

ISSN 1016-9288

제49권 9호

2022년 9월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.49. no.9

인공지능 기반 영상 화질 향상 기술 연구 동향

- 영상 변환 기반의 영상 개선 연구 동향
- 분석 가능한 저조도 영상 화질개선 기술의 최신 연구 동향
- 적외선 및 가시광선 영상 합성 기술의 최신 연구 동향
- 블라인드 영상 화질 평가 기술의 최신 연구 동향
- Radiography Image를 활용한 용접 결함검출에 관한 연구



What good is artificial intelligence without the human touch?

To see a world we've never seen, or encounter a future we have never imagined:
These are the raw human desires that drive the evolution of Artificial Intelligence.
Tokyo Electron creates semiconductor production equipment.
Using AI as a tool to innovate our semiconductor manufacturing technology, we generate revolutionary new ways to use artificial intelligence.
As long as there are people who dream, we can keep pushing back the limits.



We create semiconductor production equipment



TOKYO ELECTRON

www.tel.co.jp

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



서울대학교 공과대학 해동일본기술정보센터는 대덕전자 (故)김정식 회장님의 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 카테고리별로 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.



IEEE/IEIE

ICCE-Asia 2022

The 7th International Conference on Consumer Electronics (ICCE) Asia

10.26^(Wed) - 10.28^(Fri), 2022

SONO CALM HOTEL, Yeosu, South Korea

Presentation Guidelines

The conference will be held with face-to-face presentations of papers at the conference site at SONO CALM HOTEL, Yeosu, South Korea where online paper presentation (using videos submitted in advance) will be permitted in case the presenter cannot attend the conference.

Organized by the IEEE Consumer Technology Society and the Institute of Electronics and Information Engineers, ICCE-Asia 2022 which will be held in the SONO CALM HOTEL, Yeosu, South Korea is an event open to researchers and engineers from industry, research centres, and academia to exchange information and results related to Consumer Technologies (CT). 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 CT industry.

A select few authors with highest reviews may be invited to submit enhanced journal-quality papers to special issues of peer-reviewed journals (e.g. IEEE Transactions on Consumer Electronics, IEEE Transactions on Games and IEEE Consumer Electronics Magazine).

TOPICS OF IEEE/IEIE ICCE-ASIA 2022

- 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 2022, 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-asia2022.org>). Accepted papers will be published in IEEE Xplore when the copyright transfer agreement is signed and returned by the authors.

AUTHOR'S SCHEDULE

- Full paper submission/Special Session proposals: **August 16th, 2022**
- Accepted papers notification: **September 1st, 2022**
- Final submission due: **September 16th, 2022**

CONTACT POINT

- Secretariat : inter@theieie.org



2022 추계 학술대회

2022.11. 25(금)~26(토)
곤지암리조트(경기도 광주시)

| 논문모집 |

- 최우수/일반 논문**
- ① 논문제출 : 2022년 10월 14일(금)
 - ② 심사통보 : 2022년 10월 31일(월)
 - ③ 사전등록 : 2022년 11월 11일(금)

| 발표분야(학회 6개 소사이어티) |

홈페이지주소 : <http://conf.theieie.org/2022f/>

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

| 정기총회 | 2022. 11. 25.(금) 곤지암 리조트

| 행사문의 | 본 학회 사무국 전화 02)553-0255(내선 2번) FAX 02)552-6093
홈페이지 <http://conf.theieie.org/2022f/>
e-mail conf@theieie.org

IEEE DiscoveryPoint Communications(IDPC)



IEEE가 만든 첨단 통신산업 R&D를 위한 All-in-One Platform



IEEE Full-text를
포함한 다양한 양질의
자료 제공



최첨단 연구를 위한
자료, 표준, 공급업체를
위한 솔루션까지
하나의 플랫폼에서
검색가능



5G, 6G, Edge,
Computing, IoT 등
다양한 통신기술
분야의 자료중
전문적으로
선별된 콘텐츠 제공



설계 문제에 대한
솔루션 제공하여
실무 엔지니어에게
최적화

Trial가능,
문의 02-3474-5290
이희진 과장 hjlee@kitis.co.kr
김은진 대리 ejkim@kitis.co.kr



Authorized
Dealer



키티스 産學研情報(株)
KITIS Info. & Co., Ltd.

CONTENTS

제49권 9호 (2022년 9월)



※ 학회지 9월호 표지 (vol 49, No 9)

회지편집위원회

- 위 원 장 선 우 경 (서울대학교 교수)
- 위 원 김 명 선 (한성대학교 교수)
- 김 영 진 (한국생산기술연구원 박사)
- 김 형 진 (인하대학교 교수)
- 민 경 식 (국민대학교 교수)
- 송 민 협 (한국전자통신연구원 선임)
- 이 덕 진 (전북대학교 교수)
- 이 정 원 (서울대학교 교수)
- 이 철 (동국대학교 교수)
- 정 은 성 (홍익대학교 교수)
- 조 성 재 (가천대학교 교수)
- 황 효 석 (가천대학교 교수)
- 사무국 편집담당
배 기 동 부장
TEL : (02)553-0255(내선 5)
FAX : (02)552-6093
- 학회 홈페이지
<http://www.theieie.org>

학회소식

12 학회소식 / 편집부

특집 : 인공지능 기반 영상 화질 향상 기술 연구 동향

15 특집편집기 / 이철

16 영상 변환 기반의 영상 개선 연구 동향 / 김한울

23 분석 가능한 저조도 영상 화질개선 기술의 최신 연구 동향 / 박재민, 이철

32 적외선 및 가시광선 영상 합성 기술의 최신 연구 동향 / 박성현, 이철

40 블라인드 영상 화질 평가 기술의 최신 연구 동향 / 이세호

49 Radiography Image를 활용한 용접 결함검출에 관한 연구 / 권정은, 이윤학, 이동녕, 김태곤, 조성인

인터뷰 : 이정원이 간다

57 SK하이닉스 / 차선용 미래기술 연구원장(CTO)

회원광장

64 논문지 논문목차

66 박사학위 논문공표 / 문상협(연세대학교)

정보교차로

67 국내외 학술행사 안내 / 편집부

88 특별회원사 및 후원사 명단

2022년도 임원 및 각 위원회 위원

회 장	수석부회장	고 문	서 승 우 (서울대학교 교수)	권 호 열 (정보통신정책연구원 원장)
			이 혁 재 (서울대학교 교수) - 총괄	김 명 준 (한국전자통신연구원 원장)
			권 오 경 (한국공학한림원 회장)	박 성 욱 (SK하이닉스(주) 부회장)
			김 기 남 (삼성전자(주) 회장)	윤 석 진 (한국과학기술연구원 원장)
			김 영 재 (해동과학문화재단 이사장)	천 경 준 (㈜씨젠 회장)
			안 승 권 (연암공과대학교 총장)	
			전 영 현 (삼성SDI(주) 부회장)	
감 사 부 회 장			최 창 식 (㈜DB하이텍 부회장)	인 치 호 (세명대학교 교수)
			이 충 용 (연세대학교 교수)	노 원 우 (연세대학교 교수) - 추계 총괄, 국제협력
			김 종 국 (고려대학교 교수) - 하계 총괄	강 문 식 (강릉원주대 교수) - 학회지 총괄, 교육
			백 광 현 (중앙대학교 교수) - AI위원회, 사업	심 동 규 (광운대학교 교수) - SPC
			노 태 문 (한국전자통신연구원 센터장) - 연구소	이 석 희 (솔리다임 의장) - 산업체
			이 규 복 (한국전자기술연구원 부원장) - 산학연	이 재 훈 (유정시스템(주) 대표이사) - 산업체
			이 승 호 (한밭대학교 교수) - 지부	
소사이머티 회장			황 인 철 (강원대학교 교수) - 학술(ICEE-Asia), 정보화 총괄, 회원	김 진 상 (경희대학교 교수) - 반도체소사이머티
			유 명 식 (숭실대학교 교수) - 통신소사이머티	송 병 철 (인하대학교 교수) - 인공지능 신호처리소사이머티
			황 성 운 (가천대학교 교수) - 컴퓨터소사이머티	김 은 원 (대림대학교 교수) - 산업전자소사이머티
			유 정 봉 (공주대학교 교수) - 시스템 및 제어 소사이머티	강 성 원 (한국전자통신연구원 소장)
			김 민 석 (LG이노텍(주) 부사장 CTO)	김 부 군 (숭실대학교 교수)
			김 달 수 (㈜티엘아이 대표이사)	김 영 한 (UC San Diego 교수 / 가우스랩스 대표이사)
			김 상 태 (한국산업기술평가관리원 연구위원)	남 궁 선 (㈜유니트론텍 부회장)
협동부회장			김 형 준 (한국과학기술연구원 소장)	손 보 익 (㈜LX세미콘 대표이사)
			박 홍 준 (포항공과대학교 교수)	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)
			송 문 섭 (㈜심텍 회장)	윤 석 현 (단국대학교 교수)
			유 창 동 (한국과학기술원 교수)	이 동 규 (㈜카카오모빌리티 부사장)
			이 광 엽 (서경대학교 교수)	이 상 호 (SK텔레콤(주) CTO)
			이 병 선 (김포대학교 교수)	이 재 관 (한국자동차연구원 본부장)
			이 승 훈 (서강대학교 교수)	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
상 임 이 사			이 창 한 (한국반도체산업협회 상근부회장)	전 선 익 (파이낸셜뉴스 사장)
			전 병 우 (상관대학교 교수)	정 은 승 (삼성전자(주) 사장)
			정 준 (㈜솔리드 대표이사)	최 승 범 (삼성전자(주) 부사장)
			최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)	
			최 승 중 (LG전자(주) 부사장)	강 석 주 (서강대학교 교수) - 홍보 총괄
			강 명 곤 (한국교통대학교 교수) - 국문논문	구 본 태 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 학술(하계)
			강 제 원 (이화여자대학교 교수) - 사업	권 혁 인 (중앙대학교 교수) - 학술(하계)
산 업 체 이 사			권 구 덕 (강원대학교 교수) - 정보화	김 용 신 (고려대학교 교수) - 회원총괄
			김 윤 (서울시립대학교 교수) - 회원	김 훈 (인천대학교 교수) - 학술(CEC)
			김 현 (서울과학기술대학교 교수) - 재무	김 영 민 (서울대학교 교수) - AI위원회
			김 성 우 (서울대학교 교수) - 총무, 대외협력	김 종 선 (홍익대학교 교수) - 산학연
			김 익 군 (한국전자통신연구원 본부장) - 사업	변 대 석 (삼성전자(주) 마스터) - 교육 총괄
			류 수 정 (사피온코리아 대표이사) - 대외협력 총괄	선 우 경 (서울대학교 교수) - 학회지
			서 창 호 (한국과학기술원 교수) - 사업	연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장) - 표준화 총괄
산 업 체 이 사			신 오 순 (숭실대학교 교수) - 국문논문 총괄	이 강 윤 (성균관대학교 교수) - 산학연 총괄
			유 찬 세 (한국전자기술연구원 센터장) - 사업	전 세 영 (서울대학교 교수) - 총무 총괄
			이 정 우 (중앙대학교 교수) - 기획	정 진 곤 (중앙대학교 교수) - 사업 총괄
			정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장) - 학술(ICEE-Asia)	조 성 현 (한양대학교 교수) - 사업
			제 민 규 (한국과학기술원 교수) - 사업	채 영 철 (연세대학교 교수) - 국제협력, 추계
			차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장) - 표준화	황 진 영 (한국항공대학교 교수) - 홍보
			한 재 호 (고려대학교 교수) - 학술(ICEE-Asia 총괄)	김 동 현 (ICTK(주) 대표이사)
산 업 체 이 사			강 석 판 (LG전자(주) 상무) - 학술(하계)	김 현 수 (삼성전자(주) 상무)
			김 태 진 (㈜더즈텍 대표이사)	우 정 호 (비전넥스트 대표이사)
			오 의 열 (LG디스플레이(주) 연구위원)	윤 영 권 (삼성전자(주) 마스터)
			원 제 형 (도쿄일렉트론코리아(주) 대표이사)	

이 사

이 상 만 (㈜시스템이트 대표이사)
 이 수 민 (한국센서연구소 대표이사)
 조 해 정 (삼성물산 그룹장)
 최 진 성 (도이치텔레콤 부사장)
 함 철 희 (삼성전자(주) 마스터)
 황 정 성 (케이케이테크(주) 고문)
 강 동 우 (홍익대학교 교수) - 사업
 고 병 철 (계명대학교 교수) - 학술(하계)
 권 기 룡 (부경대학교 교수) - 학술(하계)
 권 태 수 (서울과학기술대학교 교수) - 사업
 김 민 규 (LG이노텍(주) 상무 연구소장) - 학술(하계)
 김 성 진 (UNIST 교수) - 사업
 김 용 석 (성균관대학교 교수) - 홍보
 김 유 철 (LG AI연구원 부부장) - AI위원회
 김 중 현 (고려대학교 교수) - 사업/기획/학술(하계)
 박 영 현 (숙명여자대학교 교수) - 학술(ICEC)
 배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 학술(추계)
 안 광 호 (한국전자기술연구원 센터장) - 사업
 안 호 균 (한국전자통신연구원 실장) - 사업
 오 정 훈 (삼성전자(주) 마스터) - 회원
 이 남 윤 (포항공과대학교 교수) - 사업/기획
 이 승 아 (연세대학교 교수) - 국제협력
 이 중 호 (숭실대학교 교수) - 국문논문
 이 형 민 (고려대학교 교수) - 학술(하계)
 장 성 옥 (카카오모빌리티 상무) - AI위원회
 정 승 원 (고려대학교 교수) - SPC
 차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수) - 정보화
 하 정 우 (네이버 AI연구소장) - AI위원회
 한 정 환 (충남대학교 교수) - 정보화
 함 범 섭 (연세대학교 교수) - 학술(하계)
 현 유 진 (DGIST 책임연구원) - 사업
 고 승 훈 (광운대학교 교수) - 정보화
 권 중 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) - 학술(추계)
 김 수 연 (동국대학교 교수) - 학술(하계)
 김 용 태 (경북대학교 교수) - 회원
 김 형 진 (인하대학교 교수) - 학회지
 민 경 식 (국민대학교 교수) - 회원
 배 준 성 (강원대학교 교수) - 정보화
 백 지 선 (삼성전자(주) 수석연구원) - 정보화
 손 일 수 (서울과학기술대학교 교수) - 국문논문
 송 의 현 (한양대학교 교수) - 국문논문
 오 윤 호 (성균관대학교 교수) - 국제협력
 유 경 창 (삼성전자(주) 수석연구원) - 회원
 윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원) - 사업
 이 재 규 (삼성전자(주) 마스터) - 산학연
 이 주 연 (전주비전대학교 교수) - 학술(추계)
 정 방 철 (충남대학교 교수) - 학술(추계)
 조 성 인 (동국대학교 교수) - 홍보
 지 택 수 (전남대학교 교수) - 학술(하계)
 최 응 (숙명여자대학교 교수) - 학술(하계)
 최 병 수 (한국전자통신연구원 실장) - 학술(하계)
 홍 제 형 (한양대학교 교수) - AI위원회

협 동 이 사

이 상 훈 (㈜웨이브피아 대표이사) - 회원
 조 영 민 (SkyMirr CEO)
 최 성 민 (㈜해치텍 대표이사)
 한 은 혜 (에스에스앤씨(주) 대표이사)
 홍 국 태 (㈜LX세미콘 연구위원)

강 용 성 (와이즈넷 대표이사) - 산학연
 구 민 석 (인천대학교 교수) - 국문논문
 권 중 기 (한국전자통신연구원 연구전문위원) - 사업
 김 경 연 (제주대학교 교수) - 학술(하계)
 김 선 옥 (고려대학교 교수) - 회원
 김 소 영 (성균관대학교 교수) - 홍보
 김 원 중 (한국전자통신연구원 실장) - 표준화
 김 주 업 (숙명여자대학교 교수) - 사업
 남 기 창 (동국대학교 교수) - 정보화
 배 순 민 (KT 소장) - AI위원회
 손 기 옥 (국가보안기술연구소 책임연구원) - 산학연
 안 상 철 (KIST 책임연구원) - AI위원회
 양 준 성 (연세대학교 교수) - 학술(추계)
 이 구 순 (파이낸셜뉴스 부국장) - 홍보
 이 상 근 (성균관대학교 교수) - 표준화
 이 윤 식 (UNIST 교수) - 홍보
 이 채 은 (인하대학교 교수) - 홍보
 임 동 구 (전남대학교 교수) - 정보화
 장 익 준 (경희대학교 교수) - 국제협력
 조 현 중 (강원대학교 교수) - 정보화
 채 찬 병 (연세대학교 교수) - 기획
 한 영 선 (부경대학교 교수) - 학술(추계)
 한 태 희 (성균관대학교 교수) - 국문논문
 허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원) - 사업
 홍 병 우 (중앙대학교 교수) - AI위원회
 박 진 태 (고려대학교 교수) - 학술(추계)
 권 준 석 (중앙대학교 교수) - AI위원회
 김 영 진 (한국항공대학교 교수) - 홍보
 김 주 성 (한밭대학교 교수) - 국제협력
 김 형 탁 (홍익대학교 교수) - 학술(하계)
 박 성 옥 (강릉원주대학교 교수) - 학술(하계)
 배 준 호 (가천대학교 교수) - 표준화
 서 종 열 (LG전자(주) 그룹장) - 산학연
 송 민 협 (한국전자통신연구원 선임연구원) - 학회지
 송 준 영 (인천대학교 교수) - 학술(CCE-Aisa)
 우 성 민 (한국기술교육대학교 교수) - 학술(하계)
 윤 명 국 (이화여자대학교 교수) - 학술(추계)
 이 철 (동국대학교 교수) - 학술(하계)
 이 정 원 (서울대학교 교수) - 학회지
 임 매 순 (한국과학기술연구원 선임연구원) - 사업
 정 성 영 (차세대융합기술연구원 선임연구원) - 학술(하계)
 좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수) - 표준화
 채 주 형 (광운대학교 교수) - 재무
 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) - SPC
 추 상 혁 (현대자동차 책임매니저) - 정보화
 홍 철 호 (중앙대학교 교수) - 산학연

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)
 공 성 호 (경북대학교 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 문 식 (한국전자통신연구원 실장)
 김 대 순 (전주비전대학교 교수)
 최 영 규 (한국교통대학교 교수)
 백 인 천 (AIZU대학교 교수)
 Prof. Edis B. TEN (National University of Science and Technology)

위원회 명단

자문위원회

위원장	김수중 (경북대학교 명예교수)
부위원장	김도현 (국민대학교 명예교수)
위원	고성제 (고려대학교 교수)
	김덕진 (고려대학교 명예교수)
	김재희 (연세대학교 명예교수)
	박규태 (연세대학교 명예교수)
	박항구 (소암시스텔 명예교수)
	성광모 (서울대학교 명예교수)
	이상설 (한양대학교 명예교수)
	이충웅 (서울대학교 명예교수)
	임혜숙 (이화여자대학교 교수)
	정정화 (한양대학교 명예교수)

공준진 (삼성전자공과대학교 주임교수)	구용서 (단국대학교 교수)
김성대 (한국과학기술원 명예교수)	김영권 (건국대학교 명예교수)
나정웅 (한국과학기술원 명예교수)	문영식 (한양대학교 교수)
박성한 (한양대학교 명예교수)	박진옥 (육군사관학교 명예교수)
백준기 (중앙대학교 교수)	서정욱 ((전) 과학기술부 장관)
윤종용 (한국공학교육인중원 이사장)	이문기 (연세대학교 명예교수)
이재홍 (서울대학교 명예교수)	이진구 (동국대학교 명예교수)
이태원 (고려대학교 명예교수)	임제탁 (한양대학교 명예교수)
전국진 (서울대학교 명예교수)	전홍태 (중앙대학교 명예교수)
홍대식 (연세대학교 교수)	홍승홍 (인하대학교 명예교수)

기획위원회

위원장	이정우 (중앙대학교 교수)
위원	김중헌 (고려대학교 교수)
	조성재 (가천대학교 교수)

이남윤 (포항공과대학교 교수)	이한림 (중앙대학교 교수)
채찬병 (연세대학교 교수)	

학술연구위원회 – 하계

위원장	김종옥 (고려대학교 교수)
부위원장	구본태 (한국전자통신연구원 책임연구원)
위원	강석판 (LG전자(주) 상무)
	권기룡 (부경대학교 교수)
	김수연 (동국대학교 교수)
	김형택 (홍익대학교 교수)
	우성민 (한국기술교육대학교 교수)
	이철 (동국대학교 교수)
	지택수 (전남대학교 교수)
	최웅 (숙명여자대학교 교수)

권혁인 (중앙대학교 교수)	조성현 (한양대학교 교수)
고병철 (계명대학교 교수)	권구락 (조선대학교 교수)
김경연 (제주대학교 교수)	김민규 (LG이노텍(주) 상무/연구소장)
김용권 (건양대학교 교수)	김중헌 (고려대학교 교수)
문용 (송실대학교 교수)	박성욱 (강릉원주대학교 교수)
이승호 (한밭대학교 교수)	이종호 (송실대학교 교수)
이형민 (고려대학교 교수)	정성엽 (차세대융합기술연구원 선임연구원)
최무한 (경북대학교 교수)	최병수 (한국전자통신연구원 실장)
한상민 (순천향대학교 교수)	함범섭 (연세대학교 교수)

학술연구위원회 – 추계

위원장	노원우 (연세대학교 교수)
위원	고한열 (고려대학교 교수)
	권종원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
	배현철 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	윤명국 (이화여자대학교 교수)
	채영철 (연세대학교 교수)

곽수영 (한밭대학교 교수)	곽진태 (고려대학교 교수)
김진영 (광운대학교 교수)	김형택 (홍익대학교 교수)
서성규 (고려대학교 교수)	양준성 (연세대학교 교수)
이주연 (전주비전대학교 교수)	정방철 (충남대학교 교수)
한영선 (부경대학교 교수)	

논문편집위원회

위원장	신오순 (송실대학교 교수)
위원	강명곤 (한국교통대학교 교수)
	김병서 (홍익대학교 교수)
	김소영 (성균관대학교 교수)
	박종선 (고려대학교 교수)
	심정연 (강남대학교 교수)
	이종호 (송실대학교 교수)
	한태희 (성균관대학교 교수)

구민석 (인천대학교 교수)	권종원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
김선웅 (건국대학교 교수)	김선웅 (건국대학교 교수)
김영선 (대림대학교 교수)	박성욱 (강릉원주대학교 교수)
손일수 (서울과학기술대학교 교수)	송익현 (한양대학교 교수)
유동훈 (삼성종합기술원 박사)	이윤구 (광운대학교 교수)
이후진 (한성대학교 교수)	최강선 (한국기술교육대학교 교수)
홍민철 (송실대학교 교수)	

국제협력위원회

위원장	채영철 (연세대학교 교수)
위원	권구덕 (강원대학교 교수)
	이승아 (연세대학교 교수)

김주성 (한밭대학교 교수)	오윤호 (성균관대학교 교수)
장익준 (경희대학교 교수)	

산학연협동위원회

위원장	이강윤 (성균관대학교 교수)	최병호 (한국전자기술연구원 본부장)	
부위원장	김종선 (홍익대학교 교수)	김상훈 (한라대학교 교수)	김익재 (한국과학기술연구원 박사)
위원	강용성 (와이즈넷㈜ 대표이사)	백준호 (퓨리오사 대표이사)	서영호 (광운대학교 교수)
	남상준 (세미파이버 상무)	손기욱 (국가보안기술연구소 책임연구원)	안호균 (한국전자통신연구원 실장)
	서종열 (LG전자㈜ 그룹장)	이승환 (SPRI 실장)	이재규 (삼성전자㈜ 마스터)
	유선우 (SK하이닉스㈜ 팀장)	전종욱 (건국대학교 교수)	정일권 (한국전자통신연구원 본부장)
	이종민 (SK텔레콤㈜ 원장)	홍철호 (중앙대학교 교수)	
	최윤석 (한밭대학교 연구위원)		

회원관리위원회

위원장	김용신 (고려대학교 교수)	김윤 (서울시립대학교 교수)	
위원	김선욱 (고려대학교 교수)	김용태 (경북대학교 조교수)	김혁 (서울시립대학교 교수)
	민경식 (국민대학교 교수)	박동욱 (서울시립대학교 교수)	오정훈 (삼성전자㈜ 마스터)
	유경창 (삼성전자㈜ 수석연구원)	이상훈 (㈜웨이브피아 대표이사)	

회지편집위원회

위원장	선우경 (서울대학교 교수)	김영진 (한국생산기술연구원 박사)	김형진 (인하대학교 교수)
위원	김명선 (한성대학교 교수)	송민협 (한국전자통신연구원 선임)	이덕진 (전북대학교 교수)
	민경식 (국민대학교 교수)	이철 (동국대학교 교수)	정은성 (홍익대학교 교수)
	이정원 (서울대학교 교수)	황효석 (가천대학교 교수)	
	조성재 (가천대학교 교수)		

사업위원회

위원장	정진곤 (중앙대학교 교수)	강제원 (이화여자대학교 교수)	김익균 (한국전자통신연구원 본부장)
	서창호 (한국과학기술원 교수)	유찬세 (한국전자기술연구원 센터장)	제민규 (한국과학기술원 교수)
	조성현 (한양대학교 교수)		
위원	강동우 (홍익대학교 교수)	권중기 (한국전자통신연구원 연구전문위원)	권태수 (서울과학기술대학교 교수)
	김성진 (UNIST 교수)	김주엽 (숙명여자대학교 교수)	김중현 (고려대학교 교수)
	안광호 (한국전자기술연구원 센터장)	안호균 (한국전자통신연구원 실장)	윤상훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
	이남윤 (포항공과대학교 교수)	임매순 (한국과학기술연구원 선임연구원)	허재두 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	현유진 (DGIST 책임연구원)		

교육연구위원회

위원장	변대석 (삼성전자㈜ 마스터)	강문식 (강릉원주대학교 교수)	
위원	강명곤 (한국교통대학교 교수)	김훈 (인천대학교 교수)	김지훈 (이화여자대학교 교수)
	동성수 (용인예술과학대학교 교수)	박영우 (TEL 기술총괄)	변영재 (UNIST 교수)
	윤종윤 (㈜ 파두 대표이사)	이영택 (ASML 전무)	이후진 (한성대학교 교수)

홍보위원회

위원장	강석주 (서강대학교 교수)	김영진 (한국항공대학교 교수)	김용석 (성균관대학교 교수)
위원	김소영 (성균관대학교 교수)	김형진 (인하대학교 교수)	민경식 (국민대학교 교수)
	김진규 (고려대학교 교수)	이윤식 (UNIST 교수)	이채은 (인하대학교 교수)
	이구순 (파이낸셜뉴스 부국장)	홍성완 (서강대학교 교수)	황진영 (한국항공대학교 교수)
	조성인 (동국대학교 교수)		

표준화위원회

위원장	연규봉 (한국자동차연구원 팀장)		
부위원장	차철웅 (한국전자기술연구원 센터장)		
위원	권기원 (성균관대학교 교수)	김성동 (서울과학기술대학교 교수)	김원종 (한국전자통신연구원 실장)
	배준호 (가천대학교 교수)	이상근 (성균관대학교 교수)	정교일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	좌성훈 (서울과학기술대학교 교수)		

정보화위원회

위원장	권구덕 (강원대학교 교수)	남기창 (동국대학교 교수)	배준성 (강원대학교 교수)
위원	고승훈 (광운대학교 교수)	임동구 (전남대학교 부교수)	조현종 (강원대학교 교수)
	백지선 (삼성전자㈜ 수석연구원)	추상혁 (현대자동차 책임매니저)	한정환 (충남대학교 교수)
	차혁규 (서울과학기술대학교 교수)		

AI위원회

위원장	김영민 (서울대학교 교수)	김성우 (서울대학교 교수)	김유철 (LG AI연구원 부문장)
위원	권준석 (중앙대학교 교수)	안상철 (한국과학기술연구원 책임연구원)	장성욱 (카카오모빌리티 상무)
	배순민 (KT 소장)	하정우 (네이버 AI연구소장)	홍병우 (중앙대학교 교수)
	전세영 (서울대학교 교수)		
	홍제형 (한양대학교 교수)		

지부담당위원회

위원장	이승호 (한밭대학교 교수)	강윤희 (백석대학교 교수)	공성호 (경북대학교 교수)
위원	강문식 (강릉원주대학교 교수)	김현철 (울산대학교 교수)	이문식 (한국전자통신연구원 실장)
	김대순 (전주비전대학교 교수)	최수일 (전남대학교 교수)	최영규 (한국교통대학교 교수)
	고석준 (제주대학교 교수)		

선거관리위원회

위원장	이재홍 (서울대학교 명예교수)	김성우 (서울대학교 교수)	김용신 (고려대학교 교수)
위원	권혁인 (중앙대학교 교수)	이정우 (중앙대학교 교수)	전세영 (서울대학교 교수)
	김현 (서울과학기술대학교 교수)		

포상위원회

위원장	백준기 (중앙대학교 교수)	노원우 (연세대학교 교수)	이정우 (중앙대학교 교수)
위원	김종옥 (고려대학교 교수)	이혁재 (서울대학교 교수)	
	이종호 (서울대학교 교수)		
위원 및 간사겸임	전세영 (서울대학교 교수)		

재정위원회

위원장	서승우 (서울대학교 교수)	김현 (서울과학기술대학교 교수)	박성환 (명예회장)
위원	구용서 (단국대학교 교수)	원제형 (도교일렉트론코리아 대표이사)	이윤종 ((전) ㈜DB하이텍 부사장)
	박영기 ((주)싸인텔레콤 대표이사)	인치호 (세명대학교 교수)	홍대식 (연세대학교 교수)
	이혁재 (서울대학교 교수)		

인사위원회

위원장	서승우 (서울대학교 교수)	김지훈 (이화여자대학교 교수)	김현 (서울과학기술대학교 교수)
위원	김성우 (서울대학교 교수)		
	이혁재 (서울대학교 교수)		

JSTS 편집위원회

위원장	김재준 (서울대학교 교수)	강인만 (경북대학교 교수)	권혁인 (중앙대학교 교수)
위원	강석형 (포항공과대학교 교수)	김소영 (성균관대학교 교수)	김재준 (서울대학교 교수)
	김상범 (서울대학교 교수)	김지훈 (이화여자대학교 교수)	김형택 (홍익대학교 교수)
	김주성 (한밭대학교 교수)	류승탁 (한국과학기술원 교수)	민경식 (국민대학교 교수)
	남일구 (부산대학교 교수)	박성주 (한양대학교 교수)	백광현 (중앙대학교 교수)
	박성민 (이화여자대학교 교수)	신창환 (성균관대학교 교수)	오정우 (연세대학교 교수)
	신민철 (한국과학기술원 교수)	이강윤 (성균관대학교 교수)	장호원 (서울대학교 교수)
	이가원 (충남대학교 교수)	조성재 (가천대학교 교수)	조일환 (명지대학교 교수)
	정재경 (한양대학교 교수)	최우영 (서울대학교 교수)	
	차호영 (홍익대학교 교수)		

SPC위원회

위원장	심동규 (광운대학교 교수)	김영민 (홍익대학교 교수)	김원준 (건국대학교 교수)
위원	강석주 (서강대학교 교수)	김종옥 (고려대학교 교수)	박철수 (광운대학교 교수)
	김재곤 (한국항공대학교 교수)	유양모 (서강대학교 교수)	이채은 (인하대학교 교수)
	서영호 (광운대학교 교수)	최강선 (한국기술교육대학교 교수)	황원준 (아주대학교 교수)
	정승원 (동국대학교 교수)		
	황인철 (강원대학교 교수)		

Society 명단

통신소사이터티

회 장	유 명 식 (송실대학교 교수)	이 정 우 (중앙대학교 교수)	윤 석 현 (단국대학교 교수)
부 회 장	허 준 (고려대학교 교수)	김 선 용 (건국대학교 교수)	김 진 영 (광운대학교 교수)
	김 재 현 (아주대학교 교수)	유 명 식 (송실대학교 교수)	오 정 근 (㈜ATNS 대표이사)
	김 훈 (인천대학교 교수)		
	최 천 원 (단국대학교 교수)		
감 사	이 재 진 (송실대학교 교수)	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)	김 영 한 (송실대학교 교수)
협 동 부 회 장	김 병 남 (에이스테크놀로지 연구소장)	김 연 은 (㈜브로던 대표이사)	류 승 문 (사)개인공간서비스협회 수석부회장
	김 용 석 (주)답스 대표이사	김 인 경 (LG전자(주) 상무)	연 철 흙 (LG텔레콤 상무)
	박 용 석 (주)UCT 대표이사	방 승 찬 (한국전자통신연구원 부장)	정 진 섭 (이노와이어리스 부사장)
	이 승 호 (주)하이게인 부사장	이 재 훈 (유정시스템(주) 대표이사)	
	정 현 규 (한국전자통신연구원 부장)		
이 사	김 광 순 (연세대학교 교수)	김 성 훈 (한국전자통신연구원 박사)	김 정 호 (이화여자대학교 교수)
	노 윤 섭 (한국전자통신연구원 박사)	방 성 일 (단국대학교 교수)	서 철 현 (송실대학교 교수)
	성 원 진 (서강대학교 교수)	신 오 순 (송실대학교 교수)	신 오 안 (송실대학교 교수)
	윤 중 호 (한국항공대학교 교수)	윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)	이 중 호 (송실대학교 교수)
	이 재 훈 (동국대학교 교수)	이 호 경 (홍익대학교 교수)	임 종 태 (홍익대학교 교수)
	장 병 수 (이노벨류네트웍스 부사장)	조 성 현 (한양대학교 교수)	조 인 호 (에이스테크놀로지 박사)
	최 진 식 (한양대학교 교수)	허 서 원 (홍익대학교 교수)	
연구회위원장	장 석 호 (건국대학교 교수) - 통신	윤 상 민 (국민대학교 교수) - 미래지능형네트워크	
	조 춘 식 (한국항공대학교 교수) - 마이크로파 및 전파전파	이 철 기 (아주대학교 교수) - ITS	
	김 장 욱 (경북대학교 교수) - 군사전자	허 재 두 (한국전자통신연구원 본부장) - 무선 PAN/BAN	
간 사	김 중 현 (고려대학교 교수)		

반도체소사이터티

회 장	김 진 상 (경희대학교 교수)	권 오 경 (한양대학교 교수)	김 영 환 (포항공과대학교 교수)
자 문 위 원	공 준 진 (삼성전자공과대학교 교수)	김 희 석 (청주대학교 교수)	박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
	김 재 석 (연세대학교 교수)	손 보 익 (주)LX세미콘 대표	신 윤 승 (반소 전임회장)
	선우명훈 (아주대학교 교수)	우 남 성 (반소 전임회장)	이 승 훈 (서강대학교 교수)
	신 현 철 (한양대학교 교수)	임 형 규 (반소 전임회장)	장 성 진 (삼성전자(주) 부사장)
	임 신 일 (서경대학교 교수)	정 연 모 (경희대학교 교수)	정 향 근 (전북대학교 교수)
	전영현 (삼성SDI(주) 부회장)	조 경 순 (한국외국어대학교 교수)	조 상 복 (울산대학교 교수)
	정 해 수 (Synopsis 사장)	최 기 영 (서울대학교 교수)	최 승 종 (LG전자(주) 부사장)
	조 중 휘 (인천대학교 교수)		
	허 영 (실리콘마이터스 대표이사)		
감 사	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	이 광 엽 (서경대학교 교수)	
부 회 장	김 동 규 (한양대학교 교수)	안 기 현 (한국반도체산업협회 전무)	이 한 호 (인하대학교 교수)
	이 희 덕 (충남대학교 교수)	최 중 호 (서울시립대학교 교수)	
총 무 이 사	고 형 호 (충남대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)	류 현 석 (서울대학교 교수)
	박 종 선 (고려대학교 교수)	윤 찬 호 (삼성전자(주) 마스터)	황 상 준 (삼성전자 부사장)
편 집 이 사	노 정 진 (한양대학교 교수)	유 창 식 (삼성전자(주) 부사장)	조 성 재 (가천대학교 교수)
	한 태 희 (성균관대학교 교수)		
학 술 이 사	강 진 구 (인하대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)	범 진 욱 (서강대학교 교수)
	변영재 (UNST 교수)	송 민 규 (동국대학교 교수)	이 병 훈 (포항공과대학교 교수)
	이 승 호 (한밭대학교 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)	이 희 덕 (충남대학교 교수)
	인 치 호 (세명대학교 교수)	정 진 균 (전북대학교 교수)	차 호 영 (홍익대학교 교수)
	최 우 영 (연세대학교 교수)	최 창 환 (한양대학교 교수)	
사 업 이 사	강 윤 병 (삼성전자(주) 마스터)	공 배 선 (성균관대학교 교수)	공 정 택 (성균관대학교 교수)
	김 동 순 (한국전자기술연구원 PD)	김 소 영 (성균관대학교 교수)	김 시 호 (연세대학교 교수)
	김 용 석 (성균관대학교 교수)	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)	김 종 선 (홍익대학교 교수)
	백 광 현 (중앙대학교 교수)	변 대 석 (삼성전자(주) 마스터)	손 교 민 (삼성전자(주) 마스터)
	송 윤 호 (삼성전자(주) 전무)	염 나 용 (한국전자통신연구원 연구위원)	오 정 우 (연세대학교 교수)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	조 태 제 (삼성전자(주) 고문)	최 규 명 (서울대학교 교수)
	최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)	최 윤 경 (고려대학교 교수)	최 준 립 (경북대학교 교수)
재 무 이 사	권 기 원 (성균관대학교 교수)	이 성 수 (송실대학교 교수)	
산 학 이 사	김 경 수 (넥스트칩 대표)	김 동 현 (ICTK(주) 사장)	김 보 은 (라운텍 사장)
	김 준 석 (ADT 사장)	나 준 호 (주)LX세미콘 전무)	손 재 철 (어보브반도체 부사장)
	송 태 훈 (휴인스 사장)	신 용 석 (케이던스코리아 사장)	이 도 영 (옵토레인 사장)
	이윤종 (동부하이텍 부사장)	이 장 규 (텔레칩스 대표)	
	노 원 우 (연세대학교 교수)	문 용 (송실대학교 교수)	
회 원 이 사	김 형 탁 (홍익대학교 교수) - 반도체사 및 재료	김 상 인 (아주대학교 교수) - 광파 및 양자전자공학	
연구회위원장	문 용 (송실대학교 교수) - SoC 설계	김 영 진 (한국항공대학교 교수) - RF 집적회로	
	정 원 영 (주)태성에스엔이 부본부장) - PCB&Package	김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장) - 정보보안시스템	
	장 의 준 (경희대학교 교수) - 내방사선 반도체 설계 및 소재	김 한 구 (삼성전자공과대학교 교수) - ESD/EOS & Latchup	
	노 원 우 (연세대학교 교수) - 인 메모리 컴퓨팅		
협 동 위 원	강 명 곤 (한국교통대학교 교수)	강 석 형 (포항공과대학교 교수)	권 영 수 (한국전자통신연구원 본부장)
	김 수 연 (동국대학교 교수)	김 영 민 (홍익대학교 교수)	김 재 욱 (KIST 그룹장)
	김 현 (서울과학기술대학교 교수)	류 성 주 (송실대학교 교수)	박 성 정 (건국대학교 교수)
	송 준 영 (인천대학교 교수)	양 준 성 (연세대학교 교수)	오 윤 호 (성균관대학교 교수)
	윤 명 국 (이화여자대학교 교수)	이 영 주 (포항공과대학교 교수)	이 우 주 (중앙대학교 교수)
	이 명 영 (성균관대학교 교수)	이 형 민 (고려대학교 교수)	전 동 석 (서울대학교 교수)
	전 성 훈 (삼성전자 상무)	정 무 경 (SK 사피온 담당 (임원))	정 윤 호 (한국항공대학교 교수)
	제 민 규 (한국과학기술원 교수)	추 민 성 (한양대학교 교수)	채 형 일 (건국대학교 교수)

최 재 혁 (한국과학기술원 교수)
황 태 호 (한국전자기술연구원 센터장)

최 재 혁 (성균관대학교 교수)

한 정 환 (충남대학교 교수)

컴퓨터사이언스

회 장
명 예 회 장

황 성 운 (가천대학교 교수)
신 인 철 (단국대학교 명예교수)
김 형 중 (고려대학교 교수)
안 병 구 (홍익대학교 교수)
김 승 천 (한성대학교 교수)
정 교 일 (한국전자통신연구원 책임)
변 영 재 (UNIST 교수)
박 수 현 (국민대학교 교수)
최 용 수 (신한대학교 교수)
심 정 영 (강남대학교 교수)
김 상 욱 (상명대학교 교수)
김 영 학 (산업기술평가관리원 본부장)
이 기 영 (인천대학교 교수)
정 은 성 (홍익대학교 교수)
노 소 영 (월송출판 대표이사)
이 덕 기 (연암공과대학교 교수)
진 성 아 (성결대학교 교수)
강 병 권 (순천향대학교 교수)
김 천 식 (세종대학교 교수)
이 찬 수 (영남대학교 교수)
한 태 화 (연세대의료원 팀장)
임 재 규 (명지병원 소장)
한 영 선 (부경대학교 교수)
이 종 규 (조선대학교 교수)
서 민 석 (고려대학교 교수)
박 승 창 (주)유오씨 사장)
유 성 철 (LG히다찌 본부장)
김 대 휘 (한국정보통신 대표이사)
서 봉 상 (㈜올프랜드 이사)
이 학 준 (이노비에스코리아 연구소장)
심 정 연 (강남대학교 교수) - 멀티미디어
윤 은 준 (경일대학교 교수) - 융합컴퓨팅
김 도 현 (제주대학교 교수) - M2M/IoT
황 성 운 (가천대학교 교수) - 인공지능 및 보안
정 은 성 (홍익대학교 교수) - 블록체인

박 인 정 (단국대학교 명예교수)
홍 유 식 (상지대학교 교수)
이 규 대 (공주대학교 교수)
강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
남 상 업 (국제대학교 교수)
이 후 진 (한성대학교 교수)
김 도 현 (제주대학교 교수)
권 호 열 (강원대학교 교수)
박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)
우 윤 택 (한국과학기술원 교수)
황 인 정 (명지병원 책임)
김 호 선 (울지대학교 조교)

박 춘 명 (한국교통대학교 교수)
허 영 (스마트의료기기산업진흥재단 부이사장)
안 현 식 (동명대학교 교수)
정 용 규 (울지대학교 교수)

자 문 위 원
감 사
부 회 장

윤 은 준 (경일대학교 교수)
조 민 호 (고려대학교 교수)

협동부회장

김 병 서 (홍익대학교 교수)
진 훈 (경기대학교 겸임교수)

총 무 이 사
재 무 이 사
홍 보 이 사
편 집 이 사

박 영 훈 (숙명여자대학교 교수)
김 선 욱 (고려대학교 교수)
이 문 구 (김포대학교 교수)
정 해 명 (김포대학교 교수)

기 장 근 (공주대학교 교수)
김 진 훈 (배재대학교 교수)
이 민 호 (경북대학교 교수)
한 규 필 (금오공과대학교 교수)

학 술 이 사

임 경 원 (대림대학교 교수)
황 석 중 (SK Telecom 박사)
김 명 선 (한성대학교 교수)
한 상 민 (순천향대학교 교수)
차 시 호 (청운대학교 교수)
오 승 훈 (주얼린 대표이사)
조 병 순 (CNCinstrument 사장)
김 은 영 (투와이시스템즈 이사)
이 재 훈 (유비벨록스모바일 대표이사)

김 훈 규 (다스파워 이사)
황 재 정 (군산대학교 교수)
고 한 열 (고려대학교 교수)
이 정 선 (울지대학교 교수)
황 진 영 (한양대학교 교수)
송 치 봉 (웨이버스 이사)
조 병 영 (㈜태진인포텍 전무)
신 동 희 (대보정보통신 부장)

사 업 이 사

진 훈 (경기대학교 교수) - 휴먼ICT
이 민 호 (경북대학교 교수) - 인공지능/신경망/퍼지
우 윤 택 (한국과학기술원 교수) - 증강현현
김 명 선 (한성대학교 교수) - AI응용

연구회위원장

인공지능 신초처리사이언스

회 장
자 문 위 원

송 병 철 (인하대학교 교수)
김 종 욱 (고려대학교 교수)
김 정 태 (이화여자대학교 교수)
김 홍 국 (광주과학기술원 교수)
전 병 우 (성균관대학교 교수)
고 병 철 (계명대학교 교수)
예 종 철 (한국과학기술원 교수)
김 남 수 (서울대학교 교수)
한 재 준 (삼성전자(주) 마스터)
이 병 욱 (이화여자대학교 교수)
지 인 호 (홍익대학교 교수)
강 석 주 (서강대학교 교수)
김 휘 용 (경희대학교 교수)
곽 진 태 (고려대학교 교수)
박 영 경 (이화여자대학교 교수)
배 성 호 (경희대학교 교수)
신 종 연 (광주과학기술원 교수)
오 병 태 (한국항공대학교 교수)
이 법 식 (조선대학교 교수)
이 철 (동국대학교 교수)
전 세 영 (서울대학교 교수)
정 찬 호 (한밭대학교 교수)
최 욱 (인천대학교 교수)
함 범 석 (연세대학교 교수)
강 현 수 (충북대학교 교수)
권 구 락 (조선대학교 교수)
김 용 환 (한국전자기술연구원 선임)
박 조 중 (광운대학교 교수)
양 현 중 (UNIST 교수)
이 상 철 (인하대학교 교수)
염 일 규 (부산대학교 교수)
최 승 호 (서울과학기술대학교 교수)
한 종 기 (세종대학교 교수)
박 구 만 (서울과학기술대학교 교수)
홍 성 훈 (전남대학교 교수)
김 휘 용 (경희대학교 교수)
정 승 원 (고려대학교 교수)

