

2025 프로젝트 챌린지

질문은 산업에
해답은 나에게



산업통상부



한국산업기술진흥원

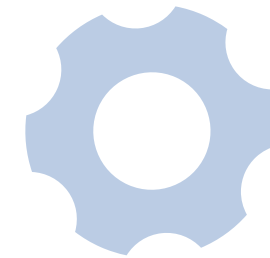
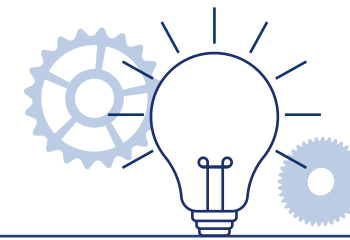


2025학 프로젝트 챌린지 스토리북



산업통상부

Advanced Technology **KIAT**
한국산업기술평가지원단



고용량 음극재의 상용화, 균일한 분산의 실리콘 카본 복합체로 다가가다.

“PVP 계면 설계로 실리콘-카본 분산 한계를 극복한 고속·장수명 Si/C 배터리 소재 개발”

실리콘-카본 복합 음극재는 높은 이론용량과 전도성으로 차세대 이차전지 소재로 주목받고 있으나, 두 소재 간 물성 차이로 인해 합성 과정에서 분산 불균일 문제가 발생한다.

본 프로젝트에서는 양친매성 고분자인 PVP를 계면 활성제로 적용해 실리콘과 카본 간 계면을 안정화하고 균일한 분산 구조를 구현하였다. 그 결과 기존 음극재 대비 우수한 사이클 안정성을 확보하였으며, 해당 기술을 실제 공정에 적용해 이차전지 시제품을 제작하고 안정적인 반복 구동 성능을 검증하였다. 본 계면 활성화 전략은 향후 고용량 실리콘 기반 음극재 개발에 유효한 접근법으로 기대된다.

포항공과대학교 배터리공학과
뉴테크에너지(주)

유재형, 원상연, 김현주, 신승훈

Si/C 음극 소재 계면 설계부터 파우치셀 시제품·논문·기술이전까지 수행하고, 삼성SDI 산학장학생 선발로 취업 연계까지 이어진 이차전지 인재 양성 사례

