ISSN 1016-9288

제42권 8호

2015년 8월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.42. no.8

제어 시스템 보안

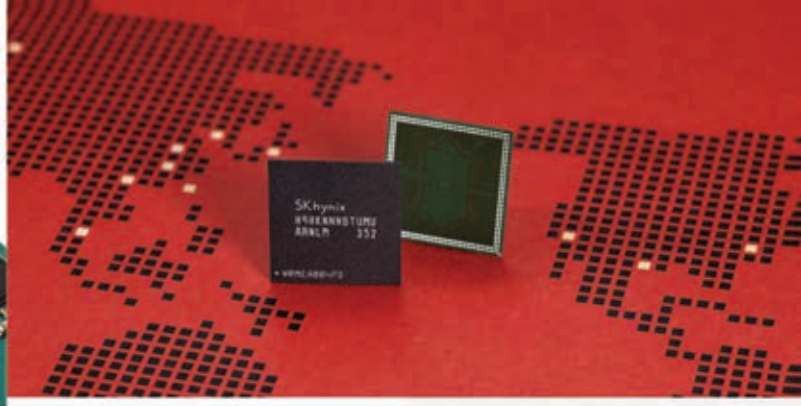
- 사물인터넷 시대의 사이버 물리 시스템 보안 기술 동향
- 국내 에너지 산업 및 사이버보안 기술개발 동향
- SCADA 시스템을 위한 보안기술 동향
- 산업제어시스템의 역할기반 접근제어 표준화 및 연구 동향
- Control Area Network 보안 기술 동향

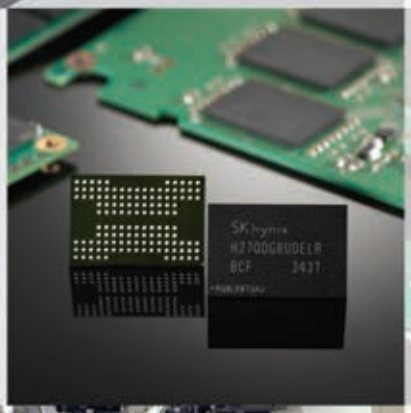
대한전자공학회
The Institute of Electronics and Information Engineers
www.theieie.org

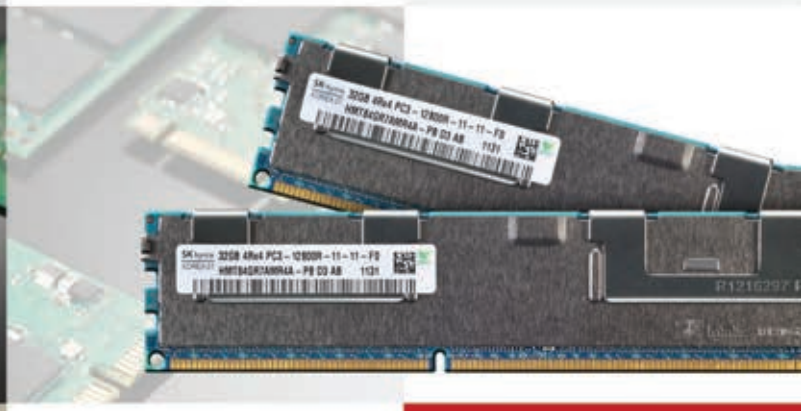
Now available with new colors

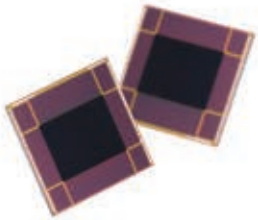
SAMSUNG
Galaxy S6 | S6 edge

NEXT IS NOW





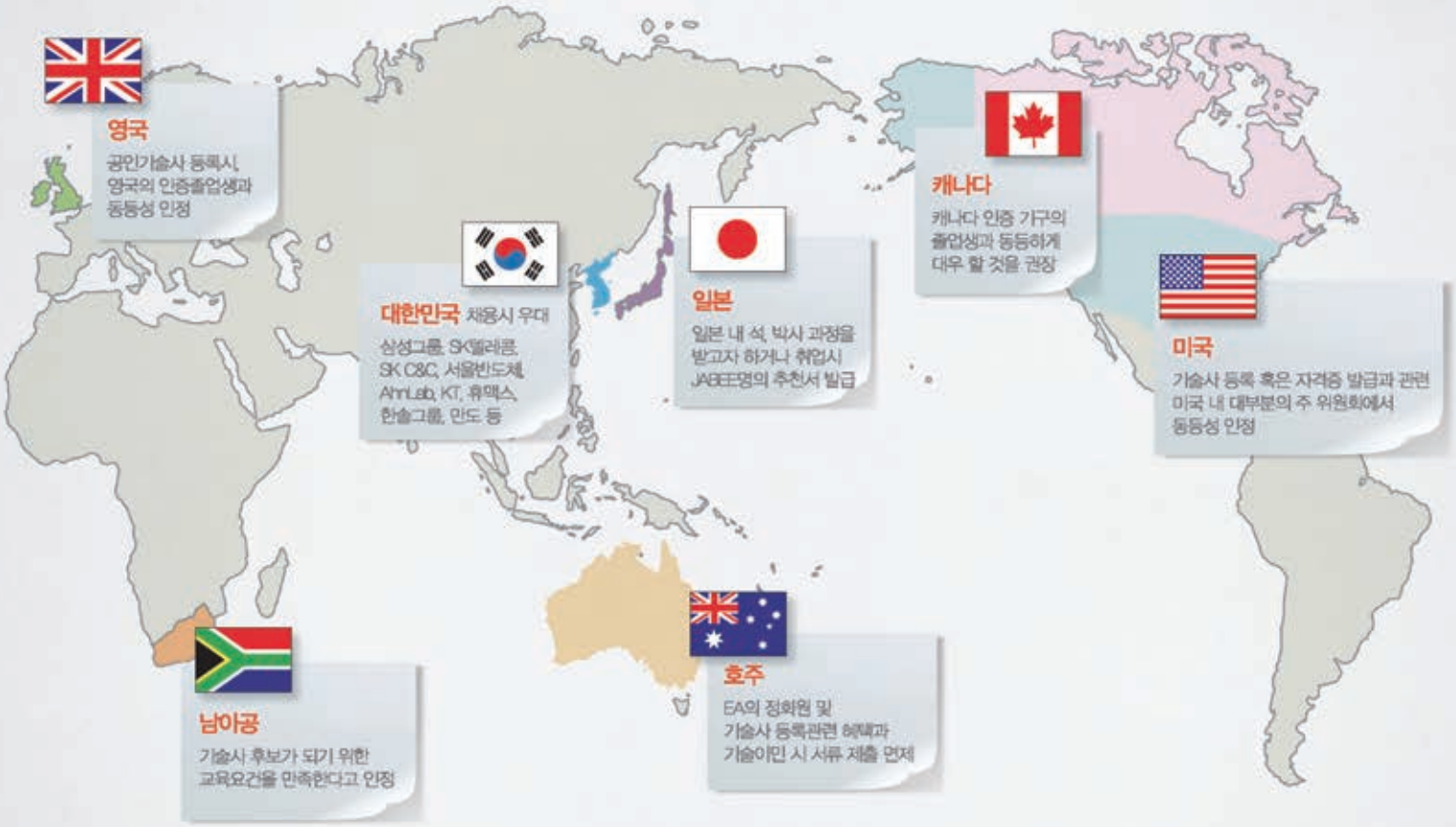




WE ARE CARVING OUT
NEW TECHNOLOGIES.

SK hynix

글로벌 공학인재 양성,
한국공학교육인증원이 함께 합니다!



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
2014년, 국내 85개 대학 562개 프로그램이 인증 받았습니다.

▶자세한 사항은 홈페이지 www.abeek.or.kr참조

워싱턴어코드 4년제 공학교육 국제표준

- 정회원국(17개국) 미국, 한국, 러시아, 말레이시아, 남아프리카공화국, 영국, 호주, 캐나다, 아일랜드, 대만, 싱가포르, 뉴질랜드, 일본, 터키, 홍콩, 인도, 스리랑카
- 준회원국(6개국) 방글라데시, 중국, 독일, 파키스탄, 필리핀, 페루

글로벌 엔지니어의 길- 공학교육인증제도

- 국제적인 공학교육 품질 인증제도입니다.
- 국제적 공학현장 실무능력을 보증합니다.
- 국내 취업시 주요 기업에서 가산점 혜택이 있습니다.
- 해외 취업시 회원국 졸업생과 동등한 혜택을 받습니다.

ABEEK 한국공학교육인증원
Accreditation Board for Engineering Education of Korea

H http://www.abeek.or.kr M.H http://m.abeek.or.kr

HAEDONG
JAPAN
TECHNOLOGY
INFORMATION
CENTER

HJTIC

海東日本技術情報 センター

国内唯一의 日本 工学·産業 技術情報図書館

日本 工学 全分野의 技術書籍, 産業界 定期刊行物,
日本 企業 技術報告書, 日本 政府 白書, 日本 産業·工業 新聞 등을
소장하고 있는 **일본 공학·산업기술 전문 도서관**

본 도서관은 서울대학교 공과대학 35동에 위치하고 있으니 많은 이용바랍니다.

문의처. 02-880-8279(담당:진수민) E-mail. smin@snu.ac.kr http://hjtic.snu.ac.kr

한국과학기술회관 본관 610호(대한전자공학회 해동자료실)에서도 소장도서를 이용할 수 있습니다.

문의처. 02-553-0255 E-mail. ieie@theieie.org http://www.theieie.org

대한전기학회 정보 및 제어 부문회
THE KOREAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS

대한전자공학회 시스템 및 제어 소사이어티
The Institute of Electronics and Information Engineers

CALL FOR PAPERS

정보 및 제어 학술대회 CICS'15

(Conference on Information and Control Systems)

장소: 대명델피노리조트(속초시) 일시: 2015년 10. 22(목) ~ 24(토) http://cics.kiee.or.kr

학술대회장
안현식(국민대) 오상록(KIST)

조직위원장
김일환(강원대) 문정호(강릉원주대)

프로그램위원
이재관(자동차부품 연구원) 오승록(단국대)
이영일(서울과기대) 정길도(전북대)
유성진(중앙대) 김영철(군산대)
이정환(건국대) 김용태(한경대)
곽노준(서울대) 강기호(한국기술교육대)
임미섭(경기과기대) 권종원(산업기술시험원)

재무위원
이승수(인피니언) 고낙용(조선대)
이종민(메스웍스) 강대희(유도)
김진영(ETAS) 박재홍(와이즈오토모티브)
원상영(현대건설) 조혜경(한성대)
김재호(태영건설) 김수암(두산중공업)
황동대(주영전기) 최영진(한양대)

홍보위원
이건영(광운대) 이수열(경희대)
김상우(포항공대) 최현택(해양과학기술원)
김은태(연세대) 김호철(울지대)
안춘기(고려대) 박재병(전북대)
정구민(국민대) 변영재(울산과기대)
김도완(한밭대) 조영조(ETRI)
좌동경(아주대) 이학성(세종대)
조현종(강원대) 양인범(자동차부품연구원)

발간위원
김동준(청주대) 김수찬(한경대)
서기성(서경대) 김용권(건양대)
지상훈(생산기술연구원) 이석재(대구대)
남기창(동국대) 김용선(대우건설)
유범재(KIST) 이형표(한화건설)
황익호(국방과학연구소) 박능수(건국대)

운영위원
심덕선(중앙대) 서성규(고려대)
박태형(충북대) 주영복(기술교육대)
오성권(수원대) 이경중(연세대)
김준동(인천대) 유정봉(공주대)
김경호(단국대) 김시호(연세대)
김준동(인천대) 문희창(언앤드솔루션)

총무위원
이왕헌(한세대) 손영익(명지대)
우준석(MDS) 김영진(생산기술연구원)
서경열(태하) 이덕진(군산대)
김호찬(제주대) 김준식 (KIST)
백주훈(광운대) 김진형(ETAS)

자문위원
양해원(한양대) 박종국(경희대)
허욱렬(인하대) 서일홍(한양대)
김낙교(건국대) 김덕원(연세대)
남부희(강원대) 김희식(서울시립대)
김영철(충북대) 허경무(단국대)
김갑일(명지대) 남현도(단국대)
주영훈(군산대) 오창현(고려대)

대한전기학회와 대한전자공학회가 공동으로 주관하는 정보 및 제어 학술대회 (CICS'15)가 2015년 10월 22일(목)~24일(토)에 속초시에 위치한 대명델피노리조트에서 개최됩니다. 정보 및 제어 분야의 최신 연구 결과가 발표되는 본 학술회의는 특별강연, 논문발표 등 다양한 학술행사로 구성되며, 학계 및 산업계 전문가들의 교류의 장이 될 것입니다. 정보 및 제어 분야의 현재를 진단하고 미래를 전망할 수 있는 정보 및 제어 학술대회 (CICS'15)에 여러분을 초대합니다.

대한전기학회 정보 및 제어 부문회 회장 안 현 식
대한전자공학회 시스템 및 제어 소사이어티 회장 오 상 록

▣ 논문 발표 분야

- Aerospace Control & Applications
- Artificial Intelligence
- Audio, Image, Video Signal Processing
- Automotive Electronics
- Biomedical Systems
- Communication and Network Systems
- Control Systems
- Embedded Systems
- Engineering for Defense Technology
- Human-Computer Interaction
- Intelligent Control
- Mechatronics
- Mobile Systems
- Medical Imaging
- Pattern Recognition
- Power Electronics
- Robot & Navigation
- Security & Content Protection
- Sensors and Actuators
- Ship Information Technology
- Ubiquitous Network

▣ 논문투고일정

요약문 제출 마감 : 2015. 8. 28. (금)
심사결과 통보 : 2015. 9. 4. (금)
완성논문 접수 마감 : 2015. 9. 30. (수)
사전등록: 2015. 9. 14. (월) ~ 10. 2. (금)
제출처: http://cics.kiee.or.kr

▣ 문의처

대한전기학회 사무국 김정훈 과장
전화: 02-553-0151
e-mail: electran@kiee.or.kr

2015년도 The Institute of Electronics and Information Engineers

정기총회 및 추계학술대회

2015년 11월 27일(금)~28일(토) | 오크밸리(강원도 원주시)

대한전자공학회 회원 여러분들의 건승을 기원합니다.
우리 학회에서는 2015년도 정기총회 및 추계학술대회가 아래와 같이 개최하오니, 많이 참석하시어 회원 여러분들의 소중한 연구 성과를 발표하시는 뜻 깊은 시간이 되시길 바랍니다. 학회 정기총회는 추계학술대회와 병행하여 개최하며 논문모집 분야는 전자공학 전 분야, 논문발표는 소사이어티별로 진행됩니다.

제출마감

① 본논문 : 2015년 10월 25일 (일) – 요약문 접수 생략
② 심사통보 : 2015년 11월 2일 (월)
③ 사전등록마감 : 2015년 11월 15일 (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
신호처리 (Signal Processing)	영상신호처리, 음향 및 신호처리, 영상이해, 바이오영상신호처리
산업전자 (Industry Electronics)	산업전자제어, 임베디드시스템, 유비쿼터스 센서네트웍, 디지털통신시스템
*시스템 및 제어 (System and Control)	의용전자 및 생체공학, 제어계측, 회로 및 시스템, 전력전자, 지능로봇, 국방정보 및 제어, 자동차전자, 의료영상시스템, 스마트팩토리

*시스템 및 제어 소사이어티는 본 학회 추계학술대회와 별도로 전기학회와 공동 개최
(정보 및 제어 학술대회 2015년 10월 22일~24일 설악 대명리조트, http://cics.kiee.or.kr)

행사문의

본 학회 사무국
전화 : 02-553-0255 (내선 2) FAX : 02-552-6093 홈페이지 : http//www.theieie.org
자세한 사항은 학회 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

http://www.iceic2016.org

ICEIC 2016

International Conference on
Electronics, Information, and Communication (ICEIC) 2016

Jan 27 (Wed) ▸ Jan 30 (Sat), 2016

Hyatt Regency Resort & Spa, Danang, Vietnam

Call for Papers

The 15th International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC 2016) 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 2016 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 2016 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

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 2016, and inquiries regarding your submission should be directed to TPC Chair (ihwang@kangwon.ac.kr). The proposal needs to be submitted to the TPC Chair by July 31, 2015. The proposal template can be found at our conference homepage.

Best Paper Awards

The authors of the best papers will be presented Gold, Silver, and Bronze awards. And 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 poster papers in shortened 2-page format, according to the guidelines by the official website (http://www.iceic2016.org). Only the regular papers will be published in IEEE Xplore™.

Author's Schedule

- Submission date: September 23, 2015
- Final paper submission date: November 18, 2015
- Notification of acceptance date: October 28, 2015
- General information: inter@theieie.org

Organized by The Institute of Electronics and Information Engineers (IEIE) and locally co-organized by University of Science and Technology - The University of Danang, Vietnam

Technically Co-Sponsored by IEEE Consumer Electronics Society

CALL FOR PAPERS

12th International SoC Design Conference

November 2-5, 2015 Hotel Hyundai, Gyeongju, Korea

International Organizing Committee

- **General Chair**
  Jinwook Burm (Sogang University, Korea)
- **General Co-Chairs**
  Kiat Seng Yeo (Singapore University of Technology and Design, Singapore)
  Shyh-Jye (Jerry) Jou (National Chiao Tung University, Taiwan)
  Joongho Choi (University of Seoul, Korea)
  Jun Jin Kong (Samsung Electronics, Korea)
- **Conference Secretary**
  Kyung Ki Kim (Daegu University, Korea)

Technical Program Committee

- **Technical Program Chair**
  Yoon Sik Lee (UNIST, Korea)
- **Technical Program Co-Chairs**
  Yong-Bin Kim (Northeastern University, USA)
  Chua-Chin Wang (National Sun Yat-Sen University, Taiwan)
  Kyunwon(Ken) Choi (Illinois Institute of Technology, USA)
- **Technical Program Vice-Chairs**
  Hyunchol Shin (Kwangwoon University, Korea)
  Hanho Lee (Inha University, Korea)

Host City: Gyeongju, Korea

Gyeongju is a coastal city in the far southeastern corner of North Gyeongsang Province in South Korea. Gyeongju was the capital of the ancient kingdom of Silla (57 BC - 935 AD). A vast number of archaeological sites and cultural properties from this period remain in the city. Gyeongju is often referred to as "the museum without walls". Among such historical treasures, Seokguram grotto, Bulguksa temple, Gyeongju Historic Areas, and Yangdong Folk Village are designated as World Heritage Sites by UNESCO. The many major historical sites have helped Gyeongju become one of the most popular tourist destinations in South Korea.

General Purpose of the Conference

International SoC Design Conference (ISOCC) aims at providing the world' s premier SoC design forum for leading researchers from academia and industries. Prospective authors are invited to submit papers of their original works emphasizing their own contributions. ISOCC 2015 is technically co-sponsored by IEEE CAS Society and accepted papers will be published on IEEE Xplore. We also welcome proposals for special sessions.

Conference Theme

The theme of ISOCC 2015 is **"SoC for Internet of Everything (IoE)"**. The advent of IoE brings challenges and opportunities, especially for the entire silicon community. We will gather together for better solutions to make IoE possible. SoC solutions for IoE services require new approaches to march into the next level. ISOCC 2015 is looking for novel SoC solutions to open the IoE era.

Paper Submission

A complete **2-page manuscript** must be submitted electronically in PDF format (in Standard IEEE double-column format posted on the conference website). Only electronic submission will be accepted. For more information, please refer to the conference website: http://www.isocc.org

Important Dates

- Submission of special session proposals: June 30, 2015
- Notification of acceptance of special session proposals: July 10, 2015
- Submission of regular session full papers: ~~July 15, 2015~~ July 29,2015
- Submission of chip design contest papers: August 14, 2015
- Submission of special session full papers: July 31, 2015
- Notification of acceptance (for all submitted papers): September 1, 2015
- Submission of final papers (for all accepted papers): September 15, 2015
- Author and early-bird registration: September 15, 2015

Conference Venue-Hotel Hyundai Gyeongju

- Address: 336, Bomun-ro, Gyeongju-si, Gyeongsangbuk-do, Korea
- Website: https://www.hyundaihotel.com/gyeongju_en/
- Tel: +82-54-748-2233

Topics of Interest

Topics include, but are not limited to:

- **Analog/RF/Mixed-Signal Circuits**
  - Analog Circuits
  - Data Converters
  - High-Speed Interface and Wireline ICs
  - Wireless and RF ICs
- **Power and Energy Circuits**
  - Power Management Circuit
  - Energy Harvesting Circuits
  - Power and Energy Circuits and Systems
- **Digital VLSI Circuits and Systems**
  - Digital Integrated Circuits and VLSI Architectures
  - Memory Circuits & Systems
  - Multimedia Systems & Applications
  - Digital Signal Processing Systems & Applications
  - Circuits & Systems for Communications
  - Processor, Embedded Systems & Software
- **SoC Design Methodology**
  - HW-SW Co-design
  - SoC Testing
  - Design Verification
  - Signal Integrity / Interconnect Modeling and Simulation
- **Circuits and Systems for Emerging Technologies**
  - Sensory Circuits and Systems
  - Biomedical Circuits and Systems
  - Automotive Circuits and Systems
  - IoT/IoE Circuits and Systems
  - Nanoelectronics and Gigascale Circuits and Systems
  - 3-D ICs and SoC Packages

From Incheon International Airport to Gyeongju
(1) Direct KTX (Korea Train Express) is available to Singyeongju Station.
(2) Selected shuttle bus service from Incheon International Airport to ISOCC.

Website : http://www.isocc.org
Contact : secretary@isocc.org

IEEE Xplore® Digital Library

Celebrating 15 years of

Information Driving Innovation

2000년, 50만 건의 자료로 첫 발을 내딛었던 IEEE 디지털 라이브러리 사이트인 IEEE XPlore®가 올해로 15살이 되었습니다. 수 많은 국내 대학, 연구기관, 기업 고객분들의 성원에 힘입어 이제는 어느덧 360만 건의 자료와 함께 매 월 300만 건 이상의 다운로드 건수를 나타내는 필수 연구 자료로 성장하였습니다.

여기에 안주하지 않고 최근에는 Morgan & Claypool, MIT Journal, Bell Lab Technical Journal과 영화 산업의 최고자료라 꼽히는 SMPTE의 Journal, Conference, Standard 자료를 추가하면서 양적인 성장 뿐만 아니라 질적인 성장을 함께 이루어 내고 있습니다.

IEEE *Xplore* by the Numbers

IEEE *Xplore* Content	2000	2015
Periodical titles	100	200+
Annual conference titles	350	1,400+
Papers published per year	77,000	225,000+
Author records	350,000	3,500,000+
Total documents	**533,000**	**3,650,000+**
Annual # downloaded	**11,000,000**	**100,000,000+**

1 BILLION
total number of documents downloaded by IEEE *Xplore* users

IEEE *Xplore* Today:

over **3 백만 명** 의 순 방문자가 매달 IEEE Xplore를 이용하고 있습니다.

over **360 만 건** 의 자료를 서비스 중입니다.

over **8 백만 건** 의 자료가 매달 다운로드되고 있습니다.

IHS 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

제42권 8호 (2015년 8월)

※ 학회지 8월호 표지 (vol 42, No 8)

학회소식

12 학회소식 / 편집부

14 학회일지

15 특집편집기 / 김영식

특집 : 제어 시스템 보안

16 사물인터넷 시대의 사이버 물리 시스템 보안 기술 동향 / 김영식

26 국내 에너지 산업 및 사이버보안 기술개발 동향 / 이동호

31 SCADA 시스템을 위한 보안기술 동향 / 송경영

38 산업제어시스템의 역할기반 접근제어 표준화 및 연구 동향 / 박경원, 임대운

46 Control Area Network 보안 기술 동향 / 김상효, 김영식

54 논문지 논문목차

정보교차로

56 국내외 학술행사 안내 / 편집부

66 특별회원사, 단체회원

회지편집위원회

■ 위원장 이 흥 노 (광주과학기술원 교수)

■ 위 원 권 호 열 (강원대학교 교수)
김 상 효 (성균관대학교 교수)
김 시 호 (연세대학교 교수)
김 영 식 (조선대학교 교수)
김 재 현 (아주대학교 교수)
김 정 호 (이화여자대학교 교수)
김 창 익 (KAIST 교수)
노 용 만 (KAIST 교수)
박 현 진 (성균관대학교 교수)
서 춘 원 (김포대학교 교수)
성 홍 석 (부천대학교 교수)
양 현 종 (UNIST 교수)
유 남 열 (광주과학기술원 교수)
이 수 열 (경희대학교 교수)
이 창 건 (서울대학교 교수)
이 희 덕 (충남대학교 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수)
전 병 태 (한경대학교 교수)
정 방 철 (경상대학교 교수)
한 완 옥 (여주대학교 교수)
허 비 또 (LG유플러스 상무)

■ 사무국 편집담당
변 은 정 과장(내선 1)
TEL : (02)553-0255(대)
FAX : (02)552-6093

■ 학회 홈페이지
http://www.theieie.org

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

2015년도 임원 및 각 위원회 위원

회 장 박 병 국 (서울대학교 교수)
수석부회장 구 용 서 (단국대학교 교수) – 총괄
고 문 구 원 모 (전자신문사 대표이사)
김 흥 남 (한국전자통신연구원 원장)
신 종 균 (삼성전자 사장)
이 기 섭 (산업기술평가관리원 원장)
이 희 국 (LG그룹기술협의회 사장)
감 사 이 필 중 (포항공과대학교 교수)
부 회 장 박 현 욱 (KAIST 교수) – 회원, 지부
백 준 기 (중앙대학교 교수) – 영문논문지, 국제협력, 기획, 하계
홍 대 식 (연세대학교 교수) – ITC, 국문논문지, 추계, 사업
산업체부회장 김 창 용 (삼성전자 부사장)
소사이어티 회장 안 현 식 (동명대학교 교수) – 컴퓨터소사이어티
원 영 진 (부천대학교 교수) – 산업전자소사이어티
전 병 우 (성균관대학교 교수) – 신호처리소사이어티
협동부회장 곽 우 영 (현대자동차 부사장)
김 기 호 (삼성전자 부사장)
김 부 균 (숭실대학교 교수)
김 수 원 (고려대학교 교수)
김 철 동 (세원텔레텍 대표이사)
박 찬 구 (LS파워세미텍 대표이사)
서 승 우 (서울대학교 교수)
여 상 덕 (LG디스플레이 사장)
유 회 준 (KAIST 교수)
이 상 홍 (정보통신기술진흥센터 센터장)
이 원 석 (동양미래대학교 교수)
임 차 식 (한국정보통신기술협회 회장)
전 성 호 (삼성전기 부사장)
정 진 용 (인하대학교 교수)
조 민 호 (고려대학교 교수)
진 수 춘 (한백전자 대표이사)
최 승 원 (한양대학교 교수)
허 염 (실리콘마이터스 대표이사)
호 요 성 (광주과학기술원 교수)
상 임 이 사 공 준 진 (삼성전자 마스터) – 산학연
김 수 환 (서울대학교 교수) – 논문편집
백 광 현 (중앙대학교 교수) – 사업
유 창 동 (KAIST 교수) – 국제협력
이 재 성 (고려대학교 교수) – 회원/정보화
이 혁 재 (서울대학교 교수) – 학술(추계)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수) – 총무
한 동 석 (경북대학교 교수) – 교육/홍보
산업체이사 고 요 환 (매그나칩반도체 전무)
김 진 선 (SK이노베이션 전무)
김 현 수 (삼성전자 상무)
박 동 일 (현대자동차 상무)
오 의 열 (LG디스플레이 연구위원)
윤 영 권 (삼성전자 마스터)
조 영 민 (스카이크로스코리아 사장)
차 종 범 (구미전자정보기술원 원장)
최 정 아 (삼성전자 전무)
함 철 희 (삼성전자 마스터)
이 사 강 문 식 (강릉원주대학교 교수) – 학술(하계)
권 호 열 (강원대학교 교수) – 회지편집
김 동 식 (인하공업전문대학 교수) – 사업

김 경 원 (전자부품연구원 원장)
백 만 기 (김&장법률사무소 변리사)
양 웅 철 (현대자동차 부회장)
이 재 욱 (노키아티엠씨 명예회장)
천 경 준 (씨젠 회장)
황 승 구 (한국전자통신연구원 소장)
박 홍 준 (포항공과대학교 교수) – 표준화, 회지편집, 교육/홍보
안 승 권 (LG전자 사장) – 산학연

박 성 욱 (SK하이닉스 사장)
오 상 록 (한국과학기술연구원 분원장) – 시스템 및 제어소사이어티
이 재 진 (숭실대학교 교수) – 통신소사이어티
전 영 현 (삼성전자 사장) – 반도체소사이어티
김 경 수 (만도 사장)
김 달 수 (TLI 대표이사)
김 상 태 (한국산업기술평가관리원 단장)
김 종 대 (한국전자통신연구원 소장)
남 상 엽 (국제대학교 교수)
박 형 무 (동국대학교 교수)
송 문 섭 (엠세븐시스템 사장)
유 현 규 (한국전자통신연구원 박사)
윤 기 방 (인천대학교 교수)
이 상 회 (동서울대학교 교수)
이 재 훈 (유정시스템 사장)
장 태 규 (중앙대학교 교수)
정 준 (쏠리드 대표이사)
정 항 근 (전북대학교 교수)
조 상 복 (울산대학교 교수)
최 길 천 (한능전자 회장)
한 대 근 (실리콘웍스 대표이사)
허 영 (한국전기연구원 본부장)

김 선 욱 (고려대학교 교수) – SPC
박 종 일 (한양대학교 교수) – 재무
엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 부장) – 표준화
이 상 윤 (연세대학교 교수) – 사업
이 충 용 (연세대학교 교수) – 학술(하계)
이 흥 노 (광주과학기술원 교수) – 회지편집
최 천 원 (단국대학교 교수) – 기획

김 보 은 (라온텍 사장)
김 태 진 (더즈텍 사장)
민 경 오 (LG전자 부사장)
송 창 현 (네이버 이사)
유 상 동 (SK하이닉스 상무)
정 한 욱 (KT 상무)
조 재 문 (삼성전자 전무)
최 승 종 (LG전자 전무)
최 진 성 (SKT 전무)
홍 국 태 (LG전자 연구위원)
권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 사업
김 훈 (인천대학교 교수) – 학술(하계)
김 문 철 (KAIST 교수) – 국제협력

김 용 석 (성균관대학교 교수) – 학술(추계)
김 재 현 (아주대학교 교수) – ICEIC
김 종 옥 (고려대학교 교수) – 총무
김 창 익 (KAIST 교수) – 회지편집
노 용 만 (KAIST 교수) – 회지편집
노 태 문 (한국전자통신연구원 실장) – 학술(추계)
박 현 창 (동국대학교 교수) – 논문편집
성 해 경 (한양여자대학교 교수) – 학술(추계)
송 상 헌 (중앙대학교 교수) – 논문편집
심 정 연 (강남대학교 교수) – 하계/총무
유 경 동 (SK하이닉스 상무) – 산학연
유 창 식 (한양대학교 교수) – 회원/정보화
윤 일 구 (연세대학교 교수) – 사업/하계
이 병 선 (김포대학교 교수) – 기획
이 용 식 (연세대학교 교수) – 사업
인 치 호 (세명대학교 교수) – 학술(추계)
정 용 규 (을지대학교 교수) – 기획
정 종 문 (연세대학교 교수) – 논문편집
조 성 현 (한양대학교 교수) – 국제협력
최 병 재 (대구대학교 교수) – 교육/홍보
최 성 현 (서울대학교 교수) – 교육/홍보
최 중 호 (서울시립대학교 교수) – 사업
현 경 숙 (세종대학교 교수) – 총무
홍 성 철 (KAIST 교수) – 학술(추계)
황 인 철 (강원대학교 교수) – SPC/기획

김 원 종 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 표준화
김 정 호 (이화여자대학교 교수) – 회지편집
김 창 수 (고려대학교 교수) – 회원/정보화
김 회 린 (KAIST 교수) – 국제협력
노 원 우 (연세대학교 교수) – 추계/재무
동 성 수 (용인송담대학교 교수) – 학술(하계)
범 진 욱 (서강대학교 교수) – 기획
송 민 규 (동국대학교 교수) – 기획
심 동 규 (광운대학교 교수) – 학술(추계)
위 재 경 (숭실대학교 교수) – 표준화
유 남 열 (광주과학기술원 교수) – 회지편집
윤 석 현 (단국대학교 교수) – 논문편집
이 문 구 (김포대학교 교수) – 추계/총무
이 수 인 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 교육/홍보
이 한 호 (인하대학교 교수) – 산학연
정 영 모 (한성대학교 교수) – 총무
정 의 영 (연세대학교 교수) – ITC
조 도 현 (인하공업전문대학 교수) – 학술(하계)
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) – SPC
최 병 호 (전자부품연구원 센터장) – 기획
최 수 용 (연세대학교 교수) – 학술(하계)
한 종 기 (세종대학교 교수) – 교육/홍보
홍 민 철 (숭실대학교 교수) – ITC
홍 용 택 (서울대학교 교수) – 추계/기획

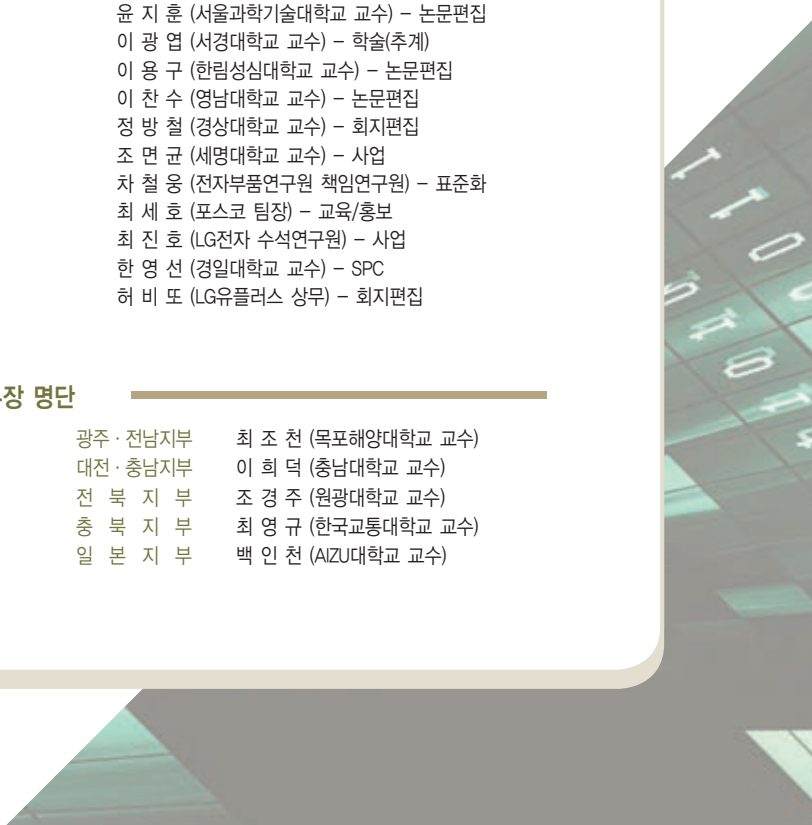
협 동 이 사

고 균 병 (한국교통대학교 교수) – 사업
김 현 (부천대학교 교수) – 기획
김 대 환 (국민대학교 교수) – 학술(하계)
김 동 호 (서울과학기술대학교 교수) – 교육/홍보
김 소 영 (성균관대학교 교수) – 총무
김 영 식 (조선대학교 교수) – 회지편집
김 용 신 (고려대학교 교수) – 사업
김 준 모 (KAIST 교수) – 국제협력
김 태 원 (상지영서대학교 교수) – 산학연
류 수 정 (삼성전자 상무) – 총무
박 정 욱 (연세대학교 교수) – 학술(하계)
서 춘 원 (김포대학교 교수) – 회지편집
신 원 용 (단국대학교 교수) – 국제협력
안 길 초 (서강대학교 교수) – 사업
오 은 미 (삼성전자 마스터) – 산학연
유 철 우 (명지대학교 교수) – 논문편집
윤 은 준 (경일대학교 교수) – SPC
이 강 윤 (성균관대학교 교수) – 추계/재무
이 상 근 (중앙대학교 교수) – 추계/총무
이 재 훈 (고려대학교 교수) – 기획
전 병 태 (한경대학교 교수) – 회지편집
정 승 원 (동국대학교 교수) – SPC
조 성 환 (KAIST 교수) – 국제협력
차 호 영 (홍익대학교 교수) – 회원/정보화
최 용 수 (성결대학교 교수) – 논문편집
최 현 용 (연세대학교 교수) – 논문편집
한 완 옥 (여주대학교 교수) – 회지편집

권 혁 인 (중앙대학교 교수) – 사업
김 경 연 (제주대학교 교수) – 학술(하계)
김 동 순 (전자부품연구원 박사) – SPC
김 상 효 (성균관대학교 교수) – 회지편집
김 승 천 (한성대학교 교수) – 기획
김 용 민 (충청대학교 교수) – 교육/홍보
김 종 훈 (KAIST 교수) – 표준화
김 태 욱 (연세대학교 교수) – 학술(하계)
노 정 진 (한양대학교 교수) – 총무
박 재 영 (광운대학교 교수) – 표준화
변 대 석 (삼성전자 마스터) – 산학연
신 오 순 (숭실대학교 교수) – 논문편집
신 현 출 (숭실대학교 교수) – 사업
연 규 봉 (자동차부품연구원 팀장) – 표준화
우 중 재 (한서대학교 교수) – 학술(추계)
윤 성 로 (서울대학교 교수) – 회원/정보화
윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수) – 논문편집
이 광 엽 (서경대학교 교수) – 학술(추계)
이 용 구 (한림성심대학교 교수) – 논문편집
이 찬 수 (영남대학교 교수) – 논문편집
정 방 철 (경상대학교 교수) – 회지편집
조 면 균 (세명대학교 교수) – 사업
차 철 웅 (전자부품연구원 책임연구원) – 표준화
최 세 호 (포스코 팀장) – 교육/홍보
최 진 호 (LG전자 수석연구원) – 사업
한 영 선 (경일대학교 교수) – SPC
허 비 또 (LG유플러스 상무) – 회지편집

