ETRI 45년사

최근 5년사를 중심으로

1976 — 2021

Electronics and Telecommunications
Research Institute

ETRI

ETRI 45년사

최근 5년사를 중심으로

ETRI

삶을 창조하다

미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합 연구기관

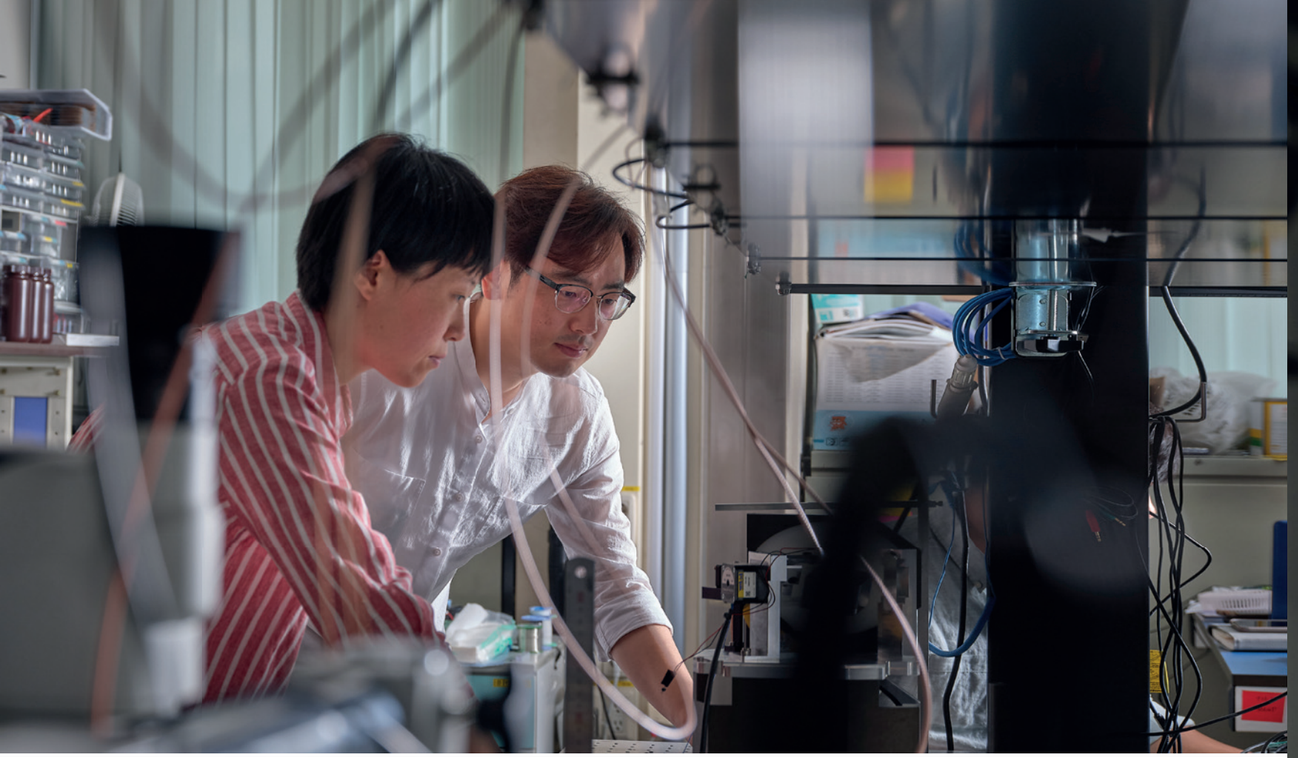
ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE

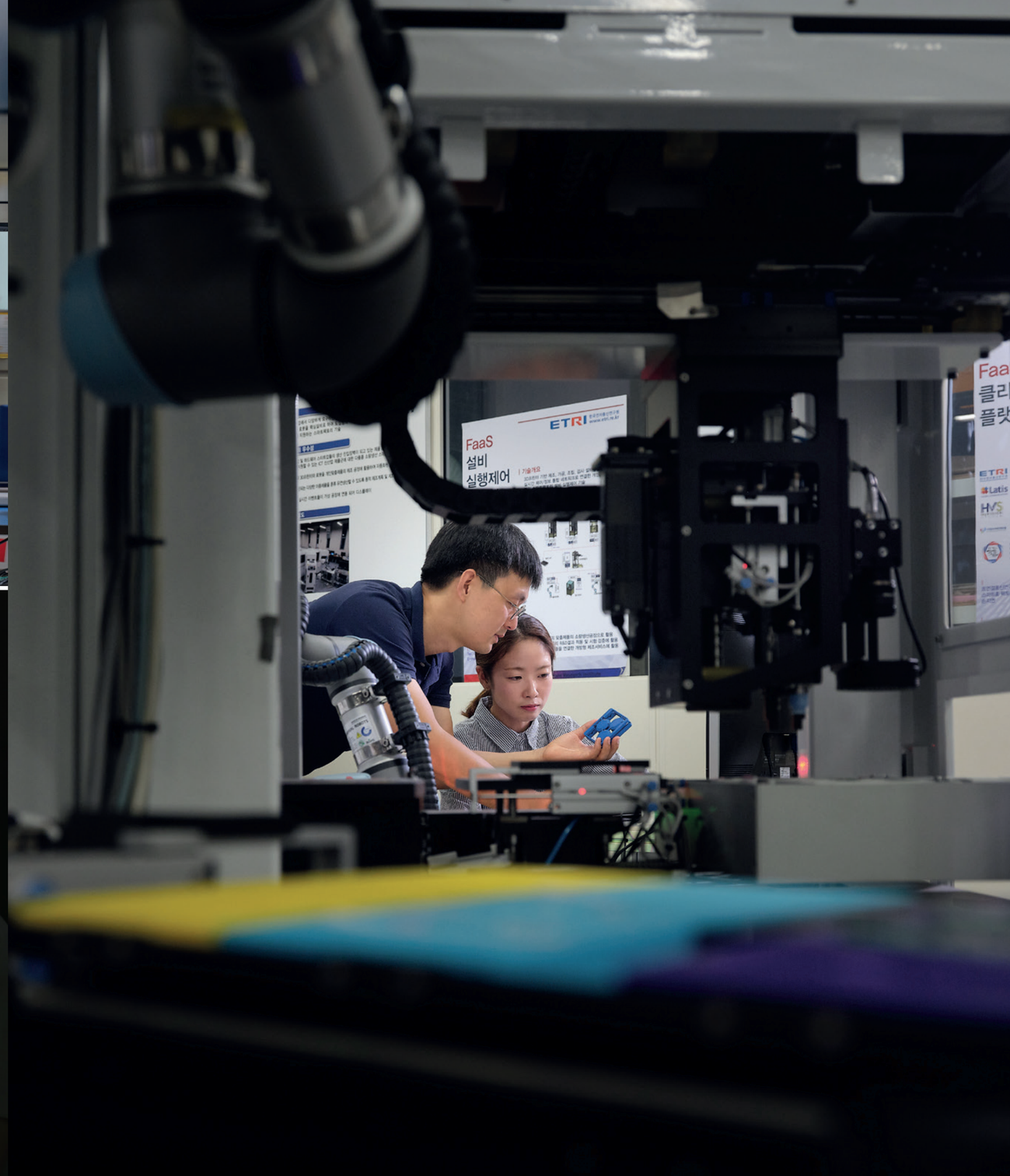
ETRI ETRI

시대를 선도하다


ETRI
한국전자통신연구원






ETRI
FaaS
설비
실행제어

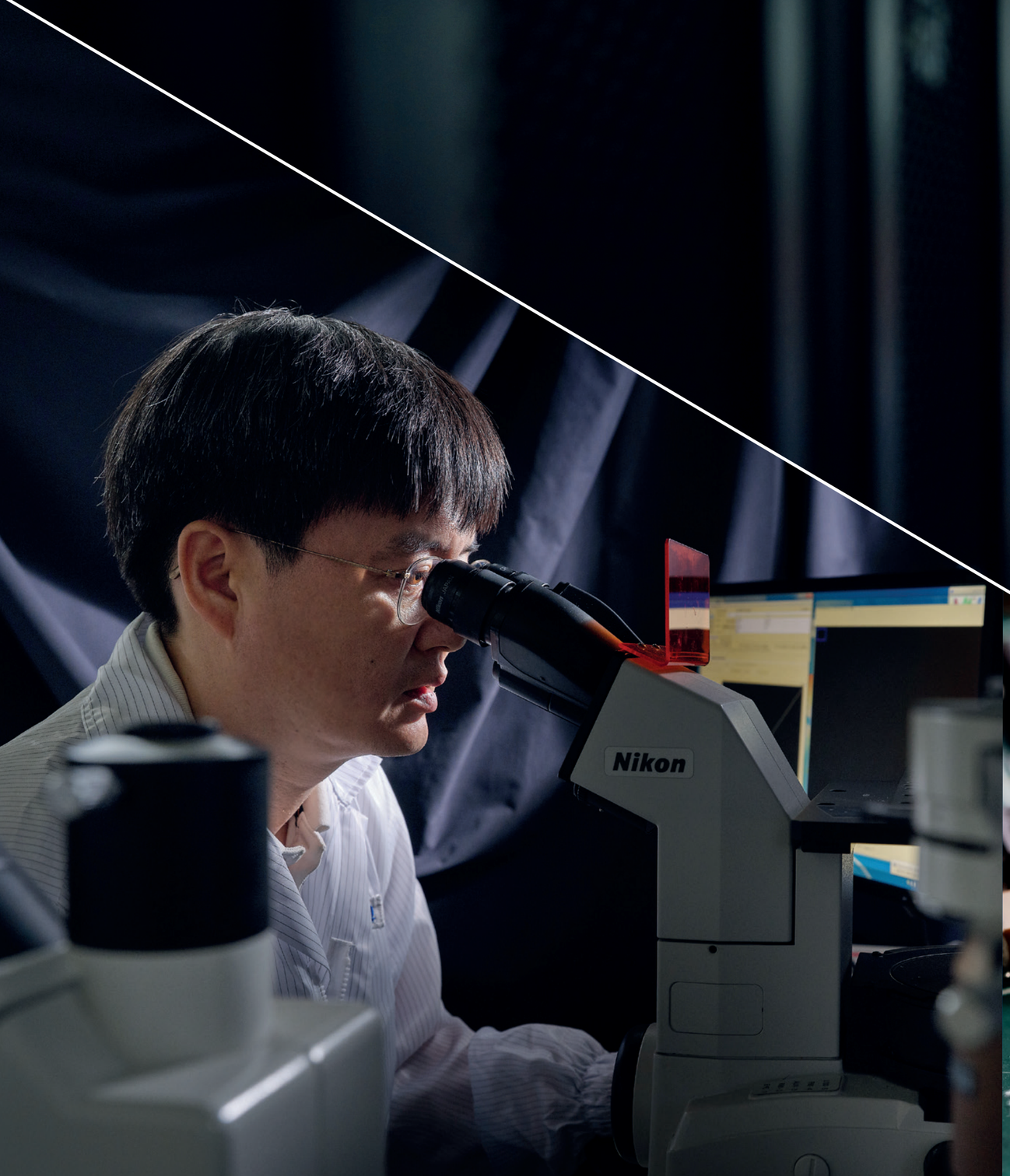

Identify Person
심주용
선임 연구원
의료정보연구실
승인완료 !!!








ETRI


Nikon



30373A
CS308
R339


한국전자통신연구원

혁신을 이끌다

과거와 현재가, 어제와 오늘이 다르듯
시대는 조금씩, 부단히 변하고 있습니다.
이제껏 접해보지 못한 혁신적인 기술이 탄생하고,
새로운 제품이 개발됨으로써 삶의 모습은 점차 변해갑니다.
인류는 오랫동안 이러한 방식으로 시대를 거듭
발전시켜왔을 겁니다. 불가능에 도전하고, 불확실함에 대한
공포를 극복하면서. 세상을 조금 더 낫게 만들기 위해 애쓰고,
사려 깊은 마음으로 더 나은 환경에 대해 고민하면서 말입니다.
그간 ETRI가 걸어온 시간도 그렇습니다. 시대를 명확하게
바라보는 통찰과 실패를 겸허히 받아들이려는 태도,
무엇보다 삶을 이해하려는 선의를 갖고 시대를
앞서 나아갔습니다. 지금, 이 순간에도
우리는 미래를 새롭게 써나가고 있습니다.

미래를 선도하다

하루가 모여 삶이 됩니다.
인생이라는 말의 안감에는 숱한 일상이 쌓여있습니다.
좋고 나쁜, 즐겁고 슬픈 순간들이 빼곡하게 모여
비로소 일생을 이룹니다. ETRI의 45년.
그 아득한 시간 속에도 ETRI가 빚어온
삶의 여러 모습들이 담겨 있습니다.
이전에는 상상할 수 없던 일들이 현실이 되고,
생활의 모습과 환경이 바뀌었습니다.
전 지구적으로 정보를 주고받으며 소통하고,
시간과 공간의 제약을 허물며, 그렇게 시대를 정의하고
삶을 창조해가고 있습니다. ETRI는 앞으로도
잠재된 가능성을 발견하고, 불가능을 실현함으로써
보다 나은 삶을 이뤄나가겠습니다.

ETRI 45년사

최근 5년사를 중심으로

CONTENTS

020 축사
022 발간사
024 숫자로 보는 ETRI
026 ICT 강국의 초석을 다지다
028 ETRI 연혁
029 ETRI가 만들어 세계를 빛내다
036 ETRI 최초 과학기술유공자, 故 안병성 박사
038 **I. Story로 읽는 ETRI _ 1976–2016**
1. 정보통신의 씨앗을 뿌리다 _ 1976–1985
2. 세계 정상 연구소로 도약하다 _ 1986–1999
3. IT 코리아를 이끌다 _ 2000–2009
4. SMART 코리아를 이끌다 _ 2010–2016
076 **II. 미래 지능화 혁명을 이끌다 _ 2017–2021**
1. SMART 코리아를 넘어 AI 코리아로
2. 인간과 AI가 공존하는 초지능 정보사회 견인
3. 시공의 제약 없는 초연결 인프라 구축
4. 가상과 현실의 경계 허무는 초실감 시대 실현
5. 국가 지능화 플랫폼 구축
6. 미래를 선도하는 창의적 원천기술 개발
7. 국가적 아젠다 해결하는 융합연구단
8. ICT 산업 생태계의 허브
192 **III. 내일을 향한 ETRI의 비상 _ 2021–2035**
202 **IV. 부록**

축사

ETRI는 지난 45년간 우리나라 경제 발전의 핵심 원동력이었습니다. 이동통신, 반도체, 스마트폰, 디스플레이, 인공지능 등 최첨단 기술로 정보통신 분야를 선도하여 우리나라를 '세계 최고의 정보통신 국가'로 견인하였습니다. 또한, 정보통신을 국가 주력 핵심산업에 접목하여 대한민국을 세계 10위권의 경제대국으로 만드는데 지대한 역할을 한 바 있습니다.

그동안 불철주야 연구개발에 헌신과 노력을 아끼지 않으신 ETRI 임 · 직원 여러분께 창립 45주년을 맞아 깊은 감사의 인사와 축하를 드립니다.

제4차 산업혁명과 디지털 전환이라는 새로운 시대로의 변화를 촉진하는 화두가 우리 앞에 있습니다. 앞으로 세상은 인공지능, 초고속 통신, 자율주행, 가상현실과 같은 ICT 관련기술의 발전으로 지능정보사회를 향해 빠르게 변화해 나갈 것입니다. 우리나라가 이러한 변화와 혁신에 능동적으로 대응하고 앞서갈 수 있도록 ETRI가 중추적 역할을 해주시길 기대합니다.

ETRI 창립 45주년과 함께 'ETRI 45년사' 발간을 다시금 축하하며, 이를 통해 지난 기간 동안의 땀과 열정을 되돌아보고, 희망찬 미래를 설계해 나가길 바랍니다. 과학기술정보통신부도 ETRI가 미래성장 원천기술의 창출기지로서 좋은 연구를 이어갈 수 있도록 적극 지원해 나가겠습니다.

과학기술정보통신부 장관
임 혜 숙



"

ETRI 창립 45주년을 기념하는
'ETRI 45년사' 발간을 진심으로 축하합니다.

발간사

국가가 1976년 설립한 ETRI는 지난 45년간 우리나라 정보통신기술(ICT)발전과 관련 산업 성장에 크게 기여해 왔습니다. ETRI 연구진은 우리나라를 ICT 강국과 전자정부 선도국으로 부상시키고 국가정보화를 실현하는데 큰 공헌을 하였습니다.

ETRI 45년사는 저희가 지나온 발자취이자 흔적입니다. 또한 우리나라 ICT의 역사이기도 합니다. 지난 시간동안 ETRI와 역사를 함께 해주신 자랑스러운 동문과 동료 그리고 저희 성장에 도움을 주신 모든 분에게 먼저 감사의 인사를 드립니다.

ETRI는 과거 45년 동안 이룬 연구성과에 안주하지 않고 '미래사회를 만들어가는 국가지능화 종합 연구기관'으로 미래상을 정립하고 완전한 탈바꿈을 하고 있습니다.

이제 ETRI는 지난 45년의 저력을 바탕으로 기술 선구자(First Mover)로서 새로운 시대의 혁신과 발전을 선도할 예정입니다. 아무도 가보지 않은 길을 가기 위해선 많은 노력과 헌신이 필요합니다. 이로써 우리나라가 국가 지능화를 통해 AI를 가장 잘 다루는 나라가 되도록 ETRI가 주도적인 역할을 묵묵히 수행하겠습니다.

ETRI 45년사는 연구개발사로서 전 직원이 피땀 흘려 이룩한 모든 성과를 담으려 노력했습니다. 대분류 6개, 중분류 30개, 소분류 242개로 연구개발의 역사를 정리하였습니다. 그동안 ETRI 임직원이 대한민국 ICT를 일궈온 생생한 흔적들을 찾아 보실 수 있습니다.

연구개발사는 국문 뿐만 아니라 영문으로도 발간해 전 세계 ICT강국을 꿈꾸는 후배 나라에도 배포하여 ETRI의 비결을 널리 알릴 계획입니다. 지난 시간 동안 이룩한 연구성과를 바탕으로 ETRI는 이제 인간중심 가치(humanity)를 만드는 미래기술 개발과 창의연구에 도전하려 합니다. 이를 통해 국민 생활 문제를 해결하고 국가성장의 새로운 원동력을 만들고자 합니다. 모쪼록 45년사 편찬을 위해 애쓰신 전임 원장님, 선배님, 임직원들과 편찬위원회 위원장과 편찬위원분들에게 그동안의 노고에 박수를 드립니다.

ETRI가 45년을 넘어 50년, 100년 동안 우리나라 국민뿐만 아니라 세계시민으로부터 사랑받고 인정받는 연구기관이 되길 간절히 바랍니다.

고맙습니다.

한국전자통신연구원 원장 김명준

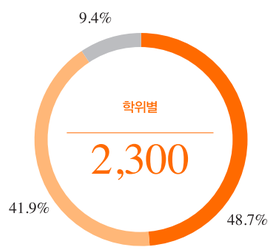


2020. 12. 31.기준

인력 현황

(단위 : 명)





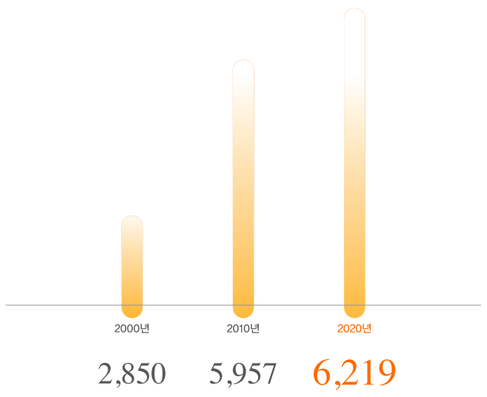
논문 성과

(단위 : 건)



예산 현황

(단위 : 억 원)



지적재산 성과

(단위 : 건)



미국 등록특허 종합평가 **3년 연속 세계 1위**
제4차 산업혁명 기술 국제특허 패밀리 **세계 1위(연구기관 부문)**

기술이전 성과



주요 연구 성과

363조 원
4세대 이동통신 LTE-A
2015년~2021년
국내 장비제조업체 예상 매출

42조 원
CDMA 기술
1996년~2001년 CDMA
이동통신 산업 누적생산액

약 1조 원
휴대형 한/영 자동통역
관광산업, 통/번역,
교육 등 시장 창출

ICT 강국의 초석을 다지다

ETRI는 국내 최고의 ICT 전문연구기관으로서, 지난 45년간 국가 경제발전과 국민의 삶의 질 향상을 위해 쉼 없이 연구해 매진해왔다.
1가구 1전화 시대를 연 전전자교환기(TDX), 반도체 강국의 신화를 창조한 DRAM 반도체, 이동통신 선진국으로의 발판을 마련한 CDMA, 내 손안의 인터넷 세상을 연 WiBro, 전자정부의 기반을 만든 행정전산망 용 주전산기 Ⅱ(타이컴), 스마트선박기술(SAN), 몰입감을 극대화한 실감미디어, 인간의 언어를 이해하는 SW인 엑소브레인(Exo-Brain), 자율주행용 프로세스 칩 알데바란, 세계 최초의 UHD 모바일 방송기술, 차세대 5G 이동통신, 시각지능 딥뷰(Deep View), 미래 ICT를 선도할 양자컴퓨팅 등 헤아리기 힘들 만큼 많은 최고기술을 개발하였으며, 우리나라를 독보적인 ICT 최강국으로 견인하였다. 이러한 성과를 토대로 우리나라는 세계 10위권의 경제 대국, 국내총생산(GDP) 세계 12위의 선진국으로 굳건히 자리 잡았다.
ETRI는 4차 산업혁명과 전 세계적인 지능화 패러다임을 이끌고자 '미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합 연구기관'으로의 도약을 새롭게 시작하였다. 지난 45년간 축적한 독보적인 성과들을 토대로 다시금 미래를 향해 힘차게 비상하고 있다.

1980s

1976
- KIST 부설 한국전자통신연구소 설립
- 한국전자기술연구소 설립
- 한국전기기기 시험연구소 설립

1977
- 한국통신기술연구소 설립

1982
- 우리나라 최초의 메모리 반도체 32K ROM 개발

1983
- 우리나라 최초 (세계 두번째) 인터넷연결

1984
- 8bit 교육용 컴퓨터 개발

1986
- 16비트 UNIX 개발 컴퓨터 국산화 성공

1988
- 1가구 1전화시대를 연 전전자교환기(TDX)개발

1989
- 565Mbps 광통신 시스템 개발

1990
- 4M DRAM 개발을 시작으로 16M, 64M, 256M DRAM 개발

1990s

1991
- 32비트 마이크로프로세서 개발

1994
- TDX-10 개통
- 주전산기II (TiCOM) 개발

1995
- 디지털 위성방송 시스템 개발

1996
- CDMA 이동통신 시스템 세계 최초 상용화 성공

1999
- 차량탑재용 위성방송 능동안테나 개발

2004
- 동기식 IMT-2000 (CDMA2000) STP 시스템 시제품 개발
- 비동기식 IMT-2000(WCDMA) 상용화 개발

2000s

2005
- 세계최초 이동무선 광대역 인터넷 와이브로 (WiBro) 시제품 개발

2006
- 국산 임베디드SW 개발 솔루션 첫 수출
- 지상파 DMB 서비스 개시

2007
- 무선 홈 네트워크 (UWB)개발
- 투명 AMOLED 세계 최초 개발

2008
- 3.6Gbps 4세대 무선전송시스템 세계 최초 개발

2009
- SMMD 기반 실감체험 4D 시스템기술 개발

2010s

2010
- 세상을 밝혀주는 친환경 OLED 조명 기술개발

2011
- 4세대 이동통신 LTE-Advanced 세계 최초 개발
- 스마트 선박 기술개발

2012
- 투명도 조절 AMOLED 디스플레이 패널 개발
- 패킷-광 통합 전달망 기술개발

2013
- 100배 빠른 광 인터넷 기술 개발
- 휴대형 한 · 영 자동통역 지니톡(Genie Talk) 기술개발

2014
- DB-Call 기반 지능형 영어학습 시스템 (Genie Tutor)

2015
- 세계최초 가입자당 10Gbps 속도보장 오케스트라 (OCES+3.2 Tera) 광인터넷 기술

2016
- RoF기반 모바일 프런트홀 기술 (High Five ESCoRT)

2017
- 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템

2018
- 고성능 언어지능 SW '엑소브레인 (Exobrain)'

2019
- UHD 모바일방송 기술

2020
- 25Gbps급 촉각인터넷 기술 '틱톡(TIC-TOC)'

2021
- 시각지능 원천기술 플랫폼 '딥뷰(Deep View)'

2022
- 도로와 사물, 사람을 이해하는 지능로보틱스 AI 핵심기술

ETRI 연혁



1976 / 12

- 한국전기기기시험연구소(KERTI) 설립
- 한국전자기술연구소(KIET) 설립
- KIST 부설 한국전자통신연구소(KTRI) 발족

1981 / 1

KTRI-KERTI 통합,
한국전기통신연구소(KETRI) 출범



1985 / 3

KETRI-KIET 통합,
한국전자통신연구소(ETRI) 발족



1997 / 1

한국전자통신연구원(ETRI)으로
명칭 변경



1998 / 5

시스템공학연구소(SERI) 통합

ETRI가 만들어 세계를 빛내다



1982

32K ROM 개발 및 최초 인터넷 연결

- 정부 주도 최초의 국산 반도체 연구개발사업 추진
- 외산 기술에 의존하지 않고, 국내 최초로 32K ROM 개발
- 64K ROM(1983년)은 착수 한달만에 개발에 성공하는 저력을 보임.
  본 성과를 토대로 단기간에 세계7위권 반도체 생산기술국으로 급부상
- 1982년 5월, 경북 구미시 한국전자기술연구소(현, ETRI) 컴퓨터개발실과 서울대 연구실간 TCP/IP방식으로 세계에서 두번째 인터넷 연결에 성공
- 전길남 박사 연구팀에 의해 우리나라 최초의 인터넷 연결에 성공하여 훗날 우리나라가 인터넷 강국으로 발돋움하게 되었음



1984

16비트 UNIX

- ETRI와 삼성전자가 공동으로 개발한 UNIX 컴퓨터로, 국내 컴퓨터 기술의 초석이 됨
- 마이크로컴퓨터의 전체 시스템을 자체 설계하고, 컴퓨터 주요 구성요소를 국산화하는 데 성공
- 국산 상용컴퓨터 1호인 'SSM-16' 개발에 기여



1986

TDX

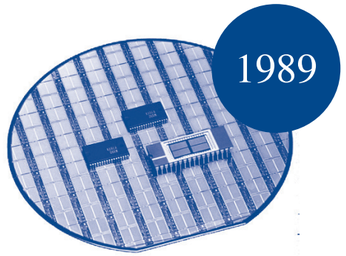
- 세계에서 열 번째로 전전자교환기 'TDX-1' 개발에 성공
- 5년간 연인원 1,300명과 총 240억 원의 연구비가 투입된 초대형 연구개발사업
- 국내 교환 4사를 통해 상용화되어 1997년 말 전화망 구축 1천만 회선 돌파
- 수입대체 효과 4조 3,406억 원, 수출 1조 458억 원 등 모두 5조 3,864억 원의 경제효과 창출
- 관련 산업체 육성으로 국내 통신장비산업 도약의 계기 마련
- 기계식 교환기와 아날로그 교환기 제작과정을 거치지 않고 곧바로 디지털 교환기를 개발 · 생산한 세계 유일한 사례
- TDX 개발로 국내에 본격적인 '1가구 1전화 시대' 도래
- TDX 사업 총괄책임자였던 故 안병성 박사, 한국과학기술한림원이 주관하는 『2020 국가과학기술유공자』에 선정(2020년 12월)
- 광복 70주년 과학기술 대표성과 70선에 선정(2015년)



1988

565Mbps 광통신 시스템

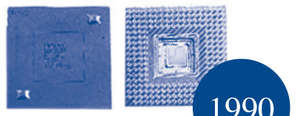
- 기존 90Mbps 시스템 대비 6배 이상 용량증대, 광섬유 한 쌍으로 음성 8,640회선 동시 전송 가능
- 유선방송 중계를 위한 장거리 영상전송에 활용
- 표준규격 제정 및 국내 초고속정보통신망 인프라 구축



1989

4M DRAM

- ETRI를 중심으로 삼성반도체통신, 금성반도체, 현대전자 등이 참여한 초대형 산학연 공동개발과제
- 1988년 4M DRAM, 1991년 16M DRAM 개발로 반도체 선진국 대열 진입
- 1992년 세계 최초로 64M DRAM 개발 성공, 이어서 1994년 세계 최초로 256M DRAM 개발 성공
- 반도체기술 불모지에서 세계 제1의 반도체 수출국으로 단숨에 도약
- 국가 전반의 정보화를 촉진하여 국민의 생활패턴과 유통 구조에 혁신적인 변화 가져옴
- ETRI가 개발한 메모리 반도체의 경제적 파급효과는 약 47조 1,383억 원
- 광복 70주년 과학기술 대표성과 70선에 선정



1990

32비트 마이크로프로세서

- 중앙처리장치(CPU)의 핵심부품으로, 미국과 근접한 수준의 기술력 확보
- 9년간의 노력 끝에 얻은 결실로, 초당 명령어 처리속도 4천 만회에 달함



1991

타이컴

- ETRI를 중심으로 금성사, 대우통신, 삼성전자, 현대전자가 참여한 초대형 산학연 공동개발과제
- 국내 최초로 국산 중형컴퓨터인 '주전산기II (타이컴)' 개발
- 이후로 1994년 고속중형컴퓨터인 주전산기III (타이컴III), 1998년 타이컴IV인 고속병렬 컴퓨터 시스템(SPAX) 연속 개발
- 독자기술로 전자정부의 기틀 마련
- 국내 컴퓨터시스템 기술을 세계적인 수준으로 끌어올려 외산 컴퓨터의 종속에서 벗어날 계기 마련
- 컴퓨터 관련 전문인력을 다수 양성하여 국내 컴퓨터 산업 고속성장에 기여



1995

CDMA

- 세계 최초로 CDMA 방식의 디지털 이동통신 시스템과 단말기 상용화 성공
- 89년부터 8년간 996억 원의 연구비와 1,042명의 연구인력 투입
- 기존 아날로그 방식 대비 10배, TDMA 대비 3배 이상 가입자 수용
- 세계가 인정하는 이동통신 산업 최강국으로 도약하는 계기 마련
- 96년부터 10년간 약 190조 3,371억 원의 경제 파급효과 도출
- 광복 70주년 과학기술 대표성과 70선에 선정



1999

IMT-2000

- 미국 중심의 동기식 IMT-2000(CDMA2000) 개발
- 2개 기술(OCQPSK, AISMA)이 국제표준에 반영
- 글로벌 기업들로부터 수백억 원의 기술료 취득
- 유럽 중심의 W-CDMA 상용서비스에도 성공(2003년)



2004

WiBro

- 국제표준 기반의 휴대용 인터넷 서비스인 'WiBro 기술' 세계 최초 상용화
- 2005년 APEC, 2006년 토리노동계올림픽에서 시연
- 2008년부터 5년간 기술 및 장비 수출액 30조 9,798억 원
- 생산 유발효과 14조 6,500억 원 규모, 7만 4,900여 개의 일자리 창출
- 후속으로 WiBro Advanced 개발(2008년)
- 광복 70주년 과학기술 대표성과 70선에 선정



2005

지상파 DMB

- 세계 최초로 지상파 DMB 개발에 성공
- 시속 150km 이상의 고속주행 중에도 끊김 없이 깨끗한 TV를 볼 수 있는 '내 손안의 TV, 나만의 방송' 시대 개막
- 2006년부터 10년간 경제적 파급효과 약 2,509억 원 창출



2007

4세대 무선전송시스템(NoLA)

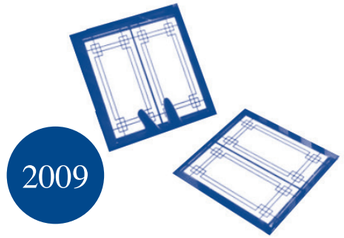
- 4세대 이동통신 최소 요구규격인 1Gbps보다 3배 이상 빠른 3.6Gbps 전송에 세계 최초로 성공
- 유선 수준의 전송속도를 무선으로 구현하기 시작한 계기



2008

SMMD(Single Media Multiple Devices) 4D 시스템

- 미디어 효과를 극대화하기 위해 사용자 주변의 다양한 디바이스와 연동 재현하는 미디어 서비스
- 장소의 경계를 초월하여, 거실이 극장으로 서재가 사무실로 변신할 수 있는 기술



2009

투명 AMOLED 패널

- 세계 최초로 투명 AMOLED 패널 개발
- 4.7억 원에 이르는 기술료 취득
- OLED 조명과 AMOLED 디스플레이의 경제적 효과는 약 7조 원 규모(2013년~2020년)



2010

SAN(Ship Area Network)

- 국내 대표적인 조선+ICT 융합연구과제
- 대양에 운항 중인 선박을 원격으로 모니터링 및 유지 · 보수할 수 있는 네트워크 기술
- 현대중공업 및 세계 최대 컨테이너 선사인 AP Moller 사의 선박에 SAN 기반 AMS 탑재

2011

LTE-Advanced

- 진정한 4세대 이동통신인 LTE-A(Advanced) 시스템 개발
- 3세대 이동통신인 HSDPA보다 40배 이상, LTE보다 6배 이상 빠른 성능 구현
- 총 500여 건의 국내외 특허 출원, 핵심 표준특허 24건 확보
- 생산 유발효과 565조 원, 부가가치 유발효과 177조 원 예상(2015년~2021년)
- LTE 및 LTE-A의 경제적 파급효과 27조 7,332억 원으로 추정(2011년~2020년)



자동통역 기술

- 1990년대부터 다양한 언어를 대상으로 독보적인 자동 통번역기술 확보
- 모바일 단말용 자동통번역 앱 '지니톡' 개발
- 세계 최초로 '올림픽 공식 자동통번역 서비스 제공'(2018년)
- 현재는 신경망 자동번역 기술로 진화, 2019년 단말탑재형 통역기 '지니톡 고'로 상용화
- 음성인식 및 통번역 기술의 경제적 파급효과 약 1조 9,372억 원 추정 (2013년~2022년)



2012



2013

무인 발렛주차 기술

- 국내 최초로 스마트폰을 이용해 언제 어디서든 자동차를 주차하고 불러올 수 있는 기술개발
- 카메라 센서, 초음파 센서, 도로면 센서 등을 활용하여 '완전 자동주차' 실현
- 연간 18조 원의 교통 관련 사회적 비용과 7만 5천 리터의 가솔린 절약 효과



2014

오케스트라 미디어 기술

- **대용량** NG-PON2 **기술을 통하**여 기존보다 **'100배 빠른 10Gbps 광인터넷** 기술' 개발
- **장비 핵심 부품 국산화율을 기**존 20%대에서 **90%까지 향상**
- **국제특허 38건 및** 국제 표준특허 1건 출원



2015

High Five ESCoRT RoF 기술

- 모바일 신호를 아날로그 광신호로 직접 변환하여 광섬유를 통해 전송하는 기술
- 모바일 프론트홀의 당면 과제였던 에너지(E), 상면적(S), 비용(Co), 자원(R), 트래픽(T) 문제 해결
- 기존 대비 약 1/15 이하의 비용으로 광전송 기술 기반 이동통신 기지국 구축 가능



2017

언어지능 엑소브레인

- 시스템이 문장 · 문서의 내용을 이해하고 사람의 질문에 맞는 대답을 하는 심층질의응답 기술
- EBS 장학퀴즈에서 큰 점수 차이로 사람과의 퀴즈 대결에서 우승
- 47억 개의 형태소를 학습한 한국어 최고 언어모델 'KorBERT' 개발(2019년)
- 구글이 배포한 한국어 모델보다 평균 4.5% 우수한 성능
- '한국어 기계독해 챌린지(KorQuAD V1.0)' 1위(2019년)



2016

통합 스위칭 시스템

- 데이터 전송을 위해 전화국에 들어가던 광전송, 회선전송, 패킷전송 장비를 하나로 통합한 '광–회선–패킷 통합 스위치(OCES)' 개발
- 기존 네트워크 장비 대비 라우터 부하 80%, 전력 소비 65%, 상면적 68% 감소 효과
- 국내 산업체로 이전(22건, 착수료 18.22억 원)되어 다양하게 상용화

2018

UHD 모바일방송

- 세계 최초의 ATSC 3.0 실험방송
- ATSC 3.0 UHD 방송의 대표 서비스인 'UHD 모바일 방송' 지원
- 방송주파수 자원의 절약효과 70조 원대
- 4K–UHD의 경제적 파급효과 약 1조 4,491억 원 추정(2013년~2022년)





2019

촉각인터넷 틱톡

- 1/1,000초 이내에 정보 전달이 가능할 정도로 빠른 네트워크 '틱톡(TIC–TOC)' 개발
- 고속 · 고감도 광송수신 기술과 맥(MAC) 기술을 이용해 25Gbps급의 촉각 인터넷 구현
- 레이저 동작 속도 10배 향상, 지연속도는 1/10로 축소



2020

시각지능 딥뷰

- 영상 속에서 사람과 사물을 인식하고 행동을 이해하는 '딥뷰(Deep View) 플랫폼' 개발
- 도심의 다양한 범죄나 사건을 사전에 감지, 예방 가능
- 포즈를 이용한 쓰레기 투기행위 자동탐지 기술은 기존 대비 50% 성능 이득으로 세계 최고 수준
- 행동인식 ActivityNet–1.3@100 기준 세계 최고 수준 성능 74.65% 달성



2021

지능로보틱스

- 레벨4(차량이 스스로 상황을 정확히 인지 · 판단 · 대응할 수 있는 수준) 자율주행 기술개발 중
- 다양한 도로환경(주간, 야간, 우천 등)에서 국내 최대인 누적 10만km의 주행데이터 확보
- SCI 논문 4건 및 국제우수학술대회 논문 3건, 기술이전 7건 등의 성과 도출

ETRI 최초 과학기술유공자, 故 안병성 박사



2020년 12월 안병성 박사는 과학기술유공자 예우 및 지원에 관한 법률에 의거, ETRI 출신으로는 처음으로 한국과학기술한림원이 주관하는 『2020 과학기술유공자』에 선정되었다.

안 박사는 1970년대 미국 GTX와 개발계약을 맺고 TDX의 모태라 할 수 있는 500회선용 전자식 사설교환기(PBX)를 국내에서 처음으로 완성한 인물로, 이후 TDX 사업의 총괄책임자를 역임하였다. 이 밖에도 TDX-1 상용화, 4M DRAM 개발, CDMA 상용화 등 국내 대표적인 ICT 연구과제에 참여하여 이를 성공적으로 이끌었으며, 국내 최초로 미니컴퓨터 '세종 1호'와 TV 리모컨, 전자계산기 등을 개발, 대한민국 ICT의 독보적 선구자 역할을 톡톡히 하였다.

양승택 전 정보통신부 장관은 "안 박사님은 우리나라의 국보급 연구자다. 통신선진국으로 가는 다리 역할을 해주셨다."고 전한 바 있다. ETRI는 안 박사의 연구성과가 수입대체 4조 3천억 원과 수출 1조 400억 원 등 총 5조 4천억 원의 경제적 효과를 거뒀다고 분석하였다.

안 박사는 1935년생으로 인하대학교에서 전기공학 학사와 전자공학 석박사를 마쳤다. 1962년 원자력연구소 연구관 생활을 시작으로 1970년 한국과학기술연구소 전자공학부 실장을 역임하였다. 이후 1977년 ETRI의 전신인 한국통신기술연구소 부소장을 비롯, 1984년 한국전자통신연구소 선임연구위원, 컴퓨터연구단장, 이동통신기술연구단장, 소장실 기술역, 정보기술개발단장 등을 역임하고 1998년 퇴임하였다.





I

STORY로 읽는 ETRI

1976-2016

1. 정보통신의 씨앗을 뿌리다 _ 1976–1985
2. 세계 정상 연구소로 도약하다 _ 1986–1999
3. IT 코리아를 이끌다 _ 2000–2009
4. SMART 코리아를 견인하다 _ 2010–2016

정보통신의 씨앗을 뿌리다

1976-1985

ETRI의 출범

1960년대 우리 경제가 '한강의 기적'으로 일컬어지는 고도 압축성장의 시대로 접어들면서 통신의 필요성과 중요성이 급격하게 부각하였다. 이에 정부는 1962년부터 4차례에 걸쳐 「통신사업 5개년계획」을 수립하여 통신망 보급과 전기통신 시설의 근대화를 본격적으로 추진하기 시작하였다. 또한, 1967년에는 과학기술처가 「전자계산기 사용개발 7개년 계획」을 수립하고 컴퓨터의 도입과 개발 · 육성에 돌입하였다.

이러한 와중에 통신기술의 국산화를 추진하기 위한 전문 연구기관 설립의 필요성이 높아졌고, 결국 1976년 12월에 한국과학기술연구소(KIST) 부설 한국전자통신연구소가 설립되기에 이른다. 이듬해인 1977년 12월 10일 한국전자통신연구소는 KIST를 벗어나 한국통신기술연구소(KTRI; Korea Telecommunications Research Institute)로 독립한다. 과학기술의 불모지나 다름없던 대한민국에 드디어 통신과 전자연구의 장이 열린 것이다. 설립 초기 KTRI의 주요업무는 '전자교환기 도입과 실무지원 그리고 새로운 통신기술의 연구개발'이었다.

한편, 1976년 12월 30일에는 '전기분야 연구개발과 중전기기의 시험검사'를 주 업무로 하는 한국전기기기시험연구소(KERTI; Korea Electric Research and Testing Institute)가 출범하였다. 아울러, 1976년 12월 30일 반도체, 컴퓨터 등 전자분야 전문연구기관으로 한국전자기술연구소(KIET; Korea Institute of Electronics Technology)도 출범한다.

정부는 1981년 1월 20일 출연(연) 통폐합 방침에 따라 KTRI와 KERTI를 통합하고 한국전기통신연구소(KETRI; Korea Electrotechnology and Telecommunications Research Institute)를 새롭게 발족한다.

그리고 드디어 1985년 3월 26일, 반도체와 컴퓨터 연구를 주도하던 KIET가 KETRI에 통합되면서 한국전자통신연구소(ETRI; Electronics and Telecommunications Research Institute) 시대가 열렸다. 당시 ETRI는 출범과 동시에 '1996년



한국통신기술연구소(KTRI) 현판식(1977. 12. 10.)



한국전기기기시험연구소(KERTI) 현판식(1976. 12. 30.)

세계 정상 연구소라는 비전을 발표하고, 경영이념을 'Spirit of Excellence'로 정했다. 그리고 이를 달성하기 위한 전략으로 개발 · 연구관리제도 개선을 추진하였다. 이러한 비전–목표–전략의 추진 체계는 1993년까지 계속되었으며 연구원의 성과와 연구원 개인의 성과를 일치시켜 연구생산성 극대화도 추구했다. 1995년에는 세계 정상 연구소를 계량화하여 연구원이 세계 정상임을 입증할 수 있었다. 1997년에는 ETRI Journal이 SCI에 등재되어 질적으로 향상된 모습도 보여주었다. 끊임없는 개선과 도전의 결과로 ETRI는 2012년부터 2021년까지 세계 모든 대학교와 연구기관 중에서 발명 특허를 가장 많이 생산하는 연구기관으로 군림하고 있다.

1976년부터 1985년까지의 대표적인 연구 성과로는 세계에서 열 번째 TDX(한국형 전전자교환기)개발, 국내최초로 32K ROM 개발, 국내 최초로 8비트 마이크로컴퓨터인 'HAN–8' 개발 등을 들 수 있다. 이때 개발된 제품들은 이미 다른 나라에서 개발에 성공하여 시장이 형성되어 있는 제품들이었다. ETRI는 원천기술과 작동원리를 몰랐던 것이 아니라 제품 개발에 성공해 시장을 형성시켜보지 못했을 따름이었다. 연구원들의 열정과 노력에 기대어 시장이 요구하는 R&D를 추진하기 시작한 시대였다.

'1가구 1전화 시대' 연 TDX

1970년대 국가 경제가 고도성장을 시작하자, 점차 전화는 경제활동의 필수품이자 국가 경제산업 발전의 기반으로 인식되었고, 국내 통신 시설은 비약적인 발전을 이루었다. 그러나 급증하는 전화 수요를 시설증가가 따라잡지 못해 전화적체 현상이 심각해지자, 1982년 대통령 지시로 이를 해결하기 위한 시분할 전전자교환기 개발사업이 시작되었다. 5년간 연인원 1,300명과 총 240억 원의 연구비가 투입되는 당시로서는 초대형 연구개발 프로젝트였다.

이를 통해 ETRI는 1986년 세계에서 열 번째로 전전자교환기 'TDX–1' 개발에 성공하였으며, 이후 몇 차례의 개선작업을 거쳐 1991년에는 TDX–1 용량의 10배가 넘는 'TDX–10'을 개발하였다. 이로써 우리나라는 기계식 교환기와 아날로그 교환기 제작과정을 거치지 않고 곧바로 디지털 교환기를 개발·생산한 유일한 국가가 되었으며, 본격적인 '1가구 1전화 시대'를 맞게 되었다.

TDX–1 교환기



반도체 신화의 태동

한편, 1970~1980년대는 전 세계적으로 반도체 기술경쟁이 매우 치열한 시기였다. 미국, 일본 등 기술 선진국들은 반도체가 미래산업의 중심이 될 것으로 확신하고 집중적으로 반도체에 투자하였고, 반도체 칩 보호법을 제정하는 등 기술보호주의 정책을 펴 후발 국가의 진입을 막았다.

국내에서도 1976년 ETRI의 전신인 KIET 출범과 함께 MOS 기술, VTR용 Bipolar IC 기술, ROM 칩 그리고 반도체 설계기술 개발이 시작되었으며, 1982년 국내 최초로 32K ROM 개발에 성공하고 1983년에는 64K ROM도 개발하였다. 아울러, 1982년부터는 시스템 반도체 분야에도 뛰어들어, 1983년 우리나라 마이크로컴퓨터 칩 설계의 출발점이 된 '8비트 마이크로프로세서(K8048)'를 개발하였다.

한국전자기술연구소(KIET)



다양한 ICT 기술 분야의 태동

이 시기에 ETRI는 다양한 ICT 기술 분야를 발굴하고 기반을 닦기 시작하였다. 1982년부터 컴퓨터 단말 기술개발을 시작하였고, 급증하는 통신수요를 충당하고자 위성통신 기술과 무선전파 기술개발에 뛰어들었으며, 급속히 발전하는 통신 기술로 인한 보안 문제를 해결하기 위해 1984년 무선통신연구실을 발족하고 국내 최초로 통신보안에 관한 연구에 돌입하였다. 또한, 1984년부터 45Mbps, 90Mbps, 565Mbps 비동기식 장파장 광전송 시스템 개발도 추진하였다.

한국전자통신연구소(ETRI) 창립



세계 정상 연구소로 도약하다

1986-1999

세계 최고의 ICT 연구기관으로 도약

1980년대 이후 글로벌 ICT 산업의 주된 패러다임은 '정보화'였다. 정보화의 기반은 컴퓨팅 파워의 급성장과 인터넷 및 이동통신 서비스의 등장이었는데, 우리 정부도 이런 세계적인 추세에 발맞춰 1980년대 중반부터 본격적인 정보화 정책을 추진하기 시작하였다. 1986년 「전산망보급확장과 이용촉진에 관한 법률」 제정과 1988년 「국가기간전산망 기본계획」 수립이 정보화 정책의 시발점이었고, 1995년 「정보화촉진 기본법」이 제정되고 1996년 「정보화촉진 기본계획」이 수립되면서부터 '정보화'라는 정부의 정책 패러다임이 확고하게 자리를 잡게 되었다.

1986년부터 1999년까지 ETRI는 대한민국이 반도체, 이동통신, 초고속인터넷, 방송미디어 등의 분야에서 글로벌 ICT 강국으로 도약하는 데 있어 기술적 선도자 역할을 충실히 수행하였다. 당시 ETRI가 표방한 것은 '세계 최고의 ICT 연구기관'이었는데, 이에 걸맞게 세계 최초로 64M/256M DRAM 개발, 국내 최초의 중형컴퓨터 '주전산기Ⅱ(타이컴)' 개발, 고속 중형컴퓨터 '주전산기Ⅲ' 개발 TDX-1B ISDN(종합정보통신망) 상용화, 565Mbps 광통신 시스템 개발, 디지털 위성 방송시스템 시험방송, 세계 최초로 CDMA 기술 상용화 등의 굵직굵직한 성과들을 도출하였다.

기관 조직 차원에서는 1998년 시스템공학연구소(SERI)가 ETRI에 통합되면서 소프트웨어 분야 연구가 강화되었다. SERI는 1967년 한국과학기술연구소(KIST) 전자계산실로 출발하여 1996년 ETRI 부설 시스템공학연구소로 소속이 변경되었고, 1998년 5월 ETRI에 통합되었다. 한편, 1997년 1월 ETRI는 전기통신기본법 개정에 따라 한국전자통신연구소에서 '한국전자통신연구원'으로 명칭을 변경하였다.

주전산기Ⅱ 개발 보고회



한국전자통신연구원(ETRI) 현판식(1997. 1. 31.)



'타이컴' 시리즈와 '바다' 시리즈의 성공

1980년대 중반 이후 전 세계적으로 정보화가 빠르게 진행되었으나, 당시 국내의 ICT 산업은 기술과 시설 모두에서 대외의존도가 높았다. 결국, 정부는 이러한 문제를 해결하기 위해 1987년부터 국산 주전산기 개발을 추진하였고, 1991년 ETRI와 국내 4대 컴퓨터업체가 참여해 최초의 국산 중형컴퓨터인 '주전산기Ⅱ(타이컴)' 개발에 성공한다. 이후로 ETRI는 1994년 타이컴의 단점들을 보완한 고속중형컴퓨터인 주전산기Ⅲ(타이컴Ⅲ)를, 1998년에는 타이컴Ⅳ인 고속병렬 컴퓨터시스템(SPAX)을 연속으로 개발하였다. 타이컴 시리즈 개발을 통해 우리나라는 전자정부의 기틀을 마련한 것은 물론, 국내 컴퓨터시스템 기술을 세계적인 수준으로 끌어올려 외산 컴퓨터의 종속에서 벗어날 수 있게 되었다. 또한, 컴퓨터 관련 전문인력을 다수 양성하여 국내 컴퓨터산업의 고속성장에도 기여하였다.

타이컴 시리즈 개발의 성공 이후 국내 연구기관과 컴퓨터업체들은 컴퓨터 주변기기와 SW 개발에도 투자를 늘리기 시작했는데, 그 결과 ETRI와 컴퓨터 4사(삼성전자·대우통신·LG전자·현대전자)가 공동으로 개발한 멀티미디어 워크스테이션인 '콤비스테이션'은 미국·일본과 거의 동시기에 개발되는 개가를 올렸으며, ETRI가 개발한 'MISIX'는 중대형급 이상 병렬컴퓨터 운용에 있어서 핵심적인 기술로 역시 세계 최첨단 수준을 자랑하였다.

한편, 이 시기는 국내에서 DBMS(데이터베이스 관리시스템)가 태동하던 때였다. ETRI는 1988년 DBMS 연구에 돌입하여, DBMS 개발에 필요한 요구사항 정의, 설계, 구현, 시험 등 전 과정을 자체적으로 진행하면서 2002년까지 15년간 일명 '바다(BaDa) 프로젝트'를 추진하였다. 관계형 DBMS인 바다I(1991년)과 바다II(1993년), 멀티미디어 DBMS인 바다III(1997년), 바다IV(2000년), 클러스터 DBMS인 바다Ⅴ(2002년)를 개발하는 데 성공하였다. 또한, 1991년부터 메모리 기반 DBMS 개발을 시작하여 2000년까지 메인메모리 자료저장시스템인 'Mr.RT'를 3단계에 걸쳐 순차적으로 개발하였으며, 2006년에는 RFID 데이터 처리에 초점을 맞춘 DBMS인 'UbiCore'를 개발하였다. 개발된 DBMS들은 다수의 중소기업에 이전되어 활발하게 상용화되었다. 그 결과, 외산 DBMS가 독점했던 국내 데이터베이스 시장에 순수 국내기술의 DBMS가 자리를 차지하기 시작하였다.

주전산기Ⅱ(타이컴)



통신 기술의 비약적 성장

TDX 개발 성공 이후 1가구 1전화 시대가 보편화하자, ETRI는 전화기를 통하여 새로운 다양한 부가 서비스들까지 제공하는 IN(Intelligent Network, 지능망) 서비스를 개발하였다. 또한, 빛의 파장을 이용하여 정보를 전송·교환하는 광네트워크 기술과 향후 데이터 중심 멀티미디어 서비스에 대비하기 위한 기술개발에도 돌입하였다. 특히, 1995년에는 세계에서 7번째로 ATM 교환기를 생산하는 데 성공한다. 이로써 국내에서도 VOD 서비스, 영상회의 및 양방향 영상전화 서비스, 멀티미디어 검색서비스의 제공이 가능하게 되었다.

아울러, 데이터 트래픽의 급증에 대응하여 1984년부터 45Mbps, 90Mbps, 565Mbps 비동기식 장파장 광전송 시스템을 잇달아 개발하였다. 이 시스템들은 국내 장거리 주요 통신 구간에 기본 통신로로 사용되어 우리나라가 1가구 1전화 시대로 진입하는데 기여하였으며, 특히 시외통화료 인하에 결정적인 역할을 하였다. 한편, 1988년부터는 SDH[1]다중방식 기반의 광전송 시스템 개발에 돌입하여, 1992년 155Mbps 동기식 광전송 시스템(SMOT-1)을 국내 최초로 개발하였다. 이로써 우리나라는 세계에서 7번째로 동기식 광전송 기술을 보유한 나라가 되었다.

이 시기는 국내 이동통신 기술의 태동기이기도 하였다. ETRI는 1988년부터 디지털 이동통신 개발을 추진하여 1996년 세계 최초로 CDMA 방식의 디지털 이동통신 시스템과 단말기 상용화에 성공하였다. 이로써 우리나라는 이동통신 단말기·시스템 전량 수입국에서 수출국으로 퀀텀점프를 하게 된다. CDMA 기술개발은 대한민국을 세계가 인정하는 이동통신 산업 최강국으로 끌어올린

CDMA 상용화 기념식(1996. 4. 4.)



WCDMA 음성통화원장단(2001. 5. 24.)



1. SDH(Synchronous Digital Hierarchy, 동기 디지털 계층) : 고속 디지털 통신을 위한 광전송 시스템의 국제 표준이다.

것은 물론, 우리나라가 ICT 강국으로 거듭나는 데 기폭제 역할을 하였다. 이어서 1990년대 중반부터는 3세대 이동통신 개발을 시작하여, 1999년 미국 중심의 동기식 IMT-2000(CDMA2000)을 개발에 성공하였다.

또한, 1990년 정부가 단독위성 확보 방침을 세움에 따라 ETRI는 위성 탑재체와 위성통신 지구국 시스템 개발에도 뛰어들었다. 그리하여 1994년 '저속데이터 전용 지구국(VSAT)'과 '도서벽지·행정통신 지구국(DAMA·SCPC)' 시스템을 개발 및 상용화하는 데 성공하였으며, 위성과 지상 간 송수신 장치를 일반 반도체처럼 집적화하는 '초고주파 반도체화 기술'을 적용하여 위성통신이 갖춰야 하는 모든 고려 사항을 만족하는 우수한 탑재체를 개발하였다. 아울러, 1999년 발사된 다목적 실용위성 1호부터 2호, 3호, 5호에 이르는 위성 관제 시스템을 독자적으로 개발하는 데도 성공하였다.

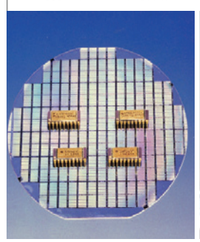
전파 기술의 경우, 이 시기에는 정부의 전파 정책과 밀접한 관련성을 가진 스펙트럼 공학 기술개발에 주력하였다. 그러다 전자파의 인체 위험성이 언론에서 뜨겁게 다뤄지기 시작하자, 전자파가 인체에 끼치는 다양한 영향을 연구하여 「전자파 인체보호 기준」 등을 마련하였다. 또한, 1990년대 초부터 EMI·EMC 기술을 개발하여 국내의 EMC 제도 구축과 관련 산업의 기반 조성에 이바지하였다.

반도체 세계 최강국으로 등극

1982년 국내 최초로 32K ROM을 개발한 이후, ETRI는 계속해서 반도체 기술개발에 주력하였다. 당시 반도체는 '산업의 쌀'이라 불리며 산업발전의 필수요소로 여겨지기 시작하였고, 정부 역시 관련 연구에 집중적인 자원을 투입하였다.

특히, 정부는 1986년 「4M DRAM 공동개발 계획」을 수립하고, '초고집적 반도체 공동개발사업'을 시작하였다. ETRI가 연구개발을 총괄하고, 삼성반도체통신·금성반도체·현대전자 및 서울대 부설 반도체공동연구소가 공동연구기관으로 참여한 초대형 공동개발 과제였다. 이를 통해 우리나라는 1988년 4M DRAM을, 1991년 16M DRAM을 개발하며 당당히 반도체 선진국 대열에 진입하였다. 이어서 1992년에는 세계 최초로 64M DRAM 개발에 성공하며 일본의 기술력을 따라잡았고, 1994년에도 역시 세계 최초로 256M DRAM 개발에 성공하였다. 그 이후로 현재까지 한국은 세계 메모리 반도체 시장 점유율 1위 자리를 고수하고 있다. ETRI가 세워놓은 기반 위에서 한국은 반도체 기술 불모지에서 세계 제1의 반도체 수출국으로 도약하였고, 반도체는 1995년 이후 지속해서 우리나라 수출 품목 1위를 차지하며 경제성장의 견인차 역할을 하고 있다.

1989년에 개발된 4M DRAM

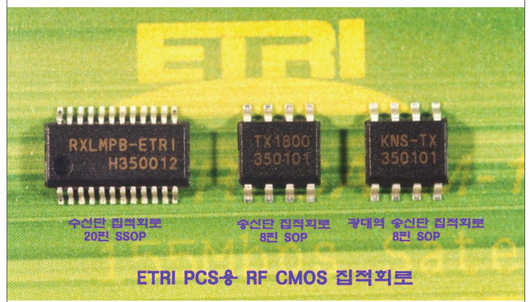




한편, 1980년대 후반부터는 시스템 반도체 개발을 본격적으로 추진하였다. 1989년에는 0.8μm CMOS 표준공정(4M DRAM급)을 자체 기술로 개발하였다. ETRI는 이 기술을 기반으로 다양한 부품을 조합해 제조하던 CDMA RF(Radio Frequency) 부품을 CMOS에 의한 단일 칩으로 구현하는 혁신적인 방식을 도입하였다. 그 결과, RF CMOS 기술에 의한 Rx, Tx 칩을 개발하였으며, 이들 칩을 적용하여 1999년과 2001년에 각각 CDMA Cellular 및 PCS용 RF CMOS 칩을 개발하고 세계 최초로 통화시험에 성공하였다. 이로써 우리나라 RF·Analog 반도체산업 활성화의 전기가 마련되었다.

아울러, 1985년부터 통신시스템용 주문형 반도체(ASIC; Application Specific IC) 기술개발에 착수하여, 7년간의 사업 수행을 통해 TDX-1, TDX-10, ISDN, 광 CATV 시스템용 ASIC를 개발하고 산업체에 이전하였다. 또한, 1997년부터는 CMOS 일괄공정이 가능한 국내 정부출연연구소 유일의 반도체 실험실을 바탕으로 전력반도체 기술개발도 시작하였다.

CDMA 단말기용 RF CMOS 집적회로



주문형 반도체(ASIC) 기술확보 기념식



초실감 방송미디어 기술에 도전

1990년대 들어 뉴미디어 방송의 등장과 함께 본격적인 다매체, 다채널 시대가 시작되자, ETRI도 1993년 디지털 위성방송 시스템 개발을 시작으로, 디지털 방송미디어 기술개발에 본격적으로 뛰어들었다. 그리하여 디지털 고선명 TV 방송시스템에서 영상신호의 고효율 압축을 담당하는 '코덱 기술'과 디지털 비디오 신호의 화질 손실을 최소화하면서 데이터양을 줄이기 위한 '비디오 부호화 기술' 그리고 디지털 오디오 신호의 음질 손실을 최소화하면서 데이터양을 줄이기 위한 '오디오 부호화 기술', 방송·통신 융합환경에서의 멀티미디어 서비스를 위한 'MPEG-21 기반 멀티미디어 프레임워크' 등을 개발 및 표준화함으로써 다수의 국제특허를 확보하고 수천억 원 대의 기대수익을 창출하였다.

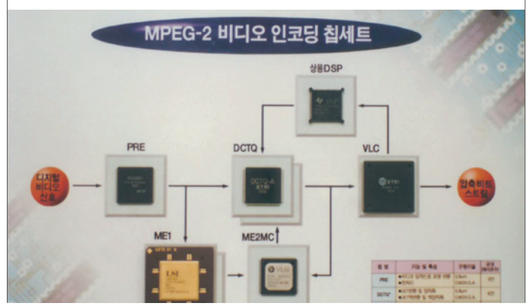
또한, 1995년부터 차세대 디스플레이 개발도 시작하였다. ETRI는 LCD가 막 산업적으로 확산하던 시기에 LCD 이후의 평판 디스플레이 연구를 시작하여, 단기간에 OLED와 무기 EL·FED 관련 세계 최고의 기술력을 확보하였다.

한편, 1990년대 이후 컴퓨터의 보급으로 디지털 형태로 제작·처리된 디지털 콘텐츠(이하 콘텐츠)가 급증하였다. 콘텐츠는 복제와 가공이 쉽고 One Source Multi Use가 가능하여 산업적으로 큰 부가가치를 창출할 수 있는 분야로 주목받았다. 더구나 우리나라는 콘텐츠 산업의 토대인 유무선 통신 인프라가 세계 최고 수준이어서 더욱 성장 가능성이 높은 것으로 평가되었다. 이에 ETRI는 1990년대 말부터 본격적으로 디지털 콘텐츠 기술개발에 돌입하였다.

MPEG-2 고선명TV 인코더



MPEG-2 비디오 인코딩 칩세트



다양한 분야로 연구영역 확장

이 시기는 ETRI가 기존의 통신, 반도체, 컴퓨터 등을 넘어 다양한 분야로 연구영역을 확장하던 때였다. ETRI는 특히, 축적된 반도체 기술을 바탕으로 1991년 국내 최초로 3인치 청정 화합물반도체 실험실을 구축하고 GaAs, InP, GaN 등의 화합물반도체 기반의 RF 소자 개발을 시작하여 무선통신 및 밀리미터파 대역 시스템용 RF 소자·부품 국산화의 토대를 마련하였다.

또한, 인공지능 기술의 초창기이던 1990년대 초부터 사람처럼 스스로 보고 듣고 배울 수 있는 인공지능 기술을 장기적으로 확보하는 것을 목표로, 언어지능, 음성지능, 시각지능, 스마트 데이터 분야를 중점적으로 연구하기 시작하였다. 1996년 일-한, 1997년 한-일 자동번역 시스템 개발을 시작으로 다양한 언어를 대상으로 한 자동번역 기술을 개발하였으며, 1996년부터 'C-STAR Ⅱ'라는 글로벌 컨소시엄을 구성하여 음성인식·언어번역·음성합성 기술을 통합한 '대화체 음성언어 번역시스템'을 확보하였다.

국제 ISDN 워크샵



음성언어 DB



3

IT 코리아를 이끌다

2000-2009

융합의 시대 개척

21세기에 들어서면서 '융합'이 전 세계 ICT 분야의 메가트렌드로 자리잡기 시작하였다. 우리 정부 역시 선진국 기술의 모방 · 추격에 주력했던 국내의 ICT가 일정 수준에 오르면서 정체되는 현상이 나타나자, 「u-IT839 전략」, 「U-KOREA 기본계획」, 「ACE IT 전략」, 「IT KOREA 미래전략」 등을 통해 적극적으로 기술의 융합을 도모하였다. 이에 ETRI는 'ICT + 타 산업' 방식의 융합기술 개발에 매진하여 ICT+자동차, ICT+조선, ICT+국방 등의 융합형 R&D 사업을 중점적으로 추진하기 시작하였다.

이 시기의 또 다른 키워드는 '유비쿼터스[2]', 'SW 육성', '중소기업' 등을 들 수 있다. 새로운 밀레니엄의 등장과 함께 유비쿼터스 사회로의 진입이 세계적인 이슈가 되면서 ICT 전 분야에서 관련 연구가 시작되었고, IoT 등의 기술이 새로운 연구영역으로 떠올랐다. 또한, 기존에 HW 중심으로 편향 성장하던 국내 ICT 산업의 한계를 극복하고자, 세계적인 ICT 트렌드에 따라 SW 분야를 육성하는 전략이 대거 등장한 것도 이 시기의 특징 중 하나였다. 이에 따라 ETRI 역시 그동안 여러 부문에 산재해 있던 SW와 콘텐츠 관련 연구조직을 통합하여 시너지를 발휘할 수 있도록 체제를 정비하였다. 한편, 1997년 IMF 구제금융사태 이후, 국가산업의 허리인 중소기업의 기술경쟁력을 강화하는 것이 출연(연)의 주요 미션으로 부각하기 시작하였다. 이에 ETRI도 기술이전과 연구소 기업 창업지원, 중소기업 애로기술지원, 기술전시회 개최 등을 주력 사업으로 추진하였다.

2000년부터 2009년까지 ETRI의 핵심성과로는 3세대 이동통신 기술인 'IMT-2000' 개발, 세계 최초로 3.9세대 이동통신 기술인 'WiBro' 개발, 세계 최초 지상파 DMB 상용화, 세계 최초의 산화물 TFT 구동 AMOLED 개발, '부요(Booyo)' 시리즈와 '큐플러스(Qplus)' 시리즈 개발, 바이오셔츠 등 웨어러블 측정장치 개발, SANtopia, SMART, GLORY 등 고성능 서버 개발, 익명인증 기술 등 정보보호 기술개발 등을 들 수 있다.

IMT-2000 워크샵



2. 유비쿼터스(Ubiquitous) : 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 뜻한다.

4세대 이동통신 기술 개발

ETRI는 1999년 미국 중심의 동기식 IMT-2000(CDMA2000)을 개발한 데 이어, 2003년에는 유럽 중심의 W-CDMA 상용서비스에도 성공한다. 또한, 3세대 시스템이 전송속도와 용량의 한계를 드러내자 4세대 이동통신 개발에 돌입하여, 2007년 세계 최초로 '3GPP LTE·SAE 요구사항을 만족하는 4세대 이동통신 기술'을 구현하는 데 성공하고, 2010년에는 본격적인 4세대 이동통신인 'LTE-A(Advanced)' 역시 개발한다. LTE와 LTE-A 시스템 개발로 우리나라는 4세대 이동통신 시대로 진입하였다. 이때부터 국내 이동통신 서비스 사용자들은 실내·외 어디서나, 언제든, 끊김없이 초고속 인터넷 서비스, Full-HD·UHD급 동영상 및 방송서비스, 3D 입체영상 서비스 등을 누릴 수 있게 되었다.

한편, ETRI는 언제 어디서나 인터넷 접속이 가능한 휴대용 인터넷 서비스인 'WiBro 시스템' 개발에 도전하여, 2004년 11월 27일 IEEE802.16e 국제규격을 만족하는 WiBro 시스템 시제품을 기지국과 단말기를 이용해 세계 최초로 접속하는 데 성공하였다. 이어서 2007년에는 공식 상용화 1년 만에 WiBro 기술이 ITU-R 3G(IMT-2000)의 6번째 표준으로 최종 승인된다. 이로써 CDMA 기술개발에 이어 우리나라가 다시 한번 세계 이동통신 시장을 주도할 수 있는 계기가 마련되었다. 또한, 2008년 400Mbps 최고 전송속도를 실현하는 완전한 4세대 'WiBro-A' 기술을 완성하였으며, 2012년에는 WiBro-A가 ITU-R 국제표준으로 채택되었다.

한편, ETRI는 향후 이동통신의 보완재로써 무선랜의 중요성이 커질 것이라는 판단에 따라 2001년부터 본격적으로 Wi-Fi 관련 기술을 개발하기 시작하였다. 그 결과, 2007년 세계 최초로 저속이동형 무선전송시스템을 개발하고, 2013년에는 역시 세계 최초로 IEEE802.11ah SoC 칩셋을 개발하는 데 성공하는 등 뛰어난 성과를 거뒀다.

노무현 대통령 내외 참석한 WiBro 시연회(2005. 3. 31. ETRI)



WiBro 시연



기가비트 FTTH 시대 개척

21세기 들어 인터넷 보급률이 빠르게 향상되고 방송·통신 융합이 대세로 떠오르자, ETRI는, E-PON[3], WDM-PON[4], G-PON[5] 등 광대역(고속·대용량), 양방향, 실시간 서비스를 가능케 하는 FTTH (Fiber To The Home, 댁내광가입자망) 기술개발에 돌입하였다. 그 결과, 2006년 2월 FTTH 첫 가입자 개통을 시작으로 6월까지 광주광역시 소재 10개 아파트 단지를 대상으로 6,220회선(실가입자 1,759세대)의 FTTH가 개통되었으며, 2008년까지 총 16,000여 회선, 6,000여 세대에 개통이 완료되었다. 이로써 국내에도 집안까지 광신호가 직접 지원되는 '기가비트 FTTH 시대'가 도래하였다.

한편, 이 시기에 인터넷 기술의 핵심인 고속 라우터 기술개발도 시작되었다. ETRI는 2001년 20Gbps~80Gbps 처리가 가능한 라우터 시스템(HSR-80)을 국내 최초로 개발하고, 곧이어 플로우별 차별화된 서비스 품질을 제공하는 '품질보장 라우터'를, 2008년에는 세계 최초로 6백만 플로우별로 차별화된 '품질보장 액세스 라우터(S-20)'를 개발하였다. 이로써 차세대 네트워크에 필요한 거의 모든 기종의 라우터를 확보하는 성과를 이루었다. 아울러, 네트워크 장비의 구성과 동작을 마치 컴퓨터 프로그램을 짜듯 API를 이용해 중앙에서 손쉽게 구성·제어하는 '분산 SDN·NFV 플랫폼 오케스트레이션 기술'도 개발하였다.

24시간 HDTV 위성방송 시대 열어

방송의 디지털화가 시작되면서 디지털 위성방송 지구국 기술개발에도 착수하였다. ETRI는 TDM 방식을 도입하여 1개의 중계기로 HD급 10개 이상의 채널을 수용하는 기술을 개발하였다. 본 방식은 20여 년이 지난 지금도 최적의 기술로 평가받는다. 이를 토대로 우리나라는 아날로그 방송 시절이던 2004년부터 전국에 24시간 HDTV 위성방송 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 이후로 ETRI는 2세대 표준인 'DVB-S2 기반 위성전송 핵심기술', '21GHz 대역 위성방송 전송 기술', '채널 적응형 실감 위성방송 전송 기술개발' 등을 계속해서 개발 및 표준화하였다.

한편, ETRI는 다목적 실용위성 1호부터 2호, 3호, 5호에 이르는 위성 관제시스템을 독자적으로 개발하고, 2010년에는 위성항법 기술인 'GPS·갈릴레오 복합수신기' 기술개발에도 성공하였다.

3. E-PON(Ethernet Passive Optical Network, 이더넷 수동 광가입자망) : 이더넷에 기반을 둔 수동 광가입자망(PON)이다.
4. WDM-PON(Wavelength Division Multiplexing-Passive Optical Network, 파장분할 수동 광분배망) : 가입자별 파장 할당을 통해 광신호를 분배하는 방식이다.
5. G-PON(Gigabit Capable PON) : ATM이나 TDM, Ethernet 등 다양한 멀티 프로토콜들을 가입자에게 전달하는 기술로, 대칭형과 비대칭형으로 상·하향 전송 대역을 제공하는 PON 기술이다.

