

# 2020 전기및전자공학부 연구실 소개 책자

Wave Division



# Wave Division

## 1. 테라랩 (TeraByte Interconnection and Package Laboratory, 김정호 교수 연구실)

: 차세대 고대역폭 메모리 (High Bandwidth Memory) 개발, 고급 패키징 기술 개발 (Advanced Packaging Technologies), 신호 무결성 (Signal Integrity), 전력 무결성 (Power Integrity), 접지 무결성 (Ground Integrity), 머신러닝 (Machine Learning) 기반 SI/PI 최적 설계, 전자기 간섭/정합성 (Electromagnetic Interference/Compatibility), 무선전력전송 (Wireless Power Transfer)

## 2. 광자 시스템 연구실 (Photonics Systems Research Laboratory, 김훈 교수 연구실)

: 광전송시스템, 무선 광통신 시스템, THz 전송, 광섬유 분산 센서, 광통신망

## 3. 초고주파 및 안테나 연구실 (Micro/Millimeter-wave and Antenna Laboratory, 박성욱 교수 연구실)

: 다중안테나통신 시스템(MIMO system), 5세대 통신 시스템(5G communication system), 신물질 안테나(New-material antenna), 합성개구레이다(Synthetic-aperture radar, SAR), 드론탐지 레이더(Drone detection radar)

## 4. 스마트 센서 시스템 연구실 (Smart Sensor Systems Laboratory, 박효훈 교수 연구실)

: 자율자동차/로봇용 실리콘 기반 3차원 영상 센서, 대용량 시스템용 실리콘포토닉스 기반 200 Gbps 데이터 전송 칩

## 5. 양자정보이론 연구실 (Quantum Information Theory @KAIST, 배준우 교수 연구실)

: 양자통신 프로토콜, 양자 알고리즘, 양자 얽힘, 양자정보처리의 효율적 구현 기술

## 6. 융합광전자소자연구실 (Convergence Optoelectronic Device Engineering laboratory, 원용협 교수 연구실)

: 3차원 입체영상 디스플레이 (3D Display), 증강·가상현실 디스플레이(Augmented & Virtual Reality Display), 홀로그래픽 디스플레이 (Holographic Display), 포비티드 디스플레이 (Foveated display)

## 7. 집적 나노포토닉스 연구실 (Integrated Nanophotonics Laboratory, 유경식 교수 연구실)

: 실리콘 포토닉스 (Silicon Photonics), 광 회로 (Photonic circuit), 양자 센싱 (Quantum sensing), 메타물질 (Metamaterials), 이차원물질 기반 나노포토닉스 (2D materials-based nanophotonics)

## 8. RF 시스템 솔루션 연구실 (Radio Frequency System Solution Laboratory, 유종원 교수 연구실)

: 무선/마이크로파 전력전송(Wireless power transfer), 위상배열안테나(Phased Array Antenna System), 5G 안테나 개발(5G Antenna Development), IoT 시스템 개발(IoT System Development), 전파전파 특성 분석(Radio Propagation Characteristics Analysis), 초 지향성 안테나(Superdirective antenna)

## 9. 양자 정보 및 통신 연구실 (Quantum Information and Communications Laboratory, 이준구 교수 연구실)

: Quantum Computing, Quantum Information Security, Wi-Fi Localization, Direct-detection Optical Access Network, Quantum Imaging System, Quantum Chemistry Simulation

**10. 라이다 & 지능형 광학 노드 연구실 (LiDARs & Intelligent Optical Nodes Lab., 이창희 교수 연구실)**

: 라이다(LiDARs), 상호 간섭(Mutual interference), 기계 학습(Machine Learning), 무선 광 통신(Free Space Optics Communications)

**11. 나노 광학 연구실 (Nano Optics Laboratory, 장민석 교수 연구실)**

: 플라즈모닉스(Plasmonics), 메타 표면(Meta Surface), 그래핀 플라즈모닉스(Graphene Plasmonics), 계산 광학(Computational Photonics), 분자 센서(Molecular Sensor), 디스플레이(Display)

**12. 광통신 연구실 (Lightwave systems research laboratory, 정윤철 교수님 연구실)**

: 통신공학, 광통신개론, 광공학개론, 고급디지털신호처리



TeraByte Interconnection and Package Laboratory

■ 연락처

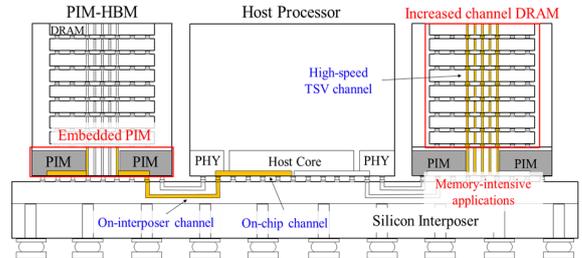
교수: 나노팸센터 S-114-1호    이메일: joungho@kaist.ac.kr  
 연구실: 나노팸센터 S-112호    이메일: seungtaek@kaist.ac.kr  
 홈페이지: http://tera.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

연구 교수: 1명    박사과정: 12명    석사과정: 7명

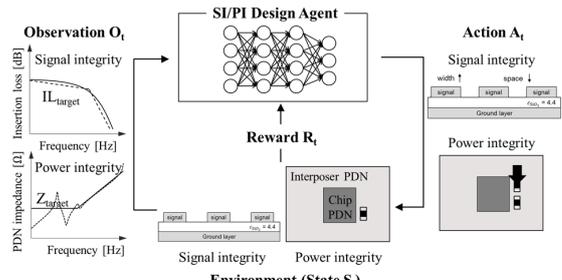
■ 연구분야 소개

**인공지능 서버를 위한 차세대 고대역폭 메모리 (HBM) 패키징 기술 연구**  
 최근 높은 데이터 대역폭과 밀도에 대한 요구로 인해 실리콘 인터 포저 (Silicon Interposer) 기반 2.5차원 및 3차원 반도체 (2.5D/3-D Integrated Circuit)가 현저하게 개발되고 있다. 미세한 실리콘 공정과 관통 실리콘 비아 (Through Silicon Via) 기술로 인해, 3차원 적층형 고대역폭 메모리 (High Bandwidth Memory)는 초당 테라 바이트 (TB/s) 대역폭을 제공하는 핵심 솔루션이다. 최근 TERA 연구실에서는 Processing-in-memory in HBM (PIM-HBM)이라는 AI 서버용 차세대 HBM에 대한 연구를 진행하고 있으며, 신호/전력/접지 무결성(Signal/Power/Ground Integrity)을 고려한 PIM 아키텍처 설계 및 PIM-HBM 패키징 기술 연구에 중점을 두고 있다.



< PIM-HBM Architecture on Silicon Interposer for AI Server >

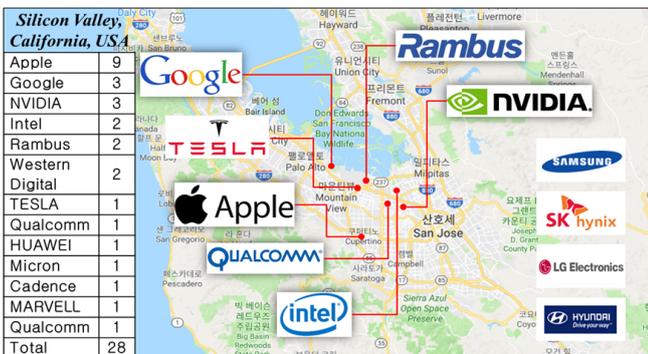
**머신 러닝 기반 3차원 반도체에서의 신호/전력 무결성 최적 설계 연구**  
 고성능이 시스템에 요구되어지면서, 신호/전력 무결성 (SI/PI)를 보장하기 위한 2.5차원 및 3차원 IC 설계 복잡성이 점차 증가하고 있다. 또한 시장 동향 및 고객 요구에 대응하기 위해 시장 출시 기간이 단축됨에 따라, 시간 효율적이고 정확한 최적 2.5차원 /3차원 IC 설계 방법론이 필요로 한다. 최근 TERA 연구실에서는 머신러닝 (Machine Learning)을 기반으로 한 고속 채널 (High speed channels) 및 전력 분배망 (Power distribution network) 최적 설계 방법론을 연구하고 있다. 뿐만 아니라, HBM 에서의 신호 및 전력 무결성 최적 설계를 머신러닝을 통해 구현하는 데 그 중점을 두고 있다.



< Machine Learning-based SI/PI Design >

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

- 추천 수강 과목으로는 전자기학, 회로 이론 등이 있다.
- 졸업생들은 현재 국내의 삼성 전자, SK 하이닉스, 현대 자동차 등에 진출해 있다.
- 더 나아가, 해외의 Apple, Google, Nvidia, Intel, Tesla, Rambus 등 다양한 글로벌 기업에 진출해 있다.



■ 연구 활동 외 소개

TERA 연구실은 연구 활동 이외에도 다양한 활동을 장려하고 있다. 매주 축구, 풋살, e-스포츠, 서핑 등의 랩 운동을 하고 있으며, 매년 여름/겨울에 바닷가/스키장으로 연구실 단체 워크숍을 가서 구성원 간의 끈끈함을 더하고 있다. 또한, 졸업한 선배들과의 잦은 교류를 통해 좋은 관계를 지속적으로 이어나가고 있다.

■ 연구실 홍보

TERA 연구실은 글로벌 인재 양성을 목표로 하고 있으며, 이미 많은 졸업생들이 세계 유수 기업에 진출해 있다. 창의적인 연구를 할 수 있도록 교수님께서 적극적으로 이끌어 주시며, 연구실 구성원끼리 자유롭게 토론하는 분위기가 형성되어 있다. 연구 분야에 있어서도 미래 지향적이면서도 실질적인 문제들을 많이 다루고 있다.