심 동 규 (광운대학교 교수)
조 남 익 (서울대학교 교수)
홍 민 철 (송실대학교 교수)

김 창 익 (한국과학기술원 교수)
이 영 렬 (세종대학교 교수)
박 종 일 (한양대학교 교수)

부 회 장
협동부회장

민 동 보 (이화여자대학교 교수)
김 진 우 (한국전자통신연구원 그룹장)
김 창 수 (고려대학교 교수)
유 명 호 (인텔리빅스 대표이사)
이 찬 수 (영남대학교 교수)
권 기 롱 (부경대학교 교수)
강 정 원 (한국전자통신연구원 박사)
고 영 준 (충남대학교 교수)
민 동 보 (이화여자대학교 교수)
박 철 수 (광운대학교 교수)
서 정 일 (한국전자통신연구원 박사)
심 재 영 (UNIST 교수)
우 성 민 (한국기술교육대학교 교수)
이 상 윤 (연세대학교 교수)
임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)
정 승 원 (고려대학교 교수)
조 성 인 (동국대학교 교수)
최 해 철 (한밭대학교 교수)
황 효 석 (가천대학교 교수)
김 종 민 (강원대학교 교수)
김 기 백 (송실대학교 교수)
박 상 윤 (명지대학교 교수)
서 영 조 (광운대학교 교수)
오 태 현 (포항공과대학교 교수)
이 장 원 (한국항공대학교 교수)
임 재 윤 (제주대학교 교수)
최 종 원 (중앙대학교 교수)
김 재 곤 (한국항공대학교 교수)
유 양 모 (서강대학교 교수)

최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
백 준 기 (중앙대학교 교수)
강 경 진 (LG전자(주) 연구위원)
윤 재 웅 (LG전자(주) 연구위원)
하 정 우 (네이버 AI연구소장)
최 병 호 (한국전자기술연구원 센터장)
강 제 원 (이화여자대학교 교수)
곽 수 영 (한밭대학교 교수)
박 인 규 (인하대학교 교수)
백 종 덕 (연세대학교 교수)
신 지 태 (성균관대학교 교수)
심 현 정 (연세대학교 교수)
이 덕 우 (계명대학교 교수)
이 윤 구 (광운대학교 교수)
장 준 혁 (한양대학교 교수)
정 영 주 (숙명여자대학교 교수)
조 성 현 (포항공과대학교 교수)
한 재 호 (고려대학교 교수)

협 동 이 사

구 형 일 (아주대학교 교수)
김 상 호 (성균관대학교 교수)
박 현 진 (성균관대학교 교수)
신 재 섭 (㈜픽스트리 대표이사)
이 기 승 (건국대학교 교수)
이 종 설 (한국전자기술연구원 박사)
장 세 진 (한국전자기술연구원 센터장)
최 종 원 (한양대학교 교수)
최 해 광 (세종대학교 교수)
이 창 우 (카톨릭대학교 교수)

감 사
총 무 간 사

한 재 호 (고려대학교 교수)

연구회위원장	이 채 은 (인하대학교 교수) - 영상처리	김 원 준 (건국대학교 교수) - 영상이해
	이 중 호 (서울대학교 교수) - 바이오영상신호처리	황 원 준 (아주대학교 교수) - 딥러닝
	장 길 진 (경북대학교 교수) - 음향 및 음성신호처리	김 성 우 (서울대학교 교수) - 로봇 지능

시스템 및 제어사이버티

회 장	유 정 봉 (공주대학교 교수)	권 중 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)	이 경 중 (연세대학교 교수)
부 회 장	김 수 찬 (한경대학교 교수)		
감 사	남 기 창 (동국대학교 교수)	김 영 철 (군산대학교 교수)	
총 무 이 사	김 영 진 (생산기술연구원 박사)	김 영 재 (위더스텍 이사)	김 용 태 (한경대학교 교수)
재 무 이 사	김 기 연 (한국산업기술시험원 선임연구원)	이 윤 재 (위더스텍 이사)	최 영 진 (한양대학교 교수)
학 술 이 사	김 준 식 (한국과학기술연구원 박사)	서 동 혁 (단국대학교 교수)	
편 집 이 사	김 용 권 (건양대학교 교수)	이 수 열 (경희대학교 교수)	
기 획 이 사	남 기 창 (동국대학교 교수)	최 현 택 (한국해양과학기술원 책임연구원)	
사 업 이 사	이 덕 진 (전북대학교 교수)	양 연 모 (금오공과대학교 교수)	이 석 재 (대구보건대학교 교수)
산 학 연 이 사	고 낙 용 (조선대학교 교수)	서 동 혁 (단국대학교 교수)	조 영 조 (한국전자통신연구원 박사)
홍 보 이 사	김 대 희 (유도(주) 박사)	김 호 철 (울지대학교 교수)	박 재 병 (전북대학교 교수)
회 원 이 사	김 재 욱 (한국한의학연구원 박사)		
	여 회 주 (대전대학교 교수)	주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)	김 종 만 (전남도립대학교 교수)
	권 오 민 (충북대학교 교수)	문 정 호 (강릉원주대학교 교수)	박 명 진 (경희대학교 교수)
	김 지 훈 (전주비전대학교 교수)	서 영 석 (영남대학교 교수)	송 철 규 (전북대학교 교수)
	변 영 재 (UNIST 교수)	이 상 준 (선문대학교 교수)	이 용 귀 (한국전자통신연구원 선임연구원)
	유 재 현 (한경대학교 교수)	이 학 성 (세종대학교 교수)	정 재 훈 (동국대학교 교수)
	이 태 희 (전북대학교 교수)	류 지 형 (한국전자통신연구원 박사)	최 우 영 (전북대학교 교수)
	최 수 범 (한국과학기술정보연구원 연구원)		
	한 아 (한국산업기술시험원 선임연구원)		
자 문 위 원	박 중 국 (경희대학교 교수)	서 일 훈 (한양대학교 교수)	김 덕 율 (연세대학교 교수)
	김 희 식 (서울시립대학교 교수)	허 경 무 (단국대학교 교수)	오 창 현 (고려대학교 교수)
	오 상 록 (한국과학기술연구원 분원장)	오 승 록 (단국대학교 교수)	정 길 도 (전북대학교 교수)
	김 영 철 (군산대학교 교수)		
연구회위원장	김 규 식 (서울시립대학교 교수) - 전력전자	한 수 희 (포항공과대학교 교수) - 제어계측	
	남 기 창 (동국대학교 교수) - 의용전자 및 생체공학	정 재 훈 (동국대학교 교수) - 지능로봇	
	이 성 준 (한양대학교 교수) - 회로 및 시스템	이 석 재 (대구보건대학교 교수) - 국방정보 및 제어	
	연 규 봉 (한국자동차연구원 센터장) - 자동차전자	오 창 현 (고려대학교 교수) - 의료영상시스템	
	권 중 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) - 스마트팩토리	정 범 진 (서울과학기술대학교 교수) - 스마트미터링	

산업전자사이버티

회 장	김 은 원 (대림대학교 교수)	김 동 식 (인하공업전문대학 교수)	남 상 업 (국제대학교 교수)
명 예 회 장	강 창 수 (유한대학교 교수)	장 철 (우성정보기술 대표이사)	최 영 일 (조선이공대학교 교수)
자 문 위 원	윤 기 방 (인천대학교 교수)	김 병 화 (동원대학교 교수)	김 용 민 (충청대학교 교수)
	김 대 휘 (한국정보기술 대표이사)	원 영 진 (부천대학교 교수)	이 상 준 (수원과학대학교 교수)
	김 중 부 (인덕대학교 교수)	이 원 석 (동양미래대학교 교수)	조 규 남 (로봇신문 대표이사)
	이 상 회 (동서울대학교 교수)	한 성 준 (아이티센 부사장)	
	진 수 춘 (한백전자 대표이사)		
수 석 부 회 장	고 정 환 (인하공업전문대학 교수)		
상 임 이 사	김 현 (부천대학교 교수)	김 상 범 (폴리텍대학교-대전 교수)	김 영 로 (명지전문대학 교수)
	김 영 선 (대림대학교 교수)	김 윤 석 (상지대학교 교수)	김 태 용 (구미대학교 교수)
	김 태 원 (상지대학교 교수)	동 성 수 (용인송담대학교 교수)	서 병 석 (상지대학교 교수)
	서 춘 원 (K-MY지능정보기술 대표이사)	염 우 용 (인하공업전문대학 교수)	우 찬 일 (서일대학교 교수)
	원 우 연 (폴리텍대학교-춘천 교수)	윤 중 현 (조선이공대학교 교수)	이 시 현 (동서울대학교 교수)
	장 기 동 (동양미래대학교 교수)	조 도 현 (인하공업전문대학 교수)	
협동상임이사	강 현 석 (로보웰코리아 대표이사)	권 오 병 (넷케이티아이 이사)	김 세 중 (SJ정보통신 이사)
	김 윤 철 (트라콤 이사)	김 정 석 (오디에이테크놀로지 대표이사)	김 진 선 (청파이엠티 본부장)
	박 현 영 (씨티랩스 대표이사)	서 봉 상 (올포랜드 이사)	성 재 용 (오픈링크시스템 대표이사)
	송 광 현 (복두전자 대표이사)	송 치 봉 (웨이비스 대표이사)	신 동 희 (대보정보통신 이사)
	오 재 곤 (한국정보기술 이사)	유 성 철 (LG히다찌 본부장)	이 승 민 (툄시스템 대표이사)
	이 영 준 (투비콤 대표이사)	장 대 현 (대산정보통신 이사)	전 한 수 (세림티에스지 이사)
	조 병 영 (태진인포텍 대표이사)	조 한 일 (하이제이컨설팅 대표이사)	
이 사	강 동 진 (한국정보통신기능대학교 교수)	강 민 구 (경기과학기술대학교 교수)	강 희 훈 (여주대학교 교수)
	곽 칠 성 (재능대학교 교수)	구 자 일 (인하공업전문대학 교수)	권 오 상 (경기과학기술대학교 교수)
	김 경 복 (경북대학교 교수)	김 남 섭 (서일대학교 교수)	김 덕 수 (동양미래대학교 교수)
	김 덕 영 (부천대학교 교수)	김 영 준 (인하공업전문대학 교수)	김 중 오 (동양미래대학교 교수)
	문 현 욱 (동원대학교 교수)	방 경 호 (명지전문대학 교수)	방 기 준 (인덕대학교 교수)
	배 효 관 (동원대학교 교수)	백 승 철 (우송정보대학교 교수)	변 상 준 (대덕대학교 교수)
	성 홍 석 (부천대학교 교수)	송 정 태 (동서울대학교 교수)	신 용 조 (상지영서대학교 교수)
	신 진 섭 (경민대학교 교수)	심 완 보 (충청대학교 교수)	안 성 수 (명지전문대학 교수)
	오 태 영 (명지전문대학 교수)	윤 승 립 (인하공업전문대학 교수)	원 우 연 (충천폴리텍대학교 교수)
	이 철 (인하공업전문대학 교수)	이 규 희 (상지영서대학교 교수)	이 동 영 (명지전문대학 교수)
	이 상 철 (재능대학교 교수)	이 승 우 (동원대학교 교수)	이 용 구 (한림성심대학교 교수)
	이 정 석 (인하공업전문대학 교수)	이 중 근 (부천대학교 교수)	이 중 성 (부천대학교 교수)
	이 중 용 (광운대학교 교수)	이 중 하 (전주비전대학교 교수)	강 성 석 (영진전문대학 교수)
	정 석 재 (영진전문대학 교수)	정 해 명 (김포대학교 교수)	정 환 익 (경북대학교 교수)
	조 경 식 (국제대학교 교수)	주 진 화 (오산대학교 교수)	최 현 식 (충북보건과학대학교 교수)
	최 홍 주 (상지영서대학교 교수)	허 윤 석 (충청대학교 교수)	황 수 철 (인하공업전문대학 교수)
협 동 이 사	고 강 일 (이지테크 대표이사)	김 연 길 (대보정보통신 이사)	신 현 삼 (아이티커머스 이사)
	이 진 우 (글로벌링크 이사)	이 현 성 (프로랩 대표이사)	장 기 웅 (나날에스엠아이 대표이사)
	최 석 우 (한국정보기술 상무)		
감 사	이 병 선 (김포대학교 교수)	이 태 동 (국제대학교 교수)	

제24대 평의원 명단

강명곤 (한국교통대학교 교수)
강석주 (서강대학교 교수)
강성원 (한국전자통신연구원 소장)
강진구 (인하대학교 교수)
고성제 (고려대학교 교수)
공배선 (성균관대학교 교수)
곽진태 (고려대학교 교수)
구용서 (단국대학교 교수)
권기룡 (부경대학교 교수)
권종기 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
권혁인 (중앙대학교 교수)
김광수 (서강대학교 교수)
김남 (충북대학교 교수)
김덕진 (고려대학교 명예교수)
김동규 (한양대학교 교수)
김명선 (한성대학교 교수)
김봉태 (한국전자통신연구원 소장)
김상태 (한국산업기술평가관리원 연구위원)
김성대 (KAIST 명예교수)
김소영 (성균관대학교 교수)
김수찬 (한경대학교 교수)
김시호 (연세대학교 교수)
김영민 (서울대학교 교수)
김영재 (해동과학문화재단 이사장)
김영철 (군산대학교 교수)
김용석 (성균관대학교 교수)
김원준 (건국대학교 교수)
김윤 (서울시립대학교 교수)
김재현 (아주대학교 교수)
김정호 (이화여자대학교 교수)
김주성 (한밭대학교 교수)
김진상 (경희대학교 교수)
김창수 (고려대학교 교수)
김태욱 (연세대학교 교수)
김현 (서울과학기술대학교 교수)
김현철 (울산대학교 교수)
김형택 (홍익대학교 교수)
나정웅 (한국과학기술원 명예교수)
남상욱 (서울대학교 교수)
노정진 (한양대학교 교수)
류수정 (사피온코리아 대표이사)
문영식 (한양대학교 교수)
민동보 (이화여자대학교 교수)
박성민 (이화여자대학교 교수)
박성환 (한양대학교 명예교수)
박인규 (인하대학교 교수)
박진욱 (육군사관학교 명예교수)
배준호 (가천대학교 교수)
백상현 (고려대학교 교수)
변대석 (삼성전자 마스터)
서정욱 (전 과학기술부 장관)
선우영환 (아주대학교 교수)
손교민 (삼성전자 마스터)
송문섭 (삼척 회장)
송병철 (인하대학교 교수)
신오순 (송실대학교 교수)
신현철 (광운대학교 교수)
안상철 (한국과학기술연구원 책임연구원)
안호균 (한국전자통신연구원 실장)
여희주 (대전대학교 교수)
오상록 (한국과학기술연구원 강릉분원장)
오의열 (LG디스플레이 연구위원)
우은택 (한국과학기술원 교수)
유동훈 (삼성전자 전문)
유정봉 (공주대학교 교수)
유창식 (삼성전자 전문)

강문식 (강릉원주대학교 교수)
강석판 (LG전자 상무)
강윤희 (백석대학교 교수)
고병철 (계명대학교 교수)
고정환 (인하공업전문대학 교수)
공성호 (경북대학교 교수)
구민석 (인천대학교 교수)
권건우 (홍익대학교 교수)
권오경 (한국공학한림원 회장)
권종원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
권호열 (정보통신정책연구원 원장)
김광순 (연세대학교 교수)
김달수 (티엘아이 대표이사)
김도현 (국민대학교 명예교수)
김동식 (인하공업전문대학 교수)
김명준 (한국전자통신연구원 원장)
김부근 (송실대학교 교수)
김선용 (건국대학교 교수)
김성우 (서울대학교 교수)
김수연 (동국대학교 교수)
김수환 (서울대학교 교수)
김영권 (후레대학교 명예총장)
김영민 (홍익대학교 교수)
김영진 (한국항공대학교 교수)
김영한 (UC San Diego/가우스랩스 교수/대표이사)
김용신 (고려대학교 교수)
김유선 (LG이노텍 TASK LEADER)
김은원 (대림대학교 교수)
김재희 (연세대학교 명예교수)
김종선 (홍익대학교 교수)
김준모 (한국과학기술원 교수)
김진영 (영문대학교 교수)
김창익 (한국과학기술원 교수)
김태진 (더즈텍 대표이사)
김현 (부천대학교 교수)
김형준 (한국과학기술연구원 소장)
김홍국 (광주과학기술원 교수)
남궁선 (유니트론텍 부회장)
남일구 (부산대학교 교수)
노태문 (한국전자통신연구원 센터장/책임연구원)
류승택 (한국과학기술원 교수)
문용 (송실대학교 교수)
박규태 (연세대학교 명예교수)
박성욱 (SK하이닉스 부회장)
박수현 (국민대학교 교수)
박종선 (고려대학교 교수)
박항구 (소암시스템 회장)
배현철 (한국전자통신연구원 책임연구원)
백준기 (중앙대학교 교수)
변영재 (울산과학기술원 교수)
서창호 (한국과학기술원 교수)
성광모 (서울대학교 명예교수)
손보익 (LX세미콘 대표이사)
송민규 (동국대학교 교수)
송상현 (중앙대학교 교수)
신요안 (송실대학교 교수)
심동규 (광운대학교 교수)
안승권 (연암공과대학교 총장)
양준성 (연세대학교 교수)
연규봉 (한국자동차연구원 팀장/수석연구원)
오성근 (아주대학교 교수)
오정훈 (삼성전자 마스터)
우정호 (비전텍스트 대표이사)
유명식 (송실대학교 교수)
유찬세 (한국전자기술연구원 센터장)
윤광섭 (인하대학교 교수)

강민석 (LG이노텍 부사장(CTO))
강석형 (포항공과대학교 교수)
강제원 (이화여자대학교 교수)
고석준 (제주대학교 교수)
고형호 (충남대학교 교수)
공준진 (삼성전자 마스터/주임교수)
구본태 (한국전자통신연구원 책임연구원)
권구덕 (강원대학교 교수)
권오규 (인하대학교 교수)
권태수 (서울과학기술대학교 교수)
김경기 (대구대학교 교수)
김규식 (서울시립대학교 교수)
김대순 (전주비전대학교 교수)
김도현 (제주대학교 교수)
김동현 (CTK 대표이사)
김병서 (홍익대학교 교수)
김상완 (서강대학교 교수)
김선욱 (고려대학교 교수)
김성진 (울산과학기술원 교수)
김수중 (경북대학교 명예교수)
김승천 (한성대학교 교수)
김영로 (명지전문대학 교수)
김영선 (대림대학교 교수)
김영진 (한국생산기술연구원 수석연구원)
김용규 (한국철도기술연구원 수석연구원)
김원중 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김유철 (LG AI연구원 부문장)
김익균 (한국전자통신연구원 본부장)
김정범 (강원대학교 교수)
김종욱 (고려대학교 교수)
김지훈 (이화여자대학교 교수)
김진태 (건국대학교 교수)
김철우 (고려대학교 교수)
김한구 (삼성전자공과대학교 교수)
김현수 (삼성전자 상무)
김형진 (인하대학교 교수)
김훈 (인천대학교 교수)
남기창 (동국대학교 교수)
노원우 (연세대학교 교수)
동성수 (용인송담대학교 교수)
문병인 (경북대학교 교수)
민경식 (국민대학교 교수)
박부건 (포항공과대학교 교수)
박성욱 (강릉원주대학교 교수)
박영훈 (숙명여자대학교 교수)
박종일 (한양대학교 교수)
배준성 (강원대학교 조교수)
백광현 (중앙대학교 교수)
범진욱 (서강대학교 교수)
서승우 (서울대학교 교수)
선우경 (서울대학교 교수)
성원진 (서강대학교 교수)
손일수 (서울과학기술대학교 교수)
송민협 (한국전자통신연구원 선임연구원)
송준영 (인천대학교 교수)
신창환 (고려대학교 교수)
심정연 (강남대학교 교수)
안현식 (동명대학교 교수)
엄낙웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)
예종철 (한국과학기술원 교수)
오윤호 (성균관대학교 교수)
우성민 (한국기술교육대학교 교수)
원제형 (도쿄엘렉트론코리아 대표이사)
유윤섭 (한경대학교 교수)
유창동 (한국과학기술원 교수)
윤명국 (이화여자대학교 교수)

윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
 윤 성 로 (서울대학교 교수)
 윤 중 용 (삼성전자 비상임고문)
 이 광 업 (서경대학교 교수)
 이 규 필 (삼성전자 부사장)
 이 덕 진 (전북대학교 교수)
 이 문 식 (한국전자통신연구원 실장)
 이 상 설 (한양대학교 명예교수)
 이 석 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 이 성 준 (한양대학교 교수)
 이 승 은 (서울과학기술대학교 교수)
 이 윤 식 (울산과학기술원 교수)
 이 재 성 (고려대학교 교수)
 이 재 훈 (유정시스템 대표이사)
 이 중 호 (숭실대학교 교수)
 이 주 연 (전주비전대학교 교수)
 이 채 은 (인하대학교 교수)
 이 철 (동국대학교 교수)
 이 태 동 (국제대학교 교수)
 이 한 호 (인하대학교 교수)
 이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
 임 매 순 (한국과학기술연구원 선임연구원)
 임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)
 장 성 진 (삼성전자 부사장)
 전 동 석 (서울대학교 교수)
 전 세 영 (서울대학교 교수)
 전 흥 태 (중앙대학교 명예교수)
 정 민 수 (라온텍 부사장)
 정 성 업 (차세대융합기술연구원 선임연구원)
 정 원 영 (태성에스엔이 부분부장)
 정 일 권 (한국전자통신연구원 부분부장)
 정 준 (솔리드 대표이사)
 정 해 준 (경희대학교 교수)
 조 남 익 (서울대학교 교수)
 조 성 인 (동국대학교 교수)
 조 중 회 (인천대학교 교수)
 조 해 정 (삼성물산 그룹장)
 차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수)
 천 경 준 (씨젠 회장)
 최 광 표 (삼성전자 마스터)
 최 성 민 (해치텍 대표이사)
 최 승 중 (LG전자 부사장)
 최 우 영 (연세대학교 교수)
 최 재 혁 (한국과학기술원 교수)
 최 진 성 (도이치텔레콤 부사장)
 최 천 원 (단국대학교 교수)
 한 영 선 (부경대학교 교수)
 한 정 환 (충남대학교 교수)
 함 철 희 (삼성전자 마스터)
 현 유 진 (대구경북과학기술원 책임연구원)
 홍 민 철 (숭실대학교 교수)
 홍 인 기 (경희대학교 교수)
 황 성 운 (가천대학교 교수)
 황 인 정 (영지병원 수석연구원)
 황 진 영 (한국항공대학교 교수)

윤 석 진 (한국과학기술연구원 원장)
 윤 영 권 (삼성전자 마스터)
 이 강 윤 (성균관대학교 교수)
 이 규 대 (공주대학교 교수)
 이 남 윤 (고려대학교 교수)
 이 동 규 (카카오모빌리티 부사장)
 이 병 선 (김포대학교 교수)
 이 상 윤 (연세대학교 교수)
 이 석 희 (SK하이닉스 대표이사)
 이 수 민 (한국센터연구소 대표이사)
 이 승 호 (한밭대학교 교수)
 이 인 규 (고려대학교 교수)
 이 재 진 (숭실대학교 교수)
 이 정 우 (중앙대학교 교수)
 이 중 호 (서울대학교 교수)
 이 진 규 (동국대학교 석좌교수)
 이 천 희 (전) 청주대학교 교수)
 이 중 용 (연세대학교 교수)
 이 태 원 (고려대학교 명예교수)
 이 혁 재 (서울대학교 교수)
 이 희 덕 (충남대학교 교수)
 임 신 일 (서경대학교 교수)
 장 길 진 (경북대학교 교수)
 장 의 준 (경희대학교 교수)
 전 병 우 (성균관대학교 교수)
 전 영 현 (삼성SDI 부회장)
 정 교 일 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
 정 방 철 (충남대학교 교수)
 정 승 원 (고려대학교 교수)
 정 윤 호 (한국항공대학교 교수)
 정 정 화 (한양대학교 석좌교수)
 정 진 곤 (중앙대학교 교수)
 제 민 규 (한국과학기술원 교수)
 조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
 조 성 현 (한양대학교 교수)
 조 진 용 (한국전자기술연구원 센터장/수석연구원)
 진 훈 (경기대학교 교수)
 채 영 철 (연세대학교 교수)
 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
 최 병 수 (부경대학교 교수)
 최 수 일 (전남대학교 교수)
 최 영 규 (한국교통대학교 교수)
 최 웅 (숙명여자대학교 교수)
 최 준 립 (경북대학교 교수)
 최 창 범 (한밭대학교 교수)
 최 현 택 (한국해양과학기술원 책임연구원)
 한 은 혜 (에스에스엔씨 대표이사)
 한 태 희 (성균관대학교 교수)
 허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원)
 홍 국 태 (엘엑스세미콘 연구위원)
 홍 승 흥 (인하대학교 명예교수)
 홍 제 형 (한양대학교 교수)
 황 승 훈 (동국대학교 교수)
 황 인 철 (강원대학교 교수)

윤 석 현 (단국대학교 교수)
 윤 일 구 (연세대학교 교수)
 이 경 중 (연세대학교 교수)
 이 규 복 (한국전자기술연구원 부원장)
 이 덕 기 (연암공과대학교 교수)
 이 문 기 (연세대학교 명예교수)
 이 상 만 (시스메이트 대표이사)
 이 상 훈 (웨이브피아 대표이사)
 이 성 수 (숭실대학교 교수)
 이 승 용 (포항공과대학교 교수)
 이 영 열 (세종대학교 교수)
 이 재 관 (한국자동차연구원 본부장)
 이 재 홍 (서울대학교 명예교수)
 이 정 원 (서울대학교 선임연구원)
 이 중 호 (서울대학교 교수)
 이 창 한 (한국반도체산업협회 상근부회장)
 이 철 (동국대학교 교수)
 이 중 용 (서울대학교 명예교수)
 이 한 립 (중앙대학교 교수)
 이 형 민 (고려대학교 교수)
 인 치 호 (세명대학교 교수)
 임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
 장 석 호 (건국대학교 교수)
 전 국 진 (서울대학교 명예교수)
 전 선 익 (파이낸셜뉴스 사장)
 전 정 훈 (성균관대학교 교수)
 정 길 도 (전북대학교 교수)
 정 범 진 (한국외국어대학교 교수)
 정 용 규 (울지대학교 교수)
 정 은 승 (삼성전자 사장)
 정 중 문 (연세대학교 교수)
 정 진 곤 (전북대학교 교수)
 조 경 순 (한국외국어대학교 교수)
 조 민 호 (고려대학교 교수)
 조 영 민 (SkyMir CEO)
 조 현 중 (강원대학교 교수)
 차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장)
 채 주 형 (광운대학교 교수)
 최 광 성 (한국전자통신연구원 실장)
 최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)
 최 승 범 (삼성전자 부사장)
 최 용 수 (신한대학교 교수)
 최 윤 석 (한밭대학교 교수)
 최 중 호 (서울시립대학교 교수)
 최 창 식 (DB하이텍 부회장)
 한 동 석 (경북대학교 교수)
 한 재 호 (고려대학교 교수)
 함 범 섭 (연세대학교 교수)
 허 준 (고려대학교 교수)
 홍 대 식 (연세대학교 교수)
 홍 유 식 (상지대학교 교수)
 홍 철 호 (중앙대학교 교수)
 황 원 준 (아주대학교 교수)
 황 인 태 (전남대학교 교수)

사무국 직원 명단

송기원 국장 - 기획, 신규업무, 산학연, 자문/IT포럼, 지부, 인사, 규정, 회장단 관련, 유관기관 등 대외업무 및 업무총괄
 이만순 부장 - 하계학술대회, 주요 운영회의(이사회, 평의원회 및 총회), 총무업무(선거, 공문처리, 임원관련, 송년회, 포상 및 Wiset 등)
 배지영 부장 - 본회 사업, 추계학술대회, 교육, 통신소사이터티, 컴퓨터소사이터티, 인공지능 신호처리소사이터티, 시스템 제어소사이터티, 산업전자소사이터티
 배기동 부장 - AI 관련, 국문지, 학회지, 표준화, 영역 등 기타 지원업무
 변은정 부장 - 재무(본회/소사이터티/연구회), 개인회원 및 특별회원, 홍보(컨텐츠)
 김천일 차장 - 학회 웹사이트 관리, 홍보지원(매체), IIE Forum, 각종 정보화업무 지원, 전산장비 관리 등
 성다희 사원 - 국제학술대회(ITC-CSCC, ICIC, ICCE-Asia), 외국 관련기관과 협력(Joint Award 등), JSTS/ SPC 발간

학회소식

제 3회 미래자동차 기술 공동워크숍

사업위원회에서는 한국통신학회, 한국자동차공학회와 공동으로 ‘제 3회 미래자동차 기술 공동워크숍’을 온라인으로 9월 1일 (목)에 개최하였다. Emerging Technologies/ Network Technologies for Automotive Systems/ Computing Platform for Software-Defined Vehicles 3가지 큰 주제로 각 분야의 전문가를 초청하여 발표를 성황리에 진행하였다.



제 3회 미래자동차 기술 공동워크숍 강연모습

신규회원 가입현황

기간 : 2022년 6월 1일 - 8월 31일

〈정회원〉

이치원(주메디인테크), 강태규, 고석현, 박경신, 이제석(주)빅텍, 한진석(주)하이비, 김승모(Georgia Southern University), 김세인(KIST), 현예지(LIG넥스원), 김명석, 박성호, 안상태(경북대학교), 안승준, 최대원, LI YUANJIE(고려대학교), 박종철, 이원철(나노종합기술원), 이혜지(대구가톨릭대학교), 남순열(명지대학교), 김현찬, 장선혁(삼보모터스(주)), 김기룡, 김태현, 박현국(삼성전자), 홍경찬(상지대학교), 권혁수(서울대학교), 이영민(서울시립대학교), 김봉준(숙명여자대학교), 장용진(숭실대학교), 이안용(스마트팩토리과), 김재식, 염정현, 원상진, 이상록(신스타 프리젠티), 배성훈(안양대학교), 육 현(연세대학교), 김수진, 김유정, PankajSingh(영남대학교), 배승환, 임흥기(인하대학교), 김용일(정한테크(주)), 최종원(중앙대학교), 김다니엘, 이이재, 최기환(한국과학기술연구원), 백광선(한국광기술원), 김기연(한국산업기술시험원), 이석주(한국에너지공과대), 김주형, 문철우, 이동한, 진효민(한국자동차연구원), 박영주(한국전기연구원), 김선혁, 서승우(한국전자통신연구원), 김도경, 문지환, 전승배(한밭대학교), 김철림(한성대학교), 송익현(한양대학교), 강보성(한화시스템), 김상갑, 손도선(해군)

이상 97명

〈평생회원〉

윤상원(한양대학교)

이상 1명

〈학생회원〉

이종호(강남대학교), 구민성, 김영석, 김정규, 박대영, 신인환, 이민수,

전다빈, 최건위(경기과학기술대), 구건모, 김지영, 여성일(경북대학교), 강성윤, 박민섭, 김경년, 김다은, 김동수, 김석영, 김성환, 김승태, 김예슬, 김준형, 박성훈, 박현철, 백종범, 이주천, 이혜영, 전진수, 정다형, 조석주, 조 한, 황승언, TRANPHUONG, 봉티레친, PENARAUL(고려대학교), 박지환(고려사이버대학교), 손윤서, 이동준(광운대학교), 김해성, 엄정현(국민대학교), 이슬람모하메드자히룰(대구가톨릭대학교), 김민수, 이병훈, 최기순, 한우경, (대구경북과학기술원), 신하람(대림대학교), 강은수, 마이트령, 원해양, 채연정(동국대학교), 주현성(동서울대학교), 권태한, 김하리(동양미래대학교), 정서현(명지대학교), 박수연, 이상인(부산대학교), 송우성, 심관열(부천대학교), 안민수, 최혜주(상명대학교), 이시윤(서강대학교), 김다솔, 최민지(서울과학기술대학교), 구본학, 김 찬, 박민수, 박창현, 유윤규, 윤정인, 한승현(서울대학교), 김수민(서울시립대학교), 정기욱(성균관대학교), 송재우(성균관대학교), 박신행(숙명여대학교), HAN CHENG, 권현채, 김선민, 홍성호(아주대학교), 장형준(안양대학교), 김윤지, 류준희, 유재원, 정수희(연세대학교), 김민진(영남대학교), 정승환(울산대학교), 윤희준(이화여대학교), 김승환, 박상영, 박준후, 장재혁(인하공업전문대학교), 김동현, 김수정, 김찬호, 김태용, 나종환, 박지훈, 서지영, 윤 민, 윤수연, 조민우(인하대학교), 심윤아(전남대학교), 김현규(전북대학교), 김선민, 박지훈, 이민서, 정성훈, 정재연(조선이공대학교), 권익현, 김민지, 김홍구, 서종현, 서지택, 성시훈, 신동현, 안예림, 장예륜, 최태희(중앙대학교), 신성균, 황지우(충남대학교), Ngo Chi Trung(충북대학교), 노현희(한국과학기술연구원), 강성현, 권용준, 박석준, 배형준, 이상민, 황현조(한국과학기술원), 이효연, 황준상(한국외국어대학교), 김남국, 이현주, 임성민(한국폴리텍대학교), 홍성재(한국항공대학교), 김수진, 마하나로, 신유정, 안희진, 윤정수, 이다혜, 조지훈, 한재훈(한밭대학교), 김예은, 김재영, 김태영, 남재현, 박성현, 박지성, 이지환, 장인우, 장진엽, 전성원(한양대학교), 김범준, 김하연, 박규빈, 이한열, 장유진, 정희창(UNIST), 김민정(UST)

이상 320명



학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

(2022년 8월 17일 ~ 9월 15일)

1. 행사 개최

구분	행사명	기간	장소
사업위원회 (공동개최) 한국자동차공학회, 한국통신학회	제 3회 미래자동차 기술 공동워크숍	9.1	온라인(유튜브)

인공지능 기반 영상 화질 향상 기술 연구 동향



이철 편집위원
(동국대학교)

최근 인공지능 기술은 알고리즘의 개선을 통해서 급속도로 발전하고 있으며 많은 산업 분야에 활용되고 있으나, 컴퓨터 비전 기술은 통제된 환경에서만 우수한 성능이 유지되는 단점으로 훌륭한 연구 결과에도 불구하고 기술 상용화에는 어려움이 있습니다. 이러한 단점을 극복하기 위해 영상 화질 향상 기술이 활발하게 연구되고 있습니다. 본 특집호는 인공지능 기반 영상 화질 향상 기술에 관한 연구를 수행하는 학계 전문가들의 논문 5편으로 구성되어 있습니다.

첫째, “영상 변환 기반의 영상 개선 연구 동향(서울과학기술대학교 김한울)”은 신경망으로 개선 영상의 각 화소 값들을 직접 예측하여 입력 영상과 개선 영상의 종단간 변환을 수행하여 저조도 및 수중 촬영과 같은 부적절한 촬영환경이나 카메라 센서의 한계로 인하여 열화된 입력 영상의 화질을 개선하는 기술의 최신 연구 동향을 소개합니다. 둘째, “분석 가능한 저조도 영상 화질개선 기술의 최신 연구 동향(동국대학교 박재민 등)”은 딥러닝 기반의 영상 개선 기술이 영상 개선과정을 분석하기 어려워 개선과정에 대한 증명력을 요하는 분야에 적용하기 어려운 단점을 극복하기 위해서 변

환함수 또는 변환함수의 계수를 출력하는 딥러닝 기반의 최신 연구 동향을 소개합니다. 셋째, “적외선 및 가시광선 영상 합성 기술의 최신 연구 동향(동국대학교 박성현 등)”은 동일한 장면을 서로 다른 두 파장으로 포착한 적외선 및 가시광선 영상의 상호 보완적인 정보를 합성하여 의미 있고 후속 처리를 쉽게 하기 위한 영상 합성 분야의 최신 기술을 소개합니다. 넷째, “블라인드 영상 화질 평가 기술의 최신 연구 동향(전북대학교 이세호)”은 참조 영상이 주어지지 않은 상황에서 영상의 정성적 화질을 자동으로 측정하는 블라인드 영상 화질 평가 기술의 최신 연구 동향을 소개합니다. 끝으로, “Radiography Image를 활용한 용접 결함검출에 관한 연구(동국대학교 권정은 등)”에서는 영상 화질 향상 기술의 응용으로 X-ray 검사를 통해서 수집된 radiography image를 이용하여 용접부 내부의 결함을 검출하는 최신 기법을 소개하고 성능을 비교합니다.

아직 종식되지 않은 코로나19로 인한 힘든 상황과 바쁜 일정 중에도 본 특집호를 위하여 원고를 작성해주신 집필진 여러분께 깊은 감사를 드립니다. 본 특집호가 관련분야 연구자 뿐만 아니라 일반 독자에게도 인공지능 기반 영상 화질 향상 기술 분야에 대한 이해도를 높이고, 다양한 산업 분야에 활용되는데 기여할 수 있기를 기원합니다.

영상 변환 기반의 영상 개선 연구 동향

I. 서론

영상 개선은 <그림 1>에서 볼 수 있듯 저조도, 수중 촬영과 같은 부적절한 촬영환경이나 카메라 센서의 한계로 인하여 열화된 입력 영상의 화질을 개선하는 기술이다. 먼저 포토샵, 라이트룸과 같은 전문적인 영상 편집 소프트웨어를 통한 영상 개선 작업을 생각해 볼 수 있다. 이러한 소프트웨어는 영상 개선을 위한 기초적인 연산들을 제공하기 때문에 많은 경험을 가진 전문가가 충분한 시간을 투자한다면 일련의 과정을 거쳐 매우 품질 좋은 개선 영상을 만들어 낼 수 있다. 하지만, 영상 편집 소프트웨어에 익숙하지 않은 사용자의 경우 좋은 결과를 얻어내기 어려운 단점을 가진다.

다음으로 본 고에서 다루고자 하는 알고리즘에 의한 자동화된 개선을 생각해 볼 수 있다. 이 경우, 영상 개선의 결과가 사용자의 능숙함에 영향을 받지 않기 때문에 최근 스마트폰, 액션 캠 등 다양한 카메라 센서의 대중화와 더불어 영상 개선 기술에 대한 대중적인 관심이 높아지고 있다. 또한, 영상 개선 기술은 자율주행 차량, 스마트 공장 등 다양한 응용 분야에서 카메라 센서로 취득한 입력 영상의 전처리 기술로 사용되어, 컴퓨터 비전 기술을 성능을 높일 수 있으므로 학계 및 산업계에, 많은 연구가 활발히 진행되고 있다.

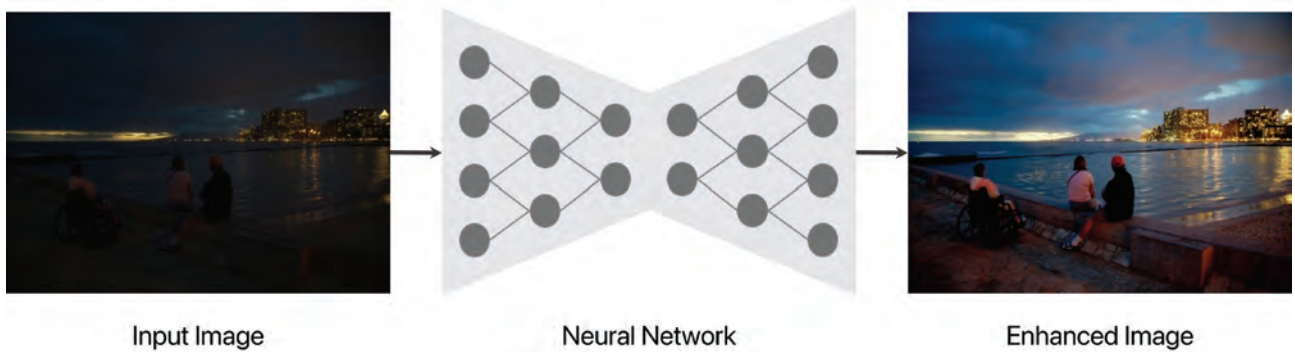
최근 영상 개선 연구는 심층 학습(deep learning) 기반의 영상 변환(image-to-image translation)^[1] 기술에 주목하고 있다. 영상 변환 기술은 <그림 2>와 같이 신경망으로 입력 영상과 개선 영상의 중간간 변환을 수행하는 기술로, 히스토그램 평활화(histogram equalization)와 같은 간단한 변환 함수(transformation function)에 기반한 전통적인 대조비 개선(contrast enhancement) 기술과 비교하여, 대조비, 색상 왜곡, 잡음 등 다양한 종류의 화질 저하 요소를 개선



김 한 울
서울과학기술대학교



〈그림 1〉 영상 개선 예시^{[2][3][4]} 입력 영상 (위), 개선 영상 (아래)



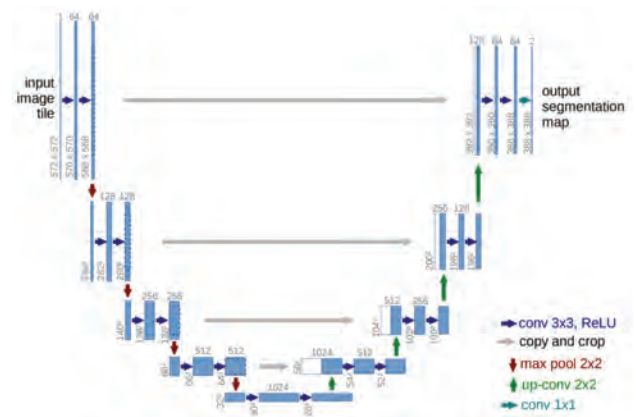
〈그림 2〉 영상 변환 기반의 영상 개선 예시

할 수 있어 많은 공용 데이터 세트^{[2][3][4]}에서 큰 성능향상을 만들어 내었다.

본 고에서는 이러한 영상 변환 기반의 영상 개선 기술들을 살펴보고자 한다. 2장에서는 다양한 영상 변환 기반의 영상 개선 기술을 소개한다. 3장에서는 최신 기술들에 대한 성능 비교를 제시한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 영상 변환 기반의 영상 개선

영상 변환은 신경망으로 개선 영상의 각 화소 값들을 직접 예측하여 입력 영상과 개선 영상의 종단간 변환을 수행하는 방법이다. 이를 위해, 영상 변환에는 Fully Convolutional Network (FCN)^[5]이라 불리는 신경망이 주로 사용된다. FCN은 다수의 2차원 컨볼루션 계층(convolution layer)으로 구성된 신경망으로 2차원 컨볼루션 계층이 입력과 출력으로 3차원 텐서를 효과적으로



〈그림 3〉 U-Net^[7] 구조

처리할 수 있어 입력 영상과 개선 영상의 종단간 변환을 수행하기에 적합하다.

영상 개선을 효과적으로 수행하기 위해서는 영상의 피사체, 배경, 구도, 대조비와 같은 화질에 영향을 미치는 전역 정보를 고려하는 것이 필수적이다. 그러나 컨볼루션 계층은 화소의 출력값을 결정하기 위해 고려하는 입



〈그림 4〉 입력의 공간해상도와 컨볼루션 필터의 크기에 따른 컨볼루션 계층의 수용 영역 변화 예시. 같은 컨볼루션 필터 크기를 가지더라도 입력의 공간해상도가 절반인 (b)는 (a)보다 더 큰 수용 영역을 가진다.

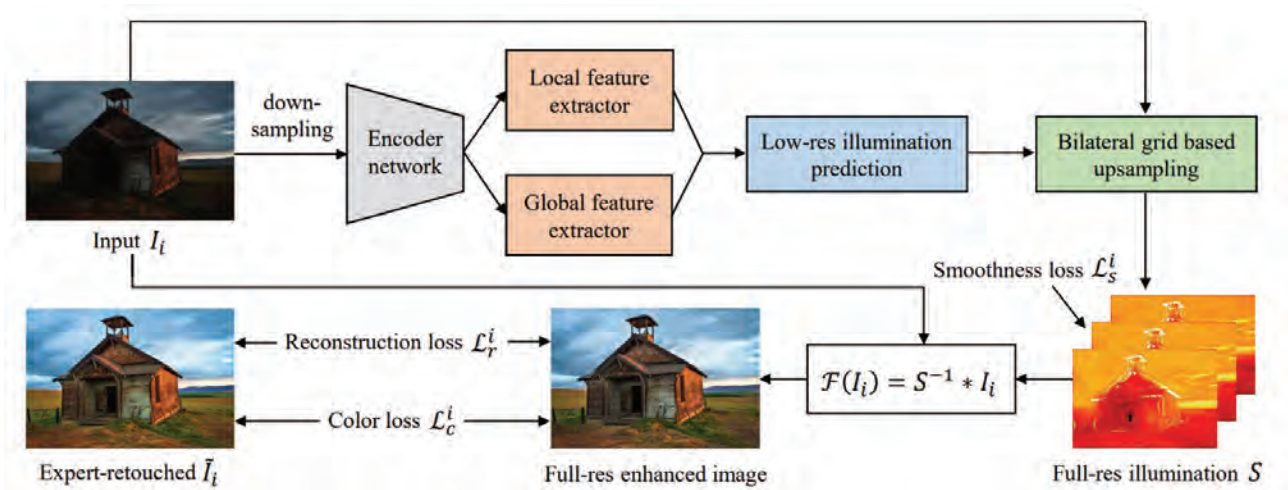
력의 영역 크기를 의미하는 수용 영역(receptive field)이 작아 전역 정보를 취득하기 어렵다는 단점을 가진다. 이 문제를 해결하기 위해 Deep Photo Enhancer (DPE)^[6] 기술은 U-Net^[7]으로 불리는 신경망을 영상 개선에 도입하였다.

