2020
전기및전자공학부
연구실 소개 책자

Communication Division

KAIST EE
KAIST 전기 및 전자공학부

Communication Division

1. 고급통신연구실 (Advanced Radio Technology Laboratory, 강준혁 교수 연구실)

: 다중안테나통신(MIMO), 대용량미모(Massive MIMO), 인지무선통신(CR), 위치추정(Localization), 5세대 통신 시스템(5G communication system)

2. MoonLab (문재균 교수 연구실)

: 분배 저장 및 블록체인 시스템 (Distributed Storage and Blockchain), 인공지능 (Artificial Intelligence), 분산/분배 기계학습 (Distributed/Decentralized Machine Learning), 시스템 오류 정정부호 및 3D 낸드 플래시 (System Error Correction Codes and 3D NAND Flash)

3. 정보전송연구실 (Laboratory for Information Transmission, 박현철 교수 연구실)

: 거대 배열 안테나 시스템(Massive MIMO), 기계학습 기반 무선통신 (Machine learning based wireless communication), 밀리미터파 및 테라헤르츠 대역 빔포밍 (Beamforming at mmWave and terahertz bands), 필터뱅크 기반 다중 반송파 통신 (Filter-Bank Multi-Carrier, FBMC), 소형 셀 네트워크 및 무선백홀 시스템 (Small cell network with wireless backhaul), 정보 및 전력 동시전송 (Simultaneous Wireless Information and Power Transmission System, SWIPT)

4. 정보 시스템 연구실 (Information Systems Lab, 서창호 교수 연구실)

: (머신러닝 시스템 디자인 및 분석) 공정성을 보장하는 머신러닝 시스템, 생성적 적대 신경망 (GAN), 소셜 네트워크 활용 추천시스템에서의 Matrix Completion, 검색엔진을 위한 Ranking 알고리즘, DNA 서열복구를 위한 커뮤니티 식별알고리즘, 자율주행 시스템 개발을 위한 시뮬레이터 활용 딥러닝 연구

5. 스마트 정보 시스템 연구실 (Smart Information Systems Research Lab, 성영철 교수 연구실)

: 신호처리(Signal Processing), 통계적 학습(Statistical Learning), 강화학습(Reinforcement Learning), 정보기하학(Information Geometry), Internet-of-Things(IoT), 자율 주행, 5G/6G

6. 통신처 (Statistical Signal Processing Laboratory, 송익호 교수 연구실)

: 우리 연구실에서는 과제에 얽매이지 않고, 자유롭게 연구 주제를 정하기 때문에 아래 나열된 주제/분야가 아니더라도 학생이 바라는 주제/분야를 골라 연구할 수 있습니다. 현재 우리 연구실에서 연구하고 있는 주제 목록입니다. 여러 입력 여러 출력 (Multiple Input Multiple Output) 시스템, 인지 무선 통신 (Cognitive Radio), 미래 통신 시스템 (Future Communications Systems), 회귀 신경 회로망 (Recurrent Neural Networks), 신호 검파론(Signal Detection Theory), 통신과 신호처리에서의 수학적 방법 (Mathematical Methods in Communications and Signal Processing), 딥러닝 (Deep Learning), 컴퓨터 비전 (Computer Vision), 자연어 처리 (Natural Language Processing)

7. 정보이론, 통신 및 보안 연구실(InfoLab, 이시현 교수 연구실)

: 정보이론 (Information theory), 무선 통신 (Wireless communications), 보안 통신 (Secure communication), 프라이버시 보호 (Privacy protection)

8. 디지털통신연구실 (Digital Communication Laboratory, 이용훈 교수 연구실)

: 심층 학습(Deep Learning), 행렬 완성(Matrix Completion), 추천시스템(Recommender Systems), 준-지도 학습(Semi-Supervised Learning)

9. 정보이론 및 기계학습 연구실 (Information theory and Machine learning Laboratory, 정세영 교수 연구실)

: 정보이론 (Information theory), 기계학습 (Machine learning), 강화학습 (Reinforcement learning)

10. 데이터 과학을 위한 추론 및 정보 연구실 (Inference and Information for Data Science Lab, 정혜원 교수 연구실)

: 데이터 과학 (Data Science), 정보 이론 (Information Theory), 통계적 추론 (Statistical Inference), 딥러닝 (Deep Learning)

11. 유비쿼터스 모바일 라이프 시스템 연구실 (Ubiquitous Mobile Life System Laboratory, 조동호 교수 연구실)

: 대규모 다중안테나통신(massive MIMO), 빔포밍(Beamforming), 무선전력전송(Wireless power transfer), 머신러닝(Machine Learning), 바이오인포매틱스(Bioinformatics), 6세대 이동통신 시스템(6G mobile communication system)

12. 무선통신시스템 연구실 (Wireless Communications Systems Laboratory, 최완 교수 연구실)

: 5세대 통신 시스템 (5G Communication System), 무선 엣지 캐싱/컴퓨팅(Wireless edge caching/Computing), 차량간 통신(Vehicular communications), 사물인터넷(Internet of Things), 무선 전력 전송(Wireless power transfer), 무선 분산 원장 기술(Wireless distributed ledger technology), 무선 통신을 위한 기계학습(Machine learning for advance of wireless communications)

13. 지능형 통신시스템 연구실 (Intelligent Communications Systems Laboratory, 최준일 교수 연구실)

: 거대 다중안테나 (massive MIMO), 분산 수신 (distributed reception), 밀리미터파 통신 (mmWave communications), 차량 통신 (vehicular communications), 5세대 및 6세대 무선통신 시스템 (5G and beyond wireless communications systems)

14. 부호 및 통신 연구실 (Coding and Communications Lab, 하정석 교수 연구실)

: 부호 이론(Coding Theory), 차세대 스토리지(Next-Generation Data Storage), 기계 학습(Machine Learning), 물리 계층 보안(Physical Layer Security), 양자 통신(Quantum Communication), 양자 보안(Quantum Cryptography)

<강준혁 교수 연구실>

Advanced Radio Technology Labarotory

■ 연락처
교수 : ITC bldg. (N1), #714 TEL : +82-42-350-7422
연구실 : ITC bldg. (N1), #719 TEL : +82-42-350-7522
홈페이지 : http://artlab.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

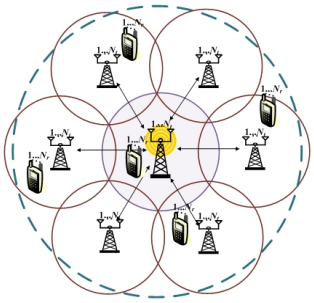
박사후과정 : 1명 박사과정 : 11명 석사과정 : 5명

■ 연구 분야 소개

고급 통신 (Advanced Radio Technology, ART) 연구실에서는 통신 시스템에서 쓰이는 신호처리 기술과 관련된 다양한 기술을 연구하고 있습니다. 특히, 무선통신의 신뢰도와 전송 속도, 무선 자원의 효율성 등을 높이기 위해 multi-input multi-output (MIMO), massive MIMO, cognitive radio 기술에 집중하여 연구하고 있고, 5세대 무선통신 시스템에서 사용될 혁신적인 기술들을 아울러 연구하고 있습니다. 또한 GPS를 사용하지 않는 localization, 물리 계층에서의 보안 문제 등에 관해 연구하고 있습니다. 구체적인 연구 내용은 아래와 같습니다.

Multiple-input Multiple-output (MIMO) and Massive MIMO

MIMO 기술은 기지국과 단말기에 여러 안테나를 사용함으로써 무선통신의 전송속도와 신뢰도를 높이는 기술입니다. MIMO 기술 중 많은 수의 안테나를 쓰는 기술을 Massive MIMO라 하는데, 최근 ART 연구실에서는 Massive MIMO에서 나타나는 에너지 효율적 문제와 채널 감쇄 환경에서의 문제 등을 인지하고 이를 해결하기 위한 연구를 하고 있습니다.



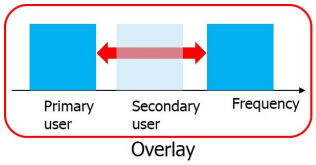
MIMO system

Cognitive Radio (CR)

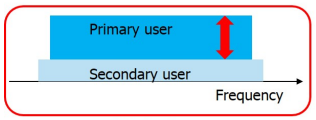
CR은 단말기가 무선통신 환경을 인지한 뒤, 환경에 알맞은 통신을 함으로써 주파수 효율을 높이는 대표적인 기술로써, 현재 ART 연구실에서는 무선통신 환경을 인지하기 위한 주파수 감지 기술, CR 네트워크에서 사용자들의 전송속도와 주파수 효율을 높이기 위한 다양한 자원 할당 기술 등을 연구하고 있습니다.

Localization

Localization은 단말기의 위치를 추정하는 기술로써, 고급 통신 연구실에서는 주로 건물 내부와 다양한 특수 환경에서 GPS 기술을 쓰지 않고 위치 정보를 추정하는 기술을 개발하였습니다. 또한 적은 복잡도로 높은 정확도를 갖는 localization 알고리즘 개발 등을 연구하고 있습니다.



Overlay



Underlay

Cognitive radio

5G Communication System

최근 고급 통신 연구실에서는 차세대 통신 시스템에 필요한 혁신적인 용량 증대를 위해 전혀 새로운 기업인 orbital angular momentum(OAM)을 연구하고 있고, 인지 정보를 기반으로 한 적응형 다중 라디오 접속 기술을 연구하고 있습니다.

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

추천 과목: Signal and systems, Digital communication, Wireless communication, **Probability and statistics, Linear algebra**

졸업생 진로: 고급 통신 연구실에서는 삼성전자, 대한항공, KT와 같은 대기업을 비롯하여 한국전자통신연구원 (ETRI), 국방과학연구소 (ADD) 등 다양한 분야와 직종에서 활약하는 졸업생들을 배출하였습니다.

■ 연구 활동 외 소개

고급 통신 연구실에서는 1년에 두 차례 여름, 겨울 워크샵을 비롯하여 봄, 가을 소풍 등 다양한 행사를 통해 교수님을 비롯하여 연구실 학생들 간의 친목을 다지며, 홈커밍데이를 통해 연구실을 졸업한 많은 선배님들과 진로 및 연구에 대한 다양한 상담을 하며 교류합니다. 더불어 개개인 및 연구실 차원에서 정기적인 체육활동을 지원하며 이를 통해 학생들 간의 단합을 다지고 있습니다.