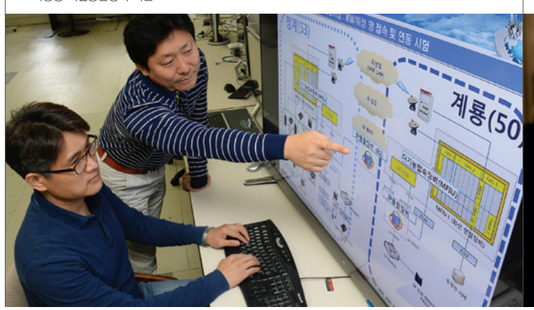
365일 상시 모니터링이 가능한 전파환경 구축

전파 분야에서는 2000년대 중반부터 국내 최초로 전파모니터링 기술개발을 시작하여, 365일 상시 모니터링 가능한 안전한 대한민국 전파환경을 실현하였다. 2019년 중앙전파관리소의 분석 결과, 2005년 이후 ETRI가 구축한 전파모니터링 시스템의 비용 절감효과는 R&D 비용을 제외하고도 1,129억 원에 달하는 것으로 나타났다. 아울러, 주파수 자원 부족 문제를 해결하기 위한 주파수 공유기술과 5G 이동통신의 대규모 데이터 트래픽에 대응하기 위한 밀리미터파(71~95GHz) 대역 주파수 자원 활용기술개발도 이 시기에 시작되었다.

세계 최초로 지상파 DMB 개발

정부는 2002년 「DAB 기반의 지상파 DMB 기본계획」을 발표하였다. 고정형 DTV 방송서비스는 미국의 ATSC 방식으로, 이동형 DTV 방송서비스는 지상파 DMB로 시행한다는 계획이었다. 이에 ETRI는 기존에 확보하고 있던 DAB 송수신 기술을 토대로 DMB 기술개발에 돌입하여, 2003년 10월 세계 최초로 지상파 DMB 개발에 성공하였다. 그리고 2005년 12월부터 수도권을 중심으로 본격적인 DMB 방송이 시작되었다. 이로써 시속 150km 이상의 고속주행 중에도 끊김 없이 깨끗한 TV를 볼 수 있는 '내 손 안의 TV, 나만의 방송' 시대가 막을 올렸다.

국방망 핵심통합장비 시연



세계 최초의 지상파 DMB



맞춤형·융합형 차세대 방송 기술로 도약

2000년대 중반 들어 TV를 시청하며 부가적인 멀티미디어 서비스를 이용하는 데이터 방송서비스와 다채널 환경에서 사용자의 의도에 맞춰 변환할 수 있는 맞춤형 방송서비스에 대한 요구가 커지자, ETRI는 '데이터·맞춤형 방송서비스 개발'에도 뛰어들었다. 또한, 양방향 및 방송·통신 융합서비스가 가능한 IPTV가 태동하자, 관련 기술개발에 주력하여 품질보장형 IPTV 네트워크를 이용한 초고화질 방송을 구현하였다. 이로써 우리나라는 세계가 인정하는 IPTV 강국으로 올라섰다.

한편, 3DTV 방송 기술개발은 1990년대 말부터 시작되었다. ETRI는 양안식 3DTV 방송 기술, 3차원 AV 기반기술, 무안경 다시점 3D 지원 UHDTV 방송기술 등을 연속으로 개발하였다. 이를 토대로 우리나라는 2013년 11월 세계 최초로 3DTV 지상파 본방송(SBS)을 제공할 수 있게 되었다.

3D HDTV



SW 중심 시대로 진입

2000년대 초반 국내에 리눅스(Linux) 열풍이 불자, 정부는 2004년 「공개 SW 활성화 기본계획」을 수립하였다. 이때부터 ETRI는 국내 굴지의 대기업 및 중소기업들과 함께 '국내 공개 SW 표준 플랫폼' 개발을 시작하여, 2005년 보급형 서버 기본 표준판인 '부요(Booyo) 리눅스 1.0'을 개발하는 데 성공하였다. 이어서 2006년 V2.0, 2007년 V3.0을 출시하고 이를 공공기관과 기업에 이전하였다. 이로써 국내에서도 표준기반의 다양한 리눅스 서버가 출시되기 시작하였고, 리눅스가 컴퓨터 운영체제의 대세로 자리잡게 되었다.

한편, ETRI는 임베디드라는 용어가 생소하던 1990년대 말부터 임베디드 운영체제 개발에 돌입하였다. 2000년 I-TV, D-TV 셋톱박스와 이를 위한 실시간 운영체제인 큐플러스(Qplus)-T'를 개발한 것을 시작으로, 2001년에는 이를 확장한 '큐플러스-P'를, 2002년에는 디지털 가전 서비스의 핵심장치인 '임베디드 운영체제 기반 홈서버'를, 그리고 2003년부터는 다양한 기능과 규모의 임베디드 시스템을 최적화 지원하기 위하여 3개(표준형, 마이크로, 나노)로 나눠 '큐플러스 운영체제 플랫폼'을 개발하였다. 이 가운데 '나노-큐플러스'는 IoT 분야에 적합하도록 개발된 경량 운영체제이다.

또한, 시스템 개발도구인 '큐플러스/Esto'를 개발하여 그동안 외국기술에 의존하던 임베디드 개발도구를 국산화하는 데 성공하였으며, 2014년에는 이미지 처리속도가 20배 이상 향상된 웹 기반의 응용 개발환경인 '큐플러스 Web'을 개발하였다. 20여 년간 계

속된 Qplus 운영체제의 진화로 우리나라는 자주적인 'SW 기술 강국'의 위상을 확립할 수 있게 되었다.

촉각피드백 스타일러스



스마트 미디어 연구



SANtopia, SMART, GLORY로 이어진 고성능 서버의 진화

1990년대 말, 국내에 인터넷 서비스가 확산하기 시작하면서 인터넷방송, 전자상거래 등 인터넷 서비스에 최적화된 대용량 멀티미디어 데이터를 처리할 수 있는 고성능 서버에 대한 필요성이 제기되었다. ETRI는 이때부터 고성능 멀티미디어 서버개발에 돌입하여, 2002년 순수 국내기술로 'SANtopia'를 개발하였다. SANtopia는 언제·어디서나·누구나 인터넷을 통하여 대량의 멀티미디어 데이터를 효율적으로 저장·검색·변경·관리할 수 있는 SAN[6]기반의 스토리지 시스템으로, 여러 대의 서버가 동일한 저장장치를 공유할 수 있게 함으로써 유연하고 경제적인 데이터 서비스가 가능하였다. 이 기술의 개발로 외산 중심의 국내 스토리지 관련 시장에서 국내 기업이 성장할 수 있는 기반이 마련되었다. 또한, 2005년에는 1,000명의 사용자에게 HDTV급 고품질 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있는 미디어 서버 'SMART'를 개발하였으며, 2000년대 후반부터는 컴퓨터와 주변기기 작동에 소모되는 전력을 줄이고 탄소배출을 최소화하는 그린 컴퓨팅 기술에 집중하였다.

한편, 2005년 유튜브 창립 이후 개인방송국 시대가 막을 열자, 저비용·대규모 글로벌 인터넷 서비스 기술개발을 시작하여 2007년부터 2011년까지 글로벌 인터넷 서비스 종합솔루션인 'GLORY'를 완성하였다.

6. SAN(Storage Area Network) : 스토리지 트래픽만을 단독으로 처리할 수 있는 스토리지 전용 네트워크이다.

새롭게 디지털 콘텐츠 분야에 주력

이 시기에 ETRI가 새롭게 주력한 분야 중 하나가 디지털 콘텐츠 개발이다. ETRI는 1990년대 말부터 본격적으로 디지털 콘텐츠 기술개발에 돌입하여, '디지털 액터', '유체시뮬레이션 기술', '디지털 크리처 기술', '인터랙티브 리얼 3D 기술' 등 할리우드 영화의 전유물로 여겨지던 CG(Computer Graphics) 기술을 자체적으로 개발하여 국내 영상콘텐츠의 수준을 한층 끌어올렸다. 특히, 2005년 개발한 디지털 액터는 여러 영화에 활용되었고, 국내 연구기관 최초로 대종상영화제 · 청룡영화제에서 기술상을 받았다. 또한, 게임 트렌드가 오프라인에서 온라인으로, 2D에서 3D로 빠르게 바뀌자 국내 게임산업 발전을 위해 온라인 3D 게임엔진을 본격적으로 개발하기 시작하였다. 게임엔진은 그 특성상 서버·네트워크·단말기·CG 등 종합적인 IT 기술이 요구되기 때문에 연구진은 다방면의 핵심기술을 통합적으로 개발하고자 노력하였다. 2003년부터 'Dream 3D', '크로스 플랫폼' 등의 게임엔진을 개발한 데 이어, 2008년에는 '비너스 블루'라는 이름의 게임 서버 성능·안정성 테스트 솔루션을 세계 최초로 개발하는 데 성공하였다. 한편, 2004년 EBS의 인터넷 수능방송서비스 개시 이후 이러닝(e-Learning)이 새로운 교육 패러다임으로 자리 잡을 것으로 예상되면서 ICT와 교육의 융합기술개발을 추진하였다. 그 결과, 2000년대 후반에는 맞춤형 학습을 위한 '3D 인터랙티브 학습콘텐츠'와 3D 가상공간을 이용한 '체험형 동화구연 서비스' 등 다양한 3D 학습 콘텐츠 개발에 성공하였다. 또한, 2010년대 중반 들어서는 AR·VR·딥러닝을 이용한 '참여형 이러닝 기술'과 학생들의 실내 체육활동을 위한 'VR 스포츠 시스템'을 개발 및 확산하였다.

에어 글라이더 기술



영화 '중천'에 출연한 디지털 액터



신개념 디스플레이 개발

1995년부터 차세대 디스플레이 개발에 뛰어든 ETRI는 2000년대의 시작과 함께 새로운 기능을 가진 투명 디스플레이와 자유로운 형태로 변형 가능한 플렉시블(Flexible) 디스플레이 연구에 돌입하였다. 이러한 기술적인 진보는 현재 활발하게 진행되고 있는 투명 디스플레이 제품, 접는 스마트폰, 롤러블 TV 개발의 기반이 되었다.

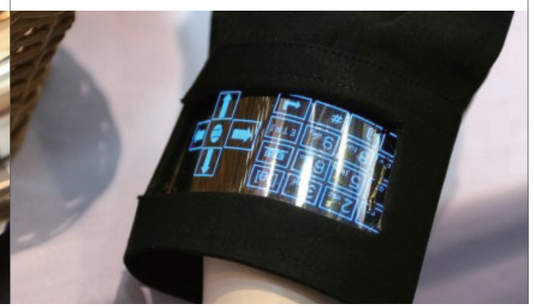
이 가운데, 산화물 반도체 기반의 투명 디스플레이는 전 세계적으로 구현된 바가 없는 기술이었기 때문에 ETRI는 기본 개념, 응용 분야, 구현방법, 특징 등을 자체적으로 정립하면서 기술개발을 진행하였다. 그 결과, 2006년 SID에서 세계 최초로 '산화물 TFT 구동 AMOLED'를 발표하였으며, LG전자는 이 기술을 토대로 2007년 일본 IDW(국제디스플레이워크숍)에서 국내 기업으로는 최초로 컬러 AMOLED 디스플레이를 선보였다. 이후로 투명 디스플레이의 응용 분야 탐색도 활발히 진행되었다. ETRI는 단순한 투명 디스플레이를 넘는 기능성 디스플레이로 '양면 터치가 가능한 투명 디스플레이', '투명 RFID가 포함된 투명 디스플레이' 등을 제시하였다. 특히, '스마트창'이라는 용어를 창안하여 기존의 창호에 투명 디스플레이 혹은 투명 입력장치를 내장하여 스마트 기능을 수행하는 창을 스마트창이라고 정의하였다.

한편, 2003년부터 플렉시블 디스플레이 기술개발을 시작하여, 플렉시블 OLED 패널과 전자종이의 핵심소재, 소자구조, 집적화 공정 및 신뢰성 향상 등 각종 요소기술을 폭넓게 확보함으로써 플렉시블 디스플레이 상용화의 터전을 마련하였다. 또한, 국내 최초로 컬러 전자잉크 제조 및 캡슐화 기술을 개발하고 이를 이용한 A4 크기의 '플렉시블 다색 전자종이' 기술도 선보였다.

플렉시블 OLED 시제품(2006. 11.)



플렉시블 OLED 시제품(2007. 12.)



다양한 융합기술에 도전

21세기의 시작과 함께 ETRI는 그동안 축적한 세계 최고 수준의 ICT 기술을 다양한 분야와 융합하여 시너지 효과를 창출하는 데 집중하였다. 우선, '초연결 사회 실현'이라는 비전을 세우고 2004년부터 IoT의 전신이라고 할 수 있는 RFID, WSN, USN, M2M 등의 핵심원천기술 개발에 돌입하였다.

로봇에 첨단 ICT 기술과 인공지능 기술을 융합한 지능로보틱스 기술개발도 시작하였다. 2004년 언제 어디서나 사용자에게 필요한 서비스를 제공하는 'URC(Ubiquitous Robotic Companion) 기술' 개발을, 그리고 2008년부터는 인간과 로봇 간 안전하고, 자연스러우며, 효율적이면서도 지속가능한 상호작용을 위한 'HRI(Human-Robot Interaction, 인간-로봇 상호작용) 기술을 개발하여 얼굴 · 성별 · 연령 인식 기술, 얼굴 영상 기반 심박 추출 기술, 휴먼 동작 인식 기술, 동작 평가 및 2D 포즈 추정 기술, 물체 검출 · 자세 추정 기술, 대용량 학습을 위한 가상 학습셋 생성 기술 등을 상용화 수준으로 확보하는 데 성공하였다.

또한, '실내외 로봇 자율주행 기술'을 개발하여 20여 개 기업에 이전하였다. 특히, ETRI가 개발한 '동적 객체 인식 · 추적 기술'은 2015년 국제컴퓨터비전학회(ICCV)와 2016년 유럽컴퓨터비전학회(ECCV)의 비디오 객체 추적기 경진대회에서 실시간 분야 1위와 2위를 차지하며 우수성을 인정받았다. 아울러, 2007년부터는 V2X(Vehicle to Everything, 차량-사물 통신) 기술을 개발하여 국민의 안전과 편의를 도모하고 있다.

한편, 급격한 산업화와 통신·보험업의 성장에 따라 우편물이 폭증하자 1999년부터 ICT 기술을 우편물류(접수, 구분, 운송, 배달 등) 분야와 융합하는 연구를 시작하였다. 순로구분기와 여기에 탑재할 한글주소 인식시스템(도로명주소 포함) 등의 개발을 통해 총 26건의 핵심기술과 227개의 특허를 확보하였고, 이를 중소기업에 이전하여 총 1조 3,000억 원 규모의 경제적 효과를 창출하였다. 또한, 2005년에는 '등기통상 자동구분기'를 개발하여 처리기 1대당 연간 1억 원의 우편물 처리비용 절감효과를 도출하였다. 이후로 2010년대에 들어서는 무인우체국, 집배업무용 모바일 내비게이션, 물류 드론 배송 기술 등을 개발함으로써 우편물류 선진화에 기여하고 있다.

드론 물류 배송 기술 시연



ICT + 바이오·의료

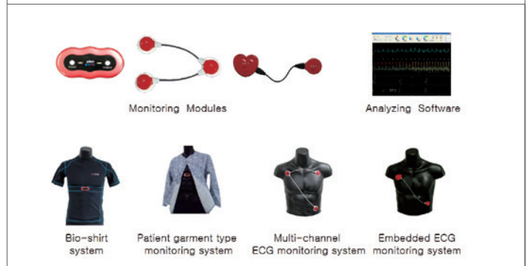
ICT와 바이오·의료 분야 간 융합연구는 비교적 이른 시기인 1998년부터 시작되었다. 컴퓨터 기술의 급속한 발전으로 의료분야에서도 환자데이터 관리, 의료영상 관리 등에 ICT가 적용되는 추세에 맞추어 ETRI는 1998년 단순 X선 영상분석을 통한 '골다공증 진단 기술' 개발을 시작으로 ICT와 바이오·의료 융합연구에 돌입하였다.

2000년대 들어 인간 유전체 정보를 밝히는 게놈 프로젝트가 완료되고, 과학기술계의 화두였던 유비쿼터스를 헬스케어에 적용한 유헬스케어(u-healthcare, ubiquitous healthcare) 개념이 등장하면서 융합연구의 폭을 크게 확대하였다. ETRI는 2000년대 초반 'PACS(의료영상저장전송시스템) 탑재용 폐암 자동검출 기술' 등의 컴퓨터보조진단 기술을 개발한 데 이어, '바이오 데이터마이닝 및 통합관리 핵심 SW' 개발로 국내에서 수요가 급증하고 있던 생물정보학 분석에 필요한 핵심 SW 컴포넌트 개발을 이뤄냈다. 또한, 언제 어디서나 간편하게 생체신호를 측정할 수 있는 웨어러블 형태의 신체측정 장비개발에 돌입하여 2006년 국내 최초로 '바이오 셔츠'를 제작하는 데 성공하였다.

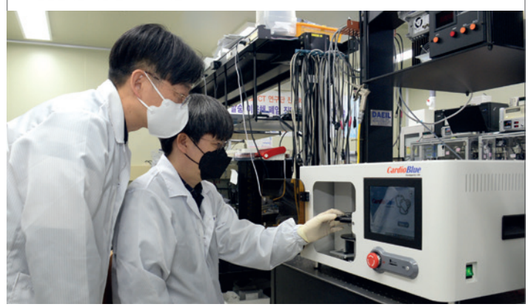
한편, 질병을 발병 현장에서 곧바로 진단할 수 있는 기술에 대한 요구에 맞추어, 2000년대 초반부터 비침습 바이오센서 개발에 착수하여 '현장진단용 비침습 바이오센서'를 개발하였고, 2011년에는 관련 기술을 토대로 연구소기업인 아큐젠헬스케어(현 수젠텍)가 창업하였다. 수젠텍은 2019년 ETRI 연구소기업 최초로 코스닥 상장에 성공하였다.

또한, 2006년부터 체액 내에 함유된 질병과 연관된 다양한 바이오마커(Biomarker)를 손쉽게 검출하여 일반인도 어디서나 질병을 간편하게 검사할 수 있는 스마트 진단 기술을 확보하기 위해, '현장진단용 초고속 혈액 전처리 칩'과 심근경색증을 발병 현장에서 진단할 수 있는 '현장진단 검사센서 기술' 등을 개발하였다.

바이오 셔츠 구성 시스템



진단검사용 자동 분석 기기 시연



정보보호 기술의 약진

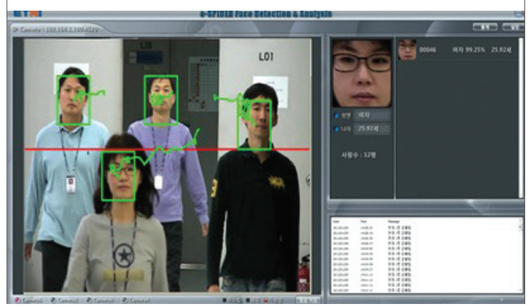
1990년대 중후반 이후 인터넷 환경이 빠르게 확산함에 따라 정보보호 기술은 점차 통신, 전자상거래, 온라인 금융서비스 등의 분야에 없어서는 안 될 기반기술로 자리잡았다. ETRI는 2000년 1월 민간부문 보안 기술개발을 위해 정보보호연구본부를 조직하고 본격적으로 정보보호 기술개발에 돌입하였다.

초창기인 2000년대에는 국가 정보보호 기반기술 확보를 위해 공인인증서(PKI), 부채널 암호방지, USIM, Secure OS, 유해(음란) 콘텐츠 차단, 모바일 단말 보안, 네트워크 보안 3D 시각화, 고성능 IPS, DDoS 대응 등 다양한 기술개발을 진행하였다. 그 결과, 세계 최초 전국규모 공인인증체계 상용화, 세계 3번째 3G USIM 상용화, 부채널분석 방지 스마트카드 상용화 등 굵직굵직한 성과들을 도출하였다. 또한, 기존 방법보다 안전성·정확성·편리성 면에서 월등한 생체인식 기술(Biometrics) 개발에 착수하여 얼굴·홍채 인식 임베디드 시스템, 다중 생체인식 칩셋 등을 개발하는 데 성공하였다.

스마트폰을 이용한 본인 생체정보 인증기술



CCTV 얼굴 검출기반 출입자분석기술



SMART 코리아를 견인하다

2010-2016

4차 산업혁명 선도기관으로 도약

2010년대 들어 우리나라가 국민소득 2만 불 시대에 안착하자, ETRI는 '세계 1등 기술'(연간 1조 원 이상의 경제효과 또는 세계 시장의 15% 이상을 점유할 수 있는 기술)과 '사회 공감기술'을 동시에 추구하는 정책을 폈다. 이에 따라 그간 경제적 성과에만 집중하던 연구과제들도 국민 삶의 질 향상, 사회문제 해결, 교육 혁신 등 다양한 목적을 가진 과제로 다변화되었다.

한편, 2014년 이후 '초연결(hyper-connected)'이 세계적인 화두로 떠오르면서, 우리 정부 역시 2014년 5월 '초연결 디지털 혁명의 선도국가 실현'이라는 비전을 내세운 「IoT 기본계획」을 발표하는 등 초연결 패러다임에 집중하였다. 이어서 2016년 1월 세계경제포럼(WEF)이 세계 경제를 이끌 새로운 패러다임으로 '4차 산업혁명'을 주창하면서 전 세계가 이에 발 빠르게 대응하기 시작하였다. 4차 산업혁명이란, 다양한 산업 분야에 ICT를 적용해 혁신적인 제품·공정·비즈니스를 만들어내는 글로벌 패러다임으로, 모든 산업 분야에 디지털 전환[7] 바람을 불러일으켰다. 그 결과, ICT는 하나의 기술 범주를 넘어 산업 전 분야의 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소로 확장되었고, ICT의 영향력이 커지면서 자연스럽게 국가 ICT 발전을 견인해 온 ETRI의 역할도 더욱 중요해졌다.

이에 ETRI는 2016년 '제4차 산업혁명을 선도하는 ICT Innovator'라는 비전을 세우고 '4초(초연결·초지능·초실감·초물질) 전략'을 제시하였다. 이는 모든 사물과 인간을 연결하는 '초연결' 기반기술을 연구하고, 인공지능 등 '초지능' 기술과 VR·홀로그램·UHD 방송 등 '초실감' 기술을 개발하는 동시에, 이러한 기술을 가능케 하는 반도체 소자 등 '초물질' 연구에도 집중한다는 전략이다.

아울러, 2010년대가 시작되면서 기존의 융합화 패러다임은 더욱 빠르게 진행되었다. 출연(연)의 융합 역시 지속해서 논의되었으나 기관별 운영체계가 달라 쉽게 융합이 진행되지 않자, 정부는 2011년 12월 기초기술연구회와 산업기술연구회로 양분돼 운영되던 27개 과학기술 관련 출연(연)을 하나로 모으는 것을 골자로 하는 「과학기술분야 출연연구기관 선진화 방안」을 확정하였고, 이 방안에 따라 2014년 6월 30일 통합연구회로 국가과학기술연구회(NST)가 발족하였다. 이때부터 ETRI의 대표적 융합사업들이 속속 추진되었는데, 2014년 12월에 ETRI를 주관으로 하는 'UGS(Under Ground Safety) 융합연구단'이 NST 제1호 융합연구단으로 선정되었고, 2015년에는 'KSB(Knowledge converged SuperBrain) 융합연구단'이 선정되어 융합 R&D를 추진하기 시작하였다.

이 시기의 대표적인 성과로는 모바일 단말용 자동통번역 앱 '지니톡' 개발, 인공지능 심층질의응답 기술 '엑소브레인' 개발, 광-회선-패킷 통합 스위치(OCES) 개발, 맞춤형 슈퍼컴퓨터 'MAHA' 개발, 인공지능 프로세서 '알데바란(AB)' 개발, 대화면 파노라마 영상 기술(UWV) 개발, 무인 발렛주차 기술개발, 간편인증 솔루션 FIDO 개발 등이 있다.

7. 디지털 전환(Digital Transformation) : IoT 등을 통해 생산된 방대한 데이터를 분석하여 산업 전반을 지능적으로 혁신하는 패러다임이다.

인공지능 시대로의 전환 이끌어

이 시기에 ETRI는 인공지능 연구에 본격적으로 뛰어들었다. ETRI는 인공지능 기술의 초창기인 1990년대 초부터 언어지능, 음성지능, 시각지능 등의 인공지능 기술개발을 시작하였으며, 그간 쌓인 기술력을 기반으로 2012년부터 모바일 단말용 자동통번역 앱인 '지니톡' 개발을 시작하였다. 지니톡은 2014년 3개국 자동통역 기능을 구현하여 인천아시안게임에서 사용되었고, 2016년에는 5개 국가 언어(영어·일어·중국어·스페인어·불어)에 대한 자동통역을 구현하였다. 아울러, 2016년부터는 신경망 자동번역 기술을 개발하여 자동통번역 품질을 대폭 개선하였다.

ETRI가 국내 최초로 개발한 단말탑재형 신경망 자동번역 기술은 이후로 ㈜한컴인터프리에 이전되어 단말탑재형 통역기 '지니톡 고'로 상용화되었다.

한편, 미래 국가경쟁력 확보를 위해 국가 차원의 인공지능 기술개발 프로젝트를 추진해야 한다는 정책을 제안하고, 2013년부터 여러 기업과 함께 심층질의응답 기술인 '엑소브레인'을 개발하기 시작하였다. 엑소브레인은 2016년 11월 장학퀴즈에서 왕중왕전 우승자, 수능만점자 등과 벌인 사람과의 퀴즈 대결에서 큰 점수 차이로 우승하는 놀라운 결과를 도출하였다.

2010년부터는 '디지털 원어민 교사 실현'을 목표로, 컴퓨터가 원어민 선생님의 역할을 대체 또는 보완하여 듣고(음성인식·이해), 말하고(대화처리), 가르쳐주는(평가·튜터링) 자유발화형 외국어 학습 기술 개발에도 돌입하였다. 개발된 대화형 영어교육 시스템은 여러 기업에 이전되어 민간 및 공공부문 언어교육 산업발전에 기여하였다. 이어서 2010년대 중반 이후에는 시각인식 기술개발에 주력하여, 영상에서 사람과 사물을 인식하고 행동을 이해하는 '딥뷰(DeepView) 플랫폼' 개발을 시작하였다.

엑소브레인 프로젝트 로고

EBS 장학퀴즈에서 우승한 엑소브레인



패킷–광 통합 스위치(POINTS)와 광–회선–패킷 통합 스위치(OCES) 연속 개발

인터넷 데이터 트래픽의 폭증으로 광전송 기술의 발전이 트래픽 증가속도(7년간 10배)를 따라가지 못하는 '전송용량 부족' 현상이 예상되었다. 이에 ETRI는 2008년부터 광전송 장비와 패킷전송 장비를 하나로 통합하여 네트워크 구조의 단순화, 제어의 지능화, 용량의 광대역화가 가능한 '패킷–광 통합 스위치(POINTS, Packet–Optical Integrated Network Transport System)' 개발에 돌입하였다. 그 결과, 2011년 세계 최초로 480G 용량의 패킷 스위칭 및 40파장 용량의 광스위칭 기능을 단일 시스템으로 통합·수용한 시제품을 구현하는 데 성공하였다.

ETRI는 곧이어 POINTS의 후속인 '광–회선–패킷 통합 스위치(OCES, Optical Carrier Ethernet System)' 개발을 시작하였다. 이는 광전달 장비와 회선전달 장비, 패킷전달 장비를 하나로 통합한 시스템으로, 3.2테라비트 패킷처리 용량(1G·10G·100G 라인 인터페이스)과 1.6테라비트 회선처리 용량(10G · 100G 광회선 인터페이스) 그리고 100G · 80채널 파장 스위칭 기능을 탑재하였다. ETRI는 2015년 OCES 개발에 성공하며 다시 한번 기술적 우수성을 확인하였다. OCES 시스템을 활용하면 기존 네트워크 장비 대비 라우터 부하 80%, 전력 소비 65%, 상면적은 68%까지 감소시키며, 망 구축 및 운용비용도 60% 이상 줄일 수 있다.

5세대 이동통신기술 개발

ETRI는 이 시기에 다양한 5세대 이동통신 기술개발에 도전하였다. 2013년에는 정부와의 협의를 통해 개별적으로 수행되던 10개의 5G 관련 사업을 '5G 기술선도형'과 '5G 시장지향형' 연구개발과제로 구성된 '5G 통합사업'으로 개편하였다. 기술선도형 과제를 통해서는 이동 엑스홀 네트워크와 초고밀집 네트워크 기술을, 그리고 시장지향형 과제를 통해서는 LTE 소형 셀 기지국 기술, Wi–Fi 환경을 개선하기 위한 MHN 기술, 초고속 근접통신(Zing) 기술, NB–IoT(협대역 IoT) 기술 등을 개발하기 시작하였다.

한편, 밀리미터파(10~40GHz) 대역을 이용하여 광대역 5G 이동통신 핵심원천기술을 개발 및 표준화하는 데도 주력하여, 밀리미터파 기반의 새로운 이동성을 제공하는 엑스홀 무선통신 원천기술과 규격을 개발하고, 이를 바탕으로 20Gbps급 5G 이동통신 시스템 엑스홀 허브 및 최대 10Gbps를 지원하는 5G 이동통신 시스템 엑스홀 터미널을 개발하였다.

소형 셀 기지국 기술 개발



맞춤형 슈퍼컴퓨터 시대를 연 'MAHA'

2012년에는 '맞춤형 슈퍼컴퓨터'라는 새로운 개념을 만들어내고, 2016년까지 유전체·단백질 구조 등에 관한 빅데이터를 분석하는 바이오 특화형 슈퍼컴퓨터 'MAHA'를 개발하였다. MAHA는 고성능 GPGPU를 장착해 무려 36,000개에 달하는 코어를 지원하면서도(이론 성능 최대 105테라플롭스) 전력 소모량은 기존 시스템 대비 50%에 불과한 저전력 · 고성능 슈퍼컴퓨터로, CPU만을 사용한 기존의 유전체 분석시스템 대비 최대 150배 빠르게 분석을 수행할 수 있다. 이로써 ETRI는 그간 불모지나 다름없던 슈퍼컴퓨터 분야에서 우리나라가 세계 강국과 어깨를 나란히 할 수 있는 계기를 만들었다. MAHA 시스템은 '국제암유전체컨소시엄(ICGC)'의 세계 6대 데이터센터 가운데 하나로 선정되어 2014년부터 컴퓨팅 자원을 제공하고 있다.

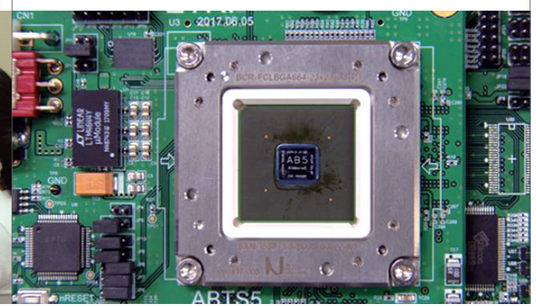
슈퍼컴퓨터 마하



인공지능 반도체에 새롭게 도전

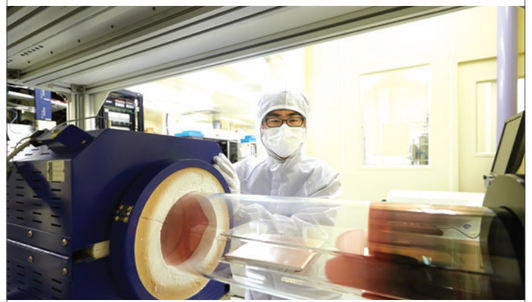
인공지능 시대 도래에 대응하여 ETRI는 2010년 이후로 인공지능 반도체 개발에 돌입하였다. 에너지 소모량 자동 제어가 가능한 고성능 인공지능 임베디드 프로세서 기술 확보를 목표로 독자구조의 CPU 개발에 착수하고, 이를 '알데바란(Aldebaran, AB)'으로 명명하였다. 연구결과, 2016년 무인차 전용 저전력 고성능 인공지능 프로세서인 AB3를, 2017년에는 자율주행차용 프로세서인 AB5를 개발하는 데 성공하였다. AB5는 최소 저전력 수준인 1W 내외만으로도 자율주행차가 필요로 하는 영상인식은 물론 제어기능을 통합해 실행할 수 있는 칩으로, 기가헤르츠(GHz)급 역량을 보유하여 초당 90억 회 수준의 연산 수행이 가능하다.
한편, 시스템 반도체 분야에서는 2010년 임베디드 DSP 개발, 2012년 인체통신 기술 국제표준 채택, 2014년 HEVC 코덱 SoC 기술개발 등의 성과를 거두었다.

인공지능 반도체 알데바란 AB5

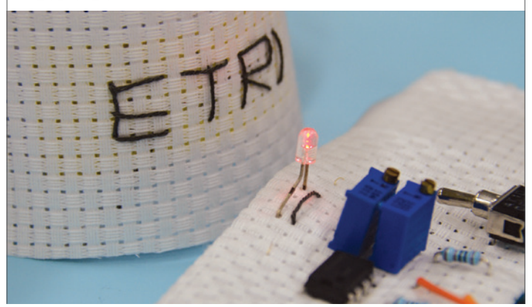


과감한 창의·모험 연구에 주력

그래핀을 이용한 소자 실험



섬유형 가스센서



2000년대 후반 출연(연)의 연구효율성이 대학이나 민간기업보다 떨어진다는 지적이 잇따랐다. 이에 ETRI는 출연(연) 거버넌스, 특히 국가대표 출연(연)으로써 ETRI의 역할과 미래 방향성에 대한 심도 있는 논의를 진행하였다. 그리고 2010년 창의적·도전적 기관으로의 혁신을 위해 과감한 창의·모험 연구를 전담할 '창의연구본부'(현 ICT창의연구소)를 발족하고, 대학이나 민간기업에서는 할 수 없는 연구, 미래를 열어갈 폭발적 잠재력이 있는 기술개발을 장기적으로 추진하기 위한 계획을 수립 및 추진하였다.
우선, 차세대 신소재·소자 분야에서는 그래핀 광도파로를 기존의 반도체 소자와 결합함으로써 광통신과 전기통신이 동시에 가능하도록 한 '그래핀 기반 플라즈몬 광도파 소자', 그래핀을 이용해 극미량의 가스를 측정하는 '고성능 가스센서-히터 융합소자', 그래핀을 면·나일론 같은 섬유에 코팅해 섬유가 가스측정센서 역할까지 하도록 한 '섬유형 가스센서' 등을 개발하였다.
광소자·광부품 분야에서도 큰 진척이 있었다. ETRI는 초고속 코히어런트[8] 광소자 기술개발에 주력하여 2010년대 중반 빛의 고유한 성질(편광, 위상, 진폭)을 제어하는 것만으로 1초에 10억 비트(100Gbps)의 대용량 콘텐츠를 전송하는 신개념 인터넷 전송 기술 및 소자를 개발하는 데 성공하였다.
또한, RF 소자·부품 분야에서는 기존의 Si(실리콘), GaAs(갈륨비소), InP(인화인듐) 등의 화합물반도체 기반 RF 소자 개발을 넘어, 차세대 소재인 GaN(질화갈륨)에 집중하였다. 그 결과, S-대역 및 Ku~K-대역 GaN 전력증폭 소자, 5G 이동통신용 Ka-대역 GaN 전력증폭 MMIC, 국방 무기체계용 S-대역 200W GaN 전력증폭 소자 등을 개발하였다. 이를 통해 우리나라는 전량 수입에 의존하던 GaN 기반의 무선통신용 고출력 RF 반도체 소자를 단기간에 자체개발할 수 있는 역량을 확보하였다.
IoT 시대의 핵심으로 떠오른 센서 분야에서는 반도체, MEMS 및 나노 기술의 융복합을 통한 초소형·저전력·고성능 센서 개발에 주력하여, 2014년 투명한 것은 물론, 머리카락보다도 가는 50㎛ 수

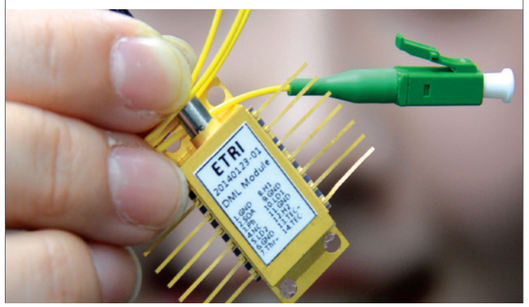
준의 두께로 유연성이 매우 좋아 돌돌 말아도 정상적으로 작동하는 '플렉시블 투명 촉각센서'를 개발하는 데 성공하였다.

'꿈의 주파수'라 불리는 테라헤르츠(THz, 주파수 0.1~10THz) 파 분야 역시 괄목할만한 성과를 보였다. ETRI는 2000년대 말부터 THz파 연구를 시작하여, 짧은 시간 안에 소재부터 소자·모듈·시스템에 이르기까지 모든 THz파 발생·검출 기술을 자체적으로 확보하였다. 특히, 2014년에는 '소형 비팅(맥놀이) 광원 제작 기술'과 '시스템 소형화 기술'을 이용해 세계에서 가장 작고 저렴한 '테라헤르츠 계측분석시스템'을, 2015년에는 금속 나노구조를 전극으로 만들어 테라헤르츠파의 효율과 출력을 최대 50배 이상 높인 '나노 기술 기반 고출력 THz 발생소자'를 개발하는 데 성공하였다. 축적된 기술력을 기반으로 최근에는 THz파를 비파괴 검사 등 다양한 산업 분야에 적용하는 데 주력하고 있다.

아울러, 실감 디스플레이 분야에서는 접히는 것을 넘어 늘어나는 디스플레이, 3차원 홀로그램을 구현하는 홀로그래픽 디스플레이, 촉감·오감을 느끼게 해주고 사람의 생체신호까지 인지하게 해주는 디스플레이 등의 개발에 본격적으로 뛰어들었다. 특히, 2013년에는 모바일 기기와 연동하여 입력과 출력의 기능을 모두 수행하는 신개념의 플렉시블 정보 입출력장치인 '플라스틱 기반 능동구동 컬러 전자종이 기술'을 개발하고, 2014년에는 빛이나 공간과 같은 환경의 변화에 따라 에너지 소모를 최소화하고 최적의 품질을 제공하는 '초절전 환경적응(LASA; Light Adaptable Space Adaptable) 디스플레이 기술' 개발에도 성공하였다. 2013년부터 디스플레이를 입체화할 수 있는 홀로그래픽 디스플레이 기술개발도 시작하였다.

한편, MIT 소자 분야는 ETRI가 2005년 바나듐옥사이드에서 MIT와 SPT를 동시에 측정하여 구조 상전이 없는 Mott MIT[9]를 세계 최초로 실험으로 검증하는 데 성공한 이후로, 계속해서 세계 최고의 기술력을 유지하였다. 2010년대 들어서는 MIT 소자 응용기술과 대량생산 기술개발에 주력하여, 2016년 바나듐 산화물 MIT 소자 확산을 위한 대량생산 기술개발에 성공하는 한편, Si 기반의 MIT 트랜지스터에서 NDR-MIT[10] 스위칭을 구현하고, MIT 트랜지스터를 세계 최초로 개발하는 데도 성공하였다.

테라헤르츠 계측분석시스템



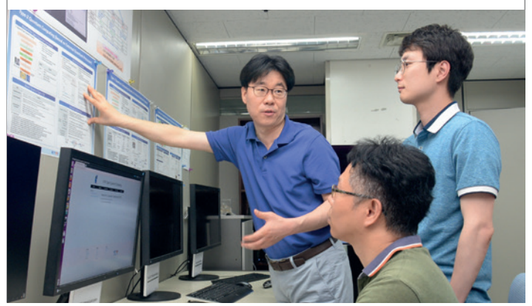
8. 코히러언트(coherent) : 복수광파의 주파수와 위상이 같을 때 그 광파를 코히어런트 광이라고 한다.
9. Mott MIT(Metal-Insulator Transition, 모트 금속-절연체 전이현상) : 구조 상전이(SPT; Structural Phase Transition)를 겪지 않으면서 부도체가 금속으로 또는 금속이 부도체로 바뀌는 현상 즉, 절연체에 전기가 통하는 현상이다.
10. NDR(Negative Differential Resistance) MIT : 일정한 전류에서 MIT 현상이 일어날 때 저항 감소로 전압이 작아지는 현상을 뜻한다.
11. 양자정보통신 기술 : 양자의 물리학적 특성(불확실성, 중첩성, 비가역성, 얽힘 현상, 복제 불가능성 등)을 이용하여 ICT 인프라를 보호하고, 초고속 대용량 연산 및 초정밀 계측을 실현하는 차세대 기술이다.

양자정보통신 기술로 미래 ICT에 도전

21세기 들어 기존 정보통신의 기술적 한계를 극복할 미래 ICT 기술로 양자정보통신이 주목받기 시작하였다. 이에 ETRI는 40년 가까이 축적한 세계 최고 수준의 반도체 기술력과 광검출기 기술, 실리콘 포토닉스 기술들을 토대로 2000년대 중반부터 양자정보통신 기술개발[11]에 돌입하였다.

2005년 국내 최초로 25km 유선 양자키분배 기술을 시연한 것을 시작으로, 얽힘광원, 단일광자검출기, 양자 난수 발생기 등 핵심 요소기술들을 연구하고 있으며, 2015년부터는 양자컴퓨터 연구를 보다 효과적으로 수행하기 위한 양자 컴파일 및 가상 양자머신 기술을 개발하고, 반도체 양자점 기반의 양자컴퓨팅 플랫폼을 구축하고 있다. 아울러, 양자컴퓨터의 여러 구성요소(컴파일러, 시스템 합성기, 빌딩블록 합성기 등) 기술, 최적 설계 · 분석 · 평가하는 기술, 기능 · 성능을 검증하는 기술 그리고 접근 용이성을 위한 시각화 기술 등도 개발 중이다.

양자컴퓨팅 컴파일러 요소기술 개발



맞춤형을 넘어 스마트 방송 기술로 도약

이 시기에 방송미디어 기술은 빠른 속도로 다양한 분야와 융합하면서 기존에 없던 여러 기능을 필요로 하기 시작하였다. 이에 ETRI는 2011년부터 기존의 스마트TV를 뛰어넘는 '스마트TV 2.0' 기술개발에 돌입하여, 전통적 TV 산업을 SW와 콘텐츠를 중심으로 한 신에코시스템으로 전환하는 계기를 마련하였다. 이와 함께, 세상에서 가장 넓고 선명한 TV로 불리는 대화면 파노라마 영상(UWV)에 도전하여 '12Kx2K급의 UWV 실황중계 기술'을 개발하였다.

또한, 디지털방송 표준인 ATSC의 차세대 버전인 'ATSC 3.0' 표준기술 개발을 선도하여, ATSC 3.0 채널 부호화 기술 영역에서 전체 핵심특허 중 1/3이 넘는 특허를 확보하였으며, 기술의 확산과 상용화도 성공적으로 추진하고 있다.

한편, 양안식 3DTV 방송의 영향으로 입체영화가 널리 보급되자, 2011년부터는 무안경 다시점 3D 지원 UHDTV 방송 기술과 모바일 완전입체 콘텐츠 기술, 초실감 테라미디어를 위한 AV 부호화 및 LF 미디어 기술 등에 계속해서 도전하였다. 아울러, 2011년부터 디지털 홀로그래피 분야 국가대표과제 3개를 추진하며 홀로그래피 획득생성·압축·재현 핵심기술들을 개발하였다.

융합기술의 고도화

무인 자율주행차 시연



신재생에너지 전력중개 플랫폼을 체크하는 연구진



2000년대 중반 본격화된 분야 간 융합기술개발에도 가속도가 붙기 시작하였다. 우선, IoT 기술의 경우 '지능형 IoT 공통 SW 엔진(SLICE)'과 'IoT 기기 SW 프레임워크(IoTware)', '초소형 IoT 디바이스 개발환경(IoTware-IDE)'을 개발한 것은 물론, 스마트시티 구현, 녹조 모니터링, 산사태 탐지, 중국어선 원격 식별 등 다양한 분야에 IoT 기술을 적용하였다. 또한, 사람의 제한된 신체 능력을 증강하는 기술개발에 주력하여 '생체정보 수집 및 분석 기술', '증강인지 헬멧 시스템', '소방관용 스마트 헬멧', '위치 공간 인지증강 기술' 등 다양한 증강 IoT 기술도 확보하였다.

자율주행 분야에서는 2013년 스마트폰을 이용해 언제 어디서든 자신의 자동차를 주차하고 불러올 수 있는 '무인 발렛주차 기술' 개발에 성공하였다. 아울러, 2015년부터는 자율주행에 인공지능 기술을 접목하여 다양한 도로 환경(정형·비정형 환경, 터널, 비포장도로 등)과 기상환경(주간·야간, 우천·우설 등)에서도 안전하게 자율주행이 가능한 레벨4 수준의 인공지능 자율주행을 실현하고자 노력하고 있다.

한편, 2009년부터 에너지·안전·국방 등 다양한 분야와의 융합에도 새롭게 도전하였다. 에너지 ICT 융합기술에 돌입하여 '에너지거래 기술'과 신재생에너지 '전력중개 플랫폼' 등을 개발하였으며, 재난관리 기조를 기존의 '대응 중심'에서 '예측 중심'의 스마트 재난관리 체계로 변경하는 정부의 정책에 맞추어 2013년부터는 '원클릭 재난정보 전달체계'와 복합재난 예측 확산 플랫폼 'K-MDDS' 등을 개발하였다. 또한, 2013년 국방부의 'IT 신기술 전문기술지원기관'으로 지정된 이후로는 '가상훈련시스템(ODM-I)'과 '매체 다중경로 적응적 네트워크 기술(MMMP)' 등을 확보하였다.

DBMS를 넘어 빅데이터로

2010년대 들어 빅데이터와 인공지능 등 4차 산업혁명 핵심기술들이 전 세계적으로 급성장을 시작하였다. 이에 ETRI는 1980년대부터 축적해 온 데이터베이스 관련 기술을 토대로 빅데이터를 다루는 플랫폼 및 분석 기술 연구를 본격적으로 추진하였다. 우선, 기존의 서버 집중 처리방식의 한계를 극복하기 위한 '빅데이터 에지 분석 기술'을 개발하여 다수의 중소기업에 이전하였다. 이로써 국내 빅데이터 분석 시장은 질적·양적인 측면에서 획기적인 성장의 계기를 확보하였다. 아울러, 2010년대 중반부터는 교통정책, 인구정책, 도시사회 정책 등 공공분야의 의사결정을 지원하는 빅데이터 분석시스템 개발에 돌입하여, 2016년 '장래 인구 변화 예측·분석 시스템(ABCD)' 개발에 성공하였다.

빅데이터 기반 교통정보 분석 기술



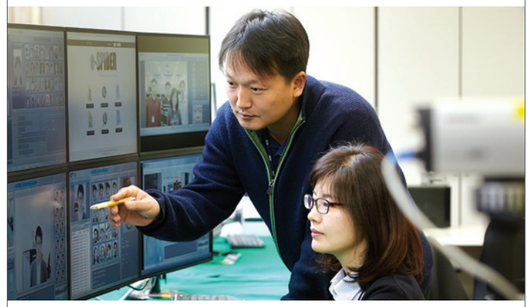
클라우드 기술개발에 본격 돌입

2006년에 클라우드라는 용어가 등장하면서 지능형 컴퓨팅 서비스의 기반기술로써 '클라우드 컴퓨팅'이 널리 활용되기 시작하였다. 이에 ETRI는 2000년대 후반부터 클라우드 컴퓨팅 기술개발에 돌입하여, 표준기반 시스템 가상화 관리 SW인 '바인(VINE)', 클라우드 처리 성능을 높이고 구축비용을 줄이기 위한 '클라우드 가상 데스크톱(DaaS) 기술', 대규모 사용자 환경을 위해 성능을 강화한 '인 메모리 기반 모듈형 가상 데스크톱 시스템 기술' 등을 연속해서 개발하였다.

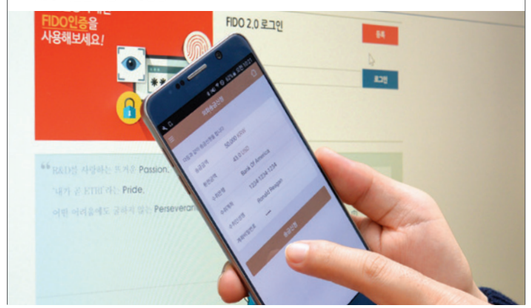
아울러, 2010년대 중반 이후에는 인공지능 분야 딥러닝 알고리즘의 학습 시간을 대폭 줄이는 '고속 딥러닝 클라우드 기술'과 다양한 멀티 클라우드의 활용·확산 극대화를 위한 '멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크 기술' 개발에 주력하고 있다. 이러한 노력을 통해 외산이 장악하고 있는 국내 클라우드 시장에 국내기술을 확산하고, 우리나라가 클라우드 컴퓨팅 분야에서도 세계 최고의 수준을 확보할 수 있도록 노력하고 있다.

초연결 사회의 핵심으로 떠오른 정보보안

정보보안 관련 연구



FIDO 기술을 이용해 PC뱅킹 서비스



2010년대 이후 통신기기나 컴퓨터를 넘어 가전기기, 자동차, 헬스케어기기 등 모든 기기가 서로 연결되는 초연결 시대가 도래함에 따라, 안전한 네트워킹을 위한 정보보안 기술의 중요성이 크게 부각하였다. 이에 ETRI는 다양한 분야와의 융합을 통해 관련 보안 기술들을 개발하기 시작하였다. 우선, 축적해 온 생체인식 기술을 비롯한 다양한 인증 기술을 집약하여 '간편인증 솔루션'을 개발하고, 2015년 국제 온라인 생체인증 컨소시엄인 '온라인간편인증협회(FIDO)'의 인증시험을 세계 최초로 통과하였다. 아울러, 사람의 시각 수준으로 실시간 범죄를 탐지하기 위한 '지능형 CCTV 기술'과 자율주행 환경에서의 'V2X 서비스 보안', IoT 기기를 위한 '경량 보안 OS', 해양분야의 안전한 관제시스템 구현을 위한 '차세대 VTS 기술' 등에도 지속해서 도전하고 있다.

한편, 2009년 7월 청와대, 국방부, 주요 포털 등 총 40여 사이트를 마비시키는 7.7 DDoS[12]대란을 기점으로 '지능형 침해대응 기술'의 필요성이 대두되었다. 이에 ETRI는 정보보안 원천기술을 고도화하여 DDoS 대응시스템, 20Gbps 네트워크 트래픽을 실시간으로 분석하여 침입을 탐지·차단할 수 있는 고성능 IPS 등을 개발하였다. 이는 후에 네트워크 보안 3D 시각화 기술, 클라우드 보안 기술, 사이버 자가변이 기술 등으로 발전하였다.

12. DDoS(Distributed Denial of Service) : 여러 대의 공격자를 분산 배치하여 동시에 서비스 거부 공격을 함으로써 시스템이 더 이상 정상적 서비스를 제공할 수 없도록 만드는 해킹 방식이다.

다양한 분야로 전파응용 확산

이 시기에 전파 분야에서는 다양한 응용연구가 추진되었다. 대표적인 것이 기존의 X선보다 안전한 마이크로 전자파를 이용하여 암을 진단하는 전파의료용 영상화 기술과 전파를 인체 내부의 원하는 위치에 집중적으로 조사하여 난치성 질환을 비침습적으로 치료하는 전파치료 기술이다. 또한, 자기공명 기술을 이용한 무선전력전송 기술개발을 추진하여 2016년 원통형의 3차원 공간 내에서 스마트폰이 어떠한 위치에 있어도 높은 효율로 충전이 가능한 'E-Cup'을 개발하였으며, 국내 최초로 자동차용 무선충전기를 상용화하는 데도 성공하였다.

원통형 무선충전장치 'E-Cup'



안전성이 중요한 시스템 (Safety Critical System) 개발에 주력

기업들이 자체적으로 홈서버, 스마트 기기 등 CE(Consumer Electronics) 디바이스 기술경쟁력을 보유하게 되자, CE 분야는 기업에 맡기고 출연(연)인 ETRI는 국민의 안전확보를 위한 '안전한 시스템 SW' 개발에 주력하기 시작하였다. ETRI는 2010년 이후 국방, 항공, 자동차 등 안전성이 중요한 시스템(Safety Critical System) 분야의 임베디드 시스템 SW 개발에 주력하였다. 그 결과, 2010년 무인항공기용 RTOS인 '큐플러스-에어(Qplus-AIR)' 개발에 성공하여 그동안 전적으로 외국기술에 의존하던 항공 운영체제의 국산화가 가능해졌다. 또한, 2015년에는 하나의 HW에서 두 개 이상의 운영체제를 작동할 수 있는 '큐플러스-하이퍼'를 개발하였다. 이로써 자동차·항공·선박·로봇 등에서 사용하는 다수의 운영체제를 손쉽게 하나의 시스템으로 통합해 경량화하고, 비용을 절감하는 것은 물론, 고장 시 신속하게 수리하여 위험을 막을 수 있게 되었다.

II

미래 지능화 혁명을 이끌다

2017-2021

1. SMART 코리아를 넘어 AI 코리아로
2. 인간과 AI가 공존하는 초지능 정보사회 견인
3. 사공의 제약 없는 초연결 인프라 구축
4. 가상과 현실의 경계 허무는 초실감 시대 실현
5. 국가 지능화 플랫폼 구축
6. 미래를 선도하는 창의적 원천기술 개발
7. 국가적 아젠다 해결하는 융합연구단
8. ICT 산업 생태계의 허브

1

SMART 코리아를 넘어 AI 코리아로

ETRI는 지난 45년간 글로벌 경제·산업·시장의 패러다임 변화와 국가·국민의 요구에 따라 계속해서 최선의 역할을 찾고 새로운 비전·전략을 수립하며 대한민국 ICT 발전을 이끌어왔다. 1가구 1전화 시대를 연 전전자교환기(TDX), 반도체 강국의 신화를 창조한 DRAM 반도체, 이동통신 선진국으로의 발판을 마련한 CDMA, 내 손안의 인터넷 세상을 연 WiBro, 전자정부의 기반을 만든 행정전산망용 주전산기Ⅱ(타이컴), 스마트선박 기술(SAN), 몰입감을 극대화한 실감미디어, 인간의 언어를 이해하는 SW인 엑소브레인(Exo-Brain), 자율주행용 프로세스 칩 알데바란, 세계 최초의 UHD 모바일 방송 기술, 차세대 5G 이동통신, 시각지능 딥뷰(DeepView), 미래 ICT를 선도할 양자컴퓨팅 등 헤아리기 힘들 만큼 많은 최고기술을 개발해 '세계 최고 ICT 연구기관'으로 도약하였으며, 우리나라를 독보적인 ICT 최강국으로 견인하였다.

ETRI가 개발한 기술은 국민의 삶 속 곳곳에 스며들어 놀라운 변화를 일으켰다. 보릿고개를 걱정하던 가난한 국민은 산간오지에서도 맘껏 5G 이동통신과 초고화질 UHDTV 서비스를 누리며 세계에서 가장 성능이 좋은 전자제품과 컴퓨터를 사용할 수 있게 되었고, IoT와 인공지능 등 4차 산업혁명 핵심기술들의 혜택을 볼 수 있게 되었다. 이와 함께, 세계 10위권의 경제 대국, 국내총생산(GDP) 세계 12위의 선진국 지위도 확보하게 되었다.

2010년대 중반 이후에는 4차 산업혁명과 지능화라는 새로운 시대적 변화를 주도하기 위해 '제4차 산업혁명을 선도하는 ICT Innovator'와 '미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합 연구기관'이라는 비전을 세우고 미래를 향해 힘껏 나아가고 있다.

4차 산업혁명을 선도하는 ICT Innovator

4초(초연결·초지능·초실감·초물질) 기술로 4차 산업혁명 견인

2016년 1월 세계경제포럼(WEF)은 세계 경제를 이끌 새로운 패러다임으로 '4차 산업혁명'을 주창하였다. 4차 산업혁명이란, 다양한 산업 분야에 ICT를 적용해 혁신적인 제품·공정·비즈니스를 만들어내는 글로벌 패러다임으로, 모든 산업 분야에 디지털 전환[13] 바람을 불러일으켰다. 그 결과, ICT는 하나의 기술 범주를 넘어 산업 전 분야의 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소로 확장되었고, ICT의 영

'제4차 산업혁명을 선도하는 ICT Innovator' 비전 체계도(2016.)



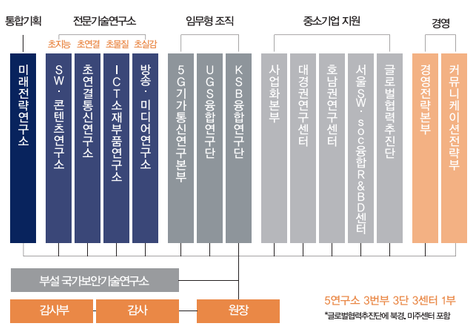
향력이 커지면서 자연스럽게 국가 ICT 발전을 견인해 온 ETRI의 역할도 더욱 중요해졌다.

ETRI는 4차 산업혁명이라는 거대한 흐름을 선도하기 위해 2016년 '제4차 산업혁명을 선도하는 ICT Innovator'라는 비전을 세우고 '4초(초연결·초지능·초실감·초물질) 전략'을 제시하였다. 이는 모든 사물과 인간을 연결하는 '초연결' 기반기술을 연구하고, 인공지능 등 '초지능' 기술과 VR·홀로그램·UHD방송 등 '초실감' 기술을 개발하는 동시에, 이러한 기술을 가능케 하는 반도체 소자 등 '초물질' 연구에도 집중한다는 전략이다.

또한, 연구·환경·조직 분야의 3대 경영목표를 수립하였다. 첫째, '초연결·초지능·초실감' 패러다임을 선도할 핵심원천기술을 확보하고, 둘째, 산학연 상생과 동반성장을 위해 중소기업 지원을 강화하며, 셋째, ETRI의 비전과 경영목표를 성공적으로 달성하고 지속 가능한 발전을 도모하기 위해 조직역량을 강화하는 것이 그것이었다. 이러한 목표를 달성하여 대한민국이 'ICT 강국 KOREA'를 넘어 세계 최고의 'SMART KOREA'로 우뚝 설 수 있도록 노력하였다.

한편, 2017년 1월에는 국가 ICT 기술경쟁력 확보를 위해 초연결·초지능·초실감이라는 3개 도메인 중심으로 본부를 재편하여, 기존 3본부 35부 3센터 4그룹 236실을 19본부 11부 2센터 46그룹 1단 115실의 본부 중심 수평적 연구조직으로 조정하였다. 또한, 각 조직이 원활한 융합연구를 추진할 수 있도록 조직 간 칸막이를 해소하고, 보직자 인선 방식(본부장, 그룹장)을 개방·참여형으로 전환하여 자율·책임 경영문화를 조성하였다.

ETRI 조직도(2017.)



13. 디지털 전환(Digital Transformation) : IoT 등을 통해 생산된 방대한 데이터를 분석하여 산업 전반을 지능적으로 혁신하는 패러다임이다.

미래사회를 만들어가는 국가지능화 종합연구기관

새로운 지능화 비전 선포

21세기에 들어서면서 글로벌 선진국들은 경제성장 정체를 타개하기 위한 패러다임 전환을 시도하게 된다. 특히, ICT 분야에서는 기존의 '정보화 및 융합화'를 대체하는 새로운 패러다임이 등장하는데, '지능화'가 바로 그것이다.

정부 정책에서 지능화라는 개념이 공식적으로 강조되기 시작한 것은 '지능정보사회[14] 실현'을 목표로 2016년에 수립된 「지능정보사회 중장기 종합대책」에서부터였다. 이후로 정부는 2017년 4차 산업혁명 대응계획으로 「I-Korea 4.0」을 추진하였고, 2018년에는 데이터 및 인공지능 선도국가로 도약하기 위한 「데이터·인공지능경제 활성화 계획」과 인공지능 기술 선도국 부상을 위한 「인공지능 R&D 전략」 그리고 「데이터산업 활성화 전략」 등 지능화 관련 정책들을 계속해서 수립해 나갔다. 그리고 2019년 12월 범부처 합동으로 국가 전반의 인공지능 전략을 포괄하는 「AI 국가전략」이 발표되었다. 이 전략의 3대 분야는 AI 경쟁력 혁신(세계를 선도하는 AI 생태계 구축), AI 활용 전면화(AI를 가장 잘 활용하는 나라), AI와의 조화·공존(사람 중심의 AI 구현)이다. 이러한 흐름에 따라 정부는 2020년 6월 「국가정보화 기본법」을 「지능정보화 기본법」으로 전면개정하는 것으로 4차 산업혁명에 대비하기 위한 기본 채비를 마쳤다.

ETRI는 정부의 「AI 국가전략」이 수립되기 전인 2019년 5월부터 '혁신으로 가는 길'이라는 뜻을 가진 'Via Novata TFT'를 꾸리고 50일간 지능화에 초점을 맞춘 'ETRI 전환계획'을 마련하였다. 여기에는 ETRI의 탈바꿈(전환)을 위해 임무·도전형 연구기관으로의 탈바꿈, 역동형·맞춤형 인사 혁신, 혁신역량 결집을 위한 사업구조 재편, 몰입형 연구환경 구축을 위한 제도 혁신 등을 추진한다는 전략이 담겼다. 이 계획을 토대로 ETRI는 4차 산업혁명의 본질인 'AI 기반 지능화 혁명'을 선도하는 데 온 기관의 역량을 집중하기 시작하였다.

그리고 2019년 6월 드디어 '미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합 연구기관'이라는 새로운 비전을 수립·발표하였다. 국가 지능화란 개인·사회·산업·공공 등 국가를 구성하는 모든 영역(x)의 지

국가 지능화, x+AI의 정의



14. 지능정보사회 : 고도화된 정보통신기술 인프라를 통해 생성·수집·축적된 데이터와 인공지능이 결합한 지능정보 기술이 경제·사회·삶 모든 분야에서 보편적으로 활용됨으로써 새로운 가치가 창출되고 발전하는 사회를 뜻한다.

능화, 즉 x+AI를 의미한다. 개인은 지능화된 사회에서 더욱 창의적이고 가치있는 일을 추구하게 됨으로써 행복과 발전을 도모하고, 지능화된 사회시스템은 노화·장애 등으로 도움이 필요한 사람에게 편의를 제공하여 공정하고 행복한 사회를 실현하며, 지능화를 기반으로 기존 산업의 고도화 및 신산업 창출이 가능해지는 것은 물론, 공공기능의 지능화를 통해 불확실성의 시대에도 국민의 행복한 삶과 국가의 지속가능성이 담보되는 국가·사회를 만드는 것이 국가 지능화의 궁극적인 목표이다.

새로운 비전 수립과 함께 ETRI는 기관운영의 4대 목표로 창의·도전연구 활성화로 미래성장 준비, Global Top 수준의 R&D 성과 창출, 국민 생활문제 해결 및 중소기업 지원 확대, 개방·공유·협업 기반의 연구문화 정착을 제시하였다.

한편, 2019년 12월에는 '국가 지능화 정책'을 정부에 제안하였다. 이는 '대한민국에 희망이 되는 글로벌 국가 지능화 강국'을 비전으로 하여, 글로벌 지능화 기술 강국, 글로벌 지능화 혁신 강국, 글로벌 지능화 활용 강국을 달성하기 위한 9대 전략과제 및 실행과제를 제시한 것이었다. 또한, 2020년 5월에는 2035년도까지 ICT의 미래상을 조망하고, 이러한 미래상을 실현하기 위해 ETRI가 집중해야 할 중점 R&D 영역 및 추진과제를 망라한 로드맵인 'ETRI 중장기 기술발전지도 2035'를 발표하였다.

'미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합 연구기관' 비전 체계도(2019.)



R&R 재정립을 기반으로 조직 및 사업 혁신

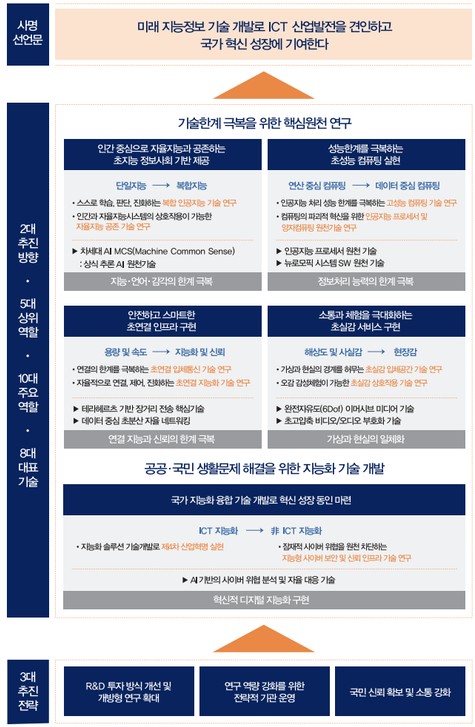
ETRI는 2019년 말, 정부의 요구에 따라 'ETRI R&R(Role & Responsibility, 역할과 책임)'을 재정립하였다. R&R 수립 작업은 'ETRI R&R 재정립 TF', '국민·연구자 중심 R&D 실천방안 수립 TF', 외부전문가 설문 조사 등을 통해 이뤄졌다. ETRI는 기관 내외부 전문가들의 의견을 종합하여 '디지털 미래기술 개발로 인류가 직면한 한계(시간적, 공간적, 지능적, 언어적, 감각적, 물리·신체적 한계)를 극복하고 국가 지능화에 기여한다'는 사명(Mission)을 선포하였다. 또한, 기관의 5대 상위역할을 초지능 정보사회 기반 제공, 초성능 컴퓨팅 구현, 초연결 인프라 구현, 초실감 서비스 실현, 국가 지능화 융합기술 개발로 정하고, 관련 추진전략을 마련하였다.

아울러, 이러한 상위역할을 효과적으로 수행할 수 있는 형태(1부원장, 4연구소, 3본부, 2단·3센터, 1부 체제)로 조직을 개편하였다. 6대 기술 분야(SW·컴퓨팅, 미래통신·전파, 방송·콘텐츠, 디바이스, 보안, 블록체인)와 6대 국민 생활문제 해결 분야(도시, 교통, 복지, 환경, 국방, 안전)를 기관 R&R과 연계하여 분야별 전문연구조직(AI연구소, 통신미디어연구소, 지능화융합연구소)으로 재편하고, 와해성 기술에 대한 과감한 도전과 창의성 극대화를 목적으로 ICT창의연구소를 조직하였다. 또한, 탄력적인 기관운영을 위해 기술 · 임무 하이브리드형 조직을 운영하고, 조직 규모 및 변화의 효율적 관리와 경영 역량 강화를 위해 부원장제를 신설하였다.

ETRI는 재정립된 R&R을 기반으로 대대적인 과제 및 투자조정(Rolling Plan)도 추진하였다. 과감한 선택과 집중을 통해 기존 과제들이 R&R과 정확하게 연계되도록 하고 과제 간 연계성을 강화한 것이다. 즉, 5대 상위역할인 초지능, 초성능, 초연결, 초실감, 국가 지능화 융합을 중심으로 7개 대과제를 연계하고, 상세목표 분석과 통합·조정을 통해 세부 중과제들을 15개 중과제로 결집함으로써 목표 지향성이 뚜렷한 고유 임무체계를 구축하였다.

한편, 2016년 정부가 추진한 장기계속사업 일몰제도에 따라 2022년 일몰될 위기에 처해있던 'ETRI 지원사업'은 4년 만에 다시 계속지원형 사업으로 분류되었다. ETRI는 정부 측에 지속해서 일몰 정책의 재고를 요청하는 한편, 자체적인 사업 혁신을 추진하여 이 같은 성과를 도출하였다. 특히, ICT 핵심기술개발 등으로 표현되던 사업목표를 더 구체적으로 명확화하는 동시에, 기술·산업·사회적 파급력이 크지만 대학과 민간기업이 추진하기는 어려운 국가 ICT 전략 차원의 고위험 · 도전 및 중대 현안 해결형 연구개발사업에 집중하는 등의 과제 혁신이 정부로부터 긍정적 평가를 끌어낸 것으로 평가된다. ETRI 지원사업은 향후 5년 단위로 일몰 재검토를 받게 된다.

ETRI R&R 재정립(2019.)



ETRI AI 실행전략 수립

2019년 초부터 ETRI 전환계획 수립, 새로운 비전 발표, R&R 재정립, 국가 지능화 정책 제안, ETRI 중장기 기술발전지도 2035 발표 등을 추진하며 숨 가쁘게 혁신을 추진한 ETRI는 이러한 혁신 과정을 통해 논의되고 축적된 전략들을 집대성하여 2020년 6월 'ETRI AI 실행전략'을 발표하였다. 여기에서의 AI는 하나의 기술 혹은 서비스가 아닌, 사람과 조직의 생각 · 행동을 바꾸는 일종의 패러다임으로 정의된다.

ETRI AI 실행전략은 지능화 혁명 시대를 선도하기 위한 ETRI의 역할을 담은 것으로, 대한민국을 이끌어갈 새로운 인프라로 'x+AI 혁신플랫폼'을 제안하고 이를 구축하기 위한 ETRI의 구

ETRI AI 실행전략



체적 실천전략들을 제시하고 있다. 전략의 3대 방향은 AI 서비스 기술의 한계를 극복하는 혁신을 이끌어 글로벌 TOP3 수준의 지능화 기술 역량 확보, 우리 국민 · 기업과 함께 성장하는 AI 혁신 생태계 기반 마련, 산업요구와 사회문제를 해결하는 믿을만한 AI 활용확산이다.

또한, 이러한 전략 방향을 구현하기 위한 7대 실행전략도 마련하였다. 첫 번째 실행전략은 'AI 핵심기술의 선제적 확보'로, 기존 데이터 기반 딥러닝 지도학습의 한계를 넘어 인간처럼 학습하고 인지하여 스스로 성장하는 범용적 차세대 AI 원천기술 개발을 목표로 하였다. 두 번째는 'AI 반도체 및 AI 컴퓨팅 시스템 기술력 경쟁력 강화'로, 고성능 AI 컴퓨팅 핵심기술과 변혁적 컴퓨팅 원천기술 연구개발에 주안점을 두었다. 세 번째는 '네트워크 및 미디어 · 콘텐츠 미래기술 선도'로, 네트워킹 자동화 기술, 주파수 공유 및 플랫폼 자동화 기술, AI 기반 미디어 플랫폼 · 인프라 기술, AI 기반 오감 인터랙션 기술 등에 초점을 맞췄다.

이어서 네 번째 실행전략은 'AI 개방형 플랫폼 제공 확대'로, 국가 AI 분야의 CTO로 포지션을 확대하기 위한 AI R&D 협력 개발 생태계 조성에 집중하였다. 다섯 번째는 'AI 전문인력 양성'으로, AI Academy 등의 교육프로그램을 통해 AI 연구역량을 강화하고, 지역 산업체 실무인력의 역량을 제고하는 한편, AI 대국민 서비스 확대를 통해 국민교육을 견인한다는 방침이다. 여섯 번째는 '지능화 기술 융·복합을 통한 산업·공공 AI 활용 기술 연구개발 및 적용'으로, 산업·공공서비스 혁신 선도를 위한 사회현안 맞춤형 융합 솔루션 개발을 통해 개인·사회·산업·공공분야의 문제를 해결하고, 국민 삶의 질을 개선하기 위한 융합서비스들을 발굴하는 데 주안점을 두었다. 그리고 마지막 일곱 번째 실행전략은 'AI로 인한 기술·사회적 역기능 방지'로, 믿을 수 있고, 누구나 사용할 수 있는 AI 기술·서비스 기반을 마련하여 AI 역기능을 방지하고, 신뢰 기반을 조성하는 것을 목표로 하였다.

앞으로 ETRI는 AI 실행전략을 집중적으로 추진하여 정부의 ICT 정책 패러다임인 '지능화'를 구현하는 선도자·동반자로서의 역할에 최선을 다할 것이다. 또한, 그동안 ETRI가 연구해 왔던 SW·콘텐츠, 초연결 통신, 초성능 컴퓨팅, 방송미디어, ICT 소재부품 등과 융합한 새로운 AI 서비스를 창출하는 데도 주력할 계획이다.