U-Net은 〈그림 3〉과 같이 인코더와 디코더로 구성된 FCN이다. 인코더는 다운샘플링(downsampling) 과정을 통해 입력 영상의 공간해상도를 줄여나가며 영상 개선에 필요한 특징을 추출한다. 〈그림 4〉에서 확인할 수 있듯 입력 영상의 공간해상도가 줄어든다면, 같은 크기의 컨볼루션 필터를 사용하더라도 화소의 출력값을 얻기 위해 고려하는 입력 영상의 영역이 늘어나 컨볼루션 계층의 수용 영역이 커진다. 따라서, U-Net의 인코더는 영상 개선에 필요한 전역 정보를 효과적으로 추출할 수 있다. 공간해상도는 화질을 결정하는 핵심적인 요소이기 때문에 인코더를 거치면서 저하된 영상의 공간해상도 복

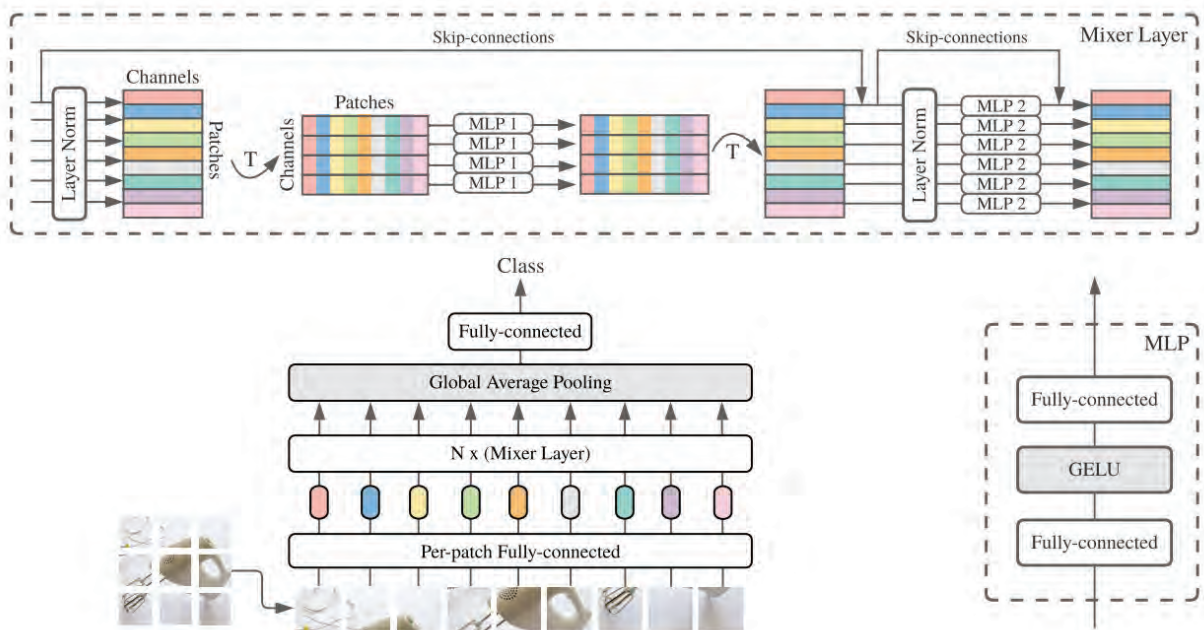
원은 영상 개선에 필수적이다. 〈그림 3〉의 회색 화살표는 디코더가 업샘플링(upsampling) 과정에서 인코더의 중간 특징을 활용하여 영상의 공간해상도를 복원하는 것을 도示한다. 인코더에서 다운샘플링을 진행하기 직전에 추출한 중간 특징들은 공간해상도 정보가 손실되기 전 정보를 포함하고 있으므로 개선 영상의 세부 표현을 복원한다는 데 유리하다.

Underexposed Photo Enhancement(UPE)^[8] 기술은 영상 개선 기술에 레티넥스(Retinex)^[9] 모델을 접목하였다. 레티넥스 모델은 조명이 변화하는 환경에서도 기계의 시각 시스템이 인간의 시각 시스템같이 색상을 원래대로 인식할 수 있게 만들기 위해, 영상을 조명(illuminance) 성분과 반사율(reflectance) 성분으로 분할 하여 처리하는 모델이다. 화질 저하의 많은 부분이 색상 정보를 담고 있는 반사율 성분보다는 잘못된 촬영환경으로 인해 조명 성분의 왜곡에서 나타나기 때문에 레티넥스 모델에 기반한 영상 개선 처리 기술은 저조도 영상 개선에 강점을 보인다.

〈그림 5〉는 UPE 기술의 구조를 도示한다. 먼저, UPE 기술은 인코더 신경망, 지역 특징 추출기, 전역 특징 추출기, 세 종류의 FCN을 이용하여 영상 개선에 필요한 지역 특징과 전역 특징을 추출한다. 효과적인 특징 추출을 위해 UPE 기술은 영상의 공간해상도를 줄여나가며 컨볼루션 계층의 수용 영역을 넓혀나간다. 다음으로 UPE 기



〈그림 5〉 UPE[8] 신경망 구조



〈그림 6〉 MLP 기반의 영상 데이터 처리 예시 (MLP-Mixer[12])

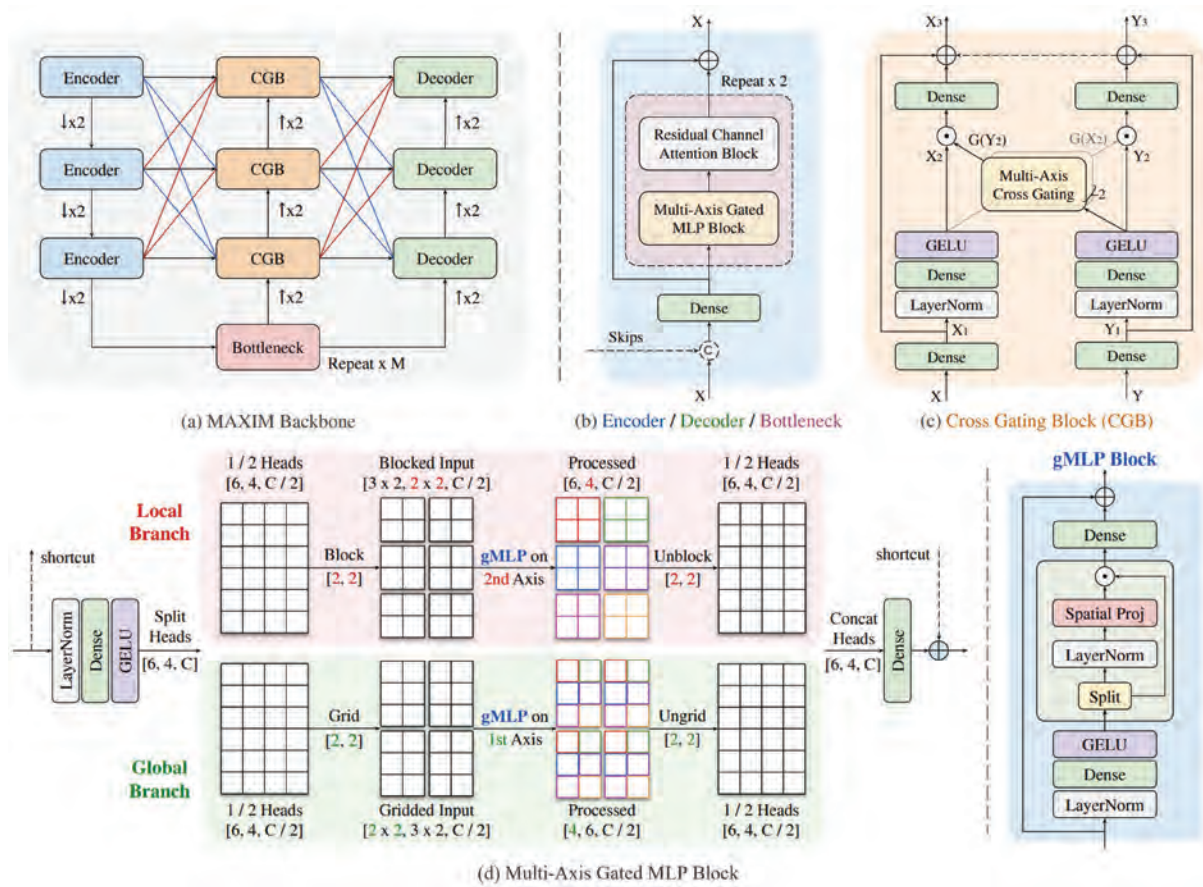
술은 레티넥스 모델에 기반하여 추출한 특징을 바탕으로 조명 성분을 개선한다. 개선된 조명 성분은 저해상도를 가지므로 입력 영상에 적용되기 위해서는 공간해상도 복원과정이 필요하다. 이를 위해, UPE 기술은 Bilateral Guided Upsampling(BGU)^[10] 방법을 활용한다. BGU 방법은 고해상도의 입력 영상을 활용하여 저해상도의 개선 영상의 해상도를 복원하는 방법으로 처리 속도와 해상도 복원 결과가 우수하다는 장점이 있다. 마지막으로 UPE 기술은 원본 해상도로 복원된 조명 성분을 입력 영상에서 분리하였던 반사율 성분과 결합하여 개선 영상을 얻는다.

최근 구글의 연구팀은 FCN 대신 Multi Layer Perceptron(MLP)을 활용하여 영상 변환을 수행하는 신경망인 Multi-Axis MLP for Image Processing (MAXIM)^[11] 기술을 발표하였다. 3차원 텐서를 입력과 출력으로 다루는 컨볼루션 계층과 달리 MLP는 1차원 텐서를 다루기 때문에, 영상 데이터를 MLP로 처리하기 위해서는 영상의 각 영역에 해당하는 특징을 공간적으로 융합하는 방법이 요구된다. 예를 들어, 대표적인 MLP 기반 영상 데이터처리 신경망 MLP-Mixer^[12]는 먼저 입력 영상을 N개의 패치(patch)로 분할하고 각 패치를 C 차원의

특징 벡터로 표현하였다. 그리고, 전치 연산과 MLP를 조합하여 $N \times C$ 크기의 입력 행렬을 처리한다. 〈그림 6〉에서 도시 하듯 전치 연산 직후 MLP 1은 차원별로 패치 특징을 융합한다. 다시 전치 연산을 통해 행렬을 원형대로 만든 다음 MLP 2는 패치별로 모든 차원의 특징을 융합한다. 즉, 두 종류의 MLP는 $N \times C$ 입력 행렬의 첫 번째 차원, 두 번째 차원을 각각 융합하여 영상 데이터를 처리한다.

컨볼루션 신경망은 컨볼루션 계층의 제한된 수용 영역으로 인하여 공간적으로 멀리 떨어진 두 영역의 특징을 융합하기 위해서는 충분한 수의 컨볼루션 계층과 지속적인 입력의 공간해상도 감소가 요구된다. 반면, MLP 기반의 신경망은 전치 연산과 MLP의 조합으로 이러한 공간적 특징 융합을 손쉽게 수행할 수 있어, 주의 집중 계층(attention layer)^[13] 기반의 Vision Transformer^[14] 신경망과 더불어 영상을 위한 차세대 신경망 구조로 많은 관심을 받고 있다.

〈그림 7〉은 MAXIM 기술의 신경망 구조를 도시한다. MAXIM 신경망은 M개의 MAXIM 블록으로 구성되어 있으며, MAXIM 블록은 Cross Gating Block (CGB), 인코더, 디코더 블록으로 구성되어 있다. 인코더는 입력 영상



〈그림 7〉 MAXIM^[11] 신경망 구조

의 공간해상도를 줄여나가면서 특징을 추출하고, 디코더는 개선 영상의 공간해상도를 복원해나간다. CGB는 서로 다른 공간해상도에서 취득한 정보를 융합한다.

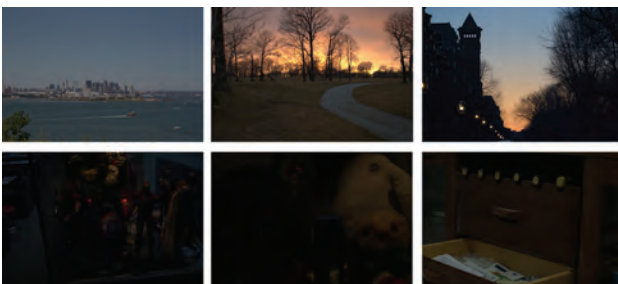
인코더와 디코더는 Multi-Axis Gated MLP 블록을 이용하여 영상 개선에 필요한 지역 정보와 전역 정보를 효과적으로 추출 및 활용한다. 먼저, Multi-Axis Gated MLP 블록은 입력 영상을 C 차원 특징 벡터로 표현되는 24개의 패치로 분할하고, 패치 위치에 따라 6개의 그룹으로 분류한다. 입력 영상은 $6 \times 4 \times C$ 크기의 텐서로 표현된다. 그리고 텐서의 첫 번째 차원과 두 번째 차원에 대해 각각 MLP 기반의 공간적 특징 융합을 수행한다. 첫 번째 차원에서 수행하는 연산은 서로 다른 그룹의 패치 정보를 융합하기 때문에 전역 정보를 추출하는 과정으로 생각할 수 있다. 또한, 두 번째 차원에서 수행하는 연산은 같은 그룹 내 패치 정보를 융합하기 때문에 지역 정보를 추출하는 과정으로 생각할 수 있다.

III. 공개 데이터 및 알고리즘 평가 방법

영상 개선 분야에서 널리 사용되는 공개 데이터세트는 MIT-Adobe 5K (FiveK)^[2]와 Low-Light (LoL)^[3] 데이터세트가 존재한다. FiveK 데이터세트는 기계학습 기반의 영상 개선 기술을 위해 최초로 도입된 대규모 데이터세트로 총 5,000장의 입력 영상과 이에 대한 정답 (ground-truth) 영상으로 이루어져 있다. 정답 영상은 영상 편집 소프트웨어에 익숙한 전문가 A, B, C, D, E가 수작업으로 입력 영상을 개선한 영상이다. 영상의 화질은 주관적이기 때문에 정답 영상은 〈그림 8〉과 같이 전문가에 따라 확연히 다를 수 있다. 일반적으로 영상 개선 분야에서는 5,000장의 영상 중 4,500장은 훈련 세트로, 500장은 테스트 세트로 분할하고, 여러 개선 영상 중 전문가 C의 개선 영상을 정답 영상으로 간주하여 영상 개선 기술을 훈련 및 평가한다.



〈그림 8〉 FiveK[2] 데이터셋 예시



〈그림 9〉 FiveK[2] 데이터셋 (위) LoL[3] 데이터셋 (아래) 입력 영상 비교

LoL 데이터셋은 극단적인 저조도 환경에서 취득된 영상 개선을 위해 수집한 데이터셋으로 475장의 훈련 영상과 15장의 테스트 영상으로 이루어져 있다. 〈그림 9〉는 FiveK 데이터셋과 LoL 데이터셋의 입력 영상을 비교한다. FiveK 입력 영상 대비 LoL 입력 영상은 극단적인 저조도 환경에서 취득되어 조명 성분의 열화가 더 두드러지고 많은 잡음 성분을 내포하고 있는 것을 확인할 수 있다. 따라서 LoL 데이터셋에서 영상 개선 기술이 좋은 성능을 보이기 위해서는, 저조도 환경으로 인해 발생한 잡음을 개선 과정에서 효과적으로 제거할 필요가 있다.

영상 개선 기술의 성능 평가를 위한 객관적 지표로는 Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)과 Structural Similarity Index Measure (SSIM)이 대표적이다. PSNR은 알고리즘으로 개선한 영상과 (이하 예측 영상), 정답 영상 간에 평균 제곱 오차로부터 유도된다. 따라서 PSNR은 정답 영상과 예측 영상의 평균적인 색상 유사도를 측정한다고 생각할 수 있다. SSIM은 인간의 시각적 화질 차이를 평가하기 위해 고안된 방법으로서 영상의 구조 정보의 차이를 지표에 반영하였다. 따라서 SSIM은 색상 유사도 외에도 경계 성분과 같은 세부 표현 역시

〈표 1〉 영상 개선 기술의 성능 비교

	PSNR	SSIM
DPE ^[6]	24.08	0.922
UPE ^[8]	24.31	0.925
MAXIM ^[12]	26.15	0.945

지표에 영향을 미친다. 그러나 영상 화질은 다양한 요인이 고려돼야 하는 복합적인 개념으로 PSNR과 SSIM 단일 지표만으로 평가하기 어렵다. 따라서 대부분의 영상 개선 연구들은 두 지표 외에도 대규모 데이터셋에서 훈련된 신경망의 특징 공간에서 차이를 비교하는 Learned Perceptual Image Patch Similarity (LPIPS)^[15], 다수의 평가자에게 개선 영상에 대한 평가 점수를 직접 묻는 사용자 평가 (user study) 등 다양한 지표를 동시에 고려하여 알고리즘의 성능을 평가하고 있다.

〈표 1〉은 FiveK 데이터셋에서 본 고에서 소개한 영상 변환 기반의 DPE^[6], UPE^[8], MAXIM^[12] 기술의 성능을 비교한다. 초기 영상 변환 기반의 영상 개선 기술인 DPE는 〈표 1〉에서 가장 낮은 성능을 보인다. UPE 기술은 레티넥스 모델을 도입하여 DPE보다 좋은 성능을 보였으며, MAXIM은 FCN을 넘어 영상 변환에 효과적인 MLP 기반의 신경망 구조를 제안하여 큰 성능향상을 이끌었다.

V. 전망과 결론

영상 개선 기술을 다양한 요인으로 인해 저하된 영상의 화질을 개선하는 기술로 최근에는 입력 영상과 개선영상의 종단간 변환을 학습하는 영상 변환 방법이 많은 주목을 받고 있다. 영상 변환 기반 영상 개선의 연구 초기에는 FCN에 기반한 연구가 중점적으로 이루어졌지만 최근에는 FCN을 넘어 다양한 신경망 구조가 시도되며 영상 개선의 품질이 빠르게 향상되고 있다.

본 고에서는 미처 다루지 못하였지만 영상 개선 분야는 빠르게 발전하는 분야로, 영상 변환에 기반한 기술 외에도 전역 변환 함수를 가정하고 함수의 매개 변수들을 신경망으로 예측하는 기술^[16, 17], Look Up Table (LUT)를



활용하여 실시간 영상 개선을 수행하는 기술^[18, 19] 등이 활발히 연구되고 있다. 앞으로도, 영상의 화질을 향상 시킬 연구가 다양한 측면에서, 다양한 방법으로, 더 활발히 진행될 것이라 기대한다.

참고 문헌

- [1] P. Isola, *et al.*, "Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks," in *Proc. IEEE CVPR*, 2015.
- [2] V. Bychkovsky, *et al.*, "Learning Photographic Global Tonal Adjustment with a Database of Input/Output Image Pairs," in *Proc. IEEE CVPR*, 2011.
- [3] C. Wei, *et al.*, "Deep Retinex Decomposition for Low-Light Enhancement," in *Proc. BMVC*, 2018.
- [4] M. J. Islam, *et al.*, "Fast underwater image enhancement for improved visual perception," *IEEE Robot. Autom. Lett.*, Vol. 5, No. 2, pp 3227–3234, 2015.
- [5] J. Long, *et al.*, "Fully Convolutional Networks," in *Proc. IEEE CVPR*, 2015.
- [6] Y.-S. Chen, *et al.*, "Deep Photo Enhancer: Unpaired Learning for Image Enhancement from Photographs with GANs," in *Proc. IEEE CVPR*, 2018.
- [7] O. Ronneberger, *et al.*, "U-net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation," in *Proc. MICCAI*, 2015.
- [8] R. Wang, *et al.*, "Underexposed Photo Enhancement using Deep Illumination Estimation," in *Proc. IEEE CVPR*, 2019.
- [9] E. H Land, "The Retinex Theory of Color Vision," *Scientific American*, Vol. 237, No. 6, pp 108–129, 1977.
- [10] J. Chen, *et al.*, "Bilateral Guided Upsampling," *ACM Trans. Graph.*, Vol. 35, No. 6, pp 203:1–8, 2016.
- [11] Z. Tu, *et al.*, "MAXIM: Multi-Axis MLP for Image Processing," in *Proc. IEEE CVPR*, 2022.
- [12] I. Tolstikhin, *et al.*, "MLP-Mixer: An all-MLP Architecture for Vision," in *Proc. NeurIPS*, 2021.
- [13] A. Vaswani, *et al.*, "Attention Is All You Need," in *Proc. NeurIPS*, 2017.
- [14] A. Dosovitskiy, *et al.*, "An Image Is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," in *Proc. ICLR*, 2021.
- [15] R. Zhang, *et al.*, "The Unreasonable Effectiveness of Deep Features as a Perceptual Metric," in *Proc. CVPR*, 2018.
- [16] C. Guo, *et al.*, "Zero-Reference Deep Curve Estimation for Low-Light Image Enhancement," in *Proc. CVPR*, 2020.
- [17] H. Kim, *et al.*, "Representative Color Transform for Image Enhancement," in *Proc. ICCV*, 2020.
- [18] H. Zeng, *et al.*, "Learning Image-Adaptive 3D Lookup Tables for High Performance Photo Enhancement in Real-Time," *IEEE Trans. Pattern Mach. Intell.*, Vol. 44, No. 4, pp 2058–2073, 2020.
- [19] C. Yang, *et al.*, "Adalnt: Learning Adaptive Intervals for 3D Lookup Tables on Real-time Image Enhancement," in *Proc. CVPR*, 2022.



김한울

- 2014년 2월 고려대학교 전기전자공학부 학사
- 2020년 8월 고려대학교 전기전자공학부 박사
- 2020년 9월 ~ 2021년 6월 Qualcomm AI Research Senior Engineer
- 2021년 7월 ~ 현재 서울과학기술대학교 인공지능응용학과 조교수

〈관심 분야〉
컴퓨터비전, 머신러닝

분석 가능한 저조도 영상 화질개선 기술의 최신 연구 동향

I. 서론

최근 디지털 영상 기술의 발전으로 스마트폰, 자동차, 로봇 등 카메라를 탑재한 많은 디바이스를 이용하여 다양한 환경에서 사진을 촬영한다. 하지만 날씨 및 조명과 같은 불리한 환경과 카메라의 잘못된 설정 등은 영상의 시각적 품질을 저하시킨다. 또한, 이렇게 획득된 영상은 자율 주행 자동차, 보안 및 감시 시스템, 스마트공장 등 고도의 정확성을 요하는 분야에서 사용되는 영상처리 및 컴퓨터비전 알고리즘의 성능을 저하시킨다는 단점이 있다. <그림 1>은 전술한 원인으로 발생한 저조도 영상과 일반조도 영상에 대한 컴퓨터비전 알고리즘의 성능을 비교한다. 따라서, 열악한 환경에서 촬영된 저조도 영상들을 개선하기 위한 기술의 중요성이 증대되었으며, 이에 따라 영상의 대조비를 효과적으로 향상하기 위한 다양한 기법들이 개발되었다.

저조도 영상 화질개선을 위한 전통적인 모델 기반 기법들은 저조도 영상의 통계적 정보를 기반으로 하여 수학적으로 설계되었다. 대표적으로 히스토그램 평활화 및 감마 보정을 응용하여 대조비를 개선하여 저조도 영상의 화질을 향상시키는 기법들이 제안되었다^{[2], [3]}. 이외에도 하나의 영상을 조명 성분과 반사 성분으로 분리하여 영상의 조명성분을 개선하는 Retinex 이론^[4] 기반의 영상 화질개선 기법 또한 개발되었다^[5]. 하지만 이러한 기법들의 성능은 소수의 저조도 영상의 통계적 특성에 기반하여 설계되었기 때문에, 다양한 저조도 특성에서 일관된 성능을 보이기 어렵다는 한계가 있고, 영상의 대조비를 전역적으로 개선하기 때문에 영상의 세부 정보를 개선하는 성능이 부족하다.

최근 다양한 대규모 데이터셋이 구축되고 영상처리 연구를 위한 하드웨어의 성능이 향상됨에 따라 딥러닝 기반의 저조도 영상 화질개선 기법이 개발되었다. 딥러닝 기반의 기법들은 기존의 전통적인 모델 기반



박재민
동국대학교



이철
동국대학교



〈그림 1〉 입력 영상 화질에 따른 컴퓨터비전 알고리즘의 성능 비교 ^[1]

기법들에 비해 높은 성능을 보이고 있으며, 다양한 네트워크가 제안되는 등 활발한 연구가 진행되고 있다. 특히, 저조도 영상 화질개선 분야에 처음으로 딥러닝을 도입한 알고리즘은 비교적 단순한 구조의 다층 네트워크를 이용했음에도 불구하고 기존 저조도 영상 화질개선 알고리즘 대비 높은 성능을 보여, 저조도 영상 화질개선 기술에도 딥러닝 기반 네트워크가 도움이 된다는 사실을 입증하였다^[6].

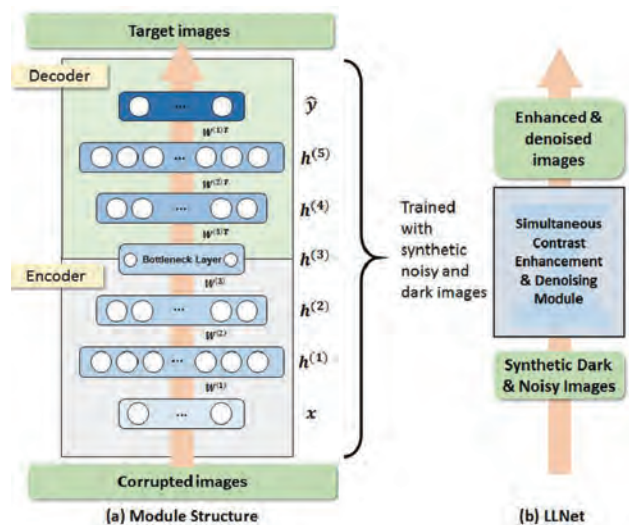
이에 따라 저조도 영상의 화질개선을 위해 기존의 통계적 특성만을 활용하는 방식에서 벗어나 딥러닝을 이용하는 새로운 연구 방향이 제시되었다. 초기 연구는 주로 네트워크의 입출력이 영상인 알고리즘들이 제안되었고, 이러한 알고리즘들은 영상 내의 각 화소값을 개선하기 때문에 높은 성능을 보여왔다. 하지만 딥러닝 네트워크의 블랙박스 특성 때문에 영상의 개선과정을 분석하기 어려우므로, 이러한 구조의 기법들은 영상 개선과정에 대한 증명력을 요하는 과학수사 및 의료 진단 등 많은 분야에서 활용되기 어려운 단점이 있다. 따라서 네트워크에서 영상의 대조비 개선을 위한 변환함수 또는 변환함수의 계수를 출력하는 알고리즘들이 개발되었다. 이처럼 딥러닝 기반 저조도 영상화질 개선 기법의 실질적인 중요성과 활발한 연구 결과에 따라 다양한 구조의 딥러닝 네트워크와 이를 활용한 기법들이 개발되며 저조도 영상 화질개선 기술이 혁신적으로 발전하였다.

본 논문에서는 딥러닝 기반의 저조도 영상 화질개선을 위한 최신 기술 및 연구 동향을 살펴보고자 한다. II 장에

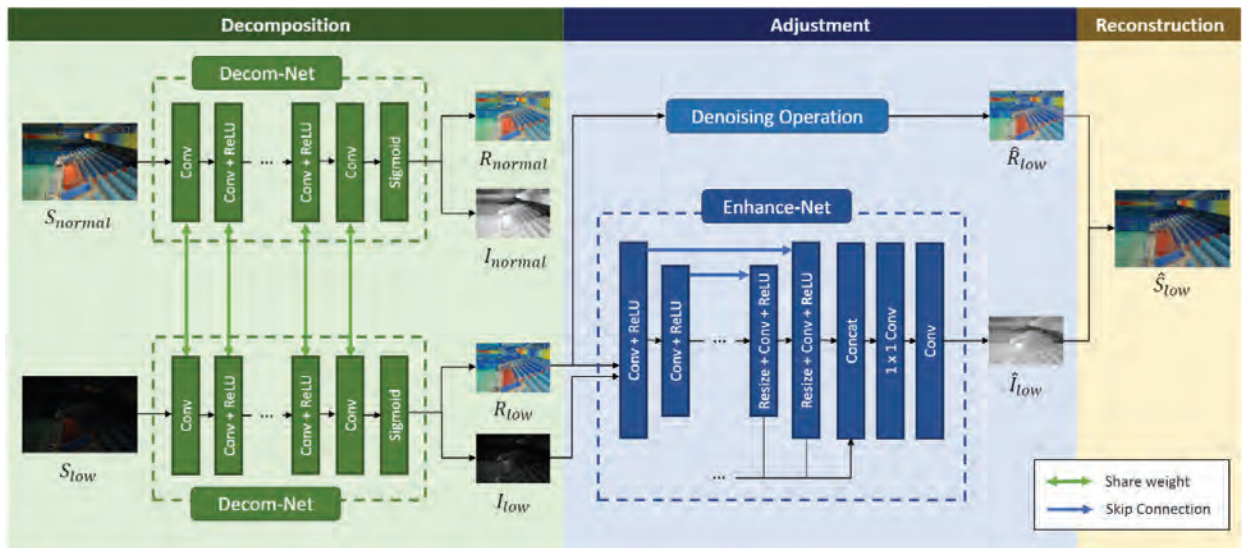
서는 입출력이 영상인 딥러닝 네트워크 기반의 저조도 영상 화질개선 알고리즘을 살펴본 후, III장에서는 저조도 영상 화질개선을 위한 변환함수 또는 변환함수의 계수를 출력하는 딥러닝 네트워크 기반 알고리즘을 살펴본다. 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 입출력이 영상인 딥러닝 네트워크 기반 저조도 영상 화질개선 기법

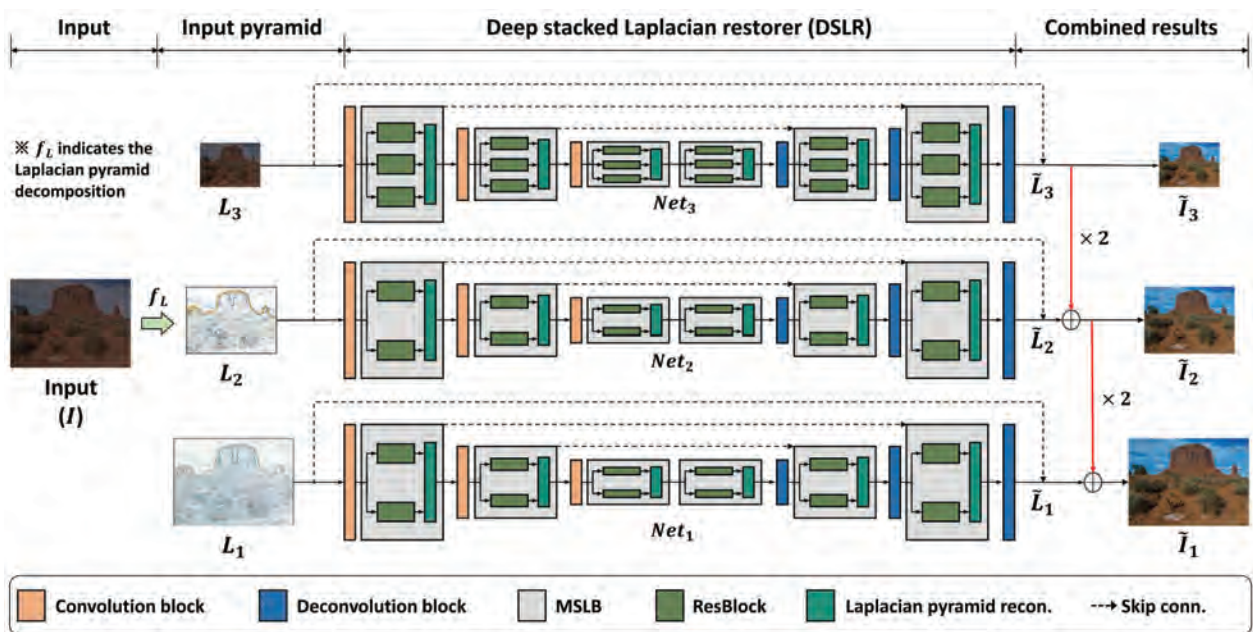
이번 장에서는 입출력이 영상인 딥러닝 네트워크를 기반으로 저조도 영상의 화질을 개선하는 기술들에 대해 자세히 살펴보고자 한다. 먼저 Low-light Net (LLNet)은 저조도 영상화질 개선 문제에 처음으로 딥러닝을 도입한 네트워크이다^[6]. 본 논문에서는 저조도 영상의 대조비와 잡음을 적응적으로 동시에 개선하기 위해 〈그림 2〉와 같은 오토엔코더(Autoencoder) 구조를 도입하였다. 즉, 영상의 화소값을 벡터 형태로 나열하여 5개의 은닉층 (Hidden layer)을 통해 영상을 개선한다. 해당 연구에서는 비교적 단순한 초기 딥러닝 네트워크 구조를 사용하면서도 기존 모델 기반의 저조도 영상 화질개선 알고리즘 대비 높은 성능을 보임을 확인하였다. 본 논문을 계기로 딥러닝 기반의 다양한 네트워크 구조 및 알고리즘이 개발되었다.



〈그림 2〉 LLNet 네트워크 구조 ^[6]



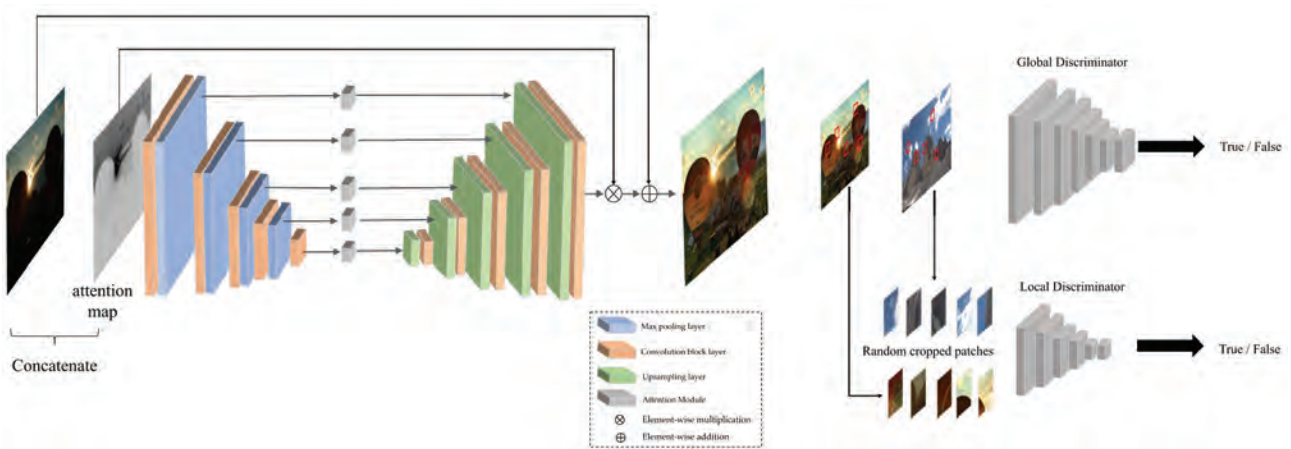
〈그림 3〉 Retinex 이론은 접목한 네트워크 구조^[8]



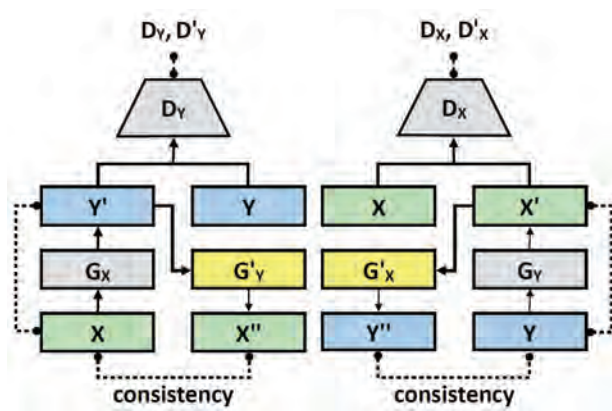
〈그림 4〉 라플라시안 피라미드를 이용한 네트워크 구조^[1]

이후 LLNet과 달리 합성곱층(Convolution layer)을 사용하여 네트워크를 구성하는 CNN(Convolutional neural network) 기반 기법이 개발되었다^[7]. 본 논문에서는 두 개의 합성곱층 브랜치로 서로 다른 특성을 가진 특징맵을 추출하고, 두 특징맵을 원소 단위로 더한다. 이후 또 다른 합성곱층을 거쳐 최종 개선 영상을 생성한다. 이처럼 입력 영상의 여러 특성을 고려하여 이전 기법

들보다 향상된 성능을 보였다. 본 논문을 계기로 CNN을 기반으로 하는 기법들이 주를 이루게 되었다. 예를 들어 Retinex 이론^[4]을 딥러닝에 접목시켜 저조도 영상의 대조비를 효과적으로 개선하는 기법이 개발되었다^[8]. 이 기법은 〈그림 3〉이 도시하는 것과 같이 세 단계로 구성된다. 먼저 입력 영상을 조도를 나타내는 조명 성분과 영상의 본질적인 색상을 나타내는 반사 성분으로 분리한다. 그런



〈그림 5〉 두 개의 판별기를 동시에 사용하는 적대적 생성 신경망 기반 네트워크 구조^[10]



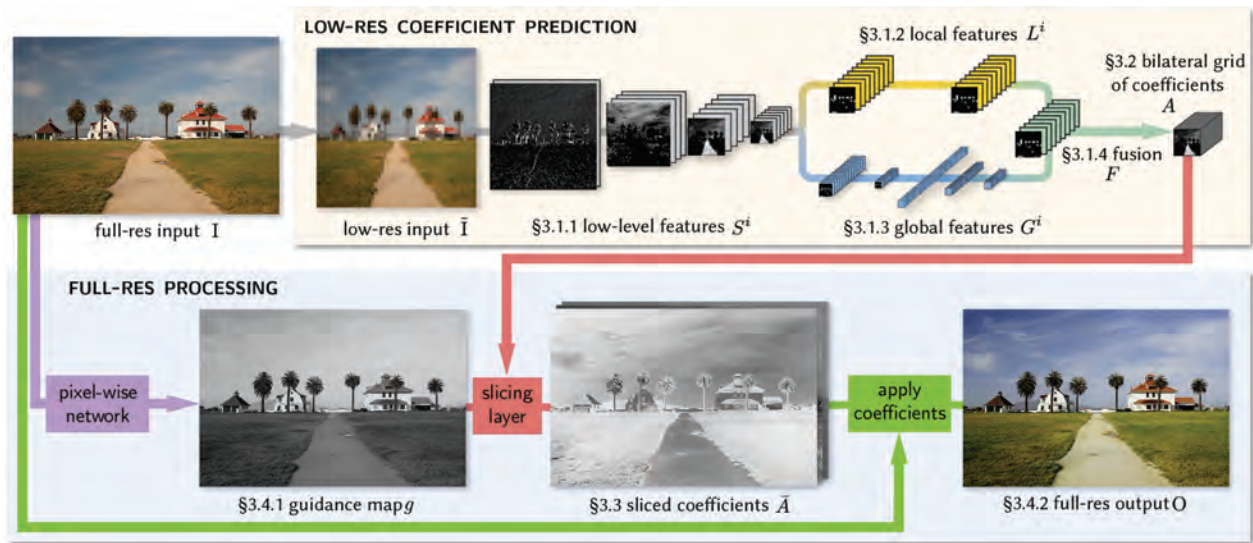
〈그림 6〉 화질 저하와 개선을 동시에 학습하는 네트워크 구조^[11]

다음 조명 성분의 대조비를 개선하고 반사 성분에 포함된 잡음을 제거한 후, 두 성분을 원소 단위로 곱하여 최종 개선 영상을 획득한다. 이 기법과 유사하게 입력 저조도 영상에 대해 채널 단위로 밝기 맵을 추정하는 기법이 개발되었다^[9]. Retinex 이론^[4]에 의해 분리된 조명 성분은 영상의 절대적인 밝기를 나타내기 때문에, 저조도 영상의 경우엔 조명 성분이 매우 작은 화소값으로 구성되고 그 값을 정확히 추정하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 영상의 최대 및 최소 화소값을 이용하여 상대적인 밝기맵을 추정한다.

최근에는 영상 피라미드를 기반으로 저조도 영상의 화질을 개선하는 네트워크가 개발되었다^[1]. 본 논문에서 개발된 네트워크는 〈그림 4〉가 도시하는 것과 같이 입력 영

상에 대해 라플라시안 피라미드를 구성하고, 각 영상 레벨에서 특징맵을 추출한다. 라플라시안 피라미드에서 가장 작은 해상도의 영상은 입력 영상의 색감과 전역적 특성을 활용하기에 용이하다. 반면, 가장 해상도가 높은 영상은 세부 정보를 가장 많이 포함하고 있으므로 영상의 디테일을 개선하기 위해 활용될 수 있다. 따라서 본 알고리즘은 각 피라미드 단계마다 서로 다른 네트워크를 사용하여 다양한 특성을 가진 특징맵을 추출하고, 그 특징맵들을 더함으로써 대조비를 개선함과 동시에 영상의 세부 정보를 보존한다.

최근에는 적대적 생성 신경망(GAN)을 활용하여 인지적으로 더욱 뛰어난 개선 영상을 얻을 수 있는 많은 연구가 진행되고 있다. 기존의 딥러닝 기술들은 개선 영상을 위한 네트워크만을 학습하는 반면, 적대적 생성 신경망은 영상을 생성하는 생성기와 생성된 영상의 화질을 판단하는 판별기 두 개의 네트워크를 학습한다. 이처럼 두 네트워크가 상호작용하여 학습이 진행되므로 더욱 향상된 화질의 영상을 생성할 수 있다. 최근 이러한 적대적 생성 신경망의 특성을 활용하여 저조도 영상의 대조비를 개선하는 기법이 개발되었다^[10]. 이 기법은 〈그림 5〉가 도시하는 것과 같이 저조도 영상의 밝기 정보를 기반으로 주의맵(Attention map)을 계산하고, 저조도 영상과 주의맵을 생성기에 함께 입력하여 대조비가 개선된 영상을 출력한다. 이후 영상의 세부 개선 성능을 향상하기 위해 개선된 영상과 실제 일반조도 영상을 판별하는 전역적 판별기와



〈그림 7〉 영상의 대조비를 개선하기 위한 계수맵을 추정하는 기법의 구조 ^[12]

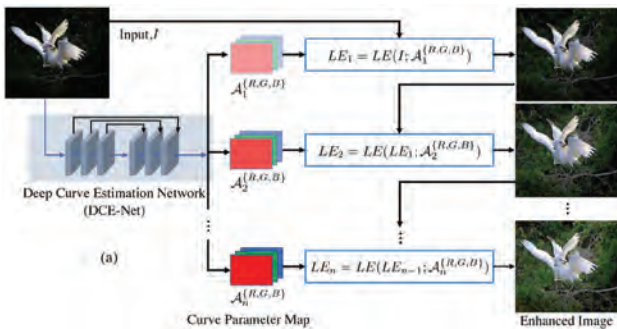
각 영상의 일부를 판별하는 지역적 판별기를 동시에 사용한다. 이와 유사하게 영상의 대조비를 개선하는 생성기와 인위적으로 대조비를 저하시키는 생성기 두 개를 이용하는 알고리즘이 개발되었다 ^[11]. 〈그림 6〉이 도시하는 것과 같이 먼저 생성기에 실제 저조도 영상 데이터를 입력하여 영상의 대조비를 개선한 후, 개선된 영상과 실세계의 일반조도 영상을 판별기에서 비교한다. 이후 또 다른 생성기로 실세계 일반조도 영상의 대조비를 저하시켜 인위적으로 저조도 영상을 생성하고, 이를 실세계의 저조도 영상과 비교한다. 인위적으로 생성된 저조도 영상은 다시 개선되어 실세계의 일반조도 영상과 비교된다. 이를 통해 생성기는 인위적으로 합성된 저조도 영상과 실세계의 저조도 영상을 동시에 학습하여 다양한 특성의 저조도 영상을 개선할 수 있다.