지부장 명단

강 원 지 부	임 해 진 (강원대학교 교수)
대구 · 경북지부	박 길 흠 (경북대학교 교수)
부산 · 경남 · 울산지부	김 성 진 (경남대학교 교수)
제 주 지 부	강 민 제 (제주대학교 교수)
호 서 지 부	장 은 영 (공주대학교 교수)
미 국 지 부	최 명 준 (텔레다인 박사)
광주 · 전남지부	최 조 천 (목포해양대학교 교수)
대전 · 충남지부	이 희 덕 (충남대학교 교수)
전 북 지 부	조 경 주 (원광대학교 교수)
충 북 지 부	최 영 규 (한국교통대학교 교수)
일 본 지 부	백 인 천 (AIZU대학교 교수)



위원회 명단

자문위원회

위 원 장	이 태 원 (명예회장)		
부 위 원 장	박 진 옥 (명예회장)		
위 원	김 덕 진 (명예회장)	김 도 현 (명예회장)	김 성 대 (교수)
	김 수 중 (명예회장)	김 영 권 (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 송 배 (명예회장)
	박 진 옥 (명예회장)	박 항 구 (소암시스텔 회장)	변 증 남 (울산과학기술대학교 석좌교수)
	서 정 욱 (명예회장)	성 굉 모 (서울대학교 명예교수)	윤 종 용 (삼성전자 비상임고문)
	이 문 기 (명예회장)	이 상 설 (명예회장)	이 재 홍 (서울대학교 교수)
	이 진 구 (동국대학교 석좌교수)	이 충 웅 (명예회장)	임 제 탁 (명예회장)
	전 국 진 (서울대학교 교수)	전 홍 태 (중앙대학교 교수)	정 정 화 (한양대학교 교수)
	홍 승 홍 (명예회장)		

기획위원회

위 원 장	최 천 원 (단국대학교 교수)		
위 원	김 현 진 (단국대학교 교수)	김 현 (부천대학교 교수)	박 현 창 (동국대학교 교수)
	송 상 헌 (중앙대학교 교수)	신 오 순 (숭실대학교 교수)	윤 석 현 (단국대학교 교수)
	윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)	이 병 선 (김포대학교 교수)	

학술연구위원회

위 원 장	이 충 용 (연세대학교 교수)		
위 원	강 동 진 (한국정보통신기능대학교 교수)	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	김 훈 (인천대학교 교수)
	김 경 연 (제주대학교 교수)	김 대 환 (국민대학교 교수)	김 문 철 (KAIST 교수)
	김 상 효 (성균관대학교 교수)	김 윤 선 (삼성전자 박사)	김 재 현 (아주대학교 교수)
	김 창 익 (고려대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)	김 태 욱 (연세대학교 교수)
	김 호 철 (을지대학교 교수)	동 성 수 (용인송담대학교 교수)	박 정 욱 (연세대학교 교수)
	박 종 선 (고려대학교 교수)	변 영 재 (UNIST 교수)	신 현 출 (숭실대학교 교수)
	심 정 연 (강남대학교 교수)	윤 성 로 (서울대학교 교수)	윤 일 구 (연세대학교 교수)
	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)	임 성 준 (중앙대학교 교수)	정 재 훈 (LG전자 박사)
	조 도 현 (인하공업전문대학 교수)	조 성 현 (한양대학교 교수)	최 수 용 (연세대학교 교수)
	최 현 용 (연세대학교 교수)		

논문편집위원회

위 원 장	김 수 환 (서울대학교 교수)		
위 원	김 승 천 (한성대학교 교수)	김 재 현 (아주대학교 교수)	남 기 창 (동국대학교 교수)
	범 진 욱 (서강대학교 교수)	송 민 규 (동국대학교 교수)	심 동 규 (광운대학교 교수)
	안 성 수 (명지전문대학 교수)	유 철 우 (명지대학교 교수)	이 용 구 (한림성심대학교 교수)
	이 재 훈 (고려대학교 교수)	이 찬 수 (영남대학교 교수)	정 용 규 (을지대학교 교수)
	정 종 문 (연세대학교 교수)	최 병 호 (전자부품연구원 센터장)	최 용 수 (성결대학교 교수)
	최 현 용 (연세대학교 교수)	한 태 희 (성균관대학교 교수)	홍 용 택 (서울대학교 교수)
	황 인 철 (강원대학교 교수)		

국제협력위원회

위 원 장	유 창 동 (KAIST 교수)		
위 원	김 문 철 (KAIST 교수)	김 성 웅 (퀄컴코리아 연구원)	김 준 모 (KAIST 교수)
	김 회 린 (KAIST 교수)	박 현 창 (동국대학교 교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	서 진 수 (강릉원주대학교 교수)	송 상 헌 (중앙대학교 교수)	신 원 용 (단국대학교 교수)
	이 준 석 (연세대학교 교수)	이 충 용 (연세대학교 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)
	장 길 진 (경북대학교 교수)	정 준 (쏠리드 대표이사)	조 성 현 (한양대학교 교수)
	조 성 환 (KAIST 교수)	최 우 영 (연세대학교 교수)	

산학연협동위원회

위 원 장	공 준 진 (삼성전자 마스터)		
위 원	김 은 원 (대림대학교 교수)	김 태 원 (상지영서대학교 교수)	박 성 정 (건국대학교 교수)
	방 극 준 (인덕대학교 교수)	변 대 석 (삼성전자 마스터)	오 은 미 (삼성전자 마스터)
	유 경 동 (SK하이닉스 상무)	윤 영 권 (삼성전자 마스터)	이 정 석 (인하공업전문대학 교수)
	이 한 호 (인하대학교 교수)	정 석 재 (영진전문대학교 교수)	함 철 희 (삼성전자 마스터)

회원관리위원회

위 원 장	이 재 성 (고려대학교 교수)		
위 원	김 용 신 (고려대학교 교수)	김 윤 석 (상지영서대학교 교수)	김 진 태 (건국대학교 교수)
	김 창 수 (고려대학교 교수)	김 형 탁 (홍익대학교 교수)	서 춘 원 (김포대학교 교수)
	신 창 환 (서울시립대학교 교수)	유 창 식 (한양대학교 교수)	윤 성 로 (서울대학교 교수)
	조 성 재 (가천대학교 교수)	차 호 영 (홍익대학교 교수)	

회지편집위원회

위 원 장	이 흥 노 (광주과학기술원 교수)		
위 원	권 호 열 (강원대학교 교수)	김 상 효 (성균관대학교 교수)	김 시 호 (연세대학교 교수)
	김 영 식 (조선대학교 교수)	김 재 현 (아주대학교 교수)	김 정 호 (이화여자대학교 교수)
	김 창 익 (KAIST 교수)	노 용 만 (KAIST 교수)	박 현 진 (성균관대학교 교수)
	서 춘 원 (김포대학교 교수)	성 홍 석 (부천대학교 교수)	양 현 종 (UNIST 교수)
	유 남 열 (광주과학기술원 교수)	이 수 열 (경희대학교 교수)	이 창 건 (서울대학교 교수)
	이 희 덕 (충남대학교 교수)	인 치 호 (세명대학교 교수)	전 병 태 (한경대학교 교수)
	정 방 철 (경상대학교 교수)	한 완 옥 (여주대학교 교수)	허 비 또 (LG유플러스 상무)

사업위원회

위 원 장	백 광 현 (중앙대학교 교수)	이 상 윤 (연세대학교 교수)	
위 원	고 균 병 (한국교통대학교 교수)	고 중 혁 (중앙대학교 교수)	권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	권 혁 인 (중앙대학교 교수)	김 동 식 (인하공업전문대학교 교수)	김 용 신 (고려대학교 교수)
	김 종 욱 (고려대학교 교수)	노 원 우 (연세대학교 교수)	노 태 문 (한국전자통신연구원 팀장)
	문 현 욱 (동원대학교 교수)	박 강 령 (동국대학교 교수)	박 정 욱 (연세대학교 교수)
	서 인 식 (라이트웍스 대표이사)	신 현 출 (숭실대학교 교수)	심 동 규 (광운대학교 교수)
	안 길 초 (서강대학교 교수)	윤 일 구 (연세대학교 교수)	윤 재 철 (삼성전자 박사)
	이 용 식 (연세대학교 교수)	조 면 균 (세명대학교 교수)	조 제 광 (LG전자 박사)
	최 수 용 (연세대학교 교수)	최 윤 경 (삼성전자 마스터)	최 중 호 (서울시립대학교 교수)
	최 진 호 (LG전자 상무)	홍 민 철 (숭실대학교 교수)	

교육홍보위원회

위 원 장	한 동 석 (경북대학교 교수)		
부 위 원 장	이 수 인 (한국전자통신연구원 책임연구원)		
위 원	고 정 환 (인하공업전문대학 교수)	김 덕 영 (부천대학교 교수)	김 동 호 (서울과학기술대학교 교수)
	김 정 구 (부산대학교 교수)	김 준 태 (건국대학교 교수)	류 시 복 (자동차부품연구원 책임연구원)
	이 동 훈 (삼성전자 수석연구원)	이 석 필 (상명대학교 교수)	이 종 호 (서울대학교 교수)
	임 기 택 (전자부품연구원 센터장)	장 길 진 (경북대학교 교수)	장 준 혁 (한양대학교 교수)
	최 병 재 (대구대학교 교수)	최 세 호 (포스코 부장)	한 종 기 (세종대학교 교수)
	허 준 (고려대학교 교수)		

표준화위원회

위 원 장	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 부장)		
위 원	강 희 훈 (여주대학교 교수)	공 배 선 (성균관대학교 교수)	구 정 래 (한국심사자격인증원 팀장)
	권 기 원 (성균관대학교 교수)	김 동 규 (한양대학교 교수)	김 병 철 (한양대학교 교수)
	김 시 호 (연세대학교 교수)	김 옥 수 (인피니언코리아 이사)	김 원 종 (한국전자통신연구원 책임연구원)
	김 종 훈 (KAIST 교수)	두 영 호 (현대오트론 책임연구원)	박 세 광 (경북대학교 교수)
	박 장 현 (한국전자통신연구원 선임연구원)	박 재 영 (광운대학교 교수)	박 주 현 (픽셀플러스 실장)
	신 성 호 (한국기술표준원 연구관)	연 규 봉 (자동차부품연구원 팀장)	위 재 경 (숭실대학교 교수)
	윤 대 원 (법무법인 다래 이사)	이 경 범 (표준과학연구원 책임연구원)	이 민 영 (한국반도체산업협회 본부장)
	이 상 근 (성균관대학교 교수)	이 상 미 (IITP 팀장)	이 상 준 (수원과학대학교 교수)
	이 서 호 (한국기계전기전자시험연구원 과장)	이 성 수 (숭실대학교 교수)	이 시 현 (동서울대학교 교수)
	이 용 희 (한라대학교 교수)	이 종 묵 (SOL 대표)	장 미 혜 (연세대학교 교수)
	장 현 수 (㈜아이에이 부장)	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)	좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수)
	차 철 웅 (전자부품연구원 책임연구원)	한 태 수 (국가기술표준원/표준협회 표준코디)	

정보화위원회

위 원 장	이 재 성 (고려대학교 교수)		
위 원	구 자 일 (인하공업전문대학 교수)	김 용 신 (고려대학교 교수)	김 진 태 (건국대학교 교수)
	김 창 수 (고려대학교 교수)	김 형 탁 (홍익대학교 교수)	신 창 환 (서울시립대학교 교수)
	안 태 원 (동양미래대학교 교수)	유 창 식 (한양대학교 교수)	윤 성 로 (서울대학교 교수)
	정 연 모 (경희대학교 교수)	조 성 재 (가천대학교 교수)	차 호 영 (홍익대학교 교수)

지부담당위원회

위 원 장 박 현 욱 (KAIST 교수)

위 원 강 민 제 (제주대학교 교수) 김 성 진 (경남대학교 교수) 박 길 흠 (경북대학교 교수)
백 인 천 (AIZU대학교 교수) 이 희 덕 (충남대학교 교수) 임 해 진 (강원대학교 교수)
장 은 영 (공주대학교 교수) 조 경 주 (원광대학교 교수) 최 명 준 (텔레다인 박사)
최 영 규 (한국교통대학교 교수) 최 조 천 (목포해양대학교 교수)

선거관리위원회

위 원 장 박 성 한 (한양대학교 명예교수)

부 위 원 장 이 진 구 (동국대학교 석좌교수)

위 원 박 종 일 (한양대학교 교수) 이 재 성 (고려대학교 교수) 이 충 용 (연세대학교 교수)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수) 정 영 모 (한성대학교 교수) 최 천 원 (단국대학교 교수)

포상위원회

위 원 장 김 성 대 (KAIST 교수)

위 원 구 용 서 (단국대학교 교수) 김 수 환 (서울대학교 교수) 박 종 일 (한양대학교 교수)
윤 기 방 (인천대학교 교수) 이 충 용 (연세대학교 교수) 임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)

재정위원회

위 원 장 박 병 국 (서울대학교 교수)

위 원 고 성 제 (고려대학교 교수) 구 용 서 (단국대학교 교수) 박 종 일 (한양대학교 교수)
백 준 기 (중앙대학교 교수) 서 승 우 (서울대학교 교수) 이 필 중 (포항공과대학교 교수)
전 국 진 (서울대학교 교수) 정 준 (쏠리드 대표이사) 홍 대 식 (연세대학교 교수)

인사위원회

위 원 장 박 병 국 (서울대학교 교수)

위 원 구 용 서 (단국대학교 교수) 박 종 일 (한양대학교 교수) 이 충 용 (연세대학교 교수)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)

SPC위원회

위 원 장 김 선 욱 (고려대학교 교수) 백 준 기 (중앙대학교 교수)

위 원 김 동 순 (전자부품연구원 박사) 신 원 용 (단국대학교 교수) 심 동 규 (광운대학교 교수)
윤 은 준 (경일대학교 교수) 이 재 훈 (고려대학교 교수) 정 승 원 (동국대학교 교수)
조 민 호 (고려대학교 교수) 최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) 한 영 선 (경일대학교 교수)
홍 대 식 (연세대학교 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)
Changsik Yoo (Hanyang Univ.)
Deog-Kyoon Jeong (Seoul National Univ.)
Eun Sok Kim (USC)
Hi-Deok Lee (Chungnam Univ.)
Hyoungsub Kim (Sungkyunkwan Univ.)
Hyun-Kyu Yu (ETRI)
Jin-Koo Rhee (Dongguk Univ.)
Jong-Uk Bu (Sen Plus)
Min-kyu Song (Dongguk Univ.)
Nobby Kobayashi (UC Santa Cruz)
Rino Choi (Inha Univ.)
Seung-Hoon Lee (Sogang Univ.)
Songcheol Hong (KAIST)
Sung Woo Hwang (Korea Univ.)
Tae-Song Kim (KIST)
Vojin G. Oklobdzija (Univ. of Texas at Dallas)
Woodward Yang (Harvard Univ.)
Yogesh B. Gianchandani (Univ. of Michigan, Ann Arbor)
Younghee Kim (Changwon National Univ.)
Cary Y. Yang (Santa Clara Univ.)
Chennupati Jagadish (Australian National Univ.)
Dong S. Ha (Virginia Tech)
Gianaurelio Cuniberti (Dresden Univ. of Technology)
Hong June Park (POSTECH)
Hyungcheol Shin (Seoul National Univ.)
Jamal Deen (McMaster Univ.)
Jinwook Burm (Sogang Univ.)
Meyya Meyyappan (NASA Ames Research Center)
Moon-Ho Jo (POSTECH)
Paul D. Franzon (North Carolina State Univ.)
Sang-Hun Song (Chung-Ang Univ.)
Shen-luan Liu (National Taiwan Univ.)
Stephen A. Campbell (Univ. of Minnesota)
Tadahiro Kuroda (Keio Univ.)
Tsu-Jae King Liu (UC Berkeley)
Weileun Fang (National Tsing Hua Univ.)
Woogeun Rhee (Tsinghua Univ.)
Yong-Bin Kim (Northeastern Univ.)
Yuhua Cheng (Peking Univ.)

통신소사이어티

회 장	이 재 진 (숭실대학교 교수)		
부 회 장	유 명 식 (숭실대학교 교수) – 사업	이 흥 노 (광주과기원 교수) – 학술	최 천 원 (단국대학교 교수) – 재무/편집
감 사	방 성 일 (단국대학교 교수)	이 호 경 (홍익대학교 교수)	
협동부회장	김 병 남 (에이스테크놀로지 연구소장)	김 연 은 (㈜브르던 대표이사)	김 영 한 (숭실대학교 교수)
	김 용 석 (㈜답스 대표이사)	김 인 경 (LG전자 상무)	남 상 욱 (서울대학교 교수)
	류 승 문 (㈜카서 대표이사)	박 용 석 (㈜LICT 대표이사)	방 승 찬 (한국전자통신연구원 부장)
	연 임 복 (한국전자통신연구원 팀장)	연 철 흠 (LGT 상무)	오 정 근 (㈜ATNS 대표이사)
	이 승 호 (㈜하이게인 부사장)	이 재 훈 (유정시스템㈜ 대표이사)	이 종 창 (홍익대학교 교수)
	정 윤 채 (삼성전자 전무)	정 진 섭 (이노와이어리스 부사장)	정 현 규 (한국전자통신연구원 부장)
이 사	김 광 순 (연세대학교 교수)	김 선 용 (건국대학교 교수)	김 성 훈 (한국전자통신연구원 박사)
	김 재 현 (아주대학교 교수)	김 정 호 (이화여자대학교 교수)	김 진 영 (광운대학교 교수)
	김 훈 (인천대학교 교수)	서 철 헌 (숭실대학교 교수)	성 원 진 (서강대학교 교수)
	신 요 안 (숭실대학교 교수)	윤 석 현 (단국대학교 교수)	윤 종 호 (한국항공대학교 교수)
	윤 지 훈 (서울과학기술대학교 교수)	이 인 규 (고려대학교 교수)	이 재 훈 (동국대학교 교수)
	임 종 태 (홍익대학교 교수)	최 진 식 (한양대학교 교수)	허 서 원 (홍익대학교 교수)
	허 준 (고려대학교 교수)		
연구회위원장	김 재 현 (아주대학교 교수) – 통신연구회		
	유 제 훈 (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		
	류 원 (한국전자통신연구원 부장) – 방송 · 통신융합기술연구회		
	박 광 로 (한국전자통신연구원 부장) – 무선 PAN/BAN연구회		
	김 봉 태 (한국전자통신연구원 소장) – 미래네트워크연구회		
간 사	신 오 순 (숭실대학교 교수)	김 광 순 (연세대학교 교수)	

반도체소사이어티

회 장	전 영 현 (삼성전자 사장)		
자 문 위 원	권 오 경 (한양대학교 교수)	선우명훈 (아주대학교 교수)	신 윤 승 (삼성전자 고문)
	신 현 철 (한양대학교 교수)	우 남 성 (삼성전자 사장)	임 형 규 (SK하이닉스 부회장)
감 사	정 진 균 (전북대학교 교수)	최 준 림 (경북대학교 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	이 희 덕 (충남대학교 교수)	인 치 호 (세명대학교 교수)	한 태 희 (성균관대학교 교수)
학 술 이 사	강 진 구 (인하대학교 교수)	김 영 환 (포항공과대학교 교수)	김 재 석 (연세대학교 교수)
	노 정 진 (한양대학교 교수)	박 성 정 (건국대학교 교수)	박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
	송 민 규 (동국대학교 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)	정 연 모 (경희대학교 교수)
	정 진 용 (인하대학교 교수)	정 항 근 (전북대학교 교수)	최 우 영 (연세대학교 교수)
사 업 이 사	강 성 호 (연세대학교 교수)	강 태 원 (넥셀 사장)	공 배 선 (성균관대학교 교수)
	권 기 원 (성균관대학교 교수)	김 경 기 (대구대학교 교수)	김 달 수 (TLI 대표이사)
	김 동 현 (ICTK 사장)	김 보 은 (라온텍 사장)	김 소 영 (성균관대학교 교수)
	김 시 호 (연세대학교 교수)	김 준 석 (ADT 사장)	김 철 우 (고려대학교 교수)
	김 한 기 (코아로직 사장)	손 보 익 (LG전자 전무)	송 태 훈 (휴인스 사장)
	신 용 석 (케이던스코리아 사장)	안 흥 식 (Xilinx Korea 지사장)	양 영 인 (멘토 사장)
	유 경 동 (SK하이닉스 상무)	윤 광 섭 (인하대학교 교수)	이 도 영 (옵트론텍 사장)
	이 윤 종 (동부하이텍 상무)	이 종 열 (FCI 부사장)	정 해 수 (Synopsys 사장)
	정 희 범 (한국전자통신연구원 본부장)	조 대 형 (스위스로잔연방공대 총장수석보좌관)	조 상 복 (울산대학교 교수)
	조 태 제 (삼성전자 마스터)	최 승 종 (LG전자 전무)	최 윤 경 (삼성전자 마스터)
	최 종 찬 (전자부품연구원 본부장)	황 규 철 (삼성전자 상무)	
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)	
연구회위원장	이 재 성 (고려대학교 교수) – 반도체 재료 및 부품연구회		
	오 민 철 (부산대학교 교수) – 광파 및 양자전자공학연구회		
	최 중 호 (서울시립대학교 교수) – SoC설계연구회		
	신 현 철 (광운대학교 교수) – RF 집적회로연구회		
	정 원 영 (㈜다우인큐브 상무) – PCB & Package연구회		
간 사	김 형 탁 (홍익대학교 교수)	문 용 (숭실대학교 교수)	전 경 구 (인천대학교 교수)
	어 영 선 (한양대학교 교수)	이 성 수 (숭실대학교 교수)	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	차 호 영 (홍익대학교 교수)		

컴퓨터소사이어티

회 장	안 현 식 (동명대학교 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)	허 영 (한국전기연구원 본부장)	임 기 욱 (선문대학교 교수)
	홍 유 식 (상지대학교 교수)	안 병 구 (홍익대학교 교수)	이 규 대 (공주대학교 교수)
자 문 위 원	이 강 현 (조선대학교 교수)	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)	
감 사	남 상 엽 (국제대학교 교수)	심 정 연 (강남대학교 교수)	
부 회 장	김 도 현 (제주대학교 교수)	김 승 천 (한성대학교 교수)	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
	이 민 호 (경북대학교 교수)	조 민 호 (고려대학교 교수)	
협동부회장	권 호 열 (강원대학교 교수)	김 영 학 (한국산업기술평가관리원 본부장)	김 천 식 (세종대학교 교수)
	임 병 민 (㈜Agerigna 회장)	정 용 규 (을지대학교 교수)	조 병 순 (㈜시엔시 인스트루먼트 사장)
총 무 이 사	박 수 현 (국민대학교 교수)	최 용 수 (성결대학교 교수)	
재 무 이 사	김 진 홍 (한성대학교 교수)	이 기 영 (을지대학교 교수)	
홍 보 이 사	황 인 정 (명지병원 책임연구원)		
편 집 이 사	강 병 권 (순천향대학교 교수)	기 장 근 (공주대학교 교수)	변 영 재 (UNIST 교수)
	윤 은 준 (경일대학교 교수)	이 석 환 (동명대학교 교수)	진 훈 (연세대학교 교수)
	진 성 아 (성결대학교 교수)		
학 술 이 사	강 상 욱 (상명대학교 교수)	김 대 휘 (㈜경봉 대표이사)	김 선 욱 (고려대학교 교수)
	김 성 길 ((주)K4M 이사)	김 종 윤 (경동대학교 교수)	김 홍 균 (이화여자대학교 교수)
	노 소 영 (월송출판 대표이사)	박 세 환 (한국과학기술정보연구원 전문연구위원)	박 승 창 (㈜유오씨 사장)
	성 해 경 (한양여자대학교 교수)	송 치 봉 (웨이버스 이사)	오 승 훈 (LG C&S 과장)
	우 운 택 (교수)	유 성 철 (LG히다찌 산학협력팀장)	이 문 구 (김포대학교 교수)
	이 성 로 (목포대학교 교수)	이 찬 수 (영남대학교 교수)	전 병 태 (한경대학교 교수)
	허 준 (경민대학교 교수)		
논문편집위원장	최 용 수 (성결대학교 교수)		
연구회위원장	윤 은 준 (경일대학교 교수) – 융합컴퓨팅 연구회		
	이 민 호 (경북대학교 교수) – 인공지능/신경망/퍼지 연구회		
	강 문 식 (강릉원주대학교 교수) – 멀티미디어 연구회		
	진 훈 (연세대학교 교수) – 유비쿼터스시스템 연구회		
	김 도 현 (제주대학교 교수) – M2M/IoT 연구회		

신호처리소사이어티

회 장	전 병 우 (성균관대학교 교수)		
자 문 위 원	김 홍 국 (광주과학기술원 교수)	이 영 렬 (세종대학교 교수)	홍 민 철 (숭실대학교 교수)
감 사	강 상 원 (한양대학교 교수)	김 응 규 (한밭대학교 교수)	
부 회 장	심 동 규 (광운대학교 교수)	조 남 익 (서울대학교 교수)	김 문 철 (KAIST 교수)
	박 종 일 (한양대학교 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 원 하 (경희대학교 교수)	김 정 태 (이화여자대학교 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)	임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)
	장 길 진 (울산과학기술대학교 교수)	장 준 혁 (한양대학교 교수)	한 종 기 (세종대학교 교수)
협 동 이 사	이 창 우 (카톨릭대학교 교수)	권 구 락 (조선대학교 교수)	김 기 백 (숭실대학교 교수)
	김 상 효 (성균관대학교 교수)	김 용 환 (전자부품연구원 선임연구원)	박 현 진 (성균관대학교 교수)
	김 재 곤 (한국항공대학교 교수)	김 창 수 (고려대학교 교수)	박 호 종 (광운대학교 교수)
	서 영 호 (광운대학교 교수)	송 병 철 (인하대학교 교수)	신 재 섭 (㈜픽스트리 대표이사)
	신 종 원 (광주과학기술원 교수)	예 종 철 (KAIST 교수)	이 기 승 (건국대학교 교수)
	이 종 설 (전자부품연구원 책임연구원)	양 현 종 (UNIST 교수)	임 재 윤 (제주대학교 교수)
	장 세 진 (전자부품연구원 센터장)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)	최 승 호 (서울과학기술대학교 교수)
	최 해 철 (한밭대학교 교수)	홍 성 훈 (전남대학교 교수)	
연구회위원장	김 무 영 (세종대학교 교수) – 음향및신호처리연구회		
	심 동 규 (광운대학교 교수) – 영상신호처리연구회		
	김 창 익 (KAIST 교수) – 영상이해 연구회		
	예 종 철 (KAIST 교수) – 바이오영상신호처리연구회		
총 무 간 사	최 해 철 (한밭대학교 교수)		

시스템 및 제어소사이어티

회 장	오 상 록 (KIST 분원장)		
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 창 현 (고려대학교 교수)	허 경 무 (단국대학교 교수)
부 회 장	김 영 철 (군산대학교 교수)	오 승 록 (단국대학교 교수)	정 길 도 (전북대학교 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)	박 재 흥 (서울대학교 교수)	서 성 규 (고려대학교 교수)
편 집 이 사	김 시 호 (연세대학교 교수)	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)	이 경 중 (연세대학교 교수)	이 석 재 (대구보건대학교 교수)
	주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)		
산학연이사	강 대 희 (유도㈜ 박사)	조 영 조 (한국전자통신연구원 책임연구원)	
홍 보 이 사	김 호 철 (을지대학교 교수)	박 재 병 (전북대학교 교수)	유 정 봉 (공주대학교 교수)
	여 희 주 (대진대학교 교수)		
회 원 이 사	변 영 재 (UNIST 교수)	이 학 성 (세종대학교 교수)	
연구회위원장	한 수 희 (포항공과대학교 교수) – 제어계측 연구회		
	이 성 준 (한양대학교 교수) – 회로및시스템 연구회		
	남 기 창 (동국대학교 교수) – 의용전자 및 생체공학 연구회		
	김 규 식 (서울시립대학교 교수) – 전력전자 연구회		
	조 영 조 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 지능로봇 연구회		
	전 순 용 (동양대학교 교수) – 국방정보및제어 연구회		
	위 재 경 (숭실대학교 교수) – 자동차전자 연구회		
	오 창 현 (고려대학교 교수) – 의료영상시스템 연구회		
	권 종 원 (한국산업기술시험원 선임연구원) – 스마트팩토리 연구회		

산업전자소사이어티

회 장	원 영 진 (부천대학교 교수)		
명 예 회 장	김 장 권 (대림대학교 교수)	윤 기 방 (인천대학교 교수)	강 창 수 (유한대학교 교수)
	이 원 석 (동양미래대학교 교수)	이 상 회 (동서울대학교 교수)	남 상 엽 (국제대학교 교수)
자 문 위 원	이 상 준 (수원과학대학교 교수)	김 병 화 (동원대학교 교수)	김 용 민 (충청대학교 교수)
감 사	김 영 선 (대림대학교 교수)	조 도 현 (인하공업전문대학 교수)	
부 회 장	김 동 식 (인하공업전문대학 교수)	김 태 원 (상지영서대학교 교수)	동 성 수 (용인송담대학교 교수)
	서 춘 원 (김포대학교 교수)	이 병 선 (김포대학교 교수)	이 용 구 (한림성심대학교 교수)
	한 완 옥 (여주대학교 교수)		
지 부 장	김 윤 석 (상지영서대학교 교수) – 강원지부		
	송 도 선 (우송정보대학교 교수) – 충청지부		
	김 태 용 (구미대학교 교수) – 영남지부		
	송 정 태 (동서울대학교 교수) – 경기지부		
	이 종 하 (전주비전대학교 교수) – 호남지부		
협동부회장	강 현 웅 (핸즈온테크놀러지 대표)	곽 은 식 (㈜경봉 부사장)	김 연 길 (DB정보통신 부장)
	김 영 주 (훼스텍㈜ 이사)	김 응 연 (㈜인터그래텍 대표)	김 정 석 (㈜ODA테크놀러지 대표이사)
	김 종 부 (인덕대학교 교수)	김 종 인 (LG엔시스 본부장)	김 진 선 (청파이엠티 대표)
	김 창 일 (아이지 대표)	김 태 형 (하이버스 대표)	남 승 우 (상학당 대표)
	박 용 후 (이디 대표)	박 현 찬 (나인플러스(EDA) 대표)	서 영 석 (판도라시스템 대표)
	성 재 용 (오픈링크시스템 대표)	송 광 헌 (㈜복두전자 대표)	윤 광 선 (㈜LG전자 서비스 부장)
	이 영 준 (㈜비츠로시스 본부장)	임 일 권 (㈜에이시스 상무)	장 철 (엘지히다찌 전무)
	장 대 현 ((주)지에스비텍 상무)	진 수 춘 (한백전자 대표)	최 영 일 (조선이공대학교 교수)
이 사	강 동 진 (한국정보통신기능대학교 교수)	강 민 구 (경기과학기술대학교 교수)	강 희 훈 (여주대학교 교수)
	고 정 환 (인하공업전문대학 교수)	곽 칠 성 (재능대학교 교수)	구 자 일 (인하공업전문대학 교수)
	권 오 복 (국제대학교 교수)	권 오 상 (경기과학기술대학교 교수)	김 경 복 (경복대학교 교수)
	김 덕 수 (동양미래대학교 교수)	김 덕 영 (부천대학교 교수)	김 상 범 (인천폴리텍대학 교수)
	김 선 태 (직업능력개발원 박사)	김 영 로 (명지전문대학 교수)	김 영 준 (인하공업전문대학 교수)
	김 은 원 (대림대학교 교수)	김 현 (부천대학교 교수)	문 현 욱 (동원대학교 교수)
	박 종 우 (재능대학교 교수)	박 진 홍 (혜전대학교 교수)	방 경 호 (명지전문대학 교수)
	방 극 준 (인덕대학교 교수)	배 효 관 (동원대학교 교수)	백 승 철 (우송정보대학교 교수)
	변 상 준 (대덕대학교 교수)	성 해 경 (한양여자대학교 교수)	성 홍 석 (부천대학교 교수)
	신 진 섭 (경민대학교 교수)	신 용 조 (상지영서대학교 교수)	신 철 기 (부천대학교 교수)
	심 완 보 (충청대학교 교수)	안 성 수 (명지전문대학 교수)	안 태 원 (동양미래대학교 교수)
	엄 우 용 (인하공업전문대학 교수)	오 태 명 (명지전문대학 교수)	용 승 림 (인하공업전문대학 교수)
	우 찬 일 (서일대학교 교수)	이 동 영 (명지전문대학 교수)	이 문 구 (김포대학교 교수)
	이 상 철 (재능대학교 교수)	이 승 우 (동원대학교 교수)	이 시 현 (동서울대학교 교수)
	이 정 석 (인하공업전문대학 교수)	이 종 성 (부천대학교 교수)	이 태 동 (국제대학교 교수)
	이 종 근 (부천대학교 교수)	장 기 동 (동양미래대학교 교수)	장 성 석 (영진전문대학 교수)
	정 석 재 (영진전문대학 교수)	정 환 익 (경복대학교 교수)	조 정 환 (김포대학교 교수)
	주 진 화 (오산대학교 교수)	최 선 정 (국제대학교 교수)	최 의 선 (폴리텍아산캠퍼스 교수)
	최 현 식 (충북보건과학대학교 교수)	황 수 철 (인하공업전문대학 교수)	허 윤 석 (충청대학교 교수)
협 동 이 사	강 현 석 (로보웰 코리아 대표)	김 민 준 (씨만텍 부장)	김 세 종 (SJ정보통신 이사)
	김 순 식 (㈜청파이엠티 부장)	김 현 성 (DB정보통신 부장)	박 근 수 (지에스비텍 부장)
	서 봉 상 (올포랜드 이사)	송 치 봉 (웨이버스 이사)	오 승 훈 (LGCNS 과장)
	오 재 곤 (콤택시스템 이사)	유 성 철 (LG히타치 차장)	이 재 준 (한백전자 부장)
	이 현 성 (㈜프로랩 팀장)	조 한 일 (투데이게이트 이사)	한 상 우 (㈜인터그래텍 과장)

