ISSN 1016-9288
제49권 4호
2022년 4월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.49. no.4

로봇산업과 관련 산업의 기술동향

- 로봇-인간, 로봇-로봇, 로봇-장비-인간 간 협업을 위한 인공지능 기술
- 진화형 자율 다개체 로봇을 위한 작업관리 경향 분석
- 라이다 센서와 스테레오 비전기반의 사물 인식 기술
- 로봇용 서보모터 기술동향 분석을 위한 성능비교 기술
- 포스트 코로나 시대를 향한 원격의료와 스마트기기

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers
www.theieie.org

Boost your lab's performance

임의파형발생기

→ 2.4 GSa/s, 16 bit, 750 MHz
→ 4 또는 8 채널 이상
→ 50 ns 이하의 트리거 딜레이

어플리케이션

반도체 테스트, 양자 컴퓨터, Phased array 레이더 설계 & 테스트, Lidar, 분광학, NMR

임피던스분석기

→ DC ~ 5 MHz까지, 1 mΩ ~ 1 TΩ까지
→ 0.05% 기본 정확도
→ 측정 정확도 보상 및 측정 신뢰도 표시 기능

어플리케이션

높은 Q 값의 유전체, 정전용량형 센서, 슈퍼 커패시터, PV 소자, 소자 특성 분석

락인앰플리파이어

→ 600 MHz까지 측정 가능
→ 스코프, FFT, 주파수 응답 분석기, Sweeper, 이미징 툴
→ 옵션: 임의파형발생기, PID, PLL, Boxcar, 주파수 카운터, AM & FM 변조

어플리케이션

AFM, LVP, CARS, SRS, SNOM, graphene, optical PLL, THz, pump-probe, RFID, MEMS, NEMS, gyros, NDT, MRFM

LabOne® 소프트웨어

취리히인스트루먼트의 모든 장비는 제어소프트웨어인 LabOne®을 사용할 수 있습니다. 다양한 기능, 효율적인 작업, 쉬운 사용자인터페이스를 제공합니다. 웹브라우저에서 장비를 엑세스하거나 LabVIEW™, MATLAB®, Python, C 또는 .NET 프로그램들과 통합할 수 있습니다.

Zurich Instruments

한국담당자 010-6456-3463
ilnam.yeom@zhinst.com
www.zhinst.com

응용분야 솔루션에 대하여
기술문의 해주세요

2022 하계종합학술대회

2022년 6월 29일(수) ~ 7월 1일(금)

제주신화월드(서귀포시)

주요일정

① 논문제출 : 2022년 5월 11일(수)

② 심사통보 : 2022년 5월 25일(수)

③ 사전등록 : 2022년 5월 17일(화)~6월 10일(금)

발표분야

소사이어티	연구회
통신(Communication)	통신, 스위칭 및 라우팅, 마이크로파 및 전파전파, ITS, 군사전자, 방송·통신 융합기술, 무선PAN/BAN, 미래 네트워크
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, 인공지능및보안, 증강휴먼, AI응용
인공지능 신호처리(AI Signal Processing)	영상신호처리, 음향 및 신호처리, 영상이해, 바이오영상신호처리, 딥러닝
시스템 및 제어(System and Control)	의용전자 및 생체공학, 제어계측, 회로 및 시스템, 전력전자, 지능로봇, 국방정보 및 제어, 자동차전자, 의료영상시스템, 스마트팩토리, 스마트미터링
산업전자(Industry Electronics)	산업전자제어, 임베디드시스템, 유비쿼터스 센서네트워크, 디지털통신 시스템
New Emerging Area	의료, 에너지, Software, 기타

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

(06130) 서울시 강남구 테헤란로 7길 22 과학기술회관 신관 907호
TEL 02-553-0255 (내선6) FAX 02-552-6093
e-mail ieie@theieie.org 홈페이지 http://conf.theieie.org/2021s/

1st CALL FOR PAPERS

ITC-CSCC 2022

The 37th International Technical Conference on Circuits /Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2022)

July 5-8, 2022, Duangjitt Resort & Spa, Patong, Phuket, Thailand

With the great success of the International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) as the world leading conference devoted to the advancement of high technologies in Circuits, Systems, Computers, and Communications, we would like to invite all the scholars and experts around the world to attend the 37th ITC-CSCC 2022 to be hosted in Phuket, Thailand.

Topics

The conference is open to researchers from all regions of the world. Participation from Asia Pacific region is particularly encouraged. Proposals for special sessions are welcome. Papers with original work in all aspects of Circuits, Systems, Computers, and Communications are invited. Topics include, but not limited to, the followings

Circuit and systems

- Analog Circuits
- Computer Aided Design
- Intelligent Transportation Systems & Technology
- Linear / Nonlinear Systems
- Medical Electronics & Circuits
- Modern Control
- Neural Networks
- Power Electronics & Circuits
- RF Circuits
- Semiconductor Devices & Technology
- Sensors & Related Circuits
- Verification & Testing
- VLSI Design

Communications

- Antenna & Wave Propagation
- Audio / Speech Signal Processing
- Circuits & Components for Communications
- IP Networks & QoS
- MIMO & Space-Time Codes
- Multimedia Communications
- Mobile & Wireless Communications
- Network Management & Design
- Optical Communications & Components
- Radar / Remote Sensing
- Communication Signal Processing
- Ubiquitous Networks
- UWB
- Visual Communications
- Wireless Sensor Networks
- Underwater Communications

Computers

- Artificial Intelligence
- Biocomputing
- Computer Systems & Applications
- Computer Vision
- Face Detection & Recognition
- Image Coding & Analysis
- Image Processing
- Internet Technology & Applications
- Motion Analysis
- Multimedia Service & Technology
- Object Extraction & Technology
- Security
- Watermarking
- Blockchain
- Data Analytics
- Internet of Things
- Virtual Reality

Submission of Papers

Prospective authors are invited to submit an original paper with 2 – 4 pages in length of PDF format written in English. Paper submission procedures are available at https://itc-cscc2022.org

Proceedings and Publications

All registered participants are provided with online conference proceedings. Upon requested, accepted papers will be published in IEEE Xplore. Moreover, authors of the accepted papers are encouraged to submit full-length manuscripts to IEIE JSTS (Korea), IEIE SPC (Korea), IEICE Transactions (Japan), or ECTI Transactions (Thailand). All the submissions need to follow the standard procedure of their publication and be published on regular issues.

Contact: secretary@itc-cscc2022.org , http://www.itc-cscc2022.org

Important Dates

Deadline of Manuscript Submission	: ~~April 1, 2022~~ April 30, 2022
Notification of Acceptance	: May 14, 2022
Submission of Camera-Ready Paper	: June 6, 2022

IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

EiC

ECTI Association

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 presenatations (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.

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

IEEE IEEE CTSoc CONSUMER TECHNOLOGY SOCIETY IEIE

4차 산업혁명 시대,
키티스가 함께합니다

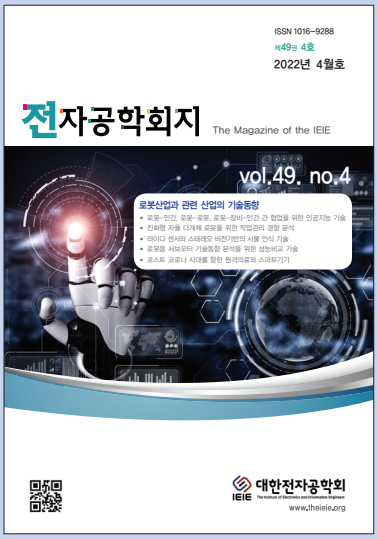
키티스는 ASTM, SAE, IEEE 한국공인 딜러사입니다

Authorized Dealer in Korea

키티스 産學研情報(株)
KITIS Info. & Co., Ltd.

CONTENTS

제49권 4호 (2022년 4월)



※ 학회지 4월호 표지 (vol 49, No 4)

학회소식

특집 : 로봇산업과 관련 산업의 기술동향

회원광장

정보교차로

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

2022년도 임원 및 각 위원회 위원

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

	이 상 만 (㈜시스메이트 대표이사)	이 상 훈 (㈜웨이브피아 대표이사) – 회원
	이 수 민 (한국센서연구소 대표이사)	조 영 민 (SkyMirr CEO)
	조 혜 정 (삼성물산 그룹장)	최 성 민 (㈜해치텍 대표이사)
	최 진 성 (도이치텔레콤 부사장)	한 은 혜 (에스에스앤씨㈜ 대표이사)
	함 철 희 (삼성전자㈜ 마스터)	홍 국 태 (㈜LX세미콘 연구위원)
	황 정 성 (케이케이테크㈜ 고문)	
이 사	강 동 우 (홍익대학교 교수) – 사업	강 용 성 (와이즈넷 대표이사) – 산학연
	고 병 철 (계명대학교 교수) – 학술(하계)	구 민 석 (인천대학교 교수) – 국문논문
	권 기 룡 (부경대학교 교수) – 학술(하계)	권 종 기 (한국전자통신연구원 연구전문위원) – 사업
	권 태 수 (서울과학기술대학교 교수) – 사업	김 경 연 (제주대학교 교수) – 학술(하계)
	김 민 규 (LG이노텍㈜ 상무 연구소장) – 학술(하계)	김 선 욱 (고려대학교 교수) – 회원
	김 성 진 (UNIST 교수) – 사업	김 소 영 (성균관대학교 교수) – 홍보
	김 용 석 (성균관대학교 교수) – 홍보	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장) – 표준화
	김 유 철 (LG AI연구원 부문장) – AI위원회	김 주 엽 (숙명여자대학교 교수) – 사업
	김 중 헌 (고려대학교 교수) – 사업/기획/학술(하계)	남 기 창 (동국대학교 교수) – 정보화
	박 영 훈 (숙명여자대학교 교수) – 학술(ICEIC)	배 순 민 (KT 소장) – AI위원회
	배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 학술(추계)	손 기 욱 (국가보안기술연구소 책임연구원) – 산학연
	안 광 호 (한국전자기술연구원 센터장) – 사업	안 상 철 (KIST 책임연구원) – AI위원회
	안 호 균 (한국전자통신연구원 실장) – 사업	양 준 성 (연세대학교 교수) – 학술(추계)
	오 정 훈 (삼성전자㈜ 마스터) – 회원	이 구 순 (파이낸셜뉴스 부국장) – 홍보
	이 남 윤 (포항공과대학교 교수) – 사업/기획	이 상 근 (성균관대학교 교수) – 표준화
	이 승 아 (연세대학교 교수) – 국제협력	이 윤 식 (UNIST 교수) – 홍보
	이 종 호 (숭실대학교 교수) – 국문논문	이 채 은 (인하대학교 교수) – 홍보
	이 형 민 (고려대학교 교수) – 학술(하계)	임 동 구 (전남대학교 교수) – 정보화
	장 성 욱 (카카오모빌리티 상무) – AI위원회	장 익 준 (경희대학교 교수) – 국제협력
	정 승 원 (고려대학교 교수) – SPC	조 현 종 (강원대학교 교수) – 정보화
	차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수) – 정보화	채 찬 병 (연세대학교 교수) – 기획
	하 정 우 (네이버 AI연구소장) – AI위원회	한 영 선 (부경대학교 교수) – 학술(추계)
	한 정 환 (충남대학교 교수) – 정보화	한 태 희 (성균관대학교 교수) – 국문논문
	함 범 섭 (연세대학교 교수) – 학술(하계)	허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 사업
	현 유 진 (DGIST 책임연구원) – 사업	홍 병 우 (중앙대학교 교수) – AI위원회
협 동 이 사	고 승 훈 (광운대학교 교수) – 정보화	곽 진 태 (고려대학교 교수) – 학술(추계)
	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) – 학술(추계)	권 준 석 (중앙대학교 교수) – AI위원회
	김 수 연 (동국대학교 교수) – 학술(하계)	김 영 진 (한국항공대학교 교수) – 홍보
	김 용 태 (경북대학교 교수) – 회원	김 주 성 (한밭대학교 교수) – 국제협력
	김 형 진 (인하대학교 교수) – 학회지	김 형 탁 (홍익대학교 교수) – 학술(하계)
	민 경 식 (국민대학교 교수) – 회원	박 성 욱 (강릉원주대학교 교수) – 학술(하계)
	배 준 성 (강원대학교 교수) – 정보화	배 준 호 (가천대학교 교수) – 표준화
	백 지 선 (삼성전자㈜ 수석연구원) – 정보화	서 종 열 (LG전자㈜ 그룹장) – 산학연
	손 일 수 (서울과학기술대학교 교수) – 국문논문	송 민 협 (한국전자통신연구원 선임연구원) – 학회지
	송 익 현 (한양대학교 교수) – 국문논문	송 준 영 (인천대학교 교수) – 학술(ICCE-Aisa)
	오 윤 호 (성균관대학교 교수) – 국제협력	우 성 민 (한국기술교육대학교 교수) – 학술(하계)
	유 경 창 (삼성전자㈜ 수석연구원) – 회원	윤 명 국 (이화여자대학교 교수) – 학술(추계)
	윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원) – 사업	이 철 (동국대학교 교수) – 학술(하계)
	이 재 규 (삼성전자㈜ 마스터) – 산학연	이 정 원 (서울대학교 교수) – 학회지
	이 주 연 (전주비전대학교 교수) – 학술(추계)	임 매 순 (한국과학기술연구원 선임연구원) – 사업
	정 방 철 (충남대학교 교수) – 학술(추계)	정 성 엽 (차세대융합기술연구원 선임연구원) – 학술(하계)
	조 성 인 (동국대학교 교수) – 홍보	좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수) – 표준화
	지 택 수 (전남대학교 교수) – 학술(하계)	채 주 형 (광운대학교 교수) – 재무
	최 웅 (숙명여자대학교 교수) – 학술(하계)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) – SPC
	최 병 수 (한국전자통신연구원 실장) – 학술(하계)	추 상 혁 (현대자동차 책임매니저) – 정보화
	홍 제 형 (한양대학교 교수) – AI위원회	홍 철 호 (중앙대학교 교수) – 산학연

지부장 명단

강 원 지 부	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	광주·전남지부	최 수 일 (전남대학교 교수)
대구·경북지부	공 성 호 (경북대학교 교수)	대전·충남지부	이 문 식 (한국전자통신연구원 실장)
부산·경남·울산지부	김 현 철 (울산대학교 교수)	전 북 지 부	김 대 순 (전주비전대학교 교수)
제 주 지 부	고 석 준 (제주대학교 교수)	충 북 지 부	최 영 규 (한국교통대학교 교수)
호 서 지 부	강 윤 희 (백석대학교 교수)	일 본	백 인 천 (AIZU대학교 교수)
미 국	최 명 준 (텔레다인 박사)	러시아지부	Prof. Edis B. TEN (National University of Science and Technology)

위원회 명단

자문위원회

위 원 장 김 수 중 (경북대학교 명예교수)
부 위 원 장 김 도 현 (국민대학교 명예교수)
위 원 고 성 제 (고려대학교 교수) 구 용 서 (단국대학교 교수) 김 덕 진 (고려대학교 명예교수)
김 성 대 (한국과학기술원 명예교수) 김 영 권 (건국대학교 명예교수) 김 재 희 (연세대학교 명예교수)
나 정 웅 (한국과학기술원 명예교수) 문 영 식 (한양대학교 교수) 박 규 태 (연세대학교 명예교수)
박 병 국 (서울대학교 교수) 박 성 한 (한양대학교 명예교수) 박 진 옥 (육군사관학교 명예교수)
박 항 구 (소암시스템 명예교수) 백 준 기 (중앙대학교 교수) 서 정 욱 ((전) 과학기술부 장관)
성 굉 모 (서울대학교 명예교수) 윤 종 용 (한국공학교육인증원 이사장) 이 문 기 (연세대학교 명예교수)
이 상 설 (한양대학교 명예교수) 이 재 홍 (서울대학교 명예교수) 이 진 구 (동국대학교 명예교수)
이 충 웅 (서울대학교 명예교수) 이 태 원 (고려대학교 명예교수) 임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수) 전 국 진 (서울대학교 명예교수) 전 홍 태 (중앙대학교 명예교수)
정 정 화 (한양대학교 명예교수) 홍 대 식 (연세대학교 교수) 홍 승 홍 (인하대학교 명예교수)

기획위원회

위 원 장 이 정 우 (중앙대학교 교수)
위 원 김 중 헌 (고려대학교 교수) 이 남 윤 (포항공과대학교 교수) 이 한 림 (중앙대학교 교수)
조 성 재 (가천대학교 교수) 채 찬 병 (연세대학교 교수)

학술연구위원회 – 하계

위 원 장 김 종 옥 (고려대학교 교수)
부 위 원 장 구 본 태 (한국전자통신연구원 책임연구원) 권 혁 인 (중앙대학교 교수) 조 성 현 (한양대학교 교수)
위 원 강 석 판 (LG전자㈜ 상무) 고 병 철 (계명대학교 교수) 권 구 락 (조선대학교 교수)
권 기 룡 (부경대학교 교수) 김 경 연 (제주대학교 교수) 김 민 규 (LG이노텍㈜ 상무/연구소장)
김 수 연 (동국대학교 교수) 김 용 권 (건양대학교 교수) 김 중 헌 (고려대학교 교수)
김 형 탁 (홍익대학교 교수) 문 용 (숭실대학교 교수) 박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)
우 성 민 (한국기술교육대학교 교수) 이 승 호 (한밭대학교 교수) 이 종 호 (숭실대학교 교수)
이 철 (동국대학교 교수) 이 형 민 (고려대학교 교수) 정 성 엽 (차세대융합기술연구원 선임연구원)
지 택 수 (전남대학교 교수) 최 무 한 (경북대학교 교수) 최 병 수 (한국전자통신연구원 실장)
최 웅 (숙명여자대학교 교수) 한 상 민 (순천향대학교 교수) 함 범 섭 (연세대학교 교수)

학술연구위원회 – 추계

위 원 장 노 원 우 (연세대학교 교수)
위 원 고 한 얼 (고려대학교 교수) 곽 수 영 (한밭대학교 교수) 곽 진 태 (고려대학교 교수)
권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) 김 진 영 (광운대학교 교수) 김 형 탁 (홍익대학교 교수)
배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원) 서 성 규 (고려대학교 교수) 양 준 성 (연세대학교 교수)
윤 명 국 (이화여자대학교 교수) 이 주 연 (전주비전대학교 교수) 정 방 철 (충남대학교 교수)
채 영 철 (연세대학교 교수) 한 영 선 (부경대학교 교수)

논문편집위원회

위 원 장 신 오 순 (숭실대학교 교수)
위 원 강 명 곤 (한국교통대학교 교수) 구 민 석 (인천대학교 교수) 권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
김 병 서 (홍익대학교 교수) 김 선 용 (건국대학교 교수) 김 선 용 (건국대학교 교수)
김 소 영 (성균관대학교 교수) 김 영 선(대림대학교 교수) 박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)
박 종 선 (고려대학교 교수) 손 일 수 (서울과학기술대학교 교수) 송 익 현 (한양대학교 교수)
심 정 연 (강남대학교 교수) 유 동 훈 (삼성종합기술원 박사) 이 윤 구 (광운대학교 교수)
이 종 호 (숭실대학교 교수) 이 후 진 (한성대학교 교수) 최 강 선 (한국기술교육대학교대학교 교수)
한 태 희 (성균관대학교 교수) 홍 민 철 (숭실대학교 교수)

국제협력위원회

위 원 장 채 영 철 (연세대학교 교수)
위 원 권 구 덕 (강원대학교 교수) 김 주 성 (한밭대학교 교수) 오 윤 호 (성균관대학교 교수)
이 승 아 (연세대학교 교수) 장 익 준 (경희대학교 교수)

산학연협동위원회

위 원 장	이 강 윤 (성균관대학교 교수)		
부 위 원 장	김 종 선 (홍익대학교 교수)	최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)	
위 원	강 용 성 (와이즈넛㈜ 대표이사)	김 상 훈 (한라대학교 교수)	김 익 재 (한국과학기술연구원 박사)
	남 상 준 (세미파이브 상무)	백 준 호 (퓨리오사 대표이사)	서 영 호 (광운대학교 교수)
	서 종 열 (LG전자㈜ 그룹장)	손 기 욱 (국가보안기술연구소 책임연구원)	안 호 균 (한국전자통신연구원 실장)
	유 선 우 (SK하이닉스㈜ 팀장)	이 승 환 (SPRI 실장)	이 재 규 (삼성전자㈜ 마스터)
	이 종 민 (SK텔레콤㈜ 원장)	전 종 욱 (건국대학교 교수)	정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)
	최 윤 석 (한밭대학교 연구위원)	홍 철 호 (중앙대학교 교수)	

회원관리위원회

위 원 장	김 용 신 (고려대학교 교수)	김 윤 (서울시립대학교 교수)	
위 원	김 선 욱 (고려대학교 교수)	김 용 태 (경북대학교 조교수)	김 혁 (서울시립대학교 교수)
	민 경 식 (국민대학교 교수)	박 동 욱 (서울시립대학교 교수)	오 정 훈 (삼성전자㈜ 마스터)
	유 경 창 (삼성전자㈜ 수석연구원)	이 상 훈 (㈜웨이브피아 대표이사)	

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)	

사업위원회

위 원 장	정 진 곤 (중앙대학교 교수)	강 제 원 (이화여자대학교 교수)	김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장)
	서 창 호 (한국과학기술원 교수)	유 찬 세 (한국전자기술연구원 센터장)	제 민 규 (한국과학기술원 교수)
	조 성 현 (한양대학교 교수)		
위 원	강 동 우 (홍익대학교 교수)	권 종 기 (한국전자통신연구원 연구전문위원)	권 태 수 (서울과학기술대학교 교수)
	김 성 진 (UNIST 교수)	김 주 엽 (숙명여자대학교 교수)	김 중 헌 (고려대학교 교수)
	안 광 호 (한국전자기술연구원 센터장)	안 호 균 (한국전자통신연구원 실장)	윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
	이 남 윤 (포항공과대학교 교수)	임 매 순 (한국과학기술연구원 선임연구원)	허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	현 유 진 (DGIST 책임연구원)		

교육연구위원회

위 원 장	변 대 석 (삼성전자㈜ 마스터)	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	
위 원	강 명 곤 (한국교통대학교 교수)	김 훈 (인천대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)
	동 성 수 (용인예술과학대학교 교수)	박 영 우 (TEL 기술총괄)	변 영 재 (UNIST 교수)
	윤 종 윤 (㈜ 파두 대표이사)	이 영 택 (ASML 전무)	이 후 진 (한성대학교 교수)

홍보위원회

위 원 장	강 석 주 (서강대학교 교수)		
위 원	김 소 영 (성균관대학교 교수)	김 영 진 (한국항공대학교 교수)	김 용 석 (성균관대학교 교수)
	김 진 규 (고려대학교 교수)	김 형 진 (인하대학교 교수)	민 경 식 (국민대학교 교수)
	이 구 순 (파이낸셜뉴스 부국장)	이 윤 식 (UNIST 교수)	이 채 은 (인하대학교 교수)
	조 성 인 (동국대학교 교수)	홍 성 완 (서강대학교 교수)	황 진 영 (한국항공대학교 교수)

표준화위원회

위 원 장	연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장)		
부 위 원 장	차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장)		
위 원	권 기 원 (성균관대학교 교수)	김 성 동 (서울과학기술대학교 교수)	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)
	배 준 호 (가천대학교 교수)	이 상 근 (성균관대학교 교수)	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수)		

정보화위원회

위 원 장	권 구 덕 (강원대학교 교수)		
위 원	고 승 훈 (광운대학교 교수)	남 기 창 (동국대학교 교수)	배 준 성 (강원대학교 교수)
	백 지 선 (삼성전자㈜ 수석연구원)	임 동 구 (전남대학교 부교수)	조 현 종 (강원대학교 교수)
	차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수)	추 상 혁 (현대자동차 책임매니저)	한 정 환 (충남대학교 교수)

AI위원회

위 원 장 김 영 민 (서울대학교 교수)

위 원 권 준 석 (중앙대학교 교수) 김 성 우 (서울대학교 교수) 김 유 철 (LG AI연구원 부문장)
배 순 민 (KT 소장) 안 상 철 (한국과학기술연구원 책임연구원) 장 성 욱 (카카오모빌리티 상무)
전 세 영 (서울대학교 교수) 하 정 우 (네이버 AI연구소장) 홍 병 우 (중앙대학교 교수)
홍 제 형 (한양대학교 교수)

지부담당위원회

위 원 장 이 승 호 (한밭대학교 교수)

위 원 강 문 식 (강릉원주대학교 교수) 강 윤 희 (백석대학교 교수) 공 성 호 (경북대학교 교수)
김 대 순 (전주비전대학교 교수) 김 현 철 (울산대학교 교수) 이 문 식 (한국전자통신연구원 실장)
고 석 준(제주대학교 교수) 최 수 일 (전남대학교 교수) 최 영 규 (한국교통대학교 교수)

선거관리위원회

위 원 장 이 재 홍 (서울대학교 명예교수)

위 원 권 혁 인 (중앙대학교 교수) 김 성 우 (서울대학교 교수) 김 용 신 (고려대학교 교수)
김 현 (서울과학기술대학교 교수) 이 정 우 (중앙대학교 교수) 전 세 영 (서울대학교 교수)

포상위원회

위 원 장 백 준 기 (중앙대학교 교수)

위 원 김 종 옥 (고려대학교 교수) 노 원 우 (연세대학교 교수) 이 정 우 (중앙대학교 교수)
이 종 호 (서울대학교 교수) 이 혁 재 (서울대학교 교수)

위원 및 간사겸임 전 세 영 (서울대학교 교수)

재정위원회

위 원 장 서 승 우 (서울대학교 교수)

위 원 구 용 서 (단국대학교 교수) 김 현 (서울과학기술대학교 교수) 박 성 한 (명예회장)
박 영 기 ((주)싸인텔레콤 대표이사) 원 제 형 (도쿄일렉트론코리아㈜ 대표이사) 이 윤 종 ((전) ㈜DB하이텍 부사장)
이 혁 재 (서울대학교 교수) 인 치 호 (세명대학교 교수) 홍 대 식 (연세대학교 교수)

인사위원회

위 원 장 서 승 우 (서울대학교 교수)

위 원 김 성 우 (서울대학교 교수) 김 지 훈 (이화여자대학교 교수) 김 현 (서울과학기술대학교 교수)
이 혁 재 (서울대학교 교수)

JSTS 편집위원회

위 원 장 이 종 호 (서울대학교 교수)

위 원 강 석 형 (포항공과대학교 교수) 강 인 만 (경북대학교 교수) 권 혁 인 (중앙대학교 교수)
김 상 범 (서울대학교 교수) 김 소 영 (성균관대학교 교수) 김 재 준 (서울대학교 교수)
김 주 성 (한밭대학교 교수) 김 지 훈 (이화여자대학교 교수) 김 형 탁 (홍익대학교 교수)
남 일 구 (부산대학교 교수) 류 승 탁 (한국과학기술원 교수) 민 경 식 (국민대학교 교수)
박 성 민 (이화여자대학교 교수) 박 성 주 (한양대학교 교수) 백 광 현 (중앙대학교 교수)
신 민 철 (한국과학기술원 교수) 신 창 환 (성균관대학교 교수) 오 정 우 (연세대학교 교수)
이 가 원 (충남대학교 교수) 이 강 윤 (성균관대학교 교수) 장 호 원 (서울대학교 교수)
정 재 경 (한양대학교 교수) 조 성 재 (가천대학교 교수) 조 일 환 (명지대학교 교수)
차 호 영 (홍익대학교 교수) 최 우 영 (서울대학교 교수)

SPC위원회

위 원 장 심 동 규 (광운대학교 교수)

위 원 강 석 주 (서강대학교 교수) 김 영 민 (홍익대학교 교수) 김 원 준 (건국대학교 교수)
김 재 곤 (한국항공대학교 교수) 김 종 옥 (고려대학교 교수) 박 철 수 (광운대학교 교수)
서 영 호 (광운대학교 교수) 유 양 모 (서강대학교 교수) 이 채 은 (인하대학교 교수)
정 승 원 (동국대학교 교수) 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) 황 원 준 (아주대학교 교수)
황 인 철 (강원대학교 교수)

통신소사이어티

회장	유 명 식 (숭실대학교 교수)		
부회장	허 준 (고려대학교 교수)	이 정 우 (중앙대학교 교수)	윤 석 현 (단국대학교 교수)
	김 재 현 (아주대학교 교수)	김 선 용 (건국대학교 교수)	김 진 영 (광운대학교 교수)
	김 훈 훈 (인천대학교 교수)	유 명 식 (숭실대학교 교수)	오 정 근 (㈜ATNS 대표이사)
	최 천 원 (단국대학교 교수)		
감사	이 재 진 (숭실대학교 교수)	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)	
협동부회장	김 병 남 (에이스테크놀로지 연구소장)	김 연 은 (㈜브로던 대표이사)	김 영 한 (숭실대학교 교수)
	김 용 석 ((주)답스 대표이사)	김 인 경 (LG전자㈜ 상무)	류 승 문 ((사)개인공간서비스협회 수석부의장)
	박 용 석 (㈜LICT 대표이사)	방 승 찬 (한국전자통신연구원 부장)	연 철 흠 (LG텔레콤 상무)
	이 승 호 (㈜하이게인 부사장)	이 재 훈 (유정시스템㈜ 대표이사)	정 진 섭 (이노와이어리스 부사장)
	정 현 규 (한국전자통신연구원 부장)		
이사	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 헌 (숭실대학교 교수)
	성 원 진 (서강대학교 교수)	신 오 순 (숭실대학교 교수)	신 요 안 (숭실대학교 교수)
	윤 종 호 (한국항공대학교 교수)	윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)	이 종 호 (숭실대학교 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) – 지능형네트워크
	조 춘 식 (한국항공대학교 교수) – 마이크로파 및 전파전파		이 철 기 (아주대학교 교수) – ITS
	김 강 욱 (경북대학교 교수) – 군사전자		허 재 두 (한국전자통신연구원 본부장) – 무선 PAN/BAN
	김 봉 태 (한국전자통신연구원 소장) – 미래네트워크		
간사	김 중 헌 (고려대학교 교수)		

반도체소사이어티

회장	김 진 상 (경희대학교 교수)		
자문위원	공 준 진 (삼성전자공과대학교 교수)	권 오 경 (한양대학교 교수)	김 영 환 (포항공과대학교 교수)
	김 재 석 (연세대학교 교수)	김 희 석 (청주대학교 교수)	박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
	선우명훈 (아주대학교 교수)	손 보 익 (㈜LX세미콘 대표)	신 윤 승 (반소 전임회장)
	신 현 철 (한양대학교 교수)	우 남 성 (반소 전임회장)	이 승 훈 (서강대학교 교수)
	임 신 일 (서경대학교 교수)	임 형 규 (반소 전임회장)	장 성 진 (삼성전자㈜ 부사장)
	전 영 현 (삼성SDI㈜ 부회장)	정 연 모 (경희대학교 교수)	정 항 근 (전북대학교 교수)
	정 해 수 (Synopsys 사장)	조 경 순 (한국외국어대학교 교수)	조 상 복 (울산대학교 교수)
	조 중 휘 (인천대학교 교수)	최 기 영 (서울대학교 교수)	최 승 종 (LG전자㈜ 부사장)
	허 염 (실리콘마이터스 대표이사)		
감사	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	이 광 엽 (서경대학교 교수)	
부회장	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)	
총무이사	고 형 호 (충남대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)	류 현 석 (서울대학교 교수)
	박 종 선 (고려대학교 교수)	윤 찬 호 (삼성전자㈜ 마스터)	황 상 준 (삼성전자 부사장)
편집이사	노 정 진 (한양대학교 교수)	유 창 식 (삼성전자㈜ 부사장)	조 성 재 (가천대학교 교수)
	한 태 희 (성균관대학교 교수)		
학술이사	강 진 구 (인하대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)	범 진 욱 (서강대학교 교수)
	변 영 재 (UNIST 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)	
사업이사	강 운 병 (삼성전자㈜ 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㈜ 마스터)	손 교 민 (삼성전자㈜ 마스터)
	송 용 호 (삼성전자㈜ 전무)	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 연구위원)	오 정 우 (연세대학교 교수)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	조 태 제 (삼성전자㈜ 고문)	최 규 명 (서울대학교 교수)
	최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)	최 윤 경 (고려대학교 교수)	최 준 림 (경북대학교 교수)
재무이사	권 기 원 (성균관대학교 교수)	이 성 수 (숭실대학교 교수)	
산학이사	김 경 수 (넥스트칩 대표)	김 동 현 (ICTK㈜ 사장)	김 보 은 (라온텍 사장)
	김 준 석 (ADT 사장)	나 준 호 (㈜LX세미콘 전무)	손 재 철 (어보브반도체 부사장)
	송 태 훈 (휴인스 사장)	신 용 석 (케이던스코리아 사장)	이 도 영 (옵토레인 사장)
	이 윤 종 (동부하이텍 부사장)	이 장 규 (텔레칩스 대표)	
회원이사	노 원 우 (연세대학교 교수)	문 용 (숭실대학교 교수)	
연구회위원장	김 형 탁 (홍익대학교 교수) – 반도체소자 및 재료		김 상 인 (아주대학교 교수) – 광파 및 양자전자공학
	문 용 (숭실대학교 교수) – SoC설계		김 영 진 (한국항공대학교 교수) – RF집적회로
	정 원 영 ((주)태성에스엔이 부본부장) – PCB&Package		김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장) – 정보보안시스템
	장 익 준 (경희대학교 교수) – 내방사선 반도체 설계 및 소자		김 한 구 (삼성전자공과대학교 교수) – ESD/EOS & Latchup
	노 원 우 (연세대학교 교수) – 인 메모리 컴퓨팅		
협동위원	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 (숭실대학교 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 윤 명 (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)	최 재 혁 (성균관대학교 교수)	한 정 환 (충남대학교 교수)
	황 태 호 (한국전자기술연구원 센터장)		

컴퓨터소사이어티

회 장	황 성 운 (가천대학교 교수)		
명 예 회 장	신 인 철 (단국대학교 명예교수)	박 인 정 (단국대학교 명예교수)	박 춘 명 (한국교통대학교 교수)
	김 형 중 (고려대학교 교수)	홍 유 식 (상지대학교 교수)	허 영 (스마트의료기기산업진흥재단 부이사장)
	안 병 구 (홍익대학교 교수)	이 규 대 (공주대학교 교수)	안 현 식 (동명대학교 교수)
	김 승 천 (한성대학교 교수)	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	정 용 규 (을지대학교 교수)
자 문 위 원	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임)	남 상 엽 (국제대학교 교수)	
감 사	변 영 재 (UNIST 교수)	이 후 진 (한성대학교 교수)	
부 회 장	박 수 현 (국민대학교 교수)	김 도 현 (제주대학교 교수)	윤 은 준 (경일대학교 교수)
	최 용 수 (신한대학교 교수)	권 호 열 (강원대학교 교수)	조 민 호 (고려대학교 교수)
	심 정 연 (강남대학교 교수)		
협동부회장	강 상 욱 (상명대학교 교수)	박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)	김 병 서 (홍익대학교 교수)
	김 영 학 (산업기술평가관리원 본부장)	우 운 택 (한국과학기술원 교수)	진 훈 (경기대학교 겸임교수)
	이 기 영 (인천대학교 교수)	황 인 정 (명지병원 책임)	
총 무 이 사	정 은 성 (홍익대학교 교수)	김 효 선 (을지대학교 조교)	
재 무 이 사	노 소 영 (월송출판 대표이사)		
홍 보 이 사	이 덕 기 (연암공과대학교 교수)		
편 집 이 사	진 성 아 (성결대학교 교수)	박 영 훈 (숙명여자대학교 교수)	기 장 근 (공주대학교 교수)
	강 병 권 (순천향대학교 교수)	김 선 욱 (고려대학교 교수)	김 진 홍 (배재대학교 교수)
	김 천 식 (세종대학교 교수)	이 문 구 (김포대학교 교수)	이 민 호 (경북대학교 교수)
	이 찬 수 (영남대학교 교수)	정 혜 명 (김포대학교 교수)	한 규 필 (금오공과대학교 교수)
	한 태 화 (연세대의료원 팀장)		
학 술 이 사	임 재 균 (명지병원 소장)	임 경 원 (대림대학교 교수)	김 홍 균 (다스파워 이사)
	한 영 선 (부경대학교 교수)	황 석 중 (SK Telecom 박사)	황 재 정 (군산대학교 교수)
	이 충 규 (조선대학교 교수)	김 명 선 (한성대학교 교수)	고 한 얼 (고려대학교 교수)
	서 민 석 (고려대학교 교수)	한 상 민 (순천향대학교 교수)	이 정 선 (을지대학교 교수)
사 업 이 사	박 승 창 ((주)유오씨 사장)	차 시 호 (청운대학교 교수)	황 진 영 (항공대학교 교수)
	유 성 철 (LG히다찌 본부장)	오 승 훈 (주얼린 대표이사)	송 치 봉 (웨이버스 이사)
	김 대 휘 (㈜한국정보통신 대표이사)	조 병 순 (CNCinstrument 사장)	조 병 영 (㈜태진인포텍 전무)
	서 봉 상 (㈜올포랜드 이사)	김 은 영 (투와이시스템즈 이사)	신 동 희 (대보정보통신 부장)
	이 학 준 (이노지에스코리아 연구소장)	이 재 홍 (유비벨록스모바일 대표이사)	
연구회위원장	심 정 연 (강남대학교 교수) – 멀티미디어	진 훈 (경기대학교 교수) – 휴먼ICT	
	윤 은 준 (경일대학교 교수) – 융합컴퓨팅	이 민 호 (경북대학교 교수) – 인공지능/신경망/퍼지	
	김 도 현 (제주대학교 교수) – M2M/IoT	우 운 택 (한국과학기술원 교수) – 증강휴먼	
	황 성 운 (가천대학교 교수) – 인공지능 및 보안	김 명 선 (한성대학교 교수) – AI응용	

