

ETRI

2022 ETRI
Technology Report

2022 ETRI TECHNOLOGY REPORT

KOREAN

ETRI

ETRI 한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications
Research Institute



세상을 바꾸는 국가 지능화 연구기관, ETRI

ICT는 제조, 국방·안전, 의료·복지, 에너지·환경, 그리고 도시·교통 등 사회 전반을 혁신하고 산업 구조를 지능화시켜 나가고 있습니다.

ETRI는 그 변화의 주체이자 주도자로서 창조적인 연구를 통해 4차 산업혁명의 새로운 길을 만들고 보다 지능적으로, 세상을 바꾸고 있습니다.

일상을 바꾸는 따뜻한 ICT

인공지능(A), 빅데이터(B), 클라우드(C), 그리고 사물인터넷(I) 등 ABCI로 대표되는 ICT가 삶을 더욱 편리하게, 안전하게 변화시키고 있습니다.

ETRI는 그 변화의 주체이자 주도자로서 초지능, 초성능, 초연결, 초실감 기술 개발을 통해 따뜻한 ICT를 실현하고 보다 살기 좋게, 일상을 바꾸고 있습니다.

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

한국전자기술연구소(Korea Institute of Electronics Technology: KIET) 설립

1976.12.31.

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

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

1997.01.31.

한국전자통신연구원(ETRI)
전기통신기본법에 따라
한국전자통신연구원으로 명칭 변경

한국전자통신연구원으로 명칭 변경

1997.01.31.

전기통신법 개정에 따라 한국전자통신연구소가
한국전자통신연구원으로 명칭 변경



1976.12.30.

한국전기기기시험연구소(KERTI)
전기 분야의 연구와 시험 등을 위해 설립

한국전자기술연구소(KIET)

반도체, 컴퓨터 등 전자 분야 전문
연구를 위해 설립

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

1996.01.01.

시스템공학연구소(SERI)
1967년 6월 KIST 전자계산실로 출발한 KIST 부설
시스템공학연구소가 1996년 1월 1일 ETRI 부설로 이관,
1998년 5월 25일 ETRI에 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

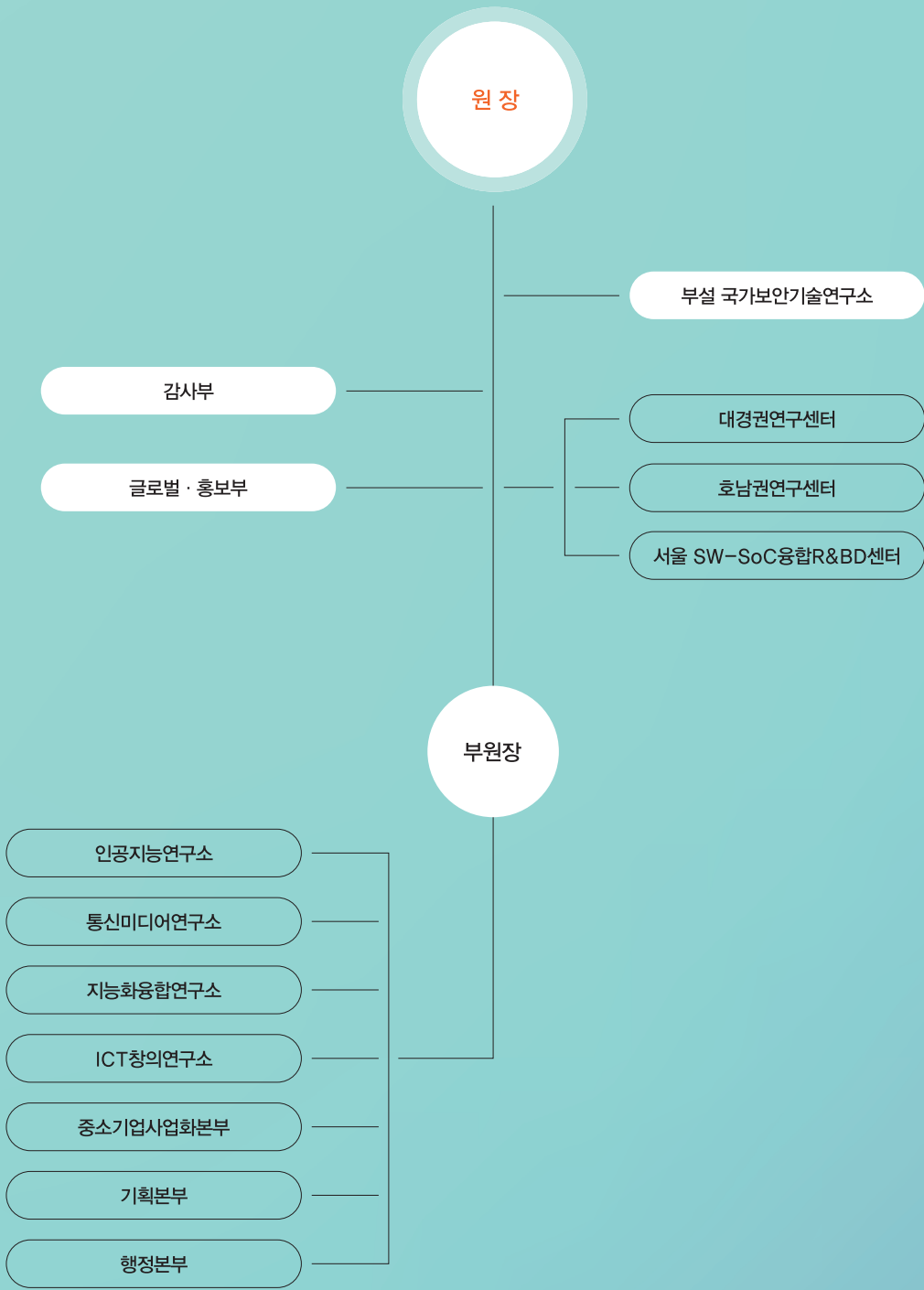
1998.05.25.

ETRI에 흡수 통합



1980s		
1976 <ul style="list-style-type: none">• KIST 부설 한국전자통신연구소 설립• 한국전자기술연구소 설립• 한국전기기기시험연구소 설립	1982 <ul style="list-style-type: none">• 우리나라 최초의 메모리 반도체 32K ROM 개발 1983 <ul style="list-style-type: none">• 8bit 교육용 컴퓨터 개발 1984 <ul style="list-style-type: none">• 16비트 UNIX 개발 컴퓨터 국산화 성공	1986 <ul style="list-style-type: none">• 1가구 1전화 시대를 연 '전전자교환기(TDX)' 개발 1988 <ul style="list-style-type: none">• 565Mbps 광통신 시스템 개발 1989 <ul style="list-style-type: none">• 4M DRAM 개발을 시작으로 16M, 64M, 256M DRAM 개발
2000s		
2004 <ul style="list-style-type: none">• 세계 최초 이동무선 광대역 인터넷 와이브로(WiBro) 시제품 개발 2005 <ul style="list-style-type: none">• 국산 임베디드 SW 개발 솔루션 첫 수출• 지상파 DMB 서비스 개시	2006 <ul style="list-style-type: none">• 무선 홈 네트워크(UWB) 개발• 투명 AMOLED 세계 최초 개발 2007 <ul style="list-style-type: none">• 3.6Gbps 4세대 무선전송시스템 세계 최초 개발	2008 <ul style="list-style-type: none">• SMMD 기반 실감체험 4D 시스템 기술 개발 2009 <ul style="list-style-type: none">• 세상을 밝혀주는 친환경 OLED 조명 기술 개발
2010s		
2014 <ul style="list-style-type: none">• 세계 최초 가입자당 10Gbps 속도 보장 오케스트라(OCES+3.2 Tera) 광인터넷 기술 2015 <ul style="list-style-type: none">• RoF기반 모바일 프런트홀 기술 (High Five EScoRT)	2016 <ul style="list-style-type: none">• 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 2017 <ul style="list-style-type: none">• 고성능 언어지능 SW '엑소브레인(Exobrain)'	2018 <ul style="list-style-type: none">• UHD 모바일방송 기술 2019 <ul style="list-style-type: none">• 25Gbps급 촉각인터넷 기술 '틱톡(TIC-TOC)'

1990s		
1990 <ul style="list-style-type: none">• 32비트 마이크로프로세서 개발 1991 <ul style="list-style-type: none">• TDX-10 개통• 주전산기III (TiCOM) 개발	1994 <ul style="list-style-type: none">• 디지털 위성방송 시스템 개발 1995 <ul style="list-style-type: none">• CDMA 이동통신 시스템 세계 최초 상용화 성공 1996 <ul style="list-style-type: none">• 차량탑재용 위성방송 능동안테나 개발	1999 <ul style="list-style-type: none">• 동기식 IMT-2000(CDMA2000) STP 시스템 시제품 개발• 비동기식 IMT-2000 (WCDMA) 상용화 개발
2010s		
2010 <ul style="list-style-type: none">• 4세대 이동통신 LTE-Advanced 세계 최초 개발• 스마트 선박 기술 개발	2011 <ul style="list-style-type: none">• 투명도 조절 AMOLED 디스플레이 패널 개발• 패킷-광 통합 전달망 기술 개발	2012 <ul style="list-style-type: none">• 100배 빠른 광 인터넷 기술 개발• 휴대형 한·영 자동통역 '지니톡(Genie Talk)' 기술 개발 2013 <ul style="list-style-type: none">• DB-Call 기반 지능형 영어학습 시스템(Genie Tutor)
2020s		
2020 <ul style="list-style-type: none">• 시각지능 원천기술 플랫폼 '딥뷰(Deep View)' 2021 <ul style="list-style-type: none">• 도로와 사물, 사람을 이해하는 지능로보틱스 AI 핵심기술	2022 <ul style="list-style-type: none">• 마이크로 LED 동시 전사·접합 기술	



산·연·영·기·가·패·너

16

Artificial Intelligence
Research Laboratory
인공지능연구소

26

Telecommunications &
Media Research Laboratory
통신미디어연구소

38

Intelligent Convergence
Research Laboratory
지능융합연구소

50

ICT Creative Research
Laboratory
ICT창의연구소

62

Convergence Research Dept.
& Regional Research Center
융합연구단 및 지역센터

1

Artificial Intelligence Research Laboratory

인공지능연구소

AI 반도체를 활용한 고성능, 저전력 서버 기술로 초당 5천조 연산하는 인공지능 두뇌를 만든다

AI 반도체 및 인공지능 서버 기술

자율주행 자동차, 클라우드 데이터센터, 사람과 사물 간 음성 인식 등 인공지능이 그리는 미래에 대한 기대가 크다. 이를 실현시키기 위해서는 방대한 양의 데이터가 필요하고 연산, 처리하는 과정이 필요하다. 이때 가장 중요한 것이 AI 반도체 및 인공지능 서버 기술이다. 국내 연구진이 인공지능의 학습과 추론을 가속할 수 있는 시스템 연구에 매진하는 이유가 바로 그것이다. 최근 ETRI는 고성능 AI 반도체 칩을 활용하여 낮은 전력으로 초당 약 5천조 회 연산이 가능한 인공지능 시스템을 개발했다.



영상 바로보기 ▶

사회 전반에 AI가 빠르게 도입됨에 따라 복잡하고 정교한 대규모 연산, 처리의 필요성이 높아지고 있다. 그러나 지금까지 개발된 CPU 나 AP 등은 단순 계산에만 최적화되어 있어 딥러닝, 즉 학습과 추론이 필수적인 인공지능 연산에는 한계가 있었다. 한편에서는 그래픽 스처리장치 GPU가 널리 활용되고 있으나 구조적으로 인공지능 연산 처리에 최적화되어 있지 않아 데이터 지연과 전력 낭비가 발생하기 일쑤였다.

이런 한계를 뛰어넘어 찾아낸 것은 신경망처리장치, NPU기반 AI반도체다. ETRI는 작년, NPU기반 AI 반도체 칩 AB9(알데바란9)을 공개한 데 이어 올해 AB9기반 보드와 인공지능 시스템을 개발하는데 성공했다.

연구진이 개발한 NPU보드 'ABrain-S'는 AB9을 기반으로 독자적인 설계를 이뤄 부피가 작으면서도 전력 소모가 낮다. 인공지능 알고리즘 처리를 위해 입출력 데이터를 8GB까지 저장할 수 있는 메모리와 데이터 이동 속도를 빠르게 하기 위한 인터페이스도 적용했다.

현재 적용 중인 GPU보드 기반과 성능을 비교해보자. 현재 AI 알고리즘 처리 가속기로 많이 활용하고 있는 GPU보드는 부피가 커서 1개 서버 노드에 6~7대밖에 장착할 수가 없다. 반면 AB9이 내장된 NPU보드는 한 서버 노드에 최대 20대씩 장착이 가능하다. 전력 소모에서도 NPU보드는 비교할 수 없을 정도로 효율적이다. AB9은 동전 크기의 작은 면적에 초당 40조 회 연산 성능을 내면서도 전력 소모는 15W 수준으로 낮기 때문이다.

이를 바탕으로 ETRI는 서버 노드 8개를 쌓아 랙 서버(Rack Server) 형태로 구성된 인공지능 시스템, 아트브레인(ArtBrain-K)을 만들었다. 개발된 시스템은 최대 5페타플롭스(PetaFLOPS) 성능을 발휘한다. 서버 1개당 1초에 약 5천조 회 연산이 가능한 셈이다. 기존 GPU기반 인공지능 서버 대비 약 4배의 연산 성능과 7배의 전력 효율이다.

연산 성능과 전력 효율이 높은 아트브레인(ArtBrain-K)이 데이터센터 등에 적용되면 무엇이 달라질까? 우선 단편적으로는 처리 용량과 속도가 대폭 개선될 것이다. 좀 더 확장해 생각해보면 미래 산업 전반에 미치는 영향력도 짐작할 수 있다. 트랜스포머 계열 인공지능 알고리즘 등 초거대 인공신경망(Huge Neural Network)과 같이 데이터 처리



ETRI 연구진이 AI 반도체 및 인공지능 서버 기술을 시연하는 모습

와 학습에 엄청난 컴퓨팅 자원이 필요한 곳에 적극적으로 활용될 테니 말이다.

또한 ETRI는 SW 개발환경도구 'AIWareRT'를 깃허브(GitHub)에 공개했다. 프로그래밍에 필요한 기본적인 구조와 알고리즘, 시뮬레이터, 최적화 도구 등을 라이브러리 형태로 제공해 프로그래밍 언어에 생소한 사람들도 쉽게 사용해볼 수 있도록 하기 위해서다. AI 반도체 및 인공지능 서버 기술도 반도체 기업과 AI 하드웨어 기업에 이전했다. 이전된 기술은 얼굴인식 및 객체인식 AI 등을 이용한 각종 보안 기술에 활용될 예정이다.

인공지능이 우리 사회 전반에 자리잡기 위해서는 인공지능의 두뇌라 할 수 있는 서버와 시스템의 성능을 더욱 높여가야 한다. ETRI는 앞으로 이 기술을 더욱 고도화하고 딥러닝이 적용되는 AI 분야 부품의 국산화를 위한 지원도 진행할 예정이다. 비메모리 반도체 분야의 원천기술 보유와 함께 AI 반도체를 탑재한 NPU보드와 NPU서버시스템, 관련 SW 개발로 꾸준히 경쟁력을 높여온 연구진들에게 박수를 보낸다.

동영상을 인지하고, 질문에 답하는 똑똑한 AI 기술이 펼쳐진다

문장 기반의 AI 비디오 구간 검색 기술

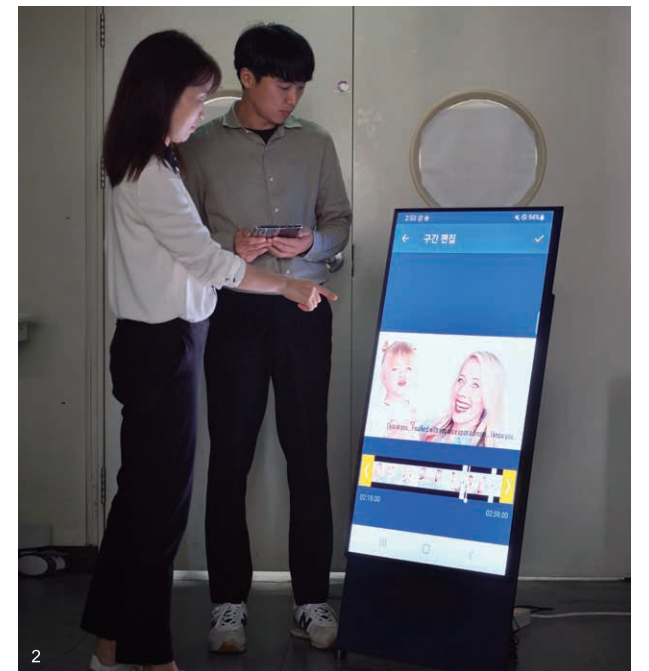
어린 시절 보았던 SF영화나 소설 속에는 인간과 같은 얼굴에 인간과 같은 행동을 하는 로봇이 등장했다. 로봇은 인간과 대화를 나누기도 하고, 때론 감정을 공유하기도 했다. 상상 속 미래로만 존재하던 로봇은 눈앞에 펼쳐질 현실적인 세계가 되었다. 인간의 말을 알아듣고, 실행하는 인공지능 기술을 신기해하던 시대는 지나고, 어느덧 우리 삶의 곳곳에 녹아들어 더욱 큰 발전을 꾀하고 있다.

최근 5년간 과학계 R&D 분야에서 가장 큰 이슈는 단연 AI(Artificial Intelligence)라고 할 수 있다. 인공지능은 학습을 통해 문제를 해결하는 등 인간과 같이 사고하고 학습해 판단하는 논리적 방식을 사용하는 컴퓨터 공학을 말한다. 과거의 인공지능이 입력과 출력이라는 단순한 패턴화로 이루어져 있었다면, 현재는 기계학습을 통해 인간과 같이 데이터를 분석할 수 있는 '딥러닝 기술'이 개발되어 사회 전반에 자리잡혀 있다.

ETRI는 코엑스에서 열린 ETRI 컨퍼런스 주요 연구를 통해 인공지능연구소의 새로운 AI 기술을 소개했다. 해당 기술은 비디오에서 자연어로 원하는 구간을 찾는 인공지능 기술로, 동영상과 자연어 질의문을 입력하여, 비디오 내에서 질의문과 가장 잘 부합하는 시간 구간을 검색 결과로 반환한다. coarse-grained 방식을 서로 다른 관점에서 여러 번 수행하고 적은 연산량으로도 비디오에 대한 이해를 높여, 기존 fine-grained 방식의 SOTA 대비 95%의 정확도의 성능 수준을 1/20의 소요시간에 탐지가 가능하다.

동영상 이해 및 예측 기술은 AI가 동영상을 지각 레벨에서 이해하기 위해 객체 및 행동 중심으로 인식하고 탐지하는 연구가 진행되고 있다. 또한, 인지 레벨에서 이해하기 위해 언어 기반의 질의문에 대해 사람과 같이 탐지 결과나 정답을 제시하는 연구 또한 동반되고 있다. 이러한 과정에서, AI가 사람처럼 동영상을 이해하는 방법은 다양하다. 동영상 내 인물과 주요 객체들을 탐지해서 객체를 중심으로 이해하는 방법, 각 인물의 움직임이나 객체들 간의 상호작용에 의한 행동 중심으로 이해하는 방법, 문장 기반 동영상 구간 탐지나 비디오QA 연구들과 같이 언어를 기반으로 동영상을 이해한 결과를 제공하는 방법 등이 있다.

