

6

JUNE 2018  
VOL. 57

# 이달의 신기술

NEW TECHNOLOGY  
OF THE MONTH



4차 산업혁명 시대, 의료 로봇 등장  
**건강하고 아름다운 삶**  
**‘웰에이징(WELL-AGING)’**

기술의 프론티어  
소셜 로봇계의 대모  
신시아 브리질 ..... 80

이달의 산업기술상 신기술  
هل관계 스텐트 세계 시징에 대한민국을 아로새긴다  
한국기계연구원 부설 재료연구소 ..... 30

이달의 산업기술상 사범화  
자동차 제동장치 정밀부품 불량률 제로에 도전한다  
㈜성진포머 ..... 36

TREND & ISSUE  
미국의 웰에이징산업 정책 및  
기술 동향 ..... 18

산업기술 경제동향  
웰에이징을 위한  
헬스케어 로봇 ..... 12

9 772288 490002  
ISSN 2288-4904 ₩6,000

인더스트리 포커스  
4차 산업혁명과  
의료 로봇 ..... 07

# CONTENTS



등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2018년 5월 31일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 성시현

발행처 한국산업기술평가관리원, 한국에너지기술평가원,

한국산업기술진흥원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32 (신서동) 한국산업기술평가관리원  
후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 이상훈 국장, 김홍주 과장, 성시내 사무관,

김덕기 사무관, 조원철 사무관, 강민구 사무관, 우석중 사무관,

전소원 사무관, 오지연 주무관, 강미래 주무관

한국산업기술평가관리원 김상태 본부장, 신성윤 단장,

하석호 팀장, 박종성 책임

한국에너지기술평가원 이화웅 본부장

한국산업기술진흥원 장필호 본부장

한국산업기술문화재단 정경영 상임이사

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4845)

인쇄 디자인범신 (042-254-8737)

구독신청 02-360-4845 / power96@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (042-712-9230)

집지등록 대구동, 라00026

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

## THEME

### 02 COLUMN

초고령사회 문제를 해결할 좋은 기회

### 07 인더스트리 포커스

4차 산업혁명과 의료 로봇

### 12 산업기술 경제동향

웰에이징을 위한 헬스케어 로봇

### 18 TREND & ISSUE

미국의 웰에이징산업 정책 및 기술 동향

## TECH

### 30 ❶ 이달의 산업기술상 신기술\_ 한국기계연구원 부설 재료연구소

혈관계 스텐트 세계 시장에 대한민국을 아로새긴다

### ❷ 이달의 산업기술상 사업화\_ (주)성진포머

자동차 제동장치 정밀부품 불량률 제로에 도전한다

### 41 이달의 새로 나온 기술

### 47 이달의 사업화 성공 기술

### 52 R&D SPECIAL

2018 산업기술진흥 유공 및 대한민국 기술대상

### 58 유망기술

하지 기능 회복 및 보조를 위한

스마트 근골격 인공대체기기 기술 개발

### 62 R&D 프로젝트\_ 한국원자력의학원

방사성동위원소 표지물질 기반

ADME 평가시스템 개발



## PASSION

- 64 R&D 기업\_ 서울아산병원 비임상개발센터  
사전 예측 평가 플랫폼으로 신약 실패율 감소

## FUTURE

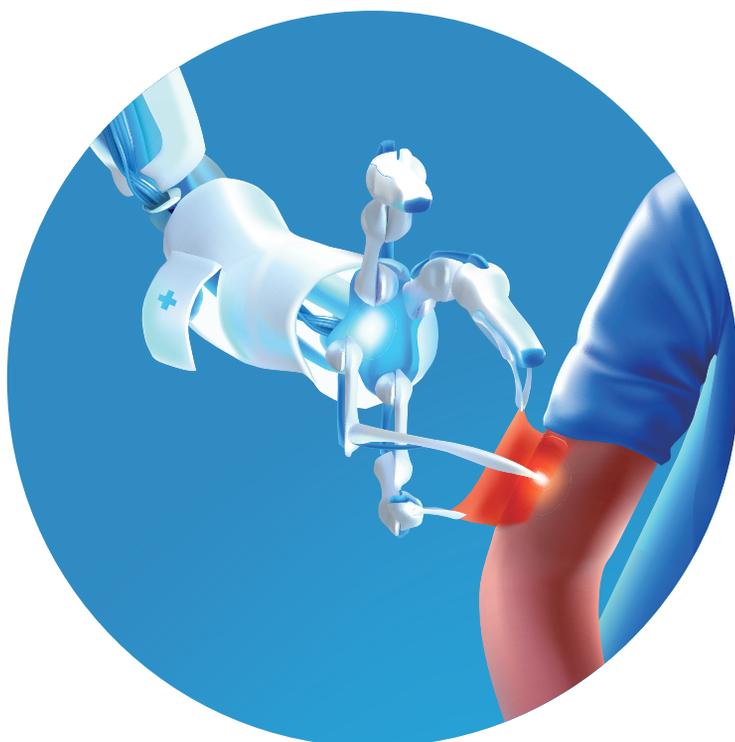
- 68 TOPIC  
리뷰 '독일 하노버 산업박람회'
- 72 MATCH  
4차 산업혁명의 코어(Core) '인공지능(AI)'

- 76 KEY WORD  
① 헬스케어 시장 지각변동 온다  
② 'SI로봇' 사고는 누구 책임?



## CULTURE

- 80 기술의 프론티어  
소셜 로봇계의 대모 신시아브리질
- 84 기술과 문화  
우리는 미래를 준비하고 있는가  
'로봇 앤 프랭크'
- 86 리쿠르팅
- 87 Q&A
- 88 News



## 보행 및 조작을 위한 다양한 재활 로봇 초고령사회 문제를 해결할 좋은 기회



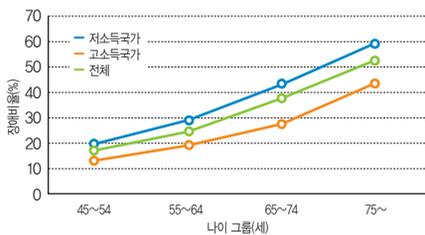
인간은 질환이나 외상, 또는 노화로 신체적 기능이 떨어지게 되고 독립적인 일상생활을 유지할 수 있는 능력이 줄어들게 된다. 따라서 개개인의 남아 있는 신체적·정신적 능력을 최대한 회복시키거나 유지하는 과정이 필요하다. 세계보건기구(WHO)는 '재활'을 최적의 신체적·감각적·지능적·심리적·사회적 수준으로 향상시키고 유지하는 과정으로 정의한다.

송원경 [보건복지부 국립재활원 재활보조기술연구과장, 재활로봇중개연구사업단장]



### 장애인과 고령자 위한 재활 로봇

고령화와 장애는 상호 관련성이 높다. WHO는 75세 이상 고령자의 경우 50% 넘게 장애를 갖게 된다고 강조한다. 2016년 251만 명의 장애인구 중 65세 이상은 43.4%였다. 한국은 고령사회(2017년, 65세 이상 노인인구 14%)에서 초고령사회(2025년, 65세 이상 노인인구 20%)로 진입하는 데 8년이 걸릴 것으로 예상된다. 고령화의 심화, 사회 참여 욕구의 확대, 삶의 질 향상과 관련해 장애인과 고령자를 위한 재활 로봇에 대한 관심이 커지고 있다.

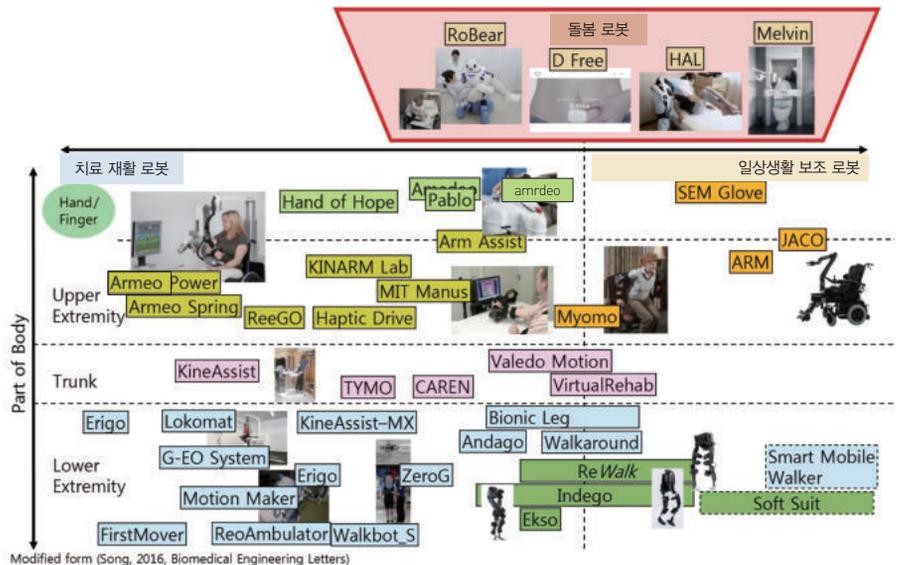


(그림 1) 고령화에 따른 장애 정도

재활 과정에 사용되는 로봇장치를 재활 로봇이라고 한다. 로봇장치는 로봇보다 자율성이나 구동할 수 있는 축수가 적은 경우(2축 미만)를 포괄적으로 의미한다. 병원에서 치료, 검사, 측정에 사용되는 치료 재활 로봇, 집에서 개인이 사용하는 일상생활 보조 로봇까지 재활 로봇에 포함될 수 있다. 최근 돌봄 생활에 사용될 수 있는 로봇장치인 돌봄 로봇에 대한 관심이 일본, 북유럽을 중심으로 확대되고 있다.

### 의사와 치료사 돕는 치료 재활 로봇

치료 재활 로봇은 주로 재활병원의 물리 치료실, 작업치료실을 중심으로 사용된다. 환자의 신체적 상호작용을 포함해 오랜 시간, 반복적으로, 균일하게 상호작용을 할 수 있다. 센서를 통해 다양한 행동 데이터



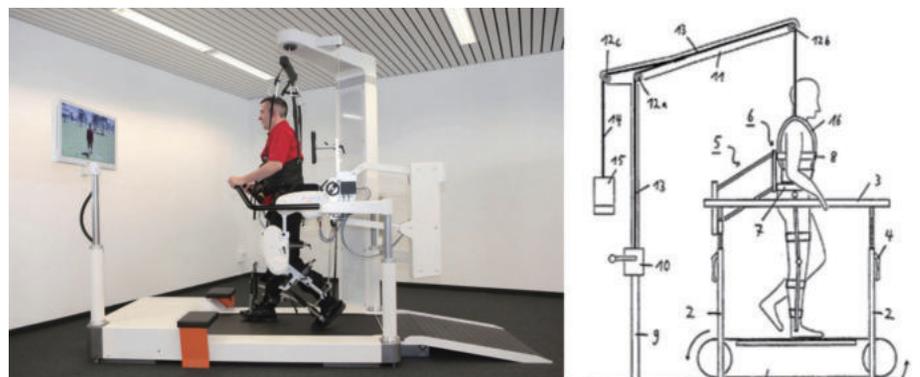
(그림 2) 재활 로봇: 치료 재활 로봇, 일상생활 보조 로봇, 돌봄 로봇

를 수집할 수 있는 가능성도 있다. 치료재활 과정에 로봇 기술을 활용하면 파급 효과가 크고 공공적인 의미를 가진 새로운 시장을 형성할 수 있다. 의사와 치료사를 돕는 치료 재활 로봇은 환자의 치료 재활 과정 중 하나의 도구로서 가치가 더 커지고 있다. 산업적인 가치 외에도 삶의 질 향상과 같은 복지라는 관점에서 다양한 의의를 찾을 수 있다.

재활 로봇은 2000년대에 들어오면서 본격적으로 치료재활 분야에서 임상적으로 적용이 본격화됐다. 현재까지 여전히 치료

재활 분야에서 일상생활 보조 분야보다 다양한 재활 로봇이 생겨나고 있다. 하지만 의료기기 또는 일상생활 보조기기는 최신 기술을 적용하는 것보다 안전성이 더 중요하다. 다양한 조건에서 안정적이며 신뢰성 있는 동작이 가능해야 한다. 따라서 일반적인 기술 개발 속도나 수준보다는 다소 늦을 수 있으나 시장의 특징임을 유의해야 한다.

하지 외골격 로봇으로 유명한 Lokomat은 1990년대 말 개념을 정립해 2000년대 초 중반 출시되기 시작했다(그림 3). Lokomat은 체중을 지지하는 장치, 외골격 로봇 형



(그림 3) 하지 재활 로봇 Lokomat

태의 보조기(Orthoses), 트레드밀, 그리고 가상현실 환경으로 구성된다.

기구적 구성을 살펴보면 보행용 보조기와 체중 지지 장치로 이루어진다. 엉덩관절과 무릎관절은 선형 드라이브와 외골격 구조에 의해 구동된다. 발목은 수동 발 당김 장치에 의해 유각기(Swing Phase)에서 Dorsiflexion(발을 발등 쪽으로 들어 올리는 것)이 가능하도록 해야 한다. 일반적인 위치 제어를 기반으로 무릎관절 및 엉덩관절의 반복적인 궤적을 구현한다.

국내에서는 치료수가와 관련해 연구가 진행되고 있고 앞으로도 체계적으로 추진돼야 한다. 동시에 치료 재활 로봇의 기술적인 완성도를 높이고 차별화하는 것도 중요하다. 치료 과정 외에 치료에 대한 평가에도 재활 로봇을 활용할 수 있다.

### 다양한 환경에서 사용되는 일상생활 보조 로봇

휠체어 장착형 로봇팔에서 시작해 최근 외골격 로봇으로 활용도 및 가능성이 점점

늘고 있다. 특히 외골격 로봇은 치료에서 일상생활 보조로도 확장되고 있다.

2014년 6월 미국식품의약국(FDA)은 이스라엘의 하지 외골격 로봇 ReWalk를 척수 손상과 관련한 병원용(Clinical Use) 및 개인용(Personal Use) 로봇으로 동시에 허가했다. 동반자의 관리하에 집에서 외골격 로봇을 사용할 수 있다는 것은 큰 관심을 불러 일으켰다. 동반자는 특별한 훈련을 받은 배우자나 간병인을 의미한다. ReWalk는 다리와 상체의 일부를 지지하는 금속 브레이스와 엉덩이, 무릎의 움직임을 제공하는 모터, 기울임(Tilt) 센서, 컴퓨터와 전기공급장치를 가진 배낭으로 구성돼 있다. ReWalk는 보행, 기립, 의자에서 앉고 서기 동작에 있어 추가적인 안정성(Stability)을 제공하기 위해 양손에 지팡이를 사용한다. 사용자 인터페이스 장치로 손목에 착용하는 무선 리모트 제어장치를 통해 서기, 앉기 또는 걷기가 가능하다.

또 다른 경쟁자인 Indego는 약 2년간의 임상시험을 통해 2016년 3월 FDA의 의료기기 허가를 받았다. ReWalk와 동일하게 병원용 및 개인용으로 허가를 받음으로써

경쟁체제에 돌입했다. 이 제품은 ReWalk에 비해 약 9kg 가볍다. Indego는 역진자 방식으로 제어되는 Segway와 유사하게 동작한다. 즉, 몸을 앞으로 숙이면 걸음을 내딛도록 한 것이다. 휠체어에 앉은 채 로봇을 쉽게 착용하는 것을 고려했다.

Indego와 ReWalk의 적응증(Indication for Use)은 T7(흉수 7번)에서 L5(요수 5번) 사이의 척수가 손상된 사람에 한해 특별히 훈련받은 동반자의 감독에 따라 사용할 수 있다. 단, 더욱 높은 손상인 T4(흉수 4번)에서 T6(흉수 6번) 사이의 척수 손상이 있는 사람은 재활시설에서만 사용할 수 있다. 특히, 스포츠와 계단 오르기 용도로는 사용될 수 없다고 규정했다. Indego는 낙상에 대해서도 대비하고 있다. 앞과 뒤, 옆으로 낙상이 발생할 경우 디바이스를 조정해 사용자에게 최소한의 손상만 입도록 했다.

2016년 4월 Ekso Bionics는 외골격 로봇 Ekso GT를 척수 손상뿐만 아니라 뇌졸중과 관련해 FDA 허가를 받았다. 이전에 하지 외골격 로봇은 척수 손상만이 대상이었지만 편마비 등 뇌졸중으로 그 대상층을 넓혔다. 또한 척수 손상에 대해서도 C7(경수 7번)의 ASIA D(중력에 대항하는 능동적 움직임 가능)인 경우까지 사용 대상자의 범위가 늘어났다. 하지 외골격 로봇 시장의 경쟁은 성능 경쟁뿐만 아니라 적응증 확대 경쟁도 진행되는 것에 주목할 필요가 있다. Ekso GT의 경우 좌우측 다리를 별개로 필요한 만큼만 돕는 Variable Assist라는 기능이 있다.

외골격 로봇 경쟁은 사용자 측면에서는 다양한 외골격 로봇을 사용할 기회를 제공한다. 이외에도 Phoenix와 같은 모듈러형 하지 재활 로봇도 공개돼 많은 관심을 받



〈그림 4〉 하지 외골격 로봇

고 있다. ReWalk, Indego, Ekso를 제외하고 국내 업체, 대학, 연구소에서도 다양하고 독창성 있는 외골격 로봇을 개발하고 있다. 유럽, 러시아 등에서도 보행용 외골격 로봇을 개발해 판매를 앞두고 있다. 이처럼 경쟁이 시작되는 재활 로봇은 기술 및 서비스의 차별화가 필요하다. 데이터 수집 및 외골격 로봇의 훈련 프로그램 개발도 큰 의미가 있을 것으로 보인다.

외골격 로봇에 대한 기술 개발은 계속되고 있다. ReWalk사는 2018년 4월 ReStore라는 소프트 엑스 슈트의 임상시험을 시작했다. 발목에 대한 소프트 외골격 로봇이다. 일상생활 보조 로봇은 병원보다 다양한 일상생활 환경에서 사용되기 때문에 단순하지만 쉽게 사용할 수 있고, 사용자 훈련 프로그램도 중요하다. 또한 다양한 방향에서 대응할 수 있는 기술도 계속 개선되어야 하지만 관련 보험 및 지원 제도도 중요하다.

재활 로봇 분야에 재료의 변화가 생겨나고 있다. Exo-glove는 수년간 개발됐다. 척수손상 환자, 뇌졸중 환자의 손 기능 보조를 통한 일상생활 지원을 위해 착용형 손 로봇 상용화를 진행하고 있다. 임상연구 진입을 위한 국립재활원의 재활로봇중개연구에서 기업의 제품화된 Poly 장갑형 재활 로봇 기술과 대학의 텐던 구동형 착용형 소프트 로봇 기술을 융합해 Exo-glove Poly를 도출했다(그림 5). 기업체와의 협력으로 상용화 개발을 추진하던 중 천으로 된 재료를 사용한 착용형 로봇은 소독하기 어렵다는 문제에 직면하게 됐다. 이에 대한 해결책으로 Polymer로 변경하게 된 것이다. 기존에 비해 소독하기가 쉬울 뿐만 아니라 착용형 로봇을 입고 씻을 수도 있다. 시장 진입이 기대되는 부분이다.



〈그림 5〉 Exo-glove Poly 외관과 물로 씻는 모습

### 중증 장애인과 거동 불편 노인을 위한 돌봄 로봇

돌봄은 혼자 일상을 유지하는 활동이 어려운 사람의 욕구를 충족시키기 위해 적절한 도움을 제공하는 신체적 정신적 수고를 의미한다. 시설, 병원, 가정을 포함해 치료 외에 꼭 필요한 분야다.

노인장기요양서비스 이용자 1~4등급, 장애인활동보조서비스 이용자 기준으로 돌봄 수혜자는 54만 명이다. 활동 중인 요양보호사 및 활동보조인 기준으로 돌봄 제공자는 36만 명이다. 하지만 가족까지 포함한다면 360만 명으로 확대될 수 있다. 중증장애인이나 거동이 매우 불편해 이동을 필요로 하는 노인의 경우, 돌봄 제공자의 신체적 부담으로 인한 돌봄 부담 증가로 기피 대상이 되

기도 한다. 중증장애인·거동불편 노인의 돌봄 지원 및 돌봄 제공자의 돌봄 부담 경감을 위한 기술 개발 및 보급이 필요하다.

일본은 고령자와 장애인의 자립 지원을 촉진하고 개호자의 부담 경감을 목표로 개호기기개발사업을 2013년부터 진행하고 있다. 2017년 10월 4개 분야에서 5개 서비스(이동 지원·장착, 배설지원·화장실 유도 및 동작 지원, 지킴모니터링·커뮤니케이션 및 생활 지원, 개호업무 지원)가 추가됐다.

국내도 최근 발표된 장애인정책종합계획(2018~2022년)에 따르면, 활동지원 내 실화 등 복지서비스 확대와 관련해 로봇을 활용한 장애인 돌봄 서비스를 도입할 예정이다. 거동이 몹시 불편한 노인, 돌봄 제공자에 대한 서비스도 필요하다. 모니터링,



2017년 10월 4개 분야에서 5개 서비스가 추가됨 (붉은색 박스).

〈그림 6〉 일본 로봇개호기기 개발 중점 분야

이승(Transfer), 이동, 욕창방지, 배설, 목욕, 식사, 운동, 커뮤니케이션과 같은 분야에서 사용자에게 선택받을 수 있는 기술이 등장해 삶의 질 향상에 기여할 수 있을 것이다.

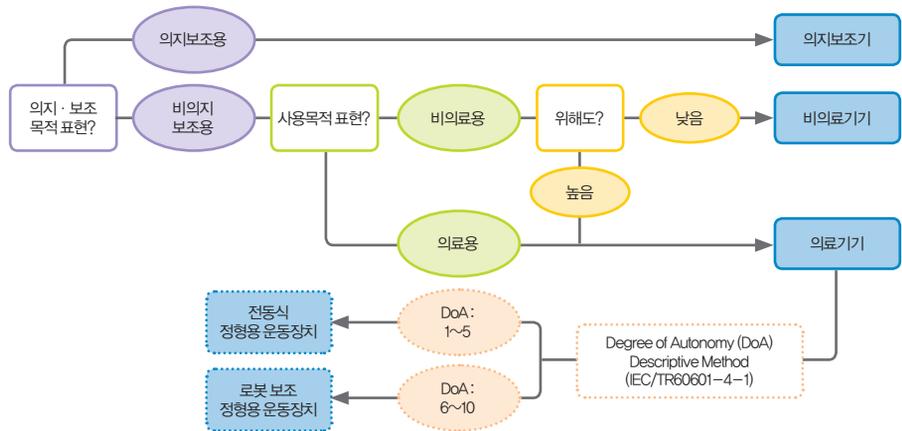
### 제품과 서비스 연계하는 재활 로봇 보급사업

중개연구는 다양한 기초연구와 재활에 관한 임상연구 사이를 연결하는 역할을 한다. 보통 공학적 연구개발이 돼도 임상에 진입하기 위해서는 다양한 기술적 개선과 가능성 테스트가 필요하다. 예를 들어, 국립재활원 재활 로봇 중개연구는 현재 기초연구와 임상연구 간의 중개연구인 T1 단계에 집중하고 있다. 공학자는 연구개발이 어느 정도 진행돼 시제품이 도출되면 연구개발이 상당히 진행됐다고 생각한다. 하지만 의사나 치료사 등 임상가는 임상연구가 이제 시작된다고 생각한다. 임상가는 다양한 임상시험을 수행하게 된다.

로봇장치가 관련된 시험 검사를 통과하고, 의료기기로 인허가를 받더라도 시장에 판매하는 데 문제가 발생한다. 의료기기의 일종으로 시장에 진입하는 데 판매 및 운용 실적이 필요하기 때문이다. 이를 산업부-복지부 협업을 통해 재활 로봇 보급사업으로 시장 진입을 돕고 있다. 치료재활뿐만 아니라 일상생활 보조나 돌봄 분야도 시범적인 보급 사업이 필요하다. 제품과 서비스를 연계하는 시범적인 보급을 통해 현장에서 다양한 문제를 접하고 해결할 수 있다.

### 간단하고 쉬운 의료기기 품목부터

시장 진입을 위해서는 어렵고 복잡한 분



〈그림 7〉 공산품, 의지보조기, 의료기기

야의 품목보다는 간단하고 쉬운 품목에서 의 접근이 필요하다. 통상적으로 재활 로봇 장치라 불리는 기기는 ① 공산품 ② 의지보조기 ③ 의료기기 등과 관련된다. 제품에 의지보조기라는 표현이 있는지, 사용목적 이 의료용인지, 고위해도에 해당하는가에 따라 구분될 수 있다(그림 7).

의료기기의 경우 자율도(Degree of Autonomy)에 따라 전통식 정형용 운동장치와 로봇 보조 정형용 운동장치로 구분될 수 있다. 로봇 보조 정형용 운동장치에 해당되는 자율도6은 로봇과 사람이 감시, 생성, 선택에 있어 공동의사결정(Blended Decision)<sup>1)</sup>을 통해 운용되는 상태를 의미한다. 의료기기 등에 대해서는 품목 분류가 필요하다.

### 치료, 보조, 돌봄 분야에서 활용되는 재활 로봇

보행 및 조작을 위한 다양한 재활 로봇에 대해 살펴보았다. 치료 재활 로봇은 치료 시간과 동작의 반복 횟수 및 강도를 증가시

키고, 환자의 안전성을 향상시키는 한편 치료사의 격렬한 노동 강도를 감소시킨다. 환자 간의 향상 정도를 보기 위한 표준화된 평가도구로도 활용될 수 있다. 일상생활 보조 로봇은 일상생활을 하는 데 있어 도움을 받을 수 있고 사회 참여 등을 증진시켜 삶의 질을 향상시킨다. 기존의 보조기와 유사하지만 주로 전기모터 등 구동기를 가지고 있어 일상생활 보조 및 사회 참여를 쉽게 해 향후 큰 시장을 형성할 것으로 기대된다. 재활 로봇은 고급의 제어 기술 및 가상 현실 등의 기술이 적용될 수 있다. 상품성 있는 실용적 재활 로봇은 다양한 제작 및 사용 경험, 재료 및 구동기와 동력전달장치의 혁신, 설계 및 제작 기술이 뒷받침될 필요가 있다. 생체신호 등을 이용한 안전성 및 편의성 제고를 비롯해 착용성 및 탈착용 시간 등도 효율화할 필요가 있다. 추가로 언급한 돌봄 로봇은 치료 재활, 일상생활 보조 로봇과 달리 개호자 또는 간병인이 활용하는 로봇이다. 초고령사회 문제를 해결할 좋은 기회가 될 것으로 예상된다.

1) 공동의사결정이란? 의료기기는 재활, 평가, 보정 혹은 경감을 위해 감시 결과에 기반하여 구동장치부를 제어하기 위해 필요한 변수를 산출하고, 특정 변수를 선택할 수 있다. 조작자 혹은 환자는 의료기기에 의해 선택된 변수를 수정할 수 있으며, 의료기기는 선택하거나 조작자 혹은 환자에 의해 수정된 변수에 따라 구동장치부를 제어한다. 감시 = H/C, 생성 = H/C, 선택 = H/C, 실행 = C. H는 조작자 또는 환자, C는 의료기기를 의미한다.



## 4차 산업혁명과 의료 로봇 의료 로봇의 국내외 시장 동향

4차 산업혁명이 전개됨에 따라 초연결, 초지능 사회로 거듭나고 있고, 의료산업에도 상당한 변화가 진행되고 있다. 이 중에서도 의료 로봇이 크게 주목받고 있다. 의료 로봇은 환자에게 수술시간 단축과 더불어 출혈 및 전염 가능성 감소 등의 효과를 주고, 의사에게는 피로감과 수술 시 떨림 현상을 줄여주는 등 긍정적인 요소가 많기 때문이다. 또한 의료기관 차원에서도 진료시간이 축소되므로 효율적인 운영이 가능해지고 있다.

김광석 [삼성KPMG경제연구원 수석연구원]

### 로봇산업과 의료 로봇

국제로봇연맹(International Federation of Robotics : IFR)은 로봇산업을 크게 '제조용 로봇'과 '서비스용 로봇' 시장으로 분류하며, 의료 로봇은 서비스용 로봇 중에서 전문서비스 로봇에 포함돼 있다. 의료 로봇은 진단시스템, 로봇 수술 및 치료, 재활 시스템, 기타 의료 로봇으로 구성돼 있다. 의료 로봇은 의료 현장의 다양한 분야에 로봇 기술을 융합해 보다 안전하고 편리한 의료서비스를 제공하는 시스템으로, 식품의약품안전처에서는 로봇 기술을 사용하는 의료용 기기 또는 시스템을 의료 로봇

(Medical Robot)으로 정의하고 있다.

우리나라는 2006년 국가과학기술위원회에서 국가 전략산업으로 로봇산업을 선정, 정책 지원을 위한 통계 인프라 구축의 일환으로 로봇산업 특수 분류를 제정했다. 2008년 1차 개정이 있었고, 2011년에도 산업통상자원부에서 로봇산업 특수 분류에 대한 2차 개정을 요청함에 따라 제조업 이외의 로봇 관련 산업을 포함해 대분류 7개, 중분류 48개, 소분류 229개로 변경됐다. 2차 개정된 로봇산업 특수 분류는 다음과 같다.

2015년 식품의약품안전처에서 발간된 '경피적 시술 보조 로봇의 안정성 및 성능 평가 시험법 가이드라인'에 따르면, 의료 로봇의 경우 수술 로봇(Surgery Robot)과

수술 보조 로봇(Surgery Assistant Robot)으로 정의했으며 수술 로봇은 수술의 전 과정 또는 일부를 의사와 함께 작업하는 로봇으로 정의하고 있다. 수술 로봇 시스템은 의사의 조작에 의하거나 미리 작성된 수술 예비 계획 시스템에 의해 직접 수술을 수행하는 것으로 정의했다. 수술 보조 로봇은 수술자의 동작을 보조해 주거나(복강경 수술 로봇의 경우), 동작의 정밀도 확보를 보조해 주거나(정형외과 수술 로봇의 경우), 영상정보 등 수술 부위의 기하학적 정보의 보조(뇌 수술 보조 로봇, 생검·Biopsy 로봇의 경우) 등 수술의 정밀도와 정확도, 수술의 편의도 제고를 위해 수술자의 보조를 위한 각종 기능적·정보적 보조 기능을 수행하는 로봇시스템을 통칭한다고 기술하고 있다.

<표 1> 의료 부문 관련 서비스용 로봇 분류

출처 : 로봇산업의 국내외 동향 및 전망, KDB산업은행, 2015

분류		설명
서비스용 로봇	전문서비스 로봇	의료 로봇
		진단 시스템
		로봇 수술 및 치료
		재활 시스템
	개인서비스 로봇	기타 의료 로봇
		전동 휠체어
	노약자 및 장애인 지원	
	개인 보조 장치	
	개인용 이동수단	

### 의료 로봇의 필요성과 특징

최근 생명 연장과 질병 치료, 고령화사회에 접어들면서 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 양질의 의료서비스에 대한 요구와 함께 의료 로봇에 대한 관심도 커지고 있다. 정보기술(IT), 기계기술 등 첨단 기술이 융합해 정밀하고 안정적인 제어가 가능하다는 로봇의 장점에 비추어 의료 로봇의 필요성은 크게 다섯 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 기존에 불가능했던 수술을 가능하게 해준다. 둘째, 보다 정확한 시술이 가능하다. 셋째, 방사선 피폭 환경에서 의사를 대신함으로써 의사들의 부담을 덜어주며 각종 진단 정보를 활용해 의사의 숙련도에 의존하지 않은 안정된 시술이 가능하게 된다. 넷째, 재활 치료에 있어서 환자의 의지를 반영해 보다 능동적으로 로봇장치를 구동함으로써 효과적인 치료가 가능하게 된



<그림 1> 로봇산업 분류

출처 : "로봇산업 특수 분류 2차 개정", 통계청, 2011

다. 마지막으로, 부족한 의료진 문제를 해결하고 시간적·공간적인 제약을 극복해 의료진과 환자를 매개하는 역할을 수행할 수 있다.

의료 로봇은 사람의 생명을 다룬다는 특수성을 반영해 개발된다. 그중 개발 초기 단계부터 필수적으로 고려해야 할 사항은 유효성, 안전성, 신뢰성이고 그 외에도 적합성과 멸균성 등에 따라 만들어진다.

**첫째, 로봇을 이용한 새로운 수술기법 및 절차는 기존의 수술방법에 비해 유효해야 한다.** 수술의 성공률이 향상되거나, 치료 효과가 우수하거나, 수술시간이 단축되거나, 의료진의 방사선 피폭량을 줄여주는 의학적 효과가 명백하게 입증되어야 한다.

**둘째, 안전성이 요구된다.** 의료 로봇이 사람의 생명을 다루는 제품인 만큼 적용되는 규격과 인·허가에 필요한 국제적 요건이 엄격하게 적용된다. 의료 로봇은 사람과 공간을 공유하며 다양한 환경에서 사용되어야 한다는 점을 고려해야 하기 때문에 가능한 한 모든 위험 상황에 대한 대책이 수립된 플랫폼으로 개발되어야 한다.

**셋째, 신뢰성이 필요하다.** 의료 로봇은 사용되는 환경에서 임상적·공학적으로 요구되는 동작을 안정적으로 수행할 수 있고, 기능 및 성능의 저하가 예측 가능해야 한다. 이와 같이 의료 현장의 특수성을 고려한 의료 로봇을 개발하기 위해서는 해부학적 지식과 임상 경험을 보유한 의료진 및 로봇 개발 기술을 가진 개발자 간의 의견을 공유함으로써 동일한 개발 방향으로 나아갈 수 있도록 긴밀한 협조체제가 구축되어야 한다.

## 의료 로봇의 핵심 기술

의료 로봇의 핵심 기술은 크게 로봇의 설

계 및 평가 기술, 로봇 및 통합시스템 제어 기술, 센서 응용 및 의료영상 처리 기술, 시뮬레이터의 제작 및 운용 기술과 인·허가를 위한 임상시험 계획 기술, 인허가 획득 기술 등이 있다. 여기서 메커니즘 설계 기술, 제어 및 운용 기술 등의 의료 로봇 전반에 걸친 공통 기반 기술과 제품별로 특화된 제품 특화 기술로 구분해 각각의 세부적인 기술을 다음과 같이 정리할 수 있다.

**첫째, 로봇 메커니즘 설계 기술이다.** 다자유도 구조의 슬레이브 로봇을 마스터 장치로 편리하게 조정할 수 있는 마스터 장치 메커니즘 설계 기술, 하중분석을 통한 로봇 구동부 액추에이터 선정 및 조인트부 설계 기술, 로봇의 관절을 구성하는 핵심 부품인 감속기 최적 설계와 관련해 요구 수명을 만족하는 베어링 사양 설계 기술, 치형 설계 기술, 소형화 기술, 진동저감 기술 등이 요구된다.

**둘째, 제어 및 운용 기술이다.** 의사가 로봇을 손으로 교시할 때에 의사의 손과 로봇 간의 접촉력을 실시간 계산해 환자의 안전을 확보하면서 로봇을 구동하는 수동 가이드 기술, 의사의 조작 편의성을 고려한 로봇-사용자 인터페이스 기술, 의료환경에 적합한 센서 선정 및 장착부 메커니즘 설계 기술, 마스터 장치를 이용해 슬레이브 로봇을 직관적으로 구동시키기 위한 매칭 기술 등이 요구된다.

**셋째, 시뮬레이션 기술이다.** 생체의 기관, 조직 등을 실제와 비슷하게 느낄 수 있도록 강성과 재질 등을 고려해 모델링하는 기술, 실제 수술실의 배치나 밝기 등 환경을 재현할 수 있도록 분석하고 모델링하는 기술, 가상공간에서 환부나 조직모델에 접촉하거나 힘을 가할 때 모델이 어떻게 변

형, 거동할 것인지를 계산하고 예측하는 햅틱 렌더링 기술 등이 요구된다.

**넷째, 수술용 로봇 관련 기술이다.** 수술실 공간을 효율적으로 사용하고 환자에 대한 접근성을 확보하기 위한 로봇의 콤팩트 설계 기술, 직관적인 조작과 사용자 편의성을 갖춘 고수준의 조작성 및 강성을 고려한 최적 설계 기술, 의사와 환자의 안전을 고려한 로봇의 제어 기술, 다양한 수술 동작을 구현하기 위한 수술도구 설계 기술, 수술 계획 기술, 방사선 시술 환경에 적합한 재료의 선정 및 가공 기술 등이 요구된다.

**다섯째, 의료용 내비게이션 기술이다.** 3차원 위치계측시스템을 이용해 수술 도구와 환자의 3차원 위치 및 자세를 실시간으로 추적하는 기술, 수술계획 단계에서 취득한 진단영상과 수술 직전에 취득한 진단영상 간의 영상정합 기술, 수술도구를 환자의 환부에 도달시키기 위해 환자의 환부 위치 및 자세를 수술도구의 기준좌표계로 정의하는 공간정합 기술, 진단 영상(X-ray, CT, MRI 등)으로부터 얻어진 의료영상의 노이즈 제거, 신체 내부 기관의 추출(Segmentation), 화질 향상 등의 영상처리 기술 및 단면 이미지로부터 3차원 영상으로 가시화하는 기술 등이 요구된다.

**여섯째, 재활 및 기타 의료 로봇 관련 기술이다.** 정상적인 보행운동을 유도하기 위해 보행운동의 패턴, 관절의 움직임 등을 분석하는 기술, 신체의 일부가 마비된 환자를 위해 정상적인 움직임을 기구로 재현해 주는 기술, 다양한 신체 특성을 가진 환자 개개인에게 빠른 시간 안에 맞춤형으로 세팅해 주는 기술, 환자의 자세를 분석해 치료 경과를 정량적으로 평가하는 기술, 생체신호를 기반으로 치료 경과를 점검하

거나 능동적으로 로봇 관절을 구동하기 위한 생체신호 인터페이스 기술, 이동형 보조 로봇을 위한 휴먼-머신 인터페이스 기술, 주행경로계획 기술 및 모션플래닝 기술 등이 요구된다.

### 국내외 의료 로봇 시장 동향

국제로봇연맹의 World Robotics 2015 (2015년 9월)에 따르면, 2014년 세계 로봇 시장은 2013년 149억 달러 대비 12.3% 성장해 167억 달러로 증가했으며, 최근 5년간 연평균 20%의 성장세를 보였다. 의료 로봇이 속한 서비스용 로봇 시장의 경우, 2014년 59억 달러로 2013년 대비 11.2% 증가했으며, 최근 5년간 연평균 16%의 성장률을 나타냈다.

의료 로봇 시장은 2016년 49억 달러에서 연평균 21.1% 성장해 2021년에는 128억 달러 규모에 이르게 될 것으로 전망된다. 이 중 수술용 로봇이 전체 의료 로봇 시장의 60%에 달할 것으로 예상되는데 이는 로봇 시스템의 확장, 영상 플랫폼과의 결합, 캡슐 로봇시스템 등의 기술 진보뿐만 아니라 인구 고령화, 신경 및 정형외과 장애 발생률 상승, 원격 진료 수요 증가 등으로 인해 수술용 로봇 시장의 성장세가 두드러질 것으로 기대되기 때문이다.