■ 연구실 홍보

고급 통신 연구실은 딱딱하고 권위적인 대학원 생활에서 벗어나, 자유롭고 즐거운 분위기속에서 개개인의 열정과 능력을 최대한 발휘할 수 있도록 지원하고 있습니다. 통신 분야에 관심과 열정이 있는 학생들에게 해당분야에 대한 지식을 자유롭게 습득할 수 있도록 국제 학회 및 해외 석학과의 교류 등 다양한 경험과 기회를 제공하고 있습니다. 또한 연구실 학생들 간의 자유롭고 활발한 소통과 따뜻하게 학생들을 배려해주시는 교수님의 지도아래 편안하고 즐거운 분위기에서 연구를 진행할 수 있습니다. 다양한 스포츠 활동과 워크샵, 소풍 등 여러 행사를 통해 자칫 지루하고 힘들 수 있는 대학원 생활을 보다 밝고 활기차게 보낼 수 있습니다. 고급 통신 연구실은 즐겁고 열정이 넘치는 대학원 생활을 꿈꾸는 모든 이들에게 언제나 열려있습니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('17~'19)

[1] Projects : ETRI, ADD, ITRC, KT, 삼성, 한국방송통신전파진흥원, 미래창조과학부 등과 8개의 projects 수행
(현재 10개의 projects 진행 중)

[2] publications : Journal papers 17 / Conference papers 11 / Patents 15

<문재균 교수 연구실>

MoonLab

Storage, Communications & Machine Learning

■ **연락처**

교수 : N1 616호 TEL : 042-350-3487

연구실 : N1 617호 TEL : 042-350-5487, 8087

홈페이지 : http://comstolab.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 1명 박사과정 : 7명 석사과정 : 5명

■ 연구 분야 소개

MoonLab은 초연결 시스템에서 데이터의 효과적인 저장 및 처리를 위한 분배/분산 기계학습, 저장 및 통신에 관한 연구를 진행한다. 이러한 분배/분산 기계학습 및 저장 기술은 IoT, 빅데이터, 초연결 AI 시대에 필수적이다.

▶ Distributed Storage and Blockchain

빅 데이터 시대가 도래하면서, 많은 양의 데이터를 안전하게 저장하고 이를 관리하는 기술은 데이터 활용을 하기 위해 필요한 중요한 기반 기술 중 하나이다. 저장소의 노드 손실, 해커의 공격 등으로부터 데이터를 보호하고 사용 가능한 스토리지 공간을 최대한 활용하기 위해 데이터는 분산 네트워크를 통해 저장된다. 이러한 분산 저장 시스템 하에서 데이터 접근 속도, 노드 손실 복구를 위해 필요한 자원, 저장 공간 효율성, 데이터 프라이버시 문제 등을 다룬다. 블록체인은 피어 투 피어 분산 원장 기술로, 신뢰할 수 있는 중앙 기관 없이 신뢰할 수 있는 거래를 가능하게 하게 한다. MoonLab은 블록체인 시스템을 현실에 사용할 수 있는 수준으로 향상시키기 위해 코딩 및 정보 이론을 블록체인에 적용하는 데 중점을 둔다.

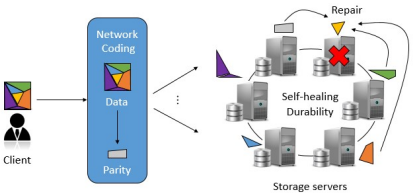


Fig.1 Distributed Storage System

▶ Artificial Intelligence (Meta Learning, Multi-modal Learning)

기계학습 기술은 학습 알고리즘을 통해 대량의 데이터로부터 유용한 정보를 획득하기 위한 데이터 처리 기술로, 자율주행 자동차와 스마트 팩토리 등의 지능형 시스템을 구축하기 위해 필수적인 기술이다. MoonLab은 고속/적응형 메타 학습을 위한 신경망 구조와 학습 알고리즘의 개발 및 연구를 진행하고 있다. 이와 함께, 모바일 엣지 장치에서의 효율적인 학습을 위한 하드웨어 친화적 학습 기술을 개발하고 있다. 또한, 자율주행 시스템에서의 다양한 센서 정보를 효율적으로 처리하기 위해 분산 구조의 신경망 및 정보 교환 모듈을 활용한 멀티모달 학습 알고리즘의 연구도 수행하고 있다.

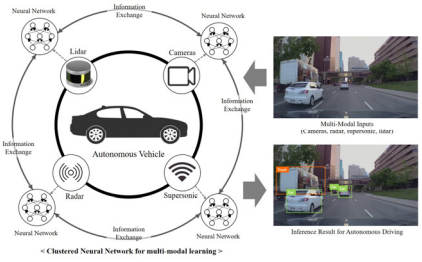


Fig.2 Multi-modal Learning

▶ Distributed Machine Learning

분산 기계학습 기술은 대규모 데이터셋을 사용하는 모델의 효율적인 학습을 가능하게 한다. MoonLab은 다양한 현실적인 상황에서 분산 기계학습의 속도를 높이고 공격으로부터 분산 기계학습 알고리즘을 보호하는 기술들을 연구하고 있다. 구체적으로, 중첩/브로드캐스트 노드들이 있는 무선 엣지단의 환경에서 기계학습 속도를 높이는 계층적 부호화 기법을 연구하고 있다. 또한 악의적인 노드들로부터 분산 학습 알고리즘을 보호하며, 통신 부담이 적은 선거 기반의 새로운 부호화 기법을 연구하고 있다.

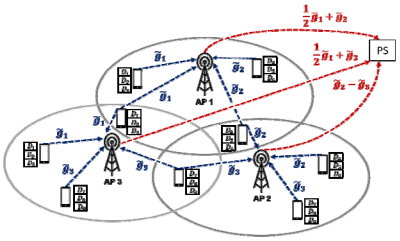


Fig. 3 Distributed Learning

▶ System Error-Correction Codes / NAND Flash

저장매체의 기록 밀도가 높아짐에 따라 인접한 데이터 셀들은 상호간에 간섭을 일으킨다. 이 때 효율적인 등화 기법과 저복잡도/고성능의 오류 정정 부호 (error correction code) 알고리즘에 관한 연구를 진행한다. 또한 3D NAND flash에서 발생하는 다양한 문제들을 해결하기 위한 부호화 기법 및 알고리즘들을 연구하고 있다.

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

학부과정에서는 전공과목이외에도 수학 및 확률통계 분야의 과목들을 이수함으로써 학문적 깊이가 있는 통신/신호 연구를 수행하기 위한 기반을 닦는 것이 유익하다.

졸업생들은 국내외 우수 기업체(삼성, 하이닉스 등), 연구소 및 대학교 등지에서 활발히 활동하고 있다.

■ 연구 활동 외 소개

쾌적한 연구 환경을 바탕으로 자유로운 분위기의 연구를 지향하며 개개인의 삶의 질을 중요하게 생각한다. 정기적으로 지도교수와의 식사, 피크닉, MT 등을 통해 꾸준히 대화의 시간을 갖고 있다.

■ 연구실 홍보

ComSto 연구실의 가장 큰 특징은 수학적 이론과 실제 응용의 공통 연구이다. 학생 개개인의 적성에 따라 연구 주제를 찾고 이론적으로 깊이가 있으면서도 실제 산업계에서 목말라하는 연구를 수행한다. 따라서 학생들은 졸업 후 학계, 연구소, 산업계 등으로 진출 가능한 다양한 기회를 가질 수 있다.

■ 연구 성과 소개 ('17~'19) : 24 Publications (11 Journals and 13 Conference Papers)

Selected Journals and Conference Papers

[1] J. Sohn, B. Choi, S. W. Yoon and J. Moon, "Capacity of Clustered Distributed Storage," IEEE Transactions on Information Theory, 2019. (conference version won the **Best Paper Award** of IEEE International Conference on Communications (ICC) 2017)

[2] B. Choi, J. Sohn, S. W. Yoon and J. Moon, "Secure Clustered Distributed Storage Against Eavesdroppers," IEEE Transactions on Information Theory, 2019.

[3] H. Park, D. Lee and J. Moon, "LDPC Code Design for Distributed Storage: Balancing Repair Bandwidth, Reliability, and Storage Overhead," IEEE Transactions on Communications, vol. 66, no. 2, pp. 507-520, Feb. 2018.

[4] B. Choi, J. Sohn, D.-J. Han and J. Moon, "Scalable Network-Coded PBFT Consensus Algorithm," IEEE International Symposium on Information Theory, 2019.

[5] S. W. Yoon, J. Seo and J. Moon, "TapNet: Neural Network Augmented with Task-Adaptive Projection for Few-Shot Learning," International Conference on Machine Learning (ICML) 2019.

[7] D.-J. Han, J. Moon, D. Kim, S.-Y. Chung and Y. Lee, "Combined Subband-Subcarrier Spectral Shaping in Multi-Carrier Modulation under the Excess Frame Length Constraint," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2017.

[8] J. Sohn, S. W. Yoon and J. Moon, "Pilot Reuse Strategy Maximizing the Weighted-Sum-Rate in Massive MIMO Systems," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2017.

[8] M. Choi, J. Kim and J. Moon, "Wireless Video Caching and Dynamic Streaming under Differentiated Quality Requirements," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, April 2018.

<박현철 교수 연구실>

LIT Laboratory for Information Transmission

Laboratory for Information Transmission

과학기술정보통신부 지정
Beyond 5G 이동통신 전문연구실

■ **연구실 현황 (2019 가을학기 기준)**

연구교수: 1명, 박사후과정: 1명,
박사과정: 10명, 석사과정: 5명

■ **연락처**

교수연구실: 김병호김삼열IT융합빌딩 (N1) 715호 TEL: 042-350-7420
학생연구실: 김병호김삼열IT융합빌딩 (N1) 718호 TEL: 042-350-7520
홈페이지: http://lit.kaist.ac.kr

■ **연구 분야 소개**

정보전송연구실(Laboratory for Information Transmission, LIT)에서는 통신 시스템의 전송 기술에 관한 이론적인 분석 및 실제적인 설계에 관한 연구를 수행하고 있습니다. 특히 5세대 (5G) 이동통신 기술의 개발과 성능분석에 관한 활발한 연구를 진하고 있으며, 과학기술정보통신부 지정 beyond 5G (B5G) 이동통신 전문연구실로 선정되어 5G 이동통신 이후에 사용할 B5G 이동통신 원천기술을 확보하는 것을 목표로 합니다. 구체적인 연구 내용은 아래와 같습니다.

- **거대 배열 안테나 시스템 (Massive MIMO)**

MIMO (Multiple input multiple output)는 기지국과 단말기에 여러 안테나를 사용함으로써 무선통신의 전송속도와 신뢰도를 높이는 기술이며, 여기에서 수십에서 수백 개의 안테나를 쓰는 경우 massive MIMO라고 합니다. Massive MIMO의 수많은 안테나를 효율적으로 활용하고 전력 소모 문제 해결을 위해 저전력, 지능형 기술을 포함하여 연구하고 있습니다.

