

ISSN1016-9288

제51권 11호

2024년 11월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.51. no.11

인공지능과 산업전자 기술 동향

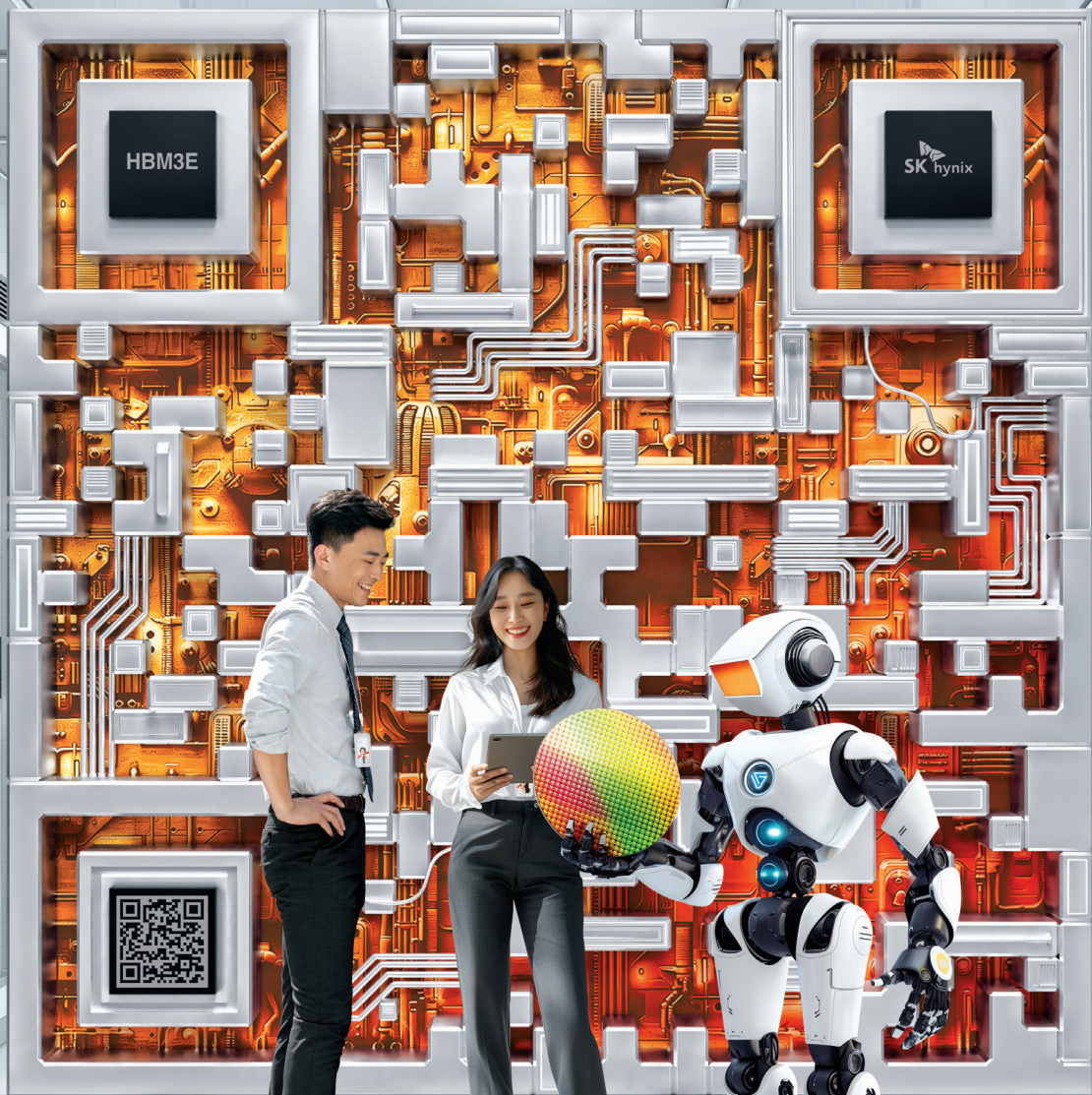
- 온디바이스 AI 동향 및 활용 분야
- AI를 활용한 바이오산업 분야 미래와 전망
- 인공지능을 이용한 공기 질 관리 시스템
- 인공지능을 이용한 태양광 발전 기술
- 인공지능을 이용한 태양광 발전량 예측



대한전자공학회

The Institute of Electronics and Information Engineers

www.theieie.org



위의 QR코드를 찍어보세요
SK하이닉스가 만드는 미래 AI 세상이 펼쳐집니다

AI와 미래를 잇는 코드 SK하이닉스로부터

미래 AI인프라의 핵심, 글로벌 No.1 AI 메모리 기업

2024 추계학술대회



high1 하이원리조트 컨벤션타워(강원도 정선)
RESORT

11. 22(금) ~ 23(토)

| 최우수/일반/학부생 논문

논문제출 : **10월 14일(월)**

심사통보 : **10월 21일(월)**

사전등록 : **11월 11일(월)**

| 정기총회

하이원리조트 컨벤션타워(5층)

2024년 11월 22일(금)

발표분야(학회 6개 소사이어티)

소사이어티	연구회
통신 (Communication)	통신, 미래지능형네트워크, 마이크로파 및 전파전파, ITS, 군사전자, 무선PAN/BAN
반도체 (Semiconductor)	반도체소자 및 재료, 광파 및 양자전자공학, SoC 설계, RF 집적회로, PCB & Package, 정보보안시스템, 내방사선 반도체 설계 및 소자, ESD/EOS & Latchup, 인 메모리 컴퓨팅, 이미지센서
컴퓨터 (Computer)	멀티미디어, 휴먼ICT, 융합컴퓨팅, 인공지능/신경망/퍼지, M2M/IoT, 증강휴먼, 인공지능 및 보안, AI 응용, 블록체인
인공지능 신호처리 (AI Signal Processing)	영상이해, 영상처리, 바이오영상신호처리, 음향 및 음성신호처리, 답러닝, 로봇지능
시스템 및 제어 (System and Control)	전력전자, 제어계측, 의용전자 및 생체공학, 지능로봇, 회로 및 시스템, 국방정보 및 제어, 자동차전자, 의료영상시스템, 스마트팩토리, 스마트 미터링
산업전자 (Industry Electronics)	산업전자제어, 임베디드시스템, 유비쿼터스 센서네트워크, 디지털통신 시스템
New Emerging Area	의료, 에너지, Software, 기타





ICEIC 2025

International Conference on Electronics, Information,
and Communication 2025



JAN. 19^(SUN) - 22^(WED) 2025 | Osaka International House, Japan

ICEIC 2025 Organizing Committee

General Chair

- Kwang-Hyun Baek Chung-Ang University

General Co-Chair

- Yoshifumi Nishio Tokushima University

Organizing Committee Chair

- Hyuck-In Kwon Chung-Ang University

Organizing Committee Co-Chair

- Jong-Ok Kim Korea University
- Mun-Sik Kang Gangneung-Wonju National University
- Myounggon Kang University of Seoul
- Yongfu Li Shanghai Jiao Tong University
- Z. Wesley Zun Cornell University

TPC Chair

- Minsuk Koo University of Seoul

TPC Co-Chair

- Yoko Uwate Tokushima University
- Ickhyun Song Hanyang University
- Tony Kim Nanyang Technological University
- Yong Shim Chung-Ang University
- Richard J. Cha George Washington University
- Lua Ngo VNU-HCM International University

Best Paper Track Chair

- Sangwan Kim Sogang University

Special Session Chair

- Jae Ho Han Korea University
- Suk-Ju Kang Sogang University

Special Session Co-Chair

- Byeong Ho Choi Korea Electronics Technology Institute
- Sung-Joon Jang Korea Electronics Technology Institute
- Manbok Park Korea National University of Transportation
- Tae-Heon Yang Konkuk University
- Sunghyun Cho Hanyang University
- Hyun Kim Seoul National University of Science and Technology

Tutorial Chair

- Yoon Kim University of Seoul
- Sung-In Cho Dongguk University

Financial Chair

- Cheol-Ho Hong Chung-Ang University

Registration Chair

- Hyungjin Kim Hanyang University

Publicity Chair

- Ick-Joon Park Joongbu University
- Tae In Kim Inha University

Publication Chair

- Garam Kim Myongji University

Local Arrangement Chair

- Incheon Paik The University of Alzu
- Yousun Kang Tokyo Polytechnic University
- Hyung Do Kim Kyoto University

Conference Activity Chair

- Han Lim Lee Chung-Ang University

Conference Secretary Chair

- Min-Hwi Kim Chung-Ang University

Industry Chair

- Min-Seong Choo Hanyang University

CALL FOR PAPERS

The 24th International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC 2025) is a forum open to all the participants who are willing to broaden professional contacts and to discuss the state-of-the-art technical topics. Regular sessions of ICEIC 2025 will include more than 400 oral and poster presentations. In addition, the conference will offer special sessions, invited talks, keynote speeches, and tutorials to cover a broad spectrum of topics on electronics, information, and communication technologies.

Plenary Speakers

- Jong-Ho Lee (Professor / Former Minister of Science and ICT) Seoul National University
- Joo-Ho Lee (Professor) Ritsumeikan University

Tutorial Speakers

- TOMIOKA Yoichi (Professor) The University of Aizu
- Minkyu Je (Professor) KAIST
- Jian Zhao (Professor) School of Electronic Science and Engineering at Nanjing University
- Jinkyu Kim (Professor) Korea University
- Min-Seong Choo (Professor) Hanyang University
- Sung In Cho (Professor) Dongguk University

TOPIC

Communications

Communication & Information Theories, Communication Networks & Systems, Microwave & Optics, Switching and Routing, Microwave, Antennas and Propagation, Intelligent Transportation System (ITS), Wireless PAN/BAN, Future Networks

Semiconductor and Devices

Analog/Digital Circuits & Systems, RF Integrated Circuits, ComputerAided Design & Modeling, SoC Design & Applications, Semiconductors, Materials and Components, Lightwave and Quantum Electronics, PCB & Packaging, Solar Cell & Semiconductor Devices

Computer and Information

Computer Systems & Applications, Software for Smart Systems, Human Computer Interaction (HCI), Convergence Computing, Multimedia, Graphics, Ubiquitous System, Information Security, Artificial Intelligence, Neural Networks, Machine Learning

Signal Processing

Computer Vision, Digital Signal Processing, Digital Image/Video Processing, Audio, Speech & Acoustic Signal Processing

System and Control

Vehicular Electronics, Instrumentation and Control, Power Electronics & Circuits

Emerging Technologies

Biomedical Electronics and Bioengineering, Bio-electronics, ITConvergence, Renewable Energy, Car & Aviation IT

IMPORTANT DATES

- Submission of Paper : **October 13, 2024**
- Notification of Acceptance : **November 11, 2024**
- Submission of Camera-Ready Paper : **November 25, 2024**

SUBMISSION OF PAPERS

Prospective authors are invited to submit original papers (1~6 pages) of either MS Word or PDF format written in English.

Paper submission procedures are available at <https://iceic.org/>

※ You may submit your paper in either Full Paper format or Abstract format.

CONTACT POINT

- E-mail : inter@theieie.org
- Tel : +82-2-553-0255(Ext. 4)
- <https://iceic.org/>



“미래 기술 · 신산업 기술 정보의 보고” 해동일본기술정보센터, 최신 정보 한글요약 제공

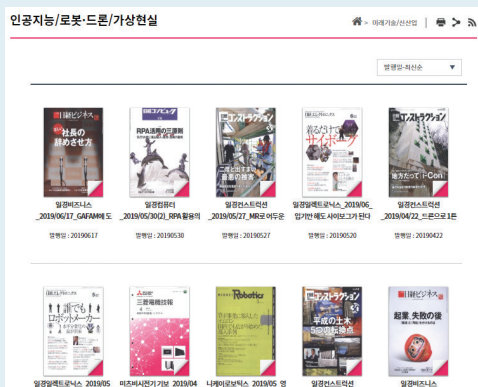


서울대학교 공과대학 해동일본기술정보센터는 대덕전자(故)김정식 회장의 열정과 지원에 의해 최신 일본 기술정보를 산업계와 학계에 널리 알리고자 2010년 3월에 설립하여 현재까지 운영해 오고 있습니다.

3천여권의 공학 및 신산업 관련 서적과 20여종의 Nikkei가 발행한 정기간행물과 40여개사의 기술보고서 등 4천여권의 도서를 통해 다양한 분야의 기술 정보를 제공하고 있습니다.

2016년부터는 소장 정보를 26개의 신산업 카테고리로 구분하여 미래기술과 신산업 관련한 정기간행물의 특집기사와 신문기사의 한글요약 제공과 함께, 주간브리핑 등을 통해 매주 새로운 정보를 메일과 SNS 등으로 배포하고 있습니다.

상세한 사항은 로그인 없이 모든 정보와 이용이 가능한 홈페이지를 참조바랍니다.



전자공학회논문지

단편논문 신설 안내

전자공학회논문지에서 단편논문을 신설하여 투고를 받습니다. 기존의 정규논문과 함께 단편논문을 신설하여, 투고 논문 형식의 다변화와 함께 신속한 논문심사 및 게재를 추진하고자 합니다.

논문투고시스템 투고구분 선택

☞ 정규논문(기존) : 긴급 / 일반 중 택일

▶ 단편논문(신설) : 특급

단편논문 양식

☞ 투고규정 : https://www.theieie.org/pages_journal/journal_info.vm

☞ 논문양식 : <https://www.theieie.org/board/?ncode=a008>

* 심사본 : 3쪽 이내, 최종본 : 4쪽 이내

단편논문 심사비 : 10만원/편당

단편논문 게재료 : 게재논문 면당 5만원, 최대 4쪽 이내

☞ 지원 문구 추가 시 10만원 추가

☞ 교신저자가 비회원인 경우 산정된 게재료의 150% 부과

단편논문 심사 기간 : 2주 이내 1차 심사를 원칙으로 함

시 행 : 2022년 10월 이후



SAE MOBILUS™에서 세계 최고 Automotive Engineering 정보를 만나보세요.

SAE International은 국제 자동차 공학자 협회 (Society of Automotive Engineers)로 자동차, 비행기 및 기타 내연기관 관련 산업의 과학과 기술을 선도하는 학회입니다.

SAE MOBILUS™는 207,000건 이상의 특허 기록 문서, 기술 자료집, 그리고 eBooks과 간행물 자료를 제공합니다. SAE MOBILUS™은 기업의 산업 현장, 학교, 그리고 연구소의 사용자들이 필요한 자료를 이용하실 수 있도록 다양한 구독 옵션을 함께 제공합니다.

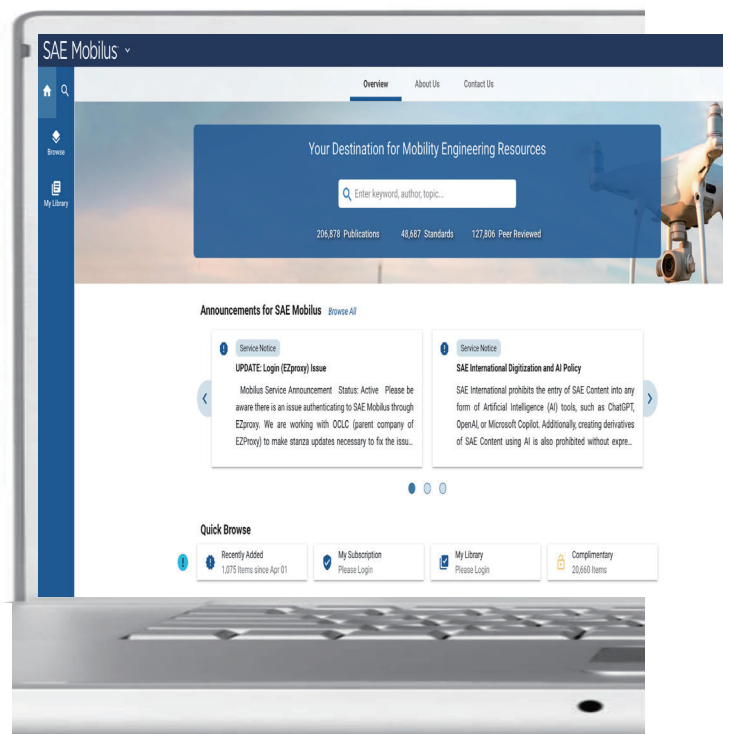
SAE MOBILUS™에서 다음과 같은 다양한 주제 분야에 대한 자료를 확인할 수 있습니다.

- Noise, Vibration, and Harshness (NVH)
- Parts and Components
- Vehicle and Performance
- Quality, Reliability, and Durability
- Maintenance and Aftermarket
- Design Engineering and Styling
- Chassis
- Bodies and Structures
- Safety
- Manufacturing
- Power and Propulsion
- Interiors, Cabins, and Cockpits
- Human Factors and Ergonomics
- Materials
- Fuels and Energy Sources
- Environment
- Electrical, Electronics, and Avionics
- Tests and Testing
- Management and Organization
- Transportation Systems

SAE MOBILOUS™에서 항공 우주 분야 R&D에 필요할 표준 및 규격 그리고 다양한 자료를 검색 및 이용할 수 있습니다.

- +9,300 SAE Ground Vehicle Standards (J-reports)
- +15,500 SAE Aerospace Standards(AS,ARP, AIR, and 2D/3D Configurator Parts)
- +18,200 SAE Aerospace Material Specification (AMS)
- +3,600 SAE ITC Engine & Airframes Standard
- SAE Historical Standards
- Composite Materials Handbook(CMH-17)
- 복합 재료에서 최종 품목을 설계하고 제작하는 데 필요한 정보와 지침을 제공

<http://saemobilus.sae.org>



IEEE와 Rutgers 비즈니스 스쿨에서 엔지니어와 기술 전문가를 위한 IEEE | Rutgers Online Mini-MBA를 소개합니다. 엔지니어와 기술 전문가들의 전문성과 비즈니스 감각을 높일 수 있는 본 프로그램으로 여러분을 초대합니다.



엔지니어와 기술 전문가를 위한 IEEE | Rutgers 온라인 Mini-MBA 프로그램을 소개합니다. 이 프로그램은 전문적인 기술 지식과 비즈니스 역량을 결합하여, 커리어에 새로운 도약을 준비할 수 있는 기회를 제공합니다.

총 12주간 진행되는 본 프로그램은 1인당 등록비 US\$3,495이며, 한 기관에서 10명 이상 등록할 경우, 추가 할인 혜택도 드립니다.

특히, 캡스톤 프로젝트가 포함되어 있어 실제 업무에 프로그램 내용을 적용하고, 업무 효율과 생산성을 높일 수 있는 기회를 제공합니다. 또한, 여러 부서와 협력하여 현재 진행 중인 프로젝트를 프로그램과 연계해 진행할 수도 있습니다.

IEEE | Rutgers Mini-MBA 프로그램의 주요 장점

- 기술적 성과와 조직의 목표를 효과적으로 연결하는 방법을 배웁니다.
- 기술적 경험과 비즈니스 관리 능력을 균형 있게 성장시킬 수 있는 리더십을 강화합니다.
- 다양한 부서와의 긴밀한 협력을 통해 문제 해결 능력을 높이고, 종합적인 관점을 기릅니다.
- 비기술적인 이해관계자들과 원활하게 소통할 수 있도록, 기술과 엔지니어링의 가치를 비즈니스 언어로 표현하는 방법을 익힙니다.

프로그램 수료 시 제공되는 혜택

- IEEE | Rutgers Executive Education Certificate 발급
- 전체 MBA 과정에서 3학점 면제
- 35 PDH(Professional Development Hours) 제공
- 디지털 배지 제공

10명 이상의 그룹이 참여할 경우, 기관 맞춤형 프로그램으로 운영될 수 있으며, 일정 조정도 가능합니다. 학습 내용을 실제 업무에 적용할 수 있는 맞춤형 캡스톤 프로젝트를 통해 실력을 발휘하고, 기관 내에서 의미 있는 성과를 달성할 수 있습니다.

글로벌 비즈니스 시장에서 성공을 이루고 싶은 당신을 위한 기회
비즈니스와 기술의 경계를 넘나드는 실력을 갖추고, 더 큰 성공을 이루고자 한다면, 이 프로그램은 완벽한 선택입니다.

IEEE와 Rutgers Business School이 여러분의 성장을 지원합니다.

자세한 내용은 IEEE | Rutgers Mini-MBA 프로그램에서 확인하실 수 있습니다.

등록에 관심이 있거나 궁금한 점이 있으시면 언제든지 연락주시기 바랍니다:

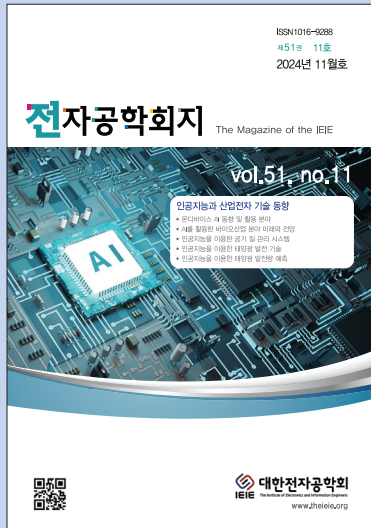
Mini-MBA@ieee.org | innovate.ieee.org/rutgers-mini-mba-for-engineers

강의 주제 포함:

- 비즈니스 벤처 및 혁신
- 신제품 개발 관리
- 재무제표 분석
- 성공적인 협상의 열쇠
- 글로벌 경제의 영향
- 실무 마케팅
- 데이터 기반 문제 해결
- 리더십 전략
- 디지털 혁신의 이해
- 위기 관리 및 대응 전략
- 비즈니스 윤리와 사회적 책임
- 효율적인 팀 관리와 협업
- 창의적 문제 해결 능력 개발
- 자원 관리 및 최적화 전략
- 전략적 의사 결정 모델 구축
- 지속 가능 경영 전략

CONTENTS

제51권 11호 (2024년 11월)



※ 학회지 11월호 표지 (vol 51, No 11)

회지편집위원회

- 위 원 장 황 원 준 (아주대학교 교수)
- 부위원장 김 영 로 (명지전문대학 교수)
- 위 원 김 상 범 (한국폴리텍대학 교수)
 - 박 승 창 (주유오씨 대표)
 - 박 진 선 (부산대학교 교수)
 - 심 규 성 (한경국립대학교 교수)
 - 안 성 수 (명지전문대학 교수)
 - 윤 중 현 (조선이공대학교 교수)
 - 이 정 석 (인하공업전문대학 교수)
 - 이 철 (동국대학교 교수)
 - 정 승 원 (고려대학교 교수)
 - 최 욱 (인천대학교 교수)
- 사무국 편집담당
 - 이 안 순 부장
 - TEL : (02)553-0255(내선 6)
 - FAX : (02)562-4753
- 학회 홈페이지
 - <http://www.theieie.org>

학회소식

12 학회소식 / 편집부

특집 : 인공지능과 산업전자 기술 동향

- 17 특집편집기 / 윤중현
- 18 온디바이스 AI 동향 및 활용 분야 / 최철준
- 26 AI를 활용한 바이오산업 분야 미래와 전망 / 윤제정
- 33 인공지능을 이용한 공기질 관리 시스템 / 한경헌
- 45 인공지능을 이용한 태양광 발전 기술 / 조경재
- 56 인공지능을 이용한 태양광 발전량 예측 / 강병복, 선기주

회원광장

66 논문지 논문목차

정보교차로

- 68 국내외 학술행사 안내 / 편집부
- 78 특별회원사 및 후원사 명단

2024년도 임원 및 각 위원회 위원

회 장	이 충 용 (연세대학교 교수)	김 기 남 (삼성전자 종합기술원 회장)
	수 석 부 회 장	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	고 문	권 오 경 (한양대학교 석좌교수)
		김 영 재 (해동과학문화재단 이사장)
		방 승 찬 (한국전자통신연구원 원장)
감 사 부 회 장	안 승 권 (연암공과대학교 총장)	전 영 현 (삼성전자 부회장)
		최 창 식 (DB하이텍 부회장)
		전 병 우 (성균관대학교 교수) - 감사
		구 본 태 (한국전자통신연구원 본부장) - 산학연
		김 종 옥 (고려대학교 교수) - 사업총괄/대외협력
소사이어티 회장	노 원 우 (연세대학교 교수) - 국제총괄/ICCE Asia/영문논문/신기술	류 수 정 (서울대학교 교수) - 회원 및 여성
		이 승 호 (한밭대학교 교수) - 대외협력/지부
		고 정 환 (인하공업전문대학 교수) - 산업전자
		장 성 진 (삼성전자 상근교문) - 반도체
		최 용 수 (신한대학교 교수) - 컴퓨터
협동부 회장		김 강 태 (삼성전자 부사장)
		김 영 한 (UC San Diego / 가우스랩스 대표이사)
		김 형 준 (한국과학기술연구원 소장)
		송 문 섭 (심텍 회장)
		엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)
상 임 이 사		원 제 형 (도쿄엘렉트론코리아 대표이사)
		이 광 업 (서경대학교 교수)
		이 병 선 (김포대학교 교수)
		이 서 규 (한국팹리스산업협회 회장)
		이 재 관 (한국자동차연구원 소장)
산 업 체 이 사		전 선 익 (파이낸셜뉴스 부회장)
		정 준 (솔리드 대표이사)
		강 석 주 (서강대학교 교수) - 총무
		권 혁 인 (중앙대학교 교수) - 사업총괄2
		김 영 로 (명지전문대학 교수) - 회지편집
이 사		김 용 신 (고려대학교 교수) - 대외협력/산학연
		김 윤 (서울시립대학교 교수) - 사업
		김 재 준 (서울대학교 교수) - JSTS
		김 현 (서울과학기술대학교 교수) - ICBC/기획
		동 성 수 (온인예술과학대학교 교수) - 교육
		변 대 석 (삼성전자 마스터) - 교육
		선 우 경 (서울대학교 교수) - 회원 및 여성
		송 진 호 (연세대학교 교수) - ICCE Asia
		유 찬 세 (한국전자기술연구원 수석연구원) - 사업총괄1
		이 덕 우 (계명대학교 교수) - 논문 편집
		이 후 진 (한성대학교 교수) - ICCE Asia
		정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장) - 사업
		조 성 현 (한양대학교 교수) - 논문편집 총괄
		황 원 준 (아주대학교 교수) - 회지편집
		고 용 남 (하나미이크론 전무)
		김 현 수 (삼성전자 상무)
		서 경 열 (뷰웍스 부사장)
		우 정 호 (비전넥스트 대표이사)
		이 도 훈 (국가보안기술연구소 수석연구원)
		이 수 인 (텔레칩스 상무)
		천 이 우 (넥스트칩 연구소장)
		한 은 혜 (에스에스앤씨 대표이사)
		홍 국 태 (LX세미콘 연구위원)
		궁 재 하 (고려대학교 교수) - 대외협력

협동이사

권 구 덕 (강원대학교 교수) - 기획
 권 태 수 (서울과학기술대학교 교수) - 정보화
 김 선 옥 (고려대학교 교수) - 교육
 김 소 영 (성균관대학교 교수) - JSTS
 김 재 욱 (한국과학기술연구원 선임연구원) - 학술(하계)
 김 혁 (서울시립대학교 교수) - 교육
 문 상 미 (나사렛대학교 교수) - 여성/회원
 배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 학술(추계)
 변 영 재 (UNIST 교수) - ICCE Asia
 안 상 철 (한국과학기술연구원 책임연구원) - 신기술
 안 호 군 (한국전자통신연구원 실장) - 사업
 윤 상 민 (국민대학교 교수) - 신기술
 이 구 순 (파이낸셜뉴스 이사) - 홍보
 이 영 택 (ASML 전문) - 교육
 이 철 (동국대학교 교수) - 학회지
 임 동 구 (전북대학교 교수) - 정보화
 장 지 원 (연세대학교 교수) - 학회지
 정 해 준 (경희대학교 교수) - 국문논문
 진 성 훈 (인천대학교 교수) - 학술(하계)
 최 광 성 (한국전자통신연구원 실장) - 대외협력
 최 영 규 (인하대학교 교수) - 학술(하계)
 최 재 혁 (서울대학교 교수) - ICCE Asia
 하 정 우 (네이버 SI연구소장) - 신기술
 한 동 국 (국민대학교 교수) - 사업
 한 태 희 (성균관대학교 교수) - 국문논문
 허 재 두 (한국전자통신연구원 연구전문위원) - 사업
 황 태 호 (한국전자기술연구원 본부장) - 학술(하계)
 구 민 석 (서울시립대학교 교수) - 기획
 권 경 하 (KAIST 교수) - 사업
 김 건 우 (목포대학교 교수) - 회원
 김 기 현 (전북대학교 교수) - 회원
 김 대 영 (순천향대학교 교수) - 회원
 김 사 혁 (KISDI 책임연구원) - 대외협력
 김 정 석 (가천대학교/셀리코 교수/대표이사) - 대외협력
 김 형 진 (한양대학교 교수) - 회원/여성
 민 경 식 (국민대학교 교수) - JSTS
 배 준 성 (강원대학교 교수) - 정보화
 서 민 재 (서울시립대학교 교수) - 홍보/정보화
 서 중 열 (LG전자 그룹장) - 산학연
 송 준 영 (인천대학교 교수) - 홍보
 신 세 운 (POSTECH 교수) - 사업
 오 윤 호 (고려대학교 교수) - 학술(추계)
 유 동 훈 (디시일로 연구소장) - 산학연
 윤 명 국 (이화여자대학교 교수) - 신기술
 윤 희 인 (UNIST 교수) - 홍보
 이 재 규 (삼성전자 마스터) - 산학연
 이 정 원 (서울대학교 교수) - 회원/여성
 장 지 수 (삼성전자 PE) - 사업
 정 방 철 (충남대학교 교수) - 정보화
 정 완 영 (KAIST 교수) - 홍보
 차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장) - 표준화
 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) - SPC
 추 민 성 (한양대학교 교수) - 기획
 홍 상 완 (서강대학교 교수) - 대외협력

권 기 룡 (부경대학교 교수) - 학술(하계)
 김 민 규 (LG이노텍 상무) - 산학연
 김 성 우 (서울대학교 교수) - 대외협력
 김 유 철 (LG SI연구원 부부장) - 신기술
 김 중 현 (고려대학교 교수) - 사업
 류 은 석 (성균관대학교 교수) - 사업
 박 성 정 (건국대학교 교수) - 국제협력
 백 종 덕 (연세대학교 교수) - 신기술
 안 광 호 (한국전자기술연구원 본부장) - 대외협력
 안 상 수 (명지전문대학 교수) - 학회지
 원 용 욱 (명지대학교 교수) - 신기술
 윤 종 윤 (파두 사장) - 교육
 이 상 만 (고려대학교 교수) - 산학연
 이 창 우 (가톨릭대학교 교수) - 국제협력
 이 태 동 (국제대학교 교수) - 홍보/정보화
 장 성 욱 (카카오모빌리티 부사장) - 신기술
 전 동 석 (서울대학교 교수) - 학술(하계)
 제 민 규 (KAIST 교수) - ICCE Asia
 채 관 엽 (삼성전자 마스터) - 대외협력
 최 병 호 (한국전자기술연구원 연구소장) - 산학연
 최 재 욱 (가천대학교 교수) - 국문논문
 최 정 욱 (한양대학교 교수) - 학회지
 하 태 준 (광운대학교 교수) - 학술(추계)
 한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 국제협력
 함 범 섭 (연세대학교 교수) - 학술(하계)
 황 진 영 (한국항공대학교 교수) - 홍보

권 건 우 (홍익대학교 교수) - 학술(하계)
 권 중 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) - 학술(추계)
 김 근 영 (한국전자통신연구원 연구원) - 학술(하계)
 김 도 훈 (한국전자통신연구원 박사) - 표준화
 김 범 현 (한양대학교 교수) - 정보화
 김 승 환 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 학술(추계)
 김 현 우 (고려대학교 교수) - 신기술
 류 성 주 (서강대학교 교수) - 학술(하계)
 박 관 서 (연세대학교 교수) - 학술(추계)
 배 준 호 (가천대학교 교수) - 표준화
 서 봉 상 (올포랜드 상무) - 홍보/정보화
 송 익 현 (한양대학교 교수) - 회원
 송 철 (DGIST 교수) - 신기술
 심 민 섭 (경상국립대학교 교수) - 회원
 유 경 창 (삼성전자 수석연구원) - 회원
 유 성 철 (쌍용정보통신 상무) - 홍보/정보화
 윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원) - 사업
 이 권 형 (LG전자 팀장) - 학술(하계)
 이 정 석 (인하공업전문대학 교수) - 학회지
 임 매 순 (한국과학기술연구원 책임연구원) - 사업
 정 민 채 (세종대학교 교수) - 국문논문
 정 성 엽 (고려대학교 교수) - 학술(하계)
 정 재 욱 (인천대학교 교수) - 학회지
 채 주 형 (광운대학교 교수) - 총무
 최 욱 (인천대학교 교수) - 학회지
 한 상 욱 (삼성전자 연구원) - 학술(하계)

지부장 명단

강 원 지 부
 대구·경북지부
 부산·경남·울산지부
 제 주 지 부
 호 서 지 부
 미 국

강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
 이 찬 수 (영남대학교 교수)
 고 진 환 (경상국립대학교 교수)
 고 석 준 (제주대학교 교수)
 강 윤 희 (백석대학교 교수)
 최 명 준 (텔레다인 박사)

광주·전남지부
 대전·충남지부
 전 북 지 부
 충 북 지 부
 일 본
 러 시 아 지 부

최 수 일 (전남대학교 교수)
 김 철 영 (충남대학교 교수)
 이 주 연 (전주비전대학교 교수)
 조 문 규 (한국교통대학교 교수)
 강 유 선 (Tokyo Polytechnic University 교수)
 Prof. Edis B. TEN (National University of Science and Technology)

위원회 명단

자문위원회

위원장	박 항 구 (소암시스템 회장)
부위원장	박 성 한 (한양대학교 명예교수)
위원	고 성 제 (고려대학교 명예교수)
	김 성 대 (KAIST 명예교수)
	김 재 희 (연세대학교 명예교수)
	박 규 태 (연세대학교 명예교수)
	서 승 우 (서울대학교 교수)
	이 문 기 (연세대학교 명예교수)
	이 진 구 (동국대학교 명예교수)
	임 혜 속 (이화여자대학교 교수)
	정 정 화 (한양대학교 명예교수)
	홍 승 홍 (인하대학교 명예교수)

공 준 진 (삼성전자공과대학교 교수)	구 용 서 (단국대학교 석좌교수)
김 수 중 (경북대학교 명예교수)	김 영 권 (건국대학교 명예교수)
나 정 웅 (KAIST 명예교수)	문 영 식 (한양대학교 명예교수)
박 진 옥 (육군사관학교 명예교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
성 광 모 (서울대학교 명예교수)	윤 종 웅 (한국공학교육인증원 이사장)
이 상 설 (한양대학교 명예교수)	이 재 홍 (서울대학교 명예교수)
이 혁 재 (서울대학교 교수)	임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
전 국 진 (서울대학교 명예교수)	전 홍 태 (중앙대학교 명예교수)
천 경 준 (씨젠 회장)	홍 대 식 (연세대학교 교수)

기획위원회

위원장	강 명 곤 (서울시립대학교 교수)
부위원장	김 현 (서울과학기술대학교 교수)
위원	구 민 석 (서울시립대학교 교수)
	배 종 호 (국민대학교 교수)
	조 문 규 (한국교통대학교 교수)

권 구 덕 (강원대학교 교수)	권 민 우 (강릉원주대학교 교수)
송 익 현 (한양대학교 교수)	심 원 보 (서울과학기술대학교 교수)
채 주 형 (광운대학교 교수)	추 민 성 (한양대학교 교수)

학술연구위원회 - 하계

위원장	김 훈 (인천대학교 교수)
위원	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
	김 영 민 (서울대학교 교수)
	이 권 형 (LG전자 팀장)
	정 승 원 (고려대학교 교수)
	한 상 욱 (삼성전자 연구원)

김 근 영 (한국전자통신연구원 연구원)	김 도 현 (제주대학교 교수)
김 익 군 (한국전자통신연구원 본부장)	김 혁 (서울시립대학교 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수)	정 성 업 (고려대학교 교수)
조 성 현 (한양대학교 교수)	진 성 훈 (인천대학교 교수)
한 재 호 (고려대학교 교수)	

학술연구위원회 - 추계

위원장	이 강 윤 (성균관대학교 교수)
위원	고 형 호 (충남대학교 교수)
	박 관 서 (연세대학교 교수)
	하 태 준 (광운대학교 교수)

권 중 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)	김 승 환 (한국전자통신연구원 책임)
배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원)	오 윤 호 (고려대학교 교수)

논문편집위원회

위원장	조 성 현 (한양대학교 교수)
위원	강 성 복 (한국생산기술연구원 수석연구원)
	권 중 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
	김 상 범 (한국폴리텍대학 교수)
	김 영 선 (대림대학교 교수)
	여 영 정 (연세대학교 교수)
	이 덕 우 (계명대학교 교수)
	조 성 인 (동국대학교 교수)

강 제 원 (이화여자대학교 교수)	권 구 덕 (강원대학교 교수)
김 기 연 (한국산업기술시험원 선임연구원)	김 명 선 (한성대학교 교수)
김 선 용 (건국대학교 교수)	김 영 로 (명진전문대학 교수)
김 학 구 (중앙대학교 교수)	심 규 성 (한경국립대학교 교수)
유 재 준 (UNIST 교수)	윤 중 현 (조선이공대학교 교수)
이 중 호 (송실대학교 교수)	임 민 중 (동국대학교 교수)
최 재 용 (가천대학교 교수)	추 민 성 (한밭대학교 교수)

국제협력위원회

위원장	노 원 우 (연세대학교 교수)
위원	김 태 욱 (연세대학교 교수)
	한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)

박 성 정 (건국대학교 교수)	이 창 우 (가톨릭대학교 교수)
------------------	-------------------

대외협력위원회

위원장	김 용 신 (고려대학교 교수)
위원	궁 재 하 (고려대학교 교수)
	김 정 석 (가천대학교/셀리코 교수/대표이사)
	최 광 성 (한국전자통신연구원 실장)

김 사 혁 (KISDI 책임연구원)	김 성 우 (서울대학교 교수)
안 광 호 (한국전자기술연구원 본부장)	채 관 업 (삼성전자 마스터)
홍 성 완 (서강대학교 교수)	

회원관리위원회

위원장	선우 경 (서울대학교 교수)		
위원	김 건 우 (목포대학교 교수)	김 기 현 (전북대학교 교수)	김 대 영 (순천향대학교 교수)
	김 민 주 (단국대학교 교수)	김 민 휘 (중앙대학교 교수)	김 형 진 (한양대학교 교수)
	문 상 미 (나사렛대학교 교수)	송 익 현 (한양대학교 교수)	심 민 섭 (경상국립대학교 교수)
	유 경 창 (삼성전자 수석연구원)	이 정 원 (서울대학교 교수)	

회지편집위원회

위원장	황 원 준 (아주대학교 교수)		
부위원장	김 영 로 (명지전문대학 교수)		
위원	김 상 범 (한국폴리텍대학 교수)	박 승 창 (유오씨 대표)	박 진 선 (부산대학교 교수)
	심 규 성 (한경국립대학교 교수)	안 성 수 (명지전문대학 교수)	윤 중 현 (조선이공대학교 교수)
	이 정 석 (인하공업전문대학 교수)	이 철 (동국대학교 교수)	정 승 원 (고려대학교 교수)
	최 욱 (인천대학교 교수)		

사업위원회

위원장	유 찬 세 (한국전자기술연구원 수석연구원)		
부위원장	권 혁 인 (중앙대학교 교수)		
위원	김 윤 (서울시립대학교 교수)	김 중 현 (고려대학교 교수)	류 은 석 (성균관대학교 교수)
	선우명훈 (아주대학교 교수)	손 교 민 (삼성전자 마스터)	연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장)
	정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)		

교육연구위원회

위원장	변 대 석 (삼성전자 마스터)	동 성 수 (용인예술과학대학교 교수)	
위원	김 선 욱 (고려대학교 교수)	김 혁 (서울시립대학교 교수)	류 현 석 (서울대학교 교수)
	박 영 우 (TEL 부사장)	변 영 재 (UNIST 교수)	윤 종 윤 (파두 대표이사)
	이 영 택 (ASML 전무)	이 후 진 (한성대학교 교수)	정 성 업 (고려대학교 교수)
	최 병 수 (한국전자통신연구원 박사)		

홍보/정보화위원회

위원장	서 병 석 (상지대학교 교수)		
위원	공 규 열 (한성대학교 교수)	권 태 수 (서울과학기술대학교 교수)	김 범 현 (한양대학교 교수)
	배 준 성 (강원대학교 교수)	서 민 재 (서울시립대학교 교수)	서 봉 상 (울포랜드 상무)
	송 준 영 (인천대학교 교수)	유 성 철 (쌍용정보통신 상무)	윤 희 인 (UNIST 교수)
	이 구 순 (파이낸셜뉴스 이사)	이 태 동 (국제대학교 교수)	임 동 구 (전북대학교 교수)
	정 방 철 (충남대학교 교수)	정 완 영 (KAIST 교수)	황 진 영 (한국항공대학교 교수)

표준화위원회

위원장	김 원 종 (한국전자통신연구원 책임연구원)		
부위원장	연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장)		
위원 (간사)	김 도 훈 (한국전자통신연구원 박사)		
위원	권 기 원 (성균관대학교 교수)	김 성 동 (서울과학기술대학교 교수)	박 재 영 (광운대학교 교수)
	배 준 호 (가천대학교 교수)	이 상 근 (성균관대학교 교수)	좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수)
	차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장)		

신기술위원회

위원장	한 재 호 (고려대학교 교수)		
위원	고 정 길 (연세대학교 교수)	김 혁 (서울시립대학교 교수)	김 현 우 (고려대학교 교수)
	송 철 (DGIST 교수)	원 용 욱 (명지대학교 교수)	윤 상 민 (국민대학교 교수)
	장 현 재 (KIST 선임연구원)		

지부담당위원회

위원장	이 승 호 (한밭대학교 교수)		
위원	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	강 윤 희 (백석대학교 교수)	고 석 준 (제주대학교 교수)
	고 진 환 (경상국립대학교 교수)	김 철 영 (충남대학교 교수)	이 주 연 (전주비전대학교 교수)
	이 찬 수 (영남대학교 교수)	최 수 일 (전남대학교 교수)	조 문 규 (한국교통대학교 교수)

선거관리위원회

위 원 장	전 홍 태 (중앙대학교 교수)		
위 원	강 명 곤 (서울시립대학교 교수)	강 석 주 (서강대학교 교수)	조 성 재 (이화여자대학교 교수)
	조 성 현 (한양대학교 교수)	한 재 호 (고려대학교 교수)	

포상위원회

위 원 장	임 해 숙 (이화여자대학교 교수)		
위 원	강 명 곤 (서울시립대학교 교수)	김 훈 (인천대학교 교수)	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	조 성 재 (이화여자대학교 교수)	조 성 현 (한양대학교 교수)	
위원 및 간사겸임	강 석 주 (서강대학교 교수)		

인사위원회

위 원 장	이 총 용 (연세대학교 교수)		
위 원	강 석 주 (서강대학교 교수)	김 현 (서울과학기술대학교 교수)	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	조 성 재 (이화여자대학교 교수)		

JSTS 편집위원회

위 원 장	김 재 준 (서울대학교 교수)		
위 원	강 명 곤 (서울시립대학교 교수)	강 인 만 (경북대학교 교수)	권 혁 인 (중앙대학교 교수)
	김 상 범 (서울대학교 교수)	김 상 완 (서강대학교 교수)	김 소 영 (성균관대학교 교수)
	김 윤 (서울시립대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)	남 일 구 (부산대학교 교수)
	민 경 식 (국민대학교 교수)	서 문 교 (성균관대학교 교수)	신 민 철 (KAIST 교수)
	이 가 원 (충남대학교 교수)	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	전 동 석 (서울대학교 교수)
	정 재 경 (한양대학교 교수)	조 성 재 (이화여자대학교 교수)	조 일 환 (명지대학교 교수)
	차 호 영 (홍익대학교 교수)	최 우 석 (서울대학교 교수)	최 우 영 (서울대학교 교수)
	한 대 덕 (한양대학교 교수)		

