

DIGITAL
HUMANITY

2021 ETRI
TECHNOLOGY
REPORT

DIGITAL
HUMANITY

2021 ETRI
TECHNOLOGY
REPORT

DIGITAL HUMANITY

2021 ETRI Technology Report

변화를 넘어

변혁의 리더를

꿈 꾸 다

인공지능, 빅데이터, 클라우드, 차세대 이동통신 등
새로운 산업의 물결은 빠르게 움직이고,
우리는 어제보다 더 나은 삶을 맞이하며 살아갑니다.

ETRI는 산업의 변화에 휩쓸리지 않고 혁신을 주도할 수 있는
탈바꿈의 주체가 될 수 있도록 고민합니다.

창조적인 연구와 온전한 기술 발전 방향으로
국민을 위한 변혁의 시대를 열어갑니다.

변화를 넘어

변혁의 리더를

꿈꾸다

인공지능, 빅데이터, 클라우드, 차세대 이동통신 등
새로운 산업의 물결은 빠르게 움직이고,
우리는 어제보다 더 나은 삶을 맞이하며 살아갑니다.

ETRI는 산업의 변화에 휩쓸리지 않고 혁신을 주도할 수 있는
탈바꿈의 주체가 될 수 있도록 고민합니다.

창조적인 연구와 온전한 기술 발전 방향으로
국민을 위한 변혁의 시대를 열어갑니다.





그동안 산업 발전 시대의 핵심 가치가 '성장'이었다면,
앞으로 실현해 나갈 국가 지능화의 핵심 가치는 '인류애'입니다.

영화 속에서 등장하면 로봇이 우리 일상을 돕고,
국민 생활의 안전을 책임지는 디지털트윈,
비접촉 기술은 한실투 다기왔습니다.

기술 성장을 넘어 사람 중심의 가치로 향하는
ETRI의 노력은 멈추지 않습니다.

성장의 가치를
넘어

사람 중심의
가치로

향 하 다

그동안 산업 발전 시대의 핵심 가치가 '성장'이었다면,
앞으로 실현해 나갈 국가 지능화의 핵심 가치는 '인류애'입니다.

영화 속에서 등장하던 로봇이 우리 일상을 돕고,
국민 생활의 안전을 책임지는 디지털트윈,
비접촉 기술은 현실로 다가왔습니다.

기술 성장을 넘어 사람 중심의 가치로 향하는
ETRI의 노력은 멈추지 않습니다.



발간사

President's Message

현재 우리는 '제4차 산업혁명'이라는 대변혁의 시대에 살고 있습니다. 이러한 변혁은 '디지털 탈바꿈(Transformation)' 시대, '정보화 시대의 제2차 시기'라고도 불립니다. 그러나 핵심기술은 정보통신기술(ICT)입니다. ABCI로 대표되는 인공지능(A), 빅데이터(B), 클라우드(C), 그리고 사물인터넷(I)은 모두 ICT입니다.

이 때문에 국가 ICT 연구개발의 총괄책임을 맡고 있는 우리 연구원의 어깨가 더욱 무겁습니다. ICT는 제조, 국방, 의료, 문화, 교육, 농·축·수산업 등 사회 전반에 걸쳐 혁신의 도구로써 산업의 구조를 지능화시켜 나가고 있을 뿐만 아니라 인구절벽, 기후변화, 그리고 코로나19 대유행병 등 국민의 생활문제를 해결해 나갈 것입니다. 이러한 국가적 소명을 실현하기 위해 2,600여 명의 ETRI 임직원은 '국가 지능화 종합연구기관'의 일원으로서 투철한 연구윤리 의식과 열정으로 연구에 매진하고 있습니다.

ETRI는 지능정보사회의 기반 기술개발을 통해 세계적 기술경쟁력을 확보하여 국가혁신성장을 지원하려 합니다. 아울러 ICT 기반으로 국민이 안심하고 신뢰하는 안전한 사회환경 조성에도 공헌하겠습니다. 또한, 사람 중심의 디지털 사회 실현을 위한 '따뜻한' ICT를 개발하여 '배려'하는 정신이 넘쳐나는 국가 실현에도 기여하고자 합니다.

안전한 환경(E), 성숙한 사회(S), 그리고 투명하고 공정한 생활(G)을 위해 ETRI는 부단히 연구개발하고 있습니다. 국민으로부터 사랑받고 국가로부터 신뢰받으며 고객들로부터 인정받는 연구원이 되겠습니다.

ETRI가 우리나라를 넘어 전 세계로 뻗어 나갈 수 있도록 국민 여러분의 많은 성원과 조언을 부탁드립니다. 우리 연구진은 국민의 기대를 바탕으로 국내외 전문가들과 손잡고 국가와 인류의 미래를 선도하는 국제적인 연구소로 자리매김함으로써 국민께 보답하겠습니다. 세계인의 멋진 동반자(Smart Partner)가 되겠습니다.

고맙습니다.

한국전자통신연구원 원장

김명준

ETRI는 ESG 경영추진체계를 완성하고
대한민국을 AI 강국으로
만들기 위한 ICT 개발에 집중하며,
10년 내 10여 개의 세계적인
연구그룹이 탄생할 수 있도록
노력하겠습니다.



연혁

History of ETRI



1976.12.30.

한국전기기기시험연구소(KERTI)

전기 분야의 연구와 시험 등을 위해 설립

한국전자기술연구소(KIET)

반도체, 컴퓨터 등

전자 분야 전문 연구를 위해 설립

1976.12.31.

한국전자통신연구소(KECRI 설립)

통신기술의 연구개발을 위해 설립

ETRI 역사의 출발점인 3개 연구소 (전자, 통신, 전기 분야) 설립

1976.12.30.

한국전기기기시험연구소(Korea Electric Research and Testing Institute : KERTI) 설립

1976.12.30.

한국전자기술연구소(Korea Institute of Electronics Technology : KIET) 설립

1976.12.31.

한국전자통신연구소(Korea Electronics & Communications Research Institute : KECRI)설립, KIST 부설

1977.12.10.

한국통신기술연구소(KTRI)

KIST 부설 한국전자통신연구소(1976.12.31. 설립)가 통신 분야 전문 연구소로 독립

1977.12.10.

특정연구기관육성법에 따라 KIST 부설 한국전자통신연구소가 한국통신기술연구소 (Korea Telecommunications Research Institute : KTRI)로 독립

1981.01.20.

한국전기통신연구소(KETRI)

정부의 출연연구기관 통폐합 방침에 따라 한국통신기술연구소와 한국전기기기 시험연구소가 통합되어 출범

한국전기통신연구소로 통합

1981.01.20.

과학기술처의 '연구개발체제 정비와 운영개선 방안'에 따른 정부의 출연연구기관 통폐합안 시행에 따라 한국통신기술연구소와 한국전기기기시험연구소가 한국전기통신 연구소(Korea Electrotechnology and Telecommunications Research Institute : KETRI)로 통합



1985.03.26.

한국전자통신연구소(ETRI)

한국전기통신연구소와 한국전자기술연구소가 통합되어 정보통신 전문 연구기관으로 발족

한국전자통신연구소 출범

1985.03.26.

세계적인 정보화 추세에 맞춰 통신과 전자 분야의 통합 필요성이 제기됨에 따라 한국전기통신연구소와 한국전자기술연구소가 통합되어 한국전자통신연구소(Electronics and Telecommunications Research Institute : ETRI) 출범



1996.01.01.

시스템공학연구소(SERI)

1967년 6월 KIST 전자계산실로 출발한 KIST 부설 시스템공학연구소가 1996년 1월 1일 ETRI 부설로 이관, 1998년 5월 25일 ETRI 에 통합

KIST 부설 시스템공학연구소가 ETRI 부설로 이관

1996.01.01.

1967년 6월 27일에 한국과학기술연구소 (KIST) 전자계산실로 출발한 KIST 부설 시스템공학연구소(System Engineering Research Institute : SERI)의 주관부처가 과학기술처에서 정보통신부로 변경됨에 따라 1996년 1월 1일 ETRI 부설 기관으로 이관

1998.05.25.

ETRI에 흡수 통합



1997.01.31.

한국전자통신연구원(ETRI)

전기통신기본법에 따라 한국전자통신연구원으로 명칭 변경

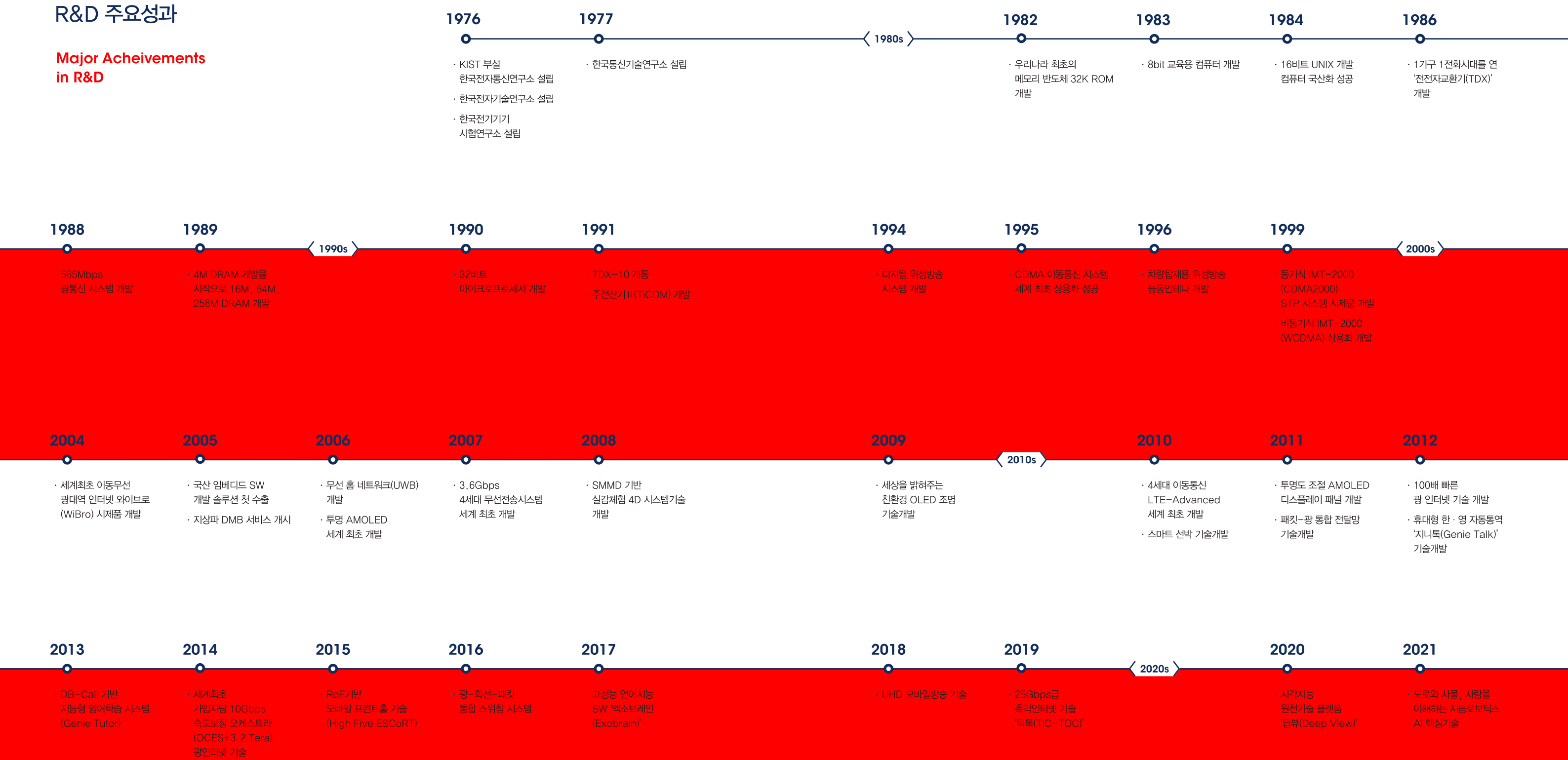
한국전자통신연구원으로 명칭 변경

1997.01.31.

전기통신법 개정에 따라 한국전자통신연구소가 한국전자통신연구원으로 명칭 변경

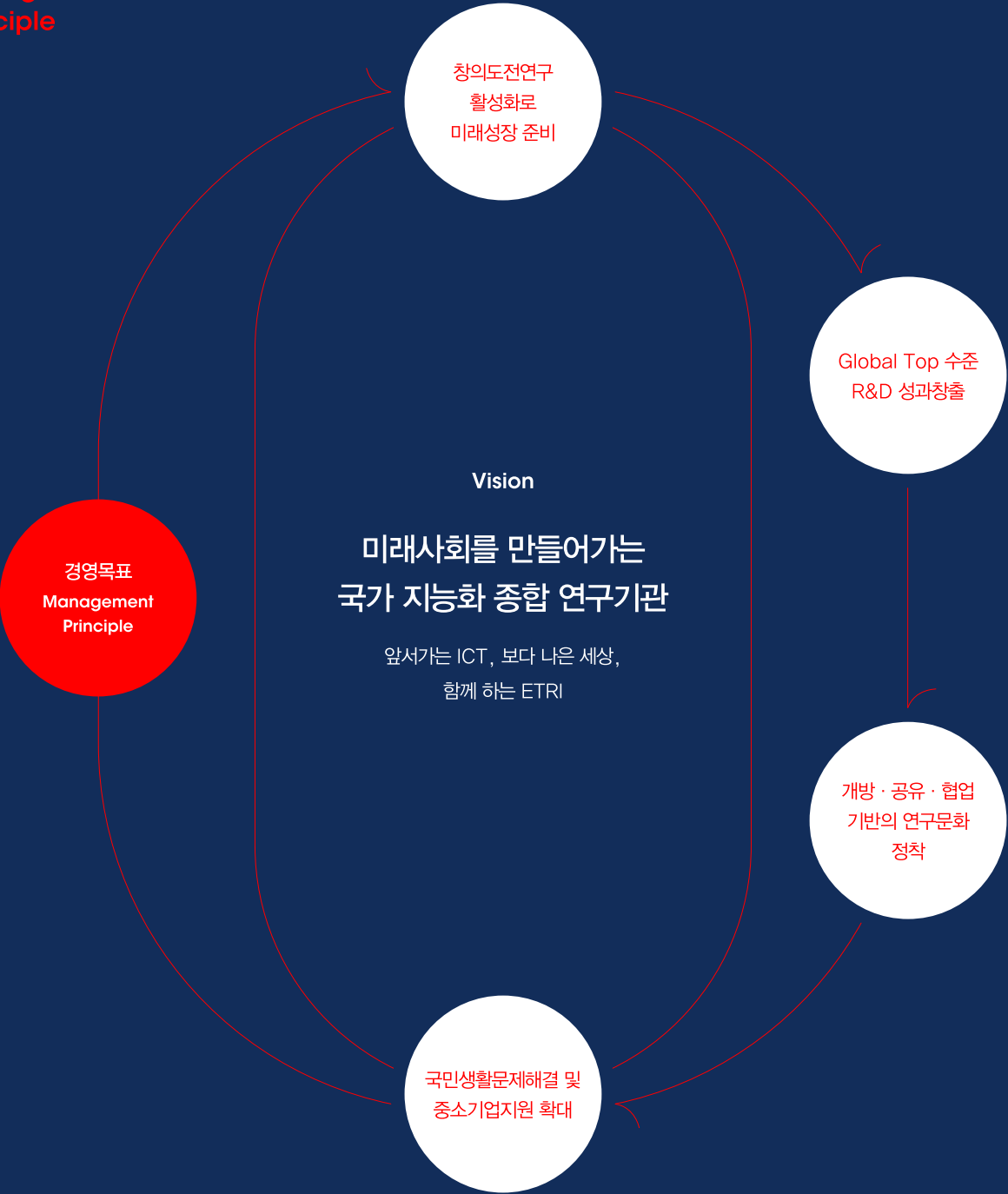
R&D 주요성과

Major Acheivements
in R&D



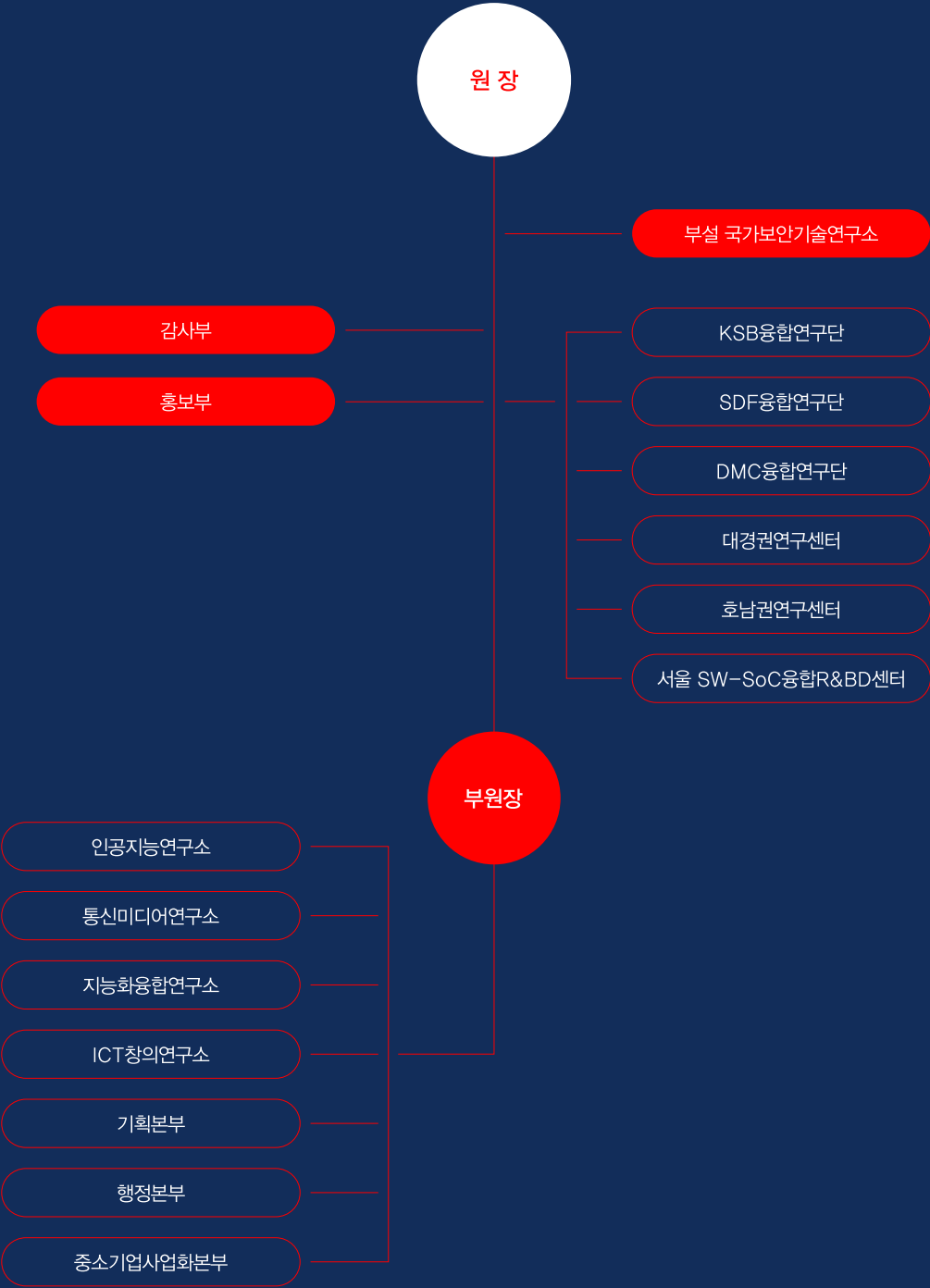
비전 및 경영목표

Vision &
Management
Principle



조직도

Organization
Chart



I

주요연구분야

인공지능연구소
Artificial Intelligence
Research Laboratory

22

ICT창의연구소
ICT Creative Research
Laboratory

42

융합연구단 및 지역센터
Convergence Research Dept. &
Regional Research Center

62

통신미디어연구소
Telecommunications &
Media Research Laboratory

32

지능화융합연구소
Intelligent Convergence
Research Laboratory

52

운전석 없는 자율주행차, 이동 수단의 새로운 가치를 열다



영상 바로보기 ▶

지능로보틱스 기술

ETRI 연구진이 중소기업이 만든 전기차에 고성능 인공지능 SW를 탑재해 운전대가 없는 자율주행차를 개발하는 데 성공했다. 이는 ETRI가 AI를 대표하는 정부출연연구기관으로서 맞춤형 교통 서비스와 교통약자를 위한 공공 서비스 시장의 문을 활짝 열었다는데 큰 의미가 있다. 공공 R&D를 통해 개인의 이동 자율성 보장 서비스를 구축하는 것, 이는 이동 수단의 새로운 가치를 꽃 피울 씨앗이 될 것이다.



