

NEW TECHNOLOGY
OF THE MONTH

이달의 신기술

06

Vol. 105
JUNE 2022



제품을 만들고 배달하는 인간을 위한 로봇에서
인간을 닮은 휴머노이드 로봇으로의 진화

SPECIAL

미래 세대를 위한 난제에 도전하다
알키미스트 프로젝트

이달의 산업기술상

국내 반도체장비산업에 글로벌 경쟁력을 더하다
코스텍시스템(주)

ISSUE

우주경제 빅뱅...
'스페이스K' 키우자



9 772288 490002
ISSN 2288-4904 ₩6,000

CONTENTS

WITH

02

COLUMN

첨단로봇과 함께하는 미래 생활을 기대하며

07

글로벌

휴머노이드 로봇 기술 개발 동향

18

SPECIAL

미래 세대를 위한 난제에 도전하다
알키미스트 프로젝트

TECH



26

이달의 산업기술상 사업화 기술 장관상

국내 반도체장비산업에 글로벌 경쟁력을 더하다
코스텍시스템(주)

32

이달의 기술

(주)테라하임, SK넥실리스, (주)세원하드페이징, (주)씨크

40

R&D 프로젝트_ 서울대학교 인간 뇌 기능 연구실

생각만으로 의사소통이 가능한 인터페이스

44

R&D 연구소_ 포스텍 면역거부반응 없는
소프트임플란트 연구단

더 이상 장기이식 대기에 애태움 없는 세상을 만든다



50

트렌드

하늘을 나는 택시
'에어택시'

58

ISSUE

우주경제 빅뱅...
'스페이스X' 키우자

64

프런티어

고려대학교
전기전자공학과 전유빈

68

CLUB

서울과학기술대학교
동아리 RnD

72

SPOT

이화여대 자연사박물관

76

테크 컬처

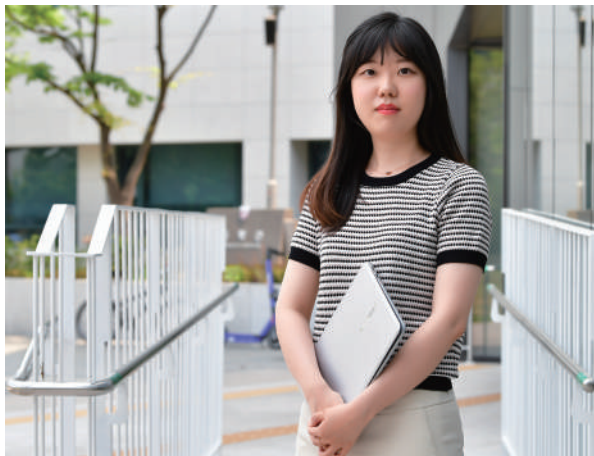
로봇 범죄를 소탕하라
애니메이션 '버블검 크라이시스'

78

R&D 관련 구인 및 구직

80

NEWS



NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH
**이달의
신기술**

등록일자 2013년 8월 24일

발행일 2022년 5월 31일

발행인 한국산업기술평가관리원 원장 정양호

발행처 한국산업기술평가관리원,

한국산업기술진흥원,

한국에너지기술평가원, 한국공학한림원

주소 대구광역시 동구 첨단로 8길 32(신서동)

한국산업기술평가관리원

후원 산업통상자원부

편집위원 산업통상자원부 노건기 국장,

김종주 과장, 임태섭 서기관,

양동춘 사무관, 노형철 사무관,

배은주 사무관, 정재욱 사무관,

김경아 주무관, 유유미 주무관

한국산업기술평가관리원

강기원 본부장, 장종찬 단장,

이수갑 팀장, 김태진 수석

한국산업기술진흥원 김정옥 본부장,

박천교 단장, 김진하 팀장

한국에너지기술평가원 이성주 본부장

한국산업기술문화재단 박진철 부이사장

한국공학한림원 남상욱 사무처장

편집 및 제작 한국경제매거진 (02-360-4859)

인쇄 (사)장애인동반성장협회 (02-464-5565)

구독신청 02-360-4859 /

chojh@hankyung.com

문의 한국산업기술평가관리원 (053-718-8251)

잡지등록 대구동, 라00026

※ 본지에 게재된 모든 기사의 판권은

한국산업기술평가관리원이 보유하며,

발행인의 사전 허가 없이는 기사와 사진의

무단 전재, 복사를 금합니다.



첨단로봇과 함께하는 미래 생활을 기대하며

전 세계 기술 주도권을 선점하기 위해 도전적인 연구개발(R&D)로 신속하게 기술을 확보하거나 상용화를 추진할 10대 국가필수전략기술의 하나로 첨단로봇 제조 기술이 선정되면서 정부 부처는 물론이고 산학연의 관심이 커지고 있다.¹⁾ 2004년부터 본격적으로 정부의 투자가 시작되면서 오랜 R&D를 통해 축적된 로봇 원천 기술을 활용하는 한편 새로운 응용서비스의 발굴 및 상용화를 추진할 시간이 다가오고 있다.

현실이 된 코봇에서 배달로봇까지

현재 한국 로봇산업의 현황을 보면 결코 녹록지 않다. 2020년 말 기준으로 2427개의 로봇 기업이 있으며 그중 제조업용 로봇 기업은 23%이며 전문서비스용(13.6%), 개인서비스용(5.2%), 로봇 부품 및 소프트웨어용(58.2%) 기업으로 구성돼 있다. 이 가운데 100억 원 이상의 매출을 올리는 기업이 3.8%, 50억 초과~100억 원 미만 3.0%, 10억 이상~50억 원 미만은 24.1%다.²⁾ 그렇지만 과거 공장의 격리된 공간에서 사용되던 산업용 로봇에서 벗어나 사

람과 같은 공간에서 일하고 서비스할 수 있는 서비스 중심의 로봇으로 확대 발전하고 있는 점은 희망적이다.

5~10kg의 물품을 핸들링하면서 사람과 같은 공간에서 작업하며 충돌 시에도 안전하게 작업자를 도와줄 수 있는 코봇(Cobot)이 상용화됐다. 미국의 유니버설로봇, 독일의 쿠카로보틱스 등이 대표적이고 한국의 뉴로메카, 두산로보틱스, 레인보우로보틱스 등도 활발하게 사업을 펼치고 있다. 최근에는 20kg 정도의 무게를 핸들링할 수 있는 틈새시장이 주목받고 있다. 서비스업에도 코봇이 도입돼 사용되고 있다. 치킨 가게에서 닭을 튀기는 작업을 대신하고, 카페에서 커피를 직접 드립해 만들어 주는 반복적인 작업을 하는 등 서비스 영역을 점차 확대하고 있다.



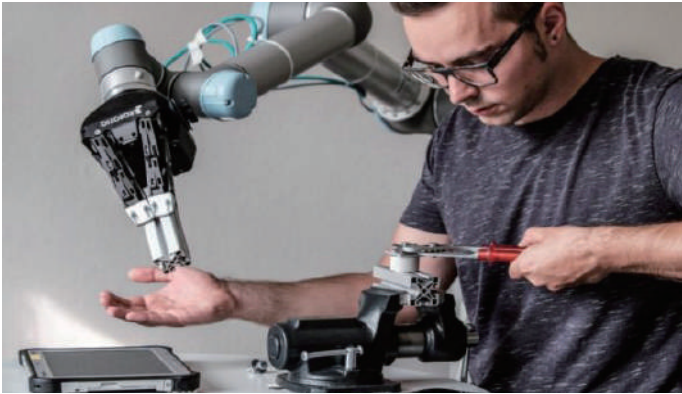
유범재

[한국과학기술연구원 지능로봇연구단 책임연구원]

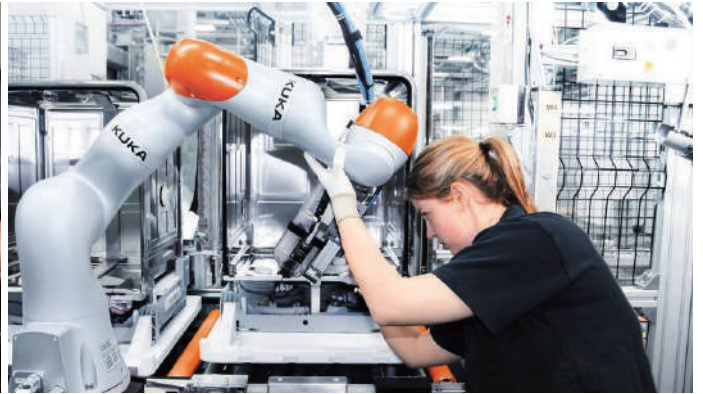
▶ 과학기술정보통신부 글로벌프론티어사업
(제실감교류인체감응솔루션연구단장 역임)
한국로봇학회 회장 역임
한국공학한림원 일반회원

1) 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr), 2021. 12. 22.

2) 2020년 기준 로봇산업 실태조사 결과보고서, 한국로봇산업협회, 한국로봇산업진흥원, 산업통상자원부 2021. 8.



유니버설로봇과 쿠카의 코봇



또한 코로나19 팬데믹과 함께 택배산업이 폭발적으로 성장하면서 물류창고 운영을 위한 물류로봇이 대거 도입되고, 포장된 물품을 지정된 위치까지 배달하는 실외 배달로봇의 개발이 이루어지고 있다. 물류로봇은 물품의 하역, 분류 및 이동, 픽업 및 배송을 위한 로봇이다. 물품 배송을 위해 위치인식 센서를 바닥(혹은 환경)에 붙여 고정된 경로로만 이동했던 AGV(Automated Guided Vehicle)에서 벗어나 로봇에 탑재한 카메라, 라이다 등의 센서를 사용해 자율주행을 할 수 있는 AMR(Autonomous Mobile Robot)을 도입함으로써 설치 및 운영비용을 대폭 줄인 로봇이 도입되고 있다. 미국 아마존의 키바가 대표적이며, 한국의 CJ대한통운에서도 다양한 AMR을 도입해 자동화라인에 투입하고 있다. 다수의 로봇이 충돌하지 않고 동시에 이동하기 위한 다중로봇 협조제어 기술도 중요한 핵심 기술로 꼽힌다.

이와 함께 실외 배달로봇이 국내외에서 개발돼 현장에서 실증 단계에 있다. 로봇에 물품을 실은 후 주소를 입력하고 로봇이 해당 위치를 찾아가 연락하면 주문자가 나와서 로봇에 있는 물품을 가져가는 방식이다. 아마존의 '스카우트'가 대표적이며 한국 뉴빌리

티의 '뉴비', 배달의 민족의 '딜리', 로보티즈의 로봇 등이 있다. 아직은 도로의 상황 변화에 대응하거나 건물목 등에서의 안전 운행 등을 위해 원격관제 스테이션에서 로봇의 동작과 주변 환경을 관찰하면서 필요한 경우 로봇을 원격제어하는 방식으로 운영하고 있다. 또한 로봇이 주문자의 집 혹은 사무실 문 앞까지 물건을 배달하는 '라스트 마일 딜리버리(Last Mile Delivery)'를 위한 연구도 지속적으로 진행되고 있다.

서빙로봇의 부상과 착용형 로봇 시장 확대

최근 식당에서는 주문한 음식을 손님에게 운반하는 서빙로봇이 많아지고 있다. 주방에서 로봇의 선반에 음식을 옮긴 후 테이블 번호를 누르면 해당 위치까지 배달한다. 로봇이 테이블 위치에 도착하면 종업원이나 손님이 직접 음식을 자신의 테이블로 옮기는 방식이다. 자율주행 기술에 따라 천장에 마커를 붙인 후 운영하는 방식과 초기에 로봇을 데리고 다니면서 경로를 학습시켜 운영하는 방식으로 구분된다. 전자의 방식으로는 배달의 민족에서 중국의 '푸두봇'을 활용해 처음 서비스를 시작했고 중국 키논의 'T1',

아마존, 배달의 민족, 로보티즈의 실외 배달로봇



WITH



푸두로보틱스, 베어로보틱스, 코가로보틱스의 식당 서빙로봇

LG전자의 '클로이' 등이 있다. 후자의 방식으로는 미국 베어로보틱스의 '서비', 한국 코가로보틱스의 '서빙고' 등이 대표적이다. 착용형 로봇 시장도 점진적으로 확대되고 있다. 노인, 노동자, 장애인 등을 위한 근력 보조용 착용 로봇으로는 일본 이노피스(INNOPHYS)의 '머슬 슈트'가 대표적이데, 농촌에서 노인이 무거운 물건을 들 때나 공항에서 짐을 옮길 때 작업자가 사용한다. 한국에서도 인천공항, CJ대한통운, 한국로지스플, 한국타이어 등에서 무거운 물건을 나를 때 팔과 허리 보조용으로 착용형 로봇이 시범 적용됐다. 또한 현대자동차의 자동차 생산라인에서는 수백 kg의 무거운 물건을 나를 수 있는 유압식 외골격 로봇과 50kg의 백팩을 메고 시간당 6km의 속도로 이동할 수 있는 착용형 로봇이 개발되었다. 이와 함께 휠체어에 오랫동안 앉아 있던 환자가 걸을 수 있도록 도와주는 외골격 형태의 착용형 로봇도 점차 보급되고 있다. 환자의

하체를 안정적으로 받치면서 보행에 도움을 준다. 미국의 리워크로보틱스, 엑소바이오닉스, 완더크래프트 등에서 출시했으며 한국에서는 엔젤로보틱스의 제품이 나와 있다.



미국 엑소바이오닉스의 근력 증강 로봇

착용형 로봇을 입고 작업하는 모습



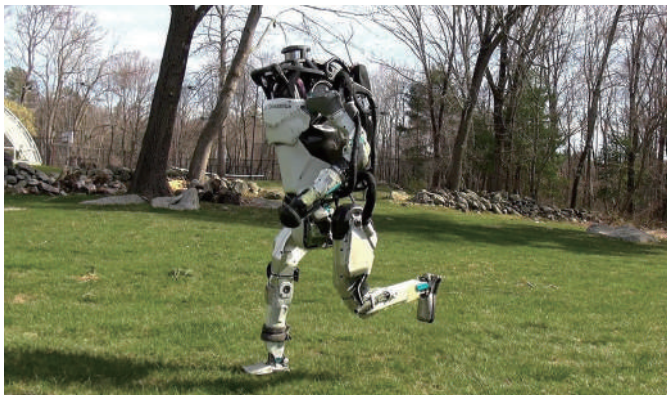
코로나19 팬데믹과 함께 방역로봇도 많은 관심을 받고 있다. 체온 측정 및 손 소독 로봇, 검체 추출 로봇, 소독액, UVC 램프, 플라즈마 등을 사용한 실내공간 소독 로봇, 원격 의료기기 조작 로봇, 격리공간의 환자들에게 식사, 물품 등을 배달하고 생활 쓰레기를 수거하는 배송로봇 등의 개발이 전 세계에서 진행되고 있다. 아직 상용화를 위한 실증 혹은 개발 단계에 있지만, 향후 코로나 등 팬데믹 상황이 다시 발생하면 의료진과 환자들을 위해 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

로봇의 미래, 인간을 닮은 휴머노이드 로봇

인간을 닮은 휴머노이드 로봇의 개발도 진행 중이다. 휴머노이드 로봇이란 사람과 같이 얼굴, 몸, 양팔, 양손, 다리와 발을 가지고 사람처럼 보행하면서 작업하는 로봇이다. 계단과 비평탄면이 혼재된 일상생활 공간에 별도의 장치 없이 바로 투입해 서비스할 수 있다는 기대로 많은 관심을 받아왔다.

2011년 일본 후쿠시마 원전사고 이후 침체기로 접어들었으나 보스턴다이나믹스의 휴머노이드 로봇 '아틀라스'가 발표되고 다시 주목받고 있다. 사람들이 산책하는 야외 숲길을 함께 걷고 다소 높은 층계를 달려서 올라갈 수 있으며, 상자 위에서 뒤로 덩블링해 뛰어내리고, 야외에서 넘어진 나무 기둥을 뛰어넘으면서 달릴 수 있는 혁신적인 성능 수준을 선보였다. 기존 휴머노이드 대부분이 전기모터와 하모닉 드라이브 기어를 사용했으나 아틀라스는 소형화된 유압 구동 기술을 기반으로 로봇 관절이 생성할 수 있는 힘(토크)을 기존 방식에 비해 대폭 향상시켜 혁신적인 기술 발전을 이룬 것으로 평가된다.

보스턴다이나믹스의 휴머노이드 로봇 '아틀라스'



애질리티로보틱스는 힘, 다리, 제어기, 배터리 등 로봇 몸체를 모듈형으로 제작한 후 이를 조립해 사용하는 슬림한 구조의 휴머노이드 로봇 '캐시'와 '디지트'를 내놨다. 층계나 물건이 어지럽게 놓인 방 등과 같이 실내외 비평탄면에서 보행할 수 있고, 최대 18kg의 물품을 들고 옮길 수 있다. 물품 배달을 위한 라스트 마일 딜리버리에 시범 적용된 바 있다.



라스트 마일 딜리버리 서비스 중인 애질리티로보틱스의 디지트 로봇³⁾

이처럼 휴머노이드 로봇 개발을 통해 센서 및 액추에이터, 로봇 메커니즘, 전신제어 및 이족보행, 이동이나 조작, 자율보행, 로봇 인공지능 등 파급효과가 큰 혁신형 원천 기술을 확보할 수 있다는 장점이 있지만 사실 상용화까지는 시간이 더 필요하다.

미래 사회의 다양한 문제를 해결할 로봇

미국은 2020년 보고서를 통해³⁾ 제조업, 삶의 질 향상, 물류, 농업, 의료, 보안, 운송 등 7개 분야를 로봇의 주요 비즈니스 영역으로 설정했다. 더불어 이 분야의 발전을 위해 극복해야 할 장애물로 수만 가지 물품의 핸들링, 비용, 로봇 초기 셋업 시간, 로봇 사용의 용이성, 로봇의 안전성, 로봇의 강인성 등을 제시했다. 이러한 장애 극복을 위해 작업 계획 및 제어, 메커니즘, 자율성, 기계 학습과 인공지능, 인간-로봇 상호작용, 인지, 다중로봇 등 7개 기술 분야에 대한 도전 목표를 제시한 바 있다.

현재까지의 로봇 상용화 흐름을 보면 사회적 수요에 따라 로봇을 사용하는 서비스 공간(영역)이 점진적으로 확대되고 있음을 알게 된다.

3) A Roadmap for US Robotics (From Internet to Robotics). 2020. 9.

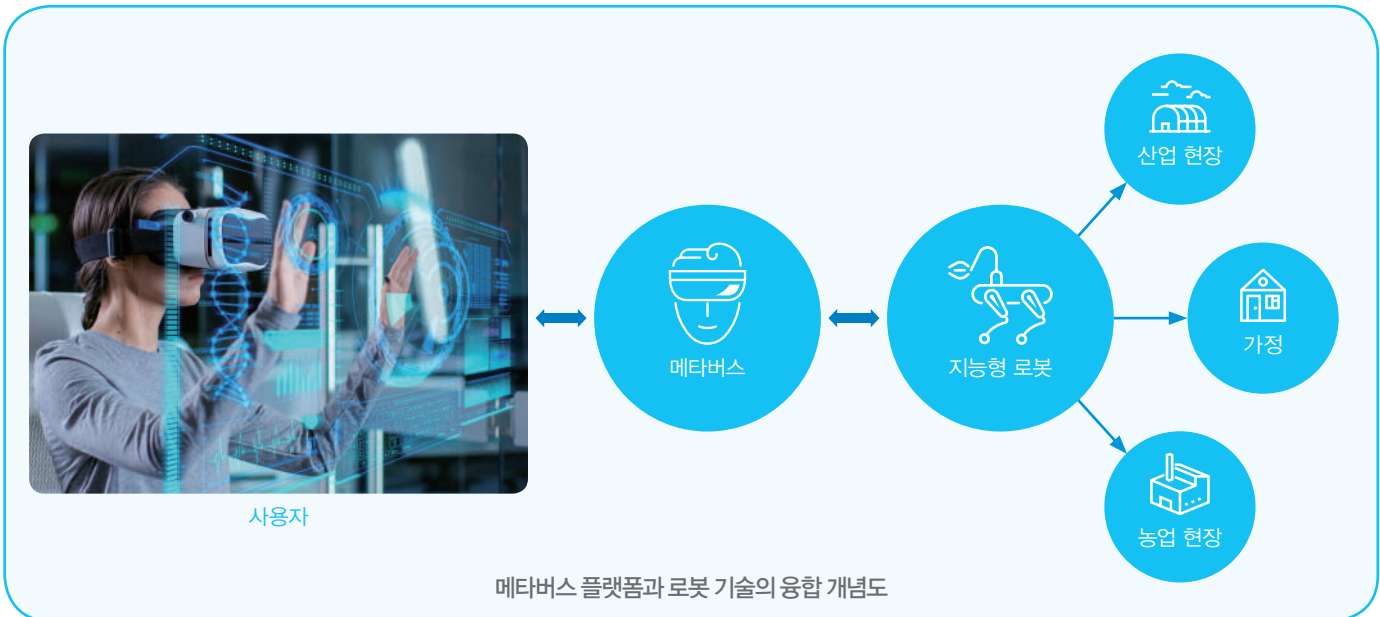
W I T H	
---------	--

즉, 산업용 로봇 혹은 코봇을 사용하는 공장에서 실외 배달로봇이 물품을 싣고 배달하는 실외 도로로, 치킨을 튀기고 커피를 준비하는 코봇과 서빙로봇을 사용하는 식당 혹은 카페와 같은 영업 장소로, 청소, 물품 배달, 원격수술 등 다양한 서비스 로봇을 사용하는 회사·아파트·병원·공공기관 등으로, 근력보조, 요리, 청소, 소셜 인터랙션 등을 지원하는 로봇을 사용하는 가정으로 로봇이 사용하는 공간과 장소가 점진적으로 확대되면서 새로운 로봇과 서비스가 만들어지고 있다. 미래 사회의 수요 예측에 따른 새로운 로봇 서비스의 발굴을 통해 서비스 공간을 더욱 확대해 나가야 할 것이다.

작업 수준의 관점에서 볼 때 미리 정해진 작업을 수행하는 수준(1단계), 반자율적으로 작업을 수행하는 수준(2단계), 자율적으로 작업을 수행하는 수준(3단계) 등으로 구분할 경우 1, 2단계에서 사람을 돕는 로봇이 많고, 실내 자율주행을 통해 음식이나 물품을 배달하는 서빙로봇이 3단계의 서비스를 제공하고 있다. 향후 인공지능 기술이 도입될수록 1단계 수준의 작업성이 개선되고, 3단계 수준의 자율성이 향상되면서 새로운 서비스를 제공하기 위한 기반이 마련될 것이다. 다만, 인공지능을 탑재한 완전한 자율성을 갖춘 로봇의 개발까지는 시간이 걸릴 것으로 예상돼 중간단계로서 반자율적 로봇을 활용하는 2단계 수준의 새로운 서비스를 발굴하려는 노력도 절실하다.

또한 최근 부상하고 있는 메타버스 플랫폼과 로봇, 인공지능, 네트워크 기술의 융합으로 미래 사회의 다양한 문제를 해결하기 위한 서비스 모델을 찾아가는 방법론도 로봇의 개발 및 확산, 대중화에 기여할 수 있을 것이다. 현장 정보와 몰입감, 작업 지식, 인공지능, 3차원 실감 인터랙션, 실감 피드백을 제공하는 메타버스에서 다양한 현장에서 필요한 로봇을 사용하는 방법과 작업 지식을 많은 사용자가 동시에 학습하거나, 사용자 혹은 개발자가 새로운 서비스 모델을 설계하고 이를 위해 필요한 인공지능 모델을 훈련시켜 로봇에 적용, 그 타당성을 검증하는 등 긍정적인 파급효과가 있을 것으로 기대된다.

영화 속에서 로봇이 집 안을 말끔하게 청소하고 아침 식사를 준비하는, 나이가 들어 근육이 약해져도 착용형 로봇을 입고 독립적인 생활을 할 수 있는, 멀리 보였던 로봇과 함께 생활하는 미래가 가까워질수록 세계 경제 속에서 우리나라가 경쟁할 수 있는 제품과 기술 경쟁력의 확보가 더욱 절실하게 느껴진다. 우리나라만이 제공할 수 있는 새로운 로봇 응용 서비스를 발굴 및 설정하고 이를 실현하기 위해 미국, 유럽연합(EU), 일본 등과 경쟁할 수 있는 새로운 돌파형 원천 기술 개발과 중국의 저가 부품 공세에 대응할 수 있는 로봇 부품의 국산화 등 세계 최고 기술 경쟁력을 확보하기 위해 산학연과 정부가 머리를 맞대고 준비해야 할 시점이다.



휴머노이드 로봇 기술 개발 동향

휴머노이드 로봇 설계 시 로봇의 구조를 결정하는 가장 중요한 요소로 구동기를 꼽을 수 있다. 로봇의 구조는 사용하고자 하는 구동기의 출력, 크기, 무게에 크게 종속되는데, 이와 동시에 구동기를 선택하는 데도 로봇의 구조에 대한 고려가 우선 요구된다. 그러므로 로봇의 설계와 구동기 선정에 있어 전체론적인 접근 방식이 필요하다.¹⁾ 이에 휴머노이드 기술의 발전 현황을 구동기 기술을 중심으로 살펴보고, 국내 휴머노이드 기술이 나아가야 할 방향을 조명한다.

✎ 박효준 [한국산업기술평가관리원 독일(베를린) 거점 소장], 이진오 [독일 항공우주센터(DLR) 박사]

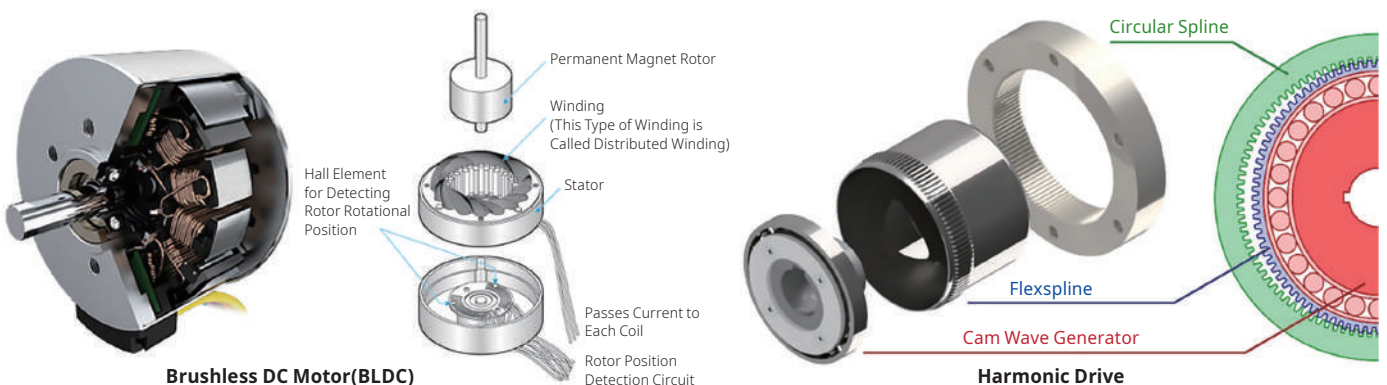
고감속비·고강성 구동기 기반 휴머노이드

전기모터 방식의 구동기와 고비율의 감속기 조합은 구동기의 출력 토크와 속도 사이의 적절한 균형을 맞출 수 있어 1980년대 중·후반부터 개발된 로봇의 전형적인 선택지가 됐다. 성능 외에도 구동을 위한 입력 전압 및 전류와 출력 토크 간의 선형적인 관계 덕분에 제어를 단순화하면서도 정확도를 높일 수 있다는 장점이 있다.

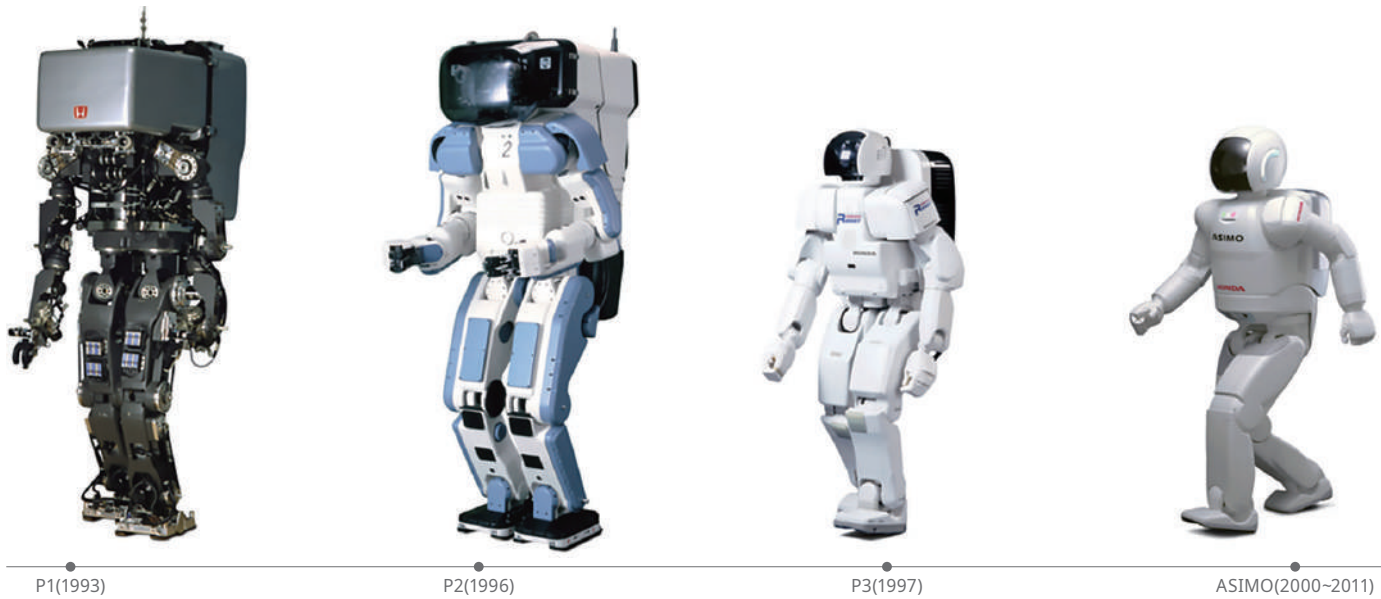
일반적으로 구동기 부품은 위치 정확도 및 반복성을 높이기 위해 재료의 변형을 최소화하도록 고강성의 재료로 구성하는데, 이러한 구동기를 채택한 휴머노이드 로봇을 ‘고감속비·고강성 구동기 기반 로봇’으로 구분했다.

고감속비·고강성 구동기 중에서 브러시리스 DC 모터(BLDC 모터)와 하모닉 드라이브 감속기를 조합한 시스템은 큰 출력과 함께 고정밀도를 요구하는 로봇의 특성에 적합해 혼다 아시모(ASIMO)를 비롯한 많은 휴머노이드 로봇에 적용됐다. BLDC 모터는 기존의 브러시 방식의 전기모터에 비해 수명이 길고 효율이 높으며 발열과 소음이 적다. 또한 저속에서 고속까지의 동작에 원하는 토크와 회전속도를 정확하게 제어할 수 있어 신뢰성이 높다는 장점이 있다. 하모닉 드라이브 감속기는 평기어, 유성기어 등 기존의 감속기에 비해 일단(Single Stage)에서 높은 감속비(1:30~1:160)를 제공하며, 백래시를 줄이고 고정밀도를 크게 개선한 방식이다. 하모닉 드라이브는 백래시를 거의 0에 가깝게 구현할 수 있어 부품의 마모를 줄여 수명을 연장시킬 뿐만 아니라 감속기 자체에서 발생할 수 있는 불필요한 진동을 줄여 위치 정확도를 높이고, 에너지 효율을 높여 같은 무게에서 낼 수 있는 최대 토크를 높여준다.

1) Ficht, Grzegorz, and Sven Behnke. "Bipedal humanoid hardware design: A technology review." Current Robotics Reports 2.2 (2021): 201-210.



<그림 1> 고감속비·고강성 구동기의 예: BLDC 모터(왼쪽), 하모닉드라이브 감속기(오른쪽)의 조합



〈그림 2〉 혼다의 휴머노이드 개발 역사와 아시모 로봇

혼다의 휴머노이드 아시모와 E2-DR 혼다는 1986년 휴머노이드 로봇 개발을 시작해 이후 20년 이상 약 12가지 버전의 시작품을 제작해왔다. 초기 5년간은 모델 E1~E6로 이름 붙여진 이족로봇 플랫폼 개발에 중점을 두었고, 1993년에는 로봇에 머리, 몸통 및 팔을 추가하고 매니플레이션 기능을 탑재해 최초의 휴머노이드로 평가받고 있는 로봇 P1을 공개했다. 190cm의 키에 175kg이라는 크고 무거운 전신을 지녔던 P1은 소형화를 거듭해 1996년 P2, 1997년 P3로 이어졌고 2000년에 비로소 휴머노이드 아시모를 공개했다. 이후 꾸준한 업그레이드를 통해 2005년에는 2세대 아시모, 그리고 2011년 11월에는 아시모 하드웨어 플랫폼으로서의 마지막 버전인 올 뉴 아시모가 개발됐다. 아시모의 초기 버전(2002년)이 무게 52kg에 최대 시속 1.6km의 보행만 가능했던 것에 비해 올 뉴 아시모는 48kg의 무게에 최대 2.9km의 보행과 9km 달리기가 가능할 정도로 물리적 성능을 대폭 향상시켰다. 자유도가 57 DOF로 대폭 증가해 다채로운 동작이 가능해졌으며, 촉각 및 비전센서를 장착해 병의 뚜껑을 열거나 닫고 부드러운 종이컵에 액체를 붓는 등 물체를 인식하고 처리할 수 있도록 했다. 또한 단거리 및 단거리 3차원 영상 센서에 청각 센서를 통합해 주변 환경이 어떻게 변화하는지 추정할 수 있게 했다.



〈그림 3〉 혼다 E2-DR 로봇의 다양한 동작과 전신 제어 기술의 시연

이후 아시모의 개발은 2018년 공식적으로 중단됐으며, 혼다는 노인 돌봄 및 재난 구호용 로봇과 같이 실용적인 로봇을 개발할 것이라고 발표했다. 이에 2017년 새로운 로봇 E2-DR을 공개했고, 후쿠시마 원전 재해 지역과 같이 방사선량이 높은 지역 또는 지진 등으로 심하게 손상되고 구조적으로 불안정한 건물 등 위험한 환경에서 구조 작업을 하도록 설계됐다.²⁾ E2-DR은 168cm의 키에 총중량 85kg으로 최대 시속 4.3km의 속도로 직립보행을 할 수 있으며 최대 2km의 속도로 네 발로 기어갈 수 있으며 계단과 사다리도 오를 수 있는 등 로봇 전신을 활용해 보행과 조작을 동시에 하는 전신제어가 가능하다. 또한 재난 구조의 목적에 필요한 방수·방진 기능뿐만 아니라 한 번 충전으로 90분 동안 동작하는 등 기존의 휴머노이드에서는 보기 드문 기술이 적용됐다.

2) Yoshiike, Takahide, et al. "The experimental humanoid robot E2-DR: A design for inspection and disaster response in industrial environments." IEEE Robotics & Automation Magazine 26.4 (2019): 46-58.



〈그림 4〉 AIST와 가와다공업이 공동 개발한 휴머노이드 로봇 HRP 시리즈

일본 산업기술종합연구소, 가와다공업의 휴머노이드

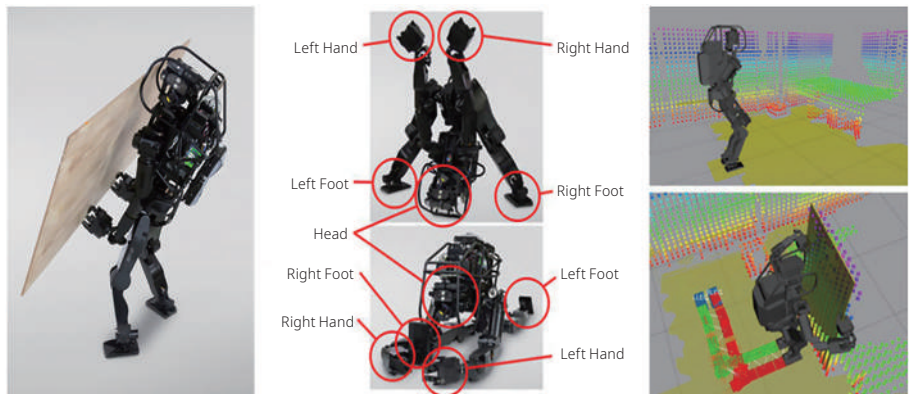
HRP 시리즈 또 다른 고감속비·고강성 전기 모터 구동 방식의 휴머노이드는 HRP 로봇 시리즈다. HRP란 일본의 산업기술종합연구소(AIST)와 가와다공업이 ‘인간과 공조하며 돕는 로봇 개발’이라는 모토 아래 주도한 휴머노이드 로봇 프로젝트로, 2002년부터 꾸준히 산업용 휴머노이드 로봇을 개발해왔다.³⁾ 현재까지 발표된 HRP 시리즈의 가장 최신 버전은 HRP-5P로 사람이 위험한 환경에서 수행해야 하는 작업을 로봇이 자율적으로 대체하는 것을 목표로 개발됐다.⁴⁾ 키 182cm, 무게 101kg으로 두 개의 긴 팔과 두 다리에 고성능·고효율 구동기를 장착해 로봇의 작업 반경과 가반하중을 크게 늘려 현재까지 개발된 HRP 시리즈 중 가장 뛰어난 신체능력을 지녔다.

3) Stasse, Olivier, and Thomas Flayols. "An overview of humanoid robots technologies." *Biomechanics of Anthropomorphic Systems* (2019): 281-310.
 4) Kaneko, Kenji, et al. "Humanoid robot HRP-5P: An electrically actuated humanoid robot with high-power and wide-range joints." *IEEE Robotics and Automation Letters* 4.2 (2019): 1431-1438.

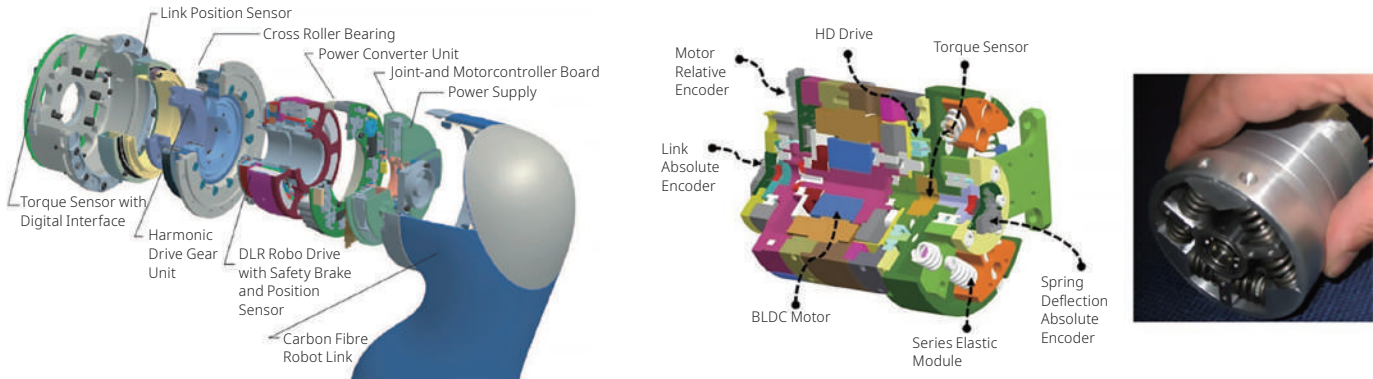
특히 사람의 자유로운 움직임을 모방하기 위해 여러 관절이 집중된 엉덩이와 허리 부분의 관절 가동 범위를 더 넓혔다. 고출력 모터를 채용하고, 구동 기구에 냉각을 추가함으로써 조인트 토크와 속도를 HRP-2에 비해 평균적으로 약 2배 높였다. 또한 머리에 장착된 센서를 사용해 주변 환경의 3D 측정값을 지속적으로 수집하는 등 주변 인지능력을 향상시켰다.

