ISSN 1016-9288
제50권 7호
2023년 7월호

전자공학회지

The Magazine of the IEIE

vol.50. no.7

저궤도 위성통신 기술

- 저궤도 위성통신 기술 및 산업 동향
- 위성 클러스터 기반 비지상 네트워크
- 위성간 회선 주파수 이용
- 3GPP 비지상 네트워크 물리계층 표준화 동향
- 위성/공중/지상망 연계 3차원 공간 네트워크 핵심 기술 개발

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

LG전자

[멀티 Vi]

24.7% 줄어드는 소비 전력!

날씨, 공간, 상황을 정확히 분석해서 최적의 에너지 효율을 찾아내는

국내 최초 AI엔진

LG WHISEN 시스템에어컨 MULTI V i

NET 신기술 인증 | 한국표준협회 AI+ 인증

• 시스템에어컨 구입/제품문의: 1544-8777 • 서비스 문의: 1544-7777 • www.lge.co.kr/kr/business

• 국내 시스템에어컨 최초 AI+(에이아이플러스) 인증 획득, KSA 한국표준협회, 인증번호 AIM-0013, 유효기간 2021-03-17~2023-03-16 • AI+ 인증은 국내 유일의 인공지능 품질인증으로, 소프트웨어 품질 국제표준(ISO/IEC 25023 및 25051)과 품질경영시스템 국제표준(ISO 9001)을 기반으로 인공지능 기술이 적용된 제품과 서비스의 신뢰성, 안전성 등 품질을 증명 • NET(New Excellent Technology) 신기술 인증 획득, 한국산업기술진흥협회, 인증번호 제1345호, 유효기간 2021-09-29~2024-09-28 • NET 인증은 한국산업기술진흥협회가 우수한 신기술에 부여하는 인증으로, 현장학습 엔진을 장착한 AI기반 시스템에어컨 제어 기술 인증 • 쾌적구간 도달속도 시험 결과, 일반 운전 대비 스마트케어 운전 시 쾌적구간에 평균 28.5%(10.9~55.6%) 빠르게 도달 • 사용되는 소비전력 시험 결과, 일반 운전 대비 스마트케어 운전에 의한 소비전력 평균 24.7%(9~38.2%, 3시간 누적) 절감
• 시험장소: LG전자 창원 스마트 파크2 주택환경 챔버 실험실(38평(125㎡), 13.3m X 9.4m(층고 2.7m)), 와이즈 스톤(WISESTONE) 시험 진행 • 시험조건 : KS B 15042, 냉방 표준(35℃/40%), 난방표준(7℃/87%) 및 냉방 장마철(27℃/78%) 조건을 추가하여 3가지 조건에서 진행 • 시험일시 : 21.02.15~21.03.17 • 대상모델 : MULTI V 57kw AI 엔진 장착 모델

We Do Technology
첨단기술의 중심, 더 나은 세상을 만듭니다
SK hynix

HYUNDAI

■ 구입 문의전화 및 고객센터, 긴급봉사반 원콜 서비스 080-600-6000 ■ 정부 공인 표준연비 ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 CVVL (17", 빌트인캠 장착): 복합 12.3km/ℓ (도심: 10.9km/ℓ, 고속도로: 14.5km/ℓ) | CO2 배출량: 135g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,475kg | 자동 6단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 CVVL (17", 빌트인캠 미장착): 복합 12.6km/ℓ (도심: 11.2km/ℓ, 고속도로: 14.8km/ℓ) | CO2 배출량: 132g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,475kg | 자동 6단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 CVVL (18"): 복합 12.0km/ℓ (도심: 10.7km/ℓ, 고속도로: 14.1km/ℓ) | CO2 배출량: 139g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,495kg | 자동 6단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 CVVL (19"): 복합 11.7km/ℓ (도심: 10.5km/ℓ, 고속도로: 13.6km/ℓ) | CO2 배출량: 142g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,525kg | 자동 6단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 1.6 T-GDi (17", 빌트인캠 장착): 복합 13.2km/ℓ (도심: 11.6km/ℓ, 고속도로: 15.7km/ℓ) | CO2 배출량: 126g/km | 배기량: 1,598cc | 공차중량 1,490kg | 자동 8단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 1.6 T-GDi (17", 빌트인캠 미장착): 복합 13.5km/ℓ (도심: 11.9km/ℓ, 고속도로: 15.9km/ℓ) | CO2 배출량: 123g/km | 배기량: 1,598cc | 공차중량 1,490kg | 자동 8단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 1.6 T-GDi (18"): 복합 13.0km/ℓ (도심: 11.4km/ℓ, 고속도로: 15.5km/ℓ) | CO2 배출량: 128g/km | 배기량: 1,598cc | 공차중량 1,510kg | 자동 8단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 1.6 T-GDi (19"): 복합 12.0km/ℓ (도심: 10.4km/ℓ, 고속도로: 14.9km/ℓ) | CO2 배출량: 138g/km | 배기량: 1,598cc | 공차중량 1,540kg | 자동 8단 (3등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.5 T-GDi (19"): 복합 11.1km/ℓ (도심: 9.4km/ℓ, 고속도로: 14.1km/ℓ) | CO2 배출량: 152g/km | 배기량: 2,497cc | 공차중량 1,610kg | 자동 8단 (4등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 LPI (16"): 복합 9.6km/ℓ (도심: 8.3km/ℓ, 고속도로: 11.7km/ℓ) | CO2 배출량: 136g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,480kg | 자동 6단 (4등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 LPI (17"): 복합 9.7km/ℓ (도심: 8.4km/ℓ, 고속도로: 12.0km/ℓ) | CO2 배출량: 134g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,490kg | 자동 6단 (4등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 LPI (18"): 복합 9.4km/ℓ (도심: 8.2km/ℓ, 고속도로: 11.5km/ℓ) | CO2 배출량: 138g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,505kg | 자동 6단 (4등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 GDI 하이브리드 (16" 빌트인캠 미장착): 복합 19.4km/ℓ (도심: 19.8km/ℓ, 고속도로: 18.9km/ℓ) | CO2 배출량: 81g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,550kg | 자동 6단 (1등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 GDI 하이브리드 (16" 빌트인캠 장착): 복합 18.8km/ℓ (도심: 18.7km/ℓ, 고속도로: 18.8km/ℓ) | CO2 배출량: 84g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,550kg | 자동 6단 (1등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 GDI 하이브리드 (17"): 복합 17.8km/ℓ (도심: 18km/ℓ, 고속도로: 17.6km/ℓ) | CO2 배출량: 89g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,570kg | 자동 6단 (1등급) ▶ 쏘나타(DN8) 개조 2.0 GDI 하이브리드 (18"): 복합 17.1km/ℓ (도심: 16.8km/ℓ, 고속도로: 17.4km/ℓ) | CO2 배출량: 93g/km | 배기량: 1,999cc | 공차중량 1,585kg | 자동 6단 (1등급) ※ 위 연비는 표준모드에 의한 연비로서 도로상태, 운전방법, 차량적재, 정비상태 및 외기온도에 따라 실주행 연비와 차이가 있습니다. ※ 동일 사양(구동축,인승,디이이) 모델에 "빌트인캠 장착/미장착"으로 별도 구분 표기되어 있지 않은 경우, 기본차와 빌트인캠 장착 차종의 연비 통합 인증 사양입니다. ※ 급출발, 급가속 및 급제동을 하지 맙시다. ※ 정속주행을 합시다. ■ 현대자동차는 지점/대리점의 카마스터를 통해서만 판매하며, 전국 어느 곳에서나 같은 제품 같은 가격으로 바른 거래를 실천하고 있습니다.

전자공학회논문지
단편논문 신설 안내

전자공학회논문지에서 단편논문을 신설하여 투고를 받습니다. 기존의 정규논문과 함께 단편논문을 신설하여, 투고 논문 형식의 다변화와 함께 신속한 논문심사 및 게재를 추진하고자 합니다.

논문투고시스템 투고구분 선택

☞ **정규논문(기존)** : 긴급 / 일반 중 택일

▶ 단편논문(신설) : 특급

단편논문 양식

☞ **투고규정** : https://www.theieie.org/pages_journal/journal_info.vm

☞ **논문양식** : https://www.theieie.org/board/?ncode=a008

* 심사본 : 3쪽 이내, 최종본: 4쪽 이내

단편논문 심사비 : 10만원/편당

단편논문 게재료 : 게재논문 면당 5만원, 최대 4쪽 이내

☞ 지원 문구 추가 시 10만원 추가

☞ 교신저자가 비회원인 경우 산정된 게재료의 150% 부과

단편논문 심사 기간 : 2주 이내 1차 심사를 원칙으로 함

시 행 : 2022년 10월 이후

IEIE | 대한전자공학회

The Institute of Electronics and Information Engineers

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

제 33회 인공지능신호처리 학술대회

2023.9.21 (목) ~ 22 (금)
계명대학교 성서캠퍼스

학술대회 홈페이지
https://aisp2023.github.io

위원회

고병철 (계명대)
송병철 (인하대)
민동보 (이화여대)
최강선 (한기대)
장길진 (경북대)
김원준 (건국대)
김성우 (서울대)
이덕우 (계명대)
황원준 (아주대)
정승원 (고려대)
이종하 (계명대)
강석주 (서강대)
이종택 (경북대)
임성훈 (DGIST)
김승룡 (고려대)

소개

제 33회 인공지능신호처리 학술대회가 오는 9월 21일 ~ 22일 양일간 계명대학교 성서캠퍼스에서 진행됩니다. 본 학술대회는 시대의 요구와 흐름에 맞춰 오랜 전통의 신호처리합동학술대회가 인공지능신호처리 학술대회로 개명된 후 개최되는 첫 학술대회입니다.

올해 학술대회에서는 기조강연, 신진연구자 강연, 그리고 최신 기술을 집중적으로 소개하는 튜토리얼 등 다양한 프로그램으로 구성될 예정입니다. 이에 공학, 자연과학, 융합산업 등 다양한 분야에서 핵심적인 역할을 담당하는 인공지능 및 신호처리 분야 최신 성과를 다룬 논문들을 모집합니다. 각 분야별로 우수 논문을 엄선하여 우수논문상을 시상할 예정입니다.

이번 학술 행사에서 진행될 수준 높은 연구 결과 발표 및 토론을 통해 우리나라의 인공지능 및 신호처리 분야가 더욱 성숙해지고 확장될 것으로 기대합니다. 여러분의 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

논문제출 마감 (2~4쪽)
2023.8.25 (금)

사전등록 마감
2023.9.10 (일)

논문 모집 분야

01 ▶ 지능 영상신호처리
Visual Signal Processing, Image Enhancement, HDR, Color Signal Processing, Video Compression, Image Compression, Broadcasting, Multidimensional Systems, Multimedia Systems, Watermarking, Contents Creation

02 ▶ 음향 및 신호처리
Acoustics, Adaptive Signal Processing, Analog Signal Processing, Audio Signal Processing, Blind Signal Processing, Channel Equalization, Detection and Estimation, Modulation and Signal Design, Speech Signal Processing, Sonar Signal Processing

03 ▶ 지능 영상이해
Computer Vision, Machine Learning, Image Understanding, Machine Vision, Neural and Fuzzy Systems, Pattern Recognition, Visual Interaction, Deep Learning, Robot Vision

04 ▶ 바이오 신호처리
Biomedical Signal Procesing, Brain Signal Processing

05 ▶ 융합 신호처리
Computer Networking, Mobile Communication, VLSI Systems, Wireless Communications, Circuit and Systems

대한전자공학회 인공지능신호처리 소사이어티

2023 추계 학술대회

2023. 11. 24(금)~25(토)
서울대학교 시흥캠퍼스(경기도 시흥시)

논문모집 최우수/ 일반 논문
① 논문제출 : 2023년 10월 13일(금)
② 심사통보 : 2023년 10월 31일(화)
③ 사전등록 : 2023년 11월 10일(금)

발표분야 (학회 6개 소사이어티)

홈페이지주소 : http://conf.theieie.org/2023f/

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

정기총회 2023. 11. 24.(금) 서울대학교 시흥캠퍼스

행사문의 본 학회 사무국 전화 02)553-0255(내선 2번) FAX 02)552-6093
홈페이지 http://conf.theieie.org/2023f/ e-mail conf@theieie.org

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

IEEE
IEIE

ICCE-Asia 2023

The 8th International Conference on Consumer Electronics (ICCE) Asia

10. 23Mon - 10. 25Wed, 2023

Paradise Hotel Busan, South Korea

Presentation Guidelines

The conference will be held with face-to-face presentations of papers at the conference site at Paradise Hotel, Busan, South Korea.

Organized by the IEEE Consumer Technology Society and the Institute of Electronics and Information Engineers, ICCE-Asia 2023 which will be held in the Paradise Hotel, Busan, South Korea is an event open to researchers and engineers from industry, research centres, and academia to exchange information and results related to consumer electronics (CE). The conference will feature outstanding keynote speakers, high quality tutorials, special sessions and peer-reviewed papers. It hopes to attract a global audience from industry and academia. It is a perfect opportunity to promote affiliated company/ organization to an audience of world-class researchers in the CE industry.

TOPICS OF IEEE/IEIE ICCE-ASIA 2023

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

SPECIAL SESSIONS

Special session proposals are invited to IEEE/IEIE ICCE-Asia 2023, and inquiries regarding submission should be directed to the Special Session Chair.

BEST PAPER AWARDS

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

PAPER SUBMISSION

Prospective authors can submit their papers by following the guidelines posted on the conference webpage (http://www.icce-asia2023.org). Accepted papers will be submitted for inclusion into IEEE Xplore subject to meeting IEEE Xplore's scope and quality requirements.

AUTHOR'S SCHEDULE

- Full paper submission/Special Session proposals: August 20th, 2023
- Accepted papers notification: September 8th, 2023
- Final submission due: September 17th, 2023

CONTACT POINT

- Secretariat : inter@theieie.org

IEEE IEEE CTSoc CONSUMER TECHNOLOGY SOCIETY IEIE

ICEIC 2024

International Conference on Electronics, Information, and Communication 2024

JAN. 28(SUN) - 31(WED) 2024 | TAIPEI, TAIWAN

CALL FOR PAPERS

The 23rd International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC 2024) is a forum open to all the participants who are willing to broaden professional contacts and to discuss the state-of-the-art technical topics.

Regular sessions of ICEIC 2024 will include more than 300 oral and poster presentations. In addition, the conference will offer special sessions, invited talks, keynote speeches, and tutorials to cover a broad spectrum of topics on electronics, information, and communication technologies.

IMPORTANT DATES

- **Submission of Paper** : September 10, 2023
- **Notification of Acceptance** : October 13, 2023
- **Submission of Camera-Ready Paper** : November 12, 2023

Organized by The Institute of Electronics and Information Engineers (IEIE)

IEIE IEEE

IEEE DiscoveryPoint Communications(IDPC)

IEEE
DiscoveryPoint
for Communications

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

IEEE Full-text를 포함한 다양한 양질의 자료 제공	최첨단 연구를 위한 자료, 표준, 공급업체를 위한 솔루션까지 하나의 플랫폼에서 검색가능	5G, 6G, Edge, Computing, IoT 등 다양한 통신기술 분야의 자료중 전문적으로 선별된 컨텐츠 제공	설계 문제에 대한 솔루션 제공하여 실무 엔지니어에게 최적화

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

IEEE | Authorized Dealer

키티스 産學研情報(株)
KITIS Info. & Co., Ltd.
www.kitis.co.kr / T. 02 3474 5290

CONTENTS

제50권 7호 (2023년 7월)

※ 학회지 7월호 표지 (vol 50. No 7)

학회소식

특집 : 저궤도 위성통신 기술

회원광장

정보교차로

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

2023년도 임원 및 각 위원회 위원

회 장	이 혁 재 (서울대학교 교수)	
수석부회장	이 충 용 (연세대학교 교수) – 총괄 / AI	
고 문	권 오 경 (한양대학교 석좌교수)	권 호 열 (정보통신정책연구원 원장)
	김 기 남 (삼성전자 종합기술원 회장)	김 영 재 (해동과학문화재단 이사장)
	박 성 욱 (SK하이닉스㈜ 부회장)	방 승 찬 (한국전자통신연구원 원장)
	신 희 동 (한국전자기술연구원 원장)	안 승 권 (연암공과대학교 총장)
	윤 석 진 (한국과학기술연구원 원장)	전 영 현 (삼성SDI㈜ 부회장)
	천 경 준 (㈜씨젠 회장)	최 창 식 (㈜DB하이텍 부회장)
감 사	백 광 현 (중앙대학교 교수) – ITC-CSCC	인 치 호 (세명대학교 교수)
부 회 장	강 문 식 (강릉원주대학교 교수) – 교육 / 표준화	김 종 옥 (고려대학교 교수) – 국제협력 / ICCE-Asia / 영문논문
	노 원 우 (연세대학교 교수) – 하계 및 추계학술 총괄 / 국문논문	노 태 문 (한국전자통신연구원 센터장) – 연구소
	류 수 정 (㈜사피온코리아 대표이사) – 회원 / 여성	심 동 규 (광운대학교 교수) – SPC 영문지
	이 승 호 (한밭대학교 교수) – 지부	이 용 욱 (한화시스템 부사장) – 산학연
	이 재 관 (한국자동차연구원 소장) – 산학연	이 재 훈 (유정시스템㈜ 대표이사) – 산학연
	정 영 모 (한성대학교 교수) – 홍보 총괄 / 정보화 / 학회지	황 인 철 (강원대학교 교수) – 사업 / 대외협력
소사이어티 회장	유 명 식 (숭실대학교 교수) – 통신	김 진 상 (경희대학교 교수) – 반도체
	최 용 수 (신한대학교 교수) – 컴퓨터	송 병 철 (인하대학교 교수) – 인공지능신호처리
	김 영 진 (한국생산기술연구원 수석연구원) – 시스템 및 제어	김 은 원 (대림대학교 교수) – 산업전자
협동부회장	강 민 석 (LG이노텍㈜ 부사장)	강 성 원 (한국전자통신연구원 부원장)
	김 강 태 (삼성전자㈜ 부사장)	김 달 수 (㈜티엘아이 대표이사)
	김 부 균 (숭실대학교 교수)	김 상 태 (한국산업기술평가관리원 연구위원)
	김 영 한 (UC San Diego / 가우스랩스 대표이사)	김 형 준 (한국과학기술연구원 소장)
	김 후 식 (㈜뷰웍스 대표이사)	남 궁 선 (㈜유니트론텍 부회장)
	손 보 익 (㈜LX세미콘 대표이사)	송 문 섭 (㈜심텍 회장)
	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)	오 윤 제 (정보통신기획평가원 PM)
	유 창 동 (한국과학기술원 교수)	이 광 엽 (서경대학교 교수)
	이 동 규 (㈜카카오모빌리티 부사장)	이 병 선 (김포대학교 교수)
	이 서 규 (한국팹리스산업협회 회장)	이 장 규 (㈜텔레칩스 대표이사)
	이 창 한 (한국반도체산업협회 상근부회장)	전 병 우 (성균관대학교 교수)
	전 선 익 (파이낸셜뉴스 회장)	정 준 (㈜쓸리드 대표이사)
	정 은 승 (삼성전자㈜ 사장)	
상 임 이 사	강 명 곤 (한국교통대학교 교수) – 회원	강 석 주 (서강대학교 교수) – 재무
	구 본 태 (한국전자통신연구원 본부장) – 하계학술	권 영 수 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 국제협력(ICCE-Asia)
	권 혁 인 (중앙대학교 교수) – 국제협력(ITC-CSCC)	김 동 순 (세종대학교 교수) – 대외협력(정책)
	김 수 연 (동국대학교 교수) – 홍보	김 용 신 (고려대학교 교수) – 국제협력 총괄(ICCE-Asia)
	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장) – 표준화	김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장) – 사업
	김 중 헌 (고려대학교 교수) – 사업	김 재 준 (서울대학교 교수) – JSTS 영문지
	김 지 훈 (이화여자대학교 교수) – 기획	김 철 우 (고려대학교 교수) – 사업
	김 현 (서울과학기술대학교 교수) – 총무(대외협력)	김 훈 (인천대학교 교수) – 대외협력 총괄
	류 현 석 (서울대학교 교수) – 교육(산업체)	변 대 석 (삼성전자㈜ 마스터) – 교육 총괄
	선 우 경 (서울대학교 교수) – 회원 총괄	손 교 민 (삼성전자㈜ 마스터) – 산학연
	양 준 성 (연세대학교 교수) – 학회지	연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장) – 산학연 총괄
	유 찬 세 (한국전자기술연구원 센터장) – 사업 총괄	이 남 윤 (고려대학교 교수) – 사업
	이 채 은 (인하대학교 교수) – 총무 총괄	장 익 준 (경희대학교 교수) – 하계학술
	전 세 영 (서울대학교 교수) – AI	정 진 곤 (중앙대학교 교수) – 국문논문
	제 민 규 (한국과학기술원 교수) – 사업	조 성 현 (한양대학교 교수) – 정보화
	최 기 창 (서울대학교 교수) – 산학연	최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장) – 산학연
	최 재 혁 (한국과학기술원 교수) – 홍보	한 재 호 (고려대학교 교수) – 추계학술
산업체이사	강 석 판 (LG전자㈜ 상무)	고 용 남 (하나마이크론㈜ 전무)
	김 녹 원 (㈜딥엑스 대표이사)	김 동 현 (ICTK㈜ 대표이사)
	김 태 진 (㈜더즈텍 대표이사)	김 현 수 (삼성전자㈜ 상무)
	배 순 민 (㈜케이티 연구소장)	오 의 열 (LG디스플레이㈜ 연구위원)
	우 정 호 (비전넥스트㈜ 대표이사)	원 제 형 (도쿄일렉트론코리아㈜ 대표이사)
	윤 영 권 (삼성전자㈜ 마스터)	이 도 훈 (국가보안기술연구소 부소장)
	이 상 만 (고려대학교 교수)	이 상 훈 (㈜웨이브피아 대표이사)
	이 수 민 (한국센서연구소 대표이사)	이 수 인 (㈜텔레칩스 상무)
	조 영 민 (SkyMirr CEO)	조 혜 정 (삼성물산㈜ 상무)
	천 이 우 (㈜넥스트칩 연구소장)	최 성 민 (㈜해치텍 대표이사)

	한 은 혜 (에스에스앤씨㈜ 대표이사)
	홍 국 태 (㈜LX세미콘 연구위원)
이 사	고 병 철 (계명대학교 교수) – 학술(하계)
	권 기 룡 (부경대학교 교수) – 학술(하계)
	김 민 규 (LG이노텍㈜ 상무) – 산학연
	김 성 우 (서울대학교 교수) – 대외협력
	김 유 철 (LG AI연구원 부문장) – AI
	김 재 욱 (한국과학기술연구원 선임연구원) – 학술(하계)
	박 성 정 (건국대학교 교수) – 국제협력
	백 종 덕 (연세대학교 교수) – AI
	심 현 정 (한국과학기술원 교수) – AI
	안 상 철 (한국과학기술연구원 책임연구원) – AI
	원 용 욱 (명지대학교 교수) – 학술(추계)
	윤 종 윤 (㈜파두 사장) – 교육
	이 구 순 (파이낸셜뉴스 부국장) – 홍보
	이 창 우 (가톨릭대학교 교수) – 홍보
	임 동 구 (전북대학교 교수) – 정보화
	장 지 원 (연세대학교 교수) – 학회지
	정 무 경 (㈜사피온코리아 CTO) – AI
	정 해 준 (경희대학교 교수) – 국문논문
	차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수) – 정보화
	최 광 성 (한국전자통신연구원 실장) – 대외협력
	최 정 욱 (한양대학교 교수) – 학회지
	하 태 준 (광운대학교 교수) – 학술(추계)
	한 정 환 (충남대학교 교수) – 정보화
	한 태 희 (성균관대학교 교수) – 국문논문
	황 진 영 (한국항공대학교 교수) – 홍보
협 동 이 사	구 민 석 (인천대학교 교수) – 기획
	권 경 하 (한국과학기술원 교수) – 사업
	김 대 영 (순천향대학교 교수) – 호서지부
	김 사 혁 (KISDI 책임연구원) – 대외협력
	김 승 환 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 학술(추계)
	김 형 진 (인하대학교 교수) – 회원
	민 경 식 (국민대학교 교수) – 회원
	박 성 욱 (강릉원주대학교 교수) – 강원지부
	배 준 호 (가천대학교 교수) – 표준화
	서 종 열 (LG전자㈜ 그룹장) – 산학연
	송 준 영 (인천대학교 교수) – 홍보
	신 세 운 (UNIST 교수) – 사업
	안 진 호 (호서대학교 교수) – 학회지
	유 경 창 (삼성전자㈜ 수석연구원) – 회원
	유 호 영 (충남대학교 교수) – 대전 · 충남지부
	윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원) – 사업
	이 권 형 (LG전자㈜ 책임연구원) – 대외협력
	이 왕 상 (경상국립대학교 교수) – 부산 · 경남 · 울산지부
	이 재 규 (삼성전자㈜ 마스터) – 산학연
	이 지 훈 (전북대학교 교수) – 전북지부
	임 승 찬 (한경국립대학교 교수) – 국문논문
	정 민 채 (세종대학교 교수) – 국문논문
	정 성 엽 (차세대융합기술연구원 선임연구원) – 학술(하계)
	정 재 용 (인천대학교 교수) – 학회지
	채 관 엽 (삼성전자㈜ 마스터) – 국제협력
	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수) – SPC 영문지
	최 웅 (숙명여자대학교 교수) – 회원
	추 상 혁 (현대자동차㈜ 책임매니저) – 정보화
	함 철 희 (삼성전자㈜ 마스터)
	권 구 덕 (강원대학교 교수) – 기획
	권 태 수 (서울과학기술대학교 교수) – 정보화
	김 선 욱 (고려대학교 교수) – 교육
	김 소 영 (성균관대학교 교수) – SPC 영문지
	김 윤 (서울시립대학교 교수) – 기획/회원
	동 성 수 (용인예술과학대학교 교수) – 교육
	배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 학술(추계)
	변 영 재 (UNIST 교수) – 교육
	안 광 호 (한국전자기술연구원 센터장) – 대외협력
	안 호 균 (한국전자통신연구원 실장) – 사업
	윤 상 민 (국민대학교 교수) – 학술(추계)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수) – SPC 영문지
	이 영 택 (ASML 전무) – 교육
	이 형 민 (고려대학교 교수) – 대외협력
	장 성 욱 (㈜카카오모빌리티 부사장) – AI
	전 동 석 (서울대학교 교수) – 학술(하계)
	정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장) – 산학연
	조 성 재 (이화여자대학교 교수) – 기획
	채 영 철 (연세대학교 교수) – 회원
	최 영 규 (인하대학교 교수) – 학술(하계)
	하 정 우 (네이버 AI연구소장) – AI
	한 동 국 (국민대학교 교수) – 사업
	한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 국제협력
	허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원) – 사업
	황 태 호 (한국전자기술연구원 본부장) – 학술(하계)
	권 건 우 (홍익대학교 교수) – 학술(하계)
	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) – 학술(추계)
	김 범 현 (한양대학교 교수) – 정보화
	김 시 준 (강원대학교 교수) – 사업
	김 정 석 (가천대학교 교수) – 국제협력
	류 성 주 (서강대학교 교수) – 학술(하계)
	박 관 서 (연세대학교 교수) – 학술(추계)
	배 준 성 (강원대학교 교수) – 정보화
	서 민 재 (가천대학교 교수) – 기획/홍보
	송 익 현 (한양대학교 교수) – 회원
	송 철 (DGIST 교수) – 학술(추계)
	심 용 (중앙대학교 교수) – 홍보
	오 윤 호 (고려대학교 교수) – 학술(추계)
	유 동 훈 (디사일로 연구소장) – 회원
	윤 명 국 (이화여자대학교 교수) – AI
	윤 희 인 (UNIST 교수) – 홍보
	이 성 학 (경북대학교 교수) – 대구 · 경북지부
	이 인 영 (조선대학교 교수) – 광주 · 전남지부
	이 정 원 (서울대학교 교수) – 회원/사업
	임 매 순 (한국과학기술연구원 책임연구원) – 사업
	장 지 수 (삼성전자㈜ PE) – 사업
	정 방 철 (충남대학교 교수) – 정보화
	정 완 영 (한국과학기술원 교수) – 홍보
	차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장) – 표준화
	채 주 형 (광운대학교 교수) – 총무
	최 병 수 (부경대학교 교수) – 교육
	추 민 성 (한양대학교 교수) – 학술(하계)/홍보
	황 원 준 (아주대학교 교수) – AI

지부장 명단

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

위원회 명단

자문위원회

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

기획위원회

위 원 장	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)		
부 위 원 장	조 성 재 (이화여자대학교 교수)		
위 원	권 구 덕 (강원대학교 교수)	구 민 석 (인천대학교 교수)	서 민 재 (가천대학교 교수)
	김 윤 (서울시립대학교 교수)		

학술연구위원회 – 하계

위 원 장	노 원 우 (연세대학교 교수)		
부 위 원 장	장 익 준 (경희대학교 교수)	구 본 태 (한국전자통신연구원 본부장)	
위 원	고 병 철 (계명대학교 교수)	권 건 우 (홍익대학교 교수)	권 기 룡 (부경대학교 교수)
	김 윤 (서울시립대학교 교수)	김 재 욱 (KIST 그룹장)	류 성 주 (서강대학교 교수)
	변 대 석 (삼성전자㈜ 마스터)	양 준 성 (연세대학교 교수)	이 종 호 (숭실대학교 교수)
	전 동 석 (서울대학교 교수)	정 성 엽 (차세대융합기술연구원 실장)	최 민 석 (경희대학교 교수)
	최 영 규 (인하대학교 교수)	최 정 욱 (한양대학교 교수)	추 민 성 (한양대학교 교수)
	황 태 호 (한국전자기술연구원 본부장)		

학술연구위원회 – 추계

위 원 장	노 원 우 (연세대학교 교수)	한 재 호 (고려대학교 교수)	
위 원	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)	김 승 환 (한국전자통신연구원 책임연구원)	김 진 영 (광운대학교 교수)
	박 관 서 (연세대학교 교수)	배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원)	송 철 (DGIST 교수)
	오 윤 호 (고려대학교 교수)	원 용 욱 (명지대학교 교수)	윤 상 민 (국민대학교 교수)
	하 태 준 (광운대학교 교수)		

논문편집위원회

위 원 장	정 진 곤 (중앙대학교 교수)		
부 위 원 장	정 해 준 (경희대학교 교수)		
위 원	강 성 복 (한국생산기술연구원 수석연구원)	강 제 원 (이화여자대학교 교수)	공 규 열 (한성대학교 교수)
	권 구 덕 (강원대학교 교수)	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)	김 기 연 (한국산업기술시험원 박사)
	김 명 선 (한성대학교 교수)	김 상 범 (한국폴리텍대학교 교수)	김 선 용 (건국대학교 교수)
	김 영 로 (명지전문대학교 교수)	김 영 선 (대림대학교 교수)	김 태 환 (한국항공대학교 교수)
	김 학 구 (중앙대학교 교수)	심 규 성 (한경대학교 교수)	유 재 준 (UNIST 교수)
	임 민 중 (동국대학교 교수)	임 승 찬 (한경국립대학교 교수)	정 민 채 (세종대학교 교수)
	조 성 인 (동국대학교 교수)	추 민 성 (한양대학교 교수)	

국제협력위원회

위 원 장	김 용 신 (고려대학교 교수)	김 종 옥 (고려대학교 교수)	
부 위 원 장	권 영 수 (한국전자통신연구원 책임연구원)	권 혁 인 (중앙대학교 교수)	
위 원	김 정 석 (가천대학교 교수)	박 성 정 (건국대학교 교수)	채 관 엽 (삼성전자㈜ 마스터)
	최 웅 (숙명여대 교수)	한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)	

대외협력위원회

위 원 장	김 훈 (인천대학교 교수)	
부 위 원 장	김 성 우 (서울대학교 교수)	연 규 봉 (한국자동차연구원 책임연구원)

위 원	김 동 순 (세종대학교 교수)	김 사 혁 (KISDI 책임연구원)	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)
	김 형 준 (한국전자통신연구원 센터장)	안 광 호 (한국전자기술연구원 센터장)	이 권 형 (LG전자㈜ 책임연구원)
	이 형 민 (고려대학교 교수)	최 광 성 (한국전자통신연구원 실장)	한 상 욱 (삼성전자㈜ 책임연구원)
	황 성 운 (가천대학교 교수)		

산학연협동위원회

위 원 장	연 규 봉 (한국자동차연구원 실장)		
위 원	김 민 규 (LG이노텍㈜ 상무)	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)	서 종 열 (LG전자㈜ 그룹장)
	손 교 민 (삼성전자㈜ 마스터)	이 용 욱 (한화시스템 부사장)	이 재 관 (한국자동차연구원 소장)
	이 재 규 (삼성전자㈜ 마스터)	이 재 훈 (유정시스템 대표이사)	정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)
	최 기 창 (서울대학교 교수)	최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)	

회원관리위원회

위 원 장	선 우 경 (서울대학교 교수)		
부 위 원 장	강 명 곤 (한국교통대학교 교수)		
위 원	김 윤 (서울시립대학교 교수)	김 형 진 (인하대학교 교수)	민 경 식 (국민대학교 교수)
	배 종 호 (국민대학교 교수)	송 익 현 (한양대학교 교수)	유 경 창 (삼성전자㈜ 수석연구원)
	유 동 훈 (디사일로 연구소장)	이 상 훈 (㈜웨이브피아 대표이사)	이 정 원 (서울대학교 교수)
	채 영 철 (연세대학교 교수)	최 웅 (숙명여자대학교 교수)	

회지편집위원회

위 원 장	양 준 성 (연세대학교 교수)		
위 원	박 관 서 (연세대학교 교수)	박 승 창 (㈜유오씨 사장)	안 진 호 (호서대학교 교수)
	윤 석 현 (단국대학교 교수)	장 지 원 (연세대학교 교수)	정 재 용 (인천대학교 교수)
	최 정 욱 (한양대학교 교수)	한 태 화 (연세대학교 의료원 팀장)	허 준 (고려대학교 교수)

사업위원회

위 원 장(총괄)	유 찬 세 (한국전자기술연구원 센터장)		
위 원 장	김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장)	김 중 헌 (고려대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)
	선 우 경 (서울대학교 교수)	이 남 윤 (고려대학교 교수)	제 민 규 (한국과학기술원 교수)
위 원	권 경 하 (한국과학기술원 교수)	김 시 준 (강원대학교 교수)	송 준 영 (인천대학교 교수)
	신 세 운 (UNIST 교수)	안 호 균 (한국전자통신연구원 실장)	윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
	이 정 원 (서울대학교 교수)	임 매 순 (한국과학기술연구원 책임연구원)	장 지 수 (삼성전자㈜ PE)
	한 동 국 (국민대학교 교수)	허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원)	

교육연구위원회

위 원 장	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)		
부 위 원 장	변 대 석 (삼성전자㈜ 마스터)		
위 원	김 선 욱 (고려대학교 교수)	동 성 수 (용인예술과학대학교 교수)	류 현 석 (서울대학교 교수)
	박 영 우 (TEL 부사장)	변 영 재 (UNIST 교수)	윤 종 윤 (㈜파두 사장)
	이 영 택 (ASML 전무)	이 후 진 (한성대학교 교수)	최 병 수 (한국전자통신연구원 실장)

홍보위원회

위 원 장	정 영 모 (한성대학교 교수)		
부 위 원 장	김 수 연 (동국대학교 교수)	최 재 혁 (한국과학기술원 교수)	
위 원	서 민 재 (가천대학교 교수)	송 준 영 (인천대학교 교수)	심 용 (중앙대학교 교수)
	윤 희 인 (UNIST 교수)	이 구 순 (파이낸셜뉴스 부국장)	이 창 우 (가톨릭대학교 교수)
	정 완 영 (한국과학기술원 교수)	추 민 성 (한양대학교 교수)	황 진 영 (한국항공대학교 교수)

표준화위원회

위 원 장	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)		
부 위 원 장	연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장)		
위 원	권 기 원 (성균관대학교 교수)	김 성 동 (서울과학기술대학교 교수)	박 재 영 (광운대학교 교수)
	배 준 호 (가천대학교 교수)	이 상 근 (성균관대학교 교수)	이 종 묵 (SOL 대표)
	좌 성 훈 (서울과학기술대학교 교수)	차 철 웅 (한국전자기술연구원 센터장)	한 태 수 (한국전자기술연구원 연구위원)

정보화위원회

위 원 장	조 성 현 (한양대학교 교수)		
위 원	권 태 수 (서울과학기술대학교 교수)	김 범 현 (한양대학교 교수)	김 중 헌 (고려대학교 교수)
	배 준 성 (강원대학교 교수)	임 동 구 (전북대학교 교수)	정 방 철 (충남대학교 교수)
	차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수)	추 상 혁 (현대자동차㈜ 책임매니저)	한 정 환 (충남대학교 교수)

AI위원회

위 원 장	이 충 용 (연세대학교 교수)	전 세 영 (서울대학교 교수)	
위 원	강 석 주 (서강대학교 교수)	김 유 철 (LG AI연구원 부문장)	백 종 덕 (연세대학교 교수)
	심 현 정 (한국과학기술원 교수)	안 상 철 (KIST 책임연구원)	윤 명 국 (이화여자대학교 교수)
	정 무 경 (㈜사피온코리아 CTO)	한 재 호 (고려대학교 교수)	황 원 준 (아주대학교 교수)

지부담당위원회

위 원 장	이 승 호 (한밭대학교 교수)		
위 원	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	강 윤 희 (백석대학교 교수)	고 석 준 (제주대학교 교수)
	고 진 환 (경상대학교 교수)	공 성 호 (경북대학교 교수)	김 철 영 (충남대학교 교수)
	이 주 연 (전주비전대학교 교수)	최 수 일 (전남대학교 교수)	조 문 규 (한국교통대학교 교수)

선거관리위원회

위 원 장	이 재 홍 (서울대학교 명예교수)		
위 원	강 석 주 (서강대학교 교수)	김 현 (서울과학기술대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)
	이 채 은 (인하대학교 교수)	장 익 준 (경희대학교 교수)	정 진 곤 (중앙대학교 교수)

포상위원회

위 원 장	최 천 원 (단국대학교 교수)		
위 원	김 종 옥 (고려대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)	노 원 우 (연세대학교 교수)
	이 충 용 (연세대학교 교수)	황 인 철 (강원대학교 교수)	
위원 및 간사겸임	이 채 은 (인하대학교 교수)		

재정위원회

위 원 장	이 혁 재 (서울대학교 교수)		
위 원	강 석 주 (서강대학교 교수)	박 성 한 (명예회장)	박 영 기 (㈜싸인텔레콤 대표이사)
	원 제 형 (도쿄일렉트론코리아㈜ 대표이사)	유 창 동 (한국과학기술원 교수)	이 윤 종 ((전) ㈜DB하이텍 부사장)
	이 충 용 (연세대학교 교수)	인 치 호 (세명대학교 교수)	조 중 휘 (인천대학교 교수)

인사위원회

위 원 장	이 혁 재 (서울대학교 교수)		
위 원	김 현 (서울과학기술대학교 교수)	강 석 주 (서강대학교 교수)	이 채 은 (인하대학교 교수)
	이 충 용 (연세대학교 교수)	전 세 영 (서울대학교 교수)	

JSTS 편집위원회

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

SPC위원회

위 원 장	심 동 규 (광운대학교 교수)		
위 원	강 석 주 (서강대학교 교수)	김 선 욱 (고려대학교 교수)	김 소 영 (성균관대학교 교수)
	김 영 민 (홍익대학교 교수)	김 원 준 (건국대학교 교수)	김 재 곤 (한국항공대학교 교수)
	김 종 옥 (고려대학교 교수)	박 철 수 (광운대학교 교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	서 용 호 (광운대학교 교수)	송 병 철 (인하대학교 교수)	유 양 모 (서강대학교 교수)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	이 채 은 (인하대학교 교수)	전 병 우 (성균관대학교 교수)
	정 승 원 (동국대학교 교수)	조 남 익 (서울대학교 교수)	조 민 호 (고려대학교 교수)
	진 훈 (경기대학교 교수)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)	황 원 준 (아주대학교 교수)
	황 인 철 (강원대학교 교수)		

통신소사이어티

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

반도체소사이어티

회장	김 진 상 (경희대학교 교수)		
자문위원	공 준 진 (삼성전자공과대학교 주임교수)	권 오 경 (한양대학교 석좌교수)	김 영 환 (포항공과대학교 교수)
	김 재 석 (연세대학교 교수)	김 희 석 (청주대학교 교수)	박 홍 준 (포항공과대학교 교수)
	선우명훈 (아주대학교 교수)	손 보 익 (㈜LX세미콘 대표이사)	신 윤 승 (반소 전임회장)
	신 현 철 (한양대학교 교수)	우 남 성 (반소 전임회장)	이 승 훈 (서강대학교 교수)
	임 신 일 (서경대학교 교수)	임 형 규 (반소 전임회장)	장 성 진 (삼성전자㈜ 부사장)
	전 영 현 (삼성SDI㈜ 부회장)	정 연 모 (경희대학교 교수)	정 항 근 (전북대학교 교수)
	정 해 수 (Synopsys 사장)	조 경 순 (한국외국어대학교 교수)	조 상 복 (울산대학교 교수)
	조 중 휘 (인천대학교 교수)	최 기 영 (서울대학교 교수)	최 승 종 (LG전자㈜ 부사장)
	허 염 (실리콘마이터스 대표이사)		
감사	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	이 광 엽 (서경대학교 교수)	
부회장	김 동 규 (한양대학교 교수)	안 기 현 (한국반도체산업협회 전무)	이 한 호 (인하대학교 교수)
	이 희 덕 (충남대학교 교수)	장 성 진 (삼성전자㈜ 부사장)	최 중 호 (서울시립대학교 교수)
총무이사	고 형 호 (충남대학교 교수)	김 지 훈 (이화여자대학교 교수)	류 현 석 (서울대학교 교수)
	박 종 선 (고려대학교 교수)	윤 찬 호 (삼성전자 마스터)	황 상 준 (삼성전자㈜ 부사장)
편집이사	노 정 진 (한양대학교 교수)	유 창 식 (삼성전자 부사장)	조 성 재 (가천대학교 교수)
	한 태 희 (성균관대학교 교수)		
학술이사	강 진 구 (인하대학교 교수)	김 철 우 (고려대학교 교수)	범 진 욱 (서강대학교 교수)
	변 영 재 (UNIST 교수)	송 민 규 (동국대학교 교수)	이 병 훈 (포항공과대학교 교수)
	이 승 호 (한밭대학교 교수)	이 혁 재 (서울대학교 교수)	이 희 덕 (충남대학교 교수)
	인 치 호 (세명대학교 교수)	정 진 균 (전북대학교 교수)	차 호 영 (홍익대학교 교수)
	최 우 영 (연세대학교 교수)	최 창 환 (한양대학교 교수)	
사업이사	강 운 병 (삼성전자㈜ 마스터)	공 배 선 (성균관대학교 교수)	공 정 택 (성균관대학교 교수)
	김 동 순 (세종대학교 교수)	김 소 영 (성균관대학교 교수)	김 시 호 (연세대학교 교수)
	김 용 석 (성균관대학교 교수)	김 원 종 (한국전자통신연구원 실장)	김 종 선 (홍익대학교 교수)
	백 광 현 (중앙대학교 교수)	변 대 석 (삼성전자㈜ 마스터)	손 교 민 (삼성전자㈜ 마스터)
	송 용 호 (삼성전자㈜ 부사장)	엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 연구위원)	오 정 우 (연세대학교 교수)
	이 강 윤 (성균관대학교 교수)	조 태 제 (삼성전자㈜ 고문)	최 규 명 (서울대학교 교수)
	최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)	최 윤 경 (고려대학교 교수)	최 준 림 (경북대학교 교수)
재무이사	권 기 원 (성균관대학교 교수)	이 성 수 (숭실대학교 교수)	
산학이사	김 경 수 (넥스트칩 대표이사)	김 동 현 (ICTK 사장)	김 보 은 (라온텍 사장)
	김 준 석 (ADT 사장)	나 준 호 (㈜LX세미콘 전무)	손 재 철 (어보브반도체 부사장)
	송 태 훈 (휴인스 사장)	신 용 석 (케이던스코리아 사장)	이 도 영 (옵토레인 사장)
	이 윤 종 (동부하이텍 부사장)	이 장 규 (텔레칩스 대표이사)	
회원이사	노 원 우 (연세대학교 교수)	문 용 (숭실대학교 교수)	
연구회위원장	최 우 영 (서울대학교 교수) – 반도체소자및재료		김 상 인 (아주대학교 교수) – 광파및양자전자공학
	김 종 선 (홍익대학교 교수) – SoC설계		김 영 진 (한국항공대학교 교수) – RF집적회로
	정 원 영 (강운공업㈜ 본부장) – PCB&Package		김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장) – 정보보안시스템
	장 익 준 (경희대학교 교수) – 내방사선 반도체 설계 및 소자		김 한 구 (삼성전자공과대학교 교수) – ESD/EOS & Latchup
	노 원 우 (연세대학교 교수) – 인 메모리 컴퓨팅		
협동위원	강 명 곤 (한국교통대학교 교수)	강 석 형 (포항공과대학교 교수)	권 구 덕 (강원대학교 교수)
	권 영 수 (한국전자통신연구원 책임연구원)	김 수 연 (동국대학교 교수)	김 영 민 (홍익대학교 교수)
	김 재 욱 (KIST 그룹장)	김 현 (서울과학기술대학교 교수)	류 성 주 (서강대학교 교수)
	박 성 정 (건국대학교 교수)	송 준 영 (인천대학교 교수)	양 준 성 (연세대학교 교수)
	오 윤 호 (성균관대학교 교수)	윤 명 국 (이화여자대학교 교수)	이 영 주 (포항공과대학교 교수)
	이 우 주 (중앙대학교 교수)	이 윤 명 (성균관대학교 교수)	이 형 민 (고려대학교 교수)
	전 동 석 (서울대학교 교수)	전 성 훈 (삼성전자㈜ 상무)	정 무 경 (㈜사피온코리아 CTO)
	정 윤 호 (한국항공대학교 교수)	제 민 규 (한국과학기술원 교수)	채 형 일 (건국대학교 교수)
	최 재 혁 (한국과학기술원 교수)	최 재 혁 (성균관대학교 교수)	추 민 성 (한양대학교 교수)
	한 정 환 (충남대학교 교수)	황 태 호 (한국전자기술연구원 센터장)	김 태 환 (한국항공대학교 교수)

컴퓨터소사이어티

회장	최 용 수 (신한대학교 교수)		
명예회장	강 문 식 (강릉원주대학교 교수)	김 승 천 (한성대학교 교수)	김 형 중 (고려대학교 교수)
	박 인 정 (단국대학교 명예교수)	박 준 명 (한국교통대학교 교수)	신 인 철 (단국대학교 명예교수)
	안 병 구 (홍익대학교 교수)	안 현 식 (동명대학교 교수)	이 규 대 (공주대학교 교수)
	정 용 규 (을지대학교 교수)	허 영 (스마트의료기기산업진흥재단 부이사장)	홍 유 식 (상지대학교 교수)
	황 성 운 (가천대학교 교수)		
자문위원	권 호 열 (강원대학교 교수)	남 상 엽 (국제대학교 교수)	정 교 일 (한국전자통신연구원 책임연구원)
감사	변 영 재 (UNIST 교수)	박 수 현 (국민대학교 교수)	
부회장	김 도 현 (제주대학교 교수)	심 정 연 (강남대학교 교수)	윤 은 준 (경일대학교 교수)
	조 민 호 (고려대학교 교수)		
협동부회장	강 상 욱 (상명대학교 교수)	김 병 서 (홍익대학교 교수)	김 영 학 (산업기술평가관리원 본부장)
	박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)	우 운 택 (한국과학기술원 교수)	유 성 철 (LG히다찌 본부장)
	이 기 영 (인천대학교 교수)	이 후 진 (한성대학교 교수)	정 은 성 (홍익대학교 교수)
	황 인 정 (명지병원 책임연구원)		
총무이사	김 진 홍 (배재대학교 교수)		
재무이사	박 영 훈 (숙명여자대학교 교수)		
홍보이사	이 덕 기 (연암공과대학교 교수)		
편집이사	강 병 권 (순천향대학교 교수)	기 장 근 (공주대학교 교수)	김 선 욱 (고려대학교 교수)
	김 정 욱 (경희대학교 교수)	김 천 식 (세종대학교 교수)	김 한 울 (서울과학기술대학교 교수)
	노 소 영 (월송출판 대표이사)	심 규 성 (한경대학교 교수)	윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
	이 문 구 (김포대학교 교수)	이 민 호 (경북대학교 교수)	이 세 호 (전북대학교 교수)
	이 주 형 (가천대학교 교수)	이 찬 수 (영남대학교 교수)	정 혜 명 (김포대학교 교수)
	한 규 필 (금오공과대학교 교수)		
학술이사	고 한 얼 (고려대학교 교수)	김 대 홍 (을지대학교 교수)	김 명 선 (한성대학교 교수)
	김 종 윤 (경동대학교 교수)	김 홍 균 (다스파워 이사)	백 광 현 (중앙대학교 교수)
	서 민 석 (고려대학교 교수)	오 희 석 (한성대학교 교수)	이 정 선 (을지대학교 교수)
	이 충 규 (조선대학교 교수)	임 경 원 (대림대학교 교수)	임 재 균 (명지병원 소장)
	한 상 민 (순천향대학교 교수)	한 영 선 (부경대학교 교수)	한 태 화 (연세대학교 의료원 팀장)
	황 석 중 (SK Telecom 박사)	황 재 정 (군산대학교 교수)	
사업이사	박 승 창 (㈜유오씨 사장)	차 시 호 (청운대학교 교수)	황 진 영 (한국항공대학교 교수)
산학이사	김 대 휘 (㈜한국정보통신 대표이사)	김 은 영 (투와이시스템즈 이사)	김 효 선 (연세세브란스병원 연구원)
	서 봉 상 (㈜올포랜드 이사)	송 치 봉 (웨이버스 이사)	신 동 희 (대보정보통신 부장)
	오 승 훈 (주얼린 대표이사)	이 재 홍 (유비벨록스모바일 대표이사)	이 학 준 (이노지에스코리아 연구소장)
	조 병 순 (CNC instrument 사장)	조 병 영 (㈜태진인포텍 전무)	진 훈 (경기대학교 교수)
연구회위원장	심 정 연 (강남대학교 교수) – 멀티미디어	진 훈 (경기대학교 교수) – 휴먼ICT	
	윤 은 준 (경일대학교 교수) – 융합컴퓨팅	이 민 호 (경북대학교 교수) – 인공지능/신경망/퍼지	
	김 도 현 (제주대학교 교수) – M2M/IoT	우 운 택 (한국과학기술원 교수) – 증강휴먼	
	황 성 운 (가천대학교 교수) – 인공지능 및 보안	김 명 선 (한성대학교 교수) – AI응용	
	정 은 성 (홍익대학교 교수) – 블록체인		