ETRI 중장기 기술발전지도 2035 마련

ETRI는 2020년 5월 국가 지능화 실현을 위한 '기술 나침반'을 마련하고자, 앞으로 15년 후인 2035년까지 사회구조와 사람들의 생활이 어떻게 바뀌고 그에 따라 어떤 기술과 서비스가 등장할 것인지를 예측한 '지능정보사회로 가는 길: 기술발전지도 2035'(이하 기술지도 2035)를 마련하였다.

정부의 「제4차 과학기술 기본계획」(2018년)과 「AI 국가전략」(2019년) 그리고 대통령 특별연설(2020) 등에 드러난 국가의 정책적 지향점을 고려하여, 우리가 꿈꾸는 2035년 미래사회의 모습을 실현하기 위한 개인·사회·산업·공공 4대 국가 지능화 분야별 신개념형상을 창출하였다. 구체적으로, ETRI는 개인의 지능화를 돕기 위해서 '디지털 개인비서', '반려 로봇', '사고율 0% 자율이동'이, 사회의 지능화 실현을 위해 '엑소스킨'과 '감정치유'가, 산업의

ETRI 중장기 기술발전지도 2035



지능화를 가능하게 하는 '환경인지 생산농장', '자율공장', 'AI 가정교사', '의료 AI 중추'가, 그리고 공공의 지능화를 위한 'AI 軍참모', '디지털 쌍둥이 도시', '에너지 거장' 등의 신개념형상이 요구될 것으로 전망하였다. 아울러, 이들 신개념형상을 구체화하기 위한 핵심기술에 대해서 기관 경영목표 및 기술로드맵 3대 요소(미래목표, 현재위치, 도달방법)를 반영한 추진전략을 마련하였다.

기술발전지도 2035가 기존의 기술발전지도들과 차별화되는 점은 크게 4가지이다. 첫째, 기존의 기술발전지도가 ICT 분야 기술분류 체계에 따라 현재 보유한 기술의 발전 추세를 예측하였기 때문에 백서 형태에 가까웠던 반면에, 기술발전지도 2035는 신개념형상으로부터 기술 항목을 도출하고, 신개념형상의 발전 방향에 따라 각 기술 항목의 성능목표를 설정하는 방식으로 기술발전지도를 수립하였다는 점이다. 이는 단순히 기술발전 속도를 가정하여 특정 시점까지의 기술발전 정도를 예측한 것이라기보다, 선도형 R&D를 통해 ETRI가 나아갈 방향에 대한 목표설정을 한 것에 가깝다.

두 번째 특징은 'Infra 4.0' 구축 차원에서 수립되었다는 점이다. 그동안 우리나라는 30년을 주기로, 정부가 인프라를 구축하면 그것을 이용해 민간이 산업을 성장시키는 패턴을 유지해왔다. 실제로 1970년대 구축된 물리 인프라(도로망, Infra 2.0)를 통해 제조업이 성장하였고, 2000년대 만들어진 사이버 인프라(통신망, Infra 3.0)로 ICT 산업이 발전해 국가 정보화가 실현되었다. 이런 관점에서 국가 지능화의 실현을 위해서는 물리와 사이버공간을 연결 · 소통하는 융합플랫폼 즉, 'Infra 4.0'의 구축이 필요하다. 따라서 ETRI는 2035년까지 'Infra 4.0'을 구축한다는 분명한 목표 아래 기술지도 2035를 작성하였다.

이 지도의 세 번째 특징은 구체적 형상을 통해 연구개발의 명확한 목표를 설정하는 '신개념형상' 개념을 도입했다는 점이다. 기술 발전(Tech-Push)과 정책요구(Need-Pull)를 모두 고려하는 통합적 접근 방식으로 신개념형상을 도출하고, 이 형상 하나하나가 향후 중대형 융합과제로 진행될 수 있는 방안을 마련하였다.

끝으로, 기술지도 2035는 ETRI의 경영목표는 물론 미래목표, 현재 위치, 도달방법 등 기술발전지도의 3대 요소를 고루 반영한 구체적인 추진전략을 마련했다는 점에서 기존 기술지도들과 차별화된다. 즉, ICT 기술의 미래 트렌드를 정확하게 분석하여 목표를 설정하고, 분야별 역할 정립을 통해 현재 위치를 정의하였으며, ETRI가 45년간 쌓아 온 역량을 토대로 창의적 · 도전적 연구에 몰입하여 글로벌 탑 수준의 성과를 창출하기 위한 도달방법을 제시하였다.

ETRI 전주기 통합 사업관리체계 마련

ETRI는 기관 내 전 과제의 기획·수행·활용 단계를 통합한 'ETRI 전주기 통합 사업관리체계'(이하 전주기 관리체계)를 마련하고 2019년 9월부터 사업에 적용하였다. 공급자 중심의 기존 과제기획, 지나친 과제 간 경쟁, 그리고 온정적 사업평가 등이 대형 연구성과 창출을 방해했다고 판단하고, 아이디어 발굴에서부터 연구와 기술사업화에 이르는 R&D 전 과정을 통합·연계함으로써 절차의 전문성과 공정성을 높이고자 새로운 체계를 마련하였다.

ETRI 전주기 통합 사업관리체계



전주기 관리체계의 가장 큰 특징은 처음 사업을 기획할 때부터 지식재산권 확보, 표준화, 기술사업화 등 실질적인 성과 창출 가능성을 명확히 판단할 수 있도록 시스템화했다는 점이다. Stage-gate 모델을 도입하여 연구개발 전주기를 다섯 단계로 구분하고 (① 문제 정의 - ② 기술 제안 - ③ 과제 제안 - ④ 과제 수행 - ⑤ 성과 확산), 단계(Stage)별로 철저한 검증 및 평가(Gate)가 이루어지는 방식을 도입하였다. 아울러, 각 단계에 최적의 전문가가 참여하여 컨설팅 및 검증을 하고, 다음 단계로 넘어가기 위한 평가에서 전문성과 공정성이 동시에 담보될 수 있도록 내·외부 평가위원풀을 강화하였다.

ETRI는 2020년 일부 도전연구사업 기획에 전주기 관리체계를 시범 도입하였으며, 적용 범위를 점진적으로 확대해나갈 예정이다. 전주기 관리체계의 도입을 통해 과제 개념 정립과 기획 등 R&D 앞단에서의 검증과 평가가 강화되어 불필요한 자원 투입과 사업 지체 등이 최소화될 것으로 보이며, 연구과제 수행의 투명성 확보와 연구성과 품질 향상 효과도 클 것으로 기대된다.

AI 아카데미 개설

2020년 6월부터는 기관 내 AI 역량 강화를 위한 'ETRI AI 아카데미'를 개설·운영하기 시작하였다. ETRI는 2019년 AI 아카데미 교육위원회와 추진위원회를 만들고 내부 수요조사 및 외부 자문을 거쳤으며, 그 결과를 토대로 AI 아카데미를 출범하였다.

AI 분야는 기술발전 속도가 매우 빠르고 세부 분야가 많아, AI를 다루는 전체 인력이 많다 해도 가용 인원은 제한적이라는 특징이 있다. AI 아카데미는 'ETRI AI 실행전략' 추진에 필요한 다수의 고급 인력을 자체적으로 확보하기 위해 개설한 것으로, '교육이 필요한 직원에게', '필요한 교육을', '필요한 시기에 제공'하는 '3필(必)'을 목표로 추진되고 있다.

교육 과정은 전략·실무·고급 부문으로 나뉜다. 전략 부문은 부서장을 대상으로 AI 기본 역량을 높이는 데 초점이 맞춰져 있고, 실무 부문은 기초공통(AI 입문), 전문과정(AI 특화), 심화과정(AI 융합)으로 나뉘어 운영된다. 아울러, 고급 부문은 원내 AI 최고 인재를 양성하는 코스이다. 강사진은 기관 내에서 AI 관련 연구를 직접 수행한 경험이 있는 연구자와 아마존웹서비스(AWS), 엔비디아 등 세계적인 AI 플랫폼 기업의 전문가 등으로 구성되었다. 특히, 내부 강사의 경우, 국내 환경에서 실제 AI 연구를 수행하며 여러 가능성과 한계점을 동시에 겪었기 때문에 더 현실적이고 실용적인 교육이 가능하다는 장점이 있다.

ETRI는 질 높은 AI 교육을 위해 교육환경도 개선하였다. 기관 내 교육장 2곳에 각각 30개의 'AI 교육용 컴퓨터'와 '교육·학습과정별 GPU 클라우드 서버'를 구축하였으며, AWS 및 엔비디아와 협업하며 다양한 실습을 할 수 있는 AI 학습 프로그램도 마련하였다. 2020년 12월 기준 AI 아카데미를 수료한 직원은 온·오프라인 과정 포함 총 675명에 달한다. ETRI는 향후 내부 교육이 안정화되면, AI 아카데미를 인근 출연(연) 및 공공기관에 개방하는 것은 물론, 클라우드에 올려 모든 대한민국 국민이 AI를 배울 수 있는 환경을 제공할 계획이다. 또한, 국내 AI 전문 교육 기관과도 적극적으로 협력하여 콘텐츠와 교육 시스템을 고도화할 방침이다.

ETRI AI 아카데미



출연(연) Open Innovation 선도

ETRI는 Open Innovation이라는 시대적 흐름을 선도하고자 타 출연(연)과의 융합연구에 적극적으로 나서고 있다. 특히, 국가과학기술연구회(NST)의 출연(연) '융합연구단 사업'에 주도적으로 참여하고 있다. 융합연구단은 국가사회의 특정 현안을 해결하기 위해 출연(연), 산업계, 학계 연구진이 함께 참여하는 일몰형 조직이다. ETRI는 NST 최초 1호 융합연구단인 UGS(Under Ground Safety) 융합연구단을 시작으로 KSB(Knowledge-converged Super Brain) 융합연구단, SDF(Smart Defense for Foot and Mouth Disease) 융합연구단, 그리고 DMC(Defense Materials and Components) 융합연구단을 주관하고 있으며, 총 9개 출연(연)과의 협력 연구를 통해 개방형 R&D 활성화의 중추적인 역할을 담당하고 있다. 타 출연(연)이 1~2개의 융합연구단을 추진하는 것에 비춰볼 때 이는 매우 활발한 융합연구 추진실적이라 볼 수 있다.

UGS 융합연구단(2014년~2017년)은 잇단 싱크홀 사고 발생으로 국민의 불안감이 증가함에 따라 지반침하 가능성에 대한 종합적 분석 및 예방 기술을 개발하고자 조직되었으며, KSB 융합연구단(2015년~2021년)은 사물지능통신(IoE) 시대의 도래에 대응하기 위한 인간중심 초연결 기술 확보를 위해 조직되었다. 또한, SDF 융합연구단(2018년~2021년)은 인공지능과 빅데이터 등의 ICT 지능정보 기술을 활용하여 구제역의 발생·진단·방역·차단 등 전 단계에 걸쳐 종합적인 대응을 할 수 있는 '바이오 시큐리티(Biosecurity, 차단방역) 시스템(일명 ADIOS)' 구축에 주력하고 있으며, DMC 융합연구단(2020년~2022년)은 국방 무기체계용 핵심반도체 부품 자립화 플랫폼 개발을 목표로 운영되고 있다.

ETRI AI 아카데미



기술 표준화

세계적인 표준화 실적 확보

ETRI는 1989년 10월 표준연구센터(PE : Protocol Engineering Center, 현 표준연구본부) 설립 이후로 ICT 기술 분야 국내시장 수요를 반영하여 기관 차원은 물론, 국가 차원의 표준화 활동을 꾸준히 수행하고 있다. 표준화 성과의 산업적 · 사회적 가치 창출을 통한 국민편익 제고, 미래 핵심기술 선행 표준화를 통한 글로벌 표준화 리더십 확보, 오픈소스 기반 개방형 R&D 혁신 및 산업생태계 조성을 목표로 지금껏 IPv4/IPv6 주소변환기, 인터넷전화(VoIP), 번호이동성, 와이브로(WiBro), 지상파 DMB, 차량 게이트웨이, 웹, 클라우드 데스크톱, IoT 연동, e-Call, 빅데이터 등에 관한 표준기술을 개발하고 국내 · 국제 기술표준 제정 활동을 해왔으며, 표준특허 확보에도 힘을 쏟았다.

최근에는 사실표준화[15] 활동에도 매진하고 있다. ETRI는 인공지능 등 새롭게 떠오르는 분야의 사실표준화 기구를 발굴하고 조기에 참여함으로써 기술적 경쟁력을 확보하고자 집중적인 노력을 기울이고 있다.

아울러, 2017년 오픈소스 업무를 총괄하는 오픈소스센터를 신설하여, 전사적인 오픈소스 거버넌스 대응, 오픈소스 연구활동 지원 등을 강화하였다. 이를 통해 'R&D-오픈소스-표준화' 연계 체계를 공고히 함으로써 표준의 시장가치를 극대화하는 '입체적 표준화'를 유도하고 있다.

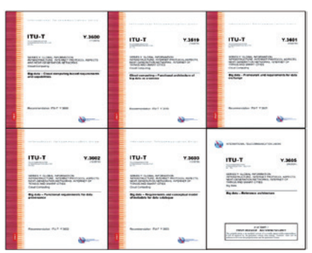
앞으로는 과학기술정보통신부의「디지털뉴딜을 이끄는 DNA+ICT 융합 표준혁신전략」과 연계하여 4차 산업혁명 핵심기술 표준 개발, 범부처 협력형 ICT 융합표준 개발, 오픈소스 기반 개방형 ICT 표준 개발, 미래 핵심기술 표준전문연구실 운영 등을 적극적으로 추진할 계획이다. 이를 통해 수요자와 국민편익을 위한 표준화 활동을 강화하여 국내 기술력과 표준 가치를 극대화하고자 한다.

표준화 대표성과

3GPP 5G 네트워크 상용표준개발 및 핵심표준특허 확보_ ETRI는 2016년부터 5G 코어 시스템 Rel-15 규격을 시작으로 Rel-16, Rel-17 기반 네트워크 자동화 기술(eNA), 네트워크 기능 개방(5G_CIoT), 서비스 기반 구조(5G_eSBA), 5G Vertical LAN(Vertical_LAN) 등의 규격개발에 주도적으로 참여하였다. 그 결과, 3GPP TS 23.501, TS 23.502, TS 23.288 등 5G Rel-15와 Rel-16 규격을 대상으로 다수의 표준 기고문이 3GPP에 반영되고 표준특허를 확보하게 되었다.

빅데이터 관련 국제표준화_ ETRI는 2013년부터 빅데이터 분야 표준화 활동을 시작하여, 2015년 빅데이터 관련 최초의 공적 국제표준(ITU-T Y.3600: Big data - Cloud computing based requirements and capabilities) 승인을 확보한 바 있다. 이후로도 ITU-T 및 JTC 1에서 국제표준화 활동을 지속하여 2020년 기준 8건의 국제표준개발을 주도한 것은 물론, '프로비넌스 정보 기반의 빅데이터 분석시스템 및 방법'과 '안심 빅데이터 유통 중개서비스 및 그 방식' 등 총 4건의 표준특허를 확보하는 데도 성공하였다.

ETRI 주도로 제정된 주요 빅데이터 국제표준



한국형 차량 긴급구난 서비스(e-Call[16]) 기술의 국제표준화_ ETRI는 2015년부터 4년간 '차량 ICT 기반 긴급구난체계(e-Call) 표준 및 차량 단말기 개발' 과제를 통해 e-Call 서비스 핵심 기술인 e-Call 시스템 요구사항과 기능 요소, 인터페이스, e-Call 시스템 동작 절차의 개발을 완료하였다. 이러한 기술을 토대로 2018년에는 한국형 e-Call 시스템 참조구조가 ITU-T Y.4119로 승인되고, 2019년에는 한국형 사고정보 데이터구조가 ITU-T Y.4467로, 사고정보 전송 프로토콜이 ITU-T Y.4468로 각각 승인되었다. 또한, ETRI는 관련 핵심특허 7건을 확보하고 4건의 국내표준도 개발하여, e-Call 시스템이 장착되지 않은 기존 운행 차량에서도 블랙박스, 내비게이션, 스마트폰, 하이패스, ADAS, OBD-II 스캐너 등의 단말을 통해 e-Call 서비스를 이용할 수 있는 기반을 마련하였다. 이는 유럽연합 등의 e-Call과 한국형 e-Call의 가장 큰 차별점이다.

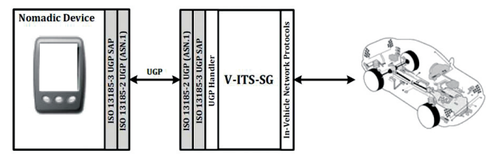
차량 게이트웨이 국제표준화_ ETRI는 2000년대 후반부터 차량에 게이트웨이를 탑재하여 표준화된 포맷으로 데이터를 제공하는 인터페이스 기술을 개발하고, 2020년 상반기에 표준화를 완료하였다. ETRI가 주도하여 개발한 ISO 13185 차량인터페이스 표준은 차량 내부 네트워크와 교통 인프라 간 정보 교환을 위한 세계 최초의 국제표준기술로, 전통적인 자동차 산업과 ITS(Intelligent transport systems) 산업 간 융합의 촉매로 작용할 것으로 기대된다. 본 기술은 2017년 'ICT R&D 표준화 사업 우수성과'로 선정되었고, 2018년 세계 표준의 날 행사에서 국무총리 표창을 받았다.

한국형 차량 e-Call 참조구조 국제표준(ITU-T Y.4119) 및 국제표준특허





ISO 13185 차량인터페이스 국제표준 개념도



15. 사실표준화 : ITU, ISO 등 국제 공적 표준화 기관이 수행하는 공식표준화와 달리, 3GPP(이동통신표준화기술협력기구), IEEE(국제전기전자기술자협회), W3C(국제웹표준화기구), OCF(오픈커넥티비티재단) 등 특정 기술 분야에 이해관계가 있는 기업, 사업자, 전문가들이 포럼 · 컨소시엄 등을 구성하여 추진하는 표준화 활동으로, 공적 기관의 승인 여부와 상관없이 사실상 시장의 대세를 치자하게 되는 일을 뜻한다.

16. e-Call : 차량운행 중 교통사고가 발생하면 자동으로 이를 감지하고, 관련 정보를 e-Call 센터로 전송하여 구조 기관에 사고 내용을 통지함으로써 신속하게 인명구조 등의 대처를 할 수 있도록 지원하는 시스템이다.

정보전략

연구품질 혁신

ETRI는 연구성과 고도화를 위해 연구품질관리, 연구성과물 통합관리 및 분석, 그리고 각종 정보 시스템 및 정보보호 시스템 운영 등의 연구지원 역량을 강화하고 있다.

우선, 2002년 대덕연구개발특구 연구기관 최초로 품질경영시스템(ISO9001) 인증을 획득한 이후, 3년마다 인증을 갱신(2020년 6차 갱신)하며 국제표준에 기반한 R&D와 연구행정이 추진될 수 있도록 하였다. 또한, 2008년 R&D에 특화된 연구개발 품질관리 인증제도인 Q-mark 제도를 개발한 이후, 2020년까지 사업 Q-mark는 약 610여 건, 기술 Q-mark는 약 2,280여 건을 인증하였다. 특히, 연구원 외부로 이전되는 모든 기술에 대해 의무적으로 Q-mark 인증을 받도록 하는 등 철저하게 품질관리를 함으로써 기관 산출물 품질에 대한 대외적 신뢰성을 확보하고, 기술이전 불만을 최소화하는 효과를 거뒀다. 2015년부터는 기술이전되는 소프트웨어의 품질 향상을 위해 Q-mark 인증 시 '정적분석결과서' 첨부를 의무화하고 있다.

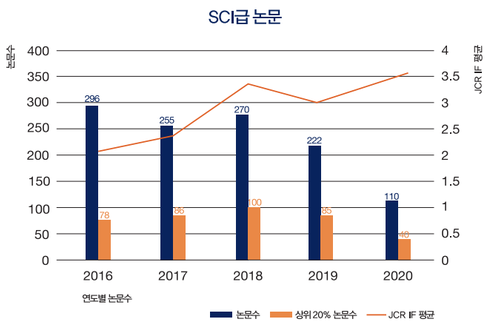
아울러, 품질 마인드 확산을 위한 소통·공유 활동의 일환으로 반기별 품질소식지 발간, 반기별 Q-mark 설문 조사 및 분석 등을 추진하고 있으며, 2016년부터는 위키 방식의 품질관리 정보제공 시스템인 품질자산관리시스템(OPAL; Online Process Asset Library)을 구축·운영하고 있다. 현재는 '이음서비스/프로젝트'를 이용하여 SW 정적분석 지원, 품질관리 정보제공 및 제도개선 게시판 등을 운영하고 있다.

지식정보의 축적과 확산

ETRI는 2017년부터 연구성과물의 공유·공개를 위한 기관 리포지터리인 '지식공유플랫폼(KSP; Knowledge Sharing Platform)'을 구축·운영하고 있다. KSP는 논문·특허·기술이전·연구보고서·발표자료 등 ETRI 연구성과물을 축적하고 원내·외로 공유·공개함으로써 기관의 연구 투명성을 제고하고, 연구성과의 효과적인 외부 확산을 도모하는 성과를 거두고 있다. 2017년 12월에는 이러한 노력을 인정받아 문화체육관광부의 '공공저작물 관리진단 최우수상(문화체육관광부 장관상)'을 수상하였다.

또한, 매년 성과분석보고서를 발간하는 등 연구성과를 객관적으로 분석·검증하여 신뢰성과 투명성을 확보하는데도 힘을 쏟고 있다. 분석결과 가운데 'SCI급 논문 분석(2016년~2020년 6월 말)'을 보면, 최근 5년간 SCI급 논문의 양은 감소하였으나, 질적으로는 꾸준한 증가 추세를 보이는 것으로 나타났다. SCI급 저널 논문의 IF(피인용지수) 평균은 2016년 2.15에서 2020년 3.48로 증가하였으며, SCI급 상위 20% 저널의 논문 비율은 2016년 26.35%에서 2020년 36.36%로 증가하였다.

ETRI SCI급 논문성과(2016.~2020.)



아울러, 국내 ICT 분야 최초의 SCI 학술지인 'ETRI 저널'은 2017년 세계적인 학술지로의 재도약을 위해 글로벌 대형출판사인 John Wiley & Sons와 손잡고 공동 출판을 시작하였으며, ICT 전반에 걸쳐 최신 기술·정책·산업동향을 심층 분석해 제공하는 '전자통신동향분석'은 2017년에 홈페이지를 반응형 웹페이지로 개편하여 PC뿐만 아니라 태블릿, 휴대전화 등에서도 동시에 볼 수 있는 환경을 마련하였다.

몰입·협업 연구환경 구축

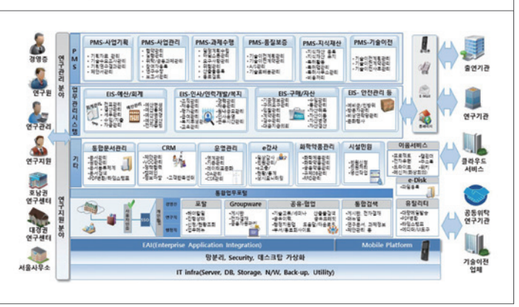
'통합정보시스템(ETRIware)'을 지속해서 혁신하는 데도 주력하고 있다. 지금까지 ETRIware는 연구산출물 공유·협업 기반 조성, 연구원의 행정부담 경감, 외부 시스템과의 효과적인 실시간 연계, 효과적인 유연근무(재택근무 등)를 위한 스마트워크 환경 구축 등의 성과를 도출해왔다. 최근에는 '공유·협업 기반의 스마트워크 플랫폼 구축·운영'이라는 정보화 비전을 수립하고, 효율적이고 효과적인 의사결정 지원, 연구 및 행정업무 프로세스 온라인화·자동화, 정보 및 문서처리 전자화, 안전하고 안정적인 스마트워크 환경 및 클라우드 기반 시스템 구축을 목표로 ETRIware 개선작업을 집중적으로 추진하고 있다.

아울러, 스마트워크&클라우드 환경을 확대·발전시켜 연구업무 혁신을 선도하고자 지식공유·협업 기반 스마트워크 플랫폼인 'ETRIware V2.0' 구축을 추진 중이며, 공공·민간 클라우드 서비스 도입도 확대할 예정이다.

지식공유플랫폼 문화체육관광부 장관상



ETRIware 구성도



기술사업화 및 지식재산경영

기술사업화 지원

ETRI는 원내에서 개발된 기술의 성공적인 사업화를 통해 국내 중소·중견기업이 세계적인 강건기업으로 거듭날 수 있도록 다양한 지원사업을 추진하고 있다. 2020년 기준 ETRI의 이전기술 수는 9,256건, 기술료 총액은 1조 136억 원에 달한다.

ETRI는 ICT 중소기업의 R&D 및 상용제품 개발에 필요한 기술 · 장비·시설 등을 통합 지원하고 있다. 이는 2006년부터 '공통서비스 인프라 구축·운영' 사업을 통해 본격적으로 개시되었으며, 2017년부터는 전문화되고 체계적인 지원을 위해 연구장비공동활용센터를 구축한 후 다수의 정부 사업과 연계하여 지원하고 있다. 2020년 12월 기준으로 4,307개의 기업에 10,488건을 지원하였으며, 평균 92.5점의 수요자 만족도와 816억 원의 비용 절감효과를 거둔 것으로 나타났다. 특히, 2천여 명의 전문가 풀(pool)을 구성하여, 최대 3개월 동안 전문가들이 직접 중소기업의 애로기술을 해결해주는 서비스가 큰 호응을 얻고 있다.

ETRI는 자체 연구인력을 활용하여 ICT 중소기업의 기술사업화 기술애로 및 연구인력난 해소를 지원하기 위해 'E-패밀리기업 기술지원', '연구인력 현장지원' 프로그램을 운영하고 있다. E-패밀리기업 기술지원은 ETRI의 연구부서가 기업과 파트너십을 맺고, 협약 기간 안에 기업의 애로가 발생하였을 때 연구원이 상시지원하는 프로그램이다. 2015년 '1실 1기업 맞춤형 기술지원'으로 시작한 이후 2017년부터는 'E-패밀리기업 맞춤형 기술지원'으로 개편되었다. 최근 5년간 341개의 기업을 지원하여 품질 향상 효과 약 23%, 기업별 기술개발 기간 단축 효과 약 7개월, 총 1,664억 원의 경제적 성과를 달성하였다. 연구인력 현장지원은 연구인력난을 겪고 있는 중소기업에 고급연구인력을 파견하여 기술사업화 촉진과 기업성장을 지원하는 프로그램으로, 2014년부터 현재까지 운영 중이다. 최근 5년간 174개 기업에 182명의 전문인력을 파견·지원함으로써 총 984개월의 사업화 개발 기간 단축, 341억 원의 개발비용 절감효과를 달성하였다.

한편, ETRI는 2011년 '예비창업지원제도'를 만든 이후 연구원 창업지원, 연구소기업 설립 지원, 창업공작소 운영 등의 프로그램을 통해 2020년까지 총 66개의 연구원 창업기업과 71개의 연구소기업 설립을 지원하여 '창업사관학교'라는 별칭을 얻고 있다. 2014년부터는 창업 초기과정을 공유함으로써 기술창업 문화를 확산하고자 ETRI 출신 연구원들의 창업 도전 과정을 자세히 담은 '꿈을 꾸다 미래를 훔치다' 시리즈를 펴내고 있다(총 4권 발간). 2019년에는 기술사업화 촉진을 위해 2010년 설립한 에트리홀딩스(주)가 그동안의 성과를 인정받아 한국벤처창업학회로부터 '창업진흥대상'을 받았다. 에트리홀딩스(주)는 ETRI가 전액 출자하여 만든 공공기관 최초의 기술사업화 전문투자기관이자 기술지주회사이다.

ETRI는 국내 중소기업의 해외시장 진출을 위한 지원사업도 꾸준히 추진하고 있다. 태국과 베트남 등 해외 현지에서 기술설명회를 개최하는 것은 물론, 2014년부터는 한국과학기술원, 정보통신기술진흥센터와 공동으로 ICT 장비 중소기업의 글로벌 시장진출을 돕기 위한 지원 프로그램도 수행 중이다. 2017년에는 ㈜디엠브로와 공동으로 고화질 지상파 DMB 모바일 사업 허가권을 베트남 정보통신부로부터 획득하는 성과도 거뒀다.

한편, ETRI는 기술이전 및 상용화를 추진한 중소기업들과 함께 매년 'ICT 기술사업화 페스티벌' 등 다양한 기술전시회와 기술이전 설명회를 개최하여 보유한 기술의 확산에 힘쓰고 있으며, 2019년 일본의 수출규제로 소재부품 중소기업들이 큰 어려움을 겪자, ETRI의 축적된 기술·인력·인프라를 활용해 관련 중소기업을 도움으로써 피해를 최소화하는 데도 주력하였다.

에트리홀딩스(주) 로고

세계 최고의 지식재산 경영성과

ETRI는 꾸준하고 전략적인 지식재산경영을 추진하여 2020년 12월 말 기준 총 11,957건의 등록특허를 확보하고 있으며 이 중 약 54%에 달하는 6,443건의 특허가 기술이전이나 특허 라이센싱, 사업화 지원, 창업 등에 활용되고 있다. 특히, 943건의 국제표준특허를 확보함으로써 안정적인 특허기술료 수익과 글로벌 지식재산의 경쟁력을 높이는 데 큰 성과를 거두고 있다. 한편, ETRI가 확보한 특허는 25개 과학기술계 정부출연(연) 전체의 약 29%를 차지하고 있다.

아울러, 지난 2016년부터 2020년까지 ETRI가 달성한 기술료 수입은 2,221억 원에 달하며, 이 중 특허기술료는 1,526억 원으로 전체의 약 68%에 달한다.

이러한 성과를 토대로 ETRI는 2016년에 이어 2018년 12월 영국의 저명한 지식재산저널인 IAM이 주관하는 'IPBC 아시아 2018'에서 '올해의 연구기관상'을 받았다. 아울러, IP 비즈니스 분야 최고 전문가들의 행사인 IPBC(Intellectual Property Business Congress)에서는 2014년 이후 6년 연속으로 'Asia IP Elite'에 선정되었다.

미국특허 종합평가 3년연속 세계 1위(IPIQ)



행정서비스

도서관 리노베이션(2020. 7.)



ETRI 2동 2층에 AI 아카데미 환경조성(2020.)



행정서비스 실천 조직으로 탈바꿈

ETRI 행정부문은 '행정관리 부서에서 행정서비스 실천 조직으로 탈바꿈'이라는 목표 아래, 연구현장을 배려하는 행정서비스 품질 제고, 투명하고 공정한 행정시스템 구현, 기관의 안전과 안정기반 구축이라는 3대 가치를 실현하고자 지속적인 노력을 기울여왔다.

우수인력 확보와 인력운영 효율성 극대화를 위해 2017년 온라인 채용 전문솔루션을 도입하고, 출연(연) 최초로 보직 인선에 소속 부서 구성원 평가를 반영하기 시작하였으며, 2018년에는 블라인드 채용을 전면 시행하고, 외부전문가 영입을 통한 연구역량 강화를 위해 개방형 직위 제도를 도입하였다. 또한, 2019년에는 원내 공모제도를 상시공모로 전환하였으며, '미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합 연구기관'이라는 새로운 기관 비전을 달성하기 위해 4대 전략, 12개 중점과제를 포함하는 '중장기 인재개발 발전전략(2019년~2022년)'을 수립하였다. 2020년에는 정년 후 재고용 직원의 겸업 허용범위 확대 등을 골자로 하는 겸업허용기준 개정안을 마련하였다.

직원 역량 강화를 위해서는 2018년 창의연수제도를 개선하고, 2019년부터는 'ETRI 혁신 Academy'를 운영하여 변혁적 리더십 교육 및 경영기반 목적지향 교육을 집중적으로 실시하였다. 아울러, 2020년 6월에는 기관 내 AI 역량 강화를 위한 'ETRI AI 아카데미'를 개설·운영하기 시작하였다.

연구원들의 행정부담을 줄이고 몰입형 연구환경을 구축하기 위해 2017년 회의비 지급신청 시스템을 오픈하고, 2020년에는 연구현장에서 수작업으로 이뤄지던 회의록 작성을 표준양식의 전자시스템으로 전환하였다. 또한, 일·가정 양립과 자율적 연구업무 수행을 위해 2018년 출연(연) 최초로 재량근무제(적용기간 3개월~12개월)를 실시하였다.

연구환경 개선에도 힘을 쏟아 2017년 복합문화 공간인 카페 에뜨리에를 조성하고, 2018년에는 200호실 규모의 기숙사(게스트하우스 포함)를 신축하였으며, 직장어린이집 개원(보육정원 150명)을 통해 직원들의 자녀 양육을 적극적으로 지원하기 시작하였다. 또한, 2020년에는 지식공유 및 창의·소통·문화 공간 확보를 위해 도서관을 20년 만에 대대적으로 리노베이션하여, 창의·소통·몰입을 테마로 한 복합공간으로 전환하였다.

보안 관리 부문에서는 대외적으로 뛰어난 우수성을 인정받았다. 2017년 과학기술정보통신부 산하 기관 일반보안 감사에서 최우수기관으로 선정되어 과학기술정보통신부장관 단체 표창을 수상하는 쾌거를 거두었다. 아울러, 2020년에는 연구원 정찰 활동, 무단 침입 인원·차량 추적, 항공사진 촬영 등의 목적으로 대덕연구개발특구 최초로 안전 및 보안 관리용 드론을 도입·운영하였다.

한편, ETRI는 다양한 지식·재능기부 및 사회공헌 프로그램 운영으로 따뜻한 디지털 세상을 만들어나가고자 노력하고 있다. 구체적으로, 사랑의 1구좌 갖기 운동, ETRI 봉사동호회 활동 지원(청소년 대화방, 아기돌보기 봉사 등), 사랑의 연탄 및 김장 나눔, 농·어촌사랑 1사 1촌 운동, 벽지학교 초청 IT 체험관 운영, 찾아가는 IT 교실 등 다양한 활동을 펴고 있다. 특히, 1999년부터 시작된 사랑의 1구좌 갖기 운동으로 마련된 장학금을 받은 학생은 2020년까지 총 1,591명에 달한다.

기숙사 신축 및 직장어린이집 개원(2018.)

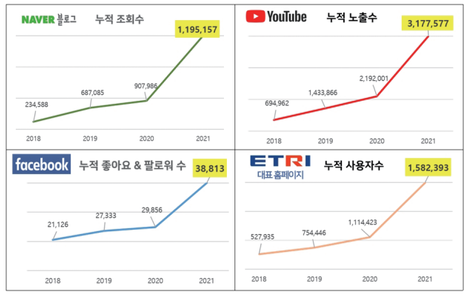


ETRI 사랑의 김장나누기 행사(2017. 12. 2.)



전략적 홍보

SNS를 통한 언론홍보 지표



4C 기반 크로스미디어 전략



ETRI 브랜드가치 극대화를 위한 전략적 홍보

ETRI 홍보부문은 글로벌 ICT 트렌드, 정부의 정책, R&D 패러 ETRI 홍보부문은 글로벌 ICT 트렌드, 정부의 정책, R&D 패러다임 변화 등에 발 빠르게 대응하며 수요자 중심 홍보에 주력하였다. 특히, '전략적 홍보를 통한 ETRI 브랜드가치 극대화'를 목표로 4C 전략을 수립하고, 기관 내에서 도출된 연구성과 등을 대내외에 널리 알렸다. 4C란, Concept(전략적 방향 설정), Contents(충실한 내용), Customer(수요자 중심), Channel(다양한 수단)을 의미하는 것으로, 기존의 공급자 중심의 단방향 홍보에서 벗어나 수요자 중심의 다각적인 '소통'에 큰 의미를 부여하는 홍보전략이다. 그 결과, 홍보부는 매년 유력지 300여 회, 전문지 600여 회, TV 전국 방송 200여 회가 넘는 언론홍보 성과를 거뒀다.

2010년대 중반 들어 온라인 홍보 매체가 인쇄 매체를 넘어서며 폭발적인 상승세를 보이자, 웹진, 블로그, SNS, Youtube 등 온라인 홍보에도 힘을 쏟았다. 또한, 오프라인 소식지인 '좋은 e웃'을 299호를 끝으로 폐간하고 2013년부터 출연(연) 최초로 웹진(Web-magazine) 발간을 시작하였으며, 이 웹진을 중심으로 ETRI 블로그와 Facebook, Youtube가 이어지는 연계 홍보를 추진하였다.

홍보부는 대국민 홍보와 함께 연구원 내부소통을 위한 활동에도 큰 노력을 기울였다. 원내의 각종 사이니지(signage)를 활용해 기관의 비전·소식·연구성과 등을 노출함으로써 전 직원이 성과를 공유할 수 있도록 하고, 기관 방문객에게도 ETRI의 우수성을 적극적으로 홍보하였다. 한편, 2018년에는 ETRI 전 직원 및 가족을 대상으로 실시한 캐릭터 공모를 통해 '에뚜리'를 ETRI 공식 캐릭터로 선정하고, 상표등록을 완료하였다.

ETRI 공식 캐릭터(좌측부터 에뚜리아, 에돌똘, 에뚜리)



아울러, 방문객들의 체험공간으로 인기를 끌고 있는 정보통신체험관을 지속해서 업그레이드하여, 2017년에는 VR 체험 기술(가상 시파리, 4D 에어글라이더)을, 2020년에는 자율주행자동차와 UWV(Ultra Wide Vision) 기술을 새롭게 전시하였다. 정보통신체험관에는 2019년까지 매년 3만 명 이상이 방문하였다. 그러나 2020년 코로나19 팬데믹으로 인해 사회적 거리두기가 시행되면서 급격히 방문객이 줄어들자, 홍보부는 간접적으로 ICT 기술을 체험할 수 있는 '체험관 랜선투어'를 제작해 기관 홈페이지에 게시하였다.

이렇게 전략적 홍보에 주력한 결과, ETRI는 2015년부터 2020년까지 연속으로 출입기자단이 뽑은 '최우수 홍보기관'에 선정되었으며, '대덕특구 홍보대상'도 3회에 걸쳐 수상(2014년, 2017년, 2019년)하였다. 아울러, 과학기술정보통신부의 '공감 우수사례 수여식'에서 2017년부터 3차례에 걸쳐 '정책소통 우수사례'로 선정되어 과학기술정보통신부 장관상을 받았다.

과학문화 확산 활동 강화

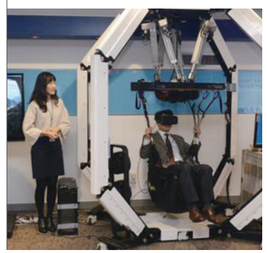
홍보부는 대국민 과학문화 확산을 위해 '찾아가는 IT 교실', 'IT 어린이기자단', '자녀학급 초청행사', '꿈나무 과학멘토', '주니어닥터', '과학강연' 등 다양한 프로그램을 운영하고 있다. 특히, 주니어닥터 프로그램을 통해 과학문화 확산에 기여한 바를 인정받아 2017년과 2018년 국가과학기술연구회(NST)로부터 우수 참여기관 선정 및 이사장상을 수상하였으며, 2019년에는 교육부의 '교육기부 우수기관'으로 선정되었다.

학생을 포함한 일반인이 ICT 기술을 쉽게 이해할 수 있도록 'Easy IT 시리즈' 발간도 꾸준히 추진하였다. Easy IT는 ETRI 연구원들이 자신의 전문지식을 대중이 이해하기 쉬운 수준으로 서술한 교양서적이다. 2017년 이후 발간된 Easy IT 시리즈에는 '동화 속 세계로 떠나자, 코딩 어드벤처1'(2017년), '내가 게임메이커, 코딩 어드벤처2'(2017년), '대한민국 제4차 산업혁명 – 새로운 미래를 여는 전략과 통찰, IDX'(2017년), '미래를 사는 기술, 5G 시대가 온다'(2017년), '가상현실 증강현실의 미래'(2018년), '행복한 공학자의 시크릿 발명노트'(2018년), '디지털이 꿈꾸는 미래'(2018년) 등이 있다. 이 가운데 '가상현실 증강현실의 미래'는 한국출판문화산업진흥원의 '세종도서' 교양 부문에 선정되었다.

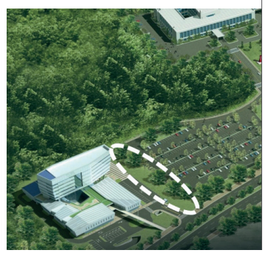
한편, 국내외 전시회의 주관 및 참여를 통해 ETRI의 우수성과를 알리는 데도 집중하였다. 특히, 2010년대 중반 이후에는 ITU가 주최하는 TTU Telecom World 2017', 세계 3대 IT 전시회인 CES, IFA, MWC 등에도 적극적으로 참여하고 있다.

홍보부는 국가 미래 성장 및 지역 혁신을 돕는 든든한 동반자 역할을 위해 '마중물 플라자' 건설을 추진 중이다. 최첨단 디지털 도서관과 AI · SW 교육장 등을 마련하고 정보통신체험관, 박물관 등을 확장·개방하여 산·학·연·관·시민이 교류 및 소통할 수 있는 공간을 확보할 예정이다. 이뿐만 아니라, 창업 및 기업지원센터 등을 유치하여 맞춤형 서비스를 제공, 혁신성장의 허브 역할을 한다는 계획이다.

정보통신체험관 – 4D 에어글라이더



건설 추진 중인 14연구동 마중물 플라자 예정지



인간과 AI가 공존하는 초지능 정보사회 견인

인공지능

ETRI는 1990년대 초부터 사람처럼 스스로 보고 듣고 배울 수 있는 인공지능 기술을 장기적으로 확보하는 것을 목표로, 언어지능, 음성지능, 시각지능, 스마트 데이터 분야를 중점적으로 연구해 왔다.

2016년 4차 산업혁명이 인류의 새로운 패러다임으로 등장하면서 전 세계적으로 매우 빠른 속도로 인공지능 기술이 진화하기 시작하였다. 이에 ETRI는 인간 뇌를 모방한 인공신경망 자동번역, 인공지능 심층질의응답 기술인 엑소브레인, 시각지능 딥뷰 등의 기술을 고도화 및 확산하는 데 주력하였다. 또한, 20여 년간 축적한 인공지능 역량을 토대로 멀티모달을 동시에 처리하는 자율성장형 복합지능 개발에도 새롭게 도전하였다.

인간 뇌를 모방한 인공신경망 자동번역

그동안 자동번역은 구글, MS, Baidu 등 글로벌 ICT 기업이 세계 시장을 주도해왔다. 이들 기업은 2016년부터 다국어 확장성은 높지만, 번역 품질이 낮은 '통계기반 자동번역(SMT;Statistical Machine Translation)' 방법론을 버리고, '신경망 자동번역(Neural Machine Translation)' 기술을 본격 적용하여 번역 품질을 대폭 개선하기 시작하였다. 인공신경망은 인간이 생각을 하는 최소 단위인 뉴런의 집합체(신경망)를 SW적으로 구현하고 이 신경망에 번역 능력을 학습시키는 기술로, 단어가 문맥에서 가지는 미묘한 의미 차이까지도 분석할 수 있다.

ETRI도 2016년부터 '지식증강형 실시간 동시통역 원천기술 개발' 과제를 통해 기존에 개발하던 규칙기반 자동번역 기술 대신 신경망 자동번역 기술을 개발하기 시작하였다. 기술개발의 일차적인 목표는 2018년 2월 평창동계올림픽에서 8개 국어 자동통번역 서비스를 선보이는 것이었다. 과제에는 시스트란인터내셔널 (現 엘솔루), 한컴인터프리, 솔트룩스, 에버트란 등이 공동연구기관으로 참여하였다.

과제 수행을 통해, 첫째로 딥러닝 기술을 적용한 신경망 자동번역 기술을 개발하는 데 성공하였다. 이로써 기존 자동번역 기술보다 번역 성능은 물론 다국어 확장성도 뛰어난 원천기술을 확보하게 되었다. 현재는 베트남어 등 동남아권 언어로 자동번역 대상을 확대해 나가고 있다. 둘째로 국내 최초로 네트워크 없이 실행 가능한 단말탑재형 신경망 자동번역 기술을 개발하였다. 양방향 신경망 자동번역을 140M 이하의 실행 메모리로 최적화하여 단말탑재가 가능한 크기로 개발한 것이다. 연구진은 Large network의 정보를 Small network로 전달하여 학습하는 증류학습 기술을 기반으로 신경망 자동번역 모델의 성능 저하를 최소화하고 경량화하는 데 성공하였다. 셋째로 비정형 연속발화 입력에 대한 의사소

㈜한컴인터프리 단말탑재형 통역기 '지니톡 고'



통 단위 분절기술 등 실시간 자동번역 원천기술을 개발하였다. 이 기술을 기반으로 실시간·실환경 동영상 강연 통역, 화상 전화 통역, 회의 통역 등에 관한 시제품을 개발하였으며, 추가로 완성도를 높여 공동연구 전문기업들과 상용화를 준비하고 있다.

ETRI는 2017년 한컴인터프리의 '말랑말랑지니톡 자동통역 서비스'에 신경망 자동번역 엔진들을 탑재하는 데 성공하였으며, 번역 품질 또한 크게 끌어올렸다. 그리고 짧은 시간 안에 자동번역 엔진들을 빠르게 개선하여 평창동계올림픽에서 '8개 국어 자동통역 서비스'가 성공적으로 진행되도록 하였다. 대회 기간 중 일 평균 다운로드는 약 3만 건, 통역 처리는 약 30만 건이었다. 이 서비스는 '내 손안의 통역기, 언어장벽 해소를 위한 다국어 자동통역 기술'이라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

ETRI는 동계올림픽 이후 KT 기가지니, SKT NUGU 인공지능 스피커에 다국어(영어, 중국어, 일본어) 자동번역 기능을 탑재하였다. 또한, 국내 최초로 개발한 단말탑재형 신경망 자동번역 기술은 ㈜한컴인터프리에 이전되어 단말탑재형 통역기 '지니톡 고'로 상용화되었다. (2019년 4월 출시)

ETRI의 노력으로 우리나라는 MS, 구글 등 다국적 기업과 경쟁할 수 있는 자동번역 원천기술을 확보하였으며, 특히 한국어 관련 자동번역 기술을 세계 최고 수준으로 끌어올렸다. 또한, 단말탑재형 신경망 자동번역 기술은 법률, 특허 등 전문분야 문서 자동번역은 물론, 다국어 통역 서비스, 한류 방송 콘텐츠 통역 등의 B2C 비즈니스 모델로 영역을 확장해 나갈 것으로 예상된다. 아울러, 연속 자유발화 실시간 자동번역 원천기술은 스마트폰에서의 단문 단위 통역 환경을 넘어 실시간 동시통역 서비스와 관련된 신규 시장을 창출할 것으로 기대된다.

터치 없이도 사용 가능한 통역앱 구현

ETRI는 2010년대 중반 '언어장벽 없는 평창동계올림픽'이라는 슬로건 아래, 올림픽 공식지원업체로 지정된 한글과컴퓨터와 함께 다국어 자동통역 기술개발에 본격 착수하였다. 세부목표는 세계 최고의 여행·관광 분야 한-7개 국어 자동통역 기술개발, 국내 최초 8개 국어(영어, 중국어, 일어, 불어, 스페인어, 독일어, 러시아어, 아랍어) 대화체 연속어 음성인식 기술개발, 한-7개 국어 언어 대화체 자동번역 기술개발 등이었다. 정부는 ETRI의 세계적인 ICT 기술을 토대로 언어장벽을 해소함으로써 언어장벽 없는 평창동계올림픽을 성공적으로 개최할 수 있도록 적극적으로 사업을 지원하였다.

올림픽 이후 ETRI는 한층 진화된 기술인 터치 없이도 통역할 수 있는 'Zero UI 동시통역 개념'을 세계 최초로 제안하였다. 그동안 자동통역 앱을 사용할 때는 스마트폰 화면을 터치하고 말해야 해서 불편이 컸다. 연구진은 이러한 불편함을 없애주는 Zero UI 동시통역 개념을 제안 및 구현하는 데 성공하였다. 이로써 사용자들은 앱만 실행하면 스마트폰에 손을 대지 않고도 자연스럽게 대화하듯 자동통역 서비스를 활용할 수 있게 되었다. 이 기술은 2017년 12월 특허기술상 충무공상을 수상하였으며, 2018년 2

2018 평창동계올림픽 지니톡 자동통번역 서비스 화면



월에는 ISO · IEC JTC 1·SC35 국제표준화 그룹에서 'Face-to-Face Speech Translation'이라는 명칭으로 국제표준에 채택되었다.

이러한 ETRI의 기술력을 기반으로 우리나라는 2018년 평창동계올림픽에서 세계 최초로 '올림픽 공식 자동통역 서비스'를 제공하였다. 이는 대한민국에 주목하는 전 세계인을 대상으로 한국 ICT 기술의 우수성을 널리 알리는 계기가 되었다. 당시 한국어·중국어 음성인식은 구글보다 우수하였으며(한국어는 1.5% 이상 우위, 중국어는 1% 이상 우위), 영어·일본어·스페인어·불어·독어·러시아어는 구글과 동등 수준의 성능을 보였다.

지니톡은 2020년 현재 전 세계 20여 개국에서 사용하는 대표적 통번역 앱으로 성장하였다. ETRI는 8개 국어 이외의 다양한 언어(베트남, 인도네시아어, 힌디어 등)로 자동통역의 범주를 확대하고 있으며, Open API 지원을 통하여 응용 SW 개발자와 수요 업체가 자사의 제품에 자동통역 기술을 손쉽게 적용할 수 있도록 지원함으로써 자동통역의 대중화에 앞장서고 있다. 또한, 지니톡의 우수한 기술력을 토대로 국내 굴지의 SW업체인 한글과컴퓨터는 2015년 자동통역 분야로의 진출을 전격 선언하고, 자동통번역 전문기업인 한컴인터프리를 창업하였다.

앞으로 ETRI의 자동통역 원천기술은 대화형 인공지능, IoT, 지능형 로봇, 스마트기기 등 휴먼인터페이스가 필요한 신성장동력 산업 분야에 활발하게 적용되어 관련 산업의 국제경쟁력을 강화할 것으로 기대된다.

엑소브레인 고도화

ETRI는 2013년부터 '엑소브레인(Exobrain, 몸 바깥에 있는 인공두뇌를 의미)' 과제 수행을 통해 시스템이 문장 · 문서의 내용을 이해하고 사람의 질문에 맞는 대답을 하는 심층질의응답 기술을 개발하고 있다. 이 시스템은 2016년 11월 EBS 프로그램인 장학퀴즈에서 왕중왕전 우승자 및 수능 만점자들을 큰 점수 차이로 이기고 우승하는 쾌거를 이루기도 하였다. 또한, '한컴오피스 2020'에 탑재되는 등 빠르게 상용화가 진행 중이다.

2019년에는 엑소브레인 기술의 일환으로 한국어의 의미 최소 단위인 형태소까지 고려하여 한국어 특성을 최대한 반영한 심층질의응답 모델인 '코버트(KorBERT)'를 개발하여 공개하였다. 코버트는 '버트(BERT)' 언어모델을 기반으로 한국어의 교착어 특성까지 반영하고, 구글 대비 더 많은 한국어 데이터를 학습하여 개발한 언어모델이다. 성능을 확인하는 5가지 기준에서 코버트는 구글이 배포한 한국어 모델보다 성능이 평균 4.5%가량 우수하였으며, 특히 단락 순위화(Passage Ranking) 기준에서는 7.4%나 높은 수치를 기록하였다. 또한, 2019년 10월 '한국어 기계독해 챌린지(KorQuAD V1.0)'에 출전하여 1위를 기록하기도 하였다. 현재 코버트는 학계 및 산업계의 주요 언어모델로 자리매김하였다.

엑소브레인 EBS 장학퀴즈 우승(2016. 11.)



ETRI는 2017년 10월부터 Open API 사이트를 통해 엑소브레인 과제로 개발한 언어분석, 질의응답, 딥러닝 기술을 공개하고 있다. 2020년 10월 기준으로 약 1,300여 기관에서 총 2천 4백만 건 이상의 API를 활용하였다. (일 평균 약 2만 8천 건) 또한, 엑소브레인 세부기술 7건이 TTA 국내표준으로, 4건이 ISO 및 ITU-T[17] 국제표준으로 채택되었다. 아울러, 2017년부터 2019년까지 총 22건의 기술이전이 성사되어 착수기본료 18.1억 원을 달성하였으며, 사업화 실적은 17건, 매출액은 38억 원을 기록하였다. 특히, 마인즈랩은 이전받은 기술을 이용한 '마음 AI 서비스'를 출시하여 2017년 '대한민국 ICT 대상' 지능정보 부분 대상을 받았으며, 데이타솔루션은 2018년 'SW 기술대상'(과기부 장관상)을 수상하였다. 2020년 현재 공개된 문어체 언어분석 API는 형태소분석과 개체명 인식 기술 부분에서 각각 96.80%, 89.40%의 높은 정확도를 보이고 있다.

한편, 2020년에는 문어체를 넘어 사람의 대화까지 정확하게 이해할 수 있는 구어체 엑소브레인 언어분석 기술을 개발하고, API를 공개하였다.

세계 최고의 영상인식 기술 딥뷰(DeepView)

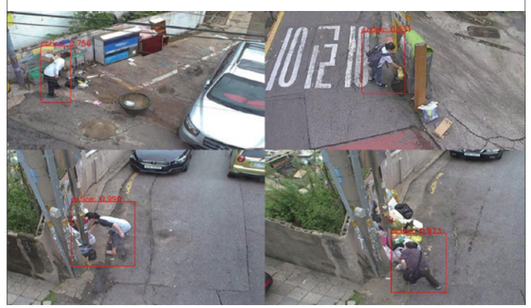
ETRI는 2014년 '실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발' 과제를 통해 영상에서 사람과 사물을 인식하고 행동을 이해하는 '딥뷰(DeepView) 플랫폼'을 본격적으로 개발하기 시작하였다. 이는 2014년부터 2023년까지 10년에 걸쳐 연구비 450억 원, 연구인력 1,000여 명이 투입되는 대규모 국가연구개발 사업으로, 산·학·연 연계 형태로 진행되고 있다. ETRI가 딥뷰 플랫폼의 핵심기술을 개발하고, 서울대, KAIST, 충북대로 이뤄진 대학 컨소시엄은 영상 빅데이터 처리 관련 연구를 추진하며, 관련 기술의 조기 사업화를 위해 코난테크놀로지, 이노뎁, 와이즈넛 등이 참여하고 있다.

기술개발을 시작할 당시 학계에는 전통적인 영상인식 기술과 딥러닝 기반의 기술이 혼재되어 있었으며, ETRI 역시 2가지 방식의 연구를 병행하였다. 그러다 2015년 GPU 기술의 발전과 더불어 특징점 학습 분야에서 딥러닝의 가능성을 확인하면서 ETRI는 딥러닝 중심의 기술개발로 빠르게 전환하였다. 이후로 사물을 이해하는 기술과 행동을 이해하는 기술로 확장하여 연구를 추진하고 있다.

'사물 이해'는 사물이 가지는 외형적 차별점을 인식하는 기술이다. ETRI는 기존의 1,000종을 확장하여 1,500종의 사물을 의미적으로 분류(시각 텍사노미)하고, 이를 바탕으로 종속관계를 표현한 '사물 인식 네트워크(ObjectNet)'를 개발하였다. 이는 기존 기술(ResNet-101) 대비 3배 빠른 속도와 더 뛰어난 인식성능을 보유한 것으로, 대규모 CCTV 영상분석에 시각지능 기술을 도입할 수 있는 기반을 마련하였다.

한편, '행동 이해'는 사람과 사물 간 관계를 분석하고 행동의 의미를 추론 및 분석하는 기술이다. 연구진은 언어학적 어휘 분류, 객체 간 동적 관계 속성, 객체 간 상호작용을 기반으로 '행동인식 네트워크(ActionNet)'를 개발하고, 사람의 세부 행동 이해에 이를 적용하고 있다.

쓰레기 무단투기 단속 실증 연구(서울시 은평구청, 세종시)



ETRI는 실세계 사회문제 해결에 딥뷰 플랫폼 기술을 적용하기 위해 세종시, 은평구청, 대전시 등 지자체와 연계하여 기술의 고도화 및 실증 연구를 추진하고 있다. 특히, 포즈를 이용한 쓰레기 투기 행위 자동탐지 기술은 기존 행동탐지 방식 대비 50% 성능 이득으로 세계 최고 수준을 달성하였고, 관련된 핵심원천 기술도 자체적으로 확보하였다. 관련 기술은 현재 서울시 은평구청과 세종시에서 쓰레기 무단투기 단속 실증 연구에 적용되고 있다. 2018년부터는 시각지능 분야 산업 활성화를 위해 오픈 API, 오픈 데이터, 오픈소스를 추진하고 있으며, 이를 통해 ETRI의 우수한 기술력을 널리 확산하고 있다.

딥뷰 플랫폼은 2017년 컴퓨터 비전 분야 세계 최고의 국제영상인식대회인 '이미지넷 챌린지 대회(ILSVRC)'에서 전 세계의 우수한 팀들과 겨루어 사물종류별 검출 성능 기준 2위를 달성하였다. 또한, 2019년에는 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었고, ETRI 내부 우수성과 평가에서도 대상을 받았다.

자율성장형 복합 인공지능에 도전

ETRI는 음성인식, 언어지능, 지각지능 등의 단일지능 원천기술을 토대로 2017년부터 '자율성장형 복합지능' 연구에 새롭게 도전하였다. 이는 인간의 기억 메커니즘을 흉내 내 스스로 지식을 성장시키고 절차적 지식을 학습할 수 있는 인공지능 기술로, 시각 · 청각 · 촉각 등 다양한 감각(멀티모달)을 동시에 처리할 수 있다. 연구는 인간의 지식습득 방법 · 과정을 이해하고 모방하여 스스로 문제해결을 위한 절차 지식을 학습하는 '자율성장', 사용자의 경험 · 상황을 파악하고 행동과 감정의 연관성을 학습하여 사용자의 상태를 예측하는 '휴먼 이해', 인간처럼 상황변화에 스스로 적응하는 '자가적응', 모든 사람 · 시스템과 자연스럽게 소통할 수 있는 '대화형 AI' 구현을 최종 목표로 추진되고 있다. 관련 연구로 ETRI는 지금까지 SCI 논문 12편과 국내외 특허 46건을 확보하였다.

2020년에는 자율성장 복합지능을 패션 분야에 적용하여 사람의 의상과 관련해 도움을 줄 수 있는 인공지능 패션 코디네이터 '패션 하우(Fashion HOW)'를 개발하였다. 또한, 연구성과 확산을 위해 '2020 ETRI 자율성장 인공지능 경진대회'도 개최하였다.

ETRI의 인공지능 튜터링 서비스 공공부문으로 확산

ETRI는 축적된 인공지능 음성인식 기술을 활용하여 2010년부터 '디지털 원어민 교사 실현'을 목표로, '대화형 영어 말하기 교육기술개발' 연구를 추진하고 있다. 2014년 대화형 영어교육 시스템인 '지니튜터(GenieTutor)'를 개발한 데 이어, 2018년에는 영어 발음 유창성(분절음, 억양, 강세, 발성 속도 등)을 평가하는 'inClass 서비스'를 개발 및 시범서비스 하였다. 특히, 영어평가 전문가의 점수와 inClass의 유창성 점수의 상관도는 0.77로, 이는 ETS의 Speech Rater와도 유사한 수준이다.

시각지능 딥뷰 시연



17. ITU-T(ITU-Telecommunication): ITU(국제전기통신연합)의 전기통신표준화부문이다.

아울러, 2019년부터는 전 세계적으로 수요가 급증하고 있는 한국어 학습 시스템을 개발하고 있다.

대화형 영어교육 시스템은 여러 기업에 이전되어 민간 및 공공부문 언어교육 산업발전에 기여하였다. 대표적인 기술상용화 사례에는 NC소프트가 개발한 MMORPG 기반의 대화형 영어 게임 서비스인 호두잉글리시, EBS 초목달 스피킹 서비스, 네이버·스노우 Cake 학습 앱, LGU+ AI 스피커 YBM 영어 말하기, 삼성출판사 셀레나 선생님, 아이스크림에듀 홈런영어 등이 있다.

ETRI는 개발된 튜터링 서비스를 공공부문으로 확장하고자 노력하고 있다. 2020년 교육부가 추진 중인 'AI 영어 말하기 연습시스템' 사업에 ETRI의 기술이 채택되어 시범서비스 중이며, 2021년에는 전국 초등학교로 서비스될 계획이다. 또한, 문화체육관광부 산하 세종학당재단의 '인공지능 기반 한국어 학습지원 서비스 구축' 사업에도 ETRI의 기술이 적용되어 시스템을 개발하는 중이며, 2021년 전 세계 60개국 180개 이상의 세종학당 오프라인 교실에 활용될 예정이다.

인공지능기반 한국어 학습지원 서비스 구축



지능형 로봇·자율이동체

ETRI는 2004년 언제 어디서나 사용자에게 필요한 서비스를 제공하는 URC(Ubiquitous Robotic Companion) 기술개발에 착수한 것을 시작으로, 지금까지 첨단 ICT 기술과 인공지능기술에 기반한 지능형 로봇을 개발해왔다. 또한, 스스로 상황을 인지하여 자율적으로 안전한 주행을 하는 자율이동체 기술 역시 꾸준히 연구하였다. 2010년 중반 이후로는 로봇·이동체와 인간이 자연스럽고 안전하게 공존하기 위한 인간-로봇 상호작용 기술, 자율주행 인공지능 기술, 로봇 지능 증강 기술 등의 개발에 주력하였다.

인간-로봇 자연스러운 상호작용을 위한 기술 개발

사람과 생활공간을 공유하는 로봇이 늘어나면서 인간과 로봇 간 안전하고, 자연스러우며, 효율적인 상호작용과 관련한 'HRI(Human-Robot Interaction, 인간-로봇 상호작용) 기술'이 필요하게 되었다. 이에 ETRI는 2000년대 후반부터 영상 · 음성 인식 기술, 얼굴·성별·연령 인식 기술, 얼굴 영상기반 심박 추출 기술, 휴먼 동작 인식 기술, 동작 평가 및 2D 포즈 추정 기술, 물체 검출 · 자세 추정 기술, 대용량 학습을 위한 가상 학습셋 생성 기술 등의 HRI 기술을 상용화 수준으로 개발하였다. 이 가운데 사용자 얼굴인식 기술은 2017년 4월 국내 공인기관(한국인터넷진흥원)에서 국내 최초로 딥러닝 기술을 기반으로 한 인증서를 획득하였다.

2017년부터 오는 2021년까지 추진되는 '고령 사회에 대응하기 위한 실 환경 휴먼케어 로봇 기술 개발' 과제를 통해서는 고령자를 이해하고 정서적으로 반응하면서 상황에 맞는 맞춤형 서비스를 제공하는 휴먼케어 로봇을 위한 지능정보 원천기술을 개발하고 있다. 특히, 이 과제에서는 로봇 환경에서 고령자 일상행동 인식을 위한 3D 영상 데이터셋, 로봇 발화 제스처 생성을 위한 제스처 데이터셋, 고령자 특화 대화체·낭독체 음성 데이터셋 등 고령자에 특화된 대규모의 데이터셋을 구축하고 실환경에 강한 기술을 개발하는 데 주력하고 있다. 데이터셋과 관련 알고리즘의 소스 코드는 2019년부터 연구자 및 관련 기업들에 공개되어 기술 고도화와 상용화를 촉진하고 있다.

현재는 마스크를 착용한 상태에서 얼굴을 인식하는 기술과 2D 영상에서 3D 얼굴을 자동생성하는 기술, 3D 헤드 포즈 추론 기술, 영유아의 위험 상황 인식 기술 등을 개발 중이다. 또한, 로봇이 사람과의 상호작용을 풍부하게 하는 데 필요한 확장 단서로써 의상 속성, 의상 착용에 대한 코멘트 생성, 헤어스타일 관련 정보 인식 기술과 로봇의 자연스러운 제스처·행동 생성을 위한 발화 제스처 생성 기술도 개발하고 있다. 이들 기술은 기존 HRI 연구에서는 잘 다뤄지지 않고 있었으나, ETRI는 인간이 로봇과 친밀감을 형성하는 데 꼭 필요한 요소라고 판단하고 선도적으로 개발에 나서고 있다.

아울러, 2020년부터 4년간 사용자 반응에 스스로 적응하면서 경험기반 지능을 확장하는 '클라우드 기반 학습기술개발' 과제를 진행할 계획이며, 2022년에는 AI 기술과 로봇 기술을 융합한 '차세대 AI 기반 인간-로봇 상호작용 기술' 관련 과제도 추진할 계획이다.

무인 발렛주차 기술의 확대·발전

ETRI는 2013년 스마트폰을 이용해 언제 어디서든 자신의 자동차를 주차하고 불러올 수 있는 '무인 발렛주차 기술' 개발에 성공한 바 있다. 2018년에는 이 기술을 확대 · 발전시켜 더욱 진화된 정밀 맵 생성 기술과 자율주행 상황인지 및 주행상황 판단 핵심기술을 개발하였으며, 2020년에는 '운전자 주행경험 모사 기반 일반도로 환경의 자율주행 4단계(SAE)를 지원하는 주행판단 엔진 개발' 과제를 통해 복잡하고 예측 불가능한 일반도로 환경에서 차량 흐름을 반영한 주행경험 정보를 수집·분석하여 주행환경에 지능적으로 대처하는 '주행판단 지능 엔진'을 개발하였다. 이를 통해 앞으로 자율주행 차량이 일반 차량과 함께 주행하더라도 문제가 없을 정도로 기계학습을 발전시키고자 노력하고 있다.

자율주행 인공지능 기술 개발

ETRI는 2015년부터 자율주행을 안전하게 수행하기 위한 인지·판단·제어 핵심기술들을 개발하기 시작하였다. 특히, 인공지능은 자율주행을 완전 자율주행 레벨까지 높이기 위한 핵심기술이다.

무인 발렛주차 시스템 개요도



자율주행 시연 차량 내부모습



ETRI는 다양한 주행환경 인지 및 예측 인공지능 기술을 자율주행에 적용하기 위하여 대규모 학습 자료를 수집하고 기계학습을 수행하고 있으며, 이를 통해 자율주행 차량의 위치를 높은 정확도로 인식하는 기술과 3D 이동객체 인식 기술, 국내환경에 맞는 신호등 인식 기술, 차량 후미등 인식에 의한 회피 주행 기술 등을 개발하고 있다.

이러한 기술들을 토대로 ETRI는 2017년 국토교통부의 '자율주행 임시운행허가 면허'를 획득하였다. 이는 국내 7번째 면허 획득이었으나, 점수는 가장 높았다. 타 기관들 대부분이 GPS에 의존하여 기술 시험을 통과한 것과 달리, ETRI는 인공지능이 접목된 위치 인식 기술을 이용하여 GPS 오차가 큰 지역에서도 문제없이 자율주행을 할 수 있어 높은 점수를 획득할 수 있었다.

자율주행차는 기술개발뿐만 아니라 안전확보를 위한 테스트도 매우 중요하다. ETRI는 2018년 12월 'K-City 자율주행 모의도시 준공식'에서 국무총리를 태우고 4km 구간을 자율주행한 데 이어, 광화문, 대덕연구단지, 청계광장, ETRI 원내에서 지속적인 테스트를 수행하면서 기술의 안전성과 완성도를 높이고 있다. 또한, 인공지능의 핵심인 데이터를 충분하게 확보하기 위해 데이터 수집 차량을 직접 제작하고, 여기에 카메라, 라이다, GPS를 장착하여 대전과 세종 사이의 도로를 계속 주행하며 데이터를 수집하는 중이다. 연구진은 수집한 데이터를 토대로 기계학습을 수행하고 기존의 인지·판단·제어 SW와 통합하여 한 단계 높은 수준의 자율주행 동작을 구현하고 있다. ETRI는 신생기업 및 대학이 자율주행 기술개발을 활성화할 수 있도록 구축된 인공지능 학습 데이터를 공개하고 있다.

글로벌 탑인 웨이모나 테슬라의 자율주행 기술력은 현재 우리나라보다 5년 이상 앞선 상황이다. 그러나 ETRI는 글로벌 기업과 동일한 방향으로 기술개발을 진행하고 있어 어깨를 나란히 할 수 있는 시기가 멀지 않았다고 판단하고 있다.

정부는 2021년부터 7년간 총사업비 1조 974억 원 규모의 범부처 '자율주행기술개발혁신사업'을 추진하여 현재 레벨2 수준인 국내 자율주행 기술을 레벨4까지 끌어올린다는 계획을 수립하였다. 레벨4는 차량이 스스로 상황을 정확히 인지·판단할 수 있어 비상시에도 운전자의 개입이 불필요한 완전 자율주행 수준을 뜻한다. 이를 위해서는 차량이나 부품뿐 아니라 ICT와 도로교통 등도 혁신적으로 바뀌어야 해서 범부처 통합사업으로 연구개발이 추진되고 있다. ETRI는 이러한 정부 정책에 발맞춰 앞으로 다양한 도로 환경(정형·비정형 환경, 터널, 비포장도로 등), 기상환경(주간·야간, 우천·우설 등)에 강인한 레벨4 수준의 자율주행 인공지능 핵심기술을 확보해 나갈 계획이다.

K-City 자율주행 모의도시 준공식'에서 자율주행차 시연(2018. 12. 11.)



계속되는 인공지능 로봇 기술의 진화

과거 로봇주행은 정적인 인식·제어·판단을 기반으로 한 기술이었지만, 현재는 환경에서 습득한 멀티모달(multi-modal) 데이터를 기반으로 사전에 학습되지 않은 비정형 환경에도 적응할 수 있는 로봇주행 기술로 발전하고 있다. 또한, 미래의 로봇 기술은 사회규범 및 지식체계에 대한 이해를 바탕으로 사람과 공존하는 기술로 진화할 것이며, 부족한 노동력의 대체와 코로나19와 같은 팬데믹 상황에 따른 비대면 작업 처리 등 다양한 사회문제 해결을 위한 주요 수단으로 그 중요성이 빠르게 확대될 것이다.

ETRI는 이러한 로봇의 발전 패러다임에 발맞춰 포털(portal)의 지도와 거리뷰 이미지를 그대로 활용하여 비대면 배송 로봇을 원하는 목적지까지 인도하는 '로봇 길 안내 인공지능 기술'과 노동력 부족에 직면한 농가를 위한 '자율 방제기 로봇 기술', 우편집중국이나 물류 환경에서 배송과 상·하역을 지능적으로 수행하는 '로봇 작업지능 기술' 등을 개발하고 있다.

또한, 인공지능 로봇의 지능을 지속해서 증강하기 위한 핵심기술개발도 시작하였다. 기존 2D 영상데이터와 함께, 3D 라이다 및 레이다, 음성, 3D 영상, 온도, 속도, 6자유도 자세 데이터 등 다양한 멀티모달 데이터를 수집하고 전처리하여 '최악의 망각[18](Catastrophic Forgetting)'을 극복하고 지속해서 학습을 수행하도록 하는 클라우드 기반 '로봇지능 증강 프레임워크'를 개발하고 있다. 앞으로도 ETRI는 사람 중심의 로봇 공존 사회를 위해 필요한 안전하고 편리한 인공지능 로봇 기술개발을 계속해서 추진해나갈 예정이다.

지능형 반도체

인공지능 기술이 급성장하면서 사회·경제 모든 분야가 빠르게 지능화되고 있으며, 인공지능 활용에 대한 기대감도 급격히 커지고 있다. 이에 ETRI는 2010년대 중반부터 인공지능이 요구하는 매우 많은 연산량, 엄청난 양의 데이터, 복잡한 심층신경망을 적은 소비전력으로 실시간 처리하기 위한 고성능의 인공지능프로세서를 개발하고 있다.

ETRI는 서버용 저전력 고성능 인공지능프로세서인 '알데바란(Aldebaran, AB)', (무인차용 AB3, 자율주행차용 AB5, 딥러닝 연산에 특화된 AB9 등)을 지속해서 고도화하는 한편, 시각인지 인공지능프로세서 'VIC'을 개발하여 산업계에 확산하고 있다. .