< Google Visiting Seminar >

■ 최근 연구 성과 소개 (17~19)

- [1] Best paper Award, Kyungjun Cho and et al., "Modeling and Analysis of Multiple Coupled Through-Silicon Vias (TSVs) for 2.5-D/3-D ICs" IEEE APEMC 2019.
- [2] Best paper Award, Seongsu Lee and et al., "Design and Analysis of EMI Shielding Method using Intermediate Coil for Train WPT System" IEEE WPTC 2018.
- [3] 국제 SCI급 논문: 19편, 국제 학술대회: 53편



# PHOTONICS SYSTEMS RESEARCH LAB

## ■ 연락처

교수 : 정보전자동 (E3-2) 4204 호 TEL : 042-350-7433  
 연구실 : 정보전자동 (E3-2) 4210 호 TEL : 042-350-7633  
 홈페이지 : <http://psrl.kaist.ac.kr>

## ■ 연구실 현황 (2019 가을학기 기준)

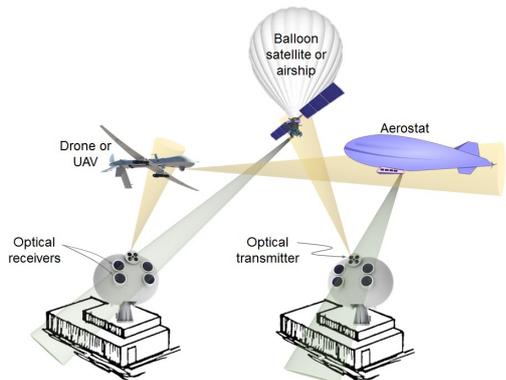
박사후과정: 3명 박사과정: 3명 석박통합과정: 1명 석사과정 : 5명

## ■ 연구 분야 소개

우리 연구실은 광학/광자 기반 시스템 및 광전송 시스템의 설계 및 구현 방안을 연구합니다. 특히, 광전송/광통신 시스템과 이를 구성하는 각종 서브시스템의 초고속화, 대용량화, 경제적 구현 방안을 탐구하며, 광학/광자 기반 센서 시스템 등도 연구합니다. 새로운 아이디어를 실제로 구현하여 실험으로 검증하며, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 설계 및 실험 결과를 분석하기도 합니다. 최근 수행하고 있는 연구 내용은 아래와 같습니다.

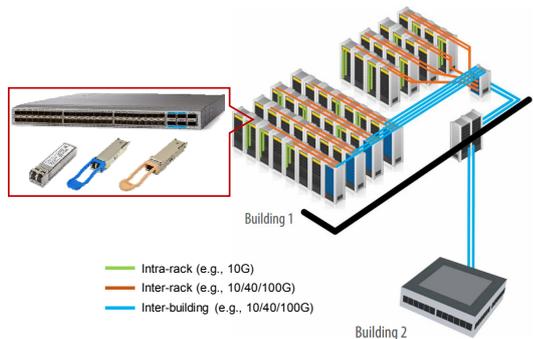
### 장거리/대용량 무선 광전송 시스템

최근 부족한 RF 무선 자원에도 불구하고 무선 데이터 트래픽의 지수적인 증가세로 인하여 무선 광전송 시스템에 대한 관심이 크게 증가하고 있습니다. 무선 광전송 시스템은 현존하는 무선 RF 통신 시스템에 비하여 수십 배 이상 높은 전송 용량을 전송할 수 있을 뿐만 아니라 적은 전력을 소모하므로 비행체 간의 대용량 통신 등에 적합합니다. 그러나 움직이는 비행체에서 송신기와 수신기를 정확하게 정렬해야만 하는 기술적 어려움도 있습니다. 우리 연구실에서는 이러한 기술적 어려움을 해결하는 것을 포함하여 무선 광전송 시스템의 전송 용량, 전송 거리, 신뢰성 등을 향상시키는 연구를 수행하고 있습니다.



### 데이터센터를 위한 전송 기술

클라우드 서비스, 빅데이터, IoT, 무선 통신 시스템의 활성화로 데이터센터 내부 또는 데이터센터 간 통신 용량이 급증하고 있습니다. 현대 데이터센터는 수백만 개의 광전송 장치로 구성된 컴퓨터 서버의 집합체입니다. 우리 연구실에서는 데이터센터의 전송 용량 문제를 경제적으로 해결하기 위한 각종 연구를 수행하고 있습니다. 경제성이 우수한 직접 변조 레이저 시스템을 비롯하여, 스톱스 벡터 수신기, 크래머스-크로닉 수신기 등 다양한 전송 기법을 탐구하고 있습니다.



그밖에 광학적 방법으로 THz 신호를 전송하는 기술과 분산 광섬유 센서에 대한 연구도 수행하고 있습니다.

## ■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

추천 수강 과목으로는 디지털 통신, 광공학개론, 광통신개론, 등이 있으나, 기본적인 전자공학 지식만으로도 연구를 시작할 수 있습니다. 졸업생은 대기업 및 정부출연 연구소/연구원 또는 학계 진출이 가능합니다.

## ■ 연구 활동 외 소개

우리 연구실은 구성원들 간의 긴밀한 유대를 위하여 겨울 MT 행사를 기획하고 있습니다. 또한 1년에 2회 정도 국내 학술대회에 참석하여 연구 결과를 발표하고 구성원 간 유대도 높이는 기회로 삼고 있습니다.

## ■ 연구실 홍보

(1) Photonics Systems Research Lab은 2014년에 설립된 신생 연구실입니다. 우리 연구실은 미국 Bell Labs, 삼성전자, 싱가포르 국립대학 등 산업계 및 학계에서 경험을 쌓은 김훈 교수님의 지도하에 광학/광자 시스템, 광전송 시스템의 다양한 분야를 연구합니다. 김훈 교수는 현재 *IEEE Photonics Technology Letters*의 Senior Editor, *Optics Express*의 Associate Editor로 활동 중이며, OFC, ECOC 등 각종 국제 학회에 학술위원 또는 조직위원으로 참여하고 있습니다.

(2) 우리 연구실 구성원에게는 세계 우수 기관 및 해외 대학과의 협업 기회가 많이 주어지며, 매년 OFC와 OECC 등 학술대회에 참석하여 해외 연구자들과 교류하고 있습니다.

(3) 현대 정보화 사회에서 광학/광자 기반 통신 시스템은 다양한 곳에 있습니다. 광전송 기술은 대륙 간 통신망과 국가의 기간망을 이루는 핵심 기술입니다. 또한 무선통신 기지국을 연결하는 백홀망을 비롯하여 데이터 센터 내의 신호 접속 및 상호 연결 장치에도 광기반 기술을 사용하고 있습니다. 최근에는 컴퓨터 내부의 칩 간 연결에까지 그 범위를 넓히고 있습니다. 광전송을 대체할 만한 기술이 없으므로 미래에도 대용량 신호를 전송하기 위해 광학/광자 기반 시스템이 사용될 것은 분명합니다.

## ■ 연구 성과 소개 (최근 3년 2016.09 ~2019.08)

- [1] 국제 SCI 논문: 22편, 국제 학술회의: 35편. [2] 국제학술대회 수상: SPIE Best Student Paper Award (OECC2018)
- [3] 국내학술대회 수상: COOC2018, PC2016, PC2017, PC2018, COOC2019



■ 연락처

교수 : E3-2 빌딩, 5206호      TEL : 042-350-7414  
 연구실 : E3-2 빌딩, 5208호      TEL : 042-350-7514  
 홈페이지 : <http://ma.kaist.ac.kr>

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 2명      박사과정 : 12명      석사과정 : 5명

■ 연구 분야 소개

초고주파 및 안테나 연구실은 아네나 해석을 위한 전자기 이론, 위상배열 안테나, 5G and beyond 5G Antenna 설계 및 측정 기법, 새로운 밀리미터파 대역 안테나 연구, 드론 탐지 레이더, 초소형 군집위성 영상레이더(SAR), 획득된 레이더 영상을 Deep Learning 기법을 이용한 레이더 목표물 식별 및 탐지율 높이기 위한 연구를 수행하고 있습니다.

[안테나 이론 해석 및 연구]

새로운 물질 및 나노 물질을 적용 시 일어나는 새로운 전자기적 현상을 이론 및 수치해석적으로 규명하고, 신기술 안테나에 적용하는 연구를 수행한다.

[5세대 및 5세대 이후 안테나 핵심 기술 개발]

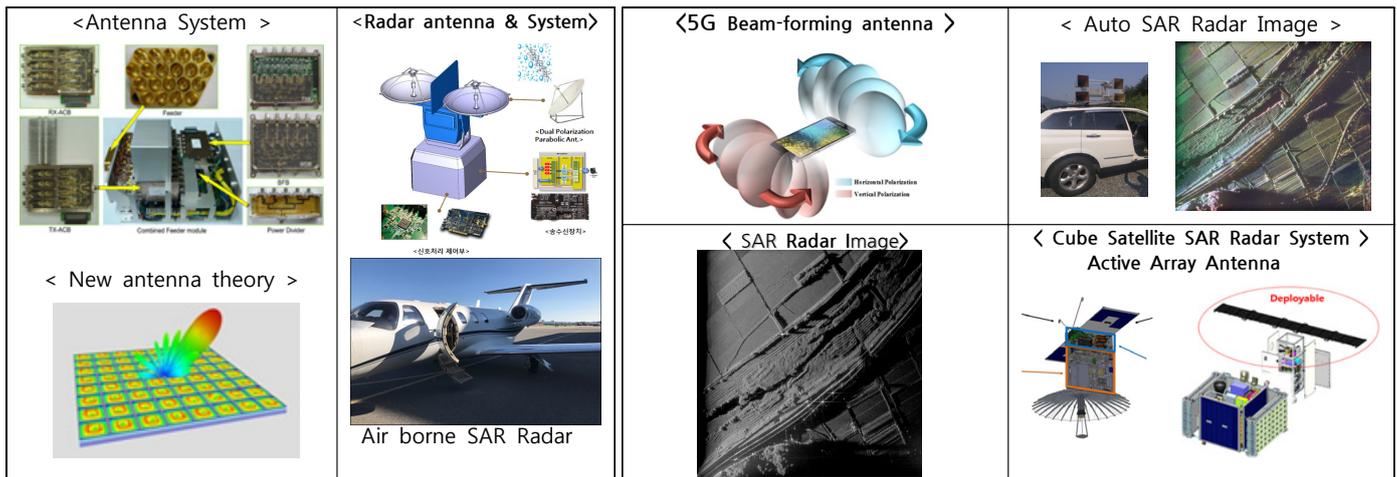
5세대 및 5세대 이후 안테나 시스템을 구현하는 핵심기술을 개발하며, 나노 물질 및 메타 기술을 적용한 안테나, Active beam-tilting 안테나 시스템의 핵심 기술, 밀리미터파 대역의 정밀 안테나 측정 시스템 기술 연구를 수행한다.

