ISSN 1016-9288
제44권 9호
2017년 9월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.44. no.9

로봇산업의 발달

- 지능형로봇산업 산업동향과 정책방향
- 원격 조종 로봇의 주행을 위한 3차원 반구 가시화 시스템
- 뱀 로봇 하늘을 날다
- 지능형 AGV 시스템을 위한 로드맵 및 원격 제어기술 개발 사례
- “Make-Fail-Play” 청소년들의 창의성을 깨우는 WRO

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

“일본 공학 · 산업기술 정보의 보고”
해동일본기술정보센터, 홈페이지 개편

해동일본기술정보센터는 ㈜대덕전자 김정식회장(해동과학문화재단 이사장)님의 열정과 기부금에 의해 설립되어 어느덧 7년째를 맞고 있습니다.

지난 6년간 전기공학, 기계항공, 건설, 토목, 환경, 건축, 재료, 화공, 바이오 등 공학 전 분야의 일본 기술서적과 일본정부 및 산업계의 백서 및 기술보고서 등을 구입하여 명실상부한 일본 산업기술 전문 정보센터로서의 기반을 닦아 왔습니다.

이러한 자료를 국내 학술연구자와 산업계 종사자에게 더 빠르고 정확하게 전파하기 위해, 이번에 모바일 기기에서도 편하게 사용하실 수 있는 반응 형 웹으로 홈페이지를 새롭게 구축하였습니다.

또한 자료검색을 편하게 하기 위하여 각 서적 별 카테고리를 신설하고, 앞으로의 미래기술과 첨단산업 및 새로운 산업으로 자리잡아 가는 사물인터넷(IoT), 스마트 공장, 인공지능, 로봇, 가상현실, 스마트카, 핀테크 등에 대한 정보를 집중적으로 제공해드리고자 계획하고 있습니다.

아울러 이러한 정보를 신속하게 전달해 드리기 위해 주간브리핑과 월간 e-뉴스레터 발행과, 일본산업뉴스의 실시간 제공과 요약 및 서적의 특집기사 들의 일부 내용의 요약제공 등으로 여러분을 찾아가겠습니다.

여러분들의 많은 이용을 부탁 드립니다.

해동일본기술정보센터
HAEDONG JAPAN TECHNOLOGY INFORMATION CENTER
HJTIC

08826 서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 공과대학 35동
전화 : 02-880-8279 | 팩스번호 : 02-871-6900
자료요청 메일 : hjtic@snu.ac.kr

1초에도
수천, 수만, 수억, 수조 번씩
제 성질을 바꾸는 그 성질로
세상의 변화를 이끄는 것

사람들은 그것을
반도체라 부르고
SK하이닉스는 그것을
변화, 그 자체라 부릅니다

변화는 안으로부터

안에서 밖을 만들다

SK hynix

2017
정기총회 및 추계학술대회

2017년 11월 24일(금)~25일(토) | 송도 컨벤시아(인천광역시 연수구 송도동)

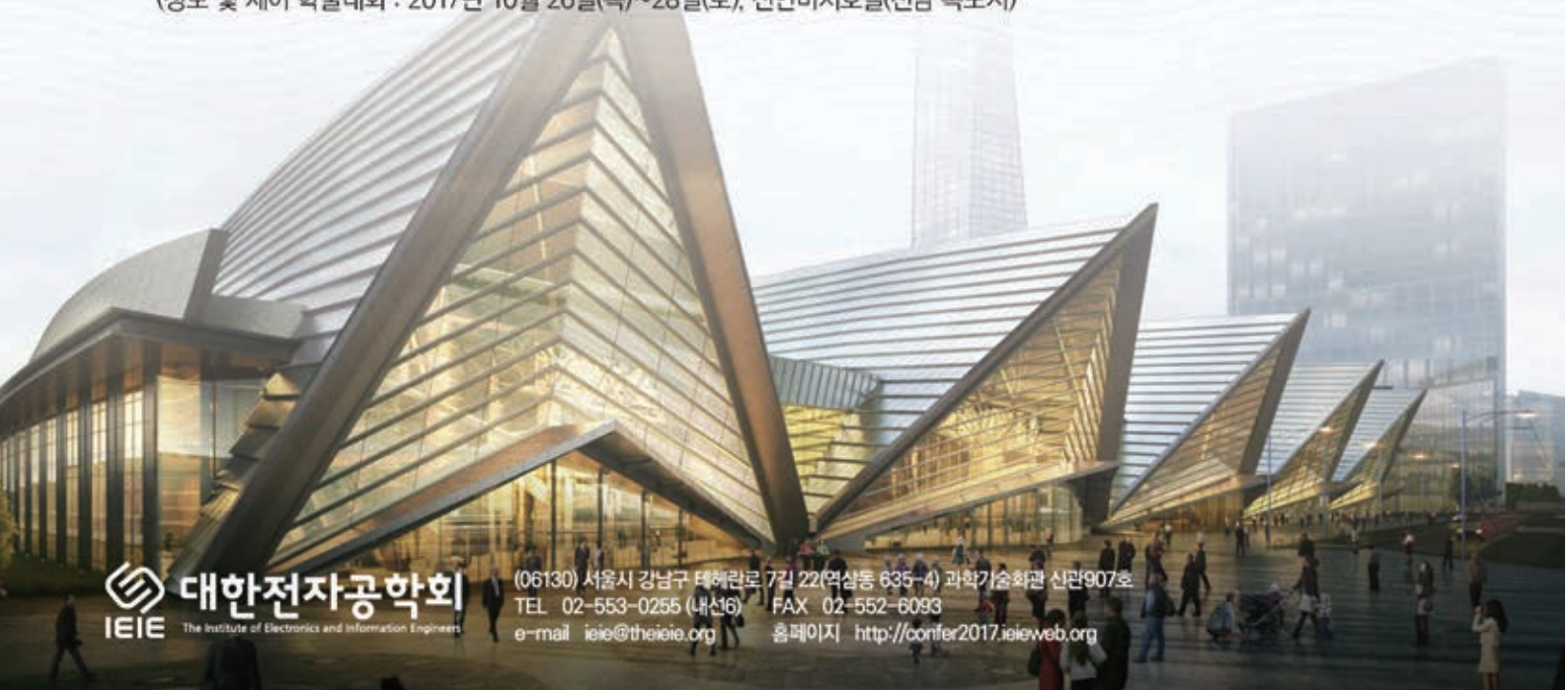
주요일정

① 논문제출 : 2017년 10월 22일(일)
② 심사통보 : 2017년 10월 30일(월)
③ 사전등록 : 2017년 11월 12일(일)

발표분야

소사이어티	연구회
통신(Communication)	통신, 스위칭 및 라우팅, 마이크로파 및 전파전파, ITS, 정보보안시스템, 군사전자, 방송·통신 융합기술, 무선PAN/BAN, 미래 네트워크
반도체(Semiconductor)	반도체.재료 및 부품, SoC 설계, 광파 및 양자전자공학, PCB & Packaging, RF 집적회로기술
컴퓨터(Computer)	융합컴퓨팅, 멀티미디어, 인공지능 신경망 및 퍼지시스템, 유비쿼터스 시스템, M2M/IoT, 증강휴먼, CPS보안
신호처리(Signal Processing)	영상신호처리, 음향 및 신호처리, 영상이해, 바이오영상신호처리
산업전자 (Industry Electronics)	산업전자제어, 임베디드시스템, 유비쿼터스 센서네트웍, 디지털통신 시스템
* 시스템 및 제어 (System and Control)	의용전자 및 생체공학, 제어계측, 회로 및 시스템, 전력전자, 지능로봇, 국방정보 및 제어, 자동차전자, 의료영상시스템, 스마트팩토리
New Emerging Area	의료, 에너지, Software, 기타

* 시스템 및 제어 소사이어티는 본 학회 추계학술대회와 별도로 전기학회와 공동 개최
(정보 및 제어 학술대회 : 2017년 10월 26일(목)~28일(토), 신안비치호텔(전남 목포시))



대한전자공학회 IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers
(06130) 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 635-4) 과학기술회관 신관907호
TEL 02-553-0255 (내선16) FAX 02-552-6093
e-mail ieie@theieie.org 홈페이지 http://confer2017.ieieweb.org

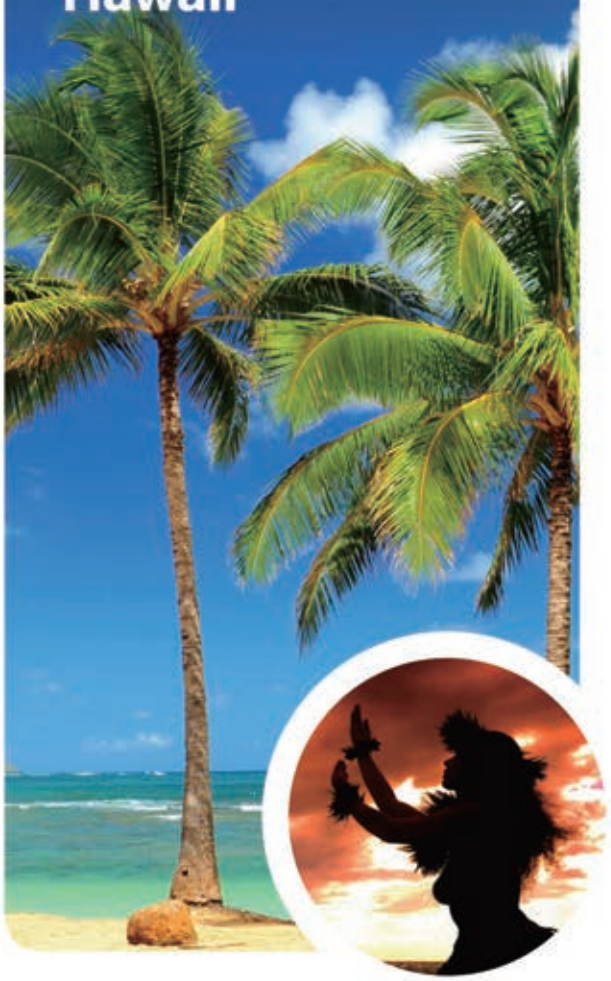
http://www.iceic2018.org

ICEIC 2018

International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC) 2018

Jan 24 (Wed) ▶ Jan 27 (Sat), 2018

Sheraton Waikiki Hotel, Honolulu, Hawaii



Call for Papers

The 17th International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC 2018) is a forum open to all the participants who are willing to broaden professional contacts and to discuss the state-of-the-art technical topics. Especially the participation from Asia-pacific region is encouraged.

The general session of ICEIC 2018 will include more than 300 oral and poster presentations. In addition, the conference will offer special sessions, invited talk, keynote speeches, and tutorials to cover a broader spectrum of topics on electronics, information, and communication technologies.

ICEIC 2018 is soliciting papers in the following areas, but not limited:

- **Regular Sessions**

Communications

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

Semiconductor and Devices

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

Computer and Information

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

Signal Processing

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

System and Control

Vehicular Electronics, Instrumentation and Control, Power Electronics & Circuits

Emerging Technologies

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

- **Special Sessions**

Special session proposals are invited to ICEIC 2018, and inquiries regarding your submission should be directed to TPC Chair or Special Session Chairs. The proposal needs to be submitted by July 31, 2017. The proposal template can be found at the conference website.

Best Paper Awards

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

Paper submission

The prospective authors can submit their papers by selecting regular oral presentation or poster presentation. The regular papers are recommended to be in 2~4 pages and the papers shortended 2-page format, according to the guidelines by the official website (http://www.iceic2018.org).

Author's Schedule

- Submission of Paper: September 1, 2017
- Notification of Acceptance: October 13, 2017
- Submission of Camera-Ready Paper: November 17, 2017
- General information: inter@theieie.org

IEIE IEEE

Develop
Search
Design
Create
Produce

IEL/ASTM 컨소시엄과 함께 미래를 준비하세요.

올해도 80여 곳이 넘는 국내 대학교와 국가 연구기관에서
특별한 IEL/ ASTM 컨소시엄 혜택을 이용해 주셨습니다.

2018년을 위한 특별한 혜택을 지금 만나보실 수 있습니다.

what's next @
IEEE/ASTM

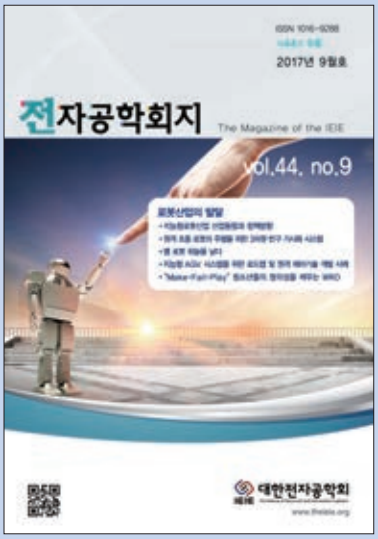
컨소시엄 가입관련 문의: hjlee@kitis.co.kr

IHS Markit IEEE SAE INTERNATIONAL
Authorized Dealer in Korea

KITIS 키티스産學研情報(株)
KITIS Info. & Co., Ltd
http://www.kitis.co.kr TEL. 02-3474-5290(代)

CONTENTS

제44권 9호 (2017년 9월)



※ 학회지 9월호 표지 (vol 44, No 9)

회지편집위원회

- 위원장 황 인 철 (강원대학교 교수)
- 위 원 권 구 덕 (강원대학교 교수)
  김 동 규 (한양대학교 교수)
  김 영 진 (한국항공대학교 교수)
  김 현 (부천대학교 교수)
  김 호 철 (을지대학교 교수)
  박 종 선 (고려대학교 교수)
  송 민 규 (동국대학교 교수)
  송 병 철 (인하대학교 교수)
  심 정 연 (강남대학교 교수)
  여 희 주 (대진대학교 교수)
  이 병 근 (광주과학기술원 교수)
  이 승 호 (한밭대학교 교수)
  이 용 구 (한림성심대학교 교수)
  이 찬 수 (영남대학교 교수)
  이 희 덕 (충남대학교 교수)
  인 치 호 (세명대학교 교수)
  정 승 원 (동국대학교 교수)
  최 용 수 (성결대학교 교수)
  허 준 (고려대학교 교수))

- 사무국 편집담당
  변 은 정 차장(내선 3)
  TEL : (02)553-0255(대)
  FAX : (02)552-6093
- 학회 홈페이지
  http://www.theieie.org

학회소식

12 학회소식 / 편집부

14 학회일지

15 특집편집기 / 김 현

특집 : 로봇산업의 발달

16 지능형로봇산업 산업동향과 정책방향 / 백봉현, 김 현

27 원격 조종 로봇의 주행을 위한 3차원 반구 가시화 시스템 / 김승훈

35 뱀 로봇 하늘을 날다 / 신호철, 박종원

44 지능형 AGV 시스템을 위한 로드맵 및 원격 제어기술 개발 사례 / 고정환

54 "Make-Fail-Play" 청소년들의 창의성을 깨우는 WRO / 강현웅

61 논문지 논문목차

63 신간안내

정보교차로

64 국내외 학술행사 안내 / 편집부

74 특별회원사, 단체회원

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

2017년도 임원 및 각 위원회 위원

회 장	홍 대 식 (연세대학교 교수) – 총괄	
수석부회장	백 준 기 (중앙대학교 교수) – 총괄, 영문논문지	
고 문	구 원 모 (전자신문사 대표이사)	김 기 남 (삼성전자㈜ 사장)
	박 성 욱 (SK하이닉스㈜ 부회장)	박 청 원 (전자부품연구원 원장)
	백 만 기 (김&장법률사무소 변리사)	이 상 훈 (한국전자통신연구원 원장)
	이 재 욱 (노키아티엠씨 명예회장)	이 희 국 (㈜LG 상임고문)
	천 경 준 (㈜씨젠 회장)	
감 사	백 흥 기 (전북대학교 교수)	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
부 회 장	서 승 우 (서울대학교 교수) – 사업	안 승 권 (LG전자㈜ 사장) – 산학연
	이 장 명 (부산대학교 교수) – 회원, 지부, 표준화	임 혜 숙 (이화여자대학교 교수) – 학술
	최 천 원 (단국대학교 교수) – 기획, 국문논문, 교육/홍보, 회지	
소사이어티 회장	이 흥 노 (광주과학기술원 교수) – 통신소사이어티	전 영 현 (삼성SDI 사장) – 반도체소사이어티
	김 승 천 (한성대학교 교수) – 컴퓨터소사이어티	김 정 태 (이화여자대학교 교수) – 신호처리소사이어티
	정 길 도 (전북대학교 교수) – 시스템및제어소사이어티	원 영 진 (부천대학교 교수) – 산업전자소사이어티
산업체부회장	김 창 용 (삼성전자 DMC 연구소장)	오 성 목 (KT 사장)
협동부회장	김 기 호 (에스프린팅솔루션㈜ 대표이사)	김 달 수 (㈜티엘아이 대표이사)
	김 부 균 (숭실대학교 교수)	김 상 태 (한국산업기술평가관리원 실장)
	김 수 원 (고려대학교 교수)	김 종 대 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	김 철 동 (㈜세원텔레텍 대표이사)	남 상 엽 (국제대학교 교수)
	박 찬 구 (인피니언테크놀로지스파워세미텍 대표이사)	박 형 무 (동국대학교 교수)
	성 하 경 (전자부품연구원 선임연구본부장)	손 보 익 (실리콘웍스 대표이사)
	송 문 섭 ((유)엠세븐시스템 대표이사)	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 소장)
	유 현 규 (한국전자통신연구원 책임연구원)	유 회 준 (KAIST 교수)
	윤 기 방 (인천대학교 교수)	이 상 홍 (정보통신기술진흥센터 센터장)
	이 상 회 (동서울대학교 교수)	이 승 훈 (서강대학교 교수)
	이 윤 종 (㈜동부하이텍 부사장)	이 재 훈 (유정시스템㈜ 사장)
	장 태 규 (중앙대학교 교수)	전 성 호 (㈜솔루엠 대표이사)
	정 은 승 (삼성전자㈜ 부사장)	정 준 (㈜쏠리드 대표이사)
	정 진 용 (인하대학교 교수)	정 항 근 (전북대학교 교수)
	조 상 복 (울산대학교 교수)	최 승 원 (한양대학교 교수)
	허 염 (㈜실리콘마이터스 대표이사)	허 영 (한국전기연구원 본부장)
	호 요 성 (광주과학기술원 교수)	
상 임 이 사	강 문 식 (강릉원주대학교 교수) – 교육/홍보	강 성 원 (한국전자통신연구원 본부장) – 표준화
	공 준 진 (삼성전자㈜ 마스터) – 사업	김 선 욱 (고려대학교 교수) – 학술(추계)
	김 수 환 (서울대학교 교수) – 논문	김 종 옥 (고려대학교 교수) – 정보화
	노 원 우 (연세대학교 교수) – 총무	동 성 수 (용인송담대학교 교수) – 교육
	박 종 일 (한양대학교 교수) – 회원	백 광 현 (중앙대학교 교수) – 산학연
	범 진 욱 (서강대학교 교수) – 사업	심 동 규 (광운대학교 교수) – SPC
	예 종 철 (KAIST 교수) – 사업	유 창 동 (KAIST 교수) – 사업
	윤 석 현 (단국대학교 교수) – 사업	이 충 용 (연세대학교 교수) – 재무
	이 혁 재 (서울대학교 교수) – 기획/논문	전 병 우 (성균관대학교 교수) – 학술(하계)
	정 종 문 (연세대학교 교수) – 국제협력/학술	황 인 철 (강원대학교 교수) – 회지
산업체이사	고 요 환 (㈜매그나칩반도체 전무)	김 태 진 (㈜더즈텍 사장)
	김 현 수 (삼성전자㈜ 상무)	박 동 일 (현대자동차㈜ 전무)
	송 창 현 (네이버 CTO)	오 의 열 (LG디스플레이㈜ 연구위원)
	윤 영 권 (삼성전자㈜ 마스터)	조 영 민 (㈜스카이크로스코리아 사장)
	조 재 문 (삼성전자㈜ 전무)	차 종 범 (구미전자정보기술원 원장)
	최 승 종 (LG전자㈜ 전무)	최 진 성 (SK텔레콤 전무)
	함 철 희 (삼성전자㈜ 마스터)	홍 국 태 (LG전자㈜ 연구위원)
이 사	공 배 선 (성균관대학교 교수) – 학술(하계)	권 기 룡 (부경대학교 교수) – 학술(하계)
	권 기 원 (성균관대학교 교수) – 국제협력	권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 사업
	권 혁 인 (중앙대학교 교수) – 산학연	김 경 기 (대구대학교 교수) – 사업/산학연
	김 도 현 (제주대학교 교수) – 기획	김 동 규 (한양대학교 교수) – 회지
	김 동 순 (전자부품연구원 센터장) – 학술(하계)	김 성 진 (경남대학교 교수) – ITC-CSCC
	김 성 호 (한국산업기술평가관리원 팀장) – 학술(하계)	김 소 영 (성균관대학교 교수) – 학술(하계)

김 용 신 (고려대학교 교수) – 학술(추계)
김 원 하 (경희대학교 교수) – 학술(하계)
김 창 수 (고려대학교 교수) – 회원
김 태 원 (상지영서대학교 교수) – 기획
노 태 문 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 학술(하계)
박 수 현 (국민대학교 교수) – 기획
서 춘 원 (김포대학교 교수) – 학술(하계)
손 광 준 (한국산업기술평가관리원 PD) – 총무
송 병 철 (인하대학교 교수) – 사업/SPC
신 지 태 (성균관대학교 교수) – 학술(하계)
심 정 연 (강남대학교 교수) – 논문/국제협력
안 현 식 (동명대학교 교수) – 기획
이 광 엽 (서경대학교 교수) – 기획/산학연
이 상 근 (중앙대학교 교수) – 기획/하계
이 승 호 (한밭대학교 교수) – 회지
이 윤 식 (UNIST 교수) – 교육/홍보
이 창 우 (가톨릭대학교 교수) – 국제협력
이 현 중 (한국전자통신연구원 박사) – 논문
정 승 원 (동국대학교 교수) – 회지/학술(추계)
제 민 규 (KAIST 교수) – 사업
조 성 현 (한양대학교 교수) – 국제협력
한 완 옥 (여주대학교 교수) – 사업
한 종 기 (세종대학교 교수) – 학술(하계)/SPC
김 원 종 (한국전자통신연구원 팀장) – 표준화
김 지 훈 (서울과학기술대학교 교수) – 총무/기획
김 태 욱 (연세대학교 교수) – 재무
김 형 탁 (홍익대학교 교수) – 사업
류 수 정 (삼성전자 상무) – 사업
박 현 창 (동국대학교 교수) – 교육
성 해 경 (한양여자대학교 교수) – 교육/홍보
송 민 규 (동국대학교 교수) – 회지
송 상 헌 (중앙대학교 교수) – 교육
심 대 용 (SK하이닉스 상무) – 논문
안 태 원 (동양미래대학교 교수) – 논문
연 규 봉 (자동차부품연구원 센터장) – 표준화
이 병 근 (광주과학기술원 교수) – 회지
이 성 수 (숭실대학교 교수) – 기획
이 용 구 (한림성심대학교 교수) – 논문
이 찬 호 (숭실대학교 교수) – 교육/홍보
이 한 호 (인하대학교 교수) – 학술(하계)
인 치 호 (세명대학교 교수) – 학술(하계)
정 영 모 (한성대학교 교수) – 논문
조 명 진 (네이버 박사) – 정보화
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) – 학술(하계)
한 재 호 (고려대학교 교수) – 정보화

협 동 이 사

강 봉 순 (동아대학교 교수) – ITC-CSCC
구 자 일 (인하공업전문대학 교수) – 교육
김 상 효 (성균관대학교 교수) – 학술(하계)
김 수 찬 (한경대학교 교수) – 논문
김 영 선 (대림대학교 교수) – 산학연
김 용 석 (성균관대학교 교수) – 학술(하계)
김 현 (부천대학교 교수) – 학술
남 기 창 (동국대학교 교수) – 학술
박 기 찬 (건국대학교 교수) – 표준화
박 영 준 (홍익대학교 교수) – 총무
박 재 형 (전남대학교 교수) – 논문
박 희 민 (상명대학교 교수) – 회원
변 영 재 (UNIST 교수) – 학술(추계)
송 진 호 (연세대학교 교수) – 국제협력
안 춘 기 (고려대학교 교수) – 정보화
윤 성 로 (서울대학교 교수) – 회원
이 강 윤 (성균관대학교 교수) – 학술(추계)
이 문 구 (김포대학교 교수) – 회원/정보화
이 영 주 (광운대학교 교수) – 산학연
임 기 택 (전자부품연구원 센터장) – 사업
임 재 열 (한국기술교육대학교 교수) – 학술(하계)
전 세 영 (UNIST 교수) – 사업
정 연 호 (부경대학교 교수) – ITC-CSCC
정 윤 호 (한국항공대학교 교수) – 기획
채 관 엽 (삼성전자 박사) – 학술(추계)
최 용 수 (성결대학교 교수) – 논문
한 영 선 (경일대학교 교수) – 학술(하계,추계)/SPC
허 재 두 (한국전자통신연구원 본부장) – ITC-CSCC
고 정 환 (인하공업전문대학 교수) – 산학연
권 구 덕 (강원대학교 교수) – 회지
김 성 호 (영남대학교 교수) – 회원
김 영 로 (명지전문대학 교수) – 학술
김 영 진 (한국항공대학교 교수) – 회지
김 짐 (한국산업기술평가관리원 선임연구원) – 사업
김 현 진 (단국대학교 교수) – 사업
남 대 경 (전자부품연구원 선임연구원) – 사업
박 성 홍 (KAIST 교수) – 사업
박 원 규 (한국나노기술원 본부장) – 표준화
박 철 수 (광운대학교 교수) – SPC
백 상 헌 (고려대학교 교수) – 국제협력
선 우 경 (이화여자대학교 교수) – 논문
안 성 수 (명지전문대학 교수) – 교육
윤 상 민 (국민대학교 교수) – 정보화
이 가 원 (충남대학교 교수) – 논문
이 동 영 (명지전문대학 교수) – 사업
이 민 영 (반도체산업협회 본부장) – 산학연
이 채 은 (인하대학교 교수) – 학술(추계)
임 동 건 (한국교통대학교 교수) – 사업
장 익 준 (경희대학교 교수) – 기획
정 방 철 (충남대학교 교수) – 논문
정 원 기 (UNIST 교수) – 사업
차 철 웅 (전자부품연구원 책임연구원) – 표준화
채 영 철 (연세대학교 교수) – 총무
최 윤 경 (삼성전자 마스터) – 산학연
한 태 희 (성균관대학교 교수) – 교육/홍보

지부장 명단

강 원 지 부	임 해 진 (강원대학교 교수)
대구 · 경북지부	박 정 일 (영남대학교 교수)
부산 · 경남 · 울산지부	강 대 성 (동아대학교 교수)
제 주 지 부	김 경 연 (제주대학교 교수)
호 서 지 부	장 은 영 (공주대학교 교수)
미 국	최 명 준 (텔레다인 박사)
러 시 아 지 부	Prof. Edis B. TEN (National University of Science and Technology)
광주 · 전남지부	이 배 호 (전남대학교 교수)
대전 · 충남지부	주 성 순 (한국전자통신연구원 박사)
전 북 지 부	송 제 호 (전북대학교 교수)
충 북 지 부	최 영 규 (한국교통대학교 교수)
일 본	백 인 천 (AIZU대학교 교수)

위원회 명단

자문위원회

위 원 장	김 영 권 (명예회장)		
부 위 원 장	홍 승 홍 (명예회장)		
위 원	고 성 제 (고려대학교 교수)	구 용 서 (단국대학교 교수)	김 덕 진 (명예회장)
	김 도 현 (명예회장)	김 성 대 (KAIST 교수)	김 수 중 (명예회장)
	김 재 희 (연세대학교 교수)	김 정 식 (대덕전자 회장)	나 정 웅 (명예회장)
	문 영 식 (한양대학교 교수)	박 규 태 (명예회장)	박 성 한 (명예회장)
	박 진 옥 (명예회장)	박 항 구 (소암시스텔 회장)	서 정 욱 (명예회장)
	성 굉 모 (서울대학교 명예교수)	윤 종 용 (삼성전자 상임고문)	이 문 기 (명예회장)
	이 상 설 (명예회장)	이 재 홍 (서울대학교 교수)	이 진 구 (동국대학교 석좌교수)
	이 충 웅 (명예회장)	이 태 원 (명예회장)	임 제 탁 (명예회장)
	전 국 진 (서울대학교 교수)	전 홍 태 (중앙대학교 교수)	정 정 화 (한양대학교 석좌교수)

기획위원회

위 원 장	이 혁 재 (서울대학교 교수)		
위 원	김 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)	김 태 원 (상지영서대학교 교수)	안 현 식 (동명대학교 교수)
	이 광 엽 (서경대학교 교수)	이 상 근 (중앙대학교 교수)	이 성 수 (숭실대학교 교수)
	장 익 준 (경희대학교 교수)	정 윤 호 (항공대학교 교수)	

학술연구위원회

위 원 장	전 병 우 (성균관대학교 교수) – 하계	김 선 욱 (고려대학교 교수) – 추계	
위 원	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	공 배 선 (성균관대학교 교수)	권 기 룡 (부경대학교 교수)
	김 동 순 (전자부품연구원 센터장)	김 상 효 (성균관대학교 교수)	김 성 호 (한국산업기술평가관리원 팀장)
	김 소 영 (성균관대학교 교수)	김 영 로 (명지전문대학 교수)	김 용 석 (성균관대학교 교수)
	김 용 신 (고려대학교 교수)	김 원 하 (경희대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)
	김 현 (부천대학교 교수)	남 기 창 (동국대학교 교수)	노 태 문 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	변 영 재 (UNIST 교수)	서 춘 원 (김포대학교 교수)	신 지 태 (성균관대학교 교수)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	이 상 근 (중앙대학교 교수)	이 채 은 (인하대학교 교수)
	이 한 호 (인하대학교 교수)	인 치 호 (세명대학교 교수)	임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)
	정 승 원 (동국대학교 교수)	채 관 엽 (삼성전자 박사)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
	한 영 선 (경일대학교 교수)	한 종 기 (세종대학교 교수)	황 인 철 (강원대학교 교수)

논문편집위원회

위 원 장	김 수 환 (서울대학교 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)	
위 원	김 수 찬 (한경대학교 교수)	박 재 형 (전남대학교 교수)	선 우 경 (이화여자대학교 교수)
	심 대 용 (SK하이닉스 상무)	심 정 연 (강남대학교 교수)	안 태 원 (동양미래대학교 교수)
	유 명 식 (숭실대학교 교수)	이 가 원 (충남대학교 교수)	이 용 구 (한림성심대학교 교수)
	이 현 중 (한국전자통신연구원 박사)	정 방 철 (충남대학교 교수)	정 영 모 (한성대학교 교수)
	최 용 수 (성결대학교 교수)	한 태 희 (성균관대학교 교수)	홍 민 철 (숭실대학교 교수)

국제협력위원회

위 원 장	정 종 문 (연세대학교 교수)		
위 원	권 기 원 (성균관대학교 교수	백 상 헌 (고려대학교 교수)	송 진 호 (연세대학교 교수)
	심 정 연 (강남대학교 교수)	이 창 우 (가톨릭대학교 교수)	조 성 현 (한양대학교 교수)

산학연협동위원회

위 원 장	백 광 현 (중앙대학교 교수)		
위 원	고 정 환 (인하공업전문대학 교수)	권 혁 인 (중앙대학교 교수)	김 경 기 (대구대학교 교수)
	김 용 신 (고려대학교 교수)	남 병 규 (충남대학교 교수)	민 경 식 (국민대학교 교수)
	박 주 현 (픽셀플러스 교수)	이 광 엽 (서경대학교 교수)	이 민 영 (반도체산업협회 본부장)
	이 석 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)	이 영 주 (광운대학교 교수)	이 우 주 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	인 치 호 (세명대학교 교수)	정 방 철 (충남대학교 교수)	최 윤 경 (삼성전자 마스터)
	한 태 희 (성균관대학교 교수)		

회원관리위원회

위 원 장	박 종 일 (한양대학교 교수)		
위 원	김 성 호 (영남대학교 교수)	김 진 상 (경희대학교 교수)	김 창 수 (고려대학교 교수)
	박 희 민 (상명대학교 교수)	유 창 식 (한양대학교 교수)	윤 성 로 (서울대학교 교수)
	이 문 구 (김포대학교 교수)	이 상 근 (중앙대학교 교수)	최 강 선 (한국과학기술교육대학교 교수)

회지편집위원회

위 원 장 황 인 철 (강원대학교 교수)

위 원 권 구 덕 (강원대학교 교수) 김 동 규 (한양대학교 교수) 김 영 진 (한국항공대학교 교수)
김 현 (부천대학교 교수) 김 호 철 (을지대학교 교수) 박 종 선 (고려대학교 교수)
송 민 규 (동국대학교 교수) 송 병 철 (인하대학교 교수) 심 정 연 (강남대학교 교수)
여 희 주 (대진대학교 교수) 이 병 근 (광주과학기술원 교수) 이 승 호 (한밭대학교 교수)
이 용 구 (한림성심대학교 교수) 이 찬 수 (영남대학교 교수) 이 희 덕 (충남대학교 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수) 정 승 원 (동국대학교 교수) 최 용 수 (성결대학교 교수)
허 준 (고려대학교 교수)

사업위원회

위 원 장 공 준 진 (삼성전자 마스터) 범 진 욱 (서강대학교 교수) 예 종 철 (KAIST 교수)
유 창 동 (KAIST 교수) 윤 석 현 (단국대학교 교수)

위 원 권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원) 김 훈 (Synopsys Korea 이사) 김 경 기 (대구대학교 교수)
김 용 훈 (옴니C&S 대표이사) 김 짐 (한국산업기술평가관리원 선임연구원) 김 현 진 (단국대학교 교수)
김 형 탁 (홍익대학교 교수) 남 대 경 (전자부품연구원 선임연구원) 류 수 정 (삼성전자㈜ 상무)
류 현 석 (삼성전자㈜ 마스터) 박 성 홍 (KAIST 교수) 변 대 석 (삼성전자㈜ 마스터)
송 병 철 (인하대학교 교수) 이 동 영 (명지전문대학 교수) 이 영 주 (광운대학교 교수)
임 기 택 (전자부품연구원 센터장) 임 동 건 (한국교통대학교 교수) 전 세 영 (UNIST 교수)
정 원 기 (UNIST 교수) 제 민 규 (KAIST 교수) 조 상 연 (삼성전자㈜ 상무)
최 용 근 (단국대학교 교수) 한 완 옥 (여주대학교 교수)

교육홍보위원회

위 원 장 강 문 식 (강릉원주대학교 교수) 동 성 수 (용인송담대학교 교수)

위 원 구 자 일 (인하공업전문대학 교수) 박 현 창 (동국대학교 교수) 성 해 경 (한양여자대학교 교수)
송 상 헌 (중앙대학교 교수) 안 성 수 (명지전문대학 교수) 이 윤 식 (UNIST 교수)
이 찬 호 (숭실대학교 교수) 한 태 희 (성균관대학교 교수

표준화위원회

위 원 장 강 성 원 (한국전자통신연구원 본부장)

위 원 구 정 래 (한국심사자격인증원 팀장) 권 기 원 (성균관대학교 교수) 김 동 규 (한양대학교 교수)
김 시 호 (연세대학교 교수) 김 옥 수 (인피니언코리아 이사) 김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)
박 기 찬 (건국대학교 교수) 박 원 규 (한국나노기술원 본부장) 박 주 현 (픽셀플러스 실장)
변 지 수 (경북대학교 교수) 송 영 재 (성균관대학교 교수) 연 규 봉 (자동차부품연구원 센터장)
윤 대 원 (법무법인 다래 이사) 이 민 영 (한국반도체산업협회 본부장) 이 상 근 (성균관대학교 교수)
이 상 미 (IITP 팀장) 이 서 호 (한국기계전기전자시험연구원 과장) 이 성 수 (숭실대학교 교수)
이 종 묵 (SOL 대표) 이 하 진 (한국기초과학지원연구원 책임연구원) 이 해 성 (전주대학교 교수)
정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원) 좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수) 차 철 웅 (전자부품연구원 책임연구원)
한 태 수 (국가기술표준원/디스플레이산업협회 표준코디) 홍 용 택 (서울대학교 교수)

정보화위원회

위 원 장 김 종 옥 (고려대학교 교수)

위 원 강 의 성 (순천대학교 교수) 김 승 구 (충북대학교 교수) 김 형 탁 (홍익대학교 교수)
안 춘 기 (고려대학교 교수) 유 윤 섭 (한경대학교 교수) 윤 상 민 (국민대학교 교수)
이 문 구 (김포대학교 교수) 이 한 호 (인하대학교 교수) 조 명 진 (네이버 박사)
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) 한 재 호 (고려대학교 교수)

지부담당위원회

위 원 장 이 장 명 (부산대학교 교수)

위 원 강 대 성 (동아대학교 교수) 김 경 연 (제주대학교 교수) 박 정 일 (영남대학교 교수)
백 인 천 (AIZU대학교 교수) 송 제 호 (전북대학교 교수) 이 배 호 (전남대학교 교수)
임 해 진 (강원대학교 교수) 장 은 영 (공주대학교 교수) 주 성 순 (한국전자통신연구원 박사)
최 명 준 (텔레다인 박사) 최 영 규 (한국교통대학교 교수)
Prof. Edis B. TEN (National University of Science and Technology)

선거관리위원회

위 원 장 이 진 구 (명예회장)

위 원 김 지 훈 (서울과학기술대학교 교수) 노 원 우 (연세대학교 교수) 박 종 일 (한양대학교 교수)
이 충 용 (연세대학교 교수) 이 혁 재 (서울대학교 교수) 전 병 우 (성균관대학교 교수)

포상위원회

위 원 장	고 성 제 (고려대학교 교수)		
위 원	김 수 환 (서울대학교 교수)	노 원 우 (연세대학교 교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	유 창 동 (KAIST 교수)	이 충 용 (연세대학교 교수)	전 병 우 (성균관대학교 교수)

재정위원회

위 원 장	홍 대 식 (연세대학교 교수)		
위 원	고 성 제 (고려대학교 교수)	문 영 식 (한양대학교 교수)	박 병 국 (서울대학교 교수)
	백 준 기 (중앙대학교 교수)	이 충 용 (연세대학교 교수)	정 준 (쏠리드 대표이사)
	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)	한 대 근 (실리콘웍스 대표이사)	

인사위원회

위 원 장	홍 대 식 (연세대학교 교수)		
위 원	노 원 우 (연세대학교 교수)	백 광 현 (중앙대학교 교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	이 충 용 (연세대학교 교수)		

SPC위원회

위 원 장	심 동 규 (광운대학교 교수)		
자 문 위 원	조 민 호 (고려대학교 교수)	김 선 욱 (고려대학교 교수)	
위 원	김 정 태 (이화여자대학교 교수)	김 태 석 (광운대학교 교수)	박 철 수 (광운대학교 교수)
	송 병 철 (인하대학교 교수)	신 원 용 (단국대학교 교수)	이 상 근 (중앙대학교 교수)
	이 재 훈 (고려대학교 교수)	이 채 은 (인하대학교 교수)	전 병 우 (성균관대학교 교수)
	정 승 원 (동국대학교 교수)	조 남 익 (서울대학교 교수)	조 성 현 (한양대학교 교수)
	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)	한 영 선 (경일대학교 교수)	한 종 기 (세종대학교 교수)
	황 인 철 (강원대학교 교수)		

JSTS위원회

위 원 장	Hoi-Jun Yoo (KAIST)	
부 위 원 장	Dim-Lee Kwong (Institute of Microelectronics)	
위 원	Akira Matsuzawa (Tokyo Institute of Technology)	Byeong-Gyu Nam (Chungnam National Univ.)
	Byung-Gook Park (Seoul National Univ.)	Cary Y. Yang (Santa Clara Univ.)
	Chang sik Yoo (Hanyang Univ.)	Chennupati Jagadish (Australian National Univ.)
	Deog-Kyoon Jeong (Seoul National Univ.)	Dong S. Ha (Virginia Tech)
	Eun Sok Kim (USC)	Gianaurelio Cuniberti (Dresden Univ. of Technology)
	Hi-Deok Lee (Chungnam Univ.)	Hong June Park (POSTECH)
	Hyoung sub Kim (Sungkyunkwan Univ.)	Hyun-Kyu Yu (ETRI)
	Jamal Deen (McMaster University, Canada)	Jin wook Burm (Sogang Univ.)
	Jong-Uk Bu (Sen Plus)	Jun young Park (UX Factory)
	Kofi Makinwa (Delft Univ. of Technology)	Meyya Meyyappan (NASA Ames Research Center)
	Min-kyu Song (Dongguk Univ.)	Moon-Ho Jo (POSTECH)
	Nobby Kobayashi (UC Santa Cruz)	Paul D. Franzon (North Carolina State Univ.)
	Rino Choi (Inha Univ.)	Sang-Hun Song (Chung-Ang Univ.)
	Sang-Sik Park (Sejong Iniv.)	Seung-Hoon Lee (Sogang Univ.)
	Shen-luan Liu (National Taiwan Univ.)	Shi ho Kim (Yonsei Univ.)
	Stephen A. Campbell (Univ. of Minnesota)	Sung Woo Hwang (Korea Univ.)
	Tadahiro Kuroda (Keio Univ.)	Tae-Song Kim (KIST)
	Tsu-Jae King Liu (UC Berkeley)	Vojin G. Oklobdzija (Univ. of Texas at Dallas)
	Weileun Fang (National Tsing Hua Univ.)	Woo geun Rhee (Tsinghua Univ.)
	Yang-Kyu Choi (KAIST)	Yogesh B. Gianchandani (Univ. of Michigan, Ann Arbor)
	Yong-Bin Kim (Northeastern Univ.)	Yuhua Cheng (Peking Univ.)