딥러닝에 특화된 인공지능프로세서 '알데바란9'

ETRI는 2016년 무인차 전용 저전력 고성능 인공지능프로세서인 AB3를, 2017년에는 자율주행차용 프로세서인 AB5를 개발하는데 성공하였다. AB5는 최소 저전력 수준인 1W 내외만으로도 자율주행차가 필요로 하는 영상인식은 물론 제어기능을 통합해 실행할 수 있는 칩으로, 기가헤르츠(GHz)급 역량을 보유하여 초당 90억 회 수준의 연산 수행이 가능하다. 이는 ISO가 정한 자동차의 기능 안전 국제표준인 ISO 26262를 만족하는 세계 최초의 기술이기도 하다. 한편, AB3 설계 기술은 2016년 '대한민국 반도체 설계대전'에서 대상(대통령상)을 받았다.

18. 최악의 망각 : 인공지능의 신경망이 새로운 작업을 수행하기 위해 이전의 작업에서 익힌 지식과 수행방법을 스스로 삭제하거나 재설정해야 하는 특성을 뜻한다.

2020년 2월에는 이를 발전시켜 딥러닝 연산에 특화된 인공지능 프로세서인 AB9 칩을 개발하였다. AB9 칩은 15W의 적은 소비전력으로 40테라플롭스(1초당 1조 번 부동소수점 연산) 수준의 높은 연산성능을 보여준다. 이는 기존 상용제품보다 전력당 연산 능력이 최대 25배 높고 전력소모량은 20배 정도 낮은 우수한 성능이다. 이렇게 연산효율이 높은 것은 칩 내부에 신경망 연산 전용 고속 128x128 시스톨릭 배열[19](systolic array)을 탑재하여 반복적인 행렬연산을 병렬처리하고 패턴화하였기 때문이며, SPARC ISA 기반 AB CPU 쿼드코어를 채용하여 범용성을 높였다. 또한, 메모리 대역폭을 확보하기 위해 170Gbps의 LPDDR4 채널 2개를 사용하고, 호스트 시스템과의 통신을 위한 PCIe x16 Gen3 인터페이스, 시각인지 AI 처리를 위한 HDMI 비디오 입출력 인터페이스, 피처맵과 신경망 하이퍼 파라미터용 저장장치 및 효율적 제어 장치는 물론, 특별히 자율주행 응용을 위한 CAN 인터페이스가 내재 되어 있다. 아울러, 성능 저하 없이 소비전력 절감을 위해 파워 게이팅(Power Gating) 기법으로 누설전류를 차단하고, 시스톨릭 배열의 전원공급을 16영역으로 나누어 병렬 제어가 가능하도록 설계하였다.

고성능 서버용 인공지능프로세서(알데바란9) 칩



AB9 개발을 통하여 실시간 초고화질(UHD) 영상정보 처리는 물론 차량, 보행자, 차선, 움직임 등의 실시간 인식도 가능해졌다. 또한, AB9 칩은 국제표준인 오류 방지율 99% 이상을 충족하여 차량 급발진 사고로 전자장치 고장 시, 이를 확인해서 99% 해결할 수 있다.

AB9은 현재 국내 한 통신업체 데이터 센터에서 지능형 CCTV 및 음성인식 서비스를 위해 실제 환경에서 기능시험을 진행하고 있다. 향후 AI 스피커, 무인자율차, 고성능 서버, 원격 진료, 금융 서비스, 안면 · 행동 인식 등에 광범위하게 활용되어 딥러닝 적용 제품의 국산화율을 높이고 고부가가치를 창출할 것으로 기대된다. 국방 분야에서는 국방과학연구원과 국방 감시정찰 시스템에 적용할 인공지능 기술협력을 위한 협약을 체결하였다.

ETRI는 40테라플롭스급 인공지능프로세서인 AB9을 토대로 기술력을 더욱 발전시켜 2024년까지 100테라플롭스급, 2027년까지 200테라플롭스급 그리고 2029년까지 신소자를 적용한 1,000테라플롭스급 프로세서를 개발할 계획이다. 또한, 시장요구에 따라 강화 학습, 비지도 학습, 온칩 학습이 가능한 이동 및 에지용 저전력 인공지능 프로세서 등 다양한 사용 환경에 적합한 인공지능 프로세서를 개발하여 국내 인공지능 기업들이 글로벌 시장을 선점할 수 있는 기반을 마련하고자 노력하고 있다.

시각인지 인공지능프로세서 'VIC'

인공지능이 현실에 적용되기 위해서는 아주 적은 소비전력만으로 방대한 연산량을 고속으로 처리해야 한다. 그러기 위해 기존대비 수십 배의 연산량을 처리하면서 소형인 저전력 칩이 필요하다. 이에 ETRI는 2019년 모바일 에지 및 IoT용 저전력 시각인지 고속 추론 프로세서인 'VIC(Visual Intelligence)' 칩을 개발하였다. VIC 칩은 0.5W의 전력으로 초당 30회씩 사람 수준의 인지 정확도로 100종의 사물을 인식하고 위치를 추출할 수 있다. 연구진은 VIC 칩 구현을 위해 기존 기술대비 1/10 미만의 적은 신경연산을 통해서 동일 성능을 확보할 수 있는 '시냅스 컴파일러 기술', 기존 디지털 회로 기반 연산기와 두뇌 뉴런의 동작을 모방한 아날로그 회로를 융합한 '초저전력 하이브리드 뉴런 회로 기술', 그리고 '시각지능칩 아키텍처' 등을 개발하였다.

VIC 칩은 VGG16, ResNet-101, ResNet-50, MobileNet, SqueezeNet, VGG16+SSD300, GoogLeNet, Inception_v1, Inception_v3, AlexNet 등 전 세계적으로 널리 활용되는 다양한 신경망으로 검증되었으며, 신경망을 구성하는 다양한 계층과 연산 커널 구조를 모두 지원한다. 연구 결과물은 지능형 CCTV, 드론 기술과 결합하여 새로운 응용 분야로의 활용을 모색하고 있다.

초고성능 SW·컴퓨팅

ETRI는 1987년 행정전산망 주전산기 개발을 시작으로 국내 서버 컴퓨팅, SW, 데이터베이스 시스템, 클라우드 컴퓨팅 등의 분야를 견인해왔다. 2010년대 중반 이후로는 고속 딥러닝 클라우드, 멀티 클라우드 플랫폼, 매니코어 SW, 일체형 DBMS, 교통 빅데이터 분석 기술, 디지털트윈 시뮬레이션, 클라우드 스토리지 통합 기술 등의 개발에 주력하였으며, 최근에는 대규모 인공지능 학습과 실시간 추론에 필요한 초성능 컴퓨팅 실현을 위해 새로운 연산 및 데이터 처리 방식을 제공하는 변혁적 컴퓨팅 원천기술을 연구하고 있다.

ICT 생태계의 중심, 클라우드 기술의 고도화

첨단 ICT 기술과 비즈니스 모델이 접목된 디지털 트랜스포메이션이 가속화 하면서 ICT 생태계가 클라우드를 기반으로 새롭게 재편되기 시작하였다. ETRI는 클라우드라는 용어가 처음 등장한 2000년대 중반 이후 그간 축적해 온 컴퓨팅 관련 기술력을 토대로 클라우드 컴퓨팅 기술개발에 돌입하였다.

컴퓨터가 딥러닝 기술을 이용해 대규모 영상 · 이미지 · 음성 데이터나 모델을 학습하는 데는 많은 시간이 걸린다. 이에 여러 대의 컴퓨터에 학습 분량을 나눈 뒤 동시에 실행하면서 하나의 모델을 만드는 기술을 사용하곤 하는데, 이때 심각한 '통신 병목 현상'이 발생한다.

19. 시스톨릭 배열(systolic array) : 시스톨릭이란 심장의 박동 원리를 나타내는 말로, 같은 기능을 가진 셀들이 연결망을 구성하여 전체적인 동기 신호에 맞추어서 하나의 연산을 수행할 수 있도록 설계된 특수한 배열구조이다.

ETRI는 이를 해결하기 위해 2016년부터 2019년까지 미래창조과학부의 '대규모 딥러닝 고속처리를 위한 HPC 시스템 개발' 과제를 수행하였다. 과제의 목표는 인공지능 분야 딥러닝 알고리즘의 학습 시간을 획기적으로 줄이기 위해 딥러닝 분산학습에 최적화된 '고속 딥러닝 클라우드 기술'을 개발하는 것이었다. 4년간 연구비 74억 원이 투입되었으며, ETRI를 주관기관으로 하여 KAIST와 중소기업 등 6개 공동연구기관이 참여하였다. 과제는 ETRI와 KAIST가 딥러닝 고속처리를 위한 핵심 HW와 SW를 개발하여 플랫폼으로 구축하고 민간 클라우드 기업이 클라우드에 적용하는 방식으로 진행되었으며, 매년 전문시험기관(TTA)의 공인시험을 통해 개발된 기술의 성능과 품질을 검증하였다.

과제 수행을 통해 연구진은 '컴퓨터시스템의 공유메모리 기술'과 다수의 컴퓨터 중심에서 컴퓨터들이 학습한 것을 공유하도록 돕고 통신량을 줄여주는 '메모리 박스(Memory Box)' 장치를 개발하여 분산학습 시 발생하는 통신 병목을 해소하였으며, 이를 통해 최대 4배까지 기계학습 시간을 줄이는 데 성공하였다. 이는 세계 최고 딥러닝 고속처리 플랫폼들(TensorFlow, PyTorch, Horovod, Caffe 등)보다 우수한 성과이다.

국내외 기술전시회에서 딥러닝 클라우드 기술 소개


IFA 2019


2019 AI Expo Korea


2019 ICT 기술사업화

ETRI는 과제를 통해 SCIE 논문 2편, 최우수 국제학회 논문 2편, 우수 국제학회 논문 4편 등 국내외에서 총 24편의 논문을 발표하였으며, 국제특허 등록 1건, 국제특허 출원 4건, 국내특허 19건을 확보하였다. 또한, 유럽 최대 가전 전시회인 '독일 IFA 2019', 'ETRI ICT 기술사업화 페스티벌', 'AI Expo Kore' 등 국내외 총 10차례 전시회에 참가하여 관계자들로부터 큰 관심을 받았다. 아울러, 고속 딥러닝 클라우드 기술을 5개 업체에 이전하였으며, 이를 토대로 2개의 연구소기업㈜딥인스펙션, ㈜인튜웍스)이 창립하는 등 계획을 초과하는 기술사업화 성과를 달성하였다. ㈜딥인스펙션은 터널이나 교량 등 공공시설물 안전점검의 자동화를 위한 고성능 영상분석에 본 기술을 활용하였고, ㈜인튜웍스는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 기반 딥러닝 모델 개발환경 기술을 이전받아 자사의 동영상 처리 기술에 접목하였다. 본 기술은 앞으로 인공지능 분야 초고속 컴퓨팅시스템 개발에 있어서 중요한 기반기술이 될 것으로 기대된다.

한편, 상용 클라우드 사용이 급증하고 저장공간 확장에 따른 사용자 부담이 커지자, 2019년에 데이터가 흩어져 있는 개별 저장공간들을 한 개의 플랫폼에서 안전하게 관리할 수 있는 '클라우드 스토리지 통합 솔루션(CiS) 기술'을 개발하였다. CiS는 자체 저장공간과 IT 기업들이 제공하는 외부 클라우드 저장공간을 통합하여 관리하는 기술이다. 본 기술은 ITU-T 국제표준 승인으로 기술경쟁력을 인정받았으며, '한국전자전 KES 2019'에서 혁신상을 수상하였다.

2019년부터는 다양한 멀티 클라우드의 활용 · 확산 극대화를 위한 '멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크 기술개발' 과제를 본격적으로 시작하였다. 사업의 목표는 개방형 API를 제공하는 멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크 기술을 개발하는 것으로, 2022년까지 4년간, 연구비 90억 원과 연구인력 연 44명이 투입되었다. 본 과제는 공동으로 연구하고 결과물도 공유하는 공개 SW 과제로 기획되었다. 주관기관인 ETRI는 공개 SW 커뮤니티인 'Cloud-Barista[20]'을 구성하고 국내 클라우드 인프라 사업자들이 언제든 과제에 참여할 수 있도록 문을 개방하였다. 기존에는 공개 SW 과제라 하더라도 기술개발을 완료한 후에 결과물을 공개하는 수준이었으나, 본 과제는 개발 단계부터 커뮤니티 중심으로 다수의 참여자가 함께 기술을 개발하고 수요자 누구나 과제 결과물을 사업화에 활용할 수 있도록 하는 매우 도전적인 형태로 추진되고 있다. 현재 이노그리드, 메가존클라우드, 아콘소프트, 한국클라우드산업협회, 한국클라우드컴퓨팅연구조합 등이 참여하고 있다.

Cloud-Barista 커뮤니티가 개발하는 '멀티 클라우드 서비스 공통플랫폼'은 다수의 퍼블릭 클라우드 인프라 서비스를 통합 운용하고, 멀티 클라우드 인프라 상에서 클라우드 응용의 유연한 배치 및 운용을 가능케 하는 멀티 클라우드 서비스를 위하여 공통으로 요구되는 SW이다. 2019년 11월에 첫 번째 버전인 'Americano[21]'를, 2020년 6월에는 두 번째 버전인 'Cappuccino'를, 2020년 11월에는 세 번째 버전인 'Espresso'를 공개하였다. Espresso를 통해 아마존웹서비스(AWS)와 마이크로소프트(MS), 구글, 오픈스택, 클라우드잇(이노그리드), 알리바바, 도커 등 국내외 주요 클라우드 인프라 7종이 연동되었다. 2022년 'Handdrip' 버전까지 총 8번의 공개가 예정되어 있으며, 이후에는 지속가능한 커뮤니티 운영 주체로 점진적 이관을 추진함으로써 자생 가능한 커뮤니티로의 전환을 계획하고 있다. 최종 목적은 전 세계 모든 클라우드를 연동할 수 있는 기술개발이다.

ETRI는 Cloud-Barista를 주도하는 동시에, 큰 비용을 들이지 않고도 대규모 멀티 클라우드 인프라 가상 시험환경을 제공할 수 있는 에뮬레이션 기술 등을 개발하여 멀티 클라우드의 기반기술로 제공하고 있다.

트랜잭션·분석 동시 지원하는 일체형 DBMS 개발

ETRI는 1980년대부터 DBMS(데이터베이스 관리시스템)에서 빅데이터 분석에 이르기까지 국내 데이터 분야의 진화를 이끌

Cloud-Barista 1차 공개행사(2019. 11. 22. 쉐라톤강남팔레스호텔)





20. Cloud-Barista : 멀티 클라우드 서비스 · 솔루션을 만드는데 반드시 요구되는 기반으로 공통 SW 기술인 멀티 클라우드 서비스 공통플랫폼을 지칭하며, 공개 SW 커뮤니티 이름이기도 하다.

21. Americano : Cloud-Barista가 개발하는 멀티 클라우드 서비스 공통플랫폼의 첫 번째 공개 버전이다. Americano 〉 Cappuccino〉 Espresso 〉...〉Handdrip 등 2022년까지 총 8번의 공개가 계획되어 있다.
Americano 〉 Cappuccino 〉 Espresso 〉 ... 〉 Handdrip 등 2022년까지 총 8번의 공개가 계획되어 있다.

어왔다. 특히, 1988년부터 2002년까지 15년간 진행하였던 일명 '바다(BaDa) 프로젝트'를 통해 축적한 DBMS(Data Base Management System, 데이터베이스 관리시스템) 기술을 토대로, 2019년 새롭게 '일체형 DBMS 기술'을 개발하였다. 이는 글로벌 비즈니스 수준의 대규모 트랜잭션 처리를 지원하면서, 동시에 데이터의 이동 없이 단일 시스템상에서 실시간 복합분석이 가능한 DBMS이다.

연구진은 HTM(Hardware Transactional Memory) 재시도 정책 및 트랜잭션 특성별 선택적 적용 방식을 개발하여 트랜잭션 처리 성능을 향상했으며, JIT(Just-In-Time) 컴파일 기술, 벡터 연산 및 GPGPU 활용 기술, NUMA(Non-Uniform Memory Access) 구조 인지 최적화 기술을 개발하여 분석 성능을 높였다. 그동안 기업들은 트랜잭션 처리에서 발생한 데이터를 데이터웨어하우스에 복제한 후 다시 이를 분석해야만 해서, 실시간 데이터 활용이 어려웠다. 그러나 ETRI가 개발한 일체형 DBMS로 인해 다양한 비즈니스 상황에서 대규모로 발생하는 트랜잭션 데이터를 실시간으로 분석하고 이를 토대로 즉각적인 의사결정을 내릴 수 있는 환경이 마련되었다.

세계 최초로 클라우드 기반 트래픽 예측 시뮬레이터 'SALT' 개발

ETRI는 2000년대 중반부터 빅데이터 분석 기술개발을 시작하였다. 2016년에 만 에이전트 규모 ABMS(Agent-Based Modeling and Simulation) 기반의 '장래 인구 변화 예측·분석 시스템(ABCD)'을 개발한 데 이어서, 2019년에는 세계 최초로 클라우드 기반 트래픽 예측 시뮬레이터인 'SALT'를 개발하였다.

ETRI는 2017년 '도시 교통문제 개선을 위한 클라우드 기반 트래픽 예측 시뮬레이션 SW 기술개발' 과제를 시작하였다. 과제의 목표는 공공·민간 교통정보 데이터를 통합 활용하여 도심의 교통 상황을 예측하고, 클라우드 인프라 확장성을 갖춘 아키텍처를 도입하여 동적 규모로 교통 신호체계 개선 방법 및 교통정책을 사전 검증할 수 있는 '트래픽 예측 시뮬레이션 기술'을 개발하는 것이다.

본 과제는 과학기술정보통신부와 서울시 교통운영과, SKT가 2017년 6월 '교통혼잡문제 해결을 위해 교통 데이터 및 기술을 협력한다.'는 내용의 양해각서(MOU)를 체결하고, ETRI가 기술개발을 위한 산·학·연 컨소시엄을 구성하면서 시작되었다.

연구진은 서울시가 제공한 공공 교통 데이터와 SKT가 제공한 민간 교통 데이터를 활용하여, 2019년 세계 최초의 클라우드 기반 트래픽 예측 시뮬레이터인 'SALT(Simulation for Analyzing Loads in Traffic)'를 개발하였다. SALT를 활용하면 지자체에서 기존에 수입해서 사용하던 AIMSUN, VISSIM 등이 할 수 없는 대규모(서울시 4개 구 규모 동시 실행) 교통 분석이 가능하다. 이 정도 규모를 시뮬레이션할 수 있는 시스템은 SALT가 세계 최초이다. 특히, 계산이 빠른 '거시(Macro) 모델'의 장점과 정확한 계산이 가능한 '미시(Micro) 모델'의 장점을 모두 가진 '메소(Meso) 모델'을 채용하여 오픈소스 교통 시뮬레이터 'SUMO' 대비 18배 이상 빠른 성능을 구현하였다.

아울러, SALT로는 인공지능 기계학습이나 딥러닝이 할 수 없는 교통 환경분석도 가능하다. 신호체계 변경 등 변수가 나타나면 기계학습, 딥러닝 방식은 매번 새로운 모델을 생성해 적용하지만, 연구진이 개발한 모델은 매번 다른 입력값이 제공되어도 보편적으로 활용할 수 있다. 따라서 서울시뿐 아니라 다른 지자체까지 손쉽게 확대 적용할 수 있을 것으로 보인다.

ETRI는 서울시 강남구, 서초구, 송파구, 강동구에서 SALT의 성능을 실증하였으며, 시뮬레이터를 활용한 신호체계 효과도 검증하였다. 또한, 서울시의 축 개선 효과 검증에 활용되어 과학적 교통문제 해결이 가능함을 입증하였다.

이어 후속 과제로 2020년부터 '클라우드 엣지 기반 도시 교통 브레인 핵심기술개발' 과제가 시작되었다. 클라우드-에지 기반 실시간 교통 상황 분석 및 대규모 교통 시뮬레이션 분산처리를 통하여 교통제어 지능을 제공하는 '도시 교통 브레인 시스템'을 개발하는 것을 목표로, 2023년까지 연구비 106억 원, 연구인력 연 55명이 투입될 예정이다.

ETRI는 본 과제를 통해 SALT를 개선·확장하여, 교차로 인근의 에지에서 실시간 교통 상황을 분석하고 중앙 클라우드 서버에서는 대규모 교통 시뮬레이션을 분산처리함으로써 도시 전체에 교통제어 지능을 제공하고자 노력하고 있다. 연구 결과는 대전광역시와 세종특별자치시에서 실증할 계획이다.

교통 신호체계 변경은 풍선효과와 같아서 한곳이 개선되면 다른 지역은 상황이 나빠질 수 있다. 그러나 SALT를 통해 변경대상과 연결된 다른 지역까지 그 효과를 넓게 시뮬레이션하여 사전검증하는 것이 가능해지면서, 과학적 교통정책 수립에 한 발 더 다가갈 수 있게 되었다.

SALT는 앞으로 교통정책의 사전 검증뿐만 아니라 교통사고 감지 및 예측, 기상 영향 예측 등 다양한 분야에서 활용될 수 있을 것으로 보인다. 이를 통해 지방 자치 단체의 도시 계획과 경찰청의 신호체계를 개선하여, 대도시 교통 최적화로 국민 삶의 질을 높이는 데 도움을 줄 전망이다. 또한, 교통 혼잡으로 발생하는 사회·경제적 비용을 낮추는 것은 물론, 교통 분야에서의 선도적인 SW 개발로 수입 대체 효과도 상당할 것으로 기대된다.

도시교통 브레인 개념도



디지털트윈 기술(가상세종) 개발

교통, 교육, 부동산 등 도시사회 문제 해결을 위해 국가와 지방자치단체는 관련된 데이터를 기반으로 현황을 파악하고 정책을 수립 및 시행한다. 그러나 데이터 편차가 커 정확한 현황 분석이 어려우며, 데이터를 시뮬레이션할 수 있는 기술적 역량도 부족하여 효과적인 정책 수립이 힘들다는 문제가 제기되었다. 이에 ICT 분야의 데이터 정제·처리 기술, 통계적인 분석 기술, 모델링·시뮬레이션 기술 등을 활용하여 실시간 현황파악·분석·예측을 함으로써 도시사회의 현실적인 문제점을 해결할 방안이 모색되었다.

ETRI는 2018년 2월부터 2022년 12월까지 5년간 '과학적 정책 수립을 위한 도시행정 디지털트윈[22] 핵심 기술개발' 과제를 수행하고 있다. 과제의 목표는 도시의 실데이터 기반 모델링으로 디지털트윈 가상도시를 구축하고, 이를 통해 신규 정책을 선제적으로 시뮬레이션하는 '도시 행정 디지털트윈 핵심기술'을 개발하여 이를 실제 도시에 실증하는 것이다. 주관기관인 ETRI를 중심으로 세종특별자치시, KAIST, ㈜다음소프트, 서울대학교 행정대학원, 한밭대학교, ㈜바이브컴퍼니(구, 다음소프트)가 공동연구기관으로 참여하고 있으며, 연간 정부출연금 37억 원과 59명의 연구인력(세종시 공무원 4명 포함)이 투입될 예정이다. 최종 결과물은 세종시의 도시사회 문제 해결을 위한 정책 수립 시 해당 공무원의 의사결정을 지원하는 데 활용될 예정이다.

ETRI는 우선 세종시의 이동수단과 관련된 정책 수립을 지원하기 위하여 인구이동 중심의 디지털트윈을 개발하고 있다. 이를 위해

22. 디지털트윈(digital twin) : 현실 세계의 기계나 장비, 사물 등을 컴퓨터 속 가상세계에 쌍둥이처럼 구현한 것이다.

2018년에는 데이터를 지리공간 인프라(도로 네트워크, 생활권역 등), 퍼실리티 인프라(건축물, 주차장, 버스노선, 공유자전거 등), 도시사회(성별, 연령, 거주지역, 소득 등), 상호작용(교통카드, 카드 소비, 유동인구 등)으로 분류하고, 분류된 데이터에 대한 세부 데이터를 수집하여 정제한 뒤 디지털트윈 시스템 구축을 위한 설계를 진행하였다. 또한, 2019년에는 약 50만 에이전트(시민, 승용차, 버스 등)로 가상도시를 표현할 수 있는 디지털트윈 프로토타입을 개발하였다. 이어서 2020년에는 디지털트윈 구축을 통해 이동수단 정책 수립을 지원하기 위한 구체적인 요구사항 4가지를 도출하였다. 공영자전거(어울링) 운영 및 재배치 효율화, 전동킥보드(PM) 신규 도입 시 운영 방안과 효과 예측, 광역급행버스 노선 신설 시 관련 법령에 따른 정류장 위치와 효과, 교량 신설 위치 제안과 효과 예측이 그것이다.

디지털트윈 구축을 위해 ETRI는 1분 단위의 정밀한 시계열 이동 데이터(시뮬레이션 결과)를 생성하는 기술을 개발하고 있다. 이를 통해 방대한 데이터를 식별·분석하여, 논리적인 추론이 가능한 모델을 구성하고 시뮬레이션함으로써 도시의 이동 현상에 대해 1분 단위로 하루를 예측할 수 있도록 할 예정이다. 또한, 분산 시스템 환경 기반으로 대규모 시뮬레이션을 고속으로 지원하는 엔진을 개발하고 있다. 이 엔진은 2020년 천만 에이전트를 동시에 실행할 수 있는 수준에 도달하였으며, 과제의 종료 시점인 2022년에는 1억 에이전트를 동시에 시뮬레이션할 수 있을 것으로 기대된다.

'가상세종 디지털트윈 기술'을 토대로 세종시 도로과는 2020년 7월 공영자전거(어울링) 개선 정책을 발표하였다. 향후 과제가 완료되면, 세종시 공무원들은 이동수단 이외의 다양한 정책 결정을 디지털트윈을 기반으로 더 정확하고 빠르게 할 수 있을 것이다.

데이터와 데이터 분석 기술이 가치를 결정하는 데이터 경제 사회가 도래하면서 민간과 공공을 막론하고 모든 분야에서 데이터의 중요성이 부각되고 있다. 그러나 데이터를 실제 의사결정에 활용한 사례는 매우 부족한 실정이다. 이러한 가운데 가상 세종 디지털트윈은 데이터 분석을 통한 과학적인 정책 수립의 성공적인 사례로 손꼽힌다. 본 기술은 앞으로 타 지방자치단체로도 확산되어 시민들에게 실질적인 혜택을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

가상도시 디지털트윈 개념도



멀티코어에서 매니코어 시대로의 패러다임 전환

ETRI는 지난 30여 년간 국내의 유닉스 · 리눅스 서버용 운영체제, 매니코어 운영체제, 임베디드 운영체제, SCS SW, CPS 기술, SW 플랫폼 등 운영체제의 발전을 선도해왔다. 2010년대 중반 이후에는 국내외 여러 대학과 함께 '차세대OS기초연구센터'를 발족하고 새롭게 매니코어 운영체제 연구에 돌입하였다. 이를 통해 멀티코어(Multi Core)에서 매니코어(Many Core)[23] 시대로의 패러다임 전환을 도모하였다.

연구진은 리눅스의 확장성, 새로운 구조의 운영체제인 멀티커널 운영체제 그리고 매니코어 환경에서의 병렬화 기법과 관련한 연구를 진행하였다. 특히, 수백 · 수천 코어를 대상으로 한 SW의 확장성 연구에 주력하여 구글도 해결하지 못한 클라우드 환경에서의 운영체제 확장성 문제를 해결하였고, 세계적인 여러 스케일러블(scalable) 잠금(locking) 기법들도 개발하였다. 또한, 시스템의 스케일러빌러티 문제를 해결하고, 멀티커널 운영체제 연구를 통해 멀티커널 구조가 확장성 면에서 리눅스보다 뛰어나고 우수한 성능을 제공할 수 있다는 것을 밝혀냈다. ETRI를 중심으로 개발한 '매니코어 SW 기술'은 2017년에 한국공학한림원이 뽑은 '미래 100대 기술'에 선정되었다.

개발된 성과들은 연구결과물을 공개하는 '공개 SW 과제 1호'로 지정되었다. 이에 ETRI는 30여 개의 SW 결과물을 대표적인 무료 SW 저장소인 깃허브(https://github.com/oslab-swrc) 사이트에 공개하였다. 또한, 과제 수행 내용을 토대로 270여 편의 논문을 생산 및 발표하였으며, 특히 시스템 분야 세계적인 학술대회인 ATC, ASPLOS, OSDI, SOSP, EuroSys 등에 총 40여 편의 논문을 발표하는 등 우수한 성과를 거뒀다. 아울러, 개발된 '매니코어 SW 기술'은 2017년 한국공학한림원이 뽑은 '미래 100대 기술'에도 선정되었다.

ETRI가 매니코어 SW 기술을 확보하면서 국내 데이터베이스 등 시스템 SW 분야는 빠르게 진화하기 시작하였다. 또한, 국내의 컴퓨터 운영체제가 인공지능 및 머신러닝(Machine Learning, 기계학습)을 위한 초고성능 시스템으로 고속성장할 수 있는 계기도 마련되었다.

안전성이 중요한 시스템(SCS) 분야 개척

ETRI는 2010년 이후 국방, 항공, 자동차 등 안전성이 중요한 시스템(Safety Critical System) 분야의 임베디드 시스템 SW 개발에 주력하였다. 2012년 무인항공기용 실시간 운영체제인 '큐플러스-에어(Qplus-AIR)'를 개발하고, 2015년 하나의 하드웨어에서 두 개 이상의 운영체제를 작동할 수 있는 '큐플러스-하이퍼'를 개발하였다.

2017년부터는 '안전한 무인 이동체를 위한 ICT 기반기술개발' 과제를 통해 큐플러스-하이퍼를 '어스(EARTH; ETRI Advanced Real-Time Hypervisor)'로 버전업하고, 이를 드론 시스템에 적용하였다. 드론에는 비행을 제어하는 SW와 주어진 임무를 수행하는 SW가 필수인데, 기존에는 안전을 위해 각기 다른 HW에 각각 SW를 탑재하였다. 같은 HW에 탑재할 경우 하나의 SW가 고장나면 다른 SW 기능에도 문제가 생길 수 있기 때문이다. 그러나 이렇게 하면 기체가 무거워지고 전력소모도 많아지는 단점이 있었다. ETRI는 가상화 기반의 시스템 SW 플랫폼 기술을 적용한 어스를 통해 하나의 HW에 두 SW를 탑재하고도 안전성을 확보하는 데 성공하였다. 어스는 2020년 미국 연방항공청(FAA) 심사관(DER)의 안전성 시험과정을 거쳐 'DO-178C Level-A' 인증을 확보하였다.

ETRI는 이 기술을 중소기업에 이전하고 해당 업체와 함께 민군 과제를 수주하여 최근 관심이 집중되고 있는 UAM(Urban Air Mobility, 도심 항공 모빌리티)에 어스를 적용하기 위한 기술을 개발하고 있다. 2021년 국산 상용 UAM 적용이 목표이다.

국방, 항공, 자동차 분야의 시스템 SW는 외산 의존도가 매우 높고, 잠금 효과[24]도 큰 분야이다. 그러나 ETRI의 큐플러스-에어, 큐플러스-하이퍼, 어스의 개발로 국내 관련 기업들은 글로벌 기술경쟁력을 확보하게 되었다. 특히, 자동차, 드론, 로봇 등에 활용되는 시스템들을 효율적으로 통합하면서도 높은 안전성을 확보할 수 있게 되었고, 제조비용 절감과 함께 높은 부가가치 창출효과를 도출하였다.

23. 매니코어(Many Core) : 단순한 기능을 가진 수백~수천 개 코어를 하나의 CPU에 집적하여 성능을 구현하는 기술이다.
24. 잠금 효과(lock-in effect) : 기존 제품을 사용하던 소비자가 더 좋은 신제품이 나오더라도 계속해서 기존 제화나 서비스를 이용하는 현상이다.

IDX

4차 산업혁명의 도래와 함께 빠르게 디지털 전환(Digital Transformation, DX)이 진행되기 시작하였다. ETRI는 이러한 패러다임 변화에서 한발 더 나아가, 2010년대 후반부터 초지능 정보사회로의 전환을 위한 IDX(Intelligent Digital Transformation)에 주력하여 IDX Foundation 기술, 블록체인 기술, 휴먼증강 기술 등을 연구하고 있다.

IDX Foundation 기술개발

ETRI는 2018년부터 과학기술정보통신부의 'IDX 플랫폼 원천기술 연구' 과제를 통해 저지연 · 초고성능 패브릭 메모리 컴퓨팅을 이용하여 상황변화에 자율적으로 대처하는 자가적응형 씽킹 머신(Thinking Machine) 기반의 'IDX Foundation 기술'을 개발하고 있다. 세부적으로, 인간 두뇌의 인지 능력을 토대로 자가적응하는 AI 엔진 '사이버 브레인(CybreBrain)'과 이를 활용한 정밀의료 분석 도구인 '사이버 디엑스(CybreDx)', 미세먼지 분석 도구인 '사이버 에어(CybreAir)' 등을 개발 중이다.

이 가운데 CybreDX는 2019년부터 단국대병원과 함께 실적용 연구에 들어갔다. CybreDX는 머신 러닝 기술을 이용한 자가분석 엔진 기술, 자가적응형 엔진 기술, 개인맞춤형 질병 진단 · 분석 기술 등을 바탕으로 구현되었다. 이 기술은 앞으로 의사의 질병 판단에 도움을 주는 것은 물론, 건강한 사람도 개인 건강정보 분석으로 질병을 예측 및 예방하고 맞춤형 치료를 받을 수 있는 미래의 헬스케어 서비스 실현을 앞당길 것으로 기대된다.

가치의 인터넷(IoV) 실현하는 블록체인 기술

2008년 블록체인 개념이 처음 등장하고, 2009년 디지털 화폐인 비트코인이 등장하면서 블록체인이 ICT의 새로운 화두로 떠올랐다. 블록체인은 네트워크 내의 참여자가 제3의 신뢰 기관 없이 공동으로 정보 및 가치의 이동을 기록·검증·보관함으로써 중개자 없이도 신뢰를 확보할 수 있는 기술로, 참여자 누구나 거래 내역을 볼 수 있는 투명성, 한 번 연결된 블록은 수정하거나 삭제하기 어려운 불변성 등의 기술적 특성으로 인해 가치의 인터넷(IoV)[25] 실현이 가능하다.

ETRI는 블록체인의 특장점을 간파하고, 그간 축적해 온 암호화 기술, P2P 네트워크 기술 등을 토대로 2017년부터 블록체인 연구를 시작하였다. 2017년 블록체인 분야 사전 연구로 '분산 초연결 ICT 인프라 구조 기술개발' 과제를 수행하여 블록체인의 구조와 문제점을 분석하고 전문인력을 확보하는 등 기술개발을 위한 기반을 마련하고, 2018년부터 블록체인 기술개발에 본격적으로 뛰어들어 PoN 방식의 분산합의 알고리즘을 수학적으로 검증하고 PoC(Proof of Concept)에 성공하였다. 이로써 최소합의 비용으로 탈중앙화와 확장성을 동시에 제공할 수 있는 원천기술개발의 토대가 마련되었으며, 이는 향후 우리나라가 블록체인 트릴레마 한계를 극복하고 세계 최고의 블록체인 기술경쟁력을 확보하는 데 크게 기여할 것으로 보인다. 또한, 현재 정부와 지자체 등에서 추진 중인 자기주권 신원정보관리(DID) 프로젝트들이 특정 사업자의 플랫폼에 종속되지 않고, 어떤 플랫폼에서든 손쉽게 응용이 가능하도록 하는 '공통플랫폼 기술'을 개발하였다. 개발된 공통플랫폼은 정보통신기술협회, 4개의 얼라이언스, 한국인터넷진흥원 등과의 협업을 통해 표준화 및 연동방안 마련을 추진 중이다.

노인·장애인을 위한 신체능력 증강 기술개발

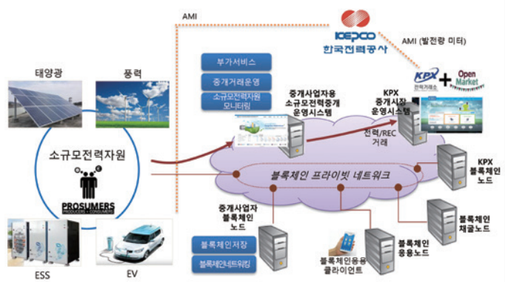
급속한 노령화로 인한 생산가능 인구의 감소와 노동 생산성 및 잠재성장률 하락이 사회적 이슈로 떠오르자, 첨단 ICT를 이용하여 노인·장애인의 신체기능 향상 및 재활을 돕는 '신체능력 증강 기술' 개발을 시작하였다.

ETRI는 2017년 '신체기능의 이상이나 저하를 극복하기 위한 휴먼 청각 및 근력 증강 원천기술개발' 과제에 돌입하였다. 연구 효율성 확보를 위해 ETRI 내부의 여러 부서가 공동으로 기획하고 참여하는 융합과제 형태로 추진되고 있으며, 5년간 150억 원 규모의 연구비가 투입될 예정이다. 과제의 목표는 청각장애인을 위한 '위험 상황 예측 및 감각치환 기술'과 고령자를 위한 '근력증강 기술' 개발이다.

청각장애인을 위한 '위험 상황 예측 기술'은 음원의 방향과 거리를 추정하는 기술, 실시간으로 음향 이벤트와 음향 장면을 인식하는 기술, 사용자 활동 인식(HAR; Human Activity Recognition) 기술, 사용자 활동·위치 등의 정보와 주변 음향 정보를 이용한 상황 인지 · 예측 기술 등으로 구성되어 있다. ETRI는 딥러닝 기술을 활용하여 위험 음향 인식, 사용자 행동 정보 분석 성능을 획기적으로 향상하고, 이를 생활필수품으로 자리 잡은 스마트폰과 웨어러블 장치에 적용하는 방안을 마련하고 있다.

또한, '감각치환 기술[26]' 중에서도 청각장애인을 대상으로 모든 소리를 촉각으로 전달하는 기술을 개발하고 있다. 연구진은 개발 초기부터 강남대학교 사회복지학과를 통해 관련 분야 전문가와 청각장애인을 대상으로 한 심층 설문과 인터뷰를 진행하여 니즈를 파악하고, 필요 기술개발에 주력하고 있다. 2019년에는 주위 소리와 자기 목소리의 음높이를 분석해 촉각 패턴으로 변환해주는 '촉각 피치 시스템'을 개발하여 사용자 테스트를 진행하였다. 시제품을 이용한 훈련(15시간) 결과, 음에 대한 개념이 전무한 청각장애인이 자신의 목소리에서 나오는 음의 높낮이를 조절하는 것은 물론, 정확한 멜로디로 노래까지 할 수 있다는 것이 증명되었다.

'근력보조 시스템'은 근력이 부족한 고령자를 대상으로 한 기술이기 때문에 부피가 작고 가벼우며 혼자서도 입고 벗을 수 있어야 하였다. 이에 ETRI는 여러 기술을 고려한 끝에 전기자극으로 근육



소규모전력자원 중개시장 서비스 기술 개념도

25. IoV(Internet of Value) : 인터넷으로 정보를 주고받듯이, 은행이나 정부 등 별도의 중개자를 거치지 않고 전 세계 모든 개인·기관이 자산(가치)을 교환하는 환경을 의미한다.
26. 감각치환 기술 : 손상되거나 저하된 감각의 정보를 다른 형태의 감각으로 전환하여 전달 또는 사용하는 기술이다.

을 인위적으로 수축시키는 기능적 전기자극 기술을 이용하여 근육을 제어하는 방식을 선정하였다. 또한, 자연스러운 동작 보조를 위해 전기자극을 인가하는 중에도 근 활성도를 바탕으로 사용자 스스로 움직이려고 하는 동작 의도를 실시간으로 파악할 수 있는 핵심기술을 개발하였다.

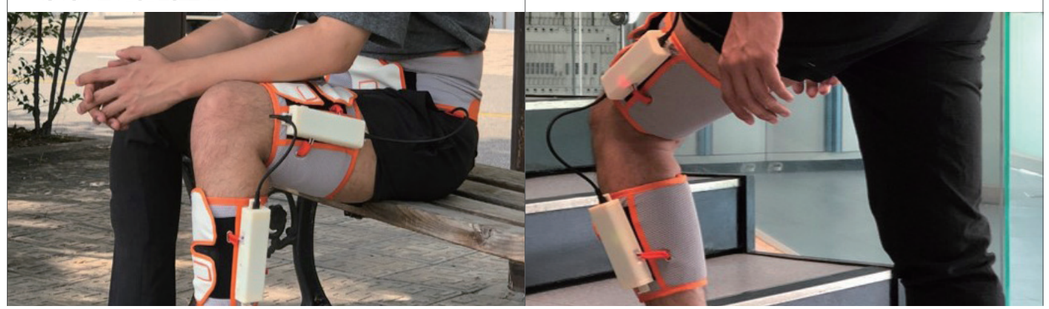
그 결과, 복잡한 근 활성 신호로부터 자발근 활성 신호검출 정확도를 98%까지 높인 알고리즘 개발에 성공하였다. 이를 토대로 사용자의 동작 의도에 따라 전기 자극을 제어하여 근육을 수축시킴으로써 관절을 움직이게 하는 무게 950g의 보행보조 시스템을 구현하였다. 원하는 근육 위치에 패치를 붙이고 활동하면 시스템이 사용자의 동작 의도를 파악한 뒤, 자연스럽게 동작을 제어해 자유도가 높고 편한 활동이 가능하다. 연구진은 개발된 시스템의 신체활동 보조 효과를 알아보기 위하여 고령인을 대상으로 보행 기능 개선을 위한 탐색 임상시험을 2년간 진행하고 있다.(삼육대학교 물리치료학과 위탁)

ETRI는 2017년 6월부터 로봇연구원(KIRO) 주관으로 8개의 산·학·연이 공동으로 추진하는 '노인의 낙상 예방을 위한 연구' 과제에도 참여하고 있다. 이 과제에서 ETRI는 낙상 진행 중, 더는 균형을 유지할 수 없는 PONR(Point of No Return) 지점을 딥러닝을 통하여 검출하는 알고리즘 개발을 담당하고 있다. 하지만 노인에게서 직접 낙상 데이터를 수집하는 것은 위험한 일이므로, 대표적인 3가지 낙상 타입(미끄러짐, 걸림, 헛디딤)을 유발하는 트레드밀 방식의 낙상 재현 장치를 자체 제작하고, 건강한 성인 연구대상자로부터 데이터를 수집하여 연구하고 있다.

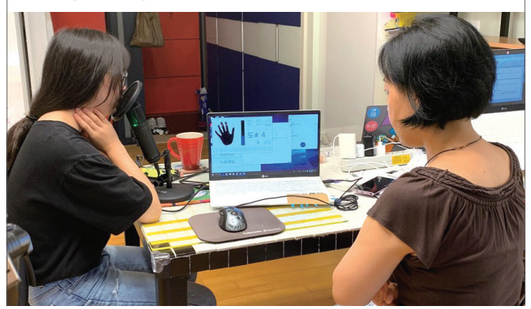
ETRI가 개발한 '감각치환 기술'로 인해 고가의 인공 와우 수술을 받지 못한 많은 청각장애인에게도 소리를 느낄 수 있는 길이 열렸다. 연구진은 지속해서 기술을 고도화함으로써 청각장애인과 청각 손실이 없는 사람 사이에 존재하는 의사소통의 벽을 낮추는 데 기여할 계획이다. 2019년부터는 '인간의 감각 · 지각 능력을 증강하는 다중감각 융합기술'을 추가로 발굴하여, 시각장애인을 위하여 시각 정보를 청각이나 촉각으로 변환하는 기술을 개발하고 있다.

'보행보조 시스템'은 특정 동작에 국한되지 않고 모든 신체활동에 적용할 수 있어, 고령인의 근 감소증이나 보행 장애 개선에 큰 도움이 될 것으로 보인다. 이로써 고령인의 활동성을 강화하여 삶의 질을 높이는 것은 물론, 향후 헬스 및 홈 트레이닝 분야로도 기술을 확장할 수 있을 것으로 기대된다. 후속으로 와이어 구동 등 다른 근력 증강 및 보조 방식 등을 복합적으로 이용하는 연구를 진행하고 있다.

사용자 동작의도가 반영된 보행보조시스템



촉각 재생시스템 시험 장면



3

시공의 제약 없는 초연결 인프라 구축

이동통신

ETRI는 2세대 이동통신인 CDMA, 3세대 이동통신인 IMT-2000, 4세대 이동통신인 LTE/LTE-A/WiBro/WiBro-A를 넘어 5세대 이동통신에 이르기까지 우리나라 이동통신 기술개발을 견인해왔다.

ETRI는 4G LTE, LTE-A 시스템의 상용화 이전부터 5G[27] 기술개발을 시작하였다. 그러나 개발 초기에 5G와 관련하여 10개의 핵심기술을 개별적으로 개발하고 있어, 효율성 측면에서 이를 재조정할 필요가 있었다. 이에 ETRI는 2013년에 정부와의 협의를 토대로 10개 과제를 '초연결 스마트 모바일 서비스를 위한 5G 이동통신 핵심기술 개발(이하 5G 통합사업)'이라는 하나의 과제로 통합 · 개편하였다. 5G 통합사업의 세부과제로는 '5G 기술선도형'과 '5G 시장지향형' 과제가 있다.

이 가운데 '5G 기술선도형' 과제는 단기적인 기술이전이나 상용화 성과보다는, 장기적으로 이동통신 네트워크의 패러다임을 바꾸는 창의 · 도전적인 연구에 주력하여 원천 핵심기술을 개발하고 지식재산권을 확보함으로써 글로벌 5G 기술을 선도하는 것을 목표로 추진되었다. 2014년부터 4년간 정부출연금 335억 원이 투입되었으며, ETRI를 중심으로 독일 프라운호퍼 HHI 연구소 등 7개 연구기관에서 연 707명의 연구인력이 참여하였다. 과제의 슬로건은 용량, 지연, 디바이스 수 및 전력효율의 4개 성능 항목을 1,000배 이상 달성하겠다는 의지를 담아 'Quadruple ×1000'으로 정해졌다.

5G 기술선도형 과제를 통해 연구진은 대용량 안테나 시스템을 활용한 전송용량 증대기술, 촉각의 지연 민감도를 만족하기 위한 저지연 무선액세스 기술, 초연결 디바이스 접속을 위한 대규모 연결성 제공 기술, 이동성 제공 광대역 엑스홀 네트워크 기술 등 5G 원천 및 표준기술을 연구하였다.

5G 기술선도형 기술개발

'5G 기술선도형' 과제의 대표적인 성과로는 이동 엑스홀 네트워크와 초고밀집 네트워크 기술 등이 있다. 우선, '이동 엑스홀 네트워크 기술'은 단말뿐만 아니라 기지국도 이동하는 세계 최초의 무선 네트워크로, 단말-기지국-중계기에 이르는 네트워크 전 단계를 안정적으로 무선화하면서도 고속의 전송속도를 유지할 수 있는 기술이다. 본 기술개발로 지하철같이 빠르게 움직이는 곳에서도 네트워크가 느려지거나 끊기는 일이 사라지게 되었다. 또한,

ETRI 5G 기술개발 시연회(2015. 12. 18. ETRI)



27. 5G(Generation): 5세대 이동통신으로, 언제 어디서나 환경의 제약 없이 사람과 사물을 포함한 모든 사용자에게 Gbps급 서비스를 효율적으로 제공하는 통신을 뜻한다. ITU는 5G의 기준으로 '4G 대비 20배 빠른 최대 20Gbps 데이터 전송, 전송지연 1ms(밀리초, 1/1000초) 이하, 1㎢ 안에서 최대 100만 개의 기기 연결' 등을 제시하였다.

이 기술은 기존의 커버리지 기반 정적 네트워크에서 임무지향형 동적 네트워크로 미래이동통신 네트워크의 아키텍처 방향을 제시했다는 점, 그리고 3GPP가 추진하고 있는 무선통합 액세스·백홀(IAB; Integrated Access and Back haul)의 시발점이 되었다는 점에서도 의의가 크다.

한편, '초고밀집 네트워크 기술'은 기지국 중심으로 여러 개의 단말에 무선 링크를 제공하는 기존의 네트워크 구조를 하나의 단말을 중심으로 여러 개의 기지국과 무선 링크를 형성하는 네트워크 구조로 변혁하는 데 필수적이다. 특히, 이동통신 분야에서 세계적으로 저명한 독일의 베를린 공과대학 프라운호퍼 HHI 연구소 등과 공동 지식재산권을 획득하는 성과를 도출함으로써 정부 연구과제의 글로벌화에 기여하였다.

5G 기술선도형 과제를 통해 개발한 기술들은 도전의 완성이라기보다는 가능성 검증이라는 점에서 더 의의가 크다고 볼 수 있다. 이에 ETRI는 도전의 완성을 위해 후속 과제들을 추진하고 있다. 초고밀집 및 초저지연 네트워크 핵심기술의 실현성을 높이는 기술과 노드 이동성을 제공하는 이동 엑스홀 네트워크의 주요 핵심 링크인 프론트홀 인터페이스에 대한 표준 및 시제품을 개발하여 국내 중소 · 중견기업이 이동통신 산업에서 비중을 확대할 수 있도록 지원하는 사업들을 수행 중이다.

또한, ETRI가 개발한 5G 기술선도형 기술들을 기반으로 포스트 5G를 위해 '신호파형 기술 및 채널 부호화 기술'을 연구하는 과제를 핀란드 및 호주 등과 공동으로 추진하고 있다.

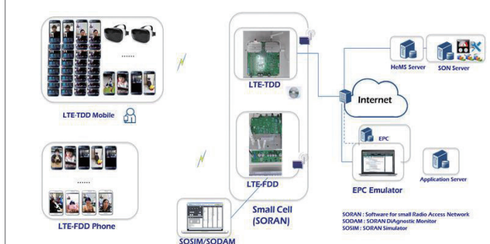
소형 셀 기지국 SW(SORAN) 원천기술 개발

5G 시장지향형 과제의 대표적인 성과로는 소형 셀 기지국 기술, MHN 기술, 초고속 근접통신 기술, 협대역 IoT 기술 등이 있다. 먼저, 'LTE 소형 셀 기지국 기술' 개발은 대형 기지국의 역할을 여러 개의 소형 셀이 분담함으로써 다양한 서비스를 효율적으로 구현하고자 추진되었으며, 2018년 LTE-FDD, LTE-TDD(7개의 Configuration 모두 제공), CA, MBMS 그리고 5G의 근간인 이중연결성 기술 등을 개발하는 데 성공하였다. 개발된 소형 셀 SW의 별칭은 'SORAN'으로 정해졌으며, '언제 어디서나 끊김 없는 초고속 이동통신, 소형 셀 핵심기술'이라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

ETRI는 기존에 LTE, LTE-A 통신 SW를 개발한 경험이 있는 연구원들을 중심으로 과제 시작 1년 만에 LTE 상용단말과 접속 가능한 소형 셀 기지국 SW 개발에 성공하였다. 이후 2차 연도에는 다양한 상용단말 접속 시험에 성공하였고, 3차 연도에는 군용 소형 셀과 함께 국제표준에 포함된 TDD 방식을 이용한 LTE-TDD SW 기술을 개발하여 수출 기반을 마련하였다. 또한, 4차 연도에는 서로 다른 여러 개의 주파수 대역을 묶어 하나의 주파수처럼 속도를 끌어 올려주는 CA(Carrier Aggregation) 기술과 eMBMS(enhanced Multimedia Broadcast Multicast Service, 멀티미디어 방송 다중송출 서비스) 기술을 개발하고, 64개 상용단말 동시접속에도 성공하였다.

LTE 소형 셀은 원가절감을 위해 적은 메모리, 낮은 CPU 사양에 최적화된 SW를 개발하는 것이 중요하였다. 특히, LTE Scheduling Time 1ms 안에 모든 작업을 수행하면서 100Mbps 이상의 성능을 내는 것은 매우 도전적인 과제였다.

LTE-A Pro TDD/FDD 소형 셀 SW



연구진은 이러한 문제를 해결하기 위해 축적된 기술력(Wireless Channel Emulator, PHY Emulator, 관련 GUI 등)을 바탕으로 윈도우 기반의 SW 개발환경인 'SOSIM(SORAN Simulator)'을 개발하여 디버깅이 어려운 타깃 시험 전에 다양한 시나리오를 만들었고, 타깃 시험 시작 1주일 만에 상용단말 접속에 성공하였다. 기존에 외산 SW를 들여와 상용단말 접속에 성공하는 데까지 약 6개월이 소요됐던 것에 비하면 엄청난 성과였다. 또한, SOSIM 기술 기반의 검증 환경인 SODAM (SORAN Diagnostic Monitor)도 구축하여 실시간으로 소형셀의 상태를 감시할 수 있도록 하였다.

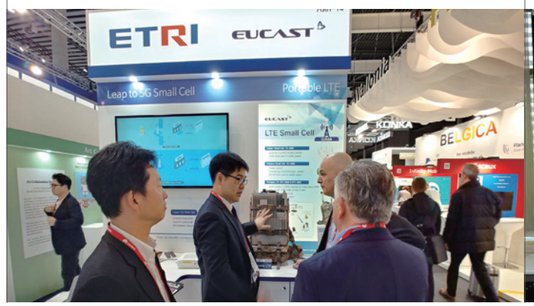
과학적인 성과로는 LTE 소형셀 기지국이 많은 환경에서 발생할 수 있는 간섭제어, 강화된 이동성 관리, 이동성을 활용한 부하분산과 관련된 원천기술을 확보하여 다수의 국제특허와 우수 SCI 논문을 작성한 것이다. 예를 들면, LTE 소형 셀 기지국은 매크로 기지국과의 간섭 이슈가 중요한 문제 중 하나였다. 이를 해결하기 위해 연구진은 셀 에지의 간섭제어를 가능케 하는 ABS(Almost Blank Subframe)에 적용하는 알고리즘을 개발하였고 국제특허를 확보하였다.

LTE 기반 소형 셀 기술들(운용보전, EPC 에뮬레이터 등)은 중소기업에 이전되어 활발하게 상용화되고 있다. 특히, 2018년에는 세계 최대 모바일 전시회인 '모바일 월드 콩그레스(MWC) 2018'에 유캐스트와 함께 참가해 배낭형 기지국을 전시하였고, 배낭형 기지국 중 일부인 EPC 에뮬레이터는 상용화되어 KT 재난 망에 납품되는 성과를 거뒀다.

후속 사업으로 ETRI는 2018년부터 2022년 종료 예정으로 SK 텔레콤, 콘텔라, 유캐스트 등과 함께 '5G 무선접속(NR)기반 지능형 오픈 스몰셀 기술개발' 과제를 수행 중이다. 또한, 2019년 4월부터는 5G 소형 셀 칩셋 분야 최고 기술을 보유한 미국 퀄컴 사와 국제공동연구를 수행 중이다.

한편, 2020년에는 초고주파(28GHz) 대역을 지원하는 5G 소형 셀 SW 기술을 개발하여, 5G 통신 음영지역이나 인구 밀집 지역 등에서도 전송용량을 키우며 체감 통신 속도를 높일 수 있게 되었다. 연구진은 코로나19로 인한 비대면 교육에 본 기술을 적용하는 서비스도 시연하였다. 학생들이 5G 단말과 연결된 증강현실(AR)

MWC2018 전시



LTE-A Pro TDD/FDD소형셀 SW국산화 성공



안경을 착용하고 생생하게 원격 수업을 듣는 모습을 구현한 것이다. 앞으로 28GHz 5G 소형 셀이 상용화되면 고용량 데이터를 요구하는 비대면 동영상 학습, 화상회의, 원격의료, 온라인 콘서트 및 스포츠 행사 초실감 서비스, 스마트팩토리, 스마트시티 등 다양한 5G 융합 분야에 활용될 전망이다.

기가급 지하철 Wi-Fi를 위한 MHN 기술개발

MHN(Mobile Hotspot Network)' 기술개발은 음영 구간이 많고 전송속도가 느린 국내 지하철 Wi-Fi 환경을 개선하기 위하여 추진되었다. 연구진은 2013년 500Mbps급의 MHN 시스템 시제품을 개발하고 성능검증 시연을 한 데 이어, 2016년에는 2.5Gbps MHN 시스템을 개발하고 서울지하철 8호선(석촌~잠실~송파역)에서 기술시연을 진행하였다. 지하철 터널에 5개의 무선주파수 장비를 설치하고, 차량용 단말은 열차 내에 직접 설치하였으며, 객차에 MHN 단말과 연결된 기가급 무선공유기를 달아 초고속 Wi-Fi 서비스를 제공하는 데 성공하였다. 지하철에서 직접 MHN을 시연한 것은 세계 최초의 사례였다. 이어서 2017년에는 10Gbps급 MHN 시스템을 개발하는 데 성공하였으며, 2017년 '국가연구개발 우수성과 100선'에도 선정되었다.

MHN 개발 시제품



세계 최초 초고속 근접통신(Zing) 기술 개발

세계 최초로 '초고속 근접통신(Zing) 기술'을 개발하는 데도 성공하였다. ETRI는 2013년 4월부터 '5G 시장지향형' 과제의 하나로 '근접거리 무전원 데이터 순간전송(Zing) 기술개발' 과제를 시작하였다. 본 과제에는 근접거리(10cm 이내)에서 60GHz 주파수 대역을 활용하여 기가급의 대용량 콘텐츠를 복잡한 접속 절차 없이 손쉽고 빠르게 송수신할 수 있는 3.5Gbps급의 초고속 근접통신 기술개발을 최종 목표로, 2017년 2월까지(47개월), 연구비 92억 원, 연구인력 연 74명이 투입되었다.

ETRI가 주관기관이 되어 Zing 모뎀과 태그용 RF 모듈을 개발하고, KETI(전자부품연구원)는 리더용 RF 모듈을 개발하는 한편, 사업화를 위해 ㈜코프와 ㈜LG이노텍 등이 공동연구기관으로 참여하였다. Zing은 사전적으로 윙윙 소리가 나게 빠르게 이동함을 뜻한다. 연구진은 5G 시대에 맞게 빠르게 전송한다는 의미로 초고속 근접통신 기술에 Zing이라는 이름을 붙였다.

과제 2차 연도에는 IEEE 802.3e의 표준이 시작되어 ETRI가 개발하고 있는 OOK(On-Off Keying) 방식 기반의 저 복잡도 무선전송 기술을 기고하기 시작하였다. 또한, 성능이 검증된 Zing 칩셋을 기반으로 무선저장장치인 태그 및 콘텐츠 서버와 연결된

초고속 근접통신(Zing) 기술을 시연하는 모습



리더 프로토타입을 제작하였다.

2015년 3차 연도 개발에는 시장지향형이라는 사업의 취지에 맞도록 모뎀과 RF가 통합된 칩셋 개발에 주력하였으며, 실험실 수준을 넘어 일반 국민에게 기술을 시연하였다. 2015년 12월 18일 첫 시연에서 연구진은 기존 Wi-Fi에서 30초 걸리던 1GB 영화를 3초 만에 다운로드하는 데 성공하였다. 또한, 2차례에 걸쳐 GLS㈜에 Zing 기술을 이전하여 상용화 및 글로벌 기술사업화를 추진하였다.

과제 종료 시점에 Zing 기술은 기존의 NFC(Near Field Communication, 근거리 무선통신) 대비 8,000배 빠른 3.5Gbps급의 기가급 순간전송, NFC 대비 4천 배 개선된 30pJ/bit의 높은 에너지 효율을 구현하였으며, 60GHz 저 복잡도 · 저전력 기술을 적용하여 상용화 가능성이 매우 뛰어난 것으로 평가되었다. Zing 기술은 2017년 2월 발행된 국제표준(IEEE 802.15.3e: High Rate Close Proximity)에 최종 반영되었다.

ETRI는 다양한 비즈니스 모델을 발굴하고 다수의 설명회를 개최하는 한편, 한국전자전과 ITU Telecomm World, 평창올림픽 강릉 ICT 홍보관 등에 제품을 전시하여 적극적으로 기술마케팅을 추진하였다. 이러한 노력을 인정받아 Zing 개발팀은 2017년 '미래성장동력 챌린지 데모데이'에서 미래창조과학부 장관상을 수상하였다. 또한, 2017년에는 Zing, MHN, 소형 셀을 엮어 5G 통합과제 결과물로 제출한 '고속 대중교통 이용자를 위한 실감 인터넷 통신 기술'이 국가과학기술연구회의 '출연(연) 우수연구성과 10선'에 선정되기도 하였다.

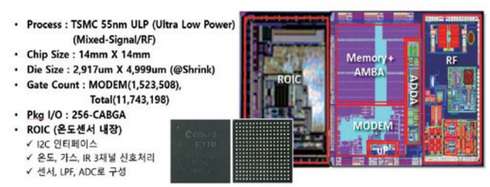
초다수 디바이스 수용을 위한 NB-IoT 기술개발

2018년에는 'NB-IoT(협대역 IoT) 기술'을 개발하였다. ETRI는 2016년부터 2018년까지 '5G 시장지향형' 과제의 하나로 IoT 구축에 적합한 '협대역 IoT(NB-IoT) 기술개발' 과제를 추진하였다. NB-IoT 기술은 이동통신을 기반으로 저용량, 광역 커버리지, 낮은 단가, 저전력이라는 요구사항을 모두 충족할 수 있는 대표적인 IoT 기술이다. 과제는 NB-IoT 기술의 국산화를 목표로 수행되었다.

주관기관인 ETRI는 단말 및 기지국과 코어 네트워크(Core network) 장비를 포함하는 전체 시스템 구성요소를 설계하고 핵심 기술을 자체 개발하였다. 세부적으로, 3GPP Rel-13 표준을 지원하는 저전력 NB-IoT 단말 · 기지국 L1 및 L2/L3 프로토콜 스택 기술개발, 200kHz 대역폭을 사용하는 저전력 NB-IoT 단말 RF 개발, 코어 네트워크 프로토콜 기술개발, 센서 융합 디바이스를 활용한 NB-IoT 서비스 발굴 등을 추진하였다.

특히, 단말은 ETRI 주도의 'NB-IoT 범용 단말'(범용 단말) 개발과 참여 중소기업 주도의 'NB-IoT 통신 및 센서 융합 단말'(융합 단말) 개발이 병행 추진되었다. 융합 단말은 통신 기능과 센서를 하나의 칩으로 융합하여 성능을 최적화하고 칩 단가를 낮춤으로써 중소기업이 대기업들 사이에서 틈새시장을 공략할 수 있도록 하고자 개발되었다. 그 결과, 연구진은 세계 최초로 NB-IoT 통신 기능과 센서를 융합한 저전력 통합 칩 생산에 성공하였다. 또한, 범용 단말은 다양한 목적으로 활용 가능한 단말이며, 중소기업이 개별적으로 원하는 다양한 서비스를 구현하기 위하여 개발되었다.

NB-IoT 통신 및 센서 융합 칩



ETRI는 통신사업자인 KT와 협력하여 개발된 단말이 KT 이동통신 네트워크에 사용될 수 있도록 인증시험을 진행하였으며, KT의 'IoT Makers' 플랫폼과 연계하여 KT의 전국망을 활용하는 서비스 검증을 수행하였다. 동시에 과제 결과물들을 Small Cell World Summit 국제 전시회에 소개하는 등 적극적으로 홍보하였다.

성과 논문 중 하나인 'An Efficient Small Data Transmission Scheme in the 3GPP NB-IoT System'은 SCI 저널인 IEEE Communications Letters 지에 게재되었으며, 2017년 5월부터 8월까지 가장 많은 다운로드 및 인용을 기록하여 Most Popular Article로 선정되었다.

NB-IoT 국산화 개발을 통해 우리나라는 본격적인 IoT 시대에 대비한 기술적 역량을 확보하게 되었다. NB-IoT 기술의 적용 분야는 매우 다양하다. 댁내 설치된 각종 전기·수도·가스 계량기에 적용하는 원격검침 서비스, 대기·온도·습도 센서에 적용하는 환경 모니터링 서비스, 공장 내의 다양한 센서에 적용하는 공정 모니터링 서비스, 어구의 식별에 적용하는 장비 모니터링 및 추적 서비스 등 활용 분야가 무궁무진하다. ETRI가 국산화 개발에 성공하면서 앞으로 국내 중소기업은 NB-IoT 분야에서 사업영역을 크게 확장할 수 있을 것으로 보인다.

NB-IoT 개발과제 중 기지국 분야는 과학기술부가 2017년부터 2021년까지 추진하는 '셀룰러 기반 산업 자동화 시스템 구축을 위한 5G 성능 한계 극복 저지연, 고신뢰, 초연결 통합 핵심 기술개발' 과제와 병합되어 진행되고 있다. 이 과제를 통해 ETRI는 2017년 각종 센서가 연결된 Rel-13 NB-IoT 상용단말과 자체개발한 Rel-13 NB-IoT 기지국 및 Core 장비를 한국생산기술연구원의 스마트공장 Model Factory에 구축하여, 스마트공장환경에서의 공정 모니터링 서비스를 국내 최초로 시연하였다.

밀리미터파 5G 이동통신 시스템 개발

밀리미터파(10~40GHz) 대역을 이용하여 광대역 이동통신 핵심 원천기술을 개발 및 표준화하는 데도 주력하였다. 우선, 밀리미터파 기반의 새로운 이동성을 제공하는 엑스홀 무선통신 원천기술과 규격을 개발하고, 이를 바탕으로 20Gbps급 5G 이동통신 시스템 엑스홀 허브 및 최대 10Gbps를 지원하는 5G 이동통신 시스템 엑스홀 터미널을 개발하였다. 또한, 개발된 허브 · 터미널을 상용 LTE 소형 셀의 이동무선 백홀에 적용하여 차량에 탑재된 LTE 소형 셀과 엑스홀 터미널이 60km/h 이하의 속도로 이동하는 환경에서 상용서비스를 제공하는 시험을 완료하였다. 이 기술은 '나를 위한 초실감 서비스, 밀리미터파 5G 이동통신 기술'이라는 이름으로 2016년 출연(연) '우수 연구성과 10선'에 선정되었다.

한편, 2020년에는 5G 이동통신 기지국의 최대 전송량(20Gbps)을 상회하는 최대 250Gbps급의 무선 백홀 기술개발에도 성공하였다. 특히, 이 기술은 점대점(Point to Point) 무선전송 방식뿐 아니라 점대 다중점(Point to Multi Point) 무선전송 방식도 지원하여 활용성이 더욱 크다.

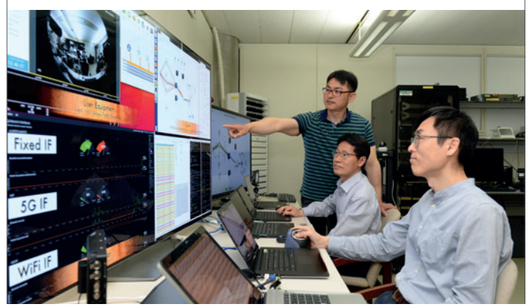
또한, 2018년 평창동계올림픽 5G 시범서비스 적용을 위하여 셀당 최대 20Gbps 5G 이동통신 기지국 시스템 및 평균 1Gbps 및 최대 5Gbps를 지원하는 5G 이동통신 모뎀 기술을 개발하고, 개발된 기지국과 단말 모뎀 칩셋이 적용된 단말기기를 이용한 시범서비스를 수행하였다. 이 기술은 '밀리미터파 기반 이동통신용 액세스 및 엑스홀 시스템 개발'이라는 이름으로 2018년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다. 아울러, ETRI는 밀리미터파 5G 이동통신 엑스홀 및 엑세스 시스템 기술을 통해 다수의 지식재산권과 표준특허를 확보하여, 국내 장비제조업체 및 이동통신 사업자들의 경쟁력 강화 기반을 마련하였다.

단일신호로 5G-와이파이-유선 접속 제어

ETRI는 2019년 5G·와이파이(Wi-Fi)·유선 인터넷망을 결합하여 최대 40Gbps급 대용량 인터넷 서비스를 가능케 하는 원천기술 개발에 성공하였다. 이는 세 망을 하나로 묶는 '다중 액세스 트래픽 결합기술'로, 서로 다른 유 · 무선 접속환경을 하나의 5G 코어망에서 제어하여 4G 대비 40배의 트래픽을 수용할 수 있게 만든 것이다. LTE와 와이파이를 묶는 기존의 결합기술이 이동통신망 외부에서 제어되었다면, 본 기술을 이용하면 5G·와이파이(Wi-Fi)·유선 인터넷망을 5G 이동통신망 내부에서 제어하여 묶을 수 있다. 본 기술의 개발로 5G 네트워크 자체에서 곧바로 Wi-Fi나 5G 가입자의 사용량을 파악, 자동 선택해 연결함으로써 사용자가 이동 시 끊김 없는 서비스를 받을 수 있게 되었으며, 사용자가 직접 접속방법을 선택할 필요도 없어졌다.

본 기술은 3GPP의 국제표준 규격화 완료 예정일보다 1년여 빠르게 개발된 것으로, 국제표준으로 추진되던 MPTCP(Multi-Path TCP, 이종망 묶음 기술) 규격에서 한 단계 더 나아가 5G 이동통신망에 MPTCP를 직접 적용하는 형태의 원천기술이다. ETRI는 다중 액세스 결합기술을 포함한 5G 코어 네트워크 관련 기술을 공동연구기관 및 네트워크 장비업체들이 신속하게 상용화할 수 있도록 지원하고 있다.

5G-와이파이-유선 결합기술



네트워크

ETRI는 1980년대 초 TDX(한국형 전전자교환기) 기술을 시작으로, 광통신 기술, 패킷통신 기술, 네트워크 제어 · 관리 기술 그리고 미래 네트워크 기술에 이르는 끊임없는 기술개발과 혁신으로 우리나라를 세계 최고의 네트워크 강국으로 이끌어왔다.

2010년대 중반 이후에는 급증하는 데이터 통신에 대응하기 위한 초고속·광대역·초저지연 네트워크 기술개발에 주력하였다. 25Gbps급 촉각 인터넷 기술(TIC-TOC), 초고성능 광전송 핵심기술, 5G 이동통신용 RoF 기반 Indoor DAS 기술, 지능 기반 네트워킹 기술, 5G·6G 모바일 코어 네트워킹 기술 등을 개발하여 데이터 기반의 초연결 지능사회 발전을 선도하였다.

25Gbps급 촉각 인터넷 'TIC-TOC' 개발

2010년대가 모바일 인터넷 시대였다면, 2020년대는 촉각(Tactile) 인터넷 시대가 될 것으로 전망된다. 인간이 감각을 구분할 수 있는 속도는 귀는 1/10초, 눈은 1/100초, 촉각은 1/1,000초 이내라고 한다. 즉, 촉각 인터넷은 1/1,000초 이내에 정보 전달이 가능할 정도로 빠른 네트워크를 의미한다. ETRI는 기존에 축적하고 있던 채널본딩 기술, 저지연 대역할당 기술, 고감도 광수신 모듈 및 광송·수신 기술 등을 토대로 광대역·초저지연 광액세스망 기술을 개발하고 'TIC-TOC(TIme Controlled-Tactile Optical aCcess)'이라 명명하였다. TIC-TOC 기술의 핵심은 고속 · 고감도 광송수신 기술과 맥(MAC)[28]이 두 가지를 통해 인터넷 선로로 이용되는 기존 광섬유를 그대로 사용하면서도 레이저

동작 속도를 10배 키워 25Gbps급의 촉각 인터넷을 구현할 수 있게 되었다. 동시에 지연 시간은 1/10로 줄였다.