III. 변환함수 또는 변환함수의 계수를 출력하는 딥러닝 네트워크 기반 저조도 영상 화질개선 기법

이번 장에서는 저조도 영상 화질개선을 위한 변환함수 또는 변환함수의 계수를 출력하는 딥러닝 네트워크를 기반 기법들에 대해 살펴본다. 입출력이 영상인 네트워크의 경우, 영상의 해상도와 동일한 매개변수를 출력하기 때문

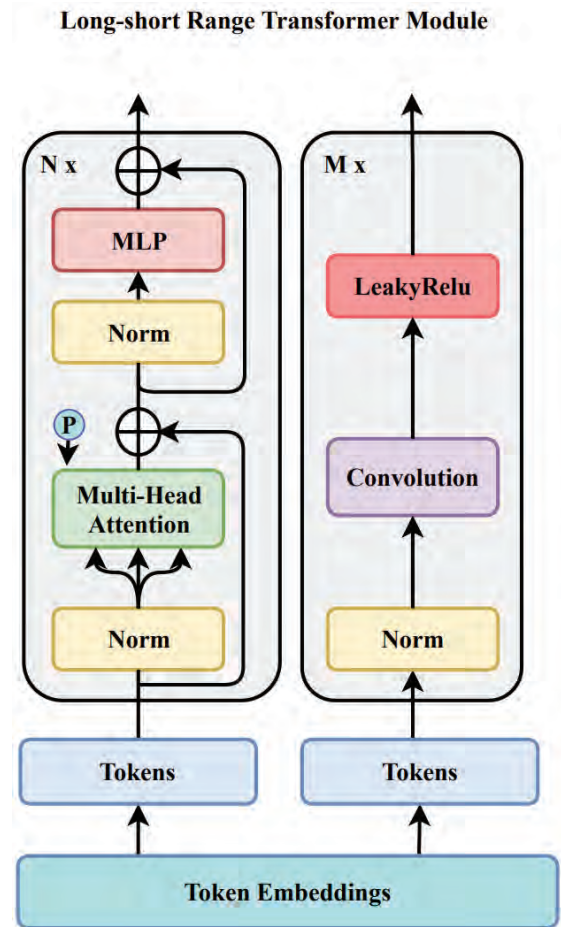
에 화소 단위로 영상을 개선할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 과학수사나 의료 진단과 같이 개선과정에서 불가피하게 발생하는 아티팩트(Artifact)나 색상 왜곡 등에 대한 원인 분석이 필수적인 분야에는 활용되기 어렵다는 단점이 있다. 또한, CNN은 입력 영상의 해상도에 따라 성능이 변화할 수 있다는 단점이 있기 때문에, 저조도 영상 화질개선을 위한 변환함수 또는 변환함수의 계수를 출력하는 기법들이 제안되었다. 먼저 HDRNet은 처음으로 변환함수의 계수맵을 추정하여 영상의 대조비를 개선한 기법이다 ^[12]. 본 논문은 〈그림 7〉에서 도시하는 것과 같이 입력 영상을 저해상도로 변환하고, 여러 개의 합성곱층을 이용하여 작은 해상도를 가진 특징맵을 추출한다. 이후 추출된 특징맵은 해상도를 유지하여 지역적 특징맵을 출력하는 지역적 네트워크와 해상도를 줄여 전역적 특성을 추출하는 전역적 네트워크를 거친다. 각 네트워크에서 출력된 특징맵은 합성되어 원본 저조도 영상의 대조비를 개선하는 계수맵으로 활용된다.

최근에는 저조도 영상 화질개선 함수를 반복적으로 적용하는 기법이 개발되었다 ^[13]. 본 논문에서는 〈그림 8〉에서 도시하는 것과 같이 6개의 합성곱층으로 구성된 비교적 단순한 네트워크를 이용하여 8개의 특징맵을 출력하고, 출력된 각 특징맵들은 영상의 대조비를 개선하기 위한 변환함수의 계수맵으로 사용된다. 첫 번째 변환함수는

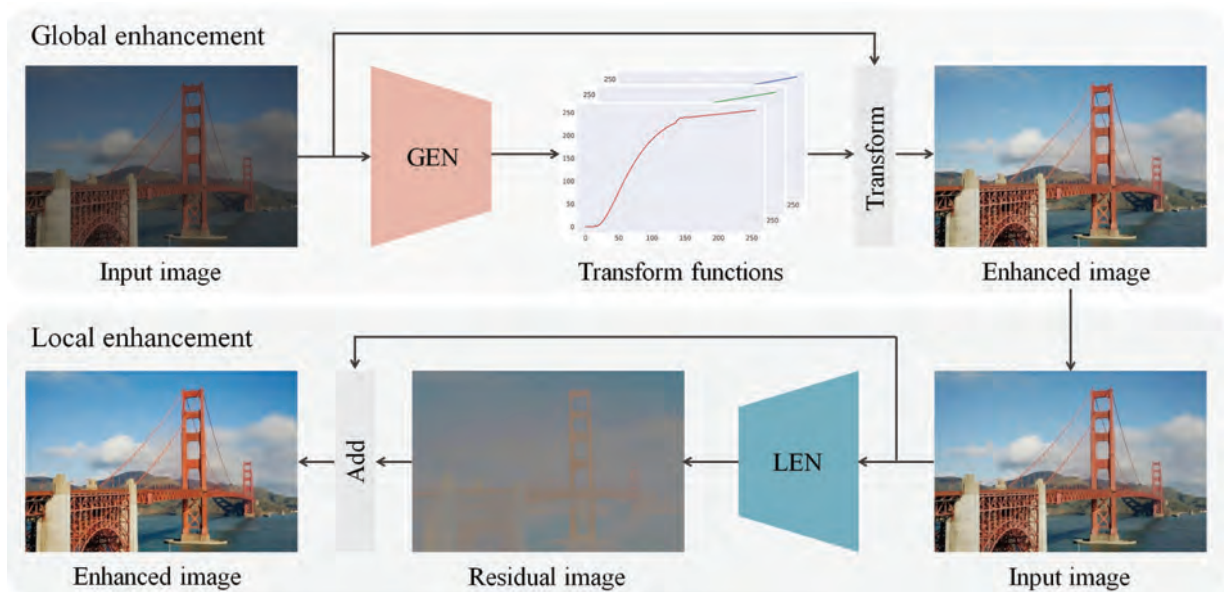


〈그림 8〉 대조비 개선 변환함수를 반복적으로 적용하는 기법의 구조 ^[13]

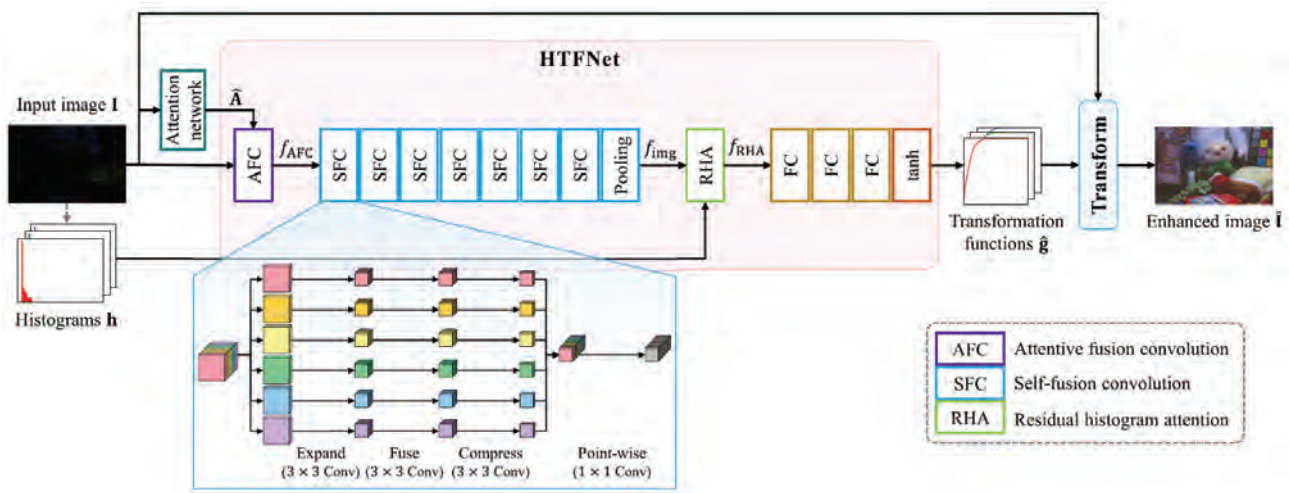
입력 영상을 개선하며, 두 번째 변환함수는 첫 번째 변환함수에 의해 개선된 영상을 다시 개선한다. 이처럼 반복적으로 영상을 개선함에 따라 비교적 간단한 네트워크로도 효과적인 성능을 보이며, 계수맵의 각 화소를 분석하여 저조도 영상의 개선과정을 해석할 수 있다. 그러나 합성곱층은 영상의 지역적 특성을 고려하는 것에는 유리하나, 전역적 특성을 고려하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 트랜스포머를 이용하여 저조도 화질개선 변환함수의 계수맵을 추정하는 기법이 개발되었다^[14]. 트랜스포머는 최근 저조도 영상 화질개선 분야뿐만 아니라 다양한 영상처리 분야에서 뛰어난 성능을 보이며 자주 활용되고 있다. 특히, 자가 주의 매커니즘(Self-attention mechanism)을 기반으로 입력 영상의



〈그림 9〉 트랜스포머와 CNN을 동시에 활용하는 네트워크의 구조 ^[14]



〈그림 10〉 저조도 영상 화질개선을 위한 전역 변환함수 및 잔차맵 추정 기법의 구조 ^[15]



〈그림 11〉 히스토그램을 기반으로 변환함수를 추정하는 기법의 구조 [16]

전역적 특징을 효과적으로 활용한다는 장점이 있어 네트워크의 성능을 향상시킨다. 본 논문에서는 〈그림 9〉에서 도시하는 것과 같이 트랜스포머와 CNN을 동시에 활용한다. 트랜스포머는 입력 영상을 일정 등분으로 나누고 화소값을 벡터로 나열하여 영상의 전역적인 특징을 학습하는 반면, CNN의 합성곱층은 정해진 크기의 커널을 사용하여 입력 영상의 지역적 특징을 추출한다. 따라서 기존 기법에 비해 영상의 전역적, 지역적 특징을 동시에 고려할 수 있어 더 효과적인 계수맵 추정이 가능하다.

저조도 영상개선을 위한 변환함수는 제한된 매개변수를 이용하여 영상의 전체 대조비를 개선하기 때문에 영상의 잡음을 제거하기 어렵고, 영상을 세부적으로 개선하는데 한계가 있다. 따라서 먼저 변환함수를 이용하여 저조도 영상을 전역적으로 개선한 다음, 개선된 영상을 화소 단위로 다시 개선하는 기법이 개발되었다^[15]. 본 논문에서는 〈그림 10〉에서 도시하는 것과 같이 저조도 영상의 화소값을 향상시키는 변환함수를 추정하고, 화소값 변환(Intensity transformation)을 통해 입력 저조도 영상의 전체적인 대조비를 개선한다. 그다음, 대조비가 개선된 영상으로부터 화소 단위의 잔차맵(Residual map)을 생성하여 화소 단위로 영상의 화질을 다시 개선한다. 이러한 과정에서 생성된 영상은 저조도 영상의 전체적인 대조비를 개선함과 동시에 잡음도 효과적으로 제거할 수 있다.

전통적인 모델 기반의 기법들이 저조도 영상의 화질개

선을 위해 통계적 특성을 중요시했던 반면, 전술한 기법들은 입력 영상의 공간적 특성만을 고려하여 변환함수 또는 변환함수의 계수를 추정하였다. 최근에는 이러한 서로 다른 특성을 결합하여 저조도 영상과 히스토그램을 동시에 활용하여 저조도 영상의 대조비를 개선하는 기법이 개발되었다^[16]. 히스토그램은 영상에 대한 화소값 분포를 나타내기 때문에 히스토그램을 이용하면 영상의 전체적인 밝기를 파악하고 각 색상 채널의 관계성을 파악하기에 용이하다. 본 논문은 〈그림 11〉에서 도시하는 것과 같이 먼저 저조도 영상의 각 화소를 얼마나 개선해야 하는지를 가늠하기 위해 채널 단위 주의맵을 추정한다. 추정된 주의맵은 입력 저조도 영상과 합성되어 영상 특징맵을 추출하기 위한 입력 특징맵으로 사용된다. 이후 추출된 영상 특징맵과 히스토그램 특징맵을 합성하여 저조도 영상의 공간적 정보와 통계적 정보를 모두 고려한 변환함수를 생성한다. 이후 화소값 변환을 통해 입력 영상의 화소값을 변환하여 대조비를 개선한다.

IV. 전망 및 결론

본 논문에서는 딥러닝을 이용한 저조도 영상 화질개선 알고리즘 기술 현황 및 동향에 대해 살펴보았다. 디지털 영상 기술의 발전으로 디지털 카메라와 스마트폰을 이용하여 다양한 환경에서 사진을 촬영할 수 있지만, 여전

히 카메라의 한계와 촬영 환경의 문제로 인해 불가피하게 저조도 영상을 획득하는 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 딥러닝 기반의 네트워크를 이용하여 저조도 영상의 대조비를 개선하는 방법에 대해 활발히 연구가 진행되고 있고, 이 기법들은 대용량 데이터 학습을 통해 효과적으로 영상의 대조비를 개선할 수 있어 기존 기법들에 비해 우수한 성능을 보인다. 그러나 저조도 영상 화질개선은 영상이 촬영된 조건과 전체적인 조도, 잡음, 색상 등 고려해야 할 요소가 매우 많다. 현재 개발된 알고리즘들은 주로 학습된 데이터들의 특성만을 기반으로 우수한 성능을 보이며, 이외에 다양한 조건과 특성을 가진 실제 저조도 영상들에게서는 비교적 성능이 떨어지는 문제가 발생한다. 또한, 고성능의 네트워크는 보통 복잡한 네트워크 구조가 요구되어 저사양의 하드웨어에서 구동하기엔 한계가 있다. 이를 효과적으로 해결한다면 다양한 분야에서 영상의 화질을 개선하여 유용하게 활용 가능할 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] S. Lim and W. Kim, "DSLR: Deep stacked Laplacian restorer for low-light image enhancement," *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 23, pp. 4272–4284, 2021.
- [2] D. Sen and S. K. Pal, "Automatic exact histogram specification for contrast enhancement and visual system based quantitative evaluation," *IEEE Trans. Image Process.*, 2011.
- [3] S.-C. Huang, F.-C. Cheng, and Y.-S. Chiu, "Efficient contrast enhancement using adaptive gamma correction with weighting distribution," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 22, no. 3, pp. 1032–1041, Mar. 2013.
- [4] E. H. Land, "The retinex theory of color vision," *Sci. Am.*, vol. 237, no. 6, pp. 108–129, Dec. 1977.
- [5] X. Guo, Y. Li, and H. Ling, "LIME: Low-light image enhancement via illumination map estimation," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 26, no. 2, pp. 982–993, Feb. 2017.
- [6] K. G. Lore, A. Akintayo, and S. Sarkar, "LLNet: A deep autoencoder approach to natural low-light image enhancement," *Pattern Recognit.*, vol. 61, pp. 650–662, Jan. 2017.
- [7] L. Tao, C. Zhu, G. Xiang, Y. Li, H. Jia, and X. Xie, "LLCNN: A convolutional neural network for low-light image enhancement," *Proc. IEEE Int. Conf. Vis. Commun. Image Process.*, pp. 1–4, Dec. 2017.
- [8] C. Wei, W. Wang, W. Yang, and J. Liu, "Deep retinex decomposition for low-light enhancement," in *Proc. British Mach. Vis. Conf.*, p. 155, Sep. 2018.
- [9] G. Fan, B. Fan, M. Gan, G. Chen, and C. L. Philip Chen, "Multiscale low-light image enhancement network with illumination constraint," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, 2022.
- [10] Y. Jiang, X. Gong, D. Liu, Y. Cheng, C. Fang, X. Shen, J. Yang, P. Zhou, and Z. Wang, "EnlightenGAN: Deep light enhancement without paired supervision," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 30, pp. 2340–2349, 2021.
- [11] Y.-S. Chen, Y.-C. Wang, M.-H. Kao, and Y.-Y. Chuang, "Deep photo enhancer: Unpaired learning for image enhancement from photographs with GANs," in *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, Jun. 2018, pp. 6306–6314.
- [12] M. Gharbi, J. Chen, J. T. Barron, S. W. Hasinoff, and F. Durand, "Deep bilateral learning for real-time image enhancement," *ACM Trans. Graph.*, vol. 36, no. 4, pp. 1–12, Jul. 2017.
- [13] C. Guo, C. Li, J. Guo, C. C. Loy, J. Hou, S. Kwong, and R. Cong, "Zero-reference deep curve estimation for low-light image enhancement," in *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, Jun. 2020, pp. 1780–1789.
- [14] Z. Zhang, Y. Jiang, J. Jiang, X. Wang, P. Luo, and J. Gu, "STAR: A structure-aware lightweight transformer for real-time image enhancement," in *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, Oct. 2021, pp. 4106–4115.
- [15] H.-U. Kim, Y. J. Koh, and C.-S. Kim, "Global and local enhancement networks for paired and unpaired image enhancement," in *Proc. European Conf. Comput. Vis.*, Nov. 2020, pp. 339–354.

- [16] J. Park, A. G. Vien, J.-H. Kim, and C. Lee, "Histogram-based transformation function estimation for low-light image enhancement," in Proc. IEEE Int. Conf. Image. Process., Oct. 2022.



박재민

- 2020년 2월 한경대학교 전기전자제어공학과 학사
- 2021년 3월 ~ 현재 동국대학교 멀티미디어공학과 석사과정
- 2020년 5월 ~ 2020년 12월 한양대학교 연구원

〈관심 분야〉
영상처리, 컴퓨터비전



이철

- 2003년 2월 고려대학교 전기전자전파공학부 학사
- 2008년 8월 고려대학교 전자전기공학과 석사
- 2013년 2월 고려대학교 전자전기공학과 박사
- 2002년 9월 ~ 2006년 6월 (주)바이오스페이스 (현 (주)인바디)
- 2013년 4월 ~ 2014년 4월 Pennsylvania State University, Postdoctoral Scholar
- 2014년 5월 ~ 2015년 9월 The University of Hong Kong, Research Scientist
- 2015년 10월 ~ 2019년 2월 부경대학교 컴퓨터공학과 조교수
- 2019년 3월 ~ 현재 동국대학교 멀티미디어공학과 부교수

〈관심 분야〉
영상처리, 계산사진학

적외선 및 가시광선 영상 합성 기술의 최신 연구 동향

1. 서론

최근 카메라 기술의 발전으로 다양한 장치를 통해 언제 어디서나 디지털 영상을 취득할 수 있게 되었다. 하지만 하드웨어 장치의 한계로 인해 단일 센서나 단일 촬영으로 포착한 영상은 장면의 일부 정보만 얻을 수 있다. 따라서 서로 다른 측면에서 장면에 대한 고유 정보를 포함하고 있는 각각의 영상을 합성하여 의미 있고 후속 처리를 쉽게 하기 위한 다양한 영상 합성 기법들이 개발되었다. <그림 1>은 이러한 다양한 영상 합성 기법을 예시한다. 그중에서 적외선 및 가시광선 영상 합성은 서로 다른 두 파장에서 포착한 영상에 보완적인 정보가 포함되어 있어 가장 일반적으로 사용되는 조합이다^[2]. 특히, 가시광선 영상은 장면의 풍부한 세부 정보를 포함하고 있지만, 영상 품질이 조도나 날씨 같은 환경조건에 쉽게 영향을 받는다. 반면, 적외선 영상은 열복사 에너지를 이용하기 때문에 환경변화에 강인하지만 잡음 성분에 의해 장면의 세부 정보는 잘 표현하지 못하는 단점이 있다. 적외선 및 가시광선 영상 합성은 실용적이고 중요하여 실제로 객체 추적, 객체 검출, 보안 감시 등 많은 응용 분야에서 사용되고 있다. <그림 2>는 적외선 및 가시광선 영상을 이용한 객체 검출 성능을 예시한다.

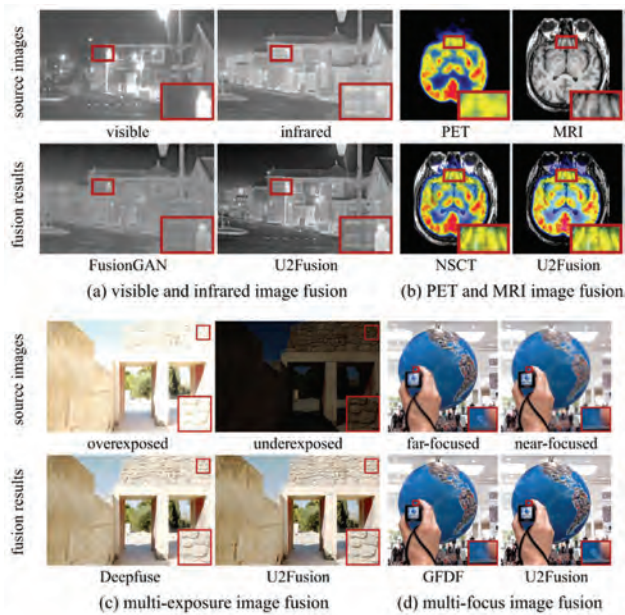
영상 합성 기법의 핵심은 각 영상에서 고유의 특징을 보존하며 추출하는 것과 영상을 합성하기 위한 적절한 합성 규칙이다. 이러한 합성 기법은 모델 기반과 딥러닝 기반으로 분류할 수 있다^[4]. 모델 기반 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 다양한 수학적 이론을 바탕으로 영상의 특징을 추출한 후, 추출된 특징을 기반으로 적절하게 합성 규칙을 결정하도록 설계하였다. 하지만 이러한 기법은 계산 복잡도가 높으며, 수동으로 적용한 모델에 과도하게 의존하기 때문에 실제 애플리케이션에 적용할 때 합성 규칙의 설계가 복잡해지는 단점이 존재한다.



박 성 현
동국대학교



이 철
동국대학교



〈그림 1〉 다양한 영상 합성 기법 예시 ^[1]



〈그림 2〉 적외선 및 가시광선 영상 합성을 이용한 객체 검출 성능 예시 ^[3]

최근에는 딥러닝 기반 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법이 전통적인 모델 기반 기법들에 비해 높은 성능을 보이며, 다양한 네트워크가 제안되며 활발히 연구가 진행되고 있다. 특히, 적외선 및 가시광선 합성에 처음으로 딥러닝을 도입한 알고리즘이 비교적 단순한 구조의 네트워크를 이용하면서도 기존 기법 대비 높은 성능을 보여, 영상 합성에도 딥러닝 기반 네트워크가 도움이 된다는 사실을 입증하였다 ^[5]. 이에 따라 적외선 및 가시광선 영상을 합성하기 위해 다양한 수학적 이론을 바탕으로 추출된 특징을 적절하게 합성 규칙을 적용하는 방식에서 벗어나 딥러닝을 이용하는 새로운 연구 방향이 제시되며 딥러닝 기

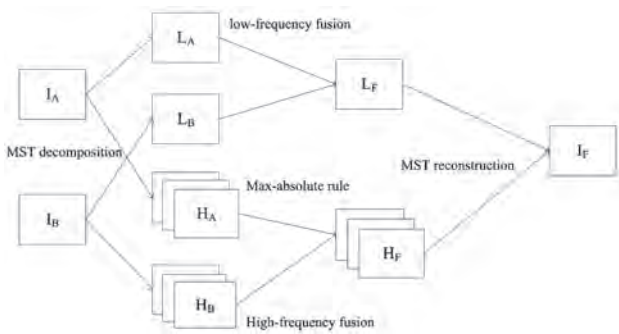
반의 적외선 및 가시광선 연구가 촉진되었다. 이러한 실질적인 중요성과 활발한 연구결과에 따라 서로 다른 두 측면에서 포착한 영상에 보완적인 정보를 포함하기 위한 다양한 영상 합성 기법이 발표되었다.

본 논문에서는 적외선 및 가시광선 영상 합성을 위한 최신 기술 및 연구 동향을 살펴보고자 한다. II 장에서는 모델 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법을 살펴본 후, III 장에서는 딥러닝 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법을 살펴본다. 마지막으로 IV 장에서 결론을 맺는다.

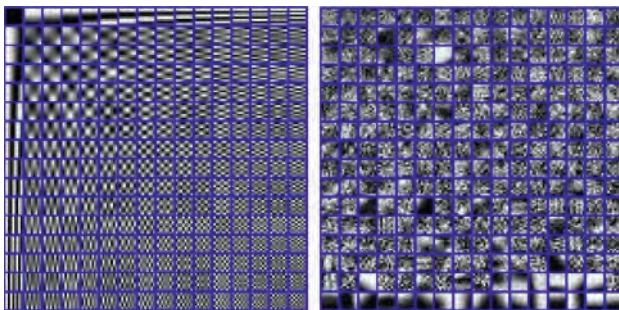
II. 모델 기반 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법

이번 장에서는 모델 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법들에 대해 자세히 살펴보고자 한다. 모델 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 특징맵 추출과 합성 규칙이 수학적인 모델링에 기반한다. 먼저 다중 스케일 변환(multiscale transform) 기법을 이용하여 영상을 여러 계층으로 분해하고 변환 영역에서 합성한 다음, 역 다중 스케일 변환을 사용하여 합성하는 기법이 제안되었다 ^[6]. 본 논문에서는 〈그림 3〉이 도시하는 것과 같이 라플라시안 피라미드를 사용하여 적외선 및 가시광선 영상을 저주파 대역과 고주파 대역으로 각각 분해한다. 고주파 대역에서는 각 픽셀에 대한 절댓값을 선택하는 일반적인 합성 규칙을 사용하여 에지 정보를 포함하는 합성 영상을 생성한다. 저주파 대역에서는 적외선 영상의 저주파 분포로 합성 가중치를 결정하는 방식으로 합성을 수행한다. 마지막으로 라플라시안 피라미드와 함께 역 변환하여 명확하고 깨끗한 합성 영상으로 재구성한다.

다른 기법은 희소 표현(sparse representation)에 기반을 둔 적외선 및 가시광선 합성 기법을 제안했다 ^[7]. 본 논문에서는 기존 희소 표현 기반 기법은 합성 영상은 상호보완적인 이점을 활용하지만, 불필요한 사전(redundant dictionary)에 의한 희소 표현 기법은 여전히 정확한 열복사 정보를 찾는 능력이 부족하고 원치 않는 아티팩트가 존재한다는 가정에 기반을 둔다. 따라서,



〈그림 3〉 다중 스케일 변환 합성 모델^[6]



(a) Gabor dictionary (b) KSVD dictionary

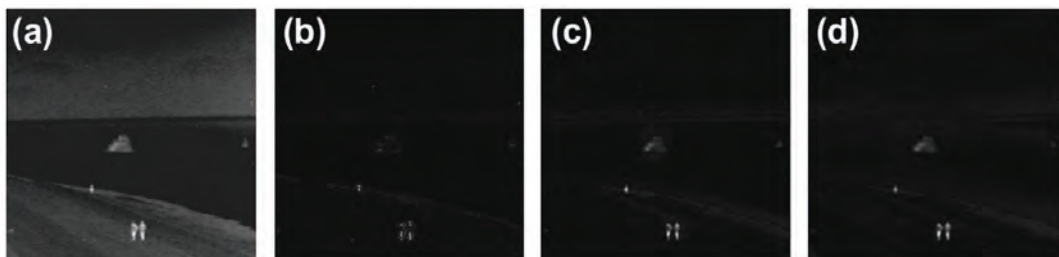
〈그림 4〉 희소 사전(sparse dictionary) 비교^[7]

본 논문에서는 적외선 영상의 열복사 정보를 찾고 아티팩트 생성을 억제하기 위해 희소 표현과 커널 밀도 추정 클러스터링을 기반으로 새로운 기법을 제안한다. 커널 밀도 추정 클러스터링을 사용하여 클러스터링 중심을 찾아 적외선 영상의 열복사 정보의 영역을 정확하게 감지하고 대상 영역과 배경 영역으로 분류한다. 〈그림 4〉가 도시하는 것과 같이 배경 영역은 KSVD(kernel singular value decomposition)를 이용한 사전에 의해 희소 표현을 얻을 수 있으므로, 세부정보가 유지되고 아티팩트 생성을 억제한다. 마지막으로 두 영역의 계수에 따라 서로 다른 합성

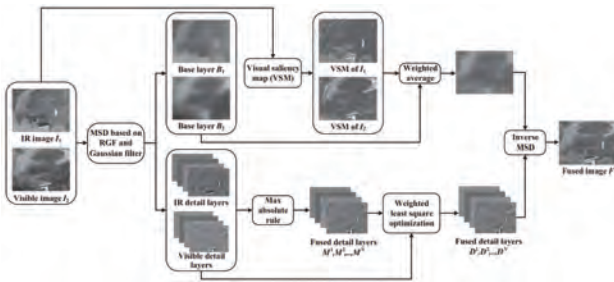
규칙을 적용하여 고품질의 합성 영상을 얻는다.

또 다른 기법은 합성 영상에서 희미한 대상과 배경 사이의 대비를 개선하기 위해 관심 영역(saliency) 특징을 사용하여 합성된 영상의 품질을 향상시키기 위해 제안되었다^[8]. 이 기법은 〈그림 5〉가 도시하는 것과 같이 지역 윈도우 내에서 관심 영역 특징 검출을 통해서 서브 영상의 관심 대상 영역(salient areas)을 추출한다. 특히 이 기법은 전역적으로 동작하는 것보다 영상의 통계적 특징을 잘 포착할 수 있고, 적응적으로 공간에서 변화하는 관심 영역 맵에 더 많은 정보를 제공할 수 있으므로 두드러진 개체의 경계를 포함하여 전체 관심 영역 맵을 생성할 수 있다. 즉, 관심 대상 영역을 분석하기 때문에 적외선 영상의 대비를 향상시켜 합성 결과 품질을 향상할 수 있다.

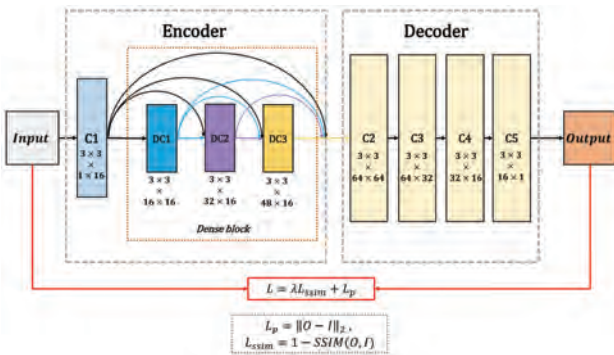
최근에는 기존의 기법들보다 더 높은 융합 성능을 달성하기 위해 하나의 기법이 아닌 서로 다른 기법을 조합하는 복합(hybrid) 기법이 개발되었다^[9]. 〈그림 6〉이 도시하는 것과 같이 기존 기법의 결함을 극복하기 위해 시각적 돌출 맵(visual saliency map)과 가중 최소 제곱(weighted least square) 최적화를 기반으로 새로운 다중 스케일 분해 기법을 소개하였다. 먼저 다중 스케일 분해 기법은 기존 기법들과 다르게 Rolling guidance filter와 Gaussian filter를 사용하여 특정 스케일의 정보를 보존하고 에지 정보 근처의 아티팩트를 줄이며 고유한 특성을 얻을 수 있다. 그다음, 기존의 평균화 융합 규칙과는 다르게 시각적 돌출 맵을 기반으로 얻은 기본 계층에 중요한 저주파 정보가 포함되어 시각적 모양을 제어할 수 있다. 또한, 가중 최소 제곱을 기반으로 세부 계층을 개선하여 합성하는 기법은 자연스러우며, 인간의 시각 인지에



〈그림 5〉 지역 윈도우(local window)에 따른 관심 대상 영역(saliency map) 차이 예시^[8],
(a) 원본 영상, (b)–(d) 5, 40, 100 크기의 지역 윈도우



〈그림 6〉 복합(hybrid) 합성 모델 구조 [9]



〈그림 7〉 Dense block 기반의 DenseFuse 합성 네트워크 구조 [10]

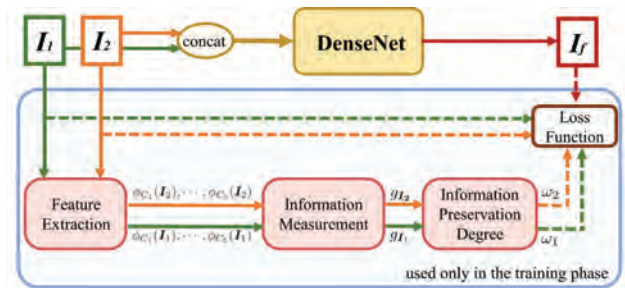
적합하다. 이를 통해 합성 영상은 적외선 영상으로부터 아티팩트를 억제하면서 유용한 세부 정보를 잘 보존할 수 있다.

III. 딥러닝 기반 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법

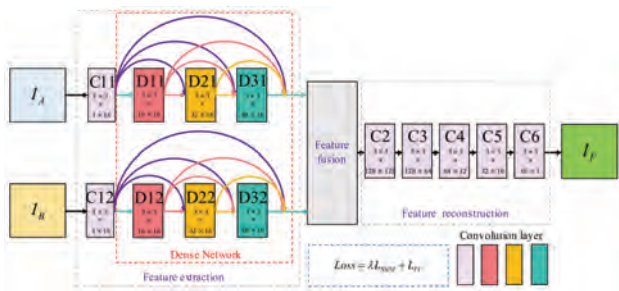
이번 장에서는 딥러닝 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법들에 대해 살펴본다. 기존 모델 기반의 적외선 및 가시광선 합성 기법은 계산 복잡도가 높고 특징맵을 수동으로 설계하기 때문에 영상 합성을 복잡하게 만든다는 단점이 있다. 최근 딥러닝 기반의 적외선 및 가시광선 합성 기법은 영상 내 의미적(semantic) 특징을 추출하는 딥러닝 기반 접근법의 성공에서 영감을 받아, 합성 영상을 생성하는데 필수적인 보다 높은 수준의 특징을 효과적으로 추출한다. 따라서 원본 영상과 합성 영상 간의 복잡한 관계를 특성화하여 유의미한 특징을 추출하고 합성하는 방법을 학습하도록 설계되었다.

먼저 DenseFuse [10]는 Dense block을 다수 쌓는 구조로 구성하여 더 깊은 특징을 추출하는 적외선 및 가시광선 영상 합성 네트워크이다. 따라서 각 계층의 출력이 다음 계층의 입력으로 사용되며 깊은 특징을 보존하면서 추출한다는 결과를 바탕으로 그림〈7〉과 같은 네트워크를 구성하였다. 즉, 입력된 적외선 및 가시광선 영상 특징맵을 총 3개로 구성된 밀집 합성곱층(Dense Convolution layer) 네트워크를 통해 추출하고, 마지막에 디코더를 통해 결과 영상을 생성하며 최종 결과 영상을 생성한다. 이와 유사하게 Dense block 구조를 사용하여 적외선 및 가시광선 영상의 특징맵을 추출하고 정보를 측정하여 중요도에 맞게 영상을 적응적으로 합성하는 기법이 개발되었다 [1]. 이 기법은 〈그림 8〉이 도시하는 것과 같이 적응 정도를 기반으로 네트워크의 합성 결과와 적외선 및 가시광선 영상 간의 적응 유사성(adaptive information preservation degree)을 유지하도록 학습이 진행된다. 기존 딥러닝 기반 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 ground-truth가 없어 합성 문제를 최적화하기가 쉽지 않다. 이를 해결하기 위해 제안된 논문에서는 특징 추출기를 채택하여 적외선 및 가시광선 영상 영상에서 풍부하고 포괄적인 특징을 추출하고, 특징의 상대적 중요도를 정의한다. 중요도가 높을수록 소스 영상의 더 많은 정보가 정보 보존 정도가 높아져 더 많은 정보가 결과에 보존된다.

또 다른 기법은 적외선 및 가시광선 영상 고유의 특성을 모두 보존하기 위해 특징맵을 개별적으로 추출하고 합성하는 기법이다 [11]. 이 기법은 〈그림 9〉가 도시하는 것과 같이 적외선 및 가시광선 영상 특성을 각각 보존하기



〈그림 8〉 적응 유사성(adaptive information preservation degree) 유지가 가능한 합성 네트워크 구조 [1]



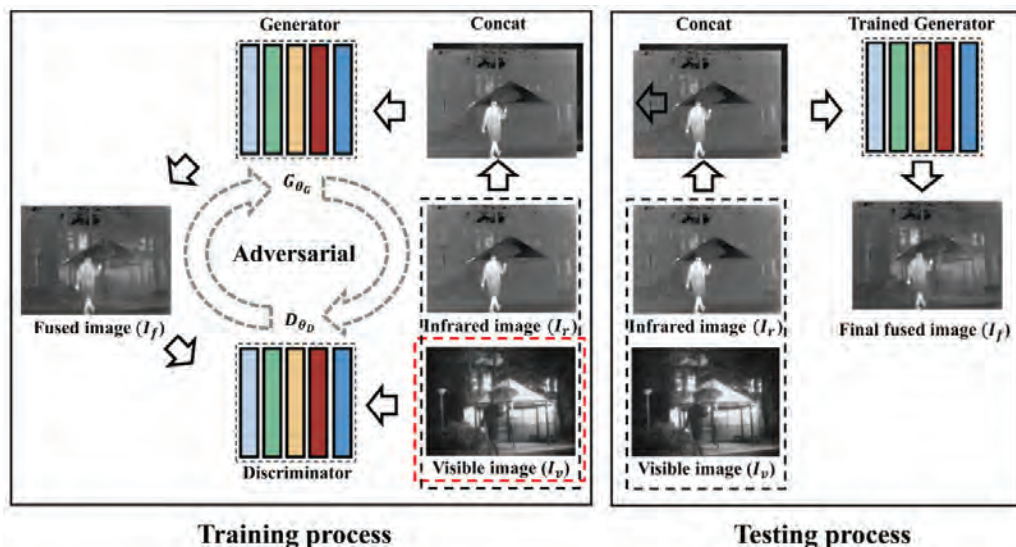
〈그림 9〉 각각 영상의 고유한 정보 특성을 보존하는 합성 네트워크 구조 ^[11]

위한 두 개의 독립적인 특징 추출 네트워크를 학습한다. 기존의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 특징 추출과 합성을 동시에 수행하기 때문에 영상의 고유한 특성과 상호보완적인 정보가 충분히 활용되지 못하는 한계가 있다. 반면 이 기법은 독립적으로 훈련된 네트워크를 사용하여 고유의 특징맵을 추출하고 합성하기 때문에 영상의 고유한 특성을 이용할 수 있다. 즉, 적외선 및 가시광선 영상의 특징맵을 각각 독립적으로 추출한 후 합성하여 적외선 영상의 열복사 정보와 가시광선 영상의 세부 정보를 효과적으로 보존할 수 있어 합성 결과 품질을 향상할 수 있다.

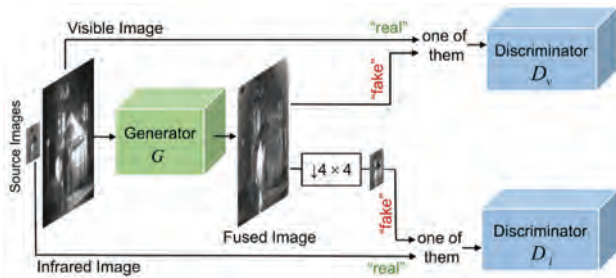
또한, 적대적 생성 신경망(GAN)을 통해 인지적으로 더 뛰어난 영상을 얻을 수 영상 합성 연구가 진행되고 있다. 기존 딥러닝 기반의 합성 기술들은 하나의 네트워크를 학

습하는 반면 적대적 생성 신경망은 생성자와 판별자 두 개의 네트워크를 학습한다. 생성자에서 생성된 영상을 판별자에서는 진짜인지 가짜인지 판별한다. 이를 통해 두 개의 네트워크는 상호 작용하며 학습이 진행되기 때문에, 더욱 향상된 품질의 합성 영상을 생성할 수 있다. 이러한 적대적 생성 신경망의 특성을 활용하여 적외선 및 가시광선 영상을 합성하는 네트워크가 제안되었다 ^[12]. 이 기법은 〈그림 10〉이 도시하는 것과 같이 먼저 생성자에 적외선 영상과 가시광선 영상을 입력 데이터로 사용하며, 생성자가 합성 영상을 생성하는 능력을 학습시킨다. 출력된 합성 영상을 판별자를 통해 가시광선 영상과 비교하며 생성자에 가시광선 영상의 세부 정보를 보존하도록 학습한다. 특히 기존의 네트워크들은 각각의 화소별 비교를 통해 영상을 합성하는 반면 본 논문에서는 합성 영상과 적외선 및 가시광선 영상 간의 차이에 페널티를 주는 Adversarial 및 Content loss를 통해 가시광선 영상의 세부 정보를 효과적으로 보존하며 합성 영상을 얻는다.

또 다른 연구에서는 위의 기법보다 발전된 방식으로 특정 조건을 나타내는 변수를 추가하여 분포(distribution)를 통제하는 CGAN(Conditional GAN) ^[13]을 기반으로 〈그림 11〉과 같이 두 개의 판별자를 사용하는 네트워크가 개발되었다 ^[14]. 본 논문에서는 지정된 조건에 따라 생성자로부터 생성된 합성 영상이 판별자를 속일 정도로 학



〈그림 10〉 적대적 생성 신경망을 활용한 합성 네트워크 구조 ^[12]

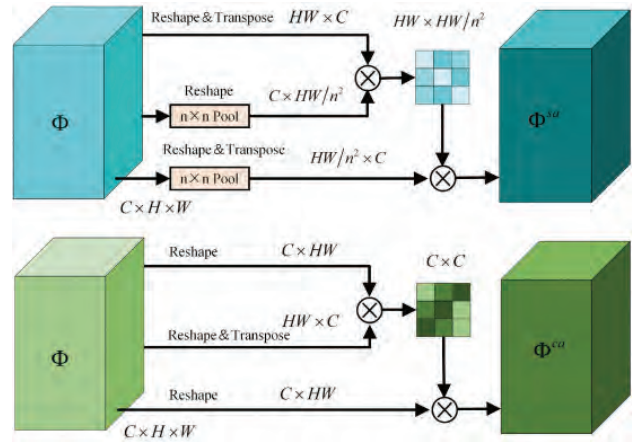


〈그림 11〉 두 개의 판별자를 활용한 합성 네트워크 구조 ^[14]

습하고, 두 개의 판별자를 이용하여 실제 데이터에서 입력될 확률을 추정한다. 하나의 판별자는 생성된 합성 영상을 가시광선 영상과 구분하는 것을 목표로 하며, 나머지 하나는 저해상도 적외선 영상이 다운 샘플링된 합성 영상을 구별하도록 하여 유사한 특성을 갖도록 제한한다. 특히, 다운 샘플링된 합성 영상은 일반화를 위한 서로 다른 해상도 간의 매핑도 학습한다. 이를 통해 생성자는 합성된 영상에 가시광선 영상의 세부 정보뿐만 아니라 적외선 영상의 열 복사 에너지까지 모두 보존할 수 있게 된다.

최근에는 어텐션 메커니즘 ^[17]에 기반을 둔 트랜스포머 기법이 자연어 처리와 컴퓨터 비전 분야에 적용되면서 월등한 성능을 보이면서 발전하고 있다. 트랜스포머는 기존 CNN의 장거리 종속성(long-term dependency) 문제를 해결하기 위해 제안되었다. 따라서 네트워크로부터 얻은 특징맵을 개선하여 적외선 영상의 열복사 정보와 가시광선 영상의 세부 정보를 강화할 수 있는 네트워크가 개발되었다 ^[16]. 본 논문은 밀집 연결(Dense connection)을 사용하여 효율적으로 특징맵을 추출한다. 그런 다음, 〈그림 12〉가 도시하는 것과 같이 두 개의 non-local attention을 적용하여 지역적 특성 맵에 대한 장거리 종속성을 모델링하고 해당 spatial과 channel attention map을 생성한다. 마지막으로 attention map은 네트워크에 의해 합성되어 최종 합성 결과를 생성한다.

또 다른 연구에서는 어텐션 메커니즘을 기반으로 적외선 및 가시광선 영상 사이의 관련성을 추정하는 네트워크가 개발되었다 ^[17]. 이 기법은 〈그림 13〉이 도시하는 것과 같이 가시광선 및 적외선 영상의 전역 및 지역적 고유 특성을 고려할 수 있도록 다양한 스케일에서 특징맵을 추출하고, 어텐션 메커니즘을 기반으로 특징맵의 상호보

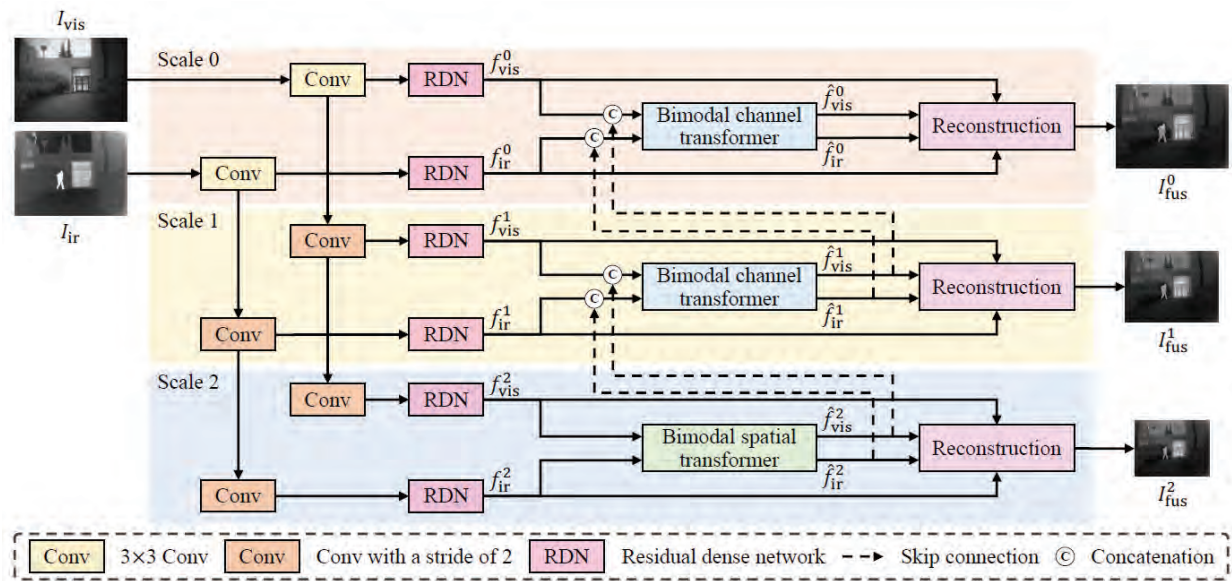


〈그림 12〉 Non-local attention을 활용한 합성 모델 세부사항 ^[16]

완 정보를 더욱 활용하여 강조한다. 구체적으로 bimodal transformer는 상호보완 정보를 활용하기 위해 각 픽셀에서 전역적 및 지역적으로 적외선 영상과 가시광선 영상이 얼마나 다른지를 나타내는 관련성을 추정한다. 이를 통해 적외선 및 가시광선 영상 고유의 특징을 효과적으로 강화하여 최종합성 영상을 생성할 수 있다.