인공지능 신호처리소사이어티

회장	송 병 철 (인하대학교 교수)		
자문위원	김 정 태 (이화여자대학교 교수)	김 종 옥 (고려대학교 교수)	김 창 익 (한국과학기술원 교수)
	김 홍 국 (광주과학기술원 교수)	박 종 일 (한양대학교 교수)	심 동 규 (광운대학교 교수)
	이 영 렬 (세종대학교 교수)	전 병 우 (성균관대학교 교수)	조 남 익 (서울대학교 교수)
	홍 민 철 (숭실대학교 교수)		
부회장	고 병 철 (계명대학교 교수)	전 세 영 (서울대학교 교수)	정 승 원 (고려대학교 교수)
협동부회장	강 경 진 (LG전자 연구위원)	권 기 룡 (부경대학교 교수)	김 남 수 (서울대학교 교수)
	김 진 웅 (한국전자통신연구원 그룹장)	김 창 수 (고려대학교 교수)	백 준 기 (중앙대학교 교수)
	예 종 철 (한국과학기술원 교수)	윤 재 웅 (LG전자 연구위원)	이 병 욱 (이화여자대학교 교수)
	이 찬 수 (영남대학교 교수)	지 인 호 (홍익대학교 교수)	최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
	최 병 호 (한국전자기술연구원 센터장)	하 정 우 (네이버 AI연구소장)	한 재 준 (삼성전자㈜ 마스터)
이사	이 채 은 (인하대학교 교수)	강 제 원 (이화여자대학교 교수)	고 영 준 (충남대학교 교수)
	고 종 환 (성균관대학교 교수)	고 현 석 (한양대학교 교수)	곽 노 준 (서울대학교 교수)
	곽 수 영 (한밭대학교 교수)	곽 수 하 (포스텍 교수)	구 본 학 (LG전자 연구원)
	김 승 룡 (고려대학교 교수)	김 준 모 (한국과학기술원 교수)	김 진 규 (고려대학교 교수)
	김 태 현 (한양대학교 교수)	김 학 구 (중앙대학교 교수)	김 한 울 (서울과학기술대학교 교수)
	김 휘 용 (경희대학교 교수)	박 상 현 (DGIST 교수)	박 영 경 (이화여자대학교 교수)
	박 인 규 (인하대학교 교수)	박 철 수 (광운대학교 교수)	백 종 덕 (연세대학교 교수)
	신 종 원 (광주과학기술원 교수)	심 재 영 (UNIST 교수)	심 현 정 (연세대학교 교수)
	오 병 태 (한국항공대학교 교수)	우 성 민 (한국기술교육대학교 교수)	우 운 택 (한국과학기술원 교수)
	유 윤 규 (두산인프라코어 연구원)	유 재 준 (UNIST 교수)	유 종 빈 (아주대학교 교수)
	유 현 우 (UNIST 교수)	윤 정 인 (한화디펜스 연구원)	이 금 하 (KT 연구원)
	이 덕 우 (계명대학교 교수)	이 범 식 (조선대학교 교수)	이 상 철 (인하대학교 교수)
	이 윤 구 (광운대학교 교수)	이 철 (동국대학교 교수)	임 성 훈 (DGIST 교수)
	장 준 혁 (한양대학교 교수)	전 세 영 (서울대학교 교수)	정 교 일 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
	정 영 주 (숙명여자대학교 교수)	정 희 철 (경북대학교 교수)	조 동 현 (충남대학교 교수)
	조 성 인 (동국대학교 교수)	조 성 현 (포스텍 교수)	차 영 수 (고려대학교 교수)
	최 동 걸 (한밭대학교 교수)	최 성 준 (고려대학교 교수)	최 욱 (인천대학교 교수)
	최 종 원 (중앙대학교 교수)	최 종 현 (연세대학교 교수)	최 해 철 (한밭대학교 교수)
	한 보 형 (서울대학교 교수)	한 재 호 (고려대학교 교수)	함 범 섭 (연세대학교 교수)
	홍 성 은 (인하대학교 교수)	황 효 석 (경희대학교 교수)	
협동이사	권 준 석 (중앙대학교 교수)	강 현 수 (충북대학교 교수)	곽 노 준 (서울대학교 교수)
	곽 진 태 (고려대학교 교수)	구 형 일 (아주대학교 교수)	권 구 락 (조선대학교 교수)
	김 광 주 (한국전자통신연구원 연구원)	김 기 백 (숭실대학교 교수)	김 동 현 (연세대학교 교수)
	김 상 효 (성균관대학교 교수)	김 선 주 (연세대학교 교수)	김 용 환 (한국전자기술연구원 수석연구원)
	김 원 하 (경희대학교 교수)	김 재 곤 (한국항공대학교 교수)	김 정 진 (계명대학교 교수)
	김 종 민 (강원대학교 교수)	김 중 욱 (한국항공우주연구원 연구원)	김 진 우 (경성대학교 교수)
	김 해 광 (세종대학교 교수)	남 승 우 (한국전자통신연구원 연구원)	박 구 만 (서울과학기술대학교 교수)
	박 구 만 (서울과학기술대학교 교수)	박 상 윤 (명지대학교 교수)	박 성 홍 (한국과학기술원 교수)
	박 현 진 (성균관대학교 교수)	박 호 종 (광운대학교 교수)	배 성 호 (경희대학교 교수)
	서 영 호 (광운대학교 교수)	서 정 일 (한국전자통신연구원 박사)	서 진 근 (연세대학교 교수)

	손 광 훈 (연세대학교 교수)	송 진 호 (연세대학교 교수)	신 재 섭 (㈜픽스트리 대표이사)
	신 지 태 (성균관대학교 교수)	심 학 준 (캐논메디칼시스템즈코리아 박사)	양 현 종 (UNIST 교수)
	어 영 정 (연세대학교 교수)	엄 일 규 (부산대학교 교수)	오 세 홍 (한국외국어대학교 교수)
	오 태 현 (포스텍 교수)	유 명 호 (인텔리빅스 대표이사)	유 양 모 (서강대학교 교수)
	윤 국 진 (한국과학기술원 교수)	윤 일 동 (한국외국어대학교 교수)	이 기 승 (건국대학교 교수)
	이 상 근 (중앙대학교 교수)	이 상 윤 (연세대학교 교수)	이 상 헌 (DGIST 교수)
	이 상 훈 (연세대학교 교수)	이 승 용 (포스텍 교수)	이 연 정 (경북대학교 교수)
	이 의 진 (서울과학기술대학교 교수)	이 장 원 (한국항공대학교 교수)	이 재 성 (서울대학교 교수)
	이 종 석 (연세대학교 교수)	이 종 설 (한국전자기술연구원 책임연구원)	이 종 하 (계명대학교 교수)
	이 준 재 (계명대학교 교수)	이 준 호 (성균관대학교 교수)	이 창 우 (가톨릭대학교 교수)
	임 재 열 (한국기술교육대학교 교수)	임 재 윤 (제주대학교 교수)	임 종 우 (한양대학교 교수)
	장 세 진 (한국전자기술연구원 센터장)	장 용 준 (제주한라대학교 교수)	장 인 수 (한국전자통신연구원 연구원)
	전 기 완 (국가수리과학연구소 박사)	전 해 곤 (광주과학기술원 교수)	정 미 라 (계명대학교 교수)
	정 원 기 (고려대학교 교수)	정 찬 호 (한밭대학교 교수)	정 호 기 (한국교통대학교 교수)
	정 호 열 (영남대학교 교수)	정 홍 (HDXWILL 박사)	조 승 룡 (한국과학기술원 교수)
	조 윤 지 (네이버 연구원)	진 현 성 (제주대학교 교수)	최 승 호 (서울과학기술대학교 교수)
	최 윤 식 (연세대학교 교수)	최 장 환 (이화여자대학교 교수)	최 준 원 (한양대학교 교수)
	최 현 철 (영남대학교 교수)	한 종 기 (세종대학교 교수)	허 용 석 (아주대학교 교수)
	홍 성 훈 (전남대학교 교수)	황 도 식 (연세대학교 교수)	황 성 주 (한국과학기술원 교수)
	황 영 배 (충북대학교 교수)		
감 사	김 휘 용 (경희대학교 교수)	한 재 호 (고려대학교 교수)	
총 무	민 동 보 (이화여자대학교 교수)		
연구회위원장	강 석 주 (서강대학교 교수) – 영상처리	김 원 준 (건국대학교 교수) – 영상이해	
	이 종 호 (서울대학교 교수) – 바이오영상신호처리	황 원 준 (아주대학교 교수) – 딥러닝	
	장 길 진 (경북대학교 교수) – 음향 및 음성신호처리	김 성 우 (서울대학교 교수) – 로봇 지능	

시스템 및 제어소사이어티

회 장	김 영 진 (한국생산기술연구원 수석연구원)		
부 회 장	이 덕 진 (전북대학교 교수)	주 영 복 (한국기술교육대학교 교수)	
감 사	김 영 철 (군산대학교 교수)	정 길 도 (전북대학교 교수)	
편집/학술이사	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)	강 성 복 (한국생산기술연구원 수석연구원)	김 기 연 (한국산업기술시험원 선임연구원)
홍 보 이 사	최 현 택 (한국해양과학기술원 책임연구원)		
산 학 연 이 사	김 광 식 (㈜소올아이티 전무)	문 태 주 (㈜부일하우징 대표이사)	신 대 현 (㈜대연씨앤아이 대표이사)
	유 병 길 (현대선기㈜ 대표이사)		
회 원 이 사	권 오 민 (충북대학교 교수)	김 수 찬 (한경대학교 교수)	김 종 만 (전남도립대학교 교수)
	김 지 홍 (전주비전대학교 교수)	김 호 철 (을지대학교 교수)	남 기 창 (동국대학교 교수)
	류 지 형 (한국전자통신연구원 박사)	문 정 호 (강릉원주대학교 교수)	박 명 진 (경희대학교 교수)
	박 재 병 (전북대학교 교수)	변 영 재 (UNIST 교수)	서 영 석 (영남대학교 교수)
	송 철 규 (전북대학교 교수)	여 희 주 (대진대학교 교수)	유 재 현 (한경대학교 교수)
	이 상 준 (선문대학교 교수)	이 수 열 (경희대학교 교수)	이 용 귀 (한국전자통신연구원 선임연구원)
	이 태 희 (전북대학교 교수)	이 학 성 (세종대학교 교수)	정 재 훈 (동국대학교 교수)
	최 수 범 (KISTI 연구원)	최 우 영 (전북대학교 교수)	한 아 (한국산업기술시험원 선임연구원)
자 문 위 원	김 덕 원 (연세대학교 교수)	김 희 식 (서울시립대학교 교수)	박 종 국 (경희대학교 교수)
	서 일 홍 (한양대학교 교수)	오 상 록 (KIST 분원장)	오 승 록 (단국대학교 교수)
	오 창 현 (고려대학교 교수)	유 정 봉 (공주대학교 교수)	허 경 무 (단국대학교 교수)
연구회위원장	김 규 식 (서울시립대학교 교수) – 전력전자	한 수 희 (포항공과대학교 교수) – 제어계측	
	남 기 창 (동국대학교 교수) – 의용전자 및 생체공학	정 재 훈 (동국대학교 교수) – 지능로봇	
	이 성 준 (한양대학교 교수) – 회로 및 시스템	이 석 재 (대구보건대학교 교수) – 국방정보 및 제어	
	연 규 봉 (한국자동차연구원 센터장) – 자동차전자	오 창 현 (고려대학교 교수) – 의료영상시스템	
	권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원) – 스마트팩토리	정 범 진 (서울과학기술대학교 교수) – 스마트미터링	

산업전자소사이어티

회 장	김 은 원 (대림대학교 교수)		
명 예 회 장	강 창 수 (유한대학교 교수)	김 동 식 (인하공업전문대학 교수)	남 상 엽 (국제대학교 교수)
	원 영 진 (부천대학교 교수)	윤 기 방 (인천대학교 교수)	이 병 선 (김포대학교 교수)
	이 상 회 (동서울대학교 교수)	이 원 석 (동양미래대학교 교수)	
자 문 위 원	김 대 휘 (한국정보기술 대표이사)	김 용 민 (충청대학교 교수)	이 상 준 (수원과학대학교 교수)
	조 규 남 (로봇신문사 대표이사)	최 영 일 (조선이공대학교 교수)	한 성 준 (아이티센 고문)
수 석 부 회 장	고 정 환 (인하공업전문대학 교수)		
상 임 이 사	김 남 섭 (서일대학교 교수)	김 상 범 (한국폴리텍대학 교수)	김 영 로 (명지전문대학교 교수)
	김 영 선 (대림대학교 교수)	김 현 (부천대학교 교수)	서 병 석 (상지대학교 교수)
	서 춘 원 (K-My지능정보기술 대표이사)	엄 우 용 (인하공업전문대학 교수)	원 우 연 (한국폴리텍대학교 교수)
	윤 중 현 (조선이공대학교 교수)	이 시 현 (동서울대학교 교수)	조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
협동상임이사	강 현 석 (로보웰코리아 대표이사)	권 오 병 (㈜넷케이티아이 전무이사)	김 세 종 (㈜SJ정보통신 이사)
	김 윤 철 (㈜트라콤 상무이사)	김 정 석 (㈜오디에이테크놀로지 대표이사)	박 현 영 (㈜보고텍 대표이사)
	서 봉 상 (㈜올포랜드 이사)	서 승 현 (㈜글로벌텔레콤 대표이사)	성 재 용 (㈜오픈링크시스템 대표이사)
	송 관 식 (㈜아이티웨이 상무이사)	송 광 헌 (복두출판사 대표이사)	송 치 봉 (웨이버스 대표이사)
	유 성 철 (㈜클로센 상무이사)	이 영 준 (㈜투비콤 대표이사)	장 대 현 (㈜LGCNS 상무이사)
	전 한 수 (㈜세림TSG 전무이사)	조 병 영 (㈜태진인포텍 대표이사)	조 한 일 (㈜하이제이컨설팅 대표이사)
	최 석 우 (㈜한국정보기술 상무이사)	Gemma 김 (엠티데이타 이사)	
이 사	강 희 훈 (여주대학교 교수)	구 자 일 (인하공업전문대학 교수)	권 오 상 (경기과학기술대학교 교수)
	권 윤 중 (세명대학교 교수)	김 대 순 (전주비전대학교 교수)	김 덕 수 (동양미래대학교 교수)
	김 백 기 (강릉원주대학교 교수)	김 종 오 (동양미래대학교 교수)	김 태 원 (상지대학교 교수)
	김 필 중 (조선이공대학교 교수)	성 홍 석 (부천대학교 교수)	안 태 원 (동양미래대학교 교수)
	우 찬 일 (서일대학교 교수)	이 문 구 (김포대학교 교수)	이 성 재 (대림대학교 교수)
	이 용 구 (한림성심대학교 교수)	이 주 연 (전주비전대학교 교수)	장 기 동 (동양미래대학교 교수)
	정 성 순 (동양미래대학교 교수)		
협 동 이 사	변 용 필 (㈜넷케이티아이 전무이사)	고 강 일 (이지테크 대표이사)	곽 정 희 (㈜한국정보기술 부장)
	김 응 연 (㈜인터그래텍 대표이사)	김 철 룡 (㈜클로센 책임연구원)	신 동 희 (㈜대보정보통신 부장)
	신 우 현 (시티랩스 이사)	오 재 곤 (㈜한국정보기술 상무이사)	이 경 원 (㈜동해종합기술공사 상무이사)
	이 병 건 (㈜오픈링크시스템 이사)	이 성 대 (시티랩스 이사)	이 승 민 (㈜튜시스템 대표이사)
	이 승 태 (㈜하나텍시스템 이사)	이 용 우 (㈜쌍용정보통신 상무이사)	이 지 학 (㈜송암시스콤 대표이사)
	임 준 섭 (㈜대신정보통신 차장)	장 기 웅 (㈜나날에스엠아이 부장)	장 철 (㈜우송정보기술 대표이사)
	정 민 우 (㈜대보정보통신 상무이사)	한 찬 석 (㈜동해종합기술공사 부사장)	
감 사	동 성 수 (용인예술과학대학교 교수)	이 태 동 (국제대학교 교수)	

제24대 평의원 명단

강 명 곤 (한국교통대학교 교수)
강 석 주 (서강대학교 교수)
강 성 원 (한국전자통신연구원 소장)
고 병 철 (계명대학교 교수)
고 정 환 (인하공업전문대학 교수)
공 배 선 (성균관대학교 교수)
공 준 진 (삼성전자공과대학교 주임교수)
구 용 서 (단국대학교 교수)
권 영 수 (한국전자통신연구원 책임연구원)
권 종 기 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
권 혁 인 (중앙대학교 교수)
김 광 순 (연세대학교 교수)
김 덕 진 (고려대학교 명예교수)
김 동 규 (한양대학교 교수)
김 동 현 (ICTK 대표이사)
김 민 휘 (중앙대학교 교수)
김 부 균 (숭실대학교 교수)
김 선 욱 (고려대학교 교수)
김 성 철 (서울대학교 교수)
김 수 중 (경북대학교 명예교수)
김 승 천 (한성대학교 교수)
김 영 권 (후레대학교 명예총장)
김 영 선 (대림대학교 교수)
김 영 진 (한국생산기술연구원 수석연구원)
김 용 석 (성균관대학교 교수)
김 원 준 (건국대학교 교수)
김 은 원 (대림대학교 교수)
김 재 현 (아주대학교 교수)
김 정 석 (가천대학교 교수)
김 종 옥 (고려대학교 교수)
김 중 헌 (고려대학교 교수)
김 진 영 (광운대학교 교수)
김 창 익 (한국과학기술원 교수)
김 태 욱 (연세대학교 교수)
김 현 (서울과학기술대학교 교수)
김 형 준 (한국과학기술연구원 소장)
김 호 식 (SK하이닉스 담당)
남 궁 선 (유니트론텍 부회장)
남 일 구 (부산대학교 교수)
노 태 문 (한국전자통신연구원 센터장)
류 현 석 (서울대학교 교수)
민 경 식 (국민대학교 교수)
박 규 태 (연세대학교 명예교수)
박 성 욱 (강릉원주대학교 교수)
박 수 현 (국민대학교 교수)
박 인 규 (인하대학교 교수)
박 진 옥 (육군사관학교 명예교수)
배 준 호 (가천대학교 교수)
백 상 헌 (고려대학교 교수)
범 진 욱 (서강대학교 교수)
서 민 재 (가천대학교 교수)
서 창 호 (한국과학기술원 교수)
성 굉 모 (서울대학교 명예교수)
손 보 익 (LX세미콘 대표이사)
송 병 철 (인하대학교 교수)
송 준 영 (인천대학교 교수)
신 오 순 (숭실대학교 교수)
심 동 규 (광운대학교 교수)
안 상 철 (한국과학기술연구원 책임연구원)
안 호 균 (한국전자통신연구원 실장)
여 희 주 (대진대학교 교수)
오 상 록 (한국과학기술연구원 PM)
오 정 훈 (삼성전자 마스터)
우 정 호 (비젼넥스트 대표이사)
유 명 식 (숭실대학교 교수)
강 문 식 (강릉원주대학교 교수)
강 석 판 (LG전자 상무)
강 윤 희 (백석대학교 교수)
고 석 준 (제주대학교 교수)
고 진 환 (경상대학교 교수)
공 성 호 (경북대학교 교수)
구 민 석 (인천대학교 교수)
권 구 덕 (강원대학교 교수)
권 오 경 (한양대학교 석좌교수)
권 종 원 (한국산업기술시험원 책임연구원)
권 호 열 (정보통신정책연구원 원장)
김 규 식 (서울시립대학교 교수)
김 도 현 (국민대학교 명예교수)
김 동 순 (세종대학교 교수)
김 명 선 (한성대학교 교수)
김 병 서 (홍익대학교 교수)
김 상 태 (한국산업기술평가관리원 연구위원)
김 성 대 (한국과학기술원 명예교수)
김 소 영 (성균관대학교 교수)
김 수 찬 (한경대학교 교수)
김 승 환 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김 영 로 (명지전문대학 교수)
김 영 재 (해동과학문화재단 이사장)
김 영 철 (군산대학교 교수)
김 용 신 (고려대학교 교수)
김 유 철 (LG AI연구원 부문장)
김 익 균 (한국전자통신연구원 본부장)
김 재 희 (연세대학교 명예교수)
김 정 호 (이화여자대학교 교수)
김 주 성 (한밭대학교 교수)
김 지 훈 (이화여자대학교 교수)
김 진 태 (건국대학교 교수)
김 철 영 (충남대학교 교수)
김 태 진 (더즈텍 대표이사)
김 현 (부천대학교 교수)
김 형 진 (인하대학교 교수)
김 훈 (인천대학교 교수)
남 기 창 (동국대학교 교수)
노 원 우 (연세대학교 교수)
동 성 수 (용인예술과학대학교 교수)
문 영 식 (한양대학교 교수)
민 동 보 (이화여자대학교 교수)
박 부 견 (포항공과대학교 교수)
박 성 정 (건국대학교 교수)
박 영 기 (싸인텔레콤 대표이사)
박 종 선 (고려대학교 교수)
박 항 구 (소암시스템 회장)
배 현 철 (한국전자통신연구원 책임연구원)
백 종 덕 (연세대학교 교수)
변 대 석 (삼성전자 마스터)
서 승 우 (서울대학교 교수)
선 우 경 (서울대학교 교수)
성 원 진 (서강대학교 교수)
송 문 섭 (심텍 회장)
송 상 헌 (중앙대학교 교수)
송 철 (DGIST 교수)
신 요 안 (숭실대학교 교수)
심 용 (중앙대학교 교수)
안 승 권 (연암공과대학교 총장)
양 준 성 (연세대학교 교수)
연 규 봉 (한국자동차연구원 팀장/수석연구원)
오 윤 호 (고려대학교 교수)
우 성 민 (한국기술교육대학교 교수)
원 제 형 (도쿄일렉트론코리아 대표이사)
유 정 봉 (공주대학교 교수)
강 민 석 (LG이노텍 부사장(CTO))
강 석 형 (포항공과대학교 교수)
강 진 구 (인하대학교 교수)
고 성 제 (고려대학교 교수)
고 형 호 (충남대학교 교수)
공 정 택 (성균관대학교 교수)
구 본 태 (한국전자통신연구원 본부장)
권 기 룡 (부경대학교 교수)
권 오 규 (인하대학교 교수)
권 태 수 (서울과학기술대학교 교수)
김 경 기 (대구대학교 교수)
김 달 수 (티엘아이 대표이사)
김 도 현 (제주대학교 교수)
김 동 식 (인하공업전문대학 교수)
김 명 준 (한국전자통신연구원 전, 원장)
김 봉 태 (한국전자통신연구원 소장)
김 선 용 (건국대학교 교수)
김 성 우 (서울대학교 교수)
김 수 연 (동국대학교 교수)
김 수 환 (서울대학교 교수)
김 시 호 (연세대학교 교수)
김 영 민 (홍익대학교 교수)
김 영 진 (한국항공대학교 교수)
김 영 한 (UC San Diego/가우스랩스 교수/대표이사)
김 원 종 (한국전자통신연구원 책임연구원)
김 윤 (서울시립대학교 교수)
김 재 준 (서울대학교 교수)
김 정 범 (강원대학교 교수)
김 종 선 (홍익대학교 교수)
김 준 모 (한국과학기술원 교수)
김 진 상 (경희대학교 교수)
김 창 수 (고려대학교 교수)
김 철 우 (고려대학교 교수)
김 한 구 (삼성전자공과대학교 교수)
김 현 수 (삼성전자 상무)
김 형 탁 (홍익대학교 교수)
나 정 웅 (한국과학기술원 명예교수)
남 상 욱 (서울대학교 교수)
노 정 진 (한양대학교 교수)
류 수 정 (사피온코리아 대표이사)
문 용 (숭실대학교 교수)
박 관 서 (연세대학교 교수)
박 성 욱 (SK하이닉스 부회장)
박 성 한 (한양대학교 명예교수)
박 영 훈 (숙명여자대학교 교수)
박 종 일 (한양대학교 교수)
배 준 성 (강원대학교 교수)
백 광 현 (중앙대학교 교수)
백 준 기 (중앙대학교 교수)
변 영 재 (울산과학기술원 교수)
서 정 욱 ((전) 과학기술부 장관)
선 우 명 (아주대학교 교수)
손 교 민 (삼성전자 마스터)
송 민 규 (동국대학교 교수)
송 익 현 (한양대학교 교수)
신 세 운 (UNIST 교수)
신 현 철 (광운대학교 교수)
심 정 연 (강남대학교 교수)
안 현 식 (동명대학교 교수)
엄 낙 웅 (한국전자통신연구원 책임연구원)
예 종 철 (한국과학기술원 교수)
오 의 열 (LG디스플레이 연구위원)
우 운 택 (한국과학기술원 교수)
유 동 훈 (디사일로 연구소장)
유 찬 세 (한국전자기술연구원 센터장)

유 창 동 (한국과학기술원 교수)
윤 명 국 (이화여자대학교 교수)
윤 석 현 (단국대학교 교수)
윤 종 용 (한국공학교육인증원 이사장)
이 경 중 (연세대학교 교수)
이 규 복 (한국전자기술연구원 부원장)
이 덕 진 (전북대학교 교수)
이 병 선 (김포대학교 교수)
이 상 훈 (웨이브피아 대표이사)
이 수 민 (한국센서연구소 대표이사)
이 승 호 (한밭대학교 교수)
이 왕 상 (경상국립대학교 교수)
이 인 규 (고려대학교 교수)
이 재 진 (숭실대학교 교수)
이 정 우 (중앙대학교 교수)
이 종 호 (서울대학교 교수)
이 창 한 (한국반도체산업협회 상근부회장)
이 철 (동국대학교 교수)
이 태 동 (국제대학교 교수)
이 혁 재 (서울대학교 교수)
이 희 덕 (충남대학교 교수)
임 승 찬 (한경국립대학교 교수)
장 길 진 (경북대학교 교수)
장 성 진 (삼성전자 부사장)
전 동 석 (서울대학교 교수)
전 세 영 (서울대학교 교수)
전 홍 태 (중앙대학교 명예교수)
정 민 수 (라온텍 부사장)
정 범 진 (서울과학기술대학교 교수)
정 영 모 (한성대학교 교수)
정 원 영 (강운공업 본부장)
정 은 승 (삼성전자 사장)
정 준 (쏠리드 대표이사)
제 민 규 (한국과학기술원 교수)
조 문 규 (한국교통대학교 교수)
조 성 현 (한양대학교 교수)
진 훈 (경기대학교 교수)
채 영 철 (연세대학교 교수)
천 경 준 (씨젠 회장)
최 광 표 (삼성전자 마스터)
최 병 호 (한국전자기술연구원 본부장)
최 승 범 (삼성전자 부사장)
최 용 수 (신한대학교 교수)
최 인 수 (삼성전자 상무)
최 지 웅 (DGIST 교수)
최 천 원 (단국대학교 교수)
하 정 우 (네이버 AI연구소장)
한 동 석 (경북대학교 교수)
한 재 호 (고려대학교 교수)
한 태 희 (성균관대학교 교수)
허 재 두 (한국전자통신연구원 책임연구원)
홍 대 식 (연세대학교 교수)
홍 유 식 (상지대학교 교수)
황 성 운 (가천대학교 교수)
황 인 정 (명지병원 수석연구원)
황 진 영 (한국항공대학교 교수)

유 창 식 (삼성전자 전무)
윤 상 훈 (한국전자기술연구원 책임연구원)
윤 성 로 (서울대학교 교수)
윤 종 윤 (파두 사장)
이 광 엽 (서경대학교 교수)
이 남 윤 (고려대학교 교수)
이 동 규 (카카오모빌리티 부사장)
이 상 만 (고려대학교 교수)
이 석 희 (솔리다임 의장)
이 승 아 (연세대학교 교수)
이 영 렬 (세종대학교 교수)
이 용 욱 (한화시스템 부사장)
이 재 관 (한국자동차연구원 소장)
이 재 홍 (서울대학교 명예교수)
이 정 원 (서울대학교 교수)
이 주 연 (전주비전대학교 교수)
이 채 은 (인하대학교 교수)
이 충 용 (연세대학교 교수)
이 태 원 (고려대학교 명예교수)
이 형 민 (고려대학교 교수)
인 치 호 (세명대학교 교수)
임 제 탁 (한양대학교 명예교수)
장 석 호 (건국대학교 교수)
장 익 준 (경희대학교 교수)
전 병 우 (성균관대학교 교수)
전 영 현 (삼성SDI 부회장)
정 교 일 (한국전자통신연구원 연구전문위원)
정 민 채 (세종대학교 교수)
정 성 엽 (차세대융합기술연구원 선임연구원)
정 완 영 (한국과학기술원 교수)
정 윤 호 (한국항공대학교 교수)
정 일 권 (한국전자통신연구원 본부장)
정 진 곤 (중앙대학교 교수)
조 남 익 (서울대학교 교수)
조 성 래 (중앙대학교 교수)
조 영 민 (SkyMirr CEO)
차 혁 규 (서울과학기술대학교 교수)
채 주 형 (광운대학교 교수)
최 강 선 (한국기술교육대학교 교수)
최 기 창 (서울대학교 교수)
최 성 민 (해치텍 대표이사)
최 승 종 (LG전자 부사장)
최 우 영 (서울대학교 교수)
최 재 혁 (한국과학기술원 교수)
최 진 성 (도이치텔레콤 부사장)
최 현 택 (한국해양과학기술원 책임연구원)
하 태 준 (광운대학교 교수)
한 영 선 (부경대학교 교수)
한 정 환 (충남대학교 교수)
함 범 섭 (연세대학교 교수)
허 준 (고려대학교 교수)
홍 민 철 (숭실대학교 교수)
홍 인 기 (경희대학교 교수)
황 승 훈 (동국대학교 교수)
황 인 철 (강원대학교 교수)

유 호 영 (충남대학교 교수)
윤 석 진 (한국과학기술연구원 원장)
윤 영 권 (삼성전자 마스터)
이 강 윤 (성균관대학교 교수)
이 규 대 (공주대학교 교수)
이 덕 기 (연암공과대학교 교수)
이 문 기 (연세대학교 명예교수)
이 상 설 (한양대학교 명예교수)
이 성 준 (한양대학교 교수)
이 승 은 (서울과학기술대학교 교수)
이 영 택 (ASML 전무)
이 윤 식 (UNIST 교수)
이 재 성 (고려대학교 교수)
이 재 훈 (유정시스템 대표이사)
이 종 호 (서울대학교 교수)
이 진 구 (동국대학교 석좌교수)
이 천 희 ((전) 청주대학교 교수)
이 충 웅 (서울대학교 명예교수)
이 한 림 (중앙대학교 교수)
이 흥 노 (광주과학기술원 교수)
임 매 순 (한국과학기술연구원 책임연구원)
임 혜 숙 (이화여자대학교 교수)
장 성 준 (한국전자기술연구원 팀장)
전 국 진 (서울대학교 명예교수)
전 선 익 (파이낸셜뉴스 사장)
전 정 훈 (성균관대학교 교수)
정 길 도 (전북대학교 교수)
정 방 철 (충남대학교 교수)
정 승 원 (고려대학교 교수)
정 용 규 (을지대학교 교수)
정 은 성 (홍익대학교 교수)
정 정 화 (한양대학교 석좌교수)
정 해 준 (경희대학교 교수)
조 도 현 (인하공업전문대학 교수)
조 성 재 (이화여자대학교 교수)
조 혜 정 (삼성물산 그룹장)
채 관 엽 (삼성전자 수석연구원)
채 찬 병 (연세대학교 교수)
최 광 성 (한국전자통신연구원 실장)
최 병 수 (부경대학교 교수)
최 수 일 (전남대학교 교수)
최 영 규 (인하대학교 교수)
최 웅 (숙명여자대학교 교수)
최 중 호 (서울시립대학교 교수)
최 창 식 (DB하이텍 부회장)
추 민 성 (한양대학교 교수)
한 동 국 (국민대학교 교수)
한 은 혜 (에스에스앤씨 대표이사)
한 진 호 (한국전자통신연구원 책임연구원)
함 철 희 (삼성전자 마스터)
홍 국 태 (엘엑스세미콘 연구위원)
홍 승 홍 (인하대학교 명예교수)
홍 철 호 (중앙대학교 교수)
황 원 준 (아주대학교 교수)
황 인 태 (전남대학교 교수)

사무국 직원 명단

송기원 국장 – 기획, 산학연, 신규 사업, 자문/서울IT포럼, 지부, 인사, 규정, 회장단 관련, 대외협력 및 업무총괄

이안순 부장 – 하계학술대회, 주요 운영회의(이사회, 평의원회 및 총회), 총무업무(선거, 공문수발, 임원관련, 송년회, 포상 및 Wiset 등), 산업전자소사이어티

배지영 부장 – 국제학술대회 총괄(ITC-CSCC, ICEIC, ICCE-Asia), 사업(기술워크샵 등), 추계학술대회, 컴퓨터소사이어티, 시스템 및 제어소사이어티

배기동 부장 – AI 관련, 국문지, 학회지, 표준화, 용역, 기타 지원업무, 인공지능 신호처리소사이어티

변은정 부장 – 본회/소사이어티/연구회 재무, 회원관리(개인회원 및 특별회원), 홍보, 통신소사이어티

김천일 부장 – 정보화 관련(웹사이트 관리 및 온라인/디지털 업무지원 등), 교육, 전산장비 관리, 반도체소사이어티

이소진 서기 – 국제학술대회 담당(ITC-CSCC, ICEIC, ICCE-Asia), 외국 기관과 국제협력(Joint Award 등), JSTS 및 SPC 발간

제2차 전체이사회 회의록

제2차 전체이사회가 6월 9일(금) 17시 학회 회의실에서 개최되었으며, 그 결과는 다음과 같다.

– 다 음 –

1. 성원 보고

– 제2차 전체이사회는 40명의 상임이사 중 21명의 참여로 성원되었음.

2. 본 학회(각 위원회) 및 소사이어티 보고

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

3. 심의사항 의결

– 신규 개인회원 가입 승인에 대해 원안대로 승인함.
– 제어 · 로봇 · 시스템학회에서 요청한 대한전자공학회의 2026 IFAC 공동 후원기관으로서의 활동에 대해 1–2번의 홍보 메일을 회원들에게 보내는 것으로 승인함.
– 대학원생 수료자의 학회 회원 자격에 대해 전일제 학생을 증명할 수 있는 자료를 제출함으로써 학생 회원으로 인정하도록 승인함.

4. 기타

ITC–CSCC 2023

ITC–CSCC는 1986년부터 매년 개최되고 있는 국제학술대회로 전자공학 분야의 회로, 시스템, 컴퓨터 그리고 통신에 대한 최신 정보와 인적 교류를 위해 한국의 대한전자공학회, 일본의 IEICE, 태국의 ECTI 3개의 학회에서 공동으로 주관하고 있다. 올해로 38주년을 맞이한 ITC–CSCC는 6월 25일부터 28일까지 4일간 제주 그랜드 하얏트에서 개최되었으며, 코로나19 시기 이후 처음으로 전체 오프라인 형태로 개최되었다. 특히나 이번 ITC–CSCC 2023은 총 14개국 참여, 발표된 학부생 논문 포함 총 358편, 등록자 603명이라는 기록을 세우며 공유대학 전시 부스 및 반도체전공트랙사업 합동 성과발표회 등 다양한 프로그램으로 성황리에 마무리되었다.
이번 학술행사는 백광현 교수(중앙대학교)가 General Chair, 권혁인 교수(중앙대학교)가 Organizing Chair, 구민석 교수(인천대학교)가 Technical Program Committee Chair를 맡았으며, 이 외에 많은 교수가 조직위원회를 구성하여 행사 준비에 만전을 기하였다.

첫째 날 6월 25일에는 김진규 교수(고려대학교)와 Kazuo ONO 박사(Hitachi Ltd., Research and development group)의 튜토리얼이 진행되었고, 이어서 4개의 구두 세션 그리고 반도체 전공 학부생들의 포스터 발표가 진행되었다.
둘째 날 6월 26일에는 개회식을 통해 이혁재 대한전자공학회 학회장과 이번 ITC–CSCC 2023의 General Chair를 맡고 있는 백광현 교수의 축사로 학술행사의 공식적인 시작을 알렸다. 이어지는 기조연설은 삼성전자의 송기환 부사장과 태국 Nakhon Pathom Rajabhat University의 Piya Kovintavewat 교수가 진행하였다. 오후에는 태국의 Lunchakorn Wuttisittikulkij 교수(Chulalongkorn University)의 튜토리얼이 진행되었고, 동시에 6개의 스페셜 세션과 17개의 구두 세션이 진행되었다.
셋째 날 6월 27일에는 일본 Kobe University의 Makoto Nagata 교수

와 iDataMap Corporation의 대표 Kamran Eshraghian 교수의 기조연설이 진행되었고, 4개의 스페셜 세션과 16개의 구두 세션, 3개의 포스터 세션이 진행되었다. 저녁에는 이혁재 학회장의 환영 인사와 함께 만찬이 시작되었고, Best Paper 시상이 함께 이루어졌다.
마지막 날 6월 28일에는 4개의 구두 세션이 진행되었고, 학술행사가 마무리되었다.

이번 ITC-CSCC 2023은 세계적인 연구자들의 연구 성과를 공유하는 학술교류의 장이 되었으며 또한, 앞으로 연구자의 길을 가고자 하는 대학원생, 학부생들에게는 새로운 지식과 꿈을 키울 수 있는 자리가 되었다.

ITC-CSCC 개회식 모습

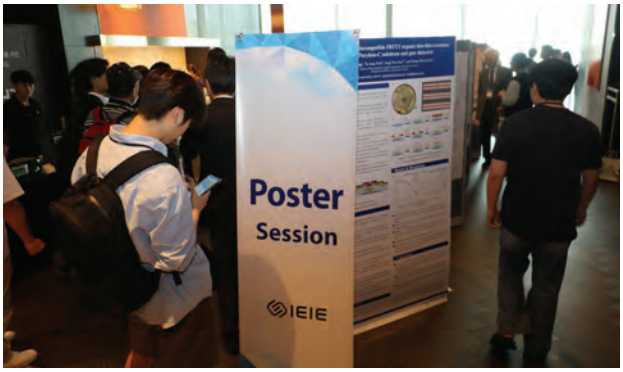
ITC-CSCC 이혁재 회장 환영사

ITC-CSCC 백광현 교수
(중앙대학교) 환영사

송기환 삼성전자 부사장 기조연설

ITC-CSCC – Kamran Eshraghian 교수
(iDataMap Corporation의 대표) 기조연설


ITC-CSCC 구두 세션 현장



ITC-CSCC 포스터 세션 현장

ITC-CSCC 한국, 일본, 태국 조직위원 회의 단체사진

ITC-CSCC 한국, 일본, 태국 개회식 후 단체사진

2023년 하계종합학술대회

우리학회 모든 소사이어티가 함께 참여하는 하계종합학술대회(조직위원장: 노원우 교수(연세대), 장익준 교수(경희대))가 6월 28일(수)~6월 30일(금)까지 롯데호텔 제주(서귀포시)에서 개최되었다.

이번 학술대회는 기조강연, 튜토리얼, 산업체/연구소세션, 신진연구자세션, 주제별세션 등 다양한 프로그램을 마련하였으며, 아울러 약 850여편의 논문과 강연 등이 발표되었고 부대행사를 포함하여 2,200여명이 참석하였다.

첫날 6월 28일(수)에는 튜토리얼, 특별 초청세션과 일반 발표세션 등이 진행되었으며, 6월 29일(목)에는 산업체/연구소세션, 신진연구자세션, 주제별 세션 등 초청강연 세션 및 일반 발표세션을 비롯하여 개회식에는 이혁재 학회장의 환영사와 UCLA Jason Cong 교수와 삼성전자(주) 허성회 부사장의 Keynote가 발표되었고 이후 하계종합학술대회 만찬에서는 우리 학회와 미국 IEEE가 공동 시상하는 "IT Young Engineer"시상식 등이 이루어졌다. 마지막 날인 6월 30일(금)에는 주로 일반 발표세션 등이 운영되었고 아울러 폐회식에서는 하계 우수학생논문상 시상 및 등록자 전체를 대상으로 경품 추첨 등이 진행되었다.

이번 학술대회와 부대행사를 통해 다양한 기관과 분야에서 연구하는 회원들이 그동안의 연구결과를 발표하고 토론하는 과정에서 학술적, 기술적 정보가 교류되어 한국의 전자.IT 학문 및 산업 발전에 직.간접적으로 기여할 수 있었다.

[개회식-이혁재 학회장 환영사]

[기조강연 - Jason Cong 교수(UCLA)]

[참가자 기념사진]

[Joint Award 시상 기념사진]

6G 통신 및 기계학습 기술 워크숍

학회 사업위원회(운영위원장 : 이남윤 상임이사)에서 "6G 통신 및 기계학습 기술 워크숍"을 6월 16일 과학기술회관 중회의실6에서 하이브리드 형태로 개최 진행되었다.

본 워크숍에서는 6G 통신 기술 및 기계학습 기술 분야에서 활발하게 연구하고 계신 산업체 연구소 및 학계 최고 수준의 전문가를 초청하여 6G 이동통신 및 기계학습의 최신연구 동향 및 기술에 대한 소개 등 강연이 진행되었다. 6G 통신 및 기계학습 분야의 다양한 연구 결과가 발표되었으며, 관련 분야 연구자들에게 기술트랜드 등 공유의 장이 되었다.

6G 기술워크샵 개회사 (이혁재 학회장)

학회일지

www.theieie.org

THE INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND INFORMATION
ENGINEERS

(2023년 5월 16일 ~ 6월 15일)

1. 행사 개최

구분	행사명	기간	장소
사업위원회	6G 통신 및 기계학습 기술 워크숍	6.16	과학기술회관
국제협력위원회	ITC-CSCC 2023 국제학술대회	6.25 ~ 28	하얏트호텔(제주)
학술연구위원회	2023년도 하계종합학술대회	6.28 ~ 30	롯데호텔(제주)

특 · 집 · 편 · 집 · 기

저궤도 위성통신 기술

강 충 구 편집위원
(고려대학교)

급속한 기술의 발전에 따라 위성의 소형화와 발사 비용이 급격히 감소하면서 저궤도 위성 기반의 통신 산업에서 많은 변화와 혁신이 일어나고 있습니다. 저궤도에 배치된 수천개의 소형 위성으로 구축된 초고속 우주 인터넷으로 글로벌 연결성을 확보하게 되었고, 이를 통해 디지털 격차를 좁히며 다양한 산업 분야에서 새로운 응용 가능성을 열게 되었습니다. 특히, 스페이스X사의 Starlink와 OneWeb 서비스가 상용화됨으로써 이러한 꿈은 현실화가 되었고, 또한 언제 어디서나 연결성을 제공하는 3차원 공간 네트워크로서 6G 통신 기술의 새로운 축이 되고 있습니다. 국내의 경우에는 6G 위성통신 기술의 발전과 정책 수립에 필요한 역량을 모으기 위해 산학연관 협력 플랫폼으로써 위성통신 포럼을 결성하였고, 이를 통해 관련 연구 개발 및 산업 발전 전략 수립에 필요한 논의를 이어 가고 있습니다.

본 특집호에서는 위성통신 포럼에 참여하고 있는 각 기관의 전문가들을 초청하여 최근의 저궤도 위성통신 기술 발전과 산업 동향, 그리고 관련 표준화 및 주파수 이슈를 다루고 있습니다. 이를 위해 저궤도 위성통신 기술의 개요를 소개하고, 현재 개발된 주요 사업과 서비스 동향을 분석하고 있습니다. 특히, 위성의 수가 급격히 늘어나면서 위성 간의 간섭 문제를 해결하기 위한 기술적 방안으로서 다수의 위성이 마치 하나의 위성처럼 동작하도록 하는 위성 클러스터 개념이 출현했고, 또한 다수 위성간 상호 접속이 중요한 기술로서 부각되고 있습니다. 이러한 진보적인 개념을 실현하기 위한 기술적 방안과 주파수 측면의 이슈들을 논의했습니다.

한편, 스마트폰을 포함한 위성 단말의 지상 및 비지상망간 호환성을 확보하고, 궁극적으로 하나의 네트워크로 완벽한 연결성을 실현하기 위해서는 표준화가 필연적입니다. 본 특집호에서는 이러한 관점에서 현재 국제적으로 논의되고 있는 관련 표준화 현황을 제시하고 있습니다. 마지막으로, 저궤도 위성망이 위성/공중/지상망의 상호 연계 및 통합을 통해 3차원 공간을 커버하는 연결망으로 발전할 것이며, 이를 위한 핵심 기술을 소개하고 있습니다.

저궤도 위성통신 기술을 쉽게 이해하고, 또한 산업 현황과 기술 발전 방향을 빠르게 파악할 수 있도록 귀중한 원고를 기고해준 저자들에게 감사를 드립니다. 본 특별호가 많은 독자들에게 저궤도 기반 위성통신의 기술 현황을 파악하는데 소중한 자료로 활용될 수 있기를 기대합니다. 또한, 저궤도 위성통신 산업의 국가 경쟁력을 강화하고, 6G 시대에도 정보통신 강국으로서 위상을 이어가기 위해 필요한 것들을 돌아볼 수 있는 계기가 되기를 기대하겠습니다.

저궤도 위성통신 기술 및 산업 동향

Ⅰ. 서 론

위성통신은 1960년대 이후 선진국들이 정지궤도(GEO: Geostationary Earth Orbit) 위성을 중심으로 망과 서비스가 제공되어 왔으며 최근에는 저궤도(LEO: Low Earth Orbit) 등 다양한 궤도 및 방식의 위성에 의한 다양한 서비스가 이루어지고 있다. 이러한 위성통신은 위성을 이용하여 음성 · 데이터 · 인터넷 · 방송 서비스를 제공하는 것으로 지상 통신 인프라가 취약하거나 구축이 어려운 사막, 도서 및 해양 지역에 주로 활용되고 있으며, 지금까지 주로 위성통신 서비스에는 위성 고도가 36,000 Km인 정지궤도(GEO) 위성통신 서비스가 보편화 되어 왔다.

최근 들어 지상 인프라가 취약하여 인터넷 통신이 불가능한 지역인 음영지역을 포함한 전 지구에 광대역 인터넷 서비스에 대한 필요성이 대두되면서 저궤도(LEO) 위성통신 사업이 1990년대에 지구상 어디에서나 누구와도 통신을 할 수 있게 하겠다는 목표로 시작되었다. 1990년 6월 모토로라(미국)의 77개의 위성으로 이리듐(Iridium) 사업의 시작으로 스페이스 로럴(Space Loral)사와 퀄컴(Qualcomm)사 컨소시엄의 글로벌스타(Globalstar) 사업, TRW사의 오디세이(Odyssey) 사업, 인마셋(IMMARSAT)의 프로젝트(Project)-21 등 다수의 저궤도 위성통신 사업이 등장하였다. 우리나라의 현대전자, 삼성전자 등 대기업도 저궤도 위성통신 사업에 컨소시엄으로 참여하는 등 위성통신에 대한 기대감은 매우 높았다. 하지만 높은 초기 투자 비용, 이동 통신 단말기 대비 높은 단말기 가격 및 통신료, 대도심 지역 빌딩들의 통신 장애, 이동통신망의 국제 로밍 서비스 등으로 대부분의 저궤도 위성통신 사업은 파산 또는 구조조정으로 이리듐, 글로벌스타 등 음성통신과 저속의 데이터 통신 서비스 위주의 사업만 유지하고 있다.