TIC-TOC 기술은 점차 짧아지는 무선구간과 넓어지는 광액세스를 위한 광인프라 고도화의 현실적인 해결 방안을 제시하는 것은 물론, 가상현실과 증강현실 등 대용량 데이터가 필요한 분야의 발전을 이끄는 촉매가 될 것으로 기대된다. 본 기술은 '보는 시대에서 느끼는 시대로 「25Gbps급 촉각 인터넷 기술 TIC-TOC」이라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

100Gbps급 초소형 광모듈 상용화

2010년대 중반 이후 100Gbps급 광통신 부품에 대한 수요가 폭발적으로 증가하였으나, 국내 산업체의 기술은 10Gbps급 수준에 머물러 있었다. 이에 ETRI는 축적된 네트워크 기술력을 바탕으로 초소형 광모듈 기술개발에 돌입하여, 2019년 100Gbps급 TOSA[29]·ROSA[30] 상용화 기술개발을 완료하였다. 이를 통해 핵심 광부품 대외의존도를 줄이고, 국가의 소재·부품·장비 경쟁력 강화에 이바지하였다. 이 기술은 '100Gbps급 광통신 핵심부품 국산화'라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

한편, 2019년부터는 ETRI 광패키징기술지원센터(OPAC)의 시설과 장비를 기반으로 '지능정보 네트워크용 광통신 부품 상용화 사업'을 추진하여 총 11종 제품의 사업화에 성공하였으며, 이를 통해 약 27억 원의 매출 성과를 달성하였다.

초고성능 광전송 기술 고도화

ETRI는 2018년 포토닉 프레임(Photonic Frame) 기반 패킷 스위칭 연구를 통해 전기 스위치 기반 다단 구조의 데이터센터 네트워크를 광스위치 기반 1단 구조로 단순화시키는 데 성공하여, 에너지 소비를 1/3로 줄이고 네트워크 지연 시간도 1/10로 단축할 수 있는 광스위치 기반 네트워킹 기술을 확보하였다. 또한, 2018년에 100Gbps급 신호를 최대 100km까지 전송할 수 있는 Coherent OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 직교주파수분할) 기반 DSP[31] 기술과 광송수신 기술을 개발하고, 2019년에 메트로 액세스 네트워크용 200Gbps급 광트랜시버, 400Gbps 이더넷 광트랜시버, 직접수신 고차 변복조 방식의 초고속 대용량 광전송 기술을 확보하는 등 지속해서 광전송 기술을 고도화해나갔다. ETRI는 이러한 고난도 광전송 핵심기술을 적극적으로 이전하여 관련 기업의 신규시장 창출 및 글로벌 사업화에 기여하고 있다. 한편, ETRI의 광전송 핵심기술은 '5G 시대 고품질·초실감 인터넷 시대를 열어갈 초고속 광트랜시버 기술'이라는 이름으로 2020년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

ETRI는 지금까지 확보된 기술력을 바탕으로 2020년부터 세계 최고 수준을 목표로 실리콘 기반 광송수신 칩 기술, 테라비트급 이더넷 광트랜시버 기술, 테라비트급 이더넷 광전송 및 신호처리 기술, 실리콘 기반 테라비트급 광연결 및 광스위치 기반 네트워킹 기술을 개발하고 있다. 테라비트급 광 원천기술을 개발하여 테라급 광통신 시대를 선도하고, 향후 6G를 위한 페타급 광통신 기술 개발에도 도전할 계획이다.

5G 이동통신용 RoF 기반 Indoor DAS 기술개발

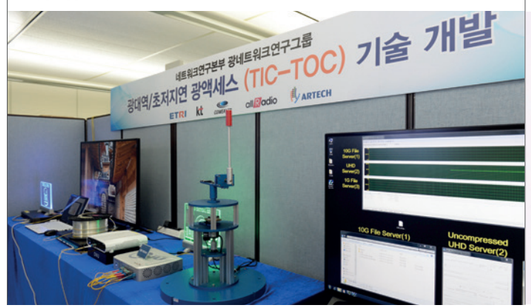
이동통신 기술이 5G로 진화하면 기지국은 최대 20Gbps의 전송 속도를 제공해야 하며, 이 경우 Indoor 환경에서의 트래픽은 4G 대비 약 100배 이상 급증할 것으로 예상되었다. 이에 ETRI는 예상되는 문제에 선제적으로 대응하고자 2016년부터 2019년까지 '이동통신을 위한 아날로그 RoF[32] 기반 Indoor DAS[33] 기술개발' 과제를 수행하였다. 과제의 목표는 밀리미터파의 특성으로 인해 건물 내, 터널, 스테디움 등의 인도어 환경에서 발생할 수 있는 음영 지역을 해소하여, 시·공간의 제약 없이 광대역 5G 모바일 서비스를 제공할 수 있는 유무선 융합 액세스 네트워크 기술개발이었다. 5G 이동통신용 RoF 기술은 ETRI가 2014년 세계 최초로 제안한 기술이다.

과제 수행을 통해 ETRI는 4×4 MIMO[34] 수용이 가능한 5G 분산 안테나 시스템 기술 및 IFoF 기반 광링크 핵심기술을 개발하였다. 이로써 누구나 Indoor 환경에서 전파 음영 지역 없이 5G 서비스를 맘껏 활용할 수 있는 환경이 구축되었다. 본 과제를 통해 ETRI는 15건의 SCI 논문을 발표하였으며, ITU-T 권고안 G.9803(RoF systems) 제정 및 G.9803 amd.1 개정을 주도하는 등 글로벌 표준 리더쉽도 확보하였다. 또한, Indoor DAS 기술은 중소기업에 이전되어 세계 최초로 상용화되었다.

ETRI는 2018년 2월 평창동계올림픽에서 세계 최초로 IFoF 기반 DAS 기술을 활용한 5G(V2X) 시범서비스를 시연하였고, 4월에는 기가코리아사업의 일환으로 ETRI가 개발한 밀리미터파 기반 GK-5G 이동통신 시스템과 본 과제로 개발한 분산 안테나 시스템을 연동하여 '기가급 5G 모바일 서비스'를 성공적으로 시연하였다.

한편, 2020년에는 RoF 광전송 기술과 5G 기지국 인터페이스 기술을 이용해 세계 최초로 기지국으로부터 밀리미터파(28GHz) 기반 광대역 5G 신호를 받아 건물 내로 보낼 수 있는 '실내 5G 광중계기 기술' 개발에 성공하였다. 이 기술을 이용하면 기존 방식대비 전송용량, 장비 크기, 구축비용 등을 획기적으로 개선할 수 있으며, 특히 별도의 기지국을 설치할 때 보다 구축비용을 1/5로 절감할 수 있다. 5G 광중계기 기술은 세계 최고 권위 광통신 관련 학

TIC-TOC기술개발



200Gbps 광트랜시버



28. MAC : 광섬유로 전달되는 트래픽이 초저지연(Low Latency)으로 처리될 수 있도록 패킷을 관리하는 기술이다.
29. TOSA(Transmitter Optical Sub-Assembly, 광 송신 서브 어셈블리) : 전기신호를 광신호로 변환하기 위한 광 송신 모듈이다.
30. ROSA(Receiver Optical Sub-Assembly, 광 수신 서브 어셈블리) : 광신호를 전기신호로 변환하기 위한 광 수신 모듈이다.
31. DSP(Digital Signal Processing) : 디지털 신호를 기계장치가 빠르게 처리할 수 있도록 하는 집적회로이다.
32. RoF(Radio over Fiber): 아날로그 형태의 무선주파수(RF) 신호를 광신호로 변환하여 광섬유를 통해 전송하고, 수신된 광신호를 다시 무선 신호로 변환하여 전송하는 기술이다.
33. DAS(Distributed Antenna System, 분산형 안테나 시스템) : 소출력의 안테나를 공간적으로 분산시켜 실내 환경의 높은 트래픽 용량 문제를 해결하는 데 사용되는 안테나 시스템이다.
34. MIMO(Multiple-Input and Multiple-Output) : 무선통신의 용량을 높이기 위한 스마트 안테나 기술이다.

술대회 최우수 논문 선정, 우수 SCI 논문 게재, ITU 국제표준 제정, 2020년도 '국가연구개발 우수성과 100선 선정' 등으로 그 우수성을 널리 인정받았다.

SW 중심 개방형 네트워크 기술개발

2010년대 이후, 네트워크는 연결과 정보교환이라는 전통적 역할을 벗어나 다양한 융합 서비스를 신속하게 지원하는 플랫폼으로 빠르게 진화하였다. 이에 ETRI는 기존의 HW 중심의 폐쇄적 인프라 장비 산업을 SW 중심의 개방형 생태계로 전환하는 인프라 혁신기술로써 '개방형 프로그래머블 네트워킹 핵심기술' 개발을 추진하였다.

우선, 개방형 스위치를 지원하기 위해 다양한 네트워크 장비에 탑재하여 99.999% 가용도를 보장하는 NOS(Network Operating System, 네트워크 운영체제) 기술을 개발함으로써 전량 해외에 의존하던 네트워크 장비업체의 SW 기술 종속성 문제를 개선하였다. 또한, 고성능 네트워크 가상화 기술과 상용 수준의 SDN 제어기(컨트롤러 플랫폼) 기술, 컴퓨팅·네트워킹 밀결합(Tight Coupling) 및 통합 관리를 통해 가상 인프라를 즉각 구성해주는 '분산 SDN·NFV(Network Function Virtualization) 플랫폼 오케스트레이션 기술'과 관련 표준을 개발, 배포하였다. 이 기술은 가상화된 인프라에서 유연하고 즉각적으로 서비스를 프로그램할 수 있게 함으로써 사업자의 신규서비스 개발시간을 1/10 수준으로 줄이고 비용을 대폭 절감할 수 있게 지원하며, SW 기반 네트워크 패러다임의 변화에 국내 기술력을 확보하는 중심 역할을 수행하였다.

시간확정형 네트워킹(DetNet)

2019년에는 세계 최초로 8Gbps '시간확정형 네트워킹(DetNet) 핵심기술'을 개발하고, 초연결 지능형 연구개발망(KOREN)에 연동하는 시험에 성공하였다. DetNet은 최대 지연 시간을 미리 정해두는 기술로, 이를 활용하면 통신망에 트래픽이 폭주하는 상황에서도 일정 수준 이하의 지연 시간으로 데이터를 전송할 수 있다. 또한, 전송 중 네트워크에서 장애가 발생하더라도 데이터가 손실되지 않아 중요정보 유실을 근본적으로 차단하는 것이 가능하다. 이어서 2020년에는 역시 세계 최초로 데이터 전송용량 성능 40Gbps의 DetNet 기술을 개발하고, 해당 기술이 적용된 시스템 시제품을 KOREN에 연동해 서울–대전 간 왕복 430km 구간 현장 검증에 성공하였다. DetNet은 IETF(인터넷국제표준화단체)를 통해 현재 국제표준화가 진행 중인 최신 기술로, 8Gbps와 40Gbps DetNet 기술개발에 잇달아 성공했다는 것은 ETRI의 '초저지연' 및 '무손실' 보장 네트워킹 기술이 관련 분야 세계 최고 수준임을 증명하는 것이다.

DetNet 라인카드 실장



전파

ETRI는 1980년대부터 전파자원 연구, 전파기반 연구, 전파환경 연구, 전파응용 연구 등 4개 분야에서 혁신적인 기술을 개발해왔다. 이를 통해 정부 전파정책의 기술적 토대를 마련하고, 주파수 자원 부족 문제를 해결하였으며, 전자파가 인체에 끼치는 영향을 정확히 분석하고 대응방안을 마련하였다.

2010년대부터는 전파연구의 스펙트럼을 더욱 넓혀, 전파의료 영상촬영 기술, 전파치료 기술, 자기공명 기술을 이용한 무선전력전송 기술, 소형 드론 식별·탐지 기술 등의 응용연구를 강화하고, 새로운 서비스 창출을 위한 전파기초·기반 연구도 지속해서 고도화하고 있다.

365일 전파모니터링 기술개발

고주파수·소출력·광대역의 디지털 무선통신서비스가 급증하면서 전파간섭·혼신이 증가하자, ETRI는 2000년대 중반부터 국내 최초로 전파관리·방향탐지·전파측정 시스템 등 전파모니터링 기술을 개발하기 시작하였다. 그 결과, RF 안테나, RF 수신기, 디지털 신호처리기 등 핵심 HW에서부터 전파측정 및 방향탐지 알고리즘 등의 핵심 SW에 이르기까지 전파모니터링 기술 전체에 대한 기술력을 확보하였으며, 이를 통해 365일 상시 모니터링 가능한 안전한 대한민국 전파환경을 실현하고 있다. 2019년 중앙전파관리소의 분석결과, 2005년 이후 ETRI가 구축한 전파모니터링 시스템의 비용 절감 효과는 R&D 비용을 제외하고도 1,129억 원에 달하는 것으로 나타났다.

2017년에는 위성항법 대역에 대한 모니터링 · 방향탐지뿐 아니라 항공·선박 등 인명·안전과 관련된 주파수 대역에 대한 혼·간섭 신호 모니터링까지 가능한 '전파교란 모니터링 시스템'을 개발하였다. 이는 기존에 전파측정 시스템과 방향탐지 시스템으로 이원화되어 있던 전파모니터링 시스템을 하나로 융합하여 소형화·경량화로 구축비용을 절감하고, 이용 편의성을 극대화한 시스템이다. 넓은 주파수 대역을 커버하면서도 다중 신호에 대한 발신 위치추정이 동시에 가능하며, 안테나에 수신된 신호에 대한 교차상관 추정을 통해 미약 신호까지 탐지할 수 있는 것이 특징이다. 이 기술은 '스마트 전파모니터링 융합기술'이라는 이름으로 2017년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

후속 사업으로 ETRI는 2018년부터 과학기술정보통신부의 「I-Korea 4.0: ICT R&D 혁신전략」에 따른 '전파모니터링 전문연구실' 과제를 추진하고 있다. 본 사업은 1단계 탐사형 전파모니터링 기술개발, 2단계 드론형·센서형 전파모니터링 기술개발 그리고 3단계 핸디형 전파모니터링 기술개발로 진행될 예정이다.

전파모니터링 기술 개발



드론 탐지·식별을 위한 주파수 기술개발

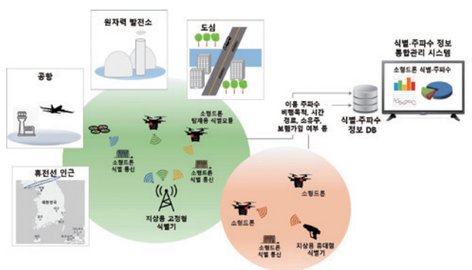
전 세계적으로 드론의 보급과 활용이 보편화하면서 사생활 침해와 보안 위협 등의 역기능 사례 또한 지속해서 증가하였다. 이에 ETRI는 2019년부터 5년간 '저고도 소형 드론 식별·주파수 관리 기술' 개발을 추진하고 있다. 세부적으로, 소형 드론 식별 표준 및 주파수 연구, 식별용 통신방식 및 접속 프로토콜 개발, 소형 드론 탑재용 식별 모듈 및 지상용 식별기 개발, 소형 드론 식별·주파수 정보 통합관리 기술개발 등을 수행하고 있다.

연구진은 특히, 드론 식별 용도에 적합한 주파수를 발굴하여 식별 정보를 송수신하는 통신시스템 개발에 주력하고 있다. 이 시스템은 드론에 탑재하는 식별 모듈과 지상에서 식별정보를 수신·분석하는 지상용 식별기로 구성된다. 드론 식별정보는 통합관리시스템에 저장되어 드론의 기체 및 소유자 정보 등과 연계 · 관리되고, 운용자(경찰청, 공항공사 등)는 비행 중인 드론의 현황 · 식별정보를 확인하여 드론으로 인한 사생활 침해나 보안 위협 등의 상황이 발생할 경우 즉각적으로 대응할 수 있다. 2024년 경이면 이러한 기술을 토대로 드론 식별·관리체계가 구축될 수 있을 것으로 보인다. ETRI는 드론 식별 기술 관련 표준화 활동에도 적극적으로 참여하고 있다. 기존의 항공기 무선식별 기술표준은 관제 공역에서 운항하는 유인 항공기나 중대형 드론을 대상으로 ICAO, ISO, JARUS, RTCA, EUROCAE 등의 표준 단체에서 추진하고 있었다. 그러나 최근에는 미국과 유럽을 중심으로 소형 드론의 원격 식별을 포함한 드론 설계·운용 규정 개발 및 표준화가 활발하게 시도되고 있다. ETRI 역시 자체 개발한 드론 식별 기술이 국제표준에 반영되도록 노력하고 있다. 소형 드론 무선식별을 위한 통신 기술은 주로 저고도에서 고신뢰·저지연 전송이 가능하며 보편적 접속이 용이해야 한다. 이러한 특징을 고려하여 ETRI는 식별 통신 표준인 IEEE 802, 3GPP, ASTM, RTCA, 그리고 식별 체계 표준인 ISO, ICAO 등에 부합하는 기술을 개발 중이다.

드론 식별 및 주파수 관리 기술 개발이 완료되면 비행 중인 드론의 ID, 위치 등을 누구나 인터넷으로 확인할 수 있어 드론 범죄에 대한 불안감을 해소할 수 있을 것이다. 또한, 불법 비행과 사생활 침해 등의 범죄가 발생할 경우 경찰 등의 운용자가 소유주 및 조종자 개인 정보를 확인하여 적절한 조치와 처벌로 대응할 수 있게 된다. 충돌이나 추락 등 사고 발생 시에도 책임 소재 파악과 보험처리 등 효율적 사후 대처가 가능한 안전하고 투명한 드론 생태계가 구축될 것으로 전망된다.

아울러, 드론 식별·관리 기술개발로 인해 새로운 드론 융합 서비스가 창출되고, 드론 식별 인프라(드론 탑재용 식별 모듈, 지상용 식별기, 식별·주파수 정보 통합관리시스템) 관련 산업이 활성화되어 국내 드론 산업의 경쟁력이 크게 향상될 것으로 기대된다.

저고도 소형 드론 식별 · 주파수 통합관리시스템 개념도



무선통신 전자파 인체영향 과학적으로 규명

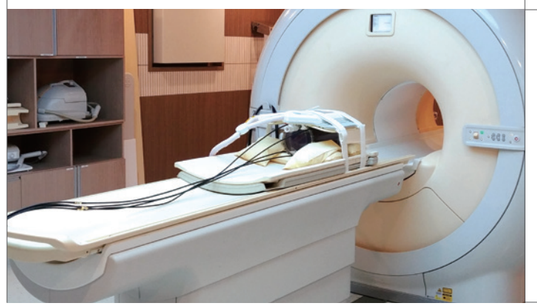
ETRI는 1990년대 후반부터 지금까지 전자파 생체영향 및 표준화 연구, 이동통신 단말기 인체영향 평가, 안전한 전자파 환경조성 연구, 스마트 사회 전자파 노출량 제어기반 구축 등의 전자파 인체영향 연구를 지속해서 추진하였다.

2009년부터는 EU 중심의 16개국 공동역학 연구인 'Mobi-Kids' 프로젝트에 참여하여 어린이·청소년의 휴대전화 사용과 뇌종양 발생에 대한 연관성 규명을 위한 역학연구를 수행하였으며, 전자파 노출 환경영향 평가를 위한 국제 공동연구인 'GERoNIVO'에서는 정밀한 개인 노출 측정량의 신뢰성을 높인 '신체 손실 효과 모델'을 개발하고 타당성을 입증하였다. ETRI는 이러한 연구를 통해 다수의 SCI 논문과 특허출원 및 기술이전 등의 성과를 거뒀으며, 이를 기반으로 우리나라는 무선통신 인체영향 분야에서 우수한 논문을 가장 많이 발표하는 나라 중 하나로 거듭났다.

이러한 노력을 인정받아 '생활 속 전자파에 대한 건강 영향 및 보호 대책 기술'은 2015년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었으며, 2018년에는 '무선통신 전자파에 대한 인체영향의 과학적 규명'이 국가연구개발 우수성과뿐 아니라 정보·전자 분야의 최우수성과로 선정되었다.

한편, 2020년에는 전자파 유해성 검증을 위한 가상모델(인체·영장류 모델)을 개발하여, 데이터 댐(https://www.data.go.kr)에 공개하였다. 정부는 2020년부터 디지털 뉴딜 사업 가운데 하나로 '데이터 댐 구축사업'을 추진하고 있다. 공개한 가상모델을 활용하면 휴대전화, TV 등 전자기기 외에 송전선, 이동통신 기지국, 레이더 등 광범위한 전자파 노출 환경에 대해 인체 노출량을 3차원적으로 수치화 및 가시화할 수 있다.

전파영상 기반 가이던스 대비 MR 가이던스 비교 연구



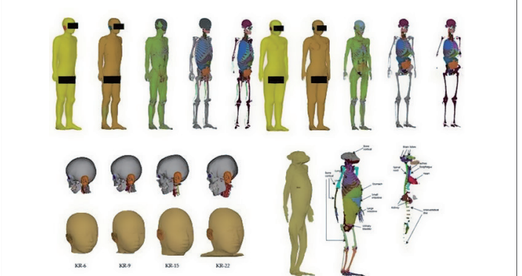
무수술·무혈·무통 전파치료 기술 개발

ETRI는 2000년대 중반부터 전파를 이용한 영상진단과 치료 기술 관련 연구를 수행하여 조기진단 고정밀 MT 시스템, 마이크로파 고정밀 유방암 진단시스템 등을 개발해왔다. 2018년에는 전파치료를 위한 정밀조사 알고리즘 연구를 수행하여 실제 생체조직을 대상으로 하는 '마이크로파 집중 정밀조사 시험장치'를 개발 및 시연하는 데 성공하였다. 또한, 2020년에는 인체 특정 부위에 전파를 집중하여 열을 발생시키는 과정에서 체내 열의 추이를 감시하기 위해 '전파영상 기반 가이던스 기술'을 개발하고 국제특허를 확보하였다. 이 기술은 전파를 이용하여 무수술·무혈·무통으로 종양 및 근골격계 질환, 각종 염증 등 퇴행성 질환을 치료할 수 있는 길을 열었다.

극한 환경에서도 통신이 가능한 자기장통신에 도전

자기장통신 기술은 자기장 영역을 이용하여 금속, 수중, 지중, 건물 붕괴 현장 등 극한 환경에서도 무선 데이터를 전송할 수 있는 기술이다. 국민의 안전 등 공익 관점에서 꼭 필요한 기술이나, 기술 난이도가 높고 개발에 오랜 시간이 소요되어 산업체에서는 개발하기 어려웠다.

전자파 유해성 검증을 위한 가상모델(인체·영장류 모델)

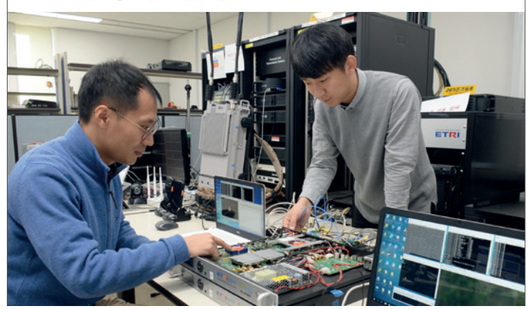


이에 ETRI는 2019년부터 2028년 종료 예정으로 '10pT급 미소 자계 기반 중장거리 자기장 통신 기술' 개발과제를 시작하였다. 연구비 150억 원, 연구인력 연 110명이 투입되는 ETRI 지원금사업으로, 1단계에서는 ETRI가 원천기술 개발을 수행하고, 2단계부터는 기술의 조기 상용화를 위해 국내 기업들을 참여시키는 형태로 추진되고 있다. 또한, 부족한 기술은 국내 대학과의 공동연구를 통해 확보한다는 방침이다.

본 과제를 통해 ETRI는 기존 자기장통신의 단점인 짧은 전송 거리, 좁은 대역폭을 극복한 중장거리 자기장 전송 기술을 개발하고 있다. 기존의 자기장통신은 자기유도를 기반으로 하여 최대 10cm 수준에서 결제, 물류 관리 및 입·출입 모니터링 등에 활용되었다. 그러나 ETRI는 미소 자기장 검출을 기반으로 하여 양자자력계(Quantum magnetometer), 중장거리 전송 모드 생성 기술, 소형 안테나를 이용한 광대역 정합 기술 등 완전히 독창적인 원천기술을 개발하고 있다.

2028년 중장거리 자기장 전송 기술이 완성되면, 수중·지중 시설물 관리, 재난·재해 시 인명구조 등에 매우 유용하게 활용될 것이다. 이를 통해 국민의 생명과 안전, 재산을 보호하고 통신·탐색·국방 등 여러 분야에서 신산업을 창출할 것으로 기대된다.

원하는 곳으로 위성신호 보내는 모뎀 개발



위성

ETRI는 1980년대 초반부터 지금까지 위성통신 지구국 기술, 위성 방송 기술, 위성 관제시스템, 위성항법 및 안테나 기술, 위성 탑재용 부품 기술 등을 개발하며 국내 위성통신 기술발전을 이끌어왔다. 2010년대 중반 이후로는 위성 탑재체 기술을 고도화하고, 정지궤도 기상위성 지상국, 빔 호핑 기술 이용한 위성통신 모뎀, 위성통신 주파수 자기간섭제거 기술 등을 개발하였으며, 앞으로도 축적된 위성통신 기술을 바탕으로 New Space 시대를 대비한 저궤도 통신위성 기반 전송 기술 및 평판안테나 기술 등의 신기술 개발에 지속해서 도전할 계획이다.

정지궤도 기상위성 지상국 개발

'정지궤도 기상위성 지상국 기술'은 적도 상공 35,670Km 정지궤도에 기상위성을 배치하여 지구상의 기상상태를 실시간으로 촬영한 영상자료와 지구 주위 정지궤도 상의 우주 기상상태를 탐측한 우주기상자료를 수신·처리·분석·서비스하는 기술이다. 최근 기후변화의 영향으로 자연재해 발생 양상이 대형화·다양화되고 이로 인한 인적·물적 피해가 급증하면서, 전 지구적 기상상태를 관측하여 기후예보에 활용하는 기상위성의 중요성은 더욱 커지고 있다. 현재 한국은 2010년 발사한 통신·해양·기상 복합위성인 천리안 1호 위성의 기상관측 임무가 종료됨에 따라 2018년 12월 차세대 기상위성인 천리안 2A호를 발사하여 운용하고 있다. 이에 천리안 1호 위성의 지상국보다 기능 및 성능 측면에서 크게 향상된 기상위성 지상국 기술개발이 요구되었다.

ETRI는 2010년대 초반부터 천리안 2A호 지상국 개발을 위한 전 단계 작업으로, 핵심기술에 대한 사전 조사와 개발 방향을 정립하였으며, 지상국 개발사업에 대한 예비타당성 분석에도 참여하였다. 그리고 이를 바탕으로 2014년부터 2019년까지 '정지궤도 기상위성 지상국 기술개발' 과제를 수행하였다. 본 과제에는 ETRI, 한국항공우주연구원, 한국천문연구원과 18개의 대학, 8개의 중소기업이 참여하였다. 과제의 목표는 '천리안 2A호 위성의 다채널·고해상도 · 대용량 관측 자료를 연속적으로 수신·처리·분석·관리하고, 이를 서비스할 수 있는 지상국 개발 및 구축을 통해 기상예보의 정확도를 향상하고 환경·해양 등 타 위성 자료와의 융합 활용 방안을 마련하는 것'이었다.

사업은 설계 단계(요구사항, 규격, 예비설계, 상세설계, 최종설계), 시스템 구축 단계, 시험 및 검증 단계, 운영준비 단계로 수행되었다. ETRI는 각 단계가 종료될 때마다 세계 최고의 기상 전문가들로 구성된 기술검토 회의(SRR, SDR, PDR, CDR 등)를 진행하여, 객관적으로 문제점을 점검하고 보완한 후 다음 단계로 넘어가는 방식을 도입하였다.

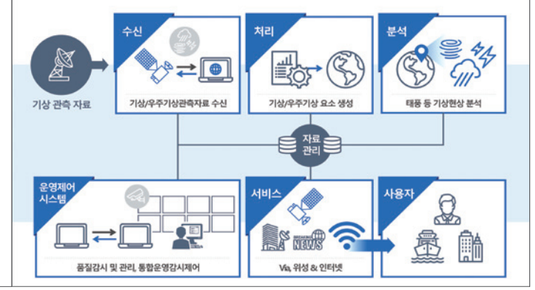
ETRI는 그동안 축적해 온 첨단 ICT 기술을 최대한 접목하여 본 과제를 수행하였다. 그 결과 99.4% 이상의 신뢰도를 얻었으며, 기존 대비 1,000배 이상의 대용량 기상자료를 초고속 처리하는 병렬화 처리기법(Open MP, MPI, Hybrid 기법 등), 관측 해상도 그대로 위성을 통해 기상방송 서비스를 제공하는 중대형 기상방송 수신기(기술이전 2건), 세계 최초의 선박용 소형 기상방송 수신기, 한반도 및 동아시아 환경에 적합한 세계 최고 수준의 기상자료 처리 알고리즘, 실시간 검 · 보정 및 품질 비교 감시 기술 등 독자적이고 창의적인 기술들을 개발하였다. 이 기술들은 '똑똑한 기상 지킴이, 기상위성 지상국'이라는 이름으로 2019년 '출연(연) 우수 연구성과'와 2020년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었으며, 2019년 'ETRI 대표성과 국가 ·사회 문제해결 성과 분야 최우수상(한국전자통신연구원 원장상)'을 수상하였다.

연구진은 천리안 2A호 위성이 발사되기 전, 지상국에 대한 1차 구축 및 통합시험을 완료하여 지상국 운영 가능성을 확인하였고, 2018년 12월 5일 위성이 발사된 후에는 궤도 내 시험을 거쳐 각종 기상 산출물들이 정시에 안정적으로 생산됨을 확인하였다. 2019

천리안 위성



기상위성 지상국 개념도



년 7월 25일, 기상청장은 천리안 2A호 서비스 개시를 공식적으로 선언하였다. 이후 ETRI는 2019년 12월까지 지상국 운영자 교육 및 지상국 시스템 보완작업을 수행하고, 인수인계 시험을 거쳐 기상청에 공식적으로 지상국을 인도하였다. 이와 함께, ETRI는 기상위성을 보유하지 못한 태국, 필리핀 등 동아시아 국가들을 위해 관측 해상도를 그대로 제공하는 위성 기상방송 시스템을 구축하였으며, 현재 서비스를 제공하고 있다.

ETRI를 중심으로 개발한 '정지궤도 기상위성 지상국 기술'은 기상예보 정확도 향상과 기후변화 예측능력 향상으로 국민의 삶의 질을 개선하였고, 기상정보 활용 관련 업체(항공, 물류, 보험 등)의 비용 절감 및 매출 신장에 기여하였다. 특히, 관련 업체들의 동남아 시장 장비 수출 기대효과는 약 2,500만 달러에 달할 것으로 보인다.

ETRI는 2020년부터 지상국 운영상의 보완점이나 시스템·알고리즘의 성능개선을 위한 '지상국 성능 개선사업'과 '지상국 유지·관리사업'을 수행하여 더 정확하고 안정적인 지상국 운영이 이루어질 수 있도록 노력하고 있다. 또한, 천리안 2A호 위성을 이을 차기 기상위성 지상국 개발을 위한 기획 연구를 추진할 계획이다.

위성 탑재체 시스템 개발

'위성 탑재체 시스템'은 성능뿐 아니라, 15년 동안 절대 고장이 나서는 안 되는 신뢰성, 위성의 발사 및 우주 궤도 유지비용과 직결되는 무게·사용 전력 등을 복합적으로 고려해야 하는 고난도의 복합시스템이다. ETRI는 2000년대 초반부터 위성 탑재체 개발에 돌입하였으며, 위성과 지상 간 송수신 장치를 일반 반도체처럼 집적화하는 '초고주파 반도체화 기술'을 전 송수신 장치에 적용함으로써 모든 고려 사항을 만족하는 우수한 탑재체 개발에 성공하였다. 당시 이 기술은 일부 선진국에서만 제한적으로 사용되고 있었다.

이어서 2014년부터 2017년까지는 '차기위성 Flexible 통신·방송 탑재체 핵심기술 개발' 과제를 수행하여, 제한된 우주 자원을 효율적으로 활용하기 위하여 높은 출력이 필요한 지역에만 선별적으로 신호의 세기를 조절하는 기술을 개발하였다. 정지궤도는 지구상공 약 36,000km 높이에 위치하기 때문에 위성과 지상 간의 통신을 위해서는 신호의 출력을 높여야 한다. 기존에는 모든 채널의 신호 출력을 높여야만 원활한 통신이 가능했으나, 본 기술 개발로 선별적으로 신호를 조절하는 것이 가능해졌다. 이 기술은 2018년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

또한, 2010년 초부터 지속해서 개발해 온 '플렉서블 디지털 통신 탑재체 핵심기술'은 2021년부터 개발에 착수하는 공공복합통신위성에 적용될 예정이다. 아울러, 위성을 이용해 원격지역 및 해상지역에도 5G 서비스를 제공하려는 수요가 증가하고 유럽을 중심으로 5G와 위성을 연계하는 새로운 국제표준 제정이 진행됨에 따라, 위성에서 5G 사용자를 실시간으로 연결해 주는 '디지털 스위칭 위성 탑재체 시스템 기술개발' 과제도 새롭게 추진하고 있다.

위성통신 주파수 자기간섭제거 기술개발

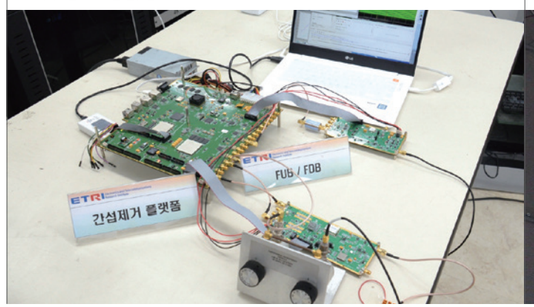
2018년에는 주파수 사용효율을 최대 2배까지 끌어올릴 수 있는 '위성통신 주파수 자기간섭제거 기술'을 개발하였다. 기존의 위성통신은 데이터를 송신하는 중심 기지국에서 신호를 보낼 때 사용하는 주파수 대역과 이를 수신하는 단말에서 중심국으로 응답할 때 사용하는 주파수 대역이 서로 달랐다. 그러나 개발된 자기간섭제거 기술을 이용하면 송·수신 주파수를 중첩시키고 중첩된 주파수에서 단말 신호만을 따로 분리함으로써 위성통신 주파수 대역 순·역방향 링크를 공유할 수 있어 기존 위성통신 시스템 대비 2배의 추가 채널 할당이 가능하고, 위성통신 중계기 사용 비용도 절반으로 줄일 수 있다. 또한, 송·수신 주파수를 중첩해 사용하기 때문에 자기간섭제거 기술이 탑재되지 않은 시스템과는 통신 자체가 불가능하여, 통신 보안이 필수적인 국방 통신에도 매우 유용하다. 이 기술은 군 통신 및 위성통신 장비 제조업체 등에 기술이전되어 활발히 상용화를 진행 중이다.

빔 호핑 기술 이용한 위성통신 모뎀 개발

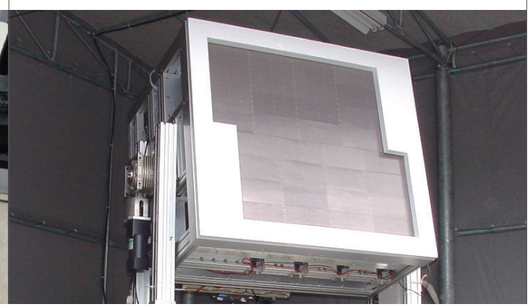
ETRI는 2019년 수요에 따라 위성 자원을 가변 할당할 수 있는 '빔 호핑' 기술을 활용한 위성통신 모뎀을 개발하였다. 특정 지역에 고정적으로 균일한 위성 신호를 보내는 기존 위성통신의 경우, 통신 수요자가 거의 없는 넓은 바다나 영공에도 동일하게 신호를 보내야 했다. 반대로 트래픽이 많이 발생하는 지역이라도 추가 자원 할당이 불가능해 통신 효율성이 떨어졌다. 그러나 빔 호핑 모뎀을 활용하면 넓은 지역에서도 꼭 필요한 선박, 항공기가 있는 곳으로만 신호를 보냄으로써 통신 속도를 높이고 고가의 위성통신 대역비용 문제도 줄일 수 있다. 이 기술은 ETRI가 보유하고 있던 DVB-S2 기반 위성모뎀 기술을 토대로 개발되었다.

개발된 위성통신 송수신 모델은 프랑스 유텔샛(Eutelsat) 사가 세계 최초로 개발하고 있는 빔 호핑 위성에 탑재될 예정이다. 이를 위해 ETRI는 2019년 10월 빔 호핑 위성과 똑같은 통신 환경을 모사한 프라운호퍼(Fraunhofer) 사의 에뮬레이터를 활용해 기술의 검증 시험을 마쳤다. 시험 결과, 기존 기술보다 통신데이터 용량 및 분배 효율은 15%~20% 증가하고, 통신 속도는 빔당 최대 400Mbps까지 내는 것으로 나타났다.

자기간섭제거 기술 플랫폼



함정용 X대역 위성통신 전자식 안테나 시스템



4

가상과 현실의 경계 허무는 초실감 시대 실현

초실감 방송미디어

ETRI는 그동안 우리나라가 HDTV 방송, DMB 방송, 3DTV 방송, IPTV 방송, UHDTV 방송 등 새로운 서비스에 도전할 때마다 필요한 기술을 세계 최고 수준으로 개발하고 국내외 표준화를 이끌어왔다.

모든 것이 네트워크로 연결되는 ICT 기반의 초연결사회, 인공지능 기반의 기술환경, 개인화된 감성 중시, 미디어 소비 및 창조의 일상화 등 최근의 사회 트렌드는 방송미디어 기술·서비스를 점차 다양화·지능화하고 있다. 이에 따라 콘텐츠의 디지털화·실감화, 방송·통신의 융합화, 기기의 모바일화·스마트화 등이 빠르게 진행되고 있다.

이에 ETRI는 2010년대 중반 이후 ATSC[35] 3.0 기술, 차세대 AV 부호화 기술, 고현장감 UWV 기술, 모바일 완전입체 영상 기술, 홀로그래피 기술 등의 개발에 집중하였다. 이를 통해 국민 누구나 일상생활에서 초실감 방송미디어를 경험할 수 있는 세상을 만들고자 노력하고 있다.

세계 최초로 ATSC 3.0 방식 UHD 본방송

2010년대에 들어서면서 대용량 미디어 전송을 위한 주파수 효율성 증대, 모바일 방송을 위한 수신 성능 향상, 통신망과의 결합을 통한 하이브리드 서비스 및 개인형 서비스 제공 등을 목적으로 하는 차세대 디지털방송 표준 'ATSC 3.0'에 대한 논의를 본격화하였다.

이에 ETRI는 2013년부터 ATSC 3.0 표준기술에 돌입하여, Shannon의 채널 용량에 근접한 고성능·고효율 LDPC[36]채널부호 기술과 6MHz 방송 대역에서 4K UHD·모바일 HD 방송을 동시에 제공하는 LDM[37] 기술 등을 개발하였다. 그리고 이러한 내용을 포함한 차세대 지상파방송 물리계층 전송기술 초안을 2013년에 ATSC에 제출함으로써 ATSC 3.0 방송 표준개발에 본격적으로 참여하였고, 다수의 기술이 ATSC 3.0 표준 필수기술로 채택되었다. 구체적으로, ETRI는 ATSC 3.0 물리계층 핵심 표준기술인 채널 부호화 기술영역에서 전체 24개 핵심 특허 중 1/3이 넘는 특허를 확보하였으며, LDM 기술을 포함하여 NUC(Non-Uniform Constellation, 비균등성상매핑), 시그널링 부호화, 프레이밍, TxID(Transmitter Identification, 송신기 식별) 기술 등을 ATSC 3.0 물리계층 표준에 최종 반영하였다. LDM 기술은 2020년 ITU[38] 국제표준으로도 채택되었다.

ETRI는 ATSC 3.0 표준기술을 선도하며 여러 차례 세계 최초의 기록을 세웠다. 세계 최초의 ATSC 3.0 실험방송을 한국에서 수행하였으며, 미국 방송사들과 함께 북미지역에서도 ATSC 3.0 실험방송을 진행하였다. 아울러, ATSC 3.0 표준기술 및 관련 서비스 전시도 처음으로 추진하였다. 이러한 활동에 힘입어 우리나라는 ATSC 3.0 표준기술을 UHD 지상파방송 전송 기술로 채택하고, 2017년 세계 최초로 ATSC 3.0 방식의 UHD 본방송을 실시할 수 있었다. 미국은 2020년 하반기에 ATSC 3.0 방송을 시작할 예정이다.

35. ATSC(Advanced Television Systems Committee) : 디지털 텔레비전 방송표준을 연구·개발하는 미국의 비영리 국제표준화위원회로, 1982년 설립되었다. ATSC 표준은 미국, 캐나다, 멕시코, 한국 등에서 방송표준으로 채택되었다.
36. LDPC(Low Density Parity Check) 채널부호 : 물리계층 오류정정 부호화 기술이다.
37. LDM(Layered Division Multiplexing) : 하나의 채널로 초고화질(UHD) 방송과 고화질(HD) 이동 방송을 동시 송수신할 수 있는 기술이다.
38. ITU(International Telecommunication Union, 국제전기통신연합) : 전기통신 전파통신, 위성통신 방송 등의 국제정보통신 분야를 총괄하는 국제연합(UN) 산하 표준화 전문기구이다.

한편, ETRI는 ATSC 3.0 표준이 적용된 송신기와 다양한 형태의 수신기, 계측 장비를 선제적으로 개발하고 이전하여 국내 기업의 기술경쟁력을 강화하고 관련 장비의 세계 시장 진출에 기여하고 있다. 현재까지 국내 중소기업을 대상으로 이전한 ETRI의 ATSC 3.0 관련 기술은 15건(11.15억 원)에 달하며, 향후 ATSC 3.0 표준·특허 확보에 따른 특허기술료 수입은 더욱 확대될 것으로 보인다. 2020년에는 세계 최고 수준의 간섭신호 제거 기술 및 채널 왜곡 보정 기술이 적용된 'ATSC 3.0 기반 동일채널 중계기'를 최초로 개발하였다. 이 기술은 앞으로 방송 전파가 도달하지 않는 음영지역 해소와 UHD 방송 인프라 확대에 크게 기여할 것으로 전망된다.

끊김없는 UHD 모바일 방송시대 열어

2018년에는 LDM 기술과 ETRI가 표준특허를 확보하고 있는 SHVC(Scalable HEVC) 기술을 결합하여 ATSC 3.0 UHD 방송의 대표 서비스인 'UHD 모바일 방송'을 지원하기 시작하였다. 기존에는 모바일로 지상파방송을 보다가 터널, 지하, 빌딩 주변 음영지역을 만날 때 방송이 끊기곤 하였지만, 개발된 기술을 활용하면 음영지역에서 방송망이 와이파이, LTE, IPTV와 같은 인터넷 기반 광대역 통신망으로 연결되어 방송이 끊기지 않는다. 즉, 고속의 이동환경에서 방송 신호 수신이 불가능한 상황이 될 때 ATSC 3.0 규격에 맞는 방송 송·수신 칩이 스스로 통신 신호를 찾아 연동함으로써 끊김 없이 콘텐츠를 제공하는 것이다. 이 기술은 'UHD 모바일 방송 기술개발'이라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

2020년 현재 ETRI는 ATSC 3.0 기술개발의 후속연구로 '5G와 ATSC 3.0 연동 전송 기술' 개발과제를 수행하고 있다. 과제의 목표는 IP(Internet Protocol) 기반으로 동작하기 때문에 방송 신호와 통신 신호의 공존이 용이한 ATSC 3.0 표준기술을 활용하여 방송망과 5G 네트워크를 연동하는 기술을 개발하는 것이다. ETRI는 본 과제를 통해 방송망과 통신망의 연동에 관련된 핵심기술을 선점함으로써 다시 한번 세계 시장을 선도할 계획이다.

현장에 온 듯한 실감 UWV 구현

대화면 파노라마 영상인 UWV(Ultra Wide Vision)는 사람의 시야와 유사한 120도 이상의 광시야각을 UHD 초고화질로 제공하는 실감 영상 기술이다. 시청자는 시야를 가득 채운 영상을 통해 현장에 실제로 와 있는 듯한 실재감과 몰입감을 느낄 수 있다. UHD가 가로세로 3,840×1,920의 해상도로 60도 이내의 시야각을 제공하는 것에 반해, UWV는 UHD의 3배인 11,520×1,920 초고해상도로 120도 이상의 시야각을 제공한다. ETRI는 2011년부터 UWV 원천기술 확보에 돌입하여 2018년까지 연구비 약 70억 원을 투입, 4K급 초고화질 영상을 기반으로 하는 '12K×2K급의 UWV 실황중계 기술'을 개발하였다. UWV 실황중계 기술은 현장에 가지 않고도 스포츠 이벤트나 문화 공연의 실황을 현장감 있게 시청할 수 있는 기술이다. 여기에는 고해상도의 광시야각 영상을 위해 고품질 카메라 여러 대를 연결하여 초점과 색온도를 동일하게 유지·촬영하는 기술(획득), 중복되는

48대의 멀티 패널 UWV 재생시스템(2018, 인천공항 평창 ICT올림픽 라운지)



복수의 영상을 끊김 없이 이어붙이고 보정하여 가로로 넓은 파노라마 영상을 형성하는 기술(생성), 대용량 UWV 영상신호를 압축 부호화하고 전송하는 기술(전송), 복수의 프로젝터나 패널 디스플레이를 통해 중첩 없이 고해상도 UWV 영상을 재생하는 기술(재생) 등이 활용된다.

ETRI는 UWV 실황중계를 위한 요소기술로, 실시간으로 카메라 출력을 확인하면서 카메라 자세를 제어하기 위한 '실시간 모니터링 시스템', 영상을 끊김 없이 연결하여 대화면 파노라마 영상을 구현하기 위한 'HLoG(High order Laplacian of Gaussian) 기반 스티칭 원천기술', 고효율 비디오 코딩 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)를 기반으로 12K×2K UWV 영상을 실시간으로 부호화하는 'UWV 실시간 부호화·전송 시스템', 실시간으로 UWV 스트림을 수신하여 복호화하고 멀티프로젝터, 멀티패널, UHDTV 등 다양한 디스플레이에서 재생하게 함으로써 현장감 있는 장면을 제공하는 'UWV 재생시스템' 등을 개발하였다.

ETRI는 이 기술들을 민간기업에 이전하여 2017년부터 2020년까지 총 10건의 기술이전 계약을 체결하였다. (착수기본료 총액 4.6억 원) UWV 실황중계 기술은 이벤트, 전시, 홍보 등 다양한 분야에 적용할 수 있어 향후 산업적 효과는 점점 확대될 전망이다. ETRI는 기술개발에만 그치지 않고, 각종 스포츠 경기와 K-pop 콘서트, 관광, 뮤지컬, 영화 등 여러 장르의 콘텐츠를 직접 제작하여 기술을 검증하고 다양한 활용 가능성을 제시하였다. 2018년 평창동계올림픽에서는 과학기술정보통신부와 협력하여 주요 스포츠 경기를 비롯한 ICT 5대 기술 소개와 K-pop 콘서트, 한국의 자연 풍광 등 다양한 UWV 콘텐츠를 제작하여 일반에게 선보였으며, 2018년 2월 19일에는 조직위·강릉시·KT·NIPA·RAPA 등과 협력하여 강릉아트센터에서 진행된 난타 공연을 인천공항 ICT 라운지에서 UWV 실감 영상으로 실황중계 하였다. 또한, 2018년 9월 6일에는 한국과학기술정보연구원, 네덜란드 TNO, 요한 크루이프 아레나 등과 협력하여 네덜란드 암스테르담 요한 크루이프 아레나(Johan Cruyff Arena) 축구장에서 열린 네덜란드와 페루 국가대표팀 친선경기를 실황 중계하였고, 2019년에는 5G 환경에서 프로야구를 중계하는 SK텔레콤의 '5GX Wide view' 서비스에 UWV를 적용하기도 하였다.

아울러, 2020년 2월 시작된 코로나19의 영향으로 원격회의, 온라인 공연, 텔레프레젠스(Telepresence) 등 비대면 미디어 서비스의 중요도가 커지자, 이에 발 빠르게 대응하여 2020년 7월부터 'UWV를 기반으로 한 온라인 공연 플랫폼' 과제를 수행하고 있다.

SF 영화 같은 360도 홀로그램 구현

ETRI는 2010년대 초부터 디지털 홀로그래피 디스플레이 기술과 홀로그래피 기록 기술, 홀로그래피 획득·생성 기술 등을 연구해오고 있다. '홀로그래피 기술'은 빛의 간섭과 회절 현상을 이용하여 3차원 영상 정보를 기록하고 공간상에 재현하는 기술이다. 2017년에는 세계 최초로 360도 모든 방향에서 복수의 사용자가 5인치 크기의 컬러 동영상 홀로그램을 시청할 수 있는 디스플레이를 구현하였다. 기존 홀로그래피 디스플레이는 TV처럼 정면으로 바라보는 형태의 매우 작은 단색 홀로그램을 재현하는 수준이었으나, 본 디스플레이는 영화 '스타워즈'에서처럼 360도 전 방향에서 관찰 가능한 3차원 홀로그램 영상을 재현하는 것이 가능하다. 약 4인치 크기의 실제 물체가 허공에 뜬 것처럼 보이게 해주는 컬러 홀로그램 영상을 동시에 다수의 관찰자가 볼 수 있도록 테이블 탑형으로 구현했다는 점은 매우 획기적인 성과이다. '360도 전 방향에서 시청 가능한 완전입체 디지털 홀로그래피 기술'은 2017년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었으며, 세계 최대의 디스플레이 분야 전시 및 학술회의인 'SID(Society for Information Display) 2017' 등 다수의 해외 학술대회에서 우수논문상을 받았다.

한편, 2019년부터는 궁극적인 홀로그램 영상 서비스를 위한 홀

로그래피 획득생성·압축·재현 핵심기술(Holo-TV 기술) 개발에 돌입하였다. 특히, '홀로그램 비디오카메라 기술' 개발에 주력하고 있다. 이는 햇빛, LED 등 레이저를 사용하지 않고 기존의 2D 카메라처럼 실사를 대상으로 직접 컬러 동영상 홀로그램을 획득하는 세계 유일의 기술이다. 또한, FPGA를 이용한 CGH(Computer Generated Hologram)를 실시간 생성하는 기술과 One Source Multi-Use 개념을 적용한 홀로그램 변환 합성 기술도 연구하고 있다.

다시점·LF 영상 기술개발

2010년대 들어 기가급 모바일 플랫폼상에서 완전입체 실감 미디어를 획득·전송·재현하는 기술에 대한 수요가 제기되자, ETRI는 2015년부터 '모바일 완전입체 영상기술'을 개발하기 시작하였다. '모바일 완전입체'란 실세계의 3차원 사물을 직접 보는 것 같은 깊이감(depth cue)으로 모바일 단말에서 3D 영상을 재현하는 것으로, 기존 안경착용형 3DTV나 수평 시차만을 지원하는 무안경 다시점 디스플레이보다 뛰어난 고품질 3D를 의미한다. 연구진은 테스트 패턴의 왜곡을 모델링하여 LF 디스플레이 정합 오차를 자동으로 측정하고 보정하는 SW를 개발하여 삼성디스플레이 협력사에 이전하였다. 또한, 카메라로 추적한 시청자의 위치를 기반으로 대용량 LF 영상을 실시간으로 재생하는 적응적 서브픽셀 배치 기술을 개발, 실사 LF 영상을 10K 5인치 LF 모바일 단말에서 재생하는 데 성공하였다. 이 기술은 삼성디스플레이의 자체 단말 SW로 이용되었다.

이어서 2017년에는 실사 전방위 영상으로부터 6DoF(Degree of Freedom) 지원 뷰포트 시점 영상을 재현하기 위한 '초실감 테라 미디어를 위한 AV 부호화 및 LF 미디어 기술' 개발에 돌입하였다. 세부적으로는 LF 영상 공간정보획득 기술, HMD 기반 전방위 LF 영상 재현 기술 및 HMD 기반 전방위 LF 영상 송·수신 요소기술을 개발 중이다. 최종적으로 개발된 LF 미디어 핵심기술은 고도화 및 통합을 통해 6DoF 지원 HMD 기반 LF 영상 서비스 플랫폼으로 검증될 예정이다.

3D 실감 오디오 기술개발

한편, 청취자에게 마치 음원을 획득한 장소에 실제로 있는 것과 같은 현장감과 거리감, 방향감을 주는 '3D 실감 오디오 기술' 개발에도 주력하였다. ETRI는 1990년대 초부터 여러 과제를 통해 오디오 신호처리 원천기술 연구를 꾸준히 추진해왔다.

특히, 2016년에 개발한 '디지털 시네마 다채널 오디오 재현 기술'은 디지털 시네마 환경에서 3D 실감 오디오를 재현하는 기술로, 국제표준규격인 DCI(Digital Cinema Initiative)에 맞춰 최대 32채널의 오디오 신호를 5.1채널 및 7.1채널로 호환할 수 있도록 전송·재현한다는 장점이 있다. 특히, 기존의 영화관 장비와 호환되어 다양한 형태의 영화관이나 공연장에도 응용 가능하며, 추후 홈엔터테인먼트 VOD 시장과 대형 전시관 등의 분야로 서비스를 확장할 수 있을 것으로 보인다.

테이블 탑형 홀로그래픽 디스플레이



한편, 2020년부터는 완전 자유도 공간음향 재현을 위한 '저지연-고품질 동시 지원 공간음향 부호화 기술개발 및 표준화' 사업을 시작하였다. 이를 통해 가상 환경에서도 사용자의 자유로운 움직임에 따라 고품질·고현장감 오디오를 구현할 수 있는 기술을 개발하고 있다.

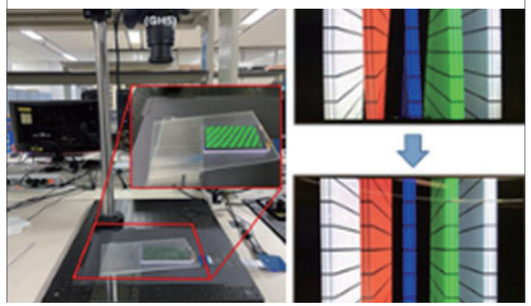
초실감 미디어를 위한 초고압축 부호화 기술

ETRI는 2010년대 중반 이후로, 기존 동영상 압축표준인 HEVC[39] (MPEG-H Part 2/H.265)의 다음 단계 부호화 기술개발에 돌입하였다. 2016년부터 HEVC·3DA 대비 2배 압축을 제공하는 5세대 비디오·오디오 표준 핵심기술개발 및 국제표준화 활동에 돌입하여, 2019년까지 총 17건의 표준 기고서 채택 성과를 거뒀으며, 36건의 기술이 VVC[40] (MPEG-I Part 3/H.266) 표준에 반영되었다. 2020년 7월에 표준화가 완료된 VVC는 2021년 10월경 특허 풀에 진입할 것으로 예상되며, 2022년부터 특허기술료 수입이 발생할 것으로 기대된다.

아울러, 2017년부터는 기계학습 기반 비디오 부호화 기술개발에도 새롭게 뛰어들었다. MPEG에서 기계학습 기반 비디오 부호화 표준화에 대한 논의가 2020년 초부터 시작한 상황이어서, ETRI는 추가 후속 과제를 통한 기술개발로 향후 진행될 표준화에 적극적으로 대응할 예정이다.

한편, 미래의 미디어 서비스는 가상과 현실의 경계를 허무는 초실감 기술을 통해 사용자가 3차원 가상공간을 자유롭게 이동할 수 있는 서비스를 추구할 것으로 전망된다. 이에 ETRI는 입체 공간 비디오에 특화된 새로운 초고압축 부호화 기술을 개발하고자 2019년부터 10년간 '6DoF 입체 공간 비디오의 초고압축 부호화 기술개발 및 표준화 과제'를 추진하고 있다. 이를 통해 HEVC 대비 24배 이상 압축(라이트필드, 홀로그램 등)이 가능한 기술을 개발하고 표준에 반영할 계획이다.

LF 디스플레이 정합 오차 보정 시스템



양방향·대용량으로 케이블방송 패러다임 진화

2010년대에 들어서 IP에 기반한 OTT(온라인 동영상 제공 서비스)의 성장과 VR/AR과 같은 양방향 실감 콘텐츠의 출현이 본격화하면서 케이블방송도 이러한 패러다임에 부응해야 한다는 요구가 커졌다.

이에 ETRI는 그간 구축해 온 케이블 UHD 방송서비스 및 기가급 초고속 인터넷 기술을 토대로 2016년부터 3년간 '광 IP 네트워크 기반 스마트 미디어 양방향 연동을 위한 RoIP(RF-signal over IP) 기술개발' 과제를 수행하였으며, 추가로 2017년부터 3년 동안은 '케이블 방송망에서의 멀티 기가급 서비스를 위한 동일

39. HEVC(High Efficiency Video Coding): 동영상 압축표준의 하나로 H.264/MPEG-4 AVC의 후속 형식이다.
40. VVC(Versatile Video Coding, 다용도 비디오 부호화): 대용량 초실감 서비스 제공을 위한 차세대 비디오 부호화(압축) 표준기술로, 압축 성능이 기존의 HEVC보다 최대 2배에 달한다.

대역 상·하향 신호 동시 송수신 기술개발' 과제를 추진하였다. 각 과제의 목표는 기존 동축 기반 장비를 유지하면서 광 기반의 양방향 전송이 가능한 시스템 기술을 개발하고, 부족한 상향 전송 대역의 확보를 위한 동일대역 전이중 전송 핵심기술 및 표준규격을 개발하는 것이었다. 과제에는 연구비 88억 원과 연구인력 연 60명이 투입되었다. ETRI가 핵심기술을 연구하고 개발 장비의 조기 상용화를 위해 국내 기업들이 참여하는 동시에, 국제표준화를 병행하는 형태로 추진되었다.

RoIP 기술은 아날로그의 RF(Radio Frequency, 초고주파) 신호를 디지털화하여 IP 네트워크로 전달한 뒤 다시 디지털화된 RF 신호를 아날로그 RF 신호로 전달하는 기술로, 기존의 RF 기반 전송 장비 및 단말 장치(셋톱 및 케이블모뎀)를 유지하면서 광 네트워크로 케이블 방송망을 진화시키는 기술이다. 이는 기존에 없던 새로운 개념으로, 매우 정확한 망동기(1us 이하)를 유지하면서도 기존의 동축망을 통해 시간 오차 없이 RF 신호가 전달되어야 한다는 어려움이 있었다. IP 네트워크에서 가장 정밀한 PTP(Precision Time Protocol)를 사용하더라도 구현이 어려운 상황이었다. 그러나 ETRI는 10년 이상 축적한 케이블 전송 기술을 토대로 케이블모뎀에 적용되는 망동기 메커니즘을 IP 네트워크에 적용하여 매우 정밀한 망동기를 얻어냈고, 이를 통해 세계 최초로 동기화된 RF 신호 전송에 성공하였다. 그리고 2018년 말 ㈜CJ헬로 북인천방송을 통해 서비스 검증을 완료하였으며, ITU-T[41]에서 3개의 표준안을 승인받았다.

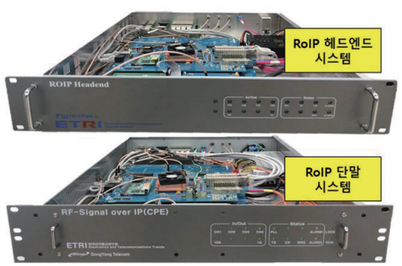
'동일대역 전이중 전송 기술'은 제한된 주파수 자원 내에서 상향 전송과 하향 전송을 주파수대역 구분 없이 동일대역에서 동시에 전송함으로써 주파수 사용효율을 2배로 향상하는 기술이다. 이 기술은 최근 5G 무선통신 기술에 적용이 시도되는 등 파급효과가 크지만, 복잡도가 높아 실제로는 구현이 매우 어렵다. 특히, 케이블 방송망에 적용되는 전이중 기술은 192MHz 대역에서 송수신이 동시에 이뤄지는데, 이는 5G에 적용되는 60MHz의 3배가 넘는다. ETRI가 개발한 동일대역 전이중 전송 기술은 비록 유선망이지만, 192MHz의 초광대역 주파수에서 전이중 전송에 성공한 국내 최초의 사례이다. 이는 국내 케이블 방송망에 상·하향 10Gbps의 초고속 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 핵심 기반기술을 확보하는 계기가 되었다. 이 기술은 2019년 말 디지털케이블연구원에 구축된 테스트베드를 통해 성능·기능 검증을 완료함으로써 상용화를 위한 기반을 마련하였으며, ITU-T에서 1개의 표준안을 승인받았다.

그동안 국내 케이블 장비시장의 해외 업체 시장 점유율은 90% 이상으로 매우 높은 상황이었다. 그러나 ETRI가 RoIP 기술 및 동일대역 전이중 전송 기술 개발에 성공하면서, 디지털 케이블방송 관련 장비 및 핵심 부품의 기술종속 탈피가 가능해졌다. 또한, 양방향 스마트 방송서비스 제공을 통해 개인 방송서비스의 활성화, 고품질 멀티미디어 서비스의 보편적 제공이 가능해져 사회 구성원 간 디지털 격차를 해소하고 여가 생활의 질적 수준을 향상할 수 있게 되었다.

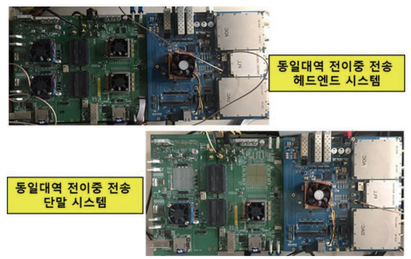
XD미디어 기술개발

ETRI는 새롭게 'XD미디어' 분야에 도전하여, 2017년 환경 센서 신호 및 영상으로부터 실감요소 정보를 자동으로 추출하는 기술과 추출한 실감효과 정보를 국제표준(MPEG-V(ISO/IEC 23005) 기반의 실감효과 메타데이터로 자동 변환하는 기술을 확보하였다. XD미디어는 4D 영화로 대변되는 다감각 체험형 실감 콘텐츠로, 그동안 실감효과 제작사 및 실감 장치 제조사가 각기 다른 규격으로 영상을 제작하는 데다, 모션·진동·조명·바람·안개 등의 실감효과를 입히기 위해 소수의 전문가가 영상을 수십 회 반복 시청하며 직접 효과를 입히는 수동편집 과정을 거쳐야 해서 활성화되지 못했던 분야이다. 그러나 본 기술개발로 상호호환성, 다양성, 생산성, 저작 용이성 등의 문제가 크게 해소되어, 앞으로 XD미디어 분야는 빠른 성장세를 보일 것으로 기대된다.

RoIP 헤드엔드 · 단말 시제품



동일대역 전이중 전송 헤드엔드 · 단말 시제품



41. ITU-T(ITU-Telecommunication) : ITU의 전기통신표준화부문이다.

초실감 콘텐츠

ETRI는 1990년대 후반부터 가상현실, 컴퓨터 그래픽스, 인텔리전트 인터랙션, 컴퓨터 게임 등을 연구하여 우리 국민에게 기존에 없던 새로운 경험을 선사해왔다.

초실감 · 초연결 콘텐츠에 대한 요구가 급증하면서 2010년대 중반부터는 초다시점·홀로그래픽 콘텐츠 기술, 실감 콘텐츠 시스템 등의 개발에 주력하고 있으며, 가상현실(VR; Virtual Reality) 및 증강현실(AR; Augmented Reality) 기술, AI 기술 등을 스포츠, 교육, 실내 테마파크, 디지털 문화재 복원 등 다양한 분야에 적용하고 있다. 또한, 이러한 기술들을 결합한 초실감 몰입형 콘텐츠 개발을 통해 인간과 문화가 중심이 된 디지털라이프를 구현하고자 노력하고 있다.

초연결 실감체험(Tele-Experience) 기술개발

ETRI는 2010년대 초반부터 곧 다가올 5G 시대 기가급 유무선 네트워크 환경에서 누구나 초연결 실감체험(Tele-Experience)을 누릴 수 있도록 초다시점 영상 고속 생성·처리 기술, 홀로그램 고속 생성 기술, 초다시점·홀로그램 실감 상호작용 기술, 초다시점 영상제작 도구 등을 개발하기 시작하였다.

우선, '초다시점 영상 고속 생성·처리' 분야에서는 18개의 카메라를 이용하여 18 시점 영상을 촬영하고 18 시점 CG 영상을 합성한 후, 중간시점 영상 기술을 이용하여 최종 180~350 시점 영상을 준실시간으로 생성하는 기술을 개발하였다. 또한, 상용 게임엔진과 연동되는 GPU 기반 실시간 다중화 기술을 개발하였는데, 108 시점 기준 70fps 이상, 300 시점 기준 30fps 이상의 성능 달성에 성공하여 세계 최초 및 최고 기술이라 할 수 있다. 개발된 기술을 통해 무안경 입체영상을 이용한 실감 원격회의, 실감 원격의료, 실감 방송, 실감 스포츠 중계, 원격 몰입형 교육서비스 등이 가능하게 되었다.

아울러, 개인이 초다시점 영상을 쉽게 만들 수 있도록 휴대 가능한 '경량 휴대형 다시점 실사 영상 촬영장치'와 촬영된 실사 영상을 쉽고(자동화율 80%) 저렴하게(분당 100만 원 이하) 초다시점 영상으로 변환할 수 있는 '초다시점 영상제작 도구'도 개발하였다. 이를 통해 다시점 영상제작 시간과 경비를 획기적으로 줄임으로써 정체되었던 입체 관련 IT 산업 분야를 활성화할 수 있게 되었다.

연구진은 햅틱(Haptic)[42] 상호작용이 지원되는 모바일 단말과 81 시점 디스플레이 3대가 실시간으로 연동되는 '실감 몰입 체험형 전시·광고 시스템' 또한 세계 최초로 개발하였다. 이 기술은 2018년 평창동계올림픽에 시범 적용되었다.

'홀로그램 고속 생성' 분야에서는 GPU를 이용한 고속 처리를 통해 2K급 컬러 홀로그램을 실시간 생성하는 기술을 개발하였다. 또한, 홀로그램 디스플레이 없이도 영상을 확인할 수 있는 홀로그램 사전 시각화 기술도 개발하였다.

'초다시점·홀로그램 실감 상호작용' 분야에서는 사용자가 초다시점 또는 홀로그램 영상을 실제로 보고 만지는 것처럼 느낄 수 있는 기술을 개발하였다. 과제 수행 당시, 홀로그램은 계산 속도가 너무 느려 실시간 상호작용이 불가능하다고 여겨졌었다. 그러나 ETRI는 과감하게 신기술에 도전하였고, 고속 홀로그램 변경 기술 기반의 실시간 홀로그램 상호작용 기술개발에 성공하였다. 이를 통해 홀로그램 영상기반의 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있는 발판을 마련하였다.

ETRI가 주도하여 개발한 '무안경 3차원 입체 및 홀로그램 영상제작 기술'은 2017년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었으며, SCI 저널 상위 20%에 속하는 Optics Express에 게재되는 등 기술의 우수성을 국내외에서 인정받았다.

본 기술은 원격회의, 실감형 스포츠 중계, 원격의료·교육, 오락·테마파크, 고품질 방송·통신 등 다양한 분야에서 영상 미디어와 융합 · 생산되는 특징이 있어, 앞으로 기존 영상 미디어 및 디지털 콘텐츠와 동반 성장이 가능할 것으로 보인다. 또한, 실감 초다시점·홀로그램 영상을 이용한 새로운 형태의 사회·교육·문화·예술 활동을 촉진하고, 전시문화산업 부흥에도 기여할 것으로 예상된다.

AR·VR·딥러닝 이용한 참여형 이러닝 기술개발

ETRI는 첨단 ICT를 적용한 미래형 교육서비스를 제공하기 위해 2014년부터 '참여형 이러닝' 기술개발을 시작하였다. 이를 통해 크게 세 가지 시스템을 개발하였다.

첫 번째는 '공간증강 인터랙티브 학습 시스템'이다. 이는 시스템이 공간을 인식하여 가상 콘텐츠를 증강하고 실사 영상을 변형시켜 보다 실감 나는 학습환경을 제공하는 것으로, 특히 3D 모델링에 기반한 가상 객체와 사람 간 인터랙션 기능을 지원하였다. 예를 들어, 실제 공간에 있는 테이블 위에서 가상의 펭귄이 걸으면 학습자가 따라갈 수 있도록 하거나, 가상의 지진에 의해 실제 공간의 바닥이 갈라지도록 하는 등 실사와 가상이 어우러진 여러 콘텐츠를 개발하여 자연스럽게 학습이 이루어지도록 하였다.

두 번째는 '체험형 학습 시스템'이다. 이는 전용 교실 또는 독립 공간의 공간형 디스플레이 환경에서 다수의 학습자가 가상체험에 참여하여 협력을 통해 몰입형 학습을 수행하는 교육서비스 시스템이다. 다른 나라, 동화 속 세상 등 가상의 세상을 꾸민 뒤 여기에 학습자의 실사 영상을 혼합시켜 마치 실제로 그곳에 간 듯 체험하며 학습할 수 있는 환경을 구현하였다. 이 시스템은 국립어린이청소년도서관을 비롯한 전국 40여 개 국공립 도서관에 설치되어 '체험형 동화 구연'이라는 제목으로 서비스되고 있다.

세 번째는 '맞춤형 창의학습 튜터링 시스템'이다. 이는 학습자의 수준을 인식하여 최적의 학습 콘텐츠를 제공하는 시스템이다. 중·고등학생 중 70% 이상이 수포자(수학포기자)라는 말이 있을 정도로, 특정 수업의 진도를 따라가지 못하는 학생이 많은 것이 현재 교육계의 현실이다. 이러한 문제를 해결하고 맞춤형 교육을 실현하기 위해, ETRI는 기존에 학습자 수준을 진단하는 데 주로 사용된 인지진단모형을 넘어 딥러닝 기술을 활용하여 좀 더 정확한 맞춤형 진단 및 학습이 가능한 엔진을 개발하였다. 당시 개발에 참여한 연구원은 본 기술을 토대로 연구소기업을 창업하였다.

과제를 통해 개발된 기술들은 다양한 교육 현장에 적용되었다. 유치원 누리과정에 가상증강현실 교육 시스템을 적용하였으며, 국내 최초로 증강현실 기술을 EBS 딩동댕유치원 TV 프로그램, 영어교육 라디오 프로그램 등 교육 방송에 활용하는 한편, 제주교대와 협력하여 맞춤형 학습 기술을 영어교육에 적용하였다. 아울러, 개발된 가상증강현실 기술을 교육뿐만 아니라 전시관, 박물관 등의 분야에 적용해 사업화하였고, 중국에도 수출하였다. 현장 적용

창조경제박람회 VIP 시연 콘텐츠 선정



42. 햅틱(Haptic): 컴퓨터의 기능 가운데 촉각과 힘, 운동감 등을 느끼게 하는 기술이다.

과정에서 ETRI 연구원들은 자신이 개발한 시스템 체험을 통해 아이들이 기뻐하는 모습을 보며 더 나은 내일을 위해 일조했다는 생각에 큰 감동과 보람을 느끼기도 하였다.

본 과제는 2015년 과학의날 미래부 장관상 표창을 받았으며, 2016년 대덕연구개발특구 기술사업화 대상으로 선정된 것은 물론, 2016년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되는 등 우수한 기술력을 인정받았다.

학교용·민간용 VR 스포츠 시스템 개발

21세기 들어 식문화의 서구화로 초·중·고등학생의 체격은 커졌으나, 학습 부담, TV 시청, 게임 등으로 운동량이 부족해지면서 체력과 수업능력은 오히려 저하되었다. 특히, 최근에는 미세먼지가 심각한 이슈로 떠오르면서 실외에서의 체육활동이 많은 제약을 받고 있다.

이러한 문제를 해결하고자 ETRI는 2015년부터 2019년까지 문화체육관광부 출연과제인 '청소년용 실감 체험형 스포츠 통합플랫폼 기술개발' 과제를 시작하였다. 4년간 연구비 80억 원, 연 35명의 연구인력이 투입되는, 당시 문체부 스포츠산업 분야에서는 최대 기간 최대 연구비가 투입된 국책연구과제였다. ETRI가 핵심기술 개발을 수행하고, 개발된 기술이 적용된 시스템과 콘텐츠의 상용화를 위하여 ㈜에어패스, ㈜알디텍, 모젼스랩㈜ 등의 국내 스포츠 콘텐츠 제작 기업들이 참여하였다.