[드론 탐지용 레이더 시스템]

드론 탐지용 레이더 시스템 구현과 새와 드론 등의 목표물 식별을 높이기 위해 새로운 Deep Learning을 적용한 레이더 시스템 연구를 수행 중이다.

■ 초소형 군집위성 핵심기술 연구센터 supported by MIST (2018.07.01. ~ 2024.12.29.)

최근 위성의 소형화에 따른 군집화로 인해 재방문 주기가 짧아 특정 지역의 영상을 얻을 수 있는 영상 레이더(synthetic-aperture radar, SAR) 군집 위성이 크게 주목받고 있다. 본 연구과제는 Ka 대역 전개형 안테나 및 영상레이더(SAR) 등 50kg급 초소형 위성(microsatellite) 핵심 기술을 연구하며, 궁극적으로 SAR 영상을 AI 및 딥러닝 기술에 접목하여 자연 재해를 예측하고 감시하는 연구를 수행합니다.



■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

학부 과정에는 전자기학, 전자회로, 신호 및 시스템, 대학원 과정의 전자장, 마이크로파 공학, 안테나 공학 과목을 추천하며 특히 전자장, 안테나, 레이더 및 SAR 영상 목표물의 획득 및 인식에 흥미가 있는 학생이면 본 연구실에서 다양한 연구를 수행할 수 있다. 졸업생들의 진로는 국내 우수 기업 및 연구소, 국내외 대학 교수직으로 다양하다.

■ 연구 활동 외 소개

실험실 선후배간의 학문적 연구 및 산업체 기술 동향 정보 공유와 친목도모를 위하여 Home Coming Day를 시행하고 있으며, 사회에서 리더로서의 성장과 다양한 현실적 문제 해결에 도움이 될 수 있도록 노력 한다.

■ 연구실 홍보

그동안의 학문적 연구 경험을 토대로 창의적이며 미래지향적인 연구를 진행하고 있습니다. 저희 연구실은 박성욱 교수님의 지도를 받으며 안테나 관련 분야의 핵심기술을 학문적으로 도출하며 논문을 발표하고 있습니다. 또한 연구실의 분위기가 자유롭기 때문에 창의적인 연구가 가능합니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('15~'19)

- [1] International journal papers about 160, international conference papers about 130, domestic journals about 20, domestic conference about 30, and international/domestic patents of 28.
- [2] IEEE AP-S, IEEE EMC Korea Chapter, and etc, 5 best paper awards.
- [3] Deep Learning을 활용한 드론 탐지 기법 IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS 2편
- [4] Chosen as KAIST's Top 10 Research Achievements of 2015, 드론 탐지 레이더
- [5] 2018년 평창 동계올림픽에 본 연구실에서 개발된 드론 탐지레이더가 평창 일대에 설치되어 성공적으로 운영됨.  
( 2018.03.05. 테러대책실무위원회 보도자료, <https://www1.president.go.kr/articles/30> )



Smart Sensor Systems Laboratory

■ 연락처

교수 : E3-2 2223                      TEL : 042-350-3453  
 연구실 : E3-2 2231                    TEL : 042-350-5453  
 홈페이지 : <http://sssl.kaist.ac.kr>

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사과정 : 6명      석사과정 : 3명

■ 연구 분야 소개

실리콘 포토닉스, 나노 포토닉스, 나노 전자공학 분야의 연구를 수행하고 있다. 이 분야들은 기존의 반도체 공정기술과 광통신의 이점을 결합한 분야들로, 칩이나 센서의 고속화, 저전력화를 이룰 수 있는 차세대 고성능 시스템 구현 기술로 각광받고 있다.

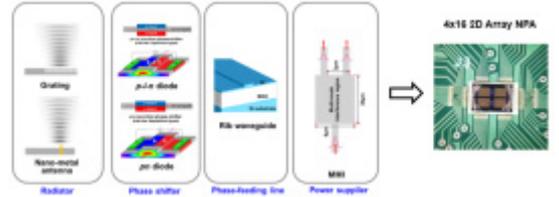


그림 1. 실리콘 포토닉스 기반 라이다 (LiDAR) 시스템 모식도

▷ 자율주행 자동차/로봇용 실리콘 기반 3차원 영상 센서

- 자율주행 자동차와 로봇용 3차원 영상 센서를 위한 적외선 빔포밍 위상 배열 라이다 (Light Detection and Ranging; LiDAR)의 개발이 필수적이다.
- LiDAR 시스템의 다양한 활용을 위해서 레이저 스캐닝 장비의 저전력화와 소형화가 시급히 요구되고 있다.
- 저전력화 및 장비의 소형화의 실현이 가능한 실리콘 포토닉스 기반 위상 배열 안테나 구조에 대한 연구를 진행 중에 있다.

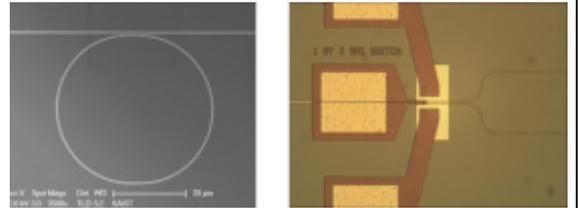


그림 2. 실리콘 포토닉스 기반 광소자

▷ 대용량 시스템용 실리콘포토닉스 기반 200 Gbps 데이터 전송 칩

- 멀티 CPU, 메모리의 칩/보드 간 연결에서 고속 통신에 한계가 있는 전기적 연결 구조를 대체할 수 있는 광 연결 구조가 필수적이다.
- 광 연결 구조를 구현하기 위해 실리콘 포토닉스 기반의 고속 모듈레이터, 스위치, 라우터 소자의 설계와 저비용 패키징 기술 개발이 요구되고 있다.
- 본 연구실에서는 실리콘 포토닉스 기반 칩-칩 간 100 Gbps 광인터포저, 슈퍼컴퓨팅을 위한 200 Gbps 송수신 모듈을 연구 중이다.

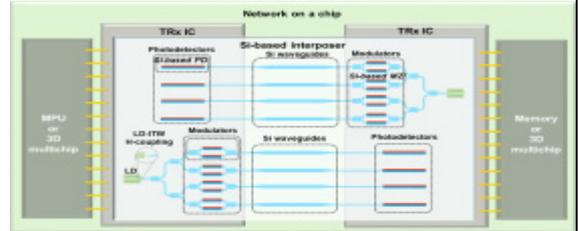


그림 3. 칩-칩 간 100 Gbps급 광 연결 구조

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

학부생에게는 전자기학, 물리전자개론 및 반도체 소자 과목을 추천한다. 광학과 관련된 과목은 대학원 진학 후 수강해도 무방하다. 연구실 졸업생은 현재 삼성전자, SK 하이닉스, 현대자동차 등의 기업과 ETRI, ADD, KOPTI, DTAQ 등의 정부출연연구소 등 다양한 분야로 진출해있다. 실리콘 포토닉스는 세계적으로 기술을 선도하는 인텔, IBM, 오라클 등의 기업과 다양한 연구 기관으로 진출할 수 있는 유망한 분야이다.

■ 연구 활동 외 소개

매주 연구실 구성원들 간의 친목 도모와 건강을 위해 축구, 농구, 배드민턴 등의 운동을 함께 즐길 수 있는 시간을 가진다. 또한, 연구실 졸업생들을 초청하는 '홈커밍 데이' 행사를 통하여 다양한 직장에 재직 중인 선배와 활발히 교류할 수 있는 자리를 갖는다.

■ 연구실 홍보

본 연구실은 실리콘 소자 설계, 제작, 측정, 패키징 등의 다양한 단계에서의 연구를 수행하고 있으며, 주로 실리콘 포토닉스 소자에 관한 연구를 선도적으로 수행하고 있다. 나노종합기술원(NNFC)과 협력하여 기존 CMOS 공정 기반의 실리콘 포토닉스 소자를 설계 및 제작하고 있다. 15년도부터 총 10회에 달하는 공정을 통해 실리콘 포토닉스 설계 및 제작 전반에 대한 많은 연구 노하우를 가지고 있다. 기존 통신 및 회로의 전기적 연결을 가장 효과적으로 대체할 수 있다고 여겨지는 실리콘 포토닉스 분야는 현재 전 세계적으로 다양한 기업, 연구소, 대학에서 연구되고 있으며 투자도 활발히 이루어지고 있다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('17~'19)

[1] "Silicon-based OPA using electro-optic p-i-n phase shifters", Geumbong Kang, Seong-Hwan Kim, Jong-Bum You, Dae-Seong Lee, Hyenho Yoon, Yun-Gi Ha, Jong-Hun Kim, Dong-Eun Yoo, Dong-Wook Lee, Chan-Hyun Youn, Kyoungsik Yu, and Hyo-Hoon Park, IEEE Photon. Tech. Lett, August 2019

[2] "Thermo-optic control of the longitudinal radiation angle in a silicon-based optical phased array", Seong-Hwan Kim, Jong-Bum You, Yun-Gi Ha, Geumbong Kang, Dae-Seong Lee, Hyenho Yoon, Dong-Eun Yoo, Dong-Wook Lee, Kyoungsik Yu, Chan-Hyun Youn, and Hyo-Hoon Park, Optics Letters, vol.44, no. 2, January 2019

[2] "High-performance silicon MMI switch based on thermo-optic control of interference modes", Seong-Hwan Kim, Jong-Bum You, Hyun-Woo Rhee, Dong Eun Yoo, Dong-Wook Lee, Kyoungsik Yu, and Hyo-Hoon Park, IEEE Photon. Tech. Lett., vol. 30, no. 16, August 2018.