인공지능 신호처리소사이어티

회 장	송 병 철 (인하대학교 교수)		
자 문 위 원	김 종 옥 (고려대학교 교수)	심 동 규 (광운대학교 교수)	김 창 익 (한국과학기술원 교수)
	김 정 태 (이화여자대학교 교수)	조 남 익 (서울대학교 교수)	이 영 렬 (세종대학교 교수)
	김 홍 국 (광주과학기술원 교수)	홍 민 철 (숭실대학교 교수)	박 종 일 (한양대학교 교수)
	전 병 우 (성균관대학교 교수)		
부 회 장	고 병 철 (계명대학교 교수)	민 동 보 (이화여자대학교 교수)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
협동부회장	예 종 철 (한국과학기술원 교수)	김 진 웅 (한국전자통신연구원 그룹장)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	김 남 수 (서울대학교 교수)	김 창 수 (고려대학교 교수)	강 경 진 (LG전자㈜ 연구위원)
	한 재 준 (삼성전자㈜ 마스터)	유 명 호 (인텔리빅스 대표이사)	윤 재 웅 (LG전자㈜ 연구위원)
	이 병 욱 (이화여자대학교 교수)	이 찬 수 (영남대학교 교수)	하 정 우 (네이버 AI연구소장)
	지 인 호 (홍익대학교 교수)	권 기 룡 (부경대학교 교수)	최 병 호 (한국전자기술연구원 센터장)
이 사	강 석 주 (서강대학교 교수)	강 정 원 (한국전자통신연구원 박사)	강 제 원 (이화여자대학교 교수)
	김 휘 용 (경희대학교 교수)	고 영 준 (충남대학교 교수)	곽 수 영 (한밭대학교 교수)
	곽 진 태 (고려대학교 교수)	민 동 보 (이화여자대학교 교수)	박 인 규 (인하대학교 교수)
	박 영 경 (이화여자대학교 교수)	박 철 수 (광운대학교 교수)	백 종 덕 (연세대학교 교수)
	배 성 호 (경희대학교 교수)	서 정 일 (한국전자통신연구원 박사)	신 지 태 (성균관대학교 교수)
	신 종 원 (광주과학기술원 교수)	심 재 영 (UNIST 교수)	심 현 정 (연세대학교 교수)
	오 병 태 (한국항공대학교 교수)	우 성 민 (한국기술교육대학교 교수)	이 덕 우 (계명대학교 교수)
	이 범 식 (조선대학교 교수)	이 상 윤 (연세대학교 교수)	이 윤 구 (광운대학교 교수)
	이 철 (동국대학교 교수)	임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)	장 준 혁 (한양대학교 교수)
	전 세 영 (서울대학교 교수)	정 승 원 (고려대학교 교수)	정 영 주 (숙명여자대학교 교수)
	정 찬 호 (한밭대학교 교수)	조 성 인 (동국대학교 교수)	조 성 현 (포항공과대학교 교수)
	최 욱 (인천대학교 교수)	최 해 철 (한밭대학교 교수)	한 재 호 (고려대학교 교수)
	함 범 석 (연세대학교 교수)	황 효 석 (가천대학교 교수)	
협 동 이 사	강 현 수 (충북대학교 교수)	김 종 민 (강원대학교 교수)	구 형 일 (아주대학교 교수)
	권 구 락 (조선대학교 교수)	김 기 백 (숭실대학교 교수)	김 상 효 (성균관대학교 교수)
	김 용 환 (한국전자기술연구원 선임)	박 상 윤 (명지대학교 교수)	박 현 진 (성균관대학교 교수)
	박 호 종 (광운대학교 교수)	서 영 호 (광운대학교 교수)	신 재 섭 (㈜픽스트리 대표이사)
	양 현 종 (UNIST 교수)	오 태 현 (포항공과대학교 교수)	이 기 승 (건국대학교 교수)
	이 상 철 (인하대학교 교수)	이 장 원 (한국항공대학교 교수)	이 종 설 (한국전자기술연구원 박사)
	엄 일 규 (부산대학교 교수)	임 재 윤 (제주대학교 교수)	장 세 진 (한국전자기술연구원 센터장)
	최 승 호 (서울과학기술대학교 교수)	최 종 원 (중앙대학교 교수)	최 준 원 (한양대학교 교수)
	한 종 기 (세종대학교 교수)	김 재 곤 (한국항공대학교 교수)	김 해 광 (세종대학교 교수)
	박 구 만 (서울과학기술대학교 교수)	유 양 모 (서강대학교 교수)	이 창 우 (카톨릭대학교 교수)
	홍 성 훈 (전남대학교 교수)		
감 사	김 휘 용 (경희대학교 교수)	한 재 호 (고려대학교 교수)	
총 무 간 사	정 승 원 (고려대학교 교수)		

연구회위원장	이 채 은 (인하대학교 교수) – 영상신호처리		김 원 준 (건국대학교 교수) – 영상이해
	이 종 호 (서울대학교 교수) – 바이오영상신호처리		황 원 준 (아주대학교 교수) – 딥러닝
	장 길 진 (경북대학교 교수) – 음향 및 신호처리		

시스템및제어소사이어티

회 장	유 정 봉 (공주대학교 교수)		
부 회 장	김 수 찬 (한경대학교 교수)	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)	이 경 중 (연세대학교 교수)
	남 기 창 (동국대학교 교수)		
감 사	김 영 진 (생산기술연구원 박사)	김 영 철 (군산대학교 교수)	
총 무 이 사	김 기 연 (한국산업기술시험원 선임연구원)		김 용 태 (한경대학교 교수)
재 무 이 사	김 준 식 (한국과학기술연구원 박사)	이 윤 재 (위더스텍 이사)	최 영 진 (한양대학교 교수)
학 술 이 사	김 용 권 (건양대학교 교수)	서 성 규 (고려대학교 교수)	
편 집 이 사	남 기 창 (동국대학교 교수)	이 수 열 (경희대학교 교수)	
기 획 이 사	이 덕 진 (전북대학교 교수)	최 현 택 (한국해양과학기술원 책임연구원)	
사 업 이 사	고 낙 용 (조선대학교 교수)	양 연 모 (금오공과대학교 교수)	이 석 재 (대구보건대학교 교수)
산학연이사	강 대 희 (유도㈜ 박사)	서 동 혁 (단국대학교 교수)	조 영 조 (한국전자통신연구원 박사)
홍 보 이 사	김 재 욱 (한국한의학연구원 박사)	김 호 철 (을지대학교 교수)	박 재 병 (전북대학교 교수)
	여 희 주 (대진대학교 교수)		
회 원 이 사	권 오 민 (충북대학교 교수)	주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)	김 종 만 (전남도립대학교 교수)
	김 지 홍 (전주비전대학교 교수)	문 정 호 (강릉원주대학교 교수)	박 명 진 (경희대학교 교수)
	변 영 재 (UNIST 교수)	서 영 석 (영남대학교 교수)	송 철 규 (전북대학교 교수)
	유 재 현 (한경대학교 교수)	이 상 준 (선문대학교 교수)	이 용 귀 (한국전자통신연구원 선임연구원)
	이 태 희 (전북대학교 교수)	이 학 성 (세종대학교 교수)	정 재 훈 (동국대학교 교수)
	최 수 범 (한국과학기술정보연구원 연구원)	류 지 형 (한국전자통신연구원 박사)	최 우 영 (전북대학교 교수)
	한 아 (한국산업기술시험원 선임연구원)		
자 문 위 원	박 종 국 (경희대학교 교수)	서 일 홍 (한양대학교 교수)	김 덕 원 (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 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) – 스마트팩토리	정 범 진 (서울과학기술대학교 교수) – 스마트미터링

산업전자소사이어티

회 장	김 은 원 (대림대학교 교수)		
명 예 회 장	강 창 수 (유한대학교 교수)	김 동 식 (인하공업전문대학 교수)	남 상 엽 (국제대학교 교수)
	윤 기 방 (인천대학교 교수)	장 철 (우성정보기술 대표이사)	최 영 일 (조선이공대학교 교수)
자 문 위 원	김 대 휘 (한국정보기술 대표이사)	김 병 화 (동원대학교 교수)	김 용 민 (충청대학교 교수)
	김 종 부 (인덕대학교 교수)	원 영 진 (부천대학교 교수)	이 상 준 (수원과학대학교 교수)
	이 상 회 (동서울대학교 교수)	이 원 석 (동양미래대학교 교수)	조 규 남 (로봇신문 대표이사)
	진 수 춘 (한백전자 대표이사)	한 성 준 (아이티센 부사장)	
수석부회장	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)	엄 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 종 (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 헌 (복두전자 대표이사)	송 치 봉 (웨이버스 대표이사)	신 동 희 (대보정보통신 이사)
	오 재 곤 (한국정보기술 이사)	유 성 철 (LG히다찌 본부장)	이 승 민 (튜시스템 대표이사)
	이 영 준 (투비콤 대표이사)	장 대 현 (대신정보통신 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 (경복대학교 교수)	김 남 섭 (서일대학교 교수)	김 덕 수 (동양미래대학교 교수)
	김 덕 영 (부천대학교 교수)	김 영 준 (인하공업전문대학 교수)	김 종 오 (동양미래대학교 교수)
	문 현 욱 (동원대학교 교수)	방 경 호 (명지전문대학 교수)	방 극 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 명 (명지전문대학 교수)	용 승 림 (인하공업전문대학 교수)	원 우 연 (춘천폴리텍대학교 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 종 근 (부천대학교 교수)	이 종 성 (부천대학교 교수)
	이 종 용 (광운대학교 교수)	이 종 하 (전주비전대학교 교수)	장 성 석 (영진전문대학교 교수)
	정 석 재 (영진전문대학교 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)	

제23대 평의원 명단

강 명 곤 (한국교통대학교 교수)
강 상 욱 (상명대학교 교수)
강 성 원 (한국전자통신연구원 소장)
강 제 원 (이화여자대학교 교수)
고 병 철 (계명대학교 교수)
고 정 환 (인하공업전문대학 교수)
공 성 호 (경북대학교 교수)
구 본 태 (한국전자통신연구원 책임연구원)
권 건 우 (홍익대학교 교수)
권 순 철 (연세대학교 부원장)
권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
김 경 기 (대구대학교 교수)
김 규 식 (서울시립대학교 교수)
김 덕 진 (명예회장)
김 동 규 (한양대학교 교수)
김 민 규 (LG이노텍 상무)
김 부 균 (숭실대학교 교수)
김 선 용 (건국대학교 교수)
김 성 우 (서울대학교 교수)
김 수 연 (동국대학교 교수)
김 수 환 (서울대학교 교수)
김 영 권 (명예회장)
김 영 선 (대림대학교 교수)
김 영 환 (포항공과대학교 교수)
김 원 종 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김 은 원 (대림대학교 교수)
김 재 준 (포항공과대학교 교수)
김 정 호 (이화여자대학교 교수)
김 종 옥 (고려대학교 교수)
김 지 훈 (이화여자대학교 교수)
김 창 수 (고려대학교 교수)
김 태 욱 (연세대학교 교수)
김 현 (부천대학교 교수)
김 현 진 (단국대학교 교수)
김 형 탁 (홍익대학교 교수)
나 정 웅 (명예회장)
남 일 구 (부산대학교 교수)
노 원 우 (연세대학교 교수)
동 성 수 (용인송담대학교 교수)
류 현 석 (삼성전자 마스터)
민 경 식 (국민대학교 교수)
박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)
박 수 현 (국민대학교 교수)
박 종 선 (고려대학교 교수)
박 진 옥 (명예회장)
박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
백 만 기 (김&장법률사무소 변리사)
범 진 욱 (서강대학교 교수)
서 승 우 (서울대학교 교수)
서 철 헌 (숭실대학교 교수)
선우명훈 (아주대학교 교수)
손 교 민 (삼성전자 마스터)
손 일 수 (서울과학기술대학교 교수)
송 병 철 (인하대학교 교수)
송 철 규 (전북대학교 교수)
신 현 철 (광운대학교 교수)
심 용 (중앙대학교 교수)
안 창 범 (광운대학교 교수)
안 현 식 (동명대학교 교수)
엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 연구위원)
예 종 철 (한국과학기술원 교수)
오 정 훈 (삼성전자 마스터)
우 정 호 (LG전자 상무)
강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
강 석 주 (서강대학교 교수)
강 윤 희 (백석대학교 교수)
강 진 구 (인하대학교 교수)
고 성 제 (고려대학교 교수)
고 형 호 (충남대학교 교수)
공 준 진 (삼성전자 마스터/주임교수)
구 용 서 (단국대학교 교수)
권 구 덕 (강원대학교 교수)
권 오 경 (한국공학한림원 회장)
권 혁 인 (중앙대학교 교수)
김 경 연 (제주대학교 교수)
김 달 수 (티엘아이 대표이사)
김 도 현 (제주대학교 교수)
김 동 식 (인하공업전문대학 교수)
김 병 서 (홍익대학교 교수)
김 상 완 (아주대학교 교수)
김 선 욱 (고려대학교 교수)
김 성 철 (서울대학교 교수)
김 수 중 (명예회장)
김 승 천 (한성대학교 교수)
김 영 로 (명지전문대학 교수)
김 영 진 (한국생산기술연구원 박사)
김 용 석 (성균관대학교 교수)
김 원 준 (건국대학교 교수)
김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장)
김 재 현 (아주대학교 교수)
김 종 대 (유민에쓰티 연구소장)
김 준 모 (한국과학기술원 교수)
김 진 상 (경희대학교 교수)
김 창 익 (한국과학기술원 교수)
김 태 원 (상지영서대학교 교수)
김 현 (서울과학기술대학교 교수)
김 현 철 (울산대학교 교수)
김 홍 국 (광주과학기술원 교수)
남 기 창 (동국대학교 교수)
노 미 정 (삼성전자 상무)
노 정 진 (한양대학교 교수)
류 수 정 (SK텔레콤 담당)
문 영 식 (한양대학교 교수)
박 규 태 (명예회장)
박 성 욱 (SK하이닉스 부회장)
박 영 훈 (숙명여자대학교 교수)
박 종 일 (한양대학교 교수)
박 항 구 (소암시스템 회장)
배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원)
백 상 헌 (고려대학교 교수)
변 대 석 (삼성전자 마스터)
서 영 호 (광운대학교 교수)
서 춘 원 (김포대학교 교수)
성 굉 모 (명예회장)
손 기 욱 (국가보안기술연구소 본부장)
송 문 섭 (심텍 회장)
송 상 헌 (중앙대학교 교수)
신 오 순 (숭실대학교 교수)
신 현 철 (한양대학교 교수)
심 정 연 (강남대학교 교수)
안 태 원 (동양미래대학교 교수)
안 호 균 (한국전자통신연구원 실장)
엄 우 용 (인하공업전문대학 교수)
오 성 목 (KT 사장)
오 창 현 (고려대학교 교수)
원 영 진 (부천대학교 교수)
강 민 석 (LG이노텍 부사장(CTO))
강 석 형 (포항공과대학교 교수)
강 용 성 (와이즈넛 대표이사)
강 창 수 (유한대학교 교수)
고 요 환 ((전) 매그나칩반도체 전무)
공 배 선 (성균관대학교 교수)
공 진 흥 (광운대학교 교수)
구 원 모 (전자신문사 회장)
권 기 룡 (부경대학교 교수)
권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원)
권 호 열 (강원대학교 교수)
김 광 순 (연세대학교 교수)
김 대 순 (전주비전대학교 교수)
김 도 현 (명예회장)
김 동 현 (ICTK 대표이사)
김 봉 태 (한국전자통신연구원 연구위원)
김 상 태 (한국산업기술평가관리원 연구위원)
김 성 대 (명예회장)
김 소 영 (성균관대학교 교수)
김 수 찬 (한경대학교 교수)
김 시 호 (연세대학교 교수)
김 영 민 (서울대학교 교수)
김 영 철 (군산대학교 교수)
김 용 신 (고려대학교 교수)
김 윤 (서울시립대학교 교수)
김 재 곤 (한국항공대학교 교수)
김 재 희 (명예회장)
김 종 선 (홍익대학교 교수)
김 중 헌 (고려대학교 교수)
김 진 영 (광운대학교 교수)
김 철 우 (고려대학교 교수)
김 태 진 (더즈텍 사장)
김 현 수 (삼성전자 상무)
김 형 진 (인하대학교 교수)
김 훈 (인천대학교 교수)
남 상 욱 (서울대학교 교수)
노 소 영 (도서출판 월송 대표)
노 태 문 (한국전자통신연구원 책임연구원)
류 승 탁 (한국과학기술원 교수)
문 용 (숭실대학교 교수)
박 병 국 (서울대학교 교수)
박 성 한 (명예회장)
박 인 규 (인하대학교 교수)
박 준 희 (이화여자대학교 교수)
박 형 무 (동국대학교 교수)
백 광 현 (중앙대학교 교수)
백 준 기 (중앙대학교 교수)
변 영 재 (UNIST 교수)
서 정 욱 (명예회장)
선 우 경 (이화여자대학교 교수)
성 원 진 (서강대학교 교수)
손 보 익 (LX세미콘 대표이사)
송 민 규 (동국대학교 교수)
송 준 영 (인천대학교 교수)
신 요 안 (숭실대학교 교수)
심 동 규 (광운대학교 교수)
안 승 권 (연암공과대학교 총장)
안 현 식 (국민대학교 교수)
양 연 모 (금오공과대학교 교수)
연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장)
오 의 열 (LG디스플레이 연구위원)
우 운 택 (한국과학기술원 교수)
원 제 형 (도쿄일렉트론코리아 대표이사)

유 동 훈 (삼성전자 전문)
유 창 동 (한국과학기술원 교수)
유 호 영 (충남대학교 교수)
윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
윤 영 권 (삼성전자 마스터)
이 강 윤 (성균관대학교 교수)
이 규 대 (공주대학교 교수)
이 문 구 (김포대학교 교수)
이 병 선 (김포대학교 교수)
이 상 윤 (연세대학교 교수)
이 성 수 (숭실대학교 교수)
이 승 호 (한밭대학교 교수)
이 영 렬 (세종대학교 교수)
이 윤 식 (UNIST 교수)
이 재 성 (고려대학교 교수)
이 재 훈 (유정시스템 사장)
이 종 호 (서울대학교 교수)
이 찬 수 (영남대학교 교수)
이 채 은 (인하대학교 교수)
이 충 웅 (명예회장)
이 혁 재 (서울대학교 교수)
이 희 국 (LG그룹 고문)
임 신 일 (서경대학교 교수)
고 석 준 (제주대학교 교수)
장 태 규 (중앙대학교 교수)
전 세 영 (서울대학교 교수)
전 홍 태 (명예회장)
정 방 철 (충남대학교 교수)
정 용 규 (을지대학교 교수)
정 정 화 (명예회장)
정 준 준 (쏠리드 대표이사)
정 항 근 (전북대학교 교수)
조 경 순 (한국외국어대학교 교수)
조 상 복 (울산대학교 교수)
조 재 문 (삼성전자 부사장)
차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장)
천 경 준 (씨젠 회장)
최 두 호 (고려대학교 교수)
최 성 수 (한국전기연구원 센터장)
최 승 원 (한양대학교 교수)
최 용 수 (신한대학교 교수)
최 재 혁 (한국과학기술원 교수)
최 중 호 (서울시립대학교 교수)
최 창 식 (DB하이텍 부회장)
하 정 우 (네이버 AI연구소장)
한 영 선 (부경대학교 교수)
한 태 화 (연세의료원 연구교수)
허 경 무 (단국대학교 교수)
허 준 (고려대학교 교수)
홍 민 철 (숭실대학교 교수)
홍 인 기 (경희대학교 교수)
황 승 훈 (동국대학교 교수)
황 인 철 (강원대학교 교수)
황 진 영 (한국항공대학교 교수)

유 명 식 (숭실대학교 교수)
유 창 식 (삼성전자 전무)
윤 광 섭 (인하대학교 교수)
윤 석 현 (단국대학교 교수)
윤 일 구 (연세대학교 교수)
이 경 중 (연세대학교 교수)
이 규 복 (한국전자기술연구원 부원장)
이 문 기 (명예회장)
이 상 만 (시스메이트 대표)
이 상 회 (동서울대학교 교수)
이 성 준 (한양대학교 교수)
이 승 훈 (서강대학교 교수)
이 용 구 (한림성심대학교 교수)
이 윤 종 (DB하이텍 부사장)
이 재 진 (숭실대학교 교수)
이 정 우 (중앙대학교 교수)
이 종 호 (숭실대학교 교수)
이 창 우 (가톨릭대학교 교수)
이 천 희 (전임회장)
이 태 원 (명예회장)
이 형 민 (고려대학교 교수)
이 희 덕 (충남대학교 교수)
임 제 탁 (명예회장)
장 석 호 (건국대학교 교수)
전 국 진 (명예회장)
전 영 현 (삼성SDI 대표이사)
정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
정 승 원 (고려대학교 교수)
정 원 영 (태성에스엔이 이사)
정 제 창 (한양대학교 교수)
정 진 곤 (중앙대학교 교수)
제 민 규 (한국과학기술원 교수)
조 남 익 (서울대학교 교수)
조 성 현 (한양대학교 교수)
조 중 휘 (인천대학교 교수)
채 영 철 (연세대학교 교수)
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)
최 수 일 (전남대학교 교수)
최 승 종 (LG전자 부사장)
최 우 영 (서강대학교 교수)
최 정 환 (삼성전자 Fellow)
최 진 성 (도이치텔레콤 부사장)
최 천 원 (단국대학교 교수)
한 동 국 (국민대학교 교수)
한 은 혜 (에스에스앤씨 대표이사)
한 태 희 (성균관대학교 교수)
허 영 (한국스마트의료기기산업진흥재단 부이사장)
홍 국 태 (LX세미콘 연구위원)
홍 승 홍 (명예회장)
황 성 운 (가천대학교 교수)
황 원 준 (아주대학교 교수)
황 인 태 (전남대학교 교수)

유 정 봉 (공주대학교 교수)
유 태 환 (한국전자통신연구원 책임연구원)
윤 기 방 (인천대학교 교수)
윤 성 로 (서울대학교 교수)
윤 종 용 (삼성전자 비상임고문)
이 광 엽 (서경대학교 교수)
이 남 윤 (포항공과대학교 교수)
이 문 식 (한국전자통신연구원 실장)
이 상 설 (명예회장)
이 석 희 (SK하이닉스 대표이사)
이 승 아 (연세대학교 교수)
이 시 현 (동서울대학교 교수)
이 원 석 (동양미래대학교 교수)
이 인 규 (고려대학교 교수)
이 재 홍 (명예회장)
이 정 원 (서울대학교 반도체공동연구소 선임연구원)
이 진 구 (명예회장)
이 창 한 (한국반도체산업협회 상근부회장)
이 충 용 (연세대학교 교수)
이 한 호 (인하대학교 교수)
이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수)
임 혜 숙 (과학기술정보통신부 장관)
장 익 준 (경희대학교 교수)
전 병 우 (성균관대학교 교수)
전 정 환 (UNIST 교수)
정 길 도 (전북대학교 교수)
정 영 모 (한성대학교 교수)
정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)
정 종 문 (연세대학교 교수)
정 진 용 (인하대학교 교수)
조 경 록 (충북대학교 명예교수)
조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
조 영 민 (타오글라스 사장)
진 훈 훈 (경기대학교 교수)
채 찬 병 (연세대학교 교수)
최 광 표 (삼성전자 마스터)
최 성 민 (해치텍 대표이사)
최 승 범 (삼성전자 부사장)
최 영 규 (한국교통대학교 교수)
최 우 영 (연세대학교 교수)
최 준 림 (경북대학교 교수)
최 진 영 (서울대학교 교수)
최 현 택 (한국해양과학기술원 책임연구원)
한 동 석 (경북대학교 교수)
한 정 환 (충남대학교 교수)
함 철 희 (삼성전자 마스터)
허 재 두 (한국전자통신연구원 본부장)
홍 대 식 (연세대학교 교수)
홍 용 택 (서울대학교 교수)
황 승 구 (한국전자통신연구원 연구위원)
황 인 정 (명지병원 수석연구원)
황 정 성 (KK-tech 대표이사)

사무국 직원 명단

송기원 국장 – 기획, 신규업무, 산학연, 자문/IT포럼, 지부, 인사, 규정, 회장단 관련, 유관기관 등 대외업무 및 업무총괄
이안순 부장 – 하계학술대회, 주요 운영회의(이사회, 평의원회 및 총회), 총무업무(선거, 공문처리, 임원관련, 송년회, 포상 및 Wiset 등)
배지영 부장 – 본회 사업, 추계학술대회, 교육, 통신소사이어티, 컴퓨터소사이어티, 인공지능 신호처리소사이어티, 시스템 제어소사이어티, 산업전자소사이어티
배기동 부장 – AI 관련, 국문지, 학회지, 표준화, 용역 등 기타 지원업무
변은정 부장 – 재무(본회/소사이어티/연구회), 개인회원 및 특별회원, 홍보(컨텐츠)
김천일 차장 – 학회 웹사이트 관리, 홍보지원(매체), IEIE Forum, 각종 정보화업무 지원, 전산장비 관리 등
곽수정 사원 – 국제학술대회(ITC-CSCC, ICEIC, ICCE-Asia), 외국 관련기관과 협력(Joint Award 등), JSTS/ SPC 발간

제 2차 상임이사회

코로나19로 인해 제 2차 상임이사회가 3월 11일(금) 17시 학회회의실에서 개최되었으며, 이번 회의 결과는 다음과 같다.

– 다 음 –

1. 성원 보고

– 제2차 상임이사회는 45명의 상임이사 중 23명의 참여로 성원되었음.

2. 본 학회(각 위원회) 및 소사이어티 보고

– 본 회(각 위원회)/ 각 소사이어티별 사업 및 활동 계획 · 추진경과 보고

3. 심의사항 의결

– 신규 개인회원 가입 승인에 대해 원안대로 승인함.

– 신규 특별회원 가입 승인에 대해 원안대로 승인함.

4. 기타

특별회원 및 유관기관 방문

학회 회장단은 3월–4월 중 케이케이테크, 빅텍, LG전자, 유니트론텍, 싸이몬, 에어포인트, 비젼테크 및 마르시스를 방문하여 주요 현안과제를 논의하고 상호 협력방안을 모색하였다.

케이케이테크 – 김경하 대표이사

빅텍 – 임만규 대표이사

LG전자 – 김병훈 부사장(CTO)

유니트론텍 – 남궁선 회장

에어포인트 – 백승준 대표이사

대한전자공학회 – ADD 국방첨단과학기술연구원, 상호 협력을 위한 MOU 체결

대한전자공학회와 ADD 국방첨단과학기술연구원은 4월 20일 서울 강남구 소재 대한전자공학회 회의실에서 상호 협력을 위한 포괄적 업무협약(MOU)을 체결했다.

이날 협약식에서 대한전자공학회에서는 서승우 회장, 황인철 부회장, 강석주 상임이사, 김성우 상임이사가 참석하였고, ADD 국방첨단과학기술연구원에서는 김주현 원장, 김인익 미래도전사업부장, 신진우 신기술연구부장, 최성진 사무관이 참석했다.

양측은 이번 협약을 통해 첨단 기술 기반 미래 국방 수요 발굴 및 상호 협력 체계 구축을 위해서 상호 간 밀접한 협력관계를 지속적으로 확대하기로 했다.

이를 위해서 양측은 향후 원천 기술의 국방 도입을 통해서 방위 체계 고도화를 위한 전문 인력 교류와 관련 산업 생태계 조성 및 경쟁력 확보 지원을 위한 정책 공동을 발굴하기로 하였다. 또한 향후 미래 국방 과학 관련 세미나, 워크샵 등 학술 행사 공동 개최할 예정이다.

대한전자공학회 – ADD MOU 협약식 기념촬영

MOU 협약 회의 모습

차세대 반도체 소자 워크샵 2022

반도체소사이어티(회장 : 김진상 교수(경희대))에서는 4월 1일(금) 한국반도체산업협회 9층 교육장에서 온.오프라인으로 "차세대 반도체 소자 워크샵 2022"을 개최하였다.

이번 워크샵은 국내 반도체 산업체의 경쟁력 강화를 위해 차세대 메모리 반도체 소자, 차세대 반도체 신소자의 개발을 촉진하기 위한 플랫폼 기술 및 차세대 시스템 반도체 소자 기술에 대해 국내 최고의 전문가들을 모시고 최신 반도체 소자 기술에 대해 소개하였으며 메모리 소자 기술에서는 우리나라가 강세를 보이고 있는 Flash Memory 소자 및 DRAM 소자에 대한 차세대 기술과 차세대 메모리 기술로 각광받고 있는 FRAM 메모리 소자 기술에 대한 내용이 발표되었으며 국내에서 다소 생소한 기술인 집적 플래폼 기술과 TEG 기술은 AI 반도체 소자, 저전력 반도체 소자 등의 신소자 개발을 촉진하기 위한 최근 개발된 기술이 소개되고 시스템 반도체 분야에서는 차세대 반도체 소자를 위한 Scaling down 기술, 최근에 매우 중요해지고 있는 전장용 Embedded Flash 기술이 발표되었으며, 약 140여 명이 참석하였다.

김진상 반도체소사이어티 회장/ 이희덕 운영위원장

운영위원(장) 및 강연자 단체사진

신규회원 가입현황

기간 : 2022년 3월 1일 – 2022년 3월 31일

〈정회원〉

김가인(DGIST), 이은정, 천수경(LIG넥스원), 정우철(Workonsimulation), 김성종, 이나혁(단암시스템즈), 김우재, 나혜섭, 남궁윤, 류충렬, 손형수, 이배진, 이성삼, 이안성, 이욱형(삼성전자), 최지훈(육군 미래혁신연구센터), 권규안(인천대), 홍성용(충남대), 김치원(포항공대), 권용우(홍익대)

이상 명

〈평생회원〉

강혜민(한국에너지공과대학교), 이호원(한경대)

이상 2명

〈학생회원〉

천성민, 최소영(부산대), 최영환(성균관대), 조현영(포항공대), 김지민, 조호진, 주상현(한성대)

이상 7명

학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

(2022년 3월 15일 ~ 4월 14일)

1. 회의 개최

회의명	일시	장소	주요 안건
제 2차 선거관리위원 회의	3.31 17:00	학회 회의실	직선평의원 예비후보 선정 등
제 3차 하계 조직위원 온라인 회의	4.1 16:00	온라인	프로그램 구성에 관한 사항 등
대한전자공학회 – ADD 국방첨단과학기술연구원, 상호 협력을 위한 MOU 체결	4.20 16:00	학회 회의실	첨단 기술 기반 미래 국방 수요발굴 및 상호 협력 체계 구축 MOU 체결의

2. 행사 개최

구분	행사명	기간	장소
반도체소사이어티	차세대 반도체 소자 워크샵	4.1	한국반도체산업협회 / 온라인

특 · 집 · 편 · 집 · 기

로봇산업과 관련 산업의 기술동향

김 현 편집위원
(부천대학교)

본 호에서는 산업전자분야로 로봇산업과 관련 산업의 기술 동향이란 주제를 다루고자 합니다. 코로나19의 어두운 시대가 의료뿐야 뿐만 아니라 경제, 사회의 변화를 이끌고 있으며 모든 산업 분야가 이를 극복한 이후의 사회의 변화가 기술뿐만 아니라 문화, 경제 등의 분야에서 전반적인 변화가 예측되고 있습니다. 특히 로봇 산업은 이러한 어려운 시대에서 산업전자의 분야에서 미래발전을 의한 노력이 진행되고 있으며, 이에 대한 중심으로 관련 산업과 산업의 변화를 소개를 하고자 합니다.

우선 "로봇-인간, 로봇-로봇, 로봇-장비-인간 간 협업을 위한 인공지능 기술"에서는 협업 지능로봇의 동향을 소개하고 있으며, 특히 제조분야에서 동향을 소개하고 있습니다. "진화형 자율 다개체 로봇을 위한 작업관리 경향 분석"에서는 기존의 독립형 로봇에 네트워크 기능을 추가한 형태의 로봇으로 원격제어 및 기존 독립형 로봇의 한계를 극복하는 방법 등을 소개하고 있다. 이를 위해 로봇의 작업 관리 방식을 지능화 공간에 적용하는 방법을 도입하여 개선시키는 방향을 소개하고 있습니다. "라이다 센서와 스테레오 비전기반의 사물 인식 기술"에서는 자율주행로봇의 경로설정과 주행을 제어하기 위한 위치검출과 판독을 다루고 있습니다. "로봇용 서보모터 기술동향 분석을 위한 성능비교 기술"에서는 산업용 로봇에서 사용되는 국내서보모터의 신뢰성 향상과 국내외제품의 성능분석을 위한 기술을 소개하고 있습니다. "포스트 코로나 시대를 향한 원격의료와 스마트 기기"에서는 코로나 종식을 위해 노력하고 있는 의료기기의 발전을 고민하고 있습니다.

코로나 시대의 변화는 우리에게 보건 · 의료분야 뿐만 아니라 경제적인 아픔을 주고 사회, 문화, 정치적인 변화를 주고 있는 뉴노멀시대를 열고 있습니다. 이에 대해서 기술의 변화를 소개하고 이러한 기술의 변화가 미래에 핵심 역할을 할 것이라고 많은 전문가들이 예측하고 있습니다. 이러한 가운데도 대한민국은 단기간에 이를 극복할 수 있는 현실적인 기술로 승화하고 있습니다. 로봇은 이러한 변화에 새로운 동력을 가질 것으로 기대되고 제조 산업분야 뿐만 아니라 다양한 분야에서 미래 변화에 핵심이 될 것으로 기대됩니다.

다른 어떤 해보다 슬픔이 많이 전해지는 시기에 코로나19로 인해 다수의 감염자가 나오는 중에도 본 특집호의 원고를 작성해주신 집필진 여러분에게 깊은 감사를 드립니다. 이번 특집호가 로봇산업 및 의료산업 변화를 예측하려는 일반 독자의 이해도를 높이고, 관련 산업의 관심과 발전에 작은 도움이 되길 기원합니다.