공간증강 시스템을 활용한 EBS 딩동댕유치원 촬영(2015. 12. EBS)



연구진은 학생들이 부가적인 장치를 착용하지 않아도 시스템이 축구 스텝, 태권도 자세 등 인체 동작과 스포츠 도구의 3차원 모션 정보를 정밀하게 분석하도록 하는 알고리즘 개발에 주력하였다.

이를 위해 적외선 멀티 고속카메라를 통해 스포츠에 사용되는 공과 도구의 3차원 속도, 회전 및 위치를 정밀하게 인식하는 기술과 적외선 싱글 카메라를 통해 임의의 객체가 스크린에 접촉하는 2차원 위치를 실시간으로 인식하는 기술을 개발하였다. 또한, 360도 전방위에 설치된 최대 8대의 카메라로 일반 의상을 착용한 2인 이상 사용자의 21개 관절을 정밀 추적하는 인공지능 기술도 개발하였다. 그리고 이러한 기술을 종합하여 학교현장에 적용이 가능한 'VR 스포츠 시스템'을 완성하였다.

개발된 '학교용 및 민간용 가상현실 스포츠실'은 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다. 이는 문화체육관광부가 출연한 체육 분야 연구개발 중 최초의 수상이었다. 또한, ETRI 총괄책임자는 체육발전에 기여한 공으로 2019년 12월 문화체육관광부 장관 표창장을 받았다.

연구진은 VR 스포츠 시스템을 실제 학교현장에 적용하기 위해 2016년 서울 옥수초등학교(일반 학생 대상), 2017년 서울 신정초등학교(엘리트 선수 대상), 2018년 서울 삼양초등학교(더블 스크린 기술 적용)에 VR 스포츠실을 구축하였다. 특히, 옥수초등학교에서는 평소에 휠체어를 타고 다니는 경증 소아마비 어린이가 비장애인 아이들과 함께 체육활동에 참여하는 사례가 도출되었다. 이로써 VR 스포츠 시스템이 학생들의 체력향상은 물론 장애 아이들에게 새로운 체육활동의 기회를 제공할 수 있다는 것이 증명되었다.

한편, VR 스포츠실에서 체육활동을 하는 학생들의 활동량을 영상으로 분석한 결과, 3.51 MET(Metabolic Equivalent Task, 신진대사 해당치)가 나왔다. 이는 운동장 또는 체육관에서 이루어지는 일반 체육활동의 활동량(4.17 MET) 대비 84% 수준으로, VR 스포츠실이 상당한 수준의 운동 효과가 있다는 것을 과학적으로 증명한 결과였다. 이는 실내 VR 스포츠에 대한 인식 전환의 계기를 마련하였다.

VR 스포츠 시스템의 뛰어난 효용성을 확신한 문화체육관광부는 2017년부터 지방자치단체와 공동으로 '가상현실 스포츠실 보급사업'을 시작하여, 2023년까지 전국 600여 개의 초등학교에 VR 스포츠실을 보급하는 계획을 추진 중이다. 이 사업으로 문화체육관광부와 국민체육진흥공단은 '2019 정부혁신 우수사례 경진대회 왕중왕전'에서 행안부장관상(동상)을 수상하였다.

VR 스포츠실은 해외로도 수출되고 있다. 중국 북경·연안·심천, 인도네시아, 자카르타 등에 수출되었고, 베트남 및 중동 등에서도 사업화가 성공적으로 진행 중이다. 또한, 경기·안양 키자니아(어린이 체험형 테마파크)에는 VR 양궁장이, 서울 상암 DMC 홍보관 내에는 VR 태권도와 VR 줄넘기 체험장이 추진되고 있다. 또한, 2020년에는 대전과 서울 발달장애인훈련센터에도 장애인 운동치료를 위해 설치되었다. 이렇게 학교 이외의 다양한 환경으로 시스템이 적용·확산함에 따라 앞으로 VR 스포츠 기술의 파급효과는 매우 클 것으로 기대된다.

VR 스포츠실(2017, 서울 옥수초등학교)



ETRI는 후속으로 '간접 센싱 기반 실시간 연동 AR 실내 스포츠 플랫폼개발' 과제를 2020년부터 2022년까지 수행할 예정이다.

인터렉티브 VR 테마파크 구현

ETRI는 AR·VR 기술에 관한 오랜 연구 경험을 토대로 2010년대 초반부터 '도심형 VR 테마파크 핵심기술개발'에 돌입하였다. 2011년에는 '실감 체험 공간 확장형 Live 4D 콘텐츠 플랫폼 기술개발' 과제를 추진하여 VR 콘텐츠의 실감적 가시화와 인터랙션에 필요한 일부 핵심 요소기술들을 개발하였다. 이어서 2014년부터 2018년까지 연구비 180억 원이 투입된 '원격 사용자 동시 참여 및 경험이 가능한 인스턴트 3D 객체 기반 몰입형 Join&Joy 콘텐츠 기술개발' 과제를 후속 사업으로 수행하여 실내 VR 테마파크 시범모델을 구축하였다. 본 사업은 ETRI가 VR 핵심기술 개발을 주도하고, 내부구조 설계운영과 콘텐츠 기획 등을 위해 ㈜시공테크, EBS, ㈜아가월드 등이 참여하는 형태로 추진되었다.

과제 수행을 통해 연구진은 평창의 하늘을 실제 패러글라이딩을 타고 비행하는 듯한 가상체험을 할 수 있는 '에어글라이더 시뮬레이터', 콘텐츠 내에 등장하는 다양한 동물 객체들과 교감하는 '가상 사파리 시스템', 두 손을 앞으로 교대로 뻗어서 장풍을 만드는 듯한 동작을 통해 대형 프로젝션 콘텐츠 시스템과 상호작용하는 '번개 펀치 시스템', 작은 실내 공간에 설치된 복선의 레일 위를 소형의 시뮬레이터를 타고 움직이면서 중국 관련 테마 콘텐츠를 체험

해 볼 수 있는 '가상 롤러코스터' 등 다양한 체험용 인터랙티브 VR 콘텐츠 시스템개발에 성공하였다.

당시 VR 테마파크용 모션 센서(Motion sensor)는 대부분 다소 큰 몸동작 정보를 획득하는 용도로 사용되었다. 손가락 움직임과 같은 작고 정밀한 모션 획득에 이용되는 몇몇 센서들 역시 움직임에 내포된 사용자의 행위 의도는 파악하지 못하였다. 그러나 VR 테마파크의 이동형 시뮬레이터에서 사용자의 상호작용 순간에 맞추어 콘텐츠를 오류 없이 재생하기 위해서는 탑승자가 취하는 손 혹은 손가락의 모션 인식이 매우 정확하게 이루어져야 한다. 이에 ETRI는 다수의 깊이 카메라[43]를 이용하여 3차원 공간에서 이동체의 위치와 손가락 등의 정밀한 모션을 인식하는 알고리즘을 자체적으로 개발하고, 이를 통해 VR 콘텐츠 출력장치를 정밀하고 정확하게 반응하는 기술을 확보하였다. 이는 국내 콘텐츠 기업들이 공간 기반 서비스에 관심을 두는 계기가 되었다.

본 과제는 기술력과 산업적 파급력을 인정받아 2014년 미래창조과학부의 'R&D 성과확산 대전'에서 우수사업으로 선정되어 장관상을 받았으며, 국가연구개발 성과평가에서도 대통령상을 수상하였다.

ETRI가 개발한 인터랙티브 VR 콘텐츠 시스템은 2010년대 중반 이후 국내외 VR 테마파크에 실제 적용되었다. 중국 북경시의 문화공간인 '751D-Park Live Tank'는 2017년에 시범서비스를 통해 본 시스템을 홍보한 후, 현재는 연간 약 22만 명을 대상으로 상용서비스를 진행하고 있다. 국내의 경우에는 2018년 상반기부터 울산시 소재 '번개맨 우주센터'에서 EBS 프로그램인 번개맨과 연계된 콘텐츠를 VR로 체험할 수 있는 코너가 운영되고 있으며, 연간 약 150만 명이 이를 체험하고 있다. 또한, 제주도 '항공우주박물관'은 실내 바닥을 프로젝션 영상으로 화려하게 꾸미고 그 위를 어린이들이 고카트(gocart)를 타고 돌아다니면서 역동적인 VR 체험을 할 수 있도록 한 번개 레이싱 체험관을 개관하고 지역 주력 관광상품으로 널리 홍보하고 있다.

세계 최고 수준의 이미지 검색 기술 확보

스마트폰과 동영상 공유서비스 등의 폭발적 성장과 함께 이미지 검색[44]에 대한 수요가 증가하자 ETRI는 2008년부터 이미지 검색 기술개발을 시작하였으며, 2010년대 중반부터는 음식과 의상 등 다양한 분야에 이미지 검색 기술을 적용하였다. 특히, 음식 검색 기술은 국내에서 열린 'NVIDIA[45] GTCx Korea 2016'에서 1위를 차지하였고, 관련 기술은 공동연구기관에 이전되어 사업화를 준비 중이다. 또한, 의상 검색은 대학 의상학과와의 협업을 통해 개발한 이미지 검색 기술에 증강현실을 적용한 '플라워링 하트'라는 서비스로 출시되었다.

한편, ETRI는 지속해서 국제 이미지 검색대회에 참가하며 기술력을 높이고 있다. 그 결과, 2016년 'ILSVRC(국제영상인식대회)' 이미지 분류(Classification) 5위, 이미지 검출(Detection) 3위를 달성하였다. 또한, 딥러닝 기반기술의 경량화 분야에서도 2018년 'LPIRC(국제저전력영상인식대회)' 1위를 차지하였다. LPIRC는 영상 내 객체를 검출하는 성능과 전력을 같이 측정하는 대회로 실제 기술의 적용 가능성을 평가한다는 점에서 의의가 크다. 아울러, 2018년 '구글 Landmark 검색대회'에서도 8위를 달성하였다.

3차원 동작인식 기술 홈트레이닝에 적용

21세기 들어 점차 가상현실과 게임 등의 분야에서 동작인식 기반의 인터페이스에 대한 요구가 증가하자, ETRI는 2010년부터 본격적으로 동작인식 기술개발에 뛰어들었다. 그리하여 360도 전 방향으로 측정이 가능한 깊이 센싱 기술과 다수 사용자의 스켈레톤 추출을 기반으로 한 사용자 동작인식 기술, 그리고 2차원 컬러 영상으로부터 사용자의 동작을 인식하는 기술 등을 개발하였다. 2019년에는 축적된 기술들을 홈트레이닝 분야에 적용하고 시스템 개발업체인 ㈜카카오VX에 이전하였으며, 현재 운동의 횟수와 동작 오류 유무 등을 자능적으로 분석하는 홈트레이닝 시스템으로 상용화가 진행 중이다. 아울러, 최근에는 무의식적으로 나오는 순간 동작과 사용자의 감정에 따라 변화하는 생체신호까지 영상으로 획득하여 감정·상태·의도를 인식하는 연구를 진행 중이다. 또한, 사용자의 자세 및 착용하려는 옷 · 액세서리 등을 입력

울주군 영남알프스 번개맨 우주센터 개관식(2017. 12. 10.)



LPIRC 대회 사진



동작인식 기술을 적용한 골프스윙 자동분석 시스템



43. 깊이 카메라 : 3차원 거리 정보 측정 장비로, 레이저나 적외선을 객체나 대상 영역에 비추어 되돌아오는 광선을 받아 시간 차이를 계산하는 TOF 방식으로 거리 정보를 계산한다.
44. 이미지 검색 : 특정 이미지를 이용하여 유사한 이미지를 검색하는 기술로, 영상처리 분야 핵심 응용기술이다.
45. NVIDIA : 비주얼 컴퓨팅 기술 분야의 세계적인 선도기업이다.

하여 신규 디자인 영상을 합성할 수 있는 인공지능 기술도 개발하고 있다.

시각장애인을 위한 전자책 개발

2018년에는 시각장애인이 더 쉽게 책을 접할 수 있도록 전자책(eBook)을 음성으로 자동변환 해주는 원천기술을 국제표준인 이펍(EPUB) 기반으로 개발하였다. 그동안 시각장애인은 점자, 음성도서, 데이지(DAISY, 시각장애인용 전용도서)를 통해 책을 접했으나, 보통 신간의 4~10% 정도만이 이러한 방식의 도서로 재가공되고 있어서 시각장애인의 도서 접근성은 매우 낮은 편이었다. ETRI는 최근 발간되는 도서가 대부분 동시에 전자책으로도 나온다는 점에 주목하여, 시각장애인이 더욱 편리하게 책을 접할 수 있도록 지원하는 새로운 기술개발에 도전하였다. 문자정보뿐만 아니라 수식, 표, 그래프, 그림 등의 내용을 전달하기 위해 우리말에 특화한 독음규칙을 개발하고, 변환 도구(Converter), 저작도구(Author), 리더(Reader), 서비스 플랫폼 등 4개 핵심기술도 구현하였다. 또한, 전용 애플리케이션 '씨(SEA)'도 함께 내놨다. 이로써 시각장애인도 신간이 전자책 형태로 발간되면 곧바로 앱을 통해 음성으로 책 내용을 들을 수 있는 길이 열렸다. 현재 이 기술은 '씨(SEA) 플랫폼'이라는 이름으로 상표등록을 하고 사업화를 준비 중이다.

시각장애인을 위한 '씨(SEA) 플랫폼' 시연



게이머 행동예측 기술개발

최근 게임산업이 빠르게 인공지능과 결합하면서, 인공지능으로 게이머의 반응을 읽어 상품개발에 고객 반응을 실시간 반영하려는 움직임이 시작되었다. 이를 위해서는 인공지능의 판단능력을 평가할 방법이 필요하다. 이에 ETRI는 게이머의 행동 반응에 대한 인공지능의 예측 능력 평가가 가능한 '평가셋'을 최초로 개발하였다. 이 평가셋을 이용하면 게이머들의 서비스 이탈과 같은 집단 행동을 실시간으로 예측할 수 있다. 본 기술은 향후 게임뿐만 아니라 다양한 분야에도 적용이 가능하다. 게임이 실세계를 축소한 가상세계라는 점에서, 게이머의 행동을 예측하듯 실세계의 군중 심리나 범죄심리 등도 게임 인공지능을 통해 미리 파악하는 것이 가능할 것으로 기대하고 있다.

VR 기술로 실감형 소방훈련 구현

2020년에는 첨단 VR 기술을 이용해 화재현장과 동일한 가상현실에서 실제 소방 도구를 활용해 소방훈련을 할 수 있는 실감형 시뮬레이터를 개발하였다. 이 시뮬레이터는 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. 가변형 모션 체험 플랫폼을 통해 가상공간에서도 경사를 오르내리거나 상하로 움직이는 것이 가능하며 소방호스 관창의 실제 사용감도 느낄 수 있다. 연구진은 앞으로 소방현장 실증연구를 통해 시뮬레이터의 완성도를 높일 계획이며, 코로나19 확산으로 집체교육이 어려운 소방관을 위해 네트워크를 통한 대규모 가상 집체교육도 지원할 예정이다.

VR 멀미 정량화 분석 기술 개발

ETRI는 2017년 VR 멀미 저감 응용개발을 위한 지침 항목들을 담은 'VR 이용 및 제작 안전 가이드라인'을 국내 최초로 발표한 이후, 관련 연구를 지속하여 2020년에는 세계 최초로 인공지능을 활용해 VR 멀미를 분석, 이를 줄이는 기술을 개발하였다.

그동안 마운티드 디스플레이(HMD) 등을 장시간 착용하고 VR 콘텐츠를 활용할 때 멀미나 구토, 어지러움 등이 나타나는 이른바 'VR 멀미'는 VR 확산의 걸림돌로 여겨져 왔으나, 멀미 발생과 관련 있는 요인들이 다양하여 명확한 원인과 해결책을 찾기 어려웠다. 이에 ETRI는 사용자 500명 이상으로부터 실험 데이터를 확보한 후, 기계학습을 적용하여 VR 요소들과 VR 멀미 간 상관성을 도출하는 기술을 개발하였으며, 이를 기반으로 VR 멀미를 예측하는 학습엔진 SW인 'VR 휴먼팩터 기반 VR 멀미 분석 및 모니터링 도구'와 VR 개발자들을 위한 'VR 멀미 저감용 콘텐츠 저작도구', 체감형 VR 장치에서 VR 멀미도를 분석 및 저감할 수 있는 'VR 휴먼팩터 기반 모션데이터 편집 도구' 등을 개발하였다. 관련 기술들은 2020년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되며 VR 기술확산을 위한 청신호를 밝혔다.

실감형 소방훈련 시뮬레이터



VR 멀미 정량화 분석 기술 시연



5

국가 지능화 플랫폼 구축

정보보호

첨단 ICT 기술로 인류는 이전과 비교할 수 없는 편리함을 누리게 되었지만, 역기능으로 해킹, 악성바이러스 유포, 지식재산권 유출 등 정보침해의 문제도 겪게 되었다. 이에 ETRI는 1990년대 후반부터 정보보호 기술개발에 주력하여 공인인증서, FIDO 인증, USIM, 보급형 부채널분석, 지능형 침해대응, 취약점 분석, 영상보안, 융합보안, IoT보안 등의 기술을 개발하였으며, 이를 통해 안전하고 편리한 정보환경 구축에 앞장서 왔다.

특히, 2010년대 중반 이후로는 'AI 해커의 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방 핵심기술 확보'를 목표로, 지능형 CCTV 기술, FIDO 2.0 보안 기술, 자율주행 보안 기술, IoT 기기용 보안 기술, 드론 보안 기술 등의 개발에 주력하였다.

지능형 네트워크 침해대응 기술개발

ETRI는 2000년대 말부터 네트워크 침해대응 기술개발을 본격적으로 추진하여, DDoS 대응 기술, 고성능 IPS 기술, 네트워크 보안 3D 시각화 기술 등을 개발해 왔다.

2010년대 중반 이후에는 더욱 진화된 기술에 도전하여, 2017년 보안 시설 투자가 어려워 보안 사각지대로 불리는 중소기업을 위하여 국내 최초로 클라우드 기반 맞춤형 보안 시범서비스를 제공하였다. 연구진은 세계적 수준의 인공신경망 기반 보안 위협 데이터 분석·탐지 기술, 딥러닝 기반 악성코드 분석 기술 그리고 클라우드 환경에서의 보안기능 가상화 기술 등을 통해 언제–어디서나–누구든지 지능형 보안서비스를 제공받을 수 있는 환경을 마련하였다.

2020년에는 사이버 위협의 대상이 스스로 변이함으로써 공격 시도 자체를 어렵게 하는 '사이버 자가변이(Moving Target Defense)' 기술개발에 성공하였다. 그동안 네트워크 보안 기술은 주로 방화벽이나 보안 장비를 통해 해커들의 공격을 탐지(探知)하여 막는 기술이 주를 이뤘으나, 자가변이 기술은 서버의 IP 주소 등을 지속해서 바꿈으로써 사이버 공격을 원천적으로 차단 및 예방하는 기술이다. 본 기술은 전 세계적으로 아직 개념 정립 단계로, 상용수준의 기술개발에 성공한 것은 ETRI가 처음이다. 2021년부터는 공군 비행단을 대상으로 군 네트워크망에 대한 실증을 진행한 후, 추후 전 군 확대를 통한 보안 강화에 앞장선다는 방침이다.

한편, 급부상 중인 5G 에지 네트워크(Edge Network)와 멀티 액세스 에지 컴퓨팅(MEC)을 위한 '5G 에지 네트워크 보안' 기술

클라우드 기반 맞춤형 보안 시범서비스 출범식(2017. 11, ETRI)



개발에도 2020년 새롭게 도전하였다. 에지 네트워크는 5G망에서 단말과 물리적으로 가까운 기지국부터 지역 또는 광역국사까지의 초기 접속 구간을 말하며, MEC는 에지 네트워크에서 클라우드를 이용해 컴퓨팅 서비스를 제공하며 지연시간을 줄이는 기술이다. 연구진은 이러한 네트워크 기술이 안전성을 확보할 수 있도록 앞으로 역량을 집중할 계획이다.

FIDO 2.0 기술개발

ETRI는 그동안 축적한 생체인식 기술을 비롯한 다양한 인증 기술을 토대로 간편인증 솔루션을 개발하고, 2015년 국제 온라인 생체인증 컨소시엄인 '온라인간편인증협회(FIDO)'의 인증시험을 세계 최초로 통과하였다. 이 시험은 FIDO[46] 기술을 검증하기 위한 첫 공식인증시험으로, 여기에서 ETRI는 FIDO 클라이언트, 서버, 인증장치 등 3개 제품을 국제표준 규격에 맞게 구현함으로써 'FIDO 1.0 인증'을 받았다. 개발된 기술은 다수의 금융기관, 보안기업 등에 이전되었다. 이어서 2016년에는 후속 기술로 3가지 인증방식(스마트카드를 스마트폰에 터치하는 방식, 스마트폰과 연결된 스마트워치를 터치하는 방식, 아이폰에 손가락으로 지문을 인식하는 방식)의 FIDO 기술을 국제표준 규격에 맞춰 구현하고, 국제상호연동시험에도 통과하였다.

2018년에는 PC · 노트북 웹브라우저 환경에서도 FIDO 기술을 사용할 수 있는 'FIDO 2.0 인증 기술'을 개발하고 상호연동시험에 성공하였다. FIDO 1.0이 스마트폰 환경에서만 활용 가능했다면, FIDO 2.0은 스마트폰과 웹 등 모든 온라인 서비스에 활용할 수 있다는 것이 차별점이다. FIDO 2.0 기술은 '패스워드 없는 간편한 인증, 사용자 친화형 상황인지 기반 FIDO 인증 기술'이라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다.

한편, ETRI는 2019년부터 사용자 스스로 신원정보에 대한 통제권을 가지고 활용하는 '블록체인 ID 기술' 개발을 시작하였으며, 이 기술의 활용으로 발생할 수 있는 부작용을 최소화하고자 신원정보에 대한 프라이버시 보호 기술도 함께 개발하고 있다. 최근 행정안전부를 비롯한 각 지자체와 금융기관 등이 '디지털 신분증' 서비스를 준비하고 있다. ETRI는 앞으로 디지털 신분증을 안전하게 보호하고 활용을 극대화하는 핵심기술 확보를 위한 연구를 계속해 나갈 것이다.

인공지능 적용한 지능형 CCTV 개발

2000년대 이후 범죄예방과 시민 안전 등의 목적으로 CCTV 설치가 급증하고 관제사의 업무를 지원 및 대신해주는 지능형 CCTV에 대한 요구가 커지자, ETRI는 2009년부터 '사람의 시각 수준에 근접한' 지능형 CCTV 개발에 힘을 쏟아왔다.

최근에는 지능형 CCTV에 인공지능(딥러닝) 기술을 적용하여 기술적 수준을 크게 끌어올렸다. 그 결과, 다수의 CCTV로부터 동일한 사람과 차량을 인식하여 동선을 추적하는 '재식별 기술'과 일반 CCTV 환경에서의 '원거리 얼굴인식 기술' 그리고 사람의 눈으로는 식별 불가능한 차량 번호 이미지를 복원해주는 '열악 번호판 복원 기술(NPDR)' 등을 개발하였다. 2019년 말 기준 인식률은 사람 재식별 기술의 경우 88.1%, 원거리 얼굴인식 기술은 99.8% 그리고 열악 번호판 복원 기술은 89%에 달한다. 또한, 실외 환경에서 실시간으로 얼굴인식이 가능하며, 가림(선글라스, 모자, 마스크 등)에도 강인한 특징을 보이고 있다.

아울러, 2019년에는 5G+ 전략 10대 핵심서비스로 지능형 CCTV가 선정되어, 기존에 특정 장소의 범위를 벗어나 무선으로 자율이동하면서 자율적으로 영상을 수집하고 위험을 감지하며, 더 나아가 위험을 선제적으로 예측 · 예방하는 미래형 첨단사회안전 기술로 발전하고 있다.

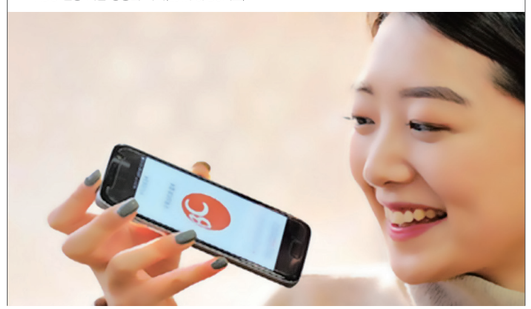
2019년 11월에는 'AI vs 사람 ; 열악한 차량번호판 식별 챌린지'를 펼쳐, ETRI가 개발한 번호판 복원 인공지능이 관제사 등 전문가의 식별능력을 압도적으로 누르고 우승을 차지하기도 하였다. 이 기술은 실제로 경찰의 미제 사건 수사에 활용되어 범인을 검거하는 실적을 거두기도 하였다.

ETRI의 지능형 CCTV 기술은 수요기관인 제주도, 서초구, 세종시, 부산시 등 지자체의 실증을 거쳐 시범서비스 되고 있다. 앞으로 미아 및 치매 노인 찾기, 용의자 추적 등에 적용되어 시민 안전을 위한 핵심 인프라로 활용될 것으로 기대된다. 최근에는 CCTV 영상을 자동 분석해 범죄 등 위험 상황이 발생할 가능성을 예측하는 '예측적 영상보안 원천기술'을 개발하고 있다. 예를 들어, 우범지대로 특정된 지역에서 새벽 시간대에 남녀가 일정 거리를 두고 걸어갈 경우, 여성이 긴박한 뜀박질을 시작한다면 우범률이 몇 % 인지를 분석하여 미리 대응할 수 있도록 지원하는 기술이다. 이로써 범죄 예측을 통한 사회안전시스템 구축이 가능해질 것으로 보인다.

자율주행 V2X[47] 서비스 보안 기술개발

자율주행과 지능형 교통시스템 보급이 확대되면서, 자동차와 도로 · 교통 인프라가 연동·협력하는 협력 자율주행 시대가 도래하였다. 이러한 기술 진화로 삶은 점차 편리해지고 있지만, 동시에 차량해킹 등 다양한 차량 보안 위협도 증가하였다. 이에 ETRI는 2018년 자율주행 환경에서의 V2X 서비스 보안을 위한 'V2X 서

FIDO 인증 기술 상용화 사례(2017. 6. BC카드)



차량 재식별 기술



AI vs 사람 ; 열악한 차량번호판 식별 챌린지(2019. 11. 7. 제주시)



46. FIDO(Fast Identity Online) : 온라인 환경에서 ID, 비밀번호 없이 생체인식지문·홍채·안면인식 등) 기술을 활용하여 더 편리하고 안전하게 개인 인증을 수행하는 기술이다. 생체인증에 대한 연구기관 및 기업체가 모여 만든 연합체인 'FIDO Alliance'가 표준규격을 제정하고 있다.

비스 통합보안 기술'과 '자율주행 고속상호 인증 및 해킹 대응 기술'을 개발하였다.

V2X 자율주행 환경에서는 차량 간 주고받는 안전메시지(BSM)의 고속 처리가 매우 중요하며, 보안 측면에서는 이 메시지를 빠르게 검증하는 것이 주요 이슈였다. 이에 ETRI는 범용 보드 상에서 활용되는 멀티코어 CPU와 GPGPU 기반의 'ECC(Error-correcting code memory) 고속 서명검증 기술'과 멀티 프로세싱 스케쥴러 기반의 'BSM 보안 메시지 고속처리 기술'을 개발하였다. 그 결과, 평균 약 0.535초 안에 V2V 메시지 1,000개의 서명을 검증하는 데 성공하였다. 이 기술은 해외의 HW 기반 고속처리 기술과 달리 추가비용이 거의 없는 SW 기반 솔루션으로 가격경쟁력이 뛰어나고, 알고리즘 등 보안 모듈의 업데이트가 용이하다는 장점도 가지고 있다. 아울러, 연구진은 원격으로 차량해킹을 방지하기 위한 기술로 차량 헤드 유닛 오픈 플랫폼 기반 '커널 레벨 해킹 방지 솔루션'을 개발하였다. 이 기술은 외부 침투를 막아 줄 뿐만 아니라, 차량 내부의 트래픽을 분석하여 이상징후를 탐지하는 기능까지도 제공한다.

자율주행 V2X 보안 실차 및 실도로 기반 실증(2018.)



ETRI는 개발된 기술들을 실도로 및 실차 환경에서 실증하였으며, 현재 국토부의 C-ITS 사업에도 일부 기술이 적용되어 향후 그 파급효과가 클 것으로 예상된다.

세계 최초로 글로벌 표준기반 IoT 기기용 SecuLOS[48] 개발

2010년대 중반 개인이 사용하는 IoT 기기 대수가 폭발적으로 늘어나 IoT 보안의 중요성이 대두되기 시작하자, ETRI는 새롭게 IoT 기기용 경량 보안 OS 개발에 돌입하였다. 그 결과, 2017년 세계 최초로 글로벌 표준기반의 IoT 기기용 경량 보안 OS 개발에 성공하였다. 이는 자원제약으로 인해 보안 기능 제공이 어려운 경량 IoT 기기 환경에서 기기의 위·변조 방지, 비인가 접근차단 등의 보안 기능을 제공하는 OS로, 국제표준 규격의 공개키 기반 기기 인증 및 네트워크 접속제어 기술과 경량형 고성능 암호 기술 등으로 구성되었다. 특히, 경량 암호 알고리즘의 경우 상용 암호인 ARM mbedTLS 대비 약 3.6배, wolfSSL 대비 약 4.2배 정도 빠른 처리 성능을 구현하였다.

개발된 경량 보안OS는 1,200억 원규모의 유럽 AMI(Advanced Metering Infrastructure, 지능형 원격검침 장치) 인프라 보안에 적용되어 세계 최고의 기술력을 증명하였다. (유럽 노르웨이 SORIA Project, 2016. 6.~2019. 1.) 또한, 국내의 지능형 수도원격검침 서비스, 통학버스 알림서비스, 스마트빌딩 보일러 상태 예측시스템 등으로도 사업화되고 있다.

아울러, 이 기술은 ZigBee IP 규격(ECDHE, ECDSA) 지원으로 전력, 가스, 수도 등 여러 검침서비스에 적용이 가능하며, 다양한 통신 환경(ZigBee, LTE, W-Fi 등) 특성을 가지는 IoT 환경에서 암호키 공유 방식 혹은 인증서 방식의 기기 상호인증 및 키 교환 적용을 할 수 있어 확장성이 매우 뛰어나다. 2019년에는 '산업용 IoT 무선 플랫폼의 핵심기술 개발 및 국내외 사업화 성공'이라는 이름으로 '국가연구개발 우수성과 100선'에도 선정되었다.

드론 핵심 보안 기술개발

드론(저고도 무인비행장치)의 급증에 따라, 과학기술정보통신부와 국토교통부 등이 '저고도 무인비행장치 교통관리체계' 구축에 나서자, ETRI는 이를 지원하기 위해 2017년부터 드론 핵심 보안 기술개발에 나섰다. 연구진은 드론의 식별과 식별의 위변조 방지 등을 위해 식별인증 모듈, 무인비행장치 인증 및 암호화를 위한 모듈, 무인비행장치 비행경로 및 비행 금지지역 정보 위변조 방지 기술, 악성코드 탐지 및 대응 기술, 수집 영상정보 프라이버시 보호 기술 등을 개발하고 있다. 이러한 기술을 토대로 드론 관리체계가 구축되면 안전한 비행을 위한 비행경로 설정, 허가되지 않은 지역으로의 비행 방지, 무인비행장치 간 충돌 회피, 허가되지 않은 무인비행장치의 비행 감시, 무인비행장치를 이용한 불법행위 및 사생활 침해 억제 등의 순기능이 발생할 것으로 기대된다.

단방향 데이터 전송 기술개발

2018년에는 발전소와 같은 국가 주요기반시설의 제어시스템 내부보안성 강화를 위한 '단방향 데이터 전송 시스템' 개발에 성공하였다. 단방향 데이터 전송이란 데이터 송·수신자 간에 일방향 통신 통로만을 허용함으로써 외부로부터의 데이터 유입을 원천적으로 차단하는 기술로, 보안성이 매우 뛰어난 것으로 평가된다. 연구진은 물리적 단일링크 기반 단방향 데이터 전송 기술, 전용 프로토콜 기반 단방향 데이터 송수신 기술, 전진오류정정(FEC) 기술 등을 개발하고 이를 집약해 단방향 데이터 전송 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 2018년 ㈜현대중공업이 남미지역에 건설한 발전플랜트 제어시스템의 데이터 추출·수집 솔루션과 데이터 통합수집 서버 구간에 적용되었다. 이는 국내 단방향 데이터 전송장치의 첫 수출 사례이다.

IC칩·PCB·펌웨어 수준의 보안성 분석체계 구축

ETRI는 2010년대 중반부터 국가적으로 필요한 다양한 보안성 분석 난제를 해결하기 위해 '보안 취약점 분석 기술' 개발을 추진하고 있다. 2014년 하드웨어 레벨의 보안성 분석체계 구축으로 시작하여, 2018년에는 IC칩·PCB·펌웨어 수준의 보안성 분석체계를 구축하는 데 성공하였다. 특히, 임베디드 장치에 대한 보안성 분석은 관련 학교 및 연구소에서 해결하지 못하는 문제를 100일 이내에 해결할 수 있는 수준으로 개발하였다. 이러한 공로를 인정받아 2019년 12월에는 국가정보원으로부터 '국가안전보장패 단체상'을 수상하였다.

AI vs 사람 ; 열악한 차량번호판 식별 챌린지(2019. 11. 7. 제주시)



47. V2X(Vehicle to Everything) : 자동차가 자율주행을 위해 도로에 있는 다양한 요소와 소통하는 기술이다.
48. SecuLOS(Secure & Light-weight Operating System, 경량형 보안 OS) : 보안의 오버헤드를 최소화하고 플랫폼의 보안성을 제공하는 보안 OS 기술이다.

사물인터넷

ETRI는 '초연결 사회 실현'이라는 비전 아래, 2004년부터 사물인터넷(IoT; Internet of Things)의 전신이라고 할 수 있는 RFID, WSN, USN, M2M 등의 핵심원천기술을 개발하기 시작하였다. 이후로 2010년대 중반부터는 본격적으로 IoT 연구에 돌입하여 '지능형 IoT 공통 SW 엔진(SLICE)'과 'IoT 기기 SW 프레임워크(IoTware)', '초소형 IoT 디바이스 개발환경(IoTware-IDE)'을 개발한 것은 물론, 스마트시티 구현, 녹조 모니터링, 산사태 탐지, 중국어선 원격 식별 등 다양한 분야에 IoT 기술을 적용하였다. 또한, 사람의 제한된 신체 능력을 증강하는 증강 IoT 기술개발에도 주력하였다.

앞으로도 ETRI는 IoT 기술을 고도화하고 다양한 분야로의 응용을 확대하여 국가 전반의 디지털 전환(Digital Transformation)을 가속하는데 기여하고자 한다.

초소형 사물지능 오픈소스 SW 개발

2017년 사물이 사용자의 행위와 상황변화를 능동적으로 인지하고 실시간 판단 및 대응할 수 있는 '지능형 IoT 공통 SW 엔진(SLICE)'을 개발하였다. SLICE는 사물 간 협업을 통한 추론뿐만 아니라, 향후 온라인-실환경 학습을 통한 추론 및 지능의 최적화를 수행할 기반기술로 활용될 것으로 기대된다.

아울러, ETRI는 지능형 IoT 사업 컨소시엄(ETRI, KAIST, ㈜달리웍스, 광운대)을 통해 다양한 지능형 IoT 연구결과물을 통합하여 시험할 수 있는 '통합운용환경'을 개발함으로써 기존에 약 6개월이 소요되던 IoT 통합시험을 2개월 이내로 단축하였다.

ETRI는 지능형 IoT 연구개발을 위해 여러 부서에서 추론, 학습, 기기 간 통신, 플랫폼 등을 연구하던 우수 연구원들을 모아 하나의 융합팀을 구성하였다. 그리고 긴밀한 협력 끝에 짧은 연구 기간에 기획-설계-개발-시험 및 PoC(Prototype of Concept)를 완료하는 데 성공하였다. 이는 기관 내 융합연구의 대표적인 성공사례이다.

한편, ETRI는 'IoT 기기 SW 프레임워크(IoTware)'를 개발하여 2020년 10월 공개하였다. IoTware는 경량형 운영체제(OS) 5종, 센서 · 통신 등 펌웨어, 자원관리 및 저전력관리 모듈 등을 제공하는 프레임워크로, 초보 개발자도 변경과 조합이 가능한 마이크로서비스를 손쉽게 만들고 이를 연결해 프로그램을 완성할 수 있도록 해준다. 또한, 전문가 역시 필요한 프로그램을 불러와 일부 과제만 수정하면 수백~수천 행의 프로그래밍 입력 수고를 덜 수 있다. 연구진은 IoT 기기 경량화 추세에 맞춰 초소형 기기 프로그래밍에 적합한 IoTware Lite 버전도 함께 공개하였다. Lite 버전은 실행 파일이 17.9KB, 실행 메모리 크기가 8.1KB에 불과하여 저가·저전력에서 동작이 가능하며 프로그램 탑재가 쉽다는 장점이 있다.

ETRI가 개발한 IoT SW 엔진(SLICE)과 프레임워크(IoTware) 그리고 디바이스 개발환경(IoTware-IDE)을 활용하면 초소형 IoT 디바이스의 성능을 획기적으로 끌어올리는 것은 물론, 개발 시간도 크게 줄일 수 있다. 이러한 인프라를 통해 창의적인 아이디어를 가진 개인, 스타트업, 중소기업이 쉽고 빠르게 저비용으로 디바이스를 개발하게 되면, IoT 시장이 크게 활성화될 것으로 기대된다. 개발된 기술들은 소스 코드 공유사이트인 깃허브(github)를 통해 공개되고 있다.

녹조 모니터링·산사태 탐지·중국어선 식별에 IoT 적용

ETRI는 2010년대 중반부터 산사태 탐지, 녹조 모니터링, 중국어선 원격 식별 등에 IoT 기술을 적용하는 연구를 꾸준히 추진하고 있다. 우선, 저전력으로 운영 가능한 LPWA(Low-Power Wide Area, 저전력 광대역) 기반의 자가망 시스템과 전원공급이 이루어지지 않는 산악환경에서 안정적으로 기기를 운용하기 위한 에너지 하베스팅(Energy Harvesting)[49] 기반 저전력 센서 플랫폼 운영 기술 그리고 산사태 발생 시 기존에 구축되어 있던 기간망이 유실될 것에 대비하여 드론과 같은 UAV(unmanned aerial vehicle, 무인 항공기) 기반 이동형 게이트웨이를 활용한 데이터 수집 기술을 개발하였다. 2017년에는 이러한 기술들을 토대로 '산사태 신속탐지 모니터링 시스템'을 구현하여 설악산, 속리산, 지리산에 설치하였다.

또한, 2015년부터는 '중국어선 전자허가증 원격식별시스템 구축' 과제를 통해 저전력 장거리 통신 기술과 안테나 기술, 멀티채널 무선 제어 기술, ADR(Adaptive Data Rate) 기술 등을 개발하고, 원거리 식별 통신 프로토콜과 전자어업허가증 등 소형단말 통신 장치의 위변조를 막는 보안 기술도 함께 확보하였다. 그 결과, 2018년 원거리에서 사물의 특성과 고유번호, 상태 변화를 감지할 수 있는 '원거리 전자어업허가증 원격식별시스템'을 구축하는 데 성공하였다. 이로써 원거리에서도 전자허가증이 없는 무허가 조업 어선을 식별할 수 있게 되면서, 실제로 중국어선의 불법조업이 크게 줄어들었다.

2018년부터는 '낙동강 녹조 제어 통합플랫폼 개발 및 구축' 사업에 참여하여 '실시간 녹조 모니터링 시스템'을 개발하였다. USV(Unmanned Surface Vehicle, 무인선박) 기반의 이동형 센서 시스템을 이용하여 녹조 데이터를 실시간 모니터링할 경우, USV 운항으로 인한 수면파 롤링으로 무선전송의 신뢰성이 저하되는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 ETRI는 USV의 저전력 장거리 통신 모듈에 탑재된 소형 안테나의 전파 수직 빔 폭을 확장하여 '수면파 롤링 강건형 전송 기술'을 개발하였다. 또한, 이 기술의 신뢰성 향상을 위하여 IoT 네트워크를 구성하는 게이트웨이와 단말 간 멀티채널 기술 그리고 무선 데이터 속도를 동적으로 변경할 수 있는 알고리즘 등을 개발·적용하였다. 그 결과, 900MHz 대역의 저전력 장거리 통신방식을 적용, 6Km(기존 300m) 떨어진 거리에서도 USV 제어가 가능하여 안정적으로 데이터를 모니터링할 수 있는 시스템을 구현하는 데 성공하였다. 아울러, USV가 원거리 운항 중 장애물을 회피해야 하는 상황이 발생하거나 긴급 복귀가 필요할 때에도 실시간으로 제어가 가능해졌다.

다양한 산업에 증강 IoT 기술 적용

ETRI는 2014년부터 방대한 데이터를 활용하여 사람의 제한된 신체 능력을 증강하는 '증강 IoT' 기술개발을 시작하였다. 증강 IoT는 사람의 인지, 감각, 기억, 판단 능력을 증강하기 위하여 사람과 사람을 둘러싼 주변의 데이터를 정확하게 확보하는 기술과

USV 기반 이동형 센서 시스템



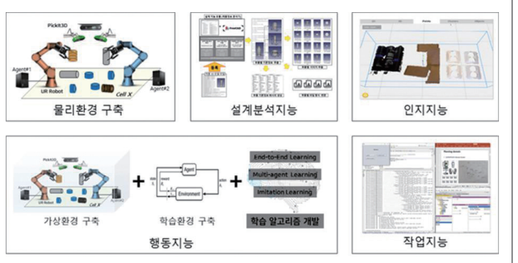
49. 에너지 하베스팅(Energy Harvesting): 진동, 하중, 빛, 열 등 일상에서 버려지는 에너지를 수집해 전기로 바꾸는 기술이다.

이를 활용한 인간-디바이스 간 상호작용 구현 기술로 구성된다. 연구진은 데이터 수집의 기본인 센서 모듈 개발부터 데이터 운용 관리, 서비스용 플랫폼에 이르기까지 자체적인 토털 솔루션을 확보하고, 이를 모듈화한 '레고형 기술 트리'를 구현하였다. 그리고 이 모듈을 다양한 시장의 요구사항과 운영 환경에 맞게 재구성하여 '생체정보 수집 및 분석 기술', '증강인지 헬멧 시스템', '소방관용 스마트 헬멧', '위치 공간 인지증강 기술', '스마트 안마의자 플랫폼', '객체 위치 추적 기술' 등을 성공적으로 개발하였다.

스스로 판단해 움직이는 IoT '액션브레인'

ETRI는 2020년 임무 수행에 필요한 단독 혹은 협업 행동을 사물이 스스로 결정하는 '액션브레인(ActionBrain)' 기술을 개발하였다. 기존의 IoT에서 사물은 개발자가 미리 정의한 규칙에 의해서만 움직였다. 따라서 예측하지 못한 상황이 발생하거나, 환경이 급격히 변화하면 대응하기 어렵다는 한계가 있었다. 그러나 액션브레인 기술을 적용하면 IoT 기기들이 딥러닝 기술을 활용해 스스로 협동하면서 복잡하고 돌발적인 상황이 발생해도 그에 맞는 임무를 적절히 찾아 수행할 수 있다. 예를 들어, 스마트 공장의 생산용 로봇에 액션브레인 기술을 적용하면 협업 생산을 위한 행동 지능을 생성하여 다른 로봇과 소통하는 것은 물론, 실제 근무 환경이 처음 정의된 조건과 달라지면 스스로 보정해 현장에 맞게 최적화할 수 있다. 이 기술은 화재 등 재난현장에 투입되어 현장 정보를 신속하게 탐색하는 무인정찰 드론 등의 기기에 우선적으로 적용될 것으로 보인다.

액션브레인 개념도



도시·교통·물류 ICT 융합연구

ETRI는 도시, 교통, 물류 분야에서 발생할 수 있는 사회적 문제들을 정의하고 ICT 기술을 통해 솔루션을 제공하고 있다. 특히, 스마트시티 서비스 기술과 교통혼잡 예측 시뮬레이션을 개발하고 물품 배송에 드론시스템을 적용하는 등 새로운 기술적 시도로 국민 삶의 질 향상에 기여하고자 노력하고 있다.

5G 기반 스마트시티 서비스 기술개발

첨단 ICT 기술을 도시 전반에 적용한 스마트시티가 주목을 받으면서, ETRI는 2018년부터 '5G 기반 스마트시티 서비스 기술개발'을 시작하였다. 5G 기반의 다양한 센서(지능형 CCTV 단말, 드론시스템, IoT 센서 등) 기술과 서비스 지원을 위한 인프라 기술 그리고 통합서비스 플랫폼을 개발하고 실제 도시(대전시, 대구시)에 적용함으로써 도시경쟁력을 향상하는 프로젝트들을 추진하고 있다.

ETRI는 우선 도시문제 중에서도 시급성이 큰 보안 · 안전서비스 분야에 주력하고 있다. 기존 유선 인프라 환경의 제약점인 구축 비용, 사각지대(음영지역) 문제를 해결하기 위해 5G 기반의 고해상도 · 저지연 무선 영상전송이 가능한 지능형 CCTV를 개발 중이다. 특히, 도시의 다양한 위험 상황을 지능적으로 인지하고, 무선 구간 내 주변 장치를 통해 상황을 즉각 전달함으로써 안전사고를 예방 및 실시간 대응할 수 있는 'On-Device AI CCTV 기술'을 개발하였다. 또한, '5G 기반 드론 서비스 시스템'을 통해 4K급 이상의 고해상도 영상을 원격지의 비가시권 지역으로 저지연 전송함으로써 사람이 접근하기 어려운 위험시설을 포함한 다양한 지역을 원격관제할 수 있는 서비스를 구현하고 있다. 2020년 2월에는 행정안전부-대전시가 주관하는 '2020년 겨울철 스마트 폭설 대응 현장훈련'에 5G 드론 기반 관제서비스 솔루션이 전국 최초로 활용되기도 하였다.

앞으로 ETRI는 5G 기반 스마트시티 센서 및 인프라를 통해 수집된 정보를 지능적으로 분석 · 제어하는 5G 융합서비스 플랫폼과 AR · VR을 지원하는 실감형 공간정보 기술을 확보하여 도시를 보다 효율적으로 관리하고 지능화하여 경쟁력 있는 도시로 개선하는 데 앞장서고자 한다.

5G-스마트시티 실증 통합관제센터 화면(대전)



집배업무용 모바일 내비게이션 개발

ETRI는 2017년 'SMART Post 확산 기술개발' 과제를 통해 '집배업무용 모바일 내비게이션'을 개발하였다. 이는 집배원별 당일 배달해야 하는 100군데 이상의 방문지점을 분석하고 최적 배달경로를 탐색 및 안내하는 우편배달용 내비게이션으로, 집배원의 노동 강도를 높이는 대표적 사례로 꼽히는 겸배(집배원 부재 시, 해당 구역의 집배업무를 대신 처리하는 형태)나 지리적 숙련도가 높지 않은 신규 집배원의 업무를 지원하기 위해 개발되었다.

연구진은 우선, 집배원별 스캐닝된 우편물의 주소정보를 획득하는 주소정보획득 모듈을 개발하고, 기존에 ETRI가 개발했던 한글주소 인식 기술 중 주소해석 모듈을 내비게이션에 적용하였다. 또한, 지오코딩 모듈, 라우팅 엔진, 경로안내 모듈 등 세부 요소 기술과 콘텐츠 서버, 주소 DB, POI(Points of Interest) DB, 지도 DB, 도로 네트워크 DB 등 다양한 DB 서버 그리고 여러 모듈을 관리하기 위한 통합제어 서버 및 사용자 모바일 단말용 내비게이션 앱 등을 융합하여 최종 결과물을 완성하였다. 이로써 30분에서 1시간 이내에 전국 수천 명에 달하는 집배원들의 당일 배달경로를 탐색하고 최적 경로를 제시하는 것이 가능해졌고, 집배업무의 어려움과 노동 강도가 크게 줄어들었다.

드론 기반 물품 배송시스템 구축

2015년 아마존이 드론 배달서비스를 시험한 이후, 전 세계적으로 수많은 시험 배송이 이뤄지면서 드론 배송 분야가 폭발적으로 성장하고 있다. ETRI 역시 2016년부터 드론 배송 기술개발에 돌입하여, 도서 · 산간 지역의 배달경로를 드론으로 대체하는 사업을 추진하였다. 그 결과, 전남 고흥의 득량도와 강원도 영월의 '별마로천문대'를 대상으로 시험비행을 하였으며, 2017년 11월에는 국내 최초로 전남 고흥 내륙 선착장에서 3.9km 떨어진 득량도까지 실제 우편물을 드론으로 배송하는 데 성공하였다.

심혈관 질환 자동 분석 기술 개발



의료·바이오·복지 ICT 융합연구

ETRI는 '건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션 개발'이라는 비전 아래, ICT 기술과 바이오·의료 분야를 융합하여 질병의 예방, 검사, 진단, 예측, 치료, 재활 등 헬스케어의 전 영역에서 개인화 · 지능화 · 일상화를 지원하는 진단 및 치료 지능화 혁신기술들을 개발해왔다.

특히, 2010년대 중반 이후로는 개인주도형 헬스플랫폼과 Dr.AI, 레이저 기반 입자빔 치료 기술, 호흡을 이용해 폐암을 진단하는 전자코 기술, 장애인·고령자를 위한 보조 기술 등을 개발하여 의료비를 절감하고 의료복지 수준을 향상하고자 노력하고 있다.

개인주도형 헬스플랫폼과 Dr.AI 개발

2010년대 들어 국민의 삶의 질을 향상하고 국가 의료 재정을 절감하려는 목적으로 개인의 건강관리에 ICT 기술을 적용하려는 시도가 활기를 띠기 시작하였고, 이에 따라 다양한 헬스 서비스를 연동할 수 있는 표준기반의 헬스플랫폼 기술이 요구되었다.

이에 ETRI는 2013년부터 차세대 헬스플랫폼 기술개발에 돌입하여, 2017년 병원과 PHR[50] 업체, 건강보험공단 등이 제공하는 건강정보를 개인이 개별적으로 원하는 저장소에 관리하면서 필요할 때마다 헬스 서비스에 적절히 제공하는 '개인 주도 건강정보 관리 플랫폼'을 설계 및 개발하였다. 이 플랫폼은 다수의 기업에 이전되어 다양한 헬스 서비스로 상용화되었으며, 건강보험공단은 '건강 IN'이라는 자체 플랫폼에 개인 주도 건강정보 관리 기능을 적용하여 일반에 제공하고 있다.

한편, 2017년부터는 심혈관질환 환자를 위한 인공지능 주치의 'Dr. AI'을 연구하고 있다. 이는 EMR[51]의 통합 없이 각 의료기관의 의료지능이 서로 협진하여 환자의 미래 건강 상태를 예측하는 다기관 협진형 앙상블 딥러닝 기술로, 현재 의료진이 심혈관질환 데이터의 IRB(Institutional Review Board)와 Dr.AI의 성능을 검증하는 단계에 와 있다.

Dr.AI가 상용화되면 전국 모든 병원이 전문의 의사결정지원시스템으로 이를 활용하여 의료수준을 높일 수 있을 것으로 보인다. 특히, 2020년 코로나19 사태로 인한 비대면 의료서비스의 확산은 개인의 건강을 전주기적으로 관리해주는 인공지능 주치의 시대로의 진화를 더욱 가속할 것으로 전망된다.

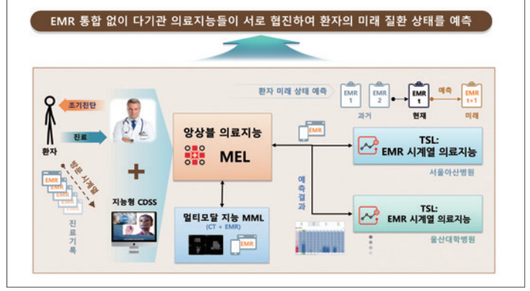
비침습 바이오센서 기술개발

질병을 발병 현장에서 곧바로 진단할 수 있는 기술에 대한 요구가 커지자, ETRI는 2000년대 초반부터 비침습 바이오센서 개발에 착수하여 '현장진단용 비침습 바이오센서'를 개발하였고, 2011년에는 관련 기술을 토대로 연구소기업인 아큐젠헬스케어(현 수젠텍)가 창립되었다. 수젠텍은 2019년 ETRI 연구소기업 최초로 코스닥 상장에 성공하였다. 이 기술은 지속해서 고도화되어 2019년 호흡(날숨)을 이용해 폐암을 간단하게 진단할 수 있는 의료용 '전자코' 개발로 이어졌다.

전자코는 사람의 코가 신경세포를 통해 냄새를 맡는 것처럼, 호흡 가스가 들어오면 전자소자를 이용해 냄새를 맡은 다음 이를 전기적 신호로 바꿔 질병 유무를 판단하는 시스템이다. 날숨을 통해 폐 속 암세포가 만드는 휘발성 유기화합물을 감지하는 의료용 센서와 이렇게 획득한 데이터를 분석하여 폐암 환자를 판별하는 인공지능 기계학습 알고리즘 기술로 구현되어 있다. 전자코 개발로 앞으로 방사선 위험 없이 간단하면서도 저렴한 비용으로 폐암을 조기에 진단하고 예방하는 것이 가능해질 전망이다. 이 기술은 국제학술지 '센서&액추에이트 B'에 게재되어 그 우수성을 인정받았으며, 관련 기술을 토대로 연구소기업 설립이 추진 중이다. (2021년 설립 예정)

한편, 2020년에는 심혈관 질환을 간편하게 검사할 수 있는 '바이오마커(biomarker) 자동 분석 기술'을 개발하였다. 이는 신호 증폭 기술, 고밀도 항체 고정화 기술, 회전 운동 기반 자동화 기술 등을 활용하여 심혈관 질환 발생 시에 농도가 높아지는 특정 단백질 가운데 5종을 15분 이내에 측정할 수 있는 기술이다. 이로써 촌각을 다투는 긴급 심혈관 질환자가 대형병원에 가지 않고 인근 병원에서도 쉽고 빠르게 검사를 받음으로써 질병의 악화 확률을 줄일 수 있게 되었다.

인공지능 주치의 'Dr.AI' 개념도



50. PHR(Personal Health Record, 개인건강기록) : 의료기관에 흩어져 있는 진료·검사 정보와 스마트폰 등으로 수집한 활동량 데이터, 스스로 측정한 체중·혈당 등의 건강정보를 뜻한다.
51. EMR(Electronic Medical Record, 전자의무기록) : 디지털 형태로 체계적으로 수집되어 전자적으로 저장된 환자 건강정보를 뜻한다.

산화철 이용한 의료 영상장비 개발

2019년에는 산화철(Fe3O4) 나노 자성입자의 위치를 통해 암을 포함한 특정 질병을 찾아내는 의료 영상장비 개발에도 성공하였다. 그동안에는 암의 정확한 위치를 찾는데 주로 양전자단층촬영장비(PET)가 사용되어왔으나, 이 방식은 방사능 피폭 문제에서 자유롭지 못하였다. 이에 ETRI는 산화철이 인체에 무해하고 자성을 띤다는 점에 착안하여, 자기장을 통해 산화철의 위치를 파악하는 원리로 작동하는 영상장비 기술을 개발하였다. 질병을 찾을 수 있는 항원-항체를 산화철 입자에 코팅하여 생체에 주입하면 질병이 발생한 부위에 부착되는데, 자기장을 이용해 이 산화철 입자에서 나오는 신호를 확보한 뒤 3D 공간정보와 결합하여 정확한 발병 위치를 영상으로 확인하는 것이다.

산화철을 이용한 이 영상장비는 방사능 피폭 걱정이 없고, 부착하는 항원-항체에 따라 다양한 질병을 탐색할 수 있으며, 기존 상용화 제품 대비 소모 전류량을 1/100로 줄일 수 있는 것은 물론, 거대한 냉각장치가 없어 장비 제작 가격을 1/20 수준으로 줄일 수 있다는 등의 장점이 있다.

입자빔을 이용한 암 치료 시대 열어

ETRI는 2010년부터 2030년 종료 예정으로 '암 치료를 위한 레이저 기반 입자빔 발생 기술'을 개발하고 있다. 입자빔은 순간 선량이 높을수록 정상 세포에 미치는 영향이 급격하게 줄고 선택적으로 암세포만 괴사시킬 수 있다. ETRI의 레이저 기반 입자빔 발생 기술은 기존 가속기가 구현할 수 없을 정도의 높은 순간 선량(기존 가속기 40Gy/s, 레이저 가속기 109Gy/s)을 가지고 있어, 해당 기술이 상용화될 경우 파급효과가 매우 클 것으로 기대된다. 한편, ETRI는 세계 최초로 양성자와 전자빔을 한 공간에서 스위칭하며 발생시킬 수 있는 원천기술도 확보하였다. 이는 중력파를 측정하는 LIGO 또는 인공위성에 탑재된 레이저 광학계 등을 원격으로 조정하고 운영하는 수준의 기술이다.

인체 전달특성 기반 바이오인식 시스템 개발

ETRI는 웨어러블 생체신호 측정기 기술을 바이오인식 분야로 확대하여, 2020년에는 신체 내부의 구조적 특성을 활용, 원천적으로 복제가 불가능한 '인체 전달특성 기반 바이오인식 시스템'을 개발하였다. 인체를 이루고 있는 뼈·근육·지방·혈관·혈액 등은 개인마다 구조가 모두 다르고 매우 복잡한 형태를 하고 있다. 따라서 작은 진동이나 미세한 전류를 인체에 흘리면 각기 다른 신호가 취합되며, 이를 딥러닝 기술로 분석하면 특정 개인을 정확하게 인증할 수 있다. 예를 들어, 손가락의 구조적 특성 정보를 획득해 놓은 다음, 인증이 필요할 때마다 손가락에 미세 전류를 흘려 특정 개인이 맞는지 확인하는 식이다. 신체 어떤 부위든 미리 정보를 등록해 두면 바이오인식이 가능하며, 인식 정확도는 99% 이상이다.

위험물·밀수품 찾아내는 영상 인공지능 '스핑크스' 개발

ETRI는 2019년 국경 세관에 설치된 X-ray 검사기로 얻은 영상을 분석하여 밀수품 또는 위험물을 자동 검사하는 인공지능 기술 '스핑크스(Smuggling & Peril Hyper-intelligent INspector for X-ray image)'를 개발하였다. 스핑크스는 엑스선 영상 DB를 구축하고 관세 적하목록 분석 도구를 개발하는 '왓슨', 인공지능 학습을 위한 밀수품 및 위험물 모의 영상 합성 도구를 개발하는 '루팡', 밀수 및 위험물 검사를 위한 엑스선 영상 판독 AI를 개발하는 '셜록'으로 구성된다. 스핑크스 기술이 상용화되면 밀수가 줄고, 통관 프로세스가 개선되는 것은 물론, 통관 물품의 불필요한 개봉 검사가 줄어들 것으로 기대된다.

에너지·안전·국방 ICT 융합연구

ETRI는 2000년대 후반부터 ICT 기술과 에너지·안전·국방 등 다양한 분야와의 융합에 가속도를 붙이기 시작하였다. 특히, 신재생에너지(태양광) 운영·활용 최적화를 위한 기술과 비즈니스 모델 개발에 주력하고 있으며, 복합재난을 예측하고 피해를 최소화하는 기술, 그리고 국방력 강화로 국민의 안전을 강화할 수 있는 기술개발에 힘을 쏟고 있다.

신재생에너지(태양광) 운영·활용 최적화 기술개발

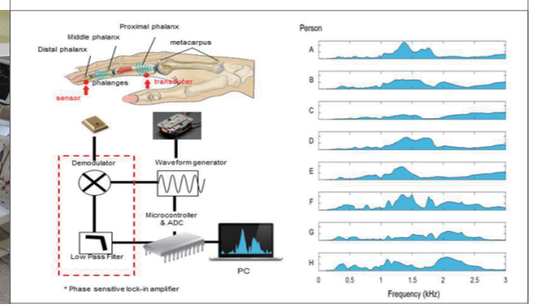
ETRI는 2009년 국가 녹색성장위원회 TF 참여를 기점으로 에너지 ICT 융합기술을 개발하기 시작하였다. 특히, 2017년 문재인 정부가 들어서면서 신재생에너지의 확대, 에너지 수요 효율화 그리고 에너지 관련 신산업 창출이 주요 정책으로 추진되자, 재생에너지(태양광) 활성화를 위한 기술적 난제를 해결하고 에너지 경제성 확보 및 새로운 BM 창출을 위한 플랫폼 비즈니스 기술개발을 중점적으로 추진하였다.

우선, 태양광발전소의 발전량 예측부터 모니터링, 자동복구, 폐기 진단까지 전 단계에 걸쳐 운영관리를 최적화하는 '태양 발전소 관리 및 유지보수를 위한 모니터링 플랫폼'을 개발하였다. 연구진은 태양광 설치와 유지보수를 담당하는 중소기업들의 도움으로 전국 2,900여 개 태양광발전소의 7,000여 개 태양광발전설비에 관한 정보를 확보하고, 수집된 데이터를 바탕으로 실시간 모니터링 인프라를 구축하여 한눈에 설비 현황을 파악할 수 있는 'e-지도 시스템'을 개발하였다. 또한, 위성사진을 활용하여 '태양광발

레이저 기반 다중입자(양성자+전자) 발생 장치



인체 전달특성 기반 바이오인식 시스템



전 예측 기술'을 개발 및 고도화하였으며, 예측 발전량과 실시간으로 모니터링되는 실제 발전량을 비교하여 원격지에서 고장을 진단하고 문제를 파악할 수 있도록 하였다. 아울러, 기존 인버터 위주의 데이터 수집 방식에서 벗어나 태양광 패널과 접속반에서도 데이터를 수집할 수 있도록 시스템을 구성하였으며, 각 태양광 설비가 설치된 거리 및 규모에 따라 LoRa, Wi-Fi, Wi-SUN 등 다양한 무선 방식을 효율적으로 활용하여 데이터를 수집하는 기술도 개발하였다.

다음으로, 전력중개 사업자들이 태양광, 풍력 등 분산 에너지 자원을 모아 전력시장에서 거래할 수 있도록 지원하는 '전력중개 플랫폼'을 개발하였다. 연구진은 소규모전력중개사업자를 위한 전력 및 신재생에너지 공급인증서 중개거래 프로세스 운영관리 시스템 기술과 함께 태양광 발전량 예측 기술, 에너지저장장치 최적 운영 기술, 태양광·유지관리 서비스 기술, IoT·클라우드·빅데이터·모바일·보안(ICBMS) 기반 분산전원 관리 기술, 분산전원 계량 데이터 무선전송 기술 등의 소규모 전력중개거래와 관련된 제반 요소 기술들을 개발하여 플랫폼을 구현하였다. 최근에는 발전자원소유자, 중개사업자, 시장운영자 간 중개거래의 투명성을 보장하기 위해 중개거래 데이터 블록체인 적용 기술을 개발하고 있다.

한편, 태양광발전 전력을 전기에너지 저장장치와 연계하여 최적의 경제성으로 운영할 수 있도록 지원하는 '태양광발전-에너지저장장치(ESS) 최적 연계 기술'도 개발하였다. 이는 태양광발전 용량에 따라 적절한 에너지저장장치 용량을 산출하고 출력 에너지가 전력망에 얼마나 영향을 미치는지 안정도를 평가하는 기술이다. 이와 함께, CES 시설에 기반한 새로운 비즈니스 모델도 개발하였다.

스마트 재난 안전·관리 기술개발

2010년대 들어 정부는 재난 피해를 최소화하기 위해 재난관리 기조를 기존의 '대응 중심'에서 '예측 중심'의 스마트 재난관리 체계로 변경하고, 국가 차원에서 관련 기술 및 시스템 개발을 진행하기 시작하였다. 이러한 정부 방침에 따라 ETRI는 2013년부터 '재난으로부터 국민의 안전을 보장하여 안전한 대한민국을 건설하는 것'을 목표로 관련 연구에 착수하였다. 이를 통해 모든 국민

CES 연계 마이크로그리드 실증 환경 구축



투명 태양광 활용분야



에게 사각지대 없이 신속 정확한 재난정보를 전달하기 위한 '원클릭 재난정보 전달체계' 구축, 국내 최초의 복합재난 예측 확산 플랫폼인 'K-MDDS' 개발, 건축물의 화재나 재난 발생 위험을 관리하는 '재난관리융합정보플랫폼' 개발 등의 성과를 도출하였다.

특히, 2020년 개발한 'K-MDDS(Mega Disaster & Damage estimation System)'는 한국의 환경을 고려한 최초의 복합재난 확산예측 플랫폼으로, ICT 기술과 인문·사회 및 공학기술을 융합하여 개발한 12종의 자연재난(지진, 산사태, 홍수, 호우 등) 및 8종의 사회재난(감염병, 가축 질병 등) 모형과 복합재난 시나리오 자동생성 및 복합재난 통합모형, GIS 엔진 등 다양한 예측 모델이 탑재되어 있다.

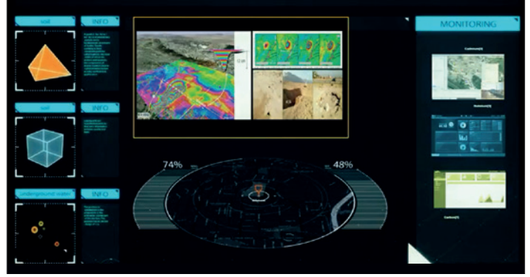
앞으로도 ETRI는 재난관리융합정보플랫폼을 고도화하는 한편, 디지털트윈 기술을 활용해 가상세계에 재난상황을 구현하고 이를 지능적으로 통제하는 기술, 5G 기반 긴급재난문자 서비스 기술 등 국민의 생명과 안전을 위한 ICT 융합기술을 지속해서 개발해 나갈 것이다.

신뢰 네트워크 기술개발

정부는 민수와 국방 분야에서 공동 활용이 가능한 원천핵심기술의 개발로 산업경쟁력과 국방력을 동시에 강화하려는 목적으로 2014년 과학기술정보통신부, 방위사업청, 국방부가 협력하는 민군기술협력사업을 시작하였다. ETRI는 그 일환으로 2017년부터 '다매체 다중경로 적응적 네트워크 기술(MMMP; Multi-Media Multi-Path) 개발' 과제에 돌입하였다. 연구진은 모든 통신 자원의 통합 이용을 가능케 하는 정합 시스템 기술, 동적인 임무 중심의 네트워크 환경에서 활용 가능한 동시 다매체 다중경로 데이터 전달 기술, 응용·사용자 요구사항에 따라 다중망을 선택하는 네트워크 최적화 기술, 임무·그룹별 인프라 자원의 분할 및 용도·등급별 다차원적인 데이터 보호 기술 등을 통해 '신뢰 접속 보호 솔루션' 기술을 완성하고, 4개 기업에 기술을 이전하였다.

본 기술개발로 정책(비용, 속도, 안전성 등)에 따라 우선순위에 부합하는 통신 매체를 선택할 수 있는 사용자 맞춤형 네트워크 최적화 서비스가 가능해진 것은 물론, 허가된 사용자 · 장치 · 서비스에만 데이터를 분산 전송함으로써 하나의 매체가 탈취되더라도 전체가 탈취되는 일은 막을 수 있게 되었으며, 매체나 경로의 일부가 단절되더라도 다른 네트워크와 경로로 생존성과 가용성을 제공할 수 있게 되었다. 현재 본 기술은 국방부와 국군지휘통신사령부의 '군 네트워크 접속 통제체계 구축 u-실험사업'과 대전시 상수도사업본부의 '지능형 물관리체계 구축 실증사업' 등에 적용되고 있다.

지반함몰 위험지역 모니터링 시스템



6

미래를 선도하는 창의적 원천기술 개발

반도체·소재·부품 원천기술

ETRI는 '파괴적 창의연구를 통한 미래 ICT 원천기술 선도'라는 비전 아래, 도전적이고 모험적인 창의연구를 집중적으로 수행하고 있다.

2010년대 중반 들어서는 시스템 반도체와 전력반도체, 이차원 반도체 등 차세대 반도체 기술, 나노 기술을 기반으로 기존에 없던 새로운 특성을 구현한 신소재·소자 기술, IoT 시대의 핵심인 센서 기술, 5G·6G 초고속 광 송수신을 위한 광소자·광부품 기술, 질화갈륨(GaN)과 산화갈륨(Ga2O3) 기반의 RF 소자·부품, 포토닉스 기반의 THz 통신 기술 등을 개발하는 데 주력하였다. 또한, 신소재 기술·산업의 발전을 견인하기 위해 기초신소재–부품·소자–시스템산업화에 이르는 선순환적 연구 생태계를 구축하고, 국내외 협력 협의체를 구성 및 선도하는 역할에도 집중하고 있다.

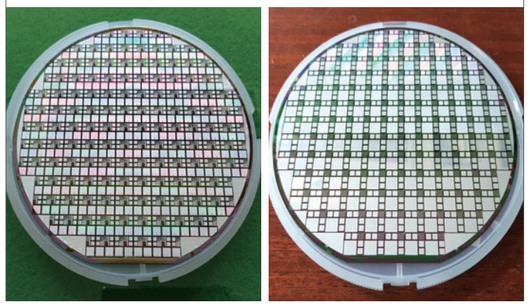
반도체 패러다임의 변화(전력반도체·이차원 반도체)

4차 산업혁명 시대의 도래로 자율주행차, 사물인터넷(IoT), 5G 이동통신 등이 빠르게 성장하자, ETRI는 이러한 분야의 기술고도화를 뒷받침할 전력반도체와 이차원 반도체 기술개발에 주력하였다.

각종 시스템의 자동화, 소형화, 경량화 및 에너지 효율 향상에 필요한 전력반도체의 경우, 2017년 국내 최초로 6인치 기반 1,700V급 SiC Diode 및 Trench MOSFET[52] 개발에 성공하였다. 이 기술은 상용화 가능성이 커 수입에 의존하던 SiC 전력 소자 부품의 국산화에 크게 이바지할 것으로 기대된다. 한편, ETRI는 축적된 Si·SiC 전력반도체 소자 기술로 '전력반도체 플랫폼'을 구축하고, 이를 중심으로 전력반도체 관련 국내 중소기업에 시제품 제작, 애로기술 해결 등의 지원을 수행하고 있다.

한편, 2016년부터 기존 실리콘 반도체의 한계를 극복할 수 있는 신소재로 주목받는 이차원 소재를 발굴하고 이를 대면적으로 제조할 수 있는 '이차원 반도체' 기술개발에 뛰어들었다. MoS2(전이금속 칼코겐 화합물)보다 안정성이 우수한 이차원 산화물 반도체와 응용 소자 기술을 연구하고, MoS2를 비롯한 MoSe2, WS2, WSe2, VSe2, Cu2S 등 다양한 이차원 소재들을 대면적으로 제조하였다. 이러한 결과들은 앞으로 미래반도체 응용 기술개발에 매우 유용하게 쓰일 것으로 기대된다. 또한, 2018년에는 세계 최초로 소금(NaCl)을 첨가, Na 양이온을 이용하여 이차원 소재를 수용액에서 고효율로 박리(剝離)함으로써 이차원 반도

6인치 트렌치형 MOSFET(좌) 및 Diode(우) 시제품



52. MOSFET(metal oxide semiconductor field effect transistor) : 금속산화물을 이용해 각종 회로에서 스위치 역할을 담당하는 트랜지스터(Transistor)이다.

체 소재로 쓸 수 있는 '나노시트'를 만드는 데 성공하였다. 연구결과는 나노소재 분야 국제학술지인 '스몰'에 표지논문으로 실렸다.

차세대 신소재·소자 구현

ETRI는 40여 년간 축적한 세계적인 ICT 기술에 나노 기술 등을 접목하여 이전에 없던 새로운 소재·소자를 구현하고, 적극적인 기술사업화 지원을 통해 이를 산업 전반으로 확산하고 있다.

