것

이 분명하다. 2019년 롬로보틱스는 롬엘리베이트(ROAM Elevate)라는 스키용 외골격 슈트를 개발해 출시했다. 이 슈트는 부상 당한 스키 선수가 훈련받을 수 있도록 재활 용도로 개발된 것이지만, 일반인이 스키를 오래 타면서 즐기기를 위한 수단으로 더 많이 활용되고 있다.

### 서비스로봇, 특정 노동력 대체하는 가치 제공해야

테크나비오의 조사에 따르면 인간을 로봇으로 교체하면 비용을 22% 줄일 수 있을 것으로 예측하고 있다. 이렇듯 서비스로봇 시장은 분명 가능성이 있는 시장이다.



〈그림 11〉 앵커 알렉스와 심시아오밍

출처 : <https://www.nmtv.tv/worlds-first-female-ai-news-robo-anchor-xin-xiaomeng-all-set-to-go-on-air-next-month/>, <https://inews.co.uk/news/technology/russian-robot-tv-presenter-rossiya-24-alex/>

단, 최근 메이필드의 가정용 서비스로봇으로 각광받았던 큐리(Kuri)의 경우, 선주문 물량 전부를 회사 자체적으로 취소하는 사례가 있었다. 비슷한 가정용 로봇 지보(jibo) 역시 7300만 달러나 투자받았으나 폐업 수순을 밟았다고 전해진다. 큐리와 지보는 홈케어로봇이다. 특수한 기능보다는 말을 통해 정보를 전달해 주고 감정을 살피는 형태의 로봇으로, 특정 노동력을 대체하는 기능이 없다(인터넷이나 음성비서 스피커로도 가능한 기능). 결국, 서비스로봇은 인간적 교감이나 정보 제공자의 역할보다는 특정 노동력을 대체하는 가치를 제공해야 시장성이 있을 것이다.

일례로 Rossiya 24라는 로봇은 알렉사라는 앵커를 대체해 뉴스를 진행했고, 중국의 신화통신에서도 2019년 3월 인간 아나운서 대신 로봇 아나운서를 투입해 3400여건의 기사를 전달하기도 했다. 일반적으로 아나운서는 무표정이라 감정까지 표현할 필요가 없다. 또한 24시간 뉴스 전달이 필요한데, 인간으로 커버하기에는 비용이 많이 소요된다. 이러한 인간의 노동을 대체해 서비스의 경쟁력을 올리고 비용도 절감할 수 있는 영역에 대한 로봇의 수요는 분명 증가할 것이다.



## 인공지능, 로봇과 인간의 역할을 재정의하다

인간의 직관과 공감 능력을 로봇의 물리적이고 데이터 분석적인 능력과 어떻게 결합할지 고민할 때 우리는 로봇·인공지능이라는 도구를 인류의 생존 가능성을 높이는 데 사용할 수 있을 것이다. 인간과 로봇의 사회적 분업에 대한 진지한 고민이 필요한 시점이다.



### 로봇의 등장

‘로봇(Robot)’이라는 단어가 처음 등장한 것은 1921년 한 희곡에서다. 1921년 체코의 카렐 차페크가 쓴 희곡 ‘RUR(Rossum’s Universal Robot)’에 처음 등장한 이래로 인류의 오랜 관심의 대상이었다. 하지만 관심이 언제나 호기심으로만 가득 차 있던 것은 아니다. 1930년대 대공황 당시의 ‘로봇 히스테리’가 대표적이다. 경제적 어려움이 야기한 미래에 대한 두려움은 기술에 대한 두려움으로 이어졌고, 이는 많은 로봇이 사람을 죽이고, 인간의 일자리를 빼앗아간다는 생각으로 이어졌다. 심지어 권투 헤비급 챔피언인 잭 뎀프시도 이길 것이라고 주장하는 기사까지도 실리곤 했다.

한편, ‘로봇공학’이라는 용어는 1942년 등장했다. 미국의 공상과학소설 작가인 아서 애시모프는 그의 책 ‘런어라운드

(Runaround)’에서 로봇공학을 언급하며, 로봇이 지켜야 할 세 가지 원칙을 제시했다. 로봇은 인간에게 해를 끼치지 않아야 하고, 인간의 명령에 복종해야 하며, 이 두 원칙이 충돌하는 경우를 제외하면 로봇은 스스로를 보호해야 한다는 원칙이 그것이다.

### 모라벡의 역설과 인공지능

아서 애시모프의 ‘로봇 3원칙’은 오늘날까지 많은 국가의 로봇 정책의 기초가 됐다. 이 원칙을 지키지 않을 경우 어떤 무시무시한 결과가 초래되는지는 영화 ‘터미네이터’를 통해 확인한 바 있다. 하지만 영화 속 로봇과 현실은 발전의 양상이 대조적이다. 대표적인 현실의 사례는 인류의 로봇공학 분야가 수십 년에 걸쳐 연구한 끝에 개발한 혼다의 인간형 로봇 ‘아시모’다. 아시모는 로봇 3원칙을 어기면서 공개됐다. 화려한



〈그림 1〉 1930년대 대공황 당시의 로봇 패닉

출처 : Modern Mechanics and Inventions, "I can whip any mechanical Robot", April 1934

데뷔식을 치르기 위해 무대에 설치된 계단을 오르다가 무릎이 꺾이면서 뒤로 넘어져 바닥에 얼굴을 부딪치고 만 것이다. 데뷔 첫 날 로봇 3원칙 중 세 번째 원칙을 위배했다.

로봇공학자 한스 모라벡은 이를 '모라벡의 역설'로 표현한다. 그는 지능 검사나 체스에서 어떤 수준의 성능을 발휘하는 컴퓨터를 만드는 것보다 지각이나 이동 능력 면에서 한 살짜리 아기만 한 능력을 갖춘 컴퓨터를 만드는 일이 어렵거나 불가능하다는 것이다. 이는 로봇공학자의 태초의 가정이 실제와는 정반대였음을 의미한다. 즉, 고등한 '추론'에 엄청난 연산이 필요할 것이라고 가정했지만, 이는 낮은 수준의 '감각운동 기능'에 필요한 연산에는 비할 바가 아니었다. 인지과학자 스티븐 핑커는 이러한 현상을 한 문장으로 요약했다. '인간에게 어려운 문제는 로봇에게는 쉽고, 인간에게 쉬운 문제는 로봇에게는 어렵다.'

이는 공상과학 소설 속 로봇과는 달리 현실에서는 최소한의 훈련을 받은 육체노동자를 대신할 수 있는 기계를 만드는 것은 엄청나게 어려운 일임을 의미한다. 청소로봇이 사람을 대신해 바닥의 먼지를 빨아들일 수는 있지만, 탁자에 놓인 빈 커피잔과 얇다만 잡지를 정리할 수는 없다는 의미다.

## 인공지능 기술, 기계학습과 딥러닝

모라벡이 '모라벡의 역설'이라는 표현으로 인간과 컴퓨터의 능력 차이를 인지한 것은 1970년대지만, 1940년대부터 이미 로봇을 통해 인간의 육체적 능력이 아닌 인지적 능력을 닮기 위한 인공지능(AI) 연구가 진행되고 있었다. 하지만 의미 있는 성과는 기계학습(Machine Learning)이

개발된 90년대 후반이 돼서야 나타났다. 인터넷이 보급되기 시작하면서 웹상에 방대한 정보가 쏟아졌고, 이를 보관할 수 있는 하드디스크의 가격이 급격하게 낮아졌기 때문이다. '빅데이터'의 시대가 시작된 것이다.

기계학습이란 명시적으로 프로그래밍되지 않아도 컴퓨터가 스스로 학습할 수 있는 능력을 의미한다. 보다 구체적으로는 '데이터+프로그램(규칙)'을 입력하면 '결과물'을 출력했던 과거의 AI 기술과는 달리 '데이터+결과물'을 입력하면 '프로그램(패턴·전략)'이 출력된다. 게임의 규칙을 세세하게 알려주는 것이 이전의 방식이라면 게임 과정과 결과를 보여주고 나면 컴퓨터가 규칙을 찾아내는 방식이 바로 기계학습이다. 이를 전통적 프로그래밍(연역법)에서 기계학습(귀납법)으로의 AI 패러다임 전환이라고 한다.

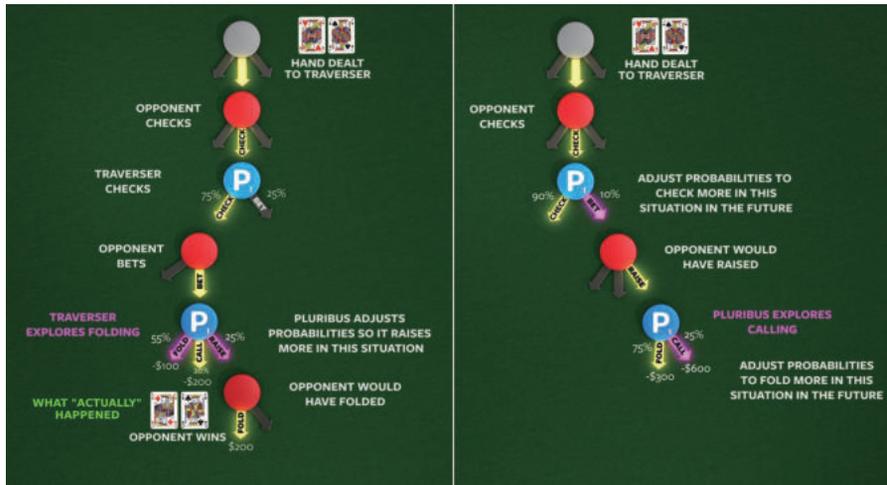
2000년대에 들어서자, 기계학습은 딥러닝(Deep Learning)으로 진화한다. 데이터는 양과 질적인 면에서 이전보다 풍부해졌고, 컴퓨터 하드웨어의 성능 개선과 병렬연산, GPU연산 등의 방법이 등장하면서 연산속도가 극적으로 개선됐기 때문이다. 이를 통해 인간의 뇌를 닮은 인공신경망을 구축할 수 있게 되었다. 신경망이란 수많은 뉴런으로 연결된 뇌의 구조를 의미한다. 하나의 뉴런은 다른 뉴런과 연결되고, 시냅스를 통해 신호를 주고받으며 정보를 전달한다. 뉴런에 임계치 이상의 신호가 입력되면 뉴런이 활성화돼 시냅스를 통해 신호를 전달한다. 딥러닝은 이러한 뇌의 정보전달 방식을 본떠 신경망 구조를 여러 층으로 깊이 있게 구성해

학습하도록 하는 방식의 AI 기술이다. 기존 기계학습은 특징을 사전에 추출하고, 추출된 특징을 바탕으로 분류해 학습을 진행하는 방식을 취하기 때문에 개와 고양이의 얼굴을 구분하지 못했다. 하지만 딥러닝의 경우 정보를 구분할 수 있는 최소한의 단위만 제공하면 입력된 값과 출력된 결과물의 오차가 최소화되도록 네트워크가 스스로 학습한다.

## 일상으로 파고들기 시작한 지능형 로봇

AI 기술의 발달은 로봇의 이미지를 기계적인 측면에서 지능적인 측면으로 바꾸어 놓았다. 로봇을 '생각하는 기계'로 재정의하기 시작한 것이다. 에릭 브린올프슨 MIT 교수와 앤드루 맥아피는 이를 '제2의 기계 시대'라고 표현한다. 한편, AI는 이제 더 이상 미래를 논하는 책이나 다큐멘터리에서나 볼 수 있는 모습이 아니다. 이미 우리 일상 곳곳에서 볼 수 있다. 체스와 바둑에 이어 포커 게임에서도 AI가 인간을 넘어서고 있고, 사진만으로도 거의 오차를 발생시키지 않고 사람을 인식할 수 있다. 그뿐만 아니라 질병의 진단 영역에서도 AI 기술을 확인할 수 있다.

2019년 7월, 페이스북 AI 연구팀과 카네기멜론대 연구팀이 공동으로 개발한 AI 프로그램인 '플러리버스'라는 포커로봇이 세계 정상급 프로선수를 모두 물리쳤다. '무제한 텍사스 홀덤' 방식으로 진행된 게임에서 누적상금 100만 달러 이상인 13명의 프로선수들과 맞붙어 승리한 것이다. 무제한 텍사스 홀덤 방식은 경우의 수가 10의 160 거듭제곱으로 바둑(10의 170 거듭



〈그림 2〉 플러리버스의 알고리즘

출처 : Techcrunch, "AI smokes 5 poker champions at a time in no-limit Hold'em with 'relentless consistency'", July, 12 2019

제공)보다는 작다. 바둑은 서로 어떤 돌이 어떻게 놓여야 하는지에 대한 정보가 두 플레이어가 동일한 '정보 대칭' 게임인 반면 포커는 각 플레이어가 바닥에 내려놓아 공개한 때뿐만 아니라 자신만 볼 수 있는 카드를 쥐고 있는 '정보 비대칭' 게임이라는 차이가 존재한다. 또한 자신의 패가 약하다고 판단할 경우 더 강한 베팅을 하는 '블러핑'도 자주 구사하기 때문에 AI에 의해 정복되기 어려운 영역으로 꼽혀왔다. 하지만 플러리버스는 인간만의 전략이라고 여겨졌던 블러핑마저 구사해 인간을 이겼다. 시가 포커 게임에서 인간을 이겼다는 것은 인간 혹은 다른 AI와 상호작용을 하는 시를 만들기 위해 다른 구성원들이 세계를 보는 방식이나 상대가 다른 정보를 가질 수 있다는 것을 이해하는 단계까지 발전했음을 엿볼 수 있는 사례라 할 수 있다. 실제 플러리버스의 기술은 금융협상이나 자율주행차의 길찾기 기술에 활용될 것으로 예상된다. 두 분야 모두 복수의 참여자가 존재하고, 정보가 불완전

한 상황이라는 공통점이 있다.

시에 의한 얼굴인식 기술도 이슈가 되고 있다. 페이스북에 사진을 올리면 얼굴을 자동으로 인식해 자동 태그하는 기능을 경험할 수 있다. 이는 딥페이스(Deep Face)라는 기술로 사진에서 사람을 인식해 누구인지 알려주는 서비스다. 구글 역시 2015년 페이스넷(Face Net)이라는 얼굴인식 시스템을 공개했는데 인식률이 99.96%에 달했다. 인간의 평균 얼굴인식 정확도는 97.53%다.

얼굴인식 기술은 희귀 유전질환 진단에도 활용되고 있다. 2019년 1월, 'Nature Medicine'에 실린 논문 'Identifying Facial

Phenotypes of Genetic Disorders Using Deep Learning'에 따르면 진료 중이던 한 환자의 얼굴 사진을 Face2Gene이라는 진단 스마트폰 앱에 업로드한 뒤, 알고리즘이 제공한 진단추천을 통해 희귀 유전적 질환을 발견하는 데 성공한 사례가 실려 있다. 이 무료 앱의 알고리즘 사용으로 의료진과 환자는 시일이 걸리고 값비싼 유전자 검사를 하지 않고도 비대면-슈타이너증 후군이라는 희귀 질환을 확인할 수 있었다.

## 현장에서 활용범위 넓어지고 있는 인공지능

현장에서의 AI 활용은 그 범위가 확장되고 있다. 제조업과 서비스업 구분하지 않고 AI 기술은 생산성을 높이는 데 기여한다. 이러한 로봇의 도입은 사실 지난 20세기 중반부터 가속화되고 있었다. 흔히 3차 산업혁명이라고 부르는 20세기 중반의 변화는 컴퓨터와 인터넷을 토대로 자동화를 통한 생산성 향상의 기틀을 마련했다. 하지만 오늘날의 변화를 4차 산업혁명이라고 하여 앞선 변화와 구분 짓는 이유는 변화가 '파괴적'이라는 점에 있다. 저장이나 운송, 복제에 비용이 거의 발생하지 않는 정보재가 생산품에서 차지하는 비중이 높아지면서 기존 산업에서 당연하게 받아들



〈그림 3〉 Face2Gene

출처 : <https://face2gene.wordpress.com/>

여지는 수확체감의 법칙은 더이상 성립하지 않게 됐고, 한계비용이 0에 가까워져 기존의 생산성 지표는 더이상 유효하지 않게 됐다.

이러한 변화의 중심에는 AI 기술이 있다. AI는 기계를 인간과 유사하거나 혹은 더 뛰어난 지능을 갖게 하기 위한 기술로 다양한 방식으로 여러 분야에 접목돼 활용되고 있다. 보다 구체적으로는 기계학습 혹은 딥러닝 기술을 바탕으로 한 분석기반의 AI 서비스가 중심이 되고 있다. 수집된 센서 데이터를 분석해 상황을 판단·예측하거나, 이미지 기반의 사람·사물인식, 음성인식을 위한 기법이 사용되고 있다. 특히 제조 분야의 경우 AI 기술을 활용한 '스마트 제조(Smart Manufacturing)'가 구현되고 있다.

① 스마트 제조

스마트 제조란 원자재, 제품, 기계, 노동력 등 밸류체인상에 존재하는 모든 구성요소를 정보통신기술을 활용해 실시간으로 연결하고 데이터 기반의 시스템 제어를 이용해 고객 맞춤형 제품 및 서비스를 창출하는 플랫폼을 의미한다. 일반적으로 '스마트 공장'이라고 부르는 지능형 공장이나 스마트 제조가 구현된 제조 현장이다.

스마트 제조의 시작은 독일의 '인더스트리 4.0'이다. 2011년 독일 하노버산업박람회회에서 처음 등장한 용어로 스마트 제조의 활성화를 목적으로 한다. 스마트 제조는 다양한 기술이 결합돼야 구현이 가능하지만, 무엇보다 CPS(Cyber Physics System) 기술이 뒷받침될 때 이상적인 스마트 제조가 가능해진다. CPS란 가상현실융합시스템



<그림 4> 독일의 스마트 공장

출처 : <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/EN/map-use-cases-formular.html>

으로 가상의 공간에서 수행되는 작업이 결국은 실제 물리적 공장 내에서 수행되도록 하는 개념이다. 선박 엔진을 수리하기 위해 위험하고 복잡한 작업 현장에 직접 들어가지 않더라도 HMD를 쓰고 가상의 공간에서 가상의 엔진을 대상으로 수리작업을 수행하면 실제 엔진이 동일한 방식으로 고쳐지는 기술을 의미한다.

한편, 우리나라에서도 스마트 제조 분야에서의 움직임이 활발하다. 정부는 2020년까지 스마트 공장 1만 개 구축을 목표로 하는 '제조혁신 3.0'을 진행하고 있으며, 민간에서도 AI 기술을 활용한 솔루션을 구축하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있다. 그 가운데 영상 처리 머신비전을 딥러닝에 접목해 시가 학습을 통해 사람처럼 제조 공정의 불량 여부를 검사하는 기술을 개발 중인 벤처기업 수아랩도 있다. 이들 기술을 활용하면 사람이 검사할 때보다 시간을 절반 이상 단축할 수 있다. 수아랩은 소프트뱅크의 투자회사인 소프트뱅크벤처스아시아로부터 투자를 받기도 했다. 현재까지 약 300억 원의 투자를 유치할 만큼 기술 경쟁력을 인

정받고 있다. 대기업도 적극적이다. SK는 산업용 빅데이터 분석 플랫폼을 개발하고 있으며, 현대위아는 장비원격모니터링 및 진단시스템을, 그리고 삼성SDS와 LGCNS는 각각 스마트 공장 솔루션 개발을 위해 노력하고 있다.

② 법률 분야에서의 인공지능 활용

2016년 전 산업에 걸쳐 포천 1000대 기업을 설문조사한 결과 비밀유지계약서 한 건을 검토하는 데 1주일에서 최대 한 달가량의 시간이 필요하다고 응답했다. 계약서 검토에만 이 정도 시간이 투입되니 전략적인 의사결정에 투자할 시간은 절대적으로 모자란 상황이다. 외부 로펌에 의뢰하는 문서가 늘어날수록 비용 부담이 기하급수적으로 증가하는 이유다.

계약서 검토에 이처럼 많은 시간이 필요한 이유는 계약서 작성이 표준화돼 있지 않기 때문이다. 같은 목적의 계약서라도 작성자에 따라 다른 방식과 표현으로 작성된다. 또한 계약서 검토를 위해 필요한 정보가 도처에 흩어져 있다는 점도 문제다.

데이터베이스화돼 있지 않다 보니 계약서에 담긴 사실관계를 파악하는 데만 상당한 시간이 소요되는 것이다.

이처럼 비효율적임에도 불구하고 동시에 같은 이유로 표준화돼 있지 않은 까닭에 사람만이 수행할 수 있는 영역이라는 이미지가 강했다. 엄격한 훈련을 받은 법률전문가만의 영역이라는 생각이 강했다. 하지만 흥미로운 시도가 등장하기 시작했다. 로직스라는 스타트업은 AI를 개발해 서비스 계약, 구매주문에 사용하는 수만 건의 문서를 학습시켰다. 더불어 최고의 로펌 소속 인간 변호사와 계약서 분석 대결<sup>2)</sup>을 벌였다. 지금까지 한 번도 볼 수 없었던 5건의 비밀유지계약서 총 153개의 단락을 분석했다. 오류를 찾거나 수정할 만한 조항을 제시하는 대결이었다. 결과는 AI의 승리였다. 로직스의 AI는 94%의 정확도로 평균 85%의 정확도를 기록한 인간을 이겼다. 무엇보다 AI는 26초가 필요했던 반면 인간은 평균 92분이 소요됐다.

### ③ 교통 분야에서의 인공지능

부산에서 전남 순천까지의 남해고속도로는 ‘마(魔)의 구간’으로 불린다. 특히 창원1, 2터널에서 발생하는 사고는 빈도가 갈수록 증가하고 있다. 8월 7일 있었던 4중 추돌사고 역시 창원2터널 안에서 발생했다. 이 사고로 4.5t 트럭 운전사가 숨졌다. 사고의 원인으로 지목되는 것은 ‘유령체증(Phantom Jam)’ 현상<sup>3)</sup>이다.

유령체증이란 별다른 혼잡 요인 없이 도로가 막히는 현상을 의미한다. 유령체증을 설명하기 위해 2008년 일본 나고야대의 스기야마 유키 교수의 복잡계 연구팀은

250m 길이의 원형도로에서 22대의 차를 이용해 주행실험을 실시했다. 차량 운전자들은 앞차와 동일한 속도로 동일한 간격을 유지하도록 했다. 실험이 시작되자 운전자들의 노력에도 불구하고 차량별로 미세한 속도 차이가 발생했고 이는 차량 간 거리의 변화를 야기했다. 운전자들은 앞차와 충돌을 피하기 위해 속도를 줄였고, 그 다음 차는 앞차의 브레이크 등을 확인하고 속도를 더 큰 폭으로 낮추었다. 앞에서부터 뒤로 이어지는 이러한 모습은 결국 교통체증을 유발하게 됐다. 도로 위의 ‘나비 효과’인 셈이다.

유령체증을 유발하지 않는 유일한 방법은 급격한 속도의 변화 없이 다른 차와 충돌하지 않는 것이다. 하지만 모든 운전자의 실력이 동등할 수 없고, 모든 상황이 통제될 수 없기 때문에 사실상 불가능에 가까운 이야기다. 인간이 운전하는 한 해결할 수 없다는 의미다. 하지만 AI 기술의 발전으로 인한 자율주행기술이 이를 해결할 수 있다. 바로 ‘협력-조정형 크루즈 컨트롤’ 기술이다. 일정한 속도를 설정해 놓으면 해당 속도를 유지하면서 달리는 기능인 크루즈 컨트롤은 ‘어댑티브 크루즈 컨트롤(ACC)’ 기술로 발전했다. 일정한 속도로 달리지만, 충돌하지 않도록 앞차와의 거리를 고려하는 기술이다. 협력-조정형 크루즈 컨트롤 기술은 주변 차량과의 통신을 통해 정보를 주고받으면서 ACC 기능을 수행하는 것이다. 통신이 허용하는 범위 내의 모든 차량 정보를 실시간으로 업데이트할 수 있기 때문에 몇 초 후의 상황을 예측해낼 수 있고, 이를 기반으로 미리 차의 속도를 조절할 수 있다. 이러한 기술은 인간보다 먼저 적절한

감속을 할 수 있기 때문에 유령체증의 크기를 줄일 수 있다. 실제 국내의 한 연구팀에서 도로상의 자율주행차 비율에 따른 교통상황의 변화를 실험한 결과 모든 차량이 자율주행차가 된다면 도로 용량이 두 배 이상 증가하는 것으로 나타났다.

### ④ 의료 분야에서의 인공지능

2015년 2월 버락 오바마 전 미국 대통령은 정밀의료 추진계획을 발표했다. 당시 미국 국립보건원(NIH)이 정의한 정밀의료는 ‘유전자, 환경, 생활습관 등의 개인적 차이를 고려해 질병을 예측하고 치료 기술을 개발하기 위한 새로운 의학적 접근 방법’이었다. 한편, NIH는 정밀의료 실시의 시급적 타당성의 근거로 유전체 해독 및 빅데이터를 제시했다.

진료 행위는 그 성격상 데이터 기반 행위다. 진료란 환자의 데이터를 의사가 분석해 진단을 내리고 그에 맞는 치료 의사 결정을 내리는 행위이기 때문이다. 이러한 이유로 치료법의 발전과 함께 환자 데이터를 수집하는 방법과 데이터의 양도 함께 발전했다. IBM에 따르면 한 사람은 평생 동안 0.4테라바이트의 임상 데이터와 6TB의 유전체 데이터, 1100TB의 라이프스타일 데이터를 생산한다. 다시 말해, 의학은 데이터의 문제이고, 데이터의 문제라면 곧 AI의 문제일 수밖에 없다. 인간과 로봇의 사회적 분업에 대한 진지한 고민이 필요한 시점이다.

1) <https://aptus.com/blog/contract-management-statistics-from-the-general-counsel-technology-report/>

2) <https://www.israel21c.org/study-artificial-intelligence-outperforms-top-lawyers/>

3) <https://news.joins.com/article/23547059>

**Exogenous data**

(Behavior, Socio-economic, Environmental, ...)

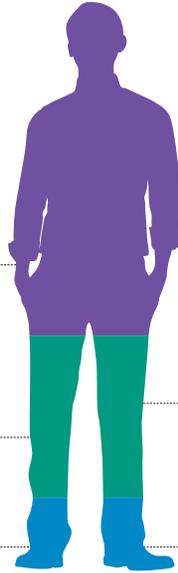
**60%** of determinants of health  
Volume, Variety, Velocity, Veracity

**Genomics data**

**30%** of determinants of health  
Volume

**Clinical data**

**10%** of determinants of health  
Variety



**1100 Terabytes**  
Generated per lifetime

**6TB**  
Per lifetime

**0.4TB**  
Per lifetime



〈그림 5〉 환자 데이터의 기하급수적인 성장  
출처 : 2014 IBM Health and Social Program Summit

의료현장에서 로봇 시의 활용은 가장 유명한 암 진단 시인 IBM의 왓슨포온콜로지의 사례를 거론하지 않아도 다양하다. 내시경 마취 솔루션으로서의 시가 그중 하나다. 존슨앤드존슨은 2009년 수면유도 마취로봇인 세더시스(Sedasys)를 개발해 2013년 미국 식품의약국(FDA) 허가를 받았고 미국, 캐나다, 호주 병원에서 성공적으로 사용한 바 있다. 세더시스는 환자의 혈중 산소 함량, 심장박동 수 등의 신체 징후 데이터를 시 솔루션이 분석해 투약량을 조절한다. 세더시스를 활용하면 마취비용을 10분의 1로 줄일 수 있다. 2016년 미국마취전문의협회 등의 이해관계자 반발로 현재는 생산 및 판매가 중단됐다.