미국자동차기술회(SAE, Society of Automotive Engineers)의 자율주행 기준에 따르면 자율주행차의 발전단계는 레벨 0에서 레벨 5까지 총 6단계로 나뉜다. 운전자가 직접 운전하고 자동차를 제어하는 단계(레벨 0), 1개 이상의 자동제어기능을 갖춘 단계(레벨 1), 2개 이상의 자동제어기능을 갖춘 단계(레벨 2), 대부분 운전기능을 자동으로 수행하되 필요하면 운전자가 개입하는 단계(레벨 3), 정해진 시간과 장소에서는 100% 자율주행하고 운전자는 목적지만 입력하는 단계(레벨 4)이다. 현재 상용화된 자율주행 기술은 아직 운전석이 남아있거나 필요할 때 운전자의 개입이 이뤄지는 2~3단계에 머무르고 있다. 반면, ETRI는 운전석이 필요 없는 차를 구현할 기술을 개발하면서 자율주행 4단계 시대를 위한 준비를 마쳤다. 연구진이 개발한 자율주행차의 이름은 오토비(AutoVe)다. 자율주행(Autonomous Driving)의 의미에 이동체(Vehicle)를 합성한 이름으로 운전자가 없는 진정한 자율주행 기술을 상징한다.

사용자 편의를 위해 ETRI가 만든 세계 최고 수준의 인공지능 기반 음성 명령 인터페이스 기술도 탑재했다. 셔틀 서비스는 연구원 민원동에 주차된 오토비를 모바일 기기로 호출하면서 시작된다. 다가온 오토비에 탑승을 하고 “하이 오토비 7 연구동으로 가자!”라고 말하면 음성을 인식해 목적지로 나아간다. 탑승자는 운전할 필요가 없어 자유롭게 원하는 활동이 가능하다. 이 밖에도 ‘정지’, ‘회피’ 등 원하는 명령을 내려 차량을 제어할 수 있다.

오토비는 연구원 내에서 안전 규정에 따라 25km 제한 속도를 준수하며 이동한다. 탑승 예약은 고객이 방문하는 민원동의 키오스크로 가능하며 QR코드로 오토비의 실시간 위치를 확인할 수 있다. 운행은 오전 10시부터 오후 5시까지 연구원의 주요 연구동을 지나는 노선으로 이뤄진다. 비신호 교차로나 보행자 횡단보도, 정지 차량 등 매번 다르게 펼쳐지는 상황에도 안전하고 똑똑하게 운행한다.

연구진이 오토비에 적용한 고성능 AI 알고리즘은 카메라와 라이다 센서에서 얻은 정보를 실시간으로 처리하여 주변 교통환경과 객체를 인식하고 스스로 주행 경로를 만들어낸다. 센서 정보를 원격지와 통신하며 처리하는 방식보다 훨씬 효율적이다.

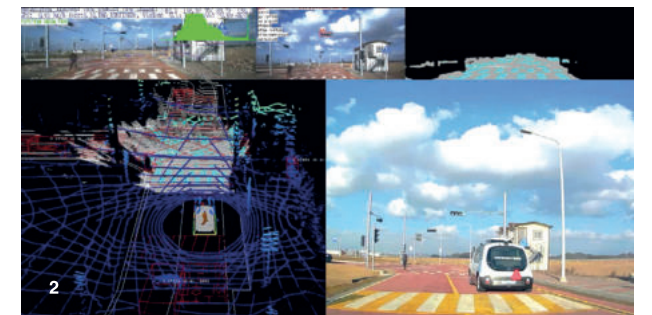
오토비는 주변과 끊임없이 대화하면서 나아간다. 연구진은 데이터 분배 인프라 기술을 활용해 여러 센서를 원내 곳곳에 설치해 오토비에게 사각지대 및 공사 구간 등 실시간 안전 정보를 원격에서 전송한다. 차량 자체 정보와 더불어 확장된 상황 인식으로 더욱 안전하게 자율주행을 수행하는 셈이다.

또한, 오토비 내부 창가에 설치한 투명 OLED 디스플레이에는

ETRI가 개발한 AR 실감 가이드 기술을 탑재하고, 사용자에게 8K VR 실시간 방송콘텐츠를 스트리밍하는 단말을 제공한다. 이로써 탑승자는 실시간으로 차량 정보와 3차원 공간과 연동되는 콘텐츠를 받거나 8K급 고화질 360도 VR 방송을 즐기며 지루하지 않게 이동할 수 있다.

연구진이 개발한 기술은 차가 없거나 운전을 하지 못하는 상황에서도 편안하게 목적지까지 이동하면서 실시간 초실감 콘텐츠를 제공하는 플랫폼 서비스로 수송과 배송 등 다양한 활용이 이뤄질 것으로 전망된다.

1. ETRI 연구진이 개발한 자율주행 셔틀버스 '오토비' 내 투명 OLED 디스플레이로 AR 실감 가이드 기술을 시연하는 모습
2. ETRI 연구진이 개발한 자율주행 셔틀버스 '오토비'가 실시간으로 주행 상황 정보를 인식하고 있는 모습



ICT로 따뜻한 복지를 실현하다

고령인을 위한 착용형 보행 보조 기술

‘사람’ 중심 ICT를 목표로 국민 삶의 질을 높이는 연구가 화두다. 사회 구성원 모두에게 R&D 혜택은 치우침 없이 받아야 하기 때문이다. 이러한 흐름에 따라 ETRI는 ‘국민 중심’ 연구를 대폭 확대하고, 사회문제를 해결하는 기술개발에 박차를 가하고 있다.

최근 ETRI는 근육에서 발생하는 근 활성 신호에 기반하여 전기자극을 주어 착용자가 원하는 대로 관절을 움직이게 하는 보행 보조 기술을 개발했다. 원하는 근육 위치에 전극으로 구성된 패치를 붙이고 활동하면 시스템이 사용자의 동작 의도를 파악한 뒤, 자연스럽게 동작을 제어해 자유도가 높고 편안한 활동을 할 수 있다.

우리 몸의 근육은 작은 양의 전류만 줘도 수축하기에 전기를 통해 인위적인 근육의 수축을 유발할 수 있다. 저주파자극기, EMS(Electrical muscle stimulation) 장비, 물리치료기 등이 이러한 원리를 이용한 제품들이다.

기존의 전기자극을 이용한 근육 강화 및 근수축 방식 제품들은 작동 시간과 패턴 등이 이미 프로그래밍 된 대로만 작동한다. 이는 전기자극이 인가되는 동안 사용자의 자발적인 의도와 전기자극에 의한 결과를 구분하는 기술이 없었기 때문이고, 이로 인해 사용자 의도 파악 없이 반복적인 전기자극만 가능해 효과적인 활용에 한계가 있었다. 연구진은 전기자극 인가 여부에 관계없이 근육 신호로부터 실시간으로 사용자의 의도를 알아내는 기술을 개발하여 사용자별로 적합한 미세한 전기 신호(5~35mA)를 근육에 주어 사용자의 동작 의도에 맞춰

한국은 10년 이내에 65세 이상 노인 인구 비율이 20%가 넘는 국가가 된다. 고령화는 경제적 성장동력의 저하, 산업구조의 변화, 재정부담의 증가, 정책 우선순위에서 갈등을 유발한다. 이러한 사회적 흐름에 따라 ETRI는 고령인들의 활동성을 높여 건강한 생활을 돕는 기술을 개발했다. 이로써 걷기, 계단 오르기 등 특정 동작에 국한되지 않고 모든 신체활동에 적용할 수 있어 고령인의 근감소증이나 재활인의 활동, 보행장애 개선에 큰 도움이 될 전망이다.

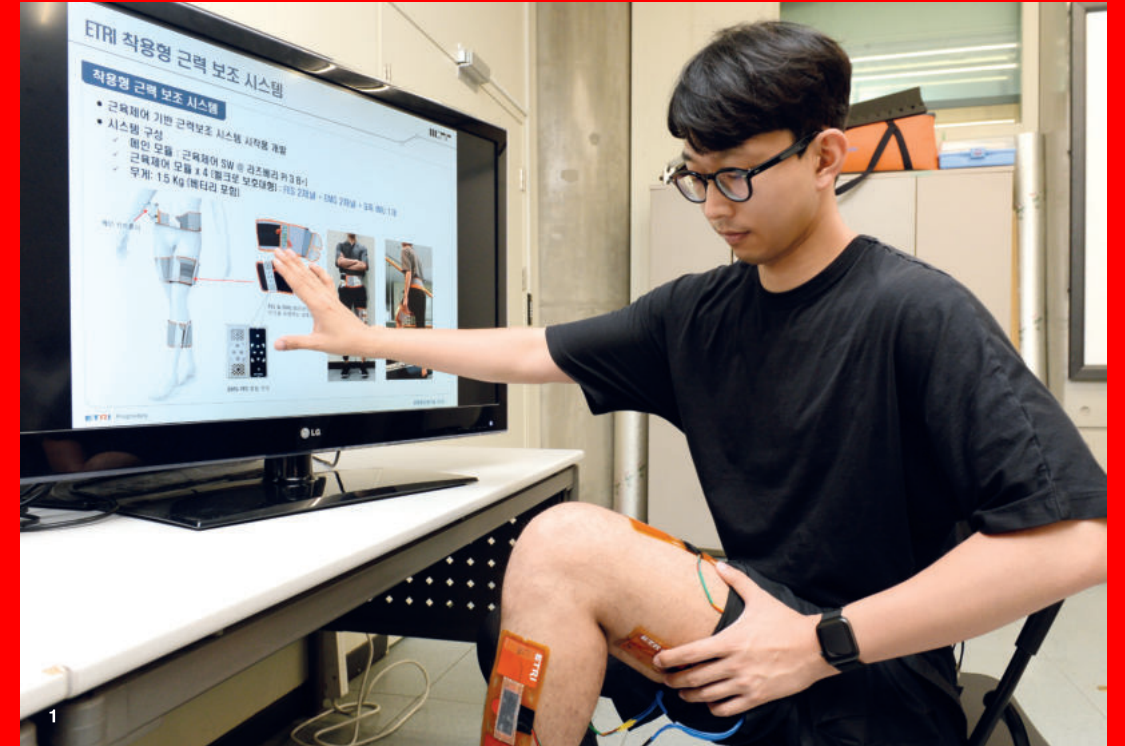
운동을 보조할 수 있는 기술을 개발했다. 사용자가 움직일 때 근육에서 발생하는 신호에서 관절 방향, 동작 세기를 파악하는 동시에 전기 자극으로 근육의 수축을 제어하는 방식이다.

즉, 신체에서 실시간으로 측정되는 복잡한 근육의 활성 신호로부터 빠르게 동작 의도를 감지한 뒤, 그에 맞는 전기 신호를 보냄으로써 정밀하면서도 자연스러운 보행 등 운동을 보조하는 셈이다. 연구진은 신체활동 보조 효과를 알아보기 위해 고령인을 대상으로 하지 근육 8곳에 시스템을 부착한 뒤, 삼육대학교와 위탁연구를 통해 보행 기능 개선을 위한 탐색 임상 시험을 2년간 진행했다.

실험 결과, 걷거나 계단을 오를 때 신체기능 평가 점수가 향상되었고 근육 사용률이나 활동에 필요한 에너지가 줄었음을 알 수 있었다. 아울러, 보행 속도 증가, 근육량 증가, 지면 반발력이 뚜렷해지면서 보행이 더욱 정상화되는 개선 효과가 있었다.

현재는 원하는 위치에 부착할 수 있는 전극이 선으로 연결되어 있지만, 향후 상용화 시 무선으로도 가능하다. 무게 또한 배터리를 포함해 약 950g으로 매우 가볍고 패치도 레깅스를 입어 가릴 수 있을 정도로 부피가 크지 않아 착용에 부담이 없다.

이로써 고령인들의 활동성을 높여 건강한 생활을 돕는 것은 물론, 재활이나 근육 강화를 위한 헬스 및 홈트레이닝 등 다양한 분야에 활용될 것으로 전망된다.



1. ETRI 정준영 연구원이 보행 보조 시스템을 착용하고 점검하고 있는 모습
2. ETRI 착용형 보행 보조 시스템의 실시간 근활성기반 근육 제어 알고리즘
3. ETRI 착용형 보행 보조 시스템의 구성 부품

고령자 데이터 구축으로 홈서비스 로봇 구현 앞장



영상 바로보기 ▶

고령자 돕는 로봇에 특화된 기술과 데이터

2026년에는 서울 시민 5명 중 1명 이상이 고령 인구인 '초고령 사회'로 진입할 것으로 예측된다. 이러한 사회적 흐름에 따라 ETRI는 로봇 환경에서 고령자의 일상 행동을 인식하는 연구를 위한 3차원 영상 데이터셋(DataSet)을 홈페이지를 통해 공개했다. 이로써 고령자에 특화된 데이터로 고령자를 위한 홈서비스 로봇 개발에 탄력이 붙게 되었다.



UN에서는 65세 이상 인구 비중이 전체인구의 7% 이상일 때 고령화 사회, 14%를 넘을 때는 고령 사회, 20%를 넘을 경우 초고령 사회로 분류한다. 일본과 영국은 이미 초고령 사회로 진입한 가운데, 한국과 미국은 2020년대 중반과 후반에 초고령 사회로 진입할 것으로 예상된다. 이처럼 주요 선진국을 중심으로 이른바 실버세대의 비중이 더욱 늘어나는 추세다.

이로 인해 실버세대의 경제 활동을 촉진하기 위한 다양한 시도가 등장하고 있다. 특히, 고령 인구를 대상으로 한 ICT 관련분야 기술과 산업이 많은 관심을 받고 있다. 이러한 사회적 흐름에 따라 ETRI에서도 사회문제를 극복하기 위한 연구가 활발하다.

특히, 제4차 산업혁명의 시대에 발맞춰 고령화 시대 사회문제를 극복하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 고령자케어 로봇 연구를 위해서는 로봇의 관점에서 고령자를 촬영한 데이터가 꼭 필요하다. 하지만 로봇 연구에 적합하면서도 사람의 일상 행동을 인식하기 위한 데이터가 매우 부족한 실정이다. 특히 고령자에 특화된 데이터는 전무해 연구에 어려움이 있었다.

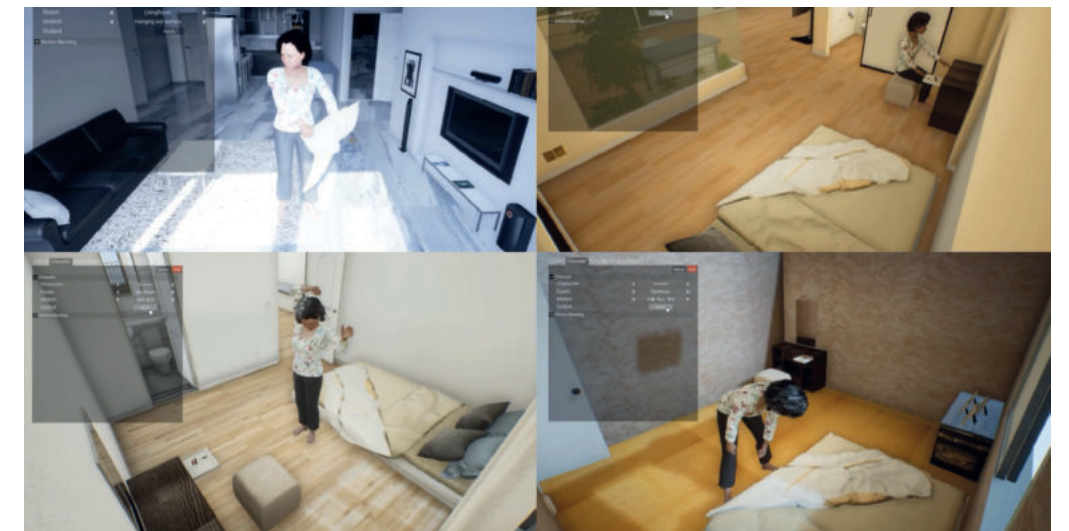
ETRI는 지난 2017년부터 고령자케어 로봇을 위한 행동 인식 연구를 진행하며 다양한 환경에서 데이터를 구축해왔다. 지난해 11월에는 주거 환경을 모사한 아파트 테스트 베드 환경에서 100명의 참가자와 함께 데이터를 마련기도 했다. 당시 ETRI는 55가지 일상 행

동이 포함된 3차원 영상 112,620개를 확보, 세계 최대 규모의 3D 영상 데이터셋(ETRI-Activity3D)을 공개했다.

연구진의 노력으로 얻어진 고품질 데이터는 협약을 맺고 국내외 다수 기업, 학교, 연구소 등에 연구목적으로 제공된다. 실제 지난해 공개한 데이터는 연구목적용으로 국내 대기업, 대학 등 30여 개 기관, 해외 연구소, 대학 등 10여 개 기관과 협약을 맺는 등 다양한 활용이 이뤄졌다.

ETRI는 이외에도 로봇의 비언어적 상호작용 행위를 학습하기 위한 데이터와 핵심 기술들도 오픈소스 형태로 공개하고 있다. 현재까지 연구진이 개발한 주요 기술은 ▲고령자의 일상 행동을 인식하는 기술 ▲얼굴 특징, 의상 스타일 등 고령자의 외형특징을 인식하는 기술 ▲고령자의 소지품을 인식하는 기술 ▲고령자와의 상호작용 행위를 로봇이 스스로 생성하는 기술 ▲고령자에 특화된 음성인식 기술 등 총 13개의 로봇 인공지능 기술이다.

향후 연구진은 고령자를 포함한 사회적 약자의 가사 활동에 도움을 주기 위하여 정리정돈, 청소, 식사 준비, 심부름 등의 일상생활 지원 서비스에 필요한 로봇 기술을 개발해 나갈 계획이다. 머지않은 미래에는 고령자에게 실질적인 도움을 줄 수 있는 로봇이 우리 삶 가까이 와있길 기대해본다.



