

# 인공지능 기반 통신시스템 연구실

ACE: AI-empowered Communication Systems Lab.

## 1. 지도교수: 이호원

(원306, 이메일: howon@ajou.ac.kr, 홈페이지: <https://acelab.ajou.ac.kr>, 전화: 1984)

## 2. 연구 분야

- 무선 통신을 위한 AI(Artificial Intelligence)/ML(Machine Learning)/LLM(Large Language Model)
- 우주-공중-지상 통합 네트워크 (SAGIN)
- 6G 무선 통신/네트워크 (PHY/MAC/RRM/MEC/NET)
- 친환경 이기종 셀룰러 네트워크
- 자가 치유/자가 조화 네트워크
- 네트워크 컴퓨팅 (In-Network Computing)
- Autonomous Internet of Things (AIoT)

## 3. 학력

2003.03 ~ 2009.08 KAIST 공학박사 (전공: 전기 및 전자공학)  
1999.03 ~ 2003.02 KAIST 공학사 및 공학석사 (전공: 전기 및 전자공학)

## 4. 연구 경력

2024.09 ~ 현재 아주대학교 우주전자정보공학과 학과장  
2024.09 ~ 현재 아주대학교 정보통신대학 전자공학과 부학과장  
2024.03 ~ 현재 아주대학교 정보통신대학 전자공학과 정교수  
2018.03 ~ 2019.02 Qualcomm Institute(University of California, San Diego, California, United States),  
Visiting Scholar  
2013.03 ~ 2015.02 삼성전자 소프트웨어센터 기술자문교수  
2012.03 ~ 2024.02 한경국립대학교 전자전기공학과 조교수/부교수/교수(tenured)  
2012.03 ~ 2021.03 KAIST IT융합연구소 겸직교수  
2010.06 ~ 2012.02 KAIST IT융합연구소 연구조교수  
2010.03 ~ 2012.02 KAIST IT융합연구소 Knowledge Convergence Team 팀장  
2009.06 ~ 2010.02 KAIST IT융합연구소 선임연구원

## 5. 주요 학·협회 활동

- IEEE Senior Member(현재)
- IEEE CCNC (Consumer Communications & Networking Conference) 2025 - TPC Vice-Chair(현재)
- 한국통신학회 (KICS) 상임이사(현재)
- 한국정보통신학회 (KIICE) 총무이사(현재)
- Chair, 6G Forum - Service Committee (6G 포럼 서비스위원회 위원장)(2022 ~ 현재)
- Publicity Chair, IEEE CCNC (Consumer Communications and Networking Conference)(2021 ~ 2024)
- 기획위원, 과학기술정보통신부 - 차세대 네트워크(6G) 산업 기술개발사업 예비타당성 조사(2022 ~ 2023)
- Program Chair, ICACI (International Conference on Advanced Computational Intelligence)(2023)
- TPC Track Co-Chair, IEEE CCNC (Consumer Communications and Networking Conference)(2023)
- Registration Chair, APCC (Asia-Pacific Conference on Communications)(2022)
- Publicity Chair, JCCI (Joint Conference on Communications and Information)(2022)
- Registration Chair, KICS ICTC (International Conference on ICT Convergence)(2021)

- Vice Chair, 5G Forum - Smart City Committee (5G 포럼 스마트시티위원회 부위원장)(2019 ~ 2022)
- 모바일 서비스/플랫폼 위원회 위원장, 미래창조과학부 - ICT 기술로드맵 2022(2016)
- TFT 멤버, 미래창조과학부 - 5G 서비스로드맵 2020(2015)
- Vice Chair, 5G Forum - Convergence Service Committee (5G 포럼 융합서비스위원회 부위원장)(2015 ~ 2022)
- Aspirant Member, IEEE 802.16 Working Group(2011 ~ 2013)
- Voting Member, IEEE 802.16 Working Group(2010 ~ 2011)
- Session Chair, IEEE VTC (Vehicular Technology Conference)(2008)
- Technical Program Committee (TPC) Member, IEEE WCNC(2010 ~ 2020), IEEE PIMRC(2012), IEEE GLOBECOM(2013 ~ 2023), IEEE ICCVE(2013 ~ 2019), IEEE INFOCOM(2014 ~ 2015), IEEE VTC(2015/2021/2023), IEEE ICC(2016 ~ 2024), JCCI(2016 ~ 2023)