고감속비 토크제어 구동기 기반 로봇

앞선 휴머노이드 개발 예시에서도 볼 수 있듯이 최근의 화두 중 하나는 개발된 로봇이 정해진 환경 내에서만 작업하는 산업용 로봇의 범주에서 탈피해 우리가 생활하는 실제 환경에서 인간을 돕고 함께 작업하는 것이다. 이를 인간-로봇 간 상호작용이라 하는데, 이때 가장 중요한 것이 인간과 로봇 간에 발생하는 물리적인 안전성을 확보하는 것이다.



〈그림 5〉 HRP 프로젝트의 지향점-고출력(왼쪽), 운동성 향상(가운데), 주변 인지 능력(오른쪽)



〈그림 6〉 토크제어 구동기의 예 : DLR(왼쪽), IIT(오른쪽)가 개발한 방식

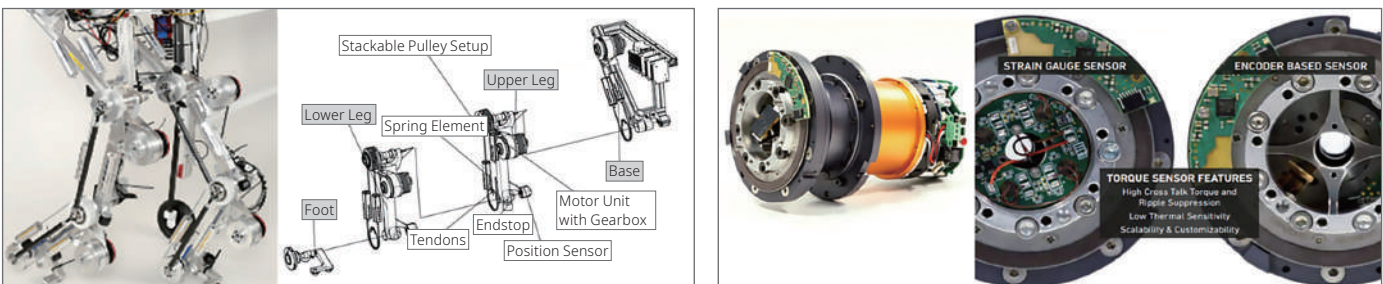
한편 앞서 소개한 고감속비·고강성의 구동기를 적용한 로봇은 정확한 위치 제어에 장점이 있지만 외부와의 접촉에 부드럽게 대응하기가 어렵다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 로봇과 외부와의 접촉이 발생했을 때 로봇이 외부의 힘을 센싱하고 이를 제어하는 데 활용하는 ‘포스 피드백 제어’가 필요하며, 이를 가능케 하는 것이 토크제어 구동기다. 로봇에 적용되는 토크제어 구동기의 가장 좋은 예는 구동기의 구조에 탄성 요소를 도입한 직렬 탄성 구동기(Serial Elastic Actuator : SEA)이다.⁵⁾ 탄성 요소가 충격을 흡수하고 에너지를 저장하며, 탄성 변위와 토크의 선형관계를 기반으로 출력 토크를 예측한 뒤 이를 제어하는 기능을 한다. 또한 구동기에 필요한 요소를 직렬로 배치할 수 있기 때문에 고출력을 내기 위한 감속기와의 결합이 비교적 용이하다는 장점도 있다.

최근 휴머노이드 개발의 주목할 만한 경향 중 하나는 직렬 탄성 구동기와 같은 토크제어 구동기를 로봇의 관절에 배치함으로써 관절의 움

직임에 탄성을 부여해 안전한 인간-로봇 상호작용을 구현한 것이다. 이는 로봇이 보다 안전하게 실생활 환경에서 작업을 할 수 있는 가능성을 열어주었다. 독일 항공우주센터(DLR)의 TORO, 미 항공우주국(NASA)의 발키리(Valkyrie), 이탈리아공학연구소(IIT)의 워크맨(WALK-MAN) 등은 실제로 이 구동기 기술을 휴머노이드에 적용해 기계적·수동적인 탄성과 제어적·능동적인 탄성을 구현함으로써 동작 제어에 활용하고 있다.

독일 항공우주센터의 휴머노이드 TORO DLR의 로봇-메카트로닉스센터는 1990년대 초반부터 연성 및 저탄성 토크제어 구동 로봇의 설계 및 제어 기술을 축적해 왔다. 또한 가벼우면서도 큰 페이로드를 감당할 수 있는

5) Robinson, David W., et al. "Series elastic actuator development for a biomimetic walking robot." 1999 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (Cat. No. 99TH8399). IEEE, 1999.



〈그림 7〉 토크제어 구동기 탄성 요소 배치 방법의 예 : DLR의 Crunner(왼쪽), IIT의 TREEactor(오른쪽)

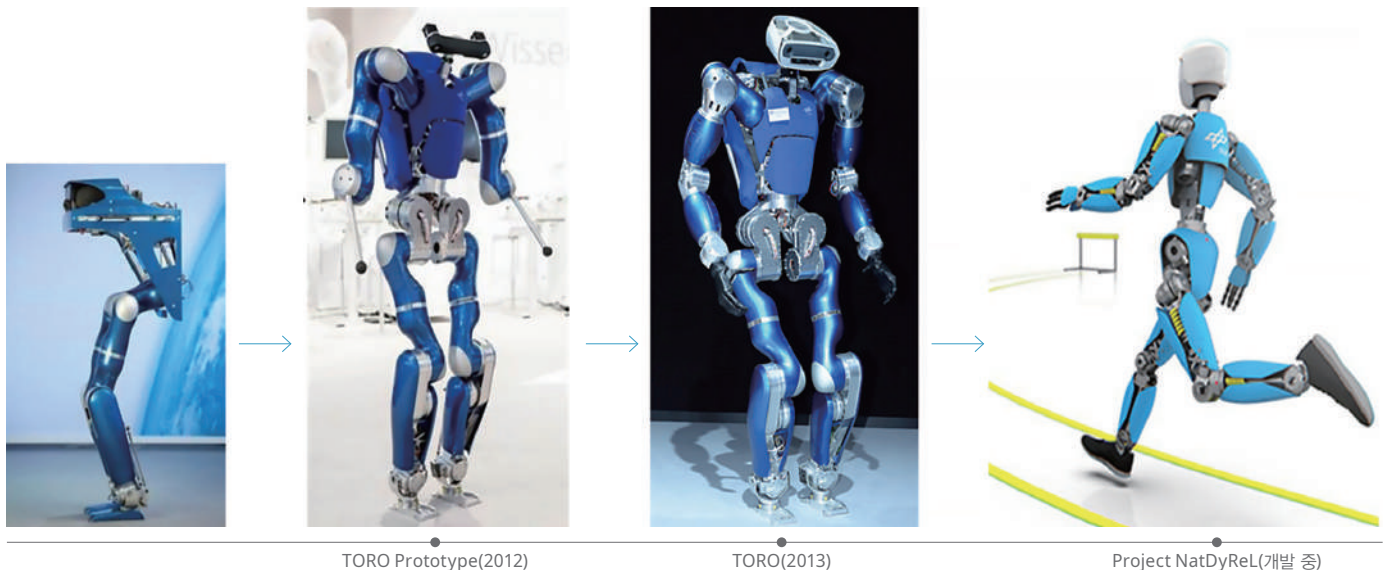
로봇 기술(LBR 시리즈)을 개발하고 쿠카와의 협업을 통해 상용화에 성공했으며, 이를 통해 협동로봇 개념의 시초를 다졌다. LBR은 저탄성 토크제어 구동기가 적용된 로봇팔로 이를 위한 위치, 속도 및 토크를 제어하는 기본 기술과 구동기의 토크 센싱 기능을 기반으로 정밀한 충돌 감지 기술과 작업자 안전을 위한 유연 제어기술이 적용됐다. 2006년에는 이를 기초로 인간형 상체를 가진 로봇 저스틴(Justin)을 공개했고, 2008년에는 모바일 베이스와 결합된 롤링저스틴(Rollin' Justin)을 선보였다.

저스틴 로봇을 통해 로봇 양팔의 매니플레이션 기능 및 인간-로봇 상호작용을 위한 알고리즘을 개발한 DLR은 2010년 저탄성 토크제어 구동기를 모든 관절에 장착한 보행 로봇 DLR Biped를 개발한 후 2012년 허리와 상체를 장착하고 재설계한 끝에 2013년 휴머노이드 TORO를 완성했다.⁶⁾ TORO는 토크제어 휴머노이드(TORque-controlled humanoid RObot)라는 이름 그대로 로봇 전신의 25개 관절에 저탄성 토크제어 구동기(10000~20000Nm/rad의 강성)를 장착한 로봇으로, 휴머노이드의 보행 및 전신 조작 기능의 다양한 애플리케이션에 토크 기반 제어 접근 방식을 적용하기 위한 실험 플랫폼 역할을 해오고 있다.

TORO는 키 174cm, 76kg의 무게로 성인 남성과 비슷한 신체 비율을 가지고 있으며 6자유도의 손 2개와 1자유도의 목을 포함하면 총 39자유도를 지닌다. 가반하중은 약 10kg이고 토크제어 기반의 보행

제어 알고리즘을 적용해 시속 1.8km 혹은 그 이상의 보행이 가능하며, 등에 장착된 배터리로 약 1시간 정도 작동한다. TORO는 모든 관절에서 토크를 능동적으로 제어할 수 있다. 따라서 기존의 정밀 위치제어를 기반으로 하는 휴머노이드와는 달리 외부 힘에 대해 유연하게 대처하는 움직임을 구현(임피던스 제어)할 수 있어 사람과 상호작용 혹은 환경과 접촉할 때 높은 수준의 안전성을 제공할 수 있다. 최근에는 NatDyReL(Utilizing Natural Dynamics for Reliable Legged Locomotion)이라는 프로젝트를 통해 보다 유연한 관절을 전신에 적용한 차세대 휴머노이드 플랫폼을 개발 중이다.⁷⁾

6) Engelsberger, Johannes, et al. "Overview of the torque-controlled humanoid robot TORO." 2014 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots. IEEE, 2014.
 7) Schuller, Robert, et al. "Online Centroidal Angular Momentum Reference Generation and Motion Optimization for Humanoid Push Recovery." IEEE Robotics and Automation Letters 6.3 (2021): 5689-5696.



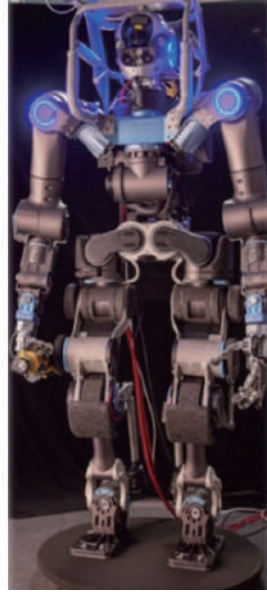
<그림 8> DLR에서 개발한 토크제어 구동기 기반의 휴머노이드 TORO



Compliant Legs(2010)



COMAN(2012)



WALK-MAN(2015)



COMAN+(2019)

〈그림 9〉 IIT의 휴머노이드 시리즈 개발의 계보

이탈리아공학연구소 휴머노이드 COMAN, WALK-MAN IIT의 인간 중심 휴머노이드-메카트로닉스 연구실에서도 토크제어 구동기가 적용된 휴머노이드의 개발이 이뤄지고 있다. IIT의 휴머노이드 기술은 자체 개발한 연성 토크제어기를 기반으로 시작했다(그림 6, 오른쪽). 2010년 프로토타입으로 개발된 유연다리로봇은 각각의 다리에 6자유도를 가졌으며 엉덩이, 무릎, 발목의 3개 관절에 300~400Nm/rad 수준의 연성 토크제어 구동기가 적용됐다. 여기에 상체를 덧붙여 2012년 휴머노이드 형태로 개발된 유연관절 휴머노이드 COMAN(COMplaint huMANoid)은 키 95cm, 무게 33kg으로 아동과 비슷한 신체 사이즈를 지녔다. 총 25자유도에 상체의 어깨, 허리, 팔꿈치 8개의 관절과 하체에 6개, 총 14개 관절에 연성 토크제어 구동기가 적용돼 부분적이긴 하나 최초로 전신에 유연관절을 적용하려고 시도한 휴머노이드로 평가된다.⁸⁾ 이후 IIT는 기존보다 업그레이드된 고성능 토크제어 구동기를 전신에 적용한 휴머노이드 워크맨을 2015년 공개했다. 워크맨은 자연재해 지역이나 인공의 재해로 피해를 본 건물 등에서 동작할 수 있게끔 견고하면서도 강력한 힘을 갖고 있다.⁹⁾ 키 191cm, 총중량 132kg에 총 33자유도를 지녔으며 전 관절에서 토크센싱이 가능함과 동시에 양 손목과 발목에 총 4개의 6축 힘-토크 센서가 장착돼 힘-토크 기반의 전신제어를 할 수 있다. 특히 다양한 사양의 토크제어 구동기를 자체 개발해 각 관절의 요구 성능에 맞춰 연성-저탄성 관절을 동시에 구현한 것이 특징이다. 가장 최근 공개된 COMAN+는 약 20년에 걸쳐 IIT가 개발해 온 토크제어 구동기 기술과 휴머노이드 설계기술을 집약해 만든 로봇으로

COMAN과 워크맨의 중간 사이즈인 키 160cm에 총중량 67kg, 총 29자유도(다리 각각 6자유도, 팔 각각 7자유도, 허리 2자유도, 목 1자유도)를 지니고 있다.¹⁰⁾ 또한 워크맨에서 사용된 구동기보다 작고 가벼우면서도 큰 힘을 낼 수 있도록 힘밀도(W/kg)를 향상시킨 토크제어 구동기를 개발했는데, 로봇 관절별 요구 성능에 따라 5가지 종류의 크기 및 탄성을 지닌 라인업 TREEactor를 만들고 알베로보티스라는 스피노프 회사도 준비 중이다. 이 새로운 구동기를 통해 휴머노이드를 경량화하면서 물리적인 운동 성능을 높였다.

8) Lee, Jinh, et al. "Robust and model-free link position tracking control for humanoid COMAN with multiple compliant joints." 2013 13th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids). IEEE, 2013.

9) Tsagarakis, Nikolaos G., et al. "WALK-MAN: A high-performance humanoid platform for realistic environments." Journal of Field Robotics 34.7 (2017): 1225-1259.

10) Lee, Yisoo, Nikos Tsagarakis, and Jinh Lee. "Agile standing-up control of humanoids: Energy-based reactive contact wrench optimization with strict dynamic consistency." 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2019.

BLDC 모터 및 탄성구조 기반 로봇

애질리티로보틱스의 디지트(Digit) 애질리티로보틱스는 로봇에 사람의 인대 역할을 하는 탄성 구조가 구현된 MABEL, ATRIAS라는 이족보행 로봇의 설계 및 제어기술을 바탕으로 탄생한 미국의 로봇 스타트업 기업이다. 이 두 로봇은 사람의 체중 분포를 모방해 상반신에 무게를 집중시키고, 다리를 상대적으로 가볍고 날렵하게 설계했으며 사람의 힘줄과 같은 역할을 하는 스프링을 장착해 효율적이면서도 빠르게 보행할 수 있도록 했다. 탄성 구조를 이용한 보행로봇의 설계 및 제어기술은 현재 오리건주립대 교수이자 애질리티로보틱스의 공동설립자 겸 최고 기술책임자인 조너선 허스트와 미시간앤아버대 제시 그리즐 교수의 개발팀이 주도해 개발했다. 이후 이 기술은 휴머노이드 디지트의 근간이 된 이족보행 로봇 플랫폼 캐시에 그대로 전수됐다. 이족보행에 최적화된 새의 형상을 닮은 구조와 탄성을 구현한 메커니즘에 머신러닝을 활용한 최신 제어기법을 더해 발전시킨 결과, 로봇 캐시는 2021년 한번 충전으로 53분 동안 5km를 달리는 기록을 세웠다.

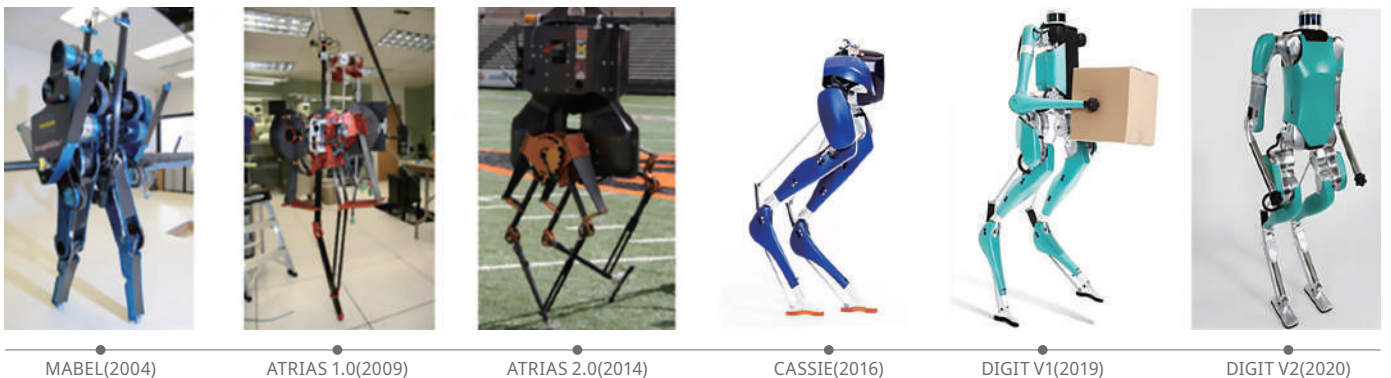
디지트는 캐시 플랫폼의 이동성에 각 4자유도를 지닌 양팔을 부착해 물체 조작성을 결합한 휴머노이드 로봇이며 키 158cm, 총중량은 47.9kg이다. 디지트의 최고 속도는 초당 1.5m이며 가벼운 작업 수행 시에는 3시간, 무거운 작업을 수행할 때는 1시간 반가량 작동한다.¹¹⁾ 디지트의 탄성은 두 가지 용도로 사용되는데, 첫 번째는 로봇의 다리가 땅에 닿을 때 충격을 흡수하는 역할을 한다. 달리기 혹은 걷기 동작은 두 발이 모두 지면에서 떨어져 있는 비행 단계와 한 다리가 지면에 착지

하는 단계의 두 가지로 나뉘는데, 로봇이 한쪽 다리로 착지해 비행 단계를 종료할 때 지면으로부터 발생하는 부하가 상당히 크다. 따라서 스프링이 완충 장치의 역할을 해 착지를 부드럽게 만든다. 두 번째로 스프링이 움직일 때마다 에너지를 저장-방출하는 역할을 하는데, 동물이 적은 힘을 사용하면서도 빨리 달릴 수 있는 주요 원리 중 하나이다. 디지트는 2018년에 상용화됐으며, 2019년에는 포드자동차에 배송을 위한 연구용 로봇으로 2대를 공급한 바 있다. 애질리티로보틱스는 휴머노이드를 상용화해 판매하는 아주 드문 회사 중 하나이며 2020년 2000만 달러, 2022년 4월 1억5000만 달러의 벤처 투자 자금 유치에 잇달아 성공하면서 기술 개발 및 상용화, 로봇 적용 솔루션 제공, 판매 등을 동시에 공격적으로 진행하고 있다.

저감속비 QDD(Quasi-direct Drive) 구동기 기반 로봇

MIT 휴머노이드 높은 토크 밀도를 구현해 내는 BLDC의 제조 및 제어의 발전으로 로봇 구동기 분야에 새로운 접근 방식이

11) Hurst, Jonathan. "Walk this way: To be useful around people, robots need to learn how to move like we do." IEEE Spectrum 56.3 (2019): 30-51.



〈그림 10〉 휴머노이드 디지트의 개발 계보



〈그림 11〉 MIT에서 개발한 QDD 기반의 미니치타(왼쪽)와 현재 개발 중인 MIT 휴머노이드(오른쪽)

시도되고 있다. 미국 매사추세츠공대(MIT) 기계공학과 김상배 교수가 이끄는 생체모방 로봇기술연구실 팀에서 2019년 개발된 길이 48cm, 높이 30cm, 무게 9kg의 소형 사족보행 로봇 미니치타(Mini Cheetah) 로봇이 그중 하나다.

연구팀은 드론에서 주로 사용되던 ‘팬케이크’라 불리는 상용 BLDC 모터를 재설계해 높은 토크 밀도와 1:6의 저감속비를 결합한 형태의 고속-고토크 QDD 구동기 모듈을 만들었고, 이 구동기를 3자유도의 다리 4개에 총 12개를 장착해 민첩하면서도 역동적인 기동을 가능케 했다. QDD 구동기는 저감속비와 비교적 간단한 기계적 구조 덕분에 전기회로의 전류와 모터의 동역학정보를 이용해 비교적 정확하게 토크를 추정할 수 있다. 그 덕분에 미니치타는 토크를 직접 측정해 구동하는 직렬연성구동기(SEA)의 구조 없이도 토크제어를 구현, 다양한 지형에서 자연스럽게 다이내믹한 운동이 가능하며 외부의 충격에도 균형감 있게 이동할 수 있다. 2019년에는 4족 로봇 최초로 백플립을 구현해 넘으로써 QDD 구동기 기반 보행 로봇의 가능성을 증명했다.

MIT 연구팀은 2021년 QDD 구동기를 휴머노이드에 적용한 컨셉을 휴머노이드 로봇 국제학술대회에서 발표했다.¹²⁾

팔 3자유도, 다리 5자유도 등 총 16자유도로 구성된 이 로봇은 몸통과 팔은 미니치타와 매우 유사하지만 다리 부분은 완전히 새로운, 더욱 높은 출력과 한층 개선된 토크 밀도로 재설계된 QDD 구동기를 적용할 예정이다. 휴머노이드의 발목은 견고하고 강력한 힘을 내면서도 낮은 관성을 갖도록 설계하기가 어려워 인간과 같은 걷거나 달리기 동작을 구현해

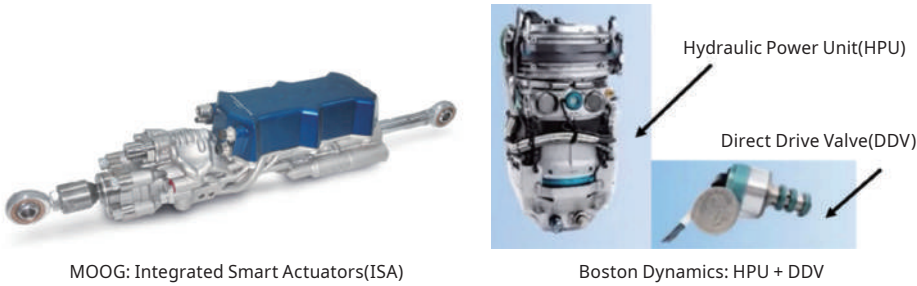
내기가 제한적이어서 연구팀은 사람의 동작을 모방할 수 있을 정도의 세밀한 다리를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

서보밸브 방식 유압 구동기 기반 휴머노이드

서보밸브 방식 유압 구동기 앞서 살펴본 전기모터 구동기는 자기 포화 및 발열 등으로 인해 전력 요구 사항이 높을수록 크기가 커지고 무게가 증가한다. 또한 과부하가 걸리고 먼지가 많거나 습기(물) 등의 환경에 취약하다. 반면, 유압 장치는 높은 출력 밀도를 제공하고 확장성이 뛰어나면서도 가혹한 환경에서 손상 없이 큰 부하를 낼 수 있어 전기모터 구동 방식에 비해 장점이 있다. 보스턴다이내믹스의 빅독(Big Dog), IIT의 하이큐(HyQ) 등의 사족보행 로봇이 유압 구동 방식을 적용한 예다. 이 방식의 보행 로봇은 전기모터에 비해 채적 대비 출력비가 높아 상대적으로 작은 부피와 무게에서 고출력을 낼 수 있다. 현재 이 기술을 사용한 보스턴다이내믹스의 아틀라스는 휴머노이드 로봇 가운데 최정상으로 평가받고 있다.

보스턴다이내믹스, IIT 등에서 개발된 유압 구동기는 주로 노즐-플래퍼형 힘 피드백 방식의 유량제어 서보밸브를 사용한다. 이러한 방식의 구동기는 매우 큰 출력 강성과 낮은 역구동 특성을 갖기 때문에 구동기의 출력 힘을 측정 또는 추정해 제어하거나, 스프링 등의 탄성요소를 물리적으로 추가해 보행하는 등 로봇이 외부 환경과 접촉할 때 발생하는 힘으로부터 안정성을 확보하는 것이 필요하다.

12) Chignoli, Matthew, et al. "The MIT humanoid robot: Design, motion planning, and control for acrobatic behaviors." 2020 IEEE-RAS 20th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids). IEEE, 2021.



〈그림 12〉 무그와 III가 공동 개발한 스마트 유압 구동기(왼쪽), 보스턴다이내믹스의 휴머노이드 아틀라스에서 사용 중인 유압 동력 장치(HPU)와 서보밸브(오른쪽)

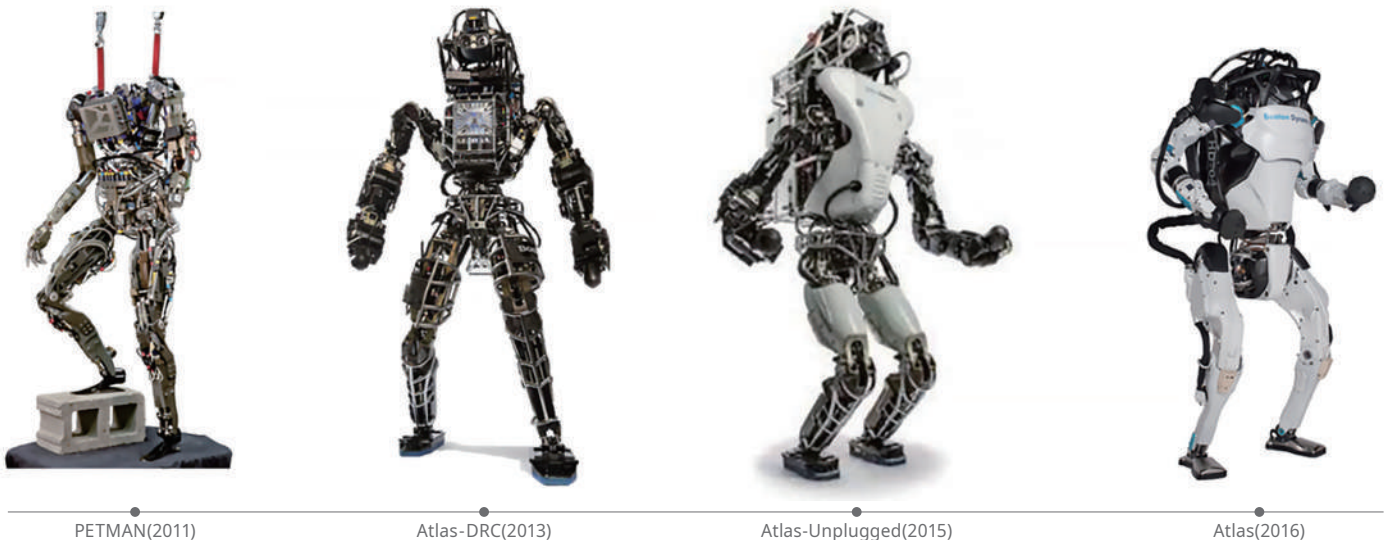
보스턴다이내믹스 로봇 PETMAN, ATLAS¹³⁾ 보스턴다이내믹스의 첫 번째 휴머노이드 펫맨(PETMAN)은 사람과 유사한 외관, 가동 범위, 힘 및 보행 기능을 구현해 정형화되지 않은 지형에서의 조사작업을 할 목적으로 개발됐다. 펫맨은 평균적인 남성과 유사한 177cm의 키에 80kg의 무게, 29개의 관절 자유도를 갖도록 설계됐고, 오른쪽 발목에 연결된 케이블을 통해 냉각수와 유압 동력이 전달되고 통신이 가능한 오프보드 유압 동력 장치(HPU)로 구동된다. 고출력을 낼 수 있는 유압 구동기 덕분에 23kg 이상의 하중을 감당할 수 있고 최대 시속 5km로 역동적이고 균형 잡힌 보행을 시연한 바 있다.

반면 유압 구동 시스템의 한계를 보여주기도 했는데, 구동기의 유압 소스를 저장하고 분배하는 것이 전기구동 시스템처럼 쉽지 않았고

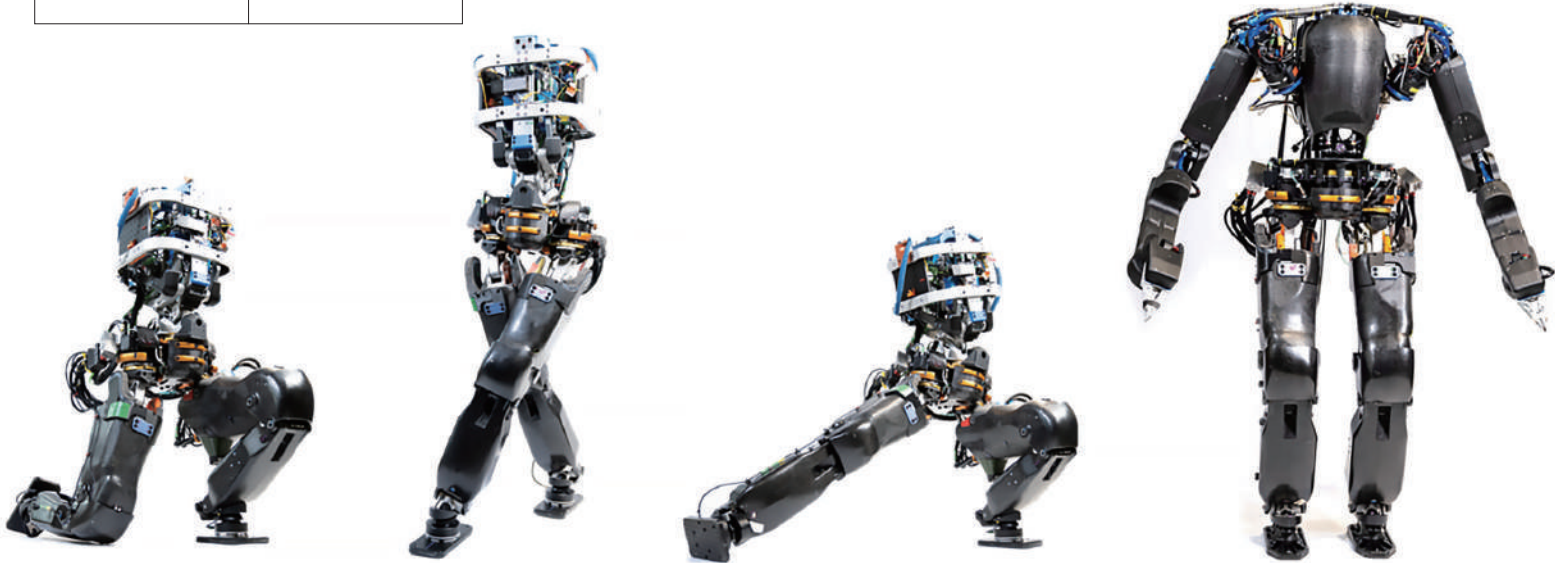
13) Nelson, Gabe, Aaron Saunders, and Robert Playter. "The PETMAN and ATLAS robots at Boston Dynamics." Humanoid Robotics: A Reference 169 (2019): 186.

동력원인 기름이 누수되거나 로봇 구동 시 심각한 수준의 소음이 발생했다. 이러한 문제는 2013년 처음 선보인 아틀라스를 거쳐 2015년 개발을 마친 아틀라스 언플러그드(ATLAS-Unplugged)에서 해결됐다. 유압 동력 장치를 대폭 업그레이드해 소형화되고 훨씬 더 조용한 작동이 가능해졌으며 배터리로 작동하고 무선으로 제어할 수 있게 됐다. 이러한 재설계로 아틀라스는 초기 버전 당시 152kg에서 182kg으로 무게가 느는 대신 동력이나 통신을 위한 외부 연결선 없이 완전히 자율적으로 동작할 수 있게 됐다.

2016년 개발돼 공개된 차세대 아틀라스 로봇은 전체 구조와 구성 요소(특히 동력 장치)를 소형화해 크기 1.5m, 무게 89kg으로 사람과 유사한 수준에 도달했으며, 현존하는 휴머노이드 로봇 중에서 가장 민첩하고 역동적인 동작이 가능한 휴머노이드로 평가받는다. 이는 콤팩트한 이동식 유압시스템 개발의 결과로 맞춤형 배터리, 밸브 및 소형 유압 동력 장치를 통해



〈그림 13〉 보스턴다이내믹스의 휴머노이드 아틀라스 개발 계보



〈그림 14〉 2022년 공개된 휴머노이드 나디아의 최근 모습

28개의 유압 조인트에 높은 동력을 전달한다. 유압 구동기가 제공하는 모든 관절의 구동력을 바탕으로 모델예측제어(Model Predictive Control : MPC) 기반의 고등화된 전신제어 기술을 사용해 상자와 같은 물건을 들어 올리는 것은 물론 넘어졌다 일어서기, 달리기, 사람을 능가하는 수준의 점프, 백플립 등의 동작을 연속적으로 수행할 수 있다.

최근 보스턴다이나믹스는 아틀라스를 통해 로봇 전문가조차도 컴퓨터 그래픽 영상임을 의심할 정도의 역동적인 춤 동작은 물론 복잡한 환경에서 여러 대의 로봇이 함께 움직이는 동작 계획 등 다양한 기술들을 선보이고 있다. 최적 경로 생성법을 이용해 템플릿 모션을 생성해내고 여러 가지의 템플릿 모션을 이어붙이는 기술인 행동라이브러리(Behavior Libraries), 로봇의 외적 정보를 추출할 수 있는 카메라, 라이다 등을 사용해 환경을 인지하고 동작을 계획하는 실시간 인지 기능 등이 핵심 기술에 속한다. 이는 강력한 하드웨어 기술을 바탕으로 로봇을 제어하는

소프트웨어를 발전시키는 보스턴다이나믹스의 기술 발전 방향을 잘 보여주고 있다.

인간-기계 인지 연구소의 나디아 프로젝트¹⁴⁾ 미국의 대표적인 휴머노이드 로봇 연구기관 중 하나인 인간-기계 인지 연구소(IHMC)는 보스턴다이나믹스의 아틀라스를 이용해 이족보행 제어 및 전신 제어 기술을 연구해 왔다. 최근 IHMC는 보드워크로보틱스라는 스피노프 회사와 협력해 나디아(Nadia)라는 차세대 휴머노이드 로봇을 개발하고 있다. 2019년 목업(Mockup) 공개와 함께 밝힌 개발 목표는 혁신적인 메커니즘과 복합 재료를 사용해 높은 출력 대비 중량 비율과 넓은 동작 범위를 갖춘 휴머노이드를 설계하는 것이다.

나디아 로봇은 IIT의 Dynamic Legged Systems Lab과 무그가 공동으로 개발한 통합 스마트 구동기(Integrated Smart Actuator : ISA)를 부분적으로 도입했다. 전 관절에 유압 구동기를 적용한 아틀라스와는 달리 부분적으로 ISA를 채택했는데, 주로 큰 하중을 감당해야 하는 하반신에 적용됐고 ISA가 적용되지 않은 관절은 전기모터 구동 방식의 구동기가 탑재될 것으로 예상된다. 무그의 ISA에는 통합 서보밸브, 제어전자장치, 필드버스 커뮤니케이터, 온보드 센서가 포함돼 사람의 근육보다 더 나은 중량 대비 출력 비율을 제공하고, 유압 구동기의 힘을 제어함으로써 유연성을 동시에 실현시킨다. 소방, 재난 대응 및 폭발물 처리(EOD)와 같이 위험한 상황에서 로봇을 활용하고

14) <http://robots.ihmc.us/nadia>

아바타로 기능케 해 사람의 안전을 보장하면서 작업할 수 있도록 계단, 사다리 등이 존재하는 실내의 환경에서의 높은 이동성과 자율·반자율을 모두 갖춘 로봇을 목표로 개발하고 있다.

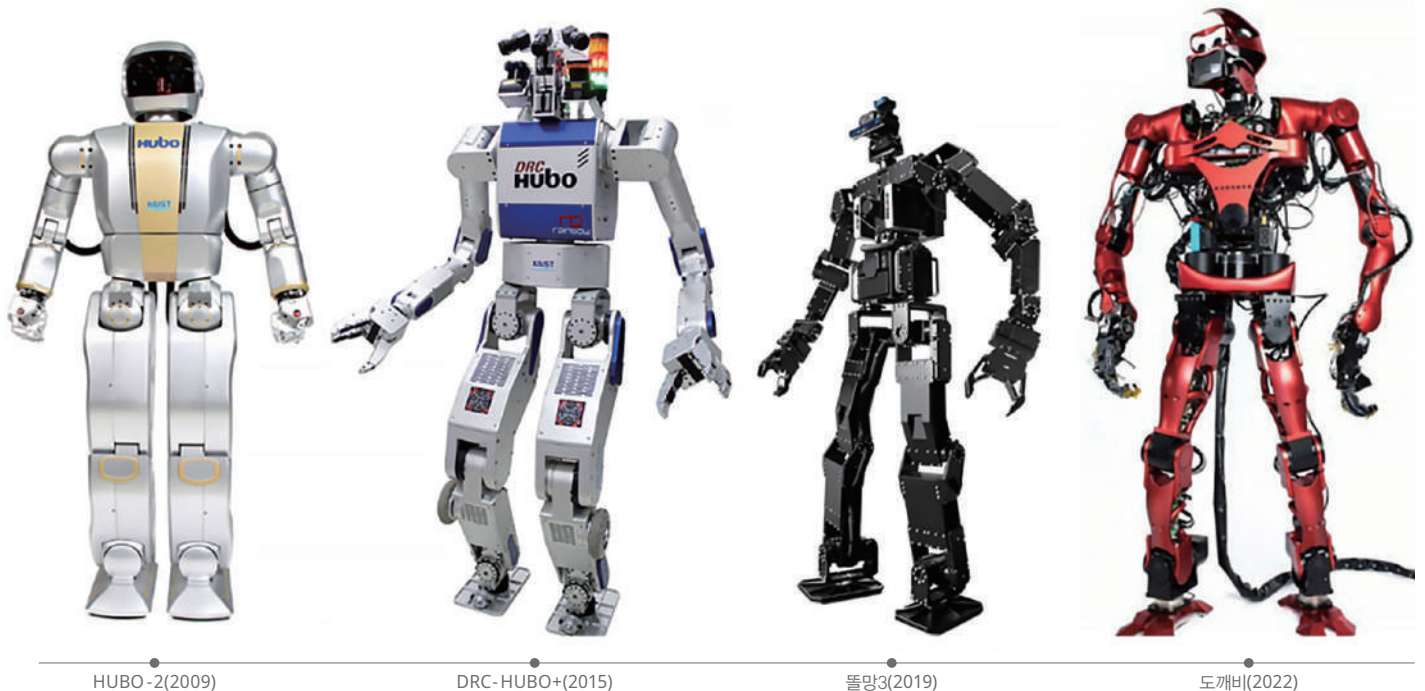
국내 휴머노이드 기술 개발의 속제와 나아가야 할 방향

휴머노이드 기술은 휴머노이드의 대표적인 아시모가 등장한 이래 지속적으로 발전해 왔다. 2015년 다르파 로보틱스 챌린지(DRC) 이후로는 실험실 환경에서만 동작하던 로봇에서 벗어나 인간의 실생활에서 동작할 수 있는 로봇을 개발하고 이를 적용하려는 시도가 크게 늘었다. 이와 같은 휴머노이드 기술 생태계의 급진적인 발전은 제어이론, 작동 소프트웨어를 적용할 수 있는 컴퓨팅 기술의 발달과 함께 이를 하드웨어적으로 구현할 수 있는 로봇의 설계 기술과 구동기 기술의 발전이 시너지를 이룬 결과라 할 수 있다.