미래에는 피로 누적으로 인한 성능 저하 없이, 인간의 시각적 지각 성능을 능가하는 학습 및 추론 방법에 대한 인지 레벨의 동영상 이해 연구가 활발히 진행될 것이다. 스마트폰과 같은 모바일 단말 보급이 일상이 되어버린 현 사회에 이 기술은 유연한 실행 능력을 보여준다. 또한, 비디오 특징 벡터 추출과 의미 구간 검색 과정이 분리되어 비디오 특징 벡터를 재사용하여 검색 시간을 절감할 수 있다. 지능형 영상 관제 시스템을 통해 문장으로 검색이 가능한 영상 관제로 응용된다. AI가 가진 지능은 인간의 뇌와 다른 개념이며,



1. ETRI 연구진이 AI 비디오 구간 검색 기술에 사용되는 데이터를 분석하는 모습
2. 문장 기반의 AI 비디오 구간 검색 기술을 통해 비디오를 검색하는 모습

인간이 추구하는 가치를 따라올 수 없다. 다만 인간이 살아가며 추구하는 편의성, 안전성에 대해 도움을 줄 수 있는 똑똑한 기술이 연이어 개발된다면 기술과 어우러져 더 높은 사회적 가치를 추구할 수 있지 않을까?



영상 바로보기 ▶

사람처럼 문서를 이해하는 AI의 등장

설명 가능한
심층 질의응답 기술

최근 ETRI는 사람처럼 문서를 이해하고 정보를 찾아주는 API 2종을 개발했다. 문서에서 사용자가 원하는 답과 근거까지 찾아주는 ‘행정문서 질의응답(QA) API’와, 어휘와 구문이 변형된 서로 다른 문장이 같은 의미인지를 인식하는 ‘패러프레이즈 인식 API’다. API란 Application Programming Interface의 약자로, 운영체제나 프로그래밍 언어가 제공하는 기능을 제어할 수 있게 만든 인터페이스를 뜻한다. 온라인을 통해 사용자가 두 기술을 쉽게 바로 이용할 수 있는 것이다.



행정문서 질의응답(QA) API는 사용자로부터 질문과 문서를 입력받으면 문서 내 단락과 표에서 사용자 질문에 대한 정답과 그 답을 제시한 근거까지 제공한다. 기존에는 파일을 직접 열어 제목 혹은 파일에 포함된 단어로 일일이 원하는 정보를 검색하는 수고가 있었으나, 해당 API를 이용하면 파일을 열어볼 필요 없이 한번에 원하는 정보를 습득할 수 있다.

예를 들어 ‘교통안전관리규정 준수 여부의 확인과 평가가 언제 실시되는지’가 궁금한 사용자가 ‘교통안전법 시행규칙’이라는 문서에서 정보를 얻기 위해서는 ‘교통안전관리규정’, ‘확인’, ‘평가’ 같이 원하는 답이 있을 만한 부분에 있을 법한 단어들을 조합해가며 검색해야 했다. 그러나 질의응답 API를 이용하면 읽기를 원하는 파일과 ‘교통안전관리규정 준수 여부의 확인 평가는 언제 실시하는가?’라는 질문을 선택하기만 하면 된다. 클릭 한 번으로 ‘매 5년이 지난날의 전후 100일 이내’라는 답과 근거가 되는 문서 내의 법 조항 정보가 나온다.

앞서 설명한 행정문서 질의응답(QA)에도 적용된 패러프레이즈 인식 API는 기존 인공지능과 답러닝 기술에 있었던 ‘견고성 문제’를 개선하여 개발한 기술이다. 견고성 문제란 문장이 조금만 달라져도 의미 관계를 올바르게 이해하지 못하는 것을 뜻한다. 기존 기술로는 ‘그는 빨간 자전거를 샀다’와 ‘그가 산 자전거는 빨간색이다’가 같은 의미의 문장인 것을 구분할 수 있었지만, ‘그는 빨간 자전거를 안 샀다’라는 문장과는 어떤 관계가 있는지 기술적으로 구분하기 어려웠다. 본원에서는 이런 한계를 개선하여 다양한 유형의 문장 간 의미 관계를 인식하는 기술을 개발한 것이다.

두 API의 정확도를 측정한 결과 기존 기술 대비 높은 성능을 보였으며, 이를 통해 기술의 우수성을 확인하였다. 블라인드로 진행된 행정문서 질의응답(QA) 기술 실험에서, 단락을 대상으로 검색해 나온 상위 5개 결과의 정확도가 89.65%, 표를 대상으로 진행한 검색에서는 81.5%였다. 또한 패러프레이즈 인식 API는 두 문장이 같은 의미인지를 분류하는 견고성 평가셋 대상의 실험에서 기존 오픈소스 라이브러리의 정확도 11.28%를 훨씬 뛰어넘는 정확도 96.63%라는 결과를 보였다.

현재 개발된 질의응답(QA) API는 현재 한글 문서 대상으로만 서비

스를 제공하지만, 표준인 XML 기반으로 문서 서식 처리를 하므로 해당 기술 자체는 워드나 PDF 등 다른 형식의 문서에도 적용할 수 있다. 또한 패러프레이즈 API는 다른 한국어 AI 개발에도 쓰일 수 있는 원천기술이며, 보다 넓은 범위의 분야에 적용되어 업무 처리의 효율성을 높이고 기술의 발전을 도울 것으로 예상된다. 본 기술은 ETRI 공공 인공지능 오픈 API·데이터 서비스 포털(<https://aiopen.etri.re.kr/>)에 공개되어 누구나 쉽게 이용할 수 있다.

안전한 자율주행을 위한 인공지능 SW 기술

다중센서 융합 자율주행 인공지능 SW 기술

ETRI는 연구원을 순환하는 자율주행차 '오토비(AutoVe)' 셔틀 서비스를 운영하고 있다. 오토비는 자율주행을 뜻하는 'Autonomous Driving'과 이동체 'Vehicle'을 합성한 이름으로, 운전자가 없는 진정한 자율주행 기술을 상징한다. 오토비의 가장 큰 특징은 자율주행 4단계의 시작을 알렸다는 점이다. 그동안 나온 자율주행차에는 운전석, 운전대가 남아 있는 경우가 많지만 오토비는 운전석과 운전대가 없고 콘텐츠를 즐기거나 자유롭게 이동할 수 있도록 만들어졌다.



ETRI 연구진이 다중센서 융합 자율주행 인공지능 SW를 점검하는 모습

오토비는 연구원 안에서 안전규정에 따라 25km 제한 속도를 준수하며 이동한다. 탑승 예약은 방문동 키오스크로 가능하며 QR코드로 오토비의 실시간 위치를 확인할 수 있다. 운행은 오전 10시부터 오후 5시까지 주요 연구동을 지나는 노선으로 이루어진다. 비신호 교차로나 보행자 횡단보도, 정지 차량 등 매번 다르게 펼쳐지는 상황에도 안전하고 똑똑하게 운행한다.

오토비에는 전방과 후방에 카메라 2개가 장착되어 있고 라이다 센서는 전방 2개, 측방 2개, 후방 2개 총 6개가 있다. 카메라 센서는 도로 위 차선, 신호등을 검출하고 차량 후미등이 비상등인지 등을 인식하는 데에 쓰이며 라이다 센서는 주로 동적 객체(사람, 차)를 인공지능으로 인식하는 데 사용된다. 교통신호와 앞 차량의 후미등 색은 물론 차량 주변의 움직이는 모든 물체를 센서를 통해 입체적으로 인식할 수 있다. 이처럼 오토비가 물체를 인식하며 안전하고 똑똑하게 움직일 수 있는 이유는 자율주행을 위한 핵심 기능에 인공지능이 적용된 덕분이다. 최근 ETRI가 개발한 다중센서 융합 자율주행 인공지능 SW 기술은 카메라

라 및 라이다 센서의 융합을 바탕으로 차선, 신호등, 객체, 주행 가능 영역 등 주행환경을 인지하고 예측해 도심 자율주행을 가능하게 하는 인공지능 기반 핵심기술이다.

특히 이번 기술은 카메라 및 라이다 센서 기반 자율주행 인지 및 예측 기능을 구현하기 위한 인공지능 학습과 추론모델을 제공하고, 모델을 학습할 수 있는 학습 데이터를 제공함으로써 다양한 형태로의 변형을 통한 자율주행 SW 기술 적용이 가능하다는 장점이 있다.

다중센서 융합 자율주행 인공지능 SW 기술은 앞으로 대중교통 소외지역 자율주행 서비스, 도심환경 대중교통 자율주행 서비스, 캠퍼스 순환 셔틀 버스, 첨단운전자 보조 시스템 등 다양한 응용 분야에 활발하게 활용될 것으로 예상된다.

완전한 자율주행이 이루어지려면 현재 적용되어 있는 기술들이 지금보다 더 정교해져야 하며, 세밀하게 융합되어야 한다. ETRI의 정교하고 세밀한 기술력을 통해 안전하고 똑똑한 자율주행차를 타고 달리게 될 미래세상을 기대해본다.



영상 바로보기 ▶

2

Telecommunications & Media Research Laboratory

실제보다 더 실제 같은 가상현실 세계를 만나다

6DoF 가상현실 서비스 기술

영화 속에서는 가상현실의 세상인 메타버스 시대가 열린 지 오래 되었지만 현재의 기술은 기대에 미치지 못하고 있다. 가격도 비싸고 연결도 어려울 뿐더러 가장 중요한 몰입감이 확실히 떨어지기 때문이다. 주변 환경을 차단하고 사용자의 감각을 자극하여 실체가 아니지만 실제 같은 느낌이 날 수 있도록 하기 위해서는 어떤 기술이 필요할까?

ETRI 통신미디어연구소는 6DoF 가상현실 영상 모바일 기반 AR기술을 발표해 가상현실의 세계에 한 발짝 더 다가서는 역사를 만들었다.



ETRI 연구진이 6DoF 가상현실 영상
모바일 기반 AR 기술을 시연하는 모습



2020년 마켓앤마켓은 가상현실, 즉 VR 시장이 2020년부터 2025년까지 폭발적인 성장세를 보일 것이라는 보고서를 발표했다. 특히 VR HMD는 38.6%로 가파른 성장곡선을 그릴 것으로 보았다. 굳이 이런 보고서를 들먹이지 않더라도 사람들은 누구나 가상현실 VR 서비스가 차세대 미디어의 주축이 될 것으로 믿는다. 채용될 산업 분야도 무궁무진해서 의료부터 학습, 게임, 엔터테인먼트 분야까지 넘나들고 있다. 가상현실, 증강현실 같은 비대면 서비스의 수요가 날이 갈수록 증가하고 있는 것이다.

그러나 현재의 기술은 아직 도전이 많이 필요하다. 최근 HMD나 VR기기를 써본 적이 있는지? 확실히 과거에 비해서는 놀랄 만큼 발전했지만 아직도 현실을 완전히 잊어버리고 그 세계에 몰입하기는 어렵다.

현재 대부분의 VR 게임이나 메타버스 서비스 게임은 컴퓨터그래픽으로 구성되어 있어 현실에서와 같은 시각적 체험을 제공하기 어렵다. 한동안 360도 실사 이미지 영상 제공이 인기를 끌었지만 이 또한 사용자의 몰입감을 증가시키기에는 한계가 있다. 360도 실사 영상을 제공하는 3DoF 영상은 사용자의 위치를 고정시킨 채 VR 속 물체가 회전운동 하는 정도까지만 보여주기 때문이다.

이 기술에서 한 발짝 더 나아간 것이 최근 ETRI 통신미디어연구소

에서 개발, 발표한 6DoF 가상현실 영상 모바일 기반 AR기술이다. 이 기술은 회전운동에 위치이동까지 가능한 몰입형 VR로 3차원 공간에서 운동하는 물체의 여러 가지 회전 동작을 보여준다. 또한 3DoF 영상에 앞뒤, 좌우, 위아래, 병진 동작을 추가하고 사용자의 위치 이동에 따라 가상 시점을 합성하여 보여준다. 사용자 입장에서 보면 위치 변화에 따라 시점 영상이 실시간으로 변화하는 것을 느낄 수 있는 것이다. ETRI가 제공하는 기술은 영상을 합성하여 실시간으로 제공하는 고속 합성 및 재형 기술이다. 사용자는 움직임에 따른 운동 시차를 제공받아 실감나는 전방위 몰입감을 느낄 수 있다.

미래 사회는 사람과 기술이 촘촘히 연결되는 초연결 사회가 될 전망이다. 이를 구현하는 대표적인 기술은 가상현실이다. 영상의 몰입감만 개선하면 가상현실은 산업 전반에 폭발적으로 수용될 가능성이 높다. VR이나 AR, XR 등 몰입형 비디오 서비스 산업이 먼저 나설 것이고 비대면 문화공연이나 스포츠 등에도 활용될 것이고 회사 회의, 수업 등에도 등장하게 될 것이다. 이처럼 실감형 콘텐츠를 소비해갈 차세대 미디어로의 변화는 누구도 막을 수 없는 흐름이다. 어차피 가야 할 방향이라면 우리나라가 기술에 선두에 서면 어떨까? 그 미래가 무척이나 기대된다.

빛으로 연결되는 초고속, 초실감의 미래 주역

테라비트 시대를 열어가는 실리콘 포토닉스 기술

초당 1조 비트의 정보를 광통신망으로 전송할 수 있는 '테라비트 시대'가 다가왔다. 4차 산업혁명이 성장할수록 폭증하는 데이터 트래픽 문제는 시간이 해결해주지 않는다. ETRI는 '광통신' 기술을 개발해 한 번에 전송할 수 있는 데이터량을 두 배로 늘리는 선도적 주역의 모습을 발표했다.

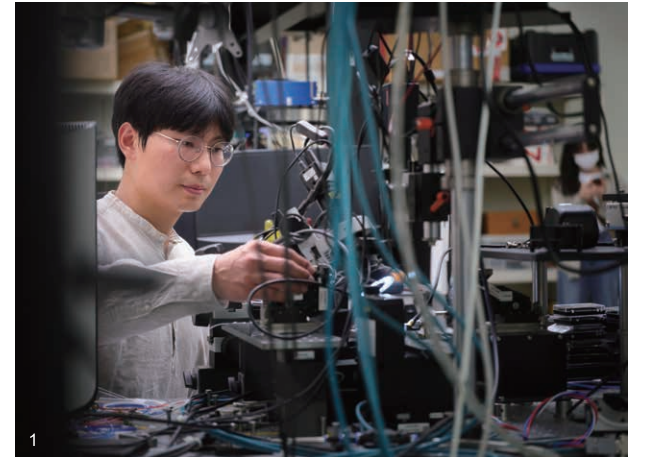


영상 바로보기 ▶

급속도의 성장을 이루는 4차 산업혁명은 정보통신 기술을 이용해 우리의 일상에 다양한 변화를 주고 있다. 5G, AI, 사물 인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 자율주행 등의 기술 개발을 통해 더 나은 삶을 추구하는 양식을 띠고 있다. COVID-19로 인해 외부와 단절이 되는 등 전례없는 팬데믹 상황에 놓였지만, 다양한 정보통신 기술은 비대면 사회에서 편리함을 제공 하고 있다.

하지만, 이로움이 늘어가는 만큼 그에 대한 데이터 사용량 또한 무시할 수가 없게 되었다. 데이터를 저장하고 처리 및 전송하는 데이터 센터의 처리 용량이 한계점에 다다르면서 데이터 센터의 증설이나 확장이 추가적으로 필요하게 된 상황에 놓였다. 데이터 센터 내에서 기존 전기 신호 대신 빛을 이용해 정보를 전송하는 경우에는, 빠른 속도로 다양한 파장의 빛 데이터를 하나의 광채널로 보낼 수 있다. ETRI는 단일파장 빛을 이용해 100Gbps 광트랜시버를 개발한다. 100Gbps는 1초에 100기가 비트의 대용량 데이터를 보낼 수 있는 속도이다. 100Gbps 속도의 광트랜시버로 8K 고 해상도 비디오 신호 1000개 분량의 데이터를 하나의 광채널을 통해 보낼 수 있다. 광트랜시버의 전송속도는 소모되는 전력보다 크게 증가해 에너지 절감이 가능하다. 100Gbps 광트랜시버는 실리콘 포토닉스 기술을 이용해 광송수신칩을 개발한다. 해당 기술은 CMOS 반도체 공정을 이용해 수많은 광소자를 하나의 칩으로 제작하는 첨단 기술이다. 기존에 있던 개별 광소자 어셈블리 제품과 대비해 저전력화, 대용량화, 소형화, 저가화 등 여러 면에서 우수하다는 평가이다. 송신단은 빛을 생성하는 레이저와 빛을 디지털 신호로 변조하는 광변조기로 구성되어 있다. 변조된 빛 신호는 광섬유를 통해 다른 광트랜시버 모듈 수신단에 전달되고, 광검출기를 통해 빛 신호에서 전기 신호로 바뀐다. 추가적인 데이터 전송 용량 증가를 위해 실리콘 포토닉스 기술을 사용하여 다파장 빛 신호를 하나의 신호 흐름으로 합쳐주는 다중화기(MUX)와 다시 각 파장의 신호로 분리하는 역다중화기(DEMUX) 개발이 진행 중이다.

실리콘 포토닉스를 기반으로 한 100Gbps 광트랜시버 개발은 국내 실리콘 포토닉스 기술 생태계 활성화 및 국제 경쟁력 향상에 기여한다. 테라비트급에 해당하는 광트랜시버 개발의 기반 기술이 되어 데이터 센터의 효율적인 운영을 돕고 포스트 코로나 시대



1-2. ETRI 연구진이 실리콘 포토닉스 기술을 이용해 개발한 광송수신칩을 실험하는 모습

를 대비하고 에너지 소비를 줄여 CO₂ 배출을 감소한다. 개발된 ETRI의 다양한 기술은 초광대역 초실감 서비스 인프라 기술에 이로움을 주고 있다. 앞서는 기술과 함께 풍요로운 삶이 지속되길 꿈꿔본다.

더욱 생생하고 실감 나지만 더욱 가볍게, 모바일 AR 세계로의 진보

모바일 환경의 사물 인식 기반 지능형 증강현실 기술

ETRI는 저사양 단말 보드나 휴대폰 환경에서도 무리 없이 AR(Augmented Reality)을 적용할 수 있는 지능형 증강현실 기술을 개발했다. 모바일 환경에서는 기존 사물 인식 기술이 무거워 기술과 기기가 최적화될 수 없었으나, 경량화된 본 기술은 모바일 환경에서도 무리 없이 작동할 수 있다. 해당 기술은 다양한 게임 및 교육 서비스에 적용될 것으로 기대된다.



ETRI는 모바일 환경에서 이동하면서도 사물을 인식하고 사물의 정보를 제공할 수 있는 지능형 AR 기술을 개발했다. AR은 증강 현실이라는 기술로, 현실의 이미지나 배경에 3차원의 가상의 이미지를 겹쳐 보여주는 기술이다. 해당 기술의 바탕이 되는 딥러닝 인식 기술은 이미지 분류 기술로, 이미지에서 픽셀 단위로 이미지를 추출하면서 이미지를 큰 한 덩어리가 아닌 사물 요소별로 인식하는 기술이 접목된 '사물인식 기술'이다.

기존에 사용되었던 사물인식 기술은 고사양 기기와 서버가 필요했고 실행 속도도 느렸다. 따라서 기존 기술을 적용한 채, 카메라 등으로 읽는 이미지 정보가 실시간으로 바뀌는 모바일 환경에서 AR 기술을 적용하며 다양한 콘텐츠를 만드는 데에는 한계가 있었다. 그러나 ETRI에서 개발한 기술은 해당 기술이 서버가 아닌 저사양 단말 보드나 휴대폰 환경에서도 동작이 가능하도록 기술을 개발했다.

해당 기술의 크기를 줄이고 처리 속도를 빠르게 하는 경량화된 딥러닝 인식 기술을 만듦으로써, 모바일에서도 80개의 사물에 대해 각 사물이 차지하는 영역을 추출 및 인식하여 정보를 제공할 수 있게 되었다. 기존 기술(YOLACT)을 모바일에 적용했을 때와 달리 신속하게 사물을 인식하고 추출할 수 있게 되었는데, 이를 바탕으로 보다 즉각적으로 모바일 환경에서도 AR 기술이 적용 가능하다.