- **기계학습 기반 무선통신 (Machine learning based wireless communication)**

기계학습 및 딥러닝을 통신 시스템에 사용하여 기존의 모델링으로는 쉽지 않은 문제를 다루거나, 기존의 방법으로 구했던 성능을 개선하는 연구를 하고 있습니다.

- **밀리미터파 및 테라헤르츠 대역 빔포밍 (Beamforming at mmWave and terahertz bands)**

밀리미터파 및 테라헤르츠 대역의 넓은 주파수 자원을 활용하기 위한 빔포밍 연구를 하고 있습니다.

- **필터뱅크 기반 다중 반송파 통신 (Filter-Bank Multi-Carrier, FBMC)**

3세대 및 4세대 통신에서 다중 반송파 통신의 표준으로 적용된 직교 주파수 분할 다중 방식 (OFDM, orthogonal frequency division multiplexing)을 5세대 통신에 적용하는 데 나타나는 문제들을 인지하고, 5세대 통신에 더욱 적합한 필터뱅크 기반 다중 반송파 통신을 위한 필터 (waveform), 등화기 (equalizer) 설계 등을 연구하고 있습니다.

- **소형 셀 네트워크 및 무선백홀 시스템 (Small cell network with wireless backhaul)**
- **정보 및 전력 동시전송 (Simultaneous Wireless Information and Power Transmission System, SWIPT)**

현재 진행중인 연구 과제로는 "새로운 자원을 활용한 beyond 5G 변혁기술 개발", "200 Gbps MIMO RF front-end 개발", "정보 및 전력 동시전송", "5G 한-EU 국제공동연구", "저지연 고신뢰 NAND 플래시 메모리를 위한 기계학습 기반 sensing 및 management 기술 연구" 등이 있습니다.

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 과목: Signal and systems, Probability and random processes, Communication engineering

졸업생 진로: 정보 전송 연구실은 박사 16명, 석사 34명을 배출하였으며 국방과학연구소 (ADD), 한국전자통신연구원 (ETRI), 한국항공우주연구원 (KARI) 등 연구소를 비롯하여 국내외 유수 대기업, 학교, 정부 산하 기관 등 다양한 곳에서 활약하고 있습니다.

■ **연구 활동 외 소개**

정보 전송 연구실에서는 매년 겨울과 여름 두 번의 워크숍을 진행하고, 개인별로 생일을 맞은 학생들을 축하하면서 교수님을 비롯하여 연구실 구성원 간의 친목을 다지고 있습니다. 연구실을 졸업한 선배님들과는 매년 홈커밍데이를 통해서 교류하고 있으며, 진로와 연구 등 다양한 영역에서 도움을 주고 있습니다.

■ **연구실 홍보**

정보 전송 연구실은 world class communication laboratory라는 비전을 갖고 있습니다. 정보이론, 신호처리, 통신기술 분야에서 핵심 기반기술의 기초연구 및 개발을 목표로 하여 통신기술에 대해 심화된 학문적 연구와 산업 기술 개발에 대한 연구체계를 확립하고자 합니다. 이로써 디지털 통신기술 개발에 필요한 실질적이고 창의적인 실무능력을 배양하여 통신 분야에서 활약할 고급 인력을 장기적, 지속적으로 배출함으로써 정보통신 기술의 대외 의존성을 극복하고 국가 기간산업으로서의 정보통신 산업 발전에 기여합니다. 학생들이 편안하고 즐거운 연구 환경을 이루어 가기 위해 성숙한 개인주의를 바탕으로 자유롭고 즐거운 분위기 속에서 개개인의 열정과 능력을 최대한 발휘할 수 있도록 지원하고 있습니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

Publications: 국제 저널 논문 16편 출판, 국제 학회 논문 15편 발표

Awards: 2017년도 한국통신학회 추계종합학술발표회 우수논문 선정: "5G New Radio (NR) Polar 부호의 성능 평가"
제 24회 삼성전자 휴먼테크 논문대상 동상 수상: "Superposition Transmission of Uplink SCMA Systems"

<서창호 교수 연구실>

INFORMATION SYSTEMS LABORATORY (ISL)

■ **연락처**
•교수님: 김병호 IT 센터 (N1) #912 •TEL: 042-350-7429
•연구실: 김병호 IT 센터 (N1) #920 •TEL: 042-350-7529
•홈페이지: https://csuh.kaist.ac.kr

■ **재학생 현황:** • **박사과정** 2명 • **석사과정** 2명 • **학부 연구원** 1명
■ **졸업생 현황:** • **포닥 졸업생** 1명 (UW Madison 교수) • **학/석/박 졸업생** 7명 (조선대 교수, MIT/UC Berkeley/UIUC 박사과정, Samsung, Lunit Inc.)

■ **연구 분야 소개**

정보란 특정 목적을 위하여 전자적 방식으로 처리된 음성, 이미지, 영상 등으로 표현되는 모든 종류의 자료 또는 지식을 말합니다. 정보이론은 통신 환경에서 정보를 전송할 때, 오류 없이 전송할 수 있는 정보량의 한계를 규명하는 것으로부터 시작된 학문입니다. 우리 연구실은 정보이론을 토대로 네트워크 [1,3,8], 분산저장시스템[2]과 같은 다양한 시스템의 최대 정보 전송량 혹은 저장량을 밝히고 이를 달성하는 알고리즘을 제안해왔습니다. 최근 몇 년간 정보이론이 통신 및 저장 시스템 외에도 머신러닝 시스템에서 매우 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌으며, 이에 본 연구실에서는 정보이론을 토대로 머신러닝 시스템을 연구해왔습니다. 구체적인 연구결과들은 다음과 같습니다.

	연구주제	연구성과
1	게임데이터 활용 자율주행차 충돌예측시스템 개발 [9,11]	• 게임 속 사고영상을 활용한 딥러닝 기반 충돌예측시스템 개발 • AAAI 논문 게재 및 **Oral Presentation** 선정 (발표 선정율: 6.48%) • JCCI **우수 논문상** • US Air Force로부터 2년간 Grant 선정 (2019.4 ~ 2021.3)
2	인공지능기반 교육용추천시스템 개발 및 상용화 [6]	• 맞춤형 자동 문제추천시스템 개발 (제품명: 산타토익) • 벤처창업지원을 통한 기술상용화 (Riiid: 500억원 이상 투자유치) • NeurIPS/KDD workshop 논문 게재
3	소셜네트워크를 활용한 추천시스템 개발 [10]	• 기본알고리즘 대비 수 십배 이상의 성능 개선 • NerlIPS 논문 게재
4	최적성능 및 고효율의 DNA 서열 복구 알고리즘 개발 [5]	• 최적 성능을 달성하는 고효율 커뮤니티 검출 알고리즘 개발 • ICML 논문 게재
5	구글 검색엔진 대비 ~10x 속도 개선 실시간 검색엔진 개발 [4,7]	• 소수 상위 항목을 효과적으로 선별하는 랭킹 알고리즘 개발 • NeurIIPS/ICML 논문 게재 • **IT젊은공학자상, 해동젊은공학인상, Bell Labs Prize finalist 수상**

■ **해외 유수 대학 교수들과의 공동연구**

• **MIT:** Lizhong Zheng (공정성을 보장하는 머신러닝 시스템 연구) • **Stanford:** David Tse (네트워크 정보이론 연구)
• **UC Berekeley:** Kannan Ramchandran (범용 인공지능 연구) • **UW Madison:** Kangwook Lee (자율주행 시스템 연구)
• **UMN:** Soheil Mohajer (소셜네트워크를 활용한 추천시스템 연구) • **NUS:** Vincent Tan (생성적 적대 신경망(GAN) 연구)

■ **추천 수강 과목**

• EE202 신호 및 시스템 • EE210 확률과 기초 확률과정 • MAS212 선형대수학 • EE326 정보이론 • EE424 최적화개론

■ **연구실 모토**

1. Impact 있는 연구: Fundamental한 연구에 집중하고, 이를 기반으로 한 시스템 아키텍처를 개발하고자 합니다.

2. 독립적인 연구를 수행할 수 있는 뛰어난 석학 배출: 학생은 소중한 자산입니다. 따라서 학생 양성에 총력을 기울이며 교수-학생과의 weekly 일대일 미팅을 시행하고 있습니다. 긴밀한 인터렉션을 통해 Problem Formulation/Problem Solving/Paper Writing/Presentation 능력을 체계적으로 습득할 수 있을 거라 예상합니다.

3. 행복한 연구실 생활: 연구실의 멤버들과 정기적으로 회식(음주보다는 식사), 축구, E-Sports와 같은 다양한 활동을 즐깁니다.

■ **최근 연구 결과 (구글 총 인용수 ~ 4,883회)**

[1] C. Suh and D. Tse, "Feedback capacity of the Gaussian interference channel to within 2bits," IEEE Transactions on Information Theory, vol. 57, no. 5, pp. 2667-2685, May 2011 (**학회버전 Best Student Paper Award 수상**).
[2] C. Suh and K. Ramchandran, "Exact-repair MDS code construction using interference alignment," IEEE Transactions on Information Theory, vol. 57, no. 3, pp. 1425-1442, Mar. 2011.
[3] C. Suh, M. Ho and D. Tse, "Downlink interference alignment," IEEE Transactions on Communications, vol. 59, no. 9, pp. 2616—2626, Sep. 2011 (**2013 IEEE Communications Society Stephen O. Rice Prize 수상**).
[4] Y. Chen and C. Suh, "Spectral MLE: Top-K rank aggregation from pairwise comparisons," ICML, July 2015 (Bell Labs Prize finalist).
[5] Y. Chen, G. Kamath, C. Suh and D. Tse "Community recovery in graphs with locality," ICML, 2016.
[6] K. Lee, J. Chung, and C. Suh, "Large-scale and interpretable collaborative filtering for educational data," KDD Workshop, 2017.
[7] M. Jang, S. Kim, C. Suh, S. Oh, "Optimal sample complexity of M-wise data for top-K ranking," NeurIPS, 2017.
[8] C. Suh, J. Cho and D. Tse, "Two-way interference channel capacity: How to have the cake and eat it too," IEEE Transactions on Information Theory, June 2018 (**네트워크 정보이론 난제 해결**).
[9] K. Lee, H. Kim and C. Suh, "Simulated+Unsupervised learning with adaptive data generation and bidirectional mappings," ICLR, 2018.
[10] K. Ahn, K. Lee, H. Cha, C. Suh, "Binary rating estimation with graph side information," NeurIPS, 2018.
[11] H. Kim, K. Lee, G. Hwang and C. Suh, "Crash to not crash: Learn to identify dangerous vehicles using a simulator," AAAI, 2019.
[12] J. Cho and C. Suh, "Wasserstein GAN Can Perform PCA," Proceedings of Allerton on Communication, Control, and Computing, Sep. 2019.