SPC위원회

위 원 장	박 철 수 (광운대학교 교수)	송 병 철 (인하대학교 교수)	
자 문 위 원	김 선 옥 (고려대학교 교수)	김 창 수 (고려대학교 교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	심 동 규 (광운대학교 교수)	임 해 숙 (이화여자대학교 교수)	전 병 우 (성균관대학교 교수)
	조 남 익 (서울대학교 교수)	조 민 호 (고려대학교 교수)	
운영위원 (간사)	공 경 보 (부산대학교 교수)	조 성 인 (동국대학교 교수)	홍 승 혁 (수원대학교 교수)
운 영 위 원	김 종 옥 (고려대학교 교수)	유 양 모 (서강대학교 교수)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
운영위원 겸 편집위원	강 석 주 (서강대학교 교수)	김 영 민 (홍익대학교 교수)	김 원 준 (건국대학교 교수)
	김 재 곤 (한국항공대학교 교수)	서 영 호 (광운대학교 교수)	이 채 은 (한양대학교 교수)
	정 승 원 (고려대학교 교수)	황 원 준 (아주대학교 교수)	황 인 철 (강원대학교 교수)
편 집 위 원	권 건 우 (홍익대학교 교수)	권 준 석 (중앙대학교 교수)	김 병 서 (홍익대학교 교수)
	김 영 빈 (중앙대학교 교수)	김 용 태 (경북대학교 교수)	김 원 중 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	김 진 술 (전남대학교 교수)	김 태 석 (광운대학교 교수)	김 태 환 (한국항공대학교 교수)
	김 현 (서울과학기술대학교 교수)	남 일 구 (부산대학교 교수)	민 경 식 (국민대학교 교수)
	박 승 창 (유오씨 대표이사)	신 영 주 (고려대학교 교수)	신 오 순 (송실대학교 교수)
	엄 찬 호 (중앙대학교 교수)	오 지 형 (중앙대학교 교수)	오 태 현 (POSTECH 교수)
	오 현 우 (쓰리웨이소프트 기업 연구소장)	우 성 민 (한국기술교육대학교 교수)	유 지 현 (광운대학교 교수)
	윤 은 준 (경일대학교 교수)	이 재 훈 (고려대학교 교수)	이 철 (동국대학교 교수)
	이 후 진 (한성대학교 교수)	이 훈 (부경대학교 교수)	임 성 훈 (DGIST 교수)
	장 승 진 (한밭대학교 교수)	장 주 용 (광운대학교 교수)	장 훈 석 (한국전자기술연구원 선임연구원)
	장 희 선 (평택대학교 교수)	정 성 윤 (영남대학교 교수)	조 성 현 (한양대학교 교수)
	진 훈 (경기대학교 교수)	최 상 호 (광운대학교 교수)	황 성 운 (가천대학교 교수)

바이오-메디컬연구회

위 원 장	김 동 현 (연세대학교 교수)
-------	------------------

Society 명단

통신소사이터티

회 장	신 오 순 (숭실대학교 교수)	김 재 현 (아주대학교 교수)	김 진 영 (광운대학교 교수)
부 회 장	김 선 용 (건국대학교 교수)	오 정 근 (ATNS 대표이사)	윤 석 현 (단국대학교 교수)
	김 훈 (인천대학교 교수)	이 재 진 (숭실대학교 교수)	이 정 우 (중앙대학교 교수)
	이 인 규 (고려대학교 교수)	허 준 (고려대학교 교수)	
감 사	최 천 원 (단국대학교 교수)	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)	
협 동 부 회 장	유 명 식 (숭실대학교 교수)	김 연 은 (브로던 대표이사)	김 영 한 (숭실대학교 교수)
	김 병 남 (에이스테크놀로지 연구소장)	방 승 찬 (한국전자통신연구원 원장)	연 철 홀 (LGT 상무)
	김 용 석 (답스 대표이사)	장 병 수 (이노벨류네트웍스 부사장)	정 현 규 (한국전자통신연구원 부장)
	이 재 훈 (유정시스템 대표이사)		
	조 인 호 (에이스테크놀로지 박사)	김 성 훈 (한국전자통신연구원 박사)	김 정 호 (이화여자대학교 교수)
이 사	김 광 순 (연세대학교 교수)	김 중 현 (고려대학교 교수)	서 철 현 (숭실대학교 교수)
	김 준 수 (한국공학대학교 교수)	손 인 수 (동국대학교 교수)	신 수 용 (금오공과대학교 교수)
	성 원 진 (서강대학교 교수)	윤 중 호 (한국항공대학교 교수)	윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)
	신 요 안 (숭실대학교 교수)	이 재 훈 (동국대학교 교수)	이 중 호 (숭실대학교 교수)
	이 예 훈 (서울과학기술대학교 교수)	임 중 태 (홍익대학교 교수)	장 석 호 (건국대학교 교수)
	이 호 경 (홍익대학교 교수)	조 성 래 (중앙대학교 교수)	조 성 현 (한양대학교 교수)
	정 소 이 (아주대학교 교수)	최 진 식 (한양대학교 교수)	허 서 원 (홍익대학교 교수)
	최 지 웅 (대구경북과학기술원 교수)	황 승 훈 (동국대학교 교수)	황 인 태 (전남대학교 교수)
간 사	홍 인 기 (경희대학교 교수)	정 소 이 (아주대학교 교수)	
연구회위원장	김 중 현 (고려대학교 교수)	윤 상 민 (국민대학교 교수) - 지능형네트워크	
	최 영 준 (아주대학교 교수) - 통신	이 철 기 (아주대학교 교수) - ITS	
	조 춘 식 (한국항공대학교 교수) - 마이크로파 및 전파전자	허 재 두 (한국전자통신연구원 연구전문위원) - 무선 PAN/BAN	
	김 강 욱 (경북대학교 교수) - 군사전자		

반도체소사이터티

회 장	장 성 진 (삼성전자 상근고문)	권 오 경 (한양대학교 교수, 반소전임회장)	김 영 환 (POSTECH 교수)
자 문 위 원	공 준 진 (삼성전자 마스터/ 교수)	김 진 상 (경희대학교 총장, 반소전임회장)	김 희 석 (청주대학교 교수)
	김 재 석 (연세대학교 교수)	선우명훈 (아주대학교 교수, 반소전임회장)	손 보 익
	박 홍 준 (POSTECH 교수)	신 현 철 (한양대학교 교수, 반소전임회장)	우 남 성 (반소전임회장)
	신 승 송 (반소전임회장)	임 신 일 (서경대학교 교수)	임 형 규 (반소전임회장)
	이 승 훈 (서강대학교 교수)	정 연 모 (경희대학교 교수)	정 항 근 (전북대학교 교수)
	전 영 현 (삼성전자 부회장, 반소전임회장)	조 경 순 (한국외국어대학교 교수)	조 상 복 (울산대학교 교수)
	소 경 신 (시놀시스 사장)	최 기 영 (서울대학교 교수)	최 승 중 (웰랑 대표이사)
	조 중 휘 (인천대학교 교수, 반소전임회장)	허 열 (실리콘마이터스 회장)	
감 사	이윤중 (KAIST 교수)	이 광 엽 (서경대학교 교수)	
부 회 장	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	고 대 협 (LX세미콘 연구소장)	이 한 호 (인하대학교 교수)
	박 영 우 (EXICON 사장)	최 중 호 (서울시립대학교 교수)	김 동 규 (한양대학교 교수)
	이 희 덕 (충남대학교 교수)		
	안 기 현 (한국반도체산업협회 전무)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)	김 현 (서울과학기술대학교 교수)
총 무 이 사	고 형 호 (충남대학교 교수)	박 종 선 (고려대학교 교수)	윤 찬 호 (삼성전자 마스터)
	류 현 석 (서울대학교 교수)		
	황 상 준 (삼성전자 부사장)	유 창 식 (삼성전자 부사장)	조 성 재 (이화여자대학교 교수)
편 집 이 사	노 정 진 (한양대학교 교수)		
	한 태 희 (성균관대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)	범 진 욱 (서강대학교 교수)
학 술 이 사	강 진 구 (인하대학교 교수)	송 민 구 (동국대학교 교수)	이 병 훈 (POSTECH 교수)
	변 영 재 (UNIST 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)	이 희 덕 (충남대학교 교수)
	이 승 호 (한밭대학교 교수)	정 진 균 (전북대학교 교수)	차 호 영 (홍익대학교 교수)
	인 치 호 (세명대학교 교수)	최 창 환 (한양대학교 교수)	
	최 우 영 (연세대학교 교수)	공 배 선 (성균관대학교 교수)	공 정 택 (성균관대학교 교수)
사 업 이 사	강 운 병 (삼성전자 마스터)	김 소 영 (성균관대학교 교수)	김 시 호 (연세대학교 교수)
	김 동 순 (세종대학교 교수)	김 원 중 (한국전자통신연구원 실장)	김 종 선 (홍익대학교 교수)
	김 용 석 (가천대학교 석좌교수)	백 광 현 (중앙대학교 교수)	변 대 석 (삼성전자 마스터)
	나 영 선 (LX세미콘 상무)	송 용 호 (삼성전자 부사장)	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	손 고 민 (삼성전자 마스터)	이 상 훈 (웨이브피아 대표)	조 태 제 (DGIST 교수)
	오 정 우 (연세대학교 교수)	최 병 호 (한국전자기술연구원 연구소장)	최 윤 경 (고려대학교 교수)
	최 규 명 (서울대학교 교수)		
	최 준 림 (경북대학교 교수)	이 성 수 (숭실대학교 교수)	
재 무 이 사	권 기 원 (성균관대학교 교수)	김 동 현 (ICTK 사장)	김 보 은 (라온텍 사장)
산 학 이 사	김 경 수 (넥스트칩 대표이사)	나 준 호 (실리콘웍스 전무)	손 재 철
	김 준 석 (ADT 사장)	신 용 석 (케이던스코리아 사장)	오 문 욱 (삼성전자 부사장)
	송 태 훈 (휴인스 사장)	이 장 규 (텔레칩스 대표이사)	
	이 도 영 (옵토레인 사장)	문 용 (숭실대학교 교수)	
회 원 이 사	노 원 우 (연세대학교 교수)	김 상 인 (아주대학교 교수) - 광파워전자자공학	
연구회위원장	최 우 영 (서울대학교 교수) - 반도체소재및재료	황 인 철 (강원대학교 교수) - RF집적회로	
	이 강 윤 (성균관대학교 교수) - SoC설계	김 의 균 (한국전자통신연구원 본부장) - 정보보안시스템	
	정 원 영 (강원공업 본부장) - PCB&Package	김 한 구 (EESOP 대표) - ESD/EOS & Latchup	
	정 의 준 (경희대학교 교수) - 내방사전 반도체 설계 및 소자	송 민 규 (동국대학교 교수) - 이미지센서	
	노 원 우 (연세대학교 교수) - 인 메모리 컴퓨팅	권 구 덕 (강원대학교 교수)	
협 동 위 원	강 명 곤 (서울시립대학교 교수)	김 수 연 (동국대학교 교수)	김 영 민 (홍익대학교 교수)
	권 영 수 (한국전자통신연구원 책임연구원)	김 태 환 (한국항공대학교 교수)	류 성 주 (서강대학교 교수)
	김 재 욱 (KIST 그룹장)	송 준 영 (인천대학교 교수)	양 준 성 (연세대학교 교수)
	박 성 정 (건국대학교 교수)	윤 명 국 (이화여자대학교 교수)	이 영 주 (POSTECH 교수)
	오 윤 호 (성균관대학교 교수)	이 윤 명 (성균관대학교 교수)	이 형 민 (고려대학교 교수)
	이 우 주 (중앙대학교 교수)	전 성 훈 (삼성전자 상무)	정 무 경 (SK사피온 CTO)
	전 동 석 (서울대학교 교수)	제 민 규 (KAIST 교수)	채 형 일 (건국대학교 교수)
	정 윤 호 (항공대학교 교수)		

최재혁 (서울대학교 교수)
한정환 (충남대학교 교수)

최재혁 (성균관대학교 교수)
황태호 (한국전자기술연구원 박사)

추민성 (한양대학교 교수)

컴퓨터사이버티

회예회장

최수식 (신한대학교 교수)
김민우 (강릉원주대학교 교수)
박인호 (단국대학교 명예교수)
정영호 (동인대학교 교수)
정영호 (울지대학교 교수)
정영호 (가천대학교 교수)
정영호 (강원대학교 교수)
박수도 (국민대학교 교수)
조민준 (제주대학교 교수)
김민준 (고려대학교 교수)
김민준 (상명대학교 교수)
김민준 (강릉원주대학교 교수)
이인호 (인천대학교 교수)
홍인대 (명지병원 책임연구원)
김민준 (울지대학교 교수)
박인호 (수명여자대학교 교수)
정영호 (한성대학교 교수)
정영호 (순천향대학교 교수)
정영호 (경희대학교 교수)
정영호 (서울과학기술대학교 교수)
정영호 (한국전자기술연구원 책임연구원)
정영호 (전북대학교 교수)
정영호 (김포대학교 교수)
정영호 (고려대학교 교수)
정영호 (전북대학교 교수)
정영호 (고려대학교 교수)
정영호 (조선대학교 교수)
정영호 (경기대학교 겸임교수)
정영호 (부경대학교 교수)
정영호 (군산대학교 교수)
정영호 (유오씨 대표이사)
정영호 (네이버시스템즈 대표이사)
정영호 (비온이노베티 대표이사)
정영호 (연세세브란스병원 연구원)
정영호 (대보정보통신 부장)
정영호 (유비벨록스모바일 대표이사)
정영호 (세림TSG 전무)

김승천 (한성대학교 교수)
박명진 (한국교통대학교 교수)
박명진 (동명대학교 교수)
박명진 (스마트의료기기산업진흥재단 부이사장)
남상엽 (국제대학교 교수)
심정연 (UNIST 교수)
심정연 (강남대학교 교수)
김병서 (홍익대학교 교수)
우태진 (KAIST 교수)
이후진 (한성대학교 교수)
김장근 (공주대학교 교수)
노소현 (배재대학교 교수)
김민준 (월송출판 교수)
이민준 (김포대학교 교수)
이민준 (가천대학교 교수)
김민준 (금오공과대학교 교수)
김민준 (한성대학교 교수)
김민준 (다스퍼워 이사)
김민준 (연안공과대학교 교수)
김민준 (대림대학교 교수)
김민준 (신한대학교 교수)
김민준 (연세의료원 팀장)
차시호 (청운대학교 교수)
김대희 (한국정보통신 대표이사)
김대희 (투아시스템즈 이사)
김대희 (올프랜드 이사)
김대희 (주얼리 대표이사)
이학준 (이노지스스 코리아 연구소장)
조병준 (CNCInstrument 사장)

김형중 (고려대학교 교수)
신인철 (단국대학교 명예교수)
이규대 (공주대학교 교수)
홍유식 (상지대학교 교수)
정교일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
윤은준 (경일대학교 교수)
김영학 (산업기술평가관리원 본부장)
유철성 (쌍용정보통신주식회사 본부장)
정민성 (홍익대학교 교수)
김선욱 (고려대학교 교수)
김선욱 (세종대학교 교수)
심민성 (한경국립대학교 교수)
이민호 (경북대학교 교수)
이찬수 (영남대학교 교수)
김종욱 (경동대학교 교수)
김선욱 (중앙대학교 교수)
이정선 (울지대학교 교수)
이재민 (명지병원 소장)
이재민 (순천향대학교 교수)
홍상중 (SK Telecom 박사)
황진영 (한국항공대학교 교수)
김성길 (우주텔레콤 이사)
김진수 (지엔소프트 대표이사)
송지훈 (웨이버스 이사)
이영욱 (진우ATS 팀장)
임준성 (대전정보통신 차장)
조병영 (태진인포텍 전무)

연구회위원장

한태주 (연세대의원 팀장) - 멀티미디어
최주환 (경일대학교 교수) - 융합컴퓨팅
김민준 (제주대학교 교수) - M2M/IoT
정영호 (가천대학교 교수) - 인공지능 및 보안
김민준 (한성대학교 교수) - 시 응용

진훈 (경기대학교 겸임교수) - 휴먼ICT
이민호 (경북대학교 교수) - 인공지능/신경망/퍼지
우영택 (KAIST 교수) - 증강현실
정민성 (홍익대학교 교수) - 블록체인

인공지능 신호처리사이버티

회예회장

김민준 (계명대학교 교수)
김민준 (이화여자대학교 교수)
김민준 (광주과학기술원 교수)
김민준 (광운대학교 교수)
김민준 (서울대학교 교수)
김민준 (서강대학교 교수)
김민준 (DGIST 교수)
김민준 (고려대학교 교수)
김민준 (충북대학교 교수)
김민준 (이주대학교 교수)
김민준 (한국전자통신연구원 연구원)
김민준 (성균관대학교 교수)
김민준 (경희대학교 교수)
김민준 (경일대학교 교수)
김민준 (세종대학교 교수)
김민준 (서울과학기술대학교 교수)
김민준 (성균관대학교 교수)
김민준 (광운대학교 교수)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (성균관대학교 교수)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (POSTECH 교수)
김민준 (KAIST 교수)
김민준 (중앙대학교 교수)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (서울과학기술대학교 교수)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (계명대학교 교수)
김민준 (한국기술교육대학교 교수)
김민준 (한국전자기술연구원 센터장)
김민준 (국기수리과학연구소 박사)
김민준 (고려대학교 교수)
김민준 (영남대학교 교수)
김민준 (네이버 연구원)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (영남대학교 교수)
김민준 (전남대학교 교수)
김민준 (충북대학교 교수)
김민준 (서울대학교 교수)
김민준 (중앙대학교 교수)

김민준 (고려대학교 교수)
김민준 (한양대학교 교수)
김민준 (세종대학교 교수)
김민준 (송실대학교 교수)
김민준 (이주대학교 교수)
김민준 (동국대학교 교수)
곽준 (서울대학교 교수)
권구락 (조선대학교 교수)
김기백 (송실대학교 교수)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (한국항공대학교 교수)
김민준 (한국공공연구원 연구원)
김민준 (한국전자통신연구원 연구원)
박성우 (명지대학교 교수)
박성우 (광운대학교 교수)
박성우 (한국전자통신연구원 교수)
송진호 (연세대학교 교수)
신학민 (캐논메디칼시스템즈코리아 박사)
신학민 (부산대학교 교수)
신학민 (인텔리빈스 대표이사)
신학민 (한국외국어대학교 교수)
신학민 (연세대학교 교수)
신학민 (POSTECH 교수)
신학민 (한국항공대학교 교수)
신학민 (한국전자기술연구원 책임연구원)
신학민 (성균관대학교 교수)
신학민 (제주대학교 교수)
신학민 (제주한라대학교 교수)
신학민 (광주과학기술원 교수)
신학민 (한밭대학교 교수)
신학민 (HDXMILL 박사)
신학민 (제주대학교 교수)
신학민 (이화여자대학교 교수)
신학민 (세종대학교 교수)
신학민 (연세대학교 교수)
신학민 (LG전자 연구원)
신학민 (한국전자통신연구원 그룹장)
신학민 (KAIST 교수)

김창익 (KAIST 교수)
송철우 (인하대학교 교수)
전병우 (성균관대학교 교수)
김승룡 (고려대학교 교수)
곽진태 (고려대학교 교수)
권준석 (중앙대학교 교수)
김민준 (연세대학교 교수)
김민준 (한국전자기술연구원 수석연구원)
김민준 (계명대학교 교수)
김민준 (경성대학교 교수)
김민준 (서울과학기술대학교 교수)
박성우 (KAIST 교수)
박성우 (경희대학교 교수)
박성우 (연세대학교 교수)
신재섭 (픽스트리 대표이사)
양현중 (UNIST 교수)
오세훈 (한국외국어대학교 교수)
유양모 (서강대학교 교수)
이기 (건국대학교 교수)
이성현 (DGIST 교수)
이성현 (경북대학교 교수)
이성현 (서울대학교 교수)
이성현 (계명대학교 교수)
이성현 (카톨릭대학교 교수)
이성현 (한양대학교 교수)
이성현 (한국전자통신연구원 연구원)
정미리 (대구과학관 교수)
정호기 (한국교통대학교 교수)
조승룡 (KAIST 교수)
최승현 (서울과학기술대학교 교수)
최주환 (한양대학교 교수)
최주환 (이주대학교 교수)
최주환 (KAIST 교수)
최주환 (부경대학교 교수)
최주환 (고려대학교 교수)
최주환 (LG전자 연구원)

부회장

김민준 (계명대학교 교수)

김민준 (계명대학교 교수)

김민준 (계명대학교 교수)

[illegible]

제24대 평의원 명단

강명곤 (서울시립대학교 교수)
 강석판 (LG전자 상무)
 강제원 (이화여자대학교 교수)
 고성환 (고려대학교 명예교수)
 고진환 (경상대학교 교수)
 공배선 (성균관대학교 교수)
 구민석 (서울시립대학교 교수)
 궁재하 (고려대학교 교수)
 권구덕 (강원대학교 교수)
 권태수 (서울과학기술대학교 교수)
 김강태 (삼성전자 부사장)
 김기현 (전북대학교 교수)
 김도훈 (한국전자통신연구원 박사)
 김동현 (CTK 대표이사)
 김민휘 (중앙대학교 교수)
 김상태 (전남테크노파크 본부장)
 김성태 (한국과학기술원 명예교수)
 김수중 (경북대학교 명예교수)
 김시호 (연세대학교 교수)
 김영민 (홍익대학교 교수)
 김영재 (해동과학문화재단 이사장)
 김원종 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 김은원 (대림대학교 교수)
 김재현 (아주대학교 교수)
 김종욱 (고려대학교 교수)
 김진상 (경희대학교 교수)
 김철우 (고려대학교 교수)
 김한구 (EESOP 대표)
 김현 (부천대학교 교수)
 김형진 (한양대학교 교수)
 나정웅 (한국과학기술원 명예교수)
 남일구 (부산대학교 교수)
 노정진 (한양대학교 교수)
 류성주 (서강대학교 교수)
 문상미 (나사렛대학교 교수)
 민경식 (국민대학교 교수)
 박규태 (연세대학교 명예교수)
 박성정 (건국대학교 교수)
 박영훈 (숙명여자대학교 교수)
 박종일 (한양대학교 교수)
 박철수 (광운대학교 교수)
 배순민 (케이티 Lab장)
 백광현 (중앙대학교 교수)
 범진욱 (서강대학교 교수)
 서민재 (서울시립대학교 교수)
 서승우 (서울대학교 교수)
 서지원 (연세대학교 교수)
 성광모 (서울대학교 명예교수)
 송민규 (동국대학교 교수)
 송익현 (한양대학교 교수)
 신세운 (포항공과대학교 교수)
 신창환 (고려대학교 교수)
 심용 (중앙대학교 교수)
 안상철 (한국과학기술연구원 책임연구원)
 안호균 (한국전자통신연구원 실장)
 연규봉 (한국자동차연구원 수석연구원)
 오태현 (포항공과대학교 교수)

강문식 (강릉원주대학교 교수)
 강성원 (한국전자통신연구원 부원장)
 고병철 (계명대학교 교수)
 고용남 (하나미크론 전무)
 고형호 (충남대학교 교수)
 공준진 (삼성전자공과대학교 주임교수)
 구본태 (한국전자통신연구원 본부장)
 권건우 (홍익대학교 교수)
 권기룡 (부경대학교 교수)
 권혁인 (중앙대학교 교수)
 김경기 (대구대학교 교수)
 김도현 (제주대학교 교수)
 김동규 (한양대학교 교수)
 김동현 (연세대학교 교수)
 김병서 (홍익대학교 교수)
 김선용 (건국대학교 교수)
 김성우 (서울대학교 교수)
 김승천 (한성대학교 교수)
 김영권 (후레대학교 명예총장)
 김영민 (서울대학교 교수)
 김영한 (UC San Diego/가우스랩스 대표이사)
 김원준 (건국대학교 교수)
 김익균 (한국전자통신연구원 본부장)
 김재희 (연세대학교 명예교수)
 김중현 (고려대학교 교수)
 김진영 (광운대학교 교수)
 김태욱 (연세대학교 교수)
 김혁 (서울시립대학교 교수)
 김현수 (삼성전자 상무)
 김형탁 (홍익대학교 교수)
 남광희 (포항공과대학교 교수)
 노승원 (LGI노텍 CTO)
 노태문 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
 류수정 (서울대학교 교수)
 문영식 (한양대학교 명예교수)
 민동보 (이화여자대학교 교수)
 박성욱 (차세대지능형반도체사업단 이사장)
 박성한 (한양대학교 명예교수)
 박인규 (인하대학교 교수)
 박준석 (인하대학교 교수)
 박항구 (소암시스템 회장)
 배준성 (강원대학교 교수)
 백종덕 (연세대학교 교수)
 변대석 (삼성전자 마스터)
 서병석 (상지대학교 교수)
 서정목 (연세대학교 교수)
 서철현 (숭실대학교 교수)
 손교민 (삼성전자 마스터)
 송병철 (인하대학교 교수)
 송준영 (인천대학교 교수)
 신오순 (숭실대학교 교수)
 신현철 (광운대학교 교수)
 안광호 (한국전자기술연구원 본부장)
 안성수 (명지전문대학 교수)
 양준성 (연세대학교 교수)
 오윤제 (정보통신기획평가원 PM)
 우성민 (한국기술교육대학교 교수)

강석주 (서강대학교 교수)
 강윤희 (백석대학교 교수)
 고석준 (제주대학교 교수)
 고정환 (인하공업전문대학 교수)
 공규열 (한성대학교 교수)
 곽진태 (고려대학교 교수)
 구용서 (단국대학교 석좌교수)
 권경하 (한국과학기술원 교수)
 권종원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
 권호열 (강원대학교 교수)
 김기연 (한국산업기술시험원 선임연구원)
 김도현 (국민대학교 명예교수)
 김동식 (인하공업전문대학 교수)
 김명선 (한성대학교 교수)
 김상범 (한국폴리텍대학 교수)
 김선욱 (고려대학교 교수)
 김소영 (성균관대학교 교수)
 김승환 (한국전자통신연구원 책임)
 김영로 (명지전문대학 교수)
 김영선 (대림대학교 교수)
 김용신 (고려대학교 교수)
 김윤 (서울시립대학교 교수)
 김재준 (서울대학교 교수)
 김중선 (홍익대학교 교수)
 김지훈 (이화여자대학교 교수)
 김철영 (충남대학교 교수)
 김학구 (중앙대학교 교수)
 김현 (서울과학기술대학교 교수)
 김형준 (한국과학기술연구원 소장)
 김훈 (인천대학교 교수)
 남기창 (동국대학교 교수)
 노원우 (연세대학교 교수)
 동성수 (용인예술과학대학교 교수)
 류은석 (성균관대학교 교수)
 문용 (숭실대학교 교수)
 박관서 (연세대학교 교수)
 박성욱 (강릉원주대학교 교수)
 박수현 (국민대학교 교수)
 박종선 (고려대학교 교수)
 박진욱 (육군사관학교 명예교수)
 방승찬 (한국전자통신연구원 원장)
 배현철 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 백준기 (중앙대학교 교수)
 변영재 (울산과학기술원 교수)
 서봉상 (울포랜드 상무)
 서종모 (서울대학교 교수)
 선우경 (서울대학교 교수)
 송문섭 (심텍 회장)
 송상현 (중앙대학교 교수)
 송진호 (연세대학교 교수)
 신요안 (숭실대학교 교수)
 심동규 (광운대학교 교수)
 안병구 (홍익대학교 교수)
 안현식 (동명대학교 교수)
 엄낙웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 오윤호 (고려대학교 교수)
 우운택 (한국과학기술원 교수)

우 정 호 (비전넥스트 대표이사)
 유 성 철 (쌍용정보통신 상무)
 유 찬 세 (한국전자기술연구원 수석연구원)
 윤 명 국 (이화여자대학교 교수)
 윤 영 권 (삼성전자 마스터)
 이 강 윤 (성균관대학교 교수)
 이 규 복 (한국전자기술연구원 부원장)
 이 동 규 (카카오모빌리티 부사장)
 이 상 만 (고려대학교 교수)
 이 서 규 (한국팹리스산업협회 회장)
 이수 인 (텔레칩스 상무)
 이 우 주 (중앙대학교 교수)
 이 장 규 (텔레칩스 대표이사)
 이재 진 (송실대학교 교수)
 이정 석 (인하공업전문대학 교수)
 이 중 호 (서울대학교 교수)
 이 찬 수 (영남대학교 교수)
 이 천 희 (전주대학교 교수)
 이 태 동 (국제대학교 교수)
 이 형 민 (고려대학교 교수)
 이 희 덕 (충남대학교 교수)
 임 성 훈 (대구경북과학기술원 교수)
 장 길 진 (경북대학교 교수)
 전 국 진 (서울대학교 명예교수)
 전 선 익 (파이낸셜뉴스 부회장)
 전 재 욱 (성균관대학교 교수)
 정 방 철 (충남대학교 교수)
 정 승 원 (고려대학교 교수)
 정 원 영 (강원공업 본부장)
 정 이 품 (연세대학교 교수)
 정 준 (솔리드 대표이사)
 조 남 익 (서울대학교 교수)
 조 성 재 (이화여자대학교 교수)
 주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)
 채 영 철 (연세대학교 교수)
 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
 최 성 민 (해치텍 대표이사)
 최 영 돈 (삼성전자 마스터)
 최 우 영 (연세대학교 교수)
 최 재 혁 (서울대학교 교수)
 최 창 식 (DB하이텍 부회장)
 하 태 준 (광운대학교 교수)
 한 은 혜 (에스에스앤씨 대표이사)
 한 태 화 (연세대의료원 팀장)
 함 철 철 (삼성전자 마스터)
 홍 국 태 (X세미콘 연구위원)
 홍 승 홍 (인하대학교 명예교수)
 황 성 윤 (가천대학교 교수)
 황 인 태 (전남대학교 교수)

원 제 형 (도쿄엘렉트론코리아 대표이사)
 유 윤 섭 (한경대학교 교수)
 유 창 동 (한국과학기술원 교수)
 윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
 윤 종 용 (삼성전자 비상임고문)
 이 광 엽 (서경대학교 교수)
 이 덕 우 (계명대학교 교수)
 이 명 재 (한국과학기술연구원 책임연구원)
 이 성 설 (한양대학교 명예교수)
 이 성 준 (한양대학교 교수)
 이 승 호 (한밭대학교 교수)
 이 윤 구 (광운대학교 교수)
 이재 관 (한국자동차연구원 소장)
 이재 훈 (서울대학교 명예교수)
 이정 원 (서울대학교 교수)
 이 주 연 (전주비전대학교 교수)
 이 창 우 (가톨릭대학교 교수)
 이 철 (동국대학교 교수)
 이 한 호 (인하대학교 교수)
 이 후 진 (한성대학교 교수)
 인 치 호 (세명대학교 교수)
 임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
 장 성 진 (삼성전자 상근고문)
 전 동 석 (서울대학교 교수)
 전 세 영 (서울대학교 교수)
 전 홍 태 (중앙대학교 명예교수)
 정 범 진 (서울과학기술대학교 교수)
 정 영 모 (한성대학교 교수)
 정 은 성 (홍익대학교 교수)
 정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)
 정 해 준 (경희대학교 교수)
 조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
 조 성 현 (한양대학교 교수)
 진 훈 (인양대학교 교수)
 채 주 형 (광운대학교 교수)
 최 광 성 (한국전자통신연구원 실장)
 최 수 일 (전남대학교 교수)
 최 용 수 (신한대학교 교수)
 최 욱 (인천대학교 교수)
 최 정 욱 (한양대학교 교수)
 최 천 원 (단국대학교 교수)
 한 동 국 (국민대학교 교수)
 한 재 호 (고려대학교 교수)
 한 태 회 (성균관대학교 교수)
 허 재 두 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
 홍 대 식 (연세대학교 교수)
 홍 인 기 (경희대학교 교수)
 황 원 준 (아주대학교 교수)
 황 진 영 (한국항공대학교 교수)

유 명 식 (송실대학교 교수)
 유 재 준 (울산과학기술원 교수)
 유 창 식 (삼성전자 부사장)
 윤 석 현 (단국대학교 교수)
 윤 종 윤 (파두 사장)
 이 규 대 (공주대학교 교수)
 이 덕 진 (전북대학교 교수)
 이 문 기 (연세대학교 명예교수)
 이상 훈 (웨이브피아 대표이사)
 이수 민 (한국센서연구소 대표이사)
 이영택 (ASML 전무)
 이 인 규 (고려대학교 교수)
 이재 규 (삼성전자 마스터)
 이재 훈 (유정시스템 대표이사)
 이 중 호 (서울대학교 교수)
 이 진 구 (동국대학교 석좌교수)
 이재 은 (한양대학교 교수)
 이충용 (연세대학교 교수)
 이 혁 재 (서울대학교 교수)
 이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
 임 대 영 (한국산업기술시험원 박사)
 임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)
 장 익 준 (경희대학교 교수)
 전 병 우 (성균관대학교 교수)
 전 영 현 (삼성전자 부회장)
 정 민 채 (세종대학교 교수)
 정 성 엽 (고려대학교 교수)
 정 완 영 (KAIST 교수)
 정 은 승 (삼성전자 고문)
 정 정 화 (한양대학교 석좌교수)
 제 민 규 (한국과학기술원 교수)
 조 문 규 (한국교통대학교 교수)
 조 영 민 (SkyMir CEO)
 채 관 엽 (삼성전자 마스터)
 천 경 준 (씨젠 회장)
 최 병 호 (한국전자기술연구원 연구소장)
 최 영 규 (인하대학교 교수)
 최 우 영 (서울대학교 교수)
 최 재 용 (가천대학교 교수)
 최 중 호 (서울시립대학교 교수)
 추 민 성 (한양대학교 교수)
 한 동 석 (경북대학교 교수)
 한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 함 범 섭 (연세대학교 교수)
 허 준 (고려대학교 교수)
 홍 성 완 (서강대학교 교수)
 홍 철 호 (중앙대학교 교수)
 황 인 철 (강원대학교 교수)
 황 태 호 (한국전자기술연구원 본부장)

사무국 직원 명단

송기원 국장 - 산학연관 협력, 신규 사업, 저문/서울IT포럼, 지부, 인사, 규정, 회장단 관련, 총회 등 사무국 총괄
 이안수 부장 - 학회지, 추계학술대회, 이사회/평의원회, 총무업무(선거, 공문, 임원관련, 송년회, 포상 및 Wiset 등), 산업전자소사이터티
 배지영 부장 - 국제학술대회 총괄(ITC-CSCC, ICBC, ICCE-Asia), 하계종합학술대회, 신기술(총괄), 시스템 및 제어소사이터티
 배기동 부장 - 사업행사(기술워크숍 등), 국문논문, 표준화, 용역업무, 인공지능신호처리소사이터티
 변은정 부장 - 본회/소사이터티/연구회 재무, 회원관리(개인회원 및 특별회원), 기획, 통신소사이터티
 이소진 서기 - 국제학술대회 담당(ITC-CSCC, ICBC, ICCE-Asia), 외국 기관과 국제협력(Joint Award 등), JSTS 및 SPC 발간, 컴퓨터소사이터티
 김예빈 서기 - 정보화(홈페이지 관리 및 디지털 업무지원, 장비관리), 교육, 홍보, 신기술(담당), 기타 지원업무, 반도체소사이터티

학회소식

제6차 상임이사회 회의록

제6차 상임이사회가 10월 11일(금) 17시 학회 회의실(한국과학기술회관 1관 907호)에서 개최되었으며, 이번 회의 결과는 다음과 같다.

- 다 음 -

1. 성원 보고

－ 제6차 상임이사회는 24명의 상임이사 중 22명의 참여로 성원되었음.

2. 본 학회(각 위원회) 및 소사이어티 보고

－ 본 회(각 위원회)/ 각 소사이어티별 사업 및 활동 계획·추진 경과보고

3. 심의사항 의결

- － 신규 개인회원 가입 승인에 대해 원안대로 승인함.
- － 학회상 및 해동상 수상 후보자 승인에 대해서 원안대로 승인하며, 공로상의 경우 추가 추천받는 것을 포함하여 승인함.
- － 2025년도 사업계획 및 예산(안) 심의에 관한 사항에 대해서 원안대로 상정하여, 추후 평의회 및 정기총회에서 최종 의결하기로 함.

4. 기타

제34회 인공지능신호처리 학술대회

본 학회 인공지능신호처리 소사이어티(프로그램위원장: 강석주 교수(서강대)) 개최로 “제34회 인공지능신호처리 학술대회”가 11월 17일(목)~18일(금) 2일간 서강대학교 정하상관에서 개최되었다.

본 학술대회에서는 총 105편의 강연 및 논문발표가 진행되었으며, 초청강연 1편, 기조강연 3편, 튜토리얼 4편, 우수 신진연구자발표 6편, AI/SP학회 저널세션 6편, 우수 추천논문 5편, 포스터 80편 등 다양한 프로그램이 구성되었다. 금년 인공지능신호처리 소사이어티에서 우수신진연구자로 임성훈 교수(DGIST)가 선정되어 수상하였다. 이번 학술 행사에서는 수준 높은 연구 결과 발표 및 토론을 통해 우리나라의 인공지능 및 신호처리 분야가 더욱 성숙해지고 확장할 수 있는 장이 되었다. 참여는 약 150명이었다.



학술대회 운영위원

제7회 반도체 산학연 교류 워크숍

반도체소사이어티(운영위원장: 노정진 교수(한양대))에서는 “제7회 반도체 산학연 교류 워크숍”을 10월 23일(수)~24일(목) 2일간 코엑스 컨퍼런스룸(남) 307호, 308호, 온라인으로 동시 개최 진행하였다. 본 워크숍은 한국반도체산업협회와 대한전자공학회 반도체소사이어티 전문연구회를 중심으로 첫째 날은 인공지능반도체, 차세대 반도체 IP Trends, Emerging Technology 3개의 세션으로 이루어졌으며 둘째 날에는 회로 및 시스템 트랙과 디바이스 트랙으로 전문화하였고, 특별히 초청 강연으로는 첫째 날 삼성전자 정기태 부사장과 둘째 날 인텔 이춘홍 박사의 강연이 이루어졌으며 제2회 K-CHIPS Meister Award 시상식도 같이 진행되었다.

그동안 반도체 분야에서 단편적으로 이루어졌던 교류에서 벗어나 매년 개최되는 SEDEX 일정과 병행하여 2일간 진행함으로써 산.학.연.관 교류의 장을 통해 누구나 참여할 수 있는 정기적인 개방형 교류 워크숍으로 진행하였다.

또한 산학연 교류 워크숍을 통해서 반도체 관련 최신 지식 교류는 물론, 기업체 관련자와 교수 및 석/박사 과정 학생들의 인력 교류를 활성화시키는 계기를 마련하였으며, 약 290여 명이 참석하였다.



단체사진



워크숍 전경

2024년도 정보 및 제어 학술대회

시스템 및 제어소사이어티(주영복 회장, 한국기술교육대) 대한전기학회와 공동 주최로 10월23(수) ~ 26(토), 동영 금호마리나리조트에서 “정보 및 제어 학술대회”를 진행하였다. 초청강연으로 “디지털 변전 시스템의 현재와 미래” 문상용 전무(세니온) 강연 및 6개 특별세션, 논문발표는 약 150여 명이 오프라인으로 참석한 가운데 성황리에 개최되었다.



개회식



참가자 기념사진

제17회 군수용 초고주파부품 워크숍

RF집적회로연구회에서 주최한 “제17회 군수용 초고주파부품 워크숍”이 10월 30일(수) 더케이호텔 2층 가야금홀에서 개최되었다.

본 워크숍은 군수용 초고주파 시스템, 초고주파 소자 및 부품기술, RF 설계 및 부품 기반기술 등의 군수용 초고주파 핵심 원천기술의 확보 및 국산화를 도모하기 위하여 국내의 여러 연구단체의 공동 주관하에 초고주파 관련 최고 전문가를 초빙하여 진행되었다.

또한, 본 워크숍은 대한전자공학회, 한국전자파학회, 한국군사과학기술학회 및 한국전자통신연구원이 공동주관기관으로 진행 되었으며, 160여 명이 참석하여 성황리에 마무리 되었다.



조직위원회 및 참가자 단체사진



워크숍 전경

ICCE-Asia 2024

제9회 International Conference On Consumer Electronics (ICCE) Asia 국제학술대회가 11월 3일부터 6일까지 4일에 걸쳐 베트남 다낭에서 성황리에 개최되었다. ICCE-Asia는 대한전자공학회(IEIE)와 미국 국제전기전자학회(IEEE)가 공동으로 주최하는 국제학술대회로서, 소비자 가전 공학 기술의 글로벌 확산을 촉진하기 위해 특히 인공지능, 자율주행, 자동차 산업 등의 혁신 분야에 중점을 두고 개최되고 있다. 이에 따라 이번 학술대회는 학계, 산업계, 그리고 전 세계 신진 인재들이 함께 모여 통찰을 공유하고 혁신의 미래를 그리는 하나의 장으로 기능하며 성공적으로 진행되었다.

ICCE-Asia 2024는 대한전자공학회 학회장 이충용 교수(연세대학교)가 General Chair, 김태욱 교수(연세대학교)가 Organizing Committee Chair, 이형민 교수(고려대학교)가 Technical Program Committee Chair로 학술대회를 이끌었다. 본 학술대회에서는 총 260편의 논문이 13개국에서 제출되어 발표되었으며, 13개국에서 총 350명이 참석하여 학회장을 가득 채웠다.

학술대회 첫째 날인 11월 3일에는 학회장을 찾은 참가자들이 모여 Welcome Reception이 진행되었으며, 둘째 날인 11월 4일 개회식에서 이충용 학회장의 개회사와 함께 특별히 IEEE CTSoc, 회장 Wen-Chung Kao 교수와 부회장 Nobuo Funabiki 교수의 환영사를 진행하여 공동 주최 학술대회의 의미를 더하며 학술행사의 공식적인 시작을 알렸다. 이어서 일본 큐슈대학교의 Yoshihiro Okada 교수와 삼성전자 조현덕 상무의 Plenary Talk이 진행되어 많은 참가자들에게 의

미 있는 시간이 되었다. 같은 날 Tutorial 강연으로는 고려대학교 정승준 교수와 UNIST 권지민 교수의 강연이 진행되었고, 동시에 각 세션룸에서는 구두발표와 포스터발표가 이루어지며 둘째 날 일정이 마무리되었다.

학술대회 셋째 날인 11월 5일에도 모든 세션룸에서 구두발표와 포스터발표가 이루어졌으며, 이번 행사를 통틀어 총 18개의 스페셜 구두발표 세션, 8개의 일반 구두발표 세션, 7개의 포스터발표 세션이 진행되었다. 같은 날 저녁에는 저녁 만찬 일정에 앞서 이형민 교수의 TPC Report 발표와 Best Paper 시상식이 진행되었고, 이어서 만찬까지 성황리에 진행되었다. 이어서 마지막 날인 11월 6일에 모든 세션의 마무리와 함께 학술대회의 마침표를 찍었다.