통신소사이어티

회 장	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)		
부 회 장	윤 석 현 (단국대학교 교수)	이 인 규 (고려대학교 교수)	김 재 현 (아주대학교 교수)
	김 선 용 (건국대학교 교수)	김 진 영 (광운대학교 교수)	김 훈 (인천대학교 교수)
	유 명 식 (숭실대학교 교수)	오 정 근 (㈜ATNS 대표이사)	
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 (LGT 상무)
	이 승 호 (㈜하이게인 부사장)	이 재 훈 (유정시스템㈜ 대표이사)	정 진 섭 (이노와이어리스 부사장)
	정 현 규 (한국전자통신연구원 부장)		
이 사	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 요 안 (숭실대학교 교수)	윤 종 호 (한국항공대학교 교수)	윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)
	이 재 훈 (동국대학교 교수)	이 종 창 (홍익대학교 교수)	임 종 태 (홍익대학교 교수)
	장 병 수 (이노벨류네트웍스 부사장)	조 인 호 (에이스테크놀로지 박사)	최 진 식 (한양대학교 교수)
	최 천 원 (단국대학교 교수)	허 서 원 (홍익대학교 교수)	허 준 (고려대학교 교수)
간 사	김 중 헌 (중앙대학교 교수)	신 오 순 (숭실대학교 교수)	
감 사	이 재 진 (숭실대학교 교수)	이 호 경 (홍익대학교 교수)	
연구회위원장	황 승 훈 (동국대학교 교수) – 통신연구회		
	유 태 환 (한국전자통신연구원 팀장) – 스위칭 및 라우팅연구회		
	조 춘 식 (한국항공대학교 교수) – 마이크로파 및 전파전파연구회		
	이 철 기 (아주대학교 교수) – ITS연구회		
	김 동 규 (한양대학교 교수) – 정보보안시스템연구회		
	김 강 욱 (경북대학교 교수) – 군사전자연구회		
	허 재 두 (한국전자통신연구원 본부장) – 무선 PAN/BAN연구회		
	김 봉 태 (한국전자통신연구원 소장) – 미래네트워크연구회		

반도체소사이어티

회 장	전 영 현 (삼성SDI 사장)		
자 문 위 원	임 형 규 (SK 부회장)	권 오 경 (한양대학교 교수)	신 윤 승 (삼성전자 고문)
	신 현 철 (한양대학교 교수)	우 남 성 (삼성전자 사장)	선우 명 훈 (아주대학교 교수)
수석부회장	조 중 휘 (인천대학교 교수)		
연구담당부회장	조 경 순 (한국외국어대학교 교수)		
사업담당부회장	김 진 상 (경희대학교 교수)		
학술담당부회장	범 진 욱 (서강대학교 교수)		
총 무 이 사	공 준 진 (삼성전자 마스터)	김 동 규 (한양대학교 교수)	박 종 선 (고려대학교 교수)
	이 한 호 (인하대학교 교수)		
편 집 이 사	인 치 호 (세명대학교 교수)	이 희 덕 (충남대학교 교수)	한 태 희 (성균관대학교 교수)
학 술 이 사	강 진 구 (인하대학교 교수)	김 영 환 (포항공과대학 교수)	김 재 석 (연세대학교 교수)
	김 철 우 (고려대학교 교수)	노 정 진 (한양대학교 교수)	박 성 정 (건국대학교 교수)
	박 홍 준 (포항공과대학 교수)	변 영 재 (UNIST 교수)	송 민 규 (동국대학교 교수)
	신 현 철 (광운대학교 교수)	유 창 식 (한양대학교 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)
	전 민 용 (충남대학교 교수)	정 연 모 (경희대학교 교수)	정 원 영 (인제대학교 교수)
	정 진 균 (전북대학교 교수)	정 진 용 (인하대학교 교수)	정 항 근 (전북대학교 교수)
	차 호 영 (홍익대학교 교수)	최 우 영 (연세대학교 교수)	
사 업 이 사	강 성 호 (연세대학교 교수)	공 배 선 (성균관대학교 교수)	권 기 원 (성균관대학교 교수)
	김 동 순 (전자부품연구원 센터장)	김 소 영 (성균관대학교 교수)	김 시 호 (연세대학교 교수)
	송 용 호 (한양대학교 교수)	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 소장)	윤 광 섭 (인하대학교 교수)
	조 대 형 (스위스로잔연방공대 총장수석보좌관)	조 상 복 (울산대학교 교수)	조 태 제 (삼성전기 마스터)
	최 윤 경 (삼성전자 마스터)	최 준 림 (경북대학교 교수)	
산 학 이 사	강 태 원 (넥셀 사장)	김 경 수 (넥스트칩 대표)	김 달 수 (TLI 대표)
	김 동 현 (ICTK 사장)	김 보 은 (라온텍 사장)	김 준 석 (ADT 사장)
	변 대 석 (삼성전자 마스터)	손 보 익 (실리콘웍스 대표)	송 태 훈 (휴인스 사장)
	신 용 석 (케이던스코리아 사장)	안 흥 식 (Xilinx Korea 지사장)	이 도 영 (옵토레인 사장)
	이 서 규 (픽셀플러스 대표)	이 윤 종 (동부하이텍 부사장)	이 장 규 (텔레칩스 대표)
	이 종 열 (FCI 부사장)	정 해 수 (Synopsys 사장)	최 승 종 (LG전자 전무)
	허 염 (실리콘마이터스 대표)	황 규 철 (삼성전자 상무)	황 정 현 (아이닉스 대표)
재 무 이 사	김 희 석 (청주대학교 교수)	임 신 일 (서경대학교 교수)	
회 원 이 사	이 광 엽 (서경대학교 교수)	최 기 영 (서울대학교 교수)	
감 사	김 경 기 (대구대학교 교수)	최 중 호 (서울시립대학교 교수)	
간 사	강 석 형 (UNIST 교수)	김 영 민 (광운대학교 교수)	김 종 선 (홍익대학교 교수)
	김 형 탁 (홍익대학교 교수)	문 용 (숭실대학교 교수)	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	이 성 수 (숭실대학교 교수)	
연구회위원장	차 호 영 (홍익대학교 교수) – 반도체재료부품연구회		
	전 민 용 (충남대학교 교수) – 광파및양자전자공학 연구회		
	인 치 호 (세명대학교 교수) – SoC설계연구회		
	유 창 식 (한양대학교 교수) – RF집적회로연구회		
	정 원 영 (인제대학교 교수) – PCB&Package연구회		

컴퓨터소사이어티

회 장	김 승 천 (한성대학교 교수)		
명 예 회 장	김 형 중 (고려대학교 교수)	박 인 정 (단국대학교 교수)	박 춘 명 (한국교통대학교 교수)
	신 인 철 (단국대학교 교수)	안 병 구 (홍익대학교 교수)	안 현 식 (동명대학교 교수)
	이 규 대 (공주대학교 교수)	허 영 (한국전기연구원 본부장)	홍 유 식 (상지대학교 교수)
자 문 위 원	남 상 엽 (국제대학교 교수)	이 강 현 (조선대학교 교수)	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
감 사	성 해 경 (한양여자대학교 교수)	이 문 구 (김포대학교 교수)	
부 회 장	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	김 도 현 (제주대학교 교수)	윤 은 준 (경일대학교 교수)
	정 용 규 (을지대학교 교수)		
협동부회장	권 호 열 (강원대학교 교수)	김 영 학 (한국산업기술평가관리원 본부장)	조 민 호 (고려대학교 교수)
	최 용 수 (성결대학교 교수)		
총 무 이 사	김 진 홍 (성균관대학교 교수)	진 훈 (경기대학교 교수)	황 인정 (명지병원 책임연구원)
재 무 이 사	박 수 현 (국민대학교 교수)		
홍 보 이 사	이 덕 기 (연암공과대학교 교수)		
편 집 이 사	강 병 권 (순천향대학교 교수)	기 장 근 (공주대학교 교수)	변 영 재 (UNIST 교수)
	심 정 연 (강남대학교 교수)	이 석 환 (동명대학교 교수)	정 혜 명 (김포대학교 교수)
	진 성 아 (성결대학교 교수)		
학 술 이 사	강 상 욱 (상명대학교 교수)	김 선 욱 (고려대학교 교수)	김 천 식 (세종대학교 교수)
	노 광 현 (한성대학교 교수)	우 운 택 (KAIST 교수)	이 문 구 (김포대학교 교수)
	이 민 호 (경북대학교 교수)	이 성 로 (목포대학교 교수)	이 찬 수 (영남대학교 교수)
	이 후 진 (한성대학교 교수)	한 규 필 (금오공과대학교 교수)	한 태 화 (연세대의료원 연구팀장)
	황 성 운 (홍익대학교 교수)		
사 업 이 사	김 홍 균 (이화여자대학교 교수)	박 세 환 (한국과학기술정보연구원 전문연구위원)	박 승 창 (㈜유오씨 사장)
	전 병 태 (한경대학교 교수)	조 병 순 (㈜시엔시 인스트루먼트 사장)	
산 학 이 사	김 대 휘 (㈜한국정보통신 대표이사)	노 소 영 (월송출판 대표이사)	서 봉 상 (㈜올포랜드 이사)
	송 치 봉 (웨이버스 이사)	오 승 훈 (LG C&S 과장)	유 성 철 (LG히다찌 산학협력팀장)
	조 병 영 (㈜태진인포텍 전무)		
논문편집위원장	진 훈 (경기대학교 교수)		
연구회위원장	윤 은 준 (경일대학교 교수) – 융합컴퓨팅연구회		
	이 민 호 (경북대학교 교수) – 인공지능/신경망/퍼지연구회		
	강 문 식 (강릉원주대 교수) – 멀티미디어연구회		
	진 훈 (경기대학교 교수) – 유비쿼터스시스템연구회		
	김 도 현 (제주대학교 교수) – M2M/IoT연구회		
	우 운 택 (KAIST 교수) – 증강휴먼연구회		
	황 성 운 (홍익대학교 교수) – 정보보안연구회		

신호처리소사이어티

회 장	김 정 태 (이화여자대학교 교수)		
자 문 위 원	김 홍 국 (광주과학기술원 교수)	이 영 렬 (세종대학교 교수)	전 병 우 (성균관대학교 교수)
	조 남 익 (서울대학교 교수)	홍 민 철 (숭실대학교 교수)	
부 회 장	김 문 철 (KAIST 교수)	김 창 익 (KAIST 교수)	박 종 일 (한양대학교 교수)
	심 동 규 (광운대학교 교수)		
협동부회장	강 동 욱 (정보통신기술진흥센터 CP)	김 진 웅 (한국전자통신연구원 그룹장)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	변 혜 란 (연세대학교 교수)	신 원 호 (LG전자 상무)	양 인 환 (TI Korea 이사)
	오 은 미 (삼성전자 마스터)	이 병 욱 (이화여자대학교 교수)	지 인 호 (홍익대학교 교수)
	최 병 호 (전자부품연구원 센터장)		
이 사	강 현 수 (충북대학교 교수)	권 기 룡 (부경대학교 교수)	김 남 수 (서울대학교 교수)
	김 창 수 (고려대학교 교수)	김 해 광 (세종대학교 교수)	박 구 만 (서울과학기술대학교 교수)
	박 인 규 (인하대학교 교수)	서 정 일 (한국전자통신연구원 선임연구원)	신 지 태 (성균관대학교 교수)
	엄 일 규 (부산대학교 교수)	유 양 모 (서강대학교 교수)	이 상 근 (중앙대학교 교수)
	이 상 윤 (연세대학교 교수)	이 창 우 (가톨릭대학교 교수)	임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)
	장 길 진 (경북대학교 교수)	장 준 혁 (한양대학교 교수)	한 종 기 (세종대학교 교수)
협 동 이 사	권 구 락 (조선대학교 교수)	김 기 백 (숭실대학교 교수)	김 상 효 (성균관대학교 교수)
	김 용 환 (전자부품연구원 선임연구원)	김 재 곤 (한국항공대학교 교수)	박 현 진 (성균관대학교 교수)
	박 호 종 (광운대학교 교수)	서 영 호 (광운대학교 교수)	신 재 섭 (㈜픽스트리 대표이사)
	신 종 원 (광주과학기술원 교수)	양 현 종 (UNIST 교수)	이 기 승 (건국대학교 교수)
	이 종 설 (전자부품연구원 책임연구원)	임 재 윤 (제주대학교 교수)	장 세 진 (전자부품연구원 센터장)
	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)	최 승 호 (서울과학기술대학교 교수)	홍 성 훈 (전남대학교 교수)
	강 상 원 (한양대학교 교수)	김 응 규 (한밭대학교 교수)	최 준 원 (한양대학교 교수)
	구 형 일 (아주대학교 교수)	박 상 윤 (명지대학교 교수)	김 기 백 (숭실대학교 교수)
	강 제 원 (이화여자대학교 교수)	이 상 철 (인하대학교 교수)	전 세 영 (UNIST 교수)
감 사	김 원 하 (경희대학교 교수)	최 해 철 (한밭대학교 교수)	
총 무 간 사	허 용 석 (아주대학교 교수)		
연구회위원장	김 무 영 (세종대학교 교수) – 음향및신호처리연구회		
	송 병 철 (인하대학교 교수) – 영상신호처리연구회		
	이 찬 수 (영남대학교 교수) – 영상이해연구회		
	예 종 철 (KAIST 교수) – 바이오영상신호처리연구회		

시스템 및 제어소사이어티

회 장	정 길 도 (전북대학교 교수)		
부 회 장	김 영 철 (군산대학교 교수)	이 경 중 (연세대학교 교수)	유 정 봉 (공주대학교 교수)
	주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)		
감 사	김 영 진 (생산기술연구원 박사)	남 기 창 (동국대학교 교수)	
총 무 이 사	권 종 원 (한국산업기술시험원 선임연구원)	김 용 태 (한경대학교 교수)	
재 무 이 사	김 준 식 (KIST 박사)	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	김 수 찬 (한경대학교 교수)	이 덕 진 (군산대학교 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)	조 영 조 (한국전자통신연구원 박사)	
홍 보 이 사	김 호 철 (을지대학교 교수)	박 재 병 (전북대학교 교수)	여 희 주 (대진대학교 교수)
회 원 이 사	문 정 호 (강릉원주대학교 교수)	변 영 재 (UNIST 교수)	이 학 성 (세종대학교 교수)
자 문 위 원	김 덕 원 (연세대학교 교수)	김 희 식 (서울시립대학교 교수)	박 종 국 (경희대학교 교수)
	서 일 홍 (한양대학교 교수)	오 상 록 (KIST 분원장)	오 승 록 (단국대학교 교수)
	오 창 현 (고려대학교 교수)	허 경 무 (단국대학교 교수)	
연구회위원장	한 수 희 (POSTECH 교수) – 제어계측연구회		
	이 성 준 (한양대학교 교수) – 회로및시스템연구회		
	남 기 창 (동국대학교 교수) – 의용전자및생체공학연구회		
	김 규 식 (서울시립대학교 교수) – 전력전자연구회		
	김 영 철 (군산대학교 교수) – 지능로봇연구회		
	이 석 재 (대구보건대학교 교수) – 국방정보및제어연구회		
	이 덕 진 (군산대학교 교수) – 자동차전자연구회		
	오 창 현 (고려대학교 교수) – 의료영상시스템연구회		
	권 종 원 (한국산업기술시험원 선임연구원) – 스마트팩토리연구회		

산업전자소사이어티

회 장	원 영 진 (부천대학교 교수)		
명 예 회 장	강 창 수 (유한대학교 교수)	남 상 엽 (국제대학교 교수)	윤 기 방 (인천대학교 교수)
	이 상 회 (동서울대학교 교수)	이 원 석 (동양미래대학교 교수)	
자 문 위 원	김 용 민 (충청대학교 교수)	김 종 부 (인덕대학교 교수)	윤 한 오 (동국대학교 교수)
	이 병 선 (김포대학교 교수)	이 상 준 (수원과학대학교 교수)	조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
	최 영 일 (조선이공대학교 총장)		
부 회 장	김 태 원 (상지영서대학교 교수)	동 성 수 (용인송담대학교 교수)	이 용 구 (한림성심대학교 교수)
	한 완 옥 (여주대학교 교수)		
감 사	김 영 선 (대림대학교 교수)	김 영 로 (명지전문대학 교수)	
협동부회장	강 현 웅 (핸즈온테크놀로지 대표)	김 응 연 (인터그래텍 대표)	김 진 선 (청파이엠티 대표)
	김 창 일 (아이지 대표)	김 태 형 (하이버스 대표)	박 용 후 (이디엔지니어링 대표)
	박 현 찬 (나인플러스EDA 대표)	성 재 용 (오픈링크시스템 대표)	송 광 헌 (복두전자 대표)
	이 영 준 (비츠로시스 본부장)	장 철 (LG히타찌 전무)	진 수 춘 (한백전자 대표)
	한 성 준 (아이티센 부사장)		
상 임 이 사	고 정 환 (인하공업전문대학 교수)	구 자 일 (인하공업전문대학 교수)	김 현 (부천대학교 교수)
	서 춘 원 (김포대학교 교수)	안 성 수 (명지전문대학 교수)	안 태 원 (동양미래대학교 교수)
	이 동 영 (명지전문대학 교수)		
재 무 이 사	강 민 구 (경기과학기술대학교 교수)	강 희 훈 (여주대학교 교수)	곽 칠 성 (재능대학교 교수)
	김 경 복 (경복대학교 교수)	김 태 용 (구미대학교 교수)	문 현 욱 (동원대학교 교수)
	윤 중 현 (조선이공대학교 교수)	이 종 하 (전주비전대학교 교수)	이 태 동 (국제대학교 교수)
	주 진 화 (오산대학교 교수)		
학 술 이 사	김 덕 수 (동양미래대학교 교수)	김 용 중 (폴리텍원주 교수)	김 종 오 (동양미래대학교 교수)
	성 해 경 (한양여자대학교 교수)	송 도 선 (우송정보대학교 교수)	엄 우 용 (인하공업전문대학 교수)
	이 영 종 (여주대학교 교수)	이 영 진 (을지대학교 교수)	이 종 용 (광운대학교 교수)
	장 경 배 (고려사이버대학교 교수)	정 경 권 (동신대학교 교수)	
사 업 이 사	김 상 범 (폴리텍인천 교수)	김 영 우 (두원공과대학교 교수)	김 윤 석 (상지영서대학교 교수)
	박 진 홍 (혜전대학교 교수)	방 극 준 (인덕대학교 교수)	변 상 준 (대덕대학교 교수)
	심 완 보 (충청대학교 교수)	오 태 명 (명지전문대학 교수)	이 철 (인하공업전문대학 교수)
	장 성 석 (영진전문대학 교수)	최 의 선 (폴리텍아산 교수)	
산학연이사	김 은 원 (대림대학교 교수)	서 병 석 (상지영서대학교 교수)	성 홍 석 (부천대학교 교수)
	우 찬 일 (서일대학교 교수)	원 우 연 (폴리텍춘천 교수)	이 규 희 (상지영서대학교 교수)
	이 시 현 (동서울대학 교수)	이 정 석 (인하공업전문대학 교수)	이 종 성 (부천대학교 교수)
	장 기 동 (동양미래대학 교수)	정 환 익 (경복대학교 교수)	최 홍 주 (상지영서대학교 교수)
협 동 이 사	강 현 석 (로보웰코리아 대표)	김 민 준 (베리타스 부장)	김 세 종 (SJ정보통신 부사장)
	김 연 길 (대보정보통신 본부장)	김 태 웅 (윕스 부장)	남 승 우 (상학당 대표)
	박 정 민 (오므론 과장)	서 봉 상 (올포랜드 이사)	송 치 봉 (웨이버스 이사)
	오 재 곤 (세인 부사장)	유 성 철 (LG히다찌 본부장)	유 제 욱 (한빛미디어 부장)
	이 진 우 (글로벌이링크 대표)	전 한 수 (세림TNS 이사)	조 규 남 (로봇신문사 대표)
	조 병 영 (태진인포텍 전무)	조 한 일 (투데이게이트 이사)	

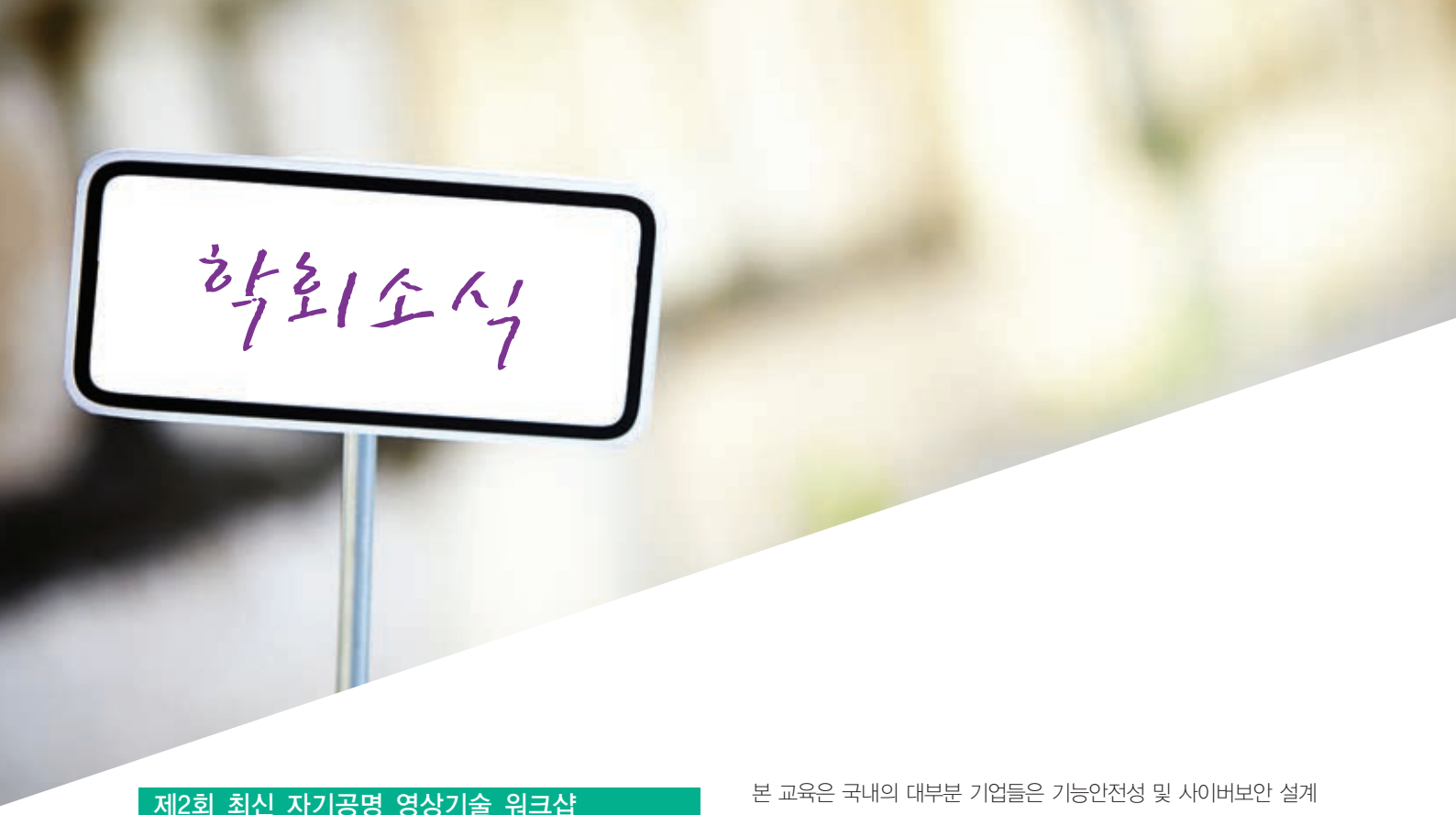
제21대 평의원 명단

강 대 성 (동아대학교 교수)
강 성 원 (한국전자통신연구원 부장)
고 요 환 ((주)매그나칩반도체 전무)
고 현 석 (한국전자통신연구원 선임연구원)
구 용 서 (단국대학교 교수)
권 기 원 (성균관대학교 교수)
권 종 원 (한국산업기술시험원 선임연구원)
김 강 욱 (경북대학교 교수)
김 규 식 (서울시립대학교 교수)
김 남 용 (강원대학교 교수)
김 덕 진 (명예회장)
김 동 규 (한양대학교 교수)
김 동 식 (한국외국어대학교 교수)
김 부 균 (숭실대학교 교수)
김 선 용 (건국대학교 교수)
김 성 대 (KAIST 교수)
김 소 영 (성균관대학교 교수)
김 수 찬 (한경대학교 교수)
김 시 호 (연세대학교 교수)
김 영 선 (대림대학교 교수)
김 용 민 (충청대학교 교수)
김 원 종 (한국전자통신연구원 팀장)
김 재 석 (연세대학교 교수)
김 정 식 (대덕전자 회장)
김 종 대 (한국전자통신연구원 연구위원)
김 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)
김 창 용 (삼성전자 DMC 연구소장)
김 철 우 (고려대학교 교수)
김　　현 (부천대학교 교수)
김 홍 국 (광주과학기술원 교수)
김 희 식 (서울시립대학교 교수)
남 상 엽 (국제대학교 교수)
노 정 진 (한양대학교 교수)
류 수 정 (삼성전자 상무)
민 경 식 (국민대학교 교수)
박 규 태 (명예회장)
박 병 국 (서울대학교 교수)
박 수 현 (국민대학교 교수)
박 종 일 (한양대학교 교수)
박 찬 구 (인피니언테크놀로지스파워세미텍 대표이사)
박 현 욱 (한국과학기술원 교수)
박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
백 만 기 (김&장법률사무소 변리사)
범 진 욱 (서강대학교 교수)
서 정 욱 (명예회장)
선우명훈 (아주대학교 교수)
성 해 경 (한양여자대학교 교수)
손 보 익 (실리콘웍스 대표이사)
송 병 철 (인하대학교 교수)
송 제 호 (전북대학교 교수)
신 요 안 (숭실대학교 교수)
신 현 철 (광운대학교 교수)
심 정 연 (강남대학교 교수)
안 성 수 (명지전문대학 교수)
안 현 식 (동명대학교 교수)
엄 일 규 (부산대학교 교수)
오 상 록 (한국과학기술연구원 분원장)
오 창 현 (고려대학교 교수)
원 영 진 (부천대학교 교수)
유 윤 섭 (한경대학교 교수)
유 창 식 (한양대학교 교수)
강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
강 창 수 (유한대학교 교수)
고 윤 호 (충남대학교 교수)
공 배 선 (성균관대학교 교수)
구 자 일 (인하공업전문대학 교수)
권 오 경 (한양대학교 교수)
권 혁 인 (중앙대학교 교수)
김 경 기 (대구대학교 교수)
김 기 남 (삼성전자 사장)
김 달 수 (㈜티엘아이 대표이사)
김 도 현 (명예회장)
김 동 순 (전자부품연구원 박사)
김 무 영 (세종대학교 교수)
김 상 태 (한국산업기술평가관리원 실장)
김 선 욱 (고려대학교 교수)
김 성 진 (경남대학교 교수)
김 수 원 (고려대학교 교수)
김 수 환 (서울대학교 교수)
김 영 권 (명예회장)
김 영 철 (군산대학교 교수)
김 용 석 (성균관대학교 교수)
김 원 하 (경희대학교 교수)
김 재 현 (아주대학교 교수)
김 정 태 (이화여자대학교 교수)
김 종 옥 (고려대학교 교수)
김 진 영 (광운대학교 교수)
김 창 익 (한국과학기술원 교수)
김 태 욱 (연세대학교 교수)
김 현 수 (삼성전자 상무)
김　　훈 (인천대학교 교수)
나 정 웅 (명예회장)
남 상 욱 (서울대학교 교수)
노 태 문 (한국전자통신연구원 책임연구원)
문 영 식 (한양대학교 교수)
박 광 로 (한국전자통신연구원 책임연구원)
박 동 일 (현대자동차㈜ 전무)
박 성 욱 (SK하이닉스 부회장)
박 인 규 (인하대학교 교수)
박 주 현 (영남대학교 교수)
박 춘 명 (한국교통대학교 교수)
박 현 창 (동국대학교 교수)
방 성 일 (단국대학교 교수)
백 준 기 (중앙대학교 교수)
변 영 재 (울산과학기술대학교 교수)
서 철 헌 (숭실대학교 교수)
성 굉 모 (명예회장)
손 광 준 (한국산업기술평가관리원 PD)
송 문 섭 ((유)엠세븐시스템 대표이사)
송 상 헌 (중앙대학교 교수)
송 창 현 (네이버 CTO)
신 지 태 (성균관대학교 교수)
심 대 용 (SK하이닉스 상무)
안 길 초 (서강대학교 교수)
안 승 권 (LG전자 사장)
양 일 석 (한국전자통신연구원 책임연구원)
연 규 봉 (자동차부품연구원 센터장)
오 성 목 (KT 사장)
우 남 성 ((전)삼성전자 사장)
유 경 식 (한국과학기술원 교수)
유 정 봉 (공주대학교 교수)
유 태 환 (한국전자통신연구원 책임연구원)
강 봉 순 (동아대학교 교수)
고 성 제 (고려대학교 교수)
고 정 환 (인하공업전문대학 교수)
공 준 진 (삼성전자 마스터)
권 기 룡 (부경대학교 교수)
권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원)
권 호 열 (강원대학교 교수)
김 경 연 (제주대학교 교수)
김 기 호 (삼성전자 부사장)
김 대 환 (국민대학교 교수)
김 도 현 (제주대학교 교수)
김 동 식 (인하공업전문대학 교수)
김 봉 태 (한국전자통신연구원 소장)
김 상 효 (성균관대학교 교수)
김 선 일 (한양대학교 교수)
김 성 호 (한국산업기술평가관리원 팀장)
김 수 중 (명예회장)
김 승 천 (한성대학교 교수)
김 영 로 (명지전문대학 교수)
김 영 환 (포항공과대학교 교수)
김 용 신 (고려대학교 교수)
김 윤 희 (경희대학교 교수)
김 재 희 (연세대학교 교수)
김 정 호 (이화여자대학교 교수)
김 준 모 (한국과학기술원 교수)
김 창 수 (고려대학교 교수)
김 철 동 ((주)세원텔레텍 대표이사)
김 태 원 (상지영서대학교 교수)
김 형 탁 (홍익대학교 교수)
김 희 석 (청주대학교 교수)
남 기 창 (동국대학교 교수)
노 원 우 (연세대학교 교수)
동 성 수 (용인송담대학교 교수)
문　　용 (숭실대학교 교수)
박 광 석 (서울대학교 교수)
박 래 홍 (서강대학교 교수)
박 성 한 (명예회장)
박 정 일 (영남대학교 교수)
박 진 옥 (명예회장)
박 항 구 (명예회장)
박 형 무 (동국대학교 교수)
백 광 현 (중앙대학교 교수)
백 흥 기 (전북대학교 교수)
서 승 우 (서울대학교 교수)
서 춘 원 (김포대학교 교수)
성 하 경 (전자부품연구원 선임연구본부장)
손 광 훈 (연세대학교 교수)
송 민 규 (동국대학교 교수)
송 용 호 (한양대학교 교수)
신 오 순 (숭실대학교 교수)
신 현 철 (한양대학교 교수)
심 동 규 (광운대학교 교수)
안 병 구 (홍익대학교 교수)
안 태 원 (동양미래대학교 교수)
엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 소장)
예 종 철 (한국과학기술원 교수)
오 승 록 (단국대학교 교수)
우 운 택 (한국과학기술원 교수)
유 명 식 (숭실대학교 교수)
유 창 동 (한국과학기술원 교수)
유 현 규 (한국전자통신연구원 책임연구원)

유 회 준 (한국과학기술원 교수)
윤 성 로 (서울대학교 교수)
윤 일 구 (연세대학교 교수)
이 가 원 (충남대학교 교수)
이 광 엽 (서경대학교 교수)
이 문 기 (명예회장)
이 병 근 (광주과학기술원 교수)
이 상 근 (중앙대학교 교수)
이 상 회 (동서울대학교 교수)
이 성 준 (한양대학교 교수)
이 영 렬 (세종대학교 교수)
이 윤 식 (울산과학기술대학교 교수)
이 장 명 (부산대학교 교수)
이종호A (서울대학교 교수)
이 찬 수 (영남대학교 교수)
이 채 은 (인하대학교 교수)
이 충 웅 (명예회장)
이 한 호 (인하대학교 교수)
이 호 경 (홍익대학교 교수)
이 희 덕 (충남대학교 교수)
임 신 일 (서경대학교 교수)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)
전 국 진 (서울대학교 교수)
전 순 용 (동양대학교 교수)
정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
정 승 원 (동국대학교 교수)
정 윤 호 (한국항공대학교 교수)
정 정 화 (명예회장)
정 진 용 (인하대학교 교수)
조 경 순 (한국외국어대학교 교수)
조 명 진 (네이버 박사)
조 성 현 (한양대학교 교수)
조 중 휘 (인천대학교 교수)
주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)
천 경 준 (㈜씨젠 회장)
최 병 덕 (한양대학교 교수)
최 영 규 (한국교통대학교 교수)
최 윤 식 (연세대학교 교수)
최 진 성 (SK텔레콤 전무)
한 동 석 (경북대학교 교수)
한 완 옥 (여주대학교 교수)
한 태 희 (성균관대학교 교수)
허　　영 (한국전기연구원 본부장)
호 요 성 (광주과학기술원 교수)
홍 민 철 (숭실대학교 교수)
홍 유 식 (가톨릭상지대학교 교수)
황 승 훈 (동국대학교 교수)
윤 기 방 (인천대학교 교수)
윤 영 권 (삼성전자 마스터)
윤 종 용 (삼성전자 비상임고문)
이 강 윤 (성균관대학교 교수)
이 규 대 (공주대학교 교수)
이 민 호 (경북대학교 교수)
이 병 선 (김포대학교 교수)
이 상 설 (명예회장)
이 상 훈 (한국전자통신연구원 원장)
이 승 호 (한밭대학교 교수)
이 용 구 (한림성심대학교 교수)
이 윤 종 ((주)동부하이텍 부사장)
이 재 진 (숭실대학교 교수)
이종호B (서울대학교 교수)
이 찬 호 (숭실대학교 교수)
이 천 희 ((전) 청주대학교 교수)
이 태 원 (명예회장)
이 혁 재 (서울대학교 교수)
이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수)
임 제 탁 (명예회장)
장 은 영 (공주대학교 교수)
전 민 용 (충남대학교 교수)
전 영 현 (삼성전자 사장)
정 길 도 (전북대학교 교수)
정 영 모 (한성대학교 교수)
정 은 승 (삼성전자 부사장)
정 종 문 (연세대학교 교수)
정 항 근 (전북대학교 교수)
조 남 익 (서울대학교 교수)
조 민 호 (고려대학교 교수)
조 성 환 (한국과학기술원 교수)
조 춘 식 (한국항공대학교 교수)
진　　훈 (경기대학교 교수)
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
최 승 원 (한양대학교 교수)
최 용 수 (성결대학교 교수)
최 준 림 (경북대학교 교수)
최 천 원 (단국대학교 교수)
한 수 희 (포항공과대학교 교수)
한 재 호 (고려대학교 교수)
함 철 희 (삼성전자 마스터)
허 재 두 (한국전자통신연구원 본부장)
홍 국 태 (LG전자 연구위원)
홍 승 홍 (명예회장)
황 성 운 (홍익대학교 교수)
황 인 철 (강원대학교 교수)
윤 석 현 (단국대학교 교수)
윤 은 준 (경일대학교 교수)
윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)
이 경 중 (연세대학교 교수)
이 문 구 (김포대학교 교수)
이 배 호 (전남대학교 교수)
이 병 욱 (이화여자대학교 교수)
이 상 홍 (정보통신기술진흥센터 센터장)
이 성 수 (숭실대학교 교수)
이 승 훈 (서강대학교 교수)
이 원 석 (동양미래대학교 교수)
이 인 규 (고려대학교 교수)
이 재 홍 (서울대학교 교수)
이 진 구 (명예회장)
이 창 우 (가톨릭대학교 교수)
이 충 용 (연세대학교 교수)
이 필 중 (포항공과대학교 교수)
이 현 중 (한국전자통신연구원 박사)
이 희 국 (㈜LG 상근고문)
임 기 택 (전자부품연구원 센터장)
임 해 진 (강원대학교 교수)
장 태 규 (중앙대학교 교수)
전 병 우 (성균관대학교 교수)
전 홍 태 (중앙대학교 교수)
정 성 욱 (연세대학교 교수)
정 원 영 (인제대학교 교수)
정 의 영 (연세대학교 교수)
정　　준 (쏠리드 대표이사)
제 민 규 (한국과학기술원 교수)
조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
조 상 복 (울산대학교 교수)
조 영 조 (한국전자통신연구원 책임연구원)
주 성 순 (한국전자통신연구원 박사)
차 호 영 (홍익대학교 교수)
최 기 영 (서울대학교 교수)
최 승 종 (LG전자 전무)
최 우 영 (서강대학교 교수)
최 중 호 (서울시립대학교 교수)
한 대 근 ((전)실리콘웍스 대표이사)
한 영 선 (경일대학교 교수)
한 종 기 (세종대학교 교수)
허　　염 (실리콘마이터스 대표이사)
허　　준 (고려대학교 교수)
홍 대 식 (연세대학교 교수)
홍 용 택 (서울대학교 교수)
황 승 구 (한국전자통신연구원 소장)

사무국 직원 명단

송기원 국장 – 대외업무, 업무총괄, 기획, 자문, 산학연, 선거
이안순 부장 – 국내학술, 총무, 포상, 임원관련, 컴퓨터소사이어티
배지영 차장 – 국제학술, 국문논문, JSTS영문지, 시스템및제어소사이어티
배기동 차장 – 사업, 표준화, 용역, 반도체소사이어티
변은정 차장 – 재무(본회/소사이어티/연구회), 학회지, 산업전자소사이어티
김천일 과장 – 회원, 정보화, 홍보/교육, 통신소사이어티
장다희 서기 – 국제학술, 국제업무, SPC, 신호처리소사이어티



제2회 최신 자기공명 영상기술 워크샵

의료영상시스템연구회(위원장: 오창현 교수(고려대))에서는 8월 18일(금) ~ 19일(토) "제2회 최신 자기공명 영상기술 워크샵"을 인제대학교 해운대 백병원(부산)에서 의료영상 분야의 연구자와 산업계 분들을 모시고 개최하였다. 이번 워크샵에는 150명이 참석하였다.

제2회 최신 자기공명 영상기술 워크샵

ISO 26262, ISO/PAS 19451, SAE J3061 차량용 시스템 반도체 Engineer Course 교육

반도체소사이어티(워크샵 운영위원장 : 김동규 교수, 김병철 교수(한양대))에서는 "ISO 26262, ISO/PAS 19451, SAE J3061 차량용 시스템 반도체 Engineer Course 교육"을 8월 21일(월) ~ 25일(금) 5일간 해운대 시타딘 호텔에서 개최하였다.

본 교육은 국내의 대부분 기업들은 기능안전성 및 사이버보안 설계 개념을 반영한 차량용 반도체 설계 및 시스템 설계를 수행하지 않거나, 익숙하지 않아서 세계 자동차 반도체 시장 진입에 하나의 장벽이 되고 있고 있는 상황에서 대한전자공학회 반도체소사이어티, 한양대학교 IT 자동차 고급인력양성센터와 한국반도체산업협회는 국제표준 및 ISO 26262, SAE J3061에 의거한 차량용 반도체 개발에

ISO 26262, ISO/PAS 19451, SAE J3061 차량용 시스템 반도체 Engineer Course 교육

ISO 26262, ISO/PAS 19451, SAE J3061 차량용 시스템 반도체 Engineer Course 교육 참석자 기념촬영

필요한 위한 전문 지식을 제공하고, 보다 향상된 기능안전 및 품질 수준을 확보할 수 있도록 반도체 설계 능력 향상과 시스템 반도체 설계를 수행할 인력을 양성하고자 진행되었다. 이번 교육에는 40명이 참석하였다.

제7회 지능형 차량용 전자 Workshop 2017

반도체소사이어티(워크샵 운영위원장 : 신현철 교수(한양대))에서는 "제7회 지능형 차량용 전자 Workshop 2017"을 8월 31일(목) 한양대 에리카캠퍼스 제1공학관 101호에서 개최하였다.

이번 워크샵은 최근 국내외에서 활발히 연구 및 개발되고 있는 지능형 차량용 전자 기술 분야에 대하여, 현재 우리 기술의 경쟁력을 돌아보고, 산학연 전문가들이 그 간 연구해 오신 결과를 공유함과 동시에, 관련 기술 분야의 향후 연구 방향 및 전략을 세우고, 산학연간 교류의 활성화를 촉진하는 좋은 기회를 제공하였다. 참석은 약 100여 명이었다.

.

신규회원 가입현황
(2017년 8월 18일 – 2017년 9월 17일)

정회원

곽영수(이노와이어리스), 김래한(한국외국어대학교), 김민수(플렉센스), 김병욱(호서대학교), 김진호(지오센스), 류영우(국방과학연구소), 박연수(플렉센스), 박우찬(세종대학교), 박정표(한양대학교), 배종현(엘아이지넥스원), 유상범(한국항공우주연구원), 유원종(을지대학교), 윤하영(오산대학교), 이상규(한국항공우주연구원), 이석호(동서대학교), 이세영(큐디스), 정명준(국방과학연구소), 지충선(제이윌테크놀로지)

이상 18명

학생회원

김성찬(한국항공대학교), 김영호(아주대학교), 김종현(연세대학교), 김한솔(연세대학교), 박동주(부경대학교), 백승준(가톨릭대학교), 성병윤(금오공과대학교), 성찬영(가톨릭대학교), 오바울(연세대학교), 정영훈(가천대학교), 지승훈(연세대학교), 황호연(부경대학교)

이상 12명

학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

2017년 8월 17일 ~ 2017년 9월 18일

1. 회의 개최

회의 명칭	일시	장소	주요 안건
제3차 추계조직위원회의	8.21 (7:30)	학회 회의실	– 학술대회 프로그램 구성에 관한 사항 등
제1차 포상위원회의	8.31 (16:00)	학회 회의실	– 학회상 및 해동상 수상후보자 심의
제4차 ICEIC 2018 운영위원회의	9.7 (17:00)	학회 회의실	– 논문 모집 방안 및 프로그램 구성 논의 외
산업전자소사이어티 이사회	9.15 (17:00)	해동자료실	– 산업전자소사이어티 행사 논의 외

2. 행사 개최

행사 명칭	일시	장소	주관
제2회 회신자기공명 영상기술 워크샵	8.18~19	인제대학교 해운대백병원	의료영상시스템연구회
ISO 26262, ISO/PAS 19451, SAE J3061 차량용 시스템 반도체 Engineer Course 교육	8.21~25	해운대 시타딘호텔 (해운대 소재)	반도체소사이어티
제7회 지능형 차량용 전자 Workshop 2017	8.31	한양대학교 (에리카캠퍼스)	반도체소사이어티

특 · 집 · 편 · 집 · 기

로봇산업의 발달

김 현 편집위원
(부천대학교)

최근 4차 산업혁명을 논하면서 다양한 주제의 IT 관련 분야가 변화되고 있으며, 특히 인공지능이 결합된 지능형 로봇과 관련 산업에 대한 관심이 커지고 고조되고 있는 실정이다. 특히 로봇산업은 관련 하드웨어와 소프트웨어 산업 발전뿐만 아니라 전통산업으로 분류되는 뿌리산업과도 연계되면서 고부가가치가 예상되고 파급효과도 커질 것으로 예측된다. 또한 인류가 경험해보지 못한 고령화 사회가 도래하면서 지능형 로봇산업은 편의와 안전을 중시하는 인간 중심의 가치 산업으로 부상하고 있고, 이에 인류는 로봇이 반복동작을 하는 기계가 아닌 인간과 공존을 통해 어떤 삶으로 변화할지 고민해야 하는 시기가 되었다. 이러한 지능형 로봇에 대한 관심에 본 특집호는 지능형 로봇산업 전반에 걸쳐 현황을 살펴보고, 국제경쟁력을 위한 국가적인 정책변화, 연구소의 첨단 로봇 개발, 학계의 연구 및 로봇대회 등을 통한 미래인력 양성에 대해서 관련 논문 5편으로 구성하였다.

첫째, "지능형 로봇산업 현황과 정책지원(백봉현 외)"에서는 국내외 로봇산업의 현황을 살피고, 각국의 로봇산업의 발전을 위한 정책지원의 효과에 대해서 분석하였다.

둘째, "원격 조종 로봇의 주행을 위한 3차원 반구 가시화 시스템(김승훈)"은 재난 현장과 같은 인간이 접근이 어려운 환경에서 원격 로봇의 주행과 구동 시 효율적인 주변 환경을 탐색하는 기술이다.

셋째, "뱀 로봇 하늘을 날다(신호철 외)"은 지능형 로봇의 바탕이 되기 위한 생체모방 로봇을 소개하고 있으며, 특히 뱀 모방 로봇에 대해서 소개하고 있다.

넷째, "지능형 AGV시스템을 위한 로드맵 및 원격제어 기술개발 사례(고정환)"은 산업용 로봇과 무인화 공정에서 주로 사용되고 있는 AGV시스템을 다루며 관련 기술을 소개하고 있다.

다섯째, "Make-Fail-Play" 청소년들의 창의성을 깨우는 WRO(강현웅)"는 대표적인 지능형 로봇대회인 WRO의 운영을 통한 미래의 로봇인력의 양성 방향에 대해서 소개하고 있다.

바쁜 일정 중에 본 특집호를 위하여 옥고를 보내주신 집필진 여러분께 감사드리며, 본 특집호가 지능형 로봇산업 발전에 방향을 제시하고 교류와 협력을 통해 4차 산업혁명에서 지능형 로봇이 선도 분야가 되어 우리나라 IT융합산업의 발전과 경쟁력 강화에 기여할 수 있기를 기원한다.