예시로 무겁고 특수한 장비 없이 스마트폰만으로도, 현실 배경이 적용된 슈팅 게임 콘텐츠를 즐길 수 있다. 게임 속 배경은 실제로 눈앞에 보이는 전경이지만, 스마트폰 혹은 경량 기기를 통해서는 실제 전경을 담은 화면 속 사물 사이사이로 게임적 요소들이 배치된다. 게임 중 빠르게 움직이며 화면이 실시간으로 바뀌어도, 해당 기술로 즉각적으로 바뀌는 화면 속의 사물이 무엇인지 판별해 내며 AR을 띄울 수 있기 때문에 구현 가능한 것이다.

해당 기술은 지능형 증강현실 게임 서비스, 모바일 환경에서의 지능형 객체 탐지 서비스, 객체 정보 기반 지능형 코딩 교육 서비스, 객체 분할 정보 기반 음악 동영상 제작 서비스 등 다양한 분야에 적용될 것으로 예상된다.

4G와의 작별, 진정한 5G 핵심 기술 개발

5G 스몰셀 기지국 소프트웨어 기술

5G(NR)는 데이터 전송 속도 측면에서 4G(LTE)보다 월등한 성능을 제공함에도 불구하고 4G의 제어를 기반(비단독 모드)으로 동작함에 따라 제 기능을 발휘하지 못해온 실정이다. 4G에 대한 의존성은 독자적인 5G 솔루션의 새로운 이동통신 시장 진입에 있어 진입 장벽으로 작용한다. 또한 5G에서 정의하고 있는 사용자별로 높은 수준의 데이터 서비스를 제공하기 위해서는 기존보다 상대적으로 협소한 지역(스몰셀)에 집중하여 서비스를 제공하는 기술이 하나의 해결책으로 생각될 수 있다.



최근 ETRI는 5G 단독 모드 스몰셀 기술 개발에 성공했다. 스몰셀 기술은 성능 향상뿐 아니라 서비스 음영 지역에 대한 문제를 해결하며 실내 기지국 솔루션을 일체형으로 제공한다. 이는 국내 중소기업의 새로운 비즈니스 모델 창출 등에 있어서도 저비용 고효율의 솔루션으로써의 역할이 기대된다.

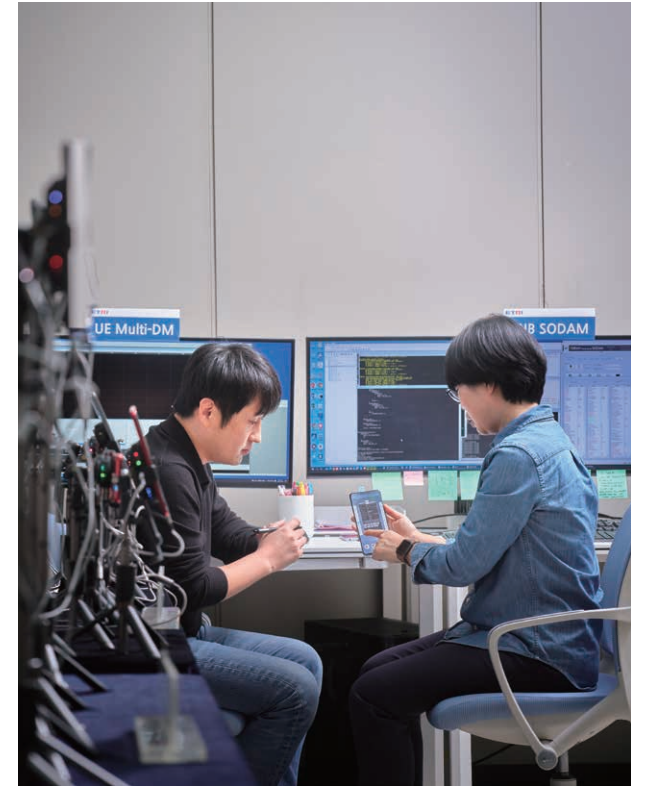
우리나라에서 세계 최초로 시작된 5G 서비스는 최대 다운로드 속도가 20Gbps, 사용자 체감 전송 속도는 100Mbps로 4G 대비 최대 200배에 달하는 성능을 제공한다. 이외에도 5G는 초연결, 저지연 서비스를 제공한다는 특징이 있다. 증강현실, 자율주행, 사물인터넷 등의 기술을 기반으로 모든 전자기기가 연결되는 미래 사회는 5G가 그 핵심으로 자리 잡을 전망이다.

2019년 상용 서비스를 시작한 이후 2022년 기준 약 2,000만 명의 사용자가 5G 서비스에 가입했다. 그러나 5G 서비스의 속도나 품질 차이를 느끼지 못한다는 불만이 있었다. 1인당 평균 데이터 사용량의 증가, 그리고 이로 인한 모바일 트래픽 폭증은 시스템 과부하로 이어져 서비스 품질 저하라는 악순환이 반복되고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 높은 전송 전력을 통해 넓은 지역에 서비스를 제공하는 매크로 셀 시스템과는 다른 철학의 스몰셀 시스템이 각광받기 시작하였다. 스몰셀은 매크로셀 대비 전송 전력과 좁은 서비스 지역이라는 특징을 갖고 있으며 이는 설치/운영 비용, 음영 지역 문제 해결 등의 장점이 있다.

스몰셀 기술에 대한 사회적 필요성을 느낀 ETRI는 저렴한 비용으로 기존 매크로셀 기지국과 동일한 기능을 제공하는 '5G 단독 모드 스몰셀 소프트웨어 기술'을 개발했다. 해당 기술을 통해 건물 내부나 인구 밀집 지역, 음영 지역과 같이 통신이 원활하지 않거나 고속 데이터 서비스 제공이 불가능했던 지역에 독자적인 5G 시스템만으로 서비스를 제공할 수 있다. 이는 모바일 트래픽 분산 및 사용자의 체감 속도를 높일 수 있는 결과까지도 기대해 볼 수 있다.

ETRI에서는 국내외 시판 중인 상용 스마트폰과 자체적으로 개발한 망 장비를 활용하여 5G 단독 모드 스몰셀 소프트웨어 기술 개발을 진행해왔다. 그 결과 최대 64 사용자의 동시 접속을 통한 이론적 최대 성능 달성, 다양한 시나리오의 핸드오버, VoNR(Voice over NR, 음성/영상 통화), 재난 안전 문자 등 국제 표준 규격에서 명시하고 있는 다



ETRI 연구진이 5G 스몰셀 단독모드 기지국 구축 후 스마트폰으로 성능을 점검하는 모습

양한 기능과 성능에 대한 검증에 성공했다.

또한 개발 중인 시스템을 플랫폼으로 활용하는 서비스 개발에도 노력을 기울인 결과 증강/가상현실을 통해 교육 콘텐츠, 소형셀 기지국 상태 정보 등을 제공하는 솔루션도 성공적으로 개발했다.

ETRI에서 개발에 성공한 5G 단독 모드 스몰셀 소프트웨어 기술은 5G 상용망 뿐만 아니라 5G 특화망에서도 잘 활용될 수 있어서 미래 사회에 긍정적이고 핵심적인 역할을 충분히 수행해 나아갈 것으로 예상되며 특히나 국산화에 성공한 소프트웨어의 기술 이전을 통해 그동안 외산 소프트웨어 사용으로 인해 큰 비용을 감수할 수밖에 없었던 국내 업체들, 특히나 중소기업에 있어서 향후 기술 경쟁력 향상에 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

드론, 안전하고 올바르게 사용하는 기술

저고도 소형드론 무선식별 및 정보관리 기술

최근 전 세계적으로 드론의 이용이 크게 확산되면서 사생활 침해, 중요시설 보안 위협 등의 역기능 사례가 지속적으로 증가하고 있다. 소형드론의 경우 특정한 전문지식 없이도 공중 이동과 원격 조종의 장점이 있는 반면, 안전·보안 위협, 사생활 침해 등의 범죄 행위에 쉽게 사용 가능하여 악용 시 추적 및 책임 소재 확인에도 어려움이 있다. 이에 대응하기 위한 드론 무선식별 및 정보관리 기술의 중요성이 강조되고 있다.



영상 바로보기 ▶



ETRI 연구진이 저고도 소형드론 무선식별 및 정보관리 기술을 점검하는 모습

드론은 특별한 전문지식 없이도 조종할 수 있어 드론을 활용한 영상 촬영, 택배 서비스 등 다양한 분야에서의 활용도가 높아지고 있다. 드론은 사람이 직접 수행하기 어려운 임무를 효과적으로 수행하기도 하지만, 국가중요시설의 안전·보안 위협이나 아파트 단지 내 드론 불법 촬영으로 인한 사생활 침해 등 드론 역기능 사례 또한 증가하고 있다.

최근 ETRI는 드론의 이용 확산에 따른 역기능을 최소화하기 위하여 드론 고유정보(드론 ID, 위치 정보 등)를 원격으로 식별할 수 있는 저고도 소형드론 무선식별 및 정보관리 기술개발에 성공했다. 이번 기술은 소형드론을 이용한 사생활 침해, 안전·보안 위협 등 역기능에 선제적으로 대응하고 통합 관리할 수 있는 기반 조성에 활용될 전망이다.

저고도 소형드론 원격식별 및 정보관리 기술은 기존 장치 대비 식별 거리가 100% 이상 향상된 드론 탑재 모듈 및 지상 식별 기술로 미국

FAA, 유럽 EASA 등 주요국 드론식별 규정을 준수하고 있다.

해당 기술을 통해 식별 모듈을 탑재한 드론은 이상 범위 등 미허가 구역에 진입 시 해당 정보를 관리하는 시스템상으로 드론을 무력화시킬 수 있다.

식별 모듈을 탑재한 드론과 드론 식별 정보 통합 관리 시스템은 지상용 식별기를 통해 연결되며 유·무선 네트워크를 통해 통신한다. 운용자 및 일반 사용자는 네트워크를 통해 드론 식별 정보 및 연계 정보를 얻을 수 있다.

해당 기술은 역기능 대응, 통합 관리 기반 조성뿐만 아니라 드론 안전 관리 및 주파수 정책에 활용될 예정이며 공항, 원자력발전소 등 국가중요시설에 '탐지-무력화 단계'의 2단계 안티드론 대응 체계에서 '탐지-식별-무력화' 3단계 대응 체계로 개선할 수 있는 진보된 기술을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

3

Intelligent Convergence Research Laboratory

끝없는 변신, 실감형 3D 입체 기술로 세상을 다시 마주하다

수요 맞춤형 실감형 3D 도시모델 갱신 및 활용지원 기술

디지털 트윈과 메타버스만큼 차세대 디지털 플랫폼의 기반 데이터로 자리잡을 선두 주자가 나타났다. 오래전부터 우리 일상 가까이에 있었던 3D 입체 기술은 개발 범위가 끝없이 늘어나고 있다. 수요자 맞춤형 데이터를 자랑하며 미래형 기술로 주목받는 ETRI의 '3D 도시모델 활용지원 기술'에 대해 알아본다.



3D 기술은 분야를 가리지 않고 다양하게 활용되고 있다. 영화나 게임을 비롯한 문화콘텐츠, 가상훈련, 또는 도시를 일구는 계획도에도 3D 공간정보가 유용하게 활용되고 있다. 눈앞에 생생하게 그려지는 실감형 콘텐츠가 주목받게 되면서, ETRI는 '2021년 국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되어 기술에 대한 우수성을 인정 받은 '수요 맞춤형 실감형 3D 도시모델 갱신 및 활용지원 기술'을 발표했다.

공간정보란 지도 위에 표현이 가능한 객체들의 위치 또는 형상, 관련 정보를 통칭하는 말이다. 1990년대를 시작으로 디지털화가 급격한 성장 속도를 이루게 되며, 우리의 일상에는 경험해보지 못한 아주 작은 요소들까지도 2D/3D 기술이 빠르게 자리잡혔다. 최근에는 ICT를 기반으로 이중 산업을 융합하는 매개체이자 콘텐츠 융합의 중심점이 되고 있다.

'수요 맞춤형 실감형 3D 도시모델 갱신 및 활용지원 기술'은 실감형 고정밀 3D 공간정보를 생성하고 갱신하는 기술이다. 이는 다양한 산업 분야에 쓰일 수 있기 때문에 그 활용성이 더욱 인정받고 있다. 이를 수요하는 각 산업 분야에서 요구되는 포맷과 품질에 맞추어 3D 공간정보를 제공하는 것이 특징이다.

'실감형 3D 공간객체 모델링 및 갱신 시스템'은 드론 영상으로부터 건물, 도로와 같은 3D 공간 객체를 모델링하여 생성한다. 드론과 모바일 기기를 활용하여 새로 만들어진 건물이나 오래되어 수리가 필요한 건물 등을 최신 정보로 갱신하는 데 활용할 수 있다.

이외에도 '유관데이터 연계 3D 도시모델 변환 시스템'은 국가공간정보포털, 브이월드 오픈플랫폼, OpenStreetMap, 국토지리정보원 등에서 관리하는 기존 국가공간정보와 행정데이터를 건물, 도로, 시설물, 지형 등 3D 도시모델 데이터로 변환할 수 있다.

'실감형 3D 도시모델 저작 시스템'은 변환 시스템에서 만든 3D 도시모델 데이터의 모양을 편집하고 건물 외형 이미지의 품질을 개선하여 3D 도시모델 데이터의 현실감을 높인다.

'실감형 3D 도시모델 제공 시스템'은 대용량의 3D 도시모델 데이터를 효율적으로 운영하고 관리할 수 있는 3DTiles라는 표준데이터 포맷으로 외부에 제공한다. 웹브라우저에서도 3D 도시모델 데이터를 볼 수 있기 때문에 3D 도시모델을 쉽게 활용할 수 있다.

'실감형 3D 도시모델 혼합현실 제공 시스템'은 3D 도시모델 데이터를 HoloLens와 같은 혼합현실 디바이스에서 볼 수 있도록 데이터를 변환하여 제공한다. 혼합현실 환경은 온오프라인에 있는 다수의 사용자가 동일한 지역을 보면서 실시간으로 소통이 가능하기 때문에 정책 논의, 전략 수립 등의 협업이 필요한 작업에 활용도가 높다는 이점이 있다.

생성부터 시작하여 변환, 저작, 제공 단계까지 거쳐 만들어진 3D 도시모델 데이터와 개발 기술은 사회전반에서 다양한 분야에 적용된다. 실감형 3D 도시모델 개발 기술이 우리가 살아가는 생활의 근간이 되길 기대해본다.

복제가 불가능한 생체 인식 기술로 휴먼 하이패스 세상을 열다

휴먼 만능 키 기술

신용카드는 스마트 폰 안에 스마트 페이라는 이름으로 들어갔다. 몇 개의 번호와 인증서만 있으면 은행에 방문하지 않고도 손쉽게 모바일 금융 서비스를 받을 수 있다. 이용자들의 편의가 급속도로 좋아지는 반면 보안에 대한 염려도 커져만 가고 있다. 캐내려는 자와 지키려는 자, 과연 승리는 누구에게 돌아갈까? 아무래도 최종 승리는 지키려는 자에게 돌아갈 것 같다. 최근 ETRI 의료정보연구실에서 복제가 완벽하게 불가능한 '휴먼 만능 키 기술'을 개발했기 때문이다. 생체 인식 보안 기술로 휴먼 하이패스 세상을 열어갈 휴먼 만능 키 기술 속으로 들어가 보기로 한다.



영상 바로보기 ▶

한때는 지문이나 홍채 등의 생체 인식으로 완벽한 보안이 가능할 것이라고 생각했다. 그러나 이런 믿음은 얼마 지나지 않아 깨지고 말았다. 대부분의 생체 인식 기술은 생체 조직의 이미지 기반의 인식 기술이기 때문에 생체 조직과 유사한 이미지를 재현해 내면서 쉽게 복제할 수 있게 되었기 때문이다. 더욱 문제가 되었던 점은 지문이나 홍채 등의 생체 정보는 아예 변경이 불가능하다는 점이다. 때문에 생체 정보가 한 번 복제되어서 유출되면 피해는 걷잡을 수 없이 커질 수밖에 없다.

고민이 시작되었다. 복제가 불가능하면서도 사람들이 더욱 편리하게 각종 정보기술을 이용할 수 있는 방법은 없을까? ETRI 의료정보연구실은 이 해답을 사람 신체의 해부학적 특성에서 찾았다. 말 그대로 개개인의 몸 자체가 만능 키가 되는 기술, 휴먼 만능 키 기술이다.

기술 구현 과정은 다음과 같다. 먼저 손가락에 미세한 전류나 기계적 진동 같은 외부 특정 신호를 입력한다. 이후 이러한 전기적 혹은 기계적 신호는 뼈나 근육, 혈관 등 인체 내부를 거치며 바뀌어 전달된다. ETRI 연구진은 여기에 딥러닝 기술을 적용하여 개개인을 구별해 인증할 수 있는 기술로 발전시켰다. 생체 조직 내에 전기적 혹은 기계적 신호를 흘려 넣어 생체 조직의 신호 전달특성을 파악해 개인을 식별해내는 것이다.

사람의 신체 구조는 뼈, 피부, 근육, 지방, 혈관, 혈액, 체액 등이 복잡하게 얹혀 구성되어 있고, 그 구조적 차별성과 복잡성이 높다. 때문에 아예 복제가 불가능하다. 완벽하게 미래 사회에 적용될 차세대 개인 식별 보안 기술이 가능한 이유다.

아직 초기 단계지만 이 기술의 미래는 매우 밝다. 기술 발전을 통해 언젠가는 미세한 전류나 기계적 진동 대신에 전파와 같은 비접촉 방식의 무선 신호 기반으로 생체 조직의 특성을 파악해 개인을 식별해낼 수 있게 될 것이다. 이때가 되면 휴먼 하이패스 세상이 우리 앞에 도래할 것이다. 로그인도, 인증서도 없이 인터넷 뱅킹과 상거래를 이용하고 신분증 없이 건물 출입이 가능해지며 버스나 택시, 지하철 등 대중교통을 이용할 때도 따로 지갑이 필요 없어진다. 마치 영화에서나 볼 법한 미래세상이 눈앞에 와 있는 것이다.

물론 넘어야 할 산은 있다. ICT 기반으로 개인 식별이 가능해지면



1-2. ETRI 연구진이 휴먼 만능키를 시연하는 모습

사회가 개인의 자유를 침해하는 문제도 생길 수 있기 때문이다. 개인의 선택과 자유, 사적 생활의 보호에 대한 제도적 발전이 함께 이루어져 해킹의 위협 없이 누구나 편리한 생활을 할 수 있는 휴먼 하이패스 세상이 열리기를 바란다.

축사를 더 똑똑하게 관리하는 법

디지털 트윈 기반 스마트 가상축사 기술

스마트축사는 스마트팜의 축사 버전으로, 초기에는 자동으로 조절이 가능한 배기 팬, 착유를 하는 로봇, 스마트폰을 이용한 가축의 체온 및 활동량 원격 모니터링 등 다양한 정보통신기술을 활용하여 초기 사람이 행하던 일을 다양한 자동화 기계가 수행하는 것을 말한다. 하지만 최근 AI, 빅데이터 등 정보통신기술의 급격한 발전에 힘입어 초기 단순 자동화에서 스스로 가축과 축사의 환경을 제어하고 더 나아가 생산성과 운영 효율까지 증대시킬 수 있는 지능형 축사로 발전하고 있다.



국내 농·축산 분야 중 가장 큰 규모를 자랑하는 양돈업은 2021년 기준 국내 생산액이 8조 원을 넘어섰다. 하지만 잦은 가축질병 발생과 약취, 인력 감소 등 현장의 어려움으로 소규모 농가는 감소하고 대형농장이 증가하는 추세이다.

이에 현장에서는 양돈업의 대형화·계열화 추세에 따라 축산 질병을 조기에 대응하고 효율적인 가축 관리와 위생적인 축사 관리에 특화된 ICT 기반 스마트축사를 필요로 하는 목소리가 커지고 있다.

ETRI는 축산분야에 인공지능(AI), 디지털 트윈 등 최신 ICT를 접목, 축산 질병을 예방하고 가축을 효과적으로 통제·관리할 수 있는 스마트 안전축사 플랫폼인 '트리플렛'을 개발했다.