제20대 평의원 명단

강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
강 의 성 (순천대학교 교수)
강　 훈 (중앙대학교 교수)
공 배 선 (성균관대학교 교수)
구 경 헌 (인천대학교 교수)
구 자 일 (인하공업전문대학 교수)
권 오 경 (한양대학교 교수)
권 종 원 (한국산업기술시험원 선임연구원)
김 경 수 (만도 사장)
김 기 호 (삼성전자 부사장)
김 덕 진 (고려대학교 명예교수)
김 동 규 (한양대학교 교수)
김 문 철 (KAIST 교수)
김 부 균 (숭실대학교 교수)
김 선 욱 (고려대학교 교수)
김 소 영 (성균관대학교 교수)
김 수 찬 (한경대학교 교수)
김 시 원 (삼성전자 부장)
김 영 선 (대림대학교 교수)
김 용 민 (충청대학교 교수)
김 원 종 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김 재 현 (아주대학교 교수)
김 정 태 (이화여자대학교 교수)
김 종 옥 (고려대학교 교수)
김 진 선 (SK컨티넨탈이모션 대표이사)
김 창 용 (삼성전자 부사장)
김 철 동 (세원텔레텍 대표이사)
김 태 진 (더즈텍 사장)
김 홍 국 (광주과학기술원 교수)
김 희 석 (청주대학교 교수)
남 기 창 (동국대학교 교수)
노 용 만 (KAIST 교수)
노 태 문 (한국전자통신연구원 실장)
류　 원 (한국전자통신연구원 부장)
민 경 오 (LG전자 전무)
박 길 흠 (경북대학교 교수)
박 병 국 (서울대학교 교수)
박 성 한 (한양대학교 명예교수)
박 진 옥 (육군사관학교 명예교수)
박 춘 명 (한국교통대학교 교수)
박 현 창 (동국대학교 교수)
방 극 준 (인덕대학교 교수)
백 만 기 (김&장법률사무소 변리사)
범 진 욱 (서강대학교 교수)
서 경 학 (한국연구재단 단장)
서 철 헌 (숭실대학교 교수)
성 굉 모 (서울대학교 명예교수)
송 민 규 (동국대학교 교수)
송 창 현 (네이버 이사)
신 종 균 (삼성전자 사장)
심 정 연 (강남대학교 교수)
안 승 권 (LG전자 사장)
양 웅 철 (현대자동차그룹 부회장)
여 상 덕 (LG디스플레이 사장)
오 승 록 (단국대학교 교수)
원 영 진 (부천대학교 교수)
유 명 식 (숭실대학교 교수)
유 창 식 (한양대학교 교수)
윤 광 섭 (인하대학교 교수)
강 민 제 (제주대학교 교수)
강 진 구 (인하대학교 교수)
고 성 제 (고려대학교 교수)
공 준 진 (삼성전자 마스터)
구 용 서 (단국대학교 교수)
권 기 룡 (부경대학교 교수)
권 오 현 (삼성전자 부회장)
권 혁 인 (중앙대학교 교수)
김 경 연 (제주대학교 교수)
김 달 수 (TLI 대표이사)
김 도 현 (국민대학교 명예교수)
김 동 순 (전자부품연구원 박사)
김 보 은 (라온텍 사장)
김 상 태 (한국산업기술평가관리원 단장)
김 성 대 (KAIST 교수)
김 수 원 (고려대학교 교수)
김 수 환 (서울대학교 교수)
김 시 호 (연세대학교 교수)
김 영 철 (군산대학교 교수)
김 용 석 (성균관대학교 교수)
김 은 원 (대림대학교 교수)
김 재 희 (연세대학교 교수)
김 정 호 (이화여자대학교 교수)
김 주 신 (만도 사장)
김 진 영 (광운대학교 교수)
김 창 익 (KAIST 교수)
김 태 욱 (연세대학교 교수)
김 태 찬 (고려대학교 박사)
김 회 린 (KAIST 교수)
김 희 식 (서울시립대학교 교수)
남 상 엽 (국제대학교 교수)
노 원 우 (연세대학교 교수)
동 성 수 (용인송담대학교 교수)
문 영 식 (한양대학교 교수)
박 광 로 (한국전자통신연구원 부장)
박 래 홍 (서강대학교 교수)
박 병 하 (삼성전자 전무)
박 인 규 (인하대학교 교수)
박 찬 구 (LS파워세미텍 대표이사)
박 항 구 (소암시스텔 회장)
박 형 무 (동국대학교 교수)
방 성 일 (단국대학교 교수)
백 준 기 (중앙대학교 교수)
변 대 석 (삼성전자 마스터)
서 승 우 (서울대학교 교수)
서 춘 원 (김포대학교 교수)
성 해 경 (한양여자대학교 교수)
송 병 철 (인하대학교 교수)
신 오 순 (숭실대학교 교수)
신 현 철 (광운대학교 교수)
안 기 현 (한국반도체산업협회 상무)
안 태 원 (동양미래대학교 교수)
엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 부장)
연 규 봉 (자동차부품연구원 팀장)
오 은 미 (삼성전자 마스터)
원 치 선 (동국대학교 교수)
유 제 훈 (한국전자통신연구원 팀장)
유 현 규 (한국전자통신연구원 책임연구원)
윤 기 방 (인천대학교 교수)
강 성 호 (연세대학교 교수)
강 창 수 (유한대학교 교수)
고 요 환 (SK하이닉스 고문)
곽 우 영 (현대자동차그룹 부사장)
구 원 모 (전자신문사 대표이사)
권 순 철 ((전)KT ENS 대표이사)
권 종 기 (한국전자통신연구원 책임연구원)
권 호 열 (강원대학교 교수)
김 경 원 (전자부품연구원 원장)
김 대 환 (국민대학교 교수)
김 도 현 (제주대학교 교수)
김 동 식 (인하공업전문대학 교수)
김 봉 태 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김 선 용 (건국대학교 교수)
김 성 진 (경남대학교 교수)
김 수 중 (경북대학교 명예교수)
김 승 천 (한성대학교 교수)
김 영 권 ((전) 몽골 후레정보통신대학교 총장)
김 영 환 (포항공과대학교 교수)
김 용 신 (고려대학교 교수)
김 재 석 (연세대학교 교수)
김 정 식 (대덕전자 회장)
김 종 대 (한국전자통신연구원 소장)
김 준 모 (KAIST 교수)
김 창 수 (고려대학교 교수)
김 창 현 ((전)삼성전기 부사장)
김 태 원 (상지영서대학교 교수)
김　 현 (부천대학교 교수)
김　 훈 (인천대학교 교수)
나 정 웅 (KAIST 명예교수)
남 상 욱 (서울대학교 교수)
노 정 진 (한양대학교 교수)
류 수 정 (삼성전자 상무)
민 경 식 (국민대학교 교수)
박 규 태 (연세대학교 명예교수)
박 민 식 (전주비전대학교 교수)
박 성 욱 (SK하이닉스 대표이사)
박 종 일 (한양대학교 교수)
박 찬 용 (LG전자 수석연구원)
박 현 욱 (KAIST 교수)
박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
백 광 현 (중앙대학교 교수)
백 흥 기 (전북대학교 교수)
변 증 남 (KAIST 명예교수)
서 정 욱 ((전) 과학기술부 장관)
선우명훈 (아주대학교 교수)
송 문 섭 (엠세븐시스템 사장)
송 상 헌 (중앙대학교 교수)
신 요 안 (숭실대학교 교수)
심 동 규 (광운대학교 교수)
안 병 구 (홍익대학교 교수)
안 현 식 (동명대학교 교수)
엄 일 규 (부산대학교 교수)
오 상 록 (한국과학기술연구원 분원장)
오 창 현 (고려대학교 교수)
위 재 경 (숭실대학교 교수)
유 창 동 (KAIST 교수)
유 회 준 (KAIST 교수)
윤 석 현 (단국대학교 교수)

윤 영 권 (삼성전자 마스터)
윤 종 용 (삼성전자 비상임고문)
이 규 대 (공주대학교 교수)
이 문 기 ((전) 연세대학교 교수)
이 상 근 (중앙대학교 교수)
이 상 홍 (정보통신기술진흥센터 센터장)
이 성 준 (한양대학교 교수)
이 용 구 (한림성심대학교 교수)
이 윤 식 (전자부품연구원 수석연구원)
이 재 진 (숭실대학교 교수)
이 재 훈 (동국대학교 교수)
이 천 희 ((전) 청주대학교 교수)
이 태 원 (고려대학교 명예교수)
이 혁 재 (서울대학교 교수)
이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수)
임 익 헌 (전력연구원 처장)
임 차 식 (한국정보통신기술협회 회장)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)
전 경 훈 (삼성전자 부사장)
전 병 태 (한경대학교 교수)
전 영 현 (삼성전자 사장)
정 길 도 (전북대학교 교수)
정 의 영 (연세대학교 교수)
정 준 (쏠리드 대표이사)
정 한 욱 (ITS 대표이사)
조 경 주 (원광대학교 교수)
조 민 호 (고려대학교 교수)
조 재 문 (삼성전자 전무)
진 성 아 (성결대학교 교수)
진 훈 (연세대학교 교수)
최 기 영 (서울대학교 교수)
최 수 용 (연세대학교 교수)
최 영 규 (한국교통대학교 교수)
최 정 아 (삼성전자 전무)
최 준 림 (경북대학교 교수)
최 진 식 (한양대학교 교수)
한 대 근 (실리콘웍스 대표이사)
허 경 무 (단국대학교 교수)
허 영 (한국전기연구원 본부장)
홍 국 태 (LG전자 상무)
홍 성 철 (KAIST 교수)
홍 유 식 (상지대학교 교수)

윤 은 준 (경일대학교 교수)
이 강 윤 (성균관대학교 교수)
이 기 영 (을지대학교 교수)
이 민 호 (경북대학교 교수)
이 상 설 (한양대학교 명예교수)
이 상 회 (동서울대학교 교수)
이 승 훈 (서강대학교 교수)
이 용 식 (연세대학교 교수)
이 윤 우 (삼성전자 상임고문)
이 재 홍 (서울대학교 교수)
이 진 구 (동국대학교 석좌교수)
이 충 용 (연세대학교 교수)
이 필 중 (포항공과대학교 교수)
이 형 호 (한국전자통신연구원 전문위원)
이 희 국 (LG기술협의회 사장)
임 병 민 (Newmmatrix(HongKong)co.,Ltd Board)
임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)
임 해 진 (강원대학교 교수)
장 은 영 (공주대학교 교수)
전 국 진 (서울대학교 교수)
전 성 호 (삼성전기 부사장)
전 홍 태 (중앙대학교 교수)
정 용 규 (을지대학교 교수)
정 정 화 (한양대학교 교수)
정 진 섭 (이노와이어리스 부사장)
정 항 근 (전북대학교 교수)
조 남 익 (서울대학교 교수)
조 상 복 (울산대학교 교수)
조 중 휘 (인천대학교 교수)
진 수 춘 (한백전자 대표이사)
천 경 준 (씨젠 회장)
최 병 호 (전자부품연구원 센터장)
최 승 원 (한양대학교 교수)
최 용 수 (성결대학교 교수)
최 조 천 (목포해양대학교 교수)
최 중 호 (서울시립대학교 교수)
최 천 원 (단국대학교 교수)
한 동 석 (경북대학교 교수)
허 비 또 (LG유플러스 상무)
허 준 (고려대학교 교수)
홍 대 식 (연세대학교 교수)
홍 승 홍 (인하대학교 명예교수)
황 승 구 (한국전자통신연구원 소장)

윤 일 구 (연세대학교 교수)
이 강 현 (조선대학교 교수)
이 문 구 (김포대학교 교수)
이 병 선 (김포대학교 교수)
이 상 윤 (연세대학교 교수)
이 석 희 (SK하이닉스 전무)
이 영 렬 (세종대학교 교수)
이 원 석 (동양미래대학교 교수)
이 재 성 (고려대학교 교수)
이 재 훈 (유정시스템 사장)
이 찬 수 (영남대학교 교수)
이 충 웅 (서울대학교 명예교수)
이 한 호 (인하대학교 교수)
이 호 경 (홍익대학교 교수)
이 희 덕 (충남대학교 교수)
임 신 일 (서경대학교 교수)
임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
임 형 규 (SK텔레콤 부회장)
장 태 규 (중앙대학교 교수)
전 병 우 (성균관대학교 교수)
전 순 용 (동양대학교 교수)
정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
정 원 영 (다우인큐브 전무)
정 종 문 (연세대학교 교수)
정 진 용 (인하대학교 교수)
조 경 순 (한국외국어대학교 교수)
조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
조 영 조 (한국전자통신연구원 책임연구원)
주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)
진 훈 (성균관대학교 교수)
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
최 성 현 (서울대학교 교수)
최 승 종 (LG전자 전무)
최 우 영 (연세대학교 교수)
최 종 찬 (전자부품연구원 본부장)
최 진 성 (SK텔레콤 전무)
최 해 철 (한밭대학교 교수)
함 철 희 (삼성전자 마스터)
허 염 (실리콘마이터스 사장)
호 요 성 (광주과학기술원 교수)
홍 민 철 (숭실대학교 교수)
홍 용 택 (서울대학교 교수)
황 인 철 (강원대학교 교수)

사무국 직원 명단

송기원 국장 – 업무총괄, 기획, 자문, 산학연, 선거
이안순 부장 – 재무(본회/소사이어티/연구회), 회원, 포상, 임원관련, 컴퓨터(소)
배지영 차장 – 국내학술대회, 총무, JSTS, 시스템및제어(소)
배기동 차장 – 사업, 표준화, 용역, 반도체(소)
변은정 과장 – 국문논문, 학회지, 산업전자(소)
김천일 과장 – 정보화, 교육/홍보, 홈페이지, 통신(소)
김윤주 서기 – 국제학술대회, SPC, 국제협력, 신호처리(소)

Media Art & Technology 워크샵

영상신호처리연구회(위원장 : 심동규 교수, 광운대)에서는 7월 15일(수) 과학기술회관 대회의실에서 "Media Art & Technology 워크샵"을 개최하였다. 이번 워크샵에서는 미디어 처리 기술을 바탕으로 한 미디어 아트의 기본 개념과 현장에서의 실제 적용 사례를 소개하며, 신 미디어 처리 기술이 어떻게 작품, 제품, 서비스로 적용될 수 있을지에 대한 방향성을 제시하고 함께 모색하는 자리가 되었으며, 약 60명이 참석하였다.

Media Art & Technology 워크샵

2015년도 SoC설계연구회 하계 워크샵

SoC설계연구회(위원장 : 최중호 교수, 서울시립대)에서는 7월 16일 ~ 7월 17까지 SoC설계연구회 하계 워크샵을 ES 제천 리조트 세미나실(오크하우스)에서 개최하였다.

본 워크샵에서는 총 4개 세션으로 구분하여, 세션 Ⅰ : SoC 설계 연구회 지속 성장을 주제로 5개의 강연지 진행되었으며, 세션 Ⅱ : 팹리스 산업 발전 방안을 주제로 시스템 반도체 R&BD 발전 전략 , 산학 협력방안, 발전 전략 제언이 발표되었다. 그 외 세션 Ⅲ : SoC 산업 발전 방안, 세션 Ⅳ : 시스템 반도체 산학연 발전 방안 등 패널 토의로 진행되었다. 이번 워크샵에는 약 70명이 참석하였다.

2015년도 SoC설계연구회 하계 워크샵

2015년도 SoC설계연구회 하계 워크샵 참석자 단체사진

2015년 기능안전 · 보안 핵심 Core 과정 (ISO 26262, IEC 61508, IEC 62443)

I반도체소사이어티(워크샵 운영위원장 : 김동규 교수, 김병철 교수(한양대))에서는 "2015년 기능안전 · 보안 핵심Core 과정"을 7월 21일 ~ 22일 2일간 한국과학기술회관 소회의실에서 개최하였다.

본 핵심 Core과정 교육에서는 스마트자동차의 자율주행 및 충돌안전, 차량용 통신 및 IoT, 웨어러블에 융합하여 필수적으로 적용하여야 하는 기능안전 · 보안 기술과 효율적인 접근방법 등이 교육되고, 자동차 분야와 전자 IT분야를 연구하는 대학원생 및 연구원에게는 융합기술의 기본 및 기술동향을 파악하는 기회가 되었으며, 궁극적으로 국내 자동차 · 전자 융합기술 인력 육성에 기여하는 뜻 깊은 자리가 되었다.

2015년 기능안전 · 보안 핵심 Core 과정

신규회원 가입현황 (2015년 7월 10일 – 2015년 8월 16일)

정회원

문창수(KMG), 홍지영(경민대학교), 전정환(경상대학교), 장익준(경희대학교), 강태하(국방과학연구소), 이성우(국방과학연구소), 김태호(대구대학교), 신철기(부천대학교), 김재열(삼성전자), 서영일(삼성전자), 트랑(삼성전자), 김태웅(웹스), 정현두(인제대학교), 김정평(한국교통대학교), 우현균(한국기술교육대학교), 런예(한국전자통신연구원), 최원혁(한국전자통신연구원), 안성배(한국항공우주산업(주))

이상 18명

학생회원

유준상(고려대학교), 이장윤(단국대학교), 이웅건(동국대학교), 주재홍(서울시립대학교), Nguyen Canh Thuong(성균관대학교), 최훈하(세종대학교), 이원우(인하대학교), 이계두(중앙대학교), 박준형(한양대학교)

이상 9명

학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

2015년 7월 15일 ~ 2015년 8월 14일

1. 회의 개최

회의 명칭	일시	장소	주요 안건
제3차 포상위원회의	7.23 (16:30)	학회 회의실	-학회상 및 해동상 추천 후보자 발굴에 관한 사항 외

2. 행사 개최

행사 명칭	일시	장소	주관
Media Art & Technology 워크샵	7.15	과학기술회관 대회의실	영상신호처리연구회
2015년도 SOC설계연구회 하계 워크샵	7.16-17	ES 제천 리조트	SoC설계연구회
2015년 기능안전·보안 핵심 Core 과정 (ISO 26262, IEC 61508, IEC 62443)	7.21-22	과학기술회관 소회의실	반도체소사이어티

특 · 집 · 편 · 집 · 기

제어 시스템 보안

김영식 편집위원
(조선대학교)

오늘날 사물인터넷은 스마트폰의 뒤를 이어 주력 IT 성장 동력이 될 것으로 주목받고 있다. 2020년까지 적게는 260억 개 많게는 500억 개 이상의 사물들이 연결될 것으로 예상되는 사물인터넷 시대에는 개인용 PC나 스마트폰과 같은 모바일 기기가 연결될 뿐만 아니라, 기존의 무선 센서 네트워크나 RFID, 그리고 스마트 그리와 같은 산업용 제어 시스템과 같이 인터넷에 연결되지 않고 독자적으로 발전한 네트워크들로 연결될 것으로 전망된다. 이와 같은 초연결사회가 도래하면 기존에 불가능했던 새로운 효용성 및 부가가치 창출이 가능할 것으로 기대되고 있다. 그러나 동시에 모든 네트워크들이 하나로 연결됨으로써 기존에 존재했던 것과는 다른 차원의 보안 문제들이 더 큰 규모로 새롭게 발생할 수 있을 것이라는 우려도 함께 존재한다. 사물인터넷이 안정적으로 정착하기 위한 가장 핵심적인 요소 기술 중 하나도 바로 보안 기술이다. 본 특집호에서는 다양한 산업용 네트워크의 보안 문제 및 연구 동향에 대해서 다루는 5편의 기고문으로 구성되어 있다.

첫 번째 "사물 인터넷 시대의 사이버 물리 시스템 보안 기술 동향"(김영식)에서는 사물 인터넷의 특징 및 필수적인 보안 요구사항들이 소개되고 있다. 수백억 개 이상의 사물들이 네트워크로 연결되면, 더 이상 보안 관리자에 의해서 개별 장치에 대한 보안 설정 및 관리가 불가능해진다. 또한 네트워크에 연결되는 수많은 센서와 구동기(actuator)들은 보안을 제공하기 위해 기존의 암호 알고리즘 연산을 수행하기가 불가능할 것이다. 따라서 사물인터넷은 보편적인 적용이 가능하도록 경량화된 알고리즘들이 필요할 뿐만 아니라, 분산되고 자발적인 보안 관리가 가능해야 한다. 또한 사물인터넷의 핵심적인 영역인 사이버 물리 시스템으로 불리는 산업용 제어 시스템에서의 보안 이슈를 살펴보며, 관련된 보안 요구사항들을 설명한다.

두 번째 기고문은 "국내 에너지 산업 및 사이버보안 기술 개발 동향"(이동호)으로 국내 에너지 산업의 발전 방향 및 관련된 사이버 보안 기술 개발 동향에 대해서 설명하고 있다. 전통적으로 안정성을 중시하여 변화에 둔감한 에너지 분야가 어떻게 변화하고 있으며 사이버 보안을 고려하게 되는 배경 현황에 대해서 설명한다.

세 번째 기고문은 "SCADA 시스템을 위한 보안기술 동향"(송경영)으로 산업제어 시스템으로 널리 사용 되는 SCADA 시스템에 대한 소개 및 보안 이슈 동향에 대해서 다룬다. 이를 위해 대표적인 SCADA를 위한 프로토콜들을 소개하며 SCADA 환경에서 고려해야하는 보안 위협 및 취약성을 분석하고 보안을 강화하기 위한 요소 기술들을 설명한다.

네 번째 기고문은 "산업제어시스템의 역할기반 접근제어 표준화 동향"(박경원, 임대운)으로 산업제어 시스템에서의 접근제어 기술 동향에 대해서 다룬다. 특히 전력시스템 상의 접근 제어를 다루는 표준인 IEC 62351-8에 대한 소개와 함께 역할기반 접근 제어(RBAC) 방식의 연구 동향에 대해서 소개한다.

마지막 기고문은 "Control Area Network 보안 기술 동향"에 대한 것으로 자동차를 비롯한, 선박, 철도, 승강기, 병원, 항공기, 우주항공 등 다방면에서 활용되는 CAN 프로토콜의 보안 문제 및 최근 연구 동향에 대해서 소개하고 있다.

본 특집호는 사물인터넷 시대를 대비하여 산업 제어 시스템 전반에 걸친 보안 현황을 살펴볼 수 있는 좋은 소개 자료가 될 것으로 기대된다. 끝으로 급한 일정으로 요청한 원고에 성실하게 응답해준 집필진 분들께 감사드리는 바이다.

사물인터넷 시대의 사이버 물리 시스템 보안 기술 동향

김 영 식
조선대학교 정보통신공학과

Ⅰ. 서 론

정보통신 기술이 발전하면서 향후 2020년이 되면 최소 260억 개 이상의 사물들이 인터넷에 연결될 것으로 전망되고 있다. 2013년 가트너의 예상에 따르면 2020년까지 1조 9천억 달러 이상의 부가 가치가 사물인터넷(Internet of Things)으로부터 창출될 것으로 전망된다. 이때에는 기존의 개인용 컴퓨터나 휴대용 스마트기기 뿐만 아니라 다양한 웨어러블 기기, 센서, 구동기(actuator)들이 네트워크에 연결되어 복합적인 정보 처리, 분석, 저장이 가능할 것으로 전망된다. 더 나아가 다양한 산업용 네트워크도 사물인터넷과 연결 및 연동될 것이다.

여러 요소 기술이 통합된 사물인터넷에서는 대규모 보안 사고가 일어날 수 있는 최적의 환경을 제공할 것으로 우려되고 있다.

실제 기존 휴대폰 수요의 포화, 통신 및 솔루션 시장의 성장, 스마트 그리드 2030과 같은 그린 ICT 정책 추진 및 사회 안전망에 대한 수요 증대, 그리고 무엇보다 다양한 무선통신 기술의 등장 및 발전과 그에 따른 모듈의 가격 하락이 사물인터넷 시대를 뒷받침할 것으로 보고 있다. 특히 스마트폰을 뒤이은 차기 주력 IT 주요 성장 동력으로 "사물인터넷"이 주목을 받고 있으며, 전 세계 이동통신사 및 제조업체 중심으로 M2M/IoT 사업 모델 발굴 및 새로운 시장 창출을 위한 노력이 다방면으로 이루어지고 있다[1].

사물인터넷은 네트워크 연결성 및 상호작용 확대를 통해서 사용자 편의성을 극대화하고 새로운 서비스 및 부가가치 창출이 가능하도록 만들어주지만, 동시에 새로운 보안 문제들이 더 큰 규모로 일어날 수 있는 최적의 환경을 제공해 줄 것으로 우려되고 있다. 무엇보다 사물인터

넷은 기존의 여러 요소 기술이 통합되어 서비스를 구성하는데, 각 요소 기술 자체의 보안 취약성의 결합되어 새로운 취약성이 발생할 수 있다. 2014년 HP사의 조사에 의하면 현재 IoT 기기의 70%가 암호화되지 않은 네트워크로 데이터를 전송하고 있으며, 2014년 가트너에 따르면 22%의 기업이 IoT로 인해 새로운 위협에 직면할 것으로 보고 있다. 특히 현재 사용 중인 많은 산업 네트워크들이 현재와 같이 보안문제에 대비가 부족한 상태로 사물인터넷 기기를 통해 인터넷에 연결이 되면 편의성 및 효율 증대 못지않게, 국가적 재난을 초래할 수 있는 보안 사고를 일으킬 가능성이 매우 높아진다. 이러한 우려는 사물인터넷이 확대되기 위해서는 반드시 해소되어야 하는 것으로 보고 있다[2].

이 논문에서는 사물 인터넷 보안을 위한 필수적인 요구사항들 및 연구 동향에 대해서 살펴보고자 한다. 또한 사이버 물리 시스템(cyber physical system)을 중심으로 보다 세부적인 보안 특성 및 방향에 대해서 고찰해 보고자 한다. 이를 위해 제2장에서는 사물인터넷 기술의 기본 개요에 대해 설명하고 제3장에서는 그에 따른 보안 요구사항들을 살펴본다. 제4장에서는 사이버물리시스템을 중심으로 보안 이슈 및 연구 현황에 대해서 살펴보고 마지막에 결론을 맺을 것이다.

Ⅱ. 사물인터넷 기술 개요

사물인터넷의 세부 요소 기술들은 현재에도 지속적으로 발전 및 진화하고 있기 때문에, 이 절에서는 먼저 사물인터넷의 대략적인 특징에 대해서 살펴보고자 한다.

사물인터넷에서는 기존의 네트워크에 연결된 장치들과 함께, 개인용, 가정용 및 산업용 장치들, 공공 인프라용 장비, 헬스케어 장비 등 네트워크에 연결되는 모든 단위 장치들을 통틀어서 사물로 부른다. 2008년에 이미 네트워크에 연결된 사물들의 개수가 전 세계 인구수를 초과하였다. 사물인터넷은 또한 기존의 언제 어디서나(any time and any where) 통신이 가능하도록 하는 패러다임이 어떤 것(any thing)도 연결 가능한 새로운 방식으로 더욱 확대된 것으로 볼 수 있다.

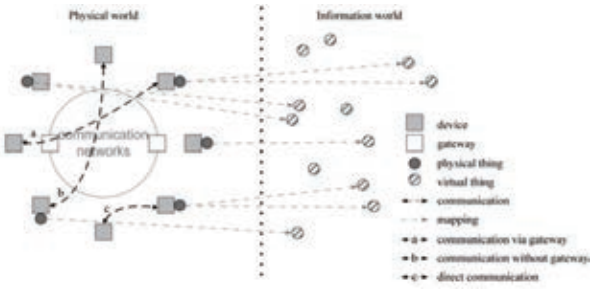
오늘날 다양한 산업용, 가정용, 개인용, 스마트 센서들이 출시되고 있으며, 이미 일부 제품들은 프로그램이 가능한 상태로 만들어졌으며 통신 기능을 갖추어 네트워크에 연결이 가능하다. 향후 센서들은 사물인터넷을 구성하는 가장 기초적인 사물들이 될 것이다. 사용자들이 많은 사물들을 소유하고 있으면서 사물들 간의 네트워크를 통해 정보를 수집하고 제어할 수 있는 새로운 서비스를 이용할 수 있게 된다.

사물인터넷을 구성하는 사물의 종류와 범위가 다양하기 때문에, 사물들은 복잡한 이기종 네트워크간의 연결을 통해서 물리적 논리적으로 연결된 유무형의 자원을 이용하게 된다. 사물인터넷에 대해 ITU-U Y.2060에서는 다음과 같이 설명하고 있다.

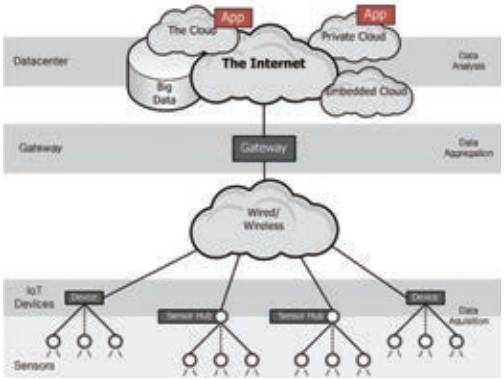
> 사물인터넷은 "상호 작용 가능한 정보통신 기술에 근거한 현존하는 혹은 진화된 (물리적 혹은 가상적) 사물들을 서로 연결함 으로써 보다 발전된 서비스가 가능하도록 만들어 주는 정보 사회를 위한 범세계적 기반시설"로 정의된다.

"상호 작용 가능한 정보통신 기술에 근거한 현존하는 혹은 진화된 (물리적 혹은 가상적) 사물들을 서로 연결함으로써 보다 발전된 서비스가 가능하도록 만들어 주는 정보 사회를 위한 범세계적 기반시설[3]"

이 때 사물들은 〈그림 1〉에서 표현된 것처럼 통신 네트워크에 통합되어 관리되는 물리 세계의 각종 객체가 될 수도 있고, 정보 세계에서 존재하는 가상의 객체가 될 수도 있다. 여기서 물리적 사물(physical thing)의 경우는 실제 자연 상의 데이터를 감지하거나 영향을 줄 수 있는



〈그림 1〉 사물 인터넷의 물리적/가상적 객체간의 관계



〈그림 2〉 사물인터넷 아키텍처

네트워크에 물리적 연결이 가능한 장치들로서 환경 감지 시설, 산업용 로봇, 생산품, 전자 장치 등 다양한 것들이 해당될 수 있다. 또한 가상적 사물(virtual thing)이란 저장되거나 처리되거나 접근 가능한 멀티미디어 콘텐츠나 응용 소프트웨어 같은 것들이 해당된다.

사물인터넷의 기본 구조는 〈그림 2〉와 같이 나타낼 수 있다. 사물인터넷을 구성하는 기저에는 다양한 센서가 존재하여 데이터를 수집하고 센서들은 센서용 허브를 통해서 네트워크에 유무선으로 연결될 수 있다. 이 때 센서들은 기존에 활용되는 센서와 함께 새로운 형태의 센서들이 추가로 네트워크를 이루게 된다. 이를 위해 네트워크는 경량이면서도 더 많은 데이터를 처리할 수 있는 형태로 진화할 것이다. 수집된 데이터는 게이트웨이를 통해서 인터넷 망으로 모두 연결되고, 클라우드 서버에서 데이터가 저장되거나 처리되거나 접근 가능해지며, 빅데이터 분석을 통해서 수집된 정보에 대한 다양한 수준의 의미 있는 정보들이 추출될 것이다.

사물인터넷 초기에는 현재 보편화된 RFID와 무선 센서 네트워크(wireless sensor network)를 기반으로 성장할 것이다. 이미 기존의 RFID 기술은 물류 체계를 위한 통합 정보 시스템으로 활용되고 있으며, 네트워크에 연결 가능한 스마트 RFID가 출시되고 있다. 또한 관련 기술로서 NFC (near field communication) 장치들도 이미 활용 중에 있다. 또한 수백 또는 수천 개 이상의 원격 모트(mote)로 구성되어 정보를 수집하고 전달해 줄 수 있는 무선 센서 네트워크에 대한 연구도 이미 20년 가까이 진행이 되어 왔다. 센서들의 네트워크는 여러 게이트웨이를 통해서 네트워크에 연결될 수 있다.

그러나 RFID나 무선 센서 네트워크가 사물인터넷의 전체라 생각할 수는 없다. 무엇보다 사물인터넷이 가능하도록 만들어 주는 새로운 통신 기술의 발달을 고려해야만 한다. 특히 M2M 통신 기술은 사물인터넷을 위한 사물간 통신을 가능하도록 만들어 주는 핵심 요소 기술로 활용될 것이다.

보안 측면에서는 사물인터넷 보안을 위해서 기존의 보안 기술들을 단순 통합하는 방식들이 적용되지 못할 것이다. 이미 RFID 기술이나 무선 센서 네트워크 기술에서 각각의 시스템을 위한 고유의 보안 요구 사항들이 오랜 기간 연구되었고, 보안 요구 사항을 달성하기 위한 여러 메커니즘과 프로토콜들이 제안되었다.

기존의 기술들이 사물인터넷 안에서 보안성을 유지하거나 강화할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한 사물인터넷을 위한 새로운 보안 요소 기술들이 사물인터넷이 시작되는 현재부터 동시에 고려되고 설계되어야 한다.

그러나 초기 사물인터넷이 기존의 RFID와 무선 센서 네트워크를 바탕으로 성장한다고 해서, 보안 기술 역시 RFID나 무선 센서 네트워크를 위해 개발된 것을 단순히 결합한다고 간단히 해결되지 못할 것이다. 사물인터넷이라는 이용가능한 자원이나 연결성이 극대화된 환경은 더 낮은 자원과 통신 능력을 가정한 기존의 RFID 보안이나 무선 센서 네트워크 보안 메커니즘들과 맞지 않는다. 사물인터넷이라는 더 큰 프레임 속에서 RFID가 활용되면 기존 시나리오에서 고려되지 못한 새로운 보안 취약성이 등장할 수 있다.

따라서 기존의 기술들을 어떻게 새로운 사물인터넷 체계에 보안을 유지하거나 강화된 형태로 통합할 것인지에 대한 연구가 필요한 상황이다. 혹은 기존 기술들과 독립적으로 사물인터넷을 위한 새로운 보안 요소 기술들이 사물인터넷 기술 개발시부터 동시에 고려되고 설계되어야 한다. 다음에는 사물인터넷의 특성을 고려한 보안 요구 사항은 어떤 것들이 있으며 이로부터 어떻게 보안 기술이 개발 및 적용되어야 할지에 대해서 논의할 것이다.

Ⅲ. 사물인터넷 보안 기술

1. 일반적인 사물인터넷 보안 요구 사항

많은 다른 보안 시스템들과 마찬가지로 사물인터넷에서도 기밀성(confidentiality), 무결성(integrity), 가용성(availability) 세 가지 요소는 가장 기본적인 보안 서비스로 요구된다.

기밀성은 허가된 사용자 외에는 메시지 내용을 알거나 유추할 수 없도록 만들어 주는 것을 의미한다. 이를 통해 공격자에 의해서 전송되는 메시지에 대한 분석이 이루어지는 것을 방지한다. 송신자는 전송하는 데이터에 대한 암호화 및 복호화 알고리즘을 적용할 수 있다.

무결성은 메시지가 수신됐을 때 수신자는 메시지가 전송 중에 변경되지 않았음을 보증하는 것을 의미한다. 이때 사용되는 암호학적 수단은 대칭키 암호의 메시지 인증 코드(message authentication code)를 사용하거나 비대칭키 암호의 전자 서명(digital signature)을 사용할 수 있다. 이에 더하여 메시지 수신자가 수신된 메시지 송신자의 신원을 확인하고 검증할 수 있도록 만들어 주는 메시지 소스 인증이 함께 제공될 수 있다.

가용성은 사용자가 시스템 서비스를 정해진 시간에 정해진 만큼 이용할 수 있도록 보장해 주는 것을 의미한다.

다수의 사물들이 동시에 동작하기 때문에 일정 사물들을 그룹으로 분류하여 그룹 내의 보안을 보장해 줄 수 있다. 공유된 비밀키는 메시지 인증에는 직접 사용하지 않으며 그 대신 비대칭키 암호나 TESLA(Timed Efficient Stream Loss-tolerant Authentication)와 같은 발전된 대칭키 인증 방식을 사용한다[5].

데이터 송신자가 전송 후에 데이터 송신 사실을 부인하지 못하도록 하는 부인방지 기능도 중요하다. 이는 일반적으로 공개키 알고리즘의 개인키를 사용해서 전송되는 데이터에 대한 전자서명을 생성함으로써 달성할 수 있다.

트래픽 흐름에 대한 기밀성 보장도 필요할 수 있다. 공격자가 특정 노드에서 나오거나 그 노드로 들어가는 트래픽 패턴을 검사하여 언제 어떤 특정한 기능이 실행되는지를 판단하는 등 관련 사실이나 정보를 유추하는 것을 방지하는 것을 의미한다. 이를 위해서는 통신 데이터 내부에서 암호화 되고 위조된 메시지를 임의적으로 주입시키거나 두 노드 사이에서 교환되는 데이터 패킷의 크기를 임의로 조정할 수 있다. 기본적인 사물인터넷 보안 기능을 통해 달성 가능한 보안 기능은 〈표 1〉에 제시되어 있다.

〈표 1〉 사물인터넷을 위한 보안 분야[4]

항목	보안 요구사항
시스템 신뢰성	서비스 가용성
	인프라 가용성
	인프라 무결성
	인프라 신뢰성
	부인방지 (서비스에서 사용자)
	계정관리
통신 스택 서비스 계층	서비스 접근 제어/권한관리
	서비스 인증
	서비스 평판 측정
	서비스 신뢰성
통신 스택 네트워크 계층	네트워크 수준 익명화
	기밀성
사용자 서비스 프라이버시	인프라 사용시 사용자 프라이버시 보호
	서비스 사용시 사용자 프라이버시 보호
	사용자 대상 서비스의 프라이버시 보호

사물인터넷 보안에서는 인터넷에 연결되는 다양한 사물들의 연산능력을 고려한 경량화된 알고리즘이 필요하다. 또한 수많은 사물들에 대한 분산된 보안 관리가 가능해야 한다.

기본적인 보안 기능 이외에 사물인터넷에서 사용되는 장치들은 〈표 2〉에 제시된 보안 기능이 별도로 필요하다. 모든 보안 요소 기술들은 사물들 간에 완전하게 분산된 보안 관리가 지원될 수 있어야 한다. 또한 경량화된 보안 솔루션이 필요하며 분산되고 자발적인 보안 관리가 있어야 한다.

이 때 높은 수준의 보안이 필요한 응용에서는 알고리즘의 복잡도가 상대적으로 높아지며, 필요한 연산량도 그에 따라 증가한다. 따라서 보호하고자 하는 정보의 가치에 따라서 보안 수준은 다르게 적용되어야 한다. 특히 사물인터넷에 연결된 장치들 중에는 가용 연산 수준이 매우 미약한 장치들이 존재한다. 이런 장치들에는 특정한 보안

〈표 2〉 사물인터넷을 위한 보안 기능

사물인터넷 보안 기능	보안 기능에 대한 설명
사물인터넷 장치를 위한 보안 부팅 지원	사물인터넷 상에서 동작하는 각 장치들이 안전한 보안 연산 환경을 보장하기 위해서는 처음 스위치가 켜 졌을 때 펌웨어에 대한 인증값을 검증하여 무결성을 확인할 수 있는 보안 부팅(secure booting) 기술이 필요함. 이를 위해서는 운영체제 외적으로 별도의 장치에 의해서 전자서명과 같은 암호학적 연산이 동작될 수 있어야 함.
경량 암호 및 분산된 자발적 보안 설정 지원	프라이버시 보호 및 암호화 방식은 단순하고 작은 장치에서도 적용 가능한 경량 암호화(lightweight encryption) 솔루션이 필요함. 최소 260억 개 이상의 사물들이 네트워크에 연결되기 때문에 보안 관리자에 의해서 모든 사물들에 대한 보안 파라미터를 적절하게 관리하는 것은 불가능함. 따라서 관리자가 없이도 자발적으로 인증 및 보안을 위한 설정이 이루어지도록 해야 함.
사물들 간의 가상 사설망 설정 및 관리 지원	공공 네트워크를 통해서 중요한 데이터를 전송하는 경우에는 사물들 간에 가상 사설망(virtual private network)을 설정하고 해제하는 것이 가능해야 함. 또한 각 장치들에 할당된 제한된 대역폭과 임베디드 장치의 간헐적 네트워크 연결 특징을 유지하면서 동시에 소프트웨어 업데이트와 보안 패치가 전달되는 메커니즘 또한 구성되어야 함.
빅데이터 분석에 대한 프라이버시 보호 기능	사물인터넷 상으로 많은 센서로부터 수집된 정보는 빅데이터 분석이 적용되는데 이 때 프라이버시 보호 기능이 제공되어야 하며, 사물인터넷 데이터에 대해서도 적절한 프라이버시 보호 기능 및 익명화 기술이 적용될 수 있음.
심층 패킷 정보감시 기능 지원	심층 패킷 정보감시(deep packet inspection, DPI)가 가능한 방화벽과 침입방지 시스템이 구성되어야 한다. 필요에 따라 특정 장치를 목적지로 하는 트래픽에 대한 DPI 솔루션이 적용되어야 함.

메커니즘이 적용되지 못하거나 이런 장치로 인해 전체 시스템의 보안 수준이 떨어질 우려가 있다.

기존의 네트워크에서는 보안 관리자에 의해서 이런 설정들이 개별로 관리될 수 있지만 사물인터넷의 방대한 수의 개체들 사이의 개별 보안 설정을 분산적이면서 자발적인 방식으로 설정이 가능해야 한다.

2. 환경적 제약

M2M 환경에서는 이종 노드간 연결이 고려되어야 한다. 이 때 노드의 성능에 따라서 크게 세 가지 환경으로 구분할 수 있다.