<성영철 교수 연구실>

SISReL
Smart Information Systems Research Lab

■ **연락처**

교수: N1 #614 TEL : 042-350-3484
연구실: N1 #619 TEL : 042-350-5484
홈페이지: https://sisrel.kaist.ac.kr/

■ **연구실 현황 (2019 가을학기 기준)**

박사과정 : 6명 석사과정 : 3명

■ **연구 분야 소개**

▷ **강화학습, 통계적 학습이론, 정보 기하학**

강화학습(Reinforcement Learning)은 머신러닝의 핵심분야로, 복잡한 환경에서 최적의 전략을 찾아내는 방법을 탐구하는 학문입니다. 최근 대표적인 기계학습 학회에 제출된 논문의 1/3 이상이 강화학습과 관련이 있을 정도로 매우 인기 있는 연구 분야입니다. 또한, 강화학습의 활용도는 무궁무진합니다. 시시각각 변하는 전력 수요 및 생산량 등을 분석하여 최적의 전력 공급 전략을 찾을 수 있습니다. 전력 공급에만 적용할 수 있는 것이 아닙니다. 비슷한 원리로 신호등 대기 시간이나 대중교통 배차 간격을 조절하여 교통의 흐름을 최적화할 수도 있고, 엣지 컴퓨팅 기술과 접목하면 사용자가 원하는 정보를 더욱 빠르게 보낼 수 있습니다. 우리 연구실은 강화학습 알고리즘 개발과 이론적 연구를 병행하고 있습니다.

■ **최근 연구 내용**

▷ 알고리즘

On-policy 학습의 가장 큰 문제는 과거에 수집한 환경 정보를 재사용할 수 없다는 점입니다. Adaptive Multi-Batch Experience Replay(AMBER)는 이를 해결하기 위해 평균 importance sampling weight이라는 척도를 사용하여 과거의 policy와 현재의 policy가 얼마나 가까운지를 판단하고 충분히 가까우면 현재 policy 학습에 사용합니다. 다양한 환경 아래에서 실험한 결과 AMBER가 알고리즘의 수렴 속도와 안정성을 상당히 높여주는 것을 확인할 수 있었습니다.

▷ 탐색(Exploration)

대부분의 강화학습 알고리즘은 value 함수와 policy 함수를 인공신경망을 통해 구현하므로 최적의 인공신경망 파라미터를 찾는 것이 핵심입니다. 그러나 인공신경망 파라미터 공간은 매우 넓고 파라미터와 최종 성능의 관계도 매우 복잡하여 최적의 파라미터를 찾는 것은 굉장히 어렵습니다. 그렇다면 하나의 worker가 아닌 여러 개의 worker가 서로 정보를 공유하면 조금 더 효율적으로 탐색할 수 있지 않을까요? 이 아이디어를 바탕으로 연구한 결과 각 worker가 현재 가장 좋은 파라미터를 가진 worker를 참고하여 특정 방식으로 탐색을 시도하면 알고리즘의 성능과 안정성이 상당히 높아지는 것을 확인했습니다.

▷ 다중 에이전트 강화학습(Multi-agent RL)

하나의 레이어에서 무작위로 몇 개의 노드를 골라 0으로 만드는 드랍아웃은 인공신경망의 성능을 높이기 위해 자주 사용되는 regularization 방법입니다. 이를 토대로 다중 에이전트 환경에서 에이전트끼리 정보를 교환할 때 일부를 무작위로 제거하는 블록 드랍아웃 방식을 적용해 본 결과 정보량이 매우 많아 학습하기 힘든 고차원 환경에서도 효과적으로 학습하는 것을 확인했습니다.

▷ 드문 보상 강화학습(Sparse Reward RL)

강화학습 에이전트는 환경과의 상호작용에서 받는 보상을 바탕으로 최적의 행동을 찾습니다. 그런데 이 보상이 너무 드물게 주어지면(예를 들면 엄청나게 복잡한 미로를 통과해 목적지의 도달한 경우에만 보상을 주는 경우) 대부분의 강화학습 알고리즘은 학습에 실패합니다. dynamics 모델을 바탕으로 에이전트가 자기 자신에게 스스로 보상을 주는 방식의 이런 드문 보상 환경의 대표적인 해결책입니다. 우리는 연구를 통해 하나의 dynamics 모델이 아니라 여러 모델을 통해 계산한 보상을 특별한 방식으로 합산하여 적용하면 그 성능이 굉장히 증가하는 것을 확인했습니다.

■ **추천 수강 과목**

실해석학, 위상수학, 르베그적분론, 선형대수학, 최적화개론, 확률과 통계, 기초 확률론, 미분기하 등의 기초 수학 과목과 빅데이터 분석개론, 강화학습 등의 기계학습 관련 과목을 듣는 것을 추천해드립니다.

■ **졸업생 진로**

여태까지 많은 졸업생이 학계나 국가 및 기업 연구소 등 다양한 분야로 진출했습니다. 자세한 내용은 연구실 홈페이지를 참조하세요. 연구실에서 배우는 깊이 있는 이론과 응용 능력은 어느 분야든지 유용하게 쓰일 거라 확신합니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

▷ 2018 제1회 인공지능 월드컵 국제대회 우승 (강화학습 알고리즘 이용) (관련기사: http://news1.kr/articles/?3405292)

▷ Woojun Kim, Myungsik Cho, and Youngchul Sung, "Message-dropout: An efficient training method for multi-agent deep reinforcement learning," the 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI) 2019, Honolulu, Hawaii, USA Jan. 2019

▷ Seungyul Han and Youngchul Sung, "Dimension-Wise Importance Sampling Weight Clipping for Sample-Efficient Reinforcement Learning," the 36th International Conference on Machine Learning (ICML) 2019, Long Beach, CA, USA, Jun. 2019

<송익호 교수 연구실>

통신처
Statistical Signal Processing Laboratory

Statistical Signal Processing Laboratory

■ 연락처
지도교수: 정보전자동 5202호 전화: 042-350-3445
연구실: 정보전자동 4219호 전화: 042-350-5445
홈페이지: http://bungae.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황 (2019 가을학기 기준)

박사후과정: 1명 박사과정: 0명 석사과정: 1명

■ 연구 분야 소개

우리 연구실에서는 **과제에 얽매이지 않고, 자유롭게 연구 주제를 정하기 때문에 학생이 바라는 주제/분야를 골라 연구**할 수 있다. 지금까지 우리 연구실에서는 통신과 신호처리의 바탕이라 할 수 있는 약한 신호 검파 (weak signal detection), 직교 주파수분할 다중화 (orthogonal frequency division multiplexing), 부호분할 다중접속 (code division multiple access) 시스템과 같은 주제들을 깊이 있게 연구하여 뛰어난 학문적 성과를 얻어왔다. 요즘에는 실시간 대용량 환경에 필수적인 지능형 분산 정보처리 이론과 기술을 얻고, 이를 바탕으로 미래의 자원절약형 시스템을 구축하는 데에 이바지하고자 다중 입출력 (multiple-input multiple-output), 주파수 검출 (spectrum sensing), 회귀 신경 회로망 (recurrent neural network) 기술을 집중적으로 연구하고 있다.

다중입출력 복호

무선 통신 채널에서 여러 길 감쇄가 일어날 때 보내는 쪽과 받는 쪽에 안테나를 여러 개 쓰면 여러 길 감쇄의 영향을 줄일 뿐만 아니라 주파수 효율도 높일 수 있다. 이때, 이와 같이 송신 안테나를 여러 개 쓰면 보낸 신호끼리 간섭을 일으키기 때문에 효율적인 복호기를 설계하는 것이 무엇보다 중요하다. 우리 연구실에서는 다진 가설 검정을 바탕으로 기존 복호기들보다 효율이 높은 새로운 준최적 복호기를 연구하였다.

주파수 검출

주파수 검출이란 주 쓰는이가 주파수를 쓰는지 안 쓰는지 판단하는 것을 말한다. 이제껏 주파수 검출 기법을 다룬 여러 연구에서 잡음은 정규 분포를 띤다고 가정했지만, 실제 통신 시스템의 잡음은 충격성일 때가 많다고 알려져 있다. 우리 연구실에서는 충격성 잡음 환경에서 수신 안테나를 여러 개 쓰는 인지 무선통신에 알맞은 새로운 주파수 검출 기법을 연구하였다.

회귀 신경 회로망

회귀 신경 회로망에 대한 연구는 날씨나 해수면 온도 등 자연계의 관측 자료를 예측하거나 의사 난수 생성기나 암호체계를 구현하는 데에 쓸 수 있으므로 이산 시간 혼돈계를 동정화하면 이들을 제어하거나 예측할 때에 매우 쓸모 있다. 이제까지 이산 시간 혼돈계를 동정화하고 생성하는 방법은 많이 연구되지 않았다. 이에, 우리 연구실에서는 이산 시간 혼돈계를 동정화하고 생성하는 회귀 신경 회로망을 연구하였다.

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

무선통신은 근본적으로 신호를 통계적으로 다루는 것과 깊은 관련이 있으므로 확률과 기초 확률과정 수업을 들어두면 매우 좋다.

우리 연구실에서 배출한 박사 인력 가운데 절반쯤은 학계에 진출하였고, 나머지 절반은 연구소에 나아가 연구를 하고 있다.

■ 연구 활동 외 소개

자유와 조화를 중요하게 생각하는 우리 연구실은 연구에만 얽매이지 않고 다양한 여가 활동을 즐긴다. 대표적인 보기로, 한 주에 적어도 한 번은 다 같이 모여 경식 정구나 족구를 즐기거나 등산을 간다. 또한, 맛있는 먹을거리를 찾아 전국 방방곡곡을 돌아다니기도 하고, 마이티라는 카드놀이도 자주 즐긴다.

■ 연구실 홍보

우리 연구실은 졸업생들과 학문적으로 매우 가깝게 연계망을 이루고 있습니다. 특히, 졸업생들과 정기적으로 모여 활발히 학문을 교류하고자 한국통신학회의 검출 추정이론 연구회와 함께 '통계학적 신호처리 연구 모임'이라는 (Statistical Signal Processing Research Forum: SRF) 이름으로 통신 신호 처리 기법과 관련된 전문 기술 세미나를 분기마다 한 번씩 (곧, 한 해에 네 번) 열어 관련 연구 성과를 공유하고, 서로 의견을 나누며, 연구 영향력을 확대해 나아가고 있습니다.