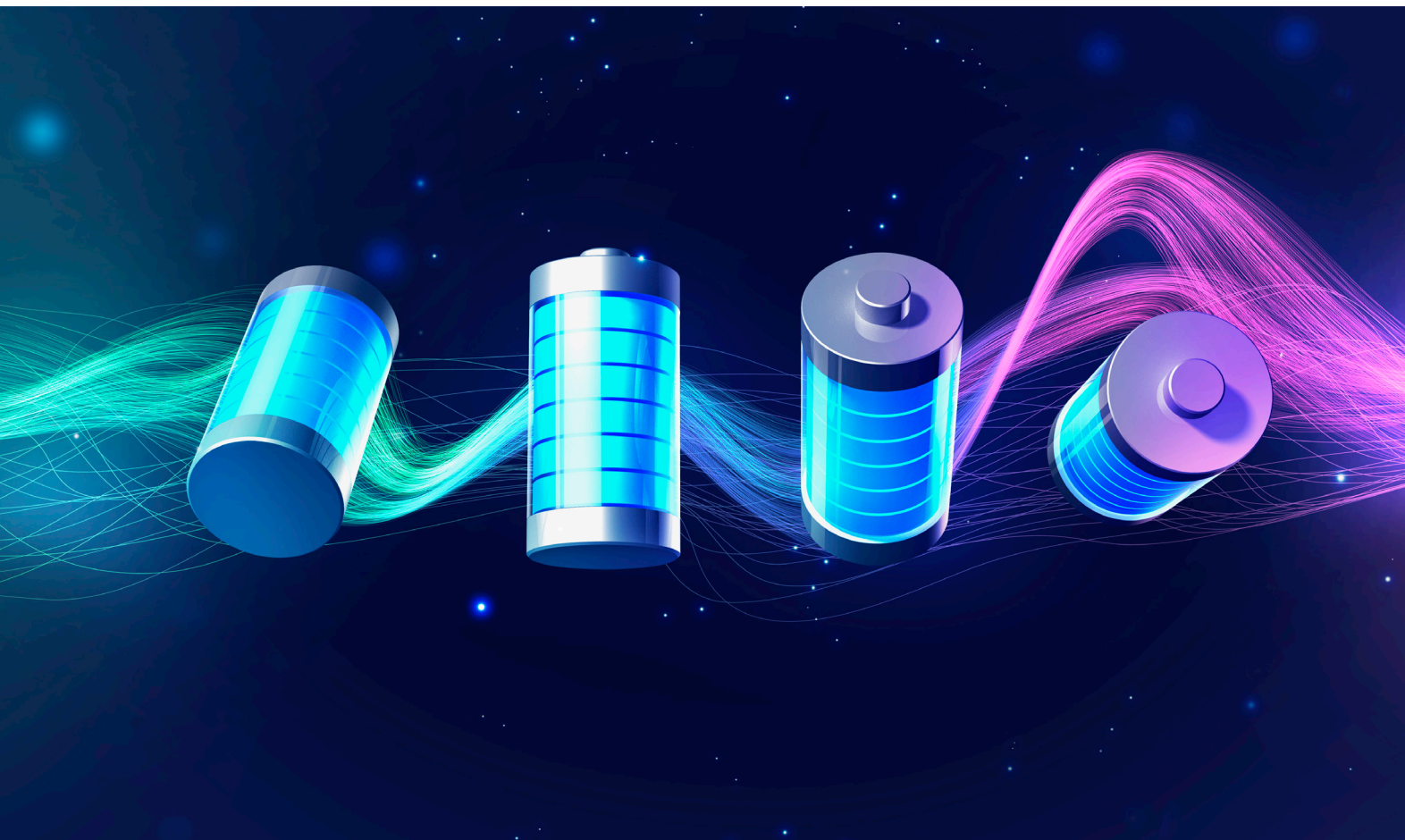
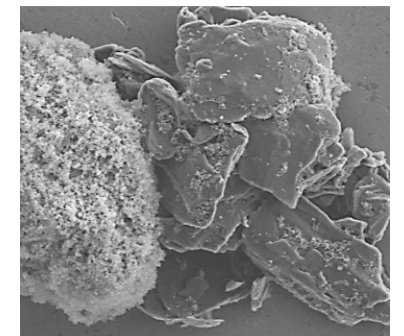
PVP 계면 설계로 Si/C 분산 한계를 정면 돌파

본 프로젝트는 실리콘과 카본 사이의 표면 화학적 차이로 인해 발생하는 분산 불균일 문제를 핵심 과제로 삼아 진행되었습니다. 친수성 실리콘과 소수성 카본이 혼합될 때 발생하는 응집 현상을 해결하기 위해, 양친매성 고분자인 PVP를 적용해 두 소재 사이에서 분자 다리 역할을 하도록 설계했습니다. 랩스케일에서는 PVP 코팅-건조-CVD 복합화 공정을 통해 Si/C 복합체를 제조했고, 분산성 평가 및 전자현미경 분석을 통해 실리콘과 카본이 응집 없이 균일하게 결합된 구조를 확인할 수 있었습니다.

구조·전도·조성까지 동시에 개선한 복합체 설계

물리화학적 분석 결과, 복합체는 목표 조성을 안정적으로 유지하면서 고온 공정 이후에도 실리콘과 카본의 결정 구조가 유지됨을 확인했습니다. 특히 PVP 유래 탄소가 연속적인 전자 이동 경로를 형성해 전기전도도를 향상시키는 역할을 했습니다.

입도 분석에서도 실리콘이 흑연 표면에 균일하게 결합하며 안정적인 입자 구조를 형성한 것이 확인되어, 본 계면 설계가 구조적 완성도 향상에 기여함을 보여주었습니다.



고속 충방전과 장수명 모두 잡은 전기화학 성능

전기화학 평가에서는 고속 충·방전 조건과 장기 사이클 모두에서 대조군 대비 우수한 성능을 나타냈습니다. 낮은 계면 저항과 향상된 리튬 이온 확산 특성이 확인되었으며, 이는 균일한 분산 구조에서 기인한 결과로 해석됩니다. 또한 가속기 기반 분석을 통해 실리콘과 흑연이 순차적으로 리튬화되는 이상적인 반응 경로가 관찰되었고, 표면 분석에서는 PVP 기반 N-도핑 탄소가 안정적인 SEI 층 형성을 유도함을 확인했습니다.