먼저 자원이 매우 제약된 센서 노드에 대해서는 공개키 적용이 어렵다. 대부분의 연산 능력이 제안된 태그 형태의 사물들이 이에 해당하게 된다.

그 외 다른 센서 노드들에 대해서는 비대칭 암호의 공개키 연산만 적용 가능할 수 있다. 비대칭 암호에서 공개키를 사용하는 암호화나 전자서명검증 연산의 경우에는 개인키를 사용하는 연산에 비해서 상대적으로 더 적은 연산량을 사용하게 된다.

끝으로 유선으로 연결된 원격 서버 같은 장치들은 외부 전원에 연결되어 있고 자체적으로 높은 연산 능력을 갖고 있기 때문에, 많은 에너지, 연산량, 저장 능력 등을 활용할 수 있다. 이런 경우에는 모든 보안 메커니즘이 어려움 없이 구현 가능할 것이다.

3. 종단-종단 보안 대 홉 단위 보안

보안 통신이 적용되는 단위도 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 한쪽 끝에서 전송하는 메시지에 보안 알고리즘이 설정/적용된 후에 네트워크를 통해 전송되면, 마지막 종단에서 대응되는 보안 메커니즘을 통해 정보를 복구할 수 있는 종단-종단(end-to-end) 보안이 있다. 이에 대비해서 송신자와 수신자를 잇는 경로상의 모든 노드들 사이 회선 수준에서 홉 단위(hop-by-hop)로 보안을 설정/적용할 수 있다.

전자의 경우에는 종단간 사용하는 알고리즘이 동일해야 하며 높은 보안 수준을 위해서는 연산 전에 공통의 암호 비밀키를 공유하는 프로세스가 진행되어야 하고 양쪽 종단이 동일한 복잡도의 알고리즘을 적용해야 한다. 그러나 한쪽 종단이 센서인 경우 이렇게 설정하면 센서에서 과도한 연산이 필요하게 되고, 따라서 연산이 불가능하거나 가능하더라도 많은 연산으로 인한 배터리 수명 감소 등의 문제가 생길 수 있다.

홉 단위로 보안을 적용하는 경우에는 송신자에서 목적지로 이어지는 경로 상의 모든 중간 노드들의 모든 쌍에 대해서 보안 설정이 적용되어야 한다. 하지만 회선 상에서는 보안이 적용되어 전달되지만 노드 내부에서는 평문 접근도 가능하기 때문에 공격자가 노드들을 침해하는 경우 전송 메시지에 대한 암호 해독 없이도 정보획득이 가능할 수 있다. 실제 시스템에서는 두 가지 방식이 복합적

으로 적용될 수 있으며, 관리자에 의한 설정이 없이도 상황에 맞게 적용가능해야 한다.

4. 보안키 설정 문제

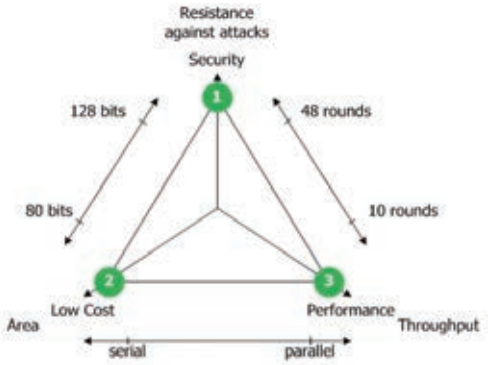
보안을 위해서 다수의 인증키 교환(authenticated key exchange, AKE) 프로토콜을 사용할 수 있다. EAP(Extensible Authentication Protocol)의 경우 다양한 인증 수단을 허용하고 있기 때문에 보안키 설정을 위한 하나의 후보군으로 고려될 수 있다. 이 경우 마스터키로부터 파생된 세션키들이 배포되어 보안 메커니즘에 적용된다. 또는 기존의 프로토콜이 아니라 사물인터넷을 위한 또 다른 키 설정 시스템을 구성할 수도 있다.

5. 프록시 재암호화

이종 네트워크 내에서의 다양한 장치들이 하나의 네트워크로 연결이 되면 프록시 재암호화(proxy re-encryption)를 지원할 수 있어야 한다. 프록시 재암호화는 일반적으로 네트워크상의 한 노드 B가 B의 공개키로 암호화되어 자신에게 전달되는 메시지를 제3자인 C에게 자신의 개인키를 밝히지 않은 채로 전달해 주는 것을 의미한다. 이 경우 B은 자신의 메시지 중 하나를 프록시 재-암호화 하도록 지정할 수 있고 이 메시지는 C에게 전달될 수 있다. 일반적으로 C가 암호화된 메시지를 읽을 수 있도록 새로운 키가 생성된다. 이런 방식은 관리자 권한 양도, 이메일 재전송이나, 사법 집행 감시, 콘텐츠 재분배 등 여러 분야에서 필요한 기술이다.

6. 경량 암호의 필요성

RFID 태그, 센서, 비접촉 방식의 스마트카드나 헬스케어 단말 등 사물인터넷에 연결될 수 있는 많은 사물들은 배터리, 배터리, 메모리 등 연산능력이 매우 제한되어 있다. 이를 위해서는 이런 환경에서 사용가능할 수 있는 경량화된 암호 메커니즘이 활용되어야 한다. 〈그림 3〉에서는 경량 암호 설계시 고려되어야 할 요소들이 표시되어 있다. 가장 핵심적인 요소는 "보안", "저비용", "성능" 으로 볼 수 있으며, 이를 위해 저항 가능한 공격 수준, 장치를 구현하기 위한 하드웨어 크기나 소프트웨어 코드 길이, 그리고 알고리즘의 처리율 등이 고려되어야 한다.



〈그림 3〉 경량 암호 설계

국내에서도 사물인터넷을 위한 경량화된 비밀키 암호 알고리즘 표준인 LEA가 와 암호학적 해시 함수인 LSH가 새롭게 개발되었다.

국내에서도 사물인터넷을 위한 경량화된 비밀키 알고리즘이 개발되었다. 2013년에는 128비트 비밀키 기반의 블록 암호인 LEA (lightweight encryption algorithm)이 국내 표준으로 지정되었다. 또한 2014년에는 암호학적 해시 알고리즘인 LSH가 발표되었으며 국내 표준화 작업이 진행 중에 있다[6-7].

7. 포스트 양자 암호에 대한 고려

현재 널리 사용되는 대부분의 공개키 암호는 RSA처럼 매우 큰 합성수의 소인수분해가 어렵다는 사실에 근거하거나 큰 수의 이산로그문제(discrete logarithm problem, DLP)가 풀기 어렵다는 사실에 근거하고 있다. 그러나 1994년 Shor에 의해서 양자컴퓨터상에서 고속으로 소인수분해하는 알고리즘이 개발되고, 이어서 양자컴퓨터상에서 이산로그문제와 타원곡선 상의 이산로그문제(elliptic curve-discrete logarithm problem, EC-DLP)를 고속으로 해결하는 알고리즘이 개발되었다. 이로 인해 오늘날 널리 사용되는 RSA, DSA, 타원곡선 암호와 같은 공개키 암호 알고리즘들은 양자컴퓨터가 실용화되면 더 이상 사용할 수 없게 된다. 특히 사물인터넷이 보편화된 2020년 이후에는 양자컴퓨터 기술은 더욱 발전해 있을 것으로 전망된다. 따라서 사물인터넷을 위한 보안

시스템도 양자컴퓨터 상의 알고리즘에 대해서도 안전성을 보장할 수 있는 방식이 사용되어야 한다. 최근에는 격자 기반의 암호 중에서 경량화된 공개키 암호 방식이 국내에서 개발되어 소개되기도 하였다[8].

8. 보안 인지 프로세스

수백 억 개의 사물이 네트워크에 연결되어 있는 경우에는 각 장치들에 대해서 세부적인 보안 설정이 쉽지 않게 된다. 따라서 사물인터넷 보안 시스템은 분산된 세팅과 보안 관리가 가능해야 한다. 이러한 요구 조건의 일환으로 사물인터넷 장치들의 클러스터가 보안 인지 및 자가 치유 프로세스가 고려될 수 있다[9]. 이러한 과정은 기본적으로 "관찰", "계획", "행동", "학습" 등 네 가지 단계로 이루어진다. 관찰 단계에서는 클러스터 주변의 보안 이벤트를 감지하거나 이전 단계의 학습 결과를 통해서 새로운 정보를 받아들인다. "계획" 단계에서는 수집된 정보를 기반으로 보안과 관련된 특정 메커니즘을 계획하고 설정한다. 그리고 "행동" 단계에서는 계획된 메커니즘을 실제로 시행하고 시행 결과에 대한 새로운 기계학습과정을 거쳐서 새로운 인지 프로세스를 추출할 수 있다. 이러한 학습 단계의 존재는 단순한 적응적 보안 과정과 보안 인지과정을 구별해 주게 된다.

보안 시스템의 자가 치유(self healing) 프로세스를 통해서 주변의 변화나 새로운 보안 상황에 대해서 보안 시스템이 문제점에 일차적으로 대응하면서 새로운 환경에 적응 및 진화가 가능하도록 만들 수 있다.

사물인터넷의 등장과 함께, 인더스트리 4.0이라는 새로운 생산 시스템이 고려되고 있다. 그러나 미국의 노스폴 토이 사례나, 스턱넷의 경우에서 보는 것처럼 연결성 확대를 통해 새로운 보안 위협이 등장할 수 있다.

Ⅳ. 산업 제어 시스템 상에서의 사물 인터넷 보안

사이버 물리 시스템(cyber physical system, CPS)이란 실제 물리 세계의 시스템을 센서와 구동기를 통해 정보통신 기기와 연결시킨 복합 시스템으로 물류, 헬스케어, 정보통신, 에너지 기술 등에 활용되는 산업 제어 시스템을 의미한다. 대표적인 사이버 물리 시스템으로 스마트 그리드가 있다. 스마트 그리드에서는 전력 그리드에 각종 스마트 센서, 구동기, 그리고 SCADA 기반의 제어 시스템이 덧씌워진 형태를 갖추고 있다.

특히 최근에는 독일을 중심으로 산업 제어 시스템에 대한 새로운 모델인 인더스트리 4.0 (Industry 4.0)이 거론되고 있다. 인더스트리 4.0은 산업용 네트워크에 연결된 각종 센서와 구동기가 게이트웨이를 통해 인터넷에 연결이 되고, 여기에 급격하게 발달된 정보통신 기술과 공장 자동화 기술이 함께 융합되면서 만들어지게 된다[10].

사이버 물리 시스템은 사물인터넷에 연결되는 또 하나의 중요한 영역일 뿐만 아니라 보안 문제에 특히 민감한 영역이라 할 수 있다. 이 절에서는 사이버 물리 시스템의 보안 현황에 대해서 두 가지 사례를 중심으로 살펴보도록 한다.

1. 사이버 물리 시스템 보안사건 사례

이 장에서는 실제로 사이버 물리 시스템에서 일어난 대표적인 보안 사례를 살펴봄으로써 사물인터넷 보안 문제의 중요성을 재고해 보도록 한다.

미국의 장난감 회사인 노스폴 토이(North Pole Toys)에서는 2011년에 기존의 전통적인 생산 체계를 완전히 개편하여 새로운 자동화된 산업 제어 시스템을 실제 제품 생산에 도입하였다. 이를 통해 인터넷을 통해서 사용자가 자신이 원하는 형태로 일정 수준에서 장남감에 대한 맞춤 제작 요청을 할 수 있게 되었다. 공장의 생산 시스템은 고립된 망으로 직접 인터넷에 연결하지는 않았기 때문에, 인터넷에서 소비자로부터 수집된 주문은 메인 서버로 수집된 후에 공장 시스템에 USB 스틱을 통해서 전달하는 방식을 사용하였다.

그러나 2011년 미국 추수감사절 전날에 어떤 박스에는 여러 장남감이 동시에 포장되고, 다른 박스는 빈 박스로 포장이 되는 오류가 발견되었다. 처음 이 문제를 발견했을 때에는, 생산용 PLC(programmable logic

controller)에 버그가 있는 것으로 생각되었지만, 분석 결과 어떤 오류도 발견되지 않았다. 그러나 보안 전문가에게 공장 시스템과 메인 서버에서 "kAndyKAn3"으로 알려진 웜이 발견되었고, 바로 이 웜에 의해서 생산 시스템에 교란이 일어났음이 확인되었다. 이런 문제는 공장 생산 시스템이 인터넷과 분리되어 고립된 상태로 운영됐음에도 일어난 것이다[11].

노스폴 토이의 사례에서는 장난감 제조업이라는 비교적 사회적 문제의 폭이 제한된 시스템이 웜에 감염되었다면, 보다 심각한 산업용 제어 시스템 보안 사고의 사례로서 이란 핵발전소에서 일어난 스턱넷(Stuxnet)이 있다.

2010년 6월에 이란 핵발전소의 한 엔지니어의 컴퓨터에서 VirusBlokAda 악성코드가 발견되었다. 이 코드에 의해서 이란 핵발전소의 원심분리기에서 주기적으로 비정상적인 회전수 변화가 발생했고, 이로 인해 생긴 원심분리기의 과부하로 인해서 핵발전소 장비의 수명이 크게 단축되는 결과를 초래하였다. 조사 결과 이 악성코드는 핵발전소의 특정한 기능에 손상을 줄 수 있도록 정교하게 설계된 것으로, 핵발전소의 네트워크가 외부와 연결되지 않았음에도, 내부 직원의 노트북 및 USB 스틱을 통해서 악성코드가 전달되도록 만들어졌다. 이러한 장비 고장률의 급격한 증가는 핵발전소의 전체 안전성을 위협하고 유사시에는 방사능 유출 등 국제적 재난으로까지 발전될 수 있는 잠재력을 갖고 있다는 점에서 충격을 주었다[12].

두 가지 산업 시스템 보안 침해 사고 사례에서는 모두 산업 시스템이 인터넷에 직접 연결되지 않고 격리되어 있는 상태에서 일어난 것이다. 네트워크의 연결성이 제한되어 있는 상황에서도 악성코드에 감염이 이루어지고 문제가 생길 수 있음을 보였다. 이는 만일 사물인터넷처럼 연결성이 극대화된 환경에서는 이런 문제는 더욱 쉽게 일어날 수 있음을 의미한다. 전력망이 순식간에 마비되거나 발전소 시설이 파괴되고 공장의 생산이 비정상적으로 이루어질 수 있다. 따라서 이러한 사고를 예방하거나 방지하고, 문제가 생겼을 때 바로 해결될 수 있는 사물인터넷시대의 사이버 보안 시스템을 위한 연구 및 대책 마련이 시급하다고 할 수 있다.

산업 제어 시스템에서는 기밀성, 무결성, 가용성, 적시성 및 오류에 대한 강인성이 갖춰져야 한다. 또한 많은 제어 시스템의 기반이 되는 SCADA 보안에 대한 연구도 시급한 상황이다.

2. 사이버 물리 시스템의 보안 취약성

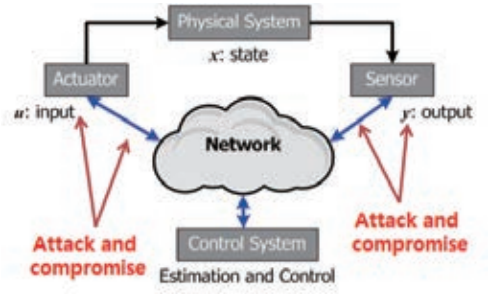
사물인터넷과 사이버 물리 시스템 등 다양한 요소 기술의 성공적 결합함으로써, 인더스트리 4.0 모델이 실제로 성공하게 되면 새로운 생산 모델로 효율성 및 효용성이 급격히 증가될 것이다. 그러나 이를 위해서는 다양한 보안 문제에 대해 면밀한 검토와 함께 대비책이 필요하다. 특히 현재의 에너지 그리드, 상하수도, 물류, 운송 등의 네트워크들은 외부의 악의적 공격에 매우 취약한 구조를 갖고 있다[13-14].

따라서 사이버 물리 시스템의 제어 장치들이 실제로 외부의 다양한 공격에 저항이 가능한지 엄밀한 분석이 필요하다. 특히 허가되지 않은 사용자가 인증을 회피하여 시스템에 접근하거나 서비스 거부 공격에 대응할 수 있는 시스템이 마련되어야 한다.

특히 외부의 물리적 공격에 살아남아야 한다. 단순히 데이터를 백업 하는 것만으로는 충분하지 않을 수 있기 때문에, 일부 장치들이 동작하지 않는 경우에 일어날 수 있는 가능성들을 평가하고 산정하며 시스템의 전체 기능을 유지될 수 있어야 한다. 구성요소가 침해되더라도 시스템 성능을 유지할 수 있는 최대 한계를 분석하고 파악할 수 있어야 한다.

동작 오류뿐만 아니라 외부에 노출된 장비가 공격자에게 침해된 경우에도 안전이 보장될 수 있어야 한다. 특히 다양한 사물들이 사용되는 경우에는 공격자에 의해서 특정 장치가 하나 이상 악성 장비로 동작할 수 있다. 이런 장치들은 외부로 내부의 주요 정보를 전송할 뿐만 아니라 시스템 전체 기능을 마비시킬 수 있다. 따라서 외부에서 공격자에게 침해받은 시스템을 정상적인 장치들과 구분할 수 있는 기술이 필요하다. 보안 시스템으로 인한 오버헤드 및 연산량을 최소화할 수 있어야 한다.

사이버 물리 시스템에서는 사이버 시스템과 실제 물리 시스템이 거대 규모로 동시에 동작하고 있다. 이런 경우



〈그림 4〉 사이버 물리 시스템 모델

에 시스템의 자원 스케쥴링 및 선점(preamption) 문제가 발생할 수 있다. 다양한 장치들의 상호 연결 및 일정 수준의 격리를 제공할 수 있어야 한다.

〈그림 4〉는 사이버 물리 시스템에 대한 시스템 관점의 모델을 나타내 주고 있다. 그림에 의하면 네트워크를 통해서 제어 시스템은 구동기와 센서를 조정할 수 있다. 센서와 구동기는 물리 시스템에 실제로 연결되어 있으면서 사이버 시스템에 대한 입력 및 출력 값을 각각 제공해 줄 수 있다. 그리고 센서와 구동기를 통한 입력 및 출력에 맞추어서 물리 시스템의 실제 상태가 변화하게 된다.

제어 시스템에서는 전통적인 기밀성, 무결성, 가용성 외에, 적시성(timeliness) 및 오류에 대한 강인성(fault tolerence)을 갖추어야 한다.

현재 많은 제어 시스템 네트워크들은 SCADA (Superevisory Control and Data Acquisition System)에 기반을 두고 있다. SCADA 시스템은 산업의 여러 공정, 기반시설, 산업 설비를 통한 작업 과정을 감시하고 제어하는 컴퓨터 시스템으로 설계되었다. 그러나 사물인터넷과 같은 광범위한 네트워크 연결성에 대한 고려 없이 설계되었으며, 특히 외부 공격 가능성 및 시나리오에 대한 고려 없이 설계 되었다는 문제가 있기 때문에, 추가적인 보안 시스템이 마련되어야 한다.

Ⅵ. 향후 연구 및 결론

지금까지 사물인터넷의 특징 및 그에 따른 보안 요구사항을 살펴보았다. 특히 사이버 물리 시스템을 중심으로 사물인터넷 시대의 가능한 보안 이슈에 대해서 이론적 설명과 함께 실제 사고 사례를 살펴보았다. 사물인터넷은 차세대 정보통신 분야의 성장 동력으로서 주목받고 있지만, 침해 사고나 외부의 공격을 사전에 예방하거나 대응할 수 있는 보안 알고리즘 프로토콜에 대한 연구가 매우 중요한 것을 알 수 있다. 사물인터넷의 안정적인 보안 달성을 위해서는 기존의 알고리즘이나 프로토콜들의 단순한 결합으로는 부족하며, 사물인터넷 환경에 걸맞게 연산량 및 전력소비 차원의 경량화 및 분산된 보안 설정 관리 등 새로운 개념의 보안 메커니즘 및 프로토콜 개발이 향후 절실히 요구된다.

참 고 문 헌

[1] 미래창조과학부, "사물인터넷(IoT) 정보보호 로드맵," 2014년 10월.

[2] 김호원, 김동규, "IoT 기술과 보안," 한국정보보호학회지, 22권, 1호, pp. 7–13, 2012년 2월.

[3] ITU–T Y.2060: Overview of the Internet of things, June 2012.

[4] A. Serbanati, et al., "IoT–A Project Deliverable D4.2 – Concepts and Solutions for Privacy and Security in the Resolution Infrastructure," Feb. 2012.

[5] A. Perrig, D. Song, R. Canetti, J.D. Tyger, B. Briscoe, "Timed Efficient Stream Loss–Tolerant Authentication (TESLA): Multicast Source Authentication Transform Introduction," RFC 4082, June 2005.

[6] TTA, "128비트 경량 블록 암호 LEA," 정보통신단체표준, 2013년 12월.

[7] D.–C. Kim, et al., "LSH: A New Fast Secure Hash Function Family," in Proc. ICISC 2014, LNCS 8949, pp. 286 – 313, 2015.

[8] J.H. Cheon, H.T. Lee, J.H. Seo, "A New Additive Homomorphic Encryption based on the co–ACD Problem," in Proc. ACM SIGSAC Conf. Computer and Commun. Security, 2014, pp. 287–298.

[9] A. Riahi, et al., "A systemic and cognitive approach for IoT security," in Proc. Int. Conf. Computing, Networking, and Commun., 2014.

[10] J. Lee, B. Bagheri, H.–A. Kao, "A Cyber–Physical Systems architecture for Industry 4.0–based manufacturing systems," Manufacturing Letters, vol. 3., pp. 18–23, 2015.

[11] Tofino Security, https://www.tofinosecurity.com/blog/major-manufacturer-admits-plc-security-breach

[12] Stuxnet, https://en.wikipedia.org/wiki/Stuxnet

[13] C. Neuman, "Challenges in security for cyber-physical systems," in Proc. DHS: S&T workshop on future directions in cyber-physical systems security, 2009.

[14] E.K. Wang, et al., "Security issues and challenges for cyber physical system," in Proc. the 2010 IEEE/ACM Int'l Conf. Green Computing and Commun. & Int. Conf. Cyber, Physical and Social Computing, 2010. p. 733-738.

김 영 식

- 2001년 2월 서울대학교 전기공학부, 공학사
- 2003년 2월 서울대학교 전기컴퓨터공학부, 공학석사
- 2007년 2월 서울대학교 전기컴퓨터공학부, 공학박사
- 2007년 3월~2010년 8월 삼성전자 시스템 LSI 사업부, 책임연구원
- 2010년 9월~현재 조선대학교 정보통신공학과, 조교수

〈관심분야〉
사물인터넷보안, 제어시스템 보안, 포스트양자암호

국내 에너지 산업 및 사이버보안 기술개발 동향

이동호
한국에너지기술평가원
융합인재양성팀

Ⅰ. 발 문

에너지 산업은 전통적으로 안전성을 최우선시 하는 분야로써 새로운 기술의 접목에 인색한 영역이다. 하지만 급변하는 IT기술의 발달, 사회 인식의 변화, 국가에너지기본계획 등 정책의 변화에 따라 사이버보안을 고려할 수밖에 없는 상황이 되었다. 속도는 더디지만 에너지 산업에서 사이버보안 기술은 전력IT 분야에서 시작해서 송배전분야, 원자력 발전 등 타 에너지 분야로 확산되고 있고, 당분간 사이버보안 전문가들의 활동 영역은 넓어질 것으로 예상된다. 본 고에서는 전력분야를 중심으로 에너지산업에 대한 이해를 돕기 위한 내용을 먼저 소개하고, 현재 에너지 분야 보안 기술 동향을 다룬다.

오늘날 정부의 에너지 정책이 "공급중심에서 수요 관리 위주"로, "대형발전소에서 분산형 발전시스템"으로 방향이 전환됨에 따라 수요자에게 에너지망이 오픈되었고, 이로 인해 사이버 보안에 대한 중요성이 크게 증가하였다.

Ⅱ. 최근 에너지 정부정책 방향

정부정책에서 에너지는 에너지기본법에 따라 연료 · 열 및 전기로 정의되는데, 5년마다 향후 20년 계획을 수립하는 「국가에너지기본계획」을 최상위로 하여 분야별로 다양한 하위 계획을 수립하고 실행한다. 2014년에 발표되어 2035년까지 에너지정책의 중장기 목표를 담은 제2차 국가에너지기본계획에서 주목할 말한 사항은 「공급중심에서 수요관리 위주」로, 「대형발전소에서 분산형 발전시스템」으로 정책방향의 전환이다[1]. 이와 관련된 전력시장 변화를 〈그림 1〉에 나타내었다. 이미 관련분야 전문가 사이에서는 나아갈 방향이라고 인식하고 있던 것이 2011년

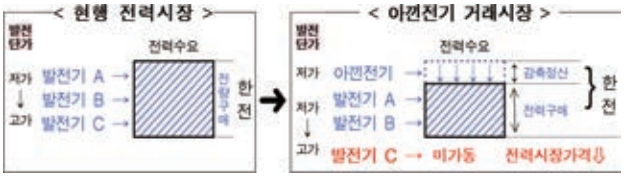
9 · 15순환정전사태 및 밀양 송전탑 이슈가 촉매 역할을 하여 자연스럽게 국가 최상위 정책에 스며들었다.

공급중심에서 수요관리로의 무게 중심의 이동은 기존의 대형 에너지공급원인 몇 개의 발전소만을 제어하는 구조에는 한계를 느끼고, 수많은 에너지 소비자의 수요량을 예측하고 일부 조율하는 정책변화를 의미한다. 이것은 단방향 전력공급에서 쌍방향 통신을 통해서 전력을 효율적으로 공급하겠다는 것이다. 따라서 기존에 접근이 어려웠던 에너지 망이 수요자 쪽에서는 오픈될 수밖에 없는 상황이 되어 사이버 보안을 더욱 고려해야 하는 환경이 된다. 대형 발전소에서 분산형 발전시스템의 확대 또한 같은 논리로 공급자 쪽에서도 오픈된다는 것을 의미한다.

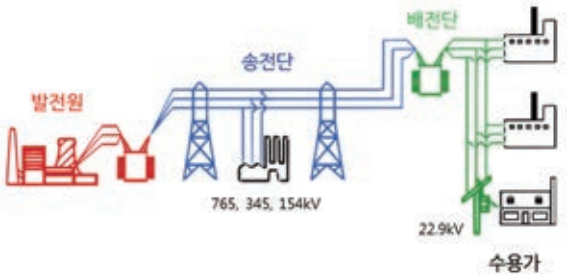
2차 에너지 기본계획에 따라 수립된 제3차 에너지기술개발 계획은 2023년까지 기술개발 방향을 담고 있는데, 이것에는 ICT기술을 이용한 에너지 수요관리기술을 주요 내용으로 하고 있다. 구체적으로 17개 기술개발 프로그램이 포함되어 있는데 IoT, 스마트 홈 · 빌딩, 스마트 마이크로그리드 등 사이버보안 기술이 빠질 수 없는 기술영역이 다수 포함되어 있다.

Ⅲ. 국내 에너지산업의 특징

에너지산업의 경계선이 모호하나, 통상적으로 에너지를 생산하는 발전기술, 생산된 에너지를 수요자에게 전달하는 송배전 기술, 에너지 소모량이 많은 기기의 효율향상 기술, 자원개발 기술 등이 포함된다. 이중 최근 변화된 에너지정책의 주요 영역을 차지하는 발전 및 송배전 산업은 한국전력공사를 중심으로 형성되어 있다. 2001년 한국전력공사의 발전부문을 5개 화력발전사(한국남동발전, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남부발전, 한국동서발전)와 한국수력원자력으로 분리하여 경쟁체재를 도입하



〈그림 1〉 전력시장 변화 개념도

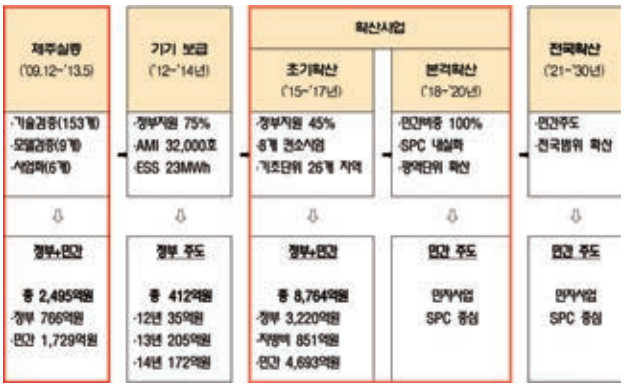


〈그림 2〉 국내 전력계통 개념도

〈그림 3〉 2015년 국내 전력 계통도

였고, 송배전분야는 여전히 한국전력공사가 독점적으로 담당하고 있다. 즉, 국내 전력산업은 6개의 대형 발전회사와 소형의 민간발전사들이 전력을 생산하고, 전력거래소에서 그것을 구입하여 한국전력공사가 수요자들에게 전달, 판매하는 구조이다[2].

국내 발전 및 송배전분야는 2011년 9 · 15순환정전 사태로 상처를 입기는 했지만, 대체적으로 안정적으로 운영되고 있는 모범적인 사례로 평가 받고 있다. 〈그림 3〉에서 나타낸 것처럼 현재 국내의 전력 계통도는 전국을 거미줄처럼 연결해서 하나의 신뢰도 높은 송전계통을 구축 운영하고 있다. 장거리 에너지를 전달하는 345kV, 154kV급 송전망과 단거리 22.9kV급 배전망이 다중 환상망(Multi-loop) 형식으로 구성되어 있다. 국내 전력산



〈그림 4〉 스마트그리드 전국망 구축 계획(안)

업이 훌륭히 운영되고 있다고 하지만 구조적인 취약점은 하나의 독립망으로 구성되어 있다는 것이다. 이것은 문제가 생겨서 Black Out 되면 복구가 매우 힘들다는 것을 의미한다. 만일 물리적인 사고, 사이버 공격 등으로 인해서 전체 전력망이 균형을 잃어버린다면 복구가 매우 어려운 치명적인 구조이다.

훌륭하게 운영되어 왔고 고도의 안정성이 요구되는 산업의 종사자들은 자연스럽게 새로운 기술의 접목을 매우 조심스러워 한다는 점을 정보통신을 주 영역으로 가지고 있는 연구자들이 에너지 산업에 접근할 때 첫 번째 겪는 어려움일 것으로 예상된다.

기술적 표준화 및 사이버 보안에 대한 기술 개발을 위한 중간 단계의 사업으로 "스마트그리도 상호운용성 시험센터 구축사업"이 2013년에 시작되었다. 이는 기존의 기술 개발 및 보급 과정에서 뒤늦게 보안의 중요성을 인식하고 반영하는 형태로 발전해 온 것을 의미한다.

Ⅳ. 스마트그리드 산업 동향

에너지 산업 중 가장 보안기술을 폭넓게 수용하고 있고 필요성이 인식되는 스마트그리드 산업의 동향에 대해서 살펴보자.

스마트그리드란 기존 전력망에 정보통신기술을 접목하여, 공급자와 수요자간 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 지능형 수요관리, 신재생에너지 연계, 전기차 충전 등을 가능하게 하는 차세대 전력 인프라 시스템을 의미한다[3]. 2005년 전력IT 10대과제를 시작으로 관련 기술개발이 본격적으로 시작되면서 2009년 약 2,500억 원 투자해 3.5년간 추진한 제주 스마트그리드 실증사업이 2013년 5월 종료되면서 이제는 기술개발보다도 보급에 무게 중심이 이동해 있는 상태이다. 스마트그리드는 지능형 송배전(Smart Power Grid), 지능형 소비자(Smart Consumer), 지능형 서비스(Smart Electricity Service), 지능형 운송(Smart Transportation), 지능형 신재생(Smart Renewables) 5개 분야로 나뉘어 시행되고 있으며 관련 세부 기술개발 내용은 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉 스마트그리드 분야별 기술개발 내용

구분	기술개발 내용
지능형송배전	전력망 지능화, 개방화(EMS등), 스마트 배전시스템, 분산자원 통합 및 연계(VPP등)
지능형 소비자	표준화된 AMI개발, 수요관리, 변동부하 기반 수요반응, DIM기반 xEMS시스템, EV인프라 연계형 AMI시스템, 수용가 마이크로그리드
지능형 서비스	수요자원 통합, 수요자원 개발, 도매 전력거래시스템 지능화, 도매 전력거래시스템 고도화, 온라인 소비자 전력거래시스템, 온라인 소비자 전력거래시스템 고도화, RTP 요금제 및 실시간 DR운영 시스템
지능형 운송	EV 통합운영 및 연계시스템, V2G기술, V2G 계통연계 및 운용기술, 핵심부품 소재개발
지능형 신재생	신재생발전 등 분산자원 계통연계 안정화기술 개발 및 실증, 10MW배전계통연계, 배전급 마이크로그리드, 수백 MW급 전력저장 기술개발 및 실증

2013년 제주 스마트그리드 실증사업이 종료되고 당초 계획했던 7대 광역권별 스마트그리드 거점도시 구축에 앞서 계획에 없던 "스마트그리드 상호운용성 시험센터 구축사업"을 2013년 시작했다. 다양한 이유가 있었지만 기술적으로는 표준화와 사이버 보안의 기술개발이 미흡해서 중간단계의 사업이 필요하다고 판단해서였다.

다시 거슬러 올라가면 기술개발 측면에서는 2005년에 전력IT10대과제의 착수, 2009년 제주스마트그리드 실증사업이 시작되고, 보급측면에서는 한국전력공사에는 AMI보급사업을 2013년 시작했다. 한편 후술하게 될 보안 분야 기술개발에 있어서는 보안체계 연구가 2010년 12월에서야 착수하면서 본격적으로 시작했다. 기존의 기

〈그림 5〉 제주 스마트그리드 실증단지

술개발과 보급에서는 보안을 고려하지 않을 수 있는 구조였으며, 뒤늦게 반영해야 하는 상황으로 산업이 발전해 오고 있었다.

Ⅴ. 전력계통분야 보안기술 동향

전력계통분야 사이버보안 기술개발은 현재 운영 중인 단일 전력제어망의 취약점을 분석하고 보완하는 기술개발과 미래의 수요관리, 분산전원의 확대를 고려한 스마트그리드와 관련 기술개발로 구분할 수 있다. 전자는 성격상 접근이 쉽지 않고 한국전력공사가 주도적으로 연구개발이 가능한 영역으로 이미 100억 원 이상 규모의 연구개발 과제를 완료하고 일부 실계통에 적용 한 것으로 알고 있으며, 관련해서 지속적으로 연구개발이 이루어지고 있을 것이다.

기존의 중장기 연구 과제를 통해서 스마트그리드 분야의 사이버 보안 기틀은 마련된 것으로 평가되며, 보안과 다른 주제가 연계된 형태의 개발이 진행 중에 있다.

한편, 스마트그리드 관련 보안 기술은 한국전력공사, 국가보안기술연구소, 한전KDN이 주축이 돼서 연구개발을 진행 중인데 국가보안기술연구소는 가이드라인 등 기준제시, 한국전력공사는 관제기술, 한전 KDN은 스마트미터 등 기기 보안 기술을 중심으로 연구가 이루어지고 있다.

구체적으로는 2010년 12월부터 개체 암호 · 인증기술, 표준화, 접근제어 기술, 평가 · 인증체계, 이상 징후 탐색, 악성코드 공격대응, 인증운용기술 등 전범위에서 포괄적으로 보안 체계를 구축하고, 보안에 필요한 기술의 최소한의 가이드라인을 도출하는 목표를 가지고 "스마트그리드 보안 체계 연구"라는 제목의 연구과제를 2년간 진행해서 완료했으며 부수적인 성과로 2012년6월. 제정된 최초의 에너지분야 사이버보안 관련 고시인 "지능형전력망 정보의 보호조치에 관한 지침" 에 연구내용을 반영하였다. 세부적인 기술개발을 추진하는 "스마트그리드 핵심 보안기술 개발"제목의 과제를 2011년 7월부터 4년간 추진했는데 선행과제의 구체적인 기술내용을 포괄적으로 다루었다.

"스마트그리드 보안 체계 연구" 및 "스마트그리드 핵심 보안기술 개발" 2개의 중장기 연구과제는 스마트그리드 분야 사이버보안의 기틀을 마련했다고 평가될 수 있다. 이제는 보안을 주요내용으로 하는 중장기 과제 보다는 다른 주제의 연구개발과제에 보안기술이 부수적으로 녹아서 연구개발이 진행되고 있다.

Ⅵ. 원자력분야 보안기술 동향

원자력 시설은 외부와 통신망이 분리되어 있고 물리적으로도 접근이 어렵기 때문에 사이버보안에 있어서 안전한 편이라고 할 수 있다. 하지만 우리나라는 명백한 위험대상인 북한이 존재하며, 외국에서도 특정 시스템을 목표

로 하는 지능형 지속공격(APT)이 원자력 발전소를 대상으로 발생한 바가 있어서 관련 연구 개발은 어떤 분야보다 중요하다고 할 수 있다. 최근 한국수력원자력 직원 개인정보 유출, 스턱스넷 침투흔적 등 그 진위와 관계없이 원자력분야의 사이버 보안에 관한 언론에서의 뜨거운 반응은 관련 분야의 중요성을 증명한다.

한국수력원자력은 2010년 11월 원전사이버 보안 위험도 분석 및 평가 가이드라인에 관한 연구개발 2년간 진행하였으며, 2012년 8월 국가보안기술연구소가 중심이 돼서 한국형 원전인 APR1400의 사이버보안체계 개발을 2연간 추진하였다. 그 외에도 한국수력원자력은 2013년 "가동 원전 계측제어시스템 사이버보안성 통합평가 도구 개발" 연구과제를 착수하는 등 지속적으로 기술개발을 추진 중이다. 또한 국가보안기술연구소와 MOU를 체결하고, 원자력 사이버보안 현황 및 추진전략, 기술 등의 전문가 발표로 구성된 원자력 사이버 보안 워크샵을 개최하는 등 보안기술 개발 분야에 관한 투자를 확대하고 있다.