이충용 학회장 개회사



IEEE CTSoc 회장 Wen-Chung Kao 교수 환영사



참가자 기념촬영

신규회원 가입현황

기간 : 2024년 10월 1일 - 10월 31일

〈정회원〉

이재준(AnalogAI), 정두영(Continental Automotive Electronics LLC.), 문경식(DGIST), 손동연, 지동석, 최정명(LG이노텍), 박수영(LIG넥스원), 이준기(경북대학교), 정용식(광운대학교), 남상훈(국립창원대학교), 박원광(국민대학교), 강용혁(극동대학교), 이주환(룰루랩), 김가람(명지대학교), 김기범, 박현호(삼성전자), 진창균(서울과학기술대학교), 계찬호(수원대학교), 강정민(엠플러스 기술연구소), 김민종(웨다), 이지연(울지대학교), 조상현(인프리즈), 박종수(인하대학교), 이정구(특허청), 이은지(한국교통대학교), 이해윤(한국기술교육대학교), 문종술(한국전자기술연구원), 조응우, 차재근(한국전자통신연구원), 공진우(한성대학교), 공승환, 김동호(한양대학교), 정현학(한화시스템)

이상 33명

〈평생회원〉

이진호(한국공학대학교)

이상 1명

〈학생회원〉

김성규, 김희민, 조태완(가천대학교), 박민선(강릉원주대학교), 조운상(건양대학교), 이진욱, 이찬섭, 장지훈, Shawon Hossen(경북대학교), 강재성, 김민준, 김석진, 김태환, 민재원, 박종석, 손수원, 이민영, 정형진, 조경호, 조한준, 진시윤, 한석희, 황성준(고려대학교), 김은하, 김채은, 방호영, 안성진, 이현태, 전하연(광운대학교), 김선민, 서수현, 한희태(국민대학교), 김강민, 김지후, 이임실(국제대학교), 이송희(금오공과대학교), 성원정(단국대학교), 박주원(동국대학교), 박소민, 최민지(명지대학교), 최나경(부경대학교), 고영민, 정종혁(부산대학교), 박상우, 박선균, 신승연, 최정빈, 황유정(상명대학교), 장재원(서강대학교), 김민익, 김민호, 김선우, 김준이, 박채원, 설주화, 이재원, 이지석(서울과학기술대학교), 김광수, 김재호, 김정현, 박혜민, 서정범, 신행범, 이기혁(서울대학교), 김채영, 오서연(서울여자대학교), 강도영, 김종엽, 김준섭, 김한솔, 박지용, 박진형, 박찬웅, 오영환, 옥기훈, 임혜림, 정현준(성균관대학교), 김민지, 문해찬, 이상훈(신한대학교), 김서연, 최민건(아주대학교), 김대원, 박수진, 박준수, 윤대운, 최성우(연세대학교), 남연주, 문연우, 손수민, 임희락, 최리아(이화여자대학교), 김진우, 김현(인하공업전문대학), 이석호(전북대학교), 백제우(조선이공대학교), 김수성, 유학래(중앙대학교), 빈하준, 손정훈, 옥제현, 위지향, 이의영, 진다현(충남대학교), 김성연(충북대학교), 문예빈, 이상욱, 이승현, 하현우(포항공과대학교), 김채현, 신희성(한국과학기술원), 박

제선, 안해주, 이유신, 최효윤(한국교통대학교), 손명혁, 안세훈, 오영록(한국폴리텍대학), 박우진(한국항공대학교), Shakeel Ibrahim(한림대학교), 송찬호, 홍세훈(한밭대학교), 김도희, 박부건, 양재홍, 이동근, 이소현, 이수진, 조성현, 조한승, 한정욱, 현명철, 홍진범, 홍현오(한양대학교), 조민지, 최준우(홍익대학교)

이상 136명



학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

(2024년 10월 13일 ~ 11월 12일)

1. 회의 개최

회의 명칭	일시	장소	주요 안건
제9차 ICCE-Asia 2024 조직위원회 회의	10.17 (09:45)	온라인	- 행사 진행 최종 점검 등
5차 선거관리위원회 회의	10.18 (18:00)	학회 회의실	- 2025년도 수석부회장 및 부회장 후보 등록/ 서류 검토 등
2차 자문위원회 회의	10.25 (10:30)	학회 회의실	- 학회 업무 추진 보고 및 자문 등
제4차 ICEIC 2025 조직위원회 회의	10.25 (17:00)	온라인	- 논문모집 및 프로그램 구성 등

2. 행사 개최

구분	행사명	기간	장소
인공지능신호처리소사이어티	제34회 인공지능신호처리 학술대회	10.17-18	서강대학교 정하상관
반도체소사이어티	제7회 반도체 산학연 교류 워크숍	10.23-24	코엑스 컨퍼런스룸
시스템 및 제어소사이어티	CICS24 정보 및 제어 학술대회	10.23-26	금호통영마리나리조트
통신소사이어티	현대 강화학습 기술과 구현 단기강좌	10.28	온라인
군사전자/ RF집적회로기술 연구회	제17회 군수용 초고주파부품 워크숍	10.30	더케이호텔
국제협력	ICCE-Asia 2024	11.3-6	Sheraton Grand Danang Resort, Vietnam

인공지능과 산업전자 기술 동향



윤 중 현 편집위원
(조선이공대학교)

최근 몇 년 동안 인공지능(AI)은 다양한 산업 분야에서 급속히 발전하며, 기술 혁신의 핵심 요소로 자리 잡았다. 본 특집호는 광주, 전남지역의 산업 분야(AI반도체, 가전산업, 태양광발전, 바이오산업)에 인공지능이 융합된 산업전자 동향을 소개하고자 한다.

먼저, 실시간으로 데이터를 처리하고 분석할 수 있는 온디바이스 AI와 개인 맞춤형 의료, 정밀 의학, 신약 개발 등의 분야의 바이오산업 동향을 살펴보고, 건설 산업과 가전산업에서 동적 활동공간을 중심으로 개인형 및 맞춤형 공기 질 관리 기술과 태양광 발전설비 분야에서 인공지능을 활용한 운영관리 기술과 발전량 예측 기술에 관한 산업계 전문가들의 기고문 5편을 준비하였다.

첫째, “온디바이스 AI 동향 및 활용 분야(최철준)”에서는 클라우드나 원격 서버와 같은 중앙 집중형 인프라를 거치지 않고, 사용자 디바이스 자체에서 AI 연산을 수행하는 기술로 온디바이스 AI(On-device AI)의 구조와 구현 방법, 활용 분야와 전망을 소개하였다. 둘째, “AI를 활용한 바이오산업 분야 미래와 전망(윤제정)”에서는 방대한 생물학적 데이터를 분석, 모델링하고, 새로운 약물 개발에 있어서 AI가 바이오산업에서 어떻게 활용되고 있는지 현황과 미래 전

망에 대하여 소개하였다. 셋째 “인공지능을 이용한 공기 질 관리 시스템(한경현)”에서는 지능형 청정환경케어 통합서비스 시스템 및 실내외 공기 질 센서 데이터 기반의 환기시스템 및 공기청정기 제어알고리즘 개발 사례를 바탕으로 건설 산업에서 인공지능과 가전의 융합사례를 소개하였다. 넷째, “인공지능을 이용한 태양광 발전 기술(조경재)”에서는 태양광설비 보급계획과 인공지능을 활용한 진단분석시스템, 태양광 모듈의 결함검출, 발전량 시뮬레이션, 전력 계통의 주파수 제어와 같은 기술 트렌드와 인공지능 학습모델을 기반으로 진화되고 있는 태양광 유지보수 기술 및 동향을 소개하였다.

다섯째, “인공지능을 이용한 태양광 발전량 예측(강병복 외)”에서는 태양광 발전설비와 기상청에서 제공하는 기상 데이터(일시, 온도, 강수량, 습도, 이슬점, 전운량 등)에 대한 정보와 인공지능 알고리즘을 적용하여 태양광에너지에 대한 발전량 예측의 타당성을 검증하고 운영한 사례를 소개하였다.

소속기관 및 기업의 바쁜 일정 중에도 본 특집호를 위하여 기고문을 보내주신 집필진 여러분께 진심으로 감사드리며, 본 특집호를 통해 인공지능과 산업전자 기술의 이해의 폭이 넓어지고 산업전자 분야의 발전과 경쟁력 강화에 기여할 수 있기를 기원한다.

온디바이스 AI 동향 및 활용 분야

I. 서론

최근 몇 년 동안 인공지능(AI)은 다양한 산업에서 급속히 발전하며, 기술 혁신의 핵심 요소로 자리 잡았다. 기존에는 대부분의 AI 연산이 클라우드에서 처리되었고, 대규모 데이터센터를 기반으로 복잡한 연산을 수행하는 방식이었다. 이 방식은 방대한 데이터를 처리할 수 있는 장점이 있지만, 인터넷 연결이 필수적이라는 한계가 있었다. 네트워크가 불안정하거나 연결이 불가능한 상황에서는 AI 서비스를 제대로 활용할 수 없었으며, 데이터 전송 과정에서 발생할 수 있는 보안 문제도 중요한 과제로 남아 있었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 등장한 것이 바로 온디바이스 AI다. 온디바이스 AI는 클라우드나 서버를 거치지 않고, 스마트폰, 노트북, 자동차 등 사용자 기기 자체에서 AI 연산을 수행하는 기술이다. 이를 통해 사용자 디바이스에서 직접 데이터를 처리하고 결과를 도출할 수 있어, 인터넷 연결 없이도 AI 기능을 원활히 활용할 수 있다. 이는 AI가 실시간으로 빠르게 반응해야 하는 자율주행, 스마트홈, 헬스케어 같은 분야에서 특히 중요한 기술로 자리잡고 있다.

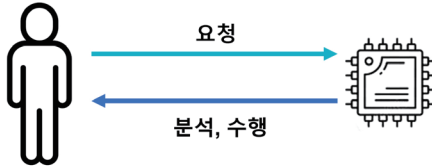
온디바이스 AI는 몇 가지 중요한 장점을 제공한다. 첫째, 데이터가 클라우드로 전송되지 않고 디바이스 자체에서 처리되기 때문에 보안이 강화된다. 개인정보 보호가 중요한 오늘날, 사용자의 데이터를 외부로 전송하지 않는 온디바이스 AI는 보안에 민감한 기업과 개인 사용자들에게 매우 유리하다. 둘째, 온디바이스 AI는 빠른 응답 속도를 제공한다. 클라우드 기반 AI는 데이터를 서버로 보내고 처리 결과를 다시 받아야 하지만, 디바이스 내에서 직접 처리하여 즉각적인 응답이 가능하다. 마지막으로, 네트워크 연결 없이도 동작할 수 있어, 비행기나 외딴 지역에서도 AI 서비스를 사용할 수 있다.



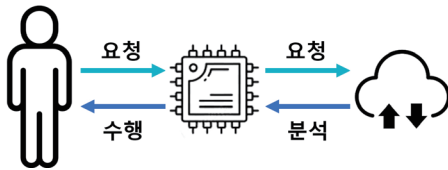
최철준
한국전자기술연구원

온디바이스 AI vs 클라우드 AI

온디바이스 AI



클라우드 AI



〈그림 1〉 온디바이스 AI와 클라우드 AI

〈표 1〉 온디바이스 AI와 클라우드 AI의 특징

	온디바이스 AI	클라우드 AI
장점	빠른 응답 속도, 저 전력화, 저 비용 개인 정보 보호	대 규모의 모델 운용을 통한 AI 학습 및 추론 성능 극대화
단점	실시간 추론 및 저전력화가 중요	추론 정확도가 중요

온디바이스 AI는 다양한 분야에서 필수적인 기술로 주목받고 있으며, 앞으로도 그 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 특히 실시간 처리와 보안이 중요한 응용 분야에서, 온디바이스 AI는 기존의 클라우드 기반 AI가 해결하지 못했던 문제들을 해결할 수 있는 강력한 도구로 자리매김하고 있다. 이는 AI 기술의 발전과 더불어 디바이스 자체의 성능 향상, 그리고 AI 모델의 경량화 등 여러 기술적 과제가 동반되어야 한다. 온디바이스 AI 개발이 필요한 이유는 바로 여기에 있다. 인터넷 연결에 의존하지 않고도 강력한 AI 기능을 제공할 수 있는 기술은, 미래의 스마트한 생활 환경과 산업 발전을 이끄는 핵심적인 요소가 될 것이다.

II. 온디바이스 AI

온디바이스 AI(On-device AI)는 클라우드나 원격 서버와 같은 중앙 집중형 인프라를 거치지 않고, 사용자 디바이스 자체에서 AI 연산을 수행하는 기술이다. 이는 스마트폰, 노트북, 웨어러블 기기, 자율주행 자동차 등의 디바이스가 데이터를 처리하고 그 결과를 실시간으로 제공하는 방식으로, 전통적인 클라우드 기반 AI와는 차별화된 특징을 지닌다. 클라우드 기반 AI는 대규모 데이터를 서버에서 처리하여 결과를 디바이스로 전달하는 반면, 온디바이스 AI는 네트워크 연결 없이도 독립적으로 AI 기능을 수행할 수 있는 점에서 주목받고 있다. 특히, 데이터 전송 과정에서 발생할 수 있는 지연이나 보안 문제가 큰 과제로 떠오르는 상황에서 온디바이스 AI는 빠른 처리 속도와 안전성을 제공한다.

온디바이스 AI라는 용어는 최근에야 주목받기 시작했지만, 그 개념은 이미 오래전부터 존재했다. 1990년대 초 중반부터 인공지능 기술은 가전제품에 적용되기 시작했

AI 반도체

CPU(1세대)



- 복잡 계산 순차 처리
- 매우 높은 전력 소비

GPU 기반 체계



- 단순 계산 병렬 처리
- 높은 전력 소비

반도체 개선형(FPGA)



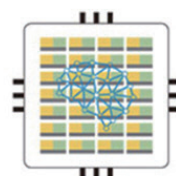
- 목적별 하드웨어 재구성
- GPU와 ASIC의 중간

1세대 AI 반도체



- AI에 특화된 전용 칩
- 고효율

2세대 AI 반도체



- 뉴런과 시냅스 구조를 모방한 신구조

〈그림 2〉 AI 반도체 발전 방향

출처 : 한국전자통신연구원, SK 텔레콤 뉴스룸

다. 초기에는 세탁기나 냉장고와 같은 가전제품에 '퍼지(Fuzzy)', '카오스(Chaos)'와 같은 기본적인 AI 알고리즘이 도입되어, 사용자의 입력이나 외부 조건에 맞게 동작을 제어하는 자동화 기능이 구현되었다. 이 시기의 AI는 특정 작업에 한정된 좁은 인공지능(Narrow AI)으로, 기기가 복잡한 연산을 수행하기보다는 단순한 명령을 처리하는 정도였다. 예를 들어, 세탁기는 세탁물의 양이나 오염도에 따라 물의 양과 세제의 양을 조절하는 방식으로 작동하였다.

2000년대에 들어서면서 모바일 기기의 등장과 함께 온디바이스 AI의 발전은 한층 가속화되었다. 애플은 2017년에 출시한 아이폰 X에 신경망 엔진(NPU, Neural Processing Unit)을 장착한 A11 Bionic 칩을 탑재함으로써 온디바이스 AI 기술을 본격적으로 활용하기 시작했다. 이 신경망 엔진을 통해 아이폰 X는 사용자의 얼굴을 실시간으로 인식하거나, 사진을 촬영할 때 피사체를 분석하여 자동으로 최적의 촬영 설정을 제안하는 기능을 제공했다. 이러한 기능은 클라우드로 데이터를 전송하지 않고도 기기 자체에서 처리된다는 점에서 큰 기술적 진전을 보여주었다.

같은 해, 구글은 Pixel 2 스마트폰에 온디바이스 AI 기능을 적용하여, 구글 렌즈(Google Lens)와 같은 AI 기반 이미지 인식 기능을 제공했다. 사용자는 카메라로 촬영한 이미지를 실시간으로 분석하고, 이를 통해 피사체에 대한 정보를 즉시 제공받을 수 있었다. 이는 데이터가 클라우드로 전송되어 분석된 후 결과가 반환되는 기존 방식과 달리, 온디바이스 AI가 스마트폰 내에서 실시간으로 연산을 수행함으로써 즉각적인 반응을 제공한 것이다.

최근 들어 온디바이스 AI는 단순한 이미지 인식이나 음성 인식 기능을 넘어서, 더 복잡하고 고도화된 AI 기능을 디바이스 내에서 수행할 수 있는 수준으로 발전했다. 특히 생성형 AI(Generative AI)가 온디바이스에서 구동될 수 있게 되면서, AI 기술은 더욱 다채롭고 강력한 기능을 사용자에게 제공하고 있다. 생성형 AI는 대규모 데이터를 학습하여 텍스트 생성, 번역, 이미지 생성 등의 작업을 수행하는 AI 모델로, 그동안 클라우드 기반의 고성능 서버에서만 실행 가능했던 기술이다. 그러나 최근의 하드웨어

발전은 이러한 복잡한 AI 모델도 디바이스 내에서 실시간으로 실행할 수 있게 했다.

예를 들어, 2023년 구글이 출시한 Pixel 8 Pro는 온디바이스에서 생성형 AI 모델을 구동하여, 다양한 AI 기반 기능을 실시간으로 수행할 수 있다. 이 스마트폰은 사용자가 촬영한 이미지를 기반으로 텍스트를 생성하거나, 인터넷 연결 없이도 AI를 통해 사진을 보정하고 편집하는 기능을 제공한다. 더 나아가, 구글 어시스턴트와 같은 AI 음성 비서도 온디바이스에서 작동하여 음성 명령을 즉시 처리할 수 있게 되었다.

삼성전자도 온디바이스 AI 기술을 적극적으로 활용하고 있다. 삼성의 갤럭시 S24에는 실시간 통·번역 기능이 온디바이스 AI를 통해 구현되어 있다. 사용자는 인터넷 연결 없이도 음성을 텍스트로 변환하고, 이를 실시간으로 번역하거나 요약할 수 있는 기능을 사용할 수 있다. 예를 들어, 여행 중 인터넷이 연결되지 않은 상황에서도 사용자는 언어 장벽 없이 현지 사람들과 대화할 수 있으며, 실시간으로 문서를 번역해 주는 기능도 활용 가능하다.

온디바이스 AI 기술의 발전을 가능하게 한 중요한 요소 중 하나는 바로 신경망 처리 장치(NPU, Neural Processing Unit)다. NPU는 AI 연산에 특화된 반도체로, GPU(그래픽 처리 장치)보다 훨씬 더 효율적으로 AI 알고리즘을 처리할 수 있도록 설계되었다. 특히 NPU는 AI 모델이 요구하는 복잡한 수학적 연산을 병렬로 처리할 수 있어, 적은 전력으로도 고성능의 AI 연산을 수행할 수 있는 것이 특징이다.

기존의 GPU는 AI 연산에 주로 사용되었지만, AI 알고리즘에 최적화된 구조가 아니기 때문에 전력 소모가 크다는 단점이 있었다. 반면, NPU는 AI 모델의 연산 구조에 맞게 설계되어, 더 적은 전력으로 더 빠른 연산을 가능하게 한다. 이는 스마트폰, 자율주행 자동차와 같은 휴대용 디바이스에서 매우 중요한 기술적 이점으로 작용하며, 온디바이스 AI가 저전력으로도 복잡한 연산을 처리할 수 있는 기반을 제공한다.

결론적으로, 온디바이스 AI는 클라우드에 의존하지 않고도 실시간으로 AI 연산을 처리할 수 있는 기술로서, 사용자의 디바이스에서 빠르게 데이터를 처리하고 결과를

제공한다. 이는 빠른 응답 속도와 개인정보 보호의 장점을 동시에 제공하며, 최신 AI 기술이 점점 더 일상 속으로 깊숙이 스며들게 하는 핵심 요소로 자리잡고 있다.

III. 온디바이스 AI의 구조와 구현 방법

1. 온디바이스 AI의 기본 구조

온디바이스 AI를 실현하기 위해서는 고성능 하드웨어와 경량화된 소프트웨어의 협력이 필수적이다. 온디바이스 AI의 하드웨어 핵심 요소는 NPU(Neural Processing Unit)와 같은 AI 연산에 특화된 프로세서이며, 실시간 데이터를 처리하는 데 필수적인 메모리가 포함된다. NPU는 AI 연산을 효율적으로 수행하기 위해 설계된 처리 장치로, 대규모 데이터 연산을 빠르고 저전력으로 처리할 수 있는 성능을 갖추고 있다. 이러한 NPU의 저전력 특성 덕분에, 온디바이스 AI는 배터리로 구동되는 스마트폰이나 자율주행차와 같은 환경에서도 안정적으로 작동할 수 있다.

하드웨어 측면에서 NPU와 메모리가 중요한 역할을 하지만, 소프트웨어 측면의 최적화도 매우 중요하다. 온디바이스 AI는 제한된 디바이스 자원 내에서 고성능을 유지하기 위해, 최대한 경량화된 AI 모델을 필요로 한다. 이러한 경량화된 AI 모델은 하드웨어의 자원을 효율적으로 활용하면서도 성능을 극대화하도록 설계된다. 경량화된 AI 모델은 특히 메모리 사용량과 연산 자원을 줄여, 디바이스의 연산 능력과 메모리 제한 내에서도 고성능 AI 기능을 구현할 수 있게 해준다. 이러한 하드웨어와 소프트웨어의 결합은 온디바이스 AI가 클라우드와의 의존도를 줄이고 독립적으로 동작할 수 있게 만드는 핵심이다. 이

를 통해, 다양한 디바이스에서 실시간으로 데이터를 처리하고 예측 결과를 제공할 수 있게 된다.

2. 온디바이스 AI 연산의 흐름

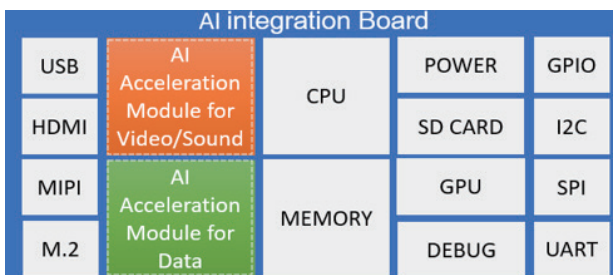
온디바이스 AI의 연산 흐름은 입력된 데이터를 디바이스 내부에서 실시간으로 처리하고, 그 결과를 빠르게 도출하는 일련의 과정을 의미한다. 일반적인 연산 흐름에서는 스마트폰의 카메라나 마이크 같은 센서로 데이터를 수집한 후, 그 데이터를 즉시 디바이스 내에서 전처리하고 AI 모델로 전달하여 분석과 예측을 수행한다. 이러한 예측 연산은 NPU와 같은 고성능 연산 장치에서 처리되어, 마지막으로 사용자에게 결과를 즉시 제공하거나 디바이스가 후속 작업을 자동으로 수행한다.

이 과정은 기존의 클라우드 기반 AI 시스템과는 큰 차이가 있다. 클라우드 기반 AI는 데이터를 서버로 전송한 후 연산을 처리하고 다시 결과를 전송받아야 하지만, 온디바이스 AI는 모든 연산이 디바이스 내부에서 이루어지기 때문에 지연 시간이 거의 없고, 네트워크 연결 여부에 상관없이 일관된 성능을 유지할 수 있다. 특히, 네트워크 연결이 불안정하거나 없는 환경에서도 온디바이스 AI는 실시간으로 데이터를 처리하고 결과를 도출할 수 있기 때문에, 실시간 처리가 중요한 자율주행차나 스마트홈 기기에서 큰 이점을 제공한다. 또한, 데이터가 외부 서버로 전송되지 않기 때문에 보안성 측면에서도 매우 유리하며, 개인정보 보호 측면에서도 장점을 가진다.

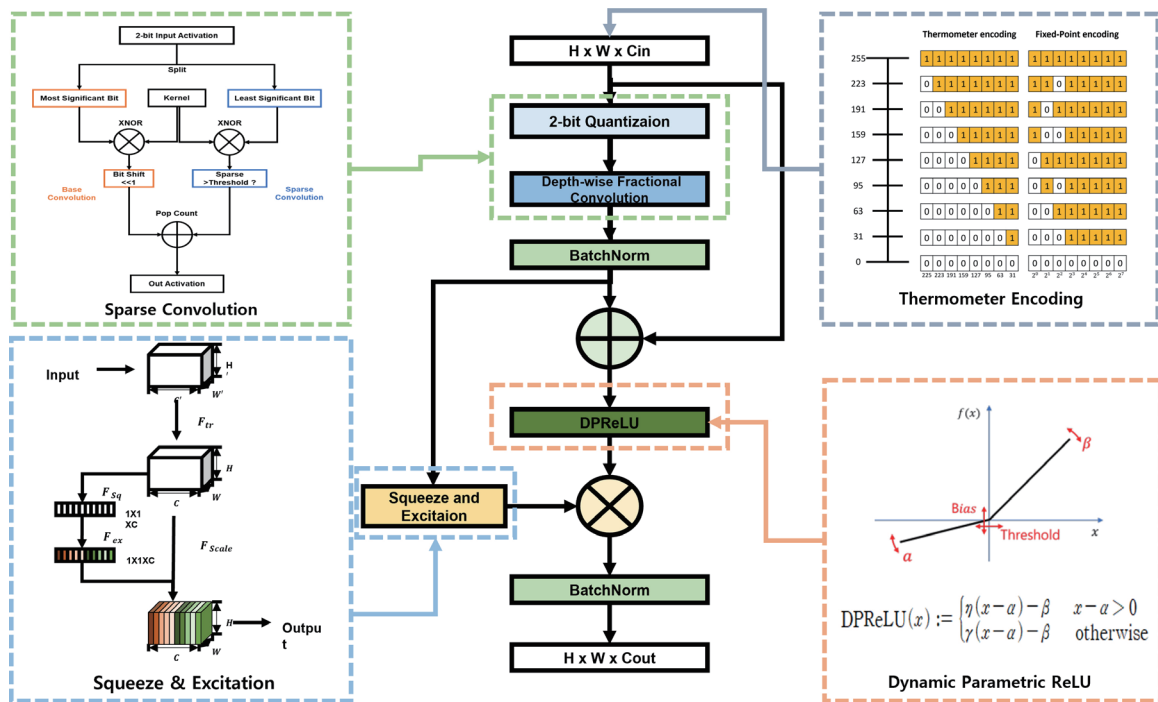
3. NPU의 역할과 구조

NPU(Neural Processing Unit)는 온디바이스 AI의 핵심적인 하드웨어 구성 요소로, 특히 딥러닝과 같은 복잡한 AI 연산을 빠르게 처리할 수 있는 장치이다. NPU는 기존의 CPU나 GPU와는 달리, AI 모델이 요구하는 대규모 병렬 연산을 처리하는 데 최적화되어 있으며, 연산 속도를 크게 향상시키는 구조를 가지고 있다. 행렬 곱셈(Matrix Multiplication)과 같은 복잡한 연산도 효율적으로 처리할 수 있는 NPU는 딥러닝 모델에서 중요한 역할을 수행하며, AI 추론 속도를 크게 향상시킬 수 있다.

NPU는 저전력 설계가 적용되어 있어, 배터리로 구동



〈그림 3〉 AI integration Board



〈그림 4〉 양자화 기반의 AI 모델 경량화 기술

되는 디바이스에서도 높은 에너지 효율을 제공한다. 이러한 저전력 설계는 스마트폰이나 자율주행차 같은 모바일 환경에서 필수적이며, NPU는 전력 소모를 최소화하면서도 고성능 AI 연산을 수행할 수 있도록 도와준다. 이로 인해 온디바이스 AI는 실시간 연산이 중요한 자율주행차, 스마트 가전, 모바일 기기 등에서 안정적으로 동작할 수 있게 된다. NPU는 온디바이스 AI의 성능을 높이고 전력 효율성을 극대화하는 중요한 역할을 한다.

4. AI 모델의 경량화 기술

온디바이스 AI에서 AI 모델의 경량화는 매우 중요한 기술로, 디바이스가 제한된 자원 내에서 실시간으로 데이터를 처리하고 결과를 도출할 수 있도록 돕는다. 경량화된 AI 모델은 메모리 사용량과 연산 복잡성을 줄이면서도 성능을 유지할 수 있도록 설계되며, 이를 위해 다양한 기술들이 적용된다. 양자화(Quantization), 프루닝(Pruning), 지식 증류(Knowledge Distillation) 등의 기술이 대표적인 경량화 방법이다.

양자화는 AI 모델의 파라미터를 낮은 비트로 표현해 연산 속도를 높이고 전력 소모를 줄이는 기법이다. 예를 들

어, 32비트 부동소수점으로 연산하던 모델을 8비트 정수로 변환함으로써 성능을 유지하면서도 전력 소비를 크게 줄일 수 있다. 프루닝은 중요하지 않은 뉴런이나 연결을 제거하여 모델의 크기를 줄이는 방법으로, 모델의 복잡성을 줄이면서도 연산 속도와 성능을 유지할 수 있다. 지식 증류는 큰 AI 모델이 학습한 지식을 작은 모델로 전달해, 경량화된 모델도 성능을 유지하며 효율적으로 동작할 수 있도록 돕는 기법이다.

최근에는 이진 신경망과 같은 새로운 경량화 기술도 도입되고 있다. 이진화된 네트워크는 파라미터를 2비트로 양자화하는 방식으로, 연산 속도를 더욱 향상시키고 메모리 사용량을 최소화할 수 있다. 이때, thermometer encoding을 사용하여 정보 손실을 최소화하고 정확도 저하를 막는 방식으로 경량화된 AI 모델이 구현된다. 또한, Depth-wise Fractional Convolution과 같은 기술은 필터 크기를 조절하여 더 유연한 특성 추출을 가능하게 하며, 저비트 데이터를 효율적으로 처리하는 데 기여한다.

이러한 경량화 기술을 통해 온디바이스 AI는 다양한 모바일 기기와 IoT 디바이스에서도 효율적으로 구동되며, 고성능 AI 기능을 제공할 수 있다. 경량화된 AI 모

텔은 전력 소모와 메모리 사용량을 줄여, 디바이스가 실시간으로 데이터를 처리하고 즉각적인 결과를 도출할 수 있도록 돕는다. 이러한 경량화 기술은 온디바이스 AI가 저사양 하드웨어에서도 효율적으로 동작할 수 있게 하며, 스마트 가전 서비스와 같은 다양한 응용 분야에서 활용될 수 있다.

IV. 온디바이스 AI 활용 분야

온디바이스 AI는 디바이스 자체에서 AI 연산을 처리함으로써 클라우드 의존성을 최소화하고, 실시간 데이터 처리와 빠른 응답을 가능하게 하는 기술이다. 이러한 기술은 다양한 산업 및 일상생활에서 필수적인 역할을 하며, 특히 실시간 반응이 중요한 응용 분야에서 그 강점을 발휘하고 있다. 이번 장에서는 온디바이스 AI가 실제로 적용되고 있는 다양한 응용 사례를 더 깊이 다뤄보도록 한다.

스마트홈은 온디바이스 AI의 대표적인 응용 분야 중 하나로, 집 안의 여러 디바이스를 사용자의 명령에 따라 제어하고 자동화하는 데 중요한 역할을 한다. 예를 들어, 스마트 스피커나 스마트 조명은 사용자가 음성으로 명령을 내리면, 온디바이스 AI가 실시간으로 이 명령을 처리하여 조명 밝기나 색상을 조절하거나, 음악을 재생하는 등의 작업을 수행한다. 이러한 작업은 클라우드 의존 없이 디바이스 자체에서 처리되기 때문에, 인터넷 연결이 불안정할 때에도 안정적인 작동을 보장할 수 있다. 또한, 스마트홈 시스템은 사용자의 생활 패턴을 학습하여, 아침에 자동으로 커피 머신을 작동시키거나 저녁에는 조명을 어둡게 하는 등 맞춤형 서비스를 제공한다. 이러한 자동화는 온디바이스 AI가 다양한 기기 간의 상호작용을 조정하고 최적화하는 데 중요한 역할을 한다.

자율주행차는 온디바이스 AI의 또 다른 주요 응용 분야로, 차량이 도로를 주행하는 동안 주변 환경을 실시간으로 인식하고 처리할 수 있도록 한다. 자율주행차는 카메라, 라이다, 레이더와 같은 센서를 통해 수집한 데이터를 온디바이스 AI로 처리하여 주행 경로를 결정하고, 교통 상황을 예측하며, 장애물을 피하는 등의 작업을 수행한다. 이 모든 과정은 실시간으로 이루어져야 하므로, 차량

내부에서 연산을 처리하는 온디바이스 AI는 필수적이다. 특히, 클라우드에 의존하지 않고 차량 자체에서 의사결정을 내릴 수 있기 때문에, 네트워크 연결 상태에 관계없이 안전한 주행이 가능하다. 또한, 교통 혼잡도나 위험 상황이 발생했을 때 빠르게 대응할 수 있어, 자율주행차의 안전성과 성능을 크게 향상시킨다.

헬스케어 분야에서는 온디바이스 AI가 사용자의 건강 상태를 실시간으로 모니터링하고 맞춤형 피드백을 제공하는 데 중요한 역할을 한다. 스마트워치와 같은 웨어러블 기기는 AI를 통해 심박수, 혈압, 수면 패턴 등 사용자의 건강 데이터를 측정하고 분석하여, 실시간으로 건강 상태를 평가할 수 있다. 이 데이터는 온디바이스 AI를 통해 즉시 분석되어 사용자가 운동 중 과도한 활동을 하고 있는지, 혹은 심박수가 비정상적으로 변동하는지 경고를 제공한다. 또한, 만성 질환을 관리하는 데에도 온디바이스 AI가 사용된다. 예를 들어, 당뇨병 환자는 혈당 측정기를 통해 실시간으로 혈당 수치를 모니터링하고, 이상 징후가 감지될 경우 즉시 경고를 받을 수 있다. 이 모든 과정이 디바이스 내에서 처리되기 때문에, 데이터가 외부로 전송되지 않아 보안이 강화되고, 처리 속도도 빨라진다.

스마트팩토리와 같은 산업용 로봇도 온디바이스 AI를 통해 더욱 효율적이고 안전한 운영이 가능하다. 제조 공정에서는 실시간으로 데이터를 처리하고 분석하여, 제품 품질을 관리하거나 로봇이 작업 경로를 최적화하는 데 AI가 사용된다. 예를 들어, 생산 라인에서 로봇이 제품의 결함을 감지하고 이를 즉시 수정하는 작업을 수행하거나, 작업 중 발생하는 오류를 실시간으로 분석하여 생산성을 최적화할 수 있다. 온디바이스 AI는 이러한 복잡한 연산을 실시간으로 처리할 수 있어, 빠르고 효율적인 작업 환경을 제공하며, 클라우드에 의존하지 않기 때문에 보안과 안정성도 보장된다.

스마트 가전은 온디바이스 AI의 또 다른 응용 사례로, 사용자의 생활을 더욱 편리하게 만들어준다. 예를 들어, 스마트 냉장고는 내부에 설치된 카메라와 센서를 통해 식품의 유통기한을 실시간으로 추적하고, 필요할 때 사용자에게 알림을 제공한다. 이러한 작업은 온디바이스 AI가 냉장고 내부에서 데이터를 처리하고 분석함으로써 가능

하다. 스마트 세탁기 역시 세탁물을 감지하여, 그에 맞는 최적의 세탁 프로그램을 자동으로 선택하거나 세제 양을 조절할 수 있다. 또한, 로봇 청소기는 집 안의 구조를 학습하고, 효율적인 청소 경로를 자동으로 계획하여 사용자의 편의를 극대화한다. 이러한 모든 스마트 가전 기기들은 온디바이스 AI 덕분에 더욱 지능화되고, 사용자 경험을 개선할 수 있다.

드론도 온디바이스 AI의 중요한 응용 분야 중 하나로, 자율비행과 객체 추적, 경로 최적화와 같은 복잡한 작업을 실시간으로 수행할 수 있다. 드론은 비행 중에 실시간으로 환경을 분석하여 자율적으로 장애물을 회피하거나 목표물을 추적하는 기능을 온디바이스 AI로 처리한다. 특히, 드론이 수집하는 영상이나 센서 데이터를 클라우드로 전송하지 않고, 자체적으로 처리함으로써 데이터 전송에 따른 지연이나 네트워크 의존성을 최소화할 수 있다. 이는 드론이 더 정교한 작업을 빠르고 안전하게 수행할 수 있게 만들며, 다양한 산업에서 자율비행 드론이 활용되는데 중요한 역할을 한다.

온디바이스 AI는 스마트홈, 자율주행차, 헬스케어, 산업용 로봇, 스마트 가전, 드론 등 다양한 분야에서 적용되어 실시간 처리, 보안 강화, 네트워크 독립성을 기반으로 높은 효율성을 제공한다. 이 기술은 클라우드와의 통신 지연 없이 빠르게 데이터를 처리하고, 사용자가 필요로 하는 맞춤형 서비스를 즉시 제공하는 데 필수적인 역할을 한다. 온디바이스 AI는 앞으로도 더 많은 산업과 일상생활에 적용될 것이며, 기술 발전과 함께 그 응용 범위는 더욱 넓어질 것이다.

V. 전망과 결론

온디바이스 AI는 디바이스 내에서 실시간으로 AI 연산을 처리하는 기술로, 데이터의 빠른 처리와 개인정보 보호, 그리고 네트워크 의존성의 감소라는 강력한 장점을 가지고 있다. 이러한 특성은 다양한 산업과 일상생활에서 온디바이스 AI의 사용을 촉진시키고 있으며, 앞으로도 그 응용 분야는 더욱 확장될 것이다. 5G 통신망의 확산, 고성능 저전력 반도체 기술의 발전, 그리고 AI 알고리즘의

정량화는 온디바이스 AI가 다양한 분야에서 더욱 혁신적인 변화를 이끌 것으로 기대된다.

온디바이스 AI의 미래 전망을 살펴보면, 기술 발전과 함께 다양한 산업에서 핵심 기술로 자리 잡을 가능성이 높다.

스마트홈과 스마트시티 분야에서 온디바이스 AI는 더 많은 기기 간의 통합과 자동화를 가능하게 할 것이다. 지금도 AI 기반의 스마트홈 기기들은 사용자의 패턴을 학습하고 자동으로 최적화된 환경을 제공하고 있지만, 향후에는 다양한 가전제품과 스마트 시스템이 더욱 긴밀하게 연동되어 집안과 도시 환경이 더욱 효율적으로 운영될 것이다. 예를 들어, 자율적으로 작동하는 냉장고, 세탁기, 에너지 관리 시스템 등은 온디바이스 AI를 통해 더 많은 데이터를 실시간으로 처리하고 사용자에게 맞춤형 솔루션을 제공할 것이다.

헬스케어 분야에서도 온디바이스 AI의 역할은 계속해서 확대될 것이다. 웨어러블 기기와 스마트 헬스케어 장치들은 사용자의 건강 상태를 더욱 정밀하게 모니터링하고, 예측적인 분석을 통해 이상 징후를 조기에 감지할 수 있을 것이다. 이를 통해 환자들은 일상생활 속에서 의료 관리를 받을 수 있으며, 의료진은 더 많은 정보를 기반으로 개인 맞춤형 치료를 제공할 수 있을 것이다. 이처럼 온디바이스 AI는 의료 시스템의 효율성을 높이고, 환자와 의료진 모두에게 더 나은 치료 환경을 제공할 수 있는 핵심 기술로 자리 잡을 것이다.

자율주행 및 모빌리티 분야에서도 온디바이스 AI는 매우 중요한 역할을 할 것이다. 자율주행차가 더 정교한 의사결정을 내리고, 안전한 주행을 제공하기 위해서는 차량 자체에서 AI 연산이 이루어져야 한다. 5G와 엣지 컴퓨팅 기술의 발전은 자율주행차가 클라우드에 의존하지 않고도 실시간으로 데이터를 처리하고 분석할 수 있게 할 것이며, 온디바이스 AI는 이를 가능하게 하는 핵심 기술로서 중요한 역할을 할 것이다.

온디바이스 AI의 또 다른 중요한 분야는 산업 자동화이다. 제조업과 같은 산업 현장에서 온디바이스 AI는 생산성을 극대화하고 품질 관리에 중요한 역할을 한다. 제조공정의 각 단계에서 데이터를 실시간으로 분석하고 문제

를 즉시 감지하여 해결할 수 있는 능력은 산업용 로봇의 효율성을 크게 높일 것이다. 또한, 물류, 농업, 건설 등 다양한 산업 분야에서도 온디바이스 AI는 작업을 자동화하고 최적화하는 데 중요한 기술로 자리 잡을 것이다.

결론적으로, 온디바이스 AI는 AI 기술의 발전과 함께 더 넓은 응용 분야에서 핵심적인 역할을 할 것이며, 그 중요성은 날로 커질 것이다. 클라우드와의 통신 지연 없이 실시간으로 데이터를 처리하고 분석할 수 있는 온디바이스 AI는 다양한 환경에서 빠른 의사결정을 가능하게 하며, 더 안전하고 효율적인 시스템을 구축할 수 있다. 특히, 개인정보 보호 측면에서도 사용자의 데이터를 외부로 전송하지 않고 로컬에서 처리함으로써 보안 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다.

향후 온디바이스 AI는 더욱 발전된 하드웨어와 결합하여 성능을 극대화하고, 저전력 설계와 경량화된 AI 모델을 통해 소형 디바이스에서도 고성능 AI 기능을 제공할 것이다. 이를 통해 스마트홈, 헬스케어, 자율주행차, 산업 자동화 등 다양한 분야에서 큰 변화를 이끌어낼 것이며, 사용자 경험을 한층 더 향상시킬 것이다. 온디바이스 AI는 디지털 혁신의 중요한 축으로 자리 잡고 있으며, 기술 발전과 함께 그 영향력은 더욱 확장될 것이다.

참고 문헌

- [1] Korea Electronics Technology Institute, "The Key to AI Popularization, On-Device AI," 2023.
- [2] Korea Electronics Technology Institute, "The Impact of On-Device AI and Matter Standards on the Smart Home Service Platform Ecosystem," 2023.
- [3] Korea Electronics Technology Institute, "The Next Innovation After ChatGPT: The Secrets of On-Device AI," 2023.
- [4] Korea Electronics Technology Institute, "On-Device AI Technology Utilization Strategies for Mobility Intelligence," 2023.
- [5] Korea Electronics Technology Institute, "AI Semiconductor Market, Industry, and Policy," 2023.
- [6] Korea Electronics Technology Institute, "Semiconductor Industry Trends," 2023.
- [7] Korea Electronics Technology Institute, "Analysis of Deep

Learning Model Compression Techniques," 2023.

- [8] Korea Electronics Technology Institute, "Binary Network-Based Model Compression Method for Providing On-Device AI Appliance Services," 2023.
- [9] SK Hynix, "AI-Around AI: AI's Influence on Various Industries," SK Hynix Newsroom, 2023. Available at: <https://news.skhynix.co.kr/post/all-around-ai-5>
- [10] Kyuho J. Lee, et al. "Chapter Seven – Architecture of Neural Processing Unit for Deep Neural Networks", in Advances in Computers: Hardware Accelerator Systems for Artificial Intelligence and Machine Learning, Shiho Kim and Ganesh Chandra Deka (Eds.), Elsevier, vol. 122, pp. 217–245, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2020.11.001>
- [11] Changsoon Choi, et al. "Curved Neuromorphic Image Sensor Array Using a MoS₂-organic Heterostructure Inspired by the Human Visual Recognition System," Nature Communications, 2020. DOI: 10.1038/s41467-020-19806-6.
- [12] Min Seok Kim, et al. "Parametric Optimization of Lateral NIPIN Phototransistors for Flexible Image Sensors," Sensors, 2017. DOI: 10.3390/s17081774.



최철준

- 2005년 2월 조선대학교 기계공학부 학사
- 2007년 2월 조선대학교 정밀기계공학과 석사
- 2018년 2월 조선대학교 첨단부품소재공학과 박사
- 2007년 8월 ~ 2008년 4월 한전KPS 전문연구원
- 2008년 4월 ~ 2023년 12월 한국전자기술연구원
선임연구원
- 2024년 1월 ~ 현재 한국전자기술연구원 AI
융합가전연구센터 센터장

〈관심 분야〉

온디바이스 AI, AI 가속기, AI 모델경량화,
지능형 디바이스, 엣지 디바이스

AI를 활용한 바이오산업 분야 미래와 전망

I. 서론

AI 기술은 바이오산업 전반에 걸쳐 혁신을 일으키며 새로운 가능성을 열고 있다. 방대한 생물학적 데이터를 분석하고, 복잡한 생명 현상을 모델링하며, 새로운 약물 개발을 가속화하는 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이번 글에서는 AI가 바이오산업에서 어떻게 활용되고 있는지, 그리고 미래 전망은 어떠한지 살펴본다.