조 용 완
한화시스템

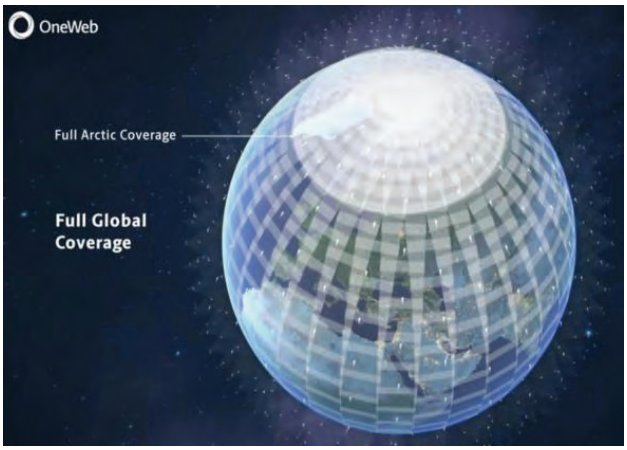
〈표 1〉 1세대 저궤도 위성통신 사업자

사업명	주관업체	위성	예산	년도
이리듐 (Iridum)	모토로라(미)	66	$40억	'98년
글로벌스타 (Globalstar)	로럴(미) 퀄컴(미)	48	$19억	'98년
오디세이 (Odyssey)	TRW(미)	12	$20억	'98년
프로젝트-21	인마샛(영)	12	$20억	'98년

Ⅱ. 저궤도 통신위성 현황

세계 경제 및 기술의 발전으로 인터넷이 급속도로 발전이 이루어지고 있다. ITU(International Telecommunication Union) 통계자료에 의하면 '18년 기준 글로벌 인터넷 보급률은 51.2%에 불과하다. 특히 개발도상국의 경우 인터넷 보급률은 45.3% 수준이며 선진국의 보급률도 80.3%로 인구의 약 5분의 1이 인터넷 서비스를 이용하지 못하고 있다. 우리가 말하는 인터넷 음영지역은 인구밀도와 소득수준이 낮고, 지형적으로 통신망 구축이 어려워 지상 통신망 구축 비용의 많이 투자되어야 한다. 반면 이 지역의 위성통신망 구축은 지상 통신망에 비해 초기 투자 비용이 상대적으로 낮아 음영지역 해소를 위한 통신 수단으로 떠오르고 있다. 따라서 인터넷을 통신망 인프라 구축의 어려움을 단시간 내에 해소가 가능한 저궤도 위성통신 서비스가 재조명되고 있다. 이런 측면이 전 세계적으로 일어나고 있는 저궤도 위성통신의 활성화는 저궤도 위성통신 사업의 현실화를 앞당기고 있다.

위성통신망 중 저궤도(LEO) 위성통신 서비스는 여러 가지의 저궤도 통신위성의 기술 발전에서 기인한다. 기존 정지궤도(GEO)와 중궤도(MEO: Medium Earth Orbit) 대비 낮은 궤도로 인한 저궤도(LEO) 위성의 최대 강점은 바로 저지연성이다. LTE(Long-Term Evolution, 4세대 이동통신망(규격))의 지연율(0.02초)에 상응하는 0.025초로, 정지궤도 위성통신(0.5초), 해저 광케이블(0.07초)과 비교할 때 매우 낮은 수준이다. 이는 지상에서 가까운 저궤도에서 통신서비스를 제공하기 때문에 전파 왕복시간이 짧아지는 데에 기인한다. 2세대 저궤도 통신사업자



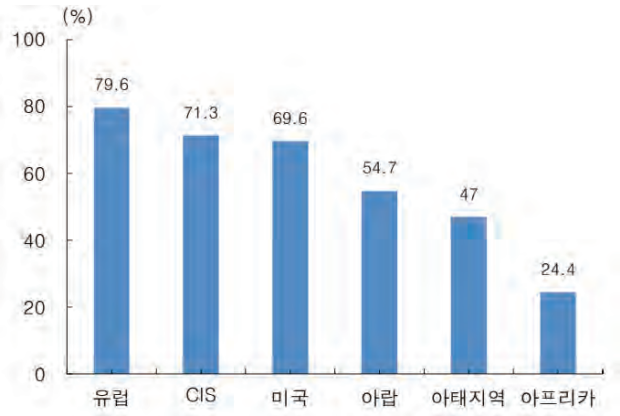
〈그림 1〉 저궤도 위성군 개요도, OneWeb

들은 저궤도 통신의 강점을 시험을 통해 증명하였다. 저궤도 위성통신 사업자인 스페이스X의 Starlink는 북미에서 베타 서비스를 통해 정지궤도(GEO) 위성통신 인터넷과 비교해 품질이 월등하고, 인터넷 데이터 전송속도는 50Mbps에서 150Mbps, 지연시간은 20ms에서 40ms 사이임을 확인했다. 그리고, 또 하나의 저궤도 위성통신 사업자인 OneWeb이 Full HD 동영상 스트리밍 테스트를 진행했다. 해당 테스트에서 통신 지연율 40ms 미만, 통신 속도 400Mbps를 기록하며 성공적으로 테스트를 마무리해 Starlink와 유사한(정지궤도 대비 적은) 지연율을 확인했다. 이것은 해저 광케이블을 사용하는 통신 지연율인 70 ~ 110ms와 비교해봐도 현저히 낮은 수치이다. 이러한 저궤도 위성통신의 낮은 통신 지연율은 전 지구에 광역 인터넷 보급을 부추기고 있다.

저궤도 위성의 기술 발전에 따른 인공위성의 소형화와

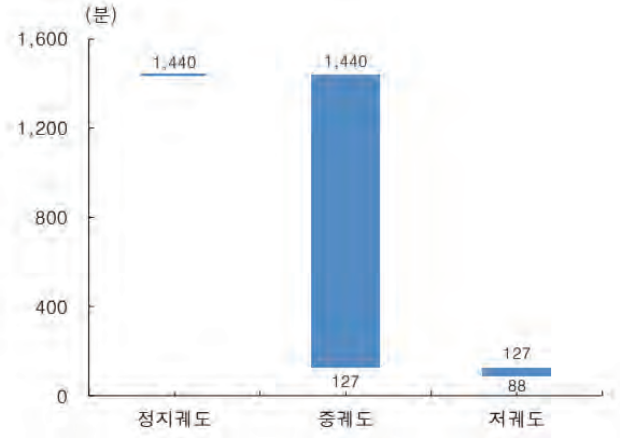
〈표 2〉 위성통신의 궤도에 따른 특징

구분	GEO	MEO	LEO
위성 고도 (Km)	36,000	1,500 ~36,000	300 ~1,500
평균 통신 지연율 (ms)	〉500	〈100	〈50
공전 주기 (분)	1,440 (24H)	127 ~1,440	88~127
주요 사업자	KT Sat	SES	Starlink, OneWeb

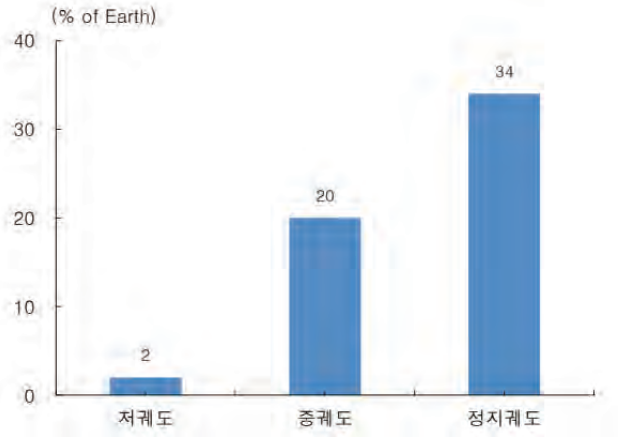


〈그림 2〉 지역별 인터넷 보급률(2018, ITU)

로켓 발사 비용의 급격한 감소가 저궤도 위성 사업의 촉매로 작용하고 있다. 저궤도에서는 정지궤도보다 물체에 가해지는 중력이 높아지기 때문에 고도를 유지하기 위해서는 지구의 자전 속도를 훨씬 빠른 위성의 이동속도가 필요하다. 저궤도 위치에 따라 다르지만, 평균적으로 하루에 지구를 12~13번 공전할 수 있는 정도의 속도가 필요하다. 빠른 속도와 낮은 궤도로 인해 발생하는 저궤도 위성 운용의 특성은 필요한 위성의 개체 수가 정지궤도에 비해 훨씬 많이 필요하다는 것이다. 한 지역에 고정된 서비스를 하는 정지궤도와 달리 한 지역을 빠른 속도로 지나쳐가기 때문에 연속성을 보장하는 위성 서비스를 위해 다수의 위성이 필요하다. 또한 낮은 궤도로 인해 개별 위성당 커버리지 면적이 작아지는 것도 다수의 위성이 필요하게 되는 요인이다. 따라서 지구 전체에 서비스하기 위



〈그림 3〉 위성 궤도별 공전 주기



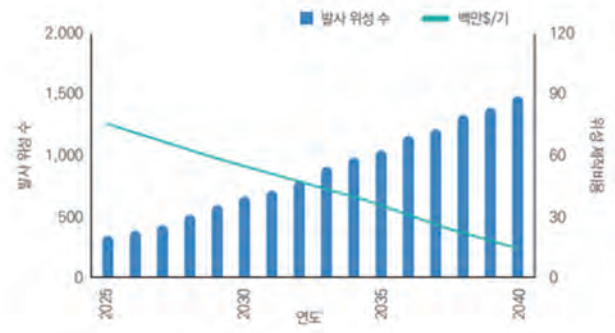
〈그림 4〉 위성 궤도별 공전 주기

해서 정지궤도는 한 자릿수의 위성이 필요하지만, 저궤도는 평균적으로 100개 이상의 위성이 필요하다. 즉, 같은 기능과 형상을 갖는 많은 수의 위성이 필요하다는 것을 반증한다.

위성기술의 획기적인 발전함에 따라 저궤도 통신위성은 지상과의 통신을 위한 장비가 소형 및 디지털화되어 위성 전체 크기가 작아지고 있다. 기존 정지궤도 위성들의 평균적인 크기는 길이 5m 이상이었지만, 현재 저궤도에 발사되는 인공위성의 경우 길이 2m 이하의 것이 대부분이며 최소 30cm 정도 크기의 위성도 존재한다. 이러한 위성의 소형화는 위성 제작에 많은 영향을 주고 있다. 특히, 위성의 소형화로 발사 로켓에 탑재할 수 있는 위성의 수가 증가했고, 고도가 낮은 저궤도의 특성상 요구되는 로켓의 추진력이 낮아져 발사 비용이 감소했다. 발사 로켓의 기술 발전으로 kg당 평균 발사 비용은 기존 정지궤도 위성 30,000달러에서 저궤도 위성 5,000달러로 대폭 감소 됐다. 추가로 미국의 일론 머스크가 창업한 스페이스X사가 2016년 4월 발사체 회수 및 재사용 기술 개발에 성공함으로써 위성 발사 비용 절감이 가능해졌고, 이런 방법으로 로켓 발사 비용을 2017년 기준 1,891달러까지 낮추었고 최종적으로 해당 비용의 10분의 1 수준까지 낮출 계획이다. 영국의 원웹은 위성을 대량 생산할 수 있는 컨베이어 시스템을 도입함에 따라 제작비용 절감이 가능해졌다.

현재는 1세대 위성통신 사업과는 다르게 혁신적인 정

〈그림 5〉 위성 궤도별 공전 주기



〈그림 6〉 위성 궤도별 공전 주기

보기술(IT)의 발달로 기존의 정부 주도 및 대형 위성 제작 전문업체에서 민간 위성 기업의 저궤도 위성 시장 진입이 본격화되면서 다시 세계 시장 선점을 위한 경쟁이 촉발되는 '뉴 스페이스(New Space)' 시대가 도래하였다. 이런 저궤도 위성통신 사업은 일론 머스크가 주도하는 스페이스X사를 중심으로 원웹, 아마존, Telesat 등이 시장 선점을 위해 경쟁하는 체제가 확대되고 있다. 2020년 10월 스페이스X사의 Starlink 베타 서비스를 출시한 이후 2022년 기준 전 세계 40여 개국의 100만 명 이상의 가입자를 확보하여 저궤도 위성통신 서비스 실현이 이제 더 이상 먼 미래의 일이 아님을 보여 주었다. 미국 월가의 글로벌 투자은행(IB) 모건스탠리의 자료에 따르면, 위성통신 시장 규모는 2018년 540억 달러에서 2040년에는 5,840억 달러로 성장해 위성통신 분야가 위성 산업 전체에서 차지하는 비율이 50%를 넘어설 것으로 예상한다.

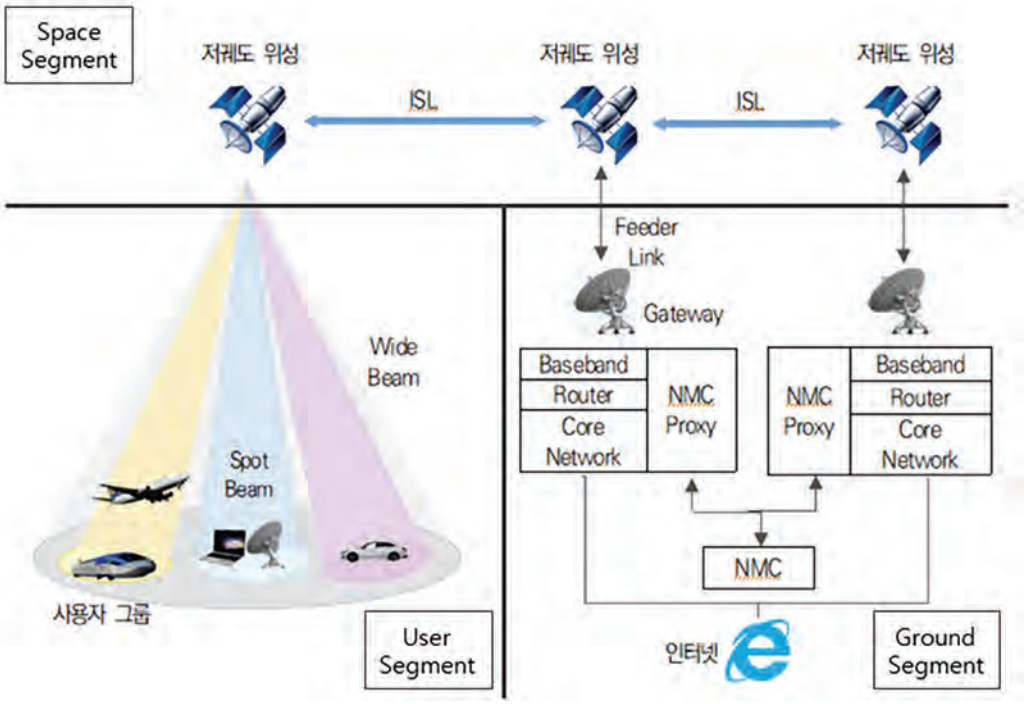
III. 저궤도 위성통신 기술 및 사업 동향

저궤도 위성통신시스템은 두 가지 기본 네트워크 시스템으로 구성되어 있다. 하나는 지상 기반 네트워크 시스템은 인터넷 등 지상 서비스를 제공하기 위해 ISP 등 지상 인프라와 연결해 주는 역할로 사용자 간의 데이터 전송은 지상 게이트웨이를 통과해야 하므로, 글로벌 커버리지를 제공하기 위해서 많은 지상 기반 시설들이 전 세계에 배치되어야 한다. 다른 하나는 공중 기반 네트워크 시스템이다. 최근에는 2가지 종류로 구분하는데 위성과 지상을 곧바로 연결하는 전통적인 형태인 지상 서브 네트워크이다. 이것은 지상에 많은 수의 게이트웨이가 필요하다. 또 한 가지는 공중 기반 네트워크로 위성과 위성을 ISL(Inter Satellite Link, 위성 간 링크)로 연결하여 지상에 소수의 게이트웨이만 필요하여 점차 저궤도 위성 사업자들이 위성에 도입하는 추세이다.

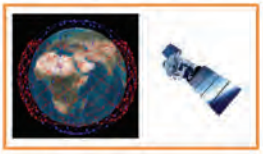
아래의 〈그림 7〉 저궤도 위성통신시스템 구성도(예)이며, 최근 저궤도 위성통신 사업자들이 도입하는 위성에 OBP(On Board Processing: 위성 탑재 교환기와 같은 기능을 제공하게 하는 기술)과 ISL 기능을 가진 저궤도 위성통신시스템을 활용하여 서비스를 제공할 경우, Space, Ground, User Segment로 구분된다.

Space Segment에서는 OBP Payload는 지상 게이트웨이 또는 위성 간 링크(ISL)로 연결되며, OBP Payload는 군집 위성들에서 물리적 계층 프로토콜이나 심지어 MAC(Medium Access Control)과 무선 링크 제어(RLC: Radio Link Control) 프로토콜을 포함한 Layer 2와 같은 무선 인터페이스 프로토콜을 구현할 수 있는 기능을 제공한다. 그래서, 저궤도 통신위성은 우주 기지국의 역할로 사용자에게 무선 접속을 제공한다.

Ground Segment에는 게이트웨이 및 네트워크 관리센터(NMC: Network Management Center) 등이 포함된다. 게이트웨이는 안테나, 베이스밴드 처리 장치, 라우터 및 코어 네트워크로 구성되며, 모든 게이트웨이는 가상사설망(VPN: Virtual Private Network)에 의해 연결되고 네트워크 관리센터(NMC)에 의해 제어된다. 네트워크 관리센터(NMC)는 전체 위성통신시스템의 운용, 관리 및 제어의 중심이며, 네트워크 관리센터(NMC)의 가장 중요한 업무는 무선 자원 스케줄링과 네트워크 계획이며, 사용자의 위치 분포, QoS(Quality of Service) 요구



〈그림 7〉 저궤도 위성통신시스템 구성도(예)

	OneWeb	SPACEX	amazon	Telesat
발사 계획	648	12,000	3,236	188
운용 위성	634('23.5.20)	3,981('23.2.21)	2	1
운용 고도	1,207km	550km	590/610/630km	1,015/1,325km
중량	150kg	227 ~260kg	681kg	800kg
궤도 정보	▪ Polar Orbit: 12 planes	▪ Polar Orbit: 5 planes ▪ Inclined Orbit: 78 planes	▪ Inclined Orbit: 98 planes	▪ Polar Orbit: 6 planes ▪ Inclined Orbit: 20 planes
궤도 구성 및 위성 형상				
글로벌 Coverage 계획	▪ '21.4Q: 북위 50° 이상 ▪ '23.2Q: 북/남위 22.5° 이상 ▪ '23.4Q: 글로벌 서비스	▪ '23.4Q: 글로벌 서비스 시작 ▪ '27.1Q: 1세대 서비스 완성	▪ '26 : 글로벌 50% ▪ '29 : 글로벌 100%	▪ '22 : 북극지역 ▪ '29 : 글로벌 100%
용량(Salable)	1.1 Tbps	8.8 Tbps	48.6 Tbps	6.7 Tbps
주파수 (UL/FL)	Ku/Ka Band	Ku/Ka Band	Ka/Ka Band	Ka/Ka Band

〈그림 8〉 저궤도 위성통신시스템 구성도(예)

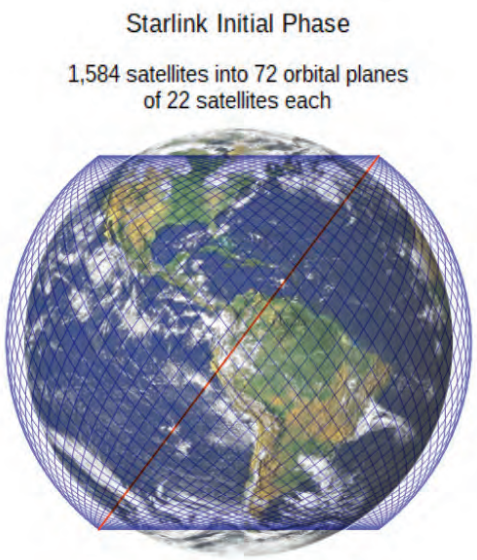
사항, 채널 조건에 따라 네트워크 관리센터(NMC)는 프레임, 주파수 및 대역폭, 전송 전력, 빔 조향 등을 능동적으로 스케줄링하여 무선 자원 할당을 최적화한다.

마지막으로, User Segment에는 다양한 모바일 위성 단말과 고정 위성 단말을 포함한 다양한 형태의 사용자 위성 단말이 포함되어 있다

이러한 저궤도 위성통신시스템으로 우주 인터넷 사업을 시작하였거나 준비하고 있는 주요 기업 현황은 다음과 같다. 미국 스페이스X사의 Starlink는 2023년 2월까지 3,981개, 2020년대 중반까지 저궤도 소형 위성 12,000개, 장기적으로는 40,000여 개를 쏘아 올려 1Gbps급의 초고속 우주 인터넷 서비스를 제공하려고 시작하였으며, 2022년까지 40여 개국에서 100만 가입자의 성과가 있었다. 영국의 OneWeb은 2012년 런던에 설립한 위성 인터넷망 스타트업으로, 한때 파산하여 사업의 위기가 있었으나 영국 정부, 인도 Barti Enterprise, 프랑스의 Eutelsat, 일본 손정희의 Soft Bank, 한국의 한화 등의 투자를 받아 재기에 성공하였다. OneWeb은 2023년 5월까지 633개를 쏘아 올려, 전 세계 서비스를 위한 위성군 수인 588개를 확보하여 2023년 4분기부터 전 세계 서비스를 본격적으로 시작하는 최초의 글로벌 저궤도 위성통신 사업자이다. 미국 아마존의 Kuiper Project라는 위성 인터넷 서비스를 추진하고 있으며, 위성 3,236개를 지구 궤도로 발사해 기가바이트급 위성 인터넷망을 구축하는 프로젝트를 추진 중이다. 2026년까지 약 1,600개의 위성을 쏘아 올리는 것이 목표이다. 캐나다의 Telesat은 2023년 하반기부터 라이트 스피드(Light Speed)라는 이름으로 298개의 Ka 대역 저궤도 위성 기반 통신서비스 개시를 목표로 사업을 추진 중이다.

1. Starlink 서비스 및 기술

Starlink는 2002년 일론 머스크가 설립한 우주 항공기업인 스페이스X사의 프로젝트로 시작하여 자회사가 되었다. 다음의 〈그림 9〉 "Starlink 저궤도 위성군"의 모습을 보여 준다. Starlink는 크게 1, 2단계로 위성군 구성을 계획하고 있으며 1단계는 72개 궤도에 각 22개의 위성을 배치하여 전체 1,584개 위성을 550km 궤도에 배치하였다. 또한, 1단계는 Ku밴드와 Ka밴드를 갖는 4,408개의 저궤도 위성을 발사할 계획이고, 2단계로 V밴드를 가지는 7,518개의 위성을 VLEO(Very Low Earth Obit) 궤도에 추가 발사한다는 계획이다.



〈그림 9〉 Starlink 저궤도 위성군

Starlink의 위성군은 2018년 Tin Tin으로 명명된 2개의 테스트용 위성 발사를 시작으로, 2019년 5월과 11월 각각 테스트용 위성 60개를 Falcon 9 로켓에 탑재하여 발사에 성공하였다. Starlink는 2020년 말부터 미국, 캐나다 등 북미 지역에서 시범 서비스를 시작으로 전 세계로 서비스를 확대하고 있다. Starlink는 모회사인 스페이스X사의 Falcon 9로 2021년 1월 31일 한 번에 143개의 위성을 지구 궤도에 발사하는 대기록을 세우며, 최대 42,000개의 Starlink 위성으로 지구를 덮어 고속 우주 인터넷을 제공한다는 목표에 조금씩 다가가고 있다.

아래의 〈표 3〉은 "Starlink 위성군에 대한 단계별 발사 계획"을 보여 주고 있는데 2027년 11월까지 약 12,000개의 위성을 발사할 계획이다. 또한, 스페이스X사는 최근까지 재사용이 가능한 자사 로켓 Falcon 9을 활용하여 1,000여 개의 위성을 우주로 발사했다.

Starlink의 가입자 수는 2022년 12월 기준, 100만 명으로 2022년 3월 40만 명에서 꾸준한 가입자 증가 추세를 보이며 서비스에 성공적으로 안착을 하였다. 현재 Starlink는 미주 지역, 유럽, 남미와 아프리카 그리고 아

〈표 3〉 Starlink 위성군 단계별 발사 계획

단계	고도 (km)	위성 수 (개)	경사각 (도)	발사 완료
1단계	550	1,584	53	2027년 3월
	540~570	1,600	53.8	
	540~570	400	70	
	540~570	374	74	
	540~570	450	80	
2단계	335.9	2,493	42	2027년 11월
	340.8	2,478	48	
	345.6	2,547	53	

시아 지역 일부에서 서비스 공급을 진행하고 있으며, 한국은 기간통신사업자 등록을 완료하였다.

그러나 국경 간 협약 등의 행정적인 절차 진행이 늦어져 기존 2023년 2분기에서 4분기로 서비스 시기가 다소 늦춰진 상황이다. 2023년 2월부터 2세대 위성인 'V2 Mini'의 발사를 시작하여 스페이스X사의 Falcon 9을 통해 21대의 2세대 위성이 발사되어 시험 중에 있다. V2 Mini 위성은 기존 1세대 위성 대비, 위성당 네트워크 용량이 4배 크며, ISL(Inter Satellite Link)까지 적용되어 더 빠른 통신 속도를 제공할 수 있다.

이러한, Starlink는 출시 초기에 기본 및 프리미엄 요금으로 나누어진 B2C 서비스 위주로 제공하고 향후 해상 및 항공기를 포함한 공중 서비스까지 확대할 전망이다. 2023년 1분기까지 해상용 초고속 인터넷 서비스 커버리지 범위를 전 세계 해역으로 확장 예정이며 항공용 저궤도 초고속 인터넷 서비스는 2023년 하반기부터 시작 예정으로 최대 350Mbps 속도로 인터넷 서비스인 온라인 게임, 실시간 비디오 스트리밍 등 다양한 활동이 가능해질 것으로 예상한다.

〈표 4〉 Starlink 요금 테이블

	B2C		B2B	
	기본	프리미엄	해상	항공
요금 (월)	$110/월	$500/월	$5,000/월	12,500~ 25,000/월
단말	$500	$2,500	$10,000	$150,000

〈그림 10〉 Starlink 위성 단말기

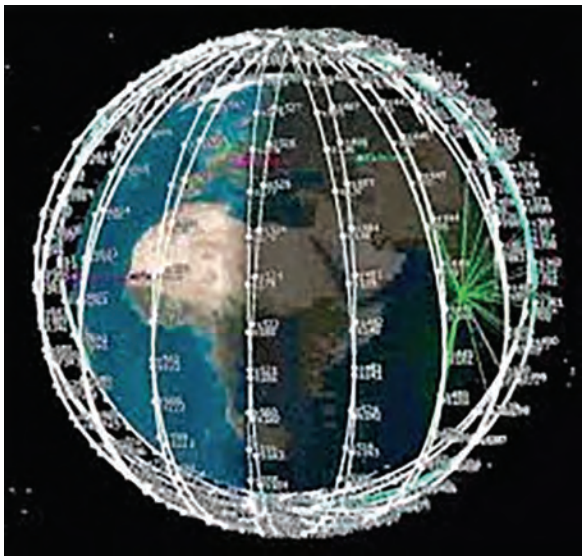
2. OneWeb 서비스 및 기술

OneWeb은 O3b(Other 3 billions) 위성군 프로젝트를 이끌었던 Greg Wyler에 의해 2012년 영국에서 설립되었다. OneWeb은 전 세계 커버리지의 위성군으로 초고속 위성 인터넷망을 제공하겠다는 계획이다. 2019년 2월에 첫 번째 6개 위성을 발사했으나 나머지 90%의 구축 및 배치를 완료하는데 필요한 자본을 조달하지 못해 2020년 3월 파산을 하였다. 2020년 11월 영국 정부, 인도 Barti Global, 일본의 Softbank의 지분 투자 및 경영 참여로 파산 보호 종료 후 현재는 영국 정부와 인도 Barti Enterprise, 프랑스의 Eutelsat, 일본의 SoftBank, 한국의 한화시스템 등이 투자하여 재기에 성공 전 세계 저궤도 위성통신 사업자 반열에 본격적으로 올라서게 되었다.

앞 장의 〈그림 8〉 "글로벌 저궤도 위성통신 사업자 현황"에서 2023년 하반기 기준 전 세계 서비스를 위한 위성 발사 및 게이트웨이 진행 상황을 보면 OneWeb이 다른 저궤도 위성통신 사업자 가운데 가장 앞장에 있음을 알 수 있다. 아래의 〈표 29〉 "OneWeb 글로벌 스펙트럼

〈표 5〉 OneWeb 글로벌 스펙트럼 우선권

주파수	Ku 대역	Ka 대역
대역폭	2.5 GHz	3.3 GHz
우선순위	1순위	높은 순위
사용	유저링크	피더링크



〈그림 11〉 Starlink 위성 단말기

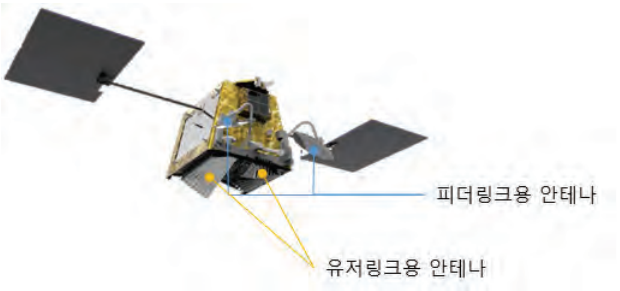
우선권"에서 OneWeb은 주파수 사용 권한에 대한 순위가 높은 편이다.

OneWeb의 저궤도 위성통신 시스템의 구성은 〈그림 15〉과 같다. 위성 단말의 송·수신 데이터 전송량은 32Mbps/195Mbps를 최대로 전송할 수 있는 능력을 보유하고 있으며, 사용되는 곳에 따라서 IoT, Man pack, Land COTM(Communication On The Move), Maritime, Enterprise, Aero 형태로 구분하고 있으며 단말을 협력업체를 통해서 개발 및 보유하고 있다.

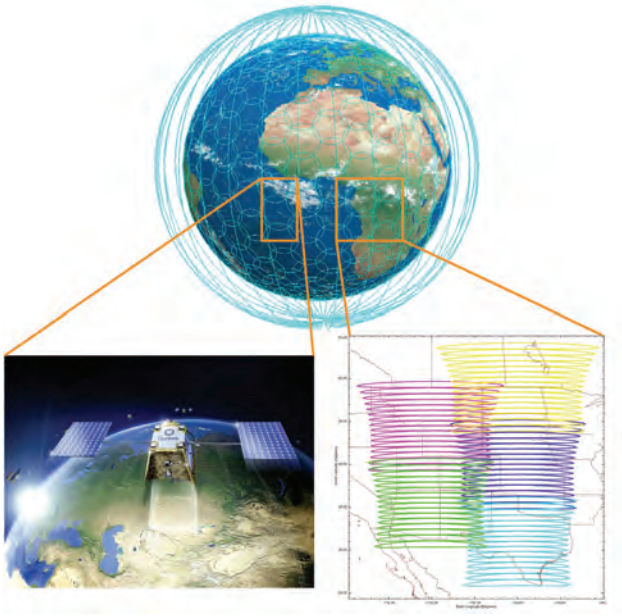
OneWeb 위성의 제조는 Airbus Defence & Space와 OneWeb간 합작 투자를 통해 위성 제조를 전담하는 회사를 설립하여 대량 위성 제조를 위한 컨베이어 시스템을 갖춘 시설을 미국 플로리다 메리트 섬에 건설하여 운용하고 있다.

OneWeb 위성은 총 16개의 Venetian Blind 빔 패턴의 유저링크용 빔을 운용하고 있으며, 한 개의 빔 반경은 1,600km x 65km이고 ITU EPFD(Earth Power Flux Density) 제한 내용량 및 가용성 극대화를 위한 최적의 조건 설계로 제작되었다. 위성의 주요 사항은 다음과 같다.

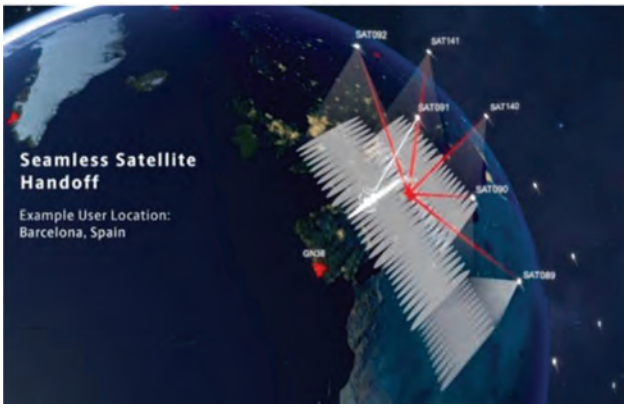
- 위성 무게 : 150kg
- 위성 크기(가로 x 세로 x 높이) : 1m x 1m x 1.3m
- 생산 수 : 2~4개 / 일
- 1회 발사 시 탑재량 : 34~40개



〈그림 12〉 OneWeb 1세대 위성 형상



〈그림 13〉 OneWeb 유저링크 운용



〈그림 14〉 OneWeb 피더링크 운용

- 피더링크(Ka대역) : 위성과 게이트웨이 간 링크
  - 2개의 고정 빔(연결된 GW, 앞으로 연결할 GW)
  - 동시 통신 연결 가능 위성 : 6~10개

〈표 6〉 OneWeb 1세대 저궤도 위성 정보

	내용	비고
궤도 위성 수	633	운용 588개
위성당 용량	8Gbps	
Sellable 용량	1.1Tbps	
위성 수명	7년	
위성 궤도	1,200km	
궤도 면	12면	
궤도당 위성 수	49개	45개 예비

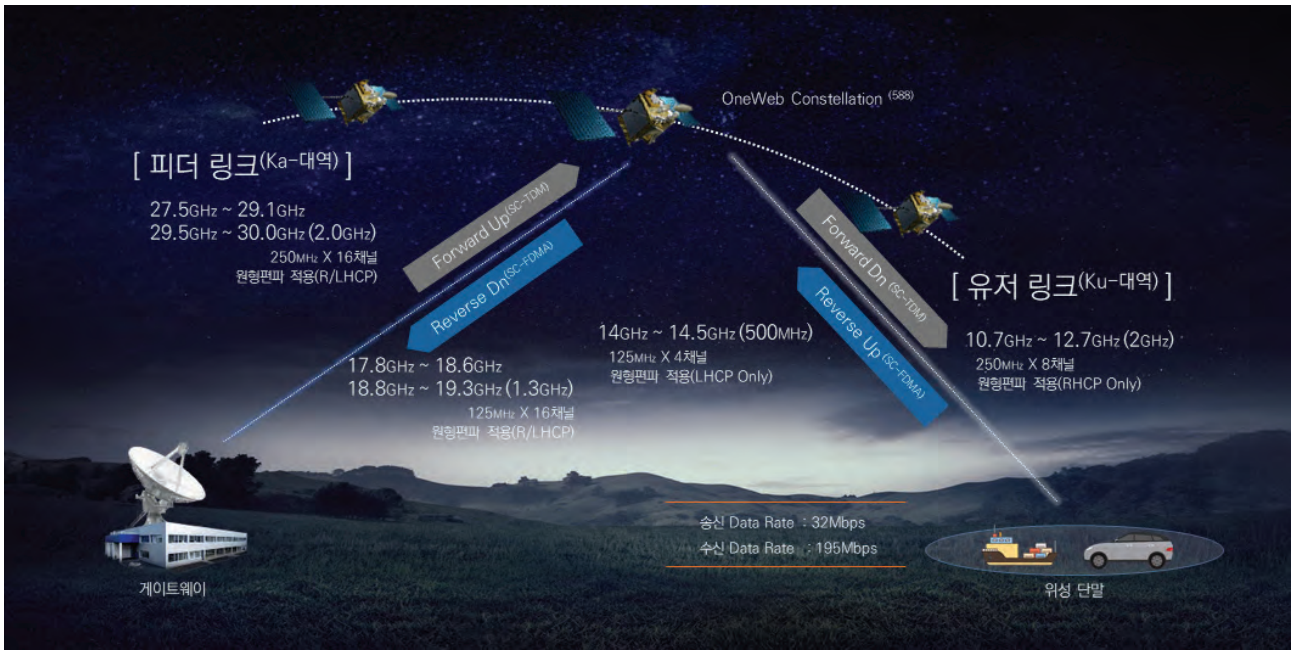
• 유저링크(Ku대역) : 위성 단말과 위성 간 링크
  – 16개 고정 빔(1,600 x 1,040km)
  – 위성 단말 당 전송속도
    ✓ 송신 : 32Mbps
    ✓ 수신 : 195Mbps

3. Kuiper Project(Amazon) 서비스 및 기술

2023년 2월 美 FCC(연방통신위원회)에서 아마존의 저궤도 위성 인터넷 서비스인 Kuiper Project의 위성 발사계획을 공식 승인하였다. 초기에는 B2C 서비스를 중심으로 글로벌 저궤도 인터넷 시장에서 스페이스X의 Starlink 서비스에 직접적인 경쟁자로 부상하고 있다. 워싱턴주 커클랜드에 하루 3~5개 위성을 생산할 수 있는 제조 시설을 건설하여 총 3,236개의 위성 발사 예정으로 ULA(United Launch Alliance), 블루오리진, 아리안스페이스 등과 향후 5년간 약 90회 차례의 위성 발사 계약을 체결하였다. 2023년 초에 프로토타입 위성 2개를 발사계획. 2024년 말부터 상용 서비스 개시를 목표로 최소 2026년 7월까지 약 3,200개의 위성 중 절반 이상 운용 계획이다. 아마존의 궁극적인 목표는 저궤도 초고속 인터넷 서비스에 아마존 클라우드 서비스(AWS)를 접목하며 아마존이 보유한 네트워크와 인프라 시설을 기반으로 Starlink, OneWeb 등 선발 통신사업자와 격차를 줄인다는 목표이다.

"Satellite 2023" 기간에 Kuiper Project에 사용할 3가지 모델의 위성 단말을 공개하였으며, Amazon이 자체 개발한 '프로메테우스' 베이스밴드 칩으로 구동되며 위성당 수천 명의 고객 트래픽을 동시에 처리할 수 있는 수준으로 평가받고 있다. 대략적인 위성 단말의 사양은 아래와 같다.

• 기본 모델



〈그림 15〉 OneWeb 저궤도 위성통신 시스템 구성

– 크기 : 28cm 정사각형 형상
– 무게 : 2.3kg 이하
– 최대 속도 : 400Mbps

• 초소형 모델
– 크기 : Amazon Kindle 크기
– 무게 : 0.5kg 이하 수준
– 최대 속도 : 100Mbps

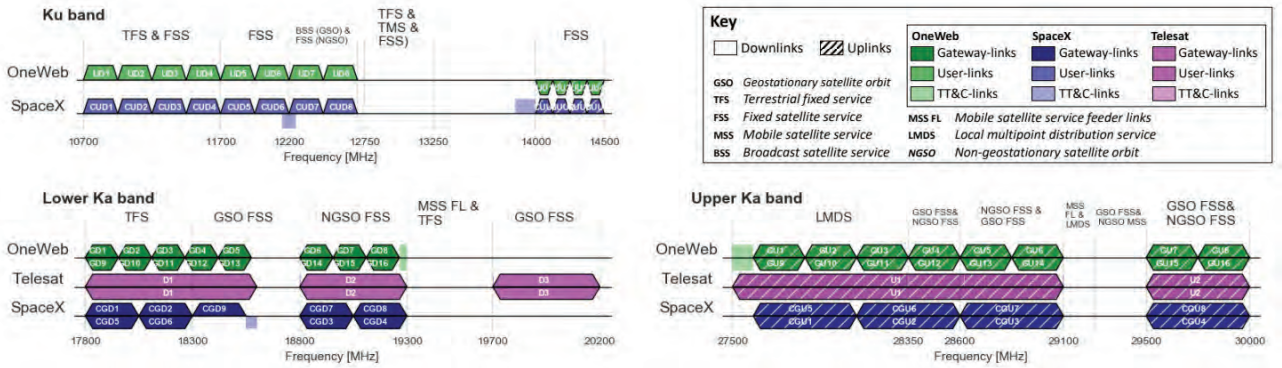
4. Telesat 서비스 및 기술

세계 최대 4대 위성 운용 사업자 중 하나인 캐나다의 Telesat은 세계 최초의 Ka-band HTS 위성인 Anik F2 위성을 발사한 바 있으며, 2017년부터 저궤도 위성 발사 등의 시험에 착수하였다. 저궤도 위성으로 전 세계 인터넷 연결을 위해 2020년 78개의 위성과 2023년 220개의 위성을 발사할 계획이다. 이것이 Telesat의 Light Speed 서비스이다. 이를 위한 위성군은 총 위성 네트워크의 용량은 16~24Tbps를 목표이며 위성당 약 20Gbps 이상의 용량을 가질 것으로 예상된다. 주로 수요가 많은 특정 지역, 선박, 항공기, 기업/공공기관 Wi-Fi 네트워크로의 데이터 전달 서비스가 주요 사업으로 예상된다. 저궤도 위성으로 전 세계 인터넷 연결을 위해 2020년 78개의 위성과 2023년 220개의 위성을 발사할 계획이다. 이것이 Telesat의 Light Speed 서비스이다. 이를 위한 위성군은 총 위성 네트워크의 용량은 16~24Tbps를 목표이며 위성당 약 20Gbps 이상의 용량을 가질 것으로 예상된다. 주로 수요가 많은 특정 지역, 선박, 항공기, 기업/공공기관 Wi-Fi 네트워크로의 데이터 전달 서비스가 주요 사업으로 예상된다.

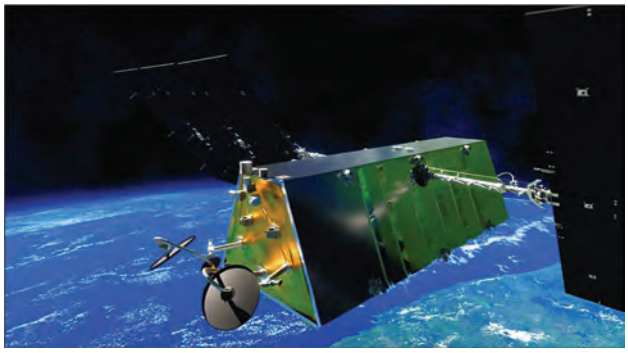
〈그림 16〉 Kuiper 위성 단말 형상

〈그림 17〉 Kuiper 위성 단말 안테나 형상

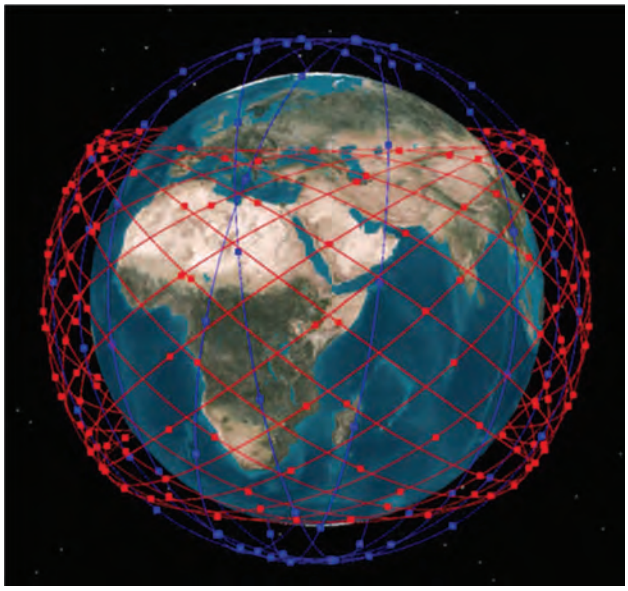
Telesat은 OneWeb, Starlink와 달리 유저링크에 Ka 대역 주파수를 사용한다. Telesat은 글로벌 Ka 대역 주



〈그림 18〉 저궤도 위성통신 업체별 주파수 스펙트럼



〈그림 19〉 Telesat Light Speed 위성 형상



〈그림 20〉 Telesat 저궤도 위성군 예측도

파수에 대한 우선 권리를 가지고 있다. 위성 발사 수의 제약으로 최대한 커버리지를 확보하기 위해 위성 운용 고도 약 1,000km에 극궤도와 경사궤도를 같이 가지는 위성군으로 형성하고 〈그림 35〉 "Telesat 저궤도 위성군 예측도"와 같이 전 세계 인터넷 연결을 위해 약 300개의 위성군을 설계하였다. 이러한 저궤도 위성에는 빔 호핑 기술과 결합한 위상 배열 안테나는 약 135,000개의 빔을 생성하여 Gbps 용량을 가지고 동적으로 핫스팟을 집중시킬 수 있는 형태로 네트워크를 구성한다. OBP(On Board Processing) 탑재하여 사용자 간 End to End 네트워크를 구성하여 링크의 성능을 개선하고 사용자에게 전 세계적인 트래픽 라우팅을 제공할 수 있는 유연성을 보장한다. 베타 서비스를 위해 2023년 2개의 위성을 발사한 후 상용 서비스를 준비할 계획이다.

IV. 결론

차세대 통신 수단으로 주목받는 저궤도 통신위성을 이용한 우주 인터넷 시장을 선점하기 위한 전쟁이 가속화되고 있다. 특히, 2023년은 본격적인 우주 인터넷 시대를 여는 분수령이라고 할 수 있다. 영국의 OneWeb은 계획된 위성군을 구축하여 2023년 4분기부터 세계 최초로 전 세계 네트워크 서비스를 시작하고, 미국의 Starlink는 한국 내 서비스를 위해 2023년 5월 통신사업자 등록을 완료하고, 국경 간 공급협약에 대해 진행하고 있으나 공식적인 서비스 시점을 다소 미루었지만 두 개의 저궤도 위성통신 사업자는 2023년 하반기부터 한국 시장에 본격적으로 서비스를 시작이 예측된다. 이제는 우리나라도 본격적인 우주 인터넷 시대의 서막이 올랐다고 볼 수 있다.

우리나라는 저궤도 위성 사업을 위한 첫 발걸음인 발사체의 헤리티지 확보를 위해 최근 누리호 3차 발사 및 550km까지 위성 궤도 안착에 성공으로 저궤도 위성 산업 진출을 위한 토대를 마련하였지만, 앞으로 많은 발사를 통해 우주 개발 이력을 쌓아야 자체적으로 상업용 저궤도 위성 발사에 대한 신뢰를 확보해 나가야 한다. 이러함으로써 한국 내 발사를 통한 일정 및 비용에 대한 경제적인 효과가 있을 것이다.

또한, 우리나라는 이동 통신 및 인터넷 강국이다. 즉, 지상 네트워크에 대한 인프라가 잘 갖추어져 있어 인프라 구축 및 운용에 대한 노 하우가 많다. 저궤도 위성통신 시스템을 구축 및 운영하여 우주 인터넷 강국으로 나아갈 수 있는 충분한 여건과 잠재력을 가지고 있고, 이 시점에는 이러한 잠재력을 발휘할 때가 되었다. 2020년에 세계 최초로 5G 상용화에도 성공한 정보통신기술(ICT) 분야 세계 최강의 기술력을 보유하고 있으므로 정부와 학계 그리고 산업체로 이루어진 삼위일체(三位一體) 협력을 통해 저궤도 위성통신 산업에 한목소리를 내면 급변하는 뉴 스페이스 시대에 우리나라의 국민성과 함께 국내 기술력과 향후 미래 비전을 위한 추진력이 결합한다면 저궤도 위성

통신 산업 및 우주 인터넷 시장은 남의 얘기 및 잔치가 되지 않을 것이다.

참고문헌

[1] 과학기술정보통신부(2021.6.18), “초소형위성 및 6G 위성통신기술 개발방안.

[2] 김판수, 유준규, 변우진(2020), ”저궤도 위성통신망 기반 글로벌 무선통신 기술 동향“, ETRI 전자통신동향분석, 35(5).

[3] 서병홍(1996.2.1), ”위성 이동통신 개발경쟁“, 한국항공우주산업진흥협회, 36.

[4] 조남욱(2019), "이동통신 발전/우주개발 추세변화에 따른 위성통신산업 지원방안 연구”, 과학기술정보통신부/정보통신기획평가원.

[5] 구자춘(2021), “지구 상공의 위성 그물망 저궤도 위성인터넷 기술 동향”, 정보통신기획평가원 주간기술동향(2021.4.28).

[6] 한명수, 안병오(2022), “최근 민간 저궤도 위성통신 개발동향과 군 위성통신체계 발전방향”, 국방논단(제1912호(22-33)).

[7] Werle, T,. Pandey, U., Rejeb, F., and Maalouf, M(2021. May 21), "LEO Satellites: A Technology to Revolutionize Global Connectivity?", Boston Consulting Group.

[8] Roulette, J.(2021. Jun 9), "SpaceX's Starlink is in talks with 'several' airlines for in-flight Wi-Fi", The Verge.

[9] Indig del Portillo, Bruce G. Cameron, Edward F. Crawley(2018. Oct. 1-5), "A Techical Comparison of Three Low Earth Orbit Satelltie Constellation Systems to Provide Global Broadband", 69th IAC.