■ 연구 성과

[1] 과학기술논문색인지수에 (SCI) 등재된 저명 국제 논문지에 논문 148편 게재
[2] 국내 특허 26건과 국제 특허 7건 등록
[3] 국가지정연구실에 뽑혀 미래 이동통신을 위한 기초 연구 수행 (2005년 4월 - 2010년 3월)
[4] 한국연구재단 우수연구 50선 선정 (2006년, 2007년, 2013년)
[5] 영국 공학기술학회 (IET) 우수업적상 수상 (우리나라 최초, 2007년 1월)
[6] 미국 전기전자공학회 (IEEE) 석학회원으로 (Fellow) 선임 (2009년 1월)
[7] 확률과정의 주요 내용을 정리하여 책으로 냄 (확률변수와 통계의 기초, 자유아카데미, 2017년 4월)
[8] 중견연구자지원사업 도약연구에 뽑힘 (2010년 5월 – 2015년 4월, 2015년 5월 – 2018년 4월, 2018년 3월 – 2021년 2월)

<이시현 교수 연구실>

InfoLab

Information Theory, Communications and Security

■ 연락처

교수 : sihyeon@postech.ac.kr TEL : TBD

연구실 : TBD TEL : TBD

홈페이지 : https://sites.google.com/view/postech-infolab

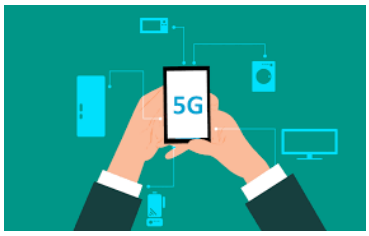
■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사과정 : 0명 석사과정 : 5 명 (2020년 박사진학 4명 예정)

■ 연구 분야 소개

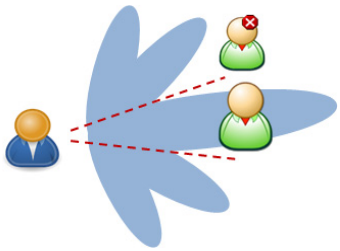
● 무선 통신

우리 연구실에서는 무선 통신의 핵심적인 직관과 방향을 제시하는 기초 연구를 하고 있습니다. 특히 정보이론적 접근 방식으로 통신의 한계 성능과 이를 달성하기 위한 최적 통신 기술 개발에 관심이 있습니다. 최근 수행한 연구로는 차세대 통신의 주요 지표인 저지연 · 저전력을 위한 최적 통신 기술 연구, 사물인터넷 · 차량 간 통신과 같이 굉장히 많은 기기들이 자율적으로 통신을 하는 분산 네트워크를 위한 통신 기법 연구 등이 있습니다.



● 물리계층 보안

물리계층 보안은 신호 전송 단계에서 적용되는 보안 기술로, 암호학 기반 보안 기술 대비 여러 장점이 있습니다. 대표적으로, 도청단에서 무한의 연산 능력이 있어도 방어할 수 있는 강력한 보안 기술이라는 점과 무선 통신의 특징을 이용함으로써 암호를 필요로 하지 않는다는 점이 있습니다. 최근 수행하고 있는 연구로는 사물인터넷을 위한 저전력 보안 통신, 적에게 탐지될 확률이 낮은 저 피탐지 확률 통신 기술 연구 등이 있습니다.



● 프라이버시 보호

인공 지능의 발달과 더불어 사용자의 데이터가 다양한 분야에서 수집되고 분석되면서 프라이버시는 매우 중요한 문제로 대두되고 있습니다. 우리 연구실에서는 프라이버시를 보호하기 위한 알고리즘 연구에 관심이 있습니다. 현재 수행하고 있는 연구로는 스마트그리드에서 전력 사용 패턴으로부터 사용자의 행동 추측을 어렵게 만드는 알고리즘 개발, 기계 학습에서 사용자의 민감 데이터 누출을 최소화하기 위한 알고리즘 개발 연구 등이 있습니다.

■ 추천 수강 과목

통신, 확률 및 해석학 등 수학, 기계학습 관련 과목을 추천합니다.

■ 졸업생 진로

통신 및 보안은 학계와 산업계 모두에서 수요가 많은 연구 분야입니다.

■ 연구 활동 외 소개

연간 열흘의 휴가가 있으며, 연구실 구성원들이 기획하여 다양한 활동을 하고 있습니다. 맛집 탐방, 보드 게임, 근교 여행, 스포츠 등의 활동을 한 바 있습니다. 새로운 아이디어를 기대합니다.

■ 연구실 홍보

우리 연구실은 정보와 관련된 기초 이론 및 응용 기술/알고리즘 연구를 하고 있습니다. 자율적이고 수평적인 분위기에서 학생들이 즐겁게 연구에 전념할 수 있는 환경을 조성하는 데 최우선을 두고 있습니다. 마음껏 연구하고 탐구하고자 하는 학생들을 환영합니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('17~'19)

- 2017년 이후 정보이론, 통신, 보안 분야 SCI 저널 논문 10편, 국제학회 논문 5편
- 대표적으로, 정보이론 분야 기존 이론들을 통합 및 개선하는 Unified coding theorem 정립

<이용훈 교수 연구실>

digitalcommunicationslab.
Digital Communications Laboratory

■ 연락처
교수: CHIPS 217호 DCLAB TEL: 042-350-3437
연구실: CHIPS 210호 DCLAB TEL: 042-350-4412
홈페이지: http://kalman.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황
박사과정: 3명 석사과정: 2명

■ 연구 분야 소개

본 연구실은 딥러닝 알고리즘과 신호 처리 기술을 연구하고 있다. 그리고 KAIST 내의 여러 다른 연구실과 함께 공동 연구를 수행하고 있고 국내의 유망한 스타트업들과 협력을 하고 있다. 본 연구실에서 수행되는 연구는 과학기술정보통신부에서 지원받고 있으며, 현재 주요 연구 분야는 아래와 같다.

Matrix Completion by Deep Learning and Application in the Recommender Systems

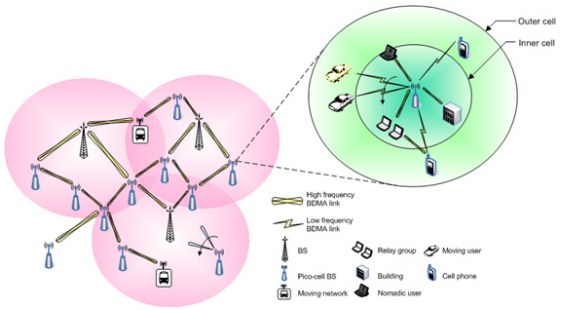
행렬 완성의 목적은 불완전한 데이터를 통해 low-rank matrix approximation을 찾는 것이다. 이러한 행렬 완성 알고리즘은 전체 데이터 중 일부만 획득할 수 있는 환경에서 중요한 역할을 한다(예: 추천시스템). 우리는 행렬 완성을 위해 오토인코더라고 불리는 심층 신경망을 고려한다. 우리는 비선형 인코더에 이어 선형 디코더로 구성된 오토인코더를 분석하여 오토인코더가 행렬의 basis를 차례로 추정하는 것 확인하고 분석하였다. 또한, 평점 정보뿐만 아니라 사이드 정보(예: 장르, 나이)를 활용하여 추천시스템의 성능을 향상하기 위한 연구를 수행하고 있다.

Semi-Supervised Learning

SSL(Semi-Supervised Learning)은 데이터에 해당되는 label을 붙이는 것이 제한되거나 비용이 많이 드는 경우 label이 부착되지 않은 데이터를 활용하는 효과적인 알고리즘이다. 심층 신경망에 기반을 둔 SSL 알고리즘은 최근 표준 데이터를 활용한 실험에서 뛰어난 성능을 보인다. 우리는 최신 기술의 벽을 넘기 위한 새로운 알고리즘을 연구하고 있다.

Massive MIMO systems and mm-wave communications

최근 massive MIMO(Multi Input Multi Output) 및 mm-wave 시스템은 5세대 이동통신의 목표 용량(4세대 시스템 용량의 1000배)을 달성하기 위한 유용한 도구로서 상당한 주목을 받고 있다. Massive MIMO 및 mm-wave 시스템은 모두 아주 많은 수의 안테나를 사용하며 최소한의 오버헤드로 통신 용량을 증가시킬 새로운 신호 처리 기술을 요구한다. Compressed sensing은 이러한 시스템을 위한 유망한 기술이다. 본 연구실은 compressed sensing을 기반으로하여 massive MIMO 및 mm-wave 시스템에 대한 채널 추정 및 빔 포밍 기법을 개발하고 있다.



■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

학부과정에서는 가능한 폭넓은 학습으로 다양한 분야를 경험하는 것이 유익할 것이다. 졸업생들은 현재 국내(대학교수, 삼성전자, LG전자, SK텔레콤, ETRI, ADD 등)뿐만 아니라 국외(Qualcomm, Maxlinear 등)에서도 활발히 활동하고 있다.

■ 연구 활동 외 소개

여름/겨울 MT와 1주일에 1회 이상의 운동 (축구/탁구/라켓볼 등)을 통해 학생들 사이에 단합과 체력 증진을 도모하고 있다. 또한, 매월 회식을 통하여 교수님과 학생들의 화목을 도모하고 있다.

■ 연구실 홍보

이용훈 교수님이 지도하는 디지털 통신 연구실은 1989년부터 지금까지 79명의 석사와 43명의 박사를 배출하였습니다. 연구실 소속 학생들의 다수의 논문들이 우수한 연구결과를 바탕으로 각종 논문 대상에서 입상하였으며 (2006년 이후, 인텔 학생 논문전 금상, 삼성 휴먼테크 논문대상 은상 2회, 동상 1회), 산학 협력 과제를 통해 선행 기술 연구뿐 아니라 연구 결과를 실제로 구현하는 과제를 수행하며 실력을 쌓고 있습니다. 추가적으로 학생들의 여러 학회 및 워크숍 참여를 적극적으로 지원하고 있습니다.

■ 연구 성과 소개 : 최근 (2011년~2016년 9월) 연구 논문 실적: 국제 학술지 (IEEE) 14건, 국제 학술대회 11건

[1] Kiwon Lee, Hyeonsoo Jo, Hyoji Kim and Yong H. Lee, "Basis Learning Autoencoder for Hybrid Collaborative Filtering," in Proc. of IEEE Machine Learning for Signal Processing, Pittsuburgh, U.S.A., October, 2019.
[2] Hyoji Kim, Gye-Tae Gil and Yong H. Lee, "Two-Step Approach to Time-Domain Channel Estimation for Wideband Millimeter Wave Systems with Hybrid Architecture," in IEEE Transactions on Communications, Vol 67 pp. 5139-5152, July 2019.
[3] Kiwon Lee, Yong H. Lee, Changho Suh, "Alternating Autoencoders for Matrix Completion," in Proc. of IEEE Data Science Workshop, Lausanne, Switzerland, June, 2018.

