

ISSN1016-9288

제52권 8호

2025년 8월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.52. no.8

의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술

- 디지털 의료 영상 분석에 필요한 인공지능시스템 요소 기술
- 방사선 이용 의료영상 인공지능 응용 기술
- 의료영상획득을 위한 방사선 검출 시스템에서의 인공지능의 활용
- 인공지능을 활용한 유방암 영상 진단 기술의 현재와 미래
- 인공지능 기반 의료방사선 장치의 품질 보증 동향
- 의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술의 현재와 미래:
한국 의료계 위기 상황과 AI 기술의 역할



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

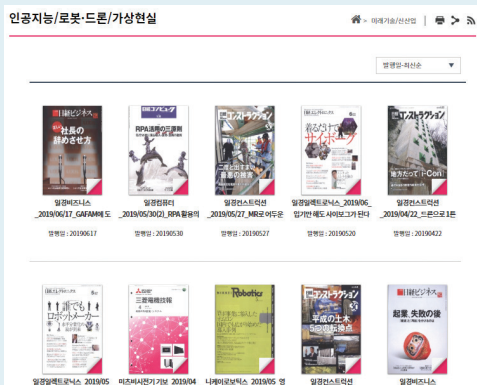


서울대학교 공과대학 해동일본기술정보센터는 대덕전자(故)김정식 회장의 열정과 지원에 의해 최신 일본 기술정보를 산업계와 학계에 널리 알리고자 2010년 3월에 설립하여 현재까지 운영해 오고 있습니다.

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.



해동일본기술정보센터
HAEDONG JAPAN TECHNOLOGY INFORMATION CENTER
HJTIC <http://hjt看.snu.ac.kr>
08826 서울특별시 관악구 관악로 1,
서울대학교 공과대학 35동
전화 : 02-880-8279

f <https://www.facebook.com/snuhjt看>
blog <http://blog.naver.com/hjt看2010>
카카오톡 오픈채팅@HJTIC 브리핑룸

주간브리핑의 무료 이메일 구독을 원하시면,
'hjt看@snu.ac.kr'에 '구독'으로 신청.
카카오톡으로 매일의 기사까지 받아 보시려면,
'[오픈채팅@HJTIC브리핑룸](https://openchatting.com/HJTIC브리핑룸)' 가입 (pw:2016)

ICCE-Asia

2025

The 10th International
Conference on Consumer
Electronics (ICCE) Asia

10. 27^(Mon) - 10. 29^(Wed), 2025

Westin Josun Busan Hotel, South Korea

Presentation Guidelines

The conference will be held with face-to-face presentations of papers at the conference site at Busan, South Korea. Organized by the IEEE Consumer Technology Society and the Institute of Electronics and Information Engineers, ICCE-Asia 2025 which will be held in the Busan, South Korea is an event open to researchers and engineers from industry, research centres, and academia to exchange information and results related to consumer electronics (CE). The conference will feature outstanding keynote speakers, high quality tutorials, special sessions and peer-reviewed papers. It hopes to attract a global audience from industry and academia. It is a perfect opportunity to promote affiliated company/organization to an audience of world-class researchers in the CE industry.

TOPICS OF IEEE/IEIE ICCE-ASIA 2025

- Artificial Intelligence and Machine Learning for CE Applications (AIM)
- Robotics, Drones, Automation Technologies and Interfaces (RDA)
- Security and Privacy of CE Hardware and Software Systems (SPC)
- Energy Management of CE Hardware and Software Systems (EMC)
- Application-Specific CE for Smart Cities (SMC)
- RF, Wireless, and Network Technologies (WNT)
- Internet of Things and Internet of Everywhere (IoT)
- Entertainment, Gaming, and Virtual and Augmented Reality (EGV)
- AV Systems, Image and Video, and Cameras and Acquisition (AVS)
- Automotive CE Applications (CEA)
- CE Sensors and MEMS (CSM)
- Consumer Healthcare Systems (CHS)
- Enabling and HCI Technologies (HCI)
- Smartphone and Mobile Device Technologies (MDT)
- Semiconductor Devices for Consumer Electronics (SCE)
- Other Technologies Related with CE (MIS)

SPECIAL SESSIONS

Special session proposals are invited to IEEE/IEIE ICCE-Asia 2025, and inquiries regarding submission should be directed to the Special Session Chair.

BEST PAPER AWARDS

The authors of the best papers will be presented Gold, Silver, and Bronze awards. Selected top quality papers will be recommended to be published in the Journal of Semiconductor Technology and Science (JSTS) or a special issue of IEIE Transactions on Smart Processing and Computing.

PAPER SUBMISSION

Prospective authors can submit their papers by following the guidelines posted on the conference webpage (<http://www.icce-asia2025.org>).

Accepted papers will be submitted for inclusion into IEEE Xplore subject to meeting IEEE Xplore's scope and quality requirements.

AUTHOR'S SCHEDULE

- Full Paper Submission / Special Session Proposals: **August 22nd, 2025**
- Notification of Acceptance: **September 19th, 2025**
- Submission of Final ver. Paper: **September 30th, 2025**

CONTACT POINT

- Secretariat : inter@theieie.org
- <https://icce-asia2025.org/>



2025 추계학술대회

곤지암리조트 EW빌리지
(경기도 광주)

11. 28(금) ~ 29(토)

| 최우수/일반/학부생 논문 논문제출 : 10월 20일(월)
심사통보 : 10월 27일(월)
사전등록 : 11월 17일(월)

| 정기총회 곤지암리조트 EW빌리지
2025년 11월 28일(금)

| 발표분야(학회 6개 소사이어티)

소사이어티	연구회
통신 (Communication)	통신, 미래지능형네트워크, 마이크로파 및 전파전파, ITS, 군사 전자, 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, 휴먼CT, 융합컴퓨팅, 인공지능/신경망/퍼지, M2M/IoT, 증강휴먼, 인공지능 및 보안, AI 응용, 블록체인
인공지능 신호처리 (AI Signal Processing)	음향 및 음성신호처리, 영상이해, 영상처리, 바이오영상신호처리, 딥러닝, 로봇지능
시스템 및 제어 (System and Control)	제어계측, 의용전자 및 생체공학, 지능로봇, 회로 및 시스템, 국방정보 및 제어, 자동차전자, 의료영상시스템, 인공지능 전환(AX), 스마트 미터링
산업전자 (Industry Electronics)	산업전자제어, 임베디드시스템, 유비쿼터스 센서네트워크, 디지털통신시스템
New Emerging Area	의료, 에너지, Software, 기타





ICEIC 2026

International Conference on Electronics,
Information, and Communication 2026

January 18^(SUN) - 21^(WED) 2026

MGM Cotai, MACAU, CHINA

IMPORTANT DATES

Paper Submission Begin:
September 1, 2025

Paper Submission Deadline:
October 10, 2025

Notification of Acceptance:
November 10, 2025

Camera-Ready Paper
Submission Deadline:
November 21, 2025

Registration Deadline:
December 5, 2025

CALL FOR PAPERS

The 25th International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC 2026) 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 2026 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.

CONFERENCE THEME

“Beyond Intelligence: Bridging Semiconductors, Systems, and Signals”

TOPIC

Semiconductor and Devices

Analog/Digital Circuits & Systems, RF Integrated Circuits, Computer Aided 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

System and Control

Vehicular Electronics, Instrumentation and Control, Power Electronics & Circuits

Signal Processing

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

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

Emerging Technologies

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

CONTACT POINT

• E-mail : inter@theieie.org
• <https://iceic.org/>

• Tel : +82-2-553-0255(Ext. 4)



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.

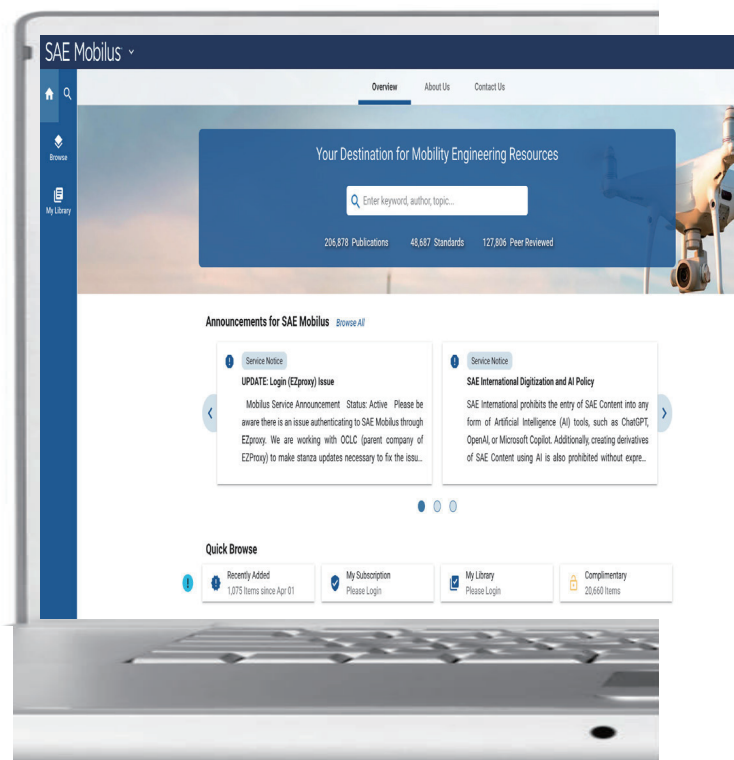
SAE MOBILUS™에서 다음과 같은 다양한 주제 분야에 대한 자료를 확인할 수 있습니다.

- 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 필요한 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>



IEEE OPEN

The Trusted Solution for Open Access Publishing

우리나라 대학, 연구소, 그리고 기업의 연구 성과를
세계에 널리 알리는 기회



IEEE는 저자 연구 성과가 전세계 모든 IEEE 사용자들에게 빠르게 전달될 수 있도록
다양한 Open Access(OA) Program을 제공합니다.

- Fully Open Access Publishing (GOLD) Topical Journals - Open Access Article로 구성된
IEEE Open Journal (2024년 기준 34종)
- Multidisciplinary Open Access Journal - IEEE Access (IEEE의 다양한 Society로 구성된 Open Access 타이틀)
- Hybrid Journals - 기존 저널 타이틀 중 Open Access 아티클을 허용하는 저널이며,
기존 저널의 Impact Factor를 적용 (2024년 기준 180종 이상)
- IEEE Magazine - Open Access Article

등재된 아티클은 IEEE Xplore Digital Library에서 검색 및 이용할 수 있어 연구 성과를
전세계에 빠르게 알릴 수 있습니다.

*IEEE 한국 공인 딜러 KITIS는 기관의 Open Access Article 등재 건수에 따라 최대 40% 할인 번들 옵션을 제공합니다.
자세한 문의는 KITIS로 문의 부탁드립니다.



IEEE

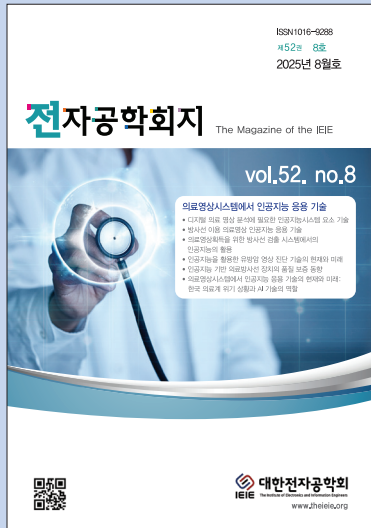
Authorized
Dealer



키티스 産學研情報(株)
KITIS Info. & Co., Ltd.

CONTENTS

제52권 8호 (2025년 8월)



※ 학회지 8월호 표지 (vol 52, No 8)

회지편집위원회

- 위 원 장 황 원 준 (아주대학교 교수)
- 부위원장 선 우 경 (서울대학교 교수)
- 위 원 김 영 성 (인하대학교 교수)
- 이 철 (동국대학교 교수)
- 정 희 철 (경북대학교 교수)
- 최 욱 (인천대학교 교수)
- 한 동 윤 (네이버 리더)
- 허 용 석 (아주대학교 교수)

사무국 편집담당

이 안 순 부장
TEL : (02)553-0255(내선 6)
FAX : (02)562-4753

학회 홈페이지

<http://www.theieie.org>

IEIE 프리즘

- 12 과학기술인의 정치참여, 선택이 아닌 필수 / 임혜숙 명예회장(이화여자대학교 융합전자반도체공학부 교수)

학회소식

- 13 학회소식 / 편집부

특집 : 의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술

- 16 특집편집기 / 김대홍
- 17 디지털 의료 영상 분석에 필요한 인공지능시스템 요소 기술 / 최용수
- 28 방사선 이용 의료영상 인공지능 응용 기술 / 백철하
- 35 의료영상획득을 위한 방사선 검출 시스템에서의 인공지능의 활용 / 이승재
- 46 인공지능을 활용한 유방암 영상 진단 기술의 현재와 미래 / 손기홍
- 58 인공지능 기반 의료방사선장치의 품질 보증 동향 / 김대홍
- 67 의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술의 현재와 미래: 한국 의료계 위기 상황과 AI 기술의 역할 / 천원중

IEIE 참관기

- 79 ITC-CSCC 2025 개최 보고 / 김형진
- 81 2025 전자·반도체·인공지능 학술대회 / 강원지부

회원광장

- 83 논문지 논문목차

정보교차로

- 85 국내외 학술행사 안내 / 편집부
- 108 특별회원사 및 후원사 명단

2025년도 임원 및 각 위원회 위원

회 수 석 부 회 장 고 문	장	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	김 종 옥 (고려대학교 교수) - 총괄 / ITC-CSCC	
	권 오 경 (한양대학교 석좌교수)	
감 부 회 장	김 진 상 (경희대학교 총장)	
	방 승 찬 (한국전자통신연구원 원장)	
	신 희 동 (한국전자기술연구원 원장)	
소 사 이 어 티 회 장	오 상 록 (한국과학기술연구원 원장)	
	천 경 준 (씨젠 회장)	
	이 재 훈 (유정시스템 대표이사)	
협 동 부 회 장	강 문 식 (강릉원주대학교 교수) - 지부 / 교육 총괄 / 표준화	
	권 호 열 (강원대학교 교수) - 대외협력 / 기술정책	
	김 훈 (인천대학교 교수) - 하계 / 추계 / 국문논문	
소 사 이 어 티 회 장	노 태 문 (한국전자통신연구원 연구전문위원) - 산학연	
	송 병 철 (인하대학교 교수) - ICBC / ITC-CSCC / ICCE-Asia / SPC	
	이 승 호 (한밭대학교 교수) - 학술대회	
협 동 부 회 장	정 영 모 (한성대학교 교수) - 홍보 · 정보화 / 회지편집	
	고 병 철 (계명대학교 교수) - 인공지능신호처리소사이어티	
	신 오 순 (숭실대학교 교수) - 통신소사이어티	
소 사 이 어 티 회 장	이 덕 진 (전북대학교 교수) - 시스템및제어소사이어티	
	강 성 원 (한국전자통신연구원 부원장)	
	김 동 식 (인하공업전문대학 교수)	
소 사 이 어 티 회 장	노 승 원 (LG0노텍 CTO)	
	심 동 규 (광운대학교 교수)	
	오 윤 제 (정보통신기획평가원 PM)	
소 사 이 어 티 회 장	유 창 동 (KAIST 교수)	
	이 병 선 (김포대학교 교수)	
	이 서 규 (픽셀플러스 대표이사)	
소 사 이 어 티 회 장	이 장 규 (텔레칩스 대표이사)	
	전 선 익 (파이낸셜뉴스 부회장)	
	조 진 우 (한국전자기술연구원 부원장)	
소 사 이 어 티 회 장	강 명 곤 (서울시립대학교 교수) - 하계 총괄 1	
	강 태 옥 (성균관대학교 교수) - 사업	
	구 민 석 (서울시립대학교 교수) - 국제협력	
소 사 이 어 티 회 장	김 윤 (서울시립대학교 교수) - 총무	
	김 현 (서울과학기술대학교 교수) - 하계 총괄 2	
	김 민 휘 (중앙대학교 교수) - 차세대 리더육성	
소 사 이 어 티 회 장	김 수 연 (동국대학교 교수) - 회원, 여성	
	김 용 신 (고려대학교 교수) - 홍보 · 정보화 총괄 / 신기술	
	김 원 준 (간국대학교 교수) - SPC	
소 사 이 어 티 회 장	김 태 인 (인하대학교 교수) - 회원, 여성	
	동 성 수 (웅진예술과학대학교 교수) - 교육	
	변 대 석 (삼성전자 마스터) - 추계 총괄 2	
소 사 이 어 티 회 장	서 병 석 (상지대학교 교수) - 추계	
	손 교 민 (삼성전자 마스터) - 사업	
	신 창 환 (고려대학교 교수) - 하계	
소 사 이 어 티 회 장	유 찬 세 (한국전자기술연구원 수석연구원) - 사업 총괄	
	이 형 민 (고려대학교 교수) - 추계	
	임 흥 기 (인하대학교 교수) - ICCE-Asia	
소 사 이 어 티 회 장	전 세 영 (서울대학교 교수) - 기획, 대외협력	
	정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장) - 사업	
	조 성 현 (한양대학교 교수) - 추계 총괄 1	
소 사 이 어 티 회 장	최 우 영 (서울대학교 교수) - JSTS	
	추 민 성 (한양대학교 교수) - 차세대 리더육성	
	황 원 준 (고려대학교 교수) - 회지편집 총괄	
소 사 이 어 티 회 장	고 용 남 (전, 하나마이크론 CTO)	
	김 현 수 (삼성전자 상무)	
	우 정 호 (비전넥스트 대표이사)	
소 사 이 어 티 회 장	이 도 훈 (국가보안기술연구소 연구위원)	
	김 기 남 (한국공학한림원 회장)	
	박 성 옥 (차세대지능형반도체사업단 이사장)	
소 사 이 어 티 회 장	선우명훈 (아주대학교 교수 / IEEE CASS 회장)	
	안 승 권 (연암공과대학교 총장)	
	전 영 현 (삼성전자 부회장)	
소 사 이 어 티 회 장	최 창 식 (DB하이텍 부회장)	
	전 병 우 (성균관대학교 교수)	
	구 본 태 (한국전자통신연구원 본부장) - 산학연	
소 사 이 어 티 회 장	김 병 훈 (LG전자 부사장/CTO) - 산업체	
	노 원 우 (연세대학교 교수) - 신기술 / 차세대 리더육성	
	류 수 정 (서울대학교 교수) - 회원, 여성 총괄	
소 사 이 어 티 회 장	이 강 윤 (성균관대학교 교수) - 사업 / 기술워크숍 / 대외협력	
	인 치 호 (세명대학교 교수) - 대외협력	
	황 인 철 (강원대학교 교수) - 소사이어티 네트워크 협력	
소 사 이 어 티 회 장	고 정 환 (인하공업전문대학 교수) - 산업전자소사이어티	
	이 덕 기 (연암공과대학교 교수) - 컴퓨터소사이어티	
	장 성 진 (와이씨 대표이사) - 반도체소사이어티	
소 사 이 어 티 회 장	김 강 태 (삼성전자 부사장)	
	김 형 준 (한국과학기술연구원 소장)	
	배 순 민 (케이티 LAB장)	
소 사 이 어 티 회 장	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 연구전문위원)	
	원 제 형 (도쿄일렉트론코리아 대표이사)	
	이 광 영 (경강대학교 교수)	
소 사 이 어 티 회 장	이 상 훈 (웨이브피아 대표이사)	
	이 용 옥 (한화시스템 부사장)	
	이 재 관 (한국자동차연구원 소장)	
소 사 이 어 티 회 장	정 준 (솔리드 대표이사)	
	최 병 호 (한국전자기술연구원 소장)	
	강 석 주 (서강대학교 교수) - 기획, 대외협력 총괄 / ITC-CSCC	
소 사 이 어 티 회 장	고 형 호 (충남대학교 교수) - 기획, 대외협력	
	권 혁 인 (중앙대학교 교수) - 총무	
	김 혁 (서울시립대학교 교수) - 교육	
소 사 이 어 티 회 장	김 동 현 (연세대학교 교수) - 바이오메디컬연구회	
	김 성 우 (서울대학교 교수) - 신기술 / 홍보 · 정보화	
	김 영 로 (명지전문대학 교수) - 사업	
소 사 이 어 티 회 장	김 원 중 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 표준화	
	김 익 균 (한국전자통신연구원 부장) - 하계	
	김 학 구 (중앙대학교 교수) - 추계	
소 사 이 어 티 회 장	박 철 수 (광운대학교 교수) - SPC 총괄	
	변 영 재 (UNIST 교수) - 사업	
	선 우 경 (서울대학교 교수) - 회지편집	
소 사 이 어 티 회 장	송 준 영 (인천대학교 교수) - 하계	
	연 규 봉 (한국자동차연구원 수석연구원) - 하계	
	이 채 은 (한양대학교 교수) - 사업	
소 사 이 어 티 회 장	이 후 진 (한성대학교 교수) - 논문편집	
	장 익 중 (경희대학교 교수) - 논문편집 총괄	
	정 성 영 (고려대학교 교수) - 차세대 리더육성	
소 사 이 어 티 회 장	조 성 재 (이화여자대학교 교수) - 신기술 총괄 / 홍보 · 정보화	
	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) - 논문편집	
	최 재 혁 (서울대학교 교수) - ICCE-Asia 총괄	
소 사 이 어 티 회 장	한 재 호 (고려대학교 교수) - 재무	
	김 동 현 (ICTK 대표이사)	
	오 의 열 (LG디스플레이 연구위원)	
소 사 이 어 티 회 장	윤 영 권 (삼성전자 마스터)	
	이 수 민 (한국센터연구소 대표이사)	

이 사

이 수 인 (텔레칩스 상무)
조 영 민 (SkyMirr CEO)
최 성 민 (해치텍 대표이사)
함 철 희 (삼성전자 마스터)
궁 재 하 (고려대학교 교수) - 홍보 · 정보화
권 기 룡 (부경대학교 교수) - 산학연
김 동 순 (세종대학교 교수) - 하계
김 병 수 (한국전자기술연구원 센터장) - 하계 / ICCE-Asia
김 선 욱 (고려대학교 교수) - 교육
김 소 영 (성균관대학교 교수) - JSTS
김 재 욱 (한국과학기술연구원 선임연구원) - 하계
김 지 훈 (한양대학교 교수) - ICCE-Asia
류 현 석 (서울대학교 교수) - 교육
박 재 영 (광운대학교 교수) - 표준화
서 민 재 (서울시립대학교 교수) - 기획 / 차세대리더 / 하계 / ICCE-Asia
안 광 호 (한국전자기술연구원 본부장) - 대외협력
안 성 수 (명지전문대학 교수) - 회원
양 현 중 (서울대학교 교수) - ICCE-Asia
유 담 (서울대학교 교수) - 하계
윤 명 국 (이화여자대학교 교수) - 신기술
윤 종 윤 (파두 사장) - 교육
이 상 만 (고려대학교 교수) - 산학연
이 철 호 (서울대학교 교수) - 신기술
임 기 택 (한국산업기술기획평가원 PD) - 대외협력
전 동 석 (서울대학교 교수) - 하계 / 국문논문
정 희 철 (경북대학교 교수) - 학회지
조 성 인 (동국대학교 교수) - 하계
최 광 성 (한국전자통신연구원 실장) - 대외협력
최 정 욱 (한양대학교 교수) - 국문논문
하 태 준 (광운대학교 교수) - 추계
한 태 희 (성균관대학교 교수) - 국문논문
허 재 두 (한국전자통신연구원 연구전문위원) - 사업
황 태 호 (한국전자기술연구원 본부장) - 하계
권 경 하 (KAIST 교수) - 사업
김 가 인 (DGIST 교수) - ICCE-Asia / 차세대리더
김 기 현 (전북대학교 교수) - 전북지부
김 대 영 (순천향대학교 교수) - 호서지부
김 성 준 (동국대학교 교수) - 국제협력
김 영 성 (인하대학교 교수) - 학회지
김 형 진 (한양대학교 교수) - 하계 / ITC-CSCC
민 경 식 (국민대학교 교수) - 하계 / JSTS
박 의 준 (중부대학교 교수) - 회원/여성
박 해 림 (서울과학기술대학교 교수) - 회원/여성
배 준 호 (가천대학교 교수) - 표준화
송 의 현 (한양대학교 교수) - 국제협력
신 세 운 (UNIST 교수) - 사업
심 원 보 (서울과학기술대학교 교수) - 하계
유 동 훈 (디사이로 CRO) - 회원 · 여성
이 권 형 (LG전자 책임연구원) - 하계
이 상 현 (아주대학교 교수) - 홍보 · 정보화
이 재 규 (삼성전자 마스터) - 산학연
이 철 (동국대학교 교수) - 학회지
임 영 현 (경희대학교 교수) - 국문논문
정 소 이 (아주대학교 교수) - 하계
정 이 품 (연세대학교 교수) - 차세대 리더
진 경 환 (고려대학교 교수) - 기획
채 주 형 (광운대학교 교수) - ICCE-Asia / 차세대리더
함 범 섭 (연세대학교 교수) - 추계

협 동 이 사

정 민 수 (라운텍 CTO)
천 이 우 (넥스트칩 연구소장)
한 은 혜 (에스에스앤씨 대표이사)
홍 국 태 (LX세미콘 연구위원)
권 구 덕 (강원대학교 교수) - 기획
권 기 원 (성균관대학교 교수) - 표준화
김 민 규 (LG0이노텍 상무) - 산학연
김 상 완 (서강대학교 교수) - 기획
김 성 동 (서울과학기술대학교 교수) - 표준화
김 유 철 (LG SI연구원 부문장) - 신기술
김 중 현 (고려대학교 교수) - 사업
류 은 석 (성균관대학교 교수) - 사업
박 동 욱 (서울시립대학교 교수) - 하계
배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 산학연
심 용 (중앙대학교 교수) - 국제협력
안 상 철 (한국과학기술연구원 책임연구원) - 신기술
안 호 군 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 사업
오 윤 호 (고려대학교 교수) - 신기술
유 현 우 (성균관대학교 교수) - 홍보 · 정보화
윤 상 훈 (한국산업기술기획평가원 PD) - 산학연
이 구 순 (파이낸셜뉴스 이사) - 홍보 · 정보화
이 정 원 (서울대학교 교수) - 회원/여성
이 태 동 (국제대학교 교수) - 홍보 · 정보화
장 성 준 (한국전자기술연구원 센터장) - 하계
정 해 준 (경희대학교 교수) - 국문논문
제 민 규 (KAIST 교수) - 사업
채 관 엽 (삼성전자 마스터) - 대외협력
최 재 욱 (가천대학교 교수) - 국문논문
하 정 우 (네이버 센터장) - 신기술
한 동 윤 (네이버 리더) - 학회지
허 용 석 (아주대학교 교수) - 학회지
황 진 영 (한국항공대학교 교수) - 국제협력
권 중 원 (한국산업기술시험원 센터장) - 추계
김 건 우 (목포대학교 교수) - 광주·전남지부
김 다 완 (한국교통대학교 교수)
김 도 훈 (한국전자통신연구원 박사) - 표준화
김 승 환 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 산학연
김 정 석 (가천대학교 교수) - 홍보 · 정보화
류 성 주 (서강대학교 교수) - 하계
박 관 서 (연세대학교 교수) - ICCE-Asia / 차세대리더 / 기획
박 정 환 (경희대학교 교수) - 국문논문
배 준 성 (강원대학교 교수) - 국제협력
백 지 선 (부산대학교 교수) - ICCE-Asia
송 철 (DGIST 교수) - 바이오메디컬연구회
신 재 영 (한국교통대학교 교수) - 교육
유 경 창 (삼성전자 수석연구원) - 회원
이 규 호 (연세대학교 교수) - 차세대 리더 / 하계
이 명 재 (연세대학교 교수) - 신기술
이 신 형 (서울시립대학교 교수) - 회원 · 여성
이 정 석 (인하공업전문대학 교수) - 학회지
임 매 순 (한국과학기술연구원 책임연구원) - 사업
정 동 윤 (한국전자통신연구원 센터장) - 산학연
정 완 영 (KAIST 교수) - 홍보 · 정보화
정 한 울 (광운대학교 교수) - 신기술
차 철 욱 (한국전자기술연구원 센터장) - 표준화
최 욱 (인천대학교 교수) - 학회지
홍 성 완 (서강대학교 교수) - 하계 / 대외협력

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)
김 현 철 (울산대학교 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)
이 병 희 (한밭대학교 교수)
이 지 훈 (전북대학교 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	박성한 (한양대학교 명예교수)
부위원장	이진구 (동국대학교 명예교수)
위원	고성재 (고려대학교 명예교수)
	김도현 (국민대학교 명예교수)
	김재희 (연세대학교 명예교수)
	박규태 (연세대학교 명예교수)
	백준기 (중앙대학교 교수)
	이문기 (연세대학교 명예교수)
	이충용 (연세대학교 교수)
	전국진 (서울대학교 명예교수)
	천경준 (씨젠 회장)

공준진 (웨이브피아 CSO)
김성대 (KAIST 명예교수)
나정웅 (KAIST 명예교수)
박진옥 (육군사관학교 명예교수)
서승우 (서울대학교 교수)
이상설 (한양대학교 명예교수)
이혁재 (서울대학교 교수)
전홍태 (중앙대학교 명예교수)
홍대식 (연세대학교 교수)

구용서 (단국대학교 석좌교수)
김수중 (경북대학교 명예교수)
문영식 (한림성심대학교 총장)
박항구 (소암시스템 회장)
성광모 (서울대학교 명예교수)
이재홍 (서울대학교 명예교수)
임혜숙 (이화여자대학교 교수)
정정화 (한양대학교 명예교수)
홍승홍 (인하대학교 명예교수)

기획위원회

위원장	강석주 (서강대학교 교수)
부위원장	전세영 (서울대학교 교수)
위원	권구덕 (강원대학교 교수)
	서민재 (서울시립대학교 교수)

고형호 (충남대학교 교수)
김상완 (서강대학교 교수)
진경환 (고려대학교 교수)

박관서 (연세대학교 교수)

학술연구위원회 – 하계

위원장	강명곤 (서울시립대학교 교수)
TPC위원장	김현 (서울과학기술대학교 교수)
위원	김동순 (세종대학교 교수)
	김형진 (한양대학교 교수)
	서경원 (서울과학기술대학교 교수)
	송준영 (인천대학교 교수)
	연규봉 (한국자동차연구원 수석연구원)
	이권형 (LG전자 책임연구원)
	정소이 (아주대학교 교수)
	홍성완 (서강대학교 교수)

김병수 (한국전자기술연구원 센터장)
민경식 (국민대학교 교수)
서민재 (서울시립대학교 교수)
신창환 (고려대학교 교수)
유담 (서울대학교 교수)
이승호 (한밭대학교 교수)
조성인 (동국대학교 교수)

김익균 (한국전자통신연구원 부장)
박동욱 (서울시립대학교 교수)
서승호 (고려대학교 교수)
심원보 (서울과학기술대학교 교수)
이규호 (연세대학교 교수)
인지호 (세명대학교 교수)
최승규 (경희대학교 교수)

학술연구위원회 – 추계

위원장	조성현 (한양대학교 교수)
TPC위원장	변대석 (삼성전자 마스터)
위원	강문식 (강릉원주대학교 교수)
	김중현 (고려대학교 교수)
	서병석 (상지대학교 교수)
	추민성 (한양대학교 교수)
	황인철 (강원대학교 교수)

구분태 (한국전자통신연구원 본부장)
김학구 (중앙대학교 교수)
이승호 (한밭대학교 교수)
하태준 (광운대학교 교수)

권종원 (한국산업기술시험원 센터장)
노태문 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
이형민 (고려대학교 교수)
함범섭 (연세대학교 교수)

논문편집위원회

위원장	장익준 (경희대학교 교수)
위원	박정환 (경희대학교 교수)
	전동석 (서울대학교 교수)
	최재용 (가천대학교 교수)

이후진 (한성대학교 교수)
정해준 (경희대학교 교수)
최정욱 (한양대학교 교수)

임영현 (경희대학교 교수)
최강선 (한국기술교육대학교 교수)
한태희 (성균관대학교 교수)

국제협력위원회

위원장	구민석 (서울시립대학교 교수)
위원	김성준 (동국대학교 교수)
	심용 (중앙대학교 교수)

배준성 (강원대학교 교수)
황진영 (한국항공대학교 교수)

송익현 (한양대학교 교수)

회원관리위원회

위원장	류수정 (서울대학교 교수)
위원	김수연 (동국대학교 교수)
	박혜림 (서울과학기술대학교 교수)
	유동훈 (디사일로 CRO)
	이정원 (서울대학교 교수)

김태인 (인하대학교 교수)
안성수 (명지전문대학 교수)
이신형 (서울시립대학교 교수)
임정연 (SK텔레콤 담당)

박익준 (중부대학교 교수)
유경창 (삼성전자 수석연구원)
이정아 (AURA CEO)

회지편집위원회

위원장	황원준 (고려대학교 교수)		
부위원장	선우경 (서울대학교 교수)		
위원	김영성 (인하대학교 교수)	이철 (동국대학교 교수)	정희철 (경북대학교 교수)
	최욱 (인천대학교 교수)	한동윤 (네이버 리더)	허용석 (아주대학교 교수)

사업위원회

위원장	유찬세 (한국전자기술연구원 수석연구원)		
위원	감익균 (한국전자통신연구원 본부장)	강태욱 (성균관대학교 교수)	권경하 (KAIST 교수)
	김영로 (명지전문대학 교수)	김중현 (고려대학교 교수)	류은석 (성균관대학교 교수)
	변영재 (UNIST 교수)	선우명훈 (아주대학교 교수)	손교민 (삼성전자 마스터)
	신세운 (UNIST 교수)	안호균 (한국전자통신연구원 책임연구원)	이채은 (한양대학교 교수)
	임매순 (한국과학기술연구원 책임연구원)	정일권 (한국전자통신연구원 본부장)	제민규 (KAIST 교수)
	허재두 (한국전자통신연구원 연구전문위원)		

교육연구위원회

위원장	강문식 (강릉원주대학교 교수)		
위원	김혁 (서울시립대학교 교수)	동성수 (용인예술과학대학교 교수)	류현석 (서울대학교 교수)
	박영우 (TEL 부사장)	박혜림 (서울과학기술대학교 교수)	변대석 (삼성전자 교수)
	변영재 (UNIST 교수)	신재영 (한국교통대학교 교수)	윤종윤 (Fadu 사장)
	이신형 (서울시립대학교 교수)	이영택 (ASML 전문)	이후진 (한성대학교 교수)
	정성엽 (고려대학교 교수)	정용규 (을지대학교 교수)	

홍보/정보화위원회

위원장	김용신 (고려대학교 교수)		
위원	궁재하 (고려대학교 교수)	김성우 (서울대학교 교수)	김정석 (가천대학교 교수)
	유현우 (성균관대학교 교수)	이상현 (아주대학교 교수)	

표준화위원회

위원장	김원종 (한국전자통신연구원 책임연구원)		
부위원장	연구봉 (한국자동차연구원 수석연구원)		
위원	김도훈 (한국전자통신연구원 박사)	권기원 (성균관대학교 교수)	김성동 (서울과학기술대학교 교수)
	박재영 (광운대학교 교수)	배준호 (가천대학교 교수)	차철웅 (한국전자기술연구원 센터장)

신기술위원회

위원장	노원우 (연세대학교 교수)		
부위원장	김용신 (고려대학교 교수)	조성재 (이화여자대학교 교수)	
위원	김성우 (서울대학교 교수)	이철호 (서울대학교 교수)	오윤호 (고려대학교 교수)
	윤명국 (이화여자대학교 교수)	이명재 (연세대학교 교수)	정한울 (광운대학교 교수)

선거관리위원회

위원장	전홍태 (중앙대학교 교수)		
위원	강명곤 (서울시립대학교 교수)	강석주 (서강대학교 교수)	권혁인 (중앙대학교 교수)
	김윤 (서울시립대학교 교수)	류수정 (서울대학교 교수)	한재호 (고려대학교 교수)

포상위원회

위원장	공준진 (웨이브피아 CSO)		
위원	강석주 (서강대학교 교수)	강명곤 (서울시립대학교 교수)	김종욱 (고려대학교 교수)
	장익준 (경희대학교 교수)	한재호 (고려대학교 교수)	
위원 및 간사겸임	권혁인 (중앙대학교 교수)		

인사위원회

위원장	백광현 (중앙대학교 교수)		
위원	김종욱 (고려대학교 교수)	강석주 (서강대학교 교수)	권혁인 (중앙대학교 교수)
	조성재 (이화여자대학교 교수)	한재호 (고려대학교 교수)	

차세대 리더육성위원회

위원장	노원우 (연세대학교 교수)		
부위원장	김민휘 (중앙대학교 교수)	정성엽 (고려대학교 교수)	추민성 (한양대학교 교수)
위원	김가인 (DGIST 교수)	박관서 (연세대학교 교수)	서민재 (서울시립대학교 교수)
	이규호 (연세대학교 교수)	정이품 (연세대학교 교수)	채주형 (광운대학교 교수)

JSTS 편집위원회

위원장	최우영 (서울대학교 교수)		
위원	강명곤 (서울시립대학교 교수)	강인만 (경북대학교 교수)	권혁인 (중앙대학교 교수)
	김상범 (서울대학교 교수)	김상완 (서강대학교 교수)	김소영 (성균관대학교 교수)
	김윤 (서울시립대학교 교수)	김재준 (서울대학교 교수)	김지훈 (한양대학교 교수)
	남일구 (부산대학교 교수)	민경식 (국민대학교 교수)	박찬형 (광운대학교 교수)
	백광현 (중앙대학교 교수)	서문교 (성균관대학교 교수)	신민철 (KAIST 교수)
	오정우 (연세대학교 교수)	윤상원 (서울대학교 교수)	이가원 (충남대학교 교수)
	이강윤 (성균관대학교 교수)	이철호 (서울대학교 교수)	이형민 (고려대학교 교수)
	전동석 (서울대학교 교수)	정규원 (서울대학교 교수)	정재경 (한양대학교 교수)
	조성재 (이화여자대학교 교수)	조일환 (명지대학교 교수)	차호영 (홍익대학교 교수)
	최우석 (서울대학교 교수)	한재덕 (한양대학교 교수)	

SPC위원회

위원장	송병철 (인하대학교 교수)	박철수 (광운대학교 교수)	김원준 (건국대학교 교수)
자문위원	김선욱 (고려대학교 교수)	김창수 (고려대학교 교수)	백광현 (중앙대학교 교수)
	백준기 (중앙대학교 교수)	심동규 (광운대학교 교수)	이강윤 (성균관대학교 교수)
	이혁재 (서울대학교 교수)	임혜숙 (이화여자대학교 교수)	전병우 (성균관대학교 교수)
	조남익 (서울대학교 교수)	조민호 (고려대학교 교수)	
운영위원	공경보 (부산대학교 교수)	조성인 (동국대학교 교수)	홍승혁 (수원대학교 교수)
편집위원	강석주 (서강대학교 교수)	권건우 (홍익대학교 교수)	권순재 (가톨릭대학교 교수)
	권준석 (중앙대학교 교수)	김민준 (한국외국어대학교 교수)	김병서 (홍익대학교 교수)
	김영민 (홍익대학교 교수)	김영빈 (중앙대학교 교수)	김용태 (경북대학교 교수)
	김원중 (한국전자통신연구원 책임연구원)	김재곤 (한국항공대학교 교수)	김진솔 (전남대학교 교수)
	김태석 (광운대학교 교수)	김태환 (한국항공대학교 교수)	김현 (서울과학기술대학교 교수)
	남일구 (부산대학교 교수)	민경식 (수원대학교 교수)	민문식 (경북대학교 교수)
	박은병 (성균관대학교 교수)	백성웅 (한양대학교 교수)	서영호 (광운대학교 교수)
	신영주 (고려대학교 교수)	신오순 (송실대학교 교수)	신지태 (성균관대학교 교수)
	엄찬호 (중앙대학교 교수)	오지형 (중앙대학교 교수)	오태현 (POSTECH 교수)
	오현우 (쓰리웨이스프리트 교수)	우성민 (한국기술교육대학교 교수)	유지현 (광운대학교 교수)
	이덕우 (계명대학교 교수)	이재훈 (고려대학교 교수)	이채은 (한양대학교 교수)
	이철 (동국대학교 교수)	이후진 (한성대학교 교수)	이훈 (UNIST 교수)
	임성훈 (DGIST 교수)	장민혜 (한국전기연구원 박사)	장승진 (한밭대학교 교수)
	장주웅 (광운대학교 교수)	장훈석 (한국전자기술연구원 선임연구원)	장희선 (평택대학교 교수)
	정승원 (고려대학교 교수)	조성현 (한양대학교 교수)	진훈 (안양대학교 교수)
	차은주 (숙명여자대학교 교수)	최상호 (광운대학교 교수)	황성운 (가천대학교 교수)
	황원준 (고려대학교 교수)	황인철 (강원대학교 교수)	

바이오-메디컬연구회

전문위원장	김동현 (연세대학교 교수)	박형원 (성균관대학교 교수)	변경민 (경희대학교 교수)
전문위원	김경환 (연세대학교 교수)	송철 (DGIST 교수)	송윤규 (서울대학교 교수)
	서정목 (연세대학교 교수)	전상범 (이화여자대학교 교수)	최종률 (대구경북첨단의료산업진흥재단 책임연구원)
	이정훈 (광운대학교 교수)		

Society 명단

통신사이터티

회 부 회 장	신기진 (숭실대학교 교수)	김재현 (아주대학교 교수)	김진영 (광운대학교 교수)
	김기원 (건국대학교 교수)	김진주 (ATNS 대표이사)	이성우 (단국대학교 교수)
	이원식 (인천대학교 교수)	이재훈 (숭실대학교 교수)	이우 (중양대학교 교수)
간 협 동 부 회 장	최유진 (고려대학교 교수)	홍노익 (고려대학교 교수)	
	김민식 (숭실대학교 교수)	홍노익 (광주과학기술원 교수)	
	이재훈 (에이스테크놀로지 연구소장)	이재훈 (브로던 대표이사)	김영철 (숭실대학교 교수)
	이재훈 (에이스테크놀로지 박사)	이재훈 (한국전자통신연구원 원장)	정현규 (한국전자통신연구원 부장)
이 사	김기원 (연세대학교 교수)	김성훈 (한국전자통신연구원 박사)	김호진 (이화여자대학교 교수)
	김기원 (한국공항공공사)	김성훈 (숭실대학교 교수)	김진 (서강대학교 교수)
	김기원 (동국대학교 교수)	김성훈 (금오공과대학교 교수)	신안 (숭실대학교 교수)
	김기원 (한국항공공사)	김성훈 (서울과학기술대학교 교수)	이예진 (서울과학기술대학교 교수)
	김기원 (동국대학교 교수)	김성훈 (숭실대학교 교수)	이호경 (홍익대학교 교수)
	김기원 (홍익대학교 교수)	김성훈 (건국대학교 교수)	조재식 (중양대학교 교수)
	김기원 (한양대학교 교수)	김성훈 (대구경북과학기술원 교수)	최정신 (한양대학교 교수)
	김기원 (충청대학교 교수)	김성훈 (경희대학교 교수)	황승 (동국대학교 교수)
	김기원 (전남대학교 교수)		
간 사 연 구 회 위 원 장	김기원 (고려대학교 교수)	정소이 (아주대학교 교수)	
	김기원 (고려대학교 교수) - 통신	윤상민 (국민대학교 교수) - 지능형네트워크	
	김기원 (연세대학교 교수) - 마이크로파 및 전파전파	이철기 (아주대학교 교수) - ITS	
	김기원 (경북대학교 교수) - 군사전자	허재두 (한국전자통신연구원 연구전문위원) - 무선 PAN/BAN	

반도체사이터티

회 자 문 위 원	정준호 (와이씨 대표이사)	권오경 (한양대학교 교수, 반소전임회장)	김영환 (POSTECH 교수)
	김기원 (웨이브피아 CSO, 본회명예회장)	김진주 (경희대학교 총장, 반소전임회장)	김희석 (청주대학교 교수)
	김기원 (연세대학교 교수)	김진주 (아주대학교 교수, 반소전임회장)	소경신 (Synopsis 사장)
	김기원 (POSTECH 교수)	김진주 (반소전임회장)	신철환 (한양대학교 교수, 반소전임회장)
	김기원 (반소전임회장)	김진주 (서강대학교 교수)	이정현 (KAIST 교수)
	김기원 (서강대학교 교수)	김진주 (반소전임회장)	전영현 (삼성전자 부회장, 반소전임회장)
	김기원 (경희대학교 교수)	김진주 (전북대학교 교수)	조영준 (한국외국어대학교 교수)
	김기원 (울산대학교 교수)	김진주 (이천대학교 교수, 반소전임회장)	최기영 (서울대학교 교수)
	김기원 (벨랑 대표)	김진주 (실리콘마이터스 회장)	
간 부 회 장	김기원 (성균관대학교 교수)	김진주 (서강대학교 교수)	박영우 (EXICON 사장)
	김기원 (LX세미온 연구소장)	김진주 (한양대학교 교수)	이희덕 (충남대학교 교수)
	김기원 (한국반도체산업협회 전무)	김진주 (인하대학교 교수)	
	김기원 (서울시립대학교 교수, 수석부회장)	김진주 (삼성전자 부사장)	김지훈 (한양대학교 교수)
총 무 이 사	김기원 (서울시립대학교 교수)	김진주 (충남대학교 교수)	박종선 (고려대학교 교수)
	김기원 (서울과학기술대학교 교수)	김진주 (서울대학교 교수)	추민상 (한양대학교 교수)
	김기원 (삼성전자 부사장)	김진주 (삼성전자 마스터)	조성재 (이화여자대학교 교수)
	김기원 (한양대학교 교수)	김진주 (삼성전자 부사장)	
	김기원 (성균관대학교 교수)	김진주 (고려대학교 교수)	범진욱 (서강대학교 교수)
학 술 이 사	김기원 (인하대학교 교수)	김진주 (동국대학교 교수)	이병훈 (POSTECH 교수)
	김기원 (UNIST 교수)	김진주 (서울대학교 교수)	이희덕 (충남대학교 교수)
	김기원 (한양대학교 교수)	김진주 (전북대학교 교수)	차호영 (홍익대학교 교수)
	김기원 (세명대학교 교수)	김진주 (한양대학교 교수)	
	김기원 (연세대학교 교수)	김진주 (성균관대학교 교수)	공정택 (성균관대학교 교수)
	김기원 (삼성전자 마스터)	김진주 (성균관대학교 교수)	김시훈 (연세대학교 교수)
사 업 이 사	김기원 (세종대학교 교수)	김진주 (한국전자통신연구원 책임연구원)	김종선 (홍익대학교 교수)
	김기원 (성균관대학교 교수)	김진주 (중앙대학교 교수)	변대식 (삼성전자 마스터)
	김기원 (LX세미온 상무)	김진주 (삼성전자 부사장)	박민준 (한국전자통신연구원 연구위원)
	김기원 (삼성전자 마스터)	김진주 (웨이브피아 대표)	조태제 (DGIST 교수)
	김기원 (연세대학교 교수)	김진주 (한국전자기술연구원 본부장)	최영균 (고려대학교 교수)
	김기원 (서울대학교 교수)		
	김기원 (경북대학교 교수)		
	김기원 (성균관대학교 교수)		
	김기원 (넥스트칩 대표)		
재 무 이 사	김기원 (ADT 사장)	이성수 (숭실대학교 교수)	김보은 (라온텍 사장)
산 학 이 사	김기원 (휴인스 사장)	김민준 (CTK 사장)	손재철 (가천대학교 교수)
	김기원 (온도레인 사장)	김민준 (실리콘웍스 전무)	오민욱 (삼성전자 부사장)
	김기원 (연세대학교 교수)	김민준 (케이더스코리아 사장)	
	김기원 (명지대학교 교수) - 반도체사 및 재료	김민준 (텔라칩스 대표)	
	김기원 (성균관대학교 교수) - SoC 설계		김상인 (아주대학교 교수) - 광파 및 양자전자
	김기원 (강원공업 본부장) - PCB&Package		황인철 (강원대학교 교수) - RF 집적회로
	김기원 (경희대학교 교수) - 내방사선 반도체 설계 및 소자		김의균 (한국전자통신연구원 부장) - 정보보안시스템
	김기원 (연세대학교 교수) - 인 메모리 컴퓨팅		김한규 (EESOP 대표) - ESD/EOS & Latchup
	김기원 (POSTECH 교수)	송민규 (동국대학교 교수) - 이미지센서	
	김기원 (한국전자통신연구원 책임연구원)	권재하 (고려대학교 교수)	권구덕 (강원대학교 교수)
	김기원 (동국대학교 교수)	김민준 (한국외국어대학교 교수)	김병수 (한국전자기술연구원 센터장)
	김기원 (한국항공공사)	김민준 (홍익대학교 교수)	김재욱 (한국과학기술연구원 그룹장)
	김기원 (연세대학교 교수)	김민준 (서강대학교 교수)	류시강 (한국항공공사)
	김기원 (성균관대학교 교수)	김민준 (건국대학교 교수)	박인호 (인하대학교 교수)
	김기원 (서울시립대학교 교수)	김민준 (문택 대표)	백지선 (부산대학교 교수)
	김기원 (성균관대학교 교수)	김민준 (인하대학교 교수)	양수정 (연세대학교 교수)
	김기원 (POSTECH 교수)	김민준 (충남대학교 교수)	이화영 (이화여자대학교 교수)
	김기원 (가천대학교 교수)	김민준 (중앙대학교 교수)	성규관 (성균관대학교 교수)
	김기원 (서울대학교 교수)	김민준 (고려대학교 교수)	한국외국어대학교 교수)
	김기원 (단국대학교 교수)	김민준 (삼성전자 상무)	인하대학교 교수)
	김기원 (KAIST 교수)	김민준 (SK 사피온 CTO)	한양대학교 교수)
	김기원 (건국대학교 교수)	김민준 (충남대학교 교수)	광운대학교 교수)
	김기원 (성균관대학교 교수)	김민준 (서울대학교 교수)	서울대학교 교수)

박상우 (명지대학교 교수)	박성훈 (KAIST 교수)	박현진 (성균관대학교 교수)
박정호 (광운대학교 교수)	배성호 (경희대학교 교수)	서영호 (광운대학교 교수)
서정호 (한국전자통신연구원 연구원)	서진근 (연세대학교 교수)	손영훈 (연세대학교 교수)
송진호 (연세대학교 교수)	신재섭 (픽스트리 대표이사)	신지태 (성균관대학교 교수)
신성환 (캐논메디칼시스템즈코리아 박사)	안현중 (UNIST 교수)	어영정 (연세대학교 교수)
신성환 (부산대학교 교수)	오세홍 (한국외국어대학교 교수)	오태진 (POSTECH 교수)
이인철 (인텔리빅스 대표이사)	유양모 (서강대학교 교수)	윤국진 (KAIST 교수)
이인철 (한국외국어대학교 교수)	이기승 (건국대학교 교수)	이상근 (중앙대학교 교수)
이인철 (연세대학교 교수)	이상진 (DGIST 교수)	이상훈 (연세대학교 교수)
이인철 (POSTECH 교수)	이연정 (경북대학교 교수)	이인진 (서울과학기술대학교 교수)
이인철 (한국항공대학교 교수)	이재성 (서울대학교 교수)	이준석 (연세대학교 교수)
이인철 (한국전자기술연구원 책임연구원)	이종하 (계명대학교 교수)	이재원 (계명대학교 교수)
이인철 (성균관대학교 교수)	이창우 (카톨릭대학교 교수)	임재열 (한국기술교육대학교 교수)
이인철 (제주대학교 교수)	임종우 (한양대학교 교수)	장세진 (한국전자기술연구원 센터장)
이인철 (제주하라대학교 교수)	장인수 (한국전자통신연구원 연구원)	장기원 (국가수리과학연구소 박사)
이인철 (광주과학기술원 교수)	정미라 (계명대학교 교수)	정원기 (고려대학교 교수)
이인철 (한밭대학교 교수)	정훈기 (한국교통대학교 교수)	정호열 (영남대학교 교수)
이인철 (HDXMILL 박사)	조승룡 (KAIST 교수)	조홍열 (네이버 연구원)
이인철 (제주대학교 교수)	최승호 (서울과학기술대학교 교수)	최유진 (연세대학교 교수)
이인철 (이화여자대학교 교수)	최주원 (서울대학교 교수)	최철현 (영남대학교 교수)
이인철 (세종대학교 교수)	최용석 (아주대학교 교수)	최홍준 (전남대학교 교수)
이인철 (연세대학교 교수)	황상주 (KAIST 교수)	최영배 (충북대학교 교수)
이인철 (고려대학교 교수) - 딥러닝		강제원 (이화여자대학교 교수) - 영상처리
이인철 (경북대학교 교수) - 음향 및 음성신호처리		이덕우 (계명대학교 교수) - 영상이해
이인철 (서울대학교 교수) - 바이오영상신호처리		김상우 (서울대학교 교수) - 로봇지능

시스템 및 제어소사이터

이덕진 (전북대학교 교수)	김희식 (서울시립대학교 교수)	박종국 (경희대학교 교수)
김도원 (연세대학교 교수)	오상록 (한국과학기술연구원 원장)	송록도 (단국대학교 교수)
김인환 (고려대학교 교수)	유정봉 (공주대학교 교수)	장길도 (전북대학교 교수)
오주보 (한국기술교육대학교 교수)	허경무 (단국대학교 교수)	
김영진 (한국산업기술시험원 센터장)	김영철 (군산대학교 교수)	
김기연 (한국산업기술시험원 선임연구원)	서영석 (영남대학교 교수)	이왕상 (경상대학교 교수)
김기연 (한국산업기술시험원 수석연구원)	박덕우 (한국기계전기전자시험연구원 센터장)	최현택 (한국해양과학기술원 책임연구원)
김기연 (한국산업기술시험원 수석연구원)	문태주 (부일하우징 대표)	신대현 (대연씨앤아이 대표)
김기연 (한국산업기술시험원 선임연구원)		
김기연 (B&P인스트루먼트 연구소장)	김수찬 (한경대학교 교수)	김종만 (전남도립대학교 교수)
김기연 (소울아이티 전무)	남기창 (동국대학교 교수)	류지형 (한국전자통신연구원 박사)
김기연 (현대전기 대표)	박명진 (경희대학교 교수)	박재병 (전북대학교 교수)
김기연 (충북대학교 교수)	송철규 (전북대학교 교수)	여희수 (대전대학교 교수)
김기연 (울지대학교 교수)	이수열 (경희대학교 교수)	이윤규 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김기연 (강릉원주대학교 교수)	이학성 (세종대학교 교수)	정재훈 (동국대학교 교수)
김기연 (UNIST 교수)	최우영 (전북대학교 교수)	한아 (한국산업기술시험원 선임연구원)
김기연 (한경대학교 교수)	남기창 (동국대학교 교수) - 의용전자 및 생체공학	
김기연 (전북대학교 교수)	오창현 (고려대학교 교수) - 의료영상시스템	
김기연 (한국과학기술정보연구원 연구원)	이성준 (한양대학교 교수) - 회로 및 시스템	
김기연 (한국산업기술시험원 센터장) - 인공지능 전환(AI)	정재훈 (동국대학교 교수) - 지능로봇	
김기연 (한국자동차연구원 수석연구원) - 자동차전자		
김기연 (대구보건대학교 교수) - 국방정보및제어		
김기연 (서울과학기술대학교 교수) - 스마트미터링		
김기연 (POSTECH 교수) - 제어계측		