로봇-인간, 로봇-로봇, 로봇-장비-인간 간 협업을 위한 인공지능 기술

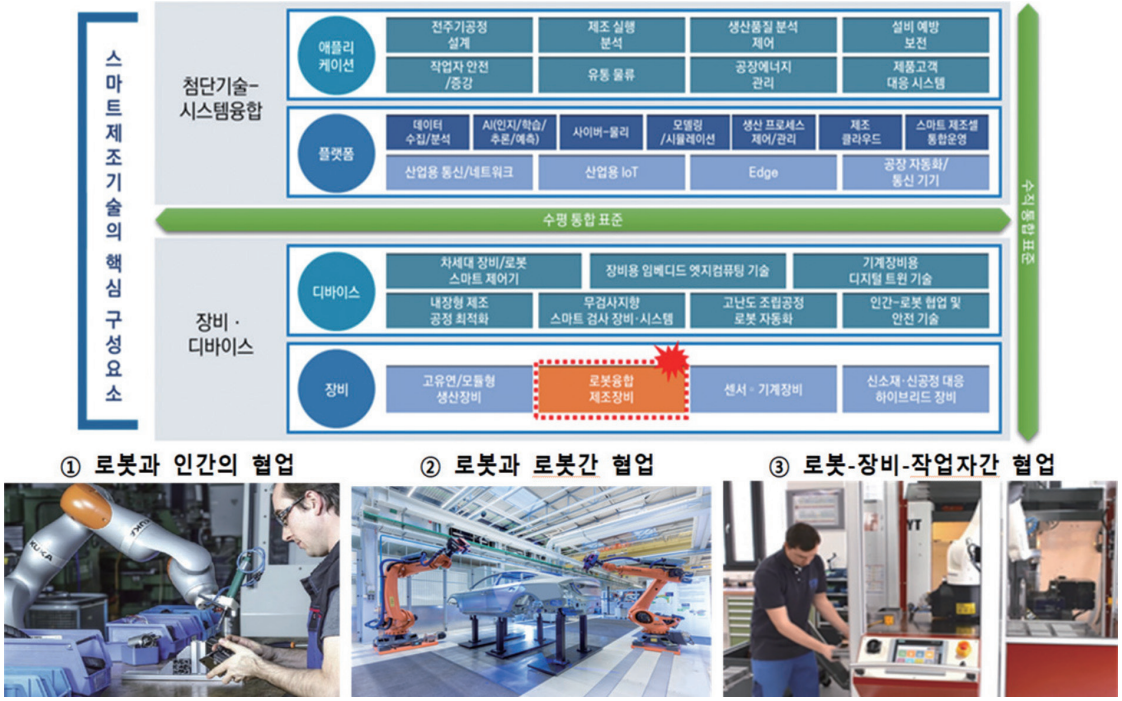
Ⅰ. 서 론

국내 중소기업의 생산성은 10년째 제자리걸음을 걷고 있으며, 4차 산업혁명 등 급격한 대내외 환경변화에 대응역량 취약하다. 중소기업 생산성은 OECD회원국 중 아일랜드(10.7), 그리스(26.9), 멕시코(29.5)에 이어 네 번째로 낮은 최하위권을 기록하였으며 노동생산성 성장률도 0.5%로 정체 수준이다. 4차 산업혁명 등으로 향후 제조방식이 다품종 유연생산으로 전환되면 생산성 개선을 위해 다양한 공정의 학습·수행이 가능하고, 공정변화에 따라 능동적으로 대응할 수 있는 지능형 설비들로 고도화가 필요하나 경영 여건의 악화로 어려움이 있다. 일반 기계·로봇에 활용 가능한 협업지능 모듈을 보급·확산하여 저비용으로도 중소기업 경쟁력을 강화할 수 있는 방안 필요하다.

협업지능이란 인간·기계와 협업하여 다양한 공정의 학습 및 자율적 판단을 통해 작업을 수행할 수 있는 인공지능을 말한다. 4차 산업혁명의 촉발 및 노동인력의 고령화로 인해 협업지능 기술의 주요 적용대상인 협동로봇 및 지능형 가공시스템 시장의 급격한 성장이 전망된다. 협동로봇의 세계 시장 규모는 2016년 2,146억 원에서 2022년 3.3조 원까지 성장할 전망이며, 국내 시장도 102억 원에서 1,773억 원으로 급격한 성장 기대된다. 로봇산업 내 협동로봇의 비중도 급격히 증가하여 2025년 협업 로봇이 전체 산업용 로봇의 37%를 차지할 것으로 예측된다.

협업지능은 제조 현장뿐 아니라 물류·유통과 같은 전문서비스 분야, 더 나아가 가정에서 개인서비스를 지원하는 영역으로까지 확대될 전망이다. 센서 및 통신 네트워크 기술의 발전과 구동계의 정밀화, 학습능력 배양 등에 의해 기계·로봇이 소형화·지능화되어감에 따라 활용범위가 폭넓게 확대되는 추세이다. 협업지능은 주요 제조 공

김승훈
한국전자기술연구원



〈그림 1〉 협업지능의 위치 및 적용범위

정인 ① Assembly, ② Pick & Place, ③ Handling, ④ Packaging & Palletizing, ⑤ Quality Testing, ⑥ Machine Tending, ⑦ Gluing & Welding분야를 중심으로 자동차, 전기 · 전자, 금속제조, 식품제조 산업 등에 빠르게 도입되고 있다.

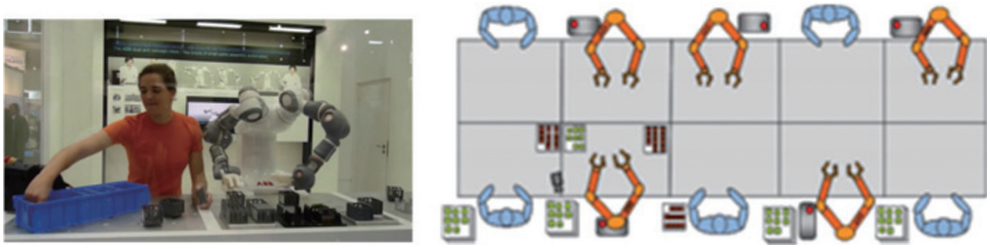
협업지능은 상업적 목적으로 서비스를 제공하는 전문서비스 분야와 개인이 사용하는 비상업적 목적의 개인서비스 분야에 활용되어 편의성이 증대되고 있다. 물류센터에 존재하는 수천~수만 종의 물품의 종류 및 위치, 자세에 대한 정밀한 인식과 이들 물품을 대상으로 피킹(Picking) 작업을 수행하기 위한 파지 장치 및 파지를 위한 학습 기술 등에 활용된다.

Ⅱ. 협동작업 기술

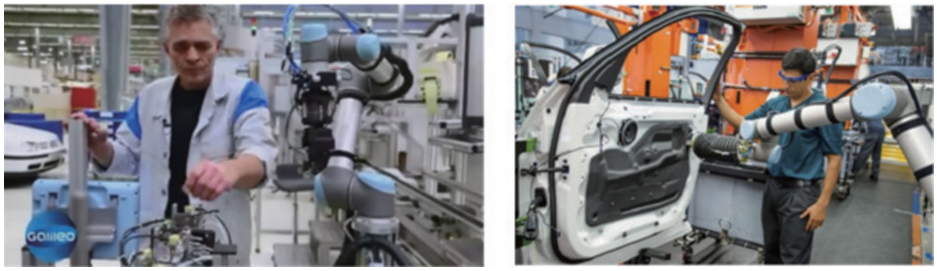
협동작업 기술은 인간과 로봇이 작업공간을 공유하면서도 역할분담을 통해 작업효율을 확보할 수 있는 기술로 크게 직접교시와 작업자 안전확보 기술로 나눌 수 있으며, 이러한 기술이 채용된 로봇들을 협동로봇이라고 한다. 협동작업을 위한 직접교시 기술은 사용자가 물리적으로 힘을 가해 로봇의 관절을 조작함으로써 로봇의 경로점을 학습시키는 프로그래밍 방법으로 쉽고 직관적인 교시를 가능하게 하는 기술이다. 로봇에 추가적인 힘/토크 센서 등을 이용하여 사용자의 조작의도를 검출하고 이를 이용하여 로봇의 위치제어 목표치를 적절히 변경하여 사용자가 목표한 위치로 로봇을 움직이도록 하는 위치제어 기반 방법이 있으며 기존의 산업용 로봇에도 적용이 가능하다. 또한 로봇의 중력 등 기본적인 외란을 보상하는 힘제어를 수행함으로써 사용자의 동작의도 등에 순응하여 부드럽고 효과적인 직접교시의 구현이 가능한 힘제어 기반 방법이 있으며, 대부분의 협동로봇은 힘제어 기반으로 직접교시를 하고 있다.

협동작업을 위한 작업자 안전확보 기술은 대표적으로 거리를 모니터링하여 안전을 확보하는 기술과 충돌 발생 시 출력과 힘을 제한하여 안전을 확보하는 기술로 구분된다. Speed & Separation Monitoring은 로봇과 사람 사이의 거리를 모니터링하며, 안전거리를 확보하며 작업하는 협동작업 기술이며, Power & Force Limiting은 일정값의 동력 또는 힘이 감지되면 로봇이 즉각 작동을 멈춤으로써 사람의 상해를 방지하는 협동작업 기술이다.

〈그림 2〉 KUKA의 협동로봇 iiwa



〈그림 3〉 ABB의 협동로봇 YUMI



〈그림 4〉 Universal Robotics의 협동로봇(좌:폭스바겐, 우:BMW)

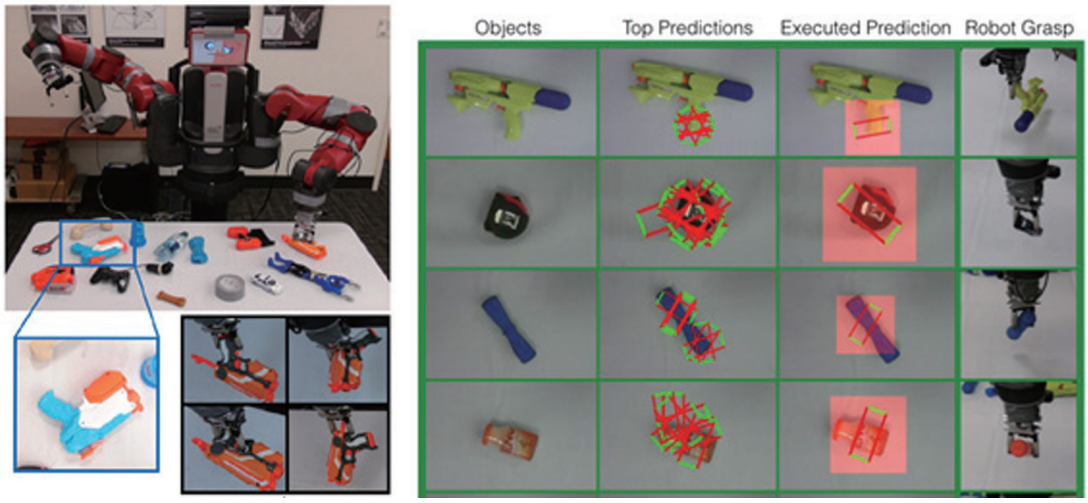
〈그림 2〉의 KUKA iiwa는 자중대비 가반하중이 1:2에 이르고, 모든 조인트에 장착된 조인트 토크센서로 인해서 외부에서 들어오는 힘을 온몸으로 느낄 수 있기 때문에 예기치 못한 상황에서 로봇 운전자 혹은 주위의 작업자를 안전하게 보호하는 기능을 가지고 있다.

〈그림 3〉의 ABB YUMI는 수작업 공정에 인간작업자와 같이 배치되어 작업하는 것을 목적으로 개발되었으며, 시장형성 초기 단계이나 장기적으로는 이러한 인간-로봇 협력 생산을 통한 공정 유연성의 극대화한 시도가 현실화될 것으로 전망된다.

세계최초로 협동로봇을 상용화하여 급성장하고 있는 〈그림 4〉의 UR(Universal Robotics)은 이미 폭스바겐 등 일부 생산라인에 로봇을 투입하고 있는 등 양산로봇으로는 최초의 인간-로봇 협동로봇이라 할 수 있다.

III. 시각기반 작업 기술

로봇이 다양한 환경에 적용되어 사용자와 효과적인 협업을 하기 위해서는 작업 대상물의 변경에 따라 매번 사용자가 특화된 프로그래밍을 수행하는 것이 아니라 로봇이 작업대상물을 인식하고 이에 적합한 작업방법을 선택하는 기술이 필요하다. 지금까지는 제한된 환경에서 정해진 소수의 작업대상물을 시각기반으로 인식하는 머신비전 기술이 활용되어 작업대상물 또는 작업환경의 변화, 대상공정의 일부 수정에 유연하게 대응하기 어렵다는 단점이 있다. 최근에는 이러한 단점을 극복하여 작업환경 변화에 유연하게 대응가능한 고도화된 시각기반 인식기술을 개발하여 로봇에 접목하여 재프로그래밍 없이도 다양한 물체를 인식하고 자유롭게 조작 가능하게 하는 연구



〈그림 5〉 CMU 딥러닝 기반 파지 학습

〈그림 6〉 Google 인공지능 물체 조작 로봇기술

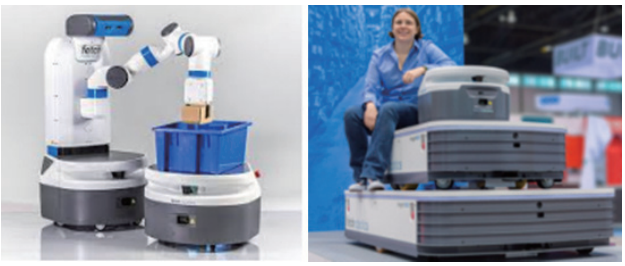
가 진행되고 있다.

〈그림 5〉의 CMU(Carnegie Mellon University)에서는 Baxter와 카메라 센서를 이용하여, 물체 파지를 학습하는 연구를 발표하였다. AlexNet을 이용하여 물체 분류-인식를 하고, 그리퍼의 각도를 10° 간격으로 0 ~ 180°로 조절하여 물체 파지를 학습하였으며, 50K tries와 대량의 학습 샘플을 통해 파지 성공률을 79.5 %까지 향상시켰다.

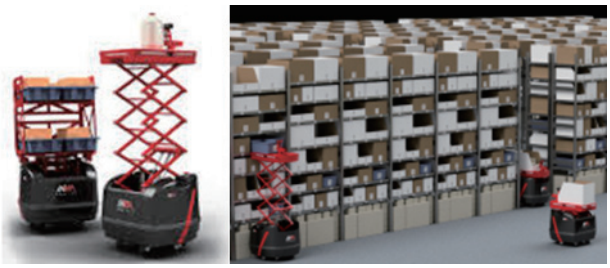
〈그림 6〉의 Google에서는 CNN(Convolutional Neural Network)을 학습시키기 위해 14대의 로봇을 이용하여 800,000번 파지 학습을 수행하고 있다. CMU에서는 로봇 End effector에 카메라 센서를 장착하였지만, 구글의 경우 매니퓰레이터 측면 상단에 카메라 센서를 장착하고 대량의 학습 샘플을 생성하고 학습시켰다.

UC Berkeley에서는 물체를 파지하는 것뿐만 아니라 강화 학습을 통해 물체를 peg in hole 하거나 레고를 조립하는 수준으로 로봇을 학습시켰다. 또한 Rigid 물체뿐만 아니라 기존 강성 그리퍼와 힘 제어기반 deformable object를 조작하는 기술까지 로봇 학습을 확장시키고 있다.

Amazon은 실환경에서의 물체인식 및 조작 문제에 대한 도전적 기술 개발을 장려하기 위해 Amazon Picking Challenge(APC)를 개최하였으며, 물류센터에서 물건을 선반에서 집어 바구니에 담는 문제를 제시하였다. 〈그림 7〉과 같이 고도화된 시각기반 인식기술을 이용한 물체 피킹(Picking) 기능은 프로토타입 개발 및 시범 적용 단계로 물류환경에서 피킹 로봇과 이송 로봇이 쌍으로 구성되어 온라인 주문시 주문 물품을 피킹 로봇이 피킹하여 이송 로봇이 포장대까지 운반하는 역할을 수행한다.



(a) Fetch Robotics



(b) InVia Robotics

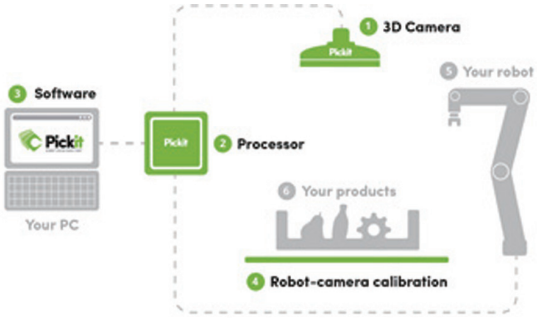
(c) Right Hand Robotics

〈그림 7〉 피킹 기능을 가진 물류로봇

Ⅳ. 모듈형 작업지능 구현 기술

협동로봇을 최초로 상용화하여 협동로봇 시장을 개척한 UR사는 자사의 협동로봇 활용을 촉진하기 위하여 UR플러스라는 생태계를 조성하기 시작하였다. UR플러스는 UR의 로봇에 다양한 센서, 작업모듈 등이 연동되어 활용

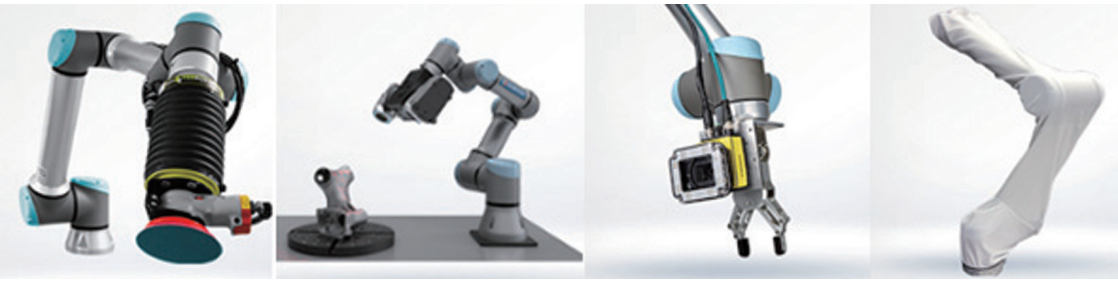
〈그림 9〉 MUJIN 로봇제어기



〈그림 10〉 Pick-it 3D

될 수 있도록 하는 플랫폼으로 UR에서 제시한 기본적인 프로토콜 등을 만족하면 어떤 기업이나 개인도 쉽게 UR의 로봇과 호환되는 주변기기를 만들 수 있다. 〈그림 8〉과 같이 UR플러스 생태계에는 현재 그리퍼 35종, 시각센서 8종, 소프트웨어 20종과 기타 악세사리 등이 있으며, 특히 시각센서 일부와 소프트웨어 일부는 지능기술이 포함되어 UR의 로봇이 협업지능이 필요한 작업에 활용된다.

고도화된 시각기반 작업기술을 모듈형으로 구현하여 기존의 로봇들을 통해 쉽게 협업지능을 구현하려는 시도가 진행되고 있다. 〈그림 9〉의 MUJIN 로봇제어기는 기존의 산업용 로봇에 부가적으로 장착하거나 기존의 제어



〈그림 8〉 UR플러스 (좌로부터 능동유연도구부, 머신비전센서, 측정/검사 솔루션, 방폭커버)

기를 대체하여 로봇이 빈피킹 등의 작업을 수행할 수 있다. 특히 거의 모든 일본 제조용 로봇 메이커의 로봇들을 지원함으로써 기 확보된 로봇을 이용하여 협업지능을 구현할 수 있으며, 실시간 시뮬레이션을 통해 로봇의 작업계획 및 결과를 작업자가 확인할 수 있다.

〈그림 10〉의 Pick-it 시각기반 작업지능모듈은 MUJIN의 로봇제어기와는 다르게 시각정보에서 작업물의 위치정보와 적합한 시퀀스를 도출하여 기존의 로봇제어기에 위치명령으로 제공하여 유사한 기능을 제공한다.

Ⅴ. 가공장비 지능화 기술

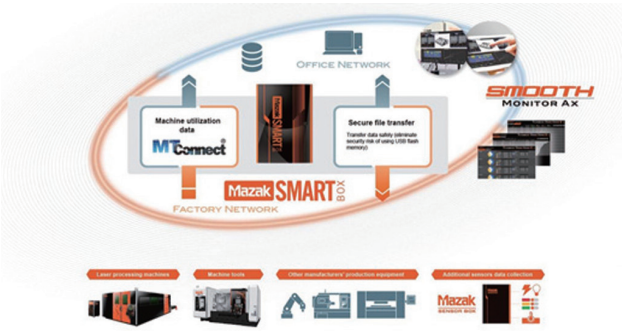
오스트리아의 산업 자동화 기업인 B&R은 기존 공장의 스마트화를 위해 Orange Box 솔루션을 개발하여 Nestl? 공장에 적용하였다. 〈그림 11〉의 Orange Box는 기존 기계 컨트롤러로부터 직접 운전 데이터를 취득하여 OPC-UA(장비간 통신 표준)로 변환 처리하여 데이터 분석이 가능하며, 실시간으로 데이터를 수집, 표준화, 평가하는 개방형 솔루션으로 기계 작동자가 현장에서 관련 파라미터를 체크하고 필요하면 즉시 수정 가능하다.

독일의 제어기 및 측정기 제조사인 Heidenhain은 주축에 센서를 내장함으로써 가공 장비의 가공력을 실시간 모니터링하고 가공 속도를 향상시키는 CNC기술을 개발하였다. 독일 Siemens는 장비의 최적운영을 위하여 대용량 데이터 분석기술을 기반으로 채터, 에너지 소비량 등의 가공공정 상태를 실시간 모니터링 하는 솔루션을 출시하여 가공품질과 장비 유지보수 작업을 개선하였다.

일본의 대표적인 제어기 제조사인 FANUC은 스마트 제조를 구현하기 위해 필수적인 기계, 장치, 센서를 쉽게 연결할 수 있도록 관련 HW와 SW를 개발하였다. 산업 자동화 장비회사, 딥 러닝(Deep learning) 기술개발 회사와 제휴하여 〈그림 12〉와 같이 FANUC FIELD system

〈그림 11〉 B&R Orange Box

〈그림 12〉 FANUC FIELD system



〈그림 13〉 Mazak SmartBox

을 개발하였으며, 데이터 수집용 PC(Field base)를 이용해 각 장비로부터 데이터를 수집, 저장하고 MT-LINKi를 이용해 가동상태를 모니터링하거나 딥러닝 기법을 활용해 생산공정의 예방 진단 기능 제공한다.

일본 공작기계 제조업체인 Mazak은 가공장비 지능화를 위한 다양한 하드웨어와 소프트웨어 솔루션을 제공하고 있다. 〈그림 13〉과 같이 온도/진동/변위 센서 피드백을 통해 치구/가공물 밸런스 자율보정, 이송계 진동제어, 주축 열 변위 제어 등 지능화 요소를 탑재한 Mazak SmartBox를 출시하였다. 주축 분석을 통해 공구 수명을 측정하고 주간 작동상태 보고와 유지보수 모니터링을 지원하며 INTEGREX e시리즈의 E-TOWER는 장비의 정보를 센서로 수집, 모니터링 하는 설비로 무인가공 시간을 극대화할 수 있으며, 가공공정 훈련, 유지보수 정보제공 등이 가능하다.

가공장비 지능화를 위해 장비들 간의 데이터를 주고받기 위한 통신 표준으로 〈그림 14〉와 같이 미국 주도의 MTConnect와 유럽 주도의 OPC-UA(Object Linking and Embedding for Process Control-Unified Architecture)가 있다. 통신 표준을 통해 이종 장비들이 서로 데이터를 주고받을 수 있으므로 그 중요도가 높아지고 있으나 아직까지 널리 상용화되지는 못한 상황이다.

Ⅵ. 결 론

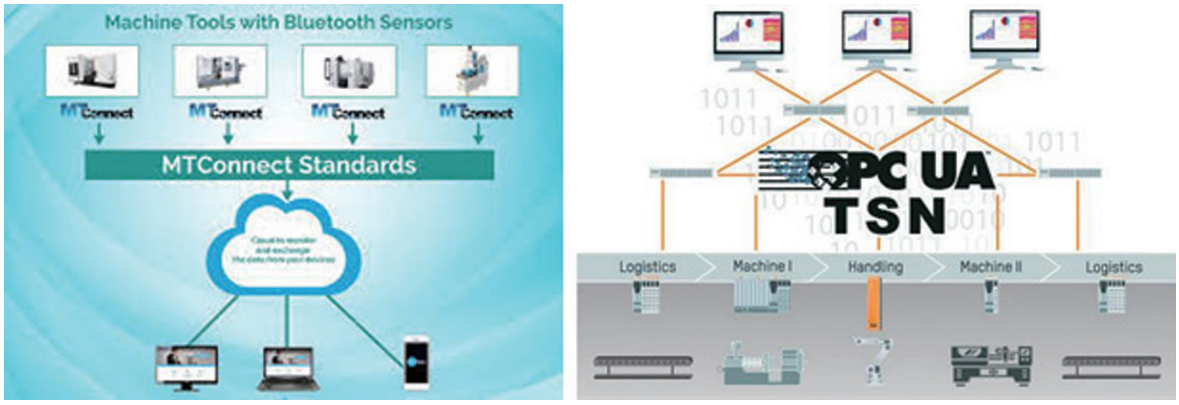
일반 기계장비 · 로봇에 협업지능 적용을 통해 단순 · 반복 업무위주의 활용에서 자율 · 능동적 업무중심으로 활용수준 고도화할 수 있다. 또한 로봇산업의 시장규모 확대, 제조 로봇의 보급 · 확산, 로봇 전문기업 창출에 기여하며 기구축 기계 · 장비 및 로봇의 지능화를 위한 신사업 창출할 수 있다. 낮은 투자비용으로 지능형 장비 · 로봇 활용이 가능하며 로봇 활용범위 확대에 따른 보급 및 확산을 촉진시킬 수 있다. 또한 로봇제조사, SI기업의 역량강화를 통한 기업성장을 촉진시킬 수 있다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행되었습니다.(No. P0014165, 협업지능기반 로봇플러스 경쟁력 지원사업)

참 고 문 헌

[1] 황정훈, "AI 기반의 스마트 제조 로봇 개발과 로봇비전 기술



〈그림 14〉 장비간 통신방법(좌:MTConnect 우:OPC-UA)

적용방안," 한국미래기술교육연구원, pp. 3-17, 2020.
[2] 황정훈, "국내 로봇 기술, 어디까지 왔나," 공학저널 2020 9월호, pp. 54-55, 2020.
[3] 조창노, et al."강화학습을 이용한 작업 분배 최적화," 한국로봇종합학술대회 논문집, pp. 643-635, 2021.
[4] 신동인, et al. "머신텐딩을 위한 그리퍼 파지점 데이터셋 설계," 대한전자공학회 학술대회 논문집, pp. 1093-1094, 2021.
[5] 신동인, et al. "허프 변환을 이용한 빈 피킹 로봇 시스템의 수직벡터 추정," 대한전자공학회 학술대회 논문집, pp. 1163-1164, 2021.
[6] 신동인, et al. "A learning-based approach for picking metallic objects," 대한전자공학회 학술대회 논문집, pp. 1095-1096, 2021.
[7] 신동인, et al. "밀집 적재된 금속 파이프 물체 취급을 위한 협업지능 기반 파지점 인식 기술," 한국로봇학회 제조공정로봇기술연구회, 2021.
[8] 정병진, et al. "협업지능 SDK를 이용한 다종 유압 액추에이터 제조공정 자동화," 한국로봇학회 제조공정로봇기술연구회, 2021.
[9] 조창노, et al. "협업지능 기반 레거시 공작기계 머신텐딩 적용 기법," 한국로봇학회 제조공정로봇기술연구회, 2021.
[10] 김태근, et al. "노후된 공작기계 자동화를 위한 문열림 메커니즘 설계," 한국생산제조학회 추계학술대회, 2021.
[11] 조창노, et al. "공작기계 머신텐딩을 위한 궤적 생성기 개발," 한국생산제조학회 추계학술대회, 2021.

김승훈

- 2002년 2월 한양대학교 전자컴퓨터공학부 학사
- 2007년 8월 연세대학교 전기전자공학부 석사
- 2019년 2월 서울대학교 융합과학과 박사수료
- 2007년 7월 ~ 2008년 12월 현대중공업 로보틱스연구실 연구원
- 2009년 1월 ~ 현재 한국전자기술연구원 지능로보틱스연구센터 책임연구원

〈관심 분야〉
Robot Vision, Sensor Fusion, AI

진화형 자율 다개체 로봇을 위한 작업관리 경향 분석

김 동 원
인하공업전문대학

김 주 형
삼성전자

Ⅰ. 서 론

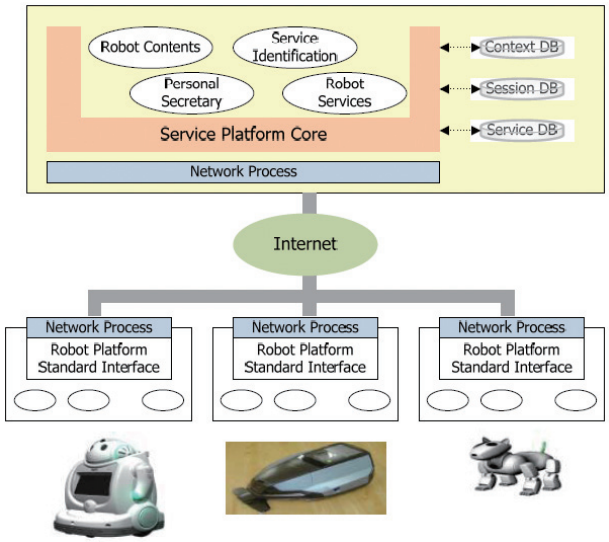
유비쿼터스 컴퓨팅기술의 발전으로 네트워크 기반 로봇에 대한 연구가 활발히 진행 중이다 [1]. 네트워크 기반 로봇은 기존의 독립형 로봇에 네트워크 기능을 추가한 로봇으로써, 기존의 로봇이 가지고 있는 기능적 한계를 네트워크로 해결하는 것이 가능하다. 이러한 로봇은 네트워크의 기능을 이용하여 원격으로 로봇을 제어할 수 있는 장점이 있다 [2]. 로봇의 원격 제어기능을 이용하면, 사람이 접근하기 어려운 장소나 위험한 작업을 로봇이 대신 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한, 네트워크를 통해 다수의 로봇을 제어할 수 있게 됨으로써, 로봇의 협력 작업이 가능하게 되었다. 네트워크 환경과 인터넷의 발달은 네트워크 기반 로봇에 또 다른 기능을 부여할 수 있는 여지를 만들었다. 인터넷의 정보를 사람에게 제공하거나, 기존의 정보를 이용하여 새로운 서비스를 창출하는 것이 가능해졌다. 이러한 특징을 이용하여 네트워크 기반 로봇이 뉴스 및 날씨에 대한 정보를 제공하거나 유아교육을 위한 목적으로 연구가 진행 중이다 [3]. 최근에는 네트워크 기반 로봇에 지능화 공간이나 URC(Ubiquitous Robotic Companion)와 같은 새로운 개념을 접목하여 사람에게 서비스를 제공하기 위한 목적으로 네트워크 기반 로봇을 활용하려는 연구가 진행 중이다 [4]. 지능화 공간은 네트워크로 연결된 센서와 제어장치를 이용하여 환경에서 발생하는 상황을 공간 자체에서 처리한다.

이와 같이 네트워크 기반 로봇의 발전으로 사람과 로봇이 상호작용할 수 있는 상황이 다양하게 발생할 수 있고, 다양한 서비스 요구에 효과적으로 대응하기 위해 로봇의 작업을 관리해야 할 필요가 있다. 지능화 공간과 같이 다수의 센서와 로봇이 존재하는 환경이라면, 다양한 상황에 능동적으로 대처하기 위한 로봇의 작업 관리가 더욱 중요하다. 그러

나 아직까지 지능화 공간에서는 로봇을 위한 작업 관리에 대한 연구가 이루어지고 있지 않다. 따라서, 지능화 공간에서의 로봇을 위한 작업 관리를 위해 네트워크 기반 로봇의 작업 관리를 적용해야 한다. 현재 네트워크 기반 로봇의 작업 관리는 주로 로봇의 협동 작업을 목적으로 연구가 진행 되고 있다 [5]. 지금까지 연구된 로봇의 작업 관리 방식은 이종 로봇 시스템에서 여러 개의 독립적인 작업이 주어진 경우, 각각의 로봇에 적절하게 할당하는 방식 [6] 과 주어진 작업을 구성하는 여러 하위 작업들을 다수의 로봇이 서로 협력하여 수행할 수 있는 방식으로 연구가 진행되었다 [7]. 그러나 기존에 연구된 로봇의 작업 관리 방식을 지능화 공간에 적용하기 위해 다음과 같은 문제점을 개선해야 한다. 첫째, 기존의 로봇 작업 관리 방식은 작업 계획이 정해지면, 환경이나 상황의 변화가 발생하여도 도중에 작업 계획을 조정하지 않는다. 둘째, 요청된 작업이 대기중인 경우, 이러한 작업들의 일정을 효율적으로 계획하여 로봇의 작업 소요 시간을 최대한 줄일 수 있어야 한다. 셋째, 예기치 않은 상황이 발생하여 주어진 시간에 작업을 완료하지 못하는 상황이 발생하는 경우, 작업 계획을 수정하여 정해진 시간에 작업을 완료하지 못한다. 따라서, 지능화 공간의 로봇을 위한 작업 관리를 위해 기존에 연구된 작업 관리 방식의 문제점을 해결할 수 있는 효과적인 작업 관리 알고리즘이 개발되어야 한다.

Ⅱ. 네트워크 기반의 로봇

네트워크 기반 로봇은 기존의 독립형 로봇에 네트워크 기능을 추가한 로봇으로써, 기존의 로봇이 가지고 있는 기능적 한계를 네트워크로 해결하는 것이 가능해졌다. 이러한 로봇은 네트워크 기능을 이용하여 로봇을 원격으로 제어하거나, 사람이 접근할 수 없는 장소나 위험한 작업 현장에 로봇을 투입하여 작업을 대신 수행하도록 한다. 이러한 장점을 활용하여 건설현장이나 기타 위험한 장소에서 작업을 수행할 수 있는 로봇, 군사용 로봇으로 활용하기 위한 연구가 진행 중이다 [8]. 또한, 네트워크를 통해 로봇간의 통신이 가능해짐으로써, 로봇이 습득한 환경 정보를 서로 공유할 수 있고, 로봇의 협동작업이 가능해졌다. 최근에는 인터넷의 발전으로 광범위하게 정보를 습득하거나 공유할 수 있게 됨으로써, 인터넷의 정보를 이용한 새로운 서비스를 창출할 수 있게 되었다. 기존의 독립형 로봇은 로봇의 기능을 구현하기 위해 필요한 하드웨어나 소프트웨어를 모두 로봇의 몸체에 두게 되었다. 그러나 네트워크 기반 로봇은 이동이나 기능 수행에 필요한 최소의 하드웨어만 몸체에 지니고, 지능적인 처리를 위한 소프트웨어는 인터넷으로 다운로드 할 수 있으므로 기존의 로봇에 비해 기능 확장이 용이하다 [9]. 이러한 특징을 이용하여 네트워크 기반 로봇은 〈그림 1〉과 같이 네트워크를 통해 다양한 컨텐츠를 제공받아 사람에게 서비스를 제공할 수 있는 서비스 로봇의 플랫폼으로써 가능성을 가지고 있다.