본문에서 휴머노이드 구동기 기술을 주축으로 발전 경향을 서술했는데, 다음과 같이 3가지로 요약할 수 있다. 첫째, 인간 생활환경에서 적용 가능한 로봇 기술에 대한 요구로 토크-힘 제어를 통해 안전한 상호작용과 유연한 동작이 가능한 휴머노이드 개발이 눈에 띄게 증가했다. 둘째, 보행에 치중한 연구 중심의 플랫폼에서 강력한 구동기 기술을 바탕으로 다양하고 동적인 작업을 수행할 수 있는 휴머노이드를 개발

하는 방향으로 전환했다. 셋째, 고성능의 휴머노이드 로봇도 대부분 연구용 플랫폼이나 일부 회사에서 상용화에 성공해 휴머노이드를 실제 작업에 적용하기 위한 솔루션의 개발과 판매를 시도하고 있다.

국내에서도 레인보우로보틱스(KAIST 오준호 교수 연구팀)의 휴보(HUBO) 시리즈, 로보티즈의 돌망3, 서울대 박재홍 교수 연구팀의 도깨비 등 휴머노이드 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며, 그 우수성을 인정받고 있다. 한편 국내에서 개발된 휴머노이드 로봇은 대부분 고감속비·고강성 기반 구동기 기술을 바탕으로 하고 있는데, 현재 트렌드를 주도하고 있는 기술은 토크제어 구동기, QDD 방식 구동기, 유압식 스마트 구동기 등이라는 점에서 앞으로 국내 휴머노이드 기술 개발의 속제와 나아가야 할 방향을 동시에 제시해 주고 있다.



〈그림 15〉 국내에서 개발된 휴머노이드 로봇들

WITH

SPECIAL

ALCHEMIST PROJECT

미래 세대를 위한 난제에 도전하다 알키미스트 프로젝트

알키미스트 프로젝트는 해결 기술이 존재하지 않고 실패 가능성이 높은 초고난도 기술 개발에 도전해 미래 산업에 필요한 핵심 원천기술 확보에 도전하는 사업이다.



10년간의 장기 프로젝트

알키미스트(Alchemist)는 ‘연금술사’란 뜻으로, 그리스 시대에 철로 금을 만들려던 연금술사의 도전적 노력이 비록 금을 만드는 데는 실패했으나, 이 과정에서 황산·질산 등을 발견해 결과적으로 현대 화학의 기초를 마련한 것에서 착안해 이름을 붙였다. 이렇듯 알키미스트 프로젝트는 성공 가능성은 낮지만 미래 세대를 위한 난제에 도전하는 고난도 기술 개발 과제다. 2022년부터 2031년까지 총 10년간 진행되는 장기 프로젝트로 10~20년 후 산업의 판도를 바꿀 핵심 원천기술 개발을 통해 미래 신산업·신시장 창출 및 기술 주도권 확보를 목표로 진행된다.

알키미스트 프로젝트는 우리나라의 대표적인 도전·혁신형 연구개발(R&D) 사업으로, 실패를 두려워하지 않고 과감히 도전함으로써 새로운 산업과 시장 창출을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 개념연구(6배수)–선행연구(3배수)–본연구(1배수)의 3단계 경쟁형 R&D 방식으로 운영하고 있다. 특정 품목이나 기술 사양을 지정하지 않는, 과제 단위보다 상위 단계의 테마를 제시해 상세한 품목, 기술 사양 등은 연구 수행자가 직접 제안하는 것이 특징이다.

올해 알키미스트 프로젝트 테마는 지난해 10월 산학연 권위자로 구성돼 발족한 ‘그랜드챌린지위원회’에서 3개월간의 집중 토론을 거쳐 테마 선정 기준에 따라 발굴·기획했다. 그랜드챌린지위원회는 미래 전망 분석, 기술 수요 조사, 대국민 아이디어 공모전 등을 통해 도출된 후보 테마를 검토·선별했고, 그랜드챌린지위원회 산하 워킹그룹을 운영해 후보 테마의 기술적 전문성 보완과 테마별 상세 기획을 진행했다. 또한 인터넷 공시를 통해 후보 테마에 대한 산학연 현장 의견 수렴 등도 실시했다.

그랜드챌린지위원회 위원장인 한국공학한림원 권오경 회장은 “대한민국이 기술 선진국과의 치열한 경쟁을 이겨내고, 각 산업

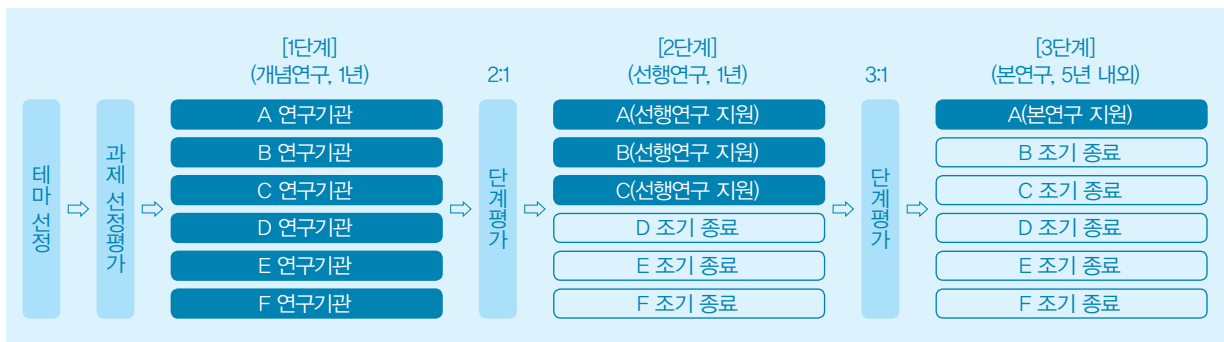
분야에서 선도자가 되려면 경쟁국보다 한발 앞서 도전적이고 혁신적인 R&D 과제를 발굴·추진해야 한다”며 “앞으로 국가 R&D의 더 많은 부분이 알키미스트 프로젝트 연구 형식을 취할 필요가 있다”고 강조했다.

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마 3개 선정

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마는 인간의 삶의 질 향상(고령화 대응), 무경계(초현실), 탄소중립(지속가능) 등 미래 사회가 추구하는 가치, 미래 산업 유망 기술 등을 고려해 혁신적이고 도전적 목표의 테마가 선정됐다.

미래 가치	테마명	주요 내용
삶의 질 향상 (고령화 대응)	① 노화 역전 (Reverse Aging)	세포 노화 전에 노화 유전인자를 규명·검출·진단하고 이의 발현을 조절하는 노화 프로세스 역전
무경계 (초현실)	② 초실감 메타버스 시각화 (Hyper Vision Metaverse)	인간의 시각인지 한계를 뛰어넘는 초실감 입체영상 구현
탄소중립 (지속가능)	③ 생체 모방 탄소 자원화 (Biomimetics Carbon Recycling)	생명(자연)현상, 생체 구조의 원리를 모방(Biomimetics)한 탄소 포집·저장·전환 및 탄소 자원화

3개의 신규 테마는 현재 기술 수준을 뛰어넘어 기존 시장에 없매이지 않고 신산업을 창출할 수 있는 와해성 기술(Disruptive Technology), 게임체인저(Game Changer) 기술을 목표로 하고 있다. 신규 테마와 관련된 분야의 글로벌 특허 출원 현황을 살펴보면 아직까지 이 분야의 특허 출원이 활성화되지 않은 기술 개발 초기 단계로, 알키미스트 프로젝트를 통해 핵심 원천기술을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.





노화 역전
Reverse Aging

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마인 노화 역전은 세포 노화 전에 노화 유전인자를 규명·검출·진단하고, 이의 발현을 조절하는 노화 프로세스 역전에 대응하는 것을 의미한다. 기존에는 노화가 진행된 세포 제거 기술이 중심이었으나, 본 프로젝트를 통해 노화 사전 진단·예방 및 노화로 인한 질병의 조기 치료가 가능토록 도전한다. 이와 관련한 기술로는 노화 및 질환 유발 세포·유전체 조기 진단·치료 기술, 조직·장기 재생의료 등이 있다. 이 프로젝트가 성공적으로 추진되면 노화 사전 진단·예방 및 노화로 인한 질병 조기 치료로 퇴행성 질환 산업의 판도를 바꾸는 신시장이 창출될 것으로 예상된다. 더불어 심장·폐 외에도 근육 소실, 청신경 노화, 관절 퇴행 등의 신체 노화도 예방할 수 있어 고령화 시대에 삶의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 전망된다.

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마인 노화 역전과 관련해 세부적으로 6개의 과제가 선정됐다.

첫째, 한국과학기술원이 추진하는 정밀 세포 리프로그래밍 기반 세노리버전 기술 개발이다. 2026년 전후로 초고령 사회에 진입한 이후 65세 이상 인구의 88% 정도가 다중 만성질환으로 고통

받는 등 노화 이해의 기초학문이 중요해지면서 항노화 과학기술은 막대한 산업적 가치를 지닌다. 이에 본 과제에서는 다양한 자원으로 비가역적 세포 성장·주기·활성의 억제를 나타내는 세네스스 현상에 따른 노화 세포 표준분류체계를 구축하고 노화 세포를 리프로그래밍해 극복해 내는 기술이 핵심이다. 이를 통해 세노리버전 신호 조절의 원리를 최초 규명하고, 헬스케어를 통해 건강한 고령화를 가능하게 해 삶의 질 향상 및 고령 인구의 경제생산활동 참여 증대를 기대할 수 있다.

둘째, 경희대가 추진하는 줄기세포 노화 억제 재활성화를 통한 생체 내외 줄기세포 리프로그래밍 기술 발굴 및 노화 진단 억제 역전 전략 개발이다. 2060년 우리나라 인구의 43.9%가 고령 인구이며, 치매 환자는 2050년 기준 300만 명을 넘어설 것으로 전망됨에 따라 줄기세포 치료를 통한 노화 제어 및 조직 재생 촉진을 하는 한편 생체모사 조직공학 제제를 이용해 사회적 문제를 해결할 필요가 있다. 이에 따라 본 과제는 내재성 줄기세포 노화 제어·재활성화 촉진 물질 발굴을 통해 생체 내외 줄기세포 리프로그래밍 기술 개발을 비롯해 이를 이용한 노화 진단·억제·역전 기술 및 전략 개발을 추진하게 된다. 이를 통해 다양한 노인성 만성질환자 발생 감소, 수명 연장, 고연령의 사회활동 증대로 사회적비용 감소를 기대할 수 있다.

셋째, 성균관대가 추진하는 항노화 역노화 인자 발굴용 인간 노화주기 모사 시스템 및 노화 역전 기술 개발이다. 노화 가속화 인자가 밝혀지면서 노화 연구에 있어 병체결합 연구가 최적합 모델이지만 인간을 대상으로는 연구가 불가능하며 혈액 내 노화 관련 인자 또한 극소량만 존재해 검출이 어렵다. 또한 항·역노화 인자 전달 효율을 높이는 기술과 활성 억제 기술 연구도 동시에 진행돼야 한다. 이에 따라 본 과제는 인간 모사 병체결합 칩&시스템 개발과 인체 세포 다중 칩 배양 시스템을 활용해 조절모 줄기세포 및 근육 노화 역전에 기반한 생물학적 나이 30% 이상 감소 기술 개발을 추진한다. 이를 통해 건강한 고령화 실현에 따른 사회·경제적 충격 완화를 통해 국가적 난제 해결에 기여할 것으로 기대된다.

넷째, 서울대가 추진하는 덴탈 부스터 기반 치아 노화 역전 기술 개발이다. 노화된 치아 기능을 복원하기 위한 근원적 치료법이 전무해 발치·수복에만 의존할 수밖에 없어 노화 조직을 역전시키는 저작 기능 회복 치료가 반드시 필요하다. 기존 줄기세포·세포치료제를 이용한 재생 연구는 분리배양이 어렵고 치아의 복잡한 구조로 줄기세포 적용이 제한적이었으나, 이를 분화능 촉진 기술 및 노화 역전 인자 약물전달 시스템으로 극복하는 기술이 본 과제의 핵심이다. 이를 통해 노인의 저작 기능을 회복시켜 삶의 질을 향상할 수 있으며 노년기의 기억력 저하, 치매, 근력 상실에 의한 우울감 등 다양한 질환 및 증상을 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

다섯째, 단국대가 추진하는 리프로그래밍 조절에 의한 노화 역전 융합 기술 개발이다. 노화로 인한 신체 기능 저하 및 위험 인자로서의 노화를 후성유전학적 세포 리프로그래밍 제어를 통해 30년의 노화 역전이 가능하다. 이를 위해 본 과제에서는 세포 내부환경 조절(후성유전학적 세포리프로그래밍)과 세포 외부환경 조절(세포외기질·ECM에 의한 미세환경 조절)을 같이 할 수 있는 기술 개발을 진행한다. 이를 통해 초고령화 시대 인류 건강 증진(원활한 보행 등), 노화 현상에 대한 근원적인 기전 이해, 신의료기술로서 국제적 기술 우위 선점이 가능할 것으로 기대되고 있다.

마지막으로 인천대가 추진하는 세포 에너지 대사 조절을 통한 노화 제어다. 본 과제는 노화 조절자로서 대사 기반 타깃 단백질 규명 및 치료제 개발에 필요한 기술적 배경 제공을 목표로 한다. 이를 위해 세놀리틱(Senolytic) 기술 혹은 세노모픽(Senomorph) 기술을 통해 늙은 세포를 젊은 세포로 복원해 노화 가속을 억제하거나 노화 조절자로서의 대사 기반 타깃 단백질 규명 및 치료제 개발 관련 기술 확보가 핵심이다. 과제가 성공적으로 진행되면

스킨케어 관련 시장은 2022년 기준 147억 달러에 달할 것으로 예상된다. 또 노화 부위의 선택적 진단으로 노화 유발 위험 요소 차단 및 예방이 가능하며 외모 및 신체 기능 향상에도 기여할 것으로 기대되고 있다.

초실감 메타버스 시각화
HyperVision Metaverse

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마인 초실감 메타버스 시각화는 인

간의 시각인지 한계를 뛰어넘는 초실감 입체 영상 구현을 의미한다. 기존 디바이스는 부피가 커 편의성이 떨어지고 입체 영상 해상도가 낮아 사용에 한계가 있는 상황이다. 이에 본 프로젝트를 통해 폼팩터(기기의 형태)에 구애받지 않고 생활의 불편함 없이 초실감 입체 영상 구현을 가능하게 한다. 이와 관련한 기술로는 확장현실(XR) 디바이스, 현실-가상 상호작용 기술, 입체 영상, 홀로그래픽 디스플레이, 초고해상도-초저지연 디스플레이 등이다. 본 프로젝트가 성공적으로 추진되면 위험한 화학물질 품질검사 등에 메타버스 3D 스캐닝 기반 시뮬레이션을 적용해 비용 절감 및 안전 확보를 동시에 해결할 수 있다. 또한 시력이 낮은 사람도 정상 시력의 일반인과 다를 바 없이 일상생활을 영위할 수 있을 뿐만 아니라 문화생활(전시 등), 교육 등 시공간을 초월한 서비스도 가능할 것으로 기대되고 있다.

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마인 초실감 메타버스 시각화와 관련해 세부적으로 6개의 과제가 선정됐다.

첫째, 한국광기술원이 추진하는 하이퍼 XR 글래스다. 기존 실감 증강현실 디바이스의 단점(어지럼증, 저시력자, 객관적 성능 평가 등)을 해결하고 완벽한 기술 내재화로 메타버스산업을 선도하고자 진행된다. 이와 관련, 기존 웨어러블 형태 XR 기기의 한계점인 성능·기능과 폼팩터 간 트레이드오프(Trade-off) 관계를 극복할 광원과 광학계를 일체화한 XR 글래스 및 빔 폭, 방향을 제어하는 메타 광소자 개발이 본 과제의 핵심이다. 한편, 국내 XR 시장은 2028년 3조8984억 원 규모로 성장할 것으로 전망되는 가운데, 투명 디스플레이(자동차·스마트폰 등) 하이퍼 XR 관련 기술 분야 진출이 가능해 산업적 파급력이 크다.

둘째, 한양대가 추진하는 카이랄 페로브스카이트를 이용한 초실감 스피ن 편광 다이오드다. 천연색 메타버스 시각화를 위해 기존 발광체의 한계(고색순도, Magnet-free 편광, 밴드갭 조절 등)를 극복하는 고색순도 스피ن 원편광 디스플레이 기술 및 고색순도 스피



편광 구현 차세대 스피너 LED가 필요하다. 이에 따라 본 과제는 스피너-편광 전류·광 동시 제어 및 스피너 조절층과 스피너 전이·발광층을 분리한 기능 분리형 이중 구조, 저자원 소재 도입 등의 기술 확보가 핵심이다. 이를 통해 기존 무기 양자점 대비 500배, 유기 발광체 대비 200배 저렴한 가격으로 시장에 공급할 수 있으며, 2030년 기준 1500억 달러에 달할 것으로 예상되는 메타버스 관련 시장의 패러다임을 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

셋째로, 서울대가 추진하는 초경계 무한메타버스를 위한 융합 현실주의적 적응시각전환 기술이다. 본 과제에서는 기존 3차원 가상 물체를 2차원으로 표현하기 위해선 많은 픽셀을 요구하는데, 2D 디스플레이 픽셀과 망막의 시세포를 광학적으로 1:1로 연결하는 기술로 기존 시장을 와해시킬 수 있는 와해성 기술과 색 분산 없는 곡면형 메타표면 광도파로 기술(돌파형 기술) 개발을 동시에 진행한다. 이를 통해 적응형 Pixel to Cell 광학 상호작용 기술, 실시간 인간 시각요소 평가 기술, 메타버스와 교감하기 위한 인공지능(AI) 증강현실(AR) 이미지 합성 기술 등 총 4개의 인간

시각인지 한계에 도달하기 위한 적응시각전환 기술 확보가 목표다. 특히 메타버스는 2030년 기준 약 1000조 원 규모의 시장을 형성할 것으로 예측되는 상황에서 국내외 메타버스 관련 기업이 메타버스산업 영역 구축 및 확장을 고려하고 있어 이 기술을 확보하면 산업적 파급력이 클 것으로 기대된다.

넷째, 한국전자기술연구원이 추진하는 엠비언트 메타버스 시각화 기술 개발이다. 본 과제에서는 주변 환경 또는 사물에 영상을 투사하는 방식으로 기존 기술의 한계점(폼팩터의 한계, 고정된 광학구조로 인한 제한된 화각, 다중 사용자 지원 불가 등)을 극복할 수 있는 기술 개발을 진행한다. 이와 관련한 핵심 기술이 자유투사형 다이내믹 프로젝션 모듈에서 투사형 다기능 스크린을 투사하거나 시역조향형 PGU(Picture Generation Unit) 모듈에서 사용자 안경으로 정보를 전송해 투사하는 기술이다. 이를 통해 폼팩터 제한에서 벗어나 자유로운 기술 구현이 가능하고 구성 형태 및 가격적 측면에서 장점이 있어 10년 후 메타버스 기술의 절대적 수요 시장에 대응할 것으로 기대되고 있다.

다섯째, 고려대가 추진하는 안경 클립형 DIVA 글래스 (Deformable and Immersive Volumetric AR Glass)다. 본 과제에서는 다중 초점 AR 영상 구현을 통해 기존 AR 디스플레이의 한계를 극복하고 폐색 기술을 활용해 AR 영상 시인성 향상 및 소비전력 절감이 가능한 기술 개발을 진행한다. 이와 관련한 핵심 기술은 광원(나노 막대기 LED의 광결정 배열 및 내부 양자효율을 통한 발광효율 극대화)과 광학(다중 초점 AR 영상 및 폐색 기술 연구), 그리고 회로(구동부 면적 축소로 고균일 픽셀 구동회로 및 LED 픽셀 구동 회로) 관련 기술 개발이다. 특히 2030년 AR 세계 시장 규모가 1320조 원에 달할 것으로 전망되는데, 2020년 기준 선진국 대비 기술력이 82%에 이르는 상황에서 기술 개발에 성공하면 안경 클립형 DIVA 글래스 사업화 및 글로벌 리더십 확보가 가능할 것으로 기대된다.

마지막으로 한국기계연구원이 추진하는 Auxetic 메타 디스플레이를 활용한 초실감 곡면 HMD 기술 개발이다. 본 과제에서는 기존 세계 최고 기술의 해상도 FOV, VAC, 지연시간, 폼팩터의 한계점을 모두 극복할 수 있는 기술에 도전한다. 이와 관련한 핵심 기술이 눈의 시각 범위 전체 영역을 커버할 수 있는 이축 곡률을 지닌 Auxetic 메타 디스플레이 개발 및 고해상도 Micro-LED의 최소화된 픽셀 구현 기술 개발이다. 메타버스용 HMD 기기 시장은 2026년 365억 달러에 달할 것으로 예측되는 가운데, 코로나로 인한 가상현실 환경 구현, 교육 및 훈련 공백 해결 등 메타버스로 인해 새로운 경제적 가치 창출이 가능할 것으로 기대된다.

생체모방 탄소 자원화
Biomimetics Carbon Recycling

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마인 생체모방 탄소 자원화는 생명현상, 생체 구조의 원리를 모방(Biomimetics)한 탄소 포집·저장·전환 및 탄소 자원화를 의미한다. 기존의 탄소 포집 기술은 포집 후 폐기물 발생 등 부가적인 문제가 발생하거나 탄소 자원화를 위한 추가적인 장치가 필요했다. 하지만 본 프로젝트를 통해 기계적 수단이 아닌 생체 모방 기술을 활용한 탄소 포집·저장·전환로 탄소의 고부가가치 신자원 전환에 도전한다. 이와 관련한 기술로는 자연모사·생체모방(인공광합성 등) 기술, 탄소저감, 탄소 저장막 제조 기술 등이 있다. 생체모방 탄소 자원화 프로젝트가 성공적으로 추진되면 다중 고부가가치 화학제품 생산 기술, 친환경 에너지 효율 강화 기술 등 여러 분야로 연계가 가능해 부가가치 및

신시장 창출을 기대할 수 있다. 더불어 자연의 원리를 응용한 친환경 제품·서비스를 통해 건강하고 쾌적한 삶을 누리는 데도 기여할 것으로 전망된다.

2022년 알키미스트 프로젝트 신규 테마인 생체모방 탄소 자원화와 관련해 세부적으로 6개의 과제가 선정됐다.

첫째, 서울대가 추진하는 환경 맞춤형 탄소 전환 충전기다. 성인은 1일 1kg의 이산화탄소(CO₂)를 배출하고, 대한민국 인구 5000만 명이 1년간 1700만 t의 CO₂를 배출함에 따라 일상생활에서 CO₂ 농도를 낮추는 기술 개발이 필요하다. 이에 따라 저농도 CO₂ 포집 기술과 광학 및 전기화학반응 등의 전환 기술, 그리고 탄소 식물 개발 등의 활용 기술을 융합해 환경 맞춤형 탄소 전환 충전기 관련 기술 개발을 진행한다. 이를 통해 공공장소 등 다양한 곳에서 탄소 재활용에 참여할 수 있어 냉난방 에너지 절약, 수면의 질 향상, 가정에서의 탄소 저감을 실행할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 한국에너지공과대가 추진하는 이산화탄소 전환 기술을 이용한 액체화합물 생산 고효율 광전환 시스템 개발이다. 본 과제에서는 기존 이산화탄소 포집 기술의 한계(에너지-집약적, 플루가스 내 저농도 이산화탄소 포집 및 농축 기술)와 광전환 기술의 한계(낮은 광전환 효율, 대용량 광촉매 공정 기술 등)를 극복하고 자연 연구를 진행하고 있다. 이와 관련한 핵심 기술이 연속적 다전자 전달 반응, 환원 전위 제어, 전자·양성자 동시 전달 반응이 적용된 습식·멤브레인 개발을 통한 고선택성 저농도 탄소 고농축화 포집 시스템 개발 및 광전환 공정 설계 기술이다. 이를 통해 기존의 한계를 뛰어넘을 수 있어 기후변화, 탄소중립, 에너지 위기에 대응할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 한국에너지기술연구원이 추진하는 생체모방 기반 이산화탄소 농도차 발전 및 활용 핵심 원천기술 개발이다. 본 과제는 세계 최초 구현을 목표로 진행되는데, 경쟁 기술 대비 출력밀도 300% 이상 향상(현재 5mW/m², 기술 목표 1.5W/m²)을 추진한다. 이와 관련한 핵심 기술이 분리막을 통해 상대적인 CO₂ 농도차에 따른 엔탈피 변화를 이용해 전기에너지를 직접 생산하는 기술이다. 이를 통해 기후위기 극복을 위한 온실가스 감축 및 지속가능한 에너지 자원 확보라는 두 가지 목표를 동시에 달성하는 데 기여할 것으로 기대된다.

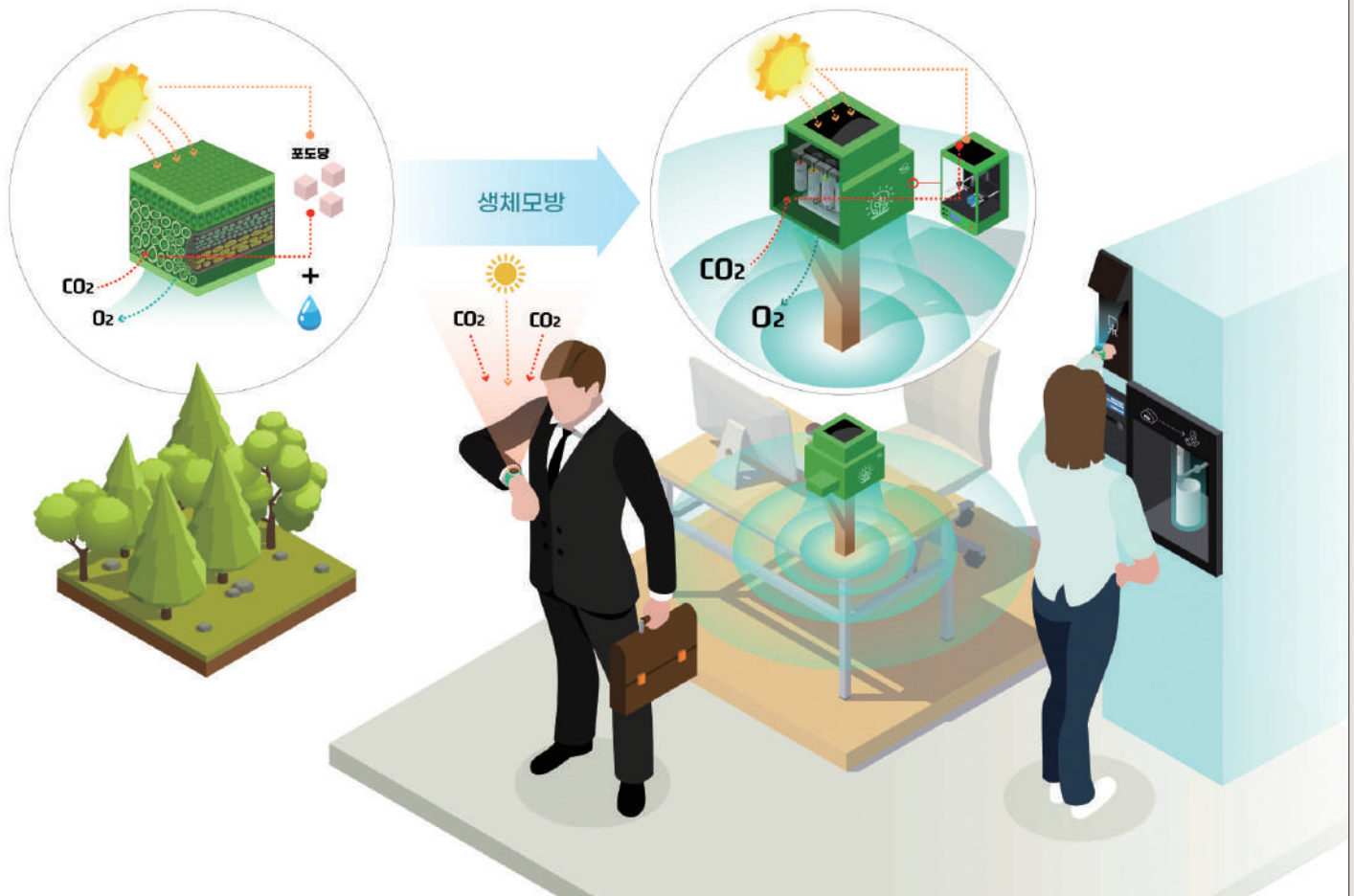
넷째, 울산과학기술원이 추진하는 생체모방 공기 태양단백질 생합성 시스템 개발이다. 본 과제에서는 자연의 모사 인공나뭇잎 기술, CO₂ 개미산 전환 광촉매 기술, 개미산 단백질 전환 생촉매

기술 등 관련 원천 기술 확보에 도전해 전 세계에서 각각 CO₂(8%), 곡물(23%), 물(12%) 사용량을 감축 또는 절약한다. 이와 관련한 핵심 기술이 공기 중 CO₂를 포집하거나 질소(N₂)로 전환해 CO₂→개미산→단백질로 전환하는 태양단백질 합성 기술이다. 한편, 2040년 기준 전 세계 고기시장 규모(2160조 원) 중 대체고기시장이 1300조 원으로 예측돼 식물 단백질은 시장 확장성에 한계가 있어 기술 개발 시 대체고기시장 선점이 가능할 것으로 기대된다.

다섯째, 한국과학기술원이 추진하는 e바이오피아너리·직접 공기포집 C₁ 전환 합성생물학의 통합이다. 기존 공급된 에너지당 생산된 에너지양이 화석연료 기반 에너지와 근접해 에너지를 발생시키지만 탄소배출량은 기존 바이오피아너리 및 e리파이너리와 유사해 산업적 파급력이 크다. 이에 따라 전기를 이용해 CO₂를 포집하며, 바이오매스를 이용해 원료 화합물, 연료 및 석유화학 상품을 생산하는 바이오피아너리와 재생에너지 기반의 그린수소나 물을 사용해 CO₂를 전기·열화학적으로 개질하는

e리파이너리를 융합하는 기술 확보에 도전한다. 이를 통해 탄소 배출은 줄이고 에너지 생산량은 증대시켜 고부가가치 창출과 파리협약에 따른 공격적인 탄소배출량 저감도 가능할 것으로 기대된다.

마지막으로 중앙대가 추진하는 세포 수준 초미세 액적을 이용한 탄소 및 질소 고정화 기술 개발이다. 미세액적 분야에서의 기존 기술의 한계점을 극복해 탄소 및 질소를 고정, 핵산합성이 가능해져 미세액적 화학의 새로운 방법론을 마련할 수 있다. 이를 위해 본 과제에서는 세포 수준 미세액적 내 환경 조건 변화를 통해 장시간 반응기 도입 등 새로운 플랫폼을 구축하고 광조사를 통한 탄소·질소 고정화 기술 및 새로운 공정화 방식 기술 확보에 도전한다. 이를 통해 초미세액적 내의 광촉매 거동에 대한 새로운 플랫폼 제시에 따른 자연과학적인 부분과 CO_x, NO_x 활용 및 고부가가치 물질(핵산 등) 합성 방법의 기술공학적 이슈 해결이 가능할 것으로 기대되고 있다.



국내 반도체장비산업에 글로벌 경쟁력을 더하다

코스텍시스템(주)

이달의 산업기술상은 산업통상자원부 연구개발(R&D)로 지원한 과제의 기술 개발 및 사업화 성과 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. 코스텍시스템(주)이 '10nm급 이하 반도체 패터닝 고충정 고신뢰성 웨이퍼 이송로봇 및 멀티 플랫폼 개발' 연구과제를 통해 반도체 제조 공정용 웨이퍼 이송장비 및 핵심 부품 기술을 개발했다. 이와 관련한 핵심 기술은 펌핑 및 벤팅 속도를 줄여 생산성을 높인 복층 로드락 체임버의 정전기 제거 기술, 반도체 웨이퍼상 산화 방지 기능을 한층 강화한 질소(N₂) 퍼지 재생 순환 기술이다. 특히 진공 체임버에서 이동 가능한 쿼드 암(Quad Arm) 진공로봇 및 리니어 트랙 기술은 원가를 절감하면서도 생산성을 약 20% 높이는 혁신 기술로 평가받으며 영예의 사업화 기술 부문 장관상에 선정됐다.

INDUSTRIAL TECHNOLOGY AWARDS

이달의 산업기술상

JUNE

2022



사업화 기술 부문
산업통상자원부장관상



국내 반도체장비산업에 글로벌 경쟁력을 더하다

현재 국내 반도체산업은 메모리반도체를 제외하고는 취약한 경쟁력으로 고전을 면치 못하고 있다. 이에 따라 전략적으로 경쟁력을 보완할 필요성이 제기되고 있으며, 이를 위해 반도체산업 전후방 생태계 전반의 경쟁력 확보가 필수적이라는 목소리가 점점 높아지고 있다. 이런 가운데 반도체 웨이퍼 이송장비 및 분당장비의 국내 최고 기술력을 보유하고 있는 코스텍시스템㈜이 신개념의 웨이퍼 이송장비 및 핵심 부품 기술 개발에 성공, 그 어느 때보다 위기에 직면한 국내 반도체산업의 경쟁력 향상에 큰 힘이 되고 있다.

✎ 조병진 ✎ 서범세

(왼쪽부터) 장명근 경영지원그룹 전무, 이창재 전략기획그룹 전문위원, 신재혁 시스템개발그룹 그룹장

**10nm급 이하 반도체 패턴용
고정정 고신뢰성 웨이퍼 이송로봇 및
멀티 플랫폼 개발**

배준호 코스텍시스템(주) 대표이사

사업명	우수기술연구센터(ATC)사업
제품명	Track type Multi-platform
개발기간	2016. 5. ~ 2012. 4. (60개월)
총 정부출연금	2,477백만 원
개발기관	코스텍시스템(주) 경기도 평택시 서탄면 방고지길 231 031-646-1500, www.kosteks.com
참여연구진	배준호, 신재혁, 지영호, 김용섭, 김한조, 복진수, 오덕진, 오세창, 이만기

자체 기술로 웨이퍼 이송장비 혁신 실현

국내 반도체장비 업체는 공정 체임버 중심으로 사업을 진행하며 웨이퍼 이송장치 즉, 진공 클러스터장비와 로봇은 주로 해외에서 도입하다 보니 관련 분야의 기술 및 연구개발 능력이 부족하다. 또한 국내 웨이퍼 이송장치 업체는 관련 고유 기술을 확보하지 못해 해외 선진 업체의 특허 및 기술에 의존할 수밖에 없는 실정이다.

반면, 해외 선진 업체는 차세대 장비에 적용할 정밀제어, 불순물 저감 기술, 오토티칭(Auto Teaching) 기술 및 정전기 제거 기술 등 차세대 기술에 대한 연구개발에 과감한 투자를



코스텍시스템(주)의 기술 개발 성공으로 국내 반도체 장비 회사 및 디바이스 회사에 경쟁력이 한층 강화될 것으로 기대되고 있다.

진행하고 있다. 따라서 이들 해외 선진 업체와의 경쟁뿐만 아니라 우리나라 반도체산업의 위상에 맞는 기술자람이 시급하다.

이런 상황에 코스텍시스템은 진공 체임버에서 이동 가능한 쿼드 암(Quad Arm) 진공로봇 및 리니어 트랙 기술, 로드 락 체임버의 정전기 제거 기술과 질소(N₂) 퍼지(Purge) 장비 프런트엔드모듈(EFEM) 기술 개발에 성공했다. 이 가운데 진공 체임버에서 이동 가능한 쿼드 암 진공로봇 및 리니어 트랙 기술은 코스텍시스템만의 창의적 아이디어에서 나온 혁신 기술이자 세계 최고 수준의 반도체 강국인 우리나라의 위상을 다시금 재정립하는 기술로 큰 호평을 받고 있다.

이와 관련해 시스템개발그룹 그룹장인 신재혁 이사는 “본 과제의 수행을 원료함으로써 국내의 장비 회사 및 디바이스 회사에 고성능·고품질의 진공 웨이퍼 이송 시스템 및 관련

How to

과제 기획단계에 진공로봇 관련 전문 기술이 다소 부족해 관련 기술자를 영입하려 했으나 국내에는 적합한 기술자의 인재풀이 열악하고 관련 정보가 부족해 난관이 많았다. 하지만 해외 로봇 관련 전문가와의 의견 수렴과 교류를 통해 부족한 기술 및 정보를 수집함으로써 사업계획을 수정·보완해 기술 개발에 성공할 수 있었다.



코스텍시스템(주)
홈페이지 바로가기



핵심 부품과 모듈을 필요로 하는 시기에 제공할 수 있게 됐다”며 “이에 따라 반도체 제품 개발 기간 단축은 물론이고 공정 개선과 생산성 향상에도 크게 기여할 수 있게 됐다. 또한 여러 관련 기술의 특허를 출원함으로써 국내 반도체산업의 지식재산권 경쟁력 강화에 기여할 수 있게 됐다”고 말했다.

생산성 UP, 장비면적 DOWN, 불순물 FREE

반도체 제조 공정에서 생산성은 산업의 경쟁력을 결정한다. 반도체 생산성은 시간당 웨이퍼 처리량, 대규모 클린룸 시설 등 투자비를 좌우하는 설치 공간, 그리고 불순물 관리 및 정전기 제거와 산화 방지 등 청정도에 관련되는 불량률과 직결돼 있다.