[3] "Photon-assisted tunneling for sub-bandgap light detection in silicon PN-doped waveguides", Jong-Bum You, Hyeokbin Kwon, Jonghoon Kim, Hyo-Hoon Park, and Kyoungsik Yu, Optics Express, vol. 25, no. 4, February 2017.



■ 연락처

교수 : E3-2 3203 TEL : 042 350 7446  
 연구실 : E3-2 3215,3216 TEL : 042 350 7446  
 홈페이지 : <https://sites.google.com/view/qitkaist>  
 이메일 : joonwoo.bae@kaist.ac.kr

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

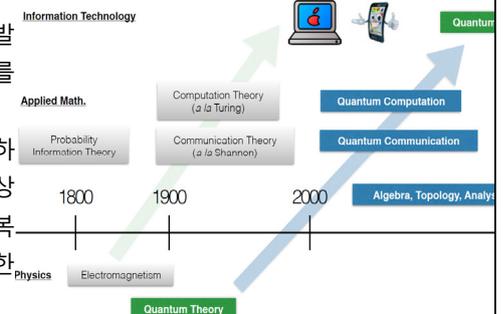
박사후연구원 : 2명 박사과정 : 1명 석사과정 : 2명

■ 연구 분야 소개

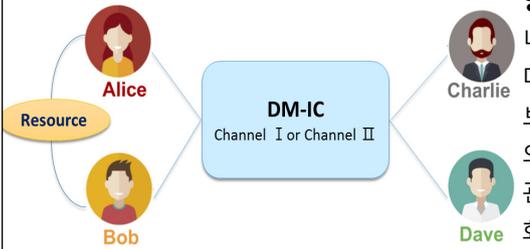
**양자이론:** 19세기 전자기학은 20세기 정보이론을 거쳐 21세기 정보기술로 발전했습니다. 20세기 초에 정립된 양자이론은 원자와 광자와 같은 미시세계를 기술합니다. 양자얽힘과 비국소성 등의 양자현상들을 포함하고 있습니다.

**양자정보이론:** 물리 시스템의 가장 근본단위인 양자세계의 정보처리를 이해하고 정보통신기술에 응용합니다. 기존의 물리학으로 설명하지 못하는 양자현상들을 활용하여, 통신, 전산, 미세측정 등 정보통신기술의 분야에서 한계를 극복하는 양자정보통신기술의 연구를 수행합니다. 양자정보기술은 현재 기술의 한계를 극복하는 미래기술을 제시합니다.

**연구수행의 자세:** 정보이론의 틀에서 양자이론을 이해하며 양자이론의 정보처리응용을 연구합니다.



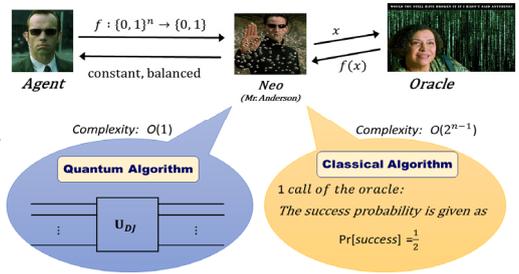
**양자 프로토콜:** 양자프로토콜은 비트와 큐비트(양자비트)를 통신에 활용합니다. 양자 비트를 활용함으로써 양자현상을 정보통신에 활용할 수 있습니다. 양자 프로토콜은 더 효율적인 통신용량을 갖고 더 향상된 정보이론적 보안성을 얻습니다. 물리학 관점에서, 양자이론에 기반한 통신은 상대론에 의해 그 역량이 제한되며, 이는 양자컴퓨터의 계산능력의 한계와도 밀접한 관계를 갖습니다. 수학의 관점에서 선형대수, 함수해석학, 작용소대수, 최적화 등의 방법들을 다양하게 활용할 수 있습니다. 정보이론에서 기존에 알려지지 않았던 "간헐정보" 등의 새로운 개념의 존재를 밝혀내기도 합니다.



- **양자컴퓨팅:** 계산을 수행하는 양자변환은 가역성과 선형성 등의 제한된 변환입니다. 흥미롭게도 양자변환을 활용했을 때, 계산의 속도는 향상됩니다. 현대 사회에서 계산 속도의 향상은 사회 변화를 유도하는 기술을 의미합니다. 연구실에서는, 양자컴퓨터의 속도의 원리를 연구합니다. 양자컴퓨터 구현의 어려움을 극복하는 이론을 개발합니다.

- **근본이론과 수학적 접근 :** 양자세계의 정보처리를 이해하기 위해 물리이론과 수학적 방법들 그리고 정보이론의 개발의 연구를 수행합니다.

Algorithm and Complexity: Quantum vs. Classical



■ 추천 수강 과목 및 진로

- 선형대수, 확률 및 통계, 일반물리학/전자기학
- 양자정보분야는 현재와 미래의 기술의 접점입니다. 최근 투자와 전문가 리쿠르팅이 증가하고 있습니다. 양자정보기술의 전문가는 미래 정보통신기술 분야의 주인공입니다.

■ 연구활동 외 소개

해외의 학자들이 정기적으로 연구에 참여합니다. 해외 기관들과 공동연구를 수행하며 교류를 통해 경험과 사고의 폭을 넓힐 수 있습니다.

■ 연구실 홍보

우리 연구실은 양자정보응용과 직접적으로 관련된 실용성을 지닌 기초연구문제 - 양자암호통신 프로토콜 및 보안성, 양자 알고리즘, 양자채널의 성질, 양자얽힘이론, 양자비국소성, 양자엔트로피 등 - 을 연구합니다. 미래 양자정보기술을 제시합니다. 관련한 물리 혹은 수학분야에 대한 선행 지식을 요구하지 않습니다. 양자정보이론의 관점에서 새롭게 바라보고 접근합니다. 새로운 이론과 새로운 방법을 알아낼 것입니다. 새로운 분야를 개척합니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('16~'18)

[1] J. Bae, Designing Quantum Information Processing via Structural Physical Approximations, Rep. on Prog. in Phys., 80, 10 (2017).  
 [2] J. Bae and D. Chruscinski, Operational Characterization of Divisibility of Dynamical Maps, Phys. Rev. Letts. 117, 050403 (2016).



Convergence Optoelectronic Device Engineering Lab.

■ 연락처

교수 : 정보전자동 5221호 TEL : 042-350-5452  
 연구실 : 정보전자동 5232호/5222호 TEL : 042-350-5452, 8052  
 홈페이지 : <http://code.kaist.ac.kr> [E-mail : yhwon@kaist.ac.kr]

■ 연구실 현황 (2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 0명 박사과정 : 9명 석사과정 : 1명

■ 연구 분야 소개

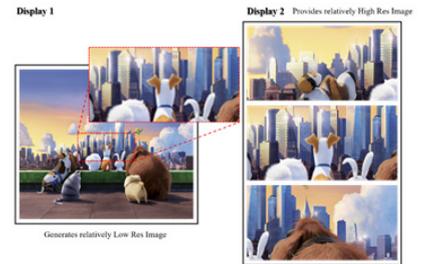
**3차원 입체영상(3D) 디스플레이 : 초점가변 마이크로 렌즈 어레이**

최근에 현실 세계 위에 가상 정보를 입혀 보여주는 기술인 증강현실과 현실 세계를 차단한 완벽한 디지털 환경을 구축하는 가상현실이 화두이다. AR 기술과 VR 기술은 기본적으로 3차원 입체영상을 기반으로 하고 있다. 3차원 입체영상에서 좁은 시야각, 좁은 깊이 표현 범위, 눈의 피로감이 문제가 되고 있고 이러한 문제들을 해결하기 위해 본 연구진은 초점가변이 가능한 액체 마이크로렌즈 어레이를 개발하였다. 더 나아가 3차원 입체영상을 구현하는 방식인 집적영상(Integral imaging) 방식에 초점가변 렌즈 어레이를 적용을 하여 고해상도 및 넓은 깊이 범위를 표현 할 수 있는 3차원 이미지를 구현하였다.



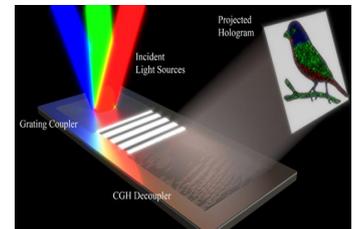
**고해상도, 광시야각 홀로그래픽 AR/VR 디스플레이**

현재 다양한 분야에서 이슈가 되고 있는 AR/VR 디스플레이의 기존 문제점을 개선하는 새로운 개념의 근안(near-eye) 디스플레이 기술을 연구하고 있다. 효율적인 해상도 향상과 넓은 시야각을 확보하기 위해, 본 연구실에서는 안구 인식 기반 포비티드 디스플레이(foveated display) 광학계를 개발하였으며, 더 나아가 마이크로 렌즈 어레이와 마이크로 디스플레이의 결합을 통해 집적 영상(integral imaging) 기술을 적용함으로써, 기존 AR/VR 디스플레이의 피로도 문제까지 해결된 자연스러운 증강/가상현실 환경을 구현하기 위한 연구를 수행하고 있다.