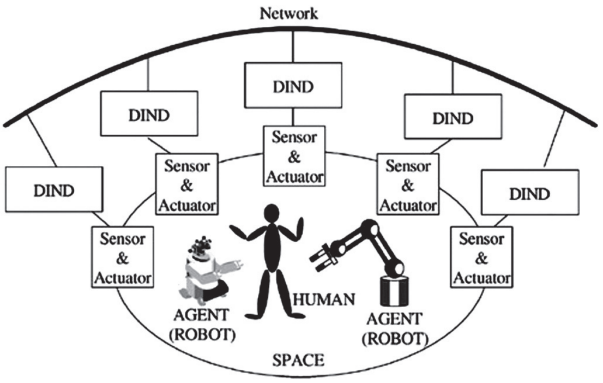


〈그림 1〉 네트워크 기반 서비스 로봇의 구조
자료: ETRI "네트워크(URC) 로봇 개요 및 기술개발

네트워크 기반 로봇은 통신 기능과 사람과의 상호작용을 위한 인터페이스기능, 서비스 제공에 대한 기능을 갖출 수 있다. 산업용 로봇과 다르게 네트워크 기반 로봇은 이러한 기능을 갖추고 있으므로 사람과의 상호작용을 할 수 있는 능력이 있다. 따라서, 네트워크 기반 로봇은 사람에게 서비스를 제공하기 위한 지능형 서비스 로봇으로써 연구가 진행되고 있다. 현재 개발된 지능형 서비스 로봇은 인터넷 접속을 통해 소프트웨어를 다운로드 하거나,

필요한 정보를 제공받아 사용자에게 전달할 수 있는 형태로 네트워크 활용이 제한적인 로봇이다. 또한, 원격지에서 핸드폰이나 PDA와 같은 이동통신 단말기를 통해 로봇을 제어할 수 있고 제한된 정보를 이동통신 단말기에 제공할 수 있다. 이 경우 로봇마다 한 대 이상의 개인용 컴퓨터(PC)를 내장하고 있어 독립적으로 운영되지만, 사용자 혹은 로봇 스스로가 인터넷을 통해 개선된 서비스 컨텐츠를 받아들여 스스로의 기능과 동작특성을 개선할 수 있다. 또한, 인터넷에서 사용자가 필요로 하는 정보를 수집하여 제공할 수 있다. 현재 정보통신부 주관으로 개발하고 있는 URC로봇이나 기타 다수의 가정용 서비스 로봇이 인터넷을 통해 정보를 수집하여 제공할 수 있는 기능과 이동통신 단말기에 의한 제어기능 및 정보제공 기능을 탑재하고 있어 이에 해당된다 [4]. 네트워크 기반 로봇에 대한 국외 기술 동향을 살펴보면 다음과 같다. 미국의 경우, 현재 지능형 서비스 로봇의 동향은 노약자나 장애인을 위한 재활, 의료 등의 목적에 집중하여 서비스 로봇을 개발하고 있다. 그밖에 복지, 박물관 안내 및 오락용 지능로봇(Sage, Yoppy)으로 개발 중이고, 군사용 로봇을 위해 DARPA에서는 CMU, MIT에 기초연구를 지원하여 탐사, 정찰 및 보급을 목적으로 지능형 로봇에 대한 연구를 진행하고 있다 [4]. 일본의 경우, 개인용 로봇으로써, 애완용 지능 로봇인 AIBO나 휴머노이드 로봇인 ASIMO를 개발하였다. 또한, 환자의 상태를 감시할 수 있는 로봇을 개발 중이고, 가지마 건설, 다케나카 공무점의 건설용 로봇이나 NIT의 통신선 보수 로봇으로 다양하게 연구가 진행되고 있다. 유럽의 경우를 살펴보면, 시각을 구비한 지능형 로봇이나 인간사회에 로봇을 자연스럽게 통합시키기 위한 연구를 수행 중이다 . 최근에 연구되는 네트워크 기반 로봇은 크게 두 가지로 나눌 수 있다 [9]. 첫째, 대용량 연산능력을 갖춘 컴퓨터를 공간에 두고 로봇에는 구동을 위한 최소한의 제어기나, 센서 및 네트워크 기능을 부여한 로봇이다. 이러한 경우, 로봇에 대용량 연산능력을 갖춘 컴퓨터가 필요 없어 로봇의 가격을 낮출 수 있고, 필요한 기능에 맞는 다양한 제어 및 인공지능 기능을 네트워크를 통해 제공받을 수 있어 동일한 로봇 플랫폼을 활용하여 서로 다른 다양한 서비스를 제공할 수 있는 장점을 갖는다. 둘째, 환경 속에 내장된 센서 네트워크를 활용할 수 있는 '네트워크 기반 로봇'이다. 이러한 로봇 시스템은 환경 속에 내장된 센서 네트워크와 연계하여 로봇과 환경에 대한 정보를 추출, 활용할 수 있어 로봇의 제어 및 인공지능 기능에 대한 신뢰성을 더욱 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 기존의 로봇은 자신의 위치를 감지하기 위해 센서를 내장하고 있으나 네트워크로 연결된 카메라나 RFID를 이용하여 로봇의 위치 정보를 보다 용이하게 감지할 수 있다. 지능화 공간은 서비스 제공을 위한 좋은 여건을 두루 갖추고 있는 환경이므로, 지능형 서비스 로봇을 위한 플랫폼으로써 주목을 받고 있다.

지능화 공간은 네트워크로 연결되어 있는 여러 센서나 제어 장치들을 이용하여 공간에서 발생하는 상황을 인지할 수 있고, 사람에게 서비스를 제공할 수 있는 지능이 부여된 공간을 말한다 [10]. 또한, 공간상에서 발생하는 상황을 관찰하고 학습함으로써 스스로 모델링할 수 있는 능력이 있다. 지능화 공간은 여러 센서와 제어장치가 네트워크로 연결되어 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 기반으로 하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이란, 사람이 언제 어디서나 네트워크로 연결된 컴퓨팅 자원을 이용할 수 있고, 이동 기기를 사용하여 지능이 갖추어진 컴퓨터에 접속하여 원하는 서비스를 제공받을 수 있는 환경을 말한다. 지능화 공간은 네트워크를 사용함으로써 공간상에서 발생하는 상황이나 정보를 사람과 기계뿐만 아니라 공간상에 존재하는 모든 개체가 공유할 수 있다. 지능화 공간은 공간에서 발생하는 상황을 인지할 수 있기 때문에 기



〈그림 2〉 지능화 공간의 개념도

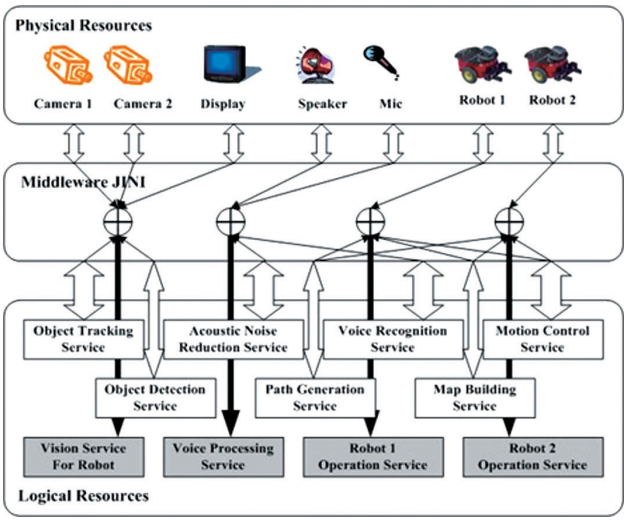
계와 인간 사이의 의사 교환 수단을 목적으로 연구가 시작되었다. 이러한 인지 능력을 바탕으로 지능화 공간은 공간내의 모든 개체와 정보를 교환하여 공간에 지능을 부여할 수 있는 여지를 만들었다. 〈그림 2〉는 지능화 공간의 개념을 표현한 것이다.

지능화 공간은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 현재의 기술을 이용하여 현실적으로 충분히 구현 가능한 시스템이다. 지능화 공간에 존재하는 센서나 제어장치들은 독립적인 모듈 단위로 구성되어 있으므로, 언제든지 공간에 붙였다 떼였다 할 수 있고, 유지 및 관리가 용이하다. 또한, 지능화 공간에서는 언제든지 센서와 제어장치 등을 이용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있고, 서비스 제공을 위해 로봇과 같은 에이전트가 다른 하드웨어 자원을 공유하여 사용할 수 있다. 따라서, 새로운 서비스 제공을 위한 비용 지출을 크게 절감할 수 있는 효과를 가져온다. 또한, 지능화 공간은 다수의 공간을 병합하여 새로운 공간으로 확장하는 것이 용이하다. 〈표 1〉은 지능화 공간에 대한 특징을 요약한 것이다 [10].

지능화 공간에는 다양한 센서가 존재하고 이를 이용하여 로봇을 제어할 수 있거나 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 지능화 공간의 장점을 바탕으로 센서와 같은 자원을 로봇이 공유하여 사용할 수 있는 구조를 적용한 연구가 있다 [11]. 자원 공유 구조는 카메라나 로봇과 같은 물리적인 하드웨어를 이용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있는 구조이다. 자원 공유 구조는 여러 센서를 공간에 배치하고 다수의 로봇이 공유하여 사용할 수 있으므로, 로봇의 하드웨어 구성이 간단해지고 확장이 용이하며

〈표 1〉 지능화 공간의 특징

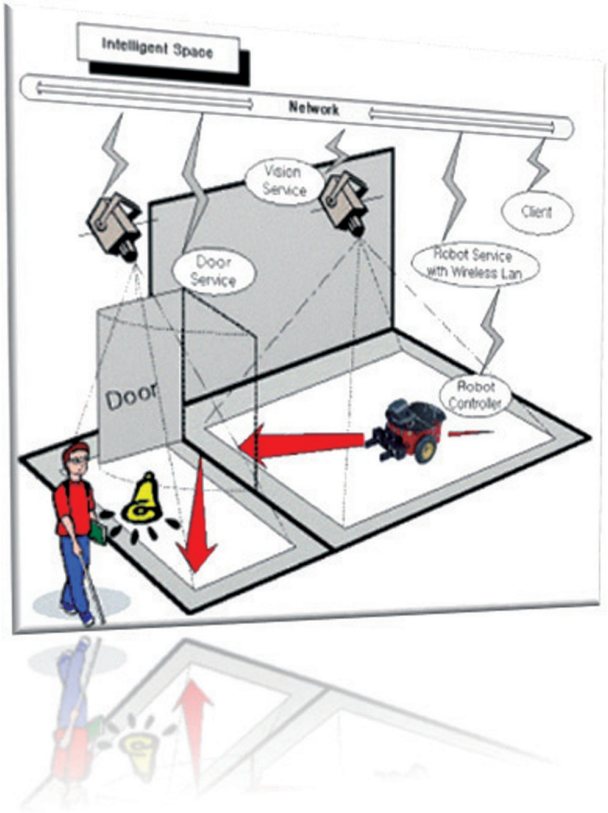
모듈성	센서나 제어장치들에 대한 재구성 능력
확장성	여러 공간들을 통합하여 더 큰 시스템으로 확장이 가능
통합성	기존의 센서나 제어장치 및 서비스를 이용하여 시스템을 통합
현실성	지능화 공간은 현재의 기술력으로도 충분히 개발 가능함
비용 절감	저가의 센서나 제어장치를 이용하여 지능이 높은 시스템을 구축
구성 및 유지	시스템 구성이나 유지보수에 대한 부담을 줄일 수 있음



〈그림 3〉 자원 공유 구조

개발 비용의 단가를 낮출 수 있다. 〈그림 3〉은 물리적인 하드웨어를 이용하여 다양한 서비스를 제공하기 위해 미들웨어를 이용한 자원 공유 구조를 나타낸다.

지능화 공간은 로봇과 관련된 시스템을 위한 것이 아니다. 그러나, 지능화 공간에 로봇을 접목할 수 있는 환경이 갖추어져 있고, 로봇을 접목하면 사람에게 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 지능화 공간의 주된 목적은 사람에게 서비스를 제공하는 것이다. 따라서, 사람에게 실질적으로 서비스를 제공하기 위한 에이전트로써, 자율 주행 로봇을 적용하게 되었다. 지능화 공간에서의 로봇은 사람을 도와 안내를 하거나, 노약자나 환자를 보조해주는 역할을 한다. 지능화 공간에 로봇이 추가됨으로써, 더 이상 사람을 위한 서비스 공간이 아닌 사람과 로봇을 위한 서비스 공간으로 바뀌게 되었다. 따라서, 지능화 공간을 로봇 시스템에 대한 플랫폼으로 다루어 기존의 로봇을 접목하려는 연구가 이루어졌다. 〈그림 4〉와 같이 1996년 일본 동경대의 Hashimoto 연구실에서 지능화 공간에 자율 주행 로봇을 추가하려는 시도를 하였다 [12]. 지능화 공간에서의 로봇은 공간에 설치된 센서 네트워크와 연계하여 자신의 위치를 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 로봇과 같은 지능적인 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 지능화 공간은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 기반으로 여러 센서와 하드웨어가 네트워크로 연결되어 있는 구조이므로, 지능화 공간에서의 로봇은 네트워크 기반 로봇이 가장 적합하



〈그림 4〉 지능화 공간과 자율 주행 로봇

다. 기존의 네트워크 기반 로봇을 지능화 공간에 접목하면, 로봇에 부착된 센서나 연산장치에 대한 개발 및 비용 부담을 줄일 수 있고, 로봇의 제어 및 지능적인 기능에 대한 신뢰성을 더욱 증가시킬 수 있을 것으로 전망된다 [10].

III. 로봇의 작업관리

지능화 공간에 네트워크 기반 로봇을 적용하여 로봇을 활용하기 위한 다양한 연구가 진행 중이다. 그러나 지능화 공간에서 로봇을 위한 작업 관리에 대한 연구는 아직까지 이루어지고 있지 않은 실정이다. 따라서, 기존에 네트워크 기반 로봇에서 로봇의 작업 관리에 대한 연구가 어떻게 이루어졌는지 살펴볼 필요가 있다.

1. 로봇의 작업 관리 개요

다수의 로봇을 위한 작업 관리는 주어진 작업을 수행하기 위해, 로봇이 단독으로 수행하기 힘들거나 효율이 떨어지는 작업을 다수의 로봇이 서로 협력하여, 작업의 효율을 높이기 위한 목적으로 연구가 시작되었다 [13]. 로봇의 작업 관리는 로봇 시스템의 구조에 따라 각각 다른 방식을 적용할 수 있고, 크게 작업 일정과 작업 할당으로 나눌 수 있다. 기존에 연구된 로봇의 작업 일정 방식은 대기중인 작업을 순서대로 할당하는 선입선출(First In First Out) 방식이나, 작업의 우선순위를 고려한 방식이 있다. 최근에는 다수의 로봇을 위한 작업 일정 관리를 위해 의사 결정 나무 기반의 작업 일정에 대한 연구가 이루어지고 있다. 또한, 다수의 로봇을 위한 작업 할당 방식에는 간단한 규칙을 적용한 퍼지 이론이나 의사 결정 나무 방식이 있고, 최근에는 로봇의 협력관계를 고려한 방식이나 옥션 기반 방법이 많이 적용되고 있다.

2 작업 관리를 위한 시스템 구조

로봇의 작업 관리는 적용되는 시스템의 구조나 로봇의 작업 형태에 따라 다르게 결정될 수 있다. 로봇의 작업 관리 방식에 따라 구성할 수 있는 시스템 구조는 다음과 같이 세가지로 분류할 수 있다 [14].

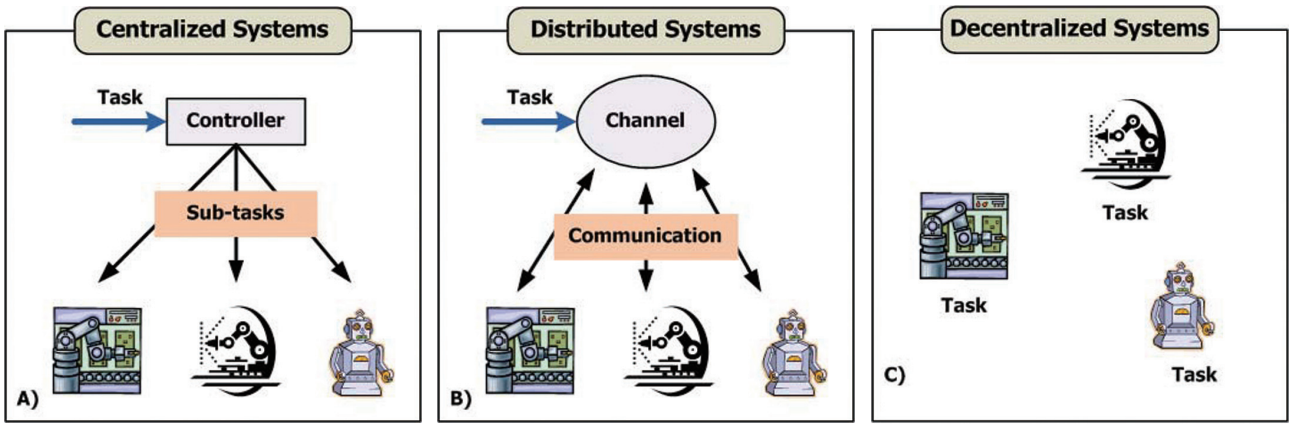
– **중앙 집중식 로봇 시스템 구조**(Centralized robot system architecture)

작업 결정은 시스템의 제어기에서 결정되며 작업을 구성하는 하위 작업을 로봇에 할당하는 구조이다. 이런 로봇 시스템은 지능이 시스템의 제어기에 있으며 로봇은 제어기의 명령에 따라 작업을 수행한다. 〈그림 5〉 A는 중앙 집중식 로봇 시스템의 구조를 나타낸다.

– **분산형 로봇 시스템 구조**(Distributed robot system architecture)

작업 결정은 로봇간의 통신을 위한 채널을 이용하여 서로 협상을 통해 이루어진다. 각 로봇은 의사 결정을 위한 지능을 가지고 있다. 〈그림 5〉 B는 분산형 로봇 시스템의 구조를 나타낸다.

– **비집중식 로봇 시스템 구조**(Decentralized robot system architecture)



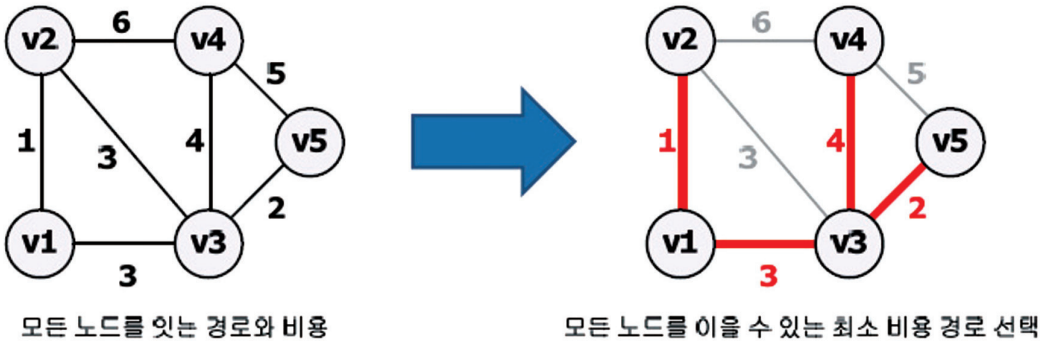
〈그림 5〉 로봇 시스템 구조에 따른 작업 할당 방식: A) 중앙 집중식, B) 분산형, C) 비집중식

각 로봇은 개별적으로 할당된 작업을 수행하기 위해 지능을 가지고 있다. 주어진 작업은 로봇이 단독으로 실행이 가능한 단일 작업을 수행한다. 〈그림 5〉 C는 비집중식 로봇 시스템의 구조를 나타낸다.

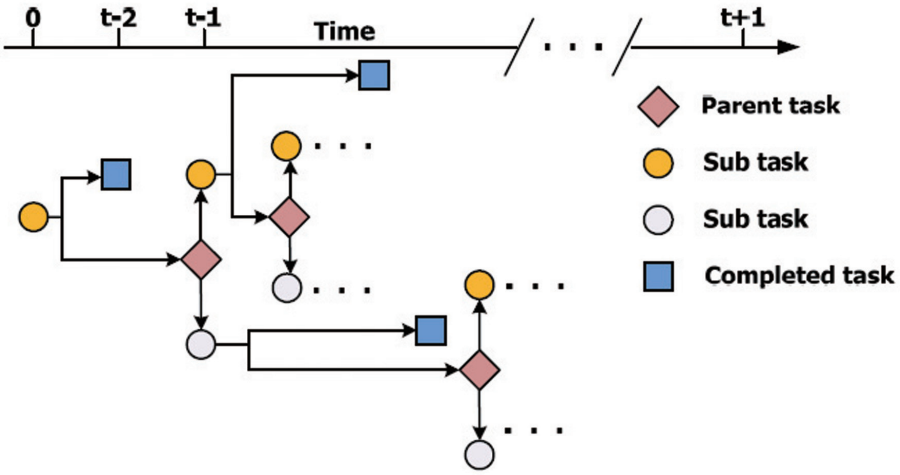
3 작업 일정 관리

기존에 로봇의 작업 일정에 대한 연구는 두 가지 방향으로 이루어졌다. 첫 번째는 주어진 작업을 수행하기 위한 일련의 과정을 계획하는 연구이다. 주로 출발지와 목적지간의 최단 이동거리를 구하여 로봇의 이동 시간을 최대한 줄이기 위한 목적으로 연구되고 있다. 최근에 탐욕적 알고리즘을 적용하여 제한된 시간에 최대한 많은 작업을 수행 하거나, 작업 수행에 대한 보상을 최대로 얻기 위한 연구가 진행되고 있다 [15]. 〈그림 6〉은 로봇이 v2에서 출발하여 모든 노드(node)를 거쳐서 v4까지 가기 위한 최단 거리를 표현한 것이다. 최단 거리를 구하는 방법은 탐욕적 알고리즘 중에서 최소비용 신장 트리를 이용하여 모든 노드를 최소의 비용으로 연결한 것이다.

두 번째는 대기중인 작업에 대한 일정 관리의 연구이다. 작업이 계속 주어지는 경우 대기중인 작업이 발생할 수 있다. 초기에는 순차 할당 방식으로 작업이 들어오는 순서대로 작업 목록에 추가하는 방법을 적용하거나, 작업의 우선순위를 정하고 이에 따라 작업을 수행하는 방법이 연구되었다. 최근에는 다수의 로봇을 위한 작업 관리를 위해 작업의 진행 정도에 따라 다음 작업을 할당할 것인지의 여부를 결정하기 위한 방법으로 의사 결정 나무를 적용한 사례가 있다 [16]. 〈그림 7〉은 의사 결정 나무 모델을 이용한 작업 일정 관리를 나타낸다. 이 방식은 작업이 시간의 순서에 따라 수행해야 하는 경우를 고려하여 작업의 일정을 관리한다. 주어진 작업을 다수의 로봇이 수행



〈그림 6〉 탐욕적 알고리즘을 적용한 작업 일정 관리



〈그림 7〉 의사 결정 나무를 적용한 작업 일정 관리

하기 위해 여러 하위 작업으로 분할하여 로봇에 작업을 지시한다. 각각의 작업이 시간의 순서에 따라 진행되는 경우, 전 단계의 작업이 완료되어야 다음 단계의 작업을 수행할 수 있다. 만약, 전 단계의 작업이 예기치 않은 상황으로 지연이 발생한 경우, 다음 단계에 수행해야 하는 작업들이 모두 지연되는 상황이 발생한다.

4 작업 할당 관리

이번 절에서는 작업의 상태와 로봇의 기종에 따라 작업 관리가 어떠한 방식으로 이루어지는지 기존에 연구된 결과를 바탕으로 설명하겠다.

– 단일 작업–다수의 로봇에 대한 작업 할당

단일 작업–다수의 로봇에 대한 작업 할당 방식은 주어진 작업을 수행할 수 있는 가장 적절한 로봇을 선택하는 방식이다. 이 방식은 작업을 수행하는 로봇의 종류에 따라 두 가지로 나눌 수 있고, 각 종류에 따른 작업 할당 방식은 다음과 같다.

– 동종 로봇(homogeneous robot)에 대한 작업 할당

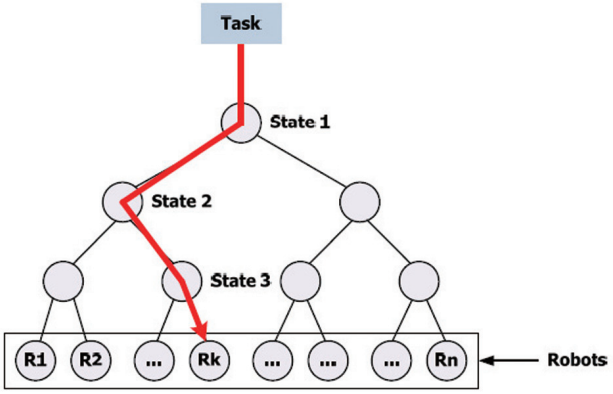
다수의 동일한 능력을 가진 로봇이 존재할 때 작업이 주어진 경우, 어느 로봇에 작업을 할당하는가를 결정하는 방식이다. 주어진 작업을 수행하기 위해 로봇의 이동성, 해당 작업을 수행하기 위한 하드웨어의 동작 등을 고려하여 작업을 할당한다. 기존에 이러한 방식의 작업 할당을 위해 간단한 규칙에 따른 퍼지 이론이나 의사 결정 나무를 적용한 방식이 있다 [17].

– 이종 로봇(homogeneous robot)에 대한 작업 할당

동종 로봇에 대한 작업 할당 방식과 동일하지만, 각각의 로봇이 할 수 있는 작업이 서로 다르므로 로봇의 작업 수행 가능성을 고려해야 한다. 동종 로봇처럼 간단한 규칙에 따른 퍼지 이론이나 의사 결정 나무를 적용하여 로봇의 상태에 따라 작업을 할당하는 방식을 사용하였다 [17]. 〈그림 8〉은 동종 로봇이나 이종 로봇 시스템에서 작업을 수행할 로봇을 선택하기 위한 방식으로써, 의사 결정 나무를 적용한 것을 나타낸다. 의사 결정 나무의 부모 노드로부터 로봇이 작업을 수행할 수 있는 조건을 만족해야 자식 노드로 내려갈 수 있다. 현재 로봇의 상태를 고려하여 최종 노드(leaf node)까지 내려간 경우에만 해당 로봇에게 작업을 지시한다.

– 복수 작업–다수의 로봇에 대한 작업 할당

복수 작업–다수의 로봇에 대한 작업 할당 방식은 주어진 작업을 하위 작업(sub–task)으로 분할하고, 다수의 로봇에 하위 작업을 할당하여 작업을 수행하는 방식이다. 또한, 두 개 이상의 작업을 동시에 수행해야 하는 경우를 위한 작업 할당 방식이다. 이러한 작업 할당 방식은 로봇의 종류에 따라 두 가지로 나눌 수 있고, 각 기종에 따른 작업 할당 방식은 다음과 같다.



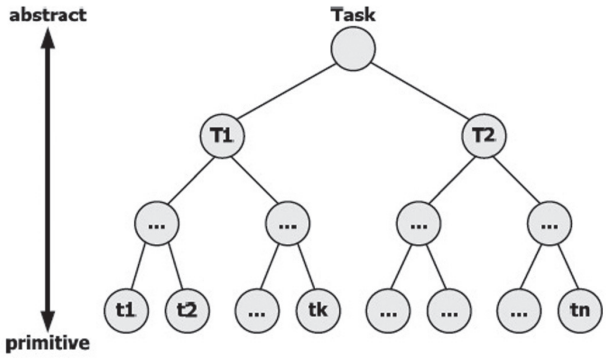
〈그림 8〉 의사 결정 나무를 적용한 로봇의 작업 할당 방식

– 동종 로봇에 대한 작업 할당

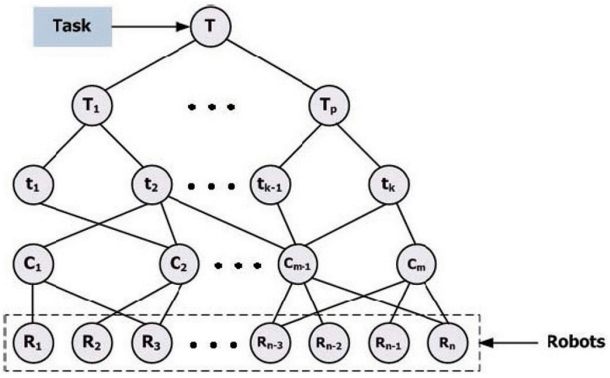
동종 로봇은 작업 능력이 모두 동일하므로 큰 단위의 작업을 소단위의 작업으로 분할하여 다수의 로봇이 수행하는 방식으로 적용한다 [18]. 이런 방식에는 주로 작업 나무(task tree)를 적용하여 각 작업의 계층관계를 구성하고, 하위 단계의 작업을 로봇에 할당한다 . 〈그림 9〉는 동종 로봇 시스템에서 큰 단위의 작업을 소단위의 작업으로 분할하고, 각각의 로봇이 소단위의 작업을 수행하기 위한 작업 나무를 나타낸 것이다.

– 이종 로봇에 대한 작업 할당

서로 다른 능력을 가진 로봇이 다수 존재할 때 적용되는 방식이다. 서로 다른 종류의 작업이 동시에 둘 이상 주어진 경우, 각 로봇의 상태를 고려하여 작업을 할당한다. 혹은 서로 다른 능력을 가진 로봇이 하나의 작업을 협력하여 수행해야 하는 경우도 있다. 이러한 작업 할당 방식을 위해 로봇의 협력을 고려한 작업 결정 나무 모델이 연구되었다 [19]. 〈그림 10〉은 이종 로봇 시스템에서 각 로봇이 서로 협력하여 작업을 수행할 수 있도록 협력관계를 고려한 작업 결정 나무 모델이다. 〈그림 10〉의 모델은 작업을 수행하기 위해 소요되는 비용을 계산하여, 작업 수행에 필요한 로봇에 작업을 할당한다. 그러나, 로봇의 작업 계획이 수립되면 도중에 예기치 않은 상황이 발생하여도, 계획을 변경하지 않고 작업을 그대로 수행하는 단점이 있다. 다음 식은 작업 수행에 필요한 비용과 작업 수행에 소요되는 로봇의 비용에 대한 관계를 표현한 것이다.



〈그림 9〉 동일 기종 로봇의 작업 관리를 위한 작업 나무



〈그림 10〉 협력 작업을 고려한 이종 로봇 시스템의 작업 관리 모델

$$\mathrm{cost}(C_i, t_j) = \sum_{R_k \in C_i} \mathrm{cost}(R_i, t_j)$$

t_j 는 j 번째 작업, C_i 는 i 번째 협력 관계, R_k 는 k번째 로봇을 나타낸다.

5 불확실성을 고려한 작업 관리

네트워크 기반 로봇의 발전으로 다수의 로봇과 여러 센서 및 제어 장치들을 이용하여 더 넓은 범위에서 상황을 종합적으로 인지하고 판단할 수 있게 되었다. 이에 따라 사람과 로봇의 상호작용이 활발해지고 환경에서 발생하는 상황이 다양해질수록, 예기치 않은 상황의 발생으로 로봇의 작업 수행에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 이러한 점을 고려하여 로봇의 작업을 관리하기 위한 연구가 필요하게 되었다. 최근에 로봇 시스템의 환경을 고려하여 로봇의 작업을 관리하기 위한 연구가 진행 중이다 [7]. 주로 환경이나 상황의 변화, 로봇에 부착된 센서나 제어 장치의 오작동, 에이전트와 같은 시스템의 오류 및 네트워크

환경으로 인한 불확실성에 대한 내용을 중점적으로 다루어 연구가 진행 중이다. 불확실성이란 "판단이나 의사결정에 필요한 적절한 정보의 부족"이라 할 수 있다. 불확실한 정보나 애매한 정보, 잘못된 정보 등은 의사결정에 있어서 불확실성을 증대시킨다. 대부분 로봇 시스템에서 나타나는 불확실성은 다음과 같은 특성을 지니고 있다.

– 로봇이 어떤 행동을 취한 경우 예상되는 결과가 환경에 그대로 반영되지 않을 수 있다.

– 어떤 로봇의 행동이 환경에 변화를 일으킴으로써 이로 인하여 다른 로봇이 변화된 환경의 영향을 받을 수 있다.

– 환경으로부터 상황정보를 수집하기 위한 센서가 오작동을 일으키거나 작동 불능상태가 되었을 경우 잘못된 상황 판단으로 로봇이 잘못된 행동을 취할 수 있다.

– 주어진 작업을 수행하는 도중에 환경의 변화로 더 이상 작업을 진행할 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

– 작업을 수행해야 할 로봇이 동작을 안 하는 경우가 발생할 수 있다.

– 작업 수행중인 로봇이 도중에 동작을 안 하는 경우가 발생할 수 있다.

– 로봇의 작업 수행에 대한 이득을 고려하였을 경우, 환경이나 상황의 변화에 따라 로봇에 주어지는 이득은 다르게 적용될 수 있다.

– 사람의 행동으로 인하여 환경에 변화를 가져오고 로봇의 행동에도 영향을 미칠 수 있다.

불확실한 상황이 발생할 수 있는 환경에 적합한 로봇 시스템을 구축하기 위해 연구자들은 과거에 발생한 사건을 바탕으로 앞으로 발생할 사건을 예측하거나 예기치 않은 상황에 대비하는 방법을 연구하기 시작하였다. 확률적인 접근 방법은 이런 불확실성 요인이 있는 환경에서 어떤 의사 결정을 내리기 위한 가장 적합한 방법중의 하나이다. 최근에 불확실성을 고려한 로봇의 작업 관리에 대한 내용으로 대부분 데이터의 지연이나 누락 및 물리적인 장치의 고장 등이 발생하였을 경우, 로봇의 작업 관리 문제를 해결하고자 마르코프 의사 결정 과정이나 베이지안 네트워크를 적용하는 연구가 진행 중이다 [7]. 또한, 환경의 변화를 고려한 이종 로봇 작업 할당 방식이 연구되고 있다 [6]. 이 방식은 환경의 변화에 따라 작업 할당 계획을 수정하는 방식으로 다양한 상황이 발생할 수 있는 환경에 이종 로봇 시스템에 가장 적합한 작업 할당 방식이다. 그러나 두 대 이상의 로봇이 협력 작업을 수행하는 경우에 대해서는 고려되지 않아 이를 개선할 여지가 있다.

IV. 결론

지능화 공간에 적용한 로봇은 기존의 네트워크 기반의 로봇에 비해 다양한 장점 및 특징을 가지고 있다. 또한, 지능화 공간의 목적이 사람이나 로봇에 서비스를 제공하는 공간이므로 서로의 상호작용이 중요하다. 따라서, 지능화 공간에서 다수의 로봇을 위한 작업 관리는 매우 중요하다. 앞으로 개선할 사항을 정리하면 다음과 같다.

– 기존의 작업 수행을 위한 작업 할당 방식은 로봇과 작업간의 관계를 미리 지정한 고정된 작업 분할 및 할당 방식을 사용한다. 다양한 상황이 발생하는 환경에 따라 로봇이 작업을 수행하기 위해서는 고정된 작업 분할 및 할당 방식보다 상황에 따라 동적으로 작업을 할당할 수 있는 방식이 필요하다. 환경이나 상황의 변화로 작업을 수행하는 로봇이 더 이상 작업을 진행하지 못하거나, 작업 중에 로봇이 기계적 오작동으로 작업을 더 이상 진행할 수 없을 경우 작업이 계속 진행되도록 비슷한 능력을 가진 다른 로봇이나 기능을 선택하여 작업을 계속 진행할 수 있어야 한다.