이에 따라 처리량을 높이고, 장비가 차지하는 공간을 줄이며, 불량률을 최소화해야 반도체산업의 경쟁력을 향상시킬

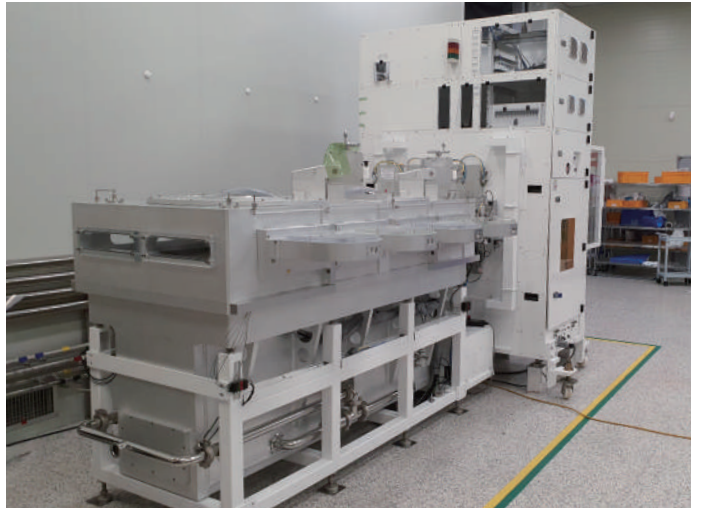
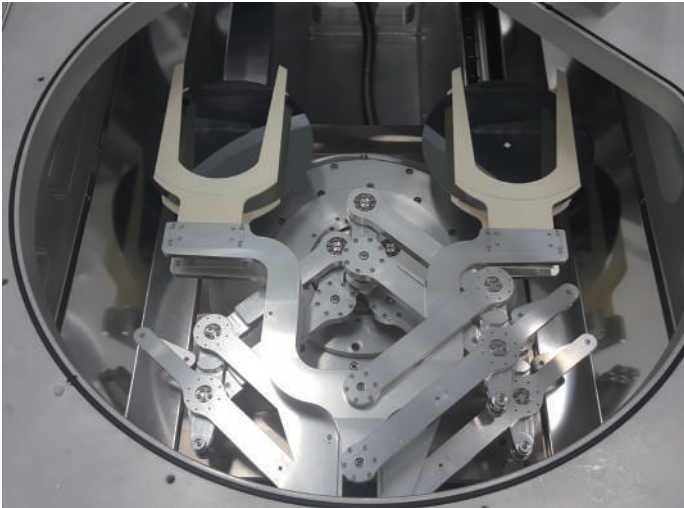
수 있다. 특히 10nm급 이하 선평의 반도체 제조 공정은 웨이퍼가 이동하는 궤적에서 초청정 환경을 유지해야 불순물, 정전기, 자연산화막과 관련된 불량률을 줄일 수 있다.

신 이사는 “당사는 반도체 생산성에 직결된 처리량과 장비의 공간, 초청정 환경을 가능하게 하는 차세대 웨이퍼 진공 이송 클러스터 장비 개발을 성공적으로 진행해 생산성을 20%가량 증가시켰으며 약 23% 공간 축소, 초미세 불순물 5개 이하의 초청정도를 달성했다”고 밝혔다.

또한 신 이사는 “상세 개발 기술로는 진공 체임버 내에서 이동이 가능한 인라인 진공로봇과 고정형 대형 트랜스퍼 체임버, 복층 구조 로드락 모듈, 수평다관절 대기용 웨이퍼 이송로봇, 패턴 산화 방지를 위한 질소 퍼지 EFEM 기술 등이 있다”면서 “이 기술들은 반도체뿐만 아니라 OLED 및 LCD 등 디스플레이산업 분야에서도 활용이 가능해 반도체산업과

(왼쪽 상단부터 시계 방향) 김정윤, 정수한, 이만기, 김용석, 오세창, 김한조, 복진수, 이창재, 신재혁, 지영호





코텍시스템(주)은 차세대 웨이퍼 진공 이송 클러스터 장비 개발을 통해 생산성을 20%가량 증가시켰으며 23% 공간 축소, 초미세 불순물 5개 이하의 초청정도를 달성하는 데 성공. 반도체는 물론 디스플레이 분야에서도 운용이 가능해 사업화에도 성공적인 결과를 낳고 있다.

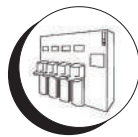
함께 우리나라 디스플레이산업의 전략적 경쟁력 확보에도 큰 역할을 할 것으로 기대된다"고 강조했다.

아울러 이창재 전략기획그룹 전문위원은 "반도체장비산업의 경쟁 요소는 제품의 품질, 성능, 생산성, 가격, 납기 등의 일반적인 경쟁요소뿐만 아니라 그 기업의 제품 기술 수준과 특허 보유 여부, 고객의 신규 기술·공정 요구에 대한 제품 개발 대응력, AS 능력 등"이라며 "코텍시스템은 이번 기술 개발 성공으로 명실상부한 세계 최고 수준의 반도체 웨이퍼 이송장비 기술 보유 기업이 됨과 동시에 개발 기술의 사업화를 통해 국내는 물론이고 해외 시장 진출에 더욱 박차를 가할 수 있게 됐다"고 말했다.

사업화 청신호, 글로벌 경쟁력 기업 성큼

실제로 코텍시스템은 과제 수행 1단계 완료 시점인 2018년과 2019년에 개발 완료한 복층 로드락 চে임버와 산화 방지 제거 기능을 탑재한 질소 퍼지 기능의 EFEM을 2020년부터 고객사에 판매하기 시작했으며, 트랜스퍼 모듈과 복층 로드락 চে임버를 국내 반도체장비 업체를 통해 간접수출 형태로 사업화를 진행하고 있다.

이에 대해 장명근 경영지원그룹 전무는 "시장조사 업체 마케츠앤드마케츠(Markets&Markets)의 조사 보고서에 따르면 세계 반도체 제조장비 시장은 2022년 724억 달러 규모를 형성할 것으로 추정되며, 전기 및 하이브리드차 수요



EFEM

장비프린트엔드모듈 (End Front Equipment Module)의 약자. 반도체 공정 설비 내에서 웨이퍼의 로딩과 언로딩 이송을 자동으로 진행하도록 한다. 이는 모든 공정 장비에 적용되는 표준 인터페이스 모듈로, 공정의 청정도 유지와 설비의 택타임 (Tact Time)에 큰 영향을 미친다.

증가와 소비자 가전 시장 확대, 인공지능(AI) 애플리케이션에 컴퓨팅 성능과 연결성을 제공하는 마이그레이션 기술 및 반도체 칩 등에 대한 높은 수요에 힘입어 연평균 성장률 (CAGR) 9.0%와 2025년 959억 달러 규모의 시장으로 성장이 예상된다"면서 "지난해 117억 원의 사업화 성과 매출을 달성했으며, 간접수출 형태이나 2020~2021년 전체 수출액 120억 원 중 개발 장비인 로드락 চে임버 부분에서만 40억 원을 달성하는 등 사업화에도 탄력이 붙기 시작했다"고 밝혔다.

한편, 앞으로의 계획 및 목표에 대해 신 사사는 "컴팩트한 진공로봇 및 트랜스퍼 모듈과 고내구성 및 불순물 프리 진공로봇 이송용 진공 리니어 트랙을 개발할 계획이다. 그리고 질소 퍼지 EFEM을 개선해 추가적인 개발 등을 진행할 예정"이라고 말했다.

더불어 이 전문위원은 "코텍시스템은 진공 클러스터 장비, EFEM 등을 20년간 양산 판매한 경험을 바탕으로 세계 최고 수준의 진공 클러스터 장비, EFEM, 진공로봇 기구, 소프트웨어, 전장 설계, 제조 기술 인력 및 고객 서비스 인력 등 관련 핵심 인프라를 보유하고 있다"면서 "이번에 개발된 기술을 바탕으로 반도체는 물론 디스플레이 분야에서도 최고 수준의 기술력을 보유한 세계적인 기업으로 성장함과 동시에 국내 반도체장비산업의 경쟁력 향상에 일조하는 기술을 개발하는 데 박차를 가할 계획"이라고 덧붙였다.



PROJECT ㈜테라하임의 은나노 세라믹 컴퍼지트를 적용한 항생물막 플라스틱 및 강관 위생수도관 개발

생물막 형성을 억제해 안정적인 항균성을 보유한 위생수도관

우리나라 국민의 수도물 만족도는 69.5%지만 직접 음용률은 5% 수준으로 영국, 미국, 일본 등 음용률이 50%를 넘는 선진국에 비해 턱없이 낮은 것으로 알려져 있다. 현재 국내에서는 건강한 수도물을 만드는 데 매년 5조 원이 넘는 예산을 투입하고 있으나 효과는 미미한 반면 양질의 수도물을 안정하게 공급받기 원하는 소비자의 욕구는 날이 증가하고 있다. 이에 따라 수도물 급·배수 계통에서 수질이 저하될 수 있기 때문에 급·배수 시설의 운영 및 유지 관리에 대한 중요성이 더욱 높아지고 있다. 국내 수도관의 경우 부식은 물론 적정 온도(수도물 평균 온도는 17도)로 인해 생물막이 쉽게 형성되는 여건을 갖추고 있다. 수도물을 공급하는 관이라는 단순한 개념을 넘어 위생과 안전 기능을 가진 고기능 고부가가치 제품으로 수도관을 업그레이드해 새로운 시장을 창출할 필요가 있다.

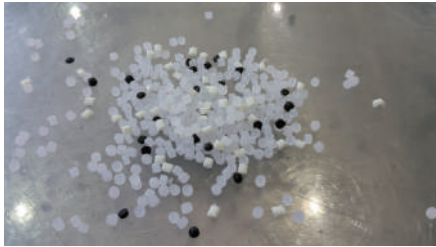
이에 ㈜테라하임은 본 프로젝트를 통해 이미 개발한 TerraSAN® HDPE 항생물막 수도관의 기능 발현이 가능한 최적의 농도를 도출, 내부에 0.5~1mm 두께층만이 TerraSAN® HDPE가 되도록 이중관으로 제작하는 등

경제적·기능적 측면을 모두 고려했다. 생산된 TerraSAN® HDPE 이중관은 항균공정시험을 거쳐 항생물막 성능을 확인했고 생산된 제품은 은을 포함한 용출성 등 화학적 평가와 내압성을 판단하는 물성 관련 시험을 거쳐 수도관으로서의 적합성을 확인하는 한편 동물독성시험(급성경구)에서도 무해성을 입증했다. 강관의 경우 내부 코팅제인 폴리우레아에 테라하임의 TerraSAN®을 HDPE관과 동일한 농도로 가공해 강관 내부를 코팅한 후 표면 부착 능력과 용출 안전성, 물리적 안정성(음극박리·내충격성 등) 등을 측정, 음용수 기준에 적합하다는 시험성적표를 받았다.

한편, 본 프로젝트를 통해 개발한 제품은 표면 항균력을 필요로 하는 모든 물 관련 제품에 활용이 가능하다. 대표적으로 수도물 공급 시설 관련 배관, 주거용 건축물의 옥내 및 특수배관(레지오넬라균 확산 방지용), 아파트 등 거주 시설의 물탱크, 미생물 오염에 민감한 제약·식품산업 등의 생산라인 배관, 스마트 팜, 비닐하우스, 동물 사육 시설의 물 공급 배관 등이다.

핵심이 되는 ㈜테라하임의 TerraSAN®의 특성

구분	개발 제품 TerraSAN®	기존 제품 Surface Coating	기존 제품 Blending
분산모식도			
방법	항균 세라믹 컴퍼지트	나노입자 + 바인더 코팅	믹서 혼합
특장점	- 반영구성 - 용출 없는 안정적 기능과 품질 - 고르게 분포된 표면 항균력	- 작은 입자 가공 용이 - 다른 물질과 결합 용이	반영구성
약점	기반 기술에 시간 소요	용출이 쉬움	- 결집 발생 - 용출 발생하는 낮은 안정성 - 높은 비용
항균력	매우 강함	보통	약함
경제성	좋음	낮음	보통



① TerraSAN® 재료

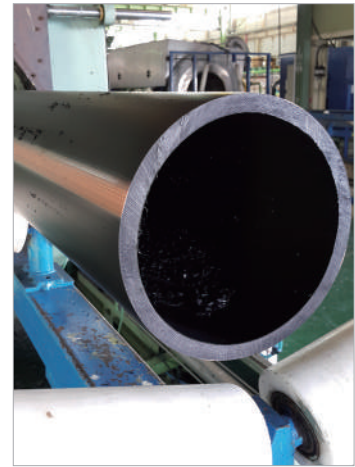
항균 세라믹 컴퍼지트를 적용한 항생물막 플라스틱 및 강관 위생수도관을 개발했으며, 항균 소재로 은을 사용한다.



② TerraSAN® 이종관



③ TerraSAN® 이종관



④ TerraSAN® 생산

수도관 교체 통해 깨끗한 수돗물 공급 실현하다

양질의 수돗물을 공급하기 위해 고도처리 공정이 정수처리장에 속속 도입되고 있다. 하지만 정수처리한 수돗물을 관로를 통해 가정으로 공급하는 과정에서 관의 부식에 따른 오염, 노후관 또는 관의 교차연결 부분에서 유인되는 오폐수와 병원성 미생물에 의한 오염, 관 표면에 부착해 성장하는 미생물 발생 등 2차 오염에 의해 수질이 급격히 저하된다. 따라서 직접 수도관에서 생물막 형성을 억제하는 것이 수돗물의 품질을 유지하고 노후화를 늦출 수 있는 가장 좋은 대안이 될 수 있다.

테라하임의 소재인 항균 세라믹 컴퍼지트는 다양한 플라스틱류나 도료 등에 잘 섞이고 용출 없이 반영구적으로 항균성을 보이는 특성이 있어 기술적 문제 해결이 가능하다. 이 소재의 가장 큰 특징은 액상 및 분말 형태의 다양한 소재에 혼합이 가능하므로 이런 특성을 활용해 플라스틱류 관에 섞어 생산하거나 코팅제에 섞어 다양한 관류 및 저류 설비 등에 적용할 수 있다. 또한 테라하임이 개발한 수도관은 경제협력개발기구(OECD) 독성안전 기준(경구독성, 눈·피부독성, 돌연변이원성, 유전독성 등)을 통과한 안전한 물질인 항균 세라믹 컴퍼지트를 적용한 제품으로, 반영구적으로 표면 항균성 유지가 가능해 정수장에서 수도꼭지까지 생물막 형성을 근원적으로 저지함으로써 깨끗한 물 보급과 사회적 비용 절감(음용률 30% 상승 시



⑤ 테라하임 항생물막 이종압출 수도관

연 6000억 원 감소)은 물론 노후화를 늦추고 관망 관리 비용도 낮출 수 있어 경제적이다.

따라서 테라하임의 기술 및 제품 개발을 통해 항생물막 수도관으로의 교체 사업, 교체 후 유지 갱생 사업을 통한 고용 창출, 파이프산업 발전 등이 이루어질 수 있으며 항생물막 수도관을 적용해 청소주기를 현저하게 늦추고 수돗물 직용용률을 높임으로써 획기적인 비용 절감을 도모할 수 있다. 이러한 수도관은 선진국에서의 수돗물 품질 향상을 위한 노력과 수인성 전염병에 쉽게 노출되는 저개발국가의 환경을 고려할 때 기존의 수도관을 대체할 수 있는 새로운 수도관 시장을 형성해 패러다임의 변화를 가져올 수 있다.



PROJECT SK넥실리스의 권취 한계 극복을 위한 인장강도 700MPa, 연신율 3%급 리튬이온전지 및 PCB용 전해동박 제조 기술 개발

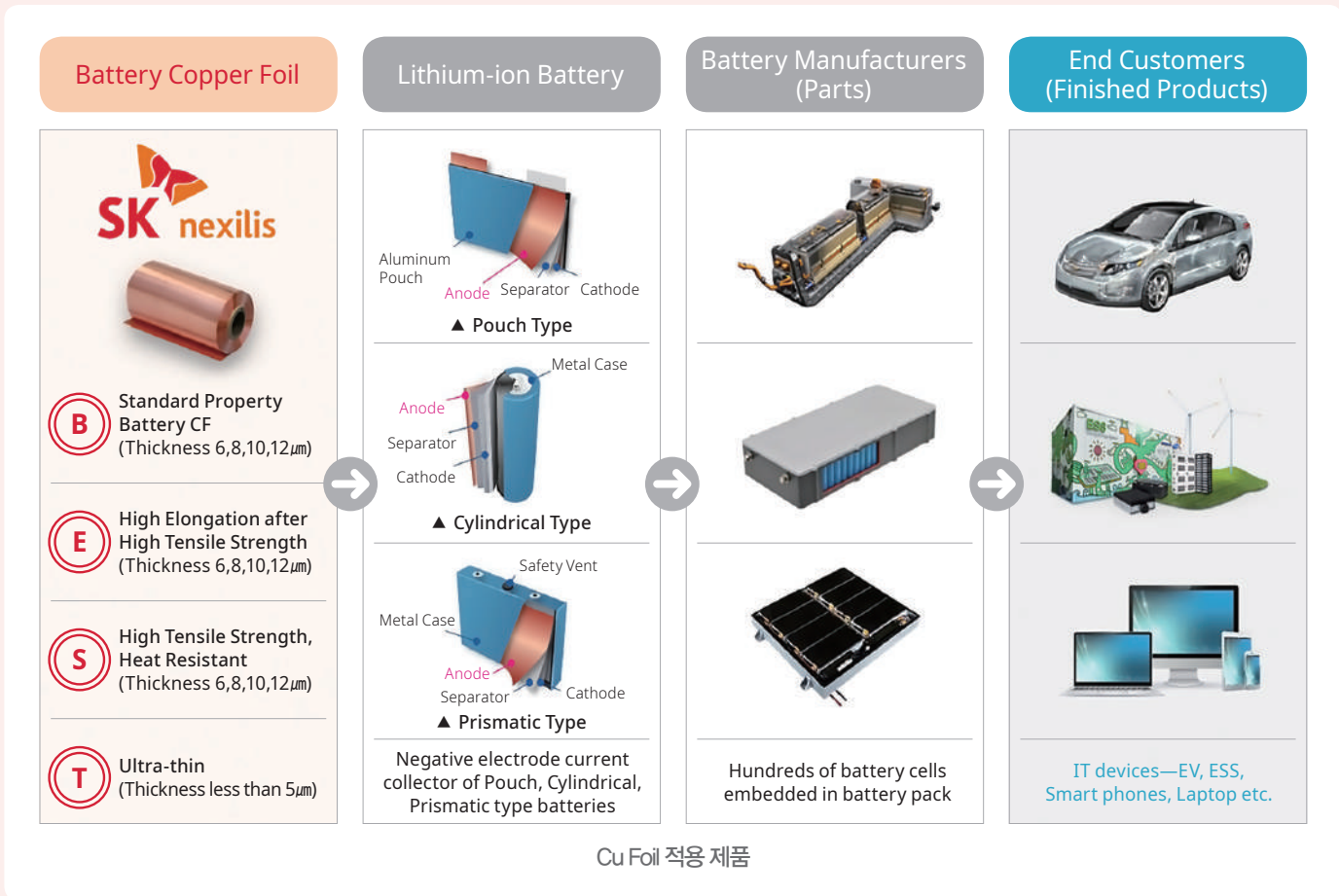
스마트폰에서 전기자동차까지 핵심 부품 ‘전해동박’

전해동박(Electrodeposited Copper Foil)은 전기도금 공정으로 제조되는 얇은 구리 포일로 주로 TV, PC, 스마트폰 등 전자제품의 인쇄회로기판에서 전기신호를 전달하는 회로 소재로 사용돼 왔다. 최근에는 모바일 IT, 전기 자동차, 지능형 로봇, 그린에너지산업 등에서 필수적으로 적용되는 리튬이온전지의 음극 집전체 소재로 이용이 급증하고 있다.

리튬이온전지의 용량 증대를 위해서는 음극 집전체로 사용되는 동박이 얇을수록 유리하다. 또한 동박의 폭이 넓고, 하나의 롤(Roll)에 탑재되는 길이가 길수록 공정 효율성을 끌어올릴 수 있다. 이와 관련해 SK넥실리스는 본 프로젝트를 통해 얇고(초극박), 넓고(광폭), 긴(장조장) 동박을 만들 수 있

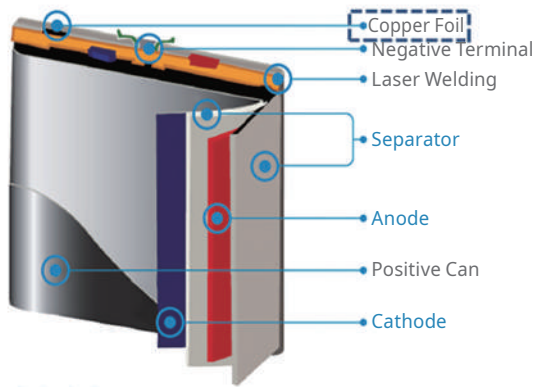
는 핵심 기술인 첨가제 처방 기술과 양산성 확보를 위한 제조 공정 기술 개발을 진행했다.

첨가제 처방 기술에는 미세 결정 조직을 제어하는 초고강도화 첨가제 설계 및 표면 처리 등이 포함된다. 이를 통해 SK넥실리스는 고객사 공정 개선 및 에너지 용량 증대를 위해 물성을 개선한 신제품 동박을 개발했다. 더불어 초극박, 광폭, 장조장 동박 제품을 생산하기 위해 도금 두께의 균일화, 초정밀 전류 제어, 초극박 핸들링 양산화 기술을 개발해 찢김 및 주름 등의 외관 불량을 개선했고, 초극박 전지용 동박 양산 기술 개발에도 성공했다.





리튬이온전지는 여러 번 충전해 반복 사용할 수 있는 이차전지로 소형 전자기기인 스마트폰, 노트북 등을 비롯해 전기자동차, 지능형 로봇, 대용량 에너지저장장치(ESS)에도 탑재되는 등 사용 분야가 확대되고 있다.



전지용 동박 시장, 폭발적 성장 전망

전기차 시장의 가파른 성장 전망에 따라 전해동박의 수요가 급증할 것으로 기대되고 있다. 리튬이차전지는 높은 에너지 밀도를 가져 소형 전자제품 뿐만 아니라 전기차 및 ESS 등 중대형 에너지원에 이르기까지 적용 분야가 빠르게 확대되고 있다. 이에 따라 전지용 동박 시장 또한 폭발적으로 성장할 것으로 전망된다. 또한 스마트폰, 태블릿PC 등 모바일 기기가 고집적화 하면서 패키지와 플렉시블용 동박의 중요성도 크게 부각되고 있다.

SK넥실리스는 본 프로젝트를 통해 최종 도출된 첨가제를 처방함으로써 유효인자별 최적화를 진행했고, 최적화 후 롤 동박을 제조해 인장강도 700MPa, 연신율 3% 이상의 정량적 목표를 달성했다. 극박·광폭·장조장을 실현하기 위해 모든 인자를 최적화 설계했으며 찢김, 주름, 중량 편차

등 불량 항목별로 중량 보정 방식 개선, 유량·유속·액량 최적화 등을 통해 ±1%의 중량 편차를 가지는 제품을 확보하는 데 성공했다. 더불어 설비 롤 얼라인먼트 기술 개발을 통해 주름 불량을 줄였고, 지속적인 대형 파일럿 평가를 통해 양산성을 확보했다.

한편, 일본·중국 등 동박 제조사의 경우 처방 기술은 지속적인 발전이 있었으나 극박·광폭·장조장을 위한 제조 공정 기술 부재로 당사 대비 품질 수준이 열위이고, 공급 길이 또한 50% 수준이다. 이에 반해 SK넥실리스는 첨가제 처방 및 극박·광폭·장조장을 위한 공정 기술을 활용해 세계 최초로 4.5 μ m의 초미세 크기에 1400mm의 광폭으로 세계 최장인 56km를 생산했고 뒤이어 4 μ m, 1400mm의 광폭으로 세계 최장 30km 생산에도 성공했다.



PROJECT ㈜세원하드페이싱의 고효율 발전을 위한 1600도급 가스터빈 소재 개발

초고온 열차폐 코팅 소재·열차폐 코팅 기술 국산화하다

국내의 경우 열차폐 코팅산업의 핵심 기술인 코팅 소재를 전량 해외에 의존할 정도로 독자적인 열차폐 코팅 기술이 없는 상황이다. 이런 가운데 ㈜세원하드페이싱이 본 프로젝트를 통해 국내 독자적인 열차폐 코팅 기술을 확보하고, 열차폐 코팅 소재 국산화를 실현했다.

이와 관련한 핵심 기술이 바로 초고온에서 제품 혹은 부품을 보호하기 위해

열을 차단하는 코팅 재료와 이를 이용한 열차폐 코팅 기술이다. 우선 코팅 재료를 살펴보면 YSZ(Yttrium Stabilized Zirconia) 코팅 분말 제조 방법의 경우 원료 분말을 분쇄한 후 분무건조, 열처리 등의 공정을 통해 구형상의 과립 분말을 제조하는 기술이다. 다음으로 대기플라즈마 용사 코팅 기술은 고온의 플라즈마 화염에 분말을 투입해 용융·가속시켜 코팅하는 방법을 말한다.

열차폐 코팅용 YSZ 분말 제조 방법 : 원료 분말을 분쇄한 후 분무건조, 열처리 등의 공정을 통해 구형상의 과립 분말 제조



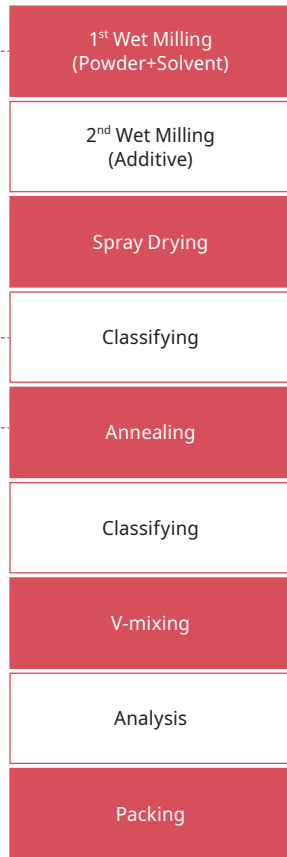
•500L MC lining



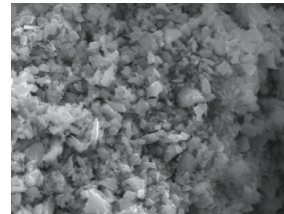
• Ultra Sonic & Vibrator Sieving



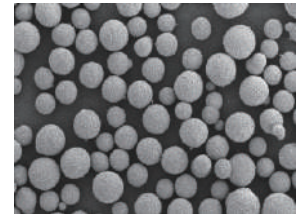
• Box & Elevator type, 3m³
• Max Temp. 1650°C



열차폐 코팅용 YSZ 분말 제조 방법



가공전 원료분말



제품 분말 사진

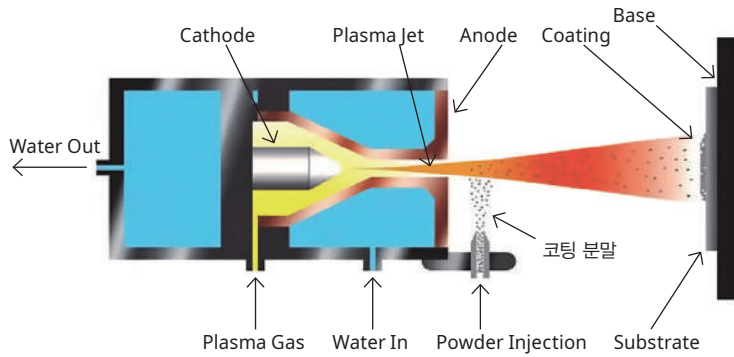


• Disc type, Φ120mm, 1500rpm
• Φ2600 mm, Max Temp. 250°C

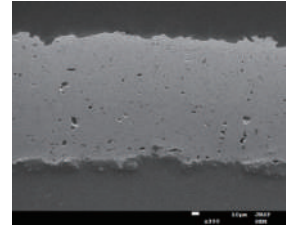


V-Mixer : 850L

- ICP MS
- Particle Analysis
- FE-SEM
- Flow-ability
- Apparent Density

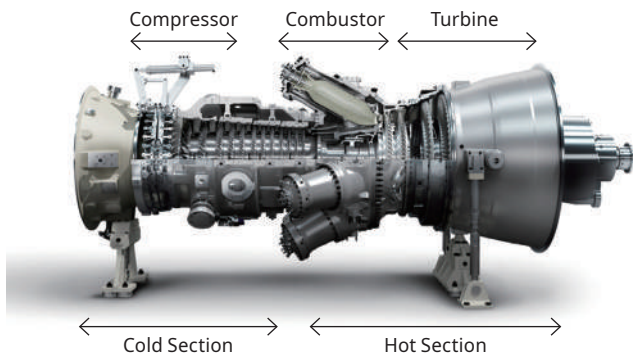
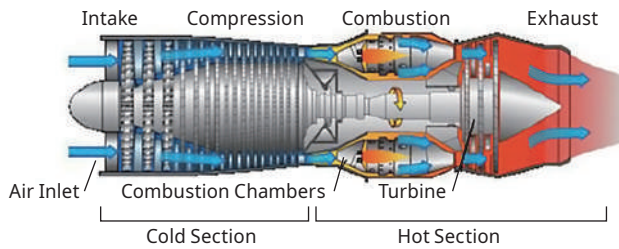


장비 특성
 열원 : Plasma(Ar, He, H₂)
 열원분위기 : 환원분위기
 온도 : 10,000°C
 화염속도 : 300~400m/sec
 Standoff Distance : 50~200mm



대기플라즈마용사 코팅

초고온 열차폐 코팅 소재, 열차폐 코팅 기술을 국산화함으로써 열차폐 코팅 해외 의존도를 낮춘다.



가스터빈 고온 부품 열차폐 코팅(블레이드, 베인)



가스터빈에서 우주발사체까지 활용되다

‘열차폐 코팅 분말과 열차폐 코팅 기술 개발’ 프로젝트를 통해 개발한 기술은 가스터빈, 우주발사체, 전기전자 등 다양한 산업 분야에 적용되고 있다. 대표적으로 에너지 분야에서 가스터빈 고온 부품(블레이드, 베인) 표면에 열차폐 코팅으로 활용되고 있다.

특히 우주항공 분야에서 한국형 우주발사체인 누리호 연소기 표면에

열차폐 코팅이 적용된 바 있다. 누리호는 2021년 1차 발사에 이어 2022년 6월 2차 발사된 바 있는데, 75t 연소기 4개의 1단과 75t 연소기 1개의 2단, 7t 연소기 1개의 3단으로 구성된다.

이렇듯 본 프로젝트를 통해 개발한 코팅 소재·기술을 토대로 국내 독자 열차폐 코팅 시장에서 사업화를 실현하며, 차세대 초고온 부품 열차폐 코팅 소재 및 코팅 기술을 확보하고자 지속적인 연구개발을 수행하고 있다.



PROJECT (주)씨크의 50nm급 고해상도 영상과 950kV급 고에너지 영상 획득이 가능한 고성능 X-ray 소스 원천 기술 개발

고에너지 선형가속기 시스템 상용화하다

본 프로젝트에서 추진하는 선형가속기의 가장 중요한 핵심 성능은 출력 에너지와 방사선량(Dose Rate)이다. 2014년 ATC 과제를 진행하며 6MV의 빔 출력 획득에 성공했으나 방사선량의 경우 분당 100MU 내외로 비정상적으로 낮은 결과를 얻었다. 이후 2017년 상용화 완료 시기까지 3년 이상의 기간 동안 전산모사를 통한 캐비티 형상 최적화 작업으로 가속 구배를 개선

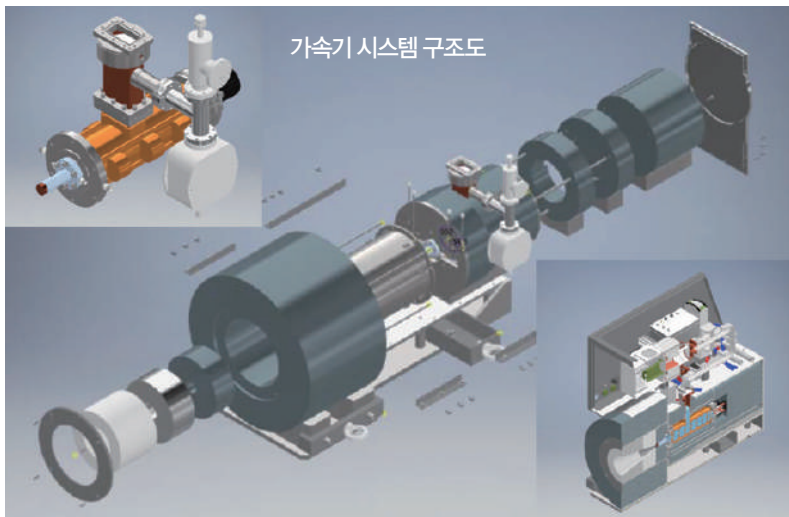
하고 정밀 가공, 브레이징 공정을 보완했다. 이러한 과정을 통해 RF 시스템에서 발생하는 난제를 해결하며 각종 고전압 발생 장치 안정화, 콜드 및 핫 프로세싱 개선 작업을 통해 분당 1000MU 단위(10Gy/min@1m)로 방사선량을 증대시켜 세계 최고의 제품과 동등 이상의 성능을 확보할 수 있었다. 현재 3, 6, 9, 15MV의 가속기가 상용화돼 있다.



RF 전자선형가속기 엑스레이 헤드부

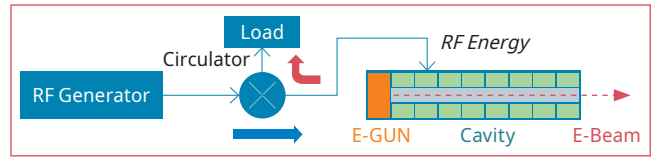
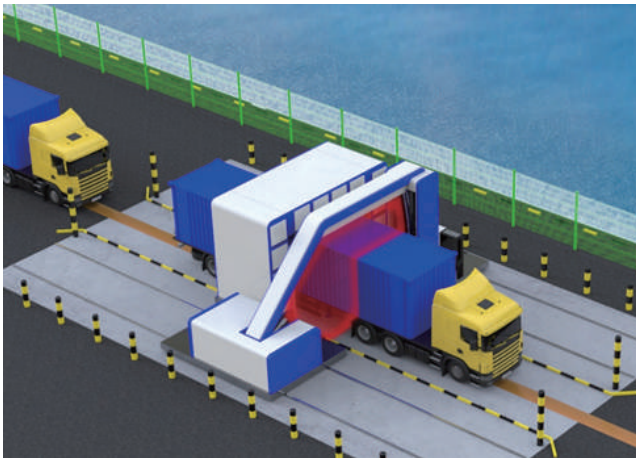
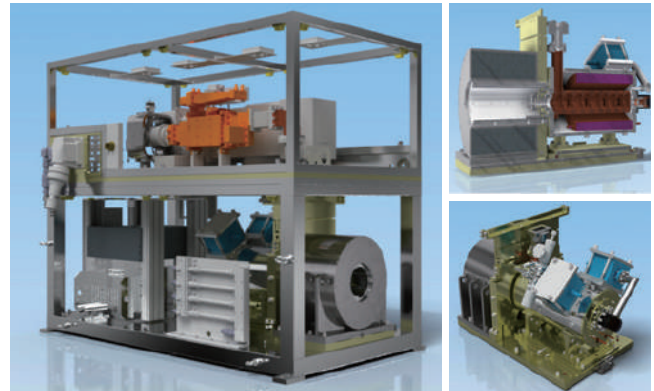


RF 전자선형가속기 제어부



가속기 시스템 구조도

고에너지 RF 전자선형가속기는 대형 구조물의 비파괴검사, 항구나 국경에서 컨테이너 탑재 화물 검색, 방사선 암 치료에 사용되는 고에너지 엑스레이를 발생시키는 장치로, 전자총, 가속관, RF 발생 및 전송장치, 고전압 전원 공급장치, 제어부 등으로 구성돼 있다.



대형물 비파괴 검사장비 부문, 성과와 신뢰성 인정받다

본 프로젝트에서 개발한 고에너지 RF 전자선형가속기의 핵심 장치는 가속관과 E-gun, 마그네트론(Magnetron) 등이다. 마그네트론의 RF 파워, E-gun으로부터 발생된 전자빔은 가속관 내부에서 고에너지 전자빔으로 가속되며 나머지 장치는 E-gun과 마그네트론을 구동하기 위한 파워 소스와 컨트롤러, 운용환경을 맞추기 위한 각종 장치로 구성된다. 모듈레이터는 마그네트론에 쓰이는 고전압 파워를 수 Micron-second Pulse 형태로 만들어주는 것으로, 기존 PFN 방식 대신 하이브리드 방식의 모듈레이터를 사용함으로써 다양하고 유연한 운용 모드 기능을 추가해 선진·경쟁 업체와 차별화를 이루었다.

또한 가속관은 전자선형가속기의 핵심 요소로, 전자빔을 고에너지로 가속하고 가속된 전자빔을 엑스레이로 변환해 응용 분야에 따라 활용 가능하다.

씨크는 엑스레이 발생의 핵심 장치인 가속관의 설계·가공 등의 원천 기술을 확보했으며, 이러한 기술을 활용해 선진·경쟁 업체의 사양보다 확장된 엑스레이 에너지와 선량률 사양 범위를 위해 고효율의 가속관을 설계했다.

이러한 성과를 토대로 방위산업체에 미사일 검사장비 등을 판매해 2021년 까지 60억 원 이상의 매출이 발생했으며, 현재 수주 잔고 및 2022년 예상 수주 금액은 100억 원을 상회할 것으로 예상된다. 미사일, 고폭탄 등 대형물 비파괴 검사장비 부문은 기출고 장비의 성과와 신뢰성을 인정받아 재주문은 물론 신규 고객의 주문이 꾸준히 증가하고 있는 상태다. 한편, 씨크는 컨테이너 검색기 시장 진입을 위해 광양항에 차별화된 성능의 시범 시설을 구축하고 국내외 고객을 대상으로 수주 활동을 시작했다. 더불어 3조 원 규모의 세계 시장이 형성돼 있는 방사선 암치료장비 개발을 위해 국내 대학병원과 의료장비 개발사업을 추진하고 있다.