산업전자소사이터

고정환 (인하공업전문대학 교수)	원영진 (부천대학교 교수)	윤기방 (인천대학교 명예교수)
김대환 (한국정보기술 대표이사)	이원석 (동양미래대학교 명예교수)	조규남 (로봇신문사 대표이사)
이상희 (동서울대학교 교수)		
한성준 (대흥정보 고문)		
한성준 (용인예술과학대학교 교수)	김상범 (한국폴리텍대학 교수)	김영로 (명지전문대학 교수)
한성준 (인하공업전문대학 교수)	서병석 (성지대학교 교수)	서준원 (K-MV지능정보기술 대표이사)
한성준 (명지전문대학 교수)	윤종현 (조선대학교 교수)	이정석 (인하공업전문대학 교수)
한성준 (국제대학교 교수)	조도현 (인하공업전문대학 교수)	
한성준 (로보월드코리아 대표이사)	권오병 (진인프라 전무이사)	김재중 (SJ정보통신 이사)
한성준 (대흥정보 상무이사)	김정석 (오디에이테크놀로지 대표이사)	김철마 (엠티데이터 상무이사)
한성준 (청파이엔티 대표이사)	김현영 (진우에이티에스 전무이사)	서봉상 (명화지리정보 대표이사)
한성준 (글로벌텔레콤 대표이사)	상재용 (오픈크리스탈 대표이사)	송관식 (아이씨티웨이 상무이사)
한성준 (복두컴퍼니 대표이사)	송치웅 (웨이버스 대표이사)	유정철 (쌍용정보통신 상무이사)
한성준 (투비콤 대표이사)	장대현 (LG U+ 상무이사)	전한수 (세림TSG 전무이사)
한성준 (태지티에스 대표이사)	조한일 (하이제이컨설팅 대표이사)	최석우 (대보정보통신 상무이사)
한성준 (여주대학교 교수)	권오상 (경기과학기술대학교 교수)	권윤중 (세명대학교 교수)
한성준 (부천대학교 교수)	김남선 (서일대학교 교수)	김대수 (전주비전대학교 교수)
한성준 (강릉원주대학교 교수)	김민석 (충청대학교 교수)	김대원 (상지대학교 교수)
한성준 (조선공업대학교 교수)	김성호 (부천대학교 교수)	안대원 (동양미래대학교 교수)
한성준 (인하공업전문대학 교수)	우찬일 (서일대학교 교수)	원우재 (한국폴리텍대학 교수)
한성준 (김포대학교 교수)	이상철 (인천재능대학교 교수)	김서재 (대림대학교 교수)
한성준 (동서울대학교 교수)	이영구 (한림성심대학교 교수)	이주연 (전주비전대학교 교수)
한성준 (동양미래대학교 교수)	최의선 (한국폴리텍대학 교수)	
한성준 (이지테크 대표이사)	최관희 (한국정보기술 이사)	김은연 (인터그래픽 대표이사)
한성준 (LJC 책임연구원)	변영필 (진인프라 전무이사)	신동희 (엠티데이터 상무이사)
한성준 (시티랩스 이사)	오재근 (한국정보기술 상무이사)	이강태 (동해종합기술공사 상무이사)
한성준 (엔클라우드 상무이사)	이승민 (투시스템 대표이사)	이승태 (하나텍시스템 이사)
한성준 (쌍용정보통신 상무이사)	이지학 (송안시스템 대표이사)	임준철 (대진정보통신 차장)
한성준 (나비스코에이 부장)	정철 (우송정보기술 대표이사)	정민우 (한국정보기술 상무이사)
한성준 (롯데정보통신 선임)	한찬석 (동해종합기술공사 부사장)	
한성준 (인하공업전문대학 교수)	김영선 (대림대학교 교수)	

제25대 평의원 명단

강 동 구 (한국전자연구원 센터장)
 강 석 주 (서강대학교 교수)
 강 성 원 (한국전자통신연구원 부원장)
 강 태 옥 (성균관대학교 교수)
 고 성 제 (고려대학교 명예교수)
 고 진 환 (경상대학교 교수)
 공 준 진 (웨이브피아 CSO)
 구 본 태 (한국전자통신연구원 본부장)
 권 건 우 (홍익대학교 교수)
 권 기 룡 (부경대학교 교수)
 권 태 수 (서울과학기술대학교 교수)
 김 가 인 (DGST 교수)
 김 광 순 (연세대학교 교수)
 김 도 현 (제주대학교 교수)
 김 동 순 (세종대학교 교수)
 김 동 현 (연세대학교 교수)
 김 병 서 (홍익대학교 교수)
 김 상 완 (서강대학교 교수)
 김 선 옥 (고려대학교 교수)
 김 소 영 (성균관대학교 교수)
 김 승 천 (한성대학교 교수)
 김 영 로 (영지전문대학 교수)
 김 용 신 (고려대학교 교수)
 김 윤 (서울시립대학교 교수)
 김 재 준 (서울대학교 교수)
 김 정 옥 (아주대학교 교수)
 김 중 현 (고려대학교 교수)
 김 진 영 (광운대학교 교수)
 김 태 인 (인하대학교 교수)
 김 혁 (서울시립대학교 교수)
 김 현 수 (삼성전자 상무)
 김 형 탁 (홍익대학교 교수)
 남 광 희 (포항공과대학교 교수)
 노 승 원 (LGI노텍 CTO)
 노 태 문 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
 류 수 정 (서울대학교 교수)
 류 현 석 (서울대학교 교수)
 민 경 식 (국민대학교 교수)
 박 규 태 (연세대학교 명예교수)
 박 성 옥 (강릉원주대학교 교수)
 박 수 현 (국민대학교 교수)
 박 인 호 (인하대학교 교수)
 박 준 은 (성균관대학교 교수)
 박 항 구 (소암시스템 회장)
 배 준 성 (강원대학교 교수)
 백 상 현 (고려대학교 교수)
 변 대 석 (삼성전자 마스터)
 서 병 석 (상지대학교 교수)
 서 지 원 (연세대학교 교수)
 성 광 모 (서울대학교 명예교수)
 송 민 규 (동국대학교 교수)
 송 준 영 (인천대학교 교수)
 신 창 환 (고려대학교 교수)
 심 규 성 (한경대학교 교수)
 심 재 원 (고려대학교 교수)
 안 상 철 (한국과학기술연구원 책임연구원)
 엄 낙 응 (한국전자통신연구원 연구전문위원)

강 명 곤 (서울시립대학교 교수)
 강 석 판 (LG전자 상무)
 강 윤 희 (백석대학교 교수)
 고 병 철 (계명대학교 교수)
 고 용 남 (하나미크론 전무)
 고 형 호 (충남대학교 교수)
 광 진 태 (고려대학교 교수)
 구 용 서 (단국대학교 석좌교수)
 권 경 하 (한국과학기술원 교수)
 권 기 원 (성균관대학교 교수)
 권 혁 인 (중앙대학교 교수)
 김 강 태 (삼성전자 부사장)
 김 기 연 (한국산업기술시험원 선임연구원)
 김 도 훈 (한국전자통신연구원 박사)
 김 동 식 (인하공업전문대학 교수)
 김 명 선 (한성대학교 교수)
 김 병 수 (한국전자기술연구원 센터장)
 김 상 태 (전남테크노파크 본부장)
 김 성 대 (한국과학기술원 명예교수)
 김 수 연 (동국대학교 교수)
 김 시 호 (연세대학교 교수)
 김 영 선 (대림대학교 교수)
 김 원 중 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 김 은 원 (대림대학교 교수)
 김 재 현 (아주대학교 교수)
 김 중 선 (홍익대학교 교수)
 김 지 훈 (한양대학교 교수)
 김 진 태 (건국대학교 교수)
 김 학 구 (중앙대학교 교수)
 김 현 (서울과학기술대학교 교수)
 김 형 준 (한국과학기술연구원 소장)
 김 훈 (인천대학교 교수)
 남 기 창 (동국대학교 교수)
 노 원 우 (연세대학교 교수)
 동 성 수 (용인예술과학대학교 교수)
 류 승 탁 (한국과학기술원 교수)
 문 영 식 (한림성심대학교 총장)
 민 동 보 (이화여자대학교 교수)
 박 동 옥 (서울시립대학교 교수)
 박 성 정 (건국대학교 교수)
 박 영 훈 (숙명여자대학교 교수)
 박 중 선 (고려대학교 교수)
 박 진 옥 (육군사관학교 명예교수)
 방 승 찬 (한국전자통신연구원 원장)
 배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 백 준 기 (중앙대학교 교수)
 변 영 재 (울산과학기술원 교수)
 서 승 우 (서울대학교 교수)
 서 철 현 (숭실대학교 교수)
 손 교 민 (삼성전자 마스터)
 송 병 철 (인하대학교 교수)
 신 오 순 (숭실대학교 교수)
 신 현 철 (광운대학교 교수)
 심 동 규 (광운대학교 교수)
 안 광 호 (한국전자기술연구원 본부장)
 안 성 수 (영지전문대학 교수)
 연 규 봉 (한국자동차연구원 수석연구원)

강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
 강 석 형 (포항공과대학교 교수)
 강 제 원 (이화여자대학교 교수)
 고 석 준 (제주대학교 교수)
 고 정 환 (인하공업전문대학 교수)
 공 배 선 (성균관대학교 교수)
 구 민 석 (서울시립대학교 교수)
 궁 재 하 (고려대학교 교수)
 권 구 덕 (강원대학교 교수)
 권 종 원 (한국산업기술시험원 센터장)
 권 호 열 (강원대학교 교수)
 김 경 기 (대구대학교 교수)
 김 도 현 (국민대학교 명예교수)
 김 동 규 (한양대학교 교수)
 김 동 현 (ICTK 대표이사)
 김 민 휘 (중앙대학교 교수)
 김 상 범 (한국폴리텍대학 교수)
 김 선 용 (건국대학교 교수)
 김 성 우 (서울대학교 교수)
 김 수 중 (경북대학교 명예교수)
 김 영 권 (후례대학교 명예총장)
 김 영 한 (UC San Diego/가우스랩스 대표이사)
 김 원 준 (건국대학교 교수)
 김 익 군 (한국전자통신연구원 부장)
 김 재 희 (연세대학교 명예교수)
 김 중 옥 (고려대학교 교수)
 김 진 상 (경희대학교 총장)
 김 태 옥 (연세대학교 교수)
 김 한 구 (EESOP 대표)
 김 현 (부천대학교 교수)
 김 형 진 (한양대학교 교수)
 나 정 웅 (한국과학기술원 명예교수)
 남 일 구 (부산대학교 교수)
 노 정 진 (한양대학교 교수)
 류 성 주 (서강대학교 교수)
 류 은 석 (성균관대학교 교수)
 문 용 (숭실대학교 교수)
 박 관 서 (연세대학교 교수)
 박 성 옥 (차세대지능형반도체사업단 이사장)
 박 성 한 (한양대학교 명예교수)
 박 인 규 (인하대학교 교수)
 박 중 일 (한양대학교 교수)
 박 철 수 (광운대학교 교수)
 배 순 민 (케이티 LAB장)
 백 광 현 (중앙대학교 교수)
 범 진 옥 (서강대학교 교수)
 서 민 재 (서울시립대학교 교수)
 서 종 모 (서울대학교 교수)
 선 우 경 (서울대학교 교수)
 송 문 섭 (삼척 회장)
 송 익 현 (한양대학교 교수)
 신 요 안 (숭실대학교 교수)
 신 희 동 (한국전자기술연구원 원장)
 심 용 (중앙대학교 교수)
 안 병 구 (홍익대학교 교수)
 안 현 식 (동명대학교 교수)
 오 윤 제 (정보통신기획평가원 PM)

오 윤 호 (고려대학교 교수)
 우 윤 택 (한국과학기술원 교수)
 유 담 (서울대학교 교수)
 유 찬 세 (한국전자기술연구원 수석연구원)
 윤 명 국 (이화여자대학교 교수)
 윤 종 용 (삼성전자 비상임고문)
 이 광 엽 (서경대학교 교수)
 이 규 북 (한국전자기술연구원 석좌연구위원)
 이 덕 진 (전북대학교 교수)
 이 민 호 (경북대학교 교수)
 이 상 훈 (웨이브피아 대표이사)
 이 성 호 (한국전자기술연구원 센터장)
 이 승 호 (한밭대학교 교수)
 이 윤 구 (광운대학교 교수)
 이 재 관 (한국자동차연구원 소장)
 이 재 훈 (서울대학교 명예교수)
 이 정 원 (서울대학교 교수)
 이 주 연 (전주비전대학교 교수)
 이 채 은 (한양대학교 교수)
 이 태 동 (국제대학교 교수)
 이 형 민 (고려대학교 교수)
 이 희 덕 (충남대학교 교수)
 임 성 훈 (대구경북과학기술원 교수)
 임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)
 장 성 진 (주와이씨 대표이사)
 전 동 석 (서울대학교 교수)
 전 세 영 (서울대학교 교수)
 전 흥 태 (중앙대학교 명예교수)
 정 성 엽 (고려대학교 교수)
 정 영 모 (한성대학교 교수)
 정 은 성 (홍익대학교 교수)
 정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)
 정 한 울 (광운대학교 교수)
 조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
 조 성 현 (한양대학교 교수)
 조 진 우 (한국전자기술연구원 부원장)
 진 훈 (안양대학교 교수)
 채 주 형 (광운대학교 교수)
 최 병 호 (한국전자기술연구원 연구소장)
 최 용 수 (신한대학교 교수)
 최 재 혁 (서울대학교 교수)
 최 창 식 (DB하이텍 부회장)
 한 동 석 (경북대학교 교수)
 한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 함 범 섭 (연세대학교 교수)
 허 준 (고려대학교 교수)
 홍 성 원 (서강대학교 교수)
 황 성 운 (가천대학교 교수)
 황 인 태 (전남대학교 교수)

오 태 현 (포항공과대학교 교수)
 우 정 호 (비전넥스트 대표이사)
 유 명 식 (숭실대학교 교수)
 유 창 동 (한국과학기술원 교수)
 윤 석 현 (단국대학교 교수)
 윤 종 윤 (주파두 사장)
 이 권 형 (LG전자 책임연구원)
 이 규 호 (연세대학교 교수)
 이 동 규 (카카오모빌리티 부사장)
 이 병 희 (한밭대학교 교수)
 이 서 규 (한국매향산업협회 회장)
 이 수 민 (한국센서연구소 대표이사)
 이 신 형 (서울시립대학교 교수)
 이 인 규 (고려대학교 교수)
 이 재 규 (삼성전자주) 마스터)
 이 재 훈 (유정시스템 대표이사)
 이 종 호(S) (서울대학교 교수)
 이 진 구 (동국대학교 석좌교수)
 이 천 희 (전주주대학교 교수)
 이 한 호 (인하대학교 교수)
 이 후 진 (한성대학교 교수)
 인 치 호 (세명대학교 교수)
 임 완 수 (성균관대학교 교수)
 임 흥 기 (인하대학교 교수)
 장 익 준 (경희대학교 교수)
 전 병 우 (성균관대학교 교수)
 전 영 현 (삼성전자주) 부회장)
 정 방 철 (충남대학교 교수)
 정 소 이 (아주대학교 교수)
 정 완 영 (한국과학기술원 교수)
 정 은 승 (삼성전자 고문)
 정 정 화 (한양대학교 석좌교수)
 제 민 규 (한국과학기술원 교수)
 조 문 규 (한국교통대학교 교수)
 조 영 민 (SkyMirr CEO)
 주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)
 채 관 엽 (삼성전자 마스터)
 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
 최 성 민 (해치텍 대표이사)
 최 우 영 (서울대학교 교수)
 최 준 림 (경북대학교 교수)
 최 천 원 (단국대학교 교수)
 한 은 혜 (에스에스앤씨 대표이사)
 한 태 화 (연세대의료원 팀장)
 함 철 희 (삼성전자 마스터)
 홍 국 태 (LX세미콘 연구위원)
 홍 승 홍 (인하대학교 명예교수)
 황 원 준 (고려대학교 교수)
 황 진 영 (한국항공대학교 교수)

우 성 민 (한국기술교육대학교 교수)
 원 제 형 (도쿄일렉트론코리아 대표이사)
 유 재 준 (울산과학기술원 교수)
 유 창 식 (삼성전자 부사장)
 윤 영 권 (삼성전자 마스터)
 이 강 윤 (성균관대학교 교수)
 이 규 대 (공주대학교 교수)
 이 덕 기 (연암공과대학교 교수)
 이 문 기 (연세대학교 명예교수)
 이 상 설 (한양대학교 명예교수)
 이 성 준 (한양대학교 교수)
 이 수 인 (텔레칩스 상무)
 이 우 주 (중앙대학교 교수)
 이 장 규 (텔레칩스 대표이사)
 이 재 진 (숭실대학교 교수)
 이 정 우 (중앙대학교 교수)
 이 종 호(B) (서울대학교 교수)
 이 찬 수 (영남대학교 교수)
 이 총 용 (연세대학교 교수)
 이 혁 재 (서울대학교 교수)
 이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
 임 대 영 (한국산업기술시험원 박사)
 임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
 장 길 진 (경북대학교 교수)
 전 국 진 (서울대학교 명예교수)
 전 선 익 (파이낸셜뉴스 부회장)
 전 재 욱 (성균관대학교 교수)
 정 범 진 (서울과학기술대학교 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)
 조 일 환 (명지대학교 교수)
 진 경 환 (고려대학교 교수)
 채 영 철 (연세대학교 교수)
 최 광 성 (한국전자통신연구원 실장)
 최 수 일 (전남대학교 교수)
 최 우 영 (연세대학교 교수)
 최 중 호 (서울시립대학교 교수)
 추 민 성 (한양대학교 교수)
 한 재 호 (고려대학교 교수)
 한 태 희 (성균관대학교 교수)
 허 재 두 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
 홍 대 식 (연세대학교 교수)
 홍 인 기 (경희대학교 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
 이안순 부장 - 학회지, 추계학술대회, 이사회/평의원회, 총무업무(선거, 공문, 임원관련, 송년회, 포상 및 Wiset 등), 산업전자소사이터티
 배지영 부장 - 국제학술대회(ICCE-Asia), 하계종합학술대회, 신기술(총괄), 차세대리더육성, 시스템 및 제어소사이터티
 배기동 부장 - 사업행사(기술워크숍 등), 국문논문, 표준화, 용역업무, 인공지능신호처리소사이터티
 이소진 서기 - 국제학술대회(ITC-CSCC, ICEIC, 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), 차세대리더육성, 기타 지원업무, 반도체소사이터티
 객새롬 서기 - 본회/소사이터티/연구회 재무, 회원관리(개인회원 및 특별회원), 기획, 통신소사이터티

과학기술인의 정치참여, 선택이 아닌 필수



임혜숙 명예회장

이화여자대학교 융합전자반도체공학부 교수

지난 정부 시절 우리는 과학기술계가 정치에 무관심했던 대가를 뼈저리게 치렀다. 정부 연구개발 예산이 2023년 31.1조 원이었는데 2024년에는 5.2조(16.6%)가 감액된 25.9조가 되었다. 국가 연구개발 예산 중 과학기술 분야 기초연구사업 역시 2023년 2.6조에서 2024년에 2,000억 감액된 2.4조가 되었다. 또한 급조된 소수의 대형 글로벌 연구사업에 예산이 집중되면서, 많은 과학기술인이 참여해왔던 소액연구과제 수가 대폭 줄어들었다. 일례로 젊은 연구자들의 입문과제로 불렸던 기본연구 과제는 2021년 2,232개에서 2022년 1,960개, 2023년 1,235개, 2024년부터 '0개'가 되어 완전히 없어졌다.

2023년 이전에 선정돼 연구가 진행 중이던 계속 과제의 연구비가 10~20% 일괄 삭감되기도 했고, 내 경우에도 개인 과제 연구비가 어떠한 설명도 없이 10% 감액되었다. 전임교원이 아닌 연구교수·박사후연구원·대학원생에겐 예산삭감이 생계 위협으로 다가왔다. 비전임 연구원들은 대부분 소액과제인 기본 연구, 학문균형발전 지원 과제 등을 통해 인건비를 받았지만, 전례 없이 수천 개의 소액과제 신규 지원이 사라지며 많은 비전임 연구원이 실직했다.

정부가 어떤 메시지를 보냈는지는 더 중요한데, 지난 정부는 과학기술인들에게 'R&D 이권 카르텔'이라는 오명까지 씌웠다. 그간 정부 연구개발 예산의 어떤 부분에서 카르텔적 요소가 있었는지 분석이 선행되지 않은 이러한 매도는 대한민국 전체 과학기술인의 긍지와 자부심에 상처를 입혔다. 15년간 지속된 대학 등록금 동결로 물가 인상조차 반영하지 못하는 처우를 감내하며 묵묵히 연구에 집중해 온 대학교수들로서는 과학기술인으로서의 자존감이 훼손되는 경험이었다.

많은 연구자가 기초연구의 씨앗이 마르고 있다고 탄식했지만, 정작 이를 막고자 과학기술인의 의견을 정부나 정치권에 전달하거나, 연구자들을 대변할 대표자는 찾아보기 어려웠다. 원인을 생각해보다면 일정부문 과학기술인들이 그동안 정치에 무관심했고, 정치참여를 스스로 외면해왔기 때문이라는 생각이 든다.

이제 과학기술인들에게 정치참여는 선택이 아니라 생존의 문제로 다가왔다. 과학기술인들의 정치참여를 긍정적으로 바라보고 공론화하는 노력, 그리고 각 개인이 정치적 식견을 넓히고 영향력을 확대하려는 노력이 병행되어야 한다. 과학기술인 스스로가 사회와 정치 속에서 자신의 역할을 자각하고, 정치적 사안에 대해 동료들과 논의를 이어가며 목소리를 내기 위해 노력할 때, 더 이상 연구개발 예산삭감과 같은 위기 상황에 속수무책으로 당하는 일을 반복하지 않을 것이다. 또한 과학기술인의 목소리를 전달할 수 있는 채널을 미리 확보해야 한다. 과학기술 현장에 대하여 잘 파악하고 과학기술계의 의견을 관철할 정치적 입지를 가진 과학기술인이 필요하다. 더 나아가, 국회 내 과학기술인 출신 국회의원 수가 현저히 적은 현실도 반드시 개선해나가야 한다.

기술 패권 시대로 불리는 이 시대에 대체 불가능한 과학기술을 확보하고 발전시키는 것은 국가경쟁력의 핵심이지만, 이를 뒷받침할 정치적 의사결정 과정에 과학기술인의 목소리가 배제된다면, 훌륭한 연구 결과나 기술도 사장되기 쉽다. 과학기술인이 정책설계의 주체가 되어 대한민국의 과학기술 정책을 능동적이고 합리적으로 설계해 나가야 한다.

학회소식

2025년 영상이해 및 영상처리연구회 합동 여름학교

본 학회 인공지능신호처리 소사이어티 영상이해연구회[이덕우 교수(계명대)], 영상처리연구회[강제원 교수(이화여대)] 공동 개최로 “2025년 영상이해 및 영상처리연구회 합동 여름학교”가 7월 18일(금) 중앙대학교 310관 B501호에서 개최되었다.

본 여름학교에서는 컴퓨터 비전 및 영상처리 분야에서 최근 널리 연구되고 있는 주제의 기초 이론부터 최신 연구 동향까지 폭넓은 주제로 진행되었다. 특히, 최근 활발하게 연구되고 있는 멀티모달 및 Physical AI뿐 아니라 전통적으로 꾸준히 관심받는 연구주제인 Computational Photography, 3D Understanding 등 많은 관심을 받고 있는 연구주제를 통해 심도 있는 토론이 이루어졌다. 이와 더불어, 산업계 최신 기술을 살펴볼 수 있는 특별 강연 등 대학원뿐만 아니라 해당 분야의 진학 및 취업을 희망하는 학부생, 산업계 연구원들에게도 큰 도움이 되었으며, 참가자는 약 100여 명이었다.



참가자 기념 촬영

2025 상용반도체 개발 기술 워크숍

반도체소사이어티 [회장: 장성진 대표이사(주식회사 와이씨)]에서는 차세대지능형반도체사업단 및 한국반도체연구협회/조합과 함께 7월 22일(화) 한국반도체산업협회 9층 교육장에서 “2025년 상용반도체 개발 기술 워크숍”을 온라인 병행으로 개최하였다. 이번 워크숍에서는 “차세대지능형반도체사업단”에서 다양한 응용 분야의 상용반도체 기술 개발 과제로 추진하는 61개 과제 중, 2024년까지 종료된 34개 과제 가운데 12개를 선정하여 수요 기업들과 공유하였다. 이를 통해 설계 개발, 검증 및 사업화 과정을 산·학·연 전문가 및 미래 인재들과 함께 논의하며, 팹리스들의 기술력과 비전을 나누었다. 행사에는 약 140여 명이 참석하였다.



참가자 기념 촬영



강연 모습

Hyper Scale AI를 위한 컴퓨팅과 인터컨넥트: 성능의 한계를 넘어서

본 학회 사업위원회[프로그램위원장: 이채은 교수(한양대), 김영로 교수(명지전문대)] 개최로 “Hyper Scale AI를 위한 컴퓨팅과 인터컨넥트: 성능의 한계를 넘어서”가 7월 24일(목) 과학기술회관에서 하이브리드 형태로 개최되었다.

본 워크숍에서는 차세대 AI 인프라를 위한 스마트 네트워크 기술, 고속 인터커넥트 및 HBM 기반 메모리 시스템, PIM과 CXL을 활용한 AI 가속기 구조 그리고 다양한 AI 워크로드에 대응하는 메모리 기술 및 추론 아키텍처 등 Hyper Scale AI 실현을 위한 핵심 기술들에 대해 폭넓게 논의되었다. 참석은 약 140여 명이였다.



강연 모습

학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

(2025년 7월 17일 ~ 8월 15일)

1. 회의 개최

회의 명칭	일시	장소	주요 안건
제3차 ICCE-Asia 2025 조직위원회	7.18 (12:30)	온라인	- 프로그램 구성 논의 등
제1차 ICEIC 2026 조직위원회	7.24 (16:00)	학회 회의실	- 상견례 및 프로그램 구성 논의
제4차 ICCE-Asia 2025 조직위원회	8.1 (12:30)	온라인	- 논문모집 및 프로그램 구성 등

2. 행사 개최

구분	행사명	기간	장소
영상이해연구회 / 영상처리연구회	2025년 영상이해/ 영상처리연구회 합동 여름학교	7.18	중앙대학교 310관 (100주년기념관)
반도체소사이어티	2025 상용반도체 개발 기술 워크숍	7.22	한국반도체산업협회 (온라인 병행)
사업위원회	Hyper Scale AI를 위한 컴퓨팅과 인터컨넥트: 성능의 한계를 넘어서	7.24	과학기술회관 (온라인 병행)
통신소사이어티	통신소사이어티 워크숍	7.24~7.25	강촌 엘리시안리조트
강원지부	2025 전자·반도체·인공지능 학술대회	8.7~8.8	강릉원주대학교

의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술



김 대 흥 편집위원
(을지대학교)

의료영상시스템은 수 십년간 하드웨어적 발전을 통한 도약 및 인공지능을 필두로 소프트웨어적인 기술적 진보가 진행되고 있다. 병의 진단과 암 치료를 위한 의료방사선 장치들은 고품질을 위한 첨단 기술들을 끊임없이 내놓고 있으며, 현재는 그 중심에 인공지능 기술의 접목이

있다. 인공지능은 의료방사선장치와 결합되어 정량화를 통한 진단능 향상, 환자 안전성 향상, 업무 효율화 및 자동화 등 다양한 장점을 가져올 수 있다. 본 특집호는 이러한 의료방사선장치에 적용되는 인공지능의 기술적 분야, 영상 품질 개선과 장치의 품질 보증 분야 및 한국 의료계 전반에 걸친 기타 분야에 관한 학계 및 산업계 전문가들의 견해를 기고문 6편으로 구성하였다.

첫째, “(최용수)”에서는 의료영상의 진단에서 해결해야 될 과제들과 인공지능 도입의 필요성과 함께 “디지털 의료영상 분석에 필요한 인공지능시스템 요소 기술”에서 의료영상 인공지능시스템을 구축하는데 필요한 요소 기술을 소개하였다. 둘째, “방사선 이용 의료 영상 인공지능 기술(백철하)”에서는 의료 영상을 위한 주요 인공지능 기술의 특징과 의료 영상 응용 예시를 소개하였다. 셋째, “의료영상획득을 위한 방사선 검출시스템에서의 인공지능의 활용(이승재)”에

서는 다양한 의료영상장치의 검출 시스템에서 인공지능 응용 현황을 살펴보고 고찰하였다. 넷째, “인공지능을 활용한 유방암 영상진단 기술의 현재와 미래(손기홍)”에서는 유방암 검출을 위한 기존 영상 기기들의 특성과 한계를 짚고 인공지능 응용 현황과 기술적·윤리적 과제를 분석하였다. 다섯째 “인공지능 기반 의료방사선장치의 품질 보증 동향(김대홍)”에서는 진단 및 암 치료 장치의 인공지능 품질 보증 자동화에 의한 업무 효율성 증진 및 환자 안전 제공의 장점을 설명하였다. 끝으로 “의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술의 현재와 미래: 한국 의료계 위기 상황과 AI 기술의 역할(천원중)”에서는 현재 한국 의료시스템의 구조적인 문제를 인공지능을 통해 혁신할 수 있고, 진단 정확도, 업무 효율성, 의료 형평성 측면에서 인공지능의 기여가 클 것으로 전망하였다.

바쁜 일정 중에도 본 특집호를 위하여 기고문을 보내주신 집필진 여러분께 감사드리며, 본 특집호가 의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술 관련 전문가들의 교류와 협력을 위한 새로운 계기가 되어 우리나라 의료영상시스템 산업의 발전과 경쟁력 강화에 기여할 수 있기를 기원한다.

디지털 의료 영상 분석에 필요한 인공지능시스템 요소 기술

I. 서론

현재의 의료진단 영역에서 영상진단에 의한 원인의 발견 및 치료의 방향설정 등이 매우 중요하다. 의료영상의 진단에서 영상의 복잡성, 해석의 주관성, 전문 인력 부족 등의 문제가 의료진의 부담을 가중시키고 있다. 예를 들어 CT 한 건에 수백 장의 이미지가 포함될 수 있고, 병변은 미세하거나 위치가 다양하여 판독에 많은 시간이 걸린다. 더욱이 병원 간 영상 품질과 해석 기준의 차이, 전문가 간 의견 불일치 등은 진단 신뢰도를 떨어뜨릴 수 있다. 특히, 진단은 정확성과 속도가 생명이다. 디지털 기기의 발전으로 의료영상은 대부분 디지털 의료영상으로 생성이 되며 자동화된 영상진단 기술(알고리즘)들이 개발되어져 왔고 특히, 인공지능 기술의 발전으로 의료영상의 자동화된 분석 및 진단기술은 더욱 발전하고 있다.

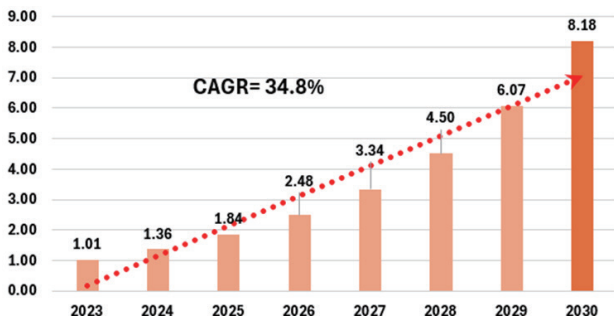
위와 같이 다양한 의료영상 진단분야에서 인공지능 기술이 도입되고 있으며, 그 필요성은 다음과 같은 측면에서 요약할 수 있다.

- **정확도 향상:** AI는 데이터 기반으로 학습하여 반복적인 패턴을 빠르고 정밀하게 인식할 수 있어, 병변 탐지의 민감도와 특이도를 향상시킬 수 있다.
- **속도 개선:** 대량의 의료영상을 신속히 분석하여 응급상황에서 빠른 의사결정을 지원할 수 있다.
- **진단 일관성:** 사람마다 달라질 수 있는 해석을 AI가 일정 기준으로 판단해 유사한 형태의 의료영상에 대해 일정한 진단 결과를 도출해 낼 수 있어 진단의 표준화를 가능하게 한다.
- **전문가 부족 대응:** 특히 의료 자원이 부족한 지역에서 AI가 진단 도구로 활용되어 의료 접근성을 높일 수 있다.

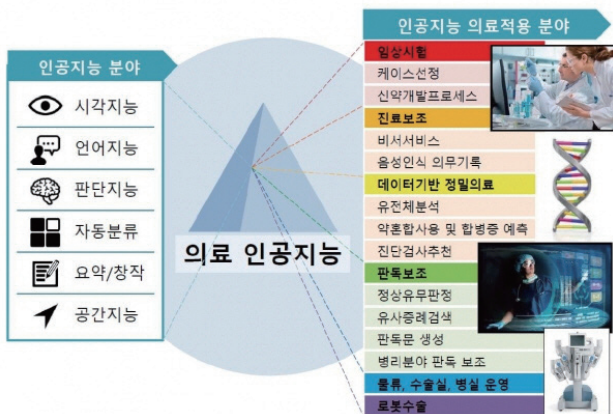
국내에서 의료 영상 분석에 인공지능을 활용하는 시장의 현황을 살펴



최용수
신한대학교



〈그림 1〉 인공지능 의료영상 분석 시장 현황



〈그림 2〉 인공지능 분야와 인공지능 의료 적용분야

보고자 한다.

국내 의료 AI 시장은 연평균 50% 이상의 높은 성장률을 보이며, 2030년에는 9조원 정도의 규모에 이를 것으로 전망된다.

인공지능의 다양한 분야 기술들을 활용하여 의료 인공지능 적용분야는 X-ray, CT, MRI 등 의료 영상 데이터 분석 기술로 확대될 것이며 〈그림 2〉와 같은 기술에 대한 특허 출원도 활발하게 이루어지고 있다. 특히, 의료 영상 분석 분야에서 국내 기업들의 경쟁력이 강화되고 있으며, 글로벌 시장에서도 두각을 나타내고 있다.

〈그림 3〉에서는 의료인공지능 기술을 활용하여 자동화된 진단과 응용기술의 효과성을 보인 실제 사례에 대해 살펴보겠다. 〈그림 3〉의 왼쪽 그림은 (주)메디픽셀에서 개발한 솔루션 'MPXA'이다^[1]. 심혈관 조영영상에서 협착이 발생한 혈관 부위를 자동으로 찾아 협착 정도를 수치로 보여주는 인공지능 솔루션이다. 이 솔루션은 모든 분석 과정이 1~2초 만에 끝나도록 완전 자동화해 시술실



〈그림 3〉 좌: 심혈관 협착 진단 및 측정 솔루션

우: X-Ray 근골격 판독 보조 솔루션

안에서 의사들을 보조해 실제 스텐트 시술 등에 실시간으로 쓰일 수 있도록 한 특징이 있다. 〈그림 3〉의 오른쪽은 X-ray 영상 기반 수술 로봇을 개발하는 기업인 코넥티브(주)에서 개발한 AI 기반 X-ray 분석 솔루션이다. 이 기술은 근골격 판독 보조를 위한 X-ray를 분석하는 솔루션으로, 인체 정보의 습득 및 학습까지 진행할 수 있다. 개발사는 자사의 인공관절 수술 로봇의 정확도를 95%까지 끌어올릴 것으로 예상할 정도로 정밀도가 높다.

하지만, 의료영상 분석에서 인공지능을 도입하는 효과성이 높은 대신 인공지능 기술이 가진 기본적인 한계 및 의료환경의 여러 가지 요소에 비추어 볼 때 장애요소도 적지 않다.

- AI 기술에 대한 높은 초기 투자 비용과 전문 인력 부족 문제
- 의료데이터의 보안 및 개인정보 보호에 대한 우려가 존재
- AI 모델의 예측 불확실성 및 설명 가능성에 대한 문제의 해결

II. 의료영상 인공지능 시스템 요소 기술

2장에서는 인공지능 기반 의료영상 분석을 완성하기 위해 필요한 요소기술들에 대해 논의해 보고자 한다.

의료영상 데이터를 활용한 인공지능모델 개발에는 다음과 같은 해결 과제들이 있다.

- **고해상도 및 고차원 데이터:** MRI와 CT는 수백장의 단면 이미지로 구성되어 있으며, 이는 분석과 저장에 있어 고성능장비를 요구한다.
- **데이터 부족 및 불균형:** 질병 데이터는 민감하고 수집이 어려우며, 특정질환은 극히 데이터가 드물어

학습에 필요한 충분한 데이터 확보가 어렵다.

- **환자정보 보호:** 의료데이터는 개인식별정보를 포함하고 있어 강력한 보안조치와 법적규제가 필요하다.
- **레이블링(주석) 비용:** 의료영상에 정확한 라벨을 붙이는 작업은 전문의의 참여가 필요하여 많은 시간과 비용이 소요된다.

이와 같은 해결과제들을 포함하고 있어 각 의료기관 및 의료영상 분석기술을 개발하는 회사의 새로운 도전에 일부 걸림돌이 되고 있다. 최근 정부 부처의 사업에서 다양한 산업 분야들을 대상으로 인공지능 응용기술 개발에 투자를 하고 있고 의료기관이나 기술개발 회사들은 이 기회를 통해 해당 분야에서의 많은 업적을 만들어내고 있는 것은 긍정적인 신호로 볼 수 있다.

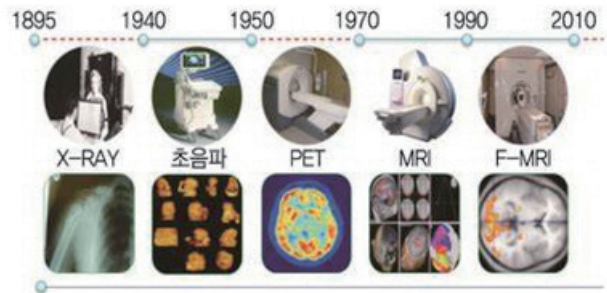
아래에서는 인공지능 기술을 의료영상 분석에 적용하기 위해 필요한 요소기술들을 의료영상 데이터, 영상개선, 영상합성, 인공지능 모델, 시각화 등의 관점으로 요약해 보고자 한다.

2.1 디지털 의료영상

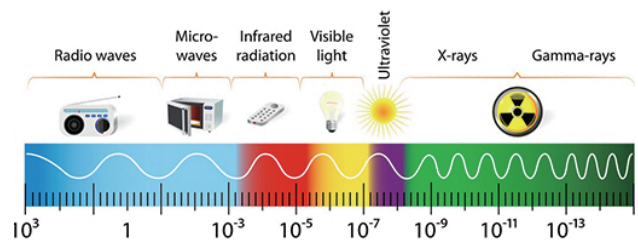
현재의 디지털 전환 시대에 많은 의료분야에서 의료영상을 촬영하고 디지털매체에 저장하고 각종 처리알고리즘을 이용하여 진단에 도움받거나 자동화된 병변의 검출을 수행한다. 특히, 영상의학과는 다양한 영상진단장비를 이용하여 X-선 검사, 초음파 검사, CT검사, MR 검사, 골밀도 검사, 유방촬영 등의 영상을 획득하고 영상정보를 바탕으로 질병을 진단하는 분야이다.

일정규모 이상의 대부분 병원은 의료영상 저장전송시스템(PACS: Picture Archiving and Communication System), 전자의무기록(EMR: Electronic Medical Record) 등을 통해 대규모의 의료데이터를 축적하고 있으며, 여기에 기계학습, 딥러닝, 이미지 인식 등 인공지능 기술의 활용이 더해져 새로운 의료서비스가 다양하게 창출되고 있다. 특히, 최근에는 PACS 시스템에 저장된 대규모 데이터의 응용서비스를 개발하기 위한 정부차원의 지원이 늘고 있는 추세이다.

최근에는 병원에서 다루어지는 영상 이미지는 모두 디지털 이미지로, 영상의학과 전문의들이 디지털 이미지를



〈그림 4〉 의료영상 촬영 도구의 발전



〈그림 5〉 주파수에 따른 광원의 종류

직접 보며 판단하는 아날로그적 방식에 인공지능이 들어오면서 영상 판독 시간이 5분에서 20초로 줄어들거나 두명 중 한 명의 전문의를 대체할 수 있는 수준에 이르고 있다. 향후 실제 의사는 인공지능의 판단에서 이상이 있는지를 판단하는 데에 더 중요한 역할만을 하게 될 것이다.

의료영상을 획득하기 위한 장치는 크게 X-선 촬영법, 초음파영상법, CT, PET, SPECT, 자기공명영상법 등이 있다.

우선, 광원(light source)에 따른 다양한 의료 영상 데이터의 구분은 파장(주파수)의 종류에 따른 구분으로 설명할 수 있다.

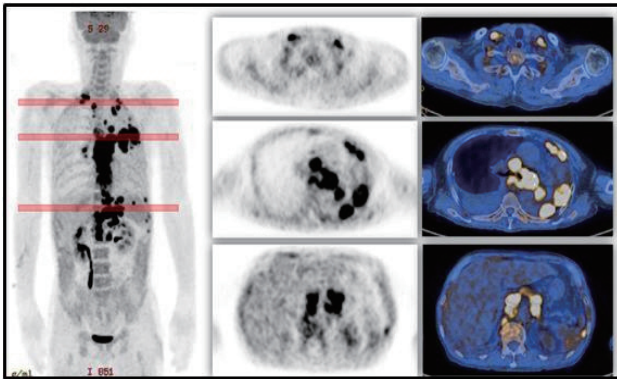
■ 가시광선을 이용한 의료 영상

1) Endoscopy (내시경): 위, 장 내시경 검사 시 사용하는 것으로, 내시경 앞부분에 light source와 CCD 센서가 모두 있어서 영상으로 보여준다.

2) Microscopy (현미경): 조직 검사 시 현미경의 접안 렌즈, 대물렌즈를 이용해 작은 물체를 크게 확대해서 보여준다.

■ 방사선을 이용한 의료 영상

1) X-ray: X-tube에서 light source를 내보내고 몸을 통과하는데, 각 부위 조직의 투과된 x-ray intensity 차이로 영상을 만들어낸다.



〈그림 6〉 촬영된 CT영상의 표현

2) CT (Computed Tomography): 인체의 단면 주위를 돌며 각도에서 x-ray 영상을 찍고, 여러 장의 2D x-ray 이미지를 합쳐 한 장의 3D 영상 이미지로 만든다. 수 초 내로 짧은 시간 안에 3D 영상을 얻을 수 있지만, 방사선에 노출되고 조영제를 사용하여 몸 밖으로 배출이 잘 안될 수 있다는 단점이 있다.

3) PET (positron emission tomography): 양전자를 방출하는 방사성 의약품(방사성 포도당)을 몸에 주입 후, 인체의 360도에서 이를 detection 후, 3D 영상 이미지로 만든다. 포도당 대사는 암세포에서 비정상적으로 높으므로 PET에서 밝게 나와 암 조기진단에 유용하게 쓰이게 된다. 장점으로는 신진대사를 볼 수 있어 조기진단이 가능하지만, 방사선을 몸에 주입하고 비싸다는 단점이 있다.

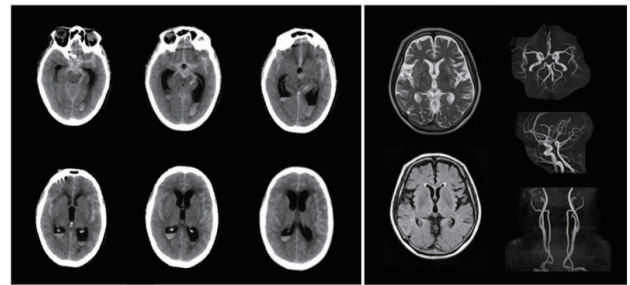
■ 자기장을 이용한 의료 영상

1) MRI (Magnetic Resonance Imaging): light source는 아니지만, 자기장을 걸어주어 몸 안의 수소 원자들이 근육, 지방 등 tissue에 따라 도는 속도의 차이를 바탕으로 3D 영상을 만들어낸다. 방사선 노출이 없어 몸에 유해하지 않고, brain처럼 soft tissue들을 잘 구분해서 볼 수 있으나, 비싸고, 찍을 때 소음이 나며, 영상을 얻는 데 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

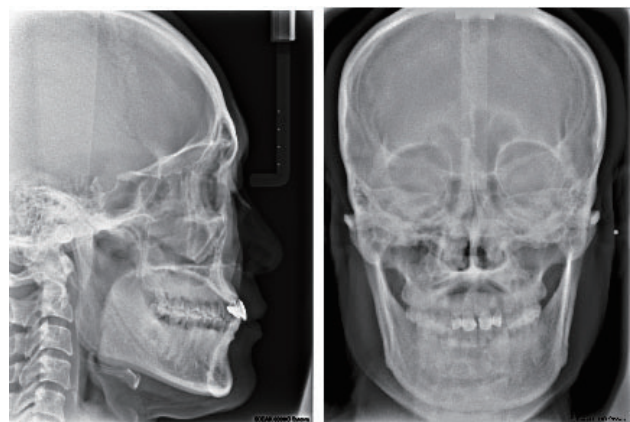
이 밖에 심장, 태아 검사를 위한 초음파나 망막 단층검사를 하기 위한 근적외선을 이용한 영상 등이 있다.

2.1.1 방사선 촬영 의료영상: X-Ray

의료영상으로 가장 오래된 장비로 현재도 널리 사용되



〈그림 7〉 CT(좌)와 MRI(우) 촬영 영상의 비교



(측 방향) (전후 방향)

〈그림 8〉 엑스레이 단면(방향)별 영상

는 방법이다. X선이 인체를 통과할 때 흡수 또는 산란되는 정도를 이용하여 영상을 얻게된다. 엑스레이 영상은 매우 높은 해상도를 가지는 것이 특징인데 연조직에 대한 영상 대조도가 낮고 방사선 노출에 대한 위험성이 있으며 타 영상법과 비교해서 X선 촬영은 입체영상이 불가하다는 단점이 있다. 주요 특징으로는 검사시간이 2~3분정도로 짧고 통증이 없다. 또한, 특별한 간호가 요구되지 않으나 임신부의 경우 주의가 필요하다.

2.1.2 CT(Computed Tomography)

컴퓨터 단층촬영을 뜻하는 CT는 X-Ray를 이용하여 인체내부를 단층적으로 촬영하여 영상화하는 진단 검사이다.

엑스레이 관과 검출기가 환자 주변을 회전하며 여러 방향에서 X-Ray를 투사하고 흡수된 X-Ray데이터를 컴퓨터를 통해 처리하여 단명 영상을 만든다. 이는 뼈부터 근육, 지방, 혈관, 장기 등 연조직까지 다양한 구조를 촬영

	CT	MRI
원리	방사선(X-ray)	자기장
검사시간	10-15분	30-50분
해상도	높음	낮음
비용	10-20만원	20-100만원
잘 보이는 구조	뼈, 폐 병변, 석회화된 병변(침샘 결석 등)	인대, 근육 등의 조직

〈그림 9〉 CT와 MRI의 기본적인 차이점

할 수 있어 다양한 질환의 진단에 사용된다. X-Ray는 인체 조직을 투과할 때 밀도에 따라 흡수되는데 뼈는 밀도가 높아 X-Ray를 많이 흡수하여 흰색으로 나타나며, 공기는 밀도가 낮아 X-Ray를 많이 투과하여 검은색으로 나타난다.

CT기마다 사용하는 촬영 필터와 영상을 복원하는 알고리즘 등이 달라서 같은 피사체에 대해서도 다른 양질의 영상을 만들어내기도 한다. 여러 장의 2D영상을 찍어 낼수록 3D 복원 영상의 해상도가 좋아지지만 그만큼 방사선에 노출되는 위험이 많으므로 2D영상은 적게 찍으며 영상의 해상도를 높이는 기술의 개발이 많은 관심을 받고 있다.

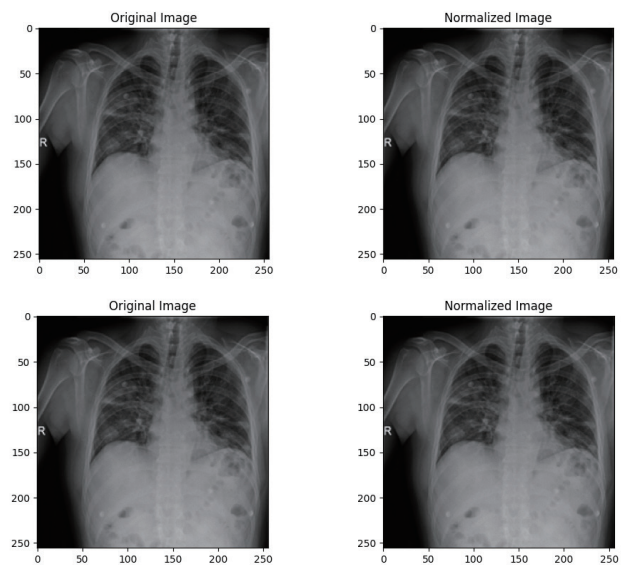
2.1.3 MRI(Magnetic Resonance Imaging)

자기 공명 영상은 X선을 사용해 인체에 유해한 X선 컴퓨터 단층 촬영(CT)과 달리 신체에 무해하다는 게 특징이다. 또한 CT가 횡단면 영상이 추가되는 반면 MRI는 방향에 자유롭다. MRI를 이용하면 혈액의 산소함유량을 측정할 수 있고, 이를 통해 뇌속의 혈류에 관한 정보를 얻을 수 있다.

2.2 전처리 및 데이터 증가 기술

의료영상은 촬영조건, 장비의 종류, 해상도 등에서 차이가 크기 때문에, 모델 학습 전 데이터 전처리는 필수적이며 전처리 주요 기술은 다음과 같다:

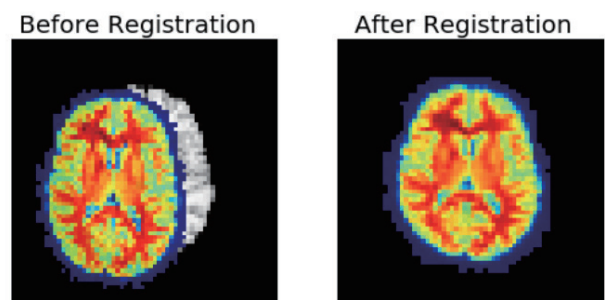
- **정규화(Normalization):** 픽셀값의 범위를 일정하게 조정하여 다양한 영상간의 차이를 줄이는 과정이다. 〈그림 10〉과 같이 다양한 정규화 방법을 통해 원래의 X-Ray영상을 보다 병변에 명확한 영상을 개선하는 효과를 볼 수 있다.



〈그림 10〉 상: Min-Max Normalization, 하: Z-Score Normalization

- **정렬(Registration):** 영상처리에서는 정합이라는 용어로 쓰이기도 한다. 공간좌표가 서로 다른 영상에서 연관관계를 쉽게 파악하기 위하여 동일 좌표계로 정렬하는 것으로 서로 맵핑되는 기하학적 변환을 찾는 과정이라 할 수 있다. 의료영상에서는 동일한 장기나 구조가 서로 다른 영상에서 일치하도록 맞추는 자동화 알고리즘이다. 〈그림 10〉에서는 영상 정합 알고리즘을 포함하는 영상 등록 도구를 보이고 있다. 의료영상의 정합기법에는 다양한 알고리즘들이 개발되어져 있다. 기본적으로 세기 바탕과 특징 바탕 알고리즘으로 나눌 수 있다. 세기바탕은 영상의 밝기의 세기값을 보고 형태를 비교하는 방식이며 특징바탕은 영상 속의 점, 선, 테두리 등을 찾아 영상을 정렬하는 기초적인 기법이다.

또는 호흡이나 압력의 변화 등의 요인으로 변형이 일어나는 기관이나 그렇지 않은 기관들에 정합을 적용하기 위



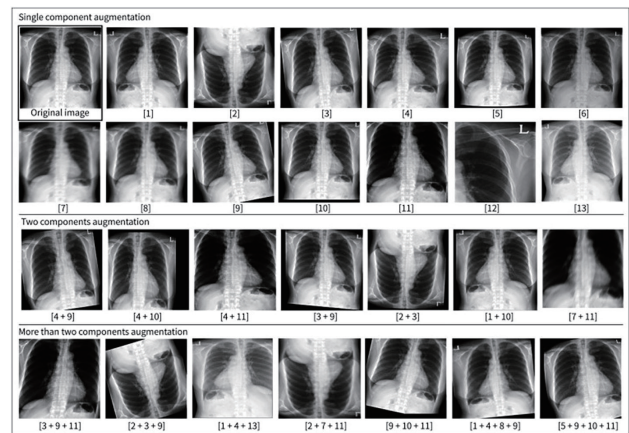
〈그림 11〉 ANTsPy 이미지 등록 도구의 영상 정합^[2]

강체 정합 (Rigid Registration)	표식기반 정합 (Landmark-based Registration)
	표면기반 정합 (Surface-based Registration)
	복셀기반 정합 (Voxel-based Registration)
비강체 영상정합 (Nonrigid registration)	스플라인 정합 (Spline Registration)
	탄성 정합 (Elastic Registration)
	유체 정합 (Fluid Registration)
	광학 흐름 정합 (Optical flow Registration)

〈그림 12〉 의료영상 정합 기법의 분류^[2]

한 강체 영상정합과 비강체 영상정합 기법으로 크게 나눌 수 있다. 더 상세한 정합기법들의 소개는 각 기법들의 문헌들을 통해 확인할 수 있다.

● **데이터 증강(Augmentation):** 가장 기본적인 데이터 증강 기법 중 하나는 영상처리를 기반으로 하는 기법이다. 회전, 이동, 확대, 노이즈추가 등 물리적 형태를 변화시키는 신호처리 기법과 역상, 채널 섞기, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization 등 영상의 색상이나 밝기를 변화하는 기법들까지 다양하며 영상데이터를 분석에 적합한 데이터로 변화시켜 영상 분석의 다양성을 증가시키게 된다. 입력 영상에 대해 다양한 영상처리 기법을 적용하여 원본의 특성을 살리면서도 다양한 특성을 갖도록 만드는 방법이다. 또한 영상처리 기반 데이터 증강 기법은 기존의 영상처리 알고리즘을 활용하여 쉽게 구현할 수 있고 모델의 성능을 높이는 데 있어서도 효과적이기 때문에 꾸준히 사용되고 있다. 실제 딥러닝 학습에서는 이러한 증강 기법을 단독으로 사용하는 경우보다는 여러 기법을 함께 사용하거나, 2개 이상의 기법을 동시에 적용하는 경우들이 대부분이다. 최근에는 영상처리 기반 데이터 증강을 위한 파이썬 라이브러리도 다양하게 개발되어, 연구자들이 편리하게 데이터 증강 기법을 사용할 수 있도록 도와주고 있다. 그중 대표적인 라이브러리 중 하나는 Albumentations^[3], imgaug^[4]와 같은 도구들이 있다. 위의 라이브러리들은 Pytorch, Keras 등 다양한 딥러닝 프레임워크에서 동작할 수 있도록 설계되었고, 기존의 코드에서 단지 몇 줄의 코드를 추가하는 방식으로 쉽게 적용할 수 있다. 또한 입력되는 영상의 레이블이 경계를 갖는 박스이거나, 키포인트, 혹은 마스크인 경우, 해당 레이블도 같은 방식으로 변환시켜 주기 때문에, 영상분류뿐만 아니라, 영상 검출, 영상 분할 등 다양

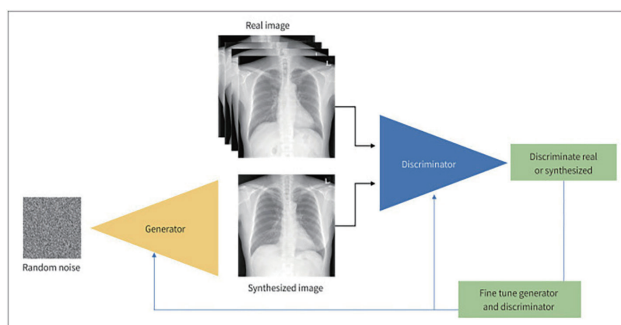


〈그림 13〉 Albumentations에 의한 증강된 의료 영상

한 연구에 적용할 수 있다. 〈그림 13〉은 앞서 소개한 라이브러리 중 하나인 Albumentations를 이용하여 증강한 흉부 X-ray 영상의 예시를 보이고 있다.

일부 연구에서는 딥러닝을 통해 CT 영상 내 다섯 가지 장기를 분류하는 연구를 수행했으며 이 과정에서 랜덤이동, 랜덤회전, 그리고 비강체변형(non-rigid deformation)을 통한 데이터 증강 기법을 적용했을 때 데이터 증강 기법을 적용 전과 후의 평균 area under the curve (이하 AUC)를 비교해보면 0.994에서 0.998로 증가했고, 오차율은 9.6%에서 5.9%로 감소함을 보였다^[5]. 이러한 결과는 데이터 증강 기법이 딥러닝 모델의 성능을 올리기 위해 필수적인 과정이라는 것을 잘 보여주고 있다.

● **합성데이터 생성:** GAN은 비지도학습(unsupervised learning) 방식의 인공지능 알고리즘 중 하나로 입력 데이터의 특징을 스스로 학습하여 새로운 데이터를 생성해내는 기법이다^[6]. GAN의 학습 과정에는 영상을 생성하는 생성기(generator)와 생성된 영상과 실제 영상을 판별하는 판별기(discriminator)가 사용된다(〈그림 14〉). 학습의 시작에 생성기는 무작위 노이즈를 초기값으로 입력받아, 생성기 네트워크를 통과시켜 영상을 생성해 낸다. 판별기는 입력 영상의 특징들을 학습하여 실제 영상과 합성 영상을 판별한 뒤, 생성기 네트워크를 업데이트한다. 이렇게 생성, 판별 및 피드백, 모델 수정 과정을 반복하여 학습이 끝나면, 학습된 생성기만 떼어내어 임의의 잠재 벡터(latent vector)에 대해 새로운 합성 영상을 만들 수 있



〈그림 14〉 GAN에 의한 증강 의료영상 생성

게 된다. 이렇게 만든 합성 영상을 통해 학습 데이터 증강이 가능하다^[7]. GAN(Generative Adversarial Network)을 사용하여 실제와 유사한 합성의료영상을 생성할 수 있다. GAN과 모델을 통해 생성된 합성 영상을 통해 인공지능 학습 데이터의 증강이 가능하다^[7]. 특히, 영상증강 방법인 GAN의 이용은 앞에서 언급한 의료영상 인공지능 응용의 개발에서 노출된 다양한 해결과제의 문제들에 해결책을 제시해 주기도 한다^[8]. 다음에서는 다양한 문제에 대한 해결책이 되는 이유를 설명한다.