실험실을 넘어 공정과 산업을 바라보는 시야의 확장

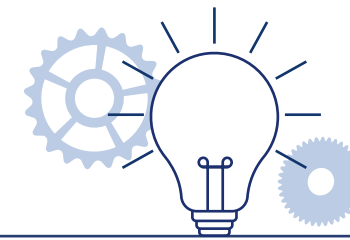
이번 산학 프로젝트를 통해 연구실 중심의 접근과 산업 현장의 기준이 다를 수 있음을 체감할 수 있었습니다. 기업 현장에서는 재현성, 공정 안정성, 수율과 비용이 기술 평가의 핵심이라는 점이 인상 깊었습니다. 이 경험을 통해 연구 결과가 실제 공정으로 이어질 수 있는지, 산업적으로 어떤 가치를 가질 수 있는지를 함께 고민하는 시각을 갖게 되었고, 이는 앞으로의 연구와 진로를 바라보는 중요한 기준이 되었습니다.

**ITS 혁신을 위한 강건한 대안,
교통 레이더와 차선 좌표계로
복잡한 교차로를 완벽하게 관제하다.**

**“교통 레이더로 ‘보이지 않는 차선’을 만들고,
차선 단위로 차량을 추적하다”**

본 프로젝트는 ITS 환경에서 교통 레이더를 활용해 복잡한 교차로에서 객체 추적 신뢰도를 향상시키는 것을 목표로 수행되었다. 기존 저비용 교통 레이더의 한계였던 노이즈와 데이터 불안정성으로 인한 오차 누적 문제를 해결하기 위해, 차선 좌표계 기반 분석과 2단계 객체 추적 기법을 적용했다. 이를 통해 객체 움직임을 보다 정밀하게 해석하고 추적 안정성을 크게 향상시켰다. 개발된 기술은 향후 교통 분석 솔루션에 적용되어 스마트시티 및 글로벌 ITS 시장 경쟁력 강화에 기여할 것으로 기대된다.

한양대학교
비트센싱
김찬우, 강현욱, 정성재



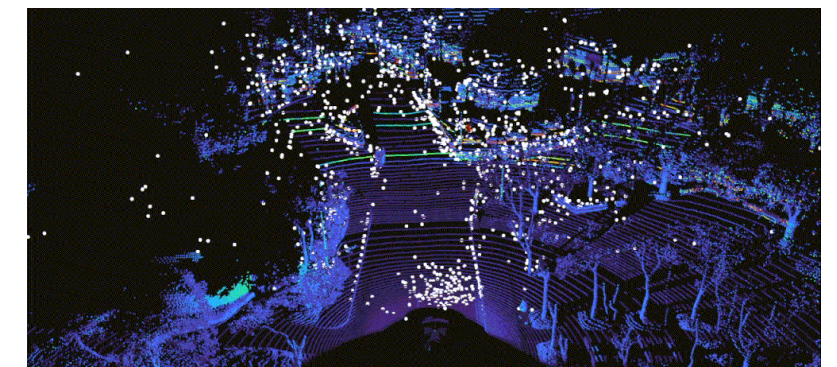
**레이더 기반 교통 인프라 객체 추적
원천기술을 SCI(E) 논문·특허로 검증,
LG전자 산학장학생 취업**

노이즈 많은 교통 레이더, 실사용 한계를 넘어서다

자율주행과 스마트 시티 구현을 위해 교통 레이더는 필수 인프라이지만, 도심 교차로 환경에서는 노이즈 누적으로 추적 신뢰도가 크게 떨어지는 문제가 있었습니다. 본 프로젝트는 이러한 상용 교통 레이더의 구조적 한계를 해결하고, 실제 현장에 적용 가능한 강건한 객체 추적 기술을 구현하는 것을 목표로 시작되었습니다.

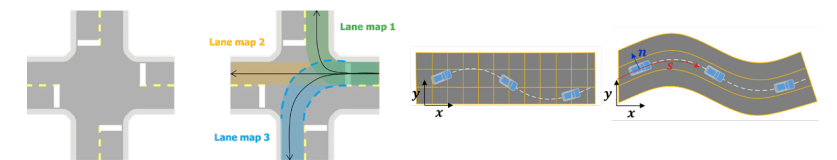
차선 좌표계 도입으로 오차 누적을 근본적으로 차단

저희는 직교 좌표계 기반 추적의 한계를 극복하기 위해 차량의 움직임 을 차선 흐름 기준으로 해석하는 차 선 좌표계를 도입했습니다. 이 방식 은 일시적인 노이즈에도 추적 기준 이 흔들리지 않아 오차 누적을 효과 적으로 방지하며, 복잡한 교차로 환 경에서도 안정적인 추적 성능을 확 보할 수 있었습니다.