서울대학교 인간 뇌 기능 연구실이 추진하는 알키미스트 B2X프로젝트 생각만으로 의사소통이 가능한 인터페이스

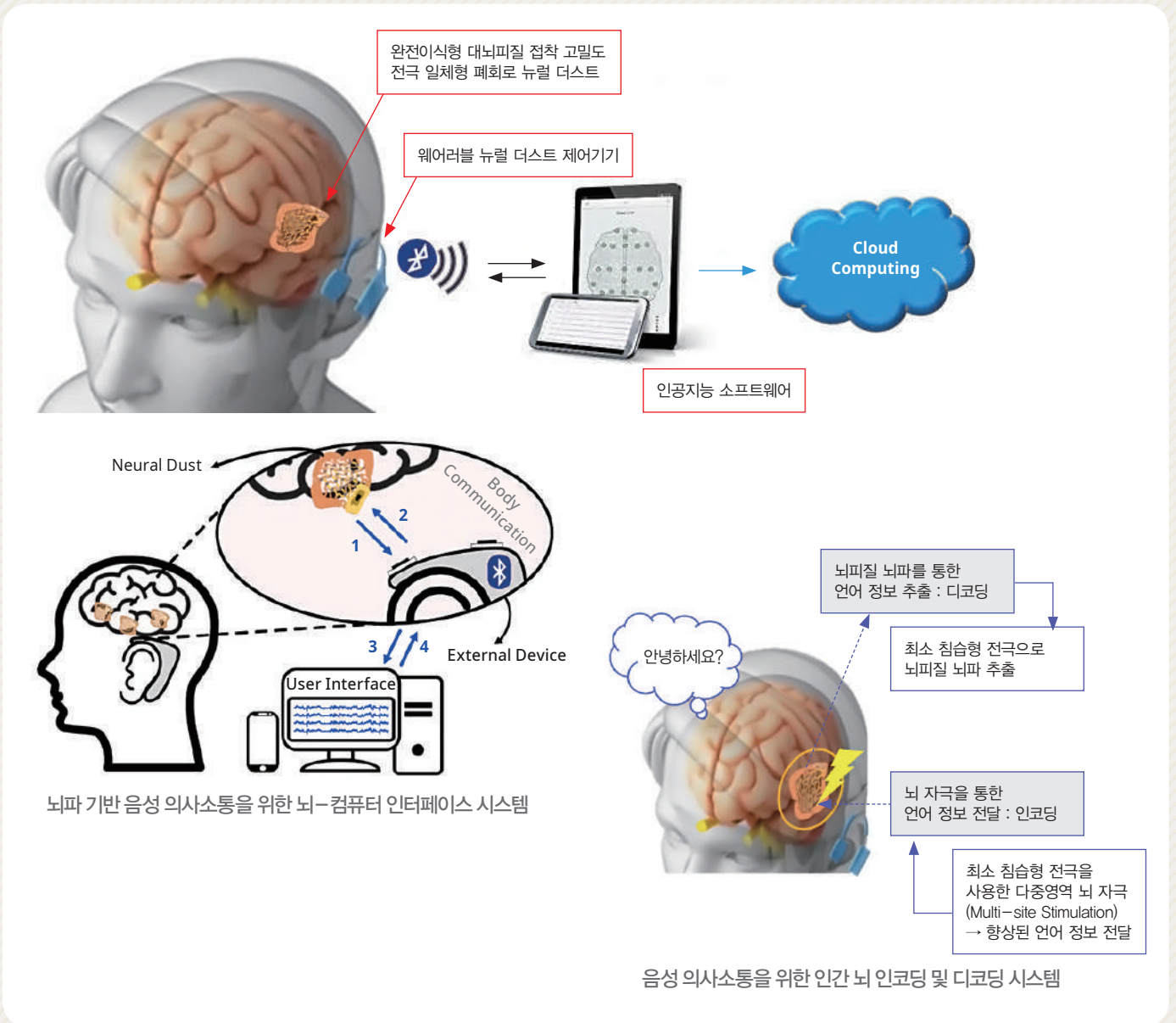
B2X는 Brain to X를 줄인 말이며, 사람의 뇌(Brain, B)와 X(외부 기기 or 타인의 뇌 등) 간의 의사소통이 가능한 쌍방향 신경 인터페이스를 뜻한다. 본 프로젝트에서는 사용자가 생각(뇌신호)만으로 X, 즉 컴퓨터나 스마트폰 같은 외부 기기 또는 다른 사람의 뇌에 음성 정보를 전달 및 수용해 완전한 의사소통을 가능하게 하는 인터페이스 개발을 추진하고 있다.



음성 의사소통을 위한 완전이식형 폐회로 Brain to X 개발

뇌-컴퓨터 인터페이스는 세계경제포럼 10대 유망기술, 매사추세츠공대(MIT) 테크놀로지 리뷰 10대 차세대 기술, 한국과학기술기획평가원 10대 유망기술로 선정되는 등 국내외에서 미래의 핵심 기술로 주목받고 있다. 현재 학교, 연구소 및 기업체 등을 중심으로 인간의 삶의 질 향상을 위한 다양한 뇌-기계 인터페이스 관련 기술 개발이 활발히 진행 중이다.

거동이 불편하고 의사소통이 어려운 사람에서 뇌-기계 인터페이스로 본인의 의도나 생각만으로 휠체어를 조종하고 의사소통을 할 수 있게 해 거동의 불편함 또는 대화의 어려움 등을 극복할 수 있다. 의학적인 목적 외에도 일반인을 대상으로 뇌-기계 인터페이스



가 적용된 기능성 게임을 통한 인지훈련으로 집중력 강화 및 심리적 안정 등을 유도할 수 있다. 또한 인간-컴퓨터 상호작용을 높여 소프트웨어-하드웨어 사용에 대한 사용자의 편리함을 극대화할 수 있다.

현재까지 뇌-기계 인터페이스는 넓은 영역의 두개골을 여는 수술이 필요하다. 따라서 수술에 따른 뇌손상, 감염 등의 위험이 있다. 이러한 가운데 본 연구진은 주사기로 뇌 표면에 넣을 수 있는 최소 침습 그래핀 전극을 개발, 기존 침습형 전극들에 비해 위험도를 수용 가능할 정도로 낮출 수 있다. 또한 신체 통신이라는 획기적인 무선 솔루션을 탑재, 완전 이식형 저전력 고해상도 다채널 그래핀 전극으로 사람에게서 음성 의사소통을 생각만으로 할 수 있는 시스템 개발을 추진하고 있다.

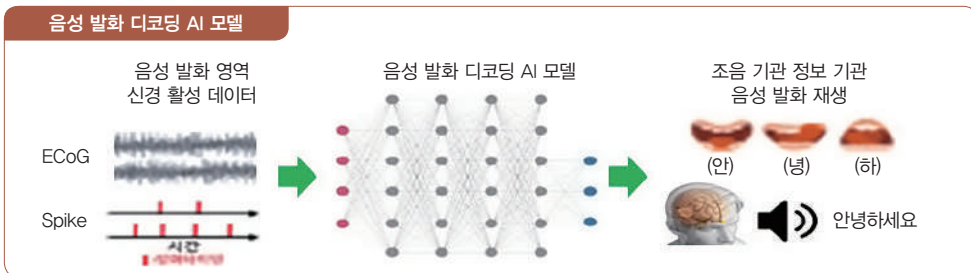
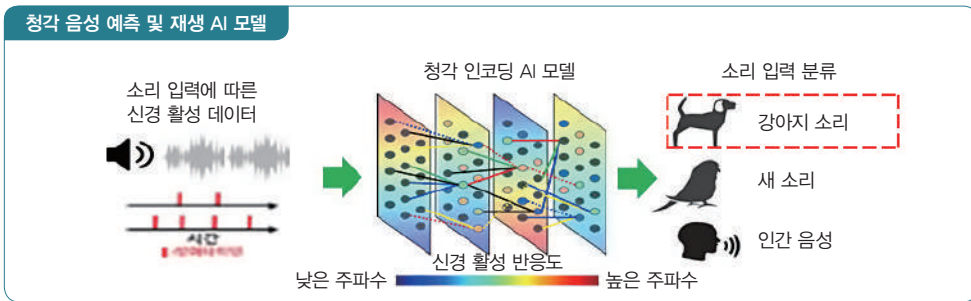
뇌-기계 인터페이스 시장의 게임체인저 역할

‘음성 의사소통을 위한 완전이식형 폐회로 Brain to X 개발’ 프로젝트의 핵심은 사람의 생각만으로 외부 기기를 제어하거나 타인과의 소통이 가능하게 하는 기술(디코딩)과 뇌에 다양한 전기자극을 줘 외부 기기에서의 센서 정보, 언어 정보 등을 뇌에 직접 전달하는 기술(인코딩)이다.

우선 디코딩은 사용자가 머릿속에서 어떤 말을 하려는 뇌신호를 분석해 소리를 만들어 내는 기술이다. 본 프로젝트에서는 향후 5년간 해당 기술을 고도화해 재생되는 소리에서 보다 명확하게 개별 단어 구별이 가능하고, 사람이 말하는 것처럼 들릴 수 있는 기술 구현을 목표로 진행하고 있다. 다음으로 인코딩은 말을 듣거나, 글자를 보지 않아도, 사용자의 뇌에 전기자극만으로 언어 정보를 전달하는 기술이다. 음성 의사소통 시스템을



주사기 주입형 뇌신호 측정 및 자극용 그래핀 전극



청각 지각 뇌 신호처리 계산 모델을 이용한 인코딩 & 디코딩 AI 기술

구축하기 위해 뇌 자극으로 음소적 언어 정보, 그리고 더욱 상위 단계의 의미 정보까지 사용자의 뇌에 전달하는 기술 구현을 목표로 하고 있다.

더불어 주사기 주입식 완전이식형 무선 전극을 통한 뇌신호 측정 및 자극(하드웨어)도 본 프로젝트에서 빼놓을 수 없는 기술이다. 현재 상업화된 뇌-기계 인터페이스들은 대부분 뇌 실질 안으로 들어가는 미세 바늘 전극을 기반으로 한다. 대표적으로 일론 머스크의 뉴럴링크(Neuralink) 등이 채택하고 있지만, 이러한 방식은 전극 삽입에 따른 뇌손상을 피할 수 없다. 또한 이 전극과 바깥 분석 시스템과의 유선 연결이 필요하기 때문에 자칫 감염의 위험에서 자유롭지 못하다. 또한 뇌 안의 면역 세포들에 의한 면역 반응으로 미세 바늘 전극과 신경 세포 사이에 상처 조직이 생겨 절연 효과가 발생해 뇌신호를 얻는 데 방해가 된다. 따라서 뇌-기계 인터페이스의 장기간 사용은 극히 제한된다.

이처럼 뇌 속으로 넣는 전극의 위험성을 피하는 방법으로 뇌 표면에 전극을 설치할 수 있지만, 이러한 표면 전극을 넣기 위해서는 뇌 표면 전극의 넓이만큼 두개골을 열어야 한다. 이러한 수술에 따르는 위험성이 상당할 뿐만 아니라 뇌 표면 전극과 외부 분석 시스템을 유선으로 연결해야 해 외부 감염에 무방비로 노출된다.

이러한 상황에서 본 연구진은 두개골을 넓게 열 필요 없이 주사기로 주입이 가능한 최소 침습 뇌 표면 유연 전극을 개발해 지금까지 개발된 모든 삽입형 뇌-기계 인터페이스들을 통틀어 가장 위험이 적은 전극을 개발했다. 뇌-기계 인터페이스의 가장 큰 장애물이라 여겨지는 일반인들의 뇌 수술 및 뇌 침습적 바늘형 전극에 대한 심리적 진입장벽을 완전히 허물 수 있다. 뇌-기계 인터페이스의 대중화에 기여해 보다 넓게 응용할 수 있다는 장점과 더불어 그로 인해 시장 규모를 확대할 수 있는 게임체인저 역할을 할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

국내 유일의 뇌-기계 인터페이스(BMI) 연구 수행하는 서울대학교 인간 뇌 기능 연구실

서울대 인간 뇌 기능 연구실(Human Brain Function Laboratory)은 다양한 뇌영상 기법과 아울러 침습적 뇌신호(Electrocorticography 및 SEEG)를 이용해 인간에게서 침습적 뇌-기계 인터페이스(Brain-Machine Interface : BMI) 연구를 수행하는 국내 유일의 연구집단이다. 대표적으로 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)를 이용한 운동-감각, 언어, 음악, 기억 연구를 하고 있다.

최근 서울대 인간 뇌 기능 연구실은 청각 및 언어 인지 뇌-컴퓨터 인터페이스 연구를 활발히 진행하고 있다. 침습적인 방법으로 인간 뇌의 기능을 규명할 뿐만 아니라, 뇌피질 뇌파(EcoG) 전극을 사용해 뇌파를 해독, 들을 수 있는 소리로 복원 및 재생하고 전기적 뇌자극을 통해 소리 및 언어 지각을 유발하는 연구가 진행 중이다. 전기적 뇌자극을 통한 언어 인지유발은 혁신적인 연구로, 음성 의사소통 시스템을 구축하기 위해 뇌자극으로 음소적 언어 정보, 그리고 더욱 상위 단계의 언어 정보까지를 사용자의 뇌에 전달하는 것을 목표 범위로 한다. 연구가 성공적으로 수행되면 EcoG를 사용해 전기자극을 전극에 주고 측두엽 영역의 신경 다발을 활성화해 언어 정보처리 메커니즘에 개입한 후 인공적인 소리를 생성할 수 있다.





더 이상 장기이식 대기기에 애태움 없는 세상을 만든다

산업통상자원부는 성공 가능성은 낮지만 미래 세대를 위해 산업계의 난제에 도전하는 고난도 기술 개발 과제, 알키미스트(Alchemist) 프로젝트를 진행하고 있다. 인간과 사회, 그리고 산업과 지속가능성 등의 분야로 나뉜 알키미스트 프로젝트 가운데 지금껏 장기이식만이 유일한 치료법이라 하루하루를 고통 속에 살아가는 이식 대기자에게 희망이 되는 프로젝트가 있어 눈길을 끈다. 바로 포스텍 '면역거부반응이 없는 소프트임플란트 연구단'의 테마다.

✍ 조범진 📷 서범세

면역거부반응 없는 인공장기 개발, 현실이 된다

인류는 무병장수의 욕망을 가지고 있다. 과학자들은 인간이 장생할 수 있는 방법을 찾는 데 골몰했고, 이러한 과학자들의 노력은 공학자들의 기술 개발 노력과 더해져 조금씩 무병장수가 꿈이 아닌 현실로 다가오는 기회를 마련해 나가고 있다.

이런 점에서 연구단의 테마는 가히 혁신적이고 진취적이며, 과연 이것이 실현가능한가 하는 의문을

남기기에 충분하다. 하지만 의문이 확신이 되는 점이 연구단에는 있다. '장기이식', 의료현장에는 하루에도 생사를 오가는 많은 환자가 있다. 그리고 그곳에서 장기이식을 기다리는 많은 환자와 가족의 염원은 희망과 좌절의 굴곡을 넘나든다. 연구단의 테마는 이런 점에서 그들에게 희망이고, 그렇기 때문에 연구단 교수 6명의 사명감은 남다르다. 바로 의문이 확신이 되는 이유가 여기에 있다.

연구단을 이끌고 있는 정완균 교수는 알키미스트 프로젝트 참여 동기와 ‘메타 소프트 오간 모듈 제작 기술 및 모듈 어셈블리 로봇 시스템 개발’ 과제를 묻는 질문에 다음과 같이 답변했다.

“과학기술과 의료기술의 발달로 인간의 기대수명은 점차 늘고 있다. 하지만 인체 역시 그럴까? 인체의 진화는 안타깝게도 기대수명에 맞춰 진행되고 있지 않다. 몸속 장기가 수명만큼 버텨내지 못한다면 자연스럽게 병으로 이어지게 된다. 인체의 진화 속도를 마음대로 높일 수 없는 만큼 이를 인공장기로 대체하고자 하는 시도는 계속돼 왔다. 동물의 장기를 사용하기도 했지만, 이종(異種) 간 이식인 만큼 아직은 부작용이 큰 상황”이라며 “이 연구는 연구단이 2014~2019년 수행한 산업부 산업융합핵심기술

사업에서 각막수술 및 제조로봇을 개발하며 시작됐다. 그리고 지난 연구를 통해 미래의 인공장기 시장에서 첨단 제조 및 로봇 기술이 꼭 필요하다는 확신을 가졌고, 어떻게 하면 보다 절박한 수요자에게 공급할 수 있는 인공장기를 개발할 수 있을까 하는 고민으로 이어졌다. 그러던 중 ‘면역거부반응이 없는 소프트임플란트’라는 테마로 산업기술 알키미스트 프로젝트 팀을 모집해 지원했고, 최종 팀으로 선정됐다”고 프로젝트 참여 동기를 밝혔다.

과제와 관련해 정 교수는 “이번 연구에서는 면역거부반응을 초래하지 않는 유도만능줄기세포를 제작하고 기능성 세포로 분화시킨 후, 생체 소재와 혼합해 3차원의 오간 모듈(약 1cm³ 크기의 미니 장기)을 프린팅하는 것을 목표로 하고 있다. 특히 이식 대기 중 사망자가 가장 많다고 알려진 간과 한 번 암이 발병하면 생존에 치명적인 위협을 가하는 췌장 등 매우 난도가 높아 쉽게 도전하기 어려운 두 가지 장기를 제작하는 기술을 개발하고자 한다”면서 “실제로 미국 항공우주국(NASA)이 개최한 챌린지에서는 2021년 말 1cm³ 부피의 바이오 간 조직체를 제작해 30일간 생리학적 반응을 잘 나타낼 수 있을지에 대한 실험을 진행했다. 이는 아주 작은 부피(1cm³)의 간 조직체조차도 제작할 수 있는 고도의 기술이 부재하다는 것을 반증하는 것이라고 생각한다. 이에 따라 연구단은 1cm³를 뛰어넘어, 이런 부피의 간을 일종의 레고 블럭의 하나인 모듈로 정의해 수 cm 두께와 수십 g 무게의 소프트 오간 임플란트를 조립·제작하는 것을 궁극적인 목표로 설정했다. 이를 위해 모듈을 조립하는 과정은 로봇 시스템을 활용하고자 한다. 즉, 일종의 스마트 오간 팩토리를 구현하기 위한 초석을 다지는 것이 연구단의 소망”이라고 말했다.

아울러 그는 “이를 구현하기 위해 줄기세포의 유전자를 편집해 면역반응을 회피할 수 있는 원천 기술을 확보하는 것이 가장 중요한데, 사업단 참여 기업인

메타 소프트 오간 모듈 제작 기술 및 모듈 어셈블리 로봇 시스템 개발

포스텍 면역거부반응 없는 소프트임플란트 연구단



특젠은 기획 1, 2단계 기간에 이의 가능성을 기술적·경제적으로 타진해 좋은 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 그리고 서울아산병원 김송철 교수, 한양대병원 최동호 교수 및 티앤알바이오팜의 줄기 세포 분화 기술 고도화를 통해 체내 장기와 유사한 생리학적 기능을 수행할 수 있는 똑똑한 세포를 생산할 수 있을 것으로 기대된다”고 설명했다.

특히 정 교수는 “수십 g의 장기는 미세혈관만으로 충분한 산소와 영양소를 공급받기 어려울 것으로 예상된다. 이에 따라 연구단은 기계공학과 조동우 교수 연구팀이 보유한 다중 레이어로 구성된 튜브형 혈관 구조체 제작 원천 기술을 도입하고자 한다”며 “바이오혈관 제조 기술은 현재 산업부 과제를 수행하며 상용화가 가능한 수준의 신뢰성을 가질 수 있도록 프로세스를 개선 중이기 때문에 큰 부피의 장기를 생산하는 데 도움이 될 것으로 예상한다”고 강조했다.

5년 이내 인공장기의 동물 임상시험 성공 목표

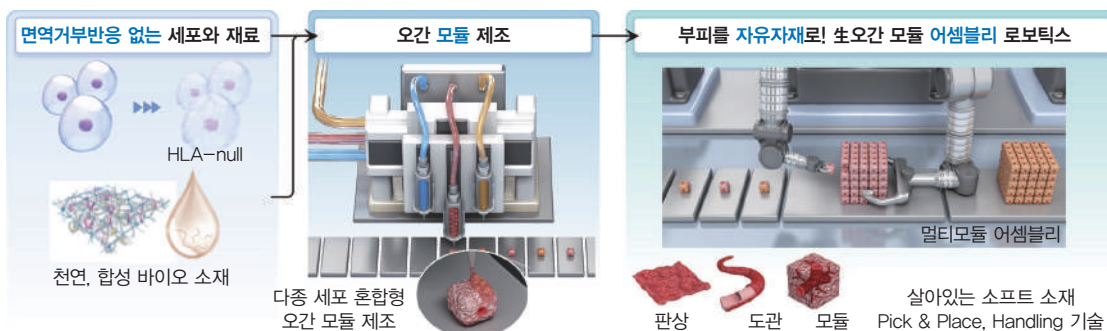
연구단이 진행하고 있는 과제는 장기이식이라는 목표점에서도 알 수 있듯이 남다른 사회적 가치를 지니고 있다. 이와 관련해 정 교수는 사명감이 가득 담긴 답변을 내놓았다.

“고분자 나노 생산 기술을 통해 구현된 세포, 오가노이드 배양 플랫폼을 기반으로 품질관리된 조직장벽 모델 및 오가노이드를 구현한다면 향후 정밀의학 및 재생의학 분야에서 맞춤형 약물 선정 및 조직·장기

재생도 실현할 수 있게 된다. 한편으로는 이 성과가 기존에 없던 탈(脫) 공여자 장기이식 분야를 개척할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 과거 장기이식은 공여자에게 절대적으로 의존했기 때문에 장기이식을 놓고 많은 사회문제가 발생했던 것도 사실인데, 이러한 기술이 기존 장기이식에 새로운 패러다임을 가져올 수 있기를 바란다”고 밝혔다.

또 그는 “특히 순수 국내 기술로 완성될 이 연구는 조직공학·재생의학 분야에 있어 국내외적으로 산업화 및 새로운 보건의료 모델 제시를 위한 기술적·산업적 인프라로 활용될 것으로 기대된다”면서 “결과적으로는 세계를 선도할 파괴적인 기술을 기반으로 조직공학과 재생의학 분야에서의 글로벌 게임체인저 역할을 성공적으로 수행할 수 있도록 최선을 다해 연구개발(R&D)에 노력할 것”이라고 말했다.

끝으로 앞으로의 계획 및 목표에 대해 정 교수는 “알키미스트 과제의 향후 목표는 5년 이내에 인공간과 췌장의 동물 임상시험을 성공적으로 마치는 것이다. 실제 만들어진 인공간과 췌장이 정상 장기와 같은 기능을 발현하도록 해야 하고 면역거부반응이 없는지를 확인해야 하는 힘든 과정이 남아 있다”며 “하지만 참여 기관들은 국내에서 이 분야 최고의 전문가이고, 열심히 한다면 세계적으로 주목받는 결과를 만들어 낼 수 있지 않을까 생각한다. 그리고 이 과제를 통해 전 세계적으로 모든 인류의 난제인 인공장기 문제와 건강한 삶에 대한 해결방안이 일부라도 제시되면 좋겠다”고 밝혔다.



대한민국 미래를 이끌 가치창출 대학, 포스텍

-1986년 설립된 국내 최초의 연구중심 대학
-세계 유일 철강·에너지 소재 전문대학원 설치



포스텍이 설립된 1980년대는 R&D를 통해 원천 기술을 확보하기보다는 선진 기술을 빠르게 보급하는 데 주력하던 시기였다. 하지만 국가 R&D 규모의 성장을 놓고 보면 이즈음부터 R&D의 중요성이 인식되면서 정부와 기업이 조금씩 고부가가치 기술에 대한 R&D에 투자를 하기 시작한 시기이기도 하다.

포스텍은 바로 그러한 시기인 1986년 국내 최초의 연구중심 대학을 표방하며 설립됐다. 지금은 연구중심 대학이라는 말이 아주 흔하지만, 당시만 해도 대학이란 사회를 이끌 리더를 교육하는 기관으로서 교육의 기능이 훨씬 부각되던 시절이었다. 당연히 대학원보다는 학부에 훨씬 초점이 모이던 때였다. 그런 시기에 대학원이 학부보다 규모가 큰, 연구를 중심으로 하면서도 교육을 하는 대학, 그것도 서울이 아닌 경북 포항에 세울 것이라고 하니 다들 고개를 내저었다. 게다가 입학 성적 역시 서울대 수준을 요구했으니 신입생이 들어오거나 하겠느냐는 이야기도 심심찮게 들렸다. 그러나 박태준 설립이사장과 김호길 초대



총장의 굳건한 의지와 강력한 리더십으로 포스텍은 명실상부한 국내 최고 대학 중 하나로 성장하기에 이르렀다.

현재 포스텍은 학부생 1208명, 대학원생 2341명 등 3549명이 재학 중이다. 교수 289명(비전임 포함 480명), 연구원 777명으로 연구인력만 1000명이 넘으며, 과학기술 특성화 대학인 만큼 수학, 물리학, 화학, 생명과학 등 이과부터 신소재공학, 기계공학, 산업경영공학, 화학공학, 컴퓨터공학 등 공학까지 폭넓게 아우르고 있다. 또한 포스텍의 특이한 점이라면 포스코가 설립했다는 배경으로,

세계 유일의 철강·에너지 소재 전문대학원이 있다는 것이다.

특히 주목되는 점은 지난 한해 연구비는 2297억 원으로, 교수 1인당 7억8000만 원의 연구비를 수주했으며 국내 대학에서는 가장 큰 수준이라는 것이다. 이에 따라 기술 이전이나 창업도 활발하게 이어지고 있으며, 이번 알키미스트 과제에 같이 참여하는 로봇 제조기업, 3D 바이오 프린팅 기업과 오가노이드 재생치료제 개발 기업 역시 포스텍의 기술을 기반으로 창업한 기업이라는 점이 눈길을 끈다.

미래 세대를 위한 그들의 노력, 한계는 없다

(왼쪽부터) 장진아 교수, 김동성 교수, 김기훈 교수, 정완균 교수

Q 연구단을 구성하고 있는 교수들의 다른 연구분야 기술 및 성과는 무엇인가?

정완균 교수 많은 사람이 만화영화 속 하늘을 날아다니는 로봇 아톰을 기억하고 있다. 우리 연구실은 바로 이런 로봇을 개발하는 꿈을 가지고 포스텍 개교와 동시에 설립한 로보틱스 연구실이다. 1990년 처음으로 만든 로봇은 7-DOF Direct Drive Arm으로, 이후 ROBOT HANDS, DD-ARMS, MOBILE ROBOT, TELE-OPERATION SYSTEM 등을 개발했다. 특히 매니퓰레이터(Manipulator) 분야에 특화돼 있는데, 매니퓰레이터는 쉽게 말하면 인간의 팔과 유사한 기능을 하는 장치, 즉 로봇팔이라고 보면 된다. 최근에는 로봇팔의 강인한 힘 제어, 수중로봇, 의료로봇 응용프로그램(마이크로 로보틱스, 수술로봇 응용 프로그램 등)으로 분야를 확대하고 있다.

조동우 교수 우리 연구실에서는 3차원 세포 프린팅 기술과 조직 유래 탈세포화 바이오잉크 제조 기술을 개발하고 조직공학 및 재생의학 분야에 접목하는 융·복합 연구를 수행하고 있다. 더불어 생화학적 미세환경을 재현하기 위해 돼지의 조직과 장기를 탈세포화해 콜라겐, 글리코사미노글리칸 등이 포함된 세포외기질 기반의 바이오잉크 소재를 적용하고, 타깃 세포 기능 촉진과 조직 기능 개선 및 재생 극대화를 유도해 인공근육이나 각막 등 다양한 인공조직과 장기 제작에 성공했다. 최근에는 가교 매체 기반의 동축 세포 프린팅 공정을 개발해 혈관 내피세포와 근육세포를 포함한 다층 레이어의 도관형 혈관 구조체 제작 원천 기술을 확립했다. 또한 내피세포 및 평활근세포를 실제 혈관과 같이 조직공학적으로 위치시키고 혈압을 견딜 수 있는 내구성 등의 물리적 특성을 모사했으며,

포스텍 연역거부반응 없는 소프트임플란트 연구단 기계공학과 6인의 연구실

김기훈 교수 : 의료보조로봇공학 및 인지촉각연구실
 김동성 교수 : 재료가공 및 바이오시스템연구실
 이승철 교수 : 산업인공지능연구실
 장진아 교수 : 바이오가공기술연구실
 정완균 교수 : 로보틱스연구실
 조동우 교수 : 지능생산시스템연구실

혈전 방지 및 이식 후 인공혈관의 생착과 관류 등 기능성 구현을 검증했다.



장진아 교수 주로 세포외 기질을 잉크로 활용하는 바이오 프린팅 기술로 다양한 스케일의 조직을 제작하고 있다. 최근에는 체임버 형태의 심장근육을 cm 크기로 제조할 수 있는 기술과 수백 마이크로 스케일의 바이오조직을 빠르고 정확하게 제조하는 기술을 개발해 논문을 게재했다. 이외에도 최근 시작한 범부처 재생의료개발사업을 통해 마이크로 심장근육을 스트립 및 고리 형태로 만들어 실제 심장 근육과 같이 여러 방향으로 수축할 수 있는 구조가 될 수 있도록 조립해 심장근육이 혈액을 박출할 수 있는 기능을 구현하는 연구를 수행하고 있다.



김동성 교수 고분자 나노 생산 기술을 개발하고 있고, 이를 기반으로 고투과성 나노섬유 멤브레인을 제작하고 있다. 이 멤브레인의 활용 연구는 크게 두 가지로 소개할 수 있는데, 첫 번째로는 생체 내 조직 특이적 하이드로 젤 멤브레인을 구현해 체외에서 세포가 조직장벽으로 기능을 할 수 있게 유도함으로써 조직의 대사 기능, 약물의 효용성 평가를 쉽게 하는 플랫폼을 개발하고 있다. 두 번째로는 나노섬유 멤브레인을 물질 투과가 가능한 마이크로웰 구조로 성형해 세포 응집체가 균일하게 배양되며 시간에 따라 장기로 분화해 균일한 오가노이드를 구현하는 플랫폼을 개발하고 있다. 이러한 플랫폼을 기반으로 향후 정밀의학 및 재생의학 분야에서 맞춤형 약물 선정 및 조직·장기 재생을 실현함으로써 인류가 건강한 삶을 영위하는 데 기여하고자 한다. 다른 측면으로는 액체-고체 간 접촉 후 전하가 분리되는 표면대전현상의 이론적·실험적 규명에 대한 연구를 수행하고 있으며, 표면대전현상에 나노 생산 기술을 적용해 유도되는 전하를 효과적으로 향상시켜 전기를 생산하는 나노제너레이터에 대한 연구도 진행하고 있다.



이승철 교수 산업인공지능연구실은 여러 분야에 인공지능(AI)을 적용하는

문제를 선택과 집중을 통해 하나씩 풀어가고 있다. 의료 분야에서는 소장 캡슐내시경의 영상을 의사 대신 AI가 판독하고, 후두암에 걸린 사람의 목소리를 듣는 것만으로도 AI가 후두암 여부를 파악하는 기술을 개발했다. 더불어 생산설비에 시를 접목해 기기 진동을 시로 검출하고 결함 부위를 찾아내 베어링이나 기어 등 부품의 고장을 진단하는 기술을 개발했다. 한편, 소재 부문에서도 성과를 내고 있다. 재료분석 장비인 전자현미경의 사진을 시로 선명하게 만드는 기술을 개발해 재료분석 과정에서 영상의 품질을 높여 재료를 개발할 때 드는 시간과 비용을 단축했다. 또한 산속에서 조난자의 목소리를 분간하기 힘들었던 구조용 드론을 AI 기술로 배경 소음을 걸러내고 조난자의 위치를 정확하게 지도에 표시할 수 있게 했다.

Q 앞으로의 계획 및 목표는 무엇인가?



장진아 교수 바이오 프린팅 기술은 조식치료제 개발 및 산업 형성에 있어 첨단 자동화 제조 시스템으로 큰 역할을 할 것으로 기대한다. 이를 위해 조직 및 장기를 제작할 수 있는 최상의 소재를 발굴해 세포가 조직으로 성숙하는 데 좋은 환경을 제공함과 동시에 프린팅 특성의 개선 및 최적의 디자인 도출을 통해 보다 인체 장기와 유사한 기능을 구현하고자 한다.



조동우 교수 기존의 3차원 세포 프린팅 기술과 조직 유래 탈세포화 바이오 잉크 제조 기술을 더욱 발전시켜 실제 장기의 기능을 수행할 수 있는 장기 모사체 제작과 관련된 융·복합 연구를 통해 조직공학 및 재생의학 분야의 새로운 지평을 열 계획이다. 이를 위해 다양한 연구를 진행 중이고, 알키미스트 과제의 최종 목표 달성에 많은 노력을 쏟고 있다. 알키미스트 과제의 최종 목표는 관류 가능한 소구경 혈관 오간 모듈 제조 기술 확보다. 일정 크기 이상의 장기는 미세혈관만으로 충분한 산소와 영양소를 공급받기 힘들기 때문에 관류 가능한 혈관 모듈

제작 기술은 필수적이다. 이를 위해 3D 세포 프린팅을 기반으로 관류성 혈관 오간 모듈을 제작하고 공정 조건을 확립하고 있다. 그 후 혈관 오간 모듈이 어셈블리에 최적화될 수 있도록 관련 기술을 확보할 예정이며, 이를 위해 혈관 오간 모듈 내 세포 분화 및 성숙화를 확인하고, 메타 오간 모듈 간 어셈블리 최적화를 위해 생체 적합성 폴리머를 이용할 계획이다. 그리고 최종적으로 메타 혈관 오간 모듈과 메타 간·척장 모듈 간의 결합능을 검증할 계획이며, 알키미스트 과제 외 진행 중인 연구에는 3차원 메타 프린팅 기술을 기반으로 인체의 여러 장기가 유기적으로 연결될 수 있는 다중 장기 모델 개발과 관련된 연구가 있다. 이 모델은 다중 장기 간의 상호작용을 반영해 실제 체내 환경을 보다 고차원적으로 모사할 수 있다는 장점이 있다. 또 여러 장기의 복합적 상호작용으로 발생하는 당뇨병성 망막병증 치료를 위한 신약 개발에 활용돼 그 활용성을 검증할 계획이다.



김동성 교수 알키미스트 과제 내에서는 과제 1그룹에서 구현하고자 하는 면역반응을 회피할 수 있는 간 및 척도 세포 응집체의 안정적인 생산 기반 기술을 개발하기 위해 노력하고자 한다. 그리고 연구실 개별적으로는 나노 생산 기술의 확장을 통해 오가노이드 기반 재생치료제 개발 및 약물 평가를 위한 조직장벽 모델 개발을 위한 핵심 기술을 지속적으로 연구해 나갈 예정이다. 향후 개발된 기술이 대학 연구실에 머물지 않고 실생활에 적용돼 건강 수명을 연장시키는 데 기여할 수 있기를 기대한다.



이승철 교수 오간 모듈 제조 기술의 평가는 특정한 오간 모듈에만 한정되지 않고 간, 척장, 혈관 등의 모듈에도 적용 가능한 기술을 개발 목표로 하고 있다. 이는 이미지만으로 오간 모듈의 제조를 평가할 수 있기 때문에 비용적으로나 시간적인 측면에서 활용 가능성이 높을 것으로 판단되며, 이를 통해 모듈의 대량 생산 가능성을 충분히 보여줄 것으로 기대하고 있다.





하늘을 나는 택시 '에어택시' 교통을 넘어 부동산 시장까지 대변혁

기업들이 '하늘을 나는 택시'로 불리는 도심항공모빌리티(UAM) 사업에 열을 올리고 있다. 연구 경쟁이 기체·관제 기술 개발뿐만 아니라 부동산 분야로까지 이어지고 있다. 차세대 교통망인 만큼 UAM 이·착륙장인 '버티포트'를 어디에 조성할지가 주요 관건이기 때문이다.

✍️ **선한결** [한국경제신문 기자]

하늘길의 정류장 '버티포트'

UAM은 프로펠러와 날개를 달아 수직 이·착륙하는 전기동력 비행체에 사람이 타 이동하는 교통체계다. 드론·헬리콥터·비행기의 하이브리드 격인 셈이다. 헬리콥터보다 소음과 주변 진동이 훨씬 적고, 온실가스를 배출하지 않는다는 장점이 있다.

UAM은 상용화하면 지역 공항과 도심에 오갈 전망이다. 상공 300~600m 하늘길을 쓰기 때문에 지상의 교통 정체로부터 자유롭다는 특징을 심분 활용하기 위해서다. UAM은 기체 종류에 따라 최고 시속 100~300km를 낼 수 있다. 서울연구원이 분석한 서울 전체 평균 차량 주행 속도가 시속 30km 안팎인 것을 고려하면 이동이 매우 빠르다. 현실화하면 서울 강남에서 김포국제공항까지 10여 분 만에 도달할 수 있다.

또 다른 특징도 있다. 기체가 수직으로 이·착륙하다 보니 넓은 활주로나 필요하지 않다. 기존 대형 건물의 옥상이나 주차장 등에도 버티포트를 설치할 수 있다는 얘기도.

독일 UAM 기체 제조사 볼로콥터는 자사 UAM 기체에 필요한 버티포트 '볼로포트' 면적을 약 500㎡(150여 평)로 예상하고 있다. 이 면적만 확보되면 기체 운용을 비롯해 배터리 충전, 기체 유지 보수 등을 모두 할 수 있다고 한다. 반면 현대자동차그룹이 세계 최초로 세운 버티포트는 그보다 규모가 크다. 현대차의 미국 UAM 법인 슈퍼널은 지난 4월 영국 코번트리에 버티포트 '에어원'을 열었다. 약 1580㎡(480여 평) 규모로 원반 모양(방사형)으로 조성됐다.

마트·주유소 지붕도 에어택시 착륙장된다

UAM 사업엔 통신·인프라·서비스·플랫폼 기업이 두루 필요하다. 실물 측면에선 기체와 버티포트가 가장 중요하다. LG UAM 컨소시엄에선 GS칼텍스가 버티포트 조성을 도맡기로 했다.

GS칼텍스는 버티포트 조성에 전국 곳곳의 주유소를 활용할 계획이다. 주유소는 부지가 넓고, 캐노피(천장)가 일정한 경사로 높게 조성돼 있어 비행체가 이·착륙하기 쉽기 때문이다. 주유소 부지 전체를 캐노피가 다 덮고 있지 않는 것도 UAM 운영 안전성을 높이는 데 도움이 될 수 있다. 일반 건물 지붕을 활용하는 경우에 비해 인근 건물과의 안전거리를 확보할 수 있기 때문이다.

주유소를 활용하면 아예 새로운 인프라를 세울 때보다 시간과 비용도 덜 든다. 전기충전 인프라가 있는 경우엔 이를 함께 쓸 수도 있다. GS칼텍스가 전국에 걸쳐 보유한 주유소 2600여 개 중 일대 교통망이 풍부한 입지에 있는 주유소를 UAM 버티포트로 활용할 가능성이 높다.

주유소의 캐노피 면적이 버티포트 운용에 충분할지는 아직 확실치 않다. 일단 현재까지는 국토교통부 등이 지정한 표준이 없기 때문이다.

각양각색 버티포트 구상

모빌리티, 완성차, 유통, 부동산 등 각계 기업은 UAM 버티포트 위치 잡기에 공을 들이고 있다. 티맵모빌리티는 5월 4일 미국 조비에비에이션과 UAM 서비스 공동연구에 착수했다고 발표했다. 티맵모빌리티가 20여 년간 축적한 인구 이동과 차량 운행 데이터, 조비에비에이션의 UAM 기체 데이터 등을 공유해 국내 버티포트 입지를 선정할 계획이다. UAM 노선·플랫폼·인프라 설제도 함께한다.

티맵모빌리티는 SK텔레콤, 한국공항공사, 한화시스템, 한국교통연구원 등과 'K-UAM 드림팀'을 꾸려 UAM 사업을 벌이고 있다. 컨소시엄에 있는 한국교통연구원의 교통 데이터도 버티포트 입지 선정에 활용할 전망이다. 한국공항공사가 김포국제공항을 비롯해

현대차그룹이 세계 최초로 세운 UAM 버티포트 '에어원'.