**홀로그래픽 디스플레이 : 신호처리, 딥러닝**

3차원 영상 표현을 위해 홀로그램 패턴을 효율적인 방법으로 제작하는 연구를 진행하고 있다. 홀로그램 패턴에 빛을 통과시키면 원하는 위치에 3차원 영상을 표현할 수 있다. 본 연구실에서는 이미지를 분할하거나 고주파수 요소를 재배치하는 등 홀로그램 패턴을 제작하는 다양한 방법을 연구하고 있다. 최근에는 딥러닝을 이용하여 홀로그램 패턴을 제작하는데 성공했다. 이 기술은 AR 시스템에 적용되어 차세대 3차원 디스플레이 플랫폼의 기반 기술이 될 것으로 기대하고 있다.



■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

추천 과목으로는 전자기학, 광나노 반도체 소자, 반도체 공정, 광전자공학 등이 있다. 졸업생 진로로는 대학교수, ETRI, KT, KEIT, 삼성전자, LG 디스플레이, 현대중공업 등이 있다.

■ 연구 활동 외 소개

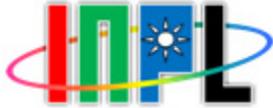
국내외 학술회의에 활발하게 참여하고, 모든 학생들은 적어도 한번이상 직접 해외에서 발표할 기회를 갖는다. 매년 랩 졸업생들과 함께 팬션 또는 콘도에서 MT 및 홈커밍대회를 가진다.

■ 연구실 홍보 <CODE LAB : 융합광전자소자연구실>

우리 연구실에서는 지금 세계적으로 이슈가 되고 있는 3D 디스플레이 기술을 중점적으로 연구하고 있다. 우리 연구실에서는 가변초점 마이크로 액체렌즈 어레이를 적용한 3D 디스플레이 기술을 창안하여 최근 지식경제부로부터 대형국책과제를 성공적으로 마쳤으며, 3D 기술의 단점들을 획기적으로 개선하였다. 또한 올해부터 VR/AR (가상현실/증강현실)의 이미지 깊이 제약, 눈의 피로감 같은 문제들을 해결하는 대형 국책과제를 진행 중에 있다. 또한 딥러닝을 이용하여 홀로그램 패턴을 제작하는 연구도 진행하는 등, 우리 연구실에서는 60여편 이상의 최우수 SCI 저널을 비롯하여 200여편 이상의 학술논문을 발표하였으며, A급저널에 학술논문을 꾸준히 발표할 수 있는 연구실이다. 화목한 연구실 분위기와 최첨단의 연구 환경에서 흥미로운 프로젝트를 수행할 수 있고, 다양한 연구주제에 대해 폭넓은 경험을 할 수 있다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('19)

- [1] "Low-noise high-efficiency double-phase hologram by multiplying a weight factor", Yoo Kwang Kim, Jin Su Lee, and Yong Hyub Son, *Optics Letters*, Vol. 44, Issue 15, pp. 3649-3652, June, 2019.
- [2] "Method to reduce the aberration of a polygonal aperture focus-tunable lens array for high fill factor", Junoh Kim, Joohe Lee, and Yong Hyub Won, *Optics Letters*, Vol. 44, Issue 10, pp. 2554-2557, May, 2019.
- [3] "Enhanced see-through near-eye display using time-division multiplexing of a Maxwellian-view and holographic display", Jin Su Lee, Yoo Kwang Kim, Mu Young Lee, and Yong Hyub Won, *Optics Express*, Issue 2, pp. 689-701, January, 2019.



**<집적 나노포토닉스 연구실>**

■ **연락처**

교수님 : E3-3 #2307 TEL : 042-350-7415  
 연구실 : E3-3 #2302 TEL : 042-350-7515  
 웹사이트 : <http://yu.kaist.ac.kr>

■ **현재 연구실 구성 인원 (in 2019 가을학기)**

박사 후 연구원 : 0 박사 과정 : 7 석사 과정 : 3

■ **연구 분야**

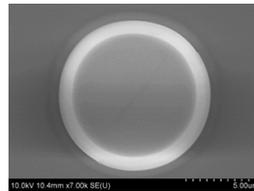
집적 나노포토닉스 연구실은 실리콘, 화합물 반도체 및 새로운 2D 재료를 사용한 photonics/optoelectronics에 관한 다양한 주제를 연구하고 있습니다. 그리고 집적 (integration) 및 제조 (fabrication) 기술에도 중점을 두고 있습니다. 특히, 고급 정보 처리, 디스플레이, 감지 및 에너지 응용 분야를 위한 photonics/optoelectronics의 집적(integration)에 관심이 있습니다.

■ **집적 포토닉스**

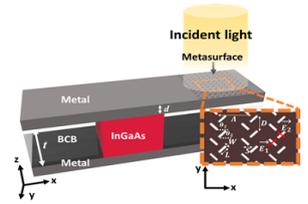
실리콘은 전자 공학에서 가장 잘 알려진 물질이지만 근적외선 파장에서 유망한 광학 매체이기도 합니다. 전자 회로를 위해 개발된 고급 제조 및 설계 기술의 이점을 활용하여 'large-scale high-speed interconnects for chiplets', 'optical/wireless communication convergence for beyond 5G and terahertz era', 'high-precision time and frequency reference for quantum sensing', 'low-energy optical engines for large-scale linear optical information processing' 그리고 'remote sensing and ranging for real-time environment monitoring'와 같은 여러 첨단 응용 분야에서 전자 장치를 보완하고 때로는 넘어서는 통합 광전자 회로를 설계 및 구축할 수 있습니다.

■ **혁신적인 광학 물질**

기존의 그룹 IV 반도체 및 III-V 화합물 반도체 재료 외에도 최근 재료 연구의 혁신으로 인해 현대 photonics/optoelectronics의 범위가 크게 넓어졌습니다. 저희 연구실은 2D 재료, 하이브리드 재료 및 메타 물질과 같은 emerging materials를 연구하고 있습니다.



<2D material resonator>



<Integrated photonic circuit>

■ **Recommended courses & Career after graduation**

- (1) 전자기학, 안테나, 무선공학, 반도체 집적회로, 광공학 개론 등의 과목을 추천하며, 이외에도 다양한 분야의 학부 과목을 골고루 듣는 것을 권장합니다.
- (2) 본 연구실은 현재 총 14명의 졸업생을 배출하였습니다. 현재 졸업생은 해외연구기관 (UC Berkeley, U Toronto, Oxford), 국가연구기관 (ETRI, ADD), 그리고 대기업 (Samsung, and SK Hynix)과 같이 다양한 분야에 종사하고 있습니다.

■ **Introduction to other activities besides research**

매주 수요일 다 같이 저녁을 먹으며 화목한 연구실입니다. 정기적으로 여름 및 겨울 MT 및 workshop이 있습니다. 또한, 축구와 배드민턴 같은 체육활동을 같이 즐기고 있으며, 종종 같은 분야에 속해있는 다른 연구실과 같이 즐기기도 합니다.

■ **Introduction to the Lab.**

저희 연구실은 전기전자공학 뿐만 아니라 다양한 학부 배경의 학생을 환영합니다. 새로운 융, 복합 학문인 나노포토닉스 연구를 하기 위해서는 다양한 분야에서의 경험과 지식이 필요합니다. 집적 나노포토닉스 연구실의 학생들은 자신에게 적합한 분야를 선택하여 공부하고 있습니다. 광학 분야에 대한 사전 지식이 별로 없더라도 부지런함, 성실함 그리고 열정만 있다면 연구실에 들어와 차근차근 배울 수 있습니다. 저희 연구실에 관심이 있는 학생들은 언제든지 교수님이나 소속 학생들에게 연락주시면 감사하겠습니다.

■ **Recent research achievements ('17~'19)**

- [1] "Optical analysis of the refractive index and birefringence of hexagonal boron nitride from the visible to near-infrared", *Optics Letters* (2019).
- [2] "Si-MoS<sub>2</sub> vertical heterojunction for a photodetector with high responsivity and low noise equivalent power", *ACS applied materials & interfaces* (2019).
- [3] "Ultrahigh omnidirectional, broadband, and polarization-independent optical absorption over the visible wavelengths by effective dispersion engineering", *Scientific Reports* (2019).
- [4] "High-efficiency broadband light coupling between optical fibers and photonic integrated circuits", *Nanophotonics* (2018).