## 6. 논문·특허

### 가. 논문 현황

SCIE 57편, 국내저널 40편, 국내외 학술대회 논문 발표 109편

#### ■ SCIE 논문 (최근 2년)

이호원 외 5인, "Optimal Operation of Active RIS-Aided Wireless Powered Communications in IoT Networks," IEEE Internet of Things Journal (to appear) - **JCR Top 3%**

이호원 외 2인, "NOMA-based ALOHA Protocol for Air-to-Ground Communications with Maximum Transmit Power Limits," IEEE Internet of Things Journal, vol. 11, no.16, pp.27387-27397, Aug. 2024. - **JCR Top 3%**

이호원 외 4인, "Distributed DQN-Based Energy Efficiency Maximization for 5G NR-U and Wi-Fi Coexistence Environments," ICT Express, vol. 10, no. 4, pp. 845-850, Aug. 2024.

이호원 외 4인, "MUSCAT: Distributed Multi-Agent Q-Learning-Based Minimum Span Channel Allocation Technique for UAV-Enabled Wireless Networks," Computer Networks, vol 247, Jun. 2024. - **JCR Top 14%**

이호원 외 7인, "HyPE: Online Hybrid Pseudo-Bayesian Estimation Method for S-ALOHA-Based Tactical FANETs," IEEE Access, vol. 12, pp. 79957-79966, 2024.

이호원 외 3인, "HiMAQ: Hierarchical Multi-agent Q-Learning-Based Throughput and Fairness Improvement for UAV-aided IoT Networks," Elsevier Journal of Network and Computer Applications, vol. 223, Mar. 2024. - **JCR Top 3%**

이호원 외 5인, "P<sup>2</sup>URE: Proactive and Probabilistic Uncovered Neighbor-aware Relay-Selection Method in Multi-hop FANETs," IEEE Access, vol. 12, pp. 35097-35108, Feb. 2024.

이호원 외 5인, "Reconfigurable Intelligent Surface for Physical Layer Security in 6G-IoT: Designs, Issues, and Advances," IEEE Internet of Things Journal, vol. 11, no. 2, pp. 3599-3613, Jan. 2024. - **JCR Top 3%**

이호원 외 5인, "Low-Complexity Multi-Agent Q-Learning for Maximizing Energy Efficiency in IAB-Enabled Small-Cell Networks," IEEE Access, vol. 11, pp. 121529-121538, Nov. 2023.

이호원 외 3인, "Idle-less Slotted ALOHA Protocol for Drone Swarm Identification," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 8, pp. 11080-11085, Aug. 2023. - **JCR Top 14%**

이호원 외 7인, "Towards 6G Hyper-Connectivity: Vision, Challenges, and Key Enabling Technologies," IEEE/KICS Journal of Communications and Networks, vol. 25, no. 3, pp. 344-354, Jun. 2023.

이호원 외 2인, "Deep Learning-based Network-Wide Energy Efficiency Optimization in Ultra-Dense Small Cell Networks," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 6, pp. 8244-8249, Jun. 2023. - **JCR Top 14%**

이호원 외 3인, "Lyapunov Optimization-Based Online Positioning in UAV-Assisted Emergency Communications," IEEE Access, vol. 11, pp. 60835-60843, Jun. 2023.

이호원 외 5인, "minFAST: Minimum Span Frequency Assignment Technique for 6G Integrated Access and Backhaul Networks," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 6, pp. 8222-8227, Jun. 2023. - **JCR Top 14%**

이호원 외 3인, "Performance analysis of dense low earth orbit satellite communication networks with stochastic geometry," IEEE/KICS Journal of Communications and Networks, vol. 25, no. 2, pp. 208-221, Apr. 2023.

이호원 외 3인, "FiFo: Fishbone Forwarding in Massive IoT Networks," IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 5, pp. 4339-4352, Mar. 2023. - JCR Top 3%

이호원 외 4인, "A Time Synchronization Protocol for Barrage Relay Networks," Sensors, vol. 23, no. 5, pp. 1-13, Feb. 2023.