영상판독 솔루션은 대표적이다. 현대 병원에서 다루지는 모든 영상 이미지는 디지털 이미지지만, 분석은 전문의가 아날로그적으로 수행한다. 해당 분야에 시가 도입되면서 급격한 변화가 진행되는 의료 분야가

됐다. 가장 많이 활용되는 의료영상 분석 기술은 '컨볼루션 신경망(CNN)'이다. CNN을 활용한 논문 수가 가파르게 증가하고 있다. 이 가운데 가장 화제가 되었던 연구는 구글에서 발표한 2016년 당뇨병성 망막 증의 진단<sup>4)</sup>과 2018년 구글의 피부암 진단<sup>5)</sup>이다. 두 경우 모두 10만 건 이상의 영상이 학습된 모델로 숙련된 전문의 수준에 뒤지지 않는 분류 성능을 보였다. 우리나라에서는 서울아산병원 영상의학과 연구진이 뷰노코리아와 함께 골 연령 판독 시 솔루션을 만들었다. 뼈에 X레이를 투사해 뼈 나이를 판독할 수 있는 AI 기술로, 판독시간을 기존 25분에서 20초로 줄일 수 있었다. 이 밖에도 폐암 및 폐렴<sup>6)</sup>, 심정지 예측 솔루션 등이 개발 중이다.<sup>7)</sup>

**로봇 · 인공지능 도입의 선결조건, 인간의 역할 설정**

AI 기술로 대변되는 로봇은 일상과 현장

의 다양한 영역으로 빠르게 침투하고 있다. 이는 무엇보다 효율성과 편리함을 제공하기 때문에 나타나는 결과라 할 수 있다. 동시에 로봇 · AI 도입에 따른 일자리 대체가 심화하는 것은 아닌지에 대한 우려도 높아지고 있다. 이에 대한 다양한 의견이 존재하지만, 일자리 차원의 예측은 쉽지 않다. 다만, 몇 가지 특정 분야에서 참고가 될 만한 분석들이 있다. 일자리 소멸과 생성이 동시에 발생하는 스마트 팩토리가 대표적인 분야다.

보스턴컨설팅그룹은 2015년부터 2025년까지 독일의 23개 대표 산업군에서 기업이 매년 1% 수준의 이익 성장을 목표로 50% 기업이 스마트 공장을 도입했을 때 61만 개의 일자리가 사라진다고 예측했다.<sup>8)</sup> 단순반복의 생산직은 물론 품질 및 설비 관리, 생산계획 등의 화이트칼라 일자리도 포함된 수치다. 반면 스마트 팩토리를 구축하고 생산성을 유지하기 위해 총 96만 개

(IT 분야에서 21만 개, 데이터 분석과 연구 개발에서 75만 개)의 신규 일자리가 생겨날 것이라고 분석했다. 특징적인 점은 생산현장에서 일하는 직접노동자보다 생산현장의 생산성을 높이기 위해 스마트 팩토리를 설계, 공급, 유지보수, 서비스 등을 담당하는 간접노동자 수요가 늘어날 것이라는 점이다.

이러한 추이는 미국도 마찬가지다. 미국 생산자협회 조사에 따르면 2009년 1.58<sup>9)</sup>이었던 미국 제조업의 평균고용 승수는 2020년 3을 넘어설 것으로 예상된다.<sup>10)</sup>

전문인력이 현장 외부에서 일하는 현상이 확산된다는 의미다. 중요한 것은 일하는 방법이 변한다는 점이다. 검사와 분석, 문제의 파악과 해결 모색 등이 모두 로봇의 영역으로 넘어가고 이를 고안하고 관리하는 역할이 인간에게 주어진 것이다. 새로운 역할에 대한 고민이 필요한 시점이다.

무엇보다 인간의 역할을 먼저 설정하고 이를 중심으로 한 로봇과 시의 도입이 필요하다. 시 기술이 가져다주는 생산성의 향상은 아주 매력적이다. 기복 없는 생산성에 휴식도 필요하지 않으며 급여 인상, 복지 강화를 요구하지도 않는다. 심지어 리싱크 로봇틱스의 생산로봇 박스터의 경우 시간당 운영비용은 최저임금의 60%에 불과하다. 이러한 효율성에도 불구하고 무조건적

인 도입이 효율성을 높여주지는 않는다. 테슬라의 사례가 대표적이다. 2016년 3월 45만 대의 사전예약에 성공했던 테슬라모터스는 2018년 1분기까지 2500대 양산을 목표로 했지만 실패해 대량 취소 사태가 발생했다. 원인은 과도한 생산라인의 자동화였다. 인간이 담당하는 게 효율적인 영역까지 로봇을 도입한 것이다. 테슬라의 CEO 일론 머스크 역시 로봇 자동화 의존도를 너무 높이다 보니 작업자 수가 너무 적어 생산이 지연됐음을 시인했다.

### 로봇과 인간의 사회적 분업

로봇도, 시도 결국 기술이다. 기술이란 도구를 쓰는 방법이다. 돌도끼부터 시에 이르기까지 기술의 발전은 언제나 인류의 생존 가능성을 높여왔다. 인류가 도구에 의존해 생존하는 존재이다 보니 새로운 도구를 만드는 사람은 많은 혜택을 누려왔다. 기술을 가진 국가는 부와 권력을 차지했다. 더 나아가 기술 변화를 주도하는 국가는 그렇지 못한 국가를 지배하기에 이르렀다. 한 국가가 다른 국가를 지배하는 일은 사라졌지만, 그 고통이 사라진 것은 아니다. 기술을 가진 국가는 그렇지 못한 국가로부터 자본을 빼앗아 올 수 있게 되었기 때문이다. 많은 국가가 기술 주도권을 빼앗기지 않기 위해 노력하는 이유다.

오늘날 이러한 기술 가운데 하나가 로봇·시 기술이다. 시로봇으로 무장한 국가의 군대는 인간 군대가 이길 수 없다. 전쟁이 계속될수록 시로봇을 가진 국가는 물자가 사라질 뿐이지만, 인간 군대를 가진 국가는 국민이 줄어들기 때문이다. 경제적인 측면도 마찬가지다. 시로봇을 이용한 생산은 더 다양한 상품을 보다 싼 비용으로 만들 수 있다. 많은 글로벌 기업이 IT를 접목하려 애쓰는 이유를 알 수 있는 대목이다.

기술은 언제나 인류의 발전과 행복에 기여해 왔다. 로봇·시 기술을 기껏 개발해 놓았더니 인류가 불행해진다면 아무런 의미가 없다. 로봇 기술을 인류의 행복을 위해 사용하기 위해서는 로봇과 인간의 협업이 필요하다. 인간의 시각으로 로봇을 바라보면 대단한 점이 끝도 없지만, 로봇의 시각으로 인간을 바라봐도 마찬가지다. 걸음마 단계만 지나고 나면 계단도 쉽게 오르내릴 수 있고, 별다른 학습 없이도 개와 고양이를 쉽게 구분할 수 있다. 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각의 오각은 말할 것도 없다. 인간의 부족함을 로봇이 시 기술로 메워가듯, 로봇의 부족함을 인간이 보완할 수 있다.

### 참고자료

- [1] 카카오 시 리포트 편집진, 카카오 시 리포트 인간과 인공지능을 말한다, 북바이북(2018)
- [2] 에릭 브라운포스·앤드루 맥아피, 제2의 기계시대, 청림출판(2014)
- [3] 일본경제신문사, 시 2045 인공지능 미래보고서, 시와 인간이 공존하는 세상의 시작, 반니(2019)
- [4] 토비 월시, 시의 미래 생각하는 기계, 프리뷰(2018)
- [5] Senén Barro and Thomas H. Davenport, People and Machines: Partners in Innovation, MIT Sloan Management Review, Summer Issue, 2019
- [6] 김동영, 4차 산업혁명에 인공지능으로 완성되죠, 한국경제신문, 2017.12.11

4) Gulshan, V. et al.(2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. The journal of the American Medical Association(JAMA), 316, pp.2402-2410  
 5) Esteve, A. et al.(2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks, Nature, 543, pp.115-118  
 6) <http://news1.kr/articles/?3454981>  
 7) <http://www.etnews.com/20180831000209>  
 8) Markus Loren. et al.(2015). Man and Machine 4.0-How Will Technology Workforce through 2025?. The Boston Consulting Group  
 9) 노동자 100명이 생산현장에서 일할 때 이들과 관련된 외부 서플라이 체인의 노동자 58명이 함께 일하고 있다는 의미.  
 10) 차두원(2018), 사라질 일자리보다 창출될 일자리가 많아 인간 역할을 '트랜스포메이션'해야 한다. DBR, 252, July 2018



TECH

## 국내 주얼리산업 활로 개척의 신무기를 만들어내다

(주)렉스다이아몬드

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과의 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 사업화 기술 부문은 종료 후 5년 이내 과제 중 매출·수출 신장, 고용 확대 등의 사업화 성과 창출에 크게 기여한 기술을 시상한다. (주)렉스다이아몬드가 '체결 및 착탈이 용이하며, 실용성 및 기능이 향상된 최대 인장하중 120N급 주얼리 연결 잠금장치 및 시스템 주얼리 개발' 연구과제를 통해 주얼리의 장식을 손쉽게 연결하고 분리하는 기술인 '시스템 주얼리'를 개발했다. 이 기술을 바탕으로 주얼리에 여러 장식을 연결하거나 떼어내 다양한 디자인을 연출할 수 있도록 하는 주얼리 연결·잠금장치를 생산 중이다. 쉽게 마모되지 않는 등 내구성이 매우 높으면서 주얼리 장식을 2, 3개 연결할 수 있는 사업화 가능성을 인정받아 영예의 장관상에 선정됐다.



사업화 기술 부문  
산업통상자원부 장관상

# 이달의 산업기술상

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



# 국내 주얼리산업 활로 개척의 신무기를 만들어내다



주얼리산업은 소득 수준이 높아질수록 수요가 증가하는 중소기업형 노동집약산업이다. 제품 기획과 디자인, 브랜드, 마케팅 역량이 부가가치 창출을 좌우할 뿐만 아니라 브랜드, 디자인, 패션, 정보기술(IT)산업 등과 연계 시 고부가가치 창출이 가능한 산업이다. 하지만 국내 주얼리산업의 현실은 높은 내수 비중에 따른 현실 안주와 외국산 제품의 시장 잠식 등으로 어려운 상황에 놓여 있으며, 세계 시장에서의 경쟁력은 매우 취약한 실정이다. 이런 가운데 ㈜렉스다이아몬드가 신개념 연결 잠금장치 개발 및 이의 사업화에 성공함으로써 관련 업계의 주목을 받고 있다.

### 100% 국산 기술 개발, 시스템 주얼리 시장 이끈다

주얼리에 사용되는 기존의 연결 잠금장치는 '금' 소재의 특성인 높은 유연성과 낮은 경도로 변형이 쉽게 돼 사용 중 형태 변화 또는 파손 빈도가 높아 보안성이 우수한 제품 개발에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 고내구성을 갖추면서도 제품 디자인에 부합되는 연결 잠금장치의 개발이 절실히 요구된다.

이런 가운데 렉스다이아몬드가 개발에 성공한 고기능 연결 잠금장치는 국내 주얼리산업의 미



## 김원구

(주)렉스다이아몬드 대표이사

**사업명** 창의산업전문기술개발  
(소비재산업고도화기술개발)

**연구과제명** 체결 및 착탈이 용이하며, 실용성 및 기능이 향상된 최대 인장하중 120N급 주얼리 연결 잠금장치 및 시스템 주얼리 개발

**제품명** 시스템 주얼리

**개발기간** 2016. 10 ~ 2018. 9 (24개월)

**총정부출연금** 570백만 원

**개발기관** (주)렉스다이아몬드 /

서울특별시 종로구 돈화문로 38-1 2층  
02-3448-0921 / www.rex.co.kr

**참여연구진** 김원구, 김태인, 이은희, 지현태, 김민경,  
김정훈, 김광수, 김수성, 윤승주

비한 디자인 경쟁력 강화와 함께 상대적으로 낮은 부가가치를 높이는 데 큰 역할을 할 것으로 전망된다.

김원구 대표는 “이번에 개발된 연결 잠금장치는 렉스다이아몬드가 보유하고 있는 다양한 특허 기술을 적용한 것으로 현재 대부분의 주얼리에 사용되는 연결 잠금장치의 단점을 보완했을 뿐만 아니라 제품을 고급화해 높은 부가가치를 창출할 수 있는 신개념 주얼리”라면서 “본 과제를 통해 제작된 모든 연결 잠금장치는 100% 국산화 기술로 개발됐으며, 현재 해외 명품 브랜드들의 연결 잠금장치와 비교해 성능상 차이가 거의 없다”고 말했다.

더불어 “개발된 연결 잠금장치를 활용한 신개념 주얼리인 시스템 주얼리는 기존 주얼리의 개념에서 탈피해 소비자가 스스로 연출할 수 있는 기능성 주얼리로, 국내 시장 활성화와 해외 시장 개척을 통한 글로벌 기업화 추진에 활용도가 매우 높다”며 “소비자 트렌드에 부합하는 디자인 개발과 적절한 마케팅이 수반된다면 해외 시장 개척이 가능한 매우 높은 기술”이라고 강조했다.

## 내구성과 기능성 향상된 신개념 연결 잠금장치 개발

렉스다이아몬드가 개발에 성공한 고기능 연결 잠금장치는 크게 세 가지 장점이 있다.

## How to

국내 최초로 진행했던 기술 개발인 탓에 국내에 축적된 자료가 없었고, 기술 개발에 필요한 전문 인력 또한 전무한 상태였지만, 기업부설연구소를 중심으로 해외 주얼리 선진국의 주요 기업 제품을 분석하는 한편 기계부품산업의 자료를 수집해 ‘선 이론 정립, 후 시제품 생산’을 반복함으로써 문제점을 해결할 수 있었다.

우선 내구성 향상이다. 기존의 연결 잠금장치는 연결 잠금 기능을 하는 슛장식과 암장식의 접착 면적이 적고 금의 유연성으로 인해 쉽게 헐거워져 사용 빈도가 증가할수록 잠금 기능이 현저히 떨어진다. 반면 렉스다이아몬드가 개발한 연결 잠금장치는 슛장식과 암장식의 결합 방식을 개선해 내구성을 현저히 증가시켰으며, 실제로 신개발 연결 잠금장치와 기존 연결 잠금장치에 대한 인장강도 시험 결과 본사 연결 잠금장치의 인장강도가 평균 181.2N으로 측정돼 기존 장치 대비 평균 6배 이상의 강도를 기록했다.

두 번째는 기능성 향상을 꼽을 수 있다. 연결 잠금장치가 주로 사용되는 기존의 목걸이 또는 팔찌 등에서 발생하는 꼬임 현상을 없애기 위해 회전 기능이 첨가된 연결 잠금장치를 개발했다. 이는 소비자가 본인의 개성에 맞게 디자인을 변형시킬 수 있는 신개념 주얼리인 시스템 주얼리 개발





김원구  
(주)렉스다이아몬드 대표이사

에 필요한 필수 요소이며, 렉스다이아몬드만의 뛰어난 기술력으로 평가받고 있다.

마지막으로는 시스템 주얼리 개발이다. 시스템 주얼리는 목걸이, 팔찌 또는 귀고리 등을 서로 연결하거나 분리해 소비자가 직접 한 가지 이상의 다양한 형태로 연출이 가능한 신개념 주얼리다. 렉스다이아몬드는 본 과제를 통해 연결장치의 기능을 강화함으로써 더욱 섬세하고 다양한 형태의 시스템 주얼리를 개발할 수 있게 됐다. 소비자에게는 보다 다양한 형태로의 변형이 가능해 니즈를 충족시킨다. 또한 판매자에게는 창의적인 세일즈 어프로치를 제공함으로써 미국과 유럽에 비해 디자인과 더불어 저평가받는 마케팅 부분에서 국내 주얼리산업에 강력한 경쟁력을 부여할 것으로 전망된다. 이에 대해 김 대표는 “본 과제를 통해 개발된 연결 잠금장치는 국내에

### 웨어러블 주얼리

Wearable Jewelry.  
심장박동 소리에 따라 반짝이는 귀고리로 혈압을 측정하고, 반지를 문질러 웹사이트를 검색할 수 있는 것으로 패션 액세서리에 컴퓨터 기능을 부여한 디지털 주얼리.

서 사용되고 있는 기존 제품에 비해 현격히 높은 기술력을 갖췄으며 기존의 연결 잠금장치를 대체할 가능성이 높다. 국제적인 해외 명품 브랜드들의 고유 연결 잠금장치와 비교했을 때도 성능이 우수하며 응용도가 높아 연결 잠금장치를 활용한 시스템 주얼리 개발 시 해외 선도기업의 팔찌를 능가하는 다양한 형태의 제품 개발이 가능할 것으로 예상된다”고 말했다.

### 시스템 주얼리에 적용, 새로운 시장 창출 가능해져

한편 사업화와 관련해 김 대표는 “개발 제품은 렉스다이아몬드의 기존 거래처인 전국 판매망을 활용한 오프라인 형식과 홈쇼핑 채널을 통한 온라인 형식으로 사업 시스템을 구축해 판매되고 있으며, B2B 유통망은 140여 곳의 렉스다이아몬드 전국 소매점에서 이루어지고 있다”고 밝혔다.

또한 사업화 전망에 대해서는 “시스템 주얼리는 기존과 달리 제품 일부를 교체하거나 2가지 혹은 3가지 주얼리를 결합 또는 분리해 새로운 형태로 표현하는 것이 가능한 신개념 주얼리로, 기존의 주얼리와 비교해 높은 경쟁력을 보유하고 있어 앞으로의 전망이 매우 밝다”면서 “고품질 주얼리 연결 잠금장치를 기존 또는 신개발 제품에 적용해 제품의 품질을 높이거나 시스템 주얼리 개발에 적용, 차별화된 고부가가치 제품을 개발함으로써 3년 이내에 국내외 약 120억 원 이상의 새로운 시장을 창출할 것으로 예상된다”고 덧붙였다.

끝으로 앞으로의 계획과 목표에 대해 김 대표는 “본 과제를 통해 개발된 장치는 기존에 사용하는 일반 연결 잠금장치에 비해 잠금 상태에서 최대 인장강도가 현저히 증가했으나, 한 개의 걸림키가 작동하는 구조로 돼 있어 잠금 상태에서의 최대 인장강도를 높이는 데 한계가 있다”면서 “개발된 원천 기술을 바탕으로 다양한 용도로 사용할 수 있도록 활용도를 높이기 위해 소형화된 양방향 걸림키 연결 잠금장치 개발을 위한 연구를 추진할 계획”이라고 말했다.

그리고 “프레스 생산 방식을 적용해 부품의 정밀도와 생산성을 향상시키고 텐션(Tension) 증가를 통한 기능 향상과 제품의 규격화 및 작업 공정을 단축시키는 한편 연결 잠금장치의 정밀도 향상과 소형화를 달성해 주얼리뿐만 아니라 타 산업과의 공동작업으로 웨어러블 주얼리와 같은 새로운 분야의 개척을 목표로 하고 있다”고 밝혔다.

더 나은 내일을 위한 동행,  
이제 신한은행과 함께 하세요

전용  
대출

기술사업화  
컨설팅

금융  
프로그램  
(법률자문 서비스 등)

## 산업통상자원부와 신한은행이 함께하는 R&D 수행 중소기업·중견기업 지원 프로그램 안내

신한은행은 산업통상자원부 R&D 자금 전담은행으로  
다음과 같은 지원 프로그램을 운영하고 있습니다.

### R&D 사업화자금 전용 대출

R&D 수행 중소기업·중견기업을 위해 대출을 시행하고 있습니다.  
(신한 산업기술 우수기업대출)

### 기술사업화 컨설팅

기술사업화 컨설팅 제공을 통해 기업의 성공을 지원합니다.

### 신한은행 대표 금융프로그램 (법률자문 서비스 등)

지역번호사회 연결을 통한 법률자문 서비스 등 기업에게  
꼭 필요한 다양한 프로그램을 제공합니다.

- 신청대상 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소기업·중견기업
- 신청방법 신한은행 기관고객1본부 산업통상자원부 R&D 자금전담은행 담당자 전화 ☎ 02-2151-5581)

※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



# Innovation Bank of Korea

## 나는 새롭다

은행을 벗어나자  
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

당신을 이롭게 금융을 혁신하다  
Innovation **Bank of Korea**



# 이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중  
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.  
전기·전자 3개, 기계·소재 1개로  
총 4개의 신기술이 나왔다.

## 전기·전자

- 중대형 이차전지 국가 전략 로드맵
- 산업용 UHD급 영상인식 카메라 SoC
- 산업용 펌프 부착용 수중카메라 및 인증 기술

## 기계·소재

- 로봇 적용 범위 확장을 위해 3종의 조인트 모듈, 최대 7자유도의 기구부 조합에 따른 제어, 인지 시스템의 자동 구성이 가능한 모듈러 매니플레이션 기술

# 중대형 이차전지 국가 전략 로드맵

한국전지연구조합\_ 녹색산업선도형이차전지기술개발

## 기술의 의의

장기적인 안목으로 기술과 산업의 트렌드 전망을 통해 중대형 이차전지 글로벌 경쟁력 확보 및 기술 선도, 시장 선점 가능성 제고.

**기술내용** 이차전지의 응용 분야가 소형에서 중대형으로 확대됨에 따라 경쟁국은 이차전지 로드맵을 수립해 리튬이차전지산업을 체계적으로 육성하고 있으나, 우리나라의 경우 통합된 국가 로드맵이 부재한 상황임. 우리는 일시적인 시장 변화에 대응하는 분야별 단기 로드맵 위주로 진행됨에 따라 경쟁국 개발 트렌드에 단기적인 대응은 신속히 할 수 있을 지라도, 장기적 개발 방향 수립 및 기술 선도에는 불리한 상황임. 본 연구과제를 통해 향후 치열한 경쟁이 예상되는 중대형 이차전지 시장 선점 및 글로벌 경쟁력 확보를 위한 중대형 이차전지 국가 전략 로드맵을

수립했음. 단기 대응을 위한 분야별 연구개발(R&D) 과제는 개발 단계에서 사업화 단계 전환과 신속한 시장 대응이 어렵기 때문에 일시적인 세계 이차전지 시장의 변화에 대응하기보다는 장기적 안목에서 기술과 산업의 트렌드를 전망하고, 이를 토대로 중장기 전략 로드맵을 수립해 체계적이고 종합적인 지원체계를 구축할 필요가 있음. 국가 전략 로드맵 수립은 이차전지 제조, 소재, 응용 분야에 상호연계 · 연동돼 적용됨에 따라 정부 R&D 지원이 과제에서 단절되지 않고 사업화 단계로의 효율적인 전환으로 한정된 투자금 액 안에서 R&D 지원 및 수행이 가능할 것으로 기대됨. 국가 전략 로드맵

을 통한 이차전지산업의 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있는 R&D 과제 및 정부 지원 방안 도출이 가능함에 따라 급변하는 국제 정세(환경 · 기술 · 경제 규제 등)에 선제적 대응이 가능할 것으로 판단됨.

**적용분야** 이차전지 산학연 중장기 중점 R&D 개발 방향 설정 기준 자료, 정부 정책 및 지원방안 수립 근거자료 등.

**향후계획** 국내 중소 · 중견기업의 중장기 기술 개발 수립 지원을 위한 전략 로드맵 공유 및 중대형 이차전지 신규 R&D 사업 추진을 위한 전략 로드맵 목표 반영.

**연구 개발기관** 한국전지연구조합 / 02-3461-9411 / www.k-bia.or.kr

**참여 연구진** 한국전지연구조합 강석기 외 산 · 학 · 연 이차전지 전문가 25명

## 전기차용 리튬이차전지 로드맵

목표 연도		2015년까지	2018년까지	2020년까지	2023년까지	2025년까지
기술 개발 목표	에너지 밀도 [Cell]	150Wh/kg	270Wh/kg	300Wh/kg	320Wh/kg	330Wh/kg
		350Wh/L	600Wh/L	650Wh/L	750Wh/L	800Wh/L
	가격	350\$/kWh	120\$/kWh	100\$/kWh	97\$/kWh	95\$/kWh
	Calendar	5~10년	12년	15년	15년	15년
	Cycle	500회	800회	1,000회	1,000회	1,000회
적용 단계		보급 초기			보급기	

# 산업용 UHD급 영상인식 카메라 SoC

(주)아이닉스\_시스템반도체

## 기술의 의의

UHD급 영상 처리 ISP, UHD급 영상인식 SoC 기반 응용 플랫폼 확보.

**기술내용** 최근 보안산업 분야에 서는 정밀한 감시 및 정확한 영상인식을 가능하게 하기 위해 UHD급 초고화질의 영상 획득 기술이 대두되고 있음. 이러한 기술을 기반으로 얼굴인식, 군집 이동체 분석(People Counting) 등을 이용해 백화점, 마트, 공공장소 등 다양한 보안산업 분야의 응용을 목표로 함. 따라서 고화질의 4K 영상과 이를 이용한 인식 기술로부터 광대한 데이터 처리가 가능한 산업

용 단일 칩 SoC로의 구현이 필요함. 이에 본 연구과제를 통해 핵심 기술인 UHD급 영상 처리 ISP, UHD급 영상인식 SoC 기반 응용 플랫폼을 개발함. 한편, 영상 인식을 위한 UHD급 카메라에서는 대상 객체의 검사를 하기 위한 WDR과 같은 광대역 계조 보정, 저조도 상황에서의 노이즈 제거 등 영상 전처리 기술이 영상 인식 성능에 큰 영향을 미치며 이러한 기능은 ISP에 구현돼 실시간으로 출력이 가능해야 함. 4K 해상도에서

WDR 120dB, NR 35dB 이상의 성능을 유지하면서 실시간 처리가 가능해야 영상 인식 성능을 최대한 유지할 수 있음. CMOS Image Sensor는 고해상도를 지원하기 위해 sub-LVDS 인터페이스뿐만 아니라 최대 600Mbps/8channel급 MIPI RX PHY도 자체 기술로 설계를 구현함. SoC의 영상 데이터 출력은 VLC를 이용한 1.5Gbps급 EX-SDI 표준 프로토콜로 구축했으며, 이를 동축 케이블상에서 120m 이상 전송이 가능하도록 구현해 보안 및 산업용 카메라 시장의 상용화 가능성을 높임.

## 적용분야

보안용 영상 감시 카메라 시스템, IP Network Camera, 4K 의료용 고화질 영상카메라, 방송용 무지연 카메라 시스템 등.

## 향후계획

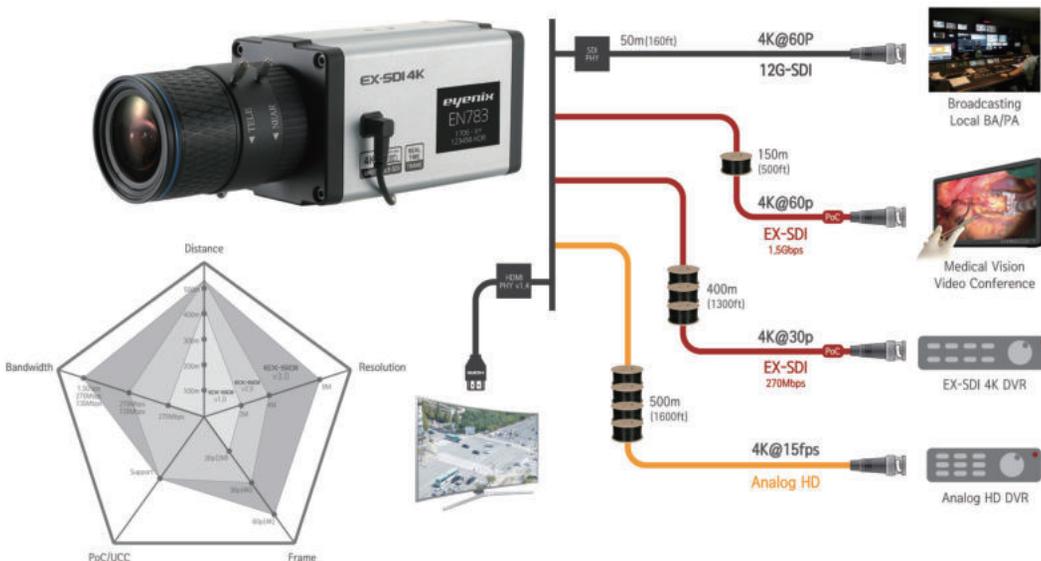
H,265 HEVC Codec을 탑재한 지능형 네트워크 카메라 SoC 개발을 목표로 IP Network 전송 기능 향상, AI 객체 인식 기술을 개발함.