우선, 2018년 혁신적인 인공소재인 '메타물질'의 특성을 쉽게 조절하여 제작할 수 있는 핵심 원천소재 기술과 공정 기술을 개발하였다. 메타물질은 자연에 있는 물질과 달리 구조나 배열형태에 의해 특성이 바뀌는 인공소재이다. 메타물질의 구조를 바꾸면 물질 특성까지도 마음대로 조절할 수 있어 고해상도 홀로그램과 고민감도 적외선 · 광센서 제작은 물론 투명망토 같은 SF 영화 속 소재까지 구현이 가능하다. 2019년에는 더 선명하고 다양한 색상표현이 가능한 나노결정 기반 '광대역 메타물질 완전흡수체 기술'을 개발하였다. 또한, 저전력, 고명암비, 고화질 유기 발광다이오드(OLED) 패널을 구현할 수 있는 '유기 나노렌즈 제작 기술'을 개발하고, 이를 성공적으로 기업에 이전하였다. 유기 나노렌즈는 광추출뿐만 아니라 광흡수 기능도 우수하여, 태양전지나 광검출기에도 널리 활용될 것으로 예상된다.

그래핀 물질을 네 개 층으로 쌓아 ICT 기기 웨어러블화의 필수요건인 전기가 통하는 '투명·휘는 전극'의 구현에도 성공하였다. 이 기술은 스마트 창이나 자동차용 룸미러 등 에너지 절감소자로 사용되는 것은 물론, 주변 환경에 따라 색이 자동으로 빠르게 변하는 특징이 있어 군인이나 탱크 등을 위장하는 데도 유용할 것으로 전망된다.

아울러, 그래핀 복합소재에 '멕신(MXene)'을 첨가하여 각종 통신·전기·전자기기로부터 나오는 전자파를 매우 효과적으로 차단하는 나노복합소재도 개발하였다. 이 소재는 나노복합소재 가운데 최고 수준의 전자파 차폐율을 기록했으며, 전기전도도가 높으면서 가벼워서 전자, 의료기기, 자동차 전장부품, 웨어러블 스마트 제품, 로봇 등 다방면에 활용이 가능할 것으로 보인다.

2020년에는 사람 피부의 땀샘을 흉내 내어 주변 환경에 따라 수축과 팽창을 자유롭게 하는 박막을 개발하였다. 피부 표면 온도와 비슷한 31℃에서 온도가 낮으면 팽창해 구멍이 닫히고 높으면 자동으로 열려 열을 방출함으로써 전원 없이도 열 방출을 조절할 수 있는 방열소자로, 3x3cm 크기에 인공 땀샘 2만 개가 들어있는 형태로 구현되었다. 이 박막은 앞으로 스마트폰과 같은 유연전자소자의 발열을 해결하는 방열소자나 에너지 발전소자, 미세한 제어시스템 등에 활용될 것으로 기대된다.

초고감도 습도센서의 비접촉식 엘리베이터 버튼 적용 사례



IoT 시대의 핵심, 센서 기술개발

지능정보사회의 도래로 무수히 많은 IoT 디바이스가 필요해지면서, ICT 기기에서 정보의 수집과 전달을 담당하는 센서의 중요성이 점차 커지고 있다. 이에 ETRI는 반도체, MEMS 및 나노 기술의 융복합을 통해 초소형·저전력·고성능 센서개발에 집중하였다.

우선, 2017년 환경 및 사용자 적응형 'MEMS 마이크로폰 솔루션'을 개발하여 디지털 High-SNR MEMS 마이크로폰의 핵심기술인 MEMS 음향센서 칩, CMOS ROIC 칩을 동시에 보유한 유일한 연구기관으로 거듭났다.

이어서 2018년에는 그래핀과 CNT를 결합하여 면섬유에 코팅함으로써 여러 번 구부리거나 눌러도 방수가 되며 높은 전도성을 갖는 '직물형 압력 센서'와 피부에 바로 붙여서 사용할 수 있는 '고무형 압력 센서'를 연속해서 개발하였다. 그동안 센서에는 전기가 잘 통하는 전도성 계열 금속이 주로 활용되었으나, 금속은 유연성과 내구성이 약해 다양한 분야로의 확산에 한계가 있었다. 그러나 ETRI가 개발한 직물형·고무형 유연 센서는 의료·스포츠·로봇 등으로 다양한 활용이 가능하다.

또한, 2020년에는 나노 신소재를 기반으로 세계 최초로 '이차원 신소재 기반 비접촉식 초고감도 습도센서'를 개발하였다. 이 센서는 기존 상용 센서보다 감도가 660배 뛰어나고, 감지 반응 속도는 최대 12배까지 빠르다. 특히, 손으로 직접 터치하지 않고도 피부의 수분량과 운동 전후 땀 배출량 및 호흡량의 차이 등을 감지하는 것이 가능하여 피부의 습도와 관련된 디지털 헬스케어, 뷰티·미용 보습 제품, 공기청정기 등으로 널리 활용될 것으로 보인다.

연구진은 이 센서를 엘리베이터 버튼스위치에 적용하여, 1cm 떨어진 거리에서 비접촉으로 스위치를 작동하는 시연을 선보이기도 하였다. 이는 코로나19로 비접촉 기술에 대한 요구가 큰 상황에서 이뤄진 것이어서 큰 주목을 받았다.

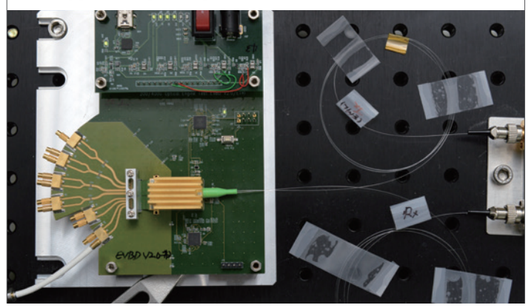
아울러, 2020년 전도성 고분자 나노 와이어와 나노 셀룰로스를 섞은 복합소재를 센서 물질로 사용하고, 이를 양자점(Quantum dot) 발광 소자의 적층 구조에 응용해 기존 압력 센서보다 민감도가 최대 20배까지 높은 '초고감도 투명 압력 센서'도 개발하였다. 이 센서는 압력의 강도, 위치뿐 아니라 압력을 가한 물체의 3D 표면 정보까지 실시간 제공하여, 앞으로 디지털 헬스 및 생체인증을 위한 웨어러블 디바이스로 폭넓게 응용될 것으로 전망된다.

초고속 광 송수신을 위한 광소자·광부품 기술

고품질의 비디오전송과 실시간 스트리밍, 클라우드, 소셜 미디어 등 대용량 데이터 서비스의 급성장으로 인해 통신 트래픽이 폭증하자, ETRI는 초고속 광 송수신을 위한 광소자 및 광부품 기술개발을 중점적으로 추진하였다.

우선, 초고속 코히어런트[53] 광소자 기술개발을 시작하여, 2010년대 중반 빛의 고유한 성질(편광, 위상, 진폭)을 제어하는 것만으로 1초에 100기가바이트(100Gbps)의 대용량 콘텐츠를 전송하는 신개념 인터넷 전송 기술 및 소자를 개발하였다. 이 기술은 '차세대 고효율 광노드용 핵심 부품개발'이라는 이름으로 2017년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다. ETRI는 기술고도화를 지속해서 추진하여 2018년 2월에는 HD급 영화 50편을 1초 만에 전송할 수 있는 400Gbps급 코히어런트 광검출 기술을 개발하는 데 성공하였다. 기존의 광통신은 광케이블을 추가로 깔아야 데이터 통신량을 확장할 수 있었으나, 이 기술의 개발로 광케이블의 추가 매설 없이 송수신 장비 교체만으로 통신용량을 기존 대비

400G 광송수신 엔진이 평가보드에 장착된 모습



53. 코히러언트(coherent : 복수광파의 주파수와 위상이 같을 때 그 광파를 코히어런트 광이라고 한다.

4배나 증대할 수 있어 수천억 원에 달하는 광케이블 매설 비용 절감 효과가 도출되었다.

한편, 25G급 프론트홀용 광소자 칩 개발에 돌입하여, 2018년에 프론트홀용 25G C-band EML 칩 기술을, 2019년에는 C-band 기술을 기반으로 한 프론트홀용 25G O-band EML 칩 기술을 개발하였다. 이 기술은 2019년 4월 세계 최초로 한국이 5G 서비스를 시작하는 데 있어서 핵심적인 역할을 하였으며, 공동개발에 참여한 기업들이 수백억대의 매출을 기록하는 등 뛰어난 성과를 도출하였다. '25G 프론트홀 광소자 칩 및 광트랜시버 기술'은 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었으며, 같은 해 우수성과 유공 과학기술정통부 장관 표창을 수상하였다.

2019년 말에는 4개의 광원 및 광검출기 소자 그리고 광송신부 및 광수신부 등이 단일 패키지 케이스에 집적된 '400Gbps 광송수신 엔진'을 세계 최초로 개발하였다. 400Gbps는 10만 명이 동시에 고화질 유튜브 영상을 스트리밍할 수 있는 속도이다. 이 엔진은 어른 손가락 한 마디 크기의 광트랜시버에 실장이 가능하게 되어있어 기존의 100Gbps 광트랜시버 대비 4배의 전송용량과 2배 이상의 실장 밀도를 구현할 수 있다. 향후 상용화가 이뤄지면 광송수신 엔진은 라인카드 하나에 64개가 장착 가능하다. 그렇게 되면 총 데이터 처리용량이 최대 8배로 늘어나 기존의 3.2TB에서 25.6TB까지 증가할 것으로 보인다. ETRI는 앞으로 광소자·광부품 기술을 단순 데이터 전달을 넘어 인공지능, 의료, 바이오 등과 융합함으로써 신산업을 창출하고자 노력할 계획이다.

화합물반도체 기반 RF 소자·부품 개발

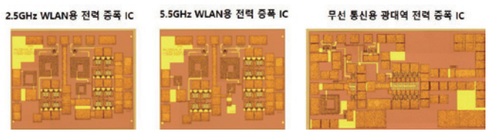
ETRI는 GaAs(갈륨비소), InP(인화인듐), GaN(질화갈륨) 등 화합물반도체 기반의 RF(Radio Frequency) 소자 개발을 통해 무선통신 및 밀리미터파 대역 시스템용 RF 소자·부품 국산화의 토대를 만들고 있다.

2010년대 이후에는 기존의 반도체 웨이퍼 소재로 쓰이던 Si와 GaAs의 한계를 극복할 수 있는 차세대 소재인 GaN에 집중하여, S-대역 및 Ku~K-대역 GaN 전력증폭 소자, 5G 이동통신용 Ka-대역 GaN 전력증폭 MMIC, 국방 무기체계용 S-대역 200W GaN 전력 증폭 소자 등을 개발하였다. 또한, 2020년에는 고전압에서 좋은 성능을 발휘하는 동시에 전력 손실을 최소화하는 '질화갈륨(GaN) 단결정 기판을 이용한 800V급 수직형 전력반도체 기술'을 국내 최초로 개발하였다.

이러한 기술들을 기반으로 우리나라는 전량 수입에 의존하던 GaN 기반의 무선통신용 고출력 RF 반도체 소자를 단기간에 자체개발할 수 있게 되었고, 그 결과 군사용 레이더를 국내 기술로 개발한 것은 물론, 2019년 시작된 일본의 수출 규제에도 대응할 수 있게 되었다. 2020년부터는 5G 이동통신에 적용되는 28GHz 및 39GHz 대역 GaN 집적회로 기술을 개발하고 있으며, B5G·6G 이동통신을 위한 Sub-THz 대역용 GaN RF 소자 기술개발에도 주력하고 있다.

한편, 2019년 산화갈륨(Ga2O3)을 이용하여 세계 최고 수준의 2,300V 고전압에도 잘 견디는 전력반도체 트랜지스터를 개발하였다. 이는 기존 대비 동작 저항은 50% 낮추고, 항복 전압은 25% 까지 높인 트랜지스터이다.

무선통신용 전력 증폭 IC



'꿈의 주파수' 테라헤르츠파 기술개발 및 응용

ETRI는 2000년대 후반부터 '꿈의 주파수'라 불리는 테라헤르츠(THz, 주파수 0.1~10THz)파 발생·검출 소자에 관한 연구를 시작하여, 짧은 시간 안에 소재부터 소자·모듈· 시스템에 이르기까지 모든 THz파 발생 · 검출 기술을 자체적으로 확보하였다. 축적된 기술력을 기반으로 최근에는 THz파를 비파괴 검사 등 다양한 산업 분야에 적용하는 데 주력하고 있다. 특히, 현대자동차와 함께 자동차 내 누수 발생 시 눈에 보이지 않는 내장재 밑을 확인할 수 있는 시스템과 자동차 생산라인에서 커넥터 미체결을 확인할 수 있는 고속 이미징 시스템, 롤투롤 생산라인의 필름 두께 모니터링 시스템 등 다양한 주제에 대한 기술개발을 공동으로 진행하고 있으며, 이 중 일부는 생산라인에 적용하기 위한 최종 테스트를 진행 중이다. 조만간 세계 최초로 자동차 양산에 THz파 비파괴 검사를 실제 적용하는 성과를 거둘 것으로 예상된다.

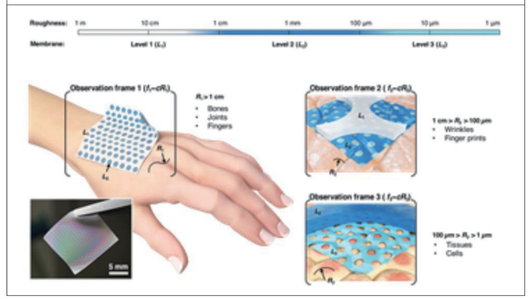
한편, 급증하는 데이터 수요와 빠르게 개발되는 새로운 통신 서비스들을 수용하기 위하여 THz 통신의 핵심소자 · 부품 개발에도 힘을 쏟고 있다. 연구진은 광대역 신호생성이 용이하고 유선망과 직접적인 연동이 가능한 '포토닉스 기반의 THz 통신 기술'을 중점적으로 개발하고 있으며, 안정적인 주파수 발생이 가능하고 기존의 통신 기술·방식을 활용할 수 있는 '전자소자 기반의 THz 통신 기술'과의 융합을 통해 더욱 발전적인 방향을 모색하고 있다. 특히, 2018년에는 2.5Gbps 속도의 THz 무선전송을 시연하였으며, 현재는 2023년까지 100Gbps급 THz 무선통신 기술을 개발하기 위한 부품개발을 수행하고 있다. THz 통신 기술은 앞으로 압축 없는 홀로그램의 전송, 이동 속도의 제한이 없는 데이터 전송 등 5G 다음 단계의 데이터 통신을 가능케 하는 기술로 성장할 전망이다.

체열 에너지변환 기술개발

디지털 헬스케어와 IoT 시스템이 보편화되면서, 이러한 기기에 끊김 없이 전원을 공급하는 것이 이슈로 떠올랐다. 이에 ETRI는 2012년부터는 열전효과를 이용한 체열 에너지 변환 기술 개발에 돌입하여, 2019년에 건식접착 유연소자와 고효율 열전소자, 고방열 인체모사 히트싱크, 고효율 전력관리 회로 등으로 구성된 '체열 기반 전력 생산용 열전복합 모듈'을 개발하였다. 이 모듈은 기존의 세계 최고 체열 기반 열전발전 소자보다 약 1.5배 이상 높은 35μW/cm2 수준의 출력밀도를 구현하였다.

이로써 배터리를 쓰지 않고도 팔목에 밴드형 파스처럼 붙여 사람의 체온을 이용하여 에너지를 얻고, 정보를 표현하는 것이 가능해졌다. 소자 6개를 묶어 모듈화하면 최대 2~3mW까지 출력을 할 수 있어 2~3년 이내에 상용화가 가능할 것으로 보이며, 웨어러블 기기의 폭발적 증가에 따라 활용성이 매우 클 것으로 기대된다. 본 기술은 '인체 열해석 기반 연성 열전모듈설계 및 시스템 패키징 기술'이라는 이름으로 2018년 '국가연구개발사업 우수성과 100선'에 선정되었다.

비선형 구조체의 계층구조 이미지와 실제 사용된 구조체의 실물 사진



리튬 이차전지용 고체전해질 제조 기술 개발

ETRI는 2010년대 중반부터 본격적으로 리튬 이차전지용 무기 고체전해질(산화물계 및 황화물계) 소재를 연구하고 있다. 특히, 0~3차원(0차원 구형, 1차원 섬유형, 2차원 평판형, 3차원 입체형)에 걸치는 형상 제어된 무기 고체전해질(Li-La-Zr계 산화물(LLZO), Li-Al-Ti-인산계(LATP), Li-P-S계(LPS)의 합성을 통해 고효율 계면친화성 고체전해질 적용 기술을 개발하였다. 이러한 성과로 국내외 특허 10여 건을 확보하였으며, 연구논문 15여 편을 SCI 학술저널에 게재하였다. 본 기술들은 2017년 '고안전성 리튬 이차전지용 고체 전해질 제조 기술'이라는 이름으로 '국가연구개발사업 우수성과 100선'에 선정되었다.

한편, 2020년에는 대구경북과학기술원과 함께 기존의 전고체 이차전지 개발 구조에서 벗어나 활물질과 바인더로만 구성된 새로운 형태의 전고체 전극구조를 제안하였다. 이 구조를 적용하면 전극 내 활물질 함량이 98wt%에 달할 정도로 구성을 극대화할 수 있어, 에너지밀도를 일반적인 흑연 복합 전극 대비 약 1.5배까지 높일 수 있다.

유기나노렌즈 제작 기술 개발



실감 디스플레이

ETRI는 1990년대부터 디스플레이 연구를 시작하여 지금껏 국내 디스플레이 기술 · 산업 발전을 견인해왔다. 2010년대 중반 이후로는 그간 축적한 OLED 디스플레이 기술을 고도화하는 한편, 접히는 것을 넘어 늘어나는 디스플레이, 3차원 홀로그램을 구현하는 홀로그래픽 디스플레이, 촉감 · 오감을 느끼게 해주고 사람의 생체신호까지 인지하게 해주는 디스플레이 등을 개발하는 데 주력하고 있다.

OLED 디스플레이의 진화

ETRI는 2018년 미래 카본 소재로 알려진 CVD(Chemical Vapor Deposition) 그래핀 소재를 활용한 '플렉시블 AMOLED(능동형 유기 발광 다이오드) 패널 기술'을 개발하여 선진국과의 차세대 디스플레이 기술경쟁에서 한발 앞설 수 있는 기반을 마련하였다.

또한, 초실감 가상증강현실 기술에 도전하여 'OLED 마이크로 디스플레이 패널 공정 기술'을 개발하였으며, 특히 군사용 마이크로 디스플레이 기술과 32:9 스케일의 저시력 약자를 위한 마이크로 디스플레이 기술 등을 확보하여 리얼리티 OLED 미래 기술을 선도하였다. 아울러, 고효율 특성을 가진 OLED 소자 개발에도 주력하였다. '녹색 OLED 소자'를 개발하여 세계 최고 수준의 전력효율을 달성하였고, 'OLED 광효율 향상을 위한 유기나노렌즈 형성 기술'을 개발하여 4.5억 원의 기술이전에 성공하기도 하였다.

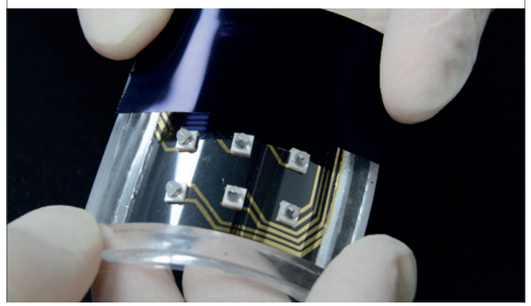
폴더블을 넘어 스트레처블 디스플레이로

ETRI는 2010년대 들어 구부러질 수 있는 밴더블(bendable), 두루마리처럼 말리는 롤러블(rollable), 완전히 접히는 폴더블(foldable)을 넘어 자유롭게 늘어나는 스트레처블(stretchable) 디스플레이에 도전하였다. 이를 위해 신축이 가능한 새로운 기판 및 배선 구조, 늘어나도 전기적 특성이 변하지 않는 배선 소재, 기계적 변형에 강한 TFT 소자, 신축성 기판으로의 회로 전사 기술 등 기존의 플렉시블 전자회로에서 요구되지 않던 새로운 기술들을 개발하였고, 이러한 성과를 바탕으로 2017년에는 주위 환경에 맞게 임의의 방향으로 늘어나는 '3.5인치 크기의 신축성 능동 OLED 패널'을 SID(국제정보디스플레이학회)에 발표하여 큰 호응을 얻었다. 한편, 빛이나 공간과 같은 환경의 변화에 따라 에너지 소모를 최소화하고 최적의 품질을 제공하는 '초절전 환경적응(LASA; Light Adaptable Space Adaptable) 디스플레이 기술'을 개발하여 2017년 국가과학기술연구회의 '국가연구개발 우수성과'에 선정되었다.

ETRI의 스트레처블 디스플레이 기술은 '자유곡면 자동차 윈도우용 해상도 200ppi 이상 투명도 70% 이상 능동구동형 Micro-LED 디스플레이 핵심기술' 개발, '스트레처블 디스플레이용 다중 모드 입력 UI 모듈 기술' 개발, '스트레처블 패널 제품화를 위한 20% 이상 연신 가능한 12인치급 연신 패널 및 모듈 공정 기술' 개발 등 다양한 후속 과제들로 연계되어 추진 중이다. 또한, 2019년 일본 수출규제에 대응하고 디스플레이의 소재·부품·장비 자립도를 높이기 위해 출연(연) 중심의 정책지정사업으로 기획된 과학기술정보통신부의 '초고해상도·초유연 디스플레이' 사업도 주관하고 있다.

한편, 플렉시블·스트레처블 전자회로 기술은 압력·촉각센서 어레이, 광센서, 진동소자, 뇌신경 인터페이스 기술 등과 결합하여 기존의 시각 디스플레이를 뛰어넘는 감각 디스플레이 분야로 확장되고 있다.

플렉시블 디스플레이에 적용된 LED 필름형 햅틱 기술



미래의 홀로그래픽 디스플레이

세계 최고 수준의 디스플레이 기술력을 확보한 ETRI는 다음 세대의 디스플레이를 주도하고자 3차원 입체 디스플레이(홀로그래픽 디스플레이)에 관심을 두었다. 이에 2013년 범부처 기가코리아사업인 '디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술' 개발사업을 시작으로 홀로그래픽 디스플레이 개발에 본격 착수하였다. 연구기간 8년, 연구비 약 552억 원이 투입된 대규모 국가 연구개발 사업이었다.

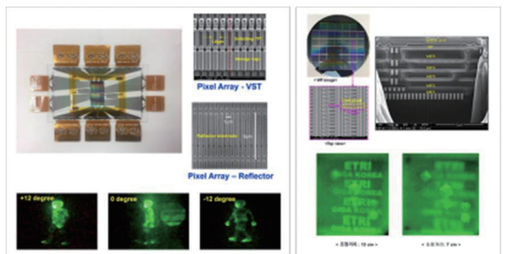
ETRI는 이 과제를 통해 디지털 홀로그래픽 디스플레이의 핵심부품인 SLM[54](공간광변조기) 패널기술 개발에 집중하였다. 공간광

54. SLM(Spatial Light Modulator, 공간광변조기) : 입사광에 대해 공간적으로 변화하는 어떠한 형태의 변조위상 또는 진폭 등를 만드는 소자로 입체영상을 재현하는 디지털 홀로그래픽 디스플레이의 핵심이 되는 디스플레이 패널 소자이다.

변조기는 재현하려는 입체영상의 회절 패턴을 디지털화하여 표시하는데, 여기에 레이저와 같은 결맞음 광을 조사할 경우 회절현상에 의해 입체영상이 재현된다. 이 기술의 가장 큰 난관은 입체영상의 시야각이 공간광변조기의 픽셀 피치에 의해 제한된다는 점이었다. 따라서 초미세 픽셀 피치의 디스플레이 패널 개발이 연구의 핵심이 되었으며, 이를 위하여 디스플레이 구동 백플레인의 고집적화에 연구역량을 집중하였다. 또한, 넓은 시야각과 큰 화면 면적을 만족하는 디스플레이 구현을 위해 실리콘 반도체 공정 비보다 더 고난도의 기술을 요구하는 유리기판 기반의 초고해상도 공간광변조기 개발을 추진하였다.

연구 결과, ETRI는 2017년 세계 최소 피치인 3μm 픽셀의 16K급 위상변조형 공간광변조기 패널 개발에 성공하여, SID에 발표하였다. 또한, 기술을 더 발전시켜 2019년에는 1μm 픽셀 피치의 공간광변조기 소자를, 2020년에는 세계 최초로 상변화 물질을 이용하여 1.5μm 피치의 능동-매트릭스 기반 공간광변조기 소자를 개발하는 데 성공하였다.

1μm 픽셀 피치(해상도 16K급)의 공간광변조기와 홀로그램 재현 영상(좌), 상변화 물질 기반 1.5μm 픽셀 피치(해상도 15K급)의 공간광변조기와 홀로그램 재현 영상(우)



한편, 2015년에는 삼성디스플레이 주관의 '모바일 완전입체 단말 및 콘텐츠 기술' 개발사업에도 참여하였다. 이 과제를 통해 ETRI는 액정 물질을 이용하는 소자의 집적화 한계를 극복하기 위해 초박형(7nm)의 상변화 물질을 적용하는 새로운 개념의 소자를 제안하고 소자구조 시뮬레이션부터 집적화 공정까지를 체계적으로 개발하였다.

ETRI의 홀로그래픽 디스플레이 기술개발 성과들은 2020년 '초고해상도·초유연 디스플레이 백플레인 핵심소재' 개발사업과 '초고해상도 디스플레이를 위한 비평면 TFT 구조 및 공정 기술' 개발사업 등으로 이어지고 있다. 또한, 홀로그래픽 디스플레이 기술에 공간 · 촉각 기술을 결합하여 새로운 UI/UX를 제공하는 '비접촉 공간 촉각 인터렉션 기술'의 연구와 사업화도 추진하고 있다. 홀로그래픽 디스플레이 기술은 디스플레이 선도국으로써 후발국의 추격을 뿌리치고 기술격차를 벌릴 수 있는 핵심기술이다. 특히, 2020년 코로나19 사태 이후 비접촉 교류의 중요성이 커지면서, 멀리 떨어진 상대방과의 실재감 있는 교류를 지원하는 초실감 홀로그래픽 기술은 그 중요성이 더욱 커지고 있다. ETRI가 개발한 기술들은 이러한 비접촉 교류를 위한 초실감 미디어 플랫폼으로 역할 할 수 있을 것이다.

디스플레이를 넘어서는 디스플레이

2010년대 중반 이후에는 시각을 만족시키는 것을 넘어 촉감·오감을 느끼게 해주고 사람의 생체신호까지 인지하게 해주는 디스플레이 즉, '디스플레이를 넘어서는 디스플레이' 개발에 들어갔다. ETRI는 2017년 과학기술정보통신부 지원으로 'Skintronics[55]를 위한 감각 입출력 패널 핵심기술' 개발과제를 시작하였다. 인간과 사물의 감각 교감을 가능하게 하는 Skintronics 핵심 원천기술 개발을 목표로, 2022년까지 6년간 연구비 139억 원, 연구인력 연 126명을 투입하는 원천기술형태의 국가연구개발사업이다.

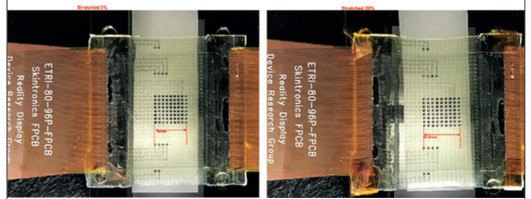
ETRI는 촉감·오감을 느낄 수 있는 대면적·고해상도 신축성 감각 입출력 패널 기술을 개발하기 위해 ETRI 선행기술인 신축성 전자소자 기술, 산화물 TFT 기술, 센서·액추에이터 소자 기술, 입출력 회로 기술 등을 유기적으로 연계하였으며, 이를 통해 신축성 능동소자 어레이 기술, 어레이 집적을 위한 감각 입·출력 센서 및 액추에이터 소자 기술, 어레이 구동을 위한 신축성 회로·부품 기술 등 분야별 핵심 원천기술을 확보하였다. 특히, 고해상도(25ppi) 20% 신축이 가능한 촉감을 감지하는 디스플레이 어레이와 고해상도(25ppi) 하이브리드 구조의 신축이 가능한 촉감을 주는 디스플레이 어레이 시제품을 개발하였다.

2018년부터는 '디스플레이 일체형 투명 플렉시블 복합 생체인식 디바이스 핵심기술' 개발과제를 통해 인간의 생체신호를 디스플레이에 표현할 수 있는 기술을 개발하기 시작하였다. 2020년까지 3년간 연구비 60억 원, 연구인력 연 36명을 투입하는 원천기술형태의 국가연구개발사업이다. 이 과제는 인간의 지문과 정맥 신호를 이용하여 인증·보안 등에 사용할 수 있는 플렉시블 투명 디스플레이 기술을 개발하는 방향으로 진행되었다. 그 결과, 투과도 77%의 256×256 투명 광지문 디스플레이 센서 어레이 및 물체의 미세한 표면을 보여주는 압력 디스플레이 시제품을 개발하였다.

ETRI가 개발한 촉감·오감 디스플레이와 생체신호 인지 디스플레이를 기반으로 국내 디스플레이 산업은 치열한 글로벌 경쟁에서 우위를 점할 수 있게 되었다. 또한, 현재 TV와 휴대폰 등 디스플레이 주력 시장이 포화된 상황에서 새로운 응용 분야 발굴을 통해 신시장을 창출할 가능성도 높였다. ETRI는 2019년부터 이 기술들에 대한 국제표준화를 추진하고 있다.

앞으로 ETRI는 이 기술들을 더욱 확장하여 촉각·후각·감성을 만족시킬 수 있는 초실감 미디어 서비스를 위한 '홀로그램 오감 디바이스 기술', 생체인식 기능으로 편의성·보안성이 극대화된 '지능형 보안 초신뢰 디바이스 기술' 등으로 나아가고자 한다.

유연 전자소자



55. Skintronics(Skin Electronics, 피부부착 전자소자) : 전자기기나 인간의 피부 어디에나 부착되어 실감 입출력 기능을 수행하는 UI/UX 인터페이스를 위한 소자로, 유연신축성 감각입출력소자 · 구동 · 신호처리부를 포함한다.

양자정보통신

ETRI는 40년 가까이 축적한 세계 최고 수준의 반도체 기술력과 광검출기 기술, 실리콘 포토닉스 기술들을 토대로 2010년대 중반부터 양자정보통신 개발에 본격적으로 뛰어들었다. 양자정보통신은 양자의 물리학적 특성(불확실성, 중첩성, 비가역성, 얽힘 현상, 복제 불가능성 등)을 이용하여 ICT 인프라를 보호하고, 초고속 대용량 연산 및 초정밀 계측을 실현하는 차세대 기술이다. 기존 정보통신의 기술적 한계를 극복하여 패러다임을 바꿀 수 있는 ICT 미래기술로 주목받고 있으며, 양자암호통신, 양자 센서·계측 및 양자컴퓨팅 시스템 등의 분야로 나뉜다.

앞으로 양자정보통신은 정보보안이 필수적인 기간통신망 분야, 빅데이터·클라우드 등 ICT 신산업 분야, 위치분석, 초정밀 영상분석, 지질탐사 및 화학, 의료, 기상 예측 등 다양한 분야에 응용되어 기존 기술·산업을 고도화하고 신산업을 창출할 것으로 기대된다.

무조건적인 안전성 보장하는 양자암호통신

'양자암호통신 기술'은 양자의 특성을 이용하여 송수신자 간 무조건적인 안전성을 보장하는 기술이다. ETRI는 2015년부터 본격적으로 무선 양자암호통신 기술개발에 뛰어들어, 2017년에 양자암호통신에 필요한 네 종류의 편광을 분리하거나 합치는 '집적형 4편광 분할 · 결합기 칩 및 모듈', 단일광자 수준의 펄스를 발생시키는 '양자통신용 광원 모듈', 785nm 파장 대역 단일광자를 수신할 수 있는 '실리콘 APD(Avalanche PhotoDiode) 기반 단일광자 검출기 모듈' 등의 핵심부품을 개발하였다.

이어서 2018년에는 국내 최초로 300m의 거리에서 태양광이 강한 낮의 실환경에서도 안정적으로 무선 양자암호통신이 가능함을 증명하였다. 또한, 2019년부터 근거리 이동형 양자암호통신을 위한 소형 이동형 무선 양자키분배 송수신부 기술을, 2020년부터는 초소형 유선 양자키분배 양자채널 송수신부 집적화칩 및 모듈 기술을 개발 중이다. 앞으로 양자암호통신 기술은 무조건적 보안이 필요한 무인 비행기, 드론, 인공위성 통신 등의 분야에서 폭넓게 활용될 것으로 기대된다.

양자컴퓨터로 초고속·대용량 연산 실현

'양자컴퓨팅 기술'은 양자 상태의 중첩성과 얽힘 현상을 이용하여 양자비트(qubit, 큐비트)를 기반으로 초고속·대용량 연산을 가능케 하는 기술이다. ETRI는 양자컴퓨팅 기술개발 역시 2015년부터 본격화하였다.

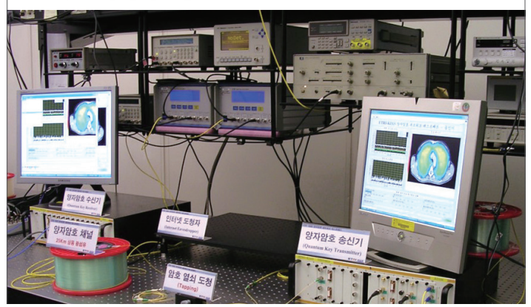
우선, 양자컴퓨터 연구를 보다 효과적으로 수행할 수 있는 가상 양자머신(이하 가상머신) 기반의 양자컴퓨팅 기술을 개발하고 있다. 이는 현재의 디지털 컴퓨터를 이용하여 양자컴퓨팅을 시뮬레이션하는 기술이다. 연구진은 양자컴퓨팅 필요 자원을 줄이기 위해 조건부 회전 게이트(Controlled-Rn)라는 기본적인 양자 연산에 대해 세 가지 효율적인 컴파일 방법을 개발하고, 양자 어셈블리 코드를 비트 기반 컴퓨터로 전산 모사하는 가상머신 기술을 개발하여, 2019년 자체적으로 '가상머신 기반의 양자컴퓨팅 기술'을 구현하는 데 성공하였다.

또한, 양자컴퓨터의 여러 구성요소(컴파일러, 시스템 합성기, 빌딩블록 합성기 등) 기술, 이러한 구성요소들을 최적 설계·분석·평가하는 기술, 양자적 특성을 갖는 구성요소의 기능·성능을 검증하는 기술 그리고 설계·분석·평가·검증하는 과정에서의 접근 용이성을 위한 시각화 기술 등도 개발 중이다.

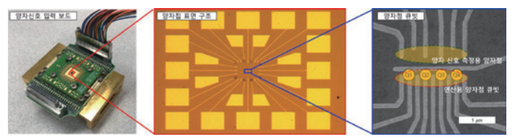
한편, 양자점 큐빗, 초전도 큐빗 등 다양한 양자 칩 구동이 가능한 '반도체 양자점 기반 개방형 양자컴퓨팅 플랫폼'을 구축 중이다. 이 플랫폼을 활용하면 큐빗 수준의 게이트 오류 분석 및 허용 계산 시간뿐만 아니라, 소자의 허용 연산에 맞추어 양자 알고리즘을 구현하도록 양자 게이트 분해 및 최적 배치를 수행할 수 있다.

ETRI는 이러한 기술적 기반 위에서 2017년부터 본격적으로 양자 광집적회로 기술개발에 나서, 단일광자광원과 단일광자검출기, 양자 게이트, 소자 등의 개발에 속도를 내고 있다. 특히, 양자점 기반 단일광자광원의 집속 효율을 벌크 광학계에서는 90% 이상, 광섬유에서도 66%까지 확보하는 기술을 개발하였다. 아울러, 2020년에는 세계 최초로 질화규소(Si_3N) 기반의 양자 게이트를 구현하는 데 성공하였다. 개발된 회로로 게이트를 작동한 결과 신뢰도는 최대 81%였다. 또한, 연구진은 주변 환경의 영향을 덜 받아 상온에서 작동할 수 있는 양자 광학 방식을 적용하여, 기존의 초전도체 방식을 사용할 때 매우 낮은 온도(-272.9℃)에서만 작동하던 양자 프로세서를 상온에서도 작동할 수 있도록 하였다.

국내 최초 유선 양자암호통신 기술



4개의 양자점 큐빗의 양자신호 입력보드(좌), 양자칩 표면구조(중), 양자점 큐(우)



7

국가적 아젠다 해결하는 융합연구단

융합연구단

국가과학기술연구회(NST)는 2014년 국가사회의 현안을 해결하기 위해 출연(연), 산업계, 학계 연구진이 함께 참여하는 일몰형 '융합연구단 사업'을 시작하였다. 일몰형 연구는 여러 기관의 연구자가 한 공간에 모여 특정 주제를 연구하고, 과제가 끝난 뒤 각각 원래의 소속 기관으로 돌아가는 연구방식이다. ETRI는 NST 최초 1호 융합연구단인 UGS 융합연구단을 시작으로 KSB·SDF·DMC 융합연구단을 주관하고 있으며, 총 9개 출연(연)과의 협력 연구를 통해 개방형 R&D 활성화의 중추적인 역할을 담당하고 있다.

앞으로 ETRI는 융합연구단 사업을 통해 도출된 성과를 산업 전반으로 확산함으로써 국가사회의 현안을 해결하는 데 앞장설 것이다. 또한, 국민의 안전 및 삶의 질 향상에 필요한 새로운 아젠다를 발굴하고 융합연구단으로 사업화하는 기획연구에도 매진할 계획이다.

UGS 융합연구단

UGS(Underground Safety) 융합연구단은 융합연구단 사업 첫해에 선정되었으며, ETRI, 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원, 한국지질자원연구원으로 구성되어 2017년까지 운영되었다. 2010년대 들어 잇단 도심지 싱크홀 사고의 발생으로 국민의 불안감이 증가하면서, 지반침하 가능성에 대한 종합적 분석 및 예방 기술에 대한 요구가 커졌다. 이에 땅 꺼짐의 예측 · 방지를 위해 상수도·지하수의 누수 감지와 도시철도 구조물 안전을 상시 관리하는 시스템 개발을 목표로 UGS 융합연구단이 출범하였다.

사업수행을 통해 ETRI는 'UGS FSK[56] 무선통신 기술', 지하공간의 센싱 정보를 지상의 IoT로 연결하기 위한 '맨홀 커버형 전방향성 안테나 기술(900MHz, 2.4GHz 대역)', 도시 지하공간의 입체적인 분석을 위한 '지하공간 정보통합 및 3D 가시화 기술' 등을 개발하였다. 이 가운데 'UGS FSK 무선통신 기술'은 세계 최초로 IEEE802.15.4g SUN FSK 규격과 IEEE802.15.4k LECIM FSK 규격을 통합 구현한 고신뢰 LPWA(저전력 장거리 무선통신) 기술로, 12.5~200Kbps 전송속도로 국내 900MHz 비면허 대역에서 1km 이상의 서비스 반경을 제공하였다.

ETRI는 개발된 기술들을 토대로 'IoT 기반 지하공간 그리드 시스템'을 구현하였다. 이는 지반과 관련된 매설물인 상수도, 하수

UGS 융합연구단 현판식(2015. 1. 13. ETRI)



56. FSK(Frequency-Shift Keying, 주파수 편위 변조): 반송파(carrier wave)의 이산 주파수(discrete frequencies) 변화를 통해 디지털 정보가 전송되는 주파수 변조 기술이다.

도, 도시철도, 지하수 등을 상시감시하고, 지상에서는 위험한 지역을 확인·감시함으로써 지하공간 상황을 조기에 감지하고 예측·대응하는 시스템으로, NST의 2018년 '출연(연) 10대 기술'에도 선정되었다. UGS 융합연구단은 이러한 연구성과의 확산을 위해 「지하 안전관리에 관한 특별법」의 법제화를 추진하였다. 이 법은 2018년 1월 1일부터 시행되고 있다.

KSB 융합연구단

KSB(Knowledge-converged Super Brain) 융합연구단은 ETRI, 한국에너지기술연구원, 한국원자력연구원, 한국표준과학연구원으로 구성되었다. 연구단은 '사물지능통신(IoE) 시대 도래에 대응하기 위한 인간중심 초연결사회 구현기술 확보'라는 현안을 해결하기 위해 조직되었으며, 2015년부터 2021년까지 운영될 예정이다. ETRI는 IoT, 빅데이터, 기계학습 및 분야별 지식을 융합하여 다양한 데이터 수집부터 인공지능 서비스 제공까지 전 주기적 솔루션을 제공하는 'KSB 인공지능 플랫폼 기술(BeeAI, 비아이)'과 '전이학습 및 경량화 딥러닝 알고리즘', '엣지 디바이스 인공지능 기술' 등을 개발하고 있으며, 3개의 협동연구기관은 ETRI와 공동으로 '자율형 분산 빌딩 에너지 관리 기술', '지능형 플랜트 누출 진단 기술', 그리고 'IoE 기반 고령자 뇌졸중 사전 감지 기술' 등 실효성 제시를 위한 연구개발에 집중하고 있다.

BeeAI는 인공지능 서비스를 개발을 위해 실시간으로 수집되는 데이터를 기반으로 데이터처리 · 동시학습 · 추론, 분산 병렬처리, 학습모델 · 도메인지식 탑재 및 연동을 워크플로우 기반으로 자유롭게 선택 · 조합 · 실행 · 서빙 · 재활용할 수 있도록 해주며, 정의된 워크플로우에 따라 구성된 엔진을 배포하고 운영하기 위한 실행 및 제어 기능을 제공하며 엣지 노드로부터 클라우드에 이르는 인공지능 생태계 구성을 위해 KSB 인공지능 엣지 플랫폼과 KSB 인공지능 클러스터/클라우드 플랫폼으로 구분되어 구축 및 운영된다. 현재 BeeAI는 기획재정부의 '차세대예산회계시스템 구축사업', 국토교통부의 '인공지능 기반의 미래교통 운영사업', 산업부의 '차세대 생명 건강 생태계 조성사업', 대전광역시 상수도사업본부의 '지능형 물관리체계 구축사업' 등에 시험 적용되고 있으며, 이를 기반으로 다양한 분야에서 인공지능 서비스 구축에 활용될 것으로 전망된다. 한편, KSB 융합연구단 기술출자 연구소기업인 ㈜인투와이즈가 2021년 1월 창립되었으며, 향후 관련 기술의 사업화를 지속해서 지원할 예정이다.

KSB 융합연구단 현판식(2016. 5. 23. ETRI)



SDF 융합연구단

SDF(Smart Defense for Foot and mouth disease) 융합연구단은 ETRI 주관으로 한국생명공학연구원이 참여하는 연구단으로, 2018년부터 2021년까지 운영될 예정이다. 인공지능과 빅데이터 등의 ICT 지능정보 기술을 활용하여 구제역의 발생·진단·방역·차단 등 전 단계에 걸쳐 종합적인 대응을 할 수 있는 '바이오 시큐리티 (Biosecurity, 차단방역) 시스템(일명 ADIOS)' 구축에 주력하고 있다.

이를 위해 먼저, 해외에서 발생한 구제역이 국내에 유입될 가능성(위험도)을 분석하는 기술과 가축의 이상징후가 공수의사나 농장장에게 보고되었을 때, 이것이 구제역에 의한 것인지 아닌지를 판단하는 고감도 분자 및 면역 진단 기술을 개발하고 있다. 또한, 진단 결과 구제역의 조짐으로 판단될 경우, 구제역 발병 농가를 중심으로 질병 전파요인인 사람·가축·차량 등에 대한 이동 제한 조치를 포함한 초동 방역과 2차 감염을 차단할 수 있는 차단 방역 시스템을 구축 중이다.

연구단은 ADIOS를 단독으로 운영하지 않고, 농림축산검역본부에서 운영하는 국가가축방역통합시스템(KAHIS)과 연계함으로써 정부가 구제역에 통합적으로 대응할 수 있는 체계를 완성할 계획이다. 전 세계적으로 구제역 등 가축 질병에 대한 국가적 통합대응시스템을 운용하는 나라는 아직 없다. 따라서 SDF 융합연구종료 시점에 우리나라는 세계 최초로 통합바이오 시큐리티 시스템을 확보할 수 있을 것으로 보인다.

SDF 융합연구단 현판식(2019. 11. 14. ETRI)



DMC 융합연구단

DMC(Defense Materials and Components) 융합연구단은 '국방 무기체계용 핵심반도체 부품 자립화 플랫폼 개발'을 목표로, 2019년부터 3년간 연구를 수행할 예정이다. 나노종합기술원 및 한국나노기술원과 공동으로 팹(Fab) 인프라를 구축하고, 한국기계연구원, 부경대학교, 충남대학교와 기술 협력을 통해 국방용 소재·부품을 개발하고 있다. 아울러, 참여기업들과 방산 분야 공급체인망을 구축하여 관련 산업경쟁력 확보에도 주력하고 있다. 현재 '고주파 전력 소자 및 단일 고주파 집적회로(MMICs, Monolithic Microwave Integrated Circuits)'와 '고전압스위치·광센서 국산화 및 플랫폼' 등을 개발하는 중이다.

DMC 융합연구단 현판식(2020. 5. 29. ETRI)



8

ICT 산업생태계의 허브

대경권연구센터

지역산업 기반 SW 융합기술개발

ETRI는 2006년 대구광역시에 대경권연구센터(구 ETRI 임베디드SW기술지원센터, 대구임베디드SW연구센터)를 설립하고, '지역 ICT 산업 및 주력산업의 연구역량 강화, 기술경쟁력 강화 및 부가가치 창출 등 대구·경북 지역전략산업 육성을 위한 R&D 허브' 역할을 수행해왔다. 그동안 인공지능 기술 기반 ICT 융합기술 고도화를 통해 지역전략산업과 연계한 미래 산업 R&D 역량을 키우는 데 주력해 왔으며, 주요 연구영역은 스마트시티, 스마트이동체, 스마트의료, 스마트팜 등이다.

대경권연구센터가 최근 5년간(2016년~2020년) 확보한 특허 건수는 226건이며, 기술자문을 지원한 건수는 234건이다. 또한, 모발 자동 식모기, 스마트팜 복합환경제어 통합솔루션 기술 등은 2016년 이후 매년 7~10건의 기술이전에 성공하여, 4~6억 원의 착수기본료와 4천만 원 정도의 경상기술료 수입을 올리고 있다. 2018년에는 레이다 응용기술을 토대로 연구소기업인 ㈜엔디오에스가 출범하였다.

스마트시티

대경권연구센터는 지역민의 삶의 질과 직결되는 교통·안전·방범 분야의 스마트시티 인공지능 응용서비스 기술을 개발하고 있다. 대표적인 것이 교차로 교통량정보를 자동으로 수집하는 '지능형 교통정보수집시스템'이다. 이는 딥러닝 기반의 교통객체 검출 및 추적 기술을 이용하여 교차로 진입 차량의 대기열, 방향별·차종별 차량 통행량 그리고 횡단보도 보행자 통행량을 자동으로 산출하고 시간대별, 요일별, 계절별 데이터를 수집하는 시스템이다. 또한, 2018년과 2019년 대구시 내 17개 주요 교차로를 대상으로 한 지능형 교통정보 수집 인프라 구축을 지원하였다. 아울러, 생활 속 방범 이벤트를 자동으로 검지하는 '지능형 영상분석 시스템'과 주차 공간을 효율적이고 편리하게 관리하는 동시에 주차 서비스 품질을 증대시키기 위한 '스마트 파킹 기술'을 개발하였다.

2018년에는 '스마트 교통관제용 차량인식 기술'이 세계 최대 영상보안학회인 'AVSS 2018 챌린지' 첨단교통감시 분야에서 1위를 차지하며 그 기술력을 인정받았다. 본 기술은 딥러닝 영상 기술을 기반으로 혼잡한 교차로와 도로에서 촬영한 CCTV 영상으로부터 차량의 위치를 찾고 차종을 분류하는 것으로, 이를 적용하면 교차로에 진입하는 차량의 방향별 이동 정보를 정확하게 파악할 수 있다. 이 기술은 대구시에서 추진하는 '지능형 교통운용체계'에 활용될 예정이다.

ETRI 대경권연구센터 전경



스마트팩토리

대경권연구센터는 스마트팩토리의 기반 기술인 '머신비전(machine vision) 검사 기술' 연구에도 주력하여, 2018년 '오일씰 비전 검사 기술'을 개발하였다. 이는 오일씰 부품 영상을 머신비전 기술로 분석하여 품질을 자동으로 검사하는 기술이다. 센터는 ㈜평화이엔지와 함께 개발한 오일씰 비전 검사 시스템 등 다양한 제품에 대한 머신비전 기술개발을 추진하고 있다. 아울러, 공장에서 발생하는 데이터의 수집과 분석을 통해 공장 운영을 최적화하는 '데이터 수집·분석 플랫폼 기술' 등의 스마트팩토리 기술을 지속해서 개발하고 있다.

스마트이동체

대경권연구센터는 대구지역의 종합 농기계 생산업체인 ㈜아세아텍과 함께 기존의 기계식 이앙기를 전자식으로 업그레이드하기 위해 2017년 '전자제어식 승용 이앙기 제어 기술'을 개발하여 상용화하였으며, 후속으로 자율주행이 가능한 '자율주행 무인방제기 기술'을 개발하여 실증 테스트 중이다. 또한, 대경권 자동차 부품산업의 고도화를 위해 차량용 레이다 기술 개발에 주력하여, 중거리 · 근거리 탐지용인 77GHz 레이다 모듈과 근거리 탐지용인 79GHz 모듈의 시제품 개발을 완료하였으며, 보행자 탐지 기술 및 차량 감지 기술 등 ITS(지능형 교통체계)에 적용 가능한 레이다 기술을 개발하였다.

2018년부터는 물류 및 제조환경에서 활용될 수 있는 AGV (Automated Guided Vehicle) 형태의 물류 로봇과 관련된 기술도 개발 중이다. 제조환경에서 다중 물류로봇을 운영하기 위한 스케줄러와 함께 작업환경에 적합한 AGV 대수 및 물동량을 산출하기 위한 시뮬레이터를 개발하여 상용화에 성공하였다. 이를 시작으로 물류로봇 운용에 필수적인 지도제작 및 위치추정 기술, 장애물 인지 기술, 이동궤적 계획 및 추종 기술 등 다양한 요소기술들을 개발하고 있으며, 특히 작업자와 함께 협업할 수 있는 휴먼 추종 물류로봇 개발에 박차를 가하고 있다.

스마트의료

대경권연구센터는 경북대학교병원 모발이식센터와 대구에 소재하는 오대금속㈜ 등과 함께 수술 시간을 절반으로 줄이고 수술 의사의 팔 움직임도 10분의 1로 줄인 '자동 식모기'를 세계 최초로 개발하여 상용화 중이다. 아울러, 중간단계인 수동식 단발 형 식모기의 단점을 개선한 연발형 식모기도 개발 완료하여 2019년에 미국 FDA 품목허가 승인을 획득하였다.

한편, 병원 내에서 주기적으로 측정하던 환자 생체신호를 의료진과 환자가 비대면 환경에서 실시간 측정할 수 있도록 하는 '비대면 실시간 감염병 환자 생체신호모니터링 시스템 기술'을 지역기업인 ㈜트라이벨랩과 공동으로 개발하였다. 이는 코로나19 팬데믹 환경에서 병원 내 발생할 수 있는 의료진의 2차 감염을 최소화하고, 부족한 의료인력 문제를 해결해줄 수 있는 기술이다. 실제로 연구진은 국내 코로나19 발생 초기, 서울대학교병원 문경 생활치료센터에서 서울대병원 본원 의료진과의 협업을 통해 이 기술을 코로나19 경증환자에게 적용하였으며, 2020년 7월 의료기기 품목인증을 획득하였다.

최근에는 인공지능을 적용한 의료서비스 개발에도 연구역량을 집중하고 있다. 인공지능 기반 환자 조기경보 시스템과 다양한 부정맥을 진단할 수 있는 기술을 개발하고 있으며, 지역 병원 · 기업체의 수요에 부응하여 의료·보건·복지 분야에 ICT 기술을 융합하는 연구도 지속할 계획이다.

스마트팜

대경권연구센터는 '농업용 알파고' 개발을 목표로 스마트팜 기술 분야를 집중적으로 연구하여 '스마트팜 복합환경제어 솔루션'을 개발하였다. 이는 온실 최적 관리를 위한 복합환경 정밀 제어 솔루션으로, 다양한 온실 구조에 적합한 맞춤형 소프트웨어를 제공하며, 실시간 경보 시스템, 신뢰성 보장을 위한 이중화 기술 및 국내 재배 전문가 컨설팅기반의 복합환경 제어로직 등을 탑재하고 있다. 세계 최고 수준의 외산제품과 동급 기능을 제공하면서도 가격은 50% 정도 저렴한 것이 특징이다.

현재 이 솔루션은 국내 130여 농가에서 사용되고 있으며, 2019년에는 중국 신장성에도 수출되었다. 국내 솔루션으로 5ha 이상의 대규모 해외 스마트팜을 구축한 것은 국내 최초의 사례이다. 아울러, 동남아(필리핀, 베트남), 동유럽(우즈베키스탄) 등으로의 진출도 추진하고 있다.

센터는 향후 이 스마트팜 솔루션에 IoT, 로봇, 빅데이터, 인공지능 등 4차 산업혁명의 핵심기술을 적용하여 최첨단 농업용 서비스 기술들을 개발함으로써 최종적으로는 사람의 개입 없이 스스로 농사를 짓는 인공지능 기반 자율형 스마트팜 기술을 완성하고자 노력하고 있다.

스마트팜 플랫폼



호남권연구센터

국내 광응용 및 광산업 견인

ETRI는 2001년 광주광역시에 호남권연구센터(구 광주 · 전남연구센터)를 설립하고, 광주·전남 지역의 광산업 분야 인프라 구축 및 핵심기술 개발과 실용화 지원을 수행해왔다. 그동안 광통신 부품 기술, 국제공인시험 기술, 광가입자망 시스템 및 서비스 기술 분야를 집중적으로 육성해 왔으며, 최근에는 축적된 기술을 에너지·인공지능·스마트시티·문화콘텐츠·의료·헬스케어 등 다양한 분야로 응용하고자 노력하고 있다.

호남권연구센터는 설립 초기에 A2LA 국제공인 시험시스템 구축과 FTTH 핵심기술 개발에 주력한 데 이어, 2010년대 들어서는 지역산업 육성을 위한 현장 맞춤형 중소기업 지원에 집중하였다. 2017년 이후 주요 성과에는 2017년 효과적인 광회선 관리를 위한 '광분배망 통합관리 솔루션' 개발, 2018년 '100Gbps급 초소

호남권연구센터 전경



형 광모듈 상용화 기술' 개발, 2019년 'IoT 디바이스 프로토콜' 개발 및 표준화, '한국전력 지중배전선로에 대한 상시 진단시스템' 개발 등이 있다.

이 가운데 100Gbps급 초소형 광모듈 기술은 '100Gbps급 광통신 핵심부품 국산화'라는 이름으로 2019년 '국가연구개발 우수성과 100선'에 선정되었다. 당시 100Gbps급 광통신 부품에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있었으나, 국내 산업체의 기술은 10Gbps급 수준에 머물러 있었다. 이러한 한계를 극복하기 위해서 ETRI는 국산화가 시급한 중소기업의 광통신 핵심부품 시제작 및 시험검증 등의 상용화를 집중적으로 지원하였다. 또한, 중소기업이 접근하기 어려운 100Gbps급 광모듈 관련 공백 기술 개발을 통해 사업수행 3년 만에 100Gbps급 TOSA[57]·ROSA[58] 상용화 기술개발을 완료하였다. 이를 통해 핵심 광부품 대외의존도를 줄이고, 국가의 소재 · 부품 · 장비 경쟁력 강화에 이바지하였다.

또한, 2019년 개발한 IoT 디바이스 프로토콜은 IoT 센서·게이트웨이·서버에 적용되는 공통 SW로, 국제표준 정합성과 소스 코드 경량성, 이기종 OS · HW 이식성이 매우 뛰어나다는 특징이 있다.

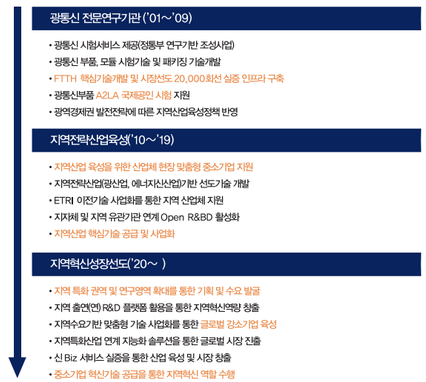
2020년까지 기술이전 21건, 연구소기업 1개 사 창업, TTA 표준화 8건, KS 표준화 1건 등의 성과를 거두었다. 호남권연구센터는 한국전력공사와 협력하여 한전-중소기업 협의체(SPIN; Smart Power IoT Network, 84개 사)를 운영하는 등 에너지 IoT 표준 보급·확산에도 기여하고 있으며, 이러한 노력을 인정받아 2019년에는 지역산업진흥 유공 포상(국무총리상)을 수여하였다.

호남권연구센터는 현재 광통신 관련 사업들과 함께 지능형 에지 컴퓨팅 게이트웨이 기술, 무선광통신(FSO[59]), 초분광 이미징 시스템 등 새로운 광응용 분야 제품개발을 위한 '호남권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업'을 수행 중이다.

광주를 국내 최대 광산업단지로 육성

호남권연구센터가 최근 5년간(2016년~2020년) 확보한 특허 건수는 130건이며, 기술자문을 지원한 건수는 531건이다. 또한, A2LA 국제공인시험지원을 통해 2006년부터 2020년까지 478개 산업체에 3,562건의 국제공인시험을 지원함으로써 306억 원의 개발비용을 절감하였으며, 8,011억 원의 매출 증대 효과를 도출하였다. 아울러, 2016년부터 광패키징기술지원센터 운영을 통해 광산업체에 시제품 생산과 고부가가치 제품개발을 지원함으로써 직접매출 1,217억 원, 개발 및 생산비용 절감 113억 원, 매출기여 2,243억 원의 성과를 올렸으며, 수혜기업 만족도 99점을 확보하였다. 호남권연구센터는 이러한 노력을 바탕으로 광산업 불모지였던 광주를 국내 최대의 광산업단지로 육성하는데 핵심적인 역할을 하고 있다.

호남권연구센터 주요 역할의 흐름



57. TOSA(Transmitter Optical Sub-Assembly, 광송신 서브 어셈블리): 전기신호를 광신호로 변환하기 위한 광송신 모듈이다.
58. ROSA(Receiver Optical Sub-Assembly, 광수신 서브 어셈블리): 광신호를 전기신호로 변환하기 위한 광수신 모듈이다.
59. FSO(free space optical, 자유공간 광전송) : 광대역 통신을 위해 대기 중에 변조된 가시광선 또는 적외선을 이용하는 전송방식이다.

서울SW-SoC융합R&BD센터

IDX R&BD 전진기지

ETRI는 1997년 서울특별시에 서울SW-SoC융합R&BD센터(구 ETRI ASIC 지원센터, IT-SoC 지원센터)를 설립하고, 시스템 반도체 관련 기업육성과 인력양성을 추진해왔다. 시스템 반도체(SoC; System on Chip)란, 통신기기, 스마트 가전, 산업기기 등 주요 시스템 기기나 부품의 핵심 기능을 반도체 집적회로에 반영하여 개발한 제품을 통칭하는 것으로, 기술개발의 시대별·시장별 기준에 따라 집적회로, 주문형 반도체, 비메모리 반도체 등으로 불려왔다. 메모리 반도체가 소품종 대량 생산, 대기업형 산업인 반면, 시스템 반도체는 다품종 소량 생산으로, 중소벤처 기업에 적합한 산업이라 할 수 있다.

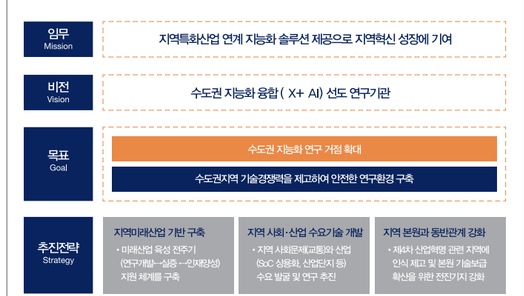
센터는 1997년 발족 이후, 중소기업이 확보하기 어려운 고가의 반도체 설계 SW를 도입하여 여러 기업이 공동활용할 수 있도록 인프라를 구축하고 SoC 설계 기술을 지원해왔으며, 산업체 수요에 기반하여 SoC 전문인력을 양성 및 보급하는 'SW-SoC 아카데미'를 운영하고 있다.

한편, 2017년부터는 'IDX R&BD 전진기지'라는 새로운 비전을 수립하고, 지역특화산업(인공지능, 콘텐츠, 제조, 자율주행, 헬스케어) 분야의 In-House R&BD를 통한 지역 중소·중견기업 신비즈니스 창출 지원에 주력하고 있다. 또한, 인공지능 SW 개발환경을 조성하고, 국가연구개발과제를 통해 개발된 다양한 인공지능 기술·데이터를 누구나 활용할 수 있도록 제공하는 '공공 인공지능 오픈 API·DATA 서비스 포털'을 구축·운영하고 있다.

아울러, 2020년부터는 콘텐츠 분야 경쟁력 강화를 위해 콘텐츠 실증연구실을 신설하고, 지역 내 콘텐츠 혁신기업 연계를 통한 실감콘텐츠 기술확산에도 집중하고 있다.

서울SW-SoC융합R&BD센터가 최근 5년간(2016년~2020년) 확보한 특허는 낙상위험도 평가 장치 및 방법 등 25건이며, 기술자문을 지원한 건수는 1,539건이다. 또한, SW-SoC 아카데미를 수료한 인력은 약 5,000여 명에 달한다. 센터는 이러한 지원을 통해 수도권 지역업체들의 제품 개발비용 절감과 매출 증대 등에 크게 기여하고 있다.

서울SW-SoC융합R&BD센터의 비전 및 추진전략



SW-SoC인력양성



III

내일을 향한 ETRI의 비상

2021-2035

ETRI 중장기 기술발전지도

ETRI는 국가 ICT 발전을 시작점에서부터 견인해 온 출연(연)으로써, 지금껏 ICT의 미래를 예측하고 실현 가능성을 분석하는 한편, 미래기술로 나아갈 가장 효과적인 방법을 제시하는 역할을 지속해서 수행해왔다. 특히, 글로벌 ICT 트렌드의 변화와 정부의 정책 방향에 부합하는 미래상을 앞서서 제시하고자 노력해왔다.

2016년 4차 산업혁명이 주창된 이후 'AI 기반 지능화 혁명'이 급부상하고, 2018년 이후 정부가 「데이터 · 인공지능경제 활성화 계획」, 「인공지능 R&D 전략」 등을 잇따라 발표하며 지능화 패러다임으로의 급속한 전환을 시작하자, ETRI는 이러한 흐름을 선도하고자 2019년 초 'ETRI 전환계획'을 마련하였다. 그리고 2019년 6월에는 '미래를 만들어가는 국가 지능화 종합연구기관'이라는 새로운 비전을 수립 · 발표하였다. 아울러, 2019년 말에는 'ETRI R&R(Role & Responsibility, 역할과 책임)'을 재정립하고, '디지털 미래기술 개발로 인류가 직면한 한계(시간적, 공간적, 지능적, 언어적, 감각적, 물리 · 신체적 한계)를 극복하고 국가 지능화에 기여한다'는 사명(Mission)을 선포하였다.

ETRI는 새롭게 설정된 R&R과 비전에 도전성을 더해 2020년 5월 '지능정보사회로 가는 길: 기술발전지도 2035'를 마련하였다. 이는 앞으로 15년 후인 2035년까지 사회구조와 사람들의 생활이 어떻게 바뀌고 그에 따라 어떤 기술과 서비스가 등장할 것인지를 예측한 것으로, 국가 지능화 실현을 위한 '기술 나침반'의 성격을 띠고 있다.

ETRI는 도전적이며 바람직한 미래의 모습에 대한 규범적 전망이 담긴 미래상을 '신개념형상'으로 구체화하고, 이를 실현하기 위한 핵심기술의 성능목표를 설정하였다. 이는 정부의 정책적 지향점을 고려하여 기관의 비전 및 경영목표를 설정한 ETRI가 나아갈 기술적 방향이 되었다.

총 12개의 신개념형상은 국가 지능화 4대 분야, 즉 개인 · 사회 · 산업 · 공공 분야에서 다양한 가치를 제공할 것이다. 개인 지능화 분야의 디지털 개인비서, 반려 로봇, 사고율 0% 자율이동은 지능정보의 활용을 용이하게 하고 일상생활의 편의를 개선하여 개인의 발전과 행복 추구를 도울 것이다. 사회 지능화 분야의 제2의 몸-엑소스킨과 감정치유 기술은 노화 또는 장애로 인한 신체의 불편을 완화하고, 정서적 소통과 공감을 도와 공정하고 균형 잡힌 사회의 실현을 도울 것이다. 또한, 산업 지능화 분야에서는 환경인지 생산농장, 자율공장, AI 가정교사, 의료 AI 중추가 기존 산업의 생산효율을 향상하고 새로운 산업을 육성하여 산업경쟁력 혁신을 이룰 것이다. 마지막으로 공공 지능화 분야에서는 AI 軍 참모, 디지털 쌍둥이 도시, 에너지 거장이 국가안보와 국민의 안전을 지키고 인류의 지속가능성을 높이는 방향으로 국가의 공공기능 전환이 이뤄질 수 있도록 도울 것이다.

개인의 지능화

디지털 개인비서(Digital Personal Assistant)

한 사람의 생애 전체에 걸친 상호 작용을 통해 한 사람만을 위한 AI 전문가 시스템으로 성장하는 디지털 비서이다. 어렵고 복잡한 일상 속에서 다양한 상황에 맞는 정보를 제공하고 의사결정을 돕는 역할을 한다. AI 음성인식 및 대화처리 기술과 인간 중심형 인터페이스, 복합모달 모델링 기술 등을 통해 구현이 가능하며, 궁극적으로는 여러 AI 비서들이 협업을 통해 새로운 지식을 제공하는 AI 지식 전문가 비서 집단을 구축하게 될 것으로 보인다.

반려로봇(Life Companion Robot)

고령자 · 어린이 등 사회적 약자를 위한 가사노동이나 돌봄 서비스를 지원하는 로봇이다. 고령화와 1인 가구 급증에 대비하는 것은 물론, 육아 문제를 해결하여 일·가정 양립 사회의 실현을 돕는 역할을 한다. 가족 구성원 각각에 대한 개인정보 AI 모델을 구축하여 장기적으로 축적하고 이를 기계적으로 구현함으로써, 사용자가 부르지 않아도 도움이 필요한 시점을 스스로 판단하여 서비스를 제공하는 형태로 발전할 것으로 전망된다.

사고율 0% 자율이동(Connected Mobility)

AI가 사람을 대신하여 운전하는 사고율 0%의 커넥티드 자율이동차 기술이다. 궁극적으로는 자율차와 자율차가 연결되고, 자율차와 인프라가 연결되어 어떤 환경과 공간에서도 자동차 스스로 목적지까지 무정차 운행이 가능한 AI 자율주행 기술로 진화할 것이다.







사회의 지능화





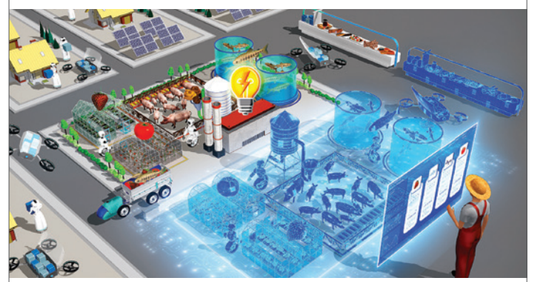
제2의 몸 – 엑소스킨(Augmented Body–ExoSkin)

인체에 부착·착용·삽입하여 저하·손상된 기능을 보완하거나 능력을 강화함으로써 건강하고 독립적인 삶을 유지할 수 있도록 돕는 기술이다. 옷처럼 입거나 신체에 이식하여 자세 교정과 근력 증강 등의 역할을 하는 기술과 뇌 신경에 연결하여 손실된 감각기능과 능력을 회복 및 확장하도록 돕는 기술을 모두 포함한다. 장기적으로는 뉴로모픽 회로 기술과 인간 뇌 모사 기술의 발전으로 뇌 또는 신경과 연결되어 손실된 신체감각을 정상 상태와 동일한 수준으로 복구할 수 있는 인공감각 엑소스킨이 실현될 것으로 예상하고 있다.

감정치유(Affective Care)

시간·공간을 초월한 가상공간에서 정서적 소통과 심리적 안정을 제공하는 기술이다. 자율주행 기술이 완벽해진 미래의 자동차는 이동수단에만 머물지 않을 것이다. 이동 중에 업무를 처리하거나 엔터테인먼트를 즐기는 것은 물론, 완전히 개인화된 새로운 스마트 공간(smart space)으로 변모할 것으로 보인다. 이에 따라 실공간 인지 및 실시간 상호 작용 기술, 실감 미디어 전달 기술, 홀로포테이션 기술 등을 통해 자동차 실내를 전혀 다른 새로운 공간으로 창조하고, 탑승자의 신체 및 감정 상태 해석을 기반으로 교감형 감성콘텐츠 서비스를 제공함으로써 자동차가 감정치유의 공간으로 거듭날 수 있을 것으로 전망된다.

산업의 지능화





환경인지 생산농장(Smart Farm)

기후 변화의 영향을 받지 않으며 에너지는 최소한만 사용하는 청정공간을 구축하고, 그 안에서 AI를 활용하여 식량의 생산, 유통, 소비에 이르는 전 과정을 관리하는 데이터 중심 차세대 농업 기술이다. 디지털트윈 기술을 이용하여 원격으로 생육을 관리하고 질병을 감시하는 AI 팜 컨설턴트 기술과 복합센싱 기반 바이오 메트릭 기술 등을 통해 최종적으로는 완전히 자율적인 생산의 계획·통제가 가능한 스마트 자율농장으로 발전할 것으로 전망된다.

자율공장(Autonomous Factory)

AI 로봇들이 협력하여 인간이 원하는 모든 물건을 맞춤형으로 생산하는 공장이다. 기존의 공장자동화는 인간 노동력을 대신할 수 있도록 생산시설을 무인화하는 것이었으나, 자율공장은 제품의 설계, 생산, 유통에 이르는 전 과정의 의사결정을 AI 자율공장 시스템이 스스로 실행한다는 점에서 차별화된다. 이로써 개인 맞춤 생산의 유연성이 극대화되어, 개인화된 제품을 생산함에도 비용은 최소화하는 것이 가능해질 전망이다.

AI 가정교사(AI Tutor)

원하는 시간과 장소에서 생생하고 재미있는 교육을 수행하는 AI 가정교사이다. 인간처럼 보고, 듣고, 읽으면서 종합적으로 인지·추론할 수 있는 복합지능 기술을 토대로, 다양한 과목에 대해 현재 기준으로 보면 '수능 1등급' 수준의 튜터링이 가능할 것으로 예측하고 있다. 코로나19 팬데믹 등의 돌발상황에 대처하기 위한 비대면 교육환경으로써도 역할이 클 것으로 보인다.

의료 AI 중추(Medical AI Hub)

AI 의사·장비·정보를 갖춘 병원으로, 지역·계층·소득과 상관없이 언제 어디서든 전 세계 AI 의사들이 협력하여 환자를 진단·치료할 수 있는 시스템이다. 이 시스템을 활용하면 질병의 원인이 복잡해

짐에 따라 정확한 진단이 어려워지는 상황에서도 인적 진단 오류를 크게 줄일 수 있다. 앞으로 복합지능 기술을 바탕으로 전 세계 의료 기관을 연결하고, 인공지능 의사들이 타 병원의 지능을 스스로 학습하고 진화하는 형태로 발전해 나갈 것으로 보인다.