– 작업의 요청이 계속되면 대기중인 작업이 발생할 수 있다. 기존의 작업 일정 방식은 순차적으로 할당하거나 작업의 우선순위에 따라 작업 순서가 결정된다. 최근에는 Brennan Sellner가 다수의 로봇을 위한 작업 일정 방식을 제안하였다. 그러나, 이러한 방식은 작업의 지연이 발생하면 다음에 수행할 작업도 같이 지연되는 경우가 발생한다. 또한, 기존의 순차할당 방식을 다수의 로봇에 대한 작업 일정 방식으로 확장한 모델이므로, 작업의 일정을 효율적으로 계획하지 못하여 로봇의 대기시간이 많이 발생한다. 따라서, 작업 수행 시간을 최대한 줄일 수 있도록 대기중인 작업의 일정을 효과적으로 계획하는 알고리즘

이 필요하다.

– 작업 완료 시간이 정해진 경우, 예기치 않은 상황이 발생하여 작업 수행의 진행 정도가 계획된 작업 일정과 다를 수 있다. 이러한 경우 작업 계획을 변경하여 제한된 시간에 작업을 완료할 수 있도록 해야 한다. 기존의 작업 관리는 주어진 작업에 소요되는 비용으로 로봇을 선택하여 작업을 수행하기 때문에, 상황에 따라 작업 계획을 능동적으로 변경하지 못하는 단점이 있다.

참고문헌

[1] Ping Li, Wenjuan Lu, Zengqi Sun, "Transport layer protocol reconfiguratino for network-based robot control system." 2005 IEEE Proceedings Networking, Sensing and Control, 19-22 March 2005. Page(s):1049-1053.

[2] Kazuhiko Kawamura, Phongchai Nilas, Kazuhiko Muguruma, Julie A. Adams, and Chen Zhou, "An Agent-Based Architecture for an Adaptive Human-Robot Interface." Preceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, 2002.

[3] 전상원, 황병훈, 김병수, "지능형 서비스 로봇의 개발 : 초등학교 교사 도우미 로봇." 로봇공학회 논문지 제1권 제1호, September, 2006.

[4] 오상록, "네트워크기반 지능형 서비스 로봇.", 로봇 공학회, 2004년, 제 1권. 1호.

[5] Pantelis Elinas, Enrique Sucar and Alberto Reyes, Jesse Hoey, "A Decision-Theoretic Approach for Task Coordination in Social Robots." Proceedings of the 2004 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, September 20-22, 2004. Page(s):679-684.

[6] Kashyap Shah and Yan Meng, Member, IEEE, "Communication-Efficient Dynamic Task Scheduling for Heterogeneous Multi-Robot Systems." Proceedings of the 2007 IEEE International Symposium on Computational Interlligence in Robotics and Automation, June 20-23, 2007. Page(s):230-235.

[7] Hosam Hanna, "Decentralized Approach for Multi-Robot Task Allocation Problem with Uncertain Task Execution." : 2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2-6 August. 2005. Page(s):535-540.

[8] 강기원, 박진우, 송학현, 오상록 "네트워크 로봇 산업 현황 및 발전 방향.", 전자공학회지, 2007년 1월. 제 34권 제1호.

[9] 유범재 한국과학기술연구원 지능로봇연구센터, "네트워크(IT) 기반 로봇.", http://blog.naver.com/hwyi?Redirect=Log&logNo=140011516288.

[10] Joo-Ho Lee and Hideki Hashimoto, "Intelligent Space – concept and contents." VSP and Robotics Society of Japan, 2002. Advanced Robotics, Vol. 16, No. 3, pp. 265-280.

[11] Joo-Ho Lee, Byoung-Ju Lee, Hyun-Gu Lee, Gwi-Tae Park, "A Design of a Data Accessing Service for a Real-Time Vision Service in the Resource Sharing Architecture." Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 11-15 May, 2002. Volume 2, Page(s):1235-1240.

[12] Joo-Ho Lee, G. Appenzeller, Hideki Hashimoto, "Physical agent for a sensored, networked and thinking space." Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 16-20 May 1998. Volume 1 Page(s):838-843.

[13] F. R. Noreils, "An Architecture for Cooperative and Autonomous Mobile Robots." 1992 ICRA IEEE International Conference on Robotics and Automation, May 1992. Page(s):2703-2710.

[14] Tim C. Lueth and Thomas Laengle, "Task Description, Decomposition, and Allocation in a Distributed Autonomous Multi-Agent Robot System." 1994 Proceedings of the IEEE/RSJ/GI International Conference on Intelligent Robots and Systems '94.'Advanced Robotic Systems and the Real World', IROS '94, 12-16 September, 1994. Volume 3, Page(s):1516-1523.

[15] R. Hsieh and C. Murray, "Experimental implementation of an algorithm for cooperative searching of target sites." Proceedings of American Control Conference, 2005.

[16] Brennan Sellner, Frederik W. Heger, Laura M. Hiatt, Reid Simmons, Sanjiv Singh, "Coordinated Multi-Agent Teams and

Sliding Autonomy for Large-Scale Assembly. " Proceedings of the IEEE – Special Issue on Multi-Robot Systems, Vol. 94, No. 7, pp. 1425 – 1444, July, 2006.

[17] Hun-Jae Kim, Oh-Jin Kim, "A Task Management Design for Task-Based Control Architecture for Personal Robots. " The 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, November 2-6, 2004. Volume 1, Page(s):152-156.

[18] Robert Zlot and Anthony Stentz, "Complex Task Allocation For Multiple Robots. " Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 18-22 April 2005. ISBN: 0-7803-8914-X.

[19] Fang Tang, Lynne E. Parker, "A Complete Methodology for Generating Multi-Robot Task Solutions using ASyMTRe-D and Market-Based Task Allocation. " 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 10-14 April 2007. Page(s):3351-3358.

김동원

- 2007년 2월 고려대학교 전기전자전파공학과 박사
- 2008년 1월 ~ 2008년 12월 미국 UC Berkeley(Zadeh 교수 그룹, EECS 박사후 연구원)
- 2009년 1월 ~ 2009년 8월 미국 UC Davis(AHMCT그룹, MAE 박사후 연구원)
- 2009년 9월 ~ 현재 인하공업전문대학 교수
- 2018년 4월 ~ 현재 Frontiers in Robotics and AI Associate Editor
- 2009년 9월 ~ 현재 Mechatronic Systems and Control Associate Editor

〈관심 분야〉
Intelligent computation, Deep learning method, Evolved multi-agent robot system, Softcompuing method and its application to robotic systems.

김주형

- 2006년 2월 고려대학교 전산학과 학사
- 2008년 2월 고려대학교 전자전기공학과 석사
- 2013년 2월 고려대학교 전자전기공학과 박사
- 2022년 4월 ~ 현재 삼성전자 설비기술연구소 수석

〈관심 분야〉
Computer Vision, Deep Learning, Autonomous Mobile Robot, Factory Automation, Reusable Object-Oriented Software Architecture Design

라이다 센서와 스테레오 비전기반의 사물 인식 기술

Ⅰ. 서 론

일반적으로 자율주행로봇의 경로설정 및 주행을 제어하기 위해서는 전방 시야에 존재하는 지형지물이나 장애물의 위치를 검출하고 판독하여 충돌 없이 장애물을 피해서 이동해야 한다. 이러한 위치 검출 및 판독 기능을 극대화하기 위한 목적으로 사용되는 카메라 시각 시스템은 복잡한 주변 환경을 인식하거나 물체를 완전하게 재구성하기 보다는 이동하는 목적에 적합한 물체의 위치나 크기 및 방향 등과 같은 간단한 3차원 정보를 빠른 방법으로 알아내는 것이 필요하다[1]. 또한 기존 스테레오 카메라의 깊이 지도를 통해 검출된 경로지도의 경우, 야간 혹은 조도 변화가 심한 환경에서는 주변 광원의 영향에 따라 데이터의 값이 변하며 물리 기반으로 전방 객체의 위치를 파악하는 것이 아니기 때문에 정확한 거리 값을 환산하기 어렵다[2]. 따라서 최근 이를 극복하기 위해 로봇의 자기 위치 검출 및 경로 설정을 위한 방식으로 스테레오 카메라를 이용한 특징점 기반 vSLAM(Visual Simultaneous Localization and Mappinig)과 비특징점 기반 vSLAM 등이 있으며, 그 중 영상의 특징점 매칭을 통해 로봇의 위치를 추정하고 있는 특징점 기반 vSLAM은 광범위한 실내 영상 데이터를 이용하여 측위 데이터 베이스를 구축해야 하는 불편함이 존재하며, 특징점이 변형되거나 부족할 경우 성능이 감소 한다는 단점이 있다[3-4]. 스테레오 카메라를 통해 포인트 클라우드 정보를 입력받고, ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘을 통해 카메라의 움직임을 추정하는 비특징점 기반 vSLAM은 움직임을 기반으로 여러 시점에서 얻어진 깊이 정보를 융합하는 방식으로 3차원 지도를 작성하고 로봇의 위치를 추정하여 자율주행을 수행한다. 그러나 이 방식은 전체 시스템 비용과 복잡도를 증가시킬 수 있는 단점이 존재한다[4]. 이러한 스테레오 카메라 기반의 자율주행 로봇을 위한

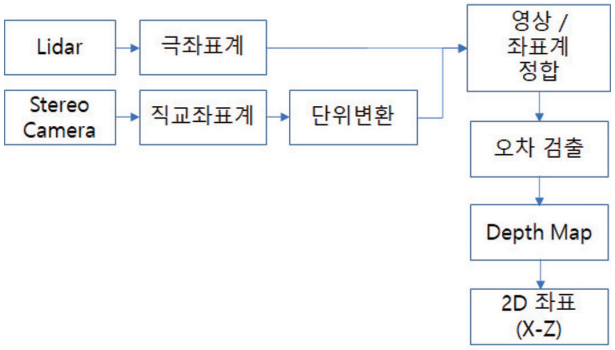
고 정 환
인하공업전문대학

위치 인식 방법들의 문제점을 해결하기 위한 방법으로 단일 라이다(LiDAR) 센서와 카메라를 이용한 시스템 구성이 이용되고 있으며, 이를 위해서는 높은 실시간 성능과 분해능을 가지며 조명 환경에 강인한 특성과 외부 장치 없이 로봇의 전방 시야 물체에 대한 위치 인식이 가능해야 한다[5]. 즉, 순간적인 조도 및 환경 변화에서는 스테오 카메라의 경우에는 정확한 거리 추정이 어려운 반면, 라이다 센서는 거리 추정은 우수하지만, 목표로하는 객체의 정확한 분류가 어려운 단점이 있다. 이를 위해 다양한 상황에서 주행 경로를 결정하기 위한 강건한 객체 검출과 정확한 거리 산출을 위한 다양한 센서 융합을 통해 각 센서의 단점을 상호보완해주는 연구가 진행되고 있다[6-8]. 따라서 본 논문에서는 스테레오 카메라로부터 검출된 깊이 지도와 2D 라이다 센서의 포인트 클라우드를 융합하여 객체 검출에 대한 성능을 높이는 기법을 제안하였다. 즉, 스테레오 비전의 양안시차 원리를 이용하여 전방에 존재하는 이동 물체 및 장애물 등을 인식하고, 3차원 정보를 검출함과 동시에 2D 라이다 센서를 통해 획득하는 포인트 클라우드 데이터와의 융합을 통해 자율주행로봇이 효과적이고 지능적인 경로를 설정을 할 수 있는 2차원 경로좌표 검출 기법을 제안하였다. 실험결과 전방 시야에 존재하는 물체들의 스테레오 카메라를 통한 적응적인 인식 및 라이다를 통한 낮은 오차율의 거리 검출을 통해 효율적인 데이터 융합 결과를 낼 수 있었다.

Ⅱ. 카메라와 라이다간 융합

〈그림 1〉은 본 논문에서 제안한 자율주행로봇을 위한 스테레오 카메라 및 라이다 센서 융합을 통한 2D 공간지도의 검출 흐름도를 나타낸 것이다.

우선 카메라와 라이다 각각의 데이터를 획득하게 되며, 그중 라이다의 경우 극좌표계로 출력 값들을 재구성한 다음, 데이터를 보다 간결하게 사용하기 위해 라이다를 원점으로 한 직교 좌표계로의 변환을 수행한다. 라이다와 카메라 두 센서의 기하학적 위치 관계를 나타내기 위해 라이다 좌표계를 회전 행렬과 평행이동 행렬을 통해 카메라 좌표계로 변환한다.

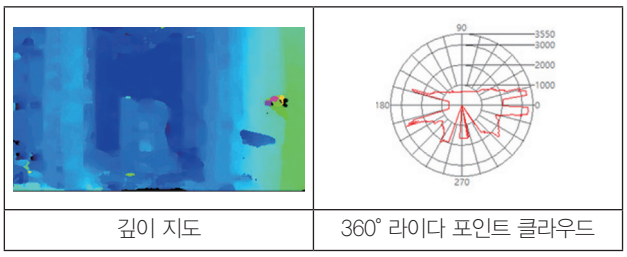


〈그림 1〉 2차원 경로좌표 구성의 흐름도

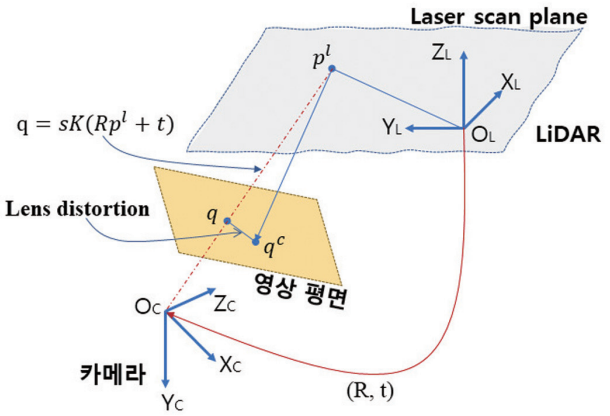
〈그림 2〉는 스테레오 카메라를 통해 검출된 깊이 지도와 동시에 획득된 라이다 포인트 클라우드를 나타낸 것이다. 카메라 FOV(field of view) 시야에 존재하는 깊이지도를 통해 검출된 깊이 지도와 라이다 포인트를 통해 검출된 포인트 클라우드를 비교하면, 깊이 지도는 물체의 인식과 분해능은 높으나 카메라의 화각에 따라 제한된 범위 내에서 인식을 수행하게 되며, 라이다는 작업수행의 목적 여부와 상관없이 스캔하는 모든 값들을 360° 전 방위에 대해 측정을 수행한다.

따라서 장애물을 인식하면서 동시에 보다 정확한 거리 정보를 획득하기 위해서는 스테레오 카메라 깊이 지도와 라이다 포인트 클라우드의 융합이 필수적이다. 본 논문에서 사용된 깊이 지도는 672×376의 2차원 정보로 표현되며, 연속된 각 픽셀은 0~255의 색상 값을 가진다. 반면, 라이다의 경우 데이터가 불연속적인 3차원 정보로 표현되며, 각 포인트는 0~60m의 거리 값과 0~1의 반사율 값을 가진다.

〈그림 3〉은 Lipu에 의해 제안된 2D 라이다 센서와 카메라, 영상평면과의 상호 관계를 나타낸 것이다[6]. 〈그림



〈그림 2〉 깊이지도와 라이다 포인트 클라우드



〈그림 3〉 라이다와 영상평면과의 관계

3〉에서 pl은 라이다의 스캔 평면에 있는 좌표값이다. q는 핀홀 카메라 모델에 의해 영상평면으로 투영된 pl의 이상적인 영상 픽셀이며, qc는 렌즈에 의해 왜곡된 실제 이미지를 의미한다. R과 t는 카메라 좌표계의 영상평면으로 변환을 위한 라이다 좌표계의 위상을 의미하는 방향(orientation)과 크기를 의미하는 변환값(translation)이 되며, K는 카메라 고유 행렬(intrinsic matrix)이고 s는 변환 가중치인 스칼라(scalar)이다.

즉, 검출된 극좌표계와 카메라 각각의 좌표계를 형성한 뒤, 식 (1)과 같이 이들 두 좌표계간의 변환과정을 거치게 된다[6]. 영상 픽셀과 라이다 포인트는 서로 다른 차원의 정보를 가지기 때문에 식 (1)과 같이 라이다 포인트를 영상 픽셀 좌표로 투영한다[6]. 또한, 영상 픽셀의 색상 값과 라이다 포인트의 데이터는 서로 다른 평균과 분포를 가지고 있다. 따라서 영상과 라이다 데이터의 색상, 거리, 반사율 값이 모두 0~255에 위치하도록 평균화되어 있어야 한다.

$$
\begin{aligned}
&p^c = Rp^l + t, \\
&x = \frac{x_c}{z_c}, y = \frac{y_c}{z_c}, r = \sqrt{x^2 + y^2}, \\
&p_d = \begin{pmatrix} x_d \\ y_d \end{pmatrix} = 1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1(r^2 + 2x^2) + 2p_2 xy \\ p_2(r^2 + 2y^2) + 2p_1 xy \end{pmatrix}, \\
&\overline{q_c} = \begin{pmatrix} q_c \\ 1 \end{pmatrix}, \overline{p_d} = \begin{pmatrix} p_d \\ 1 \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} f_x & \alpha & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \\
&\overline{q_c} = K\overline{p_d}
\end{aligned}
\tag{1}
$$

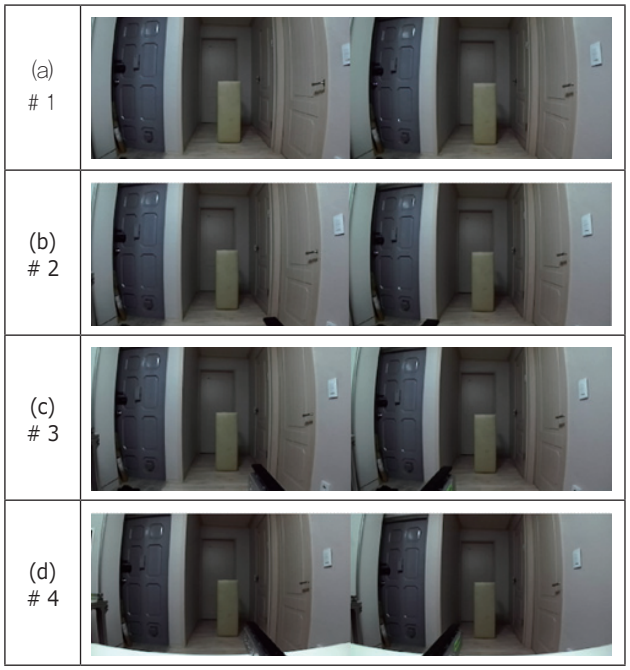
식 (1)에서 $\overline{q}_c$는 라이다 좌표계로부터 변환된 카메라 좌표계가 정규 좌표계를 거쳐 최종 변환된 영상 좌표계를 나타내며, 영상 좌표계에 기준한 이미지 공간 상 한 점의 위치로 대응된다. 동시에 스테레오 카메라를 통해 획득되는 좌, 우 영상은 영상 좌표계를 통해 폐색영역을 제외한 스테레오 영상 정합을 위한 일치점 트리(tree) 구조 및 MAD 비용함수를 이용하여 깊이 지도(depth map)를 작성하게 된다[2]. 일반적으로, 입체영상의 시차지도에서 광축 교차점의 시차값은 0이므로 라이다 좌표계와 일치된 물체는 영상의 중심에서 0에 가까운 시차값을 가지게 된다. 또한, 두 스캔 정보의 융합을 위한 정합성을 높이기 위해서는 라이다 스캔 분해능을 기준으로 식 (2)와 같이 두 데이터간의 스플라인 보간법(spline interpolation)을 이용하여 융합하였다[9].

$$
f(x) = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X^3 \tag{2}
$$

식 (2)를 통해 깊이지도와 라이다 포인트들간의 연관성을 보다 더 정확히 산출하여 깊이지도에서의 원하지 않는 계단형 일그러짐 현상과 윤곽선의 흐려짐 현상을 최소화하였다. 또한, 장애물을 인식하는 깊이 지도와 라이다 포인트값이 겹치는 구간에서는 자율주행 안정성을 위해 두 개의 데이터를 비교하여 거리가 상대적으로 가까운 정보를 우선적으로 선택하였으며, 스테레오 카메라의 FOV 인식 범위인 60°를 기준으로 라이다 스캔 범위를 정합하였다. 이를 통해 깊이지도와 라이다 포인트 클라우드가 융합된 형태의 2D 공간지도를 기반으로 자율주행로봇의 SLAM(Simultaneous localization and mapping) 및 경로설정에 운용된다.

Ⅲ. 카메라와 라이다간 융합 실험분석

본 논문의 실험을 위해 Slamtec사의 RPLIDAR A1 2D 라이다 센서[10]와 평행식 스테레오 카메라인 Stereolabs Inc.의 ZED[11]의 데이터 획득속도를 6.3HZ로 동기화를 진행하였고, 특히 스테레오 카메라의 경우, 자체 사양인 4mm의 초점거리와 120mm의 기준선을 적용하여 깊이 정보검출에 이용하였다. 또한, 스테레오 비전 처리를 위해 Labview 2018 및 Vision Assistant를 이용하였으며, 자율주행로봇 시스템의 주 제어기인 NI사의 myRIO 임베디드 디바이스를 통해 상호 통신을 진행



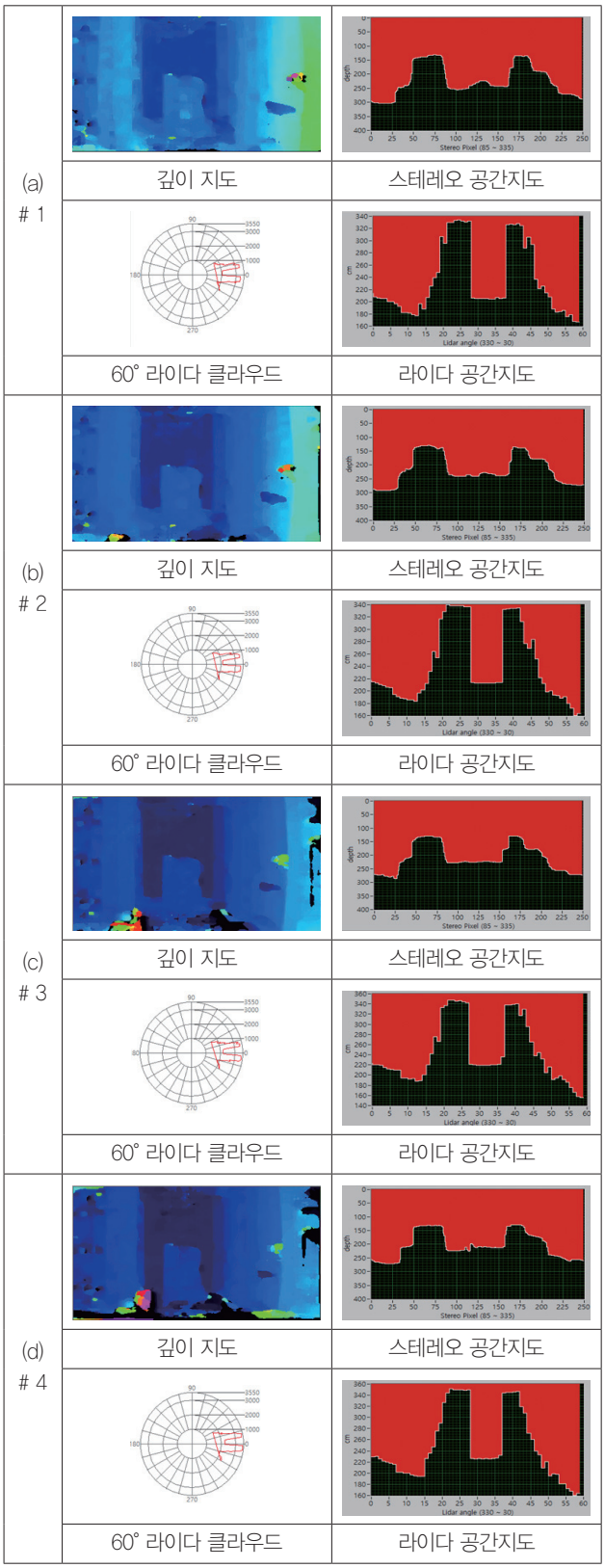
〈그림 4〉 실험에 사용된 스테레오 영상

하였다[12].

〈그림 4〉는 전체 240프레임 중 60프레임 간격으로 획득한 4개(#1, #2, #3, #4)의 스테레오 영상을 나타낸 것으로 미세한 오차 분석을 위해 주행 로봇의 속도를 60cm/s의 속도로 하였으며, 이동거리는 5m이고 스테레오 카메라는 200ms, 라이다는 10ms의 주기로 데이터를 획득하여 실험에 사용하였다.

〈그림 5〉와 같이 깊이지도와 이를 통해 검출된 2D 공간 지도 및 라이다 클라우드 데이터를 360° 회전 반경 중 스테레오 카메라 화각과의 정합을 위해 60°로 검출된 클라우드와 이를 통해 좌, 우 폭을 의미하는 X좌표와 수직거리를 의미하는 Z좌표로 구성된 2D 공간지도를 나타낸 것이다.

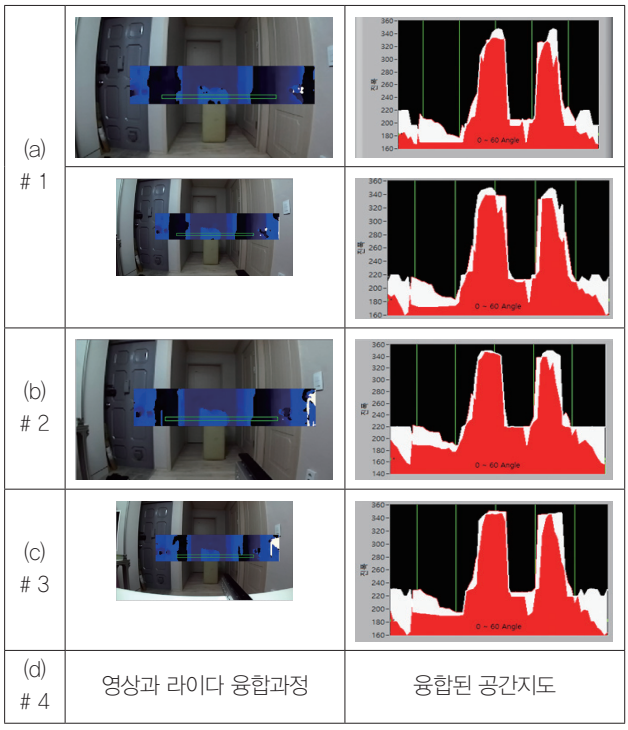
〈그림 5〉에서 주행로봇 시스템으로부터 가장 가까운 장애물의 경우 영상 오른쪽 벽면을 녹색으로 표현한 60cm였으며, 가장 먼 거리에 있는 장애물은 가운데 정면 벽면으로 청색으로 표현한 304 cm가 검출되었다. 또한, 3m를 초과하는 경우에는 결정할 수 없는 배경영상으로 간주하여 현재 프레임의 장애물 통과 후 차후 검출 대상 영역으로 설정하였다. 따라서 검출된 깊이지도의 최소



〈그림 5〉 융합을 위한 2D 공간지도

열에 있는 값을 그 점에서의 수직거리로 간주하여 X 좌표의 산출을 유도할 수 있으며, 이는 장애물의 실제 좌, 우폭 및 거리를 산출하는데 이용된다. 라이다의 데이터는 360° 전 방위에 대해 측정을 수행하게 되며, 3차원 장애물 인식과 동시에 목표물에 대한 정확한 정보를 획득하기 위해서는 스테레오 카메라와 라이다의 융합된 스캔 정보가 필요하며 〈그림 5〉와 같이 라이다 센서의 추출 데이터를 60°로 하여 6.3Hz, 2,500 포인트를 통해 검출된 포인트 클라우드를 나타낸 것이며, 이를 통해 두 데이터간의 융합과정을 거치게 된다. 깊이 지도와 라이다 스캔 정보의 정합도를 높게 하기 위해서는 분해능이 상대적으로 낮은 라이다 스캔 분해능에 맞추어 융합한다.

〈그림 6〉은 식 (1)의 변환 좌표계를 통해 깊이 지도와 라이다 스켄 데이터간의 융합된 공간지도로, 전방 시야에 존재하는 장애물 회피를 위해 생성된 경로 지도를 나타낸 것이다. 〈그림 6〉을 통해 검출된 스테레오 카메라의 FOV 범위인 60도 내에 존재하는 깊이 지도 데이터와 라이다 포인트 클라우드를 사전에 결합하여 특징점 단계에서 결합하여 2D 공간지도를 형성하였다.

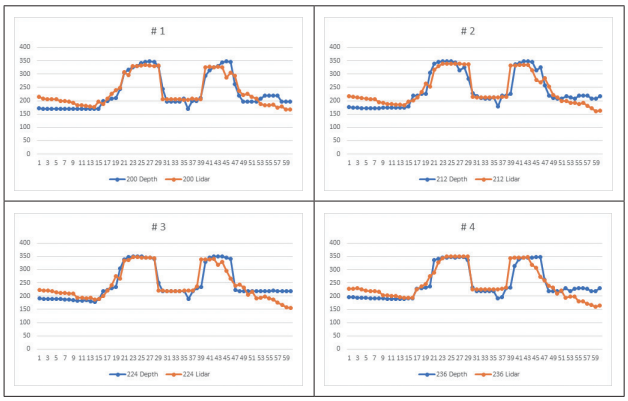


〈그림 6〉경로설정을 위한 병합된 공간지도

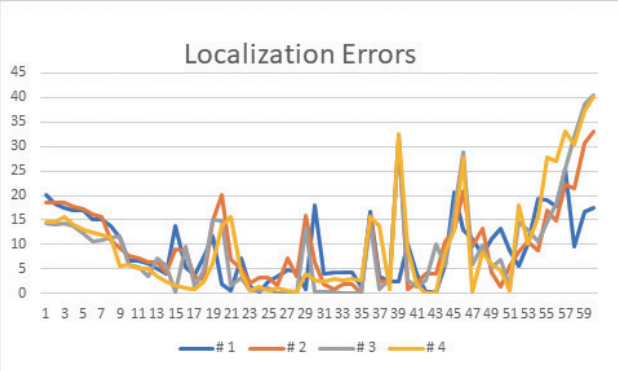
〈그림 6〉에서 붉은색 데이터 영역이 라이다 데이터이고, 흰색 데이터가 스테레오 카메라의 깊이 지도 영역을 나타낸 것이며, 기존 스테레오 카메라의 깊이 지도를 통해 판단된 장애물까지의 거리를 검출하고 위험을 감지하는데 있어 영상의 픽셀 크기에 제약이 있던 것을 라이다 센서의 거리 검출 데이터와의 병합을 통해 보다 정확한 객체 인식이 됨을 알 수 있다. 자율주행로봇이 스테레오 카메라의 전방 시야 장애물 스캔 계측 범위에서 벗어나는 구간의 경우에는 라이다 스캔 정보로 채워 통합하게 되며, 이를 통해 생성된 통합 스캔 정보를 기반으로 2D 공간지도 및 경로설정에 활용하게 된다.

〈그림 7〉은 〈그림 6〉을 통해 융합된 두 데이터간의 전체 240프레임 중 60프레임 간격으로 검출된 4개(#1, #2, #3, #4)의 2D 공간 지도 및 라이다 센서를 통해 전체 60° 회전 반경으로 검출된 공간지도의 융합 결과를 도식화한 것이다.

〈그림 8〉은 실험에 사용된 4개(#1, #2, #3, #4)의 스테레오 영상 각 60프레임에 대한 오차율의 변화를 나타낸 것이다. 〈그림 8〉에서 1~7 프레임 구간과 53~60 프레임 구간은 영상 내 공간의 좌, 우 벽면에 해당하는 영역으로 스테레오 영상의 폐색 영역이거나 정합되지 않은 영역이며, 이로 인해 라이다 포인트 클라우드와의 융합 오차가 상대적으로 크게 발생됨을 알 수 있으며, 각각의 지점에서 존재하는 피크(peak) 및 지점별 간격을 고려할 때 10% 미만의 오차율을 보여주고 있다.



〈그림 7〉 깊이지도와 라이다간의 융합 결과



〈그림 8〉 프레임 별 오차율

Ⅳ. 전망과 결론

본 고에서는 스테레오 카메라로부터 검출된 깊이 지도와 저가용 2D 라이다의 포인트 클라우드를 융합하여 객체 검출에 대한 성능을 높이는 기법을 제안하였다. 실험 결과 전방 시야에 존재하는 물체들의 스테레오 카메라를 통한 적응적인 인식 및 라이다를 통한 낮은 오차율의 거리 검출을 통해 효율적인 데이터 융합 결과를 낼 수 있었으며, 이를 활용하여 주행을 위한 경로 추정이 가능함을 분석하였다. 이를 통해 스테레오 카메라 의존도의 부족한 거리 산출 능력과 라이다의 작업수행을 위한 목표물에 대한 객체 인식 과정을 서로 상쇄시키며 상호보완적 데이터 융합의 효율적인 상용화 가능성을 제시하였다.

참 고 문 헌

[1] J. Zhang, M. Srinivasan Ramanagopalg, R. Vasudevan, and M. Johnson-Roberson, "LiStereo: Generate Dense Depth Maps from LIDAR and Stereo Imagery", C.V, 2019

[2] J. Ko, "Robot Vision System based on 3D Depth map and Object Recognition". Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, vol. 57(3), pp. 101-105, 2020

[3] Alcantarilla, P.-F., Stasse, O., Druon, S., Bergasa, L.-M. and Dellaert, F, "How to localize humanoids with a single camera?", Autonomous Robots 38(1-2): 47-71, 2013

[4] B. Kwon, D. H. Jeon, J. Y. Kim, J. H. Kim, D.Y. Kim, H. W. Song, and S. H. Lee, "Framework implementation of image-based indoor localization system using parallel distributed computing," J.Korean Inst. Commun. Inf. Sci., vol.41, no.11, pp. 1490-1501, 2016.

[5] S. Lee, J. Kim, S. Cho, C. Shin, "Educational Indoor Autonomous Mobile Robot System Using a LiDAR and a RGB-D Camera", J.inst.Korean. electr.electron.eng, vol.23, No.1, 44~52, 2019

[6] Lipu Zhou and Zhidong Deng, "A new algorithm for the extrinsic calibration of a 2D LIDAR and a camera", Measurement Science and Technology, 25, pp.13, 2014

[7] Y. Zeng, H. Yu, H. Dai, S. Song, M. Lin, B. Sun, W. Jiang and M. Q.-H. Meng, "An Improved Calibration Method for a Rotating 2D LIDAR System", Sensors, vol. 18, no. 497, 2018.

[8] Ren, S., He, K., Girshick, R., and Sun, J."Faster r-cnn: Towards real-time objectdetection with region proposal networks." pp. 91-99, In Advances in neural information processing systems, 2015.

[9] L.C. Barrett, Advanced Engineering mathmatics, pp. 336-337, McGraw Hill, 1955

[10] http://www.slamtec.com

[11] https://www.stereolabs.com

[12] https://www.ni.com

고 정 환

- 1999년 2월 광운대학교 제어계측공학과 공학사
- 2001년 8월 광운대학교 전자공학과 공학석사
- 2005년 2월 광운대학교 전자공학과 공학박사
- 2005년 3월 ~ 2006년 2월 광운대학교 산학협력단 연구교수
- 2006년 3월 ~ 2007년 2월 InCoSys.Inc. 책임연구원
- 2018년 1월 ~ 2019년 1월 Georgia Tech. ECE 교환교수
- 2007년 3월 ~ 현재 인하공업전문대학 메카트로닉스공학과 교수
- 2022년 1월 ~ 현재 대한전자공학회 산업전자소사이어티 수석부회장

〈관심 분야〉
자동제어, 로봇비전, 스마트팩토리, 인공지능 및 인지제어

로봇용 서보모터 기술 동향 분석을 위한 성능 비교 기술

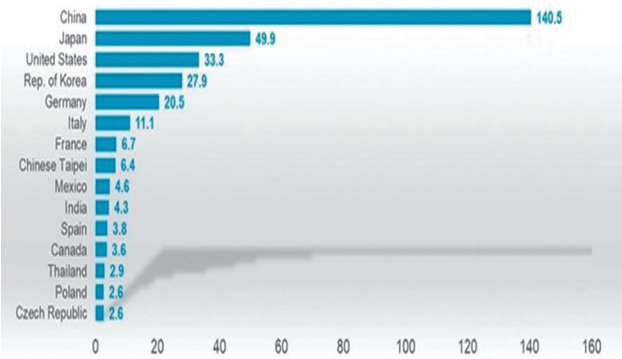
윤명환
한국전자기술연구원

이정종
한국전자기술연구원

Ⅰ. 서 론

코로나 19(COVID-19)가 확산함에 따라 감염을 방지하고 생산력을 향상할 수 있는 산업용 로봇에 관심이 높아졌다. 산업용 로봇은 지능형 로봇 분야에 속하는 기술로, 생산 공정을 자동화하기 위해 정의된 패턴으로 처리, 용접, 분배, 처리 및 검사와 같은 다양한 산업 작업을 수행하도록 설계된다. 기존 산업용 로봇과 협동 로봇으로 분류가 되며, 기존 산업용 로봇의 경우 케이지 또는 안전 인클로저 내에서 사용되는 반면 협동 로봇은 작업자가 함께 사용하도록 설계되어 있다.