트리플렛은 축산분야에서 '사람-동물-환경', '안전-복지-지속'이 하나로 융합된 차세대 플랫폼이라는 의미로 차세대 축사(Safe Pig House), 디지털 트윈 시스템(Digital Twin Platform), 스마트 통합관리 시스템(Administration System), 동물복지인증시스템(Certification system for animal welfare), 상시 감시 시스템(Safe Eye for Pig) 등으로 구성되었다.

트리플렛은 24시간 돼지의 행동과 면역력을 분석하여 설사병이나 호흡기 질병과 같은 가축 질병 조기 탐지부터 복합환경·사양 관리를 통한 생산성 향상, 에너지 사용률 최적화, 공기 재순환 등을 종합적으로 제어한다.

특히, 디지털 트윈 플랫폼(TRIPLET-P)은 축사의 시설·가축·환경·에너지 등의 실시간 정보를 활용해 디지털 공간에 가상의 축사를 구축하고 분석하는 기술이다. 디지털 트윈을 통해 가상의 공간에 축사를 만들고, 실제 축사와의 데이터, 제어에 대한 동기화를 통하여 축사 운영에 필요한 다양한 시뮬레이션(에너지, 공기 흐름 등)을 수행하고 그 결과를 실제 축사에 축사에 반영, 생산성과 축사 운영에 대한 효율을 높이고 최적의 축사환경을 제공한다. 연구진은 플랫폼을 통해 기존보다 생산성이 최소 10% 이상 증가할 것으로 예상하고 있다.

축사 상시 안전 감시 시스템(TRIPLET-E)은 AI 기술과 바이오 센서를 활용해 가축의 스트레스와 면역력 변화, 이상 징후를 감지하는 기술이다. 이는 돼지의 행동을 저가의 IP 카메라를 통해 24시간 내내 상시 감시해 돼지의 이상 징후를 추론·분석할 수 있다. 또한, 축사 내 설치된 타액 추출기 모듈, 바이오 센서를 통해 돼지의 스트레스와 면역



ETRI 연구진의 디지털 트윈 기반 스마트 가상축사 기술 시연 모습

력 상태 변화를 분석하고 건강 상태를 종합적이고 효율적으로 관리할 수 있다.

또한 서울대학교와 공동연구를 통해 공기 세정·탈취, 자외선 살균, 에너지 관리 등 축사의 환경을 통합·관리하고 질병의 발생과 유출입을 방지한 스마트 안전 축사 시스템(TRIPLET-S)과 각 농가의 환경에 맞게 플랫폼을 자율적으로 운용할 수 있도록 지원하는 스마트 안전축사 농가용 통합 자율 운영 시스템(TRIPLET-A)을 개발했다.

연구진은 트리플렛 플랫폼 및 관련 요소 기술을 바탕으로 30여 건의 국내외 특허를 출원/등록하고, 전남 순천시 농업회사법인 예코팜을 테스트베드로 플랫폼의 완성도를 제고하는 등 상용화에 힘쓰고 있다.

ICT와 에너지 분야의 만남

에너지 거래 서비스 플랫폼 기술

전 세계적으로 그 어느 때보다 에너지 분야에 대한 다양하고 많은 이슈 및 관련 정책과 비전이 쏟아지고 있다. 이는 아마도 에너지가 인류 생존을 위협하는 온실가스 및 기후 변화의 직접적 원인 제공과 함께 밀접한 근원이기 때문일 것이다. ICT가 에너지 분야에 접목되면서 글로벌 기후 변화 대응의 시대적 요구사항을 반영하여 에너지 대전환의 시대를 맞이했다. 그 변화는 현재도 급속도로 이루어지는 현재진행형이며, 탄소 중립을 달성하는 시점까지 지속적으로 이루어질 것이다.



에너지 분야 연구는 기후 변화 상황에서 현세대와 미래 세대의 공존을 위한 당면 과제이다. 전 세계 온실가스의 60%는 에너지 분야에서 발생하며, 탄소 배출 감축을 위한 신재생에너지 자원 보급은 전력망 안정성 측면의 문제를 내재하고 있다.

이에 에너지 분야에서의 ICT 적용은 신재생에너지 운영 데이터 수집 및 분석을 통해 안정성과 경제성 확보에 기여하며, 에너지 효율화 측면에서 수요 관리와 피크 억제를 통해 에너지원 자체에 대한 내재적 문제점을 극복할 수 있다.

ETRI는 에너지 분야 미래 신개념 기술 형상으로 다양한 에너지 자원의 지능적 통합과 연계를 가능하게 하는 에너지 거장을 제안했다.

에너지 거장은 신재생에너지 등 탄소중립 에너지로의 전환에 대응하고 에너지 수급 예측 및 최적화, 나아가 에너지 자립으로의 발전을 지원하는 일련의 기술들을 의미한다.

에너지ICT연구실에서는 에너지 거장 실현을 위해 다양한 에너지 ICT R&D 과제를 수행하고 있다. 에너지 자원 모니터링, 제어, 관리 기술 분야에서는 전국 태양광발전소에 대한 실시간 모니터링 및 빅데이터 분석을 수행했으며 분산에너지자원의 전력망 연계를 위한 최적 용량 산정 기술을 개발했다.

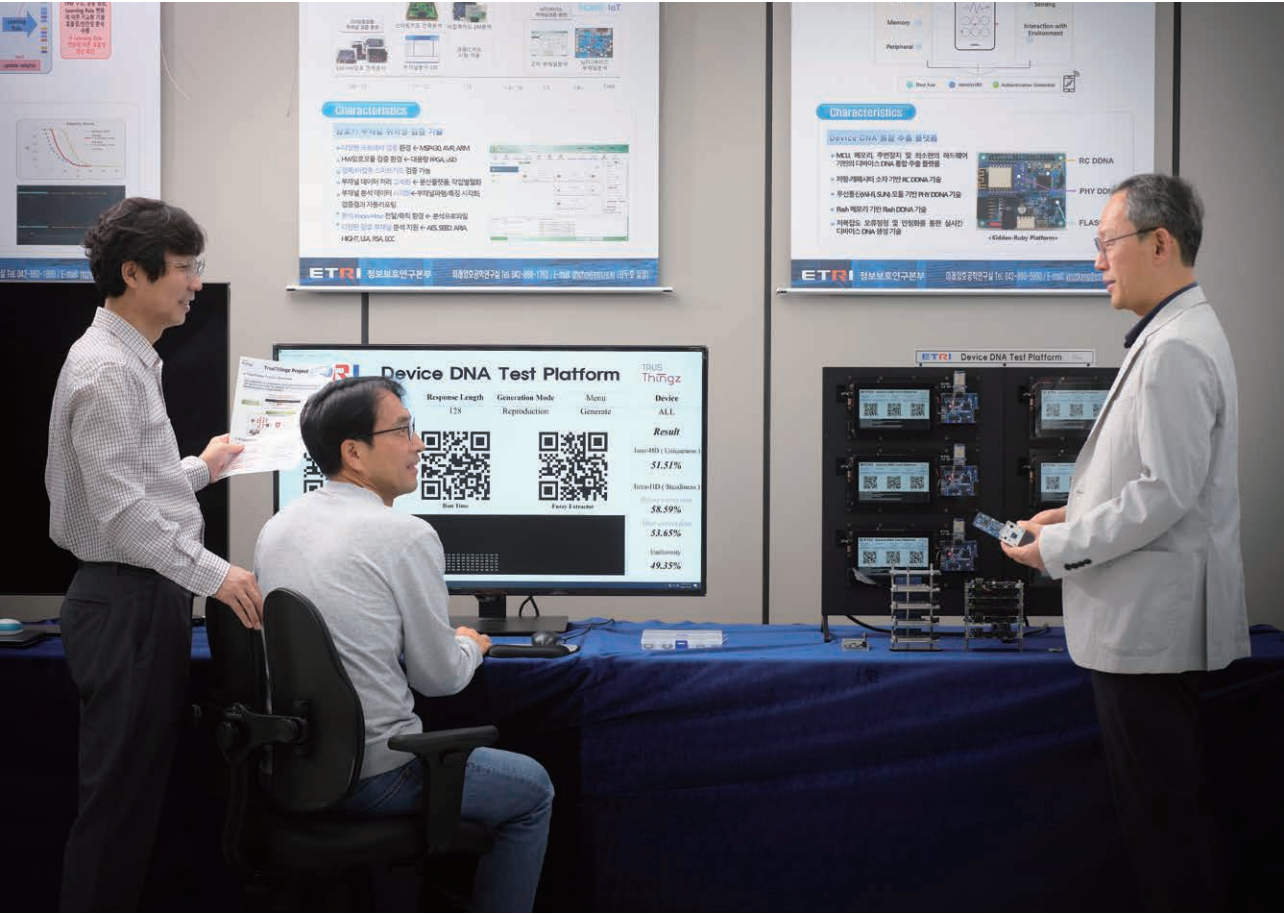
전력 거래 분야에서는 소규모 분산에너지자원의 전력 거래 참여를 위한 플랫폼 기술을 개발했다. 이는 태양광발전 등 주택에 설치된 신재생발전에 의해 생산된 전기 중 쓰고 남은 전기를 필요한 이웃과 거래 및 공유하도록 하는 서비스 플랫폼 기술이다. 이는 에너지 프로슈머 주택의 스마트그리드 시장 참여 확대를 위한 기술로 웹 및 모바일 기반의 주택 잉여전력 P2P 거래 및 공유 서비스 플랫폼이다. 주택 간 에너지 거래 및 공유를 통해 최적 자원으로 에너지 자립을 달성하고, 신재생 발전(PV, FC)의 출력 특성 보상과 발전량 조절을 위한 전력 데이터 분석 및 예측 기술, 거래 매칭 및 정산시스템 기술이 사용되었다.

에너지 소비 효율화 분야에서는 건물에너지관리시스템과 공장에너지 관리시스템 기술을 개발했다. 각각의 연구 과제에서는 기존의 이론적, 통계적 방법론에 더하여 AI 기법과 IoT, 블록체인 등 ICT를 적극적으로 활용하여 기존에는 확인하지 못했던 새로운 가치를 창출하는 것을 목표로 했다. 아울러 에너지관리시스템 확대를 지원하기 위한 인공지능 복합센서 기술을 함께 개발하고 있다.

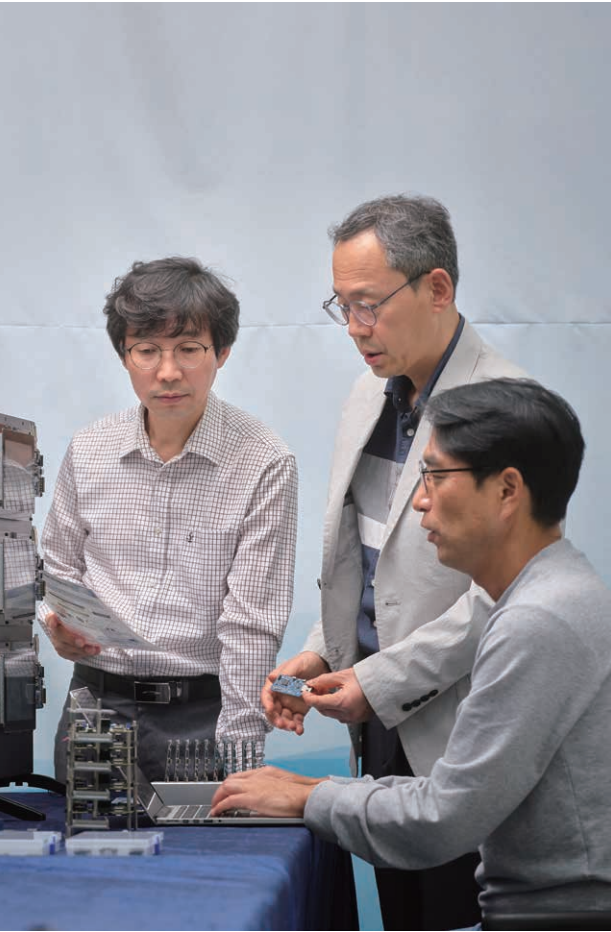
지문을 품은 디바이스,
스스로 본인을 증명하다

IoT 디바이스
DNA 기술

IoT(Internet of Things, 사물인터넷)란 우리 일상 속 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술을 말한다. 즉, 각종 사물을 인터넷으로 연결하는 기술인 것이다. 하지만 IoT 기술은 해킹 등 외부의 위협에 취약하고 이로 인해 심각한 피해를 입을 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 따라서 사람의 개입을 최소화하면서 IoT 디바이스의 보안을 강화할 수 있는 디바이스 고유정보 기반 보안 기술이 주목받고 있다. ETRI의 IoT 디바이스 DNA 기술이 차세대 보안의 주인공으로 등장하고 있다.



사물인터넷 기술은 다양한 대규모 IoT 디바이스가 인터넷에 연결되어 IoT 디바이스로부터 수집되고 분석된 데이터들을 수집·연결·분석하여 스마트한 서비스를 제공하는 기술이다. 하지만 이러한 환경은 저사양에서 고사양까지 다양한 디바이스가 네트워크에 연결되기 때문에 공격자는 가장 취약한 디바이스를 통해 네트워크에 침투하여 공격 접점을 폭발적으로 늘릴 수 있다. 따라서 저사양의 IoT 디바이스에도 전체 연결 네트워크 보안 수준에 적절한 보안 강도를 보장해야 하는 다소 역설적인 상황에 봉착하게 된다. 이러한 상황을 해결하기 위해 저사양 IoT 디바이스의 보안성을 높이기 위한 방법들이 고민되고 있다. 그중 PUF(Physically Unclonable Function) 기술은 저사양 IoT 디바이스 보안을 위해 적용 가능한 기술로 주목받고 있지만 대부분의 PUF 기술은 PUF 기능을 하는 전용 칩을 디바이스에 장착해야 한다는 한계가 있다. 이에 ETRI는 IoT 디바이스 DNA 기술을 개발했다. 이번 기술은 다양한 등급의 대규모 IoT 디바이스 보안을 위해, 사람의 개입 없이 디바이스의 하드웨어 고유특성에 기반하여 유일성, 반복성, 난수성, 복제불가성, 예측불가성의 성질을 만족하는 고유 값인 디바이스 DNA를 생성하는 기술이다. 이는 메모리나 파일, 칩에 주입·저장되지 않고 필요한 시점에 사용되고 사라진다. 지문, 홍채, 정맥, 얼굴 등 신체적 특징과 음성, 걸음걸이, 자판 입력, 서명 등과 같은 행동적 특징을 이용해 사람을 구별할 수 있듯이 IoT 디바이스 등에서도 복제 불가능한 여러 가지 특징이 포함되어 있다. 다시 말해, 이런 특징들은 같은 생산 공정에서 생산된 동일 부품이라도 생산 공정의 불완전성으로 인해 각기 다른 오차 값들을 포함하고 있어 이런 미세한 차이는 사람을 구별할 수 있는 DNA 정보처럼 IoT 장치를 구별할 수 있는 정보로 사용할 수 있는 것이다. 이번 기술은 IoT 디바이스의 Root Key, ID/PW, Authentication Credential 등으로 활용할 수 있으며, IoT 디바이스 자율보안 및 신뢰실행환경 구축에 응용될 수 있다. 디바이스 DNA는 디바이스 고유의 값을 지니고, 필요할 때 실시간으로 생성하거나 삭제할 수 있기 때문에 해킹 등으로 인한 피해



ETRI 연구진이 개발한 IoT 디바이스 DNA 기술을 시연하는 모습

를 입을 확률이 적다. 이를 활용하여 스마트 홈, 스마트팩토리, 스마트 시티 등 다양한 분야에서 IoT 보안을 책임질 수 있을 것으로 예측된다. 디바이스 DNA 생성 기술을 바탕으로 더욱 발전할 IoT 기술이 앞으로 어디까지 나아갈 수 있을지 기대해본다.

4

ICT Creative Research Laboratory

시간도 비용도 뚝, 가장 효율적인 LED 상용화 기술

차세대 디스플레이 기술

정부는 소재·부품·장비산업에 예산과 금융, 세제, 입지, 규제특례 등 국가자원과 역량을 총력 투입하는 '소재·부품·장비산업 경쟁력 강화 대책'을 마련해 속도감 있게 추진하고 있다. 특히 우리 국가경제에 미치는 영향이 큰 디스플레이 산업은 기술 패러다임 전환에 따라 우리나라가 주도권을 가져가기 어려운 상황에 처해 있어 새로운 경쟁력 확보가 절실하다. 이러한 가운데 ETRI가 차세대 자체 발광 디스플레이로 부상한 마이크로 LED 디스플레이의 신공법과 이에 적합한 소재를 자체 개발해 우리나라가 디스플레이 시장을 계속 선도하는 데 크게 기여할 것으로 전망된다.



영상 바로보기 ▶

마이크로 LED 디스플레이는 10~100μm 수준의 매우 작은 LED를 픽셀 광원으로 사용하는 차세대 자체 발광 디스플레이로, LCD나 OLED 디스플레이보다 선명한 색상을 구현할 수 있고 높은 발광 효율 등 장점이 많아 TV, 스마트워치 등 응용 분야가 넓다. 특히 마이크로 LED는 RGB 소자를 별도 제어해 화면의 밝기와 색상을 정밀하게 표현할 수 있고 무기물 반도체를 사용하기에 화질 열화나 잔상이 남는 번인(Burn-in) 현상을 걱정할 필요 없이 오래 사용할 수 있다는 장점이 있다.

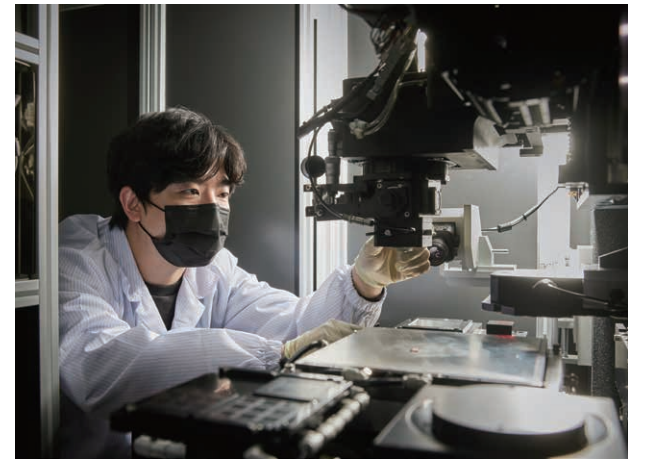
문제는 제작 기간과 가격이다. 제품을 만들기 위해서는 반도체 공정으로 마이크로 LED를 만들어 디스플레이 패널로 옮겨야 하며, 8K TV의 경우, 필요한 마이크로 LED의 개수가 1억 개에 달하고 크기도 매우 작아 옮겨 심는 데도 오랜 시간이 걸린다. 디스플레이 제작에 필요한 소재도 수입에 의존하기에 가격도 매우 높다. 국내 전자회사가 3월 출시한 110인치 TV의 경우 약 1억 7,000만 원에 이르는 수준이다.

ETRI 연구진이 이 같은 마이크로 LED 디스플레이의 난제를 해결할 수 있는 기술을 개발해 기대를 모으고 있다.

지금까지 발표된 모든 방식은 디스플레이 패널로 LED를 옮기는 '전사(轉寫)공정' 뒤, LED를 심는 '접합(接合)공정'을 진행했다. 하지만 ETRI는 세기가 균일한 면 레이저를 마이크로 LED가 접착된 사이트랩 필름에 수 초 동안 쏘는 방식으로 이 두 공정을 하나로 합쳤다.

개발된 공정의 핵심은 균일한 레이저를 넓은 면적에 쏘서 마이크로 LED가 디스플레이 패널에 접합됨으로 전사공정도 자연스럽게 이루어지는 것이다. 이로써 개별적으로 이뤄졌던 옮기고 심는 공정의 불편을 없앨 수 있었다.