[10] 한국투자증권(2019.9.19), ”저궤도 위성통신“, 산업분석 In-depth 스몰캡 Issue

[11] 키움증권 이한결(2023.3.23), ”Satellite 2023 평판형 안테나가 뜬다“, 키움증권 리서치센터 산업분석 항공우주/스몰캡

[12] 정환수(2021), “차세대 통신서비스를 위한 저궤도 위성 산업 동향”, KDB산업은행 주간리포트

[13] Wikipedia(2023), www.en.wikipedia.org/wiki/starlink, oneweb, Kuiper_system, telesat(검색일, 2023. 5)

조용완

- 1993년 2월 군산대학교 정보통신공학과 학사
- 2001년 7월 강원대학교 정보통신공학과 석사
- 2000년 7월 ~ 2002년 1월 대우통신 선임연구원
- 2002년 2월 ~ 현재 한화시스템 수석연구원

〈관심 분야〉
저궤도 위성탑재체 OBP 설계, Electrical Steering Antenna 기술, Phase Array Antenna 기술, 위성 Waveform 및 신호처리 기술, 저궤도 위성 단말 시스템 기술

위성 클러스터 기반 비지상 네트워크

Ⅰ. 서 론

위성통신시스템은 지상국(Earth Station)과 단말(Terminal)이 위성(Satellite)을 통해 연결된 통신시스템을 의미한다[1]. 지상국은 지상(On-Ground)에서 운용자(Operator)에 의해 단말국에 서비스를 제공하는 지상 부문(Ground Segment)으로써 게이트웨이(Gateway)와 허브(Hub) 등을 포함하는 개념이다. 단말은 지상국이 보낸 신호를 이용해 통신 서비스를 제공 받는 사용자 부문(User Segment)을 의미한다. 위성은 먼 거리에 있는 지상국와 단말을 연결해주는 중계기(Relay)의 역할을 하며 우주 부문(Space Segment)으로 분류된다. 위성의 통신 탑재체는 수신한 신호를 복조하지 않고 증폭, 주파수 변환 등의 절차를 거친 후 전송하는 단순중계형(Transparent) 탑재체(Payload)와 수신 신호를 복조하고 재변조해 전송하는 재생형(Regenerative) 탑재체로 나누어진다.

위성통신을 위한 표준으로는 유럽형 DVB(Digital Video Broadcasting) 표준이 많이 사용되어왔으나 최근에 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 저궤도위성(Low Earth Orbit), 중궤도위성(Medium Earth Orbit), 정지궤도위성(Geostationary Orbit) 및 고고도 통신시스템(High Altitude Platform Station)을 포함하는 비지상 네트워크(Non-Terrestrial Network, NTN)의 표준화를 진행중이다[2]. 3GPP는 NTN을 통해서 지상 네트워크(Terrestrial Network, TN) 시설이 제대로 갖추어지지 않은 시골 지역이나 산간, 해양 등에 통신 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다.

다양한 IT 기업에서도 다수의 저궤도위성을 이용해 전지구적 인터넷 서비스를 제공하려는 목표를 가지고 〈표 1〉과 같이 많은 수의 위성 발사를 계획하고 있다[3]. Telesat은 초기 단계에 298개의 위성을 발사하

정동현
ETRI

〈표 1〉 Telesat, OneWeb, SpaceX, Amazon의 위성 발사 예정 개수[3]

기업	고도(km)	위성 수(개)
Telesat	1,015	351
	1,325	1,320
OneWeb	1,200	6,372
SpaceX	540	1,584
	550	1,584
	560	475
	570	720
Amazon	590	784
	610	1,296
	630	1,156

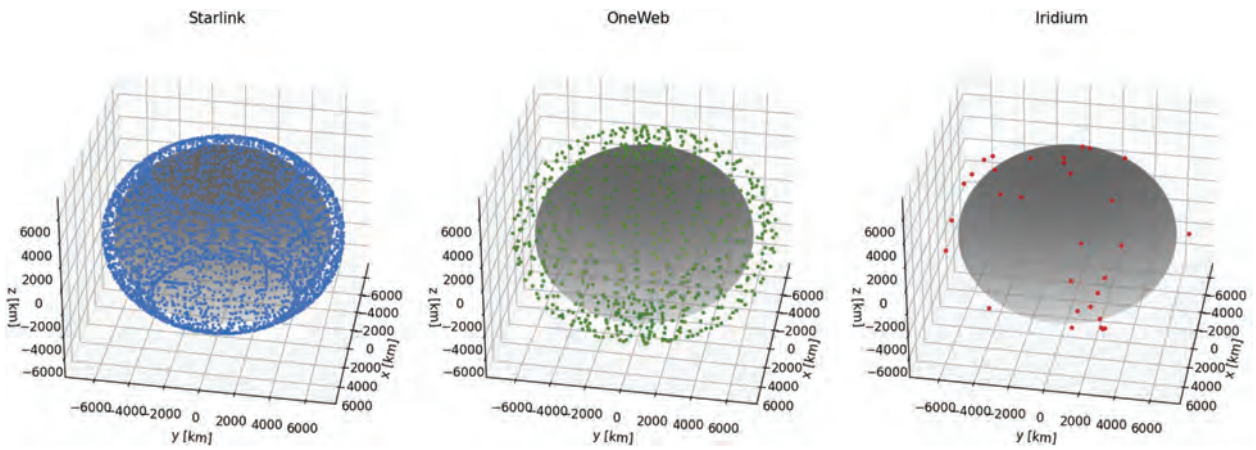
고 1,373개의 위성을 1,015km 및 1,325km 고도에 추가로 발사할 계획이다. OneWeb은 초기에 716개의 위성을 1,200km 고도에 먼저 발사하고 최종적으로 6,372개의 위성으로 컨스텔레이션(Constellation)을 구성할 예정이다. SpaceX는 초기 단계에서 540km 고도에 1,584개의 위성을 발사하고, 그 후 550-570km 고도에 2,896개의 위성을 추가로 발사할 예정이다. Amazon은 590, 610, 630km의 고도에 각각 784, 1,296, 1,156개의 위성을 발사해 인터넷 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 〈그림 1〉은 Starklink, OneWeb, Iridium의 현재 컨스텔레이션을 TLE(Two-Line Elements)를 이용해 나타낸 그림이다. 〈표 2〉를 보면 SpaceX의 경우 Starlink Gen 1의 90% 이상을 이미 배치했으며 Gen 2-1의 배치도 시작하여 현재 4천개 이상의 저궤도위성을 보유하고 있다. 또한 SpaceX는 Starlink Gen 2-2으로 약 2만 2천개의 위성을 더해 총 3만 4천개의 위성 발사를 계획하고 있다.

〈표 2〉 Starlink 단계별 위성 발사 개수

Starlink 단계	발사 위성 수(개)
Gen 1 (91% deployed)	4.4k
Gen 2-1 (8% deployed)	7.5k
Gen 2-2 (0% deployed)	22.5k
Total	34.4k

앞서 언급한 기업들의 계획처럼 많은 수의 저궤도위성을 발사하면 다양한 이점이 있다. 첫 번째로 다수의 위성이 지구의 전체 표면을 덮을 수 있으므로 지표면 어느 위치에서나 위성의 커버리지(Coverage)를 통해 통신 서비스를 제공 받을 수 있다. 두 번째는 위성 수가 많을수록 위성 당 커버하는 지역의 면적이 좁아져 빔을 좁게 형성할 수 있어 사용자에게 제공하는 데이터 속도를 증가시킬 수 있다.

〈표 3〉는 600km의 고도에서 저궤도위성의 일반적인 빔 크기 100-1,000km에 대한 3-dB 빔 폭과 Dwell Time, 그리고 글로벌 커버리지를 제공하기 위해 요구되는 위성의 수를 나타낸다. 본 표에서 빔 크기는 원형 빔을



〈그림 1〉 Starlink, OneWeb, Iridium의 현재 컨스텔레이션 구성

〈표 3〉 고도 600km에서 빔 크기에 따른 글로벌 커버리지를 제공하기 위한 요구 위성 수

빔 크기(km)	빔 폭(deg)	Dwell Time(sec)	요구 위성 수(개)
100	9.53	13	65,087
200	18.92	26	16,272
300	28.07	40	7,232
400	36.87	53	4,068
500	45.24	66	2,604
600	53.13	79	1,808
700	60.51	93	1,329
800	67.38	106	1,017
900	73.74	119	804
1,000	79.61	132	651

가정 시 원의 직경을 의미하며, Dwell Time은 빔 크기와 위성의 속도를 이용해 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Dwell Time} = \frac{\text{빔 크기}}{\text{위성 속도}}$$

또한 요구 위성 수는 전체 지표면 면적과 빔의 크기를 이용해 다음 수식으로 근사하였다.

$$\text{요구 위성 수} = \left\lceil \frac{\text{지표면 면적}}{\text{빔 넓이}} \right\rceil$$

표에 따르면 고도가 600km인 저궤도위성의 빔 크기를 100km로 설정하면 6만 개 이상의 위성이 있어야 글로벌 커버리지를 제공할 수 있으며, 빔 크기가 1,000km인 경우 1천 개 미만의 위성이 요구된다. 빔 폭이 작은 경우 Dwell Time이 짧아 위성 간의 잦은 핸드오버(Handover)가 불가피하며, 너무 많은 수의 위성이 글로벌 커버리지를 제공하기 위해 요구된다는 단점이 있다. 따라서 위성의 빔은 크기가 작아지는데 한계가 존재하기 때문에 기업 간의 경쟁 심화로 발사되는 위성의 수가 기하급수적으로 많이 늘어나는 경우 위성간간섭(Inter-Satellite Interference, ISI)이 불가피하며, 이는 전체 네트워크 관점에서 성능에 열화를 초래할 수 있다.

저궤도위성이 가파르게 증가하는 상황에서 위성 클러스터(Satellite Cluster) 기반의 네트워크를 구성하면 위성간간섭을 완화해 네트워크 성능을 향상시킬 수 있다[4]. 위성 클러스터란 다수의 소형 위성이 마치 하나의 큰 위성인 것처럼 편대 비행하며, 협력적으로 통신 서비스를 제공하는 위성군을 의미한다. 이는 하나의 위성이 하나의 빔에 서비스를 제공하는 기존의 컨스텔레이션과는 다른 방식으로 클러스터 내의 위성군이 어떤 형태로 비행을 할 것인지, 어떤 방식으로 협력 전송을 할 것인지가 성능에 중요한 영향을 미친다. 본 논문에서 국내외 위성 클러스터의 현재 상황에 대해서 소개하고, 통신 관점에서 현실적인 위성 클러스터의 편대 비행 형태와 장단점을 논의한 후 클러스터의 협력 통신 방식에 대해 소개한다.

Ⅱ. 위성 클러스터의 현황

다수의 위성이 하나의 미션을 위해 협력하는 위성 클러스터의 개념은 관측, 항법, 영상, 통신 등 다양한 분야에서 활용될 것으로 예상된다[5]. 최근 들어 재사용 발사체의 사용으로 위성 발사 비용이 감소하고 소형 위성을 제작하는 기술이 급속도로 발전하였다. 이에 따라 크기가 크고 복잡한 탑재체를 가진 정지궤도위성 위주의 네트워크에서 소형의 저궤도위성 위주의 네트워크로 페러다임이 바뀌고 있다. 이러한 현재 상황은 저궤도위성이 많이 발사되었을 때 발생하는 간섭 문제와 함께 다수 저궤도위성의 협력 통신을 이용해 서비스를 제공하는 위성 클러스터의 필요성을 부각하고 있다. 본 장에서는 전 세계에서 진행된 실재 위성 클러스터의 현황에 대해서 소개한다.

1. GRACE

GRACE는 Gravity Recovery and Climate Experiment의 약어로 NASA(National Aeronautics and Space Administration)와 DLR(German Aerospace Center)에 의해 공동으로 발사된 2개의 위성 GRACE-1와 GRACE-2로 구성된 위성 클러스터이며, 2002년부터 2017년까지 중력 데이터를 수집하는 임무를 수행하였다[6]. GRACE의 두 개의 위성은 500km 고도의 같은 궤도 상에서 220km를 떨어져 편대 비행을 하였다. GRACE가 임무를 다한 이후 2018년에 후속으로 GRACE-FO(Follow-On) 위성 2개(GRACE-FO 1

와 GRACE-FO 2)가 NASA와 GFZ(Geo-Forschungs Zentrum German Research Centre for Geosciences)에 의해 발사되어 동일한 미션을 이어서 수행하고 있다.

2. LISA

LISA는 Laser Interferometer Space Antenna의 약어로 NASA와 ESA(European Space Agency)의 계획으로 추진되었으며, 중력파(Gravitational Wave) 측정을 목표로 한다[7,8]. LISA는 3개의 서로 다른 위성으로 이루어져 있으며 250만km를 한 변으로 하는 삼각형 형태로 편대 비행한다. 초기 계획과는 달리 사업성에 문제가 제기되어 발사되지 못하였으나 ESA에서 2037년 발사를 목표로 연구를 진행하고 있다.

3. PRISMA

PRISMA는 Prototype Research Instruments and Space Mission technology Advancement의 약어로 SSC(Swedish Space Corporation)가 주관으로 쏘아 올린 위성 클러스터이다[9]. PRISMA는 기술 검증을 주 업무로 2010년에 극궤도(Polar Orbit)로 발사 되었으며, 프랑스 우주국(CNES)와 함께 운용하고 있다. Mango와 Tango라는 두 위성은 각각 145kg, 50kg의 소형 위성이며 가까운 거리에서 편대 비행을 검증하는 것을 주된 목적으로 한다.

4. PROBA-3

PROBA-3은 Project for On-Board Autonomy-3의 약어로써 높은 정확도의 위성 편대 비행 검증과 태양계 관측을 목표로 하는 위성 클러스터이다[10]. PROBA-3은 CSC(Coronagraph Spacecraft)와 OSC(Occulter Spacecraft)의 두 위성으로 구성되며, 약 6만km의 Apogee와 600km의 Perigee를 갖는 타원 궤도로 비행할 예정이다. CSC와 OSC는 59도의 경사도에서 150m 정도의 간격을 유지하면서 태양과 일직선으로 편대 비행함으로써 한 위성이 태양 디스크(Solar Disk)를 막아 다른 위성이 태양의 코로나나 주위 대기를 잘 관측하게 돕는 역할을 한다. 두 위성은 250-300kg 정도의 소형 위성이며 관측과 위치 제어를 위한 센서를 장착하고 있으며 2024년도에 발사될 예정이다[11].

5. TanDEM-X

TanDEM-X는 TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement의 약어로 DLR에서 2010년에 발사한 TerraSAR 위성의 쌍둥이 위성(Twin Satellite)을 의미한다[12,13]. TerraSAR-X와 TanDEM-X는 120m에서 수 km까지 가까운 거리를 두고 편대 비행을 하며 Radar Imaging을 통해 지구를 관측하는 역할을 한다[14]. TanDEM-X는 재사용가능한 플랫폼을 사용하여 새로운 SAR 기술에 대한 검증이 가능할 것으로 기대된다.

6. SNIPE

SNIPE는 Small Scale magNetospheric and Ionospheric Plasma의 약어로 한국천문연구원(Korea Astronomy and Space Science Institute, KASI) 주관으로 2017년부터 개발된 위성 클러스터이다[15]. 6U 크기의 큐브위성 가람, 나래, 다솔, 라온 4개를 이용하여 편대 비행을 하며, 지구 근처의 소규모 플라즈마에 대한 관측 및 연구를 목적으로 한다. SNIPE의 4개의 위성은 97.7도의 극궤도에서 위성 사이의 거리를 10km에서 100km까지 변화시키며 종대 및 횡대 비행이 모두 가능하다. 2022년에 러시아에서 발사될 예정이었으나 러시아-우크라이나 전쟁으로 연기된 후 2023년 5월 25일에 한국형 발사체 누리호에 의해서 발사되었다.

III. 위성 클러스터의 현실적 편대 비행

지상에 존재하는 지상국 또는 단말과는 달리 위성은 특정 궤도 상에 존재하기 위해서 지구의 중력과 원심력이 평형을 이루어야 한다. 이를 위해 모든 위성은 특정 궤도를 따라 일정한 속도로 이동한다는 특성이 있다. 따라서 위성 클러스터에서 다수의 위성이 특정 형태를 유지하기 위해서는 정확한 궤도 설계 및 위치 제어 알고리즘이 필수적이다.

위성 클러스터는 하나의 선도(Leader) 위성과 다수의

추종(Follower) 위성으로 구성된다. 선도 위성의 궤도를 참조 궤도(Reference Orbit)로 정하고 추종 위성들의 궤도를 참조 궤도를 기반으로 설정하여 클러스터 내의 위성들이 특정한 형태를 유지하며 편대 비행을 하게 한다. 본 장에서는 지속적인 통신 서비스를 제공하기 위한 관점에서 위성 클러스터의 현실적인 편대 비행 구성의 예로 선형(Linear), 원형(Circular), 겹원형(Concentric Circular) 클러스터 구조(〈그림 2〉 참조)에 대해서 분석한 내용을 기술한다.

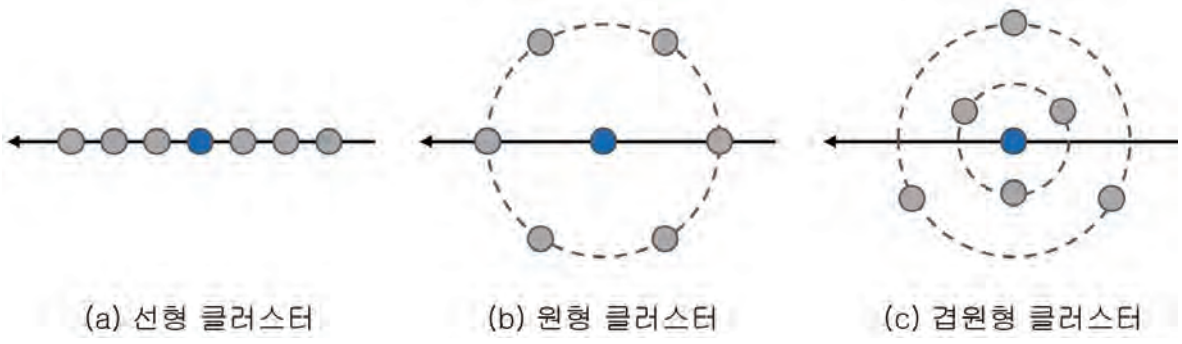
1. 선형 클러스터

선형 클러스터는 다수 위성의 편대 비행을 구현하기 위한 가장 간단한 방법이다[16]. 참조 궤도를 따라 이동하는 선도 위성을 중심으로 같은 궤도 상에 선도 위성의 양쪽 옆으로 다수의 추종 위성을 배치하면 〈그림 2(a)〉과 같이 선형으로 줄을 지어 이동하는 기차 모양의 선형 클러스터 구성이 가능하다. 선형 클러스터는 선도 위성이 참조 궤도를 그대로 이용하여 추종 위성들의 궤도를 결정하므로 추종 위성을 위한 복잡한 궤도 설계가 필요 없어 간단하게 클러스터를 구성할 수 있다. 하지만 한 궤도면 안에서 다수의 위성을 배치하는 특성으로 인해 많은 수의 추종 위성을 포함시키는데 이후 설명할 두 클러스터링 방식에 비해 어려움이 있다. 또한 선도 위성이 선형으로 나열된 구조 중간에 위치하기 때문에 클러스터 내의 위성간 거리가 가까워졌을 때 선도 위성과 추종 위성의 위성간링크(Inter-Satellite Link, ISL) 통신을 위한 Line-Of-Sight(LOS)가 확보되지 않을 가능성이 있다.

2. 원형 클러스터

원형 클러스터는 〈그림 2(b)〉와 같이 선도 위성을 중심으로 다수의 추종 위성이 선도 위성으로부터 같은 거리에 위치해 있는 구조를 가진다. 원형 클러스터는 투영 원형 궤도(Projected Circular Orbit, PCO)를 이용하면 구현이 가능하다. 투영 원형 궤도는 선도 위성의 궤도가 정해지면 그 참조 궤도의 경사도(Inclination)와 편심률(Eccentricity) 등 궤도 요소(Orbital Element)를 미세하게 조정한 궤도를 의미한다. 투영 원형 궤도를 이용해 추종 위성의 궤도를 설정하면 지구에서 봤을 때 선도 위성을 중심으로 하는 원의 둘레 위에 추종 위성이 배치된 것과 같은 형상을 띄게 된다. 또한 이렇게 설정된 추종 위성은 궤도 설계에 따라서 선도 위성 주위를 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전하게 된다.

다수의 위성이 원형으로 편대 비행을 하면 다음과 같은 장점이 있다. 먼저, 선도 위성과 추종 위성 사이에 장애물이 없어 항상 LOS가 확보되어 RF(Radio Frequency) 또는 광통신(Optical Communications)를 이용해 위성간 통신을 하기 용이하다. 또한, 원형 구조의 특성상 선도 위성에서 추종 위성까지의 거리가 모든 선도 위성에 대해 동일하기 때문에 클러스터 내의 위성들이 협력 전송하기 위한 시간 동기화를 맞추기 용이하다. 무엇보다 참조 궤도에 추종 위성을 배치하는 것이아니라 참조 위성과는 미세하게 다른 궤도에 위성을 배치함으로써 추종 위성 배치에 있어서 공간 효율성이 뛰어나다. 즉, 클러스터 내의 추종 위성 수를 늘리기 용이해 Scalability 관점에서 이점이 존재한다.



〈그림 2〉 위성 클러스터의 편대 비행 예시

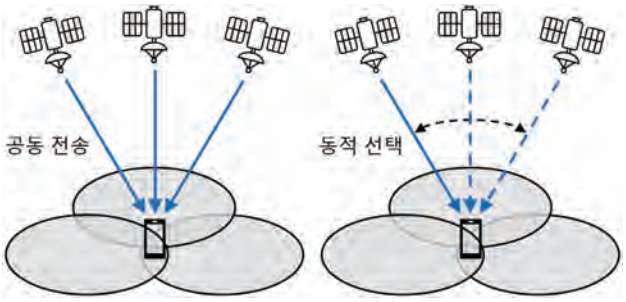
3. 겹원형 클러스터

원형 클러스터의 확장된 개념으로 〈그림 2(c)〉와 같이 PCO를 여러 겹으로 배치하는 겹원형 클러스터 형태는 원형 클러스터의 장점인 공간 효율성을 극대화할 수 있을 것으로 기대된다. 겹원형 클러스터는 한 겹의 원형 위에 추종 위성을 매치하는 것이 아닌, 다수의 원형 또는 특정한 면적 위에 추종 위성을 배치함으로써 위성 클러스터 내의 위성이 존재하는 영역을 제한적으로 늘리면서 더 많은 위성을 배치할 수 있다. 이러한 특성은 송수신 링크의 Diversity Gain을 개선하고 LOS를 확보하여 통신 성능을 향상하는데 이점이 있다. 하지만 선도 위성과 추종 위성 사이의 위성간링크의 거리가 서로 달라 협력 통신을 위한 동기화에 어려움이 있다.

IV. 위성 클러스터의 협력 전송

위성 클러스터를 구성하는 다수의 위성이 사용자에게 통신 서비스를 제공하기 위해서는 분산 안테나 시스템(Distributed Antenna System, DAS) 또는 협력다중지점(Cooperative Multi-Point, CoMP) 등의 협력 전송 기법이 필요하다. 본 장에서는 위성 클러스터의 협력 전송 방식으로 3GPP에서 고려하는 하향링크 CoMP 전송 방식인 공동전송(Joint Transmission, JT)과 동적지점선택(Dynamic Point Selection, DPS) 방식(〈그림 2〉 참조)에 대해 논의한다.

공동전송 방식은 한 셀 또는 서로 다른 셀에 있는 다수의 전송 지점(Transmission Point)이 한 사용자에게 동시에 신호를 전달하는 방식이다. 이 방식을 사용하기 위해서 클러스터 내의 모든 위성에 대한 적절한 빔포밍 가중치(Beamforming Weight)를 설계하여 전송 신호의 진폭 및 위상(Amplitude/Phase)을 변경해야 한다. 다중 입력 단일 출력(Multi-Input Single-Output, MISO) 시스템에서 최적의 전송 방식인 최대비율전송(Maximum Ratio Transmission, MRT) 또는 동이득전송(Equal Gain Transmission, EGT) 등이 사용될 수 있다. MRT의 경우 각 위성과 사용자 사이 채널 계수의 진폭과 위상을 추정하고 모든 추종 위성이 그 정보를 알아야 하므로 선도-추종 위성간 링크 통신에 부하가 크다. 또한 위성의 송신 신호의 진폭을 조절 할 때 파워 앰프의 Saturation 영역에 의한 제약을 받을 수 있다. 반면에 EGT의 경우, 각 위성에 동등한 전력을 할당하기 때문에 파워 앰프에 부하가 적으며, 빔포밍을 위해 채널의 위상만이 요구되므로 채널 추정이 간단해지는 장점이 있다.



〈그림 3〉 위성 클러스터 협력 전송 방식
예시: (좌)공동전송, (우)동적지점선택

동적지점선택 방식은 가장 좋은 채널을 가진 하나의 전송 지점만 선택해 전송하는 방식으로 불필요한 전송 지점의 송신을 줄여 셀 간 간섭을 완화할 수 있다. 따라서 동적지점선택은 위성의 수가 기하급수적으로 늘어나는 미래 위성 네트워크 상황에서 클러스터 간 간섭을 완화하는데 적절한 전송 방식 중 하나이다. 그뿐만 아니라 이 방식을 사용하면 하나의 위성만 선택되어 신호를 전송하기 때문에 선도-추종 위성간 링크 통신에 부하가 적어지며, 시간/주파수 동기를 맞추기 용이하다는 장점이 있다. 그러나 다수의 위성 중에 하나만 선택한다는 특성으로 인해 빈번한 전송 지점 스위칭이 불가피하여 저지연 위성간링크 스위칭이 필수적이다.

V. 전망과 결론

인공위성에 대한 관심이 증가하고 위성 발사 및 제작비용이 감소함에 따라 저궤도위성을 이용한 전세계적 인터넷 서비스가 주목받고 있다. 다수의 IT 기업이 수천 개에서 수만 개의 저궤도위성 발사를 앞두고 있어 추후 우주의 많은 공간을 위성이 차지할 것으로 예상된다. 이런 상황을 가정했을 때, 미래의 위성 네트워크에서 위성간간섭

문제의 해결 방안을 찾는 것이 중요하다. 이런 관점에서 위성 클러스터는 위성간간섭을 완화하고 네트워크 성능을 향상하는데 좋은 해결책이 될 수 있다. 기존의 위성 컨스텔레이션을 구성하는 방식에 더해 각 위성을 위성 클러스터로 대체하며, 통신 서비스를 제공하기 위한 현실적인 방법으로 선형, 원형, 겹원형 구조 등이 있을 수 있다.

위성 클러스터에 대한 연구는 우주공학 분야에서 위성 편대 비행의 관점으로 주로 진행되어왔다. 머지않아 고정밀 위치 제어 기술을 기반으로한 위성 편대 비행 기술이 더욱 진보되면, 통신 관점에서 위성 클러스터의 장점을 충분히 이용할 수 있을 것으로 기대된다. 밤하늘의 별빛 대신 인공위성의 불빛을 보는 시대에 사는 우리는 별빛이 사라지는 대가를 잘 치르기 위해 인공위성을 더 잘 이해하고 연구하는 노력이 필요할 것이다.

참고문헌

[1] Digital Video Broadcasting (DVB); Second Generation DVB Interactive Satellite System (DVB-RCS2); Part 2: Lower Layers for Satellite Standard, document ETSI EN 301 545-2, 2014.

[2] 3GPP TR 38.821 v16.0.0, "Solutions for NR to support non terrestrial networks (NTN)," Dec. 2019.

[3] N. Pachler et al., "An updated comparison of four low earth orbit satellite constellation systems to provide global broadband," in Proc. IEEE ICC Workshops, Montreal, QC, Canada, June 2021, pp. 1-7.

[4] D.-H. Jung, G. Im, J.-G. Ryu, S. Park, H. Yu and J. Choi, "Satellite Clustering for Non-Terrestrial Networks: Concept, Architectures, and Applications," in IEEE Vehicular Technology Magazine, doi: 10.1109/MVT.2023.3262360.

[5] M. D. Graziano, "Overview of distributed missions," in Distributed Space Missions for Earth System Monitoring. New York, NY, USA: Springer, 2013, pp. 375-386.

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/GRACE_and_GRACE-FO

[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_Interferometer_Space_Antenna

[8] G. D. Racca and P. W. McNamara, "The LISA pathfinder mission," Space Sci. Rev., vol. 151, nos. 1-3, pp. 159-181, Mar. 2010.

[9] https://en.wikipedia.org/wiki/PRISMA_(spacecraft)

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/PROBA-3

[11] https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Proba_Missions/Proba-3_complete_Formation-flying_satellites_fully_integrated

[12] https://en.wikipedia.org/wiki/TanDEM-X

[13] E. Maurer, R. Kahle, F. Mrowka, G. Morfill, A. Ohndorf, and S. Zimmermann, "Operational aspects of the TanDEM-X science phase," in Proc. SpaceOps Conf., Reston, VA, USA, May 2016, p. 2459.

[14] https://earth.esa.int/eogateway/news/twin-satellites-terrasar-x-and-tandem-x

[15] http://kswrc.kasi.re.kr/snipe/about_formation_flying.php?lang=ko

[16] D.-H. Jung, J.-G. Ryu, and J. Choi, "Satellite clusters flying in formation: Orbital configuration-dependent performance analyses," arXiv:2305.01955.

정동현

• 2015년 2월 POSTECH 전자공학과 학사
• 2017년 8월 서울대학교 전기 · 정보공학부 석사
• 2017년 9월 ~ 현재 ETRI 선임연구원

〈관심 분야〉
Satellite Communications, Physical Layer Security, Performance Analyses, Satellite Clusters

위성간 회선 주파수 이용

1. 서론

위성 간의 통신은 위성산업이 더 큰 군집 시스템화 되고, 점점 더 상호 연결된 우주 계층을 향해 나아가면서 발전하고 있다. NorthernSky Research에 따르면 2020년부터 2030년 사이에 발사되는 전체 위성의 약 85%가 군집 시스템들이 될 것이라고 한다[1]. 이 위성들은 지상 시스템과 항상 접속될 뿐만 아니라 많은 위성들이 상호간 직접 통신이 필요하게 된다. 위성간 회선(ISL, Inter-Satellite Link) 기술은 Iridium과 같이 정부나 위성통신 사업자에 의해 수십 년에 걸쳐 사용되어 왔지만, 위성 사업자들이 상호 연결된 우주 네트워크를 실현하기 위해 노력하고 있기 때문에 보다 큰 군집 시스템의 확산으로 인해 보다 개선된 RF, 광 ISL에 대한 투자가 촉진되고 있다. 최근 들어 대규모 군집 위성시스템을 이용하여 광대역 서비스를 제공하고자 하는 SpaceX 사 등과 같은 글로벌 사업자들은 광 ISL 을 채택할 예정이다[2].

본 고에서는 레이저와 같은 광학이 아닌 무선 주파수를 이용하는 ISL의 현황에 대해 중점적으로 기술한다. 주파수 이용을 위해 ITU (국제전기통신연합)과 전파규칙에 대한 이해가 필요하고, 전파규칙 상에 명시된 주파수 분배 및 운용 규정을 검토해야 하므로 이에 대한 개요를 설명하고, 이러한 분배 및 규정에 따라 위성간 회선 주파수 대역에 대한 위성망 국제등록 현황을 살펴보고, 광학 위성간 회선과 간단한 특성 비교와 무선 주파수 위성간 회선을 이용하는 위성 현황을 기술한다.

박종민
ETRI

2. ITU (국제전기통신연합)

국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union)은 1865년에 창설된 국제기구로서 범 세계적인 전기통신 국제 권고 개

〈그림 1〉 ITU 법률 문서 체계

〈그림 2〉 ITU 조직 구성

발 및 보급, 개도국 기술/사업/인력교육 지원, 주파수 스펙트럼 분배 및 궤도 등록, 국가간 전기통신 요금 문제 협력, 글로벌 국제협력 유지/활동 등이 주요 임무이다[3]. 1947년 국제연합(UN, United Nations)과 협약을 체결하고 ICT 분야에서 UN의 역할을 수행하게 됨에 따라, ITU는 ICT 분야의 UN 전문기구(specialized agency)로서의 임무를 수행한다. 우리나라는 1952년 1월 31일에 회원국으로 가입하였다.

ITU의 모든 활동을 규정하는 법률 문서 체계와 조직 구성은 각각 〈그림 1〉과 〈그림 2〉와 같다.

ITU의 전파통신부문인 ITU-R(ITU-Radiocommunication sector)은 전파를 이용하는 모든 전파통신업무와 관련하여 ITU의 목적을 실현하고 인류복지를 증진하기 위하여 무선주파수 스펙트럼의 합리적 사용을 보장하기 위한 업무를 수행하고, 무선주파수 스펙트럼 사용에 관한 전파규칙과 지역합의 확장과 채택을 위한 세계전파통신회의(WRC, World Radiocommunication Conference) 및 지역전파통신회의(RRC, Regional Radiocommunication Conference)를 개최하며, 전파통신총회(RA, Radiocommunication Assembly)가 정

〈그림 3〉 전파규칙 구성

한 체계 및 절차를 기반으로 6개 연구그룹(SG, Study Group)에서 전파통신업무와 시스템에 대한 기술적인 특성, 주파수 사용 등과 관련된 연구를 수행한다.

전파규칙은 〈그림 1〉에 제시된 바와 같이 기본문서인 헌장 및 협약을 보조하는 업무규칙 중 하나로서 전파통신업무 정의, 주파수 분배, 주파수 이용 규정, 위성망 국제등록 규정/절차 등을 포함하는 매우 복잡하고 방대한 문서로서 정부간 국제조약의 성격을 가진다.

전파규칙은 다음과 같은 목적을 가지고, WRC에서 회원국들의 결정에 의해 제정 또는 개정된다.

- 무선주파수 스펙트럼 및 정지궤도에 대한 공평하고, 합리적인 이용 촉진
- 재난 안전 목적을 위한 주파수의 가용도 및 간섭으로부터의 보호 보장
- 주관청들의 무선국간 유해 간섭 방지 및 해결 지원
- 모든 전파통신업무의 효율적, 효과적 운용 촉진
- 전파통신 기술의 새로운 응용 제공 및 규제

전파규칙은 총 4권으로 구성되며, 각 권별 주요 내용은 〈그림 3〉과 같다.

3. 위성간 회선 관련 규정 및 주파수 대역

전파규칙 상에 위성간 회선과 관련된 전파통신 업무 등에 관한 일부 정의가 규정되어 있다[4].

- **제1.21호 고정위성업무:** 하나 이상의 위성을 이용하여 임의 위치(특정 고정 지점 또는 특정 영역 내 임의 고정 지점) 상의 지구국들 간에 이루어지는 전파통신업무; 어떤 경우에 있어서는 위성간업무로 운용될 수도 있는 위성간 회선을 포함함.
- **제1.22호 위성간업무:** 인공 위성간 회선을 제공하는 전파통신업무
- **제1.114호 다중위성회선:** 중간에 지구국 없이 두 개 이상의 위성을 통한 송신 지구국과 수신 지구국 간의 무선 회선 (하나의 상향회선, 하나 이상의 위성간 회선 및 하나의 하향회선으로 구성)

또한, 이 외에 전파규칙 제1.51호에 지구탐사위성업무가 우주국간 회선을 포함할 수 있다고 정의되어 있다.

전파규칙 제5조의 주파수 분배표 상에 위성간 회선을 이용하기 위한 주파수 대역은 다음과 같이 위성간업무로 분배된 대역이 있다.

또한, 위성간업무로 분배된 대역 이 외에도 다른 위성업무로 분배된 대역 중 "우주대우주" 방향이 표기된 대역을 이용할 수 있으며, 그 밖에는 전파규칙 제4.4호의 규정을 적용 받는다.

각 주파수 대역 이용 시 전파규칙 제5조의 각주의 조항들과 절차규칙(RoP, Rules of Procedure)도 주의깊게 파악해야 한다.

〈표 1〉 위성간 업무 분배 주파수 대역

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
22.55-23.15	FIXED INTER-SATELLITE 5.338A MOBILE SPACE RESEARCH (Earth-to-space) 5.532A 5.149	
23.15-23.55	FIXED INTER-SATELLITE 5.338A MOBILE	
24.45-24.65 FIXED INTER-SATELLITE MOBILE except aeronautical mobile 5.338A 5.532AB	24.45-24.65 FIXED 5.532AA INTER-SATELLITE MOBILE except aeronautical mobile 5.338A 5.532AB RADIONAVIGATION 5.533	24.45-24.65 FIXED INTER-SATELLITE MOBILE 5.338A 5.532AB RADIONAVIGATION 5.533
24.65-24.75 FIXED FIXED-SATELLITE(Earth-to-space) 5.532B INTER-SATELLITE MOBILE except aeronautical mobile 5.338A 5.532AB	24.65-24.75 FIXED 5.532AA INTER-SATELLITE MOBILE except aeronautical mobile 5.338A 5.532AB RADIOLOCATION-SATELLITE (Earth-to-space)	24.65-24.75 FIXED FIXED-SATELLITE(Earth-to-space) 5.532B INTER-SATELLITE MOBILE 5.338A 5.532AB
25.25-25.5	FIXED 5.534A INTER-SATELLITE 5.536 MOBILE 5.338A 5.532AB Standard frequency and time signal-satellite (Earth-to-space)	
25.5-27	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (space-to-Earth) 5.536B FIXED 5.534A INTER-SATELLITE 5.536 MOBILE 5.338A 5.532AB SPACE RESEARCH (space-to-Earth) 5.536C Standard frequency and time signal-satellite (Earth-to-space) 5.536A	
27-27.5 FIXED INTER-SATELLITE 5.536 MOBILE 5.338A 5.532AB	27-27.5 FIXED 5.534A FIXED-SATELLITE (Earth-to-space) INTER-SATELLITE 5.536 5.537 MOBILE 5.338A 5.532AB	
32.3-33	FIXED 5.547A INTER-SATELLITE RADIONAVIGATION 5.547 5.547D 5.548	
54.25-55.78	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) INTER-SATELLITE 5.556A SPACE RESEARCH (passive) 5.556B	
55.78-56.9	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) FIXED 5.557A INTER-SATELLITE 5.556A MOBILE 5.558 SPACE RESEARCH (passive) 5.547 5.557	

56.9-57	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) FIXED INTER-SATELLITE 5.558A MOBILE 5.558 SPACE RESEARCH (passive) 5.547 5.557
57-58.2	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) FIXED INTER-SATELLITE 5.556A MOBILE 5.558 SPACE RESEARCH (passive) 5.547 5.557
59-59.3	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) FIXED INTER-SATELLITE 5.556A MOBILE 5.558 RADIOLOCATION 5.559 SPACE RESEARCH (passive)
59.3-64	FIXED INTER-SATELLITE MOBILE 5.558 RADIOLOCATION 5.559 5.138
64-65	FIXED INTER-SATELLITE MOBILE except aeronautical mobile 5.547 5.556
65-66	EARTH EXPLORATION-SATELLITE FIXED INTER-SATELLITE MOBILE except aeronautical mobile SPACE RESEARCH 5.547
66-71	INTER-SATELLITE MOBILE 5.553 5.558 5.559AA MOBILE-SATELLITE RADIONAVIGATION RADIONAVIGATION-SATELLITE 5.554
116-119.98	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) INTER-SATELLITE 5.562C SPACE RESEARCH (passive) 5.341
119.98-122.25	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) INTER-SATELLITE 5.562C SPACE RESEARCH (passive) 5.138 5.341
122.25-123	FIXED INTER-SATELLITE MOBILE 5.558 Amateur 5.138
130-134	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (active) 5.562E FIXED INTER-SATELLITE MOBILE 5.558 RADIO ASTRONOMY 5.149 5.562A

167-174.5	FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) INTER-SATELLITE MOBILE 5.558 5.149 5.562D
174.5-174.8	FIXED INTER-SATELLITE MOBILE 5.558
174.8-182	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) INTER-SATELLITE 5.562H SPACE RESEARCH (passive)
185-190	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) INTER-SATELLITE 5.562H SPACE RESEARCH (passive)
191.8-200	FIXED INTER-SATELLITE MOBILE 5.558 MOBILE-SATELLITE RADIONAVIGATION RADIONAVIGATION-SATELLITE 5.149 5.341 5.554

〈표 2〉 "우주대우주" 방향 표시된 위성업무 주파수 예시

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
2 010-2 025 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B 5.388	2 010-2 025 FIXED MOBILE MOBILE-SATELLITE(Earth-to-space) 5.388 5.389C 5.389E	2 010-2 025 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B 5.388
2 025-2 110	SPACE OPERATION (Earth-to-space) (space-to-space) EARTH EXPLORATION-SATELLITE (Earth-to-space) (space-to-space) FIXED MOBILE 5.391 SPACE RESEARCH (Earth-to-space) (space-to-space) 5.392	
2 110-2 120	FIXED MOBILE 5.388A 5.388B SPACE RESEARCH (deep space) (Earth-to-space) 5.388	
2 120-2 160 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B 5.388	2 120-2 160 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B Mobile-satellite (space-to-Earth) 5.388	2 120-2 160 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B 5.388
2 160-2 170 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B 5.388	2 160-2 170 FIXED MOBILE MOBILE-SATELLITE(space-to-Earth) 5.388 5.389C 5.389E	2 160-2 170 FIXED MOBILE 5.388A 5.388B 5.388

5.543 The band 29.95-30 GHz may be used for space-to-space links in the Earth exploration-satellite service for telemetry, tracking, and control purposes, on a secondary basis.

〈그림 4〉 전파규칙 제5조 상의 우주대우주 방향 주파수 이용 관련 각주 예시

5.543

The Board concluded that this provision is an additional allocation to the Earth exploration-satellite service for inter-satellite links. The use of the words "telemetry, tracking, and control purposes" leads the Board to understand that the use is limited to space operation.

〈그림 5〉 위성간 회선 관련 절차 규칙 예시

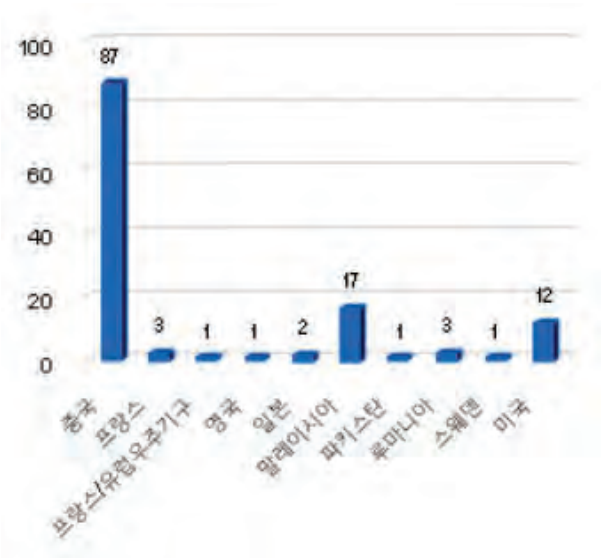
4. 위성간 회선 주파수 국제 등록 현황

위성간 회선 주파수를 이용하기 위해서는 해당 위성망에 대한 국제등록이 선행되어야 한다. 국제등록 자료는 전파규칙 부록 4에 명시되어 있으며, 위성간 회선을 이용할 수 있는 우주국의 무선국 분류는 기본적으로 "ES"이고, 이외에도 "EN, EH, EW, EC" 등도 우주대우주 회선에 사용될 수 있다.

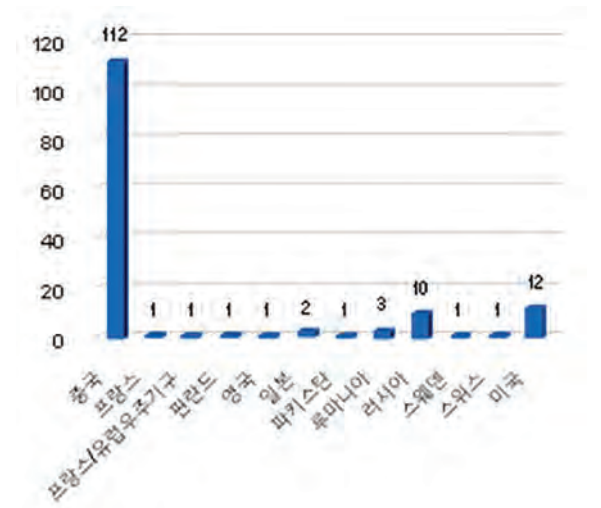
우주연구업무 등 과학업무를 제외하고 통신용으로 국한하여 국제등록 현황을 분석하였다. 위성간업무(ES)

〈표 3〉 우주국의 무선국 분류

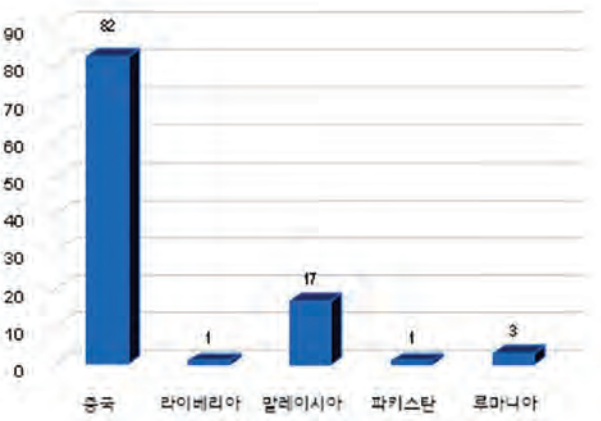
Symbol	Space Station Class of Station
E1	Space research (active sensor) space station
E2	Space research (passive sensor) space station
E3	Space station in the Earth exploration-satellite service (active sensor)
E4	Space station in the Earth exploration-satellite (passive sensor)
E5	Space station in the aeronautical mobile-satellite (R) service
E6	Space station in the aeronautical mobile-satellite (OR) service
EA	Space station in the amateur-satellite service
EB	Space station in the broadcasting-satellite service (sound broadcasting)
EC	Space station in the fixed-satellite service
ED	Space telecommand space station
EE	Space station in the standard frequency-satellite service
EF	Space station in the radiodetermination-satellite service
EG	Space station in the maritime mobile-satellite service
EH	Space research space station
EI	Space station in the mobile-satellite service
EJ	Space station in the aeronautical mobile-satellite service
EK	Space tracking space station
EM	Space station in the meteorological-satellite service
EN	Space station in the radionavigation-satellite service
EO	Space station in the aeronautical radionavigation-satellite service
EQ	Space station in the maritime radionavigation-satellite service
ER	Space telemetering space station
ES	Station in the inter-satellite service
ET	Space station in the space operation service
EU	Space station in the land mobile-satellite service
EV	Space station in the broadcasting-satellite service (television)
EW	Space station in the earth exploration-satellite service
EY	Space station in the time signal-satellite service



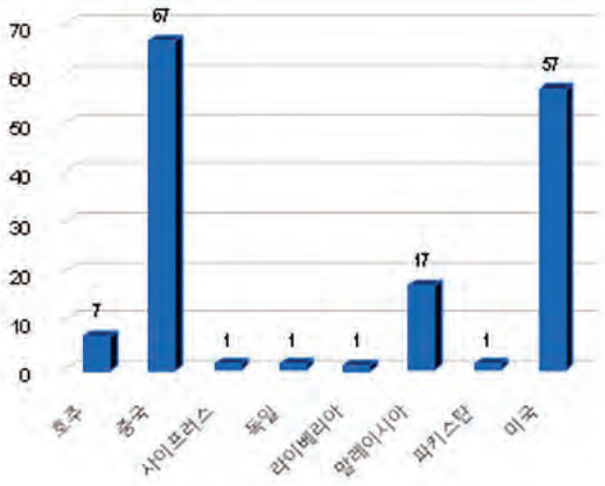
〈그림 6〉 22 GHz 대역 위성간업무 위성망 국제등록 현황



〈그림 7〉 24 GHz 대역 위성간업무 위성망 국제등록 현황



〈그림 8〉 32 GHz 대역 위성간업무 위성망 국제등록 현황



〈그림 9〉 54 GHz 대역 위성간업무 위성망 국제등록 현황

및 고정위성업무(EC)에 대하여 조사하였으나 고정위성업무(EC)로 위성간회선을 포함한 국제등록 위성망은 없는 것으로 파악되었다. 따라서, 〈그림 6 ~ 9〉는 각각 22 GHz, 24 GHz, 32 GHz 및 54 GHz 대역에서 위성간업무(ES)로 국제등록한 위성망 현황을 ITU 데이터베이스로부터 조사 분석한 것이다[5]. 현재 국제등록 신청된 위성망만 파악한 것이고, 실제로 해당 주파수 할당의 운용개시 여부는 특정 관심 위성망의 정보를 세부적으로 조사해야 파악될 수 있다.

5. 무선 및 광학 위성간 회선 비교

최근 광통신은 기존의 무선(RF) 시스템을 대신하여 위성간 회선에 매우 매력적으로 각광받고 이용되고 있다. 무선 회선과 광통신 회선 간의 현황을 비교하면 다음과 같다.