## 연구 개발기관

(주)아이닉스 / 031-204-7333 / www.eyenix.com

## 참여 연구진

(주)아이닉스 황정현, 김만수, 성민제, 안준모, 유장현, 전자부품연구원 김정호, 이상설, 황영배 외



# 산업용 펌프 부착용 수중카메라 및 인증 기술

(주)그린텍\_ 산업융합촉진사업

## 기술의 의의

개발된 수중카메라는 세계 최초의 구현 방식임.

**기술내용** 기존 산업용 카메라는 고진공·고압력 상태에서 상시 장착 사용이 불가능함. 현재 산업용 펌프는 정기 유지보수를 통해 수리작업을 시행하고 있음. 이에 본 연구과제를 통해 펌프 본체 내부에 장착돼 상시 펌프의 내부 상태를 영상으로 전송하고, 이 물질 유입 등 이상 상황 발생 시 즉시 표시·경보해 예방 정비가 가능한 기능으로 차별화된 융합 신제품 개발을 추진함. 이를 위해 좁은 렌즈 주변 공간을 투명 실리콘으로 충전 가능한 기구 구조로 설계해 김서림 방지 기술을 확보함. 또한 2중 오링과 링너트에 의한 밀폐 구조를 지닌 내수압·완전방수 기술을 개발함. 더불어 회로부 공간을 실리콘으로 주입해 진동

흡수가 가능한 내진동 기술과 카메라 렌즈 보호를 위해 내마모도가 높은 사파이어글라스를 적용한 내마모 기술을 확보함. 이외에도 카메라 몸체용 STS304(담수용), F51듀플렉스(해수용) 정밀가공을 통해 내부식 특성을 지님. 이러한 기술을 통해 구동 중인 펌프 내부로 유입되는 오폐물 등 고장을 유발하는 물질을 실시간 확인할 수 있음. 그뿐만 아니라 본 개발품인 수중카메라의 이물질 검출, 결로, 김서림을 평가할 수 있는 시험 방법과 기준을 개발하고 평가해 산업융합 신제품 적합성 인증서를 취득함.

**적용분야** 해상 풍력-해상 구조물 Rig 균열 및 부식 상태 실시간 확인, 해상

플랜트-지역별 위락용 잔교 건설 및 부유식 다목적 항만 시설 감시에 적용, 증착장비-고진공 상태로 반도체 표면을 증착하는 장비 내부의 증착 상태 확인, 우주항공-진공 상태인 우주선 장비의 감시에 적용.

**향후계획** 한국농어촌공사, 지자체 상수도사업본부, 유럽 및 북미 등 선진 시장의 대용량 상하수도 펌핑 설비에 공급. 펌프 분야와 연계돼 있는 밸브 시장에도 참여해 시스템 구축, 홍수 등 각종 자연재해를 원거리에서 실시간 확인 판단할 수 있는 첨단 재해방재시스템 구축.

**연구 개발기관** (주)그린텍 / 053-587-3504 / www.grtec.co.kr  
한국산업기술시험원 / 031-500-0408 / www.ktl.re.kr

**참여 연구진** (주)그린텍 성석경, 박태훈, 곽민석, 한국산업기술시험원 도경훈, 이석진, 권정원, 김준영 외



# 로봇 적용 범위 확장을 위해 3종의 조인트 모듈, 최대 7자유도의 기구부 조합에 따른 제어, 인지 시스템의 자동 구성이 가능한 모듈러 매니플레이션 기술

한국과학기술연구원\_로봇원천제품

## 기술의 의의

6, 7축 및 양팔 모듈러 매니플레이터 HW, 모듈러 매니플레이터 자가 재구성 모션 엔진, ModMan 작업 인지 엔진 확보.

**기술내용** 다품종 소량생산으로 산업 트렌드가 바뀌어감에 따라 여러 다른 부품의 생산에 활용 가능한 로봇에 대한 수요가 커지고 있음. 즉, 현장의 수요에 따라 로봇에 요구되는 기능이 변하게 되고 이에 대응할 수 있는 높은 작업 적응도(Task Adaptability)를 가지는 로봇의 필요성이 대두됨. 이에 따라 본 과제에서는 사용자의 요구에 따라 형상을 변화시킬 수 있는 모듈러 매니플레이터(Modular Manipulator) 시스템인 모드맨(ModMan)을 개발했음. 기계적 · 전기적 성별이 없는 무성별 커넥터를 개발해 같은 모듈 숫자 대비 2배의 가짓수에 해당하는 로봇 형상을 가질 수 있게 됨. 이를 기반으로 총 7종의 조인트 모듈, 4종의 링크 모듈, 1종의 그리퍼 모듈을 제작해 한 팔 및 양팔 형태의 로봇 조립이 가능함. 사용자가 재조립하는 과정 및 후에 간편하게 사용할 수 있도록

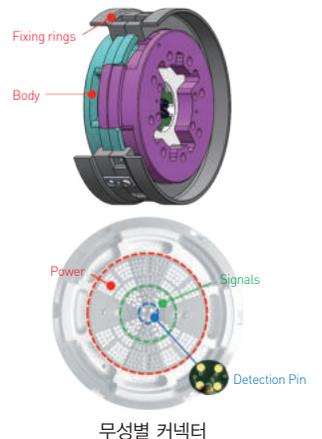
자동 기구학(Kinematics), 최적 형상 도출, 자동 게인 튜닝 등의 소프트웨어 역시 개발함. 2D 및 3D 비전을 통해 물체 인식 및 부품 이송 작업을 선보여 개발된 매니플레이터 시스템이 산업현장에 실제로 사용될 수 있다는 것을 증명함.

**적용분야** 스마트폰 제조공장 라인 운용, 서비스로봇, 위험 작업 수행, 우주 정거장 도킹 시스템 등.

**향후계획** 개발된 무성별 커넥터를 ISO에 제시해 모듈러 로봇의 국제표준 커넥터로 채택될 수 있도록 진행 중임. 동역학적인 요소를 추가적으로 고려해 높은 제어 정밀도 및 안전 기능을 추가할 계획임. 후속 과제를 통해 추가모듈을 제작함으로써 더 많은 형태의 로봇을 만들 수 있도록 할 예정임.

**연구 개발기관** 한국과학기술연구원 / 02-958-5589 / www.kist.re.kr

**참여 연구진** 한국과학기술연구원 강성철, 이우섭, 성균관대 이석한, 한국기계연구원 손영수, 한국전자통신연구원 김재홍 외



# 최고의 금융파트너 우리나라 1등은행이 함께합니다



## R&D 수행 중소·중견기업 사업화 지원 프로그램 종합안내



R&D 사업화자금  
전용 대출

R&D 사업수행  
중소·중견기업을 위한

우리 R&D 플러스론



고객만족을 위한  
맞춤형 컨설팅

다양한 분야별  
컨설팅 제공을 통한

기업의 성공 지원



우리은행 대표  
금융프로그램

R&D 기업대상  
수출입 업무 등 교육지원

다양한 프로그램 제공

**신청대상** 산업통상자원부 선정 R&D 과제 수행 중소·중견기업

**신청방법** 우리은행 기관영업전략부 산업통상자원부 R&D자금 전담은행 담당자 전화(☎02-2002-3348)

※ 금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.

# 이달의 사업화 성공 기술

산업통상자원부 연구개발 과제를 수행해 종료한 후 5년 이내 사업화에 성공한 기술을 소개한다. 사업화 성공 기술은 개발된 기술을 향상시켜 제품의 개발·생산 및 판매, 기술 이전 등으로 매출을 발생시키거나 비용을 절감해 경제적 성과를 창출한 기술을 말한다. 기계·소재 1개, 정보통신 1개, 지식서비스 1개로 총 3개의 사업화 성공 기술이 나왔다.

## 기계·소재

- 선박용 저진동·고효율 추진기 및 방향타 개발 기술

## 정보통신

- 저전력 IoT 센서 디바이스의 모니터링 기술

## 지식서비스

- 3차원 투과 영상 기반 제품 검사 플랫폼 기술

# 선박용 저진동 · 고효율 추진기 및 방향타 개발 기술

선박해양플랜트연구소\_그린카 등 수송시스템산업핵심기술개발사업(조선)

## 기술의 핵심

대형 캐비테이션 터널에서 3차원 선체반류 재현, 프로펠러 캐비테이션 제어기술, 캐비테이션 유기 선체표면 변동압력 감소기술.

### 기술내용

선박의 대형화와 고속화로 추진기와 방향타의 부하가 증가해 각각의 캐비테이션 발생량이 늘어남. 이에 따라 추진효율 감소, 설계 선속 미달, 선체 기진력 증가, 추진기 및 타표면 침식 증가, 수중방사소음 증가 등을 유발해 공학적으로 많은 어려움이 발생함. 하지만 그동안 부득이 국외 연구시험 설비를 활용하여 왔음. 다행히 2009년 선박해양플랜트연구소에 확보한 세계 두 번째 규모의 '대형 캐비테이션 터널(Large Cavitation Tunnel: LCT)'을 활용해 선체와 추진기 유동장 상호작용을 실선 상태와 유사하게 해석하고 앞서 서술한 캐비테이션 관련 모형시험법을 개발함. 본 과제의 연구 대상은 상선이며 그 종류는 다양함. 연구 상선은 유조선, LNG선, LPG선, 컨테이너선, 산적화물선 등임. 기존 유사선 대비 프로펠러 캐비테이션 발생량, 캐비테이션 변동압력 수준 및 타 캐비테이션 발생량이 선종에 따라 차이는 있으나 20~30% 수준으로 감소함.

### 사업화 내용

앞서 언급한 바와 같이 본 과제를 통해 프로펠러 캐비테이션 성능 검증을 위한 시험설비와 시험기법이 국내에 개발됨. 더불어 시험설비 특성과 시험 결과 우수성이 검증 및 확인됨에 따라 예전과 달리 보다 공격적인 프로펠러 설계와 엄격한 성능평가가 가능해짐. 따라서 현재는 국내 대부분의 조선소가 건조 전에 설계한 선박의 캐비테이션 성능 검증 및 개선을 위해 당 연구소 대형 캐비테이션 터널을 활용함. 사업화 적용 선박은 탱커(원유, 정유, 화학제품), LNG선, LPG선, 컨테이너선, 산적화물선, 자동차운반선, 전투함, 구축함, 수중운동체 등임. 이외에도 추진기 종류인 일반 스크루 프로펠러, 덕트-스테이터 프로펠러, 전후 스테이터 프로펠러, 상호반전 프로펠러, Energe 복합추진기, 펌프제트, 쌍축 프로펠러, Vortex Generator, PBCF 등 각종 Energy Saving Device가 해당됨. 활용기관은 국내 대부분의 조선소, 국내 선박

설계 전문기관, 국내 프로펠러 제작사, 국방과학연구소, 한국기계연구원, 그 외 국내외 유관 산업체임.

### 사업화시 문제및해결

실선과 모형선의 Scale Effect로 인해 모형시험 결과로부터 실선 성능 예측은 세계적으로도 연구대상이며 상관관계 일관성 확보를 위한 모형시험법이 개발되고 있음. 기술의 고도화를 위해서는 실선 프로펠러 캐비테이션 관찰 시험 등 지속적인 노력이 요구됨.

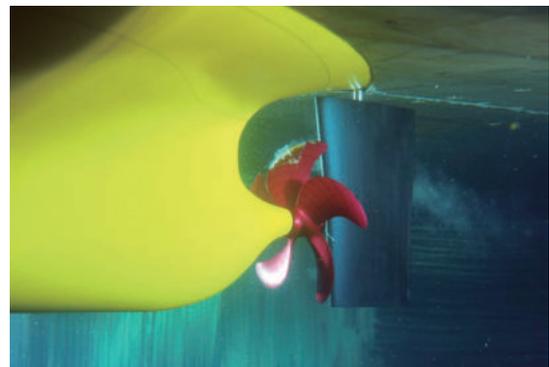
### 연구 개발기관

한국해양과학기술원  
부설 선박해양플랜트 연구소 /

042-866-3460 / www.kriso.re.kr

### 참여 연구진

한국해양과학기술원  
부설 선박해양플랜트 연구소 김기섭, 대우조선해양(주) 김성표, (주)한진중공업 구수만, (주)티엠에스 유용완, STX조선해양 최영달, 성동조선해양(주) 손재우, SPP조선 차희철 외



# 저전력 IoT 센서 디바이스의 모니터링 기술

(주)텔레웍스\_ 산업핵심기술개발사업

## 기술의 핵심

IoT 디바이스의 소모전력 최소화, 센싱 데이터 수집을 위한 서버 연동 기술, 수집된 데이터를 분석하고 활용하기 위한 데이터 마이닝 기술.

**기술내용** 최근 사물인터넷(IoT) 기술 보급과 함께 점차 더 다양한 단말이 인터넷에 연결되고 있음. 그에 따라 단말이 생성하는 사물 데이터 역시 급증하고 있으며 단말과 인터넷 연결 및 단말 간 데이터 전송 기술이 핵심이 됨. 컴퓨터가 아닌 일반 사물을 인터넷에 연결하는 사물 연결 기술과 데이터 전송을 통해 사물을 제어하는 기술을 개발함. 단순히 사물 연결에 그치지 않고 사물이 발생시킨 데이터를 분석해 활용하는 기술 또한 접목하여 대용량 데이터를 확장성 있게 저장하는 데이터 저장 기술, 원하는 데이터를 효율적으로 검색하는 검색 기술, 사물로부터 수집된 빅데이터를 활용하기 위한 데이터 마이닝 기술, 인공지능, 머신러닝을 통한

패턴 인식 및 이상 탐지와 같은 데이터 분석 기술을 개발함.

## 사업화 내용

셀룰러 기반의 원거리 저전력 통신 방식(LPWA) 중 하나인 NB-IoT (Narrowband-IoT)를 사용하고 통신사 KT의 플랫폼인 IoT Makers와 연동되는 태양열발전량 모니터링을 위한 외장형 NB-IoT 모뎀을 사업화함. 이를 바탕으로 저전력 솔루션을 적용해 배터리 교체 없이 5년 이상 사용이 가능한 주차장 모니터링 시스템, 원격 가스 검침 시스템을 상용화함.

## 사업화 시 문제 및 해결

NB-IoT 기술이 국내에서 본격적으로 상용화가 되기 전 통신사 업자와의 기술 협약으로 사업을 시

작해 참고할 수 있는 자료가 적어 초기 개발에 어려움을 겪었음. 하지만 수년간의 연구개발을 통해 현재는 관련 업계의 선두주자로 발돋움할 수 있었고 시장의 확대에 다양한 모니터링 시스템을 추가 개발하고 있음. 향후에는 NB-IoT에 비해 대역폭이 넓은 LTE CAT.1과 같은 IoT 모니터링 시스템을 개발해 시장점유율을 확대하고자 함.

## 연구 개발기관

(주)텔레웍스 /  
02-2026-5757 /  
www.teleworks.co.kr

## 참여 연구진

(주)텔레웍스 서영광,  
김성훈, 설동수, 박상현 외



NB-IoT 외장형 모뎀

# 3차원 투과 영상 기반 제품 검사 플랫폼 기술

한국생산기술연구원\_ 산업융합기술산업핵심기술개발사업(IT융합)

## 기술의 핵심

고출력의 X-ray를 발생시키기 위해 독자 개발한 450kV 고전압 발생 장치와 Open/Close X-ray Tube를 포함한 산업용 CT HW와 촬영 결과물 전용 분석 SW.

**기술내용** 기존의 2D X-ray 또는 비전 기반 결함 검사 방법에서는 불가능했던 내부 결함 검출을 위한 3D 투과 영상 기반 검사 플랫폼 기술을 개발함. 제품 결함 검출을 위해 2D X-ray 또는 비전 기반 결함 검사 방법 등을 이용한 외부 검사가 많이 사용돼 왔으나, 자동차부품이나 전자부품 등과 같이 제품 내부에 존재하는 납땜의 품질, 접합 부위의 견고성, 혹은 결함의 유무 등을 정확히 검증하는 데는 한계가 있음. 이러한 문제점을 해결하기 위해 3차원 내외부의 대용량 데이터를 처리할 수 있는 볼륨 분석·CAD 모듈 및 가속화 기술을 탑재한 소프트웨어 모듈과 고출력의 X-ray를 발생시키기 위한 고전압 발생 장치, X-ray 튜브, 정밀제어 기구 장치 및 구동 SW 등 대형 정밀 CT 하드웨어 장비를 독자 기술로 개발함. 특히 고출력의 X-ray를 발생시키기 위해 독자 개발한 450kV 고전압 발생 장치와 Open

X-ray Tube(225kV/5mA, Focal Size 5 $\mu$ m가 세계 최고 수준), Close X-ray Tube는 동일 성능으로 세계 두 번째로 개발된 제품(450kV/10mA, Focal Size 0.4mm)임. 더불어 정밀제어 기구 장치 및 구동 SW 등이 하드웨어 장비 제품의 핵심임. 이외에도 GPU 가속 기술을 이용, 대용량의 촬영 데이터를 재구성하는 시간을 획기적으로 줄이고 3차원 재구성 이후 부품 내부에 생긴 기공, 이물질 등도 자동으로 잡아낼 수 있고 복잡한 내부 구조를 가진 제품을 역설계하는 기능 등이 결함 검사 소프트웨어 제품의 핵심임.

**사업화 내용** 고출력의 X-ray를 발생시키기 위한 고전압 발생 장치, X-ray Tube, 정밀제어 기구 장치 및 구동 SW 등 대형 정밀 CT 하드웨어 장비, 고용량의 영상 데이터를 GPU 기술을 활용해 빠르게 영상 처리 및 결함 등을 검출할 수 있는 CT 촬영 결과물 전용 분석 소프트웨어.

## 사업화시 문제및해결

산업용 CT 시스템 원천 기술을 확보하고 이를 상용화하기 위해서는 HW와 SW 시스템이 동시에 개발되어야 하고, 이 시스템은 바로 기업이 사용할 수 있어야 함. 짧은 연구 기간에 어느 한 기관이 모든 걸 개발하는 것은 불가능하므로 한국생산기술연구원을 중심으로 산학기관과 함께 HW와 SW 시스템을 모듈화해 각자 개발하고 이를 통합하는 방식으로 제품화에 성공했음.

## 연구 개발기관

한국생산기술연구원 / 031-8084-8805 / www.kitech.re.kr  
(주)세크 / 031-215-7341 / www.seceng.co.kr  
쓰리디산업영상 / 070-8766-2395 / www.3dii.net

## 참여 연구진

한국생산기술연구원 임채호, (주)세크 전승원, 쓰리디산업영상 김규년 외



# 상시 성과 시스템 및 지식재산권 연구개발과제 정보 입력 안내



## 상시 성과 입력 시스템

한국산업기술평가관리원(KEIT)에서는  
국가 R&D 조사·분석·평가를 위해  
매년 1회 실시하던 조사 입력을 수행기관에서  
상시로 입력할 수 있도록  
상시 성과 입력 시스템을 운영 중이오니  
많은 활용 부탁드립니다.



상시 성과 입력 사이트

KEIT 산업기술지원사이트  
<http://itech.keit.re.kr>

## 지식재산권 연구개발과제 정보 입력

KEIT에서 지원한 국가 R&D 사업을 통해  
지식재산권(특허 등)을 출원·등록하는 경우  
**연구개발과제 정보**를 반드시 기재해야 함을  
안내드립니다.

출원·등록서에 기재하는 **연구개발과제 정보**는  
하단의 표기 방법을 참고하기 바랍니다.

- |            |                            |
|------------|----------------------------|
| * 과제고유번호   | NTIS 과제고유번호(10자리)          |
| * 부처명      | 산업통상자원부                    |
| * 연구관리전문기관 | 한국산업기술평가관리원                |
| * 연구사업명    | 협약서에 명기된 사업 명칭(○○○○기술개발사업) |
| * 연구과제명    | 협약서에 명기된 과제명               |
| * 기여율      | 특허 성과에 대한 지원사업의 기여율        |
| * 주관기관     | 협약서에 명기된 주관기관              |
| * 연구기간     | 협약서에 명기된 총 수행기간            |



더불어 지식재산권 출원·등록은 수행기관 명의로 해야 하며  
그렇지 않은 경우 관련 규정에 의거, 1년간 국가 R&D 참여 제한을  
받을 수 있습니다. 다만, 개인사업자의 경우에 한해 대표자 명의 가능.

## 차별화된 기업문화, 안전하고 편리한 세상을 위한 기술로 이어지다

# 스마트전자(주)

경제협력개발기구(OECD)는 연구개발(R&D)을 ‘인간·문화·사회를 망라하는 지식의 축적분을 늘리고 그것을 새롭게 응용함으로써 활용성을 높이기 위해 체계적으로 이루어지는 창조적인 모든 활동’이라 정의하고 있다. 특히 R&D의 중요성이 세간의 관심을 받고 있는 상황에서 R&D 우수기업은 남들과는 다른 점이 분명 있다. 단순히 R&D 성공과 사업화를 통한 매출 증대만이 아니다. 이에 R&D 우수기업만이 가진 남과 다른 점이 무엇인지를 알아보고자 국내 최초로 ‘전 사원 지주제’라는 혁신적 경영시스템을 구축한 회로보호·센서 제조기업 스마트전자(주)를 찾아가 보았다.



### LG그룹 계열사에서 1995년 스마트전자로 새롭게 시작

스마트전자는 1969년 LG그룹 계열사 ‘성요사’라는 사명의 저항기 제조업체로 부산 지역에서 사업장을 운영하다 당시 계열사가 분리되면서 1995년 4월 19일 스마트전자로 새롭게 회사를 설립해 지금에 이르고 있다.

설립 당시 국내 최초 ‘전 사원 지주제’로 운영되면서 전 임직원이 경영혁신 활동에 적극 참여할 수 있는 여건을 조성했으며, 지난해 임직원 150명에 연간 350억 원의 매출 실적을 올렸다.

울산 울주군에 본사 및 제조공장과 종합연구소를 두고 있으며, LG전자와 삼성전자를 비롯해 국내외에 120여 개의 크고 작은 고객사를 두고 있다. 고객사와의 실시간 업무대응을 위해 경북 구미와 경기 수원에도 영업소를 운영하는 한편, 2015년 4월에는 베트남 현지에 해외생산 법인을 설립해 ‘고객이 언제나 감동하는 제품과 서비스를 제공해 고객의 절대적 신뢰를 확보한다’는 품질 방침을 실현하고 있다.

이와 관련해 강신욱 대표는 “1969년 성요사 설립 당시부터 2000년 초반까지 저항기 전문 제조업체로 사업을 운영해 왔다. 하지만 이후 전자기기 트렌드가 아날로그에서 디지털로 바뀌고, 소형화 및 원칩(One-Chip)화하면서 수요가 급속히 감소돼 기존 저항기 부품만으로는 채산성 악화 등 전자부품 시장에서 생존하기가 어려운 환경으로 급변했다”며 “이와

중에 2차 전지와 에너지저장장치 등의 부품소재 부문이 활성화되면서 내부회로를 보호해주는 Fuse 등 과전류 회로보호소자와 낙뢰처럼 과전압이 SET 내부로 유입되는 것을 방지하는 Surge Absorber 등 과전압 회로보호소자에 대한 국산화 요구가 급증했고, 이를 잘 활용함으로써 현재는 회로보호소자 부품전문기업으로 완전히 탈바꿈했다”고 설명했다.

그리고 “최근에는 전장용 센서분야로 사업군을 확장해 나가면서 TV, 디스플레이, 생활가전 분야의 저항기 전문기업에서 이동·무선통신, 2차전지, 에너지저장장치 및 자동차 전장용, 사물인터넷(IoT) 분야 전문 소재부품기업으로 발돋움하고 있다”고 말했다.

## 자체 기술로 SMD 타입 고전력용 고내구성 보호소자 국산화 성공

2011년 6월부터 2016년 5월까지 스마트전자가 수행한 ATC(우수기술연구센터)사업인 ‘고전력용 고내구성 Fuse 및 Surge 소자 개발’은 기술 개발과 함께 사업화에도 성공해 주목을 받고 있으며, 스마트전자가 명실상부한 국내 최고의 소재부품 전문기업으로 성장하는 데 큰 원동력이 되고 있다.

전자기기 혹은 내부에서 과전압이 발생하거나 통신라인 또는 전용라인을 통해 외부에서 Surge가 유입될 때 과전류 또는 과전압으로부터 회로 내부 부품을 보호하고 전자기기의 화재나 파손을 막는 역할을 하는 것이 Fuse와 Surge 보호소자다.

스마트전자가 ATC사업 과제를 제안한 2011년 당시만 해도 이러한 보호소자를 국내에서 생산하거나 개발하는 부품업체는 없었으며, 특히 SMD(Surface Mount Device, 표면실장소자) 타입의 고전력용 Fuse나 Surge 보호소자는 일본 등 해외 선진기업에서 독점 공급하고 있는 실정이었다.

이에 따라 국내 전자기기 세트 메이커(Set Maker)들은 부품을 수입에 의존함으로써 부품, 소재업체 간 협업을 통한 제품 개발이 원활하지 않아 많은 애로를 겪고 있는 상황에서 국내 1위의 고정 저항기 제조 전문기술 보유와 당시 저용량의 회로보호 소자의 개발 양산을 진행하고 있던 스마트전자의 ‘고전력용 고내구성 Fuse 및 Surge 소자 개발’ 성공은 국내 전기전자산업에 숨통을 틔워주는 계기가 됐다.

이에 대해 강 대표는 “종래의 SMD Fuse는 전극을 납땜 방식으로 접합해 정격을 향상시키면 Fuse의 사이즈가 커지는 단점이 있는 반면 이번 과제를 통해 개발한 SMD





성할 수 있으며, 아주대와 협업해 기존에 사용된 Brazing Ring을 대체하는 물질을 개발함으로써 Electrode와 세라믹의 접합 공정을 대체할 수 있게 되면서 공정비용과 공정시간을 단축하는 것은 물론 제조 원가를 절감하고 전기전자 부품시장에서의 경쟁력을 강화할 수 있는 장점이 있다.

### 보다안전하고 편리한 세상위한기술적가치 실현 목표

“P/S부품 NO.1 모두가 행복한 SMART”라는 당사의 비전 달성을 통해 고객 만족에 기여하고 궁극적으로는 스마트한 부품, 안전하고 편리한 세상을 만드는 데 기여하는 경쟁력 있는 기업 문화 조성에 모든 열정을 바칠 것”이라며 앞으로의 계획과 목표를 밝힌 강 대표의 일성(一聲)에는 스마트전자가 추구하는 기술과 제품의 핵심적인 가치가 고스란히 담겨 있다.