고령자 일상행동
가상 데이터 샘플 모습

인간과 인공지능의 교감시대를 만들어가는 도전

언어 인공지능 기술



영상 바로보기

데뷔를 하며, 실로 손에 땀을 쥐게 하는 퀴즈 대결을
사업화 17년 만에 선보인 인공지능 퀴즈 프로그램이 국내시장 잠식을 막는

주요연구분야

인공지능연구소

ETRI가 개발한 엑소브레인 기술이
장학퀴즈 왕중왕전에 출전해
우승을 결정짓는 모습



현재의 인공지능 서비스는 단순히 문서를 찾아주는 웹 검색 기능이
나 단답형으로 응답하는 수준에 그치고 있다. 이러한 기술적 한계를
극복하고자 ETRI는 혁신성장동력 프로젝트인 '엑소브레인 사업'을
통해 최첨단 언어 인공지능 기술을 상용화하는 데 성공했다.

그 결과 지난 7월, ETRI는 위키백과 및 법령 등 문어체를 주로 이
해하는 기존 언어분석 기술을 확장해 사람의 대화 분석오류를 최대
41% 개선하고, 정확하게 이해할 수 있는 구어체 언어분석 기술을
관련 사이트에 공개했다. ETRI가 개발한 '엑소브레인(Exobrain)'은 현
재 '한컴오피스 2020'에 탑재되는 등 이미 상용화가 이뤄진 기술로
▲언어분석 기술 ▲답러닝 언어모델 기술 ▲질의응답 기술 등이 적
용되었다.

예컨대, '패션 검색'을 주제로 AI 서비스를 하기 위해선 기존에는 언
어처리 기술 준비작업이 만만치 않았으나 ETRI 엑소브레인 API를
활용하면 서비스에 더 집중할 수 있게 되는 것이다.

ETRI가 공개한 구어체 언어분석 기술은 크게 ▲형태소분석 기술과
▲개체명 인식 기술 두 가지이다. ETRI가 공개한 기술은 TTA 표준
가이드라인을 따르며, 형태소 태그는 47개, 개체명 태그는 146개
이다.

형태소분석 기술은 한국어 의미의 최소 단위를 분석하는 기술로
한국어 처리에 필수적으로 활용된다. 특히 2019년에는 코버트
(KorBERT) 답러닝 언어모델의 기본 입력으로 적용해 많은 기업에서도
ETRI 제안 방법과 같이 형태소분석에 기반한 답러닝 언어모델 기
술을 활용 중이다.

개체명 인식 기술은 문장 내 고유 대상과 그 의미를 인식하는 기술로
AI 스피커와 챗봇 등 다양한 언어처리 서비스에서 활용도가 높다.
'국민은행'이라는 단어가 '국민'이라는 명사와 '은행'이라는 명사의 결
합이 아닌 고유 은행 명칭이라는 점을 인식하는 기술이다.

연구진은 구어체 언어분석의 어려운 점은 과업 자체의 난이도와 학
습데이터 부족에 있다고 설명하였다. 예컨대 "경상도인데"를 "경상
도네"라고 구어체로 표현하는 경우, 기존 형태소분석 기술은 '경상
도+인데'라는 축약 표현을 인식하지 못한 채 '경상돈+데'라고 분석
하는 것이다.

또한, 기계학습 및 답러닝 기술이 대규모 학습데이터가 있어야 하는
데 반해 구어체 분야는 데이터 확보조차 어렵다는 문제가 있다. 하지
만, 연구진은 전이학습(transfer learning)과 데이터 증강(data augmen-
tation) 기법을 활용하여 학습데이터 부족 한계를 극복해냈다. 그 결과,
본 구어체 언어분석 API는 기존 모델 대비 형태소분석과 개체명 인
식 성능이 각각 5.0%, 7.6% 개선되었으며, 41.74%, 39.38%
에 달하는 오류감소율을 나타냈다. 특히, 형태소분석은 메캡(Mecab)
오픈소스 라이브러리 대비 10.6% 더 우수한 것으로 평가됐다.

ETRI 연구진은 구어체 언어분석 API와 더불어 기존 대비 성능을 개
선한 문어체 언어분석 API도 추가로 공개했다. 추가로 공개된 API
는 형태소분석과 개체명 인식 기술이 각각 96.80%, 89.40%의
높은 정확도를 보였다. 향후 엑소브레인 사업단은 답러닝 언어모델
의 지속적인 성능 개선 및 추가 공개를 통해 AI 기술 고도화 및 플랫
폼 개발에 기여할 계획이다.

ICT, 시·청각 장애인의 눈과 귀가 되어준다

아바타수어 · 음성자막 생성 기술

2020년을 살아가는 현재도 '장애인'에 대한 우리의 인식은 여전히 편견이 있는 편이다. 장애를 지녔기에 아무것도 할 수 없을 것이라는 막연한 추측, 무조건 도움이 필요한 사람이라는 고정관념이 팽배하기 때문이다. 하지만 따뜻한 ICT가 그들의 세상을 점차 넓혀주고 있다. 단순히 도움의 손길을 뻗는 것을 넘어, 무엇이든 스스로 할 수 있는 환경을 만들어가고 있다.



영상 바로보기 ▶



음성만으로도 집안의 사물을 제어하고 터치 몇 번으로 제품을 주문하는 시대다. 기술의 진보 덕분에 비장애인뿐만 아니라 장애인들의 생활 속 장벽을 깨고 있다. 최근 ETRI는 시·청각 장애인을 위해 정부의 코로나19 생활방역 지침을 딥러닝 기술로 합성한 음성과 그래픽을 활용한 수어 애니메이션을 공개했다. 덕분에 향후 시·청각 장애인들이 긴급재난방송 안내를 제때 제공받아 정보격차 해소에 큰 도움이 될 전망이다.

기술의 골자는 청각 장애인을 위해 애니메이션 캐릭터가 수어로 지침을 안내하는 영상과 시각장애인을 위해 관련 문자메시지를 합성음으로 읽어주는 서비스다.

연구진이 만든 영상에는 중앙재난안전대책본부에서 발표한 코로나19 생활 속 거리 두기 수칙과 개인이 지켜야 할 5가지 수칙별 행동요령을 농식 수어로 표현하고 자막을 음성으로 변환, 합성한 내용이 담겨있다.

긴급재난안내문자 내용을 연구진이 개발한 딥러닝 번역 엔진을 통해 한국어 문장을 수어 원고(Script)로 바꾸고 이를 다시 수어 애니메이션으로 제작하는 방식이다.

ETRI는 ▲한국어를 한국수어로 자동으로 번역하는 '한국수어방송' 기술 ▲자막을 감정 표현이 가능하도록 학습된 음성으로 읽어주는 '상황해설방송' 기술 ▲감정표현과 음향효과를 인식해 표현이 더욱 다채로운 자막을 만드는 '감정표현 자막방송' 기술을 연구하면서 중간 결과물로 본 영상을 제작하게 되었다고 밝혔다.

공동연구기관인 ㈜이큐포울과 공동으로 제작한 수어 애니메이션 영상은 한국농아인협회의 감수를 거쳐 차례로 연구원 홈페이지 등을 통해 우선 공개하고 점차 배포처를 확대할 예정이다.

이 밖에도 ETRI는 시·청각 장애인들의 미디어 접근성을 높이고

변화하는 미디어 동향에 맞춘 다양한 기술과 서비스를 개발하기 위해 노력해오고 있다. 기존에도 주문형 비디오(VOD) 서비스 개발, 장애인 방송 모니터링 기술 등을 연구하며 장애인을 위한 다양한 기술을 개발해왔다.

연구진은 향후 방송뿐 아니라 VOD, CG 등 미디어 콘텐츠 전반을 대상으로 자막, 수어 번역 대상 분야를 확대해 나가기 위한 목표를 지니고 있다. 또한, 학교, 병원과 같은 공공시설 민원 안내, 온라인 학습시스템 등 생활 정보도 전달 가능한 수준으로 성능을 향상시켜 정부의 대국민 서비스 역량을 높이기 위해 노력할 예정이다.

2020년을 살아가는 지금도 '장애'는 우리 사회에 너무나 큰 장벽이다. 하지만 보이지 않는 곳에서 수많은 사람의 노력으로 조금씩 그들이 독립적으로 설 수 있는 세상이 점차 다가오고 있다. 단순히 기술의 개념을 넘어 새로운 가치를 창출하는 ICT가 조금 더 나은 내일, 따뜻한 미래를 불러오지 않을까 기대된다.

1. 연구진이 개발한 영상을 통해 시청각 장애인들이 지침을 따를 수 있음을 설명한 예시 CG
2. ETRI 연구진이 개발한 아바타 수어 영상 번역 워크플로우 개념

실감형 소방훈련, VR 기술로 안전하게 구현한다



영상 바로보기

실감형 VR 기술

기존에 가상현실(VR, Virtual Reality)은 게임이나 수술 실습, 탱크, 항공기의 조종법 훈련 등에 사용되어왔다. 머리 장착용 HMD 타입의 모바일 디바이스가 등장한 이후 가상현실 실감 콘텐츠를 편리하게 즐길 수 있어 적용분야가 다양하게 확대되고 있다. 특히 최근에는 가상훈련시스템을 통해 실제 소방도구를 활용하여 화재 현장과 동일한 소방훈련 시스템이 개발되고 있어 소방관들이 국민의 생명과 재산을 보호하는데 큰 힘이 되어주고 있다.

가상현실은 사람들이 일상적으로 경험하기 어려운 환경을 직접 체험하지 않고서도 실제 주변 상황과 상호작용을 하는 것처럼 만들어 주는 기술이다. 컴퓨터 등을 사용한 인공적인 기술로 만들어낸 실제와 유사하지만, 실체가 아닌 어떤 특정한 환경이나 상황 혹은 그 기술 자체를 뜻한다.

최근 ETRI는 화재 현장과 동일한 가상현실에서 실제 소방도구를 활용해 소방훈련을 할 수 있는 실감형 시뮬레이터를 개발했다. 이를 통해 소방훈련 현장 실증에 나설 예정이라고 밝혔다. 이번 개발된 '실감소방훈련 시뮬레이터'는 첨단 VR 기술이 집약된 기기로 ▲안전 몰입 체험형 콘텐츠를 안전하게 사용할 수 있는 모션 시뮬레이터 기술 ▲현장 실감 체험을 지원하는 다중 감각 인터페이스 기술 ▲소방관 참여로 개발된 실감형 훈련 콘텐츠 등으로 구성되어 있다.

본 시뮬레이터는 가변형 모션 체험 플랫폼 기술을 기반으로 해 가상 공간에서도 경사를 오르내리고 상하로 움직일 수 있다. 장착용 케이블이 있어 헤드 마운티드 디스플레이(HMD) 착용 상태에서 안전사고 우려 없이 상황에 몰입해 다양한 행동이 가능하다. 실감 인터페이스 기술을 기반으로 소방호스 관창의 실제 사용감 또한 체험해볼 수 있다. 연구진은 코로나19의 확산에 따라 집체교육 등이 어려운 소방관을 위해 네트워크를 통한 대규모 가상 집체교육도 지원한다. 연구진은 이번 개발한 시뮬레이터 기술을 소방현장에 적용하는 현장 실증을 통해 완성도를 높일 계획이다.

아울러 ▲2D 도면을 활용해 3D VR 훈련 공간 및 시나리오를 손쉽게 생성하는 기술 ▲FDS(Fire Dynamics Simulation) 엔진 연계 화재

가시화 기술 ▲하이브리드 다중 센서 정보 및 AI 학습 모델 기반 화재 발생 판단 기술 등을 개발, 기술고도화에 나서고 있다.

연구진은 실제 화재 현장에서 무전기, 안내방송만으로는 효과적인 대피 및 구조가 어렵다는 점을 고려해 사물인터넷(IoT) 기반 화재 디지털 트윈 기술도 개발 중이다. 본 기술은 원격지에서도 화재 상황을 실시간 관찰이 가능하다. 현재 초기 정밀도가 85%에 그치고 있는데 화재 발생 판단 기술도 지속적인 AI 학습을 통해 96% 수준까지 끌어올린다는 목표다.

연구진은 향후 소방 호흡기와 소방복 등에 열감·냉감 재현 장치를 구현하고 훈련생의 생체신호를 모니터링할 수 있는 기술 등을 고도화하여 더욱 현실감 있고 효과적인 훈련 환경을 조성할 계획이다. 나아가, 훈련시스템 운영자가 손쉽게 가상 환경을 변경할 수 있는 소프트웨어를 개발하고 시뮬레이터의 경량화를 통해 일반 시민의 가상 환경 접근성 확보에도 앞장설 것으로 기대된다.

1. ETRI 연구진이 개발한 시뮬레이터를 통해 VR 소방훈련을 진행하는 모습
2. 실감형 소방훈련 시뮬레이터를 개발한 ETRI 연구진 (좌측 위부터 김해동 책임연구원, 박수란 선임연구원, 좌측 아래부터 장경호 선임연구원, 양웅연 책임연구원(과제책임자), 이기석 VR/AR콘텐츠연구실장, 손형기 연구원, 김홍기 책임연구원)



5G와 초저지연 네트워크 기술로 똑똑한 미래형 공장 만든다

초저지연네트워크 · 셀룰러사물인터넷기술

지난 2019년 4월, 과학기술정보통신부에서 세계 최초 5G 상용화와 함께 '5G+ 전략'을 발표했다. 이후, 5G 기술 기반 스마트팩토리 고도화 및 확산 등에 노력을 기울이고 있다. 특히, 정부는 오는 2022년까지 중소, 중견기업 공장에 '5G 스마트팩토리 솔루션' 1천개를 보급해나갈 예정이다. 이런 흐름에 따라 ETRI는 자체 개발한 5G와 초저지연 네트워크 핵심기술을 바탕으로 스마트팩토리 산업 혁신을 이끌고 있다.



고도의 자동화 시스템이 갖춰진 스마트팩토리에서는 사람들을 대신해 이동형 로봇이 일을 한다. 스마트팩토리에서는 고객의 요구사항에 따라 다변화된 제품을 생산하기 위해 작업자가 패널, 컨트롤러를 이용해 생산 공정을 변경할 수 있고, 변경된 공정에 맞게 제품이 만들어지도록 이동형 로봇이 생산 설비들을 연결하는 유연한 대응 능력이 필요하다. 이것을 가능케 하는 것이 바로 5G 이동통신 기술이다.

즉, 스마트팩토리는 공급자 중심의 대량 생산에 적합한 일반 공장 과 달리, 다양한 고객 맞춤형 제품을 실시간으로 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 위해, 특정 생산 라인에서 특정 제품만을 생산하지 않고, 공정 중간에 여러 생산 라인을 이동하거나 필요에 따라 생산 라인을 재조합하는 유연한 대처가 필요하다. 따라서 이동형 로봇이 생산 라인별 다변화된 공정을 돕거나, 작업자가 언제, 어디에서나 패널, 컨트롤러를 이용해 공정 순서와 기능을 수시로 변경할 수 있는 기술들이 요구된다. 이를 위해서는 모든 설비들이 무선으로 연결되며, 최소의 지연과 오류를 제공하는 안정된 통신 환경이 제공되어야 하지만, 4G LTE나 WiFi 등 무선 통신 기술은 이를 보장하기 어려웠다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 ETRI는 2020년 5G 표준 규격(Rel-15) 기반 산업용 사물인터넷(IoT) 이동통신 기술 및 테스트베드를 자체 개발하여, 경북 경산시 하양읍에 위치한 한국생산기술연구원 스마트팩토리(Model Factory)의 제어 시연에 성공했다. 연구진이 시연한 서비스는 ▲이동형 로봇의 실시간 제어 ▲휴대형 터치 패널을 이용한 생산 설비의 상태 감시 및 조작 ▲HMD등 휴대형 VR 장

비를 이용한 공정 상황 감시 ▲유연하게 생산 라인을 변경하는데 필요한 PLC 간 무선 통신 등이다.

이를 통해 다양한 제조 산업 분야에서 5G 통신 기술을 융합하여 적용하는 등 5G 스마트팩토리 시대를 여는 데 기여하였으며, 기존에도 타 연구기관에서 스마트공장 요소를 시연하기 위해 5G를 활용한 사례는 있지만, 이 시연은 ETRI 자체 기술로 개발한 5G 최고 성능 수준의 테스트베드를 이용했다는 점에서 의미가 있다.

한편, ETRI는 네트워크 종단간 정보를 손실없이 정해진 지연시간 이내로 빠르게 전달할 수 있는 시간확정형 네트워킹 기술을 2020년 세계 최초로 개발하고 서울-대전간 10기가급 전송 시연에 성공하였다. 이로써 스마트팩토리 실시간 원격제어를 비롯한 다양한 초저지연, 고정밀 버티컬 서비스 광역화와 보편화가 가능해질 것으로 기대된다.

ETRI는 후속으로 2021년 말까지 차기 5G 표준 규격(Rel-16)을 준용하도록 시스템을 향상시키고, 약 250km 떨어진 대전 ETRI 연구실과 경산 스마트팩토리 간을 1/100초 이내의 지연 보장이 가능한 5G 유.무선 저지연, 고신뢰 네트워크로 연결하여 설비들을 원격에서 실시간 관리 및 제어하는 서비스를 시연할 예정이다. 나아가 2022년 초에는 핀란드 오울루(Oulu) 대학과 경산 스마트팩토리까지 대륙을 넘는 고성능 네트워크를 연결하여 해외에서도 원격 관리 및 제어 서비스가 가능함을 보이는 시연을 추진 중이다.

이를 통해 머지않은 미래에는 국내뿐 아니라, 해외에서도 5G를 통해 생산 설비들을 실시간으로 관리하고 제어하는 스마트팩토리를 구현해나갈 수 있을 것이다.



1. ETRI 연구진이 스마트공장 내 이동형 로봇을 국산 5G 기술을 이용해 실시간으로 제어하는 모습
2. 경북 경산시 소재 스마트공장에서 '5G 기반 산업용 사물인터넷 기술 및 서비스 시연회'를 마친 ETRI 연구진

인공위성으로 통신의 한계를 극복하다



영상 바로보기 ▶

위성통신 기술

5G가 상용화되고 6G를 논의하는 현시점에서도 인구가 적어 통신 관련 기반 시설을 설치하기 어려운 산간오지에서는 아직도 통신이 원활하지 않거나 아예 불가능하다는 한계가 있다. 같은 이유로 재난·재해가 문제가 되는 경우도 많다. 화재나 침수, 지진 등으로 통신 기반 시설을 사용할 수 없게 되면 통신이 끊겨버린다. ETRI 연구진의 위성통신 기술들이 이런 한계를 하나씩 극복해 내고 있다.



2019년 국제전기통신연합(ITU)이 조사한 바에 따르면 전 세계 인터넷 보급률은 58.8%다. 인터넷이 보급되었다고 판단하는 기준이 '1년 이내에 어떤 기기로나 인터넷에 접속한 적이 있다'였다는 것을 생각하면, 사실상 인류 절반에 가까운 사람들이 아직까지도 인터넷을 사용하지 못하고 있는 셈이다. 인터넷뿐 아니라 전화 등 다양한 통신 서비스 범위를 확대하는 데 가장 큰 장애물 중 하나가 지리적 한계다. 그러나 위성통신을 이용하면 이런 한계들을 극복할 수 있다. 위성통신은 별도 기반 시설을 설치할 필요 없이 전파를 수신할 수 있는 안테나만 있으면 이용할 수 있기 때문이다. 특히 재난, 재해 지역 등에 위성통신을 사용하면 긴급상황에 대처하는 데에 큰 도움을 줄 수 있다. 최근 ETRI는 세계 최고 수준의 위성통신 반도체 ASIC 개발에 성공하면서 위성통신 기술력을 한 층 드높였다. 본 기술은 화재나 지진 등 재난 현장, 전화국사 화재로 인한 통신 재난, 연근해 통신 등 기존 이동통신이 되지 않을 때 우리나라 산간벽지는 물론 전역에서 통신할 수 있는 기술이다.