- 1) 먼저 의료데이터는 생체 정보를 담고 있는 환자의 개인 정보로서 의료데이터를 활용하여 연구를 하는 것에 법적 윤리적 책임이 따른다. 앞서 기술한 바와 같이 GAN의 학습에는 환자의 개인 정보가 담긴 의료데이터를 사용하긴 하나, 학습이 완료된 뒤에는 학습된 생성기만 떼어내어 영상을 생성해낸다. 생성기는 네트워크를 이루고 있는 가짜 영상을 생성하기 위해 학습된 가중치만 존재하므로, 환자의 개인 정보를 역으로 유추해낼 수 있는 방법은 없다. 따라서, GAN을 이용하여 생성한 데이터를 연구에 사용함에 있어 법적 윤리적 책임을 피할 수 있다.
- 2) 둘째, GAN의 데이터 증강 기법을 이용하여 인공지능 학습의 결과를 향상시킬 수 있다. 인공지능 학습의 정확도는 영상의 개수에 비례하는데, 이는 인공지능이 영상에 담겨 있는 다양한 속성을 배우기 위해서는 다양한 변이를 가진 영상이 필요하기 때문이다. GAN을 이용하면 인공지능 학습에 필요한 영상을 무한히 생성할 수 있으며, 따라서 인공지능 학습의 결과를 향상시킬 수 있다.

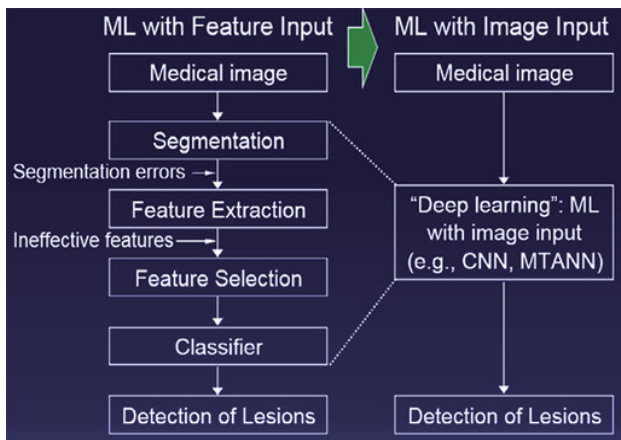
3) 셋째, 인공지능 분류와 검출 문제에서는 각 클래스별 영상 수의 비율이 학습 결과에 큰 영향을 끼친다. 클래스별 영상 수의 비율이 다를 경우, 영상수가 많은 클래스의 영상 속성을 학습하므로, 학습 모델에 편향이 생기게 된다. GAN을 활용하여 각 클래스별 영상 수를 증강시켜 학습시키면, 특정 클래스에 모델이 편향되는 문제를 방지할 수 있다.

4) 넷째, 다른 도메인에서 찍은 영상이 특정 속성에 대해 영상학적 차이가 있을 경우, 임의의 도메인 속성에서 특정 도메인 속성으로 변환할 수 있다. 예로, 저선량(low dose) CT 영상과 일반선량(routine dose) CT 영상이 있을 때, 두 도메인의 데이터들 간의 차이를 학습하여 저선량 CT 영상을 일반선량 CT 영상으로 변환시키거나, 역으로 일반선량 CT 영상을 저선량 CT 영상으로 변환하는 것이 가능하다. 이를 이용하면, 특정 기관의 영상으로 학습한 모델을 다른 기관에서 사용할 때, 다른 기관의 영상을 모델이 만들어진 특정 기관의 영상의 속성으로 변환하여 사용할 수 있다. 또한, 이를 이용하여 특정 군에서만 보이는 노이즈를 제거(denoising) 할 수도 있다.

2.3 딥러닝 기반 의료영상 분석모델

2.3.1 딥러닝 기반의 의료영상 데이터 분석

의료 영상 분석을 위해서 기계학습은 지난 몇십 년간 매우 유용하게 사용됐고, 가장 보편적인 용도 중 하나가 병변 또는 장기와 같은 대상을 병변 또는 비병변, 악성 또는 양성종양처럼 특정 부류로 분류하는 것이었다. 이때, 기계학습은 특정 입력을 통해 클래스(암 또는 비암) 분류를 위한 최적의 경계를 설정하고, 새로운 미지의 객체(병변)가 속한 클래스를 찾는 데 쓰였다. 마치 동그랗고 주먹보다 작은 특정 사이즈에 노란 형광 빛을 가진 특징을 가진 것은 무조건 테니스공이라고 분류한다면 일부의 경우 그것은 오류가 될 수 있다. 의료현장에서 쓰이는 데이터 분석에서 이러한 오류로 인해 병을 못 찾거나 오진을 만들어내며 문제점이 많다. 이후, 딥러닝이 도입되면서부터 이미지 입력을 통해 분류 성능이 월등히 좋아지고 인간의



〈그림 15〉 인공지능 기반 의료영상 분석 과정

영상 인식 수준을 넘어서는 결과를 보이기도 하였다.

머신러닝이 도입된 이후 기계학습은 분할(Segmentation), 수작업 특징 추출(handcrafted feature extraction) 및 특징 선택(feature selection) 단계가 필요하지 않고, 분할 오류나 비효율적인 기능

〈표 1〉 의료영상에 사용되는 대표적인 인공지능 기법

구분	전통적인 방법	인공지능을 이용한 방법
객체의 분류	- Logistic Regression - Neural network - Support Vector Machine - Random Forest	- Deep Neural Network - CNN(Convolutional Neural Network)
영상의 분할	- Thresholding - Region Growing - Graph Cut - Active Contour Model - Active Shape Model	- FCN - U-net - Deep Lab

〈표 2〉 의료영상 관련 인공지능 기술 활용분야

분석	활용분야	활용내용(목적)
분류	Object Detection	이미지 내 객체 인식
	Object Localization	이미지 내 객체 위치 파악
군집화	Segmentation	이미지 분할
	Object Extraction	이미지 분할
생성 및 의사결정	Generation	GAN을 통한 가상 이미지 생성
	Suggestion	유사 이미지 추천
	Captioning	이미지/비디오 내용 설명
	Video Summary	비디오 요약
	Creating Movie	영화제작
	Colorization	흑백 이미지의 채색 보조

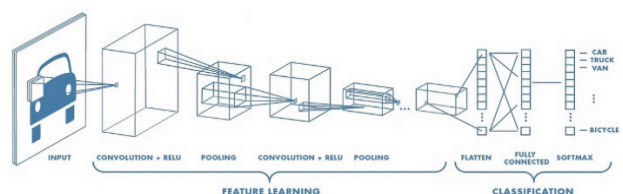
을 피하면서 end-to-end 머신러닝 패러다임을 제공한다. 이때 대표적으로 쓰이는 모델이 CNN(convolutional neural network)이고, 최근에는 GAN (Generative Adversarial Network)도 활발하게 적용되고 있다. 서로 다른 영역의 영상 간의 번역이나 변환에 사용되며 시간과 비용을 단축하거나 판독의 정확도를 향상하는데도 활용이 되고 있다.

2.3.2 영상분석 특화 딥러닝 모델

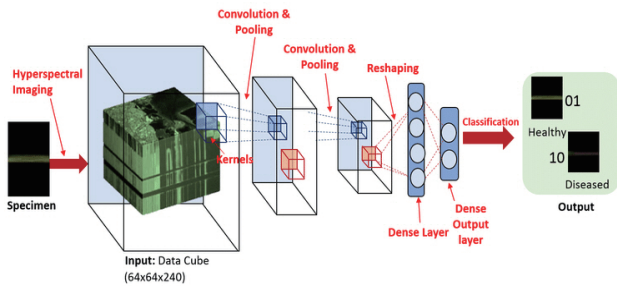
의료영상 분석에 특화된 주요 딥러닝 구조는 다음과 같다.

● CNN (Convolutional Neural Network): CNN의 구조와 레이어의 구성은 〈그림 16〉을 통해 볼 수 있다. CNN은 이미지의 특징을 추출하는 부분과 클래스를 분류하는 부분으로 나눌 수 있다. 특징 추출 영역은 입력 데이터에 필터를 적용하고 활성화 함수를 반영하는 Convolution Layer와 샘플링을 수행하는 Pooling Layer를 여러겹 쌓는 형태로 구성된다. 클래스를 분류하는 영역은 이미지 분류를 위한 Fully Connected Layer가 추가되며 이미지의 이 레이어 전단에는 이미지 형태의 데이터를 배열 형태로 만들어주는 Flatten레이어가 위치한다. 즉, 입력된 데이터의 형태를 인공지능이 연산하기 좋은 형태로 변경하는 레이어이다. 그리고 마지막에는 입력 데이터를 학습된 데이터에 기반하여 분류(판정)를 하는 Softmax 함수 Layer가 존재한다. 특히, CNN은 2차원 이미지 분석에 널리 사용되고 있으며 피부암, 안질환 등 단일영상 기반 진단에 효과적임이 밝혀지고 있다.

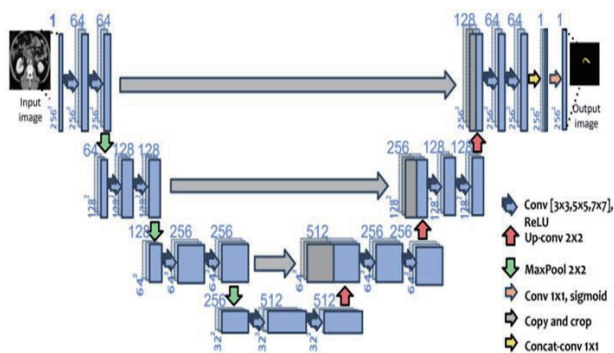
● 3D CNN: 3차원 CT나 MRI 분석에 활용되어 공간정보를 함께 고려할 수 있다. 3D 합성곱 신경망(3D CNN)은 의료용 체적 이미지(예: CT 스캔, MRI 스캔) 또는 비디오 시퀀스와 같은 3차원 데이터의 이미지 분할에



〈그림 16〉 CNN모델의 구조와 Layer 종류



〈그림 17〉 3D CNN 모델의 구조



〈그림 18〉 다중연쇄 U-Net 모델

사용되는 딥 러닝 모델의 한 유형이다. 2차원 데이터(예: 이미지)를 처리하는 2D CNN과 달리, 3D CNN은 체적 데이터를 처리하고 3D 이미지의 공간적 및 시간적 종속성을 포착하도록 설계된다. 이미지 분할을 위한 3D CNN 모델과 그 방법, 아래 〈그림 17〉은 3D CNN 모델의 기본적인 구조를 보여주고 있다.

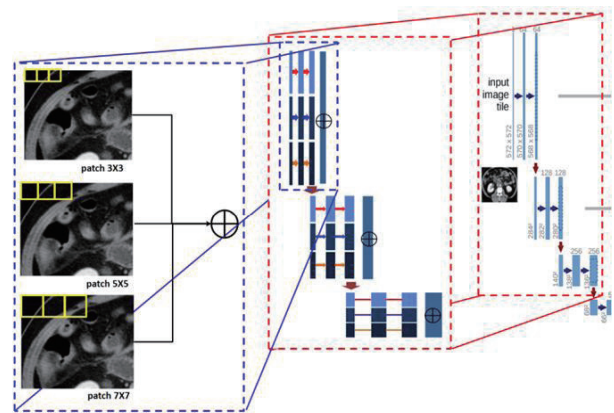
● U-Net: 의료영상분할(Segmentation)에 특화된 구조로, 병변 또는 장기를 정확히 분리한다^[9]. U-Net 모델은 의료 영상 분석, 특히 이미지 분할 작업에 널리 사용되는 딥러닝 모델이며 U-Net은 적은 양의 데이터로도 우수한 성능을 보이며, MRI, CT 등 다양한 의료 영상에서 병변 검출, 장기 분할, 세포 조직 분석 등에 활용된다.

1) U-Net 모델의 특징

● U자형 구조: 인코더-디코더 구조를 가지며, 입력 이미지를 압축하여 특징을 추출하는 인코더와 이를 다시 복원하여 분할 결과를 생성하는 디코더로 구성된다.

● 컨볼루션 연산: 이미지 특징 추출 및 공간 정보 보존을 위해 컨볼루션 연산을 사용한다.

● Skip Connection: 인코더와 디코더를 연결하여 저



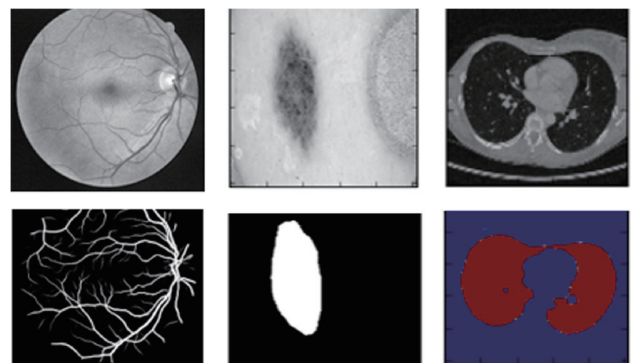
〈그림 19〉 다중연쇄 U-Net 모델의 이미지 패치 사용 과정

해상도 정보와 고해상도 정보를 효과적으로 결합하여 세밀한 분할 결과를 얻을 수 있도록 한다.

● 적은 데이터셋: 데이터 증강 기법과 함께 활용하여 적은 데이터로도 효과적인 학습이 가능하도록 설계된다.

● 의료 영상 분석에 특화: 특히 의료 영상 분야에서 높은 성능을 보여주며, 다양한 질병 진단 및 연구에 활용되고 있다.

2) U-Net 모델의 의료 영상 분석 활용 분야: 〈그림 19〉에서는 U-Net을 활용하여 의료 영상 분야의 분할 문제들을 해결한 예를 보여주고 있다. 특히나 U-Net은 증폭과 손실함수가 정의되어 있어 의료영상의 분할에 잘 적용되고 있다. 이러한 이유로 U-Net은 의료 영상 분석 분야에서 널리 사용되는 강력한 도구이며, 지속적인 연구 개발을 통해 더욱 발전된 형태로 의료 현장에 적용될 것으로 기대된다.



〈그림 20〉 U-Net 활용 의료 영상 분할 예

- 병변 검출: 종양, 뇌졸중 등 병변 부위를 정확하게 분할하여 검출할 수 있다.
- 장기 분할: 간, 신장, 폐 등 장기의 윤곽을 분할하여 질병 진단 및 치료 계획 수립에 도움을 줄 수 있다.
- 세포 조직 분석: 세포의 종류, 특징 등을 분석하여 질병의 원인 및 진행 과정을 파악하는 것이 가능하다.
- 의료 영상 기반 진단 보조: 영상 데이터를 분석하여 의료진의 진단을 보조할 수 있다.

III. 결론 및 향후 연구동향

현대의학에서 영상진단기술은 매우 중요한 역할을 차지하고 있다. 대표적인 의료영상으로는 컴퓨터 단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI), 엑스레이(X-ray), 초음파(Ultrasound) 등이 있으며, 이들은 질병의 조기 발견과 치료계획 수립에 필수적인 정보를 제공한다. 그러나 이러한 영상은 고해상도이고 복잡하며, 판독에는 고도의 전문성이 요구된다. 최근 인공지능(Artificial Intelligence) 기술의 눈부신 발전은 이러한 의료영상분석에 큰 변화를 가져오고 있다. 특히 딥러닝 기반의 모델은 사람보다 빠르고 정확하게 병변을 탐지하거나 특정질환을 진단하는데 사용되고 있으며, 이는 의료현장의 효율성을 높이고 진단의 일관성을 향상시키는데 기여하고 있다.

의료 영상 데이터를 이용한 자동화된 의료영상 분석 시스템의 개발에 있어서는 다음의 4가지 문제를 해결할 수 있어야 한다.

- Classification(분류): 전형적인 computer vision 문제로, 영상 이미지를 보고 정상인지 환자인지 분류한다. 보통 의료 영상 분석은 분류하는 것이 주목적이다.
- Segmentation(분할): 영상에서 organ(장기)나 nodule(결절)과 같이 관심 있는 특정 영역을 추출한다. intensity값으로만 구분하는 thresholding, 시작점과 비슷한 값을 assign해 나가는 “seeded” region growing 등 다양한 방법이 있다.
- Enhancement(향상): 영상에 noise가 있거나 해상도가 낮은 경우 영상 품질을 높이는 방법이

다. Intensity의 분포를 가지고 value를 바꿔주는 histogram processing, pixel 주변을 보고 블러를 통해 노이즈를 감소하는 smoothing 및 영상의 edge 부분을 강조하는 sharpening과 같은 spatial filtering이 있다.

- Registration(등록): 각기 다른 영상들을 모았을 때 비교할 수 있게 잘 맞춰주는 방법이다. 파노라마나 시차를 두고 영상을 취득했을 때 이미지를 합침으로 이미지가 이어진다거나 차이점을 볼 수 있게 하는 방식이다.

의료영상 데이터 분석 기술은 위와 같은 분야에서 데이터분석 결과를 바탕으로 질병의 분류 및 병변의 검출 등 진단 보조시스템으로 활용하게 된다. 본 글에서는 인공지능 기반 디지털 의료영상 및 진단과 관련된 배경 지식과 전반적인 개념 및 필요한 기술 분류들에 대해서 살펴보고자 한다.

여러 가지 광원을 이용한 의료영상장비의 발전과 더불어 디지털 영상처리 기술이 이러한 장비와 융합되면서 의료현장에는 많은 변화들이 생겨났고 기존의 의료환경의 효과성을 높일 수 있는 기술들이 빠른 속도로 생겨나고 있다. 특히, 환자의 CT나 MRI 영상을 통해 코로나 19로 인한 폐렴 병변을 정량화하거나 뇌경색 등과 같은 혈관질환에 대한 예방 및 진단을 하는 등 국내외에서 인공지능 기반의 많은 의료영상분석 소프트웨어들이 개발 및 활용되고 있다. 향후 의료 영상과 유전체 정보를 통합하여 분석함으로써 질병의 조기진단 및 예측을 가능하게 하는 등 정밀의료서비스의 구축으로 환자들의 삶의 질 향상을 가능케 하리라 볼 수 있다.

참고 문헌

- [1] ‘AI 기술의 의료 시장 강타, 의료 진단 솔루션’, BLT 테크체크, <https://blt.kr/TechCheck/?bmode=view&idx=18102348>
- [2] 의료영상의 정합(Registration) 방법, <https://truman.tistory.com/239>
- [3] Alumentations, <https://alumentations.ai/>
- [4] imgaug, <https://github.com/aleju/imgaug>
- [5] Roth HR, Lee CT, Shin HC, Seff A, Kim L, Yao J, et al.,

'Anatomy-specific classification of medical images using deep convolutional nets,' 2015 IEEE 12th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), 2015, pp. 101 – 104.

[6] Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirza M, Xu B, Warde-Farley D, Ozair S, et al., 'Generative adversarial nets,' Advanced in Neural Information Process Systems, 2014, pp. 2672 – 2680

[7].Zhao Z, Zhang Z, Chen T, Singh S, Zhang H., 'Image augmentations for GAN training,' 2020, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.02595>

[8] Jarod Hart, Feng Liu, Qingying Xue, 'Regularity and continuity of local Multilinear Maximal type operator,' Classical Analysis and ODEs, 2018, <https://arxiv.org/abs/1806.06627>

[9] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox, 'U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation,' Computer Vision and Pattern Recognition, 2015, <https://arxiv.org/abs/1505.04597>



최용수

- 1998년 강원대학교 제어계측공학과 공학사
- 2000년 강원대학교 제어계측공학과 공학석사
- 2006년 강원대학교 제어계측공학과 공학박사
- 2006년 ~ 2007년 연세대학교 첨단융합건설연구단 연구교수
- 2007년 ~ 2013년 고려대학교 정보보호대학원 연구교수
- 2013년 ~ 2020년 성결대학교 파이데이아대학 (멀티미디어) 조교수
- 2020년 ~ 현재 신한대학교 미래자동차공학과 부교수
- 2023년 ~ 현재 신한대학교 SW중심대학사업단 부단장

〈관심 분야〉

Digital Forensics, Information Hiding, Multimedia Watermarking, Steganography, Autonomous Driving, EDR(Event Data Recorder) Data Analysis 등

방사선 이용 의료영상 인공지능 응용 기술

I. 서론

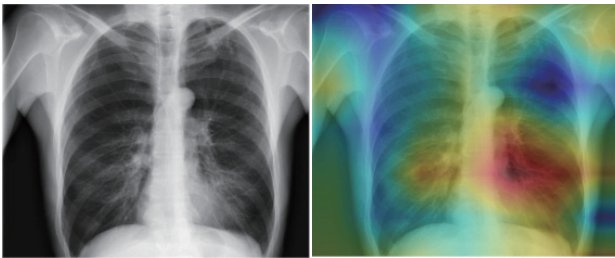
우리는 병원에 가면 종종 엑스선 일반촬영이나 전산화단층촬영(Computed Tomography, CT), 자기공명영상촬영(Magnetic Resonance Imaging, MRI)과 같은 검사를 받는다. 이러한 검사들은 수술하지 않고도 내부 장기, 뼈, 혈관 혹은 병이 의심되는 부위를 볼 수 있게 도와주는 방사선을 이용한 의료영상기술이다. 특히 엑스선 일반촬영은 가장 널리 사용되는 방법으로 뼈의 골절이나 폐의 이상 등을 확인할 때 자주 이용된다. 전산화 단층촬영은 엑스선을 다양한 각도에서 촬영하여 마치 몸을 얇게 썬 것처럼 단면을 보여주고, 자기공명영상장치는 자기장을 이용해 뇌, 척추, 관절 등 연부조직을 상세히 보여주는 의료영상이다.

이러한 방사선 의료영상 기술은 병을 진단하고 치료 계획을 세우는 데 필수적이다. 하지만 방사선 영상 자료는 해마다 많아지고 있으며 한 명의 환자만 해도 수십 장에서 수백 장의 영상이 생성된다. 수 많은 영상을 한 명의 의사가 모두 판독하려면 시간도 오래 걸리고, 피로 누적으로 인해 실수 가능성도 존재한다. 특히 작고 미세한 병변은 놓치기 쉽고, 사람마다 해석이 다를 수 있어 진단이 일관되지 않을 수도 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 병원에서는 최근 인공지능(Artificial intelligence, AI) 기술을 적극적으로 활용하고 있다. 인공지능이란 쉽게 말해, 컴퓨터가 사람처럼 배우고 판단하게 만드는 기술이다. 특히 딥러닝(Deep Learning)이라는 방법은 수많은 데이터를 스스로 학습하여 새로운 데이터가 주어졌을 때도 스스로 판단할 수 있도록 한다^[1,2]. 의료영상에 이 기술을 적용하면 인공지능이 영상 속에서 폐렴, 암, 뇌출혈 등의 질병을 자동으로 찾아내거나, 장기 경계선을 구분하거나, 이상 부위에 색을 입혀 강조할 수 있다. 예를 들어, 인공지

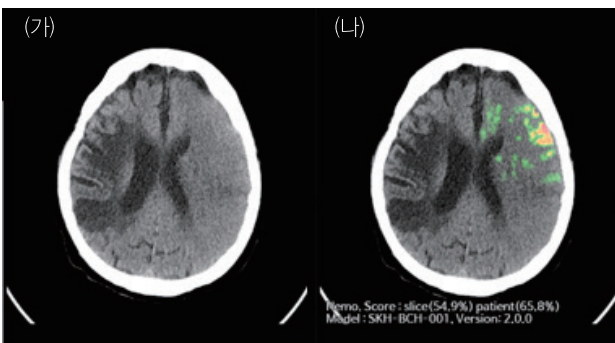


백철하
강원대학교



(가) (나)

〈그림 1〉 (가) 정상적인 흉부 X선 영상. (나) 인공지능 모델이 분석한 동일 영상의 시각화 결과로 붉은색 영역은 폐렴이 존재할 가능성이 높은 영역을 나타냄.



〈그림 2〉 (가) 환자의 뇌 CT 원본 영상. (나) 인공지능 기반 분석 결과로 뇌출혈이 의심되는 부위를 색상(녹색 및 노란색)으로 강조 표시함.

능은 수천 장의 폐 엑스선 영상을 학습해서 새로운 환자의 영상을 보면 폐렴이 있을 가능성이 높은 영역에 빨간 테두리를 표시해 줄 수 있다^[3]. 또한 뇌 CT에서 출혈 부위를 자동으로 찾아 의사에게 빠르게 알려주는 역할을 한다^[4].

이러한 기능 덕분에 의사는 더 빠르고 정확하게 환자를 진단할 수 있고, 진단 오류도 줄일 수 있게 된다.

실제로 국내외 여러 병원에서는 인공지능을 활용해 영상 판독의 정확도를 높이고 있으며 많은 의료기기 회사와 인공지능 스타트업들이 이 분야에서 활발히 기술을 개발하고 있다^[5]. 예를 들어, 국내 기업인 루닛(Lunit)과 뷰노(VUNO)는 흉부 X-ray, 유방암 진단, 뇌 질환 진단 등에 특화된 AI 제품을 만들어 병원에 공급하고 있고, 구글 헬스(Google Health)는 유방암 조기 진단을 위한 AI를 개발하여 의사보다 높은 정확도를 보인다.

이처럼 방사선을 이용한 의료영상기술과 인공지능의

결합은 진단의 속도와 정확성을 향상시키고, 의료진의 부담을 경감시키며 환자에게는 보다 안전하고 신속한 치료를 가능하게 해주는 큰 전환점이 된다.

II. 방사선을 이용한 의료영상 기술

방사선(Radiation)은 눈에 보이지 않는 고에너지의 전자기파 또는 입자로, 자연적으로 존재할 뿐만 아니라 의료기관에서는 인위적으로 생성된 방사선을 영상 진단 및 치료 목적으로 활용한다. 방사선은 공기, 근육, 지방 등과 같은 연조직은 쉽게 투과하지만, 뼈와 같이 밀도가 높은 조직은 잘 투과하지 못하는 특성을 가진다. 이러한 방사선의 투과 특성을 이용하여 인체 내부의 구조를 영상으로 구현할 수 있다.

병원에서는 방사선을 이용해 몸속을 관찰할 수 있는 여러 가지 영상기술을 사용한다. 이 기술들은 몸을 절개하거나 수술하지 않고도 내부를 살펴볼 수 있기 때문에 환자에게 매우 안전하고 유용한 정보를 제공한다.

(1) 엑스선 일반촬영

가장 오래되고 많이 사용되는 방사선 영상으로 한 번의 촬영으로 뼈나 폐, 심장의 윤곽 등을 빠르게 확인할 수 있으며 뼈, 폐, 심장 등의 구조를 빠르게 확인할 수 있으며 골절이나 폐 이상 여부를 진단하는 데 활용된다. 엑스선 일반촬영은 방사선의 사용량이 적고 촬영 결과를 수 초 내에 확인할 수 있어 응급 상황에서도 유용하게 활용된다.

(2) 전산화 단층촬영

엑스선을 여러 각도에서 촬영한 후 컴퓨터로 재구성하여 인체의 단면(slices) 영상을 생성하는 기술로 마치 신체를 얇게 절단하여 내부 구조를 관찰하는 것과 유사한 방식으로 표현된다. 전산화 단층촬영은 특히 머리, 복부, 흉부, 골절 부위의 정밀 진단에 많이 사용되며 뇌출혈이나 장기 손상 등을 아주 자세히 볼 수 있다. 엑스선 일반촬영 보다 더 많은 방사선을 사용하지만 그만큼 더 많은 정보를 얻을 수 있다.

(3) 자기공명영상장치

자기공명영상장치는 방사선을 사용하지 않고 강력한 자석과 전파를 이용해 인체 내부를 영상화하는 기술이다. 일반적인 엑스선 일반촬영이나 전산화단층촬영은 방사선을 사용하여 촬영하는 반면 MRI는 자기장과 고주파를 이용하기 때문에 방사선 피폭이 발생하지 않는다.

우리 몸속에는 수많은 수소 원자들이 존재하는데 자기공명영상장치는 이 수소 원자들의 움직임을 감지하여 영상으로 바꾸는 원리를 가지고 있다. 수소 원자는 물에 풍부하게 들어 있기 때문에 물의 분포를 바탕으로 근육, 뇌, 간, 신장, 척수 같은 연부조직을 매우 정밀하게 볼 수 있다.

(4) 양전자 방출 단층촬영

양전자 방출 단층촬영은 핵의학 영상기술로, 단순히 해부학적 구조를 보여주는 것이 아니라 세포나 장기의 기능 및 활동 상태를 영상으로 나타낸다. 예를 들어 암세포는 일반 세포보다 활발하게 당을 소비하므로 양전자 방출 단층촬영에서는 암세포가 있는 곳이 더 밝게 보이며 주로 암 진단, 뇌 기능 분석, 심장 질환 평가 등에 사용된다.

III. 방사선 의료영상에서 인공지능 기술

인공지능은 사람이 스스로 생각하고 판단하는 능력을 컴퓨터가 모방하도록 만든 기술이다. 예를 들어 사람은 고양이와 개를 쉽게 구별할 수 있는데, 수천 장의 고양이와 개 사진을 학습하면 그 차이를 스스로 이해하게 된다. 이러한 방식은 대량의 데이터를 기반으로 학습하는 대표적인 인공지능의 특징이다

특히 딥러닝이라는 기술은 뇌의 신경세포처럼 연결된 신경망(Neural Network)을 사용하여 매우 복잡한 패턴을 스스로 학습할 수 있게 한다. 딥러닝은 이미지 인식, 음성 인식, 번역 등 다양한 분야에서 우수한 성능을 보이고 있으며, 의료영상 분석 분야에서도 그 활용도가 높다. 특히 엑스선을 이용한 방사선 기반 의료영상은 영상의 양이 방대하고 판독이 복잡해 모든 영상을 의료진이 직접 판독하는 데에는 많은 시간이 소요되며 오류 가능성도 존

〈표 1〉 주요 인공지능 기술 비교

기술명	주요 용도	장점	적용 예
CNN	이미지 분류	속도 빠름, 구조 간단	흉부 X-ray, 유방촬영
U-Net	이미지 분할	픽셀 단위 정확성	CT/MRI 장기 분할
GAN	화질 보정	선명도 향상	저선량 CT 개선
ViT	전역 패턴 인식	Transformer 기반	미세 병변 인식
Self-Supervised	라벨 없는 학습	데이터 절감	대용량 X-ray 분석
XAI	판단 근거 시각화	설명 가능성 확보	의사 리포트 지원

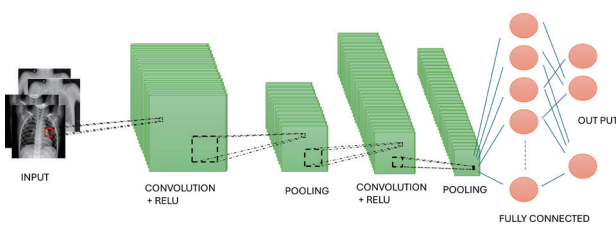
재한다. 이러한 한계를 보완하기 위해 인공지능 기술이 판독 지원 도구로 활용되고 있다.

예를 들어 폐 엑스선 영상에서 결절(혹)이나 기흉과 같은 이상 소견을 자동으로 탐지하고 표시하는 기능이 구현되고 있다^[6]. 전산화 단층촬영 영상에서 간, 폐, 심장 등 장기를 자동으로 분할하여 시각화하는 장기 구조 분할 기능이 적용되고 있다. 또한 종양의 형태, 크기, 경계 등을 분석하여 암 발생 가능성을 평가하는 질병 분류 및 진단 보조 기능과 영상 내 노이즈가 심한 영역을 개선하여 화질을 향상시키는 기술도 활용되고 있다. 이러한 기능들은 의료진이 환자의 상태를 보다 정확하고 효율적으로 판단하는 데 있어 핵심적인 역할을 수행한다^[7,8].

방사선 영상 분석에 적용되는 주요 인공지능 기술은 〈표 1〉에 제시하였다. 방사선 영상 분석은 일반 사진과 달리 고해상도의 영상과 복잡한 장기 구조를 포함하고 있으므로 효과적으로 처리하기 위해 특화된 인공지능 기술이 요구된다. 특히 딥러닝 기반 기술이 대부분을 차지하며 그 중에서도 다음과 같은 기법들이 핵심적으로 활용된다.

1. CNN (합성곱 신경망, Convolutional Neural Network)

CNN은 이미지 내 주요 특징을 자동으로 추출하는데 뛰어난 성능을 보이는 딥러닝 기반 기술이다. 이미지 전체를 보는 대신, 작은 영역을 움직이며 테두리, 모양, 색



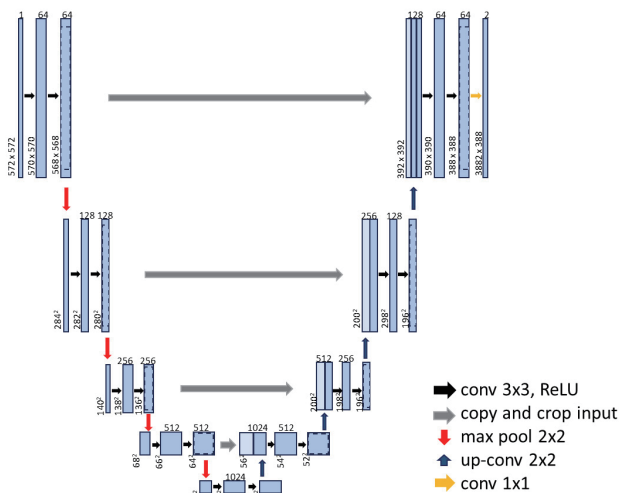
〈그림 3〉 CNN 모델 구조도

깔 차이 등을 감지한다. 이러한 특징 추출 방식은 인간의 시각적 인식 과정과 유사하며 의료 영상에서 병변의 형태와 위치를 학습하여 자동으로 인식할 수 있다. CNN은 흉부 X-ray 영상에서 폐렴, 결핵, 기흉, 폐결절 등의 분류뿐만 아니라 유방촬영 영상에서 종양 여부를 판단하는 진단 보조 모델에 널리 활용되고 있다^[9,10].

2. U-Net (의료영상 분할 특화 신경망)

U-Net은 영상 속에서 장기나 병변의 경계를 정확하게 구분하는데 특화된 신경망으로 'U'자 모양의 구조를 갖고 있어 학습한 정보를 압축하고 복원하는 두 단계를 거친다.

픽셀 단위의 정밀한 영상 분할(segmentation)을 통해 간, 폐, 종양 등 구조를 구별할 수 있으며 2D(평면) 또는 3D(단면 이미지 여러 장) 형태로 활용되고 있다. 주로 뇌 MRI에서 뇌 영역 자동 분할, 간 CT에서 간과 종양 구분 및 방사선 치료 계획 수립을 위한 장기 구조 분리 등에 활



〈그림 4〉 U-Net 모델 구조식

용된다^[11,12].

3. GAN (생성적 적대 신경망, Generative Adversarial Network)

GAN은 두 개의 AI 모델이 서로 경쟁하면서 더 정교한 결과를 만드는 구조이며, 하나는 진짜 같은 이미지를 만들고(Generator), 다른 하나는 그게 진짜인지 가짜인지 구분한다(Discriminator). 특히 영상의 노이즈 제거, 해상도 향상, 영상 생성에 사용하고 저선량 CT처럼 화질이 나쁜 영상도 선명하게 복원 가능한 기술로 활용되고 있으며, 주로 저선량 CT의 화질 보정, MRI 영상의 해상도 복원 및 가짜 병변 데이터를 생성하여 학습 데이터 증강 등에 사용되고 있다^[13].

4. Vision Transformer (ViT)

Transformer는 원래 문장을 번역하거나 요약하는 데 쓰였던 AI 구조이지만 이를 영상에도 적용한 것이 Vision Transformer (ViT)다. 특히 영상 전체를 조각으로 나누어 보고 각 부분 사이의 관계를 학습하여 전체의 구조나 패턴을 잘 인식하기에 CNN보다 더 복잡한 분석이 가능한 장점이 있다. 주로 다양한 장기에서 병변 위치 추정, 유방암 스크리닝에서 미세 병변 감지 및 복잡한 구조의 MRI 분석에 활용되고 있다^[14].

5. Self-Supervised Learning

Self-supervised learning은 사람이 라벨을 붙이지 않아도 AI가 스스로 구조를 학습하는 방식이다. 특히 의료 영상처럼 라벨링 비용이 높은 데이터에 적합하여 이 영상과 비슷한 영상은 무엇인가를 스스로 판단하여 데이터가 적어도 AI 모델을 효율적으로 학습시킬 수 있는 기술이다. 주로 대규모 비라벨 X-ray 데이터에서 특징 추출, 병리 영상에서 구조 유사도 학습 및 진단 사전 분류 기능에 활용되고 있다^[15].

6. Explainable AI, (XAI)

XAI는 AI가 왜 그런 판단을 했는지를 설명할 수 있는 기술이다. 의료는 사람이 최종 판단을 내려야 하므로 AI

의 해석 근거가 시각적으로 명확히 드러나는 것이 중요하다. 특히 AI가 주목한 영역을 Heatmap으로 보여줌으로 의사가 AI 결과를 이해하고 신뢰할 수 있고 법적, 윤리적 문제 대응 가능한 기술이다. 주로 뇌출혈 부위를 강조 표시, 폐질환 영역에 색을 입혀 AI 판단 근거를 제공하고 AI 진단 리포트에 주석 삽입하는 등의 기능에 활용되고 있다^[16].

IV. 방사선 의료영상 응용 예

의료영상 분야에서 인공지능(AI)의 활용은 단순한 연구 단계를 넘어 실제 임상 진료에 직접 사용되는 수준으로 진화하고 있다.

인공지능 기반 흉부 엑스선 판독 시스템은 CNN 기반 진단 알고리즘으로 국내 회사인 루닛(Lunit INSIGHT CXR)에서 개발하였다. AI가 흉부 엑스선 영상을 실시간 분석하고 폐결절, 기흉, 폐렴, 심장비대 등 10개 질환 여부를 자동 탐지한다. 촬영 후 수초 내에 분석 결과가 PACS 화면에 표시되어, 의사가 이를 참고해 진단을 내릴 수 있는 시스템이다.

유방촬영 AI 판독 보조 시스템은 ViT 및 CNN 기반 유방암 판별 AI 모델로 국내 회사인 VUNO Med-Mammo가 개발하였다. 유방촬영 검사에서, AI가 영상 속 미세석회화나 종괴를 탐지하고, 악성 여부를 확률로 예측하는 기술로 의사는 AI의 색상 지도(Heatmap)와 판별 결과를 참고해 진단에 보조적 수단으로 활용하고 있다.

뇌출혈 자동 탐지 인공지능 기술은 Deep CNN 기반 뇌 CT 진단 AI로 FDA 승인 받은 Aidoc 솔루션이 적용된다. 응급실 환자의 뇌 전산화단층 영상을 통해 AI가 출혈 부위를 수초 안에 감지하고 의사에게 즉시 경고 알람을 보내는 기술로 진단 우선순위를 정해 치명적인 뇌출혈을 빠르게 대응할 수 있는 장점이 있다.

저선량 CT의 화질 개선을 위해 GAN(Generative Adversarial Network) 기반 복원 모델이 활용되며 이를 통해 3D 저해상도 전산화단층영상의 해상도를 향상시킬 수 있다. 이 기술은 환자의 방사선 피폭을 줄이기 위해 저용량으로 획득한 CT 영상을 고화질로 자동 복원함으로써

영상 품질과 진단 정확도를 동시에 확보할 수 있다. 특히 폐암 스크리닝 CT처럼 반복 촬영이 요구되는 경우 이 기술은 환자의 누적 방사선 피폭을 줄이면서도 진단에 필요한 영상 품질을 유지할 수 있어 매우 효과적으로 활용된다.

AI 기반 간세포암 조기 진단 기술은 CNN과 Clinical Data 융합 딥러닝 모델을 기반으로 CT 영상과 혈액검사 정보를 통합하여 진단하는 방식이다. 주로 AI가 간 CT 영상과 함께 혈액검사 결과(ALT, AFP 등)를 통합 분석하여 간세포암의 발생 가능성을 초기에 예측할 수 있다. 또한 영상에 병변이 보이지 않더라도 패턴과 수치를 기반으로 조기 예측이 가능하다는 장점이 있다.

폐암 병기 분류 AI 기술은 폐암 병기 분류 CNN과 Transformer 모델을 기반으로 개발된 기술로 PET-CT 영상을 입력받아 종양의 크기와 림프절 전이 여부 등을 분석한 후 폐암 병기를 자동 분류한다. 의료진은 이러한 정보를 바탕으로 수술이나 치료 계획을 수립한다.

이러한 기술들은 실제 병원에서는 인공지능을 단순한 기술이 아닌 환자의 생명을 살리는 핵심 도구로 적극 활용하고 있으며 그 결과 진단 정확도, 속도, 환자 예후 모두에서 긍정적인 변화가 나타나고 있다^[17].

V. 전망과 결론

방사선 의료영상 인공지능 기술은 현재의 의료 체계를 보다 안전하고 효율적이며 환자 중심으로 변화시키는 데 기여하고 있다. 이러한 인공지능 기술은 수천 장의 이미지를 몇 초 만에 분석할 수 있으며 사람이 일일이 판독할 경우 10분~30분 걸리는 작업도 AI는 훨씬 빠르게 처리할 수 있어 응급 상황에서 매우 유용하게 사용된다. 또한 학습을 통해 미세한 이상 소견도 찾아낼 수 있기에 사람의 눈으로는 놓치기 쉬운 조기 병변도 탐지할 수 있어 초기 진단 정확도를 높이는 데 효과적이다. 이러한 기술들은 의료진의 업무 부담을 감소하여 업무 효율을 높이고 피로를 줄이는데 도움을 주고 있으며 지방이나 의료 인프라가 부족한 지역에서 숙련된 영상의학과 전문의가 없더라도 어디서나 동일한 품질의 분석을 제공할 수 있어 도

시와 지방의 의료 격차를 줄이는데 기여 할 수 있다.

또한 AI는 저선량 CT 영상도 고해상도로 복원할 수 있기 때문에 환자가 받는 방사선량을 줄일 수 있고 이는 암 예방과 안전한 영상검사에 매우 중요한 역할을 하고 있으며 단순히 병을 찾는 것을 넘어서 병이 생기기 전에 위험 신호를 감지할 수도 있기 때문에 예측 기능은 조기 치료와 예방에 중요한 역할을 할 수 있다^[18,19].

의료영상 분야에서 인공지능은 빠르게 발전하고 있지만 아직까지 임상현장에서 완전히 독립적인 판단 시스템으로 활용되기에는 여러 한계와 도전 과제가 존재한다. 이러한 문제는 기술적 제약뿐 아니라 의료윤리, 법적 책임, 임상 신뢰도 등 복합적인 요소와 연관되어 있다. 의료영상 데이터는 환자 개인 정보 보호와 윤리적 이유로 공개에 제한되며 특정 지역·인종·병원의 영상만 학습한 AI는 다른 환경의 환자에게 적용 시 오류를 범할 수 있고 의료영상 인공지능은 정답을 바탕으로 학습하는데 라벨은 주로 의사가 붙이기에 의사 간 판단 차이가 클 경우 학습 결과도 불안정해진다. 인공지능 기술은 복잡한 수학 모델로 구성되어 있기 때문에 결과를 왜 그렇게 판단했는가에 대해 설명하기 어렵다. 특히 의료는 생명과 직결되므로 AI의 판단 근거가 명확하고 설명 가능해야 의료진의 신뢰를 얻을 수 있으며 현재 의료법상 최종 책임은 의사에게 있지만 AI가 의사 판단에 영향을 준 경우 법적 책임 분배가 불명확하다. 이와 같은 문제들은 단순한 기술 문제가 아닌 의료현장 전체와 연결된 복합적 과제이며 향후 인공지능이 의료 현장에서 안전하고 지속적으로 사용되기 위해 반드시 해결해야 할 핵심 과제이다.

인공지능(AI)은 단순한 도구가 아닌, 의료 분야의 근본적인 변화를 이끄는 핵심 기술로 자리잡고 있다. 특히 방사선 영상 분석, 진단 보조, 치료계획 수립, 환자 예측 분석 등 다양한 영역에서 의료진을 도와 더 빠르고 정확한 의료서비스를 가능하게 한다. 현재 AI는 주로 영상 속 병을 찾아내는 진단 보조 도구로 사용되고 있으나 미래의 AI는 단순한 진단을 넘어 앞으로 어떤 병이 생길 가능성이 있는가?를 예측하는 데까지 확장될 것이다. 또한 AI는 각 환자의 영상 데이터와 유전자 정보, 생활습관, 병력 등을 통합 분석하여 개인에게 가장 적합한 치료법

을 추천할 수 있게 개발되고 있다. 향후 AI는 응급실, 구급차, 시골 병원, 군부대, 해외 의료 취약지 등에서도 실시간으로 의료 판단을 내려줄 수 있게 될 것이다. 현재 AI 분석은 대부분 클라우드 서버에서 이루어지지만, 앞으로는 스마트폰, 초소형 영상기기, 휴대용 초음파기기에도 AI가 탑재되어 현장에서 바로 분석이 가능해질 것이다. 또한 환자 개인의 스마트폰 앱, 건강 모니터링 디바이스 등으로 확장되어 스스로 건강을 관리할 수 있는 시대를 이끌 것이다.

인공지능 의료기술은 향후 더 빠르고 정확하게 맞춤형 진단을 가능하게 할 것이며 이는 의료진에게는 업무 효율성과 진단 보조, 환자에게는 더 나은 건강과 생존율을 의미한다. 물론 해결해야 할 과제도 많지만 기술, 제도, 윤리가 함께 발전한다면 AI는 현대의학의 가장 강력한 도구가 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Litjens, G., et al. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60–88.
- [2] Shen, D., Wu, G., & Suk, H. I. (2017). Deep learning in medical image analysis. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 19, 221–248.
- [3] Yun, T. J., et al. (2023). npj Digital Medicine. Deep learning based automatic detection algorithm for acute intracranial haemorrhage: a pivotal randomized clinical trial, 61(6).
- [4] Rajpurkar, P., et al. (2017). arXiv preprint. CheXNet: Radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning
- [5] Esteva, A., et al. (2019). A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine*, 25(1), 24–29.
- [6] Kim, D. W., et al. (2020). Application of a deep learning algorithm for detecting pulmonary nodules on chest radiographs. *Radiology*, 295(3), 572–582.
- [7] Heimann, Tobias, et al. (2009). Comparison and evaluation of methods for liver segmentation from CT datasets. *IEEE transactions on medical imaging* 28(8), 1251–1265.
- [8] Wang, Guotai, et al. (2020). A noise-robust framework for



automatic segmentation of COVID-19 pneumonia lesions from CT images. IEEE Transactions on Medical Imaging 39(8), 2653–2663.

- [9] Lee, J. G., Jun, S., Cho, Y. W., et al. (2017). Deep learning in medical imaging: general overview. Korean Journal of Radiology, 18(4), 570–584.
- [10] Hosny, A., Parmar, C., Quackenbush, J., Schwartz, L. H., & Aerts, H. J. W. L. (2018). Artificial intelligence in radiology. Nature Reviews Cancer, 18(8), 500–510.
- [11] Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In MICCAI.
- [12] Lundervold, A. S., & Lundervold, A. (2019). An overview of deep learning in medical imaging focusing on MRI. Zeitschrift für Medizinische Physik, 29(2), 102–127.
- [13] Mohammad, M. M., et al. (2024). HER2GAN: Overcome the Scarcity of HER2 Breast Cancer Dataset Based on Transfer Learning and GAN Model. Clinical Breast Cancer, 24(1), 53–64.
- [14] M. Hayat, et al. (2024). Hybrid Deep Learning EfficientNetV2 and Vision Transformer (EffNetV2–ViT) Model for Breast Cancer Histopathological Image Classification. IEEE Access, 12, 184119–184131.
- [15] Jaiswal, Ashish, et al. (2020) A survey on contrastive self-supervised learning. Technologies 9(1), 2.
- [16] Niyaz, A. W., et al. (2024). DeepXplainer: An interpretable deep learning based approach for lung cancer detection using explainable artificial intelligence. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 243, 107879.
- [17] Moon, J. M., et al. (2024). Artificial intelligence (AI) –powered H&E whole-slide image (WSI) analysis to predict recurrence in hormone receptor positive (HR+) early breast cancer (EBC). Journal of Clinical Oncology, 42, 571–571.
- [18] World Health Organization (WHO). (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance.
- [19] Ministry of Food and Drug Safety (MFDS, Korea). (2023). AI 의료기기 인허가 가이드라인. 식품의약품안전처 기술문서.



백철하

- 2008년 2월 연세대학교 방사선학과 학사
- 2013년 2월 연세대학교 방사선학과 석. 박사
- 2012년 6월 ~ 2013년 2월 삼성전자 선임연구원
- 2013년 3월 ~ 2018년 2월 동서대학교 조교수
- 2018년 3월 ~ 현재 강원대학교 방사선학과 교수

〈관심 분야〉

Monte-Carlo Simulation, Deep Learning X-ray imaging, , Bio-Medical 3D printing

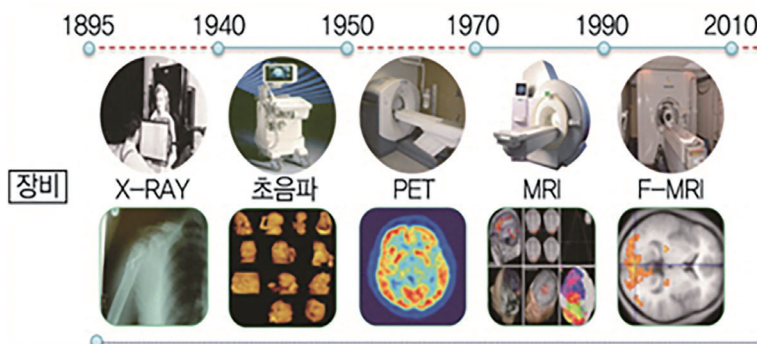
의료영상획득을 위한 방사선 검출 시스템에서의 인공지능의 활용

I. 서론

지난 수십년 간 의료영상기기의 발전 및 새로운 영상기기의 개발, 융합을 통해 질병의 진단하고 치료하며, 치료의 과정을 관찰하고, 효과를 검증하는 등의 기술이 향상되었다^[1]. <그림 1>과 같이 X-ray의 발견 이후 방사선을 활용한 다양한 영상 기기들이 개발되었으며, 초음파와 MRI를 활용한 영상 획득 기술 또한 발전되어왔다^[2]. 영상 기술은 꾸준히 발전하고 있으며, 필요한 영상 획득 시간의 단축과 고해상도 영상의 획득을 통해 효과적인 결과가 도출되고 있다. 특정 의료영상기기를 선택하는 데에는 검출 매체, 검출 시간, 환자의 편의성, 비용의 효율성, 접근성, 민감도 및 특이도 향상, 공간해상도 등의 장비 간의 기술적 차이가 영향을 미친다. 최근에는 인공지능 기술이 영상 시스템 및 진단, 치료 기술에 접목되고 있다. 인공지능 기술을 활용함으로써 영상 처리 과정에서 정교한 데이터 조작이 가능하고, 진단 시 영상 검사의 정확도와 정밀도를 높일 수 있다. 또한 검출 시스템에 접목할 경우 잡음의 감소, 정확도 및 정밀도 향상, 시간 단축 등에 활용이 가능하다.



이승재
동서대학교



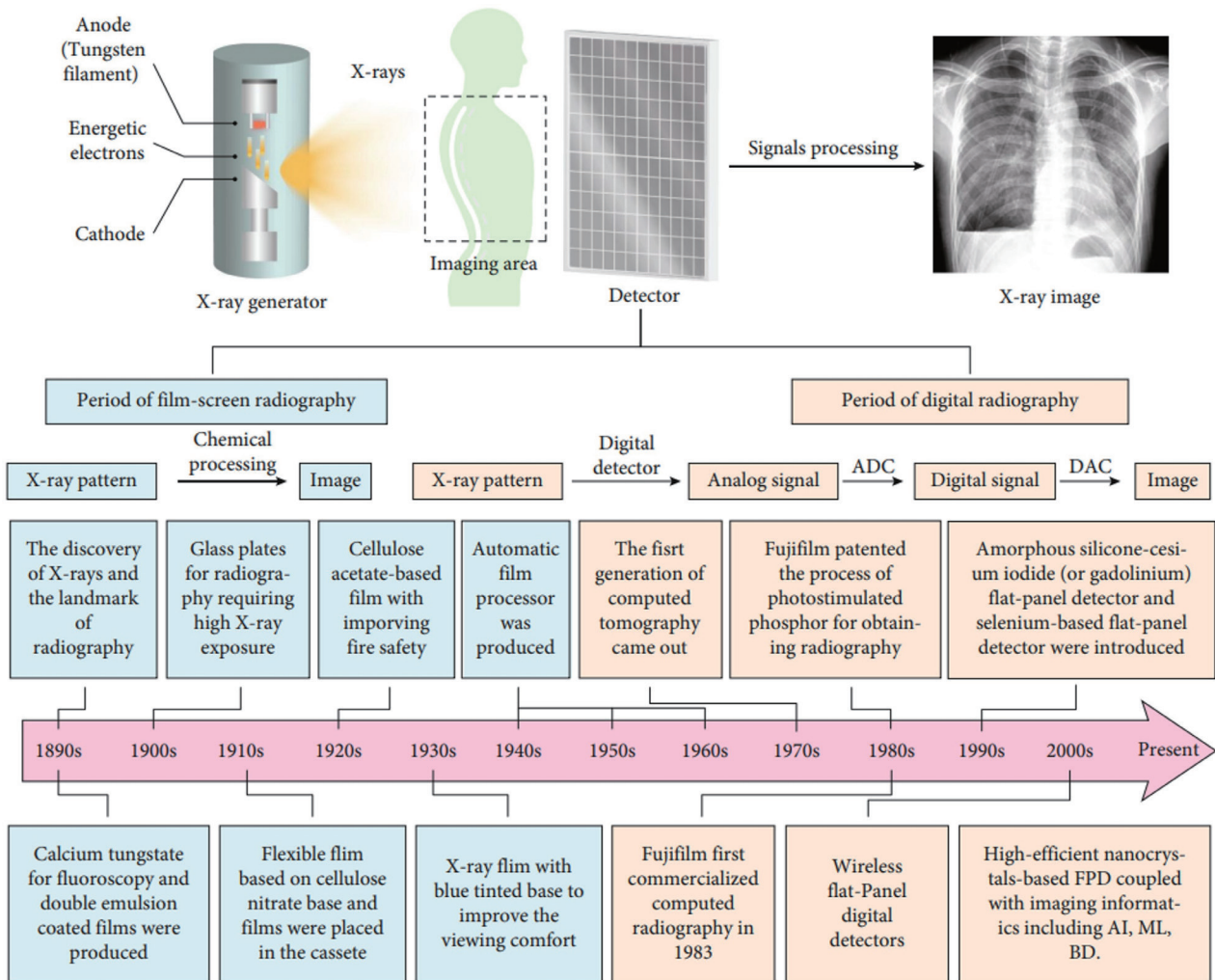
<그림 1> 의료영상장비 개발 및 발전의 역사^[2]

본 연구에서는 의료영상획득을 위한 다양한 기기에서 사용되는 방사선 검출 시스템에서의 인공지능의 활용에 대해 알아보고, 의료영상시스템에서 인공지능의 활용과 전망에 대해 고찰하고자 한다.

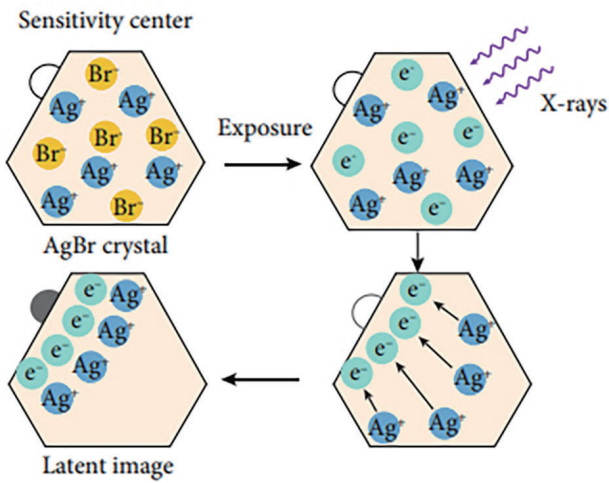
II. 의료영상기기에 따른 방사선 검출 시스템 종류

의료영상기기는 X-ray의 발견 이후 영상 진단뿐만 아니라 치료 시스템에도 널리 활용되고 있다. 또한 초음파 및 자기장을 활용한 시스템도 개발되어 사용되고 있다. X-ray를 영상 진단 및 치료 시스템에 사용하기 위해서는 필수적으로 방사선 검출기가 필요하다. 발생된 방사선을

수집 및 처리하고 영상화를 위해서는 방사선과 상호작용하여 전기적 신호를 발생시켜야 하기 때문이다. X-ray를 사용하는 의료영상기기의 종류로는 일반촬영장비, CT, 투시장비 등이 대표적이다. 이러한 시스템은 공통적으로 X-ray를 활용하기 때문에 낮은 에너지의 방사선을 측정하는 검출기들을 사용한다. 전통적으로 X-ray를 검출하기 위해서는 방사선 필름을 사용하였다. 이는 일반 사진 필름과 마찬가지로 빛, 즉 방사선과 상호작용한 정도에 따라 흑화도가 달라져 대상을 촬영할 수 있었다. 그러나 사진 현상 등, 촬영 결과물을 확인하기 위해서는 여러 작업이 필요하고, 한번 사용한 필름은 재사용이 불가능하였다. 또한 관리가 어려워 점점 방사선 필름의 사용은 줄어들었고, 기술 개발로 재사용이 가능한 시스템이 사용되



〈그림 2〉 X-ray 검출 시스템의 개략도 및 검출기 개발 역사^[3]

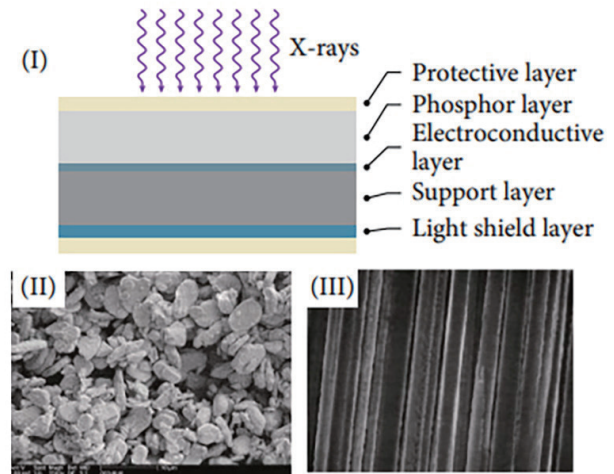


〈그림 3〉 방사선 필름에서 영상이 형성되는 과정^[3]

었다. 이후에는 반도체 센서를 X-ray 검출에 도입하여, 디지털 신호로 직접 데이터를 획득하는 검출기가 사용되었으며, 직접 X-ray를 수집하는 시스템과 섬광체 물질이 X-ray와 상호작용해서 빛을 발생시키고, 이 빛을 검출하는 간접 방식의 디지털 검출기가 개발되었다. 현재는 직접 수집하는 시스템이 보편적으로 사용되고 있다. 〈그림 2〉는 X-ray 발견 이후 사용되어온 X-ray 검출 시스템의 개략도를 보여준다^[3].