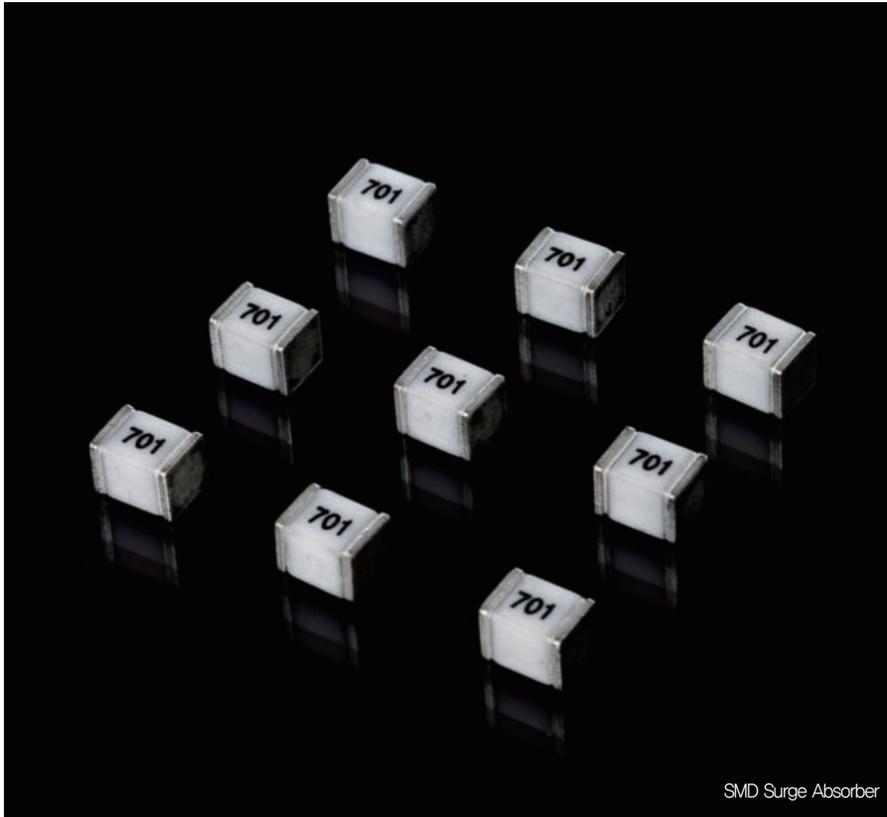
강 대표는 “설립 이래 꾸준히 저항기 및 회로보호소자 개발과 생산에 주력해 온 기업으로서 스마트전자의 제품들은 대부분의 전자제품과 자동차 등에 사용되고 있다. 최근 소재부품산업의 역량 강화에 대한 목소리가 그 어느 때보다 높아지고 있는

Fuse는 전극을 브레이징(Brazing) 접합 방식으로 접합하는 기술을 개발, 기존 제품보다 접합력을 향상시켰다. 또 Fuse 핵심 구성인 Fuse Element, 소호제, Fuse Body의 소재를 연구해 높은 Breaking Capacity를 가질 수 있는 SMD Fuse 구조를 만들어 경쟁사 대비 사이즈가 축소된 고정격 SMD Fuse를 내놓았다”고 말했다.

또한 “고전압 Surge 보호소자로 세라믹 타입의 가스 방전관이 주로 사용되고, 가스 방전관 메커니즘은 방전 Gap이 커서 Surge에 대한 응답성이 떨어지는 단점이 있는 반면, SMD Surge 보호소자는 전도성 필름에 Micro Gap이 형성된 방전소체를 적용해 기존보다 낮은 정전 용량값 및 높은 절연 저항값을 가져 Surge에 우수한 응답성과 빠른 에너지 처리능력을 가지고 있다”고 덧붙였다.

이외에도 스마트전자가 개발에 성공한 SMD 타입의 고정격 Fuse와 Surge 보호소자는 세라믹 타입이면서 SMD 형상으로 개발, 소형이지만 고용량 및 고전압 Surge를 보호할 수 있다. 전도성 필름 및 혼합 가스비를 연구해 저전압부터 초고압까지 방전 개시전압을 형





SMD Surge Absorber



SMD Fuse

상황에서 전문 소재부품기업으로 발돋움하고 있는 스마트전자의 궁극적인 기술적 가치는 보다 안전하고 편리한 세상을 만드는 데 있다”고 말했다.

실제로 스마트전자가 생산하는 모든 제품은 우리가 일상생활은 물론 모든 산업분야에서 사용하는 전기전자장비와 통신기기 및 자동차 등에 없어서는 안 될 부품들이면서도 눈에 잘 띄지 않는 것들이다. 하지만 이 부품들이 불완전하거나 없다면 모든 장비는 멈춰서거나 화재로 이어져 소중한 인명과 귀중한 재산을 하루아침에 잃게 될 수도 있다. 이런 까닭에 스마트전자의 R&D 행보와 목표는 남다르다.

이에 대해 강 대표는 “모든 기술은 인간을 위해 존재하는 것이고 인간을 위해 발전하는 것이다. R&D 역시 자기만족을 위한 것이 아닌 모두를 위한 것이 돼야 하고, 그것을 위해서는 사업화로 이어져야 한다고 생각한다. 그리고 그러한 목표를 가지고 이뤄낸 것이 바로 당사의 SMD 타입 고정격 Fuse와 Surge 보호소자”라면서 “기업이 기술 개발을 통해 사회와 사회 구성원들에게 기여하기 위해서는 기업만의 힘으로는 어렵다. R&D에는 많은 시간과 투자가 필요한데 중소기업으로서는 엄두가 나지 않기 때문이다. 이런 상황에서 정부가 ATC사업을 비롯한 각종 R&D 지원사업을 통해 중소기업이 국가와 국민을 위해 필요한 기술과 제품을 개발해 공급할 수 있도록 발판을 마련해 준 것에 매우 감사드리며, 앞으로도 꾸준한 관심과 지원이 이어지기를 기대한다”고 말했다.

## INTERVIEW

강신욱 스마트전자㈜ 대표이사

## ‘혁신’이 낳은 차별화된 기업문화를 갖다

‘전 사원 지주제’ 통해 강한 주인의식과 팀워크 극대화 견인

스마트전자는 국내 최초로 ‘전 사원 지주제’라는 혁신적 경영시스템으로 설립된 회사로 남다른 기업문화를 갖춘 기업으로 정평이 나 있다. 비록 중소기업이긴 하지만 스마트전자의 기업문화와 근간이 되는 ‘혁신’의 측면에서는 어느 대기업 못지않은 시스템을 갖추고 있다. 이와 관련해 강 대표는 “우선 스마트전자는 전 사원이 회사의 주식을 보유하고 있는 혁신적 경영시스템인 ‘전 사원 지주제’ 회사로, 구성원 모두가 회사의 주인이라는 강한 주인의식과 팀워크를 바탕으로 지속적인 경영개선 활동을 전개하고 있다. 고객과도 부품 국산화 과제 공동 추진 등 협업을 통해 스마트하고 안전한 부품을 개발, 성과를 공유함으로써 상호 윈윈하는 기업문화를 정착시키고 있다”고 밝혔다.

실제로 ATC사업의 일환으로 개발 및 사업화에 성공한 ‘고전력용 고내구성 Fuse 및 Surge 소자 개발’ 역시 협업과 성공적인 산학시스템 구축에서 비롯됐다고 해도 과언이 아니다. 기술 개발 과정을 통해 해외 시험기관에 의존할 수밖에 없는 상황에서 개발 기술과 제품에 대한 신뢰성 보증 문제 역시 주인의식을 바탕으로 한 직원들의 각고의 노력과 상호 윈윈하는 협업 과정에서 해결됐다는 점에서 스마트전자만의 독특한 기업문화의

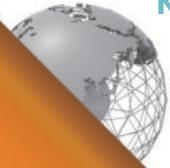


시너지 효과는 매우 크다고 말할 수 있다. 또한 스마트전자는 인재 육성과 구성원 역량 개발이 기업 경쟁력의 가장 중요한 항목이라는 생각을 기반으로 차별화된 시스템과 다양한 프로그램을 갖추고 있다.

강 대표는 “인간존중의 경영, 신뢰받는 기업을 경영 이념으로 하고 있는 저희 회사는 인재 육성과 구성원 역량 개발이 결국 회사의 큰 원동력이자 생존을 위한 크나 큰 자산이라는 점에서 다양한 프로그램과 혁신적인 시스템을 갖추고 있다”면서 “스마트전자 인재상을 선정하고 이의 육성을 위한 스마트 지식도서관(WEB 구축), 직무자격제도, 직급필수교육 이수제도 등 인재육성제도를 운영하고, 구성원에게 최고 수준의 역량 계발을 지원하기 위해 학위(학·석·박사) 취득과 전문자격증 취득 및 여학 관련 교육비를 지원하고 있으며 사외 및 사이버 교육, 사내 강사제도를 활용한 OJT 교육 등을 적극적으로 추진하고 있다”고 말했다.

이 밖에도 강 대표는 “구성원의 행복 추구를 위해 성과를 공유하고, 개인의 행복한 삶을 지원하기 위해 학자금, 건강검진비, 경조금, 근속&우수사원 포상, 사내 동호회 활동비 지원, 가정의 날 등 여러 가지 사내 복지제도를 운영하고 있다”면서 “무엇보다도 스마트전자만의 차별화된 기업문화는 ‘혁신’에 있다. 이는 스마트전자가 나날이 변화하는 미래산업의 흐름에 능동적으로 대처할 수 있는 원동력이 됨과 동시에 기업의 근간이 되는 인간, 즉 회사 구성원들을 어떻게 하면 행복하게 해줄 수 있는가에 대한 고민의 해결책이 되었기 때문이다”고 밝혔다.

그런 탓일까. 모든 회사 구성원들 얼굴에는 환한 웃음이 가득하고, 오고 가는 정다운 인사말이 수시로 들려 왔다. 우리 모두가 회사의 주인이라는 주인의식, 그것이 바로 스마트전자만의 차별화된 기업문화의 핵심이었다.



# 기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



## KEIT 미국(실리콘밸리) 거점

담당자 김병재

E-mail ramy78@keit.re.kr

Tel (Office) +1-408-232-5411

## KIAT 미국(워싱턴) 거점

담당자 이범진

E-mail pomjin@kiat.or.kr

Tel : (Office) +1-709-337-0950



## KEIT 독일(베를린) 거점

담당자 전준표

E-mail augtto@keit.re.kr

Tel (Office) +49-30-8891-7390



## KIAT 벨기에(브뤼셀) 거점

담당자 박천교

E-mail seanpark@kiat.or.kr

Tel (Office) +32-3-431-0591



## KORIL 이스라엘 거점

담당자 진수미

E-mail susan74@koril.org

Tel (Office) +972-54-345-1013

## 심혈관 진단 · 치료 가이드용 기능성 융합미세영상기기 개발

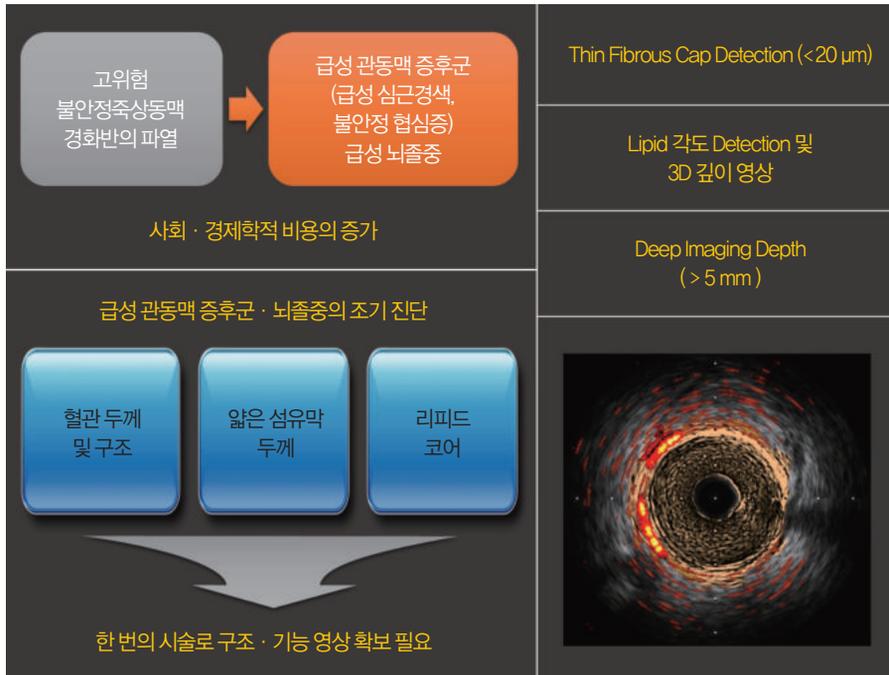
본 연구개발은 고주파수(80MHz) 초음파 트랜스듀서 기반 초정밀 진단용 혈관 내 초음파(IVUS) 카테터 개발, 파장변조광원을 이용한 공간섭단층영상(OCT) 개발 및 IVUS · OCT와 IVUS · PAT(광음향)가 포함된 융합형 카테터 개발, 광음향 기술을 이용한 혈관 내 구조 · 기능 영상 확보를 통해 동맥경화반 파열 예측이 가능한 심혈관 진단 · 치료 가이드용 기능성 융합미세영상기기 개발을 목표로 한다.

### 개발이 필요한 이유

전 세계적으로 주요 사망 원인 중 하나인 심혈관 질환의 예방을 위한 정확한 진단의 중요성이 높아지고 있다. 특히 취약동맥경화반(Vulnerable Atherosclerotic Plaque)이 급성관상동맥질환과 같은 치명적 심혈관 질환의 주요 원인으로 주목받고 있어 취약동맥경화반의 구조적 · 기능적 영상을 획득할 수 있는 영상 기술의 개발이 시급한 상황이다.

CT 및 MRI 등 인체 내부의 영상을 얻을 수 있는 초고성능 영상 기술로도 혈관 내부의 미세한 병변을 판단하는 것은 어렵기 때문에 일반적으로 혈관 내 동맥경화의 정도를 판단하기 위해 혈관 내부에 들어갈 수 있는 미세한 카테터를 사용하는 영상 획득 시스템을 이용해 병변의 심각성을 판단하게 된다. 미세한 혈관 내 동맥경화반의 조직학적 특성을 판단하기 위해서는 혈관 내부에 들어갈 정도로 미세한 카테

터를 이용한 혈관 내 초음파(Intravascular Ultrasound : IUS) 혹은 혈관 내 공간섭단층촬영(Intravascular Optical Coherence Tomography : IOCT)과 같은 영상 획득 시스템으로 병변의 경중을 진단해 왔다. 하지만 정확한 판단을 위해 하나의 혈관 병변에 대해 여러 번 카테터를 삽입 · 측정해야 하므로 합병증 발생의 위험이 증가하고 각각 획득한 이미지가 정확하게 일치하지 않아 급성심근경색과 같은 응급질환 발생



〈그림 1〉 심혈관 진단·치료 가이드용 기능성 융합미세영상기기 개발 개요

시 널리 사용되지 못했다. 또한 각각의 영상 획득 방법이 갖는 한계로 인해 급성심근경색의 주요 원인이 되는 고위험도 취약성 동맥경화반의 조직학적 특성을 판별하기가 까다로워 급성관상동맥질환의 조기 진단 및 예방이 어렵다.

혈관 내 초음파 카테터의 경우 영상 투과 깊이가 깊고 혈관 구조 영상 확인에 좋아 병변의 석회화, 내막박리 혹은 혈전을 구별해 적절한 시술을 할 수 있게 도와주므로 의료현장에서 많이 쓰이는 측정 방식이지만 해상도가 떨어지고 성분분석을 하지 못한다는 단점이 있다. 최근에 많이 연구되는 혈관 내 광간섭 단층촬영의 경우 높은 해상도를 가지고 있어 생체 흡수성 스텐트(Bioresorbable Vascular-scaffold Stent : BVS) 삽입 시술 시 혈관과의 밀착 여부, 스텐트 혈전증 발생, 변연부 박리 등

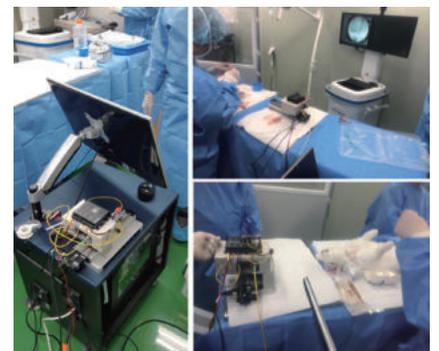
을 감별하기 위해 필요하지만, 영상의 투과 깊이가 낮아 혈관의 일부 층만 볼 수 있다는 단점이 있다.

대부분의 혈관 내 초음파 시스템은 동맥경화반의 위험성을 영상 내 괴사(Necrotic Core), 칼슘(Calcium), 섬유화(Fibrous), 섬유성지방(Fibro-fatty)의 분포를 이용한 정량화를 통해 분석하고 있는데 대표적으로 Boston Scientific 장비의 경우 정량화를 할 수는 있지만 수치를 인정해 주지 않는 반면, Philips 장비(VH-MUS)의 경우 정량화 수치가 인정되나 정확도가 70% 미만으로 낮은 것이 문제다.

최근 연구 결과로는 심근경색의 주원인으로 새롭게 지목된 고위험도 취약성 동맥경화반의 얇은 섬유막 두께( $< 65\mu\text{m}$ )를 현주파수 영역대의 혈관 내 초음파 해상도를 가지고서는 진단하기가 어렵다고 한다.

현재 동맥경화반의 조직학적 특성을 보는 기능영상을 위해서는 근적외선 분광분석법(Near-Infrared Spectroscopy : NIRS)이 개발됐으나 공간해상도, 감도 등이 낮고 조직 투과 깊이가 얇아 혈관벽 전체에 걸쳐 쌓인 지질의 안쪽 핵(리피드 코어) 성분을 분석할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 최근 개발된 광음향 초음파(IPAUS)를 이용하면 근적외선 분광분석법이 가지는 투과 깊이 및 감도의 한계를 해결할 수 있다. 하지만 여전히 광단층영상 기기에 비해 공간해상도가 낮다.

이러한 문제를 해결하기 위해 각각의 카테터의 단점을 보완하고 장점을 살릴 수 있도록 혈관의 구조를 영상화하기 위한 고주파수 혈관 내 초음파, 얇은 섬유막 두께 및 스텐트 치료 전후의 진단을 위한 광단층영상 시스템, 동맥경화반 분석을 위한 광음향 기술이 접목된 새로운 개념의 융합형 카테터와 미세의료영상기기를 제공할 계획이다. 이를 통해 의료현장에서 심혈관의 내부 구조영상뿐만 아니라 혈관 섬유화, 동맥경화반 파열 예측과 같은 기능 영상까지 제공하는 새로운 개념의 심혈관 진단기기를 개발하고자 한다.



〈그림 2〉 개발된 시작품으로 토끼를 대상으로 한 전임상 연구 진행

심혈관 질환은 전 세계 사망 비율의 3분의 1(국제 사망률 1위 및 국내 사망률 2위)을 차지하고 있는 고위험 요인으로, 국제적으로 관련 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 전문 시장 분석기관 Allied Market Research의 분석에 따르면, 국제 카테터 시장 규모는 매년 7.5%의 성장률로 5년 내에 약 50조 원에 이를 것으로 예측된다.

카테터 시장 내에서 가장 큰 규모를 지니고 있는 심혈관 카테터는 관련 의료기기 및 서비스가 활발하게 진행되고 있으며 기술적으로도 빠르게 발전하고 있다. 특히, 혈관 내 초음파 시장 규모는 매년 7.6%씩 성장해 2025년 약 35억 3000만 달러에 달할 것으로 예측된다. 현재 시장이 가장 큰 곳은 미국이지만 아시아의 경우 시장 규모가 연평균 11%로 빠르게 증가해 성장 잠재성이 가장 높다.

현재 카테터 시장은 의료기기 시장 내에서 범세계적으로 많은 연구개발 및 투자가 진행되고 있으며, 출원 수와 출원인 수 면에서 성장 단계에 도래한 것으로 판단된다. 세계적으로 연구개발이 활발하게 이루어지는 성장기에 이르러 시장 규모는 앞으로 더욱 커질 것으로 예상된다.

국내의 치료 진단용 내시경 및 카테터 시장은 2012년 기준 330억 원 규모에 이룬 이후 연평균 4.9%씩 성장해 2015년 430억 원 정도의 시장을 형성했다. 하지만 국내의 심혈관 질환 진단 카테터 제품 생산은 전무해 해외 수입에 절대적으로 의존하고 있는 실정이다. 반면 국내 초음파 영상 진단장치 제작 수준은 국제적으로도 상위권을 차지하고 있으며, 의료기기 상위 5대 수출 품목으로 연평균 7.1% 성장해 꾸준한

수출량을 보이고 있을 뿐만 아니라 국내 의료기기 시장 생산액 기준 상위 5개사 모두 초음파 영상 진단장치를 생산하는 업체로 전반적으로 시장에서 큰 부분을 차지하고 있다.

### 핵심 기술 및 주요 연구내용

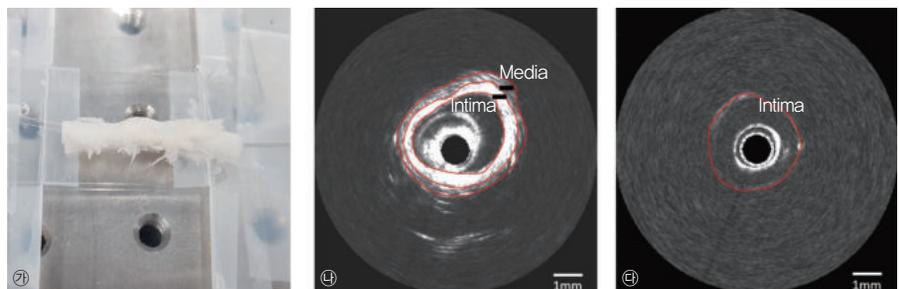
우선 핵심 기술인 심혈관 영상 획득을 위한 초정밀 기능성 융합 카테터 및 초소형 고해상도 초음파 트랜스듀서와 관련해 초음파 트랜스듀서는 압전소자를 이용, 전기 에너지를 기계적 에너지로, 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 장치로 중심 주파수 및 신호 대역폭이 의료영상에서 중요한 특성 요소로 여겨진다. 이 요소들은 다층 구조로 이루어진 트랜스듀서를 구성하는 각 층의 두께에 따라 달라지며, 이와 관련된 모든 변수는 압전체의 직경에 영향을 받아 이를 종합적으로 고려한 시뮬레이션을 통해서만 특정 지을 수 있다. 최적화된 설계 기술 및 제작 기술을 통해 기존 대비 고해상도의 영상을 얻을 수 있는 초소형 고주파수(80MHz 영역대) 초음파 트랜스듀서 개발이 이루어지고 있다.

다음으로 혈관 내 초음파 신호 획득을 위

한 프런트엔드 시스템과 관련해 초음파 영상을 획득하는 프루브는 초음파 신호를 발생시키는 반도체 IC인 펄서, 초음파 신호와 전기신호를 상호 변환하는 트랜스듀서, 반사되는 초음파 에코를 획득하는 리시버로 구성되며, 이들이 효율적으로 동작하도록 하는 것이 전체 시스템 성능에 매우 중요한 역할을 한다.

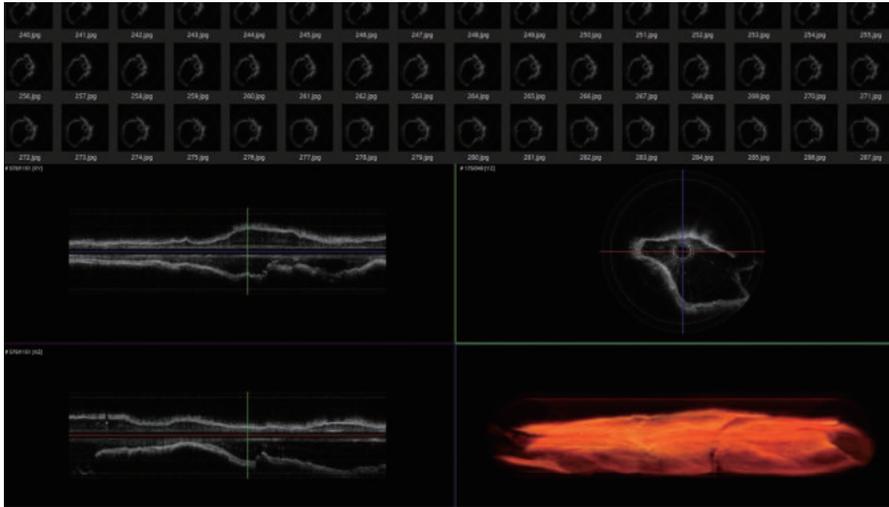
초음파 프런트엔드는 펄서, 리시버, 그리고 이를 보호하기 위한 보호회로로 구성되는데 현재 시판되는 프런트엔드는 고주파 초음파(>15MHz) 트랜스듀서에 적합한 제품이 적고 성능도 좋지 않아 개발 제품에 적합한 고주파 초음파 프런트엔드 시스템의 개발이 절실히 요구되고 있으며, 제품 개발 시 초음파 시장에서의 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

일렉트릭 슬립 링(Electric Slip Ring) 및 로터리 조인트(Rotary Joint) 융합 고속 스캐닝 시스템과 관련해 고속으로 혈관 내 영상을 얻기 위해서는 회전 도중 전선이 꼬여 파손되지 않도록 하는 일렉트릭 슬립 링을 이용한 회전 및 풀백 스캐닝 시스템의 개발이 필요하다. 또한 OCT 및 광음향 영상 기법에 이용되는 광섬유의 회전으로 인해 파손을 방지하는 비접촉식 광 전달 부품인 로터



〈그림 3〉 초음파 중심주파수가 높을수록 해상도 향상

㉑ 혈관 내막 및 중막 촬영 위해 추출된 토끼 혈관 ㉒ 40MHz IVUS 영상 ㉓ 80MHz IVUS 영상  
출처 : 포항공대



〈그림 4〉 토끼 모델에서 추출된 혈관의IVOCT 영상  
출처 : 한국광기술원

리 조인트 방식 회전 시스템 개발이 요구된다. 본 과제는 일렉트릭 슬립 링 및 로터리 조인트를 개발·융합해 각각의 시스템을 사용해야 했던 번거로움을 없애고 보다 빠르고 효율적으로 영상 신호 및 레이저를 전달할 수 있도록 고속 스캐닝 시스템을 개발

하는 것을 목표로 한다.

최적화 정밀 광전달 시스템과 관련해 빛을 이용한 공간섭 단층영상(OCT) 및 광음향 영상(PAT) 기법을 혈관 초음파 카테터에 융합하려면, 고속 광원 모듈에서 발사되는 레이저의 최초 지점부터 카테터 끝단

에 위치한 광섬유에서 방출되기까지 광손실을 최소화해 레이저를 전달하는 시스템이 필수적이다. 또한 광경로 및 초점 조절을 위한 맞춤형 초소형 그린 렌즈(GRIN Lens)와 여러 맞춤형 광부품을 설계해 광전달 시스템을 제작해야 고해상도의 영상을 얻을 수 있다. 본 과제에서는 시스템 규모를 최소화할 수 있는 최적화된 광경로를 설계하고, 레이저 출력 손실을 최소화하는 동시에 고해상도의 영상을 얻을 수 있도록 맞춤형 광부품을 개발, 정밀 광전달 시스템 제작을 목표로 한다.

파장가변광원 기반 광단층영상기기와 관련해 얇은 섬유막(65 $\mu$ m)을 진단하기 위해서는 섬유막의 두께보다 작은 두께를 구분할 수 있는 시스템이 필요하다. 이와 같이 높은 분해능을 얻기 위해서는 광단층 영상 진단기가 있어야 한다.

1310nm 대역의 파장변조광원을 사용해 섬유막 두께를 구분할 수 있는 고분해능 시스템을 개발할 뿐만 아니라 광단층형 카테터와 결합해 광단층 혈관영상 이미지를 구현하는 SW 개발을 통해 혈관 영상의 2D, 3D 이미지를 구현한다. 혈관 내 초음파 영상 카테터를 소형화함으로써 광프루브를 결합하고 작은 사이즈의 카테터에 기능 통합이 가능한 융합형 카테터를 제작할 수 있다.

융합형 카테터와 관련해서는 MUS·OCT와 MUS·PAT 융합 시 적합한 크기를 유지하기 위해 초소형 광학계를 사용, 취약동맥 경화반의 판별 정확도를 높이고 조기진단을 위해 기존의 MUS 카테터에 비해 고해상도로 영상화할 수 있도록 중심주파수를 높인다. 이후 OCT 혹은 PAT와 같은 다른 영상 방식과 결합한 초소형 카테터를 개발한다.