〈표 3〉 의료 로봇의 용도별 국내 생산액 현황

(단위 : 백만 원)

출처 : 2014 로봇산업실태조사, 한국로봇산업협회

구분	2012년	2013년	2014년	2013년 대비 증감율
복강경 수술 로봇	400	400	15,400	3,750%
관절 수술 로봇	401	0	0	-
혈관 수술 및 내시경 수술 로봇	0	300	600	100%
내비게이션 기반 수술 로봇	0	0	0	-
수술용 로봇 수술도구	0	150	0	-
재활훈련용 로봇	1,669	1,989	2,000	0.6%
의료진단 및 검사용 로봇	145	0	3,000	0%
환자 이동용 리프트 침대 로봇	0	200	0	0%
기타 의료 로봇	487	5,765	1,041	△ 81.9%
총계	3,102	8,804	22,041	150.4%

〈표 4〉 수술 로봇 국내 시장 전망

(단위 : 백만 달러)

출처 : Frost&Sullivan "Image-guided Surgery and Robot-assisted Surgery Market in Asia-Pacific"(2014)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	CAGR
한국	10.9	13.4	17.9	24.4	32.9	49.1	45.1%

2016년 세계 40개 의료 로봇 업계 영업 수익은 74억7000만 달러이며, 향후 5년간 15%가량 안정적으로 성장해 2020년에는 114억 달러에 이를 것으로 예측했다. 특히 수술용 로봇의 시장 규모는 전체 로봇 시장의 60%에 달할 것이라고 전망했고, 현재 의료 로봇 시장은 북미 지역이 최대 시장이며 향후 아시아 시장으로 이동할 것이라고 밝혔다.

중국 투자자문공사는 '2016~2020년 중국 의료 로봇(300024)산업 심도 연구 및 투자전망 예측 보고'에서 향후 의료기기는 인공지능 위주로 발전될 것이며, 특히 의료 로봇 시장점유율은 점점 증가할 것이라

고 밝혔다. 한편, 한국로봇산업협회에서 499개 업체를 대상으로 한 '2014 로봇산업 실태조사'에 따르면, 국내 의료 로봇은 2012년 이후 지속적인 성장세를 보이며 2014년 220억 원으로 전년 대비 150.4% 성장세를 보였고 전문서비스용 로봇 시장에서 의료 로봇이 가장 큰 규모를 차지하고 있다.

의료 로봇의 용도별 국내 생산액 추이를 보면, 2014년 복강경 수술 로봇이 154억 원으로 2013년(4억 원) 대비 3750%로 크게 증가했고 의료 로봇 중 가장 높은 생산액을 기록했다. 의료진단 및 검사용 로봇은 30억 원, 재활훈련용 로봇은 20억 원으로 그 뒤를 잇고 있다. 관절 수술 로봇, 내비게이션 기반 수술 로봇, 수술용 로봇 수술도구, 환자 이동용 리프트 침대 로봇은 저조한 수치를 보였다.

Frost&Sullivan에서 발표한 'Image-guided Surgery and Robot-assisted Surgery Market in Asia-Pacific' 자료에 따

〈표 2〉 세계 로봇 시장 규모 추이

(단위 : 백만 달러)

출처 : World Robotics 2015, IFR

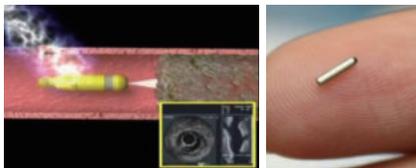
구분	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	전년대비	CAGR	
제조용	3,976	5,678	8,278	8,496	9,507	10,737	12.9%	22%	
서비스용	전문	2,200	3,353	3,569	3,636	3,662	3.779	3.2%	11%
	개인	601	537	636	1,224	1,704	2,186	28.3%	29%
합계	6,777	9,568	12,483	13,356	14,873	16,702	12.3%	20%	

르면 한국의 수술 로봇 시장의 경우 2018년 까지 4910만 달러로 성장할 것이며 연평균 45.1%로 성장할 것이라고 예측했다.

### 주요 로봇 개발 사례

**첫째, 자율 수술 로봇의 사례다.** 2016년 돼지의 내장봉합수술을 효과적으로 완료한 자율 수술 로봇 스타(Smart Tissue Autonomous Robot : STAR)가 주목을 받았다. 스타는 봉합술 도구와 의료 영상 기술이 탑재된 로봇 팔로 구성돼 있다. 이 로봇은 봉합을 할 부분과 방법을 찾기 위해 최고의 외과수술 정보가 담긴 컴퓨터 프로그램을 사용한다. 스타는 세계에서 최초로 연조직(Soft Tissue)을 봉합한 로봇이다.

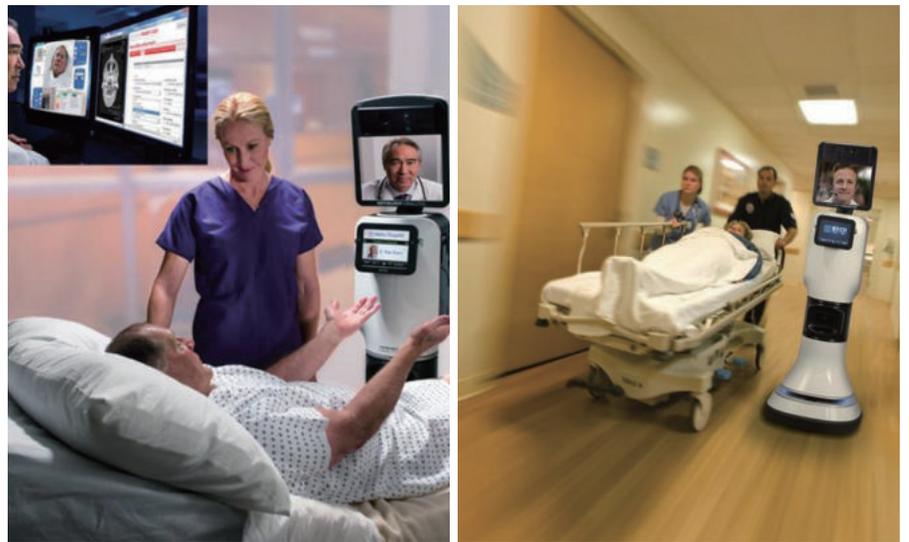
**둘째, 마이크로 혈관 치료 로봇이다.** 지름 1mm 이하 크기의 마이크로 로봇이 혈관 속을 타고 다니면서 병변 관찰 및 제거에 활용되며 치료 및 검사, 의료용 마이크로 로봇 개발이 활성화되고 있다. 특히 혈관 치료 로봇은 최첨단 기술이며 한국의 경우 인체 혈관 이동형의 자체 추진기로 인체의 미세한 혈관에서 자유롭게 이동하면서 노폐물 등을 제거할 수 있는 의료용 마이크로 로봇을 세계 최초로 개발했다. 현재 극소형 로봇의 경우 에너지원, 구동, 제어 등을 해결하기 위해 연구 중이다.



〈그림 2〉 혈관 치료용 마이크로 로봇

출처 : 혈관 치료용 마이크로 로봇 동물실험 성공, 사이언스온, 2010

**세 번째 사례로 박테리아 기반 의료 로봇이 있다.** 전남대 연구팀은 2016년 대장암,



〈그림 3〉 InTouch Health의 Telemedicine 로봇

출처 : InTouch Health

유방암 등 고형암(고형장기에 발생하는 암으로 대장암, 유방암, 위암, 간암, 췌장암 등)을 추적하고 치료할 수 있는 의료용 마이크로 로봇을 개발했다. 이 마이크로 로봇은 직경 약 20마이크로미터의 크기로 자체 암 지향성을 지닌 대식세포를 약물 전달체로 이용해 효율적인 암 치료가 가능하며 면역세포를 이용한 방식은 인체에 거부반응이 없고 자기장 구동 기술과 결합돼 더욱 진보된 항암 치료 기술로 활용될 것이라고 한다.

**넷째, 원격 상담 로봇이 있다.** InTouch Health의 Telemedicine은 원격으로 환자와 상담할 수 있도록 개발된 로봇으로 영상을 통해 멀리 떨어진 의사와 환자가 상담을 하고, 그에 따른 처방을 내려줄 수 있는 장비로 장거리 이동 시간을 줄일 수 있으며, 의사와 간호사들이 신기술을 습득해 환자 치료에 전념할 수 있도록 개발돼 큰 호응을 받고 있다. 특별히 뇌졸중 환자를 보살피고 치료하는 시설에서 많이 활용되고 있다. 자동으로 구동하며 영상 화면

과 카메라, 그리고 기타 기능성 부품으로 구성돼 있고 2013년에 미국식품의약국(FDA) 인증을 획득한 후 의료시설과 의료 서비스 제공 업체, 그리고 대학병원 등에서 사용되고 있다.

### 의료 로봇산업의 정책적 시사점

의료 로봇은 고도의 기술이 집약되고, 엄격한 인증 및 허가 절차를 거치며 상당수의 임상시험을 통과해 그 유효성이 명백하게 입증돼야 비로소 제품으로 사용할 수 있게 된다. 따라서 세계 시장에서 경쟁력 있는 제품으로 평가받기 위해서는 의료 로봇의 개발에 필요한 요소 기술 확보에 보다 많은 투자가 이루어져야 한다. 그러므로 우리나라의 의료 로봇이 세계적 수준의 경쟁력을 갖춘 미래 산업으로 발돋움하려면 기존 산업 기술과 의료 기술이 융합된 요소 기술 확보를 위해 의학산 간 긴밀한 협조체계 구축과 더욱 강화된 정부의 지원 정책이 필요하다.



## 건강한 삶을 돕는 로봇에 대한 관심 확대 웰에이징을 위한 헬스케어 로봇

한국도 고령화사회로 접어들면서 고령자가 적극적으로 웰빙과 힐링을 요구하고, 자기계발과 자아실현을 추구하는 삶, 즉 웰에이징에 대한 관심이 커지고 있다. 고령자의 웰에이징 추구 성향은 그들을 주요 고객으로 삼는 다양한 산업의 변화를 유발하고 있다. 웰에이징 관련 잠재 수요에 적극적으로 대응하려는 움직임은 의료, 식품 등 고령자층의 주요 관심사인 건강과 관련한 산업뿐만 아니라 로봇 산업에서도 나타나고 있다.

진석용 [LG경제연구원 책임연구원]

## 용도에 따라 의료 로봇과 재활 로봇으로 분류

헬스케어 관련 로봇에 대한 연구개발이 가속화되고 있다. 환자나 신체적인 제약을 가진 사람 및 노약자가 일상생활을 할 수 있도록 보조, 지원하는 로봇이나 의사, 간호사, 간병인 등 의료서비스를 제공하는 사람들이 사용하는 로봇을 통칭하는 헬스케어 로봇의 수요층이 고령화로 인해 보다 확장되면서 시장성도 과거에 비해 더욱 커졌기 때문이다. 특히 노약자의 재활을 돕거나 이동·거동 불편을 해결해 줄 수 있는 로봇에 대한 관심은 일본처럼 고령화 속도가 빠른 시장을 중심으로 폭발적으로 늘어나고 있다. 헬스케어 관련 로봇은 용도, 도입 목적 및 로봇의 활동 공간, 영역 등에 따라 크게 의료 로봇과 재활 로봇으로 나뉜다. 의료 로봇이란 병원 등에서 진단, 치료, 수술 등 전문적인 의료서비스를 제공하는 로봇을 뜻한다. 대표적인 의료 로봇으로는 의사의 수술을 돕는 수술 로봇, 신체 내에 투입돼 치료 행위를 하는 마이크로 의료 로봇, 원격진료, 간호, 환자 관리 및 병원 내 물품 운반 등의 업무를 수행하는 의료행위 서비스 로봇 등을 들 수 있다.

재활 로봇은 노약자, 장애인, 재활 치료가 필요한 환자 등의 신체·인지·정서적 기능을 보강하고 향상시키거나 독립적인 생활을 할 수 있도록 돕기 위해 사용되는 로봇을 의미한다. 그래서 재활 로봇은 치료 목적의 재활을 위해 병원에서 사용되는 신경, 근·골격계용 재활 치료 로봇과 손상, 절단 등으로 제 기능을 하지 못하는 팔, 다리 등 신체 일부를 대체하는 의수, 의족과 같은 신체 기능 대체 로봇, 고령자가 일상에서 자립생활을 할 수 있도록 운동·감각·인지 능력을 보조하는 일상생활 보조

〈표 1〉 헬스케어 로봇의 분류

출처 : 대한민국로봇산업기술로드맵(2017), 산업통상자원부

분류		내용 및 설명
의료 로봇	수술 로봇	수술·시술의 전 과정 또는 일부를 의사 대신하거나 함께 작업하는 로봇으로 의사의 수술을 보조하거나 영상가이드 역할을 담당하는 로봇 포함 • 영상 기반 기술 및 인공지능·빅데이터 기술 • 수술 로봇 시스템(로봇 팔, 말단장치, 마스터장치, 센서 및 구동기 등)
	마이크로 의료 로봇	약물, 세포 등을 전달하는 표적지향형 로봇, 조직 채취, 절개 등의 물리적 치료를 수행하는 미세 기계도구, 센서 및 마커 등의 미세 무선 원격시스템 등을 포함 • MEMS 기술 및 미세 기계가공 기술 • in-vitro 플랫폼 개발 및 동물실험 • 자기장 제어 시스템 및 정밀제어 기술 • 영상시스템 기술
	의료행위 서비스 로봇	의료기관에서 수술, 재활 외의 업무 지원에 사용되는 로봇 • 원격의료 로봇 • 환자케어 로봇 • 의료인 보조 로봇 • 병원 물류 로봇
재활 로봇	재활 치료 로봇	신경계·근골격계 손상으로 저하된 신체의 기능을 재활 치료로 향상시키거나, 상실된 신체를 대체해 거동을 돕는 로봇 • 상지 외골격 로봇 • 하지 외골격 로봇
	인공의수·의족	• 로봇 의수 • 로봇 의족
	일상생활 보조 로봇	• 이동 보조 로봇 • 식사 보조 로봇 • 보행 보조 로봇 • 노약자 간호·생활 보조 로봇 • 낙상 방지 로봇 • 환자 이송 로봇(화장실, 욕실, 침대, 휠체어 간의 이동, 욕창 방지를 위한 자세 변경 등)
	심리 재활 로봇	사회적 교감 형성을 통해 심리적 불안 요인을 제거함으로써 삶의 질을 향상시키는 데 도움을 주는 로봇 • 감성 로봇(Companion Robot, Social Robot)

로봇으로 구분된다.

고령화 추세는 일상생활 보조 로봇 시장의 성장에 대한 기대를 키우고 있다. 경제력 상승과 생활 여건 개선으로 과거에 비해 건강한 고령자의 비중이 더 커질 가능성을 감안하면 고령자를 위한 의료용 로봇 보다는 고령자가 일상에서 직접 사용할 수 있는 로봇의 수요가 더 빨리 늘어날 것으로 예상되기 때문이다.

### 수술 로봇을 중심으로 한 의료 로봇 시장

시장조사 업체 Grand View Research에

따르면 글로벌 헬스케어 로봇 시장은 2022년께 180억 달러에 이를 것으로 예상된다. 이 중에서 전체 시장의 60% 이상은 수술 로봇이 차지할 것으로 전망된다.<sup>1)</sup>

수술 로봇 시장은 2000년 세계 최초로 미식품의약품(FDA) 승인을 받은 인튜이티브 서지컬의 다빈치(da Vinci)가 계속 주도해 왔는데, 최근에는 다빈치에서 부족했던 점을 보완하거나 머신러닝 기술을 적용한 신제품을 앞세운 신규 업체의 진입도 꾸준히 늘어나고 있다. 미국의 버브 서지컬은

1) 2018년 신개발의료기기전망분석보고서(2018년 3월), 식품의약품안전평가원

빅데이터 기술과 구글의 머신러닝 기술을 수술 로봇과 기타 의료 장비에 결합한 통합 수술 플랫폼을 개발하고 있다. 트랜스엔터릭스의 ALF-X는 햅틱 기술을 적용해 경조직과 연조직을 구분 처리할 수 있는 수술 로봇을 개발하고 있다. 아큐레이는 세계 최



〈그림 1〉 인튜이티브 서지컬의 다빈치, 트랜스엔터릭스의 ALF-X, 아큐레이의 CyberKnife

초의 로봇 방사선 수술 시스템인 사이버나이프(CyberKnife)를 개발하고 있다.

한국 기업도 수술 로봇 시장 진입을 추진하고 있다. 미래컴퍼니의 Revo-i는 임상 시험을 완료한 바 있고, Curexo는 환자의 움직임을 실시간으로 감지할 수 있는 인공 관절수술용 로봇인 Robodoc을 개발했다. 고영테크놀로지의 제노가이드는 의료 영상 기반 내비게이션과 고정밀 3D 센서를

이용한 침대 부착형 수술 가이드 로봇 시스템을 개발하고 있다.



〈그림 2〉 미래컴퍼니의 Revo-i, Curexo의 Robodoc(왼쪽부터)

### 상용화에 근접한 병원 물류 로봇

의료 로봇 시장 초창기부터 지금까지 줄곧 시장의 주력은 수술 로봇이다. 그러나 최근 실용화 추진 속도가 가장 돋보이는 것은 약품이나 각종 환자용 물품 운반을 담당하는 병원 물류 로봇이다. 이미 일부 병원에서 다수의 제품이 테스트 중일 정도로 기술적 완성도가 높아졌고 시장에서의 잠재 수요도 갈수록 커지고 있기 때문이다.

기술적인 면에서 병원 물류 로봇은 건물이나 구내 등 정해진 공간 안에서 정해진 경로를 따라 주행하는 낮은 수준의 자율주행 기능을 갖추고 각종 물품을 운반하는 AGV(Automated Guided Vehicle)와 유사하다고 볼 수 있다. AGV는 최근 들어 상용

화 사례가 늘어나고 있다. 공장 내 부품 이송 목적의 산업용 AGV는 선진국뿐만 아니라 중국 등에서도 도입되기 시작했다. 사비오케의 로봇 Relay는 미국 내 일부 호텔에서 룸서비스용 비품 운반 로봇으로 사용되고 있다. 2016년 미국 쇼핑몰에서 어린이를 다치게 만든 사고로 유명세를 탔던 나이츠스코프의 보안 로봇 K5도 기술적으로는 AGV의 일종이라 볼 수 있다. 이처럼 AGV는 비록 완벽한 수준은 아닐지라도 이미 산업용으로나 상업용으로 상용화되기 시작할 만큼 기술이 발전했다. 따라서 병원 물류 로봇을 위한 주행 관련 기술은 상당히 발달해 있다고 볼 수 있는 것이다.

최근 일본을 필두로 한 일부 선진국에서는 병원 물류 로봇에 많은 관심을 보이고 있다. 인력 부족과 인건비 상승이란 부담을 덜기 위해 병원 물류 로봇의 도입 필요성이 커지고 있는 것이다. 실제로 에이손의 로봇 TUG는 미국 내 30여 곳 이상의 재향군인 회산하 병원(Veteran Affairs Hospital) 및 유럽 내 100여 개의 병원을 대상으로 500여 대 이상이 운영되고 있는 것으로 알려졌다. 사비오케의 Relay도 호텔뿐만 아니라 병원을 주요 고객을 삼고 사업화를 추진하는 것으로 알려졌다. 10여 년 전부터 HOSPI라는



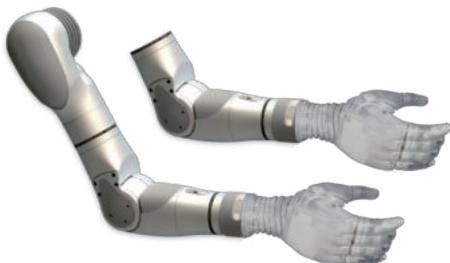
〈그림 3〉 사비오케의 Relay, 에이손의 TUG, 파나소닉의 HOSPI(왼쪽부터)

병원 물류 로봇을 개발해 온 파나소닉은 2017년 초부터 기능 개선을 위해 일본 나리타 공항 등에서 현장 테스트를 시작한 것으로 알려지고 있다.

**외골격 로봇의 상용화 가능성도 확대**

재활 로봇 분야에서는 인공 의수·의족처럼 신체 일부를 대체하는 로봇이나 식사, 목욕, 이동 등 일상생활에서 필요한 동작을 원활하게 할 수 있도록 지원하는 일상생활 보조 로봇 등 다양한 기능의 로봇이 꾸준히 개발되고 있다. 손상된 신체를 대체하기 위한 인공 의수·의족은 신체적 균형을 지지하는 데에 그치는 일반 의수·의족보다 훨씬 유용할 것으로 예상된다. 자체 동력을 보유하고 있어 물건을 집거나 던지거나 등 근력이 동원되어야 하는 동작을 수행할 수 있기 때문이다. 신체 대체 로봇 중에는 팔, 다리 등 신체기관 전체를 대체하는 제품도 있고 손, 발과 같이 기관의 일부만을 대체하는 제품도 있다.

모비우스 바이오닉스는 팔 전체, 팔꿈치 아래, 손부위 등 신체 손상 수준에 따라 맞춤형으로 만들어진 LUKE Arm을 개발하고 있다. 이 제품은 2016년부터 DARPA를 통해 재향군인회 등 미국 연방정부 산하 병원 등에서 현장 테스트에 투입됐고, 다른 Robot Arm 개발 기업들과의 공동 연구 플랫폼으로도 사용되고 있다.



〈그림 4〉 모비우스 바이오닉스의 LUKE Arm



〈그림 5〉 터치 바이오닉스의 i-limb Ultra

손 부위를 대체하는 제품으로는 터치 바이오닉스의 i-limb Hand를 들 수 있다. 이 제품은 기존 로봇 손으로는 잡기 어려웠던 얇고 작은 물체도 파지할 수 있다고 한다. 그러나 이 같은 신체 대체 로봇은 상용화되기까지 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 대부분의 제품이 아직 연구개발 단계에 머물고 있기 때문이다.

신체 대체 로봇에 비해 비교적 빨리 큰 시장을 형성할 것으로 기대되는 분야는 외골격(Powered Exoskeleton)이다. 외골격 시장은 2025년 33억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 예상되는데, 잠재 수요가 더 커질 가능성도 엿보인다. 환자나 선천적인 신체적 제약을 가진 사람들로 구성된 기존 수요층에 고령화 추세로 인한 신규 수요층이 가세하면서 잠재 소비자층이 갈

수록 두터워질 것으로 예상된다. 또한 외골격은 소비자의 지불 가치가 그만큼 큰 제품일 것으로 추측된다. 매슬로의 욕구 5단계설 등으로 미뤄볼 때 이동, 거동에 대한 욕구는 인간에게 최우선적으로 충족되어야 하는 문제이기 때문이다.

2015년 무렵 글로벌 시장의 50%를 차지했던 미국은 미래 외골격 시장의 주도권을 공고히 하기 위해 다각적으로 노력하고 있다. DARPA, NASA, NIH 등 미국 유수의 연구개발 기관은 연구개발과 시장 생태계 조성을 위해 풍부한 지원을 하고 있고, 재향군인회는 산하 병원에서 프로토타입을 현장에 투입하는 등 테스트 베드로서의 역할을 하고 있다.

이러한 외골격 시장에서는 개발 경쟁이 갈수록 격화되고 있다. 2014년 하지 마비 환자를 위한 병원용, 개인용 외골격 로봇의 FDA 허가를 받았던 이스라엘의 ReWalk, 2016년 Ekso GT로 척수·뇌손상 환자용으로 FDA 허가를 받았던 엑소 바이오닉스, 2017년 FDA 허가를 받은 일본 사이버다인 등이 개척해온 시장에 렉스 바이오닉스, 호코마 등 다수의 신규 기업이 진입하고 있다.



〈그림 6〉 ReWalk의 Personal 6.0, 사이버다인의 HAL, 렉스 바이오닉스의 REX, 호코마의 ArmeoPower(왼쪽부터)



〈그림 7〉 사이버다인의 Lumbar형 외골격, 포드 공장에 배치된 EksoVest(왼쪽부터)

### 두 가지 용도로 병행 발전할 외골격

외골격과 같은 일부 재활 로봇은 노약자나 환자뿐만 아니라 정상인을 대상으로 한 제품으로도 응용할 수 있다. 상지나 하지 보조하는 외골격 로봇이 공장이나 물류 창고, 농장 등 각종 작업장에서 생산성을 높이는 데 유용할 것이라는 인식이 커지고 있다. 사이버다인 등 일부 기업은 의사, 간호사 등 의료인이 환자를 돌볼 때에 착용할 수 있는 단순한 구조의 외골격도 함께 개발하고 있다. BMW, 포드 등 일부 자동차 기업은 2016년부터 엑소 바이오닉스와 기술 제휴 등을 통해 상지 보조용 외골격을 자동차 조립 라인에 배치해 생산성 향상 및 제조업용 외골격 로봇의 상용화가 가능성을 점검하고 있다.

용도가 다양하게 확장될 수 있다는 점이 확인되면서 외골격의 상용화 속도가 예상보다 빨라질 가능성도 배제할 수 없다. 공장, 농장, 물류창고 등에서 사용될 일반 작업용 외골격은 재활 로봇에 비해 덜 복잡한 기술을 적용하더라도 제품화될 수 있을 것이기 때문이다.

### 감성 로봇의 부상

고령자의 정서적 안정은 신체적 건강 못지 않게 중요하다. 그러나 많은 고령자는 은퇴 생활 중에 근력 및 신체 기능의 퇴화로 인한 이동성 약화와 기억력 감퇴를 맞이하면서 자연스럽게 사회적 활동을 줄이는 동시에 무료함, 외로움, 불안 등 각종 정서적 불안에 시달릴 수 있다. 정서적 불안은 가족, 친구 등 주변 사람과의 관계 유지와 소통 없이는 해결하기 어려운 난제였지만 앞으로는 로봇이 해결할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

감성 로봇은 고령자가 정서적 안정을 유지하도록 돕는 로봇이다. 감성 로봇의 핵심은 고령자의 의도를 파악해 그들이 원하는 바를 효과적으로 수행하도록 하는 기술인 HRI(Human Robot Interaction)이다. HRI의 수준은 음성, 시각, 작동 환경 등의 각종 데이터를 종합적으로 이해하는 인공지능의 수준과 이를 감성적으로 표현해 내는 기구부의 수준에 달려 있다.

현재 대다수의 감성 로봇은 단순한 스피커 또는 귀여운 외모의 애완동물 형태에, 대화로 소통하는 음성 인식 인터페이스를 기반으로 하고 있다. 그러나 사람이 소통하기에 최적의 인터페이스는 사람과 유사한 형태라는 로봇공학의 연구 결과를 토대로 하면 점차 소프트뱅크의 Pepper처럼

외형적으로는 휴머노이드의 형태를 갖추면서, 보고 듣고 때로는 느끼는 것처럼 표현할 수 있는 인공지능을 탑재하는 방향으로 발전할 것으로 예상된다.

### 재활 로봇의 발전 전망

고령화 추세와 웰에이징 성향의 강화 추이는 기술의 발달과 함께 재활 로봇 시장의 성장을 견인하는 중요한 요인이다. 가정에서 필요한 서비스를 받기 원하는 고령자의 특성인 AIP(Aging in Place)와 같은 특징까지 감안하면 재활 로봇은 병원뿐만 아니라 가정에서도 사용할 수 있는 제품으로 발전하는 것이 불가피해 보인다. 따라서 기술적 완성도와 일반 소비자들이 수용 가능한 가격뿐만 아니라 휴대와 이동에 편리한 구조화 여부도 재활 로봇의 경쟁력에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

또한 신체가 불편한 사람과 고령자의 요구 사항은 무척 다양할 것이므로 얼마나 많은 요구 조건을 수용할 수 있는가 역시 재활 로봇 기업에 중요한 과제가 된다. 이러한 속제는 기구부 중심의 기존 저자유도 근골격 대체 기술이 센서 및 머신러닝의 발달, 생체 모방형 고자유도 대체 기술로 발전하고 HRI의 수준이 향상됨에 따라 점차 해결될 것으로 예상된다.



〈그림 8〉 네이버의 클로바, AIST의 Paro, 소프트뱅크의 Pepper(왼쪽부터)

# 기술강국 도약을 위한 도전 “국제 기술 협력을 지원합니다”

## 산업통상자원부 해외기술협력거점



### 해외기술

- ✓ 국제 공동 R&D 수요 발굴 및 지원

### 협력거점

- ✓ 선진 R&D 기관과의 협력체계 구축

### 역할

- ✓ 해외 산업기술 정책 및 시장 현황 조사 등

### 국제 기술 협력의 기본기능 수행

#### KEIT 미국(실리콘밸리)거점

담당자 김병재  
E-mail ramy78@keit.re.kr  
Tel (Office) +1-408-232-5411

#### KEIT 독일(베를린)거점

담당자 이강우  
E-mail lkwspc@keit.re.kr  
Tel (Office) +49-30-2089-81343

#### KIAT 미국(워싱턴)거점

담당자 이범진  
E-mail pomjin@kiat.or.kr  
Tel : (Office) +1-709-337-0950

#### KIAT 벨기에(브뤼셀)거점

담당자 박천교  
E-mail seanpark@kiat.or.kr  
Tel (Office) +32-3-431-0591

#### KETEP 미국 에너지 거점

담당자 백상주  
E-mail sky31778@ketep.re.kr  
Tel (Office) +1-703-337-0952

#### KORIL 이스라엘 거점

담당자 진수미  
E-mail susan74@koril.org  
Tel (Office) +972-54-345-1013

# 미국의 웰에이징산업 정책 및 기술 동향 의료 로봇산업을 중심으로

100년 전 인간의 평균 수명은 40세였으나 이제는 100세 시대를 넘어 120세 시대를 살고 있으며, 안티에이징 시대에서 잘 늙어가는 법, '웰에이징(Well-aging)'을 추구하는 시대로 바뀌고 있다. 글로벌 고령화와 웰빙에 대한 관심 증가는 구조적으로 의료기기산업의 발전으로 연결되고 있다. 이러한 의료기기산업을 선도하고 있는 미국의 의료 로봇산업을 중심으로 관련 정책 및 기술 동향을 살펴본다.

이범진 [한국산업기술진흥원 미국사무소장]

## 웰에이징(Well-aging)과 의료 로봇?

몇 년 전 대중문화계 전반을 강타한 히트 곡 '백세인생'을 부른 가수 이애란이 1995년 이 곡의 원곡인 '저 세상이 부르면 이렇게 답하리'를 처음 받았을 때는 가사에 100세 까지밖에 등장하지 않았다. 하지만 20년 새 평균 수명이 늘어나면서 150세 가사를 새로 지어 넣었고 노래 제목도 '백세인생'으로 바뀌었다. 그래서 새로 들어간 부분이 바로 '백오십에 저 세상에서 또 데리러 오거든~ 나는 이미 극락세계에 와 있다고 전해라'라는 대목이다. 영국 방송 BBC는 과학전문지 '네이처'에 게재된 연구 결과를 인용해 "한국은 기대수명이 90세를 넘어서는 세계 첫 국가가 될 전망"이라고 밝혔다. 이처럼 이제 100세 시대는 단순히 장밋빛 미래가 아닌 거스를 수 없는 현실이 된 가운데 '웰에이징'이 화두로 떠오르고 있다.

웰에이징은 단순히 오래 사는 것이 아닌 건강하고 아름답게 늙어간다는 뜻이다. 요즘 웰빙(Well-being)하려면 웰에이징

(Well-aging)하다가 웰다잉(Well-dying)해야 한다는 말이 나오는 이유도 이 때문이다. 이를 반영하듯 생명연장과 질병 치료, 고령화사회에 접어들면서 건강에 대한 관심이 증대돼 양질의 의료서비스에 대한 요구와 함께 의료용 로봇에 대한 관심도 커지고 있다.

정보기술(IT), 기계기술 등 첨단 기술의 융합체로서 정밀하고 안정적인 제어가 가능하다는 로봇의 특징으로부터 의료용 로봇의 필요성은 크게 다섯 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 기존에 불가능했던 수술을 가능하게 해준다. 둘째, 보다 정확한 시술이 가능하다. 셋째, 방사선 피폭 환경에서 의사를 대신함으로써 의사의 부담을 덜어 주며 각종 진단정보를 활용해 의사의 숙련도에 의존하지 않는 안정된 시술이 가능하게 된다. 넷째, 재활치료에 있어서 환자의 의지를 반영해 보다 능동적으로 로봇 장치를 구동함으로써 효과적인 치료가 가능하게 된다. 마지막으로 부족한 의료진 문제를 해결하고 시간적·공간적 제약을 극복

할 수 있도록 의료진과 환자를 매개할 수 있는 역할을 수행할 수 있다.

## 의료 로봇 관련 투자 현황

Allied Market Research<sup>1)</sup>가 발표한 자료에 따르면, 미국은 2015년 세계 의료 로봇 시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 전 세계 의료용 로봇 및 컴퓨터 지원 수술 시장 규모의 약 53%를 점유했다. 이는 미국방부의 자금 지원, NSF의 기금 지원, 특히 풀 조성 활성화, 미국 내 의료 로봇 벤처캐피털 투자 증가, 최소 침습 수술에 대한 선호도 증가에 따른 의료 로봇 구매 증가 등이 주요인이라고 기술했다. 특히 미국은 국내 의료기기 제조업체의 연구개발 활동이 증가하면서 전 세계 의료 로봇 및 컴퓨터 보조 수술 시장을 주도하고 있다.

1) Medical Robots Market by Product (Instruments & Accessories and Robot Systems (Surgical Robots, Rehabilitation Robots, Hospital Robots, Non-invasive Surgery Robots)), Application (Orthopedic, Laparoscopy, Neurology) - Global Forecasts to 2021, marketsandmarkets, Feb 2017 <https://www.alliedmarketresearch.com/medical-robotics-surgery-market>

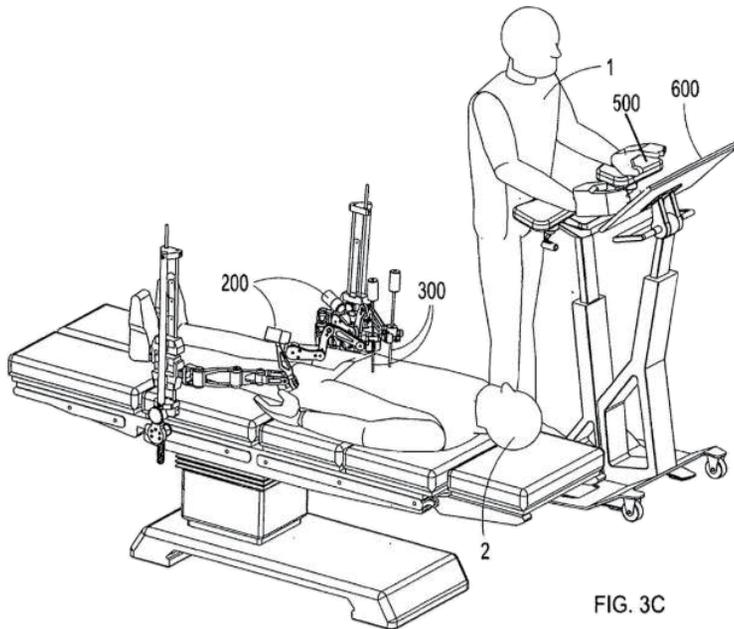


FIG. 3C

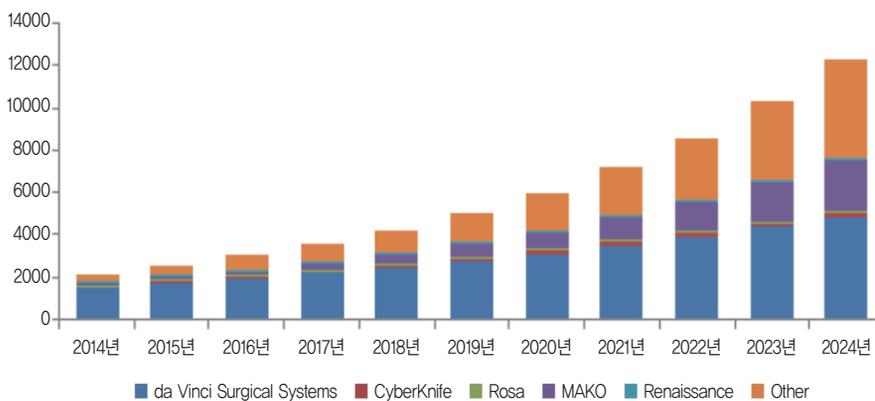
〈그림 1〉 버브 서지컬 수술용 로봇의 특허 이미지<sup>2)</sup>

며, 대표적 기업으로는 인튜이티브 서지컬, 한센 메디컬, 버브 서지컬 등이 있다.

특히 미국의 최첨단 소프트웨어 업체인 구글과 존슨앤존슨의 합작사인 버브 서지컬이 최근 자사 홈페이지에 첫 번째 디지털 수술 로봇 시제품을 출시했다고 발표했다. 버브 서지컬은 2015년 구글의 지주회사 알파벳과 존슨앤존슨의 의료기기 자회사 에티콘이 함께 2억5000만 달러(약 2877억 원)를 투자해 설립한 의료용 로봇 개발 회사다. 이 로봇은 영상처리, 데이터

분석, 로봇공학(로보틱스) 등 핵심 기술을 융합 적용해 개발한 산물이다. 다빈치의 수술용 로봇 등 기존 타사 장비와 달리 구글의 이미지 검색 기능에 활용되는 인공지능 경망 기술을 접목, 수술 중 의사에게 환자의 몸 내부 영상 이미지를 분석해 관련 정보를 바로 제공한다.

또한 인튜이티브 서지컬의 다빈치 로봇 수술 시스템과 같은 수술 로봇은 의사의 손보다 훨씬 기동성이 있는 작고 유연한 기구와 함께 3D 고화질 비전 시스템을 사



〈그림 2〉 미국 내 의료용 수술 로봇 기업의 시장 점유율(2014~2024년)

출처 : Grand View Research(2016년)

용해 외과의사들이 안전하고 효율적으로 수술할 수 있도록 능력을 향상시키는 데 큰 역할을 하고 있다.

2016년 4월 Grand View Research<sup>3)</sup> 자료에 따르면 〈그림 2〉에서 보듯이 의료 로봇 업계 최초의 기업인 다빈치는 시장 점유에서 선두 자리를 지키고 있으며, 관절 수술 로봇 MAKO와 그밖에 TransEnterix의 로봇 ALF-X를 비롯해 다양한 로봇 개발 업체의 성장이 꾸준히 이어질 것으로 예상하고 있다.