IV. 전망 및 결론

본 논문에서는 적외선 및 가시광선 영상 합성을 위한 최신 기술 및 연구 동향에 대해 살펴보았다. 디지털 영상 기술의 발전으로 다양한 환경에서 사진을 촬영할 수 있지만, 여전히 하드웨어 장치의 한계로 인해 한 가지 센서나 단일 촬영으로 포착한 영상은 일부의 정보만 얻는다. 따라서 서로 다른 측면에서 장면에 대한 고유 정보를 포함하고 있는 각각의 영상을 합성하는 방법에 대해 활발히 연구가 진행되고 있다. 모델 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 계산 복잡도가 높고 특징맵을 수동으로 설계하기 때문에 영상 합성을 더욱 복잡하게 만든다는 단점이 있다. 딥러닝 기반의 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 정보를 제공하는 합성 영상을 생성하는데 필수적인 기존 특징보다 높은 수준의 특징을 효과적으로 추출하기 때문에 최근 기존의 기법들보다 우수한 성능을 보여주고 있다. 그러나 적외선 및 가시광선 영상 합성 기법은 ground-truth가 없어 합성 문제를 최적화하기가 어려우


 <그림 13> 어텐션 메커니즘을 활용한 합성 네트워크 구조 ^[17]

므로 이를 위한 추가적인 연구가 요구된다. 이를 효과적으로 해결한다면 높은 합성 영상의 품질을 보여 줄 것이라고 기대된다.

참고 문헌

- [1] H. Xu, J. Ma, J. Jiang, X. Guo, and H. Ling, "U2Fusion: A unified unsupervised image fusion network," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 44, no. 1, pp. 502–518, Jan. 2022.
- [2] J. Ma, Y. Ma, and C. Li, "Infrared and visible image fusion methods and applications: A survey," *Information Fusion*, vol. 45, pp. 153–178, Jan. 2019.
- [3] S. Park and C. Lee, "Multiscale progressive fusion of infrared and visible images," submitted to *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Aug., 2022.
- [4] H. Zhang, H. Xu, X. Tian, J. Jiang, and J. Ma, "Image fusion meets deep learning: A survey and perspective," *Information Fusion*, vol. 76, pp. 323–336, Dec. 2021.
- [5] Y. Liu, X. Chen, J. Cheng, H. Peng, and Z. Wang, "Infrared and visible image fusion with convolutional neural networks," *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*, vol. 16, no. 3, May 2018.
- [6] J. Chen, X. Li, L. Luo, X. Mei, and J. Ma, "Infrared and visible image fusion based on target-enhanced multiscale transform decomposition," *Information Sciences*, vol. 508, pp. 64–78, Jan. 2020.
- [7] X. Lu, B. Zhang, Y. Zhao, H. Liu, and H. Pei, "The infrared and visible image fusion algorithm based on target separation and sparse representation," *Infrared Physics & Technology*, vol. 67, pp. 397–407, Nov. 2014.
- [8] J. Zhao, Y. Chen, H. Feng, Z. Xu, and Q. Li, "Infrared image enhancement through saliency feature analysis based on multi-scale decomposition," *Infrared Physics & Technology*, vol. 62, pp. 86–93, Jan. 2014.
- [9] J. Ma, Z. Zhou, B. Wang, and H. Zong, "Infrared and visible image fusion based on visual saliency map and weighted least square optimization," *Infrared Physics & Technology*, vol. 82, pp. 8–17, May 2017.
- [10] H. Li and X.-J. Wu, "DenseFuse: A fusion approach to infrared and visible images," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 28, no. 5, pp. 2614–2623, May 2019.
- [11] R. Hou, D. Zhou, R. Nie, D. Liu, L. Xiong, Y. Guo, and C. Yu, "VIF-Net: An unsupervised framework for infrared and visible image fusion," *IEEE Transactions on Computational*

Imaging, vol. 6, pp. 640–651, 2020.

- [12] J. Ma, W. Yu, P. Liang, C. Li, and J. Jiang, "FusionGAN: A generative adversarial network for infrared and visible image fusion," *Information Fusion*, vol. 48, pp. 11–26, Aug. 2019.
- [13] M. Mirza and S. Osindero, "Conditional generative adversarial nets," *arXiv:1411.1784*, 2014, [online] Available: <http://arxiv.org/abs/1411.1784>.
- [14] J. Ma, H. Xu, J. Jiang, X. Mei, and X.-P. Zhang, "DDcGAN: A dual-discriminator conditional generative adversarial network for multiresolution image fusion," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 29, pp. 4980–4995, 2020.
- [15] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, Ł. Kaiser, and I. Polosukhin, "Attention is all you need," in *Proceedings of Neural Information Processing Systems*, vol. 30, pp. 5998–6008, 2017.
- [16] Z. Wang, Y. Wu, J. Wang, J. Xu, and W. Shao, "Res2Fusion: Infrared and visible image fusion based on dense Res2net and double nonlocal attention models," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 71, 2022.
- [17] S. Park, A. G. Vien, and C. Lee, "Infrared and visible image fusion using bimodal transformers," in *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing*, Sep. 2022.



박성현

- 2020년 2월 한경대학교 전기전자제어공학부 학사
- 2022년 8월 ~ 현재 동국대학교 멀티미디어공학과 석사과정

〈관심 분야〉
영상처리, 컴퓨터비전



이철

- 2003년 2월 고려대학교 전기전자전파공학부 학사
- 2008년 8월 고려대학교 전자전기공학과 석사
- 2013년 2월 고려대학교 전자전기공학과 박사
- 2002년 9월 ~ 2006년 6월 (주)바이오스페이스 (현 (주)인바디)
- 2013년 4월 ~ 2014년 4월 Pennsylvania State University, Postdoctoral Scholar
- 2014년 5월 ~ 2015년 9월 The University of Hong Kong, Research Scientist
- 2015년 10월 ~ 2019년 2월 부경대학교 컴퓨터공학과 조교수
- 2019년 3월 ~ 현재 동국대학교 멀티미디어공학과 부교수

〈관심 분야〉
영상처리, 계산사진학

블라인드 영상 화질 평가 기술의 최신 연구 동향

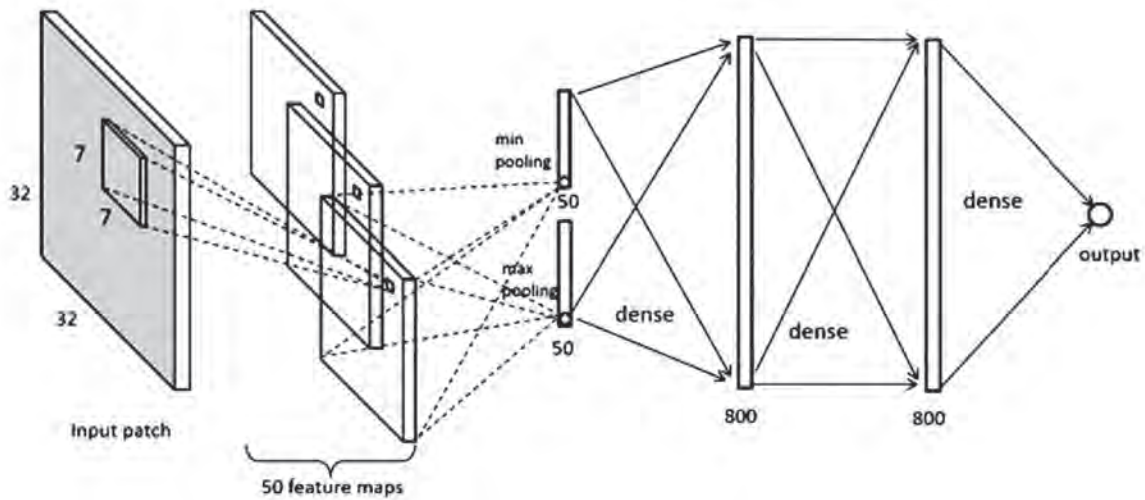
I. 서론

영상 화질 평가 (Image Quality Assessment)는 입력 영상의 정성적 화질을 자동적으로 측정하는 기술이다. 영상 화질 평가는 최근 많은 관심을 받고 있으며, 영상 인식^[1], 잡음 제거^[2], 화질 개선^[3] 등 다양한 응용 분야에 적용 가능하다. 따라서, 최근에 다양한 영상 화질 평가 기술이 제안되었다. 영상 화질 평가는 크게 세 가지로 분류될 수 있다. 영상 화질 평가는 참고 영상의 존재 유무를 기반으로 전체 참조 영상 화질 평가 (Full-Reference IQA; FR-IQA), 감소 참조 영상 화질 평가 (Reduced-Reference IQA; RR-IQA), 그리고 블라인드 영상 화질 평가 (Blind IQA)로 분류된다. 전체 참조 영상 화질 평가는 전체 참조 영상 정보가 주어진 상황에서 적용하는 영상 화질 평가이고, 감소 참조 영상 화질 평가는 참조 영상의 일부 정보만 제공된 상황에서 적용하는 영상 화질 평가이다. 그리고 블라인드 영상 화질 평가는 참조 영상이 주어지지 않은 상황에서 적용하는 영상 화질 평가이다. 전체 참조 영상 화질 평가와 감소 참조 화질 평가 방법은 참조 영상의 존재로 인해 뛰어난 성능을 보이나, 실생활에서는 대부분의 경우 참조 영상이 존재하지 않으므로 적용이 어렵다. 대조적으로 블라인드 영상 화질 평가는 참조 영상을 필요로 하지 않아 실생활에 적용이 쉽다. 그러나 블라인드 영상 화질 평가는 참조 영상이 존재하지 않으므로 화질 예측이 어려워 세 가지 영상 화질 평가 분류 중 가장 어려운 문제로 볼 수 있다.

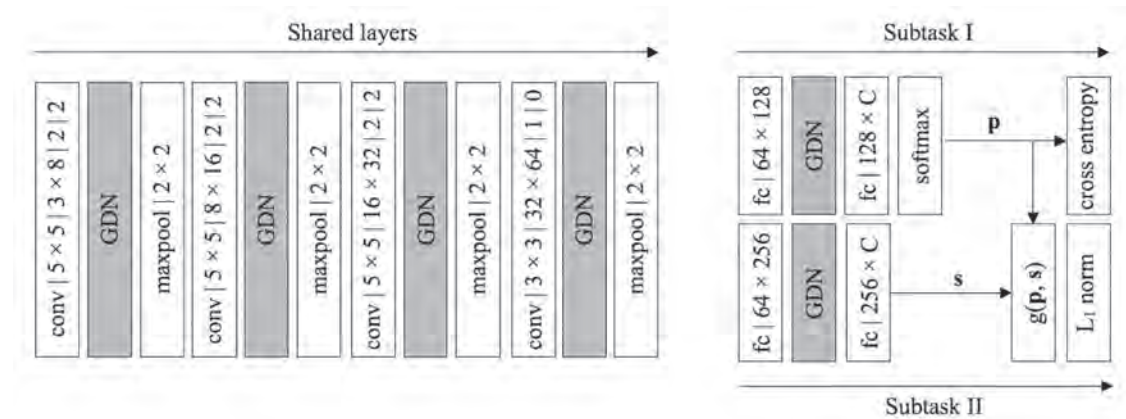
블라인드 영상 화질 평가 방법은 전통적인 방법과 딥 러닝 기반의 방법으로 분류할 수 있다. 전통적인 방법은 handcrafted 특징 정보나 학습된 특징 정보를 활용하여 영상의 정성적 화질을 예측한다. 전통적인 영상 화질 평가 방법은 딥 러닝이 영상 화질 평가에 적용되기 전에 주로 연구되었으며, 딥 러닝 기반의 영상 화질 평가 대비 낮은 예측 성



이 세 호
전북대학교



〈그림 1〉 풀링을 포함한 CNN 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [20]



〈그림 2〉 깊은 CNN 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [21]

능을 가져 현재는 딥 러닝 기반의 영상 화질 평가가 주로 연구된다.

딥 러닝이 다양한 영상 인식^[4], 객체 검출^[5] 등 다양한 컴퓨터 비전 분야에 적용됨에 따라, 여러 딥 러닝 기반의 화질 평가 방법이 제안되었다. 주로, 컨볼루션 신경망 (Convolution Neural Network; CNN) 기반의 구조의 학습을 통해 수행되며, 전통적인 영상 화질 평가 방법 대비 뛰어난 예측 성능을 갖는다. 최근에는 트랜스포머 (Transformer)^[6]가 자연어 처리 (Natural Language Processing; NLP)에 성공적으로 적용됨에 따라, 영상 인식을 위한 비전 트랜스포머 (Vision Transformer; ViT)^[7]와 객체 검출을 위한 트랜스포머인 DETR (Detection Transformer)^[8] 등 다양한 트랜스포머 기반의 컴퓨

터 비전 기법이 제안되었다. 영상 화질 평가는 입력 영상의 화질 점수를 인식하는 문제로 볼 수 있으므로, ViT가 영상 화질 평가에 적용될 수 있다. 따라서 다양한 트랜스포머 기반의 영상 화질 평가 방법이 제안되었다^[9, 10]. 이 방법들은 CNN 특징 정보를 트랜스포머의 인코더 (Encoder)의 입력으로 활용하여 다양한 블라인드 영상 화질 평가 데이터베이스에서 뛰어난 화질 예측 성능을 보였다. 이는 트랜스포머가 영상 화질 평가에도 효과적으로 적용됨을 보인다.

본 논문에서는 다양한 블라인드 영상 화질 평가 기술의 최신 기술 및 연구 동향을 살펴보고자 한다. II장에서 전통적인 블라인드 영상 화질 평가 방법을 살펴본 후, III장에서 CNN 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법을 살펴

본다. IV장에서는 트랜스포머 기반의 영상 화질 평가 방법을 살펴보고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 전통적인 블라인드 영상 화질 평가 방법

이번 장에서는 전통적인 블라인드 영상 화질 평가 방법을 살펴본다. 전통적인 블라인드 영상 화질 평가 방법은 handcrafted 특징 정보나 학습된 특징 정보를 활용하여 자동적으로 입력 영상의 정성적 화질을 예측한다. Handcrafted 특징 기반의 방법들은 자연 자연의 통계 (Natural Scene Statistics; NSS)를 모델링하는 방법을 사용하는데, 이는 영상에서 발생하는 압축 왜곡, 잡음, 블러 등의 왜곡은 영상 계수 (image coefficient)의 통계로부터 추론될 수 있다는 가정에 기반한다. 대표적으로 웨이블릿 계수 (wavelet coefficients)를 이용한 방법^[11], 각 서브 밴드 간의 상관관계를 이용한 방법^[12], DCT 계수 (DCT coefficients)를 이용한 방법^[13], 지역별로 정규화된 휘도 계수 (luminance coefficients)를 이용한 방법^[14], 그래디언트 정보, log-Gabor 응답, 컬러 통계 정보 등의 혼합된 정보를 이용하는 방법^[15] 등이 있다.

또한, 학습된 특징 정보 기반의 방법은 코드북 (codebook)을 도입하여 영상 화질 평가를 수행한다^[16-19]. 지역 특징 정보를 획득한 뒤, 비지도 학습 (unsupervised learning)을 통해 코드북을 구성한다. 코드북을 학습된 특징 정보로 활용하여 영상 화질 점수 예측을 수행한다.

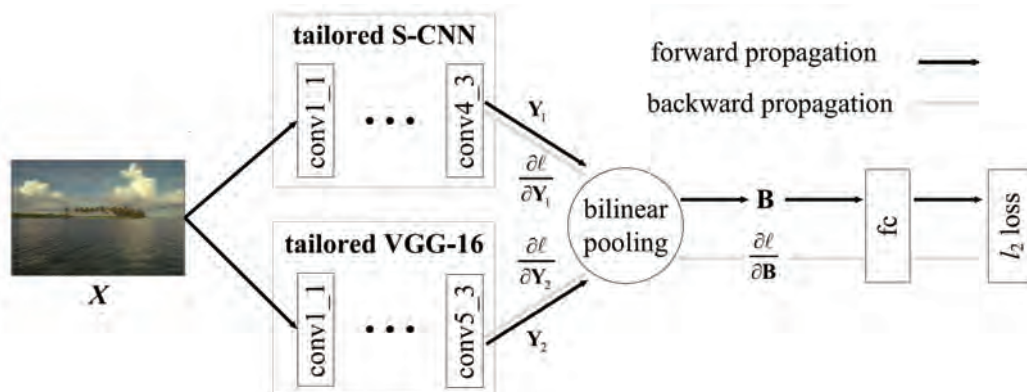
III. CNN 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법

이번 장에서는 CNN 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법을 살펴본다. CNN이 다양한 컴퓨터 비전 분야^[4, 5]에 적용됨에 따라, 다수의 CNN 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법이 제안되었다.

〈그림 1〉과 같이^[20]에서는 풀링을 포함한 단순한 CNN 구조로 입력 영상의 정성적 화질 예측을 수행한다. 해당 구조는 하나의 컨볼루션 층을 포함하며, 그 뒤에는 최소 풀링 층과 최대 풀링 층을 병렬적으로 배치한다. 그리고 소수의 완전 연결 층으로부터 최종적으로 영상의 화질 예측을 수행하였다. 활성화 함수 (activation function)로



〈그림 3〉 ImageNet [26] 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [25]



〈그림 4〉 VGG-16 [30] 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [29]

는 ReLU (Rectified Linear Unit)를 사용한다. 이 방법은 구조가 단순함에도 불구하고 handcrafted 특징 정보를 활용한 방법보다 뛰어난 화질 예측 성능을 보인다.

[21]¹에서는 <그림 2>와 같이 4개의 컨볼루션 층을 포함, [20] 대비 깊은 CNN 구조를 제안한다. 제안하는 CNN 구조는 활성화 함수로 GDN (Generative Divisive Normalization)을 사용하며, 왜곡 유형 (distortion type) (<그림 2>의 Subtask I)과 정성적 화질 점수 (<그림 2>의 Subtask II)를 동시에 예측하도록 구성한다. 방대한 양의 데이터셋에 대해서 각 영상 별 정성적 화질 점수를 확보하기가 어렵기 때문에, 다수의 영상에 왜곡을 가하여 방대한 양의 왜곡 유형 예측 데이터셋을 확보한 뒤, 왜곡 유형 예측을 수행할 수 있도록 네트워크에 대한 사전 학습 (pretrain)을 수행한다. 그리고 블라인드 영상 화질 평가 데이터셋의 화질 점수를 예측하도록 네트워크를 미세 조정 (fine-tuning)한다. 이 방법으로 블라인드 영상 화질 평가 데이터셋의 학습 데이터 부족 문제를 극복할 수 있다.

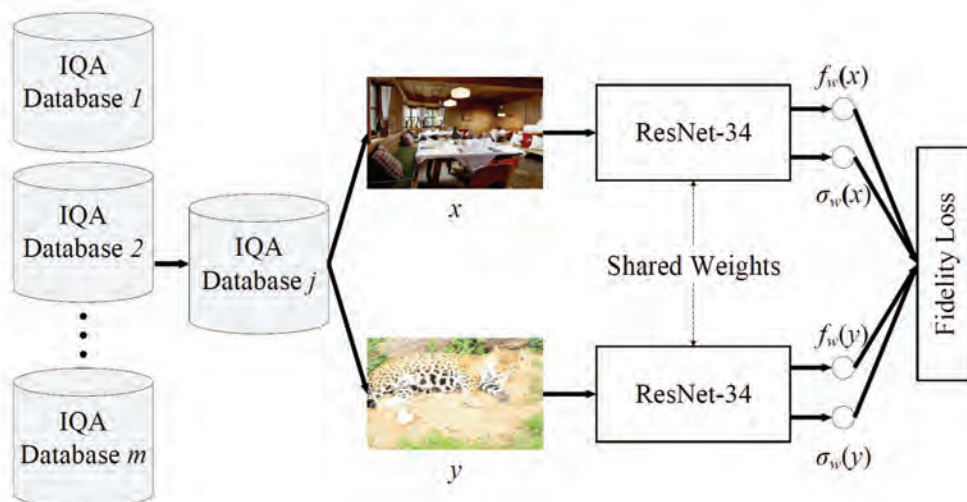
[22, 23]에서는 블라인드 영상 화질 평가 데이터셋의 학습 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 시아메즈 네트워크 (siamese-network) ^[24] 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법을 제안한다. 화질 점수를 직접적으로 이용하는 대신 영상 간의 화질 랭크를 라벨링하는 방식으로 학습 데이터 수를 크게 늘릴 수 있는데, 이 데이터에 시

아메즈 네트워크를 학습한다. 그리고 학습된 시아메즈 네트워크를 미세 조정하여 영상 화질 점수를 예측하도록 한다.

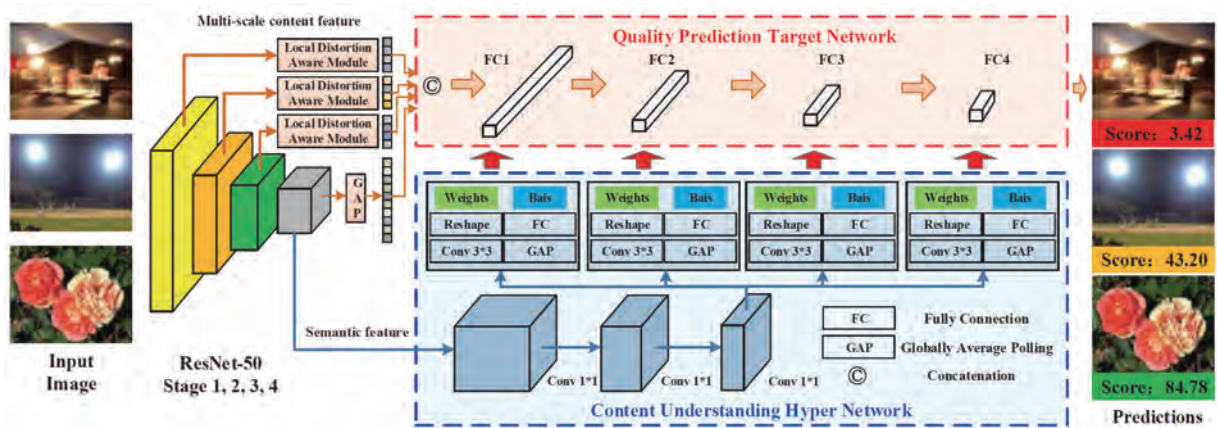
영상 인식 모델로부터 사전 학습된 깊은 시맨틱 특징 (deep semantic feature)을 활용한 블라인드 영상 화질 평가 방법도 제안되었다. 이 특징 정보는 영상 콘텐츠의 높은 레벨의 시맨틱 정보를 담고 있으므로, 이를 이용하면 블라인드 영상 화질 평가를 효과적으로 수행할 수 있다.

[25]에서는 ImageNet ^[26]으로부터 사전 학습된 CNN을 이용한다. <그림 3>과 같이 사전 학습된 CNN 뒤에 전역 평균 풀링 층 (global average pooling layer)을 배치해 각 영역의 정보를 종합한다. 그리고 다수의 완전연결 층으로부터 화질 점수를 예측한다. ^[27]에서는 다수의 패치로부터 사전 학습된 ResNet-50 ^[28]의 특징 정보를 획득한 뒤, 각 특징 정보들의 통계적 특성을 이용하여 종합한다. 최종적으로 선형 회귀 모델을 이용하여 영상 화질 점수를 예측한다.

[29]에서는 <그림 4>와 같이 합성 영상 왜곡 (synthetic image distortion)과 실제 영상 왜곡 (authentic image distortion)을 모두 예측할 수 있도록 두 스트림으로 네트워크를 구성하였다. 합성 영상 왜곡은 가우시안 블러, JPEG 압축 왜곡 등 인위적인 왜곡을 의미하며, 실제 영상 왜곡은 영상의 촬영, 처리, 저장 과정에서 자연적으로 발생하는 왜곡을 의미한다. 합성 영상



<그림 5> ResNet-34 [28]를 이용하는 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [31]



〈그림 6〉 하이퍼 네트워크 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [32]

왜곡과 실제 영상 왜곡의 특성이 다르므로, 각 스트림이 합성 영상 왜곡과 실제 영상 왜곡을 위한 특징을 추출한다. 구체적으로, VGG-16 [30]에서 사전 학습된 특징 정보는 실제 영상 왜곡을 예측하기 위한 특징으로 사용되며, 추가적으로 합성 영상 왜곡을 예측하기 위해 다수의 컨볼루션 층으로 구성된 CNN으로부터 특징 정보를 취득한다. 합성 영상 왜곡을 예측하기 위한 CNN은 왜곡 유형과 왜곡 정도를 예측하도록 사전 학습한다. 그리고 두 스트림에서 획득한 특징 정보를 풀링한 뒤, 완전 연결 층을 이용하여 영상 화질 점수 예측을 수행한다.

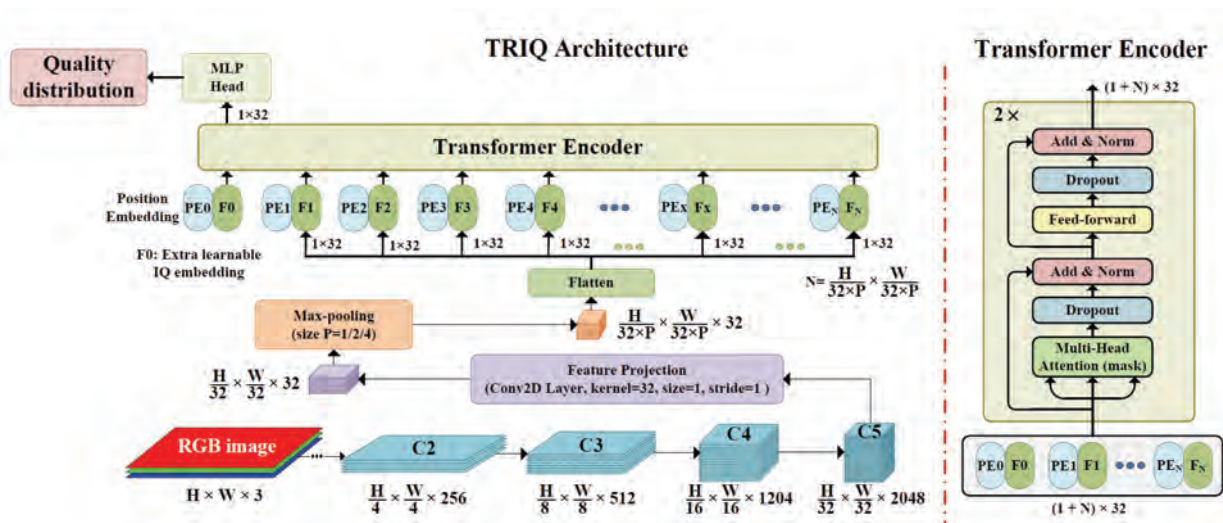
[31]에서는 합성 영상 왜곡과 실제 영상 왜곡을 포함하는 모든 블라인드 영상 화질 평가 데이터베이스에 적용 가능한 영상 화질 평가 방법을 개발했다. 우선, 〈그림 5〉와 같이 각 데이터베이스로부터 무작위로 샘플링하여 새로 데이터베이스를 구성한다. 그리고 데이터베이스 내의 영상 쌍에 대해서, 사전 학습된 ResNet-34 [28]으로부터 특징 정보를 취득한 뒤, 둘 중 어느 영상이 더 화질이 좋은지를 나타내는 랭킹 정보를 예측한다.

[32]는 〈그림 6〉과 같이 하이퍼 네트워크 (hyper network) 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법을 제안했다. 제안하는 구조는 특징 정보 획득 파트, 영상 화질 예측 네트워크에 사용될 파라미터를 생성하는 하이퍼 네트워크 파트, 영상 화질 예측을 수행하는 영상 화질 예측 네트워크 파트로 구성된다. 특징 정보 획득 파트는 사전 학습된 ResNet-50 [28]로부터 다중 스케일의 특징 정보를 획득한다. 하이퍼 네트워크 파트는 ResNet-50으로부터

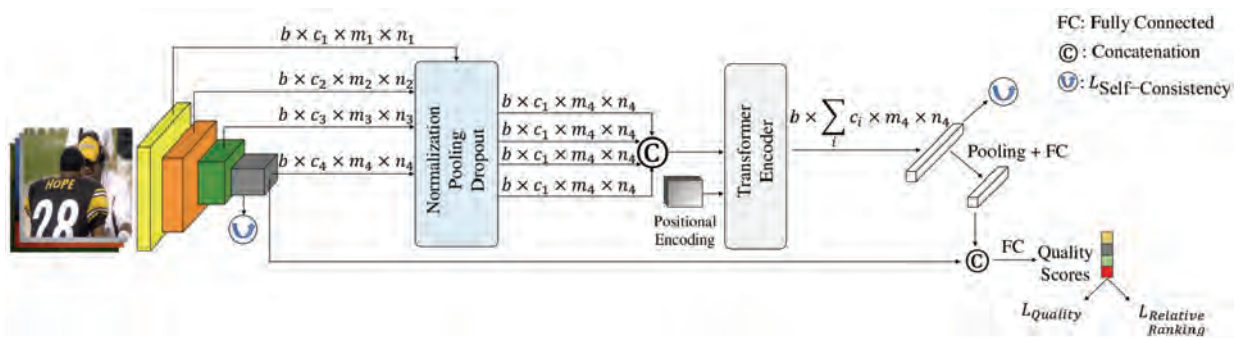
획득한 시맨틱 특징 정보로부터 영상 화질 예측 네트워크에서 사용되는 파라미터를 생성함으로써, 입력 영상에 적응적인 영상 화질 예측을 수행할 수 있게 한다. 그리고 영상 화질 예측 네트워크는 특징 정보 획득 파트의 다중 스케일의 특징 정보를 입력으로 하며, 하이퍼 네트워크로부터 생성된 파라미터를 이용하여 입력 영상의 화질 예측을 수행한다.

IV. 트랜스포머 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법

자연어 처리에서 주로 이용되는 트랜스포머 [6]는 여러 컴퓨터 비전 분야에 적용되었다 [7, 8]. ViT [8]는 영상 인식을 위한 트랜스포머로, 트랜스포머의 인코더만 이용한다. ViT는 입력 영상을 다수의 오버랩되지 않는 패치로 분할한다. 그리고 각 패치를 평탄화 (flatten)한 뒤 선형 투영하여 패치 임베딩 (patch embedding)을 만든다. 패치 임베딩은 자연어 처리에서 사용하는 트랜스포머의 단어 임베딩 (word embedding)과 동일하게 동작한다. 모든 패치 임베딩의 영상 표현 정보들을 종합하기 위해서 학습 가능한 클래스 임베딩이 패치 임베딩에 추가한다. 또한 위치 임베딩 (position embedding)이 패치 임베딩에 더해져서 각 패치의 위치 정보를 획득할 수 있다. 이 패치 임베딩들은 트랜스포머 인코더에 입력으로 들어가며, 인코더는 다수의 멀티 헤드 셀프 어텐션 (multi-head self-attention) 블록과 피드포워드 (feed-forward) 블



〈그림 7〉 트랜스포머 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [33]



〈그림 8〉 지역 정보와 전역 정보를 활용한 트랜스포머 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법의 구조 [34]

록으로 구성된다. 마지막으로 트랜스포머 인코더의 출력 클래스 임베딩이 피드포워드 블록의 입력으로 사용되어, 클래스 예측 결과를 얻는다.

영상 화질 평가는 영상의 화질 점수를 인식하는 문제로 볼 수 있으므로, ViT는 영상 화질 평가에 적용될 수 있다. [33]에서는 〈그림 7〉과 같이 하이브리드 방식의 트랜스포머가 영상 화질 평가에 적용되었다. 여기에서 하이브리드 방식은 시맨틱 특징이 트랜스포머 인코더에 입력으로 이용되는 방식을 의미한다. 영상의 시맨틱 특징은 영상의 전역 정보를 담고 있으므로, 화질 예측에 큰 도움을 줄 수 있다. ResNet-50^[28]의 특징이 트랜스포머 인코더의 입력으로 활용되며, 트랜스포머 인코더의 출력을 피드포워드 블록의 입력으로 활용하여 영상 화질 예측을 수행한다.

그러나 [33]의 시맨틱 특징은 전역 스케일에서만 획득되므로, 이 정보만 활용하는 것은 화질 평가 시 한계가 존재한다. 영상의 전역 정보를 담고 있는 시맨틱 특징만으로는 영상 화질 평가 시 중요한 요소인 지역적 왜곡을 예측하기 어렵다. 따라서 [34]에서는 〈그림 8〉과 같이 영상의 지역 정보와 전역 정보를 동시에 획득하여 영상 화질 예측을 수행한다. 구체적으로, ResNet-50^[28]의 각 스케일의 특징 정보들을 로컬 특징으로 활용한다. 그리고 모든 스케일의 특징 정보들을 트랜스포머 인코더의 입력으로 사용한 뒤, 트랜스포머의 셀프 어텐션 매커니즘을 이용하여 비지역적 특징 정보를 획득한다. 최종적으로, ResNet-50의 전역 특징과 트랜스포머 인코더의 출력 정보를 연결 (concatenate)하여 완전 연결 계층의 입력으로 사용하여 영상 화질 점수 예측을 수행한다.



V. 전망과 결론

본 논문에서는 블라인드 영상 화질 평가 기술의 동향에 대해 살펴보았다. 블라인드 영상 화질 평가는 참조 영상을 필요로 하지 않아 실용성이 높으나, 참조 영상의 부재는 영상 화질 예측의 난이도를 높인다. 이를 해결하기 위해 전통적인 방식과 딥러닝 기반의 방식이 제안되었다. 전통적인 방식은 handcrafted 특징 기반의 방식과 학습된 특징 기반의 방식으로 나뉘어진다. 전통적인 방식은 예측 성능 면에서 한계가 존재하여, 최근에는 딥러닝 기반의 블라인드 영상 화질 예측 방법이 제시되었다. 딥러닝 기반의 방법은 CNN 기반의 방법과 트랜스포머 기반의 방법으로 나뉘어진다. CNN 기반의 방법은 다수의 컨볼루션 층으로 이루어져 영상 화질 예측을 수행하며, 사전 학습된 깊은 시맨틱 특징 정보를 활용하면 영상 화질 예측의 성능을 높일 수 있다. 최근에는 트랜스포머 기반의 방법이 제시되었다. 깊은 시맨틱 특징 정보를 트랜스포머 인코더의 입력으로 활용하면 효과적으로 영상 화질 예측을 수행할 수 있다. 특히, 다중 스케일 정보를 트랜스포머 인코더의 입력으로 활용하면 영상의 전역 정보와 지역 정보를 모두 활용하여 영상 화질 예측을 효과적으로 수행할 수 있다. 딥러닝 기반의 블라인드 영상 화질 평가 방법은 전통적인 방식 대비 뛰어난 성능을 보이며, 활용 분야가 많아 지속적으로 연구가 이루어질 것이다.

참고 문헌

- [1] Y. Liu, J. Yan, and W. Ouyang, "Quality aware network for set to set recognition," in CVPR, 2017, pp. 4694–4703.
- [2] K. Zhang, W. Zuo, S. Gu, and L. Zhang, "Learning deep cnn denoiser prior for image restoration," in CVPR, 2017, pp. 2808–2817.
- [3] J. Yan, S. Lin, S. B. Kang, and X. Tang, "A learning-to-rank approach for image color enhancement," in CVPR, 2014, pp. 2987–2994.
- [4] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," in NeurIPS, vol. 25, 2012.
- [5] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in CVPR, 2016, pp. 770–778.
- [6] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, L. u. Kaiser, and I. Polosukhin, "Attention is all you need," in NeurIPS, vol. 30, 2017.
- [7] N. Carion, F. Massa, G. Synnaeve, N. Usunier, A. Kirillov, and S. Zagoruyko, "End-to-end object detection with transformers," in ECCV, 2020, pp. 213–229.
- [8] A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov, D. Weissenborn, X. Zhai, T. Unterthiner, M. Dehghani, M. Minderer, G. Heigold, S. Gelly, J. Uszkoreit, and N. Houlsby, "An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale," in ICLR, 2021.
- [9] J. You and J. Korhonen, "Transformer for image quality assessment," CoRR, vol. abs/2101.01097, 2021.
- [10] S. A. Golestaneh, S. Dadsetan, and K. M. Kitani, "No-reference image quality assessment via transformers, relative ranking, and selfconsistency," in WACV, 2022, pp. 3209–3218.
- [11] A. K. Moorthy and A. C. Bovik, "A two-step framework for constructing blind image quality indices," IEEE Signal Processing Letters, vol. 17, no. 5, pp. 513–516, 2010.
- [12] A. K. Moorthy and A. C. Bovik, "Blind image quality assessment: From natural scene statistics to perceptual quality," IEEE Trans. Image Process., vol. 20, no. 12, pp. 3350–3364, 2011.
- [13] M. A. Saad, A. C. Bovik, and C. Charrier, "Blind image quality assessment: A natural scene statistics approach in the DCT domain," IEEE Trans. Image Process., vol. 21, no. 8, pp. 3339–3352, 2012.
- [14] A. Mittal, A. K. Moorthy, and A. C. Bovik, "No-reference image quality assessment in the spatial domain," IEEE Trans. Image Process., vol. 21, no. 12, pp. 4695–4708, 2012.
- [15] L. Zhang, L. Zhang, and A. C. Bovik, "A feature-enriched completely blind image quality evaluator," IEEE Trans. Image Process., vol. 24, no. 8, pp. 2579–2591, 2015.
- [16] D. Ghadiyaram and A. C. Bovik, "Massive online

- crowdsourced study of subjective and objective picture quality," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 25, no. 1, pp. 372–387, 2016.
- [17] H. Sheikh, M. Sabir, and A. Bovik, "A statistical evaluation of recent full reference image quality assessment algorithms," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 15, no. 11, pp. 3440–3451, 2006.
- [18] E. Larson and D. Chandler, "Most apparent distortion: Full-reference image quality assessment and the role of strategy," *J. Electronic Imaging*, vol. 19, p. 011006, 01 2010.
- [19] N. Ponomarenko, O. Ieremeiev, V. Lukin, K. Egiazarian, L. Jin, J. Astola, B. Vozel, K. Chehdi, M. Carli, F. Battisti, and C.-C. J. Kuo, "Color image database TID2013: Peculiarities and preliminary results," in *European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP)*, 2013, pp. 106–111.
- [20] L. Kang, P. Ye, Y. Li, and D. Doermann, "Convolutional neural networks for no-reference image quality assessment," in *CVPR*, 2014, pp. 1733–1740.
- [21] K. Ma, W. Liu, K. Zhang, Z. Duanmu, Z. Wang, and W. Zuo, "End-to-end blind image quality assessment using deep neural networks," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 27, no. 3, pp. 1202–1213, 2018.
- [22] X. Liu, J. Van De Weijer, and A. D. Bagdanov, "RankIQ: Learning from rankings for no-reference image quality assessment," in *ICCV*, 2017, pp. 1040–1049.
- [23] K. Ma, W. Liu, T. Liu, Z. Wang, and D. Tao, "diplQ: Blind image quality assessment by learning-to-rank discriminable image pairs," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 26, no. 8, pp. 3951–3964, 2017.
- [24] S. Chopra, R. Hadsell, and Y. LeCun, "Learning a similarity metric discriminatively, with application to face verification," in *CVPR*, vol. 1, 2005, pp. 539–546 vol. 1.
- [25] V. Hosu, H. Lin, T. Sziranyi, and D. Saupe, "KonIQ-10k: An ecologically valid database for deep learning of blind image quality assessment," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 29, p. 4041–4056, 2020.
- [26] J. Deng, W. Dong, R. Socher, L.-J. Li, K. Li, and L. Fei-Fei, "ImageNet: A large-scale hierarchical image database," in *CVPR*, 2009, pp. 248–255.
- [27] D. Li, T. Jiang, W. Lin, and M. Jiang, "Which has better visual quality: The clear blue sky or a blurry animal?" *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 21, no. 5, pp. 1221–1234, 2019.
- [28] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in *CVPR*, 2016, pp. 770–778.
- [29] W. Zhang, K. Ma, J. Yan, D. Deng, and Z. Wang, "Blind image quality assessment using a deep bilinear convolutional neural network," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 30, no. 1, pp. 36–47, 2020.
- [30] K. Simonyan and A. Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," in *ICLR*, 2015.
- [31] W. Zhang, K. Ma, and X. Yang, "Learning to blindly assess image quality in the laboratory and wild," *CoRR*, vol. abs/1907.00516, 2019.
- [32] S. Su, Q. Yan, Y. Zhu, C. Zhang, X. Ge, J. Sun, and Y. Zhang, "Blindly assess image quality in the wild guided by a self-adaptive hyper network," in *CVPR*, Jun. 2020.
- [33] J. You and J. Korhonen, "Transformer for image quality assessment," *CoRR*, vol. abs/2101.01097, 2021.
- [34] S. A. Golestaneh, S. Dadsetan, and K. M. Kitani, "No-reference image quality assessment via transformers, relative ranking, and selfconsistency," in *WACV*, 2022, pp. 3209–3218.



이 세 호

- 2012년 2월 고려대학교 전기전자전파공학부 학사
- 2018년 8월 고려대학교 전기전자전파공학과 박사
- 2018년 9월 ~ 2021년 8월 삼성전자 종합기술원 Staff
Researcher
- 2021년 9월 ~ 현재 전북대학교 IT지능정보공학과 조교수

〈관심 분야〉

영상처리, 컴퓨터 비전, 딥 러닝, 영상 화질 개선, 영상
분할, Image Processing, Computer Vision, Deep
Learning, Image Enhancement, Image Segmentation

Radiography Image를 활용한 용접 결함검출에 관한 연구



권정은
동국대학교



이운학
동국대학교



이동녕
대우조선해양(주)



김태곤
대우조선해양(주)

I. 서론

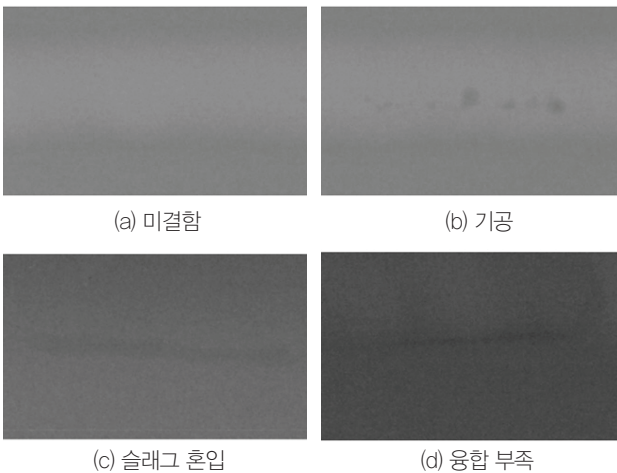
산업 기술이 발전함에 따라, 조선업과 같은 산업에는 용접의 완성도에 따라 생산에 소요되는 비용이 크게 좌우된다. 구체적으로, 다양한 환경 및 변수로 인해 용접부 내외에 발생한 여러 종류의 결함은 용접 품질에 심각한 손상을 가져온다. 따라서 용접부 내부의 결함 인지 과정은 필수적이다. 결함 인지를 위해, 전문가가 용접부에 비파괴검사를 실행하는데 이는 상당한 인적, 시간적 노동을 요구하며 서로 다른 전문가로부터 다른 결과가 도출될 수 있다는 문제점이 있다.

최근, x-ray 검사를 통해 수집된 radiography image (RT image)를 사용하여 결함을 검출하는 기술이 발전하고 있다. <그림 1>과 같은 RT image의 특성 및 결함의 종류별 특성을 이용하는 알고리즘 결함 검출 기법^[1-3]이 가장 먼저 제안되었다. 알고리즘 기반의 결함 검출 기법은 이미지로부터 결함의 모양, 텍스처 등의 특성을 추출하고, support vector machine (SVM), random forest (RF) method 등의 분류기를 사용하여 결함 유무 또는 결함의 종류를 구분한다. 하지만 알고리즘 기반 결함 검출 기법은 모든 데이터에 대한 일반화가 어렵다는 한계점이 있다.