광학 기술은 높은 데이터 속도, 작은 안테나 크기, 좁은 빔 폭과 송수신 모두에서 매우 높은 안테나 이득 및 간섭 감소와 같이 무선 통신 회선보다 많은 잠재적 이점을 제공한다. 이로 인해 낮은 송신기 전력(레이저)을 사용하여 낮은 중량, 저 전력의 단말의 이용을 가능하게 할 수 있지만 빔 폭이 위성 고도 제어의 정밀도(일반적으로 1.75 또는 0.1 mad)보다 훨씬 작기 때문에 단점이 되기도 된다. 광통신 시스템의 또 다른 장점은 주파수 및 대역폭 사용

〈표 4〉 무선 위성간 회선과 광통신 위성간 회선 현황 비교

항목	무선 회선	광통신 회선
주요 주파수	22.55~23.55 GHz 24.45~24.75 GHz 32~33 GHz 54.25~58.2 GHz	0.8~0.9 m (AlGAas laser diode) 1.06 m (Nd:YAG laser) 0.532 m (Nd:YAG laser) 10.6 m (CO2 laser)
최대 데이터 속도	600 Mbps (FDM)	10 Gbps
출력 전력	• 23 GHz: 117~1,476W, 33~416W, 13~168W • 32 GHz: 61~763W, 17~215W, 7~87W • 60 GHz: 17~217W, 5~61W, 2~25W	• Laser (FD Nd:YAG): 4~55mW, 0.3~3.5mW, 0.02~0.22mW • Laser (GaAs): 11~136mW, 0.7~8.5mW, 0.04~0.5mW
안테나/광렌즈 크기(직경)	3, 4, 5 ft	6, 12, 24 inch
중량(kg)	• 23 GHz: 76~660, 35~220, 28~100 • 32 GHz: 48~350, 27~120, 24~55 60 GHz: 25~120, 20~50, 22~35	47~50, 68, 180
변조 및 다중접속방식	QPSK, QAM FDM	연속 광 반송파 강도 변조, 직접 감지 WDM – DWDM
안테나 이득	20 dBi (송/수신)	79 dBi (송신), 112 dBi(수신)
복잡도	낮음	높음
비용	데이터 속도 대비 높음	데이터 속도 대비 훨씬 낮음
규정 제한	국내/국제 규정 적용	현재 규제 없음
빔폭	넓음	좁음
잡음	대부분 증폭기에서의 열잡음	검출 시스템의 잡음에 기여하는 검출 광자 플럭스의 변동과 관련
간섭	RF 스펙트럼 상에서 반송파 근접에 의한 채널 내 및 채널 간 간섭	문제 없음

에 대한 규제 제한이 없기 때문에 규제가 적용되는 RF 스펙트럼과 달리 자유롭게 사용한다는 것이다.

6. 위성간 회선 이용 위성 현황

최근까지 편대 비행 개념을 적용하여 일부 기구 및 우주 기관들이 소형 위성 프로젝트를 계획하거나 발사한 사례들이 있다. 이러한 편대 비행을 위해서는 위성간 회선의 이용이 필요한데, 〈표 5〉는 이러한 다수 소형 위성들에 대한 현황을 정리한 것이다[6-12].

- GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment): 미국 NASA와 독일의 DLR의 공동 프로젝트로 지구 자기장의 변동을 정확하게 탐지하는 것이 목표이며, S 대역에서 상향, 하향 및 위성간 회선을 이용

PRISMA (Prototype Research Instruments and Space Mission technology Advancement): 스웨덴 SSC사가 편대 및 랑데부 기술을 시연하기 위해 개발되었고, S 대역에서 상향, 하향 회선을 UHF 대역에서 위성간 회선을 이용

- EDSN (Edison Demonstration of Smallsat Network): 사용 전자부품 기반의 나노 위성을 이용한 소형 위성 응용을 시연하기 위해 수행된 NASA의 첫 번째 프로젝트로 S 대역에서 상향, 하향 회선을 UHF 대역에서 위성간 회선을 이용
- QB-50: 유럽 연합의 지원 하에 벨기에 Von Karman Institute에서 수행된 프로젝트로서 하부 열구 내의 현장 측정과 대기 연구를 위한 다중 우주선의 궤도 내 시연이며, UHF/VHF 대역에서 상향, 하향 회선을 S 대역에서 위성간 회선을 이용

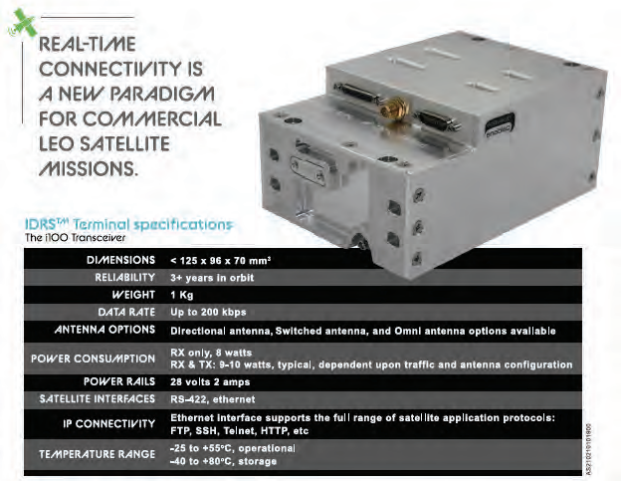
〈표 5〉 위성간 회선을 이용하는 소형 위성 프로젝트 사례

임무명	위성 수	위성중량 (kg)	위성간 회선 통신 방식	발사/계획 연도
GRACE	2	480	무선(S 대역)	2002
PRISMA	4	145, 50	무선(UHF 대역)	2010
EDSN	8	1.7	무선(UHF 대역)	2015
QB-50	50	2, 3	무선(S 대역)	2016
PROBA-3	2	320, 180	무선(S 대역)	2017
eLISA	3	미정	광통신(Laser)	2028
MAGNAS	28	210, 5	무선(UHF 대역)	미정

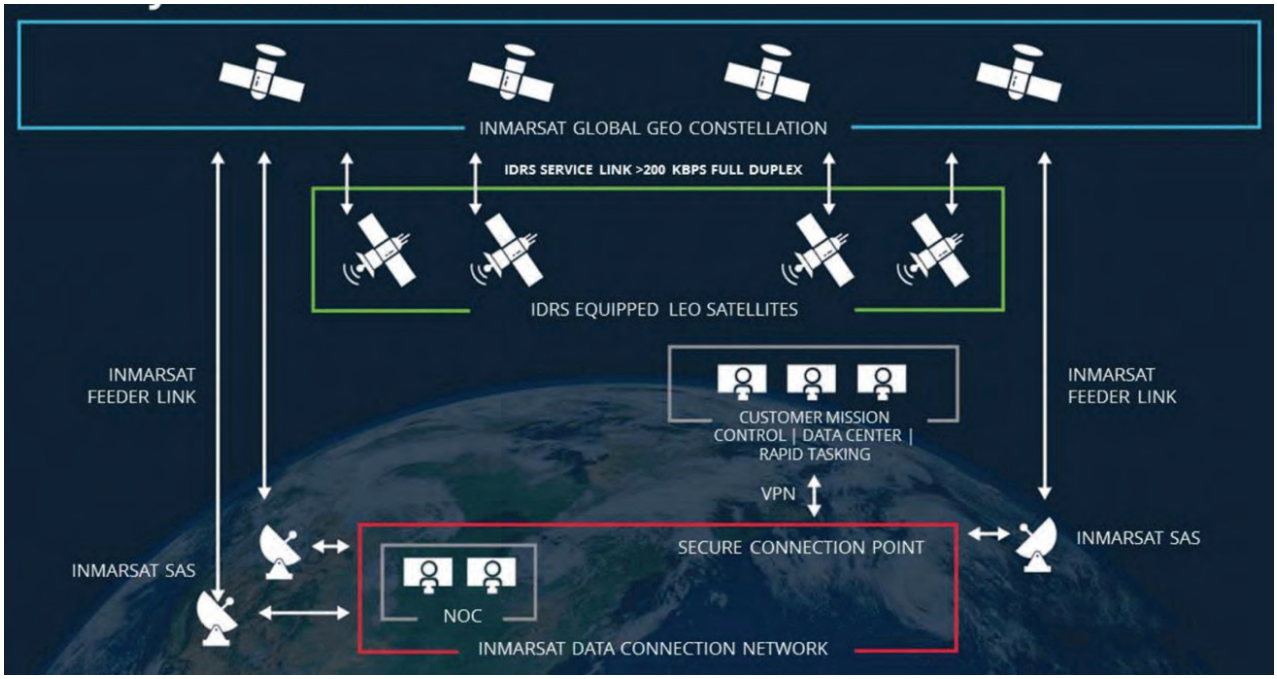
- PROBA-3 (Project for on-board autonomy - 3): 유럽 우주청 ESA가 다수의 우주선의 편대 비행에 필요한 기술들을 시연할 목적으로 수행된 프로젝트로서 S 대역에서 위성간 회선을 이용
- eLISA (Evolved Laser Interferometer Space Antenna): 유럽 우주청 ESA가 중력파를 감지하고 정확하게 측정하기 위해 설계된 프로젝트로서 모선과 지상과의 통신을 위해 X 대역을 이용하고, 위성간 회선은 광 통신을 이용
- MAGNAS (Magnetic Nano-Probe Swarm): 유럽 우주청 ESA의 SWARM 프로젝트를 확장한 것으로 지자기장을 통시 측정하기 위해 7개의 나노위성 군을 이용하고, 모선과 지상과의 통신을 위해 S 대역을, 나노 프로브와의 통신을 위해 UHF 대역을 이용

중국 위성항법사무소(CSNO)는 2년간의 베이두 위성간 회선 시험 완료를 발표했다. 지상의 사용자들에게 더 높은 정확도를 제공하는 것을 목표로 현재 글로벌 시스템의 3세대(BDS-3) 위성 29개를 포함했다. 중국은 자국의 항법위성인 BDS 위성을 지속적으로 추적하고 제어하기 위하여 ISL을 이용한 것으로 파악된다[13]. 관제센터에서 위성군의 한 위성으로 보낸 지시가 다른 모든 위성들로 전송된다. 2015년 3월부터 2016년 2월까지 발사된 위성에 최초로 탑재되었으며, 이는 항법위성의 신뢰성과 무결성을 향상시키기 위한 것으로, BDS-3 위성에 장착된 Ka 대역 ISL 안테나는 중궤도(MEO) 위성의 가시 범위를 확장시켰고, 궤도 결정 능력을 향상시킨 것으로 알려졌다.

싱가포르의 Addvalue는 다년간의 모바일 위성 통신 단말기 개발 경험을 바탕으로, 2012년부터 소형 저궤도(LEO) 위성에 배치하기에 적합한 단말기를 개발하기 시작했다. 목적은 LEO 위성 운영을 지원하기 위해 IDRS™(Inter-Satellite Data Relay System) 서비스로 알려진 저지연, 저비용의 주문형 데이터 통신을 제공하는 것이다[14]. 2015년 12월 싱가포르 난양공대(NTU Singapore)의 지원을 받아, VELOX-II 저궤도 위성(13 kg, 6-unit)에 위성간 데이터 중계 시스템(IDRS™)의 핵심 부품인 우주 인증 데이터 중계 단말기를 탑재하여 성공적으로 발사되었다. VELOX-II에 탑재된 IDRS™ 터미널은 LEO 위성 운영을 위한 대용량 양방향 IP 기반 데이터 서비스를 제공하며, Inmarsat-4 정지궤도 위성을



〈그림 10〉 IDRS 단말



〈그림 11〉 IDRS 단말이 탑재된 LEO 위성과 Inmarsat GEO 위성간 통신

통해 위성을 지상에 연결하여 주문형 영구적 회선의 제공을 가능하게 하였다. Addvalue IDRS™ 단말은 나노 위성에 이르기까지 모든 크기의 LEO 위성에 탑재 가능하도록 제작되었다.

2017년 8월 11일, Addvalue와 Inmarsat은 LEO 위성 운영을 지원하는 세계 최초의 상용 주문형 통신 서비스인 IDRS 서비스를 개시하기 위한 마스터 서비스 계약을 체결했다. Addvalue는 LEO 위성에 탑재될 IDRS 비행 하드웨어를 제공하고 LEO 위성 운영자에게 IDRS 이용 시간을 배분하는 역할을 한다.

2019년 미국의 지구관측위성 분야 카펠라 스페이스는 Inmarsat의 글로벌 L-대역 위성망을 통해 자사의 위성 간 데이터 중계 시스템을 사용하기 위해 Addvalue 사와 협약을 체결했다. Inmarsat 네트워크는 위성 상/하향 회선 서비스를 제공하며, 이를 통해 카펠라는 전 세계 어느 위치에서나 자신의 군집에 속해 있는 모든 위성과 실시간으로 작업을 수행할 수 있다. 카펠라 스페이스는 Addvalue와의 협약을 통해 실시간 업무처리 능력을 갖춘 유일한 합성개구면레이더(SAR) 업체로서 상당한 시장 주도권을 쥐게 되었다. Addvalue의 IDRS는 카펠라 스페이스의 36개 SAR 마이크로 위성을 Inmarsat의 글로벌 L-대역 네트워크와 지속적으로 접속시켜 양방향 IP 기반 연결을 가능하게 할 것이다.

7. 맺음말

최근 전 세계적으로 활용과 관심이 증가하고 있는 군집 위성시스템은 일반적으로 우주대지구 및 지구대우주 방향 회선과 우주대우주 즉 위성간 회선으로 구성될 수 있으며, 위성간 회선에 대한 기술은 위성 선진국인 미국을 포함해 전 세계적으로 아직 초기 단계이다. 위성간 회선은 저궤도 위성의 경우 저궤도 군집위성 시스템을 이용한 글로벌 서비스 구현을 위해 필수적이다.

이러한 상황을 고려하여 ITU에서는 2023년에 개최되는 세계전파통신회의(WRC, World Radiocommunication Conference) 의제 중 하나로 위성간 회선에 관한 이슈를 다루게 되며, 고정위성업무용으로 분배된 11.7-12.7 GHz, 18.1-18.6 GHz, 18.8-20.2 GHz 및 27.5-30 GHz 대역에서 위성간 회선 이용을 위해 관련 규정 개정을 검토할 예정이다. 현재 우리

나라는 기존 업무 무선국, 특히 28 GHz 대역의 지상업무 무선국의 보호의 관점에서 대응 중이므로, 적절한 보호 규정이 마련된다면 향후 상기 대역의 위성간 회선 이용도 가능해 질 것으로 전망된다.

사사

본고는 2023년도 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

[2021-0-00719, 비정지궤도 위성망 주파수 간섭평가/공유기술 개발]

참고문헌

[1] Leandra Bernstein, "Inter-Satellite Links Are Making Space Networks a Reality", Kratosdefense.com, 2022

[2] Rob Pegoraro, "Why Elon Musk's Starlink satellites are beaming data by laser", FastCompay.com, 2021

[3] www.itu.int

[4] Radio Regulations, ITU, 2020

[5] Space Network Systems Online, ITU

[6] www.jpl.nasa.gov/missions/gravity-recovery-and-climate-experiment-grace

[7] www.eoportal.org/satellite-missions/prisma-prototype#spacecraft

[8] www.nasa.gov/centers/ames/engineering/projects/edsn

[9] cordis.europa.eu/project/id/284427

[10] www.eoportal.org/satellite-missions/proba-3#proba-3-project-for-on-board-autonomy-3

[11] S. Sanker, J. Livas, "Testing and characterization of a prototype telescope for the evolved Laser Interferometer Space Antenna (eLISA)", SPIE, 2016

[12] H. Lubbrtdyrfiy, et al. "MAGNAS - Magnetic NanoProbe Swarm", Acta Astronautica, 2005

[13] Y. Yang, et al. "Inter-Satellite Link Enhanced Orbit Determination for BeiDou-3", Journal of Navigation, 2019

[14] www.addvaluetech.com

박종민

- 1991년 3월 충남대학교 전자공학과 학사
- 1993년 3월 충남대학교 전자공학과 석사
- 2010년 3년 충남대학교 전파공학과 박사
- 1993년 ~ 2000년 국방과학연구소 선임연구원
- 2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원/전문위원
- 2000년 ~ 현재 한국ITU연구위원회 및 한국WRC준비단 지상/위성/과학업무 연구 위원
- 2001년 ~ 현재 ITU-R SG 4, SG 5, SG 7, CPM, WRC, APG 등 Korean Delegation
- 2020년 ~ 현재 한국WRC준비단 위성규정연구반 반장

〈관심 분야〉
HAPS, 방송위성, 통신위성, 과학위성, 주파수 공유, 궤도/주파수 확보 등

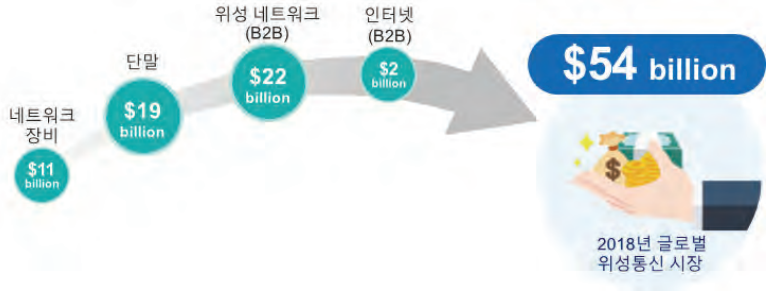
3GPP 비지상 네트워크 물리계층 표준화 동향

김중빈
ETRI

유준규
ETRI

Ⅰ. 서 론

최근 민간업체가 주도하는 우주 발사체 및 통신위성제조 관련 기술의 비약적 발전은, 위성통산사업의 시장성 및 경쟁력을 획기적으로 향상시켰다 [1]. 이에 SpaceX, Telesat, Oneweb, Amazon 등을 필두로, 저궤도 위성망을 통한 글로벌 인터넷 서비스 시장의 주도권 경쟁이 펼쳐지고 있다. 모건 스탠리에 의하면 글로벌 위성통신 산업의 시장 규모는



(a) 2018년

(b) 2040년

〈그림 1〉 글로벌 위성통신 산업 전망 [2].

〈표 1〉 NTN의 성능 요구사항

Scenario	Experienced data rate (DL)	Experienced data rate (UL)	Area traffic Capacity (DL)	Area traffic Capacity (UL)	Overall user density	Activity factor	UE speed	UE type
Pedestrian	1 Mbit/s	100 kbit/s	1.5 Mbit/s/km²	150 kbit/s/km²	100/km²	1.5 %	Pedestrian	Handheld
Public safety	3.5 Mbit/s	3.5 Mbit/s	TBD	TBD	TBD	N/A	100 km/h	Handheld
Vehicular connectivity	50 Mbit/s	25 Mbit/s	TBD	TBD	TBD	50 %	Up to 250 km/h	Vehicle mounted
Airplanes connectivity	360 Mbit/s /plane	180 Mbit/s/ plane	TBD	TBD	TBD	N/A	Up to 1000 km/h	Airplane mounted
Stationary	50 Mbit/s	25 Mbit/s	TBD	TBD	TBD	N/A	Stationary	Building mounted
Narrowband IoT connectivity	2 kbit/s	10 kbit/s	8 kbit/s/km²	40 kbit/s/km²	400/km2	1 %	Up to 100 km/h	IoT

〈그림 1〉처럼 2018년 450억 달러에서 2040년 5840억 달러로 10배 이상 확대될 것으로 예상되고 있다 [2].

한편 3rd generation partnership project (3GPP) 에서는 5G NR 규격을 기반으로 3차원 유비쿼터스 서비스 지원하기 위한 표준화를 non-terrestrial network (NTN)의 이름으로 Rel-15부터 진행중에 있다. 3GPP NTN가 바라보는 서비스 시나리오 및 사용사례는

- 서비스가 제공되지 않거나 불안정한 지역의 모바일 광대역 서비스 제공
- 공공 안전 서비스 제공
- 해양, 항공기, 철도 통신 제공

과 같으며, 성능 요구사항은 〈표 1〉과 같이 정의되었다 [3]. 3GPP는 NTN의 첫 접속규격인 Rel-17 NR-NTN solution을 2022년 상반기에 발간하였으며, 이를 개선하기 위한 규격 작업을 2022년 5월부터 Rel-18에서 'NR NTN 개선'이라는 의제로 2023년 12월까지 진행할 예정이다. Rel-18의 NTN 규격은 두 번째 3GPP의 NTN 규격이자, 첫 번째 5G-Advanced 규격이다.

본 논문은 2023년 6월 현재까지 진행되고 있는 Rel-18 NTN의 표준화 동향을 물리계층 위주로 소개하고자 한다. 특히 휴대형 단말이 위성에 직접 접속하기 위한 '커버리지 확장' work item(WI)와 '네트워크에 의한 사용자 위치 검증' WI에 대한 표준화 동향을 위주로 살펴본다. 또한, NTN 주파수 관련 표준화 동향을 소개하고, 마지막으로 ITU-R의 IMT-2020 무선 인터페이스의 위성 구성 요소 (satellite component of the IMT-2020 radio interface IMT-2020-SAT 국제 표준과 연계된 3GPP의 NTN 표준화 동향을 소개한다. Rel-17까지의 표준화 동향은 [1]을 참고하기 바란다.

III. NTN Release 18 표준화 동향

Rel-18에서 진행할 NR 기반의 NTN 표준화 아이템 선정 작업은 2021년 6월 개최된 RAN Rel-18 workshop에서부터 논의되어, 2021년 12월 3GPP TSG RAN#94e 회의에서 work item description (WID)을 도출하였다 [4]. Rel-18 NTN 향상을 위해 도출된 4개의 WI 및 관련 그룹은 다음과 같다:

- 커버리지 증대 (RAN1, RAN2, RAN4)
- 10 GHz 이상의 주파수 대역에서의 NR-NTN 운용 (RAN4)
- 네트워크에 의한 사용자 위치 검증 (RAN, RAN1, RAN2, RAN3)
- NTN-terrestrial network (TN)간 및 NTN-NTN 간 이동성 및 서비스 지속성 향상 (RAN2, RAN3, RAN4).

해당 WI의 표준화를 위해 가정하고 있는 시나리오 및 가정은 다음과 같이 고려하였다:

- Transparent payload로 구성된 GSO와 NGSO (예, LEO, MEO)
- 지구 고정 추적 영역(tracking area)을 가정하며 지

〈표 2〉 PUCCH 성능 평가를 위한 가정 및 파라미터

Parameter	Value
PUCCH format	Format 1, 2bits UCI. Format 3, 11 bits UCI
Frequency hopping	w/ frequency hopping
BLER	- For PUCCH format 1: DTX to ACK probability: 1%. NACK to ACK probability: 0.1%. ACK missed detection probability: 1%. - For PUCCH format 3: BLER for Ack/Nack, SR: 1% BLER for CSI: 1%, optional for 10%.
Number of UE transmit chains	1
DMRS configuration	Number of DMRS symbols for PUCCH Format 3: Reported by companies
Repetitions	w/ repetition. The maximum number of repetitions is 8.
PUCCH duration	14 OS
Number of PRBs	1 PRB
Other parameters	Reported by companies

구 고정 및 지구 이동 셀

- FDD 모드
- Global navigation satellite system (GNSS) 지원 UE
- Frequency range 1 (FR1)은 지향성 안테나를 갖는 VSAT과 휴대형 단말 지원
- 10GHz 이상 주파수 대역은 지향성 안테나를 갖는 VSAT만을 지원.

Rel-18 NTN 표준의 핵심적인 특징은 상용 휴대용 단말이 위성과 직접 접속하는 서비스 시나리오인 direct connectivity 지원이며, 이는 '커버리지 증대' WI의 목표이다. '커버리지 증대' WI와 관련한 표준화 작업은 서비스 시나리오, 요구사항 및 연구 범위를 결정하기 위한 study item을 선행하였다. 또한 커버리지 개선이 필요한 물리채널을 식별하기 위한 평가 작업을 수행하였다. 이러한 study item의 결과물을 바탕으로, 현재 일부 채널에 대한 커버리지 향상 기술에 대한 표준화를 진행하고 있다.

한편, Rel-18 NTN에서는 indirect connectivity 시나리오를 지원하기 위한 표준화도 진행하고 있다. 이를 위해 10 GHz 이상 주파수 대역에서 고정형 또는 이동형 VSAT 단말 엑세스를 지원하기 위한 NR-NTN 운용하기 위한 표준화를 진행중에 있다.

'NTN-TN간 및 NTN-NTN간 이동성 및 서비스 지속성 향상'과 관련한 표준화 작업은, 기존 NR TN 기술과 Rel-17 NTN 규격을 시작점으로 하여, NTN-TN 간 이동성 지원을 목표로 하고 있다. 이를 위해 NTN-TN 및 NTN-NTN 간 측정 개선 및 이동성을 향상하기 위한 표준화를 진행하고 있다.

'네트워크에 의한 사용자 위치 검증'과 관련한 표준화 작업은, 사용 사례, 요구사항 및 연구 범위를 결정하기 위한 study item을 선행하였으며, UE가 보고한 위치 정보를 네트워크가 검증하기 위한 방법, 절차 및 시그널링에 대한 표준화 작업이 진행되고 있다. 본 장에서는 물리계층과 밀접하게 연관된 '커버리지 증대'와 '네트워크에 의한 사용자 위치 검증' 표준화 동향에 대해 자세히 살펴본다.

1. 커버리지 확장

휴대형 단말의 위성으로의 직접 접속을 위한 개선을 목표로 하는 커버리지 확장 WI은, 송신파워가 200 mW인 power class 3 상용 휴대용 단말이 위성과 직접 접속하는 direct connectivity 서비스 시나리오에서, 개선이 필요한 물리채널을 식별하고 해결책을 도출하는 내용을 담고 있다.

RAN1#109e ~ RAN1#110 회의에서는 개선이 필요한 물리채널 식별을 위한 성능 평가를 study item (SI)으

로 수행하였다. RAN1#109e 회의에서는 해당 주제의 목표 서비스 시나리오, 성능 평가를 수행할 물리 채널 결정, 시뮬레이션을 위한 파라미터 및 가정에 대한 논의를 수행하였다. 그 결과, 목표 서비스 시나리오는 4.75 kbps의 전송속도를 갖는 voice over internet protocol(VoIP)를 LEO 환경에서 지원하는 것과, 3 kbps의 저속 데이터 서비스 지원으로 결정되었다. 성능 평가를 수행한 물리 채널 및 시그널은

- PUSCH for VoIP
- PUSCH for low data rate service
- PUCCH format 1 with 2 bits
- PUCCH format 3 with 11 bits
- PRACH format 0
- PRACH format 2
- PRACH format B4
- PUSCH Msg.3
- PUCCH for Msg.4 HARQ-ACK
- SSB
- PDSCH for VoIP
- PDSCH for low data rate service
- PDSCH Msg.2
- PDSCH Msg.4
- PDCCH
- Broadcast PDCCH (PDCCH of Msg.2)

로 결정되었다. 또한 시뮬레이션 파라미터 및 가정에는

- Target data rate
- Evaluation methodology/performance metrics
- Link budget calculation
- Satellite orbit
- UE characteristics (including antenna gain)
- Band / Bandwidth
- Parameter set
- Study cases
- Evaluation target channel/signal
- Link level assumptions (including Rel-17 CovEhn features)
- Other assumptions

의 내용이 논의되었다. 예를 들어 NR NTN의 PUCCH에 대한 성능 평가는 〈표 2〉의 파라미터를 사용하기로 결정되었다. 다른 물리 채널들과 관련된 가정 및 파라미터 값들은 [5]에 기술되었다.

커버리지 개선이 필요한 채널을 식별하기 위한 성능 평가 절차는

- 1단계: TR 38.821의 절차에 따라 CNR 계산
- 2단계: link level simulation (LLS)을 통해 물리 채널별 요구 SNR 값 도출
- 3간계: 도출된 CNR 및 요구 SNR 비교

와 같이 진행하는 것으로 결정되었다.

RAN1#109e에서 결정된 성능평가 방법론을 이용하여 RAN1#110에서는 각 물리 채널의 성능 평가 결과를 수행하였으며, SI 결과를 토대로 RAN#97회의에서는 Rel-18 NTN에서 커버리지 향상을 위한 규격 작업을 수행할 물리채널을

- PUCCH for Msg4 HARQ-ACK
- DMRS bundling for PUSCH

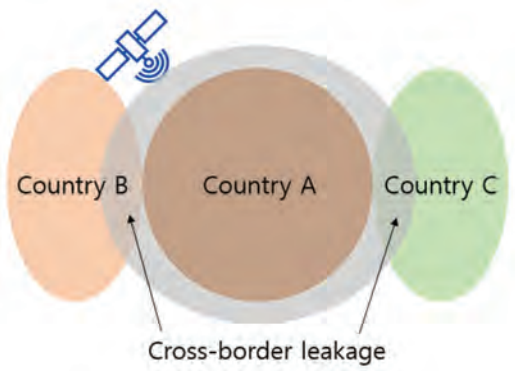
로 결정하였다. 또한, 목표 시나리오도 결정하여, 고도 1200km의 set-1 위성이 Line of sight (LOS)로 연결된 상황을 고려하며, 단말은 -5.5 dBi의 안테나 이득과 3dB 편파 손실을 갖는다고 결정하였다. 〈표 3〉은 Rel-18 NTN의 커버리지 확장 WI 관련 성능평가시 사용해야 할 파라미터를 요약하였다. 현재 Rel-18 NTN 표준에서는 위 두 채널의 커버리지를 향상시키기 위한 방법, 절차, 시그널링에 관한 표준화를 진행하고 있다.

2. 네트워크에 의한 사용자 위치 검증

네트워크에 의한 사용자 위치 검증 WI은, 규제(regulation) 요구사항을 충족하기 위하여, 사용자가 보고한 자신의 위치 정보가 올바른지 여부를 네트워크가 교차로 평가하는 메커니즘에 관한 내용이다. 본 WI에 대한 표준화 필요성(motivation)은 [6]-[7]에 자세히 기술되어 있다. TN과 비교하여 NTN은 매우 큰 반경을 갖는 셀을 운용한다. 이로 인해 국경지역에서는 그림 2처럼 하나의 셀이 다수의 나라에 걸쳐 형성될 수도 있으며, 국경지역에 위치한 사용자는 서빙 셀 정보가 충분하지 않

〈표 3〉 커버리지 성능 평가를 위한 파라미터

Case	Satellite orbit	Satellite parameter set	Elevation angle [degree]	Frequency [GHz]	UE antenna gain [dBi]	TX: EIRP [dBm]	RX: G/T [dB/T]	No. of PRBs	Bandwidth [MHz]	Free space path loss [dB]	Atmospheric loss [dB]	Shadow fading margin [dB]	Scintillation Loss [dB]	Polarization loss [dB]	Additional losses [dB]	CNR [dB]
3	LEO-1200	1	30	2.0	-5.5	18.0	1.1	1	0.18	164.5	0.1	3.0	2.2	3.0	0.0	-8.1
								2	0.36							-11.1
								3	0.54							-12.9
								4	0.72							-14.1
								6	1.08							-15.9



〈그림 2〉 국경 지역에서의 NTN 셀 분포 시나리오 [8].

을 경우 올바른 코어 네트워크를 결정하기 어려울 수 있다. 이 경우 public land mobile network (PLMN) 선택과 관련한 SA3-LI의 규정사항 중 하나인 '모든 솔루션은 UE가 물리적으로 위치한 국가에서 PLMN의 핵심 네트워크 사용을 강제하는 기능을 지원해야 한다'라는 의 요구사항을 만족하기 어렵다. 그 이유는 다음과 같다. 사용자가 GNSS 수신기를 갖추고 있는 Rel-17 NTN 에서는 PSMN 선택 절차를 'User equipment(UE)는 GNSS 정보로 자신이 위치한 국가를 결정하고 이 위치에 따라 PLMN을 선택'하도록 업데이트 하였다. 이 같은 접근은 UE가 이용할 수 있는 위치정보가 충분하지 않거나, 사용자가 악의적으로 자신이 지리적으로 위치한 PLMN가 아닌 상이한 PLMN을 선택하고자 하는 경우, 위의 규정사항을 안정적으로 만족하기 어렵다. 따라서 UE에 의해서가 아닌 네트워크에 의해서 사용자의 위치를 결정하고 검증해야 하는 필요성이 대두되었다.

해당 주제에 관한 WID와 표준화 스케줄에 따라 Rel-18 NTN 에서는 먼저 6개월의 study phase를 RAN level (RAN#95 – RAN#96)에서 진행하였고, RAN#96 회의에서 그 결과를 담은 TR 38.882 문서를 발간하였다.

RAN#96의 주요 결과는 해당 WI과 관련된 권장사항(recommendations)을 도출한 것이다. 권장사항의 주된 내용은 성능 요구사항, 사용 사례, 솔루션 도출을 위한 시나리오 및 가정이다. 성능 요구사항은 사용자 위치 검증은 사용자가 보고한 위치 정보와 독립적으로 네트워크 기반으로 수행되어야 하며, 5-10km의 정확도를 가져야 한다. 사용 사례는 긴급호출(emergency call), 합법적 도청, public warming, 요금 청구등을 포함한 모든 규제 서비스이다. 솔루션 도출을 위한 시나리오 및 가정은 다음과 같이 결정되었다:

- 단일 위성(또는 HAPS) 시나리오를 우선 순위로 간주
- 시간이 충분할 시 다중 위성(또는 HAPS)을 고려할 수 있음
- UE가 포지셔닝을 위해 네트워크에 연결되어 있다고 가정
- 기존 3GPP에서 정의한 RAT 종속 포지셔닝 방식을 솔루션 도출을 위한 기준점으로 고려
- 기존 NG-RAN 아키텍처 및 절차를 사용하는 솔루

션 고려.

RAN #96의 결과 및 권고사항을 바탕으로, RAN1#110 및 RAN1#111 회의에서는 후보 기술에 대한 기초적인 성능 평가를 수행하였다. 특히 multiple round-trip time (multi-RTT), downlink time difference of arrival (DL-TDOA), uplink time difference of arrival (UL-TDOA)에 의한 사용자 위치 판별의 정확도 및 소요 시간에 대한 성능을 평가한 후 그 결과를 RAN#98회의에 제출하였다. 이를 기반으로 RAN#98 회의에서는 관련 WI에 대한 WID을 최종 개정하였다. 개정된 WID의 내용은 '단일 위성 시나리오에 기초한 사용자 위치 검증을 위한 Multi-RTT 개선 작업을 우선적으로 수행하며, 추후 DL-TDOA 방법은 후순위로 고려'이다. 주요 참고 사항은 다음과 같다:

- Multi-RTT 개선은 RAT 기반의 포지셔닝 기법의 재사용을 가정
- 목표 정확도는 3GPP TR 38.882 권장 사항에 따른 10km 정확도 달성
- 다중 위성 시나리오는 후순위로 고려될 수 있음
- 규격 개선은 미러 이미지에 의한 모호성을 고려해야 함
- 네트워크에 의한 사용자 위치 검증은 선택적 UE 기능임 (optional UE feature).

단일 위성에 의한 multi-RTT 측정을 기반으로 한 사용자 위치 검증 기술의 개념은 다음과 같다. 그림 3처럼 위성에서 송신한 측위를 위한 참조 신호 송신 시점 $t_{DL,tx}$와 단말이 송신한 참조신호 SRS의 수신시점 $t_{UL,rx}$을 측정하면 위성에서의 송수신 시간 간격을

$$gNB_{Rx-Tx} = t_{UL,rx} - t_{DL,tx}$$

와 같이 도출할 수 있다. 단말은 위성으로 부터 수신한 PRS의 수신시점 $t_{DL,rx}$와 SRS의 송신 시점 $t_{UL,tx}$의 차이로부터 단말에서의 송수신 시간 간격을

$$UE_{Rx-Tx} = t_{UL,tx} - t_{DL,rx}$$

와 같이 측정할 수 있다. 네트워크는 보고된 gNB_{Rx-Tx} 및 UE_{Rx-Tx} 값으로부터 위성과 단말간의 RTT를 다음과 같이 도출할 수 있다.

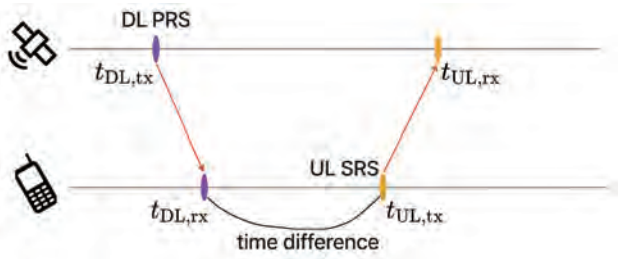
$$RTT = gNB_{Rx-Tx} - UE_{Rx-Tx}$$

이와 같이 RTT를 위성의 궤도상 여러 지점에서 측정하면 〈그림 4〉와 같이 삼각 측량법에 의해 교차점에서 사용자의 위치를 추정할 수 있다. 이때, 〈그림 4〉처럼 위성 궤도면을 기준으로 두 개의 교차점이 형성되는 미러 이미지 효과가 발생하며, 실제 사용자의 위치에 해당하는 하나의 교차점을 선택해야 한다.

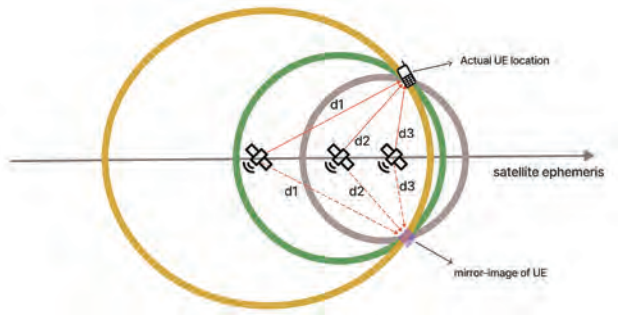
Multi-RTT 개선을 위해 논의되고 있는 주요 의제는 다음과 같다.

- UE 및 gNB 송-수신 시간 차이 측정 방법
- NTN에서 UE 및 gNB 송-수신 시간 차이 측정을 위한 기준점
- 단일 위성 multi-RTT 기반의 사용자 위치 결정에 필요한 정보 교환
- 궤도면 근처의 사용자의 정확도 개선 방법
- 미러 이미지 해결 방법.

gNB_{Rx-Tx} 및 UE_{Rx-Tx} 시간 차이 측정 방법은 현재 논



〈그림 3〉 RTT 측정 방법 [9].



〈그림 4〉 Multi-RTT에 의한 사용자 위치 식별 원리 및 미러 이미지 효과 [9].

의가 활발히 진행되고 있으며, 현재까지 압축된 3개의 방법 중 가장 지지를 많이 받는 방법을 〈그림 5〉에 나타내었다 [10]. 각 방법에 따라 계산되는 RTT는 다음과 같다.

Alt1: $RTT = (UE_{Rx-Tx}) + (\mathrm{gNB}_{\mathrm{Rx-Tx}})$

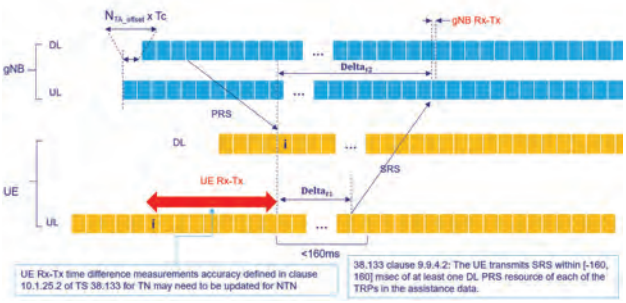
Alt2:

$RTT = (gNB_{PRS-SRS}) - (UE_{Rx-Tx}) + (gNB_{Rx-Tx})$

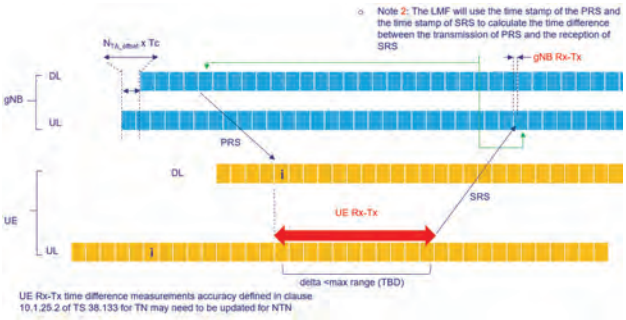
Alt1 및 Alt2에 의한 RTT 측정은 정확도 및 정보 교환 오버헤드에 대한 장단점 논의가 진행되고 있다.

〈그림 6〉은 궤도면 근처의 사용자의 정확도 저하 문제를 도식화 하였다. RTT 측정에는 항상 에러가 존재하기 때문에 사용자가 위성의 궤도면 근처에 위치할 경우 RTT의 교차 영역이 넓어져서 사용자 위치 추정 정확도가 떨어지게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 해법을 논의하고 있다.

3. 기타

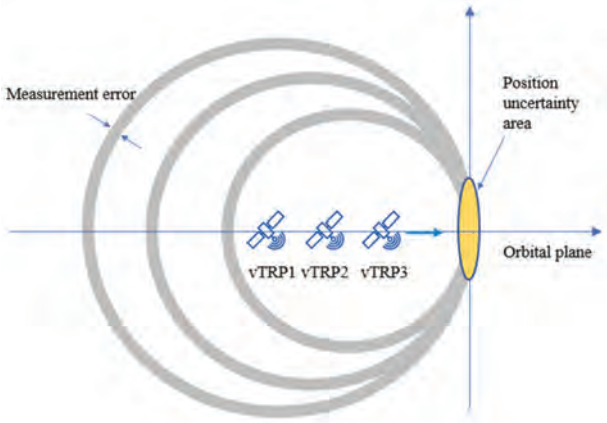


(a)



(b)

〈그림 5〉 gNB_{Rx-Tx} 및 UE_{Rx-Tx} 시간 차이 측정 방법, a) Alt1, b) Alt2 [10].



〈그림 6〉 궤도면상의 UE의 위치 추정 정확도 저하 개념 [11].

NTN 주파수 대역과 관련한 표준 동향을 소개한다. 위성과 사용자 간의 서비스 링크에서의 주파수와 관련하여 표 4와 같이 S 대역에서 두 개의 채널이 결정되었다 [12]. 사용자가 위성으로 송신하는 동작을 UL로, 위성이 사용자에게 전송하는 동작을 DL로 정의하였다. 듀플렉스는 FDD를 사용한다.

또한, 22년 12월 개최된 RAN#98 회의에서는 L/S 대역에 대한 표준화가 새로운 WI로 승인되어 현재 관련 표준을 진행하고 있다 [13]. 표준화가 진행되고 있는 대역 및 대역폭은 〈표 5〉 및 〈표 6〉과 같다. 단말의 송신 파워 및 안테나 이득이 위성보다 작아서 UL는 주파수 특성이 좋은 L 대역을 사용하는 것을 특징으로 한다.

한편, ITU-R WP4B에서는 IMT-2020-SAT의 후보 무선 인터페이스 기술(radio interface technologies

〈표 5〉 L/S 주파수 후보 대역

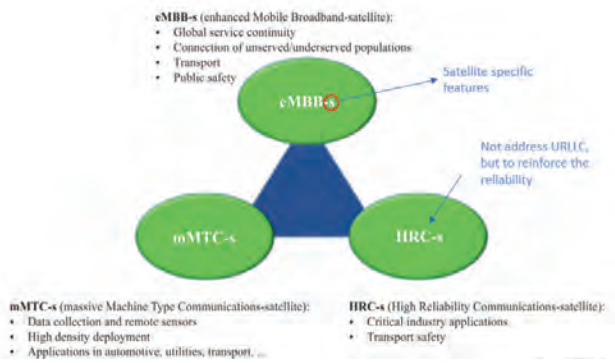
Uplink (UL) UE transmit $F_{UL,low}$ – $F_{UL,high}$	Downlink (DL) UE receive $F_{DL,low}$ – $F_{DL,high}$	Duplex mode
1610 - 1626.5 MHz	2483.5 - 2500MHz	FDD

〈표 6〉 L/S 주파수 대역의 대역폭

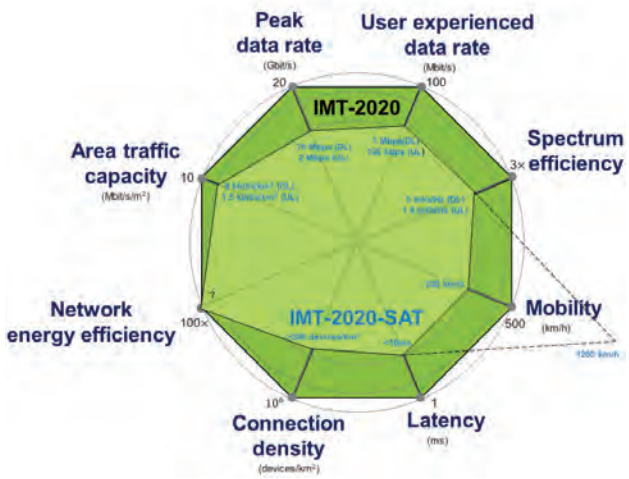
SCS (kHz)	Channel bandwidth (MHz)		
15	5	10	15
30		10	15
60		10	15

〈표 7〉 NTN 주파수 대역 표준화 현황

NTN satellite operating band	Uplink (UL) operating band UE transmit $F_{UL,low}$ – $F_{UL,high}$	Downlink (DL) operating band UE receive $F_{DL,low}$ – $F_{DL,high}$	Duplex mode
n256	1980MHz – 2010 MHz	2170 MHz – 2200 MHz	FDD
n255	1626.5 MHz – 1660.5 MHz	1525 MHz – 1559 MHz	FDD



〈그림 7〉 IMT-2020-SAT의 서비스 시나리오 및 사용 사례 [14].



〈그림 8〉 IMT-2020 및 IMT-2020-SAT KPI 비교.

(RITs))의 접수를 23년 12월까지 진행하고 있다. TN의 IMT-2020에 대응하는 IMT-2020-SAT의 서비스 시나리오 및 사용 사례는 [14]에 〈그림 7〉과 같이 기술되어 있다.

IMT-2020-SAT의 성능 요구사항 및 성능 평가를 위한 가정 및 파라미터 또한 [14]에 제시되었다. 그림 8은 IMT-2020 성능 지표에 대응하는 IMT-2020-SAT의 key performance indicator (KPI)를 도식화 하였다. 3GPP는 ITU-R의 IMT-2020-SAT 표준화 일정에 맞추어, Rel-17 NTN 규격을 IMT-2020-SAT의 후보 RIT로 제출하기 위하여, RAN1 그룹에서 성능 평가를 진행하고 있다. 23년 12월 ITU-R 제출을 최종 목표로 하고 있으며, 23년 5월에 진행된 RAN1#113 회의에서는 성능 평가를 위한 시뮬레이션 시나리오 및 파라미터에 대한 합의를 진행하였다 [15]. 시뮬레이션 시나리오 및 파라미터에 관한 상세 내용은 [16]에서 확인할 수 있다.

V. 결 론

지금까지 3GPP의 NTN관련 두 번째 RAN 규격이 될 Rel-18 NR-NTN 개선에 관한 표준화 동향을 물리계층을 위주로 살펴보았다. 3GPP는 NTN 규격의 최종 목표를 〈그림 8〉과 같이 TN과 NTN이 결합(integration) 단계를 거쳐 융합(unification)되는 3차원 유비쿼터스 네트워크 구현으로 두고 있다. 이를 위하여 기지국 탑제체 위성, TN-NTN 주파수 집성 및 듀얼 접속, 위성간 링크와 관련된 표준화가 활발히 진행될 것으로 예상된다.

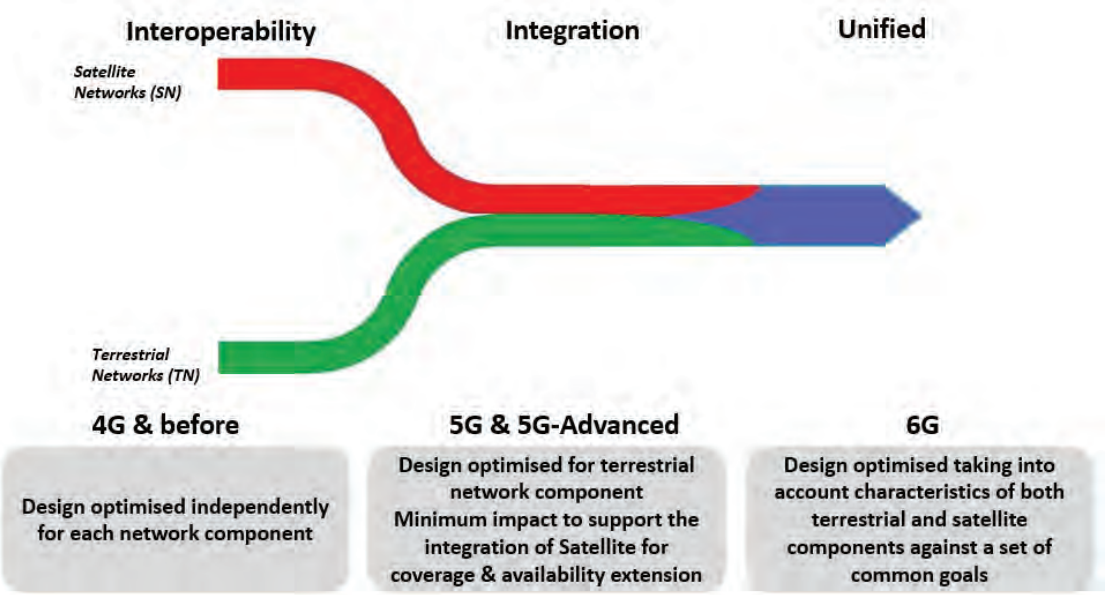
ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021-0-00847, 3차원 공간 위성통신 기술 개발).

참 고 문 헌

[1] 김중빈, 유준규, 오대협, "3GPP NTN 표준화 동향," 위성통신포럼 이슈리포트, Jan. 2022.

[2] Morgan Stanley, "Investment Implications of the Final Frontier,"



〈그림 9〉 3GPP NTN 비전 및 로드맵 [17]

Oct. 2017.

[3] 3GPP, TS 22.261, Service requirements for the 5G system.

[4] 3GPP, RP-220953, NR NTN enhancements, RAN#95e, Mar. 2022.

[5] 3GPP, Chair's notes RAN1#109e.

[6] 3GPP, Thales, RWS-210074 NTN in Rel-18.

[7] 3GPP, Thales, R1-2205827, Network verified UE location.

[8] 3GPP, TR 24.821, Study on PLMN selection for satellite access.

[9] 3GPP, ETRI, R1-2301052, Discussion on Network verified UE location for NR NTN.

[10] 3GPP, Thales, R1-2304610 Discussion on network verified UE location in NR NTN.