<정세영 교수 연구실>

Information Theory & Machine Learning Lab 정보이론 및 기계학습 연구실	**■ 연락처** 교수 : 김병호빌딩(N1)-615호 TEL : 042-350-3481 연구실 : 김병호빌딩(N1)-618호 TEL : 042-350-5481 홈페이지 : http://itml.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황

박사과정 : 6명　　석사과정 : 4명

■ 연구 분야

우리 연구실에서는 정보이론 및 기계학습을 중심으로 딥 러닝, 인공지능, 통신, 레이다, 신호처리, 스토리지등 다양한 응용 분야를 연구 하고 있습니다.

■ 정보이론 소개

정보이론 분야는 섀넌에 의하여 1948년에 창시되었으며, 오늘날까지도 정보와 관련된 많은 분야에서 펀더맨털한 이론을 제공 해 주고 있습니다. 디지털이라는 단어조차 생소하던 60여년 전에 이미 섀넌은 디지털 통신의 이론적 토대를 마련하였으며, 소자의 집적도가 일정 한계를 넘어선 90년대에 와서 섀넌의 이론이 실제로 구현 가능해 짐에 따라 섀넌의 정보이론은 오늘날 거의 모든 디지털 기기 (HDTV, MP3, 4G LTE, WiFi 등) 의 동작원리의 핵심이 되고 있어 섀넌은 디지털 시대의 아버지라고 불리고 있습니다.

■ 기계학습 소개

정보이론이 90년대 부터 실제 디지털 시스템에 적용될 수 있었던 주된 이유 중 하나는 무어의 법칙 때문입니다. 디바이스 집적도가 충분히 뒷받침이 되어 디지털적인 신호처리 및 정보처리가 가능해 진 90년대 이후 통신, 신호처리 분야의 많은 장치들이 급속도로 아날로그에서 디지털로 전환 되었습니다. 무어의 법칙은 그 뒤로도 약 20년간 계속 유효 했고 그에 따라 2010년대에 와서 프로세싱 파워 및 메모리가 일정 수준을 넘게 되자 딥러닝 등 기계학습 분야에서 다시 한 번 그 위력을 발휘하게 되었습니다. 신경망 구조를 심층화 한 딥러닝은 최근 다양한 분야 - 영상 인식, 음성 인식, 바둑 등 - 에서 인간의 능력을 뛰어넘는 성능을 달성하고 있는 등 얼마 전까지만 하더라도 불가능하다고 여겨지던 일들을 처리 하는 수준이 되었습니다. 딥 러닝 분야가 최근 많은 주목을 받고 있기는 한데 아직 이론적인 뒷받침이 많이 부족한 상태입니다. 많은 경우 이론적인 발전이 있고나서 "practice" 가 뒤 따르는 경우가 보통인데, 딥 러닝의 경우 그 반대입니다. 그렇다 보니 딥 러닝이 왜 잘 동작하고 어떤 문제를 푸는데 적합한가라는 근본적인 물음에 대한 답을 많은 연구자들이 찾고 있는 상황입니다. 그러한 물음에 답을 할 수 있으면 앞으로의 딥 러닝의 발전 속도는 더욱 가속화 될 수 있을 것입니다. 정보이론과 같은 펀더맨털한 이론이 그것을 가능하게 하는데 중요한 역할을 할 것으로 보여지며 우리 연구실에서는 그러한 이론에 기반하여 다양한 기계학습 분야의 근본 원리를 이해하고 향상된 성능을 달성하는 새로운 기계학습 구조를 개발하는데 연구의 초점을 맞추고 있습니다.

■ 추천 수강 과목

추천 과목으로는 확률과 기초 확률과정, 신호 및 시스템, 디지털 신호처리, 통신공학, 정보이론 및 부호화 개론, 기계학습, 인공지능 등이 있습니다. 또한 수학과와 물리학과에서 펀더맨털한 과목을 수강하면 많은 도움이 됩니다.

■ 연구 활동 외 소개

스키 MT 등 다양한 연구 외 활동을 하고 있습니다.

■ 졸업생 진로

졸업생은 박사후 연구원, 연구소, 학교로 가거나 삼성, LG 등 대기업에 취직합니다.

■ 연구실 홍보

우리 랩에서는 평소 근본적인 원리가 궁금하여 끝까지 알려고 파고드는 학생들, 수학 및 물리에 관심이 많고 펀더맨털한 이론을 공학에 적용하여 세상에 없던 것을 만들어 보고자 하는 학생들을 환영합니다.

■ 연구 성과

[1] 연구실 논문/특허 총 인용 회수: 7,000회 이상

[2] 섀넌 한계에 가장 근접하는 LDPC 코드 개발 (관련 논문 2편 3,000회 이상 인용)

[3] 네트워크 정보이론의 이론적 통합: 기존에 수 백편의 정보이론 연구에서 따로 연구 되던 많은 결과를 하나의 Theorem 으로 통일하는 결과 도출

■ 수행 중인 연구

[1] 정보이론 기반 딥 러닝 기법 분석 및 새로운 구조 개발

[2] 딥 러닝 기법을 적용한 드론 탐지 레이더 기술 개발

[3] 기계 학습 기법을 사용한 효율적인 분산 데이터 저장 장치 개발

[4] 심층 강화학습 기법 적용한 지능적 사물인터넷 연구

<정혜원 교수 연구실>

데이터 과학을 위한 추론 및 정보 연구실	■ 연락처 교수 : ITC Building (N1) 206호 TEL : 042-350-7441 연구실 : ITC Building (N1) 213호 TEL : 042-350-7541 홈페이지 : http://iids.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황(2018 봄학기 기준)**

박사후과정 : 0명 박사과정 : 3명 석사과정 : 2명

■ **연구 분야 소개: 데이터 과학, 통계적 추론, 정보이론, 머신러닝, 퀀텀 정보이론**

저희 연구실은 정보의 가치에 기반을 둔 데이터 수집 및 분석 기술 제안을 통해 최소 용량의 데이터와 계산적 복잡도가 낮은 알고리즘으로 원하는 추론 정확도를 달성하는 정보처리 시스템의 개발을 목표하고 있습니다. 현대 사회는 다양한 종류의 데이터가 매순간 대용량으로 생성되는 빅데이터(Big data) 시대입니다. 데이터로부터 그 안에 담긴 정보를 추출하는 추론 과정을 통해 우리는 데이터에 바탕이 되는 현상을 이해할 수 있게 되었고, 그런 이해를 바탕으로 미래의 현상을 예측하거나, 자동화된 제어 시스템을 설계하는 등 새로운 공학 기술들을 개발할 수 있게 되었습니다. 저희 연구실은 정보이론, 확률과 통계, 그리고 머신러닝을 사용하여 높은 가치의 정보를 포함한 데이터를 효율적으로 수집하는 기술을 연구하고, 또한 데이터로부터 계산적 복잡도가 낮은 알고리즘으로 원하는 정보를 추출하는 기술 등을 개발합니다. 이렇게 데이터로부터 추출한 유용한 정보를 바탕으로 다양한 공학 시스템을 개발하고 새로운 서비스를 제공하는 것을 목표로 합니다.

Raw Data Useful Information

■ **세부 연구 주제**

- 정보 가치 정량화를 통한 데이터 수집 기술 개발: 기존 비트(bit) 단위의 정보 양에 기초한 정량화를 벗어나 정보의 가치를 올바르게 정량화 하는 척도 확립 및 이에 바탕을 둔 효율적 데이터 수집 기술 개발
- 크라우드소싱 시스템 연구: 사람들로부터 얻는 데이터의 특성을 수학적으로 모델링하고, 기계와 차별되는 사람 고유의 특성을 고려한 빅데이터 수집 및 분석 기술 개발
- 딥러닝 알고리즘 연구: 딥러닝에 대한 이론적인 이해에 대한 연구
- 그래프 데이터 처리: 소셜 네트워크 등으로부터 쉽게 얻을 수 있는 그래프 데이터로부터 가치 있는 데이터를 추출하는 알고리즘 연구

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

저희 연구실은 확률적으로 공학 시스템을 모델링하고 분석하는 작업을 많이 합니다. 따라서 확률, 선형대수, 학부 정보이론 및 부호화 개론 등의 수업을 들으면 저희 연구실에서의 연구에 도움이 됩니다. 또한 새로운 데이터 수집 기술, 데이터 분석 알고리즘을 개발하고 이를 이론적으로 분석할 뿐만 아니라 실제 시뮬레이션을 통해 성능을 확인하기 위해 코딩(Python, C++ or MATLAB) 경험도 도움이 됩니다.

■ **연구 활동 외 소개**

저희 연구실은 2017년 6월에 설립된 신생 연구실입니다. 따라서 저희 연구실에 새롭게 오게 될 학생들은 저희 연구실에서 높은 자유도를 가지고 하고 싶은 활동 등을 만들어 갈 수 있습니다. 정혜원 교수님은 카이스트 전자과 학부 출신으로, 본인의 학부시절 경험을 바탕으로 학부 학생들에게 연구 및 장래 계획, 연구실, 학교생활 등에 대한 상담을 해 줄 수 있습니다.

■ **연구실 홍보**

저희 연구실은 정보이론 및 데이터 과학 분야의 새로운 아이디어와 연구 문제들을 직접 경험하고 탐구해 보고 싶은 학생 들을 환영합니다. 저희 연구실은 연구 문제를 만들어가는 과정 및 아이디어를 찾는 과정에서 열린 토론과 협업을 장려합니다. 저희 연구실에서의 연구에 관심 있는 학생 들은 교수님께 직접 이메일 (hwchung@kaist.ac.kr)로 연락주시면 됩니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('16~'19)**

정혜원 교수님은 2014년에 MIT EECS에서 박사학위를 받고, University of Michigan에서 3년간 research fellow로 일한 뒤, 2017년 6월 카이스트 전기 및 전자공학부로 부임하였습니다. 대표적 연구 논문은 다음과 같습니다.

[1] Weak Detection of Signal in the Spiked Wigner Model, ICML, 2019

[2] Parity Crowdsourcing for Cooperative Labeling, arXiv:1809.10827, 2018

[3] Shallow Neural Network can Perfectly Classify an Object following Separable Probability Distribution, ISIT, 2019

[4] Unequal Error Protection Querying Policies for the Noisy 20 Questions Problem, *IEEE Transactions on Information Theory,* 2018

[5] Bounds on Variance for Symmetric Unimodal Distributions, *IEEE Transactions on Information Theory,* 2017

[6] On Capacity of Optical Communications over a Lossy Bosonic Channel with a Receiver Employing the Most General Coherent Electro-Optic Feedback Control, *Physical Review A,* 2017

<조동호 교수 연구실>

Ubiquitous Mobile Life System Laboratory

■ **연락처**

교수 : N26 CHiPS #210 Tel. : 042-350-8067
연구실 : N26 CHiPS #210 Mobile : 010-4470-5023
홈페이지 : http://umls.kaist.ac.kr

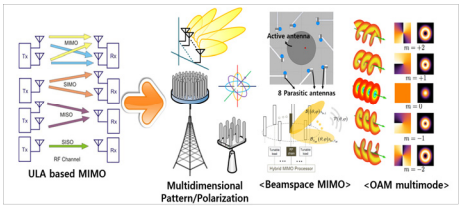
■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

박사과정 : 10명 석사과정 : 2명

■ **연구 분야 소개**

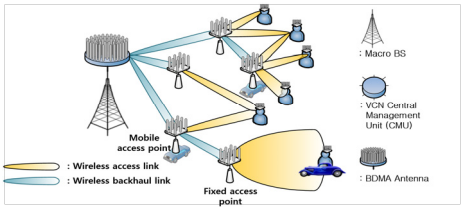
이동 통신 시스템 (다중 안테나 및 빔포밍)

미래 통신 표준에 대한 연구로 패턴, 편파, 빔 등의 자원을 이용하는 P2BDMA(패턴/편파 빔 분할 다중접속) 기술에 대한 연구를 하고 있다. 또한 패턴/편파 및 빔 분할 통신 방식을 밀리미터 대역과 서브테라 대역에서 사용할 수 있도록 연구 및 개발을 진행하고 있다.