국내 14개 공항을 운영·관리하고 있으니 이들 공항과 버티포트를 연계할 공산이 크다.

롯데도 UAM 교통망과 쇼핑·관광 인프라 간 시너지 효과를 염두에 두고 2024년 노선 상용화를 목표로 UAM 사업을 추진하고 있다. 롯데지주를 비롯해 오프라인 렌터카 1위 기업인 롯데렌탈, 도시 곳곳에 넓은 건물을 두고 있는 롯데마트 등을 총동원할 수 있다는 구상이다.

이용자가 인천에서 롯데 UAM을 타고 서울까지 이동해 롯데마트 옥상 버티포트에서 내리고, 최종 목적지까지는 롯데렌탈의 공유형 모빌리티 서비스를 이용하는 그림이다. 버티포트 위치에 따라 영화관인 롯데시네마를 비롯해 롯데마트·백화점·호텔 등에 매출·광고 효과를 추가로 낼 수도 있을 전망이다.

현대차그룹의 UAM 사업 협력체엔 아예 부동산 자산운용사와 건설사가 함께한다. 이지스자산운용이 UAM 버티포트 사업지 선정과 사업모델 개발을 맡고, 현대건설이 버티포트 등을 건설하는 식이다.

이 협력체는 밀레니엄힐튼서울호텔 부지를 버티포트 후보 1호로 점찍었다. 이 부지는 이지스자산운용과 현대건설이 호텔과 오피스 등으로 개발할 예정이다. 위치상 시내 중심이지만 남산 중턱에 있어 복합시설을 찾는 이들의 접근성이 다소 떨어질 수 있는데, 버티포트를 들이면 이 같은 우려를 해소할 수 있다. 현대차그룹 등은 이 버티포트를 서울역~서울로~남산을 잇는 교통 거점으로 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

이는 외국도 마찬가지다. 국내에서 SK텔레콤, 티맵모빌리티 등과 UAM 사업을 함께하는 조비의 경우 미국에선 글로벌 부동산기업, 자산운용사 등과 협업을 벌이고 있다. 세계 최대 인프라 자산운용사인 맥쿼리캐피탈, 미국 뉴욕시 기반 최대 부동산 개발사 릴레이티드가 조비의 전략적 인프라 파트너다. 각각 소유·개발 중인

현대차그룹은 이지스자산운용 등과 버티포트 사업을 함께한다.
출처: 이지스자산운용



티맵모빌리티는 도심에서 UAM-버스·택시·공유자전거 등을 통합 제공하는 모빌리티 서비스를 내놓을 계획이다. 출처: 티맵모빌리티

건물이나 그 인근에 버티포트를 들어 부동산 가치를 높일 수 있다는 점에 주목한 것으로 알려졌다.

데이터 총동원… “요충지 잡아라”

각 UAM 협력체와 기업은 유동인구, 부동산, 교통망 데이터 등을 총동원해 버티포트 입지를 따져보고 있다. 업계에 따르면 인근에 환승 교통망이 충분하면서 주변 빌딩의 층고가 지나치게 들쭉날쭉하지 않은 곳을 1순위로 고려한다고 한다. 주변 소음 민감도도 신경 써야 한다. UAM으로 인한 소음이 65~75dB(데시벨) 수준이기 때문이다. 헬리콥터(150dB)보다는 훨씬 작지만 그렇다고 아주 조용한 정도도 아니다.

UAM 버티포트 위치는 신사업 자체에도 매우 중요하다. 유동인구가 많으면서도 일대 동선을 효율적으로 짤 수 있어야 서비스 이용자가 늘어날 수 있기 때문이다. 버티포트가 또 다른 수익 흐름을 가져다 줄 수도 있다. 기업 입장에서 UAM 교통망만 잘 잡아도 각종 서비스와 커머스, 광고 등을 더 많은 사람에게 제공할 수 있게 된다. UAM을 이용한 후 버스·택시 등 육상교통으로 환승하는 이들이 모이는 새 역세권이 생기기 때문이다.

일부 건물주에게도 낙수효과가 있을 것으로 전망된다. UAM 버티포트 부지를 제공해 임대 수익을 낼 수 있다. 버티포트가 설치돼 일대 유동인구 수용성이 늘어나면서 주변이 개발되는 경우도 생길 수 있다. 부동산 가치를 결정 짓는 가장 중요한 요소 중 하나가 교통망이라는 원칙이 하늘길에도 적용되는 셈이다.

익명을 요구한 한 UAM 관련 기업 관계자는 “버티포트 입지는 노선 운영뿐만 아니라 일대 부동산 경제에도 상당히 민감한 문제”라며 “데이터를 뜯어 보면 전혀 의외의 곳이 버티포트로 선정될 수 있을 것”이라고 말했다.

도심 내 에어택시 역세권이 당장 눈앞에 닥친 일은 아니다. 국토부와 각 UAM 협력체 등은 일단 인구가 밀집되지 않은 지역을 대상으로 UAM 시범사업 등을 거쳐 차차 도심 상용화를 추진할 예정이다. 본격 도심 노선 상용화가 예상되는 2030년대쯤엔 서울 한복판 버티포트에서 퇴근 UAM을 타기 위해 대기줄을 선 사람들의 모습도 볼 수 있을 것으로 전망된다.

한화시스템 미래의 비행체, UAM

‘드론을 닮은 날렵한 비행체.’ 한화시스템의 UAM 기체인 버터플라이(Butterfly)의 모습이다. 날렵한 기체에 좌우 양측과 꼬리 두 갈래 등 4개 로터와 블레이드로 기하학적이고 미래지향적인 디자인으로 설계됐다. 버터플라이는 한화시스템이 지분 30%를 인수한 미국 오버에어와 협력해 개발하고 있다.

한화시스템의 버터플라이는 최신 센서·레이더·항공전자 기술과 오버에어의 에너지 절감 비행 기술이 적용된다. 100% 전기로 구동돼 탄소 배출이나 공해 문제에서도 자유로우며, 전기모터를 사용해 기체 제작비도 줄어드는 것이 특징이다. 블레이드 제어를 통해 수직 이·착륙이 가능해 넓은 활주구가 필요 없으며, 기존 헬리콥터 대비 고성능·고효율·저소음 등을 구현한다. 버터플라이는 최고속도 320km로 서울과 인천을 20분 이내에 주파할 수 있다.

UAM은 전기로 구동하는 비행체 기반의 차세대 항공 이동 서비스다. 이른바 에어택시라고 불린다. 사람이나 화물을 싣고 30~50km를 비행하는 기체라는 점에서 활용도가 높다. 배터리 및 모터 기술의 발전과 충돌회피, 자율비행 등 첨단 기술로 무장한 UAM은 미래의 새로운 운송수단으로 꼽힌다.

한화시스템은 현재 최적 속도 틸트로터(OSTR) 특허 기술을 바탕으로 버터플라이의 상세 설계를 진행 중이다. 2023년 상반기

무인 시제기 제작이 목표다. 무인 시제기로 항행 관련 기술 검증이 완료되면 유인 시제기로 2024~2025년에 걸쳐 비행시험을 통해 안정성을 입증할 예정이다. 유인 시제기에는 5명까지 탑승할 수 있을 것으로 예상된다.

한화시스템은 앞으로 기체 개발에 더해 도심 항공의 항행·관제 솔루션, 이·착륙 시설 인프라 및 온라인 플랫폼 구축 등 미래 모빌리티 토탈 솔루션 제공을 통해 사업 기회를 발굴해 나갈 예정이다. 한화시스템 관계자는 “한화시스템은 2025년 서울~김포 시범운행을 목표로 도심 상공의 항행·관제 솔루션, 기존 교통체계 연동 시스템 등 항공 모빌리티 플랫폼을 구축해 나가고 있다”고 말했다.

기체를 개발하더라도 UAM이 실제로 구동하는 데는 사회적 인프라가 필요하다. 우선 기존 헬기보다 약간 높은 300~600m 고도에 UAM 전용 하늘길이 조성돼야 한다. UAM 이·착륙장도 당연히 필요하다. UAM 사업에 여러 기업·기관이 머리를 맞대고 협업하는 이유다. 2025년 UAM의 관광·공공용 상용화를 목표로 만들어진 팀코리아 UAM 컨소시엄에는 한화시스템, SK텔레콤, 한국공항공사, 한국교통연구원, 한국기상산업기술원 등이 참여했다.

UAM 컨소시엄에서 한화시스템은 UAM 개발과 항행 안전을 전담하고, SK텔레콤은 UAM 예약과 탑승, 통신관제, 기체 내부 인포테인먼트, 플랫폼 개발 및 서비스 등을 맡았다. 한국교통연구원은 UAM의 수요 예측과 발생 비용, 교통 흐름 등 최적의 서비스 편익을 연구하고, 한국기상산업연구원은 기상 예측 서비스를 제공한다. 한국공항공사는 UAM 이·착륙장인 버티포트 구축 및 운영을 맡는다. UAM 인프라가 구축되면 소비자가 스마트폰 애플리케이션을 통해 쉽게 UAM을 예약한 후 기체에 탑승하고 원하는 목적지에 도착하는 원스톱 서비스가 가능해진다.

LG유플러스도 UAM 사업 첫발

LG유플러스가 UAM 사업에 나선다고 5월 11일 발표했다. 이로써 SK텔레콤, KT에 이어 국내 이동통신 3사가 모두 UAM 사업을 벌이게 된다.

LG유플러스는 카카오모빌리티, GS칼텍스, 제주항공, 파블로항공, 버티컬에어로스페이스와 함께 국토부의 한국형 도심항공교통 그랜드챌린지(K-UAM GC) 실증사업에 참여하기 위한 컨소시엄을 구성했다고 밝혔다. K-UAM GC는 2025년까지 UAM 국내 상용화를 목표로 비행체의 안전성, 교통관리 기능시험 등을 통합



운용하는 실증 프로그램이다. 올해 참가자를 선정해 내년부터 개활지 실증 비행에 돌입할 예정이다.

LG유플러스는 컨소시엄에서 UAM 안전 운행을 위한 교통관리 시스템과 통신서비스를 제공할 계획이다. UAM 서비스엔 통신사가 꼭 필요하다. 여러 비행체가 서로 충돌하지 않고 하늘을 날기 위해선 고도화된 항공교통 통신 네트워크가 필수적이다. 지상과 비행체 간 통신, 비행체와 비행체 간 통신 등이 원활해야 향후 자율주행을 이룰 수 있다. 통신사는 5세대(5G) 이동통신망을 기반으로 각 기체가 막대한 교통 데이터를 실시간으로 처리하도록 지원할 수 있다.

LG유플러스는 드론 솔루션·서비스 전문기업인 파블로항공과 협력해 교통관리시스템을 공동 연구개발(R&D)할 계획이다. 교통관리시스템은 UAM의 모든 움직임을 관찰하고 통제해 기체 간 충돌, 장애물 추돌을 막는 중요한 체계다. UAM의 비행계획과 운항정보를 분석해 항로를 이탈하는지 등을 실시간으로 모니터링한다. 지상 기지국 UAM의 항로에 적합한 이동통신 상공 커버리지를 검증하고, UAM에 필요한 통신 품질도 확보한다. LG그룹 관계사와도 협력한다. LG사이언스파크를 비롯해 LG그룹 각 사의 배터리, 모터 등 역량을 모아 다가올 UAM 시대에 대비한다는 구상이다.

UAM은 통신사 입장에서 새로운 성장동력이 될 시장이기도 하다. UAM 운영과 관련된 각종 모빌리티 플랫폼을 운영할 수 있어서다. UAM 탑승 예약을 비롯해 이용에 필요한 신분 확인 등 수속 절차, 육상 교통수단과 환승 서비스 등을 아울러 제공할 수 있다. 이상엽 LG유플러스 CTO는 “5G를 비롯한 이동통신이 지상을 비롯해 상공까지 높은 수준의 품질을 제공할 수 있다는 점을 검증할 것”이라며 “안정적인 UAM 운행을 책임지는 선도사업자가 되겠다”고 말했다.

LG유플러스는 카카오모빌리티, GS칼텍스, 제주항공, 파블로항공, 버티컬에어로스페이스와 국토교통부의 한국형 도심항공교통(UAM) 그랜드챌린지 실증 사업에 참여하기 위한 컨소시엄을 구성했다. 출처: LG유플러스



LG유플러스와 협업하는 버티컬에어로스페이스의 UAM 기체 렌더링 이미지.

카카오모빌리티·GS칼텍스 등도 참여

LG유플러스는 컨소시엄을 통해 한국형 UAM 표준 수립, 서비스 상용화의 가속화를 위한 개별 실증 수행, UAM산업 관련 추가적인 사업 기회 공동 모색 등에서 협력하기로 했다. UAM 기체 제작 기업, 교통관리서비스 제공 기업, 버티포트 운영 기업 등이 컨소시엄에 이름을 올렸다.

카카오모빌리티는 완성형 서비스형 모빌리티(MaaS) 앱 '카카오T' 운영 노하우를 기반으로 UAM 플랫폼을 운영할 전망이다. 끊임 없는 이동을 지원하기 위해 자동 체크인, 보안검색 기능 등을 구현한 버티포트 솔루션 구축도 담당한다. GS칼텍스는 주유소 네트워크를 활용해 UAM 버티포트를 구축할 계획이다. 주유소는 도심을 비롯해 전국에 고르게 분포돼 있고, 천장이 개방돼 비행체가 이·착륙하기 용이해 UAM 거점으로 적합하다는 설명이다. 기존의 주유소를 활용하면 버티포트 구축 시 다른 네트워크에 비해 시간과 비용을 줄일 수도 있다.

제주항공은 항공전문인력과 운항 관련 시스템 등 항공운항 노하우를 가지고 서비스 운용을 맡는다. 드론 솔루션·서비스 전문기업인 파블로항공은 스마트 모빌리티 통합관제시스템(PAMNet)을 개발한 노하우를 살려 UAM 통합운항관제시스템을 구축할 예정이다.

컨소시엄이 사용할 기체는 영국의 버티컬에어로스페이스가 제작한다. 버티컬에어로스페이스는 전 세계 시장에 1350대 이상의 전기수직이착륙기(eVTOL) 제작 선주문을 받은 글로벌 UAM 기체 제조사다. 2024년 파리 올림픽에선 기체 시험비행을 할 예정이다. 버티컬에어로스페이스는 기체 사후관리, 항공경로 설계 등도 맡는다.



LG유플러스와 협업하는 버티컬에어로스페이스의 UAM 기체 렌더링 이미지.

정부, 에어택시 초기 연구에 1조6000억 원 쏟아

정부가 UAM 기준 마련을 위해 1조6000억 원 규모 R&D 프로그램을 출범시킨다. 차세대 교통체계인 UAM 사업을 두고 정부 유관 부처가 처음으로 벌이는 대규모 R&D 프로젝트다.

5월 12일 정보통신기술(CT) 업계에 따르면 국토교통부는 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 중소벤처기업부, 기상청 등과 함께 1조6000억 원 규모의 UAM 공동 R&D 프로그램을 추진한다. 국토부 관계자는 “6월 중 과기정통부에 예비타당성 검사 문서를 제출할 예정”이라고 말했다. 국가 R&D 사업은 기획재정부가 과기정통부에 예타를 위탁하는 구조다.

정부는 이를 통해 기체 인증 기준을 마련하고, UAM 이·착륙장인 버티포트 등 각종 인프라 기준을 연구할 계획이다. 이번 프로젝트로 국가 차원의 기준을 먼저 마련한 뒤 지자체 기준으로 범위를 넓혀간다는 방침이다. 기상청 등과는 국가 차원의 운항 환경 기준을 마련하고, 개별 지자체와 소음 운용 규제를 논의하는 식이다.

정부 관계자는 “UAM 사업을 실제 활성화하기 위해선 기체 인증부터 기체 충전 규격 표준, 통신 주파수 활용 체계 개발 등이 필수”라며 “조종사의 역할 기준과 책임 범위 등도 의논해 정식 자격을 마련할 것”이라고 설명했다.

UAM은 신규 교통체계인 만큼 정부의 초반 R&D 프로그램이 매우 중요하다. 이를 기반으로 전반적인 산업의 틀이 잡혀야 민간기업 단계에서도 구체적으로 사업을 구상할 수 있다. 아직은 세계적으로도 UAM 관련 기체·통신·관제 등에 대한 기술 표준이 없다. 국내에선 5개 부처가 지난해 산업의 청사진 격인 UAM 기술 로드맵을 마련해 발표한 초입 단계다. UAM 사업을 추진하는 한 기업의 관계자는 “현재로서 규제나 신사업의 발목을 잡는 게 아니라, 규제나 표준의 큰 틀이 없어 사업의 발을 떼기가 어려운 상태”라고 말했다.

윤석열 대통령이 집무실을 서울 용산으로 옮긴 것이 UAM 사업에 얼마만큼 영향을 미칠지 민간기업들이 현재로서는 알 길이 없는 게 대표적인 사례다. UAM 노선을 비행제한구역에서 얼마나 거리를 두고 운용할지 등에 대한 가이드라인이 전무하다. 김상현 한국항공대 항공교통물류학부 교수는 “자동차 시장을 예로 들면 ‘네 바퀴를 달고 엔진동력을 받아 달리는 기기를 자동차라 한다’는 기본 컨센서스(공감대)가 있지만, UAM은 아직 이런 개념조차 없는 단계”라며 “기본 기술 표준 등이 나와야 구체적인 사업 내용 등을 이야기할 수 있을 것”이라고 말했다.

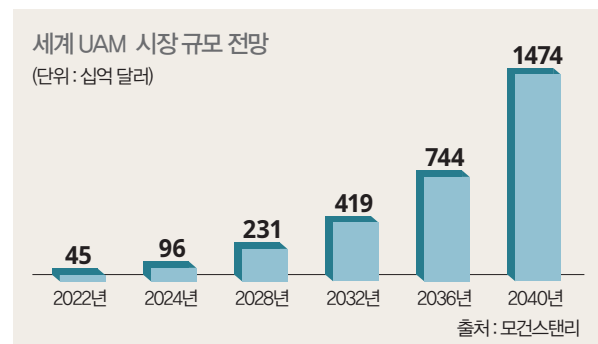
하늘길 열리면 기업엔 새 장기 먹거리

정부는 2025년 UAM 상용 서비스를 도입하고 2030년부터 본격 상용화에 나설 계획이다. 내년에 1인승 시제기 개발을 완료하고, 이듬해엔 도심지에서 UAM 실증 노선을 운행하는 게 목표다.

사업을 본격화하기 위해 UAM을 담당하는 정규 조직을 처음으로 신설했다. 지난 4월까지 임시로 있던 국토부 미래드론교통담당관 대신 앞으로는 국토부 항공정책실의 도심항공정책팀이 UAM 사업을 주로 담당한다. UAM 사업이 활성화하면 국내 교통 지도가 크게 바뀔 수 있다. 신사업 먹거리를 확보하는 기업도 많다.

국토부 주도 ‘K-UAM’ 사업을 구상하는 컨소시엄·기업은 5월 13일 기준 모두 네 곳이다. 현대차는 KT, 현대건설, 인천공항공사, 이시스자산운용 등과 컨소시엄을 꾸렸다. SK텔레콤은 한화시스템, 티맵모빌리티, 한국공항공사, 한국교통연구원 등과 공동 사업을 벌이고 있다. 롯데렌탈은 인천광역시와 UAM 사업을 추진한다. LG유플러스는 GS칼텍스, 카카오모빌리티, 제주항공 등과 UAM 협력체를 출범했다.

글로벌 투자은행(IB) 모건스탠리는 세계 UAM 시장 규모가 작년 70억 달러(약 8조3300억 원)에서 2040년 1조4740억 달러(약 1754조 600억 원)로 급증할 것으로 봤다. 연평균 성장률이 30.7%에 달한다.





공익신고



2020.11.20.부터 공익신고 대상 법률(284개 → 467개) 대폭 확대

공익신고자 보호 범위가 더욱 넓어졌습니다

◆ 비밀보장, 신변보호, 불이익조치 금지, 책임감면

◆ 국번없이 **1398** 또는 **110**

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

- ◆ 인 터 넷
- ◆ 방문 · 우편
- ◆ 청렴포털_부패공익신고(www.clean.go.kr)
- ◆ 국민권익위원회 종합민원상담센터(세종)
- ◆ 정부합동민원센터(서울)

※ 공익신고자는 변호사를 통한 비실명 대리신고 가능

분야별 주요 공익침해행위



건강

- 불량식품 제조 · 판매
- 구조 · 구급활동 방해
- 무면허 의료행위 등



안전

- 소방차 진입방해, 전용구역 주차
- 디지털 성범죄, 아동학대
- 부실시공 등



환경

- 규제기준초과 소음 · 진동 발생
- 개발제한구역 내 불법 건축물
- 대기오염물질 불법 배출 등



소비자이익

- 보이스피싱, 보험사기
- 전자금융거래정보 누설
- 수산물이력 허위표시 등



공정경쟁


- 기업 간 담합
- 저작권 침해
- 휴대전화 불법 보조금 등



기타 공공의 이익

- 거짓 채용광고, 채용강요
- 본사의 대리점 갑질
- 부동산거래 허위신고 등





‘마지막 블루오션’ 우주를 향한 호모스페이시언의 도전 우주경제 빅뱅... ‘스페이스K’ 키우자

글로벌 우주경제 시대가 열리고 있다. 우주경제는 발사체(로켓), 위성, 관제시스템 등 인프리로 유·무형의 부가가치를 창출하는 모든 활동을 말한다.

✍ 이혜성 [한국경제신문 기자]



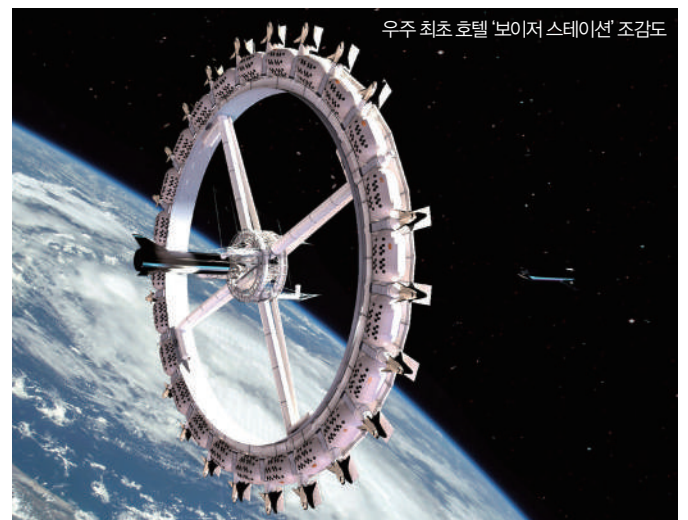
❖ 로켓·위성·정거장 등 우주경제 시대 개막

미국의 상업용 정찰위성 스타트업 카펠라스페이스, 샌프란시스코 북동쪽에 위치한 이 6년 차 기업은 날씨와 밤낮에 관계없이 지구를 볼 수 있는 소형 합성개구레이더(SAR) 위성을 제작하고 있다. 미국 국방부와 정보당국 등은 지난 2월 러시아의 우크라이나 침공 이후 이 위성군을 24시간 가동했다. 구름이 많은 우크라이나 전장을 관찰하는 데 최적이기 때문이다.

핀란드 스타트업 아이스아이도 세계 최고 해상도(25cm)를 자랑하는 SAR 위성 데이터를 미국에 실시간 제공했다. 러시아군의 움직임을 서방이 훤히 들여다보게 된 것은 이들 위성의 역할이 결정적이었다.

5월 8일 우주시장 조사업체 스페이스테크애널리틱스의 보고서에 따르면 블루오리진, 아리안스페이스 등 세계 1만여 개 우주기업의 가치는 2030년 10조 달러(약 1경2729조 원)를 훌쩍 넘어설 것으로 예상됐다. 각국 정부가 움켜쥐고 있던 우주기술 주도권은 민간 기업으로 빠르게 넘어가고 있다. 보고서는 “스페이스X의 재사용 발사체(팰컨9) 덕분에 발사 비용이 획기적으로 줄면서 정찰·통신·항법위성 수요가 세계적으로 폭발하고 있다”고 밝혔다.

위성뿐만 아니라 우주선 발사, 우주 호텔 및 민간 국제우주정거장(SS) 건설 계획도 잇따르고 있다. 스페이스X의 우주선 크루드래건은 지난 6일 비행사 4명을 태우고 ISS를 방문한 뒤 플로리다 앞바다로 귀환(스플래시다운)하면서 31번째 우주 왕복 미션을 성공했다.



우주 최초 호텔 'voyager 스테이션' 조감도

세계 우주시장 판도를 바꾼 스페이스X의 재사용 발사체는 미국 러시아 중국 북한 등이 개발 중인 극초음속 미사일(HGV·HCM)과 원리가 비슷하다. 극초음속 미사일은 한국 미사일 방어체계(KAMD)를 무력화할 수 있다. 우주기술이 국가의 존망을 좌우할 지경이지만 국내 우주산업은 아직 태동기다. 고체 로켓은 국방부, 액체 로켓은 과학기술정보통신부가 발주하고 기업은 단순 용역을 수행하는 '공공사업'에 머물러 있기 때문이다. 위성은 대부분 외국 기술을 그대로 가져와 제작한다.

우주업계 관계자는 “초격차 우주기술을 개발한 곳은 대부분 스타트업”이라며 “한국도 우주 관련 스타트업 선단을 꾸려 원천 기술 확보를 서둘러야 한다”고 말했다.

❖ ‘우주호텔 시대’ 앞당겨

“랜딩 번(Landing Burn) 완료. 아름답다(Beautiful).”

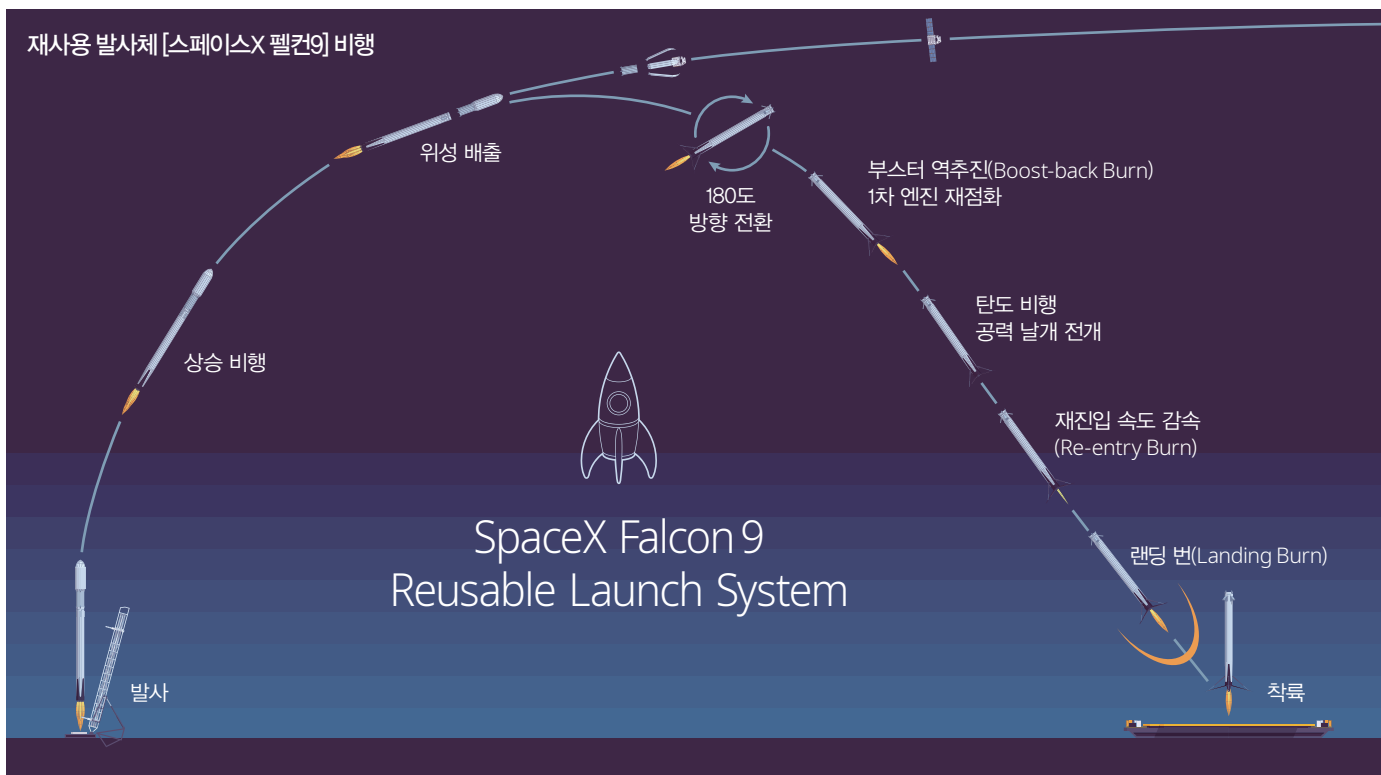
스페이스X의 재사용 로켓 ‘팰컨9’이 5월 6일 15번째 우주 비행을 마치고 북대서양 버뮤다 인근 무인섬박 기지(드론십)에 착지하자 관제센터에서 감탄사가 쏟아졌다. 이로써 팰컨9 로켓이 발사된 뒤 육지·바다로 귀환에 성공한 횟수는 111번이다. 이번 비행에선 스타링크 위성 53개를 올리는 임무를 맡았다. 1단 로켓을 육지나 바다에서 회수해 우주로 다시 보낸 횟수만 90번

이다. 작년 말 유럽 최대 우주기업 아리안스페이스는 30년간 100억 달러(약 12조7180억 원)를 들여 미국 유럽 캐나다가 공동 개발한 ‘제임스웹 우주망원경(JWST)’을 아리안5호 로켓에 실어 지구에서 150만 km 떨어진 곳으로 배달했다.

세계 발사체 시장을 양분하고 있는 두 기업을 호텔에 비유하자면 아리안스페이스는 특급 호텔, 스페이스X는 최고 가성비 비즈니스 호텔이라 할 수 있다. 스페이스X의 성공은 인고의 시간을 거쳐 탄생한 ‘창조적 파괴’의 혁신 기술이 어떻게 세계 산업 판도를 바꾸는지 보여준 드라마틱한 사건으로 꼽힌다.

❖ 발사 비용 99% 줄인 로켓 재활용

로켓은 첨단 과학의 총집결체다. 쉽사리 접근할 수 없는 고난도 기술이 수두룩하다. 공력(대기가 누르는 힘)과 추진력(로켓이 분사하는 힘) 사이에서 무게중심을 잡고 가속도를 유지하면서 날아가는 추력벡터컨트롤(TVC, 자세 제어)이 대표적이다. 아직 국내 기업 중 TVC 기술을 보유한 곳은 단 한 곳도 없다.



이처럼 진입장벽이 높지만 급속한 기술 발전을 발판 삼아 시장성은 빠르게 개선되고 있다. 미국 투자은행(B) 모건스탠리에 따르면 1981년 탑재체 kg당 8만5216달러였던 발사 비용이 2020년 951달러(약 120만 원)로 40년 만에 98.9% 급감했다. 러시아의 우크라이나 침공 과정을 정찰위성이 손바닥 들여다보듯 관측할 수 있었던 배경엔 이런 극적인 비용 절감이 있다.

비용 절감의 근본 비결은 2002년 스타트업으로 시작해 전인미답의 우주 발사체 기업으로 우뚝 선 스페이스X의 로켓 재사용 기술이다. 최근에는 '작은 스페이스X'로 불리는 뉴질랜드 스타트업 로켓랩이 페어링(위성 덮개)까지 재활용할 수 있는 발사체 '뉴트론' 개발에 착수했다. 페어링을 마치 꽃잎처럼 네 갈래로 열고 위성을 내보낸 뒤 닫고 귀환하는 로켓이다.

지구 저궤도(400~600km)에 인류 거주시설을 건설하는 계획이 잇따르는 것도 발사 비용 급감 덕분이다. 블루오리진은 보잉, 애리조나주립대 등과 함께 차세대 국제우주정거장 '오비탈 리프'를 2020년대 말 선보일 계획이다. 미국 스타트업 오비탈어셈블리는 비슷한 시기 세계 최초 우주호텔 '보이저 스테이션'을 개장하겠다고 밝혔다.

'우주경제 빅뱅'의 시작점인 팰컨9의 엔진은 공학 수준을 한계치까지 끌어올렸다는 평가를 받는다. 로켓 재사용 기술의 3요소는 유도항법제어(GNC), 재점화, 추력제어 등 세 가지다. 팰컨9은 우주공간에서 위성을 사출한 뒤 1단 진행 방향을 180도 틀어 마치 발레리나처럼 지상이나 선박에 사뿐히 착지한다. 실제로 보면 '과학이 아니라 예술'이라는 탄성이 나온다.

기술 비결은 수학적 최적화에 있다. 팰컨9이 위성 사출 후 엔진을 끄고 관성 비행을 하면서 진행 방향을 정반대로 전환할 때 유도제어 기술이 사용된다. 이후엔 엔진을 다시 켜고 탄도 비행을 한다. 이때 공력(공기 압력)을 제어하는 날개 그리드핀을 편다. 연료 소모를 최소화하면서 하강 속도까지 조절(추력제어)하는 것이 중요하다. 실시간으로 궤적을 최적화해야 하는데, 이 궤적과 알고리즘을 모두 수학으로 설계한다. 이 가운데 단 하나라도 어긋나면 로켓은 그대로 추락하거나 폭발해버린다. 설계가 완벽해도 실전 경험이 쌓여야 한다. 팰컨9 역시 2015년 귀환에 처음 성공하기 전까지 21번의 실패를 맞봤다.

❖ '미사일 게임체인저'도 우주 기술

북한은 5월 7일 잠수함발사탄도미사일(SLBM)을 쏘며 올 들어 15번째 도발을 했다. 대륙간탄도미사일(ICBM)과 우주 발사체는 유도제어 관점에서 보면 똑같다. 이창훈 KAIST 항공우주공학과 교수는 "유도제어 기술은 각국이 최고 등급 비밀로 삼고 있어 실제 파악이 쉽지 않다"고 말했다. 올해 초 아랍에미리트연합(UAE)과 4조 원대 수출 계약을 맺은 요격미사일 '천궁2' 유도제어 시스템 개발에 참여한 이 교수는 스타트업 이노스페이스 등과 함께 재사용 발사체 원천 기술을 연구 중이다.

'미사일 게임 체인저'인 극초음속 활공체(HGV)도 재사용 발사체 뺀치는 유도제어 기술이 필요하다. HGV는 탄도 궤적을 그리며 날아가다 뚝 떨어져 수평으로 활공하는 등 예측불허로 움직인다. 우주 궤도를 비행하다 갑자기 대기권으로 진입해 비밀 군사 임무를 수행하는 미국의 'X-37' 무인기도 HGV 기술이 토대다. 중국은 자체 개발한 HGV와 자국의 저궤도 통신위성군을 연결하는 프로젝트를 추진 중이다. 북한도 지난달 말 평양에서 대규모 열병식을 열고 HGV를 공개했다.

고성능 우주 발사체 개발은 관련 시장이 오히려 쪼그라들고 있는 한국으로선 꿈같은 얘기다. 과학기술정보통신부가 펴낸 2021년 우주산업 실태조사에 따르면 국내 우주산업 매출은 2020년 3조4293억 원으로 3년 전(4조1457억 원)보다 17.2% 줄었다. 셋트박스 등 장비 매출이 2조460억 원(59.7%)으로 대부분이다. 발사체 제작은 4332억 원(12.6%), 위성체 제작은 6303억 원(18.4%)에 불과했다.

❖ 노트북 크기 소형 위성, 'K팝, 드라마 위성' 띄워라

흔히 떠올리는 위성의 이미지는 태양전지판을 날개처럼 달고 있는 육중하고 큰 육면체 덩어리다. 실제 태양전지와 안테나를 펼치면 위성 본체보다 몇 배나 부피가 늘어난다. 이와 달리 노트북같이 납작한 책 모양으로 위성을 만든다면 어떨까. 로켓에 실을 때 '수납효율'을 극대화할 수 있을 것이다.

1000여 개 소형 통신위성을 띄워 위성과 휴대폰 간 직접 통신 서비스를 2025년 선보일 예정인 미국 스타트업 링크글로벌은 4월 스페이스X의 팰컨9에 이런 노트북 모양의 위성을 실어 우주로 보냈다. 국내에서도 이런 모양의 정찰위성 개발을 시작했다.

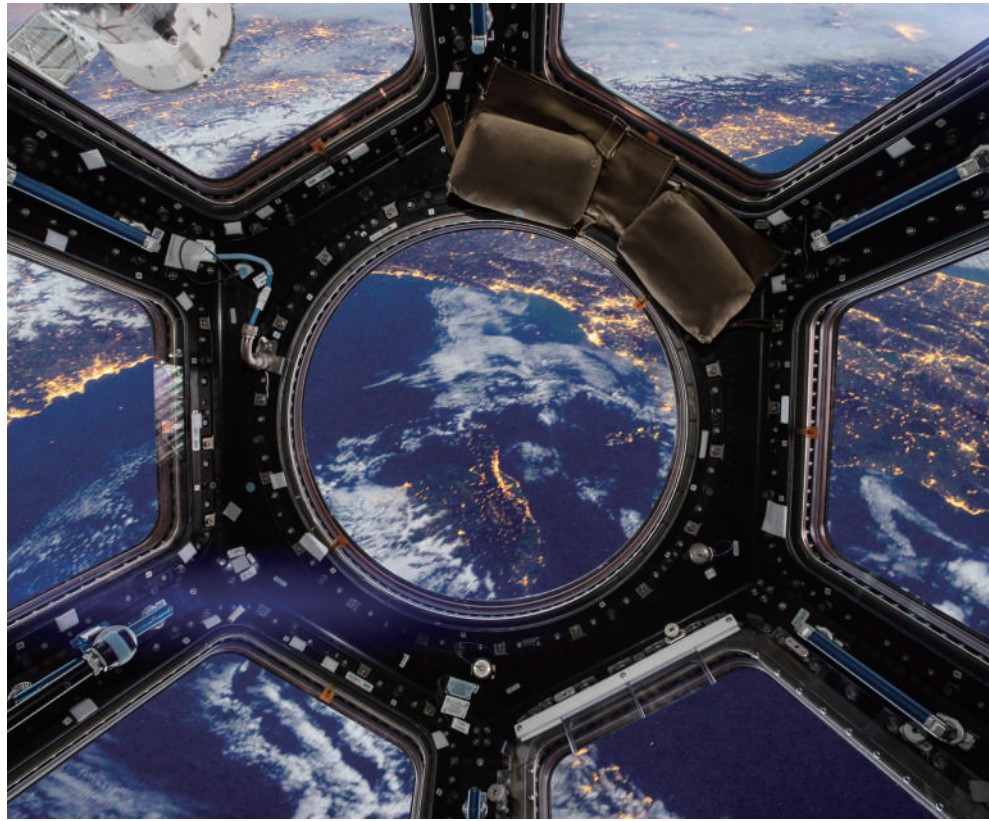
2020년 세계 위성체(정부 위성, 상업 위성, 학술 위성, 우주선) 발사 수는 1282개로 전년 대비 2.6배 증가했다. 지난해부터 2028년까지 세계적으로 8500여 개의 소형 위성이 발사될 것으로 전망된다. 그야말로 '위성 전성시대'다. 우주업계의 한 관계자는 "이제는 문화 수출도 위성을 통할 필요가 있다"며 "소위 '블랙핑크 위성'을 동남아시아나 중동 상공에 띄워 K팝이나

드라마를 무료로 접하게 하면 한국 기업의 잠재 고객을 확보하는 데 효과가 클 것”이라고 말했다.

