이동영

한국전자통신연구원(ETRI) 피지컬AI부품센서연구실 연구원

east0@etri.ac.kr · ORCID · Google Scholar · 대전

연구 목표

다양한 물리 원리로 지능형 구동기와 센서를 개발합니다

구동·센싱 원리를 소자와 부품으로 구현하고, 독립적으로 동작하는 모듈로 구성해 시스템 완성도를 높입니다. 개발한 모듈은 착용형 시스템과 로봇에 통합해 성능과 적용 가능성을 검증합니다.

- 구동기와 센서는 물리 원리, 구조, 회로, 제어가 함께 맞아야 실제 부품으로 동작합니다.
- 다양한 구동·센싱 메커니즘을 제작 가능한 소자로 구현합니다.
- 성능·수명·반복성과 전원·신호·기구 인터페이스를 함께 검증합니다.
- 검증한 소자를 독립 모듈로 구성하고, 착용형 시스템과 로봇의 실제 접촉 조건에서 평가합니다.

논문

01 **Scalable in-situ fabrication of multimodal electronic skin for intelligent robotics and interactive systems**
Hakhyun Lim, Jungrak Choi, Chankyu Han, Dabin Kim, Hanbit Jin, Minki Kim, Yunjeong Kim, Jinhyeok Yang, Saerom Seo, Jaehoon Jung, Hunpyo Ju, Chan-Hwa Hong, **Dongyoung Lee**, Junseong Ahn, Hye Jin Kim
npj Flexible Electronics · 2026 · 10.1038/S41528-026-00538-4

02 **A Three-Phase Electrostatic Clutch with Variable Mechanical Impedance Control for Soft Robotic Systems** 제1저자
Dongyoung Lee, Heejin Yu, Joonbum Bae
Advanced Science · 2025 · 10.1002/advs.202510291

03 **Soft Multimodal Sensors with Decoupled Multimodality and Minimal Wiring for Wearable Systems** 제1저자
Dongyoung Lee, Joonbum Bae
Advanced Functional Materials · 2024 · 10.1002/adfm.202409841

04 **Development of a Soft Semi-Active Suit Using Electro-Static Clutches for Assisting Static Holding Tasks** 제1저자
Dongyoung Lee, Heejin Yu, Joonbum Bae
IEEE Robotics and Automation Letters · 2024 · 10.1109/LRA.2024.3360808

05 **Individually Addressable Multitouch Sensors Using a Sweep Signal for Minimal Wiring Complexity** 제1저자
Dongyoung Lee, Joonbum Bae
IEEE Transactions on Industrial Electronics · 2024 · 10.1109/TIE.2023.3277074

06 **Development of clothing-type platforms considering pressure and user satisfaction: focusing on industrial workers who tend to lift loads**
Yehyoun Kim, Jeesoo Kim, **Dongyoung Lee**, Jiaoli Piao, Joonbum Bae, Sumin Helen Koo
Textile Research Journal · 2023 · 10.1177/00405175221143543

07 **Development of an Electro-hydraulic Soft Zipping Actuator with Self-sensing Mechanism** 제1저자
Dongyoung Lee, Bokeon Kwak, Joonbum Bae
Journal of Korea Robotics Society · 2021 · 10.7746/jkros.2021.16.2.079

08 **Comprehensive analysis of efficient swimming using articulated legs fringed with flexible appendages inspired by a water beetle**
Bokeon Kwak, **Dongyoung Lee**, Joonbum Bae
Bioinspiration & Biomimetics · 2019 · 10.1088/1748-3190/AB36C0

학력 · 경력

2024–현재 **연구원 · 박사 · 피지컬AI부품센서연구실**
한국전자통신연구원(ETRI)

2024–2024 **연구원 · 박사 · 기계공학과**
울산과학기술원(UNIST)

2018–2024 **석·박사통합과정 · 기계공학과**
울산과학기술원(UNIST)
Bio Robotics and Control Lab (BiRC) · 지도교수 배준범

2014–2018 **학사 · 기계공학과**
울산과학기술원(UNIST)
1트랙 기계공학 · 2트랙 Human and Systems Engineering

대표 연구

가변 기계 임피던스 구동

- 3상 전압 변조로 다층 정전기 클러치의 스틱–슬립 힘 변동을 DC·AC 구동보다 10배 줄이고, 힘 전달과 기계 임피던스를 조절했습니다.
- 반능동 소프트 슈트에서 정적 하중 지지와 착용 보조 성능을 검증했습니다.