## 나. 특허 현황

### 국외 특허등록 15건, 국내 특허등록 86건, 특허출원 6건

이호원 외 6인, "복수의 링크에 주파수를 할당하는 방법 및 장치," 국내 특허, 등록일자: 2022.08.10, 등록번호: 10-2432850,

이호원 외 2인, "셀프 힐링 기반의 랜덤 액세스 방법 및 시스템," 국내 특허, 등록일자: 2019.04.10, 등록번호: 10-1969669호

이호원 외 7인, "주파수 할당 장치 및 방법," 등록국가: 대한민국, 국내 특허, 등록일자: 2018.10.05, 등록번호: 10-1907678호

이호원 외 1인, "무선 센서 네트워크에서 데이터 병합 트리의 생성 방법 및 시스템," 국내 특허, 등록일자: 2018.07.02, 등록번호: 10-1876116호

## 7. 연구과제 진행 및 완료 실적

|                 |                                                                                                               |              |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2022.12-2028.11 | 우주계층 지능통신망 특화연구실                                                                                              | 국방기술진흥연구소    |
| 2020.07-2027.12 | Grand-ICT 사업 - 스마트 공장을 위한 IoT 통신 핵심 원천 기술 및 응용 시스템 개발                                                         | 과학기술정보통신부    |
| 2022.04-2025.12 | 6G Research Center - 초고속 이동체 지원을 위한 3D-NET 핵심 기술 개발                                                           | 과학기술정보통신부    |
| 2021.04-2025.12 | 3차원 공간 이동통신 기술 개발                                                                                             | 과학기술정보통신부    |
| 2022.03-2025.02 | 저복잡도 머신러닝 기반 3차원 멀티레벨 A2X 네트워크 원천기술 개발                                                                        | 한국연구재단       |
| 2023.01-2024.12 | 군집무인기 운용 시뮬레이터를 위한 통신 프로토콜 설계                                                                                 | LIG Nex1     |
| 2022.03-2024.12 | 5G NR 스몰셀 클러스터 환경에서 머신러닝 기반 에너지 효율 최적화 연구                                                                     | 한국전자통신연구원    |
| 2022.03-2024.02 | 협대역 TDMA 자원 할당 및 시간 동기화 연구                                                                                    | LIG Nex1     |
| 2023.06-2023.10 | 드론 식별을 위한 시스템 시뮬레이터 최적화                                                                                       | 한국전자통신연구원    |
| 2022.04-2022.11 | 고밀도 드론 분포 환경에서 저전력 드론 식별을 위한 시스템 시뮬레이터 제작                                                                     | 한국전자통신연구원    |
| 2020.04-2022.10 | 항공체계용 동적 주파수 지정 및 전파전파모델 연구                                                                                   | 국방과학연구소      |
| 2021.03-2022.02 | 다중 UAV 네트워크에서 지상제어국 배치 및 접속 지연 제한에 따른 랜덤접속 프로토콜 성능분석                                                          | 한경국립대학교      |
| 2016.08-2022.02 | Research on In-Network Computing Transmission Method based on a Multi-Camera Network for Realtime 3D Services | 한국연구재단       |
| 2021.04-2021.11 | 저전력 드론 식별을 위한 시스템 레벨 시뮬레이터 제작                                                                                 | 한국전자통신연구원    |
| 2021.03-2021.10 | 고밀집 5G 스몰셀 클러스터 환경에서 인공지능 기반 핸드오버 기술을 통한 에너지 절감 알고리즘 연구                                                       | 한국전자통신연구원    |
| 2020.06-2020.11 | 5G NR 기반의 스몰셀 클러스터 에너지 절감을 위한 최적화 알고리즘 연구                                                                     | 한국전자통신연구원    |
| 2020.03-2020.11 | 드론 분포에 따른 ALOHA 계열 시스템 성능 비교 연구                                                                               | 한국전자통신연구원    |
| 2019.06-2019.11 | 군집 드론 운용 환경에서의 효율적 식별을 위한 그룹 스케줄링 방식 연구                                                                       | 한국전자통신연구원    |
| 2015.11-2019.10 | 기회적 네트워크에서 비지도 학습기반 무선 디바이스 연결성 원천기술 개발                                                                       | 한국연구재단       |
| 2016.11-2019.10 | 기회적 네트워크에서 비지도 학습기반 무선 디바이스 연결성 원                                                                             | 한국연구재단, 미래창조 |