지능형로봇산업 산업동향과 정책방향

백봉현
한국로봇산업진흥원

김 현
부천대학교 전자과

Ⅰ. 서 론

로봇산업은 현재 대한민국을 변화시키는 4차산업 혁명의 핵심인 기술을 포함하면서 반도체산업 및 자동차산업 이상의 잠재력을 가진 산업으로 평가받고 있다. 로봇산업의 가능성은 미래트렌드 변화에 따른 성장 가능성과 타 산업분야에 미치는 파급 효과로 인하여 많은 미래학자와 전문가들의 관심을 받고 있으며, 그 분석 또한 다양하게 제시되고 있다.[1]

한편으로 미국, 일본, EU와 같은 선진국은 미래의 잠재적인 로봇시장의 주도권을 확보하기 위해서 적극적인 투자와 지원을 확대하고 있는 중이다. 이러한 와중에 시장을 선도하고 있는 형태는 드론을 활용한 분야와 인공지능을 결합한 형태가 가장 두드러진 변화로 보인다. 구글은 미국과 일본에 로봇기업과 인공지능 전문기업을 인수하였고, 아마존은 무인 비행택배시스템을 공개하고, CES 2016의 두번째 키워드로 인공지능로봇이 선정되었고, 전시공간도 71% 증가하였다.[2]

주요국의 국가 로봇정책도 이러한 시장의 변화에 대응하기 위하여 다양한 방향으로 전개되고 있다. 미국은 국가 경쟁력의 원동력으로 인식하고 로봇산업을 육성하고 있으며, 2011년 '첨단제조 파트너 쉽'(AMP: Advanced Manufacturing Partnership)을 발표하고, 이 일환으로 '국가 로봇계획'(National Robotics Initative)를 추진하고 있다.

일본은 아베노믹스 성장전략의 핵심정책으로 범정부차원의 '로봇 新전략'을 발표('15년 1월 총리실 산하 '로봇혁명 실현회의')하고 로봇정책실을 설치하였고 큰 폭의 예산 증액(15년 160억엔→16년 294억엔)은 물론 R&D 중심의 지원을 벗어나, 시장화을 지원하는 '로봇도입 실증사업'을 적극 추진하고 있다.

EU는 로봇 분야 실행을 위해 연구와 혁신을 추진하는 SPARC프로그

램을 개시하였다. 독일은 스마트 공장시스템에 중점을 두어 하이테크 전략(Industry 4.0)을 추진하고 있고, 프랑스는 중소기업에 로봇 설비투자에 10%까지 자금지원을 하고 더불어 세계 5대 서비스 로봇국가진입을 목표로 적극적인 육성정책을 추진하고 있다. 영국은 '국가로봇전략'을 수립하고 '25년까지 세계 로봇시장의 10%점유를 목표로 하고 있다.

중국은 중국 10대 산업 육성계획의 핵심 산업분야로 로봇을 선정하고 Smart Manufacturing프로젝트('15년 3월)를 추진하고 있다. 또한 '로봇산업 발전계획('16~'20년, 5개년 계획)을 발표하고('16년 3월)하고 국제 수준의 제품성능 및 품질 확보, 핵심부품 기술력 향상, 시장 수요를 만족시키는 로봇산업 시스템 구축 계획을 제시하였다.

국내에서는 '지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법(이하 지능형로봇법)'을 2008년 3월에 제정한 이후에 '지능형 로봇 기본계획(1~2차)' 등을 통해 로봇산업 지원체계를 구축하고 지원하고 있다.

로봇산업에 대한 잠재력은 미국, 일본, EU와 같은 로봇 선도국은 물론 중국과 같은 후발 국가에서도 정책적인 지원을 통해 미래 로봇산업의 우위를 차지하려 하고 있다.

따라서 우리나라가 글로벌 로봇경쟁력을 확보하고, 국가 경제산업발전의 신성장동력으로 육성하기 위해서는 성장잠재력과 공급역량을 분석하고 선택과 집중의 정책지원이 필요하다.

본 고에서는 현재 국내외 지능형 로봇산업의 동향을 살펴보고, 국내 로봇산업 정책변화와 국내 수요기반과 공급역량 등 국내 로봇산업 경쟁력을 분석하고, 2016년 정부가 발표한 '로봇산업발전방안'을 중심으로 향후 로봇산업 정책방향을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 지능형 로봇산업의 국내외 동향

지능형 로봇은 외부의 환경을 인식하고, 스스로 상황을 판단하여, 자율적으로 동작하는 기계장치를 총칭하며(지능형로봇법 제2조) 용도에 따라서 제조용, 개인서비스용, 전문서비스용 등으로 구분되어지고 있다. 현재는 로봇기술은 인공지능 및 고도의 센서 기술과 융·복합되어지면서 더욱 지능화되고, 의료·재활, 문화, 교육, 건설·해양, 농업 등 다양한 분야에서의 서비스를 창출하는 형태로 발전하고 있다.

제조용 로봇은 인간이 수행하기 힘들거나 유해한 작업을 대신 수행하거나, 단순 작업을 반복하여 수행하는 형태의 로봇을 의미한다. 자동제어에 의한 조작과 이동이 가능하고 다양한 작업 프로그램에 의해 실행 할 수 있는 것으로 국제로봇연맹(IFR)에서는 고정 또는 움직이는 것으로 산업자동화 분야에 사용되는 자동제어, 제어프로그램을 포함한 3축이상의 자동 조정 장치를 제조용 로봇을 정의하고 있다. 제어용 로봇의 범위는 자동차, 선박, 반도체 산업 분야 등에서 활용되어지고 있다.

서비스용 로봇은 개인용과 전문 서비스 로봇으로 분류될 수 있고, 인간의 노동력 보완, 대체 및 고위험 작업을 수행하는 전문 서비스 분야로 전반적으로 상용화가 이뤄지는 상황이지만 아직까지 인간의 서비스를 충족하기에는 부족한 수준이다.

현재 지능형로봇법에 의하여 정부(한국로봇산업진흥원가 실시는 로봇산업실태조사(로봇통계)는 제조업용, 전문서비스용, 개인서비스용, 로봇부품 및 부분품의 4대 분야뿐만 아니라, 로봇서비스, 로봇시스템, 로봇임베디드 등을 포함하는 로봇산업특수분류를 기준으로 실시하고 있다.[4]

1. 국내시장 동향

2015 로봇산업 실태조사 결과보고서에서 따르면, 2015년 로봇산업 관련 사업체수는 1,867개 사로 전년도 1,675개사 대비 11.5% 증가했으며, 분야별 사업체수는, 전문서비스용 로봇기업이 16.2%, 제조용 로봇기업이 12%, 로봇 부품 및 부분품기업이 10.1%, 개인서비스용 로봇기업이 8.7% 증가한 것으로 나타났다.

〈표 1〉 최근 3개년도 로봇사업체 변화 추이[3]

구분	2 1,603 013		2014		2015		'14년도 대비증감률
	사업체	구성비	사업체	구성비	사업체	구성비	
제조업용 로봇	517	32.3	541	32.3	606	32.5	12
전문서비스용 로봇	229	14.3	234	14	272	14.6	16.2
개인서비스용 로봇	115	7.2	127	7.6	138	7.4	8.7
로봇 부품 및 부분품	742	46.3	773	46.1	851	45.6	10.1
총계	1,603	100	1,675	100	1,867	100	11.5

(단위: 억원, %)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	연평균
제조용 로봇	20,673	19,131	20,586	23,061	24,293	4.10%
서비스용 로봇	4,878	5,044	4,291	4,624	5,885	4.80%
로봇부품	3,940	3,926	4,903	6,135	9,397	24.30%
합 계	29,490	28,101	29,780	33,820	39,576	7.60%

〈그림 1〉 최근 5개년 로봇산업 생산 추이 변화

사업체 규모별로는 2015년 기준으로 중소기업이 1,789개사, 중견기업 71개사, 대기업 7개사로 중소기업이 95.8%를 차지하고 있다.

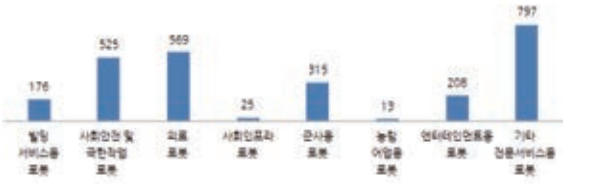
2015년 로봇산업 생산액은 3.96조원으로 제조업용 로봇이 전체의 61%로 시장을 견인하고 있으며, 서비스용 로봇(15%)은 시장형성 초기단계로 보여진다.

제조업용 로봇은 국내 경기침체에도 불구하고, 금속, 플라스틱 · 화학, 식음료 등 중소기업 주요 영위 업종에서 로봇활용이 증가함에 따라 생산은 전년대비 5.3% 증가하였다. 식음료 분야의 경우 최근 3년간 연평균 37.1% 증가하였으며, 금속 분야 또한 연평균 65.3%의 증가세를 보이고 있다. 제조업용 로봇 수출의 경우 세계경제 회복세의 약화에도 불구하고, 중국의 산업용 로봇 수요확대로 대중국 수출이 증가하여 전체적으로 미미하나마 0.8% 증가하였다.

서비스용 로봇의 경우, 개인서비스용 로봇 생산은 0.3% 증가에 그쳤으나, 전문서비스용 로봇 생산이 91% 증가하여 총 서비스용 생산은 21.4%의 큰 증가를 보였다.

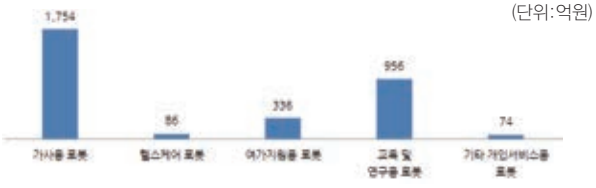
전문서비스용 로봇의 경우 의료 · 재활, 사회안전 및 극

(단위:억원)



〈그림 2〉 2015년도 전문서비스용 로봇 생산현황

(단위:억원)



〈그림 3〉 2015년도 개인서비스용 로봇 생산 현황

한작업용 등이 시장을 형성되고 있고, 개인서비스용 로봇의 경우 가사용, 교육 및 연구용 로봇이 대부분을 차지하고 있어 큰 시장수요에 있어 큰 변화는 보이지 않고 있다.

한편으로 중국을 비롯한 중저가형 청소로봇업체 들의 적극적인 글로벌시장 진출과 국내 청소로봇업체의 실적 부진에 따라 서비스용 로봇 수출은 전년대비 5% 감소한 1,046억원에 그쳤으며, 상대적으로 수입은 18.4% 증가하였다.

로봇부품 및 부분품 생산은 2015년 9,347억원으로 나타났으며, 로봇용 구동부품 및 부분품은 4.414억원, 기타로봇용 부품 부분품은 1,623억원, 로봇용 구조부품 및 부분품은 1.039억원, 로봇용 센싱부품 및 부분품은 946억원 순으로 나타나고 있다. 구동부품 88.1%, 센싱부품 52.6% 등 로봇 핵심부품의 생산증가에 따라 총 생산은 전년대비 53.2% 증가하였고, 수출은 전년대비 16.1% 증가한 362억원, 수입은 전년대비 12.5% 감소한 1,558억원으로 나타났다. 또한 최근 5년간 로봇부품 및 부분품의 생산이 연평균 24.3% 증가세를 보이고 있는데, 이는 우리나라의 로봇부품의 경쟁력이 점차 향상되고 있음을 보여준다.

로봇산업 투자 목적별 설비 투자 현황에선 개인 서비스용 로봇업체의 설비투자가 가장 높고 투자경험이 있는 로봇압업체 473개사에 ,593억원이 투자 되었으며, 생산 설비에는 768억원 투자되었고, 연구개발에는 545억원으로 나타났다.

국내 로봇산업실태 조사에서 2014년 국내 로봇시장은 4번째로 로봇은 생산하는 국가로 나타났으며, 국내의 로봇산업은 자동차, IT산업을 중심으로 한 제조업 중심으로 한 생산 자동화에 집중되고, 사물인터넷, 클라우딩 컴퓨팅 등 스마트 공장으로 변화하면서 제조용 로봇산업이 활성화되는 반면 기술력에서는 일본에 뒤지고 시장 규모는 중국에 뒤처지면서 시장규모가 작은 서비스로봇에 대해서는 정부의 정책적 지원이 매우 필요하다고 예측하고 있다.[4]

로봇산업의 종합기술 경쟁력은 미국, 일본, 우럽에 이러 세계 4위의 수준을 보여주고 있으며, 최고기술 보유국인 미국 대비 상대수준은 80.6%를 나타내고 있다.

〈표 2〉 로봇산업의 국제 종합기술 경쟁력[8]

(단위: %, 년)

구 분	미 국		일 본		유 럽		한 국		중 국	
	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간	상대수준	격차기간
2011	100	0	97.2	0.3	93.4	0.7	79.2	2.1	71	2.9
2015	100	0	97.7	0.3	94.6	0.5	80.6	1.9	73.8	2.6

* 출처 : 로봇산업 발전방안('16.11)

2. 세계시장 동향

2015년도 세계 로봇시장 현황은 2014년도 164억불 대비 9.7%가 성장한 197억불로 최근 연 평균 9.5%성장을 이루고 있다.[9]

제조업용 로봇은 전기, 전자, 금속 · 기계 산업 수요증가가 성장을 견인하며 2014년도 102억불 대비 9.2% 증가한 111억불을 기록하였다. 세계시장의 변화는 자동차, 전기 · 전자 산업 등 전통적인 활용분야 이외에 금속, 플라스틱 · 화학, 식음료 등 다양한 산업 분야로 확산되고 있는 추세이다. 자동차 분야는 38%, 전기전자분야는 25%, 금속분야는 12%, 플라스틱 · 화학분야는 7%를 성장하였다. 세계 1위 로봇시장인 중국은 연평균 30%로 급속한 성장을 하며 시장 점유율도 확대하고 있는 실정으로 '14년도에는 25%에서 '15년도에는 27%로 확대 되었다. 시장점유율은 중국이 30.8억불로 27%차지하고, 북미는 20.7억불을 20.7% 차지하였고, 독일은 11.9억불로 10.7%, 일본은 11.8억불로 10.6%를 한국은 8.9억불로 8.0%를 차지하였다.

서비스용의 경우는 2014년도에 62억불 대비 10.4%성장한 68억불로, 최근 5년간 13%성장을 이루고 있다. 전문서비스용 로봇은 의료분야에서 32%로 15억불, 필드분야에서 24%로 11억불, 국방 분야에서 23%로 10.3억불을 차지하고 있다. 전문서비스용 로봇은 고가임에도 불구하고 고정밀, 고위험, 고중량 등의 인간이 하기 힘든 특수 · 고난도 기능을 제공하고 있고 시장 창출의 핵심이 되고 있다.

〈표 3〉 세계 로봇시장 현황

(단위 : 백만달러)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	연평균
제조용 로봇	8,278	8,496	9,507	10,193	11,133	7.70%
서비스용 로봇	4,205	4,860	5,366	6,175	6,816	12.80%
합 계	12,483	13,356	14,873	16,368	17,949	9.50%

* 출처 : World Robotics 2016(IFR, 국제로봇연맹)

개인용 로봇은 가정용(청소로봇 등)이 53%로 12억불을 차지하고 여가지원(교육용 로봇 등)이 46.3%로 10.3억불을 차지하고 있다.

3. 세계시장 전망

제조업용 로봇은 2019년 까지 연평균 13% 성장이 예상되며, 서비스 로봇은 '16 ~'19년 까지 455억불의 시장규모 형성을 전망하고 있다.[9]

제조업용 로봇의 경우 '19년 중국이 세계 로봇시장의 약 40%를 차지하고, 유럽 로봇은 시장 규모가 2배가 넘을 것으로 예상하고 있다. 미국과 서유럽의 지속적인 성장 및 브라질 시장의 회복이 예상되며 동유럽 시장이 급속한 성장이 예상되어지고 있다.

서비스용 로봇은 경우는 '16 ~'19년 까지 전문 서비스용 로봇은 231억 불, 개인용 서비스로봇은 224억불로 시장이 형성 될 것을 예측하고 있다. 필드, 물류시스템, 의료 로봇이 급성장을 하고 전문 서비스 로봇시장의 80%를 차지할 것으로 예상하고 있다. 개인 서비스는 진공/바닥청소 등 가정용 로봇 중심으로 성장이 계속되어 질 것으로 예측하고 있다.

이와 별도로 CES2016의 두 번째의 키워드는 인공지능 로봇으로 향후 인공지능과 결합한 인공지능 로봇에 대한 관심이 고조되고 있다.

Ⅲ. 로봇산업의 정책변화와 경쟁력

1. 국내 로봇산업 정책추이

국내 로봇산업의 정책 변화는 KIET의 '지능형 로봇산업의 국내외 동향과 육성 정책 및 시사점'에서 다음과 같

이 정리하고 있다.[6]

2009년 국가과학기술위원회의 제1차 지능형 로봇기본계획에서는 당시 로봇산업의 현황과 문제점 진단에서 세계 5위 수준의 국내로봇시장이 정부예산 투입을 통하여 기술력 향상과 같은 성과는 도출하였으나, 원천기술 확보 미흡, 중소기업의 위주의 역량한계로 인한 민간주도 시장 창출의 역부족을 문제점으로 제시하였다. 이에 1차 계획에서는 제품군을 선별하여 맞춤형 시장 창출을 핵심 전략으로 하고, 부품산업육성, 기업 참여 확대, 원천기술 및 공동기반 기술 중심으로 5개년 R&D투자하여 산업 원천기술을 확보하고자 하였다. 또한 세계시장 선점을 위한 선제적 수요확산과 로봇산업의 도약을 위한 지속적인 성장기반 구축을 하고자 하였다. 또한 산학연관 연계를 통한 범국가적인 협력체계구축을 하였다.[7]

이에 따라 R&D 종합역량이 커지면서 기존 제조분야 이외에 부품 · SW/서비스 분야에서 로봇 R&D사업화 성과 발생과 확대가 일어났다. 또한 의료, 농업, 교육 등 다양한 산업 분야의 융합된 로봇기술이 활용되고 있다. 인력양성과 더불어서 개방형 로봇 생태계구축과 범국가적인 로봇융합 네트워크를 구축하고 있다.

제 2차 기본계획(2014~18)에서 1차 기본계획 실행에 따른 성과와 한계를 분석하고 있는데, 먼저 성과로는 로봇산업 진흥을 위한 기반 마련 차원에서 법제도 · 기관 등의 기본 인프라를 조성하였고, 글로벌 경기침체로 국내외 로봇시장이 정체된 가운데에서도 제품개발 · 보급 중심의 적극적인 정부지원으로 국내 로봇산업의 성장을 견인하였다고 분석하였다.[7]

그러나 로봇시장의 규모는 확대 되었으나, 절대규모가 작고 타산업과 협업이 부족하여 개방형 로봇산업 생태계 조정에 부족하고, 제조용 로봇과 청소용 로봇을 제외한 핵심 로봇군의 부족하다고 판단하였으며, 이는 기업이 추격형 · 공급자 중심의 기술개발로는 로봇시장 확대가 곤란하고, 로봇 혁신 역량은 세계수준에 비해 낮아 선진국과 기술격차가 여전히 존재하고 있는 상황 때문인 것으로 분석하였다. 또한 글로벌 시장에 능동적으로 대응하지 못하고 로봇산업 생태계에 있어서도 아직까지 로봇부품의 상당부분을 수입에 의존하는 등 기업의 경쟁력 확보에도 문제가 있는 것으로 판단하였다.

〈표 4〉 국내 로봇산업정책 변화

시기 구분	로봇산업 정책 주요내용
태동기 (1978~1986)	ㅇ 자동차용 다점용접 로봇이 국내 최초로 도입되었으며, 로봇산업에 대한 정부지원 이 없는 상태에서 산 · 학 자체적으로 로봇 R&D 진행 – (1978) 국내 최초로 현대차 울산공장에 일본 도요타의 다점용접 로봇 도입 – (1981) 대우중공업 고유모델 1호기 국산화 성공, 수직관절형 아크용접용 로봇 NOVA-10 개발(記) – (1983) 제1회 마이크로마우스대회 – (1986) 국산 제조용 로봇 NOVA-10 생산 개시
제조용 로봇 기반 조성기 (1987~1996	ㅇ 수요산업인 자동차 · 반도체산업의 발전에 따른 자동화 요구 증가로 제조용 로봇 기 반이 형성 – (1987) 제조용 로봇 분야 '공통핵심기술개발사업' 지원 개시 – (1988) LG산전에서 4축 스카라로봇 자체 개발하여 상용화 – (1993) 생산기술연구원, 국내 최초 전방향 무인 반송차개발 – (1994) 과학기술연구원 인간형로봇 센토 개발착수
제조용 로봇에서 지능형 로봇으로의 전환기 (1997~2001)	ㅇ IMF 위기에 따른 관련업계 내부의 구조조정 등으로 제조용 로봇 사업 철수 – (1997) LG산전, 대우중공업, 기아정공 등 대기업이 제조용 로봇 사업 철수 ㅇ IT 산업의 성장에 따라 제조용 로봇에서 지능형 로봇으로 로봇산업의 패러다임이 변화되었으며, 로봇 전문기업 설립 시작 – (2001.10) '퍼스널로봇 기반기술개발'로 지능형로봇 지원 착수(산자부) – (1997~2001) 5년간 로보스타 외 121개사 설립 (한국로봇산업협회 회원사 기준)
지능형로봇 사업 지원 본격화 (2002~2007)	ㅇ 정부지원이 규모화 · 체계화되어 산자부, 정통부, 과기부 등 여러 부처가 지능형로 봇 사업을 지원하기 시작 – (2002) '중점과제 서비스용 로봇기술개발사업' 추진 (과기부) – (2003.8) 지능형 로봇이 10대 '차세대 성장동력산업'으로 선정 – (2003.10) '21C 프론티어사업' 추진(과기부, 2014.12 산자부로 사업 이관) – (2004.4) 성장동력 지능형로봇사업단 출범(산자부) – (2005.12) 지능형로봇산업 비전과 발전전략 수립을 통해 로봇산업 육성(산자부) ㅇ 2005.12 산자부 로봇팀 발족 이후 R&D, 수요창출, 기반조성 등 로봇산업 육성을 위한 정책 시작
지능형 로봇관련 법 · 제도적 기반 강화 (2008~2015)	로봇특별법 제정 및 후속조치가 시행되었으며, 지식경제부 로봇산업과 신설로 로 봇 관련 법 · 제도적 기반 강화 – (2008.3) 「지능형로봇 개발 및 보급 촉진법」 제정 – (2009.4) 제1차 지능형로봇 기본계획 수립 – (2010.6) 한국로봇산업진흥원 설립 – (2011.1) 지경부, 융합시대 선도를 위해 로봇팀을 로봇산업과로 확대 · 개편 – (2011.1) 대규모 로봇 보급사업 본격화(로봇 보급사업 마스터플랜 발표 및 8개 부 처 MOU) – (2013.8) 방사청 국방로봇 사업팀 신설 – (2014.7) 제2차 지능형 로봇 기본계획 수립

이에 따라 제 2차 기본계획에서는 개방형 로봇산업 생

태계 조성으로 국내 로봇시장 확대, 글로벌 협업 및 수출 경쟁력 강화로 세계시장 선점, 로봇기업 수 확대 및 규모화를 목표로 로봇 R&D 체질개선에 집중하고, 로봇산업 외연확대로 국내외 신수요 · 신시장 창출로 확산하는 추진전략을 마련하였다.

구체적인 추진과제로는 선택과 집중을 통한 로봇R&D 종합역량 제고, 로봇수요의 전산업 확대, 개방형 로봇산업 생태계 조성, 명실상부한 범국가적 로봇융합 네트워크 구축으로 정하고, 12개의 세부과제를 현재 추진하고 있다.

한편으로 2016.11월 정부는 현 국내외 여건을 고려하여, 글로벌 경쟁력을 갖춘 전문기업 육성을 위한 수출산업화를 목표로한 '로봇산업발전방안'을 마련하였다.

2. 국내 로봇산업 수요기반

제조업의 수출 비중이 큰 우리나라의 글로벌 경쟁력 확보와 우위선점을 위한 양팔, 협동로봇 등 첨단제조로봇 시장의 확대가 필요하며, 급속도로 진전되고 있는 저출산 · 고령화 사회에 대응한 서비스용 로봇 수요 증가 예측에 능동적으로 대응하기 위한 서비스용 로봇 수요기반 확충이 필요하다.

그런데 제조업용 로봇의 경우, 자동차 · 전기전자 등의 주요 공정에서 시장수요가 형성되어 있으나, 제조업 경쟁력 제고를 위한 스마트공장 확산에 대응한 첨단제조로봇의 활용은 미비한 상황이다. 그간 로봇활용이 낮았던 금속가공, 플라스틱, 화학, 식음료 등의 산업에서 로봇 도입이 증가하고 있으나, 좀더 적극적으로 스마트 공장 확산과 연계하여 중소기업 제조업 등에서의 첨단제조 로봇 활용과 이의 지속적인 지원이 필요하다고 보여 진다.

첨단제조로봇은 소품종 대량생산에 적합한 중후장대형 로봇과 달리 다품종 소량생산이라는 제조환경에 적합하고, 특히 인간과 로봇의 협동작업이 가능하다. 양팔로봇은 다관절 메니퓰레이터 2기가 몸체를 공유한 형태로 설치면적을 최소한 하면서 양팔로 동시작업을 수행하여 작업의 고효율이 가능하며, 협동로봇은 로봇과 인간이 작업공간을 공유한 형태로 인간의 지능과 로봇의 작업효율성을 동시에 활용이 가능하기 때문이다.

서비스용 로봇은 청소로봇이 전체 수요의 대부분은 차지하고 다양한 분야에서 서비스용 로봇의 시장형성은 지연되고 있는 실정이다. 청소로봇은 64%의 비중인데 비하여 교육은 8%, 의료는 6.4%, 국방은 5.7%로 비중이 미미한 상태이다. 그러나 세계적인 메가트랜드는 저출산 · 고령화 현상에 따르는 인력 부족 등으로 인한 의료 · 재활로봇 등과 같은 신규서비스용 로봇은 수용가 증가할 것으로 예측되고 있고, 이에 따라 일본과 EU등은 저출산 · 고령화, 사회보장 비용 증가 해결을 위해 고령자 케어 로봇, 간호간병 보조로봇을 전략적으로 육성하고 있는 실정이다.

한편으로 협소한 국내시장으로 인해 제품개발 투자와 이를 통한 Track Record 확보, 양산 · 수출의 선순환 구축이 어려운 것이 현실이다. 또한 세계시장은 글로벌 선

〈그림 4〉 양팔로봇과 협업로봇

도기업들이 선점하고 있는 상황으로, 협소한 국내시장을 극복하고 글로벌 시장확산과 경쟁력 확보를 위해서는 국내 Track Record 확보 지원 등을 통한 수요기반 마련을 위한 적극적인 지원이 필요하다고 판단된다.

3. 국내 로봇산업 공급역량

국내 로봇기업은 종합 서비스화와 플랫폼화 수행이 가능한 로봇전문기업체의 부재와 글로벌 시장을 선도할 핵심 제품군 확보가 미흡한 실정이다. 이는 앞서 보여진 국내 로봇산업의 대부분이 중소기업(95.8%)가 매출규모 50억 미만인 매출규모를 갖고 있기 때문이다.

한편으로 IoT, 빅데이터, 클라우드, 모바일과 인공지능 등 파괴적 혁신기술의 등장과 이에 따른 산업의 메가트렌드에 적극적으로 대응하기 위해서는 로봇과 이러한 혁신 신기술과의 접목을 통한 새로운 가치, 제품, 서비스의 창출 또한 매우 중요한 과제로 판단된다.

따라서 로봇과 혁신 신기술(AI, 빅데이터 등)을 접목한 스마트화 · 지능화된 차세대 첨단 제조 · 서비스 로봇전문기업 육성이 필요하다. 현재의 단품위주의 로봇에서 주변기기, SW, 스마트공장 솔루션 등이 통합된 종합 공장 자동화 서비스를 제공할 수 있어야 할 것이다.

또한 서비스용 로봇의 경우 공공분야에서 로봇을 활용을 통해 확보된 우수한 활용사례를 체계적으로 축적하여 로봇기업의 국내외 시장 진출기반에 활용 되어져야 한다. 이를 위해서는 공항, 대형 물류단지, 대형병원 등 공공분야에서 대규모 로봇 수요처를 대상으로 융합형(다품종) 실증 테스트 베이를 구축하고 운영함은 물론 연계가 필요하다.

국내 시장의 협소로 인하여 글로벌 시장에 적합한 로봇을 개발되어져야 하며, 글로벌 시장을 선도할 핵심 제품군 확보를 위한 대기업의 로봇산업 진풀 및 마케팅 역량을 활용한 대 · 중소기업 협력체계구축도 필요하다. 일부 이러한 협력체계 구축은 진행되고 있다. 한화 테크윈, LG전자 로봇선행연구소 신설, 현대 로보틱스 출범, 두산 DRA 로봇로봇시장 진출 등이 대기업의 로봇산업 진출의 사례이며, 알버트(SK텔레콤-로보메이션), 굴삭기 무인조종로봇(로하우-한화테크윈), 하지재활로봇(현대중공업-동아에스티) 등이 대 · 중소기업의 협력체계 구축의 좋은 사례가 될 수 있다.

Ⅵ. 로봇산업의 발전 정책 방향

정부는 이러한 국내 수요기반과 공급역량 분석과 국내외 시장흐름을 반영하여 지난 2016년 11월 로봇산업 발전 방안을 마련하고, 국내 수요기반 확충과 로봇산업의 공급역량 강화에 역점을 둔 발전전략을 제시하였다.

먼저, 핵심 극복과제로 국내 수요기반 확충과 로봇산업 공급역량 강화로 선정하고, 단중기 실천중심의 핵심추진과제를 선정하였다. 국내 수요기반 확충을 위해서는 국내 내수기반의 성장 잠재력을 바탕으로 새로운 시장 창출이 가능한 분야에 선택과 집중을 통한 전략적 시장 창출이 필요하며, 이를 위해서는 자동차, 전기 · 전자 분야 등 전통적 적용분야 이외에 스마트공장 확산과 연계한 협동 · 영팔로봇 수요창출이 필요하다고 보고 있다.

또한 유망 서비스로봇을 중심으로 공공분야의 선도적 수요창출이 필요하며, 새롭게 시장을 만들어 나가야 하는 신산업인 로봇산업의 특성을 고려하여 선제적 제도정비를 통해 시장 활성화를 유도할 필요가 있다고 보고 있다.

로봇산업의 공급역량 강화를 위해서는 기본적 기술력과 사업화 역량을 갖춘 로봇기업에 신유망품목 중심으로 투자를 집중하여 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있도록 육성하는 등 산업의 성장을 견인할 수 있는 로봇 전문기업 육성이 필요하며, 로봇 핵심 기술 확보를 위한 R&D 집중투자, 지원방식 혁신 및 미래 시장 창출기반 조성을 위한 풀뿌리 연구지원 등 로봇 핵심기술 확보와 핵심부품 국산화를 위한 개발 · 상용화 역량 확보 등 부품경쟁력 강화를 위한 전략적 지원이 필요하다고 밝히고 있다.

휴먼로이드 로봇 등 로봇 선도 기술 분야와 인공지능 · ICT 등 로봇과 융합할 수 있는 영역에서 고급 전문인력을 양성 등 연구개발 역량을 갖춘 전문인력 양성과 타산업 · 타분야의 로봇수요 발굴 및 수급기관간 협업 활성화 등 융합생태계 조성 또한 필요하다고 보고 있다.

관련하여 로봇산업발전방안에스의 구체적인 실천과제는 다음과 같다.

1. 산업 수요기반 강화

산업 수요기반 강화를 위한 정책을 수행하기 위해서 5개의 로봇 유망품목을 선정하였다. 선정기준은 스마트공장의 확산, 서비스 수요증가에 따라 미래성장성이 크고 기본적인 내수기반을 갖춰진 부분을 선정하였다.

또한 스마트공장과 보급·확산 사업과 연계하여 스마트공장 보급 시, 전문가 컨설팅을 통해 로봇을 도입한 공정 재설계·적정사양 도출 등 맞춤형 보급을 지원하며, 로봇전문 스마트 공장 코디네이터를 스마트공장 추친단에 10명을 확보하여 추진한다. 스마트공장 로봇을 적용 시 단품 적용을 넘어 로봇과 주변기기, SW, 스마트공장 솔루션등을 통합시스템을 운영지원 한다. 특히 신발, 화장품, 제약업종 등 수요조사와 기업 설명회를 통하여 로봇수요 기업을 발굴하고 20개의 프로젝트를 발굴하여 100억원을 지원할 예정이다.

서비스로봇에 대한 공공수요를 발굴하고 시제품의 테스트 베드를 제공하여 보급과 확산을 수행한다. 앞서 선정된 의료재활, 이송, 소셜, 사회안전 등 4대 유망 서비스 품목을 중심으로 지능형 로봇 보급 및 확산사업을 활용하여 2020년까지 80개의 프로젝트를 발굴 지원한다. 수요처 검증을 통한 신뢰성 확보와 사업화 추진을 위한 마케팅, 수요처 발굴, 성공사례 홍보 등 종합적인 지원 할 계획이다.

〈표 5〉 5대 유망 로봇산업 유망품목

구분	내용	전망
첨단 제조 로봇	기존 로봇이 적용되지 못했던 맞춤·유연 생산 환경에 적용 가능한 협업·양팔로봇 등	스마트공장 확산에 따른 제조업 혁신에 따라 수요확대 전망 (단기성장 기대)
의료 재활 로봇	급속한 고령화 추세와 서비스인력 부족에 대응, 고품질 의료서비스 제공	수술·간호간병·재활 등 의료 분야 로봇수요 확대 대응단기성장 기대)
무인 이송 로봇	각종 이송·물류작업의 스마트화를 통해 물류효율화 및 제조업 경쟁력 강화	제조업 현장·물류분야·빌딩내 등 수요 확대 전망단기성장 기대)
소셜 로봇	인공지능·ICT 기술 융합을 통해 인간과 교감, 다양한 서비스 제공	접객·홍보·안내·홈서비스 등 서비스분야 신시장 창출 가능 (중기성장 기대)
안전 로봇	인간이 대응하기 힘든 상황에 투입되어 고난도·고위험작업 수행	재난대응·보안·시설관리 등 안전분야 신시장 창출 가능 (중기성장 기대)

로봇 미적용 기존 공정 분석, 개선방안 도출 → 로봇적용 공정시스템 최적화설계 → 맞춤형 로봇 시스템 제작·설치 → 생산인력 대상 로봇활용 교육

〈그림 5〉 스마트로봇 확산을 위한 로봇 적용 시범프로젝트 프로세싱

또한 지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법을 2017년 입법계획에 반영하여 공공기관을 대상으로 한 로봇활용을 권고 할 수 있는 법적 근거 마련을 추진 할 계획이다.

중국·동남아 등 신흥국은 제조업 신증설 투자에제조용 로봇 대응하여 글로벌 협력을 강화하고 미국·유럽 등은 현지 유망 서비스 로봇을 중심으로 시장 개척을 추진한다. 기술선도국인 미국 등과는 공동 R&D 및 기술교류를 추친하고 현재 재난대응 로봇분야는 교류가 진행 중에 있다. 이외에도 전략적인 해외시장 진출을 지원을 위하여 해외 테스트 베이 구축은 '20년 까지 50개 유망 로봇품목을 수출지원하고, 한국관 운영, 시장개척단 파견, 해외 바이어 초청 수출 상담회은 50회 이상 지원 할 예정이다.

국내 시장의 활성화를 위하여 이동형 로봇의 경우 선진국에서 상용화 확대에 따라 이동성에 따른 안전기준 등 제도정비에 선도적인 대응을 위하여 이동형 로봇으로 발생 할 수 있는 안전문제 방지를 위한 기준을 선제적으로 마련하고자 한다. 이를 위해 업계와 공동으로 이동형 로봇 개발 가이드라인, 인증체계, 사고대응기준 등을 마련하기 위한 연구 용역을 진행한다. 개발가이드 라인에는 안전경로, 충돌회피 기준, 비상멈춤 기능 등을 규정하며, 사고대응 기준에는 책임 소재, 배상기준, 보험등이 포함될 예정이다.

의료재활로봇은 공적 보험 적용확대, 장애인 복지 지원 대상 품목 인정 등 의료재활 로봇 보급·활용 촉진을 위한 제도적 기반을 마련하기 위한 제도정비를 논의하고 있다.

〈표 6〉 서비스 로봇의 공공기관 수요발굴을 위한 연도별 추진 계획(안)

구 분	내 용
'17년	• 국공립병원內 물류수요에 병원용 이송로봇 10~15개 시범적용 (복지부) • 국립재활원·보훈병원 등에 재활로봇 5~10개 보급(복지부) • 평창올림픽에 안내, 홍보, 이송, 경비로봇 등 활용(조직위)
'18년	• 우체국에 인공지능 기반 소셜로봇 5~10개 시범적용 (미래부/우본) • 국공립병원에 국산 수술로봇 선도제품 3~5개 시범적용(복지부)
'19~ '20년	• 대형시설, 물류창고 등에 이송로봇 20개 적용(국토부 등) • 전시장/박물관 안내서비스 등에 소셜로봇 20개 적용(문체부) • 발전시설 등에 감시경계 안전로봇 등 10~15개 시범적용(산업부)

〈표 7〉 의료재활 로봇의 제도적 정비 논의 내용

구 분	내 용
수술로봇	국산 제품 상용화('18년 예정)와 연계한 공적보험 적용 추진을 위한 사전연구용역 실시
치료재활로봇	신의료기술 인정 등을 통해 공적보험 적용 확대 추진 * 보행재활로봇 임상시험 결과를 바탕으로 신의료기술 인정 추진
생활보조로봇	의료기기/비의료기기 분류체계 가이드라인 마련/장애인복지 지원대상 품목에 추가 추진

2. 로봇 서비스 · 플랫폼 공급역량 강화

로봇 전문기업을 집중 육성하여 첨단 로봇 개발 · 상용화 역량확보와 이를 통한 핵심 기술 확보, 전문 인력 양성, 융합 생태계 조성을 통해 로봇산업 전반의 공급역량을 강화 기반을 조성을 목적으로 한다.

첨단 로봇 개발은 10~15개의 기업부설연구소를 '첨단로봇 상용화연구센터'로 지정하여 민관투자를 집중하며, '17~'20년 까지 기업 당 최대 100억원을 투자하여 로봇전문기업을 육성한다. 이를 통해 2020년에는 유망분야의 20개 이상의 신제품이 개발 · 출시 되도록 한다. 이와 같은 상용화연구센터를 통해 인공지능, IoT등 융합기술을 바탕으로 스마트화 · 지능화된 차세대 첨단 5대 유망 분야 로봇을 개발 상용화를 추진한다.

공급 · 수요기업이 '로봇부품조합'을 구성하고, 핵심로봇부품의 국산화를 위한 개발 · 시험생산 · 양산을 공동대응 하도록 지원한다. 이를 위하여 시험생산과 양산에 필요한 고가의 시설 · 장비는 공동으로 구축하여 활용하고 신뢰성 확보를 위한 생산기술과 마케팅을 지원한다.

로봇 R&D에 2017년도에는 40억 규모로 10~15개의 특화과제를 도입하고 연구재단 지원프로그램과 연계한다. 이러한 연구지원은 창의적이고 자유로운 아이디어를 기반으로 신규분야 개척 및 미래시장 창출기반에 연구지원을 강화한다.

〈표 8〉 '17년도 첨단로봇 상용화연구센터 추진안

분야	세부분야	연구내용
첨단제조	高가반하중 협업로봇	중량물 취급이 가능하고 지능화 · 안전성 확보 협업로봇
소셜	스마트홈 서비스로봇	인공지능 기반 가정용 소셜로봇 및 콘텐츠, 서비스
무인이송	물류용 매니퓰레이터	자재선별 · 취합 · 이송 · 재배치가 가능한 지능형 물류로봇
의료재활	심장 수술용 로봇	고정밀 지능형 심장 및 혈관 중재시술 보조 로봇시스템

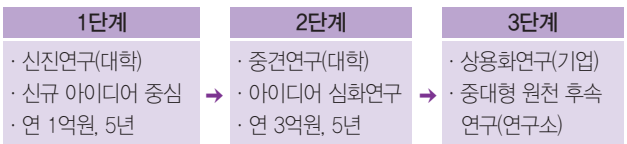
중장기 기술개발과 정책 추진방향과 분야별 투자 전략을 체계적으로 제시하기 위한 로봇 로드맵을 2년 단위로 수립하여, 국내외 기관 · 연구기관의 현황과 강점을 분석하여 5대 유망 분야와 로봇부품 분야를 중심으로 중장기 선도전략을 제시한다. 이러한 연구기관의 주도로 학계, 산업계가 광범위하게 참여하는 로드맵을 수립한다.

시스템 설계, 지능 · 인지, 정밀구동 · 제어 기술 등 글로벌 기술경쟁력을 확보하기 위한 핵심기술개발에 집중 지원하며 민관공동으로 향후 5년간 3,500억원이상 투입할 예정이다. 로봇원천 기술과 상용화 개발을 차별하여 지원하고 수요자 · 미션 중심으로 R&D지원방식도 효율화 한다.

기술적 파급효과가 크고 로봇기술의 총아인 인간형 로봇분야의 세계 선도를 위해 '휴먼노이드 로봇 연구센터'를 설치하고 고소형 · 고출력 인간형 로봇플랫폼 및 보행 · 조작 성능 고도화를 위한 핵심 부품과 기술을 집중 개발한다. 이러한 연구환경을 조성하여 석박사급 전문연구인력을 100명이상 양성을 하고자 한다.

인공지능과 ICT융합 응용분야 석박사급 전문인력 양성을 위해 대학 우수연구팀을 선발하고 산업화 원천기술 연구개발을 5년간 연 3억원을 투입하여 지원한다. 이를 통해 첨단 기술의 로봇 응용 분야 연구개발 인력 양성을 통해 로봇기술의 고도화와 지능화 역량을 강화할 것이다.

중소기업이 대다수인 로봇기업에는 창의 · 융합형 로봇전문인력양성 사업을 중소기업 중심으로 지원하고, 중소기업 현장 맞춤형 석사 인력을 양성하고, 재직자와 예비취업자를 대상으로 실무인력 양성 교육프로그램를 연 250명 배출하도록 지원할 예정이다. 또한 현장 전문 인력 양성을 위한 마이스터 고교 및 특성화고교에 대한 기업 인턴쉽을 시범 추진하고 일학습 병행환경을 조성하여



〈그림 6〉 로봇R&D 지원

교육훈련 프로그램을 지원한다.

로봇 연구개발 데이터를 축적하고 수집데이터를 가공 · 표준화를 할 수 있도록 통합DB를 구축하고 기업, 대학, 연구기관에 로봇 연구에 활용이 가능한 신뢰성 있는 데이터를 확보하여 제공한다. 로봇제품에 대한 단계적인 KS인증 품목을 확대하여 품질 경쟁력 및 신뢰성 확보를 지원한다. 우선적으로 이동형로봇과 첨단제조로봇에 대한 KS인증을 우선 완료한다. 또한 타산업과 타분야 로봇 수요를 발굴하고, 수급기관간에 협업을 촉진 시켜 새로운 비즈니스 모델 창출을 유도한다.

Ⅴ. 결 론

해외 주요국은 나라별 경제상황과 여건, 로봇산업의 성숙도 등은 차이가 있으나, 그동안 로봇 선도국이라고 할 수 있는 미국, 일본, 독일 뿐만 아니라 중국, 프랑스, 영국, 싱가포르 등 후발국가들 또한 자국의 로봇산업 육성과 활용정책을 강화하고 있다.