II. 본론

1. 신약 개발, 분자 도킹을 통한 정밀 타겟팅

신약 개발은 오랜 시간과 많은 비용이 소요되는 복잡한 과정이다. AI는 이러한 과정을 획기적으로 개선하고 있다. 특히, 분자 도킹 기술은 약물 분자와 질병 관련 단백질의 상호 작용을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 예측하여 효과적인 신약 후보 물질을 빠르게 찾아내는 데 활용된다.

분자 도킹이란? 마치 열쇠와 자물쇠가 정확하게 맞아떨어지듯, 약물 분자와 단백질이 결합하는 모습을 컴퓨터 시뮬레이션으로 예측하는 기술이다. 이 기술은 새로운 약물을 개발하는 과정에서 매우 중요한 역할을 한다. 이를 활용하면 수많은 화합물을 실험실에서 일일이 합성하고 실험해 볼 필요 없이, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 효과적인 후보 물질을 빠르게 선별할 수 있게 된다. 또한, 분자 도킹을 통해 약물과 단백질의 결합력을 정확하게 예측하여, 실제 약효가 있는 물질을 개발할 확률을 높여주고 있다.

분자 도킹은 어떻게 이루어질까요?

먼저, 질병과 관련된 특정 단백질의 3차원 구조 정보를 얻는다. 이 정보는 X-선 결정학, 핵자기공명(NMR) 등의 실험 방법이나, 최근에



윤 제 정
(재)전남바이오진흥원

는 AlphaFold와 같은 인공지능을 활용하여 예측할 수 있다. 다음은 다양한 화합물들의 3차원 구조 정보를 데이터베이스에 축적한다. 이어서 단백질 구조와 화합물 구조를 컴퓨터 안에 넣고, 화합물이 단백질에 다양한 방향으로 접근하며 결합하는 모습을 시뮬레이션한다. 이때 각각의 결합 모형에 대한 에너지를 계산하여, 가장 안정적인 결합 형태를 찾는다. 에너지가 낮을수록 결합력이 강하다고 판단한다. 이를 통해 계산된 결합 에너지를 기준으로, 단백질과 강하게 결합할 것으로 예상되는 화합물을 후보 물질로 선정하게 된다.

실제 사례로 코로나19 치료제 개발을 들 수 있는데, 코로나19 팬데믹 시기에 분자 도킹 기술은 코로나바이러스의 스파이크 단백질과 결합하여 감염을 억제하는 약물 후보물질을 찾는 데 활용되었다. 전 세계 연구진들이 기존 약물이나 천연물질 라이브러리를 활용하여 스파이크 단백질과 강하게 결합할 수 있는 후보 물질을 찾아내고, 이를 바탕으로 새로운 치료제 개발을 위한 연구를 진행했다.

분자 도킹은 마치 퍼즐 조각을 맞추는 것처럼, 복잡한 생명 현상을 단순화하여 이해하고, 새로운 약물을 개발하는 데 기여하고 있다. 앞으로도 AI 기술과의 결합을 통해 더욱 정확하고 효율적인 신약 개발이 가능해질 것으로 기대된다.

2. 대체육, AI가 만드는 새로운 식량 시스템

대체육은 환경 문제와 동물 복지에 관한 관심이 높아지면서 주목받는 식품이다. AI는 대체육 개발의 다양한 단계에서 활용되고 있다. 대체육은 전통적인 육류 대신에 식물성 재료 또는 세포 배양 기술을 이용하여 제작된 식품을 의미한다. 대체육은 환경적 지속 가능성, 동물 복지, 건강 등을 고려하여 개발된 제품으로, 소비자들에게 고기와 유사한 맛과 질감을 제공하는 것이 목표다. 대체육의 주요 유형은 식물성 대체육으로 콩, 완두콩, 밀 단백질 등 식물에서 추출한 성분으로 만들어진 제품과 세포 배양육으로 동물 세포를 배양하여 생산된 고기로 구분할 수 있다.

세포 배양육의 생산 과정은 다음과 같은 단계로 이루어

진다. 먼저, 동물의 근육 세포를 채취하는 단계로 일반적으로 동물의 건강과 복지를 고려하여 비침습적으로 이루어진다. 다음으로 채취한 세포를 영양분이 풍부한 배양액에 넣어 성장시키고 증식시키는 과정인데 이 과정에서 세포가 분열하여 근육 조직을 형성하게 된다. 이어서 세포가 충분히 성장하면, 이를 3차원 구조로 배치하여 실제 근육 조직과 유사한 형태로 만드는 단계인데 이를 위해 생체재료를 사용하거나 특정 기법을 통해 세포가 자연스럽게 배열되도록 유도한다. 마지막으로 세포가 충분히 성장하고 기능을 발휘할 수 있도록 성숙 과정을 거치게 되는데 이 단계에서는 전기 자극이나 기계적 자극을 통해 근육 조직의 특성을 강화하여 성숙된 세포 조직을 수확하여 가공하고, 최종 제품으로 만들기 위한 다양한 처리 과정을 거친다.

AI는 대체육 연구개발에서 어떻게 활용되고 있을까? AI는 다양한 식물성 재료의 조합을 분석하여 최적의 맛과 질감을 가진 대체육을 개발하는 데 머신러닝 알고리즘을 통해 소비자 선호도를 고려한 재료 조합을 찾아내는 것이 가능하다. 또한 AI를 활용한 감각 분석 기술은 대체육의 맛과 질감을 평가하고, 이를 소비자 만족도에 맞게 조정하는 데 사용된다. 예를 들어, 특정 성분의 비율을 조절하여 더 나은 맛과 질감을 생성할 수 있다. 다음으로 AI는 다양한 재료의 영양 성분을 분석하고, 건강한 대체육 제품을 설계하는 데 도움을 줄 수 있다. 이를 통해 소비자에게 영양가 높은 제품을 제공할 수 있게된다.

AI 기술은 대체육의 생산 공정을 실시간으로 모니터링하고 최적화하여 효율성을 높이고 불량률을 줄여 생산 비용을 절감하고 품질을 유지할 수 있으며 AI는 소비자 리뷰와 피드백을 분석하여 대체육 제품의 개선 방향을 제시할 수 있어 시장의 요구에 맞춘 제품 개발도 가능하며 생산 과정에서의 탄소 배출량, 물 사용량 등을 분석하여 환경적 지속 가능성을 평가하는 데 보다 친환경적인 생산 방법을 모색할 수 있다.

대체육은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 주요 사례는 다음과 같다. 식물성 대체육 브랜드로 Beyond Meat는 식물성 단백질을 사용하여 햄버거 패티, 소시지 등을 생산하며, 고기와 유사한 맛과 질감을 제공하며,

Impossible Foods 이 제품은 '헤모글로빈'이라는 성분을 포함하여 고기의 맛을 재현한다.

세포 배양육 기업으로 Memphis Meats는 세포 배양육을 생산하는 기업으로, 닭고기와 소고기 제품을 연구하고 있으며 Mosa Meat는 세계 최초의 배양육 햄버거를 개발한 기업으로, 지속 가능한 고기 생산을 목표로 하고 있다. 한편, 여러 유명 레스토랑과 패스트푸드 체인에서는 대체육 제품을 메뉴에 도입하고 소비자에게 선택권을 제공하고 있다. 예를 들어, 버거킹의 'Impossible Whopper'와 같은 제품이 있다. 이와 같이 대체육은 식품 산업의 혁신을 이끌며, 환경적 지속 가능성과 동물 복지를 고려한 새로운 식품 솔루션으로 자리잡고 있다.

3. 로봇 수술, AI가 이끄는 정밀 의료

인공지능(AI) 기술의 눈부신 발전은 의료 산업에 혁신적인 변화를 가져오고 있으며, 그 중심에는 로봇 수술이 있다. 로봇 수술은 단순한 수술 도구를 넘어, AI와 융합되어 의료 서비스의 질을 향상시키고 새로운 가능성을 열고 있다.

로봇 수술은 의사의 조작을 받아 수술을 실행하는 로봇 시스템을 활용하여 기존의 수술 방식보다 더욱 정확하고 안전하게 수술을 진행하는 기술이다. 로봇 시스템은 3차원 영상 시스템, 로봇 팔, 그리고 다양한 수술 도구로 구성되어 있으며, 의사는 콘솔을 통해 로봇을 조종하여 수술을 진행한다.

로봇 수술은 어떻게 진행될까? 먼저 환자의 의료 영상 데이터(CT, MRI 등)를 기반으로 3차원 모델을 생성한다. AI 기반 영상 분석기술을 활용하여 수술 부위를 정확하게 파악하고, 최적의 수술 계획을 수립하는 것이 가장 중요하다. 그리고 가상 현실(VR) 기술을 활용하여 수술 시뮬레이션을 진행하여 예상되는 문제점을 미리 파악하고 해결 방안을 모색한다.

로봇 시스템을 통한 수술을 진행하는 절차인데 수술 계획에 따라 로봇 팔을 정확한 위치로 이동시키고, 다양한 수술 도구를 이용하여 절개, 지혈, 조직 접합 등의 수술 과정을 진행한다. AI 기반 실시간 영상 분석 기술을 활용하여 수술 중 발생하는 예기치 못한 상황에 유연하게 대

처한다. 햅틱 기술을 적용하여 의사에게 실제 수술과 유사한 촉각 피드백을 제공하여 수술 정확도를 높인다.

수술 후 데이터 분석 및 피드백이 필요한데, 수술 과정에서 생성된 데이터(영상, 생체 신호 등)를 분석하여 수술 결과를 평가하고, 향후 수술 개선에 필요한 정보를 얻는다.

AI 기반 머신 러닝 기술을 활용하여 대규모 수술 데이터를 분석하고, 새로운 수술 기법 개발에 활용한다.

로봇 수술의 응용 사례로 미국에 본사를 둔 스트라이커(Stryker)의 마코(Mako) 로봇팔은 인공 관절 치환 수술, 특히 고관절 및 무릎 관절 성형술에서 AI를 활용하여 정형외과 수술을 지원하며, 존스 홉킨스 대학의 연구진이 개발한 스마트 조직 자율 로봇(Smart Tissue Autonomous Robot, STAR)은 복잡한 수술 작업을 높은 정밀도와 자율성으로 수행하도록 설계되어 환자 예후를 개선하고 외과 의사와 관련된 변동성을 줄이는 것이 목표다. 또한, 미국의 메이요 클리닉은 로봇 수술 분야에서 세계적인 선두를 달리고 있으며, 다양한 암 수술, 비뇨기과 수술, 부인과 수술 등에 로봇 수술을 적극적으로 도입하여 환자의 예후를 개선하고 있다.

우리나라 서울아산병원은 국내 최고 수준의 로봇 수술 시스템을 구축하고 있으며, 특히 복강경 수술, 흉부외과 수술, 갑상선 수술, 전립선 수술 등에 로봇 수술을 활용하여 수술 시간을 단축하고 최소침습 수술로 출혈량을 줄이는 등 우수한 성과를 거두고 있다.

AI 기반 로봇 수술은 의료 산업의 패러다임을 변화시



〈그림 1〉 의료장비 수술 로봇 개념도, 출처:medicalltimes.com

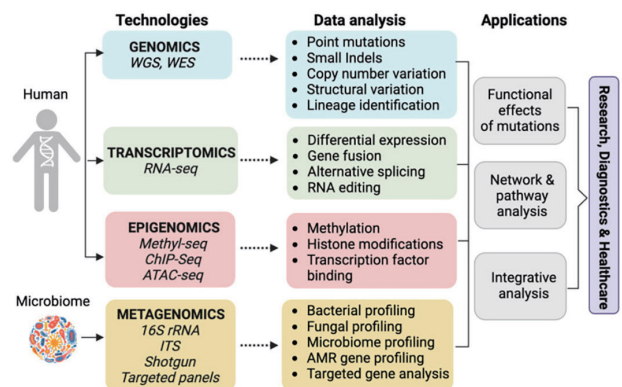
키고 있으며, 앞으로 더욱 발전하여 다양한 분야에 적용될 것으로 예상된다. 특히, 다음과 같은 분야에서 더욱 활발한 연구 개발이 이루어질 것으로 기대된다. 첫째, AI를 활용하여 수술하기 전 환자의 최적 컨디션 도출과 수술 계획을 자동으로 생성하고 최적화하는 기술. 둘째, 로봇 시스템의 자율적인 의사결정 능력을 향상시켜 의사의 부담을 줄이고 반복적이며 정형화된 수술 효율성을 높이는 기술. 셋째, 수술 로봇과 다양한 의료 영상 시스템을 통합하여 더욱 정밀하고 최소침습 수술로 안전한 수술을 수행하는 기술개발이 이루어질 것이다.

4. 게놈 시퀀싱, 개인 맞춤형 의료의 핵심

게놈 시퀀싱은 생명체의 유전 정보 전체를 해독하는 기술로, 질병의 원인 규명, 신약 개발, 맞춤형 치료 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히, 인공지능(AI)과 머신러닝(ML) 기술의 발전은 게놈 데이터 분석의 정확성과 속도를 비약적으로 향상시키며, 개인 맞춤형 의료 시대를 앞당기고 있다.

게놈 시퀀싱과 인공지능은 어떻게 질병을 정복할까? 게놈 시퀀싱을 통해 얻어지는 방대한 양의 데이터를 분석하기 위해서는 강력한 컴퓨팅 파워와 정교한 분석 도구가 필요하다. 인공지능은 이러한 문제를 해결하고, 게놈 데이터에서 유용한 정보를 추출하는 데 핵심적인 역할을 한다. 단편화된 게놈 서열을 정확하게 연결하여 완전한 게놈을 재구성하는 과정이다. 인공지능은 복잡한 알고리즘을 통해 조립 과정의 정확도를 높이고, 시간을 단축시킨다.

활용 분야로는 게놈 서열 간의 차이를 분석하여 질병과 관련된 유전적 변이를 찾아내고 딥러닝 기반 모델은 방대한 양의 변이 데이터를 분석하여 질병과의 연관성을 파악하고, 새로운 질병 유전자를 찾아내고 개인의 유전체 데이터를 분석하여 질병 발생 가능성을 예측하는데 AI는 다양한 유전적, 환경적 요인을 고려하여 질병 발병 위험을 정확하게 예측하는 모델을 만들 수 있다. 또한, 질병과 관련된 유전자를 표적으로 하는 신약 개발에 활용되고 있는데 인공지능은 방대한 양의 분자 데이터를 분석하여 새로운 약물 후보 물질을 발굴하고, 약물 효능을 예측하는 데



〈그림 2〉 기술 플랫폼, 데이터 분석 및 응용을 포함하여 게놈 분석 및 NGS 응용에 사용되는 다양한 접근 방식

활용된다.

국내외 응용 사례로는 삼성서울병원은 정밀 의료센터를 운영하며, 유전체 분석을 기반으로 개인 맞춤형 암 치료를 제공하고 있는데 인공지능을 활용하여 암 환자의 생존율을 예측하고, 새로운 치료 표적을 발굴하는 연구를 진행하고 있다. 서울대병원은 정밀의료연구센터를 통해 유전체 분석, 인공지능, 빅데이터 등을 활용하여 희귀질환 환자를 위한 유전체 분석 서비스를 제공하고 있다. 마크로젠은 국내 대표적인 유전체 분석 기업으로, 다양한 질환에 대한 유전체 분석 서비스를 제공하고 있으며, 인공지능을 활용하여 분석 결과의 정확도를 높이고 있다.

미국 국립보건원(NIH)은 All of Us 연구를 통해 100만 명 이상의 개인 유전체 데이터를 수집하고 분석하여 질병 예방 및 치료에 활용하고 있다. Broad Institute(미국)는 MIT와 하버드가 공동 설립한 생명과학 연구소로, 유전체 분석기술 개발 및 질병 유전체 연구를 선도하고 있다. Foundation Medicine(미국)은 암 환자의 종양 유전체 분석을 통해 맞춤형 치료를 제공하는 미국의 바이오테크 기업이다.

게놈 시퀀싱과 인공지능의 결합은 개인 맞춤형 의료 시대를 앞당기는 핵심 동력이 될 것이다. 향후 더욱 정확하고 빠른 게놈 분석 기술의 개발과 함께, 인공지능은 다음과 같은 분야에서 혁신을 가져올 것으로 기대된다. 개인의 유전체 정보에 기반하여 질병을 예측하고, 맞춤형 치료를 제공하는 정밀 의료 시대에 맞게 새로운 약물 후보 물질 발굴과 약물 부작용 예측을 통해 신약 개발 과정을

획기적으로 개선하여 새로운 감염병 발생 시 빠르게 진단하고, 치료제를 개발하는 데 이바지할 것이다.

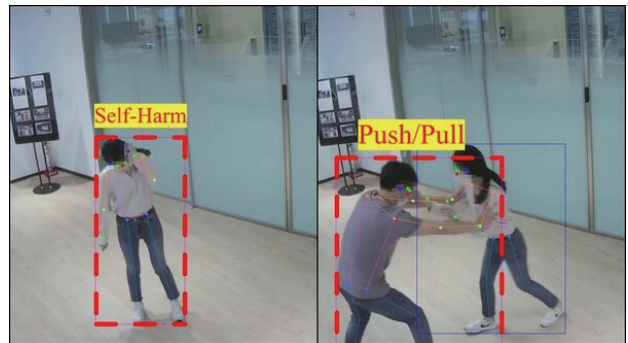
5. 행동 수정, 머신러닝과 AI가 만들어가는 새로운 가능성

행동 수정은 개인의 부적절한 행동을 바람직한 방향으로 변화시키는 심리 치료 전략입니다. 과거에는 주로 임상 심리학자의 경험과 직관에 의존하여 진행되었지만, 최근에는 머신러닝과 인공지능 기술의 발달로 더욱더 과학적이고 효율적인 행동 수정이 가능해졌다.

머신러닝과 AI가 행동 수정에 활용되는 방식으로 머신러닝 알고리즘은 방대한 양의 데이터를 분석하여 개인의 행동 패턴을 파악하고, 특정 행동을 유발하는 요인을 찾아낸다. 이를 통해 개인에게 맞춤형 개입 전략을 제시하고, 행동 변화를 위한 효과적인 피드백을 제공해 준다. 이어서 개인의 행동 데이터, 생리 데이터, 환경 데이터 등 다양한 정보를 수집하고 분석하여 행동 패턴을 파악한다. 그리고 수집된 데이터를 기반으로 특정 행동을 예측하는 모델을 개발한다. 예를 들어, 흡연, 음주, 비만 등의 행동을 예측하는 모델을 개발할 수 있다. 예측 모델을 통해 개인의 특성에 맞는 개입 전략을 제시해준다. 앱이나 웨어러블 기기를 통해 개인의 행동을 실시간으로 모니터링하고, 목표 달성을 위한 피드백을 제공한다.

행동 수정 분야에서의 머신러닝 및 AI 활용 사례는 정신 건강 분야로 우울증, 불안 장애 등 정신 질환 환자의 증상을 모니터링하고, 치료 효과를 평가하며, 재발을 예측하거나 흡연, 음주, 약물 중독 등의 행동 중독을 치료하기 위한 맞춤형 개입 프로그램을 개발한다. 또한, 비만, 당뇨병 등 만성 질환 예방을 위해 건강한 식습관 형성을 돕는 프로그램을 개발하고 운동 부족으로 인한 건강 문제를 해결하기 위해 운동 습관을 형성하도록 돕는 프로그램 등을 개발한다.

국내외 응용 사례로 SkinVision은 피부암 조기 발견을 위한 스마트폰 앱으로, 머신러닝 알고리즘을 활용하여 피부 병변 이미지를 분석하고 위험도를 평가한다. MyFitnessPal은 식단 관리 앱으로, 사용자가 입력한 식단 정보를 기반으로 칼로리 섭취량을 계산하고, 목표 달



〈그림 3〉 SK텔레콤은 AI 기술을 활용, 발달장애인의 도전적 행동 패턴 인지, 일상 속 위험을 감지·대응하는 분석시스템 시범 운영. 출처: 데일리포스트

성을 위한 맞춤형 식단도 제안한다. Calm, Headspace는 스트레스 관리 및 명상 앱으로, 사용자의 심리 상태를 분석하고 개인 맞춤형 명상 프로그램을 제공한다.

국내 정신과 병원은 우울증 환자의 스마트폰 사용 데이터를 분석하여 우울증 악화를 예측하고, 적절한 개입 시기를 파악한다. 머신러닝과 AI 기술의 발전은 행동 수정 분야에 더욱 혁신적인 변화를 가져올 것이다. 즉 개인의 유전적 특성, 생활 습관, 환경 등 다양한 요인을 고려하여 더욱 정밀한 맞춤형 개인 치료를 제공할 수 있을 것이며 웨어러블 기기와의 연동을 통해 개인의 행동을 실시간으로 모니터링하고, 필요한 순간에 맞춤형 피드백을 제공할 수 있을 것이다. 또한, 시간과 공간의 제약 없이 언제 어디서든 치료를 받을 수 있는 원격 치료 시스템이 확산하여 질병 발생 이전에 예방적인 개입을 통해 건강을 증진하는 시스템이 구축될 것이다.

6. 의료 영상 진단, 정확하고 빠른 진단

의료 영상 진단은 CT, MRI, X-ray 등 다양한 의료 영상 장비를 활용하여 질병을 진단하고 치료 계획을 수립하는 의료 분야이다. 과거에는 의료 전문가가 직접 영상을 판독하여 질병을 진단했지만, 최근에는 인공지능(AI) 기술의 발달로 더욱 정확하고 빠른 진단이 가능해졌다.

인공지능이 의료 영상 진단에 활용되는 이유는 무엇일까요? 그 이유는 의료 영상 데이터는 양이 방대하고 복잡하여 사람이 일일이 분석하기에는 어려움이 있으나 인공지능은 이러한 방대한 데이터를 빠르고 정확하게 분석하



〈그림4〉 의료 영상 진단에서 인공지능의 활용개념도, 출처: 위튼에서 저자창작

여 질병의 특징을 찾아낼 수 있기 때문이다. 그럴 뿐만 아니라 사람의 주관적인 판단에 의존하는 경우가 많았던 의료 영상 판독에 객관성을 확보할 수 있어 AI는 데이터 기반으로 학습하여 객관적인 판단을 내릴 수 있다. 또한, 미세한 병변까지 정확하게 찾아내어 조기 진단도 가능하게 할 뿐만 아니라 다양한 질병에 대한 방대한 데이터를 학습하여 진단 정확도를 높일 수 있다.

의료 영상 진단에서 인공지능의 활용 방식으로 폐암, 유방암 등 다양한 질병의 영상 데이터를 학습하여 질병을 자동으로 진단하고 질병의 진행 속도를 예측하여, 치료 효과를 평가하고 환자 맞춤형 치료 계획을 수립한다. 또한, 심장 기능, 혈관 협착 등 다양한 생체지표를 자동으로 측정하여 질병의 심각성을 평가하거나 기존에 알려지지 않은 질병의 특징을 찾아내 새로운 질병을 발견하는 데도 이바지한다.

의료 영상 진단에서 인공지능의 활용 사례로 먼저 폐암, 유방암, 대장암 등 다양한 암종의 조기 진단에 인공지능 기술이 활용되고 있습니다. 인공지능은 의료 영상에서 미세한 병변을 찾아내고, 악성 종양과 양성 종양을 구분하는 데 뛰어난 성능을 갖고 있어 심장 초음파, CT, MRI 등을 이용하여 심혈관 질환을 진단하고, 심장 기능을 평

가하는 데도 활용되고 뇌 MRI, PET-CT 등을 이용하여 뇌종양, 뇌졸중, 알츠하이머병 등 뇌 질환을 진단하는 데도 활용된다.

국내외 응용 사례로 UCSF Medical Center는 ClinicalAI라는 AI 기반 시스템을 개발하여 의료 이미지를 분석하고 방사선 전문의에게 진단 권장 사항을 제공하며 구글은 Google Health를 통해 의료 영상 분석, 질병 진단, 신약 개발 등 다양한 분야에서 인공지능 기술을 개발하고 있다. IBM Watson Health는 Watson for Oncology를 통하여 암 환자의 유전체 정보, 의료 영상, 임상 정보 등을 분석하여 맞춤형 치료 계획을 수립하는 데 도움을 준다. 국내 주요 대학병원에서는 인공지능 기반 의료 영상 분석 시스템을 도입하여 진단 정확도를 높이고, 의료진의 업무 부담을 줄이고 있다.

의료영상진단의 미래 전망은 환자 개인의 유전체 정보와 의료 영상 데이터를 결합하여 더욱 정밀한 맞춤형 치료를 제공할 수 있을 것으로 보이며 인공지능 기반 의료 영상 분석시스템을 활용하여 원격 지역에서도 양질의 의료 서비스를 받을 수 있을 것이다. 또한, 새로운 약물의 효과를 평가하고, 부작용을 예측하는 데 활용될 것이며 진단 시간 단축과 정확도 향상을 통해 의료 비용을 절감할 수 있을 것이다.

III. 전망과 결론

Stand-alone형은 AI는 바이오산업 전반에 걸쳐 혁신을 일으키고 있으며, 앞으로 더욱 다양한 분야에서 활용될 것으로 예상된다. 특히, 개인 맞춤형 의료, 정밀 의학, 신약 개발 등의 분야에서 AI는 핵심적인 역할을 할 것이다. 하지만 AI 기술의 발전과 함께 데이터 보안, 윤리적 문제 안전성 향상 문제 등 해결해야 할 과제도 존재한다. 이러한 과제를 극복하는 것도 AI 기술로 가능할 것이다. 특별히 AI 기술이 바이오산업의 안전성을 향상시키는 방법으로 첫째, AI로 대량의 데이터를 분석하여 위험 요소를 조기에 식별해 낼 수 있다. 예를 들어, 임상 시험 데이터나 생산 과정에서 발생하는 데이터를 실시간으로 모니터링하여 이상 징후가 발견되면 문제를 사전에 방지할



수 있을 것이다. 두 번째로 AI 기반 시스템은 생산 과정에서 품질 데이터를 자동으로 분석하여 불량품을 조기에 발견하고, 생산 공정을 최적화하여 일관된 품질을 유지할 수 있어 제품의 안전성을 높이는 데 기여할 것이다. 셋째, AI는 복잡한 생물학적 시스템을 모델링하고 시뮬레이션하여 다양한 변수를 동시에 고려한 안전성 평가를 수행할 수 있어 신약 개발 과정에서의 리스크를 최소화할 수 있을 것이다. 넷째, AI는 의료 영상을 분석하여 조기 진단과 정확한 판별을 가능하게 하여 환자의 안전성을 높이고, 오진으로 인한 위험을 줄이는 데 기여할 것이다. 다섯째, AI는 환자의 유전자 정보를 분석하여 개인 맞춤형 치료를 제공함으로써 부작용을 최소화하고 치료의 안전성을 높일 수 있을 뿐만 아니라, AI는 신약후보 물질의 독성 예측, 약물 상호작용 분석 등을 통해 신약 개발 과정에서의 안전성도 강화할 수 있을 것이다. 이러한 방식으로 AI 기술은 바이오산업의 안전성을 높이고, 인류에게 더 나은 삶의 질을 제공하는 데 기여할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Kim DH, Lanza R, Kim KS, et. al, "Generation of Human Induced Pluripotent Stem Cells by Direct Delivery of Reprogramming Proteins Cell Stem Cell", 4(6), 472-6, 2009
- [2] Park HS, et. al., "Increased Genomic Stability in Protein-based iPS cells compared to Virus-based iPS cells", Stem cells Translational Medicine 3, 1-11, 2014
- [3] <https://microbenotes.com/next-generation-sequencing-ngs/>
- [4] Heena Satam, et al., "Next-Generation Sequencing Technology: Current Trends and Advancements", Biology (Basel), 13(5), 286, 2024
- [5] <https://www.mlo-online.com/disease/infectious-disease/article/21268056/the-clinical-value-of-next-generation-sequencing-integration-within-medical-laboratories>
- [6] <https://allofus.nih.gov/>
- [7] <https://www.pharmnews.com>
- [8] <https://www.thedailypost.kr>
- [9] <https://medicalltimes.com/Main/>
- [10] <https://www.thedailypost.kr/>

- [11] https://www.analyticsvidhya.com/blog/2023/03/machine-learning-ai-for-healthcare/#Top_10_Applications_of_Machine_Learning_and_AI_in_the_Healthcare_Industry



윤 제 정

- 1993년 2월 전남대 공대 고분자공학과 학사
- 2002년 2월 전남대 물질생물화학공학과 석사
- 2005년 2월 전남대 물질생물화학공학과 박사
- 2006년 5월 ~ 2007년 8월 미국 UCSB, 연구원
- 2007년 8월 ~ 2024년 7월 (재)전남바이오진흥원 팀장
- 2024년 7월 ~ 현재 (재)전남바이오진흥원 센터장

〈관심 분야〉

Stem cell, 배양육, 캘리스배양 HMR(Home Meal Replacement)

인공지능을 이용한 공기 질 관리 시스템

I. 서론

코로나와 미세먼지로 인해 대중들은 공기질에 대한 관심이 증가함에 따라 공기질을 관리할 수 있는 여러 제품들을 사용하고 있다. 특히 주거시설 내부 공기에 대한 관심도가 높아져 공기청정기, 가습기, 제습기 등 에어 가전산업 관련 매출이 증가하고 있다. 하지만 에어 가전제품들의 호환 및 연동에 대한 표준화 부족으로 여러 문제점이 존재한다.

첫째, 센서 데이터 호환 문제이다. 가전제품에 달려있는 센서 데이터 호환성이 부족하여 각각의 가전제품들 별로 공기질을 측정하는 센서가 달리게 되고 이로 인해 불필요한 센서가 가정 내 많이 존재하게 된다.

둘째, 센서 부정확도이다. 가전제품에 달려있는 공기질 상태 센서 (IAQ)는 자체 오차로 인한 오류와 단일 센서를 통해 얻을 수 있는 실내 상황에 대한 정보에는 한계가 존재한다.

셋째, 가전제품 간 연동 문제이다. 각각의 에어 가전 제품들은 상호 연동 기능이 부족하여 최적의 가전제품 운영이 힘들다. 예를 들어 에어컨과 가습기 간 연동이 되어 있지 않아 제습과 가습이 동시에 이루어지는 에너지 낭비 문제가 발생하며, 에어컨과 환기장치 간 연동이 되어 있지 않아 냉방 효율이 떨어지는 문제점이 발생한다.

이러한 문제 해결을 위해 현재 많은 에어 가전제품 업체 중심으로 실내 공기질 상황을 모니터링할 수 있는 IoT 미세먼지 측정기나 이러한 센서 기반의 모니터링 플랫폼에 대한 연구가 이뤄지고 있다^[1, 2]. 하지만 최근까지 이뤄지고 있는 실내 공기질 관리 방법은 IoT IAQ센서를 통한 공기질 모니터링이 주를 이루고 있어 한계가 존재한다. 이를 보완하기 위해서는 동적 활동 공간 중심으로 개인형 및 맞춤형 공기질 관리가 가능한 인공지능 기술이 필요하게 된 것이다.



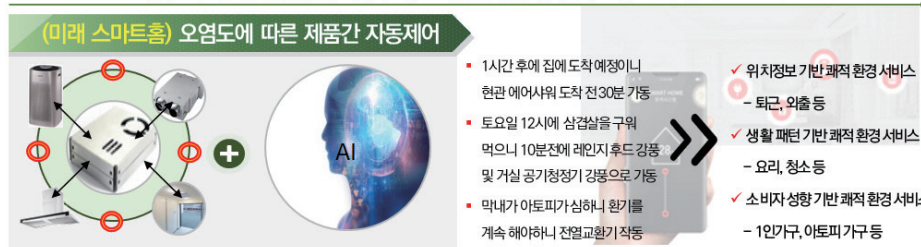
한 경 현
브이산업(주)

실내공기질 능동적 관리가 필요한 시기

정적 주거공간 중심, 일괄형/자동화 실내공기질 관리



동적 활동공간 중심, 개인형/맞춤화 실내공기질 관리



〈그림 1〉 인공지능 기반 실내공기질 관리 필요성

II. 공조 장치 의무화

공기질 관리에서 가장 중요한 역할을 하고 있지만 산업
군에서 별다른 시장을 형성하지 못하는 기술이 환기 기술
이다. 환기 장치는 그 중요성이 높아 2006년 1월부터 시
행된 건물의 공조에 관한 법률인 주택법 시행령에는 사업
주체로 하여금 공동 주택의 실내 공기의 원활한 환기를
위하여 대통령령이 정하는 기준에 따라 환기 시설을 설치
하여야 한다는 규칙 제11조에 따라 100세대 이상의 공동
주택이나 다중 이용 시설에는 의무적으로 환기 시스템을
설치해야 한다.

환기장치 보급은 관계법령 기준 강화로 인해 규정에 적
합한 장치가 보급이 되었다. 관련 법령을 살펴보면 다음
과 같다.

- 실내공기질 관리법

(2003.4.30 - 국회통과, 2004.5 - 시행)

→ 적용대상 : 지하역사, 터미널, 공항, 도서관, 박물관,
관, 의료기관, 호텔, 백화점, 100세대이상 거주 아
파트 및 연립주택

→ 실 시 내 용 : 유지기준 (먼지: $100 \mu\text{g} / \text{m}^3$,
 CO_2 :1000ppm, 포름알데히드(HCHO):0.12ppm,
총부유세균:800CFU/ m^3 , CO:10ppm) 권고기
준(산화질소(NO_2):0.05ppm, 휘발유기화합물
(VOC):0.4ppm, 석면:0.01개/cc, 오존:0.065ppm,
라돈(Rn):4.0pci/ ℓ) 관리책임자 실내공기질 관리
교육 이수 의무 부여

- 학교보건법

→ 2002년 교육부에서 교실 내 환기, 온/습도, 먼지에
대한 보건 강화(CO_2 :1000ppm/1시간 평균, 미세먼
지:0.15PPM/24시간 평균, 환기량:21.6CMH/1인)
→ 2005년 3월 학교보건법의 개정 공포(교사 안에서의
공기의 질에 대한 기준의 강화)

- 환경부

→ 2005년 12월 다중이용 시설 등의 실내공기질 관리
법 시행규칙 일부 개정령. (신축 공동주택의 실내 공
기질에 대한 권고기준을 정하고, 그 밖에 현행 제도
운영상 나타난 일부 미비점을 개선 보완)

〈표 1〉 신축 공동 주택의 실내 공기질에 대한 권고기준

구분	기준	구분	기준
포름알데히드	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	벤젠	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
톨루엔	1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	에틸벤젠	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
자일렌	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하	스타렌	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하

→ 권고기준

－ 건설교통부

→ 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 일부 개정령 안

※ 건축자재 및 가구 등에서 나오는 유해 화학물질로 인한 실내의 공기질 문제를 효과적으로 개선·보완하기 위하여 신축 공동주택 및 다중이용 시설에 설치하는 환기설비의 기준을 마련하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선, 보완

※ 제11조(공동주택 및 다중이용 시설의 환기 설비 기준 등) ① 명 제 87조 제 2항의 규정에 따라 신축 또는 리모델링하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 주택 또는 건축물(이하 “신축 공동 주택 등”이라 한다)은 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기 설비 또는 기계환기 설비를 설치하여야 한다.

※ 대상 : 100세대 이상의 공동주택(기숙사를 제외한다.)

환기 시스템 중 전열교환기(ERV)는 집 천장에 설치된 급기구와 배기구를 통해 공기를 순환시킨다. 배기구는 환풍기처럼 오염된 공기를 빼내며 급기구는 외부의 공기를 빨아들여 공기청정기처럼 필터로 걸러서 깨끗해진 공기를 실내로 유입시켜 실내 공기 오염도를 낮춘다. 본체는 보통 다용도실이나 실외기실 천장에 설치되어 있으며, 현재 일부 실내공간을 보유한 버스정류장에 적용되고 있다. 이 전열교환기를 ‘공조시스템’이라고도 부른다.

실내 생활에서 미세먼지는 조리 시에도 발생하는데, 조리법에 따라 구이나 튀김류가 국물 요리보다 많이 발생시키며, 미세먼지 농도는 평소보다 최소 2배에서 최대 60

배까지 높아진다. 그래서 환기를 시키면서 조리를 하는 등의 조리 방법 개선을 제시할 수 있으나^[3] 한편으로 실외 미세먼지가 들어오는 것은 아닌가 생각해 볼 수 있다.

전열교환기의 경우, 실내 및 실외 공기 순환을 하면서 실내의 열에너지를 회수하여 다시 내보내 열 손실을 줄인다. 그러므로 환기에 따른 냉난방 에너지가 또한 절감된다. 습도조절도 가능하며, 필터를 통해 공기 오염도를 증가시키는 미세먼지(PM2.5, PM10) 및 이산화탄소(CO₂) 등의 농도를 낮춰주는 역할을 한다^[4].

KOSAE 한국 대기 환경 학회 용어사전^[5]에 의하면 실내 공기질(IAQ)이란 “실내공간에 거주하는 사람들의 건강에 영향을 미치는 공기의 수준을 평가하는 것을 의미한다. 최근에는 주택과 사무실 환경의 개선에 따라 실내환경(온열, 소음, 청정도, 조도를 포함)의 중요성이 강조되고 있고, 그에 따른 여러 가지 법적적인 규제 기준이 제안되었거나 공포되었다. 미국도 ASHRAE는 1인당 필요한 최소 외기량을 9 ~ 27 CMH (m³/hr)까지 상향 조정하는 것과 같이 IAQ 기준을 강화하는 추세에 부응하여 실내공기질 개선이 중요하게 여겨지는 것을 알 수 있다.

Ⅲ. 기술동향

국내외 공조장치를 중심으로 한 인공지능 기반 공기질 관리 시스템은 기술은 활발히 개발이 진행되고 있다.

국외 기술 특성을 살펴보면 AI 기술 수준은 제4차 산업혁명으로 인공지능은 글로벌 패러다임으로 부상했으며, AI 기반 음성인식 플랫폼이 초기 개발 단계를 넘어 실생활에 진입 중에 있다. 공기질 감지 센서 기술은 유럽에서는 스마트 센서 분야를 국가 핵심 산업으로 집중적으로 육성하기 위해 원천기술, 자본, 설비, 인력 등 성장 인프라에 대한 투자 지원정책을 추진 중에 있다. 공조시스템은 세계적인 공조업체들이 전열교환기 사업을 확대하고 있으며, 각국의 법령이나 규정에 따라 다양한 필터와 전열 소자를 적용한 신제품 보급을 확대하고 있다. 특히 미국 Broan社를 주축으로 전열 효율 및 환기율이 높은 제품을 출시 (2.5회/hr)하였다. 공조 장치 및 에어가전제품 연동 및 제어 기술은 EU에서 소비되는 에너지의

25 ~ 30% 정도가 건물 분야에서 사용되므로, 건물의 환기 손실을 최소화하여, 에너지 절감과 이산화탄소 배출량 감소를 위한 연구가 수행되고 있으며, 실내 공기질과 쾌적성을 향상시킬 수 있는 기술을 demanded-controlled hybrid technology가 제시할 정도로 기술 개발 및 표준화에 발 빠르게 진행되고 있다.

특히 데이터 활용기술은 공기질 센서를 통한 실내공기질 감지를 통해 제공되는 데이터를 활용하여 실내공간에서 발생하는 오염물질의 발생 위치를 예측하는 연구(Inverse modeling)에 대한 연구도 이뤄지고 있다. 이 연구들은 다중이용시설과 같은 대공간의 CFD 해석 또는 확률통계를 기반으로 하는 선진적인 연구를 진행 중에 있으며, 사업군 안정화를 위한 관련 법규 및 인증 부분에서는 여러 선진국에서 건축물 내의 실내 공기질에 대한 정확한 평가 및 실내공간 특성별 최적의 관리 방식을 찾기 위하여 모델하우스(표준모델의 공간) 형태의 테스트베드가 운영되고 있다.

또한 공기질 관리 시스템을 넘어 사물인터넷(IoT) 기반으로 가전, 조명, 에너지관리, 네트워크, 보안, 냉·난방, 홈 엔터테인먼트 등을 비롯해 여러 스마트기기를 연동하여 제어하는 솔루션과 각종 서비스를 제공하는 스마트 홈 기술을 중심으로 발전하고 있다. 주로 구글, 애플 등 IT 플랫폼 기업, AT&T 등 통신사, 삼성, LG 등의 가전 제조업체 등이 운영 플랫폼 분야에서 상호 각축을 벌이고 있는 상황이다.

국내에서 AI 기술은 정보통신기술진흥센터(IITP)에 따르면 주요국 AI 소프트웨어 수준은 미국을 100%로 봤을

때 우리나라는 75% 수준으로 보고 있다.

하지만 공기질 개선 기술 부분에서는 대기업 중심으로 미세먼지 및 유해 오염물질을 보다 효과적으로 감소시키려는 주요 5가지 기술(신소재 필터, 중력침강실, 원심분리기, 습식 스크러버, 정전집진기)의 개발이 제품의 가격은 낮추는 방향으로 진행되고 있으며, 측정 초기 정밀한 캘리브레이션과 자동 보정에 대한 중요성이 높아져가고 있다. 중소기업이 주를 이루는 공조 시스템에서는 전열교환기 제조, 대부분의 제품은 시간 기반의 일반 환기만 지원하는 저가형 환기 장치 위주이며, 산업 특성상 건설 업체와의 협력이 중요하고 설계에 반영이 안될 경우 판매가 어려운 특성을 지니고 있어 사업군 확장이 더디고 있는 실정이다. 제어시스템 부분에서는 통신사업자 중심으로 모니터링 센서 및 사물인터넷 기반 모듈 기술, 환경정보 빅데이터 기반 AI 미세먼지 분석 기술, 현장 특성을 고려한 적정제어기술(주거공간, 지하상가, 지하철, 대형병원, 초등학교 등), 스마트 공조 및 통합관리시스템 기술, 전염성 오염원 관리 기술 등에 대한 연구 및 상용화가 동시에 진행 중에 있다. 또한 통신사업자는 다양한 센서를 통해 수집되는 데이터를 축적하고 있으나 이를 AI 기술을 활용하여 상용화하기 위해 노력 중에 있다.

사업군 활성화를 위한 법규 및 인증에서는 실내공기질 관리법에서 다중이용시설 및 공동주택의 실내공기질 기준을 정하여 관리하고 있으나 일반건축물에 적용되는 기준은 아직 마련되어 있지 않으며, 공동주택의 경우 미세먼지에 관한 기준이 없는 실정이어서 녹색건축 인증기준의 개선을 추진 중에 있다.

국내 대형 건설사는 건설시장 규모가 커지면서 아파트에 다양한 시스템 적용으로 주거 편의성뿐만 아니라 공기질 및 에너지 관련 기술 개발을 주도하고 있다.

주요건설사는 설계단계부터 미세먼지와 공기오염물질을 제거하여 쾌적한 거주환경을 제공할 수 있도록 단지 곳곳에 다양한 기술을 반영하고, 아파트 분양 마케팅에 스마트 청정환기시스템을 적극 홍보하고 있다. 경쟁적으로 기술을 도입하고 고도화하고 있는 추세이다.