|                 |                                                                                                                              |                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                 | 천기술 개발                                                                                                                       | 과학부                 |
| 2016.08-2019.02 | 개방형 5G 표준 모델 개발                                                                                                              | 기가코리아사업단, 미래창조과학부   |
| 2016.10-2018.12 | 이동 무기체계의 고속 스펙트럼 분석지원 알고리즘 연구                                                                                                | 국방과학연구소             |
| 2013.03-2018.02 | 단말 협업형 Giga급 스마트 클라우드릿 핵심 기술 개발                                                                                              | 정보통신기술진흥센터, 미래창조과학부 |
| 2017.09-2017.12 | MVI를 위한 Low Layer Split 인터페이스 개발                                                                                             | KT                  |
| 2014.07-2017.06 | 물류센터 관리를 위한 저전력 사물 통신 및 네트워크 기술 연구                                                                                           | GRRC                |
| 2014.05-2017.04 | 대규모 환경을 위한 완전 분산형/부분 분산형 무선 자율네트워크 핵심 기술 개발                                                                                  | 한국연구재단, 미래창조과학부     |
| 2016.10-2017.02 | 5G 서비스 요구사항 분석 및 핵심 시나리오 발굴 연구                                                                                               | KT                  |
| 2015.12-2016.04 | 5G 서비스 로드맵 용역 연구                                                                                                             | KT                  |
| 2014.07-2015.01 | 5G 서비스 시나리오 연구                                                                                                               | 한국전자통신연구원           |
| 2013.04-2014.02 | 대규모 자율네트워크 환경에서의 전송 지연을 고려한 최적 CSMA (Optimal CSMA) 기술 개발                                                                     | 한경국립대학교             |
| 2012.11-2013.04 | 인빌딩 내 기지국 간 간섭 분석 시뮬레이터 개발                                                                                                   | KT                  |
| 2012.06-2013.01 | 인접 인터넷 (Proximate Internet) 서비스 분석 및 요구사항 도출 연구                                                                              | 한국전자통신연구원           |
| 2012.04-2013.01 | 자율네트워크 환경 기반 Distributed MAC 및 무선자원 관리기술 개발                                                                                  | KAIST               |
| 2012.05-2013.01 | 다중 스크린간 웹융합콘텐츠 전송 및 분산 기술 연구                                                                                                 | KAIST               |
| 2011.03-2012.02 | Development of Inter-screen Collaboration Service using Dynamic Reconfiguration of Web Converged Contents                    | KCC, 방송통신위원회        |
| 2010.04-2012.02 | Development of Intelligent Tutoring System for Nursing Creative HR                                                           | MKE, 지식경제부          |
| 2009.06-2012.02 | Operation Framework Development of Large-Scale Intelligent and Cooperative Surveillance Systems                              | MKE, 지식경제부          |
| 2011.06-2011.12 | Point-of-Gaze (POZ) based RUI for Smart-TV                                                                                   | KAIST               |
| 2011.08-2011.12 | Development of Efficient iPad User Interface for OLEV                                                                        | KAIST               |
| 2011            | Future E-Book                                                                                                                | KAIST               |
| 2009.07-2010.06 | Development of core technologies for IEEE 802.16m system                                                                     | 삼성전자                |
| 2009.07-2010.01 | Development of core technologies for indoor/outdoor Mobile-WiMAX (WiBro) systems                                             | KT                  |
| 2007.03-2008.02 | Protocol design and research on interworking technologies between indoor WiBro and outdoor WiBro systems                     | KT                  |
| 2007.05-2008.02 | Development of core technologies and testbed for KAIST B4G system based on cognition and autonomy                            | 삼성전자                |
| 2005.11-2006.12 | Development of core technologies for Speed/Channel/Media adaptive multi-hop FDD/TDD MIMO cellular system                     | 삼성전자                |
| 2003.03-2005.10 | Development of core technologies and testbed for hybrid TDMA/CDMA/SDMA/TDD wireless access based on enhanced OFDM and all IP | 삼성전자                |
| 2003.06-2004.01 | Research on the low-power protocol and algorithm for high-speed wireless mobile communication system                         | MOST, 과학기술부         |