[11] 3GPP, R1-2302223, FL Summary #5 Network verified UE location for NR NTN.

[12] 3GPP, TS 38.101-5 v.18.0.0, NR; UE radio transmission and reception; Part 5: Satellite access RF and performance requirements (Release 18).

[13] 3GPP, RP-223485, New WID on Introduction of the satellite L-/S-band.

[14] ITU-R Report M.2514, Sep. 2022.

[15] 3GPP, RP-230736, Study on Self-Evaluation towards the 3GPP submission of a IMT-2020 Satellite Radio Interface Technology.

[16] 3GPP, R1-2306083, Feature lead summary #1 on evaluation methodology for IMT-2020 Satellite.

[17] 3GPP, Thales, RWS-210074 NTN in Rel-18.

김중빈

• 2010년 2월 한양대학교 박사
• 2010년 2월 ~ 2011년 12월 아주대학교 연구교수
• 2011년 3월 ~ 2013년 5월 Stanford University Postdoctoral Visiting Scholar
• 2013년 6월 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
• 2021년 3월 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 부교수

〈관심 분야〉
Satellite communications, 3D networks, global navigation satellite systems.

유준규

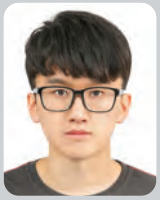
• 2014년 2월 충남대학교 공학박사
• 2001년 ~ 현재 한국전자통신연구원

〈관심 분야〉
Satellite broadcasting and communication systems, RF technology.

위성/공중/지상망 연계 3차원 공간 네트워크 핵심 기술 개발


김태윤
아주대학교


류재학
아주대학교


양준모
아주대학교


이병헌
고려대학교


김영훈
고려대학교


함동호
대구경북과학기술원


이동환
성균관대학교


문형주
연세대학교


전가겸
한경국립대학교


오주현
한양대학교


박용배
아주대학교


신원재
아주대학교

Ⅰ. 서 론

전 세계적인 우주 기술의 발전으로 민간 주도의 뉴 스페이스 우주산업이 주목받고 있다. 세계 위성산업 규모는 지속해서 성장하고 있으며 2018년 3,600억 달러에서 2040년 1.1조 달러 규모로 성장 전망이 예상되고, 특히 전체 위성산업 중 위성통신 분야가 차지하는 규모는 2018년 15%에서 2040년 53%까지 확대될 전망이다. 전 세계 위성 수는 2020년 약 2,700대에서 2022년 약 6,400대가 넘는 폭발적인 증가를 보였다[1]. ITU(국제전기통신연합, International Telecommunication Union) 6G 표준기술로 위성통신이 고려되고 있고[2], 3GPP(3rd Generation Partnership Project) NTN(Non-Terrestrial Network) 표준을 선점하기 위한 각국의 경쟁이 가속화되는 등, 6G 위성통신 상용화를 위한 세계적인 노력이 지속되고 있다. 빠르게 성장하고 있는 위성산업 속에서 국내 위성산업 매출은 20년 기준 약 3조 원으로 전 세계시장의 1% 수준이지만 정부의 민간 주도 우주산업 전략으로 내수시장을 중심으로 성장 중에 있다[3]. 차세대 이동통신기술 주도권을 확보하기 위해서는 국내 우주산업이 6G의 초공간, 초고속 이동체 지원을 위한 우주로의 네트워크 확장을 고려해야 하고, 실시간으로 변화하는 네트워크 환경 및 다양한 서비스에 동적이고 유기적인 대응이 가능한 공간 네트워크 요소기술 개발이 필요하다. 과학기술정보통신부에서 제시하는 6G KPI(Key Performance Indicator)를 만족하기 위해서는 고도 10km 이내의 초고속 이동체 (1000km/h)에게 Gbps급 서비스를 지원할 수 있도록 네트워크 요소기술들을 개발해야 하며[4], 이는 기존의 5G 이동통신기술의 한계를 극복할 수 있는 3차원 공간 6G 네트워크(위성망/공중망/지상망)의 새로운 네트워크 개발이 필요할 것으로 예상된다. 새롭게 고려되는 3차원 공간 6G 네트워크는 네트워크 계층(Network layer, NET layer), 매체 접근 제어 계층(Medium Access Control layer, MAC layer),


고영채
고려대학교


유희정
고려대학교


곽정호
대구경북과학기술원

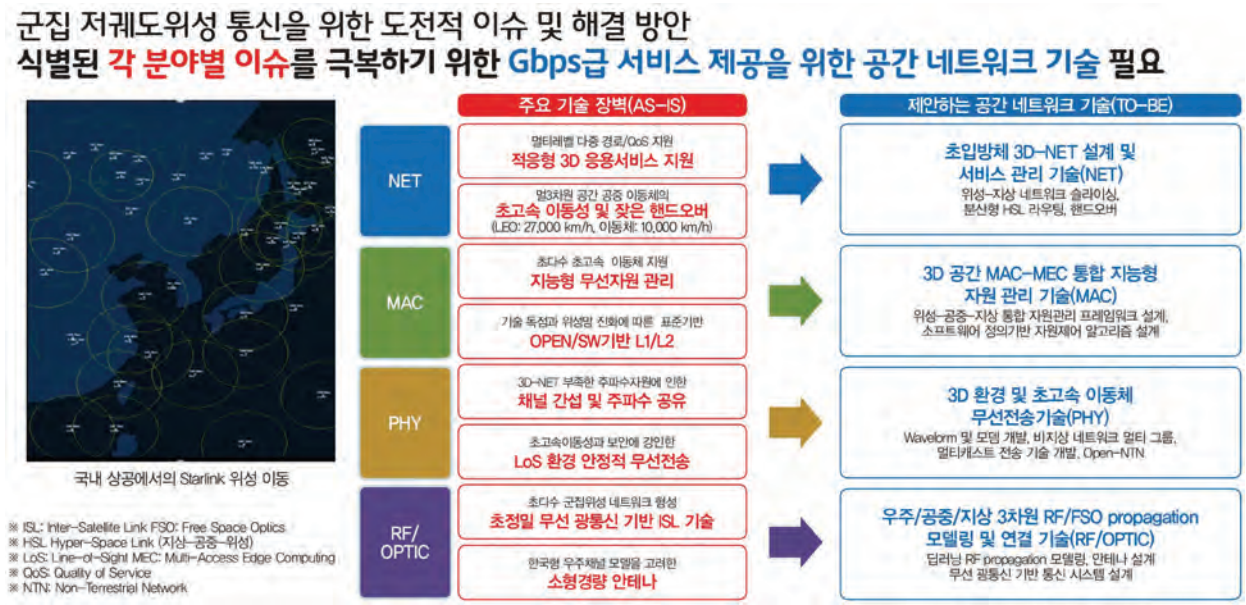

황금철
성균관대학교


채찬병
연세대학교


이호원
한경국립대학교


조성현
한양대학교


김재현
아주대학교



〈그림 1〉 계층별 주요 기술 장벽과 그에 따른 제안 기술

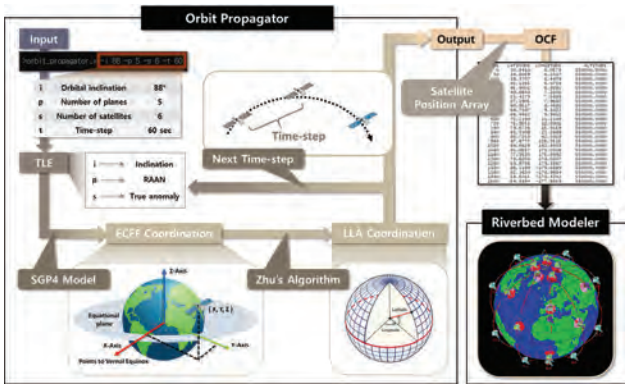
물리 계층(Physical layer, PHY layer), 무선 주파수 계층(Radio Frequency/Optics layer, RF/OPTIC layer)으로 구분하여, 계층별 KPI를 달성하기 위한 계층별 요소기술을 개발해야 한다.

〈그림 1〉은 계층별 현존하는 주요 기술적인 이슈와 그에 따른 제안 기술을 나타낸다. RF/OPTIC 계층의 이슈로는 한국형 우주 채널 모델을 고려한 소형 경량 안테나와 군집 위성간의 초정밀 무선 광통신 기술이 주요 문제점으로 파악되었고, 이를 3차원 딥러닝 RF propagation 모델링 및 안테나 설계 그리고 무선 광통신 기반 통신 시스템 설계를 통해 해결하고자 한다. PHY 계층에서는 3차원 공간 네트워크의 부족한 주파수 자원과 초고속 이동체의 안정적 무선전송이 주요 연구 주제이며, 이를 비지상 네트워크 멀티 그룹, 멀티 캐스트 전송 기술 개발 및 웨이브폼 및 모뎀 개발을 통한 3차원 공간 초고속 이동체 무선전송기술 개발을 통해 해결하고자 한다. MAC 계층에서는 Starlink, OneWeb 등 기업의 기술 독점과 진화하는 위성 기술에 대한 소프트웨어 기반 기술 개발 그리고 초다수의 초고속 이동체 지원을 위한 무선자원 관리가 주요 이슈로 파악되었고, 이를 해결하기 위해 3차원 공간 MAC – MEC(Mobile Edge Computing) 통합 지능형 자원관리 기술인 소프트웨어 정의기반 자원제어 알고리즘을 제안한다. 마지막으로 NET 계층에서는 초다수의 초고속 이동체 지원을 위한 적응형 무선자원과 잦은 핸드오버가 풀어야 할 문제로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위한 기술로 위성-지상 네트워크 슬라이싱 및 분산형 HSL(Hyper-Space Link) 라우팅 등의 초입방체 3D-NET 설계 및 서비스 관리 기술을 제안한다.

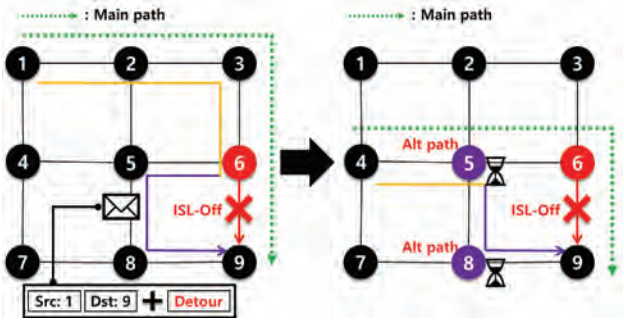
Ⅱ. 계층별 3차원 공간 6G 네트워크 주요 선행 연구

앞서 언급한 계층별 주요 제안 기술에 관한 선행 연구가 현재 진행 중이다.

1) NET 계층: NET 계층에서는 초공간 이동체 서비스 지원과 위성-지상 통합 네트워크의 서비스 유형 및 QoS(Quality of Service) 정의를 위해 우주-공중-지상 통합 네트워크(SAGIN, Space-Air-Ground Integrated Networks)[5]의 배경 조사 및 적용 방안 연구, 다중 궤도 위성 시스템 기반 네트워크 슬라이싱 기술 개발이라는 목표를 달성하기 위한 선행 연구, 그리고 3GPP NTN 기반 위성 간 핸드오버 성능 분석 시뮬레이터 개발을 위한 연구를 수행하고 있다. 다중 궤도 위성 시스템의 시뮬레이션을 위해 맞춤형 위성 궤도 생성 시뮬레이터를 개발하였



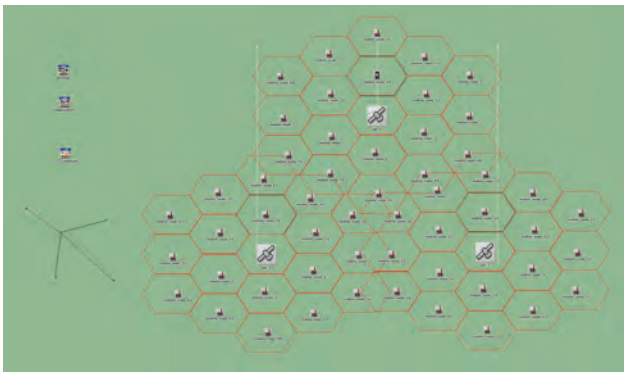
〈그림 2〉 맞춤형 위성 궤도 생성 시뮬레이터 순서도



〈그림 3〉 ISL 장애 상황을 고려한 분산 라우팅 기법

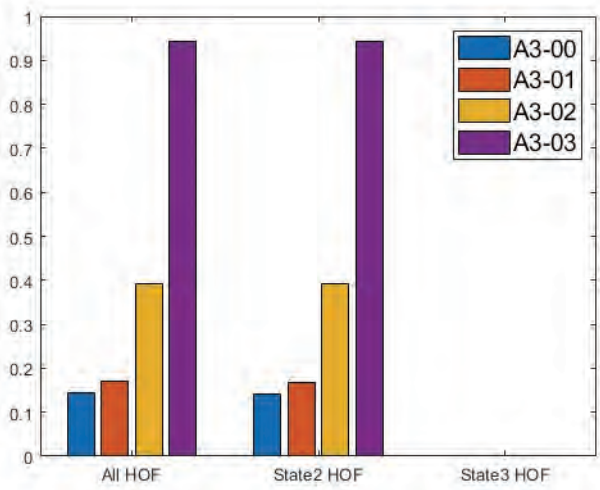
다. 〈그림 2〉는 맞춤형 위성 궤도 생성 시뮬레이터의 순서도이다. 시뮬레이터는 Riverbed Modeler 내에서 위성 성상도의 맞춤형 궤도를 생성할 수 있다. 시뮬레이터는 위성 궤도의 기울기, 궤도 평면의 수, 궤도 당 위성의 수와 같은 매개변수를 입력받아 궤도 파일을 생성한다. 생성된 궤도 파일은 Riverbed Modeler 위성 노드에 적용할 수 있어 위성의 초고속 이동성을 고려한 시뮬레이션을 가능하게 한다. 결과적으로 위성-지상 네트워크 환경의 고유한 특성과 요구 사항을 처리하도록 설계한 프로토콜의 검증을 할 수 있게 된다.

또한 ISL 장애에 대응하여 대체 경로로 우회하고 위성 네트워크의 제어 메시지 오버헤드를 최소화하는 분산 라우팅 알고리즘 연구가 진행 중에 있다. 〈그림 3〉은 ISL 장애 발생 시 추가적인 제어 메시지를 최소화하는 분산 라우팅 기법이다. 해당 기법은 링크 장애가 발생한 노드에서 패킷 필드에 우회 정보를 추가하여 대체 경로로 전송시킨다. 우회된 패킷을 전송받은 노드들은 일정 시간 동안 사전에 계산된 대체 경로를 통해 장애 링크 방향으로 전송되는 패킷들을 우회시킨다. 이러한 연구는 위성-지상 통합 네트워크의 발전과 다중 궤도 위성 시스템을 통한 네트워크 슬라이싱 기술의 구현에 기여한다. 맞춤형 궤도 생성 시뮬레이터는 지상 인프라와 통합된 여러 저궤도 위성으로 구성된 네트워크의 동작 및 성능을 시뮬레이션하고 분석할 수 있다. 분산 라우팅 기법 연구는 저궤도 위성의 고유한 문제와 특성 및 지상 노드와의 통합을 고려하여 라우팅 결정을 최적화할 수 있다[6], [7].



〈그림 4〉 Riverbed Modeler 시뮬레이터 시스템 구조

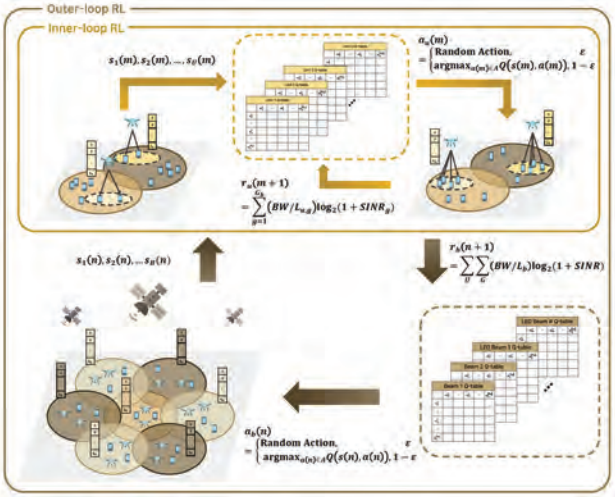
위성 간 핸드오버 성능 분석 시뮬레이터 개발을 위한 연구는 높은 이동성을 갖는 저궤도 위성의 빈번한 핸드오버를 극복하기 위해 새로운 핸드오버 기술 및 성능 평가를 위한 저궤도 위성 간 핸드오버 시뮬레이터를 구현하는데 목표를 두고 있다. 기존 핸드오버의 한계점을 극복하기 위해 비지상 네트워크 환경에서의 조건부 핸드오버 관련 성능을 분석하고 저궤도 위성의 이동성 극복을 위



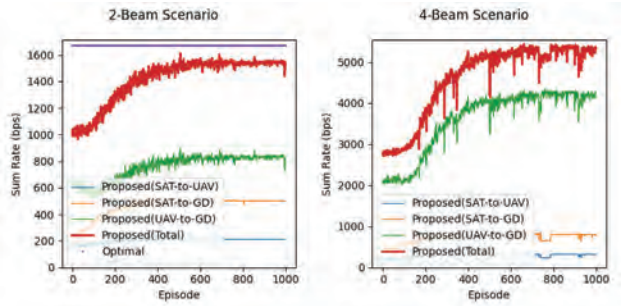
〈그림 5〉 조건부 핸드오버 실패율 결과〉

한 조건부 핸드오버 절차를 구현하는 연구를 진행 중이다[8]. 〈그림 4〉과 같이 Riverbed Modeler 기반 저궤도 위성으로 구성된 비지상 네트워크 구조에서의 conditional handover를 구현 중에 있으며, 셀룰러 기반 핸드오버 프로토콜을 반영 및 검증하는 과정에 있다. 저궤도 위성을 활용하여 셀룰러 기반 비지상망 조건부 핸드오버 기술을 적용한 시뮬레이션을 수행한 결과 〈그림 5〉와 같이 offset 값에 상관없이 대부분의 핸드오버 실패가 state 2에서 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 조건부 핸드오버는 target cell의 신호가 좋을 때 핸드오버를 하므로 state 3에서 핸드오버 실패가 거의 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 추후 지속적인 연구를 통해 저궤도 위성 비지상망의 안정적인 통신을 위한 핸드오버 기술을 완성할 계획이다.

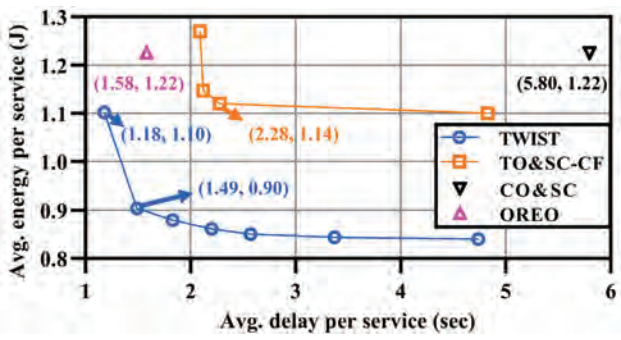
2) MAC 계층: 3차원 공간 MAC-MEC 최적 통합 자원 관리는 위성-공중-지상 통합 6G 네트워크에서 매우 중요한 요소 기술 중 하나이다. 6G에서는 위성-공중-지상 통합 네트워크 서비스를 제공하기 위해 5G 대비 다양하고 더 넓은 주파수 대역의 사용이 예상되며, 이에 따라 효율적이며 최적으로 주파수 자원을 사용하는 것이 필수적이다[9]-[13]. MAC 계층에서는 이 문제를 해결하기 위해 강화학습 기술과 통합 액세스 백홀 링크(Integrated Access and Backhaul, IAB) 기술을 활용하여 3차원 공간 6G 네트워크에서의 주파수 최적사용 및 효율화를 달성하고자 한다. 하지만, 위성-공중-지상 통합 네트워크에서 IAB를 적용하기 위해서는 매우 높은 복잡도를 가진 알고리즘의 적용이 필요하고, 다양한 전파 특성을 가진 링크들로 인해 심각한 간섭 문제 또한 발생하게 된다. 따라서, 이러한 상이한 전파 지연 특성 및 이종 링크간 간섭 문제를 고려한 계층적 강화학습 기반 동적 자원 할당 및 무인 항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 제어 알고리즘을 제안하였다. 〈그림 6〉에서와 같은 계층적 학습 프레임워크를 통해 학습된 다중 빔 저궤도 위성(Low Earth Orbit Satellites, LEO satellites) 및 UAV는 〈그림 7〉에서와 같은 동적 네트워크 환경 (2 beams-4 UAVs-50 GDs, 4 beams-8UAVs- 100 GDs) 에서도 최적보상 값으로 수렴하는 동시에 네트워크 전체 합 전송률을 최대화 하는 방향으로 학습이 진행되는 것을 확인할 수 있다. 또한, MAC 계층에서 위성 통신 시스템 위성 탑재 MEC 서버를 활용한 동적 서비스 캐싱과 오프로딩에 대한 연구를 진행 중이다. 위성 탑재 MEC 서버는 기존의 MEC 서버에 비해 컴퓨팅 및 스토리지 자원이 많이 부족하기 때문에 위성의 동적인 환경에 맞게 적절한 서비스



〈그림 6〉 계층적 강화학습 기반 동적 자원 할당 및 UAV 제어 프레임워크



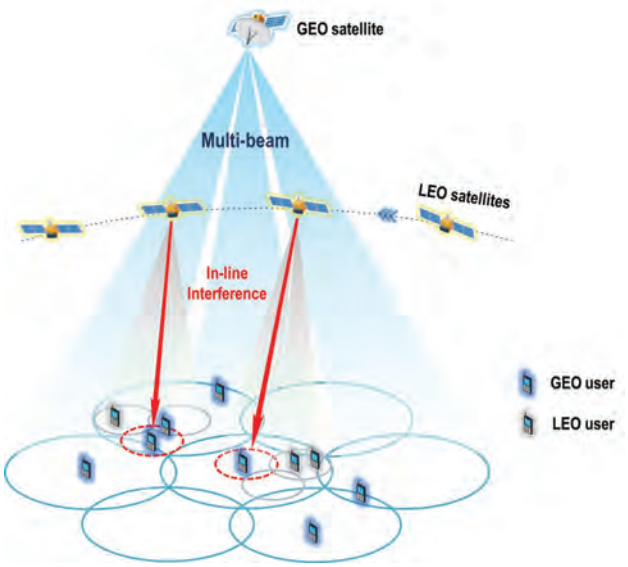
〈그림 7〉 에피소드에 따른 전체 네트워크 합 전송률 결과



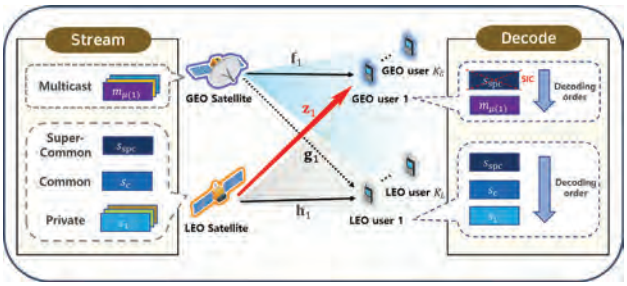
〈그림 8〉 지상망: 동적 서비스 캐싱 및 오프로딩

를 캐싱하는 것이 필수적이다. 위성의 위치, 네트워크 환경 그리고 위성의 컴퓨팅 능력을 고려한 동적 서비스 캐싱 및 오프로딩 연구를 통해 사용자들에게 더 나은 서비스 의 질을 제공할 수 있도록 한다. 이를 통해, 위성 네트워크의 부하를 줄이고 혼잡을 완화하여 위성 통신 시스템의 효율성을 높일 수 있으리라 예상한다. 이를 위한 사전 실험으로, 지상망에서의 동적 서비스 캐싱 및 오프로딩 시뮬레이션을 수행한 결과는 〈그림 8〉과 같다. 파란색 그래프가 제안하는 동적 서비스 캐싱 및 오프로딩 알고리즘(TWIST)이다. 다른 알고리즘들은 서비스 캐싱과 오프로딩을 각각 독립적으로 제어하거나, 모두 독립적으로 조절하는 알고리즘들이다. 그림에서 보이는 것처럼, 동적으로 서비스 캐싱과 오프로딩을 결정하는 TWIST 알고리즘이 적은 평균 지연을 보장하면서 서비스 별 에너지 소모가 가장 적은 것을 확인할 수 있다.

3) PHY 계층: PHY 계층에서는 3차원 공간 네트워크 구축을 위해서 대규모의 저궤도 위성을 운용할 때 기존 정지궤도 위성 네트워크와 주파수 자원을 공유하는 다계층 위성 네트워크에 대해 논의하고 있다. 지구 전역에 지속적인 통신 서비스를 제공하기 위해 군집 저궤도 위성을 운용하지만, 사용할 수 있는 주파수 자원은 제한되어 있다. 이러한 해결책 중 하나로 기존 정지궤도 위성 네트워크에서 사용하던 주파수 자원을 저궤도 위성 네트워크와 공유하는 방안이 제시되고 있다. ITU와 FCC (Federal Communications Commission)에서는 기존 정지궤도 위성 네트워크를 우선 보장하도록 요구하고 있으며, 이에 따라 저궤도 위성에서 간섭 관리 기법을 필수적으로 제시해야 한다[14]. 〈그림 9〉와 같이 정지궤도-저궤도 위성 네트워크에서 정지궤도 위성과 유저 사이를 저궤도 위성이 지나가는 상황이 발생할 수 있다. 이런 상황에서 저궤도 위성은 정지궤도 위성 유저에게 심각한 간섭을 일으킨다. 정지궤도 위성 네트워크 유저의 INR(Interference-to-Noise-Ratio)을 제한하여 정지궤도-저궤도 위성과 정지궤도 유저가 일직선 상에 위치하더라도 정지궤도 위성 네트워크를 보호하고 저궤도 위성의 성능을 보장하기 위해 Super-common 메시지를 도입한 전송률 분할 다중접속 기법(Rate-Splitting Mulitple Access, RSMA)을 설계한다. 또한, 저궤도 위성의 빠른 이동속도로 인해 송신기와 수신기 모두에서 불확실한 채널 상태 정보(Channel State Information, CSI)를 고려한 채널 모델링을 수행한다. Multi-beam multicast를 수행하는 정지궤도 위성 네트워크와 multi-beam unicast를 수행하는 저궤도 위성 네트워크가 Ka-band를 공유하는 다운링크 상황을 고려한다. 각 빔에 다수의 유저가 위치하며, 저궤도 유저가 요구하는 트래픽을 인지하여 요구한 트래픽과 실제 제공되는 트래픽을 확인하여 실질적인 전송률의 합이 최대가 되도록 한다. 그리고 〈그림 10〉과 같이 저궤도 위성에서 간섭 관리를 수행하기 위해 저궤도 위성의 메시지는 정지궤도-저궤도 유저 모두가 디코딩할 수 있는 super-common 메시지, 저궤도 유저 모두가 디코딩할 수 있는 common 메시지, 그리고 각 대응되는 저궤도 유저만 디코딩할 수 있는 private 메시지로 분할된다.

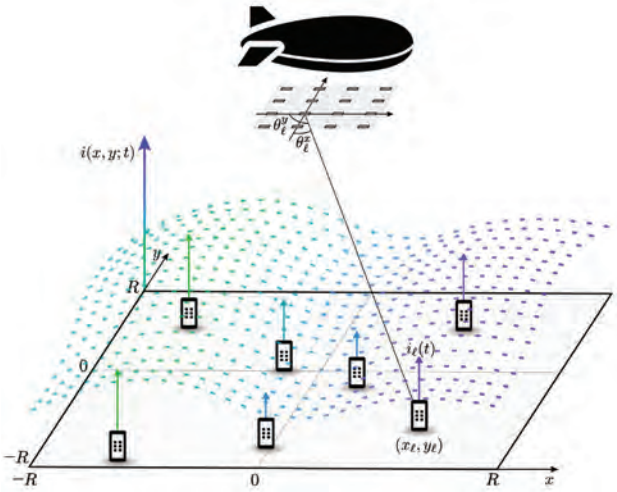


〈그림 9〉 다계층 위성 네트워크에서 간섭 시나리오

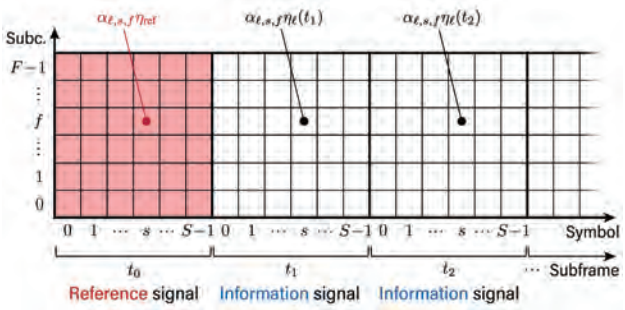


〈그림 10〉 다계층 위성 네트워크에서 RSMA 기법

이후 메시지는 각각 super-common stream, common stream, private stream으로 인코딩된다. 또한, 정지궤도 위성에서는 DVB-S2X에서 제시한 frame-based precoding를 통해 빔 내에 위치한 모든 정지궤도 유저가 디코딩할 수 있는 multicast 메시지를 보낸 뒤 multicast stream으로 인코딩된다[15]. 정지궤도 유저는 순차적 제거 기법(Successive Interference Cancellation, SIC)을 사용하여 super-common stream을 디코딩 후 제거하고, multicast stream을 디코딩한다. 저궤도 사용자는 순차적 제거 기법을 사용하여 super-common stream, common stream, private stream을 순서대로 디코딩한다. 이때, 유저가 요구하는 트래픽을 인지하여 전송률 합이 최대가 되도록 각 stream에 대한 프리코딩 벡터를 최적화한다. 이를 통해 정지궤도-저궤도 위성 네트워크에서 간섭 상황에 따라 유연하게 메시지를 분할하여 정지궤도-저궤도 위성 그리고 정지궤도 유저가 일직선에 위치하여 정지궤도 유저가 저궤도 위성으로부터 강한 간섭을 받더라도 정지궤도 위성 네트워크를 보호할 수 있고, 저궤도 위성 빔 간, 그리고 빔 내에서 발생하는 간섭을 관리할 수 있다. 또한, 각 저궤도 유저가 요구하는 트래픽을 인지하여 전송률을 보장할 수 있다. 또한 PHY 계층은 공간에 걸쳐 상관성을 가지는 정보를 수집하는 특정 시나리오에서 막대한 유저가 매우 짧은 시간 안에 동시에 접속하는 방법을 제안

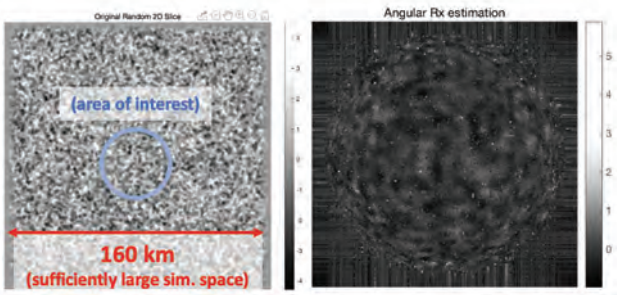


〈그림 11〉 다수의 유저에 의한 지상 정보 수집 및 HAPS로 구성된 비지상 네트워크 모델

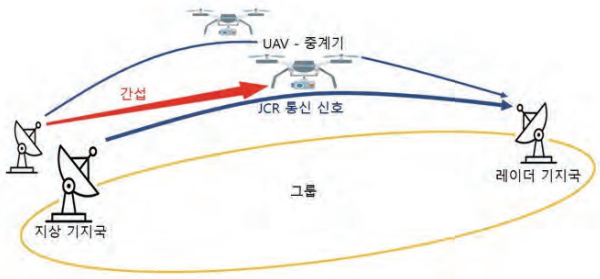


〈그림 12〉 사용자별 송신 자원 블록

한다 [16]. 본 연구는 기존 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network, WSN)의 P2P 통신 기반 정보 수집 방법과 위성을 통한 지상 정보의 원격 센싱(remote sensing)이 가지는 한계를 극복하고, 넓은 영역에 걸친 거대한 정보량을 낮은 지연 시간으로 수집하는 시스템을 제안한다. 〈그림 11〉은 크기의 지상 공간에 분산된 유저들과 수십 km 상공의 고고도 유사 위성(High Altitude Platform Station, HAPS)으로 구성된 시스템 모델을 나타낸다. 공간에 걸쳐 상관성을 보이는 데이터 에 대하여, 분산된 유저들은 각자의 위치에서 나타나는 정보를 수집한다. 각 유저는 수집한 정보를 로 인코딩하고 〈그림 12〉와 같이 resource block에 걸쳐 데이터를 각 부반송파에 싣는다. 이때, 각 resource element 별 신호의 계수는 유저의 위치에 따라 결정되며, 수신하는 HAPS가 주파수와 시간 축의 각 자원을 확장된 가상의 공간 차원으로 활용할 수 있도록 한다. 이를 통해, HAPS가 안테나 배열로 수신한 공간 주파수 차원의 신호를 역 푸리에 변환(Inverse Discrete Fourier Transform, IDFT) 했을 때, 이를 높은 해상도의 공간 차원 데이터로

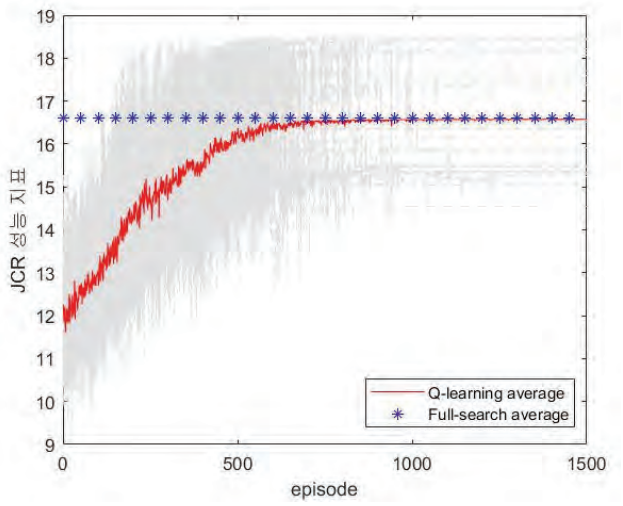


〈그림 13〉 공간상에 표현된 연속 데이터(좌) 및 정보 센싱, 신호 전송, 신호 처리 후 수집된 연속 데이터(우)

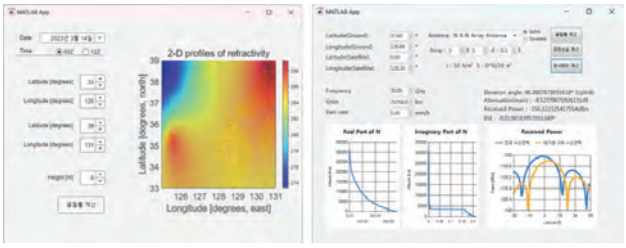


〈그림 14〉 다중 기지국, 다중 UAV 환경에서의 JCR 시스템

매핑할 수 있다. 현재 해당 시스템의 신호 모델 및 수식 기반의 이론적 성능 분석을 진행 중에 있으며, 향후 구체적인 연속 데이터의 측정, 전송, 및 수집 과정의 시뮬레이션을 진행할 예정이다. 넓은 공간에 걸쳐 상관성이 존재하고 빠른 시변 특성을 가지는 데이터의 예시로는 지상 기지국의 하향 링크 서비스로 인한 각 주파수 대역 내의 간섭 세기가 있다. Ray tracing 시뮬레이터를 이용하여 분산 유저들이 간섭 신호의 레벨을 측정하고, 이를 coordination하여 지상 또는 공중 기지국이 자원 할당에 사용할 수 있는 정보의 형태로 나타내는 과정을 보이고자 한다. 〈그림 13〉은 백색 잡음(White Noise)를 Gaussian 형태의 필터에 통과하여 상관성을 만들어낸 신호에 대한 데이터 처리 예시를 보여준다. 매우 많은 유저들이 왼쪽 그림의 데이터를 측정하고 송신했을 때, 오른쪽 그림과 같이 높은 해상도로 데이터 추정이 가능하다. 또한, PHY 계층은 최근에 통신과 레이더 센싱을 하나의 통합 신호와 플랫폼을 이용하여 수행하는 JCR(Joint Communication and Radar)를 고려하고 있다. 여기서, 레이더 송신기와 수신기가 서로 다른 Bi-Static 레이더 기능을 포함한 A2G(Air-to-Ground) 네트워크를 고려한다. 파일럿과 데이터로 구성된 통신 프레임을 기반으로 UAV 중계를 통하여 동적인 단말의 분포 및 트레픽 요구를 만족시키고자 한다. 이를 위해서 UAV를 위치와 송신 패킷의 파일럿과 데이터 구간의 전력을 제어하여, 기지국에서 UAV를 거쳐 단말까지 전송되는 하향링크 전송률을 최대화하고자 한다. 특히 UAV의 높이에 따라서 달라지는 UAV에서 지상 단말까지의 LOS(Line-of-Sight) 채널 확률을 고려하여 UAV 높이를 최적화하고, 다수의 단말의 분포를 고려하여 UAV의 수평적 위치를 최적화한다. 또한 파일럿은 레이더 성능과 데이터 복호를 위한 채널 추정 성능을 결정하기 때문에, 채널 추정을 고려한 전송률과 레이더 성능 관점에서 데이터와 파일럿 전력 사이에는 trade-off가 존재한다는 것을 알 수 있다. 하지만, 〈그림 14〉와 같이 다수의 기지국과 UAV를 고려한 다중 셀 환경에서는 위에서 언급한 최적화 문제는 수학적 접근으로 풀 수 없는 복잡한 문제가 된다. 따라서 이와 같은 어려움을 극복하기 위해서, 분산 강화학습 기반으로 세 개의 UAV의 위치와 송신 신호에서의 파일럿/데이터 송신 전력을 최적화하였다. 그리고 제안한 알고리즘을 이용한 JCR 시스템의 최적화를 진행한 결과를 〈그림 15〉에서 확인할 수 있다. 도심 환경에서 세 개의 지상 기지국과 UAV-중계기를 고려한 환경에서 full-search를 통하여 얻은 최적의 성능을 분산 Q-learning 알고리즘을 통하여 달성할 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 제안하는 분산 강화학습은 기존의 중앙 집중적 강화학습의



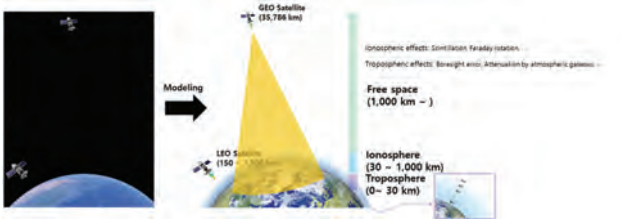
〈그림 15〉 세 개의 UAV-중계기와 지상 기지국을 고려한 도심 환경에서의 분산 Q-learning 및 full-search 방식의 성능 비교



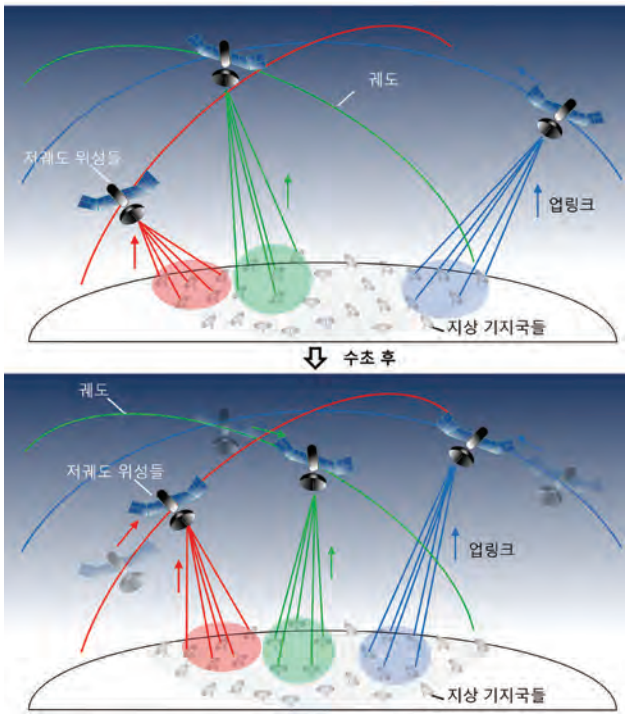
〈그림 16〉 굴절률 예측 시뮬레이터 작동 예시

단점(복잡도)을 보완할 수 있으며, 더 빠른 수렴성을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 더 복잡한 네트워크 환경에서도 제안하는 분산 강화학습을 통하여 JCR 시스템을 최적화할 수 있을 것이라 예상할 수 있다.

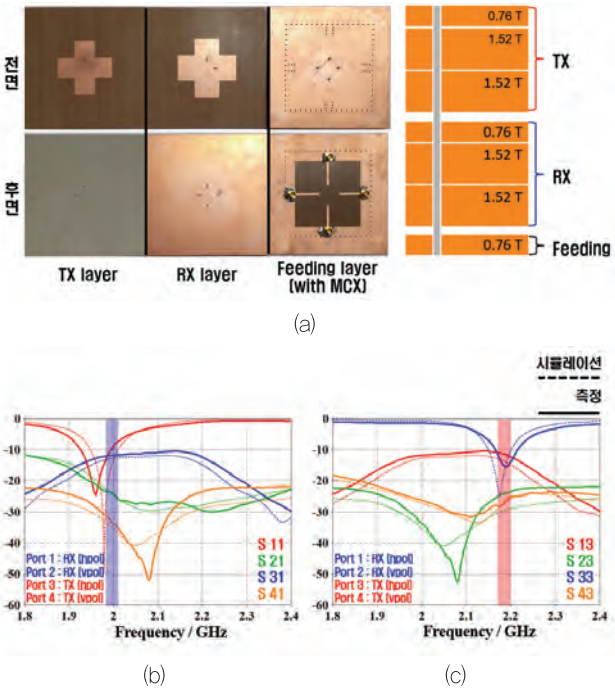
4) RF/OPTIC 계층: RF/OPTIC 계층에서는 위성-지상, 위성-위성 간의 전파 특성 예측에 필요한 우주 전파 환경 분석 및 모델링에 대한 연구가 진행되었다. 우선 〈그림 16〉과 같이 대기권을 통과하는 전자기파가 받는 영향에 대한 연구가 진행되었으며[17], [18], 대기권 내에서 안테나의 전파 특성 예측을 위해 과거의 특정 시점부터 현재의 특정 시점까지 수집된 고도에 따른 기상 관측 데이터와 딥러닝을 이용하여 현재 시점의 대류권 3차원 굴절률을 예측하기 위한 연구가 진행되었다[19], [20]. 이와 더불어 딥러닝 기반의 굴절률 예측 모델의 학습을 위한 학습데이터 생성에 관한 연구를 통하여 확보된 충분한 양의 학습데이터로 인하여 더욱 세밀한 굴절률 모델링이 가능해졌으며, 이를 기반으로 〈그림 17〉과 같이 원하는 해석 영역에서의 고도별 굴절률을 생성하는 기능을 수행하는 굴절률 예측 시뮬레이터가 개발되었다. 또한, RF/OPTIC 계층에서는 〈그림 18〉과 같이 지상 기지국과 저궤도 위성 간 업링크 통신에서 전력 제어와 연결을 이용한 최저 전송률 최대화 연구를 진행했다. 다수의 지상 기지국과 저궤도 위성 간 통신에서 발생하는 간섭을 해결하기 위해 빔포밍 기술이 적용되었다고 가정한다. 가정된 상황에서 지상 기지국과 저궤도 위성 간 현실적인 elevation angle과 거리를 얻기 위해 데카르트 좌표계 (Cartesian coordinate system) 대신 3D 구 좌표계를 활용한다. 구 좌표계로 얻은 거리와 elevation angle은 지상-위성 채널 모델의 핵심 요소로 사용된다. 채널 모델을 기반으로 얻은 전송률을 통해 최저 전송률 최대화 문제를 유도한다. 해당 문제의 non-convexity는



〈그림 17〉 우주 전파 환경 분석 및 모델링

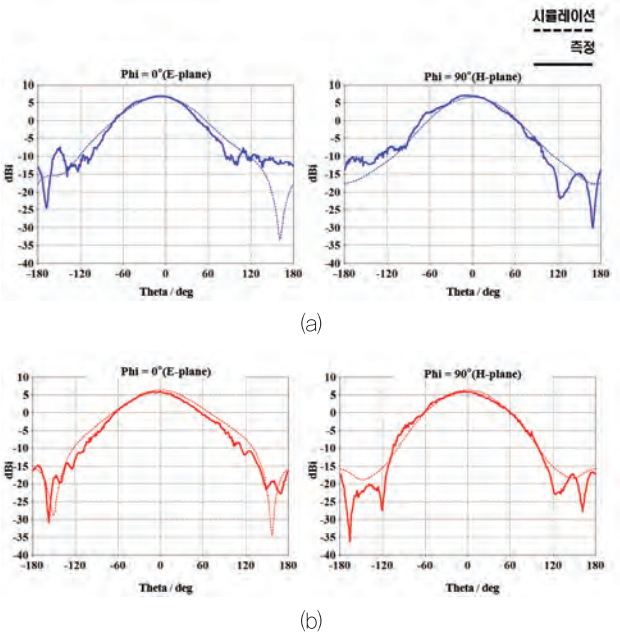


〈그림 18〉 시간에 따라 연결하는 기지국이 변하는 지상 기지국과 위성 간 업링크 통신 상황



〈그림 19〉 안테나 형상 및 시뮬레이션과 측정 반사계수
(a) 안테나 형상, (b) 수신단 (c) 송신단

local point를 활용한 근사화 기법인 SCA(Successive Convex Approximation) 기법과 다중 변수 최적화 문제를 다룰수 있는 BCD(Block Coordinate Descent) 방식을 통해 해결한다. 파라미터는 표즌에 기반하여 설정한다[21]. 시뮬레이션 결과를 통해 제안한 알고리즘이 fairness를 고려한 기존의 방식에 비해 59.63% 더 나은 전송률과 비슷하거나 더 우세한 fairness를 보여준다. 또한, RF/OPTIC 계층에서는 소형 경량화 안테나 설계를 위한 송수신 통합 이중대역 개구면 공유형 안테나를 개발 중이다. 위성 이동 통신 서비스 (Global Mobile Personal Communications by Satellite, GMPCS) 주파수 대역 중 S-band에 해당하는 주파수 대역에서 동작하도록 설계를 진행하였다. 해당 대역 주파수는 업 링크의 경우, 2.17 GHz ~ 2.20 GHz이며 다운 링크의 경우, 1.98 GHz ~ 2.01 GHz이다[22]. 〈그림 19〉는 S-band 송/수신 통합 안테나 형상 및 시뮬레이션과 측정 반사 계수를 보여준다. 하나의 개구면에 송/수신 대역을 구현하기 위하여 다층형 구조를 활용하였다. 설계된 안테나는 상단에 송신단 3개 layer, 하단의 수신단 3개 layer 및 최하단의 급전단, 총 7개의 layer로 이루어져 있다. 또한 안테나는 송/수신단 각각 수직, 수평편파로 동작할 수 있도록 이중 편파로 설계하였다. 〈그림 19〉 (b) (c)는 각각 수신단와 송신단의 반사계수에 대해 시뮬레이션 및 실제 측정값을 비교하고 있다. −10 dB 이하 반사계수는 수신 및 송신 대역 각각 1.948−2.010 GHz(3.13%), 2.150−2.201 GHz (2.34%)이고, 측정된 수신 및 송신 대역은 각각 1.926−1.994 GHz(3.47%), 2.165−2.216 GHz(2.33%)으로 두 결과가 거의 일치 하는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 20〉 안테나 방사패턴 (a) 수신단 (b) 송신단

〈그림 20〉은 제작된 안테나의 송/수신단 방사패턴을 보여준다. 수신단의 경우, 1.96 GHz에서 시뮬레이션 및 측정을 진행하였으며 송신단의 경우, 2.19 GHz에서의 결과값을 비교하였다. 방사패턴은 E-plane, H-plane 두 개의 평면에 대해 측정을 진행하였으며 시뮬레이션 방사패턴과 측정이 유사한 것을 확인할 수 있다. 최대 이득은 수신단의 경우, 7.106 dBi, 송신단의 경우, 5.962 dBi이다. 설계된 단일 안테나를 기반으로 S-band 송/수신 통합 배열안테나 설계를 목표로 하고 있으며 대역폭, 이득, 방사패턴, 빔조향 특성 등을 목표에 만족시키기 위한 연구를 진행 중이다.