신고 없이 띄우는 위성이 많은 탓에 이들과 충돌하지 않게 설계하는 기술도 화두다. 합동참모본부는 이런 무적 위성을 탐지해 회피할 전자광학위성 감시체계를 구축하고 있다.

광학위성의 임무는 두 가지다. 목표 지점을 선명하게, 자주 촬영하는 것이다. 각속도(회전 물체의 단위 시간당 위치 변화)를 재는 자이로센서와 별 추적기가 핵심 기술이다. 망망대해 같은 우주에서 위성의 균형을 잡고 어디를 바라봐야 하는지 안내한다. 뉴욕증권거래소에 상장한 스타트업 플래닛랩스가 이 분야의 강자다. 플래닛랩스는 200여 개의 소형 광학 정찰위성을 가동해 우크라이나를 침공한 러시아군의 동향을 실시간으로 생중계했다.

위성 무게의 장애를 극복하는 것도 과제다. 광학위성 해상도를 두 배 높이려면 위성은 여덟 배 무거워진다. 카메라 렌즈 부피 때문이다. 대안은 최대한 지구와 가깝게 위성을 띄우는 것이다. 위성 고도를 초저궤도인 200~300km까지 낮추는 연구가 최근 국내에서 시작된 이유다. 자체 연료 없이 200km에 위성을 띄우면 대기 저항 등 때문에 하루 만에 떨어진다. 반면 400km는 1년, 500km는 10년까지 관성 비행을 할 수 있다. 주로 400~600km 사이에 위성을 띄우는 이유는 이 때문이다. KAIST와 세트렉아이 등은 300km 고도에서 고해상도(50cm)로 2년간 정찰 임무를 수행할 광학위성을 제작할 계획이다.



사진을 찍을 때 손이 떨리면 화질이 안 좋아지듯 광학위성도 마찬가지다. 광학위성엔 쿨러(냉장고)가 필요하다. 쿨러가 가동될 때 미세 진동이 생기는데 이걸 없애야 화질이 좋아진다. 이 진동 저감장치는 그동안 미국 나스닥시장 상장사 허니웰에서 전량 수입했다. 지난해 기준 전 세계 우주기업 가운데 가장 많은 1600억 달러를 자본시장에서 조달한 곳이다.

최근 이 진동 저감장치를 오현웅 조선대 교수와 한화시스템 등이 독자 개발해 독일에 역수출했다. 오 교수는 이 밖에 납작한 모양의 전천후 정찰위성 'S-스텝'을 개발 중이다. 질화갈륨(GaN) 반도체 기반 능동위성배열 합성개구레이더(SAR) 안테나를 탑재한 위성이다. 위성용 반도체는 우주 방사선을 견뎌야 하기 때문에 지상 반도체와 다른 특수 설계가 필요하다. 윤석열 정부가 국가 먹거리로 규정한 시스템 반도체 분야에서 성장 잠재력이 큰 분야다. 오 교수는 “SAR 위성의 안테나, 송수신부, 제어장치는 사실 반도체 모듈”이라며 “상업용 로켓을 수시로 발사해 위성 성능 검증 기회를 늘려야 한다”고 말했다.

통신·항법위성 수요도 급증하고 있다. 스페이스X와 원웹이 2030년까지 발사할 소형 통신위성만 약 5만 개에 달한다. 군 관계자는 “전쟁이 나면 광통신이나 유선망은 모두 무용지물이 된다”며 “재밍(전파 교란) 저항력을 가진 통신위성이 절대적으로 필요하다”고 강조했다.

항법위성은 자율주행차, 도심항공모빌리티(UAM)의 필수 인프라다. 인공지능(AI) 기반 빅데이터 분석 기술과 클라우드 인프라가 고도화하면서 항법위성 전성시대가 열리고 있다. 세계 1만여 개 우주기업 가운데 절반가량인 5200여 개가 항법·클라우드 분야 기업이다.



KAIST 인공위성연구소 연구진이 미니 SAR 위성인 차세대 소형 위성 2호를 개발하고 있다. 이 위성은 내년 한국형 발사체 누리호에 실려 우주로 항할 예정이다.

STRONG KOREA FORUM 2022

❖ 우주를 조망한 '스트롱코리아 포럼 2022'

국운을 좌우할 미래 기술 어젠다를 선도해 온 '스트롱코리아 포럼 2022'가 5월 25일 서울 용산 드래곤시티에서 온·오프라인으로 동시에 열렸다. 10주년을 맞은 이번 행사 주제는 '우주경제 빅뱅 : 호모스페이스언의 도전'이다. 첨단 기술기업과 스타트업의 경연장으로 거듭나 '최후의 블루오션'으로 불리는 우주 시장 관련 최신 기술을 조망하는 자리를 마련했다.

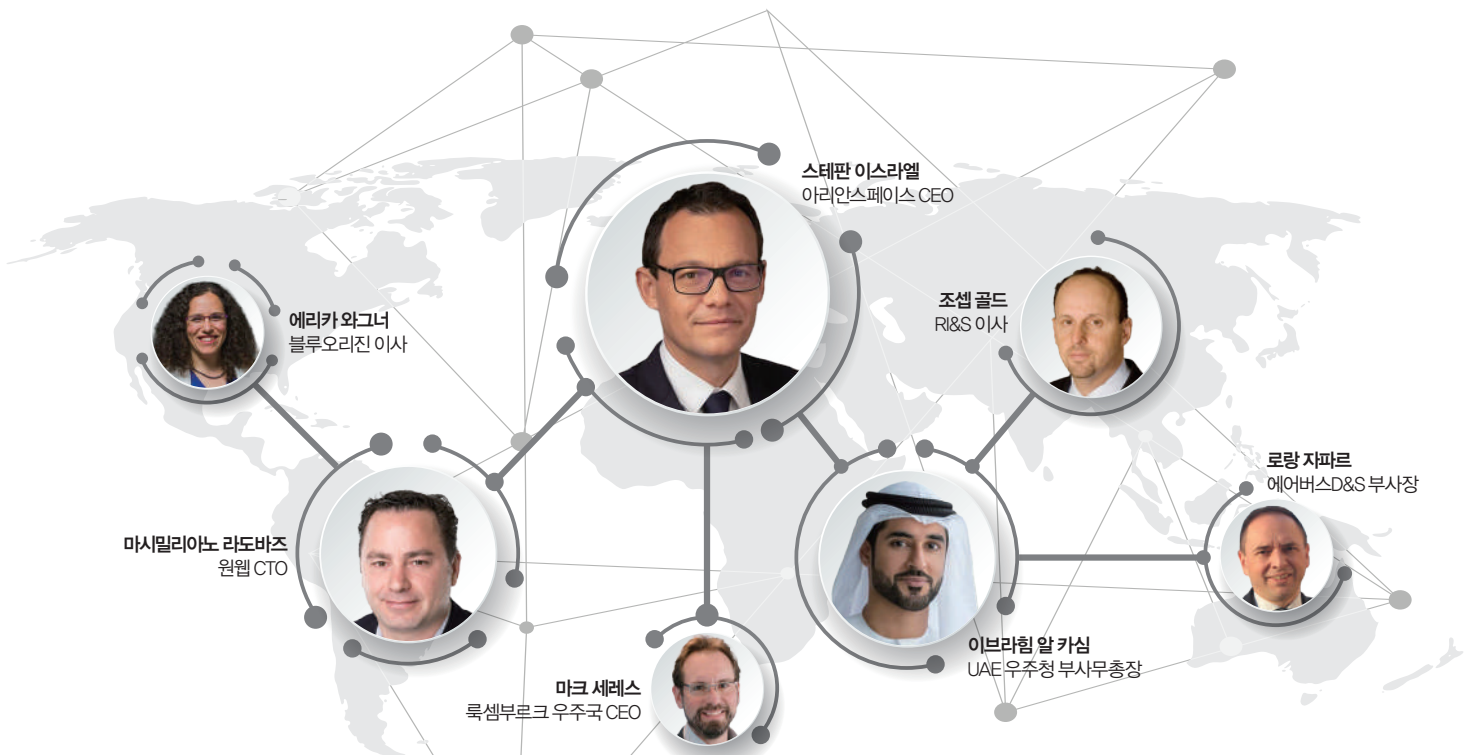
우주발사체(로켓) 관련 업계에서 가장 신뢰도 높은 기술을 보유한 아리안스페이스의 스테판 이스라엘 최고경영자(CEO)가 기조연설에 나섰다. 제프 베이조스 아마존 창업자

의 우주기업 블루오리진에서 시장 개발 업무를 총괄하는 에리카 와그너 이사는 기조세션에서 우주개발 전초기지인 민간 ISS 프로젝트를 소개했다. 세계 최고 권위를 자랑하는 우주기술 연구기관인 매사추세츠공대(MIT) 아폴로 프로그램을 이끄는 올리비에 드 베코 교수가 토론자로 나섰다.

지난해 보잉, 노스럽그루먼을 제치고 세계 2위 방위산업체로 올라선 레이시온테크의 우주사업부(레이시온인텔리전스앤스페이스)의 조셉 골드 인도태평양 총괄이사가 뉴 스페이스 미래에 대해 논했다. 유럽연합(EU) 최대 우주항공 기업 에어버스D&S의 로랑 자파르 부사장과 세계 우주인터넷 프로젝트를 이끌고 있는 원웹의 마시밀리아노 라도바즈 최고기술책임자(CTO)는 '위성 전쟁'을 주제로 발표했다.

떠오르는 우주 강국의 면면을 들여다볼 수 있는 세션도 마련됐다. 세계에서 다섯 번째로 화성 탐사에 성공한 아랍에미리트연합(UAE) 우주청 이브라힘 알 카심 부사무총장, 우주기업에 대한 체계적 지원으로 유명한 룩셈부르크 우주국의 마크 세레스 CEO가 참석했다. 클린트 크로저 아마존웹서비스(AWS) 위성사업 총괄은 우주산업의 핵심 인프라인 클라우드 소프트웨어(SW), 데이터 처리 기술을 소개했다. 한국특허전략개발원과 대한변리사회 소속 전문가는 이런 기술 지식재산권(IP)을 확보해 기업 경쟁력을 올릴 수 있는 방안에 대해 논의했다.

스트롱코리아는 첨단 신기술 개발과 진흥을 위해 한국경제신문이 2002년부터 추진해 오고 있는 캠페인이다. 윤석열 정부가 '초격차'를 목표로 집중 육성하겠다고 밝힌 소형모듈원자로(SMR), 양자컴퓨터, 수소 등 미래 전략기술을 국내 언론 중 가장 먼저 다뤘다.



POPULAR

프런티어



모두의 생필품인 네트워크를 언제나 원활하게! 고려대학교 전기전자공학과 전유빈

네트워크는 명실공히 4차 산업혁명의 핵심 기술 중 하나다. 네트워크가 잘 갖춰져 있어야 로봇과 인공지능이 빅데이터를 원활하게 주고받을 수 있다. 이렇게 중요한 네트워크는 늘 변하는 데이터 트래픽에 맞게 최적의 상태를 유지해야 한다. 그러한 부분에 일조를 한 연구자를 찾아가 보았다.

✍ 이동훈 📷 이승재

고려대 전기전자공학과 박사과정 중인 전유빈 씨는 'AI 기반 자동화된 5G 네트워크 분석 바탕 구조 연구'를 국제 학술대회 논문에 게재해 지난해 '차세대공학리더상'의 연구 및 리더십 분야에서 우수상을 받았다.

박사 과정을 수료할 때까지 학교를 잘 떠나지 않는 대부분의 연구자와는 달리, 그는 명지대 컴퓨터공학과를 조기졸업한 후 신한금융그룹의 IT 회사인 신한DS에서 4년간 백엔드 서버 개발자로 재직했다. 그 후 전공을 바꾸어 현재의 학교에서 5G 네트워크 자동화 연구를 진행하고 있다. 컴퓨터에 관해 가지고 있던 관심이 지금은 모든 컴퓨터를 연결하고 있는 네트워크로 옮겨간 것이다.

그가 몸담고 있는 고려대 전기전자공학과 '모바일 네트워크&통신연구실'(약칭 MNC연구실)은 백상헌 교수 이하 석·박사 학생 27명, 인턴 7명으로 구성돼 있다. 5G·6G 네트워크 연구, 하드웨어 네트워크 장비를 소프트웨어화하는 프로그래머블 스위치 연구, 네트워크를 위한 AI 연구 등을 진행하고 있다. 백 교수의 세심한 지도로 원하는 주제를 구체화해 진행할 뿐만 아니라 선후배로부터 많은 도움도 받을 수 있다. 최근 5G 네트워크가 이슈화되면서 들어오는 학생도 많아졌다.

인공지능을 활용해 네트워크 상태를 최적화

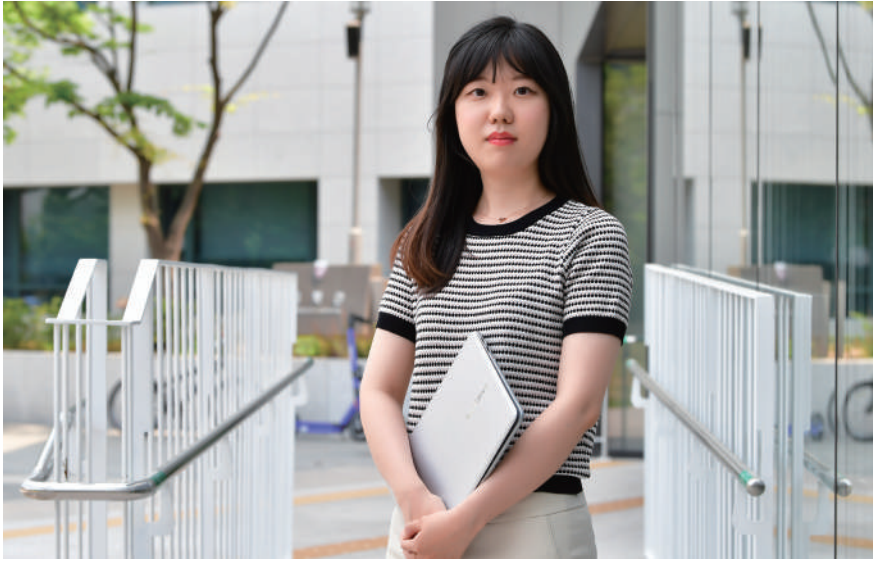
그렇다면 그에게 상을 안겨준 연구 주제인 'AI 기반 자동화된...'는 무엇인가?

최근 인공지능, 머신러닝은 모르는 사람이 없을 정도다. 또한 의료 및 금융 분야 등 다양한 산업에서 활용하고 있다. 이에 5G 네트워크에서도 인공지능을 활용하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 5G 네트워크 분야는 여러 세부 분야로 나뉜다. 전 씨는 5G 네트워크를 관리하는 핵심인 코어 네트워크의 자동화를 연구하고 있다. 4G와 다르게 5G에서는 스마트폰 이외에도 스마트워치, 스마트팩토리, 스마트카 등 많은 분야에서 원활하게 네트워크를 사용할 수 있어야 한다. 이에 많은 장치를 효율적으로 관리하는 방법이 필요하게 됐다.

기존에는 네트워크 운영자가 네트워크 리소스 부하(통신 부하)가 예측되면 수동으로 네트워크 트래픽을 조절했다. 그러나 이는 많은 기기를 관리하는 데 한계가 있다. 그래서 야구장, 콘서트장 등 인구가 밀집된 곳에서 통신이 안 되는 경우 즉각 대처하지 못하는 문제점이 있다. 때문에 5G 네트워크의 자동화 연구가 필요해졌다. AI 기반 자동화된 5G 네트워크 분석 기술은 이러한 네트워크 관리 문제를 자동 분석해 네트워크 스스로 트래픽 등을 조절할 수 있다. 5G 네트워크 자동화는 장치마다 필요로 하는 서비스가 다르기 때문에 머신러닝을 사용해 자동으로 장치가 작동하는 데 필요한 서비스(세션 및 이동성 관리, 과금 정책 등)를 코어에서 분류해 제공해 주는 기술이다. 예를 들어 데이터가 다니는 UPF(User Plane Function) 통로를 필요에 따라 바꾸거나, 한 UPF 통로의 트래픽을 조절해 트래픽 문제를 해결하는 것이다.

5G 네트워크는 2019년 이동통신 서비스를 시작으로 그 적용 범위가 넓어지고 있다. 아직은 초기 단계인 만큼 개척해 나가야 할 산이 많다. 즉, 연구에 필요한 데이터나 타당한 근거를 찾기 어렵다. 이러한 근거를 찾기 위해서는 많은 기업의 도움이 필요하다. 그러나 대부분의 기업도 각종 규제





인해 데이터 등을 공유할 수 없다. 데이터를 제한 없이 공유했다가는 사용자의 사생활이 침해될 수 있으므로 규제가 존재하는 것이다. 제한적인 근거로는 제한적인 연구 결과밖에 낼 수 없기에 이에 대한 해결책이 필요하다는 것이 전 씨의 얘기다.

그가 연구 중인 네트워크 자동화는 꾸준히 발전되고 있다. 2017년 이동통신 시스템 표준화 단체인 3GPP는 네트워크 데이터 분석 기능(Network Data Analysis Function : NWDAF)을 5G 네트워크 자동화 및 지능화를 위한 필수 기능으로 지정하고, 이를 코어 네트워크에 적용시켰다. 그러나 아직 초기 연구인 만큼 표준에서도 구체적인 내용이 정의되지 않았다. 기본 표준 내용을 바탕으로 실제 5G 환경에 네트워크 자동화 기능을 구현해 기능을 검증하고, 더 나아가 표준 확립에 기여하고 싶다는 것이 전 씨의 바람이다. 현재 연구 중인 NWDAF는 6G 네트워크 자동화로 빛을 발할 것이라는 게 그의 예측이다.

상에 걸맞은 연구자가 되고파

그는 이 연구 과제로 차세대공학리더상 면접 때 이런 말을 했다고 한다.

“과거의 노력으로 지금의 면접 자리에 올 수 있었다면, 앞으로의 가능성으로 차세대 공학리더로서 인정받고 싶습니다.”

그 말은 수상 이후의 느낌과도 일맥상통한다. 그는 이상을 과거 및 현재의 자신이 아닌 미래의 자신에게 주는 상으로 생각하고, 그 상에 걸맞은 차세대 공학리더가 될 수 있도록 더 노력하고 싶다고 수상소감을 전했다. 또한 지도교수인 백상현 교수에게도 감사를 표했다. 바쁜 스케줄에도 불구하고 학생들이 마라톤 같은 연구 생활에서 지쳐갈 때 항상 관심을 가져주고 연구를 잘 이어나갈 수 있게 지도해 주어 작은 기회를 큰 성과로 바꿀 수 있었다는 것이다. 전 씨는 석사 과정으로 대학원에

진학했으나 백 교수의 지도 덕택에 박사 과정도 결심했고 차세대공학리더상까지 수상하게 됐다. 연구는 성공보다는 실패가, 기쁨보다는 좌절이 많고 이 때문에 좌절하는 경우도 많다. 그러나 그럴 때에도 지도교수 덕택에 새로운 길을 열고 그 길을 잘 닦을 수 있었다고 한다.

앞으로도 코어 네트워크 연구의 표준화에 기여하고 싶다는 그는 끊임없는 연구 속에서도 겸손함을 잃지 않고 싶다고 말한다. 연구자란 평생 정해지지 않는 문제 속에서 끊임없이 답을 찾아가야 한다. 그러나 한 분야의 지식이 많아질수록 모든 걸 안다는 착각에 쉽게 빠질 수 있다. 그는 그런 유혹을 이겨내고 싶단다.

꿈을 이루는 데는 연령 제한이 없다

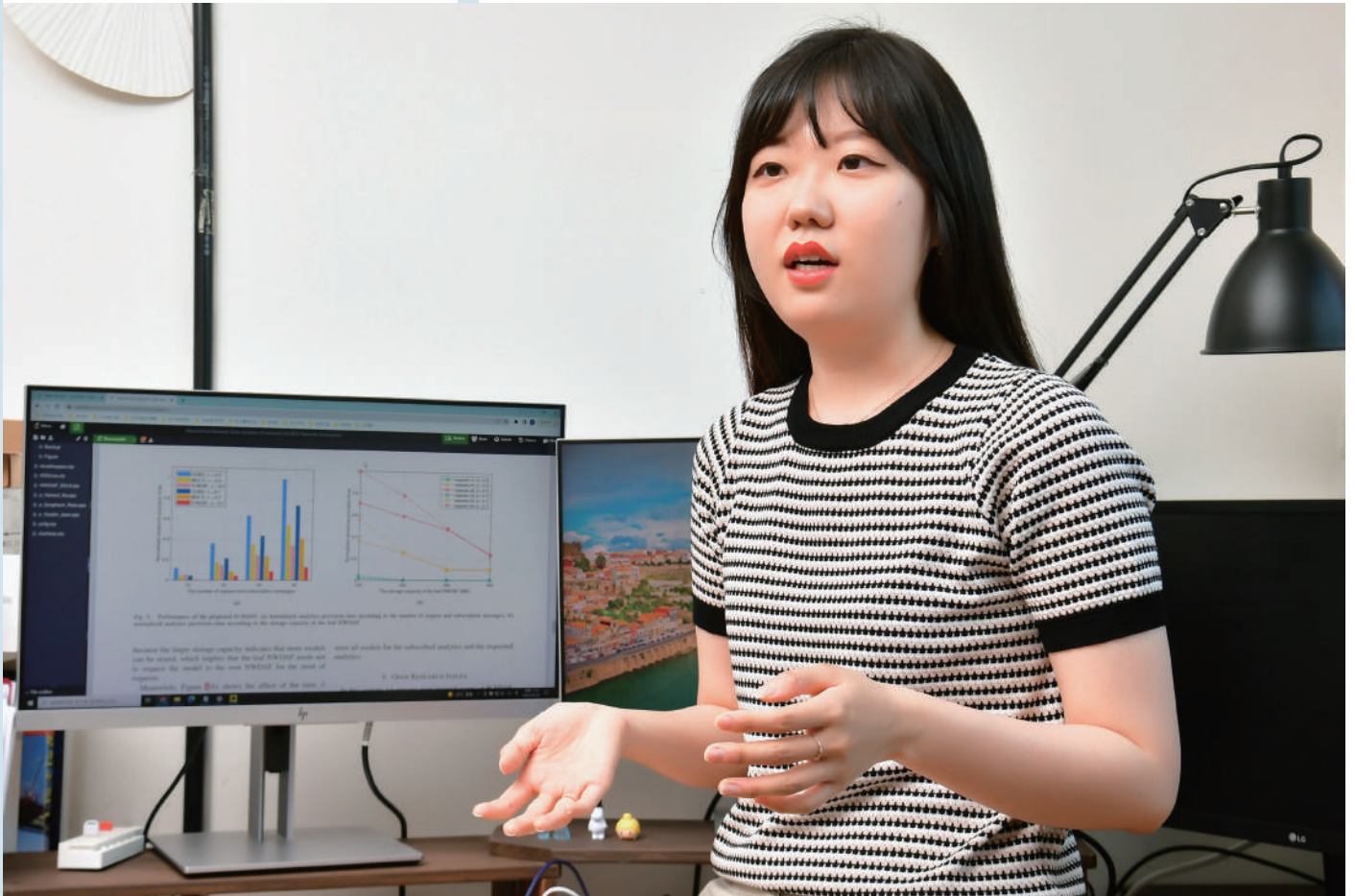
전 씨는 그 외에도 분산컴퓨팅 환경에서 장치의 이동성 예측을 통한 Task Offloading 연구를 통해 국제 학술대회인 2021 International Conference on Information Networking(ICIN)에서 'Best Workshop Paper Award'를 수상했다. 대부분의 모바일 장치는 이동성을 가지고 있기 때문에 이를 예측하고, 장치가 가진 여유 자원을 함께 공유해 자원 낭비를 줄이는 연구다.

또한 그는 공학문화 형성 및 융합을 위한 사회 공헌 R&D 프로젝트 책임연구원으로 활동했다.

“5G 네트워크 자동화는 장치마다 필요로 하는 서비스가 다르기 때문에 머신러닝을 사용해 자동으로 장치에 필요한 서비스(세션 및 이동성 관리, 과금 정책 등)를 코어에서 분류해 제공해 주는 기술이다.

더욱 구체적으로는 데이터가 다니는 UPF(User Plane Function) 통로를 필요에 따라 바꾸거나, 한 UPF 통로의 트래픽을 조절해 트래픽 문제를 해결하는 것이다.”

하게 된다. 그러나 내가 해 보고 싶고, 잘할 수 있는 용기가 있다면 주저하지 말고 일단 앞만 보고 뛰어가다 보면 어느새 내 손에 열매가 가득 쥐어지는 순간이 올 것이다. 이는 중·고등학생뿐만 아니라 대학생 이상 성인에게도 마찬가지다. 전 씨도 회사를 다니다 27세가 돼서 대학원에 가야겠다고



전 씨는 공학과 문화를 뗄 수 없는 관계로 여긴다. 따라서 공학 지식뿐만 아니라 인문학, 교양 등의 지식도 갖추어야 더욱 뛰어난 공학도가 된다고 생각한다. 이 활동은 그러한 취지에서 했다고 한다.

전 씨는 과학기술자의 꿈을 가진 후배들에게 꿈을 이루는 데는 연령 제한이 없음을 강조한다. 나무가 열매를 맺는 시점이 모두 다르듯이 사람마다 성공의 때는 다 다르다. 그때가 아직 오지 않았다면 열심히 노력해도 열매는 고사하고 잎도 잘 나지 않을 수 있다. 그럴 경우 주변에서도 안 된다고 하고, 스스로도 실망하고 빠른 포기를

결심했다. 모두가 너무 늦었다고 할 때 전 씨의 부모님만이 적극적으로 지지해 주었다. 만약 그때도 전을 포기했다면 지금의 전 씨는 없었을 것이다. 20, 30, 40대 중에서 꿈을 제한받는 나이는 없다. 오히려 그동안 공부했던 지식으로 새로운 분야를 더 빠르게 배울 수도 있다. 다른 사람의 말이나 스스로의 생각으로 본인의 가능성을 제한하지 말고 활짝 열린 마음으로 꿈을 펼쳐 나가는 것이 좋다는 게 그의 생각이다.

생필품 된 네트워크에 더 많은 관심과 연구 필요

그 밖에 전 씨는 대학원의 연구환경 개선이 필요하다고 지적했다. 대학 연구실은 기업 연구실에 비해 연구자 간 폐쇄성이 높아 협력을 통한 시너지 효과 창출이 힘들다는 것이다. 기업에 비해 부족한 지원도 문제다.

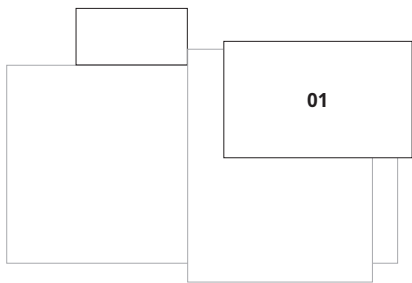
또 네트워크가 우리 생활에 꼭 필요한 존재임을 다시금 강조했다. 그렇게 중요한 네트워크에 관심을 갖고 많은 학생이 지원해 함께 연구해 나가는 것이 그의 바람이다.



휴머노이드 로봇의 꿈을 현실로 서울과학기술대학교 동아리 RnD

우리는 어릴 적부터 여러 매체를 통해 끊임없이 배워 왔다.
미래는 휴머노이드(인간형) 로봇과 인간이 공존하게 될 거라고 말이다.
그러한 미래를 현실로 만들기 위해 노력하는 동아리를 찾아갔다.

✍ 이동훈 📷 김기남



01 직접 만든 로봇들과 함께 포즈를 취한 RnD 회원들

쌍둥이 간에도 세대 차이 느낀다는 요즘이지만, 세대를 초월해 공감을 얻는 것도 있다. 그중 하나가 로봇에 대한 인식일 것이다. 아이나 어른이나 도화지 한 장 주고 로봇을 그려보라면 다들 2족 직립보행형에 2개의 팔과 1개의 머리를 지녔지만 기계로만 이루어진 뭔가를 그려낸다. 다름아닌 휴머노이드(인간형) 로봇이다.

근대적인 로봇 용어와 개념을 처음 세운 카렐 차페크의 희곡 '로숨의 만능 로봇'(1920년 작)을 시작으로 무려 100년 넘게 수많은 SF 작품에서 휴머노이드 로봇만을 출창 보여줬으니 그럴 만도

하다. 정작 우리의 생활 속에서 보이는 로봇의 모양은 휴머노이드와는 아주 거리가 멀지만 말이다(강아지로봇, 청소로봇, 산업용 로봇 등).

사실 휴머노이드 로봇이 그저 창작자의 희망 사항에 불과한 것은 아니다. 나름의 실용적인 부분도 많다. 제대로 만들어질 경우 휴머노이드 로봇은 인간의 생활 환경에 최적화된 로봇이 될 수 있다. 인간의 생활 환경은 인간의 체격과 체형에 최적화돼 있기 때문이다. 과거 화제를 모았던 구조용 로봇 대회인 DARPA 로보틱스 챌린지에 출품된 로봇이 거의 모두 휴머노이드였고, 우승작이었던 우리나라의 휴보 역시 휴머노이드였던 것도 결코 우연이 아니다. 인명구조 장비 역시 인간의 체격과 체형에 최적화돼 있는데, 비휴머노이드 로봇은 그런 장비를 다루기에 매우 불리하기 때문이다.

그런데 그렇게 좋은 휴머노이드 로봇을 왜 우리 주변에서는 보기 어려운가? 만들기가 엄청나게 어려워서다. 인간의 관절에 해당하는 곳에 모두 모터를 박아 주고, 그 많은 모터를 모두 유기적으로 통제 관리해야 하고, 2족 보행까지 안정적으로 가능해야 하니 설계 제작 난도가 높을 수밖에 없다.

그러나 지금 이 순간에도 누군가는 그 어려운 일에 도전하고 있다. 그중에는 서울과학기술대 동아리 RnD도 있다.

휴머노이드 로봇을 좋아하는 이들의 모임

동아리 이름 RnD는 Robotics(로봇공학) and DSP(Digital Signal Processor : 디지털 신호 제어장치, 로봇 제어의 필수장비)의 약자다. 연구개발(Research and Development)의 약자이면서 동시에 로봇 관련 명사의 약자도 되는 작명 센스가 실로 탁월하다. 현재 김영석 지도교수와 김유민 회장(기계시스템디자인공학과 19학번) 이하 9명의 회원으로 구성된 소수정예 동아리다.

이 동아리는 1990년대 후반에 창설됐다. 모두가 휴머노이드 로봇이 필요하다고 하지만, 막상 로봇을 전공하는 학생은 의외로 많지 않다. 휴머노이드 로봇을 좋아하고 전공하고 싶은 학생이 모여 대화할 수 있는 장소, 동시에 대회 수상을 목표로 하는 동아리를 목표로 결성됐다. 그리고 창설 이래 20여 년이 지난 현재까지도 그런 부분을 확실히 충족하고 있다.



3D CAD를 이용해 로봇 전반을 설계한 후, DSP와 프로그래밍을 이용해 로봇을 제작·제어·연구하고 있다. 여기서 만든 휴머노이드 로봇으로 대회에 출전, 여러 가지 미션을 성공리에 수행해 경진대회에서 성과를 얻어왔다. 또한 학생들이 컴퓨터비전, 로봇설계, 회로설계, 설계분석 등 다양한 이론 및 실습을 할 수 있고, 개인의 실력을 향상시킬 수 있는 환경도 있다는 게 자랑거리다. 홈페이지 주소는 cafe.naver.com/snutmd다.

그동안의 주요 수상 내역은 다음과 같다.

❖ 국내 대회

- 2018년 IRC 휴머노이드 로봇 스포츠 대통령상, 한국진흥원장상, 총장상
- 2019년 대전 휴머노이드 로봇 스포츠 대전광역시장상
IRC 휴머노이드 로봇 스포츠 대통령상, 국가기술표준위원장상
- 2020년 IRC 휴머노이드 로봇 스포츠 국가기술표준위원장상
- 2021년 대전 AI 딥러닝 알고리즘대회 조직위원장상
IRC 휴머노이드 로봇 스포츠 대통령상, 한국로봇산업진흥원장상
- IRC : International Robot Contest(국제 로봇 콘테스트)

❖ 국제대회

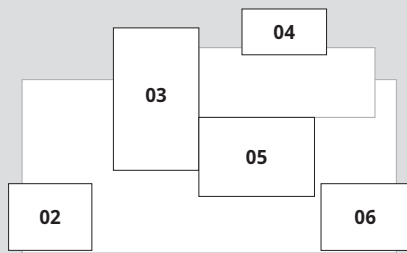
- 2015~16년 ABU 로보콘 한국 국가대표 출전
- 2015~18년 로봇 재팬 댄스 프리스타일 종목 1, 2위
- ABU 로보콘(Robocon) : ABU(Asia & Pacific Broadcasting Union, 아시아태평양 방송연합) 로봇경진대회

예기치 못한 문제를 높은 실력으로 극복

RnD는 IRC 휴머노이드 로봇 스포츠 대회에서 거의 매해 대통령상을 수상해 왔다. 소수정예라는 표현이 아깝지 않다. 다만 2020년 대회에서는 대통령상을 받지 못했다. 김유민 회장은 그때의 충격을 아직도 잊지 못한다.

대회에서 높은 점수에 해당하는 육상경기 미션은 경기장 바닥에 붙어 있는 주행선을 따라 로봇이 주행해 완주해야 한다. 주행선에서 이탈할 경우 실격 처리되기 때문에 중요한 종목이다.

준비 과정은 정말 완벽했다고 한다. 로봇 하드웨어도 주행 중에 큰 흔들림 없이 안정적이었고, 영상처리 알고리즘도 만족스러웠다. 학교에서 여러 번 연습을 하면서 정말 1등을 할 수 있겠다는



- 02 RnD 활동을 통해 강의실에서 배운 로봇 지식을 충분히 실습할 수 있다.
- 03 현 회장 김유민 씨
- 04 다양한 RnD의 로봇들. 매년 국내 및 국제대회에서 상을 휩쓸어온 역전의 용사들이다.
- 05 여기서 만든 로봇들은 다양한 임무를 성공리에 수행했다. 지도교수 이하 정예회원들의 열정과 기술 덕택이다.
- 06 로봇이 주어진 임무를 잘 할 수 있게 하려면 무한한 애정이 필요하다. 작년에 만든 로봇 '나예삐'를 점검하는 회원 박근영 씨

생각을 했다. 대회장에서 할 수 있는 마지막 연습 때에도 주변에서 온통 칭찬뿐이었다. 하지만 경기가 시작된 지 얼마 지나지 않아 로봇은 균일하지 못한 경기장 바닥에 발이 걸려 주행을 이탈하고 말았다.

또한 김 회장이 처음으로 나갔던 경기에서는 경기 도중에 로봇이 넘어져 영상처리 카메라가 달린 프레임이 부서졌다. 순간 모두가 공황에 빠졌다. 뒤에서 선배가 어떻게 하라고 소리쳤다. 그 이야기를 듣고 급하게 임기응변으로 수리해 경기를 잘 마무리했다. 소리 친 선배도 그때 한 말을 나중에 기억하지 못했다. 모두가 크게 놀랐으면서도 머리를 거치지 않고 바로 수리에 필요한 말과 행동이 나왔을 만큼 이들의 숙련도가 높다는 증거이기도 하다.

이론과 실무, 진로 개척을 동시에

회원들은 학교에서 배웠던 전공지식을 실제로 적용시킬 수 있다는 것을 동아리 활동의 가장 큰 장점으로 꼽는다. 수업을 충실히 들어도 아는 것만 많아지지 할 수 있는 것은 의외로 적다. 하지만 RnD 내부 교육을 잘 따라온다면 이론과 실무의 두 마리 토끼를 다 잡을 수 있다.



또한 김 교수가 동아리 활동에 매우 큰 지원을 하고 있다. 매주 김 교수와 미팅을 하면서 현재 진행 상황과 문제 해결에 대한 피드백을 매우 빠르게 얻을 수 있다. 로봇을 만들고 작동시키는 과정에서 크고 작은 문제가 생기면 바로 지도교수와 이야기해 해결책을 구할 수 있다는 것이 큰 장점이자 특색이다. 김 교수는 ㈜로보큐브테크의 대표 이사여서 로봇 제작에 필요한 자금 지원도 비교적 충실하게 받을 수 있다. 작년 대회를 위해 만든 로봇 '나예삐'의 경우 무려 3개월 동안 1200만 원의 제작비와 24개의 모터를 사용했다. 올해도 대회를 위해 6월 완성을 목표로 새로운 로봇을 만들고 있다.

현재는 기계시스템디자인공학과 학생들로만(물론 그렇다고 이 과에서만 회원을 받는다는 뜻은 아니다) 구성되어 있어 내부 네트워크 형성이 잘 돼 있다는 것도 강점이다. 대회 준비 시 관련 지식을 이야기할 때 서로의 말을 이해하는 데 큰 어려움이 없다. 또한 대회 준비에





※영상 및 소리가
자동 재생되니
공공장소에서는
반드시 이어폰을
착용하세요.



RnD의 로봇이
접선을 따라
달리는 육상
경기 장면
영상 바로가기

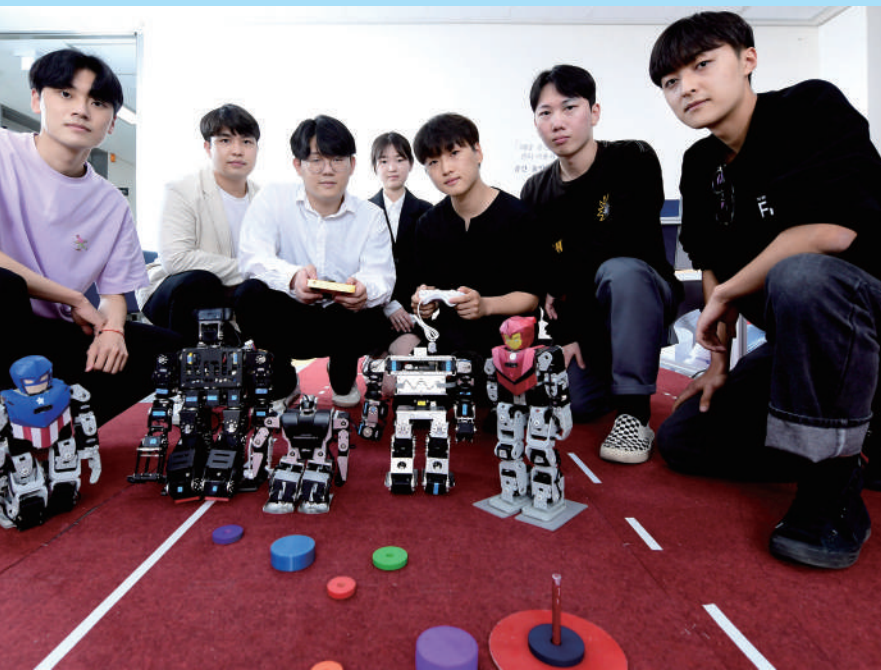
물두하면 학업에 소홀해질 때가 있는데, 그럴 때 선배에게 도움을 받을 수도 있다.