이동 통신 시스템(시간, 주파수 및 공간 자원 관리)

셀 및 자원 관리를 통해 다중 기지국 다중 사용자 상황에서의 사용자간 간섭 제어 알고리즘을 연구하고 있다. 또한 높은 통신량이 요구되는 사용자의 이동 상황에서 통신 품질(Quality of Service)을 유지하기 위해 비면허 대역에서 기가비트 통신용량을 지원하기 위한 무선 백홀의 MAC 계층 핵심 기술도 연구하고 있다.

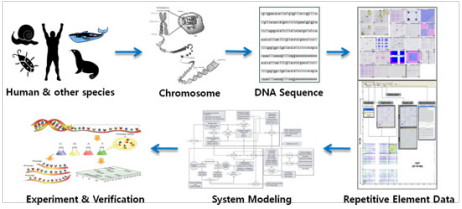


무선 전력 전송

자기 공명을 이용한 효율적인 무선 전력 전송 기술을 개발하였다. 건물에 빌트인 된 센서를 위한 실시간 무선 전력 전송 핵심 기술에 대한 연구도 진행 중이다. 또한 교통 수단의 이동 중 끊김 없는 무선 충전을 보장하기 위한 정차중 및 주행중 무선 전력 전송 기술을 개발하였다.

유전자 배열 분석을 통한 사전 진단

표현형(phenotype), 계통 발생론(phylogenesis)과 같은 생물학적 현상을 설명하기 위한 새로운 접근을 시도하였다. 정보공학의 관점에서 유전자 배열 모델링 및 반복 인자(Repeated Element) 배열 분석을 수행하였다. 이러한 연구들을 통해 유전체(genome) 기반 바이오마커 및 정밀 진단 알고리즘을 개발하였다.



■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

통신 공학, 통신 시스템, 무선 네트워크 등을 선수 과목으로 듣는 것을 추천한다. 총 101명의 졸업생(박사 47명, 석사 54명)이 있으며, 대학, 연구 기관(ETRI, KRRI 등), 대기업(삼성전자, LG전자) 또는 이동통신 회사(KT, SKT, LG U+) 등 현재 다양한 분야에 진출해 있다.

■ **연구 활동 외 소개**

매년 여름 연구실 구성원끼리 MT 및 워크숍 등의 행사를 진행한다. 또한 딸기 파티, 홈커밍데이, 월간 회식, 격주간 운동(축구, 농구 등) 등을 통해 연구실 구성원 간 친목을 도모하고 있다.

■ **연구실 홍보**

UMLS 연구실은 풍부한 경험이 있는 R&D 그룹으로 이동통신의 발전과 무선 전력 전송 및 생물정보학 분야에 기여하고 있다. 연구 분야는 차세대 이동통신, 무선 전력 전송, 패턴 편파 통신, 바이오 인포매틱스를 포함하고 있다. 매주 교수님 및 과제 구성원과 면담을 통해, 연구에 도움을 줄 것이다. 기업이나 정부에서 지원하는 프로젝트에 참여하며 이론을 배우고, 동시에 실제 환경에 적용해 볼 수 있는 기회를 얻을 수 있다. 많은 연구실 구성원들이 국제 학회에 참여하고 있고 많은 논문이 출판되고 있다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('15~'19)**

- 논문 실적

194개의 국제 저널, 304개의 국제 학회, 72개의 국내 저널, 193개의 국내 학회

- 특허 실적

국제특허 등록 및 출원실적 105건, 국내특허 등록 및 출원실적 415건

- 국제 표준

IEEE 802.16e 3건, 3GPP2 5건, IEEE 802.16j 1건, IEEE 802.16maint 1건, IEEE 802.16m 2건, IEEE 802.16ppc 5건

- 대표 논문

[1] M. Kim, N.I Kim, W. Lee, D.H. Cho, "Deep Learning-Aided SCMA", *IEEE Communications Letters*, Jan. 2018.
[2] G. Han, D.H. Cho, "Genome classification improvements based on k-mer intervals in sequences", *Genomics*, 2018.

- 진행 과제

무선 전력 전송 (2013년 세계 경제 포럼 선정 Top 10 떠오르는 기술, TIME지 선정 2010년 50 대 발명품)
패턴 편파를 빔 분할 다중 안테나 시스템을 이용한 5G 이동통신 (2016년 국내 최우수 R&D 과제 100선)
5G 통신용량 증대를 위한 빔포밍 기반의 다중채널 무선자원 집적화 기술 (2017 KAIST 10대 핵심 특허기술)

<최완 교수 연구실>

WCSL Wireless Communication Systems Laboratory
무선 통신 시스템 연구실

■ 연락처
교수 연구실 : N1 712 TEL : 042-350-7426
연구실 : N1 720 TEL : 042-350-7526
홈페이지 : http://wcslab.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황 (2019 가을학기 기준)
박사후과정: 1 박사과정: 9 석사과정: 5

■ 연구 분야 소개

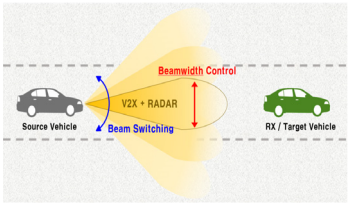
WCSL에서는 무선 통신 분야의 전반에 걸친 학문적이고 기술적인 선진 연구를 수행하고 있습니다. 우리는 최적화, 확률적 기하학과 같은 다양한 수학적 도구와 정보이론을 이용하여 고급 무선 통신의 이론적 기본을 구축하는 것에 초점을 맞추고 있습니다. 특히, 5G 무선 통신 시스템, 무선 엣지 캐싱/컴퓨팅, 차량 간 통신, IoT, 전력 전송, 무선 분산 원장 기술, 그리고 기계학습에 관한 연구가 진행되고 있습니다.

5G 무선통신 시스템

차세대 5G 무선통신 시스템에서는 매우 짧은 대기시간, 매우 높은 신뢰성, 높은 전송률 그리고 달성 가능한 다중 사용자 장비가 요구됩니다. WCSL에서 우리는 다중 안테나 (MIMO), 간섭 정렬 및 D2D 통신과 같은 기술을 사용하여 5G 무선통신의 요구사항을 만족시키는 데 초점을 두고 있습니다. 그리고 현재까지 우리는 5G와 관련하여 가장 많이 인용된 논문(약 3600회 인용)을 저술하였습니다. 또한, 우리는 5G 무선 통신 시스템의 핵심 기술을 개발하는 세계적인 연구 그룹으로 인정받고 있습니다.

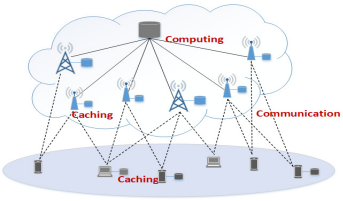
차량 간 통신

차량 간 통신은 커넥티드 카와 자율주행 차와 같은 미래 주행 시스템의 핵심 기술로 주목받고 있습니다. 우리 연구는 주로 안정적으로 실시간 V2X 통신이 가능하게 하도록 기술을 개발하는 데에 초점을 맞추고 있습니다. 특히 기존의 레이더와 밀리미터파 통신 시스템을 하나의 시스템으로 통합하여 차량 간 통신을 위한 새로운 패러다임 기술을 개발하고자 합니다.



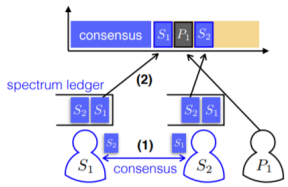
무선 엣지 캐싱과 컴퓨팅

통신, 컴퓨팅 및 캐싱 (3C)은 미래의 무선 네트워크에서 핵심이 될 것입니다. 무선 엣지 노드는 분산 된 방식으로 컴퓨팅하고, 데이터를 교환하고, 프리 페치(캐싱) 된 데이터를 활용하여 특정 작업을 공동으로 수행하여 작업 완료 시간과 소비 전력을 줄입니다. 이러한 방식은 근본적으로 무선 통신 시스템 설계의 새로운 패러다임을 이끌고 있습니다. 따라서, 우리의 연구는 획기적인 기술을 고안하여 효율적으로 통합하고 3C 융합의 새로운 틀을 구축하는 것을 목표로 합니다.



무선 블록체인 / 무선 분산 원장 기술

최근 들어, 블록체인과 같은 분산 원장 기술(DLTs)은 많은 사람들의 많은 관심을 받고 있습니다. 다양한 어플리케이션으로 DLT가 구상되어질 수 있기 때문입니다. 하지만, 현재 DLT는 무선 통신 관점을 고려하지 않기에, 무선 환경에서 DLT를 사용하는 데는 한계가 있습니다. 따라서 우리는 무선 환경에 적합한 새로운 DLT를 구축하고 무선 DLT가 요구되는 어플리케이션을 찾고자 합니다.



■ 추천 과목 및 졸업 후 진로

추천 과목으로는 해석학, 확률 및 통계, 선형 대수학 등 수학과 과목 등이 있으며, 그 외 통신 분야와 연관된 디지털 신호처리, 통신공학, 그리고 정보이론 등을 과목을 추천합니다. WCSL의 졸업생 현황으로는 국립대 교수, 대기업 및 정부출현 연구소의 연구원, 해외 유명 대학교의 PostDoc 혹은 박사 과정 진학 등 다양한 분야에 진출한 졸업생들이 있습니다.

■ 연구 활동 외 소개

WCSL은 구성원들의 연구 환경의 만족도를 높이기 위해, 비교적 자유로운 분위기 속에서 연구를 할 수 있도록 지원하고 있습니다. 또한 연구실 체육대회, 하/동계 워크숍 등을 주기적으로 실시하고 있어 구성원들 간의 친밀도가 높습니다. 현재 세계적인 외국 석학들과 활발한 교류를 하고 있어 박사과정 학생들은 일정 기간 동안 미국, 싱가포르 등의 해외 연구실에 방문하여 공동 연구를 할 수 있는 기회 또한 주어집니다.