더불어 해당 공법에 적합한 신소재인 사이트랩(SITRAB, Simultaneous Transfer and Bonding) 필름을 개발함으로써 마이크로 LED는 물론, 미니 LED 등 차세대 디스플레이 기술에 활용할 수 있는 길을 열었다. ETRI가 개발한 신공법과 신소재를 실제 산업 현장에 적용하면 기존 공법 대비 장비 투자비와 공정시간을 1/10, 소재 비용과 수리 비용 및 수리시간을 1/100 이하로 줄일 수 있을 것으로 보인다. 게다가 개발된 신소재는 레이저를 여러 번 맞아도 마이크로 LED



ETRI 연구진이 자체 개발한 마이크로 LED 디스플레이 소재를 점검하는 모습

를 추가로 붙일 수 있어 불량 화소 수리(떼어내고 새로운 LED 붙이는 작업)가 매우 쉽다. 이에 따라 불량 화소 수리에 애를 먹었던 기존 공정의 한계도 극복할 수 있다. 공정을 간소화하면서 불량률을 낮추는 효과도 기대할 수 있게 되었다.

그간 주로 일본에서 수입했던 전사 및 접합 소재를 국산화할 필요 없이 신소재 개발을 통해 신시장을 창출할 수 있는 길을 열었다는데 본 기술 개발의 큰 의의가 있다.

값비싼 해외 장비가 아닌 국내 개발 장비를 활용할 수 있어 상용화에도 유리하다. 국내 디스플레이 회사 등에 본 기술을 이전하면 스마트워치와 TV 등 관련 제품을 2년 내로 상용화할 수 있을 것으로 보인다.

시장조사업체 옴디아의 2020년 보고서에 의하면 마이크로 LED 시장은 오는 2027년까지 연평균 65% 성장률을 기록하며 관련 시장이 710억 달러 규모가 될 것으로 예측된다. 마이크로 LED 스마트워치는 1천만 대, 마이크로 LED TV도 보급이 330만 대를 넘어설 것이라는 전망도 나왔다.

세계 각국 연구기관에서 사활을 걸고 연구 개발하고 있는 분야에서 거둔 ETRI의 본 성과는 대한민국이 '디스플레이 종주국', '디스플레이 강국'의 위상을 이어갈 수 있는 토대를 마련해줄 것으로 기대된다.

새로운 미래를 그려내는 무궁무진한 기술

양자 정보 기술

양자 역학은 20세기 초부터 아인슈타인, 리처드 파인만 등 많은 학자들에 의해 연구가 이루어졌다. 양자통신은 도청자가 해킹할 수 없는 통신 기술을 제공하고 양자컴퓨터는 물리학의 '양자역학' 원리를 정보처리에 직접 사용하는 미래형 최첨단 컴퓨터로 흔히 말하는 슈퍼컴퓨터로도 풀기 어려울 수 있는 문제를 빠른 속도로 계산할 수 있다. 양자를 통해 도출해낼 수 있는 기술은 무궁무진하다. ETRI는 양자의 물리학적 특성을 이용해 ICT 인프라를 보호하고, 초고속 대용량 연산과 초정밀 계측을 실현하는 차세대 기술을 개발하고 있다.

'양자 정보 기술'은 양자의 물리학적 특성인 불확정성 원리, 중첩성, 비가역성, 얽힘 현상, 복제 불가능성 등을 이용하여 ICT 인프라를 보호하고, 초고속 대용량 연산 및 초정밀 계측을 실현하는 차세대 기술이다. 이는 현재 정보통신의 기술적 한계를 극복하여 패러다임을 바꿀 수 있는 ICT 미래기술로 주목받고 있으며 양자통신, 양자 센서·계측 및 양자컴퓨팅 등의 분야로 구분된다.

'양자암호통신 기술'은 양자의 특성을 이용하여 송수신자 간 무조건적인 안전성을 보장하는 기술이며, '양자 센서·계측 기술'은 전자기장, 중력, 빛 등의 영향에 따른 초미세 양자 상태 변화를 이용하여 초정밀 계측을 가능하게 하는 기술로, 측정 정밀도나 민감도 등을 현재보다 대폭 증가시킬 수 있다. '양자컴퓨팅 기술'은 양자 상태의 중첩성과 얽힘 현상을 이용하여 양자비트(qubit, 큐비트)를 기반으로 초고속·대용량 연산을 가능하게 하는 기술이다.

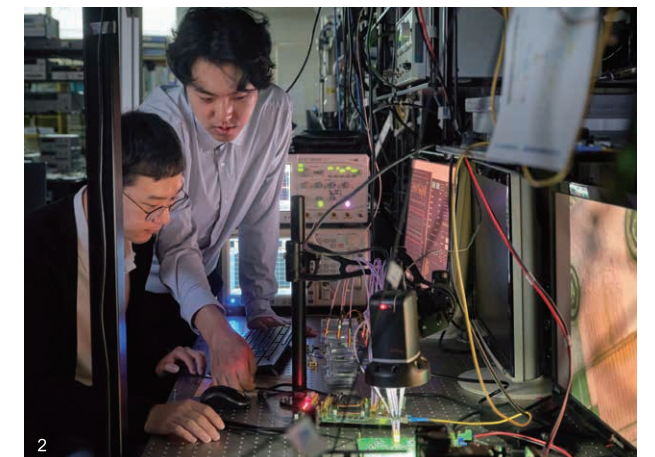
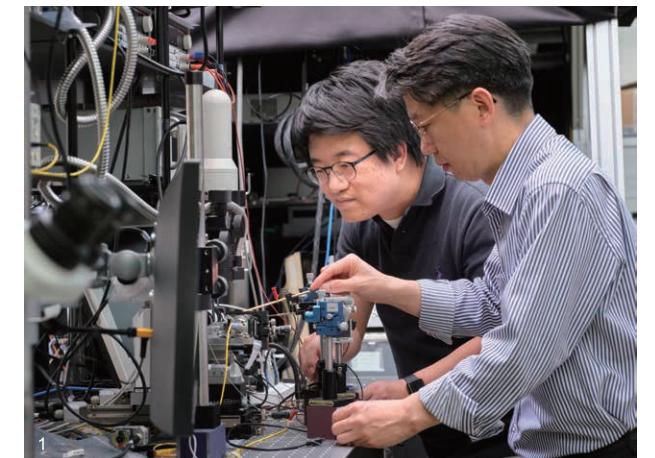
ETRI는 무조건적 보안 통신이 가능한 양자암호통신, 현재의 센싱 한계를 극복할 수 있는 양자 센싱, 초고속 계산이 가능한 양자컴퓨팅 기술과 관련된 소자 기술을 개발했으며 2022 ETRI 컨퍼런스를 통해 양자광학연구실에서 연구 개발하고 있는 다양한 부품을 선보였다.

유선 양자암호통신용 부품으로 실리카 및 실리콘 광지연 간섭계 칩, 양자 변조기칩을 전시했으며 무선 양자암호통신용 부품으로는 6채널 양자 광원 어레이 모듈, 실리콘 가변광감쇄기칩, 실리카 편광부호화칩 등과 같은 새로운 집적화칩 등을 선보였다.

또한 양자 센서용 하드웨어인 확정적 반도체 양자 광원칩, 실리콘 및 화합물 단일광자검출기 광모듈에 대해, 양자 컴퓨팅 프로세서용 부품으로 실리콘 포토닉스 기반 광자쌍 광원, 양자 게이트칩에 대해 전시를 진행했다.

이번 부품을 활용할 수 있는 분야 역시 다양하다. 먼저 무인 비행기, 스마트 자동차, 인공위성을 이용한 보안 기술로써의 활용이 가능하다. 또한 국방, 국가기간망, 통신사업자 사이의 무조건적 보안 기술로써도 이용할 수 있으며 양자 라이다, 양자 현미경, 바이오 이미징 등 양자 센서 분야에서도 응용할 수 있다. 이뿐만 아니라 광자 기반 양자컴퓨터, 양자 시뮬레이터, 양자 프로세서 분야에서도 사용 가능할 것으로 전망된다.

기존 정보통신의 기술적 한계를 극복하여 패러다임을 바꿀 수 있는 양자 정보 기술. ICT 미래기술로 주목받고 있는 만큼 무궁무진한 가능성으로 만들어낼 미래를 기대해본다.



1-2. ETRI 연구진이 양자암호통신부품을 실험하는 모습

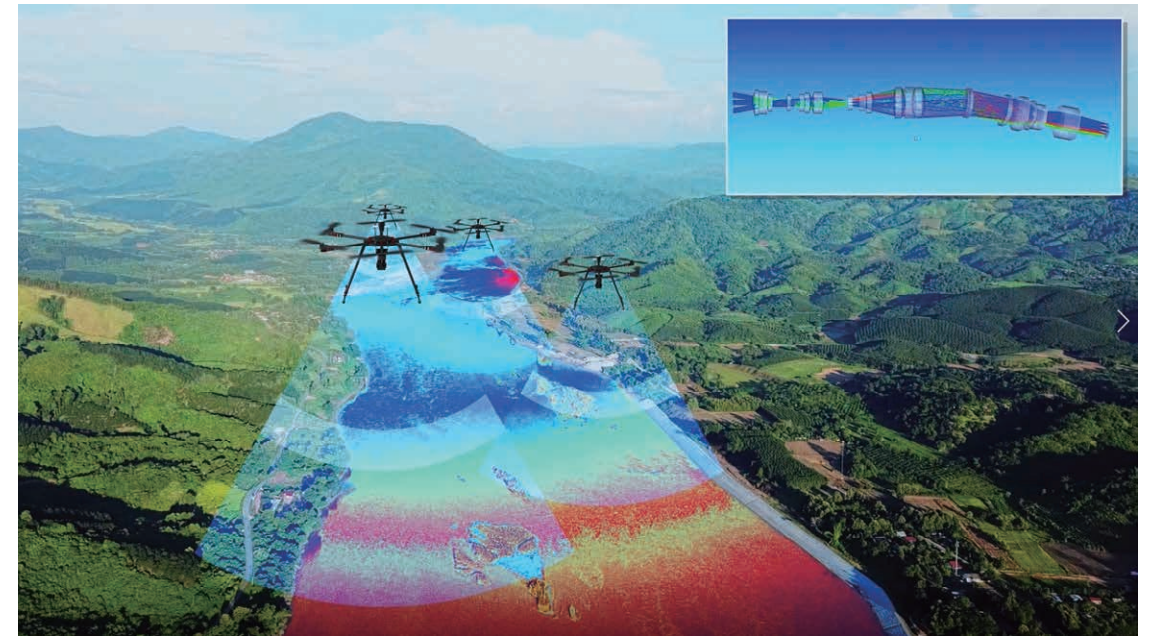


영상 바로보기 ▶

보이지 않는 스펙트럼까지 인식하는 초분광 영상 기술

초분광 영상 기술

ETRI 연구진은 국민의 식수원보호와 환경오염에 직결되어 논란의 중심에 있던 녹조현상을 원격탐사를 통해 조기에 잡아내는 기술 개발에 성공했다. 해마다 여름철이 되면 강, 호수 등에 '남조류'가 대 번성하는 녹조현상으로 수계가 통째로 변해 골머리를 앓았다. 하지만 이제 강이나 호수의 사진을 수백 미터 상공에서 촬영하면 실시간으로 조류의 상태를 알게 되는 길이 열렸다. 이를 통해 앞으로는 녹조의 신속 감지와 확산추세 예측도 가능해 녹조에 대한 대응속도가 빨라질 전망이며, 이는 바로 ETRI 초분광(超分光) 카메라 기술 덕분이다.



초분광 카메라를 탑재한 드론 카메라로 하천 수질을 파악할 수 있는 모습을 담은 CG

ETRI가 초분광 영상 기술을 개발했다. 이번 기술은 입사되는 빛을 분해능 5nm 이하로 분광시켜 관심 영역의 스펙트럼을 측정하여 특정 대상이나 물질의 식별을 용이하게 하는 전자광학 센서 기술이다.

초분광이란 빛의 3원색(R,G,B)만 구분하던 일반 영상과 달리 대상물이 가진 고유한 빛의 흡수 영역대를 200개 이상의 파장으로 잘게 쪼개 나누는 기술이다.

ETRI 연구진은 녹조가 예상되는 대청호를 대상으로 드론을 띄워 초분광 카메라로 촬영해 실시간 수계의 녹조 번성 여부를 빛의 색상 분해를 통해 실시간 분석하는 기술 개발에 성공했다. 대청호에서 직접 물을 떠서 관찰하지 않고 드론 촬영만으로도 녹조 여부를 판별할 수 있게 된 것이다.

기존에는 수질 파악에 시료를 채취하고 분석을 완료하기까지 2일이 걸렸다. 그마저도 일부 지점만을 대상으로 현장을 방문해야 하기에 번거로웠고 시간도 오래 걸려 녹조 확산 전 빠른 대응이 어려웠다.

ETRI가 개발한 기술은 드론을 이용하기에 수역 전반을 살피며 녹조를 측정할 수 있다. 이로써 강이나 하천에서 발생하는 녹조의 이동, 확산 및 분포 등 전체적인 발생 현황을 한눈에 파악하기가 쉬워졌다.

위성이나 항공기에 비해 저비용·고해상도로 쉽게 모니터링할 수 있으며, 획득한 데이터는 인공지능으로 빠르게 빅데이터 분석이 진행된다. 이 기술이 완성되면 7일 후 어느 지역에 조류가 대발생할지 예측할 수 있어 보다 효과적인 사전 대응이 가능하다는 장점이 있다.

본 기술은 향후 다양한 응용도 예상된다. 해양에서의 적조 예측도 가능할 것이고 카메라로 사람의 얼굴을 촬영하면 피부의 수분측정도 가능해 노화의 진행상태, 어패류 및 육류의 신선도 측정도 가능하다. 대규모 농장의 경우, 병충해 분석이 가능해져 생산량 예측에도 큰 도움을 줄 것이며 국방 분야에서 차별화된 감시정찰 기능도 제공할 수 있을 것으로 주목된다.

절연 소재 혁신으로 고도화된 디지털 엑스선 소스 기술을 통해 국내 신산업 육성 및 글로벌 시장을 개척하다

전(全)디지털 엑스선 영상 기술

ETRI는 이미 상용화에 성공했던 중저전압 디지털 엑스선 소스 기술을 소재 혁신을 통한 기술 고도화로 세계 최초 고전압, 고전류 및 마이크로포커스 디지털 엑스선 소스 기술을 개발했다. 전량 수입에 의존했던 기존 아날로그 방식의 마이크로포커스 엑스선 소스를 디지털 방식으로 혁신적인 대체가 가능할 뿐 아니라, 기존에는 없었던 멀티 소스 고생산성 인라인 검사가 가능해 신기술에 의한 신장비 산업 개척 및 수입 핵심부품에 종속된 국내 엑스선 부품, 장비 산업의 패러다임을 완전히 바꿀 수 있는 단초가 될 것으로 기대된다.



엑스선 발생의 원리는 주로 진공도가 높은 공간에서 높은 에너지를 지닌 전자빔을 금속과 충돌시키는 방법을 이용하는데, 이때 전자빔을 발생시키는 방법에 따라 엑스선 소스의 작동 방식이 결정된다. 기존의 전자빔 발생은 필라멘트를 2,000℃의 고온으로 가열하는 열전자 방식을 사용해왔다. 하지만 이 방식은 높은 기술 성숙도에도 불구하고 뜨거운 필라멘트가 가지는 아날로그 특성으로 인해 엑스선을 빠르게 켜고 끄는 것은 물론, 방출되는 엑스선의 양 또한 정확하게 제어하기 힘들었다. 특히, 심장 조영술 혹은 컨베이어벨트 위를 빠르게 움직이는 제품 불량 검사와 같이 움직이는 피사체를 촬영해야 하는 의료 및 산업용 엑스선 영상 장비의 경우 피사체의 움직임에 의해 영상 화질이 흐려지는 문제점이 있다. 이뿐만 아니라 의료용 장비의 경우 엑스선이 정확한 시간에 꺼지지 않으므로 환자 및 의사가 불필요한 방사선에 노출될 위험이 있었다.

한편, 엑스선의 에너지 및 출력이 높을수록 엑스선 촬영이 가능한 대상의 범위가 다양해져 엑스선 응용범위가 확장될 수 있다. 또한, 엑스선의 초점 크기가 작을수록 피사체의 미세한 내부 구조를 검사할 수 있다. 따라서 고전압/고전류 특성을 비롯하여, 마이크로 초점 크기의 집속 특성을 가지는 엑스선 소스 기술은 의료, 산업 및 보안 검색 장비 분야에서 반드시 필요한 핵심기술이지만 지금까지 선진 기술을 가진 해외 업체에서 독점 공급하는 형태로 종속된 산업 구조가 유지되었다.

ETRI는 절연 소재 혁신을 통해 이미 상용화에 성공했던 중저전압 디지털 엑스선 소스 기술을 고도화하여 전계방출원 기반으로는 미지의 영역이었던 마이크로포커스급 고해상도 디지털 엑스선 소스와 고전압/고전류 디지털 엑스선 소스를 성공적으로 개발, 핵심 원천기술을 확보했다.

ETRI 연구진은 종래에는 없었던 신복합 절연 소재 및 구조를 개발하여 고전압 환경에서 전기적인 불안정 현상을 제거, 안정적인 구동이 가능하도록 함으로써, 불안정성의 메커니즘 규명과 동시에 특별히 설계된 진공 밀봉 공정기술을 이용하여 세계 최초로 상용 수준의 디지털 엑스선 소스를 개발했다.

또한, 느린 스위칭 특성으로 기존 아날로그 엑스선 소스로는 구현이 불가능했던 복수의 디지털 엑스선 소스를 배치하여 순차적으로 엑스

선을 방출, 고속 영상 획득이 가능한 인라인 검사 장비를 개발하였다. 이를 통해 종래 기술로는 분당 10개 속도(10 PPM)로 제한된 인라인 검사속도를 최대 60개 이상까지 가능한 고생산성 검사 장비 핵심 기술을 개발했다. 개발된 장비는 엑스선을 지속적으로 구동할 수밖에 없었던 기존 아날로그 엑스선 소스와 달리 필요한 순간에만 고속 구동이 가능한 디지털 엑스선 소스의 특성으로 인해 장비에 장착된 엑스선 소스 교체 주기가 늘어나는 장점 또한 존재한다.

아울러 이번 연구진의 기술은 갈수록 심화되는 국제 경쟁 상황에서 가장 큰 문제점인 특정 기업이 핵심부품을 독점하는 기존의 시장 구조적 틀을 혁파하고, 기술 절대 초격차를 달성하여 국내 기술 기반의 국제 경쟁력을 고취할 전망이다.

실제로 과거 ETRI의 기술을 이전받아 상용화에 성공한 업체는 2022년에 신기술 이전을 추가 계약하여 가까운 시일 내 ETRI의 마이크로포커스급 고해상도 엑스선 소스와 고에너지/고출력 엑스선 소스를 새롭게 상용화할 계획이다. 과거 동사의 기 상용화된 디지털 엑스선 소스 기반 제품이 전 세계적으로 누적판매 3만 대를 초과하였고 연평균 매출 증가율이 상승하는 것을 감안하면, 이번 기술계약의 파급효과는 향후 약 6,000억 원 이상의 누적 매출과 신규 사업 관련 고용유발 효과를 창출할 것으로 전망된다.

이번 ETRI의 디지털 엑스선 소스 기술 고도화의 핵심기술을 이전받은 기업은 2022년 3곳으로 착수기본료는 총액 6.4억 원에 달하며 앞으로 그 수요는 계속될 전망이다. 오늘도 연구진은 디지털 엑스선 소스 원천기술의 세계 일류 글로벌 초격차를 위해 구슬땀을 흘리고 있다.

초고해상도로 더 선명하게 보게 될 세상

초고해상도 OLED 마이크로디스플레이 기술

ETRI가 공정에 높은 온도가 필요하지 않으면서도 고해상도를 낼 수 있는 소재 기술을 개발하고 이를 디스플레이에 적용해 실제 제품까지 상용화하는 데 성공했다. ETRI는 100℃ 이하 공정온도에서도 픽셀 크기를 3μm 이하로 만들 수 있는 소재 기술을 개발하고 이를 국내 최초로 OLED 마이크로디스플레이에 적용했다. 이러한 성과는 소재 자립화를 이루며 우리나라의 디스플레이 산업 경쟁력을 유지하는 데 큰 도움이 될 전망이다.