따라서, 최근에는 이미지의 특징을 학습하고 이미지 내 객체를 인지



〈그림 1〉 Radiography image 예시 [10]



〈그림 2〉 종류별 결함 이미지 예시 [7]

하는 딥러닝 기반 결함 검출 기법^[4-9]이 연구되고 있다. 딥러닝 기반 기법의 결함 검출 기법은 크게 이미지 분류 기반^[4, 5], 객체 검출 기반^[6, 7], 이미지 분할 기반^[8, 9]의 방법으로 나눌 수 있다. 이어질 섹션에서는 위의 세 접근법 기반의 방법들을 소개한다.

II. 본론

1. 이미지 분류 기반 기법

이미지 분류는 주어진 입력 이미지에 대한 레이블을 예측하는 것을 목적으로 하며, 용접부 내 결함 인지 기술에서 활발하게 연구되고 있는 기법이다. 주어진 입력 이미지의 결함 유무 판단 및 결함 종류 구분을 위한 여러 기법이 제안되고 있다. 〈그림 2〉는 미결함 이미지와 종류별 결함 이미지 예시를 나타낸다.

^[4]에서는 결함 데이터 부족 문제와 각 결함에 대한 데이터 수의 불균형 문제를 해결하기 위한 이미지 증량 방법과 결함 이미지와 미결함 이미지에 대한 분류 정확도를 높이기 위한 멀티 모델 앙상블 프레임워크를 제안했다. 먼저 기공 결함 이미지를 증량하기 위하여 이미지 처리 기반의 방법을 이용해 랜덤한 위치에 랜덤의 반지름

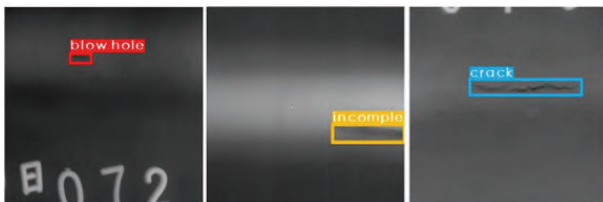
을 가지는 여러 원을 그린 후 가우시안 필터를 적용하였다. 기공 결함 이미지 외의 균열 결함 이미지와 산화 결함 이미지를 증량하기 위해서는 wasserstein generative adversarial network GAN (WGAN)^[11]을 사용하였다. 위의 두 이미지 증량 기법을 적용한 결함 이미지와 미결함 이미지를 두 개의 CNN 훈련에 사용하였으며, 각 모델에서 나온 결과를 가중합하여 최종적으로 결함의 유무를 판단하였다. 최종 결과에 대한 모델의 신뢰도가 사전에 설정한 임계치보다 높을 경우에만 미결함 이미지로 구분하도록 하였다. 이 때 Inception^[12]과 MobileNet^[13]을 CNN으로 사용했으며, Inception의 결과에는 0.6, MobileNet의 결과에는 0.4의 값을 가중하였다.

이와 같이, 입력 이미지에 대해 결함 또는 미결함으로 구분하는 방법에 이어 입력 이미지의 결함 종류를 구분하는 연구도 진행되고 있다. ^[5]에서는 주어진 결함 이미지에서 로컬 특징을 추출하는 L-Net과 글로벌 특징을 추출하는 G-Net을 이용하여 결함 종류를 구분하는 방법을 제안했다. Anchor 이미지를 기준으로 같은 레이블 정보를 가지는 positive 이미지와 다른 레이블 정보를 가지는 negative 이미지를 각 L-Net과 G-Net의 입력으로 이용했다. 이후 G-Net이 생성하는 글로벌 임베딩 공간과 L-Net이 생성하는 로컬 임베딩 공간에서 anchor feature와 positive feature의 거리는 가깝도록, anchor feature와 negative feature의 거리는 설정한 임계거리보다 멀도록 훈련하였다. 이 때 로컬 특징이 이미지의 contextual 정보를 포함하도록 각 로컬 특징에 가중치를 부여하였으며, 각 특징의 분포를 반영하기 위해 earth's mover distance^[14]를 이용하여 L-Net을 훈련하였다. 최종적으로 출력된 로컬 특징을 C-Net을 통해 글로벌 특징과 차원을 동일하게 한 뒤, 로컬 특징의 중요도를 기반으로 두 특징을 융합하여 결함 인지를 위한 최종 특징을 만들었다. 또한, L-Net과 G-Net이 서로 다른 임베딩 공간을 생성함에 따라, 두 임베딩 공간에서의 각 이미지에 대한 특징 사이의 거리가 다르기 때문에 결함 인지에 문제가 생길 수 있다. 이를 해결하기 위해 ^[5]에서는 두 임베딩 공간에서의 특징 사이의 거리비가 일관되도록 훈련하였다.

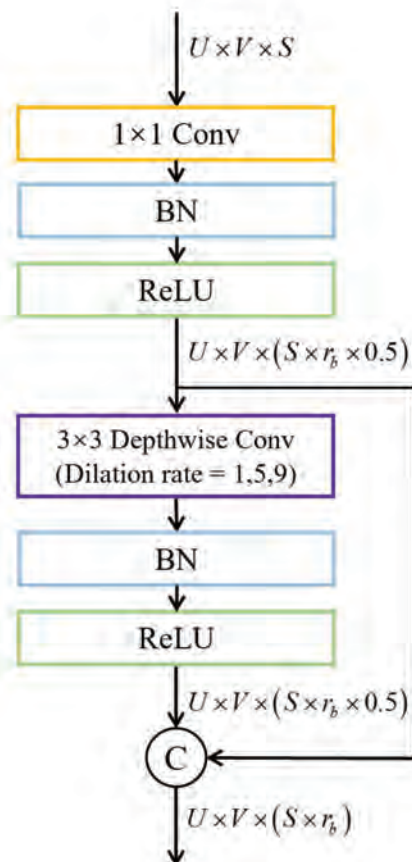
2. 객체 검출 기반 기법

객체 검출은 <그림 3>과 같이 주어진 입력 이미지에 대해 객체의 위치와 레이블을 예측하는 것을 목적으로 하여, 앞서 소개한 이미지 분류 기법보다 더 정밀한 결함 인지를 가능하게 하는 기법이다. 해당 기법에서는 결함 인지를 위해 대표적인 one-stage 객체 검출 네트워크인 YOLO^[15]와 two-stage 객체 검출 네트워크인 Faster R-CNN^[16]을 사용한 방법을 소개한다.

[6]는 one-stage 객체 검출 네트워크인 YOLOv3^[15]을 기반으로 한 이미지 내 결함 검출 방법을 제안한다. [6]는



<그림 3> 객체 검출 기반 결함 검출 예시 [6]



<그림 4> Ghost-dilated convolution (GDCov)^[7]

입력 이미지의 멀티 스케일 정보를 얻기 위한 reinforced multiscale feature (RMF) 모듈과 적은 계산량으로 유의미한 특징을 추출하기 위한 efficient feature extraction (EFE) 모듈을 제안했다. 먼저 RMF 모듈은 세 가지의 서로 다른 크기를 이용한 max pooling과 세 가지의 dilation rate를 이용한 dilated 컨볼루션을 통해 입력 이미지의 멀티 스케일 특징을 추출했다. EFE 모듈은 Ghost-dilated Convolution (GDConv)를 기반으로 구성되어 모듈 복잡도를 낮추었다. GDConv는 연산 횟수를 줄이고, 컨볼루션 필터를 사용하지 않음으로써 모듈 복잡도를 낮추는 GhostConv 기법에 dilation을 적용한 기법이며, 구조는 <그림 4>에 기술되어 있다.

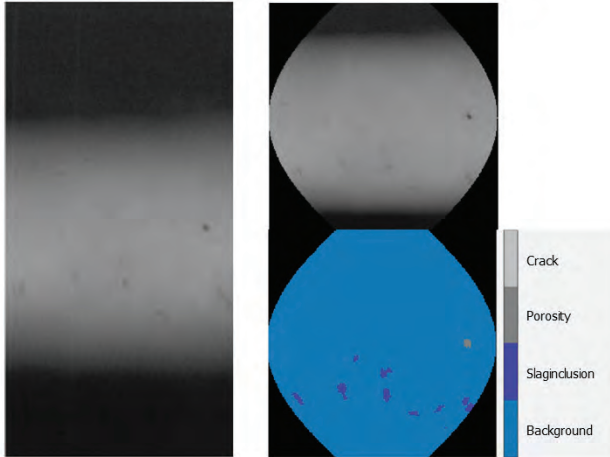
Two-stage 객체 검출 네트워크인 Faster R-CNN^[16]을 기반으로 한 [7]은 결함의 특성에 따라 앵커 박스 비율을 변경하여 다양한 종류의 결함을 검출하는 방법과 효과적인 결함 이미지 증량 방법을 제안했다. 용접 결함 이미지는 너비가 높이보다 매우 길다는 특징을 가진다. 따라서 [7]에서는 이미지를 횡축으로 분할한 각 이미지를 모델의 입력으로 사용했다. 또한, 용접 결함 데이터셋은 용접 결함 발생 빈도 차이에 따른 클래스 불균형 문제를 가지고 있다. 원형을 띄는 기공 결함에 대한 데이터 수량은 많고, 선형을 띄며 구분하기 어려운 슬래그 혼입과 융합 부족 결함은 데이터 수량이 적다. 따라서 유사한 특성을 가지는 슬래그 혼입과 융합 부족 결함에 동일한 레이블을 부여하여 훈련하였다. 선형을 띄는 결함의 경우 너비가 높이보다 매우 길거나 높이가 너비보다 매우 길다는 특성을 가지기 때문에 훈련에 사용되는 앵커 박스의 비율을 변경하였다. 또한, 기존 객체 검출에서 주로 사용되는 IoU metric이 박스의 교차 넓이가 아닌 박스의 길이를 반영할 수 있도록 변형하여 사용하였다.

3. 이미지 분할 기반 기법

이미지 분할은 <그림 5>와 같이 주어진 입력 이미지에 대해 픽셀 단위로 레이블을 예측하는 것을 목적으로 하여, 객체 검출 기법보다도 더 정밀하게 객체의 위치를 판단할 수 있다. 해당 기법에서는 멀티 스케일의 특징맵을 활용하는 Feature Pyramid Network (FPN)^[17]과 대



〈그림 5〉 이미지 분할 기반 결함 검출 예시 [17]



〈그림 6〉 Cylindrical projection을 적용한 RT weld image 예시 [9]

표적인 의미론적 분할기법에 사용되는 SegNet^[18] 기반의 두 방법을 소개한다.

[8]는 FPN-ResNet34를 이용한 이미지 분할 기법 기반의 용접부 결함 인지 방법을 제안한다. [8]에서는 기하학적 변형, 가우시안 노이즈 추가, contrastive limited adaptive histogram equalization (CLAHE), 랜덤 밝기, 랜덤 블러, 샤프닝 등을 사용하여 결함 이미지를 증량하였다. 또한, 결함 레이블 간의 레이블 불균형 문제도 고려하기 위해 dice loss function과 focal loss function을 융합한 손실 함수를 사용하였다.

[9]는 결함 레이블 간의 레이블 불균형 문제뿐만 아니라 배경 영역과 결함 영역 간의 픽셀 수 불균형 문제를 해결하기 위한 방법을 제안했다. 또한, [9]는 결함 이미지의 특성상 결함이 이미지 중간에 위치하고, 배경 영역이 결함 영역보다 더 많다는 것을 고려하여 〈그림 6〉과 같이 이미지에 cylindrical projection을 적용하여 모델의 입력 이미지로 사용하였다. 이미지 분할 모델은 SegNet^[18]을 사용했으며, 횡축으로 분할된 이미지를 모델의 입력으로 사용하였다. 또한, 인코더의 max pooling layer와 디코더의 max unpooling layer를 제거하여 모델이 작은 크기의 객체를 잘 찾을 수 있도록 했으며, dilated

convlutional layer를 추가하여 이미지의 글로벌한 특징을 얻을 수 있도록 하였다.

III. 실험 결과

본 섹션에서는 본론에서 소개한 이미지 분류 기법, 객체 검출 기법, 이미지 분할 기법 기반 방법의 실험 결과를 비교한다.

이미지 분류 기법 기반의 [4]는 직접 획득한 7,606장의 데이터 중 2,038장을 정상 이미지로, 1,907장을 산화 이미지로, 2,097장을 균열 이미지로, 1,564장을 기공 이미지로 구분하여 80%는 훈련에, 20%는 테스트에 사용하였다. 결함 이미지에 해당하는 산화, 균열, 기공 이미지는 최종적으로 결함 레이블로 분류되도록, 정상 이미지는 정상 레이블로 분류되도록 훈련했으며 그 결과는 표 1과 같다. 해당 방법은 정상 이미지에 대한 정확도 100%, 결함 이미지에 대한 정확도 98%를 달성하였다. [5]는 100장의 정상 이미지와 100장씩 구성되어있는 결함 이미지를

〈표 1〉 [4] 분류 정확도 비교

구 분		True Class			
		Normal	Burn through	Crack	Porosity
Predicted Class	Normal	417	19	1	1
	Defective	0	326	397	304
Accuracy		100.00%	94.77%	99.75%	99.67%

〈표 2〉 [5] 분류 정확도 비교

Method	mF1	
	Ave.	Std.
ResNet [19]	86.81%	2.52%
VGG19 [20]	83.07%	3.73%
DenseNet [21]	85.69%	1.87%
SiamNet [22]	86.51%	2.02%
CenL [23]	83.49%	4.17%
BNNe [24]	86.57%	1.60%
Proposed [5]	93.70%	2.86%

포함하는 용접 파이프라인 데이터셋을 사용하였다. 정상 레이블을 포함한 5개의 레이블을 선택하여 각 레이블 당 80%의 이미지는 훈련에, 20%의 이미지는 테스트에 사

〈표 3〉 [6] 객체 검출 정확도 비교

Methods	Backbone	mAP
Faster-RCNN [16]	ResNet50	90.1
Dynamic-RCNN [25]	ResNet50	90.3
Cascade-RCNN [26]	ResNet50	90.0
YOLOv3 [15]	MobileNetV2	90.2
SSD [27]	MobileNetV2	82.3
RetinaNet [28]	ResNet50	80.0
LF-YOLO [6]	-	92.9

〈표 4〉 [7] 객체 검출 정확도 비교

Network	mAP
ResNet	45.8%
Inception-ResNet V2	25.2%
ResNet with Augmentation	53.2%
Inception-ResNetV2 with Augmentation	26.0%

〈표 5〉 [8] 이미지 분할 정확도 비교

Models	mIoU	mF1
FPN [17]	0.68 ± 0.00	0.68 ± 0.00
U-net [29]	0.47 ± 0.01	0.50 ± 0.01
PSPNet [30]	0.62 ± 0.01	0.63 ± 0.01
LinkNet [31]	0.55 ± 0.06	0.57 ± 0.06

〈표 6〉 [9] 이미지 분할 정확도 비교

Category	With cylindrical projection	Without cylindrical projection
	F1 score	
Background	99.8%	99.6%
Slag inclusion	89.4%	73.3%
Porosity	86.0%	70.8%
Crack	89.3%	81.3%

용하였다. 해당 방법은 ResNet method^[19], VGG19^[20], DenseNet^[21], SiameseNet^[22], Center loss method^[23], BNNeck method^[24]와 같은 기존 이미지 분류 네트워크와 분류 정확도를 비교하여 가장 높은 분류 정확도 93.67% F1 score를 달성하였으며, 이는 〈표 2〉에 기술되어 있다.

객체 검출 기법 기반의 [6]는 직접 획득한 2,449장의 이미지를 blow hole, incomplete penetration, 균열로 구분하여 데이터셋을 구성했으며 랜덤하게 나누어 90%는 훈련에, 10%는 테스트에 이용하였다. YOLOv3^[15]를 기반으로 제안한 해당 방법은 기존 Faster R-CNN^[16], Dynamic-RCNN^[25], Cascade-RCNN^[26], YOLOv3, SSD^[27], RetinaNet^[28]와 같은 기존 객체 검출 모델들과 검출 정확도를 비교하여 가장 높은 검출 정확도 92.9 mAP를 달성했으며 이는 〈표 3〉에 기술되어 있다. Two-stage 객체 검출 네트워크인 Faster R-CNN^[16]를 사용한 [7]는 기공, 용입 부족, 슬래그 혼입, 균열로 구분된 결함 이미지가 포함된 데이터셋을 사용했다. 또한, 각 이미지를 분할하여 기존 134장의 이미지를 341장의 이미지로 증량한 후 321장은 훈련에, 20장은 검증에 사용하였다. 해당 방법에 사용된 백본 네트워크, 이미지 증량 여부에 따른 결과를 표 4에 비교하였다. 백본 네트워크를 ResNet^[19]으로 설정하고 이미지 증량을 적용했을 때, 검출 정확도 53.2 mAP를 달성하였다.

이미지 분할 기법 기반의 [8]는 public 데이터셋인 GDXray^[10]와 직접 구성한 RIWD 데이터셋의 결함의 종류를 기공, 슬래그 혼입, 균열, 용입 부족 및 용입 부족의 네가지로 나누어 훈련 및 검증에 사용하였다. 해당 방법은 기존 이미지 분할 네트워크인 U-Net^[29], PSPNet^[30], LinkNet^[31]과 비교하여 가장 높은 68% F1 score를 달성하였으며, 그 결과는 표 5와 같다. 이미지 분할 네트워크인 SegNet을 이용한 [9]는 public 데이터셋인 GDXray를 240x480 패치로 분할하고, 결함의 종류를 기공, 슬래그 혼입, 균열으로 나누어 훈련에 사용하였다. 해당 방법의 결과는 〈표 6〉에 기술되어 있으며, 배경 99.8%, 슬래그 혼입 89.5%, 기공 93.2%, 균열 94.3%로 cylindrical projection 적용 이전보다 높은 정확도를 달성하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 딥러닝 기반의 용접부 내부 결함 검출의 기법을 이미지 분류, 객체 검출, 이미지 분할 기반의 기법으로 나누어 설명하였다. 실험 결과에서는 딥러닝 기반의 각 기법을 목적으로 하는 기존 네트워크와 성능을 비교하거나, 제안한 각 방법의 효과를 분석했다. 하지만 위에서 소개한 방법들은 기존 제안된 딥러닝 네트워크의 성능에 의존하고 있다는 한계점이 존재한다. 따라서 용접부 내부 결함 검출 성능의 비약적 향상을 위해서는 RT image에 대한 이해를 바탕으로 한 이미지 증량 기법과 전처리 과정이 필수적으로 선행되어야 하며, 결함의 종류별 특성을 충분히 반영하도록 하는 연구가 필수적으로 이루어져야 한다.

참고 문헌

- [1] Malarvel, Muthukumaran, et al, "An improved version of Otsu's method for segmentation of weld defects on X-radiography images." *Optik*, 142, p. 109–118, 2017.
- [2] Anand, Radhey Shyam, et al, "Flaw detection in radiographic weld images using morphological approach", *Ndt & E International* 39.1, p. 29–33, 2006.
- [3] Sun, Jun, et al, "An effective method of weld defect detection and classification based on machine vision", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15.12, p.6322–6333, 2019.
- [4] Zhang, Haodong, et al, "Weld defect detection based on deep learning method," *IEEE 15th international conference on automation science and engineering (CASE)*, 2019.
- [5] Liu, Jinhai, et al, "A Defect Recognition Method for Low-Quality Weld Image Based on Consistent Multiscale Feature Mapping", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 71, p. 1–11, 2022.
- [6] Liu, Moyun, et al, "LF-YOLO: A Lighter and Faster YOLO for Weld Defect Detection of X-ray Image", *arXiv preprint arXiv:2110.15045*, 2021.
- [7] Oh, Sang-jin, et al, "Automatic detection of welding defects using faster R-CNN", *Applied Sciences* 10.23, 2020.
- [8] Xu, H., et al, "Defect detection in welding radiographic images based on semantic segmentation methods", *Measurement* 188, 2022.
- [9] Chang, Yasheng, and Weiku Wang, "A Deep Learning-Based Weld Defect Classification Method Using Radiographic Images With a Cylindrical Projection", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 70, p. 1–11, 2021.
- [10] Mery, Domingo, et al, "GDXray: The database of X-ray images for nondestructive testing", *Journal of Nondestructive Evaluation* 34.4, p. 1–12, 2015.
- [11] Arjovsky, Martin, et al, "Wasserstein generative adversarial networks", *International conference on machine learning*. PMLR, 2017.
- [12] Szegedy, Christian, et al, "Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning", *AAAI conference on artificial intelligence*, 2017.
- [13] Howard, Andrew G., et al, "Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications", *arXiv preprint arXiv:1704.04861*, 2017.
- [14] Rubner, Yossi, et al, "The earth mover's distance as a metric for image retrieval", *International journal of computer vision* 40.2, p. 99–121, 2000.
- [15] J. Redmon and A. Farhadi, "Yolov3: An incremental improvement", *arXiv preprint arXiv:1804.02767*, 2018.
- [16] Ren, Shaoqing, et al, "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks", *Advances in neural information processing systems* 28, 2015.
- [17] Lin, Tsung-Yi, et al, "Feature pyramid networks for object detection", *IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2017.
- [18] Badrinarayanan, Vijay, et al, "Segnet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation", *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence* 39.12, p. 2481–2495, 2017.
- [19] He, Kaiming, et al, "Deep residual learning for image recognition", *IEEE conference on computer vision and pattern recognition (CVPR)*, 2016.

- [20] Simonyan, Karen, and Andrew Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.
- [21] Huang, Gao, et al, "Densely connected convolutional networks", IEEE conference on computer vision and pattern recognition (CVPR), 2017.
- [22] Chopra, Sumit, et al, "Learning a similarity metric discriminatively, with application to face verification," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005.
- [23] Wen, Yandong, et al, "A discriminative feature learning approach for deep face recognition", ECCV Springer, Cham, 2016.
- [24] Luo, Hao, et al, "A strong baseline and batch normalization neck for deep person re-identification", IEEE Transactions on Multimedia 22.10, p. 2597–2609, 2019.
- [25] Zhang, Hongkai, et al, "Dynamic R-CNN: Towards high quality object detection via dynamic training," ECCV Springer, Cham, 2020.
- [26] Cai, Zhaowei, and Nuno Vasconcelos, "Cascade r-cnn: Delving into high quality object detection", IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2018.
- [27] Liu, Wei, et al, "Ssd: Single shot multibox detector", ECCV Springer, Cham, 2016.
- [28] Lin, Tsung-Yi, et al, "Focal loss for dense object detection", IEEE international conference on computer vision, 2017.
- [29] Ronneberger, Olaf, et al, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation", International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention, Springer, Cham, 2015.
- [30] Zhao, Hengshuang, et al, "Pyramid scene parsing network", IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2017.
- [31] Chaurasia, Abhishek, et al, "Linknet: Exploiting encoder representations for efficient semantic segmentation", IEEE Visual Communications and Image Processing (VCIP), 2017.

**권정은**

- 2022년 2월 동국대학교 공과대학 멀티미디어공학과 학사
- 2022년 3월 ~ 현재 동국대학교 공과대학 멀티미디어공학 석사 재학

〈관심 분야〉

Image Processing, Deep-learning, Computer Vision

**이윤학**

- 2016년 3월 ~ 현재 동국대학교 공과대학 기계로봇에너지공학과 재학

〈관심 분야〉

Image Processing, Deep-learning, Computer Vision

**이동녕**

- 2015년 2월 동국대학교 공과대학 전기공학과 학사
- 2015년 1월 ~ 현재 대우조선해양(주) 스마트야드연구부 선임연구원

〈관심 분야〉

Smart Factory, Machine Learning, Deep Learning, Data Analysis, Drone



김태곤

- 2004년 2월 부경대학교 공과대학 제어계측공학 학사
- 2006년 2월 부경대학교 공과대학 제어계측공학 석사
- 2006년 1월 ~ 현재 대우조선해양(주) 스마트연구부 책임연구원
- 2022년 3월 ~ 현재 부산대학교 기계공학과 박사 재학

〈관심 분야〉

Machine Learning, Deep Learning, Laser Profile Measurement



조성인

- 2010년 3월 서강대학교 공과대학 전자공학과 학사
- 2015년 3월 포항공대 공과대학 전자전기공학과 박사
- 2015년 ~ 2017년 LG Display 선임연구원
- 2017년 ~ 2019년 대구대학교 전자전기공학과 조교수
- 2019년 ~ 현재 동국대학교 멀티미디어공학과 조교수

〈관심 분야〉

Image Analysis and Enhancement, Video Processing, Computer Vision, Deep-learning



SK하이닉스 미래기술 연구원장(CTO)

차 선 용 부사장

SK 하이닉스의 직원이 되고 싶습니다

Q SK 하이닉스 홈페이지에 들어가보면 “무한한 기능성의 세계로 창조적 인재와 함께하는 SK Hynix”라고 되어있습니다. SK 하이닉스의 인재상은 무엇인가요?

SK하이닉스의 인재상은 행복의 가치를 알고, 끊임없이 도전하는 패기 있는 인재입니다.

좀 구체적으로 말씀을 드리면 첨단 기술을 실현할 수 있는 인재, 지속적으로 소통하는 인재, 도전하고 노력하는 인재라고 말씀드릴 수 있겠습니다. 그리고 당사의 브랜드 정체성(Brand Identity)을 나타내는 슬로건을 2018년에 ‘We Do Technology’로 선정하여 끊임없이 혁신하는 기술기업, 사회적 책임을 다하는 기업을 지향하고 있습니다. 우리 슬로건을 지향하는 구성원들은 기술로 반도체 시장을 선도할 수 있어야 하고, 제품의 완성도를 위해 다양한 사람과 끊임없이 소통하고 경계를 넘어 협력해야 하며, 스스로 동기부여하고 성장을 위해 노력할 수 있어야 하고, 마지막으로 더 나은 세상을 만들 수 있다는 믿음이 있어야 합니다.



Q SK 하이닉스 채용에 많은 공대생들이 관심이 많습니다. SK 하이닉스에서는 다양한 학과 출신의 학생들을 선발할 것 같은데, 이중 전자과 학생을 가장 많이 채용하는 부서는 어떤 분야 인지요?

반도체 산업에 있어 전자/전기 분야는 필수불가결한 부분으로, 반도체 산업 전반에 걸쳐 고루 분포하고 있습니다. 따라서 어느 분야로 한정할 필요없이 반도체 전 분야에서 전기/전자 관련 소양은 필요하므로, 다양한 분야에 도전하며 지식과 경험을 쌓는 것이 필요합니다.

Q 현재 “SK ICT 커리큘럼”이라는 사업의 일환으로 현업 전문가 동영상 강의로 구성된 온라인 교육플랫폼을 구축하고 시행하고 있는 것으로 알고 있습니다. 국내에서 반도체 관련 인력 양성 사업이 많이 논의되면서 반도체 관련 교육을 받기만 하면 관련학과 출신이 아니어도 SK 하이닉스 입사가 가능한지 많은 학생들이 궁금해하고 있습니다. 이에 대한 회사측의 입장이 궁금합니다.

직무에 따라 우대하는 전공 분야는 있으나, 특정 전공의 학생들만을 채용하고 있지는 않습니다. 반도체 기술의 경우 매우 복잡한 기술을 필요로 하고, 물리적 한계를 극복하기 위한 융합 기술도 필요로 하기 때문에 다양한 분야의 전공자가 필요합니다. 또한, 본인이 해당 직무에서 원하는 소양을 갖추었다 생각하고, 직무 관련 면접을 잘 답변한다면, 전공과 무관하게 입사 후 큰 무리 없이 업무를 잘 수행할 수 있다고 보고 있습니다. 입사 후에도 사내 반도체 교육 플랫폼인 SKHU와 조직별 반도체 직무 교육 시스템이 잘 갖춰져 있어, 오히려 학교에서 습득했던 수준보다 깊고 광범위하게 이론을 학습할 수 있습니다. 또한, 입사 후 1:1 멘토링을 통한 OJT(On-the-Job Training)를 받게 되면서, 이론뿐만 아니라 실무를 잘 익히고 수행할 수 있게 됩니다.

SK 하이닉스의 미래가 궁금합니다

Q 원장님께서 2021 Semicon KOREA에서 기조연설 하신 것을 찾아보니, 고대역폭 메모리(HBM), 초저전력메모리(ULM), 액셀러레이션 인 메모리(AiM) 기술등을 언급하셨습니다. 현재 각각의 기술들을 SK 하이닉스가 실제로 개발을 하고 있는지, 그리고 실제 개발을 하고 있다면, 글로벌 경쟁사 대비 어느정도 수준에 올라와 있다고 자평해 주실 수 있을런지요?

HBM은 2013년에 세계 최초로 우리 회사가 개발하여 기술개발을 선도하고 있고, HBM 시장 점유율 분야에서도 우위를 점하고 있습니다. 더불어 지난 2021년 10월 4세대 HBM3를 개발 후 7개월만에 양산에 들어가 고객 공급을 세계 최초로 시작했습니다. 기존 메모리 반도체는 데이터 저장 역할을 맡고 연산 기능은 비메모리 반도체인 CPU나 GPU가 담당해 왔으나, 액셀러레이션 인 메모리(AiM)는 연산 기능을 갖춘 차세대 스마트 메모리로 스마트폰 등 ICT기기에서 메모리 반도체가 중심적인 역할을 하는 ‘메모리 센트릭 컴퓨팅’도 가능해 질 것입니다. 지난 2월 GDDR6-AiM을 개발하였고, 기존 GDDR6 메모리 동작 전압인 1.35V보다 낮은 1.25V에서 구동이 되기 때문에 기존 제품 대비 에너지 소모를 줄여 탄소 배출을 저감하고 ESG 경영 측면에서도 기여를 할 수가 있습니다.



Q 현재까지의 SK 하이닉스의 주요 수출 효자 품목은 DRAM이라고 생각됩니다. 그런데 현재 인류에게는 4차 산업혁명을 시작으로 AI 기술의 발전과 가상화폐의 유통, 코로나라는 예상치 못한 환경변화까지 한치 앞을 예상하기 힘든 상황이 단시간에 걸쳐 펼쳐지고 있다고 생각합니다. 이런 상황속에서도 SK 하이닉스가 ‘선택과 집중’ 관점에서 앞으로도 메모리 사업에 중심을 두고 회사의 정책을 펼칠 것이라고 예상해도 될런지요?

현재 SK하이닉스는 CIS (CMOS Image Sensor)도 생산하고 있지만, 매출의 대부분을 메모리반도체가 차지하는 기업이 맞습니다. 하지만 SK하이닉스의 기업가치를 높이기 위해서는 또 다른 진화가 필요합니다. 올해 SK하이닉스 출범 10주년 기념행사에서 박정호 CEO께서 ‘기존 틀을 깨는, 초협력을 통한 솔루션 프로바이더

(Solution Provider)로의 진화’를 미래 성장 방향으로 밝혔듯이, 앞으로는 HBM 같은 고부가가치 제품 개발을 넘어 고객의 패인 포인트(Pain Point)마저 먼저 찾아 주도적으로 해결해 주는 솔루션 프로바이더로 진화해 갈 것입니다.

Q SK 하이닉스 홈페이지의 연혁을 살펴보면 2020년 9월 AI 전문회사 ‘가우스랩스’ 출범과 10월 인텔 낸드메모리 사업 인수 발표가 적혀있습니다. 가우스랩스라는 회사에 대한 소개를 들을 수 있을까요? 그리고 인텔 낸드메모리 사업부 인수가 SK 하이닉스 사업에 어떤 영향력을 미쳤고, 회사가 어떻게 변화하고 있는지가 궁금합니다.

가우스랩스는 2020년 8월에 설립한 SK그룹 내 AI 전문기업을 별도 법인화 한 최초 기업으로 미국 실리콘 벨리에 본사가 있고 한국에도 사무소가 있습니다. 가우스랩스는 우선 AI를 통한 반도체 생산성 향상을 목표로 하며, SK하이닉스의 제조현장에서 발생하는 방대한 데이터를 활용, 생산 효율성을 극대화 할 수 있는 AI 솔루션 개발이 첫 번째 미션입니다. 향후 가우스랩스는 SK 그룹의 에너지, 바이오 등 제조관련 관계사는 물론 전세계 고객을 대상으로 비즈니스를 확대하는 것이 목표입니다. 인텔 낸드메모리 사업부는 21년 12월 주요국의 최종 승인을 받아 1단계 인수를 완료한 후, ‘솔리다임’으로 자회사 명을 확정하고 양사가 시너지를 내기 위해 열심히 노력하고 있습니다.

Q 몇년간 차량용반도체 수급부족 문제가 글로벌 이슈입니다. 많은 사람들이 국내 반도체 대기업이 차량용반도체 사업에 뛰어들지 않는 이유를 궁금해 합니다. SK 하이닉스는 메모리 중심 기업이기 때문에 차량용 반도체와는 상관이 없는 것이지요?

SK 하이닉스는 차량용 메모리 개발에 집중하고 있습니다. 특히, 내연기관 자동차에 비해 반도체가 더 많이 사용되는 전기 자동차 보급이 확대되고, 자율주행자동차가 개발되고 상용화하는 방향으로 빠르게 발전함에 따라 메모리 반도체의 수요가 더욱 높아지고 있습니다. 차량용 메모리는 특히 자동차에 탑재되기 때문에 생활 가전에 사용되는 메모리 반도체 보다 예측 가능한 안정성과 우수한 품질을 보장해야 합니다. 왜냐하면 탑승자의 안전이 가장 중요하기 때문입니다. SK하이닉스는 이러한 시장 특성을 고려해 최고의 성능과 우수한 품질을 갖춘 자동차 메모리 솔루션 제공을 위해 전담조직을 만들어 대응하고 있습니다.



Q 2022년 7월에 SK 하이닉스가 국내 대기업 처음으로 'RE100'에 가입하였다고 발표한 신문 기사를 보았습니다. 물론 미래 사회를 위해서 ESG 경영에 적극적인 것은 환영할만한 일이지만, 혹시 무리한 RE100 정책이 회사의 대외 경쟁력을 감소시킬 수 있다는 우려의 목소리는 회사 내부에서 없었는지요? 또한 RE100 가입에 따라서 회사 구성원들의 일상이 어떻게 바뀔 것이라고 예상되는 점이 있을런지요?

일상생활에서 기온이 0.5도 올라가면 우리가 체감할 수 있을까요? 0.5도의 온도변화를 체감하시는 분은 그리 많지 않으실 겁니다. 하지만 지구의 온도가 0.5도 상승하면 곤충의 12%, 식물의 8%, 척추 동물의 4%가 사라진다고 합니다. 생각만 해도 끔찍한 일이죠. 지구온난화의 주범인 이산화탄소가 현재 추세대로 증가하면 2030년~2052년 지구의 평균 기온 상승폭은 1.5도 이상이 된다는 예측 자료가 있습니다. 결론적으로 생태계에 치명상을 입히게 되는 것입니다. 환경적인 배경 외에도 고객, 주주 등 기업의 이해관계자들의 유해물질 저감 요구는 지속적으로 증가하고 있고, 특히 친환경 소비 Trend가 증가하고 있어 이를 뒷받침할 수 있는 경영방침 및 기술이 필요한 상황입니다. 이러한 경영환경의 변화와 다면적 검토를 통해 SK하이닉스는 RE100 가입 결정을 하게 된 것입니다.

그리고 SK하이닉스는 대외 환경 및 SK 그룹의 사회적 가치 창출 방향과 연계하여 모든 경영활동에서 EV(Economic Value) 창출과 함께 SV (Social Value)를 증대 시킴으로써 사회와 더불어 성장하고자하는 DBL(Double Bottom Line) 경영을 추구하고 있습니다. 이에 따라 우리 구성원들도 항상 사회적 가치(SV)와 ESG를 검토 요소에 놓고 업무에 임하고 있습니다.

Q 현재 우리사회는 세대간 간격이 큰 것이 사회문제로까지 대두되고 있습니다. SK 하이닉스 반도체 내부에서는 소위 MZ세대를 위해서 어떤 활동을 통해 기업문화를 만들어가고 계는지 궁금합니다.

구인구직 플랫폼 기업에서 MZ 세대의 특성에 대해 설문조사 결과를 본적이 있습니다. MZ세대의 약 90%가 회사에서 원하는 것이 과거와 다르다고 응답했고, 워라벨을 중요시 할뿐만 아니라 보장해 주기를 원한다는 비율이 매우 높았고, 조직보다는 개인의 이익을 우선시 한다는 답변도 순위가 높았습니다.

SK하이닉스는 지난 3월, SK하이닉스 출범 10주년을 맞아 구성원과 가족의 행복을 최우선하는 회사, 다시 말해서 가족 친화적인 기업문화를 정착시켜 구성원 가족과 함께하는 글로벌 초일류 회사로 거듭나기 위한 여러가지 약속들을 했습니다. 먼저 글로벌 최고 수준 인재들이 자부심을 가질 수 있도록 사내 커리어 성장 프로그램 활성화, 국내외 석박사 과정 지원 대폭 확대, 글로벌 사업장과의 교환 근무 확대 등을 추진합니다. 또한 우수한 기술 인재를 정년없이 일할 수 있도록 하는 '기술 전문가 제도'의 선발 범위를 현장의 장비 전문가까지 확대하기로 하였습니다.

두 번째로 가족 친화적인 기업문화 구축을 위해 초등학교 입학 자녀 돌봄 휴직 3개월 제도를 도입



하고, 임신기 단축 근무 기간을 전체 임신 기간으로 확대하며, 난임 관련 의료비/휴가 제도를 신설하였습니다. 특히 4월 29일~5월1일 3일간, 레고 랜드를 통째로 빌려서 진행한 ‘레고랜드 피크닉 데이’는 구성원들의 반응이 매우 좋았습니다.

세번째로 유연한 일하는 방식과 업무 환경을 혁신하기 위해 4월부터 ‘해피 프라이데이’를 시행하고 있습니다. 해피프라이데이는 2주 동안 80시간 이상을 근무한 구성원은 휴가를 사용하지 않고 월 1회 세번째 금요일에 출근하지 않고 가족과 시간을 가질 수 있는 제도인데, 임원 및 리더들이 솔선수범하여 해피프라이데이를 활용하며 구성원들에게도 장려하고 있습니다. 또한 리무진 통근 버스를 도입해 편안한 휴식 환경을 제공하고 식사의 퀄리티도 대폭 개선하고 사내 식당을 복합 문화 공간으로 변화시켜 나갈 예정입니다. 마지막으로 구성원의 근무 피로도를 줄여주기 위해서 전직원의 자를 명품의자인 ‘허먼밀러’로 교체한다는 내용은 주요 언론을 통해 기사화 되었습니다.

이러한 작은 부분까지 회사가 세심하게 신경 쓰고 있다는 것이 구성원에게 전달이 되면 구성원은 회사를 더욱 신뢰하게 되어 자발적/의욕적으로 일할 수 있게 된다고 생각합니다.

엔지니어 출신인 연구원장님의 생각이 궁금합니다

Q 최근 미국 바이든 대통령을 시작으로 우리나라 대통령까지 반도체 웨이퍼와 마스크를 국정을 논하는 자리에 등장시켰습니다. 또 대만의 경우 국가의 보안이 TSMC라는 반도체 회사와 연관이 되어있다고 하는데, 이와 같이 국제 정세에서 반도체의 위상이 올라가는 것에 대해 20년 넘게 반도체 엔지니어 생활을 해오신 부사장님의 개인적인 소감이 궁금합니다.

메모리 반도체를 만드는 기업이 세계에서 20여개가 있었을 때를 떠올려 보면 현재의 메모리 반도체의 위상은 격세지감을 느끼게 됩니다. 특히 메모리 반도체는 대한민국의 수출 약 20%를 담당하며 중추적인 역할을 담당하고 있습니다. 또한 우리가 사용하는 가전제품 및 스마트 기기, 그리고 자동차 등 모든 일상 생활에 반도체가 쓰이지 않는 제품을 찾아보기가 어렵습니다. 특히 전세계적으로 차량용 반도체 수급 부족으로 인해 반도체에 대한 관심이 더욱 높아지게 된 것 같고, 세계 각국이 반도체를 안보와 직결되는 국가 차원의 전략제품으로 위상이 올라가는 것에 반도체를 연구하는 사람으로서 자부심도 느끼지만 한편으로는 책임감을 느끼게 됩니다.

Q SK 하이닉스의 공식 인재상은 “첨단기술을 실현할 수 있는 인재/지속적으로 소통하는 인재/도전하고 노력하는 인재”라고 알려져 있습니다. 회사생활을 오래 해오신 연구원장님이 생각하는 인재상은 어떤 것일까요? 혹은 취업을 준비하는 학부생/대학원생들이 꼭 갖추었으면 좋겠다고 생각하는 기본적인 인격적 소양으로는 어떤 것이 있을까요?

반도체는 600개 이상의 공정을 60여일간 거치면서 완제품으로 만들어 집니다. 해당 기간 동안 다양한 조직의 수많은 구성원들과 협업하고 소통을 하면서 목표를 달성하기 위해 노력을 해야 합니다. 그 과정에서 가장 필요한 것이 협업 조직과 원활하게 소통하는 것을 바탕으로 현재 우리가 해결해야 할 방향에 대해서 공감대를 이끌어내는 능력을 중요하게 생각합니다. 오케스트라에서 한 개의 악기가 튼 소리를 내면 아름다운 소리를 낼 수 없는 것과 같은 이치라고 볼 수 있습니다. 협업이 매우 중요하기 때문에 상대방을 배려하고 경청하는 기본 소양이 갖추어져야 하겠습니다.



Q 많은 언론에서 우리나라 반도체 산업의 글로벌 경쟁력에 대해서 걱정을 하고 있습니다. 향후 우리나라가 현재와 같은 반도체 강국의 위치를 이어가기 위해서는 무엇을 어떻게 해야한다고 생각하시는지요?

반도체는 매년 대규모의 투자가 필요한 장치산업이지만, 매년 새로운 기술개발이 필요한 첨단 기술산업이기도 합니다. 기술을 개발하는 것은 결국 사람입니다. 특히 물리적 한계에 이를 정도로 기술난이도는 더욱 높아져 인재의 중요성도 더욱 높아졌습니다. 이러한 인재들이 꾸준히 연구활동을 할 수 있는 국가 정책과 지원이 뒷받침되어야 합니다. 또한 반도체는 전자 분야의 종합 예술이라고 볼 수 있습니다. 특정 분야의 지원이 아니고 반도체 연구생태계가 유지될 수 있도록 다양한 분야에 대한 지원이 되어야 하고, 이러한 생태계에서 양성된 고급 인력들이 기업의 적재적소에 유입되어 경쟁력을 향상시키는 선순환이 필요합니다.

Q 만일 SK 하이닉스가 인터넷 검색어 1위에 오른다면, 어떤 연관 검색어로 오르고 싶은지요?

SK하이닉스가 인터넷 검색어 1위에 올랐으면 하는 내용은 많이 있습니다. 물론 모두 좋은 내용이어야 하겠지요. 먼저 가장 일하고 싶은 회사로 1위에 오르면 좋겠습니다. 앞서도 언급한 것처럼 반도체 기술 개발은 결국 사람이 하는 것이라 다양한 분야의 사람들이 오고 싶어하는 회사가 되면 회사도 여러가지 관점에서 발전 가능성을 인정받았다고 볼 수 있기 때문입니다. 두 번째는 최신기술이나 혁신적인 제품에 관한 내용이면 좋겠습니다. 지금도 세계 최초로 개발된 기술 관련 내용은 언론에서 언급은 되지만 인터넷 검색어 1위에 오르는 못하였거든요. 그리고 세계적으로 중요성이 더해지고 있는 ESG 관련하여 가장 투자하고 싶은 친환경 회사, 사회적 가치를 가장 많이 창출하는 회사 등으로 검색어 1위에 오르면 좋을 것 같습니다. 생각만 해도 기분이 좋아지는 것 같습니다. 언급한 내용들이 실현될 수 있도록 미력이나마 최선을 다해야겠다는 생각이 듭니다. 마지막으로 2013년에 중국 우시 공장 화재 사건으로 실점 상위에 올랐었던 기억이 있는데 이런 일은 다시는 일어나지 않아야 하겠습니다.

Q 마지막으로 요새 20대들에게 가장 인기있는 키워드는 MBTI 입니다. 원장님의 MBTI는 무엇인지요?

제 MBTI는 ISTJ 인데, ISTJ의 경우 대한민국의 수능 평균 1위인 성격유형으로 알려져 있습니다^^

ISTJ의 장점은 책임감이 있고 논리적이며 체계적인 것을 선호하는 것입니다. 많은 데이터를 보면서 개발을 해야 하

는 반도체 분야에 적합하기도 하지만, 창의적인 측면에서는 부족한 면이 있습니다. 저는 이 부분을 보완하기 위해 다른 사람들과 이야기를 많이 나누고자 노력하는 편입니다. 그래서, 저를 외향적인 성격으로 보시는 분들도 많은데, 이는 저의 단점을 보완하기 위해 노력하는 것으로 이해를 해 주시면 될 것 같고, 실제로는 매우 내성적인 성향입니다.

결국은 본인의 성격 또는 성향을 잘 파악하고 부족한 부분을 보완하기 위해 노력하는 것이 중요한 것 같고, 그런 측면에서 MBTI는 좋은 index인 것 같습니다. 오래 전에 팀장으로서 같이 일하는 동료의 MBTI를 알아보고 서로를 이해하고자 노력했던 일들이 기억이 나고, 이러한 노력들이 좋은 팀워크를 형성하고 신뢰를 쌓아가는데 많은 도움이 되었습니다.