예컨대 미국의 경우, 오바마 전대통령이 발표한 첨단제조파트너십(AMP)에서 보는 바와 같이 미국의 경제의 안전성과 지속적인 발전을 위해서는 제조업의 부흥이 필수적이며 이를 위한 로봇자동화에 대한 투자를 적극적으로 추진하고 있으며, 최근 제조업의 자국 회귀현상(리쇼어링) 또한 이와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다.

일본의 경우, 고령화의 급격한 진전과 20년 동안 지속된 경제 저성장 기조를 타계하기 위하여 다양한 산업분야에서 로봇활용을 적극적으로 추진하는 로봇신전략을 발표하고, 로봇산업에 대한 정부의 투자를 획기적으로 증액한바 있다. 또한 앞서 밝힌 바처럼 총리 직속의 로봇혁명실현회의를 개최하고, 로봇정책실을 설치하여 로봇정책을 범부처 협력으로 추진하고 있다.

중국의 경우, 설비 노후화와 급격한 인건비 상승에 따른 자국 제조업 경쟁력 약화를 우려하여 적극적인 로봇산업 육성과 활용정책을 강화하고 있다.

최근 싱가포르는 고령화의 급격한 진전 등에 따른 노동력 부족 현상을 보완하기 위하여 제조, 물류, 서비스 등 전분야에 걸친 로봇도입을 적극적으로 추진하고 있는 것이다.

한편으로 ICBM(Iot, 클라우드, 빅데이터, 모바일)과 인공지능 등 혁신신기술의 급격한 빌전과 활용은 로봇산업 발전, 특히 서비스용 로봇의 획기적인 진전을 가져다 줄 수 있는 계기가 될 것이라는 기대와 함께 이러한 혁신신기술과 과 로봇을 접목할 수 있는 로봇기업 등 로봇계의 역량에 대해 우려 또한 존재하는 것이 사실이다.

뿐만 아니라 로봇활용이 확대됨에 따라 윤리, 보안, 일

〈표 9〉 해외 로봇정책

미국	• 제조업 부흥을 위한 "첨단제조 파트너십(AMP, '11.6월)"의 일환으로 "국가 로봇계획(National Robotics Initiative)" 추진 중 – 협업로봇 개발 · 활용 중심으로 '14년 3.2천만불, '15년 5천만불, '16년 3,700만불 지원(NRI 外 국방 · 우주로봇 등을 위한 예산은 별도 편성) – 협업 로봇, 로봇 제어, 자율 이동 등 기술 개발을 지원하는 첨단 로보틱스 제조혁신 허브(ARM) 설립 추진('17.1월)
일본	• 아베노믹스 성장전략의 핵심정책으로 범정부차원의 "로봇 新전략" 발표('15.1월 총리실 산하 '로봇혁명 실현회의') – "로봇 新전략' 추진을 위해 경제산업성 內 '로봇정책실' 설치하고 '16년 로봇 예산 294.1억엔 확보(3개 분야 : 도입실증, 시장화 R&D, 차세대 R&D) – 로봇 보급 확산 및 활용 확대를 위한 규제완화와 한국의 " 시장창출형 로봇보급사업"을 벤치마킹한 '로봇도입실증사업' 추진 중
EU	• "Horizon 2020"*의 로봇 분야 실행을 위해 SPARC** 프로그램 개시(유럽집행위원회(EC)와 euRobotics 공공–민간 파트너십, '14.6.3) * EU가 주력산업의 글로벌 경쟁력 확보와 지속가능한 성장을 위해 7년 동안('14~'20) 800억 유로의 자금을 투입하는 연구 및 혁신 프로그램 ** SPARC는 민간 로봇 투자 프로그램으로, '14년 로봇 산□학의 민관 파트너십에 의해 출범했으며, Horizon 2020하에서 7년 동안 7억~28억 유로를 지원 받을 예정 • (독일) 인공지능연구센터를 통한 '스마트공장시스템' 개발(지멘스, 보쉬 등 참여) 등 "하이테크 전략(Industry 4.0)" 추진 • (프랑스) 250개 중소기업 대상으로 로봇 설비투자의 10%까지 3,300만유로 자금지원(최종목표 750개) 및 2020년 세계 5대 서비스 로봇 국가 진입을 목표로 1억 유로 투자 추진(France Robots Initiaves, '13.3월) • (영국) '국가로봇전략'('14년)을 수립하고 '25년까지 세계 로봇시장의 10% 점유 목표 • (네덜란드) 독일의 Industry 4.0에 대응하여, 경제부, 경제인연합(FME), 상공회의소, 응용과학연구소(TNO)가 공동으로 Smart Industry 발표('14.4월)
중국	• 중국 10대 산업 육성 계획('제조 2025계획', 국무원)의 핵심 산업분야로 로봇을 선정하고 Smart Manufacturing* 프로젝트 추진('15.5월) * 주요 제조공정의 스마트화, 로봇 활용 확대를 통해 스마트 팩토리 구축 • 공업신식화부, 국가발전개혁위원회, 재정부 공동으로 '로봇산업 발전계획'('16~'20년, 5개년 계획) 발표('16.3월) * 국제 수준의 제품성능 및 품질 확보, 핵심 부품 기술력 향상, 시장 수요를 만족시키는 로봇산업 시스템 구축 계획 제시

자리 문제 등이 세계적인 화두가 되고 있어 이에 따른 대응 또한 중요한 과제가 되고 있다. 최근 보스톤컨설팅그룹(BCG), 국제로봇연맹(IFR, 로봇이 생산성, 고용, 일자리에 미치는 영향, 2017) 등에서 실증연구를 통해 로봇이 주요국의 GDP 성장에 큰 기여를 하고 있고, 로봇활용이 높아짐에 따라 그간 일자리가 순증가했으며, 삶의 질 측면에서 고급근로자 수요를 증가시켜 임금향상 효과를 유발하고 있다고 보고하고 있으나, 우려 또한 많은 것이 사실이다.

세계 주요국의 적극적인 로봇육성 및 활용정책과 앞서 살펴본 여건변화에 대응하기 위하여 정부가 로봇발전방안(2016.11월)이라는 적절한 대응책을 마련하였지만, 이러한 정부의 노력과 더불어 로봇기업간, 로봇기업과 학연간, 나아가 로봇공급자와 수요기관, 잠재적 수요자 등의 적극적인 네트워크를 형성하고 자극적인 노력 또한 매우 중요한 과제라고 할 수 있다. 로봇산업과 연관된 경제산업, 사회적 여건의 변화에 적극적으로 대응하기 위해서는 개별기업, 개별연구자의 노력만으로는 한계가 분명하기 때문이다.

참 고 문 헌

[1] World Robotics Industrial Robots 2015, International Federation of Robotics (IFR), 2015.

[2] 인공지능(AI), 로봇, 드론기술, 시장 실태와 전망, 이슈퀘스트 산업조사실, 2016. 9

[3] 2015 로봇산업 실태조사 결과보고서, 한국로봇산업진흥원, 20157 03.

[3] 국내외 로봇산업 동향 및 향후과제, 한국로봇산업진흥원, 2015,12.

[4] 중소 · 중견기업 기술로드맵 2017-2019 -로봇-, 중소기업청 , 2017.1

[6] 지능형 로봇산업의 국내외 동향과 육성정책 및 시사점, KEIT 산업경제 p23, 정만태, 2015.10

[7] 제2차 지능형 로봇 기본 계획(안)(2014~2018), 관계부처 합동, 2014.7

[8] 로봇산업 발전방안,산자부 보도자료, 2016.11

[9] https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-report-2016

[10] 마트 로봇부품 2022 추진전략, KETI, 2012.

[11] "The Robotics Revolution" 국내 · 외 로봇산업 동향 및 향후 과제(백봉현, 2015년)

백 봉 현

- 1986년 8월 연세대학교 사회학과 졸업
- 1995년 8월~2002년 6월 대한민국국회 국회의원 정책보좌관(산자위원장)
- 2002년 7월~2005년 9월 광주광역시 서울사무소장
- 2006년 12월~2007년 12월 대한은박지(주) 기획이사
- 2010년 7월~현재 한국로봇산업진흥원 정책기획실장

〈관심분야〉
로봇정책

김 현

- 1990년 2월 경희대학교 전자공학과 공학사
- 1992년 2월 경희대학교 전자공학과 공학석사
- 1999년 8월 경희대학교 전자공학과 공학박사
- 2012년 1월~현재 부천대학교 전자과
- 2017년 1월~현재 대한전자공학회 산업소사이어티 상임이사
- 2014년 9월~2015년 12월 부천대학교 융합기술지원센터 센터장
- 2007년 5월~2008년 12월 정보통신 국가표준 심의회 정보기술분야 전문위원

〈관심분야〉
신호처리, 영상처리, 초음파신호처리, 임베디드 시스템 및 로봇

원격 조종 로봇의 주행을 위한 3차원 반구 가시화 시스템

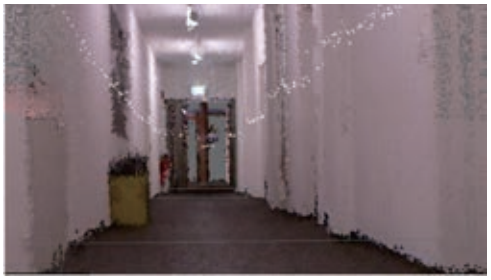
김승훈
전자부품연구원
지능로보틱스연구센터
선임연구원

Ⅰ. 서 론

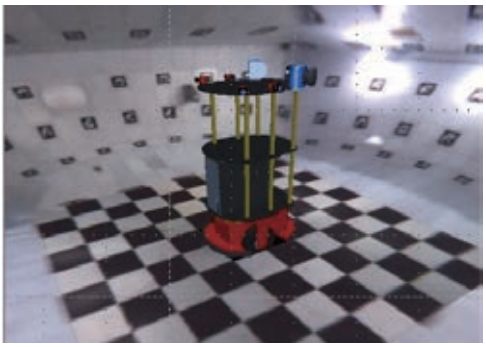
인간이 작업하기 어려운 환경에서 원격제어로 인간을 대신하여 작업을 수행하기 위한 로봇에 대한 연구가 후쿠시마 원전 사고 이후로 활발히 진행 중이다[1]. 또한, 이러한 로봇의 성능을 평가하기 위해 전세계적으로 재난 대응 로봇 경진 대회가 개최되고 있다. 하지만, 이러한 로봇을 원거리에서 효율적으로 제어하는데 많은 어려움이 있다. 로봇 운용을 방해하는 협소한 공간, 장애물, 도로나 지형의 상태, 기상의 영향, 통신 및 GPS 수신상태, 주변환경 영상 데이터 등이 존재한다. 그 중, 원거리에 있는 사용자가 효과적으로 로봇을 원격제어하기 위해서는 로봇 주위의 환경을 재구성하고 실시간으로 시점 변환이 가능한 영상 표현 기술이 절대적으로 필요하다.

최근 주위 환경 재구성을 위해 많이 사용되고 있는 기술이 SLAM (Simultaneous localization and mapping)이다. SLAM은 〈그림 1〉과 같이 임의 공간에서 로봇이 주행하면서 주변을 탐색하여, 그 공간의 지도 및 현재 위치를 추정하는 기술이다. 로봇은 주변을 탐색하기 위해 다양한 센서들을 활용한다. 대표적으로 레이저 스캐너, 적외선 센서, 라이다, 레이더 등의 거리센서와[2], 스테레오 카메라, 모노 카메라, RGB-D 카메라 등의 비전센서가[3-5] 사용된다. 특히 비전센서는 영상정보의 가공을 통해 거리 및 인식된 물체 등 다양한 종류의 정보를 획득할 수 있어 각광받고 있으나, 대부분 많은 연산량이 필요하고 영상 데이터가 축적되기까지 사용자의 가시성이 떨어지는 문제가 있어 실시간 원격제어에 사용되기에는 부적합하다.

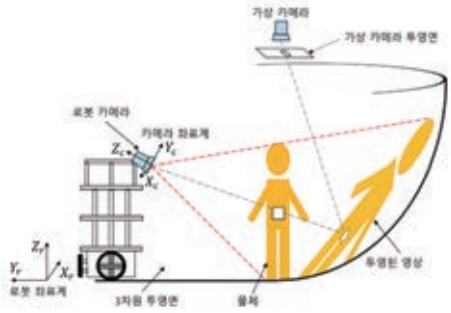
본 논문에서는 〈그림 2〉와 같이 사용자의 가시성을 높이고 실시간으로 제어하기 위하여, WAVM(Wrap-Around View Monitoring) 기술을 이용하여 로봇 주위 환경을 재구성한다. WAVM은 4대의 카메라를



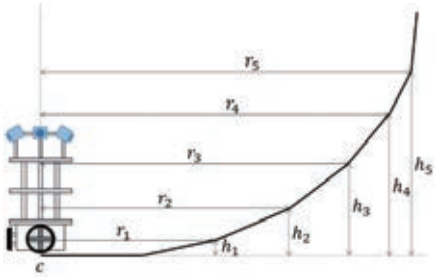
〈그림 1〉 SLAM 영상



〈그림 2〉 WAVM 영상



〈그림 3〉 3차원 투영을 위한 모델



〈그림 4〉 로봇을 중심으로 하는 3차원 반구 모델

이용하여 반[6-9], 원기둥[10] 등의 고정된 3차원 모델에 영상을 투영하여 주위 환경을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템을 제안한다. WAVM은 차량과 건설기계 장비의 안전 모니터링용으로 활용되고 있다[11].

Ⅱ. 3차원 반구 모델링

효과적이고 직관적인 로봇의 원격 제어를 수행하기 위해 3차원으로 재구성된 영상을 투영하는 모델을 제안한다.

본 논문에서는 〈그림 3〉과 같이 로봇에 장착된 카메라가 바라보는 사물과 이 사물이 투영되어 보여질 가상의 뷰 포인트를 고려하여 3차원 투영 모델을 설계하였다.

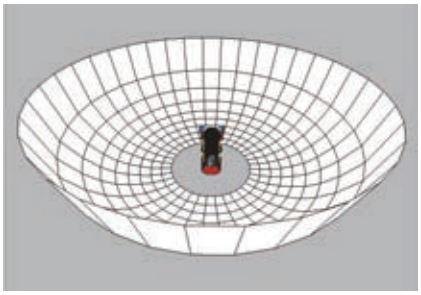
1. 주변 어라운드뷰(wrap around view) 모델링

3차원으로 재구성된 영상을 하나의 모델에 투영하기 위해 로봇이 중심이 되는 원(sphere) 모델을 사용한다. 〈그림 4〉와 같이 3차원 원 모델은 총 9개의 원으로 구성되고 원의 중심 c로부터 점차적으로 높이와 거리가 증가하여 반구(hemisphere) 형태의 3차원 원을 생성한다[12-15].

3차원으로 재구성된 전후좌우의 영상을 투영하기 위해 각각의 원을 θ값이 10을 가지도록 총 36등분 한다. 그리고 카메라를 통해 보여지는 객체가 최대한 자연스럽게 3차원 반구 모델에 투영 되어 질 수 있도록 원의 중심인 c에서부터의 반지름인 r_i와 원의 높이인 h_i를 각각 결정한다. r_i와 h_i가 결정되면 3차원 반구 모델의 텍스쳐(texture) 좌표를 생성하기 위해 수식 (1)을 이용하여 3차원 좌표점인 $p(x,y,z)$를 계산한다. a는 생성하는 원의 개수이고, b는 원을 θ인 10으로 나눈 개수이다.

$$p(x,y) = \sum_{n=0}^{a}\sum_{m=0}^{b}\{r_n \cdot \cos(m\cdot\theta), r_n \cdot \sin(m\cdot\theta)\}$$
$$p(z) = \sum_{n=0}^{a} h \quad (1)$$

〈그림 5〉는 수식 (1)을 통해 생성된 3차원 반구 모델을 나타낸다.



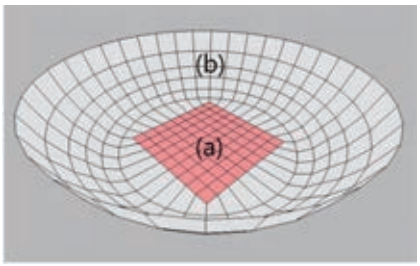
〈그림 5〉 반구 형태의 3차원 모델

2. 어라운드뷰(around view) 모델링

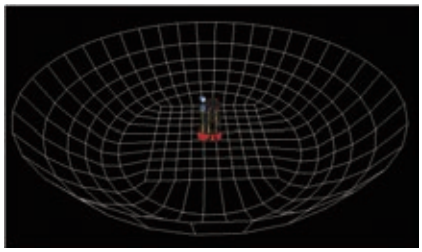
일반적으로, 전후좌우로 카메라가 장착된 로봇에서는 카메라의 수평각에 의한 사각지대(blind spot)가 존재한다[16]. 이러한 영역은 사용자가 로봇을 협소한 공간과 장애물이 존재하는 상황에서 원격제어할 때, 탐사를 위한 안전한 구동으로부터 가장 큰 위협이 된다. 이를 사전에 제거하여 효과적이고 안전하게 로봇을 원격지에서 주행하고 제어하기 위해 어라운드뷰 영상을 사용하였다[17]. 그리고 이러한 어라운드뷰 영상을 탑뷰 형태로 원격 사용자에게 제공하기 위한 어라운드뷰 모델을 설계했다.

〈그림 5〉와 같이 반구 형태의 모델에서 영상의 바닥면에 해당하는 영역을 투영하게 되면 안쪽 원의 형태로 영상이 늘어져 왜곡되어 보여 원격 사용자가 로봇 주변의 환경에 대처하기 어렵다. 따라서 기존의 반구 형태의 3차원 모델에 어라운드뷰를 위한 텍스쳐 영역을 추가하였다. 텍스쳐 영역의 크기는 사용자가 로봇과 인접한 주변 환경을 충분히 인지 할 수 있는 5m의 거리로 설정하였으며 3차원 모델에 적합하도록 크기를 줄여 적용하였다.

〈그림 6〉과 같이 밑면의 네모난 텍스쳐 영역 (a)는 어라운드뷰 영상을 투영하고, 그 영역을 제외한 나머지 반구 형태의 텍스쳐 영역 (b)는 주변 어라운드뷰 영상을 투영한다. 최종적으로 제안하는 변형적 3차원 반구 모델은 〈그림 7〉과 같다.



〈그림 6〉 변형된 반구 형태의 3차원 모델 (a)바닥 (b)벽



〈그림 7〉 최종 3차원 반구 모델

3. 공간에 따른 3차원 모델의 곡률 변경

원격지에 있는 로봇은 주변 환경에 따라 좁은 실내 공간이나 좀더 넓은 로비 공간, 그리고 개활지와 같은 아주 넓은 공간에서 주행할 수 있다. 따라서 사용자가 실감하여 효과적으로 로봇을 원격 제어하기 위해서는 로봇이 구동되는 실내, 실외, 개활지와 같이 주변환경에 대한 공간의 크기에 따라 3차원 반구 모델의 곡률을 변경 할 필요가 있다.

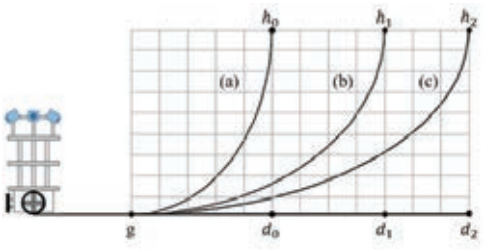
로봇의 좌우에 레이저 거리센서를 장착하여 로봇이 주행하는 공간의 크기를 측정하였다. 그리고 측정된 데이터를 이용하여 로봇이 동작할 가능성이 있는 공간에 대해 3가지(small, medium, large) 모델로 정의하였다.

〈그림 8〉은 로봇이 주행하는 공간에 따라 3차원 반구 모델의 곡률을 변경하여 생성한 모델을 나타낸다. g는 반구 모델을 생성하기 위한 곡률이 시작되는 점이고 d_n은 로봇에서부터 각 모델까지의 거리를 나타낸다. 그리고 h_n은 3차원 모델의 높이를 나타낸다. 각 모델의 곡률을 계산하기위해 수식 (2)를 이용하여 위의 3점을 Quadratic Bezier curves에 적용해 (a), (b), (c) 각각의 3차원 반구 모델을 생성하였다[18].

$$B(t) = (1-t)^2 g + 2t(1-t)d_n + t^2 h_n, \quad t \in [0,1] \qquad (2)$$

(a)모델인 small은 5m 이내의 좁은 실내 공간, (b)모델인 medium은 10m 이내의 실내 로비 공간, 그리고 (c)모델인 large는 10m 이상의 실외 개활 공간을 기준으로 하여 정의하였다.

정의된 3개의 곡률이 적용된 3차원 모델링은 로봇에 장착된 레이저 거리센서로 실시간으로 거리를 측정하여 로봇이 주행하는 공간에 맞게 변경하도록 구현하였다.



〈그림 8〉 공간에 따른 3차원 반구의 곡률 계산 및 변화

Ⅲ. 3차원 영상 재구성

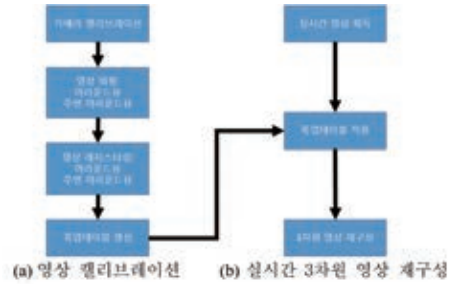
제안된 3차원 영상 재구성 시스템의 실시간성을 유지하기 위해 영상 캘리브레이션 과정을 거쳐 생성된 영상 룩업테이블(look-up table)을 사용하였다.

영상 캘리브레이션 작업은 4대의 카메라를 개별로 캘리브레이션하여 획득한 카메라 내부 파라미터를 이용해 영상의 왜곡을 보정한다[19]. 이 영상을 다시 적합한 위치로 워핑시키고, 자연스러운 영상 합성을 위한 영상 레지스터링을 수행한다. 위의 과정을 거친 영상 정보를 이용해 최종적으로 영상 룩업테이블을 생성한다. 이 과정은 오프라인으로 한번만 수행하게 된다.

로봇이 주행하면서 4대의 광각 카메라로부터 실시간으로 영상을 획득하고 오프라인에서 얻어진 영상 룩업테이블을 적용하여 왜곡 보정, 워핑, 블랜딩 작업을 거쳐 최종 합성된 4개의 영상을 생성한다. 이 후, 3차원 반구 모델에 합성된 영상들을 텍스쳐 매핑하여 3차원 영상 재구성을 구현한다. 3차원 영상 재구성의 블록 다이어그램은 〈그림 9〉와 같다.

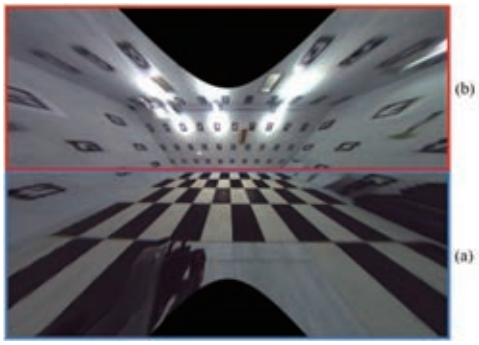
1. 카메라 캘리브레이션

3차원 영상 재구성을 위해 각각의 카메라에서 획득한 영상을 2개의 영역으로 분리하여 처리한다. 한 영역은 로봇과 인접한 영역을 가시화하기 위한 II. 2 어라운드뷰 생성에 사용하고, 다른 한 부분은 로봇과 일정거리 떨어져 있는 주변 환경을 나타내기 위한 II. 1 주변 어라운드뷰 생성에 사용된다. 〈그림 10〉은 카메라에서 획득한 영상에서 어라운드뷰(a)와 주변 어라운드뷰(b) 생성을 위한 영역을 나타냈다.



〈그림 9〉 제안된 시스템의 3차원 영상 재구성 블록 다이어그램

〈그림 10〉 어라운드뷰와 주변어라운드뷰 처리를 위한 영역 구분

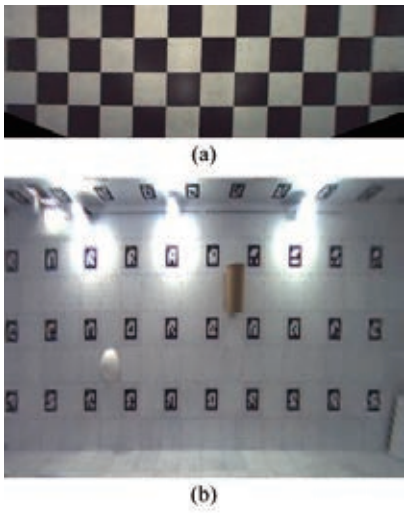


〈그림 11〉 영상 왜곡이 보정된 전방 카메라 영상

최대한 많은 영상 정보를 획득하기 위해 180도 이상의 시야각(filed of view)을 가진 어안렌즈(fish-eye lens)를 사용한다. 하지만 이러한 어안렌즈는 수평적으로 넓은 시야각을 가진 영상을 제공하지만 방사 왜곡(radial distortion)과 접선 왜곡(tangential distortion)이 존재한다. 따라서, 이러한 영상 왜곡을 보정하기위한 카메라 캘리브레이션(camera calibration)을 수행한다. 〈그림 11〉은 카메라 캘리브레이션 결과를 나타낸다.

2. 영상 워핑

카메라 캘리브레이션 단계에서 획득한 왜곡이 보정된 영상을 3차원 반구 모델에 투영하기 위한 호모그래피(homography) 행렬을 생성한다[20]. 호모그래피는 평면물체의 2차원 이미지 변환 관계를 설명할 수 있는 가장 일반적인 모델이며 동차(homogeneous)좌표계에서 정의된다. 수식 (3)는 원근 변환식(perspective transformation)을 동차 좌표계 상에서 행렬로 나타낸 것이다.



〈그림 12〉 호모그래피 행렬로 워핑된 전방 카메라 영상

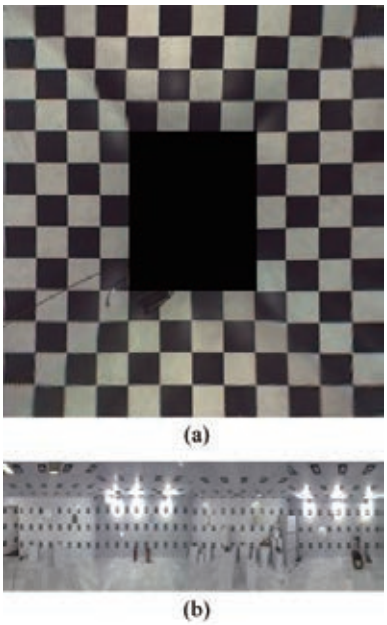
$$w\begin{bmatrix} x` \\ y` \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

(x, y, 1) 과 (wx', wy', w)이 동차 좌표이기때문에 호모그래피의 크기(scale)을 결정할 수 없다. 따라서 h_{33}을 1로 두고, 나머지 8개의 미지수를 구한다. 어라운드뷰 영상을 생성하기 위해 바닥에 체커보드 패턴을 이용하여 4개의 매칭 쌍을 획득하였다. 마찬가지로, 주변 어라운드뷰의 영상도 4 쌍의 매칭점을 통해 호모그래피 행렬을 계산해 영상을 변환하여 획득한다. 〈그림 12〉는 어라운드뷰 영역과 주변 어라운드뷰 영역에 호모그래피를 적용하여 얻어진 워핑 영상이다.

3. 영상 레지스터링

영상 워핑을 통해 획득한 각각의 영상들을 하나의 합성된 영상으로 구성하기 위해 영상 자르기, 영상합성, 영상 블랜딩과 같은 영상 레지스터링 과정을 수행한다.

각각의 영상에서 영상 합성에 필요한 영역을 관심 영역으로 잘라내고 총 4번의 영상 합성을 한다. 하지만 합성된 영상의 중첩되는 영역은 부자연스러운 영상을 얻게 된다. 자연스러운 영상을 위해 각 영상들 간의 중첩된 이미지 영역의 경계선 거리에 따라 각 영상에 가중치 값을 다르게 주어 자연스럽게 보이도록 블랜딩을 수행한다[21-22]. 영상 블랜딩은 수식 (4)으로 영상 값을 계산하여 처리한다[13].



〈그림 13〉 블랜딩이 적용된 어라운드뷰 영상과 주변 어라운드뷰 영상

$$I_w(x_i, y_i) = \frac{d_i}{l} \cdot I_1(x_i, y_i) + (1 - \frac{d_i}{l}) \cdot I_2(x_i, y_i) \quad (4)$$

d_i는 중첩된 영역이 시작하는 픽셀 위치에서부터 현재 픽셀 위치인 x_i까지의 거리를 나타내고, I_1과 I_2는 영상 블랜딩을 수행할 두 영상을 뜻한다. 영상 레지스터링을 거친 어라운드뷰 영상과 주변 어라운드뷰 영상은 〈그림 13〉과 같다.

영상 캘리브레이션을 통해 획득한 영상을 기반으로 영상 룩업테이블을 생성한다. 영상 룩업테이블은 영상 왜곡 보정, 영상 워핑, 영상 레지스터링 단계에서 수행한 일련의 연산들을 오프라인으로 한번만 수행한다. 실시간으로 3차원 영상을 재구성하기 위해 룩업테이블을 적용하였다.

4. 실시간 3차원 재구성

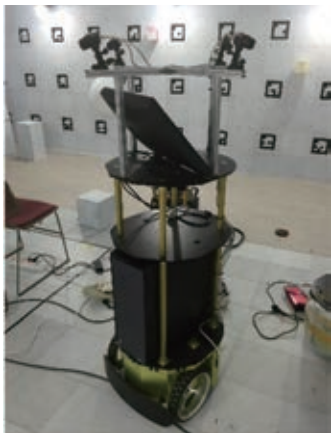
영상 캘리브레이션을 통해 획득한 영상 룩업테이블을 사용하여 원격 제어 로봇을 위한 실시간 3차원 영상 재구성을 수행한다. 4대의 광각 카메라로부터 각각의 영상을 획득하고 영상 룩업테이블을 적용하여 3차원 반구 모델에 투영시켜 3차원 영상을 재구성한다.

Ⅳ. 실험 및 결과

본 연구의 시스템은 〈그림 14〉와 같이 모바일 로봇 위에 프로파일을 사용하여 전후좌우 4대의 카메라를 동일한 높이와 수평으로 장착하였다. 카메라는 PointGrey사의 GigE 카메라인 Blackfly를 사용하였고, 180도의 시야각을 가진 RE3-FE155CSIR 어안렌즈를 장착하였다. 그리고 로봇 중단의 왼쪽과 오른쪽에 Hokuyo사의 URG-04LX 레이저 거리센서를 장착하였다.

본 실험에서는 인텔 코어 i5-3570 CPU 3.80 GHz 와 8 GB RAM 사양을 가지는 컴퓨터를 사용하였다. 아래의 〈표 1〉은 1280×960 의 해상도를 가진 4개의 영상을 이용해 3차원 영상 재구성을 처리한 속도 결과를 나타낸다. 각각의 영상 처리 속도의 결과값은 1000번 구동한 결과의 평균으로 나타냈다.

실시간으로 4대의 카메라로부터 영상을 획득하고 룩업 테이블을 사용하여 영상 보정, 영상 워핑, 영상 레지스터링을 수행하여 얻은 3차원 재구성 영상을 3차원 반구 모델에 투영하는 과정까지 평균 16 fps 로 처리하였다. 〈그림 15〉는 본 연구의 결과로 획득한 다시점의 3차원 재구성 영상들이다.



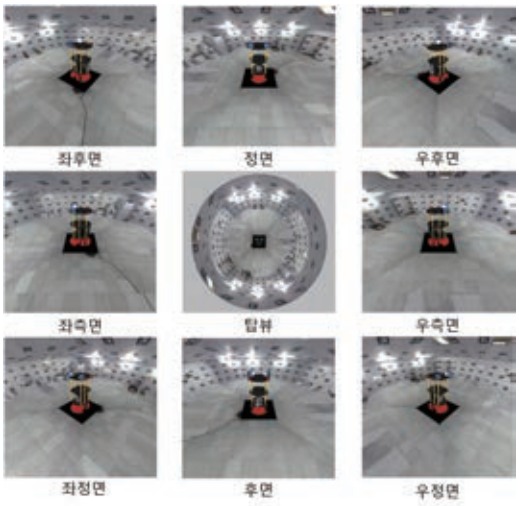
〈그림 14〉 4대의 카메라를 장착한 Romeo 모바일 로봇

〈표 1〉 3차원 영상 재구성 알고리즘 처리 속도 측정

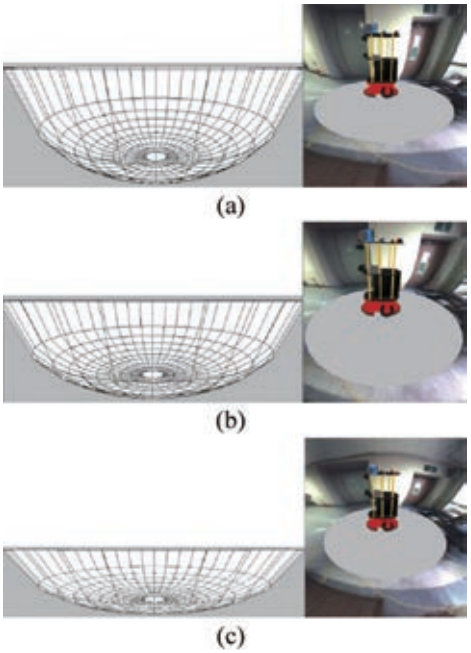
영상 해상도	1280 x 960
OpenGL 투영	27.97 ms
영상 재구성 처리	33.19 ms
영상 재구성 속도	16.35 fps

그리고 〈그림 16〉은 공간의 크기가 5m 인 실내 복도환경에서 획득한 영상으로 본 논문에서 제안한 3종류의 공간인 (a) small, (b) medium, (c) large 의 3차원 반구 모델에 각각 투영한 결과를 나타낸다.

3종류의 모델 중 5m 이내의 실내 공간을 위한 Small 모델이 적용된 3차원 모델 (a)가 원격 사용자로 하여금 왜곡이 적고 부자연스러움이 덜한 영상을 제공할 수 있어 가장 적합한 모델임을 확인할 수 있다.



〈그림 15〉 다양한 3인칭 시점의 3차원 재구성 영상



〈그림 16〉 공간에 따른 3차원 반구 모델 변화

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 원격에서 로봇을 효과적으로 주행하기 위해 4대의 광각 카메라와 2대의 레이저 거리센서를 이용하여 3차원 반구 모델에 영상을 투영시켜 3차원 재구성 영상을 생성하였다.

제안된 시스템은 모바일 로봇을 기반으로 180도의 광각 어안렌즈를 사용하는 카메라를 그 위에 높이가 같고 수평으로 위치하도록 장착하였다. 카메라 캘리브레이션 과정을 통해 영상 왜곡보정, 영상 워핑, 영상 레지스터링 작업이 처리된 영상을 가지고 영상 룩업테이블을 생성하고 이를 이용하여 실시간으로 획득한 영상을 빠르게 처리하였다. 최종 생성된 영상은 로봇에 장착된 2대의 레이저 센서를 이용하여 주변환경의 공간거리를 측정하여 OpenGL 상의 적합한 3차원 반구 모델에 투영함으로써 실시간으로 로봇 주변의 환경을 3차원으로 재구성하였다[24].

사용자로 하여금 1인칭 시점이 아닌 3인칭 시점이 제공되기 때문에 원격지에서 로봇을 주행시킬 때 효율적으로 주변 환경을 탐색하여 협소한 공간 또는 장애물에 대비 할 수 있는 장점이 있다. 지금까지는 카메라로부터 입력되는 2차원 영상을 합성하여 3차원 반구 가시화 시스템을 구현하였으나, 현재는 자연스러운 영상 합성 및 3차원 거리정보에 2차원 영상정보를 융합하여 3차원 모델에 가시화하는 연구를 진행 중이다.

후기

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 산업융합원천기술개발사업의 지원을 받아 수행 되었습니다 (10047636, 고난이도 작업 수행을 위한 관절 각속도 160deg/s 이상, 반복오차 0.3deg 이하의 힘제어 기반 유압 구동 로봇 제어 기술)

참고문헌

[1] M. A. Goodrich, A. C. Schultz, (2007, Feb), "Human–Robot Interaction: A Survey," Foundations and Trends in Human–Computer Interaction. [Online]. 1(3), pp. 204–275. Available: http://www.nowpublishers.com/article/DownloadSummary/HCI-005

[2] W. Lin, J. Hu, H. Xu, C. Ye, X. Ye and Z. Li, "Graph-based SLAM in indoor environment using corner feature from laser sensor," IEEE Youth Academic Annual Conf. of Chinese Association of Automation, 2017, pp. 1211–1216.

[3] Y. Cheng, J. Bai, C. Xiu "Improved RGB–D vision SLAM algorithm for mobile robot," Chinese Control and Decision Conf., 2017, pp. 5419–5423.

[4] W. Yuan, Z. Li, and C. Su, "RGB–D Sensor–based Visual SLAM for Localization and Navigation of Indoor Mobile Robot," IEEE Int. Conf. on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), 2016, pp. 82–87.

[5] A. J. Davison, I. Reid, N. Molton, and O. Stasse, (2007). MonoSLAM: real–time single camera SLAM. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, [Online]. 29(6), pp. 1052–1067. Available: https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/695/1/MonoSLAM%20Real–Time%20Single%20Camera%20SLAM.pdf

[6] Fujitsu Semiconductor America Inc. "360° Wrap–Around Video Imaging Technology Ready for Integration with Fujitsu Graphics SoCs," 2010.

[7] V. Appia, H. Hariyani, S. Sivasankaran, S. Liu, K. Chitnis, M. Mueller, U. Batur, and G. Agarwal, "Surround view camera system for ADAS on TI's TDAx SoCs," Texas Instruments, Oct. 2015.

[8] K. Sung, J. Lee, and J. An, "Development of Image Synthesis Algorithm with Multi–Camera," IEEE Vehicular Technology Conf., 2012, pp. 1–5.

[9] C. Su, C. Lee, and K. Chen, "3D AVM System for Automotive Applications," IEEE Information Communications and Signal Processing, 2015, pp. 1–5.

[10] J. Auysakul, H. Xu, W. "Development of Hemi–Cylinder Plane for Panorama View in Around View Monitor Applications," IEEE Int. Conf. on Computational Intelligence and Applications, 2016, pp. 26–30.

[11] doosanmachinetools [Online]. Available: http://www.

doosanmachinetools.com/kr/media/

[12] Tagami, Yuya, Makoto Watanabe, and Yuko Yamaguchi. "Development Environment of 3D Graphics Systems." Fujitsu Scientific & Technical Journal 49. 1: 64–70, 2013.

[13] S.Taniguchi and M. Yamada and T.Hayashida and F.Bandou and J.Kawai and K.Yano and T.Gomi and K.Kataoka and S.Shimizu and H.Yamada, "Multi Angle Vision System to Supplement Driver's Visual Field," 2010, (IT ITS) Auto Bus Eng System Engineering Dept, Fujitsu Ten Co. Ltd.

[14] Seiya Shimizu, Jun Kawai, Hiroshi Yamada, "Wraparound View System for Motor Vehicles", Fujitsu Sci.Tech. J., Vol.46, No.1, pp.95–102, January, 2010.

[15] S Kawanishi, "Automotive Graphics SoC for 360 Wraparound View System", FUJITSU Sci. Tech. J, – 192.240.0.102, 2013.

[16] T. Ehlgen, T. Pajdla, and D. Ammon, "Eliminating blind spots for assisted driving," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 9, no. 4, pp. 657–665, 2008.

[17] Y.–C. Liu, K.–Y. Lin, and Y.–S. Chen, "Bird's–eye view vision system for vehicle surrounding monitoring," in Robot Vision, ser. Lecture Notes in Computer Science, G. Sommer and R. Klette, Eds. Springer Berlin / Heidelberg, 2008, vol. 4931, pp. 207–218.

[18] "Bezier curve.", http://en.wikipedia.org/wiki/Bezier_curve

[19] R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications. New York: Springer, 2010.

[20] D. Salomon, Transformations and Projections in Computer Graphics. Springer, 2006.

[21] Sung, K., J. Lee, J. An, and E. Chang, "Development of image synthesis algorithm with multi–camera," in Proc. of 75th IEEE Vehicular Technology Conf., South Korea, May.6–9, 2012.

[22] B. Triggs, P. McLauchlan, R. Hartley, and A. Fitzgibbon, "Bundle adjustment – a modern synthesis," in Vision Algorithms: Theory and Practice, ser. LNCS, W. Triggs, A. Zis–serman, and R. Szeliski, Eds. Springer Verlag, Sep 1999, pp.298–375.

[23] J. Javier Yebes, Pablo F. Alcantarilla, Luis M. Bergasa, A. Gonzalez and J. Almazan, "Surrounding View for Enhancing Safety on Vehicles", IEEE Intelligent Vehicles Symposium Workshops, 2012.

[24] "OpenGL." [Online]. Available: http://www.opengl.org

김승훈

- 2002년 2월 한양대학교 전자컴퓨터공학부 학사 졸업
- 2007년 8월 연세대학교 전기전자공학부 석사 졸업
- 2007년 7월~2008년 12월 현대중공업 로보틱스연구실 연구원
- 2009년 1월~현재 전자부품연구원 지능로보틱스연구센터 선임연구원

〈관심분야〉
SLAM, Mobile Robot, Robot Vision, Sensor Fusion

뱀 로봇 하늘을 날다

신호철
한국원자력연구원
로봇 · 기기진단 연구실

박종원
한국원자력연구원
로봇 · 기기진단 연구실

Ⅰ. 서 론

로봇은 고정된 자리에서 반복적인 작업을 성공적으로 수행하여 사회를 발전시켜왔다. 그러나 발전된 사회는 로봇이 고정된 자리에서 반복적인 작업만을 수행하는 것에 만족하지 않고 사람이 작업하기에 위험하고, 어렵고, 힘든 일들을 해주기를 요구하게 되었다.

사람이 작업하기에 위험하고, 어렵고, 힘든 일들은 정해지지 않은 환경에서 수행해야 하는 경우가 많다. 비정형 환경에서 수행하는 임무들 중 많은 일들이 정보를 수집하는 일들이며 정보를 수집하기 위해서는 로봇이 이동을 해야 한다는 것을 의미한다.

요즈음 많은 연구자들이 로봇에게 지능을 부여하기 위해 열심히 연구를 하고 이것이 유행이 되었지만 지능의 핵심을 이루는 정보를 획득하는 것에 대한 연구도 아직 다 완성된 것이 아니며 지능에 대한 연구의 든든한 밑바탕이 된다.

로봇이 바퀴를 이용하여 이동하며 정보를 획득하는 것은 가장 단순하고 안정적인 형태이며 평탄한 환경에서는 매우 효과적이다. 그러나 복잡하고 장애물이 많이 존재하거나 야지와 같이 울퉁불퉁한 장소나 건물 상부 같은 곳은 접근하기 어려운 방법이다. 이와 같은 비정형 환경에서 극한 한계상황을 극복하는 능력이 요구되는 일들은 일반적인 공학이론으로 해결할 수 없는 것들이 많다.

따라서 많은 연구자들은 눈을 자연으로 돌려 생체의 이동기술을 배우고 이를 모방하여 로봇에 적용하는 연구를 활발히 하고 있다.

생체모방 로봇의 대표적인 것은 초소형 비행 로봇이다. 감시/정찰 임무를 수행하는 군사용으로 활용하기 위해 많은 투자가 이루어지고 있기 때문이다. 하버드 대학의 로보비, DARPA의 허밍버드, 스위스 로잔연방공과대학의 박쥐 로봇, 그리고 국내 건국대의 장수풍뎅이 로봇이 대

〈그림 1〉 생체모방 초소형 비행 로봇

〈그림 2〉 생체모방 소형 지상 로봇

표적인 생체모방 초소형 비행 로봇이다[1-4].