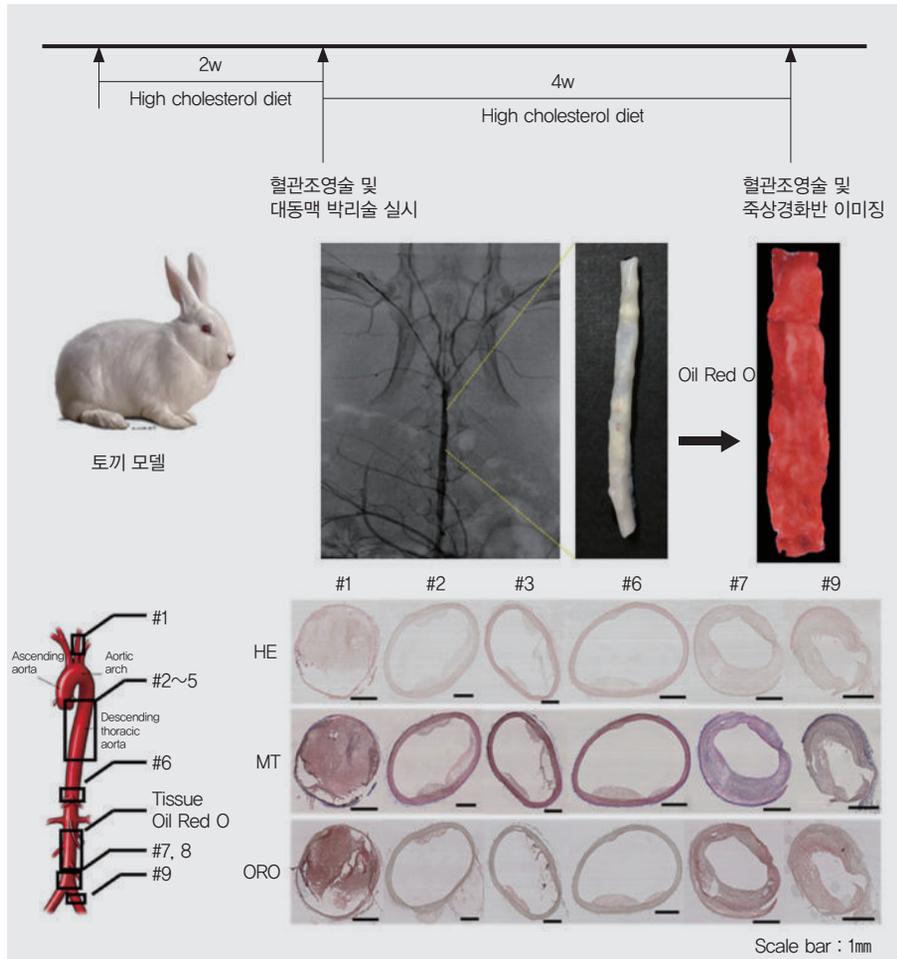
〈그림 5〉 초소형 카테터 제작 과정  
출처 : 경북대

트랜스듀서와 프리즘 사이의 광경로 거리 차에 따라 발생하는 목표 지점 오차 보정 알고리즘을 개발하고 80MHz 영역대의 고해상도 초음파 트랜스듀서와 고속 영상 능력을 가진 OCT, 광학적 기능 영상을 얻을 수 있는 PA와의 융합 카테터는 기존 단일 IVUS 영상 시스템에 비해 정확한 혈관 내 영상이 가능하다.

융합미세영상기기에 광음향 영상 기술 적용과 관련, 광음향(PA) 영상법은 물질이 빛을 흡수해 빛에너지가 열에너지로 변환되는 과정에서 열팽창을 통해 발생한 음파를 영상화하는 방법으로, 물질마다 흡수하는 빛의 파장대가 다르다는 사실을 이용해 구조적 영상이 아닌 기능성 영상을 얻을 수 있다.

특히 1700nm 파장대의 빛은 지질에서 흡수돼 혈관 내 지질의 위치 및 분포를 확인할 수 있어 기존의 구조 영상에서 얻지 못한 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있고, 빛과 소리를 이용하기 때문에 OCT보다 깊은 투과 깊이를 보여준다. IVUS 초음파 트랜스듀서와 OCT 기술이 융합된 융합형 카테터를 제작하기 때문에 광음향 영상 기술은 융합형 카테터의 구조적인 변화없이 OCT에 사용되는 광섬유와 IVUS 초음파 트랜스듀서를 이용해 광음향 신호를 검출할 수 있다.

임상 프로토콜 개발 및 임상과 관련, 기존 임상에 사용하는 Boston Scientific의 iLab™ IVUS 카테터와 비교해 생체 내 안전성을 다음의 방법으로 전임상시험을 실시한 후 데이터 분석을 통한 임상시험 자료를 제작한다. 토끼 대동맥에서 기존 임상에서 사용 중인 VH-IVUS(Philips Volcano),



〈그림 6〉 취약성 죽상경화반 토끼 모델 제작  
출처 : 가톨릭대 서울성모병원

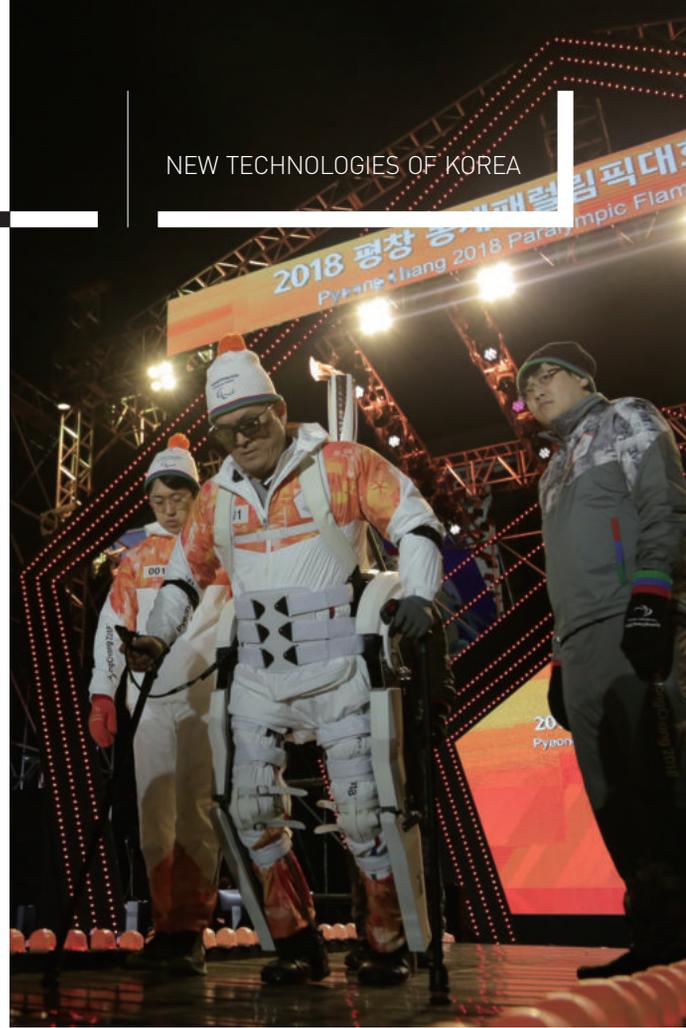
iMap-IVUS(Boston Scientific) 그리고 본 초음파 · 광파 융합 카테터 이미징을 시행 후 희생시켜 대동맥조직의 염색(Oil Red O)과 대조해 죽상경화반 내 리피드의 양과 분포 평가 등 비교를 통한 시제품의 우월성 데이터를 확보한다. 취약성 죽상경화반 토끼 모델에서 전임상시험을 실시하기 위해 중대동물 전임상시험이 가능한 GLP 기관을 섭외하고, GLP 인정 기준에 따른 취약성 죽상경화반 토끼 모델을 제작한 뒤 시제품 유효성 및 안전성 확보 실험을 시행한다.

### 기대 및 파급효과

우선, 하나의 카테터로 다양한 정보 습득이 가능하다. 보다 깊은 범위를 볼 수 있는 IVUS, 높은 해상도를 가진 OCT, 기능영상을 얻을 수 있는 PAT의 융합을 통해 각 영상방법의 장점만을 취할 수 있으며, 하나의 카테터를 통해 다중 영상을 얻을 수 있기 때문에 구조적 · 기능적 정보를 동시에 얻을 수 있다. 더불어 현재 국내에서 상용화된 혈관 내 영상 시스템이 없기 때문에 100% 수입에 의존하고 있으나, 본 연구과제를 통해 국산화를 기대할 수 있다.

# 하반신 완전마비 장애인의 일상생활 운동 보조를 위한 전동형 외골격로봇 개발 및 제품화

전동형 외골격로봇은 사람의 팔이나 다리 등 특정 신체 부위에 작용해 더욱 강력한 근력과 지구력을 낼 수 있게 해 주는 장치를 의미한다. 하반신 완전마비 장애인의 보행 보조를 위한 전동형 외골격로봇은 하반신 완전마비 장애인의 하지 동작을 대신 생성해줌으로써 보행뿐만 아니라 휠체어로 이동이 어려운 지형(계단 등)에서의 이동을 가능하게 해 장애인의 손상된 이동 능력을 회복시키기 위해 개발되고 있다.



## 개발이 필요한 이유

하반신 완전마비는 질병이나 사고 등의 원인으로 척수가 손상돼 하반신의 운동 기능을 완전히 상실한 상태를 의미한다. 하반신 완전마비 장애인은 하반신 운동 기능 상실로 생활 환경이 제한되고 이로 인해 적극적인 경제적·사회적 참여가 어렵다. 또한 일상에서 가족 등 주변인의 물리적인 도움이 필요하기 때문에 독립적인 생활이 어려우며 오랜 좌식 생활로 위장 기능 약화, 골밀도 저하 등의 합병증 문제도 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 개발되는 외골격로봇은 세계 시장에서 2025년까지 연평균 41.2% 성장할 것으로 예측되고 있다. 외골격로봇 시장에서 헬스케어용 로봇이 차지하는 비중이 높으며, 세계적인 인구 노령화와 더불어 하반신 마비와 관련된

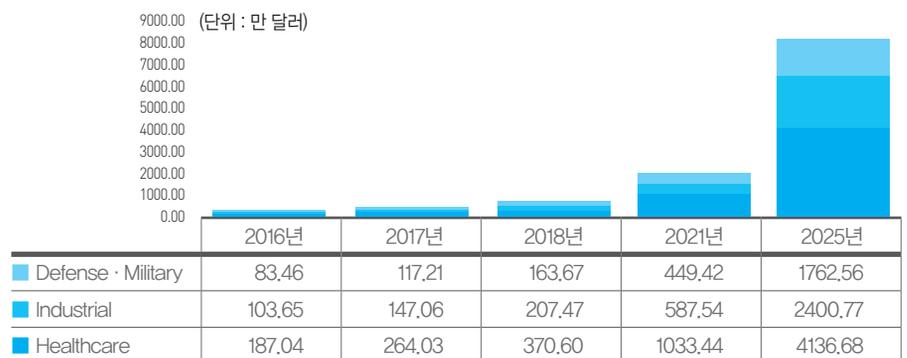
다발성 경화증, 파킨슨병, 뇌졸중 등의 발병률 증가 추세로 미루어볼 때 장애인을 위한 전동형 외골격로봇 시장 역시 확대될 것으로 전망된다.

2017년 국내 등록장애인구는 266만8411명, 하반신 마비와 관련된 지체장애인의 수는 124만2785명(전체 47%)<sup>1)</sup>이며, 하반신 완전마비 지체 장애인 8만23명, 보행 불완전

뇌병변 장애인 10만5809명이다. 미국의 척수 손상 환자는 약 28만2000명(2016년 기준)이며 매년 새로운 척수 손상 환자가 1만7000명씩 증가하는 것으로 추정된다.<sup>2)</sup>

이와 관련해 하반신 완전마비 장애인을

1) 출처 : 보건복지부, 한국보건사회연구원 '2017년 장애인실태조사', 2017년 12월 31일 기준.  
2) 출처 : National Spinal Cord Injury Statistical Center 2016, Spinal Cord Injury(SCI) Facts and Figures at a Glance



〈그림 1〉 외골격로봇 세계 시장 전망

출처 : Data Bridge Market Research 2016, Global Exoskeleton Market – Industry Trends Forecast to 2025

위한 로봇은 전동형 외골격로봇 분야에서 가장 먼저 상용화가 진행되고 있다. 대표적 인 로봇으로는 HAL(Cyberdyne)과 Rex(Rex Bionics · 이상 일본), Rewalk(ReWalk Robotics · 이스라엘), Ekso GT(Ekso Bionics)와 Indego(Parker Hannifin), PhoeniX(SuitX · 이상 미국) 등이 있다. ReWalk, Ekso GT, Indego는 재활치료를 위한 의료기기로 미국 식품의약국(FDA) 승인을 획득한 바 있다. 국내에서는 핵사시스템즈, 현대자동차, 삼성전자, LG, LIG넥스원, 엔티로봇, 엑소아틀레트, 엔젤로보틱스 등이 장애인 전동형 외골격로봇을 개발 중이며, H-MEX(현대자동차), Robowere 10L-OP(엔티로봇), ExoAtlet(엑소아틀레트), WalkON Suit(엔젤로보틱스) 등이 하반신 마비 장애인을 위한 전동형 외골격로봇으로 공개됐다.

하지만 공개된 전동형 외골격로봇은 대부분 보행 기능 회복에 초점을 두고 있어

다양한 사용 환경(경사로, 계단 등)이 고려되지 않고 있는 실정이다. 보행 및 기립을 위한 지팡이 사용이 필수적이기에 양손의 자유로운 활동이 불가능하다. 또한 전동형 외골격로봇에 의한 보행 속도가 비장애인에 비해 느리다는 문제가 있다.

특히 전동형 외골격로봇의 보조 기술에 대한 수요는 증가하고 있는 반면, 외골격로봇의 개발 및 보급 속도가 느린 문제가 있다. 전동형 외골격로봇의 상용화 및 사업화를 위해서는 기술적 한계를 극복하는 문제와 더불어 충분한 실증을 통한 사용성 확보, 국내외 의료기기 또는 보조기 제작 허가 획득, 재활로봇을 이용한 보행치료에 대한 신의료기술 인정 등의 문제가 남아 있다.

### 핵심 기술 및 주요 연구내용

'하반신 완전마비 장애인의 일상생활 운동보조를 위한 전동형 외골격로봇 개발 및

제품화'의 성공 열쇠는 기술적 한계 극복과 상용화 및 사업화 한계 극복에 있다. 우선 기술적 한계 극복을 위해 하드웨어 요소 기술을 개발하고 있다. 이와 관련해 평지 외 다양한 사용환경에서의 이동을 보조하기 위해 1kW급(연속 보조력 120Nm, 순간 보조력 250Nm) 고출력 구동 모듈을 개발한다. 다양한 대상자(소아 환자 및 경미한 마비 환자 등)를 고려해 맞춤형 구동기 모듈을 다각화한다. 0.5kW급(연속 보조력 80Nm, 순간 보조력 120Nm) 및 0.2kW급(연속 보조력 40Nm, 순간 보조력 60Nm) 구동 모듈을 개발한다. 이외에도 발목관절 보조를 위한 반능동형 구동 모듈 및 맞춤형 경량 외골격 기구부 제작 기술을 개발한다.

또한 보행제어 요소 기술 개발을 통한 기술적 한계 극복과 관련해 실시간 착용자 동작 인식 및 동작 의도 파악 기술 고도화, 보행환경 인식 및 적응형 동작 생성 알고리즘 개발, 보행 속도 극대화(1m/s 이상)를 위한

**보행제어 요소기술**  
실시간 동작인식 · 의도파악 알고리즘 및 동작 · 보조력 생성 기술, 학습 기반 동작 · 보조력 최적화, 보행 중 다리의 걸림 상태 판별 및 대처방법

**반능동형 구동기 모듈 시스템**  
보행상태에 따라 동역학 특성 변화가 가능하고, 최대 100kg 이상 착용자의 하중 지지가 가능한 발목관절 구동기 모듈

**즉저압 햅틱 기술**  
하반신 마비 장애인의 소실된 감각기능을 보상에 실시간 즉저압 정보 전송을 통한 보행 안정성 극대화

**UX · UI**  
인체공학 및 인공지능 기반의 사용자 친화적 UX · UI 기술(음성인식, 제스처인식 등)

**고출력 · 고효율 구동기 모듈 시스템**  
1.0m/s 이상의 연속 보행 및 복합지형의 원활한 극복을 위한 1kW급 고관절 · 슬관절 구동기 모듈

**개인 완벽 맞춤형 로봇 착용부**  
하반신 마비 장애인 직립자세 3D 스캐닝을 통한 개인 완벽 맞춤형 로봇 착용부와 근골격계 구조를 고려한 착용부 힌트달 메커니즘

**균형유지 요소 기술**  
목발 · 지팡이 대신 기계적 기저면 생성이 가능한 균형유지 메커니즘과 실시간 동역학 · 영모멘트점 해석 기반의 전신자세 제어 기술

**임상훈련체계**  
안전사항이 고려된 임상훈련 시설 및 임상훈련 효과 최대화 훈련 방법, 각종 평가방법 수립

**시험평가 및 인증**  
IEC 60601 기준 위험관리체계 적용을 통한 전기 · 기계적 안전사고 원천 봉쇄 및 시험평가, 국내 및 국제 의료기기 인증 획득

**상용화 및 사업화**  
상용화를 위한 각종 요소 부품의 양산화 및 사업화를 위한 관련 인허가 획득, 각종 보험수가 개발



〈그림 2〉 하반신 완전마비 장애인용 전동형 외골격로봇 개발 및 상용화

동작 최적화 기술 개발 등을 추진한다. 더불어 균형 유지 요소 기술 개발을 통한 기술적 한계 극복과 관련해 지팡이 대신 하중 지지가 가능한 균형 유지 메커니즘 개발을 수행하고, 동작 상태(낙상 등) 판별을 비롯해 대처 기술 개발 및 고도화를 추진한다.

다음으로 상용화 및 사업화 한계 극복을 위한 UX·UI 기술과 관련해 하반신 완전마비 환자(감각신경 마비)를 위한 족저압 햅틱 시스템 개발, 치료사 및 착용자 맞춤형 로봇 조작 및 로봇 상태 표현을 위한 인터페이스 개발, 외골격로봇 훈련을 위한 로봇 보행분석 시스템 인터페이스 개발을 수행한다. 또한 상용화 및 사업화 한계 극복을 위한 임상훈련 체계와 관련해 전동형 외골격로봇 훈련에 적합한 임상훈련시설을 구축하고, 전동형 외골격로봇을 장애인에게 적용하기 위한 개인 맞춤형 보행훈련방법 매뉴얼을 개발한다. 이외에도 보행훈련의 정량적인 지표 및 평가방법 마련, 다수의 임상시험 결과 확보를 통한 외골격로봇의 효과 검증, 국내외 의료기기 인증 기반 마련, 동작 보조 방법 개발 등을 위한 외골격

로봇의 보조 결과 빅데이터 수집, 보험수가 개발을 위한 데이터 확보 등을 수행한다.

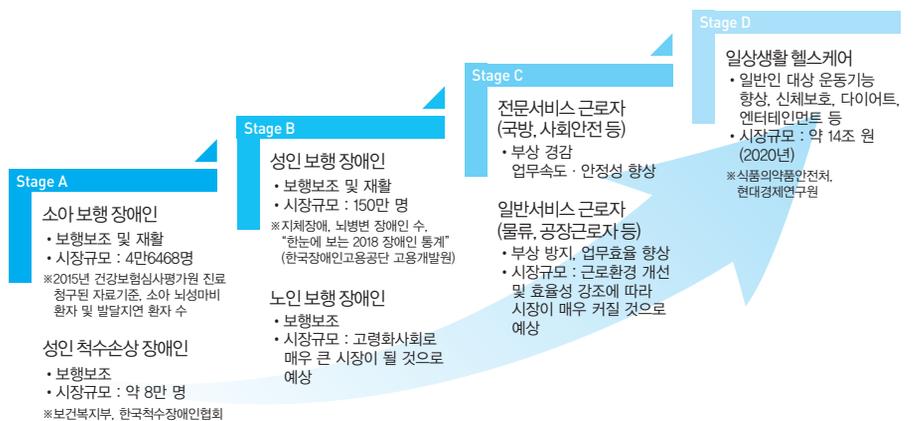
마지막으로 상용화 및 사업화 한계 극복을 위해 제품 생산을 고려한 구동 모듈 및 착용부 다각화(다양한 출력 성능 구동 모듈 개발, 맞춤형 착용부 제작 및 범용 착용부 개발 등)를 비롯해 국내외 의료기기 인증 추진, 기술 표준화 및 제품 품목 인정 추진 등을 진행한다.

### 기대 및 파급효과

‘하반신 완전마비 장애인의 일상생활 운동 보조를 위한 전동형 외골격로봇 개발

및 제품화’를 통해 보조자의 도움이 필요 없는 독립생활, 양손 자유성을 보장함으로써 주위 사람들과의 상생 및 교류 가능성을 확대할 수 있다. 또한 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 장애물 극복을 통해 하반신 마비 장애인의 생활 반경을 확대하고, 경제적·사회적 참여 기회를 증대시킨다. 이렇듯 하반신 마비 장애인의 보행 및 기립을 통한 건강상 기능 저하 문제를 해결해 직접적인 기대 수명을 연장한다.

또한 헬스케어용 외골격로봇은 의료 분야의 중요성, 구매력, 고령화로 인한 수요 증대 등으로 지속적인 성장이 예상되는 분야로, 세계적으로 개발 주도권을 얻기 위해 관련 정책 추진, 투자 확대 등 경쟁이 이뤄지고 있다. 관련 로봇 기술 개발자, 현장 근무자 등 로봇 관련 직업뿐만 아니라 외골격로봇을 이용한 전문 보조 훈련사, 로봇 판매 설계자, 관련 보험 설계사 등 각종 직업 창출이 기대된다. 이외에도 하반신 완전마비 장애인을 위한 전동형 외골격로봇 성공적 개발 및 사업화 경험을 통해 다양한 대상자(노인, 전문서비스 근로자, 일반서비스 근로자, 일반인 등)를 위한 외골격로봇 개발 및 보급이 확대될 것으로 기대된다.



## 전자부품연구원이 수행하는 R&D 프로젝트 인간의 뇌구조를 모방하는 뉴로모픽 기술

뉴로모픽 기술은 1950년대부터 뉴로사이언스 분야를 중심으로 연구돼 왔고, 해외에서는 미국과 유럽을 중심으로 2000년대 중반부터 인공지능(AI) 반도체로서의 가능성을 가지고 연구개발(R&D)이 진행돼 온 분야다. 국내에서는 이전까지 연구된 사례가 없는 뉴로모픽 기술이기에 당장 사업화를 통한 수익 창출보다는 앞으로의 발전 가능성과 파급효과를 보고 장기적인 관심과 투자가 필요하다.

### 차별화된 지능형 SoC 원천 기술 확보

AI 기술은 크게 컴퓨터 사이언스 분야에서 다양한 접근 방식으로 연구됐으나 최근 생체 내 뉴런과 시냅스로 구성된 네트워크 구조를 모델링, 학습함으로써 지능을 높이는 방식이 1950년대 이후부터 발전해 왔다. 1세대 퍼셉트론 모델의 한계를 2세대 SW 모델의 딥 뉴럴 네트워크(DNN)로 발전해 왔다.

DNN 기반 AI 기술은 높은 정확도에 비해 학습을 위한 별도의 컴퓨팅 환경에서 방대한 학습용 데이터 셋과 학습을 위한 뛰어난 컴퓨팅 성능, 많은 시간을 요구하는 단점이 있어 다양한 분야에 적용하는데 한계가 있다. BP(Back-propagation)로 대표되는 학습 전용 HW 가속장치 개발과 학습의 계산량을 줄이는 알고리즘이 발전해 학습에 필요한 시간이 획기적으로 줄어 범용적 목적에 접근하고는 있으나, 아직 다양한 분야에 적용되기에는 물리적인 한계가 있다.

DNN 소모전원과 크기의 물리적 한계를 극복해 다양한 분야에 AI 기술을 적용하기 위해서는 보다 소형화되고 경량화된 범용성의 특징을 가져야 할 뿐만 아니라 학습과 실행이 병행되는 On-line, 별도의 컴퓨

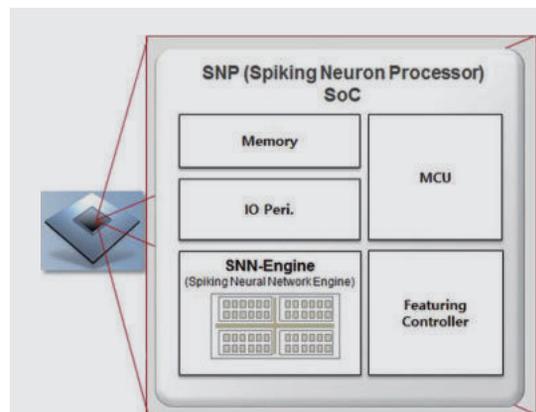
팅 환경이 아닌 On-chip에서 학습이 가능한 AI 반도체 기술이 필수적이라 할 수 있다. 이를 위해 Von-neumann의 컴퓨팅 구조에 최적화된 SW 뉴런 모델의 시스템은 새로운 구조의 경량 HW 반도체로 구현돼야 하며, 인간과 같은 생체 신호전달체계를 모방한 구조에서 학습·실행·평가의 기능이 병행될 수 있는 3세대 HW AI 기술인 뉴로모픽 AI 반도체 기술로 발전할 것으로 기대하고 있다.

뉴로모픽 기술은 수리적 모델에 기반한 DNN 기술과 달리, 생체 뉴런 세포의 전기적인 신호인 스파이크와 스파이크 간의 시간차에 따라 진행되는 시냅스의 학습 메커니즘을 그대로 반도체 소자 또는 회로로 구현할 수 있도록 모델링된다.

이를 통해 소형화된 칩에서 생체와 유사한 방식의 학습을 통해 지능을 구현하는 기술이다.

이와 관련해 ‘스마트 모바일 및 IoT 디바이스를 위한 뉴럴셀(Spiking Neural Cell) 기반 SNP SoC 원천 기술 개발’ 프로젝트에서는 높은 성능과 낮은 소모전력의 스마트 디바이스를 위해 인간의 뇌구조를 모방하는

SNN(Spiking Neural Network) 기반의 지능 모방형 컴퓨팅 모델을 개발해 지능화된 처리 및 가속 기술의 핵심 원천 기술을 확보하며, 이를 기반으로 SNP(Spiking Neuron Processor)와 IoT용 스마트 디바이스를 위한 SNP SoC를 개발하고자 한다. SNN HW 엔진을 위한 지도 및 비지도의 학습 알고리즘을 개발하고 이를 적용해 소형 저전력화하기 위한 네트워크 최적화를 통해 실시간으로 학습과 평가를 진행하는 구조의 플랫폼을 개발하며, 플랫폼을 위한 학습과 검증 및 성능 분석을 위한 전용 분석 도구를 포함한 SoC용 통합 개발환경을 개발해 다양한 IoT용 응용 디바이스에 적용 및 확산이 가능하도록 한다.



〈그림 1〉 SNP SoC 구조의 개요

전자IT 분야 전문  
생산연구기관  
**전자부품연구원  
(KETI)**

전자부품연구원(KETI)은 산업통상자원부 산하 전자IT 분야 전문 생산연구기관으로, 1991년 설립 이래 첨단산업 분야에서 중소·중견기업의 성장을 지원하는 역할을 담당하고 있다. 연구실과 산업현장을 연결함으로써 세계 시장에서 기업들과 동반 성장하는 데 기여하는 것을 목적으로 하는 기관이다. KETI가 최근 중점을 두고 있는 대표 기술은 Interactive VR·AR, Autonomous Driving, Wearable Device, Smart Factory, Intelligent Energy 등이다. KETI는 산업 수요 기반의 창의·융합형 연구개발(R&D) 핵심 역량을 강화하고, 우리 기업이 글로벌 전문 기업으로 성장할 수 있도록 보다 진화된 기업 맞춤형 협력 시스템을 구축하는 활동을 통해 기업 성장의 플랫폼 역할을 수행해 나갈 계획이다.