GS건설과 현대건설, 삼성물산, SK에코플랜트 등 주요 건설사들이 독자적인 자체 플랫폼을 개발하고 있으며, 스

〈표 2〉 주요국 인공지능(AI) 기술 수준 비교

구분	인공지능 SW		인공지능 응용 SW	
	상대수준(%)	격차기간(년)	상대수준(%)	격차기간(년)
미국	100.0	-	100.0	-
일본	89.3	0.9	67.2	1.4
유럽	89.8	0.9	83.3	1.4
한국	75.0	2.0	74.0	2.3
중국	71.9	2.3	85.8	2.9

※ 출처 : IITP, 현대경제연구원(2016년 자료)

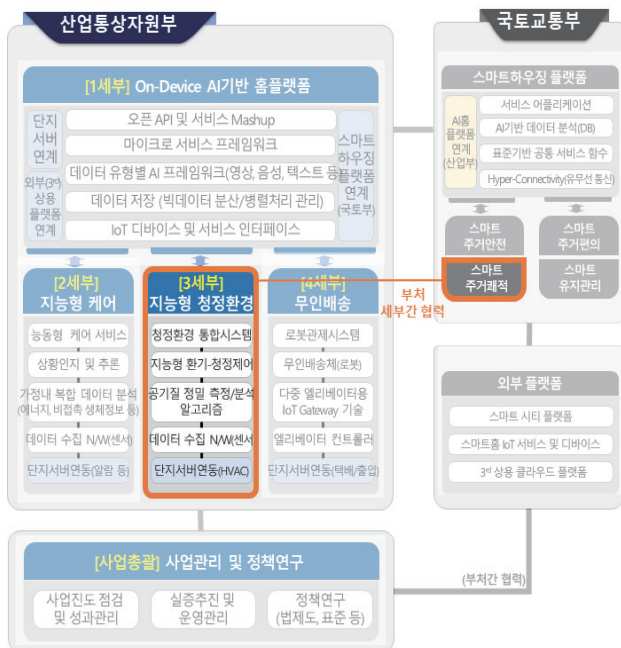
마트싱스 플랫폼을 개발한 삼성전자를 선두로 LG전자도 씽큐 플랫폼을 출시하고 있다.

삼성물산의 경우 자체 개발 플랫폼인 래미안 A.IoT 플랫폼 개발하였다. 주요 기능으로는 AI 기반으로 생활패턴을 분석하고, 주거환경 제어와 냉난방, 조명, 가전제품 원격제어 및 음성인식 기능을 제공한다.

IV. 지능형 청정환경 서비스

2020년부터 2024년까지 4년 동안 국토부와 산자부는 다부처사업으로 AI기반 스마트 하우징 플랫폼 및 서비스 기술개발 사업을 추진하였다. 그 중 3세부에서 위니아 주관으로 IoT 기반 센서 데이터를 이용한 스마트하우스 지능형 청정 서비스 및 제어시스템 개발 사업은 환기와 인공지능 기술을 기반으로 주거시설 내 청정 환경 서비스를 제공하는 기술 개발 사업이었다.

정부에서 정의하는 지능형 청정환경 서비스는 주거공간(스마트홈)의 실내외 공기질을 IoT기반 IAQ센서·단말, AI 능동형 제어기술 등을 통해 수집·분석하고 관리하여 케어대상자에게 최적의 청정환경을 제공하는 지능형 청정환경제어 서비스로 정의하였다.



〈그림 2〉 스마트 하우징 플랫폼 개발 사업 개요

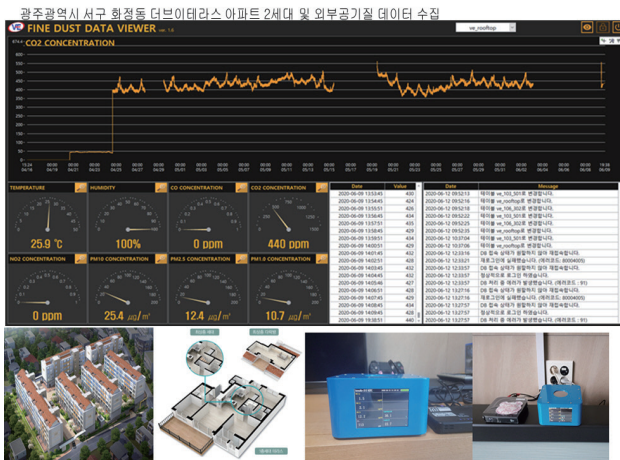


〈그림 3〉 스마트 하우징 청정 환경 개발 사업 개요

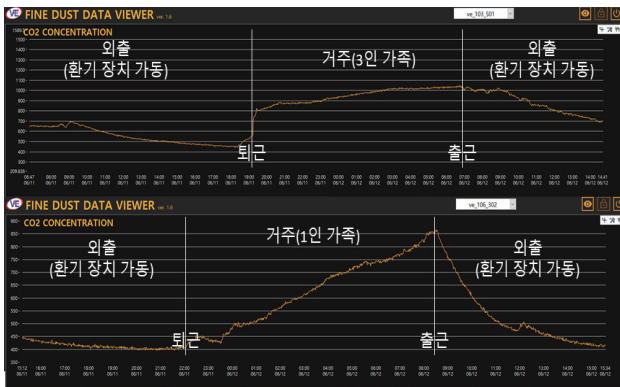
세부적 기술 개요로는 아래와 같은 총 4가지를 중심으로 기술 개발을 진행하였다.

- (청정환경 통합시스템) AI 홈 플랫폼과 연동하여 케어대상자에게 최적의 청정환경을 제공하는 지능형 청정환경제어 서비스 통합시스템
- (지능형 환기-청정제어) 실내외 공기질 센서데이터 기반의 청정환기시스템 및 공기청정기 제어알고리즘
- (공기질 정밀 측정/분석 알고리즘) 센서데이터의 분석을 통한 청정환기시스템 제어 알고리즘
- (데이터 수집 센서 신뢰성) IoT 공기질센서의 캘리브레이션 및 자동보정 기술개발을 통해 센서데이터의 신뢰성 확보

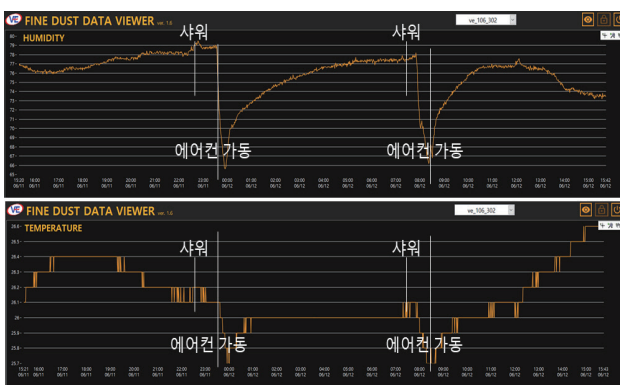
이 연구개발사업에 가장 중요한 것은 서론에서 언급한 문제점을 해결이 가능한 인공지능과 이를 통한 서비스 개발이었다. 이를 위해서는 실 생활 환경 데이터 추출과 청



〈그림 4〉 실환경 데이터 수집 플랫폼



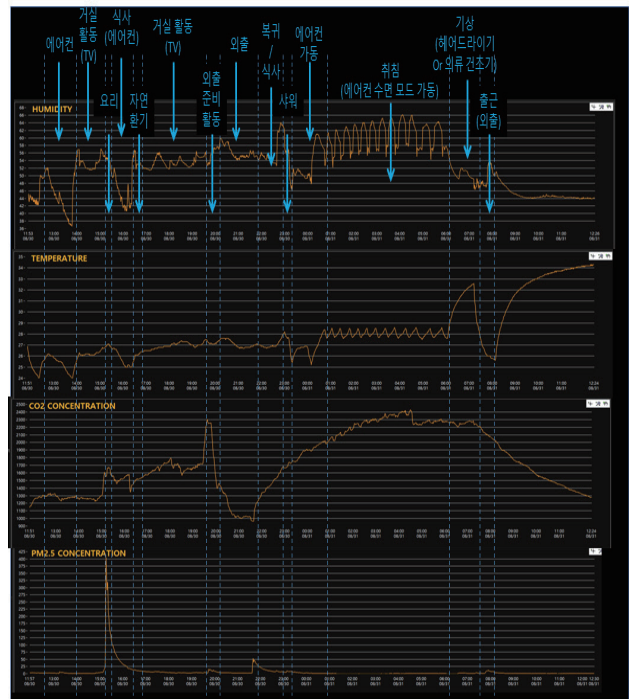
〈그림 5〉 데이터 분류 1차-1



〈그림 6〉 데이터 분류 1차-2

정환경 서비스를 위한 인공지능용 데이터 가공 및 처리에 대한 연구개발과정이 필요했다. 데이터 추출부분에서는 생활 환경 데이터 수집을 위해 참여기업인 브이산업은 실 거주 테스트베드에서 실 생활 환경 데이터를 수집 진행하였다.

실생활 환경데이터를 1차 분석시 생활 패턴에 따른 공



〈그림 7〉 데이터 분류 1차-3

기질 변화를 감지하였고 그림과 같이 분류가 가능하였다. 외출과 거주의 경우 이산화탄소 수치로 분류가 가능하였으며, 샤워와 에어컨 가동 여부는 습도와 온도 데이터 중심으로 분류가 가능하였다.

또한 미세먼지, 온도, 습도, 이산화탄소 간의 상호 연관성을 통해 다른 생활 패턴도 감지가 가능하였으며, 거주자의 설문조사를 통해 정합성 여부도 확인이 가능하였다. 수집한 데이터의 정합성 검증 및 데이터 검증을 위해



〈그림 8〉 스마트 하우징 청정 환경 테스트 베드 및 실증

건설기술연구원 실험용 테스트베드에서 생활환경 반복 실험을 진행하였다.

이러한 데이터 전처리 이후 여러 가지 인공지능 학습을 통해 최적의 인공지능 학습 방안을 도출 하였다.

V. 인공지능 구현 방법

일반적으로 생활 패턴의 종류를 정의하고 생활 패턴 분류를 위한 인공지능기반 학습을 진행하는 것이 선행되어야 한다.

브이산업에서는 스마트 하우스 테스트베드에서 분류가 가능한 총 8가지 생활 패턴을 정의 하였다.

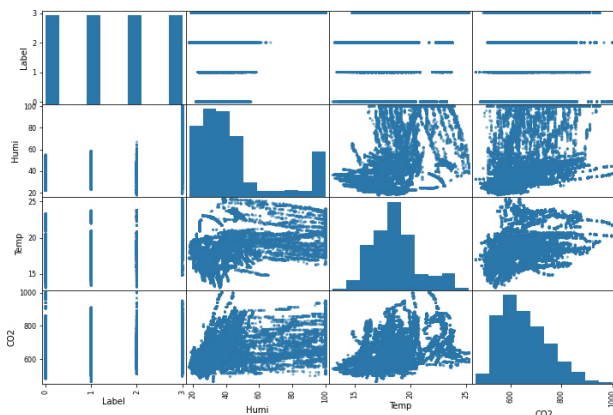
외출, 청소, 운동, 요리, 수면, 휴식, 공부, 샤워

1. 합성곱 학습 기반 인공지능 구현

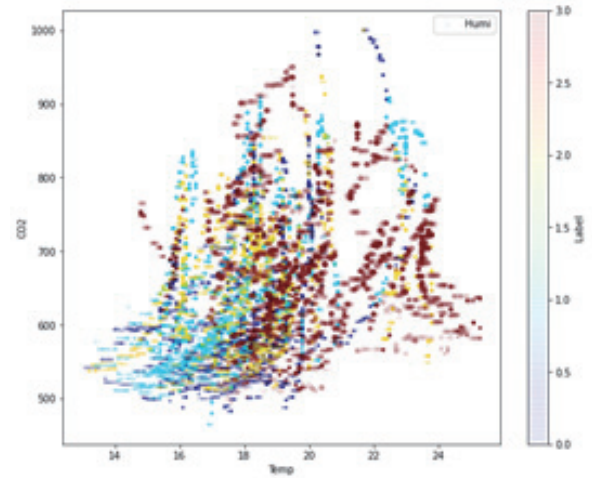
수집한 데이터기반으로 표준 상관 관계를 조사한결과 예측값으로 설정할 'Label'과 상관관계가 가장 높은 특성은 'Humi'인 것을 확인하였다.

Label과 관련한 그래프가 4개의 선을 띄는 이유는 상관계수를 살펴보고자 object 타입에서 float 타입으로 변환했기 때문이다. 각각 값을 나타내는 그래프는 의미가 없으므로 본 데이터가 string object 타입이었던 칼럼 Label 관련 그래프와 자신을 나타내는 그래프는 제외한 그래프 3개를 분석하였다.

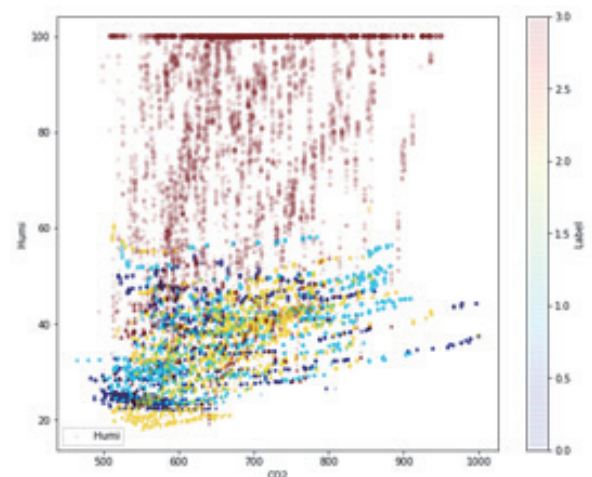
CO₂, Temp 특성에 대해서는 뚜렷한 특징을 보이지 않으나, 습도에 영향을 많이 받는 것을 확인하였다.



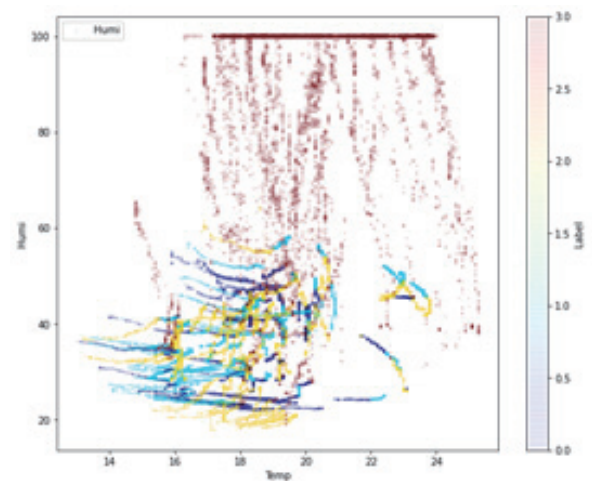
〈그림 9〉 상관관계 그래프



〈그림 10〉 이산화 탄소, 온도 그래프



〈그림 11〉 습도, 이산화탄소 그래프



〈그림 12〉 습도, 온도 그래프

데이터 전처리는 데이터 개수는 4가지 모사모드의 최소값 4개를 비교한 결과, 최소값은 14,250을 얻었다. 이를 기준으로 각 모드별 14,250개씩 총 57,000개의 데이터를 전처리하였다. 훈련세트와 테스트세트는 8:2 비율로 지정하였으며 obustScaler와 PolynomialFeatures로 특성을 표준화하고 특성 공학을 통해 특성을 학습에 알맞은 형태로 조정하였다.

해당 데이터 전처리는 이상데이터를 걸러내 처리하여 제거된 것을 볼 수 있었다.

합성곱은 신경망(Convolutional Neural Network) CNN으로도 불리며, 이미지 처리에 탁월한 성능을 보이는 신경망이다. 현재는 텍스트 처리를 시도하는 등 다양한 분야에서 활용하고 있다. 합성곱 신경망에서의 학습은 합성곱 연산과 풀링 연산을 통해 이루어진다.

합성곱 신경망을 통한 학습을 위해 레이어를 순차적으로 쌓아올린 형태로 합성곱 신경망 모델링을 진행하였다.

인공 신경망은 학습하기 이전에 학습 방식 3가지에 대해 사용자가 지정해야 한다.

- 정규화기(optimizer) : 훈련과정 설정
 - ↳ adam, sgd, rmsprop, adagrad 등
- 손실 함수(loss function) : 모델 최적화에 사용되는