### 미국의 의료 · 헬스케어 로봇 시장

시장조사 전문 기관인 Markets and Markets<sup>4)</sup>에 따르면 의료 로봇 시장 규모는 2016년 49억 달러에서 연평균 21.1%의 성장률을 보여 2021년까지 128억 달러에 이를 것으로 예상하고 있다. 의료 로봇 시장의 성장을 촉진하는 환경적 · 정책적 주요 요인으로는 효율적이고 정밀하며 최소 침습적인 수술(최소 절제 수술) 절차에 대한 수요 증가, 노인 인구의 증가, 외상 환자의

2) The Recipe for the Perfect Robot Surgeon, MIT Technology Review, October 2016, <https://www.technologyreview.com/s/602595/the-recipe-for-the-perfect-robot-surgeon/>

3) Surgical Robot Market By Product (Systems, Instrument And Accessories, Service), By Brand (da Vinci Surgical System, Cyber Knife, Rosa, MAKO, Renaissance), By Application (General Surgery, Urology, Orthopedic, Neurosurgery, Cardiovascular, Gynecology, Radiology, Transplant, Gastro-intestinal), Market Size, Application Analysis, Competitive Strategies and Forecasts, 2018 - 2024, grandviewresearch, Apr 2016 <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/surgical-robot-market>

4) Medical Robots Market by Product (Instruments & Accessories and Robot Systems (Surgical Robots, Rehabilitation Robots, Hospital Robots, Non-invasive Surgery Robots)), Application (Orthopedic, Laparoscopy, Neurology) - Global Forecasts to 2021, MarketsandMarkets, Feb 2017, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/medical-robotic-systems-market-2916860.html>

부상 사건 증가, 암과 비만 질병 발생률 증가, 로봇 연구 기술에 대한 자금 지원 개선, 정부 규제 완화 등이 있다. 기술적인 측면에서 살펴보면 HD 외과용 현미경 카메라, 3D 이미지 처리 기술, 빅데이터 처리 기술, 원격 내비게이션 기술, 로봇틱 카테터 제어 시스템(유연로봇관) 및 모션 센서 기술 분야의 기술 혁신 등이 의료용 로봇의 발전을 주도하고 있다고 볼 수 있다.

〈표 1〉에서와 같이 미국의 경우 의료·헬스케어 로봇 시장은 크게 5가지 영역으로 분류돼 기술 개발 및 시장이 형성되고 있다.

Grand View Research<sup>5)</sup>에 따르면 〈그림 3〉에서와 같이 외과용 수술 로봇이 전체 의료용 로봇 시장의 가장 큰 부분을 차지하고 있으며 뒤를 이어 비외과 방사선 수술 로봇, 재활치료 보조 로봇 및 비의료용 병원 보조 로봇이 꾸준한 성장세를 보이는 것을 확인할 수 있다. 이 중 가장 큰 시장을 차지하는 외과용 수술 로봇 시장과 가장 높은 연평균 성장률을 보이고 있는 의료·헬스케어 보조 로봇 시장에 대해 살펴보면 다음과 같다.

**외과용 수술 로봇 시장**

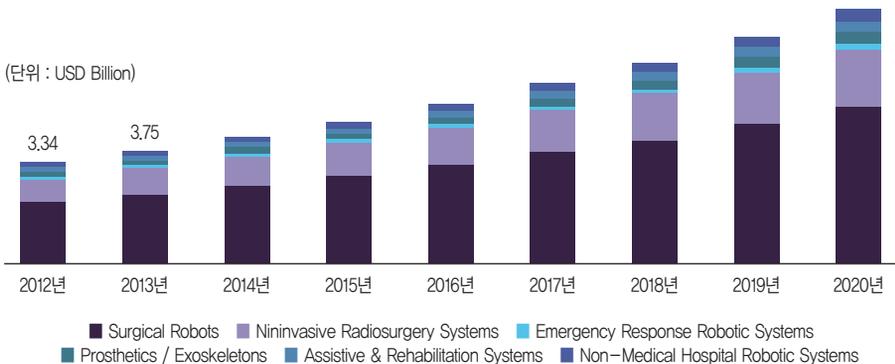
Allied Market Research<sup>6)</sup>에 따르면 세계 외과용 수술 로봇 시장은 2017년 563억 달

5) Medical Robotic Systems Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Surgical, Orthopedic, Laparoscopy, Neurological, Rehabilitation, Assistive, Prosthetics, Orthotics, Steerable) And Segment Forecasts, 2012 - 2022, Grandviewresearch, Mar 2018, [https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-robotic-systems-market?utm\\_source=pressrelease&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=Abnewswire\\_04May&utm\\_content=Content](https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-robotic-systems-market?utm_source=pressrelease&utm_medium=referral&utm_campaign=Abnewswire_04May&utm_content=Content)

〈표 1〉 미국 의료·헬스케어 로봇 시장 영역

구분	세부 구분	주요 로봇 시스템(사례)
Surgical Robots (외과용 수술 로봇)	Orthopedic (정형외과)	iBlock Surgical System
		Robodoc Surgical System
		Navio PFS Surgical System
		MAKO RIO Surgical System
		Stanmore Sculptor Surgical System
	Neurosurgical (신경외과)	Pathfinder Surgical System
		NeuroMate Surgical System
		Renaissance Surgical System
		FreeHand Endoscope Holder System
	Laparoscopy (복강경)	DaVinci Robotic Surgery System
		Telelap ALF-X Surgical System
		Noncatheter Percutaneous Robotic System
		Sensei Robotic System
Steerable Catheters (유연로봇관)	Niobe Remote Magnetic Navigation System	
	TrueBeam STx Radiosurgery System	
Non-invasive Radiosurgery Robots (비외과 방사선 수술 로봇)	CyberKnife Rrobotic Radiosurgery System	
	Gamma Knife Perfexion Radiosurgery System	
	LS-1 Robotic System	
Emergency Response Robots (응급상황 대처 로봇)	Auto Pulse Plus Robotic System	
	Rehabilitation Robots (재활 치료 보조 로봇)	Handy 1 Assistive Robot
I-ARM-robotic Arm		
Mobility System - Muscle Re-education Device		
Lokomat		
Rheo		
Non-medical Hospital Robots (비의료용 병원 보조 로봇)	Prosthetics, Exoskeleton (인공기관, 외골격)	C-leg Knee Pprosthetic
		I-limb Ultrahand - Hand Prosthetic
		Rewalk Walking Assistance Exoskeleton
		Telemedicine Robots
Non-medical Hospital Robots (비의료용 병원 보조 로봇)	Assistive, Orthotics, Therapeutic (보조, 교정, 치료)	I.V. Robots
		Pharmacy Robots
		Cart Transportation Robots

(단위 : USD Billion)



〈그림 3〉 미국 의료 로봇 분야별 시장 전망

출처 : Grand View Research(2018년)

러 규모로 평가됐으며 2024년까지 연평균 8.5%의 성장률로 987억 달러에 이를 것이라고 예상했다. 특히 복강경(Laparoscopy) 수술의 경우 혈액 손실 감소, 흉터 최소화, 병원 입원 기간 단축, 빠른 회복 시간 덕분에 급속도로 성장하고 있다.

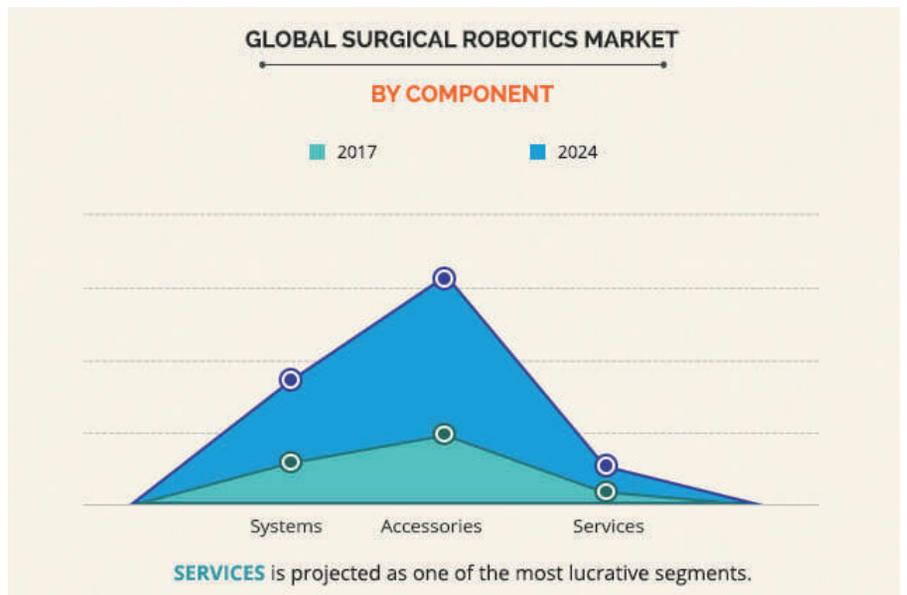
외과용 수술 로봇 시장은 크게 구성 요소, 수술 유형, 지역 등 3가지로 구분할 수 있으며 해당 분야에 대한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

① 구성 요소별 외과용 수술 로봇 시장

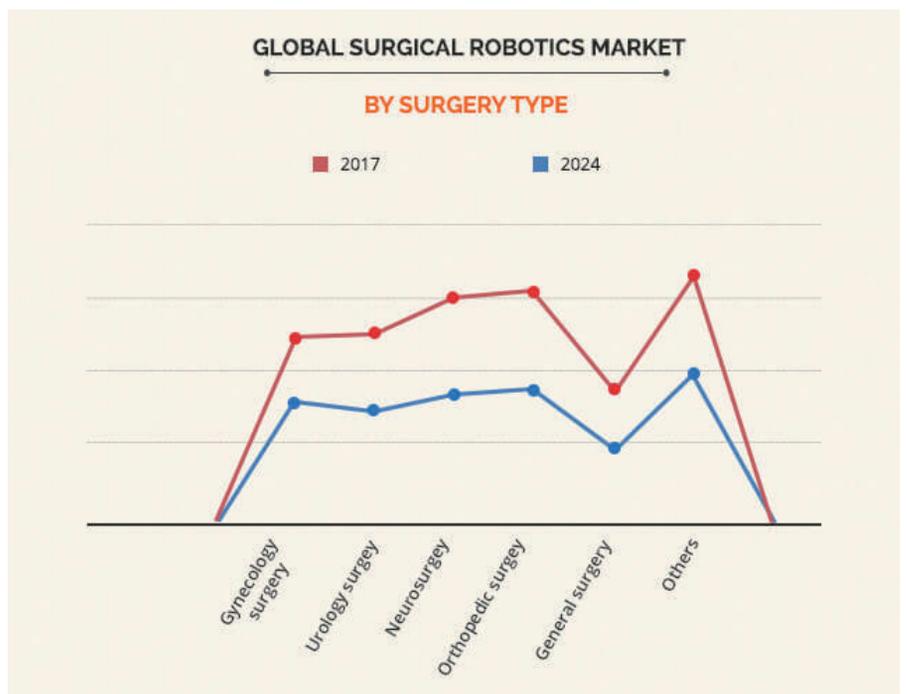
구성요소를 기반으로 한 외과용 수술 로봇 시장은 시스템, 부속품 및 서비스로 분류된다. 이 시장은 대학이나 종합병원인 Tier 1에서 외과용 수술 로봇 시스템 사용이 늘어나고 있으며 채택된 시스템과 관련 부속품의 판매 및 고효율 부품 교체에 대한 요구 증가로 부속품 시장은 2017년 최대 시장 점유율을 차지했다. 서비스 부문 역시 예측 기간(2017~2024년) 동안 15.7%의 CAGR(Compound Annual Growth Rate · 연평균 증가율)<sup>6)</sup>을 기록하는 등 높은 성장률을 나타낼 것으로 보고 있다.

② 수술 유형별 외과 로봇 시장

외과용 수술 로봇 시장은 수술 유형에 따라 부인과, 비뇨기과, 신경외과, 정형외과 수술과 일반 수술 및 기타 수술로 분류된다. 특히 2016년 국민 건강통계보고서<sup>8)</sup>에 따르면 미국 성인의 약 54.5%가 근골격계 질환으로 인한 통증 장애를 앓고 있다고 보고됐으며 교통사고와 같은 외상 증가로 정형외과 수술은 시장에서 가장 큰 부분을 차지하고 있다.



〈그림 4〉 구성요소별 글로벌 외과용 수술 로봇 시장  
출처 : Allied Market Research(2018년)

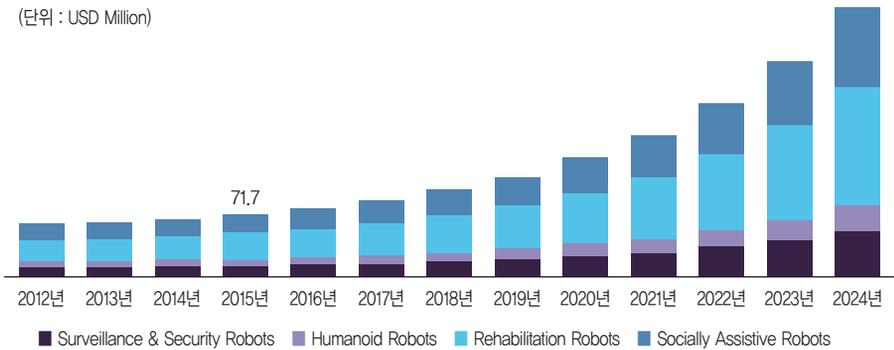


〈그림 5〉 수술 유형에 따른 글로벌 외과용 로봇 시장  
출처 : Allied Market Research(2018년)

6) Surgical Robotics Market by Component (Systems, Accessories and Services), by Surgery Type (Gynecology Surgery, Urology Surgery, Neurosurgery, Orthopedic Surgery, General Surgery and Other Surgeries) – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017–2024, alliedmarketresearch, Apr 2018, <https://www.alliedmarketresearch.com/surgical-robotics-market>  
 7) Surgical Robotics Market Expected to Reach \$98,737.0 Million by 2024, alliedmarketresearch, Apr 2018, <https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/surgical-robotics-market.html>  
 8) National Health Statistics Reports, Oct 2016, <https://www.cdc.gov/nchs/data/nhsr/nhsr098.pdf>

③ 지역별 외과 로봇 시장 – 유럽, 아시아태평양, 남아메리카, 북아메리카 지역을 기반으로 한 글로벌 외과용 로봇 시장은 의료 인프라 개선 및 다양한 의료환경과 외과 수술 로봇 시스템 채택 증가로 의료용 수술 로봇의 영향력이 계속 확대돼 나갈 것으로 예상된다. 특히 북미 지역의 경우 전 세계 수술 로봇 시장을 주도하고 있으나 앞으로는 아시아태평양 지역이 빠른 성장을 보일 것으로 기대되고 있다. 이는 의료개혁과 함께 관련 예산의 지출을 확대

(단위 : USD Million)



〈그림 7〉 미국 의료 · 헬스케어 보조 로봇 시장 전망  
출처 : Global Market Insights(2017년)

하고 최소 침습 수술 로봇에 대한 인식의 개선, 의료비 지출 수준 향상 및 GDP가 증가하고 있기 때문이다.

### 의료 · 헬스케어 보조 로봇 시장

Global Market Insights<sup>9)</sup>에 따르면, 재활 로봇의 경우 2015년에는 의료 · 헬스케어 로봇산업 분야에서 42% 이상을 점유했으며, 노인 인구 및 뇌졸중 발생률 증가로 2024년까지 시장 규모가 3억5000만 달러를 초과할 것으로 예상했다. 돌봄 및 보안 로봇의 경우 노인 인구가 늘어남에 따라 홈케어 서비스 및 간호 · 요양 직원의 일을 대체하는 로봇의 수요가 증가해 2015년에는 3900만 달러로 평가됐으며 2024년까지 CAGR이 18.2% 성장할 것으로 예상했다. 그 밖에도 모바일 로봇 시장은 스마트폰, 태블릿, PC와 같은 다른 모바일 기술과 통합돼 작업을 원격으로 처리할 수 있다는 편리함 때문에 2024년까지 연평균 19.5%의 성장률을 기록할 것으로 예상했다.

### 미국의 의료로봇 기업 현황

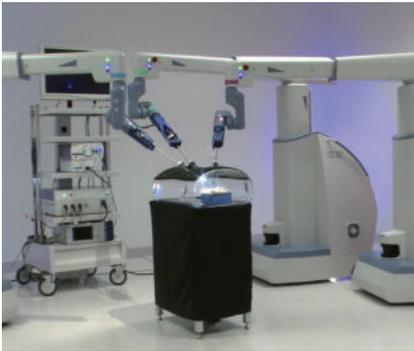
#### 외과용 수술 로봇

수술용 외과 로봇은 의학 분야에서 가장 빠르게 성장하는 분야 중 하나다. 시장 분석에 따르면, 수술 로봇 판매는 2020년까지 거의 두 배로 성장해 64억 달러가 될 것으로 예상하고 있다.<sup>10)</sup>



〈그림 6〉 지역별 글로벌 외과용 로봇 시장  
출처 : Allied Market Research(2018년)

9) Healthcare Assistive Robot Market Size By Product, By Portability, By Application, Industry Analysis Report, Regional Outlook, Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2016 – 2024, Global Market Insights, Jan 2017, <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthcare-assistive-robot-market>  
10) <http://medicafuturist.com/top-healthcare-companies-in-robotics/>



〈그림 8〉센한스 시스템  
출처 : www.transenterix.com

① **트랜스엔터릭스(TransEnterix)** – 2006년 설립된 이래 비뇨기과, 산부인과 또는 대장암 수술 분야에서 인튜이티브 서지컬의 가장 큰 경쟁자다. 현재의 복강경 및 로봇 기술과 관련된 임상 및 경제적 과제를 해결함으로써 최소 침습 수술을 개선하고자 했다. 2016년 미국식품의약국(FDA)이 SurgiBot 로봇 기술을 거부하자 회사는 구조조정을 통해 전략을 재정비하고 현존 로봇 시스템의 한계를 극복할 수 있을 로봇 ALF-X 개발에 집중하기 시작했으며, 마침내 FDA로부터 신규 로봇 보조 수술기기(Robotically-assisted Surgical Device : 제한된 수술실에서 집도와의 접근성과 시각화를 개선하기 위해 고안된 장치로 집도 의가 최소한의 절개를 통해 수술 도구를 조정하고 움직이는 데 컴퓨터와 소프트웨어 기술을 사용할 수 있도록 하는 기술)인 센한스 시스템(Senhance Surgical Robotic System)의 판매 허가를 받음으로써 로봇 시스템을 이용한 수술의 선택권이 보다 넓어지게 되는 결과를 낳았다. 센한스 시스템은 집도 의가 고해상도 3D 수술부위영상을 제공하는 콘솔에 앉아 3개의 독립된 로봇틱 암(Arm)을 원격으로 조종할 수 있도록 해 복강경 장비의 정확한 제어를 지원한다.



〈그림 9〉다빈치 의료 로봇  
출처 : www.davincisurgery.com

② **인튜이티브 서지컬(Intuitive Surgical)** – 미국 캘리포니아 주 서니베일에 소재한 인튜이티브 서지컬에 의해 개발된 da Vinci Surgical System은 복강경 수술을 위해 FDA가 승인한 최초의 로봇 수술 시스템으로 지금까지 다빈치는 다양한 외과 분야에서 최소 300만 건의 최소 침습 수술(복강경 수술)에 사용되고 있다. 이 제품은 3D 고선명 비전 시스템과 가늘고 긴 로봇팔을 갖추고 있어 정교한 장치 통제가 매우 용이하다.

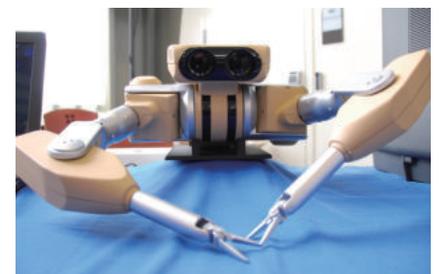
③ **메드로보틱스(Medrobotics)** – 2005년 설립된 매사추세츠 기반의 메드로보틱스는 2015년 7월 플렉스 로보틱 시스템(Flex Robotic System)을 개발해 FDA의 승인을



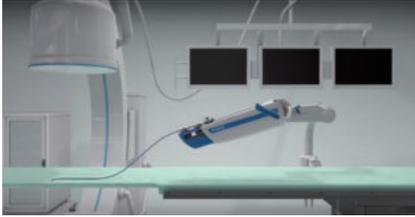
〈그림 10〉메드로보틱스 의료 로봇  
출처 : www.medrobotics.com

받았다. 이비인후과 수술에 적합한 로봇으로 알려져 있는 플렉스 로보틱 시스템은 로봇 암이 내시경처럼 몸 안에 들어가 mm 이하의 정확도로 정밀하게 외과적인 수술을 할 수 있다. 다빈치 로봇과 비교해 볼 때 다빈치 로봇은 작은 직경의 구멍 4, 5개를 뚫어 로봇 암을 들여보내지만 진입하기 힘든 곳에 종양이 있을 경우 플렉스 로보틱 시스템의 로봇 암을 이용하면 뱀처럼 귀, 코 또는 목 등 접근하기 힘든 해부학적 위치에 비교적 자유롭게 접근할 수 있다는 장점이 있다.

④ **버브 서지컬(Verb Surgical)** – 버브 서지컬은 2015년 구글의 알파벳과 헬스케어의 강자 존슨앤존슨이 합작해 공동 설립한 실리콘밸리 기반의 기업이다. 구글의 생명과학 전문 기업인 베릴리와 존슨앤존슨의 의료장비 전문 기업인 에시콘이 자금 지원은 물론 에시콘이 보유하고 있는 의료장비 전문 기술과 구글의 머신러닝 및 빅데이터 기술을 결합해 새로운 수술 플랫폼(Surgical Platform)을 내놓았다. 버브 서지컬은 자사의 플랫폼을 통해 디지털 수술(Digital Surgery) 플랫폼의 상용화를 목표로 하고 있으며, 인튜이티브 서지컬의 다빈치 로봇보다 저렴하게 공급할 계획이다.



〈그림 11〉버브 서지컬 의료 로봇  
출처 : www.medicalfuturist.com



〈그림 12〉 한센 메디컬 의료 로봇  
출처 : www.medicalfuturist.com

⑤ 한센 메디컬(Hansen Medical) – 캘리포니아에 기반을 둔 한센 메디컬은 2002년부터 카테터 및 카테터 기반 기술의 포지셔닝 및 제어를 위해 설계된 의료용 로봇을 개발, 제조 및 판매하는 기업이다. 한센 메디컬은 로봇을 활용한 말초혈관(Peripheral Vascular Interventions) 수술과 관련해 FDA 승인을 받았다. 2016년 Auris Surgical Robotics는 8000만 달러 규모의 투자로 한센 메디컬을 인수해 사업영역을 확장할 것으로 보인다. 또한 매해 혈관 내시경 수술이 빠르게 증가하는 추세로 혈관 수술 로봇의 활용 가능성이 커질 것으로 분석하고 있다.

### 비외과 방사선 수술 로봇

① 아큐레이(Accuray) – 캘리포니아에 기반을 둔 아큐레이에 의해 제작된 사이버



〈그림 13〉 아큐레이 Cyberknife  
출처 : www.cyberknife.com

나이프 시스템(Cyberknife System)은 몸안의 종양을 치료할 수 있도록 디자인된 방사선 수술 시스템으로 FDA로부터 승인을 받아 현재 암 환자 치료에 획기적인 기여를 하고 있다. 약 140개의 의료시설에서 사이버나이프 시스템을 채택했으며, 5만 명 이상의 환자에게 성공적인 암 치료 경험을 제공했다.

### 비의료용 병원 보조 로봇

로봇에 의한 자동화는 전체 의료 영역에서 작업을 용이하게 하는 역할을 한다. 특히 단조롭고 반복적인 작업을 로봇이 대신함으로써 간호사나 다른 의료 근로자의 부담을 줄여주며 업무 효율을 높여준다.



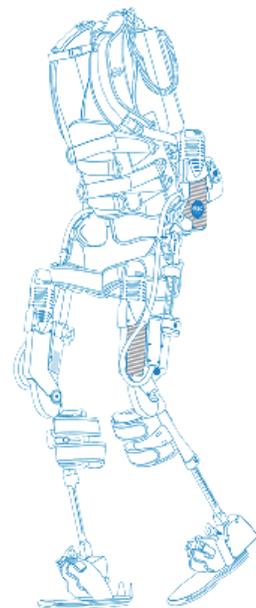
〈그림 14〉 에이손 의료 로봇  
출처 : www.aethon.com

① 에이손(Aethon) – 2004년 피츠버그에 기반을 둔 에이손은 물류 로봇인 터그(Tug Autonomous Mobile Delivery Robot)를 개발했다. 이 로봇은 병원 내에서 자유롭게 왕래하면서 각종 심부름꾼 업무를 수행한다. 환자에게서 채혈된 혈액 샘플을 실험실로 가져가고, 환자 음식 운반 및 의료기구를 수술실로 나르며, 오염된 쓰레기와 세탁물을 안전한 곳으로 옮겨 놓는 등 잡무를 대신 처리한다.

② 이노베이션(Innovation Associates) – 이노베이션은 1972년 엔지니어링 기술 서비스 제조 회사로 시작해 지금은 약국 자동화 기술을 선도하는 업체다. PharmASSIST ROBOTX(로봇 의료용 디스펜서 시스템)과 데이터 마이닝 기능을 제공함으로써 약국의 효율성 증대에 기여하고 있다.

### 재활 치료 보조 로봇

① 엑소 바이오닉스(Ekso Bionics) – 2005년 설립돼 캘리포니아에 기반을 둔 로봇 외골격 제작 전문 회사인 엑소 바이오닉스는 웨어러블 로봇 외골격 제품인 Ekso GT를 개발해 FDA로부터 시판 승인을 획득했다. 재활훈련이 필요한 환자들로 하여금 기립과 걷기, 왕복 보행을 가능하게 해주며 재활기관용으로 설계된 스마트 Variable Assist 소프트웨어가 장착돼 환자의 몸 어느 방향에서도 충분한 적응력을 제공하고 있으며, 현재 전 세계 130곳이 넘는 재활기관에서 사용되고 있다.



〈그림 15〉 엑소 바이오닉스 의료 로봇  
출처 : www.eksobionics.com



〈그림 16〉 바렛 Burt Therapy  
출처 : www.barrett.com

② 바렛 테크놀로지(Barrett Technology) – 1990년 MIT 인공지능연구소 연구원이 세운 회사로 WAM Arm이라는 최초의 햅틱 로봇팔을 개발했다. 30년 동안 바렛 테크놀로지는 손과 팔에 새로운 수준의 유연성을 제공하는 핵심 기술을 개척하고 있다. 바렛은 세계 기네스북 특별 밀레니엄 에디션(Millennium Edition)에서 세계에서 가장 진보된 로봇팔 제조사로 선정됐고, 바렛의 WAM Arm 및 Barrett Hand 제품은 전 세계 6개 대륙, 18개국에서 사용하고 있다.

**병원 소독 · 설비 로봇**

① 제넥스 테크놀로지(Xenex Technologies) – 2008년 휴스턴에서 설립된 멸균 로봇 업체로 현재 미국 전역의 400개 병원에 진출해 있으며 북남미 지역 병원에



〈그림 17〉 제넥스 멸균 로봇  
출처 : www.xenex.com

대한 멸균 로봇 납품이 늘어나면서 가파르게 성장하고 있다. 앞으로 멸균 로봇은 자연 태양광보다 2000배 이상 밝은 자외선 살균 방법을 이용해 슈퍼박테리아 등 병원 내 세균 또는 미생물로 인한 감염을 방지하는 데 큰 역할을 하면서 수요가 크게 늘어날 것으로 보인다.

**텔레프레전스 로봇(Telepresence Robots)**

세계보건기구(WHO)에 따르면 전 세계적으로 약 430만 명의 의사, 간호사 및 관련 의료 종사자가 부족한 것으로 보인다. 이에 진료가 어려운 곳에 있는 환자를 의사가 상담할 수 있도록 도와주는 원격 의료 로봇은 점점 더 많은 역할을 수행할 것으로 예상된다.

① 인터치 헬스(InTouch Health) – 2002년 캘리포니아에 본사를 설립한 인터치 헬스는 세계 최초의 로봇 기반 원격진료 서비스를 선보이고 있다. 환자가 뇌졸중, 심혈관 이상 및 화상 등의 급한 상황에서도 정확하게 고품질 응급 진료 서비스를 받을 수 있으며 의사가 외진 지역에 사는 환자들과 자연스럽게 영상통화를 하고 진료를 받을 수 있도록 지원해준다. 이 회사가 생산하는 로봇 제품인 'RP-7'은 이미 미국 50곳의 종합병원과 일본, 유럽, 중남미 등 16개국 의료진이



〈그림 18〉 인터치 헬스 의료 로봇  
출처 : www.theverge.com

앞다퉈 구매하고 있으며 25%의 연간 성장률을 보이고 있다.



〈그림 19〉 VGo 의료 로봇  
출처 : www.vgocom.com

② VGo Communications – 의사와 간호사는 VGo Robotic Telepresence Device를 통해 병원, 전문 간호시설 및 가정의 환자를 모니터링하고 상담할 수 있게 된다. 한 예로 심각한 알러지가 있거나 만성적인 질병이 있어 등하교가 어려운 학생은 VGo를 사용해 일반 아이들과 함께 한 교실에서 교육을 받을 수 있도록 해준다. 또한 실제 거리상의 문제로 환자들이 의사와의 만남이 어려운 상황에서 VGo를 통해 자신들이 원하는 의료진으로부터 의료서비스를 받을 수 있는 환경을 제공한다.

**간병 로봇**

① 루보조(Luvozo PBC) – 2013년 설립돼 메릴랜드에 기반을 둔 로봇 스타트업 루보조는 고령자 및 장애인의 삶의 질 향



〈그림 20〉 루보조 의료 로봇  
출처 : www.luvozo.com

상을 위한 솔루션 개발에 주력해 오고 있다. 2015년 워싱턴 지역의 요양시설과 노인복지시설에서 장기간 치료 환경에 있는 환자들에게 간병의 역할을 하는 로봇 '샘(SAM·로봇 컨시어지)'의 테스트를 시작으로 그 영역을 확대해 가고 있다. 의료 종사자들이 보다 중요한 일에 집중할 수 있도록 일상적인 일을 대신 처리해 효율성을 높이고 기존 간호 및 요양 지원 인력을 일부 대체함으로써 비용 절감 효과도 거둘 수 있다. 미국에서는 향후 15년간 간호 및 요양 지원 인력이 지금보다 3배 이상 필요하다고 예상돼 샘이 효과적인 대안이 될 것으로 기대하고 있다.

### 미국의 의료 로봇 정책

지난 50여 년 동안 로봇산업은 인류의 산업 발달에 큰 기여를 해오고 있다. 기본적인 단순반복 작업을 하는 것부터 자동차 제조 공정에 사용되고, 보다 정밀한 의료 수술 작업에 활용되는 등 실생활의 주요한 부분이 됐다.

이를 더욱 육성하고자 2016년 미 정부는 첨단 제조업 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership, 2011년 미국 버락 오바마 대통령이 설립)을 통해 로봇산업 육성 정책(National Robotics Initiative) 프로그램을 발표했으며, the National Science Foundation(NSF), the U.S. Department of Agriculture(USDA), the U.S. Department of Energy(DoE), and the U.S. Department of Defense(DoD) 등 여러 정부기관에 의해 다양한 기술 개발 프로젝트가 수행되고 있다. 로봇 사업 육성 정책 프로그램의 일환으로

〈표 2〉 NRI 2.0 프로그램의 세부 연구내용

확장성	<ul style="list-style-type: none"> <li>●사람이나 다른 로봇과 효율적으로 협업하고 조정 가능하도록 조사</li> <li>●분산된 로봇 시스템을 안정적으로 인식, 실행, 계획 및 학습하도록 조사</li> <li>●다른 로봇 및 디지털 미디어를 통한 학습을 공유할 수 있도록 조사</li> <li>●로봇에 의해 생성·소비·공유되는 데이터 관리 방법 조사</li> <li>●직관적인 로봇 동작이 가능하도록 조사</li> <li>●유비쿼터스 상호 작용을 촉진하고 다른 로봇과 안전하게 소통 가능한 설계 및 제어 방법 조사</li> <li>●견고성과 신뢰성을 향상시키고 로봇 작동 실패 시 복구 및 재개할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어 조사</li> </ul>
사용자 정의 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>●최소한의 설정 변경으로 여러 상황에서 다양한 작업을 수행하는 로봇을 위한 접근법 조사</li> <li>●사람이나 다른 로봇과의 직접적인 경험(상호작용)을 통해 로봇이 효율적으로 학습할 수 있도록 조사</li> <li>●언어 및 비언어적 커뮤니케이션 사용(예 : 제스처, 시각, 운동, 촉각)을 통한 효과적인 상호 작용이 가능하도록 조사</li> <li>●로봇이 다른 사람의 행동과 활동을 안정적으로 인식하고 예측할 수 있도록 조사</li> <li>●정신 모델 사용, 원근법 복음 및 공동 관심 등 로봇의 소셜 인텔리전스 조사</li> <li>●로봇과 인간의 물리적 상호 작용 조사</li> </ul>
진입장벽 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>●소프트웨어, 하드웨어 및 시스템을 위한 견고하고 사용하기 쉬운 인프라 개발 조사</li> <li>●유비쿼터스 공동 로봇의 개발을 지원하는 하드웨어 또는 소프트웨어 조사</li> <li>●로봇 개발을 위한 혁신적인 프로그래밍 언어·패러다임 조사</li> <li>●공동으로 쉽게 로봇을 테스트할 수 있는 환경을 만들고, 기존 테스트 환경을 재활용하는 기술 개발</li> <li>●소프트웨어 및 데이터와 같은 공유 가능한 리소스 개발</li> </ul>
사회적 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>●유비쿼터스 공동 로봇이 사회적·경제적 평등에 미치는 영향 조사</li> <li>●가능한 경제 및 통제(Governance) 정책 조사</li> <li>●유비쿼터스 공동 로봇과 관련된 윤리적·법적 문제 조사</li> <li>●유비쿼터스 공동 로봇과 관련해 신뢰 문제 조사</li> <li>●로봇과의 협업을 위해 팀워크 및 통합, 파트너십 및 근로자 훈련과 관련된 문제 조사</li> <li>●교육 분야에서 활용 가능한 로봇의 용도 개발</li> </ul>

NSF는 2018년 1월 National Robotics Initiative 2.0(NRI-2.0) : Ubiquitous Collaborative Robots<sup>11)</sup>를 발표했다. 기존 NRI 프로그램을 바탕으로 인간과 소통할 수 있는 로봇의 개발을 위한 기초연구를 확장 지원하고 활성화시키기 위해 NRI 2.0을 발표했다. NRI 2.0 프로그램은 〈표 2〉에서와 보는 바와 같이 유비쿼터스 협업 로봇의 구현을 위한 4가지 주요 분야(확장성, 사용자 정의 가능성, 진입장벽 감소 및 사회적 영향)의 수학적 알고리즘, 디자인, 모델링 그리고 분석 기법의 연구에 중점을 두고 있다.

NRI 2.0 프로그램을 통해 의료·헬스케어 로봇 시스템의 개발에 더욱 더 많은 투자가 이루어질 것으로 보인다. 특히 유비

쿼터스 헬스케어는 유·무선 네트워크를 통해 언제 어디서나 건강관리 또는 의료서비스를 제공할 수 있도록 구축될 4차 산업혁명의 핵심 분야 중 하나로 의료 시스템에 놀라운 변화를 일으킬 것으로 예상된다. 이외에도 인간과 의사소통할 수 있도록 기능이 추가되고 성능이 향상된 로봇은 의료 분야나 헬스케어 분야뿐만 아니라 사회적·경제적으로도 실생활에 큰 도움을 줄 것으로 예상된다.

11) National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots (NRI-2.0), NSF, November 21, 2017, [https://www.nsf.gov/funding/pgm\\_summ.jsp?pims\\_id=503641](https://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=503641).

## 의료용 로봇의 미래와 전망

의료용 로봇은 다른 로봇과는 달리 인간의 생명과 직결된다는 점에서 특수성을 지닌다. 개발 초기 단계부터 인증 단계까지 로봇이 인간을 대신한다는 점에서 유효성, 안정성, 신뢰성을 보장해야 한다. 즉, 로봇을 이용한 수술기법 및 절차가 인간이 수행하는 방법에 비해 효율적이고 안전하다는 것을 증명해야 한다. 의료용 로봇은 고도의 기술이 집약된 산물로서 IT·의학·기계·제어·센서·인공지능의 복합체라고 할 수 있다. 또한 FDA의 인증 절차와 같이 엄격한 인증 및 허가를 거치고 신뢰성이 보장된 임상시험을 통과해 그 유효성을 입증해야 비로소 제품으로 사용할 수 있는 특수 분야이기도 하다.

미국의 경우 정부의 의료 로봇 분야 장기 육성 정책, 산학연 간 긴밀한 기술협력 체계, 민간기업의 지속적 투자, FDA의 가이드라인 등이 잘 어우러진 세계 최고의 개발 및 판매 시장이라고 할 수 있다. 우리나라의 경우 의료용 로봇 연구를 대학 및 연구소가 상당 부분 주도하고 있지만, 최근 현대중공업, 미래컴퍼니, 피앤에스미캐닉스, 핵사시스템, NT리서치 등을 중심으로 상용화 연구가 활발히 진행 중이다. 의료용 로봇에 적용되는 주요 요소 기술의 확보뿐만 아니라 규격 및 인허가에 필요한 국제적 절차 및 요건을 반드시 습득해야 하고, 기존 우수한 산업 기술 및 의료 기술의 융합을 위해 의학·대학·산업 간 긴밀한 협조체계를 구축할 필요가 있다.

향후 인구 고령화, 의료인력 부족 등의 시대에 로봇의 역할이 늘어날 것으로 보인다. 과거에는 높은 첨단 의료 기술 비용으로 의료 로봇의 발전이 더뎠다면, 점진적으로 감소하는 운영 비용과 전문인력이 새롭고 효율적인 수단을 모색함에 따라 점점 더 많은 병원에서 의료 로봇 시스템을 도입하고 있다. 인공지능과 고급 알고리즘을 통해 로봇은 치료를 보다 안전하고 신속하게 위생적으로 제공하고 있으며, 외과용 수술 외에도

재활 치료 보조와 비의료용 병원 보조 등 기타 지원을 제공함으로써 의료용 로봇은 인적 오류를 제거하고 수술 절차를 효율적으로 개선할 뿐만 아니라 의료인력이 더 중요한 문제에 대해 집중할 수 있는 환경을 만들고 있다. WHO의 추정에 따르면 2030년에는 전 세계적으로 의료 종사자가 1400만 명 이상 부족할 것으로 예상됨에 따라<sup>12)</sup> 의료·헬스케어 로봇의 발전은 가속도를 높여야 할 것이라고 판단된다.