논문: Advanced Science 2025 · IEEE Robotics and Automation Letters 2024
발표: 인간중심 소프트로봇기술 연구센터(SRRC) 워크숍 2024 · IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) 2023

최소 배선 멀티모달 센싱

- 주파수 스윕과 채널 분리로 두 가닥 배선에서 변형·힘 12개 신호를 서로 분리해 동시에 판독했습니다.
- 같은 주파수 스윕 원리를 멀티터치 센서 배열에 적용해 채널 수와 배선 복잡도를 분리했습니다.

논문: Advanced Functional Materials 2024 · IEEE Transactions on Industrial Electronics 2024
발표: IEEE International Conference on Soft Robotics (RoboSoft) 2025 · 한국센서학회 추계학술대회 2024

연구 경험

UNIST 기계공학과 BiRC 연구실 · 석박사통합과정 2018–2024

2022–2024 감쇠 조절형 정전기 클러치 개발
2022–2024 서로 다른 종류의 신호를 두 가닥 배선으로 읽는 다기능 센서 개발
2020–2022 정전기 클러치를 이용한 소프트 엑소슈트 개발
2020–2022 소프트 센서 여러 개를 두 가닥 배선으로 읽는 센싱 시스템 개발
2018–2020 햅틱 시스템을 위한 전기-유압식 지핑 구동기 개발

UNIST BiRC 연구실 · 학부연구생 2016–2018

2017–2018 물방개 모사 수영 로봇 · 마랑고니 추진 수상 로봇 개발 (생체모사 로봇)
2016–2017 모션 트래킹 시스템 · 7자유도 로봇팔 제어 시스템 개발 (원격조작)

학위논문

Novel Signal Modulation Methods to Improve the Function of Electrostatic Actuators and Sensors in Wearable Systems
울산과학기술원(UNIST) 기계공학과 공학박사 · 2024-02-15

- 착용형 시스템의 구동부는 가볍고 부드러워야 하며, 센서는 넓은 면적에 분포해야 합니다.
- 모터·감속기 기반 구동부는 무겁고 단단하며, 센서 배열은 채널이 늘수록 배선도 함께 늘어납니다.
- 본 논문은 사람의 근육과 피부가 만족하는 조건을 소자 수준에서 구현하고, 구동과 센싱을 「전기 신호의 변조」라는 관점으로 묶습니다.
- 근육의 기능은 위상 변조로, 피부의 감각은 주파수 변조로 구현했습니다.

핵심 기여

- 구동과 센싱이라는 서로 다른 문제를 재료가 아닌 전기 신호 영역의 공통 방법론으로 해결했습니다.
- 정전기 구동으로 전자기력에 기대지 않고 근육의 등척성 지지와 변형 생성을 구현했습니다.
- 주파수 영역 센싱으로 채널을 늘려도 배선이 늘지 않는 촉각 어레이를 구현했습니다.