영상 바로보기 ▶

ETRI 연구진이 OLED용 포토레지스트
소재를 실험하는 모습



디스플레이는 빛을 받으면 화학적 특성이 달라지는 포토레지스트(Photoresist)라는 소재로 얇은 막에 세밀한 픽셀을 형성해 만든다. 포토레지스트는 디스플레이를 만드는 데 꼭 필요하지만, 소재를 만들거나 이를 다루는 기술이 어려워 주로 수입 제품에 의존해오고 있었다. 2019년부터 수출규제가 시작된 뒤, ETRI는 'ICT 소재·부품·장비 자립 및 도전기술 개발' 과제와 '저온 경화 및 고해상도 컬러 포토레지스트 소재 개발' 과제 등을 수행하며 기술 자립을 위해 노력해왔다. 지금까지 포토레지스트 소재는 높은 온도에서 공정을 진행했다. 기존에 많이 쓰인 LCD 디스플레이는 구조상 유리 기판으로 고온에서 공정을 진행해도 문제가 없었다. 하지만 차세대 디스플레이로 떠오른 OLED 마이크로디스플레이는 기존과 같이 공정을 진행하면 높은 온도에서 빛을 내는 발광다이오드에 문제가 생길 수 있다. 이로 인해 낮은 온도(<100℃)에서도 공정이 가능한 소재 기술을 개발하는 것이 관건이었다.

ETRI는 공동연구기관과 협력을 통해 포토레지스트의 핵심원료인 안료를 국산화하고 이를 적절히 배합하면서 낮은 온도에서 얇은 막을

형성할 수 있는 포토레지스트 소재를 만들어 이 소재를 국내 최초로 OLED 마이크로디스플레이에 적용했다.

연구진이 만든 시제품은 웨어러블 기기에 적합한 0.7인치 크기의 OLED 마이크로디스플레이다. 한 픽셀 당 크기는 3μm 이하로 1인치당 3,000개 이상의 픽셀을 밀집해 초고해상도 패널을 제작할 수 있었다.

검증을 완료한 뒤, 개발된 소재는 국내 기업에 독점 공급을 이루는 데 성공했다. 특히, 해당 회사가 올해 출시한 OLED 디스플레이 패널에 본 소재가 적용되면서 세계 최초 상용화 사례를 낳았다. 덕분에 2021년에만 600억 원 이상의 경제적 파급 효과가 예상되었으며 실질적인 소재 국산화 및 자립화를 해냈다는 평가를 받을 수 있었다. 이번 기술은 향후 가상·증강현실 디바이스 구현을 위한 초고해상도 디스플레이 기술, 산업안전 및 업무 효율 향상을 위한 개인 휴대용 디바이스 기술, 전투 능력 향상을 위한 군용 헬멧 및 초소형 디스플레이 패널 기술, 청각장애 및 저시력자를 위한 보조 공학기 디스플레이 패널 기술 등에 활용될 것으로 기대된다.

5

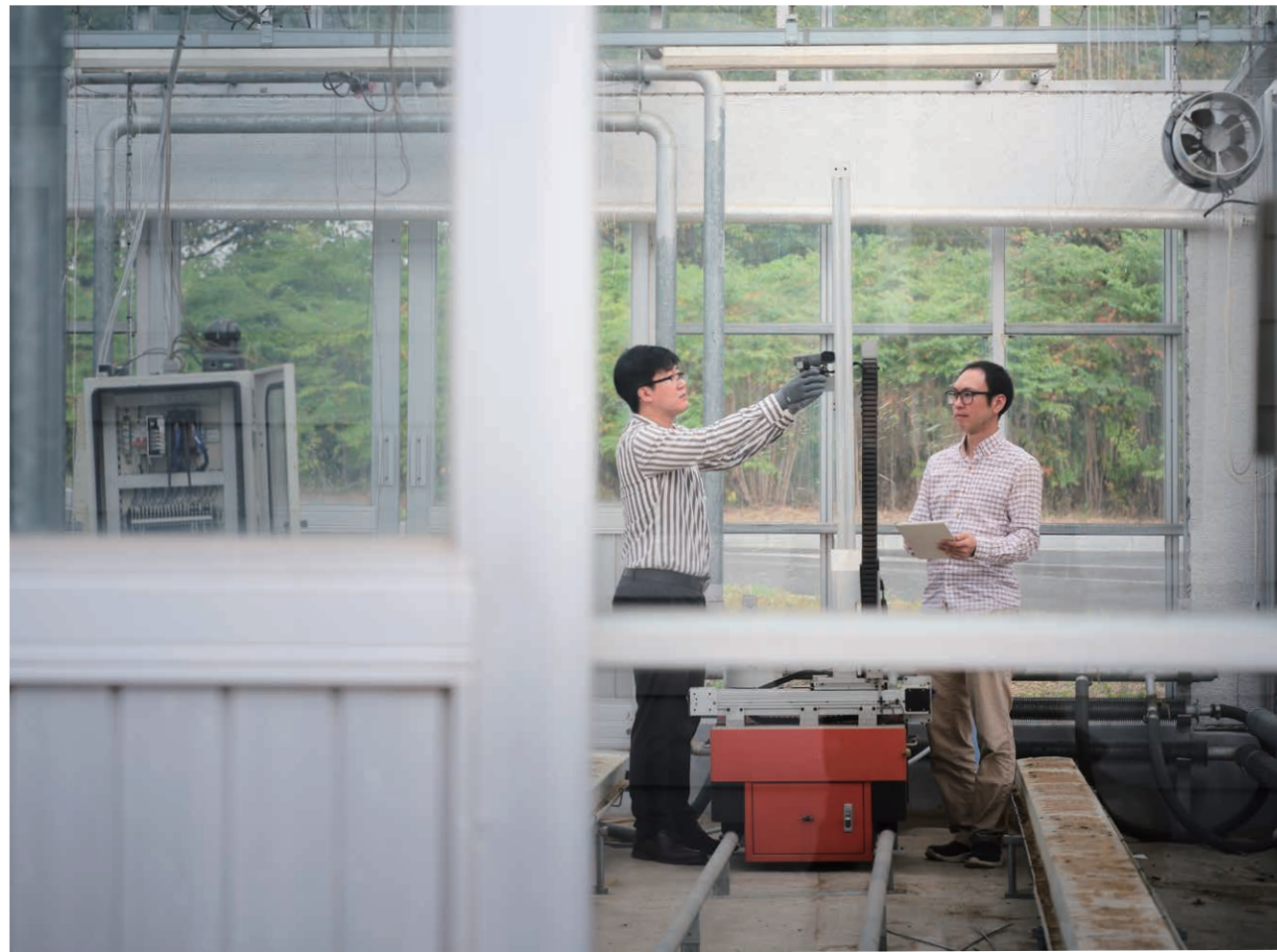
Convergence Research Dept. & Regional Research Center

융합연구단 및 지역센터

농장을 똑똑하게 관리하는 방법

스마트팜 통합 솔루션 기술

스마트팜이란 실·내외 축사나 비닐하우스에 정보통신기술(ICT)을 활용해 농작물과 가축의 성장 환경을 적정하게 관리할 수 있는 농업 현장을 의미한다. 스마트팜은 농업 현장에서 작물의 성장 정보와 환경 정보에 대한 데이터를 기초로 최적의 성장 환경을 만들 수 있고, 노동력과 에너지, 사료를 기존보다 덜 투입하고도 농작물의 생산성과 품질 향상을 실현할 수 있어 농업 분야와 ICT를 결합한 미래 산업으로 주목받고 있다.



ETRI 연구진이 스마트팜 통합
솔루션 시스템을 시연하는 모습



스마트팜은 사물인터넷, 빅데이터 등의 ICT를 활용해 농업생산시설의 생육환경을 원격 또는 자동으로 제어할 수 있는 농장이다. 스마트팜 기술은 정밀장비, 사물인터넷 센서, 액추에이터, 지리 위치 확인 시스템, 빅데이터, 무인항공기, 로봇공학 등을 통합한 효율적인 접근법으로 사람과 식물, 환경에 초점을 맞춘 미래 농업기술이다.

ICT를 활용한 스마트팜 기술을 통해 온도, 이산화탄소, 토양 같은 환경 정보 및 생육 정보에 대한 정확한 데이터를 기반으로 생육 단계별 정밀한 관리와 예측 등이 가능해 수확량, 품질 등을 향상시켜 수익성을 높일 수 있다. 노동력과 에너지를 효율적으로 관리함으로써 생산비를 절감할 수 있다는 점도 장점이다. 기존에는 작물에 관수할 때 직접 밸브를 열고 모터를 작동해야 했다면, 스마트팜에서는 전자밸브가 설정값에 맞춰 자동으로 관수를 한다. 또한, 스마트팜은 농·림·축·수산물물의 상세한 생산 정보 이력을 관리할 수 있어 소비자 신뢰도를 높일 수 있다.

ETRI는 스마트팜을 전체적으로 관리할 수 있는 스마트팜 통합 솔루션 기술을 개발했다.

ETRI가 개발한 기술은 다수 농장을 통합 관리하고 원격 관제가 가능하며, 온실 환경 정보를 자동으로 수집 및 분석하여 환기창, 스크린, 냉난방 시스템 등을 자동으로 제어함으로써 작물 생육에 최적의 온실 환경을 유지 관리할 수 있는 토털 솔루션이다.

이번 기술은 최적의 작물생육환경 조성을 위한 복합환경을 정밀하게 제어할 수 있고 웹 및 모바일 앱을 통하여 PI기반 EC/pH 최적 제어와 자동관수, 예약시간관수, 비상관수 기능이 가능하다는 특징이 있다.

또한 스마트팜 빅데이터 수집 및 분석을 위한 통합관제시스템 기술, 스마트팜 빅데이터 분석을 통한 작물생육 분석 및 제어 추천 기술, 자율주행 모바일 플랫폼 기반 온실 모니터링·작물 영상 수집 기술이 포함되어 있어 언제 어디서든 효율적인 농장 관리가 가능하다.

스마트팜 통합 솔루션 기술은 완전자율형 무인 스마트팜 시스템, 스마트축산·양식 자동 제어 시스템, 가정용 재배시스템, 자율주행 모바일 플랫폼 기반 온실 무인 관리 등의 분야에서 활용될 것으로 기대된다.

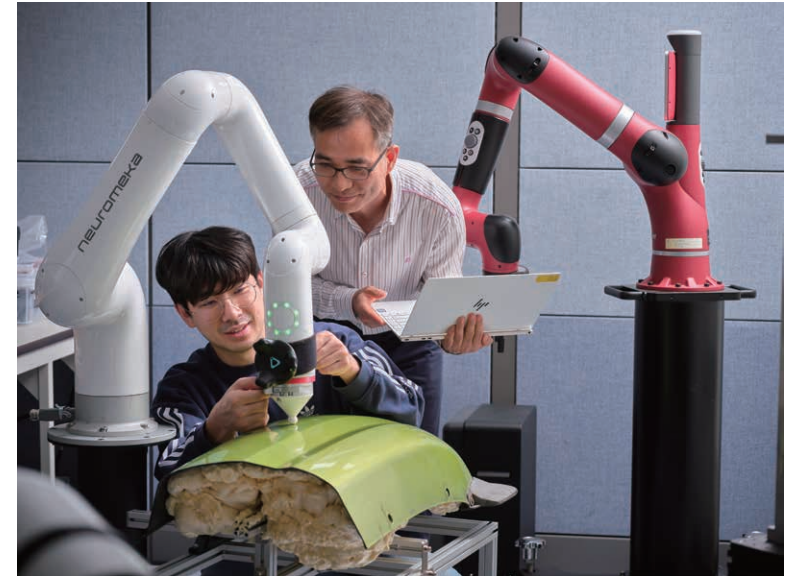
사용자 경험으로 생산 효율을 높인다

협동로봇 교시SW를 위한
사용자 경험과 사용성 개선 기술

로봇 팔은 산업뿐만 아니라 의료, 서비스, 식음료 분야 등에서도 다양하게 활용되고 있다. 로봇의 힘 제어 기술의 발전에 따라 단순한 반복 작업을 넘어 사람과 협동하거나 사람의 동작을 따라 하는 로봇도 개발되고 있다. 사람의 동작을 로봇이 따라 하기 위해서는 교시가 필요한데, 일반적으로 사람이 로봇과 직접 접촉하는 방식 및 교시 디바이스를 통해 로봇에 작업자의 동작을 학습시키는 방식으로 구분할 수 있다.



ETRI 연구진이 로봇의 교시점을
입력·시연하는 모습



협동로봇은 현장 작업자와 함께 같은 공간에서 다양한 작업을 수행하면서 협동운용 조건(ISO 10218)을 충족하는 로봇이다. 협동로봇을 활용하기 위해서는 사용자가 수행하고 싶은 작업 의도를 로봇이 이해할 수 있는 형태로 구현하는데 이를 로봇 교시라고 한다.

교시 기술은 프로그래밍을 코딩하거나 티칭펜던트를 이용한 프로그래밍을 통해 교시점을 입력하는 방법, 로봇을 직접 교시하는 방법이 있다.

현장 작업자들이 주로 사용하고 있는 방법인 티칭펜던트는 실제 공정방식과 사용법을 익혀야 하기 때문에 대부분 전문성을 갖춘 엔지니어만 사용 가능한 경우가 많다.

이에 작업 현장에서는 작업자들이 쉽고 직관적으로 로봇의 상태를 이해하고, 공정 작업 상황에 맞게 대응할 수 있는 티칭펜던트의 UX 개선에 대한 필요성이 대두되고 있다.

따라서 ETRI는 협동로봇 교시SW를 위한 사용자 경험과 사용성 개선 기술을 개발했다. 본 기술은 전문성을 갖춘 엔지니어뿐 아니라 작업 현장에서 작업자들이 직관적이고 쉽게 로봇의 상태를 이해하고, 공정 작업 상황에 맞게 대응할 수 있는 티칭펜던트의 UX

개선의 필요성에 따라 개선점을 도출했다.

로봇이 높은 난이도의 작업을 수행하기 위해서는 사용자의 의도가 교시 디바이스를 통해 전달되어야 한다. 핵심은 UX를 기반으로 사용자가 직관적으로 로봇을 조작할 수 있도록 구성된 인터페이스다. 교시 디바이스를 통해 수집된 사용자 데이터는 로봇의 모방학습 단계로 전달되고, 생성된 데이터는 사용자가 특정 고난이도 작업을 수행할 때 생성된 데이터로서 해당 작업에 대한 위치, 속도, 가속도의 정보를 포함한다.

교시 디바이스와 모방학습을 통해 생성된 사용자의 의도는 로봇 팔의 제어기로 전달되고, 제어기를 이용해 본 연구에서는 해당 작업에 필요한 적절한 외부 접촉력과 위치를 생성하는 힘-위치 교시 알고리즘을 구현할 수 있게 된다.

ETRI는 협동로봇 제조사인 뉴로메카, 포항공과대학교와 함께 0.1mm 정밀도의 위치 및 속도·가속도·접촉력 교시가 필수적인 고난도 조립 작업을 위한 '범용 멀티모드 로봇 교시 디바이스 개발' 연구를 수행 중이다.

열 가지의 표정을 정확하게 구분하는 기술

10종 표정인식 기술

표정인식 기술은 입력 영상으로부터 사람의 얼굴을 인식하고, 검출된 얼굴 영역의 특징을 분석해 얼굴의 표정을 알아내는 것이다. 실물뿐만 아니라 사진이나 동영상 속 얼굴도 인식할 수 있다. 현재는 정지된 얼굴과 웃는 표정을 포함한 얼굴 요소의 움직임, 근육의 변화도 파악하는 방향으로 진화하고 있다.



멀티모달 기반 사용자 반응형 환경, 상황, 감성 인지 기술을 개발하고 도메인에 적용함으로써 교감형 상황인지 기술 분야 핵심기술 확보 및 국내외 기술 선점 필요성이 제기되고 있다. 인간-기계 간의 인터페이스를 가장 효율적이고 감성적으로 작동할 수 있도록 하는 기술 감성 인식 기술은 비언어 기반(음성, 표정, 행동)의 대화를 통해 심리를 파악하는데 유용한 기술이지만 국제적으로 연구 진행이 더딘 상황으로 미개발 분야에 속한다.

우리나라는 인공지능 분야에서 미국과 2년의 기술격차가 나타나는 것으로 보고되며 경쟁력 확보를 위해 미개발 분야 시장 선점의 필요성이 대두되고 있다.

ETRI는 사진, 동영상 등의 영상 콘텐츠 내에서 인간의 감성을 인지할 수 있는 이미지 시계열 기반 표정인식 기술을 개발했다. 이는 졸림, 싫어함, 행복, 화남, 슬픔, 중립, 놀람, 공포, 역겨움, 차분함 등 10개의 표정을 인식한다.

본 기술은 ResNet을 Backbone network로 활용한 딥러닝 모델, 시계열 기반 영상 분석 알고리즘, 동양인 대상 표정 분석에 강한 데이터셋 구축 및 활용, 웹캠 환경 실시간 표정인식 기술, 표정인식 Open API 기능 제공 등의 기술적 특징을 가지고 있다.

이는 향후 대화 감정, 표정 인식, 의도 파악 등의 기술을 필요로 하는 분야에서 몰입감과 실재감을 높일 수 있는 감성 반응형 응용 서비스 기술로 활용할 수 있다.

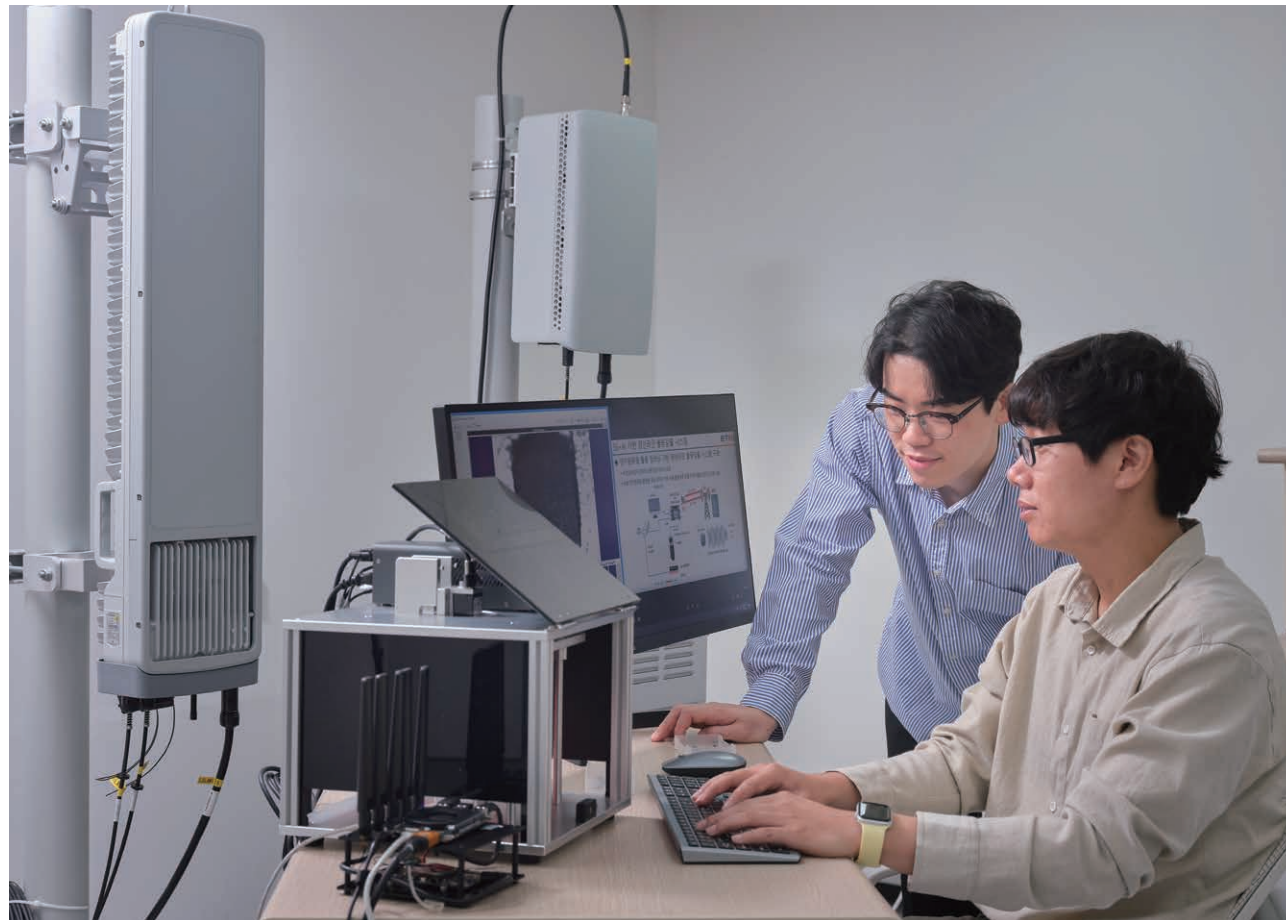
교육 분야에서는 학습자의 반응분석을 통해 상호작용 가능한 지능형 교육 에이전트로 이용할 수 있으며, 의료 분야에서는 환자의 기분 상태 모니터링 등 인공지능 헬스케어 서비스를 제공할 수 있을 것으로 전망된다. 또한 산업 분야에서는 고객 분석, 면접자 신뢰도 평가 등 다양한 CS 지원서비스에 적용되고, 사회적 소외계층, 청소년 상담 등 정서적 상담이 필요한 지원 서비스에도 응용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

이 밖에도 자율주행 시스템에서 주행에 따른 탑승자의 상태를 모니터링하거나 음성 신호 분석을 통해 고객의 거짓을 판단하고 CCTV 등을 활용해 특정 장소의 분위기를 파악하는 데에 표정인식 기술을 활용할 수 있다.