### 참고자료

1. The Future of Medical Robotics, Jeremy Russell, November 24, 2017, <https://www.itproportal.com/features/the-future-of-medical-robotics/> [Accessed Apr 22 2018]
2. Medical Robotic Systems Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product(Surgical, Orthopedic, Laparoscopy, Neurological, Rehabilitation, Assistive, Prosthetics, Orthotics, Steerable) And Segment Forecasts, 2012 - 2022, Grand View Research, Mar, 2018, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-robotic-systems-market>[Accessed Apr 22 2018]
3. Surgical Robotics Market by Component(Systems, Accessories and Services), by Surgery Type(Gynecology Surgery, Urology Surgery, Neurosurgery, Orthopedic Surgery, General Surgery and Other Surgeries) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2024, Allied Market Research, Apr 2018, <https://www.alliedmarketresearch.com/surgical-robotics-market> [Accessed May 5 2018]
4. Medical Robotic Systems Market : Surgical Robots Lead in North America, Transparency Market Research, Oct 2015, <http://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/medical-robotic-systems.htm>[Accessed Apr 22 2018]
5. Top Robotics Market by Top Industrial Robotics (Articulated, SCARA, Cartesian, Parallel, and Collaborative), Top Service Robotics (Logistics, Domestic, Medical, Field, and Defense, Rescue, & Security) - Global Forecast to 2023, Market And Markets, April 2018, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/top-robotic-market-552191.htm>[Accessed May 5 2018]
6. Surgical Robotics Market Expected to Reach \$98,737.0 Million by 2024, Allied Market Research, Apr 2018, <https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/surgical-robotics-market.html> [Accessed Apr 22 2018]
7. "로봇수술 시장 급증...기술 경쟁력 강화해야" 전시현, Jan 2018, <http://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=20991> [Accessed May 5 2018]
8. Healthcare Assistive Robot Market Size By Product(Surveillance & Security, Humanoid, Rehabilitation, Socially Assistive), By Portability(Fixed base, Mobile), By Application(Stroke, Orthopedics, Cognitive & Motor Skills, Sports), Industry Analysis Report, Regional Outlook(U.S., Canada, Germany, UK, France, Spain, Italy, Japan, China, South Korea, Brazil, Mexico, South Africa), Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2016 - 2024, Global Market Insights, Jan 2017, <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthcare-assistive-robot-market>[Accessed Apr 22 2018]

12) "Global strategy on human resources for health: Workforce 2030", WHO, 2016, <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250368/978924151131-eng.pdf?sequence=1>



# 이달의 산업기술상

---

INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS



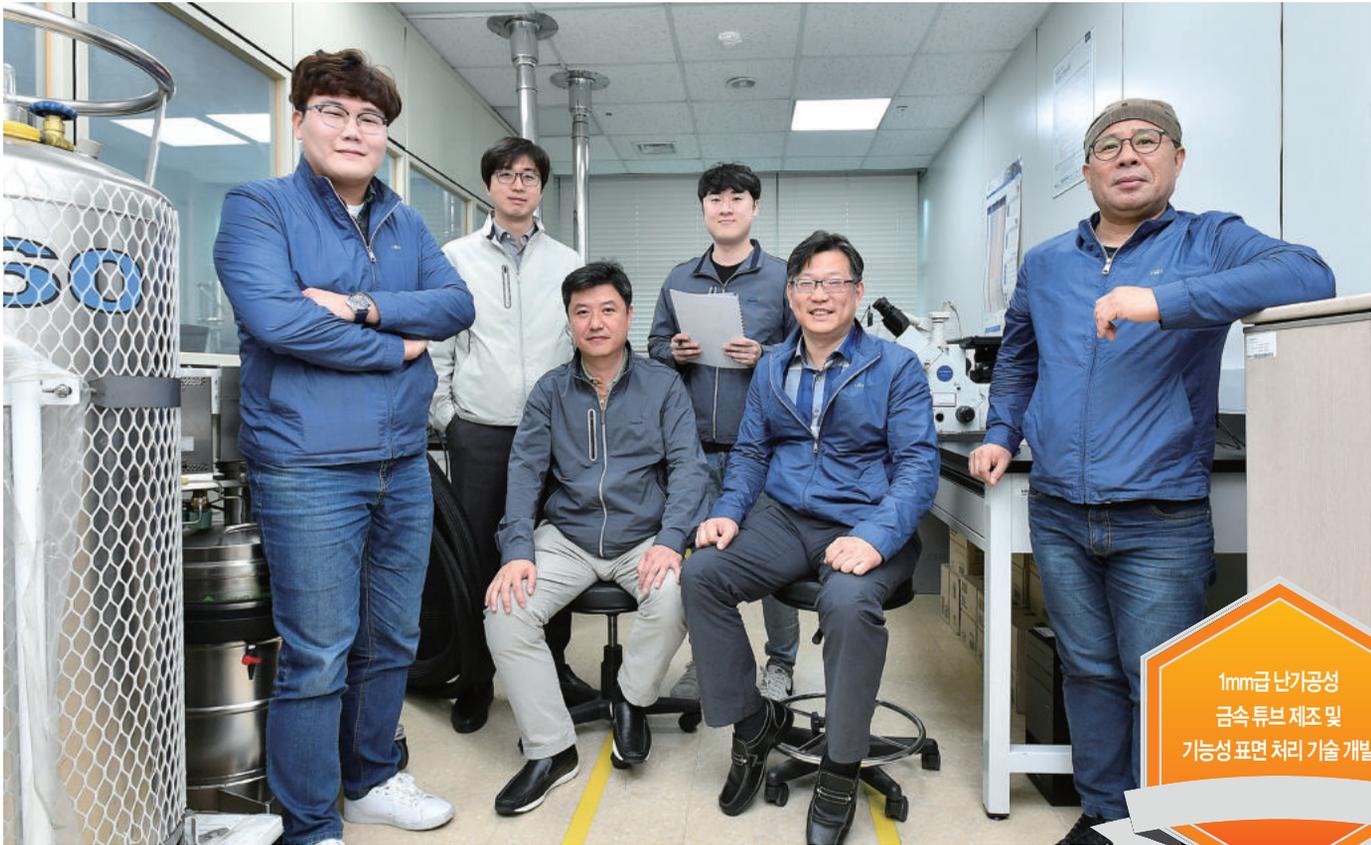
신기술 부문  
산업통상자원부 장관상

## 혈관계 스텐트 세계 시장에 대한민국을 아로새긴다

한국기계연구원 부설 재료연구소

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 확산과 연구자의 사기 진작을 위해 매월 수상자를 선정한다. 신기술 부문은 최근 최종 평가를 받은 R&D 과제 중에서 혁신성이 높은 기술 또는 해당 기간 성과물이 탁월한 기술을 뽑는다. 한국기계연구원 부설 재료연구소가 '1mm급 난가공성 금속 튜브 제조 및 기능성 표면 처리 기술 개발' 연구과제를 통해 획기적인 생체의료용 미세 튜브를 개발했다. 이렇듯 외국산보다 저렴하면서도 우수한 성능을 지닌 미세 튜브를 개발해 관련 기술을 국내 중소기업에 이전한 공로를 인정받아 영예의 장관상에 선정됐다.

# 혈관계 스텐트 세계 시장에 대한민국을 아로새긴다



황제 조면진 사진 사범세



1mm급 난가공성  
금속 튜브 제조 및  
기능성 표면 처리 기술 개발

최근 의료 현장에서는 과거 위험 가능성이 큰 수술이었던 관상동맥 및 뇌혈관 질환을 스텐트와 카테터, 가이드 와이어 등을 이용해 최소 침습만으로 수술하는 경우가 점점 많아지고 있다. 하지만 스텐트, 카테터, 가이드 와이어 등 고부가 의료기에 활용하고 있는 의료기기용 금속 소재의 경우 현재까지 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이런 가운데 한국기계연구원 부설 재료연구소 염종택 책임연구원이 생체 의료용 금속 소재(NiTi, CoCr 합금) 조직제

어 튜브 제조 및 기능성 표면 처리 기술 개발에 성공해 불모지인 국내 고부가 의료기기용 중간재산업 및 시장은 물론 항공우주, 자동차, 전자산업 등에 엄청난 파급 효과를 불러올 것으로 기대되고 있다.

## 수입대체 효과 특출, 국내 의료기기 중간재산업 육성 견인

현재 의료기기용 금속 미세 튜브의 경우 NiTi(니켈 티타늄) 초탄성 소재와 CoCr(코발트 크롬) 합금 등 성형이 잘 되지 않는 난



### How to

난가공성 금속 소재 미세 튜브 제조 기술은 기술 유출을 방지하기 위한 노력을 기울이고 있는 분야로 관련 기술에 대한 정보가 거의 없는 상황이다. 개발 당시 수많은 실패가 있었지만 40여 년 동안 소재 분야 연구개발 및 시험평가 전문기관으로 특화된 재료연구소의 기술력 및 연구자의 끊임없는 노력으로 해외 선도 기업조차 갖고 있지 않은 신기술 개발에 성공할 수 있었다.

## The Minister Award for New Technology

### 염종택

한국기계연구원 부설 재료연구소 책임연구원

**사업명** 산업융합원천기술개발사업

**연구과제명** 1mm급 난가공성 금속 튜브 제조 및  
기능성 표면 처리 기술 개발

**제품명** 스텐트, 카테터, 가이드 와이어 등  
생체의료용기기

**개발기간** 2012. 6 ~ 2017. 8 (63개월)

**총정부출연금** 4,930백만 원

**개발기관** 한국기계연구원 부설 재료연구소 /  
경남 창원시 성산구 창원대로 797 /  
055-280-3200 / www.kims.re.kr

**참여연구원** 염종택, 홍재근, 박찬희, 이상원, 김성웅

성형성 금속 소재를 활용해 하드맨드렐 인발 공정을 통한 제조를 하고 있다.

하지만 특유의 난성형성으로 제조 공정이 까다롭고, 한 번에 성형할 수 있는 변형량이 한정돼 있다 보니 재가열 횟수가 늘어 제품 단가가 오르고 내부의 미세조직도 불균일해지는 단점이 있다.

난가공성 금속 소재 미세 튜브를 제조 생산하고 있는 해외 선도 기업에서도 이러한 단점을 해결하기 위해 꾸준한 연구개발이 이루어지고 있는 상황에 관련 분야 불모지나 다름없는 국내에서 해외에서조차 하지 못한 저비용 난가공성 금속 소재 미세 튜브 제조 및 기능성 표면 처리 기술 개발에 성공한 것은 획기적인 성과라 할 수 있다.

이와 관련해 염 박사는 “현재 NiTi 및 CoCr 합금 등과 같이 가공성이 좋지 않은 난가공성 금속 소재에 대한 미세 튜브 제조는 미국, 독일, 일본 등 몇몇 해외 선도 기업에서 독점적으로 제조 생산하고 있으며, 국내에서는 전량 수입에 의존하고 있는 실정”이라며 “이번 기술 개발을 통해 수입 의존도를 낮추는 한편 국내 의료기기용 중간재산업의 해외 경쟁력 강화와 시장 확대에 큰 도움이 될 것으로 예상된다”고 말했다.

## 외국산 대비 저비용 인발 기술과 조직제어 기술 개발

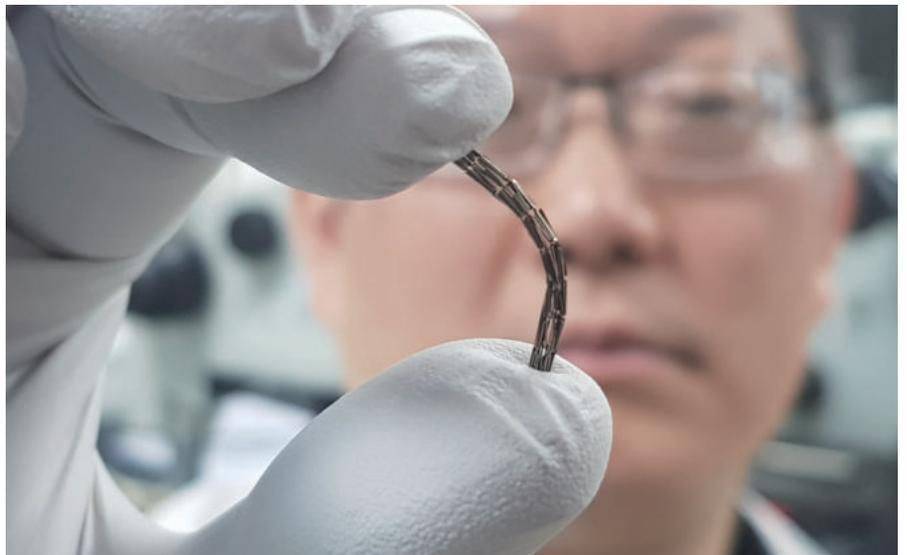
염 박사와 연구팀의 이번 기술 개발은 크게 ‘나노결정립 NiTi 합금 미세 튜브’와 ‘균일 마이크로결정립 CoCr 합금 미세 튜브’ 제조 신기술 등 두 가지로 요약될 수 있다.

이에 대해 염 박사는 “나노결정립 NiTi 합금 미세 튜브는 소프트 맨드렐 공법을 이용한 연속 인발 공정 및 나노결정립 제어 기술을 통해 저원가 나노결정립 구현 미세 튜브 제조로, 피로강도 증대 효과의 극대화를 실현한 제조 기술이다. 그리고 균일 마이크로결정립 CoCr 합금 미세 튜브는 균일 결정립 제어 기술을 통해 균일 미세 결정립 구현 미세 튜브 제조로 고강도 및 고연신화를 실현한 제조 기술”이라고 설명했다.

또한 “그 결과 NiTi 합금 튜브는 해외의 경우 단속 공정인 하드 맨드렐 인발 공정(고비용 제조 공정)으로 10 $\mu$ m 내외의 결정립을 가지며 인장강도 1200MPa, 항복강도 350MPa, 피로강도 250MPa, 혈관 내 피로수명 2억 회 수준인 반면 본 개발 제품은 연속 공정인 소프트 맨드렐 인발 공정(저비용 제조 공정)으로 20nm 이내 미세결

## 스텐트

혈관이 제 기능을 할 수 있도록 막히거나 좁아진 혈관에 삽입하는 용수철 모양의 미세한 금속 그물망으로 이루어진 의료기기.





염종택 한국기계연구원 부설 재료연구소 책임연구원

정립을 가지며 인장강도 1400MPa, 항복강도 420MPa, 피로강도 280MPa, 혈관 내 피로수명 4억 회로 외국산에 비해 비용과 특성면에서 뛰어난 비교우위를 지니고 있다”고 밝혔다.

더불어 염 박사는 “CoCr 합금 미세 튜브 역시 국외의 경우 미세결정립과 조대결정립 혼합조직으로 인장강도 1440MPa, 연

신율 25% 수준인 반면 본 개발 제품의 경우 균일 미세결정립을 가지면서 인장도 1460MPa, 연신율 32% 정도로 연신율 측면에서 비교우위를 가지고 있다”고 덧붙였다.

### 2020년 상용화 및 타 산업으로의 적용처 확대 계획

현재 NiTi 및 CoCr 합금 미세튜브 소재의 경우 심혈관용 스텐트, 의료용 카테터, 조직절개용 수술기구 및 특수 용도 주삿바늘 등에 사용되고 있다. 이들 제품의 국내 시장 규모는 연 7500억 원 정도이고 연간 10% 이상 성장하고 있는 가운데 해외 선도 기업이 100% 시장을 점유하고 있는 상황이다.

이번 기술 개발을 통해 국내 생체의료용 미세 튜브가 국산화된다면 3년 이내에 국내 시장의 10%인 연 750억 원의 수입 대체 및 매출 증대 효과가 발생할 것으로 전망되면서 상용화에 따른 사업화에 큰 기대가 모아지고 있다.

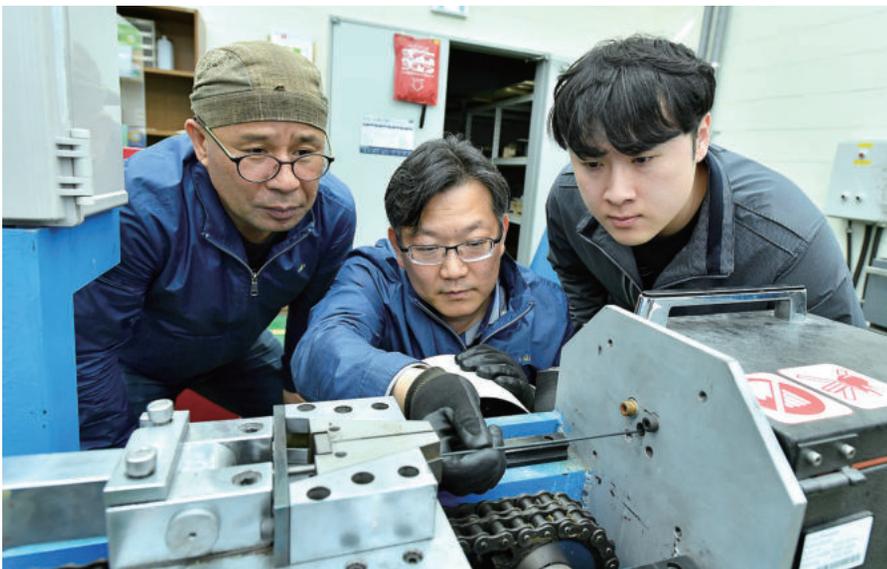
염 박사는 “상용화하고자 하는 1차 목표

는 혈관용 스텐트로 활용하기 위한 NiTi계 튜브 및 CoCr 합금 튜브로, 예상 단가는 NiTi계 튜브 기준 m당 70만 원, 개발 투입 인력 5명, 초기 매출 규모 및 시장점유율은 시지바이오 등 국내 스텐트 회사로 시작할 예정”이라면서 “특히 공동연구기관인 시지바이오는 튜브의 성능평가를 진행함으로써 제조와 동시에 판매를 기대할 수 있을 것으로 예상된다”고 말했다.

또한 “재료연구소를 통해 본 개발 기술의 기술이전 계약을 한 삼화스틸과 향후 10년간 지속적인 연구 지원과 상용화 연구를 공동으로 수행할 것이며, 삼화스틸은 내년 양산라인 구축과 제조설비 증설, 생산량 확대를 통해 2020년 대량생산 및 판매망 구축을 해나갈 계획”이라고 밝혔다.

아울러 염 박사는 “2012년 세계 혈관용 스텐트 시장 규모는 약 77억5000만 달러였으며 향후 연평균 3.0%의 성장이 예상돼 2020년 이후 100억 달러 이상의 거대 시장을 형성할 것으로 예측된다”면서 “국산 생체의료용 미세 튜브의 경우 3년 이내 해외 시장의 1%인 연 1000억 원의 수출 효과가 예상되고 있어 기술 이전 기업의 해외 시장 개척도 기대되고 있다”고 설명했다.

앞으로의 계획에 대해 염 박사는 “상용화 노력과 더불어 본 기술 개발을 통해 확보한 나노결정립 NiTi 합금 미세 튜브 및 균일 마이크로결정립 CoCr 합금 미세 튜브는 의료기기용뿐만 아니라 향후 우주항공용 초미세 파이프 커플링, 전자산업용 초미세 전자 커넥터, 자동차산업용 액추에이터 등으로 적용처를 확대할 계획”이라고 밝혔다.



# 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.



*TECH*

# 이달의 산업기술상

---

**INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
AWARDS**



사업화 기술 부문  
산업통상자원부 장관상

## 자동차 제동장치 정밀부품 불량률 제로에 도전한다

(주)성진포머

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)성진포머가 '다단식 마이크로 포머를 이용한 고합금강 정밀 부품의 Piercing 및 Net-shape 성형 기술 개발' 연구과제를 통해 자동차 제동 장치에 들어가는 정밀부품의 불량률을 낮추는 Net-shape 성형 기술을 개발했다. 이렇듯 제품 내구성을 향상시키면서 재료비를 종전 대비 28% 절감하는 국제적인 수준의 금속 가공 기술을 확보한 성과를 인정받아 영예의 장관상을 수상했다.

# 자동차 제동장치 정밀부품 불량을 제로에 도전한다



황재 조범진 사진 사범세

다단식 마이크로 포머를 이용한  
고합금강 정밀 부품의 Piercing 및  
Net-shape 성형 기술 개발

최근 자동차 부품 시장은 가격 경쟁이 치열해 생산성 향상과 고품질 제품 생산, 공정 단축 등에 의한 원가 절감이 절실히 요구되고 있다. 경쟁력 확보를 통한 제품 성능 및 단가 우위를 차지하지 못할 경우, 제품 수주에 있어 어려움은 물론이고 시장에서 퇴출마저 각오해야 하는 상황에 이르렀다. 더욱이 전기차를 비롯해 미래형 자동차의 등장으로 자동차산업에 일대 변화가 일어나면서 자동차 부품산업은 그 어느 때보다 강한 변화의 압력에 직면해 있다.

이런 가운데 국내 최고의 자동차용 냉간단조 부품 제조사인 ㈜성진포머가 다단식 마이크로 포머를 이용한 고합금강 정밀 부품의 Piercing 및 Net-shape 성형 기술을 개발, 이를 상용화하는 데 성공해 큰 주목을 받고 있다.

## 국내 자동차 부품산업의 활로 개척 모범사례로 손꼽혀

자동차산업의 경쟁력은 자동차 부품의 기술력 및 가격 경쟁력과 직결된다고 해도



### How to

㈜성진포머는 '항상 정도를 가리'는 창업주의 경영철학을 바탕으로 한 '정도경영'과 함께 연구개발에 대한 전폭적인 믿음과 든든한 지원, 탄탄한 조직력과 우수한 연구인력의 열정, 고객사 기술 수요에 대한 선제적 대응 등이 기술 개발 성공 및 괄목할 만한 사업화를 이끌어냈다.

## The Minister Award for Commercialization Technology

손성태  
(주)성진포머 대표이사

**사 업 명** 지역특화산업육성사업  
**연구과제명** 다단식 마이크로 포머를 이용한  
 고풍금강 정밀 부품의 Piercing 및  
 Net-shape 성형 기술 개발  
**제 품 명** MGH-60 PLUNGER ESV,  
 MGH-80 PLUNGER ESV  
**개 발 기 간** 2012. 2 ~ 2014. 5 (28개월)  
**총정부출연금** 90백만 원  
**개 발 기 관** (주)성진포머 /  
 대구광역시 달서구 달서대로 109길 93 /  
 053-583-0002 / www.sjfoma.com  
**참여연구진** 황태민, 박상균, 이상혁, 정영은

과연이 아니다. 그러므로 자동차산업이 발전하기 위해서는 자동차 부품산업의 발전이 선행되어야 한다.

2011년을 기점으로 자동차산업은 미국, 유럽, 일본 등 주요 자동차 시장보다는 신흥국을 중심으로 판매대수가 증가하고 있는 상황이며, 주요 완성차 업체들의 가격 경쟁력을 둘러싼 원가 절감 노력과 공정혁신은 고스란히 자동차 부품 업체에도 적용되고 있다.

특히 전기차를 비롯해 자율주행차 등 미래형 자동차로 자동차산업의 트렌드가 바뀌며 전장부품에 대한 관심과 기술 개발이 집중되면서 기존 내연기관 위주의 자동차 부품산업군은 커다란 변화와 어려움에 직면해 있다.

이런 상황에서 성진포머의 이번 기술 개발 및 상용화 성공은 다양한 자동차 부품 가운데 정밀단조 제품의 높은 기술적 요구가 나날이 증대되는 추세에 원천 기술을 확보하고 이를 사업화하는 데 성공했다는 점과 함께 고객사를 통해 국내 최고 완성차 업체의 시장 경쟁력 강화에 일조함은 물론, 국내 뿌리산업의 기술력 향상에 크게 기여하고 있다는 점에서 상당한 의미

를 지닌다.

더욱이 이번 기술 개발이 성진포머의 자체 기술력으로 성공한 데다 정부와 고객사의 지원이 뒷받침돼 결실을 볼 수 있었다는 점에서 경쟁 심화와 강한 변화의 요구에 직면하고 있는 자동차 부품산업의 새로운 활로 개척에 모범이 되고 있다.

### 후공정 필요 없는 자동차 부품 초정밀 성형 기술 개발

성진포머가 개발 및 상용화에 성공한 기술은 단조성형으로 제작하기 어려운 ABS 솔레노이드 밸브용 플런저(Plunger)를 냉간단조단조에 의해 제작하는 기술로, Net-shape 성형 기술 및 Ø(지름)0.47 피어싱 기술을 최초로 개발한 것이다.

이와 관련해 기술 개발을 주도한 황태민 상무(기술연구소장)는 “기존에는 제품 제작시 성형 후 전면 가공하는 공정 및 홀드릴링 공정으로 돼 있어 소재의 손실이 많고 불량률이 자주 발생했으나 본 개발로 가공 및 드릴링 공정을 삭제해 공정시간 단축 및 원소재 회수율 증가, 불량을 감소로 원가 절감 및 공정 혁신을 이루었다”고 말했다.

### 냉간단조

금형을 사용해 소재의 성질을 개선하면서 상온에서 형만들기를 하는 단조로, 거의 절삭할 필요 없이 제품화를 할 수 있어 경제적인 가공법으로 각광받고 있다.





손성태 (주)성진포머 대표이사

황 상무와 함께 기술 개발에 참여한 박상균 상무는 “제품 개발을 위해 CAE(Computer Aided Engineering · 컴퓨터 이용 공학) 성형 해석에 의한 최적의 공정설계 및 금형 설계를 했으며, 설계를 바탕으로 정밀 금형을 제작함으로써 외경 5mm 이내의 초정밀 포머 단조 기술과 제품 플랜지 등 정밀성형 기술을 향상시켰다”고 설명했다.

또한 황 상무는 “ $\varnothing$ 0.47 피어싱을 포머 공정으로 제작하기 위해 초경소재를 이용한 미세 피어싱용 Punch Pin을 개발했으며, PVD 코팅 기술을 적용해 Punch 금형 수명을 5만 타 이상 확보했다”고 덧붙였다.

이에 대해 손성태 대표는 “본 기술 개발로 ABS의 플런저뿐만 아니라 TCS(Traction Control System), ESC(Electronic Stability Control)에 사용되는 SOL-SEAT(솔시트 · ABS에 들어가는 초소형 정밀부품) 등 다양한 부품에까지 확대 적용해 현재 양산 중이며, 조향 및 엔진 부품, 자동차 공조장치용 컴프레서 부품 등에 이 기술을 적용해 개발이 이루어지고 있다”고 밝혔다.

### 성공적 사업화로 매출 증가, 월드클래스 기업 도약 목표

한편 사업화 현황과 관련해 손 대표는 “개발 완료 시점인 2014년 이후 플런저는 지속적인 매출이 발생하고 있으며, 앞으로 꾸준히 증가할 것으로 보인다”면서 “앞서 말씀 드린 대로 개발 제품은 ABS에 사용되는 부품으로 본 기술 개발에 의해 ABS

및 TCS, ESC 제품군까지 확대 적용해 매출이 발생되면서 매출액 규모는 2015년 약 183억 원, 2016년 약 189억 원, 지난해에는 약 193억 원으로 꾸준히 증가하고 있다”고 말했다.

이와 함께 그는 “특히 국내 고객사에만 납품하던 제품을 해외 고객사로도 확대해 수출 증가가 이어지고 있다”며 “본 기술 개발 전인 2013년 회사 전체 매출이 500억 원대였던 데 반해 개발 후 580억 원 이상으로 늘었으며, 2015년에는 90억 원가량 증가한 670억 원까지 성장했다. 특히 매출액 중 약 33% 이상이 해외 직접 수출에 의한 것으로 해당 기술 개발이 해외 수출을 늘리는 데 큰 역할을 했다”고 강조했다.

그리고 앞으로의 계획과 목표에 대해 손 대표는 “당사는 본 개발을 통해 확보한 정밀단조 기술로 다양한 재질의 고부가가치 제품 개발 및 여러 산업군에 쓰일 제품을 개발해 사업 분야의 확장을 시도할 계획이며, 단일 부품 제작에서 더 나아가 모듈 제작까지 도전해 자동차 부품 분야 및 냉간단조 업계에서 세계 최고의 기술력을 인정받는 기업이 되도록 노력할 것”이라면서 “매년 꾸준히 매출을 확대해 2021년에는 1000억 원 돌파와 함께 월드클래스 기업으로의 성장을 목표로 하고 있다”고 밝혔다.



# Innovation Bank of Korea

## 나는 새롭다

은행을 벗어나자  
금융이 있어야 할 곳은 고객의 옆이다

당신을 이롭게 금융을 혁신하다  
Innovation Bank of Korea



IBK캐피탈 IBK투자증권 IBK연금보험 IBK자산운용 IBK저축은행 IBK시스템 IBK신용정보



참! 좋은 은행

IBK 기업은행

더 나은 내일을 위한 동행,  
이제 신한은행과 함께 하세요

전용  
대출

기술사업화  
컨설팅

금융  
프로그램  
(법률자문 서비스 등)

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

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

## R&D 사업화자금 전용 대출

R&D 수행 중소·중견기업을 위해 대출을 시행하고 있습니다.  
(신한 산업기술 우수기업 대출)

## 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 중소·중견기업
- 신청방법 신한은행 기관고객1본부 산업통상자원부 R&D 자금전담은행 담당자 전화 ☎ 02-2151-5581)

※금융기관 신용관리대상자 등 여신부적격자에 대하여 대출이 제한될 수 있습니다.



# 이달의 새로 나온 기술

산업통상자원부 연구개발 과제 중  
최근 성공적으로 개발이 완료된 신기술을 소개한다.  
바이오·의료 4개로 총 4개의 신기술이 나왔다.

## 바이오·의료

- 진단용 엑스선 디지털 투시촬영 및 혈관조영용  
250kHz/100kW급 엑스선 제너레이터
- 신제조공법을 이용한 의약품 미립자 제조 기반 기술
- 심정지 환자의 순환회복 향상을 위한  
제세동기 융합형 ALS 모니터 및 자동 심폐소생장치
- 결핵·HBV 진단 및 약제내성 스크리닝용 Real Time PCR &  
DNA Chip 통합형 분자진단 자동화 시스템 상용화

# 진단용 엑스선 디지털 투시촬영 및 혈관조영용 250kHz/100kW급 엑스선 제너레이터

이달의 새로 나온 기술 바이오 · 의료 부문

(주)디알젬\_우수기술연구센터(ATC)사업

## 기술의 의의

세계 최고 수준의 사양으로 부품 국산화를 100%를 달성하며 투시촬영 및 혈관조영시스템용으로 신규 개발함.

기술내용 >> 엑스선 제너레이터는 엑스선관장치와 연결

돼 진단에 필요한 엑스선을 발생시키는 엑스선 영상진단장비의 핵심 기술이지만, 100kHz 이상의 높은 엑스선 맥동주파수를 갖는 엑스선 제너레이터는 모두 해외 업체로부터 수입하고 있음. 이러한 가운데 엑스선 제너레이터 관련 국내 최고의 기술력을 보유한 (주)디알젬이 해외 업체가 독점하고 있는 시장을 개척하고자 본 연구과제를 추진함. 이를 통해 국내 엑스선 진단기기 제조업체로서는 최초로 100kHz의 엑스선 맥동주파수를 갖는 해외 1위 업체와의 경쟁이 가능한 엑스선

제너레이터를 개발함. 핵심 기술은 250kHz 엑스선 맥동주파수, 0.75ms 상승 시간, 60PPS, 100kW 출력의 진단용 엑스선 디지털 혈관조영시스템 엑스선 제너레이터임. 이와 관련해 엑스선 제너레이터는 입력AC전원을 DC로 정류 후 고주파로 스위칭해 고전압 탭크 내부에 고주파 AC를 공급하고, 트랜스포머를 거쳐 정류된 DC고전압(최대 150kV)을 엑스선관장치에 공급해 엑스선을 발생시키는 진단용 엑스선 영상시스템의 핵심장비임. 본 연구과제를 통해 고전압의 엑스선 맥동주파수에 스위칭 속도 개선 및 특허출원한 위상차 스위칭 기법을 적용해 목표한 250kHz의 맥동주파수 및 0.75ms 이하의 고전압 상승 시간을 구현함. 이를 기반으로

최대 100kW의 출력 및 최대 60PPS의 Pluse Rate를 갖는 투시촬영 및 혈관조영용 인터페이스를 지원하는 제품을 개발함.

적용분야 >> 진단용 엑스선 촬영시스템, 투시촬영 영상시스템, 혈관조영시스템

향후계획 >> 본 과제의 결과물은 주요 투시촬영시스템 및 혈관조영시스템 제조사와의 기술 협업을 통해 핵심부품으로 적용해 지속적인 매출 신장 및 수출 증진이 예상되며, 본 개발 기술을 적용한 파생상품의 매출도 꾸준한 증가가 예상됨. 향후 본 과제의 개발물이 적용된 투시촬영시스템의 자체 개발, 개발 기술을 활용한 수술용 모노블록형 고출력 엑스선 발생 장치와 양극접지형 엑스선 발생 장치의 개발도 기획 중임.

연구개발기관 >> (주)디알젬/  
02-869-8566 /  
www.drjem.co.kr

참여연구진 >> (주)디알젬 변민수, 서영민, 고영민, 조태영, 노연수 외



# 신제조공법을 이용한 의약품 미립자 제조 기반 기술

이달의 새로 나온 기술 바이오 · 의료 부문

(주)비씨월드제약\_우수기술연구센터(ATC)사업

## 기술의 의의

Emulsifier-free SEP<sup>®</sup>, SCF Liposome<sup>®</sup> 기술을 이용한 전공정 무균 시스템 마이크로 스피어 개발로 수입대체 효과 및 글로벌 시장 진출의 기회 확보가 가능함.

» 본 연구과제의 핵심 기술내용  
 술은 미립자 제조 기술로, 고분자 시스템을 기반으로 한 Polymeric Particulate 제조 기술과 Lipid 시스템을 기반으로 한 Liposomal Particulate 제조 기술임. **Emulsifier-free SEP<sup>®</sup> 기술**: 마이크로 스피어를 제조하는 방법에는 유화용매증발법, 용매추출법, 분무건조법, 현탁봉입법 등이 있는데 유화용매증발법은 제조 과정 중 마이크로 스피어끼리 서로 응집할 수 있어 대용량 반응기가 필요하며,

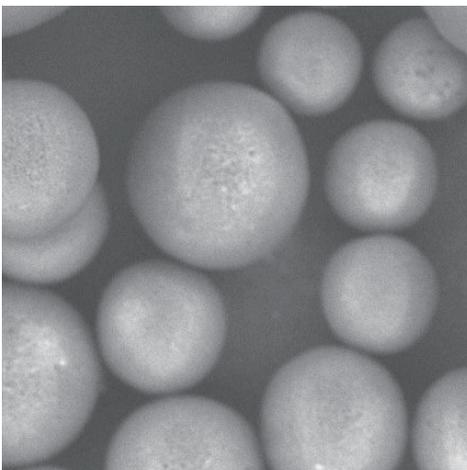
분무건조법은 분무 후 건조기 내 기벽에 약물이 달라붙어 수율이 낮아짐. 또한 용매추출법은 많은 물을 사용하므로 대용량의 반응기가 필요함. 비씨월드제약의 현탁봉입법은 소규모 생산장비로 대량 생산이 가능한 혁신적인 마이크로 스피어 제조방법임. **SCF Liposome<sup>®</sup> 기술**: 리포솜은 구성성분의 종류 및 조합에 따라 입자 크기, 표면 전하 및 체내 거동 등의 특성 조절이 가능하고, 우수한 생체적합성을 지니고 있어 약물전달체로서의 연구가 많이 진

행했으나, 소규모 스케일의 리포솜 제조를 GMP 대량생산에 적용하는데는 어려움이 있어 상용화된 사례는 많지 않음. 비씨월드제약의 SCF Liposome<sup>®</sup> 기술은 대량생산 및 재현성의 문제점을 극복한 혁신적인 리포솜 제조 기술임.

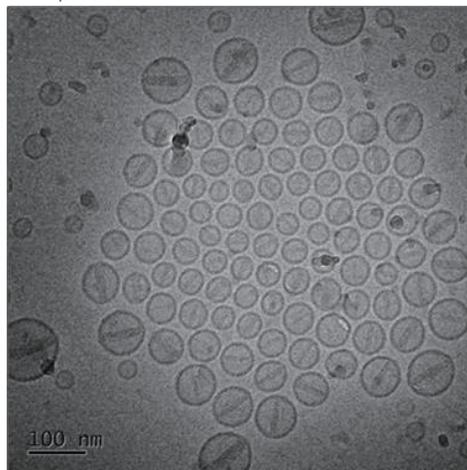
» Emulsifier-free SEP<sup>®</sup> 기술은 Small Molecule 뿐만 아니라 Peptide 및 Protein 약물에 적용 가능함. SCF Liposome<sup>®</sup> 기술은 유기용매의 효율적인 제거가 가능하여 다양한 난용성 약물에 적용 가능함.

» 원천 기술의 보호 및 글로벌 생산기지 구축을 목표로 자체 생산시설을 갖추고자 신공장 건설을 구축하였으며 치료영역 및 약물을 확대 적용할 계획임. 이를 통해 고용창출 및 글로벌 인재양성에 앞장설 계획임. 더불어 해외 파트너사와 전략적 제휴를 통해 글로벌 의약품 시장에 진출하고자 함.

Emulsifier-free SEP<sup>®</sup>



SCF Liposome<sup>®</sup>



» (주)비씨월드제약 / 연구 개발기관 031-628-0900 / www.bcwp.co.kr

» (주)비씨월드제약 서혜란, 김승기, 최주현, 남윤진, 전대연, 장은지외

# 심정지 환자의 순환회복 향상을 위한 제세동기 융합형 ALS 모니터 및 자동 심폐소생장치

이달의 새로 나온 기술 바이오 · 의료 부문

(주)씨유메디칼시스템\_우수기술연구센터(ATC)사업

## 기술의 의의

CPR, AED, 모니터 융합 장비를 통해 차세대 융합형 응급의료기기 국산화에 기여할 것으로 기대됨.

» 공압 방식을 사용하는 기존의 자동심폐소생기 구동 방식에 대한 운영의 불합리함 및 단점을 보완하는 자동 심폐소생기 시스템에 대한 요구가 증가함. 심정지 환자의 소생에 있어 흉부압박 중단 시간(Hands-off Time)의 최소화는 지속적으로 강조되고 있고, ECG 분석 중에도 CPR 수행을 할 수 있는 CPR Artifact 제거 기술이 필요하며, 불필요한 CPR 행위의 최소화를 위해 환자의 소생 여부에 대한 자발적 순환회복(ROSC: Return of Spontaneous Circulation) 신호 모니

터링 기술이 융합된 장비에 대한 수요가 급증하고 있음. 이러한 가운데 본 연구과제를 통해 핵심 기술인 전동식 이중혈류 유발 방식(SST-CPR: Simultaneous Sterno-thoracic Cardiopulmonary Resuscitation)의 자동 심폐소생장치 및 모니터·제세동(Defibrillation) 장치를 개발함. 이와 관련해 본 연구과제의 주관기관인 (주)씨유메디칼시스템에서 고신뢰성 제세동기 플랫폼 개발을 비롯해 가상 시뮬레이션을 통한 제세동 파형과 최적화 Topology를 개발함. 또한 CPR Artifact 제거 기술 개발, 고신뢰성 제세동기 시제품 설계

및 제작, 전동 방식 자동 심폐소생장치 요소 기술 개발, 자동 심폐소생장치 설계 및 시제품 제작을 수행함. 더불어 참여기관인 원주세브란스기독병원에서 생체신호 측정 알고리즘 가이드라인을 설계하고, 동물 실험 프로토콜 설계 및 동물 실험을 통한 제세동기 플랫폼·자동 심폐소생장치의 임상적 유효성을 검증함.

» 응급의료기기 플랫폼 적용분야 시장(Defibrillator+ALS Monitor) 적용 가능, 교육 및 교육 콘텐츠 시장(Defibrillator+CPR Device) 적용 가능

» 국내외 의료기기 인허가 진행을 통해 융합형 전자동 심폐소생 시스템을 보급하고 국내 응급의료 분야 기술의 국제 경쟁력을 강화하는데 활용할 계획이며, 향후 자동화 기술의 고도화 및 사용성(Usability) 향상을 통해 공공 시장 확대를 위한 지능형 로봇 심폐소생장치 기술 개발에 활용할 계획임.

» (주)씨유메디칼시스템 / 연구개발기관 033-747-7657 / www.cu911.com

» (주)씨유메디칼시스템 참여 연구진 최성환, 정성환, 이원준, 김도련, 연세대 황성오, 차경철 외



# 결핵 · HBV 진단 및 억제내성 스크리닝용 Real Time PCR & DNA Chip 통합형 분자진단 자동화 시스템 상용화

이달의 새로 나온 기술 바이오 · 의료 부문

(주)수젠텍\_우수기술연구센터(ATC)사업

## 기술의 의의

정량 및 정성 다중 분석이 가능한 다중 분자진단의 신규 플랫폼 및 전자동 장비 개발로 적용 질환 및 시장 확대 가능.