이 때문에 진로 개척에 큰 도움이 되는 동아리이기도 하다. 전공 관련 공부를 하는 데 적합한 여건이 조성돼 있고, 본인의 관심사를 빨리 알아내 그만큼 높은 실력을 먼저 갖출 수 있는 것이다. 로봇을 만드는 과정에서 학구열도 높아진다. 졸업자 중에는 대기업 및 중소기업(특히 로보큐브테크에는 매년 1명 이상은 꼭 입사한다) 등에 취업하기도 하지만, 대학원 진학을 하는 학생도 많다. 이공계 전공을 살리려면 아무래도 대학원을 나오는 편이 유리하고, 이 동아리 활동은

발생하는 문제를 분석하기 위해 영상을 프레임 단위로 쪼개 봐야 한다. 모터 방향의 경우 한 틱 차이로 흐트러지는 로봇 자세를 수정해야 한다. 대회장에 나가서도 제작 시 예상치 못한 문제가 발생할 수 있다. 끈기가 없으면 이런 문제를 극복하기 쉽지 않다. 또한 작은 오차가 누적되면 결국 로봇 시스템 전반의 부조화를 일으킨다. 학번은 높지만 군제대 후에야 RnD에 들어와 처음으로 로봇을 접해 보았다는 김현빈 씨(19학번)도 예전에는 단순하게만 보였던 로봇이 알고 보니 너무나도 복잡하고, 모든 요소가 유기적으로 연결된 시스템인 것을 알고 놀랐다고 한다. 그런 문제를 일으키는 사소한 데이터 하나하나까지 놓치지 않는 꼼꼼함도 필요하다. 이 끈기와 꼼꼼함은 로봇을 향한 열정에서 나온다.

그런 인재를 엄선하기 위해 RnD는 꽤 높은 진입장벽을 자랑한다. 신입 회원은 기계시스템디자인공학과와 기계자동차공학 과에서 주로 선발하는데, 지도교수의 서류전형에서 최종 선발 인원의 3배수 정도만 남기고 걸러낸다. 여기서 합격한 인원은 면접관(기존 회원)과의 다대일 면접을 통해 최종 합격 여부가 결정된다.

우리가 어릴 적부터 늘 꿈꾸어 왔던 휴머노이드 로봇 세상. 그 꿈을 실현할 인재가 되고 싶은 젊은이라면 지금 RnD의 문을 두드려 보자.



대학원을 준비할 수 있는 디딤돌이 돼 준다. 현재 재학 중인 시니어 중에서도 2명은 대학원, 2명은 로봇 관련 기업, 1명은 대기업 취업을 준비하고 있다.

휴머노이드 로봇 시대를 개척하라

회원들은 RnD에서 활동하려면 무조건 끈기부터 갖춰야 한다고 입을 모은다. 마음대로 작동하지 않는 로봇을 수개월에 걸쳐 만들고, 대회까지 사랑으로 대해 주어야 하기 때문이다. 영상처리 과정에서





Ewha Womans University NATURAL HISTORY MUSEUM



신촌의 뜻밖의 과학 명소 이화여대 자연사박물관

여러 대학이 밀집한 젊음의 거리 신촌. 그 한복판에, 그것도 이화여대 구내에 우리나라에서 제일 오래된 자연사박물관이 있다는 사실은 잘 알려져 있지 않다. 개관한 지 무려 반세기가 넘는 이 박물관을 찾아가 보았다.

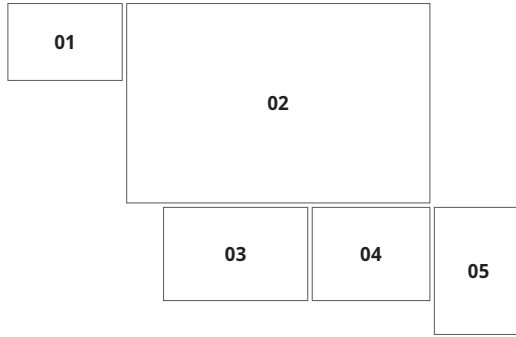
✍ 이동훈(과학칼럼니스트)



※영상 및 소리가 자동 재생되니 공공장소에서는 반드시 이어폰을 착용하세요.



이화여대 자연사박물관 소개 영상 바로가기



- 01** 함께 찾는 우리나라 생물 기획전시실에선 실로 다양한 종류의 생물을 볼 수 있다.
- 02** 이화여대 자연사박물관 정문
- 03** 우리나라 중부지방의 동식물을 재현한 디오라마실
- 04** 상설전시실 일부 사진. 작은 박물관이지만 매우 밀도 있게 전시물을 배치하고 있다.
- 05** 디오라마의 부분 클로즈업. 이 박물관의 전시물은 거의 모두 실제 생물로 만든 표본이라 매우 실감난다.



1969년 11월 20일 설립된 이화여대 자연사박물관은 명실공히 국내에서 제일 오래된 자연사박물관이다. 동식물, 광물, 암석, 화석 표본, 자연 생태계 재현 디오라마, 생태, 전자학습, 영상체험 코너 등 다양한 전시 기법을 통해 도심에서 자연을 쉽게 느낄 수 있다. 또한 수장고에도 귀중한 자연사 표본을 보유해 뒤 연구 자료로 활용하고 있다.

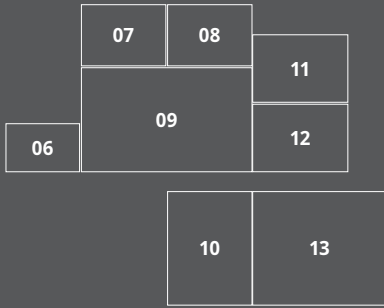
이 학교의 미술대학관과 건물을 공용으로 사용하고 있다. 우선 입구 주위에는 한국 특산식물인 미선나무, 매자나무, 등굴레, 원추리, 비비추 등이 자라는 야생식물원이 있다. 1층은 기념품, 엽서, 도서 등을 판매하는 판매 코너이며, 전시 공간은 4층과 5층이다. 4층에는 디오라마실과 기획전시실, 생태 코너가 있다. 디오라마실은

우리나라 중부지방 늦가을의 숲과 습지, 바닷가의 풍경과 그 속에서 사는 다양한 동식물 표본을 디오라마 기법으로 전시해 놓았다.

시민과 단체의 힘으로 이루어진 기획전시

기획전시실에는 때에 따라 주제가 바뀌는 기획전시가 열린다. 현재는 본 박물관 창립 50주년 기념 기획전시로 ‘함께 찾는 우리나라 생물’이 2020년 2월 7일부터 열리고 있다. 빙하기 동북아 지역 생물의 피난처였던 우리나라는 다양한 생물종을 자랑한다. 그러나 최근 개발과 기후변화의 압박으로 많은 생물이 사라지고 있다. 이로 인해 발생한 생물다양성의 감소는 인간의 삶을 지탱하는 생태계를 위협한다. 따라서 시민의 힘으로 우리나라에 사는 생물종을 최대한 많이 찾아 기록하고 보여주는 것이 이 기획전시의 취지다. 개인과 단체(이화여대 학술동아리 ‘새랑’, 지구사랑 탐사대, 해양동물생태보전연구소, 산호자원은행, 해양미식동물자원 기탁등록보존기관 등)가 촬영해 보낸 우리나라 생물의 사진은 물론이고 멸종위기 생물 사진으로 구성돼 있다. 실제로 보면 전시실 벽을 가득 메운 사진 규모에 압도당할 것이다.





- 06 나비 표본
- 07 스라소니
- 08 귀상어
- 09 복주머니난 균락
- 10 삼엽충 화석
- 11 또다른 기획적인 '자연문화 덕후와 함께하는 우리나라 문화 속 생물 탐험' 우리 전통 족자를 이용한 전시 모습이 이채롭다.
- 12 장미석, 미네랄 석고와 다양한 미네랄 모래가 섞인 중정석이다.
- 13 야외교육 프로그램 모습. 이 박물관도 다양한 교육 프로그램을 운영 중이다.



아직도 빈칸이 많으므로 참여를 원하는 분은 페이스북 그룹 '함께 찾는 우리나라 생물'에 사진과 글을 게시한 후 메일 (biophoto@ehwa.ac.kr)로 사진 원본 파일(300dpi 이상)을 전송하면 된다. 사진 게시글은 증명, 학명, 촬영일, 촬영 장소, 촬영자, 메일 주소, 사진에 대한 이야기(50자 이내)를 갖추면 된다.

현재 '자연문화 덕후와 함께하는 우리나라 문화 속 생물 탐험' 기획전이 열리고 있다. 2021년 9월 6일 시작돼 올 8월 31일 종료된다. 우리나라의 전통 문화예술 속에 나타난 동식물의 모습을 족자를 통해 전시한 흥미로운 콘셉트와 전시 형태가 돋보인다.

다양한 동식물을 만날 수 있는 상설전시

5층의 상설전시실은 식물실, 곤충실, 무척추동물실, 척추동물실 1·2, 지구과학실로 구성돼 있다. 그 외에도 여러 전시 코너가 있으며 다양한 동식물 표본과 화석이 설명, 그림, 사진과 어우러져 전시돼 있다. 또한 복주머니난 균락, 숲속의 곤충, 남해안 바닷속, 바닷가 새를 재현한 4개의 디오라마가 있다.

상설전시실의 각 전시 코너는 다음과 같다.

특산식물 구성나무, 섬초롱꽃, 모데미풀 등 우리나라에서만 볼 수 있는 식물의 표본과 사진





우리나라 희귀곤충 천연기념물인 장수하늘소, 상제나비, 산골뚝나비 등

동남아시아산 곤충 기후와 생태환경이 달라 우리 곤충보다 크고 화려한 곤충이다.

국제보호종 흑두루미, 느시, 황새, 따오기, 팔색조 등이 전시돼 있다.

산호 사실은 동물인 다양한 산호와 산호초 형성 과정을 볼 수 있다.

공룡 공룡의 번성과 멸망 이유를 설명하고 공룡알과 공룡골격 화석, 족적화석, 시조새 화석, 익룡 모형 등이 있다.

과학의 세계를 체험하는 교육 프로그램

다른 박물관이 그렇듯 이곳도 교육프로그램을 충실히 갖추어 놓고 있다.

자연사교실 다양한 실험과 환경보전 교육을 통해 자연 현상의 원리를 이해하고 자연 및 과학에 대한 호기심과 분석적 사고력,

창의력을 함양할 수 있다. 참가대상은 유치원생(7세) 및 초등학생이고 개설 학기는 봄(3~6월), 여름(7~8월), 가을(9~12월), 겨울(1~2월) 등 연 4회다.

자연사박물관을 꿰뚫어라!/Hands on! 상설 기획전시실의 전시물과 연계해 자연사를 탐구하는 교육이다. 참가대상은 초등학생이며 4학기제로 운영된다.

너의 이름을 불러줄게! 환경부 인증 환경교육 프로그램으로 이화여대 교정의 계절별 식물상을 관찰한다. 초등학생과 가족을 대상으로 봄과 가을에 운영된다.

STEAM 아웃리치, 단체교육 프로그램 STEAM은 Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics(과학, 기술, 공학, 미술, 수학)의 약자다. 이들 과목의 요소가 모두 포함된 체험형 융합교육이다. 초등학생~고등학생 단체를 대상으로 총 16가지 프로그램을 운영한다.

그 외에 전문가의 자연사 무료 특강, 실험과 놀이를 결합한 디스커버리, 박물관 협회와 함께하는 KB 박물관 노닐기 등이 있다. 앞서 말했듯이 신촌은 놀기 좋은 젊음의 거리다. 그러나 그 한복판에도 이런 학구적인 장소가 있다. 친구와 연인, 가족과 함께 조금은 특이한 신촌 나들이를 즐기고 싶다면 이화여대 자연사박물관에 들러 보자.

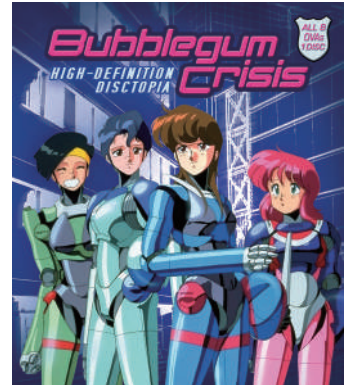


관람정보
 관람시간 오전 10시~오후 4시(월~금), 토요일, 일요일, 공휴일 휴관
 관람료 무료
 단체관람 학생 및 기관은 관람일 일주일 전까지 인터넷 예약 필수
 인터넷 홈페이지 cms.ewha.ac.kr
 전화번호 02-3277-4700
 주소 서울시 서대문구 이화여대길 52

로봇 범죄를 소탕하라 애니메이션 '버블검 크라이시스'

로봇의 대중화는 무작정 편안하고 소비지향적이지는 않다.
새로운 식구인 로봇이 일으킬 새로운 문제에 대해서도 대비해야 한다.
로봇 시대가 눈앞에 다가오고 있는 지금,
무려 30여 년 전에 그런 문제를 예견한 작품을 만나보자.

✍ 이동훈(과학칼럼니스트)



'버블검 크라이시스'는 실로 '아는 사람만 아는' 컬트적인 인기를 끌고 있는 작품이다. 원작자 스즈키 도시미치,

총감독 아키야마 가쓰히토의 지휘 아래 1987년부터 1991년까지 OVA(Original Video Animation, TV 및 극장을 통한 방영을 염두에 두지 않고, 저장매체 판매만을 위해 만들어진 애니메이션) 8개화가 처음 만들어졌다. OVA이기 때문에 대중적인 인지도는 떨어졌지만 1991년 속편 격인 '버블검 크래쉬'가 OVA로 나왔고, 1998년에는 '버블검 크라이시스 도쿄 2040'이라는 제목으로 TVA로 리메이크돼 드디어 안방극장에 입성했다. 그 외에도 세계관을 공유하는 스피노프 작품인 'AD 폴리스' '패러사이트 돌즈' 등이 OVA로 나오기도 했다. 리메이크작은 내용이 영판 달라져 버린 부분도 많은지라 이 지면에서는 1987~1991년 나온 OVA만을 다루도록 하겠다.

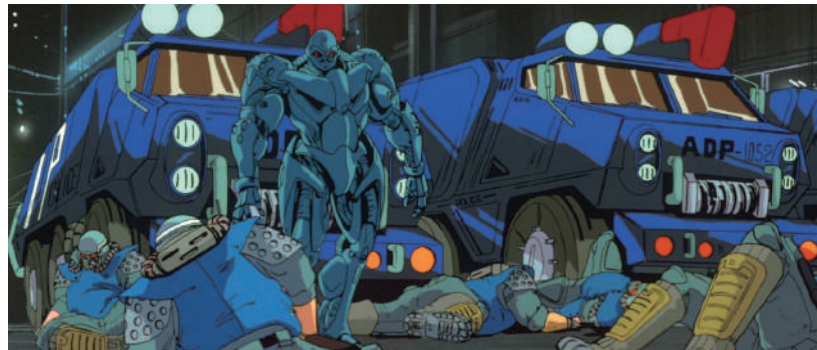
이 작품의 배경은 서기 2032~2033년의 도쿄다. 게놈사에서 개발한 인간형 로봇인 부머(Boomer)는 사람과 동일한 외형에 인공지능, 그리고 엄청난 힘까지 갖추고 있다. 부머는 여러 범죄에 악용돼 물의를 빚기도 한다. 도쿄 시에서는 부머 범죄 전담 경찰조직인 AD 폴리스까지 만들어 대처하지만 역부족이다. 결국 시민들은 외골격 강화복 '하드 슈트'로 무장한 여성 용병집단

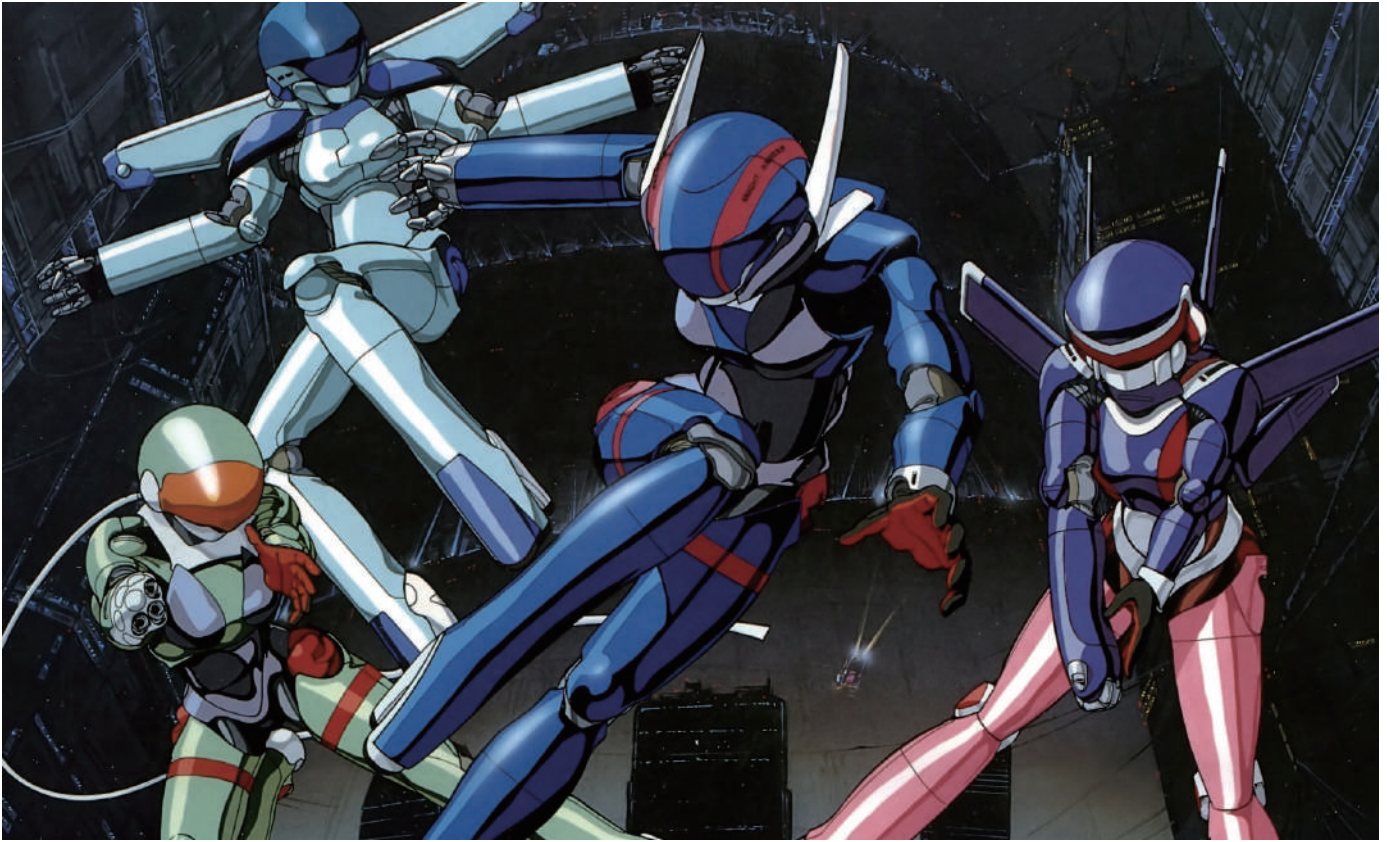
'나이트 세이버즈'에 돈을 내고 부머 범죄의 해결과 시민 보호를 요청한다. 옴니버스식으로 펼쳐지는 나이트 세이버즈와 부머 간의 싸움이 작품의 주된 내용이다.

작품을 보면 지금으로부터 벌써 30여 년 전이 된 제작 당시의 시대 분위기가 강하게 느껴진다. 당장 제목만 봐도 당대의 일본 경제를 일컬었던 '버블경제'가 바로 연상된다. 일본이 사상 최대의 호황을 누리면서 세계 제1의 경제대국 자리까지 넘보던 시대였다. 그래서일까, 작품의 지리적 배경은 일본이지만 그 속의 생활 모습은 너무나도 미국적이다. 심지어 주인공 중에는 실리아 스타링레이(사카키바라 요시코 분), 네네 로마노바(히라마쓰 아키코 분) 등 분명한 서양인 이름을 지닌 캐릭터도 있다. AD 폴리스의 경찰서장 토도(사토 마사하루 분)와 그의 조카 리사 바네트(히사카와 아야 분) 등은 아예 외모까지 완전한 흑인이다. 또한 '블레이드 러너' '터미네이터' '로보캡' '배트맨' 등 여러 미국제 유명 SF물이나 히어로물의 잔영도 엿볼 수 있다.

하지만 극의 줄거리나 설정은 개연성이 매우 떨어진다. 부머는 인공지능과 확장 능력까지 갖춘 초자연적인 기계 생명체처럼 묘사되고 있다. 그 부머를 더 강한 힘으로 진압하는 나이트 세이버즈 역시 어디서 그런 힘을 얻었는지 제대로 묘사돼 있지 않다. 그런 빈약함을 화려한 볼거리(특히 액션, 음악 등)로 때우려는 점, 그리고 거기에 오래도록 열광하는 팬들이 있다는 점 때문에 이 작품의 인기는 컬트적이라고 할 수 있다.

범죄를 저지르고 경찰까지 마음대로 제압한 부머, 장차 로봇 범죄에 대한 대처 방안을 자문하지 않을 수 없다.





주인공 나이트 세이버즈는 외골격 강화복을 입고 부머들의 범죄에 맞서 싸운다.

작품 속 로봇 범죄가 던지는 의문들

참으로 기묘하게도, 일본의 버블경제는 이 작품의 마지막 화가 나온 시점인 1991년에 꺼져 버렸다. 그리고 작품 속 시점을 딱 10년 남겨 놓은 현재, 일본은 '잃어버린 30년'을 논하고 있다. 작품 속에 묘사된 휘황찬란한 2032년은 오지 않을지 모른다. 그러나 로봇의 대량 보급만큼은 반드시 이루어질 것이다. 특히 일본은 저출산 고령화에 시달리는 국가이며, 뛰어난 로봇 기술 또한 갖고 있기 때문이다. 그러한 현실에서는 작품과 마찬가지로 다양한 로봇 범죄가 일어날 수 있다. 그리고 '그러한 로봇 범죄에 대해 어떻게 대처해야 할 것인가?' 하는 묵직한 물음도 이 작품에 숨겨져 있다.

모든 도구는 범죄에 악용될 가능성이 있다. 사람이 직접 타지 않아 범행 시 범죄자의 피해 가능성이 적은 로봇이라면, 강력한 범죄(자살폭탄 테러 등)에 악용하고자 하는 유혹을 더욱 강하게 느낄 것이다. 작품에 묘사된 로봇 범죄도 그 이면에는 로봇을 프로그래밍하고 조종하는 인간(또는 그에 준하는 성능의 인공지능)이 반드시 있었다.

때문에 로봇 자체에 대한 처벌(로봇의 물리적·전자적 해체, 또는 로봇 작동에 필요한 자원의 차단 등) 및 로봇 제조사에 대한 처벌(결함 있는 제품을 만든 데 대한 민형사상 책임 부여)은 대중요법에 지나지 않을 수 있다. 또한 로봇 개발에도 악영향을 미칠 수 있다.

그보다는 로봇에게 범행을 지시한 인간을 반드시 찾아내 책임을 묻는 쪽이 더욱 효과가 높다. 물론 극중 나오듯이 인간에 준하는 성능을 지닌 인공지능, 즉 인간과 같은 육구와 의지, 창의력과 사고능력을 갖춘 강인공지능이 로봇에게 범행을 지시할 수도 있겠지만, 이는 현재의 기술 수준을 고려하면 아직 먼 미래의 일이다. 때문에 로봇에 의한 범죄를 예방하고

만약의 경우 수사를 쉽게 하기 위해 로봇에 입력되는 모든 명령과 그 명령자를 기록하는 기기의 설치가 의무화될 수도 있다. 다만 이것도 일각에서는 로봇 사용자의 사생활 침해라며 반발할 수도 있다. 부당한 사용자가 해킹으로 로봇의 통제권을 가로채 범죄를 저지르지 말란 법도 없다. 이 경우 범인을 잡아내기는 더욱 어려워질 것이다.

또한 아무런 범죄 의도가 없어도 로봇이 오동작이나 고장으로 인명을 살상하고 재산을 파괴하는 사건이 벌어질 수도 있다. 로봇의 운용 중 트롤리 딜레마 상황이 발생되고, 그 결과 로봇이 인명과 재산에 피해를 입히는 일이 있을 수도 있다. 로봇이라는 새로운 식구를 인간사회에 들여오면서 이러한 상황은 갈수록 현실이 돼가고 있다. 우리가 법치국가를 자부하는 한 모든 사건은 법률에 의거해 해결을 보아야 한다. 기술의 발전만 중시하고 그에 관련된 문화와 법규, 철학의 정비를 소홀히 했다가 큰 낭패를 본 역사 속의 사례를 반복해서는 안 될 것이다.



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 053-718-8251, '이달의 신기술' 담당 김은아 기자

R&D 관련 구인 및 구직



(주)싸인텔레콤(signtelecom.com)
R&D 사업관리 및 기술인증
행정업무(신입 혹은 경력 1명)

- **담당 업무** : 국책 연구과제 수행 관련 행정 업무, R&D 제안(수행 계획, 완료 보고 등) 업무, 연구개발 동향 조사 및 자료 수집, NEP, NET 조달우수, KC 등 정부인증 관련 행정 업무, 제품 공인 인증, 성능평가 수행관리
- **응모자격 및 우대사항** : 경력, 학사 이상(공학 계열), 동종 업계 기술연구 및 인증 관련 근무 경력자, 개발 관련 학과 전공자, 특히 담당 업무 경력자, 문서작성 능력 우수자(PPT, 한글), 인근 거주자 우대
- **근무 형태** : 정규직(수습 3개월)
- **근무처** : 경기 파주시
- **모집 기간** : 7월 29일까지(채용 마감)
- **문의** : 02-3439-0033



(주)에스에프에이(sfa.co.kr)
R&D센터 연구원 모집

- **담당 업무** : 스마트팩토리 솔루션 개발 (빅데이터 Back-end)
- **응모자격 및 우대사항** : 데이터 환경에서 Java, JavaScript, Python 등 3년 이상 백엔드(Back-end) 개발 경력자 (Hadoop, Spark 기반 대용량 데이터 분산 처리, kafka·NiFi·Spark Streaming 처리, Anomaly Detection 플랫폼 개발), 학사 이상(석박사 기간은 경력으로 인정), 반도체, 디스플레이 등 하이테크 산업 EES(SPC, RMS, FDC) 부문 개발 경력자(제조 장비 빅데이터의 EDS 및 백엔드 개발 경험), 빅데이터 에코시스템 구축, 운용 경력자(Hadoop, 클라우드, 네트워크 설계 및 구축 경험자) 우대
- **근무 형태** : 정규직
- **근무처** : 경기 화성시(동탄)
- **모집 기간** : 7월 20일까지
- **문의 및 접수** : SFA 채용 홈페이지 (recruit.sfa.co.kr/sfa/)



두산에너지빌리티(doosanheavy.com)
가스터빈 R&D 경력직 채용
(가스터빈 연소기)

- **담당 업무** : 중형 수소터빈 개발 및 수 소터빈 연소시험 수행, 수소·NG 연소 기 구조설계, 연소기 시험 RIG 설계 및 시험·평가
- **응모자격 및 우대사항** : 학사 이상(기계·항공 및 기타 유관 전공), 연소기 구조 및 기계 설계 경험, 터보기기 연 소 성능시험 및 평가 경험, 2D 및 3D 설계 역량
- **근무 형태** : 정규직
- **근무처** : 경남 창원시 성산구
- **모집 기간** : 6월 6일까지
- **문의 및 접수** : 두산그룹 채용사이트 커리어두산(career.doosan.com)



(주)미니게이트(minigate.net)
백엔드 R&D, 개발자 채용

- **담당 업무** : 메타버스(Metabus) 기반 교육 플랫폼 개발, 스프링(Spring) 기반 Java Back-end 애플리케이션 & 관리 시스템, Java Back-end Gateway API, Database
- **응모자격 및 우대사항** : 자바 기반 애플리케이션 개발 경력 최소 3년 이상, Spring-framework(Spring, Springboot) 개발 경험 및 이해(필수), 유닉스(Unix) 기반 플랫폼 & 웹서비스 개발 경험, RDBMS(MySQL, Oracle, MSSQL) 연 동 개발, RESTful API 설계 및 개발, Version 관리 시스템(Git, CI)
- **근무 형태** : 정규직(수습 3개월)
- **근무처** : 서울 강남구
- **모집 기간** : 7월 14일까지
- **문의** : 02-3448-1540(hr@minigate.net)

Quiz.

'연금술사란 뜻으로, 그리스 시대에 철로 금을 만들려던 연금술사의 도전적 노력이 비록 금을 만드는 데는 실패했으나 이 과정에서 황산, 질산 등을 발견해 결과적으로 현대 화학의 기초를 마련한 것에서 명칭을 착안한 ○○○○ 프로젝트는 해결 기술이 존재하지 않고 실패 가능성이 높은 초고난도 기술 개발에 도전해 미래 산업에 필요한 핵심 원천 기술 확보에 도전하는 사업이다. 이렇듯 성공 가능성은 낮지만 미래 세대를 위한 난제에 도전하는 장기 프로젝트로 10~20년 후 산업의 판도를 바꿀 핵심 원천 기술 개발을 통해 미래 신산업·신시장 창출 및 기술 주도권 확보를 목표로 진행되는 프로젝트는 무일까요?



※ 퀴즈 정답은 eco_news@naver.com으로 보내주세요. 독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다. 주소 불명 등으로 반송 시 재발송하지 않습니다.

104호 정답 및 당첨자 엔데믹

이동익, 한동연, 김다혜, 구호은, 양선호



손목보호 마우스패드 고속 무선충전기

글로벌 기술강국으로의 도약 “국제 기술 협력을 지원합니다”

산업통상자원부 해외기술협력거점



KEIT 미국(실리콘밸리) 거점

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



KEIT 독일(베를린) 거점

담당자 박효준
E-mail biojun@keit.re.kr
Tel (Office) +49-30-8891-7390



KORIL 이스라엘 거점

담당자 최정민
E-mail ena@koril.org
Tel 02-6009-8245,
(텔아비브Office) +972-54-345-1013



KIAT 미국(워싱턴D.C) 거점

담당자 김은정
E-mail ejkim@kiat.or.kr
Tel : (Office) +1-703-337-0950



KIAT 벨기에(브뤼셀) 거점

담당자 강주석
E-mail kangjs@kiat.or.kr
Tel (Office) +32- (0)2-431-0591



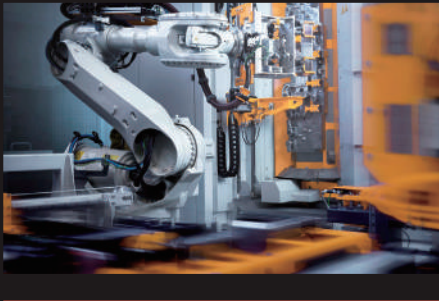
KIAT베트남(하노이) 거점

담당자 이재민
E-mail jmlee@kiat.or.kr
Tel (Office) +84-24-7308-2020

INDUSTRIAL TECHNOLOGY

NEWS

June >



산업기술 혁신 이끌 28개 신기술, 15개 신제품 탄생

문의처 국가기술표준원 인증산업진흥과
043-870-5509

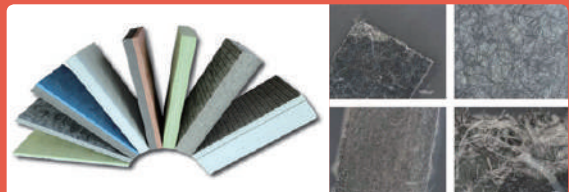
'이달의 신기술'은 여러분의 의견에 항상 귀 기울이고 있습니다. 관심 있는 콘텐츠, 사업화에 유망하다고 생각 하는 신기술을 비롯해 추가됐으면 하는 내용, 바라는 점 등이 있다면 많은 참여 바랍니다.

eco_news12@keit.re.kr / 053-718-8251

위성위치확인시스템(GPS)을 사용할 수 없는 환경에서도 무인항공기를 운항할 수 있는 전파항법 기술과 수입대체 효과가 기대되는 치과 신경치료 충전재 등 산업기술 혁신을 이끌 28개 신기술과 15개 신제품이 탄생했다. 산업통상자원부 국가기술표준원은 5월 18일 '2022년 제1회 신기술(NET)·신제품(NEP) 인증서 수여식'을 개최하고 43개의 혁신적인 신기술과 신제품에 인증을 부여했다. 신기술 인증에는 총 146개 기술이 신청했으며, 3단계 심사를 거쳐 28개(인증률 19%) 혁신 기술이 인증을 받았다. 특히 지상전파(5GHz 주파수 대역) 송출 방식을 활용해 GPS를 사용할 수 없는 상황에서도 무인항공기를 운항할 수 있는 기술이 정보통신 분야 신기술로 선정됐다. 더불어 저온 식품의 보관·유통 중 부적절한 온도 노출 여부를 사용자가 직접 확인할 수 있는 온도 변화 스티커 제조 기술이 화학·생명 분야 신기술로 뽑혔다.



신제품 인증은 총 132개의 신청 제품에 대한 체계적인 심사를 통해 혁신성을 바탕으로 해외 시장 개척이 기대되는 15개 제품(인증률 11%)을 선정했다. 특히 치과 신경치료 시 사용하는 임시 충전 재료 미생물막 제거 기능이 향상돼 수입대체 효과가 기대되는 젤 타입 근관첨약체가 화학·생명 분야 신제품으로 선정됐다. 더불어 재활용이 어려웠던 면섬유 폐기물을 활용해 기존 목재 패널을 대체하고 환경문제를 해결할 수 있는 재활용 섬유 패널이 건설·환경 분야 신제품으로 선정됐다.



한편, 이상훈 국가기술표준원장은 인증서 수여식에서 "에너지와 원자재 가격 상승 등으로 어려워진 경제 여건을 조기에 극복할 수 있도록 인증 기업이 국내 시장을 넘어 해외 시장 개척에 적극적으로 나서달라"면서 "우리 기업의 혁신적인 기술이 조기에 상용화하고 새로운 제품이 세계 시장에 널리 진출하고 일자리 창출에도 기여할 수 있도록 적극적으로 지원하겠다"고 말했다.

NEW TECHNOLOGY OF THE MONTH

JUNE 2022



정기구독 안내

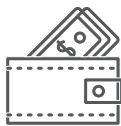
산업통상자원부 산하 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원,
한국공학한림원 등 R&D 대표기관 및 최고 권위인 공학기술자단체가 공동으로 발행하는
<이달의 신기술>



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



02-360-4859



50,000원 (연간)



네이버쇼핑에서 '이달의 신기술' 검색



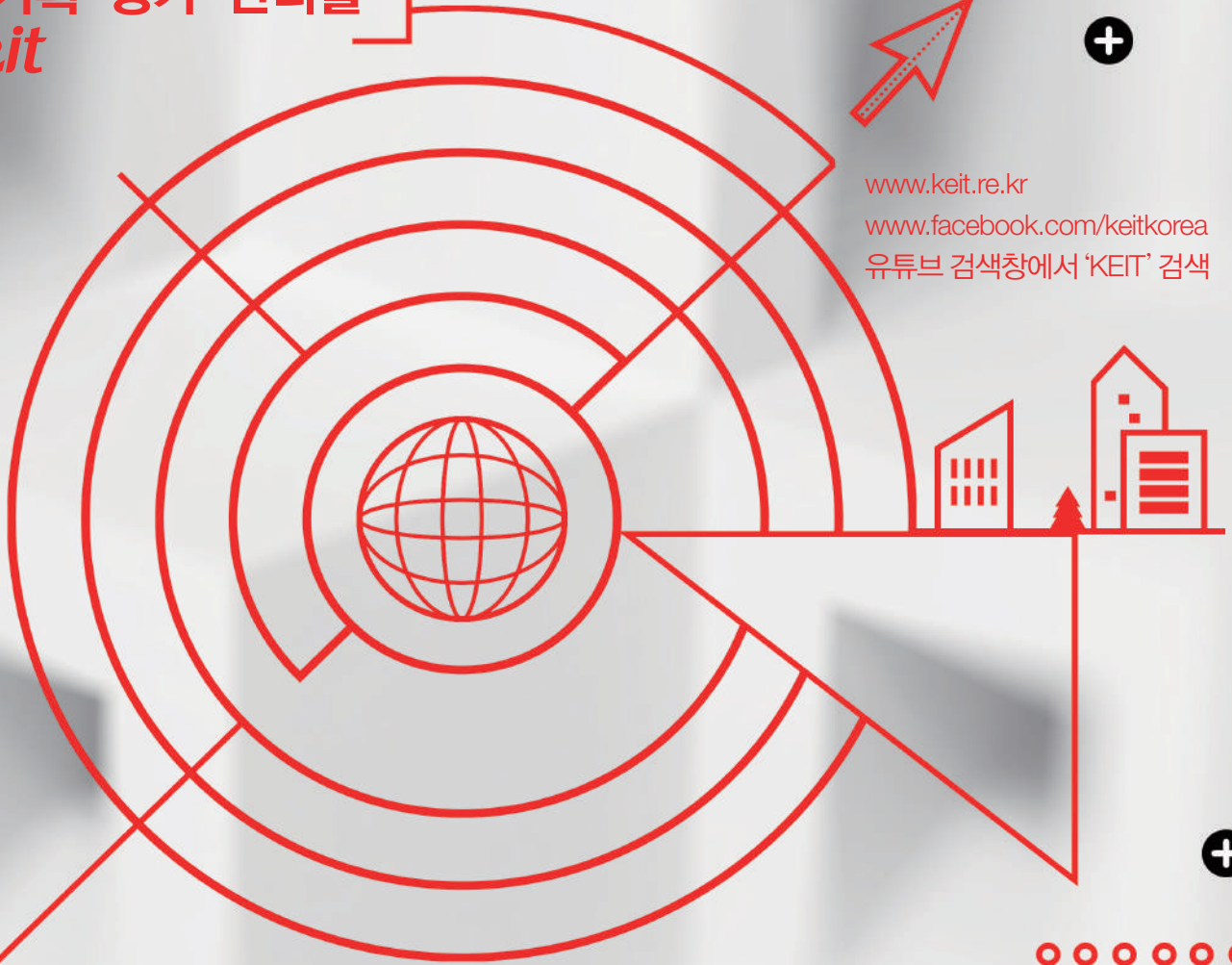
chojh@hankyung.com



투명하고 전문적인
산업기술 기획·평가·관리를
이끄는 *Keit*



www.keit.re.kr
www.facebook.com/keitkorea
유튜브 검색창에서 'KEIT' 검색



**“국민을 위한
따뜻한 기술개발로 국민 행복을
만들어 가겠습니다”**



Keit 한국산업기술평가관리원
Korea Evaluation Institute of Industrial Technology