〈그림 3〉에 방사선 필름을 사용하여 영상이 형성되는 과정을 나타내었다. X-ray가 필름에 입사하면, 필름을 이온화 시키면, 음전하를 띤 감도 중심에 이온화된 은이 결합하여 잠상을 만든다. 이러한 잠상들이 모여 전체 영상을 형성한다^[4,5].

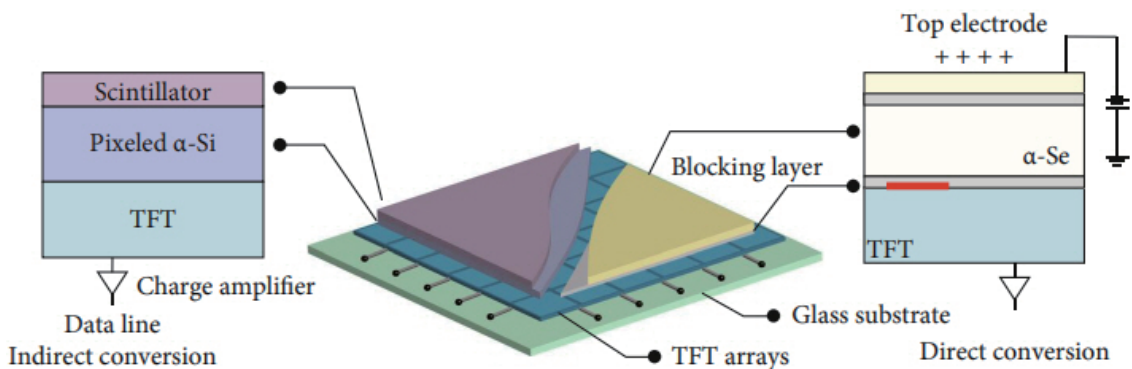
X-ray를 디지털 신호로 획득하기 위해서 현재는 TFT 시스템을 활용한 반도체 센서의 검출기가 개발되어 사용



〈그림 5〉 CT 검출기에 사용되는 IP의 단면 개략도(I)와 일반적인 섬광체의 전자현미경 사진(II) 및 가늘고 긴 형태의 구조물을 이루는 섬광체의 전자현미경 사진(III)^[3]

되고 있다. X-ray의 에너지 변환 방식에 따라 간접 및 직접 변환 방식으로 나눌수 있다. 간접 변환 방식은 입사한 X-ray는 섬광체와 상호작용하여 빛을 발생시키고, 발생된 빛을 반도체 센서에서 수집하여 신호를 형성한다. 직접 변환 방식은 반도체 센서와 X-ray가 직접 상호작용하여 신호를 형성한다^[6-9]. 〈그림 4〉는 TFT 시스템을 나타내며, 간접 및 직접 변환 방식의 개략도를 나타낸다.

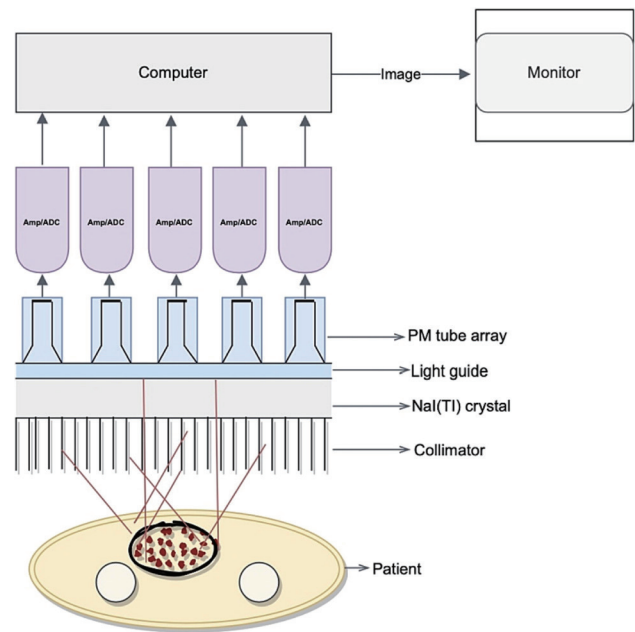
CT는 X-ray를 검출하여 영상을 수집하는 기기이다. X-ray를 검출하여 영상을 형성하는 시스템이므로 일반적으로 X-ray 검출기를 사용한다. 다만, 방사선을 빛으로 변환할 때 사용하는 섬광체의 특별한 형태를 사용한다. 가늘고 긴 형태의 구조로 이루어진 섬광체를 사용함으로써 매우 우수한 공간분해능을 달성할 수 있다.



〈그림 4〉 평판 패널 기반의 X-ray 검출 시스템. 섬광체를 사용하는 간접 변환 방식 및 반도체 센서가 직접 X-ray를 검출하는 직접 변환 방식^[3]

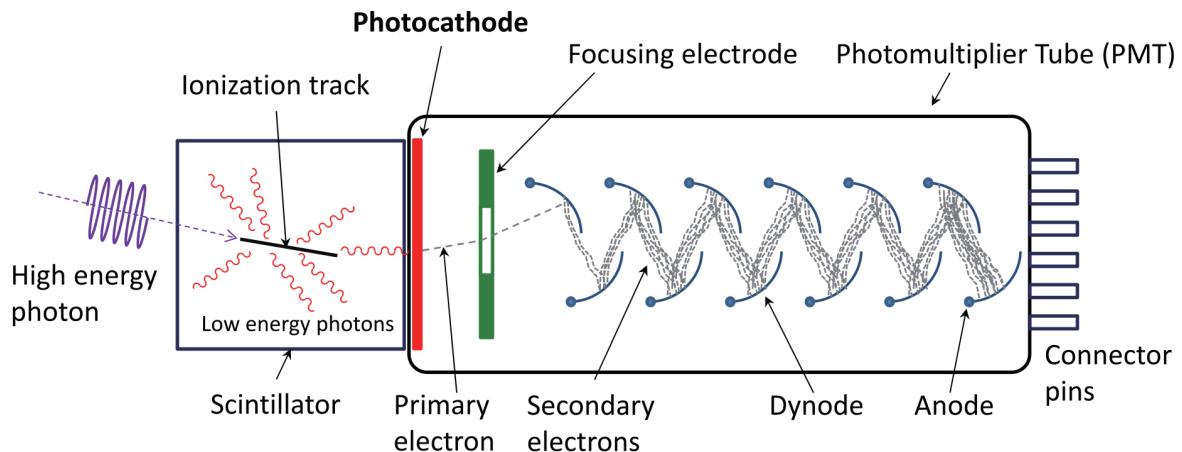
〈그림 5〉는 CT 검출기에서 사용하는 Imaging Plate(IP)의 단면 개략도와 섬광체의 구조를 나타낸다. (I)은 X-ray가 CT의 IP의 단면 개략도를 나타내고, (II)는 섬광체가 구조물을 이루지 않은 형태의 전자현미경 사진을 나타낸다. (III)은 섬광체가 가늘고 긴 구조물로 이루어진 형태의 전자현미경 사진이다. 이와 같은 형태로 섬광체가 구조물을 이룰 경우, X-ray와 상호작용하여 발생된 빛이 넓게 퍼지지 않고 좁은 구조물을 따라 반도체 센서에서 수집될 수 있으므로 매우 우수한 공간해상도로 영상을 형성할 수 있다.

감마카메라나 단일광자단층촬영기기(single photon emission computed tomography, SPECT), 양전자단층촬영기기(positron emission tomography, PET)와 같이 감마선을 검출하는 방사선 검출기는 X-ray 검출기와는 구조적으로 다소 차이가 있다. 방사선을 검출하는 시스템으로써는 비슷한 과정을 통해 신호를 수집하나, 사용되는 섬광체 및 빛 검출 센서에서는 서로 다른 구조를 지니고 있다. X-ray는 발생장치를 통해 단시간에 매우 많은 양의 방사선을 발생시키고, 인체를 투과한 X-ray를 방사선 검출기를 통해 수집하고, 이를 영상화한다. 반면에 감마선을 사용하는 영상기기는 방사성핵종을 인체에 투여 후, 인체 내에서 방출되는 감마선을 주위에 있는 검출기를 통해 검출한다. X-ray에 비해 발생하는 감마선의 수는 상대적으로 적으며, 방사선 검출기는 감마선을 개별적으로 수집하고, X-ray는 일정 시간 동안 수집되는 신호를 바



〈그림 6〉 감마카메라의 검출기 개략도^[10]

탕으로 영상을 형성한다. 이렇듯 두 방사선을 검출하는 시스템은 다소 차이를 보인다. 감마카메라, SPECT, PET은 기본적으로 감마선을 사용하여 영상을 형성하는 기기이므로 사용되는 방사선 검출기의 구조는 일반적으로 동일하다. 특히 감마카메라와 SPECT는 모두 동일한 검출기를 사용한다. SPECT는 감마카메라를 회전시켜 단층 영상을 획득하는 시스템이므로 감마카메라의 검출기와 동일한 구조를 지닌다. 〈그림 6〉은 감마카메라의 검출기의 개략도를 나타낸다^[10]. 특정 방향으로 입사하는 감마



〈그림 7〉 PMT의 신호 변환 및 증폭 과정^[11]

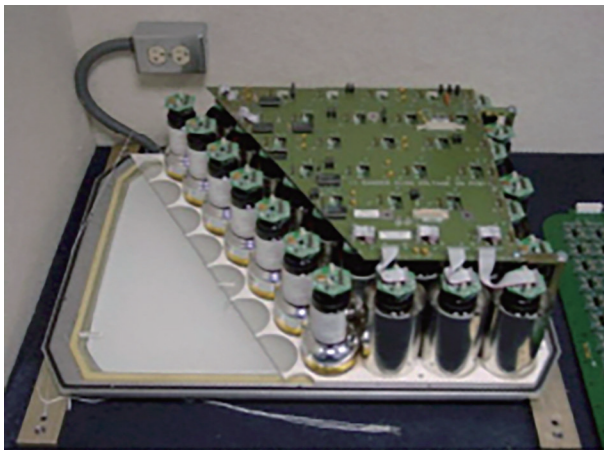
선만을 사용하여 영상을 만들기 위해 콜리메이터가 있으며, 섬광체를 통해 감마선을 빛으로 변환시킨다. 이후 빛은 광센서인 광전증배관(photomultiplier, PMT)에서 전기적인 신호로 변환되어 증폭된다^[11].

〈그림 7〉에서 PMT에서 빛이 전기적 신호로 변환되고 증폭되는 일련의 과정을 도식화하였다. 증폭된 신호는 여러 회로를 거쳐 최종적으로 컴퓨터를 통해 영상으로 만들어진다. 〈그림 8〉은 감마카메라의 검출기를 나타낸다^[12]. 여기서는 콜리메이터는 제거된 상태이며, 섬광체 및 PMT 등으로 구성된 것을 확인할 수 있다.

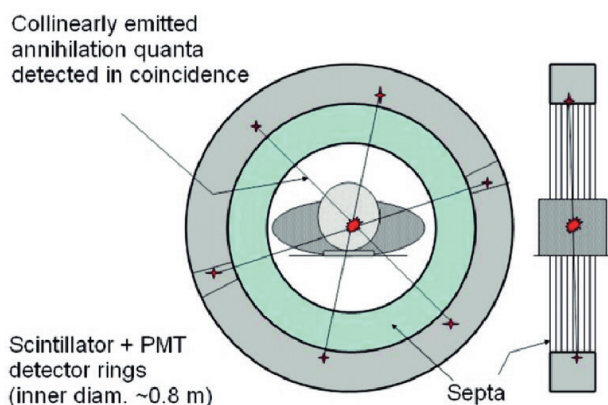
PET에 사용되는 감마선 검출 시스템은 감마카메라 검출 시스템과 거의 동일하지만, 동시계수를 수행한다는 점이 다르다. PET은 양전자를 방출하는 방사성핵종을 인체 내에 투여하고, 여기서 발생한 양전자가 주변의 전자와

상호작용하여 소멸하면서 소멸 감마선을 발생시킨다.

소멸 감마선은 두 개의 감마선이 180도 방향으로 방출되고, PET 검출기가 이를 동시에 계수하여 영상화를 수행한다. 〈그림 9〉는 PET 시스템의 개략도를 나타낸다^[13]. 감마선을 검출하는 시스템이므로 감마카메라와 동일하게 섬광체와 PMT로 이루어져 있다. 그러나 콜리메이터는 동시계수를 통해 영상을 수집하므로 사용되지 않는다. 또한 섬광체가 픽셀 형태로 이루어져 있으며, 각 섬광 픽셀들은 감마선과 상호작용하고, 섬광 픽셀들의 위치를 식별하게 된다. 동시계수를 통해 식별된 섬광 픽셀들의 위치를 서로 이어 영상화를 함으로써 콜리메이터 필요 없이 영상을 형성할 수 있다. 〈그림 10〉은 PET의 검출기를 나



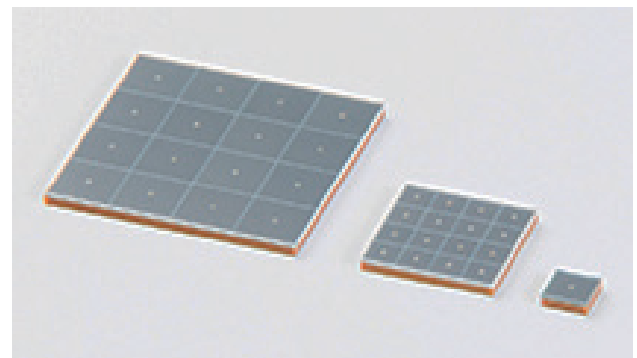
〈그림 8〉 감마카메라 검출 시스템^[12]



〈그림 9〉 PET 시스템의 개략도^[13]



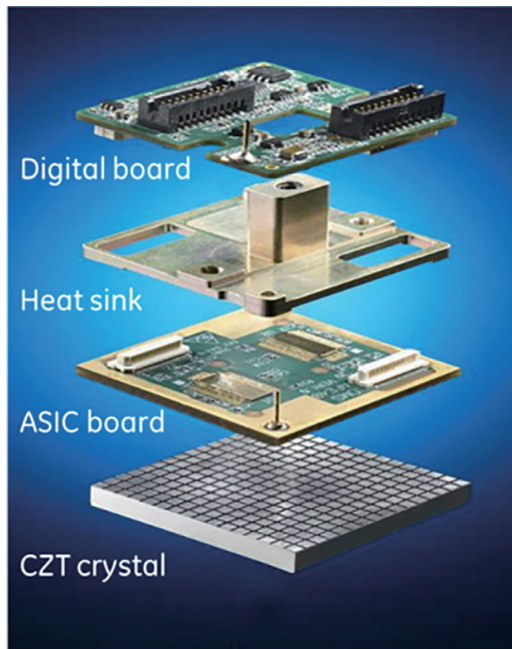
〈그림 10〉 PET 검출기^[14]



〈그림 11〉 실리콘광증배기^[15]



〈그림 12〉 Siemens사의 SIPM PET 검출기^[16]



〈그림 13〉 CZT로 구성된 검출기 모듈^[17]

타낸다^[14]. 일반적으로 섬광 픽셀로 이루어진 섬광체 블록을 4개의 PMT로 신호를 수집한다.

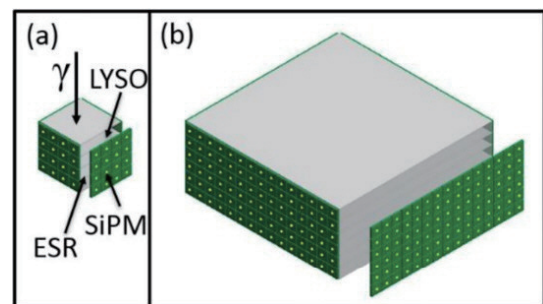
고전적으로 PMT를 광센서로 사용하던 감마선 검출 시스템들이 현재에는 보다 컴팩트하고 낮은 전압으로 동작하는 반도체 광센서로 대체되고 있다. PMT는 진공관 내에서 전자가 이동하며 증폭이 이루어지기 때문에, 상대적으로 큰 크기를 지니고 있다. 반면 반도체 광센서는 진공관이 필요하지 않으므로 매우 작은 크기로 제작이 가능하다. 또한 융합 기기들이 개발로 반도체 광센서의 사용이 더욱 가속화되었다. 〈그림 11〉은 반도체 광센서의 한 종

류인 실리콘광증배기(Silicon Photomultiplier, SiPM or Multi-Pixel Photon Counters, MPPC)를 나타낸다^[15]. 매우 작은 픽셀들이 배열로 이루어져있으며, 각 픽셀들은 하나의 PMT와 같은 역할을 한다. 그러므로 공간해상도 측면에서 매우 우수한 결과를 달성할 수 있다. 〈그림 12〉는 SiPM을 사용하여 구성한 Siemens사의 PET 검출기를 나타낸다^[16]. 기존의 PMT를 사용하여 구성한 시스템에 비해 전체적인 크기를 작게 만들 수 있고, 우수한 공간분해능을 지닌 시스템의 제작이 가능하다.

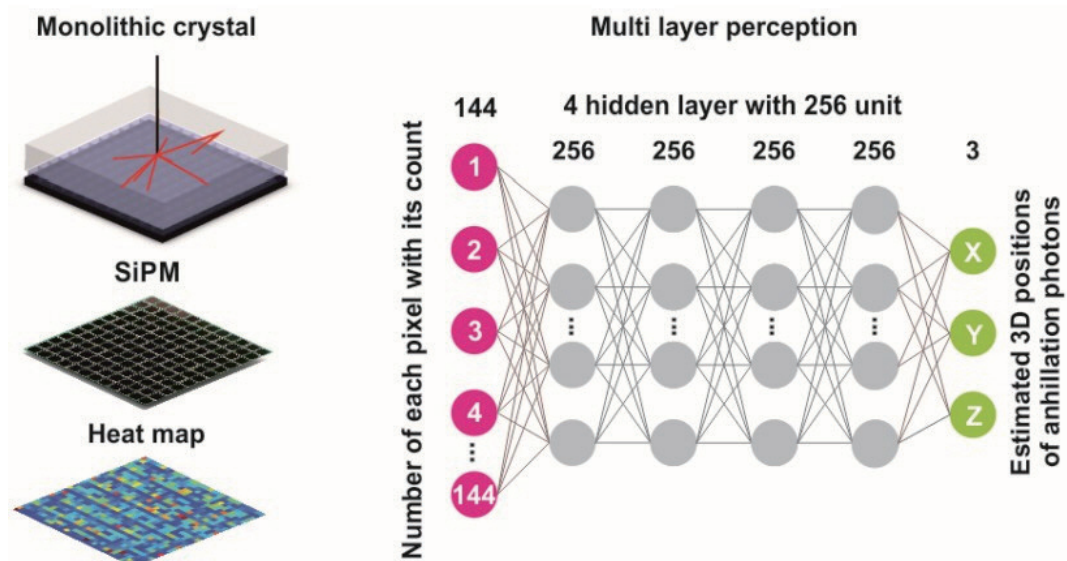
최근에는 반도체 센서를 사용하여 직접 감마선을 검출하는 검출기들이 사용되고 있다. 반도체 검출기인 CdZnTe(CZT) 등을 사용하여 SPECT, PET 등의 검출기로 사용함으로써 우수한 해상도와 우수한 공간분해능을 달성할 수 있다. 〈그림 13〉은 CZT를 사용한 검출기를 나타낸다^[17].

III. 방사선 검출 시스템에서 인공지능의 활용

방사선 검출기는 의료영상 시스템의 전반적인 성능에 중요한 역할을 한다. PET 검출기는 우수한 에너지 및 타이밍 분해능을 갖추고 정확한 이벤트 위치를 산출해야 한다. 섬광체와 감마선이 상호작용한 위치를 정확하게 측정하면 PET 시스템의 전체적인 공간분해능이 향상된다. 민감도 향상을 위해 사용하는 블록형 섬광체에서 가장자리 영역에서 상호작용한 감마선의 위치를 측정하는 것은 어렵다. 기존의 방식인 Anger 계산식을 통한 위치 산출은 가장자리 부분에서 겹침이 다수 발생한다. 그러나 머신러닝 알고리즘을 사용한 연구에서 섬광체 가장자리 영



〈그림 14〉 LYSO 준블록 섬광체와 SiPM을 사용한 검출기 모듈^[19]

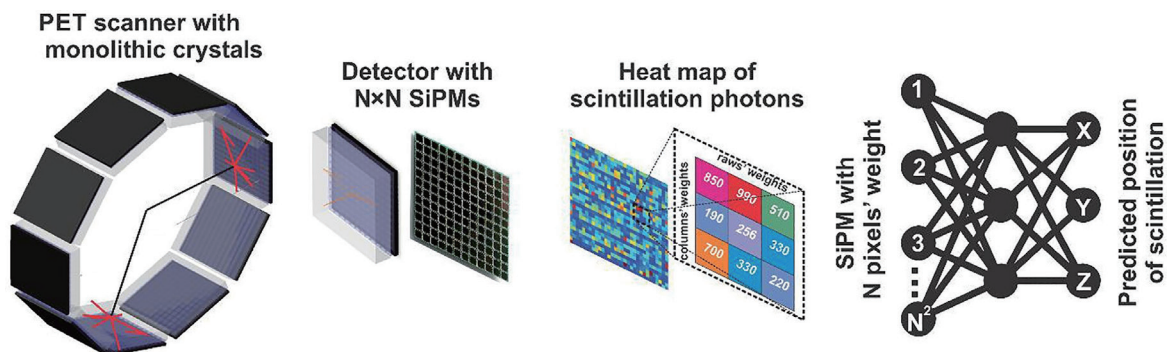


〈그림 15〉 다층 퍼셉트론을 적용한 블록형 섬광체를 사용한 PET 검출기 모듈^[20]

역의 위치 산출에서 더욱 우수한 위치 측정 정확도를 나타내었다^[18]. 〈그림 14〉와 같이 다른 연구에서는 SiPM과 준 블록 섬광체를 사용하여 획득한 신호를 바탕으로 Convolutional Neural Network(CNN)을 통해 학습 후 위치를 측정하는 연구를 수행하였다^[19]. 또 다른 연구에서는 다층 퍼셉트론을 적용하여 블록형 섬광체 내에서의 상호작용 위치를 예측하는 알고리즘을 개발하고, 이를 전임상용 PET의 Anger 계산식과 비교하였다^[20].

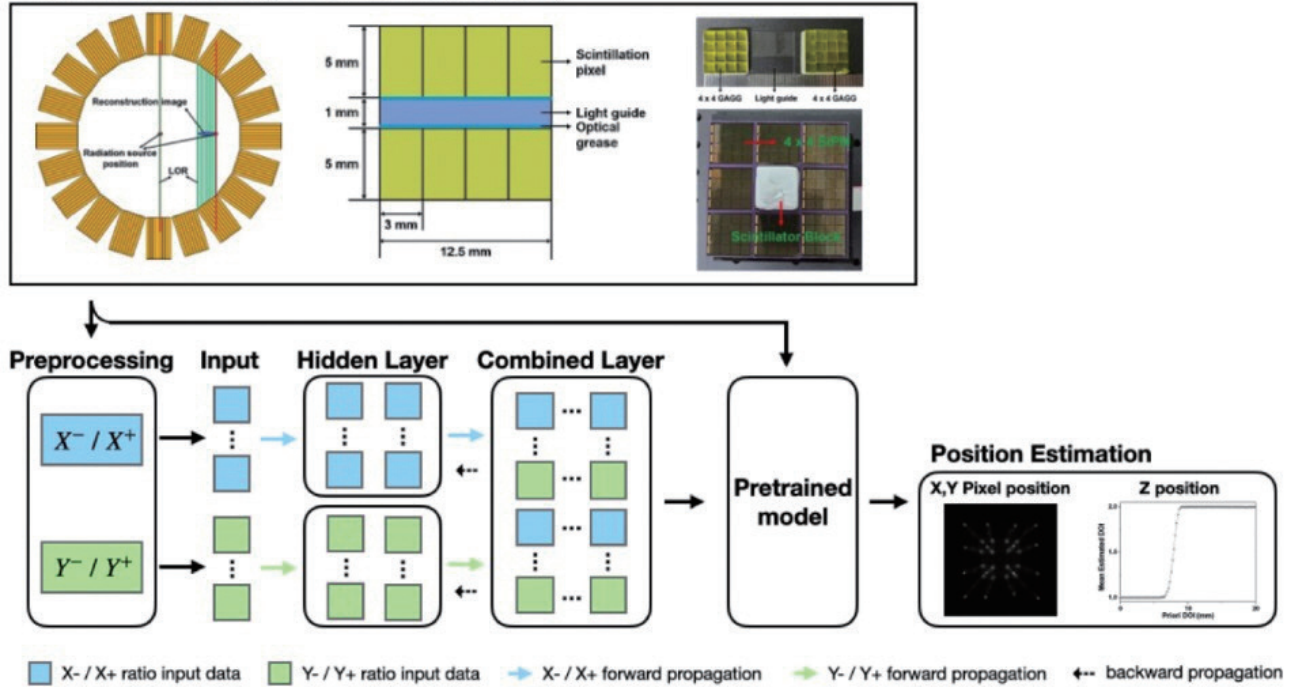
〈그림 16〉은 블록형 섬광체를 사용한 검출기에서 채택한 딥러닝 기반 이벤트 위치 지정 방식을 보여준다^[21,22]. 상호작용의 깊이를 결정하는 문제를 해결하기 위해 그래디언트 트리 부스팅 지도 학습 알고리즘을 사용하여 12 mm 두께의 블록형 섬광체에 대해서 1.4 mm의 반치폭

의 공간분해능을 획득하였다^[22]. 픽셀형 섬광체를 사용하는 검출기에서도 인공지능을 적용한 연구가 수행되었다. 〈그림 17〉은 두 층으로 구성된 반응 깊이 측정 검출기에서 3차원 위치 추정을 딥러닝을 통해 측정하는 연구를 보여준다^[23]. 각 섬광체 층 사이에 광가이드를 삽입하므로써 위층과 아래층의 섬광 픽셀에서 발생한 빛에 대한 광센서에서의 분포를 다르게 하고 이에 대한 데이터를 학습함으로써 위치 추정을 가능하게 한 방법이다. 〈그림 18〉은 0.8 mm x 0.8 mm x 20 mm의 섬광 픽셀을 14 x 14 배열로 구성한 검출기에서 섬광 픽셀과 감마선이 상호작용한 위치를 딥러닝을 통해 추정하는 방법을 나타낸다^[24]. 시뮬레이션을 통해 획득한 데이터를 기반으로 학습을 시켰으며, 이를 실험 데이터에 적용하여 위치를 추정하는

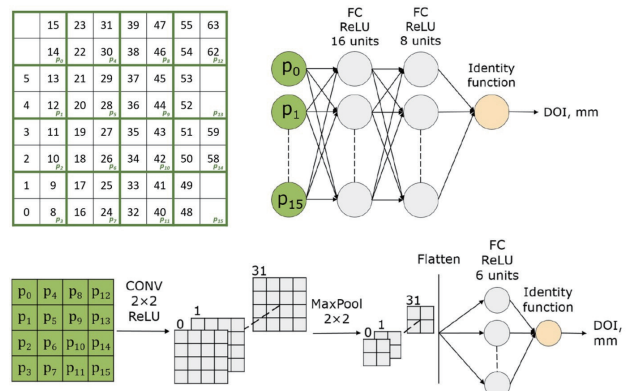
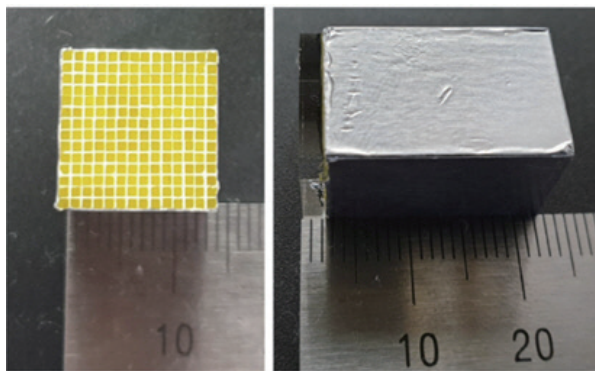


〈그림 16〉 블록형 섬광체에서 감마선과 상호작용한 깊이 방향의 위치에 대한 딥러닝 기반 위치 추정^[22]

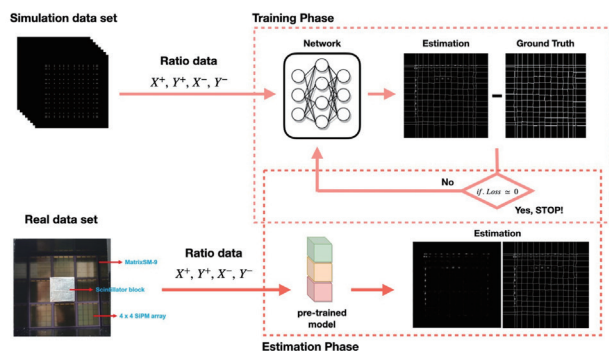
Data Set from a two-layer scintillation pixel array



〈그림 17〉 반응 깊이 측정 검출기 모듈에서 딥러닝 기반 위치 추정 방법^[23]



〈그림 19〉 인공지능을 사용한 반응 깊이 측정 검출기^[25]

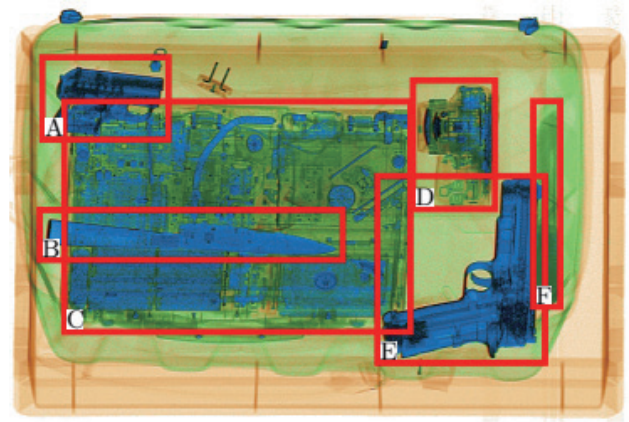


〈그림 18〉 미세 섬광 픽셀을 사용한 검출기의 딥러닝을 통한 위치 추정^[24]

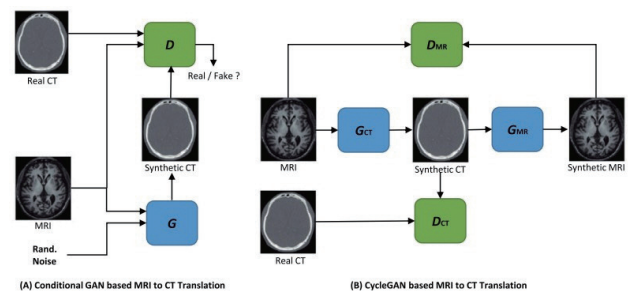
방법으로, 획득한 데이터의 비율을 통해 학습 및 추정을 실시함으로써 시뮬레이션 데이터를 직접 실험 데이터에 적용한 방법이다. 단일 층의 섬광 픽셀 배열의 검출기를 사용하여 인공지능망을 통해 반응 깊이를 측정하는 연구 또한 수행되었다. 〈그림 19〉는 8 x 8 배열의 단일 층의 섬광 픽셀과 4 x 4 배열의 SiPM을 사용하고, SiPM의 반대 끝에는 광가이드를 배치하여 섬광 픽셀에서 발생된 빛의 분포를 상호작용 깊이마다 다르게 적용하여 위치를 추

정하는 방법을 나타낸다^[25].

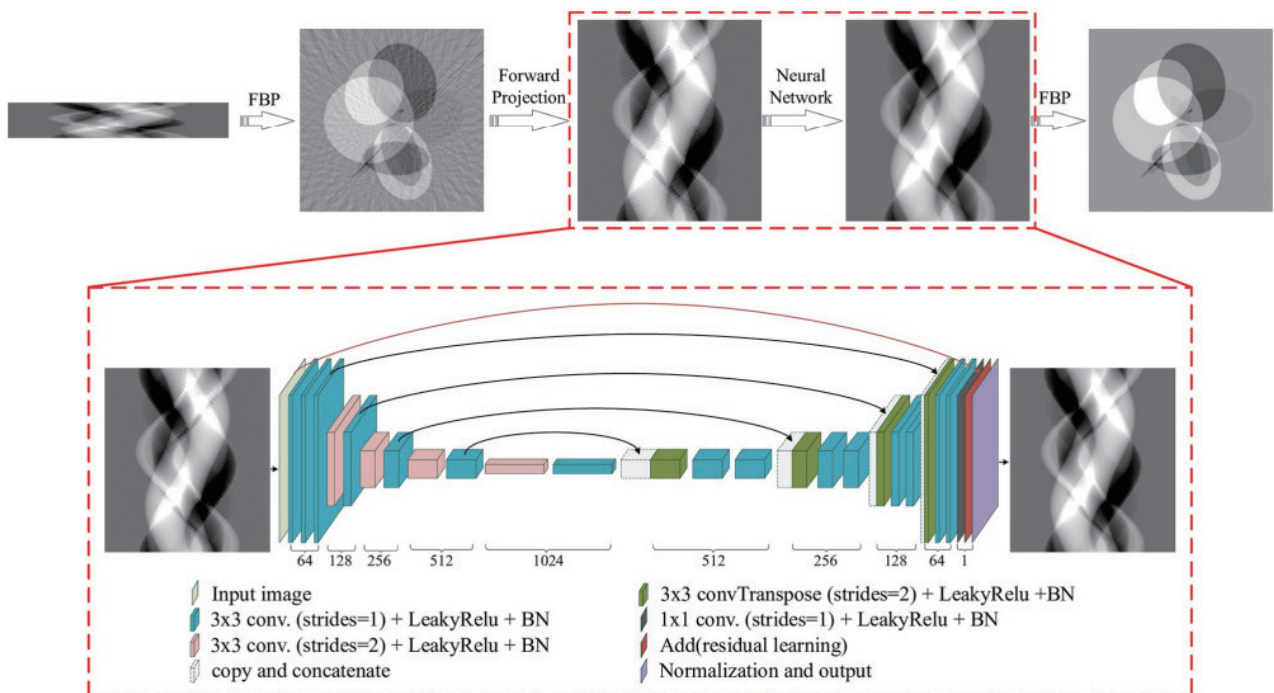
X-ray를 활용한 의료영상기기에서도 인공지능을 활용한 영상의 재구성 및 노이즈 감소, 이물 검사, 진단 검사 등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. X-ray 검출기에서 수집된 데이터를 기반으로 기존의 방법의 영상 재구성이 아닌 인공지능을 활용하여 영상을 재구성하거나, 노이즈를 감소시켜 영상의 화질을 개선하는 작업에 활용할 수 있다. 또한 질병의 진단 등에 활용하여 진단의 정확도를 향상시킬 수 있다. 이뿐만 아니라 진단 이외의 영역에서도 활용되고 있으며, 이는 X-ray 보안 검색기에서의 물체를 식별하거나 물질을 분별하여 안전성의 향상을 이룰 수 있다^[26]. <그림 20>은 인공지능을 통해 X-ray 수화물 검색기에서 물체를 식별한 결과를 보여준다. 여기서 A는 총기 부품, B는 세라믹 칼, C는 노트북, D는 카메라, E는 총기, F는 칼을 나타낸다. <그림 21>은 딥러닝을 통해 두 의료영상시스템에서 획득한 영상을 융합하는 과정을 보여준다. CT와 MRI에서 각각 획득한 데이터를 cGAN 및 CycleGAN 기반으로 합성하였다^[27]. <그림 22>는 인공지능을 활용한 불완전한 투영 영상을 기반으로 CT 영상을 재구성하는 과정을 나타낸다^[28]. 불완전한 투



<그림 20> X-ray 검색기에서 인공지능을 사용한 물체 식별^[29]



<그림 21> cGAN 및 CycleGAN 기반의 CT와 MRI 영상의 융합^[30]



<그림 22> 불완전한 투영 영상을 기반으로 CT 영상의 재구성 프레임워크

영에 대한 사이노그램을 딥러닝을 통해 완전한 사이노그램을 형성하고 이를 다시 여과후역투영법(Filtered Back Projection, FBP)을 통해 재구성하는 과정을 보여준다.

V. 전망과 결론

1895년 뢰트겐이 X-ray를 발견한 이후부터 의료영상 기기는 발전하고 새로운 기기들이 개발되어왔다. 컴퓨터 기술의 발전으로 더욱 우수한 영상의 획득이 가능해졌고, 치료 기술의 발전도 이뤄졌다. 방사선 검출기의 발전도 초기 진공관을 사용한 광센서에서 반도체 물질을 사용한 광센서로의 발전이 이루어졌으며, 이를 통해 아날로그 신호를 직접 디지털 신호로 획득함으로써 영상의 화질과 획득 속도는 더욱 빨라졌다. 최근에는 인공지능 기술의 접목을 통해 영상의 재구성 및 잡음 제거, 물체 식별 등의 기술이 개발되어 사용되고 있으며, 환자에게 부여되는 피폭선량의 감소를 위해 저선량으로 영상을 획득해도 인공지능 기술을 통해 개선하는 연구 개발이 이뤄지고 있다. 방사선 검출기에서도 인공지능을 활용하여 신호를 수집하고, 영상을 획득하는 기술이 개발되고 있으며, 이는 더욱 고도화되어 더 정확하고 신속한 영상의 획득이 가능할 것으로 판단된다. 앞으로 인공지능 기술은 영상 획득 및 개선에 더욱 활발히 활용될 것으로 판단되며, 현재 영상 진단 분야에서는 의사의 보조 진단 도구로써 활용되고 있지만, 향후 기술의 발전을 통해 인공지능을 통한 진단이 더욱 활발히 이루어질 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] N. Usanase, et al, "A look at radiation detectors and their applications in medical imaging", Jpn. J. Radiol. 2024
- [2] H. B. Hong, et al, "Development of Next Medical Imaging System beyond MRI", Electronics and Telecommunications Trends 2014
- [3] Xiangyu Ou, et. al, "Recent Development in X-ray Imaging Technology: Future and Challenges", Research 2021
- [4] R. W. Gurney, et. al, "The theory of the photolysis of silver bromide and the photographic latent image", Proceedings of

the Royal society of London, Series A - Mathematical and Physical Sciences 1938

- [5] S. Pai, et, al, "TG-69: radiographic film for megavoltage beam dosimetry", Med. Phys. 2007
- [6] K. Wang, et, al, "Dual-gate photosensitive thin-film transistor-based active pixel sensor for indirect-conversion X-ray imaging", IEEE Transactions on electron Devices 2015
- [7] H. Wu, et, al, "Metal halide perovskites for X-ray detection and imaging", Matter 2021
- [8] L. Lanca, et, al, "Digital radiography detectors - A technical overview: Part 2", Radiography 2009
- [9] H. Huang, et, al, "Recent developments of amorphous selenium-based X-ray detectors: a review", IEEE Sensors Journal 2019
- [10] F. F. Alqahtani, "SPECT/CT and PET/CT, related radiopharmaceuticals, and areas of application and comparison", Saudi Pharmaceutical Journal 2023
- [11] Elisa Prandini, et, al, "Gamma rays: propagation and detection", Proceedings of Science 2022
- [12] T. E. Peterson, et, al, "SPECT detectors: the Anger Camera and beyond", Phys. Med. Biol. 2011
- [13] C. W. E. Van Eijk, "Inorganic Scintillators in Positron Emission Tomography", Radiation Detectors for Medical Applications 2006
- [14] F. Alahdab, et, al, "Advances in Digital PET Technology and Its Potential Impact Myocardial Perfusion and Blood Flow Quantificant", Current Cardiology Reports 2023
- [15] https://www.hamamatsu.com/content/dam/hamamatsu-photonics/sites/documents/99_SALES_LIBRARY/ssd/s14160_s14161_series_kapd1064e.pdf
- [16] <https://www.siemens-healthineers.com/molecular-imaging/pet-ct/biograph-vision-quadra/udr-detector>
- [17] P. J. Slomka, et, al, "Advances in SPECT and PET Hardware", Progress in Cardiovascular Diseases 2015
- [18] F. Müller, et, al, "A Novel DOI Positioning Algorithm for Monolithic Scintillator Crystals in PET Based on Gradient Tree Boosting", IEEE Transactions on Radiation and Plasma

Medical Sciences 2019

- [19] P. Peng, et. al, "Compton PET: A Simulation Study for a PET Module with Novel Geometry and Machine Learning for Position Decoding", Biomed. Phys. Eng. Express, 2019
- [20] A. Sanaat, et. al, "Depth of Interaction Estimation in a Preclinical PET Scanner Equipped with Monolithic Crystals Coupled to SiPMs Using a Deep Neural Network", applied sciences 2020
- [21] F. Hashimoto, et. al, "A feasibility study on 3D interaction position estimation using deep neural network in Cherenkov-based detector: A Monte Carlo simulation study", Biomed. Phys. Eng. Express, 2019
- [22] H. Arabi, et. al, "The promise of artificial intelligence and deep learning in PET and SPECT imaging", Physica Medica 2021
- [23] B. Jo, et. al, "Preliminary study on scintillation pixel position determination through deep learning of a two-layer DOI detector", Nuclear Engineering and Technology 2025
- [24] B. Jo, et. al, "A study on the positioning of fine scintillation pixels in a positron emission tomography detector through deep learning of simulation data", Nuclear Engineering and Technology 2024
- [25] A. Zatcepin, et al, "Improving depth-of-interaction resolution in pixellated PET detectors using neural networks", Phys. Med. Biol, 2020
- [26] S. Akcay, et. al, "On Using Deep Convolutional Neural Network Architectures for Object Classification and Detection within X-ray Baggage Security Imagery", IEEE Transactions on Information Forensics and Security 2018
- [27] S. Dayarathna, et. al, "Deep learning based synthesis of MRI, CT and PET: Review and analysis". Medical Image Analysis 2024
- [28] J. Dong, et. al, "A deep learning reconstruction framework for X-ray computed tomography with incomplete data", PLOS ONE 2019



이승재

- 2008년 8월 연세대학교 방사선학과 학사
- 2010년 8월 연세대학교 방사선학과 석사
- 2017년 2월 연세대학교 방사선학과 박사
- 2011년 6월 (주)뉴케어 연구원
- 2012년 3월 삼성전자 사원
- 2014년 2월 삼성디스플레이 사원
- 2018년 3월 한국원자력연구원 고급전문인력
- 2025년 7월 ~ 현재 동서대학교 방사선학과 부교수

〈관심 분야〉

Medical physics, PET system, Radiation measurement, Imaging processing, Radiation shielding

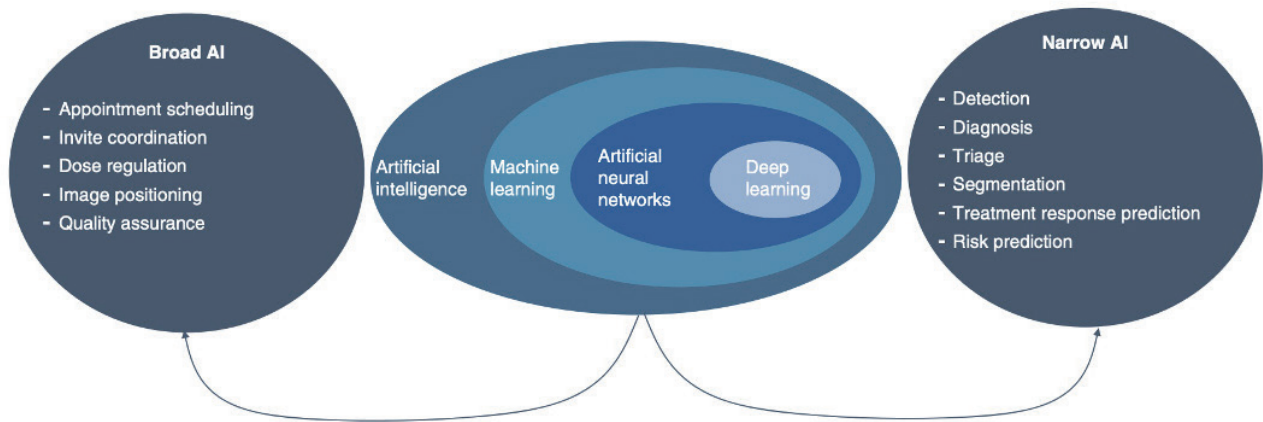
인공지능을 활용한 유방암 영상 진단 기술의 현재와 미래

I. 서론

유방암은 지난 수십 년간 전 세계 여성에게 가장 높은 발병률을 보이며, 여성암 중 1위의 위치를 고수하고 있다. 전체 여성암의 24.5%를 차지하고 있으며, 사망률 역시 15.5%로 높은 수준을 유지하고 있다^[1]. 특히 2022년 한 해 동안에만 약 230만 명의 여성이 새롭게 유방암으로 진단받았고, 약 67만 명이 이 질환으로 사망했다는 통계는 유방암이 얼마나 전 세계적인 보건 위협인지를 명확히 보여준다. 조기 발견은 유방암 관리에 있어 가장 중요한 요소 중 하나로, 병기가 국한된 초기 단계에서 진단될 경우 5년 생존율은 약 99%에 달한다^[2]. 반면, 원격 전이가 발생한 경우 이 수치는 30% 이하로 급감하며, 이에 따라 조기 진단의 정밀도와 민감도는 환자의 생존율에 결정적인 영향을 미친다. 유방암 영상진단은 이러한 조기 발견을 위한 핵심 도구로서, 과거에는 주로 mam모그래피(Mammography)에 의존하였으나, 현재는 디지털 유방 토모신테시스(DBT), 초음파, 자기공명영상(MRI), 조영증강 mam모그래피(CEM), 유방 CT, PET/PEM, 분자 유방 영상(MBI) 등 다양한 기술이 병용되고 있다. 각 기술은 고유의 장점과 한계를 가지며, 환자의 연령, 유방 밀도, 가족력 등의 요소에 따라 선택적으로 적용된다. 특히 한국 및 아시아 여성의 약 80%, 미국 여성의 약 50% 이상이 '치밀유방(Dense Breast)'에 해당하는 것으로 알려져 있다. 치밀유방은 유방 조직 내 섬유선조직의 비율이 높아 엑스선 영상에서 병변과 정상조직 간 대조도가 낮아지며, 이로 인해 mam모그래피의 민감도는 30~50% 수준으로 감소한다^[3]. 이로 인해 치밀유방 여성의 경우 위양성과 위음성 판정이 증가하고, 이차적 검사 및 불필요한 생검이 빈번하게 수행되는 문제가 존재한다. 이러한 배경에서 최근 인공지능(AI) 기술의 급속한 발전은 유방암 영상진단의 정확도, 효율성, 일관성을 제고할 수 있는 중



손 기 홍
한국전자통신연구원



〈그림 1〉 의료 영상에서의 AI 응용 분야

요한 돌파구로 주목받고 있다. 〈그림 1〉과 같이 AI는 대량의 영상 데이터를 학습하여 병변 탐지, 위험도 예측, 판독 보조 등의 역할을 수행할 수 있으며, 이를 통해 기존 영상진단 기술의 여러 한계를 극복하고 조기 진단의 정밀도를 높일 수 있다^[4]. 본 기고문에서는 유방암 영상진단에 있어 AI 기술의 적용 현황과 기술적 과제를 체계적으로 고찰하고, 임상적 통합과 미래 방향성에 대한 심층적 논의를 제공하고자 한다.

II. 기존 유방암 영상진단 기술 개요

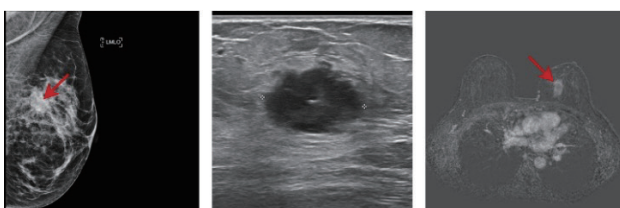
현재 유방암 진단에 사용되는 영상기술들은 서로 보완적인 특성을 가지고 있으며, 〈그림 2〉와 같이 환자의 유방 구조나 위험도에 따라 영상 진단 모달리티의 적절한 선택이 필요하다^[5].

유방암 진단을 위한 대표적이고 기본적인 영상 기술인 mammo그래피(Mammography)는 저선량 엑스선(X-ray)을 사용하여 유방 조직을 검사하는 방법이다. 특히 미세석회화(calcification)나 구조적 이상을 민감하게 탐지하는 데

효과적이다. 하지만 유방 조직이 조밀한 치밀유방(Dense Breast)의 경우, 높은 밀도의 섬유성 조직이 병변을 가려 영상의 대조도를 크게 저하시킨다. 이로 인해 유방암 병변의 탐지가 어려워지고, mammo그래피의 민감도는 50% 이하로 크게 감소할 수 있다. 이는 영상 판독의 정확성과 신뢰성에도 부정적 영향을 미친다^[6]. 따라서 치밀유방을 가진 여성들은 추가적인 영상 기술을 활용하여 진단 정확도를 보완할 필요가 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 개발된 디지털 유방 토모신테시스(Digital Breast Tomosynthesis, DBT)는 다양한 각도에서 촬영한 2차원 이미지를 컴퓨터 알고리즘을 통해 3차원 이미지로 재구성하는 기술이다. DBT는 조직 중첩의 문제를 현저히 줄이고 병변과 주변 정상 조직을 명확하게 분리하여 시각화한다. 최근 연구에 따르면, DBT는 기존 mammo그래피 대비 진단 정확도를 약 15~30% 향상시키는 것으로 보고되며, 특히 치밀유방에서의 조기 병변 탐지에 뛰어난 효과를 나타낸다^[7]. 또한 DBT는 위양성 판정을 줄이고 조직검사 등 추가적인 침습적 검사의 빈도를 감소시키는 장점도 있다. 다만, 초점 영역 외의 깊이에서는 영상이 흐려지는 단점이 있다.

초음파(Ultrasound)는 방사선을 사용하지 않는 비침습적 영상 기술로, 치밀유방의 보조 진단 도구로 널리 활용된다. 초음파는 실시간으로 병변의 형태학적 특성을 평가할 수 있으며, 고형 종양과 낭종을 구별하는 데 특히 효과적이다. 그러나 검사자의 숙련도에 따라 영상 획득과 판독 결과가 크게 달라질 수 있어 높은 수준의 전문성이 요



〈그림 2〉 다양한 유방 영상화 모달리티에서의 유방암 검출 예. 왼쪽부터 mammo그래피, 초음파, MRI 영상

구된다. 또한, 초음파는 병변의 특성을 세밀히 구분하는데 한계가 있어 위양성 결과를 자주 초래하며, 결과적으로 불필요한 조직검사를 증가시킬 가능성이 있다^[8]. 따라서 초음파의 신뢰성과 정확성을 높이기 위해 영상 획득 및 판독 표준화 기술 개발이 중요하다.

자기공명영상(MRI)은 조영제를 사용하여 혈류, 혈관 투과성 등 조직의 기능적 특성을 시각화하는 기술로, 특히 BRCA1 및 BRCA2 유전자에 병적 변이를 가진 고위험군 여성의 검사에서 높은 민감도를 보인다. 이러한 유전자의 변이는 DNA 손상 복구 기능에 영향을 주어 유방암 발생 위험을 일반 인구보다 4~6배 높이기 때문에 MRI를 활용한 조기 탐지가 매우 중요하다^[9]. MRI는 초기 미세 병변 탐지에도 탁월한 성능을 가지지만, 검사 비용이 높고 검사 시간이 길며, 위양성 결과의 빈도가 높다는 단점이 존재한다. 또한 조영제 사용에 따른 신장 독성이나 알레르기 반응과 같은 부작용이 나타날 수 있어, 일반 선별 검사로는 제한적이다.

조영증강 mamмо그래피(Contrast Enhanced Mammography, CEM)는 저에너지와 고에너지 X선을 동시에 이용하여 병변 내 혈관 형성(angiogenesis)과 같은 특성을 강조하는 영상 기술이다. 특히 치밀유방에서 병변의 시각적 대비를 높여, 병변의 탐지 능력을 향상시킬 수 있다. 최근 연구에서는 CEM이 MRI와 유사하거나 더 높은 진단 성능을 보일 수 있다고 보고하고 있으며^[10], 병변의 크기 및 범위 측정에도 유용하다는 평가가 있다. 하지만 조영제 관련 부작용 및 방사선 피폭량 증가가 임상에서의 적용을 제한하는 요인으로 작용하고 있다.

유방 CT(Breast CT)는 유방을 360도 회전하며 빠르게 촬영한 후 얻은 데이터를 바탕으로 3차원 영상으로 재구성하는 방법이다. mamмо그래피와 달리 유방 압박이 필요 없어 환자의 불편감을 크게 줄일 수 있으며, 병변의 공간적 위치와 경계를 정밀하게 평가할 수 있는 장점이 있다. 그러나 상대적으로 높은 방사선량과 낮은 공간 해상도는 임상 적용 및 기술 보급에 제약을 준다.

기능적 영상 기술인 PET 및 PEM(Positron Emission Mammography)은 종양의 대사 활성화도 평가와 병기 설정, 치료 반응 모니터링에 특히 유용하다. 하지만 PET 및

PEM은 해상도가 제한적이고, 고비용 및 방사성 동위원소 사용으로 인한 접근성 문제가 있어 일반적인 선별 검사로 활용하기는 적절하지 않다.

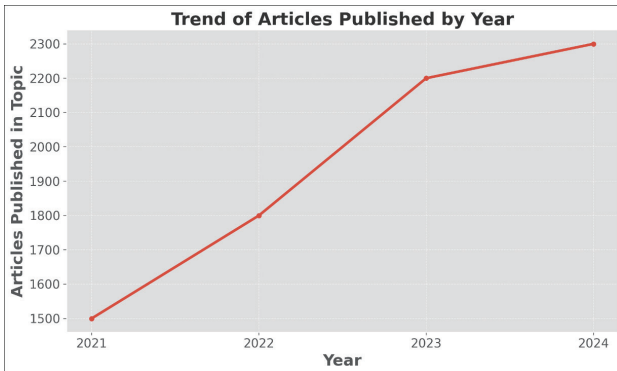
분자 유방 영상 (Molecular Breast Imaging, MBI)은 방사성 추적자를 사용하여 유방 내 종양의 기능적 정보를 얻는 영상 기술이다. 민감도가 85~90%로 보고되며, 고위험군 여성이나 기존 영상에서 병변이 불명확한 경우 보완적인 역할을 할 수 있다. 그러나 방사선 노출 및 특수 장비의 필요성으로 인해 일반적인 선별검사로는 제한적으로 사용된다.

결론적으로 유방암 진단을 위한 영상 기술들은 서로 보완적이며, 치밀유방 또는 유전적 고위험군 여성의 경우 여러 영상 기술을 병행 사용하여 진단 정확도를 높이고 있다. 하지만 각 기술 간의 해상도, 민감도, 특이도, 비용, 방사선 피폭량 등의 요소에 따라 트레이드오프가 발생한다. 이에 더욱 정밀하고 안전하며 경제적인 영상 진단 기술의 개발이 필수적이다.