감시/정찰 임무를 수행하는 생체모방 지상 로봇에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 협소한 공간에서 이동할 수 있고 눈에 잘 띄지 않도록 이동성을 높이고 소형화하기 위해 많은 연구가 수행되고 있다. 소형이면서 이동성이 높은 로봇은 군사적인 이용 이외에도 재난현장이나 산업현장에서도 협소구역 검사용 장비로 활용 가능하다.

마이크로 발톱을 이용해 바퀴벌레가 벽을 오르는 원리를 이용해 건물 외벽을 타고 오르는 스탠포드 대학의 Spinybot과 보스턴 다이나믹스의 RISE, 게코 도마뱀의 마이크로 빨판을 이용해 유리벽을 기어오르는 스탠포드의 Stickybot[5-6]이 대표적인 생체모방 소형 지상 로봇이다.

한편, 협소구역에서 이동성을 확보하기 위해 가늘고 작은 파충류를 모방하려는 연구도 많이 수행되고 있다. 파충류는 걷기와 기어 다니기, 기어오르기와 매달리기, 수영 등 다양한 방법으로 이동한다. 파충류에는 〈그림 3〉과 같이 악어목, 거북목, 옛도마뱀목, 유린목이 있으며, 협소구역에서 이동성이 좋으며 소형이고 은닉이 쉬운 종류는 뱀과 도마뱀이 속한 유린목이다.

〈그림 3〉 파충류

본 논문에서는 유린목에 속하는 뱀을 모방한 로봇에 대하여 진행된 연구내용을 다루고자한다.

Ⅱ. 뱀 모방 로봇

뱀은 주로 땅을 재빠르게 미끄러지는 것으로 알려져 있다. 그러나 사실 다른 동물과 비교하여 매우 느리게 움직인다. 비단 구렁이 같은 뱀들은 1시간에 겨우 1.5km 정도를 갈 수 있다. 기록상으로 가장 빠른 속도를 내는 뱀으로는 아프리카 검은 맘바로서 단거리에서 시속 11km 정도의 속력을 낸다고 알려져 있다. 참고로 사람은 단거리에서 시속 16~24km의 속도를 낸다[7].

그러나 뱀의 형태와 이동방식은 다음과 같은 장점을 갖고 있다.

- 좁은 구멍이나 틈을 쉽게 통과할 수 있다.
- 장애물을 극복하거나 등반할 수 있다.
- 이동체뿐만 아니라 조작기로도 활용할 수 있다.
- 이동방식이 안정적이다.

뱀은 몸통을 매우 유연하게 자유자재로 구부리고 움직일 수 있는데 이것은 100~400개에 이르는 척추골로 이루어진 척추구조 때문이다. 각 척추골은 좌우로는 약 10°~20°, 상하로는 2°~3° 구부러지며 유니버셜 조인트처럼 움직인다[8]. 뱀의 이동방식은 크게 네 가지로 측면물결운동(lateral undulation), 사행이동(side winding), 직선이동(rectilinear), 콘서티나(concertina)이동이 있다. 일부 종은 할강을 하여 이동하기도 한다. 측면물결운동은 뱀의 이동 방법 중 가장 보편적인 방법이고 사행이동은 사막에서 사는 방울뱀 등이 이용하는 이동방법이다. 직선

〈그림 4〉 수동바퀴 장착 뱀 로봇 S5

이동은 지렁이와 유사하게 기는 방법으로 나무에 오르거나 좁은 구멍을 지나갈 때 이용된다. 아프리카 독사와 비단 구렁이 같은 두꺼운 몸을 가진 뱀들은 땅위를 기어갈 때 이 직선운동을 이용한다[9]. 콘서티나 이동방법은 몸통을 아코디언의 바람통과 같은 형상으로 만들었다가 몸의 뒷부분으로 땅을 누르면서 앞부분을 밀어서 길게 하여 앞으로 이동하는 방법으로 에너지 효율이 떨어지고 이동속도가 느리다[10]. 이외에도 몸의 일부분을 지면에서 들어 올린 상태에서 신속히 이동하는 시너스 리프팅이나 높은 나뭇가지에서 낮은 곳으로 몸을 편평하게 하여 천천히 떨어지며 활강하는 이동 방법이 있다.

뱀 로봇들은 대부분 동일한 몸통 모듈을 직렬로 연결해서 만들어진다. 2000년 이전에 개발된 뱀 로봇들은 대부분 1자유도 회전 몸통 모듈을 같은 방향으로 연결하고 아랫면에 수동바퀴를 장착하여 2차원 평면 위에서만 움직일 수 있었다. 이는 Hirose[11]가 제안한 측면 물결 운동의 수학적 모델을 기반으로 뱀의 이동을 모방한 것으로 속도가 빠르고 진짜 뱀이 이동하는 것처럼 보인다. 〈그림 4〉는 1999년 Miller가 개발한 뱀 로봇S5이다[12]. S5는 1자유도 모듈을 유니버셜 조인트로 연결하여 지면의 작은 굴곡에는 장애를 받지 않고 부드럽게 이동하며, 모듈 아랫부분에 수동 바퀴를 하나만 장착하여 빠르게 이동한다.

일반적으로 수동바퀴가 장착된 뱀 로봇은 평면에서 이동하는데 이점이 있지만 장애물이 산재해 있거나 굴곡이 있는 야지(rough terrain) 환경에서는 잘 이동하지 못하거나 이동이 불가능하다. 따라서 수동바퀴가 장착된 뱀

〈그림 5〉 2자유도 모듈 적용 뱀 로봇

로봇은 좀 더 도전적인 환경에서 현실적으로 적용하기에는 적당하지 않다[13].

능동 구동 바퀴를 갖는 뱀 로봇은 적은 모듈로 장애물 극복이 가능하도록 모듈을 길게 연결한 것이다. 그러나 로봇의 단면적이 커지고 로봇의 무게가 무거워진다. 야지에서는 모래나 풀 등이 바퀴사이에 끼는 문제가 발생할 수 있다.

따라서 2000년 이후에 뱀 로봇들은 대부분 바퀴 없이 3차원 공간을 이동할 수 있도록 개발되었다. 3차원 공간을 이동할 수 있는 뱀 로봇은 서로 직교하는 구동축을 갖는 2자유도 모듈을 직렬로 연결되거나 1자유도 모듈을 90°씩 회전하여 직렬로 연결되어 이루어진다.

뱀 로봇이 협소한 공간에서도 이동성이 뛰어나고 장애물을 잘 극복하려면 모듈이 작고, 가볍고, 강력해야 한다. 관절사이의 거리를 좁히기 위해서 2자유도 모듈로 개발된 로봇으로는 도쿄 대학의 ACM-R5, 노르웨이 대학의 Kulko, 한국원자력연구원의 KAERI-snake IV 가 있다[14-16].

〈표 1〉에 2자유도 모듈로 개발된 뱀 로봇의 제원을 나타냈다. ACM-R5와 Kulko는 관절을 상용 서보를 이용하여 유니버셜 조인트 형태의 2자유도 모듈 개발하였기 때문에 크기와 파워가 제한이 된다. Kulko에 사용된 상용서보는 Hitec의 HS5955TG로 파워가 감속비가 제시되어 있지 않다. 유니버셜 조인트 형태의 2자유도 모듈을 사용하면 뱀 로봇의 3차원 자세를 구성할 때 옵셋이 없어 계산이 비교적 간단한 장점이 있으나 제작하기 까다롭고, 단면적이 커지는 단점이 있다.

1자유도 모듈을 90°씩 교차로 직렬 연결한 경우 수직축과 수평축 간의 옵셋이 존재하고 수평(수직)축 간의 거리가 길어지는 단점이 있으나 단면적이 작아지고 제작이 상

〈표 1〉 2자유도 모듈 적용 뱀 로봇 제원

모델	ACM-R5	Kulko	KAERI-snake IV
길이(m)	1.6	6.5	80
무게(kg)	〉1.3	〉9.6	130
지름(mm)	1.7	6.5	65
link 길이(mm)	170	130	125
power(W)	0.5	2(?)	11
감속비	196:01:00	*1.57(warm)	418:01:00

〈그림 6〉 1자유도 모듈을 90°씩 회전하여 연결한 뱀 로봇

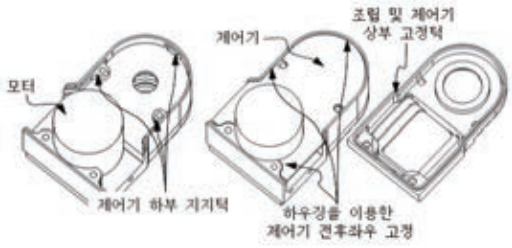
대적으로 용이한 장점이 있다.

실제적으로 1자유도 모듈을 90°씩 교차로 배열한 경우 수평(수직) 사이에 중간의 모듈이 회전 가능하기 때문에 최소 굽힘 반경[14]이 조금 더 작아질 수 있다.

뱀 로봇의 단면적이 작아지고 최소 굽힘 반경이 작아지면 〈그림 6〉에서 볼 수 있듯이 뱀 로봇이 기둥을 감싸고 승월하는데 유리해 진다. 〈그림 6〉은 1자유도 모듈을 90°씩 교차로 배열한 예로 CMU의 뱀 로봇들[17]과 CMU의 Unified snake robot 그리고 한국원자력 연구원의 KAERI-snakeV[18]와 본 연구에서 개발된 KAERI-snakeVI 등이 있다.

뱀 로봇이 현실적으로 활용될 환경은 거친 재난환경이나 군사환경으로 튼튼하고 잘 설계되고 신뢰성이 있는 로봇만이 주어진 환경에서 임무를 수행할 수 있다. 따라서 모통 모듈의 외관은 튼튼한 소재로 만들어져야 하고 모듈간의 배선은 겉으로 드러나지 않아야한다.

Unified snake robot은 모듈의 외관을 튼튼한 알루미늄 합금으로 제작하였으며 핀을 이용한 파워 조인트로 모듈간의 연결을 견고하게 하였으며 내부로 배선이 가능하도록 커넥터를 개발하였다. Unified snake robot은 뱀의 이동 방법 중 옆 구르기 방법이나 나무를 감아 승월하는데 효과적이도록 몸통의 단면이 원형이 되도록 설계되었으며 16개의 모듈로 구성되었다. 지름은 5.1cm, 길이는 94cm, 무게는 2.9kg, 모듈의 연속 토크가 1.3Nm 이다.



〈그림 7〉 나사홀이 없는 제어보드와 고정방법

KAERI-snakeVI의 외관도 알루미늄 합금으로 제작되었으며, 견고한 지지를 확보하기 위해서 회전축이 양단 지지되도록 개발하였다. 회전 축 한쪽은 힌지 축으로 내부로 배선이 되도록 하였고 반대쪽은 구동축으로 다음 모듈과 연결될 때 세레이션을 이용하여 견고하게 연결되도록 하였다. KAERI-snakeVI 또한 단면이 원형이며 16개의 모듈로 구성되었다. 지름은 3.5cm, 길이는 78cm, 무게는 1.2kg, 모듈의 최대 토크가 5Nm이다.

KAERI-snakeVI 모듈 내부에 제어기가 위치할 수 있는 공간이 매우 협소하기 때문에 제어보드가 매우 작아야만 한다. 제어보드를 초소형으로 개발하는 것도 어렵지만, 제어 보드 안쪽에 고정을 위한 나사 홀이 있는 경우 부품이나 배선 배치가 곤란하여 제어보드를 작게 만들기 더욱 어렵다. 따라서 본 연구에서는 제어기에 고정을 위한 나사 홀을 없애고 제어기를 고정할 수 있게 하였다. 〈그림 7〉과 같이 하우징에 제어보드를 받칠 수 있는 아래턱과 제어기가 흔들리지 않도록 옆에서 고정해 주고 위에서 눌러주는 턱을 만들어 제어보드를 고정할 수 있게 하였다.

Ⅲ. 뱀 로봇의 주기 운동

뱀 로봇 운동은 크게 주기적인 방법(parameterized gaits)과 기술된 방법(scripted gaits)이 있다. 앞에 언급한 실제 뱀의 이동방법은 대부분 주기적인 방법이고, 로봇 뱀을 위해 개발된 이동방법 중 나선전진, 옆구르기, 기둥승월 등의 방법도 주기적인 방법이다. 이외에 계단승월이나 장애물 승월 등 하나의 매개변수 함수로 표현할 수 없어 일련의 미리 정의된 동작으로 이동하는 방법은 기술된 방법이다[20].

바퀴가 없는 뱀 로봇이 수평면에서 이동할 때 바닥면과

〈표 2〉 뱀 로봇의 주기운동

이동방법	주기운동 수식
사행운동 (Side-Winding)	$\theta_{v_rev(n)} = A^*\sin(\omega^*time+\phi_{n-1})$ $\theta_{h_rev(n)} = B^*\sin(\omega^*time+\phi_{n-1})$
직선 운동 (Linear Progression)	$\theta_{v_rev(n)} = A^*\sin(\omega^*time+\phi_{n-1})$ $\theta_{h_rev(n)} = B$
옆 구르기운동 (Lateral Rolling)	$\theta_{v_rev(n)} = A^*\sin(\omega^*time)$ $\theta_{h_rev(n)} = A^*\sin(\omega^*time+\delta)$
나선전진운동 (Slithering)	$\theta_{v_rev(n)} = A^*\sin(\omega 1^*time+\phi_{n-1})$ $\theta_{h_rev(n)} = B^*\sin(\omega 2^*time+\phi_{n-1})$
기둥승월운동 (Pole Climbing)	$\theta_{v_rev(n)} = A^*\sin(\omega^*time+\phi_{n-1})$ $\theta_{h_rev(n)} = A^*\sin(\omega^*time+\phi_{n-1}+\delta)$

〈그림 8〉 뱀 로봇의 주기운동

앞뒤방향 좌우방향의 마찰력의 차이가 없기 때문에 측면 물결이동 방식으로는 앞으로 나가기 어렵다. 사행이동 방식과 유사한 나선 전진 방법을 사용하면 뱀 로봇 몸통을 좌우로 헤치면서 앞으로 나아간다. 옆구르기는 측면 이동에 있어서 빠르고 확실한 방법 중 하나로써, 'C' 형태로 몸을 구부린 상태에서 측면으로 굴러 이동하게 된다. 옆구르기는 다른 이동방식에 비해 뱀의 momentum을 최소화하기 때문에 에너지 효율이 좋은 이동방식 중 하나이다. 옆구르기를 응용하면 기둥 승월 운동이 가능하다.

바퀴 없이 3차원 운동을 하는 뱀 로봇의 주기운동을 〈표 2〉와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 $\theta_{v_rev(n)}$는 수직축 관절의 각도이며, $\theta_{h_rev(n)}$는 수평축 관절의 각도이다. n 은 1, 2, 3, …, N으로 모듈의 번호이며 A와 B는 진폭, ω 는 파동 주기, Φ_{n-1}는 모양 주기 그리고 δ 는 shift angle를 의미한다. 〈그림 8〉은 KAERI-snakeV의 주기운동을 나타낸다.

뱀 로봇이 임무를 수행해야 하는 곳은 정해지지 않은 환경이기 때문에 기술된 운동이나 여러 주기 운동을 상황에 따라 적절히 응용해야 된다. 현재 까지는 개별적인 운동을 고안하고 구현하는데 연구가 집중되어 왔는데 앞으로는 현장 상황을 파악하고 적용할 운동방법을 결정하는 지능을 개발하는 연구도 필요하다.

Ⅳ. 뱀 로봇의 장거리 이동

협소구역 이동이 가능한 뱀 로봇은 가장 빨리 이동할 수 있는 방법인 사이드 와인딩이나 옆구르기 방법을 이용해도 장애물이 없는 평평한 곳에서 초당 30cm 이동하는 것이 최고 속도이다. 장애물이 존재하는 경우 극복할 수 있는 장애물의 크기도 제한이 되어 있고, 이동 속도도 아직 알려진 바 없다.

뱀 로봇의 제한된 이동성을 극복하기 위해서 NASA에서는 네 바퀴가 달린 이동 로봇에 뱀 로봇을 고정한 USAR(urban search and rescue) 로봇을 개발하였으며[21], 한국원자력연구원에서는 4개의 무한괘도를 갖는 이동 로봇을 모선으로 하여 뱀 로봇을 탑재하고 재난 현장에 도착한 후 필요한 위치에서 뱀 로봇을 출동시켜 협소구역을 탐사할 수 있도록 연구를 수행한 바 있다 〈그림 9〉.

본 연구에서는 최근 이용이 활발해지고 있는 드론을 뱀 로봇의 장거리 이동에 적용하는 연구를 수행하였다. 드론은 뱀 로봇의 느린 이동속도를 보완하고, 수직 벽이나, 복잡한 지형과 같이 뱀 로봇이 이동하기 힘든 환경을 짧은 시간 내에 효과적으로 이동하도록 도와준다. 또한 드론과의 협업은 뱀 로봇의 임무 활동 반경도 대폭 늘려주는 효과가 있다.

드론과 뱀 로봇의 협업을 위해서는 드론이 뱀 로봇의 하중을 이겨내고 비행 할 수 있어야 하며, 뱀 로봇을 파지

〈그림 9〉 뱀 로봇과 모션 이동로봇

〈그림 10〉 뱀 로봇 무선 제어

할 수 있는 그리퍼가 필수적이다.

본 연구에서는 뱀 로봇과 드론의 효과적 운용을 위하여 뱀 로봇의 중량을 줄이고, 드론의 페이로드도 증대 시키는 두 가지의 노력을 기울였다. 뱀 로봇이 유선으로 제어된다면 선의 무게나 길이가 드론으로 뱀 로봇을 운반하는데 방해가 되기 때문에 〈그림 10〉과 같이 뱀 로봇을 무선으로 제어하기 위한 시스템을 구축하였다[22]. 뱀 로봇과 블루투스-CAN 통신 변환기를 유선으로 연결하고 안드로이드 단말기와 블루투스 통신을 하도록 제어 시스템을 구성하고 뱀 로봇 무선 조종 안드로이드 프로그램을 개발하였다.

다음으로 운반용 드론을 개발하였다. 직경 1 m 수준의 드론의 경우 페이로드가 1~2 kg 내외이므로 뱀 로봇을 들고 이동 및 임무를 수행하는데 에 무리가 따른다. 따라서 본 연구에서는 직경 1.4 m, 최대 이륙하중 11kg의 옥터콥터 드론을 제작하였다〈그림 11〉.

드론의 랜딩기어를 단순화하고, 온보드 카메라와 짐벌

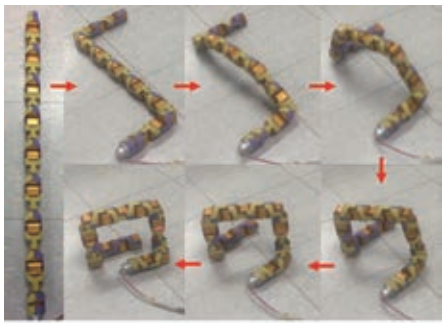
〈그림 11〉 뱀 로봇 이동용 드론

〈그림 12〉 KAERI-snakeVI의 이륙 자세

장치도 소형으로 제작하여 비행 페이로드를 증가시켰다. 동체를 구성하는 프레임 역시 카본파이버 튜브와 3D프린터로 제작하여 경량화를 하였다. 이러한 설계와 제작 방식을 통하여 4kg 이상의 페이로드를 확보하였고, 개발된 드론은 1.2 kg 수준의 KAERI-snakeVI을 들고 안정적으로 비행할 수 있게 되었다.

다음으로 드론이 뱀 로봇을 운반할 수 있는 방법을 고안 하였다. 뱀 로봇을 탑재할 수 있는 공간을 드론 착륙 분분에 만들 수도 있지만 본 연구에서는 드론 아래에 집게 모양의 그리퍼를 만들고 뱀 로봇이 그리퍼로 파지하기 쉬운 손잡이 모양으로 자세를 취하는 방법을 사용하였다. 〈그림 12〉는 KAERI-snakeVI이 이륙을 위해 자세를 취한 모습을 나타낸다.

KAERI-snakeVI이 옆구르기 등으로 이동하다가 멈춘 경우에는 뱀 로봇의 몸통이 임의의 각도로 돌아가 있기 때문에 카메라 영상을 기준으로 아랫방향이 중력방향을 향하는 이륙을 위한 초기 자세가 취해지지 않아 뱀 로봇이 이륙 자세를 취할 때 옆으로 넘어질 수 있다. 1번, 3번, 4번, 14번, 15번 모듈을 좌우로 회전하면서 뱀 로봇의 무게 중심을 이용하면 이륙을 위한 초기 자세를 취할 수 있다. 〈그림 13〉 뱀 로봇의 자세를 초기화 한 후 이륙을 준비하는 모습을 나타낸다.



〈그림 13〉 KAERI-snakeVI의 이륙 준비

〈그림 14〉 드론 그리퍼

드론의 그리퍼는 뱀 로봇의 크기를 고려하여 파지하였을 때의 공간이 뱀 로봇의 몸통 직경과 동일하게 설계 하였다. 그리퍼는 사절링크 메커니즘으로 설계하였으며 그리퍼가 뱀 로봇을 잡았을 경우, 전원 이상이나 모터 토크가 부족할 경우에도 공중에서 뱀 로봇을 놓치지 않기 위하여 토글 메커니즘을 적용하여 안전성을 도모 하였다. 〈그림 14〉와 같이 드론은 2kg 의 하중 및 뱀 로봇을 파지하고 비행이 가능하며 이륙 자세를 취한 뱀 로봇을 지상으로 내려와 파지할 수 있다.

뱀 로봇이 손잡이 모양의 이륙자세를 취하면 드론이 날아와 뱀 로봇을 파지하고 감시/점찰이 필요한 협소 구역이나 주요지역에 내려 준다. 착륙 후 〈그림 5〉에서 KAERI- snakeIV의 모습처럼 똬리를 틀고 감시/정찰 자세로 주변을 정찰한다. 뱀 로봇에는 감시/정찰 기능을 위하여 머리 모듈에 초소형 무선 카메라와 LED 조명을 장착하였다.

V. 결 론

본 연구에서는 감시 정찰에 적용하고자 개발되고 있는 뱀 로봇에 대하여 기술하였으며 뱀 로봇의 장거리 이동을 위하여 드론과 협업하는 방법에 대하여 기술하였다.

본 연구에서 개발된 뱀 로봇들은 소형화에 많은 진전이 있었으며 완성도 측면에서도 많은 발전이 있었다. 특히 KAERI-snakeVI은 크기가 지름 3.5cm, 길이는 78cm, 무게는 1.2kg로 매우 작으면서도 알루미늄 합금을 이용하여 튼튼하고 배선을 드러나지 않도록 처리하여 야외 환경에서도 적용 가능하며, 기둥 승월 등 여러 가지 이동방법이 가능하도록 개발되었다.

그러나 뱀 로봇을 현실적으로 활용할 수 있으려면 하드웨어는 현재 크기와 힘을 갖고도 더 가볍고 외관이 튼튼하면서도 고무와 같이 탄성이 뛰어나고 외부의 접촉을 감지할 수 있는 능력을 갖추어야 할 것으로 판단된다. 또한 로봇의 감시모듈이나 통신모듈, 배터리 모듈 등도 몸통 내부에 장착 될 수 있도록 개발되어야 한다.

소프트웨어는 다양한 이동 방법에 대한 알고리즘 개발이 필요하며, 주변 상황을 인식하고 개별적인 이동방법을 상황에 맞게 잘 적용할 수 있는 지능과 개별적인 이동방법을 이용할 때에도 모든 몸통 모듈에 획일적으로 적용하는 것이 아니라 앞쪽 모듈과 뒤쪽 모듈에 적응적으로 적용하는 연구가 절대적으로 필요하다.

멀지 않은 미래에 협소한 산업 현장이나 재난현장 그리고 군사작전에서 뱀 로봇이 활약할 것으로 예상된다.

감사의 글

본 논문은 산업통산자원부의 산업핵심기술개발사업(과제번호: 10060070)의 지원을 받아 연구되었음.

참 고 문 헌

[1] K.Y. Ma et al. “Controlled Flight of a Biologically Inspired, Insect-Scale Robot”. In: Sience, pp. 603-606, 2013.

[2] Matthew Keennon et al. “Tailless Flapping Wing Propulsion and Control Development for the Nano Hummingbird Micro Air Vehicle”. In: American Helicopter Society Future Vertical Lift Aircraft Design Conference. 2012.

[3] L. Daler, S. Mintchev, C. Stefanini, and D. Floreano, “A

bioinspired multi-modal flying and walking robot," Bioinspiration Biomimetics, vol. 10, no. 1, p. 16005, 2015.

[4] Quoc Viet Nguyen, Quang Tri Truong, Hoon Cheol Park, Nam Seo Goo, Doyoung Byun, "A motor-driven flapping-wing system mimicking beetle flight", Robotics and Biomimetics (ROBIO), 2009 IEEE Int. Conf., pp. 1087- 1092.

[5] Sangbae Kim, et. al, "SpinybotII: Climbing Hard Walls with Compliant Microspines", Proc. IEEE ICRA, Seattle, 2005,

[6] Sangbae Kim, et. al, "Smooth Vertical Surface Climbing with Directional Adhesion", IEEE Transaction on Robotics, Vol 24, No. 1, pp. 65-74, 2008.

[7] 심재한, "양서 · 파충류의 다양성과 환경의 평가", www.greenincheon.org/wp-content/uploads/2007/03/8강_양서파충류-심재한-.hwp

[8] J.K. Hopkins, B.W. Spranklin, S.K. Gupta, "A survey of snake-inpired robot designs", Bionispiration and Biomimetics, Vol. 4, No. 2, 2009.

[9] Matthew Tesch, Kevin Lipkin, Isaac Brown, Ross Hatton, Aaron Peck, "Parameterized and Scripted Gaits for Modular Snake Robot", Advanced Robotics, Vol. 23, pp. 1131-1158, 2009.

[10] M. Walton, B.C. Jayne and A.F. Bennett, The energetic cost of limbless locomotion, Science 249, pp. 524-527, 1990.

[11] S. Hirose, Bibologically Inspired Robots: Snake-like Locomotorts and Manipulators, Oxford University Press, Oxford, 1993.

[12] J. Ayers, J. Davis, A. Rudolph, "Neurotechnology for Biomimetic robots", MIT press, 2002 .

[13] P. Liljeback, K.Y. Pettersen, O. Stavdahl, J.T. Gravdahl, "A review on modelling, implementation, and control of snake robots", Robotics and Autonomous Systems, Vol. 60, pp. 29-40, 2012.

[14] H. Yamada, S, Chigisaki, M. Mori, K. Takita, K. Ogami, S. Hirose, "Development of amphibious snake-like robot ACM-R5", Proc. 36th Int. Symp. Robotics, 2005.

[15] P. Liljeback, K.Y. Pettersen, O. Stavdahl, "A snake robot with a contact force measurement system for obstacle-aided locomotion", 2010 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Anchorage, USA, May, 2010.

[16] H. Shin, K.M. Jeong and J.J. Kwon, "Development of a Snake Robot with 2-DOF Actuator Modules", J. Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 17, No. 7, pp.697-703, 2011.

[17] M. Tesch, K. Lipkin, I. Brown, R. Hatton, A. Peck, J. Rembisz and H. Choset, "Parametereized and Scripted Gaits for Modular Snake Robots", Advanced Roboticss, Vol. 23, pp. 1131-1158, 2009.

[18] C. Wright, A. Buchan, B. Brown, J. Geist, M. Schwerin, D. Rollinson, M. Tesch and H. Choset, "Design and Architecture of the Unified Modular Snake Robot", Proc. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation (ICRA) 2012, pp. 4347 - 4354, 2012.

[19] 신호철 외 2인. "비정형 환경에 적용하기 위한 뱀 로봇 개발", 로봇학회 논문지, 제8권, 제4호, pp 247-255, 2013.

[20] Matthew Tesch, Kevin Lipkin, Isaac Brown, Ross Hatton, Aaron Peck, "Parameterized and Scripted Gaits for Modular Snake Robot", Advanced Robotics, Vol. 23, pp. 1131-1158, 2009.

[21] A. Wolf, H. M. Choset, H. B. Brown, and R. Casciola, Design and Control of a Mobile Hyper-Redundant Urban Search and Rescue Robot, Advanced Robotics, Vol. 19 (8) pp.221-248, 2005.

[22] 박근웅, 신호철, "블루투스 기반 안드로이드 어플리케이션을 이용한 뱀 로봇의 3차원 모션 제어", ICROS 2017, pp 377-378.

신호철

• 1991년 8월 인하대학교 공과대학 기계공학과 학사
• 1994년 2월 인하대학교 공과대학 기계공학과 석사
• 1998년 8월 인하대학교 공과대학 기계공학과 박사
• 2000년 1월~현재 한국원자력연구원

〈관심분야〉
생체모방 로봇, 극한작업 로봇, 원격작업 로봇, 원자력 산업용 로봇

박종원

• 2009년 2월 성균관대학교 공과대학 기계공학과 학사
• 2011년 2월 KAIST 기계공학과 석사
• 2015년 2월 KAIST 기계공학과 박사
• 2015년 1월~현재 한국원자력연구원

〈관심분야〉
생체모방 로봇, 원자력 로봇

지능형 AGV 시스템을 위한 로드맵 및 원격 제어기술 개발 사례

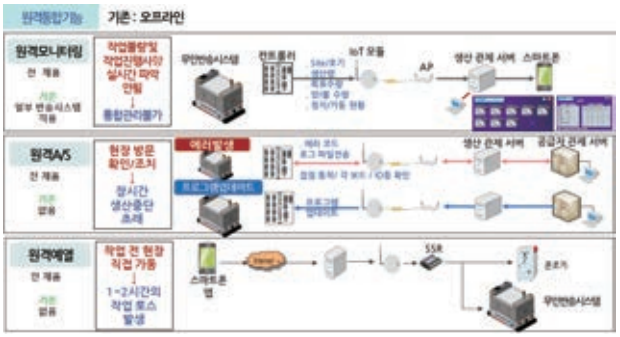
고 정 환
인하공업전문대학
메카트로닉스과

Ⅰ. 서 론

AGV(Automated Guided Vehicle) 시스템은 주로 물류 시스템의 일환으로 산업용 로봇과 자동창고 등 무인화 공정의 자동운반수단으로 활용되어 왔으나 그 수요와 시장의 확대가 자동창고나 로봇의 활용만큼 활성화 되지 못하고 있는 것이 현실이다. 또한, 자동화를 채용한 기업에서도, 대부분 궤도나 사전에 설치된 유도라인을 따라 이동되는 AGV를 활용하고는 있으나, 궤도나 가이드의 시공, 경로변경이나 새로운 목적지의 증설에 많은 비용과 수고가 뒤따르게 되며, 특히 반도체, 디스플레이, 2차 전지, 나노기술 제품 생산기업에서는 클린 환경유지를 위해 유도라인의 매설에 심각한 제한적 요소가 작용되고 있다[1]. 즉, 생산현장에서 부품의 단순, 반복적 이동과 자동화 라인의 공정과 공정간의 연결에 있어서 그동안 AGV나 Conveyor, 대차, Manipulator 장비 등 다양한 형태의 기술을 적용하여 자동화를 구성해 왔으나, 그 형태에 따라 기존 생산라인의 대폭적인 레이아웃 변경과 고려해야 할 요소가 매우 많았으며 시설비 또한 중소기업에서는 감당할 수 없을 만큼 경제적 부담이 크다. 이를 극복하기 위해 자기위치 인식기술과 상대좌표 인식기술을 이용한 유도기술이 활용되고 있으며, 주로 LASER 유도, 초음파유도, Stargazer 등 실내측위 기술이 활용되고 있으나, 기 경쟁기술들은 주요 구성에 필요한 부품과 시스템 엔지니어링 비용이 고가이며, 또한 정밀 위치제어, 고속주행, 회전주행 등 여러 가지 제약조건 존재하여, 특수목적용을 제외하면 시스템의 보급화가 어려운 한계점에 있다. 따라서 이러한 AGV 시스템의 시각성능을 극대화하기 위해서는, 표적의 위치정보와 정확한 인식을 위한 거리정보의 검출을 통해 AGV 시스템에 장착된 카메라로부터 받아들인 영상의 자체적인 분석은 물론 인식과 추적이 가능한 AGV 시스템을 위한 비젼 기술이 필요하고 결과적

으로 이를 위한 지능형 카메라 시각 시스템의 구현이 요구된다[2-3]. 또한, AGV 시스템의 유연성을 증가시키기 위해 다양한 환경에서 물체를 인식할 수 있는 신뢰도나 명료성, 획득된 영상에 대한 처리속도 그리고 조명의 용이성이 요구되어 이러한 요구조건을 충족하기 위해 많은 방법이 연구되었으나 낮은 해상도의 이진 영상처리, 구조적 조명과 같은 개발 초기의 방법들은 현재의 복잡한 산업계에 적용하기에는 그 한계점에 이르렀다. 따라서, 인식하고자 하는 물체가 배경 잡음뿐만 아니라 전경 잡음에 의해 왜곡되거나 신호 대 잡음비(SNR)가 극히 작을 경우에도 매우 높은 물체인식 성능이 필요하다. 시각 시스템을 산업용 AGV 시스템에 응용하기 위해서는, 복잡한 주변 환경을 인식하거나 물체를 완전하게 재구성하기 보다는 목적에 적합한 물체의 3차원 위치, 크기 및 방향 등과 같은 간단한 3차원 정보의 빠른 정보 획득이 필요하며, 시각인식을 위한 시각센서(Vision)와 더불어 많은 부대적 기술의 융합이 요구된다. 즉, 시각센서에서 취득된 영상자료를 고정된 틀에 맞춰 일관된 좌표를 얻어내는 기술이 필요하고, 둘째로 요구되는 AGV의 운행속도를 만족시킬 수 있는 빠른 연산제어 기술 및 운행경로 계획에 따른 Navigation Mapping의 최적화 기술이 필요하다[4].

따라서 본 고에서는 스테레오 비전 기반의 3차원 위치 추정 방식을 이용하여 AGV 시스템의 이동 경로추정은 물론 자율주행이 가능하게 하고, 충격감지센서 기술 및 인체감지 센서 기술을 이용한 안전기능과 RFID 기술 및 IoT (Internet of Thing) 융합기술을 기반으로 원격 감시 및 원격 제어/유지 보수 기능을 갖는 스마트 팩토리(Smart Factory) 실현을 위한 비전유도 기반의 자율주행 형 AGV 시스템의 개발 사례를 제시하고자 한다. 물류나 생산현장에서 단순, 반복적 부품(제품)의 이동에 있어 유연한 생산 시스템의 한 축인 AGV 시스템이 활용되고 있으며, 종래에는 고정된 유도라인의 시공 또는 LASER 유도를 통해 정해진 궤도로의 유도를 구현해 왔으나 설비비와 공사기간 등 소요비용의 과다발생 문제가 상존하며, 본 고에서는 〈그림 1〉과 같이 2016년 한국산업단지공단 현장맞춤형기술개발사업을 통해 개발된 Stereo Vision 로드맵 기술과 IoT Solution을 통해 기존 AGV 시스템의 유도방식 자체를 개선하고, 보다 스마트한 AGV 시스템을 제시하고자 하며, 생산 자동화의 발전과 경쟁력 강화에 기여할 수 있기를 기원한다.

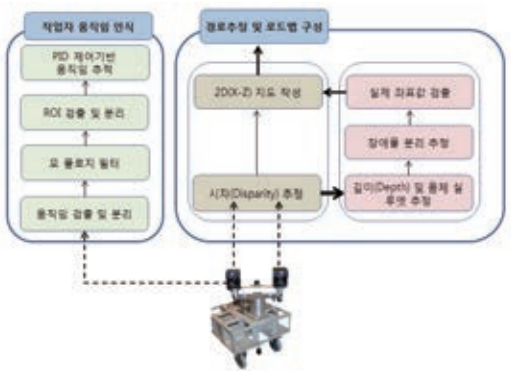


〈그림 1〉 지능형 AGV 시스템을 위한 원격 통합 시스템

Ⅱ. 스테레오 카메라 기반의 지능형 유도 제어 기술

1. 주행 및 조향을 위한 스테레오 비젼 기반의 로드맵 기술

일반적으로 AGV 시스템에서 경로설정 및 주행 제어를 위해서는 전방 시야에 존재하는 적재되어있는 물류들이나 장애물의 위치를 검출하고 판독하여 충돌 없이 장애물을 피해서 이동해야 하며, 이를 위한 접근방법으로, 지능형 카메라 시각 시스템을 AGV 시스템에 응용하기 위해서는 복잡한 주변 환경을 인식하거나 물체를 완전하게 재구성하기 보다는 이동하는 목적에 적합한 물체의 3차원 위치나 크기 및 방향 등과 같은 간단한 3차원 정보를 빠른 방법으로 알아내는 것이 필요하다.



〈그림 2〉 스테레오 시차를 이용한 2차원 경로좌표 구성의 흐름도

(a) ZED 스테레오 카메라 (b) AGV 장착 후 운용모습

〈그림 3〉 개발에 사용된 스테레오 카메라

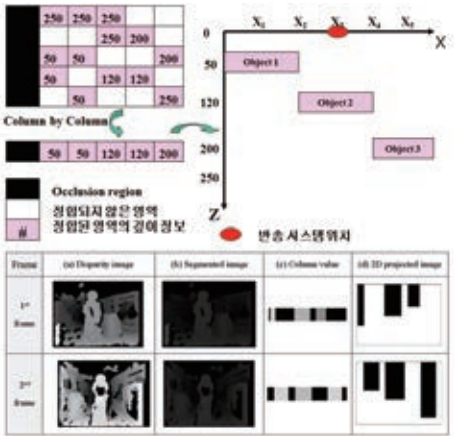
인간의 시각 시스템(HVS; human visual system)은 대부분 수평시차에 의해 물체의 원근을 감지하게 되므로, 본 과제에서는 〈그림 2〉와 같이 이상적으로 수직시차가 거의 없고 수평시차만이 존재하는 Stereolabs Imc.의 ZED 평행식 스테레오 카메라를 사용하였다[5].

또한, 일반적으로 스테레오 영상은 좌, 우 카메라의 이격 거리가 현격이 떨어지지않는 한 거의 유사하므로, 한쪽 영상에서 표적물체를 추출하여 카메라 시야의 중앙으로 이동시키는 추적 제어를 수행한 뒤, 시차 검출 연산을 수행하였다.

AGV 시스템에 장착된 평행식 스테레오 카메라 입력 영상간의 시차지도를 검출 후, 카메라 좌표계와 영상 좌표계간의 원근 변환을 이용하여 깊이 정보 검출 및 실제 좌표에 대한 산출이 이루어지며, 동시에 검출된 깊이지도의 각각의 열(column) 마다 최소값을 검출하여 무인 차량 전방에 존재하는 물체들과의 상대위치 관계를 분석할 수 있는 2차원(X, Z) 공간 로드맵(load map)을 구성하게 되며, 이는 AGV 시스템의 주행을 위한 경로로 이용될 수 있다.

카메라 내부 파라메터와 3차원 구면 좌표계를 이용하여 장애물까지의 거리정보 및 AGV 시스템의 이동경로를 추정할 수 있는 3차원 좌표계상의 실제 위치값을 산출하게 되며, 산출된 거리정보는 전방 시야 장애물 인식이 가능한 최대 거리값을 기준거리로 설정하여 기준거리보다 가까워져 충돌 직전 상태가 되면 Alam 기능을 통해 AGV 시스템의 자동 정지 및 다른 경로로의 이동을 지시하게 된다.

〈그림 4〉는 AGV 시스템 전방에 존재하는 모든 물체들과의 상대위치 관계를 분석하기 위해 검출된 전체 깊이지



〈그림 4〉 2D 경로 추정을 위한 시차 검출 및 개념도

도의 각각의 열에 존재하는 최소값의 검출을 통해 구성된 2차원 공간좌표(X, Z)의 검출과정을 나타낸 것이다[6].

따라서 〈그림 4〉를 통해 구성된 2차원 공간좌표는 AGV 시스템과 전방에 존재하는 장애물들 각각의 거리 검출은 물론, 물체들 상호간의 상대적인 거리까지도 분석이 가능함으로써 AGV 시스템의 충돌위험을 조기에 대처할 수 있는 효율적인 주행 경로 계획(path planning)을 추정할 수 있다.

2. AGV 유도라인 구성 및 실험조건 형성

물류 이송 현장에서 요구하는 정량적 목표항목과 성능 검증에 필요한 요소를 정의하고, 모든 실험 데이터를 확보하기 위한 유도경로 생성과 구간별 실험내용을 포괄적

〈그림 5〉 AGV 유도라인 구성 Lay-Out 및 실제환경

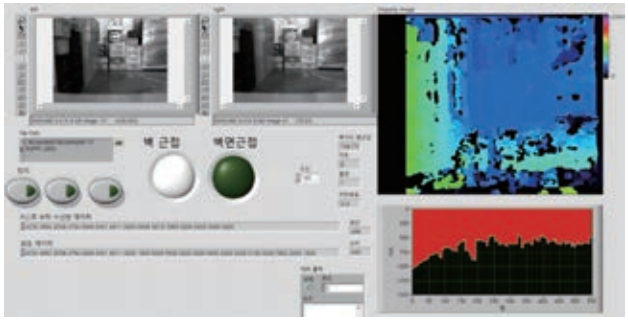
으로 수용할 수 있도록 AGV 전문업체인 ㈜ 대성에스이의 공장 내에 〈그림 5〉와 같이 설치하였다[7].

특히, 실험에 사용된 AGV 시스템은 전방 7.75m 지점 및 R800의 회전 반경을 목표점으로 설정하였고, 최대 속도는 20m/min로 제한하였으며, 직선 구간 및 곡선 구간과 전방 장애물의 인식 여하에 따라 AGV의 속도를 제어하며 실험에 사용하였다.

3. 주행 로드맵 구성을 위한 스테레오 비젼 기반의 GUI 프로그램 개발

스테레오 비전 기반의 로드맵 기술 개발을 위해 Labview 2014 및 Labview Vision Assistant를 이용하여 〈그림 6〉과 같이 사용자 인터페이스(UI 프로그램)를 구성하였으며, 이를 통해 스테레오 비전의 선행적 알고리즘인 깊이 지도(Depth Map) 및 이를 통한 AGV의 로드맵 구성을 위한 2차원(X-Z) 공간지도를 구성하고 있으며, AGV 시스템의 기본 제어기인 PLC 시스템과의 상호통신을 위한 모듈도 포함되어 있다[8].

실험을 위한 시나리오는 본 기술의 평가항목 중 장애물 인식거리 (100cm/30cm) 구현을 목적으로 실제 공장 환경의 무인운반차의 감지 거리인 2m 전방 이내에 물체를 구성하여 진행하였다. 이를 위해 카메라는 4mm의 초점거리와 120mm의 기준선을 적용하여 깊이 정보검출에 이용하였으며, AGV 시스템을 중심으로 스테레오 카메라 시야에 나타나는 이동 물체나 측면에 존재하는 장애물 각각의 절대좌표 및 상대좌표를 자체적으로 검출하여 AGV 시스템의 충돌위기를 조기에 대처함으로써 효과적이고 지능적인 경로설정을 수립하였다.

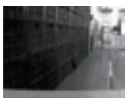


〈그림 6〉 개발된 GUI 프로그램

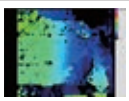
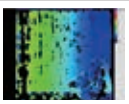
〈그림 7〉은 스테레오 영상 프레임 중 임의의 4 프레임을 나타낸 것으로, 실시간으로 입력되는 1024×768의 해상도를 갖는 칼라 영상을 640*480의 그레이 레벨로 변환하여 사용하였다[8].

우선 실시간으로 입력된 스테레오 영상을 검출된 일치점들을 토대로 순서조건을 고려하여 각 행의 일치점들과 연결하여 다수의 트리를 구성하고, 동일한 값이 일정한 임계값 이상일 경우 그 영역의 일치점으로 확정되어 단일 트리를 구성하여 시차지도를 완성하였으며, 〈그림 8〉은 좌측영상과 시차지도를 보여준 것으로 폐색 영역과 정합되지 않은 영역으로 인해 드문드문 채워진 지도를 나타낸 것이다.