국제로봇연맹(IFR)에 의하면 2019년 기준 전 세계의 공장에서 가동되고 있는 산업용 로봇은 전년 대비 12% 증가하였다고 한다. 이 수치는 2014년부터 2019년까지의 5년간 전 세계적으로 약 85% 성장한 것이다. 중국은 2014년부터 시작된 정부 차원의 지원, 해외 로봇 기업에 대한 공격적인 인수 등을 통해 로봇 시장에서의 점유율을 빠르게 높이고 있다. 중국 산업계는 로봇 수요를 확대하면서 제조 경쟁력을 높이고 있다. 산업용 로봇 수요에 힘입어 관련 부품 중 하나인 로봇용 서보모터 시장이 성장세를 보이고 있다. 리서치앤마켓(Research And Markets)의 '글로벌 및 중국 산업용 로봇 서보모터 산업보고서, 2021-2026'에 따르면, COVID-19가 확산되면서 2021년에 사용된 중국 산업용 로봇 서보 모터는 약 21만1천100대로, 202년에 비해 13.3% 증가하였다. 중국의 산업용 로봇 서보모터에 대한 새로운 수요에 대해 연평균(CAGR) 4.3%의 성장률을 보이며 2026년에는 39만3천200대에 도달할 것으로 예상했다. 현재 세계적으로 지멘스(Siemense), 슈나이더(Schneider), 보쉬렉스로스 (Bosch Rexroth), 파나소닉 (Panasonic), 야스카와(Yaskawa), 미쓰비시 (Mitsubishi), 산요(Sanyo) 등 많은 서보모터 공급 회사가 있다.



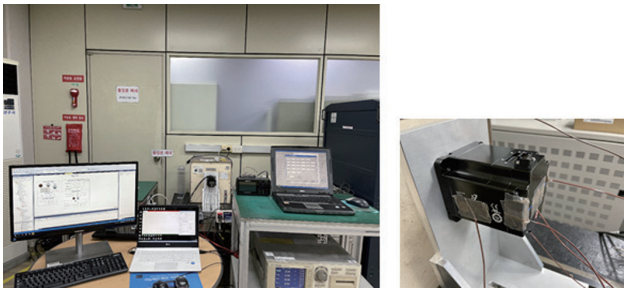
〈그림 1〉 주요국의 산업용 로봇 연간 설치 대수

국내 서보모터의 설계 기술은 선진국 대비 거의 기술 격차가 없으나 일본 서보모터의 폐쇄적인 자체 센서 프로토콜 및 드라이브, 제어기 간 호환성 문제 등이 있어 국내 생태계 상생이 어려운 부분이 있다. 선진사 서보모터는 국산 모터에 비하여 동일 성능에서 더 가벼운 무게 및 작은 크기를 가짐으로써 설계 기술과 모터 코어 정밀가공 기술 격차 등이 앞서 있는 것으로 보인다. 국산 서보 드라이버의 경우 선진사 모델에 비해 모터 제어 알고리즘 기술에서의 격차로 오토튜닝, 진동 억제 등의 기능 차이가 존재하고 각종 제어 모드에서의 버그에 대한 신뢰성 저하 문제가 있다.

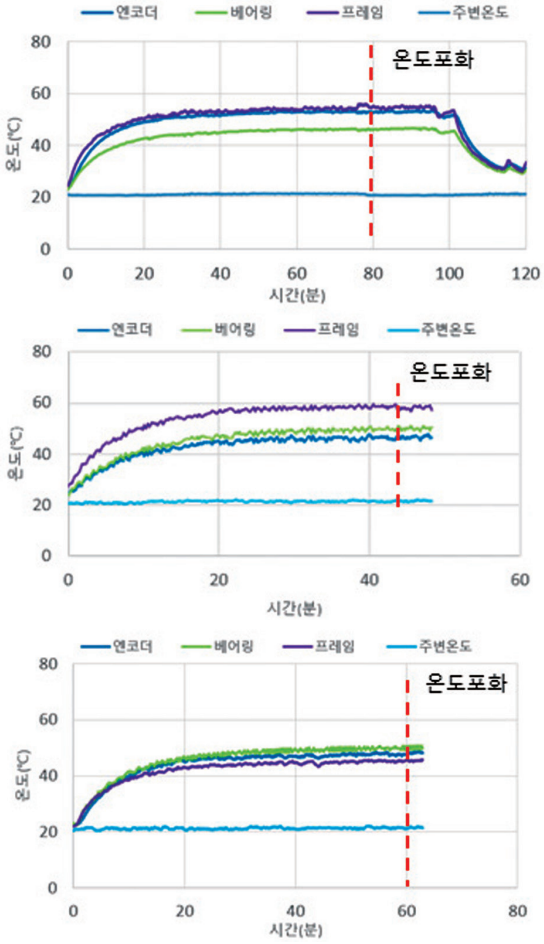
본 논문에서는 개발한 국내 서보모터의 신뢰성 향상 및 국외 제품과의 성능을 분석하기 위한 비교 기술에 대해 설명하였다.

Ⅱ. 로봇용 서보모터 성능 비교

서보모터는 주어진 신호에 따라 위치, 속도, 가속도 등을 정확하게 제어할 수 있는 모터이고, 제조업용 로봇 등에 주로 활용되고 있다. 이러한 서보모터를 개발하여 성능과 활용성을 확인하기 위해선 평가 방법 및 기준이 필요하다. 아래에 모터, 엔코더, 드라이버 그리고 시스템 적용 평가 관련하여 비교 방법을 기술하였다. 제안한 방법을 적용하여 100W 출력의 서로 다른 3개의 회사 제품을 비교하였으며, 1번 제품은 해외 제품, 2, 3번은 국내 제품으로 성능 시험을 수행하였다.



〈그림 2〉 정격출력 시험 구성



〈그림 3〉 3사 정격출력 시험 결과

1. 정격출력

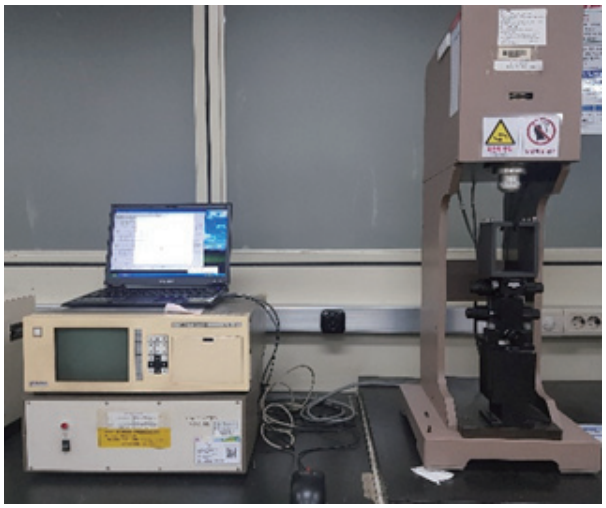
서보모터의 정격출력 시험은 Dynamo – meter를 이용한 일반적인 시험으로 규격은 IEC60045 (KSC60034) 회전기 항목과 동일한 방법으로 시험을 한다. 연속정격 사양으로 50분 이상 운전하여 모터 frame 온도를 측정한 후 온도 포화 상태를 확인한다.

시험은 〈그림 2〉와 같이 구성하여 같은 방열판에 모터를 교체하면서 시험을 진행한다. 정격출력 시험 결과 〈그림 3〉과 같이 50도~60도 사이에 비슷한 수준의 온도포화가 이루어지는 것을 확인할 수 있다.

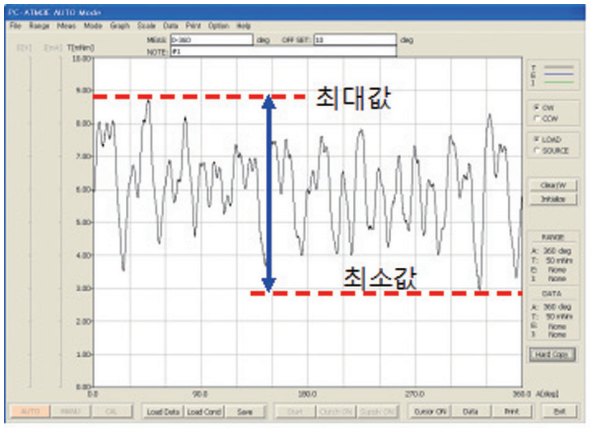
2. 코깅토크

코깅토크 시험을 위해서는 코깅토크 전용 장비를 이용하거나 저속 1rpm 내외로 구동, 또는 특정 위치에서 정지하여 토크를 측정할 수 있는 시험기를 이용한다. 아래 〈그림 2〉는 코깅토크 시험구성의 예시이다. 서보모터를 장비에 장착한 후 1회전 토크량을 측정하여 〈그림 5〉와 같이 최대값, 최소값의 차이를 기준으로 산정하였다.

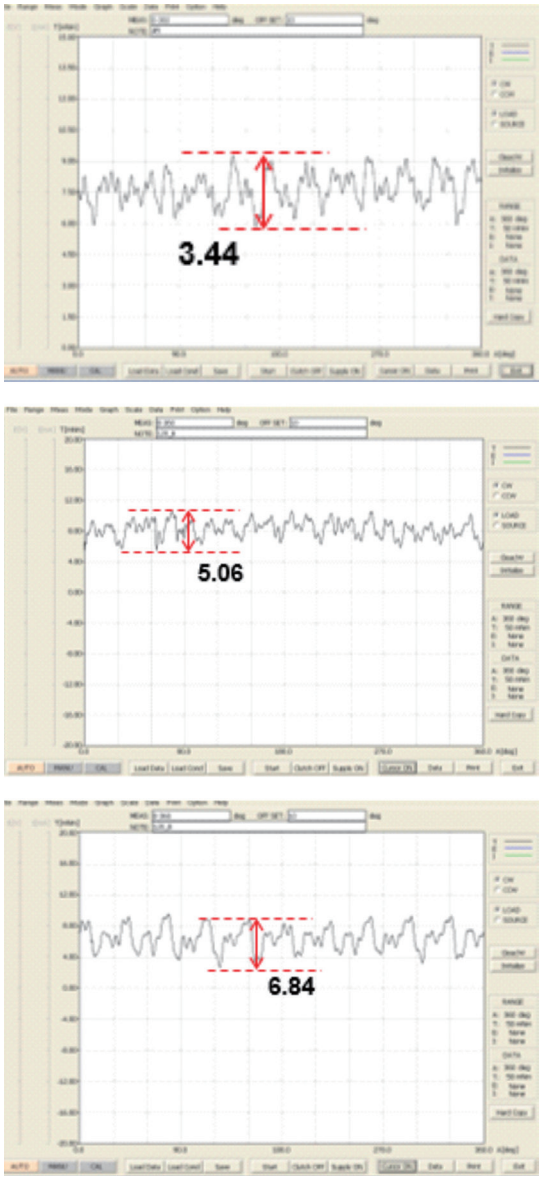
최근에 제어기를 이용하여 제어계에 미치는 코깅토크



〈그림 4〉 코깅토크 시험구성



〈그림 5〉 코깅토크 산정기준

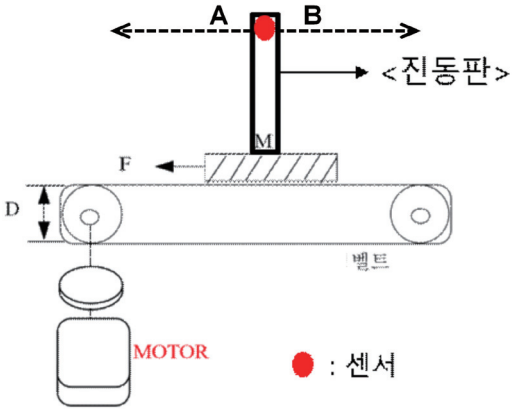


〈그림 6〉 코깅토크 시험결과

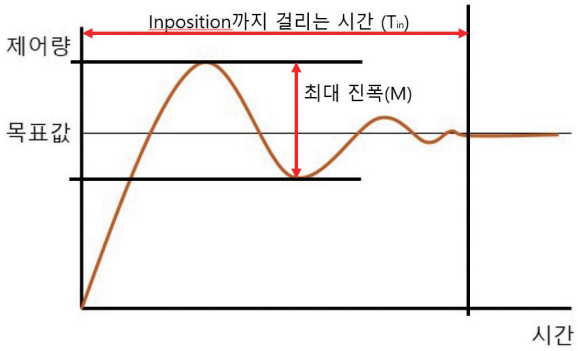
의 영향을 줄이는 기술의 발전으로 정격토크의 3~4% 이하 수준의 성능이 되면 충분한 것으로 판단된다. 〈그림 6〉에 코깅토크 시험결과를 나타내었고 이는 정격 토크의 3% 이내의 값으로 확인된다.

3. 제진제어

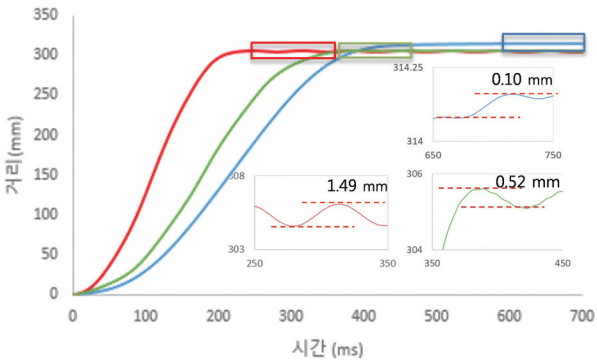
서보모터의 제진제어 시험은 벨트타입 이송장치 시험기의 이동부 위에 진동판을 장착하여 정격토크 이상으로 운전 후 진동판의 흔들림을 측정하는 것이다.



〈그림 7〉 제진제어 시험 세트 구성



〈그림 8〉 제진제어 시험 예시



〈그림 9〉 제진제어 시험 결과

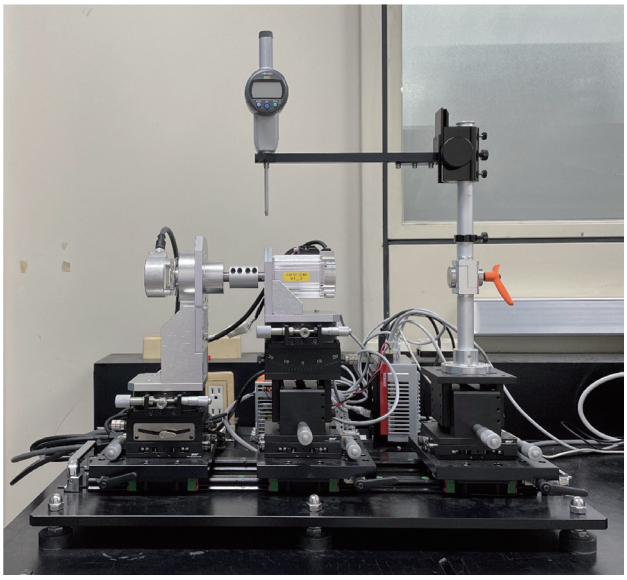
〈그림 7〉과 같이 벨트타입 단축 스테이지 시험세트에 이동부 위에 진동판을 장착한다. 진동판 끝단에 센서를 장착하여 레이저 측정기 등을 활용하여 흔들림을 측정한다.

제진제어성능 평가는 초기 위치에서 목표 위치로 정해진 시간 안에 움직인 후, 목표 위치에서의 overshoot의 최대 진폭을 측정하는 것이다. 〈그림 9〉에는 제진제어성능 시험 결과를 나타내었다. 제어기 튜닝 정도에 따라 최대 진폭의 차이가 발생하였고 상대적으로 목표지점에 천천히 도달할수록 진폭이 작아짐을 확인할 수 있다.

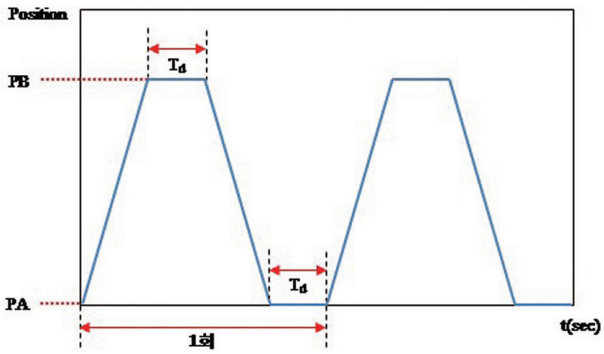
4. 반복정밀도

서보모터의 반복정밀도 시험은 왕복 운전을 하여 초기 위치와 도착 위치 기준 오차를 확인하는 시험이다. 시험 구성은 〈그림 10〉과 같이 측정대상 서보모터의 반대 측에 고정밀 엔코더를 연결한다. 본 측정 엔코더 측정장치는 24bit 엔코더를 적용하였고, 모터에는 21bit 엔코더가 장착되었다.

반복정밀도 시험 방법은 다음과 같다. 두 위치 포인트



〈그림 10〉 반복정밀도 시험 장치 구성



〈그림 11〉 반복정밀도 시험 예시

〈그림 12〉 반복정밀도 시험 결과

PA와 PB를 설정하여 두 구간 이동 반복하여 서보모터의 엔코더 기록 값과 연결한 고정밀 엔코더의 값 차이를 합산하여 산정한다. 위치제어를 통한 반복정밀도 시험은 초기위치 PA에서 정밀 엔코더 값을 기록 후, 설정 위치 PB로 이동시킨다. 이동 시 가감속 조건 및 속도는 모터 사양에 맞게 설정해 준다. 위치 이동 후 인포지션 조건은 목표위치의 0.05o 이내로 도달한 것으로 한다. 정지 후 정밀 엔코더 위치를 기록하고 PA-PB 이동을 반복 하면서 엔코더 값을 기록한다. 목표지점 대비 오차 누적을 합하여 서보모터의 반복정밀도 성능을 평가한다.

반복정밀도 시험 결과는 〈그림 12〉에 나타내었고 3개의 모델은 비슷한 오차 수준의 성능을 내었다. 반복정밀도 성능시험은 제어기 내부의 파라미터 성능에 영향이 있으므로 본 결과가 절대적인 정확도를 표현하지는 않고, 본 시험에서는 오토튜닝 기능으로 파라미터 설정 후 시험되었다.

III. 결론

본 논문에서는 자동화 장치 및 양산용 로봇에 적용되는 서보모터의 성능을 비교할 수 있는 정격속도, 코깅토크, 제진제어 반복정밀도 등 기본적인 성능 확인 시험 방법 및 시험 결과를 제시하였다. 동일한 출력의 3개 회사 제품으로 시험을 진행하였으며 결과 값에서 일부 차이가 있었지만 유사한 수준의 결과를 보인다. 전반적으로 1번(해외제품)의 코깅토크 크기가 작은 장점이 있으나, 2,3번(국내개발품) 제품이 해외제품에 근접한 성능을 보이고, 반복정밀도 측면에서는 해외제품에 비하여 다소 우수한 성능을 나타내었다. 이는 제어기 튜닝을 정밀도에 따라 달라지는 특성이 있으나, 특이하게 해외제품이 국내제품에 비하여 우수하지는 않는 것으로 시험되었다. 향후 추가 연구가 진행된다면, 신뢰성 검증 측면에서 환경시험, 진동, 소음 성능 시험을 수행하여 비교 분석이 이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 산업통산자원부의 재원으로 한국산업기술평가원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No.20007231)

참 고 문 헌

[1] 이정종. "로봇용 서보모터의 특허 및 기술 동향". 전자공학회지, 2020.

[2] 고석조, et al. "Dual Arm Robot을 위한 중공축 서보 조립체 개발 및 성능평가", 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집, 2009

[3] 홍도관, et al. "협동로봇용 스마트액츄에이터의 소음진동 및 서보 제어정밀도 성능평가", 대한전기학회 학술대회 논문집, 2020

윤 명 환

- 2011년 2월 한양대학교 기계공학부 학사
- 2013년 2월 한양대학교 자동차공학과 석사
- 2018년 2월 한양대학교 자동차공학과 박사
- 2018 ~ 2019 현대자동차 책임연구원
- 2019년 7월 ~ 현재 한국전자기술연구원 선임연구원

〈관심 분야〉
Magnetic Field, Motor, Electric Machine, Noise and Vibration, Eco-friendly Vehicle

이 정 종

- 2000년 2월 창원대학교 전기공학과 학사
- 2002년 2월 창원대학교 전기공학과 석사
- 2011년 2월 한양대학교 자동차공학과 박사
- 2003~2007 ㈜코모텍 부설연구소 책임연구원
- 2013~2018 한양대학교 자동차공학과 겸임교수
- 2010년 7월 ~ 현재 한국전자기술연구원 책임연구원
- 2018년 1월 ~ 대한전기학회 전기기기분과 편집위원

〈관심 분야〉
고정밀 로봇용 서보모터, 친환경 차량용 하이브리드 모터, 전자장 유한요소 해석

포스트 코로나 시대를 향한 원격의료와 스마트 의료기기

오동인
경희대학교

Ⅰ. 서 론

의료기기란 사람 및 동물 등 생명체를 대상으로 사용되는 기구, 기계, 장치, 재료 등의 하드웨어와 이와 함께 사용되는 소프트웨어 형태의 제품으로 질병을 진단하거나 치료하기 위한 목적으로 사용되는 제품을 포괄적으로 의미한다 [1]. IC 제조 기술 및 지능형 IT 기술의 발달과 함께 과거 상상할 수 없었던 다양한 형태의 의료기기들이 제시되고 있으며, 이를 통한 새로운 시장의 개척과 함께 신의료기기의 임상적 유효성에 대해 고민해 볼 시점으로 생각된다.

특히 2020-2021년 코로나-19의 확산으로 인해 전례 없는 의료장비 및 의료용품에 대한 수요를 전 세계가 경험하였다 [2]. 반면, 코로나-19와 관련된 진단기기, 인공호흡기, 개인보호용품 등의 수요와 공급 및 치료에 의료자원을 집중한 결과, 팬데믹 기간 동안 관리 받아야 하는 다른 질환들에 대한 의료절차가 연기되거나 취소되었고, 만성질환 관리의 소홀 및 관련 의료기기의 발전이 상대적으로 저하되었다 [3]. 의료서비스 수요자 및 공급자의 이와 같은 경험은 포스트 코로나 시대 의료산업의 발전 방향에 대한 변화를 요구하고 있다. 특히 기술 선도자의 승자독식 형태 의료산업 구조에서는 세계 일류 기술이 적용된 제품 및 차별화된 성능을 보여주는 제품만이 생존할 수 있으며, 필요한 시기와 장소에 이를 공급할 수 있어야 한다. 이를 위해 첨단 IT 기술이 기존 의료기기와 결합되어 새로운 스마트 의료기기로 구현되고 있다.

본 논문에서는 포스트 코로나 시대 만성질환자 관리에 초점을 맞춰 원격의료와 이를 뒷받침할 수 있는 첨단 IT 기술이 결합된 스마트 의료기기의 현재를 살펴보고, 신의료기기 적용을 위한 임상적 유효성에 대해 살펴보고자 한다. 이후 각 의료서비스 주체에서 필요로 하는 의료장비 및 용품의 수요를 능동적으로 파악하고 이를 효율적으로 공급하는

IT 기술에 대해 살펴보고자 한다.

Ⅱ. 코로나-19 시대의 원격의료

코로나-19의 발병으로 인해 사망 위험도가 증가하는 환자 그룹을 이해하기 위하여 빅데이터 기반 헬스분석 플랫폼인 OpenSAFELY가 개발되었다. 그 결과에 따르면 장기이식을 받거나 당뇨 및 천식 등의 만성질환을 가진 경우 사망률이 유의미하게 증가하였다 [4]. 중국 내 코호트 분석결과에서는 노인과 만성질환, 호흡곤란 등을 가진 환자의 발병률이 높게 나타났다 [5]. 이러한 이유로 환자의 의료기관 방문이 감소하였고 일상적인 진료를 받지 못함으로 인해 코로나바이러스와 관련 없는 만성질환이 악화될 수 있다 [6]. 이러한 상황은 환자 및 의사의 의지와 상관없이 코로나-19로 인한 비대면 진료가 세계적으로 확산되는 결과를 낳았으며, 그 유효성에 대한 검증들이 함께 진행되었다.

류마티스 환자에 대한 Pedro et al. 의 연구에 따르면 원격의료를 받은 실험군과 일반적인 대면진료를 받은 대조군 사이에 질병 활성도, 삶의 질, 장애, 치료 순응도, 자기관리 능력 등의 항목에서 큰 차이가 발생하지 않았다 [7]. 이는 코로나-19라는 특수한 환경 하에서 진행되었기 때문일 수도 있으나, 원격의료 및 비대면 환자 관리의 가능성을 보여준 예라고 할 수 있다. 국내에서도 코로나-19로 인해 임시적으로 원격의료의 범위가 확대 실시되었으며, 진료를 받은 환자의 질환 범주를 살펴보면 고혈압, 당뇨병 등 순환계 질환 및 만성질환자의 비중이 높고, 재방문 예정자 또는 코로나-19의 확산세가 높은 지역의 환자가 주를 이루었다 [8]. 코로나-19 대유행 동안 의료 종사자나 환자 모두 원격의료와 가상진료의 가능성을 경험하였기 때문에 코로나 팬데믹 이후에도 IT 기술을 통합한 원격진료와 가상 치료 솔루션의 사용이 지속될 것으로 예측된다 [9].

Ⅲ. 원격의료를 위해 고도화된 스마트 의료기기

현재까지 수행된 대부분의 원격진료는 전화, 이메일, 또는 화상 회의를 이용한 비대면 진료로 환자의 상태를 모니터링하는 스마트 의료기기의 사용이 부재한 경우가 대부분이었다. 다수의 일반인들에게 공급되어 사용되고 있는 Apple Watch, Fitbit, Samsung, Withings 등의 웨어러블 헬스케어 기기도 원격의료의 필요를 채울 수 있으나 [10], 보다 고도화된 스마트 의료기기의 사용이 원격의료에서 필요한 환자의 데이터를 수집하고, 이를 전자의무기록 시스템 내 데이터와 통합하여 원격 진료를 수행하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 2019년 스마트폰을 이용한 대규모 심전도 연구에서 불규칙한 맥박에 대한 알람을 받은 참가자 중 34%는 후속된 심전도 패치를 이용한 측정에서 심방세동이 관찰되었고, 스마트폰의 알림과 심전도 패치에서 측정한 심방세동이 84% 일치하는 결과를 획득했다 [11].

추가적으로 원격의료를 지원하기 위한 임상 등급의 스마트 의료기기 개발에 대한 요구가 증가되면서 다양한 종류의 IT 기술이 적용된 제품이 출시되고, 이를 통해 환자의 활력 징후를 측정하기 위한 인공지능 기반의 환자 모니터링 기기들이 개발되었다. Current Health의 Armband, Spire Health의 Tag, Adamm의 환자감시장치 등이 개발되어 원격으로 환자의 산소포화도, 심박수, 호흡수, 혈압 등을 측정하였다. 만성폐쇄성폐질환(Chronic obstructive pulmonary disease; COPD) 환자의 재입원율을 감소시키기 위해 COPD의 악화를 예측하는 비교 연구에서 제시된 대부분의 원격 환자감시장치가 임상적으로 요구되는 최소 요구조건을 충족함이 확인되었다 [12]. 이러한 환자의 생체정보는 원격의료 뿐만 아니라 일상생활에서의 모니터링 데이터를 기반으로 인공지능 예측 알고리즘과 함께 위험을 관리하는 도구로도 활용될 수 있다.

코로나-19로 인한 원격의료의 확대에 따라 가장 많이 원격의료 서비스를 받았던 질환 그룹은 심혈관 및 당뇨 환자였다 [8]. 이러한 질환은 무엇보다 사망률과 직접적 관계를 갖기 때문에 환자의 상태를 모니터링하고 이를 기반으로 적절한 치료를 적시에 적용하는 것이 중요하다. Omron의 VitalSightTM 원격 환자감시장치를 고혈압 치

료에 활용했을 때, 6개월 후 시점에서 혈압이 대조군 대비 유의미하게 낮게 관리되었고, 이러한 장치에 의한 관리가 선호된다는 결과를 얻었다 [13]. 혈당 수치를 관리해야 하는 현재의 당뇨병 환자는 일반적으로 바늘형태의 측정도구를 이용하여 침습적으로 혈당을 측정, 환자관리에 사용한다. 하루에 여러 번 혈당 수치를 측정해야하기 때문에 감염의 위험과 함께 고통을 수반하는 적극적 관리가 필요하다. Xue et al.의 review 논문에서는 타액, 눈물, 전자기 기반 센서를 이용한 비침습적 측정법과 인공지능을 이용한 신호처리를 통해 정확도를 향상시키고, 위험을 예측하는 과정을 소개하고 있다 [14]. 코로나-19 팬데믹 상황에서 원격의료를 가능하게 하기 위해서는 안정적이고 저렴한 혈당측정 센서가 요구되며, 이를 통해 원격의료의 효과를 향상시킬 수 있다.

IV. 원격의료에 따른 의료기기 공급과 폐기물 처리

전통적 의료체계에서는 의료기관을 중심으로 의료기기 및 의료용품의 공급과 서비스, 사용 후 폐기물의 생산이 집중되어 있기 때문에 이를 관리하는 전문 부서와 공급자, 의료폐기물 처리업체간 정보의 공유 및 서비스가 원활하게 진행되었다. 그러나 코로나-19 팬데믹 상황에서 전례 없는 의료장비 및 용품에 대한 급격한 수요 증가와 다 기관이 함께 대응해야 하는 상황에서는 현재의 공급 체계가 원활하게 작동하지 못하였다 [2]. 또한, 사용 후 발생하는 위해할 수 있는 전염병 관련 의료폐기물의 처리도 해결해야 하는 의료적 문제로 부각되었다. 2008년 정부는 RFID(Radio frequency identification) 기술을 의료폐기물에 적용하여 의무적으로 배출, 운반, 처리정보를 실시간 전송하는 allbaro 시스템을 구축하고 사용을 의무화 하였다 [15]. 그러나 코로나-19 팬데믹으로 인한 의료폐기물의 증가와 오미크론 변이 확산에 따른 코로나-19 폐기물 분류체계의 변경 등으로 의료폐기물의 관리가 세계적으로 부실해지는 상황에 직면하고 있다 [16].

특히, 원격의료로 인해 의료기기의 사용자가 개별 환자로 확대되고, 사용 장소가 재택으로 확대되면서 요구하는 의료기기 및 용품의 공급과 관리가 복잡해졌다. 공급자는 개별 사용자의 수요를 예측하여 생산 및 재고 관리, 공급을 진행해야하며, 가정에서 생산되는 감염 가능성 있는 의료폐기물들의 수거를 적절한 기준을 가지고 분류, 처리하는 과정이 요구된다. 이는 상당한 교육이 필요한 업무이기 때문에 이를 일반 환자에게 책임을 전가시키는 것은 어렵다. Ahmad et al.의 연구에서는 분산형 블록체인 기술을 기반으로 의료 장비에 대한 순방향 공급망 프로세스를 자동화하고, 폐기물과 관련된 모든 관계자의 정보교환을 안전하고 투명하게 추적하는 방식을 제안하고 있다 [17]. 또한 경제성 평가를 통해 비용의 효율성을 검증하였다.

경제적인 목적 이외에도 필요로 하는 의료기기 및 용품의 수요 예측과 유지, 관리는 공급자의 생산 및 의료자원의 효율적 관리, 활용에 필수적이며, 폐기물에 대한 안전한 처리는 이를 관리하는 정부 및 서비스 사용자의 신뢰를 향상시킬 수 있다. 그러나 이러한 관리 체계는 의료기기 제조사, 의료기관, 폐기물 관리업체, 그리고 이를 관할하는 정부조직이 연계되어야 수행될 수 있으며, 스마트 의료기기가 도입된 원격진료를 위해서는 암호화 기술의 적용과 함께 제도적 보완이 필요하다.

V. 포스트 코로나 시대의 원격의료와 스마트 의료기기에 대한 제언

코로나-19 팬데믹을 통해 세계는 의료서비스 및 삶의 새로운 형태를 경험하게 되었다. 그 결과 코로나-19 이전으로 우리 삶의 방식과 의료서비스가 복귀되는 일은 없을 것이며, 제2, 제3의 코로나-19 상황을 대비하는 새로운 의료체계 구축과 스마트 의료기기 개발을 요구하고 있다. 정부에서도 보건의료자원의 효율적 통합관리의 중요성을 인지하고 기존 보건복지부, 행정안전부, 식품의약품안전처, 질병관리청 등으로 분산되어 운영되는 관리체계를 하나로 통합하고자 하는 노력이 범부처 차원에서 이루어지고 있다. 이를 위해서는 복잡해진 의료서비스 주체들과 개별 사용자들의 수요, 공급을 이어줄 효율적 분산 관리 시스템의 구축이 동반되어야 하며, 정형/비정형 의료

데이터의 가공 및 보안을 제공할 수 있는 블록체인기술의 활용이 필요하다.

병원-의료보험-환자로 이어지는 중심적 의료행위의 가치사슬을 유지하되, 인공지능, 의료 빅데이터 및 유전체 분석, 원격의료 스마트 의료기기, 기타 IT 솔루션 등 의료기관 이외 능동적으로 의료를 보완할 수 있는 서비스 주체들의 참여를 독려하는 것이 필요하다. 코로나-19 팬데믹 이전에도 의료 산업에서 진단, 환자 및 서비스 관리에 인공지능, 원격 모니터링, 블록체인, 빅데이터 등의 기술이 적용되었지만, 적극적인 임상 활용이 이루어지지 않았으며, 기술 적용에 따른 유효성도 후향적 데이터 분석이나 일부 제한된 전향적 임상시험을 통해서만 검증되었었다. 그러나 우리가 원하든 원하지 않았던 코로나-19의 확산을 통해 우리는 매우 값비싼 비용을 지불하고 이를 체험하였으며, 분야별 스마트 기술의 적용과 스마트 의료기기의 효과를 몸소 확인하였다. 양질의 의료서비스를 신속하고 효율적으로 제공할 수 있는 스마트 의료기기의 개발과 원격의료를 위한 첨단 ICT 기술의 적용과 함께 실제 환자에게 건강과 비용, 그리고 추가적인 가치를 생성할 수 있는지 냉철한 분석과 사례를 기반으로 스마트 의료서비스의 적용을 점검하는 것이 포스트 코로나 시대의 미래 의료서비스를 준비하는 방법이라고 제안한다.

참고문헌

[1] 의료기기법 [법률 제18446호] 식품의약품안전처 2021.8.17. 개정

[2] Ranney, M.L., Griffeth, V. and Jha, A.K., 2020. Critical supply shortages—the need for ventilators and personal protective equipment during the Covid-19 pandemic. New England Journal of Medicine, 382(18), p.e41.