III. 기존영상진단 기술의 한계와 인공지능 도입 필요성

유방암의 조기 진단과 정확한 병기 구분은 치료 예후에 결정적인 영향을 미친다. 이를 위해 다양한 영상진단 기술이 핵심적인 수단으로 활용되어 왔으나, 현재 임상에서 널리 사용되는 영상기법들은 민감도와 특이도의 균형 측면에서 본질적인 한계를 지니고 있다. 진단 정확성과 효율성에서 구조적인 제약을 보이고 있으며, 특히 환자의 유방 밀도, 판독자의 숙련도, 검사 접근성, 비용 등 복합적인 요인이 진단 신뢰도 저하의 주요 원인으로 작용하고 있다. 이에 따라 이러한 한계를 보완하고자 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술의 도입 필요성이 점차 강조되고 있다. <그림 3>은 최근 유방암 진단 및 영상 분야에서 인공지능(AI)을 주제로 발표된 논문의 연도별 증가 추이를 보여준다^[11].

대표적인 선별검사인 mamмо그래피(mammography)는 유방암 사망률 감소에 기여해 온 가장 보편화된 영상기법이다. 그러나 치밀유방 환자의 경우 방사선 투과도가 낮



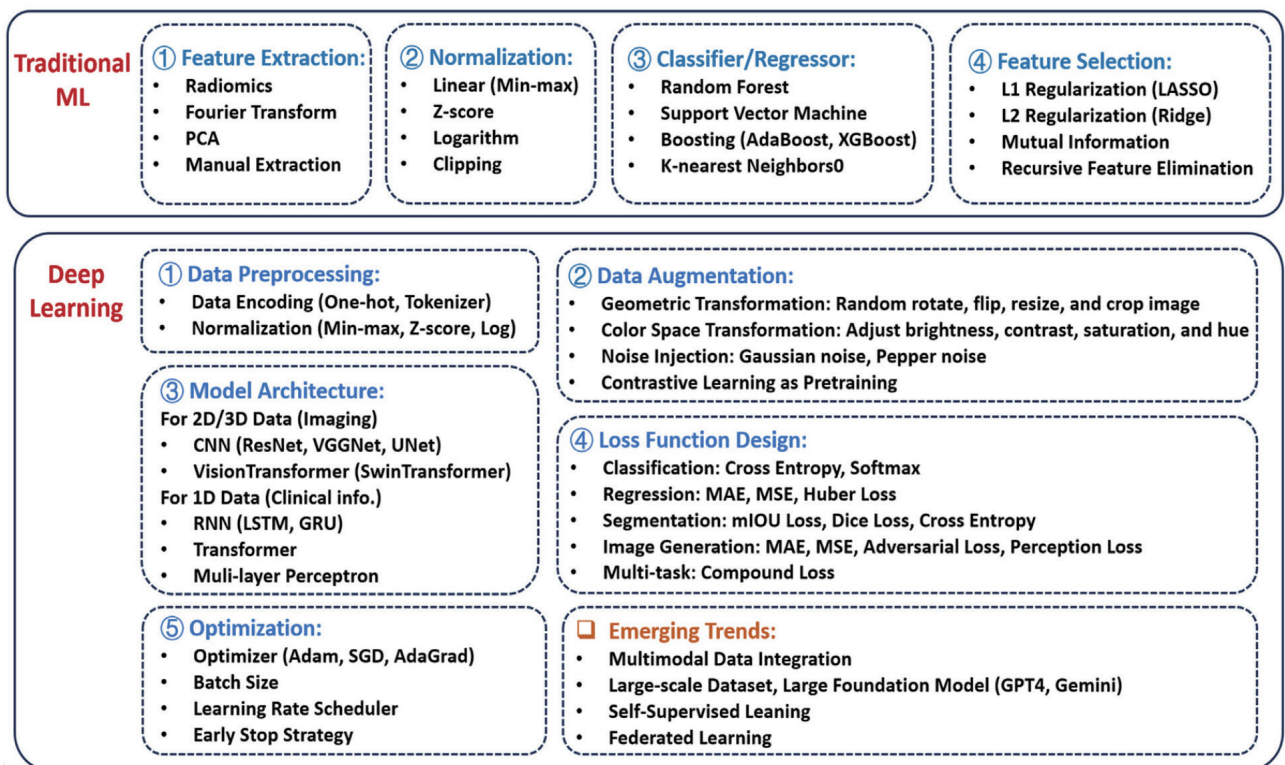
〈그림 3〉 유방암 진단 및 영상에서의 인공지능 관련 최근 논문 발표 수 추이

아 병변의 시각적 식별이 제한되며, 이로 인해 탐지 민감도가 30~48%까지 저하되는 것으로 보고되고 있다^[12]. 치밀유방은 유방암 고위험군으로 간주되며, 일반 조직에 비해 섬유선 조직의 비율이 높아 병변과 정상 조직 간의 대비가 불충분하다. 이로 인해 위음성 및 위양성 판정이 빈번히 발생하며, 실제 국내 국가검진 프로그램에서는 약 11%, 즉 연간 40만 건 이상의 판정 유보 사례가 발생하

고 있다.

이러한 한계를 보완하기 위해 초음파(ultrasound)가 병행 사용되지만, 검사자의 숙련도에 따라 영상 품질과 진단 정확성이 크게 좌우되며, 미세석회화 병변 탐지에는 여전히 제한이 존재한다^[6].

자기공명영상(MRI)은 높은 민감도를 지니고 조기 병변 탐지에 효과적이지만, 긴 검사 시간, 고비용, 조영제 부작용 등으로 인해 선별검사로의 적용에는 현실적인 제약이 따른다^[7]. 이 외에도 조영증강 맘모그래피(contrast-enhanced mammography, CEM), 유방 CT, PET, 분자동영상법(MBI) 등 고해상도 영상기법은 높은 진단 성능에도 불구하고, 방사선 피폭, 장비 접근성, 비용 등의 한계로 인해 일상 진료에의 활용이 제한적이다. 더욱이 영상의학 진단의 본질적인 문제 중 하나는 대부분의 판독이 방사선 전문의의 주관적 해석에 의존한다는 점이다. 이는 판독자의 숙련도, 피로도, 판독 환경 등에 따라 결과의 일관성과 재현성이 영향을 받을 수 있으며, 실제로 병변에 대한 전문의 간 일치율(inter-reader agreement)은 중



〈그림 4〉 유방암 진단을 위한 머신러닝 및 딥러닝 적용 방식 예

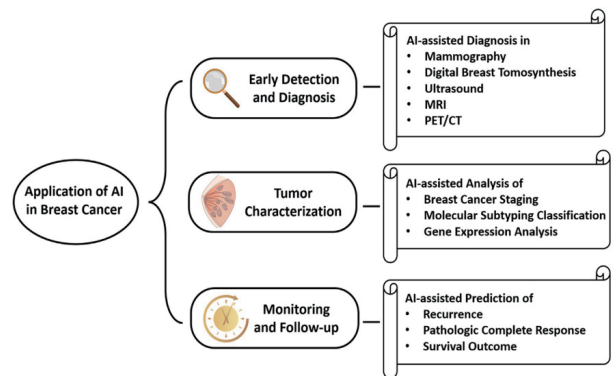
간 수준에 머물러 있다^[13]. 이러한 상황은 영상진단의 신뢰성 확보에 있어 지속적인 장애 요소로 작용한다.

이처럼 기술적·인적 제약이 복합적으로 존재하는 진단 환경 속에서, 인공지능(AI) 기반 영상 분석 기술은 유의미한 대안으로 주목받고 있다. AI는 방대한 영상 데이터를 학습하여 인간 판독자가 간과할 수 있는 미세한 특징을 정량적으로 분석하고, 진단의 일관성을 유지하는데 기여할 수 있다. <그림 4>는 유방암 진단을 위한 머신러닝(Machine Learning, ML) 기법들을 요약한 도식으로, 각 기법이 영상, 병리, 유전체 등 다양한 데이터 분석에 어떻게 활용되는지를 보여준다^[14]. 특히 딥러닝(deep learning) 모델은 고해상도 영상에서 병변의 모양, 경계, 패턴 등을 정밀하게 추출하여 판독자 간 편차를 보완하며, 진단 정확도 향상에 기여한다.

IV. 유방암 영상진단 분야 인공지능 기술 현황 및 적용 사례

최근 영상의학 분야에서는 인공지능, 특히 딥러닝 기술의 도입과 발전이 빠르게 진행되고 있으며, 유방암 영상진단에서도 본격적인 임상 응용이 활발히 이루어지고 있다. 딥러닝 기반의 진단 시스템은 영상 내 병변의 시각적 특징을 자동으로 추출 및 분석하여, 기존 전문 판독자의 수준과 동등하거나 때로는 그 이상의 정확도로 병변 탐지 및 분류를 수행한다. 특히 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)은 공간적 특성과 패턴 인식에 뛰어난 성능을 발휘하며, 유방 영상 내 종괴(mass), 미세 석회화(calcification), 비대칭 밀도(asymmetry) 등 다양한 병변의 형태학적 특성을 효과적으로 분석한다. CNN 모델은 이를 바탕으로 병변의 병리학적 가능성을 자동 분류하여 진단 정확도를 높이고 있다. <그림 5>는 유방 영상진단 분야에서 AI가 적용되고 있는 주요 영역들을 개관한 것으로, 병변 탐지, 영상 품질 향상, 진단 보조 등 다양한 응용 사례를 포함한다^[14].

최근 연구 결과에 따르면, McKinney 등은 약 26,000건의 대규모 유방 영상 데이터를 기반으로 CNN 모델을 훈련하고 전문 방사선의 판독 결과와 비교하였다. 이



<그림 5> 유방 영상에서의 인공지능(AI) 최신 응용 범위

연구에서는 AI 모델이 전문 판독자 대비 위양성(false positive) 및 위음성(false negative) 비율 측면에서 모두 더 낮은 수치를 기록하였고, 전체적인 민감도와 특이도에 서도 동등하거나 우수한 성능을 나타냈다고 보고하였다^[15]. 이는 AI 기술이 보조적 역할에 그치지 않고 독립적이며 신뢰성 있는 진단 도구로서도 충분한 가능성을 가지고 있음을 보여준다.

한편, Yala 등의 연구에서는 AI 판독 보조 시스템이 임상 환경에 도입된 후 영상 판독 시간이 평균 30~40% 단축되었으며, 위양성 판독률과 불필요한 조직검사 시행률이 유의미하게 감소했다고 보고하였다^[16]. 이 결과는 AI 기술의 도입이 진단의 효율성 증대뿐 아니라 의료 자원의 효율적 관리와 환자 경험 향상 측면에서도 매우 효과적임을 입증하는 중요한 근거로 평가된다.

AI 기술은 최근 개별 환자의 다양한 위험 요소를 통합 분석하여 유방암 위험 예측 모델 개발로 확장되고 있다. 환자의 유방 밀도, 병력, 유전적 소인, 연령 등 여러 요소를 결합한 AI 기반 위험 예측 모델은 고위험군 환자의 조기 선별과 적절한 검사 주기 설정을 가능하게 한다. 이와 같은 예측 모델은 의료 자원의 효율적인 배분과 환자의 맞춤형 진료 전략 수립을 촉진하는 임상적 도구로 자리 잡고 있다.

또한, 최근에는 단일 영상 기법의 한계를 극복하고 진단 정확도를 높이기 위해 맘모그래피, 초음파, MRI 등 다양한 영상 모달리티를 결합한 멀티모달(multimodal) AI 시스템 개발이 활발히 이루어지고 있다. 각 영상 기술의 장점을 통합 분석하여 보다 정확한 진단을 가능하게

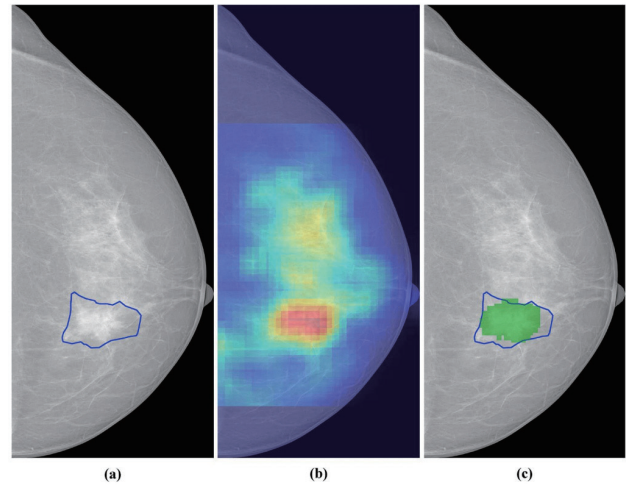
하고, 병리 슬라이드 영상, 유전체 정보, 전자의무기록(EHR) 등 비영상 데이터까지 포함한 통합 플랫폼 구축도 이루어지고 있다. 이러한 멀티모달 AI 플랫폼은 예후 예측, 치료 반응 모니터링, 개인 맞춤형 치료 전략 수립 등 정밀 의료 구현을 위한 핵심 기술로 평가받고 있다.

결론적으로, AI 기술은 유방암 진단 과정에서 기존 영상 진단 기술의 한계를 극복하며, 영상 판독의 정밀성 및 효율성, 환자 중심적 맞춤 진료의 가능성을 크게 향상시키고 있다. 향후 AI 기술의 지속적 발전과 다양한 데이터의 통합 분석 능력 향상은 유방암 진단 패러다임 전환을 더욱 가속화할 것이며, 보다 정확하고 환자 중심적인 의료 서비스 제공의 핵심적 역할을 할 것으로 기대된다.

V. 유방암 영상진단 분야에서 인공지능 기술의 과제 및 극복 방안

유방암 영상진단 분야에서 인공지능(AI) 기술이 실질적인 임상 도구로 자리 잡기 위해서는 기술적, 임상적, 윤리적 측면에서 해결해야 할 여러 과제가 존재한다. 이러한 과제들은 단순히 AI 알고리즘의 성능을 향상시키는 문제를 넘어, 실제 임상 환경 내에서의 통합 가능성과 지속적인 신뢰 확보라는 더 넓은 맥락에서 접근해야 한다. AI 학습을 위한 유방 영상 데이터는 다양한 장비 제조사, 촬영 조건, 환자의 인종 및 연령 분포 등 다양한 변수에 따라 획득되기 때문에 데이터 간 이질성이 심각한 문제로 나타난다. 특히 치밀유방 환자의 비율이 높은 한국 및 아시아 여성 집단에서는 정상 조직과 병변 간의 대비가 낮아 영상 품질의 편차가 크게 나타나는 경향이 있다. 이러한 데이터의 이질성은 AI 모델의 일반화 성능을 저하시킬 수 있으며, 특정 조건에서의 성능 저하 및 편향을 초래할 수 있다. 이를 극복하기 위해서는 다기관, 다인종, 다장비 기반의 대규모 고품질 영상 데이터베이스 구축이 필수적이며, 국제적 표준 프로토콜 기반으로 데이터 수집 및 정확한 주석(annotation)을 확보하는 노력이 병행되어야 한다.

유방암 조기 진단에서 가장 중요한 과제는 미세한 초기 병변의 정확한 탐지이다. 특히 치밀유방 내 병변은 정상



〈그림 6〉 관심 영역 Saliency 맵 모델. (a) 수동으로 병변을 분할한 유방촬영 영상. (b) 인공지능(AI) 시스템이 생성한 Saliency 맵. (c) (b)의 Saliency 맵에서 임계값을 적용하여 얻은 관련 영역(녹색).

유선 조직과 영상에서 유사한 특성을 보이기 때문에 기존의 단순 CNN 구조로는 명확히 구분하기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 멀티스케일 특성 추출, 어텐션 메커니즘, 3D 컨볼루션과 같은 고도화된 딥러닝 아키텍처가 필요하다. 또한 데이터 증강과 하드 샘플 마이닝 기술을 통해 AI 모델의 민감도와 특이도를 동시에 향상시키고, 모델의 장기적인 성능 유지 및 현장 적용을 위한 지속적인 모델 업데이트와 전이 학습 전략도 중요하다.

AI 기술의 임상 적용에서 가장 큰 장벽 중 하나는 의료진의 신뢰 부족이다. AI 진단의 근거가 불투명하면 의료진은 AI 결과를 참고하거나 수용하는 데 어려움을 겪게 된다. 특히 유방암과 같이 높은 위험성을 가진 질환의 경우 작은 오류도 치명적인 결과로 이어질 수 있기 때문에 XAI의 필요성이 더욱 강조된다. CAM(Class Activation Map), SHAP, Grad-CAM, 어텐션 맵 등의 시각적 설명 도구를 통해 AI의 판단 근거를 명확하게 시각화하고, 임상적 의사결정을 지원하는 정량적 정보로까지 연결해야 한다. 〈그림 6〉은 AI 모델이 유방촬영 영상에서 병변을 어떻게 인식하고 해석하는지를 시각적으로 보여주는 예시이다^[17].

AI 시스템이 실제 임상 환경에 성공적으로 통합되기 위해서는 의료진의 기존 작업 흐름에 자연스럽게 녹아드는 사용자 중심의 인터페이스와 시스템 설계가 필수적이다.

유방암 진단 과정은 병변 탐지, 위험도 예측, 추가 검사 필요 여부 결정, 환자 상담 등 복합적인 판단이 요구되기 때문에 AI가 제공하는 정보가 진단의 각 단계에서 명확히 연계될 수 있어야 한다.

예컨대, AI의 진단 결과, 히트맵(heatmap), 진단 신뢰도 지표 등을 통합적으로 제공하고 기존의 전자의무기록(EHR) 시스템과 연동하여 자동 리포트 생성을 지원하는 기능이 효과적이다. 의료진과의 긴밀한 협력을 통한 UI/UX 설계 및 반복적인 사용성 평가를 통해 지속적으로 개선해야 하며, 이는 특히 치밀유방 환자군에서 AI 기술의 임상적 가치를 극대화하는 데 기여할 수 있다.

AI 기술을 활용한 유방 영상 분석은 환자의 민감한 의료정보에 접근하는 것이 필수적이다. 따라서 데이터 익명화, 보안 강화, 환자 동의 확보 등 개인정보 보호 원칙을 엄격히 준수하며, 모델 개발 및 임상 적용의 모든 단계에서 윤리적 가이드라인을 명확히 수립하고 준수해야 한다. AI 모델이 의사결정 과정에 깊숙이 개입할수록 책임 주체에 대한 법적·윤리적 논의도 필요하며, 공정성(fairness), 편향 방지, 알고리즘의 투명성 등도 체계적으로 관리되어야 한다.

이러한 기술적, 임상적, 윤리적 과제들을 극복하기 위해서는 의료 현장의 요구와 AI 기술 발전 방향을 긴밀히 연결하는 다학제적 협력 체계가 필수적이다. 의료진, AI 개발자, 데이터 과학자, 병원 경영진, 정책 결정자가 공동으로 참여하는 체계적인 R&D 체계를 구축하여 유방암 영상진단에서 AI 기술의 신뢰성과 효과성을 지속적으로 발전시킬 수 있을 것이다.

Ⅶ. 유방암 진단 영상기술의 미래 발전 방향

1. 정량적 조영 증강 기반 AI 모델

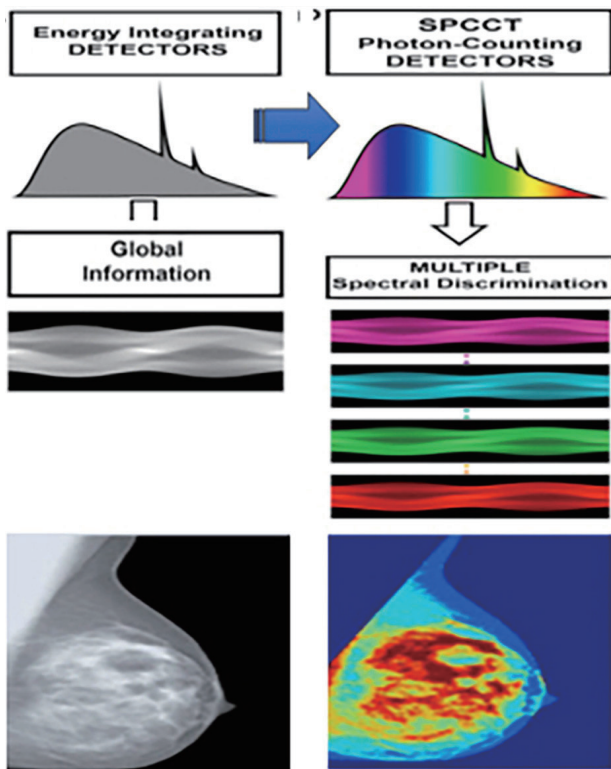
조영증강 영상(Contrast Enhanced Mammography, CEM)은 유방암의 병리생리학적 특성인 혈관 신생(angiogenesis)과 조직의 대사 활성도를 기능적으로 시각화하여 유방암 진단과 병기 설정에서 필수적인 정보를 제공한다. 그러나 임상 현장에서 이루어지는 판독은 대부분 판독자의 경험과 주관적 판단에 의존하는 시각적 또

는 반정량적 평가에 머무르고 있어 진단의 정확성과 일관성 유지에 한계가 있다. 이를 극복하기 위해 최근에는 정밀하고 객관적인 진단을 가능하게 하는 정량적 분석 기반의 인공지능(AI) 모델이 활발히 개발되고 있다. 특히, Diffusion과 같은 생성 모델은 조영제 투여 없이도 병변 부위를 강조한 영상을 생성하여 환자의 조영제 관련 부담을 최소화하면서도 정확한 병변 탐지가 가능하게 한다^[18]. 이러한 모델들은 병변의 위치와 크기를 명확히 파악하고, 병변 주변 정상 조직과의 대조도를 높여 진단 정확성을 크게 향상시킨다. 또한, 레디오믹스(Radiomics) 기법을 통해 영상 내 다양한 질감 및 형태 정보를 정량적으로 추출하고, 이를 딥러닝 알고리즘과 결합한 하이브리드 AI 모델이 등장하고 있다. 이러한 하이브리드 모델은 조영제의 동적 증강 효과(dynamic enhancement)를 시간에 따라 정밀하게 분석하여 병변의 혈류 역학적 특성과 조직의 미세 구조 변화를 객관적으로 평가할 수 있도록 한다. 결과적으로, 이와 같은 접근 방식은 병변의 악성 가능성을 보다 정확하고 객관적으로 예측하는 데 기여하며, 영상 판독의 주관성을 극복하는 중요한 도구로 자리 잡고 있다.

더욱이, AI 기반의 정량적 분석은 다기관 연구를 통해 축적된 대규모 데이터베이스를 활용하여 모델의 신뢰성을 높이고, 임상 판독의 표준화와 일관성을 유지하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 AI 모델의 임상적 적용은 향후 조기 진단의 정확도를 높이고, 궁극적으로 유방암 환자의 예후 개선에도 기여할 것으로 기대된다.

2. 스펙트럴 엑스레이 및 광자계수 검출기 기반 영상 기술

최근 영상 진단 분야에서는 기존 엑스레이 영상의 한계를 극복하기 위한 혁신적 기술로 스펙트럴 엑스레이 영상 획득이 가능한 광자계수형 검출기(Photon-counting detector, PCD)가 주목받고 있다. 기존의 에너지 적분형 검출기(Energy Integrating Detector, EID)는 모든 에너지의 광자를 일괄적으로 통합하여 영상화하기 때문에 조직 간의 미세한 차이를 명확하게 구분하는 데 한계가 있다. 반면, 광자계수형 검출기(PCD)는 개별 광자의 에



〈그림 7〉 엑스레이 에너지 적분형 검출기(EID)와 광자계수형 검출기(PCD)를 활용한 유방 물질분별 예

너지를 독립적으로 계수하여 매우 정밀한 에너지 분해 능력을 제공한다.

PCD 기반 영상 기술은 특히 높은 공간 해상도와 낮은 노이즈 특성을 지니고 있어, 조직의 원자번호(Z number) 및 밀도 정보를 정확히 측정하여 조직 간 미세한 특성을 더욱 명확히 시각화할 수 있다. 이를 통해 기존의 엑스레이 영상에서는 구별하기 어려웠던 병변과 정상 조직 간의 경계를 뚜렷하게 나타내어 병변 탐지의 민감도와 특이도를 크게 향상시키고 있다.

최근 연구에서는 PCD 기반 이중 에너지(Dual-energy) 기술을 활용하여 유방 조직의 정확한 구성 성분 분석이 가능해졌으며, 특히 조영제 투여 후에는 병변의 혈류 역학적 특성과 조직 미세 구조 변화를 보다 명확히 시각화할 수 있다. 또한 AI 알고리즘과 결합하여 조직의 미세한 특성을 학습하고, 병변의 조직학적 아형(subtype)을 더욱 정확히 예측하는 데 성공했다^[19]. 이러한 기술적 발전은 병변의 조기 탐지와 병기 설정, 치료 계획 수립 과정에서 진단 정확도를 획기적으로 높일 수 있

는 잠재력을 가지고 있다.

또한, 스펙트럴 엑스레이 기술은 서로 다른 에너지 수준의 X선을 동시에 이용하여 조직의 특정 구성 성분을 정량적으로 평가할 수 있게 하며, 특히 미세한 석회화(calcification)나 종괴(mass)와 같은 초기 병변의 탐지 능력을 향상시키고 있다. 이 기술은 기존 영상 진단 기법의 한계를 보완하고, 임상 진단 정확성과 신뢰성을 향상시키는 중요한 기술로 평가받고 있다.

3. 병리-영상 융합 AI 및 다중 모달 예측 모델

최근 유방암 진단 기술은 영상 데이터뿐만 아니라 병리학적, 유전체학적, 임상적 정보를 융합하여 통합 분석하는 방향으로 빠르게 발전하고 있다. 이는 단일 영상 기법으로는 탐지하기 어렵거나 불확실한 병변에 대한 정확한 진단과 예측을 가능하게 한다. 특히 병리학적 특성은 유방암의 정확한 진단과 치료 전략 결정에 필수적이지만, 조직 검사의 침습성, 시간적 소요 및 샘플링 오류와 같은 한계가 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 영상 데이터를 통해 병리학적 특성을 비침습적으로 예측하는 다중 모달(multimodal) AI 시스템이 활발히 개발되고 있다.

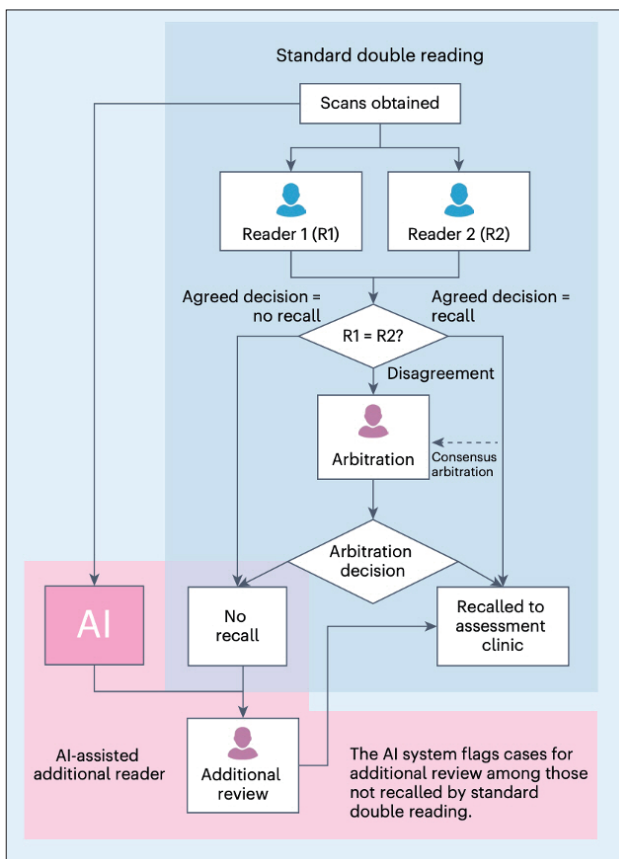
Cross-modal Transformer를 포함한 최신 AI 모델은 영상 데이터와 병리 데이터를 상호 연관된 방식으로 학습하여, 유방 조직의 분자적 아형(Basal, Luminal, HER2 등)을 영상 데이터만으로 정확하게 예측하는 성과를 내고 있다. 이 모델들은 다차원적 특징을 효과적으로 학습하여 영상과 병리 데이터 간의 복잡한 상관관계를 파악하고, 영상 정보만으로도 병변의 악성 가능성 및 병리학적 세부 정보를 높은 정확도로 예측할 수 있다. 최근 연구에서는 이러한 AI 시스템을 활용하여 영상으로부터 병리학적 악성도를 예측하고, 예후 평가 및 개인화된 치료 계획을 보다 정교하게 수립할 수 있음을 입증하였다.

더 나아가 유전체 정보와 임상 기록을 통합한 다중 모달 플랫폼은 개인 맞춤형 정밀 의료 구현을 위한 필수적인 기술로 자리 잡고 있다. 특히 유전체적 특징과 영상 데이터 간의 융합 분석은 환자의 치료 반응 및 예후를 정확히 예측할 수 있게 하며, 개인화된 치료 전략의 수립 및

치료 반응 평가를 위한 중요한 도구가 될 것으로 기대된다. 따라서 앞으로 다중 모달 AI 기술의 발전은 유방암 진단 및 치료 분야에서 새로운 패러다임을 제시할 것으로 보인다.

4. 임상 통합과 설명 가능한 AI

AI의 유방암 진단 분야에서의 임상적 활용은 기술의 성능 향상뿐 아니라 의료진의 신뢰 확보와 긴밀한 임상 워크플로우 통합을 통해 가능하다. <그림 8>은 이러한 요구를 반영한 예시로, 두 명의 판독자(R1, R2)가 영상 판독을 수행한 후 동일한 판독 결과(리콜 또는 비리콜)에 도달하면 해당 결정을 따르고, 결과가 일치하지 않을 경우 중재 판독(arbitration)을 통해 최종 결정을 내리는 표준 이중 판독(double reading) 절차를 보여준다^[20]. 의료진이 AI의 판단 근거를 명확히 이해하지 못하면, AI 시스템은 임상적 결정 과정에서 신뢰받기 어렵다. 이를 해결하기



<그림 8> AI 보조 진단 활용 흐름 예, 표준 이중 판독(double reading) 과정에 AI 기반 판독을 추가로 결합한 구조

위해 XAI 기술 개발이 중요해지고 있다.

설명 가능한 AI는 AI가 영상 내 병변을 판단한 근거를 의료진이 직관적으로 이해할 수 있도록 시각화하여 제공한다. 대표적인 기술로는 히트맵(heatmap), 클래스 활성화 맵(Class Activation Map, CAM), Grad-CAM, SHAP, 어텐션 메커니즘(attention mechanism) 등이 있다. 이러한 기술은 병변 탐지 과정에서 AI가 초점을 맞춘 영역과 중요하게 고려한 특성들을 시각적으로 명확히 제시하여 의료진의 판단을 돕는다. 시간-강도 곡선(time-intensity curve)과 같은 정량적이고 직관적인 시각화 도구는 AI 판정의 신뢰성과 투명성을 높이는 데 중요한 역할을 한다.

임상 현장에서 AI 시스템의 효율적 활용을 위해서는 표준 진단 프로세스와 AI 시스템을 통합하는 전략도 중요하다. 대표적인 예로 이중 판독(double reading) 절차와 AI 시스템을 결합하여, 의료진 판독 간 불일치가 발생했을 때 AI가 중재 역할을 수행하거나 보조적으로 활용하는 방법이 있다. 이 구조는 진단 민감도와 특이도를 동시에 향상시킬 수 있다. 더불어, AI 시스템이 전자의무기록(EHR) 시스템과 통합되어 자동화된 보고서 생성 및 진단 워크플로우의 효율적 관리가 이루어진다면, 의료진의 업무 효율성을 증대시키고 환자 진료의 질을 높이는 데 기여할 것이다.

따라서 향후 설명 가능한 AI 기술의 발전과 임상 워크플로우와의 통합이 확대됨에 따라, 유방암 진단 분야에서 AI는 더욱 신뢰받는 핵심적 도구로 자리 잡을 것으로 기대된다.

VII. 결론 및 향후 전망

유방암 영상진단 분야는 다양한 기술 혁신과 함께 지속적인 발전을 이루어 왔으나, 아직까지도 여러 임상적, 기술적 한계들을 극복해야 하는 상황이다. 특히 치밀유방 환자의 높은 비율로 인해 발생하는 영상의 낮은 민감도와 특이도 문제는 유방암 조기 진단의 정확성에 큰 제약 요인이 되고 있다. 이로 인해 환자들이 추가 검사 및 불필요한 생검을 받는 경우가 많아져, 환자의 신체적, 심

리적 부담을 가중시키는 결과를 초래하고 있다. 또한 영상 진단 결과의 정확성이 판독자의 숙련도 및 경험에 따라 크게 좌우되는 현실은 일관된 진단 품질 유지에 어려움을 준다.

이러한 한계를 해결하기 위한 혁신적인 해결책으로서 AI 기술이 영상진단 분야의 핵심적인 돌파구로 급부상하고 있다. AI는 유방암 영상진단 과정에서 발생하는 객관적 평가의 한계를 보완하고 판독의 정확성과 일관성을 높이는 중요한 수단으로 기대되고 있다. 특히, 기존의 맘모그래피를 보완하는 디지털 유방 토모신테시스(DBT), 초음파, 자기공명영상(MRI), 조영증강 맘모그래피(CEM) 등에서 AI 기술이 결합되면서 병변의 정확한 위치와 형태를 자동으로 탐지하고, 미세 석회화 및 구조적 이상을 보다 명확하게 구분할 수 있는 가능성을 제공하고 있다.

AI의 강점은 특히 정량적 조영 분석 기술과 광자계수형 스펙트럴 영상 기술에서 두드러진다. 이러한 기술들은 조직의 혈류 역학적 특성 및 원자번호 기반의 조직 성분 분석을 통해, 단순한 영상 판독 이상의 병리학적 정보를 제공하며, 보다 정확한 병변 평가와 진단을 가능하게 한다. 또한 AI 기반의 병리학적 및 유전체학적 데이터를 융합한 다중 모달 플랫폼은 유방암의 분자적 아형을 영상에서 비침습적으로 예측하고, 정밀한 개인 맞춤형 진료를 구현하는 데 결정적 역할을 할 것으로 기대된다.

그러나 AI 기술이 유방암 영상진단 분야에서 실제 임상적 성공을 거두기 위해서는 기술 발전 외에도 여러 가지 전략적이고 실질적인 도전 과제들이 존재한다. 데이터 품질 관리, 다양한 임상 환경에서의 데이터 수집 및 표준화된 데이터베이스 구축이 핵심적으로 요구되며, 이를 위해 다기관 간의 협력적 연구 체계와 글로벌 표준 프로토콜 수립이 필수적이다. 또한 지속적인 AI 모델 학습과 성능 평가를 위한 시스템 구축 및 정기적인 재검증 절차를 마련하여 AI의 임상적 성능과 신뢰성을 지속적으로 확보해야 한다.

의료진의 AI 기술 수용성과 신뢰성을 증진시키기 위한 XAI의 발전도 중요한 요소이다. AI 진단의 근거를 명확히 제시하고 의료진이 AI 기술의 판단 근거를 직관적으로 이해할 수 있도록 돕는 히트맵, 클래스 활성화 맵(CAM)

등 시각적 도구의 개선과 활용이 더욱 강화되어야 한다. AI 시스템이 임상적 의사 결정에 자연스럽게 통합될 수 있도록 사용자 중심의 인터페이스 및 진단 워크플로우 최적화가 병행되어야 한다.

미래에는 AI가 유방암 영상진단 분야에서 예방, 조기 진단, 치료 계획 수립 및 모니터링, 예후 평가에 이르기까지 전체적인 관리 프로세스에 통합된 통합 진료 플랫폼으로 자리 잡을 전망이다. AI 기술이 이러한 전주기적 진료 과정을 통해 보다 효과적인 질병 관리와 환자 맞춤형 치료 제공을 실현하기 위해서는 임상의, 영상의학 전문가, 데이터 과학자, AI 기술 개발자, 규제기관 등 다양한 분야 전문가 간의 다학제적 협력 체계 구축이 필수적이다.

마지막으로, AI의 임상 적용 확대에 따라 윤리적, 법적 기준을 명확히 설정하고 환자의 데이터 프라이버시와 사회적 책임 문제를 체계적으로 관리할 수 있는 프레임워크 마련이 시급하다. 이를 통해 AI 기술은 단순히 영상진단의 보조적 도구를 넘어 유방암 진료 체계를 혁신하고, 환자의 치료 성과를 실질적으로 향상시키는 의료의 핵심적인 인프라로 자리매김하게 될 것이다.

사 사

본 연구는 한국전자통신연구원 내부연구개발사업 탐타이어국제협력연구과제의 일환으로 수행되었음. [24BR1600, 차세대 맘모그래피: 레디�믹스, 인공지능 및 표적조영제를 활용한 개인맞춤형 유방암 정밀 진단 핵심기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al., "Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries," CA: A Cancer Journal for Clinicians, vol. 71, no. 3, pp. 209–249, 2021.
- [2] DeSantis CE, Ma J, Gaudet MM, et al., "Breast Cancer Statistics, 2019," CA: A Cancer Journal for Clinicians, vol. 69, no. 6, pp. 438–451, 2019.
- [3] Kerlikowske K, et al., "Breast Cancer Screening," UCSF CME, 2018.

- [4] Hickman SE, Baxter GC, Gilbert FJ, "Adoption of artificial intelligence in breast imaging: evaluation, ethical constraints and limitations," *British Journal of Cancer*, vol. 125, pp. 15–22, 2021.
- [5] Balkenende L, Teuwen J, Mann RM, "Application of deep learning in breast cancer imaging," *Seminars in Nuclear Medicine*, vol. 52, no. 5, pp. 584–596, 2022.
- [6] Boyd NF, Guo H, Martin LJ, et al., "Mammographic density and the risk and detection of breast cancer," *New England Journal of Medicine*, vol. 356, no. 3, pp. 227–236, 2007.
- [7] Rafferty EA, Park JM, Philpotts LE, et al., "Assessing radiologist performance using combined digital mammography and breast tomosynthesis compared with digital mammography alone: results of a multicenter, multireader trial," *Radiology*, vol. 266, no. 1, pp. 104–113, 2013.
- [8] Berg WA, Blume JD, Cormack JB, et al., "Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer," *JAMA*, vol. 299, no. 18, pp. 2151–2163, 2008.
- [9] Saslow D, Boetes C, Burke W, et al., "American Cancer Society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography," *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, vol. 57, no. 2, pp. 75–89, 2007.
- [10] Fallenberg EM, Dromain C, Diekmann F, et al., "Contrast-enhanced spectral mammography vs. mammography and MRI—clinical performance in a multi-reader evaluation," *European Radiology*, vol. 24, no. 5, pp. 1124–1134, 2014.
- [11] Nature Research Intelligence, "Artificial intelligence in breast cancer diagnosis and imaging," Springer Nature, [Internet], [cited 2025 Jul 11]. Available from: <https://www.nature.com/research-intelligence/nri-topic-summaries/artificial-intelligence-in-breast-cancer-diagnosis-and-imaging>
- [12] Kerlikowske K, et al., "Outcomes of screening mammography by frequency, breast density, and postmenopausal hormone therapy," *JAMA Internal Medicine*, vol. 171, no. 9, pp. 877–886, 2011.
- [13] Lim Y, Lee J, Kim S, et al., "Inter-reader agreement in breast imaging: a systematic review and meta-analysis," *European Radiology*, vol. 32, no. 3, pp. 1804–1815, 2022.
- [14] Chen Y, Shao X, Shi K, Rominger A, Caobelli F, "AI in breast cancer imaging: An update and future trends," *Seminars in Nuclear Medicine*, vol. 55, no. 3, pp. 358–370, 2025.
- [15] McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, et al., "International evaluation of an AI system for breast cancer screening," *Nature*, vol. 577, no. 7788, pp. 89–94, 2020.
- [16] Yala A, Lehman C, Schuster T, et al., "A deep learning mammography-based model for improved breast cancer risk prediction," *Radiology*, vol. 292, no. 1, pp. 60–66, 2021.
- [17] Pertuz S, Ortega D, Suarez É, Cancino W, Africano G, Rinta-Kiikka I, et al., "Saliency of breast lesions in breast cancer detection using artificial intelligence," *Scientific Reports*, vol. 13, article no. 20545, 2023.
- [18] Topol EJ, "High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence," *Nature Medicine*, vol. 25, no. 1, pp. 44–56, 2019.
- [19] Zhang Y, et al., "Photon-counting spectral mammography for quantitative tissue characterization," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 43, no. 2, pp. 456–467, 2024.
- [20] Ng AY, Oberije CJG, Ambrózay É, Szabó E, Sertőző O, Karpati E, et al., "Prospective implementation of AI-assisted screen reading to improve early detection of breast cancer," *Nature Medicine*, vol. 29, no. 12, pp. 3044–3049, 2023.



손기홍

- 2009년 2월 연세대학교 방사선학과 학사
- 2011년 8월 UST 원자력암의학과 석사
- 2017년 2월 KAIST 원자력및양자공학과 박사
- 2011년 11월 ~ 2014년 7월 삼성서울병원
방사선종양학과 위축연구원
- 2013년 12월 ~ 2014년 12월 시카고대학교 의과대학
방문연구원
- 2017년 3월 ~ 2020년 2월 삼성전자 의료기기사업부
책임연구원
- 2023년 7월 ~ 2023년 8월 노스웨스턴대학교 의과대학
방문연구원
- 2025년 6월 ~ 2025년 8월 노스웨스턴대학교 의과대학
방문연구원
- 2020년 3월 ~ 현재 한국전자통신연구원
디지털융합연구소 선임연구원
- 2024년 3월 ~ 현재 UST 인공지능학과 부교수

〈관심 분야〉

의료영상재구성, 영상처리, 인공지능, 의학물리, 방사선물리,
방사선치료

인공지능 기반 의료방사선장치의 품질 보증 동향

I. 서론

의료 영상 및 방사선 치료 기술은 지난 수십 년간 비약적인 발전을 이루어왔으며, 이와 함께 진단 정확도와 치료 정밀도 또한 크게 향상되었다. 특히, 전산화단층촬영장치(Computed Tomography, CT), 자기공명영상장치(Magnetic Resonance, MR), 양전자방출단층촬영장치(Positron Emission Tomography, PET), 단일광자방출단층촬영장치(Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT)와 같은 방사선 기반 영상장치는 질병 조기 진단 및 치료 계획 수립에 필수적인 도구로 자리잡고 있으며, 선형가속기(Linear Accelerator, Linac), 사이버나이프, 감마나이프 등 고정밀 방사선 치료장치 역시 다양한 암 치료에 폭넓게 활용되고 있다. 이러한 장치의 정밀성과 안정성은 환자의 안전과 치료 결과에 직접적인 영향을 미치기 때문에, 장비 성능의 지속적인 감시 및 검증은 필수적이다. 이 과정에서 수행되는 품질보증(Quality Assurance, QA) 및 품질관리(Quality Control, QC)는 영상 정확도 및 선량 일관성을 확보하는 핵심적인 절차로 간주된다.

최근 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술의 급격한 발전은 의료 영상 및 방사선 치료 분야의 진단·처방·운영 전반에 걸쳐 혁신적인 변화를 일으키고 있다. 딥러닝(Deep Learning)을 포함한 AI 기술은 영상 재구성, 병변 검출, 조직 분할, 자동 리포팅, 치료계획 최적화 등의 영역에서 인간 전문가를 보조하거나 대체하는 역할을 수행하고 있으며, 특히 대용량의 데이터를 신속하고 정밀하게 분석할 수 있는 능력은 QA/QC 영역에도 새로운 가능성을 제시하고 있다.

영상장치의 경우 기존의 QA/QC는 물리적인 팬텀(phantom) 측정과 수작업 기반 판독에 의존해왔으며, 이는 높은 시간적·인적 자원이 소요되고 객관성 확보에 한계가 있었다. 그러나 AI를 이용한 자동 QA 시



김 대 홍
을지대학교

시스템은 영상 품질 저하 요인을 신속히 탐지하고, 판독 정확도를 정량적으로 평가할 수 있어 반복성과 신뢰성이 뛰어나다. 예를 들어, MR에서는 ACR 팬텀 영상을 기반으로 영상 왜곡, 해상도, 균일도 등을 자동 분석할 수 있으며, CT의 경우 노이즈 및 아티팩트 발생 여부를 AI가 실시간 모니터링하는 시스템이 도입되고 있다.

한편, 방사선 치료장치의 품질보증은 더욱 높은 정밀도와 안전성을 요구한다. 선량 분포의 정확도, 기계적 정렬의 정밀성 등 다양한 항목이 정기적으로 검증되어야 하며, 기존 QA는 물리적 장비를 이용한 수동 검사에 주로 의존해왔다. 최근에는 AI를 활용하여 치료계획의 일관성 평가, 로그파일 기반 빔 전개 분석, 환자별 선량 검증 자동화 등 새로운 접근이 시도되고 있다. 특히, 딥러닝 기반의 영상 유사도 분석, 이상 탐지, 예측 유지보수 기술은 기존 QA 시스템의 보완 및 자동화를 실현할 수 있는 핵심 기술로 주목받고 있다.

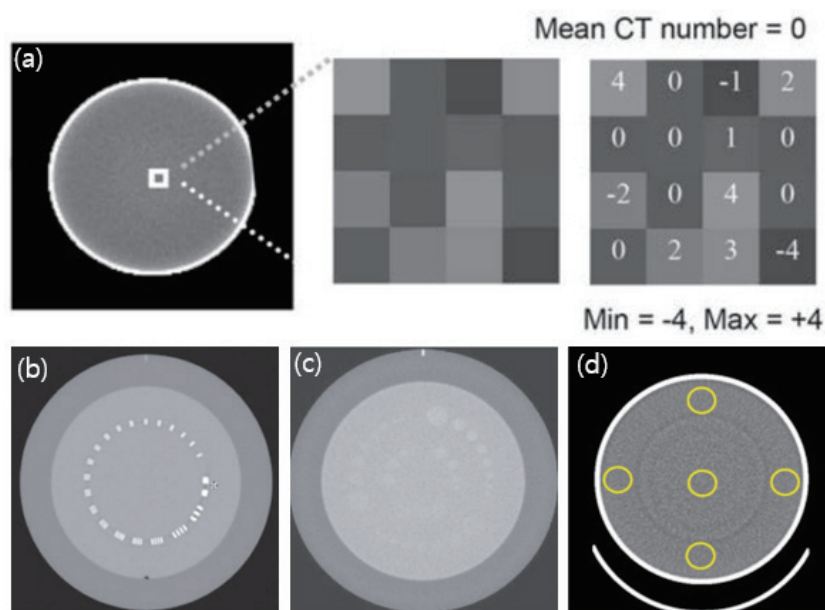
이와 같이 인공지능 기술은 기존 QA/QC 프로토콜의 효율성, 객관성, 정밀도를 개선함과 동시에 새로운 자동화 프레임워크를 가능하게 하고 있다. 본 기고문에서는 AI 기반 영상장치 및 치료장치 QA/QC의 최신 동향을 고찰하고, 실제 임상 적용 사례를 통해 장점과 한계, 향후 발전 방향을 분석하고자 한다.

II. AI 기반 영상장치 QA/QC 응용 예

1. CT 정도관리

CT는 높은 해상도와 빠른 촬영 속도로 진단의 정확성을 크게 향상시키는 의료 영상 기술이지만, 상대적으로 높은 방사선량을 수반하기 때문에 환자의 피폭 저감과 영상 품질의 균형을 유지하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 CT 장비의 정도관리는 영상 진단의 정확성과 환자 안전을 동시에 확보하기 위한 필수적인 절차이다. 정기적인 품질관리와 성능 점검을 통해 장비의 선량 출력을 일정하게 유지하고, <그림 1>의 예처럼 영상의 노이즈와 분해능, 균일도^[1] 등 주요 품질 지표를 지속적으로 모니터링함으로써 진단 오류를 방지할 수 있다. 특히 다채널 검출기와 자동노출제어(Auto Exposure Control, AEC) 기능 등이 적용된 최신 CT 장비의 경우, 그 복잡한 시스템 구조로 인해 정밀하고 표준화된 정도관리가 요구되며, 이는 의료진의 임상적 판단력을 뒷받침하고 환자의 예후 향상에 직접적으로 기여한다. CT 정도관리는 단순한 장비 유지보수를 넘어, 환자의 생명과 직결되는 의료의 질을 책임지는 핵심 요소라 할 수 있다.

팬텀 영상 평가는 CT 정도관리를 위해 특별히 설계된 팬텀을 사용하여 정량적 측정을 통해 객관적으로 평가되

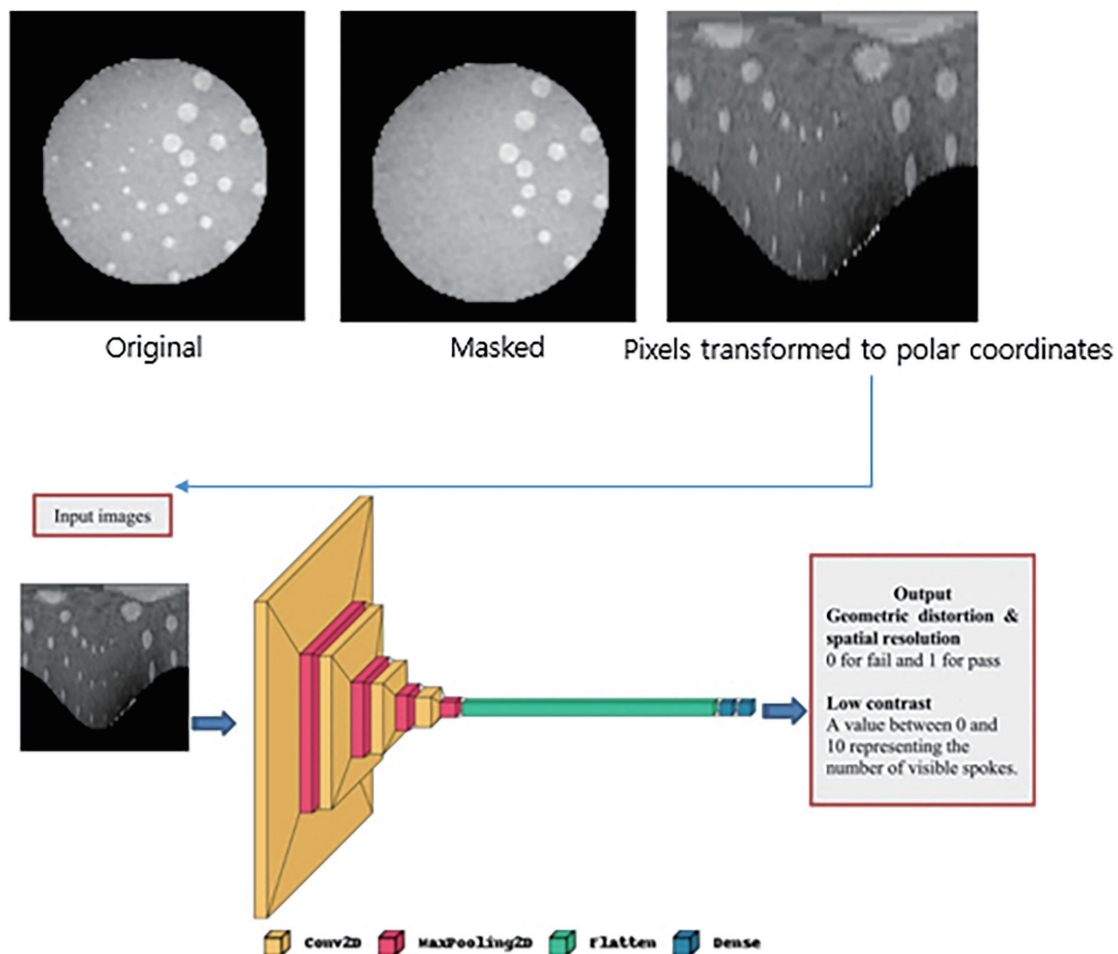


<그림 1> CT QA/QC의 예. (a) 노이즈, (b) 공간 분해능, (c) 대조도 분해능, (d) 균일도^[1]

어야 한다. 그러나 일부 팬텀 영상 평가(공간 및 대조도 분해능)는 방사선 전문의가 시각적 검사를 통해 주관적으로 평가하는 정성적 방법에 의존한다. 이러한 주관적 평가는 평가자 간 불일치로 이어져 재현성이 낮아질 수 있으므로, 이를 해결하기 위한 전통적인 영상처리 기법에 기반한 정량적 평가 방법이 개발되었다. 정량적 평가 방법은 영상에서 특정 수학적 함수를 분석하여 수치화된 품질 지표를 제공하는 방식이다. 공간 분해능 정량화 방법으로는 변조전달함수(Modulated Transfer Function, MTF)가 있고, 이를 edge spread function(ESF), line spread function(LSF), 푸리에 변환(Fourier transform, FT)을 통해 MTF를 추출하는 방법을 제시한다^[2]. 한편, 대조도 분해능은 신호의 관심영역(Region of Interest, ROI)과 배경 ROI에서의 평균값과 표준편차를 계산하여

대조도대노이즈비율(Contrast-to-noise ratio, CNR)을 측정하여 획득한다^[3]. 그럼에도 불구하고 이런 정량화 방식은 영상 재구성 방식, 팬텀 종류나 측정 방법에 따른 미세한 변화들을 설명하는데 어려움이 있었다.

최근 AI가 의료영상 전반에 걸쳐 응용되고 있고, 딥러닝 기반 CT 정도관리 연구가 활발히 진행되고 있다. AI는 CT 영상을 직접 분석하여 품질 지표를 예측하거나 추출할 수 있으며, 다양한 환경에서의 높은 적응성과 자동화 능력이 큰 장점이다. Hwang^[4]의 연구 결과는 CT 영상 정도관리에서 공간 분해능과 대조도 분해능 평가를 위한 딥러닝 객체 감지 기반네트워크를 제안하였다. 이 기술은 단순 YOLO 네트워크와 비교하여 컨볼루션 블록 어텐션 모듈과 Swin transformer를 통합하여 공간 분해능에서 92.03%, 대조도 분해능에서 97.56%의 정확도를 달



〈그림 2〉 MR QA를 위한 CNN 모델의 예^[5]

성하여 기존 정성적 평가 수준에 버금가는 신뢰성을 가지며, CT 정도관리의 객관성과 자동화를 위한 새로운 정량적 평가 기준으로 활용될 수 있다.

2. MR 정도관리

MR은 진단뿐만 아니라 수술, 근접치료, 방사선치료와 같은 국소 치료의 영상 유도에 이르기까지 다양한 임상적 활용에서 핵심적인 역할을 수행한다. 이러한 응용에서 정확한 영상 품질과 기하학적 정확성은 필수적이다. 그러나 현재까지 널리 사용되고 있는 ACR 팬텀 기반의 MR 영상 품질 평가 방법은 작업량이 많고, 검사자의 주관에 의존하는 한계가 있다. 따라서, Torfeh^[5]의 연구에서는 <그림 2>처럼 자체 설계한 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 모델뿐만 아니라 다양한 사전 학습 모델을 활용한 전이 학습 기법을 적용하였다. 공간 해상도 및 기하학적 왜곡 분석에는 총 600장의 영상을 이진 분류(pass/fail)에 사용하였고, 저대조도 분해능 평가에는 총 1,000장의 영상으로 10개의 단계를 분류하였다. 데이터는 노이즈와 흐림을 포함한 증강을 거쳤고, 저대조도 분해능 분석에는 극좌표 변환을 적용하여 성능을 향상시켰다. 기하학적 왜곡과 공간 분해능 평가에서는 자체 설계한 CNN 모델이 모두 100%의 정확도를 달성하였다. 저대조도 분해능 분석에서는 극좌표 변환된 영상이 성능 향상에 기여하였으며, 제안된 두 번째 CNN 모델은 30 epoch 후 정확도, 정밀도, 재현율, F1-score에서 모두 100%를 기록하였다. 사전학습된 모델 중에서는 EfficientNetB5가 전체 층을 학습했을 때 가장 우수한 성능을 나타냈으며, batch 사이즈 증가 및 층별 선택적 학습 전략은 대부분의 모델에서 성능 향상에 기여하였다. 이 연구는 딥러닝 기반의 자동화된 MR 영상 품질 관리 시스템이 기존 수작업 및 주관적 평가를 효과적으로 대체할 수 있음을 보여주며, 임상 현장에서의 영상 품질 평가에 있어 신뢰성과 효율성을 동시에 향상시킬 수 있는 잠재력을 갖고 있다.

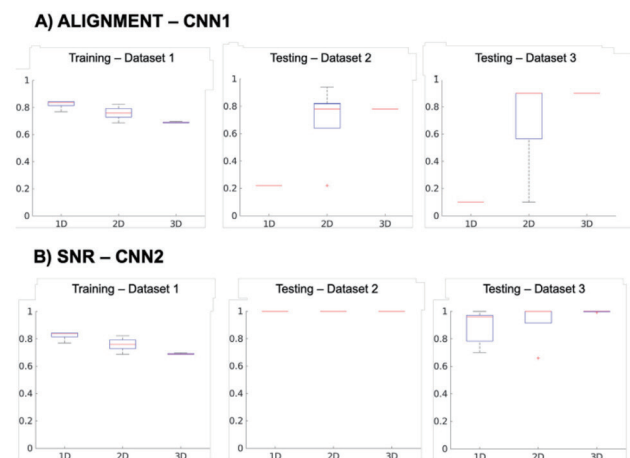
3. PET 정도관리

PET은 방사성 의약품을 이용하여 신체의 생리적, 대사

적, 분자적 정보를 영상화 하는 첨단 영상기술이다. 단순한 구조적 영상이 아닌 기능적, 대사적 변화를 민감하게 감지할 수 있다는 점에서 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히, 종양학에서 암 진단을 위해 PET이 널리 사용되고 있으며, 알츠하이머병 등 신경과학이나 뇌질환 검사에도 사용된다.