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 57000 entries, 0 to 56999
Data columns (total 5 columns):
#   Column  Non-Null Count  Dtype
---  ---
0    Time   57000 non-null    datetime64[ns]
1    Label   57000 non-null    object
2    Temp    57000 non-null    float64
3    Humi     57000 non-null    float64
4    CO2     57000 non-null    float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(3), object(1)
memory usage: 2.2+ MB
```

	Temp	Humi	CO2
count	57000.000000	57000.000000	57000.000000
mean	18.614393	45.404286	656.052649
std	2.156322	23.531053	95.057682
min	13.000000	20.000000	465.000000
25%	17.200000	29.300000	581.000000
50%	18.400000	38.500000	642.000000
75%	19.700000	48.500000	718.000000
max	25.300000	100.000000	1000.000000

〈그림 13〉 데이터 전처리 여부 확인

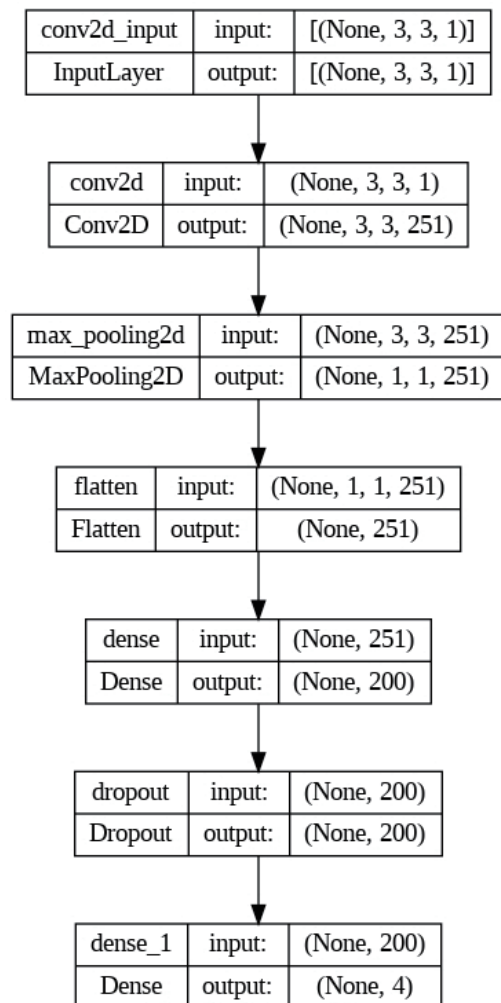
Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 3, 3, 251)	2510
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 1, 1, 251)	0
flatten (Flatten)	(None, 251)	0
dense (Dense)	(None, 200)	50400
dropout (Dropout)	(None, 200)	0
dense_1 (Dense)	(None, 4)	804

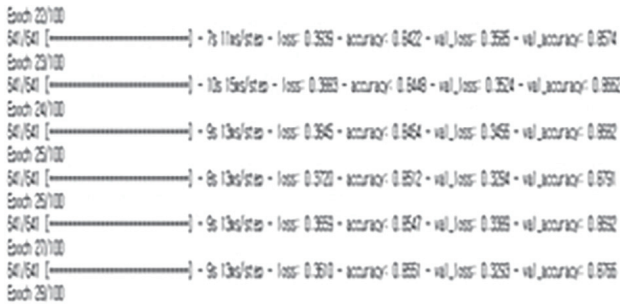
Total params: 53,714
Trainable params: 53,714
Non-trainable params: 0

None

〈그림 14〉 합성곱 신경망 모델링



〈그림 15〉 합성곱 신경망 모델링 시각화



〈그림 16〉 모델 학습 진행 중인 모습 일부 발췌

목적 함수

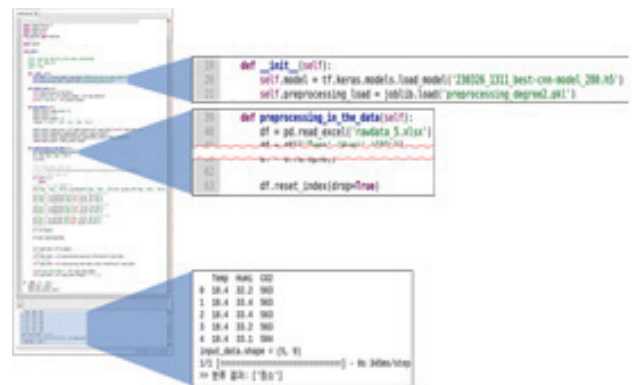
- └ mse, categorical_crossentropy, binary_crossentropy 등
- ─ 평가지표(metrics) : 모델성능평가지표로 훈련 모니터링을 위해 사용

〈표 3〉 모델별 튜닝 결과 및 성능 점수에 따른 순위

순위	학습모델 튜닝 결과			성능 점수		
	모델	하이퍼 파라미터	값	ACC	AUC	MCC
1	CNN	conv2d	280	0.9200	0.9899 Excellent	0.9005
		maxpooling2d	2			0.9005
		n_hidden	1			0.9005
		n_neurons	200			0.9005
						0.9005
2	Gradient Boosting	learning_rate	0.5	0.9180	0.9488 Excellent	0.8998
		n_estimators	50			0.8998
		min_samples_leaf	5			0.8998
		max_depth	10			0.8998
		max_features	sqrt			0.8998
3	K-NN	n_neighbors	2	0.9060	0.9413 Excellent	0.8852
4	HistGradient Boosting	learning_rate	0.4	0.8960	0.9350 Excellent	0.8960
		loss	auto			0.8960
5	Logistic Regression	C	0.5	0.5340	0.7088 Fair	0.4275
		penalty	l1			0.4275
		solver	saga			0.4275

〈표 4〉 AUC 성능지표

AUC 점수	모델 성능 기준
0.90 ~ 1.00	Excellent
0.80 ~ 0.90	Good
0.70 ~ 0.80	Fair
0.60 ~ 0.70	Poor
0.50 ~ 0.60	Fail



〈그림 17〉 Raspberrypi 코드 및 실행 결과

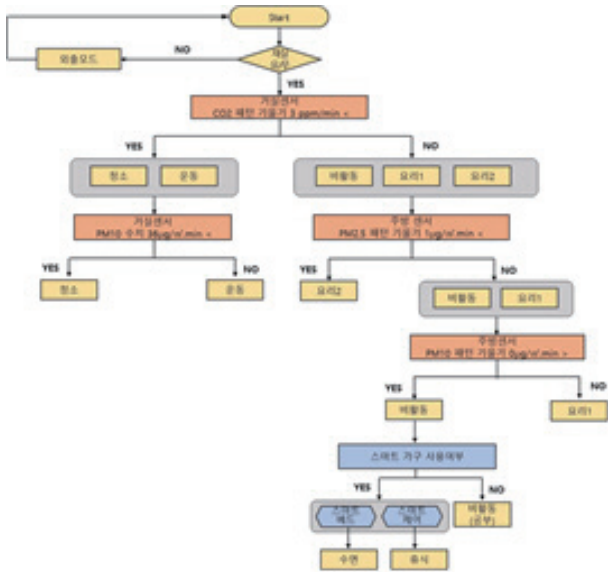
└ 분류 : accuracy

└ 회귀 : mse, rmse, r2, mae, mspe, msle 등

본 모델은 보편적으로 지정하고 성능이 뛰어난 정규화기 'adam', 손실함수 'sparse_categorical_crossentropy'를 설정했으며, 분류 모델이므로 평가지표는 accuracy로 지정하였다.

모델 평가는 오차 행렬을 활용한 정확도, 정밀도, 재현율, F1-score으로 평가하였으며, 92% 정확도가 나왔다.

앞서 하이퍼 파라미터를 튜닝 결과와 성능평가지표(ACC, AUC, MCC)를 비교한 내용은 〈표 3〉과 같으며, 〈표 4〉에서의 AUC 성능지표에 따라 각 모델이 시제품으로 사용가능한 여부는 "AUC ≥ 0.8"을 만족해야한다. 따라서, 가능한 학습모델은 5가지 학습모델 중 〈표 3〉에서 '5위'인 로지스틱 회귀를 제외한 모든 모델이 사용 가능하며, 성능이 가장 높게 나온 합성곱 신경망(CNN: Convolutional Neural Network) 모델을 활용하고자 한다. 해당 모델을 '.h5' 확장자로 저장한 파일과 입력 데

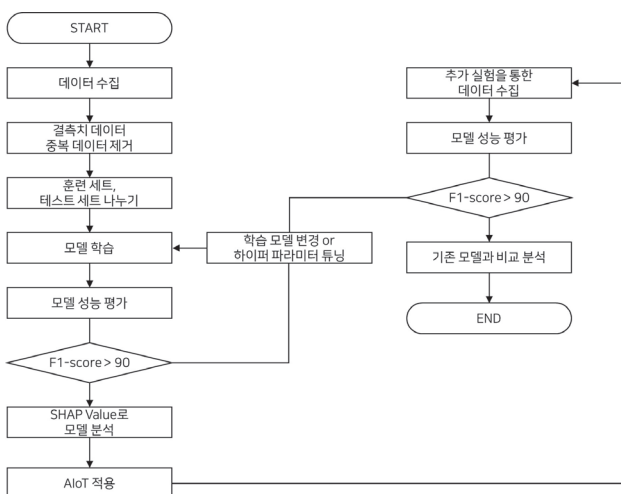


〈그림 18〉기온기 상관관계 기반 분류

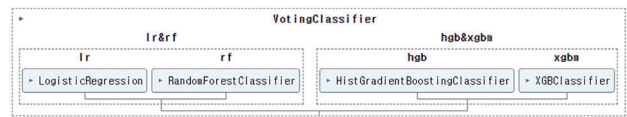
이터를 전처리해야하므로, 해당 내용이 저장된 클래스를 ‘.pkl’ 확장자의 파일로 저장하여 RPI4에서 모사 데이터를 통한 실행 결과는 〈그림 17〉과 같다.

2. 룰 베이스 기반 인공지능 구현

데이터간 상관관계가 아닌 데이터 고유 상관관계를 기반으로 특성 분석을 진행하였으며, CO₂나 미세먼지 변화량 기온기를 토대로 분류를 진행하였다.



〈그림 19〉모델 구축 순서도



〈그림 20〉양상블 모델

〈표 5〉1차 AI 모델의 Accuracy

Model	Accuracy(%)	
	Traning set	Test set
Random forest	99.8%	99.6%

LGBM 등 총 8가지 모델을 아래와 같은 과정으로 학습하여 얻어진 모델별 성능 측정 지표를 통해 적용할 모델을 선정하였다. 적용한 후보 모델은 LGBM, XGBM, Random Forest, Decision Tree, HGBM, Ensemble Voting, Logistic Regression이다.

Logistic Regression을 제외한 모든 모델이 0.96 이상의 성능을 보이므로, Ensemble Voting 기법을 이용하여 분류작업을 수행하도록 설계하였다. Ensemble Voting은 데이터셋에 여러 개의 알고리즘을 적용, 투표를 통해 가장 확률이 높은 예측치를 출력하는 방식이다. 투표 방식에는 Hard Voting과 Soft Voting 두 가지 방식이 있으며, 이 중 하나를 적용하였다.

학습모델로 Random Forest과 Extra tree를 이용하였으며, Accuracy는 99.6%가 나왔다.

3. 비교 분석

분류 정확도 단순 분석측면에서 특히 ‘수면’에서는 90% 이상의 정확도를 보였다. 하지만 분류 정확도 비교표에서 각 모델/알고리즘의 평균을 구하였으나, 이를 모델의 성능으로 연관짓는 것은 무리가 있어 무의미하였다. 특히 룰베이스 학습 분류의 경우 4개의 생활 패턴을 분류할 수 있는 것으로 확인되었으나, 50% 이상의 정확도를 나타내는 패턴은 2종으로 측정되었다.

단순 재식 여부로 생활 패턴을 유추할 수 있는 경우에는 룰베이스가 훨씬 높은 정확도를 보이거나, ‘공부’, ‘운동’ 등 단순 재식 여부로만 분류할 수 없는 패턴은 본사의 AI 모델로 분류가 가능하다. 다만, 분류는 하더라도 정확도가 매우 낮아, 실내 공기질 속성으로만 분류가 가능

〈표 6〉 비교 분석

정확도 (전체 개수)		합성곱	물베이스
공부	(1,195)	0.00	40.74
샤워	(1,825)	0.00	0.00
수면	(1,796)	90.65	95.29
요리	(1,196)	3.18	18.66
운동	(1,197)	0.00	16.29
외출	(1,198)	64.69	0.00
청소	(1,196)	0.00	0.00
휴식	(1,197)	94.82	55.70
평균		33.11	34.12

하다는 가능성을 확인할 수 있었다.

실내 공기질만을 이용하는 것보다 거주자 생체정보를 이용함으로써, 비록 물 기반이라고 하더라도, AI를 적용하는 것보다 높은 예측 정확도를 보이는 것을 확인했다. 이를 통해, 정확도를 높이기 위해서는 IAQ 외에 생체정보, 소비전력 등의 다양한 정보가 필요하다. AI 모델의 완성도를 높이기 위해서는 훨씬 많은 데이터를 필요로 할 것이므로, 단기적으로는 다양한 환경정보를 조합한 RBS 기반의 분류가 효과적일 것으로 사료된다. 또한, 단순히 AI 모델만을 이용하여 예측하는 것보다는 룰베이스 방식과의 혼용을 통해 정확도를 높이는 것이 더욱 좋은 방법이 될 것으로 예상된다.

VI. 전망과 결론

서론에서 언급한 것 같이 공기질 관리 시스템에서 인공지능은 필수 요소 기술이다.

본문에서는 단편적인 인공지능 기반 예측 및 상황인지를 하는 부분을 언급하였다. 이를 기반으로 거주자 상태 정보를 기반으로 여러 다양한 서비스가 가능할 것으로 예상된다. 하지만 구현했던 2가지 방식이 전부가 아니다. 인공지능 정확도를 높이기 위해서는 여러 학습 방식이 복합적으로 응용될 수 있도록 연구가 지속되어야 할 것이다.

공기질 관련 인공지능 기술은 가전과 건설 산업이라는

특수성이 연관되어 많은 기술 투자가 이루어 질것으로 보고 있다. 시장에서는 에너지까지 포함하는 기술을 요구하고 있다.

가전 산업 인공지능에서는 역할 구분이 없다. 전공 및 산업군이 혼합된 상황 속에서 시장 및 기술 선점을 위해서는 많은 데이터 확보와 이를 기반한 학습 개발이 선행되어야 한다. 국외 거주시설과 국내 거주시설은 매우 다르다. 또한 생활 패턴도 다르다. 한국에 맞는 인공지능, 아니 개개인의 패턴에 적합한 인공지능 연구가 계속되어야 하며, 또한 정부의 지원이 확대되기를 기대한다.

참고 문헌

- [1] 전성우, 임현근, 박순모, 정희경, “실내 공기 데이터 측정기 및 모니터링 시스템”, 한국정보통신학회논문지 Vol.26, No.1, pp.140~145, 2022.
- [2] 이완직, 김세진, 윤준근, 정자운, 허석렬, “IoT 기반의 실내환경 관리 플랫폼 설계 및 개발”, 문화기술의 융합 학술지, 2021.
- [3] Chung, Sung Mo, “A Study on the Measurement of Indoor Air Quality in Newly-Constructed Apartment Buildings.”, domestic master’s thesis chung-ang university graduate school of construction, 103p, June 2006.
- [4] Lee, Si Hwan, “(The) Development and Investigation on Total Heat Exchanger with Air Cleaning Function for Indoor Air Quality in Buildings”, Engineering Dept. Graduate University of Architectural School, Dong-A
- [5] Shin, Hyun Sook., “Concentration decrease of indoor fine particulate matter by improving of ventilation and cooking method”, Master’s thesis in Korea, Graduate School of Korea National Open University, August 2018, Seoul.



한 경 현

- 2008년 8월 조선대학교 정보통신공학과 학사
- 2010년 8월 조선대학교 정보통신공학과 석사
- 2014년 8월 조선대학교 정보통신공학과 박사
- 2010년 12월 ~ 2014년 4월 전자기술연구원 연구원
- 2016년 12월 ~ 2020년 6월 브이산업(주) 연구소장

〈관심 분야〉

IAQ, 환기장치, 통합 제어 시스템, 스마트홈 네트워크,
근거리 통신

인공지능을 이용한 태양광 발전 기술

I. 서론

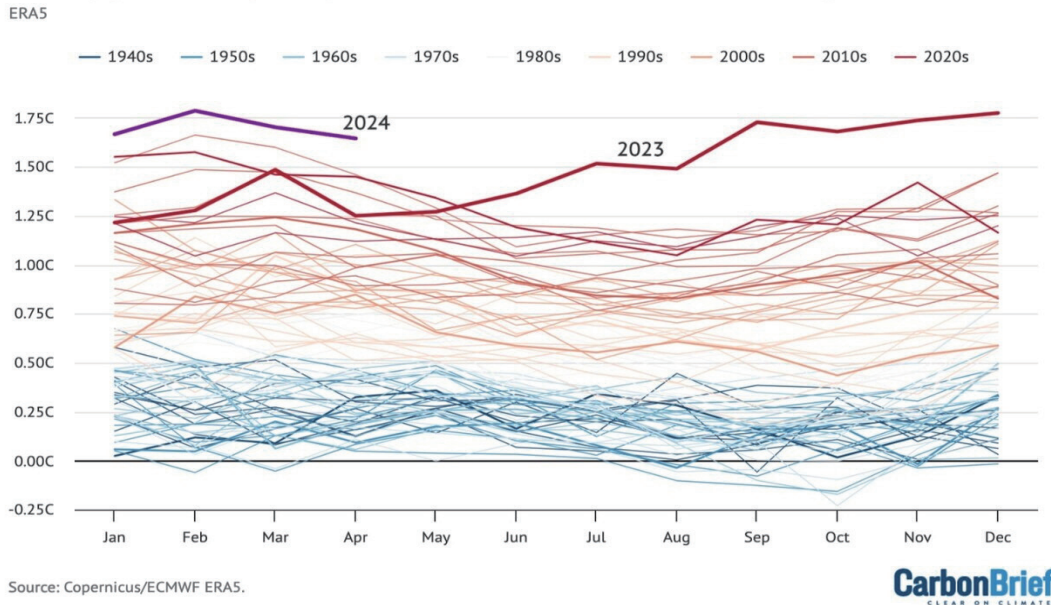
유럽연합(EU)의 기후변화 감시 기구인 ‘코페르니쿠스 기후변화 서비스(C3S)’는 지난해 지구 평균 기온이 14.98℃를 기록했다고 밝혔으며, 6월부터 시작된 가장 뜨거운 달이 12월까지 계속 유지되었다. 2023년 지난해가 공식적으로 관측 이래 가장 뜨거운 해라고 하였으며 지금 같은 추세라면 2041년엔 지구 평균 기온 상승 폭이 2℃를 넘어설 것이란 전망도 나왔다. 이에 따라 강수량은 늘고, 폭염으로 인한 건강피해나 산불 발생 위험도 급증할 것으로 예상된다. 기온 상승은 부메랑이 돼 사람의 목숨과 경제를 위협하며, 세계기상기구 보고서에 따르면 기후변화와 기상이변으로 인해 1970 ~ 2021년 사이에 전 세계에서 200만여 명이 목숨을 잃고, 약 4조 3천억 달러의 경제적 손실이 발생했다. 이 위기에서 벗어나는 길은 빠른 속도로 온실가스 배출량을 줄이고 2050년까지는 전 세계가 탄소중립에 도달하는 길뿐이다. 원자력, 석탄, 석유 재생에너지 등 다양한 발전원에 따른 CO₂ 감축 및 가성비 효과를 분석한 결과 태양광과 풍력이 압도적인 감축량을 보여준다<그림 2>.

2022년 기준 국내 태양광 누적보급 설비용량은 RPS 기준 25GW이고, 전 세계 누적설비 용량은 약 1.2TW 이상이다. 기후변화와 탄소중립을 위해 신재생에너지의 설치가 급속도로 증가되고 있는 상황이다. 신재생에너지원의 설치 비중은 태양광 설비가 전체의 약 60% 이상으로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 탄소중립 시나리오에 따르면 2050년까지 약 460GW 정도의 태양광 설비를 설치하여야 한다. 태양광 발전 설비의 보급계획이 커짐에 따라 설비를 관리하는 유지관리의 중요성도 높아지고 있다. 태양광 설비의 운영관리는 과거 사후 고장수리에서 사전 고장예측 기술 기반으로 기술이 진보되고 있다. 국내외 태양광 모니터링 관제를 주업으로 하는 기업에서는 발전량의 예측, 고장진단 업무

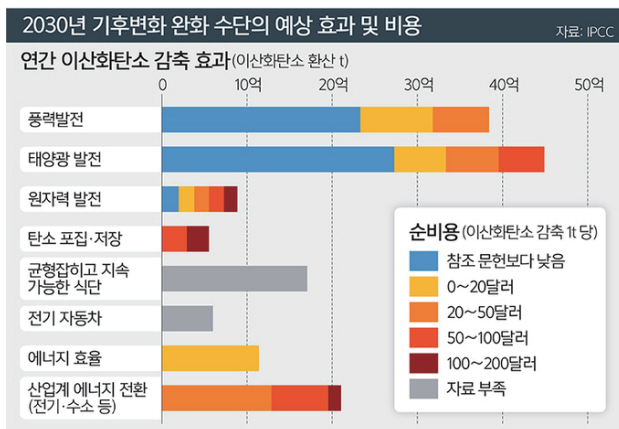


조 경 재
(주)신호엔지니어링

Monthly global average temperatures since June 2023 have set record highs



〈그림 1〉 1940년 이후 2024년까지 전 지구 월별 평균 기온 추이



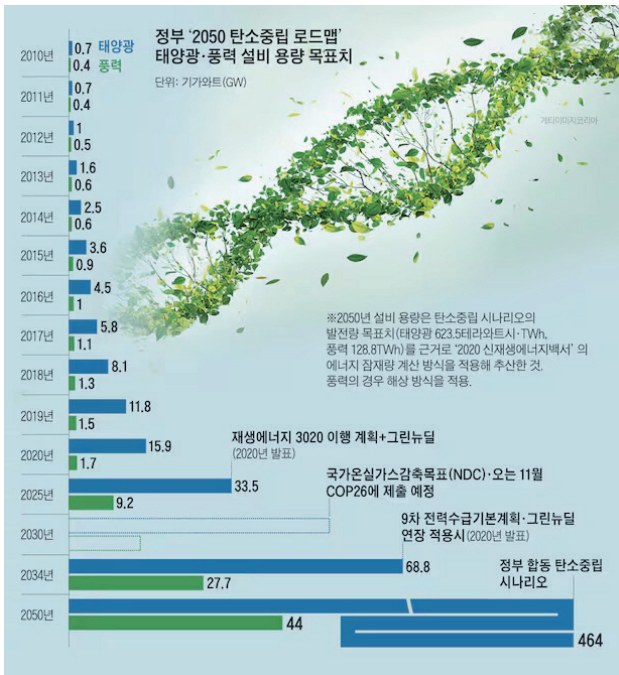
〈그림 2〉 기후변화 완화 수단의 예상 효과 및 비용

에 인공지능 기술을 활용하고있다. 다양한 태양광시스템 예를 들면, 건물 일체형 태양광 설비, 수·해상 태양광 설비, 산지 태양광 설비, 영농형 태양광 설비, 수로 태양광 설비, 방음벽 및 방음터널에 적용 가능한 태양광 설비 등의 설치가 확대되고 있다. 이런 다양한 태양광시스템은 일사량이 모듈전체에 동일하게 입사되지 못해 발전량의 차이가 발생할 수 있다. 이로 인해 일사량 대비 발전성능을 추론하기가 어려운 것이다. 최근 태양광 모듈 시장은 고효율 양면 태양광 모듈이 주로 판매되고 있다. 이런 양면모듈 적용 시스템의 발전량 추정은 후면 알베도에 따라

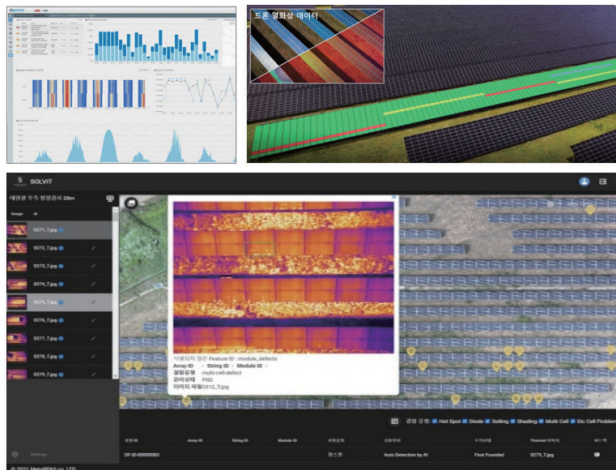
달라지기 때문에 시스템의 성능저하 여부를 판단하는 것이 단면 모듈적용 시스템보다 어렵다. 이를 개선하기 위해 다양한 시스템의 발전량 예측 및 고장진단 평가 기술에 빅데이터 기반의 인공지능 기술이 다양하게 개발되고 있는 실정이다. 지난 몇 년간은 ICT 기술을 적용한 드론 열화상이미지 또는 전자자계이미지 데이터를 이용한 기술이 적용되어 태양광모듈의 고장위치를 용이하게 파악하는 기술 서비스가 확대된 상태지만, 드론열화상 방법은 태양광 설비의 발전성능을 추정하기 어렵고, 고장위치만 찾을 수 있다. 태양광 유지보수 기술은 인공지능 학습모델 기반으로 진화되고 있는중이다. 본 지에서는 개발되고 있는 인공지능을 활용한 다양한 태양광 설비의 운영관리를 위한 기술개발 현황에 대하여 고찰하고자 한다.

II. 태양광 보급계획과 및 기술 트렌드

태양광 설비의 보급이 확대됨에 따라 유지관리 시장도 확대되고 있다. 국내의 경우 2022년 기준 25GW가 설치되었으며, 제10차 전력수급기본계획(2023.1.23.)에 따라 2036년까지 약 65.7GW의 태양광 보급계획을 발표하였고, 대형화/집적화 형태로 설비를 보급할 계획이다. 유지



〈그림 3〉 탄소중립을 위한 신재생 보급계획 (Electric Power Journal, 2022)



〈그림 4〉 인공지능 기반 열화상 드론 분석 서비스
(상) QOS energy, (하) ㈜매타파스

보수 시장도 대형설비를 기반으로 하여 시장이 형성되고 있다.

2020년 전후로 인공지능에 대한 관심과 활용도가 급증하였다. 태양광분야에서는 모니터링이나 발전량 예측 기술에 인공지능기술을 활용하고 있고, 빅데이터를 기반으로 하는 설비의 고장진단 평가에도 활용도를 확장해 가고 있다.

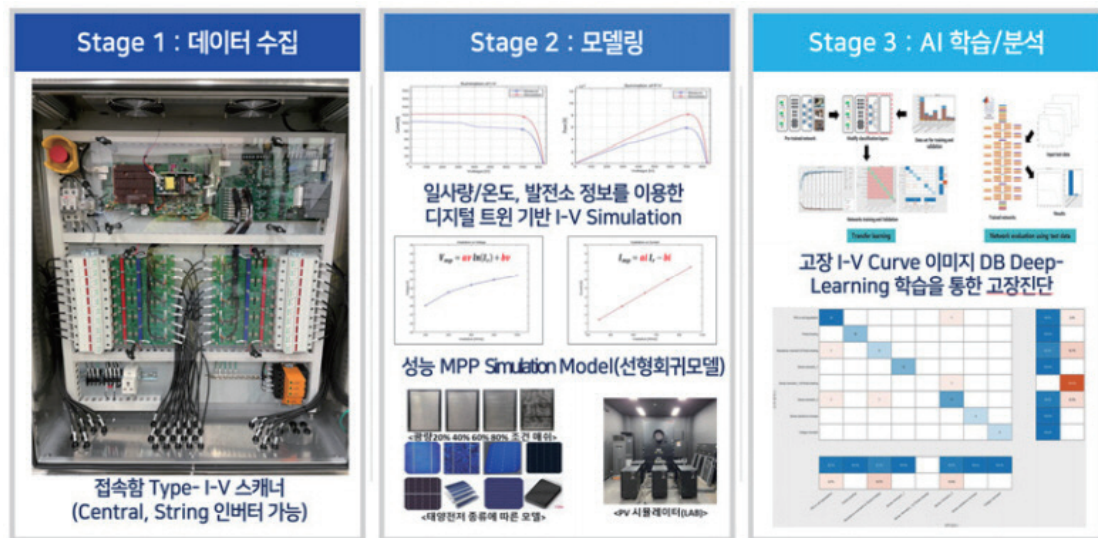
현장진단 기술의 예시로 드론열화상 이미지데이터를 분석하고, 3D 맵핑으로 고장위치를 평가하는 기술도 상용화되어 서비스가 실시 중이다. 이와 같이 ICT, 빅데이터, AI(기계학습 및 딥러닝)기술과 접목한 기술로 개발이 진행되고 있고, 사업 분야도 확대되고 있다.

1. I-V 곡선 적용 인공지능 진단분석 시스템

누적 설비용량이 증가됨에 따라 운영비용 절감을 위한 태양광발전소의 유지관리 기술이 개발되고 있다. 태양광 모듈이나 스트링의 성능 및 고장을 가장 정밀하게 평가가 가능한 기술은 전압-전류 특성곡선(이하 I-V 곡선)을 이용한 분석 방법이다. 다른 열화상 이미지나, 전기자계 이미지 등은 고장의 정도 파악은 가능하지만 성능저하를 명확히 평가할 수는 없다. 이와 같은 이유로 태양광 유지보수 기업은 태양광 스트링의 성능이나 고장여부를 확인하기 위해 I-V 곡선을 주로 측정한다. 중국의 H社의 경우 스트링인버터 기반의 전압-전류 특성곡선을 이용한 태양광 어레이 고장원격 인공지능 분석진단 기술개발로 태양광발전소의 이용률을 12.43% 향상시켰다고 발표한 바 있다. 해당 기술은 스트링인버터가 각 스트링에서 I-V 곡선을 수집하고, 약 7가지의 태양광모듈의 고장 라벨 데이터를 딥-러닝 학습하여 I-V 곡선 이미지를 알고리즘에 입력할 경우 고장을 판정한다. 이후 인근에 있는 서비스 엔지니어가 출동하여 고장을 해결하게 된다. 이와 유사한 기술을 국내에서도 개발을 하였는데, 태양광 모듈 및 스트링의 I-V 곡선 데이터를 이용한다. 해당 장치는 중앙집중식 인버터 시스템을 갖는 태양광 발전소의 접속함에서 동시에 I-V 곡선을 측정하여 각 스트링의 성능을 평가하고 성능저하 스트링의 판정이 용이한 장치이다. 동시에 일사량과 모듈 온도를 측정하고 시뮬레이션을 실시하여 성능저하 분석도 가능하다.

한국에너지기술연구원 태양광연구단과 (주)네오에너지 커넥터에서는 접속함 내에 I-V 스캐너를 장착한 인공지능 스마트 접속함을 개발하였다(그림 5). 개발된 스마트 접속함은 중대형 센트럴 인버터에 적용해 접속함 스트링의 I-V곡선을 측정할 수 있다.

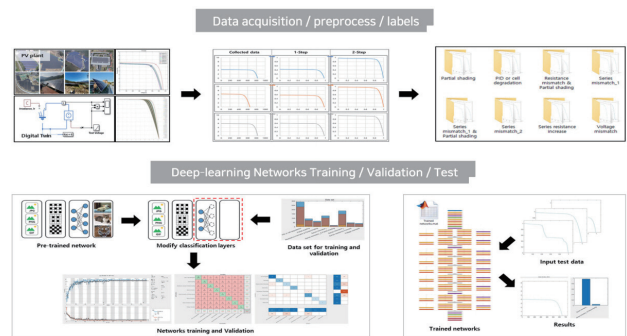
스마트접속함에 적용된 I-V 곡선 인공지능 고장진단



〈그림 5〉 스마트접속함 I-V 인공지능 고장진단(한국에너지기술연구원)

기술은 I-V곡선데이터 측정과 동시에 환경센서(일사량, 모듈온도)를 측정한다. 환경센서 데이터로부터 예상되는 I-V곡선을 시뮬레이션하고, 측정값과 시뮬레이션 값을 이용하여 현재상태의 에너지손실과 성능상태를 평가할 수 있다. I-V곡선은 태양광패널의 직렬연결 수량에 따라 개방전압이 차이가 발생할 수 있고, 측정 당시의 일사량이나 모듈 온도차이로 I-V곡선이 달라진다. 이러한 곡선의 차이를 정규화해 다양한 I-V곡선이 인공지능모델에 입력이 되었을 때, 고장평가가 가능토록 구현하였다. 한국에너지기술연구원 태양광연구단에서는 10년 이상의 태양광발전소 현장진단평가를 통해 수집된 다양한 고장에 따른 I-V곡선데이터를 보유하고 있으며, 보유한 데이터를 DB화하고 라벨링 작업을 통해 인공지능 학습모델의 훈련데이터로 사용을 하였다. 딥러닝모델〈그림 6〉은 구글넷 전이학습모델로 구현을 하였고, 고장DB 데이터를 이용한 훈련한 결과 모델의 정확도는 95%였다.

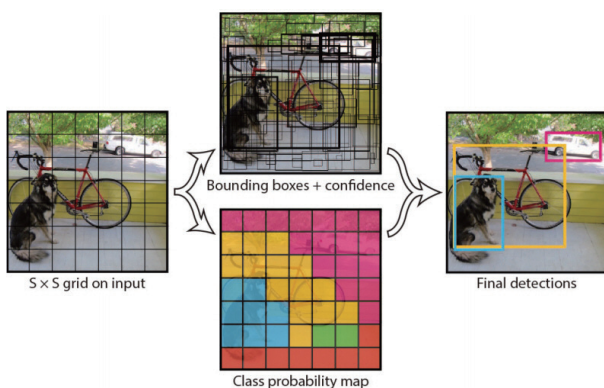
훈련과 테스트에 사용된 데이터는 정상상태 400개와 고장요인 8가지 3,200개 데이터, 총 3,600개의 I-V곡선 이미지데이터를 활용하였다. 이 중 70% 데이터 이용해 학습모델을 훈련하였고, 나머지 데이터는 검증데이터로 활용하였다. 학습모델에 시뮬레이션 I-V곡선과 측정 I-V곡선을 이용한 정규화 I-V곡선 데이터를 입력하게 되면, 태양광스트링에 대한 고장진단 평가가 가능하다.



〈그림 6〉 딥러닝 모델 개략도

2. 인공지능 기반 EL 이미지의 태양전지 및 모듈의 결함검출

태양전지 및 모듈의 결함은 제조공정 단계에서 지속해서 받게 되는 기계적 스트레스에 의해 발생 된다. 태양광 발전 모듈이 결함을 포함하고 있는 경우 더 큰 결함으로 성장하여 모듈 출력에 대한 미스매치를 발생시킬 수 있다. 이는 태양광 발전 시스템 전체 발전 성능에 영향을 주게 되며, 열점 현상으로 인한 수명 단축을 발생시킬 수 있다. 태양광 모듈 제조공정 단계에서 발생하는 태양전지 셀과 모듈에 대한 결함검출은 EL 이미지 분석을 통해 분석되어왔다. EL 이미지 분석의 경우 단순 측정 후 전문가가 육안으로 결함을 찾아내는 방법으로 진행되어왔다. 하지만 이와 같은 분석 방법은 정확도와 결함분석 시간의 한계성을 보인다.



〈그림 7〉 YOLO 모델의 검출 과정

제조공정에서의 태양전지 셀과 모듈의 EL 이미지 데이터를 이용하여 실시간으로 셀과 모듈의 결함검출 여부를 자동으로 파악할 수 있는 인공지능 기술을 제안하였으며, EL 이미지를 통한 태양전지 셀과 모듈의 결함검출을 위해 딥러닝 기반 객체 검출 모델들을 적용하고 검출 성능을 비교 및 평가했다. 분석을 위한 인공지능 기술로는 속도와 정확도 측면에서 적합성이 높은 알고리즘인 YOLO(You Only Look Once) 알고리즘을 적용하였다. 고장 이미지 학습을 통해 결함에 대한 라벨링을 진행하였으며 이미지를 통한 확인을 진행하였다. 또한 결함검출 알고리즘 적합성을 확인하기 위해 재현율을 통해 분석하였다.

〈그림 7〉은 YOLO 알고리즘의 검출방법을 나타낸다. 〈그림 7〉에서 확인할 수 있듯이 YOLO 알고리즘의 경우 1-단계 검출기에 속하며 결함에 대한 정보와 해당 고장의 위치 정보를 경계 상자 형태로 찾기 위한 최적화 과정을 거쳐 학습하고 이를 기반으로 고장에 대한 검출을 진행한다. 기존의 객체 탐지모델인 R-CNN (Region Based Convolutional Neural Networks)과 같은 모델은 복잡한 처리 과정으로 인해 결과를 도출하기까지 오랜 시간이 걸리게 된다. YOLO 모델은 딥러닝 기법으로 빠른 속도로 추론할 수 있으며 빠른 추론이 필요한 상황에서 효과적으로 사용이 가능한 장점이 있다. 따라서 EL 이미지를 통한 결함검출을 위해 YOLO 알고리즘을 사용하였다.

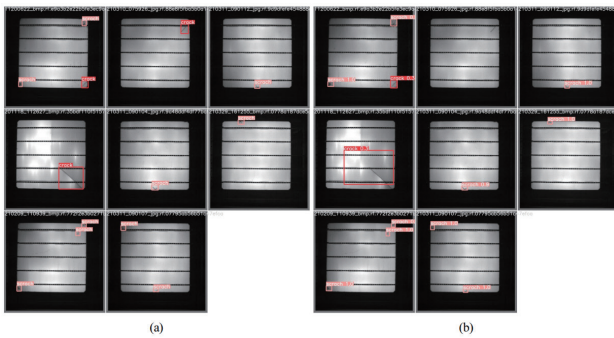
YOLO 알고리즘은 단일 단계 인식기(1-Stage Detector)로 이미지 내에 존재하는 객체와 해당 객체의

위치를 한 번만 보고 추론하는 알고리즘이다. 이 알고리즘은 이미지 내에서 경계박스를 다차원적으로 분리하고 클래스 확률을 적용하여 해당 경계박스 안에 객체가 있을 확률을 예측한다. 입력 이미지는 〈그림 7〉에서 확인할 수 있듯이 CNN을 통해 텐서의 그리드 형태로 나누고, 각 구간에 따라 객체인 경계박스 그리고 각 박스 별 클래스를 생성하여 객체를 인식한다. YOLO는 앞서 언급했다시피 단일 단계 인식기로, 이 전의 객체탐지 모델에서 필요했던 후보 영역에 대한 추출을 진행하지 않기 때문에 기존 알고리즘들과 비교해 처리 시간에 월등한 성능을 가진다. 또한, 이미지 전체를 한 번에 처리하기 때문에 이미지별 객체에 대한 맥락적 이해도가 높아 배경으로 인한 성능저하를 예방할 수 있다.

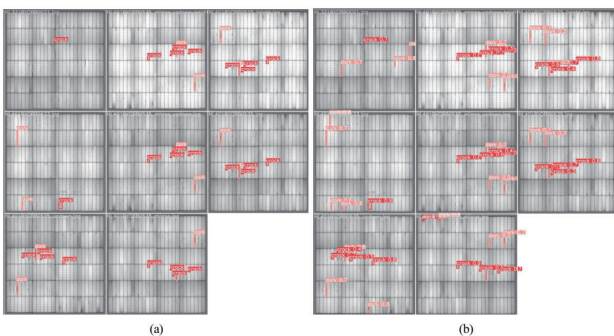
YOLO 알고리즘은 크게 Backbone/Neck/Head 3가지로 구분된다. Backbone은 Input Image를 Feature map으로 변형시켜주는 부분으로 이미지가 가지고 있는 특징을 추출한다. Neck은 Backbone과 Head를 연결하는 부분으로 추출한 특징들을 정제(Refinement), 재구성(Reconfiguration)하여 Head로 전달한다. 마지막으로 Head는 Backbone에서 추출한 Feature map의 위치를 구성하는 작업이 이뤄지는 곳으로 클래스 확률과 Bounding box를 그리는 작업이 이뤄진다.

데이터는 태양전지 및 모듈의 제조공정에서의 태양광 모듈의 결함 관련 이미지 데이터를 사용하였다. 다음 표에서 확인할 수 있듯이 셀과 모듈에 대한 EL 이미지는 각각 학습데이터 800장, 검증데이터 100장, 테스트 데이터로 100장을 사용하였다. 고장에 대한 라벨링 데이터를 이용해 인공지능을 통한 고장 검출 학습에 활용하였으며 이때 결함검출을 위해 활용한 모델의 적합성은 재현율(Recall)을 통해 확인하였다.

〈그림 8〉의 (a)와 (b)는 태양전지의 추론 이전의 정답 이미지와 추론 이후의 라벨링 된 이미지를 나타낸다. 〈그림 9〉의 (a)와 (b)는 태양광 모듈의 추론 이전의 정답 이미지와 추론 이후의 라벨링 된 이미지를 나타낸다. 다음 그림에서 확인할 수 있듯이 결함검출 모델이 정답 이미지와 비교해 보았을 때 결함에 대한 추론 값이 정답과 유사하게 나타나고 있는 것으로 확인되었다. 태양전지와 태양



〈그림 8〉 태양전지의 추론 이전의 정답 이미지와 추론 이후의 라벨링된 이미지



〈그림 9〉 태양광 모듈의 추론 이전의 정답 이미지와 추론 이후의 라벨링된 이미지

광 모듈의 EL 이미지를 통한 결함검출 모델에 대한 재현율 98%를 확인할 수 있었다.

인공지능 기반 태양전지와 모듈의 EL 이미지를 통한 결함검출을 통해 제조사의 결함검출 시간 축소, 생산성 향상, 공정 개선, 관리자의 편의성 제공에 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

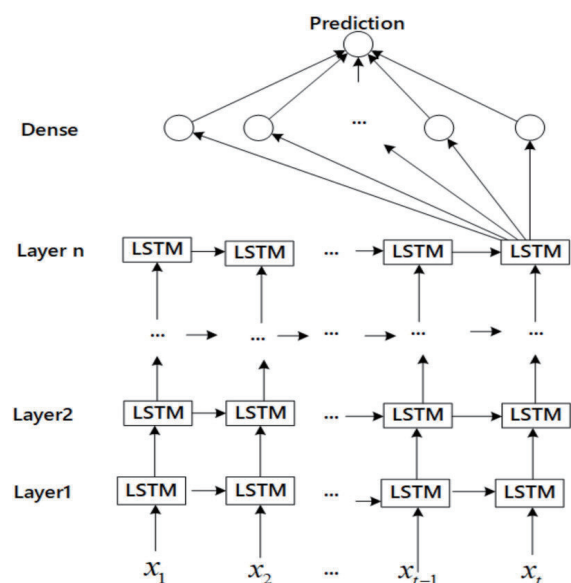
3. AI 기반 태양광 발전량 시뮬레이션

태양광은 분산자원 발전원 중에 가장 널리 활용되고 있으며, 현재 전력망은 분산자원으로 인해서 과거와는 다른 변동성 이슈를 마주하고 있다. 이에 따라 전체 전력망을 디지털 트윈화 할 필요성이 대두되고 있으며, 가장 큰 변동성을 전력망에 제공하는 태양광 발전에 대한 디지털 트윈화의 필요성이 증가하고 있다.

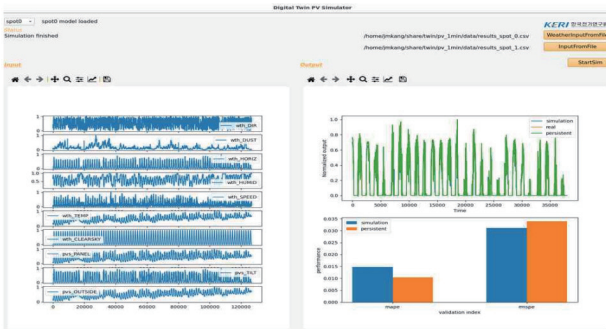
태양광 발전의 디지털 트윈화를 위해서 가장 중요한 것은 태양광 발전량의 시뮬레이션 모델 개발이라 할 수 있다. 기존 대부분의 태양광 발전량 관련 연구는 태양광 발

전량의 미래 시점 예측에 초점이 맞춰져 있고 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다. 즉 지금 현재의 정보로부터 1분, 1시간, 24시간 뒤를 예측하도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 멀게는 태양광 부지 선정을 위해 연간 발전량을 예측하는 소프트웨어도 존재한다. 그러나 디지털 트윈에서 미래 예측도 여전히 중요하지만, 현 상태를 정확히 시뮬레이션하는 것 역시 필요하다. 즉 수개월 뒤의 상태 정보를 입력받았을 때, 발전량을 정확히 모델링하는 것이다. 이는 디지털 트윈의 가장 큰 응용 분야인 상태 확인에 필수적이다. 발생가능한 여러 환경 시나리오를 실행했을 때 그때마다 현 상태를 추정하여 문제를 발생시키는 경우가 있는지 추적할 수 있다.

태양광 발전 시뮬레이션은 기본적으로 물리적 모델링 방식과 데이터 기반 방식으로 나눌 수 있다. 물리적 모델링 방식에서는 PV 시스템을 일사량 모델, 태양광 모듈 모델, 패널 온도 모델 등으로 세분화하고 그 동작을 세부적으로 분석하여 각 세부 모델들을 수식으로 나타낸다. 데이터 기반 방식에서는 세부 단계로 분할 하는 과정없이 환경 데이터를 입력받아 인공지능을 활용해 발전량을 추정하게 된다. 센서에서 수집되는 환경 데이터를 활용하여 발전량을 분단위로 계산하는 데이터 기반 시뮬레이션 모델을 제안한다.



〈그림 10〉 2 LSTM 모델의 구조



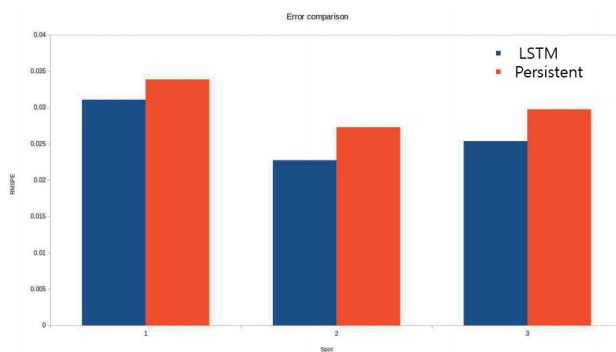
〈그림 11〉 시뮬레이션 시스템 화면

〈그림 10〉은 모델의 구조를 나타내며, 2층 Long short-term memory(LSTM)모델로 구성되어 있다. 과거 120분간의 데이터가 순차적으로 입력되는 형태로 구성되어 있다. 모델은 최종 단계에서 Fully connected layer를 통해 현지점의 태양광 발전량을 스칼라 값으로 출력하게 되어있다.

LSTM 시뮬레이션 모델을 기반으로 시뮬레이션 시스템도 구축하였으며 해당 시스템 화면은 〈그림 11〉에 나타나 있으며, 왼쪽 화면은 인풋 파라미터의 변화, 오른쪽 화면은 실제 PV 출력의 시뮬레이션 및 그 성능을 나타내고 있다.

데이터는 경기도 안산 지역에 자체적으로 구성한 3kW 용량의 PV 인버터 3개로부터 획득된 실데이터를 활용하였다. 기상센서는 1개가 설치되었으며, PV 패널 센서는 각각 독립적으로 설치되어 있다.

시뮬레이션 오차는 Root mean squared percentage error(RMSPE) 값으로 나타내었다. 비교 대상은 Persistent 모델로 선정하였으며, 1분전 값을 현재 값으



〈그림 12〉 에러 성능 비교

로 예측하는 모델이다. 〈그림 12〉에 비교한 대로 LSTM 시뮬레이션 모델은 Persistent 모델 대비 더 낮은 에러 성능을 보이며, RMSPE 값 2~3%를 유지하는 것을 확인할 수 있다.

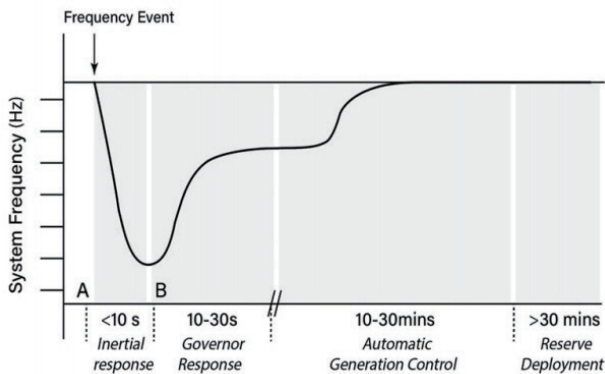
데이터 기반의 해당 시뮬레이션 방법을 통해 임의의 시점 시뮬레이션을 다양한 방식으로 수행할 수 있었고, 이를 통해 임의의 시점에서 그리드의 상태 시뮬레이션을 할 수 있고, 또한 제어 요소로 반영할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 인공지능 기반의 가상동기발전기를 이용한 전력계통의 주파수 제어

신재생발전의 증가는 전력계통의 주파수 안정도 문제를 발생시킬 수 있다. 전력계통에서의 주파수 안정도 문제는 기존의 대용량 동기발전기의 관성에 의해 발생하는 문제로서 급격한 출력 변화 시 발전기 회전자 관성에 의해 주파수가 진동하는 현상으로 빠르게 안정화되지 않으면 대규모 정전을 발생시킬 수 있기 때문에 주파수 안정도 문제는 매우 중요하다.

최근 신재생에너지 발전원이 전력계통에서 차지하는 비중의 증가로 인하여 주파수 안정도 문제가 발생할 수 있다는 여러 연구 결과가 발표되고 있다. 따라서 신재생에너지 발전원 급증에 대비하여 주파수 문제를 해결하기 위한 연구가 필요하다.

기존의 전력계통에서는 주파수 문제에 대해 발전기 내부 제어와 PSS(Power System Stabilizer)를 이용하여 주파수 문제에 대응하였다. 그러나 재생에너지 발전원이 증가한 앞으로의 전력계통에서는 발전기와 PSS만을 이용한 제어로는 한계가 있다. 따라서 전력계통 관성 저하에 의한 주파수 안정도 향상을 위해 BESS (Battery Energy Storage System)를 이용한 가상관성시스템(Virture Inertia System)이 제안되었다. 기존 BESS가 주파수 변화에 따른 유효전력 출력이 대하여 단순 제어를 수행하였다면, 가상관성시스템은 동기발전기 제어를 모방한 제어모델을 사용하여 BESS의 유효전력 출력을 제어하는 시스템이다. 이러한 시스템을 운용할 때 중요한 것은 제어모델을 구성하는 여러 파라미터 값을 적절하게 튜닝해야 한다. 그러나 실시간으로 변화하는 전력계통에서

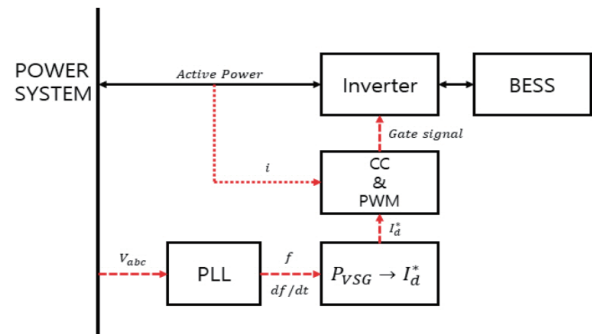


〈그림 13〉 시간별 주파수 응답

파라미터 튜닝은 매우 난해한 일이다. 실시간으로 변화하는 전력계통의 상태에 즉각적으로 대응할 수 있도록 인공지능 기반의 가상관성시스템을 제안한다

전력계통에서는 주파수를 일정하게 유지하기 위해 4단계의 제어가 시행된다. 이 제어는 〈그림 13〉과 같이 시간별 주파수 응답을 제어한다. 10초 이내의 관성응답(A-B 구간), 1~3차 주파수 응답으로 구성되어 있다. 관성응답은 발전기의 회전자의 관성을 이용하여 주파수 변동 초기의 변화를 제어하고 약 10초 이내의 시간 내에 주파수를 제어한다. 2차 주파수 응답은 주 제어가 시행된 다음 이루어지며, 주파수 변동이 발생된 후 몇 분 후에 시행되는 제어이며 주파수를 원래의 값으로 회복시키는데 목적이 있다. 3차 주파수 응답은 앞으로 일어날 사고에 대한 예방책으로 적절한 자원을 미리 확보하는 조치이다. 신재생에너지의 비율이 증가함에 따라 기존 발전기의 관성이 줄어들어 〈그림 13〉의 A-B구간에서 주파수 변동이 커지는 문제가 발생하고 있다.

전력계통에서의 주파수 변동은 전력계통의 동요방정식(Swing equation)으로 근사화할 수 있으며, 이를 통해 발전량과 부하량 사이의 균형이 무너지면 전력계통 주파수와 그 변화율이 변하는 것을 알 수 있다. 하지만 시스템 관성이 충분히 크다면 발전량과 수요량 사이의 균형이 무너지더라도 전력계통 주파수 변화가 크지 않음을 알 수 있다. 신재생에너지 발전원이 증가함에 따라 기존 발전기들로 유지되는 시스템 관성이 작아지게 되며, A-B구간에 해당하는 관성응답을 저하시켜 주파수 변동을 크게 한다. 또한 신재생에너지 발전원은 기본적으로 회전기 구조



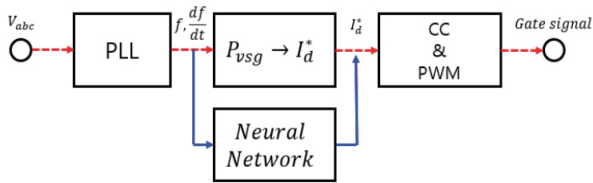
〈그림 14〉 가상동기발전기의 구조

를 가지고 있지 않기 때문에 전력계통에 관성을 제공하기 어렵고, 공급이 일정하지 않아 공급신뢰도가 떨어지는 특징이 있다. 이러한 원인으로 인해 신재생에너지원이 증가할수록 전력수급 균형이 무너지면 주파수가 떨어지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 가상관성을 제공할 수 있는 제어방식을 도입한 신재생에너지 발전원 제어시스템이 필요하다.

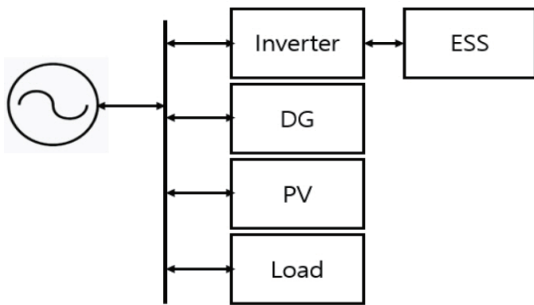
가상동기발전기(Virtual synchronous generator, VGS)는 동기발전기 동작방식을 모방하여 주파수 변화에 기반하여 출력을 제어하는 방식이다(그림 14).

PVGS는 가상동기발전기의 출력을 의미하며, 인버터의 기준전류 지령값을 생성하여 BESS의 출력을 결정하게 된다. BESS 출력을 결정하기 위한 기준 전류값은 제동상수와 관성상수에 의해 결정된다. 그러나 제동상수와 관성상수는 전력계통에서 발생한 주파수 변화량과 변화율에 의해 결정되므로 전력계통의 상태가 변화하면 이 두 개의 값도 다시 계산해야 한다. 또한 전력계통은 대표적인 비선형 시스템으로 상태변화에 따른 파라미터 계산을 선형적으로 계산할 수 없다. 비선형 시스템에서 이러한 문제를 해결하기 위해 신경회로망 기반의 인공지능 기술이 가지는 학습능력을 이용한 제어 기술이 보고되고 있다.

인공지능 제어를 구현하는데 있어 사용자가 원하는 출력을 얻기 위하여 학습이라는 과정이 필요하다. 학습은 지도학습, 비지도학습 및 강화학습으로 분류할 수 있다. 지도학습은 정답이 존재하는 학습에 사용되며, 비지도학습은 정답이 없는 분류 및 클러스터링에 사용된다. 강화학습은 보상을 통해, 특정 상태에 대하여 학습하는 방식이다.



〈그림 15〉 인공지능 제어기 구성도



〈그림 16〉 모의계통도

오류역전과 기반의 입력층, 은닉층 3개, 출력층으로 구성된 다층신경회로망을 이용하였으며, 학습방식은 지도 학습 방식을 사용하였다. 인공지능 제어기의 구성은 〈그림 15〉와 같으며 주파수 변화량을 입력으로 하여 전류 레퍼런스 값을 출력값으로 갖는다.

학습을 위하여 모의계통에서 부하 변동 시 발생하는 주파수 변화량을 사용하였으며 〈그림 16〉 데이터는 300 ~ 700 kW의 부하를 변동시키면서 발생한 주파수 변화량을 이용하였다.

모의계통은 무한모선에 연결된 BESS 기반 가상동기발

〈표 1〉 부하변동시 제동상수와 관성상수

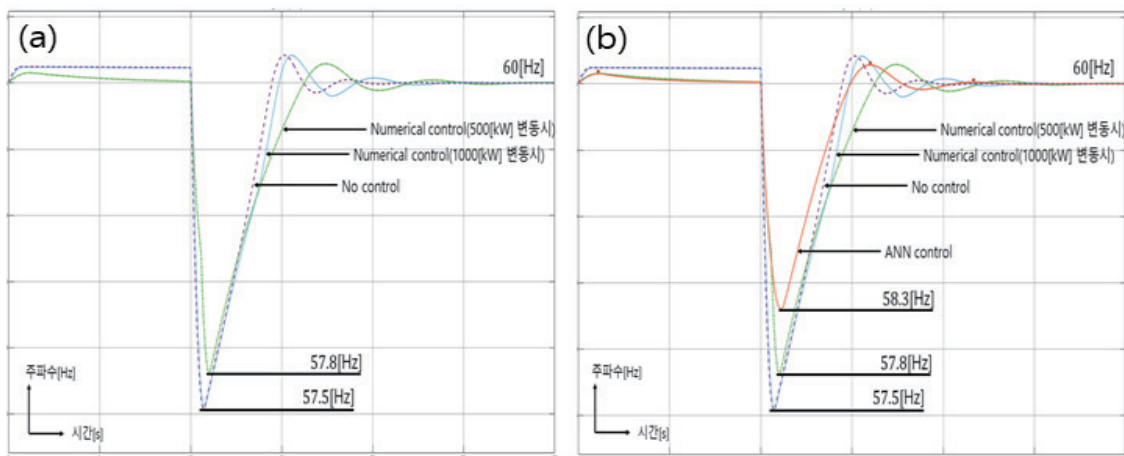
	제동상수	관성상수
500 kW	77041.6	251256.3
1,000 kW	38870.17	121951.2

전기 용량 500 kW, 디젤발전기(DG)용량 1MW, 태양광 발전기(PV) 500kW, 부하(Load)로 구성되어 있다

수치해석기반의 가상동기발전기 제어효과를 살펴보기 위해 〈표 1〉에서의 제동상수와 관성상수를 적용한 경우에 대하여 모의를 진행하였다. 〈그림 17〉의 (a)는 가상동기 발전기의 가상관성 시스템이 없는 경우의 모의 결과, (b)는 인공지능 기반의 지능형 가상관성시스템을 적용한 모의 결과이다.

모의 결과 가상관성 시스템이 없는 경우 57.5Hz까지 주파수 하락이 발생하였으며, 1,000kW의 큰 부하 변동 시에는 가상관성 시스템이 있음에도 불구하고 57.5Hz까지의 주파수 하락이 발생하였다. 상대적으로 작은 부하인 500kW의 부하 변동 시에는 57.8Hz까지 주파수 하락이 발생하였다. 모의 결과 가상관성 시스템이 없거나 부하 변동 시 수치해석 기반의 가상동기발전기의 효과가 크지 않음을 확인할 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 가상관성 시스템을 이용하여 1,000kW 부하 변동 시 모의를 진행하였다.

국내의 경우 주파수가 58.8Hz 이하가 되면 전력계통 보호를 위해 부하를 차단하기 시작하며 매 0.2Hz가 하락



〈그림 17〉 가상관성시스템 미적용 모의결과(a)와 가상관성시스템 적용 모의결과(b)

할 때마다 부하를 추가로 차단하게 되어있다. 모의 결과 수치해석기반의 가상관성시스템보다 제안된 지능형 제어기를 사용했을 때 0.8Hz만큼 주파수 변동폭을 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 이는 기존 시스템을 이용한 주파수 제어 시 부하 차단이 발생할 수 있는 상황에서 부하 차단 없이 전력계통의 주파수를 제어할 수 있음을 보여준다. 따라서 제안한 제어기는 부하급변으로 인한 주파수 변동 시에 BESS 자원을 이용하여 주파수 하락을 감소시켜 앞으로 증가할 것으로 예상되는 신재생에너지 발전원의 수용률이 높은 전력계통에서 주파수 유지에 기여할 것이다.

III. 결론

기존 주 에너지원의 한계점이 뚜렷하기 때문에 근대산업은 점점 기계화 및 자동화가 되어가고 있다. 게다가 점점 불어지는 환경 관련 문제로 많은 어려움에 직면한 인류는 대체적인 친환경 에너지에 점진적인 관심과 개발을 쏟고 있다. 에너지는 산업에서 핵심적인 부분을 차지하기 때문에 어떻게 본다면 이러한 고찰은 피할 수 없는 시간 문제였다고 볼 수도 있다. 근대산업과 AI는 밀접한 관계를 지니고 있다. AI를 이용한다면 많은 편익이 발생하기 때문이다. 그러므로 AI 애플리케이션은 기술과 디지털 분야에 혁명을 일으키고 있다. 이러한 획기적인 변화는 많은 다른 산업에서 서서히 나타나고 있지만, 다른 분야에는 아직 인공지능이 적용될 가능성이 크다. 특히 재생에너지산업은 지속적으로 증가하는 수요에 적응하기 위해 연구와 혁신을 수용하면서 지속적으로 스스로를 재창조하고 있다. 이미 오늘날에는 새롭고 확립된 툴이 AI의 요소를 사용하여 과거에는 불가능했던 프로세스를 합리화하고 기능을 만들고 있다. 현재와 같은 추세가 지속된다면 AI 강화 툴은 현재 CAD 소프트웨어만큼이나 엔지니어링의 미래에 중요해질 가능성이 충분하다. 또한 적절한 모델을 개발하여 투입한다면 정격 전력을 이용한 PV 프로젝트 자동화 AI와 같은 방법은 태양광 플랜트 설계의 복잡한 문제를 해결하는 데 사용될 수 있으며, 이는 비용 절감과 효율성 향상으로 이어지며, 결과적으로 더 나은

투자 수익으로 이어질 것으로 기대된다. 또한 기후변화에 대한 대응에 따른 재생에너지의 증가 및 그에 따른 변동성 증가, 인공지능을 활용한 다양한 전력부하 및 재생에너지 발전량 예측기법의 발전, ESS의 활용, 마이크로그리드 등으로 인해 태양광발전은 앞으로 더욱 지능화될 것으로 전망되고 있으며, 에너지 생산과 소비의 주체로서 프로슈머의 역할을 하게 될 것으로 기대되고 있다.

참 고 문 헌

- [1] Ko Suk Whan (2023). Operation and Maintenance Technology of PV Plant using Artificial Intelligence. The Magazine of Korean Solar Energy Society, 21(1), 13–17.
- [2] Jimyung Kang, Jooseung Lee, Soonwoo Lee, & Hui-myung Oh (2023-05-02). Simulation of PV output based on AI. Proceedings of the KIEE Conference, Jeju
- [3] Ko Suk Whan, Shin Woo Gyun, Ju Young Chul, Hwang Hye Mi, Son Ki Ho, Kim Han Gi, & Choi Ui Seong (2023). Voltage – Current Curve Simulation Using the Environmental Data and Artificial Intelligence Fault Diagnosis Method for PV Strings. Journal of the Korean Solar Energy Society, 43(6), 181–189.
- [4] Woohyun Kim, Minseok Kang, Suhyeon Choi, Jaehyun Kim, & Seokheon Cho (2024-06-19). Artificial Intelligence-based Predictive Analysis of Photovoltaic Power Generation in Arroyo Grande, CA, USA. Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, Jeju.
- [5] Jo Sun-Keun, Park In-Doo, Jang Ju-Hee, & Oh Wonwook (2021). A Study on the Detection of Defects in Solar Cells and Modules in EL Images based on Artificial Intelligence. Journal of the Korean Solar Energy Society, 41(6), 51–57.
- [6] Jae-Young Oh, Yong-Geon Lee, & Gibak Kim (2020). Improvement of Solar Power Forecasting Using Interpretation of Artificial Intelligence. The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers, 69(7), 1111–1116, 10.5370 / KIEE.2020.69.7.1111
- [7] Kim, Hong-Seok (2019). P2P energy trading between renewable energy/ESS-based intelligent microgrids. The Korean Institute of Electrical Engineers, 68(5), 23–26.



조 경 재

- 1995년 2월 동신대학교 전자공학과 학사
- 1997년 2월 동신대학교 대학원 전자공학과 석사
- 2000년 8월 동신대학교 대학원 전기전자공학과 박사
- 2004년 8월 ~ 2005년 12월 골드텔(주) 연구소장
- 2006년 2월 ~ 2007년 3월 남도금형(주) 연구소장
- 2007년 4월 ~ 2012년 10월 에프엔엔(주) 연구소장
- 2012년 10월 ~ 2018년 2월 포미(주) 연구소장
- 2018년 2월 ~ 2022년 4월 브이메이커(주) 부사장
- 2022년 3월 ~ 현재 (주)신호엔지니어링 연구소장

〈관심 분야〉

태양광 발전시스템, 건물일체형 태양광 발전시스템, RSD 및 Optimizer, 모니터링 시스템, 방열 소재, 광통신부품, 고출력 파이버 레이저 및 관련 부품

인공지능을 이용한 태양광 발전량 예측

I. 서론

국제에너지기구(IEA)의 지속가능한 미래 시나리오에 따르면 2050년까지 재생에너지원이 세계 전력의 57%를 공급할 것으로 예상된다. 세계에너지협회(World Energy Council)에서 발표한 리포트에 따르면, 특히 태양광의 비중이 다른 재생에너지 발전원에 비해 높은 성장률을 보이고 있다. 하지만 태양광 발전은 장소와 시간, 계절과 날씨 등 다양한 기상변수에 영향을 받아 발전량을 예측하기가 매우 어렵다. 태양광 발전의 불확실성을 개선하고, 전력계통의 안정적인 운영과 전력품질을 유지하기 위해서는 태양광 발전을 정확히 예측할 필요가 있다^[1].

국내의 전력계통은 한전중심의 독립형에서 재생에너지와 같은 분산전원이 확대되고 있고, 이로 인하여 계통이 불안해지는 현상이 발생하고 있으며, 이에 대응하여 계통운영 및 전력 유지 강화 차원에서 “재생에너지 발전량 예측제도”를 도입하고 있다^[2].

본 기고문에서는 태양광 발전 설비와 기상데이터에 인공지능 알고리즘을 적용하여 태양광에너지 발전량 예측에 대한 타당성을 검증하였다.



강병복
(주)엠알티



선기주
(주)엠알티

II. 태양광 발전량 예측을 위한 인공지능

1. 데이터 선정 및 추출

태양광을 이용한 발전은 태양광 발전 패널에 직사되는 일사량과 표면 온도, 일조시간, 기온, 전운량, 일사량 등의 변수에 의하여 발전량이 영향을 받기 때문에 발전량을 정확하게 예측하기 위해서는 각 변수에 대한 상관관계 분석과 신뢰성 확보가 필요하다^[3-5].

발전량 예측을 위해서는 태양광 발전에 영향을 주는 변수를 파악하고, 변수에 대한 데이터를 실시간으로 저장한 후, 이에 대한 데이터베

〈표 1〉 데이터 종류

항 목	학습 데이터
기상 데이터	· 지점, 지점명, 일시, 기온, 기온 QC플래그 · 강수량, 강수량 QC플래그 · 풍속, 풍속 QC 플래그, 풍향, 풍향 QC 플래그 · 습도, 습도 QC플래그 · 증기압, 이슬점온도, 현지기압, 현지기압 QC플래그, 해면기압, 해면기압 QC플래그 · 일조, 일조 QC플래그 · 일사, 일사 QC플래그 · 적설, 3시간적설 · 전운량, 중하층운량, 운형, 최저운고 · 시정, 지면상태, 현상번호, 지면온도, 지면온도 QC플래그, 5cm 지중온도, 10cm 지중온도, 20cm 지중온도, 30cm 지중온도
태양광설비 데이터	· start(인버터 누적 발전량), · day(1일 누적 발전량), · accrue(총 누적 발전량), · time(일시)

이스를 분석한 후 전처리 과정을 통해 추출 데이터에 대한 신뢰도를 높여야 하며, 스케일링을 통해 학습 데이터들이 동일한 중요도를 갖도록 정규화 해야 한다.

시간에 따라 변동되는 태양에너지의 특성을 고려하여 시계열 알고리즘들에 대한 검토가 필요하고, 실제 태양광 발전소에 적용할 수 있도록 한국전력거래소에서 사용하고 있는 발전량 예측 오차율에 대한 최적의 알고리즘을 선정할 필요가 있다^[6-8].

태양광 발전 설비 중 인버터를 통해서 저장된 start(인버터 누적 발전량), day(1일 누적 발전량), accrue(총 누적 발전량), time(일시)에서 day(1일 누적 발전량)와 time(일시) 정보를 활용하였다.

기상청에서 제공하는 지점명, 일시, 기온, 강수량, 풍속, 풍향, 습도, 증기압, 이슬점온도, 현지기압, 해면기압, 일조, 일사, 적설, 3시간적설, 전운량, 중하층운량, 운형, 최저운고, 시정, 지면상태, 현상번호, 지면온도, 5cm 지중온도, 10cm 지중온도, 20cm 지중온도, 30cm 지중온도 중에서 태양광 발전에 영향을 주는 일시, 온도, 강수량, 습도, 이슬점, 전운량에 대한 정보를 활용하였다.

2. 데이터 처리

태양광 발전 운영 정보에 대한 신뢰성을 확보하기 위하여 시간에 따른 발전량을 수작업으로 모두 확인하고 처리하였다. 데이터가 가진 특성을 비교하여 데이터의 패턴을 찾기 때문에 받아들이는 데이터의 단위 및 범위가 동일하지 않을 경우에는 학습 중 데이터 해석에 오류가 발생하며, 이러한 오류를 방지하기 위하여 모든 데이터가 동일한 중요도를 갖도록 하는 스케일링이 필요하다.

가. min-max 스케일링

모든 데이터 중 가장 작은 값을 0, 가장 큰 값을 1로 두고 나머지 값들은 비율을 맞춰 모두 0 ~ 1 사이의 데이터로 치환해 주는 방식으로 모든 데이터의 스케일을 동일하게 처리하지만 이상치(outlier)는 잘 처리하지 못한다.

나. Z-score 스케일링

Z-score 스케일링은 이상치(outlier) 문제를 피하기 위한 방법으로, 만약 데이터의 값이 평균과 일치하면 0으로 스케일링 되겠지만, 평균보다 작으면 음수, 평균보다 크면 양수로 나타난다. 이 때 계산되는 음수와 양수의 크기는 그 데이터의 표준편차에 의해 결정된다.

그러나, 정확히 동일한 척도로 정규화 된 데이터를 생성하지는 않는 문제점을 가지고 있다.

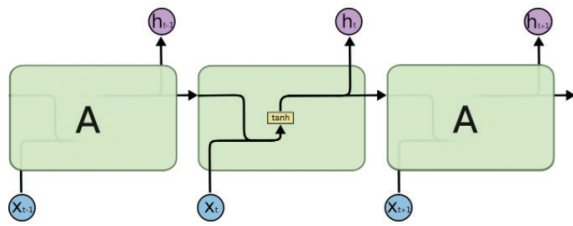
3. 시계열 인공지능 알고리즘

가. RNN(Recurrent Neural Network)

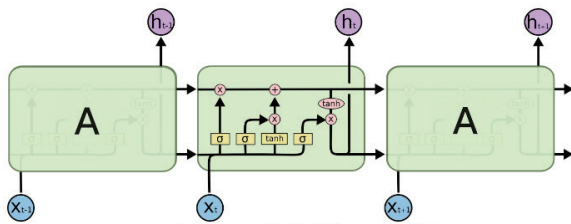
RNN은 대표적인 시계열 모델로서, 입력층, 은닉층, 출력층의 3단계의 구조로 구성되어 있다.

은닉층의 노드에서 활성화 함수를 통해 나온 결과값을 출력층 방향으로 보내면서, 다시 은닉층 노드의 다음 계산의 입력으로 보내는 특징을 가지고 있다.

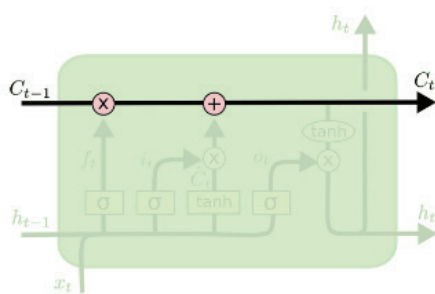
모든 시간대의 데이터 값들이 이어져야하기 때문에 역전파가 진행되면서 기울기 소실 문제가 발생하고, RNN의 은닉층을 여러층으로 반복하여 사용할 때 과거 데이터가 소멸되는 장기 의존성을 가지고 있다.



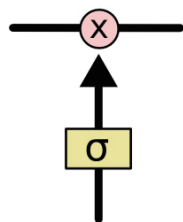
<그림 1> RNN 구조



<그림 2> LSTM 구조



(a)

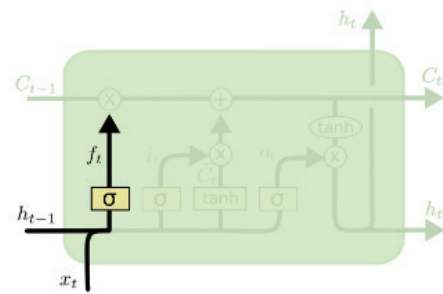


(b)

<그림 3> Cell state와 gate의 구조

나. LSTM(Long Short-Term Memory)

RNN의 장기 의존성의 문제를 해결하기 위해 만들어진 모델로서, 오랜 시간동안 정보를 기억하는 특성을 가지고 있다. RNN과 마찬가지로 체인구조를 가지고 있지만, 반복되는 모듈은 서로 다른 구조를 생성하며, 단일 Neural Networks layer를 가지는 대신, 4개가 상호작용 가능한 특별한 방식을 가지고 있다.



<그림 4> Forget gate

LSTM의 핵심은 cell state인데 메모리셀 전체 사슬을 관통하여 정보가 바뀌지 않고 그대로 전달되며, 기존 RNN과 달리 덧셈 연으로 구성되어 기울기 소실문제를 해결할 수 있다.

cell state에 정보를 추가하거나 삭제하는 기능의 gate를 가지고 있고, LSTM은 시그모이드 함수로 이루어진 3개의 gate를 통하여 정보를 통과시킬지 여부를 결정해 cell state를 보호하거나 제어한다.

(1) Forget gate

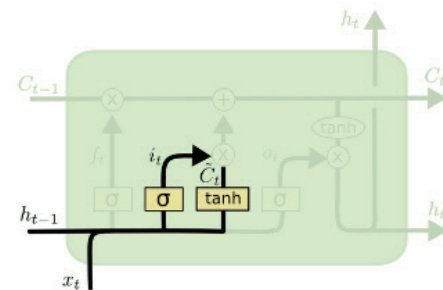
시그모이드 함수로 구성되어 있으며, 과거의 cell state에서 어떠한 정보를 제거할지 결정하고 출력값에 따라 전 단계 상태의 유지 여부를 결정한다.

h_{t-1} 과 x_t 를 받아서 0과 1 사이의 값을 C_{t-1} 에 보내준다. 그 값이 1이면 “모든 정보를 보존해라”가 되고, 0이면 “죄다 갖다버려라”가 된다.

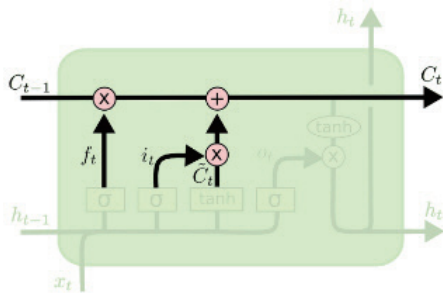
$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (1)$$

(2) Input gate

새로운 정보를 cell state에 저장할지 결정하는 부분이며, 시그모이드 함수를 통해 어떠한 값을 업데이트할지 결정하고 tanh 함수를 통해 cell state에 더할 $\tilde{C}_t$ 벡터를



<그림 5> Input gate



〈그림 6〉 Memory update

생성한다.

$$\begin{aligned} i_t &= \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \\ \tilde{C}_t &= \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C) \end{aligned} \quad (2)$$

(3) Memory update

과거 시점의 cell state C_{t-1} 를 새로운 cell state C_t 로 갱신하는 부분으로, 이전 cell state에 f_t 를 곱해서 가장 첫 단계를 갱신 후 $i_t \cdot \tilde{C}_t$ 를 더한다. 이 더하는 값은 두 번째 단계에서 업데이트하기로 한 값을 얼마나 업데이트할지 정한 만큼 scale한 값이 된다.

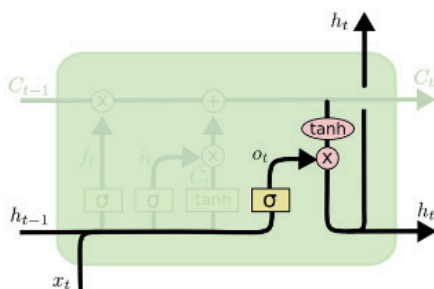
$$C_t = f_t \cdot C_{t-1} + i_t \cdot \tilde{C}_t \quad (3)$$

(4) Output gate

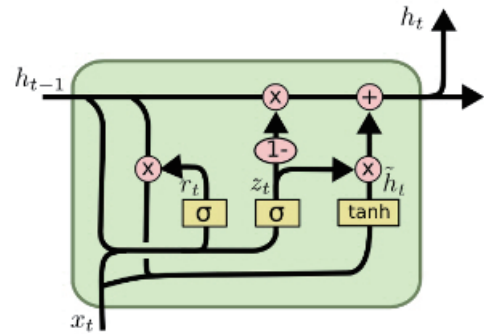
최종 출력값을 결정하며, cell state에 기반을 두고 필터된 결과값을 출력한다.

시그모이드 함수에 input 데이터를 태워서 cell state의 어느 부분을 output으로 내보낼 지를 정하고, cell state를 tanh 함수에 태워서 -1과 1 사이의 값을 받은 뒤에 이전에 계산된 sigmoid gate의 output과 곱해준다.

$$\begin{aligned} o_t &= \sigma(W_o[h_{t-1}, x_t] + b_o) \\ h_t &= o_t \cdot \tanh(C_t) \end{aligned} \quad (4)$$



〈그림 7〉 Output gate



〈그림 8〉 GRU 구조

다. GRU(Gated Recurrent Unit)

GRU는 LSTM의 구조를 간단하게 개선한 모델로서 2개의 gate만을 사용한다. forget gate와 input gate를 하나의 update gate로 만들고, cell state와 hidden state를 합쳐 하나의 hidden state로 표현된다.

LSTM에 비해 GRU는 학습할 가중치가 적은 장점을 가지며, LSTM과 구조상의 큰 차이는 없으며, 분석결과도 큰 차이는 없어 상황에 따라 사용가능하다.

$$\begin{aligned} z_t &= \sigma(W_z \cdot [h_{t-1}, x_t]) \\ r_t &= \sigma(W_r \cdot [h_{t-1}, x_t]) \\ \tilde{h}_t &= \tanh(W \cdot [r_t \cdot h_{t-1}, x_t]) \\ h_t &= (1 - z_t) \cdot h_{t-1} + z_t \cdot \tilde{h}_t \end{aligned} \quad (5)$$