Ⅶ. 그 외 에너지 분야

전술한 바와 같이 우리나라는 단일 전력망으로 구성되어 있기 때문에 전력의 공급과 소비의 균형을 잃으면 걷잡을 수 없는 상태가 된다. 발전설비의 60%이상을 차지하는 석탄, LNG, 석유 등 화력발전 등도 사이버보안 기술개발을 추가해야 하는 영역이다. 또한 현재는 태양광, 풍력과 같은 분산전원에서의 사이버 보안의 중요성은 떨어지지만, 6차 전력수급계획에 따라 27년까지 발전량 비중 12%이상(발전설비 비중 20%) 확대되고 서해안 해상풍력과 같은 대단지의 공급원이 형성될 경우 매우 중요해질 것이다.

단일 독립 전력계통, 북한의 존재 등의 국내환경을 고려하면 단기적으로 신규로 건설되는 화력 발전원부터 장기적으로 신재생 분산전원까지 사이버 보안 기술개발이 다른 대부분의 에너지산업에도 필요할 것으로 보인다.

Ⅷ. 사이버보안 인식의 중요성

에너지 분야 사이버 보안 기술개발 필요성을 인식하는 것 자체가 매우 중요하다. 우리나라는 북한이라는 명백한 공격위험 대상이 존재하기 때문에 다른 나라에 비해 특히 경각심을 가질 필요가 있다. 하지만, 중요도에 비해 에너지 분야 사이버 보안기술을 연구 개발하는 인력은 매우 제한적이다. 정보통신분야를 주 무대로 활동하고 있는 많은 전문가들이 에너지 분야에 관심을 가져 주기를 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 제2차 에너지기본계획, 산업통상자원부

[2] 2014년 전기연감, 대한전기협회

[3] 제1차 지능형전력망 기본계획, 대한민국 정부

[4] 2015년 전력계통도, 전력거래소

이 동 호

• 2004년 2월 고려대학교 공학사(전기전자전파)
• 2014년 2월 고려대학교 공학박사(전자전기)
• 2009년 1월~2009년 12월 LG전자기술원 촉탁연구원 (방문연구원)
• 2011년 5월~현재 한국에너지기술평가원 연구원

〈관심분야〉
스마트그리드, 마이크로파 무선전력전송

SCADA 시스템을 위한 보안기술 동향

송 경 영
울산과학대학교
전기전자공학부

Ⅰ. 서 론

산업제어시스템(Industrial Control System; ICS)이란 산업현장에서 이용하는 제어시스템으로, 센서의 측정값과 현장(field)에서의 운용 정보를 수집하고, 이 정보들을 처리/표시하고, 제어정보(control information)를 멀리 떨어진 장치(remote equipment)로 전달하는 역할을 하는 시스템을 말한다. 이러한 제어시스템의 예로 전력시스템, 석유공정시스템, 상하수도 시스템 등을 들 수 있다. 이러한 제어시스템은 스마트폰을 이용하여 가정의 조명을 점등하는 간단한 기능에서부터 원자력발전소에서 행해지는 다양한 설비의 운용과 같은 복잡한 기능을 수행하는 등 다양하다.

공압시스템 등 여전히 아날로그 방식으로 동작하는 제어시스템이 있지만, 최근에는 대규모 시스템 제어를 비롯한 대부분의 시스템의 제어는 컴퓨터를 기반으로 행해지고 있다. 최근에는 적대국, 테러리스트 집단 혹은 특별한 의도를 갖지 않고 단지 자신들의 보안 기술력을 과시하는 집단에 의해 행해지는 제어시스템에 대한 사이버 공격이 증가하는 추세이다. 이에 따라, 제어시스템 보안의 흐름은 '물리적 공격 방어'에서 '사이버 보안 강화'로 진화하고 있다.

SCADA 시스템은 산업 현장에서 이용하는 제어 시스템으로 지역적으로 분산되어 있는 시스템의 감시, 제어 및 데이터를 취득하는 정보통신 기반의 시스템을 의미한다.

제어시스템은 처리 영역에 따라 크게 분산제어시스템(Distributed Control Systems; DCS)와 원방감시제어 및 데이터취득(Supervisory Control And Data Acquisition; SCADA) 시스템으로 나눌 수 있다. DCS는 일반적으로 한 지역 혹은 작은 지역에서 운용하는 제어시스템

인데 반해, SCADA 시스템은 지역적으로 분산되어 있는 시스템의 감시제어와 데이터를 취득하는 시스템을 말한다. 시스템이 대형화되고 복잡해지면서 SCADA 시스템과 산업제어시스템은 용어적으로 큰 구분 없이 사용되고 있다. 이 후로 본고에서는 산업제어시스템과 SCADA 시스템을 구분하지 않는다.

본고는 다음과 같은 순서로 SCADA 시스템의 보안기술 동향을 설명하고자 한다. 2장에서는 SCADA 시스템의 구성 및 SCADA 시스템의 대표적인 예인 전력시스템의 통신 프로토콜의 표준화 에 대해 설명한다. 3장에서는 SCADA 시스템 관련 보안 사고를 소개하고, 보안위협 요소를 설명한 후, SCADA 시스템의 보안성 강화를 위해 최근 연구되고 있는 요소기술에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. SCADA 시스템이란?

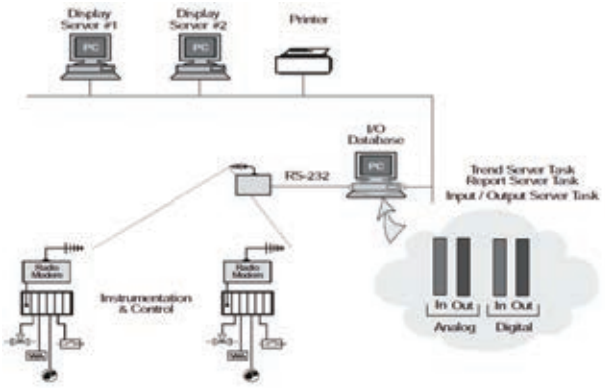
1. SCADA 시스템의 구성

초창기의 SCADA 시스템은 기기 및 장치의 외부에 표시되는 미터기 혹은 스트립 차트 레코더 등을 이용하여 데이터를 취득하였다. 다양한 제어 밸브를 운용하는 운영자는 이렇게 취득한 데이터를 바탕으로 감시 제어를 직접 수행하였다. 이러한 방식의 감시 제어 및 데이터 취득은 현재까지도 일부 공장에서 사용되고 있다.

산업이 급속도로 발전하면서 공장은 대형화되고 자동화되고 있다. 이러한 공장이나 공정의 대형화는 수 많은 센서가 존재를 의미하고, 관련 데이터 취득 과정이나 감시 제어 과정이 복잡해짐을 의미한다. 또한 전력시스템과 같이 현장과 제어실의 거리 이격이 큰 경우도 많다. 이에 따라 SCADA 시스템의 개념도 근본적인 변화를 격게 되었다.

하나의 SCADA 시스템은 현장의 데이터를 수집하고, 그 데이터를 통신시스템을 통해 주단말장치(Master Terminal Unit; MTU)로 전송하는 다수의 원격단말장치(Remote Terminal Unit; RTU), HMI, network 등으로

SCADA 시스템의 현장 데이터 수집 전송을 위한 원격단말(RTU), 데이터를 수집해 처리하는 주단말(MTU), 그리고 인터페이스 및 네트워크로 구분된다.



〈그림 1〉 SCADA 시스템 개념도

구성되며, 〈그림 1〉은 SCADA 시스템의 개념도를 나타낸 것이다.

- MTU는 RTU로부터의 데이터를 수집 및 저장하고 RTU로의 송신을 관리하며, 운영자와의 인터페이스를 통해 현장 감시 및 제어 기능을 제공하며, 각종 경보 및 사건 기록 등을 수행한다.
- HMI(Human-Machine Interface)는 운영자를 위한 콘솔로 경보, 제어 화면, 상태 화면, 상태 화면 리포트 등을 위한 GUI 환경을 통해 데이터 표시, 제어, 연산 등의 기능을 제공한다. 〈그림 1〉에서의 Display server 등은 이 기능을 수행하는 예로 볼 수 있다.
- RTU는 원격지의 IED(Inteligent Electronic Device) 관리를 담당하며, 하위 장비(PLC(Programmable Logic Controller), DCS, IED 등)로부터 수집된 자료를 각 시설의 상태 정보를 취합하여 MTU로 전송한다.
- SCADA 시스템의 데이터 취득 및 감시제어는 다양한 네트워크를 통해 이뤄진다. 종래에는 RS232나 RS485 등의 시리얼 통신이 주가 되었지만 최근에는 Ethernet을 활용한 통신 뿐 아니라 Bluetooth와 ZigBee와 같은 다양한 통신망을 이용하고 있다.

2. SCADA 시스템을 위한 프로토콜

SCADA 시스템을 위한 통신 프로토콜은 매우 다양하다. 최근에는 전력제어시스템을 위한 프로토콜의 표준화

가 활발하게 진행되고 있다. 그 중 대표적인 전력제어시스템용 프로토콜을 소개한다.

2.1. Modbus 프로토콜

Modbus는 1979년에 Modicon사(현재, Schneider Electric)가 구축한 OSI 제7 계층인 응용 계층(Application Layer) 메시지 프로토콜로서 다른 형태의 버스와 네트워크로 연결된 디바이스 간의 클라이언트/서버 통신을 지원한다. 또한 Modbus 프로토콜은 PLC와의 통신을 위해 만든 프로토콜로서 PLC가 동시에 인지할 수 있는 데이터 형태의 수가 제한되어 있다.

Modbus 프로토콜을 이용하여 통신하는 모든 디바이스들은 하나의 통신 링크에서 유일한 주소를 부여받는다. 이 프로토콜은 북미와 유럽에 700백만 이상의 노드에 설치되어 있지만, 데이터 값의 Time Stamp가 없고, 방해 이벤트가 생겼을 때 알려주는 방식이 없어 디바이스 간의 공통적인 데이터 포맷이 없는 단점을 가지고 있다. 최근에는 기존의 시리얼 통신과 함께 이더넷 통신을 지원하는 새로운 프로토콜인 Modbus-TCP가 추가되었다.

SCADA를 위한 통신 프로토콜들에는, Modbus, IEC 60870, DNP3 가 있으며, 이더넷 통신 및 TCP/IP 프로토콜을 지원할 수 있다. 현재 제어 시스템에 대한 보안 침해 사고가 지속적으로 증가되고 있으며, 국가간 외교 전쟁으로 비화될 가능성이 있다.

2.2. IEC 60870

IEC 60870-5는 1990~1995년에 국제전기기술위원회(IEC: International Electro-technical Commission) TC(Technical Committee) 57이 전력시스템을 위한 제어, 보호 및 그와 관련된 통신을 위해 제정한 표준을 말한다. IEC 60870-5는 유럽, 중동 및 아시아 지역에서 주로 채택된 프로토콜로 지금까지 현장에 설치된 대부분의 RTU들은 IEC60870 프로토콜을 필수적으로 지원하고 있다.

2.3. DNP3 프로토콜

DNP3(Distributed Network Protocol)는 IEC 60870-5의 표준화이전, SCADA 관련 제조사들이 상호 운용성이 필요하여, 1993년에 Westronic사(현재, GE Harris)가 부분적으로 완성한 표준이며, 이후 미국전기전자통신학회 (IEEE)가 DNP3를 IEEE Std. 1815로 채택하였다.

DNP3 표준화 이전의 프로토콜은, 타 제조사 간 호환이 되지 않고, 단방향 통신이었으므로, 다양한 장비가 접목되고 양방향 제어가 필수적인 SCADA 제어 시스템에는 적합하지 않았다. IEC60870과 달리 DNP3는 북미와 남미, 남아프리카, 호주 지역에서 수 처리와 오일, 가스 설비 제어용으로 주로 채택되며 산업현장의 RTU들은 DNP3를 지원하고 있다.

이러한 DNP3는 기기제어와 감시에 기반하여 설계된 프로토콜(Protocol)로 보안성을 가지고 있지 않아 해킹에 취약성을 갖고 있다.

최근에는 실행 비용 및 엔지니어링 작업의 감소를 통한 비용 절감을 목표로 IEC 60870과 DNP3 표준을 통폐합한 IEC 61850이 제정되었다.

Ⅲ. SCADA 시스템 보안

1. 보안 사고 사례

해외의 제어시스템에 대한 보안 침해 통계 자료를 보면 2002년~2008년까지 누적된 보안 침해 사례는 보고된 것만 38,000여 건에 이르며, 2009년 이후로 지속적으로 보안 침해 사고가 증가하고 있다. 2009년 4월 CNN의 보도에 의하면 미국 전력망에서 적성국가에서 설치한 것으로 보이는 악성코드가 발견되었으며, 이 코드는 전기공급을 차단할 수 있는 것으로 알려졌다. 2010년 이후부터는 석유, 가스, 전자통신 및 금융시스템에서도 악성코드가 발견되는 등 주요 산업제어시스템에 대한 해킹시도가 광범위하게 퍼져나가고 있는 상황이다.

미국의 제어시스템 영역별 보안 침해 비율을 살펴보면 전체의 41%는 에너지 분야이며, 15%가 수도, 10%가 상용제어시스템으로 나타났다.

대표적인 보안 침해 사례는 스턱스넷(Stuxnet)을 들 수 있다. 이란 원전 시설의 파괴로 약1,000여개의 원심분리기가 스턱스넷(Stuxnet)에 의해 고장이 남으로써 이란

〈표 1〉 제어시스템 위협 형태

구 분	설 명
공격자 (Attacker)	실력 과시 및 스릴을 위해 네트워크 침입을 시도할 수 있다. 현재 공격 스크립트 및 프로토콜을 인터넷을 통해 쉽게 구할 수 있기 때문에 전문적인 지식 없어도 쉽게 공격을 수행할 수 있다.
봇-넷 (Bot-network)	공격을 조직화하고 피싱, 스팸, 악성코드를 유포하여 해커가 마음대로 제어할 수 있는 좀비 PC들의 네트워크이다.
피셔 (Phishers)	금전적 이익을 목적으로 스팸, 스파이웨어/멀웨어를 이용하여 계정 탈취 및 정보 취득을 시도한다.
스팸 전파자 (Spammers)	상품 판매, 피싱 수행, 스파이웨어/멀웨어 유포, DoS 공격 수행을 위해 수신인이 원하지 않는 잘못된 정보 및 정보를 숨긴 이메일을 퍼뜨린다.
내부자 (Insiders)	– 불만을 품은 내부 직원은 사이버 범죄의 주요근원이다. – 내부자는 목표 시스템에 제한 없이 접근을 할 수 있기 때문에 풍부한 지식 없이도 정보를 획득하거나 시스템 침해를 야기할 수 있다. – 내부 위협은 내부 직원뿐 아니라 아웃소싱 벤더 및 비즈니스 파트너 등도 포함되며, 불완전한 정책, 절차, 테스팅은 제어시스템에 영향을 줄 수 있다. – 제어시스템의 침해사고는 내부자의 실수로 인해서도 높은 확률로 발생한다.
테러리스트 (Terrorists)	국가안보를 위협하기 위해 제어시스템을 파괴하거나 불능상태로 만든다. 이것은 다수의 사상자를 유발하고, 국가 경제에 타격을 주고, 국가 신뢰도에 영향을 미친다.
산업스파이 (Industrial spies)	기업 기밀에 대한 지적자산 및 노하우 취득을 목적으로 한다.

핵 프로그램에 상당한 타격을 가할 수 있는 것으로 보고되었다.

SCADA 시스템에 대한 공격은 국가간의 외교 전쟁으로 비화될 수 있다. 2012~2013년 사이 중국군 61398부대가 미국의 수도, 전기, 가스 제어에 필요한 주요 정보를 탈취한 것으로 알려졌다.

우리나라에서는 2014년 12월 한국수력원자력의 정보유출 사고를 계기로 SCADA 시스템 등 폐쇄망 보안에 대한 기관 · 기업들의 관심이 높아지고 있다.

2. 보안 위협 형태 및 취약성

전력 제어시스템에 대한 보안 위협은 적국, 테러리스트, 산업스파이, 불만을 가진 직원, 악의적인 침입자 등에 의한 악의적인 위협과 시스템 복잡성, 사람에 의한 실수 및 사고, 장치 고장과 자연재해와 같은 자연적인 위협 등 다양한 위협 인자에 의해 발생할 수 있다. 악의적인 위협 및 자연적 위협으로부터 제어시스템을 보호하기 위해서는 심층 방어(defense-in-depth) 전략을 수립할 필요가 있다. 전력 제어시스템에 공격을 수행할 가능성이 있는 악의적인 위협의 유형은 〈표 1〉과 같다.

전력 제어시스템이 가지는 취약성은 아래와 같이 세 가지 분류의 취약성으로 구분해 볼 수 있다.

2.1. 정책 및 절차

제어시스템 보안에 관한 정책 및 구현 절차(Guide)가 불완전/부적절하거나 없는 경우에서 오는 취약성이다. 보안 정책 및 절차, 관리 지원은 보안의 기초이기 때문에 보안 정책은 패스워드 정책 또는 제어시스템에 연결 모뎀 등에 대한 보안 요구사항을 권고함으로써 취약성을 완화시킬 수 있다.

2.2. 플랫폼

하드웨어, 운영체제(OS), 제어시스템 애플리케이션을 포함하는 플랫폼의 결함, 잘못된 구성 또는 부실한 유지보수에서 오는 취약성이다. 이러한 취약성은 OS 및 애플리케이션 패치, 물리적 접근통제와 보안 소프트웨어(예, 백신)와 같은 다양한 보안 통제를 통해 완화될 수 있다.

2.3. 네트워크

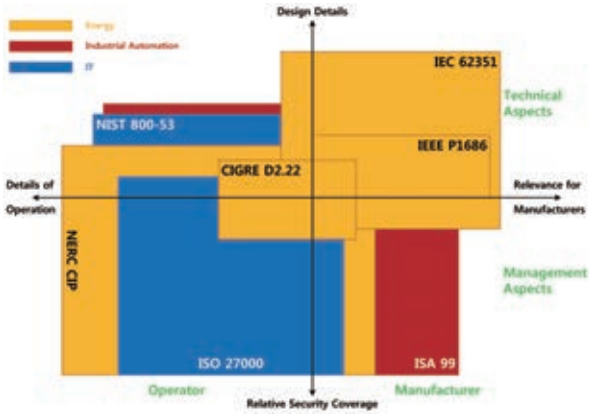
제어시스템의 네트워크의 결함, 잘못된 구성 또는 부실한 관리와 다른 네트워크와의 연결성으로 인하여 발생하는 취약점이다. 이러한 취약성은 심층 네트워크 설계, 통신 암호화, 네트워크 트래픽 제한, 네트워크 컴포넌트에 대한 물리적인 접근통제와 같은 보안 통제를 통해 제거 또는 완화될 수 있다.

3. SCADA 시스템을 위한 보안 표준

국가 중요기반 시설을 보호한다는 측면에서 전력 제어시스템 보안기술 개발의 필요성을 인식한 IEC, IEEE, P2030, SGIP(Smart Grid Interoperability Panel)등 국제 표준화기구는 보안 요구사항과 아키텍처를 정의하고 NIST 및 DHS는 전력 제어시스템 및 네트워크 간 상

〈표 2〉 전력제어시스템을 위한 보안 관련 표준

구 분	설 명
Security Profile for Advanced Metering Infrastructure	AMI(Advanced Metering Infrastructure)를 포함하는 지능형 전력망 제어 시스템에 대한 end-to-end 보안 요구사항
IEC 62351 Parts 1~11	전력 제어시스템의 운영에서 정보보안[8]
IEEE 1686-2007	IEDs, PLCs, RTUs 등의 제어장치에 대한 보안 권고사항
NERC CIP 002~009	대규모 전력 설비에 대한 사이버보안 강화 권고사항
NIST SP 800-53	연방 정보시스템 보안강화를 위한 종합적인 보안통제사항
NIST SP 800-82	안전한 산업 제어시스템 구축을 위한 보안 가이드라인



〈그림 2〉 전력제어시스템 표준의 영역별 활동

호운용성과 사이버 보안성 확보를 위해 표준 가이드 및 시험 · 인증 체계 개발을 지속적으로 진행하고 있다. 현재 IEC TC 57에서 정의하고 있는 전력 제어시스템을 위한 통신 프로토콜 표준은 IEC 60870-5 Series, IEC 60870-6 Series, IEC 61850 Series, IEC 61970 Series, IEC 61968 Series 등이 제정되었고 전력 제어시스템 및 네트워크 간 상호운용성과 사이버 보안성 확보를 위한 대표적인 표준 프레임워크가 NIST SP 1108 "NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standard"가 적용되고 있으며, 현재는 버전 v3.0이 발표되었다. 〈표 2〉는 지능형 전력망 구축 시 사이버 보안성 확보를 위해 적용할 수 있는 표준을 정리하였으며, 〈그림 2〉는 표준의 영역별 활동을 에너지, 산업용, IT 관점으로 분류하여 운영측면, 설계측면, 관리적 측면으로 명시하였다. 또한, 지능형 전력망에서 IED 및 AMI에도 암호 · 인증 및 키 관리 기술의 개발 필요성을 인식하고 스마트그리드 보안 가이드라인 문서 "NIST IR 7628"을 통해 스마트그리드 시스템 및 네트워크를 위한 보안 가이드라인을 통해 스마트그리드 환경에 적합한 암호 · 인증 및 키 관리 요구사항을 언급하여 IEEE P1711에서는 지능형 전력망 환경에서 데이터 기밀성과 무결성을 함께 제공하는 블록 암호 모드인 PE(Position Embedding) 모드를 표준화하였다. 그리고 현재 EPRI, 록히드 마틴社, 캐나다 Ryerson대학, Honeywell International社는 지능형 전력망에서 기기 보안 인증과 검증 기법(Device Security Authentication), 권한 및 자원의 접근제어 기술(Access control of Resource and Authorization), 분산 역할기반 접근제어(Distribute RBAC) 기법, 역할기반 권한관리(RBAC) 시스템 개발을 위해 지속적으로 연구 중에 있다.

IEC, IEEE, P2030, SGIP 등 국제 표준화 기구에서는 전력 제어시스템을 위한 보안 요구사항과 보안 아키텍처를 정의하고 NIST 및 DHS는 전력 제어시스템 및 네트워크 간 상호운용성과 사이버 보안성 확보를 위해 표준 가이드 및 시험 · 인증 체계 개발을 지속적으로 진행하고 있다.

4. 보안성 강화를 위한 요소 기술

4.1. RBAC

RBAC은 컴퓨터 시스템 보안에서 권한이 있는 사용자들에게 시스템 접근을 통제하는 한 방법으로 1992년 Ferradiolo와 Kuhn에 의해 제안되었고, 2000 NIST RBAC 모델이 제안되었고, 2004년에 ANSI/INCITS 표준으로 제정되었다. IEC 62351-8은 전력시스템의 접근제어를 다루고 있다. RBAC을 위해 정의된 주요 규칙은 다음과 같다.

- 역할 할당(Role Assignment)
- 역할 권한 부여(Role Autorization)
- 권한 부여(Permission Authorization)

4.2. 부인방지

부인방지란 통신 참여자 중 하나가 참여 사실을 부인하는 것에 대한 보안 서비스를 말한다. 부인방지의 목적은 사건이나 행위에 대한 증명을 제공하는 것이다. 증명이 제공되기 위해서는 통신 당사자의 식별과 데이터의 무결성이 확인되어야 한다. 부인방지는 다음과 같은 4단계로 구성된다.

1) 1단계: 증거생성
2) 2단계: 증거전송, 저장과 검색
3) 3단계: 증거확인
4) 4단계: 논쟁해결

증거는 분쟁을 해결하는 데 사용되는 정보로 부인할 가능성이 있는 통신 당사자가 생성한다. 증거는 증거의 사용자 또는 제3 신뢰 기관(Trusted Third Party; TTP)이 보관할 수 있다. 증거는 메시지 내용, 시간, 날짜, 부인할 가능성이 있는 통신 당사자의 식별 정보를 포함해야 한다.

발신자와 수신자가 직접 통신할 때 제공되는 부인방지로는 발신 부인방지와 수신 부인방지가 있다. 발신 부인방지는 메시지 발신자가 수신자에게 증거를 제공하는 것으로, 수신자는 발신자가 메시지 발신 사실을 부인할 때 증거를 이용해 발신자의 부인 사실을 증명할 수 있다. 수신 부인방지는 메시지 수신자가 발신자에게 증거를 제공하는 것이다. 발신자는 수신자가 메시지 수신 사실을 부인할 때 증거를 이용해 수신자의 부인 사실을 증명할 수 있다.

4.3. 일회용 암호

로그인 할 때마다 그 세션에서만 사용 가능한 일회성 패스워드를 생성하여 사용자에 대한 로그인 정보 유출을 최소화하기 위한 방식이다. 변형 패스워드 방식은 단방향 해시함수를 도입하여 위 패스워드 방식의 문제점을 해결하고 있다. 즉 사용자의 식별 정보 ID와 패스워드를 해시함수를 이용하여 해시 한 후 전송함으로서, 제 3자에 의한 도청(Eavesdropping)을 방지하고 동시에 전송 시 노출에 대한 예방을 하고 있다. 또한 패스워드 재전송(Replay)을 방지하기 위해 랜덤값 R을 사용하고, 서버 인증 정보 공격을 막기 위해 해시된 정 보를 그대로 저장함으로서 안전성을 획득하고 있다. 현재 변형된 패스워드를 제공하는 솔루션은 OTP(One Time Password)가 있다.

SCADA 시스템 보안을 위해서는 사용자 접근 제어를 위한 RBAC, 데이터 무결성 및 부인방지 알고리즘, 로그인 정보 유출 방지를 위한 일회용 암호, 안전한 시스템 환경 확보를 위한 Secure 부팅, 침입 방지 및 탐지 시스템, 소프트웨어 안전성 검사를 위한 화이트 박스 검사 등이 있다.

4.4. 안전한 부팅

SCADA 시스템의 운영자는 제어 장비가 잘 식별된(well-identified) 정품 소프트웨어 상에서 동작하는 것을 확인해야 한다. 이를 위해서는 장치에 멀웨어나 비정상적 소프트웨어의 주입을 방지하는 방법을 고려해야 한다. 이는 안전한 부팅(secure boot)를 통해 가능하다.

안전한 부팅을 지원하는 해결책으로 TPM, TrustZone, UEFI, Authentik 등이 있다. 신뢰 플랫폼 모듈(Trusted Platform Module)은 TCG Group에서 제안한 것으로 컴퓨팅 환경에서 암호화 키를 저장할 수 있는 보안 암호 처리자를 자세히 기록한 규격의 이름을 말한며, 최근에는 TPM 보안 장치 등을 통칭하여 TPM이라고 한다.

4.5. 침입 탐지

침입 탐지(Intrusion Detection)는 일반적으로 악의적인 해커의 공격을 통해 시스템에 대한 원치 않는 조작을 탐지하는 기법이다. 침입 탐지는 모든 종류의 악의적인 네트워크 트래픽 및 컴퓨터 사용을 탐지하기 위해 필요하다. 이것은 취약한 서비스에 대한 네트워크 공격과 애플리케이션에서의 데이터 처리 공격(data driven attack), 그리고 권한 상승(privilege escalation) 및 침입자 로그인 / 침입자에 의한 주요 파일 접근 / 악성 소프트웨어(컴퓨터 바이러스, 트로이 목마, 웜)와 같은 호스트 기반 공격을 포함한다. 다음은 다양한 침입 탐지 기법을 나열한 것이다.

– 네트워크 기반 침입 탐지
– 호스트 기반 침입 탐지

– 서명 기반 침입 탐지
– 변칙 기반 침입 탐지

4.6. 화이트박스 검사

화이트박스 검사(White-Box Test) 기법은 소프트웨어 내부 소스 코드를 테스트하는 기법이다. 화이트박스 테스트를 하면 내부 소스코드의 동작을 개발자가 추적 할 수 있기 때문에, 동작의 유효성 뿐 만 아니라 실행되는 과정을 분석하여 코드가 어떤 경로로 실행되며, 불필요한 코드 혹은 테스트 되지 못한 부분을 확인할 수 있다. 화이트박스 테스트를 하는 부분은 대개 코드의 실행 경로를 확인해야 하므로 커버리지 분석도구를 많이 활용하며, 타 검사 기법에 비해 많은 시간과 분석을 필요로 하지만 오류가 발생 되는 결함의 위치 등을 파악할 수 있다.

Ⅵ. 결 론

지금까지 SCADA 시스템에 대한 보안 위협과 이를 해결하기 위한 다양한 보안기술의 동향에 대해 살펴보았다. 클라우드 컴퓨팅, 양자컴퓨팅 등 정보통신의 발전으로 인해 제어시스템의 연결성은 더욱 확대될 것은 명확하며, 현존하는 제어시스템에 대한 보안기술 또한 지속적인 발전이 요구된다.

참 고 문 헌

[1] Robert Radvanovsky and Jacob Brodsky, “Handbook of SCADA/Control Systems Security”, CRC Press, 2013.
[2] David Bailey and Edwin Wright, “Practical SCADA for Industry,” Elsevier, 2003.
[3] IEC, IEC/TS 62351-1:2007(E), 2007.
[4] IEEE Power and Energy Society, IEEE Std. 1815:2012, 2012.
[5] ICS CERT. https://ics-cert.us-cert.gov/
[6] David Kushner, “The Real Story of Stuxnet,” 2013.02.26. http://spectrum.ieee.org/telecom/security/the-real-story-of-stuxnet

송 경 영

• 2004년 2월 고려대학교 전기전자전파공학부 공학사/수학과 이학사
• 2010년 8월 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학박사
• 2005년 3월~2010년 8월 서울대학교 뉴미디어통신공동연구소 연구원
• 2010년 8월~2012년 2월 LG전자 차세대무선통신연구소 선임연구원
• 2012년 3월~현재 울산과학대학교 전기전자공학부 조교수

〈관심분야〉
스마트그리드, MIMO, 오류정정부호, 생체신호처리

산업제어시스템의 역할기반 접근제어 표준화 및 연구 동향

박 경 원
동국대학교 정보통신공학과

임 대 운
동국대학교 정보통신공학과

Ⅰ. 서 론

전기, 수도 등의 산업기반시설은 외부와 물리적으로 독립되어 있고, Modbus, Profibus, RS-485, RS-422 등과 같이 제어시스템 별로 특화된 프로토콜 및 물리적 인터페이스를 사용하기 때문에 사이버 위협 및 공격으로부터 비교적 안전하다고 인식되어 왔다. 하지만, 2010년 산업제어시스템(ICS, Industrial Control System)을 대상으로 한 '스턱스넷'의 사례가 확인되면서, 물리적으로 독립된 산업기반시설이라 하더라도 더 이상 안전하지 않다는 것이 확인되었다. 또한, 산업제어시스템의 효율성과 상호 운용성 등을 높이기 위해 공개 표준이 사용되고 외부 망과의 연결에 대한 요구에 의해 물리적인 인터페이스도 통신망에 대중적으로 사용되는 이더넷이 지원됨에 따라, 침입의 경로가 다양해지고 취약점도 늘어날 수 있는 상황이 되었다.

산업 제어시스템 효율성과 상호 운용성 제고를 위해 공개 표준 사용 및 외부 망과의 연결성 확대로 인해 침입 경로가 다양해지고 취약성이 증가하는 상황이 되었다.

1997년부터 IEC (International Electrotechnical Commission)는 산업기반시설에 대해 사이버 위협에 대응하기 위한 보안의 필요성에 대해 논의를 진행하였으며, 1999년에 구성된 IEC TC 57의 Working Group 15에 의해 산업제어시스템의 보안을 위한 IEC62351 표준이 2007년에 발표되었다[1]. IEC62351은 전력시스템의 통신 네트워크와 시스템 보안을 위한 표준으로 디지털 서명을 통한 데이터 전송의 인증, 인증된 접근의 보장, 도청의 예방, 재생 및 스푸핑 공격 방지, 침입 탐지 등의 기능을 지원한다.

본고는 산업제어시스템의 역할기반 접근제어 (RBAC : Role Based Access Control)를 규정하는 IEC62351-8을 살펴보고 RBAC 관련한 연구 동향을 소개한다.

Ⅱ. 역할기반 접근제어 표준

1. 역할기반 접근제어 개요

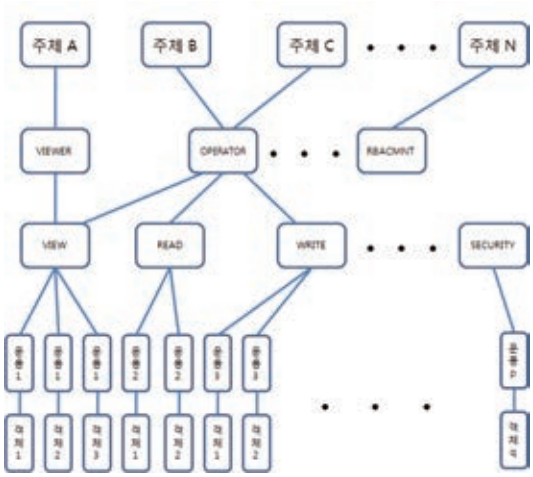
기존의 운영체제에서 널리 사용되고 있는 접근제어는 정보의 유출, 변조 및 시스템 자원의 파괴 등의 위험을 최소화하기 위한 기법이다. 특히 산업제어시스템의 경우에는 인증을 통해 모든 자원에 접근할 수 있는 사용자 모델(All-or-nothing super-user model)에 대한 대안으로 RBAC이 도입되고 있다. RBAC은 사용자가 업무를 수행하기 위해 필요한 최소한의 권한만 부여하는 것을 원칙으로 하며, 이를 통해 보안 정책, 네트워킹, 방화벽, 백업 시스템 운영 등에 있어 보안성을 향상 시킬 수 있다. 〈표 1〉은 RBAC을 설명하기 위한 용어를 정의한다.

〈그림 1〉은 주체, 역할, 권한, 운용, 객체의 관계를 나타내며, 본고에서 사용자와 주체 그리고, 객체와 자원은 각각 같은 의미로 사용된다. IEC 62351-8에서 사용자의 역할은 관찰자(VIEWER), 운영자(OPERATOR), 엔지니어(ENGINEER), 설치자(INSTALLER), 보안관리자(SECADM), 보안감사(SECAUD), RBAC관리자(RBACMNT)로, 권한은 VIEW, READ, DATASET, REPORTING, FILEREAD, FILEWRITE, FILEMGT, CONTROL, CONFIG, SETTINGGROUP, SECURITY로 사전 정의

산업제어시스템의 경우 인증을 통해 모든 자원에 접근할 수 있는 사용자 모델에 대한 대안으로 RBAC이 도입되고 있다. RBAC은 사용자가 업무를 수행하기 위해 필요한 최소한의 권한만 부여하는 것을 원칙으로 하며, 이를 통해 보안 정책, 네트워킹, 방화벽, 백업시스템 운영 등에 있어 보안성을 향상시킬 수 있다.

〈표 1〉 역할기반 접근제어 용어

구분	내용
주체 (Subject)	사용자 또는 자동화된 에이전트
역할 (Role)	조직 내에서 정의된 업무의 기능
권한 (Right)	특정한 객체들을 접근할 수 있는 특권(Privilege)의 집합
운용 (Operation)	실행 가능한 기능
객체 (Object)	시스템 자원



〈그림 1〉 역할기반제어 관계도

하고 있다.

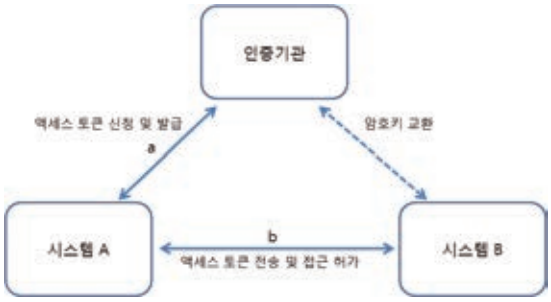
〈표 2〉는 IEC 62351-8에서 제시한 역할에 할당된 권한을 보여주고 있다. 예를 들면 VIEWER의 경우 VIEW, REPORTING의 권한을 갖고, OPERATOR의 경우 VIEWER의 권한 외에 READ와 CONTROL의 권한이 추가된다. 또한, 주체 및 역할 그리고, 권한은 필요에 따라 추가될 수 있다.

RBAC은 역할의 성격에 맞는 접근 권한을 사전에 정의하고 새로운 사용자를 추가하는 경우 사용자가 수행해야하는 업무에 맞는 역할을 부여함으로써 사용자의 권한을 직접 지정하는 기존의 방법에 비하여 권한의 부여 및 회수가 용이하고 보안성도 강화된다는 장점을 갖는다.

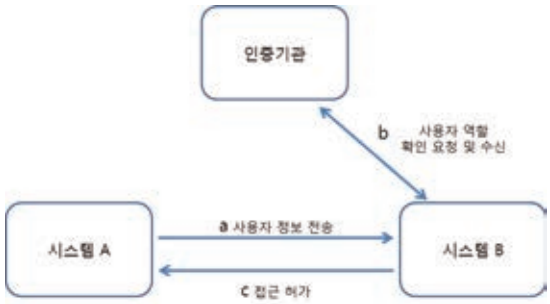
2. 접근제어모델

IEC62351-8은 시스템 A의 사용자 UA가 원격지 시스템 B의 자원을 접근하고자 하는 경우, 시스템 B가 신뢰할 수 있는 인증기관으로부터 사용자 UA의 역할을 확인하는 방법을 Push 모델과 Pull 모델로 제시한다.