 <p>Radio Frequency System Solution Laboratory</p>	<p><b>■ 연락처</b>                  교수 : 정보전자동 5204호                      TEL : 042-350-3478                  연구실 : 정보전자동 5210호                    TEL : 042-350-5478                  홈페이지 : <a href="http://rfss.kaist.ac.kr">http://rfss.kaist.ac.kr</a></p>
<p><b>■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)</b>                  박사후과정 : 1명    박사과정 : 14명    석사과정 : 5명</p>	
<p><b>■ 연구 분야 소개</b></p> <p>연구실 주요 목표는 미래 무선 통신 환경에 대해 보다 효율적이고 안정적인 RF 시스템을 연구하는 것으로, 이를 위하여 다양한 응용 분야에 적용되는 RF 시스템 및 안테나 설계에 대해 연구, 분석하고 있습니다. 어플리케이션에 따라 다양한 RF 주파수 대역의 시스템을 실제 제작하고, 이와 관련된 이슈와 문제점을 개선해 나가는 연구들을 진행하고 있습니다. 최근 주로 이루어지고 있는 연구 주제는 차세대 무선 충전 규격을 이용한 무선 전력 전송 기술, 원하는 곳으로 신호를 주고받을 수 있는 빔포밍 안테나 기술 및 위상 배열 안테나 시스템, IoT(Internet of Things) 시스템 개발, 실내/외 전파전파 특성 분석, 5G 안테나 개발 등이 있습니다.</p> <p><b>- Phased Array Antenna System &amp; 5G Antenna Development</b>                  최근 위성 안테나와의 통신 및 5G 통신이 각광 받으며, 이때 필요한 위성 안테나를 반사판 형태의 안테나가 아닌 평판 형태의 위상배열 안테나에 대한 이슈가 많다. 이 때 발생하는 하드웨어 불완전성과 실제 시스템 구현 및 구동 알고리즘, 트래킹 기술들을 연구하며 실제 시스템 설계를 하고 있다. 또한 5G 기술을 위한 여러 액티브 안테나, 초지향성 나노 안테나 등 배열에 적합한 안테나들을 연구하고 있다.</p> <p><b>- Wireless Power Transmission (Near-Field &amp; Far-Field(Harvesting))</b>                  차세대 무선 전력 전송의 표준인 A4WP, Qi, NFC 등의 규격을 활용한 무선 충전 시스템을 개발하고 있다. 모바일 기기를 위한 무선 충전에는 충전기 위의 어느 위치에 놓아도 충전할 수 있는 공간 자유도와 한 번에 여러 개의 기기를 충전할 수 있는 동시 충전이 이슈가 되고 있다. 무선으로 전력을 전송할 뿐만 아니라, 블루투스나 같은 무선으로 데이터를 주고받는 인터페이스를 적용하여 배터리가 충전되는 양을 모니터링 하거나 수신기의 상태를 원격으로 알 수 있다.</p> <p><b>- Radio Propagation Characteristics Analysis</b>                  IoT, 5G 등과 같은 전파 신기술의 활용에 앞서 해당 대역에서의 전파 특성을 분석할 필요가 있다. 여러 구조물들에 의한 반사, 회절 등의 현상을 분석하는 등 실내/외 전파환경 특성을 반영하여 전파전달 특성을 예측하고, 무선 시스템의 송신출력 및 서비스 범위 등을 설계하는 것이 분석의 주된 내용이며, 결과적으로 효율적인 주파수 활용 방법을 제시한다.</p>	
<p><b>■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로</b></p> <p>추천 수강 과목으로는 전자기학, 무선공학, 안테나공학, 마이크로파공학 등이 있습니다. 졸업생은 대체로 삼성전자, LG전자, 국방 과학 연구소, ETRI 등 대기업이나 국책연구소의 RF 및 이동통신 관련 분야에서 활동하게 됩니다.</p>	<p><b>■ 연구 활동 외 소개</b></p> <p>연구실 구성원들 간의 친목과 단합을 위한 활동들(회식, 운동, MT 등)을 주기적으로 진행하고 있으며, 관련분야의 교내 타 연구실들과의 친목도모를 위한 다양한 행사들(축구, 야유회, 운동회 등)을 정기적으로 추진하고 있습니다.</p>
<p><b>■ 연구실 홍보</b></p> <p>우리 연구실은 다양한 종류의 과제 및 각종 공동 연구 등을 바탕으로 한 실전적 연구 환경을 통해 폭넓은 연구 경험을 쌓을 수 있는 장점이 있으며, 연구실에서 배양된 능력을 바탕으로 각종 분야에서 팀 내 중심이 되는 중요 역할을 담당하고 있습니다. 또한 대학원 생활을 하는데 있어 중요하다고 할 수 있는 환경적인 측면에 있어서도 어느 연구실과 비교해도 뒤지지 않다고 자부할 수 있습니다. 해당 연구 분야에 관심 및 열정을 가지고 계신 분이라면 연구실 선택에 절대 후회가 없을 것이라고 확신합니다.</p>	
<p><b>■ 최근 연구 성과 소개 ('17~'19)</b></p> <p>[1] K. Kim, G. Kim, S. Chae, H. Jo, J. Yu and H. L. Lee, "A Compact Circular Polarization Antenna Using Folded Ground Elements," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 67, no. 5, pp. 3472-3477, May 2019.                  [2] S. Khang, D. Lee, I. Hwang, T. Yeo and J. Yu, "Microwave Power Transfer With Optimal Number of Rectenna Arrays for Midrange Applications," in IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 17, no. 1, pp. 155-159, Jan. 2018.                  [3] T. Yeo, D. Kwon, S. Khang and J. Yu, "Design of Maximum Efficiency Tracking Control Scheme for Closed-Loop Wireless Power Charging System Employing Series Resonant Tank," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 32, no. 1, pp. 471-478, Jan. 2017.</p>	

 Quantum Information and Communications Lab	 KAIST IT Research Center of Quantum Computing for AI	<b>■ 연락처</b> 교 수 : 정보전자동 3208호 연구실 : 정보전자동 3217호 홈페이지 : <a href="http://quic.kaist.ac.kr">http://quic.kaist.ac.kr</a>	TEL : 042-350-7416 TEL : 042-350-7516
---	---	--	--

**■ 연구실 현황 (2018 가을학기 기준)**

연구교수 : 1명   산학협력중점교수: 1명   박사후과정: 1명   박사과정 : 3명   석사과정 : 4명

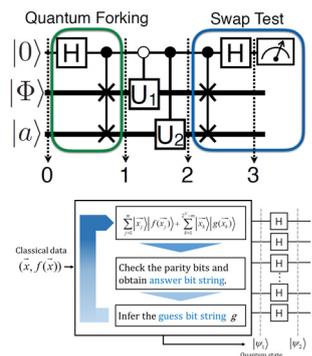
**■ 연구 분야 소개**

**QuIC: *Uncover new ways of thinking in the Quantum IT World***

**√ Quantum Computing For Artificial Intelligence (ITRC Center, 2018년 설립)**

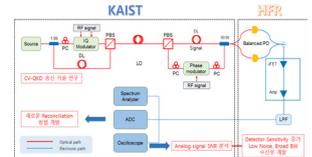
양자 컴퓨팅은 개념 증명의 의미에서 실현되고 있다. IBM, 구글, 인텔의 큐비트, 양자 비트 디바이스 기술 덕분에 인공지능과 같은 복잡한 문제를 처리할 수 있도록 급속도로 성장하고 있으며, 큐비트를 이용하면 고전 컴퓨팅보다 초다항적으로 빠른 계산 속도를 달성 할 수 있음을 확인했다. 따라서 세계에서 수십억 달러가 넘는 지원을 받으며 다양한 연구가 진행 중이다. QuIC 그룹은 2018년 국가 연구 프로그램인 인공지능 양자컴퓨팅 카이스트 IT 연구 센터 (QCAI)를 설립했다. IT 연구 센터 프로그램은 석사 및 박사 과정, 그리고 학부생으로 이루어진 10개 연구 그룹의 적극적인 연구 및 교육 활동을 지원한다.

QuIC 그룹은 양자 컴퓨팅의 두 가지 분야에 관심을 갖고 있다. 양자 컴퓨팅 아키텍처 분야에서 양자 알고리즘은 컴퓨팅 프로세스 및 데이터 인터페이스를 효율적으로 처리할 때만 진정한 양자 이득을 얻을 수 있다. 양자 데이터베이스 (QDB), 양자 포킹 (QFork) 및 양자 랜덤 액세스 메모리 (QRAM)에 대해 연구한다. 양자 기계 학습 분야에서 양자 패리티 학습 알고리즘을 시작으로 하여, 양자 강화 학습을 위한 응용 프로그램을 개발해 처음으로 지능 축적 QML 알고리즘을 착안하였다. 양자 인공지능은 매우 적은 에너지 소모와 저비용으로 인간 지능 수준의 서비스에 도달할 수 있는 궁극적인 해결책이 될 것이다.



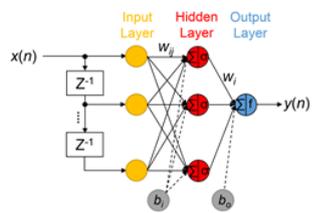
**√ Quantum Information Technology for Secure Quantum Key Distribution (QKD)**

양자 통신 채널은 절대 도청할 수 없는 무조건적인 보안 통신을 가능하게 한다. 이런 양자적 특성은 정보 이론을 기반으로 양자 현상을 다루는 양자 정보 이론을 통해 이해할 수 있고, 그 이해를 기반으로 QKD 및 양자 통신에 활용될 수 있다. QuIC 그룹은 현재 위성 지상 간 양자 통신 채널의 응용 시스템의 기반이 될 수 있는 연속 변수 QKD 시스템 개발을 진행 중이다.



**√ Direct-detection Optical Access Network Enhanced by Machine Learning**

지속적으로 증가하는 셀룰러 시스템의 트래픽 부하를 충족시키기 위해 클라우드 무선 액세스 네트워크 (C-RAN)은 셀 간 간섭, 에너지 소비 및 장비 비용을 줄이고 있다. 매우 비선형, 저비용 레이저 다이오드로 10 Gbps 이상의 데이터를 전송하기 위해, 복잡한 신호 균등화를 대체할 인공지능 기계학습 기술의 적용을 연구한다. 4/8 레벨 펄스 진폭 변조 (PAM-4 혹은 PAM-8)를 갖춘 레이저 다이오드의 기술적 한계인 10GBps를 초과하는 용량 확장을 실험적으로 입증하였다. 이러한 결과로 지상-위성 통신에서 활용하는 것을 목적으로 연구를 수행중이다.



**■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 과목으로는 선형대수학, 확률, 양자역학, 정보 이론 등이 있다. 졸업생은 대학교수 (Coventry U UK, IFSTTAR France), 대기업 (삼성전자, LG넥스원, KT), 연구소 (ETRI, 국가보안기술연구소), 벤처기업 등으로 다양하게 진출하고 있다.

**■ 연구 활동 외 소개**

QuIC Lab은 운동 레저 활동들도 적극적으로 장려하고 학생 간 우정을 중요시 한다. 랩에서 주기적으로 탁구, 배드민턴, 볼링 등의 운동을 하고 있으며, 매 년 2회 랩 워크샵과 함께 등산, 스키 및 래프팅 등 레저 활동을 즐긴다.