» 결핵, 자궁경부암, 열성 질환 등 단순 질병 진단에서 한층 더 나아가 어떤 병원체에 감염되었는지를 선별함에 따라 치료법이 달라지는 질환이 있음. 이들 질환 진단을 위해 다중 분자진단 검사법을 이용한 제품이 출시되고 있으나 한 번에 선별 가능한 병원체의 수가 제한적이거나 사람의 추가 투입이 필요한 반자동 개념의 시스템이 대부분임. 이에 본 과제를 통해 원스텝으로 질병 진단 및 병원체 선별까지 가능한 새로운 플랫폼 및 시약, 장비를 개발했음. 특히, DNA Chip 슬라이드 글라스나 PCR Tube 플랫폼의 장점만을 합한 'K-CAP'은

수십 개의 유전자 Spotting이 가능한 Rod 타입의 글라스 재질로 PCR Tube와 결합함으로써 단일 용기 내 유전자 증폭 및 Chip 혼성화가 가능한 완전 새로운 분자진단 플랫폼임. 즉, K-CAP 플랫폼을 사용해 Real-Time PCR과 동일한 편리한 검사법 만으로도 Real-time PCR의 정량 결과뿐 아니라, 수십 개의 DNA Chip 정성 결과를 함께 얻을 수 있다는 장점이 있음. 이 기술은 '보건신기술'로도 인정받았음. 이 기술은 또한 어떤 병원체에 감염되었는지뿐만 아니라 내성 유무 또는 약의 용량 결정을 위한 정보도 한꺼번에 얻을 수 있어 진단 뿐 아니라 치료에도 적용 가능함.

» 분자진단, 체외진단, 제약 및 유전자 연구 분야.

» 본 과제를 통해 개발된 결핵 및 억제내성, 13종 고위험군 자궁경부암 진단 시약의 국내외 판매 및 추가 시약 개발 예정임. 'K-CAP' 플랫폼은 제약 및 유전자 연구를 위한 서비스 산업에 활용 예정임. 전자동 장비 및 플랫폼은 국내외 분자진단 시약과의 공동 개발 및 사업화 예정임.

» (주)수젠텍 / 연구개발기관 043-710-2831 / www.sugentech.com

» (주)수젠텍 구수진, 박선영, 이도부, 김효신, 김만호, 부산대 장철훈 외



결핵 및 억제내성진단시약

# 상시 성과 입력 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.



## 지식재산권 연구개발과제 정보 입력

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

출원 · 등록서에 기재하는 연구개발과제 정보는  
하단의 표기 방법을 참고하시기 바랍니다.

- |            |                             |
|------------|-----------------------------|
| * 과제고유번호   | 신청 시 부여받은 사업계획서 상의 과제번호 8자리 |
| * 부처명      | 산업통상자원부                     |
| * 연구관리전문기관 | 한국산업기술평가관리원                 |
| * 연구사업명    | 협약서에 명기된 사업명칭(○○○○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

# 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 2개, 전기·전자 2개로 총 4개의 사업화 성공 기술이 나왔다.



## 기계·소재

- 이종 귀금속용 플래시 접합기와 스마트 카빙기 기술
- 국제 표준에 부합하는 승강기 비상통화장치

## 전기·전자

- 800MeV 출력의 가속기용 RF PAD & PAC System
- GaN, SiC 파워 디바이스용 열전도율 500W/m.K급 Al-Dia, 복합소재의 방열 패키지

# 이종 귀금속용 플래시 접합기와 스마트 카빙기 기술

이달의 사업화 성공 기술 기계 · 소재 부문

(주)금부치아\_ 산업현장핵심기술수시개발(비첨단산업고도화)

## 기술의 핵심

이종 귀금속 접합 제품 제조를 위한 플래시 접합기, 귀금속 표면부 조각 공정을 위한 스마트 카빙기.

» 최근 저가의 대량생산 주얼리 제품에 대항하기 위해 색이 상이한 이종 귀금속이 접합된 고부가가치 제품 생산이 필요했음. 이에 따라 본 연구과제를 통해 기존 이종 귀금속 간 수작업 땀을 이용하지 않고 열과 압력을 이용한 플래시 접합기(가압

확산접합기)를 개발함. 해당 기술 개발을 통해 접합면 내 기포, 미접합부와 같은 불량을 완벽하게 없애고, 땀을 사용하지 않으므로 귀금속 제품의 금 함량 저하가 없음. 또한 기존 정과 망치를 이용해 수작업으로 진행되는 귀금속 표면부의 조각 공정 기술 향상을 위해 정교한 조각이 가능한 공압 액추에이터가 탑재된 전동식 스마트 카빙기 개발을 완료해 더욱 정교하고 신속한 작업이 가능하게 됨.



## 사업화 내용

» 이종 귀금속용 플래시 접합기를 이용한 귀금속 접합 제품과 스마트 카빙기를 이용한 조각 제품 제조를 통해 2017년 직간접적으로 약 3억 2000만 원의 매출이 발생함. 2018년에는 개발된 기기를 활용한 관련 제품의 본격적인 제조를 통해 약 7%의 매출 증가가 예상됨.

## 사업화시 문제 및 해결

» 현재 개발된 기기를 이 용할 경우 대칭 형태의 평탄면을 가진 두 이종 귀금속에 대해서만 접합이 가능했으나, 최근 다양한 디자인의 제품 수요가 증가함에 따라 불규칙한 형태에 균일한 압력을 인가해 고른 접합을 가능하게 하는 기술 개발이 필요함.

## 연구 개발기관

» (주)금부치아 / 02-3673-1864 / www.kumbuchia.com

서울시립대 산학협력단 /

02-6490-5780 / www.uos.ac.kr

## 참여 연구진

» (주)금부치아 오효근, 조재천, 서울시립대 송오성, 송정호 외

# 국제 표준에 부합하는 승강기 비상통화장치

이달의 사업화 성공 기술 기계·소재 부문

(주)에이치피엔알티\_ 제품안전기술기반조성사업

## 기술의 핵심

ITU-T P.800에 의거해 명료도(MOS) 규격 3.0 이상 확보 및  
통화 거리 1km 이상 확보.

》 24시간 상시 운행 중  
**기술내용** 인 엘리베이터가 운행  
도중 어떤 원인에 의  
해 고장이나 정지될 경우, 엘리베이  
터 내에 갇힌 승객과 시설물에 상주  
하는 건물 관리인이 비상통화를 할  
수 있는 장치임. 승강기 관리인이 부  
재중일 경우에도 다른 곳에 있는 엘  
리베이터 유지보수 사무실이나 유  
지보수 요원, 119 등과도 비상통화를  
할 수 있어 갇힌 승객의 불안감 해  
소 및 신속한 대응을 가능하게 해  
안전사고를 예방할 수 있도록 하는  
비상통화장치임. 이 비상통화장치는

통화 시 일정 수준 이상의 통화 품질  
을 확보할 수 있는 Echo Cancel 및  
Digital Switching 기술 개발 등이 관  
건이었음.

》 사실상 국제 표준인  
**사업화  
내용** EN Code 중에서 엘리  
베이터 비상통화장치  
에 해당하는 EN81-28과 EN81-70  
등을 만족하는 제품 개발.

》 국내 승강기 Code에  
**사업화시  
문제 및 해결** 는 비상통화장치에 대  
한 기능 및 성능, 신뢰

성에 대한 명확한 기준이 없음. 이번  
에 개발한 제품(eP-200)은 사실상  
의 국제 표준인 EN81-28에 규정된  
기능, 성능(통화 음질 등)을 만족했  
고, 국내 비상통화장치 인증기준(표  
준) 마련을 위한 기반 조성에 기여했  
음. 이렇게 개발된 기술을 활용하기  
위해서는 국내 비상통화장치 업체  
전체가 EN81-28을 적용해 제품을  
상향표준화하거나, 이러한 내용이  
제도화됨으로써 업체 간 선의의 기  
술 경쟁을 통한 산업 발전이 가능함.  
현재는 제도화 진행 단계임.

》 (주)에이치피엔알티 /  
**연구  
개발기관** 031-420-4535 /  
www.hpnr.com.kr  
한국승강기대 / 055-949-2220 /  
www.klc.ac.kr

》 (주)에이치피엔알티 송  
**참여  
연구진** 종태, 김경걸, 홍봉조,  
이주연, 김나라, 한국  
승강기대 김창일, 김영수, 이상훈 외



승강기 비상통화장치 본체



승강기 비상통화장치 폰박스(카내 설치)

# 800MeV 출력의 가속기용 RF PAD & PAC System

이달의 사업화 성공 기술 전기 · 전자 부문

(주)모비스\_투자자연계형기술개발사업

## 기술의 핵심

RF 신호의 분석 및 제어 기술, FPGA를 활용한 DSP 처리 기술, EPICS를 활용한 제어 기술.

» 국내 유일의 방사광 가속기인 포항 방사광 가속기는 1990년대만 들어서 재료 분석 분야, 신물질 개발 분야, 소자 연구 분야, 신약 개발 분야 등에서 수많은 분석과 이를 통한 논문을 생성함. 이러한 가속기의 성능을 극대화하기 위해 반드시 필요한 핵심 기술인 PAD(또는 LLRF)는 입자를 가속하기 위한 RF의 위상 및 진폭을 정밀 제어하는 기술로, 100femto 이하의 Jitter 특성 유지를 위한 Clock 제어 기술, FPGA를 활용한 AD · DA 및 DSP Algorithm 구

현 기술, EPICS를 활용한 제어 기술 등으로 이루어짐. 빛의 속도로 이동하는 가속될 입자의 이동 위치와 정확히 동기를 맞추기 위해 RF의 위상을 정밀 제어하며, 가속입자군의 질을 균일하게 유지하기 위해 RF의 진폭을 정밀하게 제어하는 것이 본 과제인 핵심 기술임. 또한 거대한 가속기에 수십 대의 PAD뿐만 아니라 함께 존재하는 수많은 제어 장치와의 연동 제어를 위한 핵심 제어 기술인 EPICS의 적용은 가속기와 같은 거대 시설물의 제어 시스템으로 최적의 솔루션임.

» 본 기술의 1차 사업목표는 포항 4세대 방사광 가속기에서의 적용이었으며, 개발 단계부터 PAL 연구진과 공동연구를 통해 구현 기술을 확정했고 다양한 시험 환경에서 충분한 사전 시험을 거쳤으며, 현재 포항에 구축된 4세대 방사광 가속기의 핵심 부품으로 납품돼 설치 운용 중임. 더

불어 현재 대전 중이온 가속기의 LLRF 시스템 적용을 위한 사업화 과정에 집중하고 있으며, 일부 의료용 가속기의 LLRF 시스템으로 납품돼 운용 중임. 이외에도 해외 거래선 확보를 위해 중국 및 일본 등에 구축 중인 가속기에의 적용 가능성을 검토하는 등 해외 마케팅을 준비하고 있음.

## 사업화시 문제 및 해결

» 가속기의 성능을 좌우하는 핵심 기술인 LLRF 제어 기술은 가속기를 보유한 국가의 기술적 자존심을 상징하는 것으로, (주)모비스와 포항 가속기 연구소가 막대한 노력을 들여 확보한 기술임. 하지만 이렇게 개발된 기술임에도 국내의 거대 가속기뿐으로, 사업화 관점에서는 제한적 시장 상황이 사업화의 최대 걸림돌임. 이를 타개하고자 중국, 일본, 인도 등에 짓고 있는 해외 가속기 시장으로의 진출을 모색해 사업화가 성공할 수 있도록 지속적으로 노력 중임.

## 연구 개발기관

» (주)모비스 / 031-8018-8484 / www.mobis.com  
포항공과대 산학협력단 / 054-279-1126 / pal.postech.ac.kr

## 참여 연구진

» (주)모비스 이의재, 김옥재, 강성진, 이형섭, 김종민, 포항공과대 강흥식, 황운하, 이월우, 허진열 외



# GaN, SiC 파워 디바이스용 열전도율 500W/m.K급 Al-Dia.복합소재의 방열 패키지

이달의 사업화 성공 기술 전기·전자 부문  
 (주)코스텍시스\_투자자연계형기술개발사업

**기술의 핵심** 열전도율과 방열 성능이 우수한 복합소재 기술 확보.

» 통신용 RF 패키지의 방열소재는 열전도율 200W/m.K 수준의 CuW, CuMo 등과 열전도율 300W/m.K 수준의 CPC(Cu·CuMo·Cu복합소재), CMC(Cu·Mo·Cu복합소재) 등을 사용해 RF 패키지가 주로 생산되고 있음. 하지만 5G 통신의 GaN Device는 High Power, High Frequency, 고집적화에 따라 방열 성능이 우수한 방열소재 필요성이 크게 대두되고 있음. 이에 본 연구과제를 통해 다이아몬드가 가지는 높은 열전도율과 금속이 가지는 큰 열팽창

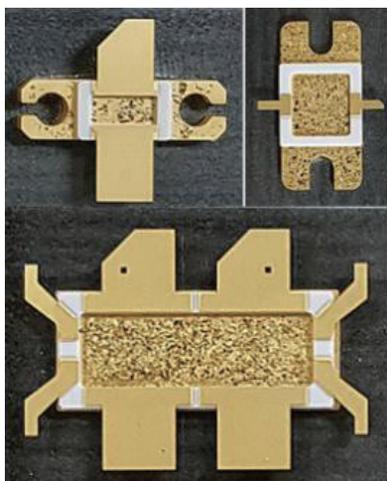
율을 조합해 고방열 복합소재이면서 열팽창계수가 반도체 소자에 가까운 금속 다이아몬드 복합소재 기술을 확보함. 또한 이를 기반으로 최적의 RF 파워디바이스용 패키지를 개발해 국내외 시장을 확대하고 있음.

» 본 개발 기술을 적용해 이동통신 및 군사용 고방열 RF 패키지를 우수한 품질로 국산화 성공함으로써 국내 및 해외 다수의 기업으로부터 수주와 납품이 지속적으로 확대 예상되고 있음.

» 사업화시 문제및해결 GaN 파워디바이스의 용도와 특성에 따라 다양한 소재의 고방열 패키지가 요구되고 있어 본 기술 개발을 기반으로 고방열 소재의 생산 시설 투자를 완료하고 수요자 맞춤형 공급을 추진하고 있음.

» 연구개발기관 (주)코스텍시스 / 032-821-0162 / www.kostec.net  
 연세대 산학협력단 / 02-1599-1885 / www.yonsei.ac.kr  
 RFHIC(주) / 031-8069-3000 / http://rfhic.com

» 참여연구진 (주)코스텍시스 한규진, 허만인, 이광호, 연세대 신무환, 최종화, 정상민, RFHIC(주) 박찬영, 이준영 외



GaN Tr 패키지



Hermetic Type GaN Tr 패키지

# 2018 산업기술진흥 유공 및 대한민국 기술대상

산업통상자원부는 대한민국 최고 권위 기술상인 '2018 산업기술진흥 유공 및 대한민국 기술대상'을 빛낼 자랑스러운 기술과 기술인 발굴을 위해 신청서를 접수한다.

## 4차 산업혁명 시대 대한민국 최고 기술

'대한민국 기술대상'은 우리나라 산업기술의 우수성을 널리 알리고 산업기술인이 우대받는 국민적 공감대를 형성하기 위한 정부포상(시상)이다. 포상은 산업기술 진흥에 공이 큰 기술인에게 포상하는 '산업기술진흥 유공' 부문과 우수 신기술·신제품 개발에 공헌한 기업·기관에 시상하는 '기술대상' 부문으로 나뉜다. 특히 지난해부터 별도로 시상해 온 '신기술 실용화 진흥 유공' 부문을 산업기술진흥 유공 부문에 통합해 수여하고 있다.

산업기술진흥 유공은 첨단·혁신 기술 개발과 기술혁신 기반 조성, 산학 협력 촉진, 신기술 실용화 등을 위해 헌신한 기술인(기관)에게 산업훈장, 산업포장, 대통령표창, 국무총리표창, 산업통상자원부장관 표창을 수여한다. 기술대상은 기술적 성과가 뛰어나고 국내 산업에 파급효과가 큰 우수 신기술·제품을 개발한 기업·기관에 대통령상, 국무총리상, 산업통상자원부장관상을 수여한다.

## 신청서 6월 11일까지

신청대상 분야는 자동차, 항공, 반도체, 정보기술(IT), 기계, 소재, 에너지 효율 향상, 신재생에너지 등 모든 기술 영역이며, 신청 마감일 전까지 상용화에 성공한 기술이다. 신청서 접수기간은 6월 11일까지다. 신청서는 산업통상자원부([www.motie.go.kr](http://www.motie.go.kr)), 국가기술표준원([www.kats.go.kr](http://www.kats.go.kr)), 한국산업기술평가관리원([www.keit.re.kr](http://www.keit.re.kr)), 한국산업기술진흥원([www.kiat.or.kr](http://www.kiat.or.kr)), 대한민국 상훈([www.sanghun.go.kr](http://www.sanghun.go.kr)) 누리집에서 내려받아 작성하면 된다. 작성한 신청서는 산업기술진흥과 기술대상 부문은 한국산업기술평가관리원(042-712-9230), 한국산업기술진흥원(02-6009-4311)에, 신기술 실용화 부문은 한국신제품인증협회(031-8064-1370), 한국산업기술진흥협회(02-3460-9022), 자원순환산업진흥협회(02-3409-4370)에 제출하면 된다.

신청서가 접수되면 분야별 전문가로 평가위원회를 구성해 요건심사, 서면평가, 공개 검증, 기술이 구현된 현장평가 및 기술 개발자의 발표평가 등 엄정한 심사를 거쳐 포상 대상 후보자를 결정한다. 포상 및 시상은 11월 '2018년 대한민국 산업기술 R&D대전'에서 할 예정이며, 선정된 기술은 기술 개발 스토리와 함께 대한민국 대표 기술로 홍보·전시해 산업기술에 대한 국민의 관심도를 높일 계획이다.

## 2018 산업기술진흥 유공 및 대한민국 기술대상 포상신청 공고

산업통상자원부 공고 제2018-253호

### 1 신청(추천)자격

포상 부문		신청자격	
산업 기술 진흥	기술 개발	첨단·혁신기술 개발에 공이 큰 자 ※수공기간 최소 5년 이상, 소속 기업(기관), 관련 기관(학회·협회) 등의 추천을 받은 자	
	기술 진흥	기술혁신 기반 조성, 기술교육 수행 및 여건 개선, 산학 협력 촉진 등 산업기술 진흥에 기여한 자 ※수공기간 최소 5년 이상, 소속 기업(기관), 관련 기관(학회·협회) 등의 추천을 받은 자	
	기술 사업화	기술사업화 정책 수립 지원, 국내외 기술 이전·거래, 이전 기술을 활용한 사업화 등을 통해 매출 및 고용 증대에 크게 기여한 자 ※수공기간 최소 5년 이상, 소속 기업(기관), 관련 기관(학회·협회) 등의 추천을 받은 자	
유공	신기술 실용화 진흥 부문	실용화	신기술 제품 인증을 통해 신기술 제품 개발, 사업화·실용화에 기여한 자(대표, 임직원 등) ※신기술(NET), 신제품(NEP), 우수재활용제품(GR) 인증 신기술 제품 인증 기업 중 신기술 제품 개발, 사업화·실용화에 기여한 기업
		판로 지원	신기술 제품 인증 제품의 수요 창출, 시장 개척에 기여한 기관(기업)·공로자, 우선구매 공공기관, 공공구매 촉진에 기여한 공공구매 책임자
대한민국 기술대상		기술적 성과가 뛰어나고 국내 산업에 파급효과가 큰 우수 신기술·제품을 개발한 기업, 연구소, 대학 등 ※국내에서 개발 완료돼 신청 마감일 전까지 상용화에 성공한 기술	

### 2 포상규모

2018년 정부포상 규모·훈격은 행정안전부와 협의를 통해 결정

포상 부문	훈(상)격	2017년 실적
산업기술진흥 유공	훈장	3점
	포장	3점
	대통령표창	11점
	국무총리표창	12점
	산업통상자원부장관표창	53점
	소 계	82점
대한민국 기술대상	대통령상	2점
	국무총리상	4점
	산업통상자원부장관상	10점
	소 계	16점

※대한민국 기술대상 중 대통령상과 국무총리상 각 1점은 '이달의 산업기술상' 수상 기술 중에서 별도로 선정

### 3 평가기준 및 선정절차

#### ■ 주요 평가기준

포상 부문	평가기준	
산업기술진흥 유공	기술 개발	수공기간, 기술의 독창성·난이도, 산업경쟁력 강화 등
	기술 진흥	수공기간, 기술 진흥성과, 제도 개선, 정부 정책 부합 등
	기술 사업화	수공기간, 정책 수립 지원 또는 국내외 기술 이전·사업화 실적, 사업화를 위한 투자유치 노력, 파급 효과 등
	신기술 실용화	수공기간, 실용화 기술의 독창성·난이도, 수요 창출 및 시장 개척 기여도 등
대한민국 기술대상	- 기술 독창성, 난이도, 확장성, 산업재산권 등 - 기술 개발 역량(R&D 체계), 사업화(기반 구축, 사업성 등) 등	

■ 선정절차

공고	신청접수 (5월 9일~6월 11일)	■ 산업통상자원부, 국가기술표준원, 대한민국상훈, 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원 홈페이지에서 신청서 양식 내려받기
평가 진행	공개 검증·요건 확인 (6월)	■ 포상 신청자 공개 검증(15일 이상) ■ 요건 1차 확인(수공기간, 범죄 경력, 산업재해, 공정거래, 임금 체불, 세금 체납, 사회적 물의 등) ※2018년도 정부포상업무지침(행정안전부)
	포상심의위원회 심사·추천 (6~7월)	■ 관련단체 주관 포상심의위원회 구성 ■ 포상신청자 요건·서면심사, 전문가심사, 현장 확인 ■ 기술대상은 발표 및 질의응답 평가 시행
	공개 검증·요건 확인(8월)	■ 포상 추천 후보자 공개 검증(15일 이상) ■ 요건 2차 확인(수공기간, 범죄 경력, 산업재해, 공정거래, 임금 체불, 세금 체납, 사회적 물의 등)
	공적심의회 심의 (8~9월)	■ 산업부 공적심의회 의 유공자 포상 추천 후보자, 훈격 심의 ■ 기술대상 시상 후보자 상격 심의
	행정안전부 확정(10월)	■ 행정안전부 심의·확정(훈·포장, 대통령·국무총리표창)
시상	시상식(11월)	■ 산업기술혁신 주간에 개최하는 '대한민국 기술대상' '신기술실용화 촉진대회'에서 시상

④ 신청 및 접수방법

■ 신청기간

○ 2018년 5월 9일(수)~6월 11일(월) 18:00까지

■ 신청서류

○ 신청양식은 관련 기관 홈페이지에서 내려받아 작성

※ 산업통상자원부(www.motie.go.kr), 한국산업기술평가관리원(www.keit.re.kr), 국가기술표준원(www.kats.go.kr),

한국산업기술진흥원(www.kiat.or.kr) 홈페이지

※ 한국신제품인증협회(www.knep.or.kr), 한국산업기술진흥협회(www.koita.or.kr), 자원순환산업진흥협회(www.ripa.or.kr) 홈페이지

※ 대한민국 상훈(www.sanghun.go.kr) 홈페이지

제출 서류	서식	수량	비고
1. 신청서	별첨	인쇄물 1부 파일 1부	부문별 해당 신청서 인쇄물 파일(USB 또는 CD에 수록 제출)
2. 서약서 등	별첨	각 1부	부문별 서약서, 동의서, 추천서 등
3. 사업자등록증 사본	-	1부	
4. 기타 증빙자료	-	1부	

■ 접수방법

○ 신청서와 구비서류를 갖춰 신청기간 내에 아래 접수처로 우편(6월 11일 소인분 유효) 또는 방문 접수(6월 11일 18:00까지)

산업기술진흥 부문	기술개발 기술진흥	35262, 대전광역시 서구 문정로 48번길 48(탄방동 647) 한국산업기술평가관리원 성과확산팀(042-712-9230) ※우편 접수 시 제출 파일은 반드시 이메일(keitech@keit.re.kr)로 송부
	기술 사업화	06152, 서울특별시 강남구 테헤란로 305, 한국기술센터 6층 한국산업기술진흥원 사업화기획팀(02-6009-4311) ※우편 접수 시 제출 파일은 반드시 이메일(smh0805@kiat.or.kr)로 송부
신기술 실용화 부문 (실용화, 판로 지원)	○ 인증별로 해당 협회에 문의 및 접수 ※우편 접수 시 제출 파일은 반드시 이메일(knep1@knep.or.kr)로 송부  (사)한국신제품인증협회 경영기획본부 : 판로 지원 유공자(기관) 16506, 경기도 수원시 영통구 광고로 156 광고비즈니스센터 510호 (031-8064-1370~1) (사)한국산업기술진흥협회 시상인증단 : 신기술(NET) 관련 유공자, 신기술(NET) 관련 유공자 06744, 서울특별시 서초구 바우뫼로 37길 37, 산기협회관 3층 시상인증단(02-3460-9022~4) (사)자원순환산업진흥협회(RIPA) : 우수재활용제품(GR) 관련 유공자 15588, 경기도 안산시 상록구 해안로 705, 경기테크노파크 RIT센터 702호(02-3409-4370)	

■ 접수방법

대한민국 기술대상	35262, 대전광역시 서구 문정로 48번길 48(탄방동 647) 한국산업기술평가관리원 성과확산팀(042-712-9212) ※우편 접수 시 제출파일은 반드시 이메일(ktech@keit.re.kr)로 송부
--------------	---

※구비서류 미비 시에는 신청서를 접수하지 않음

⑤ 포상기준 및 추천제한

포상기준	<p><b>1) 수공기간</b> ○훈장은 15년 이상, 포장은 10년 이상, 표창은 5년 이상 해당 분야에서 공적을 쌓은 자(표창의 경우 단체 포함)에게 수여함</p> <p><b>2) 재포상 금지기간 : 수여일로부터 추천일 기준</b> ○부포상을 받은 자가 다시 정부포상을 받기 위해서는 이미 받은 포상의 훈격에 관계없이 훈장은 7년 이상, 포장은 5년 이상, 표창은 3년 이상 해당 분야에서 새로운 공적을 쌓아야 함 ※다만, 정부 시상은 재포상 금지기간 기준을 적용하지 않음 ○단체표창을 받은 단체는 3년 이내에는 동일 분야 공적으로 다시 단체표창을 받을 수 없음 ○훈장을 받은 자는 그 훈장과 동일한 종류의 동급 및 하위 등급의 훈장이나 동일한 종류의 포장을 다시 받을 수 없음 ○포장을 받은 자는 그 포장과 동일한 종류의 포장을 다시 받을 수 없음</p> <p><b>3) 정부포상 추천 시 기준일</b> ○‘상훈법’ 제5조 또는 ‘정부표창규정’ 제6조에 의한 추천권자가 행정안전부에 추천하는 날을 기준으로 함</p>
추천제한	<p><b>[일반국민 포상]</b></p> <p><b>1) 수사 중이거나 형사사건으로 기소 중인 자</b> ○수사 중이거나 기소돼 형사재판에 계류 중인 자 ○사형, 무기 또는 3년 이상의 징역이나 금고의 형을 받은 자 ○3년 미만의 징역이나 금고의 실형을 선고받고 그 집행이 종료된 후 5년이 경과하지 아니한 자 ○3년 미만의 징역이나 금고의 실형을 선고받고 그 집행을 받지 아니하기로 확정된 후 5년이 경과하지 아니한 자 ○3년 미만의 징역이나 금고의 형의 집행유예를 받은 경우, 그 집행유예의 기간이 완료된 날로부터 2년을 경과하지 아니한 자 ○1년 이하의 징역이나 금고의 형의 선고유예를 받은 경우, 선고유예 기간 중인 자 ○포상추천일 전 3년 이내에 2회 이상의 벌금형 처분을 받은 자 ○포상추천일 전 3년 이내에 1회 벌금액이 200만 원 이상의 벌금형 처분을 받은 자</p> <p><b>2) ‘상훈법’ 제8조 및 ‘정부표창규정’ 제19조 등에 따라 정부포상이 취소된 적이 있는 자</b></p> <p><b>3) ‘산업안전보건법’에 따라 산업재해 등과 관련해 명단이 공표된 사업장과 그 임원 등</b> ○최근 3년간 ‘산업안전보건법’ 제9조의 2, 같은 법 시행령 제8조의 4 및 같은 법 시행규칙 제3조의 3의 규정에 따라 그 명단이 공표된 사업장 및 그 임원에 대해서는 포상 추천을 제한함 ○‘임원’이라 함은 이사, 대표이사, 감사, 공장장, 현장소장 등 사업장 경영에 책임 있는 자를 말함 ※당해 사업장의 등기임원(사외이사 제외)과 미등기 임원이라도 직제상 당해 사업장을 관장하고 있을 경우에는 추천 제한 - ‘사업장 등기부등본’ ‘금융감독원 전자공시시스템’(http://dart.fss.or.kr, 회사별 검색 - 사업보고서 - 임원 및 직원 등에 관한 사항)을 통해 확인 ※감사(위원)는 등기 유무를 불문하고 추천대상에서 제외 ※현장 경영책임자는 공장장, 현장소장 등 명칭 불문하고 추천 제외 ○다만, 사업장 또는 임원 등이 그 위반행위를 방지하기 위해 해당 업무에 관한 상당한 주의와 감독을 게을리하지 아니한 경우로 고용노동부가 인정하는 때에는 추천할 수 있음</p> <p><b>4) ‘공정거래관련법’ 위반 법인 및 그 임원</b> ○최근 3년 이내 3회 이상 고발 또는 과징금 처분을 받은 법인(단체 포함) 및 그 대표자와 책임 있는 임원은 추천을 제한함 ※과징금과 고발을 동시에 받은 경우(동일 사건번호)는 1회로 처리 ○최근 1년 이내 3회 이상 시정명령 처분을 받은 법인(단체 포함) 및 그 대표자와 책임 있는 임원은 추천을 제한함 ○다만, 상기의 경우에도 법인 또는 임원이 그 위반행위를 방지하기 위해 해당 업무에 관한 상당한 주의와 감독을 게을리하지 아니한 경우로 공정거래위원회가 인정하는 때에는 추천할 수 있음</p>

추천제한

5) '근로기준법'에 의해 임금 체불과 관련하여 명단 공개 또는 종합신용정보집중기관(한국신용정보원)에 자료 제공이 된 체불사업주(기관장)

○최근 3년간 '근로기준법' 제43조의 2, 같은 법 시행령 제23조의 2에 따른 체불사업주로서 명단이 공개된 자  
○최근 3년간 '근로기준법' 제43조의 3, 같은 법 시행령 제23조의 4에 따른 체불사업주로서

종합신용정보집중기관(한국신용정보원)에 체불자료가 제공된 자

※포상추천일 이전 체불사건이 권리구제로 취하 또는 체불 임금을 청산한 경우 추천 가능

6) '국세기본법' 제85조의 5, '관세법' 제116조의 2 또는 '지방세징수법' 제11조에 따라 고액·상습 체납 등으로 명단이 공개 중인 자

※(국세) 체납 발생일부터 1년이 지난 국세가 3억 원 이상인 체납자의 인적사항, 체납액 등 공개

※(관세) 체납 발생일부터 1년이 지난 관세 및 내국세 등이 3억 원 이상인 체납자에 대하여는 그 인적사항과 체납액 등 공개

※(지방세) 체납 발생일부터 1년이 지난 지방세가 1000만 원 이상인 경우 인적사항 및 체납액 등 공개

7) '공무원 징계령 시행규칙' 제4조제 2항(징계를 감경할 수 없는 경우)에 해당하는 자

○'국가공무원법' 제83조의 2 제1항에 따른 징계 사유의 시효가 5년인 비위

○'성폭력범죄의 처벌 등에 관한 특례법' 제2조에 따른 성폭력범죄

○'성매매알선 등 행위의 처벌에 관한 법률' 제2조 제1항 제1호에 따른 성매매

○'국가인권위원회법' 제2조 제3호 라목에 따른 성희롱

○'도로교통법' 제44조 제1항에 따른 음주운전 또는 같은 조 제2항에 따른 음주 측정에 대한 불응

○'공직자윤리법' 제8조의 2 제1항 또는 제22조에 따른 등록의무자에 대한 재산등록 및 주식의

매각·신탁과 관련한 의무 위반

8) 사회적으로 지탄을 받는 행위에 해당하는 자 등

○도박, 불륜, 사기, 강·절도, 상해 등 부도덕한 행위 등으로 사회적 물의를 야기하여 형사처분(선고유예 포함)의 판결문, 징계사유서 등의 해당 내용이 주요 사유로 기재돼 있는 경우 사회적 지탄을 받는 행위를 한 것으로 판단

9) 그 밖에 '상훈법'(정부포상업무지침 포함)상 결격사유가 없는 자

※자세한 내용은 '2018년도 정부포상업무지침(행정안전부) 참조

#### [단체표창]

○3년 이내에 단체표창을 받은 분야와 동일한 분야의 공적으로 추천되는 경우

○'정부표창규정' 제19조에 따라 대통령 또는 국무총리표창이 취소된 적이 있는 단체

○최근 3년 이내 '산업안전보건법'에 따라 명단이 공표된 사업장, '공정거래관련법' 위반으로 고발·과징금 처분이나 시정명령을 받은 단체 또는 '근로기준법'에 따라 명단이 공개되거나 종합신용정보집중기관에 자료가 제공된 체불사업장

※각각의 포상 추천 제한 세부 기준은 일반국민포상 추천 제한 기준과 동일

○'국세기본법' 제85조의 5, '관세법' 제116조의 2 또는 '지방세징수법' 제11조에 따라 고액·상습 체납 등으로 명단이 공개 중인 단체

※포상 추천 제한 세부 기준은 일반국민포상 추천 제한 기준과 동일

○수사 중이거나 부도덕한 행위 등으로 사회적 물의를 야기한 경우 또는 언론 보도, 소송·민원 제기 등의 논란이 있어 정부포상이 합당치 않다고 판단되는 단체

#### ⑥ 기타 사항

○'개인정보보호법' 제15조에 따라 포상 신청 시 '정부포상에 대한 동의서' 및 기타 관련 증빙자료 등을 빠짐없이 제출하여야 함

○수상기업 및 기술에 대하여는 대외(공공) 홍보 지원

- 산업방송(채널), 한국산업기술평가관리원 소식지 등을 통해 수상기업과 기술인의 기술 개발 스토리 소개(별도 비용 부담 없음)

- 산업유물의 후대 전수, 소개 등을 위해 수상 제품의 기증에 동의한 경우 기증 수용

○신청 및 평가 과정에서 별도의 비용 부담 없음

※기타 서류는 정부 및 전담기관 홈페이지에서 내려받아 활용하기 바랍니다.



# 기술강국코리아를 향한 R&D지원 글로벌 리더 *Keit*

R&D 골든타임을 찾다! **기획**

**평가** R&D 가치를 높이다!

**관리** R&D 성과를 창출하다!

*Keit*

한국산업기술평가관리원  
Korea Evaluation Institute of Industrial Technology

청렴 R&D 우리의 미래입니다

www.keit.re.kr

# 하지 기능 회복 및 보조를 위한 스마트 근골격 인공대체기기 기술 개발

선천성 또는 혈관성 질환과 교통, 산재 등 사고에 의한 절단으로 상실된 다리의 기능을 대체하는 기존 의지는 단순히 평지 보행은 가능하나 경사로, 계단, 산행 등과 같은 다양한 보행환경에서의 사용은 매우 제한적이다. 이런 단점을 보완하기 위해 다양한 보행환경을 인지하고 사용자의 보행 의도를 실시간 파악해 최적의 보행 적응 제어를 가능하게 하는 ‘스마트 파워렉’ 기술 개발이 필요하다. 스마트 파워렉은 장애인의 취업이나 사회활동 등 현장 참여를 확대할 수 있으며, 등산이나 스포츠 등 여가활동을 제한 없이 할 수 있어 삶의 질을 획기적으로 개선시켜 준다.

## 개발이 필요한 이유

국내 재활 로봇 시장은 2014년 약 76억 원에서 2020년 약 652억 원 규모가 될 것으로 전망된다. 국내 재활 로봇 시장은 아직 산정이 될 정도의 규모는 아니나 2013년부터 착용기기 관련 시장이 생성되고 있다. 대학병원 및 재활기관에 도입된 시스템을 기준으로 재활기기 시장을 추산해 보면 연평균 43.1%의 성장이 예상돼 가까운 시일 내 시장이 기하급수적으로 커질 것으로 추정된다.

세계 재활 로봇 시장은 2014년 4000만 달러에서 연평균 86.1%씩 성장해 2020년

에는 18억 달러 시장으로 성장할 것으로 전망된다. IBM의 산하 연구소 윈터그린 리서치는 재활 로봇 시장전망보고서 (Rehabilitation Robots, Active Prostheses, and Exoskeletons – market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2014 to 2020)에서 2011년도 재활 로봇 시장 규모가 2020년까지 지금보다 42배 성장할 것으로 발표한 바 있다.

한편, 국내 재활 로봇 제조 생태계는 고가의 고성능 외산 제품에 비해 경쟁력이 떨어져 시장점유율이 낮고 개발 비용이 높아 가격 경쟁력이 상실된 데다 시스템 개

발 및 유지보수 시 기술 지원이 미흡한 실정이다. 따라서 국내 시장은 병원 중심의 공적보험수가 시장 구조를 가지고 있어 수가화를 통해 시장 규모의 확대를 도모하고 생태계 활성화를 지원할 필요가 있다. 이에 대중적인 시장 활성화 및 산업 생태계 조성을 위해 국내 중소 제조기업과 관련 전문가들이 다양한 환자에게 맞출 수 있는 시스템 개발에 집중하고 공통 핵심 요소 기술과 고품질·중저가의 스마트 의족 시장을 개척할 수 있는 플랫폼 개발이 필요한 상황이다.