2단계 추적 구조로
혼잡 교차로에서도
강건한 성능 확보

노이즈와 클러스터를 효율적으로 처리하기 위해 초기 탐지·필터링 단계와 차선 좌표계 기반 정밀 추적 단계를 분리한 2 단계 구조를 적용했습니다. 이를 통해 혼잡 상황에서 발생하는 객체 간 간섭을 최소화하고, 최종 객체 추적 정확도와 신뢰도를 크게 향상시켰습니다.



차선 단위 교통 데이터로 ITS·C-ITS 확장 기반 마련

차선 좌표계 기반 객체 추적 결과는 차선별 교통량 분석, 위험 행동 탐지, C-ITS 서비스로 자연스럽게 확장될 수 있습니다. 특히 차선 변경, 역주행, 급격한 이탈과 같은 위험 행동을 정밀하게 감지할 수 있어, 스마트 시티와 자율주행 인프라의 핵심 데이터 소스로 활용 가능성을 확인했습니다.

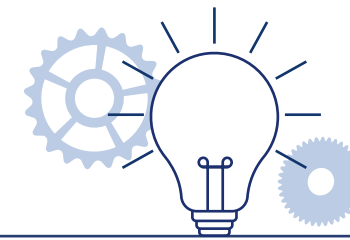


차세대 모빌리티 기술, 디지털 트윈에서 시작되다.

**“실주행을 가상으로,
시뮬레이션을 실시간으로”**

모빌리티 차세대 기술 개발을 위한 가상 EV 주행 데이터 수집 환경 구축이 프로젝트 주요 목적이었다. 처음부터 완성된 기술을 개발하는 것보다 확장성과 개선성을 위한 EV 디지털 트윈 플랫폼을 위한 프레임워크 개발에 높은 비중을 두었다. 개발한 플랫폼은 EV 주행 결과를 연구 및 활용 목적에 따라 손쉽게 다양하게 취득이 가능하다는 점에서 높은 산업적 학술적 기여도를 가져 관련 논문과 특허 각각 5건을 산출하였고, 현재는 차세대 최적화/제어 기술에서의 후속 연구에 진행 중이다.

인하대학교
현대자동차(주)
유승준, 김지원, 박성준, 신선우



실시간 환경 데이터를 학습하는 EV 디지털 트윈 플랫폼 구축과 세계 최고 수준 학술·특허 성과 창출

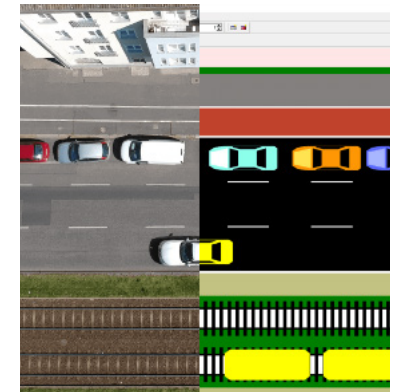
실주행을 대체하는 EV 디지털 트윈

본 프로젝트는 실제 EV 주행을 대체할 수 있는 디지털 트윈 기반 EV 주행 플랫폼 프레임워크를 구축하는 것을 목표로 수행되었습니다. 사용자가 주소와 차종을 입력하면, 실시간 또는 특정 조건 하에서의 주행 시간·에너지 소모량 등을 자동으로 예측할 수 있도록 설계된 모듈형 구조의 플랫폼이다. 각 구성 요소는 독립적으로 교체·고도화가 가능해, 다양한 주행 시나리오와 차종 확장에 유연하게 대응할 수 있습니다.