Ⅲ. 전망과 결론

우주산업에 관한 관심이 증가하고 스페이스X의 발사체 재사용 기술 개발 이후 저가 소형위성의 대량 생산이 가능해짐에 따라 국가개발 위주로 진행되던 우주 기술 개발 연구가 민간기업으로 확대되어가고 있다. 본고에서 중점적으로 언급한 계층별 3차원 공간 네트워크 핵심 요소기술은 미래 6G 이동통신기술의 주도권을 잡을 수 있는 중요한 연구로 주목받을 것이며 많은 기대효과를 불러올 그것으로 예상한다. 기술적인 측면에서 5G의 한계적인 통신 커버리지를 극복하고, 폭발적인 통신량을 해결하기 위해 저궤도 위성 및 고고도 플랫폼 등에 이러한 3차원 공간 통신네트워크를 위한 다양한 RF, PHY, MAC, NET 기술을 개발함으로써 6G 관련 원천기술을 확보할 수 있을 것으로 기대되고, 6G 이동통신 경량 안테나 연구 및 최적화 설계를 통해 실제 이동체 및 기지국에 적용 및 운용 가능한 안테나 설계 기술력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 경제적, 산업적 측면에서 딥러닝/초공

간 이동체 융합 통신 원천기술 개발을 통해 관련 시장 규모의 확대 및 국제 시장 점유율을 확보하고, 비용/에너지 효율적으로 3차원 공간 통합 네트워크를 구축함으로써, UAM, 드론, 위성통신 산업 등과의 연계를 통해 다양한 시너지 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 그리고 사회적 측면에서 3차원 6G 공간 네트워크로 유발되는 우주항공 산업과 같은 차세대 산업 관련 새로운 서비스와 고용 창출이 예상되며, 국내 위성통신 분야의 전문 인력이 부족한 상황에서 글로벌 경쟁력을 지닌 석사 또는 박사급 인력을 양성하고, 딥러닝 초공간 이동체 통신 기술 융합 전문 인력을 산업체에 제공하여 고용 확대를 할 수 있을 것으로 기대된다.

비록 현재 국내 우주산업은 세계시장 규모에 비해 작지만, 전 세계 여러 연구자가 앞다투어 개발하기 시작하는 현시점에서, 3차원 공간 네트워크 및 6G 초고속 이동체 서비스의 요구사항을 고려한 연구를 통해 많은 우주 기술을 선점함으로써 6G NTN 기술 표준화를 다계층에서 선도하고, 한국에서 개발한 우주 기술이 세계에서 널리 사용할 수 있도록 하는 바람이며 우리나라의 많은 우주 기술 연구와 지원이 확대되기를 기대한다.

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022-0-00704, 초고속 이동체 지원을 위한 3D-NET 핵심 기술 개발)

참 고 문 헌

[1] 최우석, “위성통신 동향 및 발전 방향,” 한국통신학회지 (정 보와 통신), 제 39권 제1호, pp 5-9, 2021년 12월.

[2] R. Bassoli, F. H. P. Fitzek, E. C. Strinati, “Why do we need 6G?,” ITU Journal on Future and Evolving Technologies, vol. 2, Issue 6, Sep. 2021.

[3] 이현진, “위성산업 현황 및 국가별 지원전략,” 한국수출입은행 해외경제 연구소 이슈보고서, 2022년 5월.

[4] 이승필, 형준혁, “6G 통신 기술,”, 한국과학기술기획평가원, 2022년 4월.

[5] Liu, Jiajia, et al. "Space-air-ground integrated network: A survey." IEEE Communications Surveys & Tutorials 20.4. 2018. 2714-2741.

[6] J. Jin, F. Tian, Z. Yang, H. Di & G. Li, “A Disruption Tolerant Distributed Routing Algorithm in LEO Satellite Networks,“ Applied Sciences, vol.12, no. 8, pp. 3802, Mar. 2022.

[7] H. Kaushal and G. Kaddoum, "Optical Communication in Space: Challenges and Mitigation Techniques," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 19, no. 1, pp. 57-96, 2017.

[8] 이원재, 김재현 "저궤도 위성 네트워크 환경에서 조건부 핸드오버 성능 분석," in Proc. 한국통신학회 동계종합학술발표회, 용평리조트, 2023년 02월.

[9] D. -H. Tran, S. Chatzinotas and B. Ottersten, "Satellite- and cache-assisted UAV: a joint cache placement, resource allocation, and trajectory optimization for 6G aerial networks," IEEE Open Journal of Vehicular Technology, vol. 3, pp. 40-54, 2022.

[10] A. H. Arani, P. Hu and Y. Zhu, "Fairness-aware link optimization for space-terrestrial integrated networks: a reinforcement learning framework," in IEEE Access, vol. 9, pp. 77624-77636, May. 2021.

[11] H. Lee, B. Lee, H. Yang, J. Kim, S. Kim, W. Shin, B. Shim, and H. V. Poor, "Towards 6G Hyper-Connectivity: Vision, Challenges, and Key Enabling Technologies," 2023.

[12] S. Lim, H. Yu and H. Lee, "Optimal tethered -UAV deployment in A2G communication networks: multi-agent Q-learning approach," IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 19, pp. 18539-18549, 1 Oct. 2022.

[13] S. Lee, H. Yu and H. Lee, "Multiagent Q-learning-based multi-UAV wireless networks for maximizing energy efficiency: deployment and power control strategy design," IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 9, pp. 6434-6442, 1 May 2022.

[14] A. Hills, J. M. Peha, and J. Munk, “Feasibility of using beam steering to mitigate Ku-band LEO-to-GEO Interference,” IEEE Access, vol. 10, pp. 74023-74032, July. 2022.

[15] D. Christopoulos et al., "Multicast multigroup precoding and user scheduling for frame-based satellite communications," IEEE Transac. Wirel. Commun., vol. 14, no. 9, pp. 4697-4707, Sep. 2015.

[16] I. Bahceci and A. K. Khandani, " Linear estimation of correlated data in wireless sensor networks with optimum power allocation and analog modulation," IEEE Trans. Commun., vol. 56, no. 7, pp. 1146-1156, Jul. 2008.

[17] ITU-R, "Ionospheric propagation data and prediction methods required for the design of satellite networks and systems," ITU-R P.531-14, Aug. 2019.

[18] ITU-R, "Attenuation by atmospheric gases and related effects," ITU-R P.676-13, Aug. 2022.

[19] Atmospheric Soundings. Available online: http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html (accessed on 2. Apr. 2019)

[20] Jin Li, Andrew D. Heap, "A review of spatial interpolation methods for environmental scientists," Geoscience Australia, Record 23, 2008.

[21] 3GPP TS 38.821 v16.20, "NR;solutions for NR to support non-terrestrial networks (NTN)," Mar. 2023

[22] 과학기술정보통신부, "대한민국 주파수 분배표", 2022.

김태윤

• 2020년 2월 아주대학교 전자공학과 공학사
• 2020년 3월 ~ 현재 아주대학교 AI융합네트워크학과 석박통합과정

〈관심 분야〉
무선 MAC 프로토콜, B5G 통신 시스템, UAV 통신 시스템, 위성시스템 등

류재학

• 2022년 2월 아주대학교 전자공학과 공학사
• 2022년 3월 ~ 현재 아주대학교 AI융합네트워크학과 석사과정

〈관심 분야〉
무선통신, 위성통신, 최적화 이론 등

양준모

• 2021년 2월 아주대학교 전자공학과 공학사
• 2021년 3월 ~ 현재 아주대학교 AI융합네트워크학과 석박통합과정

〈관심 분야〉
전파환경분석, 우주 전파 모델링, 머신러닝 등

이병헌

• 2020년 2월 고려대학교 전기전자공학부 학사
• 2020년 3월 ~ 현재 고려대학교 전기전자공학과 석박통합과정

〈관심 분야〉
통신공학, 위성통신, 최적화 이론 등

김영훈

- 2021년 2월 고려대학교(세종) 전자및정보 공학사
- 2021년 3월 ~ 현재 고려대학교(세종) 인공지능스마트융합기술융합 석사과정

〈관심 분야〉
무선통신, 통신신호처리 등

문형주

- 2019년 2월 연세대학교 글로벌융합공학과 학사
- 2019년 3월 ~ 현재 연세대학교 글로벌융합 공학과박사과정

〈관심 분야〉
무선 네트워크 물리 계층, 비지상 네트워크, 무선 광통신 시스템 등

함동호

- 2020년 2월 대구경북과학기술원 기초학부 융복합 공학사
- 2020년 3월 ~ 현재 대구경북과학기술원 전기전자컴퓨터공학과 석박통합과정

〈관심 분야〉
클라우드/엣지 컴퓨팅, 5G+/6G 무선 통신, 위성 시스템 등

전가겸

- 2021년 2월 한경국립대학교 전자전기공학부 학사
- 2022년 9월 ~ 현재 한경국립대학교 전자전기공학부석사

〈관심 분야〉
6G 무선통신, 위성 및 UAV 통신 네트워크, 머신러닝 응용 기술 등

이동환

- 2020년 2월 성균관대학교 전자전기공학과 공학사
- 2020년 3월 ~ 현재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석박통합과정

〈관심 분야〉
밀리미터 안테나 분석 및 설계, NF/FF 변환, EMI/EMC 예측 등

오주현

- 2019년 2월 한국교통대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 2022년 ~ 현재 한양대학교 인공지능융합학과 석사과정

〈관심 분야〉
차세대 셀룰러 통신(6G), Internet Of Things(IoT), 위성 통신 등

박용배

- 1998년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 학사 및 석/박사
- 2003년 KT 인프라 연구소 선임연구원
- 2006년 ~ 현재 아주대학교 전자공학과/AI 융합네트워크학과 교수

〈관심 분야〉
안테나, 전자장 해석, EMI/EMC 등

신원재

- 2007년 한국과학기술원 전자공학 학사/석사
- 2014년 삼성전자 종합기술원, DMC 연구소 책임연구원
- 2017년 서울대학교 전기 · 전자공학부 공학박사
- 2018년 Princeton 대학교 박사후연구원
- 2021년 부산대학교 전자공학과 조교수
- 2021년 ~ 현재 아주대학교 전자공학과 조교수/부교수

〈관심 분야〉
차세대 이동통신 시스템, 머신러닝 및 빅데이터 신호처리 등

고영채

- 2001년 미국 미네소타 대학교 전기전자공학 박사
- 2001년 Novatel Wireless Center, San Diego, CA, USA
- 2004년 Texas Instruments InC., San Diego, CA USA.
- 2004년 ~ 현재 고려대학교 전기전자공학부 교수

〈관심 분야〉
통신공학, 무선통신 등

유희정

- 1999년 고려대학교 전파공학과 학사
- 2001년 KAIST 전기전자공학과 석사
- 2011년 KAIST 전기전자공학과 박사
- 2012년 ETRI 선임연구원
- 2019년 영남대학교 정보통신공학과 조/부교수
- 2019년 ~ 현재 고려대학교 (세종) 전자정보공학과 교수

〈관심 분야〉
무선통신, 통신신호처리, 위선통신 등

곽정호

- 2008년 아주대학교 전자공학과 학사
- 2015년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석/박사
- 2017년 캐나다 INRS-EMT 박사 후 연수
- 2019년 아일랜드 Trinity College Dublin Marie-Curie Fellow
- 2020년 ~ 대구경북과학기술원 전기전자컴퓨터공학과 조교수

〈관심 분야〉
클라우드/엣지 컴퓨팅, 5G 셀룰러 시스템, 모바일 인공지능, 저궤도 위성 시스템 등

황금철

- 2001년 부산대학교 전자공학과 학사
- 2006년 KAIST 전기 및 전자 전공 석/박사
- 2006년 삼성탈레스 기술연구소 책임연구원
- 20015년 ~ 현재 성균관대학교 전자전기공학부 교수

〈관심 분야〉
전자파 복사 및 산란 해석, 안테나 설계 및 해석, 최적화 알고리즘 등

채찬병

- 2008년 미국 Texas Austin 대학 전기 컴퓨터공학과 박사
- 2009년 미국 하버드 대학 박사 후 연구원
- 2011년 Bell Labs, NJ, USA, 연구원
- 2011년 ~ 현재 연세대학교 글로벌융합공학과 교수

〈관심 분야〉
무선 네트워크 물리 계층, IEEE 802.11/15/16, B5G 통신 시스템, RF 및 분자 기반 나노 통신 등

이호원

- 2003년 KAIST 전기및전자공학과 학사
- 2009년 KAIST 전기및전자공학과 박사 (석박사통합과정)
- 2009년~2012년 KAIST IT융합연구소 선임연구원/연구교수
- 2018년~2019년 University of California, San Diego 방문 교수
- 2012년~현재 한경국립대학교 전자전기공학부 교수

〈관심 분야〉
6G 무선통신, UAV 통신 네트워크, 머신러닝 응용기술 등

조성현

- 1995년 한양대학교 전자계산학과 학사
- 1997년 한양대학교 전자계산학과 석사
- 2001년 한양대학교 전자계산학과 박사
- 2012년 경상대학교 컴퓨터공학과 조교수
- 2012년 ~ 현재 한양대학교 컴퓨터공학과 교수

〈관심 분야〉
B5G 통신시스템, 위성 통신시스템, 소프트웨어 정의 네트워크, 딥러닝 통신 시스템 등

김재현

- 1996년 2월 한양대학교 전산과 학사 및 석/박사
- 1998년 미국 UCLA 전기전자과 박사 후 연수
- 2003년 Bell Labs, NJ, USA, 연구원
- 2003년 ~ 현재 아주대학교 전자공학과 교수

〈관심 분야〉
QoE/QoS, 무선 MAC 프로토콜, IEEE 802.11/15, B5G 통신 시스템, 국방 전술 네트워크, 위성시스템 등

THE INSTITUTE OF ELECTRONICS AND INFORMATION ENGINEERS

논문지 논문목차

전자공학회 논문지 제 60권 7호 발행

반도체 분야

[SoC 설계]

컴퓨터 분야

[인공지능, 신경망 및 퍼지시스템]

[인공지능 및 보안]

인공지능 신호처리 분야

[영상 신호처리]

산업전자 분야

[컴퓨터 응용]

박사학위 논문초록

오태우
OH, TAE WOO
연세대학교

학위논문 제목	국문 : 저전압 동작을 위한 데이터 인식형 파워 게이팅 쓰기 보조 회로 기반 정적 램
	영문 : SRAM with Data-Aware Power-Gating Write Assist Technique for Low Voltage Operation
학위취득	연세대학교
취득년월	2023년 2월
지도교수	정성욱
KEY WORD	Assist circuit, cache memory, data-aware write operation, fin-shaped field-effect transistor (FinFET), local bit-line, low power consumption, low voltage operation, near-threshold operation, power-gating, static random access memory (SRAM), system-on-chip (SoC), technology scaling

〈논문 요약〉

Increasing demand for data-centric computing such as artificial intelligence and machine learning gives rise to the significance of low-power system-on-chip (SoC) designs. In particular, reducing the power consumption in a static random access memory (SRAM) is of paramount importance since an SRAM not only occupies a large portion of an SoC but also requires addressing the ever-increasing capacity of embedded cache memory. Operating an SRAM using a low supply voltage is one of the major powerful considerations for maximizing the power efficiency. In particular, the near-threshold operation has emerged as the most effective method for optimizing the trade-off between speed degradation and power improvement.

In general, an SRAM cell is designed with small-sized transistors for high-density memory integration. However, threshold voltage (Vth) variation incurs mismatches between transistors composing a small-sized SRAM cell, which degrades the SRAM operational margins. To reduce Vth variation, planar devices in SoCs are substituted by fin-shaped field effect transistors (FinFETs). In advanced FinFET technologies, however, difficulties remain in performing stable operations in the conventional 6T SRAM cell due to the width quantization effect. Furthermore, the impact of the device mismatches increases in lowered supply voltage. These complications limit scaling the supply voltage in SoCs due to the higher impact of Vth variation on the SRAM operational yield than on the digital logic operations.

Several circuit techniques have been previously introduced to reduce the minimum supply voltage of FinFET-based 6T SRAMs. In regard to SRAM cell optimization, the number of fins (Nfin) for the transistors in an SRAM cell can be differently adjusted to accommodate the several target applications. Notably, additional assist circuits can improve the operational margins during SRAM read and write operations, which can be located in the peripheral region of the data cell array. Then, several

combinations of the cell and assist circuit are available for macro-level SRAM optimization. However, reducing the supply voltage near Vth in conventional 6T SRAM cell scheme remains a challenging issue. This formidable hurdle stems from a fundamental problem—read and write operations are performed through the shared access transistors—that ultimately incurs a read-write trade-off relationship. To resolve this trade-off relationship, several beyond-6T SRAM cell topologies have been previously reported. Several problems nevertheless exist with these solutions such as the large area, data access speed, and energy consumption.

In this dissertation, several SRAM cell and array architecture designs are presented to achieve stable near-threshold operations. First, the proposed SRAM cells ensure that reliable read operation can be performed by using a single-ended bit-line decoupled from the storage nodes. By cutting off the power supply path to the storage nodes during a write operation, write disturbances from power supplies are entirely removed, affording improved write ability. Second, hierarchical SRAM array architectures using global and local bit-lines are proposed by grouping a few SRAM cells into a unit block that shares a local bit-line pair and read and write access transistors. In these local bit-line SRAM array architectures, the amount of the charge injection from the LBL to the data storage node is very small given the low bit-line capacitance. Thus, the LBL SRAM achieves sufficiently improved read stability compared to the conventional 6T SRAM, notwithstanding its lack of perfectly eliminated read disturbances.

국내외학술행사안내

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

〉〉2023년 8월

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08.01. - 08.03.	2023 IEEE 24th International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)	Bellevue, Washington, USA	https://homepages.uc.edu/~niunn/IRI23/
08.01. - 08.04.	2023 IEEE Electric Ship Technologies Symposium (ESTS)	Alexandria, Virginia, USA	https://ests.mit.edu/
08.02. - 08.04.	2023 IEEE 2nd German Education Conference (GECon)	Berlin, Germany	https://gecon2023.org/
08.02. - 08.03.	2023 International Conference on Advancement in Data Science, E-learning and Information System (ICADEIS)	Bali, Indonesia	https://icadeis.com/
08.03. - 08.05.	2023 5th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)	Event Format: Virtual	http://www.icirca18.com/2023/
08.04. - 08.06.	2023 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP)	Madison, Wisconsin, USA	https://iccp2023.iccp-conference.org/
08.04. - 08.06.	2023 IEEE 4th International Conference on Pattern Recognition and Machine Learning (PRML)	Urumqi, China	http://www.prml.org/
08.04. - 08.06.	2023 7th International Conference on Automation, Control and Robots (ICACR)	Kuala Lumpur, Malaysia	http://www.icacr.org/
08.05. - 08.07.	2023 IEEE 4th Annual Flagship India Council International Subsections Conference (INDISCON)	Mysore, India	https://www.indiscon.org/
08.05.	2023 IEEE 14th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)	Shah Alam, Malaysia	https://sites.google.com/view/icsgrc/home
08.06. - 08.09.	2023 IEEE 66th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)	Tempe, Arizona, USA	https://www.mwscas2023.org/
08.06. - 08.09.	2023 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)	Harbin, Heilongjiang, China	http://2023.ieee-icma.org/
08.07. - 08.08.	2023 IEEE/ACM International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED)	Vienna, Austria	http://www.islped.org/2023/
08.07. - 08.10.	2023 IEEE 14th International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS)	Montreal, Quebec, Canada	http://ieee-peds.org/
08.07. - 08.09.	2023 IEEE 35th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)	Tokyo, Japan	https://conf.researchr.org/home/cseet-2023
08.08. - 08.10.	2023 International Electronics Symposium (IES)	Denpasar, Indonesia	https://ies.pens.ac.id/2023/
08.08. - 08.11.	2023 24th International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT)	Shihezi City, China	http://www.icept.org/
08.09. - 08.11.	2023 Silicon Valley Cybersecurity Conference (SVCC)	San Jose, California, USA	https://svcc2022.svcsi.org/
08.09. - 08.12.	2023 IEEE 3rd International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation (SEFET)	Bhubaneswar, India	https://sefet.in/
08.09. - 08.10.	2023 International Conference on Information Technology (ICIT)	Amman, Jordan	http://icit.zuj.edu.jo/icit2023/Index.html

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08.09. - 08.11.	2023 8th International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA)	Jakarta, Indonesia	http://icaitb.id/
08.09. - 08.11.	2023 International Workshop on Intelligent Systems (IWIS)	Ulsan, Korea (South)	http://islab.ulsan.ac.kr/iwis2023/
08.10. - 08.12.	2023 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC Workshops)	Dalian, China	https://iccc2023.ieee-iccc.org/
08.10. - 08.11.	2023 International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT)	Kollam, India	http://www.iccpct.in/
08.10. - 08.11.	2023 10th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)	Tokyo, Japan	https://dsa23.techconf.org/
08.11. - 08.13.	2023 IEEE 6th International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII)	Sapporo, Japan	https://www.ickii.org/
08.13. - 08.17.	2023 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ)	Incheon, Korea (South)	http://fuzz-ieee.org/
08.13. - 08.16.	2023 IEEE International Flexible Electronics Technology Conference (IFETC)	San Jose, USA, California, USA	https://2023.ifetc.org/
08.14. - 08.16.	2023 10th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)	Marrakesh, Morocco	http://ficloud.org/2023/
08.14. - 08.16.	2023 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)	Cairns, Australia	https://www.rfit2023.org/index_s.php
08.15. - 08.16.	2023 9th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://conference.iium.edu.my/iccce/
08.16. - 08.18.	2023 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA)	Bridgetown, Barbados	https://ieeecss.org/event/7th-ieee-conference-control-technology-and-applications
08.16.	2023 International Conference on Information Technology Research and Innovation (ICITRI)	Event Format: Virtual	https://icitri.nusamandiri.ac.id/
08.18. - 08.19.	2023 Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)	Singapore, Singapore	http://smarttech-conference.org/2023/
08.18. - 08.22.	2023 IEEE 18th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)	Ningbo, China	https://www.ieeeiciea.org/2023/
08.18. - 08.19.	2023 7th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA)	Pune, India	http://iccubea.pccoepune.com/
08.18. - 08.20.	2023 IEEE 6th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI)	Haikou, China	http://www.prai.net/index.html
08.19. - 08.26.	2023 XXXVth General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science (URSI GASS)	Sapporo, Japan	https://www.ursi-gass2023.jp/
08.20. - 08.21.	2023 International Conference for Technological Engineering and its Applications in Sustainable Development (ICTEASD)	Al-Najaf, Iraq	https://icteasd.org/
08.21. - 08.24.	2023 IEEE Conference on Games (CoG)	Boston, Massachusetts, USA	https://2023.ieee-cog.org/
08.21. - 08.23.	2023 20th Annual International Conference on Privacy, Security and Trust (PST)	Copenhagen, Denmark	https://pstnet.ca/
08.21. - 08.24.	2023 5th International Conference on Industrial Artificial Intelligence (IAI)	Shenyang, China	http://conf.kzgc.com.cn/iai2023/
08.22. - 08.25.	2023 27th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR)	Mi□dzyzdroje, Poland	http://mmar.edu.pl/
08.23. - 08.24.	2023 11th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)	Event Format: Virtual	https://www.icoict.org/
08.23. - 08.25.	2023 IEEE Symposium on High-Performance Interconnects (HOTI)	Event Format: Virtual	https://hoti.org/
08.23. - 08.25.	2023 Second International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS)	Event Format: Virtual	http://icaiss.in/2023/
08.25. - 08.28.	2023 IEEE Smart World Congress (SWC)	Portsmouth, United Kingdom	https://ieee-smart-world-congress.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08.25. - 08.26.	2023 IEEE 13th International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)	Penang, Malaysia	http://acscrg.com/iccsce2023/
08.25.	2023 IEEE 8th International Conference On Software Engineering and Computer Systems (ICSECS)	Penang, Malaysia	https://icsecs.ump.edu.my/index.php/en/
08.25. - 08.27.	2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON)	Ravet IN, India	https://asiancon.org/
08.25. - 08.27.	2023 IEEE 17th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)	Peradeniya, Sri Lanka	https://iciis.org/
08.25. - 08.27.	2023 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)	Xining, China	https://www.ieee-smartiot.org/
08.25. - 08.26.	2023 International Conference on Networking, Electrical Engineering, Computer Science, and Technology (IConNECT)	Bandar Lampung, Indonesia	https://iconnect.teknokrat.ac.id/
08.26. - 08.27.	2023 15th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)	Hangzhou, China	http://ihmsc.zju.edu.cn/
08.26. - 08.30.	2023 IEEE 19th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)	Auckland, New Zealand	https://case2023.org/
08.27. - 08.29.	2023 IEEE Workshop on Wide Bandgap Power Devices and Applications in Asia (WiPDA Asia)	Hsinchu, Taiwan	https://www.wipda-asia2023.org/
08.27. - 08.29.	2023 IEEE Hot Chips 35 Symposium (HCS)	Palo Alto, California, USA	https://www.hotchips.org/
08.28. - 08.31.	2023 IEEE AUTOTESTCON	National Harbor, Maryland, USA	https://2023.autotestcon.com/
08.28. - 08.30.	2023 IEEE 11th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)	Athens, Greece	https://www.segah.org/2023/
08.28. - 08.31.	2023 32nd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)	Busan, Korea (South)	http://ro-man2023.org/main
08.28. - 08.31.	2023 IEEE 14th International Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives (SDEMPED)	Chania, Greece	https://www.ieee-sdemped.org/
08.28. - 08.31.	NAECON 2023 - IEEE National Aerospace and Electronics Conference	Dayton, Ohio, USA	https://attend.ieee.org/naecon-2023/
08.28. - 08.30.	2023 IEEE Regional Symposium on Micro and Nanoelectronics (RSM)	Langkawi, Malaysia	https://ieeemalaysia-eds.org/rsm2023/
08.29. - 08.31.	2023 IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB)	Eindhoven, Netherlands	https://cmte.ieee.org/cis-bbtc/cibcb2023/
08.29. - 09.01.	2023 12th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)	Oshawa, Ontario, Canada	http://www.icrera.org/
08.30. - 09.01.	2023 28th International Conference on Automation and Computing (ICAC)	Birmingham, United Kingdom	https://cacsuk.co.uk/icac/
08.30. - 09.01.	2023 IEEE 6th International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)	Singapore	http://www.ieee-mipr.org/
08.30. - 09.01.	2023 IEEE 29th International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA)	Niigata, Japan	https://rtcsa.org/
08.30. - 09.01.	2023 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS)	Taipei, Taiwan	https://www.aris2023.org/
08.31. - 09.01.	2023 10th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)	Semarang, Indonesia	https://icitacee.undip.ac.id/2023/

〉〉2023년 9월

08.01. - 08.03.	2023 IEEE 24th International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)	Bellevue, Washington, USA	https://homepages.uc.edu/~niunn/IRI23/
08.01. - 08.04.	2023 IEEE Electric Ship Technologies Symposium (ESTS)	Alexandria, Virginia, USA	https://ests.mit.edu/
08.02. - 08.04.	2023 IEEE 2nd German Education Conference (GECon)	Berlin, Germany	https://gecon2023.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08.02. - 08.03.	2023 International Conference on Advancement in Data Science, E-learning and Information System (ICADEIS)	Bali, Indonesia	https://icadeis.com/
08.03. - 08.05.	2023 5th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)	Event Format: Virtual	http://www.icirca18.com/2023/
08.04. - 08.06.	2023 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP)	Madison, Wisconsin, USA	https://iccp2023.iccp-conference.org/
08.04. - 08.06.	2023 IEEE 4th International Conference on Pattern Recognition and Machine Learning (PRML)	Urumqi, China	http://www.prml.org/
08.04. - 08.06.	2023 7th International Conference on Automation, Control and Robots (ICACR)	Kuala Lumpur, Malaysia	http://www.icacr.org/
08.05. - 08.07.	2023 IEEE 4th Annual Flagship India Council International Subsections Conference (INDISCON)	Mysore, India	https://www.indiscon.org/
08.05.	2023 IEEE 14th Control and System Graduate Research Colloquium (ICSGRC)	Shah Alam, Malaysia	https://sites.google.com/view/icsgrc/home
08.06. - 08.09.	2023 IEEE 66th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)	Tempe, Arizona, USA	https://www.mwscas2023.org/
08.06. - 08.09.	2023 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)	Harbin, Heilongjiang, China	http://2023.ieee-icma.org/
08.07. - 08.08.	2023 IEEE/ACM International Symposium on Low Power Electronics and Design (ISLPED)	Vienna, Austria	http://www.islped.org/2023/
08.07. - 08.10.	2023 IEEE 14th International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS)	Montreal, Quebec, Canada	http://ieee-peds.org/
08.07. - 08.09.	2023 IEEE 35th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)	Tokyo, Japan	https://conf.researchr.org/home/cseet-2023
08.08. - 08.10.	2023 International Electronics Symposium (IES)	Denpasar, Indonesia	https://ies.pens.ac.id/2023/
08.08. - 08.11.	2023 24th International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT)	Shihezi City, China	http://www.icept.org/
08.09. - 08.11.	2023 Silicon Valley Cybersecurity Conference (SVCC)	San Jose, California, USA	https://svcc2022.svcsi.org/
08.09. - 08.12.	2023 IEEE 3rd International Conference on Sustainable Energy and Future Electric Transportation (SEFET)	Bhubaneswar, India	https://sefet.in/
08.09. - 08.10.	2023 International Conference on Information Technology (ICIT)	Amman, Jordan	http://icit.zuj.edu.jo/icit2023/Index.html
08.09. - 08.11.	2023 8th International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA)	Jakarta, Indonesia	http://icaitb.id/
08.09. - 08.11.	2023 International Workshop on Intelligent Systems (IWIS)	Ulsan, Korea (South)	http://islab.ulsan.ac.kr/iwis2023/
08.10. - 08.12.	2023 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC Workshops)	Dalian, China	https://iccc2023.ieee-iccc.org/
08.10. - 08.11.	2023 International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT)	Kollam, India	http://www.iccpct.in/
08.10. - 08.11.	2023 10th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)	Tokyo, Japan	https://dsa23.techconf.org/
08.11. - 08.13.	2023 IEEE 6th International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII)	Sapporo, Japan	https://www.ickii.org/
08.13. - 08.17.	2023 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ)	Incheon, Korea (South)	http://fuzz-ieee.org/
08.13. - 08.16.	2023 IEEE International Flexible Electronics Technology Conference (IFETC)	San Jose, USA, California, USA	https://2023.ifetc.org/
08.14. - 08.16.	2023 10th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)	Marrakesh, Morocco	http://ficloud.org/2023/
08.14. - 08.16.	2023 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)	Cairns, Australia	https://www.rfit2023.org/index_s.php

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08.15. - 08.16.	2023 9th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCE)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://conference.iium.edu.my/iccce/
08.16. - 08.18.	2023 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA)	Bridgetown, Barbados	https://ieeecss.org/event/7th-ieee-conference-control-technology-and-applications
08.16.	2023 International Conference on Information Technology Research and Innovation (ICITRI)	Event Format: Virtual	https://icitri.nusamandiri.ac.id/
08.18. - 08.19.	2023 Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)	Singapore, Singapore	http://smarttech-conference.org/2023/
08.18. - 08.22.	2023 IEEE 18th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)	Ningbo, China	https://www.ieeeiciea.org/2023/
08.18. - 08.19.	2023 7th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA)	Pune, India	http://iccubea.pccoepune.com/
08.18. - 08.20.	2023 IEEE 6th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI)	Haikou, China	http://www.prai.net/index.html
08.19. - 08.26.	2023 XXXVth General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science (URSI GASS)	Sapporo, Japan	https://www.ursi-gass2023.jp/
08.20. - 08.21.	2023 International Conference for Technological Engineering and its Applications in Sustainable Development (ICTEASD)	Al-Najaf, Iraq	https://icteasd.org/
08.21. - 08.24.	2023 IEEE Conference on Games (CoG)	Boston, Massachusetts, USA	https://2023.ieee-cog.org/
08.21. - 08.23.	2023 20th Annual International Conference on Privacy, Security and Trust (PST)	Copenhagen, Denmark	https://pstnet.ca/
08.21. - 08.24.	2023 5th International Conference on Industrial Artificial Intelligence (IAI)	Shenyang, China	http://conf.kzgc.com.cn/iai2023/
08.22. - 08.25.	2023 27th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR)	Mi□dzyzdroje, Poland	http://mmar.edu.pl/
08.23. - 08.24.	2023 11th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)	Event Format: Virtual	https://www.icoict.org/
08.23. - 08.25.	2023 IEEE Symposium on High-Performance Interconnects (HOTI)	Event Format: Virtual	https://hoti.org/
08.23. - 08.25.	2023 Second International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS)	Event Format: Virtual	http://icaiss.in/2023/
08.25. - 08.28.	2023 IEEE Smart World Congress (SWC)	Portsmouth, United Kingdom	https://ieee-smart-world-congress.org/
08.25. - 08.26.	2023 IEEE 13th International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)	Penang, Malaysia	http://acscrg.com/iccsce2023/
08.25.	2023 IEEE 8th International Conference On Software Engineering and Computer Systems (ICSECS)	Penang, Malaysia	https://icsecs.ump.edu.my/index.php/en/
08.25. - 08.27.	2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON)	Ravet IN, India	https://asiancon.org/
08.25. - 08.27.	2023 IEEE 17th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)	Peradeniya, Sri Lanka	https://iciis.org/
08.25. - 08.27.	2023 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT)	Xining, China	https://www.ieee-smartiot.org/
08.25. - 08.26.	2023 International Conference on Networking, Electrical Engineering, Computer Science, and Technology (IConNECT)	Bandar Lampung, Indonesia	https://iconnect.teknokrat.ac.id/
08.26. - 08.27.	2023 15th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)	Hangzhou, China	http://ihmsc.zju.edu.cn/
08.26. - 08.30.	2023 IEEE 19th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)	Auckland, New Zealand	https://case2023.org/
08.27. - 08.29.	2023 IEEE Workshop on Wide Bandgap Power Devices and Applications in Asia (WiPDA Asia)	Hsinchu, Taiwan	https://www.wipda-asia2023.org/
08.27. - 08.29.	2023 IEEE Hot Chips 35 Symposium (HCS)	Palo Alto, California, USA	https://www.hotchips.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
08.28. - 08.31.	2023 IEEE AUTOTESTCON	National Harbor, Maryland, USA	https://2023.autotestcon.com/
08.28. - 08.30.	2023 IEEE 11th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)	Athens, Greece	https://www.segah.org/2023/
08.28. - 08.31.	2023 32nd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)	Busan, Korea (South)	http://ro-man2023.org/main
08.28. - 08.31.	2023 IEEE 14th International Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives (SDEMPED)	Chania, Greece	https://www.ieee-sdemped.org/
08.28. - 08.31.	NAECON 2023 - IEEE National Aerospace and Electronics Conference	Dayton, Ohio, USA	https://attend.ieee.org/naecon-2023/
08.28. - 08.30.	2023 IEEE Regional Symposium on Micro and Nanoelectronics (RSM)	Langkawi, Malaysia	https://ieeemalaysia-eds.org/rsm2023/
08.29. - 08.31.	2023 IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB)	Eindhoven, Netherlands	https://cmte.ieee.org/cis-bbtc/cibcb2023/
08.29. - 09.01.	2023 12th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)	Oshawa, Ontario, Canada	http://www.icrera.org/
08.30. - 09.01.	2023 28th International Conference on Automation and Computing (ICAC)	Birmingham, United Kingdom	https://cacsuk.co.uk/icac/
08.30. - 09.01.	2023 IEEE 6th International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)	Singapore	http://www.ieee-mipr.org/
08.30. - 09.01.	2023 IEEE 29th International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA)	Niigata, Japan	https://rtcsa.org/
08.30. - 09.01.	2023 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS)	Taipei, Taiwan	https://www.aris2023.org/
08.31. - 09.01.	2023 10th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)	Semarang, Indonesia	https://icitacee.undip.ac.id/2023/