그물망 위성통신을 이용하기 위해서는 단말장비에 전파 송신 기능과 수신 기능을 지원해야 하며 그로 인하여 장비의 비용 및 크기가 증가하는 단점이 발생한다. 하지만 ETRI 연구진은 이 두 기능을 하나로 합쳐 크기를 줄이고 단말을 제작하는 비용도 크게 줄였다. ASIC이 제공하는 통신 속도와 채널 수도 현재 상용화된 세계 최고 수준 제품들을 상회한다. 위성통신 기술력은 물론 활용성도 높은 셈이다. ETRI에서는 개발한 ASIC 기술이 국내 재난·재해 현장에서의 긴급 대응에 활용될 것으로 기대하고 있다. 기존 위성통신은 장비가

무겁고 복잡해 이동용 위성중계(SNG, Satellite News Gathering) 차량이 필요했다. 그러나 ASIC chip으로 구현된 단말장비는 가볍고 소방관 뿐만 아니라 일반인도 쉽게 사용할 수 있도록 개발되었다.

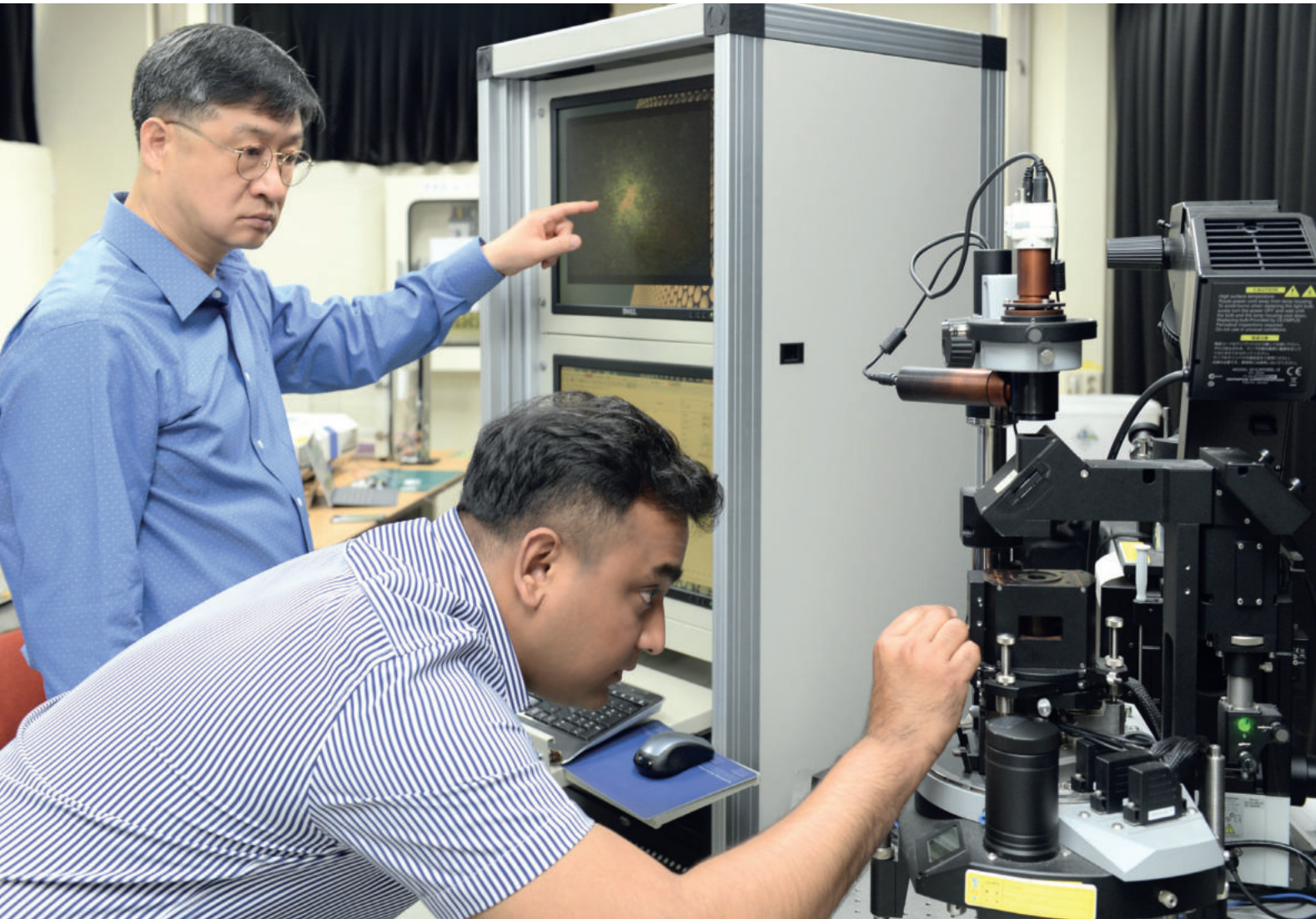
현재 세계 위성통신 시장은 미국과 이스라엘이 시장의 68% 이상을 장악하고 있다. ETRI가 개발한 ASIC 모뎀칩 기술로 자립화를 이루고 세계 위성통신 시장에 새로운 바람을 일으킬 것으로 기대된다. 장비 제작 비용을 크게 절감하고 기반 시설이 별도로 필요하지 않다는 본 기술의 장점을 살리면 통신 시설을 갖추기 어려운 나라에 통신 인프라 구축에도 큰 도움이 될 것으로 예상된다. 국내 연구진의 기술이 세계 시장에서 활약하며 인류 삶의 질을 드높일 미래를 기대해 본다.

1. 소형 위성중계 장비용 안테나를 점검하고 있는 모습
2. ETRI 연구진이 개발한 위성통신 ASIC 칩

언택트 시장의 싹을 틔워주는, 비접촉 센서

660배 감도 뛰어난 비접촉 센서

센서는 오늘날 모든 전자 제품에서 일상적으로 사용되고 있으며, 기술의 발전으로 그 범위가 점점 확대되고 있다. 지난해 우리 삶을 뒤흔친 코로나19로 인해 체온을 실시간으로 측정할 수 있는 열화상 카메라의 수요가 급증했고 사람 간 접촉을 꺼리는 움직임이 증가하면서 비접촉 센서에 대한 수요도 늘었다. 특히 국내에서는 기존보다 660배 감도가 뛰어난 비접촉 습도 센서가 개발돼 언택트 시대에 주목받는 제품이 될 것으로 기대된다.



비접촉 센서(Non-Contact Sensor)는 비접촉 기술을 사용해 위치, 속도, 온도, 공기 품질, 거리를 감지하는 센서다. 신뢰성이 높고 작동 속도가 빠르며, 물체와 직접 접촉이 없기 때문에 수명이 긴 것이 장점이다. 최근에는 코로나19로 인해 주목받는 센서이기도 하다. 이런 가운데, 국내 ETRI 연구진이 직접적인 접촉 없이도 약 1cm 거리에서 습도를 감지하는 비접촉 센서를 개발해 주목받았다. 이는 기존보다 660배의 감도를 지닌 센서로, 생활 속 거리 두기가 중요한 코로나19 시대의 감염병 예방에도 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 습도 센서는 습도에 따라 저항이 변화하며 전기 신호 출력이 달라지는 원리를 이용해 감지하는 센서다. 현금자동입출금기(ATM), 모니터 스크린 등 터치형 제품이나 전자기기 방수 기능에 활용되며 최근에는 스마트 사물인터넷(IoT), 농작물 관리 스마트팜에도 많이 적용되는 추세다.

습도 센서의 감도를 높이면 접촉 없이도 반응할 수 있는 비접촉 센서를 개발할 수 있다. 가전제품, 산업용 전자기기뿐만 아니라 원전 계통 내방사선 센서로 활용할 수 있고 최근 코로나19 확산으로 인한 생활 방역 관련 기술로 많은 응용이 이뤄질 전망이다.

ETRI가 개발한 습도 센서의 감도가 6만 6000% 이상으로 기존 센서보다 660배 이상 뛰어나다. 감지 시간도 0.5초로 5~6초씩 걸리는 기존 상용 센서보다 최대 12배 빠르다.

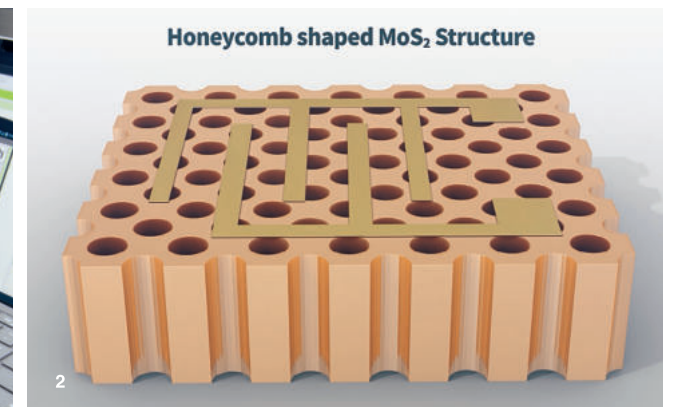
이 센서는 ETRI 연구진이 신소재인 이황화몰리브덴(MoS₂)을 제조해 피부의 땀과 같은 수분이나 사람의 호흡량을 고감도로 감지할 수 있다. 연구진은 이황화몰리브덴을 코팅해 벌집 구조를 이루는 센서로 만들어 감도를 대폭 높일 수 있었다. 센서의 구성 물질이 벌집 구조를

이루면 수분, 수증기 등을 감지할 수 있는 비표면적이 넓어져 감도가 좋아지기 때문이다.

이렇게 개발된 센서는 피부의 수분량, 운동 전후 땀 배출량, 호흡량의 차이 등을 감지할 수 있다. 실제, 손으로 직접 터치를 하지 않아도 손에 미량의 수분을 센서가 감지하고 패치형으로 센서를 만들어 피부에 붙임으로써 운동 전후 땀의 양 변화나 운동 강도에 따른 호흡량을 측정할 수 있다. 이런 원리를 이용하면, 신체 각 부위의 수분량 측정이 손쉽게 센싱할 수 있어 피부의 습도와 관련된 디지털 헬스케어, 뷰티·미용 보습 제품, 공기청정기 등에 향후 활용이 예상된다.

갑작스러운 감염병의 확산으로 인해 세계 경제가 장기적 침체에 빠지고, 미래의 회복 시기도 쉽게 예상하기 힘든 시기가. 하지만 실시간으로 외부 정보를 감지할 수 있는 센서 기술이 국민 생활에 편의를 더하는 동시에 공중 보건위생을 개선하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

1. ETRI 연구진이 개발한 센서를 피부에 대어 피부 습도 상태를 스마트폰으로 확인하는 시연 모습
2. ETRI 연구진이 개발한 센서의 구조를 설명하는 CG 모습



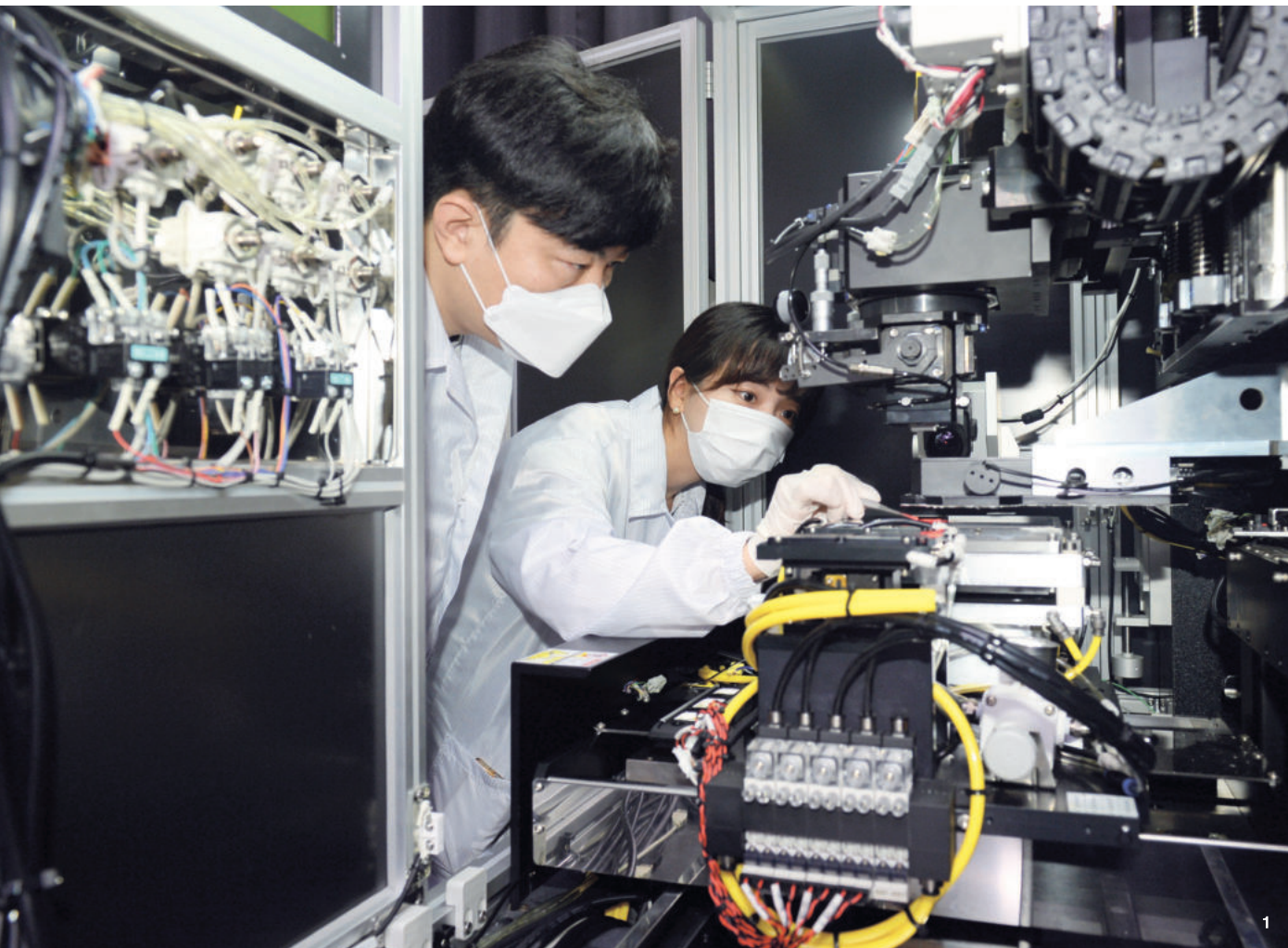
마이크로 LED 디스플레이로 고품질 콘텐츠를 더 선명하게 즐긴다



영상 바로보기 ▶

동시 접사-접합 기술

4K, 8K를 구현할 수 있는 mini LED, OLED, micro LED 등 다양한 디스플레이 기술이 개발되고 있다. 그중에서도 마이크로 LED는 가장 뛰어난 화질과 색 재현력, 명암비를 자랑하지만 아직까지 가격이 너무 비싸 쉽게 접할 수 없다. ETRI가 신소재와 신공정을 최초로 개발하면서 기존의 한계를 뛰어넘을 수 있는 출발점을 마련했다.



1

시장조사 업체 카운터포인트리서치는 2020년 대비 2021년의 스마트폰 시장 규모가 11% 늘어날 것이라고 예상했으며, 스마트 워치 등 웨어러블 기기는 19% 증가할 것으로 예상했다. 특히 스마트폰 시장에서는 폴더블 디스플레이가 등장하고 5G 이동통신 기술의 등장으로 고품질 콘텐츠의 서비스가 늘어나면서 신제품에 대한 수요가 더욱 늘어날 것으로 예상된다.

동영상이나 사진 등 시각 콘텐츠의 질을 결정하는 객관적인 기준 중 하나가 바로 콘텐츠의 화질이다. 명암비, 해상도, 선명도, 색 재현율 등 콘텐츠 화질은 콘텐츠 소비자가 시각 콘텐츠의 질을 판가름하는 중요한 지표다. 동시에 콘텐츠의 제작자가 그 의도에 맞게 콘텐츠를 가공할 수 있는 가용성을 더해준다. 그러나 콘텐츠의 화질이 아무리 좋더라도 디스플레이가 그것을 표현하지 못하면 의미가 없다. OLED, 미니 LED 등 디스플레이가 끊임없이 진화를 거듭하고 있는 이유도 바로 이것이다.

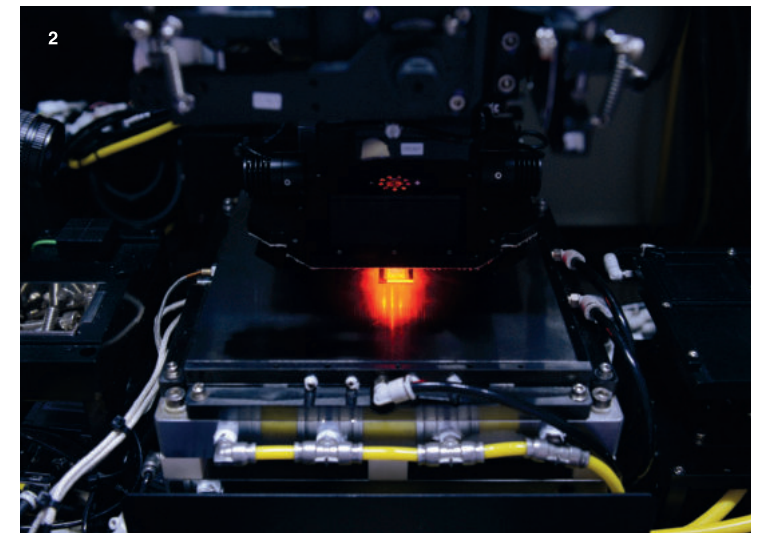
이런 상황에서 국내 연구진이 차세대 디스플레이인 마이크로 LED 디스플레이의 원천기술과 신소재를 개발하면서 기존 마이크로 LED 디스플레이의 한계를 돌파했다. 마이크로 LED 디스플레이는 10~100 마이크로미터(μm) 수준의 매우 작은 LED를 픽셀 광원으로 사용하는 차세대 자체 디스플레이다. 마이크로 LED 디스플레이는 LCD나 OLED 디스플레이보다 선명한 색상을 구현할 수 있고,

효율이 높다는 장점이 있어 TV나 스마트워치 등 다양한 분야에 활용될 것으로 기대된다.

마이크로 LED 디스플레이의 경우 반도체 공정으로 마이크로 LED를 만들어 디스플레이 패널로 옮겨야 하는데, 최근 등장하고 있는 8K TV의 경우 필요한 마이크로 LED가 1억 개에 달하고 그 크기도 매우 작아 옮겨 심는 데도 오랜 시간이 걸린다. 이를 위해 지금까지는 LED를 옮기는 전사(轉寫) 공정 뒤에 LED를 심는 접합(接合) 공정을 진행하는 방식이 사용됐는데, 이러한 전사 기기와 접합 기기의 비싼 가격과 공정에 걸리는 시간이 매우 길어 상용화에 어려움이 있었다. 하지만 ETRI가 개발한 신기술은 이런 전사 장비와 접합 장비에 들어가는 비용과 공정에 들어가는 시간과 투자비용을 1/10 수준으로 줄일 수 있고, 불량 화소 수리 공정에 걸리는 시간과 비용도 1/100 수준으로 줄일 수 있다. 신소재 비용도 기존 소재 대비 1/100 이하로 줄일 수 있다.