PET의 영상 품질을 평가하기 위해 수행되는 항목들은 장치의 정확성과 영상의 신뢰성을 확보하기 위해 매우 중요하다. PET의 영상 품질 관리 항목으로는 공간 분해능, 감도, 균일성, 선형성과 같은 항목과 신호대잡음비(SNR), 정합 정확성, 움직임 인공물 검사 등이 존재한다.

기술의 발전으로 인해 PET에서 대용량 신경 영상 데이터들이 매우 빠른 속도로 수집하여 이른바 ‘빅데이터’를 구축하고, 데이터 기반 분석 기술을 사용하여 뇌에 대한 질문들을 해결할 수 있게 되었다. 그러나, 높은 노이즈, 움직임 인공물, 장비의 잘못된 보정으로 인해 데이터 품질이 저하되고 일관되지 않을 수 있다. 따라서, PET에도 객관적인 영상 평가를 위한 정도관리가 더욱 중요한데, 현재 신경 영상에 채택된 QC 방법은 시각적 검사이다. 시각적 평가는 주관적인 판단에 의한 편향이 발생할 수 있고, 대규모 데이터에서는 시각적 평가가 실용적이지 않다. 이 문제를 해결하기 위해서는 수집된 데이터의 특성에 맞춰진 자동화된 QC 프로토콜을 사용하면 효과적이다. Pontoriero^[6]의 연구는 CNN을 활용한 FDOPA PET 영상 자동 품질관리 시스템을 제안하였다. 총 715건의



<그림 3> a) 정렬테스트를 위한 CNN1, b) CNN2의 SNR 성능 수준^[6]

FDOPA PET 데이터를 활용하여 수작업으로 품질이 평가된 데이터를 기반으로 CNN 모델을 훈련시켰다. <그림 3>처럼 모델은 1D, 2D, 3D 형태의 영상 데이터로 학습되었으며, 3D 모델이 가장 우수한 정확도를 보였다. 테스트셋에서도 3D 모델이 높은 일반화 성능을 유지하며 다른 스캐너와 기관에서 수집된 독립 데이터셋에서도 안정적인 QC 결과를 도출했다. 1D와 2D 데이터로 학습된 모델은 훈련 정확도는 높았지만 독립 데이터셋에서는 일반화 성능이 떨어졌다.

이는 저차원 데이터가 훈련에는 효율적일 수 있으나 실제 QC 적용에는 한계가 있음을 시사한다. 그럼에도 불구하고 이 연구는 FDOPA PET의 자동 품질관리의 가능성을 제시한 첫 딥러닝 기반 프레임워크로, 대규모 뇌 영상 데이터셋에 대한 객관적이고 일관된 QC 수행을 가능하게 할 뿐 아니라, 영상 분석의 신뢰도를 높일 수 있는 방법론을 제시하였다.

III. AI 기반 치료장치 QA/QC 응용 예

1. Linac QA 항목

Linac은 방사선치료에서 고선량의 방사선을 암에 정확하게 조사하는 핵심 장비로, 그 작동의 정확성과 일관성은 치료 결과와 환자 안전에 직접적인 영향을 미친다. 고에너지 방사선을 생성하는 장비의 특성상, 미세한 출력 변화나 기계적 오차가 발생하더라도 정상 조직에 불필요한 선량을 유발하거나 종양에 대한 치료 실패로 이어질 수 있다. 이에 따라, linac QA는 치료 정확성 확보, 환자 안전 보장, 기기 신뢰성 유지라는 세 가지 핵심 목표를 위해 필수적으로 수행되어야 한다. 특히, 다엽콜리메이터(Multi-Leaf Collimator, MLC), 영상 유도 방사선 치료(Image-Guided Radiation Therapy, IGRT), 체적변조 회전치료(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT) 및 정위적방사선수술(Stereotactic Radiosurgery, SRS)과 같은 고정밀 치료 기법이 보편화됨에 따라 linac의 정밀한 성능 유지와 정기적인 검증은 더욱 중요해지고 있다. 국제적으로는 AAPM TG-142^[7], MPPG 8.b^[8] 등의 권고 기준을 바탕으로, 선량 QA, 기계적 QA, 안전 시

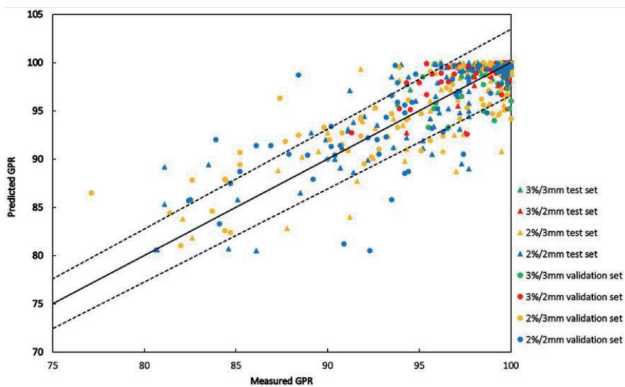
〈표 1〉 선형가속기의 일일 QA 항목의 예^[7]

절차	기계 종류별 허용오차		
	비IMRT	IMRT	SBRT
선량			
X-선 출력 일치도	3%		
전자선 출력 일치도			
기계			
레이저 정위	2mm	1.5mm	1mm
거리 지시기	2mm	2mm	2mm
콜리메이터 크기 지시기	2mm	2mm	1mm
안전			
출입문 안전 잠금장치		정상 작동	
출입문 닫힘 안전장치		정상 작동	
시청각 감시장치	NA	정상 작동	정상
정위적 안전 연동 장치		NA	
방사선 구역 감시기		정상 작동	
빔 조사 표시장치		정상 작동	

스템 등의 항목에 대해 일일, 월간, 연간 주기로 체계적인 QA가 시행된다. 이를 통해 치료 품질의 표준화를 달성하고, 장기적으로는 의료기관의 신뢰성 향상과 법적/윤리적 책임 이행에도 기여하게 된다. 한편 주기별 QA 항목 외에 세기변조방사선치료(Intensity-Modulated Radiation Therapy, IMRT)와 같은 고정밀 치료는 환자 특이적 선량 검증(Patient-Specific Quality Assurance, PSQA)이 필요하며, AAPM TG-119^[9]의 IMRT QA 프로토콜과 AAPM TG-218^[10]의 감마분석 방법과 허용 기준을 따른다. PSQA는 기계적 QA, 선량 QA 등의 종합적인 확인 과정이라고 볼 수 있다. 아래는 선형가속기의 일일/월간/연간 QA 항목 중 AAPM TG-142의 일일 QA 항목의 예를 <표 1>에 기술하였다.

2. AI 기반 linac QA

현대의 방사선치료는 정밀하고 안전한 치료를 요구하며, 이를 위해 치료장비의 QA 및 QC는 필수적인 절차로 자리 잡고 있다. 특히, linac은 고에너지 X선을 이용하

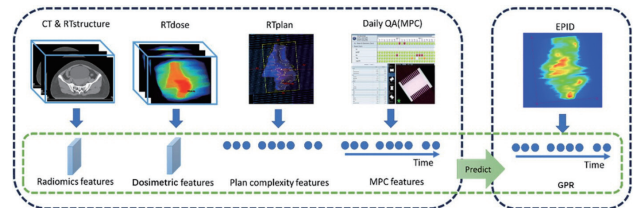


〈그림 4〉 측정된 GPR과 예측된 GPR의 산점도, 실선은 완벽한 예측을 나타내며, 점선은 측정값 대비 $\pm 3\%$ 의 편차를 나타냄

여 암세포를 치료하는 핵심 장비로, 장비의 정확한 출력과 기계적 정렬, 빔의 일관성 등 다양한 요소에 대해 정기적인 QA/QC가 수행되어야 한다. 그러나 기존의 QA/QC는 대부분 수작업 기반 절차에 의존하고 있어 시간 소요가 크고, human error에 노출될 가능성도 존재한다. 이러한 한계를 극복하기 위한 방안으로 최근 AI를 활용한 QA/QC 기술이 주목받고 있다. AI는 대규모 데이터 분석, 패턴 인식, 예측 모델링에 강점을 지니며, 방사선치료 장비의 이상 탐지 및 정량적 품질 평가를 자동화하고 고도화하는 데 효과적으로 활용될 수 있다. 인공지능 기반 QA/QC 적용 분야는 일일/월간 QA 자동화, 빔 전달 정확성 평가, 기계적 오류 탐지 및 예측 유지보수 등이다.

전통적인 일일 및 월간 QA는 의학물리학자가 linac의 출력을 측정하고, 기계적 정확성 및 영상 정렬 등을 확인하는 절차이다. AI는 이러한 QA 데이터를 분석하여 기준 값에서의 편차를 자동으로 감지하고, 장비 상태를 분류하거나 미래의 이상 발생 가능성을 예측할 수 있다.

IMRT, VMAT와 같이 고도의 정밀도를 요구하는 치료에서는 환자별 플랜 QA가 중요하다. AI는 시뮬레이션 및 측정값과의 비교를 통해 치료 계획의 재현성을 평가하며, 특히 다선형 회귀, CNN을 통해 복잡한 빔 패턴의 오차를 정량화하는 데 활용된다. Huang의 연구^[11]는 IMRT의 선속 정보를 로그 파일 기반 QA 감마 통과율(Gamma Passing Rates, GPR)을 예측하는 딥러닝 방법을 제안하였다. 112개의 흉부 암 환자를 대상으로 한 IMRT 치료계획을 사용하여 portal dosimetry를 통해 측정된 선량 데



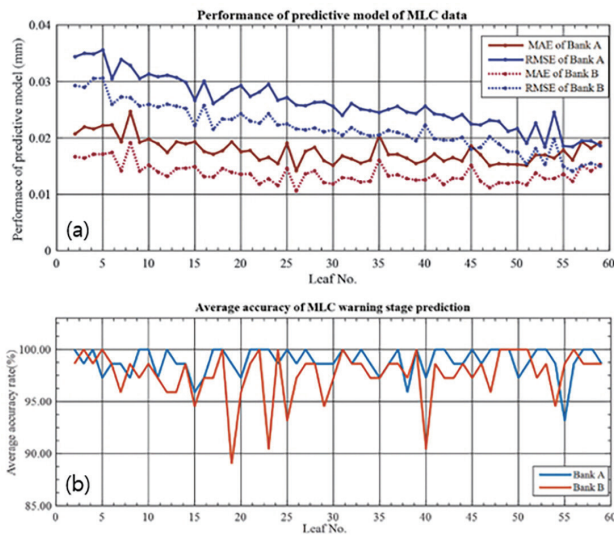
〈그림 5〉 다양한 특징 추출 기술을 기반으로 한 모델 예측 워크플로우^[12]

이터를 수집 후 CNN 모델에 선속 정보를 입력 값으로 제공하고 4가지 감마 기준에 따른 GPR을 출력값으로 학습하였다. 그 결과 〈그림 4〉처럼^[11] 감마 기준이 엄격해질수록 예측 신뢰도가 증가하는 결과를 보였다.

AI 기반 VMAT의 PSQA는 Deng의 연구^[12]에 의해 입증되었다. 기존 PSQA는 시간과 인력 소모가 커 임상 부담으로 작용하고 있으며, 치료계획 승인 및 시행의 병목 현상을 야기하므로 PSQA의 물리적 측정을 대체하거나 보완할 수 있는 예측 모델을 개발하였다. 모델 입력은 치료 계획 복잡도, 방사선학적 변수, 선량학적 변수, 장비 성능 상태를 반영하였다.

다양한 감마 기준에서 GPR 수치와 95% 기준 통과 여부로 구성하였다. 예측 모델로 CNN, 시간 순서를 반영하는 장단기 메모리(Long Short-Term Memory, LSTM), 시계열 예측에 특화된 Informer, 공간-시계열 융합 모델인 Informer-CNN을 비교하였다. 그 결과 Informer-CNN 모델이 모든 기준에서 가장 우수한 수치 및 분류 성능을 보였으며, 특히 치료 계획 복잡도 및 장비 성능 상태가 모델 성능 향상에 큰 영향을 주는 것으로 분석되었다.

기계 부품의 마모나 정렬 이상은 치료 정확도에 큰 영향을 미친다. 최근에는 linac의 로그 데이터, 기계 위치 정보, 치료 기록 등을 AI 모델에 학습시켜, 장비 고장의 징후를 조기에 포착하고 예지정비가 가능하도록 하는 시스템이 개발되고 있다. 이는 불필요한 다운타임을 줄여 환자의 치료 일정에 영향을 미치지 않도록 하는 데 기여한다. Puyati의 연구^[13]는 linac의 성능 저하를 사전에 감지하기 위해 machine performance check(MPC) 데이터(등중심점, 콜리메이션, 갠트리, 치료대, 빔, MV 영상장치, kV 영상장치)를 기반으로 한 예측형 QA 시스템을 개발하였다. 490일간의 MPC 데이터를 수집하여 이 중 85%는 시계열 예측모델(ARIMA) 학습과 통계적 공정 관



〈그림 6〉 (a) MAE와 RMSE를 사용하여 개별 leaf에 대한 예측 모델의 성능을 평가 결과, (b) MLC의 개별 잎에 대한 평균 정확도를 사용하여 경고 단계 예측 결과

리(SPC) 한계선 설정에 사용하였고 나머지 15%는 모델의 예측 정확도 검증에 사용하였다. 1단계 예측(다음 날)과 6단계 예측(1주일 후) 결과를 분석하여 SPC 제어 한계를 경고 기준으로 정상, 경고, 임상 한계 초과를 설정하였다. 모든 항목의 평균 RMSE 및 MAE는 0.05 미만으로 높은 예측정확도를 보였고, 정상/경고 상태 구분의 평균 정확도가 85% 이상이었다. MPC 기반 예측 QA 시스템은 linac 성능 이상을 사전 감지 가능하게 하며, 계획적인 예방 정비로 이어져 치료 중단 최소화 및 기계 신뢰성 향상에 기여하였다.

AI를 이용한 또 다른 QA는 빠르고 견고한 linac 시운전에도 응용되었다. Zhao의 연구^[14]는 linac 시운전 및 QA 프로세스에 적용 가능한 선형가속기 빔 데이터의 신뢰성 있고 정확한 모델링을 위한 새로운 머신러닝 기반 방법을 제안하였다. 딥러닝 기반 회귀 모델을 이용하여 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 조사면에서 측정된 빔 데이터를 입력하고 $4 \times 4 \text{ cm}^2$, $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 등 다른 조사면 크기에 대한 심부선량백분율(Percent Depth Dose, PDD) 및 프로파일을 예측하였다. 다양한 빔 에너지에 걸친 예측정확도에서 평균 절대 백분율 상대 오차는 PDD에서 0.19%~0.35%였고, 프로파일은 0.66%~0.93%였다. 예측 성능은 장비 제조업체 제공 데이터보다 우수하였고, 선속평탄필터가 없는

(flattening filter free, FFF) 빔보다 선속평탄화 필터가 있는(Beams with flattening filter, WFF) 빔에서 예측 정확도가 우수하였다. 또한 중심 영역(중앙 80%)에서는 높은 예측 신뢰도를 유지하였다.

IV. 전망과 결론

최근 의료영상 및 방사선 치료 분야에서는 AI의 기술 발전이 기존의 QA 및 QC 체계를 혁신적으로 변화시키고 있다. CT, MR, PET과 같은 방사선 영상장치 및 linac을 비롯한 고정밀 방사선 치료장치들은 환자의 진단과 치료에 직접적으로 관여하는 핵심 시스템으로, 그 품질과 성능은 환자의 예후와 완전에 결정적인 영향을 미친다. 이에 따라 정량적이고 반복 가능한 QA/QC 프로토콜의 중요성이 더욱 부각되고 있으며, AI는 이러한 요구에 대응할 수 있는 기술로 주목받고 있다.

영상장치의 품질관리는 일반적으로 팬텀 기반의 영상 평가와 수작업 판독에 의존해왔다. 이러한 방식은 반복성과 객관성이 부족하고, 전문 인력과 시간이 많이 소요된다는 한계가 있다. 특히 CT 및 MR 장비는 공간 분해능, 균일도, 대조도 분해능 등 다양한 품질 요소를 정기적으로 평가해야 하는데, 기존 방식은 평가자의 주관적 판단에 크게 의존하기 때문에 장비 간 비교나 시간 경과에 따른 변화 탐지에 어려움이 있었다. AI 기반 자동 QA 시스템은 이러한 문제를 근본적으로 개선할 수 있다. 예를 들어, 딥러닝 기반 영상 분석 기법은 팬텀 영상으로부터 공간 분해능, 대조도, 노이즈 특성 등의 지표를 자동으로 추출할 수 있으며, 객체 탐지 및 분류 모델을 통해 평가 결과의 일관성과 정밀도를 동시에 확보할 수 있다. Hwang의 연구는 YOLO와 transformer 결합한 모델을 활용해 CT 영상의 공간 및 대조도 분해능 평가 정확도를 90% 이상으로 향상시켜, 기존 정성적 평가를 능가하는 성과를 보였다. MR QA에서는 CNN 기반 시스템이 ACR 팬텀에서 기하학적 왜곡과 공간 분해능 저하를 효과적으로 검출하였으며, 극좌표 변환과 전이 학습 기법을 통해 저대조도 분해능까지 정밀 분석이 가능했다. PET의 경우, CNN 기반 모델이 대규모 신경영상 데이터를 자동 분석하여 기

존 시각적 QC의 한계를 극복했고, FDOPA PET 연구에서는 3D CNN이 높은 정확도와 신뢰도로 기능성 영상의 자동 QA 가능성을 입증하였다. 이처럼 AI는 영상장치 QA/QC에 있어 객관성, 자동화, 고속성, 정량성이라는 핵심 요구 조건을 모두 충족시키며, 향후 임상에서 표준화된 자동 QA 플랫폼으로 자리매김할 것으로 기대된다.

방사선 치료장치 QA/QC는 CT 등 진단 영상장치보다 더욱 높은 정밀도와 안전성이 요구되는 영역이다. 특히 linac은 고에너지 방사선을 환자에게 정확히 조사해야 하며, 이 과정에서 기계적, 선량적, 안전 항목 등의 요소들이 정기적으로 검증되어야 한다. 기존 QA는 AAPM TG-142 등의 권고에 따라 일일, 주간, 연간으로 세분화된 항목을 점검하며, IMRT, VMAT와 같은 고정밀 치료에서는 PSQA도 수행해야 한다. 그러나 수작업 기반 QA는 시간과 인력의 한계, 검사자 간 편차, 예지 준비의 어려움 등의 문제를 안고 있다. AI는 이러한 한계를 극복하기 위한 대안으로 주목받고 있으며, 정기 QA 자동화 및 이상 탐지, PSQA 예측 모델링, 장치 이상 예측 및 예지 준비, 선속 데이터 기반 빔 모델링 측면에서 핵심적인 역할을 수행할 수 있으며, 치료 안전성과 환자 맞춤형 품질관리를 동시에 실현할 수 있는 강력한 도구로 평가된다.

AI는 방사선 영상 및 치료장비의 QA/QC 체계에 있어 정량화, 자동화, 고도화를 가능하게 하는 중심 기술로 자리 잡고 있다. 향후에는 AI 기반 QA/QC 시스템이 임상 표준으로 채택되고, 실시간 품질 감시 및 예지 준비 시스템이 병원 내 운영 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다. 이를 위해서는 다양한 장비 및 환경에서 학습된 범용성 높은 데이터 세트 구축과, AI 알고리즘의 투명성과 신뢰성을 확보하기 위한 지속적인 연구와 규제 개선이 병행되어야 할 것이다. 결국 AI는 방사선 의료의 품질을 향상시키고 환자 중심의 안전하고 정밀한 의료 실현을 위한 핵심 인프라로서 기능하게 될 것으로 전망된다.

참고 문헌

- [1] Quality assurance programme for computed tomography: diagnostic and therapy application(IAEA human health series No. 19), IAEA 2012, Vienna.
- [2] Baiyu Chen, et al. "Assessment of volumetric noise and resolution performance for linear and nonlinear CT reconstruction methods", Med. Phys. 2014
- [3] Haney A. Alsleem, et al. "The feasibility of contrast-to-noise ratio on measurements to evaluate CT image quality in terms of low-contrast detailed detectability", Med. Sci. (Basel) 2020
- [4] Hoseong Hwang, et al. "A deep-learning-based quality control evaluation method for CT phantom images", Appl. Sci. 2024
- [5] Tarraf Torfeh, et al. "Deep learning approach for automatic quality assurance of magnetic resonance images using ACR phantom", BMC Medical Imaging 2023
- [6] Antonella D Pontoriero, et al. "Automated data quality control in FDOPA brain PET imaging using deep learning", Med. Phys. 2009
- [7] Eric E. Klein, et al. "Task Group 142 report: quality assurance of medical linear accelerators", J. Appl. Clin. Med. Phys. 2023
- [8] Robert F. Krauss, et al. "AAPM Medical Physics Practice Guideline 8,b: Linear accelerator performance tests", J. Appl. Clin. Med. Phys. 2023
- [9] IMRT commissioning: Multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119, 2009
- [10] Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218, 2018
- [11] Ying Huang, et al. "Deep learning for patient-specific quality assurance: predicting gamma passing rates for IMRT based on delivery fluence informed by log files", Technol. Cancer Res. Treat. 2022
- [12] Jia Deng, et al. "AI-enhanced cancer radiotherapy quality assessment: utilizing daily linac performance, radiomics, dosimetrics, and planning complexity", Front. Oncol. 2025
- [13] Wayo Puyati, et al. "Predictive quality assurance of a linear accelerator based on the machine performance check application using statistical process control and ARIMA forecast modeling", J. Appl. Clin. Med. Phys. 2020



- [14] Wei Zhao, et al. "Beam data modeling of linear accelerators(linacs) through machine learning and its potential applications in fast and robust linac commissioning and quality assurance", Radiother. Oncol, 2020



김대흥

- 2009년 3월 연세대학교 방사선학과 학사
- 2014년 8월 연세대학교 방사선학과 박사
- 2014년 9월 ~ 2020년 8월 을지대학교 조교수
- 2020년 9월 ~ 현재 을지대학교 방사선학과 부교수

〈관심 분야〉

Medical physics, Radiation therapy, X-ray image processing

의료영상시스템에서 인공지능 응용 기술의 현재와 미래: 한국 의료계 위기 상황과 AI 기술의 역할

1. 서론

흑백 필름을 손에 들고 병변을 찾던 시절에서, PACS(Picture Archiving and Communication System)를 통한 디지털 영상 판독 체계로의 진화는 한국 의료영상 시스템의 첫 번째 도약이었다. 하지만 지금 우리는 그 체계가 더 이상 과거의 성공 공식만으로는 유지될 수 없는 두 번째 도약의 갈림길에 서 있다.

2024년 전공의 집단 사직 사태는 단순한 인력 공백이 아닌, 디지털 영상 시스템이 ‘사람’이라는 단일 축에 과도하게 의존하고 있었음을 보여주는 신호탄이었다. 영상 데이터는 정밀 의료와 고령화라는 흐름 속에서 매년 30% 이상 증가하고 있지만, 이를 해석하는 인력과 시스템은 여전히 과거의 인지적 구조 위에 머물러 있다. 이로 인해 수도권 상급 병원조차 필수 당직을 채우지 못하고, 지방 병원은 전문의를 구하지 못해 영상 장비가 있어도 진료가 불가능한 상황에 직면하고 있다.

이러한 위기의 본질은 단순한 의사 수의 문제가 아니다. 우리는 지금, ‘사람의 수를 늘리는 방식’만으로는 해결할 수 없는 구조적 한계에 도달해 있다. 영상 판독의 속도와 정확도를 유지하면서도 의료의 신뢰성과 형평성을 지키기 위해서는 기술에 기반을 둔 구조의 전환이 필요하다.

그 핵심에 있는 것이 바로 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이다. AI는 반복적인 영상 판독 업무를 대행하는 자동화 기계가 아니라, 전문의의 판단력을 보완하고 확장하는 지능 증강(Augmented Intelligence) 도구로 진화하고 있다. 실제로 글로벌 의료 AI 시장은 빠르게 성장하고 있으며, 2024년까지 미국 FDA (Food and Drug Administration)가 승인한 AI 기반 의료기기의 76%가 영상의학 분야에 집중돼 있다^[1]. 한국 역시 단일보험 체계와 높은 디지털화율, 그리고



천 원중
가톨릭대학교

방대한 의료 데이터를 바탕으로 AI 시대의 ‘학습 최적국’으로 부상하고 있다.

이 글은 한국 의료영상 시스템이 당면한 위기를 인력 문제가 아닌 구조적·시스템적 위기로 재정의하고, 이를 극복하기 위한 전략적 해법으로서 의료영상시스템에서의 인공지능 응용 기술의 역할을 다각도로 살펴본다. 이제 중요한 것은 단지 ‘기술을 도입할 것인가’가 아니라, 어떻게 이 기술을 의료현장에 현실적으로 통합하고 지속 가능성을 확보할 것인가이다.

II. 한국 영상의학과와 의료인공지능 기술의 필요성

영상의학과가 직면한 위기는 수년간 누적돼 온 시스템 내부의 균열이 임계점을 넘은 결과다. 표면적으로는 인력 부족이 주요 원인처럼 보이지만, 그 안을 들여다보면 이는 오히려 복합적인 구조적 한계가 겹으로 드러난 증상에 가깝다.

현재 국내 영상의학과 전문의 1인은 하루 평균 CT (Computed tomography) 17건, MRI (Magnetic resonance imaging) 9건, 초음파 21건을 포함해 총 47건의 판독을 수행하고 있으며, 이는 국제 권고치를 웃도는 과중한 업무량이다. 전공의 사직 이후에는 일부 전문의가 한 달 900건에 육박하는 판독을 수행하는 사례까지 나타났다. 이는 단순한 업무 과중을 넘어, 진단의 질과 환자 안전을 위협하는 상태로 이어지고 있다.

이러한 판독량 과부하는 실제 임상 현장에서 다양한 문제로 이어진다. 오진 가능성 증가는 물론, 진단 지연으로 인해 환자는 치료 시기를 놓치기 쉽고, 의료진은 만성적인 소진 상태 (Burnout)에 시달린다^[2]. 한 대학병원 사례에서는 영상의학과 전문의가 주 60시간 이상을 임상 판독에 투입하면서 연구 및 교육 시간이 과거 대비 3분의 1 이하로 줄었다^[3]. 이는 의료 시스템의 미래 역량마저 약화시키는 심각한 신호다.

데이터 차원에서 보자면, 위기는 더욱 구조적으로 드러난다. 영상 데이터는 고령화, 정밀 의료, 조기진단 트렌드에 힘입어 매년 30% 이상 증가하고 있지만, 이 데이터

를 실시간으로 해석해야 할 인력과 시스템은 물리적 한계를 뛰어넘지 못한다. 기술의 발전이 ‘촬영’에서는 가속되고 있으나, ‘해석’은 여전히 사람 중심이라는 불균형은 결국 전체 의료 흐름의 병목을 낳는다.

게다가 영상검사 수가는 지난 10년간 물가상승률을 따라가지 못했으며, 병원급보다 의원급에 더 높은 수가가 책정되는 역전 구조는 검사를 늘릴 유인을 제공한다^[4,5]. 결과적으로 영상 데이터 폭증, 업무 과중, 진료 품질 저하라는 악순환이 반복되고 있다.

지역 간 의료 격차도 심각하다. 지방 병원들은 장비는 있지만, 판독 인력이 없어 진료 기능이 정지되어 있으며, 연봉 5억 원을 제시해도 전문의를 채용하지 못하는 사례가 등장하고 있다. 이로 인해 수도권에 진료와 판독이 집중되는 현상이 가속화되고, 지역 주민의 의료 접근성은 현저히 떨어지고 있다.

이처럼 판독 수요의 폭증, 인력 한계, 수가 왜곡, 지역 불균형이라는 다층적 위기를 해결하기 위해서는, 단순한 인력 확충이 아닌 시스템 차원의 해법이 필요하다. 그 중심이 바로 AI 기술의 적극적 도입과 구조적 통합이다.

AI는 단순히 병변을 탐지하는 기술을 넘어, 실시간 트리아지(triage), 자동 보고서 초안 작성, 판독 우선순위 분류 등 영상의학과와 실무를 총체적으로 지원하는 방식으로 진화하고 있다. 특히 응급 영상 판독이나 지방 병원 원격 협진 상황에서 AI의 도입은 단지 효율성을 높이는 수준이 아니라, 진료의 성립 자체를 가능케 하는 기술 인프라로 기능하고 있다^[6,7].

실제 사례로, 경기도 일부 공공의료원에 도입된 AI 판독 시스템은 평균 94.3%의 판독 정확도를 기록했고, 판독 시간은 25% 이상 단축되었다. 이는 AI가 전문의를 대체하는 것이 아니라, 협력 구조를 통해 진료 품질과 형평성을 동시에 향상시킬 수 있음을 보여주는 실증적 근거다.

요컨대, 현재 영상의학과가 마주한 위기는 사람이 부족해서가 아니라, 사람이 모든 것을 처리하는 방식이 더는 유지될 수 없기 때문이다. AI 기술은 이 구조적 한계를 넘어설 수 있는 유일하면서도 전략적인 기술적 해법이며, 한국 의료의 지속 가능성과 품질이라는 두 축을 함께 추구하기 위한 새로운 작동 원리다. 이제 필요한 것은 단지

AI를 ‘보유하는 것’이 아니라, 현장에 맞게 통합하고 지속 가능한 구조로 재설계하는 것이다.

III. AI 도입의 필연성 — 지속 가능성을 위한 구조적 전환

영상의학이 마주한 현재의 위기는 단순히 일시적 인력난이나 특정 병원의 문제를 넘어, 의료 시스템 전반의 설계 원리 자체가 한계에 도달했음을 의미한다. 이러한 구조적 위기를 해결하기 위한 기술로서 AI의 도입은 이제 선택의 문제가 아니라 의료 시스템 생존을 위한 필연적인 전환이다. 이는 단지 첨단 기술을 수용하는 차원을 넘어서, 의료의 지속 가능성과 형평성, 그리고 신뢰성을 회복하기 위한 근본적인 구조 재설계 수단으로 작동한다.

AI 도입의 가장 근본적인 필요성은, 영상 데이터의 폭증과 사람의 인지 능력 간의 불균형에서 비롯된다. 고령화, 정밀 의료, 조기진단이 가속화되면서 CT, MRI, 초음파 등 영상검사 건수는 매년 30% 이상 증가하고 있다. 반면 이를 판독하고 임상 의사결정으로 연결해야 할 영상의학 전문의의 업무 처리 속도는 생물학적 한계를 넘을 수 없다. 이로 인해 우리는 진단 지연, 판독 오류, 환자 안전성 저하라는 복합적 문제에 직면하고 있으며, 이는 이미 단순 효율 저하가 아닌 환자 위기이자 시스템 위기로 전환된 상태다.

이러한 전 세계적 흐름 속에서 의료 AI는 이미 하나의 산업 생태계로 급성장하고 있다. 글로벌 의료 AI 시장은 2024년 기준 약 13.6억 달러에서, 2033년까지 약 200억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며, 이 중 영상의학 분야는 전체의 57% 이상을 차지할 것으로 예측된다. 특히 미국 FDA는 2024년까지 950건 이상의 AI 의료기기를 승인했으며, 그중 약 76%가 영상의학 분야에 집중되어 있다. 이는 영상 판독 분야가 AI 기술의 가장 실질적인 임상 접점이자 최대 수요처임을 입증하는 지표다^[8].

한국 역시 이 흐름에 발맞추어 제도 기반을 빠르게 정비하고 있다. 한국 식품의약품안전처(Ministry of Food and drug safety, MFDS)는 세계 최초로 ‘생성형 AI 의료기기 가이드라인’을 마련하며, 기술 도입에 대한 안전

성과 투명성을 제도적으로 뒷받침할 수 있는 토대를 구축했다. 과거에는 규제가 기술 진입을 막는 장벽이었다면, 이제는 신뢰 기반의 확산 촉진 장치로 작동하는 전환점에 도달한 것이다^[9,10].

AI가 의료현장에서 수행하는 역할은 단순한 판독 자동화에 머물지 않는다. 오늘날 AI는 의료진의 판단력을 보조하고 업무를 재구조화하는 ‘지능 증강’ 파트너로 진화하고 있다^[11,12]. 예를 들어, 응급실에서 뇌출혈이 의심되는 CT 영상에 대해 AI가 실시간으로 분석하여 알람을 제공하거나, 멀티모달 기반의 언어모델이 판독 보고서 초안을 자동 생성한 후 의료진이 이를 검토·보완하는 형태는 이미 실제 임상 현장에서 활용되고 있다. 이러한 AI 기반 시스템은 판독 정확도를 향상시키고, 진단 시간을 단축시키며, 결과적으로 환자 치료 개시까지의 전체 사이클을 획기적으로 줄이는 역할을 수행한다.

무엇보다 중요한 것은, AI가 의료 형평성을 높이는 열쇠로도 작동한다는 점이다. 많은 지방 병원들은 첨단 영상 장비를 보유하고 있음에도 불구하고, 전문 판독 인력의 부재로 검사 결과 해석을 수도권에 의존하고 있다. 이로 인해 진료 지연과 환자 불신이 발생하고, 지역 간 의료 격차는 더욱 고착화된다. 그러나 원격 AI 판독 시스템이 도입되면, 전문의 부재 지역에서도 신속하고 정확한 해석이 가능해지고, 이를 통해 의료 접근성과 서비스의 일관성이 획기적으로 향상된다.

이러한 기술이 단순 편의성을 넘어서 의료의 질을 근본적으로 높이는 실증적 도구임을 입증하고 있다. 이처럼 AI는 전문의를 대체하는 것이 아니라, 그와 협력하여 임상적 판단의 효율성과 안전성을 동시에 끌어올리는 구조로 작동한다.

결국, 의료영상 분야에서 AI의 도입은 미래 지향적인 기술 도입이 아니라 지금 이 순간 시스템이 정상적으로 작동하기 위한 필수 전략이다. AI는 데이터 폭증과 인력 한계라는 구조적 위기를 해결할 수 있는 유일한 현실적 해법이며, 의료의 신뢰성과 품질, 그리고 형평성을 유지하기 위한 핵심 수단이다. 더 이상 AI는 ‘기술 개발의 대상’이 아니라, 의료현장을 정상화하고 내일의 의료 혁신을 준비하기 위한 오늘의 운영 전략이다.

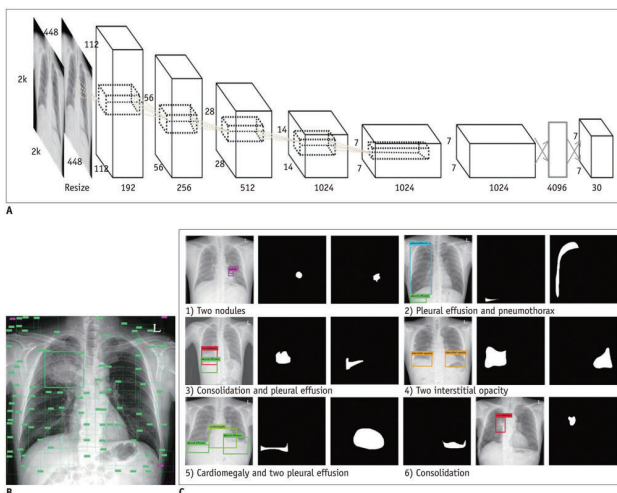
IV. 의료영상시스템에서의 인공지능 응용 기술

의료영상 시스템은 단일 기능의 기술이 아닌, 영상 획득부터 진단·치료계획 수립, 환자 이해 및 의사결정까지 전 주기를 포괄하는 복합적 프로세스이다. AI는 이 모든 단계에 걸쳐 기술적 정밀성과 임상적 실용성을 동시에 요구받는다. 개발 측면에서는 딥러닝 모델의 정확도, 속도, 경량화가 중요하며, 임상에서는 환자 안전성, 의료진의 해석 보완, 시스템 내 통합 가능성 등이 핵심이다^[13].

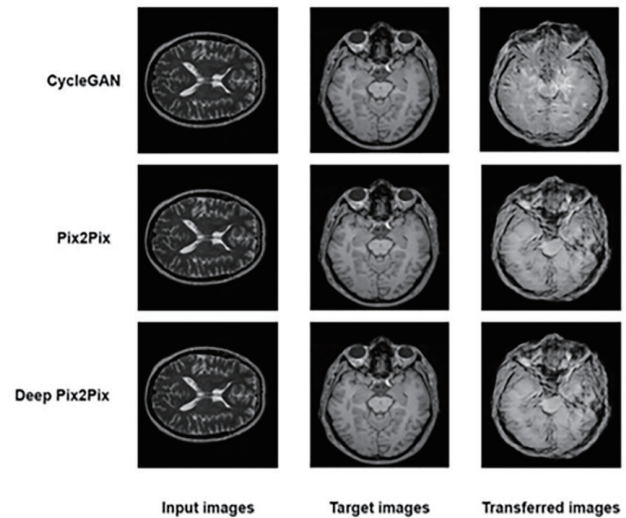
4.1 영상 획득 및 재구성: 품질, 속도, 환자 부담의 균형

영상 획득은 영상 AI의 첫 진입점이다. 특히 저선량 촬영이 요구되는 CT, 긴 호흡 정지가 부담되는 심장 MRI 등에서는 짧은 시간 안에 높은 품질의 영상을 확보하는 것이 임상적으로 중요하다. 이를 해결하기 위해 Super-resolution 기반 합성곱 신경망(Convolutional neural network, CNN) 구조들이 먼저 도입되었으며, 이후 Pix2Pix나 CycleGAN 같은 GAN(Generative adversarial network) 계열, 최근에는 DDPM(Denoising diffusion probabilistic model) 같은 diffusion 기반 영상 복원 기법이 도입되었다^[14,15].

예컨대 GE Healthcare의 Sonic DL은 심장 MRI의 시간 축에 특화된 구조로 CNN과 압축 센싱 기법을 융합해,



〈그림 1〉 R-CNN 아키텍처 및 R-CNN 아키텍처를 사용하여 흉부 X-ray 에서 병변 분석 결과^[13]



〈그림 2〉 CycleGAN, Pix2Pix 및 Deep Pix2Pix 모델을 활용한 이미지 생성 결과^[15]

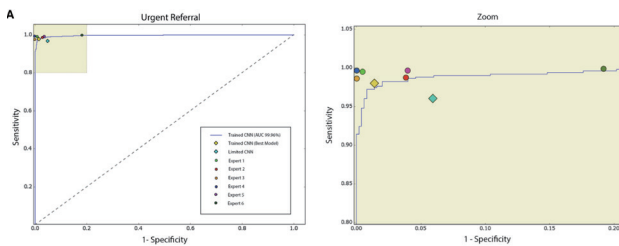
영상 품질 손실 없이 촬영 시간을 83% 단축시켰다. 이처럼 AI 모델은 영상 생성 속도 최적화와 진단 등급 화질 보존이라는 상충되는 목표를 동시에 해결하는 구조로 발전하고 있다.

4.2 병변 탐지: 데이터 불균형 극복과 임상 긴급도 대응

병변 탐지는 AI가 임상적으로 가장 빠르게 도입된 분야지만, 영상 내 병변 분포는 일반적으로 매우 적어 class imbalance 문제가 성능 저하의 주요 원인으로 작용한다. 이를 해결하기 위해 학습 단계에서는 Focal loss나 Tversky loss를 활용하고, 데이터셋 설계 측면에서는 Hard negative mining, Patch sampling, Synthetic augmentation 등의 기법이 병행된다^[16,17].

탐지 구조는 초기 YOLO, RetinaNet 같은 CNN 기반 모델에서 시작해, 현재는 영상 전역의 특징을 처리할 수 있는 ViT(Vision transformer), Swin-Transformer, DETR (Detection transformer) 등의 구조로 확장되었다. 특히 ViT는 병변의 위치와 주변 조직 간 패턴을 동시에 인식하는 데 강점이 있어, 미세 폐결절이나 뇌출혈과 같은 임상적으로 중요한 병변에 장점이 있다.

이러한 모델은 Triage 알고리즘과 결합해 응급 병변을 선별하고 판독 우선순위를 자동 결정해 의료진에게 실시



〈그림 3〉 긴급 병원 탐지에서 AI 모델이 6명의 안과 전문의와 유사한 판별력을 보인 ROC 곡선^[18]

간 경고를 제공함으로써, 임상 긴급성 기반 AI 협력 진료 구조를 실현하고 있다^[18].

4.3 영상 분할: 정밀 분할 기반의 맞춤 치료계획 수립

영상 분할(Segmentation)은 정밀 방사선 치료와 수술 계획을 위한 핵심 작업이며, 정확도와 반복성 모두에서 AI의 개입이 절실한 분야다. 기술적으로는 U-Net과 그 파생 모델들(ResUNet, Attention U-Net, UNet++)이 기본 구조를 이루며, Swin-Unet, TransUNet과 같은 Transformer 기반 구조는 장기 간 경계가 모호한 3D 영상에서도 전역 정보를 반영한 정밀 분할이 가능하다.

최근에는 Diffusion 기반 분할 모델도 도입되어, 종양 경계가 불명확하거나 노이즈가 많은 CT/MRI 영상에서 더욱 자연스럽게 연속적인 분할 결과를 생성하는 데 활용된다^[19,20].

임상적으로는 이러한 기술들이 방사선종양학과에서 자동 장기 분할 및 종양 경계 정의에 적용되며, 치료계획 시간을 수 시간에서 수십 분으로 단축시킨다.

예를 들어 (주)Oncosoft의 OncoStudio는 U-Net 기반

		Mean time					
		Manual Institution	Correction Mirada	Correction MIVision	Correction Radformation	Correction RayStation	Correction Therapanacea
Breast	No. structures	10	8	8	10	5	10
	Time for 10 structures [min]	22	7.5	1.6	7.8	3.1	1.4
	Saving [min/%]		14.5/66.0%	26.4/92.8%	14.2/64.4%	18.9/86.0%	20.6/93.7%
Head and neck	No. structures	19	27	27	27	36	30
	Time for 19 structures [min]	97	8.2	9.8	22.7	4.6	4.4
	Saving [min/%]		88.8/91.6%	87.2/89.9%	74.3/76.6%	92.4/95.3%	92.6/95.4%
Lung	No. structures	6	6	6	6	5	6
	Time for 6 structures [min]	26	5.2	1.2	6.0	1.5	0.4
	Saving [min/%]		20.8/80.1%	24.9/95.6%	20.0/76.8%	24.5/94.4%	25.6/98.4%
Prostate	No. structures	10	8	9	9	5	10
	Time for 10 structures [min]	42	7.4	0.3	4.3	5.2	0.1
	Saving [min/%]		34.6/82.3%	41.7/99.3%	37.7/89.7%	36.8/87.6%	41.9/99.7%

The saving refers to the time saved computed by finding the mean time correct each contour, multiplied by the number of contours drawn by the manual.

〈그림 4〉 다양한 AI 기반 분할 도구에서 생성된 자동분할 결과의 평균 수정 시간 및 수작업 대비 시간 절감률^[20]

구조를 활용해, CT 영상에서 OAR(장기)와 GTV(종양)를 자동 분할하고, DICOM-RT로 연동되어 실제 치료계획 시스템에 적용된다. MVISION의 Contour+ 역시 유사한 구조를 기반으로 전립선암, 폐암 등의 방사선 치료에 실시간 자동 분할 기능을 제공 중이다^[21,22].

4.4 정량 분석 및 예후 예측: 데이터 기반의 임상 판단 보조

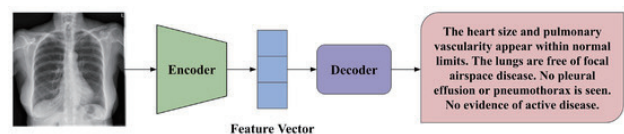
AI는 영상 데이터를 질병 진행과 예후를 수치화하는 데도 사용된다. CNN 또는 ResNet 기반의 Feature Extractor가 영상에서 병변 관련 통곶값(예: 좌심실 수축률, CAC 점수)을 추출하고, 이를 XGBoost, Random Forest 같은 전통적인 ML 모델이나 Multimodal Fusion 구조로 결합해 질환 예측 모델을 구성한다^[23].

환자 시계열 영상(예: 추적 MRI, CT)의 경우, 시간 축 정보를 학습할 수 있는 LSTM(Long short-term memory), GRU(Gated recurrent units), 최근에는 Transformer 기반 시계열 모델까지 활용되어 개별 환자의 예후 경로를 예측하는 정밀 의료의 기반이 되고 있다.

4.5 판독 자동화 및 의사결정 지원: AI와 의료진의 협력적 역할 재설계

영상 판독의 자동화는 AI가 영상 패턴을 인식하는 데 그치지 않고, 의료진이 작성하던 리포트를 자연어로 서술하고 요약하는 능력까지 갖추는 것으로 진화하고 있다. 이러한 흐름은 기존의 Image Captioning 기반 기술을 넘어, 최근에는 거대언어모델(Large Language Models, LLM)이 핵심 기술로 자리 잡고 있다.

특히 멀티모달 LLM은 흉부 X선이나 CT 영상과 함께 EMR(Electronic medical record), 병력 요약, 임상 의심 질환 등을 함께 받아들이고 정형화된 리포트를 자동



〈그림 5〉 흉부 X-ray 영상에서 진단 리포트를 자동 생성하는 멀티모달 LLM 모델^[25]

생성할 수 있다. 이 과정에서 Zero-shot prompting, Chain-of-Thought reasoning, Medical instruction tuning 기법이 활용되며, 영상 내 이상소견을 임상적으로 해석 가능한 형태로 정제해준다^[24,25].

또한, 이러한 모델은 표현 방식의 일관성과 표준화된 문구 사용을 통해 병원 간 리포트 편차를 줄이고, NLP 기반 질의응답 시스템과 연계하여 임상 의사가 추가 설명을 요청하거나 비교 분석을 수행하는 것도 가능하게 한다.

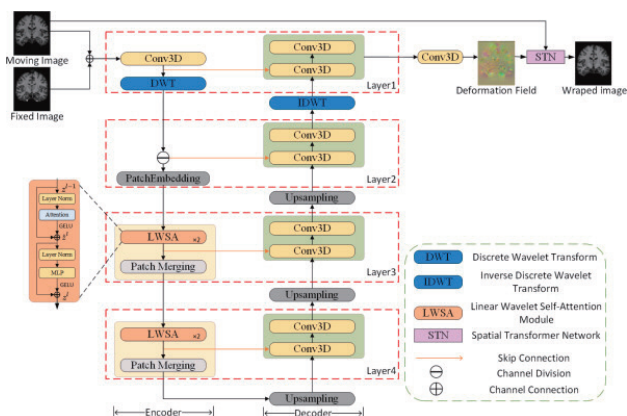
4.6 영상 정합 및 시공간 추적: 병변 변화 감지 및 시술 계획 최적화

영상 정합은 환자의 영상 시점 간, 또는 다른 모달리티 간의 변화를 비교해 재발·진행을 모니터링하고 시술 타겟을 정밀 조준하는 데 사용된다. 정합 기술은 비지도 학습 기반의 VoxelMorph, Siamese Network를 활용한 구조, 그리고 시공간적 정합을 위해 Attention Mechanism이 삽입된 모델로 고도화되고 있다^[26].

특히 NeRF(Neural Radiance Fields)는 CT/MRI와 같은 2D 스캔 데이터를 3D 볼륨으로 변환해, 정밀 시술 시 물레이션 및 3D 가상 내비게이션을 가능하게 한다. 이는 실제 수술 전 계획 단계에 AI를 통합하는 기반 기술로 부상하고 있다.

4.7 시스템 통합과 최적화: 병원 내 실제 운영을 위한 기술 조건

모델이 병원 내에서 작동하려면 단순 정확도뿐 아니라



〈그림 6〉비지도학습 기반 영상 정합 모델 구조^[26]

속도, 전력효율, 연동성이 중요하다. 고속 추론을 위한 TensorRT, ONNX Runtime, NVIDIA Triton Server는 PACS/EMR 연동 시 병목을 줄이고, 모델을 GPU(Graphic processing unit)·CPU(Central processing unit)·NPU(Neural processing unit) 등 다양한 인프라에 효율적으로 배포할 수 있도록 한다.

병상 단위 AI 적용에는 Jetson, FPGA 기반 NPU, Edge TPU 등이 활용되며, 특히 응급 초음파나 포터블 CT에서는 전력 소비가 제한되기 때문에 경량화된 경량 모델(MobileNet, EfficientNet-lite) 및 하드웨어 최적화된 실행 환경이 필수적이다.

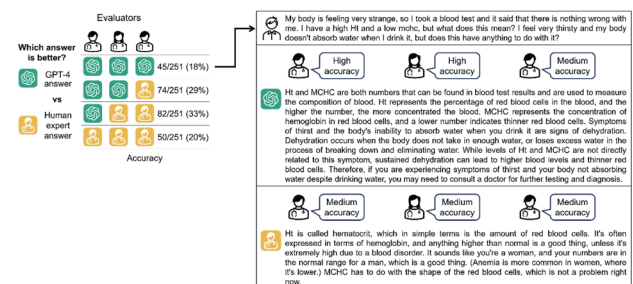
또한, Federated Learning(FedAvg, FedBN 등) 기반 분산 학습은 민감한 의료 데이터를 병원 외부로 전송하지 않으면서도 공동 모델 개발을 가능하게 해, 보안과 성능을 동시에 확보하는 실용적 전략으로 주목받고 있다.

4.8 헬스 리터러시: 환자의 이해와 의료신뢰를 높이는 AI의 확장 기능

영상 판독 정확도만큼이나 중요한 것은, 환자가 자신이 처한 질환과 치료 옵션을 이해하는 수준이다. 특히 방사선 치료, 수술 계획, 만성질환 관리 등 복잡한 의료결정이 필요한 분야에서는, 환자의 이해도(헬스 리터러시)가 치료 순응도와 예후에 직접적인 영향을 미친다.

이러한 배경에서, 최근 헬스 리터러시 향상 도구로 주목받는 것은 바로 거대언어모델 기반 환자 설명 시스템이다.

GPT-o3, Claude4, Grok4 같은 최신 LLM들은 환자 정보를 받아 비전문가 수준에 맞춘 설명 문장을 생성할 수 있으며, 특히 Retrieval-Augmented Generation



〈그림 7〉의학 질문에 대해 GPT-4와 의학 전문가가 생성한 설명^[28]

(RAG) 구조와 결합될 경우 신뢰 가능한 외부 의료 데이터베이스(UMLS, MedlinePlus, 질병관리청 가이드라인 등)에서 정보를 실시간 참조해 설명의 정확도를 높일 수 있다^[27,28].

예를 들어, 방사선 치료를 앞둔 환자에게 “당신의 치료는 폐암의 국소 병변을 조준해 방사선을 조사합니다. 이 치료는 주변 장기를 최대한 피하면서 암세포를 제거하는 방식입니다”라는 설명은, GPT-4 기반 LLM이 판독 결과, 치료계획 데이터(DICOM-RT), 환자 병력 요약 중 합한 뒤, Medline 설명을 참고하여 생성한 것이다.

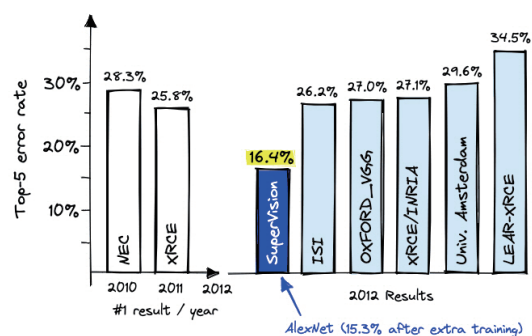
(주)위뉴와 같은 기업은 이러한 LLM 기반 기술에 시각적 시뮬레이션, 환자용 애니메이션, 대화형 챗봇 인터페이스를 결합하여, 환자-의료진 간 신뢰 기반 대화를 가능하게 하는 인터랙티브 플랫폼을 구축하고 있다.

더 나아가, 이러한 기술은 단순한 설명을 넘어, “무엇을 묻고 어떻게 이해하는가”라는 환자의 능동적 정보 접근 능력까지 확장시키며, 의료의 개인화를 넘어 정보의 민주화까지 실현할 수 있는 잠재력을 갖는다.

V. AI 발전의 본질: 알고리즘보다 중요한 의료 데이터

AI 기술의 발전은 흔히 혁신적인 알고리즘이나 새로운 모델 구조에서 비롯된다고 여겨진다. 하지만 실제 AI의 역사를 살펴보면, 성능의 비약적인 도약은 대부분 새로운 형태의 데이터가 등장했을 때 일어났다. 2012년, ImageNet이라는 대규모 라벨링 이미지 데이터를 활용한 AlexNet은 컴퓨터비전 분야의 판도를 바꾸었고, 2017년에는 웹 전역에서 수집한 자연어 데이터를 학습한 Transformer가 언어 모델의 패러다임을 근본적으로 전환시켰다. 최근에는 인간 피드백(RLHF)을 반영한 학습 데이터가 언어 생성의 품질을 획기적으로 끌어올리고 있으며, 계산기나 코드 실행기 등 외부 도구의 출력을 학습 데이터로 포함한 AI는 복잡한 추론 능력까지 확보하고 있다.

이러한 흐름은 AI 발전의 본질이 ‘어떻게 학습하느냐’보다 ‘무엇을 학습하느냐’에 있다는 사실을 분명히 보여준



〈그림 8〉 ImageNet 데이터셋을 활용한 AlexNet은 기존 모델 대비 Top-5 분류 오류율을 약 10%p 개선^[29]

다. 동일한 구조의 모델이라도 학습한 데이터의 양과 질에 따라 실제 성능은 전혀 다르게 나타난다. 알고리즘이 성능의 기반을 만든다면, 데이터는 그 기반 위에서 모델이 도달할 수 있는 상한선을 결정짓는다. 의료영상 AI 역시 이 원리에서 예외가 아니다. 특히 이 분야는 고정밀 진단과 구조화된 예후 판단이 요구되는 영역으로, 데이터의 품질과 라벨의 신뢰도가 AI 성능에 직접적인 영향을 미친다. 같은 U-Net이나 Transformer 계열 구조를 쓰더라도, 어떤 병원에서 어떤 조건으로 수집한 데이터로 학습했는지에 따라 판독 정확도와 임상 활용성은 크게 달라질 수밖에 없다.

이런 점에서 한국은 의료 AI의 전략적 기반을 갖춘 드문 국가다. 전 국민이 하나의 건강보험 체계 안에 있고, 대부분의 의료기관이 PACS와 EMR을 연동한 상태에서 진료가 이루어지며, 전국 단위에서 일관된 형태로 영상 데이터가 축적되고 있다. 서울대병원이 관리하는 3,800만 건 이상의 EMR-PACS 연동 데이터, 국민건강보험공단이 보유한 5천만 명 이상의 건강검진 기록은, AI가 단순한 병변 탐지를 넘어 임상적 맥락을 학습하고 환자 예후를 예측하는 수준으로 나아갈 수 있는 강력한 인프라다. 이는 단순히 기술 개발의 편의를 넘어, 전 세계적으로 의료 AI의 ‘학습 최적지’로서 한국이 갖는 전략적 위치를 보여준다.

결국, 의료영상 AI의 본질은 모델이 아니라 데이터에 있다. 알고리즘은 중요하지만, 그 알고리즘을 실제로 똑똑하게 만드는 것은 데이터다. 앞으로 의료 AI의 실질적인 발전을 위해서는 더 정교한 아키텍처를 개발하는 것

못지않게, 어떤 데이터를 어떻게 축적하고, 어떻게 신뢰할 수 있게 만들며, 어떤 방식으로 공유하고 학습할 것인가에 대한 전략이 무엇보다 중요해질 것이다. 특히 다기관 협력을 기반으로 한 연합학습(Federated Learning), 데이터 품질을 보증하는 인증 체계, 개인정보 보호와 데이터 활용 간의 균형 같은 문제는 앞으로 의료 AI가 기술을 넘어 실제 임상에 뿌리내릴 수 있을지를 가늠하는 핵심 기준이 될 가능성이 크다. AI는 결국 데이터를 먹고 자라는 존재다. 의료영상 AI의 미래도, 알고리즘보다 먼저 데이터에서 출발한다.

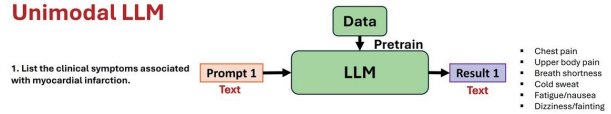
Ⅶ. 의료현장 데이터와 거대언어모델의 융합: 새로운 진단 지능의 가능성

최근 의료 AI의 진화는 단순히 의료영상을 자동으로 분석하는 기술적 과제를 넘어, 의료현장에서 생성되는 다양한 데이터 유형을 통합적으로 해석하고 판단하는 지능형 진단 시스템으로 확장되고 있다. 특히 병원이 보유한 복합적인 임상데이터를 하나의 해석 구조로 통합하려는 시도는, LLM의 발전과 맞물리며 새로운 형태의 임상 판단 파트너를 만들어내고 있다.