[3] Queen, D., 2021. Impact of COVID□19 on the medical device companies who serve wound care. International Wound Journal, 18(3), p.247.

[4] Williamson, E.J., Walker, A.J., Bhaskaran, K., Bacon, S., Bates, C., Morton, C.E., Curtis, H.J., Mehrkar, A., Evans, D., Inglesby, P. and Cockburn, J., 2020. Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. Nature, 584(7821), pp.430-436.

[5] Chen, R., Liang, W., Jiang, M., Guan, W., Zhan, C., Wang, T., Tang, C., Sang, L., Liu, J., Ni, Z. and Hu, Y., 2020. Risk factors of fatal outcome in hospitalized subjects with coronavirus disease 2019 from a nationwide analysis in China. Chest, 158(1), pp.97-105.

[6] Hall, A.G., Kim, D.H., Rainey, C. and Singh, J.A., 2022. Telemedicine including video-based visits in rheumatology in COVID-19 pandemic: not yet ideal. JCR: Journal of Clinical Rheumatology, 28(1), pp.e292-e293.

[7] Santos-Moreno, P., Rodríguez-Vargas, G.S., Casanova, R., Rubio-Rubio, J.A., Chávez-Chávez, J., Rivera-Triana, D.P., Castiblanco-Montañez, R.A., Hernández-Zambrano, S.M., Villareal, L. and Rojas-Villarraga, A., 2021. Evaluation of a Non-Face-to-Face Multidisciplinary Health Care Model in a Population with Rheumatoid Arthritis Vulnerable to COVID-19 in a Health Emergency Situation. In Healthcare, 9(12), p.1744.

[8] Kim, H., Lee, H., Park, C.S., Kim, S., Cho, S.A., Yoo, S.M., Kim, J.A. and Lee, J.Y., 2021. Preliminary results of teleconsultations temporarily allowed during the COVID-19 pandemic. Yonsei medical journal, 62(9), p.850.

[9] Jnr, B.A., 2020. Use of telemedicine and virtual care for remote treatment in response to COVID-19 pandemic. Journal of medical systems, 44(7), pp.1-9.

[10] Haverkamp, W., Butler, J. and Anker, S.D., 2021. Can we trust a smartwatch ECG? Potential and limitations. European Journal of Heart Failure, 23(6), pp.850-853.

[11] Perez, M.V., Mahaffey, K.W., Hedlin, H., Rumsfeld, J.S., Garcia, A., Ferris, T., Balasubramanian, V., Russo, A.M., Rajmane, A., Cheung, L. and Hung, G., 2019. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. New England Journal of Medicine, 381(20), pp.1909-1917.

[12] Fan, K.G., Mandel, J., Agnihotri, P. and Tai-Seale, M., 2020. Remote patient monitoring technologies for predicting chronic obstructive pulmonary disease exacerbations: Review and comparison. JMIR mHealth and uHealth, 8(5), p.e16147.

[13] Persell, S.D., Anthony, L., Peprah, Y., Petito, L., Lee, J.Y.,

Li, J. and Sato, H., 2021. A Pilot Study of Remote Patient Monitoring for Hypertension in Primary Care. Circulation, 144(Suppl_1), pp.A12360-A12360.

[14] Xue, Y., Thalmayer, A.S., Zeising, S., Fischer, G. and Lübke, M., 2022. Commercial and Scientific Solutions for Blood Glucose Monitoring—A Review. Sensors, 22(2), p.425.

[15] 무선주파수인식방법을 이용한 의료폐기물의 인계 · 인수 등에 관한 고시 (환경부 제2008-116호)

[16] Zarocostas, J., 2022. WHO concerned over COVID-19 health-care waste. The Lancet, 399(10324), p.507.

[17] Ahmad, R.W., Salah, K., Jayaraman, R., Yaqoob, I., Omar, M. and Ellahham, S., 2021. Blockchain-based forward supply chain and waste management for COVID-19 medical equipment and supplies. IEEE Access, 9, pp.44905-44927.

오동인

- 1999년 2월 경희대학교 공과대학 전자전파계열 학사
- 2002년 2월 경희대학교 공과대학 전자공학과 석사
- 2006년 2월 경희대학교 전자정보대학 한방시스템공학과 박사
- 2007년 3월 ~ 2009년 8월 영국 University College London, Post-doc
- 2009년 9월 ~ 2010년 1월 경희대학교 임피던스영상신기술연구센터 연구교수
- 2010년 2월 ~ 2015년 3월 경희대학교 전자정보대학 생체의공학과 조교수
- 2015년 4월 ~ 현재 경희대학교 의과대학 의공학교실 교수
- 2021년 9월 ~ 현재 경희대학교 임피던스영상신기술연구센터장

〈관심 분야〉
Medical Instrumentation, Bio-signal Processing, Electrical Impedance Tomography

THE INSTITUTE OF ELECTRONICS AND INFORMATION ENGINEERS

논문지 논문목차

전자공학회 논문지 제 59권 4호 발행

통신 분야

[통신]

반도체 분야

[반도체 소자 및 재료]

[SoC 설계]

컴퓨터 분야

[융합컴퓨팅]

인공지능 신호처리 분야

[영상 신호처리]

- 평판형 다이나믹 디텍터를 위한 상관도 기반 지연보정계수 측정
  이은애, 김동식

시스템 및 제어 분야

[회로 및 시스템]

- 향상된 등가 모델링 기법을 이용한 저 손실 대역 통과 필터 설계
  윤석, 김유선, 배석, 임영석

산업전자 분야

[신호처리 및 시스템]

- 직류전원시스템에서 발생하는 아크사고 검출기법에 대한 연구
  안창환

2021년 하계종합학술대회 우수논문

- 스펙트럼 첨도를 이용한 ResNet 기반의 표적 분류 성능 분석
  김지현, 박도현, 김형남

박사학위 논문초록

김우재
KIM WOOJAE
연세대학교

학위논문 제목	국문 : 몰입형 VR 경험을 위한 VR 피로도 저감과 개인화된 비디오 향상 기법
	영문 : Enhancement of VR Content for Immersive VR Experience: from VR Sickness Mitigation to Personalized Video Enhancement
학위취득	연세대학교
취득년월	2021년 8월
지도교수	이상훈(연세대학교 교수)
KEY WORD	VR sickness mitigation, VR presence, 360 Saliency, Foveation, Human Visual System (HVS), Personalized Video Enhancement, Deep-learning.

〈논문 요약〉

대부분의 기존 파노라믹 360 가상현실 (VR) 콘텐츠는 VR 피로도를 고려하지 않고 제작되어왔다. 따라서 시청안전의 문제는 지속적으로 VR 산업의 중대한 문제로 지적되어 오고 있다.

본 논문은 사용자가 VR 경험시 느끼는 VR 피로도와 VR 현장감을 개선하는 연구이다. 이를 위해, 우선적으로 기존의 대용량 VR 피로도 및 VR 현장감 데이터베이스로부터 확장된 VRSP360 데이터베이스를 기반으로 시선추적 (Eye-tracking) 실험을 수행한다. 시선추적 실험결과 사용자가 과도한 피로도를 경험할 경우 시각 초점이 영상 중심부로 과도하게 집중 (center-bias) 되는 현상을 관찰할 수 있었고, 이는 우리가 사용자의 VR 피로도 저감을 위해 주변시를 차단해야 하는 동기를 부여한다. 우리는 주변시 차단을 위해 VR 피로도 예측결과에 적응적인 흐림효과를 선택하고, 나아가 인간시각의 중심와 (Fovea) 가 불균형적으로 (Non-uniformly) 분포하는 특징을 반영하여 포비티드 (Foveated) 흐림효과를 적용하였다. VR 현장감의 향상을 위해서는, 사용자 개인의 영상 선호도를 반영하기위해 기존의 다양하게 비디오를 향상하는 방법인 DaVIE를 활용하여 다양한 잠재 변수 (latent) 공간의 향상 선호정도를 획득하고, 주관적으로 선호되는 잠재 변수를 선택할 수 있게 함으로써 개인의 시각적 VR 현장감을 개선한다. 실험결과, 제안하는 VRSP360 데이터베이스에서 사용자의 VR 피로도는 25%가량 감소되었고, 영상의 흐림효과가 들어감에도 불구하고 현장감 개선으로 인해 VR 현장감은 7%가량 향상된 것을 확인할 수 있었다. 실험은 엄격한 실험환경 아래 수행되었으며, 총 27명의 피험자가 참여하였다.

국내외학술행사안내

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

〉〉2022년 5월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
05. 01. - 05. 05.	2022 IEEE-IAS/PCA Cement Industry Conference (IAS/PCA)	Las Vegas, Nevada, USA	https://cementconference.org/
05. 02. - 05. 05.	2022 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC)	Virtual Conference	http://icbc2022.ieee-icbc.org/
05. 02. - 05. 05.	IEEE INFOCOM 2022 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)	Virtual Conference	https://infocom2022.ieee-infocom.org/
05. 02. - 05. 06.	2022 IEEE PES Transactive Energy Systems Conference (TESC)	Virtual Conference	https://ieee-tesc.org/
05. 04. - 05. 05.	2022 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CIFEr)	Helsinki, Finland	http://cifer.risklab.fi/
05. 04. - 05. 06.	2022 21st ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN)	Milano, Italy	http://ipsn.acm.org/2022/
05. 06. - 05. 08.	2022 3rd Information Communication Technologies Conference (ICTC)	Nanjing, China	http://www.ictc.net/
05. 08. - 05. 09.	2022 2nd International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC)	Cairo, Egypt	http://miucc.miuegypt.edu.eg/
05. 08. - 05. 11.	2022 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC)	Beijing, China	http://apemc.org/
05. 09. - 05. 12.	2022 IEEE 38th International Conference on Data Engineering (ICDE)	Virtual Conference	http://icde2022.ieeecomputer.my/
05. 09. - 05. 12.	2022 IEEE 7th International Energy Conference (ENERGYCON)	Riga, Latvia	http://ieee-energycon2022.org/
05. 09. - 05. 12.	2022 23rd International Radar Symposium (IRS)	Gdansk, Poland	http://mrw2022.org/irs/
05. 10. - 05. 13.	2022 International Conference on Intelligent Systems and Computational Intelligence (ICISCI)	Changsha, China	http://icisci2022.org/
05. 11. - 05. 12.	2022 8th International Conference on Web Research (ICWR)	Tehran, Iran	http://iranwebconf.ir/
05. 11. - 05. 15.	2022 45th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)	Vienna, Austria	https://www.isse2022.at/isse-2022
05. 14. - 05. 15.	2022 IEEE Sensor Interfaces Meeting (SIM)	Eindhoven, Netherlands	https://2020.ieee-sim.org/
05. 15. - 05. 18.	2022 IEEE International Memory Workshop (IMW)	Dresden, Germany	http://www.ewh.ieee.org/soc/eds/imw/
05. 15. - 05. 19.	2022 International Power Electronics Conference (IPEC-Himeji 2022- ECCE Asia)	Himeji, Japan	https://www.ipec2022.org/
05. 15. - 05. 20.	2022 Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)	San Jose, California, USA	http://www.cleoconference.org/home/
05. 16. - 05. 18.	2022 International Workshop on Antenna Technology (iWAT)	Dublin, Ireland	http://iwat2022.org/
05. 16. - 05. 18.	2022 14th German Microwave Conference (GeMiC)	Ulm, Germany	http://www.gemic2021.de/
05. 16. - 05. 19.	2022 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)	Ottawa, Ontario, Canada	https://i2mtc2022.ieee-ims.org/
05. 16. - 05. 19.	2022 IEEE 6th International Conference on Fog and Edge Computing (ICFEC)	Messina, Italy	https://icfec2022.eecis.udel.edu/
05. 16. - 05. 20.	ICC 2022 - IEEE International Conference on Communications	Seoul, Korea (South)	http://icc2022.ieee-icc.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
05. 16. - 05. 20.	2022 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)	Sochi, Russia	http://icieam.su-ieee.ru/
05. 16. - 05. 20.	2022 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops)	Seoul, Korea (South)	https://icc2022.ieee-icc.org/
05. 17. - 05. 19.	2022 IEEE International Conference on RFID (RFID)	Las Vegas, Nevada, USA	http://2022.ieee-rfid.org/
05. 17. - 05. 19.	2022 IEEE 25th International Symposium On Real-Time Distributed Computing (ISORC)	Västerås, Sweden	http://isorc2022.github.io/
05. 17. - 05. 20.	2022 8th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)	Istanbul, Turkey	http://codit2022.com/
05. 18. - 05. 19.	2022 Applied Informatics International Conference (AiIC)	Virtual Conference	http://www.aiic.upm.edu.my/
05. 18. - 05. 20.	2022 14th Global Symposium on Millimeter-Waves & Terahertz (GSMM)	Seoul, Korea (South)	http://gsmm2022.org/
05. 18. - 05. 20.	2022 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)	Fez, Morocco	http://iscvconf.com/2022/
05. 18. - 05. 20.	2022 Joint International EUROSOI Workshop and International Conference on Ultimate Integration on Silicon (EuroSOI-ULIS)	Udine, Italy	https://eurosoiulis2022.com/
05. 19. - 05. 20.	2022 18th IEEE Workshop on Silicon Errors in Logic - System Effects (SELSE)	Virtual Conference	http://selse.org/
05. 19. - 05. 20.	2022 7th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)	Bangkok, Thailand	https://icbir.tni.ac.th/
05. 19. - 05. 21.	2022 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)	Cluj-Napoca, Romania	http://www.aqtr.ro/
05. 19. - 05. 21.	2022 IEEE International Conference on Electro Information Technology (eIT)	Mankato, Minnesota, USA	http://www.eit-conference.org/eit2022
05. 20. - 05. 22.	2022 IEEE IAS Global Conference on Emerging Technologies (GlobConET)	Virtual Conference	http://www.globconet.org/
05. 21. - 05. 23.	2022 34th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)	Hefei, China	http://www.ccdc.neu.edu.cn/
05. 22. - 05. 24.	2022 2nd International Conference of Smart Systems and Emerging Technologies (SMARTTECH)	Virtual Conference	http://smarttech.riotu-lab.org/
05. 22. - 05. 24.	2022 IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS)	Singapore, Singapore	https://ispass.org/ispass2022/
05. 22. - 05. 26.	2022 IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS)	Seattle, Washington, USA	http://icops2022.org/index.html
05. 22. - 05. 26.	2022 IEEE 34th International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs (ISPSD)	Vancouver, British Columbia, Canada	http://ispsd2022.com/#!
05. 23. - 05. 25.	2022 IEEE 31st Microelectronics Design & Test Symposium (MDTS)	Albany, New York, USA	http://mdts.ieee.org/
05. 23. - 05. 25.	2022 IEEE 2nd International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA)	Sabratha, Libya	http://mista-con.org/
05. 23. - 05. 26.	2022 ELEKTRO (ELEKTRO)	Krakow, Poland	http://elektro.uniza.sk/
05. 23. - 05. 27.	2022 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)	Philadelphia, Pennsylvania, USA	http://www.icra2022.org/
05. 23. - 05. 27.	2022 IEEE European Test Symposium (ETS)	Barcelona, Spain	https://ets2022.upc.edu/en
05. 24. - 05. 26.	2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA)	Split, Croatia	http://www.sgsma2022.org/
05. 25. - 05. 27.	2022 IEEE/ACIS 20th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA)	Las Vegas, Nevada, USA	http://acisinternational.org/conferences/sera-2022
05. 25. - 05. 27.	2022 IEEE International Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS)	Larnaca, Cyprus	http://cyprusconferences.org/eais2022/
05. 25. - 05. 27.	2022 6th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)	Madurai, India	http://iciccs.com/2022/
05. 25. - 05. 27.	2022 IEEE International Workshop on Metrology for Living Environment (MetroLivEn)	Cosenza, Italy	http://www.metrolivenv.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
05. 26. - 05. 27.	2022 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COM-IT-CON)	Virtual Conference	http://manavrachna.edu.in/comitcon/
05. 26. - 05. 27.	2022 Smart City Symposium Prague (SCSP)	Prague, Czech Republic	https://akce.fd.cvut.cz/en/scsp2022
05. 26. - 05. 27.	2022 Trends in Electrical, Electronics, Computer Engineering Conference (TEECCON)	Virtual Conference	https://reva.edu.in/teeccon-2021/
05. 26. - 05. 28.	2022 8th International Conference on Virtual Reality (ICVR)	Nanjing, China	http://www.icvr.org/
05. 27. - 05. 29.	2022 IEEE 4th Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability (ECBIOS)	Tainan, Taiwan	http://www.ecbios.asia/
05. 27. - 05. 29.	2022 IEEE 2nd International Conference on Electronic Technology, Communication and Information (ICETCI)	Virtual Conference	http://www.icetci.org/
05. 27. - 05. 29.	2022 3rd International Conference for Emerging Technology (INCET)	Belgaum, India	http://www.incet.org/
05. 27. - 05. 29.	2022 Prognostics and Health Management Conference (PHM-2022 London)	Virtual Conference	http://www.phmice.org/
05. 27. - 06. 01.	2022 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)	Austin, Texas, USA	https://www.iscas2022.org/
05. 28. - 06. 01.	2022 9th Conference on PET/MR and SPECT/MR and the Total-body PET Workshop (PSMR)	La Biodola, Elba Island (LI), Italy	https://fismed.df.unipi.it/psmrtbp2022/
05. 29. - 06. 01.	2022 20th International Conference on Harmonics & Quality of Power (ICHQP)	Naples, Italy	http://ichqp2022.org/
05. 29. - 06. 01.	2022 IEEE International Symposium on Olfaction and Electronic Nose (ISOEN)	Aveiro, Portugal	http://www.isoen2022.org/
05. 29. - 06. 02.	2022 IEEE 21st International Conference on Dielectric Liquids (ICDL)	Sevilla, Spain	http://www.icdl2021.org/
05. 30. - 06. 01.	2022 18th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)	Marina del Rey, Los Angeles, California, USA	http://www.dcoss.org/
05. 30. - 06. 01.	2022 29th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS)	Saint Petersburg, Russia	http://www.elektropribor.spb.ru/en/conferences/1520/
05. 30. - 06. 03.	2022 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS)	Lyon, France	http://www.ipdps.org/
05. 30. - 06. 04.	2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)	Vienna, Austria	http://immersivelrn.org/ilrn2022/
05. 31. - 06. 03.	2022 21st IEEE Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems (iTherm)	San Diego, California, USA	https://www.ieee-itherm.net/
》2022년 6월			
06. 01. - 06. 03.	2021 Joint Conference - 11th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting & 17th International Symposium on the Science and Technology of Lighting (EEDAL/LS:17)	Toulouse, France	https://eedal-ls21.sciencesconf.org/
06. 01. - 06. 04.	2022 22nd International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA)	Bourgas, Bulgaria	https://siela.tu-sofia.bg/
06. 01. - 06. 03.	2022 29th International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)	Sofia, Bulgaria	http://iwssip.bg/
06. 01. - 06. 03.	2022 16th International Conference on Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems (Pyatnitskiy's Conference) (STAB)	Moscow, Russia	https://stab22.ipu.ru/en/about
06. 01. - 06. 03.	2022 IEEE 31st International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)	Anchorage, Alaska, USA	https://www.ieee-isie2022.org/
06. 02. - 06. 04.	2021 International Conference on Biomedical Innovations and Applications (BIA)	Varna, Bulgaria	http://biaconf.tu-varna.bg/index.php
06. 05. - 06. 08.	2022 IEEE Wireless Antenna and Microwave Symposium (WAMS)	Rourkela, India	http://www.wams.co.in/
06. 06. - 06. 10.	2022 59th ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC)	San Francisco, California, USA	https://www.dac.com/
06. 06. - 06. 07.	2022 IEEE Women in Engineering International Leadership Conference (WIE ILC)	San Diego, California, USA	https://ieee-wie-ilc.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
06. 06. - 06. 08.	2022 IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM)	Detroit (Romulus), Michigan, USA	http://www.phmconf.org/
06. 06. - 06. 09.	2022 23rd IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM)	Paphos, Cyprus	https://mdm2022.cs.ucy.ac.cy/
06. 06. - 06. 07.	2022 Engineering and Technology for Sustainable Architectural and Interior Design Environments (ETSAIDE)	Virtual Conference	https://ideic.gulfuniversity.org/committees/
06. 06. - 06. 10.	2022 IEEE 7th European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P)	Genoa, Italy	http://www.ieee-security.org/TC/EuroSP2022/
06. 06. - 06. 08.	2022 IEEE 23rd International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR)	Taicang, Jiangsu, China	https://hpsr2022.ieee-hpsr.org/
06. 06. - 06. 10.	2022 IEEE World AI IoT Congress (AIIoT)	Virtual Conference	https://worldaiiotcongress.org/
06. 06. - 06. 10.	2022 IEEE Conference on Cognitive and Computational Aspects of Situation Management (CogSIMA)	Salerno, Italy	https://edas.info/web/cogsima2022/
06. 06. - 06. 07.	2022 10th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS)	Istanbul, Turkey	https://isdfs.org/
06. 06. - 06. 10.	2022 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW)	Genoa, Italy	http://www.ieee-security.org/TC/EuroSP2022/index.html
06. 06. - 06. 10.	2022 19th International Summer School for Advanced Studies on Biometric Authentication: Continually Learning Biometrics (SSB)	Virtual Conference	http://biometrics.uniss.it/
06. 06. - 06. 09.	2022 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)	Sofia, Bulgaria	https://blackseacom2022.ieee-blackseacom.org/
06. 07. - 06. 09.	2022 IEEE International Workshop Technical Committee on Communications Quality and Reliability (CQR)	Washington, District of Columbia, USA	https://cqr2022.ieee-cqr.org/
06. 07. - 06. 09.	2022 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT (MetroInd4.0&IoT)	Trento, Italy	https://www.metroind40iot.org/
06. 07. - 06.10.	2022 12th International Conference on Pattern Recognition Systems (ICPRS)	Saint-Etienne, France	http://s836450039.websitehome.co.uk/icprs22/
06. 07. - 06. 09.	2022 International Conference on Localization and GNSS (ICL-GNSS)	Tampere, Finland	https://events.tuni.fi/icl-gnss2022/
06. 07. - 06. 11.	2022 11th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)	Budva, Montenegro	https://mecoconference.me/
06. 08. - 06. 10.	2022 American Control Conference (ACC)	Atlanta, Georgia, USA	https://acc2022.a2c2.org/
06. 08. - 06. 10.	2022 22nd International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)	Kouty nad Desnou, Czech Republic	http://www.epe-conference.eu/
06. 08. - 06. 10.	2022 11th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST)	Bremen, Germany	http://www.ids.uni-bremen.de/conf/mocast2022/index.html
06. 09. - 06. 11.	2022 6th International Conference on Robotics and Automation Sciences (ICRAS)	Wuhan, China	http://www.icras.org/
06. 09. - 06. 11.	2022 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)	Ruzomberok, Slovakia	http://acit.wunu.edu.ua/
06. 09. - 06. 11.	2022 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT)	Moscow, Russia	https://mwent.hse.ru/en/
06. 09. - 06. 11.	2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)	Ankara, Turkey	http://www.horacongress.com/
06. 10. - 06. 12.	2022 IEEE/ACM 30th International Symposium on Quality of Service (IWQoS)	Virtual Conference	https://iwqos2022.ieee-iwqos.org/
06. 11. - 06. 15.	2022 ACM/IEEE 49th Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA)	New York, New York, USA	https://iscaconf.org/isca2022/
06. 12. - 06. 16.	2022 IEEE IAS Pulp and Paper Industry Conference (PPIC)	Niagara Falls, Ontario, Canada	https://www.pulppaper.org/
06. 12. - 06. 16.	2022 17th Conference on Ph.D Research in Microelectronics and Electronics (PRIME)	Villasimius, SU, Italy	http://prime-conference.org/
06. 13. - 06. 15.	2022 IEEE 4th International Conference on Artificial Intelligence Circuits and Systems (AICAS)	Incheon, Korea (South)	https://aicas2022.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
06. 13. - 06. 15.	2022 26th International Conference Electronics	Palanga, Lithuania	http://electronicsconf.ktu.edu/index.php/elc
06. 13. - 06. 16.	2022 IFIP Networking Conference (IFIP Networking)	Catania, Italy	http://networking.ifip.org/2022/
06. 14. - 06. 16.	2022 IEEE 21st Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON)	Palermo, Italy	https://melecon2022.org/
06. 14. - 06. 17.	2022 IEEE 23rd International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)	Belfast, United Kingdom	https://computing.ulster.ac.uk/WoWMoM2022/
06. 15. - 06. 17.	2022 IEEE 9th International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA)	Chemnitz, Germany	https://civemsa2022.ieee-ims.org/
06. 15. - 06. 17.	2022 IEEE/AIAA Transportation Electrification Conference and Electric Aircraft Technologies Symposium (ITEC+EATS)	Anaheim, California, USA	https://itec-conf.com/
06. 16. - 06. 18.	2022 57th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)	Ohrid, Macedonia	https://icestconf.org/
06. 16. - 06. 18.	2022 14th International Conference on Communications (COMM)	Bucharest, Romania	https://www.comms.ro/
06. 24. - 06. 06.	2022 III International Conference on Neural Networks and Neurotechnologies (NeuroNT)	Virtual Conference	https://etu.ru/en/university/conferences/iii-international-conference-on-neural-networks-and-neurotechnologies-neuront2022
06. 17. - 06. 19.	2022 IEEE 10th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC)	Chongqing, China	http://www.itaic.org/
06. 17. - 06. 19.	2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC)	Virtual Conference	https://www.aic2022.scrs.in/
06. 17. - 06. 19.	2022 IEEE 15th Dallas Circuit And System Conference (DCAS)	Dallas, Texas, USA	http://www.dcas2021.com/index.html
06. 18. - 06. 24.	2022 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)	New Orleans, Louisiana, USA	https://cvpr2022.thecvf.com/
06. 19. - 06. 24.	2022 IEEE/MTT-S International Microwave Symposium - IMS 2022	Denver, Colorado, USA	https://ims-ieee.org/
06. 19. - 06. 24.	2022 20th International Forum on MPSoC for Software-Defined Hardware (MPSoC)	Megève, France	http://mpsoc-forum.org/
06. 19. - 06. 22.	2022 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC)	Knoxville, Tennessee, USA	https://ieee-eic.org/
06. 19. - 06. 22.	2022 20th IEEE Interregional NEWCAS Conference (NEWCAS)	Quebec City, Quebec, Canada	https://newcas2022.org/
06. 19. - 06. 22.	2022 IEEE 94th Vehicular Technology Conference (VTC2022-Spring)	Virtual Conference	https://events.vtsociety.org/vtc2022-spring/
06. 19. - 06. 21.	2022 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC)	Denver, Colorado, USA	https://rfic-ieee.org/
06. 20. - 06. 24.	2022 International Conference Laser Optics (ICLO)	Saint Petersburg, Russia	https://www.laseroptics.ru/
06. 20. - 06. 23.	2022 IEEE 23rd Workshop on Control and Modeling for Power Electronics (COMPEL)	Tel Aviv, Israel	https://www.compel2022.org/
06. 21. - 06. 24.	2022 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)	Dubrovnik, Croatia	http://www.uasconferences.com/2022_icuas/
06. 22. - 06. 24.	2022 7th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)	Coimbatore, India	http://icoecs.org/2022/
06. 22. - 06. 24.	2022 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)	Messina, Italy	https://memea2022.ieee-ims.org/
06. 22. - 06. 23.	2022 9th Swiss Conference on Data Science (SDS)	Lucerne, Switzerland	https://www.sds2022.ch/
06. 22. - 06. 24.	2022 IEEE Conference on Dependable and Secure Computing (DSC)	Edinburgh, United Kingdom	https://attend.ieee.org/dsc-2022/
06. 22. - 06. 24.	2022 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM)	Sorrento, Italy	http://www.speedam.org/
06. 24. - 06. 26.	2022 99th ARFTG Microwave Measurement Conference (ARFTG)	Denver, Colorado, USA	https://www.arftg.org/
06. 24. - 06. 26.	2022 International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)	Hubli, India	http://inconf.in/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
06. 24. - 06. 26.	2022 7th International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCIA)	Nanjing, China	http://www.iccia.org/
06. 24. - 06. 26.	2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA)	Dalian, China	http://www.icaica.org/
06. 25. - 06. 25.	2022 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)	Shah Alam, Malaysia	https://sites.google.com/view/i2cacis/home
06. 25. - 06. 27.	2022 IEEE 9th International Conference on Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud)/2022 IEEE 8th International Conference on Edge Computing and Scalable Cloud (EdgeCom)	Xi'an, China	http://www.cloud-conf.net/cscloud/2022/cscloud/index.html
06. 26. - 06. 29.	2022 IEEE 14th Image, Video, and Multidimensional Signal Processing Workshop (IVMSP)	Nafplio, Greece	https://2022.ivmsp.org/
06. 26. - 06. 28.	2022 IEEE/ACIS 22nd International Conference on Computer and Information Science (ICIS)	Zhuhai, China	http://acisinternational.org/conferences/icis-2022/
06. 27. - 06. 30.	2022 IEEE International Interconnect Technology Conference (IITC)	San Jose, California, USA	https://iitc-conference.org/
06. 27. - 06. 29.	2022 IEEE 9th International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace)	Pisa, Italy	https://www.metroaerospace.org/
06. 27. - 06. 27.	2022 IEEE 8th International Conference on Network Softwarization (NetSoft)	Milan, Italy	https://netsoft2022.ieee-netsoft.org/
06. 27. - 06. 30.	2022 IEEE International Symposium on Hardware Oriented Security and Trust (HOST)	McLean, Virginia, USA	http://www.hostsymposium.org/
06. 27. - 07. 01.	2022 IEEE 46th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)	Turin, Italy	https://ieeecompsac.computer.org/2022/
06. 28. - 07. 01.	2022 30th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)	Vouliagmeni, Greece	https://www.med-control.org/med2022/
06. 29. - 07. 01.	2022 Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (XV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference) (TAEE)	Teruel, Spain	https://congresotaee.es/
06. 29. - 07. 01.	2022 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO)	Arkhangelsk, Russia	http://media-publisher.ru/en/about-synchroinfo-2022/
06. 29. - 07. 01.	2022 31st Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE)	Coimbra, Portugal	https://eaeeie.isec.pt/
06. 30. - 07. 02.	2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE)	Ruse, Bulgaria	http://eeae-conf.uni-ruse.bg/
06. 30. - 07. 01.	2022 14th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)	Ploiesti, Romania	https://ecai.ro/