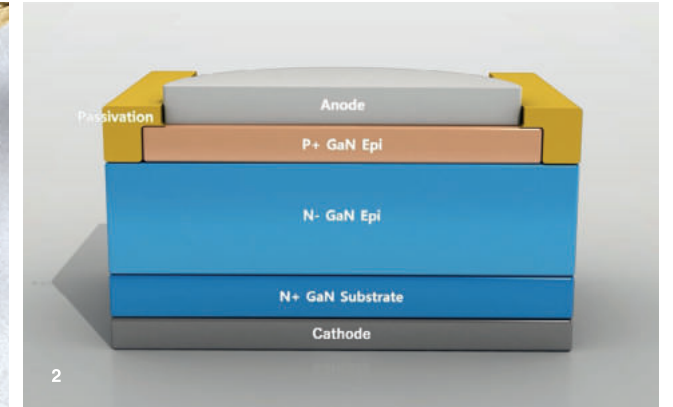
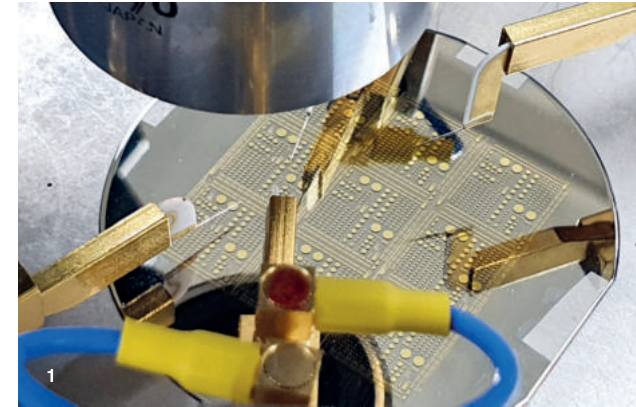
콘텐츠 수요가 높아지면서 자연히 콘텐츠 자체의 질을 높일 뿐만 아니라 콘텐츠를 더욱 잘 구현하기 위해 각 전자제품 회사들의 기술 경쟁이 치열한 상황이다. ETRI의 원천기술과 신소재 개발이 우리나라 기업들이 차세대 디스플레이 기술력을 바탕으로 시장을 선도하고, 인류가 고품질 콘텐츠를 즐기는 데 일조하길 기대해 본다.

1. ETRI 연구진이 세계 최초로 개발한 공법인 마이크로 LED용 동시 전사 접합 공정을 수행하는 있는 모습 (왼쪽부터 주지호 선임연구원, 이찬미 연구원)
2. ETRI 연구진이 세계 최초로 개발한 마이크로 LED용 동시 전사 접합 공정 사진



작지만 강한 반도체로 전기자동차를 빠르게 충전

수직형 질화갈륨 전력반도체 기술



에너지를 보다 효율적으로 관리하고 더 작은 공간에서 더 높은 전력 밀도를 달성하고자 하는 요구는 계속해서 높아지고 있다. 지난 60년간 반도체 업계에서 실리콘(Si)은 교류(AC)를 직류(DC)로 변환하고 DC 전압을 다시 휴대전화부터 산업용 로봇에 이르는 각종 기기에 필요로 하는 전압으로 바꾸는 모든 전기 부품의 토대를 이루어왔다. 부품들은 계속해서 개선되고 최적화되었지만, 실리콘의 물리적 특성 자체가 한계에 다다랐다. 이는 전자 업계가 더 이상 실리콘을 기반으로 하는 전력용 반도체가 아닌, 새로운 체계의 전력용 반도체를 필요로 한다는 것을 의미한다.

이러한 사회적 요구에 따라 최근 ETRI는 국내 최초로 『질화갈륨(GaN) 단결정 기판을 이용한 1kV급 수직형 전력반도체 기술』을 개발했다. 전력반도체는 전기에너지를 시스템이 필요로 하는 형태로 변환, 제어, 처리 및 공급하는 반도체다. 연구진이 개발한 수직형 전력반도체는 기존의 수평형에 비해 높은 항복 전압 특성을 가지고 있다. 질화갈륨 단결정 기판을 적용했기 때문이다.

ETRI 연구진은 다년 간의 질화갈륨 반도체 노하우를 바탕으로 에피층의 두께를 늘리는 공정을 통해 전압을 높이면서도 저항을 억제할 수 있었다. 그 결과 기존의 수평형에 비해 높은 항복 전압 특성을 구현해내는 데 성공, 1kV급 수직형 질화갈륨 다이오드 전력반도체를 개발했다.

수직 구조 전력반도체는 단결정 기판에 전력 소자 에피를 성장시킨 후 설계 및 공정, 패키징 과정을 통해 생산된다. 국내에서는 주로 에피가 형성된 기판을 90% 이상 수입해 추가공정을 진행했다. 연구진이 국내 기술력으로 핵심 소재인 질화갈륨 에피를 성장시키는 기

술개발을 이루어냄으로써 소재의 해외의존도 및 원천기술 격차를 낮출 수 있을 것으로 보인다.

질화갈륨은 소재 특성상 열에 강하고, 스위칭 속도가 수십 MHz에 이를 정도로 빨라서 별도의 에너지 저장 공간이 최소화되기 때문에 실리콘 대비 1/3 수준의 시스템 소형화가 가능하다. 에너지 차이(밴드 갭) 또한 실리콘 대비 3배 이상 뛰어난 3.4eV 수준으로 고전압에 유리해 차세대 전력반도체 소재로 주목받고 있다.

특히 본 기술은 고전압·소형화가 핵심인 전기차 배터리 개발에 필수적인 요소다. 전력 손실 감소 및 전력 변환효율 향상으로 전비(電費)를 높일 수 있고 소형화를 통해 전기차 부피를 줄일 수 있기 때문이다. 향후 연구진은 반도체 소재 기술 국산화 및 고도화를 목표로 수직형 질화갈륨 전력반도체의 고전압 및 대면적 출력을 더욱 확장하는 연구를 지속할 계획이다.

1. ETRI 연구진이 개발한 2인치 수직형 질화갈륨(GaN) 전력반도체
2. 수직형 질화갈륨(GaN) 전력반도체 전력소자 공정도

촉감으로 소통의 길을 열다 멀리서도 촉각을 느낄 수 있는 꿈의 기술



영상 바로보기 ▶

텔레햅틱 기술

햅틱은 각종 디지털 기기에 진동이나 힘, 충격을 발생시켜 사용자가 촉감을 느끼게 하는 기술을 일컫는다. 만약 온라인 쇼핑을 하면서 기기 너머로 옷의 질감을 느낄 수 있다면 얼마나 좋을까? 아직은 먼 미래의 일처럼 느껴지지만, 최근 ETRI가 텔레햅틱 기술을 사용해 최대 15 미터(m) 원격에서도 금속이나 플라스틱, 고무와 같은 촉감을 느끼는 기술개발에 성공하며 꿈같은 미래에 한 발 더 다가가게 됐다.

햅틱 기술은 2000년대 중반 들어서 휴대폰 터치스크린에 적용되며 대중들에게도 널리 친숙한 기술이 되었다. 현재 햅틱 기술은 게임기와 터치스크린뿐만 아니라 자동차와 로봇, 의료 분야 등 다양한 분야에 접목되어 디지털 기기에 생동감을 불어넣고 있다.

최근 ETRI는 원격에서 물체를 만져보고 느껴볼 수 있는 촉감 기술을 개발했다. 이로써 원격에서 물체를 만져볼 수 있는 시대가 한 발자국 가까워진 것이다. 또한, 연구진은 외산 기술에 의존하던 핵심소재 개발에도 성공하며, 세계 수준의 성능을 나타내는 차세대 햅틱 분야 선도의 문을 두드렸다.

ETRI는 가상·증강현실의 몰입감을 극대화하고 원거리에도 촉감으로 의사소통할 수 있는 압전소재를 개발해 센서와 액추에이터를 통해 차세대 텔레햅틱 기술을 개발했다. 멀리 떨어진 곳에서도 재질이 단단한지, 거친지, 부드러운지 느낄 수 있게 되었다는 뜻이다. 향후 연구진은 한국에 있는 애완견을 미국에서 쓰다듬으며 털의 부드러움까지 느낄 수 있는 기술개발에 도전한다고 말했다.

이처럼 원격에서 사물의 촉질감을 느끼려면 센서, 액추에이터, 통신, 구동 드라이버가 필요하다. 연구진은 실험실 수준에서 블루투스 통신을 사용했고 획득 및 재현된 신호가 약 97% 일치했다고 설명했다. 특히 데이터 신호의 전달과정에서 지연이 거의 없어 실시간으로 감각을 느낄 수 있다.

ETRI 연구진은 촉감까지 주고받는 촉각 커뮤니케이션을 구현, 센서로는 촉각 정보를 수집하고 액추에이터는 수집된 정보를 동일한 감각으로 복제·재현해낸다. 특히 본 기술은 원격으로 촉감은 물론 질감, 소리까지 전달할 수 있다.

연구진은 'E, T, R, I'라는 글자를 모스 부호로 전달하여 원격으로 메시지를 전달하는 시연도 성공했다. 압전소재 특성상 저전력으로 사람이 인지하지 못할 만큼 빠르게 반응하며 구부리거나 누르면 전하가 발생해 전원이 없어도 100 볼트 이상의 순간 전압을 생산할 수 있다는 장점도 있다.

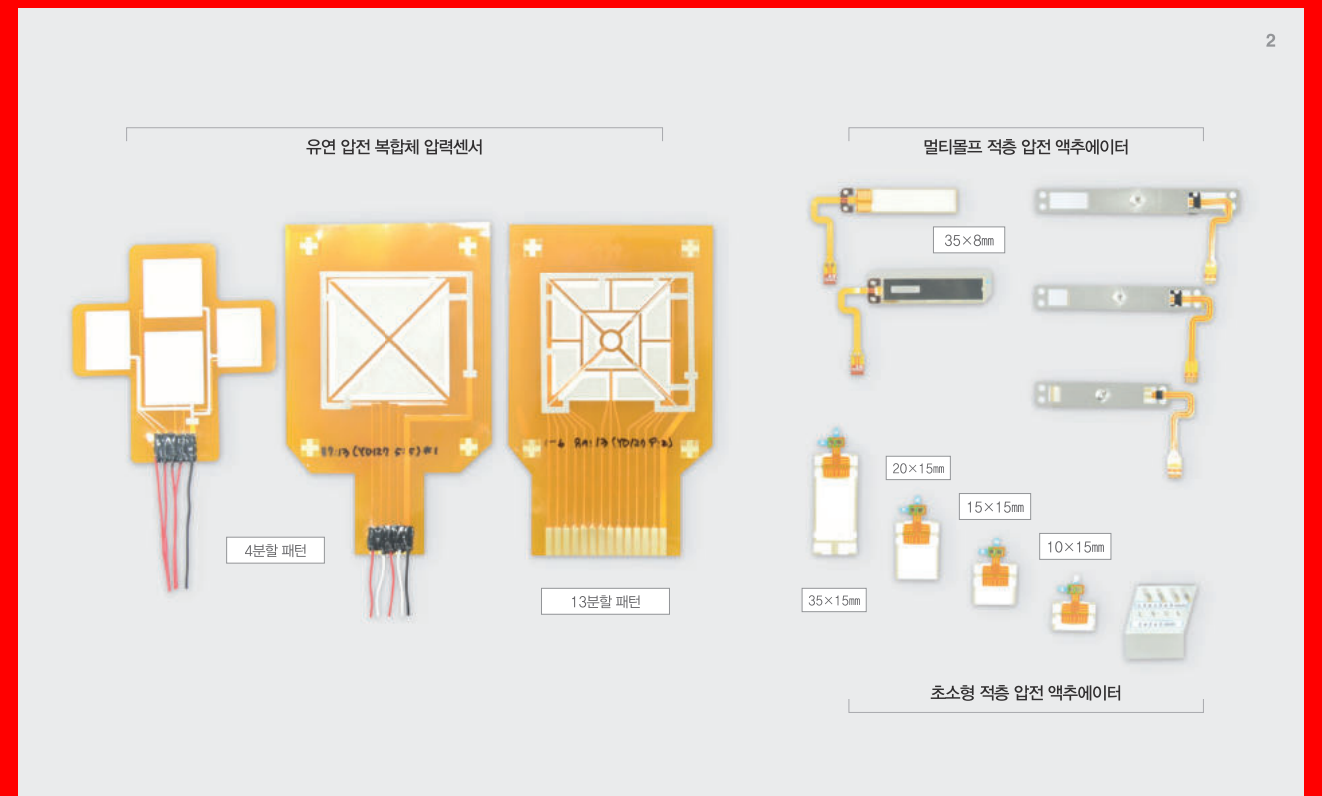
연구진은 본 기술의 핵심기술이 ▲고압전성 유연 복합체 센서 ▲고출력 멀티몰프 압전 액추에이터 ▲압전 센서·액추에이터 신호처리 및 구동 ▲복합 촉질감 데이터 제어 및 무선통신 연동 기술 등이라고 밝혔다.

연구진은 향후 본 압전소재 기술의 배합·공정·구조설계 기술을 고도화해 출력 및 데이터 수집의 정확도를 높일 계획이며 텔레햅틱 분야 기술경쟁력 선점을 위해 앞장설 계획이다. 이를 통해 머지않은 미래에는 먼 땅에서도 실시간으로 한국에 있는 강아지를 느낄 수 있을 것이다. ETRI가 개발한 새로운 기술이 더 크고 넓은 세상의 마중물이 되길 기대해 본다.

1. ETRI 연구진이 센서를 이용해 촉질감 감지 실험을 수행하고 있다.
2. ETRI 연구진이 개발한 센서, 액추에이터



1



2



Intelligent Convergence
Research Laboratory

지하공동구 안전, AI 로봇으로 책임진다

디지털트윈 적용한 AI 로봇

전기, 통신, 수도 등 편리한 도심생활을 제공하기 위한 라이프라인이 설치 관리되는 지하공동구에서의 재난은 사회기반 서비스 중단으로 인해 인명 피해 뿐 아니라 심각한 경제적 피해를 유발한다. ETRI는 이러한 지하공동구 재난 발생을 억제하고 피해를 저감하기 위해 디지털트윈 기술을 활용한 재난안전관리 기술을 개발하고 있다. 연구진은 디지털트윈 기술과 연계된 인공지능 레일 로봇을 개발하여 현장적용하였으며, 효과적인 재난대응이 가능할 것이라 전망하고 있다.



‘디지털트윈’이란 실제 세계와 가까운 디지털 세상을 구현하는 기술이다. 디지털트윈 기술은 단순히 우리가 떠올리는 3D 지도와는 차원이 다른 정교함을 가지고 있다. 공공기관과 사물인터넷 기기 등에서 수집한 데이터를 바탕으로 날씨 변화, 도시 계획 등에 관련된 의사결정을 위한 각종 시뮬레이션, 연구·개발에 사용되는 것은 물론, 건물 내부에서 긴급상황 발생 시 시민들의 안전한 대피를 위한 경로를 분석하고 최적화할 수 있다.

우리나라도 디지털트윈 기술 연구·개발을 가속화하기 시작했다. 특히, 최근 정부가 발표한 ‘한국판 뉴딜 종합계획’의 10대 대표과제 중 하나로 디지털트윈 기술이 선정되면서, 관련 연구가 활발히 진행되는 것은 물론, 실제 활용과 운영 사례도 많아지고 있다.

이 과정의 일환으로 “디지털트윈 기반의 지하공동구 화재재난지원 통합플랫폼 기술개발” 과제를 통해 ETRI와 (주)케이아이는 지난 4월, 청주 오창 공동구에 있는 전력구 전 구간에 디지털트윈 기술을 적용한 AI 로봇 2 대를 설치하고 시범운영에 돌입했다. 덕분에 전력구의 점검·순찰 과정을 무인화, 자동화하여 재난 징후를 선제적으로 파악하고 효과적으로 관리하는 것이 가능하며, 사고 발생 시에도 더욱 신속하게 대처할 수 있을 것으로 기대된다.

설치된 로봇은 영상, 열화상, 온도, 습도, 산소, 이산화질소, 일산화탄소, 이산화탄소 등 공동구의 전체 환경을 모니터링하고 이 정보를 관제센터에 실시간으로 전송한다. 기존에는 공동구 근무자가 매일 2인 1조로 움직이며 시설을 점검·순찰하는데 약 2시간 반 이상이 걸렸다. 그러나 AI 로봇은 상황별로 순찰, 고속 점검이 가능해 점검 시간을 최대 30분으로 단축할 수 있다.

ICT를 활용한 공동구관리 기술은 이전에도 다른 공동구에 도입된 적이 있었다. 그러나 당시에는 고정형 사물인터넷(IoT) 센서로 단순 자

료를 수집하는 수준이어서 활용에 한계가 있었다. 이번 청주 오창 공동구에는 AI 로봇의 소형화, 경량화 뿐 아니라 성능을 대폭 높인 것은 물론, 디지털트윈 기술과 연계해 데이터 분석과 초동대응 가능한 기술이 적용되어 큰 발전이 있었다.

연구진은 이번 시범운영을 시작으로 재난요인 및 위험인자를 사전에 발견하고 통제해 재난의 초기 예방 조치와 재난 발생 시 정확한 상황 파악 및 신속한 현장 대응과 관할 소방서, 군, 경찰과 연계한 신속하고 정확한 대처가 가능할 것으로 기대한다고 밝혔다.

ETRI가 개발한 본 기술은 국가에서 관리하는 공동구 뿐 아니라 민간 공동구나 지하철, 지하상가 및 산업단지 등 다양한 분야에 적용할 수 있어 복합 공간을 안전하고 지능적으로 관리하는 데에도 널리 활용될 전망이다. 연구진은 시범 적용에서 얻은 데이터 분석 결과와 현장 요구사항을 바탕으로 디지털 트윈 기술을 고도화하고 실증 지역 범위를 넓혀간다는 계획이다. 미래 우리 생활의 안전을 책임질 디지털 트윈 기술의 미래를 기대해 본다.

1. AI 레일 로봇의 실시간 무인순찰 모니터링 화면
2. 연구진이 AI 레일 로봇이 촬영한 영상을 점검하고 있는 모습
(왼쪽부터 (주)KI 김은솔 연구원, ETRI 정우석 센터장)

드론 기술로, 산간벽지에 배달의 길을 만들다

드론 물류 배송 서비스 기술

드론의 인기는 지대하다. 하늘에 드론을 띄우고 조종하면서 즐거움을 찾는 레저활동부터 항공촬영, 관측 및 측량, 정찰 및 감시, 방재, 과학기술까지 여러 분야를 막론하고 다양한 곳에 빠르게 적용되고 있다. 특히 드론은 물류와 교통 분야에서 혁신적인 변화를 가져올 수 있는 새로운 패러다임을 불러올 것으로 기대된다. AI, 통신, 센서 기술 등이 접목되면서 급속한 드론 기술발전과 정부 주도의 비행 관련 규제의 완화를 통해 섬은 물론 산간오지로 나아가는 드론. 그렇다면, 드론이 꿈꾸는 최종적인 목표는 무엇일까?



우리나라는 아직도 소포나 택배를 배송하기 위해 오랜 시간이 걸리는 곳이 많다. 섬의 경우 배가 하루에 한 번 갈까 말까 한 곳, 날씨가 조금만 안 좋아도 집배 차량이 올라가지 못하는 산지도 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해 드론 연구가 활발히 진행되고 있다. 드론을 날리면, 주변 환경에 구애받지 않고 10~20분 만에 이런 문제들이 해결되기 때문이다.

ETRI는 '산업부 드론 활용 서비스 시장 창출 지원사업', '다부처 공공 혁신 조달 연계 무인 이동체 및 SW 플랫폼 개발사업', '행안부 특고세 공모사업 선도 지자체 시범사업' 등을 통해 물류 드론 연구를 수행하고 있다.