〈그림 2〉는 IEC62351-8에서 제시된 Push 모델의 동작을 나타낸다. 단계 a에서 사용자 UA가 시스템 B의 자원을 접근하기 위해서 신뢰된 인증기관으로부터 자신에게 부여된 역할과 관련한 정보가 저장된 엑세스 토큰을



〈그림 2〉 Push mode



〈그림 3〉 Pull model

발급받아야 한다. 엑세스 토큰은 변조되지 않기 위해서 암호화된 상태로 사용자 UA에게 발급되며 재생 공격에 대비하기 위해서 유효 기간이 짧아야 한다. 인증기관과 시스템 B는 신뢰할 수 있는 채널을 통해 엑세스 토큰을 검증하기 위한 암호키를 교환한다고 가정한다. 단계 b에서 사용자 UA가 액세스 토큰을 시스템 B에 전송하면, 시스템 B는 키 K를 이용해서 액세스 토큰을 검증하고 UA의 역할과 관련한 권한을 허가한다. Push 모델의 프로세스는 커베로스(Kerberos) 인증 방식과 유사하며, 시스템 B는 시스템 A를 통해 주체의 역할을 전달받기 때문에, 시스템 B의 부하가 경감된다는 장점이 있다.

〈그림 3〉은 IEC62351-8에서 제시된 Pull 모델의 동작을 나타낸다. 단계 a에서 사용자 UA가 시스템 B의 자원을 접근하기 위해서 사용자 UA는 아이디와 패스워드와 같은 사용자 정보를 시스템 B로 전송한다. 단계 b에서 시스템 B는 사용자 UA의 역할을 인증기관에게 직접 요청하여 전달받는다. 이 방법은 사용자 정보만으로 시스템 B의 자원에 대한 접근 권한을 가질 수 있게 되는 것으로, 시스템 A가 사용자에 대한 액세스 토큰 정보를 보관하지 않는다는 장점이 있다. 하지만, 시스템 B가 항상 신뢰할 수 있는 채널을 통해 인증기관에 접근이 가능한 온라인 상태여야 하며, 사용자-역할 할당과 역할-접근 권한 할당을 모두 조합하여 처리해야 한다는 부담이 있다.

3. 액세스 토큰의 구조

RBAC은 여러 사용자를 등록, 수정 및 삭제하고 사용자에 따라 역할을 할당하고 관리하는 것이 핵심이라고 할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 IEC62351-8의 Push 모델은 시스템 A와 B 그리고 인증기관 간에 사용자 정보, 역할 정보 등을 전달하기 위해서 액세스 토큰을 사용한다. 액세스 토큰은 X.509 ID 인증 방식과 X.509 속성 인증 방식, 그리고, 소프트웨어로 구현하는 방식으로 구현될 수 있다. X.509 인증 방식은 공개키 기반(PKI)의 ITU-T 표준으로 인증서를 발행하기 위한 인증기관의 정밀한 계층적 시스템을 취하고 있으며, X.509 속성 인증

〈표 2〉 IEC62351-8에 제시된 역할-권한 할당

Value	Role \ Right	VIEW	READ	DATASET	REPORTING	FILEREAD	FILEWRITE	FILEMGMT	CONTROL	CONFIG	SETTINGGROUP	SECURITY
〈0〉	VIEWER	X			X							
〈1〉	OPERATOR	X	X		X				X			
〈2〉	ENGINEER	X	X	X	X		X	X		X		
〈3〉	INSTALLER	X	X		X		X			X		
〈4〉	SECADM	X	X	X			X	X	X	X	X	X
〈5〉	SECAUD	X	X		X	X						
〈6〉	RBACMNT	X	X					X		X	X	
〈7...32767〉	Reserved	For future use of IEC defined roles.										
〈-32768 .. -1〉	Private	Defined by external agreement. Not guaranteed to be interoperable.										

방식은 누가 서명하고 인증서의 유효성에 대한 입증 시도 등을 했는지를 확인할 수 있는 기능과 다른 토폴로지를 지원하는 유연성을 추가한 확장 기능을 가지고 있다. 그리고, 소프트웨어로 구현하는 방식은 커베로스 인증 방식에 쓰이는 것과 비슷하며, 컨트롤러 기반의 저사양의 산업제어시스템을 위해 사용될 수 있다. 액세스 토큰에는 사용자 정보와 역할 정보 외에도 각 구현 방식에 따른 암호화 정보도 포함하고 있다. X.509 ID 또는 속성 인증방식을 사용하는 경우에는 서명 알고리즘과 서명 값이 추가되어야 하며, 소프트웨어로 구현하는 경우에는 해쉬 알고리즘과 키의 길이, 해쉬 값 정보가 추가되어야 한다.

4. 액세스 토큰의 전송

RBAC에 사용되는 액세스 토큰의 전송 방식은 세션 기반 전송 방식과 메시지 기반 전송 방식으로 구분된다. 세션 기반 전송 방식은 TLS 등과 같이 두 시스템 간에 인증체계를 가진 통신망이 구축되어 있는 경우 적용 가능하며, 메시지 기반의 경우에는 RBAC의 자격 증명이 각각의 메시지 내용에 암호화되어 있다.

세션 기반의 경우, 초기 인증 및 권한을 부여하기 위한 명령 교환 시, 일련의 바인딩 암호를 수행하기 위한 시간이 소요된다. 상기 과정은 세션 당 한 번만 실행이 되고, 인증을 받고 난 후에는 빠른 동작이 가능하다는 장점이 있지만, 여러 사용자 마다 별도의 세션을 생성해야 한다는 단점을 가지고 있다.

메시지 기반의 경우, 메시지 내에 암호화되어 저장된 역할 증명의 내용을 확인하기 때문에, 동일한 전송 계층 및 혼합된 다른 역할을 가진 접속에 대해서 세션에 의존적이지 않아 별도의 세션을 구현하고 유지하는 부담이 적다는 장점이 있는 반면에 각 메시지 단위로 디지털 서명을 생성하고 검증하기 위해 많은 시간이 소요된다는 단점이 있다.

세션 기반과 메시지 기반 전송 방식은 서로 상반적인 장단점을 가지고 있기 때문에, 시스템 설치 환경을 고려하여 전송 방식을 적용해야 한다.

Ⅲ. 역할기반 접근 제어 연구 동향

시스템이 확장됨에 따라 관리해야 하는 자원은 많아지게 되며, 이를 지원하기 위한 많은 정책과 요구사항이 생기게 된다. RBAC이 사용자마다 허가된 접근 권한에 대해 역할이라는 중간 매개체를 두어 사용자-권한 할당의 수를 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 권한 부여의 편의를 제공하는 등 효율적이고 안정적으로 관리하기 위해 만들어졌음에도, 다양한 요구를 수용하기 위한 정책을 수립하고 운용하기 위한 연구는 계속 되고 있다. 본 장에서는 여러 가지 RBAC의 확장 기법, 검증 단계의 프레임워크 등의 관련 연구 동향을 소개하기로 한다.

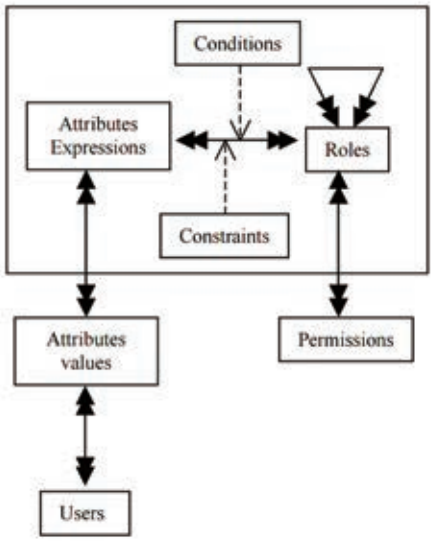
산업제어시스템이 확장되면서 관리해야 하는 자원이 많아지며, 이를 위한 많은 정책과 요구 사항을 관리해야 한다. RBAC을 통해 사용자-권한 할당 쌍의 수를 줄일 수 있지만, 다양한 요구 수용을 위한 정책 수립 및 운용에 대한 연구가 지속될 필요가 있다.

기존 RBAC의 정책보다 조금 더 다양하게 생성하고 유지하기 위한 방법으로 GRBAC (Generalized RBAC) 모델이 연구되었다. GRBAC은 접근 제어 결정 단계에서 사용자 역할, 자원 역할, 환경 역할 등으로 구분하고 이를 이용하여 다양한 사용자, 자원 및 시스템 상태에 대한 보안 관련 정보를 취합하고 구성하는 방식이다[2].

- 사용자 역할 – 일반 RBAC과 유사한 의미로서 보안 정책을 정의하는데 사용될 수 있으며, 사용자의 보안 관련 특성을 추상화함
- 자원 역할 – 자원의 종류 또는 민감도 등 자원의 다양한 속성을 추상화함
- 환경 역할 – 접근 제어의 중재를 위해 사용될 수 있으며, 시간, 시스템 부하 등과 같은 환경 정보를 수집함
- 트랜잭션 – 〈SRole, ORole, ERole, op〉의 포맷을 가지고 있으며, 세 역할의 정보를 이용하여 수행할 특정 동작을 결정함

예를 들어 "A"라는 사용자(SRole)가 "B"라는 자원(ORole)에 대해 "주중에만"(ERole) "쓰기"(op)가 가능하

〈그림 4〉 TRBAC 구조



〈그림 5〉 RB-RBAC model

도록 한다고 구성을 하면, 그에 해당하는 정책은 〈A, B, 주중, 쓰기〉 와 같이 표현될 수 있다.

그리고 이와 유사한 방법으로 특히, 시간 정보에 의해 접근 제어 정책이 결정될 수 있는 방향에 대한 연구가 있었다. 이는 특정 역할의 사용자가 특정 기간에만 해당 역할로서 접근 권한을 갖게 하는 것으로, 예를 들어 쓰기 권한을 가진 근무자가 근무시간 동안에는 쓰기 권한을 사용할 수 있지만, 근무시간 이후에는 그 권한이 해제되어, 근무자가 책임질 수 없는 시간에 발생될 수 있는 문제를 극복할 수 있도록 하기 위한 것이다. 이를 위해 TRBAC(Temporal RBAC)이라는 모델을 이용하여 역할 사이에 시간의 종속성을 부여하였다. 〈그림 4〉를 보면, 주기적으로 역할의 활성화 및 비활성화를 하기 위해 Role Trigger Operation 이라는 개념을 사용한 것을 확인할 수 있다. Role Trigger Operation은 정해진 시간에 의해 실행 또는 연기될 수 있으며, 충돌을 해결하기 위해 활성화와 비활성화 동작에 우선순위를 부여할 수 있도록 설계되었다[3].

다양한 환경 조건에 맞는 접근 제어를 실현하기 위해서 TRBAC을 확장한 ERBAC (Event-driven RBAC)모델

〈표 3〉 IEEE DBP3에 제시된 역할-허가 할당

Value	Name	Permissions						
		Monitor data	Operate controls	Transfer data files	Change config	Change security config	Change code	Local login
〈0〉	VIEWER	Yes	No	No	No	No	No	No
〈1〉	OPERATOR	Yes	Yes	No	No	No	No	No
〈2〉	ENGINEER	Yes	No	R/W/D	Yes	No	No	No
〈3〉	INSTALLER	Yes	No	R/W	Yes	No	Yes	Yes
〈4〉	SECADM	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
〈5〉	SECAUD	Yes	No	R	No	No	No	Yes
〈6〉	RBACMNT	Yes	No	D	Yes	Roles only	No	No
〈7...32767〉	Reserved	For future use.						
〈32768〉	SINGLEUSER	Yes	Yes	R/W/D	Yes	Yes	Yes	Yes
〈32769 .. 65535〉	Private	Defined by external agreement. Not guaranteed to be interoperable.						

이 연구되었다[4]. 이 모델은 여러 가지 사건에 대해 조건이 충족되면, 그에 해당하는 접근 제어를 허용하는 방식으로 기존의 RBAC의 접근 제어 정책보다 세밀하게 정책을 수립할 수 있다는 특징을 갖는다. 또한 ERBAC을 이용하여 수립된 정책 간의 충돌 등을 검증하고 이를 수행하기 위한 구성을 최적화하기 위한 프레임워크로 정수 프로그래밍 기반의 추론 방법[5]의 연구가 진행되고 있다.

〈그림 5〉의 RB-RBAC (Rule-Based RBAC)[6]은 동적으로 정의된 규칙의 유한 집합을 기반으로 각 역할에 사용자를 할당할 수 있는 모델로, 사용자가 가지는 속성 값을 이용하여 조건 또는 제약 사항을 확인한 후에, 역할에 맞는 권한을 허락하는 방식으로 동작된다. 더 나아가, 역할의 계층 구조를 유도하여 그것들 사이에서 서열 관계를 가지도록 하는 속성 기반의 AB-RBAC (Attribute-Based RBAC)모델에 대한 연구로 발전되고 있다[7].

그 밖에도 미국 국립표준기술연구소에서 통합 표준을 위한 RBAC으로 4단계의 모델을 제시하고 있는데, 각 단계는 하위 단계의 내용을 수용하는 방식으로 각 보안 수준에 맞추어 적절한 단계의 RBAC 모델이 채택된다[8].

- Flat-RBAC : RBAC의 본질적인 측면에서의 구현 모델이지만, 다수 개의 사용자-역할 할당과 역할-권한 할당 기능을 지원하며, 사용자는 동시에 다중 역할에 대한 권한을 사용할 수 있음
- Hierarchical RBAC : Flat-RBAC의 기능에 더하여 계층적인 역할을 지원하며, 임의 또는 제한된 계층에 대한 지원이 포함됨
- Constrained RBAC : Hierarchical RBAC의 기능에 더하여 업무 분리에 따른 제약 기능이 추가됨
- Symmetric RBAC : Constrained RBAC의 기능에 더하여 사용자-역할 할당에 효과적인 성능을 낼 수 있는 허가-역할 할당 지원

그 밖에 보안처리를 위한 사전 프로세싱에 사용하기 위한 Dual Bloom Filter를 이용한 검증 프레임워크[9]와 Role Key Layer에 서명, 확인, 암호화 등 다양한 보안 기능을 지원하는 계층적 역할키 기반의 암호화 RBAC 시스템에 대한 논문[10] 등과 같이 RBAC을 보완하고, 확장하기 위한 다양한 연구가 계속되고 있다.

Ⅳ. 역할기반 접근 제어의 산업시스템 적용 방안

IEEE DNP3 표준은 IEC62351-8에서 제시된 기본 개념을 준수하여 RBAC을 정의하고 있지만, 권한 대신에 허가(Permission)라는 용어를 사용하고, IEC 62351-8에서 제시한 역할과 권한의 관계 〈표 2〉를 〈표 3〉와 같이 수정하여 제시하고 있다[11]. 또한 DNP3에서는 전체 권한을 가지고 있는 슈퍼유저로서 SINGLEUSER라는 역할이 추가되었으며, IEC62351-8에서는 권한을 11개로 분류하였으나 DNP3에서는 권한을 7개로 축소하여 분류하였다.

DNP3의 경우 기능 코드와 객체의 조합의 수가 약 3,000개에 이르며, 개발자는 자체적으로 각 각각의 권한과 역할이 충돌하지 않도록 관리해야 한다. 특히 산업제어시스템은 각 장비의 성능보다 신뢰성이 가장 중요하고, 현장에서 사용중인 저사양의 장비에 대한 보안 알고리즘이 필요하다.

DNP3 표준에서는 각각의 권한(허가)을 어떤 운용과 객체로 연결해야 하는지에 대한 구체적인 예는 제시하고 있지 않고 있기 때문에, RBAC 구현 시 이에 대한 정책적인 접근과 연구가 필요하다. 예를 들어 DNP3의 경우 운용은 기능 코드(Function Code)로, 객체는 객체 그룹과 변형 (Object Group and Variation)으로 정의하고 있으며 기능 코드와 객체의 조합의 수가 약 3,000개에 이른다. 개발자는 자체적으로 각각의 권한과 3,000여개의 운용 및 객체를 보안적인 측면에서 충돌하지 않게 연결하고, 연결 정보를 효율적으로 관리하는 방안을 결정해야 한다.

RBAC을 산업제어시스템에 적용하기 위해서는 산업제어시스템의 특성을 고려해야한다. 산업제어시스템은 각 장비의 성능도 중요하지만, 신뢰성이 제일 중요하기 때문에, 현장에는 고도의 신뢰성 테스트를 마친 비교적 낮은 사양의 장비가 여전히 사용되고 있으며, 일괄적으로 플랫폼을 변경하는 것은 쉽지 않다. 그러므로 RBAC을 적용

함에 있어서도 기존 시스템의 통신 및 동작에 문제를 일으키지 않도록 하위 호환성을 유지하면서 보안의 수준을 높일 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다. 예를 들어 사양이 낮고 고도의 신뢰성이 요구되는 현장 장비가 사용되는 산업제어시스템에 RBAC을 적용하는 경우, 현장 장비와 인증기관이 항상 온라인 상태를 유지하여야 하는 Pull 모델보다는 현장 장비의 프로세싱에 대한 부담이 적은 Push 모델이 적합하다고 할 수 있다. 액세스 토큰의 구성 및 관리 측면에서도 X.509의 PKI 기반 인증서 방식보다는 소프트웨어 기반의 액세스 토큰을 구현하는 방법도 고려되어야 하며, 액세스 토큰의 전송 방법에 있어서도 일반 네트워크 환경에서 많이 사용되는 세션 기반의 전송 방식보다는 각 개별 메시지에 보안 정보가 들어있도록 하여 개별 메시지 별로 보안에 대한 범위를 가지는 메시지 기반의 방식을 이용하여 구현하는 것이 적절하다.

Ⅴ. 결 론

지금까지 산업제어시스템의 보안을 위해 개발된 IEC62351-8의 RBAC 모델을 소개하고, 관련 연구 논문들을 살펴보았다. RBAC은 접근 제어 기술에서 발전된 형태이지만, 이를 기반으로 효율적인 관리, 정책 구성, 정책 간 충돌 등에 대해 세부적으로 더욱 보완 및 발전되어 왔다. 산업제어시스템을 위한 접근 제어 방법으로 RBAC을 적용할 경우에는 적용하고자 하는 업무 및 시스템에 대한 정책적인 접근과 연구가 필요하며, 시스템의 환경 및 하위 호환성, 각 장비의 암호화 및 프로세싱에 대한 처리 능력 등 상호간의 상충관계를 고려하여 적용할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] IEC: 62351-8 Ed. 1.0 Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 8: Role-based access control (Draft) (2011)

[2] MOYER, Matthew J.; ABAMAD, Mustaque. Generalized role-based access control. In: Distributed Computing Systems, 2001. 21st International Conference on. IEEE, 2001. p. 391-398.

[3] BERTINO, Elisa; BONATTI, Piero Andrea; FERRARI, Elena. TRBAC: A temporal role-based access control model. ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC), 2001, 4.3: 191-233.

[4] BONATTI, Piero; GALDI, Clemente; TORRES, Davide. ERBAC: event-driven RBAC. In: Proceedings of the 18th ACM symposium on Access control models and technologies. ACM, 2013. p. 125-136.

[5] SHAFIQ, Basit, et al. A framework for verification and optimal reconfiguration of event-driven role based access control policies. In: Proceedings of the 17th ACM symposium on Access Control Models and Technologies. ACM, 2012. p. 197-208.

[6] AL-KAHTANI, Mohammad, et al. A model for attribute-based user-role assignment. In: Computer Security Applications Conference, 2002. Proceedings. 18th Annual. IEEE, 2002. p. 353-362.

[7] AL-KAHTANI, Mohammad A.; SANDHU, Ravi. Induced role hierarchies with attribute-based RBAC. In: Proceedings of the eighth ACM symposium on Access control models and technologies. ACM, 2003. p. 142-148.

[8] SANDHU, Ravi; FERRAIOLO, David; KUHN, Richard. The NIST model for role-based access control: towards a unified standard. In: ACM workshop on Role-based access control. 2000.

[9] SCHREIVER, Jacob. Role Based Access Control and Authentication for SCADA Field Devices Using a Dual Bloom Filter and Challenge-response. 2012. PhD Thesis. University of Louisville.

[10] ZHU, Yujia, et al. Role-based cryptosystem: a new cryptographic RBAC system based on role-key hierarchy. Information Forensics and Security, IEEE Transactions on, 2013, 8.12: 2138-2153.

[11] IEEE: std 1815-2012 IEEE Standard for Electric Power systems communications – Distributed Network Protocol(DNP3), IEEE, 2012

박 경 원

- 2004년 2월 한국산업기술대학교 전자공학 학사
- 2014년 9월~현재 동국대학교 정보통신공학 석박사통합과정
- 2014년 9월~현재 동국대학교 부호 및 암호 연구실 연구원
- 2004년 2월~2009년 4월 Network S/W Engineer
- 2009년 5월~현재 포텍 마이크로 시스템, Technical Support & Field Application Engineer

〈관심분야〉
Network, Embedded System, Cryptography, Smart Grid, RBAC

임 대 운

- 1994년 8월 KAIST 전기및전자공학과 학사
- 1997년 2월 KAIST 전기및전자공학과 석사
- 2002년 8월 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사
- 1995년 9월~2002년 8월 LS산전 중앙연구소 선임연구원
- 2006년 9월~현재 동국대학교 정보통신공학과 부교수

〈관심분야〉
암호학, 제어시스템보안

Control Area Network 보안 기술 동향

김상효
성균관대학교
전자전기공학부

김영식
조선대학교 정보통신공학과

Ⅰ. 서 론

오늘날 차량 운행 안전 및 차량 제어의 효율화, 자동화 서비스를 제공하기 위해서 자동차에 많은 전자 장치 및 통신 장치가 사용되고 있다. 특히 최고급 차량뿐만 아니라, 전기 구동 모터와 내연엔진을 함께 사용하는 하이브리드차, 그리고 향후 전기자동차에 이르기까지 다양한 통신 장치를 갖춘 차량들이 점차로 늘어나고 있다. 차량 운행의 안전성 및 효율성을 높이고 사용자에게 편리한 실시간 주행 정보 제공을 위해서 차량 간 (Vehicle-to-Vehicle, V2V), 차량과 기반시설 간 (Vehicle-to-Infrastructure, V2I) 통신을 위한 VANET (Vehicular Ad Hoc Network) 기술이 연구되었고 더 나아가 최근에는 사물인터넷 시대에 맞춰 커넥티드 카(connected car)에 대한 관심이 높아지고 있다.

CAN은 차량 내부의 제어 장치의 증가로 인해 내부의 배선 간소화 및 효율화를 위해 도입되었다. 현재에는 차량 뿐만 아니라 선박, 철도, 항공우주 분야 및 의료기기 제어를 위해 활용되고 있다.

특히 오늘날 자동차 전장 시스템은 네트워크로 연결된 ECU (electronic control units)에서 동작하는 소프트웨어가 핵심 부품으로 사용되고 있다. 이 때 ECU는 직렬 버스 형태의 내부 네트워크를 통해서 센서, 구동기(actuator), 및 ECU 간 데이터 전송을 수행한다. 이 때 사용하는 차량 내 네트워크를 CAN(control area network)이라 부른다.

CAN은 1985년 독일의 Bosch 사에서 차량 부품간 통신을 위한 네트워크로 처음 개발하였다. 과거에 차량에서 사용되는 전자 컨트롤러의 수가 제한적일 때는 컨트롤러간 메시(messy) 형태의 직접 와이어 연결을 통해서 구현하는 것이 가능했지만, 차량의 발전으로 사용되는 컨트

롤러, 센서, 구동기의 수가 크게 증가함에 따라, 관련된 배선의 무게 및 필요한 공간이 증가하고 그에 따른 비용이 크게 증가하였기 때문에 간단하지만 효율적인 네트워크 구조가 개발된 것이다. CAN은 매우 단순하면서도 효율적인 구조를 갖고 있었기 때문에 자동차 업계에서는 그 이후 CAN을 실차 생산에 직접 도입하였으며 1993년에는 CAN 표준인 ISO 11898를 제정하였다[1].

또한 다년간 차량에서 다년간 안정적으로 동작하는 것이 입증된 후에는, 차량뿐만 아니라 선박 내부 통신망이나, 트램, 지하철, 경전철 등 철도, 그리고 승강기와 에스컬레이터에서도 CAN 프로토콜이 응용되며, 공장 설비의 센서와 구동기를 연결하는 통신 네트워크로도 널리 사용되고 있다. 그리고 항공 센서, 항법장치, 항공기내 데이터 분석에서 엔진 컨트롤 시스템 등 우주항공 분야 및 의료기기 임베디드 네트워크로도 CAN을 사용한다. 병원에서 조명, 테이블, X선 기계, 환자 침상 조절 등 수술실 관리를 CAN 기반으로 운용하고 있다.

그러나 CAN이 개발되거나 표준으로 제정될 당시에는 차량 네트워크에 대해 오늘날과 같은 해킹 공격이나 보안 위협이 있을 것을 상정하기가 어려웠기 때문에, 현재 사용되는 CAN에는 암호화나 인증과 같은 암호학적 보안 메커니즘이 포함되어 있지 않았다. 실제로 CAN이 사용된 지 수십 년 동안 해커들도 차량 네트워크에는 거의 주목을 하지 못하였고, 예외적으로 차량 성능을 임의로 개조하고 변경하기 위한 애프터마켓 튜닝 커뮤니티에서만 비교적 관심을 보여왔다.

현재 CAN 프로토콜에는 암호화나 인증과 같은 보안 메커니즘이 포함되어 있지 않다. 그러나 2010년이후 CAN 프로토콜이 해킹에 취약하고 차량 안전에 위협이 된다는 보고가 지속되고 있다.

그러나 2010년에 미국 UCSD와 워싱턴 대학의 Koscher 연구팀은 차량용 네트워크에 대한 해킹 취약성에 대한 종합적인 연구를 수행하였고, 그 결과 차량에 사용되는 네트워크에 대해서 정보통신기기에서와 마찬가지의 해킹 공격이 가능할 뿐만 아니라 차량의 안전운행에 심각한 위협이 될 수 있음을 직접 시연하였다[2-3]. 이를 계기로 차량 내부 네트워크에 대한 취약성에 대한 관심이 고조되었으며, 이에 대한 대응 방법에 대한 연구도 많은 관심을 받아 왔다.

본 논문에서는 CAN 프로토콜에 대한 보안 메커니즘 연구에 대한 동향 및 향후 발전 방향에 대해서 전망해 보고자 한다. 먼저 CAN의 구조에 대한 간략한 소개와 함께, CAN 특징에 따른 보안 취약점 및 보안 요구 사항에 대해서 살펴보고, 마지막으로 CAN 보안을 위해 제안된 대표적인 메커니즘을 살펴볼 것이다.

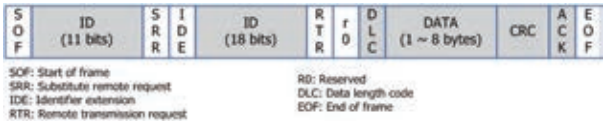
Ⅱ. CAN 프로토콜 개요

이 절에서는 보안 취약점 및 메커니즘을 설명하기 위해서 CAN 프로토콜에 대한 간략한 설명을 제공할 것이다.

CAN에서 이루어지는 통신은 브로드캐스팅 방식이다. 즉, 한 장치에서 전송한 메시지는 버스에 연결된 모든 장치가 수신할 수 있다. 네트워크상의 모든 장치는 전송되는 모든 메시지를 확인한다. 자신에게 전송되는 메시지인지 아니면 필터링해서 무시해야할지를 결정한다.

모든 메시지에는 수신 ID에 따라 우선순위가 정해져 있다. 동시에 메시지를 전송하는 장치가 있다면, 우선순위가 높은 메시지가 먼저 전송되고 낮은 우선순위 메시지는 나중으로 연결된다. CAN ID는 전송되는 메시지 종류를 나타낸다. 따라서 컨트롤러는 브로드캐스트 되는 모든 메시지를 모니터링하면서, 자신과 관련된 메시지인지를 판단하여 디코딩하게 된다.

CAN 물리 계층으로는 크게 고속(high speed) CAN 과 저속(low speed)/내고장(fault tolerant) CAN이 있다. 이 중에서 고속 CAN은 CAN C또는 ISO 11898-2로도 불리며 가장 널리 사용되는 계층으로 두 개의 와이어로 버스가 형성되며 최대 1Mbps의 전송 속도를 지원한다. 저속/내고장 CAN은 CAN B또는 ISO



〈그림 1〉 CAN 프레임 구조

11898-3으로도 불리며 두개의 와이어로 버스가 형성되고 최고 125kbps 속도가 지원된다. 이외에도 최고 33.3 kbps 또는 88.3 kbps 속도를 지원하는 단일 와이어 CAN도 있다.

CAN의 기본 데이터 단위는 프레임이다. 프레임의 주요 필드로는 〈그림 1〉과 같이 수신 ID, 데이터 필드 길이, 데이터 바이트, CRC (cyclic redundancy check), ACK (acknowledgement) 등으로 구성되어 있다. 수신 ID는 표준 11비트가 기본으로 사용되며, 옵션에 따라 18비트가 추가 되어 확장 29비트로 사용할 수도 있다. 또한 수신 ID 크기에 따라 프레임의 우선순위가 결정된다. 사용자 데이터는 바이트 단위로 1에서 8바이트까지 가능하고, 따라서 한 프레임에서 전송 가능한 최대 데이터 크기는 64비트이다. 그리고 16비트 CRC와 ACK 신호가 있는데, 16비트 CRC로 수신된 메시지에 오류가 없는지 검사하게 되고, 메시지를 정확하게 수신한 컨트롤러는 ACK를 통해 정확히 수신되었음을 알려준다. 처음에 메시지를 송신한 컨트롤러는 향후에 해당 ACK를 수신하지 못하면, 다른 설정이 없는 한 해당 메시지를 재전송한다. 실제 사용되는 CAN ID와 데이터 구조는 차량 진단을 위해 예약된 진단용 ID를 제외하고 많은 경우 표준에 지정되지 않았고, 대부분 제조사들이 독자적인 방식으로 정의해 사용하고 있다.

Ⅲ. CAN 프로토콜 보안 위협

차량용 전장 시스템에서 보안은 점점 중요해지고 있다. 공격에 저항하기 위해서 보안 메커니즘이 적용되어야 하지만, CAN은 보안에 대한 고려 없이 설계되어 있기 때문에, 기존의 장치들과의 호환성을 유지하면서 보안 메커니즘을 적용시키는데는 여러 가지 문제가 따른다. 이 절에서는 CAN 프로토콜의 보안 취약성 및 보안 위협에 대해서 살펴보고자 한다.

1. CAN 공격 시나리오

차량 운행 안전 및 차량 내 운전 환경 및 지능 시스템의 안전도를 높이기 위해서 자동차는 많은 정보통신기기를 도입하는 형태로 진화되고 있다. 오늘날에는 자동차도 인터넷 및 다양한 이동 단말에 연결되어 무선으로 진단 및 차량 소프트웨어를 업데이트하고 자동 충돌 방지 시스템 및 음성 제어와 같은 시스템을 동작시킬 수 있다. 이에 따라 차량 시스템에 BlueTooth, 3G/4G, GPS, WiFi, 그리고 무선 센서 통신과 같은 많은 외부 인터페이스가 사용되고 있다.

이런 연결성의 확대는 공격자에게 차량 시스템으로 뚫고 들어갈 새로운 기회를 제공해 준다. 예를 들어 공격자가 블루투스나 이동 통신 연결을 통해 차량 내 전자 제어 장치 중 하나인 차량의 텔레매틱스 장비에 악성 코드를 심을 수 있다.

CAN에서는 안전과 관련된 장치들이 연결된 네트워크에, 안전과 관련성이 적은 인포테인먼트, USB, HMI 등 외부 장비를 연결을 위한 기기들이 게이트웨이를 통해 직간접적으로 연결될 수 있다는 문제가 있다.

보안 관점에서 차량 내 네트워크의 가장 큰 문제점은 안전과 관련된 장치들이 연결된 버스와 안전과 상관없는 장치들이 연결된 버스 사이의 물리적 연결이 존재한다는 점이다. 예를 들어, 속도와 엔진을 제어하는 장치들이 연결된 네트워크와 셀통신, USB, HMI(human machine interface)을 연결하는 네트워크가 게이트웨이를 통해서 연결되어 있다.

하나의 ECU만 보안이 손상되어도 공격자는 가짜 메시지를 차량에 주입함으로써 차량을 제어하는 것이 가능하다. CAN에 연결된 대부분의 컨트롤러들은 외부에 노출되기 때문에, 공격자는 여러 개의 ECU 중 하나를 공격하여 제어 권한을 확보할 수 있다. 그 이후에 CAN 버스에 직접 접근이 가능하여 위조된 메시지를 전송하거나 다른 컨트롤러가 전송했던 정상적인 프레임을 그대로 재전송하는 것이 가능하다. 또는 공격을 위해 설계된 인가되지 않은 장치를 CAN 버스에 직접 연결할 수도 있다.

이런 상황 하에서 다음과 같은 공격이 가능해 진다. 먼저 공격자는 CAN 버스 상에서 전송되는 모든 프레임의 내용을 읽을 수 있다. 버스에서 전송되는 데이터와 그에 따른 시스템의 변화를 감지하면서 프레임에 전송되는 데

이터의 값과 의미를 분석하고 추정할 수 있다. CAN ID는 전송되는 데이터의 종류를 나타내므로 누가 수신하는지를 나타낼 수 있지만, 송신한 장치에 대한 정보가 없기 때문에, 인가되지 않은 장치에서 마치 인가된 장치에서 프레임이 만들어져 전송된 것처럼 위장하는 스푸핑(spoofing) 공격이 매우 용이하다. 더 나아가 CAN 버스를 통해서 정상적인 노드들의 데이터 혹은 소프트웨어를 업데이트할 수도 있다.

2. CAN 보안 요구사항

CAN에서의 보안 위협에 대항하기 위해서는 다음과 같은 일반적인 방어 수단이 존재한다. 먼저 인가되지 않은 장치에서 데이터를 읽어서 내용을 분석하는 것을 방지하기 위해서는 일반적인 암호화/복호화를 사용할 수 있다. 이 경우 ECU 간 혹은 여러 개의 ECU로 구성된 하나의 그룹 내에서 하나의 비밀키가 사전에 공유되어 있어야 하고, 안전한 키 관리를 위한 키 분배서버 및 시간동기화를 위한 시간 서버 등의 역할을 하는 컨트롤러가 지정되어야 한다.

CAN에 보안 인증을 추가하는 경우 장치간 신원확인, 전송되는 메시지의 인증 및 무결성 보장이 중요하다.

인증되지 않은 장치가 데이터를 위조하거나 정상 장치가 전송하는 것으로 위장하는 것을 방지하기 위해서 메시지 인증 코드(message authentication code)가 사용될 수 있다. 메시지 인증 코드 생성을 위해서 해시 함수와 같은 안전한 암호학적 알고리즘이 사용되어야 하고, 관련된 ECU간 혹은 ECU 그룹에 대한 키를 관리할 수 있는 메커니즘이 제공되어야 한다. 키 분배가 안전하게 이루어지면, ECU에서는 전송되는 메시지에 대한 메시지 인증 코드를 비밀키를 이용해서 생성하여 메시지에 연접하여 전송하게 된다.

경우에 따라 송신자와 수신자가 상대방의 신원을 확인할 수 있도록 하는 인증 기능이 필요하다. 이를 위해 사전에 공유된 비밀 키를 활용하여 인증이 이루어지게 된다. 이 때 물리적 복제방지함수(physically unclonable function)를 사용하면 ECU 상에서의 키 생성 및 인증을 강화하는 것이 가능하다[4].

차량 내부 통신을 위해서는 데이터 무결성과 인증이 중요한 보안 요구 사항이 된다. 그러나 내부의 제어 신호나 중요한 상태 정보를 보호하고 임의적 위변조를 막기 위해서는 기밀성 역시 고려되어야 한다.

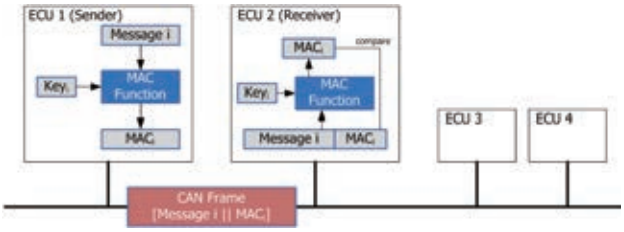
그러나 일반적인 암호학적 솔루션들은 상대적으로 다른 연산들에 비해 높은 계산량이 필요하지만, 차량용 임베디드 시스템들은 많은 경우 8비트나 16비트 코어에 제한적인 메모리만 갖추고 있기 때문에, 이런 계산을 제한 시간 내에 끝낼 수가 없다. 특히 암호학적 연산이 많아지면 본래 해야 할 센서와 구동기 제어 및 통신 관련 기능을 위한 작업에 방해가 되어 실시간 처리가 어려워질 수 있다. 따라서 일반적으로 암호학적 연산을 별도로 수행하는 HSM(hardware security module)과 같은 보안 장치를 추가적으로 도입해야 한다[5].

CAN에서의 메시지 인증을 위한 메커니즘들은 추가로 다음과 같은 요구사항들을 만족시켜야 한다.

- 재전송공격에 대한 저항성 : 이전에 전송된 인증된 메시지를 재전송하는 경우, 컨트롤러에서는 이런 메시지를 검출할 수 있어야 한다.
- 그룹 키 지원 : 키 저장 공간 크기를 줄이기 위해 여러 ECU로 구성된 하나의 그룹에서 하나의 키를 통한 인증이 지원되어야 한다.
- 호환성 : 새로운 인증 메커니즘은 인증 기능이 없는 기존의 컨트롤러에서도 문제를 일으키지 않아야 한다. 이를 위해 CAN 프로토콜의 구조는 변경되지 말아야 한다. 그러나 다음에서 논의하는 것처럼 이런 요구사항을 만족시키는 것은 단순한 문제가 아니다.

3. 왜 CAN 보안이 단순하지 않은가?

일반적으로 CAN에서는 공격자에 의해서 임의적인 데이터 주입에 의해서 동작이 교란될 수 있기 때문에 데이터 무결성 및 인증이 가장 중요하다. 이를 위해서 각 컨트롤러 쌍, 혹은 특정 그룹 내의 컨트롤러들은 하나의 마스터 비밀키를 공유하고 있는 것으로 가정한다. 게이트웨이나 연산능력이 상대적으로 높은 컨트롤러는 키 분배 서버



〈그림 2〉 CAN에서의 메시지 인증 과정

역할을 담당하여 엔진 시동 단계에서 각 장치에 새로운 세션키를 분배한다. 또는 컨트롤러의 요청에 의해서 새로운 세션키를 분배할 수도 있다.