공공의 지능화

AI 軍참모(AI Military Staff)

실시간으로 전장 상황을 인지하여 인간 지휘관의 의사결정을 지원하는 인공지능 참모이다. AI 軍참모는 복합인지, 복합추론 등의 복합지능을 기반으로 전술맵 생성, 상황인지, 전장 시뮬레이션과 같은 군 관련 기술을 결합하여 구현된다. 열악한 전장 환경에서 전술맵을 구축하여 지휘관의 의사결정을 지원하는 것은 물론, 장기적으로는 시뮬레이션을 통해 전장의 상황변화를 실시간으로 예측하여 자율적으로 전술적 의사결정을 하는 것도 가능할 것이다. 분단국가라는 특수한 상황으로 인해 국내에서의 활용도가 매우 클 것으로 전망된다.

디지털 쌍둥이 도시(Digital Twin City)

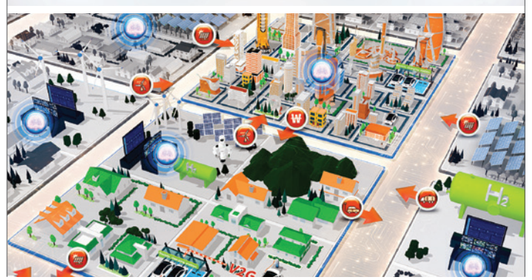
지능 사물과 지능 공간이 자율적으로 소통하고 협업하여 범죄를 감시하고 시설물 사고를 예방하는 똑똑하고 안전한 도시이다. 교통, 환경, 안전 등 도시에서 발생하는 다양한 정보를 실시간으로 수집하여 도시 현상을 스스로 진단하고 문제를 해결하며 도시를 최적의 상태로 유지하고 관리하는 방향으로 발전할 것이다.

에너지 거장(Energy Maestro)

태양광, 풍력, 수소 등 다양한 신재생에너지의 수급을 정확하게 예측·제어하고 잉여 생산 에너지를 안전하게 거래할 수 있도록 하는 에너지 전주기 관리·거래 플랫폼이다. 분산 협업 AI를 활용한 에너지 거장 기술로 청정 수소에너지를 자율적으로 생산·거래하는 수소마을을 구축·운영함으로써 수소 경제를 견인할 수 있을 것으로 보인다.







국가 지능화를 실현하다

ETRI가 만드는 대한민국의 미래

그동안 우리나라 ICT R&D 정책은 '정보화 및 융합화'를 중심으로 추진되었다. 그러나 2010년 중반 이후 글로벌 선진국들이 경제성장 정체를 타개하기 위한 새로운 패러다임으로 '지능화'를 추진하자, 정부 정책도 2018년 이후 급격히 지능화를 중심으로 변화하였다. 이에 ETRI는 '미래를 만들어가는 국가 지능화 종합연구기관'이라는 비전을 세우며 발 빠르게 지능화 패러다임을 견인하기 위한 체계를 마련하였다. 국가 지능화란 국가를 구성하는 모든 영역, 즉 개인·사회·산업·공공 영역의 지능화를 뜻한다.

ETRI는 기관의 미래 역할을 기술적 역할과 사회적 역할로 나눠 집중적으로 지능화를 추진하고 있다. 먼저, 기술적 역할은 '물리 세계와 사이버 세계를 융합하는 Infra 4.0 기술 선도'이다. 그동안 우리나라는 30년을 주기로, 정부가 인프라를 구축하면 그것을 이용해 민간이 산업을 성장시키는 패턴을 유지해왔다. 실제로 1970년대 구축된 물리 인프라(도로망, Infra 2.0)를 통해 제조업이 성장하였고, 2000년대 만들어진 사이버 인프라(통신망, Infra 3.0)로 ICT 산업이 발전해 국가 정보화가 실현되었다. ETRI는 2030년 즈음 새롭게 물리와 사이버공간을 연결·소통하는 융합플랫폼 즉, 'Infra 4.0'을 구축한다는 분명한 기술적 목표를 가지고 관련 기술을 개발하는 것은 물론, 미래 신산업 창출을 위한 성장의 발판을 마련해 나가고 있다.

또한, '인간을 위한 ICT로 국가 지능화 핵심가치(Humanity) 실현'이라는 사회적 역할을 달성하는 데도 주력하고 있다. 지금껏 우리나라는 경제성장과 산업육성의 관점에서 ICT R&D를 추진해왔다. 그러나 미래의 ICT는 사회문제를 비롯한 다양한 정책문제 해결로 그 역할이 계속해서 확장될 것이다. 이에 ETRI는 개인의 지능화로 누구나 쉽게 지능정보를 활용하고, 사회의 지능화를 통해 노화·장애 등으로 도움이 필요한 사람에게 편리함을 지원하며, 산업의 지능화로 경제주체들이 지속발전과 경쟁력 강화의 기반을 마련하고, 공공의 지능화로 국가안보와 국민 안전은 물론 인류의 지속 가능한 발전을 도모할 수 있는 기술을 구현하고자 노력하고 있다.

이를 통해 궁극적으로 '디지털 미래기술 개발로 인류가 직면한 한계(시간적, 공간적, 지능적, 언어적, 감각적, 물리 · 신체적 한계)를 극복하고 국가 지능화에 기여한다'는 기관 미션을 성공적으로 달성할 수 있도록 최선을 다할 것이다.

ETRI의 기술적 역할



ETRI의 사회적 역할



IV

부록

Appendix

1. CI, 캐릭터
2. 원가
3. 현임원및직할부서장
4. 역대임원
5. 조직도
6. 인력현황
7. 퇴직자현황
8. 학위별인원현황
9. 예산현황
10. 과제수행실적
11. 국내·국제 논문 자료
12. SCI급 논문 자료
13. 기술이전
14. 특허출원
15. 년도별 연구환경 개선
16. 건물 및 시설현황
17. 사회공헌
18. 동문기업 등 성과
19. ETRI 창업기업
20. ETRI 연구소기업
21. 국제표준전문가 및 대외활동
22. 역대 기관장

CI

2세기 IT R&D Global Leader로서 사명을 다하는 늘 깨어있는 연구기관임을 상징하고, 국제적 역량의 극대화를 위한 적극적 의지를 담고 있다. 한국전자통신연구원의 대내·외 커뮤니케이션에서 다양한 활용성과 정확한 전달력을 기본으로 신뢰 있는 연구기관임을 고지시키기 위하여, 그에 맞는 안정적인 서체와 Blue Color를사용하여 전자통신의 이미지를 간접적으로 표현하였으며, Red Color로 'R'을 강조함으로써 늘 깨어있는 연구기관과 연구원의 열정적인 의지를 상징하도록 표현하였다.

국문 한국전자통신연구원 — 국문 시그니처 ETRI 한국전자통신연구원 Electronics and Telecommunications Research Institute

영문 Electronics and Telecommunications Research Institute — 영문 시그니처 ETRI Electronics and Telecommunications Research Institute

45주년 엠블럼

ETRI 45주년 앰블럼은 45개로 이루어진 직선과 곡선을 사용해 ETRI의 45년 ICT 역사를 표현하였다. 제4차 산업혁명이라는 대변혁의 시대를 이끌어나가는 ICT의 힘과 다양한 분야와 융합을 통해 미래를 개척해가는 ETRI의 저력을 숫자 45에 담아냈다. 또한, 대한민국 ICT역사를 선도해온 ETRI의 메인컬러인 블루를 전체적으로 사용해 통일감을 주었다.



ETRI 캐릭터 변천사

출연(연) 최초 ETRI 캐릭터 개발

- 1995년 출연(연) 최초로 ETRI 마스코트를 자체 제작하여 상표등록
- 마스코트인 'ETRI 도깨비'는 한국적인 도깨비를 현대적인 이미지로 형상화한 것으로 도깨비 방망이처럼 마음만 먹으면 무엇이든 할 수 있다는 것을 상징하는 표현물로 디자인



직원과 가족이 참여한 ETRI 캐릭터 탄생

- 2016년 6월 20일부터 연구원 직원, 가족을 대상으로 'ETRI 캐릭터 공모'를 실시하여 전문기관의 자문과 전 직원 온·오프라인 평가를 통해 ETRI 캐릭터를 선정



1등 _에뚜리
미래에 요구하는 기술을 창조 아이디어 박스에서 유체적으로 형상화

2등 _지니에
똑똑한 에트리안은 미래를 위해 멀리 내다보고, 새로운 연구개발에 도전

3등 _RMan
항상 연구에 매진하고, 만인의 공익을 위한 열정 기사도

3등 _하티
미래 지향적으로 인간 중심의 연구를 하는 따뜻한 심장과 전자통신의 이미지

- ETRI 캐릭터로 선정된 '에뚜리'는 2018년 상표등록을 통해 연구원 가족이 되었으며 각종 서식류, 3D 캐릭터, 국내 · 외 전시회, 체험관 등 연구원 대내 · 외 행사에 활용
  * 상표등록번호: 42-0007234(2020. 5. 30.)
- 2020년 2월 연구원 업무보고에서 국내외 고객에게 ETRI 이미지의 친근감 확산과 호감도 향상을 위해 '에뚜리아' 등 패밀리 캐릭터 추가 개발
- 연구원 브랜드 이미지 강화를 위해 ETRI 캐릭터 '에뚜리'는 파워 콘텐츠 활용과 고객 연결 범위 확산과 즐거운 조직문화 조성



ETRI 캐릭터 응용 시스템



ETRI 캐릭터 활용 사례



에뚜리 / 에뚜리아 / 에뚜리 인형 탈과 직원 / 전시회 안내 사인

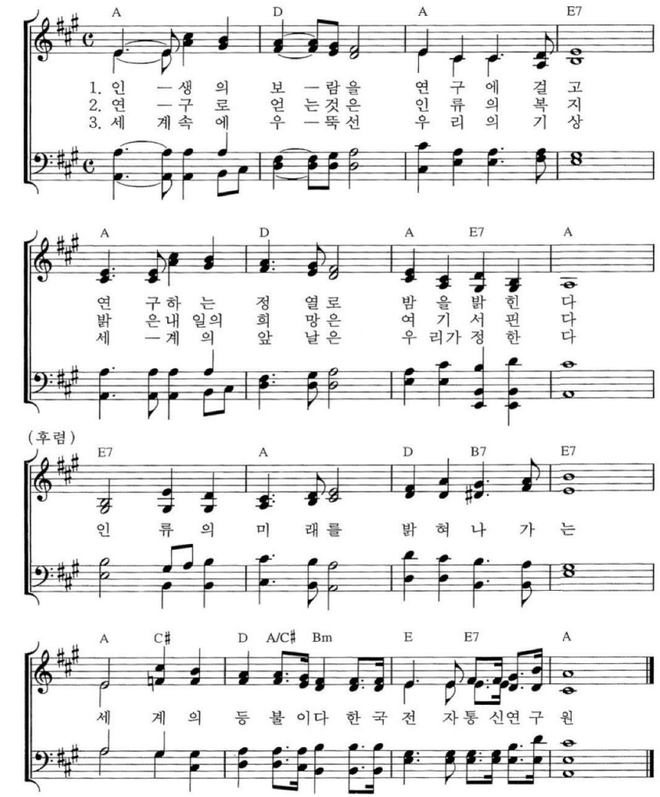


가방고리 인형 / 포토존 / 기사모음집 / 마우스 패드

원가

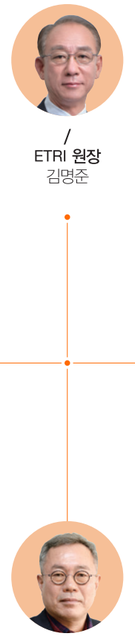
보람을 걸고

양승택 작사 · 작곡



현 임원 및 직할 부서장


/
KSB융합연구단장
표철식
/
SDF융합연구단장
유한영
/
DMC융합연구단장
임종원
/
대경권연구센터장
문기영
/
호남권연구센터장
이길행
/
서울SW-SoC융합R&BD센터장
나중찬


/
ETRI 원장
김명준
/
부원장
박종현


/
홍보부장
박종팔


/
감사
박창수


/
감사부장
오석록


/
인공지능연구소장
이윤근
/
통신미디어연구소장
방승찬
/
지능화융합연구소장
김형준


/
ICT창의연구소장
강성원
/
기획본부장
박세명
/
중소기업사업화본부장
박종흥
/
행정본부장
손민호

역대임원

역대 기관장

오현위 | 한국전자기술연구소 소장 | 1977.2. ~ 1977.11.
정성계 | 한국전기기기시험연구소 소장 | 1977.2. ~ 1980.7.
한상준 | 한국전자기술연구소 소장 | 1977.11. ~ 1981.2.
정만영 | 한국통신기술연구소 소장 | 1977.11. ~ 1981.1.
최순달 | 한국통신기술연구소 소장 | 1981.1. ~ 1982.4.
한국전기통신연구소 소장 | 1981.1. ~ 1982.5.
한국전자기술연구소 소장 | 1981.2. ~ 1982.5.
박헌서 | 한국전자기술연구소 소장 서리 | 1982.5. ~ 1982.6.
백영학 | 한국전기통신연구소 소장 | 1982.6. ~ 1984.7.
김정덕 | 한국전자기술연구소 소장 | 1982.7. ~ 1985.1.
경상현 | 한국전기통신연구소 소장 | 1984.7. ~ 1985.3.
한국전자기술연구소 소장 | 1985.1. ~ 1985.3.
한국전자통신연구소 소장 | 1985.3. ~ 1992.5.
양승택 | 한국통신기술연구소 소장 서리 | 1982.5. ~ 1982.6.
한국전자통신연구소 소장 | 1992.5. ~ 1997.1.
한국전자통신연구원 원장 | 1997.1. ~ 1998.3.
정선종 | 한국전자통신연구원 원장 | 1998.4. ~ 2001.3.
오길록 | 한국전자통신연구원 원장 | 2001.4. ~ 2003.10.
임주환 | 한국전자통신연구원 원장 | 2003.11. ~ 2006.11.
최문기 | 한국전자통신연구원 원장 | 2006.11. ~ 2009.11.
김흥남 | 한국전자통신연구원 원장 | 2009.11. ~ 2015.12.
이상훈 | 한국전자통신연구원 원장 | 2015.12. ~ 2018.12.

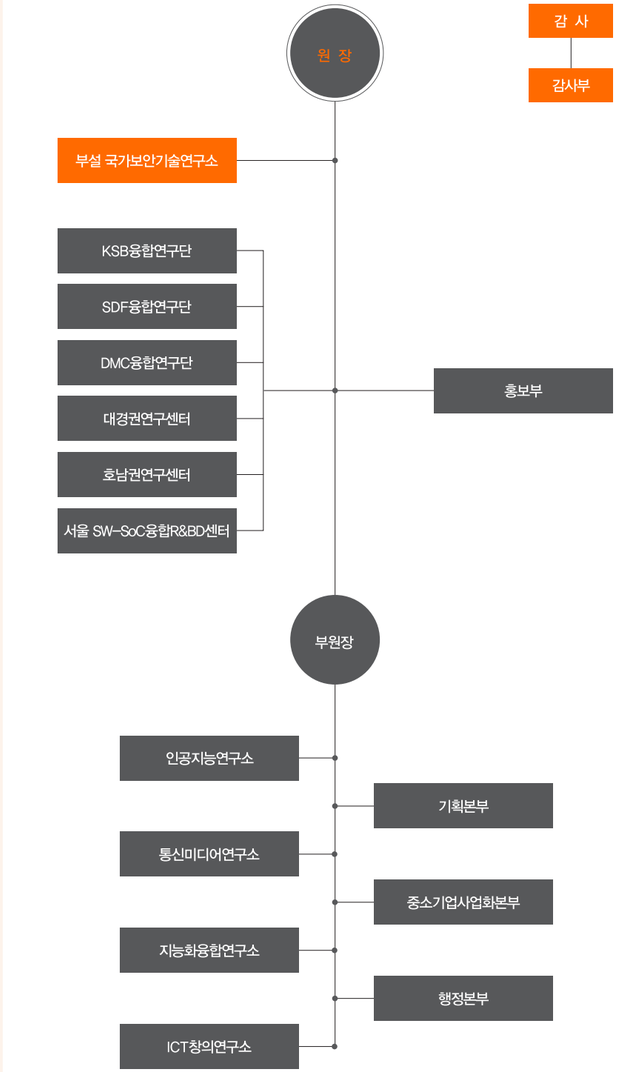
역대감사

방희길 | 한국통신기술연구소 | 1978.1. ~ 1980.7.
남계영 | 한국전자기술연구소 | 1976.12. ~ 1981.2.
변동신 | 한국전자기술연구소 | 1981.5. ~ 1985.3.
장기익 | 한국통신기술연구소 | 1980.7. ~ 1981.2.
한국전기통신연구소 | 1981.2. ~ 1985.3.
한국전자기술연구소 | 1981.4. ~ 1983.5.
한국전자통신연구소 | 1985.3. ~ 1987.3.
김정렬 | 한국전자통신연구소 | 1987.3. ~ 1990.9.
이순세 | 한국전자통신연구소 | 1990.9. ~ 1994.9.
최경희 | 한국전자통신연구소 | 1994.9. ~ 1996.9.
임병선 | 한국전자통신연구소 | 1996.9. ~ 1997.1.
한국전자통신연구원 | 1997.1. ~ 1998.9.
안영칠 | 한국전자통신연구원 | 1998.9. ~ 2003.9.
김영완 | 한국전자통신연구원 | 2003.9. ~ 2008.9.
강현수 | 한국전자통신연구원 | 2008.12. ~ 2011.12.
공호식 | 한국전자통신연구원 | 2011.12. ~ 2015.3.
김춘식 | 한국전자통신연구원 | 2015.3. ~ 2018.3.

부설 기관장

성기수 | 시스템공학연구소 소장 | 1967.6. ~ 1992.2.
신동필 | 시스템공학연구소 소장 | 1992.2. ~ 1992.8.
김문현 | 시스템공학연구소 소장 | 1992.8. ~ 1996.6.
오길록 | 시스템공학연구소 소장 | 1996.6. ~ 1998.5.
김대호 | 국가보안기술연구소 소장 | 2000.2. ~ 2005.3.
박춘식 | 국가보안기술연구소 소장 | 2005.3. ~ 2008.5.
손영동 | 국가보안기술연구소 소장 | 2008.3. ~ 2011.5.
강석열 | 국가보안기술연구소 소장 | 2011.6. ~ 2013.12.
김광호 | 국가보안기술연구소 소장 | 2014.4. ~ 2017.3.
조현숙 | 국가보안기술연구소 소장 | 2017.8. ~ 2020.8.
최효진 | 국가보안기술연구소 소장 | 2020.9. ~ 현재

조직도



인력현황

(단위 : 명)

년도	합계	임원	연구직	기술직	행정직	실무직
2016	2,025	2	1,779	82	162	0
2017	2,029	2	1,779	86	162	0
2018	2,271	1	1,959	122	166	23
2019	2,259	2	1,945	120	168	24
2020	2,300	2	1,901	123	169	105

* 2020. 12. 31. 정규직 기준

퇴직자현황

(단위 : 명)

년도	합계	정년퇴직	명예퇴직	의원퇴직	기타
2016	44	19	1	22	2
2017	61	26	1	33	1
2018	57	30	3	20	4
2019	67	42	2	22	1
2020	101	53	3	43	2
총합계	330	170	10	140	10

* 2020. 12. 31. 정규직 기준 * 의원면직 : 희망퇴직 포함(명예퇴직 제외) / 기타 : 당연퇴직(사망 등), 직권면직, 징계면직 등

학위별 인원현황

(단위 : 명)

학위	박사	석사	학사이하	총합계
인원	1,112	944	244	2,300

* 2020. 12. 31. 정규직 기준

예산현황

(단위 : 억 원)

사업년도	합계	정부출연금	정부수탁사업	민간수탁사업	기술료수입	기타	전기이월액
2016	6,552	912	4,806	238	363	196	37
2017	6,320	872	4,598	274	353	185	38
2018	5,999	946	4,235	247	335	192	44
2019	6,132	908	4,062	248	559	311	44
2020	6,219	901	4,110	230	624	338	16

과제 수행실적

(단위 : 건, 단위 : 백만 원)

구분	2016	2017	2018	2019	2020
과제 수	552	574	586	599	650
연구비	634,269	599,164	575,363	604,756	648,625

국내·국제 논문 자료

(단위 : 건)

년도	2016	2017	2018	2019	2020
국내	1,183	1,131	985	938	1,028
국제	572	541	574	424	389

SCI급 논문 자료

(단위 : 건)

년도	2016	2017	2018	2019	2020
SCI급 논문	297	257	275	223	285
평균 IF	2.15	2.47	3.28	2.83	3.66

* 2020년부터 SCI/SCIE 통합

기술이전

(단위 : 건, 단위 : 백만 원)

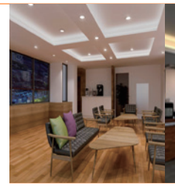
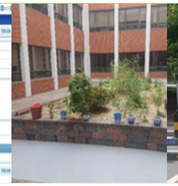
사업년도	기술수	기술료	기술이전 기업수		
			중소기업	대기업	합계
2016	535	35,794	584	12	596
2017	400	37,295	456	14	470
2018	262	36,618	312	5	317
2019	189	48,796	248	7	255
2020	221	62,233	297	3	300

특허출원

(단위 : 건)

년도	국제			국내			
	특허 출원	특허 등록	상표 등록	특허 출원	특허 등록	상표 등록	프로그램 등록
2016	997	741	3	2,226	292	1	917
2017	895	699		2,005	865	1	1,022
2018	881	690	3	1,849	617	14	763
2019	769	918	1	1,863	934		722
2020	734	705		1,802	791	9	949

연도별 연구환경 개선

	2017	2018	2019	2020
1				
	7동 L층 노후 화장실 개선 공사	기숙사 및 직장 어린이집 준공 및 운영	신발털이 Air-Gun설치	7동 카페형 도서관 인테리어 공사
2				
	3동 7층 노후 휴게공간 개선공사	5동 L층 공용부분 창의소통,협업공간	얼음 냉온정수기 설치	2동 2층 AI Academy 환경조성 공사
3				
	대운동장 우레탄 트렉 교체	석면 내장재 해체, 처리공사	9동 간이 샤워시설 시범조성	e-Tree Park 노후 조경시설 개선
4				
	노후 승강기 개보수 및 고도화	연못 주변 보행자 도로 환경개선 공사	1동 옥상 녹화조성 조경공사	12동 옥상 방수 및 녹화조성 조경공사
5				
	연구원 전체 정전작업을 통한 전기설비고도화	그룹웨어를 이용한 시설민원 전산화	1동 중정 녹화조성 조경공사	연구원내 전기차 충전시설 설치

건물 및 시설현황

건물 구분	층구분	면적 ㎡	면적 평	사용승인일
본관 1동	1층	3,561.58	1,077.38	1983. 1. 31.
	2층	3,513.14	1,062.72	
	3층	3,625.40	1,096.68	
	4층	740.16	223.90	
	지하1층	2,041.24	617.48	
	지하2층	36.21	10.95	
	소계	13,517.73	4,089.11	
본관 2동	1층	1,386.06	419.28	1985. 12. 3.
	2층	1,374.37	415.75	
	3층	1,375.52	416.09	
	지하1층	1,409.20	426.28	
	지하2층	244.10	73.84	
	옥탑	113.24	34.26	
	연결복도	57.96	17.53	
	소계	5,960.45	1,803.04	
본관 3, 4동 (경상현관)	1층	4,143.68	1,253.46	1987. 12. 18.
	2층	1,615.57	488.71	
	3층	4,007.68	1,212.32	
	4층	1,480.56	447.87	
	5층	3,110.50	940.93	
	6층	1,392.85	421.34	
	7층	1,392.85	421.34	
	8층	1,392.85	421.34	
	9층	140.16	42.40	
	지하1층	2,382.20	720.62	
	지하2층	2,475.32	748.78	
	소계	23,534.22	7,119.10	
본관 5동 (식당동)	1층	1,277.02	386.30	1983. 1. 31.
	2층	1,906.77	576.80	
	3층	2,537.68	767.65	
	지하층	1,644.76	497.54	
	연결복도	85.14	25.75	
	소계	7,451.37	2,254.04	
본관 6동	1층	1,589.75	480.90	1991. 12. 26.
	2층	1,508.93	456.45	
	3층	1,614.05	488.25	
	4층	1,614.05	488.25	
	5층	1,614.05	488.25	
	옥탑	260.64	78.84	
	지하층	2,119.54	641.16	
	에트리에	458.94	138.83	
	소계	10,779.95	3,260.93	

건물 구분		층구분	면적		사용승인일
			㎡	평	
본관	7동 (양승택관)	1층	4,858.20	1,469.61	1998. 12. 21.
		2층	4,467.37	1,351.38	
		3층	4,474.37	1,353.50	
		4층	4,467.51	1,351.42	
		5층	4,463.69	1,350.27	
		6층	3,195.64	966.68	
		지하1층	5,717.86	1,729.65	
		지하2층	1,856.19	561.50	
		소계	33,500.83	10,134.00	
	8동	1층	390.87	118.24	1991. 12. 26.
		2층	379.16	114.70	
		지하층	225.44	68.20	
		소계	995.47	301.13	
	9동 (종합민원실)	1층	306.00	92.57	1999. 10. 11.
		2층	289.80	87.66	
		지하층	135.00	40.84	
		소계	730.80	221.07	
	10동 (근역장)	1층	510.87	154.54	2001. 12. 27.
		2층	595.60	180.17	
		3층	196.87	59.55	
		옥탑	22.55	6.82	
		소계	1,325.89	401.08	
	11동 (협동연구동)	1층	1,890.06	571.74	2002. 6. 26.
		2층	1,849.41	559.45	
		3층	1,849.41	559.45	
		4층	1,849.41	559.45	
		지하층	1,747.32	528.56	
		소계	9,185.61	2,778.65	
	12동	1층	1,475.42	446.31	2009. 3. 24.
		2층	1,486.52	449.67	
		3층	1,669.59	505.05	
		4층	2,125.14	642.85	
		5층	2,125.14	642.85	
		6층	2,125.14	642.85	
		7층	2,125.14	642.85	
		지하층	1,168.03	353.33	
		소계	14,300.12	4,325.79	
	13동 (연구생산 집적센터)	1층	4,751.90	1,437.45	2011. 9. 16.
		2층	4,979.89	1,506.42	
		3층	1,125.30	340.40	
		4층	1,146.71	346.88	
		5층	1,170.03	353.93	
		6층	1,180.95	357.24	
		7층	1,191.67	360.48	
		지하층	7,483.06	2,263.63	
		경비실	9.60	2.90	
		소계	23,039.11	6,969.33	
	연구원의 집	1층	246.60	74.60	1991. 12. 26.
		2층	114.75	34.71	
		지하층	162.00	49.01	
		소계	523.35	158.31	
	동력동	1층	293.14	88.67	1987. 12. 18.
		2층	252.79	76.47	
		옥탑	14.47	4.38	
		지하1층	216.13	65.38	
		지하2층	2,243.71	678.72	
		소계	3,020.24	913.62	
	체육동	단층	970.86	293.69	1994. 2. 3.
	본부석	단층	277.74	84.02	2006. 2. 20.
	가스저장고	단층	87.47	26.46	1988. 4. 13.
	고압가스저장고	단층	66.00	19.97	1998. 8. 7.
	수위실	단층	11.92	3.61	1999. 10. 11.
	화학창고	단층	142.56	43.12	1988. 4. 13.
	폐기물저장고	단층	61.50	142.56	2012. 12. 26.
	차량정비고	단층	135.00	40.84	1983. 1. 31.
	가스창고	단층	8.10	2.45	1994. 2. 3.
	온실	단층	189.63	57.36	1984. 8. 12.
	공병창고	단층	8.10	2.45	1994. 2. 3.
	봄베실	단층	17.28	5.23	1984. 8. 20.
	연결복도	단층	187.43	56.70	1991. 12. 26.
	경비실	단층	9.84	2.98	2003. 6. 26.
	폐수처리장	단층	13.77	4.17	1998. 8. 7.
	자재창고동	단층	957.46	289.63	2009. 8. 21.
	코파일럿 차량 시험차고	단층	105.00	31.76	2013. 7. 8.
	비행시험동	1층	475.00	143.69	2018. 1. 12
		2층	95.27	28.82	
		소계	570.27	172.51	
	지상 2층 연결주차장	1층	3,573.56	1,081.00	2010. 5. 20.
		2층	3,453.84	1,044.79	
		3층	505.92	153.04	
		소계	7,533.32	2,278.83	
	계		159,218.39	48,163.56	
기숙사	기숙사	1층	700.86	212.01	2018. 8. 3.
		2층	198.99	60.19	

건물 구분		층구분	면적		사용승인일
			㎡	평	
기숙사	기숙사	3층	615.55	186.20	2018. 8. 3.
		4층	519.02	157.00	
		5층	519.02	157.00	
		6층	519.02	157.00	
		7층	519.02	157.00	
		8층	519.02	157.00	
		9층	498.25	150.72	
		10층	498.25	150.72	
		11층	483.56	146.28	
		12층	483.56	146.28	
		지하층	1,504.08	454.98	
		소계	7,578.20	2,292.41	
	직장어린이집	1층	612.55	185.30	2018. 8. 3.
		2층	591.52	178.93	
		소계	1,204.07	364.23	
	계		8,782.27	2,656.64	주차장 90대, 2종 일반주거지역, 5종 미관지구
서울	연구지원센터	6층	586.54	177.43	1992. 7. 10.
광주	광통신연구센터	1층	2,849.69	862.03	2004. 12. 15.
		2층	1,657.97	501.54	
		3층	1,657.97	501.54	
		지하1층	162.54	49.17	
		지하2층	1,222.77	369.89	
		계	7,550.94	2,284.16	
	수위실	단층	27.26	8.25	2004. 12. 15.
	계		7,578.20	2,292.41	주차장 108대, 준공업지역
대구	1동 (본관)	1층	1,496.16	452.59	2011. 10. 11.
		2층	1,387.57	419.74	
		3층	1,454.19	439.89	
		4층	1,209.45	365.86	
		지하층	1,200.39	363.12	
		계	6,747.76	2,041.20	
	2동 (중소기업동)	1층	1,640.26	496.18	
		2층	1,319.30	399.09	
		계	2,959.56	895.27	
	온실	단층	80.64	24.39	
	온실관리동	단층	66.44	20.10	2012. 6. 21.
	수위실	단층	18.36	5.55	
	계		9,872.76	2,986.51	주차장 150대, 자연녹지지역, 경제자유구역
	합계		185,451.62	56,099.12	

사회공헌

년도	사회공헌활동			실적	비고
2016	사랑의 1구좌	모금액		200,752천원	• 월평균 참여직원 : 1,374명 • 월평균 모금액 : 16,559천원 • 월평균 구좌수 : 2,917구좌
		지원금액		210,969천원	• 장학사업 : 사랑의 장학생 100명, 가족 장학생 1명 • 복지시설위문, 연탄, 김장 나눔 등
		사회공헌활동	사랑의 장학생	101명	• 장학사업(사랑장학생 100명, 가족장학생 1명) : 121,200천원(매 월 10만원씩 지원)
			복지시설위문	설날	• 복지시설위문(7곳) : 9,000천원(2/2)
				추석	• 복지시설위문(7곳) : 10,000천원(9/5)
			사랑의 연탄 나눔	1회	• 연탄 9,000장/ 30가구 : 4,950천원(11/5)
			사랑의 김장 나눔	1회	• 김장 400포기, 쌀 20kg : 14,819천원 (12/10) (대전 사회복지시설 15곳 지원)
			자폐아 돕기	1회	• 중증발달장애인과 가족 힐링프로젝트 : 5,000천원(7/1~9/30)
			취약계층지원	1회	• 노사공동 복지사업(온누리상품권) : 여성복지시설 지원 : 5,000천원(11/21)
			어린이재활병원 건립지원	1회	• 노사공동 어린이 재활병원 건립 지원사업 : 5,000천원(12/23)
			기타사회공헌	1회	• 어린이 환자 돕기 : 3,000천원(11/8)
					• 노사공동 사랑의 앰뷸런스(미얀마) 지원사업 : 23,000천원(9/26)
	법인카드 포인트 사업	사랑 봉사단 (동호회 지원)	야간공부방	45회	• 매주 목요일 19:00~21:00 • 신탄진 지역아동센터
			아기돌보기 봉사	12회	• 매월 둘째 주 일요일 14:00~17:30 • 중구 늘사랑 아동센터(사회복지시설)
			여름캠프	1회	• 신탄진 지역 아동센터 여름캠프(8/5)
			겨울축제	1회	• ETRI와 함께하는 신탄진/늘사랑 겨울축제(12/15)
		지역사랑 1사1촌 활동	1사 1촌 체험 및 봉사활동	2회	• 서천 월하성마을 어촌체험 활동(7/9) • 공주 "풀꽃이랑마을" 농촌체험 및 봉사활동(9/24)
			가족단위 체험활동	1회	• 공주 딸기 농장 체험(3/26)
		성금 모금	국군장병 위문성금	1회	• 국군장병 위문성금 : 3,573천원(11/7)

년도	사회공헌활동			실적	비고
2017	사랑의 1구좌	모금액		203,316천원	• 월평균 참여직원 : 1,321명 • 월평균 모금액 : 14,204천원 • 월평균 구좌수 : 2,837구좌
		지원금액		186,697천원	• 장학사업 : 사랑의 장학생 70명, 가족 장학생 1명 • 복지시설위문, 연탄, 김장 나눔 등
		사회공헌활동	사랑의 장학생	71명	• 장학사업(사랑장학생 70명, 가족장학생 1명) : 182,400천원(매 월 20만원씩 지원)
			복지시설위문	설날	• 복지시설위문(67기관) : 5,000천원(1/23)
				추석	• 복지시설위문(107기관) : 5,000천원(9/25)
			사랑의 연탄 나눔	1회	• 연탄 9,000장/ 30가구 : 5,000천원(11/11)
			사랑의 김장 나눔	1회	• 김장 960kg : 4,297천원 (12/2) (대전 사회복지시설 15기관 지원)
			자폐아 돕기	1회	• 중증발달장애인과 가족 힐링프로젝트 : 5,000천원(2/24)
	법인카드 포인트 사업		기타사회공헌	1회	• 쌀 지원(20kg 128포대) 4,992천원(12/2)
				1회	• 노사공동 복지사업(온누리상품권) : 루시모자원 외 5개 기관 23,000천원(12/4)
	사랑 봉사단 (동호회 지원)	야간공부방		45회	• 매주 목요일 19:00~21:00 • 신탄진 지역아동센터
		아기돌보기 봉사		12회	• 매월 셋째 주 일요일 14:00~17:30 • 중구 늘사랑 아동센터(사회복지시설)
		여름캠프		1회	• 신탄진 지역 아동센터 여름캠프(7/28~7/29)
		겨울축제		1회	• ETRI와 함께하는 신탄진/늘사랑 겨울축제(12/14)
	지역사랑 1사1촌 활동	1사 1촌 체험 및 봉사활동		2회	• 태안 노을지는갯마을 어촌체험 활동(6/17) • 공주 "물꽃이랑마을" 농촌체험 및 봉사활동(10/14)
		가족단위 체험활동		1회	• 공주 딸기 농장 체험 및 무령왕릉견학(3/25)
	성금 모금	국군장병 위문성금		1회	• 국군장병 위문성금 : 2,211천원(1/8)
2018	사랑의 1구좌	모금액		192,401천원	• 월평균 참여직원 : 1,314명 • 월평균 모금액 : 14,028천원 • 월평균 구좌수 : 2,805구좌
		지원금액		162,255천원	• 장학사업 : 사랑의 장학생 60명 • 복지시설위문, 연탄, 김장 나눔 등
		사회공헌활동	사랑의 장학생	60명	• 장학사업(사랑장학생 60명) : 144,000천원(매 월 20만원씩 지원)
			복지시설위문	설날	• 복지시설위문(107기관) : 5,000천원(2/9)
				추석	• 복지시설위문(107기관) : 5,000천원(9/19)
			사랑의 연탄 나눔	1회	• 연탄 7,500장/ 25가구 : 4,875천원(11/10)
			사랑의 김장 나눔	1회	• 김장 1,160kg : 3,380천원(12/1) (대전 사회복지시설 15기관 지원)
			기타사회공헌	1회	• 중증 발달장애인 지원 5,000천원(2/20)
				1회	• 쌀 지원(10kg 200포대) 5,000천원(12/1) (대전 사회복지시설 15기관 지원)
				1회	• 노사공동 저소득층 전기매트 나눔 10,000천원(11/28)
	법인카드 포인트 사업			1회	• 노사공동 사회복지시설(온누리상품권) 5개 기관 지원 15,000천원(12/26)
	사랑 봉사단 (동호회 지원)	야간공부방		46회	• 매주 목요일 19:00~21:00 • 신탄진 지역아동센터
		아기돌보기 봉사		12회	• 매월 셋째 주 일요일 14:00~17:30 • 중구 늘사랑 아동센터(사회복지시설)
		여름캠프		1회	• 신탄진 지역 아동센터 여름캠프(8/3~8/4)
		겨울축제		1회	• ETRI와 함께하는 신탄진/늘사랑 겨울축제(12/13)
	지역사랑 1사1촌 활동	1사 1촌 체험 및 봉사활동		1회	• 서천 월하성마을 어촌체험 활동(6/16)
		가족단위 체험활동		1회	• 논산 딸기 농장 체험(2/24)
	성금 모금	국군장병 위문성금		1회	• 국군장병 위문성금 : 1,736천원(12/3)

년도	사회공헌활동			실적	비고
2019	사랑의 1구좌	모금액		241,481천원	• 월평균 참여직원 : 1,291명 • 월평균 모금액 : 14,169천원 • 월평균 구좌수 : 2,760구좌
		지원금액		161,770천원	• 장학사업 : 사랑의 장학생 60명 • 복지시설위문, 연탄, 김장 나눔 등
		사회공헌활동	사랑의 장학생	60명	• 장학사업(사랑장학생 60명) : 142,600천원(매 월 20만원씩 지원)
			복지시설위문	설날	• 복지시설위문(10기관) : 5,000천원(1/30)
				추석	• 복지시설위문(10기관) : 5,000천원(9/9)
			사랑의 연탄 나눔	1회	• 연탄 6,000장/ 20가구 : 4,500천원(11/23)
			사랑의 김장 나눔	1회	• 김장 1,100kg : 4,670천원(12/7) (대전 사회복지시설 16기관 지원)
			기타사회공헌	1회	• 노사공동 사회복지시설(온누리상품권) 5개 기관 지원 25,000천원(12/27)
	법인카드 포인트 사업				
	사랑 봉사단 (동호회 지원)	야간공부방		46회	• 매주 목요일 19:00~21:00 • 신탄진 지역아동센터
		아기돌보기 봉사		12회	• 매월 셋째 주 토요일 14:00~17:30 • 중구 늘사랑 아동센터(사회복지시설)
		여름캠프		1회	• 신탄진 지역 아동센터 여름캠프(8/3~8/4)
		겨울축제		1회	• ETRI와 함께하는 신탄진/늘사랑 겨울축제(12/12)
	지역사랑 1사1촌 활동	1사 1촌 체험 및 봉사활동		2회	• 서천 월하성마을 어촌체험 활동(6/8) • 공주 '풀꽃이랑마을' 알밤줍기 등 농촌체험(9/28)
		가족단위 체험활동		1회	• 논산 딸기 농장 체험(2/23)
	성금 모금	강원도 산불 피해지원		1회	• 강원도 산불 피해지원 : 15,085천원(4/17)
		국군장병 위문성금		1회	• 국군장병 위문성금 : 2,378천원(12/23)

년도	사회공헌활동			실적	비고
2020	사랑의 1구좌	모금액		97,435천원	• 월평균 참여직원 : 1,283명 • 월평균 모금액 : 13,919천원 • 월평균 구좌수 : 2,784구좌
		지원금액		109,250천원	• 장학사업 : 사랑의 장학생 60명 • 복지시설위문 등
		사회공헌활동	사랑의 장학생	60명	• 장학사업(사랑장학생 60명) : 143,600천원(매 월 20만원씩 지원)
			복지시설위문	설날	• 복지시설위문(10기관) : 5,000천원(1/23)
				추석	• 복지시설위문(10기관) : 5,000천원(9/28)
			코로나19 대구경북 마스크 나눔	1회	• 코로나19 극복을 위한 대구경북 마스크 지원 (마스크 3000장, 10,500천원)(3/9)
			사랑의 연탄 나눔	1회	• 사랑의 연탄 나눔(대전 동구 독거노인 20가구) : 5,000천원(11/24)
			기타사회공헌	1회	• 노사공동지원사업(대전지역 6개 사회복지시설 온누리상품권 지급) : 27,000천원(12/10)
	법인카드 포인트 사업				
	사랑 봉사단 (동호회 지원)	야간공부방		15회	• 매주 목요일 19:00~21:00 • 신탄진 지역아동센터
		아기돌보기 봉사		12회	• 매월 셋째 주 토요일 14:00~17:30 • 중구 늘사랑 아동센터(사회복지시설)
		문화캠프		2회	• 신탄진 지역아동센터 여름 문화캠프(8/15) • 신탄진 지역아동센터 겨울 문화캠프(12/17) – 문화상품권 50만원 지원
		이불기증		1회	• 대전 내 사회복지시설(3개) 이불 기증(11/5)
	성금 모금	코로나19 성금모금		1회	• 코로나19 극복을 위한 성금모금 : 20,000천원(3/26) – 초록우산어린이재단기탁(대전지역 소외계층 어린이 40명 각 50만원씩 지원)
		수해 이재민돕기 성금모금		1회	• 수해 이재민 돕기를 위한 성금 모금 – (1차) 대전사회복지공동모금회 7,424천원(8/31) – (2차) 전국재해구호협회 3,170천원(9/10)
		국군장병 위문성금		1회	• 2020년 국군장병 위문 성금 모금 2,430천원(11/27)

동문 기업 등 성과

ETRI 동문기업

- ETRI 동문기업 : '80년 삼보컴퓨터(주) 창업 이후 약 853개 기업설립
- 기업공개 및 상장 : 동문기업 중 19개 기업
  [거래소 2개 / 코스닥 13개 / 코넥스 4개 – 2020년 말 기준]

ETRI 창업기업

- 매출액 : 약 244억 원
- 기업운영 : 52개 기업 [2020. 12. 31. 기준]

㈜호전에이블, ㈜가치소프트, ㈜레이다앤스페이스, ㈜알씨엔, ㈜알티스트, ㈜라인웍스, ㈜뉴라텍, 바이텔스㈜, ㈜옵텔라, ㈜크리에이드, ㈜포세듀, ㈜엘센, ㈜씨에스랩, ㈜콕스랩, 한국축산데이터㈜, ㈜범우시스템, ㈜써랜라잇, ㈜마젠타로보틱스, ㈜구버넷, ㈜프로토스, ㈜휴라, ㈜블루타일랩, ㈜플레이포식스, ㈜큐유아이, ㈜하지요, ㈜올뉴시스템즈, 어크로스페이스㈜, ㈜비앤티소프트, ㈜메타파스, ㈜더나기술, ㈜엑소시스템즈, ㈜팀삼층, ㈜디벨롭테인먼트, 빅픽처랩㈜, 엔스펙트라㈜, ㈜비빔플래닛, ㈜딕토, ㈜어썸텍, ㈜스매치, ㈜오프로세서, ㈜닥터아이앤비, ㈜루센트블록, ㈜라도포스, ㈜에스투디오, ㈜바토너스, ㈜마이피트너, ㈜엠포러스, ㈜더피치, ㈜룩코, ㈜공감센서, ㈜스포터, ㈜솔라리노

ETRI 연구소기업

- 기업등록 : 71개 기업
- 기업운영 : 53개 기업 [2020. 12. 31. 기준]

㈜비티웍스, ㈜쏘그웨어, ㈜수젠텍, ㈜아리텔, ㈜호전에이블, ㈜감동공장, ㈜마인즈랩, ㈜옥성미디어, ㈜김마스펙트라, ㈜알앤에스랩, ㈜이인텔리전스, ㈜정성라이다, ㈜버드레터, ㈜하버맥스, ㈜옵텔라, ㈜진시스템, ㈜아이서티, ㈜한컴인터프리, ㈜데브스텍, ㈜씨에이치솔루션, ㈜와이즈덴, ㈜그리다에너지, ㈜스넷트, ㈜앤트로스, ㈜투비스마트, ㈜다크호스게임즈, ㈜피디젠, ㈜와이테크, ㈜맥솔루션, ㈜민트로봇, ㈜시큐웍스, ㈜유지에스, ㈜크럭셀, ㈜엔디오에스, ㈜쉐어캠, ㈜텍스토리, ㈜바이오센스텍, ㈜그린존시큐리티, ㈜에이엘텍, ㈜큐라움, ㈜디엔아이, ㈜아이큐랩, ㈜어반데이터랩, 이노레이㈜, ㈜인튜웍스, ㈜팀인스펙션, ㈜스탠딩톨, 팜커넥트㈜, ㈜보다비, ㈜리드포인트시스템, ㈜위드마인드, ㈜이앤디, ㈜이포토닉스,

ETRI 창업기업

52개 기업_'20년 말 기준

Gachisoft	**㈜가치소프트 (대표: 김호연)** • 고속화물 스캐너 화물 구분기 문자 및 바코드 인식시스템, 피킹 시스템 • 홈페이지: www.gachisoft.com • 연락처: 070-4735-2195	linewalks	**㈜라인웍스 (대표: 조용현)** • 헬스케어 데이터시스템 개발 및 분석 서비스 (MDWalks) • 홈페이지: linewalks.com • 연락처: 070-7702-3044
호전에이블	**㈜호전에이블 (대표: 문종태)** • Epoxy Solder Paste, Solder Paste, Epoxy Flux Paste 등 패키지전극소재 제조 • 홈페이지: hojeonable.com • 연락처: 042-824-9537	RCN	**㈜알씨엔 (대표: 임춘식)** • 무선통신기술, DSRC단말, EMS관제기술, 센서기술, 음성안내기술, 원격진단기 • 홈페이지: rcntech.co.kr • 연락처: 042-721-0201
Radar & Space	**㈜레이다앤스페이스 (대표: 박재우)** • 항공기검출레이다, 하천레이다, 우주기상, 우주관제, 위성통신 및 항법 • 홈페이지: www.radarnspace.kr • 연락처: 042-341-1991	NEWRATEK	**㈜뉴라텍 (대표: 이석규)** • IEEE802.11ah Wi-Fi Module Evaluation Kit. • 홈페이지: www.newratek.com • 연락처: 02-2088-1980
RTst	**㈜알티스트 (대표: 손동환)** • 실시간 운영체제 및 임베디드 리눅스 소프트웨어(RTWORKS, RTST LINUX, RTST Automotive, RTST AI, 엔지니어링 서비스) • 홈페이지: www.rtst.co.kr • 연락처: 042-716-5155	CoXlab	**㈜콕스랩 (대표 : 정종수)** • IoT 소프트웨어(IoT.own, CG100, NoLA-SDK) • 홈페이지: www.coxlab.kr • 연락처: 070-8892-8099
elssen	**㈜엘센 (대표: 박지만)** • IoT 기반 스마트센서 디바이스(소형공기청정기, 스마트 온습도계 등) • 홈페이지: www.elssen.kr • 연락처: 042-389-0054	PINE S&S	**㈜씨에스랩 (대표: 채희성)** • 자율주행기술 기반 무인로봇셔틀 및 AGV기술(짐불, 신호분배기, 원격감시시스템) • 홈페이지: www.pinesns.co.kr • 연락처: 042-933-9337
VITEALTH	**바이텔스㈜ (대표: 박찬용)** • IoT기반 헬스케어 서비스 (수면관리((꿀잠 슬립코치)) • 홈페이지: www.vitealth.net • 연락처: 042-860-6689	Beamwoo	**㈜범우시스템 (대표: 정용완)** • 안-메모리 기반 블록스토리지 솔루션 • 연락처: 042-864-3188
SALT & LIGHT	**㈜써랜라잇 (대표: 엄보윤)** • 반려동물 돌보미 원격제어 제품("iTreater"(급식, 간식, 비디오재생, 오디오재생)) • 홈페이지: saltnlight.kr • 연락처: 042-710-5741	Forsedu	**㈜포세듀 (대표: 손부경)** • E-learning 솔루션, 부정행위 방지솔루션 개발 등 교육 서비스 • 홈페이지: www.forsedu.com • 연락처: 042-633-8555
magenta robotics	**㈜마젠타로보틱스 (대표: 권기현)** • 스마트힐러, 로봇마사지 시스템 등 • 홈페이지: www.magentarobotics.com • 연락처: 042-320-4743	play46	**㈜플레이포식스 (대표: 조준휴)** • 교육 콘텐츠 서비스 (아빠랑, 아빠놀이 백과사전) • 홈페이지: play46.kr • 연락처: 042-389-0058
GuberNET	**㈜구버넷 (대표: 정기웅)** • 차세대 네트워크 접속장치 • 연락처: 042-933-1705	ACROSSPACE	**어크로스페이스㈜ (대표: 우유원)** • SW개발 교구 및 프로그램 교육 틀(코딩교육프로그램 및 플랫폼) • 연락처: 042-863-2690

㈜메타파스 (대표: 허철균)
- HA 기반 산업용 드론, 정밀자율비행 농업 방제 드론
- 홈페이지: www.metarpas.com
- 연락처: 031-345-5130

㈜비앤티소프트 (대표: 최인석)
- UI/UX디자인, SW개발, 어린이 콘텐츠 서비스 등
- 홈페이지: www.bntsoft.com
- 연락처: 042-331-0550

㈜프로토스 (대표: 장인호)
- SW 통합정보시스템(데이터마이닝 DB필터링 프로그램, 안드로이드용 소모임 구축 앱 등)
- 연락처: inho3@hotmail.com

㈜더나기술 (대표: 이현)
- 게임용 홀로그램 영상장치 및 제공 방법
- 연락처: hlee@thenatech.co.kr

㈜블루타일랩 (대표: 김형우)
- 반도체 후공정단계 검사장비
- 홈페이지: www.bluetilelab.com
- 연락처: hyeonseon.kim@bluetilelab.com

㈜아셈텍 (대표: 황상연)
- 드론추락피해 방지용 자동비행 및 전개 패러슈트 / 패러글라이더 제어장치 및 기술
- 홈페이지: www.awesome-tech.org
- 연락처: 042-583-7266

한국축산데이터㈜ (대표: 경노겸)
- 양돈농가 맞춤 헬스케어 솔루션(팜스플랜)
- 홈페이지: www.aidkr.com
- 연락처: 02-6956-1120

㈜하지요 (대표: 송준근)
- 저전력 위치추적 장치 및 저전력 무선통신 임베디드 SW 개발(RSS Fingerprint 지도 구축, 위치추적 등)
- 연락처: song@hajiyo.kr

㈜휴라 (대표: 김상태)
- 자동선택 가변RF 전단필터, GNSS전파수신기 등
- 홈페이지: www.hura.co.kr
- 연락처: 042-719-7510

㈜큐유아이 (대표: 곽병제)
- 기저귀 알람센서 등
- 연락처: 042-860-6618

㈜올뉴시스템즈 (대표: 신창섭)
- 스마트공장용 고신뢰/저전력 무선통신시스템, ESL(Electronic Shelf Label) 시스템
- 홈페이지: www.allnewsystems.com
- 연락처: 042-860-1668

㈜엑소시스템즈 (대표: 이후만)
- 체감형 재활 솔루션(엑소리햅)
- 홈페이지: exosystems.io
- 연락처: 031-5182-9088

㈜디벨롭테인먼트 (대표: 이종건)
- 모듈 조합형 IoT 하드웨어 제작 툴킷, PCB-ARTWORK SMT 조립서비스
- 홈페이지: www.appskit.co.kr
- 연락처: 070-4028-1165

㈜크리에이드 (대표: 김균환)
- 차량용 진단장치
- 연락처: ksb4570@gmail.com

㈜팀상층 (대표: 최운환, 김교근)
- 반려동물 B2B 주문관리 플랫폼
- 홈페이지: www.ddakpet.com
- 연락처: 042-864-0305

㈜비빔플래닛 (대표: 강호용)
- 무릎재활기기
- 연락처: 042-345-1711

빅픽처랩㈜ (대표: 금창섭)
- 주요 제품/서비스: 블록체인 기반 서비스 플랫폼(트러스트-체인 및 지역 커뮤니티 소통 지원 서비스)
- 홈페이지: bigpicturelabs.io
- 연락처: 042-860-6787

엔스펙트라㈜ (대표: 김철암)
- 전기영동형 전자종이(EDP) 필름, 배리어 나노입자
- 홈페이지: www.nspectra.co.kr
- 연락처: 070-5213-5176

㈜딕토 (대표: 박도현)
- 음성인식 및 편집 서비스
- 홈페이지: dicto.co.kr
- 연락처: 070-7510-7887

㈜스매치 (대표: 문효선)
- 위치기반 생활스포츠 매칭 시스템(SMATCH)
- 홈페이지: woonchin.com
- 연락처: 042-860-0550

㈜오프로세서 (대표: 박상기)
- 주요 제품/서비스: SiN/SiON 광도파로 접속 모듈 설계/제작 기술
- 연락처: 042-488-6533

닥터아이앤비㈜ (대표: 송영규)
- 주요 제품/서비스: 동물용 레이저 조사기, 광반응약품, 화장품.
- 홈페이지: www.drinb.co.kr
- 연락처: 042-935-6177

㈜루센트블록 (대표: 허세영)
- 주요 제품/서비스: 블록체인 기반 자산 유동화 플랫폼
- 홈페이지: www.lucentblock.com
- 연락처: phillip@lucentblock.com

㈜라도포스 (대표: 조재형)
- 모바일 측위기술 기반 휴대폰 기술 라이센싱
- 홈페이지: radopos.modoo.at
- 연락처: 070-7847-7889

㈜바토너스 (대표: 이지수)
- 시각장애인용 음성전달 프로그램, 차량 아동 갇힘 방지 디바이스 등
- 홈페이지: www.batoners.com
- 연락처: 042-860-5698

㈜에스투디오 (대표: 유호영)
- 어댑티브 러닝 솔루션 플랫폼
- 연락처: etri.yoo@gmail.com

㈜마이피트너 (대표: 김민수)
- 퍼스널 홈 트레이너 앱
- 홈페이지: maifitner.com
- 연락처: maifitner@gmail.com

㈜옵텔라 (대표: 원슈완원)
- 광트랜시버
- 홈페이지: www.cosemi.com/optella
- 연락처: 062-716-9103

㈜더피치 (대표: 송문섭)
- 비행제어컴퓨터, 산업용 드론 임무 서비스
- 연락처: ejchon@thepeach.kr

㈜룩코 (대표: 고해신)
- AI 기반 패션 데이터 플랫폼
- 홈페이지: www.adosetapp
- 연락처: support@adosetapp

㈜공감센서 (대표: 손명희)
- 히터 내장형 광산란방식 미세먼지 스마트 센서 개발, 고신뢰 미세먼지 대기질 정보 서비스 제공
- 홈페이지: ggsensors.modoo.at
- 연락처: mhson4@gmail.com

㈜엠포러스 (대표: 주상현)
- GIS DB 구축 및 지하매설물 탐사 및 통합 관제시스템
- 홈페이지: www.mforus.com
- 연락처: 031-8064-1430

㈜스포터 (대표: 김병호)
- AI 딥러닝 기반 스마트 마이닝(광산 자동화) 서비스
- 연락처: bhgim@snu.ac.kr

㈜솔라리노 (대표: 박한균)
- 태양열 해수담수기 개발 등 적정기술
- 홈페이지: www.solarinno.com
- 연락처: hunkyunpak@gmail.com

ETRI 연구소기업

53개 기업_'20년 말 기준

㈜비티웍스 (대표: 권오준)
- PKI 보안/인증 솔루션
- 홈페이지: www.btworks.co.kr
- 연락처: 02-2644-6746

㈜쏘그웨어 (대표: 손강민)
- 온라인게임개발
- 홈페이지: www.sogware.kr
- 연락처: 070-7014-4900

㈜수젠텍 (대표: 손미진)
- 체외진단용 제품
- 홈페이지: sugentech.com
- 연락처: 043-710-2823

㈜아리텔 (대표: 권은영)
- 소형셀 기지국
- 홈페이지: www.aritel.co.kr
- 연락처: 02-597-1505

㈜호전에이블 (대표: 문종태)
- 패키지 전극소재
- 홈페이지: hojeonable.com
- 연락처: 042-824-9537

㈜감동공장 (대표: 심영구)
- 유아용 교육서비스
- 홈페이지: www.thegamdong.com
- 연락처: 02-401-5060

㈜마인즈랩 (대표 : 유태준)
- 빅데이터분석
- 홈페이지: mindslab.ai/
- 연락처: 031-625-4341

㈜옥성미디어 (대표: 박배욱)
- 스마트워크 시스템
- 홈페이지: www.wooksungmedia.com
- 연락처: 070-7729-7034

㈜감마스펙트라 (대표: 이원근)
- 방사능 검출기용 모듈
- 연락처: 053-591-1119

㈜알앤에스랩 (대표: 이상엽)
- 센서및무선통신용 SoC
- 홈페이지: www.rnslab.com
- 연락처: 031-5183-5131

이인텔리전스㈜ (대표: 성낙근)
- 첨단 주행보조 시스템
- 홈페이지: www.erae-automotive.com
- 연락처: 053-617-2607

㈜정상라이다 (대표: 김기종)
- 기상계측
- 홈페이지: jslidar.com
- 연락처: 02-2117-0861

㈜버드레터 (대표: 양선우)
- 감성 메신저
- 홈페이지: www.birdletter.com
- 연락처: 02-518-0316

㈜하버맥스 (대표: 강희옥)
- 해상 광대역통신
- 홈페이지: www.harbormax.com
- 연락처: 051-626-9451

㈜옵텔라 (대표: 웬 슈안 웬)
- 광트랜시버
- 홈페이지: www.cosemi.com/optella
- 연락처: 062-716-9103

㈜아이서티 (대표: 김영후)
- 문서보안솔루션, 블랙박스
- 홈페이지: www.icerti.com
- 연락처: 042-933-3036

㈜진시스템 (대표: 서유진)
- 휴대용 유전자 진단장비
- 홈페이지: www.genesystem.co.kr
- 연락처: 042-863-8551

㈜한컴인터프리 (대표: 오순영)
- 한국어 기반 음성처리 서비스
- 홈페이지: www.hancom.com
- 연락처: 031-627-7106

㈜씨에이치솔루션 (대표: 김미경)
- 고해상도 LED 사이니지 시스템
- 홈페이지: www.ch-solution.com
- 연락처: 070-7620-1027

㈜데브스택 (대표: 장승욱)
- 멀티클라우드서비스
- 홈페이지: www.devstack.co.kr
- 연락처: 02-313-9386

㈜와이즈덴 (대표: 라충섭)
- Smart Car Device & SW 제조 및 판매
- 홈페이지: www.wisethan.com
- 연락처: 02-563-9066

㈜그리다에너지 (대표: 전석)
- 스마트 전력통합 관제 솔루션
- 홈페이지: www.gridaenergy.com
- 연락처: 02-823-0450

㈜스넷트 (대표: 임웅열)
- oT 기반의 원격 장비 제어 시스템 개발
- 홈페이지: www.s-net.kr
- 연락처: 070-4369-1536

㈜앤트로스 (대표: 이창훈)
- 개인화 Virtual Fitness 솔루션 개발
- 홈페이지: www.antrorse.co.kr
- 연락처: 031-722-0254

㈜투비스마트 (대표: 김광)
- Visual Crypto 기반의 보안인증 솔루션
- 홈페이지: www.tobesmart.co.kr
- 연락처: 1577-3119

㈜다크호스게임즈 (대표: 최기웅)
- SNG기반의 멀티콘텐츠 서비스
- 홈페이지: www.dhgames.co.kr
- 연락처: 02-313-9386

㈜피디젠 (대표: 안광성)
- 암 환자의 재발 및 전이 예측 모니터링 시스템
- 홈페이지: www.pdxen.com
- 연락처: 070-4603-4272

㈜맥솔루션 (대표: 김태선)
- 비파괴 검사장비 제조
- 홈페이지: magsolution.co.kr
- 연락처: 042-867-0715

㈜와이테크 (대표: 이용하)
- 차세대 고효율 GaN 소자 패키지 모듈
- 홈페이지: www.ytcera.co.kr
- 연락처: 070-4148-6665

㈜민트로봇 (대표: 강형석)
- 상호 교감형 원격 제어장치 및 다관절 로봇 모듈
- 홈페이지: www.mintrobot.co.kr
- 연락처: 02-830-4530

㈜시큐웍스 (대표: 이주철)
- 음장 스펙트럼 기반 지능형 음장 보안센서
- 홈페이지: www.secu-works.com
- 연락처: 042-335-3012

㈜유지에스 (대표: 최철우)
- 지하공간 안전관리 시스템
- 연락처: 02-2295-0479

㈜크럭셀 (대표: 유정근)
- 칩기반 4채널 편광 변복조 모듈
- 홈페이지: www.cruxell.com
- 연락처: 070-4211-5534

㈜엔디오에스 (대표: 김영민)
- 산업용 운수 장비 차량 안전제어기 고도화 사업
- 홈페이지: ndos.co.kr
- 연락처: 031-365-4005

㈜쉐어켐 (대표: 김용주)
- 박막 태양전지 모듈용 투명전극 기판
- 홈페이지: www.sharechem.co.kr
- 연락처: 031-5182-8290

텍스토리㈜ (대표: 이성노)
- 클라우드 기반 CRM 서비스
- 홈페이지: www.textory.io
- 연락처: 1688-0614

biosenstech	㈜바이오센스텍 (대표: 전승익) • 고해상도 · 저선량 구현 TFT 엑스레이 디텍터 • 홈페이지: biosenstech.wordpress.com • 연락처: 070-7703-6601	GreenZone Security	㈜그린존시큐리티 (대표: 구남기) • 스마트 경량 IoT 보안 플랫폼 • 홈페이지: www.greenzonesecu.com • 연락처: 053-611-4239
ALT	㈜에이엘텍 (대표 : 박해수) • 스마트 모듈러 무영등 개발 • 홈페이지: altc.kr • 연락처: 070-4877-6434	curaum	㈜큐라움 (대표: 정일도) • 실시간 수면 모니터링 · 분석기기 및 솔루션 개발 • 홈페이지: www.curaum.com • 연락처: 02-544-7002
DNI (주)디엔아이	㈜디엔아이 (대표: 박병철) • 방사설 점검용 디바이스 개발 및 실시간 관제서비스 • 홈페이지: www.dni-eng.co.kr • 연락처: 042-825-7090	EYEQ Lab Inc.	㈜아이큐랩 (대표: 김권제) • 차세대 파워반도체 개발 • 홈페이지: www.eyeqlab.com • 연락처: 042-867-0706
URBAN DATA LAB	㈜어반데이터랩 (대표: 안치성) • 패션 트렌드 분석 솔루션 • 홈페이지: www.urbandatalab.co.kr • 연락처: 070-4459-7324	InnoRay	이노레이㈜ (대표: 유재명) • 펨토초 레이저 모듈 개발, 판매 사업 • 홈페이지: www.innoray.co.kr • 연락처: 02-3461-1103
INTUWORKS	인튜웍스㈜ (대표: 마종범, 박영기) • AI딥러닝 소프트웨어 개발 • 홈페이지: www.cruxell.com • 연락처: 02-6465-1000	DEEP INSPECTION	㈜딥인스펙션 (대표 : 이철희) • 터널 등 결함 감지 시스템 • 홈페이지: www.tmecnc.co.kr • 연락처: 02-2038-2716
Standing TALL	㈜스탠딩톨 (대표: 강선영) • 원격 측정 기술을 활용한 맞춤형 척추 보조기 사업 • 홈페이지: www.flexpine.com • 연락처: 031-608-2730	FARMCONNECT	팜커넥트㈜ (대표: 김무현) • AI 기반 스마트팜 서비스 • 홈페이지: www.farmconnect.co.kr • 연락처: 070-8633-8822
VODA BI	㈜보다비 (대표: 이진국) • 모바일 세일즈 콜 분석 서비스(VODA BI App) • 홈페이지: www.vodabi.com	Leadpoint System	㈜리드포인트시스템 (대표: 백은주) • 비대면 자율형 교육 플랫폼 서비스 • 홈페이지: www.leadpoint.co.kr • 연락처: 070-4618-0681
위드마인드	㈜위드마인드 (대표: 주민성) • 실시간 영상분석 기반 AI 면접서비스 • 홈페이지: withmind.net • 연락처: 02-2135-1710	E&D	㈜이앤디 (대표: 오인호) • 지능형 물류센터 운영 플랫폼 • 연락처: 031-526-0035
Photonics	㈜이포토닉스 (대표: 진재현) • DBR기반 열적 파장가변 LD칩 • 홈페이지: www.essencephotonics.com • 연락처: 070-4492-5446		

국제표준전문가 및 대외활동

국제표준화기구 의장단

성명	직책
강신각	ITU-T SG11 Vice Chair, WP Chair ITU-T SG11 Q.15, Q.9, Q.8 Rapporteur ITU-T SG13 Q.19 Associate Rapporteur ITU-T SG13 Liaison Rapporteur ITU-T SG16 Q.14 Associate Rapporteur ITU-T FG IMT-2020 IMT-2020-REQ, -TERM Editor ITU-T FG-IPTV WG4 Chair ISO/IEC JTC1/SC 6/WG 7 Convener
고남석	ITU-T SG13 WP1 Q22 Editor ITU-T SG13 WP1 Q.20 Rapporteur
구한승	ITU-TSG9 Q2 Rapporteur ITU-T FG SmartCable Vice Chair
권종화	IEC SC CISPR/H Secretary
김강희	ITU-R SG1 WP1C SM.[UAVS] CG Chairman
김귀훈	ITU-T SG 11 Q7 Associate Rapporteur
김병찬	ITU-T SG5 WP1 Q3/5 Associate Rapporteur
김순철	ITU-T SG9 WP2 Q9/9 Associate Rapporteur
김원종	IEC TC 47/SC 47A WG7 (Heterogeneous ICs) Convener
김정윤	ITU-T SG13 WP1 Q23 Rapporteur
김종현	ITU-T SG17 WP2 Q.4 Rapporteur
김태균	ITU-T SG9 WP2 Q7 Rapporteur ITU-T SG9 WP2 Chair ITU-T SG9 Vice Chair ITU-T SG9 WP2 Q10 Associate Rapporteur
김형준	ITU-T SG20 Vice Chair ITU-T SG20 WP1 Chair APT ASTAP Chair APT WTSA-16 Vice Chair ITU-T SG20 JCA-IoT and SC&C Chair
나재훈	ITU-T SG17 WP4 Chair ITU-T SG17 Q7 Rapporteur
류정동	ITU-T SG15 Vice Chair
류호준	IEC TC47 WG6 (Incubating Working Group) Convener
박성수	IEC White Paper Quantum Technology Convener
박종민	ITU-R CPM-23 Chapter Rapporteur APT APG DG 1.14 Chair
박주영	ITU-T SG11 Question 8 Rapportuer
서동일	ASTAP, MA EG (Multimedia Application Expert Group), Vice Chair
손욱호	IEEE-SA P3079 Vice Chair
오관정	ISO/IEC JTC1 SC29 WG1 JPEG Pleno (ISO/IEC 21794) Holography AHG Chair

성명	직책
오대섭	APT APG DG3-5 Chair
오현서	ITU-R WP5A ITS LMH Drafting Groups Chair
유돈식	ITU-D SG2 Co-Rapporteur of Q2/2 Telecommunications/ICTs for eHealth
윤현정	ISO 13185-4 Project Leader
이강찬	ITU-T SG13 Q17 Rapporteur APT WTSA20 WG1 Chair
이범렬	IEEE-SA P3079 TG2 Chair/Editor
이병남	ITU-T SG3 Working Party 1 Chair ITU-T SG3 Vice Chair ISO/IEC JTC1 WG 12 (3D Printing & Scanning) Convener ISO/IEC JTC1 AG 8 (Meta RA) Convener
이상우	ITU-T SG17 Q13 Rapporteur
이승욱	OMA SpecWorks CD Group Vice Chair
이승윤	APT ASTAP IoT-EG Vice Chair ISO/IEC JTC1/SC38 WG 3 (Cloud) Convener ISO/IEC JTC1 AG 2 (JETI) Convener
이원석	W3C Automotive and Transportation BG Co-Chair
이재승	IEEE 802.11 TGax Spatial Reuse Adhoc Group Chair
이재영	ATSC Specialist Group on Physical Layer Chair (TG3/S32)
이종화	ETSI GS NFV-SOL002 Rapporteur
이주열	ITU-R SG3 WP3K CG3K-6 Chair
이주철	OCF BLE-Bridging PG Chair OCF Bridging TG Chair
이준섭	ITU-T SG20 Q1 Rapporteur
이창규	ITU-T SG20 Q1 Rapporteur
임상규	IEEE 802.15 TG13 Vice Chair
임선환	OMA ARC WI Champion
조승현	IEC TC 103 Chair
차홍기	OCF Healthcare Task Group Chair
최미란	MPAI, Chair of Communication Advisory Committee ITU-T SG16 Q.24 Rapporteur
최태상	ITU-T SG13 WP1 Q6 Rapportuer
황정환	IEC SC CISPR/H Assistant Secretary (SC CISPR/H)

역대 기관장

한국전자기술연구소



오현위 소장
1977. 2. ~ 1977. 11.



한상준 소장
1977. 11~1981. 2.



박헌서 소장 서리
1982. 5. ~ 1982. 6.



김정덕 소장
1982. 7. ~ 1985. 1.

한국전자기기시험연구소



정성계 소장
1977. 2. ~ 1980. 7.

한국통신기술연구소



정만영 소장
1977. 11. ~ 1981. 1.

한국전기통신연구소



최순달 소장
1981. 1. ~ 1982. 5.



백영학 소장
1982. 6. ~ 1984. 7.

한국전자통신연구소



경상현 소장
1984. 4. ~ 1992. 5.

부설 시스템공학연구소



성기수 소장
1990. 12. ~ 1992. 2.



신동필 소장
1992. 2. ~ 1992. 8.



김문현 소장
1992. 8. ~ 1996. 6.

한국전자통신연구원



양승택 원장
1992. 5. ~ 1998. 3.



정선종 원장
1998. 4. ~ 2001. 3.



오길록 원장
2001. 4. ~ 2003. 10.



임주환 원장
2003. 11. ~ 2005. 11.



최문기 원장
2006. 11. ~ 2009. 11.



김흥남 원장
2009. 11. ~ 2015. 11.



이상훈 원장
2015. 12. ~ 2018. 12.

ETRI 45년사
편찬위원회



뒷 줄 왼쪽부터 정길호 간사, 박종팔, 최완, 오성대, 조철호, 김승환, 정교일, 김현 편찬위원
앞 줄 왼쪽부터 김진웅 편찬위원, 황승구 편찬위원장, 한동원 편찬위원

편찬위원장

황승구 연구전문위원

편찬위원

김 현	책임연구원	**오성대**	책임행정원	**정하재**	연구전문위원
김승환	책임연구원	**유제훈**	연구전문위원	**조철호**	정책전문위원
김영진	연구전문위원	**이인석**	책임행정원	**지경용**	연구전문위원
김진웅	책임연구원	**이진호**	연구전문위원	**최 완**	연구전문위원
박종팔	책임행정원	**장종수**	책임연구원	**최재익**	연구전문위원
엄낙웅	책임연구원	**정교일**	연구전문위원	**한동원**	연구전문위원

간사

정길호 책임행정원

담당

박상년	책임기술원(사진)	**정이찬**	행정원(감수)	**백지헌**	행정원(감수)

발행일
2021년 4월 5일

발행인
김명준

발행처
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218
(042)860-6114
www.etri.re.kr

기 획
한국전자통신연구원
(주)홍커뮤니케이션즈

제 작
(주)홍커뮤니케이션즈
www.hongcomm.com

이 책 내용의 일부 또는 전부를 재사용하려면 반드시 원저작자의 동의를 받아야 합니다. 사전 동의 없는 저재, 무단 복제를 금합니다.

ETRI