산업통상자원부 과제는 도서·산간 지역을 대상으로 전국 어디에서나 화물을 빠르고 안전하게 배송할 수 있는 드론배송 기술을 개발한다. 택배사, 물류사, 우정사업본부, 신문사 등 누구나 쓸 수 있는 범용 플랫폼을 구축하고, 안전한 비행을 가능하게 하는 실시간 관제 및 안전 제어 기술 개발과 이 기술이 적용된 드론 기체를 만들어 적용하는 것이다.

다부처 과제의 경우 우편 배송 라스트 마일 업무 혁신을 위한 드론 운영기술 개발로, 5G 통신 기반의 드론 배송 물류망을 구축해 운영하고자 한다. 행정안전부의 특고세 공모사업 선도 지자체 시범사업은 전남과 충남 지역 밀착형 주소기반 드론배달 운항 연구사업으로, 도로명주소를 활용한 드론배달점 및 비행항로 구축, 주소기반 드론배달 상용화 방안 제시를 통한 인프라를 구축하는 사업이다. 이러한 과제들이 모두 맞물려야 최종적으로 드론 서비스가 가능해질 전망이다. 현재까지 드론은 5kg 물품을 들고 5km 내의 거리를 비행하는 성능을 보유하고 있다. 그러나 '산업부 드론 활용 서비스 시장 창출 지원사업' 과제에서는 최종적으로 10kg 물품을 들고, 10km를 비행하는 것을 목표로 한다. 또 드론은 100% 안전하지 않으면 날릴 수 없기 때문에 안전 제어가 무엇보다 중요하다. 본 기술에는 회피 기동부터 정밀 착륙, 자가 진단, 고장 예지를 포함하고 있다. 아울러 지능형 관제를 통한 여러 대의 드론이 동시에 날아가는 실시간 관제 기술, FC(Flight Controller), 통신 보안 모듈 및 부품 국산화를 목표로 한다.

ETRI에서 가장 크게 신경 쓰는 기술은 회피 기동과 정밀 착륙이다. 드론이 출발지와 목적지에 정확하게 착륙해야 하기 때문이다. 이를 위해 영상처리 기술도 중요하다. 영상으로 인식하여 목적지에 정확하게 착륙해야 하며, 앞에 무슨 물체가 이동하는지 탐지하고 피할 수 있어야 한다.



ETRI는 올해 개발된 기술들을 드론에 적용하고, 내년까지 총 1,000회 현장 실증 및 검증을 통해 2023년에는 상용화 서비스 제공을 목표로 하고 있다.

이 외에도 드론 기체에는 안전장치가 많이 붙는다. 현재 드론에는 통신 보안 모듈 하드웨어가 내장되어있다. 이는 해킹을 막을 수 있고, 드론이 날아가다가 기체에 이상이 생기면 곧바로 대응할 수 있는 시나리오를 심어 둔 것이다. 이 밖에도 배터리, 비행 제어장치(FC), 모터 등 주요 부품에 이상이 생기면 추락할 수 있다. 이런 상황을 사전에 막을 수 있도록 부품이 언제 고장날 지 알려주는 부품 고장 예지 기술도 개발 중이며, 이런 기술을 완벽하게 구축하여 안전성과 신뢰성 높은 드론을 구현해 나갈 계획이다. ETRI는 올해 개발된 기술들을 드론에 적용하고, 내년까지 총 1,000회 현장 실증 및 검증을 통해 2023년에는 상용화 서비스 제공을 목표로 하고 있다. 또한, 향후 가장 큰 시장 중 하나인 무인이동체 모빌리티 산업을 선도하기 위해, 50kg 화물을 싣고 도심지에서 비행이 가능한 물품 배송시스템을 개발하고, 더 나아가 100kg. 그리고 최종적으로는 도심지에서 드론 택시를 구현하는 것을 최종 목표로 한다. ETRI 우정·물류기술연구센터의 노력이 영화 속 기술을 현실로 구현하는 결과를 하나둘 맺어가길 기대해 본다.

AI로 범인 차량 추적 OK 국민의 안전을 책임지다

차량번호판 AI 인식 용의자 차량 추적 기술

우리나라의 CCTV 설치 대수는 공공, 민간을 합쳐서 1, 하지만, CCTV의 정보를 효과적으로 활용하는 데는 한계가 있다. ETRI는 CCTV 영상 분석 기능을 붙여넣어 연구개발에 국민 삶의 질을 높이는 기반이 될 것이다.

인공지능으로 영상을 분석하는 기술은 지속적으로 발달하고 진화 중이다. ETRI는 교통사고나 범죄와 같은 위험 상황을 실시간 자동 감지하여 경찰에 알리고, 사고와 관련된 용의자와 차량을 자동으로 식별해 추적할 수 있도록 치안용 CCTV에 인공지능 기술을 접목하고 있다. 최근에는 분간하기 힘든 CCTV에 찍힌 차량번호를 뚜렷하게 복원해 판별할 수 있는 기술을 개발했다.

지난 2019년 11월에는 제주시 첨단과학기술 국가산업단지에서 '인공지능(AI) vs 사람 : 열악한 차량번호판 식별 챌린지'를 펼쳐 ETRI AI 기술 우수성을 입증하기도 했다. 제주도에서 펼쳐진 대결에서는 사람 대표로 공무원, 학생, 연구원 등 30명이 참가하여 ETRI가 개발한 AI와 사람의 눈으로 식별하기 어려운 차량 번호판의 숫자를 맞추는 이색 대결을 펼쳤다. 대결에는 경찰대학교 치안정책 연구소가 실제 CCTV에 촬영된 차량번호판을 활용해 15문제를 출제했다. 개인정보 보호를 위해 차량 모델과 앞자리가 가려진, 뒤 4자리 숫자만을 맞추는 방식으로 진행되었다.

각 참여자는 노트북에 설치된 이미지 틀을 이용해 정답을 유추한 후 제출하는 방식으로 이뤄졌다. 대결은 한 문제씩 진행되었으며 참여자들이 답안을 모두 제출하면 AI가 문제를 풀기 시작했다. 참가자들은 무대 앞 화면을 통해 AI가 정답을 유추하는 대략적인 과정과 결과를 실시간으로 지켜보았다. 풀이가 완료되면 즉시 정답이 공개되고 정답 개수에 따라 개인별 누적 점수 합산이 이뤄졌다. 그 결과 ETRI의 NPDR 솔루션은 100점 만점 중 82점을 기록해 사람 최고 점수보다 21점 앞서며 압도적인 차이로 우승을 차지했다.



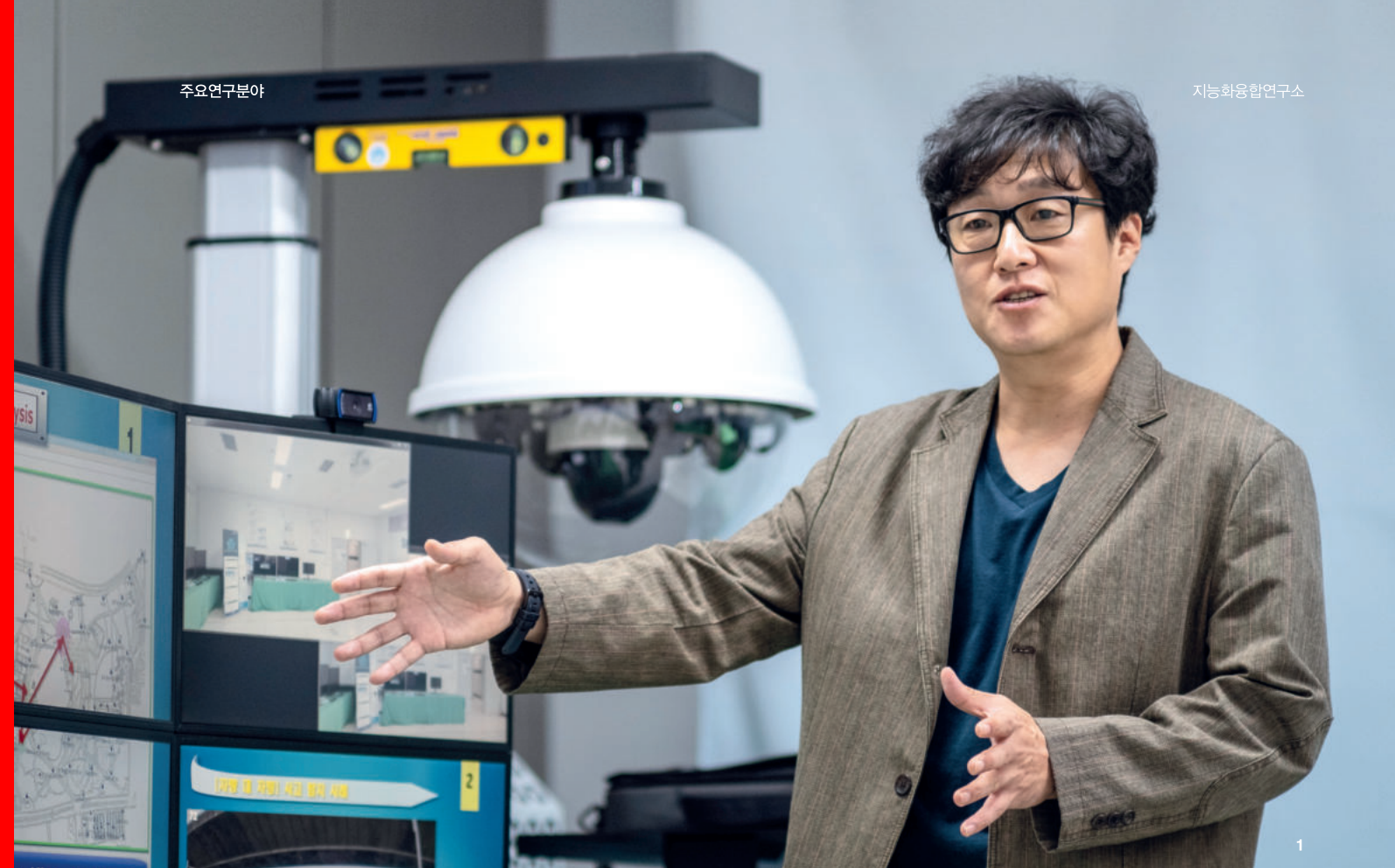
영상 제로샷하기

연구진이 개발한 기술은 인공지능 모델 간 경쟁하는 방식을 통해 만들어진다. 데이터를 학습해 거짓 데이터를 생성하는 모델과 이를 감별하는 모델이 서로 경쟁하면서 학습을 통해 점점 더 실제에 가까운 데이터를 만들어내는 방식이다.

이 같은 방법으로 연구진은 미리 다양한 각도에서 찍힌 흐릿하거나 깨진 사진을 학습시켜 명확한 숫자를 도출해냈다. 덕분에 사람이 보기에는 알기 힘든 사진에서도 인공지능은 확률이 높은 숫자를 빠르게 분석해 알려준다.

향후 연구진은 조금만 어둡거나 변형, 얼룩이 있어도 인식에 실패하는 현재 차량번호판 인식 기술을 보완하고 일반 CCTV 영상에서도 희미한 차량번호판을 감지, 식별하는 과정을 모두 자동으로 수행하는 SW를 개발해 실환경에 적용하는 연구를 진행할 예정이다. 이로써 범죄 예방, 주차 관리 등 스마트 치안 및 생활 안전에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

1. 차량번호판 AI 인식 용의자 차량 추적 기술을 설명중인 김건우 실장
2. ETRI 연구진이 차량 번호판 식별 시스템을 시연 및 점검하는 모습
(왼쪽에 앉아 있는 인員 : 임경수 선임연구원, 서 있는 인員 : 최병석 책임연구원)



1



2

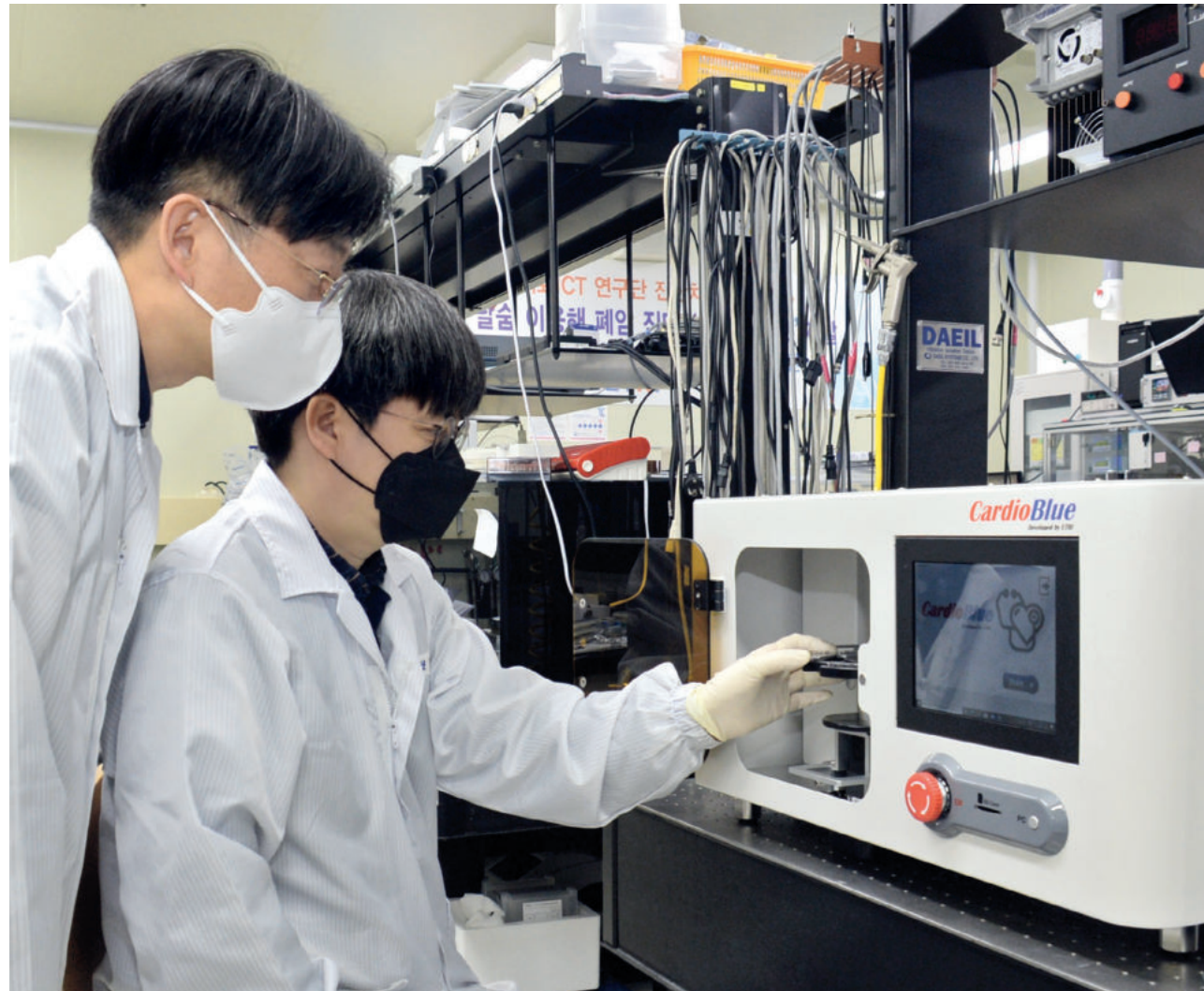
간편·고속 심혈관 질환 검사로 국민건강을 지킨다



영상 바로보기 ▶

바이오마커 자동분석기술

심혈관 질환은 빠르게 발견하고 대처하는 것이 중요하다. 하지만 번거로운 검사 과정과 값비싼 비용으로, 검사 자체를 진행하지 않아 병을 키우게 되는 사례가 허다하다. 때문에 언제, 어디서나 건강관리를 할 수 있는 시스템 구축에 대한 요구가 높아지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 ETRI는 심혈관 질환의 발생 가능성을 15분 내로 측정할 수 있는 '바이오마커(biomarker) 자동 분석 기술'을 개발했다.



고령화 사회 진입과 동시에 삶의 질 향상을 위한 건강관리 서비스에 대한 요구가 점차 증가하고 있다. 특히 최근에는 건강관리 자체가 예방관리 중심의 보건 시스템으로 흘러가는 추세다, 고령 인구가 늘어나는 만큼 만성질환 발병률 또한 증가할 수밖에 없다. 특히 나이가 들수록 동맥경화, 고지혈증, 심장마비 등 심혈관 질환 발병률이 높아져 일상생활 속에서의 관리가 필수적이다.

이에 ETRI는 동맥경화, 심근경색 등 심혈관 질환의 발생 가능성을 15분 내 측정할 수 있는 '바이오마커(biomarker) 자동 분석 기술'을 개발했다. 바이오마커란 체내 이상 징후를 알아낼 수 있는 물질로 DNA, 단백질 등 지표를 말한다.

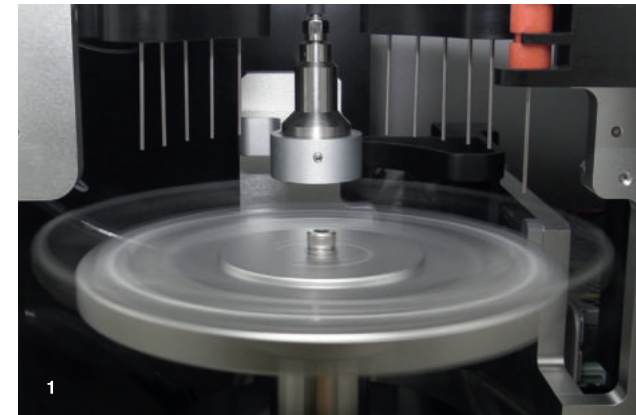
심근경색증, 협심증과 같은 심혈관계 질환은 고지혈증이나 동맥경화의 단계를 거쳐 발생하는데 혈액 내 여러 가지 마커 중 심혈관 질환 발병 시 증가한다고 알려진 cTnl, CRP, D-dimer, CK-MB, NT-proBNP 등 5종 마커를 분석해 예측하는 방식이다.

ETRI 연구진이 개발한 바이오마커 자동 분석 기술은 심혈관 질환 시 해당 단백질의 농도가 높아지는 마커 5종을 측정하는 기술로 ▲신호 증폭 기술, ▲고밀도 항체 고정화 기술, ▲회전 운동 기반 자동화 기술이 적용되었다.

ETRI가 개발한 가정용 전자레인지 크기의 바이오마커 자동 분석 기기는 기존 상용화된 분석 시스템의 크기 분석 시간이 오래 걸리며 가격이 비싸다는 단점을 해결했다. 이로써 시간을 다투는 긴급한 예비 심혈관 질환자가 사전 검사를 대형병원에 가지 않고서도 지역병원에서 쉽고 빠르게 검사받음으로써 심혈관 질환으로 악화되는 확률을 감소시켜 예방할 수 있게 된 것이다.

연구진은 자동 분석 시스템 내 혈액 검사 전처리를 위한 원심분리 기능도 함께 구성했다. 연구진의 모듈을 활용하면 3분 이내에 1mL의 혈액 전처리를 완료해 쉽고 빠르게 바이오마커 측정이 가능하다. 회전 운동 기반 자동화 기술을 바탕으로 시료 및 여러 모듈의 이동 거리를 최소화해 측정 시간을 단축시킬 수 있었다는 게 연구진의 설명이다. 또한, 본 기술을 통해 외부적 요인으로 인한 편차 및 오류를 최소화할 수 있었다. 동일 샘플 연속 측정 시 측정값의 편차를 뜻하는 재현성(CV)은 3.4%로 측정되었으며 세계 최고 수준에 근접한 결과이다. 연구진은 내년 임상실험을 통해 자동 분석 기술의 성능을 검증하고 시스템의 구조 설계를 최적화하여 공간적 부담감을 줄이고자 한다. 덧붙여 자동 분석 기술에 사용되는 포획 및 검출 항체를 변경하면 심혈관 질환뿐만 아니라 암, 바이러스, 세균, 식중독 등과 관련된 질환에도 적용할 수 있어 국민의 건강검진 편의성을 확대해줄 것으로 기대된다.