〉〉2023년 10월

10.01. - 10.05.	2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	Detroit, Michigan, USA	https://ieee-iros.org/
10.01. - 10.05.	2023 European Conference on Optical Communications (ECOC)	Glasgow, United Kingdom	https://ecoc2023.theiet.org/?utm_source=cross_promo&utm_medium=web&utm_campaign=ecoc&utm_content=ieee
10.01. - 10.06.	2023 45th Annual EOS/ESD Symposium (EOS/ESD)	Riverside, California, USA	https://www.esda.org/events/45th-annual-eosesd-symposium-and-exhibits
10.01. - 10.06.	2023 ACM/IEEE 26th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS)	Västerås, Sweden	https://conf.researchr.org/home/models-2023/
10.01. - 10.05.	2023 IEEE/AIAA 42nd Digital Avionics Systems Conference (DASC)	Barcelona, Spain	https://2023.dasconline.org/
10.01. - 10.06.	2023 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)	Paris, France	https://iccv2023.thecvf.com/
10.01. - 10.03.	2023 ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C)	Västerås, Sweden	https://conf.researchr.org/home/models-2023
10.01. - 10.05.	2023 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)	Maui, Hawaii, USA	https://ieeesmc2023.org/
10.01. - 10.03.	2023 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT)	Anchorage, Alaska, USA	https://www.isspit.org/
10.01. - 10.06.	2023 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)	Bogotá, Colombia	https://conf.researchr.org/home/icsme-2023
10.01. - 10.03.	2023 IEEE International Symposium on Workload Characterization (IISWC)	Ghent, Belgium	http://iiswc.org/iiswc2023/
10.02. - 10.06.	2023 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)	Washington, District of Columbia, USA	https://conf.researchr.org/home/vlhcc-2022
10.02. - 10.05.	2023 IEEE 48th Conference on Local Computer Networks (LCN)	Daytona Beach, Florida, USA	https://www.ieeelcn.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.02. - 10.03.	2023 IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics (ISI)	Charlotte, North Carolina, USA	https://ieee-isi.org/2023/
10.02. - 10.06.	2023 13th European Space Power Conference (ESPC)	Elche, Spain	https://atpi.eventsair.com/espc2023/
10.02. - 10.06.	2023 European Data Handling & Data Processing Conference (EDHPC)	Juan Les Pins, France	https://atpi.eventsair.com/edhpc-conference/
10.02. - 10.04.	2023 IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI and Nanotechnology Systems (DFT)	Juan-Les-Pins, France	http://www.dfts.org/
10.02. - 10.05.	2023 IEEE International Conference and Expo on Real Time Communications at IIT (RTC)	Chicago, Illinois, USA	https://www.rtc-conference.com/2023/
10.02. - 10.05.	2023 IEEE Conference on Communications and Network Security (CNS)	Orlando, Florida, USA	https://cns2023.ieee-cns.org/
10.02. - 10.06.	2023 7th International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT)	Astrakhan, Russia	https://icct2023astrakhan.com/
10.02.	2023 IEEE 13th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)	Shah Alam, Malaysia	https://sites.google.com/view/icset-malaysia/home
10.02. - 10.03.	2023 IEEE 23rd International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation (SCAM)	Bogotá, Colombia	http://www.ieee-scam.org/2023/
10.02. - 10.03.	2023 4th International Scientific Conference of Al-Ayen University: Intelligent Systems and Applications (ISCUA:ISA)	Thi-Qar, Iraq	http://conf4.alayen.edu.iq/
10.03. - 10.05.	2023 International Conference on Cyberworlds (CW)	Sousse, Tunisia	https://cw2023.ieee.tn/
10.04. - 10.06.	2023 14th International Conference on Network of the Future (NoF)	Izmir, Turkey	https://nof.dnac.org/
10.04. - 10.05.	2023 14th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)	Surabaya, Indonesia	https://elib.its.ac.id/conf/icts/public/
10.04. - 10.06.	2023 IEEE/ACM 27th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT)	Singapore, Singapore	http://ds-rt.com/2023/
10.04. - 10.06.	2023 Workshop on Microwave Theory and Technology in Wireless Communications (MTTW)	Riga, Latvia	http://mttw.rtu.lv/
10.04. - 10.06.	2023 IEEE International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea)	La Valletta, Malta	https://www.metrosea.org/
10.04. - 10.06.	2023 Systems and Technologies of the Digital HealthCare (STDH)	Tashkent, Uzbekistan	http://stdh-2023.uz/
10.04. - 10.11.	2023 IEEE 68th Holm Conference on Electrical Contacts (HOLM)	Seattle, Washington, USA	https://ieee-holm.org/
10.05. - 10.06.	2023 9th International Conference on Optimization and Applications (ICOA)	AbuDhabi, United Arab Emirates	https://lct.ac.ae/en/icoa/
10.05. - 10.07.	2023 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)	Varna, Bulgaria	http://www.icai-conf.org/
10.05. - 10.06.	2023 IEEE 64th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS)	Riga, Latvia	http://itms.rtu.lv/
10.05. - 10.06.	2023 IEEE Electronic Design Process Symposium (EDPS)	Sunnyvale, California, USA	https://www.ieee-edps.com/
10.05. - 10.06.	2023 International Conference on Multimedia Analysis and Pattern Recognition (MAPR)	Quy Nhon, Vietnam	https://mapr.uit.edu.vn/
10.05. - 10.06.	2023 IEEE Workshop on Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA)	Cali, Colombia	http://pepqa.co/
10.06. - 10.08.	2023 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security (ICBDS)	New Raipur, India	https://www.icbds.in/
10.06. - 10.07.	2023 International Conference on Advanced Computing Technologies and Applications (ICACTA)	Mumbai, India	https://www.djicacta.in/
10.06. - 10.08.	2023 4th IEEE Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)	Bangalore, India	http://globeconf.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.07. - 10.15.	2023 IEEE International Test Conference (ITC)	Anaheim, California, USA	http://www.itctestweek.org/
10.07. - 10.08.	2023 IEEE 5th International Conference on Cybernetics, Cognition and Machine Learning Applications (ICCCMLA)	Event Format: Virtual	https://www.intdatacon.com/
10.08. - 10.11.	2023 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://2023.ieeeicip.org/
10.08. - 10.13.	2023 Antenna Measurement Techniques Association Symposium (AMTA)	Renton, Washington, USA	https://2023.amta.org/
10.08. - 10.12.	2023 IEEE International Integrated Reliability Workshop (IIRW)	South Lake Tahoe, California, USA	https://www.iirw.org/
10.08. - 10.11.	2023 IEEE International Conference on Image Processing Challenges (ICIPC)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://2023.ieeeicip.org/
10.09. - 10.13.	2023 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)	Venice, Italy	https://www.iceaa.net/j3/
10.09. - 10.13.	2023 IEEE 19th International Conference on e-Science (e-Science)	Limassol, Cyprus	https://www.escience-conference.org/2023/
10.09. - 10.12.	2023 IEEE International Conference on Computing (ICOCO)	Langkawi, Malaysia	https://ieeecomputer.my/icoco2023/
10.09. - 10.11.	2023 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE)	Kaunas, Lithuania	https://icte.ieee-tems.org/
10.09. - 10.13.	2023 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)	Venice, Italy	https://www.iceaa.net/j3/
10.09. - 10.10.	2023 International Conference on IT and Industrial Technologies (ICIT)	Chiniot, Pakistan	https://icit.nu.edu.pk/
10.09.	2023 Guardians Workshop (Guardians)	Event Format: Virtual	https://www.bhavi.us/BhaviHome/Symposia/202310
10.09. - 10.12.	2023 IEEE 34th International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE)	Firenze, Italy	https://issre.github.io/2023/
10.09. - 10.11.	2023 IEEE 19th International Conference on Body Sensor Networks (BSN)	Boston, Massachusetts, USA	https://bsn.embs.org/2023/
10.10. - 10.13.	2023 IEEE Seventh Ecuador Technical Chapters Meeting (ECTM)	Ambato, Ecuador	https://attend.ieee.org/etcm-2023/
10.10. - 10.13.	2023 IEEE 31st International Conference on Network Protocols (ICNP)	Reykjavik, Iceland	https://icnp23.cs.ucr.edu/
10.10. - 10.11.	2023 3rd International Conference on Emerging Smart Technologies and Applications (eSmarTA)	Taiz, Yemen	https://esmarta.yostr.org/
10.10. - 10.12.	2023 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)	Bali, Indonesia	https://apwimobconf.org/
10.10. - 10.12.	2023 International Conference on Computer Science and Emerging Technologies (CSET)	Bangalore, India	https://set.jainuniversity.ac.in/international-conference/
10.11. - 10.13.	2023 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)	Sivas, Turkey	http://asyu.inista.org/EN/
10.11. - 10.13.	2023 IEEE 5th International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology (ICCASIT)	Dali, China	http://www.iccasit.org/
10.11. - 10.13.	2023 Communication and Information Technologies (KIT)	Vysoke Tatry, Slovakia	https://www.kitaos.sk/index.php?conference=kit2023&schedConf=KIT2023
10.11. - 10.13.	2023 27th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)	Timisoara, Romania	http://icstcc2023.cs.upt.ro/
10.11. - 10.13.	2023 International Semiconductor Conference (CAS)	Sinaia, Romania	https://www.imt.ro/cas/
10.11. - 10.13.	2023 IEEE International Conference on Space Optical Systems and Applications (ICSOS)	Vancouver, British Columbia, Canada	https://icsos2023.ieee-icsos.org/
10.11. - 10.14.	2023 14th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)	Jeju Island, Korea (South)	https://ictc.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.11. - 10.13.	2023 7th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)	Event Format: Virtual	https://i-smac.org/ismac2023/
10.11. - 10.13.	2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN)	Craiova, Romania	https://sielmen.ucv.ro/
10.11. - 10.13.	2023 IEEE Learning with MOOCS (LWMOOCS)	Cambridge, Massachusetts, USA	https://2023.lwmoocs-conference.org/
10.11. - 10.15.	2023 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)	Pune, India	https://site.ieee.org/iccst/2023-pune-india/
10.12. - 10.15.	2023 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)	Radnor, Pennsylvania, USA	https://ieeeghtc.org/
10.12. - 10.14.	2023 IEEE International Conference on Artificial Intelligence & Green Energy (ICAIGE)	Sousse, Tunisia	https://icaige.recherche-scientifique.com/
10.12. - 10.15.	2023 Global Reliability and Prognostics and Health Management Conference (PHM-Hangzhou)	Hangzhou, China	https://icphm.org/
10.12. - 10.13.	2023 Seventh International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)	Beirut, Lebanon	http://lreee.org/icabme23/
10.12. - 10.27.	2023 IEEE 9th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)	Aveiro, Portugal	https://wfiot2023.iot.ieee.org/
10.12. - 10.14.	2023 IEEE 14th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)	New York, New York, USA	https://ieee-uemcon.org/
10.13. - 10.16.	2023 IEEE 15th International Conference on Advanced Infocomm Technology (ICAIT)	Hefei, China	http://www.icait.org/
10.13. - 10.14.	2023 IEEE International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)	Mangalore, India	http://www.ieee-discover.org/
10.13. - 10.15.	2023 11th International Conference on Smart Grid and Clean Energy Technologies (ICSGCE)	Kuala Lumpur, Malaysia	http://www.icsgce.org/
10.13. - 10.15.	2023 IEEE International Conference on Unmanned Systems (ICUS)	Hefei, China	http://icus.c2.org.cn/
10.13. - 10.14.	2023 1st International Conference on Advanced Engineering and Technologies (ICONNIC)	Kediri, Indonesia	https://iconnic.unpkediri.ac.id/
10.14. - 10.18.	2023 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium (BCICTS)	Monterey, California, USA	https://bcicts.org/
10.14. - 10.15.	2023 IEEE Symposium on Computers & Informatics (ISCI)	Shah Alam, Malaysia	https://www.isci.asia/
10.14. - 10.17.	2023 IEEE 32nd Asian Test Symposium (ATS)	Beijing, China	https://ats2023.casconf.cn/
10.14. - 10.15.	2023 Sixth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)	Surabaya, Indonesia	http://icvee.conference.unesa.ac.id/
10.15. - 10.18.	2023 IEEE 32nd Conference on Electrical Performance on Electronic Packaging and Systems (EPEPS)	Milpitas, California, USA	http://www.epeps.org/
10.15. - 10.19.	2023 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP)	East Rutherford, New Jersey, USA	https://ceidp.org/
10.15. - 10.18.	2023 IEEE EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)	Pittsburgh, Pennsylvania, USA	https://embc.embs.org/2023/
10.15. - 10.17.	2023 North American Power Symposium (NAPS)	Asheville, North Carolina, USA	https://www.wcu.edu/engage/professional-enrichment/conferences-and-community-classes/naps-2023/index.aspx
10.15. - 10.18.	2023 International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP)	Nanjing, China	http://mwp2023.org/
10.15. - 10.16.	2023 IEEE Visualization in Data Science (VDS)	Melbourne, Australia	https://www.visualdatascience.org/2023/index.html
10.16. - 10.20.	IECON 2023- 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	Singapore, Singapore	https://www.iecon2023.org/
10.16. - 10.18.	2023 22nd International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)	Sydney, Australia	https://iscit2023.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.16. - 10.18.	2023 IEEE 33rd International Conference on Microelectronics (MIEL)	Nis, Serbia	https://miel.elfak.ni.ac.rs/
10.16. - 10.18.	2023 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH)	Vienna, Austria	http://media-publisher.eu/conference-emctech/call-for-papers/
10.16. - 10.18.	2023 International Conference on Data Security and Privacy Protection (DSPP)	Xi'an, China	https://dspp2023.xidian.edu.cn/
10.16. - 10.19.	2023 Twelfth International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)	Paris, France	https://www.ipta-conference.com/ipta23/
10.16. - 10.18.	2023 IEEE 11th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)	Rajkot, India	https://r10htc2023.org/
10.16. - 10.21.	2023 Antennas Design and Measurement International Conference (ADMInC)	Saint Petersburg, Russia	https://etu.ru/en/university/conferences/antennas-design-and-measurement-international-conference-2023-adminc2023
10.16. - 10.18.	2023 IFIP/IEEE 31st International Conference on Very Large Scale Integration (VLSI-SoC)	Dubai, United Arab Emirates	https://sites.google.com/view/vlsi-soc2023/home?pli=1
10.16. - 10.18.	2023 8th IEEE Workshop on the Electronic Grid (eGRID)	Karlsruhe, Germany	https://www.egrid2023.com/index.php
10.16. - 10.18.	2023 IEEE International Automated Vehicle Validation Conference (IAVVC)	Austin, Texas, USA	https://iccve2022.org/
10.16. - 10.20.	2023 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)	Sydney, Australia	https://ismar23.org/
10.16. - 10.20.	2023 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)	Sydney, Australia	https://ismar23.org/
10.16. - 10.18.	2023 7th Cyber Security in Networking Conference (CSNet)	Montreal, Quebec, Canada	https://csnet-conference.org/2023/
10.17. - 10.21.	2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)	College Station, Texas, USA	https://fie-conference.org/
10.17. - 10.18.	2023 IEEE 14th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)	Event Format: Virtual	http://www.icsess.org/
10.17. - 10.20.	2023 IEEE 6th Colombian Conference on Automatic Control (CCAC)	Popayan, Colombia	https://www.ieeeccac2023.org/
10.17. - 10.20.	2023 IEEE 35th International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD)	Porto Alegre, Brazil	https://www.inf.pucrs.br/sbacpad2023/
10.17. - 10.18.	2023 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IST)	Copenhagen, Denmark	https://ist2023.ieee-ims.org/
10.17. - 10.20.	2023 23rd International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)	Yeosu, Korea (South)	https://2023.iccas.org/
10.18. - 10.20.	2023 International Conference on Self Sustainable Artificial Intelligence Systems (ICSSAS)	Event Format: Virtual	https://icssat.com/
10.18. - 10.20.	2023 International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity, and Informatics (CCCI)	Chongqing, China	http://atc.udg.edu/CCCI2023/
10.18. - 10.20.	2023 IEEE Secure Development Conference (SecDev)	Atlanta, Georgia, USA	https://secdev.ieee.org/2023/home
10.18. - 10.20.	2023 IEEE 17th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)	Baku, Azerbaijan	https://www.aict.info/?csc=2023
10.18. - 10.20.	2023 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)	Ixtapa, Mexico	https://ropec.org/
10.18. - 10.19.	2023 International Conference on University Teaching and Learning (InCULT)	Shah Alam, Malaysia	https://incult.uitm.edu.my/
10.18. - 10.20.	2023 15th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE)	Hanoi, Vietnam	http://kse2023.actvn.edu.vn/
10.18. - 10.20.	2023 IEEE 9th Information Technology International Seminar (ITIS)	Batu Malang, Indonesia	http://2023.itisconf.org/
10.19. - 10.21.	2023 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)	Toronto, Ontario, Canada	https://2023.ieee-biocas.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.19. - 10.20.	2023 International Conference on Electrical Engineering and Photonics (EExPolytech)	ST PETERSBURG, Russia	https://eexpolytech.spbstu.ru/
10.19. - 10.21.	2023 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)	Da Nang, Vietnam	https://atc-conf.org/
10.19. - 10.20.	2023 IEEE 2nd International Conference on Cognitive Mobility (CogMob)	Budapest, Hungary	https://cogmob.hu/
10.19. - 10.20.	2023 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEE)	Ho Chi Minh, Vietnam	https://feee-conf.com/isee2023/
10.19. - 10.20.	2023 First International Conference on Advances in Electrical, Electronics and Computational Intelligence (ICAEECI)	Tiruchengode, India	http://icaeci.com/
10.19. - 10.21.	2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)	Manado, Indonesia	https://icic-aptikom.org/2023/
10.20. - 10.23.	2023 International Conference on Cyber-Physical Social Intelligence (ICCSI)	Xi'an, China	http://agist.org/iccsi2023/
10.20. - 10.21.	2023 International Conference on Evolutionary Algorithms and Soft Computing Techniques (EASCT)	Bengaluru, India	https://easct.in/
10.20. - 10.22.	2023 IEEE 23rd International Conference on Communication Technology (ICCT)	Wuxi, China	https://www.ieee-icct-wuxi.com/
10.20. - 10.22.	2023 2nd Asian Conference on Frontiers of Power and Energy (ACFPE)	Chengdu, China	https://acfpe.org/index.html
10.20. - 10.23.	2023 5th International Conference on System Reliability and Safety Engineering (SRSE)	Beijing, China	http://www.srse.org/
10.20. - 10.22.	2023 4th International Conference on Intelligent Design (ICID)	Xi'an, China	http://www.ic-id.org/
10.20. - 10.22.	2023 6th International Conference on Software Engineering and Computer Science (CSECS)	Chengdu, China	http://www.csse2023.net/
10.20. - 10.22.	2023 International Conference on Power and Renewable Energy Engineering (PREE)	Tokyo, Japan	http://www.pree.net/index.html
10.21. - 10.22.	2023 IEEE 11th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)	Dalian, China	http://www.iccsnt.org/ICCSNT2023/
10.21. - 10.27.	2023 IEEE Visualization and Visual Analytics (VIS)	Melbourne, Australia	https://ieeevis.org/year/2023/welcome
10.21. - 10.23.	2023 5th Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)	Giza, Egypt	https://www.nilesconf.org/
10.21. - 10.22.	2023 International Conference on the Cognitive Computing and Complex Data (ICCD)	Huaian, China	http://www.icc-cs.cn/
10.21. - 10.25.	2023 32nd International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques (PACT)	Vienna, Austria	https://pact2023.github.io/
10.22. - 10.25.	2023 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics (WASPAA)	New Paltz, New York, USA	https://waspaa.com/
10.22. - 10.25.	2023 15th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC)	Santa Maria, Brazil	https://sepoc.com.br/
10.22. - 10.23.	2023 IEEE Workshop on Visualization for Social Good (VIS4Good)	Melbourne, Australia	https://vis4good.github.io/
10.22. - 10.23.	2023 Topological Data Analysis and Visualization (TopoInVis)	Melbourne, Australia	https://topoinvis-workshop.github.io/2023/index.html
10.22. - 10.23.	2023 IEEE VIS Workshop on Visualization for Pandemic and Emergency Responses (Vis4PandEmRes)	Melbourne, Australia	https://vis4pandemres.github.io/
10.22. - 10.27.	2023 IEEE VIS Arts Program (VISAP)	Melbourne, Australia	https://visap.net/2023/
10.23. - 10.26.	2023 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)	Doha, Qatar	https://www.isncc-conf.org/
10.23. - 10.26.	2023 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV)	Boca del Río, Veracruz, Mexico	https://www.ieeeicev.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.23. - 10.26.	2023 42nd IEEE International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)	Concepcion, Chile	http://jcc2023.cl/
10.23. - 10.27.	2023 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM)	New Orleans, Louisiana, USA	https://conf.researchr.org/home/esem-2023
10.23. - 10.25.	2023 IEEE Nanotechnology Materials and Devices Conference (NMDC)	Paestum, Italy	https://ieeenmdc.org/nmdc-2023/
10.23. - 10.27.	2023 IEEE International Workshop Technical Committee on Communications Quality and Reliability (CQR)	Washington, District of Columbia, USA	https://cqr2023.ieee-cqr.org/
10.23. - 10.25.	2023 10th International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS)	San Antonio, Texas, USA	https://emergingtechnet.org/IOTSMS2023/index.php
10.23. - 10.24.	2023 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON)	Kuching, Malaysia	https://site.ieee.org/malaysia-pels/
10.23.	2023 IEEE 13th Symposium on Large Data Analysis and Visualization (LDAV)	Melbourne, Australia	https://ldav.org/2023/
10.23. - 10.25.	2023 6th International Conference on Applied Computational Intelligence in Information Systems (ACIIS)	Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam	http://conference.utb.edu.bn/aciis2023/
10.23. - 10.27.	2023 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)	Monterrey, Mexico	https://eventos.tec.mx/s/lt-event?language=es_MX&id=a5u8X000001KTRmQAO
10.24. - 10.27.	2023 IEEE 15th International Conference on ASIC (ASICON)	Nanjing, China	http://www.asicon.org/
10.24. - 10.26.	2023 Fourth International Conference on Intelligent Data Science Technologies and Applications (IDSTA)	Kuwai, Kuwait	https://intelligenttech.org/IDSTA2023/
10.24. - 10.27.	2023 IEEE 28th Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (PRDC)	Singapore, Singapore	https://prdc.dependability.org/PRDC2023/
10.24. - 10.26.	2023 Fifth International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)	Kuwait, Kuwait	https://intelligenttech.org/BCCA2023/
10.24. - 10.26.	2023 IEEE Physical Assurance and Inspection of Electronics (PAINE)	Huntsville, Alabama, USA	https://paine-conference.org/
10.25. - 10.27.	2023 16th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS)	Nis, Serbia	http://www.telsiks.org.rs/
10.25. - 10.27.	2023 IEEE International Conference on Metrology for eXtended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRAINE)	Milano, Italy	https://metroxraine.org/
10.25. - 10.27.	2023 18th International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT)	Taipei, Taiwan	https://www.impact.org.tw/site/page.aspx?pid=901&sid=1283&lang=en
10.25. - 10.28.	2023 20th International SoC Design Conference (ISOCC)	Jeju, Korea (South)	https://isocc.org/
10.25. - 10.27.	2023 International Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue (SpeD)	Bucharest, Romania	https://sped.pub.ro/
10.25. - 10.27.	2023 International Conference on Engineering Applied and Nano Sciences (ICEANS)	Erbil, Iraq	https://sites.google.com/soran.edu.iq/iceans-2023/home
10.25. - 10.27.	2023 IEEE 8th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)	Bahrain, Bahrain	https://icetas.etssm.org/
10.25. - 10.28.	2023 22nd International Symposium on Power Electronics (Ee)	Novi Sad, Serbia	http://www.dee.uns.ac.rs/
10.25. - 10.26.	2023 International Conference on Converging Technology in Electrical and Information Engineering (ICCTEIE)	Bandar Lampung, Indonesia	http://iccteie.eng.unila.ac.id/
10.26. - 10.28.	2023 8th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE)	Galati, Romania	https://www.iseee.ugal.ro/2023/
10.26. - 10.27.	2023 IEEE 2nd International Conference on Cognitive Aspects of Virtual Reality (CVR)	Veszprém, Hungary	https://scitope.com/cvr23/
10.26. - 10.27.	2023 15th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)	Chiang Mai, Thailand	https://icitee2023.it.kmitl.ac.th/
10.26. - 10.28.	2023 IEEE Women in Engineering (WIE) Forum USA East	Pittsburgh, Pennsylvania, USA	https://attend.ieee.org/wie-forum-usa-east-2023/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.26. - 10.27.	2023 11th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM)	Bucharest, Romania	http://ciem.upb.ro/2023/
10.26. - 10.28.	2023 7th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)	Ankara, Turkey	http://www.ismsitconf.org/
10.26. - 10.29.	2023 Big Data Meets Survey Science (BigSurv)	Quito, Ecuador	https://www.bigsurv.org/
10.26. - 10.28.	2023 International Symposium on Electromobility (ISEM)	Monterrey, Mexico	https://electromobilityisem.tec.mx/en/welcome
10.26. - 10.28.	2023 International Conference on Information and Communication Technology for Development for Africa (ICT4DA)	Bahir Dar, Ethiopia	https://ict4daconf.org/
10.26. - 10.27.	2023 11th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)	Makassar, Indonesia	http://citsm.id/citsm2023/
10.27. - 10.29.	2023 IEEE International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices (ASEMD)	Tianjin, China	https://r10.ieee.org/cc-csc/asemd2023/
10.27. - 10.29.	2023 7th CAA International Conference on Vehicular Control and Intelligence (CVCI)	Changsha, China	http://www.ascl.jlu.edu.cn/vci/cvci2023/Home.htm
10.27. - 10.29.	2023 IEEE 5th Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE)	Yunlin, Taiwan	https://www.ecice.asia/
10.27. - 10.29.	2023 7th International Conference on Computer Applications in Electrical Engineering-Recent Advances (CERA)	Roorkee, India	http://cera23.iitr.ac.in/
10.27. - 10.29.	2023 6th International Conference on Robotics, Control and Automation Engineering (RCAE)	Suzhou, China	http://www.rcae.net/
10.27. - 10.29.	2023 IEEE 3rd International Conference on Data Science and Computer Application (ICDSCA)	Dalian, China	http://www.icdsca.net/
10.27. - 10.29.	2023 4th International Conference on Advanced Electrical and Energy Systems (AEES)	Shanghai, China	http://www.aees.org/
10.27. - 10.29.	2023 6th International Conference on Computing and Big Data (ICCBD)	Shanghai, China	http://www.iccbd.org/index.html
10.27. - 10.28.	2023 International Conference on New Frontiers in Communication, Automation, Management and Security (ICCAMS)	Bangalore, India	https://iccams-presidencyuniversity.netlify.app/
10.27. - 10.28.	2023 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)	Istanbul, Turkey	https://iceet.net/
10.28. - 10.30.	2023 IEEE 8th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)	Beijing, China	http://www.icite.org/
10.28. - 10.02.	2023 IEEE/ACM International Conference on Computer Aided Design (ICCAD)	San Francisco, California, USA	https://iccad.com/
10.28. - 11.01.	2023 56th IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture (MICRO)	Toronto, Ontario, Canada	https://microarch.org/
10.29. - 11.02.	2023 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting (IAS)	Nashville, Tennessee, USA	https://ias.ieee.org/2023annualmeeting
10.29. - 11.01.	2023 57th Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers	Pacific Grove, California, USA	https://www.asilomarsscconf.org/
10.29. - 11.01.	2023 IEEE SENSORS	Vienna, Austria	https://2023.ieee-sensorsconference.org/
10.29. - 10.30.	2023 Computer Applications & Technological Solutions (CATS)	Mubarak Al-Abdullah, Kuwait	https://cats23.gust.edu.kw/
10.29. - 11.01.	2023 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI)	Ipojuca (Porto de Galinhas), Brazil	https://netuh.github.io/la-cci-home/
10.29. - 11.02.	2023 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)	Nashville, Tennessee, USA	https://www.ieee-ecce.org/2023/
10.30. - 11.03.	MILCOM 2023 - 2023 IEEE Military Communications Conference (MILCOM)	Boston, Massachusetts, USA	https://milcom2023.milcom.org/
10.30. - 11.03.	2023 Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM)	Dallas, Texas, USA	https://2023.magnetism.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
10.30. - 11.03.	2023 IEEE International Symposium On Antennas And Propagation (ISAP)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://isap2023.apmttemc.org/
10.30. - 11.01.	2023 IEEE 41st International Conference on Computer Design (ICCD)	Washington, District of Columbia, USA	https://www.iccd-conf.com/Home.html
10.31. - 11.03.	2023 IEEE International Conference on Cluster Computing (CLUSTER)	Santa Fe, New Mexico, USA	https://clustercomp.org/committee/
10.31. - 11.03.	2023 IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (SmartGridComm)	Glasgow, United Kingdom	https://sgc2023.ieee-smartgridcomm.org/
10.31. - 11.04.	TENCON 2023 - 2023 IEEE Region 10 Conference (TENCON)	Chiang Mai, Thailand	https://www.tencon2023.org/
10.31. - 11.01.	2023 IEEE Nordic Circuits and Systems Conference (NorCAS)	Aalborg, Denmark	https://events.tuni.fi/norcas2023/
10.31. - 11.03.	2023 Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)	Taipei, Taiwan	https://www.apsipa2023.org/
〉〉2023년 11월			
11.01. - 11.04.	2023 5th IEEE International Conference on Trust, Privacy and Security in Intelligent Systems and Applications (TPS-ISA)	Atlanta, Georgia, USA	http://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/tps/2023/
11.01. - 11.04.	2023 IEEE 5th International Conference on Cognitive Machine Intelligence (CogMI)	Atlanta, Georgia, USA	http://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/cogmi/2023/
11.01. - 11.04.	2023 IEEE 9th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)	Atlanta, Georgia, USA	http://www.sis.pitt.edu/lersais/conference/cic/2023/
11.01. - 11.03.	2023 IEEE 12th International Conference on Cloud Networking (CloudNet)	Hoboken, New Jersey, USA	https://cloudnet2023.ieee-cloudnet.org/
11.01. - 11.03.	2023 IEEE International Humanitarian Technology Conference (IHTC)	Santa Marta, Colombia	https://2023.ieee-ihtc.org/
11.01. - 11.03.	2023 11th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA)	Grimstad, Norway	http://www.iccma.org/
11.01. - 11.03.	2023 IEEE 22nd International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom)	Exeter, United Kingdom	https://hpcn.exeter.ac.uk/trustcom2023/
11.01. - 11.03.	2023 IEEE Tenth International Conference on Communications and Networking (ComNet)	Hammamet, Tunisia	https://comnet.ieee.tn/
11.01. - 11.03.	2023 3rd International Conference on Technological Advancements in Computational Sciences (ICTACS)	Tashkent, Uzbekistan	https://amity.edu/ictacs2023/
11.01. - 11.04.	2023 International Conference on Integration of Computational Intelligent System (ICICIS)	Pune, India	https://ieee-icicis.in/
11.01. - 11.04.	2023 IEEE International Conference on Design, Test and Technology of Integrated Systems (DTTIS)	Gammarth, Tunisia	http://www.dttis.org/
11.01. - 11.02.	2023 International Conference on Research Methodologies in Knowledge Management, Artificial Intelligence and Telecommunication Engineering (RMKMATE)	Chennai, India	http://rmkec.ac.in/rmkmate2023/
11.01. - 11.03.	2023 XX Workshop on Information Processing and Control (RPIC)	Oberá, Argentina	https://www.rpic.com.ar/
11.02. - 11.04.	2023 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC)	Suzhou, China	https://cyberc.org/
11.02. - 11.04.	2023 IEEE XXX International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)	Lima, Peru	https://intercon.ieee.org.pe/
11.02. - 11.04.	2023 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP)	Hangzhou, China	http://www.ic-wcsp.org/2023/
11.02. - 11.04.	2023 7th International Conference on Computation System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)	Bangalore, India	https://csitss.ieee-rvce.org/
11.02. - 11.05.	2023 IEEE International Workshop on Mechatronic Systems Supervision (IW_MSS)	Hammamet, Tunisia	https://iwmss2023.sciencesconf.org/
11.02. - 11.03.	2023 International Conference on Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE)	Sofia, Bulgaria	https://conference.ott-iict.bas.bg/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.02. - 11.03.	2023 International Conference on Ambient Intelligence, Knowledge Informatics and Industrial Electronics (AIKIIE)	Ballari, India	https://aikiie.in/index.php
11.02	2023 IEEE MetroCon	Hurst, Texas, USA	https://www.metrocon.org/2023/
11.02. - 11.04.	2023 International Conference on Sensing, Measurement & Data Analytics in the era of Artificial Intelligence (ICSMD)	Xi'an, China	http://icsmd2023.aconf.org/
11.02. - 11.03.	2023 IEEE International Conference on Paradigm Shift in Information Technologies with Innovative Applications in Global Scenario (ICPSITIAGS)	Indore, India	https://sageuniversity.in/ICPS-ITI-AGS-2023/
11.03. - 11.05.	2023 IEEE International Conference on Automation in Manufacturing, Transportation and Logistics (ICaMaL)	Wuhan, China	http://www.iemwave.cn/isemc2023/
11.03. - 11.06.	2023 IEEE 7th International Symposium on Electromagnetic Compatibility (ISEMC)	Hangzhou, China	http://www.iemwave.cn/isemc2023/#/Home
11.03. - 11.05.	2023 IEEE Silchar Subsection Conference (SILCON)	Silchar, India	http://www.ieeesilcon.org.in/
11.03. - 11.05.	2023 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC)	Okinawa, Japan	https://sites.google.com/view/pnc2023
11.03. - 11.05.	2023 17th International Conference on Complex Medical Engineering (CME)	Suzhou, China	http://www.ic-cme.com/
11.03. - 11.04.	2023 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS)	Greater Noida, India	http://www.icccis.in/
11.03. - 11.05.	2023 IEEE International Conference on Memristive Computing and Applications (ICMCA)	Jinan, China	https://www.qlit.edu.cn/hyzx/
11.03. - 11.05.	2023 8th IEEE International Conference on Network Intelligence and Digital Content (IC-NIDC)	Beijing, China	https://nidc2023.bupt.edu.cn/
11.04. - 11.06.	2023 IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE)	Sydney, Australia	https://conferences.computer.org/icebe/2023/index.htm
11.04. - 11.11.	2023 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and International Symposium on Room-Temperature Semiconductor Detectors (NSS MIC RTSD)	Vancouver, British Columbia, Canada	https://nssmic.ieee.org/2023/
11.04. - 11.07.	2023 Asia Communications and Photonics Conference/2023 International Photonics and Optoelectronics Meetings (ACP/POEM)	Wuhan, China	http://www.acpconf.com/
11.04. - 11.05.	2023 Eighth International Conference On Mobile And Secure Services (MobiSecServ)	Miami Beach, Florida, USA	http://mobisecserv.org/
11.05. - 11.09.	2023 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave and Optoelectronics Conference (IMOC)	Castelldefels, Spain	https://www.events.sbmo.org.br/imoc2023
11.05. - 11.07.	2023 International Conference on Intelligent Education and Intelligent Research (IEIR)	Wuhan, China	http://ieir2023.org/
11.05. - 11.08.	2023 26th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)	Zhuhai, China	https://www.icems2023.com/
11.06. - 11.10.	2023 IEEE International Radar Conference (RADAR)	Sydney, Australia	https://www.radar2023.org/
11.06. - 11.09.	2023 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT-LA)	San Juan, Puerto Rico, USA	https://ieee-isgt-latam.org/
11.06. - 11.08.	2023 IEEE International Conference on Microwaves, Communications, Antennas, Biomedical Engineering and Electronic Systems (COMCAS)	Tel Aviv, Israel	https://www.comcas.org/
11.06. - 11.08.	2023 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)	Pisa, Italy	https://www.metroagrifor.org/
11.06. - 11.09.	2023 36th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI)	Rio Grande, Brazil	https://itecfurgcomunicaca.wixsite.com/sibgrapi-2023
11.06. - 11.08.	2023 IEEE 28th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)	Edinburgh, United Kingdom	https://camad2023.ieee-camad.org/
11.06. - 11.09.	2023 19th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)	Daegu, Korea (South)	https://www.avss2023.org/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.06. - 11.09.	2023 IEEE 64th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)	Santa Cruz, California, USA	https://focs.computer.org/2023/
11.06. - 11.09.	2023 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)	Marrakesh, Morocco	https://asonam.cpsc.ucalgary.ca/2023/
11.06. - 11.07.	2023 18th International Conference on Emerging Technologies (ICET)	Peshawar, Pakistan	http://www.icet.org.pk/2023/
11.06. - 11.10.	2023 11th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)	León, Guanajuato, Mexico	https://conisoft.org/2023/
11.06. - 11.07.	2023 International Conference on Recent Advances in Information Technology for Sustainable Development (ICRAIS)	Manipal, India	https://conference.manipal.edu/ICRAIS2023/
11.06. - 11.10.	2023 IEEE PES/IAS PowerAfrica	Marrakech, Morocco	https://ieee-powerafrica.org/
11.06. - 11.08.	2023 IEEE 35th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)	Atlanta, Georgia, USA	https://ictai.computer.org/2023/
11.07. - 11.09.	2023 IEEE 3rd International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence (DTPI)	Orlando, Florida, USA	http://2023.ieee-dtpi.org/
11.07. - 11.09.	2023 IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks (NFV-SDN)	Dresden, Germany	https://nfvsdn2023.ieee-nfvsdn.org/
11.07. - 11.08.	2023 International Conference Informatics, Multimedia, Cyber, and Informations System (ICIMCIS)	Jakarta Selatan, Indonesia	https://2023.icimcis.org/
11.08. - 11.10.	2023 South American Conference On Visible Light Communications (SACVLC)	Santiago, Chile	https://www.sacvlc.cl/
11.08. - 11.11.	2023 IEEE International Conference on Recent Advances in Systems Science and Engineering (RASSE)	Kerala, India	https://2023.ieeerasse.org/
11.08. - 11.11.	2023 International Workshop on Integrated Nonlinear Microwave and Millimetre-Wave Circuits (INMMIC)	Aveiro, Portugal	https://www.inmmic.org/
11.08. - 11.09.	2023 International Conference on Open Innovation and Digital Transformation (OIDT)	Manama, Bahrain	https://oidt2023.agu.edu.bh/
11.08. - 11.09.	2023 6th International Conference on Signal Processing and Information Security (ICSPIS)	Dubai, United Arab Emirates	https://icspis.com/
11.09. - 11.10.	2023 IEEE International Biomedical Instrumentation and Technology Conference (IBITeC)	Yogyakarta, Indonesia	https://ibitec.uii.ac.id/
11.09. - 11.11.	2023 12th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST)	Taichung, Taiwan	https://icast-2023.github.io/
11.09. - 11.11.	2023 IEEE International Conference on Development and Learning (ICDL)	Macau, China	https://www.icdl-2023.org/
11.09. - 11.10.	2023 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)	Bucharest, Romania	http://www.ehbconference.ro/Home.aspx
11.10. - 11.13.	2023 IEEE 2nd International Power Electronics and Application Symposium (PEAS)	Guangzhou, China	http://peas.cpss.org.cn/
11.10. - 11.11.	2023 6th International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)	Event Format: Virtual	https://icoiact.org/
11.10. - 11.12.	2023 IEEE XVI International Scientific and Technical Conference Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE)	Novosibirsk, Russia	https://apeie.ieeesiberia.org/
11.10. - 11.12.	2023 Medical Technologies Congress (TIPTEKNO)	Famagusta, Cyprus	https://tiptekno.net/2023/
11.11. - 11.17.	SC23: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis	Denver, Colorado, USA	https://sc23.supercomputing.org/
11.11. - 11.12.	2023 IEEE 13th International Workshop on Computational Intelligence and Applications (IWCIA)	Hiroshima, Japan	http://www.ieee-jp.org/section/hiroshima/chapter/SMC-28/iwcia2023/
11.12. - 11.16.	2023 IEEE Photonics Conference (IPC)	Orlando, Florida, USA	https://ieee-ipc.org/
11.13. - 11.14.	2023 IEEE Green Energy and Smart Systems Conference (IGESSC)	Long Beach, California, USA	https://site.ieee.org/clas-sysc/call-for-papers/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.13. - 11.15.	2023 IEEE Future Networks World Forum (FNWF)	Baltimore, Maryland, USA	https://fnwf2023.ieee.org/
11.13. - 11.17.	2023 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCom/CyberSciTech)	Abu Dhabi, United Arab Emirates	https://icnetlab.org/cyber-science2023/index.html
11.14. - 11.17.	2023 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC)	ZHENGZHOU, China	http://www.icspcc.org/
11.14. - 11.15.	2023 IEEE Broadcast Symposium (BTS)	Washington, District of Columbia, USA	https://bts.ieee.org/broadcastsymposium.html
11.15. - 11.17.	2023 IEEE Conference on Antenna Measurements and Applications (CAMA)	Genoa, Italy	https://2023ieeecama.org/
11.15. - 11.18.	2023 Middle East and North Africa Solar Conference (MENA-SC)	Dubai, United Arab Emirates	https://mbrsic.ae/en/mena-sc/about-mena-solar-conference/
11.15. - 11.17.	2023 19th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis (SIPAIM)	Mexico City, Mexico	http://www.sipaim.org/
11.15. - 11.17.	2023 International Conference on Sustainable Communication Networks and Application (ICSCNA)	Event Format: Virtual	https://icoscn.com/2023/
11.15. - 11.17.	2023 38th Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS)	Málaga, Spain	https://dcis2023.uma.es/index.html
11.15. - 11.17.	2023 29th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP)	Queenstown, New Zealand	https://www.m2vip.org/
11.15. - 11.17.	2023 IEEE CPMT Symposium Japan (ICSJ)	Kyoto, Japan	http://www.ieee-csj.org/
11.15. - 11.16.	2023 IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security (HST)	Event Format: Virtual	https://ieee-hst.org/
11.15. - 11.17.	2023 XXV Robotics Mexican Congress (COMRob)	Xalapa/Veracruz, Mexico	https://www.uv.mx/comrob/cfp/
11.15. - 11.17.	2023 IEEE Fifth International Conference on DC Microgrids (ICDCM)	Auckland, New Zealand	https://www.ieee-icdcm.org/
11.15. - 11.17.	2023 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED)	Moscow, Russia	http://media-publisher.ru/en/about-tirved-2023/
11.16. - 11.18.	2023 Annual International Conference on Emerging Research Areas: International Conference on Intelligent Systems (AICERA/ICIS)	Kanjirapally, India	https://aicera.in/2023/
11.16. - 11.17.	2023 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)	Cape Town, South Africa	http://www.icecet.com/
11.16. - 11.17.	2023 IEEE Symposium on Reliability for Electronics and Photonics Packaging (REPP)	Milpitas, California, USA	https://attend.ieee.org/repp/
11.16. - 11.17.	2023 31st National Conference with International Participation (TELECOM)	Sofia, Bulgaria	http://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/?konf=177
11.16. - 11.18.	2023 International Symposium on Computers in Education (SIIE)	Setúbal, Portugal	https://eventos.ese.ips.pt/siie2023/
11.17. - 11.19.	2023 IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC)	Anaheim, California, USA	https://www.ipccc.org/
11.17. - 11.19.	2023 China Automation Congress (CAC)	Chongqing, China	http://www.cac2023.org.cn/
11.17. - 11.19.	2023 8th International Conference on Robotics and Automation Engineering (ICRAE)	Singapore, Singapore	http://www.cac2023.org.cn/
11.17. - 11.19.	2023 8th International Conference on Communication, Image and Signal Processing (CCISP)	Chengdu, China	https://www.ccisp.org/
11.17. - 11.19.	2023 9th International Conference on Mechanical and Electronics Engineering (ICMEE)	Xi'an, China	http://www.icmee.org/
11.17. - 11.18.	2023 IEEE 5th PhD Colloquium on Emerging Domain Innovation and Technology for Society (PhD EDITS)	Bangalore, India	https://www.phdedits.in/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.17. - 11.18.	2023 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)	PUDUCHERRY, India	http://www.icscan.in/
11.17. - 11.18.	2023 25th International Multitopic Conference (INMIC)	Lahore, Pakistan	http://inmic.org.pk/2023/
11.17. - 11.18.	2023 International Conference on Intelligent Computing and Next Generation Networks_ICNGN)	Hangzhou, China	https://www.icngn.org/
11.17. - 11.19.	2023 6th International Conference on Mechatronics, Robotics and Automation (ICMRA)	Xiamen, China	http://www.icmra.org/
11.18. - 11.19.	2023 IEEE North Karnataka Subsection Flagship International Conference (NKCon)	Belagavi, India	https://ieeenkcon2023.org/
11.18	2023 9th International HCI and UX Conference in Indonesia (CHIuXiD)	Bali, Indonesia	https://chiuxid.org/
11.19. - 11.22.	2023 IEEE 11th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP)	Guangzhou, China	http://www.em-conf.com/apcap2023/
11.19. - 11.22.	2023 IEEE Gaming, Entertainment, and Media Conference (GEM)	Bridgetown, Barbados	https://ieeegem.org/
11.20. - 11.23.	2023 IEEE International Future Energy Electronics Conference (IFEEC)	Sydney, Australia	https://ifeec2023.org/
11.20. - 11.22.	2023 International Symposium on Micro-NanoMehatronics and Human Science (MHS)	Nagoya, Japan	http://www.mein.nagoya-u.ac.jp/mhs/mhs2023-Top.html
11.20. - 11.21.	2023 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT)	Event Format: Virtual	http://iiict.uob.edu.bh/3ict23/
11.20. - 11.22.	2023 IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)	Budapest, Hungary	http://conf.uni-obuda.hu/cinti2023/
11.20. - 11.21.	2023 16th International Conference on Security of Information and Networks (SIN)	Jaipur, India	https://sinconf.org/sin2023/
11.21. - 11.23.	2023 Eleventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)	Cairo, Egypt	https://icicis.cis.asu.edu.eg/
11.21. - 11.23.	2023 IEEE 6th International Conference on Cloud Computing and Artificial Intelligence: Technologies and Applications (CloudTech)	Marrakech, Morocco	http://www.macc.ma/cloudtech23/
11.21. - 11.24.	2023 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia)	Auckland, New Zealand	https://ieee-isgt-asia.org/
11.21. - 11.22.	2023 31st Telecommunications Forum (TELFOR)	Belgrade, Serbia	https://www.telfor.rs/
11.21. - 11.23.	2023 14th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)	Irbid, Jordan	https://www.just.edu.jo/icics/
11.22. - 11.24.	2023 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)	Rabat, Morocco	http://ictmod-conference.com/
11.22. - 11.24.	2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)	São Bernardo do Campo, Brazil	https://induscon.org/
11.22. - 11.24.	2023 7th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS)	Bologna, Italy	http://www.icsrs.org/
11.22. - 11.24.	2023 7th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)	Event Format: Virtual	http://icoeca.org/2023/
11.22. - 11.23.	2023 3rd International Conference on Petroleum Technology & Petrochemicals (ICPTP)	Baghdad, Iraq	https://icptp.uotechnology.edu.iq/index.html
11.22. - 11.25.	2023 IEEE Colombian Caribbean Conference (C3)	Barranquilla, Colombia	https://attend.ieee.org/c3/
11.23. - 11.24.	2023 International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICCIT)	Faridabad, India	https://aiccit2023.vercel.app/
11.23. - 11.25.	2023 4th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES)	Plovdiv, Bulgaria	http://ciees.eu/
11.23. - 11.24.	2023 International Conference on Recent Advances in Science and Engineering Technology (ICRASET)	B G NAGARA, India	https://bgsiticraset23.com/

일 자	학술대회명	개최장소	홈페이지/연락처
11.23. - 11.25.	2023 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)	Malang, Indonesia	http://comnetsat.org/
11.23. - 11.25.	2023 5th International Conference on Control and Robotics (ICCR)	Tokyo, Japan	http://www.iccr.net/
11.24. - 11.26.	2023 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)	Kuala Lumpur, Malaysia	https://vit.ac.in/ipact/
11.24. - 11.25.	2023 IEEE 3rd Applied Signal Processing Conference (ASPCON)	India	http://ieeespskolkata.org/conferences.html
11.24. - 11.26.	2023 Eleventh International Conference on Technology for Education (T4E)	Mumbai, India	https://etsociety.org/t4e2023/
11.24. - 11.26.	2023 Power Electronics and Power System Conference (PEPSC)	Hangzhou, China	https://pepsc.org/
11.24. - 11.25.	2023 International Conference on Integrated Intelligence and Communication Systems (ICIICS)	Kalaburagi, India	https://iciics.in/
11.25. - 11.26.	2023 IEEE 9th International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering (WIECON-ECE)	Thiruvananthapuram, India	http://wiecon-ece.org/
11.25. - 11.26.	2023 IEEE International Conference on Intelligent Systems, Smart and Green Technologies (ICISSGT)	Vssakhapatnam, India	https://r10.ieee.org/vizagbay/icissgt-2023/
11.26. - 11.29.	2023 IEEE 8th Southern Power Electronics Conference (SPEC)	Florianopolis, Brazil	https://spec-ieee.org/spec2023/
11.27. - 11.30.	2023 Resilience Week (RWS)	National Harbor, Maryland, USA	https://events.techconnect.org/DTCFall/Resilience-Week/
11.27	2023 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)	Auckland, New Zealand	https://tale2023.org/
11.27. - 11.29.	2023 2nd International Conference on Emerging Trends in Electrical, Control, and Telecommunication Engineering (ETECTE)	Lahore, Pakistan	https://etecte.uol.edu.pk/
11.27. - 11.28.	2023 1st DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Education and Industry 4.0 (IDICAIEI)	Wardha, India	http://www.dmimsu.edu.in/IICAIEI/index.php
11.27. - 11.29.	2023 12th International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS)	Hanoi, Vietnam	https://www.iccais2023.org/
11.28. - 11.30.	2023 5th International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA)	Dalian, China	http://www.icaica.org/
11.28. - 11.30.	2023 International Conference on Computer and Applications (ICCA)	Cairo, Egypt	https://icca-conf.info/
11.28. - 11.30.	2023 2nd International Conference on Electronics, Energy and Measurement (IC2EM)	Medea, Algeria	http://www.univ-medea.dz/ic2em2023/
11.28. - 11.0-.	2023 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific (ITEC Asia-Pacific)	Chiang Mai, Thailand	https://itec-ap2023.com/
11.28. - 11.30.	2023 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence Systems (IoTaIS)	Bali, Indonesia	http://iotais.org/
11.28. - 11.30.	2023 9th IEEE India International Conference on Power Electronics (IICPE)	SONIPAT, India	https://www.iicpe2023.in/
11.28. - 11.29.	2023 International Conference on the Confluence of Advancements in Robotics, Vision and Interdisciplinary Technology Management (IC-RVITM)	Bangalore, India	http://ic-rvitm.rvitm.edu.in/
11.29	2023 33rd International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)	Melbourne, Australia	https://itnac.org.au/
11.30	2023 Workshop on Communication Networks and Power Systems (WCNPS)	Event Format: Virtual	https://ieee-wcnps.org/

The Magazine of the IEIE

특별회원사 명단

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
(주)디비하이텍	최창식	경기도 부천시 수도로 90(도당동)	032-680-4700	www.dbhitek.com
(주)레티널	김재혁	경기도 안양시 동안구 부림로170번지 41-10, 4층	02-6959-7007	https://letinar.com
(주)마르시스	박용규	서울시 강남구 언주로 85길 7	02-3445-3999	http://www.marusys.com
(주)세미파이브	조명현	경기도 성남시 분당구 양현로 322, 코리아디자인센터 2층		http://www.semifive.com
(주)센서위드유	이윤식	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 106동 501-4호	052-912-4282	http://www.sensorwyou.com
(주)에스비솔루션	변영재	울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 106동 401-3호	052-217-7343	http://www.sb-solutions.co.kr
(주)에어포인트	백승준	대전광역시 유성구 테크노2로 187, 204호(용산동, 미건테크노월드 2차)	042-484-5460	http://www.airpoint.co.kr
(주)와이솔	김지호	경기도 오산시 가장로 531-7	070-7837-2730	http://www.wisol.co.kr
(주)웨이브피아	이상훈	경기도 화성시 동탄기흥로 557 금강펜테리움IT타워 1301호	031-8058-3384	http://www.wavepia.com
KT	구현모	경기도 성남시 분당구 정자동 206	031-727-0114	http://www.kt.com
LG이노텍㈜	정철동	서울시 강서구 마곡중앙10로 30	02-3777-1114	www.lginnotek.com
LG전자㈜	조주완, 배두용	서울시 영등포구 여의도동 30	02-3777-1114	http://www.lge.co.kr
LIG넥스원	김지찬	서울시 서초구 강남대로 369(서초동, 나라빌딩)	02-1644-2005	http://www.lignex1.com
LPKF Laser&Electronics	이용상,벤델레괴츠마티아스	경기도 안양시 동안구 흥안대로 427번길	031-689-3660	www.lpkf.com/kr
SK텔레콤㈜	유영상	서울시 중구 을지로65(을지로2가) SK T-타워	02-2121-2114	http://www.sktelecom.com
SK하이닉스㈜	박정호, 곽노정	경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1	031-630-4114	http://www.skhynix.com
네이버㈜	최수연	경기도 성남시 분당구 불정로 6 (정자동 그린팩토리)	031-784-2560	https://www.navercorp.com
누리미디어	최순일	서울시 영등포구 선유로 63, 4층(문래동 6가)	02-710-5300	http://www.nurimedia.co.kr
대덕전자(주)	신영환	경기도 안산시 단원구 강촌로230 (목내동 475)	031-8040-8000	http://www.daeduck.com
대전테크노파크	임헌문	대전시 유성구 테크로9로	042-930-4300	www.djtp.or.kr
도쿄일렉트론코리아(주)	원제형	경기도 화성시 장안면 장안공단 6길 51	031-260-5000	https://www.tel.com
리얼텍코리아 주식회사	팅치창	서울시 서초구 사임당로 18, 석오빌딩 5층	070-4120-7966	www.realtek.cpm/en
비젼테크	이원복	대전 유성구 테크노2로 187, 미건테크노월드2차 1층 118호	042-934-0236	http://www.visiontechkorea.com
삼성전자㈜	한종희, 경계현	서울시 서초구 서초2동 1320-10 삼성전자빌딩	02-1588-3366	https://www.samsung.com
스카이칩스	이강윤	수원시 장안구 서부로 2066, 산학협력센터 85511호	031-299-6848	http://www.skaichips.co.kr
스테코㈜	박영우	충청남도 천안시 서북구 3공단1로 20(백석동)	041-629-7480	http://www.steco.co.kr
에스에스앤씨㈜	한은혜	서울시 영등포구 당산로171, 1301	02-6925-2550	http://www.secnc.co.kr
에어스메디컬	이진구	서울시 관악구 남부순환로 1838	070-7777-3186	www.airsmed.com
오토아이티㈜	정명환	대구시 수성구 알파시티1로 117	053-795-6303	www.auto-it.co.kr
유정시스템㈜	이재훈	서울시 구로구 디지털로26길 110	02-852-8721	www.yjsys.co.kr
정보통신정책연구원	권호열	충북 진천군 덕산읍 정통로 18	043-531-4389	www.kisdi.re.kr
㈜LX세미콘	손보익	대전시 유성구 탑립동 707	042-712-7700	www.lxsemicon.com

회원사	대표자	주 소	전 화	홈페이지
㈜넥스틴	박태훈	경기도 화성시 동탄면 동탄산단9길 23-12	031-629-2300	http://www.nextinsol.com
㈜더즈텍	김태진	경기도 안양시 동안구 학의로 292 금강펜테리움IT타워 A동 1061호	031-450-6300	http://www.doestek.co.kr
㈜만도	정몽원, 조성현, 김광현	경기도 평택시 포승읍 하만호길 32	02-6244-2997	www.mando.com
㈜빅텍	임만규	경기도 이천시 마장면 덕이로 180-31	031-631-7301	http://www.vitek.co.kr
㈜스프링클라우드	송영기	경기도 성남시 창업로 42	031-778-8328	www.aspringcloud.com
㈜시스메이트	이상만	대전시 유성구 유성대로 1184길 41	042-486-6135	http://www.sysmate.com
주식회사 뷰웍스	김후식	경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 41-3	070-7011-6161	https://www.vieworks.com
㈜실리콘마이터스	허염	경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660 유스페이스-1 A동 8층	1670-7665	http://www.siliconmitus.com
㈜싸이몬	정창호	경기도 성남시 분당구 벌말로48(구 야탑동 272-1 케이디티빌딩)	02-480-8580	http://www.cimon.com
㈜싸인텔레콤	박영기	서울시 영등포구 경인로 775, 문래동 3가 에이스하이테크시티 1동 119호	02-3439-0033	http://www.signtelecom.com
㈜쏠리드	정준, 이승희	경기도 성남시 분당구 판교역로 220 쏠리드스페이스	031-627-6000	http://www.st.co.kr
㈜유니트론텍	남궁 선	서울시 강남구 영동대로 638(삼도빌딩) 9층	02-573-6800	http://unitrontech.com
㈜코클리어닷에이아이	한윤창	서울시 강남구 봉은사로 51길 26		www.cochl.ai
㈜크레셈	오상민	대전시 유성구 대덕대로 582, 4층 402호(도룡동, 옥토빌딩)	031-427-3445	http://wwww.cressem.com
㈜텔레칩스	이장규	서울시 송파구 올림픽로 35다길 42(신천동 한국루터회관)19~23층	02-3443-6792	www.telechips.com
㈜티에이치엔	이광연, 채승훈	대구시 달서구 갈산동 973-3	053-583-3001	http://www.th-net.co.kr
㈜티엘아이	김달수	경기도 성남시 중원구 양현로 405번길 12 티엘아이 빌딩	031-784-6800	http://www.tli.co.kr
㈜해치텍	최성민	충북 청주시 청원구 오창읍 연구단지로 40, 스타기업관 207호	043-715-9034	http://www.haechitech.com
중소벤처기업진흥공단	김학도	경상남도 진주시 동진로 430	055-751-9380	www.kosmes.or.kr
케이케이테크(주)	김경하	경기도 안성시 대덕면 무능로132	031-678-1586	http://www.k-ktech.co.kr
코어인사이트㈜	유용훈	경기도 성남시 중원구 갈마치로 186 반포테크노피아 5층	031-750-9200	http://www.coreinsight.co.kr
한국알박㈜	김선길	경기도 평택시 청북읍 한산길5	031-683-2922	http://www.ulvackora.co.kr
한국인터넷진흥원	이원태	서울시 송파구 중대로 135 (가락동) IT벤처타워	02-405-5118	http://www.kisa.or.kr
한국전기연구원	명성호	경남 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)	055-280-1114	http://www.keri.re.kr
한국전자기술연구원	김영삼	경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)	031-789-7000	http://www.keti.re.kr
한국전자통신연구원	김명준	대전시 유성구 가정로 218	042-860-6114	http://www.etri.re.kr
한화시스템㈜	김연철	서울시 중구 청계천로 86 (장교동) 한화비딩 (19,20층)	02-729-3030	http://www.hanwhasystems.com
현대로템㈜	이용배	경기도 의왕시 철도박물관로 37	031-596-9114	http://www.hyundai-rotem.co.kr
현대모비스㈜	조성환	서울시 강남구 테헤란로 203	02-2018-5114	http://www.mobis.co.kr
현대자동차㈜	정의선, 장재훈, 이동석	경기도 화성시 장덕동 772-1	02-3464-1114	http://www.hyundai-motor.com
호리바에스텍코리아㈜	김성환 외 1명	경기도 용인시 수지구 디지털벨리로 98 호리바빌딩	031-6520-6500	http://www.horiba.com
히로세코리아㈜	이상엽	경기도 시흥시 정왕동 희망공원로 250	031-496-7000	http://www.hirose.co.kr
히타치하이테크코리아㈜	MIYOSHI KEITA	경기도 성남시 분당구 정자일로 155, 엔16층(정자동, 분당두산타워)	031-725-4201	https://www.hitachi-hightech.com

박사학위 논문초록 게재 안내

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

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

국문 초록(요약) : 1000자 이내

보내실 곳 _ 06130
서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동, 과학기술회관 제1관 907호)
사무국 회지담당자앞
E-mail : biz@theieie.org
TEL : (02)553-0255(내선 5) FAX : (02)552-6093

대한전자공학회
IEIE The Institute of Electronics and Information Engineers

전자공학회지 〈월간〉 제50권 제7호(통권 제470호) The Magazine of the IEIE

2023년 7월 20일 인쇄
2023년 7월 25일 발행

발행및 편집인 **(사) 대한전자공학회** **회장 이 혁 재**
인쇄인 **한림원(주)** **대표 김 흥 중**
발행인 **사단법인 대 한 전 자 공 학 회**
(우)06130 서울 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동, 과학기술회관 제1관 907호)
TEL.(02)553-0255~7 FAX.(02)552-6093
E-mail : ieie@theieie.org
Homepage : http://www.theieie.org
씨티은행 102-53125-258

2023년도 회비납부 안내

1. 회비의 납부 및 유효기간

2023년도 회원 연회비는 2022년과 동일함을 알려드리며, 아직 2023년도 회비를 납부하지 않으신 회원님께서는 납부하여 주시기 바라며, 연회비의 유효기간은 회비를 납부한 당해연도에 한합니다.

◆ 2023년도 회원 연회비는 다음과 같습니다.
- 정 회 원 : 70,000원 (입회비 : 10,000원)
- 학생회원 : 30,000원 (입회비 면제)
- 평생회원 : 700,000원
  - 평생회비 할인 제도 : 학회 홈페이지 안내 참조
  - 평생회비 분납 제도(1년 한) : 평생회비 분할 납부를 원하시는 회원께서는 회원 담당에게 요청하여 주시기 바랍니다.
  - 7월 1일부터 연회비 50% 할인 적용

2. 논문지(eBook) 제공

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

3. 회비의 납부방법

신용카드(홈페이지 전자결제) 및 계좌이체(한국씨티은행, 102-53125-258)를 이용하여 학회 연회비, 심사비 및 논문게재료 등 납부 가능합니다.

4. 석 · 박사 신입생 및 재학생 다년 학생회원 가입 및 회비 할인 제도 안내

우리 학회에서는 석 · 박사 신입생 및 재학생을 위하여 다년 학생회원 가입 제도 및 회비 할인 제도를 마련하였습니다. 한 번의 회원가입으로 졸업 및 수료 때까지 학회 활동에 참여하실 수 있는 기회가 되시기 바라며 회비 할인 혜택까지 받으시길 바랍니다.

◎ 가입 대상 및 할인 혜택
- 가입 대상 : 2023년 석 · 박사 신입생 및 재학생
- 할인 내용 : 2년 60,000원(1년당 30,000원) → 2년 50,000원(16.7% 할인)
  3년 90,000원(1년당 30,000원) → 3년 70,000원(22.2% 할인)
  4년 120,000원(1년당 30,000원) → 4년 90,000원(25% 할인)
  5년 150,000원(1년당 30,000원) → 5년 110,000원(26.7% 할인)

5. 문의처

◆ 대한전자공학회 사무국 변은정 부장(회원담당)
Tel : 02-553-0255(내선 3번) / E-mail : edit@theieie.org

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

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

3천여권의 공학 및 신산업 관련 서적과 20여종의 Nikkei가 발행한 정기간행물과 40여개사의 기술보고서 등 4천여권의 도서를 통해 다양한 분야의 기술 정보를 제공하고 있습니다.

2016년부터는 소장 정보를 26개의 신산업 카테고리로 구분하여 미래기술과 신산업 관련한 정기간행물의 특집기사와 신문기사의 한글요약 제공과 함께, 주간브리핑 등을 통해 매주 새로운 정보를 메일과 SNS 등으로 배포하고 있습니다.

상세한 사항은 로그인 없이 모든 정보와 이용이 가능한 홈페이지를 참조바랍니다.

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

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

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

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