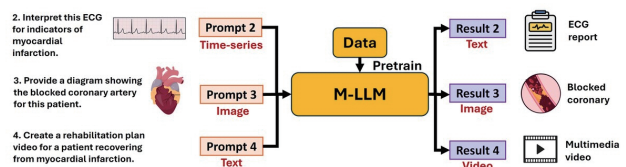
현대 의료기관은 영상만으로 진단이 이뤄지지 않는다. 환자의 병력, 진단 보고서, 생체신호(예: 심전도, 뇌파, 산소포화도), 실험실 검사 수치, 복용 기록, 문진 내용 등 다양한 정형·비정형 데이터가 실시간으로 생산되고 있다. 과거에는 이러한 데이터들이 각각 분절된 채로 의료진의 경험에 의존해 해석되었지만, 이제는 AI가 이를 종합적으로 처리하고 해석하는 구조로 진화하고 있다. 이러한 변화의 중심에 바로 멀티모달 거대언어모델이 있다 [30].

이 모델들은 단순한 언어 처리 기능을 넘어서, 의료영상과 텍스트 정보를 동시에 받아들이고 학습할 수 있는 능력을 지닌다. 예를 들어 뇌 MRI 영상과 EEG (Electroencephalography) 데이터를 함께 분석해 병변 위치와 발작 가능성을 연계하거나, 흉부 X-ray와 함께 산소포화도·호흡수 등의 생체신호를 결합해 환자의 중증도를 판단하는 구조가 이미 구현 가능한 수준에 도달하

Unimodal LLM



Multimodal LLM



〈그림 9〉 거대언어모델의 의료 적용 예시 [30]

고 있다. 이는 과거에는 의료진의 숙련된 통합적 사고에만 의존하던 작업이, 이제 AI와 협업 가능한 형태로 전환되고 있음을 의미한다.

이러한 기술은 특히 원격진료 및 중환자 관리 환경에서 매우 실용적이다. 의료진이 환자와 떨어져 있는 상황에서는 영상, 검사 결과, 생체신호 등 간접적 정보에 기반을 둔 판단이 필수적인데, 이때 거대언어모델 기반의 AI가 환자의 상태를 요약·정리하고 위험 신호를 감지해 의사에게 실시간으로 제안하는 방식이 효과를 발휘할 수 있다. 실제로 분당서울대병원과 경기도 공공의료원이 구축한 원격 중환자실 협진 시스템에서는, 실시간 생체신호 스트리밍과 영상 공유, 간결한 요약 보고서를 통해 진료 결정의 속도와 효율성을 크게 향상시킨 사례가 나타나고 있다. 앞으로는 LLM이 환자의 의료 데이터를 종합적으로 정리하고, 그 요약 정보를 바탕으로 의료진이 최종 판단을 내리는 형태의 “협력형 AI-임상의 진료 모델”이 본격적으로 정착될 가능성이 크다.

요컨대, 의료현장의 멀티모달 데이터를 통합적으로 활용할 수 있는 LLM 기반 AI는 단순한 판독 보조 기술을 넘어, 임상 맥락을 이해하고 요약하며 전문가의 의사결정을 뒷받침하는 종합적인 진단 지능으로 진화하고 있다. 이러한 기술은 원격진료, 1차 의료, 중환자 모니터링 등 의료 자원이 제한되거나 판단이 신속해야 하는 현장에서 특히 효과적이며, 앞으로는 의료 접근성과 진료 품질을 동시에 끌어올리는 새로운 기준점으로 자리매김할 것으로 기대된다.

Ⅶ. 데이터 · 표준 · 인력 로드맵: 미래를 위한 정책적 제언

멀티모달 임상데이터와 거대언어모델의 융합은 더 이상 먼 미래의 기술이 아니다. 실제 현장에 적용할 수 있는 수준의 모델과 인프라가 빠르게 구축되고 있으며, 그 가능성은 이미 다수의 임상 사례에서 검증되고 있다. 그러나 이러한 기술들이 병원 시스템 안에서 실제로 작동하려면, 기술 자체만으로는 충분하지 않다. 데이터 환경, 표준화 체계, 인원 구성에 대한 종합적이고 구조적인 준비가 병행되어야 한다. 이 세 가지는 의료 AI의 실질적 작동 기반이며, 이를 어떻게 구축하느냐에 따라 한국 의료의 디지털 전환 속도와 성과가 결정될 것이다.

우선, 핵심은 데이터의 범위 확장과 품질 보장이다. 단일 영상만으로는 복잡한 임상 판단을 구현할 수 없다. 영상뿐 아니라, EMR, 생체신호, 진단 보고서, 임상검사 수치 등 다양한 데이터를 고차원적으로 연계한 멀티모달 데이터셋이 필요하다. 한국지능정보사회진흥원은 AI Hub와 공공데이터 포털을 통해 수술 영상, 뇌혈관 CT, 심장 초음파 등 다양한 고품질 학습용 의료 데이터를 구축해 왔다. 그러나 이 자산이 연구용에 머무르지 않고 실제 임상 AI 시스템의 학습과 검증에 활용되려면, Federated Learning 구조, 데이터 품질 평가 및 보증 체계, 병원 간 연동을 위한 메타데이터 표준화가 함께 추진되어야 한다.

여기에 더해, 앞으로는 병원 내에서 데이터가 폐쇄적으로 활용되는 것이 아니라, AI와 실시간으로 상호작용하는 구조로 전환되어야 한다. 특히 최근 주목받는 것은 On-Premise 방식의 멀티모달 거대언어모델 구축이다. 병원 내부에 설치된 LLM이 EMR, PACS, 생체신호 모니터링 시스템 등과 연동되어 실시간으로 데이터를 수신·해석함으로써, 외부 클라우드로 환자 데이터를 전송하지 않고도 신속하면서도 보안이 보장된 AI 지원 진료를 실현할 수 있다. 이 방식은 개인정보 보호에 민감한 의료 환경에서도 AI 기술의 확산 가능성을 높이며, 병원별 특성에 맞는 맞춤형 모델 최적화도 가능하게 한다. 앞으로는 이러한 On-Premise LLM과 병원 정보시스템 간의 연동 표준을 정립하고, 추론 결과가 EMR 내에 통합 기록되는 구

조까지 제도적으로 마련되어야 할 것이다.

둘째, 기술이 병원 내에서 작동하기 위해서는 시스템 간 표준화와 플랫폼 수준의 정합성이 필요하다. 현재 대부분의 국내 의료기관은 PACS, EMR, 생체신호 모니터링 시스템이 각각 독립적으로 운용되고 있으며, 이는 AI가 실시간으로 종합적 분석을 수행하는 데 구조적 한계를 만든다. 이를 해소하기 위해서는 DICOM, HL7 FHIR, OMOP-CDM 등 국제 표준에 기반한 연동 규격을 국내 공통으로 적용할 필요가 있으며, 병원급 이상 의료기관에는 이러한 표준 적용을 지원하고 유도할 수 있는 제도적 장치가 함께 마련돼야 한다. 식품의약품안전처가 제시한 생성형 AI 의료기기 가이드라인도 이러한 흐름과 결합해, AI의 추론 결과가 의료기록에 명시적으로 남고, 버전 관리가 가능한 형태로 통합될 수 있도록 해야 한다. 이는 의료 책임성과 추적 가능성을 확보하는 데 있어 핵심적 전제다.

셋째, 기술과 제도를 연결하는 실질적 가교는 결국 사람, 즉 의료현장의 실사용자이자 AI의 협력자가 될 인력이다. AI를 단순히 '도구'로 사용하는 것을 넘어서, 그 구조와 작동 원리를 이해하고 임상 판단과 조화시킬 수 있는 중간 전문가(Bridge Expert)가 필요하다. 의과대학과 전공의 수련 과정에는 AI 진단 보조 시스템의 기본 원리, 알고리즘 편향 위험, 설명 가능한 AI(Explainable AI, XAI)에 대한 교육이 반드시 포함돼야 하며, 기존 임상 의에 대한 재교육 체계와 AI 판독 시스템에 대한 인증 절차 또한 함께 마련되어야 한다. 나아가 의료 AI의 기획, 검증, 운영을 아우를 수 있는 의료-데이터 융합형 전문인력을 체계적으로 양성하는 국가적 전략이 절실하다. 이는 단순한 인력 확보가 아니라, 디지털 기반의 진료 패러다임 전환을 이끌 핵심 자산이다.

결국, 데이터-표준-인력이라는 세 가지 축이 균형 있게 구축되어야, AI 기반 의료영상 시스템이 단순한 기술 시연을 넘어 실제 병원 시스템 안으로 진입할 수 있다. 다행히 한국은 AI 데이터 인프라를 빠르게 확장하고 있으며, 디지털 플랫폼 정부 정책 아래 공공기관 간 데이터 연계 구조도 점차 정비되고 있다. 이러한 기반 위에 의료 분야에 특화된 전략과 실행 계획이 유기적으로 결합된다면,



한국은 의료영상 AI의 기술 선도국을 넘어, 임상 혁신을 실현하는 진정한 의료 디지털 강국으로 도약할 수 있을 것이다.

VIII. 결론

현재 한국의 의료영상 시스템은 기술, 데이터, 제도라는 세 축에서 중대한 전환점에 서 있다. 전공의 이탈과 전문의 부족이라는 현실적 위기, 폭증하는 영상 데이터와 정밀진단 수요, 그리고 인공지능 기술의 급속한 발전은 더 이상 기존 진료 체계를 유지할 수 없다는 경고이자, 새로운 구조로의 이행을 요구하는 분명한 신호다.

이러한 맥락에서 의료영상 인공지능은 단순한 효율화 기술이 아니라, 의료 시스템의 지속 가능성을 확보하는 전략적 인프라로 기능해야 한다. AI는 과거 병변 탐지에 머물렀던 단순 자동화 도구를 넘어, 이제는 진단의 정확도와 판단의 속도, 그리고 의료 형평성까지 동시에 높이는 확장된 임상 지능(Augmented Clinical Intelligence)으로 진화하고 있다. U-Net에서 ViT, 그리고 멀티모달 거대모델에 이르기까지, 기술은 단순 보조를 넘어 의료진의 임상적 판단력과 진료 흐름 전체를 재구성할 수 있는 수준에 도달했다. 특히 병원이 보유한 방대한 멀티모달 데이터를 거대언어모델과 연결하고, 이를 원격진료 및 협진 체계와 유기적으로 결합할 수 있다면, AI는 더 이상 외부 기술이 아닌 의료의 일상 언어이자 디지털 파트너로 자리 잡을 수 있을 것이다.

한국은 전 국민 건강보험 체계, 높은 의료 디지털화 수준, 그리고 한국지능정보사회진흥원을 중심으로 조성된 국가적 AI 데이터 인프라를 바탕으로, 의료 AI 시대를 ‘기술 수용자’가 아닌 기술 선도자로 맞이할 수 있는 몇 안 되는 국가다. 그러나 이 기술적 가능성이 실제 임상 혁신으로 이어지기 위해서는, 멀티모달 의료 데이터의 체계적 확보와 품질 관리, 의료정보 표준 기반의 실시간 연동 체계 정비, AI를 이해하고 다룰 수 있는 인력의 역량 강화라는 세 가지 핵심 조건이 유기적으로 갖춰져야 한다.

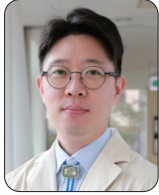
AI의 진화는 언제나 "무엇을 학습했는가"에서 출발했다. 앞으로도 마찬가지일 것이다. 이제 중요한 것은, 우

리가 한국 의료의 미래를 AI에게 어떻게 가르칠 것인가이다. 지금이야말로 "한국의 AI는 어떤 의료 데이터를 학습하고 있는가"라는 질문에 자신 있게 답할 수 있는 시스템을 마련해야 할 시점이다. 위기를 혁신의 기회로 전환하고, 기술 중심이 아닌 사람과 시스템 중심의 전략으로 나아갈 수 있다면, 의료영상 AI는 한국 의료의 다시 도약할 수 있는 핵심 기반이자 세계에 내놓을 수 있는 디지털 보건의료 모델이 될 것이다.

참고 문헌

- [1] Health Imaging, FDA has now cleared 700+ AI healthcare algorithms; more than 76% for radiology, Health Imaging, July 16, 2024.
- [2] Kyung-Hyun Do, Kyongmin Sarah Beck, Jeong Min Lee, The Growing Problem of Radiologist Shortages: Korean Perspective, Korean J Radiol, vol. 24, no. 12, pp. 1173–1175, 2023. Published online Nov 21, 2023.
- [3] Jeongsoo Lee, et al. "영상의학과, 번아웃에 연구시간 부족... 세계적 연구역량 위기", Medipana, October 22, 2024.
- [4] Dal Mo Yang, "Second Edition of Research on Relative Value Scales and Cost Reduction of Radiologic Tests", Journal of the Korean Society of Radiology, vol. 77, no. 4, pp. 205–210, 2017.
- [5] Go Deung-Seop, Shin Young-Seok, Lee Soo-Bin, 의료기관 진료비 특성에 따른 건강보험 수가 구성 요인 분석, Research Report No. 2020-05, Korea Institute for Health and Social Affairs (KIHASA), ISBN: 978-89-6827-710-8, November 2020.
- [6] Emmanuel Montagnon, et al., "Deep learning workflow in radiology: a primer", Insights into Imaging, vol. 11, article no. 22, 2020.
- [7] Ali S. Tejani, et al., "Integrating and Adopting AI in the Radiology Workflow: A Primer for Standards and Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) Profiles", Radiology, vol. 311, no. 3, 2024.
- [8] Boris Babic, et al., "A general framework for governing marketed AI/ML medical devices", npj Digital Medicine, vol. 8,

- article no. 328, 2025.
- [9] National Institute of Food and Drug Safety Evaluation (NIFDS), Guidance on the Review and Approval of Artificial Intelligence (AI)-based Medical Devices (for Industry), Medical Device Evaluation Department, May 2022.
- [10] Seong Ho Park, et al., "Overview of South Korean Guidelines for Approval of Large Language or Multimodal Models as Medical Devices: Key Features and Areas for Improvement", Korean Journal of Radiology, vol. 26, no. 6, pp. 519–523, Jun, 2025.
- [11] Junaid Bajwa, et al., "Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine", Future Healthcare Journal, vol. 8, no. 2, pp. e188–e194, July 2021.
- [12] Andrew L. Beam, et al., "Translating Artificial Intelligence Into Clinical Care", JAMA, vol. 316, no. 22, pp. 2359–2360, 2016.
- [13] June-Goo Lee, et al., "Deep Learning in Medical Imaging: General Overview", Korean Journal of Radiology, vol. 18, no. 4, pp. 570–584, Jul–Aug 2017.
- [14] Kensuke Umehara, et al., "Application of Super-Resolution Convolutional Neural Network for Enhancing Image Resolution in Chest CT", Journal of Digital Imaging, vol. 31, pp. 441–450, 2018.
- [15] Abeer Aljohani, et al., "Generating Synthetic Images for Healthcare with Novel Deep Pix2Pix GAN", Electronics, vol. 11, no. 21, article 3570, 2022
- [16] Tsung-Yi Lin, et al., "Focal Loss for Dense Object Detection", arXiv preprint, arXiv:1708.02002, 2017.
- [17] Seyed Sadegh Mohseni Salehi, et al., "Tversky loss function for image segmentation using 3D fully convolutional deep networks", arXiv preprint, arXiv:1706.05721, 2017.
- [18] Daniel S. Kermany, et al., "Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning", Cell, vol. 172, no. 5, pp. 1122–1131.e9, February 22, 2018.
- [19] Fnu Neha, et al., "U-Net in Medical Image Segmentation: A Review of Its Applications Across Modalities", arXiv preprint, arXiv:2412.02242, December 3, 2024.
- [20] Yongqi Yuan, Yong Cheng, "Medical image segmentation with UNet-based multi-scale context fusion", Scientific Reports, vol. 14, article no. 15687, 2024
- [21] Seo Hee Choi, et al., "Automated Organ Segmentation for Radiation Therapy: A Comparative Analysis of AI-Based Tools Versus Manual Contouring in Korean Cancer Patients", Cancers, vol. 16, no. 21, article 3670, 2024.
- [22] Paul J. Doolan, et al., "A clinical evaluation of the performance of five commercial artificial intelligence contouring systems for radiotherapy", Frontiers in Oncology, vol. 13, 2023.
- [23] Morteza Naghavi, et al., "Artificial intelligence applied to coronary artery calcium scans (AI-CAC) significantly improves cardiovascular events prediction", npj Digital Medicine, vol. 7, article no. 309, 2024.
- [24] Ryutaro Tanno, et al., "Collaboration between clinicians and vision-language models in radiology report generation", Nature Medicine, vol. 31, pp. 599–608, 2025.
- [25] Ziru Yi, Ting Xiao, Mark V. Albert, "A Survey on Multimodal Large Language Models in Radiology for Report Generation and Visual Question Answering", Information, vol. 16, no. 2, p. 136, 2025.
- [26] Weisheng Li, Kun Gan, Lijian Yang, Yin Zhang, "Deformable medical image registration based on wavelet transform and linear attention", Biomedical Signal Processing and Control, vol. 95, part B, 106413, September 2024.
- [27] Harsha Nori, et al., "Capabilities of GPT-4 on Medical Challenge Problems", arXiv preprint, arXiv:2303.13375, 2023.
- [28] Eunbeen Jo, et al., "Assessing GPT-4's Performance in Delivering Medical Advice: Comparative Analysis With Human Experts", JMIR Medical Education, vol. 10, 2024.
- [29] Pinecone, "ImageNet: The Birth of Deep Learning", Embedding Methods for Image Search, Pinecone.io, 2023.
- [30] Rawan AlSaad, et al., "Multimodal Large Language Models in Health Care: Applications, Challenges, and Future Outlook", Journal of Medical Internet Research, vol. 26, 2024.



천 원 중

- 2008년 3월 ~ 2014년 8월 연세대학교
컴퓨터정보통신공학부 학사
연세대학교 방사선학과 학사
- 2015년 3월 ~ 2020년 2월 성균관대학교 융합의과학원
박사
- 2020년 3월 ~ 2022년 2월 국립암센터 양성자치료센터
Physics Academy
- 2022년 2월 ~ 2023년 8월 국립암센터 양성자치료센터
Physics fellow
- 2023년 9월 ~ 현재 가톨릭대학교 서울성모병원
방사선종양학과 연구조교수

〈관심 분야〉

Medical physics, 의료인공지능, 거대언어모델, 자동 종양/
장기 분할, 환자맞춤형 방사선치료

제40회 ITC-CSCC 2025 개최 보고

제40회 ITC-CSCC (International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications)가 2025년 7월 7일부터 10일까지 4일간 중앙대학교 서울캠퍼스에서 성황리에 개최되었다. ITC-CSCC는 1986년 한양대학교에서 처음 개최된 JTC-CAS(Joint Technical Conference on Circuits and Systems)를 전신으로 하며, 한국 IEIE, 일본 IEICE, 태국 ECTI 3개 학회가 공동 주관하는 동아시아 중심의 국제학술대회이다. 올해는 40주년을 맞이한 뜻깊은 해로, 1회 개최되었던 서울에서 다시 한번 개최되어 학회의 역사적 의미를 더욱 깊이 새길 수 있었으며, 지난 40년간 이어져 온 협력과 교류의 발자취를 돌아보며 향후 10년, 20년을 향한 새로운 도약의 계기를 마련하는 자리가 되었다.

이번 대회에는 총 11개국에서 359편의 논문이 접수되었으며, 엄정한 심사를 거쳐 다양한 분야의 330편이 최종 채택되었다. 이 중 구두 발표 153편, 포스터 발표 110편, 특별 세션 발표 67편으로 구성되었으며, 정보통신, 회로 및 시스템, 반도체 소자, 신호처리, 인공지능 등 광범위한 주제를 다루었다. 특히, 최근 주목받고 있는 지능형 반도체 및 AI 응용 기술 관련 세션이 활발히 운영되었으며, 학제 간 융합 연구를 다룬 세션도 함께 구성되어 학문의 지평을 넓혔다. 학술 프로그램으로는 총 5개의 튜토리얼 세션과 4개의 기조 강연(Plenary Talk)이 진행되었고, AI, 디지털 트윈, 공간 음향, 이미지 센서 등 최신 기술 트렌드에 대해 심도 깊은 강연을 제공하며 참가자들의 큰 호응을 얻었다.

또한, 이번 대회에는 총 11개국에서 444명의 참가자가 등록하였으며, 세션별 발표와 토론이 활발히 이루어졌다. 한국·일본·태국 간의 전통적인 학문 교류를 넘어서 다양한 국가의 연구자들이 협력의 장을 넓혔으며, 특히 학부생 반도체 포스터 세션을 별도로 구성하여 미래 인재들의 참여를 유도하고, 산업계와 학계 간의 실질적인 네트워킹 기회



김형진
한양대학교
ITC-CSCC 2025 TPC Chair



<개회식 전경>

중앙대학교 B501호에서 열린 개회식 장면. 김종욱 조직위원장(고려대학교)의 환영사와 함께 40주년을 맞이한 ITC-CSCC의 막이 올랐다.



<40주년 기념 만찬>

세빛섬 컨벤션홀에서 열린 만찬 행사. 창립자 축사와 40년을 회고하는 영상 상영이 함께 진행되었다.

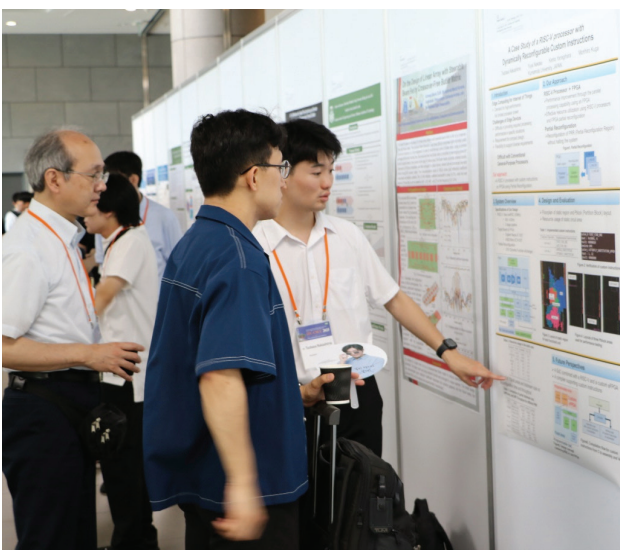


<Plenary Talk 발표>

백준기 교수(중앙대)의 Plenary Talk 장면. 이미지 처리와 AI 융합 기술에 대한 깊이 있는 통찰을 제공하였다.

도 확대되었다. 7월 9일 저녁에는 한강 세빛섬 컨벤션홀에서 40주년 기념 만찬이 열려, 학회의 창립부터 현재에 이르기까지의 여정을 담은 기념 영상이 상영되었고, 창립 멤버들의 축사를 통해 전통을 되새기고 미래의 비전을 공유하는 뜻깊은 시간이 마련되었다.

이번 ITC-CSCC 2025는 40주년이라는 역사적 이정표를 기념함과 동시에, 동아시아 지역을 중심으로 한 전자공학 분야의 국제적 협력과 학문 발전에 다시 한번 큰 발걸음을 내딛는 자리였다. 다가올 수십 년의 여정을 향한 새로운 출발점이 되었으며, 모든 참가자들에게 오래도록 기억될 학술적 축제로 남게 되었다.



<포스터 세션 현장>

1층 로비에서 진행된 포스터 세션. 다양한 주제에 대한 활발한 질의응답과 토론이 이루어졌다.

7827 RD
53VX256WH
31117

기조강연과 특별세션

구두 세션에서는 뉴로모픽 반도체 소자, 딥러닝 기반

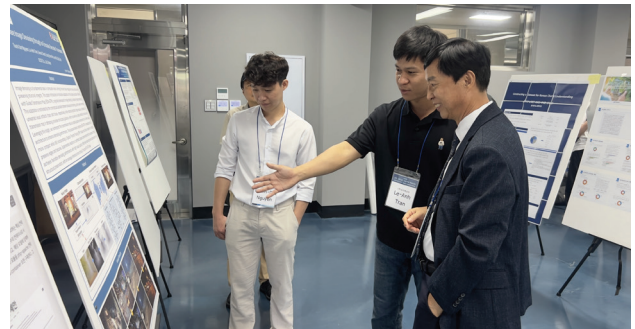


〈구본태 본부장 환영사(ETRI)〉



〈임혜숙 교수(이화여대) / 전 과기정통부장관 기조강연〉

회로 설계, 자율주행 센서 기술, 헬스케어 AI 모델 등 최신 기술이 심층적으로 논의되었다. 포스터 세션은 각 세션 좌장의 진행 아래 자유로운 질의응답과 토론이 활발히 이루어졌으며, 특히 학부생 발표 세션에서 참신한 아이디어와 기술적 시도가 돋보였다. 참가자들은 학술 발표 외에도 네트워킹, 채용 정보 교류, 진로 상담 등 다양한 활동에 참여하였고, 저녁 만찬을 통한 교류의 시간은 향후 연구 협력의 기반을 다지는 계기가 되었다.



지역 기반 학술 네트워크의 강화

이번 학술대회는 단순한 기술 교류를 넘어, 지역 기반 학술 생태계의 지속 가능성을 제시한 자리였다. 대회장 강문식 교수는 “AI·반도체 융합기술에 대한 심도 있는 논의가 지역 현장에서 활발히 이루어진 점에서 뜻깊다”며, “지속 가능한 학술 플랫폼을 구축해 지역 인재가 성장하고 정착할 수 있는 기반을 마련하겠다”는 의지를 밝혔다. 특히 강원지부 소속 연구자와 학생들의 활약이 두드러졌으며, 발표자 다수가 강릉원주대, 강원대, 고려대, 서울시립대 등 강원·수도권 소재 연구자들이었다는 점이 주목되었다. 향후 강원지부는 본 학술대회를 정례화하여, 지역 내 산학연 협력 기반을 더욱 공고히 다져나갈 계획이다.



반도체 분야

[SoC 설계]

- Softmax 연산 가속을 위한 Tensor Core 구조 설계
김성우, 노원우
- Value 생성 지연과 Softmax 오프로딩을 통한 어텐션 병렬화 향상
김준성, 김철환, 노원우

컴퓨터 분야

[융합컴퓨팅]

- 모바일 네트워크에서 실시간 QoS 보장을 위한 적응 지능형 전송제어 기법
강문식

인공지능 신호처리 분야

[영상 신호처리]

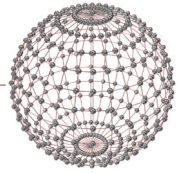
- Faster R-CNN을 활용한 클러터 환경에서의 레이더 표적 탐지
김일석, 이상언, 이희재, 이창기, 원종민, 장준혁
- 실린더 표면에 투사된 레이저 그리드 교차점 검출 방법
김민범, 박채호, 최강선

[음향 및 신호처리]

- Autoencoder와 SVM을 결합한 심전도 이상 탐지 연구
서정원, 고진환

[영상 이해]

- LSA-YOLO: Lightweight Shuffling Attention 기반의 실시간 연기 및 화재 탐지 경량 모델
윤창섭, 박윤하
- 효율적 동일인 식별을 위한 얼굴 인식 모델과 재인식 모델의 보완적 사용에 관한 연구
곽도환, 박윤하



산업전자 분야

[반도체재료 및 VLSI 설계]

- 잔류응력이 있는 캔틸레버의 최대 변위를 예측하는 모델링과 FEM 시뮬레이션을 이용한 분석
박동출, 김용권

[신호처리 및 시스템]

- HIPEC 수술 치료에서 스마트 온도 관리 시스템을 이용한 고온 약물의 실시간 온도제어
이태현
- 계단형 구조 전송선로를 이용한 $\lambda g/4$ 단락 스텝 기반 협대역 대역통과필터의 소형화 설계
이태현

[컴퓨터 응용]

- 디지털 전환 시대의 온디바이스 AI: 온라인 언론 보도에 나타난 기술 패러다임의 변화와 영향력
송중휘, 서병석
- 자율주행 데이터 구축 현황
임현국

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

>>2025년 9월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09.01. - 09.04.	2025 IEEE 36th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)	Istanbul, Turkiye	https://pimrc2025.ieee-pimrc.org/
09.01. - 09.04.	2025 Energy Conversion Congress & Expo Europe (ECCE Europe)	Birmingham, United Kingdom	https://www.ecce-europe.org/2025/
09.01. - 09.05.	2025 IEEE 20th International Symposium on Electrets (ISE)	Shimane, Japan	http://www.ieeeise2025.org/
09.01. - 09.05.	2025 IEEE 33rd International Requirements Engineering Conference (RE)	Valencia, Spain	https://conf.researchr.org/home/re-2025
09.01. - 09.03.	2025 International Conference on Computing and Communications (COMPUTINGCON)	Talegaon, India	https://computingcon.org/
09.01. - 09.06.	2025 Nineteenth International Congress on Artificial Materials for Novel Wave Phenomena (Metamaterials)	Amsterdam, Netherlands	https://congress.metamorphose-vi.org/
09.01. - 09.04.	2025 Sixth International Conference on Intelligent Data Science Technologies and Applications (IDSTA)	Varna, Bulgaria	http://idsta-conference.org/2025/
09.01. - 09.04.	2025 International Conference on Intelligent Computing, Communication, Networking and Services (ICCNS)	Varna, Bulgaria	http://iccns-conference.org/2025/
09.01. - 09.04.	2025 IEEE 102nd Vehicular Technology Conference (VTC2025-Fall)	Chengdu, China	https://events.vtsociety.org/vtc2025-fall/
09.01. - 09.05.	2025 IEEE 33rd International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)	Valencia, Spain	https://conf.researchr.org/home/RE-2025
09.01. - 09.04.	2025 International Conference on Cybersecurity and AI-Based Systems (Cyber-AI)	Varna, Bulgaria	http://cyber-ai.org/
09.02. - 09.04.	2025 International Conference on Sustainable Technologies for Humanity and Smart World (HSWTech)	Pune, India	https://mitwpu.edu.in/ieee-conference
09.02. - 09.05.	2025 IEEE International Conference on Cluster Computing Workshops (CLUSTER Workshops)	Edinburgh, United Kingdom	https://clustercomp.org/2025/
09.02. - 09.05.	2025 European Conference on Mobile Robots (ECMR)	Padova, Italy	https://ecmr2025.dei.unipd.it/
09.02. - 09.03.	2025 9th International Conference On Electrical, Electronics And Information Engineering (ICEEIE)	Mataram, Indonesia	https://iceeie.um.ac.id/
09.03. - 09.04.	2025 3rd International Conference on Recent Advances in Information Technology for Sustainable Development (ICRAIS)	Manipal, India	https://conference.manipal.edu/ICRAIS2025/
09.04. - 09.05.	2025 International Conference on Electronics and Computing, Communication Networking Automation Technologies (ICEC2NT)	Pune, India	http://icec2nt.com/index.php
09.05. - 09.07.	2025 2nd International Conference on Circuits, Power and Intelligent Systems (CCPIS)	Bhubaneswar, India	https://ccpis.in/
09.05. - 09.06.	2025 7th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)	Mathura, India	https://www.gla.ac.in/iscon2025/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09.07. - 09.11.	2025 XXXV International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance (MMA)	Sozopol, Bulgaria	https://metrology-bg.org/
09.08. - 09.12.	2025 33rd European Signal Processing Conference (EUSIPCO)	Palermo, Italy	https://eusipco2025.org/
09.08. - 09.13.	2025 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)	Auckland, New Zealand	https://conf.researchr.org/home/icsme-2025
09.08. - 09.09.	2025 IEEE Industrial Electronics and Applications Conference (IEACon)	Kota Kinabalu Sabah, Malaysia	https://ieeieacon.org/
09.08. - 09.10.	2025 IEEE International Conference on Cyber Humanities (IEEE-CH)	Florence, Italy	https://www.ieee-ch.org/
09.08. - 09.12.	2025 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)	Palermo, Italy	https://www.iceaa-offshore.org/
09.08. - 09.12.	2025 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)	Palermo, Italy	https://www.iceaa-offshore.org/
09.08. - 09.10.	2025 IEEE Conference on Telepresence	Leiden, Netherlands	https://conf.telepresence.ieee.org/
09.08. - 09.09.	2025 International Conference on Applied Electronics (AE)	Pilsen, Czech Republic	https://www.appel.zcu.cz/
09.08. - 09.11.	2025 IEEE European Solid-State Electronics Research Conference (ESSERC)	Munich, Germany	https://www.esserc2025.org/
09.08. - 09.11.	2025 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS)	Avignon, France	https://cns2025.ieee-cns.org/
09.08. - 09.10.	2025 ACM/IEEE 7th Symposium on Machine Learning for CAD (MLCAD)	Mountain View, California, USA	https://mlcad.org/symposium/2025/
09.08. - 09.11.	2025 IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB)	Osaka, Japan	https://ijcb2025.ieee-biometrics.org/
09.08. - 09.09.	2025 IEEE 16th International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)	Wien, Austria	https://scitope.com/coginfocom25/
09.09. - 09.12.	2025 2nd International Conference on Integration of Computational Intelligent System (ICICIS)	Lohegaon, India	https://ieee-icicis.in/
09.09. - 09.11.	2025 IEEE 14th International Conference on Engineering Education (ICEED)	Kuching, Sarawak, Malaysia	http://enter.uitm.edu.my/iceed/
09.09. - 09.11.	2025 IEEE 8th International Conference on Electrical, Electronics, and System Engineering (ICEESE)	Kuching, Malaysia	http://enter.uitm.edu.my/iceese/
09.09. - 09.12.	2025 IEEE 10th Optoelectronics Global Conference (OGC)	Shenzhen, China	https://www.ipsogc.org/
09.10. - 09.12.	2025 International Conference on Responsible, Generative and Explainable AI (ResGenXAI)	Bhubaneswar, India	https://www.resgenxai.co.in/
09.10. - 09.11.	2025 IEEE International Conference on Sensors and Nanotechnology (SENNANO)	Selangor, Malaysia	https://sensors-nano.ieeemy.org/conference/
09.10. - 09.12.	2025 Fifteenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU)	Busan, Korea (South)	http://www.icmu.org/icmu2025/
09.10. - 09.12.	2025 Immersive and 3D Audio: from Architecture to Automotive (I3DA)	Bologna, Italy	https://www.i3da2025.org/
09.10. - 09.13.	2025 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)	Santa Clara, California, USA	https://attend.ieee.org/istas-2025/
09.10. - 09.13.	2025 17th Electrical Engineering Faculty Conference - Energetics and Efficiency (BuIEF)	Varna, Bulgaria	http://ef-conference.tu-sofia.bg/
09.10. - 09.11.	2025 IEEE 2nd International Conference on Communication Engineering and Emerging Technologies (ICoCET)	Putrajaya, Malaysia	https://sites.google.com/unimap.edu.my/icocet-2025/home
09.10. - 09.12.	2025 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)	Bursa, Türkiye	http://asyu.inista.org/
09.12. - 09.13.	2025 5th International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology (ICERECT)	MANDYA, India	http://icerect.com/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09.13. - 09.14.	2025 IEEE International Conference on Industrial Technology & Computer Engineering (ICITCE)	Penang, Malaysia	https://sites.google.com/view/ieeicitce2025
09.14. - 09.17.	2025 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP)	Manchester, United Kingdom	https://ceidp.org/
09.14. - 09.17.	2025 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)	Anchorage, Alaska, USA	https://2025.ieeeicip.org/
09.14. - 09.19.	2025 International Conference on Numerical Simulation of Optoelectronic Devices (NUSOD)	Lodz, Poland	https://www.nusod.net/
09.14. - 09.18.	2025 AIAA DATC/IEEE 44th Digital Avionics Systems Conference (DASC)	Montreal, Quebec, Canada	https://2025.dasconline.org/
09.14. - 09.17.	2025 20th Conference on Computer Science and Intelligence Systems (FedCSIS)	Kraków, Poland	https://2025.fedcsis.org/
09.14. - 09.16.	2025 IEEE Technology & Engineering Management Conference - Asia Pacific (TEMSCON-ASPAC)	Bangkok, Thailand	https://2025.aspac-temscon.com/%20(under%20construction
09.15. - 09.18.	2025 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)	Utrecht, Netherlands	https://2025.ieee-ius.org/
09.15. - 09.19.	2025 IEEE AUTOTESTCON	National Harbor, Maryland, USA	https://2025.autotestcon.com/
09.15. - 09.18.	2025 25th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition (EMPC)	Grenoble, France	https://empc2025.org/
09.15. - 09.18.	2025 IEEE International Conference on e-Science (e-Science)	Chicago, Illinois, USA	http://www.escience-conference.org/2025/
09.15. - 09.16.	2025 Interdisciplinary Conference on Electrics and Computer (INTCEC)	Chicago, Illinois, USA	https://www.intcec.org/
09.16. - 09.19.	2025 IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL)	Prague, Czech Republic	https://icdl2025.fel.cvut.cz/
09.16. - 09.17.	2025 International Conference on Computing and Applied Informatics (ICCAI)	Medan, Indonesia	https://ocs.usu.ac.id/ICCAI/ICCAI2025
09.16. - 09.19.	2025 International Symposium on Computer Science and Educational Technology (ISCSET)	Ulaanbaatar, Mongolia	https://www.iscset-conf.org/
09.16. - 09.18.	2025 IEEE International Symposium on Consumer Technology (ISCT)	Denpasar, Bali, Indonesia	https://isct.ctsoc.id/
09.16. - 09.18.	2025 XXXIV International Scientific Conference Electronics (ET)	Sozopol, Bulgaria	https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/?konf=24
09.16. - 09.18.	2025 28th International Workshop on Smart Antennas (WSA)	Erlangen, Germany	https://www.wsa2025.fau.de/
09.17. - 09.20.	2025 IEEE 7th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)	Kremenchuk, Ukraine	http://mees.ieee.org.ua/
09.17. - 09.19.	2025 Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA)	Poznan, Poland	https://spaconference.org/pl/
09.17. - 09.18.	2025 IEEE International Conference on Next-Gen Technologies of Artificial Intelligence and Geoscience Remote Sensing (EarthSense)	Hyderabad, India	https://attend.ieee.org/earthsense-2025/
09.17. - 09.18.	2025 International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC)	Cairo, Egypt	http://miucc.miuegypt.edu.eg/
09.17. - 09.19.	2025 3rd International Conference on Intelligent Cyber Physical Systems and Internet of Things (ICoICI)	Coimbatore, India	http://icicpi.com/2025/
09.18. - 09.20.	2025 Third International Conference on Industry 4.0 Technology (I4Tech)	Pune, India	https://www.vit.edu/I4Tech2025/
09.18. - 09.20.	2025 First International Conference on Intelligent Computing and Communication Systems (CICCS)	Bengaluru, India	http://iccs2025.jssateb.ac.in/
09.18. - 09.19.	2025 IEEE International Conference on Compute, Control, Network & Photonics (ICCCNP)	Bangalore, India	https://attend.ieee.org/icccnp-2025/
09.18. - 09.19.	2025 IEEE International Conference on Unmanned Systems (ICUS)	Changzhou, China	http://icus.c2.org.cn/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09.18. - 09.20.	2025 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)	Split, Croatia	https://2025.softcom.fesb.unist.hr/
09.18. - 09.21.	2025 International Conference on Education Technology and Computers (ICETC)	Barcelona, Spain	https://www.icetc.org/
09.19. - 09.20.	2025 2nd Asia Pacific Conference on Innovation in Technology (APCIT)	MYSORE, India	https://apcit.in/
09.19. - 09.21.	2025 International Conference on Intelligent Equipment and Industrial Design (IEID)	Hangzhou, China	https://www.icieid.org/
09.19. - 09.21.	2025 8th International Conference on Computer Network, Electronic and Automation (ICCNEA)	Xi'an, China	https://cs.xatu.edu.cn/iccnea25/index.html
09.19.	2025 IEEE WIE International Leadership Summit - Region 4 (WIE ILS- Twin Cities)	Twin Cities, Minnesota, USA	https://wie.ieee.org/news-events/conferences/international-leadership-summits/
09.19. - 09.21.	2025 IEEE 5th International Conference on Control Theory and Applications (ICCoTA)	Chengdu, China	https://www.icocta.org/
09.19. - 09.21.	2025 4th International Conference on Artificial Intelligence and Computer Information Technology (AICIT)	Yi Chang, China	http://www.2025aicit.com/
09.19. - 09.22.	2025 5th International Conference on Intelligent Technology and Embedded Systems (ICITES)	Huzhou, China	https://www.icites.net/
09.19. - 09.21.	2025 8th International Conference on Robotic Systems and Applications (ICRSA)	Wuhan, China	https://www.icrsa.org/
09.19. - 09.21.	2025 8th International Conference on Information Communication and Signal Processing (ICICSP)	Xi'an, China	https://www.icsp.org/
09.19. - 09.22.	2025 7th International Conference on Circuits and Systems (ICCS)	Huzhou, China	https://www.iccs.org/
09.19. - 09.21.	2025 International Conference on Unmanned Systems and Technology (UST)	Guangzhou, China	https://www.ic-ust.com/
09.19. - 09.21.	2025 5th International Conference on Artificial Intelligence, Automation and High Performance Computing (AIAHPC)	Hefei, China	https://www.aiahpc.org/
09.20. - 09.26.	2025 IEEE International Test Conference (ITC)	San Diego, California, USA	https://www.itctestweek.org/
09.21. - 09.23.	2025 IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP)	Beijing, China	https://attend.ieee.org/mmssp-2025/
09.21. - 09.26.	2025 31st International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV)	Chengdu, China	https://isdeiv2025.org/
09.21. - 09.24.	2025 20th International Conference on PhD Research in Microelectronics and Electronics (PRIME)	Taormina, Italy	https://prime-conference.org/
09.21. - 09.24.	2025 SBFoton International Optics and Photonics Conference (SBFoton IOPC)	São Pedro/SP, Brazil	https://conference2025.sbfoton.org.br/
09.22. - 09.25.	2025 IEEE IAS Petroleum and Chemical Industry Technical Conference (PCIC)	Dallas, Texas, USA	https://ieeepcic.com/
09.22. - 09.23.	2025 20th European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC)	Utrecht, Netherlands	https://www.eumw.eu/
09.22. - 09.24.	2025 IEEE 4th International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems (IESES)	Beijing, China	https://attend.ieee.org/ieses-2025/
09.23. - 09.25.	2025 IEEE World Forum on Public Safety Technology (WF-PST)	Orlando, Florida, USA	https://ieee-wfpst.org/
09.23. - 09.25.	2025 55th European Microwave Conference (EuMC)	Utrecht, Netherlands	https://www.eumw.eu/
09.23. - 09.26.	2025 IEEE 14th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)	Osaka, Japan	http://www.ieee-gcce.org/2025/index.html
09.23. - 09.26.	2025 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E)	Rennes, France	https://conferences.computer.org/IC2E/2025/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09.24. - 09.26.	2025 22nd European Radar Conference (EuRAD)	Utrecht, Netherlands	https://www.eumw.eu/
09.24. - 09.26.	2025 7th International Conference on Renewable Energy for Developing Countries (REDEC)	Beirut, Lebanon	http://www.redeconf.org/
09.24. - 09.26.	2025 Sixth International Conference on Advances in Computational Tools for Engineering Applications (ACTEA)	Zouk Mosbeh, Lebanon	https://www.ndu.edu.lb/actea/home
09.24. - 09.26.	2025 31st International Workshop on Thermal Investigations of ICs and Systems (THERMINIC)	Naples, Italy	https://therminic2025.eu/
09.24. - 09.26.	2025 IEEE 15th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS)	Bucharest, Romania	https://amps2025.ieee-ims.org/
09.24. - 09.26.	2025 12th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE)	Istanbul, Turkiye	https://www.iceee.org/
09.24. - 09.26.	2025 International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (EDPE)	Dubrovnik, Croatia	https://www.edpe2025.fer.hr/
09.25. - 09.26.	2025 International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG)	Darmstadt, Germany	https://biosig.de/
09.26. - 09.27.	2025 IEEE International Conference for Women in Innovation, Technology & Entrepreneurship (ICWITE)	Bangalore, India	http://icwite-2025.ieeebangalore.org/
09.26. - 09.28.	2025 10th International Seminar on Computer Technology, Mechanical and Electrical Engineering (ISCME)	Yantai, China	https://www.is-cme.com/
09.26. - 09.28.	2025 3rd Asian Aerospace and Astronautics Conference (AAAC)	Nanjing, China	https://www.aaac.net/index.html
09.26. - 09.28.	2025 2nd International Conference on Communication, Information and Digital Technologies (CIDT)	Singapore, Singapore	http://www.iccidt.org/
09.26. - 09.28.	2025 2nd International Conference on Machine Learning, Pattern Recognition and Automation Engineering (MLPRAE)	Jinan, China	https://www.mlprae.com/
09.27. - 09.29.	2025 IEEE 8th International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE)	Dalian, China	http://www.iciscae.org/
09.27. - 09.29.	2025 8th International Conference on Renewable Energy and Power Engineering (REPE)	Beijing, China	https://www.repe.net/
09.27. - 09.28.	2025 IEEE North Karnataka Subsection Flagship International Conference (NKCon)	Hubballi, India	https://nkcon2025.iieenkss.org/
09.27. - 09.28.	2025 IEEE International Conference on Advances in Computing Research On Science Engineering and Technology (ACROSET)	INDORE, India	https://acroset.in/
09.28. - 09.30.	2025 IEEE Conference on Power Electronics and Renewable Energy (CPERE)	Aswan, Egypt	https://www.ieee-cpere.org/
09.29. - 10.02.	2025 IEEE PES/IAS PowerAfrica	Cairo, Egypt	https://ieee-powerafrica.org/
09.29. - 10.03.	2025 IEEE International Conference on Autonomic Computing and Self-Organizing Systems Companion (ACSOS-C)	Tokyo, Japan	https://conf.researchr.org/home/acsos-2025
09.29. - 10.03.	2025 IEEE International Conference on Autonomic Computing and Self-Organizing Systems (ACSOS)	Tokyo, Japan	https://conf.researchr.org/home/acsos-2025
09.30. - 10.02.	2025 IEEE 10th Workshop on the Electronic Grid (eGRID)	Glasgow, United Kingdom	https://2025.ieee-egrid.org/
09.30. - 10.02.	2025 IEEE History of Electrotechnology Conference (HISTELCON)	Bonn, Germany	http://www.2025.ieee-histelcon.org/
>>2025년 10월			
10.01. - 10.03.	2025 Artificial Intelligence for Business (AIxB)	Laguna Hills, California, USA	https://www.aixb.org/
10.01. - 10.03.	2025 Artificial Intelligence x Humanities, Education, and Art (AIxHEART)	Laguna Hills, California, USA	https://www.aixheart.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.01. - 10.02.	2025 2nd International Conference on Innovations in Engineering, Science and Technology for Sustainable Development (ICEST)	Male', Maldives	http://icest.mnu.edu.mv/
10.01. - 10.03.	2025 Conference on AI, Science, Engineering, and Technology (AIXSET)	Laguna Hills, California, USA	https://www.aixset.org/
10.01. - 10.03.	2025 International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)	Oulu, Finland	http://cc.oulu.fi/~ulce/icnsc2025/index.html
10.04. - 10.10.	2025 IEEE 8th Congress on Information Science and Technology (CIST)	Marrakech, Morocco	http://www.ieee-congress.org/cist25/
10.04.	2025 IEEE 15th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://sites.google.com/view/icset-malaysia/home
10.05. - 10.08.	2025 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)	Vienna, Austria	https://www.ieeesmc2025.org/
10.05. - 10.09.	2025 9th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR)	Matsue, Japan	https://apsar2025.ce.t.kyoto-u.ac.jp/index.php
10.05. - 10.08.	2025 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP)	Vitoria, Brazil	https://cobep2025.ufes.br/
10.06. - 10.10.	2025 IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)	Kharkiv, Ukraine	http://khpiweek.ieee.org.ua/
10.06. - 10.10.	2025 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)	Raleigh, North Carolina, USA	https://conf.researchr.org/home/vlhcc-2025
10.06. - 10.08.	2025 IEEE 22nd International Conference on Mobile Ad-Hoc and Smart Systems (MASS)	Chicago, Illinois, USA	https://ieeemass2025.github.io/ieeemass2025/
10.06. - 10.08.	2025 7th International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA)	Coimbatore, India	https://icidca.com/2025/
10.06. - 10.10.	MILCOM 2025 - 2025 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)	Los Angeles, California, USA	http://milcom2025.milcom.org/
10.06. - 10.08.	2025 6th International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol)	Ayia Napa, Cyprus	https://www.kios.ucy.ac.cy/systol25/
10.07. - 10.09.	2025 IEEE Secure Development Conference (SecDev)	Indianapolis, Indiana, USA	https://secdev.ieee.org/2024/home
10.07. - 10.11.	2025 International Semiconductor Conference (CAS)	Sinaia, Romania	https://www.imt.ro/cas/
10.08. - 10.10.	2025 IEEE 4th International Conference on Technology, Engineering, Management for Societal impact using Marketing, Entrepreneurship and Talent (TEMSMET)	New Delhi, India	https://temsmet2025.org/
10.08. - 10.10.	2025 IEEE Latin American Electron Devices Conference (LAEDC)	Guadalajara, Mexico	https://attend.ieee.org/laedc-2025/
10.08. - 10.10.	2025 Black Issues in Computing Education (BICE)	Miami, Florida, USA	https://www.bicesymposium.org/
10.09. - 10.13.	2025 IEEE 12th International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA)	Birmingham, United Kingdom	https://attend.ieee.org/dsaa-2025/
10.09. - 10.11.	2025 14th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)	Bucharest, Romania	http://www.atee.upb.ro/atee2025/
10.09. - 10.10.	2025 66th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS)	Riga, Latvia	https://itms.rtu.lv/
10.10. - 10.11.	2025 2nd Asian Conference on Intelligent Technologies (ACOIT)	KOLAR, India	https://www.acoit.in/
10.10. - 10.12.	2025 Global Reliability and Prognostics and Health Management Conference (PHM-Xian)	Xian, China	https://icphm.org/
10.10. - 10.11.	2025 International Conference on Emerging Technologies in Electronics and Green Energy (ICETEG)	MYSORE, India	http://iceteg.jssstuniv.in/
10.11. - 10.12.	2025 IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation (ICIRT)	Beijing, China	https://ieee-icirt.org/2025/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.12. - 10.15.	2025 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS)	Phoenix, Arizona, USA	https://bcicts.org/
10.12. - 10.15.	2025 IEEE 20th Nanotechnology Materials and Devices Conference (NMDC)	Delhi, India	https://ieeenmdc.org/nmdc-2025/
10.12. - 10.15.	2025 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics (WASPAA)	Tahoe City, California, USA	https://waspaa.com/
10.12. - 10.15.	2025 IEEE International Communications Energy Conference (INTELEC)	Houston, Texas, USA	https://2025.ieee-intelec.org/
10.12. - 10.14.	2025 IEEE International Symposium on Workload Characterization (IISWC)	Irvine, California, USA	https://iiswc.org/iiswc2025/
10.12. - 10.14.	2025 IEEE 30th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)	Tempe, Arizona, USA	http://camad2025.ieee-camad.org/
10.12. - 10.15.	2025 8th International Advanced Research Workshop on Transformers (ARWtr)	BAIONA, Spain	http://arwtr2025.webs.uvigo.es/
10.12. - 10.15.	2025 IFIP/IEEE 33rd International Conference on Very Large Scale Integration (VLSI-SoC)	Puerto Varas, Chile	https://asic-chile.cl/vlsisoc/
10.12. - 10.15.	2025 30th Microoptics Conference (MOC)	Utsunomiya, Japan	https://moc2025.com/
10.13. - 10.16.	2025 IEEE 34th International Conference on Microelectronics (MIEL)	Nis, Serbia	https://miel.elfak.ni.ac.rs/
10.13. - 10.17.	2025 European Data Handling & Data Processing Conference (EDHPC)	Elche, Spain	https://atpi.eventsair.com/edhpc-2025/
10.13. - 10.17.	2025 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)	San Antonio, Texas, USA	https://site.ieee.org/iccst/
10.13. - 10.16.	2025 IEEE 50th Conference on Local Computer Networks (LCN)	Sydney, Australia	https://www.ieeeelcn.org/
10.13. - 10.16.	2025 Fourteenth International Conference on Image Processing, Theory, Tools & Applications (IPTA)	Istanbul, Turkiye	https://ipta-conference.com/ipta25/
10.14. - 10.17.	2025 IEEE 12th International Conference on E-Learning in Industrial Electronics (ICELIE)	Madrid, Spain	https://icelie.org/
10.14. - 10.17.	2025 7th International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)	Durbovnic, Croatia	https://bcc-a-conference.org/2025/
10.14. - 10.17.	2025 3rd International Conference on Intelligent Metaverse Technologies & Applications (IMETA)	Durbovnic, Croatia	https://imeta-conference.org/2025/
10.14. - 10.17.	2025 IEEE 7th Colombian Conference on Automatic Control (CCAC)	Pereira, Colombia	https://ccac2025.com/
10.14. - 10.17.	2025 3rd International Conference on Federated Learning Technologies and Applications (FLTA)	Dubrovnik, Croatia	https://flta-conference.org/flta-2025/flta-2025/
10.14. - 10.16.	2025 IEEE International Conference on Wireless for Space and Extreme Environments (WISEE)	Halifax, Nova Scotia, Canada	https://attend.ieee.org/wisee-2025/
10.14. - 10.17.	2025 16th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)	São Sebastião, Brazil	https://induscon.org/
10.14. - 10.17.	2025 IEEE International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP)	Quebec City, Quebec, Canada	https://mwp2025.org/en
10.15. - 10.22.	2025 IEEE 70th Holm Conference on Electrical Contacts (HLM)	San Antonio, Texas, USA	https://ieee-holm.org/
10.15. - 10.16.	2025 IEEE 9th International Conference on Software Engineering & Computer Systems (ICSECS)	Pekan, Pahang, Malaysia	https://icsecs.umpsa.edu.my/index.php/en/
10.15. - 10.18.	2025 IEEE 20th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT)	Lviv, Ukraine	http://csit.ieee.org.ua/
10.15. - 10.17.	2025 International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity, and Informatics (CCCI)	Hangzhou, China	http://ccci.udg.edu/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.15. - 10.17.	2025 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI)	Pattaya, Thailand	http://icpei.net/2025/
10.15. - 10.17.	2025 International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT)	Chiclayo, Peru	http://icacit.org.pe/symposium/
10.15. - 10.17.	2025 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC)	Waterloo, Ontario, Canada	https://epec2025.ieee.ca/
10.15. - 10.17.	2025 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH)	Vienna, Austria	http://media-publisher.eu/conference-emctech/call-for-papers/
10.15. - 10.16.	2025 1st IEEE International Conference on Crisp & Soft Computing in AI, Modeling and Control (CSC-AIMC)	Debrecen, Hungary	https://scitope.com/control/
10.16. - 10.19.	2025 5th International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)	Zanzibar, Tanzania	https://www.iceccme.com/
10.16. - 10.18.	2025 IEEE International Conference on Geoinformation Science and Communication Technology (GSCT)	Shanghai, China	https://www.gsctconf.com/
10.17. - 10.18.	2025 2nd International Conference on Software, Systems and Information Technology (SSITCON)	Tumkur, India	https://ssitcon.in/
10.17. - 10.19.	2025 6th International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE)	Shanghai, China	https://www.icbaie.net/
10.17. - 10.18.	2025 IEEE International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)	Mangalore, India	http://www.ieee-discover.org/
10.17. - 10.19.	2025 5th International Conference on Electrical Engineering and Mechatronics Technology (ICEEMT)	Shenzhen, China	https://www.iceemt.org/
10.17. - 10.19.	2025 6th International Conference on Machine Learning and Computer Application (ICMLCA)	Shenzhen, China	https://www.icmlca.org/
10.18. - 10.20.	2025 IEEE Conference on Dependable and Secure Computing (DSC)	Taipei, Taiwan	https://dsc2025.conf.nycu.edu.tw/
10.18. - 10.22.	2025 58th IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture (MICRO)	Seoul, Korea (South)	https://microarch.org/
10.19. - 10.23.	2025 IEEE Energy Conversion Conference Congress and Exposition (ECCE)	Philadelphia, Pennsylvania, USA	https://www.ieee-ecce.org/2025/
10.19. - 10.25.	2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	Hangzhou, China	https://irmv.sjtu.edu.cn/iros2025/
10.19. - 10.22.	2025 IEEE 34th Conference on Electrical Performance of Electronic Packaging and Systems (EPEPS)	Milpitas, California, USA	https://www.epeps.org/
10.19. - 10.20.	2025 IEEE International Symposium on Emerging Metaverse (ISEMV)	Honolulu, Hawaii, USA	https://ieee-ismv.org/
10.20. - 10.23.	2025 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe)	Valletta, Malta	https://ieee-isgt-europe.org/
10.20. - 10.21.	2025 International Conference BIOMDLORE	Vilnius, Lithuania	https://www.biomdlore.lt/
10.20. - 10.22.	2025 International Conference on Intelligent Data Analytics and Sustainable Systems (IDASS)	Qingdao, China	https://idass2025.scievent.com/
10.20. - 10.22.	2025 21th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)	Marrakesh, Morocco	http://www.wimob.org/wimob2025/
10.20. - 10.22.	2025 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)	Glasgow, United Kingdom	http://ictmod-conference.com/
10.20. - 10.22.	2025 17th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)	Bangkok, Thailand	https://icitee2025.it.kmitl.ac.th/
10.20. - 10.22.	2025 IEEE International Conference on Device Technologies for Diversified Applications (DTDA)	Sendai, Miyagi Prefecture, Japan	https://ieee-dtda.org/
10.21. - 10.24.	2025 IEEE 8th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)	Kyiv, Ukraine	https://msnmc.ieee.org.ua/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.21. - 10.23.	2025 IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI and Nanotechnology Systems (DFT)	Barcelona, Spain	https://www.dfts.org/
10.21. - 10.24.	2025 IEEE 16th International Conference on ASIC (ASICON)	Kunming, China	http://www.asicon.org/
10.21. - 10.24.	2025 IEEE 36th International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE)	São Paulo, Brazil	https://issre.github.io/2025/
10.22. - 10.24.	2025 17th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)	Nis, Serbia	http://www.telsiks.org.rs/
10.22. - 10.24.	2025 Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)	Singapore, Singapore	https://www.apsipa2025.org/wp/
10.22. - 10.24.	2025 22nd International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO)	Marbella, Spain	https://icinco.scitevents.org/
10.22. - 10.24.	2025 IEEE 7th International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology (ICCASIT)	Yinchuan, China	http://www.iccasit.org/
10.22. - 10.24.	2025 International Conference on Power Engineering and Electrical Technology (PEET)	Shiga, Japan	https://icpeet.com/
10.22. - 10.24.	2025 International Conference on Electrical Systems & Automation (ICESA)	Troyes, France	http://icesa.ma/
10.24. - 10.25.	2025 International Conference on Communication, Computer, and Information Technology (IC3IT)	Mandya, India	http://mysururoyal.org/ieecon-2025/
10.24. - 10.26.	2025 9th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence (CVCI)	Qingdao, China	http://www.ascl.jlu.edu.cn/vci/cvci2025/Home.htm
10.24. - 10.26.	2025 IEEE 4th International Conference on Computing, Communication, Perception and Quantum Technology (CCPQT)	Ordos, China	https://www.ccpqt.org/
10.24. - 10.26.	2025 IEEE 6th Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)	Bangalore, India	http://globeconf.org/
10.24. - 10.25.	2025 International Conference on Circuits, Controls and Communications (CCUBE)	Bangalore, India	https://ccube25.com/
10.24. - 10.26.	2025 International Conference on Algorithms, Data Mining, and Information Technology (ADMIT)	Chengdu, China	http://www.admit2025.net/
10.24. - 10.26.	2025 17th International Conference on Signal Processing Systems (ICSPTS)	Chengdu, China	https://www.icsps.org/index.html
10.24. - 10.26.	2025 8th International Conference on Robotics, Control and Automation Engineering (RCAE)	Xi'an, China	https://www.rcae.net/
10.27. - 10.31.	2025 Annual Conference Magnetism and Magnetic Materials (MMM)	West Palm Beach, Florida, USA	https://2025-joint.magnetism.org/
10.27. - 10.30.	2025 14th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)	Vienna, Austria	http://www.icrera.org/
10.27. - 10.31.	2025 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)	Fukuoka, Japan	https://www.isap2025.org/
10.27. - 10.30.	TENCON 2025 - 2025 IEEE Region 10 Conference (TENCON)	Kota Kinabalu, Malaysia	https://ieeemy.org/tencon2025/
10.27. - 10.30.	2025 IEEE Radio and Antenna Days of the Indian Ocean (RADIO)	Flic-en-Flac, Mauritius	https://radiosociety.org/radio2025/
10.27. - 10.29.	2025 IEEE 43rd International Conference on Computer Design (ICCD)	Richardson, Texas, USA	http://www.iccd-conf.com/home.html
10.27. - 10.29.	2025 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES)	Coventry, United Kingdom	https://ieee-its.org/conf/icves/
10.27. - 10.30.	2025 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)	Paris, France	https://www.isncc-conf.org/
10.28. - 10.31.	2025 IEEE International Conference on Space Optical Systems and Applications (ICSOS)	Kyoto, Japan	https://icsos2025.ieee-icsos.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.28. - 10.31.	2025 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)	Valence, France	https://2025.ieee-rfid-ta.org/
10.28. - 10.29.	2025 IEEE Nordic Circuits and Systems Conference (NorCAS)	Riga, Latvia	https://events.tuni.fi/norcass/
10.28. - 10.30.	2025 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)	Valparaiso, Chile	https://chilecon2025.pucv.cl/
10.28. - 10.29.	2025 Global Conference on Sustainable Energy and Net-Zero Emissions (SENZE)	Hail, Saudi Arabia	https://conferences.uoh.edu.sa/Conference/SENZE'25
10.28. - 10.31.	2025 IEEE 37th International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD)	Bonito, Mato Grosso do Sul, Brazil	https://sbac-pad2025.ufms.br/
10.28. - 10.30.	2025 10th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)	Coimbatore, India	http://icoecs.org/2025/
10.29. - 10.31.	2025 International Conference on Electrical, Electronics, and Computer Science with Advance Power Technologies - A Future Trends (ICE2CPT)	Jamshedpur, India	https://ice2cpt.com/
10.29. - 10.31.	2025 IEEE International Workshop on Sport, Technology and Research (STAR)	Trento, Italy	https://www.ieee-star.org/
10.31. - 11.02.	2025 IEEE 4th International Conference on Mechatronics and Intelligent Transportation Engineering (ICMITE)	Wuhan, China	https://www.matconf.net/
10.31. - 11.02.	2025 6th International Conference on Computer Communication and Network Security (CCNS)	Nanjing, China	https://www.icccns.org/