1. ETRI 연구진의 자동 분석 시스템이 시료 전처리를 수행하는 모습
2. ETRI 연구진이 개발한 진단검사용 자동 분석 기기



AESA 레이더 핵심 부품 기술개발로 자주국방의 기틀을 마련하다

레이더 송수신기용 스위치 집적회로

급격하게 변화하는 외부 환경에 대응하고 자주국방 실현을 위한 핵심 국방 소재 및 부품의 국산화 기술 확보가 그 무엇보다 필요한 때다. 이에 국가과학기술연구회(NST)는 지난해 5월, ETRI를 중심으로 산·학·연 15개 기관으로 DMC융합연구단을 만들었다. 연구단은 서로 협조하여 함께 연구하고, 이를 통해 자주국방의



미래 전장에서는 첨단 무기 기술과 혁신 정도가 승패를 결정할 것이다. 따라서 세계 무기 거래 시장에서 우위를 점하려면 제4차 산업혁명 핵심기술을 무기체계에 적용하는 것이 필수적이다. 이는 국방뿐만 아니라 국가 경제 성장 성패에도 직접 연관되기 때문에 첨단 무기체계를 국산화하고 자주국방 능력을 갖추는 것이 매우 중요하다. 그러나 우리나라는 아직 많은 첨단 무기체계 핵심부품을 수입에 의존하고 있다. 특히, 최근에는 기술 선진국들이 수출규제(EL : Export License)를 강화하고 있어 핵심 무기체계 및 부품의 독자적인 개발 및 국산화 기반의 기술이 그 어느 때보다도 필요한 시점이다.

이러한 가운데 국내 산·학·연이 뭉쳐 국방 반도체 소재 및 부품을 국산화하고 원천기술을 확보하기 위해 활발히 연구 중이다. 이로써 국방 핵심 반도체 기술력을 확보하고 자주국방을 실현하는 데 큰 도움이 될 전망이다.

DMC융합연구단 연구를 주관하는 ETRI에서는 화합물반도체 및 실리콘 기반 군수용 핵심부품 플랫폼을 개발한다. 화력 무기체계 기폭장치용 반도체 핵심부품인 실리콘 기반 고전압 스위치 및 비 냉각형 적외선 영상 센서 역시 주요 개발 대상이다.

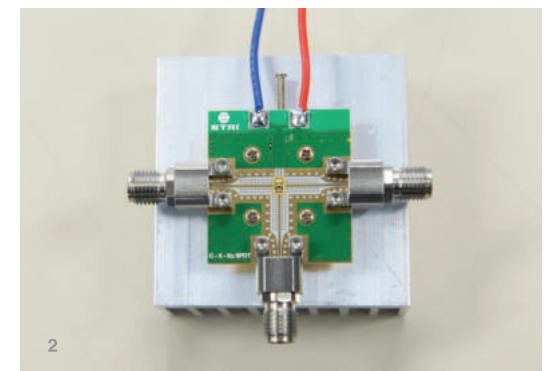
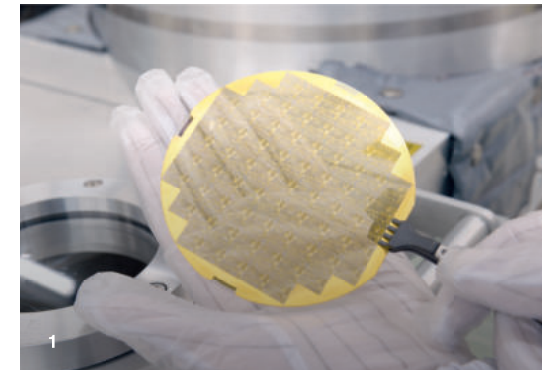
최근 ETRI는 C-대역 및 X-대역 에서 활용 가능한 레이더 반도체 송·수신기용 질화갈륨(GaN) 스위치 집적회로(MMICs : Monolithic Microwave Integrated Circuits) 기술을 국내 최초로 개발했다고 밝혔다. 본 기술은 감시정찰 무기체계 레이더용 반도체 핵심부품으로서 스위치 소자, 집적회로 설계 및 제작을 모두 국내 연구진의 기술로 이뤄 의미가 크다.

레이더는 원거리를 탐지하고 정찰하기 위해 높은 출력을 내고 정보 전달 과정에서 신호 손실을 최소화하는 전파통제 기술력이 필요하다. 연구진은 전투기 능동위상배열(AESA, 에이사) 전단부 등에 쓰일 수 있는 레이더용 핵심 반도체 부품 기술을 개발해 큰 관심을 받았다.

연구진이 개발한 기술은 고출력을 견디는데 유리한 질화갈륨을 활용해 스위치 집적회로를 개발하면서 C-대역 및 X-대역 각각 40와트(W)급과 30와트(W)급 출력과 30dB 이상의 격리도(Isolation) 성능을 낼 수 있다. 이는 선도 연구기관인 미국이나 유럽의 상용 제품과 대등한 수준이다.

본 기술을 활용하면 AESA 레이더 송수신기 모듈 크기를 줄이는 데 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 특히, 군용 고출력 레이더 송·수신기뿐 아니라 민간 선박, 기상 레이더 송수신기 모듈 등 다양한 분야에도 응용할 수 있어 많은 활용이 예상된다.

앞으로 변화하는 전장과 무기 교역 시장 확대에 맞춰 첨단 과학 기술적 대응 역량을 확보하는 일이 더욱 시급해지고 있다. 지금도 보이지 않는 곳에서 국방 연구개발 분야에 도전적이고 혁신적인 연구개발이 이루어지고 있다. 그런 든든한 노력 아래에서 더 안전하고 튼튼한 국방 자립화가 이루어지길 기대해 본다.



1. ETRI 연구진이 개발한 레이더 반도체 송수신기용 질화갈륨 스위치 집적회로 웨이퍼 모습
2. ETRI 연구진이 개발한 레이더 반도체 송수신기용 질화갈륨 스위치 집적회로 모습

전국 광통신 중소기업의 5G 활성화 지원, 광통신 국제공인시험기관으로 자리매김하다

5G 산업 활성화 지원

ETRI는 지난해 6월, 국제공인시험소 인가 기준을 보완해 미국 교정시험기관 인정기구(A2LA) 국제공인시험기관으로 최근 재지정되어, 전기적 및 기계적 8 항목을 지원한다. A2LA 국제 공인시험은 국내 광산업체가 개발 제품의 해외시장 진출을 위해 객관적 신뢰성 검증에 꼭 필요해 기업이 통과해야 하는 첫 관문으로, 그 중심에는 ETRI 호남권연구센터가 있다. A2LA 국제공인시험기관 재지정의 쾌거는 우리나라 광산업 발전의 마중물이 될 것으로 기대된다.



ETRI는 5G 이동통신 상용화를 위한 광통신 부품 산업을 육성하는데 일조하며, 명실상부한 '국제공인시험기관'으로 자리매김해 나가고 있다. ETRI 호남권연구센터는 지난 2006년부터 현재까지 493개 산업체에 3,608건의 국제공인시험을 수행했으며, 8,288억 원의 기업 매출 증대와 코스닥 상장을 견인하는 성과를 거두어 왔다. ETRI 호남권연구센터는 그동안 국제공인시험 운영으로 장비 노후화 및 인력 부족 등 인증의 어려움이 있었으나, 2019년 10월, 대내·외 환경 분석을 통해 『호남권연구센터 발전계획 2025』와 『중장비 서비스 기술 로드맵 2030』을 만들어 국제공인시험기관인증을 재추진해 이번 성과를 얻었다.

연구진은 ▲광기반 공정혁신 플랫폼 구축 및 산업화 지원사업 ▲5G 오픈테스트 랩 등 신규 기반 구축 등 사업을 통해 장비노후화 등의 문제를 해결, 기업지원을 위해 노력해 왔다. 또한, A2LA¹⁾ 국제공인시험기관의 ISO/IEC 17025 품질경영시스템을 업그레이드하여 향후 차세대 광융합산업 발전을 위한 기틀을 마련하는 데 집중할 계획이다.

ETRI 호남권연구센터는 국내 광산업체 개발 제품의 국제공인시험 지원을 통해 해외시장 진출의 마중물 역할 뿐만 아니라 매출 증대, 개발기간 단축, 시험 비용 절감 등 큰 효과를 이끌어냈다는 평가를 받고 있다.

2000년 광주광역시에서는 지역 경제를 이끌어갈 지역특화산업으로 광산업을 선택, 집적화 단지로 육성할 수 있는 기반을 마련했다. 이에 발맞춰 ETRI 호남권연구센터는 광산업분야 인프라 구축 및 핵심기술 개발과 실용화 지원을 위해 중소기업의 기술경쟁력 강화와 애로기술 지원을 위한 광통신 부품기술, 국제공인 시험기술, 광가입자망 시스템 및 서비스 기술분야에 대한 집중 육성을 추진했다.

연구진은 그동안 3,608건 시험지원으로 유선 통신망을 기반으로 광통신 부품 산업이 발돋움할 수 있도록 생태계 조성 및 일자리 창출에 일조했다. 더불어 2019년 12월 ㈜피피아이는 5G 통신네트워크 망에 사용되는 AWG 광 모듈에 대해서 2년간 국제공인시험지원으로 국·내외 통신사에 납품해 약 700억 원의 매출을 달성, 2019년 12월 코스닥에 상장하는 성과를 거두기도 했다.

1. A2LA 국제공인 시험기관 인증서 (신뢰성 분야)
2. A2LA 국제공인 시험기관 인증서 (측정 특성 분야)



ETRI 호남권연구센터는 국내 광산업체 매출 증대를 위한 전폭적인 지원을 위하여 비대면 화상회의 심사를 통해 ISO/IEC 17025 품질경영시스템의 프로세스와 경영시스템 요구 사항 등을 업그레이드하였으며, 국제공인시험기관으로 재지정되어 Telcordia, IEEE, IEC, TIA/EIA, MIL-STD 등 시험규격 66개 기준으로 온·습도, 고온저장 등 기계적 4 항목과 광 파워, 삽입손실, 반사손실 등 전기적 4 항목을 지원하고 있다.

ETRI 호남권연구센터는 그동안의 축적된 기술과 경험을 바탕으로 5G 산업을 활성화하고, 산업체의 경쟁력 강화 및 매출 증대로 이어질 수 있도록 정부출연연구원의 역할과 지역 균형발전 노력에 이바지하는 그들의 행보가 기대된다.

1) A2LA(American Association for Laboratory Accreditation): 미국교정시험기관인정기구로 ISO/IEC Guide 25 또는 동등 국가 규격의 실험실 인정에 의해 국가적으로 승인된 인정기관

양자컴퓨팅에서도 안전한 완전동형암호 가속기 기술 개발

HW 가속 기술

기존 암호기술은 암호화된 데이터를 바로 처리할 수 없었다. 비밀 키를 사용해 데이터를 복호화(재식별화)했다. 이 경우 비밀키는 물론, 원래의 정보가 노출될 수 밖에 없는 한계가 있었다. 이에 최근 ETRI는 기존 암호 방식에서 탈피한 완전동형암호(完全同形暗號) 하드웨어 가속기 기술을 개발 중이라고 밝혔다. 이로써 의료, 금융, 공공, 국방 등 보안이 요구되는 데이터를 암호화된 상태로 다양한 융합 서비스에 직접 적용할 수 있는 길이 열리게 될 전망이다.



국내 연구진이 보안이 필요한 정보를 보내서 처리할 때 그동안 수행 하던 방식에서 탈피해 암호화된 정보 그대로를 보내면 재식별 절차 없이도 안전하게 정보를 받고 처리할 수 있는 최첨단 보안 '가속기' 기술을 개발한다.

ETRI는 데이터를 암호화한 상태로 프라이버시를 보장하면서 머신러닝 등에도 적용할 수 있는 완전동형암호 하드웨어 가속기 기술을 연구 중이라고 밝혔다. 완전동형암호 기술이란 암호화된 데이터를 추가로 복호화 과정 없이 그대로 처리하는 기술이다. 4세대 암호 기술로 불리며 양자 컴퓨팅에서도 안전한 차세대 암호 기술로 각광받고 있다. ETRI가 개발 중인 완전동형암호 가속 처리 기술은 기존 기술과 달리 암호화 시 용량이 커진 암호데이터를 큰 산술 워드 크기로 연산할 수 있는 ALU(Arithmetic Logic Unit)를 함께 개발하겠다는 것이 특징이다. 더불어 완전동형암호의 장점인 재식별화 과정 없이 데이터를 암호화한 상태로 바로 처리 또는 다른 서비스와 결합할 수 있다는 점과 양자 컴퓨팅에서도 암호가 깨지지 않은 안전성도 함께 보장하겠다는 것이 특징이다. 따라서 암호화로 커진 데이터를 처리하는 데 많은 시간이 필요했던 문제를 HW 기반 완전동형암호 가속 처리 기술을 개발하여 해결하겠다는 것이다.

연구진은 느린 처리 성능의 문제점을 CPU가 암호 데이터를 처리하는 시간 대비 최대 1만 배 이상 큰 폭으로 단축하겠다는 목표를 세우고 본 기술개발을 추진 중이다.

ETRI는 향후 본 기술이 개발되면 ▲HW 가속기 칩셋 ▲데이터 서버에 내장되는 가속기 ▲보드용 라이브러리, 인공지능 등에 활용할 응용SW 등이 산출된다고 밝혔다.

기술개발을 통해 완성될 칩셋을 탑재한 가속기 보드는 클라우드 데이터 센터 등의 서버에 장착해 사용하면 된다. 또한, ETRI가 수행했던 '동형암호의 HW고속처리 요소기술'과 '암호 데이터베이스 질의응답 기술' 개발 등 선행 기술개발에 따른 원천기술을 보유하고 있기에 가능했다.

아울러 ETRI 서울SW-SoC융합R&BD센터는 가속기 개발에 필요한 보안 분야 주문형반도체(ASIC), 시스템온칩(SoC), 디바이스 개발 등의 기술 및 기반 역량 또한 보유하고 있다. 개발될 기술은 향후 클라우드 컴퓨팅 서비스 회사나 DBMS 기업, 펌리스 기업, 서버탑재 동형암호가속기 개발사 등에 기술이전 할 계획이다.

연구진의 HW 가속 기술이 세계적인 수준으로 개발되어, 우리나라가 차세대 보안기술을 선도하는 데 이바지하길 기대해 본다.



완전동형암호 기술 개념도

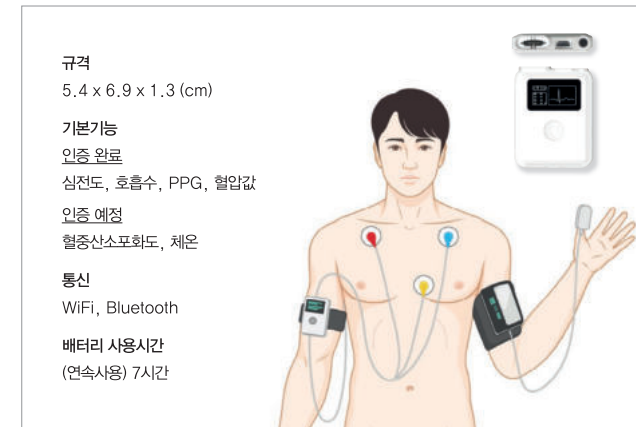
국민의 건강과 안전을 책임질 인공지능 응용기술

의료 ICT 융합기술+인공지능 응용기술

ETRI는 우리 일상에 많은 변화를 가져온 4G, 5G 통신은 물론, 반도체 등 컴퓨터 기술을 개발하며 국민 삶의 질을 높이는 기술 개발에 힘쓰고 있다. 특히, 지난해 코로나19를 시작으로 비대면 생체 신호 모니터링 기술의 필요성이 떠오르고 있다. ETRI는 병원 내에서 환자와 의료진이 비대면 상태에서 환자의 생체 신호를 실시간 모니터링할 수 있는 핵심기술을 확보하였으며, 인공지능 기술을 응용하여 잦은 산불을 실시간 감시할 수 있는 기술을 개발하는 등 국민 건강 및 생활 안전에 최선을 다하고 있다.

주요연구분야

대경권 연구센터



생체 신호 측정 장치 기능



중앙 감시 장치 운영 화면

2019년에 시작된 코로나19 팬데믹은 백신 개발로 진정되는 듯하였으나, 2021년 상반기에 전염성이 강한 델타 변이 바이러스가 우세종이 되고 람다 변이 바이러스까지 생기는 등 국내는 물론 전세계적으로 코로나19 팬데믹 상황이 개선되지 않은 상태이다. 또한, 의료진 등 생활 필수 요원을 대상으로 진행된 백신 보급에도 불구하고 의료진과 확진자 간 접촉으로 인한 의료진을 대상으로 한 돌파 감염이 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 의료 체계 붕괴까지 이르게 할 수 있는 매우 위험한 상태이다.

ETRI는 ICT 노하우를 활용해 의료진이 환자와 비대면 상태에서 환자의 생체 신호를 실시간으로 측정할 수 있는 기술을 개발했다. 이 기술은 확진자와 의료진 대면 상태에서 발생할 수 있는 2차 감염 및 돌파 감염 가능성을 최소화할 수 있는 기술로써 병원 내 의료인력 운영 효율을 높이는 데 도움이 될 전망이다. 본 기술은 대경권연구센터와 대구/경북 지역의 의료기기 중소기업이 공동 개발한 결과물로 생체 신호 측정 장치와 환자 중앙 감시장치로 구성된다.

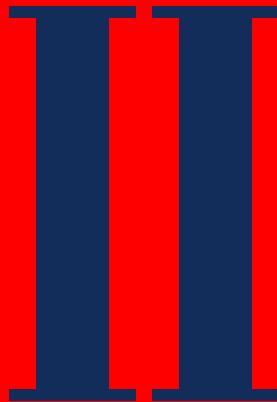
생체 신호 측정 장치는 환자의 심전도, 혈압, 맥박, 호흡, 체온, 혈압, 혈중산소포화도 등을 실시간 측정하여 중앙 감시 장치에 전달되고, 의료진은 중앙 감시 장치를 활용하여 환자 상태를 실시간 모니터링한다. 또한, 연구진은 대구경북첨단의료산업진흥재단과 협력하여 시험검사와 인허가를 대폭 단축하는 데 성공했다. ETRI가 개발

한 기술은 식약처 산하 한국 의료기기안전정보원 심의에서 의료기기 2등급(2020.07) 품목을 인증받았다.

비대면 환자 생체 신호 모니터링 시스템은 생활치료센터와 같이 감염병 환자를 대상으로 효율적으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 일반 병원에서 사용될 수 있는 시스템으로 서울대병원 등 국내 종합 병원에서 테스트하고 있으며, 일부 병원에 보급이 시작되고 있다. 향후 ETRI는 의료진의 현장 요구사항을 반영하여 시스템 완성도를 높일 계획이다.

최근 연구진은 인공지능 기술을 접목해 산불을 감시하는 시스템을 개발하기도 했다. 현재 산불 모니터링은 감시탑과 감시 요원들을 활용한 직접 감시와 높은 곳에 설치된 조망형 CCTV를 이용한 방식으로 운용되고 있다. 하지만 사람의 눈으로 변화가 없는 산지를 계속해서 모니터링할 경우 피로도가 급격히 증가하여 감시의 효율이 낮아진다.