이동영

한국전자통신연구원(ETRI) 피지컬AI부품센서연구실 연구원

east0@etri.ac.kr · ORCID · Google Scholar · 대전

학회 발표

2025-04-24 **Frequency Response-Based Approach for Minimal Wiring Design in Multi-Channel Sensor Wearable Systems**
IEEE International Conference on Soft Robotics (RoboSoft) · 제1저자 · Late Breaking Poster

2024-08-26 **Development of Sensor Measurement Method using Frequency Response Analysis for Multi-channel Tactile Sensor Array**
한국센서학회 추계학술대회 · 제1저자 · 우수논문상

2024-02-15 **Development of a Variable Mechanical Impedance 3-Phase Electrostatic Clutch**
인간중심 소프트로봇기술 연구센터(SRRC) 워크숍 · 제1저자 · 우수 포스터상

2023-11-02 **산업현장 근로자들을 위한 소프트 정전기력 기반 반능동형 상완 보조 시스템 개발**
대한기계학회 춘추학술대회 · 제1저자

2023-08-17 **Development of a Semi-Active Upper Arm Assistive Soft Wearable Suit using an Electrostatic Clutch**
인간중심 소프트로봇기술 연구센터(SRRC) 워크숍 · 제1저자

2023-06-01 **Development of a Semi-Active Upper Arm Assistive Soft Wearable Suit using an Electrostatic Clutch**
IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) · 제1저자 · Late Breaking Poster

2022-08-19 **개별 주소 지정 가능한 멀티 터치 센서**
인간중심 소프트로봇기술 연구센터(SRRC) 워크숍 · 제1저자 · 최우수 포스터상

2020-08-17 **전기-유압식 소프트 지핑 구동기의 개발**
2020 한국로봇종합학술대회(KRoC) · 제1저자 · 우수논문상

2019-04-14 **Efficient Drag-based Swimming using Articulated Legs with Micro Hair Arrays Inspired by a Water Beetle**
IEEE International Conference on Soft Robotics (RoboSoft)

2018-08-26 **Flexural Joints for Improved Linear Motion of a Marangoni Propulsion Robot: Design and Experiment**
IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob)

수상 · 포상

2026-01 **2025년 국가연구개발 우수성과 100선 — 최우수성과** · 과학기술정보통신부
「전방위 촉각감지 로봇핸드 사업화」— 전 부처 국가R&D 성과 100선 중 최우수 12건. 한국전자통신연구원 연구진 8인 공동 수상

2024-09 **우수논문상** · 한국센서학회 추계학술대회
Development of Sensor Measurement Method using Frequency Response Analysis for Multi-channel Tactile Sensor Array

2024-02 **우수 포스터상** · 인간중심 소프트로봇기술 연구센터(SRRC, 선도연구센터 ERC) 워크숍
Development of a Variable Mechanical Impedance 3-Phase Electrostatic Clutch

2022-08 **최우수 포스터상** · 인간중심 소프트로봇기술 연구센터(SRRC, 선도연구센터 ERC) 워크숍
개별 주소 지정 가능한 멀티 터치 센서

2020-08 **우수논문상** · 한국로봇종합학술대회(KRoC)
전기-유압식 소프트 지핑 구동기의 개발

2018–2024 **대학원 장학금** · 울산과학기술원(UNIST)
석·박사통합과정 전 과정 수혜

2018-02 **학사 졸업포상 준최우수 등급 (magna cum laude)** · 울산과학기술원(UNIST)
기계항공및원자력공학부

2014–2018 **국가우수장학금(이공계)** · 한국장학재단
학사 전 과정 수혜

참여 연구

자유형상 고집적 융복합센서를 위한 대면적 웨이퍼레벨 유연인장 하이브리드 센서 플랫폼 기술 개발
산업통상자원부 · 한국산업기술기획평가원(KEIT) · RS-2022-00154781 · ETRI (2024–)

운동능력 강화 자율 소프트슈트 기술 개발
과학기술정보통신부 (ETRI 연구개발지원 R&D) · 2022-0-00025 · ETRI (2024–)

현실세계와 가상공간이 동기화되어 극사실적 상호 작용이 가능한 Beyond X-verse 원천기술 개발
주력 과제 — 햅틱 모듈 개발과 검증
과학기술정보통신부 (ETRI 연구개발지원 R&D) · RS-2023-00216821 · ETRI (2024–)