엣지 있는 기술로 스마트 공장을 더 똑똑하게 만든다

5G MEC 활용 초소형 부품 생산라인 실시간 불량검출 기술

MEC(Mobile Edge Computing)은 무선 기지국에 분산 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하여 다양한 서비스와 캐싱 콘텐츠를 이용자 단말에 가까이 전개함으로써 모바일 코어망의 혼잡을 완화하고, 새로운 로컬 서비스를 창출하는 기술이다. ETRI가 개발한 5G MEC 기반 초소형 부품의 인라인 불량검출 기술은 엣지컴퓨팅을 활용한 딥러닝 기반의 양산라인 불량검출 시스템이다. 비전검사장치는 인덕터 표면의 영상 데이터를 수집하고, ETRI 엣지 컴퓨팅 플랫폼은 영상 데이터 기반 제품의 불량 유무를 판별한다.



최근 우리는 고정된 위치에서 한정된 컴퓨팅 서비스만 제공하는 PC 시대를 지나 모바일 기기와 클라우드의 이동성과 연결성으로 정의되는 포스트 PC 시대를 맞이하고 있다. 특히 사람과 기기, 사물이 연결되어 지능화된 네트워크를 구축하는 초연결 사회에서는 방대한 양의 디바이스에서 수없이 많은 데이터를 끊임없이 생성해낼 것이다.

기존의 중앙 집중적인 클라우드 컴퓨팅은 어마어마한 양의 데이터를 분석함에 있어 네트워크 대역폭 및 컴퓨팅 자원 측면에서 한계를 가지고 있다.

이러한 한계점을 극복하기 위해 클라우드 서버에서 담당하는 컴퓨팅 부담을 IoT 기기에 가까운 거점(Edge)에서 처리함으로써 네트워크 및 컴퓨팅 리소스 부족 현상을 해결하는 분산 컴퓨팅 방식의 엣지 컴퓨팅 기술이 주목받고 있다.

하지만 현재 산업계에서는 상용화 수준의 응용서비스가 부족해 엣지 컴퓨팅 기술이 보급되지 못하고 있다.

ETRI는 애로사항 해결을 위해 5G MEC 활용 초소형 부품 생산라인 실시간 불량검출 기술을 개발했다. 이 기술은 초소형 부품을 생산하는 공정라인에서 비전검사장치를 활용한 실시간 인라인 불량검출을 가능하게 하는 5G MEC 인프라 활용 저지연 기계학습 추론 오프로딩 기술이다.

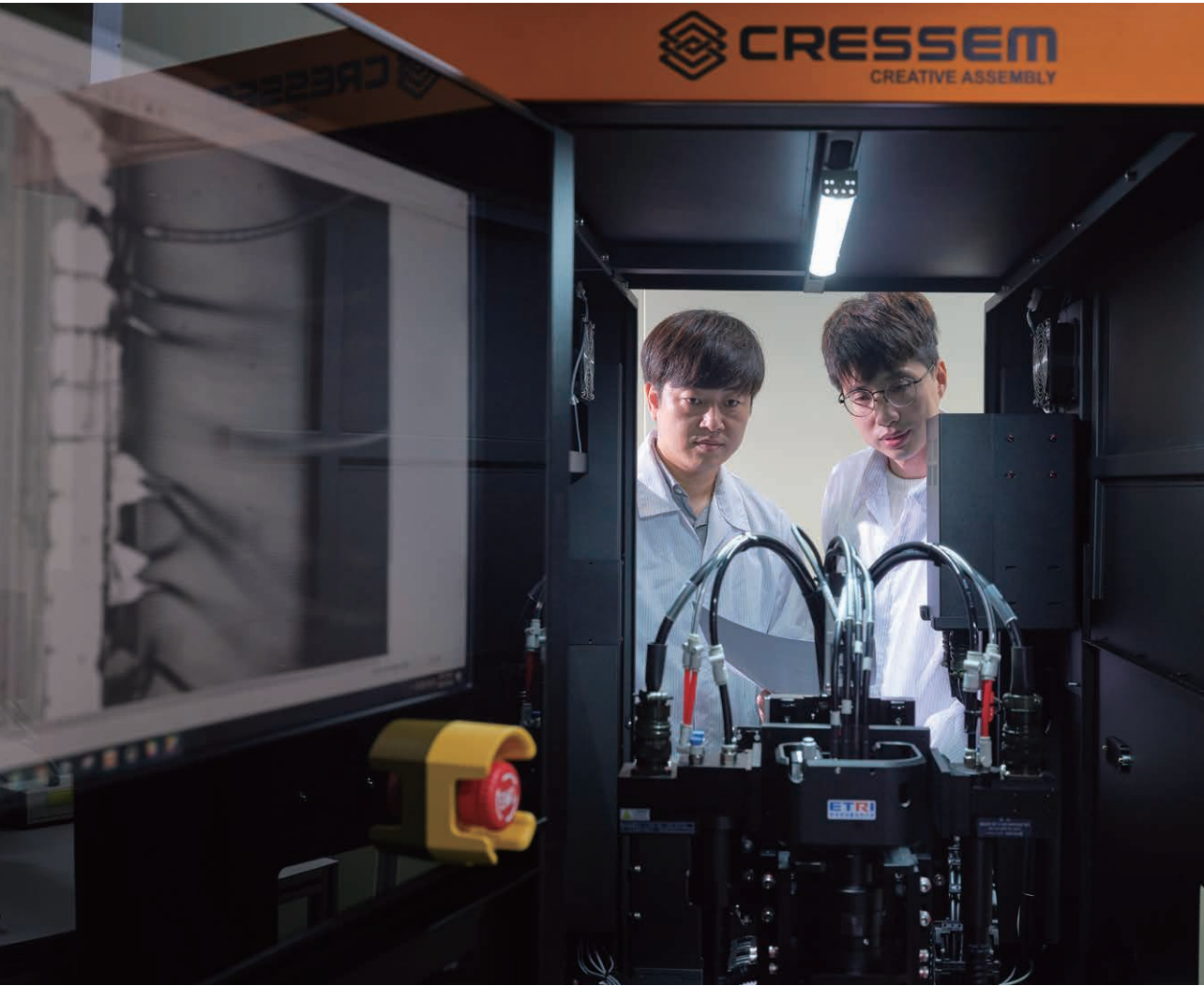
비전검사시스템은 초소형 부품을 생산하는 공정라인에서 실시간으로 품질 검사를 하기 위해 개발되었다. 이는 미세 크랙 이미지 데이터 획득을 위해 4채널 조명을 제어하여 이미지 데이터를 취득하는 비전 검사장치와 인공지능 모델 기반 미세 크랙 유무 분석을 원격으로 수행해 초소형 부품 불량 여부를 실시간으로 판별하는 엣지 컴퓨팅 플랫폼으로 구성되었다.

또한, 생산라인의 유연한 변화가 가능한 스마트 공장에서의 공정라인 변화에 따라 인공지능 전문인력이 아니더라도 손쉽게 엣지 컴퓨팅 플랫폼의 인공지능 서비스를 커스터마이징 할 수 있도록 도와주는 비전문가용 GUI 기반 MLOps 플랫폼을 개발하여 사용성을 높였다. 이번 기술은 AI 기반 초소형 부품의 실시간 인라인 품질검사, 5G MEC 및 경량 엣지AI 기술 적용 서버리스 스마트 공장, 기계학습 비전문가용 GUI 기반 MLOps 프로그램 등으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

마이크로 세계를 들여다보는 새로운 3차원 시야

플렌옵틱 현미경 영상획득 기술

플렌옵틱 기술은 물체의 한 점에서 반사되는 빛의 정보를 기록하기 위한 기술로 다른 말로는 라이트필드(Light Field)라고 불린다. 플렌옵틱은 라틴어로 ‘완전한(Plenus)’이라는 의미와 ‘광학(Optics)’이라는 의미의 합성어로 빛의 파동을 이용하는 홀로그램과 달리 빛의 기하광학(Ray Optics)적인 성질을 이용한다.



플렌옵틱 현미경 영상획득 기술을
응용한 스마트 헬스케어 솔루션
시연 모습



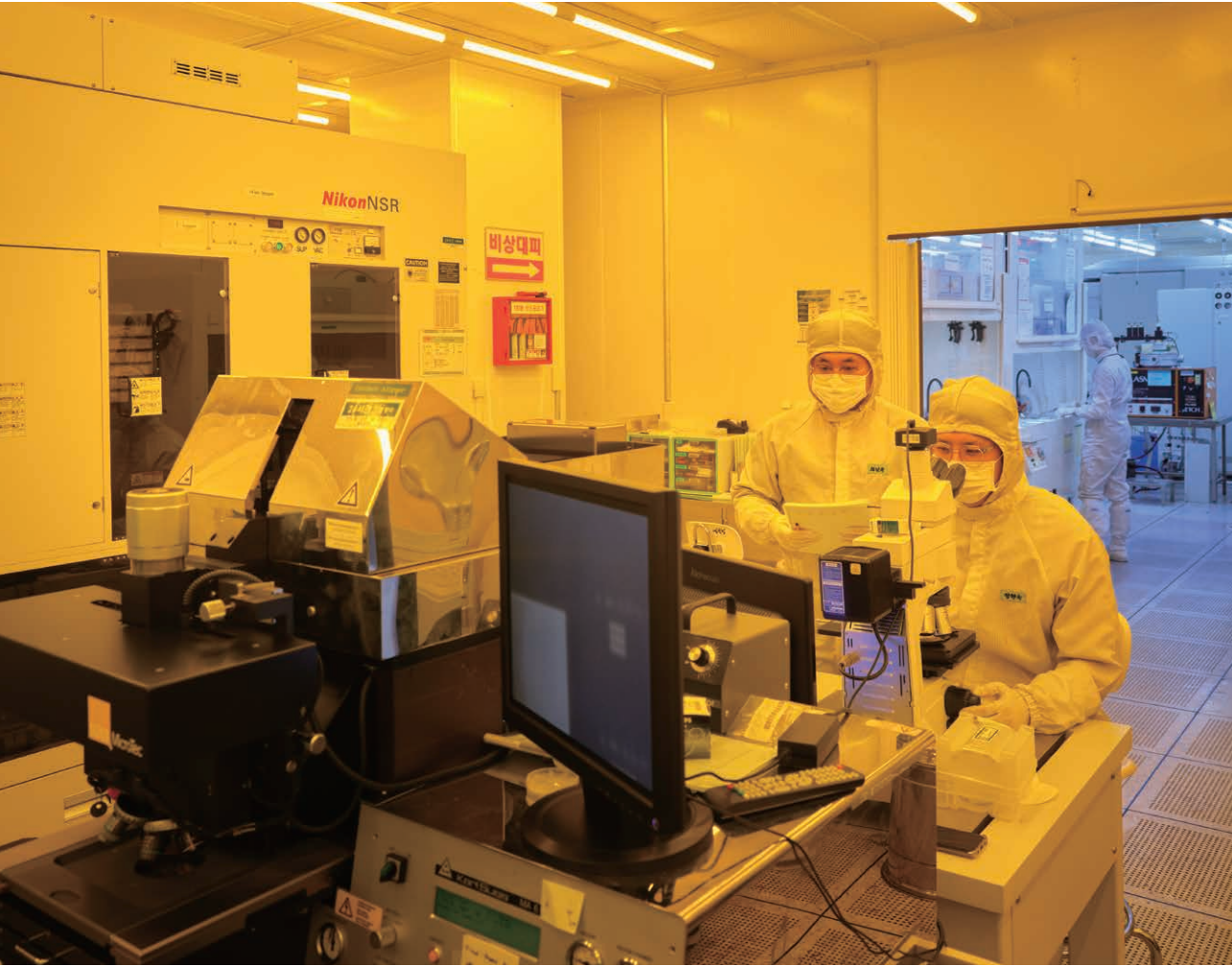
플렌옵틱을 구현하는 기술은 크게 카메라 어레이를 이용한 방식, 마이크로렌즈어레이(Micro-Lens Array)와 해상도 이미지 센서를 이용한 방식으로 나눌 수 있다. 마이크로렌즈어레이(MLA) 방식의 플렌옵틱 영상획득 기술은 디지털 카메라 앞단에 다수의 렌즈 어레이 소자를 두고 물체의 한 점으로부터 나오는 여러 방향의 빛 중 카메라 메인 렌즈를 통과한 빛들의 세기 정보를 방향별로 분리하여 저장하는 방식이다. ETRI는 플렌옵틱 기술을 현미경에 적용하기 위해 마이크로렌즈어레이 소자를 photolithography를 이용한 실리콘고무(PDMS) 방식과 유리(Fused Silica) 공정을 통해 제작하고, 고속 카메라 개발을 통해 현미경에 적용하여 서브마이크로급 깊이 해상도를 갖는 플렌옵틱 현미경을 개발했다. 이번 연구를 통해 초해상화(Super-resolution), 깊이맵(Depth-map) 추출, All-focus 등의 알고리즘을 개발하는 성과도 있었다. MLA 기반 기술을 활용한 플렌옵틱 현미경은 기존 현미경 시스템과 달리 4D 영상정보를 한 번의 측정으로 확보할 수 있다. 따라서 4D 정보 획득 및 시차에 따른 원근시점 이동, 재초점, 깊이 추

출(Depth map) 등의 영상 분석과 정량적 측정이 가능해진다. 또한, 실시간 스냅샷 영상획득 및 in-vivo 상태나 움직이는 물체, 공정 흐름에 따른 실시간 동영상도 구현할 수 있게 되었다. MLA 기반 플렌옵틱 현미경에는 MLA로 인한 공간 분해능의 손실이 존재하나, 초점거리를 복수로 구성하는 방식 등을 통해 손실을 보상하는 다양한 광학계 연구가 진행 중이다. 최근 시장조사기관에 따르면 의료 영상기술의 수요 증가, 3D 머신비전, AR/VR 수요 증가 등의 영향으로 플렌옵틱 영상획득 시장 규모는 2024년 1,523M\$에 이를 것으로 예상하고 있다. 특히 스마트 팩토리, 해리티지, 스마트 자동차, 스마트 헬스케어 분야 등 3D 기술이 필요한 다양한 분야에 적용될 수 있어 플렌옵틱 기술의 응용 분야는 매우 넓다. 의료, 반도체, 문화산업 등 다양한 분야에서의 측정, 분석 및 검진에 활용성이 높으나 관련 분야의 해외 의존도가 높아 국내에서의 전주기 개발 및 원천기술 확보가 필요한 시점이다. 이에 ETRI는 각 분야 최고 수준의 기관과 협력하여 원천기술부터 의료검진 분야 및 공정분석 분야에 해당 기술을 적용하고자 노력하고 있다.

자주국방 실현으로 한 걸음 더 다가가다

감시정찰 레이다용 GaN MMIC 기술

빠르게 변화하는 외부 환경에 대응하고 자주국방 실현을 위한 핵심 국방 소재 및 부품의 국산화 기술 확보의 필요성이 높아지고 있다. ETRI DMC융합연구단은 이러한 요구에 부응하기 위해 NST(국가과학기술연구회) 산하 민간 정부출연연구소와 R&D 협력, 민간 보유 우수기술을 활용한 국방 무기 체계용 핵심 반도체 부품 국산화 및 플랫폼을 개발하고 있다.



ETRI 연구진이 개발한 GaN 반도체
기반 RF 집적회로 제작·공정 시연 모습



레이다는 멀리 있는 표적을 탐지하고 방어 체계를 구축하기 위한 군사용 핵심 장비로 높은 출력이 필요하다. 기존에는 레이더 전력 소자에 진공관, 갈륨비소 소자 등이 사용되었으나 수명, 부피, 출력 등에서 한계가 있었다.

이러한 한계를 극복하기 위해 고출력, 고전압, 고효율 특성을 가지고 있는 질화갈륨으로 전력 소자를 만드는 연구가 많아지고 있다. 특히, 질화갈륨 전력 소자는 군수, 선박, 위성통신 등 많은 분야에 활용할 수 있어 주목받고 있다.

하지만 선진국에서는 관련 기술과 제품 유출을 강력히 통제하고 있어 관련 부품을 수입하는 경우, 비용이 많이 들고 기술 도입과 제품 수급 자체도 매우 어려운 상황이다.

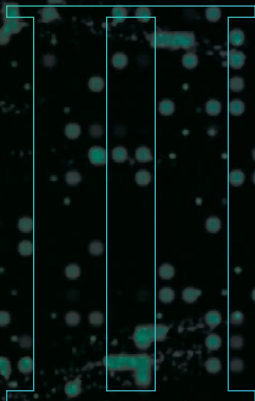
ETRI는 레이더 및 탐색기용 핵심부품을 개발해 국산화에 성공했다. 국산 반도체 기술로 설계부터 공정 개발까지 이뤄내면서 국방 기술 자립을 통해 소·부·장 수출규제에도 적극 대응이 가능할 전망이다.

ETRI가 개발한 기술은 감시정찰 레이다용 GaN MMIC 기술로,

미래 무기체계에 적용되는 차세대 레이다용 송수신모듈의 GaN 반도체 기반 RF 집적회로(MMIC) 기술이다.

이번 기술의 특징으로는 기존 레이다용 진행파관(Traveling Wave Tube) 및 마그네트론(Magnetron) 등 진공관 형태 증폭기 대체, 높은 에너지 갭 및 높은 전력밀도 특성의 GaN 반도체 기반의 고효율/고출력 RF 전력증폭기 구현, GaN 반도체 기술을 적용하여 기존 진공관 형태 증폭기 기술 대비 소형화 및 경량화 구현 등이 있다. 이번 기술은 C-대역 대포병 레이더, X-대역 능동위상배열 레이더, Ku-대역 지상용 위성 송수신 안테나 등에 활용될 수 있다.

ETRI는 향후 군수용 반도체 소자 중에서 특히 중요성이 증가하고 있는 화합물반도체 기반 군수용 핵심부품 플랫폼을 구축할 예정이다. 현재 개발한 레이다용 송수신 모듈의 핵심부품인 GaN 기반 단일 고주파 집적회로(MMICs: Monolithic Microwave Integrated Circuits) 설계 및 제작 기술을 바탕으로 군수용 GaN 기반 송수신 부품에 대한 플랫폼을 구축하여 수출규제에 대응하며, 군수용 핵심 반도체 국산화 기반을 다질 수 있을 것으로 기대된다.