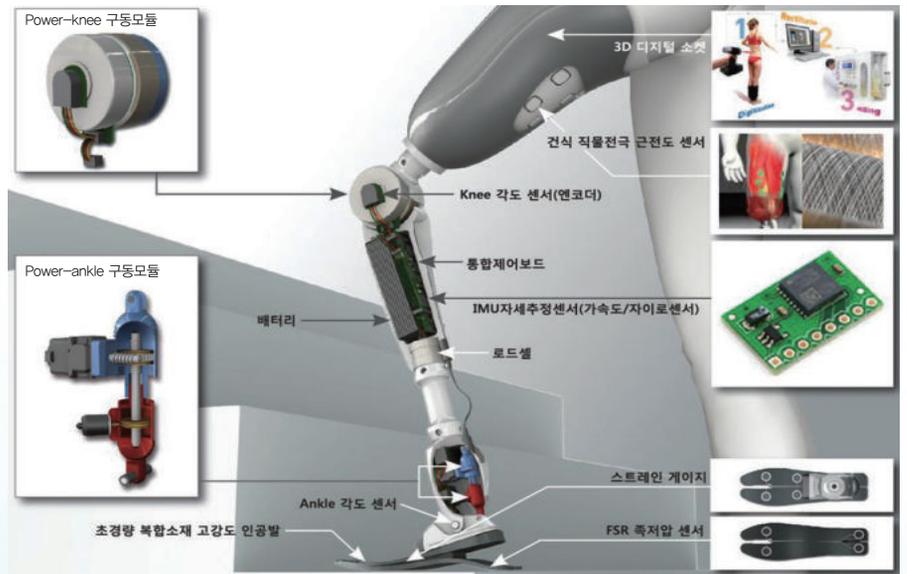
〈그림 1〉 국내 재활 로봇 시장 규모 및 전망  
출처 : Winter Green Research, 2014년



〈그림 2〉 세계 재활 로봇 시장 규모 및 전망  
출처 : Winter Green Research, 2014년

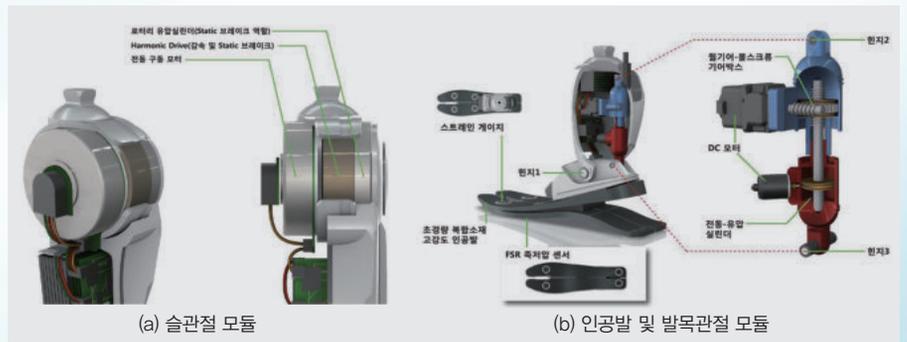
**핵심 기술 및 주요 연구내용**

스마트 파워렉은 직물 근전도센서를 이용해 잔존 근육의 생체신호를 감지한 후 생체신호 패턴 분석을 통한 정확한 보행 의도를 파악하고, 자이로나 힘센서와 같은 역학 센서를 이용한 보행환경을 파악해 스마트 파워렉에 제공함으로써 최적의 보행 노면 적응 제어를 수행한다.



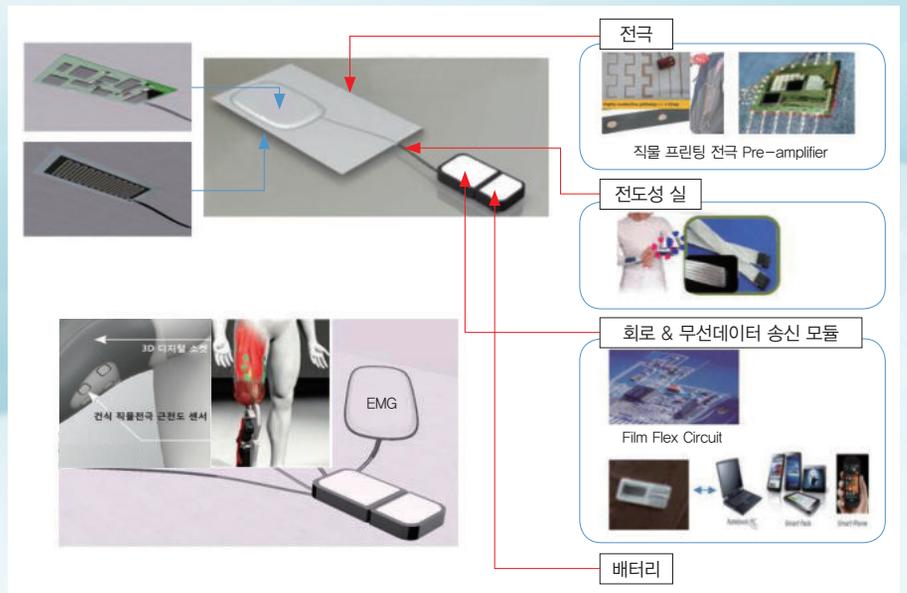
〈그림 3〉 가상현실시스템 구성도

이를 위한 주요 연구내용으로 우선, 에너지 효율화를 위한 전동·유압 Hybrid 관절 구동장치 설계를 꼽을 수 있다. 전동·유압 Hybrid 관절 구동장치 기술의 핵심은 에너지 소비 최소화, 경량화를 달성하기 위해 보행 시 발생하는 운동에너지를 최대한 활용할 수 있는 저에너지 구조의 전동·유압 Hybrid 구동장치를 개발하는 것이다.



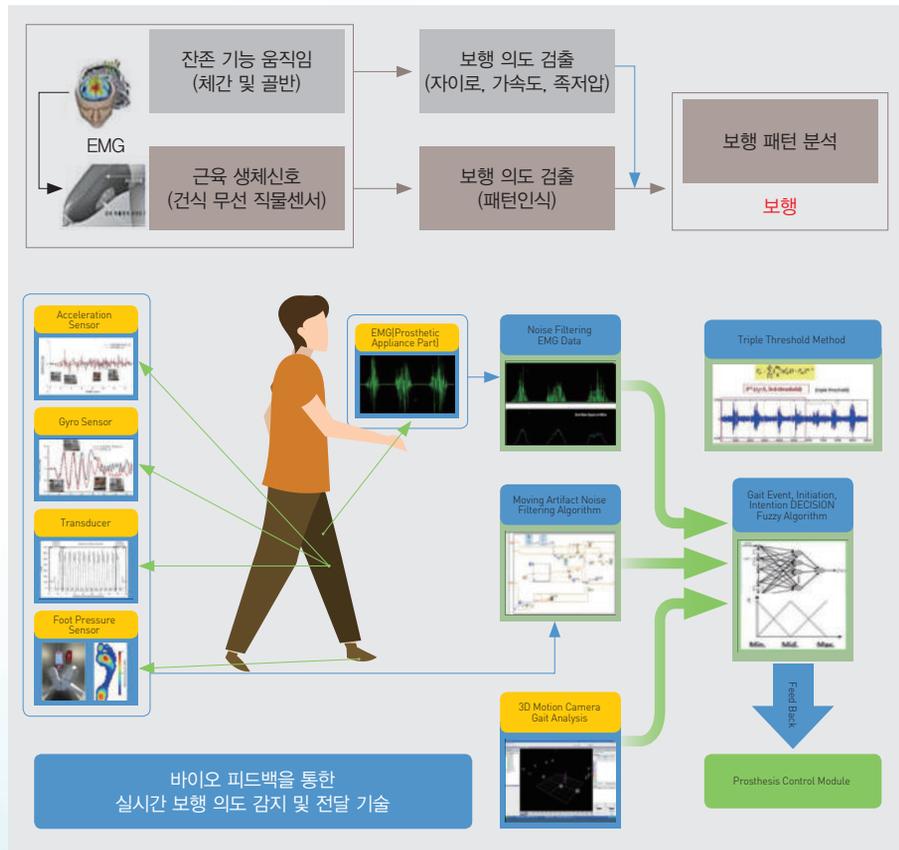
〈그림 4〉 하이브리드관절장치

다음으로 무구속·무자각 건식 무선 직물 근전도 센서에 의한 생체신호 측정으로, 스마트 파워렉의 상용화는 다자유도 관절 제어를 위한 사용자 의도를 무구속, 무자각으로 정확히 인식하는 미침습 건식 직물 생체신호 센서 및 신호처리시스템, 무선 송수신 데이터 전송 기술의 개발이 필수적이다.



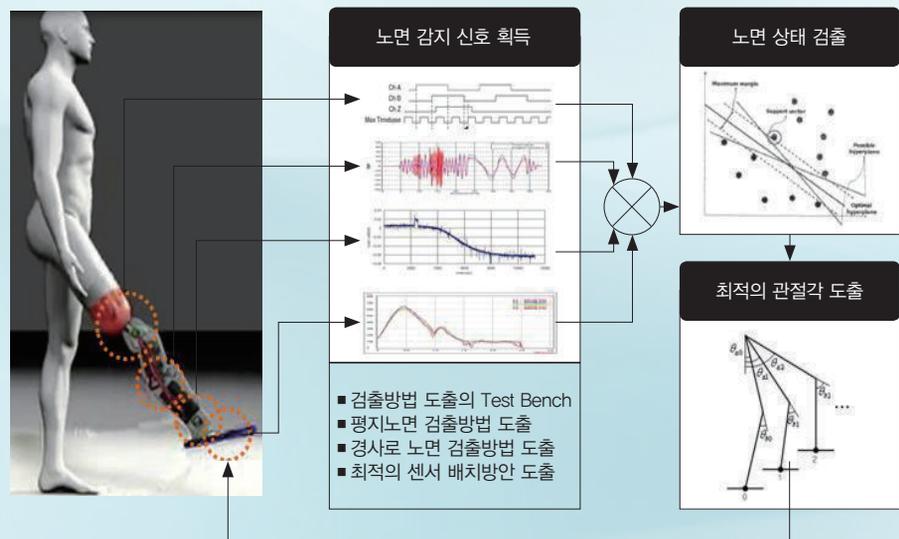
〈그림 5〉 직물 생체신호 측정시스템

더불어 바이오피드백 보행 의도 감지 기술로, 보행 의도 감지의 핵심은 인체 · 기계 상호작용에 의해 생성되는 생체신호인 CHO(cognitive Human-orthosis Interaction)를 측정하고, 이를 이용해 정교한 제어를 요구하는 파워렉 시스템을 제어하기 위한 센서 인터페이스를 개발하는 것이 핵심이다.



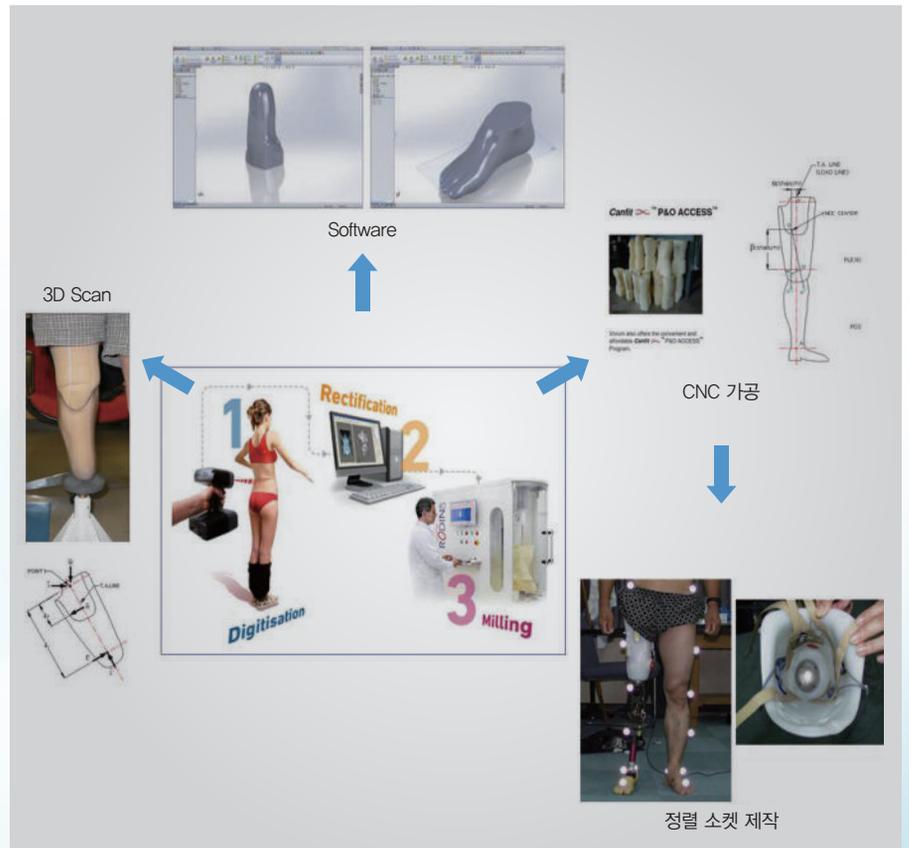
〈그림 6〉 바이오 피드백 보행 의도 감지

또한 보행 노면 적응 제어 기술로, 보행 노면 상태 검출은 지면 반발력 검출을 위한 압력센서, 노면 경사 검출을 위한 관성센서 등을 활용해 유추하며, 보행 노면 적응 제어 기술의 핵심은 보행 노면 상태와 신체 무게중심 그리고 현재 관절의 부하량을 바탕으로 최적의 무릎 · 발목관절 각도를 추정 및 제어하는 것이다.



〈그림 7〉 보행 노면 적응 제어 핵심 기술도

이외에 소재 및 MMI 기술로, 3차원 디지털 소켓 제작 기술은 MMI(Man Machine Interface)의 핵심으로 보행 시 착용자 피부와 소켓 사이의 균등 압력분포 조성, 생체신호의 정확한 계측을 위한 피부와 소켓의 형상 일치화, 온도, 습도 유지 및 항균조건 조절, 초경량 신소재 적용으로 경량화를 실현하는 것이다. 3D 디지털 소켓 제작시스템은 환부형상정보를 디지털화하는 3D 스캐너, 형상모델을 편집하는 형상모델링 소프트웨어, 제작데이터를 생성하는 CAM 소프트웨어, 소켓 전용 3D프린터로 구성된다.



(그림 8) 3D 디지털 소켓 제작시스템을 이용한 MMI 소켓 제작 및 검증

## 기대 및 파급효과

국내 재활 로봇산업의 핵심 요소 기술은 해외 의존도가 높는데, 이러한 해외 의존도를 해소하는 기술 자립과 가격 경쟁력 강화를 기대할 수 있다. 이와 관련해 스마트 재활 로봇 구현의 핵심 분야인 하이브리드 관절구동 액추에이터 설계, 보행 의도 파악, 직물 생체신호센서, 보행 노면 적응 제어 등 외산 의존도가 높은 요소 기술의 국산화를 추진한다. 국내 재활공학연구소와 참여 기업의 다양한 개발 경험과 경쟁력 있는 요소 기술, 그리고 창의적인 아이디어를 결합해 해외 보험 시장 개척

이 가능하다.

또한 국내 공적보험 시장의 요양수가를 이용해 국내 중소기업의 신규 시장 진입 용이 및 경쟁력 강화가 기대된다. 국산화를 통한 신규 시장 창출로 직물센서, 하이브리드 관절 설계 기술, 고성능 인공발의 개발 등을 보험수가화해 이를 개발하고 생산하는 중소기업의 인큐베이터 역할을 수행한다. 더불어 재활 로봇 의료산업을 육성해 스마트 의족 시장 확대에 따른 고용 창출 효과를 올릴 수 있다. 국내 재활 로봇 시장의 총 잠재력은 6000만 달러(2022년 기준)로 추정되며, 재활 로봇산업 분야의

고용창출은 2025년까지 연평균 15%의 성장이 예상된다.

이외에도 빠른 재활 치료를 통해 신속하게 일상생활로 복귀함으로써 사회적 비용을 절감할 수 있다. 사고 등으로 인한 신체 손상 후 일상생활로의 복귀가 신속하게 이루어져 오랜 치료나 더딘 직무 복귀로 인한 사회적 비용의 증가 문제가 해소되며, 환자 맞춤형 서비스를 제공함으로써 가장 효과적인 재활치료를 제시하고 시행할 수 있으므로 적절한 초기 재활치료를 수행해 일상으로의 복귀가 좀 더 수월해진다.

# 한국원자력의학원이 수행하고 있는 R&D 프로젝트 방사성동위원소 표지물질 기반 ADME 평가시스템 개발

방사성동위원소는 원자번호는 같지만 질량수가 다른 동위원소 중에서 방사능이 있는 것을 말한다. 이들은 안정된 상태에 도달하면서 자발적으로 방사선이나 입자 등을 방출하면서 에너지를 잃게 된다. 이때 방출되는 방사선은 검출이 가능하며 이를 이용하면 방사성동위원소가 표지된 물질의 거동을 측정할 수 있다.

## 신약 개발 연구 역량 및 효율성 강화

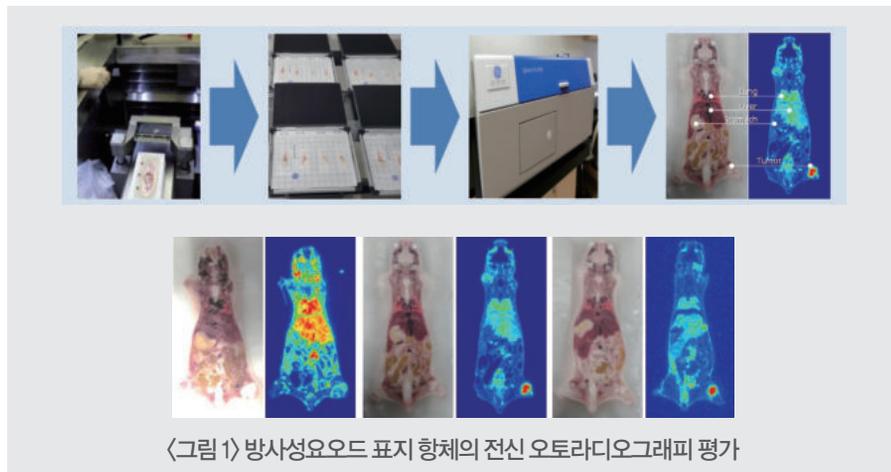
약물동태 연구는 신약 후보물질의 ADME (흡수, 분포, 대사, 배설) 평가를 통해 약효 및 독성의 예측을 목적으로 하며 신약 개발에 요구되는 필수 플랫폼 기술 중 하나이다. 방사성동위원소가 표지된 화합물은 약물 탐색 및 개발 단계에서 진행되는 약물동태 연구 수행을 위해 널리 사용되고 있다. 하지만 방사 표지물질을 이용한 평가와 관련한 국내 연구기반이 미약해 대부분 외국 CRO에 큰 비용을 내고 진행하고 있어 국내 기반이 취약한 중소 제약사들이 개발 중인 신약 평가에 많

은 어려움이 있다.

본 프로젝트의 주관 연구기관인 한국원자력의학원은 이미 설치된 소동물 영상 연구장비 및 방사선 계측 연구장비 등을 이용해 C-14가 표지된 신약후보물질의 Mass Balance와 Whole Body Autoradiography, 그리고 방사성요오드가 표지된 바이오 약품 후보물질의 영상 및 생체분포 평가의 전임상 평가 결과를 도출한 성과를 보유하고 있다. 또한 본 기관은 식품의약품안전처 GLP기관 인증(국내 20호)을 획득했고, 방사선 조사 및 방사성동위원소 표지 의약품의 GLP 시험이 가능한 국내 유일 기관

으로 GLP SOP 제정 및 보고서 제출 경험이 풍부하다. 따라서 본 프로젝트를 수행함으로써 국내의 ADME 평가 기술을 개발하고 보고서 제출 자료를 표준화함으로써 국내 제약 산업 활성화 촉진에 기여할 것으로 기대되고 있다.

한편, 본 프로젝트의 최종 목표는 방사성동위원소 표지물질을 활용한 약물의 ADME 평가시스템을 개발, 이를 통한 신약 개발 지원에 있다. 이 목표를 달성함으로써 국내 제약사의 신약 개발을 지원해 연구 역량 강화와 효율성 제고 및 신약의 지원시스템 구축을 통해 범국가적인 차세대 성장동력으로 육성하는 데 기여할 것으로 전망된다. 이를 달성하기 위해 소동물을 이용한 C-14 표지물질 기반 ADME 핵심 평가 기술 구축, 소동물을 이용한 방사성요오드 표지 바이오물질 ADME 평가 기술 개발, 선진 규제기관 기준에 부합하는 평가 기술 표준화 및 SOP 구축, 신약 후보물질의 방사성동위원소 표지물 제조와 ADME 평가 지원, 임상시험 기관과 연계한 신약 개발 지원 시스템 구축 등의 연구를 수행하고 있다.





## 방사선의학 분야를 선도하는 방사선의학 전문기관 한국원자력의학원

1963년 방사선의학연구소로 출범해 우리나라의 방사선의학 분야를 선도하는 방사선의학 전문기관인 한국원자력의학원은 2007년 과학기술부 직속으로 새롭게 출범해 현재 산하에 원자력병원, 방사선의학연구소, 국가방사선비상진료센터, 동남권원자력의학원 등을 두고 있다. 한국원자력의학원은 '방사선 및 방사성동위원소의 의학적 이용'이라는 기관 미션 수행과 '암 치료를 선도하는 세계 방사선의학의 중심'이라는 기관 목표를 갖고 방사선의학 기술의 선진화를 통한 국민 보건 증진 및 삶의 질 향상을 추구하고 있다. 우리나라의 방사선의학 분야를 선도하는 방사선의학 전문기관으로서, 국가 방사선 의학기술 연구능력을 주도할 수 있는 구심체 역할을 강화하고 미래형 핵심 전략 기술 개발을 통해 방사선의학의 기술 혁신을 추진할 계획이다. 더불어 방사선의학 연구개발 사업구조의 다변화와 타 기관과의 협력 활동 확대 및 융합 기술 개발을 통해 선진 방사선의학기관으로서의 국제적 경쟁력을 확보할 방침이다.



### 신약 평가에서 임상 진입 및 품목 허가까지 지원

본 프로젝트에서 신약의 ADME 평가 기술에 방사성동위원소 표지 기술을 접목했고 방사성동위원소에서 발생하는 방사선의 검출 민감도와 특이도 향상, 정량 가능 특성을 이용한 신약의 생체 내 동태 특성 규명, 대사체 추적 및 구조 규명, 약물 탐색 등을 수행하고 있다. 이와 관련한 추진 방법으로 개발 중인 신약의 특성에 따라 분리해 연구를 수행하고 있다.

분자량이 큰 항체와 같은 고분자 바이오의약품과 분자량이 작은 저분자 합성의약품으로 분류해 추진 방법을 계획했다. 분자량이 작은 저분자 합성의약품의 경우 C-14 동위원소를 이용, 국내의 C-14 표지 합성업체와 연계해 합성한 후 표지화합물을 연구팀으로 운반해 전임상에서 여러 ADME 평가를 수행하고 있다. 반면 바이오의약품의 경우 C-14로 표지가 거의 불가능하기 때문에 한국원자력의학원에서 그동안 수행해 왔던 경험을 바탕으로 방사성요오드를 표지한 후 소동물에서 ADME 평가를 수행하고 있다.

바이오의약품의 경우에는 방사성요오드를 표지해 생체 내 거동을 경시적이며 비침습적으로 다양한 영상을 통해 측정이 가능하다. 여러 종류의 방사성요오드를 활용할 수 있는데 I-123, I-125의 경우는 감마카메라 영상으로, I-124의 경우는 PET 영상으로 거동을 추적하고 분포를 정량화할 수 있다. 저분자 화합물의 경우는 비침습적인 영상은 가능하지 않지만 C-14를 이용한 표지 화합물로 전신 Autoradiography나 Mass Balance 등의 다양한 방법을 적용해 ADME를 측정할 수 있다.

현재 4차연도 과제를 수행하면서 방사성동위원소 표지물질을 활용한 약물의 다양한 ADME 평가시스템을 개발, 이 평가방법을 필요로 하는 국내 제약사의 신약 평가에 지속적인 지원을 하고 있다. 과제 시작 후부터 현재까지 6개 제약사의 신약에 대하여 ADME 평가를 완료했으며, 각각 최종보고서를 작성했다. 이에 따라 국내 제약사에서 개발한 신약의 임상 진입 및 품목 허가에 중요한 자료로 활용될 것으로 기대되고 있다.





## 사전 예측 평가 플랫폼으로 신약 실패율 감소

서울아산병원 비임상개발센터

인간의 질병을 치료하기 위해 개발된 수많은 의약품, 그러나 갑자기 큰 부작용이나 독성이 나타나 약으로 쓸 수 없는 경우도 있다. 문제는 신약 개발에는 엄청난 돈과 시간이 드는 데다 개발 과정에서 문제점을 잡아내기 힘든 경우도 의외로 많다는 것이다. 그러한 현실을 타개하기 위해 서울아산병원이 내놓은 해법을 알아보자.

취재 이동훈 사진 김기남

서울아산병원의 모태는 1977년 고(故) 아산 정주영 현대그룹 회장이 사재를 들여 설립한 아산사회복지재단이다. 아산재단이 가장 중점적으로 전개한 사업은 의료사업이다. 아산재단은 전국 무의촌 지역에 병원을 설립했다. 그리고 지역 아산병원의 모병원이자 한국 의료 수준을 향상시킬 세계적 수준의 병원을 만들겠다는 목표로 1989년 6월 23일 서울아산병원을 설립했다.

병원은 진료뿐만 아니라 가지고 있는 지적 자원과 연구장비 등을 활용해 사회 발전에 기여하는 것도 중요한 역할 중 하나이다. 특히 신약 개발에 참여함으로써 병원이 보유한 의학지식으로 사회에 공헌할 수 있다. 서울아산병원 비임상개발센터(Center for Non-clinical Development : CND)는 이러한 취지에 따라 2016년 10월 산업통상자원부의 '바이오산업핵심기술 개발사업'의 '신약 실패율 감소를 위한 사전 예측 평가 플랫폼 구축 및 서비스' 과제를 수주하고, 개소 심포지엄을 개최하는 것으로 본격적인 활동을 개시했다.

그러면 CND라는 명칭에 들어 있는 비임상 개발이란 무엇인가? 독성 분야는 의학지식에 기반을 두고 있으며, 신약 개발 과정에서 독성을 발견하는 단계는 대부분 동물 독성시험 단계이다. 동물에서 독성이 나타나도 사람에게서는 독성이 나오지 않을 수도 있고, 그 반대의 경우도 있을 수 있다. 동물 독성시험은 많은 양의 약물을 투여하기 때문에 동물에서 발견된 독성들이 실제 임상에서는 발견되지 않을 가능성도 있다. 경우에 따라 항암제나 항감염제는 독성이 어느 정도 있어도 약물 치료의 이점이 더 클 수 있어 독성이 발견되더라도 개발할 수 있다. 독성 결과가 임상시험에는 문제가 없는 경우에도 경쟁 상대의 독성 결과가 더 큰 장점이 있다면 개발의 결정을 신중하게 할 수도 있다. 이런 제반 전략을 수립하고, 결정을 하는 것을 비임상 개발이라고 한다.

그렇다면 CND의 플랫폼은 과연 어떤 일을 하는가? 약품의 독성 등 인간에게 해로운 효과는 최소화하고, 약품이 목표로 하는 효과는 극대화하는 것이 의약품 개발의 주목표다. 그런데 우리나라의 제약업계에서는 아직도 업계 전반을 망라해 의약품의 독성 관련 데이터를 공유하고, 그 해결책을 논의하는 플랫폼이 없다. 선진 외국의 제약회사에 비하면 우리나라의 제약회사들은 규모가 매우 작고, 기업 간의 정보 교류도 거의 없기 때문에 한 기업이나 연구소에서 알아낸 정보가 업계 전반으로 공유되기 힘들다. 따라서 다른 곳에서 위험한 것으로 판명된 의약품을 어떤 기업에서는 계속 붙들고 있는 경우도 생기는 것이다. 플랫폼은 중요한 의약품 독성 정보를 연구하고 공유함으로써 이러한 문제를 최소화하고 안전하고 효과 높은 의약품을 만들고자 하는 것이다.

### 플랫폼 운영 : 독성 문제와 교육 중심

CND의 주요 모토는 '오픈 이노베이션(Open Innovation)'이다. 국내 제약업계 실무자 약 40명으로 구성된 자문위원단과 230여 명의 컨소시엄 멤버는 CND 오픈 이노베이션의 기반이 되는 인프라다.

신약후보물질  
(또는 개발물질)들의  
비임상 독성 개발의  
참된 의미에  
집중하고자 노력



CND는 다양한 주제를 다루는 자문회의를 주기적으로 개최해 국내 신약 개발 분야의 실무자들이 자발적으로 경험과 이슈 해결 노하우를 공유할 수 있는 장(場)을 제공한다. 또한 인터넷에서도 웹페이지([www.asancnd.com](http://www.asancnd.com))와 SNS 페이스북 페이지([Tox colloquium, https://www.facebook.com/groups/1935106010060040/](https://www.facebook.com/groups/1935106010060040/))를 개설해 온·오프라인 구분 없이 센터 행사와 서비스를 제공함으로써 CND가 그 자체로 국내 비임상 개발의 열린 플랫폼 기능을 하도록 노력하고 있다. 그리고 주기적으로 개최하는 Tox Boot Camp, 비임상개발센터 성과발표회, 유효성 평가센터와의 공동 심포지엄에서는 다국적 글로벌 제약회사 실무자들의 풍부한 경험을 바탕으로 한 강의와 케이스 스터디 등 실용적인 내용을 교육하고 있다.

CND 플랫폼은 후보 물질 발굴부터 전략적 의사결정이 절실한 초기 임상에 이르기까지 포함하는 비교적 넓은 범위의 독성 관련 이슈 해결에 최적화된 시스템을 구축하고 있다. 이는 서울아산병원에 근간을 두고 있어 비임상-임상의 가교 또는 중개 역할이 가능하기 때문이다. CND의 'Risk Management Hub (위험 관리 허브)'는 발생한 독성 관련 문제의 본질을 정확히 파악하고, 필요한 경우 실험적 증명과 연구를 수행해 이를 반영한 전문가 보고서 또는

Overview Document를 제공한다. 필요에 따라 임상 전략까지 제시하는 수요자 맞춤형 서비스는 유망한 신약물질 개발에 필요한 시간과 비용을 절감해줄 뿐만 아니라 국내외 규제기관의 독성 이슈 응대에도 반영할 수 있기 때문에 국내 제약회사의 신약 개발 전략에 많은 기여를 하고 있다.

이슈 해결 외에 CND의 또 하나의 주요 활동은 교육이다. 매년 특정 독성 관련 이슈를 과학적으로 이해하고 논리적으로 해결하도록 돕는 실패 관리 알고리즘과 '비임상-임상 연계 사전 예측 평가법(SOP)'을 개발해 수요가 있는 관련 업계에 노하우 기술 이전 형태로 무상 제공하는 것이다. 일반적으로 수용되고 있거나 잘 알려진 과학적 이론과 시험법을 적절하게 취합하고 본 센터의 노하우를 더해 축적된 지식을 재분배 및 재생산하는 것이 주목적이다. 알고리즘과 평가법 개발 주제는 국내 실무자의 수요와 자문위원단 평가를 통해 선정하고 있으며, 지금까지 개발 성과물은 국내 여러 기관에 노하우 기술이전 형태로 370여 건 제공됐다. 이 외에도 격주로 진행되는 온라인 웨비나(Webinar·웹세미나) 교육 웹톡스(WebTox)는 글로벌 다국적 제약회사와 국내 각 분야 전문가의 경험과 지식을 공유하는 정기 교육 플랫폼이다.

### 국내 제약산업 가려운 곳 긁어주어 호평

CND가 지난 1차연도에 관련 업계로부터 큰 호응을 얻은 것은 그만큼 국내의 신약 개발 산업에서 미흡했던, 그리고 필요했던 부분을 본 플랫폼에서 정확히 다루고 있기 때문이다. 그 역사가 짧고 축적된 경험이 부족한 국내 신약 개발 업계에서 그동안 비임상 독성 개발은 소홀히 여겨지기 쉬운 영역이었다. 흔히 GLP(Good Laboratory Practice·비임상시험관리기준) 독성시험이 독성 개발의 전부라 여기거나, CRO(Contract Research Organization·임상시험수탁기관)가 대신해 줄 수 있는 부분이라고 잘못 생각하는 경우도 있다. 하지만 실제로 많은 신약후



보물질(또는 개발물질)들이 독성학적 이슈로 임상에서 발목을 잡히고 있다. 이것을 줄이기 위해 CND는 비임상 독성 개발의 참된 의미에 집중하고자 노력해왔다. 그것은 단순히 IND(Investigational New Drug)를 통과하기 위한 자료를 만드는 것이 아닌, 바로 약물의 독성학적 측면에서 가치를 예측하고 평가해 나가는 것이다. 이러한 활동을 최우선의 가치로 두었고, 그 중심점 역할을 하는 것이 목표였다.

본 과제의 핵심 성과 중 하나인 문제 해결 서비스는 개발 물질에서 독성 이슈가 발생했을 때 적합한 개발 방향을 제시하고 여러 방법을 동원해 문제 해결을 돕는다. 현재 개발 중인 약물의 자료, 즉 Live Data를 다루기 때문에 매우 신중하게 판단하고 결정해야 하는 활동이다. 또 다른 성과인 평가법 및 알고리즘 개발은 비임상 동물시험 및 In Vitro 시험을 실제로 수행하고 정리한 평가법(시험법) 및 직간접으로 경험한 것들과 추가적인 문헌 조사를 통해 얻은 사실들을 종합해 작성한 알고리즘, 사실상 비임상 개발 노하우를 책자 형태로 집필해 배포한다. 이는 개발회사의 비임상 개발 전반에 대한 이해 수준을 향상시켜 자체적인 역량을 높이기 위함이다. 이 두 가지 활동 모두 독성에 대한 올바른 이해를 전제로 하며, 개발회사에서는 부족했던 부분을 채워주는 것이다.

한편 정기적으로 진행되는 웨비나나 웹톡스는 개발회사 간 비임상 개발 기술을 서로 공유하고 교류할 수 있는 프로그램으로, CND에서 추구하는 '오픈 이노베이션'의 한 단면이다. 직간접으로 이해관계가 얽혀 있는 개발회사들 간에, 일반적인 경로로는 알 수 없는 경험과 지식을 공유함으로써 신약 개발에 있어 불필요한 지연을 최소화하는 것이다. 개발 과정에서 얻은 경험은 매우 귀중하고 때로는 회사에 치명적일 수 있기에 누구도 선뜻 나서서 공유하려고 하지 않는다. 하지만 울타리를 과감히 걷어내고 공통의 개발 기술에 한해 지식과 경험을 공유한다면 서로 윈윈할 수 있다. 실제로 독성 실무자들의 필요에 의한 자발적인 참여가 프로그램 존속의 중요한 요소였다. 본

플랫폼에 참여하는 실무자들이 발표를 하는 형식으로 진행되며 때로는 많은 경험을 가진 해외 전문가를 섭외해 강의를 진행하기도 한다. 1년에 적어도 25번의 경험을 공유할 수 있는 이 프로그램은 지금까지 2년 동안 이어오며 꾸준히 신청자를 유지하고 있다.

### 계속되는 도전, 안전한 의약품

CND는 국가의 연구비로 운영되는 플랫폼이므로 국가와 사회에 기여를 하는 활동이 최우선이어야 한다. 궁극적으로 실패 관리를 통한 통합적 평가 센터로서의 소임을 수행해 신약 개발의 성공률을 높이는 것이다. 지속적인 실패 관리 서비스로 서비스 고도화와 전문인력을 점진적으로 양성하고, 제약업계 및 CRO의 독성평가활동과 활발히 교류해 서울아산병원 내 지속가능한 조직으로 자리매김하는 것을 목표로 하고 있다.

또한 본 플랫폼은 현재 개발 중인 신약의 독성 이슈를 해결하는 활동을 지원하는 동시에 누적된 지식과 경험을 공유하는 교육 및 오픈 이노베이션을 통해 전문인력 양성 및 기술 경쟁력 강화를 도모할 예정이다. 실제 다루게 된 위험 관리에 대한 알고리즘과 시험법을 매년 개발하고 주기적으로 배포 및 업데이트하는 활동을 이어갈 것이다. 또한 웹페이지, 페이스북을 통해 신약 개발 관련 최신 소식 및 실패 관리 관련 사례 등을 상시 업로드해 국내 CRO와 신약 개발 업계 관계자들을 재교육하는 임무를 수행할 예정이다. 그리고 Tox Boot Camp 및 유효성 평가 센터와의 공동 국제 심포지엄, 비임상개발센터 성과발표회를 통해 전문적이고 심도 있는 정보를 제공할 것이다.

손우찬 서울아산병원  
비임상개발센터장



## 리뷰 '독일 하노버 산업박람회' 4차 산업혁명 기술 총집결

4월 23일부터 27일까지 독일에서 열린 2018 하노버 산업박람회를 한마디로 정리하면 '로봇 쇼크'다. 4차 산업혁명 기술이 총집결한 가운데, 사람과 협업하는 '코봇'도 등장했지만 무엇보다도 하늘 나는 박쥐 로봇 · 거미 로봇 등이 단연 스포트라이트를 받았다.

김낙훈 [한국경제신문 기자]



2018 하노버 산업박람회

개최시기 4월 23~27일  
 장소 독일 하노버 전시회장  
 전시규모 약 50만㎡(코엑스의 약 14배)  
 참가업체 75개국 5000여 개 업체  
 주요 전시품목 스마트 공장 솔루션,  
 산업용 로봇, 에너지 관련기기 등



페스토의 하늘을 나는 큰 박쥐 로봇



하늘 나는 박쥐 로봇 · 거미 로봇...

유럽 최대 전시회인 독일 하노버 산업박람회 현장에서 가장 많은 눈길을 끈 로봇은 단연 '하늘을 나는 큰 박쥐 로봇' '땅을 기어가다가 몸을 둥글게 말아 굴러가는 거미 로봇' '사람과 협업할 수 있는 코봇' 등이었다.

이 로봇을 출품한 업체는 독일의 자동화 업체 페스토다. 페스토는 독일 정부가 추진하는 '인더스트리4.0(4차 산업혁명)'을 주도하는 핵심 기업이다. 이런 로봇을 산업 현장에 접목하는 게 페스토의 목표다. 안스가 크리베트 페스토 사장은 "자연에서 영감을 얻어 물고기 로봇부터 갈매기 로봇, 개미 로봇, 캥거루 로봇 등 자동화 기술과 접

목이 가능한 바이오 로봇을 개발하고 있다"고 말했다.

하노버 산업박람회 전시장은 연면적 50만㎡ 규모로 서울 코엑스의 14배에 달한다. 75개국 5000여 개 업체가 각종 산업기계, 스마트 공장 솔루션, 물류 자동화 설비 등을 전시했다. 4차 산업혁명과 관련된 모든 기술을 모아놓은 '글로벌 첨단 기술의 경연장'이라는 평가다.

산업용 로봇 업체인 독일 쿠카와 스위스 ABB 등 기존 로봇 강자들은 사람과 협업할 수 있는 로봇(코봇)을 전시했다. 보쉬 계열사인 보쉬렉스로스는 사람과 부딪히면 즉각 활동을 중단하는 로봇용 재킷(APAS)을 선보였다. 재킷을 통해 로봇 자체를 코봇으로 바꿔주겠다는 발상이다. 자비에르 스틸리히 보쉬렉스로스 특별기계담당부장은 "재킷 한 벌에 100개 이상의 센서가 내장돼 사람과 접촉하면 곧바로 활동을 멈추도록 설계했다"며 "다양한 로봇에 입힐 수 있는 게 장점"이라고 말했다. 스마트 공장 관련 기술도 눈길을 끌었다. 지멘스는 항공기나 자동차 같은 조립산업, 석유화학 등 연속 공정에서



페스토의 땅을 기어가다가 몸을 둥글게 말아 굴러가는 거미 로봇

‘디지털 트윈(사이버상 가상 모델을 활용해 실제 공장이나 제품의 효율을 높인 시스템)’을 선보였다. ‘설계-생산 계획-생산 엔지니어링-생산 실행-서비스’로 연결되는 일련의 과정을 사이버상에서 구현함으로써 공장을 효율화하는 것을 목표로 하고 있다.