〈그림 8〉에서 AGV 시스템으로부터 가장 가까운 장애물의 경우 녹색으로 표현된 95cm 이었으며, 가장 먼 거리에 있는 장애물은 청색으로 3m로 검출됨을 알 수 있으며, 3m를 초과하는 경우에는 결정할 수 없는 배경영상으

구분	# 1	# 2	# 3	# 4
좌영상				
우영상				

〈그림 7〉 현장에서 획득된 스레레오 영상

구분	# 1	# 2	# 3	# 4
좌영상				
시차 지도				

〈그림 8〉 검출된 시차지도

구분	# 1	# 2	# 3	# 4
좌영상				
시차 지도				

〈그림 9〉 검출된 2차원 공간좌표

로 간주하여 현재 프레임의 장애물 통과 후 차후 검출 대상 영역으로 설정하였다[8].

따라서 검출된 시차지도를 통해 검출된 깊이지도의 최소열에 있는 값을 그 점에서의 수직거리로 간주하여 X 좌표의 산출을 유도할 수 있으며, 이는 이동 물체 및 장애물의 실제 좌·우 폭을 산출하고 장애물간의 거리를 산출하는데 이용되며, 〈그림 9〉는 AGV 시스템의 전방 시야의 장애물에 대한 좌, 우 폭을 의미하는 X좌표와 수직거리를 의미하는 Z좌표로 구성된 2차원 공간 지도를 구성함으로써 장애물과의 충돌 없이 안전한 주행을 위한 판단 근거로 이용될 수 있다[8].

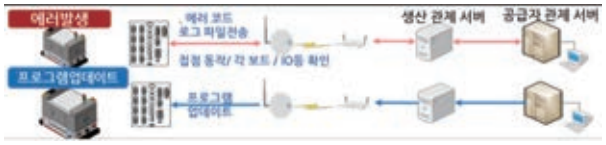
Ⅲ. IoT 기반의 AGV 원격 제어 기술

1. 원격 모니터링 Mobile Application

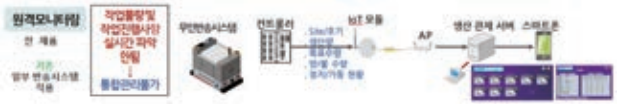
1) 사용기업 운영자 서버 및 상황 전달 모바일 앱 기술

AGV 시스템의 원격 제어를 위해서는 장착된 IoT 단말에서 보내지는 신호를 취합하여 이동경로, 가동상태 및 충전 시간 등의 정보를 가공하여 사용 기업이 원하는 정보를 전달할 수 있어야 한다. 즉, 스테레오 카메라 시스템과 연동하여 AGV 시스템의 작업 상태를 항시 감시할 수 있는 모니터링 기능 제공이 필수적이며, 오류 상황 발생 시 AGV 시스템의 상세 모니터링 화면을 감시 함께 자동으로 팝업하는 기능이 가능해야 한다.

이를 위해 즉각적인 대응이 필요한 경우 모바일 앱에 경보 메시지를 보낼 수 있는 기능이 필요하며, 운영자 지정 기간 동안의 로그 데이터를 항시 보유하여 AGV 시스



〈그림 10〉 중지명령 흐름도



〈그림 11〉 원격 모니터링을 위한 앱 개발 흐름도

템 운영에 필요한 정보를 항시 제공할 수 있어야 하며, 다음의 기능이 추가적으로 탑재되어야 한다.

- 오류에 즉각적인 대응을 필요로 하는 상황에서 AGV 시스템에게 직접 명령을 내려 이동 중단 등의 조치를 취할 수 있도록 함.
- 정보에 대한 로그 분석을 토대로 목표 수량 대비 AGV 시스템 별 운반 수량 등을 제시하여 이를 토대로 정밀한 생산 계획을 수립할 수 있도록 정보를 제공함.
- AGV 시스템 전체 상황 모니터링과 개별 AGV 시스템의 상세 정보 모니터링 상황을 분리 또는 통합하여 볼 수 있는 GUI 환경을 제공함.

또한, 현장에 없는 관리자를 위해 운영업체 단말에서 볼 수 있는 정보를 관리자의 스마트 디바이스를 통해 위급 상황 발생 시 자동으로 SMS 등을 현장 요원에게 발송이 가능하도록 하며, 정보 화면의 중요성을 구분하여 중요한 정보를 먼저 보여주는 기능이 제공되어야 한다.

위급 상황 발생 시 모바일 앱이 디바이스에서 실행되지 않고 있는 상황이라도 안드로이드 단말의 경우 Google 메시징 서비스, iOS 단말의 경우 애플 메시징 서비스 등을 통해 메시지를 보내 사용자가 메시지를 열 경우 바로 모니터링 앱을 기동할 수 있는 기능이 추가되어야 하며, 단말의 연락처 등과 연계하여 앱 내부에서 바로 통화 및 SMS 발송이 가능하도록 하는 기능을 제공되어야 한다.

2) 공급기업 서버 및 관리 프로그램(GUI) 개발

공급기업 서버 및 관리 프로그램은 AGV 시스템의 IoT 단말에서 보내지는 오류 신호 등을 중점적으로 취합하여 공급 기업으로 하여금 AGV 시스템에서 오류 발생 시 필요한 경우 비전 장비를 통해 제공된 당시 상황을 모니터링 해야 하며, 이를 통해 오류에 대한 정확한 정보를 이용하여 AGV 시스템에서 오류 발생 시 즉각적인 A/S를 가능하게 하고, 해외 또는 지방의 수리 요원에게 정확한 정보 전달이 가능하도록 해야 하며, 다음과 같은 추가적인 기능이 탑재되어야 한다.

- 현장에 AGV 시스템의 운용 프로그램에 대한 숙련된 기사가 없더라도 원격으로 동작 프로그램을 전송 할

수 있는 기능이 제공되어야 함.
- 지역 또는 AGV 시스템 사용 업체를 하나의 단위로 묶을 수 있는 기능이 제공되어야 함.
- 하나의 모니터링 화면에서 볼 수 있는 지역 단위를 직접 편집할 수 있는 기능이 제공되어야 함.
- 특정 상황에 대한 관리자의 코멘트를 기록할 수 있는 기능이 제공되어야 함.
- 모바일 앱에 필요한 정보를 제공하는 서버 역할을 함.
- 모바일 디바이스의 용도에 따라 보내는 정보를 달리하는 기능이 제공되어야 함.
- 즉각적인 대응이 필요한 경우 모바일 앱에 경보 메시지를 보낼 수 있는 기능이 제공되어야 함.

2. AGV 원격 제어 기술 개발

AGV 원격 제어를 위한 Mobile Application은 Android Studio 2.1을 이용하여 개발되었으며, 주요 개발 내용은 아래와 같다.

- 원격의 AGV에서 발생하는 AGV Status, AGV Fault 데이터를 화면에 표시
- 서버와 양방향 통신하기 위한 TCP/IP Socket Program and Exception Handler 구현
- Mobile Phone에 시스템 부하가 발생하여도 데이터를 안전하게 처리하기 위하여 서버로부터 데이터를 수신하는 소프트웨어 모듈을 스레드로 구현한 후 수신한 데이터를 메시지 큐에 저장 하였음

〈그림 12〉 Mobile Phone에서 실행되는 AGV 모니터 앱

- Mobile Phone에서 원격에 있는 AGV를 “START“, “STOP“ 할 수 있음

1) Transection 기법을 이용한 mySQL Database Query 인터페이스 개발

〈그림 14〉와 같이 mySQL 데이터베이스 서버에 AGV_event Schema를 생성하였으며, mySQL 서버로 SQL 쿼리 문장이 커밋된 결과를 로그하여 오류(네트워크 끊김)가 발생하였을 경우 주기적으로 커밋하도록 프로그램을 작성하였다.

2) STM32F4xx를 이용한 센서 인터페이스 컨트롤러 개발

공개용 개발 환경인 Eclipse, Codesourcery, OpenOCD 개발 환경을 구축을 위해 〈그림 15〉와 같이 개발하였으며, 각각의 거리에서 5회 시험 후 평균을 기록하였고, Eclipse IDE, Codesourcery, OpenOCD Debug를 통해 STM32F407 펌웨어의 개발 환경을 구성하였다.

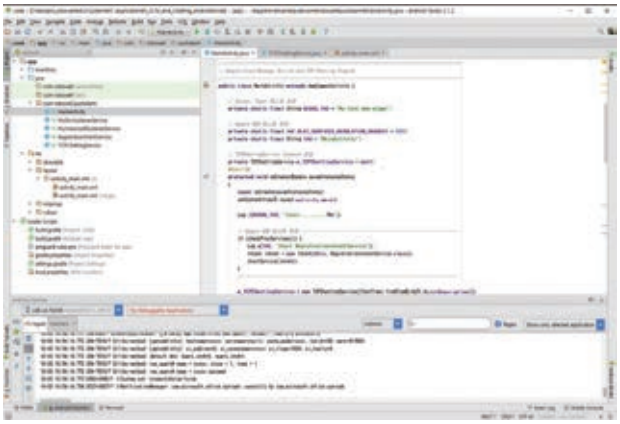
ST에서 기본적으로 제공한 HAL 라이브러리를 가공하여 사용하기 편리하도록 STM32(Cortex M4 32bit RISC) 라이브러리를 개발하였으며, Startup, GPIO. Timer Interrupt, ADC, DAC, UART, PWM, MicroSD, USB, NAND Flash, DCMI 카메라 인터페이스의 기능을 포함하고 있다.

또한, LwIP TCP/IP stack을 포팅하여 STM32F407에서 WebService가 가능하도록 하였으며, Host PC 및 Mobile Phone에서 이더넷을 통하여 원격으로 Controller에 접근하여 신호 수집 및 제어가 가능하며, STM32F407(최대 168MHz 클럭으로 동작) 마이크로프로세서 주변장치를 제어하는 다양한 펌웨어 라이브러리 및 작성된 라이브러리는 향후 STM32F4xx를 적용 가능한 프로젝트에 매우 유용할 것으로 예상된다.

3) 영상데이터 무선 고속 전송 알고리즘 개발

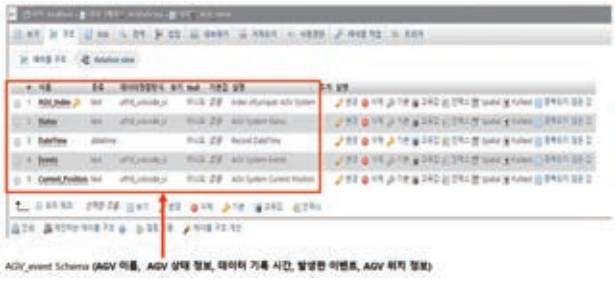
Real-Time Embedded Gateway에서는 USB로 수신한 카메라 영상을 320x240 24bit 영상 이미지로 압축하고, WiFi를 이용하여 최대 40fps의 이미지 데이터를 전

Mobile App. User Interface

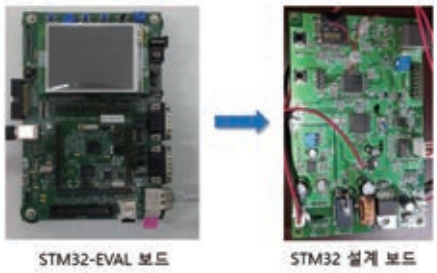


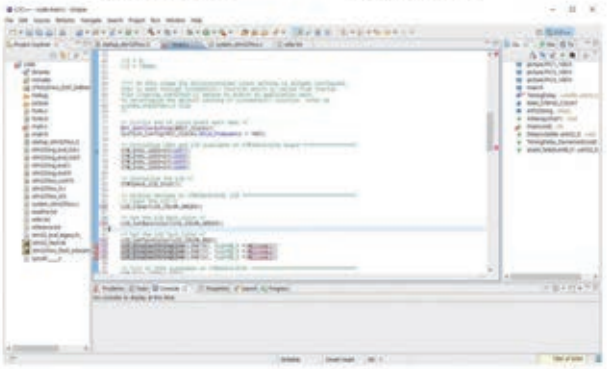
Source Code

〈그림 13〉 Mobile App. Source Code



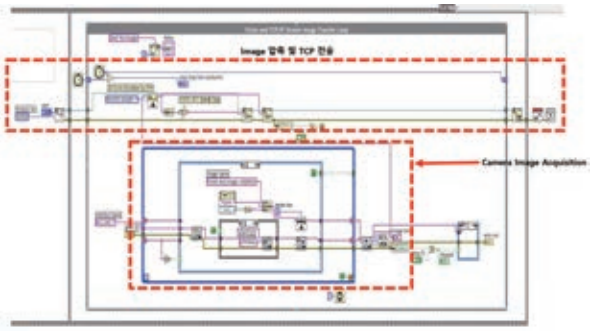
〈그림 14〉 mySQL Database 관리자 화면에서 캡쳐한 "AGV_event" Schema





〈그림 15〉 설계된 보드 및 RF 통신 모듈 테스트 결과

송할 수 있으며, Real-Time Embedded Gateway에는 〈그림 16〉과 같이 LabVIEW Vision Module을 이용하여



〈그림 16〉 Real-Time Embedded Gateway 영상 압축 및 무선 전송 소스 코드

프로그램을 개발하였다.

통합 모니터링 화면을 표시하는 서버에서는 Visual Studio의 C#을 이용하여 TCP/IP로부터 수신한 압축 영상 데이터를 복원하고, 화면에 표시하는 프로그램을 개발하였다.

4) IoT 융합에 필요한 AGV-Traffic 제어기간 통신 프로토콜 개발

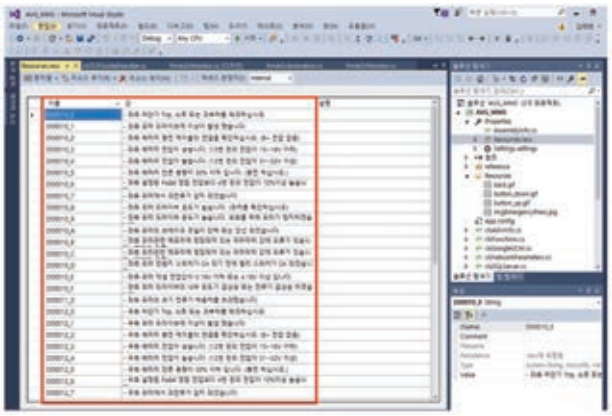
차후 프로토콜이 바뀌어도 컨버전 과정에서 발생할 수 있는 오류를 최소화하기 위해 Visual C#의 Resource 파일에 위의 어드레스와 발생요인 및 해결 방안을 맵핑하여 모니터링 프로그램에 그대로 적용하였다.

또한, Google Cloud Message Service를 이용한 인터페이스 개발을 위해 서버와 클라이언트(Mobile Phone) 간에 메시지 송·수신이 가능한 GCM (Google Cloud Message) 서비스를 사용하였다[9].

Mobile Phone이 통신가능한 상태가 아니어도 구글에

〈그림 17〉 AGV 상태 정보 리스트

〈그림 18〉 AGV 오류 리스트



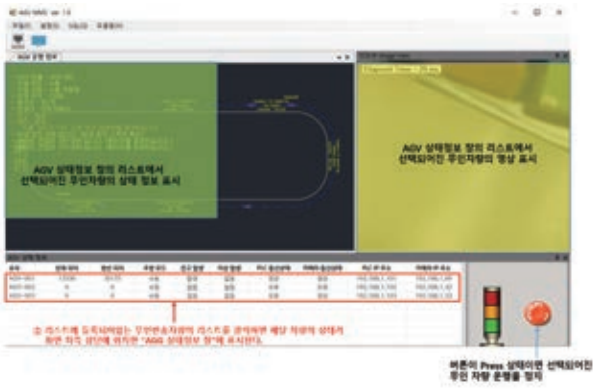
〈그림 19〉 AGV 및 오류 상태를 Visual Studio의 문자열 Resource로 등록

〈그림 20〉 Android Mobile Phone의 AGV-MMS App. Google Cloud Message 수신화면

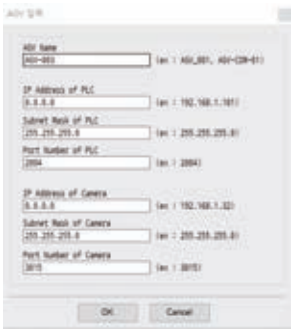
서 운영하는 GCM 서버가 통신 상태를 확인하여 메시지를 오류 없이 전달할 수 있으며, Mobile Phone에서 수신한 메시지를 선택하면 자동으로 AGV MMS App.이 실행되어 손쉽게 모니터링을 할 수 있는 장점이 있다. 또한, SMS 서비스를 사용하기 위해서는 SMS 서버를 운영하는 업체에 메시지 발생 건수에 따라서 비용을 지불해야 하지만, GCM은 완전한 무료 서비스이며, 〈그림 20〉은 Android Mobile Phone의 AGV-MMS App. Google Cloud Message 수신화면을 나타낸 것이다.

5) 통합 모니터링 소프트웨어 개발

〈그림 21〉은 앞서 언급한 기능들이 통합 적용되어 운행 중인 AGV의 상태를 모니터링 하고, 비상 상황에 대처할 수 있는 통합 모니터링 UI 프로그램을 나타낸 것이며, AGV 상태 정보 창을 통해 새로운 AGV를 등록 하거나, 수정 및 삭제가 가능하다.



〈그림 21〉 AGV상태 모니터링이 목적인 AGV MMS 소프트웨어의 메인 화면



(1) AGV 정보, PLC IP, Camera IP 정보 입력 화면

(2) mySQL 서버 등록 화면

〈그림 22〉 AGV상태 모니터링 등록 화면

〈그림 22〉의 (1)과 같이 [AGV 등록..] 메뉴을 선택하여 무인 운반차량의 PLC IP 정보와, 무선 영상 전송 카메라의 IP 정보를 입력한 후 "OK" 버튼을 누르면 해상 AGV가 AGV MMS 화면 하단의 AGV 상태 정보 창에 신규 등록이 가능하며, (2)와 같이 메뉴에서 [설정] → [SQL 서버]를 선택하여 SQL 서버 정보를 입력하면 지정한 Query Cycle Time에 따라 해당 서버로 지정한 데이터 저장이 가능하다.

Ⅳ. 전망과 결론

〈표 1〉은 기존 AGV 시스템과 제시된 지능형 AGV System의 장단점을 비교 정리한 것으로 생산현장의 스마트화를 통한 수입대체, 수출상품화를 통한 매출증대 및 자동차산업, 전자산업 등 국내 기간산업의 산업경쟁력을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

특히 클린 환경의 생산 공장에서 효용성이 탁월할 것으로 예상되며, 사람의 힘으로 할 수 없는 중량물 운송이나, 유해환경에서의 물류이동, 그리고 단순, 반복적인 기피공정의 대인 대체용으로 AGV가 선별적으로 활용되었으나 유도라인 추가 시공이 아닌 자율주행형 원격제어가 가능한 AGV 시스템의 개발 및 보급을 통해 자동차, 반도체, 에너지, 환경 분야 의 생산 공장은 물론, 중견, 중소기업에서도 활용이 보편화 될 것으로 예상된다. 이는 국내외 구분 없이 기업에서 가장 크게 작용하는 고정비의 하나가 바로 인건비이며, 그나마도 인력난에 직면해 있기 때문이며, 이를 대체할 수 있는 최선이 공정 이동간의 AGV를 이용한 운반 자동화가 필수적인 고려사항이라 판단되며, 따라서 이러한 스마트 AGV 시스템의 기술 개발을 통해 활용분야와 범위를 다음과 같은 기능적 특징을 기반으로 전기, 전자, 반도체산업 분야, 물류운반설비 분야, 중소기업 작업환경 개선 분야, 병원 약제 및 차트 이송분야, 식당 및 레스토랑 음식반송분야 등으로 확대해 나갈 것으로 예상된다.

- 공장 내 스케쥴링 시스템의 전산화를 위한 시간 및 위치 DATA 축적
- 경로 간 이동시간의 측정을 통한 동선 최적화 시스템에 활용
- 각종 공정간의 이동물류, AGV 카트 등의 Real-Time 위치 파악
- 자동 호출 기능을 통하여 Just In Time 보급물류의 공급, 회수
- 기타 시간, 위치 정보를 기반으로 한 다양한 물류 DB의 구축 활용 가능

참 고 문 헌

[1] F. Tomoya, O. Jun, A. Tamio and et al. "Semi-guided navigation of AGV through iterative learning," IEEE Int. Conf. Intell. Rob. Syst., 2001, vol.2, pp. 968-973

[2] T. Hongo, H. Arakawa, G. Sugimoto, K. Tango and Y. Yamamoto, "An automatic guidance system of a self-controlled vehicle," IEEE Trans.Ind.. Electron, Feb. 1987, vol. IE-34, no. 1, pp.5-10

[3] Cox, I. J. and Wilfong, G. T., "Autonomous Robot Vehicles", Springer-Verlag, New York, 1990

[4] Jong Shill Lee, Eung Hyuk Lee, In Young Kim, and Sun

〈표 1〉 기존 시스템과 지능형 AGV 시스템의 비교

구 분	기존 단순 AGV시스템	지능형 AGV 시스템
유도방식(유연성)	고정된 유도라인 시공 및 레이져 유도(경제성 저하)	스테레오 카메라를 통한 형상인식, 좌표측정 등 전방시야 로드맵 및 위치 추정 유도
통합 시스템 원격 관리	off-line형태로 현장에서 전체시스템을 직접관리	원격에서 운전상황을 파악하고 통합/개별 제어 원격에서 운전상황을 감시하며, 운영관리 가능 원격에서 문제상황을 판단하고 조치가능 프로그램 디버깅 및 업데이트 서비스 가능
AGV 시스템 원격관리	off-line형태로 현장에서 전체시스템을 직접관리	AGV 통합 시스템과 연동하여 Mobile 기기를 통한 장치 제어가능 각 AGV시스템의 상태감시 및 Trouble Shoot 가능
경제성	유도라인 공사 또는 Laser유도 프로그램 비용 과다발생	기존시스템 대비 소요 부품비, 프로그램 변경비 등 모든 부분에서 유리하며, 공사기간도 대폭 단축됨

I. Kim, "Vision-based Obstacle Detection using Geometric Analysis", Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, vol. 43, no. 3, pp. 8-15, 2006.

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

[6] Jung-Hwan Ko, "2D Spatial-Map Construction for Workers Identification and Avoidance of AGV", Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, vol.49, no. 3, pp. 41-47, 2012.

[7] http://www.e-agv.com

[8] Jung-Hwan Ko, "An adaptive path-planning for intelligent AGV system", Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, vol.54, no. 4, pp. 681-687, 2017.

[9] https://cloud.google.com

고정환

- 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.Co. 책임연구원
- 2007년 3월~현재 인하공업전문대학 메카트로닉스과 교수
- 2014년 9월~현재 인하공업전문대학 창업지원교육센터 센터장
- 2016년 1월~현재 인하공업전문대학 산학협력단 부단장

〈관심분야〉
자동제어, 로봇비전

"Make-Fail-Play" 청소년들의 창의성을 깨우는 WRO (World Robot Olympiad™)

강현웅
핸즈온테크놀러지 대표이사

Ⅰ. 서 론

청소년 시절 공학을 꿈꾸는 공학도라면 누구나 한번쯤은 나가고 싶은 로봇대회가 있을 것이다.

이러한 대회도 시대의 변화에 따라 소프트웨어와 하드웨어가 융합된 형태의 로봇대회에 변모하는 것이 현실입니다. 대회에 직접 참가해본 경험이 있는 학생들이라면 이해가 가능하지만 직접 참가한 경험이 없는 청소년들의 경우에는 실제 대회의 내용을 이해하기에는 쉽지가 않을 것이다.

많은 로봇대회 중에서도 초/중/고부터 대학부까지 청소년 연령에 맞추어 대회를 진행하고 있는 WRO(World Robot Olympiad™)에 대해 이해하고 경기는 약 55 개국에서 진행되고 있으며, 약 23,000팀이 4가지의 흥미진진한 종목에서 경쟁을 합니다.

- 정규부문 – 로봇을 디자인하고 프로그래밍하고 도전적이고 신나는 문제 해결
- 창작부문 – 테마를 기반으로 한 로보틱스 솔루션 창작 및 발표
- WRO Football – 2대의 자율적인 로봇으로 팀을 구성하여 액션이 넘치는 로봇 축구를 토너먼트 방식으로 진행
- Advanced Robotic Challenge – 대학생 및 17세~25세 참가가능

국가별 WRO 토너먼트는 WRO 회원국의 운영위원회에 의해 각국에서 진행됩니다. 각국에서 선발된 팀들은 매년 WRO 인터내셔널 파이널에 초청됩니다.

매년 11월에 세계대회를 준비하는 개최국이 정해지고 개최국은 각 나라의 특성에 맞추어 세계대회 문제를 출제하게 됩니다.

매년 4월에 모든 나라에 문제가 공개되고 청소년들은 대회를 준비를 시작합니다. 그리고 3개월의 기간 뒤에 각 나라의 여건에 따라 국가별

〈그림 1〉 월드로봇올림피아드2017 개막식

대회가 열리게 됩니다.

한국의 경우 학사일정을 고려하여 8월이면 대회를 진행하고 여기에 세계대회에 참가할 팀들을 선발하여 11월에 코스타리카에서 열리는 세계대회에 참가합니다.

이제 올해 열린 2017 WRO를 참고하여 각 종목에 대한 소개와 자세한 내용에 대해 살펴보도록 한다.

Ⅱ. 본 론

WRO는 팀 기반 경기이다. 각 경기 종목에 출전하기 위해서는, 참가자는 반드시 팀으로 구성되어야 한다. 한 팀은 1명의 코치와 2~3명의 팀원으로 구성되어야 한다.

2.1 정규부문–초등종목

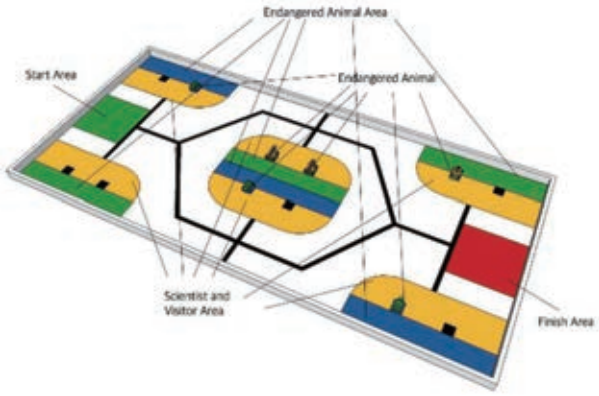
생물 다양성이 가장 풍부한 나라 중 하나인 코스타리카에서는 다양한 생태계가 발견된다. 자연 자원을 보호하기 위해 설립된 국립공원 및 보호 저수지는 대중에게 개방되어 있다. 산속 푸른 열대 우림과 태평양과 카리브 해 연안의 푸른바다를 가진 나라에서는 멸종 위기에 처한 종들이 많이 발견된다. 재규어와 거북이 및 다른 멸종 위기종의 서식지를 보존하여 그들이 멸종되지 않도록 하는 것은 매우 중요하다.

초등부 도전 과제는 지속 가능한 관광을 장려하고 과학자와 방문객이 자연의 경이로움을 교란시키지 않고 탐구하고 조사하는 것을 도울 수 있는 로봇을 만드는 것이다.

로봇은 과학자와 방문객을 방문 가능한 지역으로 데려간다. 경로는 서로 다른 지역에서 발견되는 멸종 위기종의 수에 따라 달라진다. 이 여정에서 로봇은 관광지를 헤매는 멸종 위기동물을 적절한 서식지, 열대 우림 또는 바다로 돌려보내야 한다.

로봇이 수행할 과제는 과학자와 방문객을 로봇에 적재하고 시작 지점에서 ‘과학자 · 방문객 영역(Scientist and Visitor Area)’으로 데려가는 것이다. 또한, S&V에 있는 멸종 위기 동물의 종류를 확인 후 재규어는 인접한 열대 우림(녹색 멸종 위기 종 영역)으로, 또는 거북이는 인접한 바다(청색 멸종 위기 종 영역)으로 반드시 데려가야 한다. 이 미션은 로봇이 완전히 종료 지점 안에 들어왔을 때 종료된다. 단, 제한된 시간(2분)안에 끝나지 않은 경우는 그 때까지의 점수로 채점한다.

초등부 도전과제는 라인을 인식하기 위한 컬러센서와 재규어나 거북이의 존재 유무를 감지하기 위한 터치센서나 컬러센서 등이 필요하며 그리고 과학자와 방문객를 분리하여 방문가능한 지역에 데려가야하는 문제이다. 초등학생들이 도전하기에 적절한 난이도로 올해 경기에서도



〈그림 2〉 WRO2017 초등부 경기장

〈그림 3〉 WRO2017 초등부 경기진행 모습

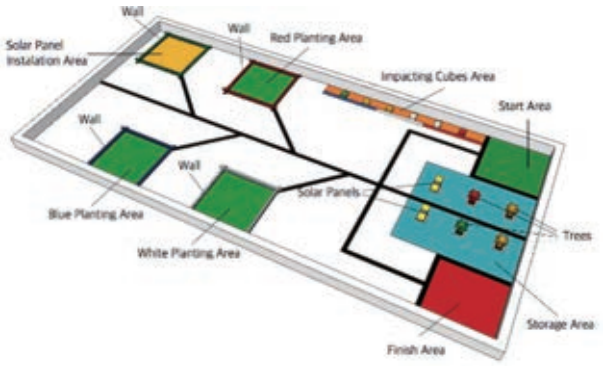
16.5% 이상의 학생들이 만점을 받을 정도로 적절한 문제의 난이도를 가지고 있다.

2.2 정규부문-중등종목

수송기기, 산업 공정 및 에너지 생산과 같은 인간 활동에 의해 방출되는 이산화탄소와 같은 온실가스가 지구의 온도에 영향을 미치고 있다. 도전 과제는 한 회사가 탄소 중립(탄소 배출 제로)에 도달하도록 도울 수 있는 로봇을 만드는 것이다.

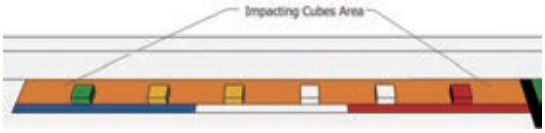
이를 달성하기 위해 로봇은 반드시 태양 전지판과 같은 재생 가능한 에너지 자원을 설치하여야 하며, 회사의 산업 공정에서 발생하는 배기가스를 상쇄하기 위해 나무를 심어야 한다.

로봇이 수행할 과제는 회사의 탄소 배출(온실 효과를 유발하는 이산화탄소의 배출량)을 제로로 만드는 것이다. 회사의 탄소 발자국은 회사의 산업 공정에서 배출되는 이산화탄소의 양이다. 로봇은 회사의 배기가스를 상쇄하기



〈그림 4〉 WRO2017 중등부 경기장

〈그림 5〉 WRO2017 중등부 경기진행 모습



〈그림 6〉 중등부 Impacting Cubes Area

위해 반드시 태양 전지판을 설치하고 올바른 종류의 나무를 각기 다른 조림지(이하 '플랜트 구역')에 심어야 한다.

중등부의 문제를 해결하기 위해서는 〈그림 6〉에서와 같이 산업공정을 나타내는 큐브영역(Impacting Cubes Area)을 로봇이 스캔하고 적색/흰색/청색 플랜트에 4그루의 나무를 큐브의 색에 맞추어 심어야 한다. 흰색의 큐브는 이산화탄소를 배출하지 않는 공정의 의미로 나무를 심지 않아도 된다. 〈그림 6〉을 참고하면 적색 플랜트에는 적색의 나무를 흰색플랜트에는 노란색의 나무를 청색플랜트에는 노란색과 녹색의 나무를 각각 심어야한다. 그리고 두 개의 태양전지판을 노란색의 태양전지판 구역에 설치하여야 한다.

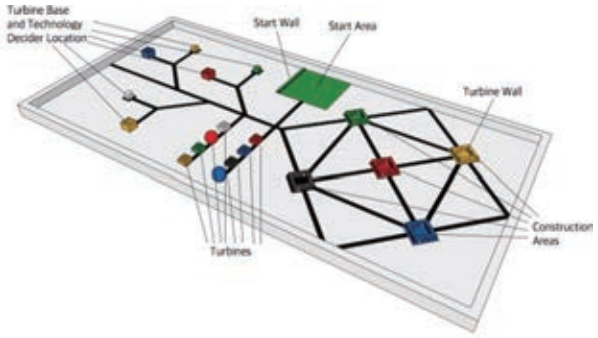
중등의 문제답게 미션을 수행하기 위해서는 라인을 감지하기위한 컬러센서와 미션을 수행하기 위해 큐브영역을 인식하기 위한 컬러센서 그리고 구동을 위한 2개의 서보모터이외에 나무나 태양열 전지판을 가져오기 위한 추가적인 모터의 사용과 기구적인 설계 능력을 필요로 한다.

마지막 미션으로 공정영역에서 흰색큐브를 제외한 다른 색깔의 큐브를 모두 종료지점으로 가져오기 위한 설계가 필요하며 여기에도 하나이상의 모터를 필요로 한다.

2.3 정규부문-고등종목

재생 가능 청정 에너지전기 수요가 날로 증가하고 있다. 재생 가능한 청정 에너지원으로 전기를 생산하는 풍력발전 단지와 같은 시설이 더 많이 필요하다. 도전 과제는 풍력 발전단지 건설에 도움을 주는 로봇을 만드는 것이다. 로봇은 풍력발전 단지에 다양한 풍력발전기를 건설할 수 있는 최적의 장소를 선택하여 발전기의 효율성을 극대화하고 환경에 미치는 영향을 최소화한다.

로봇이 수행할 과제는 풍력발전 단지에 3개의 풍력발전기를 건설하는 것이다. 로봇은 반드시 건설 지역(Construction Area) 5곳 중 3곳의 터빈 벽(Turbine Wall) 내에 풍력 발전기를 만들어야 한다. 임무를 완료하



〈그림 7〉 WRO2017 고등부 경기장

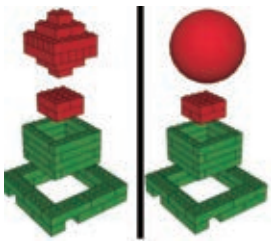
〈그림 8〉 WRO2017 고등부 경기진행 모습

면 로봇은 반드시 시작 지점으로 돌아와야 한다.

로봇은 터빈 베이스(Turbine Base), 기술 결정자(Technology Decider) 및 터빈(Turbine)을 이용하여 경기장 터빈 월(Turbine Wall)에 결합하여 풍력 발전기를 만들어야 한다. 〈그림 9〉에는 터빈 월에 결합한 풍력발전기 구성을 보여주고 있다.

고등부 문제를 해결하기 위해서는 중등의 문제해결을 위한 센서나 로봇의 정확한 자세제어 이외에 소프트웨어적인 알고리즘 해결 부분과 첨부하여 로봇팔을 잘 설계하여 크기가 다른 오프젝트를 인식하고 결합하여야 한다는 복잡한 미션을 가지고 있다.

이는 기구적인 설계 능력을 가지고 많은 실패와 시행착오가 따라야 한다. 하지만 한국의 대부분의 학생들의 경우 입시에 쫓겨 대회를 준비하는 시간이 적다보니 많은 학생들이 실패를 경험하였다. 이 문제의 해결을 위해서라면 적어도 1달 이상은 틈틈이 고민하고 준비하여야만 대회에서 원하는 성적을 거둘 수 있다.



〈그림 9〉 터빈 월에 결합한 풍력발전기 구성

2.4 창작부문

올해의 창작주제는 아래 네 가지 목표 중 하나로 우리가 살고 있는 지역을 보다 지속 가능하게 만드는 로봇을 만드는 것입니다.

이러한 방식으로, 각각의 로봇들은 우리가 살고 잇는 이 지구를 보다 더 나은 곳으로 바꾸는 데 기여할 것입니다.

창작종목에 참가하기 위해서는 앞에서의 경기종목보다도 더 많은 에너지를 필요로 합니다. 이는 현실세계에서의 문제 해결과정과도 동일합니다.

팀이 모여서 문제를 인식하고 이를 해결하기 위한 방안을 찾아내기 위한 많은 리서치를 하고 무엇을 만들지를 결정하고 이를 실제로 구현하는 것입니다.

이는 현재 많은 대학에서 진행하고 있는 캡스톤 디자인의 과정과도 매우 유사합니다. 참가한 학생들은 자신들이 해결한 문제의 핵심가치를 준비하여 발표하고 부스에 마

카테고리	#	판단 기준	포인트	점수
프로젝트 (총 포인트 : 50)	1	창의성 & 문제 해결 방식의 수준	25	
	2	연구 & 보고서	15	
	3	엔터테인먼트 요소	10	
프로그래밍 (총 포인트 : 45)	1	자동화	15	
	2	논리 우수성	15	
	3	복잡성	15	
공학 (엔지니어링) 디자인 (총 포인트 : 45)	1	기술적 이해	15	
	2	공학 개념	10	
	3	기계적 효율성	10	
	4	구조적 안정성	5	
	5	심미성	5	
발표 (프리젠테이션) (총 포인트 : 40)	1	성공적인 시연	15	
	2	전달 & 추론 기술	10	
	3	사고의 순발력	5	
	4	포스터와 장식	5	
	5	프로젝트 영상물	5	
팀워크 (팀별활동, 협동작업) (총 포인트 : 20)	1	일관된 학습 결과물	10	
	2	포괄성	5	
	3	협동심	5	
		최대 점수	200	

〈그림 10〉 WRO2017 창작종목 심사지

〈그림 11〉 WRO2017 창작종목 경기진행 모습

련된 공간에 로봇을 전시하고 핵심가치의 일부인 다른 친구들과 공유할 내용을 배너형태로 만들어 전시합니다.

창작종목은 학생들에게 많은 실패를 경험하면서 완성도를 높여나가는 과정으로 이루어져 학생들에게 공학적 소양을 키우고 많은 진로 및 직업탐색의 기회를 제공합니다.

2.5 WRO Football

2017년 월드 로봇 올림피아드 GEN Ⅱ 축구 규칙 WRO 축구는 가능한 한 실제 축구경기를 반영한다. 두 개의 자율적으로 움직이는 로봇으로 구성되는 두 팀은 WRO 테이블 위 경기장에서 적외선 투과 공을 쫓아 상대 팀보다 더 많은 골을 넣는 것을 목표로 경기를 한다.

WRO 축구 경기장 주최자들은 지역별 재료와 장비의 한계로 인해 WRO 축구 경기장이 변화될 필요가 있다는 것을 이해한다. 일관성이 있는 한 경기장의 크기는 도

〈그림 12〉 WRO2017 축구 경기진행 모습

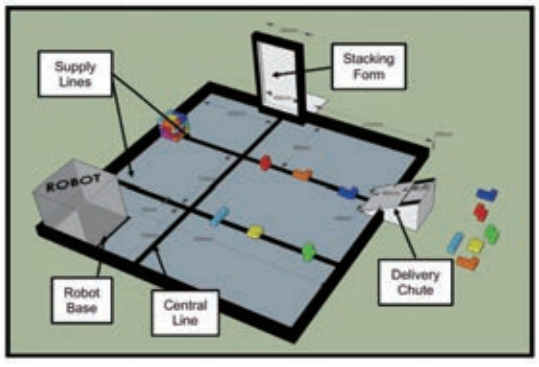
전 권한을 가진 학생들에게 크게 중요하지 않다. 실제로 WRO 축구는 교실바닥에 매트를 깔아 진행할 수 있다! 이러한 규칙은 의도적으로 경기장 크기와 재료에 대한 유연성을 남긴다. WRO 최종 국제대회에서는 모든 사양을 준수한 공식 경기장을 이용한다. 지역별 변화가 요구되는 경우, 경기일 이전에 모든 참가자들에게 변경사항이 공지된다.

축구 경기에 참가하기 위해서는 좀 더 다른 형태의 대회준비가 필요하다. 경기에 임하는 로봇을 컴팩드에게 설계하고 축구 로봇은 많은 센서를 사용한다. 360로 적외선이 출력되는 공을 IR센서를 이용하여 인식하고 컴파스 센서를 이용하여 상대방의 골대를 찾아 슛을 날리는 형태로 진행된다.

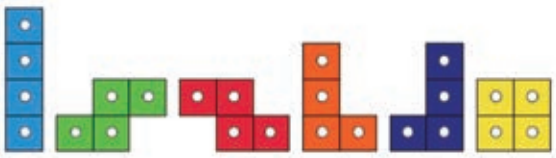
그리고 정확히 볼을 드리볼하기 위한 주행알고리즘을 만들고 자신의 위치와 방향을 인식하기 위한 내비게이션 기술들을 사용한다.

2.6 Advanced Robotic Challenge

대학부 경기인 ARC과제는 '테트라스택'이라는 로봇 버전의 테트리스에서 가능한 한 많은 포인트를 얻는 로봇을 만드는 것이다. 로봇은 스태킹 폼(Stacking Form : 직사각형의 직립 상자) 내에 '테트라큐브'라고 불리는 유색의 형태를 찾아내고, 식별하고, 쌓을 것이다. 경기 설명 테트라스택은 로봇 건설 챌린지이다. 로봇이 수행할 과제는 건설 현장(Construction Zone)에서 테트라큐브를 모아 스태킹 폼에 위치시켜 가능한 한 많은 행을 쌓아 완료하는 것이다.



〈그림 13〉 WRO2017 대학부 경기장



〈그림 14〉 대학부 경기에 사용되는 테트라큐브

경기가 시작할 때, 다음의 각 조건을 충족하여야 한다.

- 로봇이 로봇 기지에 주차되어 있는가.
- 스태킹 폼이 비어 있는가.
- 테트라큐브는 근원지에 있는가.

예선전에서 로봇은 6가지 모양의 테트라큐브 2세트에 접근할 수 있다. 모양은 다음과 같다.

두 가지 유형의 경기(예선전과 결승전)가 있다. 예선전에서 로봇은 12개의 테트라큐브를 모아 스태킹 폼에 배치할 수 있는 3분의 시간이 주어진다. 결승전에서 로봇은 총 5분의 시간과 28개의 테트라큐브가 주어진다.

대학부의 경기는 난이도가 최상으로 올라간다. 기본적으로 12주 이상의 대회준비가 필요하다. 프로그램에 사용되는 메인 컨트롤러는 NI-myRIO제품으로 LabVIEW 프로그램을 이용하여 구동하여야 하며 사용되는 센서나 모터의 종류에는 제한이 없다.

이 경기가 난이도가 높은 이유는 카메라를 이용하여 경기장에 놓여 있는 테트라큐브를 인식하고 이를 스태킹폼에 넣어 완성하여야 한다는 것이다. 이를 수행하기 위해서는 영상처리에 관한 기본지식과 모터를 구동하기 위한 제어기 설계 및 센서로부터 받은 데이터를 필터링하고 이를 활용하는 종합적인 설계능력을 필요로 한다.

〈그림 15〉 WRO2017 대학부 경기진행 모습

참고로 국내대회의 경우 첫해 세계대회 진출팀이 스태킹폼에 테트라큐브를 넣은 개수가 2개에 불과했다.

Ⅳ. 결 론

지금까지 전 세계 55개국에서 열리고 있는 월드로봇올림피아드“WRO(World Robot Olympiad™)”의 종목과 경기 규정에 대해 살펴보았다.

이러한 로봇대회가 어떻게 청소년들의 창의성을 깨우는 데 도움이 되는가?

우리의 교육과정을 살펴보면 초등교육부터 대학에 이르기까지 각각의 교과목에 따른 일방적인 주입식 교육이 이루어지는 것이 현실이다.