〉〉2022년 7월

07.01	2022 International Young Engineers Forum (YEF-ECE)	Caparica / Lisbon, Portugal	http://sites.uninova.pt/yef-ece
07. 01. - 07. 03.	2022 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP)	Mumbai, India	https://www.ieeebombay.org/tensymp2022/
07. 01. - 07. 03.	2022 IEEE Students Conference on Engineering and Systems (SCES)	Virtual	http://www.mnnit.ac.in/sces2022/index.php
07. 01. - 07. 04.	2022 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)	Virtual	https://iscc2022.unipi.gr/
07. 01. - 07. 04.	2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)	Bucharest, Romania	https://tc.computer.org/tclt/icalt-2022/
07. 03. - 07. 07.	2022 IEEE European School of Information Theory (ESIT)	Vienna, Austria	https://www.itsoc.org/event/2022-ieee-european-school-information-theory-esit
07. 03. - 07. 07.	2022 27th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) and 2022 International Conference on Photonics in Switching and Computing (PSC)	Toyama, Japan	https://www.oeccpsc2022.org/index.html
07. 04. - 07. 06.	2022 IEEE International Workshop on Metrology for Automotive (MetroAutomotive)	Modena, Italy	https://www.metroautomotive.org/
07. 04. - 07. 06.	2022 IEEE 23rd International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communication (SPAWC)	Oulu, Finland	https://spawc2020.netlify.app/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
07. 04. - 07. 08.	2022 IEEE 22nd International Conference on Nanotechnology (NANO)	Palma de Mallorca, Spain	https://2022.ieeenano.org/
07. 04. - 07. 06.	2022 IEEE Latin American Electron Devices Conference (LAEDC)	Virtual	https://attend.ieee.org/laedc-2022/
07. 04. - 07. 08.	2022 1st International Conference on Sustainable Technology for Power and Energy Systems (STPES)	SRINAGAR, India	https://nitsrinagar.yawun.com/
07. 04. - 07. 06.	2022 Fifth International Workshop on Mobile Terahertz Systems (IWMTS)	Duisburg, Germany	http://www.iwmts.org/
07. 05. - 07. 08.	2022 Wireless Power Week (WPW)	Bordeaux, France	https://www.wpw2022.org/
07. 05. - 07. 08.	2022 29th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD)	Kyoto, Japan	http://www.amfpd.jp/
07. 05. - 07. 08.	2022 7th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)	Split / Bol, Croatia	https://2022.splitech.org/
07. 05. - 07. 08.	2022 Thirteenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)	Barcelona, Spain	http://icufn.org/
07. 05. - 07. 08.	2022 37th International Technical Conference on Circuits/ Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC)	Phuket, Thailand	https://www.itc-cscc2022.org/
07. 06. - 07. 08.	2022 1st International Conference on 6G Networking (6GNet)	Paris, France	https://6g-conference.dnac.org/
07. 06. - 07. 09.	2022 IEEE 10th Jubilee International Conference on Computational Cybernetics and Cyber-Medical Systems (ICCC 2022)	Reykjavík, Iceland	http://conf.uni-obuda.hu/iccc2022/
07. 08. - 07. 10.	2022 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT)	Virtual	http://ieee-conecct.org/
07. 10. - 07. 16.	2022 IEEE World Congress on Services (SERVICES)	Barcelona, Spain	https://conferences.computer.org/services/2022/
07. 11. - 07. 15.	2022 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)	Taipei, Taiwan	http://2022.ieeeicme.org/index.html
07. 11. - 07. 12.	2022 IEEE International Symposium on Local and Metropolitan Area Networks (LANMAN)	Virtual	https://lanman2022.ieee-lanman.org/
07. 11. - 07. 15.	2022 IEEE International Conference on Signal Processing and Communications (SPCOM)	Bangalore, India	https://ece.iisc.ac.in/~spcom/2022/index.html
07. 12. - 07. 14.	2022 IEEE BTS Pulse - 3rd Quarter (BTS PULSE - 3rd Quarter)	Virtual	https://bts.ieee.org/pulse.html
07. 12. - 07. 14.	2022 International Conference on Broadband Communications for Next Generation Networks and Multimedia Applications (CoBCom)	Graz, Austria	https://www.tugraz.at/en/institutes/ihf/news/conferences/
07. 13. - 07. 15.	2022 45th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)	Virtual	https://tsp.vutbr.cz/
07. 13. - 07. 15.	2022 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)	Athens, Greece	http://atc.udg.edu/CITS2022/
07. 15. - 07. 17.	2022 IEEE 12th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC)	Virtual	http://www.iceiec.org/
07. 15. - 07. 17.	2022 IEEE India Council International Subsections Conference (INDISCON)	Bhubaneswar, India	https://site.ieee.org/indiacouncil/about-indiscon/
07. 18. - 07. 20.	2022 IEEE Workshop on Complexity in Engineering (COMPENG)	Florence, Italy	https://compeng2020.ieeesezioneitalia.it/
07. 18. - 07. 20.	2022 IEEE International Symposium on Measurements & Networking (M&N)	Padua, Italy	https://mn2022.ieee-ims.org/
07. 19. - 07. 22.	2022 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)	Shenzhen, China	https://www.isncc-conf.org/
07. 20. - 07. 22.	2022 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)	Nepal	http://icicts.com/2022/index.html
07. 20. - 07. 22.	2022 13th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP)	Porto, Portugal	https://csndsp2022.av.it.pt/
07. 20. - 07. 22.	2022 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)	Prague, Czech Republic	http://www.icecet.com/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
07. 21. - 07. 23.	2022 IEEE 35th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)	Shenzen, China	http://2022.cbms-conference.org/
07. 22. - 07. 24.	2022 IEEE 5th International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII)	Hualien, Taiwan	http://www.ickii.org/
07. 23.	2022 IEEE 13th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)	Shah Alam, Malaysia	https://sites.google.com/view/icsgrc/home
07. 25. - 07. 28.	2022 International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN)	Honolulu, Hawaii, USA	http://www.icccn.org/icccn22/
07. 25. - 07. 27.	2022 IEEE International Conference on Cyber Security and Resilience (CSR)	Virtual	https://www.ieee-csr.org/
07. 26. - 07. 28.	2022 4th International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://razak.utm.my/icssa2022/
07. 27. - 07. 28.	2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT)	Virtual	http://icisit.org/
07. 27. - 07. 29.	2022 IEEE Ninth International Conference on Communications and Electronics (ICCE)	Nha Trang, Vietnam	https://ieee-icce.org/
07. 28. - 07. 30.	2022 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology (IAICT)	Virtual	http://iaict.org/
07. 29. - 07. 31.	2022 Second International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS)	Virtual	http://www.rit.ac.in/icngis2022/
07. 29. - 07. 30.	2022 6th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)	Nha Trang City, Vietnam	https://gtsd2022.hcmute.edu.vn/
07. 29. - 07. 30.	2022 IEEE International Conference on Data Science and Information System (ICDSIS)	Virtual	https://www.icdsis.in/index.php
〉〉2022년 8월			
08. 01. - 08. 03.	2022 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)	Sundsvall, Sweden	https://2022.sensorapps.org/
08. 01. - 08. 03.	2022 IEEE International Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS)	Barcelona, Spain	https://coinsconf.com/
08. 01. - 08. 05.	2022 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP)	Pasadena, California, USA	https://iccp2022.iccp-conference.org/
08. 01. - 08. 03.	2022 IEEE/ACM International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED)	Boston, Massachusetts, USA	http://www.islped.org/2022/
08. 01. - 08. 05.	2022 IEEE-NPSS Real Time Conference (RT)	Event Format: Virtual	https://indico.cern.ch/event/1109460/
08. 02. - 08. 04.	2022 IEEE 5th International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)	Event Format: Virtual	http://www.ieee-mipr.org/
08. 02. - 08. 03.	2022 10th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)	Event Format: Virtual	https://www.icoict.org/
08. 04. - 08. 06.	2022 IEEE/ACIS 7th International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (BCD)	Danang, Vietnam	http://acisinternational.org/conferences/bcd-2022/
08. 04. - 08. 06.	2022 IEEE 2nd International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation (SeFeT)	Hyderabad, India	http://www.sefet.griet.ac.in/
08. 04. - 08. 05.	2022 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)	Event Format: Virtual	http://icabcd.org/2022/
08. 05. - 08. 07.	2022 IEEE International Conference on Sensing, Diagnostics, Prognostics, and Control (SDPC)	Chongqing, China	http://www.sdpcconf.org/
08. 07. - 08. 11.	2022 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)	Portland, Oregon, USA	https://www.picmet.org/main/
08. 07. - 08. 10.	2022 IEEE 65th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)	Fukuoka, Japan	https://mwscas2022.org/
08. 07. - 08. 10.	2022 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)	Guilin, Guangxi, China	http://2022.ieee-icma.org/
08. 07. - 08. 10.	2022 IEEE 35th Computer Security Foundations Symposium (CSF)	Haifa, Israel	https://www.ieee-security.org/TC/CSF2022/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08. 08. - 08. 10.	2022 IEEE 9th International Conference on Photonics (ICP)	Kuala Lumpur, Malaysia	http://icp2022.photonicssociety.org.my/
08. 09. - 08. 11.	2022 IEEE 23rd International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)	Event Format: Virtual	https://homepages.uc.edu/~niunn/IRI22/
08. 09. - 08. 11.	2022 International Electronics Symposium (IES)	Surabaya, Indonesia	https://ies.pens.ac.id/2022/
08. 10. - 08. 12.	2022 IEEE 10th International Conference on Serious Games and Applications for Health(SeGAH)	Sydney, Australia	https://www.segah.org/2022/
08. 11. - 08. 12.	2022 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC)	Shenzhen, China	https://wocc.org/
08. 11. - 08. 13.	2022 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC)	Sanshui, Foshan, China	https://iccc2022.ieee-iccc.org/
08. 11. - 08. 13.	2022 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC Workshops)	Sanshui, Foshan, China	https://iccc2022.ieee-iccc.org/
08. 11. - 08. 12.	2022 Third International Conference on Intelligent Computing Instrumentation and Control Technologies (ICICICT)	Kannur, India	https://vjaei.com/
08. 11. - 08. 13.	2022 IEEE XXIX International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)	Lima, Peru	https://www.intercon.org.pe/2022/
08. 12. - 08. 13.	2022 1st International Conference on Sustainable Energy and Intelligent Engineering (SEIE)	Nishihara, Japan	https://seie.jp/
08. 12. - 08. 14.	2022 10th International Conference on Traffic and Logistic Engineering (ICTLE)	Macau, China	http://www.ictle.org/index.html
08. 15. - 08. 19.	2022 IEEE 30th International Requirements Engineering Conference (RE)	Event Format: Virtual	https://conf.researchr.org/home/RE-2022
08. 15. - 08. 20.	2022 IEEE North American School of Information Theory (NASIT)	Los Angeles, California, USA	https://www.itsoc.org/conferences/schools/NASIT2022
08. 15. - 08. 17.	2022 IEEE International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE)	Event Format: Virtual	https://ieeemalaysia-eds.org/icse2022/
08. 16. - 08. 20.	2022 19th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)	Islamabad, Pakistan	https://www.ibcast.org.pk/
08. 17. - 08. 19.	2022 3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)	Coimbatore, India	http://icesc.co.in/2022/
08. 17. - 08. 18.	2022 IEEE Symposium on Wireless Technology & Applications (ISWTA)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://www.iswta.asia/
08. 17. - 08. 19.	2022 IEEE Symposium on High-Performance Interconnects (HOTI)	Event Format: Virtual	http://hoti.org/
08. 19. - 08. 21.	2022 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)	Suzhou, China	https://www.ieee-smartiot.org/
08. 19. - 08. 21.	2022 IEEE 5th International Conference on Computer and Communication Engineering Technology (CCET)	Beijing, China	http://www.ccet.org/
08. 20. - 08. 21.	2022 14th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)	Hangzhou, China	http://ihmsc.zju.edu.cn/
08. 20. - 08. 21.	2022 IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications (AEECA)	Event Format: Virtual	http://www.aeeca.com/
08. 21. - 08. 24.	2022 IEEE Conference on Games (CoG)	Beijing, China	https://ieee-cog.org/
08. 21. - 08. 24.	2022 9th IEEE RAS/EMBS International Conference for Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob)	Seoul, Korea (South)	http://biorob2022.org/
08. 22. - 08. 26.	2022 IEEE PES/IAS PowerAfrica	Kigali, Rwanda	https://ieee-powerafrica.org/
08. 22. - 08. 25.	2022 26th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR)	Mi□dzyzdroje, Poland	http://mmar.edu.pl/
08. 22. - 08. 26.	2022 35th SBC/SBMicro/IEEE/ACM Symposium on Integrated Circuits and Systems Design (SBCCI)	Event Format: Virtual	https://www.ufrgs.br/chip-in-the-minuano/
08. 22. - 08. 26.	2022 6th International Symposium on Instrumentation Systems, Circuits and Transducers (INSCIT)	Event Format: Virtual	https://www.ufrgs.br/chip-in-the-minuano/inscit2022/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08. 22. - 08. 25.	2022 IEEE International Conferences on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing & Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical & Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData) and IEEE Congress on Cybermatics (Cybermatics)	Event Format: Virtual	http://ieee-cybermatics.org/2022/cybermatics/
08. 22. - 08. 25.	2022 IEEE 32nd International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP)	Xi'an, China	https://2022.ieeemlsp.org/
08. 22. - 08. 25.	2022 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)	Event Format: Virtual	http://www.blockchain-ieee.org/
08. 22. - 08. 25.	2022 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS)	Newark, California, USA	https://ieeedapps.net/
08. 22. - 08. 25.	2022 IEEE International Conference On Artificial Intelligence Testing (AITest)	Newark, California, USA	http://ieeetests.com/
08. 22. - 08. 25.	2022 IEEE Eight International Conference on Big Data Computing Service and Applications (BigDataService)	Newark, California, USA	http://big-dataservice.net/
08. 22. - 08. 25.	2022 10th IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering (MobileCloud)	San Francisco, California, USA	http://mobile-cloud.net/
08. 23. - 08. 25.	2022 11th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)	Event Format: Virtual	https://eeccis.ub.ac.id/2022/
08. 23. - 08. 25.	2022 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA)	Trieste, Italy	https://ccta2022.ieeecss.org/
08. 24. - 08. 26.	2022 IEEE International Workshop on Integrated Power Packaging (IWIPP)	Aalborg, Denmark	http://iwipp.org/
08. 24. - 08. 26.	2022 IEEE 7th Forum on Research and Technologies for Society and Industry Innovation (RTSI)	Paris, France	https://ieeefrance.org/rtsi2022/
08. 25. - 08. 27.	2022 Power System and Green Energy Conference (PSGEC)	Shanghai, China	https://www.psgec.org/
08. 25. - 08. 27.	2022 International Conference on Emerging Techniques in Computational Intelligence (ICETCI)	Hyderabad, India	https://www.ietcint.com/
08. 26. - 08. 29.	2022 IEEE 9th International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications (MAPE)	Chengdu, China	http://www.ieee-mape.org/index.html
08. 26. - 08. 27.	2022 6th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA)	Pune, India	http://iccubea.pccoepune.com/index.php
08. 26. - 08. 27.	2022 IEEE 12th International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)	Penang, Malaysia	http://acscrg.com/iccsce/2022/
08. 26. - 08. 28.	2022 2nd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON)	Ravet, India	http://asiancon.org/
08. 29. - 08. 31.	2022 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)	Busan, Korea (South)	http://rfit2022.org/
08. 29. - 09. 01.	2022 IEEE AUTOTESTCON	National Harbor, Maryland, USA	https://2022.autotestcon.com/
08. 29. - 08. 31.	2022 7th International Conference on Electric Vehicular Technology (ICEVT)	Event Format: Virtual	http://icevt.org/
08. 29. - 09.02.	2022 57th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)	Istanbul, Turkey	https://upec2022.khas.edu.tr/
08. 31. - 09.02.	2022 International Conference on Connected Systems & Intelligence (CSI)	Trivandrum, India	http://connected-systems.org/
〉〉2022년 9월			
09. 01.- 09. 03	2022 27th International Conference on Automation and Computing (ICAC)	Bristol, United Kingdom	http://www.cacsuk.co.uk/index.php/conferences
09. 01. - 09. 02	2022 3rd International Conference on Big Data Analytics and Practices (IBDAP)	Bangkok, Thailand	http://ibdap.org/
09. 04. - 09. 10	2022 International Russian Automation Conference (RusAutoCon)	Sochi, Russia	https://rusautocon.org/index-eng.html
09. 04. - 09. 07	2022 17th Conference on Computer Science and Intelligence Systems (FedCSIS)	Sofia, Bulgaria	https://fedcsis.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 05. - 09. 08	2022 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe	Gothenburg, Sweden	https://www.emceurope2022.org/
09. 05. - 09. 08	2022 International Workshop on Acoustic Signal Enhancement (IWAENC)	Bamberg, Germany	https://iwaenc2022.org/
09. 05. - 09. 07	2022 International Conference on Smart Energy Systems and Technologies (SEST)	Eindhoven, Netherlands	https://sest2022.org/
09. 05. - 09. 08	2022 IEEE 12th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)	Beijing, China	http://www.ipin-conference.org/2022/
09. 05. - 09. 09	2022 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)	Cape Town, South Africa	https://www.iceaa-offshore.org/j3/
09. 05. - 09. 09	2022 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)	Cape Town, South Africa	https://www.iceaa-offshore.org/j3/
09. 05. - 09. 08	2022 International Conference on Electrical Machines (ICEM)	Valencia, Spain	https://www.icem.cc/2022/
09. 05. - 09. 08	2022 IEEE International Mediterranean Conference on Communications and Networking (MeditCom)	Athens, Greece	https://meditcom2022.ieee-meditcom.org/
09. 05. - 09. 08	2022 IEEE 35th International System-on-Chip Conference (SOCC)	Belfast, United Kingdom	https://www.ieee-socc.org/
09. 05. - 09. 07	2022 Fourth International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)	San Antonio, Texas, USA	http://intelligenttech.org/BCCA2022/index.php
09. 05. - 09. 07	2022 International Conference on Intelligent Data Science Technologies and Applications (IDSTA)	San Antonio, Texas, USA	http://intelligenttech.org/IDSTA2022/index.php
09. 05. - 09. 07	2022 14th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)	Lippstadt, Germany	http://qomex2022.itec.aau.at/
09. 06. - 09. 09	2022 IEEE 27th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)	Stuttgart, Germany	https://2022.ieee-etfa.org/
09. 06. - 09. 08	2022 International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostika)	Pilsen, Czech Republic	https://www.diagnostika.zcu.cz/
09. 06. - 09. 08	2022 International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD)	Granada, Spain	https://congresos.ugr.es/sispad2022/
09. 06. - 09. 09	2022 IEEE 7th Optoelectronics Global Conference (OGC)	Shenzhen, China	http://www.ipsogc.org/
09. 06. - 09. 07	2022 International Conference on Applied Electronics (AE)	Pilsen, Czech Republic	https://www.appel.zcu.cz/
09. 07. - 09. 09	2022 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)	Vale□u Hrotovic, Czech Republic	https://site.ieee.org/iccst/2020-postponed-for-2021/
09. 07. - 09. 11	2022 XXXII International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance (MMA)	Sozopol, Bulgaria	http://www.metrology-bg.org/
09. 07. - 09. 09	2022 7th International Conference on Frontiers of Signal Processing (ICFSP)	Paris, France	http://www.icfsp.org/index.html
09. 07. - 09. 08	2022 Iraqi International Conference on Communication and Information Technologies (IICCIT)	Basrah, Iraq	http://iccit2022.com/
09. 07. - 09. 09	2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)	San Juan, Argentina	https://attend.ieee.org/argencon-2022/
09. 07. - 09. 09	2022 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)	Antalya, Turkey	http://asyu.inista.org/?language=EN
09. 08. - 09. 11	2022 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)	Santa Clara, California, USA	https://ieeeghtc.org/
09. 09. - 09. 10	2022 IEEE International Conference on Public Key Infrastructure and its Applications (PKIA)	Bangalore, India	https://pkiindia.in/pkia/
09. 11.- 09. 14	2022 10th European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP)	Lisbon, Portugal	https://euvip2022.org/
09. 11.- 09. 15	2022 21st International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems (ISAP)	Istanbul, Turkey	http://www.isap-power.org/2022/
09. 11.- 09. 16	2022 IEEE 12th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP)	Krakow, Poland	https://ieeenap.org/
09. 11.- 09. 14	2022 Cybernetics & Informatics (K&I)	Visegrád, Hungary	http://ki2022.sski.sk/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 11.- 09. 13	2022 1st International Conference on Logistics (ICL)	Jeddah, Saudi Arabia	https://computing.uj.edu.sa/Pages-International-Conference-on-Logistics-aspx
09. 12.- 09. 15	2022 IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL)	London, United Kingdom	https://icdl2022.qmul.ac.uk/
09. 12.- 09. 14	2022 IEEE Research and Applications of Photonics in Defense Conference (RAPID)	Miramar Beach, Florida, USA	https://ieee-rapid.org/
09. 12.- 09. 15	2022 IEEE 33rd Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)	Event Format: Virtual	https://pimrc2022.ieee-pimrc.org/
09. 12.- 09. 14	2022 IEEE 12th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)	Cagliari, Italy	https://2022.ieee-rfid-ta.org/
09. 12.- 09. 14	2022 IEEE 29th Symposium on Computer Arithmetic (ARITH)	Event Format: Virtual	https://arith2022.arithsymposium.org/
09. 12.- 09. 17	2022 Sixteenth International Congress on Artificial Materials for Novel Wave Phenomena (Metamaterials)	Siena, Italy	https://congress.metamorphose-vi.org/
09. 12.- 09. 13	2022 ACM/IEEE 4th Workshop on Machine Learning for CAD (MLCAD)	Utah, USA	https://mlcad.itec.kit.edu/
09. 12.- 09. 15	2022 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCom/CyberSciTech)	Falerna, Italy	http://cyber-science.org/2022/
09. 12.- 09. 14	2022 23rd International Radar Symposium (IRS)	Gdansk, Poland	https://mrw2022.org/irs/
09. 12.- 09. 14	2022 24th International Microwave and Radar Conference (MIKON)	Gdansk, Poland	https://mrw2022.org/mikon/
09. 12.- 09. 16	2022 International Conference on Numerical Simulation of Optoelectronic Devices (NUSOD)	Event Format: Virtual	https://www.nusod.org/2022/
09. 12.- 09. 14	2022 International Symposium ELMAR	Zadar, Croatia	https://www.elmar-zadar.org/2022/
09. 13.- 09. 14	2022 Sensor Signal Processing for Defence Conference (SSPD)	London, United Kingdom	https://sspd.eng.ed.ac.uk/
09. 13.- 09. 15	2022 18th International Conference on the European Energy Market (EEM)	Ljubljana, Slovenia	https://www.eem22.eu/
09. 13.- 09. 15	2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (IICAIET)	Kota Kinabalu, Malaysia	http://iicaiet.ieeesabah.org/
09. 13.- 09. 15	2022 IEEE International Workshop Technical Committee on Communications Quality and Reliability (CQR)	Washington, District of Columbia, USA	https://cqr2022.ieee-cqr.org/
09. 13.- 09. 16	2022 IEEE 9th Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC)	Sibiu, Romania	https://www.estc-conference.net/home
09. 13.- 09. 15	2022 XXXI International Scientific Conference Electronics (ET)	Sozopol, Bulgaria	http://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/?konf=24
09. 13.- 09. 16	2022 12th Workshop on Hyperspectral Imaging and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS)	Rome, Italy	https://www.ieee-whispers.com/
09. 14.- 09. 16	2022 International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG)	Darmstadt, Germany	https://biosig.de/
09. 14.- 09. 16	2022 V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil (AmITIC)	San Jose, Costa Rica	https://redamitic.utp.ac.pa/amitic2022/
09. 14.- 09. 16	2022 7th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)	Diyarbakir, Turkey	https://ubmk.itu.edu.tr/en/
09. 14.- 09. 16	2022 Forum on Specification & Design Languages (FDL)	Linz, Austria	https://fdl-conference.com/
09. 15.- 09. 16	2022 International Conference on Information Technologies (InfoTech)	Event Format: Virtual	http://infotech-bg.com/
09. 16.- 09. 18	2022 IEEE 10th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)	Hyderabad, India	https://r10htc2022.org/
09. 16.- 09. 18	2022 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security (ICBDS)	Pune, India	https://www.icbds.in/
09. 16.- 09. 18	2022 5th International Conference on Information Communication and Signal Processing (ICICSP)	Shenzhen, China	http://www.icsp.org/index.html

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 16.- 09. 18	2022 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Information Technology (AICIT)	Yichang, China	http://www.2022aicit.com/
09. 16.- 09. 18	2022 5th World Symposium on Communication Engineering (WSCE)	Nagoya, Japan	http://www.wsce.org/
09. 17.- 09. 18	2022 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)	Event Format: Virtual	http://isemantic.dinus.ac.id/2022/
09. 18.- 09. 23	2022 44th Annual EOS/ESD Symposium (EOS/ESD)	Reno, Nevada, USA	https://www.esda.org/events/44th-annual-eosesd-symposium-and-exhibits
09. 18.- 09. 20	2022 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)	Halifax, Nova Scotia, Canada	https://ccece2022.ieee.ca/
09. 18.- 09. 22	2022 European Conference on Optical Communication (ECOC)	Basel, Switzerland	https://www.ecoc.info/
09. 18.- 09. 22	2022 IEEE/AIAA 41st Digital Avionics Systems Conference (DASC)	Portsmouth, Virginia, USA	https://2022.dasconline.org/
09. 18.- 09. 21	2022 11th International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA)	Istanbul, Turkey	http://www.icrera.org/
09. 19.- 09. 21	2022 IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles Symposium (AUV)	Singapore	https://www.auv2022.org/
09. 19.- 09. 21	2022 Fourth International Conference on Transdisciplinary AI (TransAI)	Laguna Hills, California, USA	https://www.transai.org/
09. 19.- 09. 21	2022 5th International Conference on Artificial Intelligence for Industries (AI4I)	Laguna Hills, California, USA	https://www.ai4i.org/
09. 19.- 09. 21	2022 IEEE Fifth International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering (AIKE)	Laguna Hills, California, USA	https://www.ieee-aike.org/
09. 19.- 09. 22	ESSDERC 2022 - IEEE 52nd European Solid-State Device Research Conference (ESSDERC)	Milan, Italy	https://www.esscirc-essderc2022.org/
09. 19.- 09. 22	2022 IEEE Technology & Engineering Management Conference - Asia Pacific (TEMSCON-ASPAC)	Bangkok, Thailand	https://primary.temscon.org/wp-signup.php?new=2021.aspac.temscon.org
09. 19.- 09. 23	2022 IEEE High Performance Extreme Computing Conference (HPEC)	Event Format: Virtual	https://ieee-hpec.org/
09. 19.- 09. 21	2022 12th International Workshop on Resilient Networks Design and Modeling (RNDM)	Compiègne, France	http://www.rndm.pl/2022/
09. 19.- 09. 23	2022 20th International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad hoc, and Wireless Networks (WiOpt)	Torino, Italy	http://www.wi-opt.org/
09. 20.- 09. 23	2022 19th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON)	Event Format: Virtual	https://secon2022.ieee-secon.org/
09. 20.- 09. 22	2022 IEEE International Symposium on Product Compliance Engineering (ISPCE)	San Diego, California, USA	https://2022.psessymposium.org/
09. 20.- 09. 22	2022 IEEE 9th International Conference on Power Electronics Systems and Applications (PESA)	Event Format: Virtual	http://perc.polyu.edu.hk/pesa2022.html
09. 21.- 09. 23	2022 Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA)	Event Format: Virtual	http://spaconference.org.pl/
09. 21.- 09. 23	2022 4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)	Coimbatore, India	http://icircа18.com/2022/
09. 21.- 09. 23	2022 13th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)	Event Format: Virtual	https://scitope.com/coginfocom22/
09. 21.- 09. 23	2022 International Conference on Dynamics and Vibroacoustics of Machines (DVM)	Samara, Russia	http://dvm2022.ssau.ru/
09. 21.- 09. 23	2022 International Conference on IC Design and Technology (ICICDT)	Hanoi, Vietnam	https://www.ipms.fraunhofer.de/en/icicdt2021.html
09. 21.- 09. 22	2022 4th International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE)	Zakho, Iraq	https://web.uoz.edu.krd/events/155/2022-02-07/
09. 22.- 09. 23	2022 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM)	Helsinki, Finland	https://conf.researchr.org/home/esem-2022
09. 22.- 09. 23	2022 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE)	Saratov, Russia	http://apede.sstu.ru/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 22.- 09. 24	2022 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)	Split, Croatia	http://softcom2022.fesb.unist.hr/
09. 22.- 09. 23	2022 IEEE Electric Vehicles International Symposium (EVIS)	Morelia, Mexico	http://www.ieee-evis.org/
09. 23.- 09. 25	2022 IEEE 5th International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)	New Delhi, India	http://www.gucon.org/
09. 23.- 09. 30	2022 IEEE International Test Conference (ITC)	Anaheim, California, USA	http://www.itctestweek.org/
09. 23.- 09. 25	2022 15th International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)	Hangzhou, China	http://www.icacte.org/
09. 23.- 09. 25	2022 IEEE 5th International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE)	Event Format: Virtual	http://www.iciscae.org/
09. 23.- 09. 25	2022 5th International Conference on Intelligent Autonomous Systems (ICoIAS)	Dalian, China	http://www.icias.org/
09. 23.- 09. 25	2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon)	Magnitogorsk, Russia	http://uralcon.su-ieee.ru/index-eng.html
09. 23.- 09. 25	2022 5th International Conference on Intelligent Robotics and Control Engineering (IRCE)	Tianjin, China	http://www.irce.org/
09. 23.- 09. 25	2022 6th International Conference on Automation, Control and Robots (ICACR)	Shanghai, China	http://www.icacr.org/
09. 23.- 09. 24	2022 International Conference on Industry 4.0 Technology (I4Tech)	Pune, India	https://www.vit.edu/I4Tech2022/
09. 23.- 09. 26	2022 7th International Conference on Power and Renewable Energy (ICPRE)	Shanghai, China	http://www.icpre.org/
09. 23.- 09. 24	2022 International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies (ICETST)	Karachi, Pakistan	https://icetst.khi.nu.edu.pk/
09. 23.- 09. 26	2022 2nd International Conference on Intelligent Technology and Embedded Systems (ICITES)	Chengdu, China	http://www.icites.net/
09. 23.- 09. 25	2022 1st International Conference on Technology Innovation and Its Applications (ICTIIA)	Event Format: Virtual	https://ictiia.uph.edu/
09. 23.- 09. 25	2022 International Conference on Healthcare Engineering (ICHE)	Event Format: Virtual	https://www.healthcare-engineering.net/wp-content/endurance-page-cache/_index.html
09. 23	2022 IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON Workshops)	Event Format: Virtual	https://secon2022.ieee-secon.org/
09. 25.- 09. 27	2022 4th International Conference on Robotics and Computer Vision (ICRCV)	Wuhan, China	http://www.icrcv.org/
09. 25.- 09. 29	2022 IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Applications (ICHVE)	Chongqing, China	http://www.ichve2022.org/
09. 26.- 09. 27	2022 17th European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC)	Milan, Italy	https://www.eumweek.com/conferences/eumic.html
09. 26.- 09. 29	2022 IEEE IAS Petroleum and Chemical Industry Technical Conference (PCIC)	Denver, Colorado, USA	https://ieeepcic.com/
09. 26.- 10,1	2022 37th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)	Ann Arbor, Michigan, USA	https://conf.researchr.org/home/ase-2022
09. 26.- 09. 27	2022 IEEE International Symposium on Secure and Private Execution Environment Design (SEED)	Event Format: Virtual	http://seed-symposium.org/
09. 26.- 09. 29	2022 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)	Pafos, Cyprus	https://attend.ieee.org/isc2-2022/
09. 26.- 09. 30	2022 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E)	California, USA	https://conferences.computer.org/IC2E/
09. 26.- 09. 28	2022 IEEE/ACM 26th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT)	Alès, France	http://ds-rt.com/2022/
09. 26.- 09. 29	2022 IEEE 47th Conference on Local Computer Networks (LCN)	Edmonton, Alberta, Canada	https://www.ieeelcn.org/index.html
09. 26.- 09. 28	2022 15th International Conference Management of large-scale system development (MLSD)	Event Format: Virtual	https://mlsd2022.ipu.ru/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 26.- 09. 28	2022 IEEE 24th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP)	Event Format: Virtual	https://attend.ieee.org/mmsp-2022/
09. 26.- 09. 29	2022 IEEE 47th LCN Symposium on Emerging Topics in Networking (LCN Symposium)	Edmonton, Alberta, Canada	https://www.ieeelcn.org/index.html
09. 26.- 09. 27	2022 Conference on Sustainable Energy Supply and Energy Storage Systems (NEIS)	Hamburg, Germany	https://neis-conference.com/
09. 26.- 09. 28	2022 IEEE 8th International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA)	Melaka, Malaysia	http://icsima.ieeemy-ims.org/22/
09. 27.- 09. 29	2022 52nd European Microwave Conference (EuMC)	Milan, Italy	https://www.eumweek.com/conferences/eumc.html
09. 27.- 09. 30	2022 21st International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)	Xi'an, China	http://www.iscit2022.org.cn/
09. 27.- 09. 30	2022 4th Conference on Blockchain Research & Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS)	Paris, France	https://brains.dnac.org/2022/
09. 27.- 09. 28	2022 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs)	Banda Aceh, Indonesia	https://iceltics.unsyiah.ac.id/
09. 27.- 09. 30	2022 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)	Ioannina, Greece	http://bhi-bsn-2022.org/
09. 27.- 09. 30	2022 IEEE-EMBS International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)	Ioannina, Greece	http://bhi-bsn-2022.org/
09. 28.- 09. 30	2022 19th European Radar Conference (EuRAD)	Milan, Italy	https://www.eumweek.com/conferences/eurad.html
09. 28.- 09. 30	2022 5th International Conference on Renewable Energy and Power Engineering (REPE)	Beijing, China	http://www.repe.net/index.html
09. 28.- 09. 30	2022 IEEE 12th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS)	Cagliari, Italy	https://amps2022.ieee-ims.org/
09. 29.- 09. 30	2022 IEEE Learning with MOOCS (LWMOOCS)	Antigua Guatemala, Guatemala	https://lwmoocs-conference.org/
09. 29.- 09. 30	2022 XII International Conference on Virtual Campus (JICV)	Arequipa, Peru	http://www.uajournals.com/jornadascampusvirtuales/en/
09. 30.- 10. 01	2022 International Conference on Theoretical and Applied Computer Science and Engineering (ICTASCE)	Ankara, Turkey	http://www.ictacse.com/index.php/en/

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.sensorwyou.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㈜	정철동	서울시 강서구 마곡중앙10로 30	02-3777-1114	www.lginnotek.com
LG전자㈜	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,벤델레괴츠마티아스	경기도 안양시 동안구 흥안대로 427번길	031-689-3660	www.lpkf.com/kr
SK텔레콤㈜	유영상	서울시 중구 을지로65(을지로2가) SK T-타워	02-2121-2114	http://www.sktelecom.com
SK하이닉스㈜	박정호, 이석희	경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1	031-630-4114	http://www.skhynix.com
네이버㈜	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.djtp.or.kr
도쿄일렉트론코리아(주)	원제형	경기도 화성시 장안면 장안공단 6길 51	031-260-5000	https://www.tel.com
리얼텍코리아 주식회사	팅치창	서울시 강남구 테헤란로 26길 14		www.realtek.cpm/en
비젼테크	이원복	대전 유성구 테크노2로 187, 미건테크노월드2차 1층 118호	042-934-0236	http://www.visiontechkorea.com
삼성전자㈜	한종희	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㈜	박영우	충청남도 천안시 서북구 3공단1로 20(백석동)	041-629-7480	http://www.steco.co.kr
에스에스앤씨㈜	한은혜	서울시 영등포구 당산로171, 1301	02-6925-2550	http://www.secnc.co.kr
에어스메디컬	이진구	서울시 관악구 남부순환로 1838	070-7777-3186	www.airsmed.com
유정시스템㈜	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
㈜LX세미콘	손보익	대전시 유성구 탑립동 707	042-712-7700	http://www.siliconworks.co.kr

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
㈜넥스틴	박태훈	경기도 화성시 동탄면 동탄산단9길 23-12	031-629-2300	http://www.nextinsol.com
㈜더즈텍	김태진	경기도 안양시 동안구 학의로 292 금강펜테리움IT타워 A동 1061호	031-450-6300	http://www.doestek.co.kr
㈜만도	정몽원, 조성현, 김광현	경기도 평택시 포승읍 하만호길 32	02-6244-2997	www.mando.com
㈜빅텍	임만규	경기도 이천시 마장면 덕이로 180-31	031-631-7301	http://www.vitek.co.kr
㈜스프링클라우드	송영기	경기도 성남시 창업로 42	031-778-8328	www.aspringcloud.com
㈜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
㈜실리콘마이터스	허염	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660 유스페이스-1 A동 8층	1670-7665	http://www.siliconmitus.com
㈜싸이몬	정창호	경기도 성남시 분당구 벌말로48(구 야탑동 272-1 케이디티빌딩)	02-480-8580	http://www.cimon.com
㈜싸인텔레콤	박영기	서울시 영등포구 경인로 775, 문래동 3가 에이스하이테크시티 1동 119호	02-3439-0033	http://www.signtelecom.com
㈜쏠리드	정준, 이승희	경기도 성남시 분당구 판교역로 220 쏠리드스페이스	031-627-6000	http://www.st.co.kr
㈜와이솔	염상덕	경기도 오산시 가장로 531-7	070-7837-2730	http://www.wisol.co.kr
㈜유니트론텍	남궁 선	서울시 강남구 영동대로 638(삼도빌딩) 9층	02-573-6800	http://unitrontech.com
㈜코클리어닷에이아이	한윤창	서울시 강남구 봉은사로 51길 26		www.cochl.ai
㈜크레셈	오상민	대전시 유성구 대덕대로 582, 4층 402호(도룡동, 옥토빌딩)	031-427-3445	http://wwww.cressem.com
㈜텔레칩스	이장규	서울시 송파구 올림픽로 35다길 42(신천동 한국루터회관)19~23층	02-3443-6792	www.telechips.com
㈜티에이치엔	이광연, 채승훈	대구시 달서구 갈산동 973-3	053-583-3001	http://www.th-net.co.kr
㈜티엘아이	김달수	경기도 성남시 중원구 양현로 405번길 12 티엘아이 빌딩	031-784-6800	http://www.tli.co.kr
㈜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-ktech.co.kr
코어인사이트㈜	유용훈	경기도 성남시 중원구 갈마치로 186 반포테크노피아 5층	031-750-9200	http://www.coreinsight.co.kr
한국알박㈜	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㈜	김연철	서울시 중구 청계천로 86 (장교동) 한화비딩 (19,20층)	02-729-3030	http://www.hanwhasystems.com
현대로템㈜	이용배	경기도 의왕시 철도박물관로 37	031-596-9114	http://www.hyundai-rotem.co.kr
현대모비스㈜	조성환	서울시 강남구 테헤란로 203	02-2018-5114	http://www.mobis.co.kr
현대자동차㈜	정의선, 하언태	경기도 화성시 장덕동 772-1	02-3464-1114	http://www.hyundai-motor.com
호리바에스텍코리아㈜	김성환 외 1명	경기도 용인시 수지구 디지털벨리로 98 호리바빌딩	031-6520-6500	http://www.horiba.com
히로세코리아㈜	이상엽	경기도 시흥시 정왕동 희망공원로 250	031-496-7000	http://www.hirose.co.kr
히타치하이테크코리아㈜	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	생년월일	년 월 일
	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 신관 907호)
사무국 회지담당자앞
E-mail : biz@theieie.org
TEL : (02)553-0255(내선 5) FAX : (02)552-6093

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

전자공학회지 〈월간〉 제49권 제4호(통권 제455호) The Magazine of the IEIE

2022년 4월 20일 인쇄
2022년 4월 25일 발행

발행및 편집인 **(사) 대한전자공학회** **회장 서 승 우**
인쇄인 **한림원(주)** **대표 김 흥 중**
발행인 **사단법인 대 한 전 자 공 학 회**
(우)06130 서울 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동, 과학기술회관 신관 907호)
TEL.(02)553-0255~7 FAX.(02)552-6093
E-mail : ieie@theieie.org
Homepage : http://www.theieie.org
씨티은행 102-53125-258

변화된 세상의 중심에
SK하이닉스의 첨단 반도체가 있습니다

생활 속 IT기술, 비대면 서비스, 첨단 인공지능까지
언택트 시대에도 그 중심엔 첨단 반도체가 있습니다

We Do Technology
첨단기술의 중심, 더 나은 세상을 만듭니다

SK hynix

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

상세한 사항은 로그인 없이 모든 정보와 이용이 가능한 홈페이지를 참조바랍니다.

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

https://www.facebook.com/snuhjtic
http://blog.naver.com/hjtic2010
카카오톡 오픈채팅@HJTIC 브리핑룸

주간브리핑의 무료 이메일 구독을 원하시면,
‘hjtic@snu.ac.kr’에 “구독”으로 신청.

카카오톡으로 매일의 기사까지 받아 보시려면,
‘오픈채팅@HJTIC브리핑룸’ 가입 (pw:2016)