논문지 논문목차

전자공학회 논문지 제 59권 9호 발행

통신 분야

[통신]

- WiFi 커버리지 확장 방식에 대한 실험적 연구
박주하, 임윤섭, 강지훈, 김선민, 성재협, 이원재, 김재현, 신원재

반도체 분야

[반도체 소자 및 재료]

- 플렉서블 디스플레이 구동용 디코더 구조 게이트 드라이버
김정학, 박병찬, 김석운

[SoC 설계]

- 재구성 가능한 저전력 고해상도의 하이브리드 ADC 설계
강민성, 윤광섭
- 모바일 디스플레이 구동 IC의 외부 메모리 접근 빈도 저감을 위한 PSR 동작 특화 적응형 무손실 이미지 압축 기법
송재우, 한태희

[RF 집적회로기술]

- 가변 출력 CMOS 전하 펌프 회로
배성훈, 강보성, 장형준, 김영기

컴퓨터 분야

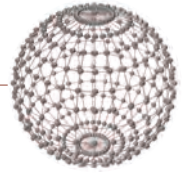
[융합컴퓨팅]

- 적응형 미니배치 데이터 재분배를 통한 멀티 GPU 환경에서 딥러닝 학습 응용의 효율성 향상
김인모, 김명선

인공지능 신호처리 분야

[영상 신호처리]

- 카메라를 이용한 정밀 측정에서 렌즈 특성을 이용한 오차 최소화
김태성, 은창수, 박종원



- 딥러닝 기반 고인쇄물 내 글자 추출 및 인식을 통한 3차원 활자 복원
정범재, 최강선
- 위성 영상 해상도 향상을 위한 딥 러닝 알고리즘 기반 양방향 점상 강도 분포 함수 추정 연구
김한술, 이해근, 박종은, 최병인, 이태영, 안종식, 강문기

[영상 이해]

- 자형 유사성 기반 글꼴 학습
조준호, 최진영

시스템 및 제어 분야

[제어계측]

- 스위칭 로직을 이용한 비선형 시스템의 적응 관측기
이성렬

산업전자 분야

[신호처리 및 시스템]

- 전기 회로에서 저항성 도체의 표면전하 분포와 정상전류 및 에너지 흐름
유태훈

[통신 및 초고주파]

- 네트워크 침입 탐지 시스템을 위한 효율적인 정규표현식 패턴 매칭 프로세서 구조
서병석, 김은원
- NIDS의 정규표현식 패턴 매칭을 위한 2단계 파이프라인 프로세서 구조
서병석

리뷰 우수논문

- 지능형반사표면 탑재 무인항공기 통신 기술 동향 및 전망
박기원, 김현민, 신오순
- 인공지능 기반 무선 측위 기술 동향 및 전망
차경주, 이정범, 이응희
- 반도체 회로에서의 내방사선 설계 방법 연구 동향
김태영, 이종호, 송익현
- 스마트 측사를 위한 디지털 트윈 기술에 대한 연구
김철립, 김승천
- 의료서비스를 위한 온라인 시스템의 사용성 평가
황인정, 김근홍, 임재균

학위논문 제목	국문 : 향상된 약물전달 효과를 위한 메쉬 네블라이저의 개발
	영문 : Development of mesh nebulizer for advanced drug delivery
학위취득	연세대학교
취득년월	2021년 8월
지도교수	유선국(연세대학교 교수)
KEY WORD	Nebulizer ; Drug delivery ; PZT ; Impedance matching ;

〈논문 요약〉

The nebulizer is a medical device for treating lung diseases such as asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and cystic fibrosis by delivering drugs to the lungs. Nebulizer have been developed in various forms which are jet, ultrasonic, and mesh types are used for treatment of various respiratory diseases. Among the mesh type nebulzier, the vibrating mesh nebulizer was developed to overcome the disadvantages of previous nebulizer such as noise, vibration and heat generation. The functional components of vibrating mesh nebulizers are a piezoelectric ceramic with a mesh mounted on one side, a reservoir, and a driving circuit. The piezoelectric material vibrates at a specific intrinsic frequency, and when the mechanical resonance frequency of the piezoelectric ceramic and the frequency of the applied electrical signal match, the vibration amplitude of the ceramic is greatest.

In the present study, nebulizing performances were tested with respect to driving voltage amplitude after automatic resonance frequency tuning (ARFT) and/or impedance matching (IM) for salbutamol and glycerol solutions. A 1% mismatch of resonance frequency reduced the output rate by 11.0 ~ 30.1% and increased particle size by 1.6 ~ 7.7% and power consumption increased by 6.6 ~ 13.6%. Driving at 50 Vpp after ARFT and IM increased output rate by 45% and decreased power consumption by 31% compared with operation at nominal resonance frequency without IM at 70 Vpp. Nebulization of viscous solutions was also enhanced by applying ARFT with IM. The study shows the application of ARFT with IM improves vibrating mesh nebulizer performance and reduces power consumption.

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: biz@theieie.org

>>2022년 10월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 01. - 10. 03.	2022 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)	Event Format: Virtual	https://icacsis.cs.ui.ac.id/front/
10. 01. - 10. 03.	2022 7th International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIIS)	Event Format: Virtual	https://iwbiis.cs.ui.ac.id/front/
10. 02. - 10. 05.	2022 IEEE Communication Theory Workshop (CTW)	Marbella, Spain	https://ctw2022.ieee-ctw.org/
10. 02. - 10. 07.	2022 IEEE International Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control, and Communication (ISPCS)	Vienna, Austria	https://2022.ispcs.org/
10. 02. - 10. 07.	2022 36th International Conference on Lightning Protection (ICLP)	Cape Town, South Africa	https://iclp2022.org/
10. 03. - 10. 05.	2022 IEEE 6th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)	Beijing, China	http://www.iaeac.org/
10. 03. - 10. 07.	2022 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)	Limassol, Cyprus	https://cyprusconferences.org/icsme2022/
10. 03. - 10. 04.	2022 IEEE International Conference on Networking, Architecture and Storage (NAS)	Philadelphia, Pennsylvania, USA	http://www.nas-conference.org/NAS-2022/
10. 03. - 10. 05.	2022 IEEE International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea)	Milazzo, Italy	https://www.metrosea.org/
10. 03. - 10. 06.	2022 IEEE 29th Annual Software Technology Conference (STC)	Event Format: Virtual	https://www.ieee-stc.org/
10. 03. - 10. 05.	2022 IFIP/IEEE 30th International Conference on Very Large Scale Integration (VLSI-SoC)	Patras, Greece	https://vlsisoc2022.com/
10. 03. - 10. 04.	2022 International Conference on IT and Industrial Technologies (ICIT)	Chiniot, Pakistan	https://icit.nu.edu.pk/
10. 03. - 10. 05.	2022 13th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)	Kharagpur, India	https://13icccnt.com/
10. 03. - 10. 07.	2022 IEEE International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP)	Event Format: Virtual	https://attend.ieee.org/mwp-2022/
10. 04. - 10. 07.	2022 International Conference on Interactive Media, Smart Systems and Emerging Technologies (IMET)	Limassol, Cyprus	http://imet.cyens.org.cy/
10. 05. - 10. 07.	2022 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)	Novi Sad, Serbia	https://ieee-isgt-europe.org/
10. 05. - 10. 07.	2022 13th International Conference on Network of the Future (NoF)	Ghent, Belgium	https://nof2022.dnac.org/
10. 05. - 10. 07.	2022 International Conference on Informatics Electrical and Electronics (ICIEE)	Yogyakarta, Indonesia	https://iciee.untirta.ac.id/
10. 05. - 10. 08.	2022 International Conference on Ocean Studies (ICOS)	Vladivostok, Russia	https://icos.ieeesiberia.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 06. - 10. 08.	2022 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)	Varna, Bulgaria	http://www.ical-conf.org/
10. 06. - 10. 08.	2022 3rd International Conference on Next Generation Computing Applications (NextComp)	Flic-en-Flac, Mauritius	https://www.nextcomp.org/
10. 06. - 10. 07.	2022 9th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)	Event Format: Virtual	http://eecs.org/2022/
10. 06. - 10. 07.	2022 International Conference on Cyber Resilience (ICCR)	Dubai, United Arab Emirates	https://iccr.gaftim.com/
10. 06. - 10. 07.	2022 V International Conference on High Technology for Sustainable Development (HiTech)	Sofia, Bulgaria	https://hitechconf.org/
10. 06. - 10. 07.	2022 Interdisciplinary Conference on Mechanics, Computers and Electrics (ICMECE)	Barcelona, Spain	http://www.icmece.org/
10. 07. - 10. 09.	2022 IEEE 3rd Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)	Bangaluru, India	http://globeconf.org/
10. 08. - 10. 10.	2022 IEEE 7th International Conference on Smart Cloud (SmartCloud)	Shanghai, China	http://www.cloud-conf.net/smartcloud/2022/index.html
10. 08. - 10. 12.	2022 IEEE 25th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)	Macau, China	https://www.ieee-itc2022.org/
10. 08. - 10. 09.	2022 4th International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)	Prapat, Indonesia	http://icoris.org/
10. 09. - 10. 12.	2022 IEEE 31st Conference on Electrical Performance of Electronic Packaging and Systems (EPEPS)	San Jose, California, USA	http://www.epeps.org/
10. 09. - 10. 14.	2022 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting (IAS)	Detroit, Michigan, USA	https://ias.ieee.org/2022annualmeeting
10. 09. - 10. 13.	2022 IEEE Energy Conversion Conversion Congress and Expo (ECCE)	Detroit, Michigan, USA	https://www.ieee-ecce.org/2022/
10. 09. - 10. 14.	2022 Embedded Systems Week (ESWEEK)	Event Format: Virtual	https://esweek.org/
10. 09. - 10. 14.	2022 Antenna Measurement Techniques Association Symposium (AMTA)	Denver, Colorado, USA	https://2022.amta.org/
10. 09. - 10. 12.	2022 12th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO)	Vysoké Tatry, Štrbské Pleso, Slovakia	https://esgco2022.sk/
10. 09. - 10. 11.	2022 North American Power Symposium (NAPS)	Salt Lake City, Utah, USA	https://naps2022.utah.edu/
10. 09. - 10. 12.	2022 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)	Prague, Czech Republic	https://ieeesmc2022.org/
10. 09. - 10. 14.	2022 IEEE International Integrated Reliability Workshop (IIRW)	South Lake Tahoe, California, USA	https://www.iirw.org/
10. 10. - 10. 14.	2022 International Conference on Compilers, Architecture, and Synthesis for Embedded Systems (CASES)	Event Format: Virtual	https://esweek.org/cases/
10. 10. - 10. 14.	2022 International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis (CODES+ISSS)	Event Format: Virtual	https://esweek.org/codes-iss/
10. 10. - 10. 14.	2022 International Conference on Embedded Software (EMSOFT)	Event Format: Virtual	https://esweek.org/emsoft/
10. 10. - 10. 13.	2022 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)	Venice, Italy	https://2022.ieee-ius.org/
10. 10. - 10. 12.	2022 18th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)	Thessaloniki, Greece	http://wimob.org/
10. 10. - 10. 13.	2022 IEEE International Conference and Expo on Real Time Communications at IIT (RTC)	Chicago, Illinois, USA	https://www.rtc-conference.com/2022/
10. 10. - 10. 14.	2022 16th Symposium on Piezoelectricity, Acoustic Waves, and Device Applications (SPAWDA)	Nanjing, China	http://spawda.cacmeeting.com/main.aspx

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 10. - 10. 12.	2022 IEEE 63th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)	Riga, Latvia	http://www.conference.rtu.lv/
10. 11. - 10. 14.	2022 IEEE International Symposium on Phased Array Systems & Technology (PAST)	Waltham, Massachusetts, USA	https://array2022.org/
10. 11. - 10. 14.	2022 IEEE 18th International Conference on e-Science (e-Science)	Salt Lake City, Utah, USA	https://www.escience2021.org/
10. 11. - 10. 15.	2022 World Automation Congress (WAC)	Event Format: Virtual	https://tsiepress.com/wac/event/2022/
10. 11.	2022 Austrochip Workshop on Microelectronics (Austrochip)	Villach, Austria	https://www.austrochip.at/
10. 11. - 10. 12.	2022 International Conference on Sustainable Islamic Business and Finance (SIBF)	Event Format: Virtual	https://sibf.uob.edu.bh/
10. 11. - 10. 14.	2022 IEEE Sixth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)	Quito, Ecuador	https://attend.ieee.org/etcm-2022/
10. 12. - 10. 14.	2022 Global Fluid Power Society PhD Symposium (GFPS)	Naples, Italy	https://www.gfps2022.com/
10. 12. - 10. 14.	2022 New Trends in Signal Processing (NTSP)	Liptovský Mikuláš, Slovakia	http://ntsp2022.aos.sk/
10. 12. - 10. 13.	2022 IEEE 1st International Conference on Cognitive Mobility (CogMob)	Event Format: Virtual	https://scitope.com/cogmob22/
10. 12. - 10. 14.	2022 Sensor Data Fusion: Trends, Solutions, Applications (SDF)	Bonn, Germany	https://www.fkie.fraunhofer.de/de/Veranstaltungen/sdf2022.html
10. 12. - 10. 14.	2022 IEEE 4th International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology (ICCASIT)	Dali, China	http://www.iccasit.org/
10. 12. - 10. 14.	2022 IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI and Nanotechnology Systems (DFT)	Austin, Texas, USA	http://www.dfts.org/
10. 12. - 10. 14.	2022 IEEE 16th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)	Washington DC, District of Columbia, USA	http://www.aict.info/?csc=2022
10. 12. - 10. 14.	2022 IEEE International Conference on Wireless for Space and Extreme Environments (WISSE)	Winnipeg, Manitoba, Canada	https://attend.ieee.org/wissee-2021/
10. 12. - 10. 13.	2022 20th International Conference on Language Engineering (ESOLEC)	Event Format: Virtual	https://esolec20.conferences.ekb.eg/
10. 12. - 10. 14.	2022 International Semiconductor Conference (CAS)	Poiana Brasov, Romania	https://www.imt.ro/cas/
10. 12. - 10. 13.	2022 4th International Conference on Pattern Analysis and Intelligent Systems (PAIS)	Oum El Bouaghi, Algeria	http://www.univ-oeb.dz/4th-international-conference-on-pattern-analysis-and-intelligent-systems-pais2022/
10. 13. - 10. 14.	2022 IEEE Petroleum and Chemical Industry Conference Brasil (PCIC Brasil)	Event Format: Virtual	http://www.ieee.org.br/pcicbr/
10. 13. - 10. 15.	2022 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)	Taipei, Taiwan	https://2022.ieee-biocas.org/site/page.aspx?pid=901&sid=1419&lang=en
10. 13. - 10. 15.	2022 International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA)	Tamilnadu, India	http://icecc.co.in/
10. 13. - 10. 15.	2022 International Conference on Assessment and Learning (ICAL)	Bali, Indonesia	https://www.ical-id.org/
10. 13. - 10. 14.	2022 International Conference on Multimedia Analysis and Pattern Recognition (MAPR)	Phu Quoc, Vietnam	https://mapr.uit.edu.vn/
10. 13. - 10. 15.	2022 SBFoton International Optics and Photonics Conference (SBFoton IOPC)	Recife, Brazil	https://www.sbfoton.org.br/
10. 13. - 10. 15.	2022 International Conference on Trends in Quantum Computing and Emerging Business Technologies (TQCEBT)	Pune, India	https://sites.google.com/christuniversity.in/icbaqcaiml-2022/home
10. 13. - 10. 16.	2022 IEEE 9th International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA)	Shenzhen, China	http://dsaa2022.dsaa.co/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 14. - 10. 16.	2022 IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)	Bournemouth, United Kingdom	https://conferences.computer.org/icebe/2022/index.htm
10. 14. - 10. 16.	2022 IEEE International Conference on Unmanned Systems (ICUS)	Guangzhou, China	https://icus2022.c2.org.cn/
10. 14. - 10. 16.	2022 12th International Conference on Information Science and Technology (ICIST)	Kaifeng, China	https://conference.cs.cityu.edu.hk/icist/
10. 14. - 10. 17.	2022 14th International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP)	Nanjing, China	http://www.ic-wcsp.org/2022/
10. 14. - 10. 15.	2022 International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)	Shivamogga, India	http://www.ieee-discover.org/
10. 14. - 10. 16.	2022 10th International Conference on Smart Grid and Clean Energy Technologies (ICSGCE)	Kuala Lumpur, Malaysia	http://www.icsgce.org/
10. 14. - 10. 16.	2022 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC)	Suzhou, China	http://cyberc.org/
10. 16. - 10. 19.	2022 28th International Semiconductor Laser Conference (ISLC)	Matsue, Japan	https://islc2022.org/
10. 16. - 10. 19.	2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)	Bordeaux, France	https://2022.ieeeicip.org/
10. 16. - 10. 22.	2022 ACM/IEEE 25th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)	Montreal, Quebec, Canada	https://conf.researchr.org/home/models-2022
10. 16. - 10. 17.	2022 IEEE 2nd Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon)	Mysuru, India	https://www.mysurucon.com/
10. 16. - 10. 19.	2022 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS)	Phoenix, Arizona, USA	https://bcicts.org/
10. 16. - 10. 19.	2022 16th ICME International Conference on Complex Medical Engineering (CME)	Zhongshan, China	http://www.cme2022.org/
10. 16. - 10. 19.	2022 IEEE Nanotechnology, Materials and Devices Conference (NMDC)	Nanjing, China	https://ieeenmdc.org/
10. 16. - 10. 17.	2022 Cross Strait Radio Science & Wireless Technology Conference (CSRSWTC)	Haidian, China	http://www.myconf.com.cn/conference/CSRSWTC2022/
10. 16. - 10. 21.	2022 IEEE Visualization and Visual Analytics (VIS)	Oklahoma City, Oklahoma, USA	http://ieeevis.org/year/2022/welcome
10. 17. - 10. 21.	2022 Formal Methods in Computer-Aided Design (FMCAD)	Trento, Italy	https://fmcad.org/FMCAD22/
10. 17. - 10. 19.	2022 International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity, and Informatics (CCCI)	Event Format: Virtual	http://atc.udg.edu/CCCI2022/
10. 17. - 10. 21.	2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)	Singapore, Singapore	https://ismar2022.org/
10. 17. - 10. 19.	2022 International SpaceWire & SpaceFibre Conference (ISC)	Pisa, Italy	http://2022.spacewire-conference.org/
10. 17. - 10. 19.	2022 IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services (HealthCom)	Genoa, Italy	https://healthcom2022.ieee-healthcom.org/?_ga=2.34866537.996328609.1646846944-1930568954.1634242130
10. 17. - 10. 19.	2022 International Symposium on Electromobility (ISEM)	Puebla, Mexico	http://escueladeingenieria.itesm.mx/workshops/electromobility-2022/
10. 17. - 10. 21.	2022 XLVIII Latin American Computer Conference (CLEI)	Armenia, Colombia	http://clei2022.uniquindio.edu.co/
10. 17. - 10. 19.	2022 2nd International Conference on Energy Transition in the Mediterranean Area (SyNERGY MED)	Thessaloniki, Greece	https://synergymed2022.gr/
10. 17. - 10. 22.	OCEANS 2022, Hampton Roads	Hampton Roads, Virginia, USA	https://hamptonroads22.oceansconference.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 17. - 10. 21.	2022 XVII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)	Armenia, Colombia	http://lacio.uniquindio.edu.co/
10. 18. - 10. 21.	2022 10th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)	Nara, Japan	https://acii-conf.net/2022/
10. 18. - 10. 20.	2022 IEEE Secure Development Conference (SecDev)	Atlanta, Georgia, USA	https://secdev.ieee.org/2022/home/
10. 18. - 10. 20.	2022 IEEE Broadcast Symposium (BTS)	Merritt Island, Florida, USA	https://bts.ieee.org/broadcastsymposium.html
10. 18. - 10. 19.	2022 14th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)	Event Format: Virtual	http://icitee.ugm.ac.id/
10. 18. - 10. 19.	2022 4th International Conference on Biomedical Engineering (IBIOMED)	Event Format: Virtual	http://ibiomed.ugm.ac.id/2022/
10. 19. - 10. 21.	2022 26th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)	Sinaia, Romania	https://icstcc.ugal.ro/2022/
10. 19. - 10. 21.	2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)	Panama, Panama	https://congreso.utp.ac.pa/
10. 19. - 10. 21.	2022 International Conference on Smart Systems and Technologies (SST)	Osijek, Croatia	https://sst-conference.org/
10. 19. - 10. 21.	2022 13th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)	Jeju Island, Korea (South)	https://ictc.org/
10. 19. - 10. 21.	2022 27th Asia Pacific Conference on Communications (APCC)	Jeju Island, Korea (South)	http://apcc2022.org/
10. 19. - 10. 23.	2022 IEEE 19th International Conference on Mobile Ad Hoc and Smart Systems (MASS)	Denver, Colorado, USA	https://sites.google.com/view/ieee-mass-2022/
10. 19. - 10. 21.	2022 IEEE 39th International Electronics Manufacturing Technology Conference (IEMT)	Kuala Lumpur, Putrajaya, Malaysia	https://www.iemt.com.my/
10. 19. - 10. 21.	2022 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI)	Pattaya Chonburi, Thailand	http://www.icpei.net/2022/
10. 19. - 10. 22.	2022 19th International SoC Design Conference (ISOCC)	Gangneung-si, Korea (South)	http://isocc.org/
10. 19. - 10. 21.	2022 14th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE)	Nha Trang, Vietnam	https://kse2022.tbd.edu.vn/
10. 19. - 10. 20.	2022 First International Conference for Physics and Mathematics (ICPM)	Anbar, Iraq	https://icpm2022.uoanbar.edu.iq/
10. 20. - 10. 22.	2022 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)	Ha Noi, Vietnam	https://atc-conf.org/
10. 20. - 10. 22.	2022 3rd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)	Trichy, India	http://icsec.in/2022/
10. 20. - 10. 22.	2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)	Ankara, Turkey	http://www.ismsitconf.org/
10. 20. - 10. 21.	2022 IEEE International Symposium on Integrated Circuits and Systems (ISICAS)	Bordeaux, France	https://www.ieee-isicas2022.org/
10. 20. - 10. 21.	2022 IEEE Cloud Summit	Fairfax, Virginia, USA	https://www.ieeecloudsummit.org/
10. 20. - 10. 22.	2022 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE)	Iasi, Romania	http://www.epe.tuiasi.ro/2022/
10. 20. - 10. 21.	2022 International Conference on Electrical Engineering and Photonics (EExPolytech)	St. Petersburg, Russia	https://eexpolytech.spbstu.ru/
10. 21. - 10. 23.	2022 IEEE 13th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)	Event Format: Virtual	http://www.icsess.org/
10. 21. - 10. 24.	2022 International Conference on Cyber-Physical Social Intelligence (ICCSI)	Nanjing, China	https://iccsi2022.agist.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 21. - 10. 23.	2022 Asian Conference on Frontiers of Power and Energy (ACFPE)	Chengdu, China	https://actpe.org/
10. 21. - 10. 24.	2022 16th IEEE International Conference on Signal Processing (ICSP)	Beijing, China	http://www.icsp-ieee.org/
10. 22. - 10. 24.	2022 4th International Conference on Control and Robotics (ICCR)	Guangzhou, China	http://www.iccr.net/
10. 22. - 10. 23.	2022 IEEE 10th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)	Event Format: Virtual	http://www.iccsnt.org/ICCSNT2022/
10. 22. - 10. 24.	2022 6th International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC)	Chengdu, China	http://www.csgsc.net/index.html
10. 22. - 10. 24.	2022 4th Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)	Giza, Egypt	http://www.nilesconf.org/
10. 22. - 10. 24.	2022 15th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI)	Beijing, China	http://www.cisp-bmei.cn/
10. 22. - 10. 25.	2022 6th International Conference on Universal Village (UV)	Boston, Massachusetts, USA	https://universalvillage.org/ieee-uv2022/
10. 23. - 10. 27.	2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	Kyoto, Japan	https://iros2022.org/
10. 23. - 10. 26.	2022 14th International Conference on Advanced Semiconductor Devices and Microsystems (ASDAM)	Smolenice, Slovakia	http://uef.fei.stuba.sk/asdam/index.php
10. 23. - 10. 26.	2022 7th International Advanced Research Workshop on Transformers (ARWtr)	Baiona, Spain	http://arwtr2022.webs.uvigo.es/
10. 23. - 10. 26.	2022 IEEE 40th International Conference on Computer Design (ICCD)	Olympic Valley, California, USA	https://www.iccd-conf.com/Home.html
10. 23. - 10. 26.	2022 IEEE 67th Holm Conference on Electrical Contacts (HLM)	Tampa, Florida, USA	https://ieee-holm.org/
10. 24. - 10. 26.	2022 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE)	Vienna, Austria	https://ieeesystemsouncil.org/
10. 24. - 10. 27.	2022 IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB)	Abu Dhabi, United Arab Emirates	http://www.ijcb2022.org/#/
10. 24. - 10. 28.	2022 21st Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)	Natal, Brazil	https://www.sbgames.org/
10. 24. - 10. 26.	2022 29th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS)	Glasgow, United Kingdom	https://2022.ieee-icecs.org/
10. 24. - 10. 28.	2022 10th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)	Event Format: Virtual	https://conisoft.org/2022/
10. 24. - 10. 25.	2022 IEEE International Conference on Blockchain, Smart Healthcare and Emerging Technologies (SmartBlock4Health)	Bucharest, Romania	http://smartblock4health.upb.ro/
10. 24. - 10. 27.	2022 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV)	Boca del Río, Veracruz, Mexico	https://www.ieeeicev.com/
10. 24. - 10. 26.	2022 Symposium on Internet of Things (SIoT)	São Paulo, Brazil	https://sbmicro.org.br/eventos/siot
10. 25. - 10. 28.	2022 IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (SmartGridComm)	Singapore, Singapore	https://sgc2022.ieee-smartgridcomm.org/
10. 25. - 10. 27.	2022 International Radar Conference (RADAR)	Edinburgh, United Kingdom	https://radar2022.theiet.org/?utm_source=cross_promo&utm_medium=digital&utm_campaign=radar&utm_content=ieee
10. 25. - 10. 28.	2022 IEEE 16th International Conference on Solid-State & Integrated Circuit Technology (ICSICT)	Nanjing, China	http://www.icsict.com/
10. 25. - 10. 27.	2022 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC)	Xi'an, China	http://www.icspcc.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 25. - 10. 27.	2022 IEEE Physical Assurance and Inspection of Electronics (PAINE)	Washington, District of Columbia, USA	https://paine-conference.org/
10. 25. - 10. 28.	2022 IEEE 13th International Green and Sustainable Computing Conference (IGSC)	Event Format: Virtual	https://www.igsc.org/
10. 25. - 10. 26.	2022 International Conference on Data Analytics for Business and Industry (ICDABI)	Event Format: Virtual	https://data.uob.edu.bh/
10. 25. - 10. 26.	2022 2nd International Conference on Emerging Smart Technologies and Applications (eSmarTA)	Ibb, Yemen	https://esmarta.yostr.org/
10. 26. - 10. 28.	2022 IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRINE)	Rome, Italy	https://metroxraine.org/
10. 26. - 10. 29.	2022 Global Energy Conference (GEC)	Batman, Turkey	https://gec2022.batman.edu.tr/
10. 26. - 11. 12.	2022 IEEE 8th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)	Yokohama, Japan	https://wfot2022.iot.ieee.org/
10. 26. - 10. 28.	2022 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST)	Event Format: Virtual	https://gecost.curtin.edu.my/
10. 26. - 10. 28.	2022 IEEE International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM)	Tunis, Tunisia	https://cistem2022.sciencesconf.org/resource/page/id/14
10. 26. - 10. 28.	2022 IEEE Engineering International Research Conference (EIRCON)	Event Format: Virtual	http://www.eircon.org.pe/2022/
10. 26. - 10. 27.	2022 New Trends in Civil Aviation (NTCA)	Prague, Czech Republic	https://ntca.fd.cvut.cz/
10. 26. - 10. 29.	2022 9th International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)	Rabat, Morocco	http://www.wincom-conf.org/WINCOM_2022/
10. 26. - 10. 28.	2022 17th International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT)	Taipei, Taiwan	https://www.impact.org.tw/site/page.aspx?pid=901&sid=1283&lang=en
10. 26. - 10. 28.	2022 International Conference on Modern Network Technologies (MoNeTec)	Moscow, Russia	https://monetec.ru/
10. 26. - 10. 29.	2022 IEEE 28th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)	Bucharest, Romania	https://siitme.ro/
10. 27. - 10. 28.	2022 30th National Conference with International Participation (TELECOM)	Sofia, Bulgaria	http://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/index.php?konf=37
10. 27. - 10. 30.	2022 IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems (APCCAS)	Shenzhen, China	http://www.apccas2022.org/
10. 27. - 10. 30.	2022 IEEE Asia Pacific Conference on Postgraduate Research in Microelectronics and Electronics (PrimeAsia)	Shenzhen, China	http://www.apccas2022.org/primeasia.html
10. 27. - 10. 30.	2022 4th International Conference on Smart Power & Internet Energy Systems (SPIES)	Beijing, China	http://www.icspies.org/
10. 27. - 10. 28.	2022 IEEE 12th International Conference on Engineering Education (ICEED)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://enter.uitm.edu.my/iceed2022/
10. 27. - 10. 28.	2022 8th International Symposium on System Security, Safety, and Reliability (ISSSR)	Chongqing, China	https://issr22.techconf.org/
10. 28. - 10. 30.	2022 IEEE 4th Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE)	Yunlin, Taiwan	https://www.ecice.asia/
10. 28. - 10. 30.	2022 5th International Conference on Robotics, Control and Automation Engineering (RCAE)	Changchun, China	http://www.rcae.net/
10. 28. - 10. 30.	2022 IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom)	Wuhan, China	http://www.ieee-hust-ncc.org/2022/TrustCom/
10. 28. - 10. 30.	2022 IEEE International Conference on Big Data Science and Engineering; Computational Science and Engineering; Embedded and Ubiquitous Computing; Smart City and Informatization (BigDataSE/CSE/EUC/SCI)	Wuhan, China	http://www.ieee-hust-ncc.org/2022/BigDataSE/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 28. - 10. 30.	2022 IEEE 7th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)	Beijing, China	http://www.icite.org/
10. 28. - 10. 30.	2022 International Communication Engineering and Cloud Computing Conference (CECCC)	Nanjing, China	http://ceccc.org/
10. 28. - 10. 30.	2022 IEEE 2nd International Conference on Data Science and Computer Application (ICDSCA)	Dalian, China	http://www.icdscanet/
10. 28. - 10. 30.	2022 6th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence (CVCI)	Nanjing, China	http://www.ascl.jlu.edu.cn/vci/cvci2022/Home.htm
10. 28. - 10. 30.	2022 6th Asian Conference on Artificial Intelligence Technology (ACAIT)	Changzhou, China	http://www.acait.cn/
10. 28. - 10. 30.	2022 International Conference on Financial Innovation, FinTech and Information Technology (FFIT)	Shenzhen, China	http://icffit.org/
10. 28. - 10. 30.	2022 7th International Conference on Biomedical Imaging, Signal Processing (ICBSP)	Nanning, China	http://www.icbsp.org/
10. 29. - 10. 31.	2022 2nd International Conference on Advanced Electrical Engineering (ICAEE)	Constantine, Algeria	http://www.aagee.dz/icaee2022/
10. 30. - 11. 02.	2022 IEEE 30th International Conference on Network Protocols (ICNP)	Lexington, Kentucky, USA	https://icnp22.cs.ucr.edu/
10. 30. - 11. 02.	2022 56th Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers	Event Format: Virtual	https://www.asilomarsscconf.org/
10. 30. - 11. 02.	2022 25th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)	Herning, Denmark	http://wpmc-home.com/wpmc2022-silver-jubilee-anniversary/
10. 30. - 11. 02.	2022 IEEE Sensors	Dallas, Texas, USA	https://2022.ieee-sensorsconference.org/
10. 31. - 11. 04.	2022 Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM)	Minneapolis, Minnesota, USA	https://magnetism.org/
10. 31. - 11. 03.	2022 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)	Sydney, Australia	https://isap2022.org/
10. 31. - 11. 05.	2022 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)	Italy	https://www.ieee.org/oops.html
10. 31. - 11. 03.	2022 IEEE 63rd Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)	Denver, Colorado, USA	https://focs2022.eecs.berkeley.edu/index.html
10. 31. - 11. 04.	2022 18th International Conference on Network and Service Management (CNSM)	Thessaloniki, Greece	http://www.cnsm-conf.org/2022/

>>2022년 11월

11. 01. - 11. 03.	2022 Connecting the Unconnected Summit (CTUS)	Event Format: Virtual	https://ctu.ieee.org/summit
11. 01. - 11. 02.	2022 International Visualization, Informatics and Technology Conference (IVIT)	Event Format: Virtual	https://www.canva.com/design/DAEvlbKW0M/0SceN6xIAN1UgK_CllcViA/view?website=&utm_medium=CFP#1:home
11. 01. - 11. 04.	2022 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)	Merced, California, USA	https://events.vtsociety.org/vppc2022/
11. 01. - 11. 04.	2022 IEEE Ninth International Conference on Communications and Networking (ComNet)	Hammamet, Tunisia	https://comnet.ieee.tn/
11. 01. - 11. 04.	TENCON 2022 - 2022 IEEE Region 10 Conference (TENCON)	Hong Kong, Hong Kong	https://www.tencon2022.org/
11. 01. - 11. 05.	2022 3rd International Conference on Applied Electromagnetic Technology (AEMT)	Mataram, Indonesia	https://aemt-geomagnetic.org/aemt/
11. 01. - 11. 02.	2022 Sustainability and Resilience Conference: Climate Change (SRC)	Event Format: Virtual	https://src.uob.edu.bh/
11. 02. - 11. 04.	2022 IEEE Workshop on Signal Processing Systems (SiPS)	Rennes, France	http://sips2022.insa-rennes.fr/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 02. - 11. 05.	2022 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia)	Singapore, Singapore	https://ieee-isgt-asia.org/
11. 02. - 11. 05.	2022 IEEE 34th International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD)	Bordeaux, France	https://project.inria.fr/sbac2022/
11. 02. - 11. 05.	2022 International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing Workshops (SBAC-PADW)	Bordeaux, France	https://project.inria.fr/sbac2022/
11. 02. - 11. 03.	2022 IEEE 27th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)	Paris, France	https://camad2022.ieee-camad.org/
11. 03. - 11. 05.	2022 IEEE Women in Engineering (WIE) Forum USA East	Providence, Rhode Island, USA	https://site.ieee.org/wie-forum-usa-east/
11. 03. - 11. 05.	2022 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)	Perugia, Italy	https://www.metroagrifor.org/
11. 03. - 11. 04.	2022 17th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation & Personalization (SMAP)	Event Format: Virtual	https://hilab.di.ionio.gr/smap2022/
11. 03. - 11. 04.	2022 International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT)	Cusco, Peru	https://easychair.org/cfp/2022ICACITSymposium
11. 03. - 11. 05.	2022 International Automatic Control Conference (CACS)	Kaohsiung, Taiwan	https://cacs2022.nsysu.edu.tw/
11. 03. - 11. 05.	2022 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)	Event Format: Virtual	http://comnetsat.org/
11. 03. - 11. 05.	2022 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (IFUZZY)	Kaohsiung, Taiwan	https://ifuzzy2022.nsysu.edu.tw/
11. 04. - 11. 06.	2022 2nd International Conference on Computation, Communication and Engineering (ICCE)	Guangzhou, China	http://www.icce.net/
11. 04. - 11. 06.	2022 IEEE Silchar Subsection Conference (SILCON)	Silchar, India	https://www.ieeesilcon.in/
11. 04. - 11. 07.	2022 IEEE International Power Electronics and Application Conference and Exposition (PEAC)	Guangzhou, Guangdong, China	http://www.peac-conf.org/
11. 04. - 11. 05.	2022 IEEE 7th International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA)	Event Format: Virtual	https://icitda.org/
11. 04. - 11. 06.	2022 IEEE 13th International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Programming (PAAP)	Event Format: Virtual	http://www.paap2022.net/index.html
11. 05. - 11. 08.	2022 Asia Communications and Photonics Conference (ACP)	Shenzhen, China	http://www.acp2022.org/index.html
11. 06. - 11. 09.	2022 IEEE Information Theory Workshop (ITW)	Mumbai, India	https://itw2022.in/
11. 06. - 11. 09.	2022 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC)	Taipei, Taiwan	http://www.a-sscc2022.org/
11. 06. - 11. 09.	2022 IEEE International Symposium on Workload Characterization (IISWC)	Austin, Texas, USA	http://iiswc.org/
11. 06. - 11. 09.	2022 20th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)	Antalya, Turkey	https://www.ithet.net/
11. 07. - 11. 09.	2022 IEEE 22nd International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)	Taichung, Taiwan	https://bibe2022.asia.edu.tw/
11. 07. - 11. 08.	2022 IEEE Green Energy and Smart Systems Conference (IGESSC)	Long Beach, California, USA	https://site.ieee.org/clas-sysc/call-for-papers/
11. 07. - 11. 10.	2022 Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)	Chiang Mai, Thailand	https://www.apsipa2022.org/
11. 07. - 11. 09.	2022 IEEE 9th Workshop on Wide Bandgap Power Devices & Applications (WiPDA)	Redondo Beach, California, USA	https://wipda.org/
11. 08. - 11. 11.	2022 Rapid Product Development Association of South Africa - Robotics and Mechatronics - Pattern Recognition Association of South Africa (RAPDASA-RobMech-PRASA)	Stellenbosch, South Africa	https://site.rapdasa.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 08. - 11. 09.	2022 IEEE Electrical Energy Storage Application and Technologies Conference (EESAT)	Austin, Texas, USA	https://cmte.ieee.org/pes-eesat/
11. 08. - 11. 10.	2022 11th IFIP International Conference on Performance Evaluation and Modeling in Wireless and Wired Networks (PEMWN)	Rome, Italy	https://sites.google.com/view/pemwn2022/home
11. 09. - 11. 11.	2022 International EOS/ESD Symposium on Design and System (IEDS)	Chengdu, China	https://www.esda.org/events/
11. 09. - 11. 11.	2022 IEEE CPMT Symposium Japan (ICSJ)	Kyoto, Japan	http://www.ieee-csj.org/
11. 09. - 11. 11.	2022 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)	Ixtapa, Mexico	https://ropec.org/
11. 09. - 11. 12.	2022 IEEE 40th Central America and Panama Convention(CONCAPAN)	Panama, Panama	https://attend.ieee.org/concapan-2022/
11. 10. - 11. 13.	2022 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)	Event Format: Virtual	https://asonam.cpsc.ucalgary.ca/2022/
11. 10. - 11. 12.	2022 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)	Hong Kong, Hong Kong	https://technologyandsociety.org/announcing-istas22-will-be-held-november-10-12-2022-in-hong-kong/
11. 10. - 11. 12.	2022 Sixth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)	Event Format: Virtual	https://i-smac.org/ismac2022/
11. 10. - 11. 11.	2022 6th International Conference on Information Technology (InCIT)	Nonthaburi, Thailand	https://citt.or.th/incit2022/
11. 10. - 11. 11.	2022 International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISETC)	Timisoara, Romania	https://conference.etc.upt.ro/setc2022/
11. 10.	2022 International Conference on Information Technology Research and Innovation (ICITRI)	Event Format: Virtual	https://icitri.nusamandiri.ac.id/
11. 10. - 11. 13.	2022 14th Biomedical Engineering International Conference (BMEICON)	Songkhla, Thailand	http://www.bmeicon.org/bmeicon2022/index.php
11. 10. - 11. 12.	2022 International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration (ICSINTESA)	Denpasar, Bali, Indonesia	https://icsintesa.universitasmulia.ac.id/
11. 10. - 11. 12.	2022 International Conference on Smart Systems and Power Management (IC2SPM)	Beirut, Lebanon	http://iree.org/ic2spm/
11. 11. - 11. 12.	2022 2nd Odisha International Conference on Electrical Power Engineering, Communication and Computing Technology (ODICON)	Bhubaneswar, India	http://www.odicon2022.in/
11. 11. - 11. 13.	2022 IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC)	Austin, Texas, USA	https://www.ipccc.org/
11. 11. - 11. 12.	2022 3rd International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)	Ghaziabad, India	https://www.kiet.edu/icit2022/
11. 11. - 11. 12.	2022 International Interdisciplinary Conference on Mathematics, Engineering and Science (MESIICON)	Event Format: Virtual	http://www.ieee-icct.org/index.html
11. 11. - 11. 12.	2022 7th National Scientific Conference on Applying New Technology in Green Buildings (ATIGB)	Da Nang, Vietnam	http://atigb2022.ute.udn.vn/EN/default.aspx
11. 11. - 11. 13.	2022 Asia Power and Electrical Technology Conference (APET)	Shanghai, China	http://www.apet.net/
11. 12. - 11. 15.	2022 14th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC)	Event Format: Virtual	https://sepoc.com.br/
11. 12. - 11. 13.	2022 14th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics (MACS)	Karachi, Pakistan	https://macs.iobm.edu.pk/
11. 13. - 11. 18.	2022 9th International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis (CMD)	Kitakyushu, Japan	http://www2.iee.or.jp/~cmd2022/
11. 13. - 11. 15.	2022 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes for RF and THz Applications (IMWS-AMP)	Guangzhou, China	http://www.em-conf.com/imws-amp2022/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 13. - 11. 18.	2022 First Combined International Workshop on Interactive Urgent Supercomputing (CIW-IUS)	Dallas, Texas, USA	https://www.interactivehpc.com/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM Workshop on Latest Advances in Scalable Algorithms for Large-Scale Heterogeneous Systems (ScalAH)	Dallas, Texas, USA	https://www.csm.ornl.gov/srt/conferences/Scala/2022/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM International Workshop on Heterogeneous High-performance Reconfigurable Computing (H2RC)	Dallas, Texas, USA	https://h2rc.cse.sc.edu/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM International Workshop on Exascale MPI (ExaMPI)	Dallas, Texas, USA	https://sites.google.com/site/workshopexampi/
11. 13. - 11. 17.	2022 IEEE Photonics Conference (IPC)	Vancouver, British Columbia, Canada	https://ieee-ipc.org/
11. 13. - 11. 18.	SC22: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis	Dallas, Texas, USA	https://sc22.supercomputing.org/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM Redefining Scalability for Diversely Heterogeneous Architectures Workshop (RSDHA)	Dallas, Texas, USA	https://sc22.supercomputing.org/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM 7th International Workshop on Extreme Scale Programming Models and Middleware (ESPM2)	Dallas, Texas, USA	http://nowlab.cse.ohio-state.edu/espm2/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM International Workshop on Innovating the Network for Data-Intensive Science (INDIS)	Dallas, Texas, USA	https://scinet.supercomputing.org/community/indis/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM International Workshop on Hierarchical Parallelism for Exascale Computing (HiPar)	Dallas, Texas, USA	https://www.hipar.net/
11. 13. - 11. 18.	2022 4th Annual Workshop on Extreme-scale Experiment-in-the-Loop Computing (XLOOP)	Dallas, Texas, USA	https://wordpress.cels.anl.gov/xloop-2022/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM Third International Symposium on Checkpointing for Supercomputing (SuperCheck)	Dallas, Texas, USA	https://supercheck.lbl.gov/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM International Workshop on Interoperability of Supercomputing and Cloud Technologies (SuperCompCloud)	Dallas, Texas, USA	https://sites.google.com/view/supercompcloud/sc22-6th-supercompcloud-workshop?authuser=0#h.ebs9i3z1ima0
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM Workshop on Irregular Applications: Architectures and Algorithms (IA3)	Dallas, Texas, USA	https://hpc.pnl.gov/IA3/
11. 13. - 11. 18.	2022 IEEE/ACM Workshop on Memory Centric High Performance Computing (MCHPC)	Dallas, Texas, USA	https://sc22.supercomputing.org/
11. 13.	2022 IEEE/ACM Third International Workshop on Quantum Computing Software (QCS)	Dallas, Texas, USA	https://sc21.supercomputing.org/
11. 14. - 11. 16.	2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS) and IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM)	Event Format: Virtual	http://www.cis-ram.org/2022/
11. 14. - 11. 15.	2022 IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security (HST)	Event Format: Virtual	https://ieee-hst.org/
11. 14. - 11. 17.	2022 IEEE Conference on Antenna Measurements and Applications (CAMA)	Guangzhou, China	https://www.2022ieeecama.com/
11. 14. - 11. 16.	2022 IEEE 6th International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT)	Johor Bahru, Malaysia	https://istt2022.mycmvit.info/
11. 14. - 11. 16.	2022 IEEE International Conference on Computing (ICOCO)	Kota Kinabalu, Malaysia	https://ieeecomputer.my/icoco2022/
11. 14. - 11. 16.	2022 IEEE Conference on Software-Defined Networking and Network Function Virtualization (NFV-SDN)	Phoenix, Arizona, USA	https://nfvsdn2022.ieee-nfvsdn.org/
11. 14.	2022 IEEE/ACM 4th International Workshop on Containers and New Orchestration Paradigms for Isolated Environments in HPC (CANOPIE-HPC)	Dallas, Texas, USA	https://www.canopie-hpc.org/
11. 15. - 11. 17.	2022 IEEE 4th International Conference on BioInspired Processing (BIP)	Cartago, Costa Rica	https://www.bipconference.org/
11. 15. - 11. 16.	2022 30th Telecommunications Forum (TELFOR)	Belgrade, Serbia	https://www.telfor.rs/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 15. - 11. 17.	2022 3rd International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM)	Dubai, United Arab Emirates	http://amity.edu/iccakm2022/
11. 16. - 11. 17.	2022 Third International Conference on Latest trends in Electrical Engineering and Computing Technologies (INTELLECT)	Karachi, Pakistan	https://intellect.kiet.edu.pk/
11. 16. - 11. 18.	2022 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)	Maldives, Maldives	http://www.iceccme.com/
11. 16. - 11. 19.	2022 IEEE ANDESCON	Barranquilla, Colombia	https://attend.ieee.org/andescon/
11. 16. - 11. 17.	2022 International Conference on Cyber Warfare and Security (ICWS)	Islamabad, Pakistan	https://www.nccs.pk/conference/ICWS-2022-home
11. 16. - 11. 18.	2022 37th Conference on Design of Circuits and Integrated Circuits (DCIS)	Pamplona, Spain	http://www.unavarra.es/dcis2022
11. 16. - 11. 17.	2022 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)	Event Format: Virtual	https://2022.icimcis.org/
11. 17. - 11. 19.	2022 6th International Conference on Measurement Instrumentation and Electronics (ICMIE)	Hangzhou, China	http://www.icmie.org/index.html
11. 17. - 11. 18.	2022 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)	Iasi, Romania	http://www.ehbconference.ro/Home.aspx
11. 17. - 11. 19.	2022 IEEE/ACM Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies (CHASE)	Washington, District of Columbia, USA	https://conferences.computer.org/chase2022/
11. 18. - 11. 19.	2022 3rd International Conference on Computing, Analytics and Networks (ICAN)	Rajpura, Punjab, India	https://www.chitkara.edu.in/cse-can/
11. 18. - 11. 20.	2022 5th International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA)	Guangzhou, China	http://www.icpea.org/
11. 18. - 11. 20.	2022 7th International Conference on Communication, Image and Signal Processing (CCISP)	Chengdu, China	https://www.ccisp.org/
11. 18. - 11. 20.	2022 IEEE 5th International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering (AUTEEE)	Shenyang, China	http://www.auteee.org/
11. 18. - 11. 20.	2022 7th International Conference on Robotics and Automation Engineering (ICRAE)	Singapore	http://www.icrae.org/
11. 18. - 11. 19.	2022 International Conference on Emerging Trends in Engineering and Medical Sciences (ICETEMS)	Event Format: Virtual	http://www.ycce.edu/icetems/index.php
11. 18. - 11. 21.	2022 25th International Conference on Mechatronics Technology (ICMT)	Kaohsiung, Taiwan	http://icmt2022.nkust.edu.tw/
11. 18. - 11. 20.	2022 5th World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM)	Ma'anshan, China	http://wcmeim.org/
11. 19. - 11. 20.	2022 International Conference on Advancements in Smart, Secure and Intelligent Computing (ASSIC)	Bhubaneswar, India	http://assic.info/
11. 20. - 11. 23.	2022 IEEE PES 14th Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)	Melbourne, Australia	https://ieee-appeec.org/
11. 20. - 11. 21.	2022 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT)	Sakheer, Bahrain	http://iiict.uob.edu.bh/3ict22/
11. 20. - 11. 21.	2022 IEEE North Karnataka Subsection Flagship International Conference (NKCon)	Vijaypur, India	https://www.ieeenkcon.org/
11. 21. - 11. 24.	2022 11th International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS)	Hanoi, Vietnam	http://iccais2022.org/
11. 21. - 11. 24.	2022 IEEE 31st Asian Test Symposium (ATS)	Taichung City, Taiwan	https://ats2022.ee.nthu.edu.tw/
11. 22. - 11. 24.	2022 4th International Conference on Emerging Trends in Electrical, Electronic and Communications Engineering (ELECOM)	Mauritius	https://www.elecom2022.com/
11. 22. - 11. 23.	2022 IEEE Creative Communication and Innovative Technology (ICCIT)	Event Format: Virtual	https://iccit-conference.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 22. - 11. 23.	2022 First International Conference on Computer Communications and Intelligent Systems (I3CIS)	Jijel, Algeria	http://i3cis.org/index.html
11. 22. - 11. 23.	2022 1st International Conference on Software Engineering and Information Technology (ICoSEIT)	Event Format: Virtual	https://icoseit.org/
11. 23. - 11. 24.	2022 International Conference Engineering and Telecommunication (En&T)	Dolgoprudny, Russia	http://2022.en-t.info/pages/home
11. 23. - 11. 25.	2022 32nd International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)	Wellington, New Zealand	https://itnac.org.au/
11. 23. - 11. 25.	2022 20th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)	Bangkok, Thailand	https://www.ict-ke.org/
11. 23. - 11. 25.	2022 6th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS)	Venice, Italy	http://www.icsrs.org/index.html
11. 23. - 11. 25.	2022 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI)	Montevideo, Uruguay	http://fbln.me/lacci/
11. 24. - 11. 26.	2022 7th International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS)	Event Format: Virtual	http://www.iciibms.org/
11. 24. - 11. 26.	2022 2nd International Conference on Social Sciences and Intelligence Management (SSIM)	Taichung, Taiwan	http://www.ssim.asia/
11. 24. - 11. 25.	2022 Australian & New Zealand Control Conference (ANZCC)	Event Format: Virtual	https://anzcc.org.au/ANZCC2022/
11. 24. - 11. 26.	2022 International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS)	Trichy, India	http://www.icaiss.in/
11. 24. - 11. 26.	2022 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence Systems (IoT&IS)	BALI, Indonesia	http://iotais.org/
11. 24. - 11. 26.	2022 IEEE 19th India Council International Conference (INDICON)	Kochi, India	http://indicon2022.org/
11. 25. - 11. 27.	2022 International Conference on Futuristic Technologies (INCOFT)	Belgaum, India	https://incoft.org/
11. 25. - 11. 27.	2022 5th International Conference on Mechatronics, Robotics and Automation (ICMRA)	Wuhan, China	http://www.icmra.org/
11. 25. - 11. 27.	2022 International Conference on Environmental Science and Green Energy (ICESGE)	Event Format: Virtual	https://www.icesge.net/
11. 25. - 11. 27.	2022 IEEE 10th Power India International Conference (PIICON)	New Delhi, India	https://piicon2022.com/
11. 26.	2022 4th International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering (ICECIE)	KualaLumpur, Malaysia	http://2022.icecie.com/
11. 26. - 11. 27.	2022 IEEE International Conference of Electron Devices Society Kolkata Chapter (EDKCON)	Kolkata, India	https://r10.ieee.org/kolkata-eds/2022-ieee-edkcon/
11. 27. - 12. 01.	2022 22nd International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)	Event Format: Virtual	http://2022.iccas.org/
11. 28. - 11. 30.	2022 IEEE-RAS 21st International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)	Ginowan, Japan	https://www.humanoids2022.org/
11. 28. - 12. 01.	2022 IEEE 27th Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (PRDC)	Event Format: Virtual	http://prdc.dependability.org/PRDC2022/
11. 28. - 12. 02.	MILCOM 2022 - 2022 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)	Rockville, Maryland, USA	https://milcom2022.milcom.org/
11. 28. - 12. 01.	2022 9th International Workshop on Tracking, Telemetry and Command Systems for Space Applications (TTC)	Noordwijk, Netherlands	https://atpi.eventsair.com/ttc-2022
11. 28. - 11. 30.	2022 IEEE International Conference on Agents (ICA)	Adelaide, Australia	https://zhcaonctu.wixsite.com/ieee-ica-2022
11. 29. - 12. 02.	2022 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS)	Ise, Japan	http://scis-j-soft.org/2022/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 29. - 12. 02.	2022 18th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)	Madrid, Spain	http://atvs.ii.uam.es/avss2022/
11. 29. - 12. 01.	2022 International Conference on Smart Applications, Communications and Networking (SmartNets)	Palapye, Botswana	https://smartnets.ieee.tn/
11. 29. - 12. 02.	2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)	Yokohama, Japan	http://apmc2022.org/
11. 29. - 11. 30.	2022 17th International Conference on Emerging Technologies (ICET)	Swabi, Pakistan	http://icet.org.pk/2022/
11. 29. - 11. 30.	2022 5th International Symposium on Informatics and its Applications (ISIA)	M'sila, Algeria	http://www.univ-msila.dz/ISIA22/
11. 29. - 11. 30.	2022 12th International Electric Drives Production Conference (EDPC)	Regensburg, Germany	https://www.edpc.eu/
11. 30. - 12. 03.	2022 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)	Orlando, Florida, USA	https://icdm22.cse.usf.edu/
11. 30. - 12. 01.	2022 IEEE International Conference on Knowledge Graph (ICKG)	Event Format: Virtual	https://ickg2022.zhonghuapu.com/
11. 30. - 12. 02.	2022 IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)	Rio de Janeiro, Brazil	https://latincom2022.ieee-latincom.org/