특히 본 프로젝트에서의 SNP 기술은 IoT 코어에서 직접 지능형 기술을 수행함으로써 기존 서버 기반의 빅데이터 및 클라우드 기반 환경에서 처리되던 부하를 최소화하고 지능화된 수행을 임베디드 환경으로 전환하는 동시에 플랫폼을 초저전력화·소형화하면서도 높은 지능형 처리를 통한 정확한 정보 제공이 가능하다.

### 차별화 및 시너지 확대

4차산업혁명의 대표 핵심 기술인 AI는 모든 것이 연결되는 세상인 초연결사회(Hyper-connected Society)의 미래 IT환경에서 보다 보편적이고 범용적인 다양한 지능형 응용 서비스를 위해 사물과 자율적인 정보 전달과 협업이 가능한 분산 AI 기술로 발전할 것으로 예상된다.

인간의 뇌를 중심으로 자율신경계 및 근육, 감각기관처럼 부분적으로 지능화된 구조와 같이 AI 서버를 중심으로 초연결 IoT의 컴퓨팅 환경에서 뇌 모방형 초경량 지능화 반도체가 탑재된 사물이 개인, 홈, 작업, 공공장소 등과 같이 주어진 공간과 사물의 특징에 맞는 지능적인 신호 처리를 통해 인지·판단·제어 기능을 담당하고 지능화된 사물에서 가공된 데이터는 서버와 연계해 서비스를

보다 지능화하고 확장하는 구조로 발전될 것이다. 이러한 발전 과정을 배경으로 소형·저전력 컴퓨팅 영역에서의 뉴로모픽 반도체 기술 개발을 진행했다.

이와 관련해 '스마트 모바일 및 IoT 디바이스를 위한 뉴럴셀(Spiking Neural Cell) 기반 SNP SoC 원천 기술 개발' 프로젝트에서는 인간의 뉴런과 시냅스의 구조를 아날로그 회로와 디지털 HW 로직으로 설계하고 이를 어레이와 시커 SNN-engine으로 집적화해 스파이크 기반의 신호 입력과 출력의 기능 블록과 함께 SNP로 구현한다. SNP에 최적화된 학습 알고리즘을 적용해 검증한 후 다양한 응용을 위한 신호처리 블록(Featuring Controller)과 함께 SoC로 구현, 자동차와 IoT에 응용함으로써 검증을 완료할 계획이다.

특히 삼성을 제외하고는 IoT SoC의 기술 경쟁력을 확보하고 있는 국내 기업은 전무하며, 대만의 기술력과 중국의 자본력, 거대 시장을 기반으로 IoT SoC 분야에 빠른 성장을 하고 있다. 이렇듯 차별화된 기술이 요구되는 시점으로 지능 모방형 가속 기술은 임베디드, 빅데이터 분야의 소프트웨어 관련 산업뿐만 아니라 SW-SoC의 새로운 패러다임을 제공할 수 있어 향후 발전 가능성이 매우 큰 기술이다.



# 가정용 로봇의 대중화 시대를 연다

## IPL

**SF 영화에서나 볼 수 있었던 가정용 로봇. 인간의 친구이자 비서는 물론 아이와 노인, 애완동물을 돌보고 빈 집의 경비까지 해 준다. 그러나 모든 가정이 그런 로봇을 보유하는 미래는 의외로 머지않았다. 가정용 소셜로봇 '아이지니'를 개발한 IPL이 있기 때문이다.**

하드웨어 및 소프트웨어 개발 기술을 바탕으로 한 로봇 플랫폼 연구개발(R&D) 기업 IPL은 2014년 로보웨어 출신 4명이 공동 창업했다. 로보웨어가 폐업하게 되자 중단 위기에 처한 로봇 R&D를 계속하기 위해 창업한 것이다.

2016년 중국 기업에서 투자를 받은 IPL은 이후 로봇 R&D를 위해 인적 자원에 집중 투자했다. 현재 소프트

웨어팀, 설계 및 양산팀, 서비스기획팀, 사업 및 마케팅팀에서 21명이 재직 중이다.

로봇용 콘텐츠 개발과 유통 및 신형 로봇 제작 지원을 망라하는 로봇 에코 시스템 구축이 IPL의 목표다. 이를 위해 해당 시스템의 포석이 될 양산형 로봇 설계, 제작 및 대량생산 체계 구축부터 콘텐츠 제작을 위한 개발 환경 구축 및 클라우드 서버 시스템에 이르는 광범위한 요소 기술을 모두 융합해 하나의 표준 로봇 시스템을 자리 잡게 하는 것이 주요 연구 과제다.





김경욱 IPL 최고경영책임자

## 인간의 삶터에서 인간을 도와라

이 회사의 주요 성과라면 역시 가정용 소셜로봇 '아이지니(i-JiNi)' 및 서비스 시스템 개발이다.

아이지니 같은 가정용 소셜로봇이 무엇인지 알려면 소셜로봇(Social Robot), 더 나아가 소셜로봇의 대분류를 이루는 서비스로봇(Service Robot)이 무엇인지부터 알아야 한다. 서비스로봇이란 문자 그대로 인간에게 서비스를 제공하는 로봇을 말한다. 정보, 오락, 안내 등 앱 탑재에 따라 다양한 서비스를 제공한다. 물론 기존의 로봇도 넓은 의미에서 인간에게 서비스를 제공하기는 했다. 그러나 기존 로봇이 제공하는 서비스는 보통 인간과 직접적인 상호 교류가 적거나 없는 활동(산업 활동이나 학문 연구 활동 등), 또는 인간과 상호 교류가 있어도 실질적인 효용이 낮은 활동(아동용 완구 로봇이 제공하는 오락 기능 등)이 주를 이뤘다. 반면 서비스로봇은 인간의 생활 및 업무 공간을 공유하면서

인간의 활동을 직접 보조하고, 인간에게 직접적인 도움을 줄 수 있는 로봇이다.

그중에서도 소셜로봇은 그 이름에서도 알 수 있듯이 인간의 사회적 활동을 보조하는 로봇이다. 네트워크에 연결돼 인간 활동에 관련된 다양한 정보를 송수신하고, 인간과 자연어로 대화가 가능해 생활 현장에서 편리하게 사용할 수 있는 것이 특징이다. 즉, 로봇 비서 내지는 집사의 역할을 하는 것이다.

아이지니를 처음 구상할 때의 콘셉트는 사실 집사라기보다는 로봇 애완견에 가까웠다고 한다. 그러나 개발 과정에서 기능 증대의 필요성을 느껴 그 기능이 대폭 증대됐다.



## 고사양, 고성능의 로봇 집사

가정용 소셜로봇으로서의 기능을 제대로 수행하기 위해 아이지니는 크게 5가지 서비스가 가능하다.

### ■ 개인 비서

인간의 자연어를 통해 대화가 가능하며, 멀리(최대 3.5m) 있는 아이지니를 불러올 수 있다. 명령을 들으면 사용자를 자동으로 스캔하고 동작한다. 또한 날씨, 날짜, 시간, 음악, 요리법 등 사용자가 원하는 정보를 요청하면 자동 검색 후 답변을 제공한다. 스케줄의 경우 일정 프로그램이나 음성을 통해 예약하면 원하는 시간과 장소에 나타나 알림을 제공한다. 심지어 터치로도 제어가 가능하다.

### ■ 모니터링 및 원격제어

사용자가 사전에 설정한 경로를 따라, 또는 원격조종으로 집 안을 돌아다니며 상태를 모니터링할 수 있다. 또한 문제 발생 시 사용자의 스마트폰으로 알려준다. 이는 거동이 불편한 가족이나 애완동물만 남겨놓고 집을 비워야 할 때 매우 유용한 기능이다.

### ■ 엔터테인먼트

사진 촬영, 음악 및 영상 재생이 음성명령 및 원격으로 가능하다. 또한 다양한 교육용 콘텐츠가 있다. 로봇 코딩 교육 등 STEM(과학, 기술, 공학, 수학 등) 교육도 가능하다.

### ■ 스마트 홈

가정 내 가전기기를 사물인터넷(IoT)으로 제어할 수 있는 허브 역할을 할 수 있다. 예를 들어 운영체제를 가진 스마트 주택의 경우, 이 운영체제와 연계해 주택 내 기기를 제어한다. 스마트 가전기기가 아니더라도 IR(적외선) 리모콘으로 작동되는 기기(TV 등)라면 무엇이든 별도의 IoT 장비 없이 IR 장비로 제어가 가능하다. 또한 자체 배터리 충전 레벨이 일정 수준 이하로 떨어지면 충전기로 복귀해 자동 충전한다.

### ■ 커뮤니케이션

인터넷 연결을 통해 다른 사람과 영상 및 음성 통화를 할 수 있다. 또한 음성으로 문자메시지도 보낼 수 있다.

아이지니는 이러한 기능을 구현하기 위해 거의 모든 필수장비를 로봇 내부에 탑재했다. 특히 CPU로는 RK3399 헥사코어 듀얼 클러스터를 탑재했고, 애플리케이션 프로세서도 플래그십급 휴대전화 수준이다. 때문에 타사의 소셜로봇에 비해 확장성이 뛰어나고, 서버 등 과도한 자원을 잡아먹지 않는다. 월 사용료도 낼 필요가 없다.

아이지니는 현재 선행 양산 중이며, 월 3000대 생산이 가능한 생산라인을 구축 중이다. 이미 생산된 샘플 100대 이상을 해외 바이어, 국내 타 업체, 교육기관 등에 납품해 '실전 평가'를 받고 있다. 특히 눈에 띄는 것이 학생과 노인을 위한 사용 방법 모색이다. 아이지니는 제어 앱을 스마트폰으로 프로그래밍할 수 있을 만큼 코딩이 편하다. 따라서 학생을 대상으로 로봇 제어와 논리를 가르치는 데 이상적이다. IPL은 이에 기반해 로봇 교육에 필요한 커리큘럼도 개발했다.

또한 양주시 장애인종합복지관에서도 15대를 테스트할 계획이라고 한다. 앞서도 말했듯이 아이지니는 치매나 독거 노인 등을 위한 실버케어용으로도 큰 잠재력을 지니고 있다. 사람이나 태블릿PC에 비해 기동성과 유연성이 훨씬 우수하고 저렴하기 때문이다.

## 결국은 기술과 자본 확보가 걸림돌

IPL은 창업 직후부터 소셜로봇을 개발해 왔다. 때문에 과제의 핵심 역량을 발휘하는 데 큰 어려움은 없었다. 그럼에도 아이지니의 개발이 순탄치만은 않았다. 무엇보다도 가장 발목을 잡은 것은 다른 기업도 흔히 그렇듯이 기술과 자본이었다.

기술력 문제부터 구체적으로 짚고 들어가자면, 우선 기술 안정성 문제가 있



었다. 아이지니와 같은 가정용 로봇이 접하게 되는 가정이라는 환경은 그다지 균일하고 정돈된 곳이 아니다. 주택마다 일단 내부 구조가 다르고, 세간살이의 규모나 정돈 상태가 다르다. 심지어는 바닥재나 카펫의 상태도 모두 다를 수 있다. 이러한 불균질한 환경은 로봇의 원활한 작동을 크게 저해할 수 있다. 그러나 로봇은 환경 여하를 막론하고 안정적인 작동을 보여야 한다. 때문에 어떠한 가정 환경에서도 잘 움직일 수 있는 기술 안정성을 확보해야 했다.

또한 기존 로봇 개발 관행에서 드러난 문제도 시정해야 했다. 기존에 개발했던 로봇은 모두 구조와 하드웨어, 운영체제가 달랐기 때문에 동일한 기능을 수행하는 콘텐츠라도 그때그때 새로 개발해야 하는 비효율을 초래했다. 이러한 낭비를 없애기 위해 공통된 부분의 통합을 시작했고, 결실을 맺은 것이 IPL만의 로봇 에코 시스템인 DARIS(Dynamic Applicable Robot Integration System, 동적 적용 가능 로봇 통합 체계)다. DARIS는 로봇 네트워크 운용을 위한 분산형 중계 네트워크 서버 기술, 로봇 운영 시스템, 로봇 제작 환경을 모두 포괄한다. 로봇 콘텐츠의 제작과 운영, 배포 가능한 클라우드 기반 서비스를 위한 분산처리 중계 네트워크 서버 기술을 적용해 네트워크형 로봇에 최적화된 TCP/IP 기반 기술 엔진화 및 라이브러리화, 인터넷 환경에서 네트워크 로봇이 생성한 정보를 전달하는 중단-서버 연결 기술, 언제 어디서나 LTE부터 NAT 환경까지 연결, 통신 가능한 분산형 중계 네트워크 서버 기술 라이브러리화를 구현했다.

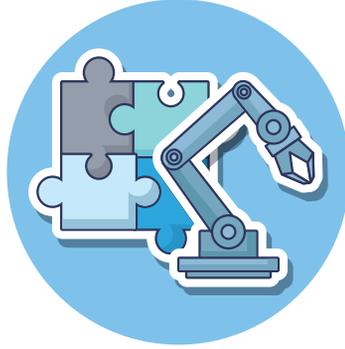
자본, 즉 돈 문제도 무시할 수는 없었다. 현재 아이지니의 보급에 가장 큰 장애로 여겨지는 것은 단가다. 아이지니의 소비자가는 120만~130만 원으로 예상된다. 그러나 대부분의 소비자 눈높이가 저가(20만 원대)의 저기능 로봇에



고정돼 있는 점이 문제다. 아이지니는 자력으로 주형 가능한 플래그십급 휴대전화 수준임에도 그 점을 납득 시키기가 어렵다는 것이다. 게다가 가정용 소설로봇이라는 시장 자체가 아직은 태동기이고, 따라서 개발 리스크가 커 투자를 유치하기 어렵다는 부분도 문제로 꼽힌다.

이러한 문제에도 불구하고 IPL의 장래 계획은 의욕적이다. 아이지니는 와디즈(wadiz.kr)를 통해 프로모션을 할 계획이다. 로봇 개발을 통해 습득한 IT 요소 기술을 장차 인공지능 사업의 기반으로 삼을 것이다. 더 나아가 누구나 쉽고 빠르게 로봇을 개발하고 활용하는 시스템을 개발, 로봇 관련 콘텐츠는 물론 수요와 공급을 확대한다는 전략으로 향후 행보를 결정할 것이다. 아울러 IPL의 로봇 에코 시스템을 활용하는 다양한 실물 로봇을 개발해 시장에 보급하고, 타 기업과의 제휴와 협력도 활발하게 전개해 나갈 것이다. 오랫동안 상상만 해 오던 로봇의 대중화 시대. 그 시대를 실현하는 것이 IPL의 사명이다.





## ‘협동로봇’이 제조혁신 이끈다

‘21세기 제조용 로봇’으로 불리는 협동로봇에 대한 관심이 높아지고 있다. 협동로봇은 격리 장소에서 일하는 제조용 로봇과 달리 안전망(울타리 등) 없이 근거리에서 사람과 함께 일할 수 있는 로봇을 말한다.

### 진화하는 산업용 로봇

자동차용 머플러를 제작하는 경기 시화공단 A업체. 수작업으로 하던 부품 용접을 협동로봇에 맡겼다. 기존 5~7분가량 걸리던 공정 시간이 90초로 3~4배 빨라졌다. 경남에 있는 정밀주조부품업체 B사는 불량품 검사에 협동로봇을 써 보니 15~30초 걸리던 검사 시간이 5초 이하로 짧아졌다.

ABI리서치에 따르면 세계 협동로봇 시장은 2015년 9500만 달러(약 1128억 원)에서 내년 10억 달러(약 1조1875억 원)로 5년 새 10배가량 성장할 것으로 예측됐다. 인공지능(AI) 소프트웨어 등과 결합해 발전 가능성이 상당한 것으로 전망된다.



국내에서는 2016년 7월 '산업안전보건 기준에 관한 규칙' 개정으로 협동로봇 사용이 가능해졌다. 하지만 고용노동부의 까다로운 안전필증 발급요건 등이 협동로봇 시장의 성장을 가로막고 있다고 전문가들은 지적했다.

### 제조용 로봇이 진화했다

제조용 로봇은 이송·적재용, 조립 및 분해용, 용접용 순으로 많다. 다른 로봇과 마찬가지로 정밀제어용 서보모터가 필수적이다. 일본의 3대 제조용 로봇기업(화낙·야스카와·가와사키) 중 하나인 야스카와가 1960년대 세계 최초로 서보모터를 개발했다. 일본은 100년 이상의 노하우를 토대로 제조용 로봇 시장을 지배하고 있다. 삼성전자 베트남 공장에서 쓰이는 로봇 대부분도 일본 업체 나치후지코시가 공급한 것으로 알려졌다.

제조용 로봇은 구조상 직교좌표, 스카라(수평다관절), 수직다관절, 고속병렬형(이송용) 등 네 가지로 나뉜다. 3차원(3D) 프린터도 직



한양대 ERICA 인공지능협동로봇사업단(CARE·단장 박태준 로봇공학과 교수) 소속 대학원생들이 한화정밀기계 등이 제작한 협동로봇으로 용접 공정을 시험하고 있다.

교좌표로봇의 일종이다. 로봇 정밀도는 말단부위 움직임에서 결정되는데 직교좌표와 스카라는 말단부위 제어가 비교적 쉽다.

수직다관절은 사인·코사인 등 삼각함수, 이 함수의 역함수 등 복잡한 행렬(매트릭스) 문제를 극도로 짧은 시간에 풀어야 하는 고난도 연산 과정이 필요하다. 일본, 독일, 미국 등은 1970년대 이후부터 컴퓨팅 능력을 지속적으로 개발해 수직다관절로봇을 제조해 왔다. 수직다관절로봇이 작고 스마트하게 진화한 것이 협동로봇이다.

### 6개 이상 관절 작고 똑똑한 로봇

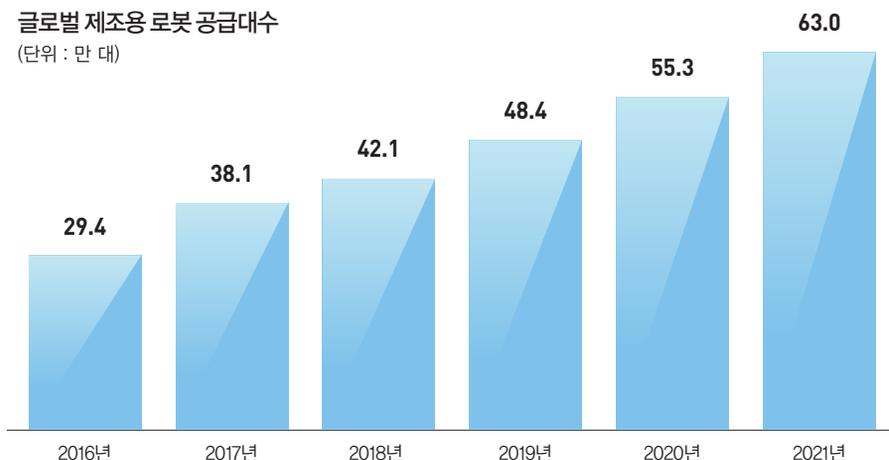
협동로봇은 6축(관절) 이상을 기본으로 한다. 인간과 부딪히거나 위험한 상황을 스스로 인지해 동작을 멈춘다. 휴머노이드와 마찬가지로 'FT센서(힘센서)'가 관건이다. 공장 근로자 사이에 나란히 배치되는 '로봇 동료'라고 할 수 있다.

협동로봇 시장은 덴마크 업체 유니버설로봇이 개척했다. 이 회사의 제품은 폴크스바겐, BMW 등 세계 자동차 공장 곳곳에 배치돼 있다. 제조용 로봇과 동일하게 작업하면서도 가볍고 작다. 3상 전원(산업용)이 아니라 가정용 전원으로 쓸 수 있다.

5kg의 물건을 들어 처리할 때 국내 대기업 A사의 제조용 로봇은 중량이 120kg에 달하지만 유니버설로봇의 협동로봇은 18kg에 불과하다. 다만 안전 기능을 넣기 때문에 작업 속도가 느려진다.

스위스 ABB, 독일 KUKA 등 전통 로봇 강자도 차츰 협동로봇 양산을 준비 중인 것으로 전해졌다. 국내에선 한화정밀기계,

글로벌 제조용 로봇 공급대수 (단위: 만 대)



※2018년 이후는 예상치

출처: IFR(국제로봇연합) 'World Robotics' 2018년



아마존이 2015년부터 물류센터에 도입한 로봇이 물건을 옮기는 작업을 하고 있다. 출처 : 한경DB

두산로보틱스 등 대기업과 뉴로메카, 오토 파워 등이 협동로봇을 생산하고 있다.

협동로봇의 작업 과정을 분석·저장·공유하는 디지털 오픈 플랫폼을 개발하는 주장도 최근 힘을 얻고 있다. 구동(조립·용접 등), 인지(센싱) 등 모든 작업과

정을 시각화하거나 데이터로 만들고, 이 데이터를 다시 협동로봇 본체로 무선전송해 학습(딥러닝)시키는 것이다. 순식간에 이뤄지는 이 피드백 과정이 반복되면서 협동로봇 성능의 자체 진화도 가능하다는 설명이다. 이른바 '디지털 트윈' 플랫폼이다.

이 플랫폼을 제안한 박태준 한양대 ERICA캠퍼스 산학협력단장은 “노동집약적 영세기업이 대부분인 안산공단(시화·반월·남동공단)은 낮은 생산성이 고질적 문제”라며 “협동로봇 활용으로 돌파구를 마련할 수 있을 것”이라고 주장했다.

### 로봇이 제조업 일자리 2000만 개 대체할 것

전 세계 제조업 일자리 2000만 개가 2030년까지 로봇으로 대체될 것이라는 전망이 나왔다. AFP통신에 따르면 영국의 연구·컨설팅업체 옥스퍼드 이코노믹스는 지난 6월 ‘로봇이 세계를 바꾸는 법’이라는 보고서를 통해 “그간 로봇으로 대체된 제조업 일자리는 수백만 개 수준이며 2030년엔 2000만 개로 급증할 것”이라고 전망했다.

보고서에 따르면 평균적으로 산업용 로봇 1개가 일자리 1.6개를 대체하는데, 특히 호주 남부 등 저숙련 노동자가 많고 노동 생산성이 낮은 지역이 로봇 자동화로 인한 일자리 감소 타격이 클 것으로 예상된다.

보고서는 창고관리직처럼 반복 업무 위주의 직종이 로봇 도입에 가장 큰 영향을 받을 것이라고 내다봤다. 이어 “제조업에서 로봇에 일자리를 빼앗긴 사람들은 교통·건설·관리·사무 분야 등으로 옮겨질지만, 이들 분야도 업무 자동화로 인한 일자리 대체 위험이 크다”고 지적했다.

옥스퍼드 이코노믹스는 “음성인식 등 기술 발달을 기반으로 자동화 추세가 서비스 영역으로 확대되면서 일자리 위기가 더 심화될 수 있다”고 분석했다. 호텔·식당 등 접객업, 소매업, 의료, 농업 등의 분야에서

도 로봇의 역할이 커질 것이라는 얘기가.

보고서는 로봇 자동화가 경제 전반의 성장을 이끌 것으로 봤다. 제조업 등에서는 생산성을 올리고, 다른 부문에선 일자리를 창출할 수 있어서다. 옥스퍼드 이코노믹스는 “2030년까지 세계 경제에서 로봇 자동화에 따른 수익은 5조 달러(약 5783조 원) 규모가 될 것”이라며 “각국 정책 결정권자들은 부작용을 이유로 로봇 도입 속도를 늦추기보다 로봇을 활용해 취약 지역을 지원하는 쪽에 초점을 맞춰야 한다”고 강조했다.

47% vs 14%...

### 로봇의 일자리 대체 비율

일 자리를 둘러싼 사람과 기계의 갈등은 어제로 일이다. 산업혁명이 한창이던

1811년 기계를 파괴하는 ‘러다이트(Luddite)’ 운동이 벌어진 게 시초다. 이후에도 새로운 기술이 등장할 때마다 ‘일자리 파괴’ 논란이 불거졌다.

노동자들이 싸워야 하는 대상은 점점 똑똑해지고 있다. 최근엔 산업용 로봇에 시가 접목되면서 사람을 대체하기 어려울 것으로 예측되던 업무까지 처리하고 있다.

세계 최대 전자상거래 기업인 아마존이 적극적으로 로봇을 활용하는 대표적인 사례다. 2012년 로봇회사 키바시스템을 7억 7500만 달러(약 8290억 원)에 인수한 뒤 자체적으로 산업용 로봇을 생산하고 있다. 아마존이 물류로봇을 현장에 본격적으로 투입하기 시작한 것은 2015년이다. 물류창고 105개에 5만 대의 로봇을 집어넣었다. 로봇 설치 비용을 빼고도 이미 9억 달러(약 1조 660억 원) 안팎의 비용을 절감했다는 게 업

계 분석이다.

미국 오프라인 할인점 월마트도 로봇 도입에 적극적이다. 월마트는 올해 최소 300개 매장 선반을 살핀 뒤 모자라는 재고를 찾아내는 로봇을 도입하기로 했다. 이 로봇은 선반 이미지를 찍은 뒤 시를 활용해 상품의 위치와 가격, 재고 유무 등을 분석하는 방식으로 업무를 처리한다.

로봇이 사람의 일 자리를 얼마나 대체할지에 대해선 의견이 분분하다. 영국 옥스퍼드대의 칼 프레이 교수와 마이클 오즈번 교수는 최근 ‘미국 일자리의 47%가 위험하다’고 진단했다. 반면 경제협력개발기구(OECD)는 회원국 일자리 중 14% 정도만 로봇 몫이 될 것으로 전망했다.

R  
COLLABORATIVE  
BOT





서빙로봇 '페니'

## 음식 나르고, 피자 · 햄버거 조리

미국 캘리포니아 주 마운틴뷰에 있는 피자 레스토랑 '아미치스'. 매장 안으로 들어서니 1m 정도 높이의 자율주행 서빙로봇 '페니'가 테이블 사이를 지나며 음식을 나르고 있었다. 직원들은 음식이 준비되면 이 로봇 위에 올려놓고 테이블 번호만 입력하면 된다. 페니는 알아서 경로를 찾아 음식을 운반하고, 사람이나 장애물을 만나면 자동으로 피해간다. 한국계 스타트업(신생 벤처기업) 베어로보틱스가 개발한 로봇이다.

페니는 마운틴뷰 인근 10여 곳의 식당에서 쓰이고 있다. 사람이 걷는 속도로 움직이며 한 번에 22kg의 무게까지 음식을 나른다. 배달의민족을 운영하는 우아한형제들이 한국에서 선보인 배달로봇 '딜리'도 페니를 기반으로 베어로보틱스가 개발했다.

하정우 베어로보틱스 대표는 "한국 미국 일본 등지에서 400만 달러(약 44억8000만 원) 정도의 초기 투자를 받았다"며 "페니는 사람의 조작이 전혀 없는 100% 자율주행로봇"이라고 강조했다. 페니의 한 달 대여비는 대당 1500달러(약 168만 원) 수준이다.





## 서비스로봇, 요리부터 서빙까지

단순한 음식 조리를 넘어 서빙,  
설거지까지 로봇을 활용하는  
미국 레스토랑이 늘어나고 있다.  
로봇은 식당 종업원의 업무를  
도와줄 뿐만 아니라 매장  
운영비를 줄여주는 역할도 한다.