시뮬레이션을 가속하는 AI 주행 예측

플랫폼은 Web API 기반 실시간 주행 환경 데이터 수집, 3D 도로 모델링 기반 디지털 트윈 환경, SUMO 기반 EV 동역학 시뮬레이션을 결합해 초 단위 에너지 흐름과 배터리 소모를 정밀 추정한다. 여기에 FCNN-BiLSTM 하이브리드 딥러닝 모델을 적용해 시뮬레이션 시간을 획기적으로 단축하면서

실제 주행 대비 높은 예측 정확도를 확보하였습니다. 이를 통해 단순 시뮬레이터를 넘어, 실주행 데이터를 대체 가능한 고정밀 가상 테스트베드로 기능할 수 있음을 입증했습니다.



미래 모빌리티로 확장 가능한 테스트베드

개발된 플랫폼은 병렬 시뮬레이션을 통한 대규모 데이터베이스 구축이 가능해, Eco-CAVs, 충전 인프라 최적화, ADAS 알고리즘 검증 등 미래 모빌리티 기술의 연구·검증 기반으로 확장될 수 있다. 차종·도로·환경 변화에 유연하게 대응 가능한 구조를 갖추어 산업 적용 가능성이 높습니다.

산업 기준을 체득한 산학 협력 경험

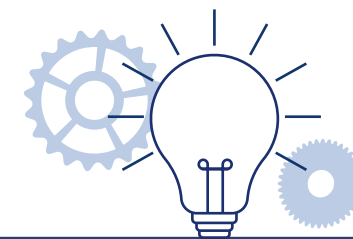
본 산학 프로젝트를 통해 연구자는 이론 중심 접근을 넘어, 산업 현장에서 요구되는 정확도·실시간성·통합성 기준을 반영한 기술 개발 경험을 축적했습니다. 완성차 OEM과의 협업을 통해 상용화 관점에서 기술을 설계하는 시야를 확보했으며, 이는 연구와 산업을 연결하는 실무형 연구자로 성장하는 중요한 전환점이 되었습니다.

중요한건 꺾이지 않는 걸음, 안정적이면서 안전하게

“**힘지를 견디는 4족 로봇,
하이브리드 보행 제어로 안정성을 높이다**”

4족 보행 로봇이 험지·경사·외란 환경에서도 안정적으로 이동할 수 있도록, 전신제어(WBC) 기반 정밀 제어와 강화학습 기반 보행 제어를 결합한 하이브리드 제어 기술을 개발했다. 또한 로봇의 미끄러짐·외란·자세 오류 등을 통합한 위험도 예측 모델을 적용해 상황에 맞는 제어모드를 자동 전환하는 기술을 구현했다. 그 결과 험지 환경에서 넘어짐은 63% 감소, 제어 불안정 현상(채터링)은 11% 이상 감소하는 성과를 얻었다.