>>2025년 11월

11.01. - 11.02.	2025 IEEE 7th International Conference on Cybernetics, Cognition and Machine Learning Applications (ICCCMLA)	Hamburg, Germany	https://www.intdatacon.com/
11.01. - 11.08.	2025 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS), Medical Imaging Conference (MIC) and Room Temperature Semiconductor Detector Conference (RTSD)	Yokohama, Japan	https://nssmic.ieee.org/2025/
11.01. - 11.07.	2025 IEEE Visualization and Visual Analytics (VIS)	Vienna, Austria	https://ieevis.org/year/2025/welcome
11.02. - 11.07.	2025 Antenna Measurement Techniques Association Symposium (AMTA)	Tucson, Arizona, USA	https://2025.amta.org/
11.02. - 11.05.	2025 29th International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)	Chiang Mai, Thailand	https://icsec2025.org/
11.02. - 11.05.	2025 22nd International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)	Chiang Mai, Thailand	https://jcsse2025.cs.science.cmu.ac.th/
11.02. - 11.05.	2025 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC)	Daejeon, Korea (South)	https://a-sscc2025.org/
11.02. - 11.05.	2025 IEEE International Conference on Quantum Artificial Intelligence (QAI)	Naples, Italy	https://qai2025.unina.it/
11.02. - 11.05.	2025 IEEE International Conference on Future Machine Learning and Data Science (FMLDS)	Los Angeles, California, USA	https://fmlds.org/
11.02. - 11.05.	2025 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)	Nashville, Tennessee, USA	https://2025.fie-conference.org/
11.03. - 11.05.	2025 Third International Conference on Emerging Applications of Material Science and Technology (ICEAMST)	Bengaluru, India	https://iceamst.com/2025/
11.03. - 11.05.	2025 IEEE 21st International Conference on Body Sensor Networks (BSN)	Los Angeles, California, USA	https://bsn.embs.org/2025/
11.03. - 11.04.	2025 International Conference on Intelligent Computer Systems, Data Science and Applications (IC2SDA)	Blida, Algeria	https://univ-blida.dz/IC2SDA/
11.04.	2025 IEEE Online Forum on Climate Change Technologies (OFCT)	Virtual	https://ieee-ofct.org/
11.04. - 11.07.	2025 APWG Symposium on Electronic Crime Research (eCrime)	San Diego, California, USA	https://apwg.org/event/ecrime2025/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.04. - 11.06.	2025 IEEE Middle East Conference on Communications and Networking (MECOM)	Cairo, Egypt	https://mecom2025.ieee-mecom.org/group/66
11.04. - 11.08.	2025 Photonics & Electromagnetics Research Symposium - Fall (PIERS-Fall)	Chiba, Japan	https://chiba2025.piers.org/
11.04. - 11.07.	2025 25th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)	Incheon, Korea (South)	https://2025.iccas.org/
11.04. - 11.05.	2025 IEEE International Conference on Advanced Information Scientific Development (ICAISD)	Jakarta, Indonesia	https://conference.bsi.ac.id/
11.05. - 11.06.	2025 1st Future International Conference on Artificial Intelligence and Cybersecurity (FICAC)	Cairo, Egypt	https://www.fue.edu.eg/FICAC25/
11.05. - 11.07.	2025 10th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE)	Stara Zagora, Bulgaria	https://eeae-conf.uni-ruse.bg/
11.05. - 11.08.	2025 International Automatic Control Conference (CACS)	Hsinchu, Taiwan	https://cacs2025.web.nycu.edu.tw/
11.05. - 11.07.	2025 IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)	Antigua, Guatemala	https://latincom2025.ieee-latincom.org/
11.05. - 11.07.	2025 IEEE International Conference on Distributed Ledger Technologies (ICDLT)	Pune, India	https://icdl.ieee-punesection.org/
11.05. - 11.07.	2025 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI)	Mexico City, Mexico	https://lacci2025.org/
11.05. - 11.08.	2025 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (FUZZY)	Hsinchu, Taiwan	https://ite.mcu.edu.tw/fuzzy2025/
11.05. - 11.08.	2025 Asia Communications and Photonics Conference (ACP)	Jiangsu, China	https://acpconf.com/
11.05. - 11.07.	2025 9th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)	Coimbatore, India	https://icoeca.org/
11.05. - 11.07.	2025 Asia Meeting on Environment and Electrical Engineering (EEE-AM)	Hanoi, Vietnam	https://eeeam.net/eee-am-frontpage/eee-am-2023/
11.06. - 11.08.	2025 IEEE Women in Engineering (WIE) Forum USA East	Arlington, Virginia, USA	https://attend.ieee.org/wie-forum-usa-east/
11.06. - 11.08.	2025 IEEE International Conference on Signals and Systems (ICSigSys)	Bali, Indonesia	https://icsigsys.info/
11.06. - 11.07.	2025 International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE)	Bankya, Bulgaria	https://conference.ott-iict.bas.bg/
11.06. - 11.08.	2025 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence Systems (IoTaIS)	Bali, Indonesia	https://iotais.org/
11.06. - 11.08.	2025 International Conference on Emerging Engineering Technologies and Applications (IC-EETA)	Indore, India	https://conference.medicaps.ac.in/
11.06. - 11.08.	2025 IEEE 3rd International Symposium on Sustainable Energy, Signal Processing and Cybersecurity	Gunupur, Odisha, India	https://ieee-isssc.in/
11.06. - 11.08.	2025 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)	Bali, Indonesia	https://apwimobconf.org/
11.06. - 11.07.	2025 9th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)	Medan, Indonesia	https://ocs.usu.ac.id/ELTICOM/elticom2024/index
11.06. - 11.08.	2025 17th International Conference on Knowledge and System Engineering (KSE)	Da Lat, Vietnam	https://kse2025.kse-conferences.org/information/
11.07. - 11.09.	2025 International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence Applications (CSAIA)	Changsha, China	https://www.iccsaia.org/
11.07. - 11.09.	2025 IEEE 11th International Conference on Edge Computing and Scalable Cloud (EdgeCom)	NYC, New York, USA	https://www.cloud-conf.net/cscloud/2025/ssc/index.html
11.07. - 11.09.	2025 IEEE 12th International Conference on Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud)	NYC, New York, USA	https://www.cloud-conf.net/cscloud/2025/cscloud/index.html

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.07. - 11.09.	2025 9th IEEE International Conference on Network Intelligence and Digital Content (IC-NIDC)	Beijing, China	https://nidc2025.bupt.edu.cn/
11.07. - 11.09.	2025 10th International Conference on Control, Robotics and Cybernetics (CRC)	Shenzhen, China	https://www.iccrc.org/
11.07. - 11.09.	2025 International Conference on Computer, Internet of Things and Smart City (CIoTSC)	Suzhou, China	https://www.ciotsc.org/
11.07. - 11.09.	2025 5th International Conference on Artificial Intelligence, Robotics, and Communication (ICAIRC)	Xiamen, China	https://www.icairc.net/
11.07. - 11.09.	2025 12th International Forum on Electrical Engineering and Automation (IFEAA)	Xi'an, China	https://www.ifeea.info/
11.07. - 11.10.	2025 IEEE 3rd International Power Electronics and Application Symposium (PEAS)	Shenzhen, China	https://peas.cpss.org.cn/
11.07. - 11.09.	2025 8th International Conference on Machine Learning and Natural Language Processing (MLNLP)	Hangzhou, China	https://www.mlnlp2025.net/
11.07. - 11.08.	2025 IEEE International Conference on Intelligent Signal Processing and Effective Communication Technologies (INSPECT)	Gwalior, India	https://inspect.iitm.ac.in/
11.07. - 11.09.	2025 International Conference on Intelligent Education and Intelligent Research (IEIR)	Wuhan, China	https://ieir2025.org/
11.07. - 11.09.	2025 7th International Conference on Electronic Engineering and Informatics (EEI)	Yangzhou, China	https://www.icoeei.org/
11.07. - 11.09.	2025 International Conference on Advanced Computing and Intelligent Robotics Applications (ACIRA)	Guangzhou, China	http://icacira.com/
11.07. - 11.09.	2025 7th International Conference on Frontier Technologies of Information and Computer (ICFTIC)	Qingdao, China	https://www.icftic.org/
11.07. - 11.08.	2025 International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRM)	KOLLAM, India	https://www.amrita.edu/events/icrm/
11.07. - 11.09.	2025 6th International Conference on Artificial Intelligence and Computer Engineering (ICAICE)	Chongqing, China	https://www.event-icaice.org/
11.07. - 11.09.	2025 8th World Symposium on Communication Engineering (WSCE)	Shenzhen, China	https://www.wsce.org/
11.07. - 11.09.	2025 5th International Conference on Digital Society and Intelligent Systems (DSInS)	Haikou, China	https://www.dsins.org/
11.07. - 11.09.	2025 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia)	Guangzhou, China	https://ieee-isgt-asia.org/
11.09. - 11.13.	2025 IEEE Photonics Conference (IPC)	Singapore, Singapore	https://ieee-ipc.org/
11.09. - 11.12.	2025 28th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)	Sofia, Bulgaria	https://wpmc-2025.tu-sofia.bg/
11.10. - 11.12.	2025 IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software-Defined Networking (NFV-SDN)	Athens, Greece	https://nfvsdn2025.ieee-nfvsdn.org/
11.10. - 11.12.	2025 IEEE International Conference on Collaborative Advances in Software and COmputiNg (CASCON)	Toronto, Ontario, Canada	https://conf.researchr.org/home/cascon-2025
11.10. - 11.12.	2025 IEEE 12th Workshop on Wide Bandgap Power Devices and Applications (WiPDA)	Fayetteville, Arkansas, USA	https://wipda.org/
11.10. - 11.12.	2025 18th International Conference on Development in eSystem Engineering (DeSE)	Bucharest, Romania	https://dese.ai/dese-2025/
11.10. - 11.12.	2025 IEEE 43rd International Conference on Computer Design (ICCD)	Richardson, Texas, USA	https://www.iccd-conf.com/home.html
11.11. - 11.14.	2025 IEEE 1st International Conference on Application of Information Technologies in Engineering, Management and Science (ICA-TEMS)	Cosenza, Italy	https://ica-tems.vercel.app/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.11.	2025 5th International Symposium on Materials and Electrical Engineering (ISMEE)	Bandung, Indonesia	https://ismee.id/
11.11. - 11.14.	2025 12th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER)	San Diego, California, USA	https://neuro.embs.org/2025/
11.12. - 11.14.	2025 20th International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (ISAI-NLP)	Phuket, Thailand	https://isai-nlp2025.aiat.or.th/
11.12. - 11.13.	2025 IEEE MetroCon	Hurst, Texas, USA	https://www.metrocon.org/2025/
11.12. - 11.14.	2025 IEEE 7th International Conference on Trust, Privacy and Security in Intelligent Systems, and Applications (TPS-ISA)	Pittsburgh, Pennsylvania, USA	https://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/tps/2025/
11.12. - 11.14.	2025 IEEE 11th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)	Pittsburgh, Pennsylvania, USA	https://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/cic/2025/
11.12. - 11.14.	2025 IEEE 7th International Conference on Cognitive Machine Intelligence (CogMI)	Pittsburgh, Pennsylvania, USA	https://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/cogmi/2025/
11.12. - 11.13.	2025 IEEE 6th International Women in Technology Conference (WINTECHCON)	Bengaluru, India	https://www.wintechcon.com/
11.12. - 11.15.	2025 28th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT)	Ho Chi Minh City, Vietnam	https://icmt2025.hcmute.edu.vn/
11.12. - 11.13.	2025 15th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)	Denpasar, Indonesia	https://elib.its.ac.id/conf/icts/public/
11.12. - 11.14.	2025 IEEE CPMT Symposium Japan (ICSJ)	Kyoto, Japan	https://www.ieee-csj.org/
11.12. - 11.14.	2025 9th International Conference on Information Technology (InCIT)	Phuket, Thailand	https://incit2025.computing.psu.ac.th/
11.12. - 11.14.	2025 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST)	Virtual	https://curtin.edu.my/event/gecost/
11.13. - 11.14.	2025 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)	IASI, Romania	https://www.ehbconference.ro/
11.13. - 11.14.	2025 IEEE Progress in Radar Research (PIRR)	Adelaide, Australia	https://www.adelaide.edu.au/radar/progress-in-radar-research-2025
11.13. - 11.14.	2025 IEEE International Conference on Knowledge Graph (ICKG)	Limassol, Cyprus	https://cyprusconferences.org/ickg2025/
11.13. - 11.16.	2025 3rd Power Electronics and Power System Conference (PEPSC)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://pepsc.org/
11.13. - 11.14.	2025 IEEE International Biomedical Instrumentation and Technology Conference (IBITeC)	Yogyakarta, Indonesia	https://ibitec.uii.ac.id/
11.13. - 11.14.	2025 International Conference on Engineering & Computing Technologies (ICECT)	Islamabad, Pakistan	https://numl.edu.pk/icect/
11.13. - 11.14.	2025 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)	Stary Smokovec, Slovakia	https://www.iceta.sk/
11.14. - 11.16.	2025 9th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)	Ankara, Turkiye	https://www.ismsitconf.org/
11.14. - 11.16.	2025 International Conference on Intelligent Manufacturing, Robotics and Automation (IMRA)	Zhanjiang, China	http://icimra.com/
11.14. - 11.16.	2025 5th International Conference on New Energy and Power Engineering (ICNEPE)	Guangzhou, China	https://www.icnepe.org/
11.14. - 11.15.	2025 14th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART)	Moradabad, Uttar Pradesh, India	https://www.smart2025.tmu.ac.in/
11.14. - 11.16.	2025 International Conference on Power Electronics and Control Engineering (ICPECE)	Nanjing, China	https://www.icpece.com/
11.14. - 11.16.	2025 8th International Conference on Data Science and Information Technology (DSIT)	Beijing, China	https://www.dsit2025.net/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.14. - 11.16.	2025 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)	Shenzhen, China	http://www.cloudcom2025.org/
11.14. - 11.16.	2025 IEEE XVII International Scientific and Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE)	Novosibirsk, Russia	https://apeie.ieeesiberia.org/
11.15. - 11.18.	2025 IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT)	London, United Kingdom	https://www.wi-iat.com/wi-iat2025/index.html
11.16. - 11.21.	SC25: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis	St. Louis, Missouri, USA	https://sc25.supercomputing.org/
11.16. - 11.19.	2025 28th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)	Busan, Korea (South)	https://www.icems2025.org/
11.16. - 11.23.	2025 IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC)	Austin, Texas, USA	https://www.ipccc.org/
11.16. - 11.20.	2025 40th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)	Seoul, Korea (South)	https://conf.researchr.org/home/ase-2025
11.16. - 11.20.	2025 40th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering Workshops (ASEW)	Seoul, Korea (South)	https://conf.researchr.org/home/ase-2025
11.17. - 11.19.	2025 IEEE Design Methodologies Conference (DMC)	Fayetteville, Arkansas, USA	https://attend.ieee.org/dmc-2025/
11.17. - 11.19.	2025 32nd IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS)	Marrakech, Morocco	https://ieee-icecs2025.org/
11.17. - 11.20.	2025 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)	Sydney, Australia	https://ieee-smartiot.org/
11.18. - 11.21.	2025 IEEE 28th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)	Gold Coast, Australia	https://ieee-itsc.org/2025/
11.18. - 11.20.	2025 IEEE Conference on Antenna Measurements and Applications (CAMA)	Antibes Juan-les-Pins, France	http://2025ieeecama.org/
11.18. - 11.20.	2025 IEEE 25th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)	Budapest, Hungary	https://conf.uni-obuda.hu/cinti2025/
11.18. - 11.20.	2025 IEEE 10th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)	Bahrain, Bahrain	https://icetas.etssm.org/
11.18.	2025 IEEE Around-the-Clock Around-the-Globe Magnetism Conference (AtC-AtG)	Virtual	https://www.atc-atg.org/
11.18. - 11.21.	2025 21st International Symposium on Biomedical Image Processing and Analysis (SIPAIM)	Pasto, Colombia	https://www.sipaim.org/
11.18.	2025 International Conference on Computational Engineering, Sensing Technology and Management (ICCETM)	Sydney, Australia	https://www.amity.edu/ICCETM2025/
11.18. - 11.20.	2025 8th International Conference on Signal Processing and Information Security (ICSPIS)	Dubai, United Arab Emirate	https://icspis.com/
11.18. - 11.20.	2025 International Conference on Applications of Space Science and Technology, Pakistan (ICASTP)	Islamabad, Pakistan	https://icast.pk/
11.19. - 11.21.	2025 International Conference on Intelligent Computing, Information and Control Systems (ICOICS)	Lalitpur, Nepal	https://iciics.com/
11.19. - 11.21.	2025 23rd International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)	Bangkok, Thailand	https://www.ict-ke.org/?page_id=115
11.19. - 11.21.	2025 2nd Global AI Summit - International Conference on Artificial Intelligence and Emerging Technology (AI Summit)	Noida, India	https://www.bennett.edu.in/aisummit2025
11.19. - 11.21.	2025 40th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ)	Wellington, New Zealand	https://ecs.wgtn.ac.nz/Events/IVCNZ2025/WebHome
11.19. - 11.21.	2025 IEEE International conference on Medical Artificial Intelligence (MedAI)	Wuhan, China	http://medai2025.hust.edu.cn/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.19. - 11.21.	2025 International Future Energy Electronics Conference (IFEEC)	Bali, Indonesia	https://ifeec.ugm.ac.id/
11.20. - 11.23.	2025 International Conference on Recent Advances in Mathematics and Informatics (ICRAMI)	Sousse, Tunisia	https://icrami.sciencesconf.org/?lang=en
11.20. - 11.23.	2025 10th International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS)	Okinawa, Japan	http://www.iciibms.org/
11.20. - 11.21.	2025 International Conference on Artificial Intelligence and Technological Solutions (ICAiTech)	Palembang, Indonesia	https://icaitech.org/
11.20. - 11.23.	2025 10th International Confence on Communication, Image and Signal Processing (CCISP)	Chengdu, China	https://www.ccisp.org/
11.20. - 11.22.	2025 IEEE International Conference on Advances in Data-Driven Analytics And Intelligent Systems (ADACIS)	Sousse, Tunisia	https://www.adacis-conf.com/
11.20. - 11.22.	2025 IEEE 8th Student Conference on Electric Machines and Systems (SCEMS)	Pusan, Korea (South)	https://scems2025.com/
11.20. - 11.21.	2025 International Conference on Sustainable Technology in Energy and Power Systems (STEPCon)	Kolkata, India	https://www.nit.ac.in/404-error.php
11.20. - 11.21.	2025 International Conference on Advances in Machine Intelligence, and Cybersecurity Technologies (AMICT)	Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia	https://amictconf.com/
11.20. - 11.22.	2025 9th International Conference on Computational System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)	Bangalore, India	https://csitss.ieee-rvce.org/
11.20. - 11.23.	2025 7th International Conference on System Reliability and Safety Engineering (SRSE)	Changchun, China	https://www.srse.org/
11.20. - 11.21.	2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM)	Sofia, Bulgaria	https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/?konf=177
11.20. - 11.21.	2025 International Conference on Intelligent Systems and Pioneering Innovations in Robotics and Electric Mobility (INSPIRE)	Mangalore, India	https://mite.ac.in/
11.20. - 11.23.	2025 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS)	Cochin, India	https://www.raics2025.org/
11.21. - 11.22.	2025 8th International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering: Advances in Computing, Healthcare and Smart Systems (ICETCE)	Jaiour, India	https://icetce.skit.ac.in/2025/
11.21. - 11.22.	2025 IEEE 4th Conference on Applied Signal Processing (ASPCON)	Kolkata, India	http://ieeespskolkata.org/conferences.html
11.21. - 11.22.	2025 5th International Conference on Advancement in Electronics & Communication Engineering (AECE)	Ghaziabad, India	https://aece2025.rkgitedu.in/
11.21. - 11.23.	2025 International Conference on Energy Power and Electrical Technology (CEPET)	Wenzhou, China	https://www.ic-cepel.com/
11.21. - 11.22.	2025 Second International Conference on Computing, Semiconductor, Mechatronics, Intelligent Systems and Communications (COSMIC)	Mangalore, Karnataka, India	https://cosmic.sahyadri.edu.in/
11.21. - 11.23.	2025 4th International Conference on Image Processing, Computer Vision and Machine Learning (ICICML)	Chongqing, China	https://www.icicml.org/
11.21. - 11.23.	2025 IEEE 6th International Conference on Computer, Big Data, Artificial Intelligence (ICCBD+AI)	Xiamen, China	http://www.iccbdai.org/
11.21. - 11.23.	2025 International Conference on Sensing, Measurement & Data Analytics in the era of Artificial Intelligence (ICSMD)	Guangzhou, China	https://icsmd2025.aconf.org/
11.21. - 11.23.	2025 5th International Conference on Computer Science, Electronic Information Engineering and Intelligent Control Technology (CEI)	Nanning, China	https://www.ic-cei.org/
11.21. - 11.22.	2025 2nd International Conference on Advanced Computing and Emerging Technologies (ACET)	Ghaziabad, India	https://acet.akgec.ac.in/home

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.21. - 11.22.	2025 International Conference on Artificial Intelligence for Computing, Astronomy and Renewable Energy (AICARE)	Kolkata, India	https://aicare.uem.edu.in/
11.21. - 11.23.	2025 12th International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI)	Rio de Janeiro, Brazil	https://www.iscml.us/
11.21.	2025 2nd International Workshop on Artificial Intelligence for Neuroscience (IWAIN)	Alicante, Spain	https://iwain.lucentia.es/
11.21. - 11.22.	2025 IEEE International Conference on Advanced Technologies in Supply Chain Management (ATSCM)	Fez, Morocco	https://atscm25conf.netlify.app/html/
11.21. - 11.23.	2025 4th International Conference on Clean Energy Storage and Power Engineering (CESPE)	Xiamen, China	http://www.iccespe.com/
11.22. - 11.23.	2025 IEEE 3rd Global Conference on Wireless Computing and Networking (GCWCN)	Lonawala, Maharashtra, India	https://gcwcni.in/
11.22. - 11.23.	2025 7th International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering (ICECIE)	Pattaya City, Thailand	https://2025.icecie.com/
11.23. - 11.26.	2025 IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies - Middle East (ISGT Middle East)	Dubai, United Arab Emirates	https://attend.ieee.org/isgt-me
11.24. - 11.26.	2025 IEEE 4th International Conference on Signal, Control and Communication (SCC)	Sousse, Tunisia	https://scc.ieee.tn/
11.24. - 11.27.	2025 XV Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC)	Campinas, Brazil	https://sbesc.lisha.ufsc.br/sbesc2025/Home
11.24. - 11.26.	2025 12th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)	Dubai, United Arab Emirates	https://dsa25.techconf.org/
11.25. - 11.27.	2025 Twelfth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)	Cairo, Egypt	https://icicis.cis.asu.edu.eg/
11.25.	2025 International Conference on Intelligent & Innovative Practices in Engineering & Management (IIPEM)	Singapore, Singapore	https://www.amity.edu/iipem2025/Default.asp
11.25. - 11.26.	2025 3rd International Conference on Computational Intelligence and Network Systems (CINS)	Dubai, United Arab Emirates	https://www.cins2025.com/Home.html
11.25. - 11.28.	2025 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific)	Singapore	https://www.itec-ap2025.com/
11.25. - 11.27.	2025 12th International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)	Riyadh, Saudi Arabia	https://www.wincom-conf.org/WINCOM_2025/
11.25. - 11.27.	2025 First International Conference on Mechanical and Electrical Engineering for Green Energy Technologies (MEEGET)	Algeria, Algeria	https://meeget.org/
11.25. - 11.28.	2025 3rd International Conference on Foundation and Large Language Models (FLLM)	Vienna, Austria	https://film-conference.org/2025/
11.25. - 11.28.	2025 12th International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS)	Vienna, Austria	https://emergingtechnet.org/SNAMS2025/index.php
11.25. - 11.28.	2025 10th International Workshop on Tracking, Telemetry and Command Systems for Space Applications (TTC)	Darmstadt, Germany	https://atpi.eventsair.com/25a07
11.26. - 11.29.	2025 IEEE PES GTD Grand International Conference and Exposition Asia (GTD Asia)	Bangkok, Thailand	https://ieeegtd.org/public.asp?page=index.asp
11.26. - 11.28.	2025 6th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES)	Ruse, Bulgaria	https://ciees.eu/
11.26. - 11.28.	2025 5th International Conference on Ubiquitous Computing and Intelligent Information Systems (ICUIS)	Erode, India	https://icuis.com/2025/
11.26. - 11.28.	2025 IEEE 43rd Central America and Panama Convention (CONCAPAN XLIII)	San Salvador, El Salvador	https://concapan2025.ieee.org.sv/
11.27. - 11.29.	2025 4th International Conference on Geographic Information and Remote Sensing Technology (GIRST)	Rome, Italy	https://www.girst.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.27. - 11.28.	2025 20th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMAP)	Mystras, Greece	https://smap2025.uniwa.gr/
11.27. - 11.28.	2025 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE)	Dubai, United Arab Emirates	https://amityuniversity.ae/ICCIKE2025/
11.27. - 11.28.	2025 2nd International Conference on Information System and Information Technology (ICISIT)	27 - 28 November 2025	http://icisit.org/
11.27. - 11.28.	2025 5th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)	Dehradun, India	https://iot.srhu.edu.in/
11.27. - 11.28.	2025 New Trends in Aviation Development (NTAD)	Stary Smokovec, Slovakia	https://ntad.if.tuke.sk/
11.28. - 11.30.	2025 IEEE 7th International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)	Greater Noida, India	https://www.iccca.co.in/
11.28. - 11.30.	2025 6th International Symposium on Computer Engineering and Intelligent Communications (ISCEIC)	Chongqing, China	https://isceic.org/
11.28. - 11.30.	2025 International Conference on Data Science and Intelligent Systems (DSIS)	Chengdu, China	https://www.dsis2025.net/
11.28. - 11.29.	2025 3rd DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Healthcare, Education and Industry (IDICAIHEI)	Wardha, India	https://www.dmiher.edu.in/
11.28. - 11.29.	2025 International Conference on Emerging Technologies and Innovation for Sustainability (EmergIN)	Greater Noida, India	https://www.niet.co.in/research/ieee-conference-2025
11.28. - 11.30.	2025 International Conference on Automation Technology (Automation)	Kaohsiung, Taiwan	https://automation2025.nsysu.edu.tw/
11.28. - 11.30.	2025 IEEE 8th International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering (AUTEEE)	Shenyang, China	http://www.auteee.org/
11.28. - 11.29.	2025 IEEE International Conference on Emerging Trends in Computing and Communication (ETCOM)	Mangalore, India	https://icacct.in/
11.28. - 11.30.	2025 4th International Conference on Artificial Intelligence, Human-Computer Interaction and Robotics (AIHCIR)	Ningbo, China	https://www.aihcir.org/
11.28. - 11.30.	2025 3rd International Conference on Signal Processing and Intelligent Computing (SPIC)	Guangzhou, China	http://ic-spic.com/

>>2025년 12월

12.01. - 12.03.	2025 International Conference on NexGen Networks and Cybernetics (IC2NC)	Erode, India	http://ic2nc.com/
12.01. - 12.04	2025 IEEE/ACM 18th International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC)	Nantes, France	https://ucc2025.gitlabpages.inria.fr/web/
12.01. - 12.04	2025 15th IEEE International Conference on Pattern Recognition Systems (ICPRS)	Valparaiso, Viña del Mar, Chile	https://icprs.org/
12.01. - 12.02.	2025 International Conference on AI-Driven STEM Education and Learning Technologies (AISTEMEDU)	Al Khobar, Saudi Arabia	https://aistemedu.org/
12.01. - 12.03.	2025 18th International Conference on Sensing Technology (ICST)	Utsunomiya, Japan	https://icst.in/icst2025/index.html
12.01. - 12.04	2025 IEEE 10th Southern Power Electronics Conference (SPEC)	Johannesburg, South Africa	https://attend.ieee.org/spec-2025/
12.01. - 12.04	2025 IEEE/ACM International Conference on Big Data Computing, Applications, and Technologies (BDCAT)	Nantes, France	https://bdcatt2025.gitlabpages.inria.fr/web/
12.02. - 12.05.	2025 IEEE 27th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC)	Singapore, Singapore	https://eptc-ieee.net/
12.02. - 12.05.	2025 32nd Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)	Taipa, Macao	https://conf.researchr.org/home/apsec-2025
12.02. - 12.05.	2025 IEEE PES 17th Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)	Auckland, New Zealand	https://attend.ieee.org/appeec-2025/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.02. - 12.05.	2025 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS)	Boston, Massachusetts, USA	https://2025.rtss.org/
12.02. - 12.04.	2025 IEEE 22nd International Conference on Smart Communities: Improving Quality of Life using AI, Robotics and IoT (HONET)	Topi, District Swabi, KP, Pakistan	https://honet-ict.org/
12.03. - 12.05.	2025 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)	Boca Raton, Florida, USA	https://www.icmla-conference.org/icmla25/
12.03. - 12.06.	2025 IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC)	Arlington, Virginia, USA	https://acm-ieee-sec.org/2025/
12.03. - 12.05.	2025 Central and Eastern European e Dem and e Gov Days (ceeegov)	Bucharest, Romania	https://www.ocg.at/ceeegov-days
12.03. - 12.05.	2025 IEEE Annual Congress on Artificial Intelligence of Things (AIoT)	Osaka, Japan	https://www.ieee-aiot.org/
12.03. - 12.05.	2025 International Conference on Emerging Trends in Signal Processing & Computational Intelligence (ICCSPCI)	Kozhikode, India	https://www.geckkd.ac.in/ICCSPCI-2025.php
12.04. - 12.05.	2025 IEEE International Workshop on Metrology for Sustainability (MetroSustainability)	Benevento, Italy	https://metrosustainability.org/
12.04. - 12.05.	2025 8th International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)	Yogyakarta, Indonesia	https://25.icoiact.org/
12.04. - 12.06.	2025 IEEE 4th International Conference on Data, Decision and Systems (ICDDS)	Dharwad, India	https://icdds.org/
12.04. - 12.05.	2025 Optical Communication, Photonics, Telecommunications, and Intelligent Machine Applications (OPTIMA)	Tashkent, Uzbekistan	https://optima2025.tuit.uz/
12.04. - 12.06.	2025 Second International Conference on Pioneering Developments in Computer Science & Digital Technologies (IC2SDT)	Delhi, India	https://ic2sdt.nitdelhi.ac.in/
12.05. - 12.07.	2025 IEEE 7th Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)	Chongqing, China	http://www.imcec.org/
12.05. - 12.06.	2025 6th International Conference on Communication, Computing & Industry 6.0 (C2I6)	Bengaluru, India	https://sites.google.com/cmrit.ac.in/c2i6-2025?usp=sharing
12.05. - 12.08.	2025 15th International Conference on Information Science and Technology (ICIST)	Zhanjiang, China	https://conference.cs.cityu.edu.hk/icist/
12.05. - 12.07.	2025 IEEE International Conference on Blockchain Technology and Information Security (ICBCTIS)	Haikou, China	https://www.bctis.net/
12.05. - 12.06.	2025 IEEE International Conference on Advanced Healthcare Systems (ICAHS)	Hammamet, Tunisia	https://sites.google.com/view/icahs2025/home?authuser=0
12.05. - 12.06.	2025 IEEE 1st International Conference on Recent Trends in Computing and Smart Mobility (RCSM)	Bhopal, India	https://rcsm.manit.ac.in/RCSM2025/
12.05. - 12.06.	2025 5th IEEE International Conference on Applied Electromagnetics, Signal Processing, & Communication (AESPC)	Bhubaneswar, India	https://aespc.kiit.ac.in/
12.06. - 12.10.	2025 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)	San Francisco, California, USA	https://www.ieee-iedm.org/
12.06.	2025 IEEE Signal Processing in Medicine and Biology Symposium (SPMB)	Virtual	https://www.ieceespm.org/2025/
12.06. - 12.08.	2025 International Conference on Electrical and Computer Engineering Researches (ICECER)	Antananarivo, Madagascar	https://www.icecer.com/2025/
12.06. - 12.10.	2025 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU)	Honolulu, Hawaii, USA	https://attend.ieee.org/asru-2025
12.07. - 12.10.	2025 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)	Melbourne, Australia	https://www.ieem.org/public.asp?page=index.asp
12.07. - 12.10.	2025 Winter Simulation Conference (WSC)	Seattle, Washington, USA	https://meetings.informs.org/wordpress/wsc2025/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.07. - 12.11.	2025 IEEE International Conference on Energy Technologies for Future Grids (ETFG)	Wollongong, Australia	https://attend.ieee.org/etfg-2025/
12.08. - 12.12.	GLOBECOM 2025 - 2025 IEEE Global Communications Conference	Taipei, Taiwan	https://globecom2025.ieee-globecom.org/
12.08. - 12.11.	2025 Picture Coding Symposium (PCS)	Aachen, Germany	https://2025.picturecodingsymposium.org/
12.08. - 12.12.	2025 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)	Taipei, Taiwan	https://globecom2025.ieee-globecom.org/program/workshops
12.08. - 12.10.	2025 International Symposium on Multimedia (ISM)	Naples, Italy	https://www.multimediacomputing.org/
12.08. - 12.11.	2025 IEEE International Conference on Big Data (BigData)	Macau, China	https://conferences.cis.um.edu.mo/ieebigdata2025/
12.09. - 12.12.	2025 IEEE 64th Conference on Decision and Control (CDC)	Rio de Janeiro, Brazil	https://cdc2025.ieeecss.org/
12.09. - 12.11.	2025 1st International Conference on Data Science and Intelligent Network Computing (ICDSINC)	Raipur, India	https://icdsinc2025.nitr.ac.in/
12.10. - 12.13.	2025 IEEE 56th Semiconductor Interface Specialists Conference (SISC)	San Diego, California, USA	https://www.ieeesisc.org/
12.10. - 12.13.	2025 IEEE 4th International Conference on Smart Technologies for Power, Energy and Control (STPEC)	Goa, India	https://nitgoa.ac.in/STPEC2025/index.html
12.10. - 12.13.	2025 IEEE India Geoscience and Remote Sensing Symposium (InGARSS)	Bhubaneswar, India	https://www.ingarss-2025.in/
12.10. - 12.12.	2025 International Conference on Modeling, Simulation & Intelligent Computing (MoSiCom)	Dubai, United Arab Emirates	https://mosicom2025.com/
12.10.	2025 New Jersey Future Energy Transmission Conference (NJFET)	Newark, New Jersey, USA	https://wind.njit.edu/njenergyweek2025
12.10. - 12.12.	2025 International Symposium on Ocean Technology (SYMPOL)	Kochi, India	http://sympol.cusat.ac.in/
12.10. - 12.12.	2025 4th International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)	Pudukkottai, India	https://icacrs.com/2025/
12.10. - 12.12.	2025 IEEE AFRICON	Polokwane, South Africa	https://2025.ieee-africon.org/
12.10. - 12.12.	2025 6th Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-ICON)	Bangkok, Thailand	https://timesicon2025.atdi.or.th/
12.11. - 12.13.	2025 International Conference on Flexible Electronics and Systems (ICFES)	Hong Kong, China	http://www.ieee-icfes.org/
12.11. - 12.13.	2025 Modern Electronics Devices and Intelligent Communication Systems (MEDCOM)	Greater Noida, India	https://www.glbitm.org/medcom-2025/
12.11. - 12.12.	2025 International Conference on Applied Artificial Intelligence, Data Engineering and Sciences (ICAIDES)	Jakarta, Indonesia	https://icaides.untar.ac.id/
12.12. - 12.13.	2025 International Conference on Data, Energy and Communication Networks (DECoN)	Bhopal, India	https://oriental.ac.in/oist-bhopal/ieee-conference
12.12. - 12.14.	2025 2nd Asia Conference on Advances in Electrical and Power Engineering (ACEPE)	Shanghai, China	http://www.acepe.net/
12.12. - 12.14.	2025 5th International Conference on Computational Modeling, Simulation and Data Analysis (CMSDA)	Qingdao, China	https://www.icmsda.com/
12.12. - 12.14.	2025 International Conference on Electronic Information, Computer and Aerospace Remote Sensing (EICARS)	Jiangmen, China	https://www.eicars.org/
12.12. - 12.14.	2025 International Symposium on AI-Driven Image Processing and Computer Vision Technology (AIPCVT)	Nanjing, China	http://ipcvt.com/
12.12. - 12.14.	2025 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)	Pune, India	https://punecon.ieeepunesection.org/
12.12. - 12.14.	2025 International Conference on Intelligent Computing and Next Generation Networks (ICNGN)	Singapore, Singapore	https://www.icngn.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.13. - 12.14.	2025 3rd International Conference on Big Data, Information and Intelligent Engineering (BDIIE)	Wuhan, China	https://www.bdiie.com/
12.13. - 12.14.	2025 International Conference on AI, Data Science, Cyber Security and Smart Manufacturing for Sustainable Development (ICADCS)	Gwalior, India	https://icadcs.vikrantuniversity.ac.in/
12.13. - 12.17.	2025 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (ISES)	Jaipur, India	https://www.ieee-ises.org/
12.13. - 12.16.	2025 IEEE 7th International Conference on Emerging Electronics (ICEE)	Bengaluru, India	http://ieee-icee.org/index.php
12.14. - 12.17.	2025 IEEE 66th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)	Sydney, Australia	https://focs.computer.org/2025/
12.14. - 12.18.	2025 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON)	Kochi, India	https://ieemapcon.org/
12.14. - 12.17.	2025 IEEE 10th International Workshop on Computational Advances in Multi-Sensor Adaptive Processing (CAMSAP)	Punta Cana, Dominican Republic	https://camsap25.ig.umons.ac.be/
12.14. - 12.16.	2025 12th National Power Electronics Conference (NPEC)	Kozhikode, India	https://www.npec2025.com/
12.14. - 12.16.	2025 International Conference on Power Electronics and Energy (ICPEE)	Bhubaneswar, India	https://icpee.kiit.ac.in/
12.15. - 12.18.	2025 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)	Wuhan, China	https://biod.whu.edu.cn/bibm2025/
12.15. - 12.17.	2025 6th International Conference on IoT Based Control Networks and Intelligent Systems (ICICNIS)	Bengaluru, India	https://icicnis.com/2025/index.html
12.15. - 12.17.	2025 International Conference on Artificial Intelligence, Embedded Systems, and Renewable Energy (AIESRE)	Tizi-Ouzou, Algeria	https://aiesre.ummto.dz/
12.15. - 12.17.	2025 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems (EDAPS)	Hokkaido, Japan	https://www.edaps.org/
12.15. - 12.18.	2025 IEEE 18th International Symposium on Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip (MCSoc)	Singapore, Singapore	https://mcsoc-forum.org/site/
12.15. - 12.16.	2025 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)	Islamabad, Pakistan	https://fit.edu.pk/
12.15. - 12.18.	2025 IEEE 24th International Conference on Micro and Miniature Power Systems, Self-Powered Sensors and Energy Autonomous Devices (PowerMEMS)	Albuquerque, New Mexico, USA	https://powermems.org/
12.15. - 12.16.	2025 9th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)	Banyumas, Indonesia	https://icitisee.amikompurwokerto.ac.id/
12.16. - 12.17.	2025 16th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)	Macau, China	https://www.icsess.org/
12.16.	2025 IEEE Ocean Engineering Technology and Innovation Conference: Management and Conservation for Sustainable and Resilient Marine and Coastal Resources (OETIC)	Purwokerto, Indonesia	https://r10.ieee.org/indonesia-oetem/oetic2025/
12.17. - 12.19.	2025 13th International Conference on Intelligent Systems and Embedded Design (ISED)	Raipur, India	https://2025.isedconf.org/
12.17. - 12.18.	2025 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA)	Virtual	https://icamimia.id/
12.17. - 12.19.	2025 4th International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAaIC)	Salem, India	https://icaaic.com/
12.17. - 12.18.	2025 International Conference on Computational Intelligence, Security, and Artificial Intelligence (IntelliSecAI)	Al-Khobar, Saudi Arabia	https://intellisecai.org/
12.17. - 12.18.	2025 IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS)	Purwokerto, Indonesia	https://r10.ieee.org/indonesia-grsaes/agers-2025/
12.17. - 12.20.	2025 IEEE 32nd International Conference on High Performance Computing, Data and Analytics Workshop (HIPCW)	Hyderabad, India	https://www.hipc.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.17. - 12.20.	2025 IEEE 32nd International Conference on High Performance Computing, Data, and Analytics (HIPC)	Hyderabad, India	https://www.hipc.org/
12.18. - 12.21.	2025 IEEE International Conference on Power Electronics, Smart Grid, and Renewable Energy (PESGRE)	Dharwad, India	https://pesgre2025.org/
12.18. - 12.19.	2025 International Conference on Computational Innovations and Sustainable Technologies (ICCIST)	Bangalore, India	https://www.iccist.com/
12.18. - 12.20.	2025 First International Conference on Intelligent Computing and Systems at the Edge (ICEdge)	Bangalore, India	https://icedge.iita.ac.in/
12.18. - 12.20.	2025 OITS International Conference on Information Technology (OCIT)	Bhubaneswar, India	https://oits-icit.github.io/
12.18. - 12.20.	2025 7th International Conference on Modern Educational Technology (ICMET)	Fukuoka, Japan	https://www.icmet.org/
12.18.	2025 2nd Beyond Technology Summit on Informatics International Conference (BTS-I2C)	Jember, East Java, Indonesia	https://bts.unmuhjember.ac.id/
12.19. - 12.20.	2025 1st International Conference on Smart and Intelligent Systems (SISCON)	Thiruvananthapuram, India	https://www.siscon2025.marian.ac.in/
12.19. - 12.20.	2025 10th International Conference on Research in Intelligent Computing in Engineering (RICE)	Hyderabad, India	https://www.riceconference.in/
12.19. - 12.20.	2025 IEEE International Conference on Intelligent Systems, Smart and Green Technologies (ICISSGT)	Visakhapatnam, India	https://r10.ieee.org/vizagbay/icissgt-2023-2/
12.19. - 12.20.	2025 IEEE International Conference on Recent Advances in Computing and Systems (REACS)	Gwalior, India	https://reacs2025.iiitm.ac.in/
12.19. - 12.21.	2025 5th International Conference on Computer, Internet of Things and Control Engineering (CITCE)	Guangzhou, China	https://www.citce.org/
12.19. - 12.21.	2025 Conference on Digital Economy and Fintech Innovation (DEFI)	Danang, Vietnam	https://defi.vku.udn.vn/
12.19. - 12.20.	2025 International Conference on Artificial Intelligence and Quantum Computation-Based Sensor Application (ICAIQSA)	Nagpur, India	https://ghrcemn.raisoni.net/ICAIQSA-25/
12.20. - 12.21.	2025 IEEE 17th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)	Goa, India	https://cicn.in/
12.20. - 12.22.	2025 26th International Middle East Power Systems Conference (MEPCON)	Aswan, Egypt	https://mepcon.conferences.ekb.eg/
12.20. - 12.21.	2025 Seventh International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)	Kalyani, India	https://icrcicn.in/index.html
12.22. - 12.24.	2025 International Conference on Computer and Applications (ICCA)	Bahrain, Bahrain	https://icca-conf.info/m/login?r=%2Ficca2025
12.22. - 12.24.	2025 IEEE International Conference on Smart Power, Energy, Renewables, and Transportation (SPERT)	Surat, India	https://www.spert.in/
12.23. - 12.25.	2025 11th International Conference on Education and Training Technologies (ICETT)	Macao, China	https://www.icett.org/index.html
12.26. - 12.28.	2025 IEEE 22nd International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)	Hammamet, Tunisia	http://www.sta-tn.com/
12.26. - 12.28.	2025 International Conference on Power Systems, Smart Grid, and Artificial Intelligence (PSGAI)	Xining, China	http://icpsgai.com/
12.26. - 12.28.	2025 IEEE 4th International Conference of Safe Production and Informatization (IICSPI)	Chongqing, China	http://www.iicspi.org/
12.26. - 12.28.	2025 International Conference on Electrical, Communication, and Computing Technologies (ICONECCT)	Gwalior, India	https://iconect.mitsgwalior.in/home.html
12.26. - 12.28.	2025 IEEE 3rd International Conference on Electrical, Automation and Computer Engineering (ICEACE)	Changchun, China	http://www.iceace.net/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12.26. - 12.28.	2025 2nd International Conference on Energy Technology and Electrical Power (ETEP)	Hengyang, China	https://www.icetep.net/

>>2026년 1월

01.02. - 01.04.	2026 International Conference on Electric Power and Renewable Energy (EPREC)	Durg, India	https://www.eprec.co.in/
01.02. - 01.03.	2026 International Conference on Smart Futuristic Technology (ICSFT)	Bengalore, India	https://icsft.in/
01.02. - 01.04.	2026 IEEE Rising Stars (Rising Stars)	Las Vegas, Nevada, USA	https://ieee-risingstars.org/2026/
01.05. - 01.06.	2026 IEEE Electrical Energy Storage Applications and Technologies Conference (EESAT)	Tucson, Arizona, USA	https://cmte.ieee.org/pes-eesat/
01.05. - 01.07.	2026 IEEE 16th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)	Las Vegas, Nevada, USA	https://ieee-ccwc.org/
01.06. - 01.09.	2026 United States National Committee of URSI National Radio Science Meeting (USNC-URSI NRSIM)	Boulder, Colorado, USA	https://www.nrsmboulder.org/
01.07. - 01.09.	2026 7th International Conference on Mobile Computing and Sustainable Informatics (ICMCSI)	Goathgaun, Nepal	https://icmcsi.com/2026/
01.09. - 01.11.	2026 International Conference on Emerging Trends and Innovations in ICT (ICEI)	Pune, India	http://icei-pict.com/
01.09. - 01.11.	2026 International Conference on Electrical Engineering, Intelligent Control and Artificial Intelligence (EEICAI)	Bangkok, Thailand	https://www.eeicai.org/
01.09. - 01.11.	2026 International Conference on Artificial Intelligence and Social Network Systems (AISNS)	Hangzhou, China	http://icaaisns.com/
01.09. - 01.12.	2026 IEEE 23rd Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)	Las Vegas, Nevada, USA	https://ccnc2026.ieee-ccnc.org/group/71
01.11. - 01.14.	2026 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	Cancun, Mexico	https://sice-si.org/SII2026/
01.12. - 01.14.	2026 International Conference on Robot Perception and Intelligent Control (RPIC)	Tokyo, Japan	https://icrpac.org/
01.15. - 01.16.	2026 International Conference on Cognitive Systems and Computer Interaction (ICoSCI)	Virtual	https://sites.google.com/uitm.edu.my/icosci2026/home
01.15. - 01.17.	2026 1st International Conference on Innovations in Information and Communication Technologies (IICT)	Jamshoro, Pakistan	http://ic-iiict.muuet.edu.pk/
01.16. - 01.17.	2026 6th Biennial International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)	Navi Mumbai, India	https://icnte.fcrit.ac.in/
01.16. - 01.17.	2026 Symposium on Microwave, Antenna, and Propagation (SMAP)	Jakarta, Indonesia	https://smap.or.id/
01.16. - 01.18.	2026 International Conference on Embedded Systems, Mobile Communication and Computing (EMC ²)	Hong Kong, China	https://www.ic-emcc.org/
01.18. - 01.21.	2026 IEEE PES International Meeting (PES IM)	Hong Kong, Hong Kong	https://www.pes-im.org/
01.18. - 01.21.	2026 IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS)	Hollywood, California, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.19. - 01.22.	2026 31st Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC)	Lantau, Hong Kong	https://www.aspdac.com/aspdac2026/
01.21. - 01.23.	2026 5th International Conference on Communication, Computing and Electronics Systems (ICCCES)	Coimbatore, India	https://icoces.com/
01.22. - 01.23.	2026 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)	Bangalore, India	https://iitcee2026.bnmit.in/
01.25. - 01.29.	2026 IEEE 39th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)	Salzburg, Austria	https://www.mems26.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
01.27. - 01.29.	2026 6th International Conference on Image Processing and Capsule Networks (ICIPCN)	Dhulikhel, Nepal	https://icipcn.com/
01.28. - 01.30.	2026 IEEE International Conference on Power, Electronics and Green Energy (ICPEGE)	Shenyang, China	https://www.icpege.org/
01.28. - 01.29.	2026 IEEE International Conference on Emerging Computing and Intelligent Technologies (ICoECIT)	Hyderabad, India	https://sites.google.com/view/icecit/home
01.29. - 01.31.	2026 IEEE 6th International Conference on Power, Electronics and Computer Applications (ICPECA)	Shenyang, China	http://www.icpeca.org/
01.29. - 01.31.	2026 IEEE 24th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)	Stará Lesná, Slovakia	https://conf.uni-obuda.hu/sami2026/

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 가장로 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
(주)자람테크놀로지	백준현	경기도 성남시 분당구 성남대로925번길 41, 파인벤처빌딩 2층	031-776-6701	https://www.zaram.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, 벤델레코츠마티아스	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)	원재형	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
리얼테크코리아 주식회사	창형치	서울시 서초구 사임당로 18, 석오빌딩 5층	070-4120-7966	www.realtek.com
비전테크	이원복	대전 유성구 테크노2로 187, 미건테크노월드2차 1층 118호	042-934-0236	http://www.visiontechkorea.com
머플 주식회사	안수남	경기 성남시 분당구 판교로 289번길 20, 2동		http://www.murple.ai/
삼성전자(주)	전영현	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

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
정보통신정책연구원	배경율	충북 진천군 덕산읍 정통로 18	043-531-4389	www.kisdi.re.kr
(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 학익로 292 금강펜테리움T타워 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.vieworks.com
(주)실리콘마이터스	허염	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660 유스페이스-1 A동 8층	1670-7665	http://www.siliconmitus.com
(주)씨이몬	정창호	경기도 성남시 분당구 별말로48(구 야탑동 272-1 케이디티빌딩)	02-480-8580	http://www.cimon.com
(주)씨인텔레콤	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)코클리어닷에이아이	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-ktch.co.kr
코어인사이트(주)	유용훈	경기도 성남시 중원구 갈마치로 186 반포테크노피아 5층	031-750-9200	http://www.coreinsight.co.kr
하나마이크론(주)	이동철	충남 아산시 음봉면 연암울금로 77	041-423-7777	https://hanamicron.com/
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 KETA	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



전자공학회지 <월간>

제52권 제8호(통권 제495호)

The Magazine of the IEIE

2025년 8월 20일 인쇄

2025년 8월 25일 발행

발행및

편집인

인쇄인

발행인

(사) 대한전자공학회

한림원(주)

사 단 법 인 대 한 전 자 공 학 회

회장 백 광 현

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



2025년도 회비납부 안내

1. 회비의 납부 및 유효기간

2025년도 회원 연회비는 2024년과 동일함을 알려드리며, 아직 2025년도 회비를 납부하지 않으신 회원님께서서는 납부하여 주시기 바라며, 연회비의 유효기간은 회비를 납부한 당해연도에 한합니다.

◆ 2025년도 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(수협, 1010-2165-2458)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 : 2025년 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 객새롬 서기(회원담당)

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

| 우리의 걸음이 길이 되도록



SK하이닉스가 만드는 AI 시대의 길

한계를 뛰어넘는 기술로

AI의 새로운 미래를 그려 갑니다

Full Stack AI Memory Provider

We Do Technology

첨단기술의 중심, 더 나은 세상을 만듭니다