■ 연구실 홍보

최완 교수님께서는 현재 다양한 학술지에 에디터로 활동하시며 대외적인 많은 연구에 참여하고 계십니다. 학생들의 학문에 대한 열정과 호기심, 궁금증들을 항상 함께 고민하고 많은 조언을 해주셔서, 선배들뿐만 아니라 교수님과도 많은 학문적 교류를 나누실 수 있습니다. 또한 연구실 내부적으로 연구 발표와 논문 세미나를 실시하고 있어, 연구실 구성원이 하고 있는 연구를 서로 공유할 수 있고, 여러 분야에 대한 연구 동향을 비교적 쉽게 파악할 수 있습니다.

■ 최근 연구 성과 ('17~'19)

[1] SCI급 탑 티어 저널 : 17편(약 저널 6편/년)
[2] 제 24회 삼성 휴먼테크 논문대상 금상 수상, 2018
[3] Chair of Executive Editor Committee, IEEE Trans. on Wireless Communication(TWC)
[4] Editor, 기타 최고의 IEEE 저널들 (IEEE Trans. on Vehcular technology, Wireless Communications Letters, etc.)

<최준일 교수 연구실>

지능형 통신시스템 연구실 Intelligent Communications Systems Laboratory (ICL)	■ 연락처 교수 : ITC 빌딩 (N1-305) TEL : 042-350-7460 연구실 : LG 이노베이션 홀 (N24-2107) 홈페이지 : icl.kaist.ac.kr

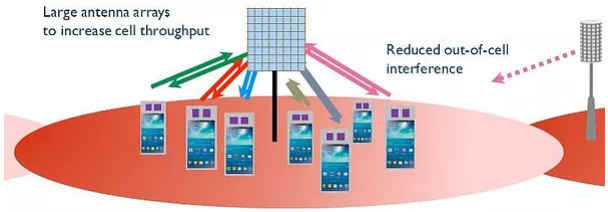
■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사과정 : 4명　　석박통합과정 : 3명

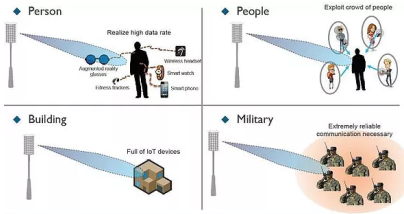
■ 연구 분야 소개

지능형 통신시스템 연구실은 5세대 및 6세대 무선통신 시스템을 물리 계층 관점에서 연구하고 있습니다. 저희 연구실은 무선통신 시스템의 여러 문제들을 주로 이론 및 알고리즘 측면에서 연구하고 있고, 이를 해결하기 위해 신호처리, 최적화, 압축센싱, 머신러닝, 정보이론 등 다양한 분야들의 이론들과 기법들을 활용하고 있습니다. 저희 연구실의 연구 분야로는 거대 다중안테나 (massive MIMO), 분산 수신 (distributed reception), 밀리미터파 통신 (mmWave communications), 차량 통신 (vehicular communications) 등이 있습니다.

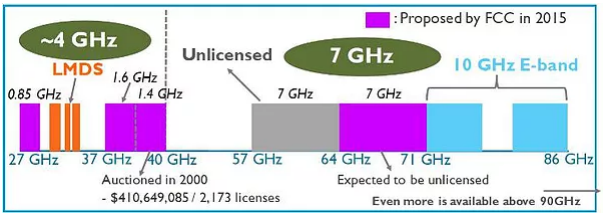
거대 다중안테나 (Massive MIMO)



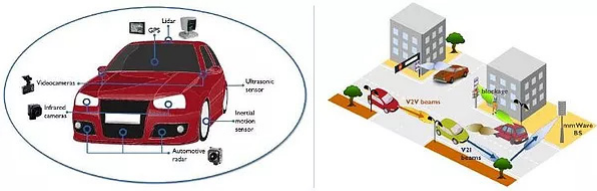
분산 수신 (Distributed Repection)



밀리미터파 통신 (MmWave Communications)



차량 통신 (Vehicular Communications)



■ 추천 수강 과목 추천 수강 과목으로는 확률, 선형대수, 최적화, 통신공학, 정보이론 등이 있습니다.	■ 연구 활동 외 소개 지능형 통신시스템 연구실은 여름 및 겨울 엠티, 운동 등 다양한 여가 활동들을 학생들에게 제공해 즐거운 환경을 만들고자 노력하고 있습니다. 또한 저희 연구실은 피자부터 파인 다이닝까지 다양한 종류의 회식을 통해 친목을 도모하고 있습니다.

■ 연구실 홍보

지능형 통신시스템 연구실의 목표는 연구를 통해 무선통신 시스템의 도약에 기여하는 것입니다. 저희 연구실은 학생들을 주도적으로 연구를 진행할 수 있는 독립적인 연구자로 양성하고자 노력합니다. 이를 위해 저희 연구실은 각 학생들이 교수님과, 그리고 다른 학생들과 연구에 대해 자유롭게 논의할 수 있는 환경을 제공합니다.

■ 최근 연구 성과 소개

논문 ('17~'19) : 국제 저널 17편 / 국제 학회 7편

수상실적 : 1) IEEE Communications Society Stephen O. Rice Prize, 2019.

2) NRF and Elsevier Young Researcher Award, 2018.

3) KICS Joint Conference on Communications and Information (JCCI) Best Paper Award, 2018.

4) IEEE ComSoc AP Region Outstanding Young Researcher Award, 2017.

5) IEEE Signal Processing Society Best Paper Award, 2015.

6) IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM) Best Paper Award, 2013.

<하정석 교수 연구실>

CoCoA

Coding and Communications Lab

■ **연락처**

교수 : IT융합센터 (N1) 612호 TEL : 042-350-7424

연구실 : IT융합센터 (N1) 620호 TEL : 042-350-7524

홈페이지 : http://cocoa.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

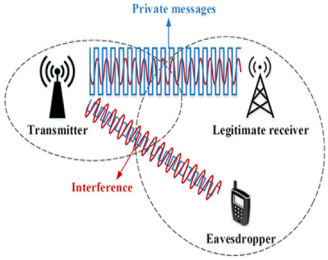
박사후과정 : 1명 박사과정 : 6명 석사과정 : 5명

■ **연구 분야 소개**

- 차세대 저장장치를 위한 머신러닝 기반 오류정정부호

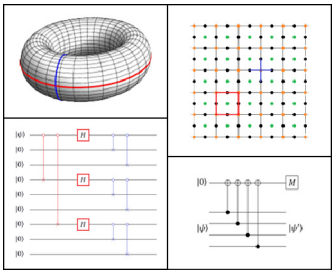
반도체 메모리를 활용하는 차세대 저장장치는 전력 소모, 동작 속도 등의 측면에서 HDD와 비교하여 많은 장점이 있습니다. 그러나 차세대 저장장치에서는 데이터를 읽고, 쓰고, 보존하는 과정에서 저장된 정보가 변형되는 현상이 발생합니다. 우리 연구실은 NAND를 비롯한 ReRAM, PCRAM 등 차세대 저장장치에서 발생하는 오류를 효율적으로 정정할 수 있는 연구를 진행하고 있습니다. 또한, 실제 하드웨어 구현을 목표로 머신 러닝 기반의 고 신뢰성 신호처리 기술과 복잡도가 낮은 부호화기 및 복호화기 구조를 개발하는 등 실용화 가능성이 큰 연구를 진행하고 있습니다.

- 물리계층 기반 보안 기술



스마트폰을 비롯한 다양한 무선 장비가 우리 주변에 필수적으로 자리 잡은 현 상황에서 무선 통신 보안의 중요성이 날로 증대되고 있습니다. 하지만 무선 네트워크는 통신 채널이 누구에게나 개방되어 있어서 보안이 취약하며 다양한 공격에 노출되어 있습니다. 이에 본 연구실에서는 릴레이 (relay), 인지무선통신 (cognitivie radio, CR), MIMO 환경 등 다양한 무선 네트워크 환경에서 보안 통신을 위한 연구를 진행하고 있습니다.

- 인공 지능 양자 컴퓨팅



인공지능 기술은 현재 빠르게 발전하고 있지만 결국 컴퓨터 성능의 한계에 부딪혀 한계에 도달할 것으로 예상됩니다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 양자컴퓨터는 미래에 반드시 필요한 기술입니다. 본 연구실에서는 ITRC의 지원 아래 Smart Quantum Communication Research Center와 Quantum Computing for AI Research Center에서 양자컴퓨터에 필수적인 오류정정부호뿐만 아니라 양자통신, 양자정보이론, 양자 키 분배와 같은 연구를 진행하고 있습니다.

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 과목으로 정보이론 및 부호화 개론, 확률과 기초 확률과정 등이 있습니다. 본 연구실 졸업생들은 삼성전자, LG CTO, SK 하이닉스, 현대자동차 등 국내 유수 대기업에 진출하여 탁월한 연구 역량을 발휘하고 있습니다.

■ **연구 활동 외 소개**

CoCoA 연구실은 주기적으로 연구 활동 외에 체육 활동, 맛집 탐방, 영화 관람 등 다양한 여가 활동을 공유하고 친목을 다지기 위한 행사를 진행하고 있습니다. 우리 연구실은 친근하고 자유로운 분위기 속에서 연구실 생활을 할 수 있도록 배려하고 있습니다.

■ **연구실 홍보**

CoCoA 연구실은 하정석 교수님 지도 아래 부호 이론과 통신 시스템에 대한 최신 분야의 연구를 진행하고 있습니다. 주요 연구 주제로 기계학습을 활용한 오류 정정 부호, 고 신뢰성 차세대 저장장치, 물리 계층 보안, 양자 통신 및 양자 암호 등이 있습니다. 우리 연구실은 한국연구재단, 정보통신기술진흥센터, ITRC, SK Hynix 등 다양한 기관의 탄탄한 재정 지원 아래 연구를 수행하고 있습니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

국제 저널: 9, 국제 학회: 9, 국제 특허: 8, 국내 특허: 10

[1] S. Jeong, and J. Ha, "On the Design of Multi-Edge Type Low-Density Parity-Check Codes," IEEE Transactions on Communications, Accepted, 2019

[2] S. Yun, I. Kim, and J. Ha, "Artificial Noise Scheme for Correlated MISO Wiretap Channels," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Accepted, 2019

[3] Memory Controller, Semiconductor Memory System and Operating Method Thereof, "Application Number : 15/599,576, Application Date : 2017-05-19, Patent Numer : US 10,200,063, Issue Date : 2019-02-05"