교사의 사전적 의미에서 살펴보면 “일정한 자격을 가지고 학생을 가르치는 사람.”으로 되어 있다. 이러한 티칭은 교사가 범위를 정하고 컨트롤 할 수 있다. 하지만 4차 산업혁명과 교육의 변화를 운운하는 이 시대에 언제까지나 가르치는 사람으로 남을 것인가?

학생들이 스스로 학습할 수 있도록 코치나 멘토의 입장에서 다가간다면 결과는 달라질 것이다. 이는 교사가 컨트롤 할 수 있는 것이 아니라 학생들 스스로 러닝할수 있도록 도와준다면 학생들 스스로의 성장은 예측하기가 힘들 것이다.

우리가 배워온 교육환경은 평가를 위한 정답 아니면 오답식의 평가가 내려지고 오답은 부정적인 것으로 남아 학생들의 머리에 각인되기 시작한다. 이에 길들여진 학생들은 틀리기 싫고 실패가 두려워 아무런 시도조차 하지 않게 된다.

〈그림 16〉 창의성을 키워주는 키워드

하지만 이러한 청소년들이 로봇대회를 준비한다면 어떻게 바뀌어 나갈까?

로봇을 만들고 프로그램하는 동안 번번히 실패를 경험하게 된다. 하지만 이 실패는 학생들에게 도전의 가치와 즐거움을 선사하게 된다.

이러한 과정을 반복하는 청소년들은 항상 문제를 해결하기 위해 친구들과 함께 고민하면서 현대사회가 요구하는 핵심역량인 커뮤니케이션 능력, 팀워크, 비판적사고, 문제해결능력이 길러지게 된다. 이를 반복함으로써 잠들어 있는 창의성을 깨워주고 창의적이고 도전적인 청소년들로 거듭나게 될 것이다.

끝으로 대회를 준비하는 청소년들에게 대회의 결과도 중요하지만 그보다 더 중요한 사실은 실패와 좌절의 과정을 통해 배우는 것이 훨씬 더 중요합니다. 이는 여러분들에게 더 멋진 도전의 기회를 제공할 것입니다.

강현웅

- 1993년 인제대학교 물리학과(공학사)
- 1997년~현재 (주)핸즈온테크놀러지 대표이사
- 2009년 한국산업기술대학교 전자공학과(공학석사)
- 2010년~2011년 인제대학교 나노공학부 겸임교수
- 2015년~현재 서울교육대학교 겸임교수
- 2015년~현재 성균관대학교 겸임교수

〈관심분야〉
창의공학 교육, 소프트웨어교육, 피지컬 컴퓨팅

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND
INFORMATION ENGINEERS

논문지 논문목차

전자공학회 논문지 제 54권 9호 발행

통신 분야

[통신]

• 지상수신국의 가상 TOA 및 AOA를 이용한 우주발사체 3차원 위치 추정 기법 성능분석
권순호, 김대오, 문상미, 추명훈, 이지혜, 배사라, 김한종, 김대진, 황인태, 김철성

• 2차원 iDFT와 DFT를 사용하는 OTFS 변조 시스템 설계와 성능 평가
안창영, 유흥균

• 차량 간 통신에서 새로운 채널 추정의 간섭 제거 기법
이지혜, 문상미, 권순호, 추명훈, 배사라, 김한종, 김철성, 김대진, 황인태

반도체 분야

[반도체 재료 및 부품]

• High Resistivity SOI RF CMOS 인덕터의 주파수 종속 Quality Factor 모델링
이창조, 이성현

컴퓨터 분야

[멀티미디어]

• 온–오프 변/복조를 이용한 가시광 통신 시스템 구현
김진호, 조현묵

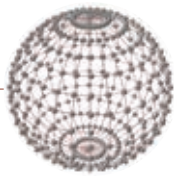
[융합컴퓨팅]

• 레벨셋 방법을 위한 OBB와 슈도노멀벡터에 기반한 3차원 격자공간상의 부호거리 계산
박현주, 권오봉

• KVM 기반 가상화 시스템에서 I/O 최적화을 위한 환경조건에 따른 성능과 패턴 분석
송광혁, 노재춘

• LDA 토픽 모델링을 활용한 판례 검색 및 분류 방법
심준식, 김형중

• 블록 우선순위 기반의 하이브리드 리눅스 소프트웨어 RAID 모듈 개발
최훈하, 김영우, 송광혁, 박정민, 노재춘



신호처리 분야

[영상 신호처리]

- Dual sampling을 사용한 수평배열 RWB 이미지 센서로부터 획득된 영상의 RGB 색상 변환 방법
  박철희, 강문기
- 최적화의 효율적 재구성을 통한 빠른 비강체 3차원 복원
  한경민, 성민상, 이민식

시스템 및 제어 분야

[제어계측]

- 무인 Quadrotor 시스템에 대한 Super-Twisting 적응 퍼지 Backstepping 제어
  문정환, 박동주, 한성익

[회로 및 시스템]

- Field Programmable Gate Array(FPGA) 기반 해상도와 정확도 향상을 위한 Side by side 탭-딜레이 방식의 시간-디지털 변환기
  이다원, 김균하, 임한상

산업전자 분야

[신호처리 및 시스템]

- 초음파 세포자극에 의한 뼈 재건 치료 및 열 세포 괴사 범위에 관한 연구
  이원석, 윤기철

[통신 및 초고주파]

- SCTP에서 통합 오류 제어 기법의 호손율에 관한 연구
  최원근

신간안내

제　목 : IoT가 열어가는 차세대 농업 Agriculture 4.0 시대
저　자 : 미와 야스후미(三輪泰史, ㈜일본종합연구소)외 2인
펴낸곳 : 일간공업신문사
출판일 : 2016년 10월 27일
크기, 페이지 수 : 21cm, 200p.

서 평

지금 일본의 농업은, 긴 쇠퇴경향의 끝에 파멸적 상황에 빠지는가 극적으로 V자형의 회복을 실현할 수 있는가의 중요한 분기점에 서 있다. 일본농업의 현상은「농업산출액의 저하」,「농업취업인구의 감소」,「경작을 포기하는 땅의 증가」등의 부정적인 표현으로 설명되는 경우가 많다. 이것들은 다툼의 여지가 없는 사실들이다.

그러나 어려운 역경을 한탄만 하고 있다면, 상황은 더욱 어려워질 뿐이다. 지금 필요한 것은 비즈니스 기회로 변화시키는 역전의 발상이다. 농업취업인구의 감소는, 관점을 변화시키면 1인당 농지면적의 증가로 바꾸어 읽을 수 있다. 일본의 식탁을 지켜주고 있던 베테랑 농가의 은퇴는「좁은 농토」라는 일본농업의 오랜 기간의 과제를 해소시키는 천재일우의 기회이기도 하다.

이러한 가운데, 정보통신기술의 급속한 발전에 의해 "IoT(사물인터넷)"라는 새로운 시스템이 대두되었다. 산업계에서는 Industry 4.0 (제4차 산업혁명)에 의해 제조업의 혁신이 이루어지고 있고, 그 여파는 농업으로도 밀려오고 있다. 농업 IoT를 효과적으로 활용하면, 농업계의 비원이기도 한「농업종사자 모두가 돈을 버는 농업」을 실현할 수가 있다. 본서에서는 필자가 그러한 농업을「Agricultute 4.0」으로 정의 했다.

농업 IoT의 실용화를 목표로 농림수산성을 시작으로 한 각 부처에서는 자율운전농기, 농업 로봇, 환경제어시스템, 리모트 센싱 등을「스마트 농업」이라 하여 연구개발과 실증 등을 적극적으로 지원하고 있다. 앞으로 5년간에 다양한 기술이 실용화되고, 보급이 진행될 것으로 예상된다.

한편, 현상의 스마트 농업은 만능이 아니다. 일본 농업의 Volume Zone인 수ha 규모의 분산 영농지에서는, 자율운전 농기는 제 기능을 충분히 발휘하기가 어렵다. 영농면적이 좁은 농기의 가동율이 낮은 것이나, 영농지간의 이동에 시간이 걸리는 것이 원인이다.

따라서 본서에서는 일본농업의 전형인 분산 영농지에 대한 솔루션으로서 소형의 자율 다기능 농업 로봇「DONKEY」와 그것을 지원하는 데이터베이스를 제창하여 필요한 기능, 운영방법, 개발전략에 대해서 설명하고 있다.

「DONKEY」와 스마트 농업기술과 같은 농업 IoT를 영농지의 특성과 비즈니스 모델에 따라서 이용하는 것으로 농업종사자는 종래의 힘든 작업으로부터 해방되고, 그 시간을 기획이나 마케팅이나 연구개발 등의 창조적인 업무에 할당할 수가 있게 된다. 타 산업 정도의 수입과 매력적인 업무내용이 겸비됨에 따라, 농업에 우수한 인재가 모이고 지속적인 발전의 기틀이 된다.

농업비즈니스나 IoT에 관심이 높아지는 가운데, 본서의 내용이 높은 뜻을 가진 영농자나 비즈니스를 하는 사람들에게 조금이라도 도움이 되기를 바란다. (http://hjtic.snu.ac.kr/node/6878)

서평 작성자 : 이원규, 해동일본기술정보센터 총괄처장

정보교차로

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

〉〉 2017년 10월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 01.-10. 05.	2017 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting	Hyatt Regency Cincinnati, OH, USA	ias.ieee.org/2017annualmeeting.html
10. 01.-10. 04.	2017 IEEE International Joint Conference on Biometrics (IJCB)	Denver Marriott Tech Center, CO, USA	www.ijcb2017.org/ijcb2017/index.php
10. 01.-10. 05.	2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)	Duke Energy Convention Center, Cincinnatti, OH, USA	www.ieee-ecce.org
10. 01.-10. 04.	2017 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC)	Fairmont BANFF SPRINGS, Banff, AB, Canada	www.smc2017.org
10. 01.-10. 06.	2017 IEEE VIS Arts Program (VISAP)	Phoenix Convention Center, AZ, USA	visap.uic.edu
10. 01.-10. 05.	2017 IEEE Photonics Conference (IPC)	Buena Vista Palace Hotel & Spa, Orlando, FL, USA	www.ipc-ieee.org/
10. 02.-10. 04.	2017 Tenth International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD)	V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia	mlsd2017.ipu.ru
10. 02.-10. 04.	2017 IEEE 12th Nanotechnology Materials and Devices Conference (NMDC)	Holiday Inn Atrium, Singapore	ieeenmdc.org/nmdc-2017/
10. 03.-10. 06.	2017 IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)	Phoenix Convention Center, AZ, USA	ieeevis.org/
10. 03.-10. 05.	2017 8th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)	University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada	www.ieee-iemcon.org
10. 03.-10. 05.	2017 Fourth International Conference on Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union (SORUCOM)	Prefecture of Zelenograd Administrative District, Moscow, Russia	www.sorucom.org/en/
10. 03.-10. 05.	2017 IEEE 3rd Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC)	Chongqing River Romance Hotelhuanggang Road, Chongqing, China	www.itoec.org
10. 03.-10. 05.	2017 IEEE International Workshop on Signal Processing Systems (SiPS)	Universite de Bretagne Sud Rue le Coat Saint Haouen Lorient, France	www.sips2017.org/
10. 04.-10. 06.	2017 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)	Universidad Catolica de Colombia, Bogota D.C., Colombia	coniiti.com/
10. 05.-10. 07.	2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia)	Bengaluru, India	www.icce-asia2017.org
10. 05.-10. 06.	2017 1st International Conference on Intelligent Systems and Information Management (ICISIM)	MGMs Jawaharlal Nehru Engineering College, Aurangabad, Maharashtra, India	icisim.jnec.org
10. 05.-10. 07.	2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)	ANTALYA AKDENIZ UNIVERSITY CONFERENCE CENTERS, ANKARA, Turkey	www.ubmk.org
10. 05.-10. 07.	2017 6th International Conference On COMPUTER APPLICATIONS IN ELECTRICAL ENGINEERING-RECENT ADVANCES (CERA)	DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, ROORKEE UTTRAKHAND ROORKEE, India	cera17.iitr.ac.in
10. 07.-10. 08.	2017 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)	E building, Universitas Dian Nuswantoro E Building, Indonesia	isemantic.dinus.ac.id/2017

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 08.-10. 13.	2017 16th International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALEPCS)	Palau de Congressos de Catalunya Avinguda Diagonal, Spain	icalepcs2017.org/
10. 08.-10. 12.	2017 47th European Microwave Conference (EuMC)	Nuremberg Convention Center (NCC), Germany	www.eumweek.com/conferences/eumc.html
10. 08.-10. 13.	2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC)	Hôtel Bonaventure Montréal, QC, Canada	www.pimrc2017.org
10. 09.-10. 12.	2017 IEEE 42nd Conference on Local Computer Networks Workshops (LCN Workshops)	Pac Pacific Singapore Hotel, Singapore	www.ieeelcn.org/Workshops.html
10. 09.-10. 11.	2017 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS)	Linq Hotel and Casino, Las Vegas Nevada. Las Vegas, NV, USA	www.ieee-cns.org/2017
10. 09.-10. 13.	2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)	La Cite, Nantes Events Center, Nantes, France	ismar2017.sciencesconf.org/
10. 10.-10. 13.	2017 IEEE 25th International Conference on Network Protocols (ICNP)	Chestnut Conference Centre, ON, Canada	www.ieee-icnp.org
10. 11.-10. 13.	2017 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT)	Aqaba, Jordan	www.aeect.net
10. 11.-10. 13.	2017 European Radar Conference (EURAD)	Nürnberg Convention Center, Nuremberg, Germany	www.eumweek.com/conferences/eurad
10. 11.-10. 13.	2017 9th International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP)	TBD, Nanjing, China	www.ic-wcsp.org/
10. 12.-10. 15.	2017 IEEE 19th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)	Inn Fine Hotel Dalian, China	healthcom2017.ieee-healthcom.org/
10. 12.-10. 14.	2017 International Conference on Computing and Communication Technologies for Smart Nation (IC3TSN)	Department of Computer Science and Engineering, School of Engineering, Gurgaon, India	www.ic3tsn-conference.org
10. 12.-10. 14.	2017 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC)	Sofitel Galaxy Nanjing, Nanjing, China	Cyberc.org
10. 12.-10. 14.	2017 Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO)	Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Turkey	www.tiptekno2017.org
10. 14.-10. 17.	2017 50th Annual IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture (MICRO)	TBD, MA, USA	hhunterjaeger@hotmail.com
10. 14.-10. 17.	2017 IEEE 58th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)	CA, USA	luca@berkeley.edu
10. 15.-10. 20.	2017 Embedded Systems Week (ESWeek)	Lotte Hotel Seoul, South Korea	www.esweek.org/
10. 16.-10. 19.	2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)	Mielparque Yokohama, Japan	www.itsc2017.org/
10. 16.-10. 19.	2017 Sixth Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP)	Shaanxi Guesthouse, Xi'an, China	www.em-conf.com/apcap2017
10. 17.-10. 20.	2017 IEEE International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF)	TBD, Lviv, Ukraine	ysc.org.ua/2017/
10. 18.-10. 21.	2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)	Indianapolis Marriott Downtown, IN, USA	fie-conference.org/
10. 18.-10. 20.	2017 International Conference on Electron Devices and Solid-State Circuits (EDSSC)	National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan	www2.ess.nthu.edu.tw/edssc2017/
10. 18.-10. 20.	2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)	Lotte City Hotel Jeju, Korea (South)	ictc2017.org/
10. 18.-10. 20.	2017 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)	TBD, Quy Nhon, Vietnam	atc-conf.org
10. 18.-10. 20.	2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)	Enjoy Pucon Hotel, Chile	chilecon2017.macrofacultad.cl
10. 18.-10. 20.	2017 13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)	University of Nis, Faculty of Electronic Engineering, Nis, Serbia	www.telsiks.org.rs
10. 19.-10. 22.	2017 IEEE 5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC-Beijing)	V-Continent Beijing Parkview Wuzhou Hotel, Beijing, China	www.emc2017.com
10. 19.-10. 20.	2017 2nd International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)	PPG Institute of Technology, Coimbatore, India	icoces.com/index.php

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 19.-10. 21.	2017 IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA)	Shinagawa Prince Hotel, Tokyo, Japan	www.dslab.it.aoyama.ac.jp/dsaa2017
10. 19.-10. 20.	2017 International Energy and Sustainability Conference (IESC)	Marjaneh Issapour, NY, USA	www.farmingdale.edu/resc
10. 19.-10. 21.	2017 IEEE 8th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference (UEMCON)	Columbia University, NY, USA	www.ieee-uemcon.org
10. 19.-10. 21.	2017 China International Electrical and Energy Conference (CIEEC)	Beijing International Conference Center, Beijing, China	www.cieec2017.org
10. 19.-10. 22.	2017 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)	DoubleTree San Jose Airport, CA, USA	ieeeghtc.org
10. 19.-10. 21.	2017 Fourth International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)	Lebanese University, Faculty of engineering- EDST, Beirut, Lebanon	www.biotech.ul.edu.lb/icabme17
10. 19.-10. 21.	2017 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)	Politecnico di Torino, Italy	biocas2017.org/
10. 20.-10. 23.	2017 13th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)	Yangzhou Convention Center, Yangzhou, China	www.icemi.cn
10. 21.-10. 28.	2017 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)	Hyatt Regency Atlanta, GA, USA	http://www.nss-mic.org/2017/News.asp
10. 22.-10. 29.	2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)	Venice, Italy	marcello.pelillo@gmail.com
10. 22.-10. 25.	2017 IEEE Compound Semiconductor Integrated Circuit Symposium (CSICS)	Miami Marriott Biscayne Bay, FL, USA	www.csics.org
10. 22.-10. 25.	2017 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomenon (CEIDP)	Hilton Fort Worth, TX, USA	ewh.ieee.org/soc/dei/ceidp/
10. 22.-10. 26.	2017 IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC)	Gold Coast Conference and Exhibition Centre, Australia	www.intelec2017.org
10. 22.-10. 25.	2017 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC)	Delta Bessborough Hotel, SK, Canada	epec2017.ieee.ca/
10. 22.-10. 25.	2017 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC)	City hotel Xiamen, Xiamen, China	hcb@nwpu.edu.cn
10. 22.-10. 24.	2017 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC)	Qingdao, China	sites.ieee.org/iccc-2017
10. 22.-10. 25.	2017 4th International Conference on Electric Power Equipment - Switching Technology (ICEPE-ST)	TBD, Zhengzhou, China	www.icepe2017.org
10. 22.-10. 29.	2017 IEEE International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW)	Venice Convention Center, Italy	iccv2017.thecvf.com/
10. 23.-10. 26.	2017 International Radar Conference (Radar)	Belfast Waterfront Conference Centre, United Kingdom	www.radar2017.org
10. 23.-10. 26.	2017 IEEE 28th International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE)	HOTEL MERCURE TOULOUSE CENTRE COMPANS, Toulouse, France	issre.net/
10. 23.-10. 26.	2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos (ACIIW)	Menger Hotel, TX, USA	www.acii2017.org/
10. 23.-10. 26.	2017 IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops (ISSREW)	HOTEL MERCURE TOULOUSE CENTRE COMPANS, Toulouse, France	issre.net
10. 23.-10. 26.	2017 International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP)	China National Convention Center, Beijing, China	www.mwp2017.com
10. 24.-10. 27.	2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)	Nagoya, Japan	www.ieee-gcce.org/2017/GCCE2017-CFP-PRE_2016110102-ivory.pdf
10. 25.-10. 27.	2017 5th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)	Facultad de Matemáticas, Mérida, Mexico	redmis2016.com.mx/conisoft2017/
10. 25.-10. 27.	2017 IEEE II International Conference on Control in Technical Systems (CTS)	St. Petersburg Electrotechnical University LETI, Saint Petersburg, Russia	www.ieee.spb.ru, http://www.eltech.ru/en/university/news/ii-international-conference-on-control-in-technical-systems
10. 25.-10. 28.	2017 IEEE 12th International Conference on ASIC (ASICON)	PULLMAN GUIYANG, Guiyang, China	www.asicon.org
10. 26.-10. 28.	2017 4th IEEE Uttar Pradesh Section International conference on Electrical, Computer and Electronics (UPCON)	GLA Univeristy, Mathura, India	www.gla.ac.in/upcon2017

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 26.-10. 27.	2017 7th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE)	Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran	iccke.um.ac.ir
10. 26.-10. 27.	2017 Recent Developments in Control, Automation & Power Engineering (RDCAPE)	Amity University Uttar Pradesh, NOIDA, India	amity.edu/rdcape2017/
10. 27.-10. 30.	2017 IEEE 17th International Conference on Communication Technology (ICCT)	UESTC Academic Meeting Center, Chengdu, China	www.ieee-icct.org/index.html
10. 27.-10. 29.	2017 International Conference on Recent Innovations in Signal processing and Embedded Systems (RISE)	MANIT, Bhopal, India	
10. 27.-10. 28.	2017 5th IEEE International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)	BMS College of Engineering, Bangalore, India	www.miteconf.com/index.html
10. 28.-10. 29.	2017 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)	Sanur Paradise Plaza Hotel, Denpasar Bali, Indonesia	icacsis.cs.ui.ac.id
10. 29.-11. 01.	2017 51st Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers	Asilomar Conference Grounds, CA, USA	www.asilomarsscconf.org/
10. 29.-10. 31.	2017 5th International Conference on Electrical Engineering - Boumerdes (ICEE-B)	Institute of Electrical and Electronic Engineering (IGEE, ex.INELEC), University of Boumerdes, Algeria	icee2017.univ-boumerdes.dz/
10. 29.-11. 01.	IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	China National Convention Center, Beijing, China	www.iecon2017.com
10. 29.-10. 31.	2017 International Conference on Computing Networking and Informatics (ICCNI)	Covenant University, Ota, Nigeria	iccns.covenantuniversity.edu.ng/
10. 29.-11. 01.	2017 IEEE SENSORS	Scottish Exhibition and Conference Centre, United Kingdom	cdyer@conferencecatalysts.com
10. 30.-11. 03.	2017 IEEE/ACS 14th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA)	Hammamet, Tunisia	www.aiccsa.net/AICCSA2017/
10. 30.-11. 01.	2017 IEEE 5th Workshop on Wide Bandgap Power Devices and Applications (WiPDA)	Hyatt Regency Tamaya Resort, NM, USA	www.wipda2017.org
10. 30.-11. 02.	2017 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)	The Phuket Graceland Resort & Spa, Phuket, Thailand	www.isap2017.org
10. 30.-10. 31.	2017 IEEE-SA Ethernet & IP @ Automotive Technology Day (E&IP@ATD)	TBD, CA, USA	www.standards.ieee.org/events/automotive/
10. 30.-11. 03.	2017 32nd IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)	Illini Union, IL, USA	ase2017.org
10. 30.-11. 01.	2017 IEEE Fog World Congress (FWC)	CA, USA	tazhang2@cisco.com
10.3 1.-11. 02.	2017 IEEE International Test Conference (ITC)	Fort worth Convention Center, TX, USA	www.itctestweek.org

〉〉 2017년 11월

11. 01.-11. 03.	2017 IEEE International Conference on Cloud Computing in Emerging Markets (CCEM)	Vivanta by Taj, Bangalore, India	conferences.computer.org/ccem
11. 01.-11. 30.	SC17: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis	CO, USA	http://www.supercomp.org/
11. 01.-11. 04.	2017 International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)	ENSIAS, Mohammed V University of Rabat, Rabat, Morocco	www.wincom-conf.org/
11. 03.-11. 05.	2017 Conference on Information and Communication Technology (CICT)	ABV Indian Institute of Information Technology and Management Gwalior, India	cict2017.org
11. 03.-11. 05.	2017 Third International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)	RCC INSTITUTE OF INFORMATION TECHNOLOGY, Kolkata, India	www.icrcicn.in
11. 03.-11. 05.	2017 IEEE MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC)	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA	ieee.scripts.mit.edu/conference
11. 04.-11. 05.	2017 International Conference on Medical Imaging Physics and Engineering (ICMIPE)	Yingjie Conference Center, Beijing, China	gaoss@pku.edu.□
11. 05.-11. 08.	2017 IEEE 6th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)	Town and Country Resords and Covention Center, San Diego, CA, USA	www.icrera.org
11. 05.-11. 08.	2017 International SoC Design Conference (ISOCC)	Grand Hilton Seoul, Seoul, Korea (South)	www.isocc.org

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 05.-11. 08.	TENCON 2017 - 2017 IEEE Region 10 Conference	TBD, Malaysia	zuhaina@ieee.org
11. 06.-11. 07.	2017 IEEE Green Energy and Smart Systems Conference (IGESSC)	Pyramid, CSULB, Long Beach, CA, USA	sites.ieee.org/clas-sysc
11. 06.-11. 07.	2017 IEEE Healthcare Innovation Point-of-Care Technologies (HI-POCT)	NAID Conference Center, Bethesda, MD, USA	j.sandler@ieee.org
11. 06.-11. 10.	2017 62nd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM)	David L. Lawrence Convention Center, Pittsburgh, PA, USA	www.magnetism.org
11. 06.-11. 09.	2017 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)	Xiamen International Conference Center Hotel, Xiamen, China	ispacs2017.hqu.edu.cn/
11. 07.-11. 10.	2017 IEEE 3rd International Conference on Electro-Technology for National Development (NIGERCON)	Federal University of Technology, Owerri (FUTO), Owerri, Nigeria	www.ieee.org/nigeria
11. 07.-11. 09.	2017 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC)	National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan	www.pnclink.org/pnc2017/index.html
11. 08.-11. 10.	2017 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)	Azul IXtapa Grand Hotel, Ixtapa, Mexico	www.ropec.org
11. 08.-11. 10.	2017 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)	Le Meridien, Bangalore, India	www.ieee-appeec2017.org
11. 08.-11. 10.	2017 3rd International Conference on VLSI Systems, Architecture, Technology and Applications (VLSI SATA)	Amrita School of Engineering, Bangalore, India	web-blr.amrita.edu/vlsi_sata/index.htm#
11. 08.-11. 09.	2017 IEEE International Conference on Rebooting Computing (ICRC)	The Ritz-Carlton, Tyson's Corner, McLean, VA, USA	icrc.ieee.org
11. 09.-11. 11.	2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE)	Lisbon School of Education ESELx, Lisboa, Portugal	siie2017.pt/
11. 11.-11. 13.	2017 7th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)	IE Nagpur, Nagpur, India	www.csnt.in
11. 12.-11. 16.	2017 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD)	Irvine Marriott, CA, USA	iccad.com/
11. 12.-11. 14.	2017 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)	Phoenix Airport Marriott Hotel, AZ, USA	sites.ieee.org/sustech/
11. 13.-11. 16.	2017 IEEE Asia Pacific Microwave Conference (APMC)	New World Renaissance Hotel, Kuala Lumpur , Malaysia	www.apmc2017.org/
11. 13.-11. 15.	2017 IEEE International Conference on Microwaves, Antennas, Communications and Electronic Systems (COMCAS)	David Intercontinental Tel-Aviv Hotel, Tel-Aviv, Israel	www.comcas.org
11. 13.-11. 16.	2017 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)	Westin, MO, USA	cci.drexel.edu/ieeebibm/bibm2017
11. 13.-11. 15.	2017 International Automatic Control Conference (CACS)	Howard Beach Resort Kenting, Pingtung, Taiwan	isdlab.ie.ntnu.edu.tw/cacs2017/
11. 13.-11. 16.	2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)	Berjaya Times Square, Kuala Lumpur, Malaysia	www.weef2017.org
11. 14.-11. 16.	2017 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)	Hotel Bonaventure, Montreal, QC, Canada	2017.ieeeglobalsip.org/
11. 14.-11. 16.	2017 Fifth International Conference on Aerospace Science & Engineering (ICASE)	Institute of Space Technology, Islamabad, Pakistan	www.ist.edu.pk/icase
11. 14.-11. 16.	2017 Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS)	National Convention Centre, Canberra, Australia	www.milcis.com.au
11. 14.-11. 16.	2017 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics)	Omsk State Technical University, Omsk, Russia	conf.ict.nsc.ru/Dynamics-2017/ru
11. 15.-11. 17.	2017 IEEE-RAS 17th International Conference on Humanoid Robotics (Humanoids)	Birmingham Repertory Theatre, United Kingdom	www.humanoids2017.org
11. 15.-11. 18.	2017 21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)	TBD, Bangkok, Thailand	www.icsec2017.org
11. 15.-11. 16.	2017 First International Conference on Latest trends in Electrical Engineering and Computing Technologies (INTELLECT)	College Of Engineering (CoE), Karachi, Pakistan	intellect.pafkiet.edu.pk
11. 15.-11. 17.	2017 IEEE 37th Central America and Panama Convention (CONCAPAN)	Crowne Plaza Hotel and Convention Center, Managua, Nicaragua	ieee.nicaragua@ieee.org
11. 15.-11. 18.	2017 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)	Rabat, Morocco	www.enset-space.org/ICEIT17/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 16.-11. 18.	2017 2nd International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)	Galgotias College of Engineering & Technology (GCET), India	gciot-conference.org/2017/
11. 16.-11. 18.	2017 3rd International Conference on Condition Assessment Techniques in Electrical Systems (CATCON)	Indian Institute of Technology Ropar, India	www.iitrpr.ac.in/CATCON2017/
11. 17.-11. 20.	2017 International Conference on Information, Communication and Engineering (ICICE)	TBD, Xiamen, Fujian, China	2017.icice.net/
11. 18.-11. 21.	2017 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)	TBD, LA, USA	xwu@louisiana.edu
11. 19.-11. 22.	2017 International Symposium on Wireless Systems and Networks (ISWSN)	The University of Lahore, Pakistan	sites.uol.edu.pk/iswsn17
11. 19.-11. 22.	2017 22nd Microoptics Conference (MOC)	Convention Hall, Institute of Industrial Science, Tokyo, Japan	www.comemoc.com/moc2017/
11. 19.-11. 21.	2017 IEEE International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS) and IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM)	Pan Pacific Ningbo, Ningbo, China	www.cis-ram.org
11. 19.-11. 22.	2017 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP)	Federal University of Juiz de Fora Campus UFJF, Juiz de Fora, Brazil	www.ufjf.br/cobep2017
11. 19.-11. 22.	2017 Progress in Electromagnetics Research Symposium - Fall (PIERS - FALL)	Nanyang Technological University, Singapore	piers.org/piers2017Singapore/
11. 20.-11. 22.	2017 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (CyberneticsCom)	prince songkla University phuket, Thailand	www.tiscsc.org/cyberneticscom
11. 21.-11. 23.	2017 5th International Conference on Control, Instrumentation, and Automation (ICCIA)	Shiraz University, Shiraz, Iran	iccia.ir/?lang=en
11. 21.-11. 23.	2017 International Conference on Electrical and Computing Technologies and Applications (ICECTA)	American University of Ras Al Khaimah, United Arab Emirates	icecta.aurak.ac.ae
11. 21.-11. 22.	2017 25th Telecommunication Forum (TELFOR)	Sava Center, Belgrade, Serbia	telfor.rs
11. 22.-11. 24.	2017 Electronic Congress (E-CON UNI)	Sheraton Lima Hotel & Convention Center, Lima, Peru	Lima Peru e-con@uni.edu.pe
11. 23.-11. 25.	2017 Nirma University International Conference on Engineering (NUiCONE)	Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad, India	www.nuicone.org
11. 23.-11. 24.	2017 International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI)	Hotel Arcadia, India	icici17.com/index.html
11. 24.-11. 26.	2017 International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS)	Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University(OIST), Okinawa, Japan	www.iciibms.org
11. 24.-11. 26.	2017 International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies (IMPACT)	Dept. of Electronics Engineering, AMU, Aligarh, India	www.electronicsamu.com/impact2017
11. 24.-11. 25.	2017 4th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science	University of Engineering and Technology, Vietnam National University, Hanoi, Vietnam	nics2017.org
11. 24.-11. 26.	2017 8th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)	Chen Xing, Beijing, China	www.icsess.org
11. 24.-11. 26.	2017 IEEE International Conference on Antenna Innovations & Modern Technologies for Ground, Aircraft and Satellite Applications (iAIM)	TBD, Bangalore, India	www.ieeeiaim2017.org
11. 26.-11. 30.	2017 13th International Conference on Network and Service Management (CNSM)	Waseda University, Tokyo, Japan	www.cnsm-conf.org/2017
11. 27.-12. 01.	2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)	Hilton Hawaiian Village Resort in Waikiki, USA	bonissone@gmail.com
11. 27.-11. 29.	2017 International Conference on Robotics, Automation and Sciences (ICORAS)	Multimedia University, Melaka, Malaysia	fet.mmu.edu.my/icoras
11. 28.-12. 01.	2017 Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)	École de technologie supérieure, QC, Canada	www.ipta-conference.com/ipta17
11. 28.-12. 01.	2017 40th Symposium on Information Theory and its Applications (SITA)	Shiratama no Yu Senkei, Shibata, Japan	www.ieice.org/ess/sita/SITA2017
11. 29.-12. 01.	2017 4th IEEE International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)	Conference Hall, Salmabad, Bahrain	icetas.etssm.org
11. 29.-11. 30.	2017 Future Technologies Conference (FTC)	TBA, Vancouver, BC, Canada	saiconference.com/FTC2017

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 30.-12. 02.	2017 IEEE Women in Engineering (WIE) Forum USA East	Royal Sonesta, Baltimore, MD, USA	sites.ieee.org/wie-forum-usa-east
11. 30.-12. 02.	2017 10th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO)	BAOB-Campus of Union of Academic Chambers of Bursa, Bursa, Turkey	eleco.org.tr

〉〉 2017년 12월

12. 01.-12. 03.	2017 IEEE 9th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)	Hotel Jen, Manila, Philippines	hnicem.com/hnicem-2017/
12. 01.-12. 02.	2017 International Conference on Soft Computing and its Engineering Applications (icSoftComp)	CMPICA, Charotar University of Science and Technology, Changa, India	www.charusat.ac.in/icsoftcomp2017
12. 03.-12. 06.	2017 Winter Simulation Conference (WSC)	Red Rock Resort, Las Vegas, NV, USA	www.wintersim.org
12. 03.-12. 06.	2017 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT-Asia)	Science Conference Centre, University of Auckland, Auckland, New Zealand	sites.ieee.org/isgt-asia-2017/
12. 04.-12. 08.	GLOBECOM 2017 - 2017 IEEE Global Communications Conference	Marina Sands Bay Convention Center, Singapore	www.ieee-globecom.org
12. 04.-12. 07.	2017 International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)	Farah Hotel, Tangier, Morocco	med-space.org/irsec17/
12. 04.-12. 07.	2017 IEEE Southern Power Electronics Conference (SPEC)	Hotel Patagónico, Puerto Varas, Chile	www.ieee-spec.org/
12. 04.-12. 06.	2017 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)	Hilton San Francisco Union Square, San Francisco, CA, USA	www.ieee-iedm.org
12. 04.-12. 06.	2017 Eleventh International Conference on Sensing Technology (ICST)	Macquarie University, Sydney, Australia	www.cvent.com/events/the-11th-international-conference-on-sensing-technology/
12. 04.-12. 06.	2017 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA)	AIST Tsukuba Central 1, Auditorium, Ibaraki, Japan	ewh.ieee.org/r10/tokyo/aps/CAMA2017/
12. 05.-12. 07.	2017 Eighth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)	Ain Shams University Guest House, Cairo, Egypt	net2.asu.edu.eg/icicis/2017/
12. 05.-12. 06.	2017 7th International Electric Drives Production Conference (EDPC)	Convention Center Nuremberg, Nuremberg, Germany	www.edpc.eu
12. 05.-12. 08.	2017 24th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS)	Hilton Batumi, Georgia	icecs2017.org/
12. 06.-12. 07.	2017 2nd International Conference on the Applications of Information Technology in Developing Renewable Energy Processes & Systems (IT-DREPS)	University of Petra, Amman, Jordan	www.it-dreps.org
12. 06.-12. 09.	2017 IEEE 19th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC)	Grand Copthorne Waterfront Hotel, Singapore	www.eptc-ieee.net/
12. 07.-12. 09.	2017 3rd International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT)	Khulna University of Engineering & Technology, Khulna, Bangladesh	www.kuet.ac.bd/eict2017/
12. 07.-12. 08.	2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)	SCAD Institute of Technology, Palladam, India	icoiss.com/index.php
12. 08.-12. 10.	2017 International Workshop on Complex Systems and Networks (IWCSN)	Student Center at Education City, Doha, Qatar	www.iwcsn2017.org
12. 10.-12. 13.	2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)	Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre, Singapore	www.ieem.org
12. 11.-12. 13.	2017 23rd Asia-Pacific Conference on Communications (APCC)	TBD, Perth, Australia	www.apcc2017perth.org/
12. 11.-12. 13.	2017 IEEE MTT-S International Microwave and RF Conference (IMaRC)	Hotel Hyatt Regency, Ahmedabad, India	www.imarc-ieee.org/
12. 11.-12. 14.	2017 World Congress on Internet Security (WorldCIS)	University of Cambridge, United Kingdom	www.worldcis.org/
12. 11.-12. 14.	2017 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)	Hotel ICON, Hong Kong	2017.cloudcom.org/
12. 11.-12. 14.	2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)	The Westin Copley Place, Boston, MA, USA	cci.drexel.edu/bigdata/bigdata2017/
12. 12.-12. 15.	2017 IEEE 56th Annual Conference on Decision and Control (CDC)	Melbourne Convention Centre, Melbourne, Australia	cdc2017.ieeecss.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 12.-12. 15.	2017 IEEE 12th International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS)	Hawaii Convention Center, Honolulu, HI, USA	www.ieee-peds.org
12. 12.-12. 14.	2017 IEEE 6th International Conference on Teaching Assessment, and Learning for Engineering (TALE)	TBD, Hong Kong	tale-conference.org/
12. 12.-12. 14.	2017 Saudi Arabia Smart Grid (SASG)	Jeddah, Saudi Arabia	bander@ieee.org
12. 12.-12. 15.	2017 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)	Aloft Kuala Lumpur Sentral, Kuala Lumpur, Malaysia	apsipa2017.org/
12. 13.-12. 16.	2017 International Conference on Transforming Engineering Education (ICTEE)	Maharashtra Institute of Technology, Pune, India	www.ictee.in
12. 13.-12. 16.	2017 3rd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC)	Tibet Hotel Chengdu, China	www.iccc.org
12. 13.-12. 14.	2017 TRON Symposium (TRONSHOW	Tokyo Midtown Hall, Tokyo, Japan	www.tronshow.org/index-e.html
12. 14.-12. 16.	2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)	Tamilnadu College of Engineering, Coimbatore, India	www.itfrindia.org/2017ICCIC/
12. 14.-12. 16.	2017 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems Symposium (EDAPS)	ZJU-UIUC International Campus, Hangzhou, China	wyyin@zju.edu
12. 15.-12. 16.	2017 IEEE International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)	University of Peradeniya, Sri Lanka	www.iciis.org
12. 15.-12. 17.	2017 IEEE 23rd International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)	Hotel Hilton Shekou Nanhai, Shenzhen, China	futurenet.szu.edu.cn/icpads2017/
12. 15.-12. 17.	2017 IEEE 2nd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)	Xinhua International Hotel, Chengdu, China	www.itnec.org
12. 15.-12. 16.	2017 2nd International Conference On Emerging Computation and Information Technologies (ICECIT)	Siddaganga Institute of Technology, Tumakuru, India	icecit.sit.ac.in
12. 16.-12. 20.	2017 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU)	Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan	asru2017.org/
12. 17.-12. 20.	2017 11th Asian Control Conference (ASCC)	Gold Coast Convention and Exhibition Centre, Australia	www.ascc2017.com
12. 17.-12. 20.	2017 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS)	CV Raman College of Engineering, Bhubaneswar, India	www.ieee-comsoc-ants.org/
12. 18.-12. 20.	2017 National Power Electronics Conference (NPEC)	College of Engineering Pune, Pune, India	www.npec2017.com
12. 18.-12. 20.	2017 International Conference on Infocom Technologies and Unmanned Systems (Trends and Future Directions) (ICTUS)	Amity University Dubai Campus, United Arab Emirates	www.amity.edu/aiit/ictus2017
12. 18.-12. 21.	2017 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)	cancun, Mexico	www.icmla-conference.org/icmla17
12. 18.-12. 20.	2017 18th International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT)	International Building, National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan	pdcat17.csie.ntust.edu.tw/
12. 18.-12. 20.	2017 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)	Serena Hotel, Islamabad, Pakistan	www.fit.edu.pk
12. 18.-12. 21.	2017 IEEE 24th International Conference on High Performance Computing (HiPC)	Le Meridien, Jaipur, India	www.hipc.org
12. 18.-12. 20.	2017 International Conference on Open Source Systems & Technologies (ICOSST)	Lahore, Pakistan	icosst.kics.edu.pk
12. 18.-12. 19.	2017 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT)	TBD, Bangalore, India	ieee-conecct.org/
12. 19.-12. 21.	2017 Nineteenth International Middle East Power Systems Conference (MEPCON)	Al-Masah Hotel, Egypt	www.mepcon.org
12. 21.-12. 23.	2017 2nd International Conference on Man and Machine Interfacing (MAMI)	C.V.Raman College of Engineering, Bhubaneswar, India	mami2017.webs.com/
12. 21.-12. 23.	2017 International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy)	Amrita University, Kollam , India	tapenergy.amrita.ac.in
12. 21.-12. 23.	2017 7th International Conference on Power Systems (ICPS)	College of Engineering Pune, Pune, India	www.icps2017.in
12. 21.-12. 23.	2017 Fourth International Conference on Image Information Processing (ICIIP)	Jaypee University of Information Technology, Solan, India	www.juit.ac.in/iciip_2017/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 21.-12. 23.	2017 International Conference on Information Technology (ICIT)	Silicon Institute of Technology, Bhubaneswar, India	ww.icit2017.net
12. 26.-12. 28.	2017 IEEE International Conference on Telecommunications and Photonics (ICTP)	Dhaka, Bangladesh	ictp-comsoc.org/
12. 27.-12. 28.	2017 13th International Conference on Emerging Technologies (ICET)	Capital University of Science and Technology, Islamabad, Pakistan	https://www.cust.edu.pk/icet2017/
〉〉 2018년 1월			
01. 03.-01. 07.	2018 10th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS)	Chancery Pavilion Hotel, Bengaluru, India	www.comsnets.org
01. 05.-01. 05.	2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)	Universal College of Engineering, Mumbai, India	icscet.universalcollegeofengineering
01. 09.-01. 13.	2018 15th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)	National Centre for Physics, Islamabad, Pakistan	www.ibcast.org.pk
01. 11.-01. 12.	2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)	Amity University, Noida, India	www.amity.edu/aset/confluence2018
01. 12.-01. 15.	2018 15th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)	Flamingo Las Vegas, NV, USA	ccnc2018.ieee-ccnc.org
01. 12.-01. 14.	2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	Las Vegas Convention Center, NV, USA	icce.org
01. 14.-01. 17.	2018 IEEE 18th Topical Meeting on Silicon Monolithic Integrated Circuits in RF Systems (SiRF)	Hyatt Regency Orange County Hotel, CA, USA	www.radiowirelessweek.org
01. 16.-01. 18.	2018 10th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART)	Funchal, Madeira, Portugal	www.icaart.org/
01. 18.-01. 20.	2018 International Conference on Power, Instrumentation, Control and Computing (PICC)	Government Engineering College Thrissur, Thrissur, India	icetest.gectcr.ac.in/picc.html
01. 19.-01. 20.	2018 2nd International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)	JCT College of Engineering and Technology, Coimbatore, India	icoisc.org/index.html
01. 21.-01. 25.	2018 IEEE Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)	Belfast Waterfront, United Kingdom	www.mems2018.org
01. 22.-01. 25.	2018 23rd Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC)	ICC Jeju, jeju, Korea (South)	www.aspdac.com
01. 22.-01. 25.	2018 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)	Silver Legacy, NV, USA	rams.org
01. 31.-02. 02.	2018 IEEE International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems (IESES)	The University of Waikato, Hamilton, New Zealand	https://forumpoint2.eventsair.com
〉〉 2018년 2월			
02. 02.-02. 03.	2018 International Conference on Communication information and Computing Technology (ICCICT)	Bharatiya Vidya Bhavan's Sardar Patel Institute of Technology, Mumbai, India	conference.spit.ac.in
02. 05.-02. 08.	2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)	Sands Marina Hotel, Singapore	www.ieee.org/conferences_events/conferences/conferencedetails/index.html?Conf_ID=42109
02. 06.-04. 05.	2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)	The Higher Colleges of Technology, Dubai, United Arab Emirates	www.aset.hct.ac.ae
02. 07.-02. 09.	2018 4th International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES)	Sri Sivasubramaniya Nadar College of Engineering, Chennai, India	www.icees2018.in
02. 08.-02. 09.	2018 International Conference On Advances in Communication and Computing Technology (ICACCT)	Amrutvahini College of Engineering, Sangamner, India	www.icacct.com
02. 08.-02. 09.	2018 Global LIFI Congress (GLC)	Palais BRONGNIART, PARIS, France	www.lificongress.com
02. 09.-02. 10.	2018 4th International Conference on "Computational Intelligence & Communication Technology (CICT)	GHAZIABAD, India	cict.abes.ac.in
02. 11.-02. 15.	2018 IEEE International Solid- State Circuits Conference - (ISSCC)	San Francisco Marriott Marquis, CA, USA	www.isscc.org
02. 11.-02. 14.	2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)	ELYSIAN Gangchon, Chuncheon, Korea (South)	www.icact.org