4. 태양광 발전량 예측 알고리즘 선정

태양광 발전량 예측 검증을 위하여 499.5kWp 태양광 발전설비 중 인버터의 동작상태정보를 원격모니터링장치로부터 구글 클라우드 서버에 저장한 2019년부터 3년간의 운영 정보와 기상청의 기상정보에 대한 3년간의 데이터에 대한 이상치 데이터 검토를 진행하였다.

검토된 데이터는 min-max 스케일링을 통해 정규화하여 모든 데이터가 동일한 중요도를 갖도록 하고, 〈표 1〉과 같이 실패데이터 파라미터를 설정하고 최적화를 진행하였다.

10회 이상 학습을 진행한 결과(LSTM best val_loss = 1400, GRU best val_loss = 2300), 태양광 발전량 예측알고리즘으로 LSTM 알고리즘을 선정하였다.

태양광 발전량 예측을 위하여 노르웨이 기상 연구소의



〈표 2〉 데이터 파라미터 선정 및 최적화

항 목		처리 방식
인버터 데이터	• 0시	• 0시에는 값이 초기화 되므로 0으로 처리
	• 1시 ~ 23시	• (현재 시간 day값) - (현재시간-1시간 day값)으로 해당 시간의 발전량 산출
데이터 전처리	• min-max 스케일링	• 모든 데이터 중 가장 작은 값을 0, 가장 큰 값을 1로 두고 나머지 값들은 비율을 맞춰 모두 0 ~ 1 사이의 데이터로 치환 • 모든 특징들에 대해 동일한 척도로 스케일링 진행 • 스케일링 진행 전 데이터 처리 과정에서 모든 데이터를 확인하여 이상치가 거의 없을 것으로 예상
파라미터	• timestamp	• 시계열 모델에서 timestamp는 배치 시간 단위를 의미하며, 태양광 발전량은 24시간마다 반복되는 양상을 보이기 때문에 24로 설정하였으나, 계절, 환경적 영향을 많이 받아 정상성이 뚜렷하게 나타나지 않아 1로 설정
	• epochs	• 전체 학습 데이터셋이 신경망 알고리즘에 적용되는 과정으로 이 epochs가 100이라면 학습 데이터셋을 10회 모델에 학습함 • callback 적용(earlystopping(monitor:val_loss, patience:100))
	• learning rate	• 학습률으로 다음 가중치를 결정하는 중요한 값이며, 최저의 오차값을 찾을 수 있게 해주는 수치이고, 이는 실험을 통해서 값을 결정
	• activation function	• adam, rmsprop, sgd 등의 경우 leaky relu 보다 성능이 떨어지는 경향 발생 • 신경망에서 입력을 변환하는 함수로써 회귀 모델에서는 ReLU 함수를 많이 사용하게 되지만, 입력값이 0 이하가 될 경우 이후 모든 값이 0으로 회귀되기 때문에 해당 문제를 해결해주는 leaky ReLU 함수를 사용
	• loss function	• 손실함수로써 예측한 값과 실제 값 사이의 오차값 • 태양광 발전량의 경우 환경의 영향을 많이 받기 때문에 매 시간 값의 변동이 생겨 차가 커질수록 제곱 연산으로 인해 값이 더욱 뚜렷해지는 mse loss function을 활용
	• optimizer	• loss function이 손실함수라면 이 손실함수의 결과값이 최소가 되도록 최적화 해주는 수행 알고리즘으로써, 통상적으로 adam을 활용(최적화가 가장 빠르고 평가되어지는 알고리즘)
	• batch size	• 연산 한 번에 들어가는 데이터를 크기를 가르키며, batch size가 크면 클수록 한 번에 처리하는 데이터의 양이 많아지고 작으면 파라미터 가중치 업데이트가 자주 발생 • 16~256 사이의 2의 제곱수로 시험을 진행 결과 1 선정

〈표 3〉 기상예보(맑은 후 흐림, 21,10,23)

Time	Temperature	amount of precipitation	Humidity	Dew Point
0:00	5.5		94	4.6
1:00	4.3		94	3.4
2:00	3.8		94	2.9
3:00	3.7		95	2.9
4:00	3.5		96	2.9
5:00	3.5		96	2.9
6:00	4		96	3.4
7:00	5.1		97	4.6
8:00	6.4		97	5.9
9:00	8.2		89	6.4
10:00	9.7		80	6.4
11:00	11.6		72	6.7
12:00	14.1		62	6.9
13:00	16.3		45	4.3
14:00	16.9		42	3.8
15:00	17.4		40	3.6
16:00	17.5		38	3
17:00	16		39	2
18:00	11.6		65	5.2
19:00	9.1		76	5
20:00	7.5		81	4.4
21:00	6.3		85	3.9
22:00	5.5		88	3.6
23:00	4.7		91	3.3

기상 예측정보 중 온도, 강수량, 습도, 이슬점 정보를 활용하였고, 일반적으로 사용되는 평균제곱근 오차(Root Mean Squared Error)를 사용하지 않고 한국전력거래소에서 사용하는 예측 오차율을 적용하여 실제 태양광 발전소에 활용 가능하도록 하였다.

태양광 발전량 예측을 위한 알고리즘은 시간에 따라 변동되는 태양에너지의 특성을 고려하여 시계열 알고리즘인 RNN, LSTM, GRU를 선정하였고, 파이썬을 이용하여 3가지 알고리즘을 학습하도록 하였다.

〈표 3〉 ~ 〈표 8〉은 노르웨이 기상 연구소로부터 청주시 지역의 2021년 10월 ~ 2022년 1월 중 대표적인 날씨

〈표 4〉 기상예보(호린 후 맑음, 21.10.27)

Time	Temperature	amount of precipitation	Humidity	Dew Point
0:00	8.8		92	7.5
1:00	8.8		95	8
2:00	8.6		95	7.8
3:00	8.5		94	7.5
4:00	8.1		96	7.4
5:00	7.1		97	6.6
6:00	7.8		96	7.1
7:00	8.8		95	8
8:00	9.5		94	8.5
9:00	10.5		90	8.9
10:00	13.3		82	10.2
11:00	14.3		75	9.9
12:00	15.6		72	10.5
13:00	17.4		51	7.1
14:00	18.4		42	5.2
15:00	18.6		40	4.7
16:00	18.1		39	3.9
17:00	16.8		39	2.7
18:00	13.9		48	3
19:00	9.1		75	4.8
20:00	8.1		79	4.6
21:00	7.5		82	4.6
22:00	7		84	4.4
23:00	5.5		87	3.5

〈표 5〉 기상예보(호림, 21.11.10)

Time	Temperature	amount of precipitation	Humidity	Dew Point
0:00	4.3	1.1	90	2.7
1:00	4.3		87	2.3
2:00	4.3		88	2.4
3:00	4	0	84	1.5
4:00	2.5		77	-1.1
5:00	1.3		80	-1.7
6:00	-0.3		91	-1.5
7:00	-0.5		94	-1.3
8:00	1		91	-0.3
9:00	2.5		77	-1.1
10:00	1.8		89	0.1
11:00	2.2		90	0.7
12:00	3.9	0.1	87	1.9
13:00	4.5		79	1.1
14:00	5.6		74	1.3
15:00	5.9		73	1.4
16:00	7		69	1.6
17:00	5.6		76	1.6
18:00	5.5		77	1.7
19:00	5.5		76	1.5
20:00	5.8		76	1.8
21:00	5.6		79	2.2
22:00	5.5		81	2.4
23:00	5.8		79	2.4

를 선정하여 추출한 기상 예보 데이터를 나타내고 있다.

〈표 3〉 ~ 〈표 8〉의 기상 예보 데이터를 기반으로 파이썬을 통해 RNN, LSTM, GRU 알고리즘에 대한 태양광 발전량 예측에 대한 오차율은 〈표 9〉와 같이 계산되었고, LSTM 알고리즘이 가장 우수한 특성을 나타냈다.

태양광 발전량 예측 오차율 계산은 한국전력거래소의 재생에너지 발전량 예측제도에서 현재 사용하고 있는 예측 오차율을 적용하였다.

$$\text{예측 오차율} = \frac{\text{예측 발전량} - \text{계량 전력량}}{\text{설비 용량}} \times 100(\%)$$

태양광 발전량 예측에 대한 오차율 중 가장 우수한 특성을 나타낸 LSTM 알고리즘을 적용한 예측 발전량과 실제 발전량을 비교 분석하였다.

태양광 발전에 영향을 주는 일사량에 좋은 맑은 날씨에는 예측발전량 편차가 작았지만, 일사량이 좋지 못한 흐린날에는 편차가 크게 나타났다.

<표 6> 기상예보(구름, 21,11,12)

Time	Temperature	amount of precipitation	Humidity	Dew Point
0:00	4.3		73	-0.1
1:00	3.7		75	-0.3
2:00	3.2		80	0
3:00	3.5		73	-0.8
4:00	3.6		63	-2.7
5:00	3.2		63	-3.1
6:00	2.5		67	-3
7:00	1.6		72	-2.9
8:00	2.1		68	-3.2
9:00	4		55	-4.2
10:00	5.5		48	-4.6
11:00	6.7		44	-4.7
12:00	7.3		42	-4.7
13:00	7.7		41	-4.7
14:00	8		41	-4.4
15:00	8.2		43	-3.6
16:00	8.6		39	-4.6
17:00	7.1		41	-5.2
18:00	5.9		49	-4
19:00	5		53	-3.8
20:00	1.8		71	-2.9
21:00	0.3		78	-3
22:00	0.1		81	-2.7
23:00	-0.7		84	-3

<표 7> 기상예보(맑음, 22,01,18)

Time	Temperature	amount of precipitation	Humidity	Dew Point
0:00	-6.5		55	-14
1:00	-7.6		59	-14.2
2:00	-10		66	-15.1
3:00	-10.9		70	-15.3
4:00	-11.7		72	-15.7
5:00	-11.8		74	-15.5
6:00	-12.2		73	-16
7:00	-13		74	-16.6
8:00	-13		76	-16.3
9:00	-11.4		75	-14.9
10:00	-7.4		54	-15.1
11:00	-6.2		52	-14.4
12:00	-4.6		40	-16.1
13:00	-2.6		33	-16.6
14:00	-1.8		27	-18.3
15:00	-1.2		27	-17.8
16:00	-0.8		25	-18.4
17:00	-1.2		27	-17.8
18:00	-4.6		40	-16.1
19:00	-6		45	-16
20:00	-7.8		54	-15.5
21:00	-7.9		56	-15.1
22:00	-8.3		59	-14.9
23:00	-8.7		60	-15

III. 결 론

국내의 전력계통에서 분산전원이 증가됨에 따라 계통이 불안해지는 현상이 발생하고 있다. 이에 대응하여 계통의 운영 및 전력 유지 강화 차원에서 “재생에너지 발전량 예측제도”를 도입하고 있다.

본 기고문에서는 재생에너지 중 태양광에너지에 대한 발전량을 예측하기 위하여 태양광 발전 설비와 기상청의

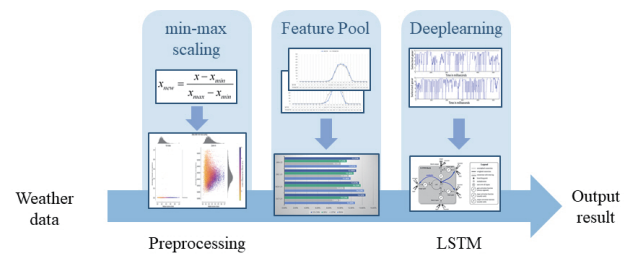
데이터를 추출하고 파라미터의 최적화를 통해 학습하도록 하였다.

시계열 인공지능 알고리즘 RNN, LSTM, GRU 모델에 의한 예측 발전량과 실제 발전량에 대한 예측오차율을 통해 태양광 발전량 예측 알고리즘을 선정하고 비교 분석하였다.

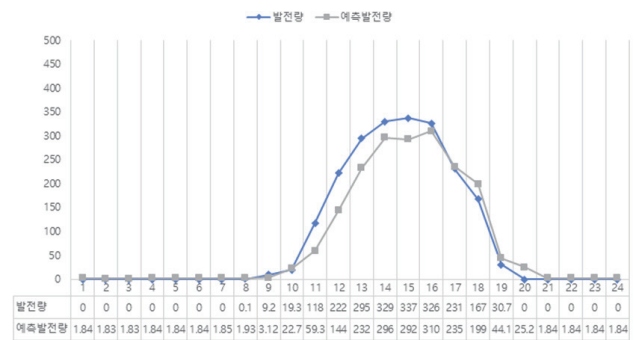
예측 오차율은 일반적으로 사용되는 평균제곱근 오차(Root Mean Squared Error)를 사용하지 않고, 한국전

〈표 8〉 기상예보(맑음, 22.01.20)

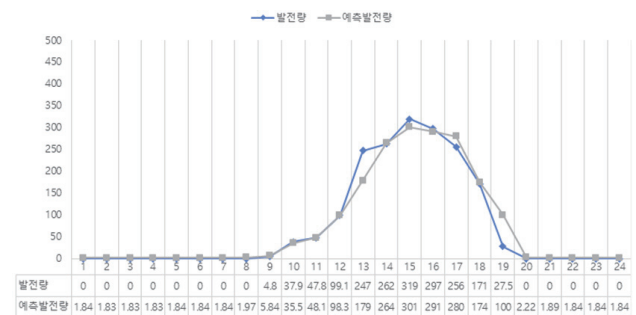
Time	Temperature	amount of precipitation	Humidity	Dew Point
0:00	-6.4		72	-10.6
1:00	-6.5		72	-10.7
2:00	-7.4		75	-11
3:00	-9.7		79	-12.6
4:00	-10.7		83	-13
5:00	-11.1		83	-13.4
6:00	-12		83	-14.3
7:00	-10.9		84	-13
8:00	-11.9		85	-13.9
9:00	-10.2		85	-12.2
10:00	-8.1		79	-11.1
11:00	-6.1		73	-10.1
12:00	-3.7		66	-9.1
13:00	-1.9		57	-9.3
14:00	0.4		45	-10.1
15:00	1.1		40	-11
16:00	1.4		36	-12
17:00	0.8		41	-10.9
18:00	-1.5		46	-11.6
19:00	-4.3		56	-11.7
20:00	-5.9		61	-12.2
21:00	-6.6		64	-12.2
22:00	-8.4		71	-12.7
23:00	-8.9		72	-13



〈그림 9〉 LSTM 태양광 발전량 예측 알고리즘



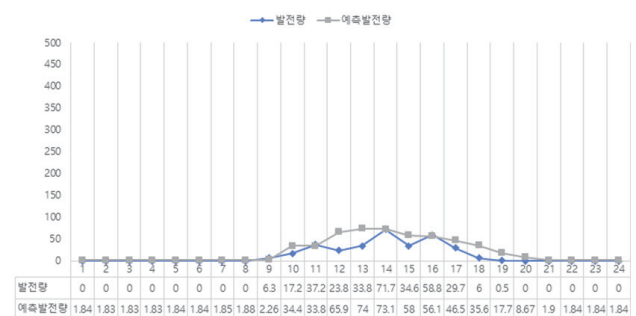
〈그림 10〉 맑은 후 흐림(21.10.23)



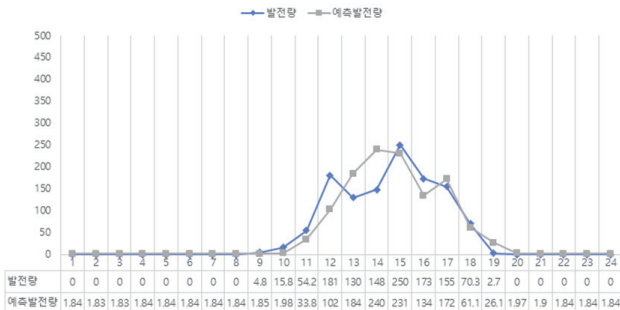
〈그림 11〉 흐린 후 맑음(21.10.28)

〈표 9〉 태양광 발전량에 대한 예측 오차율

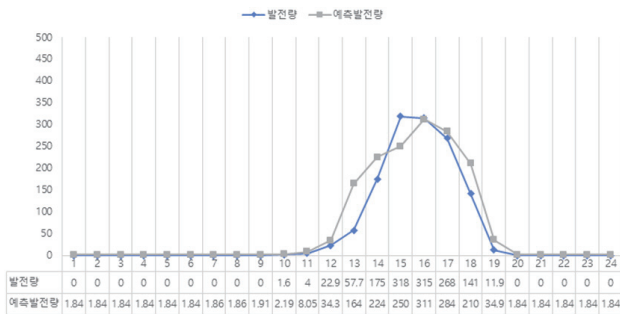
기상 환경	RNN	LSTM	GRU
맑은 후 흐림	12.01%	12.23%	14.28%
흐린 후 맑음	22.48%	14.25%	15.29%
흐림	11.85%	10.24%	12.92%
구름	17.47%	12.97%	17.24%
흐린 후 맑음	7.14%	7.29%	9.98%
맑음	13.14%	3.32%	7.98%
평 균	14.02%	10.05%	12.95%



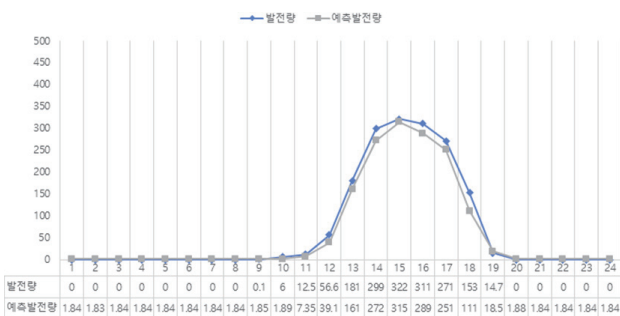
〈그림 12〉 흐림(21.11.10)



〈그림 13〉 구름(21,11,12)



〈그림 14〉 흐린 후 맑음(22,01,18)



〈그림 15〉 맑음(22,01,20)

력거래소에서 현재 재생에너지 발전량 예측제도의 운영 기준(정산금 지급)으로 사용하고 있는 예측 오차율은 적용하여 활용성을 높였다.

시험결과, 2021년 10월 ~ 2022년 1월 까지 4개월 동안 추출된 대표적인 날씨 상황에 대해서 평균적으로 LSTM 알고리즘이 우수한 특성을 나타남을 알 수 있었다.

구름과 같이 일사량 저하등 기상 환경이 악화되는 경

우에는 실제 발전량과 예측 발전량 사이에 오차가 많이 발생하였고, 맑은날 구름없이 일정하게 기상이 유지될 경우에는 예측발전량이 실제 발전량에 수렴하는 특징을 보였다.

예측 오차율 개선을 위해서는 다양한 환경에 대한 추가 학습과 정밀한 기상 예측정보가 필요할 것으로 예상된다.

향후 다양한 기상 정보 예측에 대한 연구 진행을 통해 발전량 예측 오차율을 개선하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] World Energy Outlook, IEA, 2019
- [2] 이정인, 이일우, 박완기, 김상하, “분산전원 활성화를 위한 재생에너지 발전량 예측제도 적용 및 분석”, 한국통신학회 동계종합학술발표회 논문집, pp. 304–305, 02, 2022.
- [3] 이다훈, 고디모데, 김현우, “ Semantic Segmentation을 이용한 구름 분석 기술 기반, 일사량 및 태양광 발전량 예측 기술”, 대한전자공학회 학술대회 논문집, pp.889–892, No.11, 2020.
- [4] 고경규, 사자드, 정은성, “기상정보 예측 성능 개선을 위한 빅데이터병합 및 딥러닝 모델 최적화”, 대한전자공학회논문지, 제 58권 제5호, pp.39–46, 2021.
- [5] 박지수, 홍승우, 서일홍 “날씨를 고려한 딥러닝 기반의 개별 가구 에너지 사용 요금 예측”, 대한전자공학회논문지, 제57권 제4호, pp.53–62, 2020.
- [6] H. S. Kim, “Control Performance Evaluation of Smart Mid-story Isolation System with RNN Model”, Journal of the Korea Academia- Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 1, pp. 774–779, January 2020.
- [7] J. S. Choi, and Y. T. Shin, “LSTM-based Power Load Prediction System Design for Store Energy Saving”, Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, Vol. 14, No. 4, pp. 307–313, August 2021.
- [8] B. C. Kim, S. H. Jung, M. S Kim, J. G. Kim, H. S Lee, and S. S. Kim, “Solar Power Generation Forecasting based on LSTM considering Weather Conditions”, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 30, No. 1, pp. 7–12, February 2020.

**강병복**

- 1995년 2월 동신대학교 전자공학과 학사
- 1997년 2월 동신대학교 전자공학과 석사
- 2002년 2월 동신대학교 전자공학과 박사
- 2019년 ~ 현재 (주)엠알티 기술연구소 연구소장

〈관심 분야〉

전력전자, 신재생에너지, 제어계측

**선기주**

- 2006년 2월 조선대학교 전자공학과 학사
- 2008년 2월 광주대학교 전자공학과 석사
- 2018년 2월 동신대학교 전자공학과 박사
- 2007년 ~ 현재 (주)엠알티 대표이사

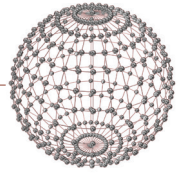
〈관심 분야〉

전력전자, 신재생에너지, 제어계측

통신 분야

[통신분야 특집논문]

- RIS 지원 UAV-ISAC 시스템을 위한 보안 전송률 최대화
문상미, 이창건, 황인태
- 가상환경에서 해상 풍력 발전기용 UAV를 위한 광 카메라 (OCC) 기술 연구
김태민, 김주현, 김유정, 김수진, 정성운
- 공중 통신 환경에서 Message Passing Algorithm 기반 다중 UAV 신호 검출 기법
강길모, 신오순
- 4G/5G C-V2X 기반의 영상 전송 성능 분석
박한영, 장용재, 고강현, 최지웅
- 통합 감지 및 통신의 효율적인 자원 할당 기법에 관한 연구 조사
FU ZHILIN, 김상민, 이인규
- 저궤도 위성 네트워크에서 PAT로 인한 오버헤드 및 지연 시간 절감을 위한 지상 중계 우회 기법
김서권, 윤지승, 김수형, 김동현, 조성현
- 암호화된 트래픽 분류를 위한 향상된 BERT: 경량화되고 강건한 접근법
조민호, 권용석, 안세영, 조성현
- UAV 공중 통신을 위한 다중 Numerology OFDM 기반 적응 전송 기법
강길모, 신오순
- 처프 대역 확산 시스템에서 CFAR 기반 동기 포착 기법의 성능 분석
손준영, 김기태, 김광열, 신오순, 신요안, 이종호



인공지능 신호처리 분야

[인공지능 신호처리 분야 특집논문]

- 향상된 흉부 엑스레이 진단을 위한 멀티 클래스 토큰 기반 하이브리드 트랜스포머 모델
이창민, 신호경, 남우정
- 심박수 기반 스트레스 측정 및 피드백 기능을 갖춘 여성 건강관리 스마트 헬스케어 의류 시스템 개발
강다연, 고병철, 이중하
- 고충실도 토크 헤드 생성을 위한 모션 분리 확산 모델
김세연, 박상현, 김해문, 이태영, 김승룡
- 단안 깊이 추정을 통한 희소 입력에서의 방사장 증강
박성훈, 조은지, 정호민, 안종식, 김승룡
- 대조 학습 기반 프로토타입 및 가우시안 혼합 모델을 이용한 노이즈 레이블 보정
김병일, 고병철
- 자기 및 교차 집중 메커니즘을 통한 단일 이미지 3D 재구성
김혜림, 김선빈, 고병철
- 움직임 기반 프레임 샘플링 기법을 이용한 자연어 기반 차량 검색 성능 향상
김동영, 이경오, 장인수, 김광주, 김병근, 유재준
- 어린이집 아동 행동 모니터링을 위한 재식별 모델 파이프라인
조현인, 최경목, 어영정

[정규논문]

- Wav2vec2.0 내부표현을 이용한 목소리 변환 기법
임재민, 김기연, 조성현, 이석복
- 모조 레이블을 이용한 비지도 음성인식 학습
임재민, 김기연, 조성현, 이석복
- 비선형 탐지 레이다용 자가 바이어스 적응형 필터 기반의 고이득-역제 저잡음 증폭기 설계
우규식, 서철현
- Floating Body PD-SOI MOSFET 등가회로의 RF Inductive 효과 파라미터에 대한 게이트 전압 종속성 분석
조원기, 이성현
- 이미지 분류를 위한 양자화 기반 경량 심층 신경망
최준우, 이덕우
- 레이저 유도용 추적 센서의 광학필터 특성과 센서 성능 연관성 분석
정보희, 공현배, 이은정, 강원석, 손성덕, 이승태, 지호진
- 단일 프레임 기반 CAN 압축 알고리즘의 고속화
김세일, 박근혜, 서동현, 이중열, 정진균
- 일상용 설진기의 컬러 환경 기반 최적화 구현 방법
김근호

국 내 외 학 술 행 사 안 내

국·내외에서 개최되는 각종 학술대회/전시회를 소개합니다.
 게재를 희망하시는 분은 간략한 학술대회 정보를 이메일로 보내주시면 게재하겠습니다.
 연락처: ieie@theieie.org

>>2024년 12월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.01. - 12.04.	TENCON 2024 - 2024 IEEE Region 10 Conference (TENCON)	Singapore, Singapore	https://tencon2024.org/
12.01. - 12.04.	2024 IEEE Latin America Conference on Antennas and Propagation (LACAP)	San Andrés, Colombia	https://lacap2024.org/
12.02. - 12.05.	2024 IEEE 9th Southern Power Electronics Conference (SPEC)	Brisbane, Australia	https://spec-ieee.org/spec2024/
12.02. - 12.05.	2024 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS)	Rome, Italy	http://wifs2024.uniroma3.it/
12.02. - 12.04.	2024 Artificial Intelligence for Business (AIxB)	Laguna Hills, California, USA	https://www.aixb.org/
12.02. - 12.04.	2024 IEEE Conference on Bionanotechnology and BioMEMS (BNM)	Hong Kong, Hong Kong	https://bnm.embs.org/2024/
12.02. - 12.05.	2024 IEEE India Geoscience and Remote Sensing Symposium (InGARSS)	Goa, India	https://ingarss2024.org/
12.03. - 12.06.	2024 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)	Lisbon, Portugal	http://ieeebibm.org/BIBM2024/
12.03. - 12.06.	2024 IEEE 26th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC)	Singapore	https://www.eptc-ieee.net/
12.03. - 12.05.	2024 Resilience Week (RWS)	Austin, Texas, USA	https://events.techconnect.org/DTCFall/Resilience-Week/
12.03. - 12.05.	2024 IEEE 21st International Conference on Smart Communities: Improving Quality of Life using AI, Robotics and IoT (HONET)	Doha, Qatar	https://honet-ict.org/
12.03. - 12.06.	2024 Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)	Macau, Macao	http://www.apsipa2024.org/
12.03. - 12.05.	2024 1st International Conference on Innovative and Intelligent Information Technologies (IC3IT)	Batna, Algeria	https://conference.univ-batna2.dz/ic3it24
12.04. - 12.06.	2024 21st International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME)	Brno, Czech Republic	https://mechatronika.fel.cvut.cz/
12.04. - 12.06.	2024 IEEE 6th International Conference on BioInspired Processing (BIP)	Liberia, Guanacaste, Costa Rica	https://www.bipconference.org/
12.04. - 12.07.	2024 IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC)	Rome, Italy	http://acm-ieee-sec.org/2024/
12.04. - 12.06.	2024 7th International Conference on Advanced Communication Technologies and Networking (CommNet)	Rabat, Morocco	http://www.commnet-conf.org/
12.04. - 12.06.	2024 International Conference on Electrical and Computer Engineering Researches (ICECER)	Gaborone, Botswana	https://www.icecer.com/
12.04. - 12.06.	2024 Global Energy Conference (GEC)	Batman, Turkiye	https://gec2024.batman.edu.tr/
12.04. - 12.06.	2024 6th International Conference on Smart Power & Internet Energy Systems (SPIES)	Abu Dhabi, United Arab Emirates	http://www.icspies.org/index.html
12.04. - 12.06.	2024 IEEE International Conference on Agents (ICA)	Wollongong, Australia	https://attend.ieee.org/ica-2024/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.05. - 12.06.	2024 International Conference on Advancement in Renewable Energy and Intelligent Systems (AREIS)	Thrissur, India	http://areis2024.jecc.ac.in/
12.05. - 12.07.	2024 IEEE 3rd International Conference on Data, Decision and Systems (ICDDS)	Bangalore, India	https://icdds.org/
12.05. - 12.06.	2024 International Conference on Informatics Electrical and Electronics (ICIEE)	Denpasar, Bali, Indonesia	https://iciee.id/
12.06. - 12.08.	2024 IEEE 4th International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA)	Chongqing, China	http://www.iciba.org/
12.06. - 12.09.	2024 14th International Conference on Information Science and Technology (ICIST)	Chengdu, China	https://conference.cs.cityu.edu.hk/icist/
12.06. - 12.08.	2024 2nd International Conference on Artificial Intelligence Trends and Pattern Recognition (ICAITPR)	Hyderabad, India	http://icaitpr.org/
12.06. - 12.07.	2024 5th International Conference on Communication, Computing & Industry 6.0 (C2I6)	Bengaluru, India	https://sites.google.com/cmrit.ac.in/c2i6-2024/home
12.06. - 12.07.	2024 International Conference on Communication, Control, and Intelligent Systems (CCIS)	Mathura, India	https://www.gla.ac.in/ccis2024/
12.06. - 12.08.	2024 IEEE 2nd International Conference on Innovations in High Speed Communication and Signal Processing (IHCSP)	Bhopal, India	https://ihcsp.in/
12.06. - 12.07.	2024 International Conference on Smart Electronics and Communication Systems (ISENSE)	Kottayam, India	https://iiitkottayam.ac.in/#!/home
12.06. - 12.07.	2024 13th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART)	Moradabad, India	http://www.smart2024.tmu.ac.in/
12.07.	2024 IEEE Signal Processing in Medicine and Biology Symposium (SPMB)	Virtual	https://www.ieeespmb.org/2024/
12.07. - 12.11.	2024 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)	San Francisco, California, USA	https://www.ieee-iedm.org/
12.07.	2024 IEEE 12th Conference on Systems, Process & Control (ICSPC)	Malacca, Malaysia	https://sites.google.com/view/icspc/home
12.07. - 12.08.	2024 IEEE International Conference on Intelligent Signal Processing and Effective Communication Technologies (INSPECT)	Gwalior, India	https://inspect.iitm.ac.in/
12.08. - 12.12.	GLOBECOM 2024 - 2024 IEEE Global Communications Conference	Cape Town, South Africa	https://globecom2024.ieee-globecom.org/
12.09. - 12.12.	2024 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)	Abu Dhabi, United Arab Emirates	http://icdm2024.josueonline.com/
12.09. - 12.11.	2024 17th International Conference on Sensing Technology (ICST)	Sydney, Australia	http://icst.in/icst2024/
12.09. - 12.12.	2024 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)	Bengaluru, India	https://2024.tale-conference.org/
12.09. - 12.11.	2024 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)	Abu Dhabi, United Arab Emirates	http://www.cloudcom2024.org/
12.09. - 12.10.	2024 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)	Islamabad, Pakistan	https://fit.edu.pk/
12.09. - 12.13.	2024 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON)	Hyderabad, India	https://ieemapcon.org/
12.09. - 12.12.	2024 IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT)	Thailand	https://www.wi-iat.com/wi-iat2024/index.html
12.09. - 12.11.	2024 International Conference on Modeling, Simulation & Intelligent Computing (MoSiCom)	Dubai, United Arab Emirates	https://mosicom2024.com/
12.09. - 12.12.	2024 IEEE Spoken Language Technology Workshop (SLT)	Macao	https://2024.ieeeslt.org/
12.10. - 12.13.	2024 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS)	York, United Kingdom	http://2024.rtss.org/
12.10. - 12.13.	2024 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)	Kaohsiung, Taiwan	https://www.ieee-ispacs2024.org/
12.10. - 12.12.	2024 International Conference on IT and Industrial Technologies (ICIT)	Chiniot, Pakistan	https://www.icit.nu.edu.pk/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.10. - 12.12.	2024 25th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)	Zarqa, Jordan	https://acit2k.org/ACIT/index.php/acit2024
12.11. - 12.13.	2024 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)	Penang, Malaysia	https://www.iecbes.org/
12.11. - 12.13.	2024 11th Workshop on Satellite Navigation Technology (NAVITEC)	Noordwijk, Netherlands	http://atpi.eventsair.com/navitec-2024/
12.11. - 12.12.	2024 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA)	Manama, Bahrain	https://dasa24.asu.edu.bh/
12.12. - 12.15.	2024 18th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV)	Dubai, United Arab Emirates	https://icarcv2024.org/
12.12. - 12.14.	2024 Third International Conference on Artificial Intelligence, Computational Electronics and Communication System (AICECS)	MANIPAL, India	http://aicecs.in/
12.12. - 12.14.	2024 International Conference on Flexible Electronics and Systems (ICFES)	Hong Kong, China	http://www.ieee-icfes.org/
12.13. - 12.14.	2024 Fourth International Conference on Multimedia Processing, Communication & Information Technology (MPCIT)	Shivamogga, India	http://jnncce.ac.in/mpcit2024/
12.13. - 12.15.	2024 International Conference on Intelligent Communication, Sensing and Electromagnetics (ICSE)	Guangzhou, China	http://www.icicse.net/
12.13. - 12.16.	2024 14th International Conference on Power and Energy Systems (ICPES)	Chengdu, China	https://icpes.org/index.html
12.13. - 12.15.	2024 4th International Conference on Smart Grid and Energy Internet (SGEI)	Shenyang, China	http://www.sgei.info/
12.13. - 12.15.	2024 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)	Pune, India	https://punecon.ieee-punesection.org/
12.13. - 12.14.	2024 1st International Conference on Sustainability and Technological Advancements in Engineering Domain (SUSTAINED)	Faridabad, India	https://www.sustained2024.in/
12.14. - 12.16.	2024 23rd National Power Systems Conference (NPSC)	Indore, India	http://www.iitk.ac.in/hpsc/
12.14. - 12.15.	2024 IEEE Calcutta Conference (CALCON)	Kolkata, India	https://www.ewh.ieee.org/r10/calcutta/calcon2024/
12.14. - 12.18.	2024 IEEE 55th Semiconductor Interface Specialists Conference (SISC)	San Diego, California, USA	https://www.ieeesisc.org/
12.14. - 12.17.	2024 International Conference on Microelectronics (ICM)	Doha, Qatar	https://www.ieee-icm.org/
12.14. - 12.15.	2024 17th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)	Hangzhou, China	http://iukm.zju.edu.cn/iscid/index.html
12.14. - 12.15.	2024 International Conference on Telecommunications and Intelligent Systems (ICTIS)	Djelfa, Algeria	http://conference.univ-djelfa.dz/ictis/
12.15. - 12.18.	2024 IEEE International Conference on Big Data (BigData)	Washington, District of Columbia, USA	https://www3.cs.stonybrook.edu/~ieeefbigdata2024/
12.15. - 12.18.	2024 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)	Bangkok, Thailand	http://www.ieem.org/public.asp?page=index.asp
12.15. - 12.18.	2024 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS)	Guwahati, India	https://ants2024.ieee-ants.org/
12.16. - 12.19.	2024 IEEE 63rd Conference on Decision and Control (CDC)	Milan, Italy	https://cdc2024.ieeecss.org/
12.16. - 12.18.	2024 IEEE International Conference on Wireless for Space and Extreme Environments (WISEE)	Daytona Beach, Florida, USA	https://attend.ieee.org/wisee-2024/
12.16. - 12.18.	2024 17th International Conference on Signal Processing and Communication System (ICSPCS)	Surfers Paradise, Australia	https://icspcs2024.io.pbs.edu.pl/#about
12.16. - 12.18.	2024 9th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICES)	Coimbatore, India	http://icoecs.org/
12.16. - 12.19.	2024 IEEE/ACM International Conference on Big Data Computing, Applications and Technologies (BDCAT)	Sharjah, United Arab Emirates	Sharjah, United Arab Emirates
12.16. - 12.19.	2024 IEEE/ACM 17th International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC)	Sharjah, United Arab Emirates	https://www.uccbdcat2024.org/ucc/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.16. - 12.20.	2024 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)	Hong Kong, China	https://2024.jcdl.org/
12.16. - 12.18.	2024 Asian Hardware Oriented Security and Trust Symposium (AsianHOST)	Kobe, Japan	https://www.asianhost.org/2024/
12.16. - 12.19.	2024 Saudi Arabia Smart Grid (SASG)	Riyadh, Saudi Arabia	https://saudi-sg.com/
12.16. - 12.17.	2024 1st International Conference on Advances in Computing, Communication and Networking (ICAC2N)	Greater Noida, India	https://icac2n.in/
12.17. - 12.19.	2024 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES)	Ahmedabad, India	https://ieee-icves.org/
12.17. - 12.19.	2024 International Conference on Computer and Applications (ICCA)	Cairo, Egypt	https://icca-conf.info/
12.17. - 12.18.	2024 1st International Conference on Electrical, Computer, Telecommunication and Energy Technologies (ECTE-Tech)	Oum El Bouaghi, Algeria	https://www.univ-ueb.dz/ECTE-TECH24/
12.18. - 12.20.	2024 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)	Miami, Florida, USA	https://icmla-conference.org/icmla24/
12.18. - 12.21.	2024 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES)	Mangalore, India	https://pedes2024.org/
12.18. - 12.21.	2024 IEEE 31th International Conference on High Performance Computing, Data, and Analytics (HIPC)	Bangalore, India	https://www.hipc.org/
12.18. - 12.19.	2024 4th International Conference on Computing and Information Technology (ICCIIT)	Tabuk, Saudi Arabia	https://ut-iccit.org/iccit/
12.18. - 12.21.	2024 IEEE 31st International Conference on High Performance Computing, Data and Analytics Workshop (HIPCW)	Bangalore, India	https://www.hipc.org/
12.18. - 12.19.	2024 International Conference on Robotics and Automation in Industry (ICRAI)	Rawalpindi, Pakistan	https://ceme.nust.edu.pk/icrai2024/index.html
12.18. - 12.20.	2024 International Conference on Sustainable Technology and Engineering (i-COSTE)	Perth, Australia	http://i-coste.org/
12.19. - 12.20.	2024 3rd International Conference on Embedded Systems and Artificial Intelligence (ESAI)	Fez, Morocco	https://esaiconference.org/
12.19. - 12.21.	2024 IEEE 1st International Conference on Advances in Signal Processing, Power, Communication, and Computing (ASPPC)	Bhubaneswar, India	https://asppc-iiitbbsr.com/
12.19. - 12.21.	2024 IEEE 21st India Council International Conference (INDICON)	Kharagpur, India	http://ieeeindicon.org/
12.19. - 12.21.	2024 2nd International Conference on Recent Trends in Microelectronics, Automation, Computing and Communications Systems (ICMACC)	Hyderabad, India	https://icmacc.org/
12.19. - 12.21.	2024 Conference on Building a Secure & Empowered Cyberspace (BuildSEC)	Delhi, India	https://www.buildsec.org/
12.20. - 12.21.	2024 International Conference on Innovation and Novelty in Engineering and Technology (INNOVA)	Vijayapura, India	https://innova2024.com/
12.20. - 12.22.	2024 12th International Conference on Intelligent Systems and Embedded Design (ISED)	Rourkela, India	https://2024.isedconf.org/
12.20. - 12.22.	2024 20th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN)	Harbin, China	http://ieee-msn.org/2024/
12.20. - 12.21.	2024 International Conference on Augmented Reality, Intelligent Systems, and Industrial Automation (ARIA)	Manipal, India	https://aria.co.in/index.html
12.20. - 12.22.	2024 6th International Conference on Electrical Engineering and Control Technologies (CEECT)	Shenzhen, China	https://ceect.org/
12.20. - 12.22.	2024 7th International Conference on Data Science and Information Technology (DSIT)	Nanjing, China	http://www.dsit2024.net/
12.21. - 12.23.	2024 IEEE Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics (APACE)	Langkawi, Kedah, Malaysia	https://apace2024.apmttemc.org/
12.27. - 12.29.	2024 Recent Advances in Sustainable Engineering and Future Technologies (RASEFT)	Hyderabad, India	https://raseft-2024.matrusirisociety.org/
12.27. - 12.29.	2024 IEEE 7th International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering (AUTEEE)	Shenyang, China	http://www.auteee.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.27. - 12.28.	2024 4th International Conference on Innovative Sustainable Computational Technologies (CISCT)	Dehradun, India	https://cisct2024.geu.ac.in/
12.29. - 12.31.	2024 IEEE 2nd International Conference on Electrical, Automation and Computer Engineering (ICEACE)	Changchun, China	http://www.iceace.net/

>>2025년 1월

01.07. - 01.09.	2025 IEEE Power Electronics Society International Decentralized Energy Access Symposium (IDEAS)	Bali, Indonesia	http://ideas-2024.ieee.org/
01.09. - 01.10.	2025 Fifth International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and Sustainable Technologies (ICAECT)	Bhilai, India	https://icaect.com/
01.10. - 01.13.	2025 IEEE 22nd Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)	Las Vegas, Nevada, USA	https://ccnc2025.ieee-ccnc.org/
01.11. - 01.14.	2025 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	Las Vegas, Nevada, USA	https://icce.org/2025/
01.13. - 01.17.	2025 Joint MMM-Intermag Conference (INTERMAG)	New Orleans, Louisiana, USA	https://2025-joint.magnetism.org/
01.15. - 01.17.	2025 Fourth International Symposium on Instrumentation, Control, Artificial Intelligence, and Robotics (ICA-SYMP)	Bangkok, Thailand	https://ica-symp-2025.ecti-thailand.org/
01.16. - 01.17.	2025 1st International Conference on AIML-Applications for Engineering & Technology (ICAET)	Pune, India	http://cumminscollege.org/icaet/
01.16. - 01.17.	2025 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)	Bangalore, India	https://www.iciitcee.in/
01.19. - 01.23.	2025 IEEE 38th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)	Kaohsiung, Taiwan	https://www.mems25.org/
01.19. - 01.22.	2025 IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.19. - 01.22.	2025 104th ARFTG Microwave Measurement Conference (ARFTG)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://arftg.org/
01.19. - 01.22.	2025 IEEE 24th Topical Meeting on Silicon Monolithic Integrated Circuits in RF Systems (SiRF)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.19. - 01.22.	2025 IEEE Topical Conference on RF/Microwave Power Amplifiers for Radio and Wireless Applications (PAWR)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.19. - 01.22.	2025 IEEE Space Hardware Radio Conference (SHaRC)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.19. - 01.22.	2025 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WISNeT)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.20. - 01.23.	2025 30th Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC)	Tokyo, Japan	https://www.aspdac.com/aspdac2025/