송신자는 인증을 위해서 전송되는 메시지에 대한 메시지 인증 코드(MAC)를 공유된 비밀 세션키를 사용해서 계산하고, 이 값은 메시지에 붙어서 함께 브로드캐스팅 된다. 그러면 모든 수신자들은 공유된 키를 사용하여 수신된 메시지로부터 MAC을 계산한 후, 수신된 MAC과 자신이 계산한 MAC이 같은지를 비교함으로써 인증을 수행할 수가 있다. 이런 동작 과정이 〈그림 2〉에 도시되어 있다.

그러나 CAN 통신에서는 이런 일반적인 인증 방식을 직접 사용하는데 큰 문제가 뒤따른다. 첫 번째로 통신을 위한 오버헤드가 너무 크다는데 있다. 사전에 비밀키를 나누어 가진 경우에 모든 ECU들은 통신에 필요한 각 쌍의 컨트롤러, 혹은 여러 컨트롤러에 대해서 비밀키를 소지하고 관리해야 한다. 또한 안전한 비밀키 사용을 위해서 비밀키는 주기적으로 업데이트 되어야 한다. 이 때 비밀세션키 교환을 위한 프로토콜은 많은 프레임들을 각 컨트롤러 사이에서 전송하도록 해야 한다. 비밀키 교환을 위한 메시지는 보안 프로토콜에 참여하는 송신노드 수가 n개이고 수신 노드의 수가 m개일 때 nm개의 송수신 쌍에 대해서 교환이 이루어 져야 한다. 따라서 모든 ECU가 비밀키 보안에 참여하는 것이 아니라 운행 및 안전에 핵심적인 역할을 하는 컨트롤러들만 키 교환에 참여하도록 만들어야 한다.

또한 인증을 위한 메시지 인증 코드를 생성하기 위해서 SHA-2, SHA-3와 같은 암호학적 해시 함수를 사용할 수 있다. 그러나 대부분의 ECU 들은 제한 시간 내에 암호학적 해시 연산을 수행하기에 충분한 연산능력을 갖고 있지 못하다. 이를 위해 HSM을 추가하여 암호학적 연산을 보조할 수 있다.

가장 큰 문제점은 CAN에서 지원 가능한 데이터의 크기가 최대 64비트이기 때문에 적어도 32비트 이상 되는 MAC을 추가하는 것은 사실상 CAN의 처리율을 반 이하로 줄이는 결과를 낳게 된다.

이와 같은 이유들로 인해서 CAN을 위한 인증 메커니즘들은 제한적인 환경 내에서의 인증을 제공할 수 있는 것들이어야 한다. 따라서 기존의 인증 프로토콜들을 CAN 버스에 그대로 적용하기에는 몇 가지 어려운 점이 있다. 특히 기존의 다른 프로토콜과의 호환성을 고려한 설계로 인해서 다음과 같은 제한 조건을 만족해야만 한다.

- 엄격한 실시간 처리 : CAN이 적용되는 많은 시스템들은 많은 작업들이 엄격하게 실시간 처리를 준시해야만 한다. 따라서 메시지 인증을 위한 프로세스가 기존의 실시간 작업에 영향을 주어서는 안된다.
- 메시지 길이 : CAN 버스의 메시지는 최대 8바이트가 한계이다. 추가적인 인증 데이터는 다른 프레임을 통해서 재전송될 수 있다.
- 메시지 ID : CAN에서는 11비트 또는 29비트의 ID가 사용될 수 있는데, 이미 많은 ID들이 정의되어 사용 중에 있다. 따라서 인증을 위해 추가되는 ID들은 제한적으로 주의 깊게 다루어져야 한다.
- 단방향 통신 : CAN 버스로 전송되는 프레임에는 송신자에 대한 정보가 들어 있지 않으며, 모든 정보는 브로드캐스팅된다. 따라서 컨트롤러 사이의 양방향 통신은 고려되지 않고 있다. 예외적으로 오류 플래그를 통해서만 반대 방향 전송이 가능한데 이 경우에도 어느 컨트롤러에서 오류가 발생했는지를 알아낼 수가 없다.

CAN 보안은 실시간 처리를 고려한 통신 오버헤드 최소화, 하드웨어 보안 모듈(HSM) 기반 암호알고리즘 구동, 그리고 64비트 제한 내에서의 인증 데이터 처리 등이 고려되어야 한다.

메시지 인증을 위해 메시지 인증 코드(MAC)를 계산하여 함께 전송해야 하지만, 엄격한 실시간 제한 조건 때문에, 사용하는 MAC 알고리즘은 빠르게 동작해야 한다. 인

증 데이터의 일부가 도착하자마자 빠르게 검증 프로세스가 시작되어야 한다.

재생공격에 대한 저항하기 위해서는 MAC을 계산할 때 카운터 값이 포함되어야 하며, 동일한 카운터값이 다시 사용되면 안 된다. 하지만 카운터 크기가 제한되어 있고 최대 한계치에 도달하게 되면 문제가 발생하게 된다. 그러므로 인증에 사용되는 비밀키는 시동이 걸리는 단계에서 새로 업데이트되는 세션키 형태로 사용하여야 한다.

메시지 ID와 단방향 통신에 대한 제한 조건은 그들이 수신한 메시지에 대한 응답을 보낼 수 없다는 것이다. 새로운 ID들을 사용해야 한다. 예를 들어 특정 ID는 특정 컨트롤러에 대한 응답으로 사용할 수 있다. n개의 컨트롤러가 m개의 다른 메시지 ID에 대해서 사용될 수 있다면, nm개의 ID가 새로 사용되어야 한다. 실제로는 11비트의 ID로는 달성하기 어렵다.

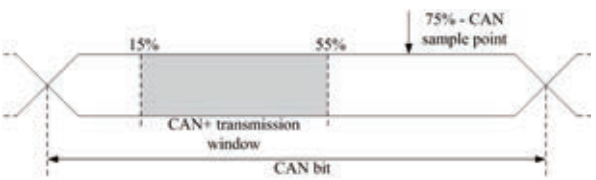
호환성 문제는 가장 심각하다. 존재하는 CAN 메시지에 인증 데이터를 이어 붙여 전송하는 것은 일반적으로 메시지 길이를 위반하기 때문에 불가능하다. 인증 데이터를 여러 메시지에 걸쳐서 전송하는 것은 시스템의 실시간 처리 능력에 영향을 주게 된다.

Ⅳ. CAN 프로토콜 보안

CAN 프로토콜 보안 문제가 대두되면서 CAN 프로토콜을 위한 보안 메커니즘들이 제안되었다. 본 절에서는 CAN을 위한 대표적인 보안 메커니즘들에 대해서 살펴본다.

1. CAN 인증 메커니즘

인증 데이터를 추가하는 문제를 해결하기 위해서 CANauth 프로토콜이 제안되었다[6]. CANauth에서는 CAN+ 프로토콜에서 지원되는 여분의 비트 공간을 활용해서 인증 정보를 전송하게 된다. CAN+에서는 추가적인 비트가 CAN 버스 인터페이스의 샘플링 지점 사이에 추가될 수 있다[7]. 이를 〈그림 3〉과 같이 나타낼 수 있다.



〈그림 3〉 CAN+ 프로토콜에서 데이터를 주입하는 구간

이런 방식으로 전송될 수 있는 비트는 CAN+ 인터페이스의 최대 동작 속도에 의해서 제한된다. Zimermann 등은 1MHz CAN 네트워크에서 300MHz로 동작하는 FPGA에서 15개의 CAN+ 바이트를 각 CAN 바이트 하나당 전송하였다[7]. 더 낮은 CAN 버스 속도에서 이 숫자는 더 커질 수 있다. 이 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

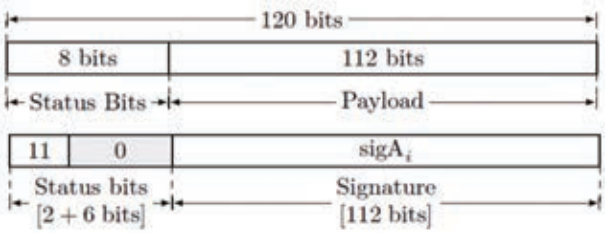
$$\frac{\text{CAN+ data bits}}{\text{CAN data bit}} = \frac{1\text{MHz} \times 16}{f_{bus}} - 1$$

위 식에서 1을 빼 준 것은 모든 CAN+ 전송이 시작될 때 시작 비트를 넣어 주어야하기 때문이다. 100kHz CAN 네트워크에서, 159 CAN+ 비트를 각 CAN bit마다 추가할 수 있다.

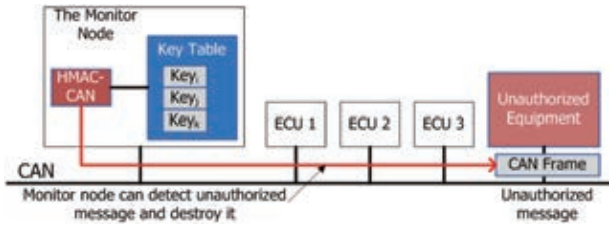
길이나 CAN 버스 네트워크의 속도에 상관없이 메시지를 인증할 수 있어야하기 때문에 인증 데이터는 15바이트로 제한된다. 따라서 매우 긴 키를 사용하는 공개키 기반의 인증은 사용할 수 없다.

CANauth 방식은 CAN+ 프로토콜에 의해서 제공되는 여분의 데이터 공간에 112비트의 인증 비트를 전송하도록 하고 있다. 1MHz의 속도를 갖는 CAN 프로토콜에서는 15바이트의 여분의 비트 전송이 가능하고, 이 중에서 8비트는 상태 비트를 전송하고 나머지 112비트에 인증 값을 전송한다. 실제 112비트 중에서 32비트는 카운터 값이고 나머지 80비트가 MAC값이다. 그러나 이는 CAN+ 프로토콜을 지원할 수 있는 하드웨어가 있어야만 한다.

좀 더 현실적인 CAN에서의 인증 방법이 Hartkopp 등



〈그림 4〉 CANauth 방식에서의 서명 비트



〈그림 5〉 HMAC-CAN 방식 동작 개요

에 의해서 제안되었다[8]. Hartkopp는 64비트의 데이터 크기에 맞추기 위해서 MAC의 길이를 최대한 줄이는 방법을 제안하였다. 엔진이 시동될 때마다 매번 세션키를 새로 업데이트한다고 가정하면, 고속 CAN의 동작 환경하에서는 32비트의 MAC 크기가 안전한 최소 크기로 평가하였다. 또한 양방향 인증이 가능하기 위해서 64비트의 메시지 중 일부는 인증을 위한 ID를 나타내는 용도로 사용하였다.

스푸핑 공격에 대응하기 위해서 정상적인 노드에 허가되지 않은 데이터가 전송되지 않도록 하는 대신, 공격자에 의한 허가되지 않은 메시지를 오류 메시지를 전송하여 덮어씌우는 방법이 제안되었다[9]. 그러나 이 방법에서는 차량 내부의 네트워크에서 모든 정상적인 노드는 특별한 CAN 제어기를 갖고 있어야 한다.

이 문제를 완화하기 위해서 모든 장치들이 특별한 CAN 제어기를 가져야 하는 대신 중앙의 컨트롤러가 MAC을 갖고 있는 메시지를 인증하기 위해 사용될 수 있다[10]. 이때 모니터링을 하는 컨트롤러는 CAN 버스에 속해야 한다. 그리고 모니터링을 하는 커트롤러는 CAN 버스에 속해 있는 컨트롤러들을 인증할 수 있어야 한다. 또한 모니터링을 하는 컨트롤러는 MAC을 가진 모든 메시지를 인증할 수 있어야 한다.

이렇게 되면 특별한 하드웨어는 모니터링을 수행하는 컨트롤러에만 있으면 된다. 이 경우 프로토콜은 하나의 모니터링 컨트롤러와 다른 ECU 사이를 인증하게 된다. 모니터링 컨트롤러는 HMAC-CAN에 다른 ECU들은 변하지 않는다. HMAC-CAN은 에러 프레임을 덮어씌움으로써 인가되지 않은 메시지를 파괴한다.

사물인터넷 및 커넥티드카에서는 보안 시스템이 차량 안전에 직접적인 영향을 미칠 수 있으며, 이를 위해서는 오늘날 차량의 내부 네트워크로 널리 활용되는 CAN 보안 기술 확보가 선행되어야 한다.

2. 잠재적인 CAN 보안 이슈

차량이 발전하면서 내부에서 사용하는 소프트웨어의 크기와 중요성이 증가하였다. 소프트웨어 복잡도가 증가하는데 많은 경우 안전 관련 기능 보다는 인포테인먼트 지원 기능이 많이 있다. 또한 차량 진단을 위해 마련된 OBD-II 포트를 통해서 외부에서 네트워크에 직접 연결이 가능하다. 또는 인포테인먼트 시스템을 통해서 차량에 간접적으로 접속할 수 있다. 실제로 2011년에 UCSD와 워싱턴 대학의 Kocsher 연구팀은 MP3 파일 헤더에 주입된 임의의 CAN 프레임을 버퍼오버플로우 방식으로 CAN 네트워크에 주입이 가능하다는 사실을 시연하기도 하였다[3].

차량 내 정보보안이 중요한 이유는 차량은 안전과 직결되는 장치이다. 차량에 대한 해킹이 가능하다는 것은 일반 PC를 해킹 가능하다는 것과는 상황이 다르다. 차량은 소프트웨어를 정기적으로 업데이트하는 것이 일반적이지도 않다. 정비소에 들리기 전에는 쉽게 업데이트를 할 수 없다. 많은 경우에 공격자들이 쉽게 물리적인 접근이 가능하다.

더 많은 인포테인먼트 장치들이 차량에 기본적으로 탑재되고 있다. 현대의 차량용 소프트웨어는 1억라인 정도의 코드를 담고 있다. 일반적으로 천라인당 1개의 보안 문제가 발생하는데, 대략 10만개 이상의 보안 문제 가능성이 잠재되어 있다. 특히 오랜 세월 동안 차량용 소프트웨어는 보안 위협의 사각지대에서 독자적으로 발전되어 왔기 때문에 IT용 장치에 비해서 문제가 많은 레가시 코드가 많이 있다.

여기에는 직접 차량용 네트워크에 접속하는 방식과 차량의 인포테인먼트 시스템을 통해 접속하는 방식으로 나눌 수 있다.

Ⅴ. 향후 연구 및 결론

지금까지 오늘날 차량을 비롯한 산업용 제어 시스템에

서 다방면으로 활용되고 있는 CAN 프로토콜에 대한 보안 문제를 살펴보았다. 사물인터넷의 등장으로 향후 연결성이 크게 증가하여 사용자의 편의성 및 안전성을 증가시킨 커넥티드카에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러나 이를 위해서는 충분한 보안이 뒷받침되어야만 본래의 의도대로 구현되는 것이 가능하고, 공격자에 의해서 악용되어 오히려 안전이 위협받는 문제를 사전에 차단할 수가 있다. 현재에는 기존 장치들과의 호환성 문제로 인해서 초기의 CAN 프로토콜을 중심으로 한 보안 메커니즘 설계가 많은 관심을 받아 왔으며, 중요한 알고리즘들에 대해서 본 논문에서 간략하게 리뷰하였다. 이미 새롭게 출시되는 차량들에서는 기존의 CAN의 용량으로는 한계에 도달하고 있기 때문에, 그 이후의 CAN Version 2.0 프로토콜 및 차량용 이더넷 기술에 대한 보안 기술이 뒷받침되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] "Road vehicles — Controller area network (CAN)," ISO 11898, 2003.

[2] K. Koscher, et al., "Experimental security analysis of a modern automible," in Proc. IEEE Symp. Security and Privacy, Oakland, CA, May 16–19, 2010.

[3] S. Checkoway, et al., "Comprehensive Experimental Analyses of Automotive Attack Surfaces," USENIX Security, August 10–12, 2011.

[4] G. Sigl, "Physical Unclonable Functions: Chances and Risks of a new Security Primitive," in Proc. ESCAR 2013.

[5] B. Weyl, et al., "Securing vehicular on–board IT systems: The EVITA Project," in Proc. 25th Joint VDI/VW Automotive Security Conf., Oct. 2009.

[6] A. Van Herrewege, D. Singelee, I. Verbauwhede, "CANAuth – A Simple, Backward Compatible Broadcast Authentication Protocol for CAN bus," in Proc. ESCAR 2011, 2011.

[7] T. Ziermann, S. Wildermann, and J. Teich, "CAN+: A new backward–compatible Controller Area Network (CAN) protocol with up to 16x higher data rates," in DATE. IEEE, 2009, pp. 1088–1093.

[8] Oliver Hartkopp, Cornel Reuber, "MaCAN – Message Authenticated CAN," in Poc. ESCAR 2012, 2012.

[9] T. Matsumoto, et al., "A Method of Preventing Unauthorized Data Transmission in Controller Area Network," Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2012 IEEE 75th, 2012.

[10] R. Kurachi, et al., "CaCAN – Centralized Authentication System in CAN (Controller Area Network)," in Proc. ESCAR 2014.

김 상 효

- 2004년 3월~2006년 8월 삼성전자, 책임연구원
- 2006년 9월~2007년 8월 University of Southern California, Visiting scholar
- 2007년 9월~현재 성균관대학교, 정보통신공학전공, 부교수

〈관심분야〉
무선통신, 부호이론

김 영 식

- 2001년 2월 서울대학교 전기공학부, 공학사
- 2003년 2월 서울대학교 전기컴퓨터공학부, 공학석사
- 2007년 2월 서울대학교 전기컴퓨터공학부, 공학박사
- 2007년 3월~2010년 8월 삼성전자 시스템 LSI 사업부, 책임연구원
- 2010년 9월~현재 조선대학교 정보통신공학과, 조교수

〈관심분야〉
사물인터넷보안, 제어시스템 보안, 포스트양자암호

THE INSTITUTE OF ELECTRONICS AND INFORMATION ENGINEERS

논문지 논문목차

전자공학회 논문지 제 52권 8호 발행

통신 분야

[통신]

• MRT 기법 사용 시 다중 사용자 다중 안테나 하향링크 시스템에서의 에너지 효율 향상을 위한 최적화 알고리즘
이정수, 한용규, 심동규, 이충용

• 위성 통신 시스템에서 TCP 연결 분할 기반 PEP의 성능 평가
네띠넬, 이규환, 김종무, 김재현

• MISO 필터 기반의 동잡음 모델링을 이용한 심박수 모니터링
김선호, 이정섭, 강현일, 온백산, 백계현, 정민규, 임성빈

반도체 분야

[SoC 설계]

• 모바일 OIS 움직임 검출부의 손떨림 상태 검출 및 오차 보상을 위한 퍼지기반 알고리즘의 설계 및 구현
이승권, 공진흥

• 다중 입력 다중 출력 통신 시스템을 위한 저 복잡도의 Joint QR decomposition–Lattice Reduction 프로세서
박민우, 이상우, 김태환

• 비접지형 멤리스터 에뮬레이터 회로
김용진, 양창주, 김형석

[지부학술대회 우수논문]

• MONOS 플래시 메모리의 Nitride 트랩 분석
양승동, 윤호진, 김유미, 김진섭, 엄기윤, 채성원, 이희덕, 이가원

컴퓨터 분야

[멀티미디어]

• Fourier 변환 변이계수를 이용한 미디언 필터링 영상의 포렌식 판정
이강현

[융합컴퓨팅]

• PCI Express 기반 시스템 인터커넥트의 설계 및 구현
김영우, 런 예, 최원혁

신호처리 분야

[화상처리 및 텔레비젼]

• 주색도 분석을 적용한 비음수 행렬 분해 기반의 광원 추정
이지헌, 김대철, 하영호

• DCT 계수의 마코프 특징을 이용한 내용 적응적 스테가노그래피의 스테그분석
박태희, 한종구, 엄일규

• 피부 상태 추정을 위한 촬영 거리에 적응적인 모공 검출 연구
이강규, 유준상, 배진곤, 배지상, 김종옥

시스템 및 제어 분야

[의용전자 및 생체공학]

• 주행로봇제어를 위한 DWT와 SVM기반의 EEG신호 분류 알고리즘
이기배, 이종현, 배진호, 이재일

[전력전자]

• 유도전동기의 고성능 벡터 제어를 위한 유도전동기 정수 측정
한상수

[지능로봇]

• 시차변화(Disparity Change)와 장면의 부분 분할을 이용한 SLAM 방법
최재우, 이철희, 임창경, 홍현기

[국방정보 및 제어]

• 불확실성 파라미터를 포함하는 김발시스템의 상태궤환 강인제어기 설계
전영범, 최우석, 한지훈, 이성우, 강태하

• 표적기동분석을 위한 Levenberg–Marquardt 적용에 관한 연구
조선일

산업전자 분야

[신호처리 및 시스템]

• 근거리 수동 밀리미터파 이미징 시스템을 이용한 영상 측정과 영상처리
정경권, 윤진섭, 채연식

정보교차로

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

〉〉 2015년 9월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08. 31.- 09.04.	2015 23rd European Signal Processing Conference (EUSIPCO)	Nice Acropolis Convention Centre, Nice, France	www.eusipco2015.org/
08. 31.- 09.04.	2015 IEEE 11th International Conference on e-Science (e-Science)	Ludwig-Maximilians-University(LMU), Munich, Germany	escience2015.mnm-team.org/
08. 31.- 09.02.	2015 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)	Tayih Landis Hotel, Tainan, Taiwan	http://cig2015.nctu.edu.tw/
09. 01.- 09.04.	2015 50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)	STAFFORDSHIRE UNIVERSITY, Stoke-on-Trent, United Kingdom	upec2015.com
09. 01.- 09.04.	2015 IEEE 5th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR)	Marina Bay Sands, Singapore	sec.singapore@ieee.org
09. 02.- 09.04.	2015 Intl Aegean Conference on Electrical Machines & Power Electronics (ACEMP)	Crystal Admiral Resort, SIDE, Turkey	www.acemp.metu.edu.tr
09. 02.- 09.04.	2015 Fifth International Conference on Advances in Computing & Communications (ICACC)	Kochi, India	acc-rajagiri.org/
09. 02.- 09.04.	2015 International Workshop on Computational Electronics (IWCE)	Purdue University, West Lafayette, IN, USA	nanohub.org/groups/iwce2015
09. 02.- 09.04.	2015 4th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions)	Amity University Uttar Pradesh, Noida, India	www.amity.edu/aiit/icrito2015
09. 04.- 09.05.	2015 1st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT)	University of Petroleum and Energy Studies, DEHRADUN, India	www.ngct2015.com
09. 06.- 09.09.	2015 IEEE 82nd Vehicular Technology Conference (VTC Fall)	Westin Boston Waterfront, Boston, MA, USA	ieeevtc.org/vtc2015fall/
09. 06.- 09.09.	2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics – Berlin (ICCE-Berlin)	Messe Berlin GmbH, Berlin, Germany	www.icce-berlin.org
09. 06.- 09.09.	2015 Computing in Cardiology Conference (CinC)	Saint Jean d'Angely Campus, Nice, France	cinc.org/conferences.shtml
09. 07.- 09.11.	2015 17th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE '15 ECCE Europe)	CICG, Geneva 20, Switzerland	bsneyers@vub.ac.be
09. 07.- 09.12.	2015 9th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics (METAMATERIALS)	Examination Schools, Oxford, United Kingdom	congress2015.metamorphose-vi.org
09. 07.- 09.11.	2015 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)	Centro Congressi TORINO INCONTRA, Torino, Italy	www.iceaa.net
09. 07.- 09.09.	2015 European Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC)	Manchester Metropolitan University Business School, Manchester, United Kingdom	www.eisic.eu/
09. 07.- 09.11.	2015 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)	Centro Congressi TORINO INCONTRA, Torino, Italy	www.iceaa.net
09. 08.- 09.11.	2015 IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)	Alvisse Parc Hotel, Luxembourg City, Luxembourg	www.etfa2015.org
09. 08.- 09.11.	IEEE EUROCON 2015 - International Conference on Computer as a Tool (EUROCON)	Palacio de congresos y exposiciones, Salamanca, Spain	eurocon2015.usal.es
09. 08.- 09.11.	2015 International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies (EDST)	Tech Gate Vienna - The Stage, Vienna, Austria	www.edst2015.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 10.- 09.12.	2015 International Conference on Computer, Communication and Control (IC4)	Medi-Caps Group of Institutions, Indore, India	icccc.medicaps-institute.ac.in
09. 10.- 09.13.	2015 International Conference on Open Source Software Computing (OSSCOM)	German Jordan University, Amman, Jordan	http://osscom2015.osscom.org/
09. 13.- 09.16.	2015 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)	Technical University of Lodz, Poland	www.fedcsis.org
09. 13.- 09.18.	2015 IEEE/AIAA 34th Digital Avionics Systems Conference (DASC)	Corinthia Hotel Prague, Prague, Czech Republic	www.dasconline.org
09. 14.- 09.17.	IEEE AFRICON 2015	UNECA Conference Center, Addis Ababa , Ethiopia	www.africon2015.org
09. 14.- 09.18.	ESSDERC 2015 - 45th European Solid-State Device Research Conference	Messe Congress Graz Betriebsgesellschaft m.b.H., Graz, Austria	www.essderc2015.org
09. 14.- 09.18.	2015 15th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)	Izmailovo Alfa Hotel, Moscow, Russia	www.radecs2015.org
09. 15.- 09.18.	2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems - (ITSC 2015)	Palacio de Congresos de Canarias, Canary Islands, Spain	www.itsc2015.org
09. 16.- 09.18.	2015 International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)	Mohamad KHALIL, Beirut, Lebanon	www.biotech.ul.edu.lb/icabme15/
09. 16.- 09.18.	2015 2nd National Foundation for Science and Technology Development Conference on Information and Computer Science (NICS)	Posts and Telecommunications Institute of Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam	nafosted-nics.org/
09. 16.- 09.18.	2015 23rd International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)	TBD, Split, Croatia	www.fesb.hr/SoftCOM
09. 16.- 09.18.	2015 IEEE 1st International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI)	Politecnico di Torino, Torino, Italy	rtsi2015.tr.unipg.it
09. 17.- 09.19.	2015 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC)	TBD, Xian, China	www.cyberc.org
09. 18.- 09.20.	2015 Fifth International Conference on Instrumentation & Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC)	Shanyan university, Qinhuangdao, China	www.icimc3.com/
09. 19.- 09.21.	2015 World Symposium on Computer Networks and Information Security (WSCNIS)	Méhari Hotel 5*, Hammamet, Tunisia	wscnis.net/
09. 20.- 09.24.	2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)	Palazzo dei Congressi, Firenze, Italy	icl-conference.org/icl2015/
09. 20.- 09.24.	2015 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition	Palais des congrès de Montréal (Montreal Convention Center), Montreal, QC, Canada	2015.ecceconferences.org/
09. 21.- 09.23.	2015 IEEE Multi-Conference on Systems and Control (MSC)	Sydney, Australia	http://www.msc2015.org/
09. 21.- 09.23.	2015 IEEE International Symposium on Intelligent Control (ISIC)	Novotel Manly Pacific Hotel, Sydney, Australia	www.msc2015.org/
09. 21.- 09.23.	2015 IEEE MTT-S 2015 International Microwave Workshop Series on RF and Wireless Technologies for Biomedical and Healthcare Applications (IMWS-BIO)	Chang Yung Fa Fundation Convention Center, Taipei, Taiwan	www.imws2015.org
09. 21.- 09.24.	2015 International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)	Grand New World Hotel, Xi'an, China	acii2015.org/
09. 21.- 09.23.	2015 IEEE Conference on Control Applications (CCA)	Novotel Manly Pacific Hotel, New South Wales	www.msc2015.org
09. 21.-09. 24.	2015 IEEE Radio and Antenna Days of the Indian Ocean (RADIO)	Long Beach Hotel, Mauritius	www.radiosociety.org/radio2015
09. 22.-09. 22.	2015 IEEE Rock Stars of Wearables (Wearables)	Austin, TX, USA	www.computer.org/web/rock-stars
09. 22.-09. 23.	2015 DGON Inertial Sensors and Systems Symposium (ISS)	Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany	iss.ite.kit.edu
09. 23.-09. 25.	2015 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)	Liang Jian, Beijing, China	www.icsess.org
09. 26.-10. 03.	2015 ACM/IEEE 18th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)	Delta Ottawa City Cnntre, Ottawa, ON, Canada	cruise.eecs.uottawa.ca/models2015/
09. 27.-10. 30.	2015 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)	Quebec City Convention Centre, Quebec City, QC, Canada	a.morin@ieee.org

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
09. 27.-09. 30.	2015 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)	Novotel Northbeach, Wollongong, Australia	www.aupec2015.com.au
09. 27.-10. 02.	2015 37th Electrical Overstress/Electrostatic Discharge Symposium (EOS/ESD)	Peppermill Resort Hotel, Reno, NV, USA	www.esda.org
09. 28.-10. 02.	2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	Congress Center Hamburg, Hamburg, Germany	www.iros2015.org
09. 28.-09. 30.	2015 IEEE Custom Integrated Circuits Conference - CICC 2015	DoubleTree Hotel, San Jose, CA, USA	www.ieee-cicc.org
09. 28.-10. 02.	2015 IEEE International Symposium on Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN)	Clarion Hotel Stockholm, Stockholm, Sweden	dyspan2015.ieee-dyspan.org/
09. 28.-10. 02.	2015 Computer Science and Information Technologies (CSIT)	National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Yerevan, Armenia	www.csit.am
09. 28.-09. 28.	2015 IEEE 5th Workshop on Mining Unstructured Data (MUD)	University of Bremen, Bremen, Germany	www.icsme.uni-bremen.de/#
09. 29.-10. 03.	2015 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)	Fukuoka International Congress Center, Fukuoka, Japan	ismar.vgtc.org/
09. 29.-10. 01.	2015 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)	Prof. Dr. Rainer Koschke, Bremen, Germany	www.icsme.uni-bremen.de/

〉〉 2015년 10월

09. 29.-10. 03.	2015 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)	Toyonaka Campus, Osaka University	ismar.vgtc.org
10. 01.-10. 02.	2015 IEEE 3rd International Conference on MOOCs, In11ation and Technology in Education (MITE)	Amritsar College of Engineering and Technology, Amritsar, India	mite2015.com
10. 04.-10. 09.	2015 Embedded Systems Week (ESWeek)	Mövenpick Amsterdam City Center, Amsterdam, Netherlands	www.esweek.org
10. 04.-10. 08.	2015 IEEE Photonics Conference (IPC)	Hyatt Regency Reston, Reston, VA, USA	m.hendrickx@ieee.org
10. 04.-10. 06.	2015 North American Power Symposium (NAPS)	The University of North Carolina Charlotte, NC, USA	naps2015.uncc.edu
10. 05.-10. 07.	2015 IEEE PES In11ative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM)	Hotel Radisson Victoria Plaza, Montevideo, Uruguay	isgtla.org
10. 05.-10. 07.	2015 IEEE Petroleum and Chemical Industry Committee Conference (PCIC)	Hilton Americas-Houston, TX, USA	ewh.ieee.org/soc/ias/pcic
10. 05.-10. 09.	2015 26th European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis (ESREF)	Centre de Congrès Pierre Baudis, TOULOUSE, France	www.esref.org
10. 06.-10. 08.	2015 Fifth International Conference on e-Learning (econf)	Holiday Inn Crown Plaza Hotel, Manama, Bahrain	econf.uob.edu.bh/conf5
10. 06.-10. 08.	2015 IEEE International Test Conference (ITC)	Disneyland Hotel Conference Center, Anaheim, CA, USA	itctestweek.org
10. 07.-10. 09.	2015 3rd RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (ICROM)	Tarbiat Modares University, Tehran, Iran	www.icrom.ir/
10. 07.-10. 09.	2015 15th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)	Nara Prefectural New Public Hall, Nara, Japan	www.iscit2015.org
10. 08.-10. 10.	2015 International Conference on Soft Computing Techniques and Implementations (ICSCTI)	Department of Electronics & Communication Engineering, Faridabad, India	icscta2015.org
10. 08.-10. 11.	2015 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)	DoubleTree by Hilton Seattle Airport, WA, USA	www.ieeeghtc.org
10. 09.-10. 12.	2015 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC)	City University of Hong Kong	www.smc2015.org
10. 11.-10. 14.	2015 IEEE Compound Semiconductor Integrated Circuit Symposium (CSICS)	Sheraton New Orleans Hotel, New Orleans, LA, USA	www.csics.org
10. 12.-10. 14.	2015 9th Jordanian International Electrical and Electronics Engineering Conference (JIEEEC)	Hayyat Amman Hotel, Amman, Jordan	www.jeaconf.org/jieeec
10. 13.-10. 16.	2015 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)	BEXCO, Busan, Korea (South)	2015.iccas.org
10. 14.-10. 17.	2015 International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB)	Rohm Hall Tsinghua University, Beijing, China	www.isbb2015.org.cn

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 14.-10. 16.	2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS)	Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia	portal.tpu.ru/science/konf/meacs/eng
10. 14.-10. 16.	2015 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)	268 Ly Thuong Kiet, Ho Chi Minh, Vietnam	www.rev-conf.org
10. 14.-10. 17.	2015 12th International Conference on Telecommunication in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS)	University of Nis, Faculty of Electronic Engineering, Nis, Serbia	www.telsiks.org.rs
10. 14.-10. 16.	2015 21st Asia-Pacific Conference on Communications (APCC)	Kyoto University, Kyoto, Japan	www.apcc2015.ieice.org
10. 14.-10. 16.	2015 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)	Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia	www.aict.info/2015
10. 15.-10. 17.	2015 International Conference on Wireless Communications & Signal Processing (WCSP)	Zhongshan Hotel, Nanjing, China	wujing1958725@126.com
10. 15.-10. 17.	2015 IEEE Power, Communication and Information Technology Conference (PCITC)	SIKSHA 'O' ANUSANDHAN UNIVERSITY, BHUBANESWAR, India	www.pcitc.soauniversity.ac.in
10. 16.-10. 24.	2015 IEEE PES Insulated Conductors Committee Fall Meeting (PES ICC)	Red Rock Resort and Casino, Las Vegas, NV, USA	www.pesicc.org/iccwebsite/meetings/future_meetings.htm
10. 16.-10. 17.	2015 2nd International Conference on Opto-Electronics and Applied Optics (IEM OPTRONIX)	University of British Columbia, UBC, Vancouver, BC, Canada	www.iem.edu.in/iem_optronix
10. 16.-10. 18.	2015 IEEE International Conference of Energy Storage Technology and Materials (ICESTM)	Beijing Jianyin Hotel, Beijing, China	www.shmeeting.org
10. 16.-10. 18.	2015 IEEE International Conference on Communication Problem-Solving (ICCP)	GOLD DRAGONBALL HOTEL, Guilin, China	www.emfield.org/iccp2015
10. 17.-10. 20.	2015 IEEE 56th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)	DoubleTree by Hilton Berkeley Marina, Berkeley, CA, USA	luca@berkeley.edu
10. 18.-10. 22.	OCEANS 2015 - MTS/IEEE Washington	Gaylord National, Washington, DC, USA	a.zupeck@ieee.org
10. 18.-10. 22.	2015 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting	Intercontinental Dallas, Addison, TX, USA	www.ewh.ieee.org/soc/ias/2015
10. 18.-10. 21.	2015 International Conference on Parallel Architecture and Compilation (PACT)	TBD, San Francisco, CA, USA	www.pactconf.org
10. 18.-10. 21.	2015 IEEE 16th International Conference on Communication Technology (ICCT)	Hangzhou Shujiang Hotel, Hangzhou, China	icct2015.hdu.edu.
10. 18.-10. 22.	INTELEC 2015 - 2015 IEEE International Telecommunications Energy Conference	Swissotel Nankai Osaka, Osaka, Japan	http://www.intelec2015.org
10. 18.-10. 20.	2015 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS)	Berjaya Langkawi Resort Hotel, Malaysia	www.ieee-iris2015.com
10. 18.-10. 21.	2015 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena - (CEIDP)	Sheraton, Ann Arbor, MI, USA	sites.ieee.org/ceidp/2015-call-for-papers
10. 19.-10. 21.	2015 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)	TBD, San Francisco, CA, USA	spsocmalaysia.org/icsipa2015
10. 19.-10. 22.	2015 33rd IEEE International Conference on Computer Design (ICCD)	Kimmel center, New York University, New York City, NY, USA	www.iccd-conf.com/Home.html
10. 19.-10. 22.	2015 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)	McGill University - New Residence Hall, Montreal, QC, Canada	www.vppc2015.org
10. 19.-10. 20.	2015 12th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT)	Melville Marriott Hotel, Long Island, Melville, NY, USA	cewit.org/
10. 20.-10. 23.	2015 International Association of Institutes of Navigation World Congress (IAIN)	Clarion Congress Hotel Prague, Czech Republic	www.iain2015.org/
10. 21.-10. 24.	2015 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)	Taipei International Convention Center (TICC), Taiwan	paichi@ntu.edu.tw
10. 21.-10. 24.	2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)	Camino Real El Paso, TX, USA	http://fie2015.fie-conference.org
10. 21.-10. 23.	2015 10th International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT)	Taipei Nangang Exhibition Center, Taipei, Taiwan	www.impact.org.tw
10. 21.-10. 23.	2015 First International Conference on Reliability Systems Engineering (ICRSE)	Visioin Hotel, Beijing, China	www.icrse.cn
10. 21.-10. 23.	2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)	School of Engineering, University of Seville, Spain	www.iesm15.org