햄버거 로봇 '햄버거맨'

마운틴뷰에는 로봇이 만드는 피자 가게 '쥬'도 있다. 이 로봇은 1시간에 피자를 372판까지 찍어낼 수 있다. 사람은 피자 위에 토핑을 얹는 역할만 한다. 쥬는 실리콘밸리 전역으로 사업을 확장하고 있다. 기술력을 인정받아 일본 소프트뱅크로부터 3억7500만 달러(약 4200억 원)에 이르는 투자도 이끌어 냈다.

지난해 6월 샌프란시스코에 문을 연 '크리에이터'는 로봇 햄버거 가게다. '햄버거맨'이란 이름의 로봇이 350개 센서를 이용해 사람 도움 없이 재료 손질과 패티(고기) 굽기까지 한다. 피클, 양파, 치즈 등의 재료를 밀리미터(mm) 단위 두께로 정확히 잘라 넣어준다. 햄버거 가격은 6달러로 비교적 저렴한 편이다.

### 로봇이 설거지도 척척

음식 주문부터 조리, 설거지까지 로봇이 해결하는 레스토랑도 있다. 지난해 보스턴에 문을 연 패스트 레스토랑 '스파이스'가 그곳이다.

이곳에서는 손님이 키오스크를 이용해 주문하면 로봇이 요리에 필요한 재료를 냉장고에서 꺼낸다. 이후 알맞은 사이즈로 자른 뒤 냄비에 담는다. 냄비를 쥘 7개의 로봇팔은 일제히 오일을 두른 뒤 재료를 굽기 시작한다. 모든 음식이 조리돼 나오기까지 걸리는 시간은 평균 3분 정도. 요리를 마치면 로봇이 냄비에 물을 뿌리며 설거지까지 한다.

브래디 나이트 스파이스 공동창업자는 "기존 식당은 직원을 관리하기 어렵고, 손님들이 느끼는 팁 부담도 만만치 않다"며 "스파이스는 인건비가 거의 들지 않고 팁도 받지 않는다"고 말했다.

음식 배달 시장도 로봇 활용 경쟁이 치열한 분야다. 바퀴 6개를 단 자율주행 배달로봇으로 유명한 스타십테크놀로지스는 미국 영국 독일 등 세계 각지에서 시험주행을 하고 있다.

시장조사업체 마켓스앤드마켓스에 따르면 세계 푸드로봇 시장은 2017년 13억7000만 달러(약 1조5340억 원)에서 2022년 25억 달러(약 2조8000억 원) 수준으로 커질 것으로 전망된다. 미국 푸드테크 전문지 '더스푼'은 "올해는 푸드로봇이 본격 시장에 진출하는 해가 될 것"이라며 "로봇 스타트업에 대한 투자도 크게 늘어날 것"이라고 내다봤다.



피자로봇 '쥬'

### 국내에서 접할 수 있는 서비스로봇



- 1 성균관대 도서관의 로봇카페 '비트'.
- 2 서울 송파구에 7월 23일 문을 연 스마트 식당 '메리고키친'에선 직원 대신 자율주행 로봇이 음식을 가져다준다. 출처 : 우아한형제들
- 3 덴마크 유니버설로봇의 협동로봇 '바리스'가 서울 강남 레굴러릭스 내 카페 '라운지엑스'에서 핸드드립 커피를 만들고 있다. 출처 : 유니버설로봇, 레굴러릭스
- 4 대구치맥페스티벌 행사장에서 치킨 프랜차이즈 업체 '디떡'이 만든 '치킨봇'이 치킨을 튀기고 있다. 출처 : 디떡



# 기술강국코리아를 향한 R&D지원 글로벌 리더 *Keit*

**기획** R&D 골든타임을 찾다!

**평가** R&D 가치를 높이다!

**관리** R&D 성과를 창출하다!

# 클라우드 서버 들고 다니는 시대 ICT 업계 새 전장은 '에지 컴퓨팅'

에지 컴퓨팅(Edge Computing)은 중앙 클라우드 서버가 아니라 이용자의 단말기 주변(Edge)이나 단말기 자체에서 데이터를 처리하는 기술을 지칭한다. 기존 클라우드 컴퓨팅에 비해 데이터 처리 시간이 짧고, 보안성이 뛰어나다.

## IoT · VR 등 5G 신산업에 날개 달아줄 핵심 기술

아마존웹서비스(AWS)는 소형 클라우드 서버를 빌려준다. '스노볼'이다. 200달러(약 23만 원)를 내면 무게 23kg의 서버가 배송된다. 손잡이가 달려 있어 이용자가 필요한 곳으로 옮겨가며 쓸 수 있다. 데이터 처리 용량은 50테라바이트(TB, 1TB=105만 MB)다. 데이터 이용량 기준으로 과금된다.



아마존의 스노볼



클라우드 컴퓨팅에 이어 에지 컴퓨팅이 세계 정보통신기술(CT) 업계의 새로운 경쟁 분야로 떠올랐다. 스노볼은 에지 컴퓨팅 서비스의 대표적인 예다. 에지 컴퓨팅은 대형 서버를 둔 중앙 클라우드를 이용하지 않는다. 클라우드 컴퓨팅이 데이터를 한데 모아 처리하는 것과 달리 이용자의 단말기 주변에서 데이터를 바로 처리한다.

그만큼 데이터 처리 속도가 크게 단축된다. 먼 곳에 있는 중앙 클라우드 서버와 데이터를 주고받지 않아 통신망 이용 비용을 아낄 수 있다. 단말기 근처에서 데이터를 저장하고 처리해 보안성도 뛰어나다. 아마존, 마이크로소프트(MS) 등 클라우드 서비스 업체는 물론 삼성전자, 인텔 등 하드웨어 업체, SK텔레콤, KT, LG유플러스, 버라이즌, 소프트뱅크 등 통신업체까지 에지 컴퓨팅 시장에 앞다퉈 뛰어들어온 이유다.

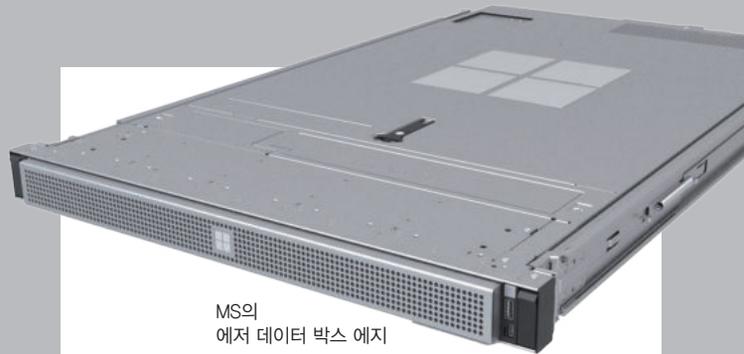
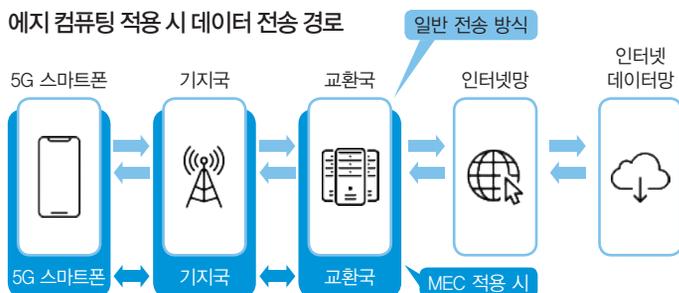
5세대(5G) 이동통신 서비스가 늘어날수록 에지 컴퓨팅 수요는 급



SK텔레콤 연구원들이 모바일 에지 컴퓨팅(MEC) 플랫폼이 설치된 서버실에서 증강현실(AR) 글라스를 쓰고 산업용 AR 서비스를 시험하고 있다. 출처 : SK텔레콤

증할 것으로 전망된다. 대량의 데이터를 끊임 없이 실시간 처리해야 하는 자율주행자동차, 스마트 공장 등에선 에지 컴퓨팅이 필수다. 앤디 제시 AWS 최고경영자(CEO)는 “10년 뒤엔 클라우드와 에지 컴퓨팅, 사물인터넷(IoT) 기기만 남을 것”이라고 내다봤다.

에지 컴퓨팅 적용 시 데이터 전송 경로



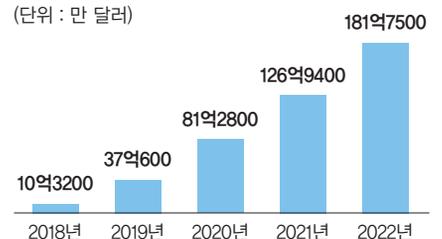
MS의 에저 데이터 박스 에지

자율주행차 · 스마트 공장에 필수 ‘에지 컴퓨팅’

경기 안산에 있는 한 자동차부품 업체는 최근 공장 통신망을 유선에서 5G 이동통신망으로 바꿨다. 에지 컴퓨팅 서비스 도입도 검토하고 있다. SK텔레콤 관계자는 “산업 트렌드 변화 속도가 빨라져 데이터 이용량이 급증하면서 데이터 처리 속도와 보안의 중요성이 커지고 있다”며 “5G망과 함께 에지 컴퓨팅을 도입하려는 기업이 갈수록 늘어날 것”이라고 전망했다.

에지 컴퓨팅은 고성능 컴퓨터가 중앙 서버에서 데이터를 집중 처리하는 클라우드 컴퓨팅과 다르다. 소형 클라우드 서버가 여러 곳에서 정보를 신속히 처리하는 방식이다. 포그 컴퓨팅, 모바일 에지 컴퓨팅(MEC) 등으로 불린다. AWS의 스노볼부터 통신사가 5G 기지국에 구축하는 클라우드 서버, 지능형 폐쇄회로TV(CCTV) 등 기기 자체에서 데이터를 처리하는 것까지 모두 포함한다.

에지 컴퓨팅 시장 전망 (단위 : 만 달러)



출처 : 오픈포그 컨소시엄

5G 시대가 본격화하면 에지 컴퓨팅 수요가 급속히 늘어날 것으로 전망된다. 자율주행차와 스마트 공장, IoT, 가상현실(VR), AR 등 5G 핵심 산업이 막대한 데이터를 이용하기 때문이다. 자율주행차 한 대는 초당 1GB(기가바이트)의 데이터를 생성한다.

미국 하드웨어 업체인 시게이트와 시장조사 업체 IDC는 2025년 세계 데이터 총량이 163제타바이트(ZB)에 달할 것으로 예상했다. 1ZB는 DVD를 지구에서 달까지 두 번 쌓아 올려야 하는 데이터 양이다. 기하급수적으로 늘어나는 데이터를 초고속으로 처리하기에 중앙 클라우드 서버는 역부족이다. 통신망 과부하와 전송시간 지연 등의 문제가 발생할 수 있다. 이를 극복하기 위해 복잡한 연산이 필요한 데이터는 고성능 중앙 클라우드 서버가, 실시간 처리가 중요한 데이터는 에지 컴퓨팅이 담당하도록 한다는 것이다.

미국 오픈포그컨소시엄은 글로벌 에지 컴퓨팅 시장이 지난해 10억 달러(약 1조1700억 원)에서 2022년 약 182억 달러(약 21조 2800억 원) 규모로 성장할 것으로 내다봤다. 이 컨소시엄은 MS와 시스코시스템즈 등 주요 ICT 업체와 미국 프린스턴대가 에지 컴퓨팅 개발을 촉진하려고 결성했다.

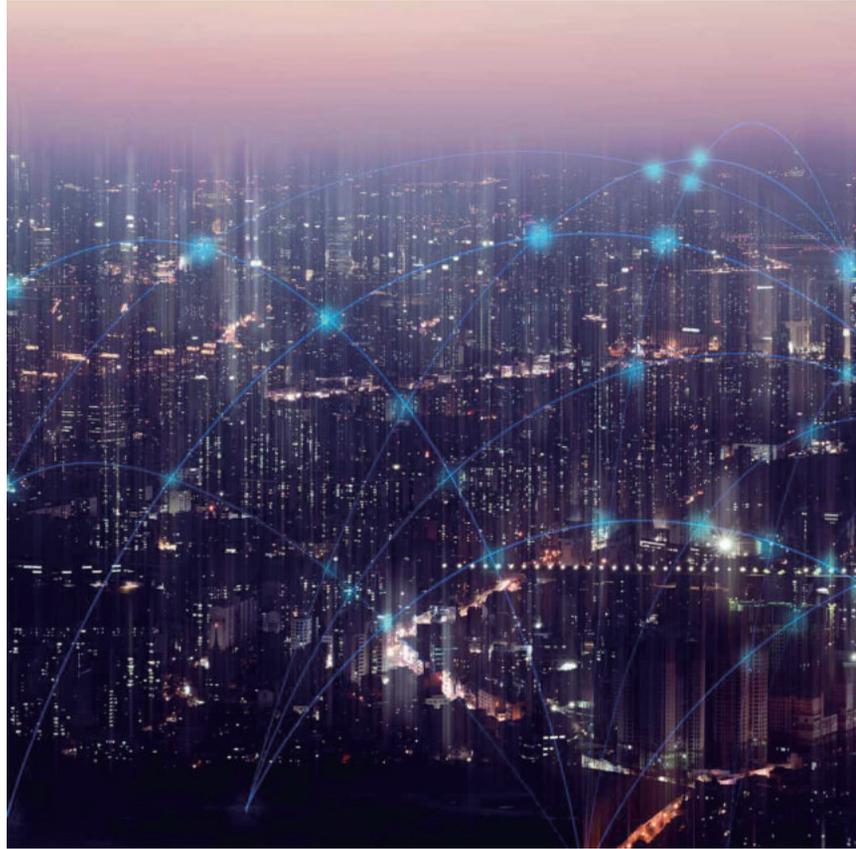
시장조사 업체인 가트너는 2017년과 지난해 '10대 전략 기술' 중 하나로 에지 컴퓨팅을 선정했다. 과학기술정보통신부는 지난 4월 '10대 5G플러스 핵심 산업'으로 에지 컴퓨팅을 꼽았다.

## 시장 선점 경쟁 본격화

ICT 업체 간 에지 컴퓨팅 시장 선점 경쟁이 뜨거워지고 있다. 클라우드 업체와 통신사가 대표적이다. 기술 측면에선 클라우드



델 EMC의 에지게이트웨이

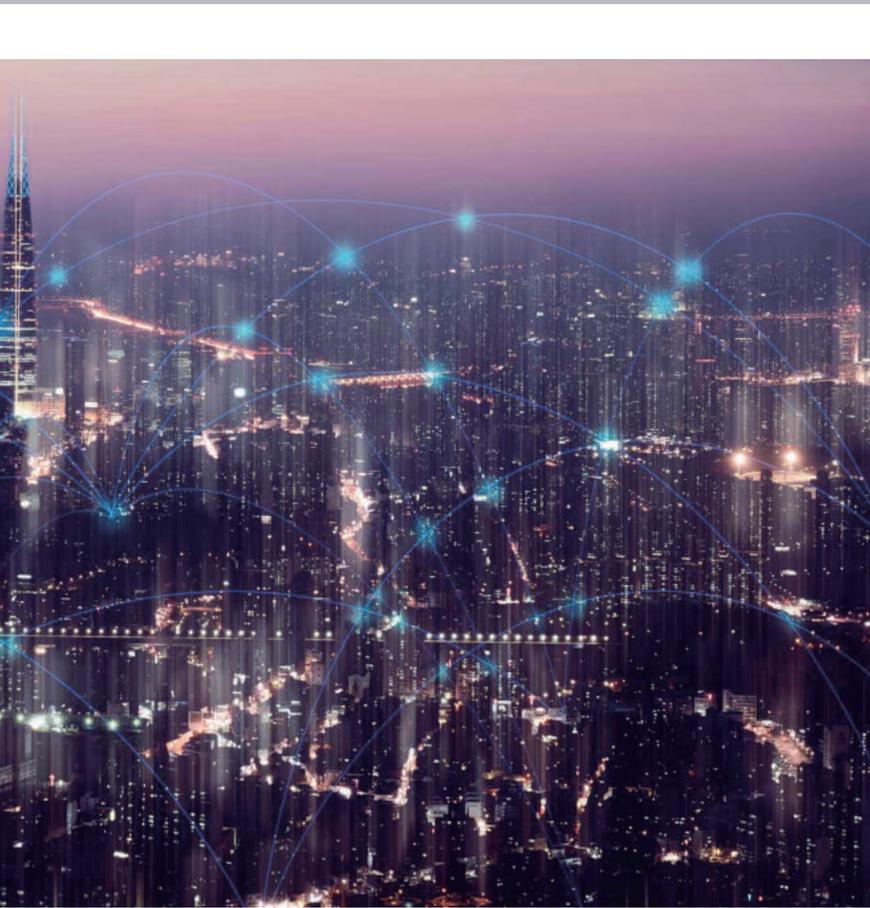


관리·운영 노하우를 보유한 클라우드 업체가 경쟁력이 높다는 평가가 많다. 지리적으로 많은 곳에 클라우드 서버를 구축해야 한다는 점을 고려하면 기지국을 보유하고 있는 통신사가 유리하다.

국내에선 KT와 SK텔레콤이 5G 통신망 기지국에 MEC 시스템을 설치하고 있다. KT는 서울과 부산 등에 '5G IT 에지 클라우드'를 구축했다. 연내 여덟 곳으로 확대할 계획이다. 미국 AT&T와 버라이즌, 독일 도이치텔레콤 등 해외 통신사도 MEC 기술 개발에 속도를 내고 있다. MS는 작년 에지 컴퓨팅과 IoT 분야에 50억 달러(약 5조8000억 원)를 투자하겠다고 발표한 바 있다.

삼성전자는 5G 통신장비가 클라우드 서버와 단말기의 원활한 통신을 지원하도록 하는 에지 컴퓨팅 소프트웨어를 개발 중이다. 인텔은 올해 초 에지 컴퓨팅용 중앙처리장치(CPU) 제품 3종을 내놨다.

에지 컴퓨팅 주도권 경쟁에서 한국이 유리하다는 분석도 있다. 세계 최초로 5G 서비스를 상용화했다는 점에서다. 나승주 인텔코리아 데이터센터 영업총괄(상무)은 "한국은 5G 통신망을 활용해 에지 컴퓨팅 기



술을 산업에 빨리 적용해 볼 기회를 얻었다”고 평가했다. 이어 “VR 등 게임 콘텐츠와 자동차, 스마트 공장 등 에지 컴퓨팅이 필요한 산업도 발달해 세계 시장을 선도할 수 있는 환경을 갖췄다”고 덧붙였다.



### 실리콘밸리 IT 공룡들, 에지 컴퓨팅 경쟁 가열

2017년 6월 세계 최대 전자상거래업체인 아마존이 미국 유기농마트인 홀푸드를 인수했을 때 실리콘밸리에서 떠돈 메모의 내용이다. 오프라인 매장을 확보해 온·오프라인 유통 경쟁력을 강화하고, 무인매장 등 미래형 쇼핑 공간을 확장하려고 인수한 것이란 대부분의 시각과 달랐다.

실리콘밸리에서 짚은 것은 에지 컴퓨팅이었다. 아마존은 세계 1위

클라우드 업체이기도 하다. AWS는 미래형 클라우드 서비스인 에지 컴퓨팅 시장에 이미 진출해 있었다.

소형 클라우드 서버 서비스인 에지 컴퓨팅은 중앙 클라우드 서버와 달리 지역 곳곳에 소형 컴퓨팅 서버를 놓을 물리적 공간이 필요하다. 미국 400여 개 홀푸드 매장에 에지 컴퓨팅 서버를 설치하면 이 문제를 해결할 수 있다. 실리콘밸리에서 아마존의 홀푸드 인수 배경으로 에지 컴퓨팅 서비스 확대를 꼽은 까닭이다.

AWS는 2016년 말 에지 컴퓨팅 서비스에 필요한 소프트웨어 ‘그린그래스’를 선보였다. 그린그래스는 중앙 클라우드 기능을 로컬 기기로 확장하는 소프트웨어다. 로컬 기기에서 데이터를 수집·분석하고, 기기 간 안전한 통신을 지원한다. MS도 작년 이와 비슷한 ‘애저 IoT 에지 솔루션’을 공개했다.

미국 통신사인 AT&T는 4세대 이동통신 LTE와 유선망을 통해 병원, 상점 등에 에지 컴퓨팅 서비스를 제공하고 있다. 올해 말 MS와 협력해 새로운 에지 클라우드 서비스를 공개할 예정이다. 독일 통신사 도이체텔레콤은 자회사 모바일에지X를 통해 에지 컴퓨팅 사업을 추진하고 있다.

중국 차이나모바일은 작년 4월 10개 성 20개 도시를 시작으로 에지 컴퓨팅 시범 프로젝트를 추진하고 있다. 에지 컴퓨팅 기술을 활용해 상하이 등에서 이동형 고화질 실황 방송 송출 시범서비스 등을 했다. 화웨이 등과 MEC센터도 구축하고 있다. 일본 소프트뱅크는 통신망이 잘 갖춰지지 않은 지방 병원, 학교, 공장, 건설현장 등에 에지 컴퓨팅 서비스를 제공하고 있다.

# 서비스로봇의 세계

**인간을 대신해 힘든 일을 해주던 로봇. 이제는 같은 공간에서 인간과 협동할 수 있을 만큼 똑똑해졌다. 공장은 물론 가정과 쇼핑몰, 연구소와 탐험 현장, 재해 지역과 전쟁터에서 인간과 함께하는 좋은 친구가 돼 줄 로봇. 그것이 바로 서비스로봇이다.**

인간이 하기 싫은 일을 대신해 주는 기계 하인, 로봇은 명실공히 4차 산업혁명의 이기 중 하나다. 그리고 이 로봇 중에서 갈수록 생활 속에서 흔하게 볼 수 있게 될 로봇이 바로 이 글에서 다룰 서비스로봇이다. 그런데 서비스로봇이란 대체 무엇일까?

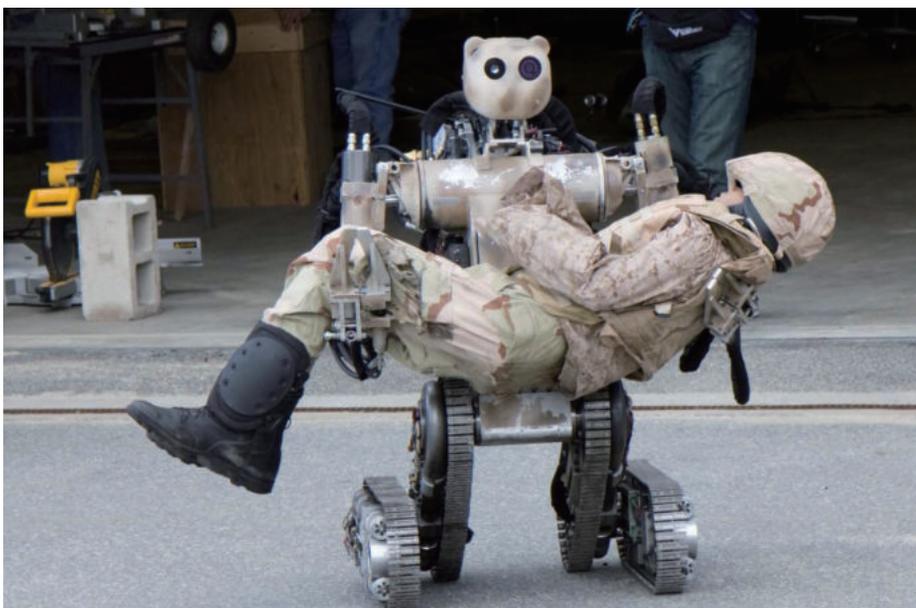
서두부터 내용을 부정하는 것 같아 좀 뭐하긴 한데, 서비스로봇이라는 용어에는 엄격한 기술적 정의가 부여되지 않았다. 다만 국제표준화 기구(ISO)의 정의에 따르면, 서비스로봇은 산업 자동화 용도를 제외한 다른 용도에서 인간 또는 장비에 유용한 임무를 실행하는 로봇이다. 그리고 국제로봇협회(IFR)에서는 완전 자율운행뿐만 아니라 일정 수준 인간의 제어 개입은 물론 인간의 완전 원격조종까지도 가능한 로봇으로 보고 있다. 즉, 인간과 물리적으로 격리돼서 임무를 실행하는 로

부상자를 구출하는 서비스로봇. 서비스로봇은 인간과 같은 공간에서 직접 협동해야 하므로 격리된 장소에서 운용하던 기존의 로봇에 비해 높은 기술 수준이 요구된다.



봇이 아니라, 같은 공간에서 인간과 직접 협동하면서 산업생산(특히 제품 제조) 이외의 다른 활동을 하는 로봇을 서비스로봇으로 분류하는 것이 학계 및 업계의 중론임을 짐작할 수 있다.

현대적인 로봇의 역사는 나름 길다면 길다. 그러나 그동안 우리의 일상생활 속에서 활동하는 로봇을 보기가 쉽지 않았고, 최근 들어서야 서비스로봇이 부각된 것은 그만큼 이유가 있다. 바로 기존의 연구용 또는 산업용 로봇에 비해 높은 기술력을 필요로 하기 때문이다. 사실인즉 인간 생활 현장에 밀착된 로봇을 만들려면 그렇지 않은 로봇에 비해 훨씬 험난한 기술적 허들을 넘어야 한다. 무엇보다도 중요한 것은 로봇과 함께 활동하는 인간의 안전 확보다. 예를 들어 병원에서 환자를 로봇팔로 들어 올려 운반하는 간호사 로봇을 만든다고 치자. 로봇팔의 힘이 너무 약하면 환자가 자칫 떨어져 낙상을 입을 가능성이 있다. 그렇다고 로봇팔의 힘이 너무 강하게 들어가면 환자에게 부상을 입힐 수도 있다. 장애물 감지를 포함한 센서 기능이 떨어지면 팔을 휘두르다가 본인 아니게 사람을 때려 부상을 입힐 수도 있다. 게다가 인간은 기계가 아니어서 신체적·정신적 조건이 모두 다르다. 인간의 생활 및 근무 여건도 모두 다르다. 그러한 다양한 조건 아래서 무리 없이 안전하게 제어되고 작동하고 협동할 수 있어야 한다. 여기에 기업이 아닌 일반인에게 쉽게 노출되고 판매되는 상품으로서 갖춰야 할 미학적 조건과 경제성 등 기술 외적인 부분까지 감안한다면, 훌륭한 서비스로봇을 만드는 것이 매우 어렵다는 것을 알 수 있다. 그러나 이미 서비스로봇은 우리 생활속으로 침투해 있다.





## 개인용 서비스로봇

이러한 서비스로봇은 용도에 따라 크게 개인 용도와 전문 용도 두 가지로 나눌 수 있다. 이 중 개인용 서비스로봇부터 간단히 알아보자. 앞서 자동차의 사례에서도 짐작할 수 있듯이, 개인용 서비스로봇은 근로자라기보다는 하인 내지는 비서에 가깝다. 그만큼 전문적인 기능보다는 일상생활의 편의와 효율 증대를 위한 기능과 누구나 쓸 수 있는 쉬운 조작성 등을 염두에 두고 설계된다. 그만큼 일반인들에게 '안방까지 들어온 첨단 기술의 상징'으로 강하게 각인된 로봇이기도 하다.

개인용 서비스로봇은 다시 다양한 하위 분류로 나눌 수 있다. 그중 꽤 예전부터 개발이 진행돼 왔고 대중에게도 널리 알려진 것이 장난감 로봇이다. '퍼비' 같은 장난감 로봇은 20여 년 전인 1998년부터 대중에게 인기를 얻기 시작했다. 또한 스마트폰이 대중화되면서 이를 이용하는 장난감 로봇도 나오기 시작했다. 스마트폰에 연결한 후 앱을 사용해 로봇을 제어하거나, 스마트폰을 CPU로 사용하는 방식이다. 이렇게 모바일 기기와 로봇 간 결합은 다른 서비스로봇에서도 갈수록 강화되는 추세다.