01.20. - 01.21.	2025 IEEE Electrical Energy Storage Applications and Technologies Conference (EESAT)	Charlotte, North Carolina, USA	https://cmte.ieee.org/pes-eesat/
01.20. - 01.22.	2025 IEEE Applied Sensing Conference (APSCON)	Hyderabad, India	https://2025.ieee-apscon.org/
01.20. - 01.22.	2025 Fourth International Conference on Power, Control and Computing Technologies (ICPC2T)	Raipur, India	http://icpc2t.nitr.ac.in/
01.21. - 01.23.	2025 IEEE PES Grid Edge Technologies Conference & Exposition (Grid Edge)	San Diego, California, USA	https://pes-gridedge.org/
01.23. - 01.25.	2025 IEEE 23rd World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)	Stará Lesná, Slovakia	https://conf.uni-obuda.hu/sami2025/
01.23. - 01.24.	2025 International Conference on Next Generation Communication & Information Processing (INCIP)	Bangalore, India	https://incip.in/
01.27. - 01.29.	2025 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and eXtended and Virtual Reality (AIxVR)	Lisbon, Portugal	https://aixvr.tecnico.ulisboa.pt/
01.27. - 01.30.	2025 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)	Destin, Florida, USA	https://rams.org/
01.28. - 01.30.	2025 Institute for the Future of Education Conference (IFE)	Monterrey, Mexico	https://cie.itesm.mx/en/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
02.02. - 02.04.	2025 15th International Renewable Energy Congress (IREC)	Hammamet, Tunisia	https://irec-conference.com/
02.02. - 02.05.	2025 Cybernetics & Informatics (K&I)	Mikulov na Morave, Czech Republic	https://ki2025.sski.sk/
02.03. - 02.05.	2025 Conference on Artificial Intelligence x Multimedia (AixMM)	Laguna Hills, California, USA	https://www.aixmm.org/
02.05. - 02.07.	2025 3rd International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT)	Bengaluru, India	http://icoici.org/2025/
02.06. - 02.07.	2025 International Conference on Artificial Intelligence and Data Engineering (AIDE)	Nitte, India	http://aide2025.in/
02.06. - 02.11.	2025 13th International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP)	Muscat, Oman	https://conference.cs.cityu.edu.hk/icicip/
02.06. - 02.07.	2025 International Conference on Advances in Renewable Energy & Electric Vehicles (AREEV)	Karkala, India	http://www.areev2025.in/
02.07. - 02.09.	2025 Emerging Technologies for Intelligent Systems (ETIS)	Trivandrum, India	https://www.etis-2025.org/
02.07. - 02.08.	2025 International Conference on Computational, Communication and Information Technology (ICCCIT)	Indore, India	https://ies.ipsacademy.org/inccit-2024/
02.08. - 02.09.	2025 International Conference on Pervasive Computational Technologies (ICPCT)	Greater Noida, India	https://www.glbitm.org/icpct-2025/
02.09. - 02.12.	2025 IEEE Conference on Advances in Magnetism (AIM)	Bressanone, Italy	https://www.aim2025.it/
02.09. - 02.12.	2025 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp)	Kota Kinabalu, Malaysia	http://www.bigcomputing.org/conf2025/
02.09. - 02.11.	2025 2nd International Conference on Advanced Innovations in Smart Cities (ICAISC)	Jeddah, Saudi Arabia	https://www.jicollge.edu.sa/en/conferences-and-events/
02.10. - 02.11.	2025 6th Australian Microwave Symposium (AMS)	Gold Coast, Australia	http://www.amsymp.org/index_s.php
02.10. - 02.11.	2025 IEEE Texas Power and Energy Conference (TPEC)	College Station, Texas, USA	https://tpec.engr.tamu.edu/
02.10. - 02.12.	2025 International Conference on Innovation in Artificial Intelligence and Internet of Things (AIIT)	Jeddah, Saudi Arabia	https://aiit.daasite.online/
02.11. - 02.13.	2025 International Conference on Control, Automation, and Instrumentation (IC2AI)	Beirut, Lebanon	http://iree.org/ic2ai/
02.13. - 02.14.	2025 International Conference on Intelligent Control, Computing and Communications (IC3)	Mathura, India	https://www.glbajajgroup.org/ICCC-2025
02.16. - 02.20.	2025 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)	San Francisco, California, USA	https://www.isscc.org/
02.18. - 02.21.	2025 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIC)	Fukuoka, Japan	https://icaic.org/
02.19. - 02.21.	2025 IEEE International Workshop on Antenna Technology (IWAT)	Cocoa Beach, Florida, USA	https://attend.ieee.org/iwat-2025/
02.19. - 02.22.	2025 29th International Conference on Information Technology (IT)	Zabljak, Montenegro	https://www.it.ucg.ac.me/en/
02.20. - 02.22.	2025 18th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOTEC)	Porto, Portugal	https://biotec.scitevents.org/
02.21. - 02.22.	2025 First International Conference on Advances in Computer Science, Electrical, Electronics, and Communication Technologies (CE2CT)	Bhimtal, Nainital, India	http://ce2ct.gehu.ac.in/
02.23. - 02.26.	2025 International Conference on Mobile and Miniaturized Terahertz Systems (ICMMTS)	Dubai, United Arab Emirates	http://typo3-202311301006.p415500.webspaceconfig.de/home
02.23. - 02.25.	2025 World Utility Summit (WUS)	Greater Noida, India	https://www.worldutilitysummit.org/
02.25. - 02.28.	2025 IEEE 16th Latin America Symposium on Circuits and Systems (LASCAS)	Bento Gonçalves, Brazil	https://www.ufrgs.br/lascas/index.php
02.26 - 03.06.	2025 IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)	Tucson, Arizona, USA	https://wacv2025.thecvf.com/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
02.28 - 03.01.	2025 International Conference on Innovation in Computing and Engineering (ICE)	Greater Noida, India	https://snuice.in/
02.28 - 03.02	2025 4th International Conference on Smart Grid and Green Energy (ICSGGE)	Sydney, Australia	http://www.icsgge.org/
02.28 - 03.02	2025 IEEE International Conference on Mechatronics (ICM)	Wollongong, Australia	https://icm2025.ieee-ies.org/

>>2025년 3월

03.01. - 03.08	2025 IEEE Aerospace Conference	Big Sky, Montana, USA	https://www.aeroconf.org/
03.01. - 03.05	2025 IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA)	Las Vegas, Nevada, USA	https://hpca-conf.org/
03.02. - 03.05	2025 IEEE Underwater Technology (UT)	Taipei, Taiwan	https://ut2025.org/
03.03. - 03.07.	2025 IEEE IAS Electrical Safety Workshop (ESW)	Jacksonville, Florida, USA	https://www.ewh.ieee.org/cmte/ias-esw/
03.03. - 03.06.	2025 20th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)	Melbourne, Australia	https://humanrobotinteraction.org/2025/
03.04. - 03.07.	2025 IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)	Montreal, Quebec, Canada	https://conf.researchr.org/home/saner-2025
03.04. - 03.06.	2025 International Conference on Automation and Computation (AUTOCOM)	Dehradun, India	https://autocom.org.in/
03.05. - 03.07.	2025 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)	Pune, India*	https://escioit.org/
03.06. - 03.08.	2025 IEEE International Conference on Interdisciplinary Approaches in Technology and Management for Social Innovation (IATMSI)	Gwalior, India*	https://iatmsi.iitm.ac.in/
03.07. - 03.09.	2025 International Conference on Power Electronics and Electric Drives (PEED)	Dali, China	http://www.icpeed.com/
03.07. - 03.08.	2025 3rd International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)	Greater Noida, India	https://www.glbitm.org/icdt-2025/
03.07. - 03.09.	2025 9th International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA)	Singapore, Singapore	https://www.icgea.org/index.html
03.07. - 03.08.	2025 3rd International Conference on Smart Systems for applications in Electrical Sciences (ICSSES)	Tumakuru, India*	http://icsses.sit.ac.in/
03.09. - 03.12.	2025 9th IEEE Electron Devices Technology & Manufacturing Conference (EDTM)	Hong Kong, Hong Kong	https://edtm2025.com/
03.10. - 03.12.	2025 International Conference on Machine Learning and Autonomous Systems (ICMLAS)	Prawet, Thailand *	http://icmlas.com/
03.11. - 03.14.	2025 28th Conference on Innovation in Clouds, Internet and Networks (ICIN)	Paris, France	https://www.icin-conference.org/
03.12. - 03.14.	2025 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications	Moscow, Russia	http://media-publisher.ru/en/2025-on-board/
03.14. - 03.16.	2025 14th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)	Guangzhou, China	https://www.iceit.org/index.html
03.14. - 03.16.	2025 IEEE 8th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC)	Chongqing, China	http://www.itoec.org/
03.15.	2025 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)	Princeton, New Jersey, USA	https://ewh.ieee.org/conf/stem/
03.16. - 03.20.	2025 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)	Atlanta, Georgia, USA	https://apec-conf.org/
03.16. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Artificial Life and Cooperative Intelligent Systems Companion (ALIFE-CIS Companion)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.19.	2025 IEEE International Conference on Electronics, Energy Systems and Power Engineering (EESPE)	Shenyang, China	http://www.eespe.org/
03.17. - 03.21.	2025 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)	Washington DC, District of Columbia, USA "	https://www.percom.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)	Trondheim, Norway	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposia on Computational Intelligence for Energy, Transport and Environmental Sustainability (CIETES)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence on Engineering/Cyber Physical Systems (CIES)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Image, Signal Processing and Synthetic Media (CISM)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Artificial Life and Cooperative Intelligent Systems (ALIFE-CIS)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Security, Defence and Biometrics (CISDB)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium for Multidisciplinary Computational Intelligence Incubators (MCII)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Natural Language Processing and Social Media (CI-NLPSoMe)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CiFer)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Health and Medicine (CIHM)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Image, Signal Processing and Synthetic Media Companion (CISM Companion)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.17. - 03.20.	2025 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Security, Defence and Biometrics Companion (CISDB Companion)	Trondheim, Norway*	https://ieee-ssci.org/
03.18. - 03.21.	2025 Data Compression Conference (DCC)	Snowbird, Utah, USA	https://datacompressionconference.org/
03.19. - 03.21.	2025 24th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)	East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina*	https://infoteh.etf.ues.rs.ba/indexe.php
03.21. - 03.23.	2025 5th International Conference on Advances in Electrical, Electronics and Computing Technology (EECT)	Guangzhou, China	http://www.eect-conf.net/
03.21. - 03.23.	2025 2nd International Conference on Smart Grid and Artificial Intelligence (SGAI)	Changsha, China	https://www.icsgai.com/
03.21. - 03.22	2025 3rd International Conference on Device Intelligence, Computing and Communication Technologies (DICCT)	Dehradun, India	https://dicct.geu.ac.in/
03.23. - 03.26	2025 IEEE Engineering Education World Conference (EDUNINE)	Montevideo, Uruguay	https://edunine.eu/edunine2025/eng/index.php
03.24. - 03.27.	2025 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)	Milan, Italy	https://wcnc2025.ieee-wcnc.org/
03.24. - 03.27.	2025 IEEE 37th International Conference on Microelectronic Test Structures (ICMTS)	San Antonio, Texas, USA	https://icmts.net/
03.26. - 03.28.	2025 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech)	Wichita, Kansas, USA	https://ieeegreentech.org/
03.26. - 03.28.	2025 27th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA)	Moscow, Russia	http://dspa-conf.org/pages/home
03.28. - 03.31	2025 7th Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES)	Chengdu, China	https://www.aeees.org/
03.28. - 03.30.	2025 IEEE Region 5 Annual Meeting (R5)	Wichita, Kansas, USA	https://r5conferences.org/
03.28. - 03.29.	2025 Next Generation Information System Engineering Conference (NGISE)	Ghaziabad, Delhi (NCR), India	https://ngise.org/
03.29. - 03.31.	2025 1st International Conference on Consumer Technology (ICCT-Pacific)	Matsue, Shimane, Japan	https://2025.icct-pacific.org/2025
03.30. - 04.04.	2025 19th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)	Stockholm, Sweden	https://www.eucap.org/
03.30. - 04.03.	2025 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC)	San Francisco, California, USA	https://www.ofcconference.org/en-us/home/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
03.30. - 04.03.	2025 IEEE International Reliability Physics Symposium (IRPS)	Monterey, California, USA	https://www.irps.org/
03.31. - 04.04.	2025 IEEE Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST)	Napoli, Italy	https://conf.researchr.org/home/icst-2025
03.31. - 04.04.	2025 IEEE 22nd International Conference on Software Architecture (ICSA)	Odense, Denmark	https://conf.researchr.org/home/icsa-2025/
03.31. - 04.04.	2025 IEEE 22nd International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C)	Odense, Denmark	https://conf.researchr.org/home/icsa-2025

>>2025년 4월

04.02. - 04.04.	2025 IEEE International Conference on Cybernetics and Innovations (ICCI)	Chonburi, Thailand	http://icci2025.smc-thailand.org/
04.03. - 04.05.	2025 2nd International Conference on Trends in Engineering Systems and Technologies (ICTEST)	Ernakulam, India	https://ictest.mec.ac.in/
04.04. - 04.06.	2025 International Conference on Advancement in Communication & Computing in Technology (INOACC)	Bengluru, India	https://inoacc.in/
04.04. - 04.06.	2025 27th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)	Porto, Portugal	https://iceis.scitevents.org/
04.04. - 04.06.	2025 20th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE)	Porto, Portugal	https://enase.scitevents.org/
04.05. - 04.06.	2025 Devices for Integrated Circuit (DevIC)	Kalyani, India	https://edu.ieee.org/in-kgec/devic-2025-home-page/
04.05. - 04.06.	2025 IEEE 4th International Conference on Computing and Machine Intelligence (ICMI)	Michigan, USA	http://www.icmiconf.com/
04.06. - 04.11.	ICASSP 2025 - 2025 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)	Hyderabad, India	https://2025.ieeeicassp.org/
04.06. - 04.11.	2025 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Workshops (ICASSPW)	Hyderabad, India	https://2025.ieeeicassp.org/
04.07. - 04.10.	2025 IEEE International systems Conference (SysCon)	Montreal, Quebec, Canada	https://ieeesystemscouncil.org/event/conference/ieee-international-systems-conference
04.08. - 04.10.	2025 IEEE International Workshop on Integrated Power Packaging (IWIPP)	Tuscaloosa, Alabama, USA	http://iwipp.org/
04.08. - 04.09.	2025 IEEE Texas Symposium on Wireless and Microwave Circuits and Systems (WMCS)	Waco, Texas, USA	https://texassymposium.org/
04.08. - 04.10.	2025 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)	Moscow, Russia	https://reepe.mpei.ru/IEEE/Pages/default.aspx
04.09. - 04.11.	2025 IEEE Conference on Secure and Trustworthy Machine Learning (SaTML)	Copenhagen, Denmark	https://satml.org/
04.10. - 04.11.	2025 International Workshop on Integrated Nonlinear Microwave and Millimetre-Wave Circuits (INMMIC)	Torino, Italy	https://www.inmmic.org/
04.12.	2025 IEEE International Conference on Robotics and Technologies for Industrial Automation (ROBOTHIA)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://sites.google.com/view/robothia-malaysia/home
04.13. - 04.15.	2024 International Conference on IT Innovation and Knowledge Discovery (ITIKD)	Manama, Bahrain	http://itikd.ahlia.edu.bh/
04.13. - 04.17.	2025 IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC)	Boston, Massachusetts, USA	https://www.ieee-cicc.org/
04.14. - 04.17.	2025 26th International Vacuum Electronics Conference (IVEC)	Rotterdam, Netherlands	https://atpi.eventsair.com/ivec-2025
04.14. - 04.17.	2025 IEEE Silicon Photonics Conference (SiPhotonics)	London, United Kingdom	http://www.ieee-siphotonics.org/
04.14. - 04.17.	2025 IEEE 22nd International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI)	Houston, Texas, USA	https://biomedicalimaging.org/2025/
04.14. - 04.15.	2025 IEEE Wireless and Microwave Technology Conference (WAMICON)	Cocoa Beach, Florida, USA	https://www.ieeewamicon.org/
04.15. - 04.17.	2025 IEEE International Microwave Biomedical Conference (IMBioC)	Kaohsiung, Taiwan	https://www.imbioc2025.org/site/page.aspx?pid=901&sid=1585&lang=en

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
04.15. - 04.19.	2025 10th Asia Conference on Power and Electrical Engineering (ACPEE)	Beijing, China	https://acpee.net/
04.16. - 04.17.	2025 2nd International Conference on Microwave, Antennas & Circuits (ICMAC)	Islamabad, Pakistan	http://icmac.seecs.edu.pk/
04.16. - 04.17.	2025 11th International Conference on Web Research (ICWR)	Tehran, Iran	https://iranwebconf.ir/
04.18. - 04.20.	2025 11th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)	Kyoto, Japan	https://www.iccar.org/
04.18. - 04.20.	2025 6th International Conference on Electrical, Electronic Information and Communication Engineering (EEICE)	Shenzhen, China	https://www.eeice.net/
04.18. - 04.20.	2025 International Conference on Sensor-Cloud and Edge Computing System (SCECS)	Zhuhai, China	https://www.scecs.org/
04.20. - 04.23.	2025 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)	Los Angeles, California, USA	https://ieee-sustech.org/
04.22. - 04.25.	2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)	London, United Kingdom	https://educon-conference.org/
04.22. - 04.25.	2025 IEEE 18th Pacific Visualization Conference (PacificVis)	Taipei City, Taiwan	https://pacificvis2025.github.io/pages/index.html
04.22. - 04.24.	2025 IEEE 5th International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence (DTPI)	Atlanta, Georgia, USA	http://2025.ieee-dtpi.org/
04.22. - 04.24.	2025 IEEE International Conference on RFID (RFID)	Atlanta, Georgia, USA	https://2025.ieee-rfid.org/
04.23. - 04.24.	2025 IEEE Vision, Innovation, and Challenges Summit and Honors Ceremony (VIC Summit)	Tokyo, Japan	https://corporate-awards.ieee.org/event/vic-summit-honors-ceremony-gala/
04.23. - 04.25.	2025 26th International Symposium on Quality Electronic Design (ISQED)	San Francisco, California, USA	https://www.isqed.org/
04.24. - 04.25.	2025 International Conference on Nanoelectronics, Nanophotonics, Nanomaterials, Nanobioscience & Nanotechnology (5NANO)	Ernakulam, Kerala, India	https://www.5nano2025.com/
04.24. - 04.25.	2025 13th International Workshop on Biometrics and Forensics (IWBf)	Munich, Germany	https://www.unibw.de/iwb2025
04.25. - 04.26.	2025 IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference (B-HTC)	Belagavi, India	http://bhtc-2025.ieeebangalore.org/
04.25. - 04.27.	2025 10th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics (ICCCBDA)	Chengdu, China	https://www.icccbda.com/index.html
04.25. - 04.27.	2025 IEEE 3rd International Conference on Control, Electronics and Computer Technology (ICCECT)	Jilin, China	http://www.iccect.com/
04.25. - 04.27.	2025 11th International Conference on Electrical Engineering, Control and Robotics (EECR)	Changzhou, China	https://eeecr.org/index.html
04.25. - 04.27.	2025 International Conference on Intelligent Transportation and New Energy Technology (ITNET)	Nanning, China	https://www.ic-itnet.com/
04.26. - 05.03.	2025 IEEE/ACM 47th International Conference on Software Engineering (ICSE)	Ottawa, Ontario, Canada	http://www.icse-conferences.org/
04.28. - 05.01.	2025 IEEE Rural Electric Power Conference (REPC)	Denver, Colorado, USA	https://ieerepc.org/
04.28. - 05.01.	2025 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS)	Salt Lake City, Utah, USA	https://www.ion.org/plans/index.cfm
04.28. - 04.30.	2025 IEEE International Conference on Consumer Technology-Europe (ICCT-Europe)	Algarve, Portugal	https://www.it.pt/Events/Event/5632
04.28. - 05.02.	2025 International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN)	Palermo, Italy	https://www.simpan2025.org/

The Magazine of the IEIE

특별회원사 명단

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
(주)디비하이텍	조기석	경기도 부천시 수도로 90(도당동)	032-680-4700	www.dbhitek.com
(주)레티널	김재혁	경기도 안양시 동안구 부림로170번지 41-10, 4층	02-6959-7007	https://letinar.com
(주)마르시스	박용규	서울시 강남구 언주로 85길 7	02-3445-3999	http://www.marusys.com
(주)세미파이브	조명현	경기도 성남시 분당구 양현로 322, 코리아디자인센터 2층		http://www.semifive.com
(주)센서위드유	이윤식	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 106동 501-4호	052-912-4282	http://www.sensorwyou.com
(주)에스비솔루션	변영재	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 106동 401-3호	052-217-7343	http://www.sb-solutions.co.kr
(주)와이솔	김지호	경기도 오산시 가창로 531-7	070-7837-2730	http://www.wisol.co.kr
(주)웨이브피아	이상훈	경기도 화성시 동탄기흥로 557 금강펜테리움IT타워 1301호	031-8058-3384	http://www.wavepia.com
KT	김영섭	경기도 성남시 분당구 정자동 206	031-727-0114	http://www.kt.com
LG이노텍(주)	문혁수	서울시 강서구 마곡중앙10로 30	02-3777-1114	www.lginnotek.com
LG전자(주)	조주완	서울시 영등포구 여의도동 30	02-3777-1114	http://www.lge.co.kr
LIG넥스원	김지찬	서울시 서초구 강남대로 369(서초동, 나라빌딩)	02-1644-2005	http://www.lignex1.com
LPKF Laser&Electronics	이용상, 벤델레과츠마티아스	경기도 안양시 동안구 흥안대로 427번길	031-689-3660	www.lpkf.com/kr
SK텔레콤(주)	유영상	서울시 중구 을지로65(을지로2가) SK T-타워	02-2121-2114	http://www.sktelecom.com
SK하이닉스(주)	곽노정	경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1	031-630-4114	http://www.skhynix.com
네이버(주)	최수연	경기도 성남시 분당구 불정로 6 (정자동 그린팩토리)	031-784-2560	https://www.navercorp.com
누리미디어	최순일	서울시 영등포구 선유로 63, 4층(문래동 6가)	02-710-5300	http://www.nurimedia.co.kr
대덕전자(주)	신영환	경기도 안산시 단원구 강촌로230 (목내동 475)	031-8040-8000	http://www.daeduck.com
대전테크노파크	김우연	대전시 유성구 테크로9로	042-930-4300	www.djtp.or.kr
도쿄อิเล็ก트론코리아(주)	원제형	경기도 화성시 장안면 장안공단 6길 51	031-260-5000	https://www.tel.com
(주)동인시스템	곽동달	부산광역시 해운대구 센텀북대로 60,	051-787-7288	http://www.donginsm.com
롯데렌탈(주)	최진환	경기도 안양시 동안구 전파로88 (신원비전타워 8층)	02-3453-8970	https://www.lotterental.com
리얼테크코리아 주식회사	팅치창	서울시 서초구 사임당로 18, 석오빌딩 5층	070-4120-7966	www.realtek.cpm/en
비전테크	이원복	대전 유성구 테크노2로 187, 미건테크노월드2차 1층 118호	042-934-0236	http://www.visiontechkorea.com
삼성전자(주)	한중희	서울시 서초구 서초2동 1320-10 삼성전자빌딩	02-1588-3366	https://www.samsung.com
스카이칩스	이강윤	수원시 장안구 서부로 2066, 산학협력센터 85511호	031-299-6848	http://www.skaichips.co.kr
스테코(주)	최기환	충청남도 천안시 서북구 3공단1로 20(백석동)	041-629-7480	http://www.steco.co.kr
에스에스앤씨(주)	한은혜	서울시 영등포구 당산로171, 1301	02-6925-2550	http://www.secnc.co.kr
에어스메디컬	이진구	서울시 관악구 남부순환로 1838	070-7777-3186	www.airsmmed.com
오토아이티(주)	정명환	대구시 수성구 알파시티1로 117	053-795-6303	www.auto-it.co.kr
유정시스템(주)	이재훈	서울시 구로구 디지털로26길 110	02-852-8721	www.yjsys.co.kr
정보통신정책연구원	배경울	충북 진천군 덕산읍 정릉로 18	043-531-4389	www.kisdi.re.kr

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
(주)LX세미콘	이윤태	대전시 유성구 탑립동 707	042-712-7700	www.lxsemicon.com
(주)넥스틴	박태훈	경기도 화성시 동탄면 동탄산단9길 23-12	031-629-2300	http://www.nextinsol.com
(주)더즈텍	김태진	경기도 안양시 동안구 학의로 292 금강펜테리움IT타워 A동 1061호	031-450-6300	http://www.doestek.co.kr
HL만도(주)	조성현	경기도 평택시 포승읍 하만호길 32	02-6244-2114	https://www.hlmando.com/
(주)빅텍	임만규	경기도 이천시 마장면 덕이로 180-31	031-631-7301	http://www.vitek.co.kr
(주)스프링클라우드	송영기	경기도 성남시 창업로 42	031-778-8328	www.aspringcloud.com
(주)시스메이트	이상만	대전시 유성구 유성대로 1184길 41	042-486-6135	http://www.sysmate.com
주식회사 뷰웍스	김후식	경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 41-3	070-7011-6161	https://www.viewworks.com
(주)실리콘마이터스	허염	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660 유스페이스-1 A동 8층	1670-7665	http://www.siliconitus.com
(주)싸이몬	정창호	경기도 성남시 분당구 별말로48(구 야탑동 272-1 케이디티빌딩)	02-480-8580	http://www.cimon.com
(주)싸인텔레콤	박영기	서울시 영등포구 경인로 775, 문래동 3가 에이스하이테크시티 1동 119호	02-3439-0033	http://www.signtelecom.com
(주)솔리드	정준, 이승희	경기도 성남시 분당구 판교역로 220 솔리드스페이스	031-627-6000	http://www.st.co.kr
(주)유니트론텍	남궁 선	서울시 강남구 영동대로 638(삼도빌딩) 9층	02-573-6800	http://unitrontech.com
(주)코클리어닷컴에이아이	한윤창	서울시 강남구 봉은사로 51길 26		www.cochl.ai
(주)크레셈	오상민	대전시 유성구 대덕대로 582, 4층 402호(도룡동, 옥토빌딩)	031-427-3445	http://www.cressem.com
(주)텔레칩스	이장규	서울시 송파구 올림픽로 35다길 42(신천동 한국루터화관)19~23층	02-3443-6792	www.telechips.com
(주)티에이치엔	이광연, 채승훈	대구시 달서구 갈산동 973-3	053-583-3001	http://www.th-net.co.kr
(주)티엘아이	홍세경	경기도 성남시 중원구 양현로 405번길 12 티엘아이 빌딩	031-784-6800	http://www.tli.co.kr
(주)해치텍	최성민	충북 청주시 청원구 오창읍 연구단지로 40, 스타기업관 207호	043-715-9034	http://www.haechitech.com
중소벤처기업진흥공단	강석진	경상남도 진주시 동진로 430	055-751-9380	www.kosmes.or.kr
케이케이테크(주)	김경하	경기도 안성시 대덕면 무능로132	031-678-1586	http://www.k-kttech.co.kr
코어인사이트(주)	유용훈	경기도 성남시 중원구 갈매치로 186 반포테크노피아 5층	031-750-9200	http://www.coreinsight.co.kr
한국알박(주)	김선길	경기도 평택시 청북읍 한산길5	031-683-2922	http://www.ulvackora.co.kr
한국전자기술연구원	신희동	경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)	031-789-7740	http://www.keti.re.kr
한국전자통신연구원	방승찬	대전시 유성구 가정로 218	042-860-6114	http://www.etri.re.kr
한화시스템(주)	김연철	서울시 중구 청계천로 86 (장교동) 한화비딩 (19,20층)	02-729-3030	http://www.hanwhasystems.com
현대로템(주)	이용배	경기도 의왕시 철도박물관로 37	031-596-9114	http://www.hyundai-rotem.co.kr
현대모비스(주)	정의선, 이규석	서울시 강남구 테헤란로 203	02-2018-5114	http://www.mobis.co.kr
현대자동차(주)	정의선, 장재훈, 이동석	경기도 화성시 장덕동 772-1	02-3464-1114	http://www.hyundai-motor.com
호리바에스텍코리아(주)	김성환 외 1명	경기도 용인시 수지구 디지털벨리로 98 호리바빌딩	031-6520-6500	http://www.horiba.com
히로세코리아(주)	이상엽	경기도 시흥시 정왕동 희망공원로 250	031-496-7000	http://www.hirose.co.kr
히타치하이테크코리아(주)	MIYOSHI KEITA	경기도 성남시 분당구 정자일로 155, 엔16층(정자동, 분당두산타워)	031-725-4201	https://www.hitachi-hightech.com

박사학위 논문초록 게재 안내

본 학회에서는 전자공학회지에 국내외에서 박사학위를 취득한 회원의 학위 논문초록을 게재하고 있으니 해당 회원 여러분의 적극적인 참여를 바랍니다.(단, 박사학위 취득후 1년 이내에 제출해 주시는 것에 한함.)

성 명	(국문)	(한문)	(영문)
학위취득	학 교 명	대학교	학과
	취득년월	년 월	지도교수
현 근무처 (또는 연락처)	주 소	(우편번호 :)	
	전화번호	FAX번호	
학위논문 제목	국 문		
	영 문		
KEY WORD			

국문 초록(요약) : 1000자 이내

보내실 곳 _ 06130

서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동, 과학기술회관 제1관 907호)

사무국 회지담당자앞

E-mail : ieie@theieie.org

TEL : (02)553-0255(내선 6번) FAX : (02)562-4753



대한전자공학회

The Institute of Electronics and Information Engineers

전자공학회지 <월간>

제51권 제11호(통권 제486호)

The Magazine of the IEIE

2024년 11월 20일 인쇄

2024년 11월 25일 발행

발행및

편집인

인쇄인

발행인

(사) 대한전자공학회

한림원(주)

사 단 법 인 대 한 전 자 공 학 회

회장 이 총 용

대표 김 흥 중

(우)06130 서울 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동, 과학기술회관 제1관 907호)

TEL.(02)553-0255~7 FAX.(02)562-4753

E-mail : ieie@theieie.org

Homepage : http://www.theieie.org



2024년도 회비납부 안내

1. 회비의 납부 및 유효기간

2024년도 회원 연회비는 2023년과 동일함을 알려드리며, 아직 2024년도 회비를 납부하지 않으신 회원님께서서는 납부하여 주시기 바라며, 연회비의 유효기간은 회비를 납부한 당해연도에 한합니다.

◆ 2024년도 회원 연회비는 다음과 같습니다.

- 정 회 원 : 70,000원 (입회비 : 10,000원)
- 학생회원 : 30,000원 (입회비 면제)
- 평생회원 : 700,000원
 - 평생회비 할인 제도 : 학회 홈페이지 안내 참조
 - 평생회비 분납 제도(1년 한) : 평생회비 분할 납부를 원하시는 회원께서는 회원 담당에게 요청하여 주시기 바랍니다.
 - 7월 1일부터 연회비 50% 할인 적용

2. 논문지(eBook) 제공

학회지와 논문지(국·영문)가 eBook으로 발간되어 학회 홈페이지(<http://www.theieie.org>)를 통해 제공되고 있습니다.

3. 회비의 납부방법

신용카드(홈페이지 전자결제) 및 계좌이체(한국씨티은행, 102-53125-258)를 이용하여 학회 연회비, 심사비 및 논문게재료 등 납부 가능합니다.

4. 석·박사 신입생 및 재학생 다년 학생회원 가입 및 회비 할인 제도 안내

우리 학회에서는 석·박사 신입생 및 재학생을 위하여 다년 학생회원 가입 제도 및 회비 할인 제도를 마련하였습니다. 한 번의 회원가입으로 졸업 및 수료 때까지 학회 활동에 참여하실 수 있는 기회가 되시기 바라며 회비 할인 혜택까지 받으시길 바랍니다.

◎ 가입 대상 및 할인 혜택

- 가입 대상 : 2024년 석·박사 신입생 및 재학생
- 할인 내용 : 2년 60,000원(1년당 30,000원) → 2년 50,000원(16.7% 할인)
3년 90,000원(1년당 30,000원) → 3년 70,000원(22.2% 할인)
4년 120,000원(1년당 30,000원) → 4년 90,000원(25% 할인)
5년 150,000원(1년당 30,000원) → 5년 110,000원(26.7% 할인)

5. 문의처

◆ 대한전자공학회 사무국 변은정 부장(회원담당)

Tel : 02-553-0255(내선 3번) / E-mail : edit@theieie.org

쾌적함의 완성 그 차이는 설계입니다

서로 다른 크기, 형태, 구조의 건물들이지만 어디서나 최상의 쾌적함을 누릴 수 있는 이유
바로 LG휘센의 공기 설계가 있기 때문입니다.
공간의 온도, 습도, 청정도를 최적으로 맞춤 설계하는 LG휘센 시스템에어컨,
차원이 다른 쾌적함을 직접 경험해 보십시오.



온도

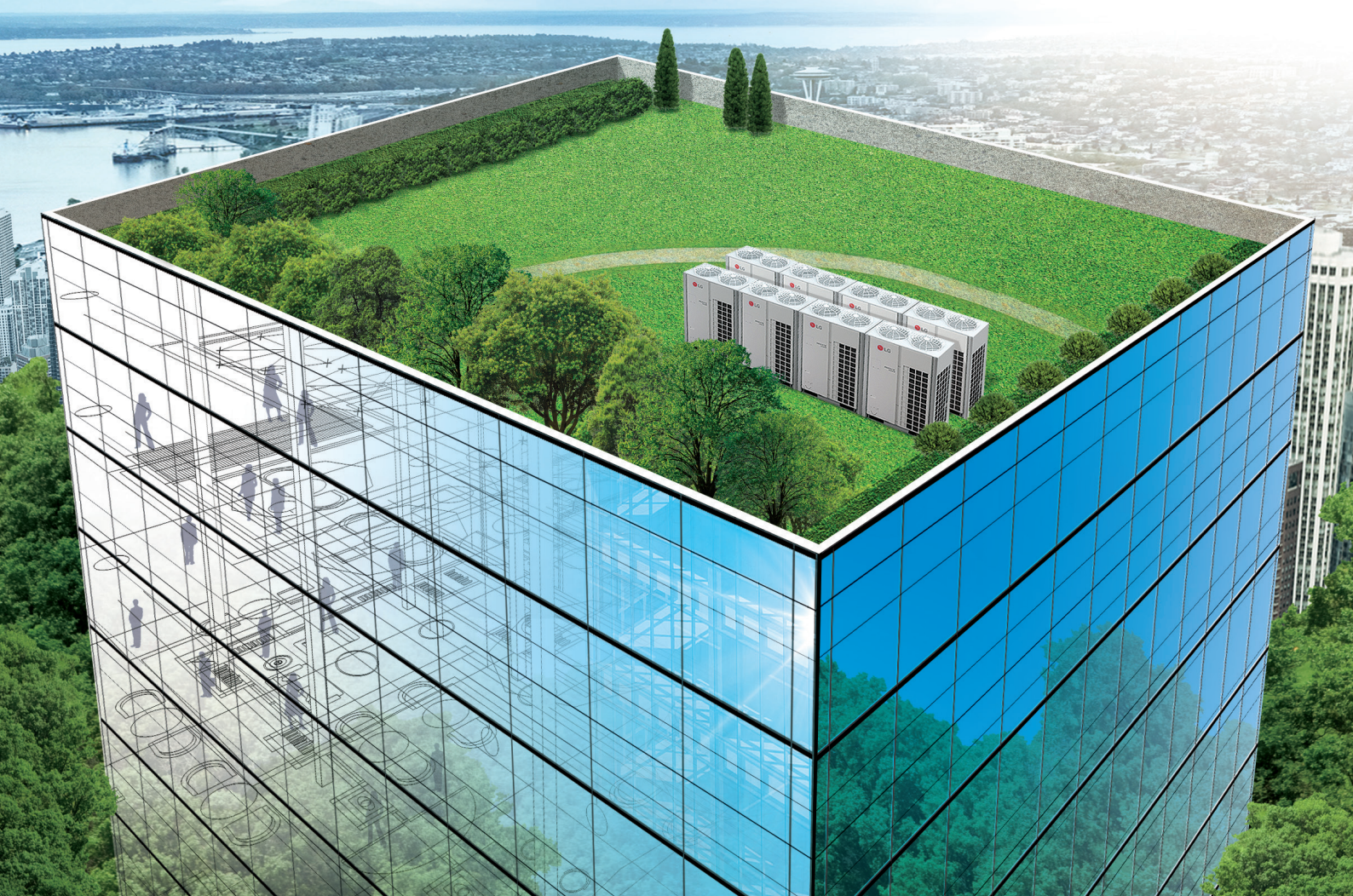


습도



공기청정

공기를 설계하다 LG WHISEN 시스템에어컨



가정용에서 산업발전용까지, 세상 모든 건물을 위한 종합공조기술은 LG휘센이 유일합니다



중대형 건물용
시스템에어컨

MULTI V SUPER 5



중소형 상업용
냉난방 에어컨

냉난방에어컨 / 전장형에어컨



대형건물 / 발전소용
중앙공조 시스템

TURBO CHILLER



대형 상업건물용
중앙공조 시스템

ABSORPTION CHILLER



중소형건물 / 공장용 / 산업용
고효율 히트펌프 칠러 시스템

INVERTER SCROLL CHILLER

AIR | WATER | GEO

공기를 설계하다 LG WHISEN 시스템에어컨

구입 및 제품 문의 : 1544-8777
서비스 문의 : 1544-7777 / 1588-7777
www.lge.co.kr/kr/business