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10. 22.-10. 25.	2015 IEEE International Conference on the Edges of In11ation for Smarter Cities, Tech Expo, Career Fair, and Industry Forum (IICE-ISC)	Sheraton Burlington Hotel & Conference Center, Burlington, VT, USA	pnsame@ieee.org
10. 22.-10. 24.	2015 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)	TBD, GA, USA	biocas2015.org
10. 23.-10. 24.	2015 24th Wireless and Optical Communication Conference (WOCC)	Howard International House, Taipei, Taiwan	www.wocc.org
10. 25.-10. 30.	2015 IEEE Visualization Conference (VIS)	Palmer House Hilton, Chicago, IL, USA	ieeevis.org
10. 25.-10. 28.	2015 18th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)	TBD, Pattaya, Thailand	kpsompob@gmail.com
10. 25.-10. 28.	2015 IEEE First International Smart Cities Conference (ISC2)	Hilton Hotel, Guadalajara, Mexico	yinhai@uw.edu
10. 25.-10. 28.	2015 3rd International Conference on Electric Power Equipment – Switching Technology (ICEPE-ST)	Haeundae Grand Hotel, Busan, Korea (South)	www.icepe2015.org
10. 25.-10. 28.	2015 20th Microoptics Conference (MOC)	Fukuoka International Congress Center, Fukuoka, Japan	www.comemoc.com/moc15
10. 26.-10. 28.	2015 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC)	London Convention Centre, London, ON, Canada	epec2015.ieee.ca
10. 26.-10. 29.	2015 IEEE 40th Conference on Local Computer Networks (LCN 2015)	Sheraton Sand Key Resort, Clearwater Beach, FL, USA	www.ieeelcn.org
10. 26.-10. 28.	MILCOM 2015 - 2015 IEEE Military Communications Conference	Tampa Convention Center, Tampa, FL, USA	www.milcom.org
10. 26.-10. 29.	2015 IEEE 40th Local Computer Networks Conference Workshops (LCN Workshops)	Clearwater Beach, FL, USA	www.ieeelcn.org/Workshops.html
10. 27.-10. 30.	2015 IEEE Radar Conference	Sandton Convention Centre, Johannesburg, South Africa	www.radarconf15.org
10. 27.-10. 30.	2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)	Osaka International Convention Center Corporation, Osaka City, Japan	www.ieee-gcce.org/2014
10. 28.-10. 30.	2015 IEEE Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN)	University of Tokyo, Japan	www.ieee-cscn.org
10. 28.-10. 30.	2015 International Conference on Computing Systems and Telematics (ICCSAT)	TBD, Xalapa, Mexico	www.iccsat.org
10. 28.-10. 30.	2015 IEEE 6th International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation, and EMC Technologies (MAPE)	Shanghai Evrebright International Hotel, Shanghai, China	www.ieeemape.com
10. 28.-10. 30.	2015 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)	Lotte City Hotel Jeju, Jeju Island, Korea (South)	www.ictc2015.org/
10. 29.-10. 31.	2015 IDEATOPOS Conference: “Bridging the technological excellence and social in11ation for democracy”	Technopolis, Athens, Greece	www.ideatopos.org
10. 29.-11. 01.	2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)	HYATT REGENCY SANTA CLARA, Santa Clara, CA, USA	cci.drexel.edu/bigdata/bigdata2015
10. 30.-11. 08.	2015 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)	Town and Country Resort and Convention Centre, San Diego, CA, USA	vesna@phas.ubc.ca
10. 30.-11. 01.	2015 Symposium on Piezoelectricity, Acoustic Waves, and Device Applications (SPAWDA)	Xueren Hotel, Jinan, China	www.sklcm.sdu.edu.cn:8888/SPAWDA
10. 30.-11. 01.	2015 International Conference on Energy Systems and Applications	PADMASHREE DR. D Y PATIL INSTITUTE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, PUNE, India	icesa.engg.dypvp.edu.in

〉〉 2015년 11월

11. 01.-11. 04.	2015 IEEE 2nd International Future Energy Electronics Conference (IFEEC)	Howard Civil Service International House, Taipei, Taiwan	www.ifeec.tw/
11. 01.-11. 04.	TENCON 2015 - 2015 IEEE Region 10 Conference	HOLIDAY INN MACAO COTAI CENTRAL, Macao, China	www.ieeetencon2015.org
11. 01.-11. 03.	2015 11th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT)	Dubai, United Arab Emirates	www.it-innovations.ae/iit2015/index.html
11. 01.-11. 04.	2015 IEEE SENSORS	BEXCO, Busan, Korea (South)	ieee-sensors2015.org

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 02.-11. 05.	2015 IEEE AUTOTESTCON	MD, USA	www.ieee-autotest.com
11. 02.-11. 03.	2015 Loughborough Antennas & Propagation Conference (LAPC)	Loughborough University, United Kingdom	www.lapconf.co.uk
11. 02.-11. 04.	2015 IEEE/CIC International Conference on Communications in China - Workshops (CIC/ICCC)	TBD, Shenzhen, China	b.worthman@comsoc.org
11. 02.-11. 05.	2015 IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm)	Miami Marriott Biscayne Bay, miami, FL, USA	sgc2015.ieee-smartgridcomm.org/
11. 02.-11. 03.	2015 IEEE International Conference on Computer Graphics, Vision and Information Security (CGVIS)	KIIT University, Bhubaneshwar, India	cgvis.webprit.com
11. 02.-11. 05.	2015 International SoC Design Conference (ISOCC)	Hotel Hyundai, Gyungju, Korea (South)	www.isocc.org
11. 02.-11. 04.	2015 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC)	The Venice Hotel Shenzhen, China	www.ieee-iccc.org
11. 02.-11. 04.	2015 IEEE International Conference on Microwaves, Communications, Antennas and Electronic Systems (COMCAS)	David Intercontinental Tel-Aviv Hotel, Tel-Aviv, Israel	www.comcas.org
11. 03.-11. 06.	2015 IEEE 11th International Conference on ASIC (ASICON)	Chengdu Wangjiang Hotel, Chengdu, China	www.asicon.org
11. 03.-11. 05.	2015 IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)	Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, Korea (South)	www.humanoids2015.org
11. 03.-11. 05.	2015 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT)	Princess Sumaya University for Technology, Amman, Jordan	http://ewh.ieee.org/conf/aeect/
11. 03.-11. 06.	2015 3rd IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR)	Kuala Lumpur, Malaysia	www.acpr2015.org
11. 04.-11. 06.	IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT ASIA)	Centara Grand and Bangkok Convention Center at Centralworld, Bangkok, Thailand	www.ieee-isgt-asia-2015.org
11. 04.-11. 06.	2015 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)	Hotel Krystal-Ixtapa, Mexico	www.ropec.org
11. 04.-11. 06.	2015 7th IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)	Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Peru	www.ieee-comsoc-latincom.org/index.html
11. 04.-11. 06.	2015 International Conference on Electrical & Electronic Engineering (ICEEE)	Department of Electrical & Electronic Engineering, Rajshahi, Bangladesh	iceee-ruet.org/
11. 05.-11. 05.	2015 IEEE-Chicago Section Technical Symposium and Exhibition	Motoroloa Solutions Inc. Schaumburg, IL, USA	www.ieeechicago.org/2015symposium
11. 06.-11. 08.	2015 IEEE EMBS Quinquennial International Student Conference (Q-ISC)	Loew's Royal Pacific Hotel, Orlando, FL, USA	2015qisc.embs.org/
11. 09.-11. 12.	2015 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)	Hyatt Regency Bethesda, Washington, DC, USA	http://cci.drexel.edu/ieeebibm/bibm2015/
11. 09.-11. 11.	2015 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC)	Xia'men International Conference Center (XICC), Xiamen City, Fujian Province, China	www.asscc.org
11. 09.-11. 13.	2015 11th International Conference on Network and Service Management (CNSM)	UPC - Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain	www.cnsm-conf.org/2015
11. 09.-11. 12.	2015 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)	Melia Bali Hotel, Bali, Indonesia	ispacs2015.stei.itb.ac.id/
11. 09.-11. 11.	2015 International Conference on Information Society (i-Society)	Heathrow Windsor Marriott Hotel, London, United Kingdom	www.i-society.eu/
11. 09.-11. 12.	2015 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)	Wrest Point Hotel, Hobart,Tasmania, Australia	jay.guo@csiro.au
11. 09.-11. 09.	2015 IEEE Green Energy and Systems Conference (IGESC)	Pyramid, CSULB, Long Beach, CA, USA	ieee-gesc.org/
11. 09.-11. 11.	2015 International Conference on Complex Systems Engineering (ICCSE)	University of Connecticut, Storrs, CT, USA	iccse.uconn.edu/
11. 09.-11. 12.	2015 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD)	TBD, CA, USA	www.iccad.com
11. 09.-11. 12.	IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	Pacifico Yokohama, Japan	iecon2015.com/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11. 10.-11. 12.	2015 Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS)	National Convention Centre, Canberra, Australia	www.milcis.com.au
11. 10.-11. 12.	2015 First International Conference on Anti-Cybercrime (ICACC)	Al Imam Mohammad Ibn Saud Islamic University, Riyadh, Saudi Arabia	icacc.ccis-imsiu.edu.sa/
11. 10.-11. 12.	2015 IEEE Online Conference on Green Communications (OnlineGreenComm)	Online Only Event, Piscataway, NJ, USA	www.ieee-onlinegreencomm.org/index.html
11. 11.-11. 14.	2015 IEEE PES PowerAfrica	Ramada Plaza Tunis Hotel, Gammarth, Tunisia	sites.ieee.org/powerafrica/
11. 11.-11. 13.	2015 IEEE Thirty Fifth Central American and Panama Convention (CONCAPAN XXXV)	Plaza Juan Carlos`Hotel, Tegucigalpa, Honduras	concapan2015hn.org/
11. 14.-11. 17.	2015 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)	Bally's Atlantic city, NJ, USA	icdm2015.stonybrook.edu
11. 15.-11. 20.	2015 SC - International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis	Austin Convention Center, TX, USA	Jlkern@illinois.edu
11. 15.-11. 18.	2015 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)	TBD, Australia	ieee-appeec.org/
11. 16.-11. 20.	2015 Annual Meeting on Innovation, Technology and Engineering (AMITE)	Centro de Convenciones de Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico	ieeeamite.wix.com/home
11. 19.-11. 21.	2015 IEEE IAS Joint Industrial and Commercial Power Systems / Petroleum and Chemical Industry Conference Acronym (ICPSPCIC)	NOVOTEL HOTEL, HYDERABAD, India	www.ieeehyd.org
11. 19.-11. 21.	2015 International Conference on Control Communication & Computing India (ICCC)	Mascot Hotel, , Kerala, India	iccc2015.cet.ac.in
11. 20.-11. 22.	2015 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI)	Tayih Landis Hotel, Tainan, Taiwan	taai2015.nutn.edu.tw/
11. 20.-11. 22.	2015 IEEE International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)	RCC INSTITUTE OF INFORMATION TECHNOLOGY, Kolkata, India	www.icrcicn.in/
11. 24.-11. 27.	2015 38th Symposium on Information Theory and its Applications (SITA)	Shimoden Hotel, Kurashiki, Japan	www.ieice.org/ess/sita/SITA2015/
11. 24.-11. 26.	2015 4th International Conference on Electric Power and Energy Conversion Systems (EPECS)	American University of Sharjah, , United Arab Emirates	www.aus.edu/epecs15
11. 26.-11. 28.	2015 Sixth International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP)	Wuhan, China	auto.hust.edu.cn/icicip2015/index.html
11. 26.-11. 28.	2015 5th Nirma University International Conference on Engineering (NUiCONE)	Institute of technology,Nirma University, Ahmedabad, India	www.nuicone.org
11. 26.-11. 29.	2015 5th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT)	The International Academic exchange Center of Changsha University of Science and Technology, Changsha, China	www.csust.edu.cn/pub/drpt2015
11. 27.-11. 29.	2015 Chinese Automation Congress (CAC)	East Lake International Conference Center, Wuhan, Hubei Province, China	www.cac2015.org/
11. 28.-11. 30.	2015 International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS)	OKinawa Institute of Science and Technology Graduate University, Okinawa, Japan	www.iciibm.org
11. 29.-12. 02.	2015 IEEE 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC)	Fabrica De Negocios, Fortaleza, Ceara, Brazil	itarget.com.br/newclients/cobep201
11. 30.-12. 02.	2015 2nd International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)	INRIA, Rennes, France	ict-dm2015.inria.fr/
11. 30.-12. 02.	2015 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA)	Le Meridien Chiang Mai, Chiang Mai, Thailand	www.2015ieeecama.org
11. 30.-12. 03.	2015 IEEE 7th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)	UBC Robson Square, Vancouver, BC, Canada	2015.cloudcom.org/

〉〉 2015년 12월

12. 02.-12. 04.	2015 IEEE 17th Electronics Packaging and Technology Conference (EPTC)	Marina Mandarin Singapore	www.eptc-ieee.net/index.html
12. 04.-12. 05.	2015 International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS)	Le Méridien, Pamplemousses, Mauritius	icccs.in/
12. 06.-12. 10.	2015 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)	Venue Name: Hilton San Diego Bayfront, San Diego, CA, USA	dilip1@gmail.com

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 06.-12. 09.	IEEE International Conference on Electronics, Circuitss, and Systems	Grand Nile Hotel, Cairo, Egypt	www.ieee-icecs2015.org
12. 06.-12. 09.	2015 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)	Jinling Hotel, Nanjing, China	www.emfield.org/apmc2015
12. 06.-12. 10.	GLOBECOM 2015 - 2015 IEEE Global Communications Conference	Hilton San Diego Bayfront, San Diego, CA, USA	dilip1@gmail.com
12. 06.-12. 09.	2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)	TBD, Zhuhai, China	www.ieee-robio.org/2015/
12. 06.-12. 09.	2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)	Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre, Singapore	http://www.ieem.org/
12. 07.-12. 10.	2015 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)	Cape Town International Convention Center, Cape Town, South Africa	ieee-ssci.org.za:8080/
12. 07.-12. 13.	2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)	Chile	csaliba@computer.org
12.07.-12. 09.	2015 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)	Hilton Washington, DC, USA	www.ieee-iedm.org
12. 07.-12. 08.	2015 Fourth International Conference on Eco-friendly Computing and Communication Systems (ICECCS)	Kurukshetra, India	ashutosh@nitkkr.ac.in
12. 08.-12. 10.	2015 9th International Conference on Sensing Technology (ICST)	Skycity Auckland Limited, New Zealand	seat.massey.ac.nz/conferences/icst2015/
12. 09.-12. 11.	2015 International Conference on Power, Instrumentation, Control and Computing (PICC)	Auditorium, Thrissur, India	www.icetest2015@gectcr.ac.in/picc.html
12. 09.-12. 11.	2015 TRON Symposium (TRONSHOW)	Tokyo, Japan	www.tronshow.org/index-e.html
12. 10.-12. 12.	2015 2nd International Conference on Electrical Information and Communication Technologies (EICT)	Khulna, Bangladesh	www.kuet.ac.bd/eict2015/
12. 10.-12. 12.	2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)	Madurai, India	itfrindia.org/2015iccic
12. 10.-12. 13.	2015 Third International Conference on Image Information Processing (ICIIP)	Solan, India	www.juit.ac.in/iciip_2015
12. 10.-12. 12.	2015 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)	BNU - HKBU United International College, Zhuhai, China	www.tale-conference.org/
12. 10.-12. 12.	2015 International Conference on Condition Assessment Techniques in Electrical Systems (CATCON)	Central Power Research Institute, Bengaluru, India	www.catcon2015.org
12. 10.-12. 12.	2015 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS)	The Mascot Hotel, India	www.raics.in
12. 11.-12. 12.	2015 Conference on Power, Control, Communication and Computational Technologies for Sustainable Growth (PCCCTSG)	G. Pulla Reddy Engineering College, Kurnool, India	www.pccctsg-conf.org/
12. 11.-12. 13.	2015 International Conference on Smart Grid (ICSG)	MANIT, Bhopal, India	www.icsg.manit.ac.in
12. 11.-12. 13.	2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)	Meijo University, Nagoya, Japan	uchiyama@tut.jp
12. 12.-12. 14.	2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)	MIR Labs Chapter, Jabalpur, India	www.cicn.in
12. 12.-12. 13.	2015 International Conference on Information and Communication Technologies (ICICT)	Institute of Business Administration, Karachi, Pakistan	icict.iba.edu.pk/
12. 12.-12. 14.	2015 IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)	Ain Shams University Guest House, Egypt	net2.shams.edu.eg/icicis/2015/
12. 13.-12. 16.	2015 18th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC)	Novotel Hyderabad Convention Centre, India	wpmc-symposium.org/2015/
12. 13.-12. 16.	2015 Visual Communications and Image Processing (VCIP)	Nanyang Executive Centre, Singapore	www.vcip2015.org
12. 14.-12. 17.	2015 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)	Hilton Orlando Lake Buena Vista, Orlando, FL, USA	www.ieeeglobalsip.org/
12. 14.-12. 17.	2015 IEEE Workshop on Computational Intelligence: Theories, Applications and Future Directions (WCI)	IIT Kanpur, India	dsonal@iitk.ac.in
12. 14.-12. 16.	2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)	Heathrow Windsor Marriott Hotel, London, United Kingdom	www.icitst.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
12. 14.-12. 16.	2015 39th National Systems Conference (NSC)	Shiv Nadar University, Greater Noida, India	www.snu.edu.in/nsc2015
12. 14.-12. 16.	2015 World Congress on Sustainable Technologies (WCST)	Heathrow Windsor Marriott Hotel, London, United Kingdom	www.wcst.org/
12. 14.-12. 16.	2015 IEEE MTT-S International Microwave and RF Conference (IMaRC)	TBD, India	www.imarc-ieee.org
12. 14.-12. 17.	2015 IEEE 21st International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)	RMIT University, Melbourne , Australia	www.icpads.org/
12. 14.-12. 16.	2015 13th International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)	Serena Hotel, Islamabad, Pakistan	www.fit.edu.pk
12. 14.-12. 16.	2015 IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)	University of Milan, Italy	sites.ieee.org/wf-iot/
12. 14.-12. 16.	2015 7th International Conference Intelligent Human Computer Interaction (IHCI)	IIIT Allahabad, India	ihci.iiita.ac.in/
12. 15.-12. 17.	2015 9th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA)	Kantipur Engineering College, Kathmandu, Nepal	kec.edu.np/skima2015/
12. 15.-12. 18.	2015 54th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)	Osaka International Convention Center, Japan	http://www.cdc2015.ctrl.titech.ac.jp
12. 16.-12. 19.	2015 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA)	The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong	www.apsipa2015.org
12. 16.-12. 19.	2015 International Conference on Information Processing (ICIP)	Vishwakarma Institute of Technology, Pune, India	abhay.chopde@vit.edu
12. 16.-12. 19.	2015 Fifth National Conference on Computer Vision, Pattern Recognition, Image Processing and Graphics (NCVPRIPG)	NCVPRIPG Conference Secretariat, Patna, India	www.iitp.ac.in/ncvpripg/
12. 16.-12. 17.	2015 Workshop on Recent Advances in Photonics (WRAP)	Indian Institute of Science, Bangalore, India	wrap2015.org
12. 16.-12. 19.	2015 IEEE 22nd International Conference on High Performance Computing (HiPC)	Hotel Park Plaza, Bengaluru, India	www.hipc.org
12. 17.-12. 17.	2015 National Software Engineering Conference (NSEC)	Military College of Signals, Rawalpindi, Pakistan	http://nsec.mcs.edu.pk/
12. 17.-12. 19.	2015 International Conference on Emerging Research in Electronics, Computer Science and Technology (ICERECT)	PES College of Engineering, Mandya, India	padmapes@gmail.com
12. 17.-12. 19.	2015 International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE)	Independent University, Bangladesh	www.icaee.net
12. 17.-12. 20.	2015 IEEE 10th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)	Department of Electrical and Electronic Engineering, Peradeniya, Sri Lanka	www.iciis.org
12. 17.-12. 19.	2015 International Conference on Open Source Systems & Technologies (ICOSST)	Al-Khawarizmi Institute of Computer Science, Lahore, Pakistan	icosst.kics.edu.pk
12. 18.-12. 20.	2015 International Conference on Microwave, Optical and Communication Engineering (ICMOCE)	IIT Bhubaneswar, Bhubaneswar, India	www.iitbbs.ac.in/conference/icmoce-2
12. 19.-12. 20.	2015 IEEE Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)	Chongqing Wanyou Conifer hotel, Chongqing, China	www.iaeac.org
12. 21.-12. 23.	2015 International Conference on Smart Sensors and Systems (IC-SSS)	MS Ramiah Institute of Technology, Bangalore, India	www.ic-sss-2015.esy.es/
12. 21.-12. 23.	2015 12th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA)	TBD, Kathmandu, Nepal	uav.ece.nus.edu.sg/~icca15
12. 21.-12. 23.	2015 12th International Conference on High-capacity Optical Networks and Enabling/Emerging Technologies (HONET)	National University of Science and Technology, Islamabad, Pakistan	www.honet-ict.org
12. 22.-12. 23.	2015 18th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)	Military Institute of Science and Technology, Dhaka, Bangladesh	http://www.iccit.org.bd/2015/
12. 23.12. 24.	2015 Tenth International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES)	Radisson Blue Hotel, Cairo, Egypt	www.icces.org.eg
12. 29.-12. 30.	2015 11th International Computer Engineering Conference (ICENCO)	Four Seasons Hotel First Residence, Cairo, Egypt	icenco2015.eng.cu.edu.eg

〉〉 2016년 1월

01. 04.-01. 06.	2016 Indian Control Conference (ICC)	Indian Institute of Technology, Kandi, India	icc.org.in/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
01. 04.-01. 07.	2016 International Conference on Systems in Medicine and Biology (ICSMB)	Indian Institute of Technology Kharagpur, India	www.ee.iitkgp.ernet.in/icsmb/
01. 07.-01. 09.	2016 4th International Conference on the Development in the in Renewable Energy Technology (ICDRET)	United International University (UIU), Dhaka, Bangladesh	icdret.uiu.ac.bd/index.php/user
01. 08.-01. 11.	2016 13th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)	Planet Hollywood, Las Vegas, NV, USA	ccnc2016.ieee-ccnc.org/
01. 08.-01. 10.	2016 IEEE First International Conference on Control, Measurement and Instrumentation (CMI)	Jadavpur University, Kolkata, India	www.cmi2016india.org
01. 09.-01. 11.	2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	Las Vegas Convention Center, Las Vegas , NV, USA	icce.org
01. 10.-01. 12.	2016 International Conference on VLSI Systems, Architectures, Technology and Applications (VLSI-SATA)	Amrita School of Engineering, Bangalore, India	blr.amrita.edu/vlsi_sata/cfp.htm
01. 11.-01. 15.	2016 Joint Magnetism and Magnetic Materials - INTERMAG Conference	Hilton San Diego Bayfront, San Diego, CA, USA	DianeM@widerkehr.com
01. 12.-01. 16.	2016 13th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)	tional Centre for Physics, Islamabad, Pakistan	www.ibcast.org.pk/
01. 14.-01. 15.	2016 6th International Conference - Cloud System and Big Data Engineering (Confluence)	Department of Computer Science & Engineering, Noida, India	www.amity.edu/asetau/confluence2016/
01. 15.-01. 17.	2016 2nd International Conference on Advances in Computing and Management (ICACM)	Dr.D.Y.Patil Pratisthan's, Pune, India	www.icacm.info
01. 21.-01. 23.	2016 Second Asian Conference on Defence Technology (ACDT)	Le Méridien Chiang Mai, Thailand	www.acdt2016.com
01. 22.-01. 23.	2016 3rd International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)	Sri Eshwar College of Engineering, Coimbatore, India	www.icaccs.sece.ac.in
01. 23.-01. 25.	2016 International Conference on Microelectronics, Computing and Communications (MicroCom)	National Institute of Technology Durgapur, India	http://microcom16.nitdgp.ac.in
01. 24.-01. 27.	2016 IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS)	JW Marriott Austin, TX, USA	e.cabrera@ieee.org
01. 25.-01. 26.	2016 IEEE Life Sciences Grand Challenges Conference (LSGCC)	TBD, Abu Dhabi, United Arab Emirates	sinkuen.hawkins@ieee.org
01. 25.-01. 28.	2016 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)	Lowes Ventanna Canyon Resort, Tucson, AZ, USA	www.RAMS.org
01. 27.-01. 30.	2016 International Conference on Electronics, Information, and Communications (ICEIC)	Hyatt Regency, Danang, Vietnam	www.iceic2016.org
01. 28.-01. 30.	2016 2nd International Conference on Control, Instrumentation, Energy & Communication (CIEC)	Department of Applied Physics, Kolkata, India	www.ciec16.caluniv.in
01. 31.-02. 04.	2016 IEEE International Solid- State Circuits Conference - (ISSCC)	San Francisco Marriott, CA, USA	www.isscc.org/isscc/futureisscc.htm

특별회원사 및 후원사 명단

회원명	대표자	주 소	전 화	홈페이지
국제종합측기	박재욱	서울시 강남구 역삼동 831	02-553-0901	http://www.msinter.co.kr
나노종합기술원	이재영	대전시 유성구 어은동 53-3	042-366-1500	http://www.nnfc.re.kr
네이버(주)	김상헌	경기도 성남시 분당구 불정로 6 (정자동 그린팩토리)	031-784-2560	http://www.nhncorp.com
넥서스칩스	김덕명	서울시 송파구 가락본동 IT벤처타워 서관 12층	02-2142-1310	http://www.nexuschips.com
넥스트칩	김경수	서울시 강남구 도곡동 949-3	02-3460-4700	http://www.nextchip.com
(주)넥스파시스템	이상준	서울시 성동구 자동차시장 1길 18 105호	02-2243-4011	http://www.nexpa.co.kr
누리미디어	최순일	서울시 마포구 대흥동 446	02-702-1771	http://www.nurimedia.co.kr
다우인큐브	이예구	경기도 용인시 수지구 죽전동 23-7 다우디지털스퀘어	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	유영훈	경기도 안산시 목래동 475	031-481-8006	http://www.daeduckgds.co.kr
대덕전자	김영재	경기도 안산시 목래동 390-1	031-481-8005	http://www.dacduck.com
대성전기	이철우	경기도 안산시 단원구 원시동 743-5	031-494-1141	http://www.dsec.co.kr
대전테크노파크	염홍철	대전시 유성구 탑립동 694	042-930-4300	http://www.djtp.or.kr
(주)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	박용인	서울시 강남구 대치동 891-10	02-3484-2888	http://www.dongbuhitek.co.kr
동아일렉콤	손성호	서울시 중구 남대문로5가 526	02-757-2050	http://www.dongahelecomm.co.kr
동운아나텍	김동철	서울시 서초구 서초동 1467-80 아리랑타워 9층	02-3465-8765	http://www.dwanatech.com
라온텍	김보은	경기도 성남시 분당구 정자동 9	070-7545-1779	http://www.raon-tech.com
만도	정몽원	경기도 용인시 기흥구 고매동 413-5	031-300-5126	http://www.mando.com
문화방송	안광한	서울시 영등포구 여의도동 31	02-784-2000	http://www.imbc.com
삼성전자	권오현	서울시 서초구 서초2동 1320-10 삼성전자빌딩	1588-3366	http://samsungelectronics.com/kr
삼성탈레스	변승완	경기도 성남시 분당구 구미동 188	031-601-5100	http://www.samsungthales.com
삼화콘덴서공업	황호진	경기도 용인시 처인구 남사면 북리 124	031-332-6441	http://www.samwha.co.kr
세미솔루션	이정원	경기도 용인시 기흥구 영덕동 1029 흥덕U타워 지식산업센터	031-627-5300	http://www.semisolution.com
세원텔레텍	김철동	경기도 안양시 동안구 관양동 1023	031-422-0031	http://www.sewon-teletech.co.kr
(주)스카이크로스코리아	조영민	경기 수원시 영통구 영통동 980-3 디지털엠파이어빌딩 C동 801호	031-267-1662	http://www.skycross.cco.kr
㈜대동	조명수	경기도 안산시 단원구 원시동 743-2	031-493-3000	http://www.dae-dong.biz
실리콘마이터스	허 염	서울시 성동구 행당1동 한양대학교 HIT 418호	02-2297-7077	http://www.siliconmitus.com
실리콘웍스	한대근	대전시 유성구 탑립동 707	042-712-7700	http://www.siliconworks.co.kr/
(주)쏠리드	정 준	경기도 성남시 분당구 삼평동 쏠리드스페이스	031-627-6000	http://www.st.co.kr
아나패스	이경호	서울시 구로구 구로동 197-12 신세계아이앤씨 디지털센타 6층	02-6922-7400	http://www.anapass.com
아바고테크놀로지스	전성민	서울시 서초구 양재동 215	02-2155-4710	http://www.avagotech.kr
아이닉스	황정현	경기도 수원시 영통구 영통동 980-3	031-204-7333	http://www.eyenix.com/
㈜아이에이	김동진	서울 송파구 송파대로 22길 5-23	02-3015-1300	http://www.ia-inc.kr
안리쓰코퍼레이션	오사무나가타	서울시 강남구 역삼1동 832-41 현죽빌딩 8층	02-553-6603	http://www.anritsu.com
에디텍	정영교	서울시 구로구 구로동 811	02-2025-0088	http://www.aditec.co.kr
에스넷시스템㈜	윤상화	서울 강남구 삼성동 141(성원빌딩 10층)	02-3469-2994	http:// www.snetsystems.co.kr
에스엘	이충곤	경북 경산시 진량읍 신상리 1208-6	053-850-8775	http://www.sl.co.kr

회원명	대표자	주 소	전 화	홈페이지
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 성남시 중원구 상대원동 333-7 금강펜테리움 IT타워	031-730-0575	http://www.innopiatech.com
이디	박용후	경기도 성남시 중원구 상대원동 보통길 10	031-730-7320	http://www.ed.co.kr
이지테크	강현웅	서울시 양천구 신정4동 1008-12	02-2608-2633	http://www.ezlab.com
전자부품연구원	김경원	경기도 성남시 분당구 야탑동 68	031-789-7000	http://www.keti.re.kr
지에스인스트루먼트	고재목	인천시 남구 주안동 1385-14	032-870-5641	http://www.gsinstrument.com
지엠테스트	고상현	충남 천안시 서북구 직산읍 군서리 134	041-410-2600	http://www.gmtest.com
충북테크노파크	남창현	충북 청원군 오창읍 연구단지로 40	043-270-2000	http://www.cbtp.or.kr
현대오트론	박상규	경기도 성남시 분당구 판교로 344 엠텍IT타워	031-627-0990	http://www.hyundai-autron.com
케이던스코리아	신용석	경기도 성남시 분당구 금곡동 196	031-728-3114	http://www.cadence.com
현대케피코	박상규	경기도 군포시 당정동 410	031-450-9015	http://www.hyundae-kefico.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
텔레칩스	이장규	서울시 송파구 신천동 7-20 루터회관	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 분당구 야탑동 345-1 파인벤처빌딩	031-784-6800	http://www.tli.co.kr
페어차일드코리아반도체	김귀남	경기도 부천시 원미구 도당동 82-3	032-671-3842	http://www.fairchildsemi.com
SK 하이닉스	박성욱	경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1	031-630-4114	http://www.skhynix.com
한국멘토그래픽스(유)	양영인	서울시 강남구 삼성동 무역센타빌딩 21층	02-551-3434	http://www.mentorkr.com
한국애질런트테크놀로지스	김승렬	서울시 영등포구 여의도동 25-12	080-769-0800	http://www.agilent.co.kr
한국인터넷진흥원	이기주	서울시 송파구 중대로 109	02-405-4118	http://www.kisa.or.kr/
한국전기연구원	김호용	경남 창원시 성주동 28-1	055-280-1114	http://www.keri.re.kr
한국전자통신연구원	김흥남	대전시 유성구 가정동 161	042-860-6114	http://www.etri.re.kr
한국정보통신기술협회	임차식	경기도 성남시 분당구 서현동 267-2	031-724-0114	http://www.tta.or.kr
한라비스테온공조	박용환	대전시 대덕구 신일동 1689-1	042-930-6114	http://www.hvccglobal.com
한백전자	진수춘	대전시 유성구 궁동 487-1	042-610-6111	http://www.hanback.co.kr
현대로템	한규환	경기도 의왕시 삼동 462-18	031-596-9045	http://www.hyundai-rotem.co.kr
현대모비스	정명철	서울시 강남구 역삼1동 679-4 서울인터내셔널타워	02-2018-5114	http://www.mobis.co.kr
현대엠엔소프트	유영수	서울시 용산구 원효로4가 114-38	02-3483-8500	http://www.hyundai-mnsoft.com
현대자동차그룹	양웅철	경기도 화성시 장덕동 772-1	02-3464-1114	http://www.hyundai-motor.com
휴먼칩스	손민희	서울시 송파구 가락본동 10 신도빌딩	070-8671-4700	http://www.humanchips.co.kr
휴인스	송태훈	경기도 성남시 분당구 수내동 16-3 코포모빌딩	031-719-8200	http://www.huins.com
히로세 코리아㈜	이상엽	경기 시흥시 정왕동 희망공원로 250	031-496-7000	http://www.hirose.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	서울시 송파구 가락동 78 IT벤처타워 동관 18층	02-2142-3300	http://www.inctech.co.kr
KT	황창규	경기도 성남시 분당구 정자동 206	031-727-0114	http://www.kt.co.kr
LDT	김철호	충남 천안시 서북구 두정동 538 M프라자 3층	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 강남구 역삼동 838 푸르덴셜타워 10층	1644-2005	http://www.lignex1.com
RadioPulse	왕성호	서울시 강동구 성내동 111-6	02-478-2963	http://www.radiopulse.co.kr
SK Telecom	하성민	서울시 중구 을지로2가 11 SK-T-Tower	02-2121-2114	http://www.sktelecom.com

The Magazine of the IEIE

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
금오공대도서관	경북구미시신평동188-1	054-461-0131~4	http://ran.kumoh.ac.kr
남서울대도서관	충남천안시성환읍매주리21	041-580-2076	http://ness.nsu.ac.kr
단국대도서관	울용산구한남동산8	02-709-2135	http://www.dankook.ac.kr

회원명	주 소	전 화	홈페이지
단국대율곡기념도서관	충남천안시안서동산29-1	041-741-6040(1613)	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
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

회원명	주 소	전 화	홈페이지
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
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

회원명	주 소	전 화	홈페이지
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
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 _ 135-703
서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동, 과학기술회관 신관 907호)
사무국 회지담당자앞
E-mail : edit@theieie.org
TEL : (02)553-0255(내선 1) FAX : (02)552-6093

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

이 학술지는 정부재원으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 출판되었음.

전자공학회지 〈월간〉 제42권 제8호(통권 제375호) The Magazine of the IEIE

2015년 8월 20일 인쇄
2015년 8월 25일 발행

발행및 편집인 **(사) 대한전자공학회** **회장 박 병 국**
인쇄인 **한림원(주)** **대표 김 흥 중**
발행인 **사단법인 대 한 전 자 공 학 회**
(우)135-703 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

2015년도 대한전자공학회

학회상 및 해동상 후보자 추천

사단법인 대한전자공학회에서는 매년 전자 · 정보 · 통신 분야에 탁월한 업적을 이루고 전자공학의 발전에 크게 공헌한 분에게 학회상 및 해동상을 아래와 같이 시상하고 있습니다. 해동상은 대덕전자(주) 김정식 회장께서 우리나라 전자공학 분야의 학문 발전과 기술 발전을 위하여 크게 업적을 쌓은 분들의 노고를 치하하고 업적을 기리기 위하여 해동과학문화재단을 설립함으로써 제정되었습니다. 금년에도 회원 여러분께서 훌륭하신 후보자를 추천하여 주시면 감사하겠습니다.

1. 시상부문

시상부문		인원	시상자격	시상내용
학회상	대한전자공학대상	1명	전자 · 정보 · 통신 및 그 관련 분야에 탁월한 업적이 있는 자	상패 및 부상 (2,000만원)
	기술혁신상	1명	전자공학 기술발전에 현저한 업적을 이룩한 자 또는 기업의 기술혁신에 기여한 자	상패 및 부상
	논문상 (TC,SD,CI,SP,SC,IE)	6명	우수한 논문을 대한전자공학회 논문지 및 해외 저명 학술지에 발표한 자로서 6개 Society (TC,SD,CI,SP,SC,IE)별 각 1인(*)	상패 및 부상

시상부문		인원	시상자격	시상내용
해동상	학술상	1명	전자 · 정보 · 통신 및 관련 분야 학술 활동에 탁월한 업적이 있는 자(*)	상패 및 부상 (2,000만원)
	기술상	1명	최근 5년간 특허 및 신기술 개발 실적에 탁월한 업적을 이루어 전자 · 정보 · 통신 분야의 산업발전에 크게 기여한 자	상패 및 부상 (2,000만원)
	젊은공학인상	1명	40세이하로서 전자 · 정보 · 통신 및 관련분야의 학술활동 또는 산업발전에 크게 기여한 자	상패 및 부상 (1,000만원)

* 최근 5년간 3편 이상의 전자공학회 논문이 포함되어야함.
* 해동 학술상 수상자는 차년도 하계종합학술대회 기조연설자로 초청됨.

2. 추천권자

가. 소속기관장 (연구소, 대학, 기업체, 행정기관 등)　　나. 개인(본인 포함)

* 단, 대한전자공학대상은 소속기관장의 추천에 한함.

3. 제출서류

제출서류 작성양식은 학회 홈페이지(http://www.theieie.org)를 참조하기 바람.

4. 서류 또는 이메일 접수

가. 접수마감 : 2015년 9월 15일(화)
나. 접 수 처 : 서울 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 635-4)과학기술회관 신관 907호
대한전자공학회 사무국 이안순 부장 (02-553-0255(내선 2번), ieie@theieie.org)

5. 수상자 발표 및 시상

가. 발표 : 2015년 11월 초순
나. 시상 : – 학회상 : 2015년 11월 28일(토) 정기총회(장소 : 오크밸리(강원도 원주시))
– 해동상 : 2015년 12월 11일(금) 송년회(장소 : 웨스틴 조선호텔)

LG전자

LG전자는 Windows를 권장합니다.

세계 최경량, 그램 14

- 14.0 디스플레이
- 풀 메탈 바디
- 5세대 인텔®코어™프로세서
- 10.5hrs 대용량 배터리

LG PC gram 14