오감·감성 체험 초실감 상호작용 기술연구
한국전자통신연구원 연구운영비지원(주요사업비) · 25ZC1200 · ETRI (2024–2025)

상시 근골격 모니터링 및 재활을 위한 무자각 온스킨 센서 디바이스 기술
과학기술정보통신부 (ETRI 연구개발지원) · ETRI (2024)

인간중심 소프트로봇기술 연구센터
한국연구재단 집단연구지원 — 선도연구센터 (ERC) · NRF-2016R1A5A1938472 · UNIST (2023)

시촉각 센싱기반 모방학습에 의한 자율조작파지 기술개발
산업통상자원부 등 다부처 (KEIT) · 20018112 · UNIST (2022–2024)

산업현장 근로자들의 근력 보조를 위한 소프트 센서 내장 옷감형 하이브리드 구동기 및 의복형 로봇 기술 개발
실무 책임자 — 제안서 작성부터 연차·최종 보고까지 전 주기 관리
산업통상자원부 · 한국산업기술기획평가원(KEIT) · 20008912 · UNIST (2020–2023)

교육 · 지도

조교 · 4
고급제어 2022 2학기 · 로봇공학 2021 2학기 · 시스템제어 2020 1학기 · 동역학 2019 1학기

학생 지도 · 6
박사과정 중 지도교수의 권유로 학부연구생과 후배 대학원생 6명을 지도했고, 그중 4명이 대학원에 진학했습니다.

- 다리 보조 엑소슈트의 착용부 개발
- 감쇠 조절형 정전기 클러치 특성 분석
- 정전기 클러치 기반 반능동 보조 슈트
- 정전용량형 소프트 센서 개발
- 소프트 구동기용 고전압 인가 회로 개발
- 정전기 클러치 특성 분석

학술 활동

2025 · 2026 **Associate Editor**
International Conference on Ubiquitous Robots (UR) · 논문 심사 담당

기술 역량

소프트 로보틱스 & 웨어러블 정전기 클러치 (다층·3상) · 정전기 지핑 액추에이터 (DFT) · 가변 기계 임피던스 제어 · 소프트 멀티모달 센서 (변형·힘 분리) · 주파수 다중화 기반 다채널 센싱 (SFCS · FDM) · 반능동 보조 슈트 · 햅틱 모듈 · 실리콘 몰딩·캐스팅 · 박막/다층 적층 · 액체금속(eGaIn) 전극 직접 인쇄 · 전달력 시험 지그 · 힘 계측 · 표면 근전도(sEMG) 인체 실험 · 모션캡처 계측 · 의류형 시스템 봉제 제작

시뮬레이션 & 로봇 제어 로봇 시뮬레이션 환경 구축 (NVIDIA Isaac Sim · Isaac Lab) · 로봇 미들웨어 통합 (ROS 2) · 동작 리타게팅 · 실시간 제어 파이프라인 · 동역학·제어 해석 (MATLAB · Simulink) · 센서 모델링 (노이즈·지연·바이어스·포화) · 유한요소 해석 (COMSOL · ABAQUS)

메커니즘 설계 & CAD CATIA · SolidWorks · Fusion 360 · 기어·링키지·캠 메커니즘 설계 · 적층제조 설계(DfAM) · 치수 공차·맞춤 설계 · 시제품 제작 공정 계획 · 외주 가공 사양 정의·검수

회로 & PCB 고전압 구동 회로 (HV 브리지 · IGBT) · LC 노치·RLC 분리 센싱 회로 · SPICE 회로 시뮬레이션 · FPCB 전극 패턴 설계 · PID 힘 피드백 제어 펌웨어 · PCB 설계 · ERC · 제작 데이터 이관

연구 자동화 & 재현성 계측 데이터 처리 · 도표 자동 생성 · 설계 파라미터 반복 계산 · 스윕 · 자동화 결과 검증 · 실험 조건 추적