## 8. 수상 및 기타

|         |                                                                        |
|---------|------------------------------------------------------------------------|
| 2023.10 | 한국통신학회 동계종합학술발표회 한국광기술원 원장상                                            |
| 2023.06 | 한국통신학회 추계종합학술발표회 한국광기술원 원장상                                            |
| 2023.02 | 한국통신학회 동계종합학술발표회 해동우수논문상 장려상                                           |
| 2022.11 | 한국통신학회 하계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2022.06 | 한국통신학회 하계종합학술발표회 해동우수논문상 최우수상                                          |
| 2022.04 | Honorable Achievement Award (5G Smart City), 5G Forum Korea            |
| 2021.04 | Honorable Achievement Award, (6G Technology & Service), 5G Forum Korea |
| 2021.02 | 2021년도 대한전자공학회 학술심포지움 Best Paper Award                                 |
| 2020.02 | 한국통신학회 동계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2018.11 | 한국통신학회 하계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2018.01 | 한국통신학회 동계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2017.12 | Minister's Commendation, Minister of Science and ICT 과학기술정보통신부 장관표창    |
| 2017.11 | 한국통신학회 하계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2016.07 | Listed in Marquis Who's Who in the World 2016                          |
| 2016.03 | Honorable Achievement Award, 5G Forum Korea                            |
| 2016.01 | 한국통신학회 추계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2015.11 | 한국통신학회 하계종합학술발표회 Best Paper Award                                      |
| 2013.02 | 2011~2012 KAIST 대표연구 우수성과 10선 선정                                       |
| 2011.11 | 제7회 정보통신표준화(TTA) 우수논문 공모전 장려상                                          |
| 2009.04 | 연차우수상 (2008 KAIST 박사과정 연구실적 평가) Annual Excellence Award                |
| 2008.04 | 연차우수상 (2007 KAIST 박사과정 연구실적 평가) Annual Excellence Award                |
| 2006.11 | Intel Student Paper Contest Bronze Prize                               |
| 2006.06 | ICC 2006 Student Travel Grant Award                                    |
| 2006.04 | JCCI 2006 Best Paper Award                                             |
| 2004.11 | IEEE 802.16e-2005 표준 Inventor of Extended-rtPS (Mobile-WiMAX)          |

## 9. 연구실 현황

가. 연구실 (원432, 전화: 3761, 홈페이지: <https://acelab.ajou.ac.kr>)

나. 대학원생: 8명, 인턴: 3명

- 석사과정: 이예린, 전가겸, 전지민, 조혜빈, 김유빈, 김태욱, 조아림, 진유경 (총 8명)
- 학부생 인턴: 윤재영, 김지희, 윤희문 (총 3명)

다. 지원 사항

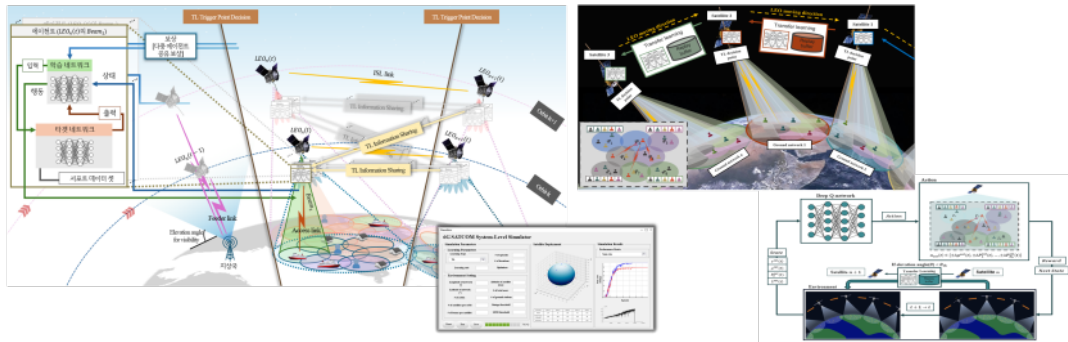
- 등록금 장학금 및 인건비 지원
- 국내/외 학술대회 참석 지원
- 연구용 개인 컴퓨터 지원