한편, 30여 명으로 구성된 국내 ‘민관 합동 독일 스마트 공장 정책연수단’을 이끌고 있는 박성택 중소기업중앙회장은 “급변하는 경영 환경에 대응하고 국내 중소기업의 경쟁력을 높이기 위해 중소기업형 스마트 공장 모델을 마련해 보급하겠다”고 말했다.

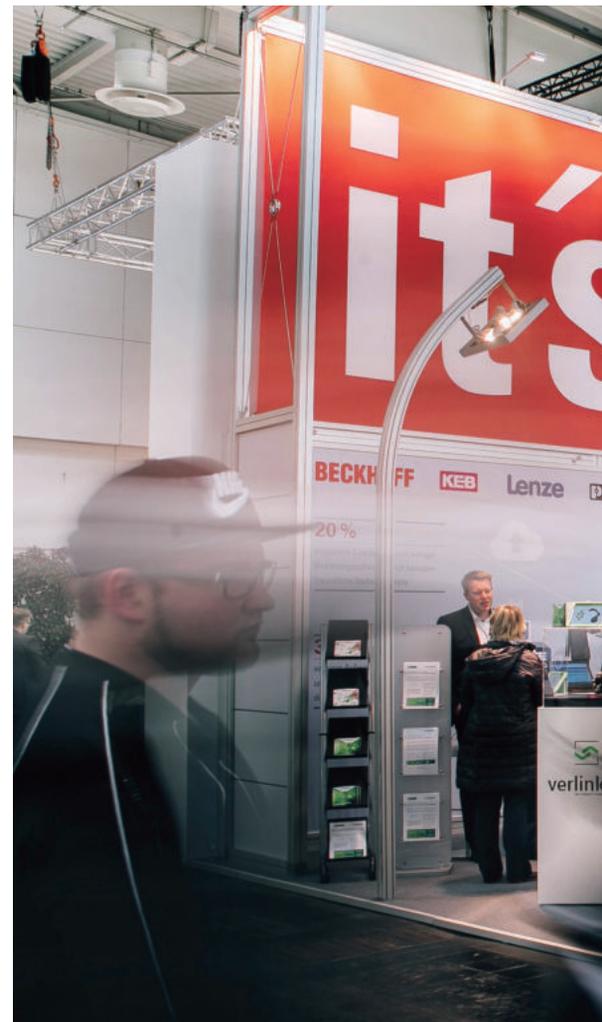
### 독일 중소기업의 든든한 지원군 ‘이츠오울’

독일 하노버 산업박람회에서 눈길을 끄는 부스로 이츠 오울(it's OWL)을 빼놓을



독일 하노버 산업박람회를 찾은 박성택 중소기업중앙회장(오른쪽) 등 국내 중소기업인들이 스위스 산업용 로봇 제조 업체 ABB 관계자로부터 협업 로봇에 대한 설명을 듣고 있다.

수 없다. 이츠오울(Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe)은 노르트라인베스트팔렌 주 동쪽 리페 지역에 있는 기업, 대학, 연구소 등의 클러스터다. 이곳엔 대기업과 중소기업, 대학, 연구소가 모여 있다. 공작기계 업체 DMG모리세이키, 명품 가전 업체 밀레 등과 빌레펠트대, 파



더보른대 프라운호퍼연구소, 지역상공회의소 등 170여 곳이 손잡고 기술을 개발하고 있다. 개발된 기술은 여러 중소기업에 제공된다. 이 클러스터는 2012년 2월 '독일 첨단 기술 클러스터 경진대회'에서 최고 클러스터로 선정되기도 했다. 클러스터는 개별기업 차원에서 연구하기 힘든 기술 개발에 집중하고 있다. 지능형 센서, 자동화 부품, 지능형 전력망(스마트 그리드), 사이버물리시스템(CPS) 등의 분야를 포괄하고 있다.

독일 중소기업은 전체 사업 수의 99%, 종사자 수의 60%, 경제성과의 55%를 차

지한다. 이들 중소기업 중 86%는 디지털화의 필요성은 인식하고 있으나 구체적인 이행 전략을 갖고 있는 업체는 29%에 불과하다. 이츠오울은 2016년까지 총 73건의 프로젝트를 수행하며 중소기업에 필요한 기술을 이전했다. 세계 시장을 겨냥해 개발하고 있는 기술 개발 프로젝트는 자동화, 전기자동차, 산업용 정보기술(IT) 활용, 하드웨어 및 소프트웨어, 농업용 기기, 지능화 기계, 스마트 그리드 등 총 33건에 이른다.

이츠오울은 이번 하노버 산업박람회에서 연합부스를 마련해 산업 자동화 및 지

능형 기계 및 기기 분야의 50여 개사 제품을 전시했다. 전시회 기간 이 부스를 두 번이나 찾은 조주현 중소벤처기업부 기술인재정책관은 "이츠오울은 대기업·중소기업·연구소·대학·지방자치단체가 중소기업 혁신을 위해 역동적으로 움직이는 '개방형 혁신(오픈 이노베이션)'의 사례로 볼 수 있다"고 말했다.



# 4차 산업혁명의 코어(Core) '인공지능(AI)'

글로벌 정보기술(IT) 기업의 인공지능(AI) 기술 주도권 다툼이 반도체 칩 자체 개발 경쟁으로 번지고 있다. 아마존, 구글, 애플 등이 AI 칩 자체 개발에 성공한 데 이어 세계 최고 소셜미디어 기업인 페이스북과 중국 최대 전자상거래 업체 알리바바도 AI 반도체 개발에 뛰어 들었다.

## 글로벌 IT 기업 'AI 반도체' 개발 경쟁

IT 공룡들이 AI 칩 개발에 앞다퉈 진출하는 이유는 반도체 기업 의존도를 낮추고 비용을 줄여 독자적인 AI 생태계를 구축하기 위해서다. 삼성전자, SK하이닉스, 도시바 등이 독과점하고 있는 메모리 반도체 시장과 달리 AI 반도체 시장은 아직 초기 단계여서 선점하면 막대한 이익

을 거둘 수 있다는 기대도 깔려 있다는 분석이 많다.

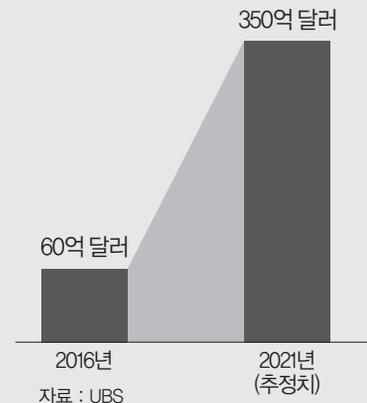
CNBC 등에 따르면 알리바바는 최근 중국 반도체 설계 기업 C-스카이마이크로시스템을 인수하고 AI 반도체 개발에 본격 뛰어 들었다. 알리바바는 그동안 산하 연구소인 달마원에서 신경망 반도체 칩인 알리-NPU를 연구해 왔다. 알리바바는 알리-NPU의 가격 대비 성능이

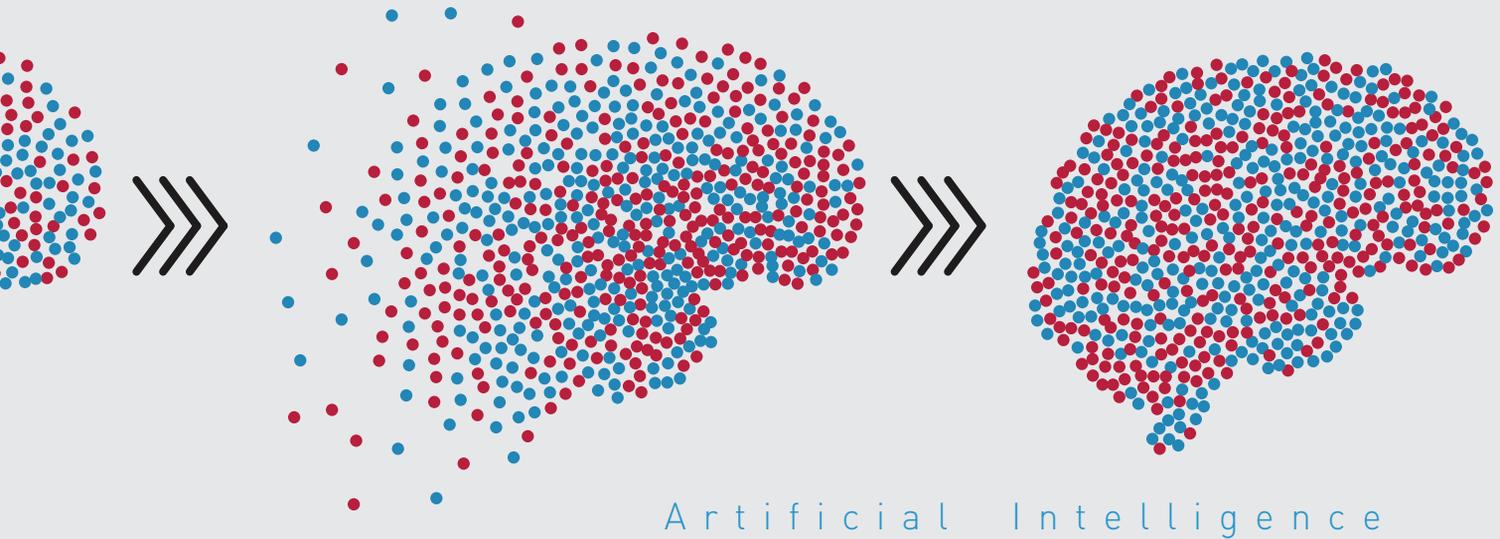
기존 제품보다 월등히 나을 것으로 기대하고 있으며, 상용화 시점도 앞당길 수 있을 것으로 보고 있다. 자오양 달마원 연구원은 "AI 분야에서 축적한 앞선 컴퓨팅 기술 경쟁력을 토대로 최소 비용으로 최대 성능을 낼 수 있는 제품을 개발하고 있다"고 말했다. 지난해 설립된 달마원은 향후 3년간 150억 달러(약 16조 원)를 투입한다는 계획이다.

## 글로벌 IT 기업들 앞다퉈 개발 경쟁

구글	AI 두뇌인 TPU(Tensor Processing Unit) 2세대 칩 개발 (1세대 칩은 알파고에 사용)	
애플	맥(Mac) 컴퓨터에 2020년까지 독자 반도체 칩 사용 계획	
아마존	인공지능 스피커 알렉사에 독자 AI 반도체 탑재 추진	
페이스북	AI 반도체 개발 위한 별도 조직 설치	
알리바바	신경망 칩 '알리-NPU' 개발 중	

## 급성장하는 AI 반도체 시장





## Artificial Intelligence

페이스북도 ‘반도체 개발 조직을 신설하기 위해 전문가를 찾고 있다’는 구인광고를 올리며 AI 칩 개발에 뛰어들었다. 채용 부문은 시스템온칩(SoC)과 주문형반도체(ASIC), 펌웨어 등이다. 업계에선 페이스북이 반도체를 생산하지는 않더라도 칩셋 설계엔 관심이 큰 것으로 보고 있다. IT 전문매체 더버지는 “페이스북이 스마트스피커나 차세대 가상현실(VR) 헤드셋 등에 자체 개발한 칩을 적용할 수 있을 것”이라고 내다봤다.

구글은 진작부터 검색엔진 등 기술 향상을 위해 반도체 기술을 개발해 왔다. 2016년부터는 자체 개발한 AI 반도체를 검색과 이메일 등의 서비스에 적용하고 있다. 애플은 2020년 PC 제품인 맥(Mac)에 자사 반도체 칩을 사용할 계획이다. 아마존도 AI 음성비서인 알렉사의 성능을 개선하기 위해 자체 칩을 개발하고 있다.

거대 IT 기업들이 반도체 칩 개발

에 적극 나서는 이유는 인텔이나 퀄컴, 엔비디아 등 기존 업체에 대한 의존도를 낮추기 위해서다. 특히 세계 AI 칩 시장을 독점하다시피 하고 있는 엔비디아의 영향력에서 벗어나려는 목적이 크다. 비용 절감도 가능할 것으로 보고 있다.

자체 설계 칩을 보유하면 반도체 기업의 프로세서 칩 개발 주기에 구애받지 않고 새로운 모델을 출시할 수 있다. 제품 개발과 관련한 보안을 강화할 뿐만 아니라 자사 소프트웨어에 최적화된 기술 생태계를 조성할 수도 있다. 알리바바, 아마존 같은 기업들은 AI 서비스에 필수적인 빅데이터를 보유하고 있기 때문에 전통 반도체 업체보다 개발에 유리하다는 분석도 나온다.

최근 미·중 통상전쟁으로 불확실성이 커진 점도 독자적인 반도체 칩 개발을 부추기는 요인이라는 관측도 있다. 로이터통신은 “중국 통신기기

업체인 ZTE가 미국 정부의 제재를 받아 중국이 자국산 반도체 생산 계획을 앞당기고 있다”고 전했다. 다만 IT 기업들이 자체적으로 반도체 칩을 생산할지는 불투명하다. 기존 반도체 기업과의 관계를 완전히 청산하기는 어려울 것이라는 관측도 많다. CNBC는 “알리바바가 기존 제품보다 40배나 뛰어난 알리-NPU를 개발하겠다고 하면서도 칩 개발 이후에도 엔비디아와의 관계는 계속 유지하기로 했다”고 전했다.

IT 기업들의 반도체 칩 개발 경쟁으로 대만 TSMC와 미국 글로벌파운드리, 한국 삼성전자·SK하이닉스 등 파운드리(반도체 수탁생산) 업체들이 반사이익을 얻을 것이라는 분석도 나온다. 비용 등을 감안할 때 자체 생산 시설을 갖추기보다 설계만 하고 생산은 파운드리 업체에 넘길 가능성이 높아서다. AI 칩은 생산 난도가 높은 만큼 최첨단 미세공정

기술을 확보한 삼성전자 등에 주문이 몰릴 수 있다. 반면 퀄컴과 ARM, 인텔 등 반도체 개발 분야의 기존 강자는 막강한 자금 동원력과 기술력을 겸비한 테크 기업의 등장으로 부담이 클 수밖에 없는 처지다.

### 중국, 100만 'AI 전문가' 육성

중국 정부가 AI 분야 인재 육성을 위해 팔을 걷어붙였다. AI를 차세대 국가전략산업으로 정하면서 기업의 인력 수요가 크게 늘고 있지만 실제 현장에서 쓸 수 있는 인력은 턱없이 부족하다는 판단에서다. 이를 위해 중국 교육부는 AI 전문 인력을 양성하기 위해 '고등교육기관 AI 혁신 행동계획'을 마련했다. 우선 기업과 협력해 올해 말까지 AI 분야 교수 100명과 학생 300명을 길러내고 5년 뒤에는 그 수를 각각 500명과 5000명까지 늘리기로 했다. 2020년까지 중국 내 대학 100곳에 AI 전공 과정을 개설하고 학부 및 석사 과정 학생을 위한 세계 최고 수준의 AI 교재 50여 편도 제작하기로 했다. 국가 차원의 AI 관련 온라인 강의 시스템 50개를 구축하고 AI 단과대와 연구원, 산학연구센터 등도 50곳을 설립할 계획이다.

교육부는 또 전국 대학에 AI 기초 이론 연구를 강화하라고 주문했다. 컴퓨터공학 및 IT 관련 학과에 AI 커리큘럼을 대거 포함하라고도 했다. 각 대학이 청소년과 일반 국민을 위

한 AI 서비스 플랫폼을 구축해 연구 자원과 실적을 대외에 개방하도록 권고했다. 정부 차원에서 AI 분야의 미국 유명 대학과 협력하는 것도 모색하기로 했다.

중국 정부는 2030년 미국을 넘어 세계 AI 혁신의 중심국으로 올라선다는 목표를 세웠다. 하지만 당장 AI 인재가 크게 부족해 목표 달성이 쉽지 않은 상황이다. IT 기업 텐센트에 따르면 지난 3월 기준으로 중국 내 AI 전문가 수요는 적게는 100만~500만 명에 달하지만 AI 전문가는 5만 명에 불과하다.

### LG전자, AI 스타트업에 첫 투자

LG전자가 처음으로 AI 스타트업 투자에 나섰다. 2011년 창업한 감정 분석 AI 전문업체 아크릴이 대상이다. LG전자는 10억 원을 유상증자는 방식으로 아크릴 지분 10%를 인수했다고 5월 2일 발표했다. 최근 공을 들이고 있는 로봇 개발에 아크릴의 감정 분석 AI를 접목해 사용자에 게 보다 가깝게 다가가는 로봇 서비스를 내놓겠다는 취지다.

아크릴의 감정 분석 엔진 '조나단'은 감정과 관련된 정보에 집중한다. 특정 뉴스가 뜨면 그와 관련된 사람들의 다양한 반응을 댓글과 소셜네트워크서비스(SNS)를 통해 분석한다. '미세먼지'라고 하면 '걱정', '남북 정상회담'이라고 하면 '기쁨' 같은 감정과 연관된 단어를 연결시킬 수 있다. 아크릴은 3~4년 전부터 이 같

은 AI 분석 대상을 텍스트에서 음성 과 영상으로 넓혔다. 목소리 톤과 사람의 표정을 통해 감정을 판단하는 수준까지 발전시킬 계획이다.

이처럼 AI가 사람의 감정을 읽으면 사람과 비슷한 반응을 내놓을 수 있게 된다. 사용자가 "오늘 미세먼지 농도가 높다고 하네"라고 하면 로봇이 마스크를 놓아둔 위치를 알려주거나 직접 가져다주는 식이다. "오늘 누구를 만나다"고 말한 사용자의 기대를 읽어내 근사한 식당이나 카페를 먼저 추천해 주는 것도 가능하다. 화상 전문병원인 베스티안 병원이 지난 2월 아크릴과 제휴를 맺은 것도 말을 하기 힘든 화상환자의 반응을 AI로 분석해 필요한 조치를 하기 위해서다. 박외진 아크릴 대표는 "지식 기반인 AI 기술을 감성 기반의 공감형 AI 기술로 바꾸는 것이 궁극적인 목표"라고 말했다.

### AI에 씨 뿌리는 삼성, 네이버, 카카오

삼성전자가 이스라엘 딥러닝(심화학습) 업체 알레그로 지분을 사들였다. 국내 포털 시장을 양분하는 네이버와 카카오도 AI 빅데이터 관련 스타트업에 잇달아 투자하는 등 4차 산업혁명 역량을 확보하기 위한 씨 뿌리기(지분 투자)에 속도를 내고 있다.

투자은행(IB) 업계에 따르면 삼성전자는 독일 로버트보쉬벤처캐피털 등과 함께 알레그로에 1100만 달러(약 116억 원) 규모의 투자를 했다. 삼

성전자는 2012년 미국 실리콘밸리에 설립한 삼성전략혁신센터(SSIC)가 조성한 1억 달러 규모의 삼성촉진펀드를 통해 투자에 나섰다. 알레그로는 구글 개발자 출신인 너 바레브 대표가 2016년 창업한 업체다. 대량의 데이터를 빠르게 분류·처리하는 딥러닝은 자율주행, 드론(무인항공기) 등에 적용하는 4차 산업혁명의 핵심 기술로 꼽힌다. 삼성전자는 미국 테트라뷰와 헝가리 시모티브 등 자율주행업체 두 곳을 포함해 지난해 이후 10여 곳의 스타트업 지분을 사들였다. 삼성전자는 2012년 미국 실리콘밸리에서 본격적인 투자를 시작했다. 주로 SSIC와 투자자회사인 삼성넥스트를 통해서다. SSIC는 한 해 1000개가 넘는 스타트업을 분석한 뒤 50개 정도를 투자 리스트에 올려 이 중 몇몇 업체에만 투자한다. 삼성전자가 지분 투자를 한 알레그로와 시모티브, 테트라뷰 등은 모두 이 같은 까다로운 선별과

정을 거쳤다. 특히 삼성전자는 자율주행차와 AI 등 글로벌 산업 지형에 변혁을 몰고 올 4차 산업혁명 분야에서 새로운 성장동력을 찾고 있다. 소규모 지분 투자 위주로 하고 있지만 상황과 여건이 맞으면 대규모 인수합병(M&A)도 적극 검토한다는 방침이다.

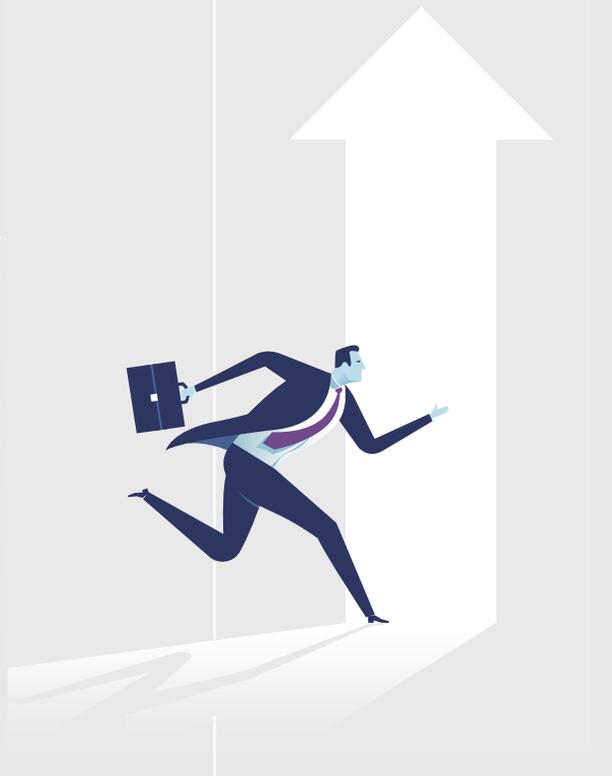
네이버는 지난해 12월 인도 최대 음악 스트리밍 서비스 업체 사본에 32억 원을 투자하는 등 작년 한 해 국내외 스타트업 39곳에 1227억 원을 투입했다. 카카오도 국내 상업용 부동산 온·오프라인 연계(O2O) 서비스 업체인 네모를 운영하는 슈가힐에 12억 원을 투자한 것을 비롯해 지난해 이후 국내외 스타트업 32곳에 360억 원을 들여 지분을 확보했다. 네이버와 카카오는 광고와 메신저 등 기존 사업을 보강하고, 새로운 사업 기회를 찾기 위해 스타트업 지분 투자에 나서고 있다. AI, 콘텐츠, 데이터 기술 역량을 갖춘 곳이 우선

투자 대상이다.

네이버는 지난해 미국의 AI 반도체 업체인 저팔콘테크놀로지에 32억 원, AI 기반 음성인식 기술 업체인 토크IQ에 11억 원을 투자했다. 카카오는 지난해 반도체 전력분석 업체 바움(11억 원 투자)과 자율주행 소프트웨어 업체 마스오토(4억 원) 지분을 사들였다. 새로운 기술 트렌드를 익히고, 우수 인력을 확보하기 위한 포석이다. 뚜렷한 성과가 없어도 임직원 역량이 뛰어나면 투자 대상에 올리는 이유다. 한편, 4차 산업혁명 관련 투자는 IT 기업의 전유물이 아니다. 아모레퍼시픽과 LG생활건강, GS칼텍스 등도 자체 사업에 4차 산업혁명 기술을 접목하기 위해 스타트업에 투자하고 있다.

〈표 1〉 국내 대표 IT 기업의 스타트업 투자

	스타트업	사업 분야	투자 시기
삼성전자 	알레그로	딥러닝	2018년 4월
	시모티브	자율주행	2017년 12월
네이버 	저팔콘	인공지능 반도체	2017년 12월
	사본	음악 스트리밍 서비스	2017년 11월
	토크IQ	인공지능 음성인식	2017년 9월
카카오 	마스오토	자율주행	2017년 12월
	네모	부동산 광고플랫폼	2017년 11월
	baum	반도체 전력 분석	2017년 11월



## HEALTH

ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE

## CARE

## AI 헬스케어 헬스케어 시장 지각변동 온다

인공지능(AI)을 적용한 의료진단 시장이 빠르게 열리고 있다. 미국 식품의약국(FDA)이 당뇨병성 눈 질환을 시로 진단하는 의료기기를 최초로 승인했다. FDA는 지난 2월에도 뇌졸중 컴퓨터단층촬영(CT) 영상을 분석하는 AI 소프트웨어를 허가한 바 있다.

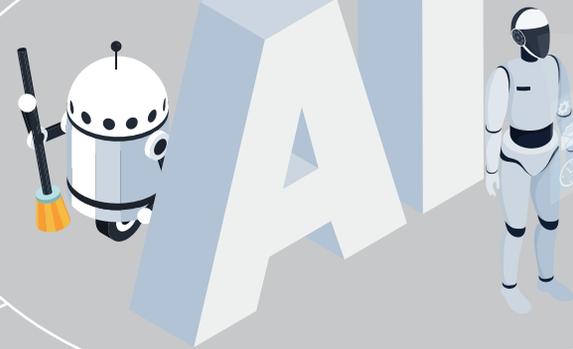
### 미국 FDA 'AI 의료기기' 첫 승인...

미국 의료전문지 MDD는 "FDA의 잇단 승인으로 AI 기술이 헬스케어 시장의 지형을 바꿀 것"이라고 내다봤다. FDA는 의약품 및 의료기기 승인에 가장 엄격하고 신중한 기관으로 통한다. 헬스케어 업계에선 당뇨병, 뇌졸중과 같이 예방과 지속적인 관리가 중요한 질환에서부터 AI를 활용한 진단 서비스 도입이 가속화될 것으로 보고 있다.

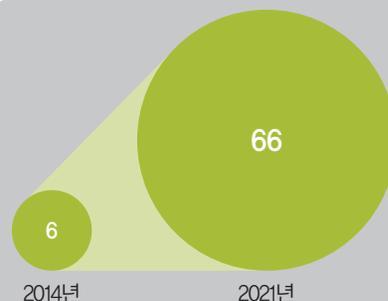
FDA는 당뇨병 환자의 실명 원인인 당뇨병성 망막증을 AI 소프트웨어를 이용해 진단하는 기기(IDx-DR)를 승인한다고 발표했다. 미국 기업인 IDx는 망막 카메라로 찍은 영상을 IDx-DR 서버에 올리면 AI 알고리즘으로 영상을 분석해 당뇨병성 망막증

을 진단하는 기기를 개발해 FDA에 승인을 신청했다.

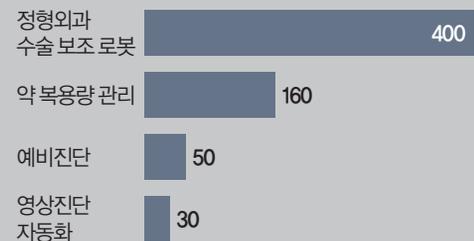
이 기기를 통해 안과 전문의의 진료가 필요한 경도 이상의 당뇨병성 망막증과 12개월 안에 재검사가 필요한 증상을 구분해낼



폭발적으로 커지는 헬스케어 AI 시장  
(단위: 억 달러)



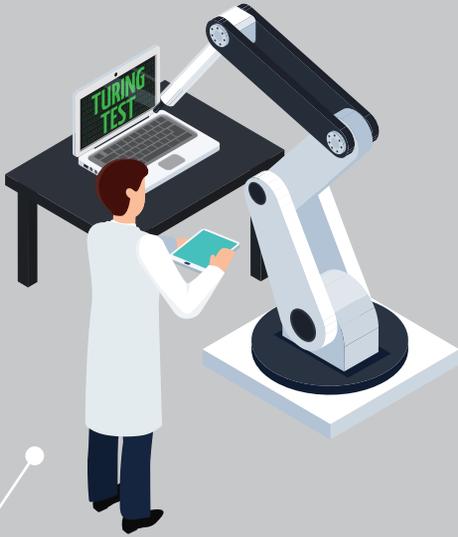
AI 적용 가능한 의료서비스 시장  
(단위: 억 달러)



※2026년 연간 시장 전망치

출처: 액센추어





수 있다. 스스로 영상을 분석하기 때문에 안과 전문의의 별도 해석이 필요 없다고 회사 측은 설명했다. 안과 전문의가 아닌 일반인도 사용 가능한 의료기기라는 얘기도.

FDA는 승인에 앞서 미국 내 10개 1차 진료기관에서 당뇨병 환자 900명을 대상으로 임상시험을 했다. 진단 정확도는 87.4% (안과 전문의의 진료가 필요한 증상 진단)에 달한 것으로 전해졌다. 재검사가 필요한 증상 진단의 정확도는 89.5%로 나타났다.

올 2월 FDA의 승인을 받은 비즈에이아이(Viz.ai)의 뇌졸중 분류 AI 소프트웨어는 뇌 CT 영상을 분석하는 프로그램이다. 뇌졸중으로 의심되는 대혈관 폐색이 있으면 신경혈관 전문의의 스마트폰으로 알림 메시지를 보내주는 기능을 갖췄다. 자동화된 영상진단으로 의료진이 빠르게 치료에 나선 수 있도록 돕는다. 다만 이 소프트웨어는 신경외과 전문의를 보조하는 역할을 할 뿐 단독으로 진단을 내릴 수는 없다고 FDA는 밝혔다.

세계적 공신력을 확보한 FDA가 AI 기술 활용에 전향적인 자세를 보이는 만큼 AI 진단 시장이 빠르게 확대될 것이라는 전망이 많다. 국내 업계 관계자는 “의료 분야의 AI 및 딥러닝(심화학습) 기술 도입은 다른 분

야보다 위험이 적은 영상진단에서부터 속도를 내고 있다”고 말했다. 글로벌 컨설팅 기업 액센추어는 AI 앱(응용프로그램)을 도입한 예비진단 시장은 2026년이면 연간 50억 달러(약 5조 원) 규모로, 영상진단 자동화 시장은 연간 30억 달러 규모로 커질 것이란 전망을 내놨다.

최근 IBM 왓슨을 비롯해 정보기술(IT) 및 헬스케어 기업은 AI 기술 도입에 박차를 가하고 있다. 애플은 맥스컴과 제휴를 하고 의료기기를 개발하고 있다. 맥스컴의 지속혈당모니터링(CGM) 시스템도 FDA 승인을 받았다. 구글도 머신러닝 기술을 도입해 당뇨병성 눈 질환을 진단하는 소프트웨어를 개발하고 인도 병원에서 시험 중이다. 맥비나 아이델먼 FDA 안과·이비인후과 의료기기 국장은 “FDA가 안전하고 효과적인 디지털 의료기기 사용을 촉진할 것”이라고 말했다.

### AI 헬스케어의 부상

KOTRA는 AI를 접목한 헬스케어(이하 AI 헬스케어)의 세계 시장 규모가 연평균 40% 이상 성장해 2021년 67억 달러를 웃돌 것이라고 전망했다. AI 헬스케어는 이제 진단을 넘어 예방과 관리 차원으로 영역을 넓혀가고 있어 개별 서비스 부문(건강관리, 다이어트, 간편 의료진단 등) 시장까지 확대됐다.

KOTRA는 “향후 2년 안에 미국 내 약 35% 이상의 병원에서 AI 헬스케어를 활용하게 될 것이고, 5년 내 최소 50%의 병원에서 적용할 것으로 전망된다. AI 헬스케어를 통해 의료 서비스 성과가 30~40% 정도 향상되고 치료 비용도 크게 줄어든 것”이라고 전망했다.

구글·애플·페이스북·IBM 등은 바이오테크 시장에서 새로운 플랫폼과 솔루션

개발을 통해 신시장 선점을 노리는 중이다. IBM의 대표적인 AI 컴퓨터 왓슨은 빅데이터를 이용해 의학정보를 학습, 암 진단의 정확성을 높였다. 실제로 2014년 미국 중앙학회에서 발표된 자료에 따르면 전문의와의 진단 일치율이 대장암 98%, 직장암 96%, 자궁경부암 100% 등으로 높게 나타났다. 또한 진단 정확성뿐만 아니라 진단에 소요되는 시간을 크게 단축할 수 있다.

구글 칼리코는 인간의 수명을 500세까지 연장시키는 프로젝트를 진행 중이다. 생명 연장과 동시에 노화 방지, 질병 퇴치를 목적으로 한다. 이미 보유한 100만 명 이상의 유전자 데이터와 700만 개 이상의 가계도를 활용, 유전 패턴을 분석해 난치병 연구를 적극 추진 중이다.

또 다른 구글 산하 바이오 기업인 베릴리는 스마트 콘택트렌즈와 스마트 스포츠를 공개했다. 스마트 콘택트렌즈는 당뇨병 환자가 매번 해야 하는 혈액검사 대신 환자의 눈물에서 혈당치를 측정할 수 있게 했다. 손 떨림을 예측해 안정적인 식사를 돕는 스마트 스포츠도 개발돼 아마존에서 판매되고 있다.



## ROBOT

ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE

## PERSONALITY

## AI 로봇의 과실은 누구 책임일까

유럽에서 로봇의 법적 책임을 놓고 거센 논쟁이 벌어지고 있다. 유럽의회는 지난 2월 AI 로봇이 스스로 판단을 내릴 능력을 갖추고, 그 판단에 대한 알고리즘(문제 해결 절차나 방법)이 인간은 파악하기 어려운 수준까지 발전하면 로봇에 책임을 물을 수밖에 없다는 결의안을 통과시켰다. 이 결의안은 AI 로봇의 법적 지위를 '전자인간(Electronic Personhood)'으로 인정하고 있다. 로봇에 의한 생명 위협과 재산 손실의 책임을 로봇 자체에 묻겠다는 의미다.

하지만 AI 로봇 · 법학 · 윤리 전문가 162명은 유럽연합 집행위원회(EC)에 공개 서한을 보내 "로봇에 법적 지위를 부여하는 것은 부적절하다"며 유럽의회 결의안에 반기를 들었다. AI 로봇 제조사가 법적 책임에서 벗어나려는 술책이 지나지 않는다는 이유에서다. EC는 이달 유럽의회가 제출한 결의안에 대한 의견을 내놓을 예정이다.

놓을 예정이다.

미국 정치전문매체 폴리티코는 "인간에 가까운 로봇은 수십 년 후에도 나타나겠지만 유럽의회와 법학전문가, 로봇 제조사 등은 벌써 로봇 인격에 대해 치열한 논쟁을 벌이고 있다"고 보도했다. 어떤 결론이 나오느냐에 따라 사고 발생 때 책임 소재가 달라질 수밖에 없다.

AI가 속속 상용화하면서 법적 다툼이 벌어질 소지도 커지고 있다. 미국 전기차 제조업체 테슬라의 '모델X' 운전자 사망사고 당시 자율주행 모드가 작동하고 있었다는 사실이 밝혀지면서 제조회사와 운전자 간 책임 공방이 치열하다.

유럽의회와 로봇 제조 업체 등은 로봇에 인격을 부여해 책임을 물을 수 있다고 주장했다. 기업에 법인격을 부여해 권리와 책임을 지우는 것과 같은 이치라고 설명했다. 메디 델보 유럽의회 조사위원은 "유럽연합(EU)은 AI 로봇을 전자인간으로 규정해 로봇은 인간에게 도움을 주는 존재

로봇 인격  
'AI 로봇' 사고는 누구 책임?

자율주행차나 인공지능(AI) 로봇의 실수로 사람이 다치면 법적 책임은 누가 져야 할까. 제조회사 책임일까, 소유주 책임일까.

라는 점을 명확히 하고 이를 위한 탄탄한 법적 근거를 마련할 필요가 있다”고 주장했다. 프로그램 오류나 해킹 등 비상 상황에서 로봇을 즉각 멈출 수 있는 ‘킬 스위치’를 장착하도록 하고, 정부가 유사시 시스템 코드에 접근할 수 있는 권한을 가져야 한다는 내용이 유럽의회 결의안에 담겼다. 또 로봇 등록을 의무화하기 위한 규정도 마련했다.

이 같은 로봇법이 제정될지는 EC 결정에 달렸다. 유럽의회 결의안은 EC에 대한 권고이기 때문이다. EC가 반드시 따라야 할 의무는 없지만 받아들이지 않으면 이 유를 제시해야 한다. CNN 등 외신에 따르면 EC는 유럽의회 결의안을 검토한 뒤 ‘로봇시민법’ 초안을 공개할 예정이다.

노엘 샤키 영국 셰필드대 로봇인공지능학과 교수 등 162명의 전문가는 “유럽의회 결의안은 책임에서 벗어나려는 로봇 제조 업체의 꿈수”라고 강도 높게 비판했다. 로봇에 법인격을 부여함으로써 제조

업체, 프로그래머, 소유주 등이 법적 책임에서 빠져나갈 여지가 생긴다는 주장이다.

폴리티코는 “로봇 시장이 급격히 커지는 만큼 이 같은 논쟁은 더욱 격렬해질 것”으로 내다봤다. 국제로봇연맹에 따르면 로봇청소기 등 개인서비스 로봇 시장은 2018년 54억 달러(약 5조8000억 원) 규모에서 2023년 149억 달러 시장으로 커질 전망이다. 산업용 로봇은 2020년 400억 달러 규모로 확대될 것으로 예상됐다.

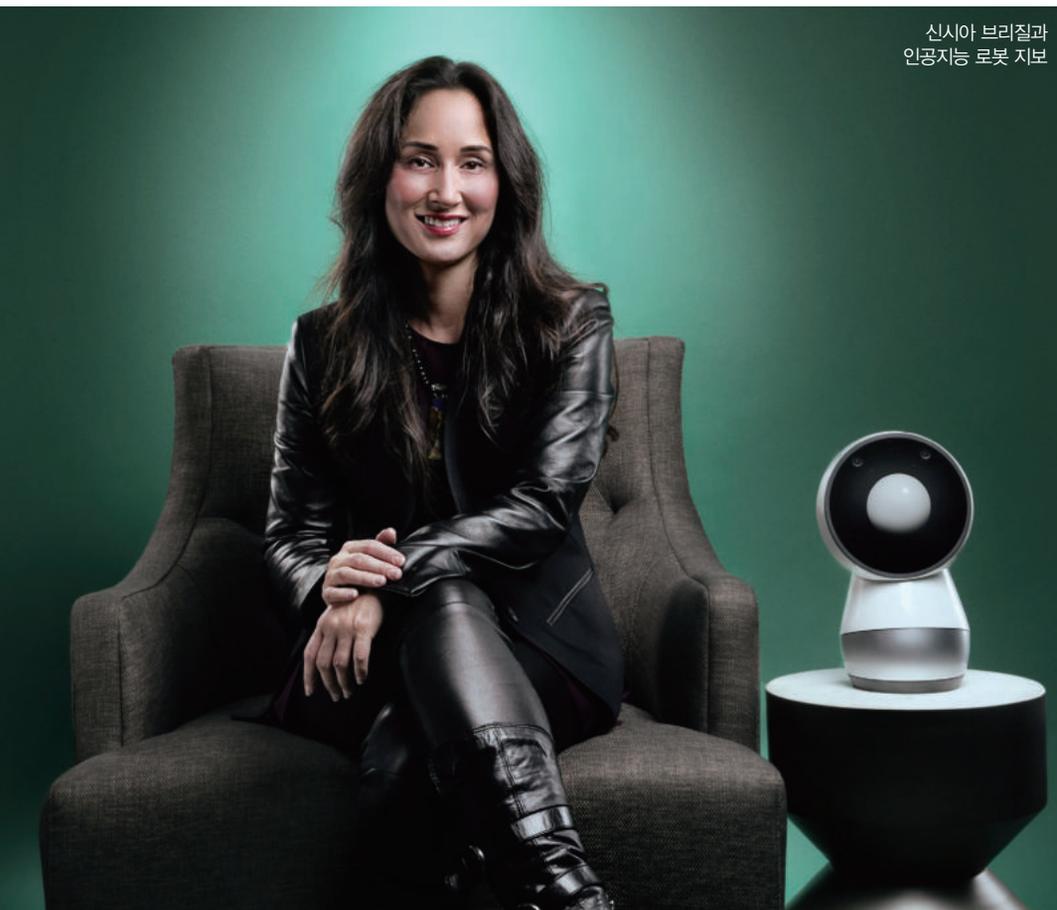
로봇에 인격을 부여하려는 움직임에 비판적인 이들은 유럽의회 결의안이 AI 로봇의 능력에 대한 오해를 불러올지 모른다고 비판했다. 유럽의회 결의안에 담긴 ‘자율적이고, 예측 불가능하고, 스스로 학습하는 전자인간’이란 표현은 로봇의 실제 능력을 과장한 것이라고 꼬집었다. 로봇에 윤리를 학습시켜야 한다는 것 역시 현실성이 없다며 ‘로봇윤리’ 대신 로봇을 제조하고 사용하는 인간의 윤리가 더 중요하다고 강조했다.