>>2022년 12월

12. 01. - 12. 02.	2022 IEEE 3rd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS)	Fez, Morocco	https://www.amirs.ma/icecocs2022/
12. 01. - 12. 03.	2022 6th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)	Coimbatore, India	http://icoeca.org/2022/
12. 01. - 12. 02.	2022 IFAC Workshop on Cyber-Physical Human Systems (CPHS)	Houston, Texas, USA	https://www.cphs2022.org/
12. 01. - 12. 02.	2022 6th SLAAI International Conference on Artificial Intelligence (SLAAI-ICAI)	Event Format: Virtual	https://slaai.lk/icai/2022/
12. 01. - 12. 03.	2022 IEEE 7th International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE)	MANGALORE, India	https://icraie.nitk.ac.in/
12. 01. - 12. 03.	2022 5th International Conference on Computational Intelligence and Networks (CINE)	Bhubaneswar, India	https://www.cineconf.org/
12. 01. - 12. 03.	2022 8th International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC)	Event Format: Virtual	http://www.jit.ac.in/jiit/ICSC/
12. 01. - 12. 03.	2022 IEEE International Conference for Women in Innovation, Technology & Entrepreneurship (ICWITE)	Bangalore, India	http://icwite.ieeebangalore.org/
12. 01. - 12. 04.	2022 IEEE 14th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)	Boracay Island, Philippines	https://www.hnicem.org/
12. 02. - 12. 04.	2022 Global Congress on Electrical Engineering (GC-ElecEng)	Valencia, Spain	https://mosharaka.net/?Area=Conferences&Page=CongSite&Cong=39
12. 02. - 12. 04.	2022 International Conference on Emerging Trends in Electrical, Control, and Telecommunication Engineering (ETECTE)	Lahore, Pakistan	http://etecte.uol.edu.pk/
12. 02. - 12. 03.	2022 5th International Conference on Advances in Science and Technology (ICAST)	Mumbai, India	https://sites.google.com/somaiya.edu/ieee-icast-2022/home
12. 02. - 12. 04.	2022 IEEE 16th International Conference on Anti-counterfeiting, Security, and Identification (ASID)	Xiamen, China	https://asid.xmu.edu.cn/
12. 02. - 12. 03.	2022 IEEE 1st International Conference on Data, Decision and Systems (ICDDS)	Bangalore, India	http://icdds.org/
12. 02. - 12. 05.	2022 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)	Event Format: Virtual	https://conf.ewdtest.com/
12. 02. - 12. 04.	2022 14th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA)	Phnom Penh, Cambodia	http://skimanetwork.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 03	2022 IEEE Signal Processing in Medicine and Biology Symposium (SPMB)	Event Format: Virtual	https://www.ieeespm.org/2022/
12. 03. - 12. 04.	2022 IEEE 2nd International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications (ICMNBC)	Tumkur, Karnataka, India	http://icmnbw.com/index.php
12. 03. - 12. 05.	2022 International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS-IoE)	Hadhramaut, Yemen	https://ritechs.org/conferences/ITSS-IoE2022
12. 04. - 12. 08.	GLOBECOM 2022 - 2022 IEEE Global Communications Conference	Rio de Janeiro, Brazil	https://globecom2022.ieee-globecom.org/
12. 04. - 12. 07.	2022 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)	Singapore, Singapore	https://ieeessci2022.org/
12. 04. - 12. 07.	2022 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (ISPEC)	Perth, Australia	https://attend.ieee.org/ispec-2022/
12. 04. - 12. 07.	2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)	Hung Hom, Hong Kong	https://www.tale2022.org/
12. 04. - 12. 06.	2022 14th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)	Al-Khobar, Saudi Arabia	http://cicn.in/
12. 04. - 12. 08.	2022 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)	Rio de Janeiro, Brazil	https://globecom2022.ieee-globecom.org/
12. 04. - 12. 07.	2022 International Conference on Microelectronics (ICM)	Casablanca, Morocco	https://ieeicm2022.org/
12. 05. - 12. 09.	2022 IEEE Micro- and Nanoengineering in Medicine Conference (MNMIC)	Kapolei, Hawaii, USA	https://ieeembsconf.wpengine.com/
12. 05. - 12. 06.	2022 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon)	Langkawi, Kedah, Malaysia	https://attend.ieee.org/pecon-2022/
12. 05. - 12. 08.	2022 IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC)	Seattle, Washington, USA	https://acm-ieee-sec.org/
12. 05. - 12. 08.	2022 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS)	Houston, Texas, USA	http://2021.rtss.org/
12. 05. - 12. 08.	2022 IEEE International Conference on Smart Data Services (SMDS)	Barcelona, Spain	https://conferences.computer.org/services/2022/
12. 05. - 12. 07.	2022 IEEE Eighth International Conference on Multimedia Big Data (BigMM)	Naples, Italy	https://www.bigmm.org/
12. 05. - 12. 07.	2022 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)	Italy	https://www.ieee-ism.org/
12. 05. - 12. 07.	2022 Sixth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)	Italy	https://www.ieee-irc.org/
12. 05. - 12. 09.	2022 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)	Jinghong, China	http://robio2022.org/
12. 05. - 12. 07.	2022 IEEE 5th International Conference on Image Processing Applications and Systems (IPAS)	Genova, Italy	https://ipas.ieee.tn/
12. 05. - 12. 09.	2022 International Conference on Field-Programmable Technology (ICFPT)	Hong Kong	https://fpt22.hkust.edu.hk/
12. 05. - 12. 06.	2022 IEEE 9th International Conference on Underwater System Technology: Theory and Applications (USYS)	Kuala Lumpur, Malaysia	http://oes.ieeemy.org/
12. 05. - 12. 08.	2022 IEEE/ACS 19th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA)	Abu Dhabi, United Arab Emirates	https://www.aiccsa.net/AICCSA2022/
12. 05. - 12. 09.	2022 IEEE 22nd International Conference on Software Quality, Reliability and Security (QRS)	Guangzhou, China	https://qrs22.techconf.org/
12. 05. - 12. 09.	2022 IEEE 22nd International Conference on Software Quality, Reliability, and Security Companion (QRS-C)	Guangzhou, China	https://qrs22.techconf.org/
12. 06. - 12. 09.	2022 IEEE 61st Conference on Decision and Control (CDC)	Cancun, Mexico	https://cdc2022.ieeecss.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 06. - 12. 09.	2022 IEEE 6th Southern Power Electronics Conference (SPEC)	Nadi, Fiji	https://alloracucina.com.au/
12. 06. - 12. 09.	2022 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)	Las Vegas, Nevada, USA	https://ieeebibm.org/BIBM2022/
12. 07. - 12. 09.	2022 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://www.iecbes.org/
12. 07. - 12. 09.	2022 IEEE/ACIS 23rd International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)	Taichung, Taiwan	https://acisinternational.org/conferences/snpd-2022/
12. 07. - 12. 10.	2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://www.ieem.org/public.asp?page=index.asp
12. 07. - 12. 09.	2022 20th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME)	Pilsen, Czech Republic	https://mechatronika.fel.cvut.cz/
12. 07. - 12. 09.	2022 International Conference on Emerging Technologies in Electronics, Computing and Communication (ICETECC)	Jamshoro, Sindh, Pakistan	https://icetecc.muett.edu.pk/
12. 07. - 12. 09.	2022 TRON Symposium (TRONSHOW)	Tokyo, Japan	https://tronshow.org/index-e.html
12. 07. - 12. 08.	2022 5th International Conference on Signal Processing and Information Security (ICSPIS)	Dubai, United Arab Emirates	https://icspis.com/
12. 07. - 12. 09.	2022 Picture Coding Symposium (PCS)	San Jose, California, USA	https://2022.picturecodingsymposium.org/
12. 07. - 12. 08.	2022 International Conference on Cyber Warfare and Security (ICWS)	Islamabad, Pakistan	https://www.nccs.pk/conference/ICWS-2022-home
12. 07. - 12. 09.	2022 ITU Kaleidoscope: Extended reality – How to boost quality of experience and interoperability (ITU K)	Accra, Ghana	https://www.itu.int/en/ITU-T/academia/kaleidoscope/2022/Pages/default.aspx
12. 08. - 12. 10.	2022 IEEE 50th Semiconductor Interface Specialists Conference (SISC)	San Diego, California, USA	https://www.ieeesisc.org/
12. 08. - 12. 09.	2022 Datacom School and Conference	Event Format: Virtual	https://datacomsc.com/
12. 08. - 12. 09.	2022 International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS)	Chennai, India	https://icpects2022.com/
12. 08. - 12. 09.	2022 5th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)	Event Format: Virtual	https://isriti.utdi.ac.id/
12. 08. - 12. 10.	2022 IEEE 21st International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC)	Toronto, Ontario, Canada	https://easychair.org/conferences/?conf=ieeiccicc22
12. 09. - 12. 10.	2022 4th International Conference on Artificial Intelligence and Speech Technology (AIST)	Delhi, India	https://www.aist2022.com/
12. 09. - 12. 10.	2022 11th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART)	Moradabad, India	http://www.smart2022.tmu.ac.in/
12. 09. - 12. 10.	2022 IEEE 3rd International Conference on Technology, Engineering, Management for Societal impact using Marketing, Entrepreneurship and Talent (TEMSMET)	Mysuru, India	https://www.temsmetviet.com/
12. 09. - 12. 11.	2022 2nd International Conference on Robotics, Automation and Artificial Intelligence (RAAI)	Singapore, Singapore	http://www.raai.net/index.html
12. 09. - 12. 11.	2022 IEEE 4th International Conference on Architecture, Construction, Environment and Hydraulics (ICACEH)	Taichung, Taiwan	http://www.icaceh.asia/
12. 09. - 12. 11.	2022 7th International Conference on Mechanical Engineering and Robotics Research (ICMERR)	Krakow, Poland	http://www.icmerr.com/
12. 09. - 12. 12.	2022 IEEE 8th International Conference on Computer and Communications (ICCC)	Chengdu, China	http://www.iccc.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 09. - 12. 10.	2022 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)	Bandung, Indonesia	https://apwimobconf.org/
12. 09. - 12. 11.	2022 International Conference on High Performance Big Data and Intelligent Systems (HDIS)	Tianjin, China	https://www.hdis.world/
12. 10. - 12. 11.	2022 Smart Technologies, Communication and Robotics (STCR)	Event Format: Virtual	https://www.bitsathy.ac.in/events/STCR-2022/
12. 10. - 12. 11.	2022 IEEE Calcutta Conference (CALCON)	Kolkata, India	https://ewh.ieee.org/r10/calcutta/calcon2022/index.html
12. 10. - 12. 12.	2022 8th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI)	Kunming, China	http://icsai.sei.ynu.edu.cn/
12. 11. - 12. 12.	2022 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS)	Event Format: Virtual	http://www.ictocs.com/
12. 11. - 12. 14.	2022 IEEE International Conference on Emerging Electronics (ICEE)	Bangalore, India	https://ieee-icee.org/
12. 12. - 12. 15.	2022 21st IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)	Nassau, Bahamas	https://icmla-conference.org/icmla22/
12. 12. - 12. 16.	2022 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON)	Bangalore, India	https://www.ieeemapcon.org/
12. 12. - 12. 13.	2022 International Symposium on Semiconductor Manufacturing (ISSM)	Tokyo, Japan	http://www.semiconportal.com/issm/
12. 12. - 12. 14.	2022 5th International Conference on Advanced Communication Technologies and Networking (CommNet)	Marrakech, Morocco	http://www.commnet-conf.org/
12. 12. - 12. 15.	2022 International Conference on Maintenance and Intelligent Asset Management (ICMIAM)	Anand, India	https://irma.ac.in/conference/icmiam-2022/overview
12. 12. - 12. 14.	2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)	Event Format: Virtual	https://aivr.science.uu.nl/
12. 12. - 12. 14.	2022 Saudi Arabia Smart Grid (SASG)	Riyadh, Saudi Arabia	https://saudi-sg.com/e/
12. 12. - 12. 13.	2022 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)	Islamabad, Pakistan	https://fit.edu.pk/
12. 12. - 12. 16.	2022 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2022)	Wellington, New Zealand	https://www.cpem2022.nz/
12. 12. - 12. 14.	2022 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems (EDAPS)	Event Format: Virtual	http://edaps.org/
12. 13. - 12. 16.	2022 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)	Bangkok, Thailand	https://www.2022.cloudcom.org/
12. 13. - 12. 15.	2022 23rd International Middle East Power Systems Conference (MEPCON)	Cairo, Egypt	http://mepcon.edu.eg/
12. 13. - 12. 15.	2022 International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)	Pudukkottai, India	http://www.icacrs.com/
12. 13. - 12. 15.	2022 13th International Renewable Energy Congress (IREC)	Hammamet, Tunisia	https://irec-conference.com/
12. 13. - 12. 16.	2022 21st International Conference on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications (PowerMEMS)	Salt Lake City, Utah, USA	https://www.powermems.org/
12. 13. - 12. 16.	2022 IEEE International Conference on Visual Communications and Image Processing (VCIP)	Suzhou, China	http://vcip2022.org/
12. 14. - 12. 17.	2022 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES)	Jaipur, India	https://pedes2022.com/
12. 14. - 12. 16.	2022 IEEE 2nd International Conference on Intelligent Reality (ICIR)	Event Format: Virtual	https://icir.ieee.org/
12. 14. - 12. 16.	2022 IEEE 28th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)	Nanjing, China	http://ieee-icpads.net/2022/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 14. - 12. 16.	2022 3rd International Conference on Innovations in Computer Science & Software Engineering (ICONICS)	Karachi, Pakistan	http://www.nediconics.com/
12. 14. - 12. 16.	2022 18th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN)	Guangzhou, China	https://ieee-msn.org/2022/
12. 14. - 12. 16.	2022 Asian Hardware Oriented Security and Trust Symposium (AsianHOST)	Singapore, Singapore	http://asianhost.org/2022/
12. 14. - 12. 17.	2022 IEEE 8th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)	Event Format: Virtual	https://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/cic/2022/
12. 14. - 12. 17.	2022 IEEE 4th International Conference on Cognitive Machine Intelligence (CogMI)	Event Format: Virtual	http://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/cogmi/2022/
12. 14. - 12. 17.	2022 IEEE 4th International Conference on Trust, Privacy and Security in Intelligent Systems, and Applications (TPS-ISA)	Event Format: Virtual	http://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/tps/2022/calls.html
12. 14. - 12. 15.	2022 International Conference on Electrical Engineering and Sustainable Technologies (ICEEST)	Event Format: Virtual	https://conferences.uet.edu.pk/iceest/2022/
12. 14. - 12. 16.	2022 Eighth Indian Control Conference (ICC)	Chennai, India	https://controlsociety.org/icc/
12. 14. - 12. 16.	2022 OITS International Conference on Information Technology (OCIT)	Bhubaneswar, India	https://www.oits-icit.org/
12. 15. - 12. 17.	2022 IEEE 3rd International Conference on VLSI Systems, Architecture, Technology and Applications (VLSI SATA)	Bangalore, India	https://www.vlsi-sata.in/
12. 15. - 12. 17.	2022 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon)	Event Format: Virtual	https://punecon.org/
12. 15. - 12. 17.	2022 7th International Conference on Control, Robotics and Cybernetics (CRC)	Zhanjiang, China	http://www.icrc.org/
12. 15. - 12. 18.	2022 4th International Conference on System Reliability and Safety Engineering (SRSE)	Guangzhou, China	http://www.srse.org/index.html
12. 15. - 12. 16.	2022 IEEE International Conference on Machine Learning and Applied Network Technologies (ICMLANT)	Event Format: Virtual	https://icmlant.com/
12. 15. - 12. 17.	2022 IEEE 2nd International Symposium on Sustainable Energy, Signal Processing and Cyber Security (ISSSC)	Gunupur, Odisha, India	http://ieee-issc.in/
12. 15. - 12. 16.	2022 3rd International Informatics and Software Engineering Conference (IISEC)	Ankara, Turkey	https://iisec.tbdakademi.org.tr/2022/
12. 15. - 12. 16.	2022 3rd International Conference on Communication, Computing and Industry 4.0 (C2I4)	Event Format: Virtual	https://sites.google.com/cmrit.ac.in/c2i4-2022/conference
12. 16. - 12. 18.	2022 IEEE International Power and Renewable Energy Conference (IPRECON)	Kollam, India	https://iprecon.org/
12. 16. - 12. 17.	2022 International Conference on Automation, Robotics and Computer Engineering (ICARCE)	Event Format: Virtual	https://www.icarce.com/
12. 16. - 12. 18.	2022 IEEE 5th Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)	Chongqing, China	http://www.imcec.org/
12. 16. - 12. 18.	2022 4th International Conference on Electrical Engineering and Control Technologies (CEEET)	Shanghai, China	https://www.cceet.org/
12. 16. - 12. 19.	2022 IEEE 17th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)	Chengdu, China	http://www.ieeeiciea.org/2022/
12. 16. - 12. 17.	2022 4th International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICAC3N)	Greater Noida, India	http://www.icac3n.in/
12. 16. - 12. 17.	2022 4th International Symposium on Smart and Healthy Cities (ISHC)	Shanghai, China	http://ishc2022.iaast.cn/
12. 16. - 12. 18.	2022 IEEE 5th International Conference on Electronics and Communication Engineering (ICECE)	Xi'an, China	http://www.icece.net/
12. 17. - 12. 2022 .	2022 IEEE 10th Conference on Systems, Process & Control (ICSPC)	Malacca, Malaysia	https://sites.google.com/view/icspc/home

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 17. - 12. 20.	2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)	Kyoto, Japan	https://bigdataieee.org/BigData2022/index.html
12. 17. - 12. 18.	2022 Human-Centered Cognitive Systems (HCCS)	Shanghai, China	http://hccs.gaasnetwork.org/
12. 17. - 12. 19.	2022 IEEE 6th International Conference on Condition Assessment Techniques in Electrical Systems (CATCON)	Durgapur, India	https://www.catcon2022.com/
12. 17. - 12. 18.	2022 4th International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI)	Dhaka, Bangladesh	http://www.fse.green.edu.bd/sti-2022/
12. 17. - 12. 19.	2022 IEEE Intl Conf on Parallel & Distributed Processing with Applications, Big Data & Cloud Computing, Sustainable Computing & Communications, Social Computing & Networking (ISPA/BDCloud/SocialCom/SustainCom)	Event Format: Virtual	http://www.swinflow.org/confs/2022/ispa/
12. 17. - 12. 20.	2022 International Conference on Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS)	Toyama, Japan	http://web.tuat.ac.jp/~deng/ICAMechS2022/icamechs2022.html
12. 17. - 12. 18.	2022 15th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)	Hangzhou, China	http://iukm.zju.edu.cn/iscid/index.html
12. 18. - 12. 22.	2022 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (ISES)	Warangal, India	https://ieee-ises.org/2022/
12. 18. - 12. 21.	2022 IEEE 29th International Conference on High Performance Computing, Data, and Analytics (HiPC)	Bengaluru, India	https://hipc.org/
12. 19. - 12. 21.	2022 IEEE 19th International Conference on Smart Communities: Improving Quality of Life Using ICT, IoT and AI (HONET)	Marietta, Georgia, USA	https://honet-ict.org/
12. 19. - 12. 21.	2022 IEEE International RF and Microwave Conference (RFM)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://rfm2022.apmttemc.org/
12. 19. - 12. 20.	2022 10th International Japan-Africa Conference on Electronics, Communications, and Computations (JAC-ECC)	Alexandria, Egypt	https://ejust.edu.eg/
12. 19. - 12. 22.	2022 IEEE 15th International Symposium on Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip (MCSoc)	Penang, Malaysia	https://mcsoc-forum.org/
12. 19. - 12. 21.	2022 IEEE 21st International Conference on Ubiquitous Computing and Communications (IUCC/CIT/DSCI/SmartCNS)	Chongqing, China	http://iucc2022.cqupt.edu.cn/index.html
12. 20. - 12. 22.	2022 RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF)	Ho Chi Minh City, Vietnam	https://rivf2022.huflit.edu.vn/
12. 20. - 12. 22.	2022 International Conference on Computer and Applications (ICCA)	Cairo, Egypt	http://icca-conf.net/
12. 21. - 12. 22.	2022 2nd International Conference on New Technologies of Information and Communication (NTIC)	Event Format: Virtual	http://ntic22.centre-univ-mila.dz/
12. 21. - 12. 23.	2022 IEEE Conference on Interdisciplinary Approaches in Technology and Management for Social Innovation (IATMSI)	Gwalior, India	http://iatmsi.iitrm.ac.in/
12. 21. - 12. 23.	2022 26th International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)	Sakon Nakhon, Thailand	https://kuse.csc.ku.ac.th/icsec2022
12. 22. - 12. 23.	2022 2nd International Seminar on Machine Learning, Optimization, and Data Science (ISMODE)	Event Format: Virtual	https://ismode.unikris.ac.id/
12. 22. - 12. 23.	2022 International Conference on Artificial Intelligence and Data Engineering (AIDE)	Karkala, India	http://aide2022.in/
12. 23. - 12. 24.	2022 2nd International Conference on Innovative Sustainable Computational Technologies (CISCT)	Dehradun, India	https://cisct.geu.ac.in/
12. 23. - 12. 24.	2022 IEEE International Conference on Current Development in Engineering and Technology (CCET)	Bhopal, India	https://ccet.sageuniversity.edu.in/
12. 23. - 12. 25.	2022 International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON)	Bangalore, India	https://smartgencon.org/
12. 23. - 12. 24.	2022 International Conference on Communication, Security and Artificial Intelligence (ICCSAI)	Greater Noida, India	http://iccsai.in/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 23. - 12. 25.	2022 12th International Conference on Power and Energy Systems (ICPES)	Guangzhou, China	http://iccsai.in/
12. 23. - 12. 24.	2022 Fourth International Conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP)	Bengaluru, India	http://ccip2022.jssateb.ac.in/index.html
12. 26. - 12. 27.	2022 IEEE International Conference on Sustainable Engineering and Creative Computing (ICSECC)	Event Format: Virtual	https://icsecc.president.ac.id/
12. 26. - 12. 27.	2022 Fourth International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology (ICERECT)	Mandya, India	http://www.pesceconference.in/
12. 27. - 12. 29.	2022 5th International Conference on Communications, Signal Processing, and their Applications (ICCSPA)	Cairo, Egypt	https://2022.iccspa.org/
12. 27. - 12. 29.	2022 International Conference on Mechanical Engineering and Power Engineering (MEPE)	Wuhan, China	http://www.mepe.org/index.html
12. 28. - 12. 29.	2022 18th International Computer Engineering Conference (ICENCO)	Cairo, Egypt	http://icenco2022.eng.cu.edu.eg/
12. 28. - 12. 30.	2022 International Conference on Recent Trends in Microelectronics, Automation, Computing and Communications Systems (ICMACC)	Hyderabad, India	http://ieee-icmacc.org/
12. 28. - 12. 29.	2022 8th Iranian Conference on Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS)	Behshahr, Iran	http://www.icspis.ir/
12. 28. - 12. 29.	2022 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS)	Chickballapur, India	https://www.ickecs.com/

>>2023년 1월

01.03. - 01.05.	2023 International Conference on Power Electronics and Energy (ICPEE)	Bhubaneswar, India	https://kiit.ac.in/event/2nd-international-conference-on-power-electronics-and-energy-icpee-2023/
01.03. - 01.05.	2023 17th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM)	Seoul, Korea (South)	http://imcom.org/
01.03. - 01.08.	2023 15th International Conference on COMmunication Systems & NETworkS (COMSNETS)	Bangalore, India	https://www.comsnets.org/
01.04. - 01.05.	2023 International Multi-disciplinary Conference in Emerging Research Trends (IMCERT)	Karachi, Pakistan	http://indus.edu.pk/imcert-2023/
01.05. - 01.07.	2023 International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT)	Bengaluru, India	http://icoici.org/2023/
01.05. - 01.06.	2023 Third International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and Sustainable Technologies (ICAECT)	Bhilai, India	http://icaect.com/
01.06. - 01.08.	2023 6th World Conference on Computing and Communication Technologies (WCCCT)	Chengdu, China	http://www.wccct.org/
01.06. - 01.08.	2023 7th International Conference on Management Engineering, Software Engineering and Service Sciences (ICMSS)	Wuhan, China	http://www.icmss.org/
01.06. - 01.08.	2023 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	Las Vegas, Nevada, USA	https://icce.org/2023/
01.08. - 01.11.	2023 IEEE 20th Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)	Las Vegas, Nevada, USA	https://ccnc2023.ieee-ccnc.org/
01.08. - 01.12.	2023 36th International Conference on VLSI Design and 22nd International Conference on Embedded Systems (VLSID)	Hyderabad, India	https://vlsid.org/
01.10. - 01.12.	2023 15th International Conference on Computer Research and Development (ICCRD)	Hangzhou, China	http://www.iccrd.org/index.html
01.11. - 01.14.	2023 International Conference on Information Networking (ICOIN)	Bangkok, Thailand	http://www.icoi.org/main.php
01.13. - 01.15.	2023 11th International Conference on Nano and Materials Science (ICNMS)	Singapore, Singapore	http://www.icnms.org/
01.15. - 01.18.	2023 IEEE Conference on Advances in Magnetism (AIM)	Moena, Italy	https://www.aim2023.com/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
01.15. - 01.20.	2023 IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT)	Washington, District of Columbia, USA	https://ieee-isgt.org/
01.16. - 01.19.	2023 28th Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC)	Tokyo, Japan	https://www.aspdac.com/aspdac2023/
01.16. - 01.18.	2023 Future of Educational Innovation-Workshop Series Data in Action: Digital Ecosystem and Emerging Tools for Education	Monterrey, Mexico	https://educationalinnovation2023.mx/
01.18. - 01.20.	2023 Third International Symposium on Instrumentation, Control, Artificial Intelligence, and Robotics (ICA-SYMP)	Bangkok, Thailand	https://ica-symp-2023.ecti-thailand.org/
01.19. - 01.20.	2023 13th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)	Noida, India	https://www.amity.edu/aset/confluence2023/
01.19. - 01.20.	2023 3rd International Conference on Intelligent Communication and Computational Techniques (ICCT)	Jaipur, India	https://icct.co.in/
01.19. - 01.20.	2023 IEEE 7th Global Electromagnetic Compatibility Conference (GEMCCON)	Nusa Dua, Indonesia	http://www.gemccon2023bali.org/
01.20. - 01.21.	2023 International Conference on Computer, Electrical & Communication Engineering (ICCECE)	Kolkata, India	http://iccece.com/
01.20. - 01.22.	2023 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)	Goa, India	http://iconat.org/
01.20. - 01.21.	2023 5th Biennial International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)	Navi Mumbai, India	http://www.icnte.fcrit.ac.in/
01.20. - 01.21.	2023 Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications (ACCTHPA)	Ernakulam, India	http://accthpa.fisat.ac.in/
01.22. - 01.25.	2023 IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS)	Las Vegas, Nevada, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.22. - 01.25.	2023 100th ARFTG Microwave Measurement Conference (ARFTG)	Las Vegas, Nevada, USA	https://www.arftg.org/
01.22. - 01.25.	2023 IEEE Topical Conference on RF/Microwave Power Amplifiers for Radio and Wireless Applications (PAWR)	Las Vegas, Nevada, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.22. - 01.25.	2023 IEEE Space Hardware and Radio Conference (SHaRC)	Las Vegas, Nevada, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.22. - 01.25.	2023 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WISNeT)	Las Vegas, Nevada, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.22. - 01.25.	2023 IEEE 23rd Topical Meeting on Silicon Monolithic Integrated Circuits in RF Systems (SiRF)	Las Vegas, Nevada, USA	https://www.radiowirelessweek.org/
01.23. - 01.26.	2023 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)	Orlando, Florida, USA	https://rams.org/
01.23. - 01.25.	2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)	Tirunelveli, India	http://icssit.com/2023/
01.23. - 01.25.	2023 IEEE Applied Sensing Conference (APSCON)	Bengaluru, India	https://2023.ieee-apscon.org/
01.24. - 01.25.	2023 International Conference on Frontiers of Engineering and Applied Sciences (ICFEAS)	Taxila, Pakistan	https://icfeas.org/
01.26. - 01.27.	2023 International Conference On Cyber Management And Engineering (CyMaEn)	Bangkok, Thailand	http://cymaen.org/
01.27. - 01.29.	2023 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Communication (AISC)	Greater Noida, India	https://www.glbitm.org/aisc-23/
01.27. - 01.28.	2023 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)	Bengaluru, India	http://iitcee-conference.org/index.html
01.27. - 01.29.	2023 International Conference on Machine Intelligence for GeoAnalytics and Remote Sensing (MIGARS)	Hyderabad, India	https://migars.org/
01.29. - 01.31.	2023 IEEE 3rd International Conference on Power, Electronics and Computer Applications (ICPECA)	Shenyang, China	http://www.icpeca.org/
01.30. - 02.01.	2023 18th Wireless On-Demand Network Systems and Services Conference (WONS)	Madonna di Campiglio, Italy	http://2023.wons-conference.org/

The Magazine of the IEIE

특별회원사 명단

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
(주)디비하이텍	최창식	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.sensorwyu.com
(주)에스비솔루션	변영재	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 106동 401-3호	052-217-7343	http://www.sb-solutions.co.kr
(주)에어포인트	백승준	대전광역시 유성구 테크노2로 187, 204호(용산동, 미건테크노월드 2차)	042-484-5460	http://www.airpoint.co.kr
(주)와이솔	염상덕	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
KT	구현모, 박종욱	경기도 성남시 분당구 정자동 206	031-727-0114	http://www.kt.com
LG이노텍(주)	정철동	서울시 강서구 마곡중앙10로 30	02-3777-1114	www.lginnotek.com
LG전자(주)	조주완, 배두용	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)	박정호, 이석희	경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1	031-630-4114	http://www.skhynix.com
네이버(주)	한성숙	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	임헌문	대전시 유성구 테크로9로	042-930-4300	www.djt.or.kr
도요일렉트론코리아(주)	원재형	경기도 화성시 장안면 장안공단 6길 51	031-260-5000	https://www.tel.com
리얼텍코리아 주식회사	팅치창	서울시 서초구 사임당로 18, 석오빌딩 5층	070-4120-7966	www.realtek.cpm/en
비전테크	이원복	대전 유성구 테크노2로 187, 미건테크노월드2차 1층 118호	042-934-0236	http://www.visiontechkorea.com
삼성전자(주)	한중희	서울시 서초구 서초2동 1320-10 삼성전자빌딩	02-1588-3366	https://www.samsung.com
스카이칩스	이강윤	수원시 장안구 서부로 2066, 산학협력센터 85511호	031-299-6848	http://www.skaichips.co.kr
스테코(주)	박영우	충청남도 천안시 서북구 3공단1로 20(백석동)	041-629-7480	http://www.steco.co.kr
에스에스앤씨(주)	한은혜	서울시 영등포구 당산로171, 1301	02-6925-2550	http://www.secnc.co.kr
에어스메디컬	이진구	서울시 관악구 남부순환로 1838	070-7777-3186	www.airsmmed.com
오토아이티(주)	정명환	대구시 수성구 알파시티1로 117	053-795-6303	www.auto-it.co.kr
유정시스템(주)	이재훈	서울시 구로구 디지털로26길 110	02-852-8721	www.yjsys.co.kr
정보통신정책연구원	권호열	충북 진천군 덕산읍 정통로 18	043-531-4389	www.kisdi.re.kr
주LX세미콘	손보익	대전시 유성구 탑림동 707	042-712-7700	www.lxsemicon.com

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
(주)넥스틴	박태훈	경기도 화성시 동탄면 동탄산단9길 23-12	031-629-2300	http://www.nextinsol.com
(주)더텍	김태진	경기도 안양시 동안구 학의로 292 금강펜테리움IT타워 A동 1061호	031-450-6300	http://www.doestek.co.kr
(주)만도	정몽원, 조성현, 김광현	경기도 평택시 포승읍 하만호길 32	02-6244-2997	www.mando.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.siliconitus.com
(주)싸이몬	정창호	경기도 성남시 분당구 별말로48(구 야탑동 272-1 케이디티빌딩)	02-480-8580	http://www.cimon.com
(주)인텔레콤	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)와이솔	염상덕	경기도 오산시 가장로 531-7	070-7837-2730	http://www.wisol.co.kr
(주)유니트론텍	남궁 선	서울시 강남구 영동대로 638(삼도빌딩) 9층	02-573-6800	http://unitrontech.com
(주)코클리어닷컴에이아이	한윤창	서울시 강남구 봉은사로 51길 26		www.cochl.ai
(주)크레셈	오상민	대전시 유성구 대덕대로 582, 4층 402호(도룡동, 옥토빌딩)	031-427-3445	http://www.cressem.com
(주)텔레칩스	이장규	서울시 송파구 올림픽로 35다길 42(신천동 한국루터화관)19~23층	02-3443-6792	www.telechips.com
(주)티에이치엔	이광연, 채승훈	대구시 달서구 갈산동 973-3	053-583-3001	http://www.th-net.co.kr
(주)티엘아이	김달수	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	김학도	경상남도 진주시 동진로 430	055-751-9380	www.kosmes.or.kr
케이케이테크(주)	다케시게신이치, 황정성	경기도 안성시 대덕면 무능로132	031-678-1586	http://www.k-kttech.co.kr
코어인사이트(주)	유용훈	경기도 성남시 중원구 갈마치로 186 반포테크노피아 5층	031-750-9200	http://www.coreinsight.co.kr
한국알박(주)	김선길	경기도 평택시 청북읍 한산길5	031-683-2922	http://www.ulvackora.co.kr
한국인터넷진흥원	이원태	서울시 송파구 중대로 135 (가락동) IT벤처타워	02-405-5118	http://www.kisa.or.kr
한국전기연구원	명성호	경남 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)	055-280-1114	http://www.keri.re.kr
한국전자기술연구원	김영삼	경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)	031-789-7000	http://www.keti.re.kr
한국전자통신연구원	김명준	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)	조성환	서울시 강남구 테헤란로 203	02-2018-5114	http://www.mobis.co.kr
현대자동차(주)	정의선, 하연태	경기도 화성시 장덕동 772-1	02-3464-1114	http://www.hyundai-motor.com
호리바에스텍코리아(주)	김성환 외 1명	경기도 용인시 수지구 디지털벨리로 98 호리바빌딩	031-6520-6500	http://www.horiba.com
히로세코리아(주)	이상엽	경기도 시흥시 정왕동 희망공원로 250	031-496-7000	http://www.hirose.co.kr
히타치하이테크코리아(주)	MIYOSHI KEITA	경기도 성남시 분당구 정자일로 155, 엔16층(정자동, 분당두산타워)	031-725-4201	https://www.hitachi-hightech.com

박사학위 논문초록 게재 안내

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

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

국문 초록(요약) : 1000자 이내

보내실 곳 _ 06130

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

사무국 회지담당자앞

E-mail : biz@theieie.org

TEL : (02)553-0255(내선 5)

FAX : (02)552-6093



대한전자공학회

The Institute of Electronics and Information Engineers

전자공학회지 <월간>

제49권 제9호(통권 제460호)

The Magazine of the IEIE

2022년 9월 20일 인쇄

2022년 9월 25일 발행

발행및

편집인

인쇄인

발행인

(사) 대한전자공학회

한림원(주)

사 단 법 인 대 한 전 자 공 학 회

회장 서 승 우

대표 김 흥 중

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

TEL.(02)553-0255~7 FAX.(02)552-6093

E-mail : ieie@theieie.org

Homepage : http://www.theieie.org

씨티은행 102-53125-258



2022년도 회비납부 안내

1. 회비의 납부 및 유효기간

2022년도 회원 연회비는 2021년과 동일함을 알려드리며, 아직 2022년도 회비를 납부하지 않으신 회원님께서서는 납부하여 주시기 바라며, 연회비의 유효기간은 회비를 납부한 당해연도에 한합니다.

◆ 2022년도 회원 연회비는 다음과 같습니다.

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

2. 논문지(eBook) 제공

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

3. 회비의 납부방법

신용카드(홈페이지 전자결제) 및 계좌이체(한국씨티은행, 102-53125-258)를 이용하여 학회 연회비, 심사비 및 논문게재료가 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 : 2022년 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)

6. 문의처

◆ 대한전자공학회 사무국 변은정 부장(회원담당)

Tel : 02-553-0255(내선 1번) / E-mail : edit@theieie.org

첨단기술로 더 나은 환경을 만듭니다

더 나은 미래를 열어가는 기술
환경문제를 해결하는 기술
반도체의 미래를 준비하는 일
지금, SK하이닉스가 하고 있습니다
We Do Green Technology