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
02. 15.-02. 16.	2018 International Conference on Electrical Engineering (ICEE)	Electrical Engineering Department, University of Engineering and Technology, Pakistan	ee.uet.edu.pk/icee2018
02. 15.-02. 16.	2018 Second International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)	Surya Engineering College, Erode, India	icocmc.com
02. 15.-02. 17.	2018 International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT)	Sri Sairam Engineering College, Chennai, India	www.ic3iot-conference.org
02. 19.-02. 22.	2018 IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT)	TBD, DC, USA	ieee-isgt.org/
02. 19.-02. 21.	2018 International Conference on Advancements in Computational Sciences (ICACS)	The University of Lahore, Pakistan	sites.uol.edu.pk/icacs18/
02. 19.-02. 24.	2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT)	Hotel Zabljak, Montenegro	www.it.ac.me/eng/
02. 20.-02. 24.	2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelecrtronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)	Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine	science.lpnu.ua/tcset-2018
02. 20.-02. 22.	2018 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)	CENTRE DE CONGRES DE LYON, Lyon 06, France	ICIT2018.org
02. 21.-02. 23.	2018 5th International Symposium on Emerging Trends and Technologies in Libraries and Information Services (ETTLIS)	Bennett University, Greater Noida, India	www.bennett.edu.in/ettlis2017/
02. 21.-02. 23.	2018 International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP)	Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Mexico	ict.udlap.mx/conielecomp/2018/
02. 22.-02. 23.	2018 IEEE Power and Energy Conference at Illinois (PECI)	I Hotel and Conference Center, Champaign, IL, USA	www.peci.ece.illinois.edu/
02. 22.-02. 23.	2018 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)	Superior University Lahore, Lahore, Pakistan	www.iceet.org.pk
02. 22.-02. 23.	2018 International Conference on Computer, Communication, and Signal Processing (ICCCSP)	Sri Sivasubramaniya Nadar College of Engineering, Chennai, dia	www.icccsp.com
02. 22.-02. 23.	2018 5th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN)	Amity University, India	amity.edu/spin2018/
02. 24.-02. 28.	2018 IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA)	TBD. Wien, Austria	hpca2018.ece.ucsb.edu/
02. 24.-02. 25.	2018 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS)	Maulana Azad National Institute of Technology, Bhopal, India	www.ieeenitb.org/sceecs18
02. 24.-02. 25.	2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)	Birla Institute of Applied Sciences, India	www.iot-siu.in
02. 25.-02. 28.	2018 Twenty Fourth National Conference on Communications (NCC)	Indian Institute of Technology Hyderabad, Sangareddy, India	www.iith.ac.in/~ncc2018

특별회원사 및 후원사 명단

회원명	대표자	주 소	전 화	홈페이지
AP 위성통신㈜	류장수	서울시 금천구 가산디지털2로 98 2동 9층	02-2026-7700	http://apsi.co.kr
FCI	한상우	경기도 성남시 분당구 판교로 255번길 35(삼평동) 실리콘파크 B동 7층	031-782-3700	http://www.fci.co.kr
I&C테크놀로지	박창일	경기도 성남시 분당구 판교로 255번길 24 아이앤씨빌딩	031-696-3300	http://www.inctech.co.kr
KT	황창규	경기도 성남시 분당구 정자동 206	031-727-0114	http://www.kt.co.kr
LDT	정재천	충남 천안시 서북구 한들1로 126-33 WE빌딩	041-520-7300	http://www.ldt.co.kr
LG전자	구본준	서울시 영등포구 여의도동 30	02-3777-1114	http://www.lge.co.kr
LIG 넥스원	이효구	서울시 서초구 강남대로 369(서초동, 나라빌딩)	1644-2005	http://www.lignex1.com
RadioPulse	권태휘	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660 유스페이스1A 1106호(삼평동)	070-7113-0975	http://www.radiopulse.co.kr
SK Telecom	장동현	서울특별시 중구 을지로65(을지로2가) SK T-타워	02-2121-2114	http://www.sktelecom.com
SK 하이닉스	박성욱	경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1	031-630-4114	http://www.skhynix.com
국제종합측기	박재욱	서울특별시 강남구 강남대로 354 (역삼동 831, 혜천빌딩 10F, 12F)	02-553-0901	http://www.msinter.co.kr
나노종합기술원	이재영	대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)	042-366-1500	http://www.nnfc.re.kr
네이버㈜	김상헌	경기도 성남시 분당구 불정로 6 (정자동 그린팩토리)	031-784-2560	http://www.nhncorp.com
넥서스칩스	Douglas M. Lee	서울시 강남구 역삼동 725-57	02-6959-7161	http://www.nexuschips.com
넥스트칩	김경수	경기도 성남시 분당구 판교로 323 벤처포럼빌딩	02-3460-4700	http://www.nextchip.com
㈜넥스파시스템	이상준	서울특별시 성동구 자동차시장1길 18	02-2243-4011	http://www.nexpa.co.kr
누리미디어	최순일	서울시 영등포구 선유로 63, 4층(문래동 6가)	02-710-5300	http://www.nurimedia.co.kr
㈜다빛센스	강영진	경기도 성남시 중원구 사기막골로 124, Skn테크노파크 비즈동 1305	031-776-2511	
다우인큐브	이예구	경기도 용인시 수지구 디지털벨리로 81 (죽전동 디지털스퀘어 2층)	070-8707-2500	http://www.daouincube.com
대구테크노파크	송인섭	대구시 달서구 대천동 891-5	053-602-1803	http://www.mtcc.or.kr
대덕G.D.S	이희준	경기도 안산시 단원구 산단로 63(원시동)	031-8040-8000	http://www.daeduckgds.com
대덕전자	김영재	경기도 시흥시 소망공원로 335 (정왕동)	031-599-8800	http://www.daeduck.com
대성전기	이철우	경기도 안산시 단원구 산단로 31 (원시동, 8-27블럭)	031-494-1141	http://www.dsec.co.kr
(재)대전테크노파크	권선택	대전시 유성구 테크노9로 35 대전테크노파크	042-930-2880	http://www.daejeontp.or.kr
㈜더즈텍	김태진	경기도 안양시 동안구 학의로 292 금강펜테리움IT타워 A동 1061호	031-450-6300	http://www.doestek.co.kr
덴소풍성전자	김경섭	경남 창원시 성산구 외동 853-11	055-600-9227	http://www.dnpe.co.kr
동부하이텍	최창식	경기도 부천시 원미구 수도로 90	032-680-4700	http://www.dongbuhitek.co.kr
동아일렉콤	손성호	경기도 용인시 처인구 양지면 남곡로 16	031-330-5500	http://www.dongahelecomm.co.kr
동운아나텍	김동철	서울시 서초구 서초동 1467-80 아리랑타워 9층	02-3465-8765	http://www.dwanatech.com
㈜디엠티	김홍주	대전광역시 유성구 테크노11로 41-2	042-930-3700	http://www.dmtpcb.co.kr
라온텍	김보은	경기도 성남시 분당구 황새울로360번길 42, 18층 (서현동 AK플라자)	031-786-4600	http://www.raon-tech.com
라이트웍스㈜	서인식	서울 강남구 테헤란로88길 14, 4층 (신도리코빌딩)	031-702-6171	http://www.lightworks.co.kr/
만도	성일모	경기도 성남시 분당구 판교로 255번길 21	02-6244-2114	http://www.mando.com
문화방송	안광한	서울시 마포구 성암로 267	02-789-0011	http://www.imbc.com
삼성전자	권오현	서울시 서초구 서초2동 1320-10 삼성전자빌딩	1588-3366	http://samsungelectronics.com/kr
삼화콘덴서	황호진	경기도 용인시 처인구 남사면 경기동로 227 (남사면 북리 124)	031-332-6441	http://www.samwha.co.kr
㈜서연전자	조명수	경기도 안산시 단원구 신원로424	031-493-3000	http://www.dae-dong.biz
세미솔루션	이정원	경기도 용인시 기흥구 영덕동 1029 흥덕U타워 지식산업센터 20층 2005호	031-627-5300	http://www.semisolution.com
세원텔레텍	김철동	경기도 안양시 만안구 전파로44번길 53	031-422-0031	http://www.sewon-teletech.co.kr
㈜스카이크로스코리아	조영민	경기 수원시 영통구 영통동 980-3 디지털엠파이어빌딩 C동 801호	031-267-1662	http://www.skycross.co.kr

회원명	대표자	주 소	전 화	홈페이지
(주)시솔	이우규	서울시 강서구 공항대로 61길 29 서울신기술센터 A동 202호	02-508-5656	http://www.sisoul.co.kr
실리콘마이터스	허 염	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660 유스페이스-1 A동 8층	1670-7665	http://www.siliconmitus.com
실리콘웍스	한대근	대전시 유성구 탑립동 707	042-712-7700	http://www.siliconworks.co.kr
㈜싸인텔레콤	성기빈	서울시 영등포구 경인로 775, 문래동 3가 에이스하이테크시티 1동 119호	02-3439-0033	http://www.signtelecom.com
(주)쏠리드	정준, 이승희	경기도 성남시 분당구 판교역로 220 쏠리드스페이스	031-627-6000	http://www.st.co.kr
㈜씨자인	김정표	경기 성남시 분당구 구미동 185-4 보명프라자	070-4353-5852	http://www.cesign.co.kr
아나패스	이경호	서울시 구로구 구로동 197-12 신세계아이앤씨 디지털센타 7층	02-6922-7400	http://www.anapass.com
아바고테크놀로지스	전성민	서울시 서초구 양재동 215	02-2155-4710	http://www.avagotech.kr
아이닉스	황정현	수원시 영동구 덕영대로 1556번길 16, C동 1004호 (영통동, 디지털엠파이어)	031-204-7333	http://www.eyenix.com
아이디어㈜	황진벽	서울 마포구 연남동 487-366번지 대원빌딩 5층	02-334-3309	http://www.eyedea.co.kr
㈜아이언디바이스	박기태	서울 강남구 신사동 532-9 예영빌딩 402호	02-541-2896	http://www.irondevice.com
㈜아이에이	김동진	서울 송파구 송파대로 22길 5-23 (문정동)	02-3015-1300	http://www.ia-inc.kr
안리쓰코퍼레이션㈜	토루와키나가	경기도 성남시 분당구 삼평동 681번지 H스퀘어 N동 5층 502호	031-696-7750	http://www.anritsu.com
㈜알파스캔 디스플레이	류영렬	서울특별시 강서구 허준로 217 가양테크노타운 202호		http://www.alphascan.co.kr
에디텍	정영교	경기도 성남시 분당구 삼평동 621번지 판교이노벨리 B동 1003호	031-8018-8778	http://www.aditec.co.kr
에스넷시스템㈜	박효대	서울특별시 강남구 선릉로 514 (삼성동) 성원빌딩 10층	02-3469-2994	http://www.snetsystems.co.kr
에스엘	이충곤	경북 경산시 진량읍 신상리 1208-6	053-856-8511	http://www.slworld.com
에이치앤티테크	강임성	대전광역시 유성구 용산동	042-933-7228	http://www.hnt-tech.co.kr
㈜에이투테크	김현균	경기도 성남시 수정구 복정동 685-6 상헌빌딩 3층	031-752-7363	http://www.a2tech.co.kr
엠텍비젼㈜	이성민	경기도 성남시 분당구 판교로 255번길 58 6층 601호	031-627-0114	http://www.mtekvision.co.kr
㈜오픈링크시스템	성재용	광주광역시 서구 치평로 112 정연하이빌 402호	070-5025-0689	http://openlink.kr
우양신소재	윤주영	대구광역시 북구 유통단지로 8길 21	053-383-5287	http://www.iwooyang.com
유라코퍼레이션	엄병윤	경기도 성남시 분당구 삼평동 686-1	070-7878-1000	http://www.yuracorp.co.kr
유텔	김호동	경기도 군포시 당정동 381-4	031-427-1020	http://www.u-tel.co.kr
㈜이노피아테크	장만호	경기도 상남시 중원구 갈마치로 215 A동 405호	070-7820-6300	http://www.innopiatech.com
주식회사 이디	박용후	경기도 성남시 중원구 상대원동 517-15 (둔촌대로457번길 14)	031-730-7300	http://www.ed.co.kr
㈜자람테크놀로지	백준현	경기도 성남시 분당구 야탑동 345-1 파인벤처빌딩 2층	031-779-6700,6701	http://www.zaram.com/
전자부품연구원	박청원	경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)	031-789-7000	http://www.keti.re.kr
주식회사 제이엔티이엔지	최승훈	경기도 성남시 중원구 사기막골로 148, 701호(상대원동, 중앙이노테크)	031-723-0855	http://www.jandt.co.kr
㈜제퍼로직	정종척	서울 강남구 역삼1동 679-5 아주빌딩 1801호	070-7010-7790	http://www.zephylogic.com
㈜지에스인스트루먼트	고재목	인천시 남구 길파로71번길 70 (주안동)	032-870-5641	http://www.gsinstrument.com
지엠테스트	고상현	충남 천안시 서북구 직산읍 군서1길 19(군서리 134)	041-410-2600	http://www.gmtest.com
충북테크노파크	남창현	충북 청주시 청원구 오창읍 연구단지로 40	043-270-2000	http://www.cbtp.or.kr
케이던스 코리아(유)	제임스 해댓	경기도 성남시 분당구 판교로 344 엠텍IT타워 9층(main office)/2층	031-728-3114	http://www.cadence.com
㈜코아리버	배종홍	서울시 송파구 가락본동 78번지 IT벤처타워 서관 11층	02-2142-3400	http://www.coreriver.com
콘티넨탈 오토모티브 시스템	선우 현	경기도 성남시 분당구 판교역로 220 솔리드스페이스빌딩	031-697-3800	http://www.conti-automotive.co.kr
클레어픽셀㈜	정헌준	경기도 성남시 분당구 판교로 242 판교디지털센터 A동 301호	031-8060-1440	http://www.clairpixel.com
키움인베스트먼트㈜	박상조	서울특별시 영등포구 여의나루로4길 18 키움파이낸스스퀘어빌딩 16층	02-3430-4800	http://www.kiwoominvest.com/
텔레칩스	이장규	서울특별시 송파구 올림픽로35다길 42 (신천동, 루터빌딩 19층~23층)	02-3443-6792	http://www.telechips.com
㈜티에이치엔	채 석	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
파워큐브세미㈜	강태영	경기도 부천시 오정구 석천로397(부천테크노파크쌍용3차) 103동 901호	032-624-3700	http://www.powercubesemi.com/
페어차일드코리아반도체	김귀남	경기도 부천시 원미구 도당동 82-3	032-671-3842	http://www.fairchildsemi.com
㈜하이브론	이홍섭	인천광역시 부평구 청천동 안남로402번길 25 3층	070-4369-3973	http://www.hivron.com/

회원명	대표자	주 소	전 화	홈페이지
한국멘토그래픽스(유)	양영인	경기도 성남시 분당구 판교역로 192번길 12 (삼평동) 판교 미래에셋센터 7층	031-8061-0790	http://www.mentorkr.com
한국애질런트테크놀로지스	김승렬	서울 강남구 역삼로 542, 신사SNG빌딩2층	080-004-5090	http://www.agilent.co.kr
한국인터넷진흥원	백기승	서울시 송파구 중대로 135 (가락동) IT벤처타워	02-405-5118	http://www.kisa.or.kr
한국전기연구원	박경엽	경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)	055-280-1114	http://www.keri.re.kr
한국전자통신연구원	이상훈	대전광역시 유성구 가정로 218	042-860-6114	http://www.etri.re.kr
한국정보통신기술협회	임차식	경기도 성남시 분당구 분당로 47	031-724-0114	http://www.tta.or.kr
한라비스테온공조	박용환	대전시 대덕구 신일동 1689-1	042-930-6114	http://www.hvccglobal.com
한백전자	진수춘	대전광역시 유성구 대학로 76번안길 35	042-610-1114	http://www.hanback.co.kr
한화탈레스	장시권	서울시 중구 청계천로 86 (장교동) 한화비딩 (19,20층)	02-729-3030	http://www.hanwhathales.com
㈜핸즈온테크놀러지	강현웅	서울특별시 강서구 양천로 583, 에이동 1901-1902호 (염창동, 우림블루나인)	02-2608-2633	http://www.ezlab.com
현대로템	김승탁	경기도 의왕시 철도박물관로 37	031-596-9114	http://www.hyundai-rotem.co.kr
현대모비스	정명철	서울시 강남구 역삼1동 679-4 서울인터내셔널타워	02-2018-5114	http://www.mobis.co.kr
현대엠엔소프트	차인규	서울시 용산구 원효로74 현대차사옥 9층	1577-4767	http://www.hyundai-mnsoft.com
현대오트론	김재범	경기도 성남시 분당구 판교로 344 엠텍 IT 타워	031-627-0990	http://www.hyundai-autron.com
현대자동차그룹	양웅철	경기도 화성시 장덕동 772-1	02-3464-1114	http://www.hyundai-motor.com
현대케피코	박정국	경기도 군포시 고산로 102	031-450-9015	http://www.hyundai-kefico.com
휴먼칩스	손민희	서울시 송파구 가락본동 10 신도빌딩	070-8671-4700	http://www.humanchips.co.kr
휴인스	송태훈	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 670 비-605	031-719-8200	http://www.huins.com
히로세 코리아㈜	이상엽	경기 시흥시 정왕동 희망공원로 250	031-496-7000	http://www.hirose.co.kr

단체회원 명단

회원명	주 소	전 화	홈페이지
가톨릭대중앙도서관	경기부천시원미구역곡2동산43-1	032-340-3607	
가톨릭상지대학도서관	경북안동시율세동393	032-340-3607	http://www.csangji.ac.kr/~library/
강릉대도서관	강원강릉시지변동산1		http://211.114.218.253/
강원관광대도서관	강원태백시황지동439	033-552-9005	http://www.kt.ac.kr
강원대도서관	강원춘천시효자2동192-1	033-250-9000	http://library.kangwon.ac.kr
경동대도서관	강원고성군토성면봉포리산91-1	033-639-0371	http://www.kyungdong.ac.kr
경주대도서관	경북경주시효현동산42-1	054-770-5051	http://www.kyongju.ac.kr
건국대도서관	서울성동구모진동93-1	02-450-3852	http://www.konkuk.ac.kr
건양대중앙도서관	충남논산시내동산30	041-730-5154	http://lib.konyang.ac.kr
경기대중앙도서관	경기수원시팔달구이의동산94-6	031-240-7135	http://203.249.26.247/
경기공업대도서관	경기시흥시정왕동시화공단3가102	031-496-4571	http://210.181.136.6/
경남대중앙도서관	경남마산시월영동449	055-249-2906	http://library.kyungnam.ac.kr
경도대도서관	경북예천군예천읍청복리947-1	054-650-0143	http://libweb.kyongdo.ac.kr
경북대도서관	대구북구산격동1370	053-955-500 1	http://kudos.knu.ac.kr
경북대전자공학과	대구북구산격동1370	053-950-5506	http://palgong.knu.ac.kr
경운대벽강중앙도서관	경북구미시산동면인덕리55	054-479-1083	http://www.kyungwoon.ac.kr
경일대도서관	경북경산군하양읍부호리33	053-950-7790	http://cham.kyungil.ac.kr
경산대도서관	경북경산시점촌동산75		http://library.ksucc.ac.kr
경상대도서관	경남진주시가좌동900	055-751-5098	http://library.gsnu.ac.kr
경성대도서관	부산남구대연동110-1	051-620-4394	http://kulis1.kyungsung.ac.kr
경희대학교	중앙도서관 경기용인시기흥구서천동1번지	031-201-3219	http://library.khu.ac.kr
고려대과학도서관	서울성북구안암동5가1번지	02-920-1709	http://kulib.korea.ac.kr
고려대서창캠퍼스도서관	충남연기군조치원읍서창동208		http://kuslib.korea.ac.kr
고속도로정보통신공단	경기용인기흥읍공세리260-1	031-280-4230	
공군사관학교도서관	충북청원군남일면쌍수리사서함335-1	043-229-6085	http://www.afa.ac.kr
공군전투발전단무기체계실	충남논산군두마면부남리사서함501-317호	041-506-5260, 5281	
공주대도서관	충남공주시신관동182	041-850-8691	http://knulib.kongju.ac.kr
광명하안도서관	경기광명시하안2동683	031-680-6376	http://www.kmlib.or.kr
광운대도서관	서울노원구월계동447-1	02-918-1021~2	http://kupis.kwangwoon.ac.kr
국민대성곡도서관	서울성북구정릉동861-1	02-910-4200	http://kmulmf.kookmin.ac.kr
김포대학도서관	경기김포시월곶면포내리산14-1	031-999-4126	http://lbr.kimpo.ac.kr
국방대학교도서관	서울은평구수색동205	02-300-2415	
국방제9125부대	서울중앙우체국사서함932호		
국방품질관리연구소정보관리실	서울청량리우체국사서함 276호		http://dqaa.go.kr
국방과학연구소서울자료실	서울송파구송파우체국사서함132호	02-3400-2541	http://www.add.re.kr
방위사업청	서울용산구용산2가동7번지	02-2079-5213	
극동대학교도서관	충북음성군감곡면왕장리산5-14	043-879-3568	http://lib.kdu.ac.kr
금강대학교도서관	충남논산시 상월면 대명리 14-9	041-731-3322	http://lib.ggu.ac.kr
LG정밀(주)제2공장자료실	경기오산시가수동379	031-772-1171(318)	http://www.lginnotek.com
LG정보통신(주)자료실	경북구미시공단동299	054-460-5311	http://www.lge.co.kr

회원명	주 소	전 화	홈페이지
금오공대도서관	경북구미시신평동188-1	054-461-0131~4	http://ran.kumoh.ac.kr
남서울대도서관	충남천안시성환읍매주리21	041-580-2076	http://ness.nsu.ac.kr
단국대도서관	경기도용인시수지구죽전로 152	1899-3700	http://www.dankook.ac.kr
단국대율곡기념도서관	충남천안시동남구단대로 119 (안서동 산29)	041-550-1621	http://dulis.anseo.dankook.ac.kr
대구대도서관	대구남구대명동2288	053-850-2081~6	http://love.taegu.ac.kr
대원공과대학도서관	충북제천시신월동산22-8	043-649-3202	http://lib.daewon.ac.kr
동서울대학도서관	경기성남시수정구복정동423	031-720-2191	http://dlibrary.dsc.ac.kr
대전대도서관	대전동구용운동96-3	042-280-2673	http://libweb.taejon.ac.kr
대전한밭대도서관	대전동구삼성2동305-3	042-630-0616	http://tjdigital.tnut.ac.kr
대전한밭도서관	대전중구문화동145-3	042-580-4255	http://hanbat.metro.taejon.kr
대진대중앙도서관	경기포천군포천읍선단리산11-1	031-535-8201~5	http://library.daejin.ac.kr
대천대도서관	충남보령시주포면관산리산6-7	041-939-3026	http://www.dcc.ac.kr
동강대도서관	광주시 북구 두암동771	062-520-2114	http://dongkang.ac.kr
동국대도서관	서울중구필동3가26	02-260-3452	http://lib.dgu.ac.kr
동서대도서관	부산사상구주례동산69-1	051-320-1640	http://libcenter.dongseo.ac.kr
동아대도서관	부산서구동대신동3가1	051-204-0171	http://av3600.donga.ac.kr
동양대도서관	경북영주시풍기읍교촌동1번지	054-630-1053	http://dyucl.dyu.ac.kr
동양공업전문대학도서관	서울구로구고척동62-160	02-610-1731	http://www.dongyang.ac.kr
동원대학술정보센터	경기광주군실촌면신촌리산1-1	031-763-8541(140)	http://www.tongwon.ac.kr
두원공과대학도서관	경기안성군죽산면장원리678		http://www.doowon.ac.kr
만도기계중앙연구소	경기남양주군와부읍덕소리95	031-768-6211	http://www.mando.com
목원대도서관	대전중구목동24	042-252-9941~50	http://lib.mokwon.ac.kr
목포대도서관	전남무안군청계면도림리61		http://203.234.22.46/
목포해양대도서관	전남목포시죽교동572	061-240-7114	http://lib.miryang.ac.kr
배재대도서관	대전서구도마2동439-6	042-520-5252	http://lib.mmu.ac.kr
부경대도서관	부산남구대연3동599-1	051-622-3960	http://libweb.pknu.ac.kr
부산대도서관	부산금정구장전동산30	051-510-1814	http://pulip.pusan.ac.kr
부산외국어대도서관	부산남구우암동산55-1		http://www.pufs.ac.kr
부천대도서관	경기부천시원미구심곡동454-3	032-610-3272	http://www.bucheon.ac.kr
한국과학기술정보연구원정보자료실	서울동대문구청량리동206-9		http://www.kiniti.re.kr
삼지전자(주)	서울금천구가산동459-21	02-850-8167	
삼척산업대도서관	강원삼척시교동산253	033-570-6278	http://lib.samchok.ac.kr
상명대학교컴퓨터시스템공학전공	충남천안시안서동산98-20	041-550-5356	
상주대도서관	경북상주시가장동386	054-530-5641	http://san.sangju.ac.kr
상지대중앙도서관	강원원주시우산동산41	033-730-0366	http://lib.sangji.ac.kr
생산기술연구원정보자료실	서울금천구가산동371-36	02-850-9142~3	http://www.kitech.re.kr
산업기술시험평가연구소자료실	서울구로구구로동222-13	02-860-1292	http://www.ktl.re.kr
삼성SDI	경기용인시기흥구공세동	031-288-4121	http://www.samsungSDI.co.kr
서강대도서관	서울마포구신수동1-1	02-751-0141	http://loyola1.sogang.ac.kr
서경대도서관	서울성북구정릉동16	02-940-7036	http://lib.seokyeong.ac.kr
서울대도서관	서울관악구신림동산56-1	02-880-5114	http://solarsnet.snu.ac.kr
서울대전기공학부해동학술정보실	서울관악구신림동산56-1	02-880-7278	
서울산업대도서관	서울도봉구공릉동172	02-972-1432	http://cdserver.snut.ac.kr
서울시립대도서관	서울동대문구전농동8-3	02-2245-8111	http://plus.uos.ac.kr

회원명	주 소	전 화	홈페이지
서울여자대도서관	서울노원구공릉2동126	02-970-5305	http://lib.swu.ac.kr
서울통신기술(주)통신연구소	서울강동구성내3동448-11	02-2225-6613	http://www.scommtech.co.kr
선문대도서관	충남아산시탕정면갈산리100	041-530-2525	http://delta.sunmoon.ac.kr
성결대도서관	경기안양시안양8동147-2		http://211.221.247.5
성균관대과학도서관	경기수원시장안구천천동287-1	031-290-5114	http://skksl.skku.ac.kr
성남산업진흥재단(재)	경기성남시수정구수진1동587	031-758-9901	http://www.ked.or.kr
성신여대도서관	서울성북구동선동3가249-1	02-920-7275	http://lib.sungshin.ac.kr
세종대도서관	서울광진구군자동98	02-3408-3098	http://sjulib.sejong.ac.kr
수원대중앙도서관	경기화성군봉담면와우리산2-2	031-232-2101(378)	http://lib.suwon.ac.kr
수원과학대도서관	경기화성군정남면보통리산9-10	031-252-8980	http://www.suwon-sc.ac.kr
순천대도서관	전남순천시매곡동315	061-752-8131	http://203.246.106.33/
숭실대도서관	서울동작구상도1동1-1	02-820-0114	http://oasis.soongsil.ac.kr
안동대도서관	경북안동시송천동388	054-850-5238	http://library.ajou.ac.kr
안산1대학	경기도 안산시 상록구 일동 752	031-400-6900	http://www.ansan.ac.kr
안양대도서관	경기안양시만안구안양5동708-113	031-670-7557	http://www.anyang.ac.kr
안양과학대학도서관	경기안양시만안구안양3동산39-1	031-441-1058~9	http://www.anyang-c.ac.kr
에스씨지코리아(주)	서울강남구대치3동942해성B/D17층	02-528-2700	http://www.onsemi.com
에이치텔레콤(주)	경기도성남시중원구상대원동513-15	031-777-1331	http://www.htel.co.kr
여수대도서관	전남여수시둔덕동산96-1	061-659-2602	http://www.yosu.ac.kr
연세대도서관	서울서대문구신촌동134	02-361-2114	http://library.yonsei.ac.kr
영남대중앙도서관	경북경산시대동214-1	053-882-4134	http://libs.yeungnam.ac.kr
영동공과대학도서관	충북영동군영동읍설계리산12-1	043-740-1071~2	http://210.125.191.101/
오산전문대학도서관	경기오산시청학동17	031-372-1181	http://osanlib.osan-c.ac.kr
(주)오피콤	서울강남구수서동724(로스데일B/D5층)	02-3413-2500	http://www.opicom.co.kr
충북과학대학도서관	충북옥천군옥천읍금구리40	043-730-6251	http://www.ctech.ac.kr
용인대도서관	경기용인시삼가동470	031-30-5444	http://www.yongin.ac.kr
우리기술투자(주)	서울강남구대치동946-14(동원B/D14층)	02-508-7744	http://www.wooricapital.co.kr
우송대중앙도서관	대전동구자양동산7-6	042-630-9668~9	http://pinetree.woosongtech.ac.kr
울산대중앙도서관	울산광역시남구무거동산29	052-278-2472	http://library.ulsan.ac.kr
원광대중앙도서관	전북이리시신룡동344-2	063-850-5444	http://library.wonkwang.ac.kr
(주)원이앤씨	성남구 중원구 상대원동 190-1	031-776-0377	
위덕대학교도서관	경북경주시강동면유금리산50	054-760-1051	http://lib.uiduk.ac.kr
유한대학도서관	경기부천시소사구괴안동185-34		http://ic.yuhan.ac.kr
육군제1266부대연구개발처자료실	부산남구대연동우체국사서함1-19		
육군사관학교도서관	서울노원구공릉동사서함77호	02-975-0064	http://www.kma.ac.kr
육군종합군수학교도서관	대전유성구추목동사서함78-401	042-870-5230	
익산대학도서관	전북익산시마동194-5	063-840-6518	http://library.iksan.ac.kr
이화여대중앙도서관	서울서대문구대현동11-1	02-3277-3137	http://ewhabk.ewha.ac.kr
인제대도서관	경남김해시어방동607번지	055-320-3413	http://ilis1.inje.ac.kr
인천대도서관	인천남구도화동177	032-774-5021~5	http://wlib.incheon.ac.kr
인천전문대도서관	인천남구도화동235		http://www.icc.ac.kr
(주)인텍웨이브	서울구로구구로3동197-17(에이스테크노타워501)	02-3282-1185	http://www.intechwave.com
인하대도서관	인천남구용현동253	032-862-0077	http://library.inha.ac.kr
인하공전도서관	인천남구용현동253	032-870-2091-3	http://library.inhatc.ac.kr

회원명	주 소	전 화	홈페이지
전남과학대학도서관	전남곡성군옥과면옥과리산85	061-360-5050	http://www.chunnam-c.ac.kr
전남대도서관	광주북구용봉동300	062-550-8315	http://168.131.53.95/
호원대도서관	전북군산시임피면월하리727	063-450-7106	http://indang.howon.ac.kr
전주대중앙도서관	전북전주시완산구효자동3가1200	063-220-2160	http://lib.jeonju.ac.kr
우석대학도서관	전북완주군삼례읍후정리490	063-273-8001(206)	http://library.woosuk.ac.kr
제주대도서관	제주제주시아라1동1	064-755-6141	http://chulic.cheju.ac.kr
중부대도서관	충남금산군추부면마전리산2-25	041-750-6571	http://www.joongbu.ac.kr
중앙대도서관	서울동작구흑석동221	02-815-9231	http://www.lib.cau.ac.kr
중앙대안성도서관	경기안성군대석면내리		http://www.alib.cau.ac.kr
창원대학도서관	경남창원시퇴촌동234	055-283-2151	http://lib.changwon.ac.kr
창원시립도서관	창원시반송동산51-5	055-281-6921~2	http://city.changwon.kyongnam.kr
청양대도서관	충남청양군청양읍벽천리90		http://www.cheongyang.ac.kr
청주대도서관	충북청주시상당구내덕동36	043-229-8648	http://wuam.chongju.ac.kr
천안대도서관	충남천안시안서동산85-1		http://moon.chonan.ac.kr
천안공업대자료실	충남천안시부래동275		http://www.cntc.ac.kr
한국철도대학도서관	경기의왕시월암동산1-4	031-454-4019	http://library.krc.ac.kr
초당대도서관	전남무안군무안읍성남리419	061-450-1901~3	http://library.chodang.ac.kr
충북대도서관	충북청주시개신동산48	043-261-3114~9	http://cbnul.chungbuk.ac.kr
충주대도서관	충북중원군이류면검단리123	043-842-7331~5	http://chains.chungju.ac.kr
탐라대도서관	제주서귀포시하원동산70	064-735-2000	http://www.tamna.ac.kr
특허청심사4국전자심사담당관실	대전서구둔산동920 042-481-5673		
포항공과대학도서관	경북포항시포항우체국사서함125호	054-275-0900	http://www.postech.ac.kr
한경대도서관	경기안성시석정동67	031-670-5041	http://www.hankyong.ac.kr
하남시립도서관	경기하남시신장동520-2	031-790-6597	http://hanamlib.go.kr
한국정보통신기능대학원	경기광주시 역동 181-3	031-764-3301	http://www.icpc.ac.kr
한국과학기술원과학도서관	대전유성구구성동373-1	042-861-1234	http://darwin.kaist.ac.kr
한국과학기술연구원도서관	서울성북구하월곡동39-1	02-962-8801(2418)	http://161.122.13.12/
한국기술교육대학도서관	충남천안군병천면가전리산37	041-560-1253~4	http://dasan.kut.ac.kr
한국방송통신대학도서관	서울종로구동숭동169	02-7404-381	http://knoulib.knou.ac.kr
한국산업기술대도서관	경기시흥시정왕동사화공단3가101	031-496-8002	http://www.kpu.ac.kr
한국산업기술평가원	서울강남역삼동701-7(한국기술센타11층)	02-6009-8034	http://www.itep.re.kr
한국외국어대용인캠퍼스도서관	경기용인군왕산리산89	031-309-4130	http://weblib.hufs.ac.kr
한국전력기술(주)	경기도용인시구성읍마북리 360-9	031-289-4015	http://www.kopec.co.kr
한전전력연구원기술정보센터	대전유성구문지동103-16	042-865-5875	http://www.kepri.re.kr
한국전자통신연구원도서실	대전유성구가정동161	042-860-5807	http://www.etri.re.kr
한국조폐공사기술연구소기술정보실	대전유성구가정동90	042-823-5201(592)	http://www.komsep.com
한국철도기술연구원자료실	경기의왕시월암동374-1	031-461-8531	http://www.krri.re.kr
한국항공대도서관	경기고양시화전동200-1	031-309-1862	http://210.119.25.2/
한국항공우주연구소기술정보실	대전유성구어은동52	042-868-7811	http://www.kari.re.kr
한국해양대도서관	부산영도구동삼동1	051-414-0031	http://kmulib.kmaritime.ac.kr
한동대도서관	경북포항시북구흥해읍남송리3		http://salt.handong.edu
한세대도서관	경기군포시당정동604-5	031-450-5165	http://lib.hansei.ac.kr
한양대도서관	서울성동구행당동17	02-209-2114	http://library.hanyang.ac.kr

회원명	주 소	전 화	홈페이지
한양대안산도서관	경기안산시대학동396	031-869-2111	http://information.hanyang.ac.kr
해군제9135부대군수발전부표준규격과	경남진해시현동사서함2호		
해군사관학교도서관	경남진해시앵곡동사서함1-1		http://www.navy.ac.kr
해군정비창기술연구소	경남진해시현동사서함602-3호	055-549-3602	
현대자동차기술관리부	정보자료실 경남울산시중구양정동700		http://www.hyundai-motor.com
SK 하이닉스 메모리연구소정보자료실	경기이천군부발읍아미리산136-1	031-630-4514	
협성대학술정보관	경기화성군봉담읍상리8-1	031-299-0658	http://hulins.hyupsung.ac.kr
혜전대도서관	충남홍성군홍성읍남장리산16	041-630-5167	http://www.hyejeon.ac.kr
한라대학	강원원주시흥업면흥업리산66	031-760-1184	http://lib.halla.ac.kr
한서대도서관	충남서산군해미면대곡리360	041-660-1114	http://library.hanseo.ac.kr
호남대도서관	광주광산구서봉동59-1	062-940-5183	http://library.honam.ac.kr
호서대도서관	충남아산군배방면세출리산29-1	041-540-5080~7	http://library.hoseo.ac.kr
홍익대도서관	서울마포구상수동72-1	02-334-0151(409)	http://honors.hongik.ac.kr
홍익대문정도서관	충남연기군조치원읍신안동	041-860-2241	http://shinan.hongik.ac.kr
대구효성가톨릭대도서관	경북경산시하양읍금락1리330	053-850-3264	http://lib.cataegu.ac.kr

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 : edit@theieie.org
TEL : (02)553-0255(내선 3) FAX : (02)552-6093

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

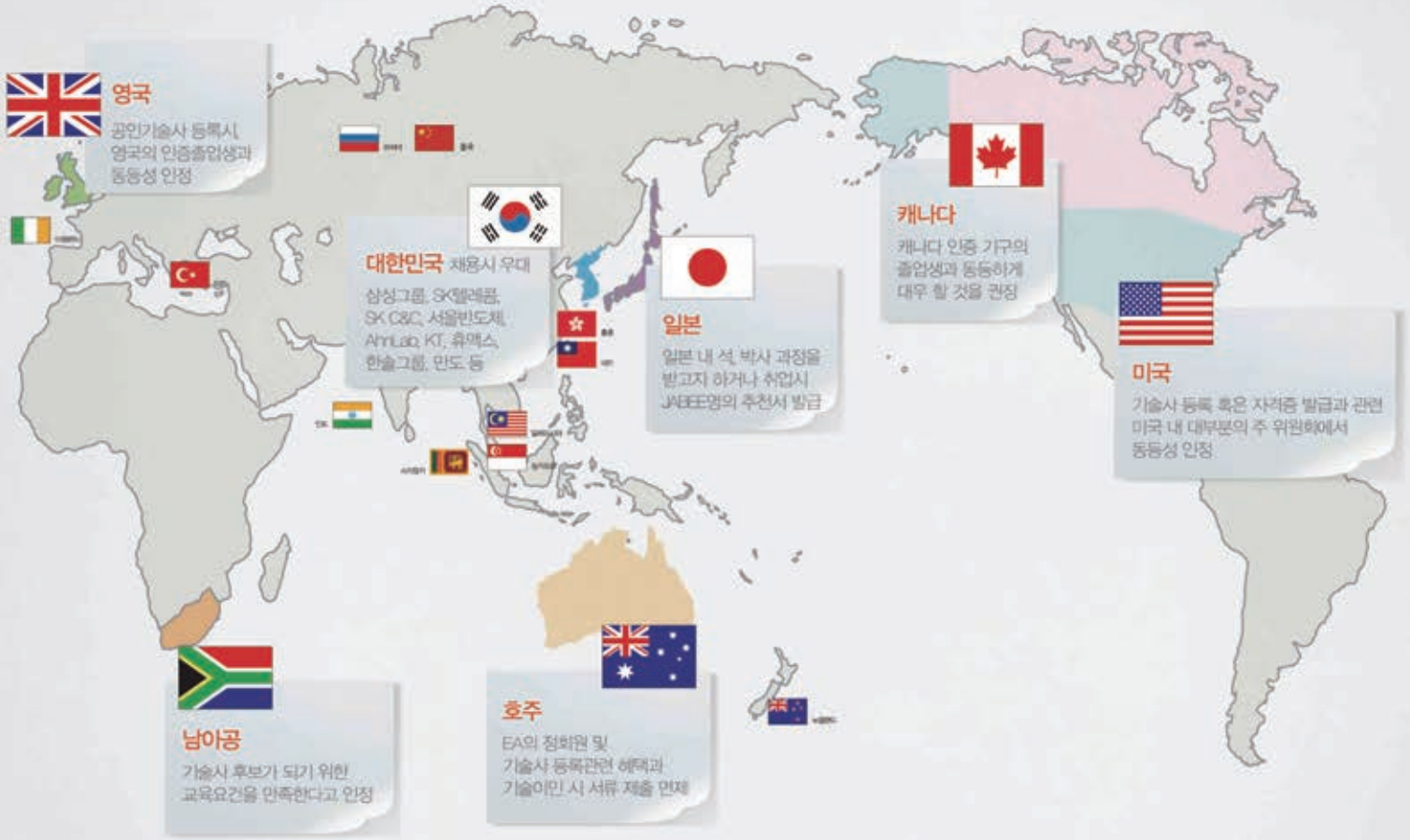
이 학술지는 정부재원으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 출판되었음.

전자공학회지 〈월간〉 제44권 제9호(통권 제400호) The Magazine of the IEIE

2017년 9월 20일 인쇄
2017년 9월 25일 발행

발행및 편집인 **(사) 대한전자공학회** **회장 홍 대 식**
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
지로번호 7510904

글로벌 엔지니어의 길
공학교육인증제도가 있습니다



공학교육인증제도란?

- 공과대학교육과정에 대한 인증을 통해 해당 과정을 이수한 졸업생이 산업체의 요구와 Global Standard를 만족하는 역량을 갖춘 우수인재임을 보증하는 제도입니다.
- 인증졸업생은 Washington Accord회원국 (18개국)졸업생과 그 학력의 동등성을 보장 받습니다.

글로벌 공학인재 양성을 선도하는 - 한국공학교육인증원

한국공학교육인증원은 2007년 워싱턴어코드 정회원으로 가입하고 2008년에는 우리나라 주도로 서울어코드를 창립했습니다. (공학교육인증 졸업생은 회원국 졸업생과 동등한 자격 인정)
2013년, 시드니어코드 및 더블린어코드 정회원이 되었으며 2017년, 국내 83개 대학 510개 프로그램이 인증받았습니다. ▶자세한 사항은 홈페이지 www.abeek.or.kr 참조

워싱턴어코드 4년제 공과대학 졸업자 학력의 상호인정을 목표로 설립된 회원국 인증기구간 다자간 국제협의체로 인증기구가 인증한 졸업생은 모든 정회원국에서 학력의 동등성을 보장함.

ABeeK 한국공학교육인증원
Accreditation Board for Engineering Education of Korea

붙여
보다
OLED65W7K
올레드, 당신의 삶까지 작품으로
LG SIGNATURE
OLED TV