연구관리정보 현황

78

Personnel &
Project Status

인원현황 & 과제수행실적

79

Patent Application &
Technology Transfer

특허출원 & 기술이전

80

Standardization &
SCI / SCI Expanded Paper

표준화 & 논문자료

81

Status and Progress of ETRI
Start-up & ETRI Laboratory
Enterprise

동문기업 및 성과 & 연구소
기업 운영

82

Nationwide Regional
Research Center

본원 및 지역연구센터

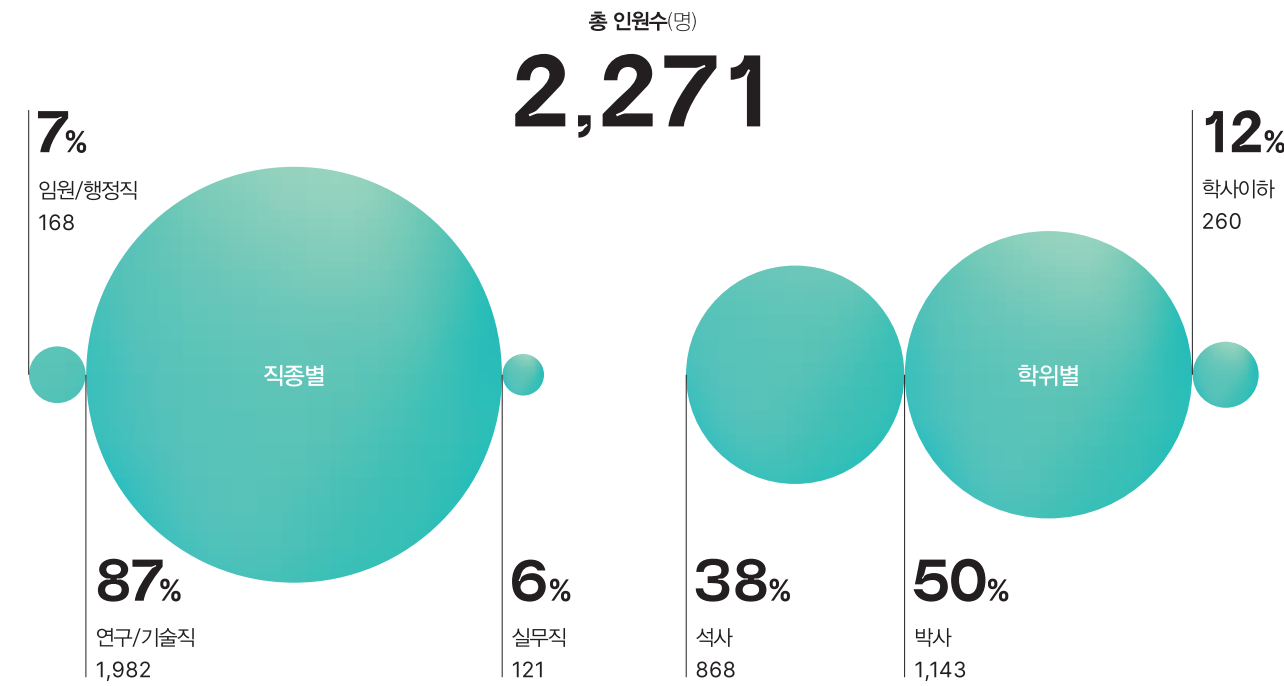
83

Global R&D Cooperation
Network

글로벌 R&D 협력 네트워크

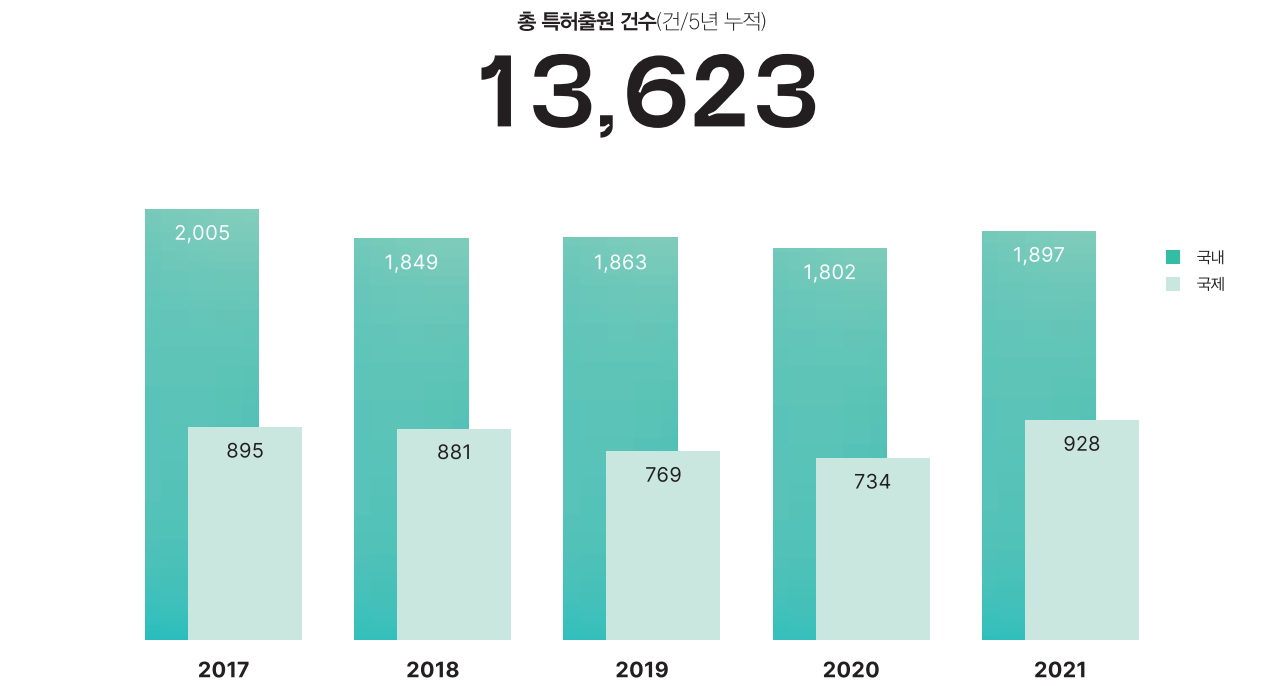
인원현황 Personnel

(2022. 10. 31. 기준)



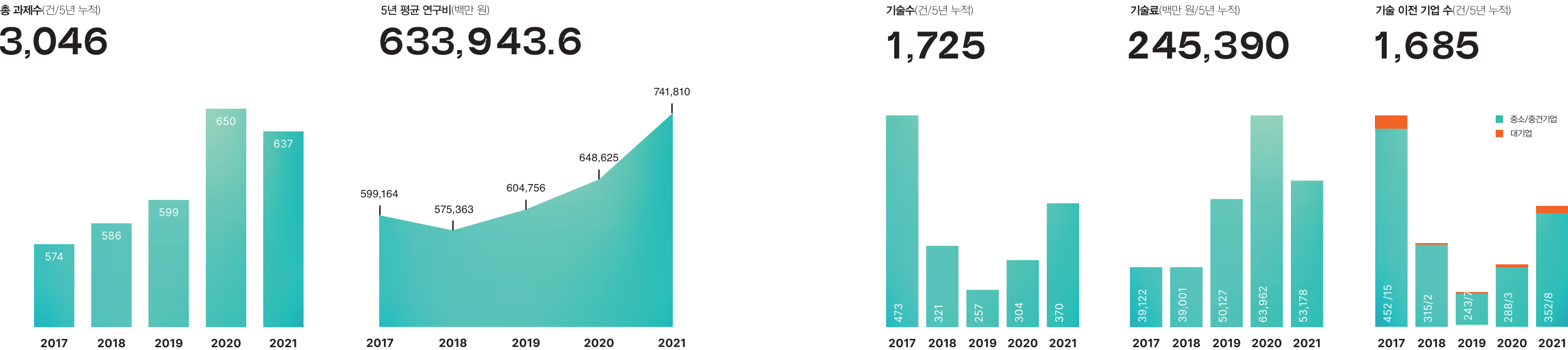
특허출원 Patent Application

(2021. 12. 31. 기준)



과제수행실적 Proeject Status

(2021. 12. 31. 기준)

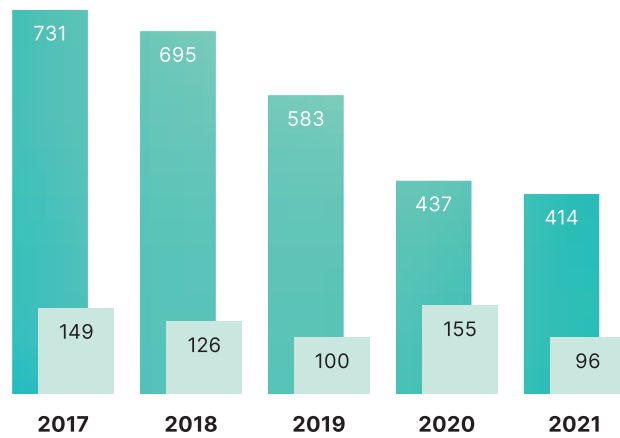


표준화 Standardization

(2021. 12. 31. 기준)

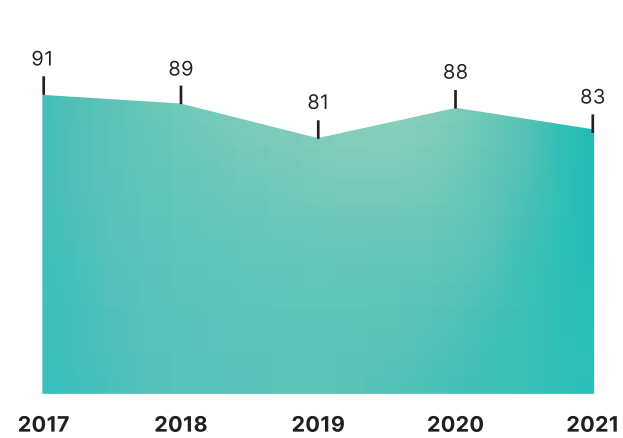
표준기고서 건수(건/5년 누적)

3,446

■ 국제
■ 국내

국제표준화기구 의장단(명/5년 평균)

86.4

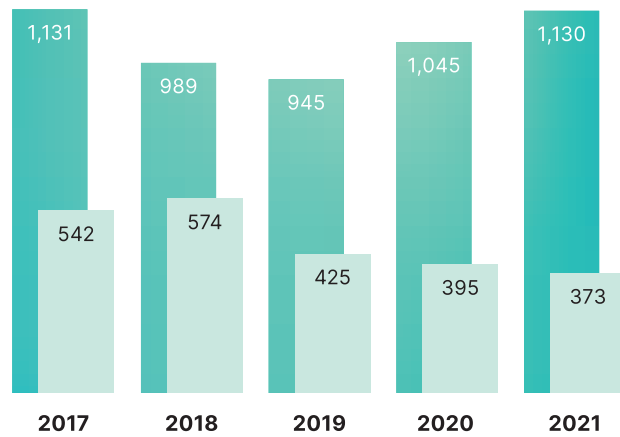


논문자료 Papers

(2021. 12. 31. 기준)

총 논문자료 수(건/5년 누적)

7,549

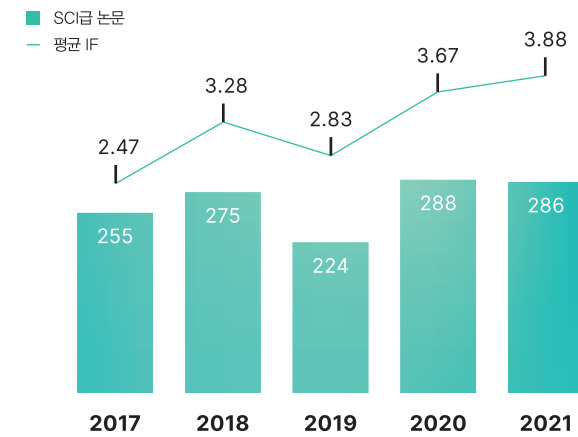
■ 국내
■ 국제

총 SCI급 논문자료 수(건/5년 누적)

1,328

평균 IF(5년 누적)

3.23



ETRI 동문기업 및 성과 Status and Progress of ETRI Start-up

(2021. 12. 31. 기준)



859

동문기업 수

'80년 삼보컴퓨터(주) 창업 이후
약 859개 기업설립

24

기업공개

ETRI 동문기업 중 24개 기업 상장
거래소 2개 / 코스닥 19개 / 코넥스 3개

344억 원

창업기업 매출액

총 매출액 344억 원
[51개 기업 기준]

ETRI 연구소기업 운영 ETRI Laboratory Enterprise Status

(2021. 12. 31. 기준)



81

기업등록

ETRI는 연구성과의 성공적 사업화를 위해 '07년부터 총 81개
ETRI 연구소기업 설립

58

기업운영

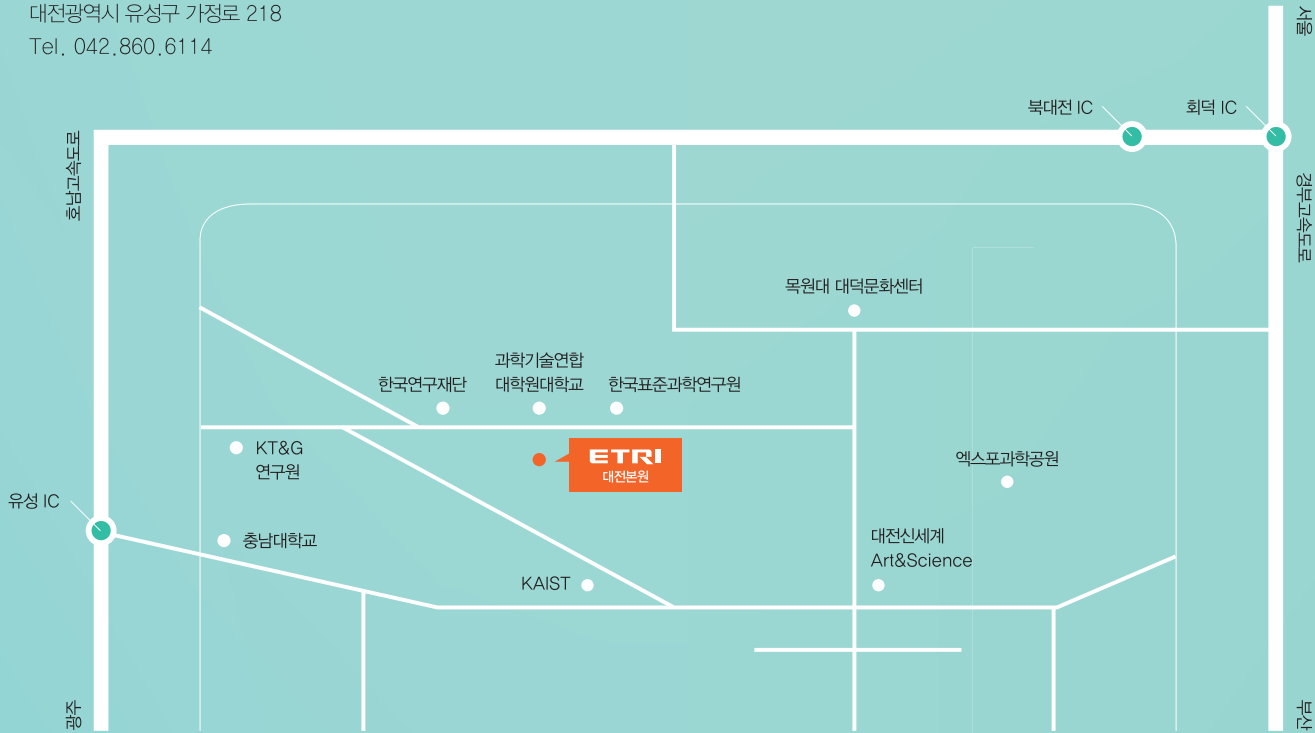
58개의 연구소기업을 운영 중



본원 및 지역연구센터 Nationwide Regional Research Center

대전(본원)

대전광역시 유성구 가정로 218
Tel. 042.860.6114



서울SW-SoC융합R&BD센터

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22
Tel. 031.739.7200



호남권연구센터

광주광역시 북구 첨단과기로 176번길 11
Tel. 062.970.6501



대경권연구센터

대구광역시 달성군 유가면 테크노순환로 10길 1
Tel. 053.670.8000



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



46 국가
162 기관

SWISS Vern Univ. / IDQ	JAPAN RIKEN / Morita Tech / Zeon / Konica Minolta / NHK / DNPT & DNP / Heartwell / Novatech & Sharp	/ 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
FRANCE INRIA/CNRS/ETSI/Sigfox	CANADA IP Cube Partners / University of Saskatchewan / CRC Canada / UHN / University of Waterloo / University of Toronto	UZBEKISTAN Tashkent University of Information Technologies / JSC Uzbek-telecom / MITC
GERMANY Fraunhofer IAF / Universitat Zu Lubeck / Rohde&Schwarz / X-FAB / MERCK / BOSCH / Fraunhofer-HHI / BMW / Julich / ESCRYPT / BMBF	IRAN ETHIOPIA Ministry of Science and Technology / Adama Science and Technology University	CHILE Rwanda Information Society Authority / Ministry of Infrastructure
BELGIUM IMEC, ULB	BRAZIL Tashkent University of Information Technologies / JSC Uzbek-telecom / MITC	TURKEY PTT
ISRAEL ARO Volcani Center / Design Art Networks / FINLAND	PAKISTAN Information Technology University / Pakistan Post	NICARAGUA ENATREL
KAZAKHSTAN Transtelecom / IGTC(International Green Technologies & Investments Center)	CHINA Tongji University / TSMC / Beijing Jiaotong University	TAJIKISTAN Technological University of Tajikistan
ITALY SIM2 BV International / ENEA	POLAND Warsaw University of Technology / PUT / University of Gdansk	JORDAN Ministry of Information & Communication Technology
PALESTINE An-Najah National University	FINLAND University of OULU	THAILAND Royal Thai Air Force / Guru Square Co. Ltd. / KMITL
KENYA Postal Corporate of Kenya / Baringo County Government	BULGARIA IOMT-BAS	REPUBLIC OF SOUTH AFRICA SENTECH SOC LTD / AFRIKO HOLDINGS(PTY) LTD
INDIA CDAC / Sagacious Research Pvt Ltd / Saankhya Labs Private Limited	ZIMBABWE GHANA	GABON National Agency of Digital Infrastructures and Frequencies
VIETNAM Viettel / UET-VNU / Ton Duc Thang University / HUST	NETHERLANDS WLR	BOTSWANA DIS Botswana
MALAYSIA Mytel / UCSY(University of Computer Studies, Yangan) / West Yangon Technological University / Ministry of Education	NORWAY Sintef Ocean AS(MARINTEK)	UK Oxford univ. / Graphcore
TAIWAN INDONESIA Researchwire Knowledge Solution Pvt. Ltd. / Ministry of Communication and Information Technology / NCCA(National Cyber & Crypto Agency of Indonesia)	AUSTRALIA University of South Australia / University of Queensland / University of Wollongong	
RUSSIA JSC 'Radiophyzika' / JSC Apex / ITAE RAS / Russian Academy of Science	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.	
SPAIN UPV(Universitat Politècnica de València) / University of the Basque Country(UPV/EHU)		
MONGOLIA MUST / MTZ		

2022 ETRI Technology Report

발행처

한국전자통신연구원

총괄편집

한국전자통신연구원 글로벌홍보부 홍보실

대전광역시 유성구 가정로 218

Tel. 042.860.4998 / Fax. 042.860.5848

발행일

2022. 11. 30

기획 · 디자인

(주)홍커뮤니케이션즈

www.hongcomm.com