라. 졸업생 현황

|                         |                                             |                                                                          |
|-------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Graduated students (9명) | 김준선, 한세호, 이원석, 성하영, 손준기, 임수현, 이승민, 김은진, 이준승 | 서울대학교, 연세대학교, ITL, 농심, 정보통신정책연구원(KISDI), 덕산넵코어스, Newracom, KAIST IT융합연구소 |
|-------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

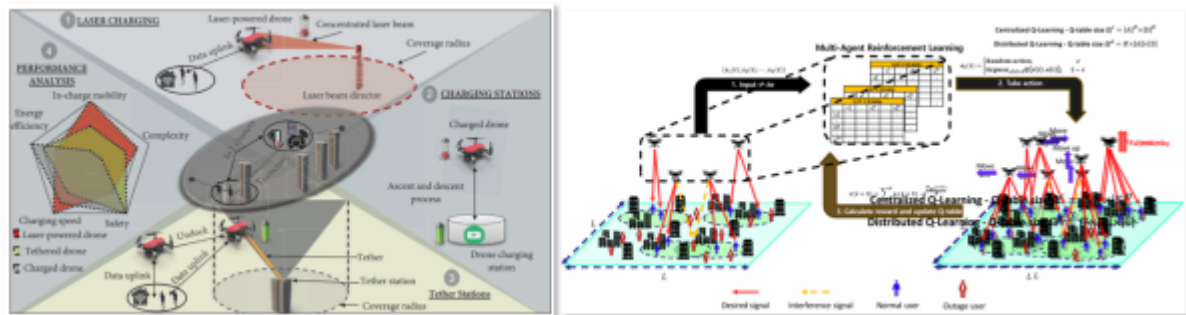
## 10. 연구 내용

### 가. 인공지능 기반 Satellite-Air-Ground Integrated Network (SAGIN) 위성통신 기술 연구



- SAGIN을 위한 초지능형 멀티레벨/멀티링크 통합 자원관리 프레임워크 연구
- SAGIN의 효율적인 주파수 사용을 위한 통합 액세스 및 백홀 링크 시스템 개발
- 위성통신의 전파지연을 고려한 계층적 강화학습 기반 자원할당 알고리즘 구현
- SAGIN 환경에서 강화학습 기반 UAV base station의 자원할당 및 위치 제어 최적화
- 저궤도 위성 간 전이학습기반 강화학습 활용 위성통신 에너지효율 최적화
- 인공지능 기반 저지연/고신뢰 핸드오버 및 다중 접속 관리 시스템 연구

### 나. 강화학습 기반 UAV-based base station (UBS) 네트워크 성능 향상 기법 연구



- Multi-agent 강화학습 기반 UBS 자원할당 최적화
- Tethered-UBS 기반 통합 액세스 및 백홀 네트워크에서 심층 강화학습기반 자원할당 및 위치 제어 연구
- Laser 충전 기법을 활용한 UBS의 laser 특성을 고려한 에너지 효율적인 네트워크 운용 기법 연구
- 태양광 충전 기법을 활용한 UBS 네트워크에서 태양광 특성을 고려한 에너지 하베스팅 기법 연구

#### 다. 지능형 군 통신 플랫폼 통신환경 최적화 연구



- Tactical flying ad-hoc network(FANET) 환경에서 효율적인 패킷 송수신 기법 연구
- 군 통신 트래픽 특성을 고려한 저복잡도 분산형 계층적 강화학습 기반 자원할당 기술 연구
- Tactical FANET 환경에서 active UAV 수 추정을 통한 MAC 성능 향상 기법 연구
- Tactical FANET 환경에서 학습 기반 네트워크 적응형 저복잡도 분산 랜덤접속 기술 연구
- Tactical FANET 환경에서 학습 기반 군집무인기 경로 최적화 및 충돌 최소화 기술 연구