**■ 연구실 홍보**

양자 정보 및 통신 연구실(QuIC Lab)은 2005년 '네트워크와 통신 분야의 선도적 연구와 교육'의 비전을 가지고 설립되었다. QuIC 연구실은 '새 아이디어 최초 발굴', '실용 기술의 최초 실현'의 두 철학을 바탕으로 세계적 수준의 연구를 수행 중이며 연구실의 학문적 성과가 세계최고 제품 개발의 성과로 이어지고 있다. 10년 후 실용화 비전을 목표로 한 양자정보 분야 원천기술 연구가 QCAI 센터장인 이준구 교수님의 리더로 활발히 진행되고 있다. 또한, 2018년 인공지능 양자컴퓨팅 IT 연구센터를 설립해 적극적인 연구 활동을 장려하고 있다.

**■ Recent research achievements**

[1] D.K. Park, I Sinayskiy, M Fingerhuth, F Petruccione, and J.K.K. Rhee, "Parallel quantum trajectories via forking for sampling without redundancy," *New Journal of Physics*, 2019.  
 [2] D.K. Park, F Petruccione, and J.-K.K. Rhee, "Circuit-Based Quantum Random Access Memory for Classical Data," *Scientific reports*, 2019.  
 [3] K. Lim, C. Suh and J.-K.K. Rhee, "Longer distance continuous variable quantum key distribution protocol with photon subtraction at the receiver," *Quantum Information Processing* 2019.  
 [4] D.K. Park, J.-K.K. Rhee, S. Lee, "Noise-tolerant parity learning with one quantum bit," *Phys. Rev. A*, 2018.



라이다 & 지능형 광학 연구실  
(LiDARs & Intelligent Optical Nodes Lab.)

■ 연락처

교수 : 정보전자동 5225호 TEL : 042-350-3463  
 연구실 : 정보전자동 5226~8호 TEL : 042-350-5463  
 홈페이지 : http://lion.kaist.ac.kr

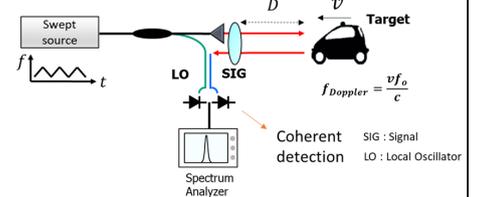
■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 1명 박사과정 : 6명 석사과정 : 3명

■ 연구 분야 소개

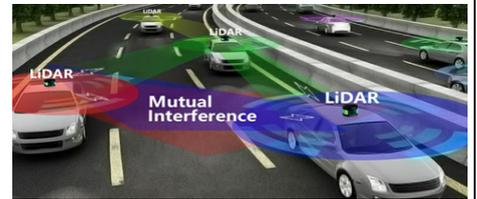
- LiDAR (Light Detection and Ranging)

본디 라이다(LiDAR, Light Detection and Ranging)는 우주, 인공위성, 대기에서 측정 및 관측의 용도로 많이 쓰여 온 기술이다. 그러나 최근 들어, 라이다가 자율주행자동차의 필요불가결한 부분으로 주목받기 시작하면서부터 해당 기술에 대한 주목도가 늘어나고 있다. 기본적으로 라이다는 광 펄스를 보냄으로써 거리를 측정하기 위해 만들어진 장비이다. 예를 들어, 반사되어 돌아오는 광 펄스가 얼마나 오랫동안 대기를 주파하였는가를 통해 목표 물체까지의 거리를 측정할 수 있다. 이와 같은 방식에 광선 방향 조절이 더해진다면, 주변의 환경을 스캔하고 대상의 3D 이미지를 정확히 얻는 것 또한 가능해질 것이다.



- LiDAR without mutual interference for autonomous vehicles

라이다는 자율 주행 자동차에서 가장 중요한 센서 중 하나이다. 하지만 여러 개의 라이다를 가동하는 경우 라이다 간의 간섭이 발생하게 되며, 발생한 간섭은 자동차나 보행자, 혹은 다른 물체를 탐지할 때 오동작을 야기할 수 있고, 강한 간섭은 이러한 시스템이 제대로 동작하지 못 하게 할 수 있어 라이다 시스템에 악영향을 끼칠 수 있다. 따라서 상호 간섭이 없는 라이다 시스템을 개발하는 것은 자율 주행 자동차에서 중요한 이슈 중의 하나라고 볼 수 있다.

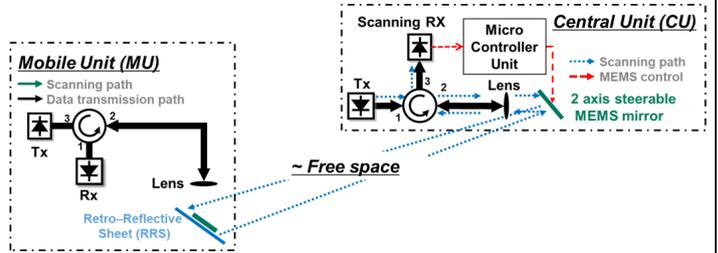


- Communication based on machine learning

Elastic Optical Network(EON)에서 대역폭의 할당은 변조 형식에 따라서 달라지는데, 광 증폭기와 광섬유 등 채널 환경에 의해 대역폭이 제한받는 상황에서 효율적인 통신을 하기 위해서다. 수신기에 도착하는 신호는 같은 변조 형식을 가지고 있지 않아서 이 신호의 변조 형식을 추출해 내기 위해 기계 학습을 도입한다.

- Free-space optical communication

무선 광통신은 거의 무한한 대역폭을 제공하는 모든 종류의 기기, 소자 간의 무선 연결의 핵심 기술이 될 것이다. 우리는 4차 산업 혁명을 맞아 이 기술이 기기나 시스템이 지능을 갖추기 위해 중요한 역할을 할 것으로 보고 있다. 흔하고 값싼 소자인 LED는 무선 광통신에 이용될 수 있다. 더 나아가서, 전파 통신에 비해 뛰어난 광의 방향성은 매우 긴 거리의 통신을 매우 높은 대역폭으로 수행하는 것을 가능하게 해준다. 이는 현재 전파 기반 무선 통신이 맞이한 문제점인 대역폭 포화에 대해 큰 해결 가능성을 시사한다. 우리는 무선 광통신 분야에서도 자동 방향 조절 기술, 공간 분할 다중 송수신 및 공간 광 변복조, 머신러닝 기반의 광통신 성능 향상에 대해 관심이 있다.



■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

물리 및 수학 관련 분야를 권장합니다. 구체적으로는 전자기학, 광학, 광자/광전자, 광통신, 신호 및 처리, 회로 이론, 고체 물리, 반도체, 안테나 등의 분야 등입니다. 저희 연구실의 졸업생들은 삼성, LG, KT 등의 기업과 한국전자통신연구소, 한국국방과학연구소 등의 정부출연 연구소, 그리고 여러 대학교에서 박사 후 연구원이나 교수로서 자신만의 연구를 진행하고 있습니다.

■ 연구 활동 외 소개

저희는 연구원들의 활력있는 연구를 위해 운동 활동을 권장합니다. 축구, 탁구, 볼링 그리고 헬스 등을 즐기고 있습니다. 또한 저희는 연구원들이 갖춰야 할 덕목이 전공 분야만이 아니라는 생각에 전공 외의 교양을 습득하거나 자기 발전을 위해 책 리뷰를 하며 이를 공유하고 있습니다.

■ 연구실 홍보

교수님은 2010년에 IEEE Fellow에 지정되었습니다. 또한 2014년에는 저희가 수행한 저잡음 다파장 광원에 관한 연구가 100 개의 초빙된 연구 중에서도 최고로 선정되는 영예를 안았습니다. 또한, 중국 정부로부터 "The Thousand Talents Plan"에 선정되었고, 중국에 있는 회사 그리고 연구실과 함께 연구를 진행하고자 계획하고 있습니다. 연구원들에게는 중국 탐방의 기회가 자주 주어질 것입니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('16~'18)

- [1] International journal : 4 / International conference : 6
- [2] "The Thousand talents Plan" – China government (2017)

## 나노 광학 연구실

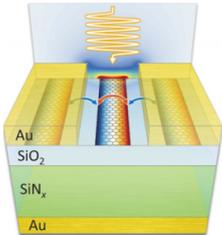
### ■ 연락처

교수 : E3-2 #2221 TEL : 042-350-7439  
 연구실 : E3-2 #2222, #2232 TEL : 042-350-7539  
 홈페이지 : janglab.org  
 이메일 : jang.minseok@kaist.ac.kr

■ 연구실 현황 (2019 가을): 박사후과정: 2명, 박사과정: 5명, 석사과정: 5명

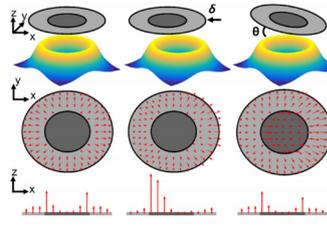
### ■ 연구 분야 소개

**파장보다 작은 미시 영역에서 빛의 성질을 이해하고 제어하여 다양한 광학 기반 기술을 개발합니다.**

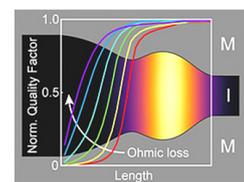


**신물질 플라즈모닉스:** 금속의 표면에서 금속 내 자유전자와 자유공간 광자가 상호작용하여 빛을 좁은 공간에 집중할 수 있습니다. 최근에는 금속보다 빛을 더욱 집약시킬 수 있는 2차원 물질인 그래핀을 이용한 플라즈모닉스를 연구합니다.

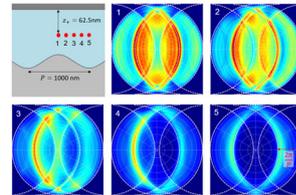
이를 이용해서 초소형/초고속 광스위치와 중간적외선 영역의 센서 및 광원을 개발하고자 합니다.