## 소셜 로봇계의 대모 신시아 브리질

다른 분야도 흔히 그렇지만, 특히 이공계에서 여성 연구자를 찾아보기란 힘들다. 그것은 미국 역시 마찬가지다. 그러나 그 와중에도 어지간한 남자들을 뛰어넘는 실력을 보이는 여성 연구자들은 존재한다. 이번에 다룬 신시아 브리질 역시 그런 연구자이다.

이경원 [과학칼럼니스트]



2017년 11월, 최초의 상용화된 소셜 로봇 '지보(Jibo · 정말 멋진 것을 의미하는 영어 속어)'가 출시됐다. 흔히 로봇이라고 하면 뭔가 사람과 유사한 모양새의 기계를 떠올린다. 그러나 키 28cm, 무게 2.7kg의 지보

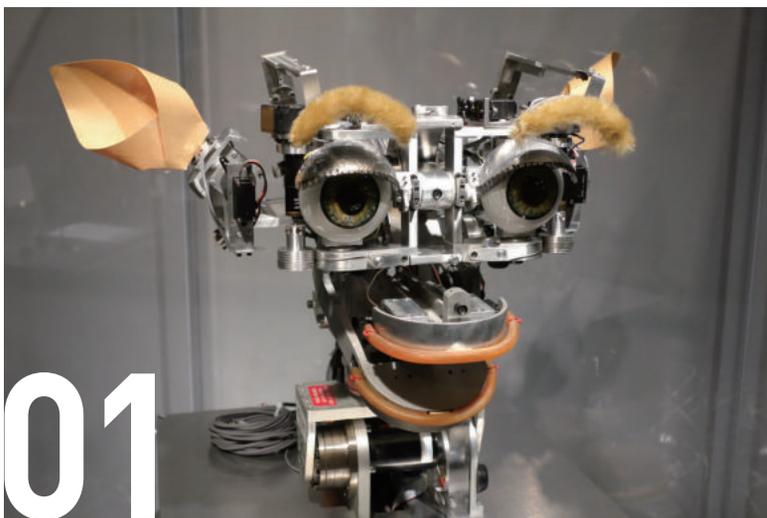
는 팔도 없고 다리도 없다. 심지어는 바퀴도 없어서 자력으로 움직일 수도 없다. 이게 무슨 로봇이냐고 할지 모르지만 지보의 진가는 다른 곳에 있다. 인공지능을 탑재한 지보는 인간의 표정을 통해 감정을 읽을 수 있

고, 인간과 자연어로 대화할 수 있다. 지보의 주 임무는 비서 역할이다. 사물인터넷을 통해 스마트 주택을 제어해 주고, 일정을 알려주며, 이메일을 읽어주고 답장도 쓸 수 있다. 동화책을 읽어주는 것도 가능하다. 식구들의 사진과 동영상을 촬영해 전송할 수도 있다. 문자 그대로 '또 하나의 가족'이라는 개념에 현재까지는 가장 근접한 물건인 셈이다. 그러면서도 가격은 미국 현지가 기준으로 699달러에 불과하다.

이런 신기한 물건을 만든 사람이 바로 신시아 브리질이다.

브리질은 1967년 11월 15일, 미국 뉴멕시코 주 앨버커키에서 노먼 브리질과 줄리엣 브리질 부부의 딸로 출생했다. 그녀의 외모에서도 짐작할 수 있듯이 어머니 줄리엣은 한국계였다.

브리질은 장래의 과학 기술자답게 무엇에 대해서건 큰 호기심을 보였다. 오빠와 함께 거칠게 놀다가 다친 적도 여러 번이었다. 과학뿐 아니라 테니스, 축구 등 스포츠도 좋아했다. 하지만 그녀를 로봇 과학



자의 길로 이끈 것은 1977년에 본 영화 '스타워즈'였다. 거기 나오는 두 로봇인 R2D2와 C3PO에 매료돼 버렸던 것이다.

그녀가 1985년 샌타바버라 캘리포니아대 공대에 입학했을 때만 해도 우주비행사가 되고 싶었다. 그러나 대학 4학년 때 우주 탐사 로봇에 흥미를 갖게 돼 로봇공학 쪽으로 진로를 바꾸게 됐다. 그녀는 대학 졸업 후 1990년 MIT 대학원에 입학해 인공지능연구소의 로드니 브룩스 교수에게서 우주 로봇 공학을 배웠다. 브룩스 교수는 인공지능을 장착한 자율 로봇 연구의 권위자였다. 브리질은 브룩스 교수와 함께 모봇(이동 로봇을 의미하는 MObile roBOT) 연구소에서 일하며 우주 탐사용 자율 로봇인 '아틸라'와 '한니발', 그리고 인간과 상호작용이 가능한 '코그'의 개발에 참여했다. 또한 '센서와 작동기를 장착한 자율적인 로봇의 강력한 자동 제어'라는 논문으로 1993년 석사 학위도 받았다.

### 로봇 '키스멧' 개발로 박사 학위를

그러다 1996년 미항공우주국(NASA)이 화성에 로봇 우주선을 보내는 것을 본 그녀는 가정용 로봇이 우주 탐사 로봇만큼 발전돼 있지 않다는 점을 깨닫고, 가정용 로봇 쪽으로 연구 방향을 돌린다. 가정용 로봇은 인간의 명령을 잘 따르는 것도 중요하지만, 인간이 쉽게 감정 이입을 할 수 있고 또 로봇 스스로가 감정을 표현할 수 있어야 했다. 즉, 로봇과 인간 간의 정서적 상호 작용이 가능해야 했다. 이를 위해서는 감성 컴퓨팅이라는 기술이 필요했다. 감성 컴퓨팅은 기계가 인간의 감정을 읽고 재현하는 기술이다. 1996년부터 4년간 그녀가 개발한 로봇 머리인 키스멧(Kismet · 터키어로 '운명'이라는 뜻)은 이 감성 컴퓨팅 기술을 인간 유아 수준으로 재현하기 위한 테스트베드였다.

키스멧은 인간과 상호 작용하기 위해 입력 기구를 이용한 시청각 및

## 01

브리질의 박사 학위 과제였던 로봇 키스멧. 이 로봇을 통해 로봇과 인간의 정서적 교감이 가능하다는 것을 입증했다.

고유 수용 감각 능력을 갖추고 있었다. 또한 다양한 표정, 목소리, 움직임으로 감정을 표현할 수 있었다. 표정은 귀, 눈썹, 눈꺼풀, 입술, 턱, 고개 등을 움직여 나타냈다. 키스멧 제작에 든 재료비만 해도 당시 돈으로 2만5000달러에 달했다. 또한 모토롤라 68332 제어기 4대와 400MHz급 PC 9대, 500MHz급 PC 1대가 사용됐다. 키스멧은 또한 인간과 같은 기능적 행동을 모방하기 위해 사회적 지능 소프트웨어 시스템이 탑재돼 있었다. 이 시스템은 저수준 특징 추출 시스템, 동기부여 시스템, 운동 시스템 등의 하부 시스템으로 나뉘어 있다.

저수준 특징 추출 시스템은 카메라와 마이크로폰으로 받아들인 시청각 정보를 처리한다. 키스멧의 시청각 체계는 안구 감지, 운동 감지, 피부 색상 감지 등이 가능해 인간의 존재 여부를 알 수 있다. 고개를 돌릴 때는 자신의 움직임 감지하는 것을 막기 위해 잠시 운동 감지 시스템을 비활성화했다. 스테레오 카메라를 사용해 시야에 들어온 물체의 거리도 알 수 있었다. 또한 이를 통해 위협이 되는 물체(너무 크고 너무 빨리 다가오는)의 존재 여부도 파악할 수 있었다.

키스멧의 오디오 시스템은 인간이 유아를 상대로 사용하는 어조를 감지할 수 있었다. 구체적으로는 승낙, 금지, 주의 환기, 안정, 중립적 어조를 구분 및 감지할 수 있었다. 표본 음성의 음고와 음량을 측정해 이

를 가우시안 혼합 모델로 만들고, 기댓값 최대치 알고리즘을 사용해 이 표본 음성으로 키스멧을 훈련시켰다. 이를 통해 어조만 듣고도 상대방 말의 의도를 알아들을 수 있게 됐다.

동기부여 시스템은 로봇에 욕구를 부여하는 시스템이다. 키스멧은 기본적으로 사회적 욕구, 놀이 욕구, 피로 욕구를 갖게끔 프로그래밍됐다. 이에 따라 분노, 혐오, 흥분, 공포, 행복, 흥미, 슬픔, 놀라움, 피로, 수면 등의 감정을 표현할 수 있다.

운동 시스템은 DEC 토크 음성 인식시사이저를 이용해 만든 웅알이를 통해 다양한 감정을 표현할 수 있다. 또한 강세를 주어 의문문과 평서문을 달리 표현할 수 있다. 이렇게 해서 키스멧은 2000년에 완성됐다. 브리질은 완성된 키스멧을 가지고 사람들에게 말을 거는 실험을 했다. 많은 사람이 키스멧이 로봇임을 알고 있었음에도 키스멧이 감정을 나

타낸다고 여겼으며, 정서적인 상호작용을 하는 데 성공했다. 이 실험 결과는 같은 해 '사교성 많은 기계: 인간과 로봇이 주고받는 의미심장한 사회적 교류'라는 제목의 박사학위 논문으로 만들어졌고, 브리질은 이 논문으로 박사 학위를 취득했다.

좀 엉뚱하게 들릴지 모르겠지만 영화계도 브리질의 활동 무대 중 하나였다. 2001년 초, 워너브러더스는 그해 여름 개봉 예정이던 영화 'A.I.'(스티븐 스피버그 감독, 해리 조엘 오스먼트 주연)의 홍보 담당 컨설턴트를 맡아 달라고 브리질에게 제의했다. 이미 영화 제작은 완료된 상태였고, 브리질의 주요 임무는 영화 관련 기사를 쓸 기자들에게 과학적 조언을 해주는 것이었다. 영화의 제작 발표회 역시 브리질의 모교인 MIT에서 열렸다.

## 계속되는 연구개발

'A.I.' 이후 브리질은 MIT 미디어랩의 교수직을 제안받아 퍼스널로봇 그룹을 만들어 현재까지 그곳에서 근무하고 있다.

이곳에서 브리질은 로봇과 인간 간의 상호작용 연구를 계속 해나갔다. 그런 취지에서 개발한 키스멧의 후계로봇이 바로 '레오나르도'였다. 영화 소품용 로봇을 만드는 스탠 윈스턴 스튜디오와 함께 개발한 이 로봇은 키스멧과 마찬가지로 전 세계에 알려졌으며, 2006년 와이어드(Wired)지가 뽑은 역사상 가장 뛰어난 50대 로봇 중 하나로 선정되기도 했다.

레오나르도 역시 키스멧과 마찬가지로 인간과 정서적 상호작용이 가능한 이른바 소셜 로봇이었지만, 키스멧보다 더욱 진일보한 기능을 갖고 있었다. 일단 외견만 보더라도 이 로봇은 제대로 된 사지와 얼굴, 그리고 귀여운 외모를 지니고 있었다. 또한 내부에는 60개의 모터가 장착돼 몸을 훨씬 자유자재로 움직일 수 있었다. 레오나르도의 오른쪽 눈에는 안면 특징 추적장치가 장착돼 사람의 얼굴 특징을 파악하고, 이것으로 상대를 알아볼 수 있었다. 레오나르도의 피부는 온도, 압력, 상대방과의 거리를 파악하는 센서가 달려 있었다. 이를 통해 인간의 감정 표현을 모방하고, 제한된 사물과 상호작용을 하며 물체를 추적하게 하는 것이 레오나르도의 제작 목표였다. 레오나르도는 학습 기능도 있어 정해진 색상의 블록을 가지고 뿔단배를 만들 수도 있었다. 인간의 시선을 추적할 수도 있고, 인간의 행동과 표정을 모방할 수도 있었다. 이 때문에 누구나 레오나르도에게 이런저런 기술을 가르칠 수 있었다. 또한 인간과 협력해 문제를 해결할 수도 있었다.

브리질이 만든 또 다른 로봇인 '넥시'는 타임지가 선정한 2008년 최고의 발명품 50선에 포함되기도 했다. 넥시는 MDS 로봇으로 개발됐다. MDS란 기동성, 정교한 손재주, 사회성을 의미하는 영단어 Mobile, Dexterous, Social의 약자다. 이로써 넥시는 인간과 더욱 높은 수준의 의사소통 및 협력이 가능했다.

## 02

브리질과 로봇  
레오나르도



02



03

그 외에도 그녀는 로봇 체중 조절 트레이너 '오토(Autom)'을 만들기도 했다. 이 로봇에 체중 조절 목표와 식단, 운동량을 입력하면 그 내용을 분석해 잘했는지 여부를 알려주고 구체적인 조언도 해준다. 실험에 따르면, 이 로봇을 사용한 사람들은 식단을 종이로 기록한 사람들에 비해 2배, 컴퓨터로 기록한 사람들에 비해 40%나 식이요법을 더 오래 유지했다고 한다.

이 글의 서두에 설명한 로봇 지보는 브리질리 내내 연구해 온 소셜 로봇을 스마트폰만큼이나 대중적으로 보급하겠다는 의지의 결과물이다. 그녀는 이를 위해 2012년 500만 달러의 자본금으로 지보사를 설립했다. 2014년 7월 16일에는 지보의 개발에 필요한 자금을 크라우드펀딩 방식으로 모으기 위해 인디고고 캠페인을 벌였다. 여기서 2015년 9월 15일까지 목표액의 22배가 넘는 366만3105달러가 모금됐다. 현재 그녀는 지보사의 최고체험담당관으로 재직하고 있다.

### 로봇 기술은 비인간화가 아닌 인간화의 침범

이 외에도 그녀의 활동 경력은 화려하다. 2003년 미국 디자인상 커뮤니케이션 부문 최우수상을 받았다. 같은 해에는 MIT 테크놀로지 리뷰가 선정한 35세 미만의 혁신 발명가 100명 중 한 명으로 뽑혔다. 2005년에는 조던 D 브라운이 그녀의 전기를 펴냈다(이 책은 '로봇의 세계: 로봇 설계자 신시아 브리질'이라는 제목으로 국내에도 번역돼 있다). 2008년에는 미국 공학한림원의 길브레스 강의상을 받았다. 또 세계 과학 페스티벌, 세계경제포럼, TED 위민 등 다양한 국제 행사에서 강연도 했다. 보스턴 과학박물관 감독관, 사이언스채널 자문위원도 맡았다. 2004년작 영화 '아이, 로봇(I, Robot)'의 과학 컨설턴트로도 일했다.

로봇과 함께 살아온 그녀지만 로봇과의 상호작용이 인간관계를 대체할 것이라고 보지는 않는다. 로봇과의 관계는 애완동물이나, 인간 간의 관계를 돕는 역할 정도에 머무를

것이라고 생각한다. 로봇 덕분에 지금보다 더 편리한 생활을 누릴 수 있다는 것뿐이다.

현재 보스턴에서 남편과 3명의 아들과 함께 살고 있는 브리질은 일이 없을 때는 자녀들의 독서 목록에 있는 책을 보고, 그 책에 대해 자녀들과 이야기하기를 즐긴다. 그녀는 교육 분야야말로 로봇의 활용도가 늘 어날 또 다른 분야라고 생각하고 있다. 로봇을 상호작용형 실습 도구미로 사용함으로써 인간 교사의 교육 활동을 돕는다는 것이다. 그녀는 그 외에도 의료, 노인 도구미 등에서도 로봇의 활용이 늘어나고, 부족한 인력을 대체할 수 있으리라고 본다.

많은 사람들이 로봇을 포함한 첨단 기술은 비인간화의 침범이 될 수 있다고 우려한다. 그러나 그녀는 로봇 기술은 인간다움에 대한 이해를 넓히기만 할 뿐이라고 주장한다. 인간과 교감할 수 있는 로봇을 만들기 위해서는 인간다움에 대해 철저히 알아야 하고 다른 각도에서 생각할 수 있어야 한다는 것이다. 그러한 과정을 통해 만들어진 로봇 기술은 결국 인간성의 회복과 강화에 기여할 수 있다고 그녀는 믿는다.

03

브리질과 로봇 넥시. 넥시는 그동안 가능한 MDS 로봇이었다.

04

TED 토크에서 강연 중인 브리질. 그녀는 연구 이외에도 사업, 강연, 자문 등 다방면으로 활동을 이어가고 있다.



04

## 우리는 미래를 준비하고 있는가 '로봇 앤 프랭크'

인간들의 미래를 보여주는 여러 공상과학 작품들, 그중 '로봇 앤 프랭크'만큼 눈에 확 들어오는 가까운 미래를 자극적이지 않으면서도 진지하게 다룬 작품도 드물 것이다. 4차 산업혁명 시대의 초입에 선 우리 인류, 그 삶이 어떻게 바뀔지 엿보자!

이동훈 [과학칼럼니스트]



프랭크는 처음에는 로봇에게 차갑게 대하지만 점차 로봇과 우정을 쌓아간다.

흔히 '로봇이 나오는 공상과학영화'라고 하면 가장 먼저 떠올리는 것이 '건담'이나 '에반게리온'류의 (전투가 가미된) 거대 로봇물이다. 물론 로봇 내부에 사람이 탑승할 경우 학술적인 의미에서의 로봇은 절대 아니지만 말이다. 학술적인 의미의 로봇을 다루는 것 이라고 해도, 보통은 '터미네이터' 등의 (역시 전투가 가미된) 로봇물을 떠올리기 십상이다.

그러나 아무리 4차 산업혁명이 빠르게 진행돼도 일반인들이 그런 전투 로봇의 주인이 되어볼 일은 거의 없을 것이다. 그보다는 일상생활에서 사람들을 돕는 로봇을 더 많이 접할 수 있지 않을까.

그런 로봇 중에서도 특히 주목받는 것이 노인 도우미 로봇이다. 생각해 보면 노인 돌보기야말로 로봇의 손길이 매우 필요한 일이라 할 수 있다. 힘든 일인 데다 아무도 하지 않으려는 일이기 때문이다. 게다가 사회의 고령화는 노인을 돌볼 젊은이 수 자체를 급속히

낮출 것이다. 그리고 노인은 다른 노인을 돌보기 어렵다. 이번에 다룬 영화 '로봇 앤 프랭크'도 노인과 노인 도우미 로봇 간의 이야기다.

은퇴한 도둑 프랭크 월드(프랭크 란절라 분)에게 아들 헨터는 도우미 로봇을 보낸다. 처음부터 이래라 저래라 하는 로봇에게 짜증만 내던 프랭크. 하지만 이 로봇이 자물쇠를 엄청 빨리 푸는 것을 보고 놀란다. 이 모습에 감동받은 프랭크는 로봇과 함께하는 '최후의 한탕'을 기획한다. 바로 마을회관으로 개장될 운명에 처한 마을 도서관에서 '돈키호테' 고서본을 훔쳐내는 것이었다. 그 책을 훔쳐 낸 후 프랭크가 연심을 품고 있던 도서관 사서 제니퍼(수전 서랜든 분)에게 선물로 주자는 것이 범행 동기였다. 로봇과 프랭크는 도서관 개장 사업을 이끄는 부자 사업가 제이크(제러미 스트롱 분)의 집에도 몰래 들어가 보석을 훔쳐 내는데 성공하지만, 두 절도 사건을 조사하던 경찰은 프랭크를 의심하기 시작한다. 점점 좁혀오는 경찰의 수사망. 과연 이 콤비의 운명은 어떻게 될까?

### 4차 산업혁명 속 일상의 변화를 잔잔하게 묘사

사실 이 영화는 그리 큰 드라마성이나 화려한 액션 장면은 없다. 그러나 그렇기에 오히려 더 큰 현실감을 갖는다. 그리고 이 영화가 개봉된 지 상당한 시간이 지난 현재 영화에서 예견한 내용들이 슬슬 현실이 되고 있기에 그런 느낌은 더욱 커진다.

이 영화 속에는 이런저런 4차 산업혁명의 격량이 보인다. 우선 주인공에게 범행 동기를 제공한 사건이 무엇이었나? 마을 도서관의 개장이었다. 그것은 사람들

ROBOT & FRANK



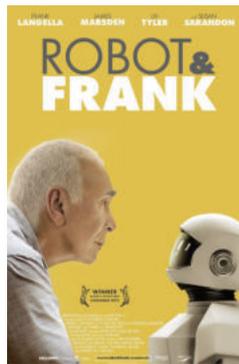
이 인쇄 매체에 관심이 적어진 데다 기존 인쇄 매체를 디지털화해 보관하는 것이 훨씬 경제적이기 때문이다. 이는 디지털 문서의 비용이 종이 문서의 비용에 비해 훨씬 저렴해진 오늘날의 추세와 정확히 일치한다.

그리고 절도 사건이 일어나자 경찰도 다른 것이 아닌 컴퓨터의 데이터에 기반해 프랭크를 의심하게 된다. 빅데이터에 기반해 우범지대 순찰을 강화하고, 유사 범죄를 저지른 전과자를 탐문하는 현대 경찰의 치안 활동이 떠오르는 부분이다.

그러나 무엇보다도 4차 산업혁명의 힘을 강하게 느끼게 해 주는 것은 또 다른 주인공인 로봇이라고 할 수 있다. 로봇을 소재로 한 다른 작품들과는 달리 이 로봇의 인공지능은 인간보다 더욱 인간적으로, 또는 너무나 비인간적이고도 철두철미하게 묘사돼 있지도 않다. 그보다는 기술적인 현실성이 매우 잘 묘사돼 있다. 인공지능은 분명 인간에 비해 뛰어난 면이 존재한다. 엄청나게 많은 데이터를 빠른 속도로 정확하게 외우고, 이 데이터를 주변 상황에 신속하게 대입시켜 답을 낼 수 있다. 알파고가 이세돌과의 바둑 경기에서 이겼을 때 왜 화제가 됐나? 바둑은 경우의 수(바둑 용어로는 '기보'라고 한다)가 엄청나게 많은 보드 게임이다. 그 모든 경우의 수를 인공지능에 다 외우게 해서 실제 경기에 적용시키기는 어렵다고 생각했다. 그런데 그 어려운 기술적 과제를 해냈기 때문에 놀랐던 것이다.

그러나 거기까지다. 적어도 가까운 시일 내에 인간과 같은 감정과 욕구, 의지를 지닌 강한 인공지능이 나올 가능성은 없다. 인간과 같은 메타 지능과 상상력, 창의성을 충실하게 갖추는 것도 언감생심이다. 따라서 상당히 오랜 기간 인공지능은 인간의 '좀 멍청한 하인'으로 남아 있을 가능성이 크다. 모든 요건이 다 갖추어진다면 엄청나게 일을 잘하지만, 하나라도 부족한 것이 있을 경우 그 부족을 채우지 못하고 헤매는 그런 하인 말이다. 영화 속 로봇은 그런 점이 잘 묘사돼 있다.

하지만 영화 속 프랭크처럼, 그런 부족한 로봇에게도 인간은 애착을 느끼게 된다. 인간은 사회적 동물이라 무생물에게도 인격을 부여하는 버릇이 있기 때문이다.



프랭크를 연이은 절도 사건의 용의자로 지목하는 경찰. 과연 주인공들은 수사망을 벗어날 수 있을까?



그러나 또한 역으로 로봇이라는 새로운 친구에게 이유 없는 공포와 혐오를 느끼는 인간도 존재할 것이다. 그 역시 새로운 것에 호기심과 거부감이라는 상반된 감정을 동시에 갖는 인간 본연의 태도라고 할 것이다.

## 로봇과 인간의 공존 방법을 생각하다

이미 영화 속 노인 도우미 로봇은 더 이상 공상과학 작품의 전유물이 아니다. 미국, 유럽, 일본 등 로봇 기술 강국에서는 벌써 이런저런 노인 도우미 로봇을 만들어 사용하고 있다. 그리고 앞서도 말했듯이 사회의 여건상 노인 도우미 로봇, 그 외에도 여러 가지 용도의 로봇과 함께 살아가는 세상은 피할 수 없는 미래가 될 것이다.

그런 세상은 새로운 문제도 안겨 줄 것이다. 바로 로봇이라는 새로운 친구를 어떻게 대해야 하는가 하는 문제이다. 이웃 일본에서는 소프트뱅크의 접객용 로봇 '페퍼'가 손님에게 구타당한 사건이 있었다고 한다. 더 재미있는 것은 이후 일본 사회의 반응이었다. 상당수 일본인은 이를 단순한 집기 파손으로 받아들이지 않았다. 마치 사람이 다쳤을 때처럼 구타당한 페퍼에 대한 동정 여론을 보였던 것이다. 분명 인간은 로봇을 인간으로 여기지는 않는다. 그렇다고 단순한 물건으로 여기기도 힘들어하고 있다. 그런 부분은 로봇 기술의 발전으로 인해 로봇이 인간의 표정과 감정을 읽고, 인간에 대해 학습할 수 있게 되면서 더욱 강해질 것이다. 그런 부분에 대해 미리 질문을 하고, 나름의 답을 내 보는 것도 공상과학 장르의 의무라 할 것이다.

# 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)폴리피아(polypia21.co.kr)

연구소 · R&D(신소재개발&화학) 채용공고

- 담당업무: R&D 연구
- 응모자격 및 우대사항: 학사 이상, 경력 3년 이상, 고분자 · 화학공학 관련 학과 전공자, 석사학위 수여자 우대
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 충남 당진시
- 모집기간: 7월 20일
- 문의전화: 041-363-9508



(주)센트롤(sentrol.net)

R&D 전략기획 및 사업전략 수립 경력자 모집

- 담당업무: R&D 전략기획 및 사업전략 수립
- 응모자격 및 우대사항: 이공 · 자연계열 필수, 경력 3년 이상, 3D 프린팅 원리 및 방식에 관심이 있는 자, 사업전략 수립 및 해당 직무 경험자
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 서울 금천구
- 모집기간: 상시모집(채용 시 마감)
- 문의전화: 02-3397-5800



(주)세정아이앤씨(sejinc.co.kr)

빅데이터 · AI 분야 기획 및 R&D 경력사원 채용

- 담당업무: 세정그룹 빅데이터 · AI 분야 기획 및 R&D, 오픈소스를 활용한 빅데이터 · AI · 머신러닝 R&D
- 응모자격 및 우대사항: 빅데이터 수집 · 정제 · 분석 부문 경력 최소 2년 이상, AI · 머신러닝 · 딥러닝 부문 경력 최소 1년 이상, 오픈소스 Study 및 적용 경험, 빅데이터 · AI · 머신러닝 R&D 및 비즈니스에 관심과 열정이 있는 인재
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 부산 금정구
- 모집기간: 6월 8일까지
- 문의전화: 세정그룹 홈페이지(sejung.co.kr) 인재채용 온라인 접수



케이웨더(주)(kweather.co.kr)

기상 및 환경 R&D 연구개발직 채용

- 담당업무: 기상 · 환경 R&D, 연구개발, 과제수행, 국책사업 수행 등
- 응모자격 및 우대사항: 석사 이상, 신입 · 경력 2년 이상, 인근 거주자, 유관 업무 경험자, 박사학위 소지자 우대, 관련 자격증 보유자
- 근무형태: 정규직
- 근무처: 서울 구로구
- 모집기간: 7월 17일
- 문의전화: 02-360-2200

## QUIZ.

안티에이징 시대에서 잘 늙어가는 법,  
'□□□□'을 추구하는 시대로  
바뀌고 있다. □□□□은 단순히  
오래 사는 것이 아닌, 건강하고  
아름답게 늙어간다는 뜻이다.  
□□□□은 무엇일까요?

56호 정답 및 당첨자

디지털세(Digital Tax)



박감순, 김능수, 최석준, 이호준, 황태연



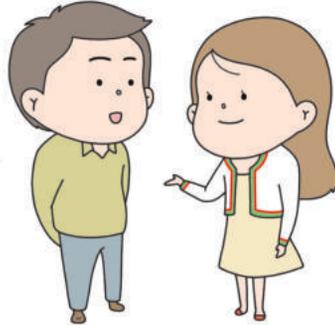
USB 플라스틱  
미니 선풍기

※ 독자선물은 교환, 환불이 불가능합니다.  
주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

**Q&A**

**경상기술료 매출실적보고서 등록방법**

정부 R&D 사업 수행에 따른  
경상기술료 매출실적보고서 등록방법을  
알고 싶습니다.

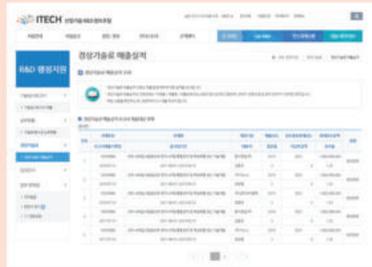


경상기술료 매출실적 제출대상 과제 경우에는  
매출실적을 등록해야 합니다.  
실시업은 발생한 매출액에 대해 매출 발생 회계연도부터  
5년 또는 과제 종료 후 7년 중 먼저 도래한 시점까지  
전담기관(KETIT)에 경상기술료를 납부해야 합니다.

이와 관련한 절차를 예시와 함께  
자세히 설명해드리겠습니다.

**Q 경상기술료 매출실적보고서 제출대상 과제 확인방법은?**

경상기술료 매출실적  
제출대상 과제 목록을 제공하며,  
경상기술료 매출실적 대상과제의  
작성 상태를 확인합니다.



1) 경상기술료 매출실적보고서 제출대상 과제를 확인합니다.

※ 경상기술료란 협약 또는 실시계약에서 정한 착수기본료 및  
매년 매출액의 일정 비율로 계산한 기술료를 말합니다.

2) 목록에서 해당하는 '과제명'을 클릭해 해당 매출실적 연도의  
경상기술료 매출실적보고서 제출 페이지로 이동합니다.

3) 경상기술료 매출실적 진행 상태는  
'미제출 > 제출중 > 제출완료(또는 보완요청)' 순으로 진행됩니다.  
상태가 '보완요청'일 경우는 관리자(과제담당자)가 반려한 경우이니,  
과제담당자에게 문의하기 바랍니다.

**Q 경상기술료 매출실적보고서 매출 발생 시 등록방법은?**

경상기술료 매출실적  
제출대상 과제에 대한  
매출실적을 등록합니다.



1) 매출 발생 시에는 다음과 같은 실적보고 관련 자료를 등록해야 합니다.

[가] '파일찾기' 버튼을 클릭해 해당연도의 결산 재무제표를 업로드(첨부)합니다.

[나] 해당연도 경상기술료 관련 제품·상품·용역 등 목록 및 세부사양 등을 3-1 팝업에서  
작성 및 저장합니다.

[다] 해당연도 경상기술료 관련 제품·상품·용역 등 세부항목별 매출명세를 4-1 팝업에서  
작성 및 저장합니다.

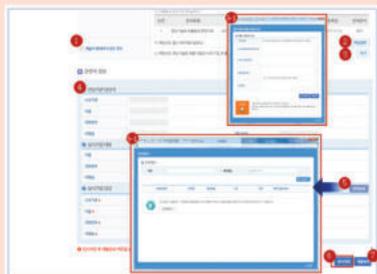
[라] '파일찾기' 버튼을 클릭해 매출 발생 관련 증빙자료를 업로드(첨부)합니다.

[마] '파일찾기' 버튼을 클릭해 '매출실적 회계감사 결과 확인서'를 업로드(첨부)합니다.

① ②

**Q 경상기술료 매출실적보고서 매출 미발생 시 등록방법은?**

경상기술료 매출실적 제출대상 과제에 대한 매출실적을 등록하고,  
담당자 정보를 확인·추가합니다.



1) 매출이 발생하지 않은 경우에는 다음의 관련 자료를 등록해야 합니다.

[가] '파일첨부' 버튼을 클릭해 해당연도의 결산 재무제표를 업로드(첨부)합니다.

[나] 해당연도 경상기술료 매출 미발생 사유를 3-1 팝업에서 작성 및 저장합니다.

[다] '파일찾기' 버튼을 클릭해 '매출실적 회계감사 결과확인서'를 업로드(첨부)합니다.

2) 전담기관의 경상기술료 담당자 정보를 확인합니다.

3) 실시기업 담당 등의 정보를 입력·추가하려면 5-1 인력정보 팝업을 통해  
추가(적용)합니다.

4) 현재까지 작성한 내용을 임시적으로 저장하려면 '임시저장' 버튼을 클릭합니다.

5) 경상기술료 매출실적보고서를 제출하려면 작성 내용을 최종적으로 확인한 후  
'제출완료' 버튼을 클릭해 제출을 완료합니다.

③

## 한국이 제안한 '표준전문가 역량요건' 국제표준으로 승인

한국이 제안한 '표준전문가 역량요건' 신규 제안서(WA)를 국제표준화기구(ISO) 기술이사회에서 승인했다. WA(International Workshop Agreement · 국제워크숍 합의문)는 오픈된 전문가 국제워크숍을 통해 개발하는 ISO 국제표준의 한 유형이다. 산업통상자원부 국가기술표준원은 ISO가 '표준전문가 역량요건' WA를 승인함에 따라 6월부터 미국 · 독일 · 일본 등과 공동으로 주요국의 표준전문가 양성체계 및 활용 방안 등을 조사 · 연구해 국제표준을 개발한다고 밝혔다. 또한 올해 10월 예정인 부산 국제전기기술위원회(IEC) 총회에서는 국제표준 개발안에 대한 최종 의견수렴을 위해 전 세계 표준전문가와 기업이 참여하는 국제워크숍을 개최해 국제표준으로 완성할 예정이다. 표준전문가 역량요건은 기업 및 표준전문기관 종사자의 표준 관련 직무수행에 필요한 지식 · 기술 · 소양 등을 정의한 것으로 표준전문가 양성, 교육, 채용, 경력 개발 등에 폭넓게 활용할 수 있다. 한편, ISO는 161개 회원국이 247개의 기술위원회(TC)에서 2만1000여 종의 국제표준을 개발한 세계 최대의 국제표준화 기구로, 이번에 승인한 표준전문가 역량요건 국제표준을 발간하면 국제표준화기구 161개 회원국이 표준전문가 양성의 기준으로 삼게 된다. 강병구 국가기술표준원 표준정책국장은 "이번 국제협업에 의한 표준전문가 역량요건 개발을 통해 해외 취업이 가능한 세계적인 인재양성 등 일자리 중심의 표준전문가 양성에 기여할 것으로 기대된다."고 말했다.

문의처 산업통상자원부 국가기술표준원(043-870-5382)

## 지역별 맞춤형 중견기업 육성 본격 추진

산업통상자원부(이하 산업부)가 지역별 맞춤형 중견기업 육성 프로젝트 발굴을 본격 추진한다. 이를 위해 4월 25일 '제1차 중견기업 지역정책 협의회'를 개최했으며, 5월 16일에는 전북지역을 찾아가 이등욱 산업부 중견기업정책관 주재로 전북도, 지역기업, 유관기관 등에서 25명이 참석한 가운데 전북지역 중견기업 간담회를 개최했다. 간담회에서 산업부는 전북도와 '중견기업 비전 2280'을 공유하고, 지역거점 중견기업 육성, 지역 중견기업 육성기반 조성 등 전북지역 중견기업 육성 방안을 논의하고 협력방안을 모색했다. 더불어 이날 참석한 한국산업기술진흥원(KIAT), 대한무역투자진흥공사(KOTRA), 산업단지공단, 무역보험공사, 중견기업연합회, KDB산업은행 등은 지역본부 등을 통해 지역기업 성장 지원을 위해 노력하기로 했다. 이 국장은 이날 간담회에서 지역 내 좋은 일자리 창출과 지역경제 활성화에 기여할 수 있는 혁신형 지역 중견기업 육성이 무엇보다 중요하다고 강조하면서, 지방 소재 유망 강소 · 중견기업이 지역거점 중견기업으로 성장할 수 있도록 지원을 강화해 나가겠다고 약속했다. 산업부는 찾아가는 중견기업 지역간담회를 순회 개최해 지역 강소 · 중견기업의 의견을 수렴하고 지역별 맞춤형 중견기업 육성 프로젝트를 발굴한다.

문의처 산업통상자원부 중견기업정책과(044-203-4373)

JUNE 2018

VOL.  
**57**

NEW  
TECHNOLOGY  
OF THE  
MONTH

# 이달의 신기술

정기구독 안내

계좌번호

038-132084-01-016 기업은행

1005-102-350334 우리은행

전화

02-360-4845

온라인 신청

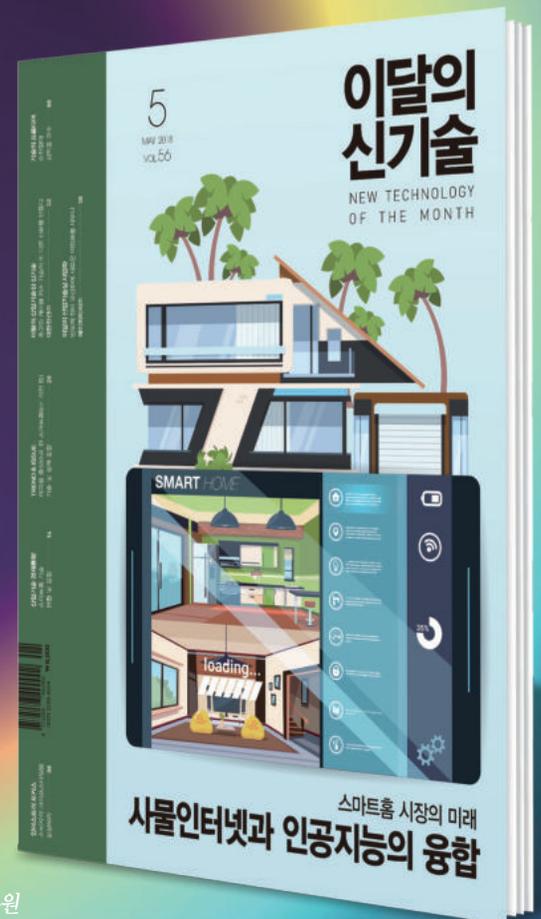
<https://goo.gl/u7bsDQ>

이메일 접수

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

구독료

50,000원 (연간)



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



# 국민행복시대를 열어갑니다!

**투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!**

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한  
대한민국을 여는  
정부 3.0



행정자치부  
www.gov30.go.kr