'지보'로 유명해진 소셜로봇 역시 대표적인 개인용 서비스로봇이다. 그 이름에서도 드러나듯이 인간의 사회적(Social) 소통 지원이 주요 기능이다. 소셜로봇에는 실로 다양한 로봇이 포함된다. 사회적 소통은 그 속성상 비물질적이고, 근로자에게 공구를 주는 것 같은 간단한 작업에서부터 감정적 소통이나 협력 같은 복잡한 작업까지 다양한 기능

을 망라하기 때문이다. 그렇게 따지면 서비스로봇 중에 소셜로봇적 요소가 없는 로봇을 찾기는 의외로 어렵다. 그러나 보통은 생산 현장에서 전문적 용도로 쓰이는 로봇보다는 가정에서 비산업적이고 개인적인 용도(주택 관리, 건강 관리, 교육 등)로 쓰이는 것을 소셜로봇이라고 부르는 편이다. 무엇보다도 인간과 감정적·언어적 소통이 가능하고 인간사회의 룰을 이해하고 지킬 줄 알아야 한다. 그렇기 때문에 소셜로봇의 개발에는 상당한 인문학적 지식도 필요하다.

소셜로봇은 범위가 애매한 만큼이나 꽤나 다양한 목적으로 쓰인다. 가장 두드러지는 용도는 가정의 집사 역할이다. 사용자에게 다양한 스케줄 등 일상생활에 필요한 것을 알려줄 수 있다. 집을 비워야 할 때는 사물인터넷과 연동해 가정의 보안 상태를 점검해 이를 사용자에게 전달하며, 문제 발생 시 사용자 및 관계당국에 신고할 수도 있다. 또한 집 밖을 벗어날 수 없는 노약자나 애완동물을 돌보는 기능과 사진 촬영, 음악 및 동영상 재생 등의 엔터테인먼트 기능, 각종 교육 기능도 탑재할 수 있다.

개인용 서비스로봇 중에는 치료용 로봇도 있다. 자폐증 환자에게 올바른 사회성과 의사소통 능력을 가르치는 로봇, 치매 환자의 치료를 돕는 로봇, 외상 환자 및 장애인의 재활을 돕는 로봇 등이 대표적인 치료용 로봇이다.

그 외에도 개인용 서비스로봇의 하위 장르는 다양하다. 예를 들면 2002년 등장해 대히트했던 '룸바'와 같은 청소로봇도 개인용 서비스로봇인 셈이다.

↑ 개인용 서비스로봇인 일본 소니 사의 '아이보'.

## 전문 서비스로봇

앞서도 말했듯이 서비스로봇에는 전문 서비스로봇도 있다. 그 이름에서 알 수 있듯 공장이 아닌 곳에서 인간과 협력해 생산활동을 하는 로봇이다. 이러한 로봇은 어렵고, 위험하고, 더럽고, 시간이 많이 걸리고, 지루하고 반복적인 일로부터 인간 근로자를 해방시켜 줄 것이다.

전문 서비스로봇을 업무에 사용함으로써 얻는 이점은 분명하다. 안전성, 효율성, 생산성 향상이다. 위험한 업무에 로봇을 투입함으로써 인간을 위험으로부터 보호하고, 더욱 인지적이고 창의적인 업무에 투입할 수 있다. 또한 작업의 속도를 높이고 비용을 줄임으로써 효율성을 높일 수 있다. 또한 로봇은 사람보다 특정 작업에 대한 특화 능력을 높일 수 있고, 사람보다 더욱 뛰어난 감지 능력으로 주요 생산 데이터를 정확하게 획득해 생산성 증대에 기여할 수 있다.

이러한 전문 서비스로봇의 구현은 앞서도 말했듯이 기술 혁신이 뒷받침됐기에 가능했다. 물론 이러한 기술은 개인용 서비스로봇과 중첩되는 영역도 있다. 그러나 전문 서비스로봇은 확실한 작동이 이루어지지 않을 경우 바로 산업재해 등의 대형 사고로 이어질 가능성이 크기 때문에 그만큼 기술의 신뢰성과 확실성이 요구된다. 전문 서비스로봇의 발달에 크게 기여한 주요 기술은 다음과 같다.

외과수술용 서비스로봇. 인간 의사가 아닌 로봇의 손에 수술을 맡기는 날도 머지않았다.



**시각 동시 위치 파악 및 지도화(Visual Simultaneous Localization and Mapping : VSLAM):** 가장 유망한 자동항법 기술이다. VSLAM 알고리즘을 통해 로봇의 시각 체계로 주변 환경의 지도를 만들고, 그 지도 속에서 로봇의 위치를 파악하는 것이다. GPS 체계보다 더욱 우수하며, 다수의 시각 센서로 받아들인 시각 데이터를 융합해 맥락을 파악할 수 있다면 유동적인 상황에서도 자동화 항법 및 경로 설정이 가능하다.

**내장시각:** 내장시각 체계는 기민성 향상과 자동항법에 중요한 역할을 한다. 이게 있어야 갑자기 사람이 끼어든다든지 하는 상황에서 로봇을 멈춰 명사고를 예방할 수 있다. 또한 기존보다 더욱 정밀한 힘과 자세 제어를 통해 과일 따기 등의 난이도 높은 동작을 수행하는 데도 필수적이다. 즉, 목표물이 무엇인지 파악하고, 가장 효과적으로 잡아 움직이는 방식을 결정한다음 실행하는 것이다.

**인공지능:** 인지능력이야 말로 서비스로봇이 갖추어야 할 필수 능력이지만, 또한 갖추기 가장 어려운 능력이기도 하다. 오늘날의 서비스로봇은 인공지능과 기계학습 기술을 통해 인간과 효과적으로 소통하는 방법을 배우고 있다. 주목적은 인간과 자연어를 사용한 대화가 가능하도록 하는 것이다.

이러한 첨단 기술로 무장한 전문 서비스로봇은 실로 다양한 산업 분야에 사용이 가능하며 실제로 사용되고 있다. 농업, 건축, 의료, 국방, 항공우주, 고객센터, 철거, 과학탐사, 전문 청소, 검사, 의료, 재해





구조 등 사실상 전 산업 분야에 응용이 가능하다. 현재 실용화를 목전에 두고 연구가 활발히 이루어지고 있는 자율주행자동차, 이미 실용화가 이루어진 무인 항공기, 영화 '아이언맨'으로 유명해진 외골격 같은 것도 알고 보면 일종의 서비스로봇인 셈이다.

### 급속한 질적·양적 성장으로 인류의 더 나은 삶을 약속

서비스로봇의 미래는 지극히 밝다고 볼 수 있다. 무엇보다도 인구 성장률과 출산율은 둔화 추세이며, 이는 국민의 교육 수준이 높은 선진국일수록 더욱 심각하게 나타난다. 이는 인구 구조의 고령화로 이어지게 된다. 즉, 노약자를 보살피고 생산활동을 해 나갈 청년인구가 심각하게 부족해진다는 것이다. 그렇기 때문에 선진국은 청년인구를 대체할 각종 로봇의 연구개발에 문자 그대로 사활을 걸 수밖에 없다. 따라서 서비스로봇의 연구개발에도 상당한 투자가 이루어질 것이고, 지금보다 더욱 수준 높은 결과물이 나올 가능성 또한 그만큼 높아질 것이다.

이러한 예측은 현재의 시장 상황으로도 뒷받침되고 있다. IFR에 따르면 2019~2021년 전문 서비스로봇의 시장 규모는 370억 달러에 달할 것이며, 같은 기간 연평균 21%씩 성장할 것으로 예측된다. 그러나

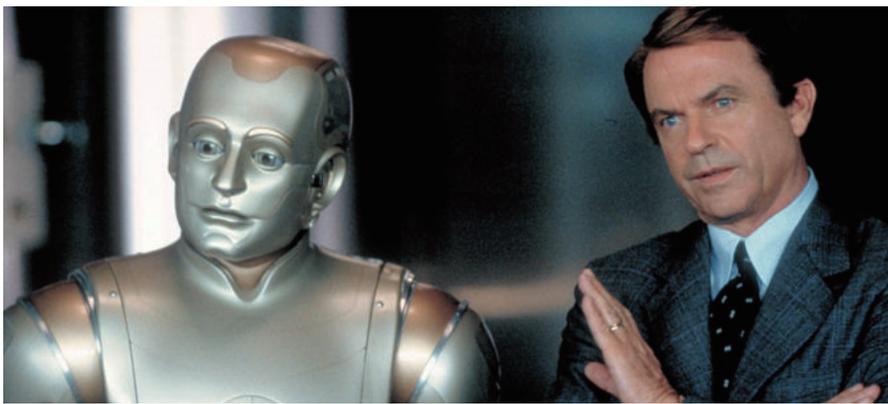
로봇의 시각 체계, 조작 기민성, 인간 인지 등의 기능은 아직 개선의 여지가 충분하다. 따라서 장차 서비스로봇의 개량 및 기술 연구개발도 이러한 측면을 집중 공략할 것으로 예상된다.

서비스로봇의 등장으로 혹자는 인간이 일자리를 잃을까 두려워한다. 그러나 인간보다 더욱 저렴하고 안전하게 노동을 해 줄 서비스로봇은 인간에게서 나쁜 일자리를 빼앗아가고, 대신 대부분의 사람이 원하던 이상적인 삶을 가져다 줄 수도 있을 것이다. 고대 그리스에서 민주주의, 그것도 직접민주주의가 꽃필 수 있었던 것은 노예가 모든 노동을 해 주고, 시민은 노동을 할 필요가 없어 그만큼 정치에 신경을 쓸 여유가 있었기 때문이다. 인간을 대신해 노동하는 서비스로봇의 활발한 연구개발과 보급 역시 현대인의 삶을 질적·양적으로 더욱 풍요롭게 해 줄 수 있을 것이다.

↑ 물류 근로자의 허리 근력을 보조하는 외골격인 LG '클로이' 슈트봇. 기술 성숙이 이루어지지 않으면 특히 실용화가 어려운 서비스로봇 중 하나다.

## 인간다움을 묻는다 영화 '바이센테니얼 맨'

4차 산업혁명의 파도를 타고 로봇은 우리의 생활 현장 곳곳으로 쏟아져 들어오고 있다. 그러한 로봇이 열어갈 미래는 과연 어떤 모습일까. '바이센테니얼 맨'에서 엿보자.



앤드루(왼쪽)와 리처드 마틴.

지금으로부터 20년 전인 1999년 나온 영화 '바이센테니얼 맨'. 소설가 아이작 아시모프가 1976년에 쓴 동명의 소설을 원작으로 했다. 2005년 평범한 남자 리처드 마틴(샘 닐 분)이 가정부 로봇 NDR-114(로빈 윌리엄스 분)를 들여오면서 이야기는 시작된다. 마틴 가족은 NDR-114에게 앤드루라는 이름을 붙여 주고 집안일을 시킨다. 그러나 우연한 계기로 앤드루에게(제작 과정에서 의도한 바는 아니었지만) 자아가 있다는 것이 밝혀진다. 마틴은 앤드루의 지능을 개발해 주기 위해 이런저런 공부를 시켜준다. 앤드루의 지능이 커가고, 많은 것을 배우고 할 줄 알게 되면서 자유를 얻고 싶어 하고, 인간과 같은 외모를 갖고 싶어 하고, 결국

에는 진짜 인간이 되고 싶어 한다.

인간과 닮았지만 인간이 아닌 주인공이 인간이 되는 여정을 걷는 내용의 드라마. 고대 그리스신화에서부터 오늘날 21세기 까지 매우 흔하기는 하다. 그러나 4차 산업혁명의 초입에 들어선 21세기. 20세기 말에 만들어진 이 영화는 다른 유사 작품과는 다른 뭔가 특별한 느낌을 주었다.

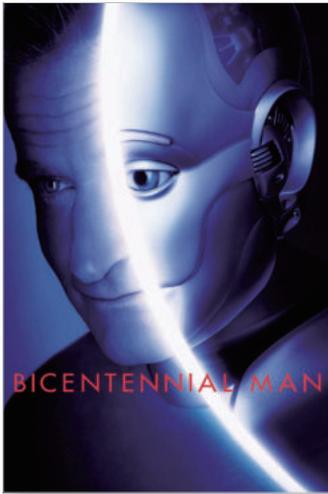
### 로봇과 인간의 관계에 대한 고민

그 특별한 느낌이란 다름아니라 앞으로 본격적으로 다가올 로봇 대중화시대에 대한 고민이었다. 그것은 앤드루가 마틴의 집에 처음 왔을 때부터 확연히 드러났다. 앤드루는 시동을 걸자마자 로봇 3원칙부터

암송한다. 로봇 3원칙은 원작자 아시모프가 제정해 1942년 자신의 또 다른 소설 'Runaround'에서 발표한 것이다. 간략하게 요약하면 ① 인간에게 해를 끼치지 않는다. ② 인간이 내리는 명령에 복종한다. ③ 로봇 스스로를 보호한다가 그것이다. 이는 단순히 SF 소설 속의 설정에만 그치지 않는다. 실제 인간과 함께 활동하는 서비스로봇을 연구개발하는 과학자와 기술자도 매우 중요하고 진지하게 여기고 있는 원칙이다. 이 원칙이 지켜지지 않을 경우, 그 로봇은 인간의 지시를 이행할 수 없을뿐더러 인간과 스스로의 안전도 보장할 수 없게 되기 때문이다. 즉, 인간과 지속 가능하고 유익한 관계를 맺을 수 없는 것이다. 로봇과 인간의 관계 설정. 여기에 얽힌 이야기야말로 인간이 되기 위한 앤드루의 여정만큼이나 중요한 또 하나의 주제의식인 셈이다. 그리고 장차 로봇 대중화시대를 앞둔 우리가 해결해야 할 문제이기도 하다.

그러한 주제의식은 이 영화 곳곳에 가지를 치고 있다. 앤드루는 인간을 이해하기 위해 엄청난 공부를 한다. 영화 속의 로봇이건 현실의 로봇이건 인간을 모르는 채로 인간과 공존할 수는 없기 때문이다. 앤드루는 목공예를 익혀 엄청난 돈을 벌고, 그 돈을 저금하고 싶어하지만 은행 직원은 로봇의 명의로 계좌를 개설하는 법률이 없다며 난색을 표한다. 장차 로봇에 대한 법률적 뒷받침이 있어야 함을 느낄 수 있는 부분이다. 앤드루의 첫 모습은 다른 영화에 나오는 인간형 로봇인 로보캅이나 터미네이터

# B I C E N T E N N I A L



등과 별로 다르지 않은, 금속성의 기계질적 이미지다. 마틴 가족은 그 모습을 보고 거부감을 느낀다. 이것이 바로 휴머노이드 로봇이 주는 불쾌한 골짜기 현상이다. 인간과 어설픔게 닮을수록 이질감을 느낀다는 것이다. 영화 속 로봇과학자인 루퍼트 번즈(올리버 플랫 분)는 그 해결책을 불완전함에서 찾는다. 로봇은 모든 면에서 합리적이고 자기완결적이지만 인간은 그렇지 않다. 얼굴 디자인에서도 그러한 불완전함이 있어야 더욱 인간적이고 개성적이고 편안하게 느껴진다는 것이다.

앤드루는 그래서 점점 인간적이 돼 간다. 인간의 불완전함을 받아들여지게 된다. 외모를 인간처럼 바꾸었을 뿐만 아니라 기계장치 내장을 버리고, 직접 만든 생체 소재의 대체 장기를 몸 안에 이식해 넣는다. 심지어는 섹스 기능까지도 갖추게 된다. 그리고 마틴의 증손녀인 포샤 차니(엠베스 데이비츠 분)를 사랑해 결혼하려고 한다.

웬지 요즘 뜨거운 리얼돌, 그리고 그 너머에 있을 섹스로봇 문제까지도 떠올리게 하는 지점이다. 그러나 인간사회의 법정은 앤드루와 포샤의 결혼을 인정치 않았다. 결혼은 인간과 인간 간의 결합이다. 인간의 유전자가 없으며, 무한히 살 수 있는 앤드루를 유한한 삶을 사는 인간으로 볼 수 없다는 이유였다.

### 진정한 인간다움이란 무엇인가

그래서 앤드루는 진정한 인간이 돼 포샤와 함께하기 위해, 인간이 가진 필멸의 숙명을 받아들여기로 한다. 그리고 언젠가는 죽게 되도록 자신의 몸을 개조한다.

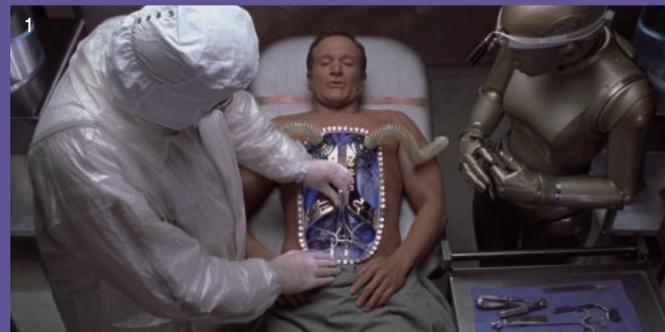
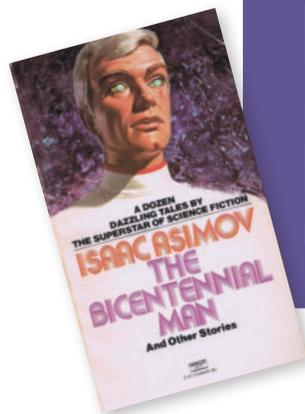
왜 인간들은 앤드루에게 죽을 수 있어야 인간이라고 말한 것일까. 그것은 생물학적으로 볼 때 개체의 죽음이라는 궁극의 불완전성이야말로 종의 진화를 촉진시키는 밑거름이기 때문일 것이다. 인간은 수명이 유한하기에 주어진 시간 내에 번식을 통해 자신의 유전자가 후대에 계승되기를 원한다. 그리고 그 과정에서 다른 인간과 유전자를 교배하면서, 더 강하고 환경 적응력이 뛰어난 유전자를 만들어 후손에 전할

수 있다. 그러나 로봇에게는 유전자가 없다. 설령 '기술적 DNA'라고 부를 만한 공학적 요소가 있다고 해도, 로봇에게는 그런 요소를 스스로 계승하고 발전시킬 의지와 능력이 없다. 즉, 개체적 생명의 유한성 자각과 유전자 영생을 위한 의지와 능력은 필멸의 운명을 지닌 인간, 즉 생명체만의 고유 특성이기 때문인 것이다.

앤드루가 그러한 점까지 깨달았는지는 알 수 없다. 그러나 그는 결국 법정에서 인간으로 인정받고, 설계대로 수명이 다해 포샤 곁에서 죽어간다.

마지막으로 필자는 이런 의문도 들었다. 과연 지금 우리의 인간다움이란 앤드루가 생명을 버려가면서까지 추구해야 할 지고의 가치일까 하는 물음이었다. 진화의 과정에서 어쩌다가 이성을 얻게 된 인류. 그러나 아직도 그 몸에는 촌스러운 과거의 욕구가 남아 있다. 우리의 인간다움 역시 완성의 단계에 있지 않으며, 더 나은 단계로 나아가야 할 불완전함이다. 곧 다가올 로봇 대중화의 시대. 로봇이 인간의 그런 점을 비추는 거울이 되고, 진화를 돕는 친구가 되기를 바란다.

1 앤드루는 인간을 이해하고, 인간과 닮아가기 위해 애쓴다. 관객은 그 모습에서 진정한 인간다움이 무엇인지를 묻게 된다.  
2 이 영화는 아이작 아시모프의 소설을 원작으로 하고 있다.



M A N

# R&D 관련



# 구인 및 구직



연구개발(R&D) 관련 직종의 구인 및 구직을 소개합니다.  
R&D 관련 직종(연구직, 기획, 관리, 홍보 등)의 구인 및 구직  
관련 자료(구인공고, 자기소개서)를 이메일로 보내주세요.



보낼 곳 eco\_news@naver.com  
문의 042-712-9421,  
'이달의 신기술' 담당  
김은아 기자

## (주)뉴로스(neuros.com)

(경력·신입) (주)뉴로스 연구소·R&D 터보개발팀 정규직 채용

- 담당업무: 터보블로워 기계설계(코어+외함) 및 시험
- 응모자격 및 우대사항: 학사 이상(기계공학·항공공학), 신입·경력(1~2년차), 영어 가능자, 영어권 출장이 가능한 자, 토익 600점 이상, 기계설계 산업기사 보유자, 기계설계 가능자
- 근무형태: 정규직(수습 3개월)
  - 근무처: 대전 유성구
- 모집기간: 9월 5일까지
- 문의전화: 042-865-7300



## (주)로보케어(robocare.co.kr)

연구소 R&D 기획 및 PM 모집(경력)

- 담당업무: R&D 기획 및 관리 PM
- 응모자격 및 우대사항: 학사 이상, 경력 5년 이상, 유관업무 경력자, 봉사활동 경험자, 정책과제 기획 경력자, 치매·발달장애·인지장애 등 환경 유경험자 혹은 이에 대한 소명의식이 있는 자
- 근무형태: 정규직(과장~차장급)
- 근무처: 경기도 성남시 분당구
- 모집기간: 9월 18일까지
- 문의전화: 031-751-5200

## 현대오일뱅크(주)(oilbank.co.kr)

2019년 현대오일뱅크 R&D 분야 경력사원 채용

- 담당업무: 고도화 공정 개발, 정유 공정 촉매 개발
- 응모자격 및 우대사항: 석사 이상(화학·화학 전공), 필수 경력(고도화 공정 연구개발, 정유·석유화학 촉매 개발, Pilot 운전 및 촉매 성능 평가, 석유제품 개발 및 품질·성능 연구, Heavy Oil, Asphalt, Pitch 연구개발), 병역필 또는 군 면제자로 해외여행에 결격사유가 없는 자
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 경기도 용인시 기흥구
- 모집기간: 상시모집
- 응모방법: 현대오일뱅크(주) 채용 홈페이지 지원 접수(<https://hdo.recruiter.co.kr>)

## (주)동심(mydongsim.com)

동심연구소 유아교육 프로그램 R&D 전문가(경력자) 모집

- 담당업무: 유아교육 프로그램 및 교수법 개발
- 응모자격 및 우대사항: 유아교육 전공자, 유아교육기관(어린이집·유치원 등) 근무 경력 5년 이상, 본인 참여 혹은 주도한 유아교육 프로그램 개발 경력 3년 이상, 영어 가능자 우대
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 서울시 서초구
- 모집기간: 9월 16일까지
- 문의전화: 02-581-1441



## 기호 정답 및 당첨자

스마트 헬스케어



정원석, 임주희, 임지원

무드알람  
큐브변색 탁상시계



※ 퀴즈 정답은 eco\_news@naver.com으로 보내주세요.  
독자선물은 교환, 환불이 불가합니다.  
주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

'로봇'이라는 단어는 1921년 한 희곡에서 처음 등장했다.  
'RUR(로섬의 유니버설 로봇)'에 인간을 닮았으며  
더 정확하고 더 믿을 만한 기계로 로봇이 처음 등장한 이후  
세계적으로 쓰이는 단어가 되었다. 이렇듯 로봇이란 단어를  
최초로 명명한 체코의 작가는 누구일까요?

평범한 우리가  
세상을 바꾸는 방법

# 공익신고



공익신고자 보호 더욱 강화되었습니다

## 보호

- 비밀보장, 신변보호, 불이익조치 금지, 책임감면

## 보상

- 내부 공익신고자에게 최대 30억원의 보상금 지급
- 공익에 기여한 경우 최대 2억원의 포상금 지급
- 구조금(치료비, 이사비, 소송비용 등) 지원

## 상담

- 국번없이 **110** 또는 **1398**

## 신고

- 홈페이지 **1398.acrc.go.kr**
- 우편(서울시 서대문구 통일로 87)



신고대상 : 6대 분야, 284개 법률 위반행위

### 건강



- 불량식품 제조·판매
- 무면허 의료행위

### 안전



- 부실시공
- 소방시설 미설치

### 환경



- 폐수 무단방류
- 폐기물 불법 매립

### 소비자이익



- 개인정보 무단 유출
- 허위·과장광고

### 공정경쟁



- 기업 간 담합
- 불법 하도급

### 기타 공공의 이익



- 거짓 채용광고
- 방위산업기술 불법사용



국민권익위원회

## 일본 수출 규제 애로 해소를 위한 범부처 현장지원단 기동

정부는 일본 수출 규제와 관련해 우리 기업의 애로사항을 현장에서 밀착 지원하기 위해 범부처 '일본 수출규제 애로 현장지원단'을 가동한다. 정부는 일본의 강화된 수출 규제 시행에 대비해 기업들의 피해와 불편을 최소화하고자 관계 부처와 무역협회, 기술개발·수출·금융 등 분야별 지원기관이 합동으로 현장지원단을 가동해 기업들을 지원한다. 현장지원단은 일본 대체 수입처 발굴을 통한 수입국 다변화, 대일 수입 의존에서 탈피하기 위한 소재부품의 국산화, 일본 KOTRA 무역관의 일본 자율 준수기업(Internal Compliance Program, ICP) 활용·연결 지원, 피해 기업의 자금애로 해소를 위한 운영자금·수입보험 등 금융 지원을 중점 지원한다.

먼저, 일대일 상담회에서는 개별 기업별로 전략물자제도, 연구개발(R&D), 수입국 다변화, 금융 등 일본 수출 규제 애로뿐만 아니라 수출 경쟁력 강화를 포함해 종합적으로 상담·지원한다. 정부가 기업들의 소재부품 수급 애로를 신속히 해결하기 위해 신설한 (2019년 7월) 소재부품 수급 대응 지원센터에서 애로사항을 원스톱으로 해결하고, KOTRA·무역협회에서 해외 네트워크를 활용한 대체 수입처 발굴, 일본의 자율준수 기업 활용 방안 등을 지원한다.

문의처 산업통상자원부 무역진흥과(044-203-4035)

### 일본 수출 규제 애로 현장지원단 추진일정(안)



※ 세부 일정 및 장소는 추후 변동가능  
(일시 및 장소 문의 : 무역협회 02-6000-5194)

분야	일시	분야	장소(잠정)
업종별	8.19	반도체	한국반도체산업협회회관(판교)
	8.29	자동차·자동차부품	울산 상공회의소
	9.18	일반기계·항공·조선	경남 테크노파크(창원)
	9.19	이차전지·전기차	천안 이차전지기술센터
	9.26	석유화학·정밀화학	여수 국가산업단지
	10.2	전자기기·부품	반월·시화 산업단지
	10.9	디스플레이	파주 상공회의소
	10.16	가전	광주 테크노파크
10.23	철강·비철금속	포항 상공회의소	
지역 강소기업	9월	지방 강소기업	전남 여수
			부산(사하구)
			충남 천안
			인천(서구)
			충북 충주
			전북 정읍
			제주 첨단산업기술단지
			경기 양주
			대구(북구)
	10월		부산(전체)
	전남 나주		
	충남		
	경기 포천		
	울산(울주군)		
	강원 동해		
	전북 군산		
	제주대창업보육센터		
	11월~		인천(전체)
충북 청주			
강원 횡성			
대구			
경기 남부			
경기 남부			

'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다.

042-712-9215 [jsung2@keit.re.kr](mailto:jsung2@keit.re.kr)

# SEPTEMBER 2019

정기구독 안내



계좌번호

038-132084-01-016 기업은행  
1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

구독료

50,000원 (연간)

온라인 신청

<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

[power96@hankyung.com](mailto:power96@hankyung.com)

VOL.  
**72**

산업통상자원부 산하 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 등 R&D 대표기관 및 최고 권위인 공학기술자단체가 공동으로 발행하는 <이달의 신기술>



“  
 날마다 기분 따라  
 새로운 주얼리  
 ”

SILVER 14K 18K 24K

02-3448-0924  
 rexdiamond7@naver.com



Legend of Royal  
**Rex Diamond**

(주)렉스다이아몬드  
 서울시 종로구 돈화문로5가길 31, 4층