이런 문제를 딥러닝 기반 영상 분석 기술을 이용하여 해결한 것이다. 또한, 딥러닝 영상 분석 기술을 이용하여 CCTV 카메라가 현재 감시하고 있는 장면과 동일한 장면을 디지털 트윈 상에 실시간으로 나타내어 신속한 위치 추적이 가능하다. 이처럼 ETRI가 제공하는 지능화 솔루션이 국민의 안전과 건강을 보다 효율적으로 지켜나갈 것 기대해 본다.



일반현황

인원현황 & 과제수행실적
Personnel &
Project Status

74

표준화 & 논문
Standardization &
SCI / SCI Expanded Paper

76

본원 및 지역연구센터
Nationwide Regional
Research Center

78

특허출원 & 기술이전
Patent Application &
Technology Transfer

75

동문기업 및 성과
Status and Progress of Companies
Established by Alumni

77

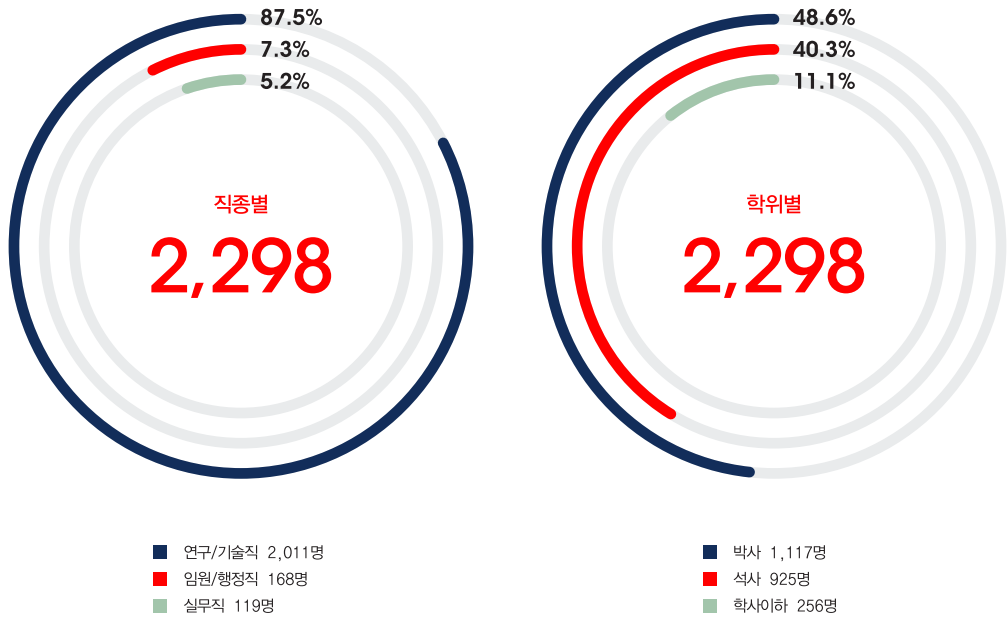
글로벌 R&D 협력 네트워크
Global R&D Cooperation
Network

79

인원현황

Personnel

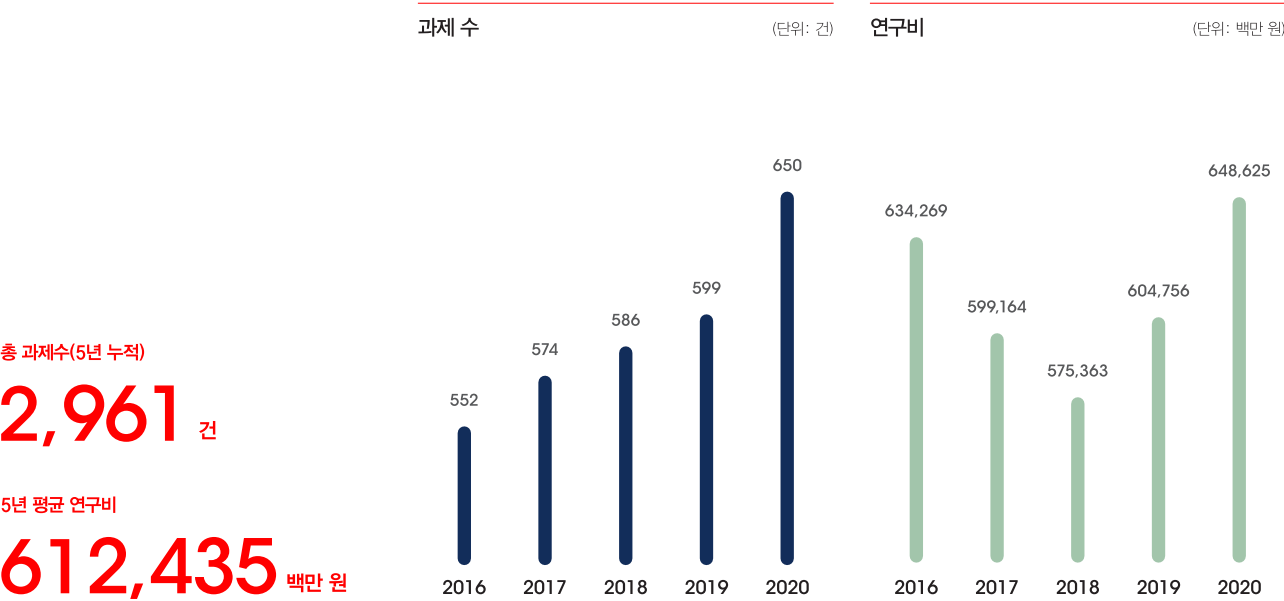
* 2021. 8. 31. 기준



과제수행실적

Proejct Status

* 2020. 12. 31. 기준

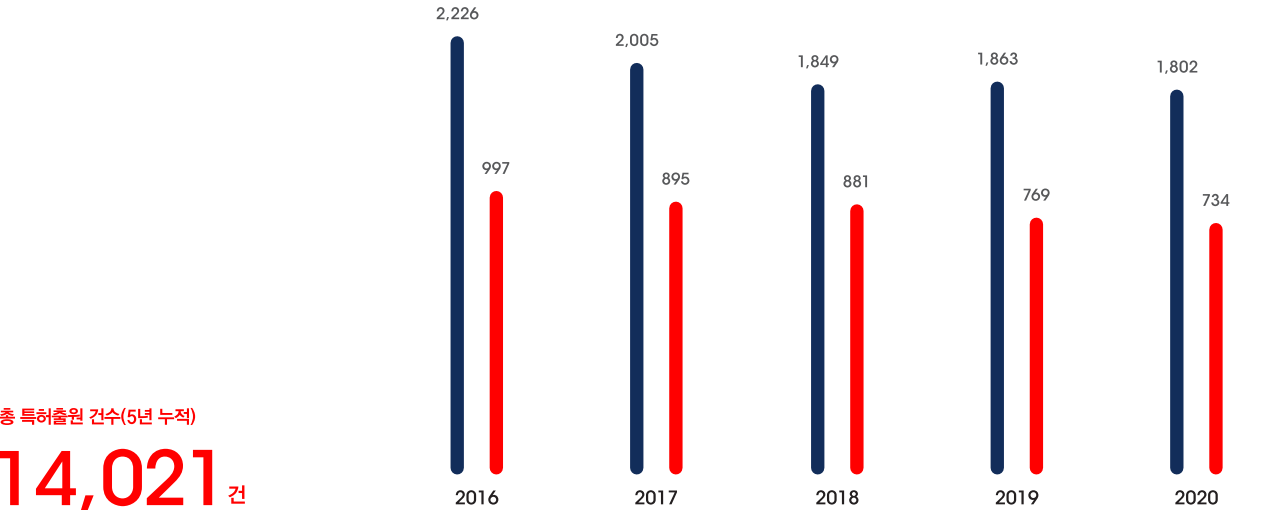


특허출원

Patent Application

* 2020. 12. 31. 기준
(단위: 건)

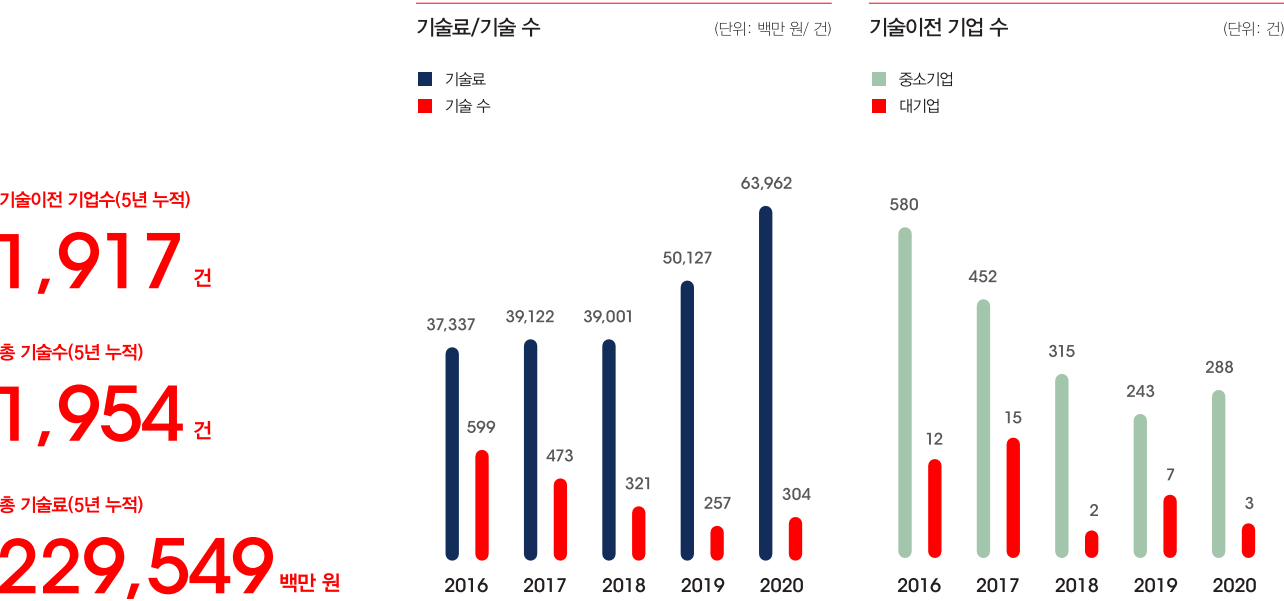
■ 국내
■ 국제



기술이전

Technology Transfer

* 2021. 8. 기준



표준화

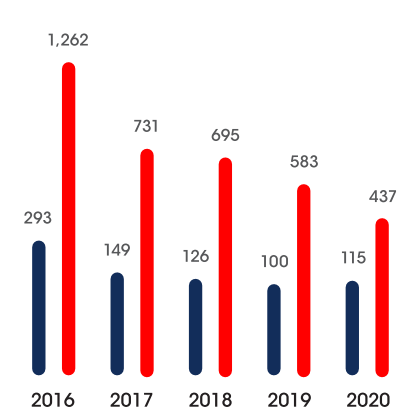
* 2020. 12. 31. 기준

Standardization

표준기고서

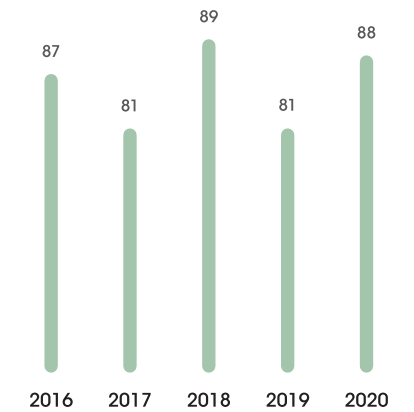
(단위: 건)

■ 국내 ■ 국제



국제표준화기구 의장단

(단위: 명)



표준기고서 건수(5년 누적)

4,491 건

5년 평균 국제표준화기구 의장단

85.2 명

논문자료

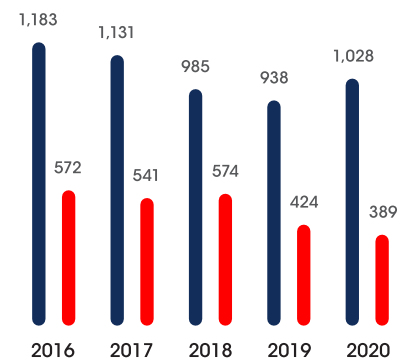
* 2020. 12. 31. 기준

Papers

국내/국제 논문 자료

(단위: 건)

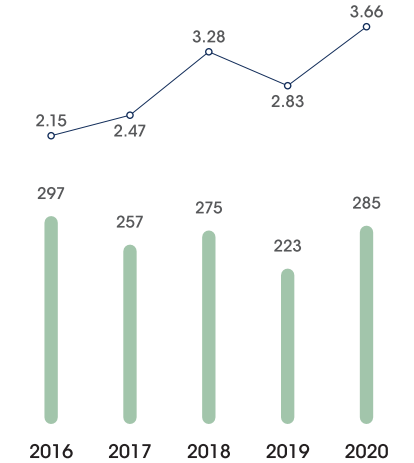
■ 국내 ■ 국제



SCI급 논문 자료

(단위: 건)

■ SCI급 논문
—○— 평균 IF



총 논문 자료 수(5년 누적)

7,765 건

총 SCI급 논문 자료 수(5년 누적)

1,337 건

5년 평균 IF

2.88 회

ETRI 동문기업 및 성과

* 2020. 12. 31. 기준

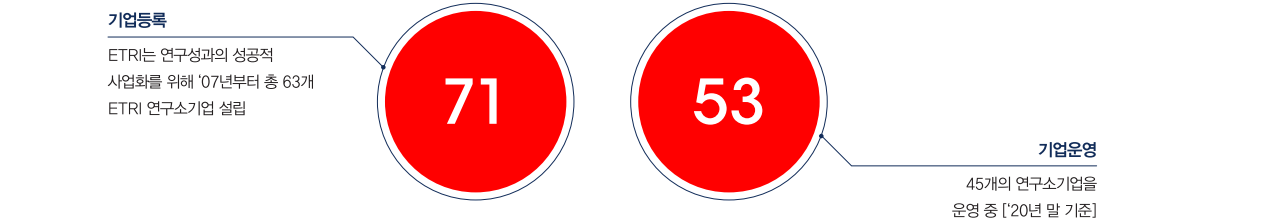
Status and Progress of Companies
Established by Alumni



ETRI 연구소기업 운영

* 2020. 12. 31. 기준

ETRI Laboratory Enterprise
Status



본원 및 지역연구센터

Nationwide Regional Research Center



글로벌 R&D 협력 네트워크

Global R&D Cooperation Network



SWISS
ETH Zurich / AOneSat / Switzerland Innovation Park Biel

FRANCE
INRIA/CNRS/ETSI/Sigfox

GERMANY
Fraunhofer IAF / Universitat Zu Lubeck / Rohde&Schwarz / X-FAB / MERCK / BOSCH / Fraunhofer-HHI / BMW / Julich / ESCRYPY / BMBF

BELGIUM
IMEC

ISRAEL
ARO Volcani Center / Design Art Networks / FINLAND

KAZAKHSTAN
Transtelecom / IGITC(International Green Technologies & Investments Center)

ITALY
SIM2 BV International / ENEA

PALESTINE
An-Najah National University

KENYA
Postal Corporate of Kenya / Baringo County Government

INDIA
CDAC / Sagacious Research Pvt Ltd / Saankhya Labs Private Limited

VIETNAM
Viettel / UET-VNU / Ton Duc Thang University

MALAYSIA
MYTEL / UCSY(University of Computer Studies, Yangan) / West Yangan Technological University / Ministry of Education

TAIWAN
Researchwire Knowledge Solution Pvt. Ltd. / Ministry of Communication and Information Technology / NCCA(National Cyber & Crypto Agency of Indonesia)

INDONESIA
JSC "Radiophysika" / JSC Apex / ITAE RAS / Russian Academy of Science

SPAIN
UPV(Universitat Politècnica de València) / University of the Basque Country(UPV/EHU)

MONGOL
MUST / MTZ

JAPAN
RIKEN / Morita Tech / Zeon / Konica Minolta / NHK / DNPT & DNP / Heartwell / Novatech & Sharp

CANADA
IP Cube Partners / University of Saskatchewan / CRC Canada / UHN / University of Waterloo

IRAN
Ministry of Science and Technology / Adama Science and Technology University

BRAZIL
Information Technology University / Pakistan Post

CHILE
Tongji University / TSMC / Beijing Jiaotong University

CHINA
Warsaw University of Technology / PUT

FINLAND
University of OULU

BULGARIA
IOMT-BAS

ZIMBABWE
GHANA

NETHERLANDS
WLR

NORWAY
Sintef Ocean AS(MARINTEK)

AUSTRALIA
University of South Australia / University of Queensland / University of Wollongong

USA
University of Texas Austin / University of Washington / University of California Riverside / Texas A&M / MGH / Harvard University / Georgia Tech / CSUFF / SDSU / University of California Davis / University of California San Diego(UCSD) / Indiana University / Virginia Tech / Arizona State University / Columbia University / University of Colorado, Boulder / Massachuset Institute of Technology(MIT) / University of California, Los Angeles (UCLA) / Qualcomm / University of North Carolina at Charlotte / Houlihan Lokey / Avanci, LLC / IBM corp. /

Farjami & Farjami LLP / AIM IP / SIGMA DESIGNS / Sinclair Broadcast Group Inc. / Finisar Corp. / NVIDIA / Dolby Laboratories, Inc. / Via Licensing Corporation / University of Connecticut / IEEE / Rutgers University / KBRI / Purdue University / San Jose State University / Space Systems/Loral INC. / South Dakota State Univ. / Google / BOEHRINGER INGELHEIM / Niihau Spectrum Corp / Apple / IPVA LUE Management Int / APX / PMC-sierra / Cryptography Research Institute / Vanguard Video / AMD / Sedicii Innovations Ltd / Intel / Open Networking Foundation(ONF) / Via Licensing / ICAP / Argonne National Laboratory / Endolynx Inc. / Netlist Inc. / SEMTECH / University of Oklahoma / Veea Inc. / ONRG / IMEC

UZBEKISTAN
Tashkent University of Information Technologies / JSC Uzbektelecom

RWANDA
Rwanda Information Society Authority / Ministry of Infrastructure

TURKEY
PTT

NICARAGUA
ENATREL

TAJIKISTAN
Technological University of Tajikistan

JORDAN
Ministry of Information & Communication Technology

THAILAND
Royal Thai Air Force / Guru Square Co. Ltd.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA
SENTECH SOC LTD / AFRIKO HOLDINGS (PTY) LTD

GABON
National Agency of Digital Infrastructures and Frequencies

BOTSWANA
DIS Botswana

ETRI BEIJING R&D CENTER
Room 2011, Air China Plaza, 36 Xiaoyunlu, Chaoyang District, Beijing 100027, CHINA
Tel : +86-10-8447-5215

ETRI US R&D CENTER
3003 North 1st Street, Suite 338, San Jose, CA 95134, USA
Tel : +1-408-519-5793

DIGITAL HUMANITY

2021 ETRI
TECHNOLOGY
REPORT

발행인

김명준

발행처

한국전자통신연구원

총괄편집

한국전자통신연구원 홍보부 홍보실
대전광역시 유성구 가정로 218
Tel. 042.860.4998 / Fax. 042.860.5848

발행일

2021.10.14

기획 · 디자인

(주)홍커뮤니케이션즈
www.hongcomm.com