**메타 표면:** 파장보다 작은 크기의 나노 구조 배열을 이용함으로써 자연에 존재하지 않는 광학적 성질을 가지는 "메타 물질"에 대한 연구가 활발히 진행 중입니다. 이 개념을 더 확장하여, 파장보다 작은 공간 분해능을 가지고 빛의 파면을 실시간으로 제어할 수 있는 메타 표면을 개발하는 연구를 진행하고 있습니다.



**계산 광학:** 나노 소자를 보다 정확하게 설계할 필요성이 대두되면서, 광학 시스템에 대한 역설계 방법론이 연구되고 있습니다. 연구실 내에서는 유전 알고리즘과 같은 전통적인 최적화 방법과 뉴럴 네트워크를 활용한 머신러닝 역설계 기법 등을 이용한 활발한 연구가 이루어지고 있습니다.



**디스플레이:** OLED 소자 내에서의 빛의 특성을 계산하여 빠져나가는 각각의 채널을 분석하여 빛의 손실이 적은 OLED 소자를 설계합니다. 더 나아가 주기 구조 등을 도입하여 차세대 전자 기기인 가상현실 및 증강현실용 기기에 적용 가능한 소자를 설계합니다.

### ■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

**실험 연구:** 광학 소자를 직접 제작 및 측정하기 위해서는 물리 전자 개론, 반도체 소자, 반도체 집적회로 기술 등의 과목 수강을 추천합니다.

**이론 연구:** 소자의 성능을 예측하고 설계하기 위해서는 전자기학, 양자역학, 광공학 개론 등의 과목 수강을 추천합니다.

나노 광학 분야는 학계와 산업계 수요가 많아, 학계에서 연구하거나 디스플레이나 반도체 분야에 취직하는 등 자유로운 진로선택이 가능합니다.

### ■ 연구실 홍보 및 소개

저희 연구실은 연구 경험을 쌓고 싶은 학부생을 모집하고 있습니다. 연구실에서는

- (1) **과학과 공학의 접점**을 연구: 근원적 과학 현상을 규명하고, 이를 바로 공학적으로 응용할 수 있습니다.
- (2) 적성과 취향에 따라 이론/시뮬레이션이나 실험 중 한 가지를 전문적으로 하거나, 둘 다 선택할 수 있습니다.
- (3) 해외 대학과의 국제 공동 연구를 경험할 수 있습니다.

우리 연구실은 **민주적이고 수평적인 랩 문화와 학생이 중심이 되는 연구**를 지향합니다. 개인 시간의 자율성을 최대한 보장하며, 학생들이 불편함 없이 연구에 몰입할 수 있는 환경을 제공합니다.

\* **교수 소개:** 저는 카이스트 03학번으로, 여러분과 같은 교정에서 수업을 듣고 학부생 연구 참여 프로그램에 참여하며 연구자로서의 꿈을 키웠습니다. 또한 최근까지 대학원생으로 있으면서 학생의 관점에서 연구실을 어떻게 운영해야 좋을지에 대해 궁리하였기 때문에, 여러분의 상황과 고민을 이해하고 있습니다. **학생 본인이 재미를 느끼는 연구 주제**를 찾을 수 있도록 도와주고, **권위에 기대지 않는 토론 분위기**를 만드는 것이 목표입니다.

### ■ 대표 연구 성과 소개 ('18~'19)

- [1] "Ultimate light trapping in a free-form plasmonic waveguide," Physical Review Applied (2019).
- [2] "Self-stabilizing laser sails based on optical metasurfaces," ACS Photonics (2019).
- [3] "Modulated resonant transmission of graphene plasmons across a  $\lambda/50$  plasmonic waveguide gap," Physical Review Applied (2018).
- [4] "Mixed Valence Perovskite Cs<sub>2</sub>Au<sub>2</sub>I<sub>6</sub>: A Potential Material for Thin-Film Pb-Free Photovoltaic Cells with Ultrahigh Efficiency", Adv. Materials (2018).
- [5] "Electronically Tunable Perfect Absorption in Graphene", Nano Letters (2018).

 <p>Lightwave Systems Research Laboratory</p>	<p>■ <b>연락처</b></p> <p>교수 : 정보전자동 4206호                      TEL : 042-350-3456          연구실 : 정보전자동 4205호                  TEL : 042-350-8056          홈페이지 : <a href="http://optolab.kaist.ac.kr">http://optolab.kaist.ac.kr</a></p>
<p>■ <b>연구실 현황</b></p> <p>박사과정 : 3명      석사과정 : 0명</p>	
<p>■ <b>주요 연구 분야</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>초고속 초대용량 장거리 광전송 시스템에 관한 연구:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광섬유당 전송용량을 100 Tbps 이상으로 증가시키기 위한 초대용량 광전송 시스템에 관한 연구</li> <li>- 광신호의 스펙트럼 효율을 8 bit/s/Hz 이상으로 증가시키기 위한 새로운 변조방식 및 수신방식에 관한 연구</li> <li>- 파장분할다중화방식 광전송 시스템의 채널당 전송속도를 400 Gbps 이상으로 증대시키기 위한 전송기술에 관한 연구</li> <li>- 광통신망의 성능감시 및 장애복구기술 연구 (1회 국가지정 연구실)</li> </ul> </li> <li>• <b>광섬유당 전송용량을 극대화시키기 위한 새로운 광섬유에 관한 연구:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Space-division-multiplexing을 위한 다중코어, 다중모드 광섬유에 관한 연구</li> <li>- Alcatel-Lucent, Bell Labs, ETRI 등 국내외 연구소 및 LS전선, 등 산업체와 공동연구</li> </ul> </li> <li>• <b>차세대 광가입자 망에 관한 연구:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차세대 FTTH(Fiber-To-The-Home) 서비스를 위한 초고속 광가입자망에 관한 연구</li> <li>- 무선통신 기지국들을 기간망에 유기적으로 연결하기 위한 wireless backhaul/fronthaul network에 관한 연구</li> <li>- KDDI R&amp;D Labs, Bell Labs, Huawei Technology 등 외국 연구소들과 국제공동연구</li> </ul> </li> </ul> 	
<p>■ <b>추천 수강 과목 및 졸업생 진로</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 추천 수강 과목: 통신공학, 광통신개론, 광공학개론 등</li> <li>- 우리 연구실 졸업생들은 대부분 국내외 대학의 교수, ETRI, ADD 등 연구소의 연구원, 삼성 LG KT 등 기업체의 연구원으로 근무하고 있음. 또한, 박사학위를 마친 졸업생 중 상당수가 해외에서 박사 후 연구원으로 근무하였음.</li> </ul>	<p>■ <b>연구 활동 외 소개</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 체력 단련 및 친목 도모를 위해 격주 한번 함께 운동</li> <li>- 매년 졸업한 연구실 선배님들과의 홈커밍데이 진행</li> <li>- Optical Society of America (OSA) KAIST Chapter 활동</li> </ul>
<p>■ <b>연구실 홍보</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광통신 기술은 반도체분야에서 흔히 회자되는 무어의 법칙보다도 기술의 발전 속도가 2배나 빠른 아주 활동적인 분야이다. 예를 들면, 실용적 광섬유가 70년대에 처음으로 개발되었음에도 불구하고 지금은 전 세계에 광섬유가 깔려있지 않은 곳이 없을 정도로 광통신 분야는 그동안 눈부신 발전을 거듭하여 왔다. 또한, 아직도 전 세계적으로 통신망의 전송수요가 매년 50~70%씩 증가하고 있으며, 이러한 전송수요를 충족시키기 위해서는 앞으로도 광섬유 당 전송용량을 5~6년마다 10배씩 증가시켜야 한다. 따라서, 초고속 광통신 기술은 앞으로도 많은 발전이 요구되는 분야라고 할 수 있다.</li> <li>- KAIST의 광통신 연구실은 그동안 축적된 수많은 연구실적으로 인하여 이미 세계적인 명성을 얻고 있다. 특히, 파장분할다중화방식 수동형 광가입자망, 초고속 광신호의 성능감시 기술 등에 관해서는 전 세계를 선도하는 연구 활동을 하고 있다.</li> <li>- 이러한 이유로 인하여 광통신 연구실은 KDDI R&amp;D Labs, Bell Labs, Huawei Technology 등 권위 있는 외국의 연구소들과 끊임없이 국제공동연구를 수행하고 있다.</li> <li>- 광통신 연구실은 전 세계 어느 대학과도 비교할 수 있는 최첨단 시설을 보유하고 있다. 특히, 광통신 분야의 최첨단 연구를 위한 각종 초고속 계측장비 및 소자들을 다량 보유하고 있어, 광통신 관련 실험은 어떤 것이라도 다 해볼 수 있는 능력을 갖추고 있다.</li> <li>- 광통신 연구실에서는 최근 3년간에만 46편의 논문을 발표하였으며, 20편의 국내외 특허를 출원하였다.</li> </ul>	
<p>■ <b>연구 성과 소개</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>[1] 논문 발표 실적: 총 600여편 (국외: 410편, 국내: 150편), 특허출원/등록 실적: 총 96건</li> <li>[2] 국제학술지 및 학술대회 초청논문: 총 50여편</li> <li>[3] 우수논문상 수상실적: 해외 국제학술대회 우수논문상 6회, 국내 학술대회 및 학술지 우수 논문상 4회 수상</li> <li>[4] 마르코니 재단 풀 배런 젊은 과학자상 수상</li> <li>[4] 광섬유당 전송용량이 5 Tbps에 달하는 초고속 전송 시스템, 신속한 장애복구가 가능한 완전 광전송망 등의 최초 구현</li> <li>[5] 개발된 기술의 상용화: 광통신 연구실에서 개발된 기술을 바탕으로 Perfect Cable™, Dream Light™, UltraPass™ 등의 새로운 광섬유, microcellular 시스템을 위한 FomiCell™ 수동형 광가입자망, Argos™ 광신호대 잡음 감시 장치 등이 상용화 되었음.</li> </ol>	