서울과학기술대학교
현대로템 주식회사
김민재



국방 로봇릭스 논문·AI 해커톤 수상 성과를 바탕으로 한 현대로템 로봇릭스 취업 연계 성과



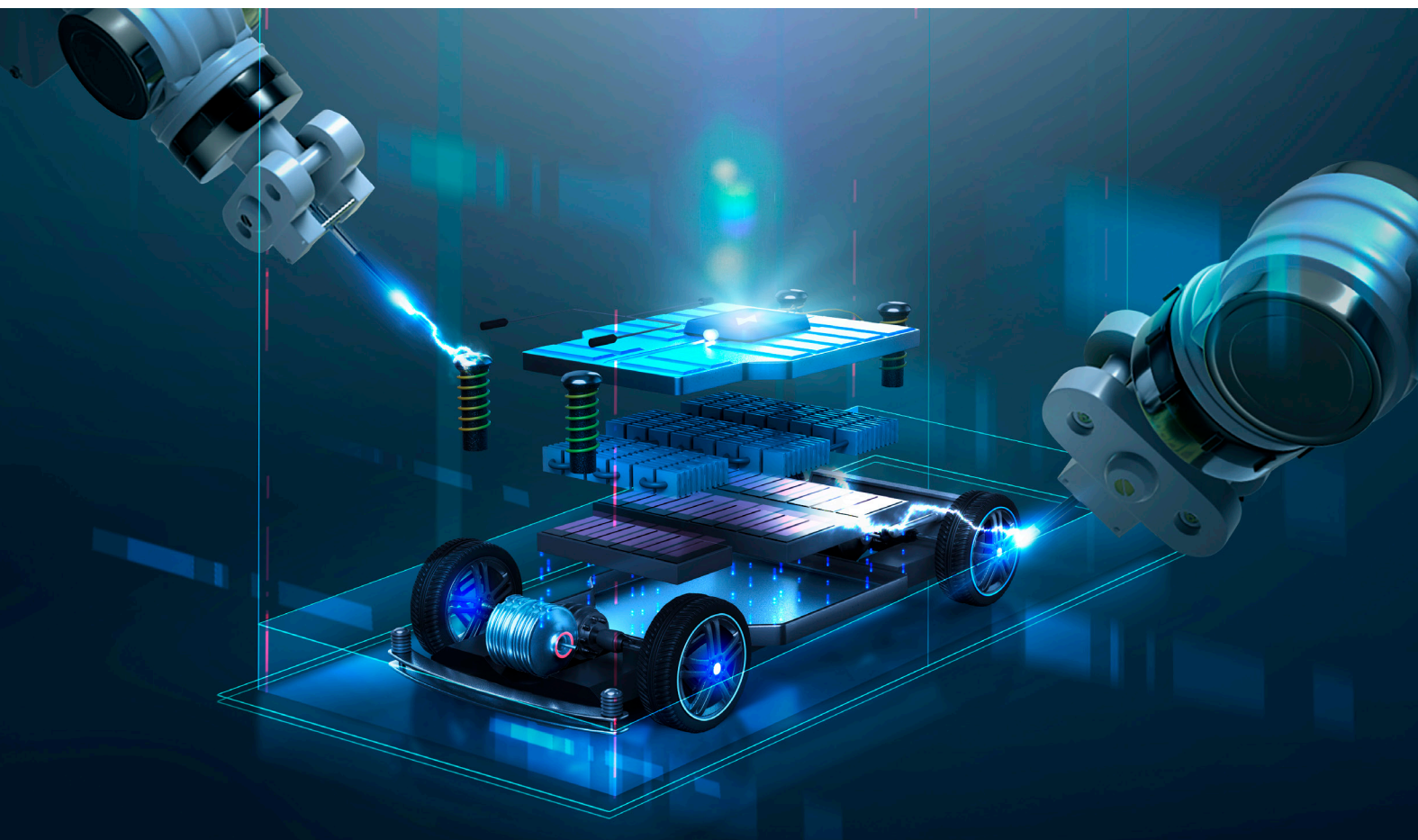
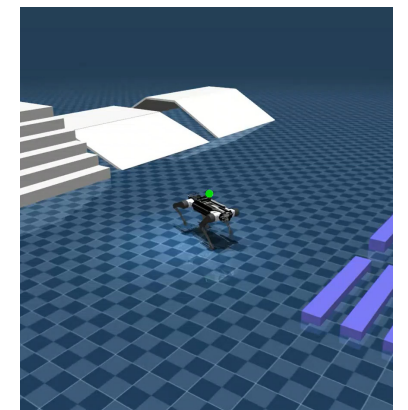
기업과 함께, 실제 현장 문제 분석 및 해결

현대로템은 알고리즘 검증에 위해 4족 보행 로봇 플랫폼을 제공하고, 대형 로봇 적용에 필요한 요구조건과 제약 사항을 지속적으로 공유했습니다. 또한 원격 기술 미팅과 기업 연구소 방문을 통해 센서 노이즈, 마찰 변화, 구동기 비선형성 등 실제 현장의 문제를 함께 분석하고 해결했습니다. 이 과정을 통해 연구 기술이 실제 산업 환경에 적용되는 경험을 얻을 수 있었습니다.

제어 프레임워크, 로봇의 정밀 센서 플랫폼 발전의 기반 제시

이번 프레임워크는 정밀한 동역학 제어(WBC)와 환경 적응성(RL)을 결합해, 평지에서는 안정적인 자세 유지가 가능하고, 예상치 못한 장애물에서도 즉각적으로 대응할 수 있습니다.

이 덕분에 군수 분야에서는 도심 정찰, 건물 내부 수색, 화생방 탐지 등 안정적인 센서 플랫폼이 필요한 임무에 적용될 수 있습니다. 또한 산업 분야에서는 플랜트 점검, 시설 내부 순찰, 설비 유지보수처럼 좁은 공간에서 정밀한 기동이 필요한 작업에도 확장 가능합니다. 결과적으로 본 구조는 단순 보행을 넘어, 다족 로봇을 정밀 센서 플랫폼으로 발전시키는 기반이 됩니다.

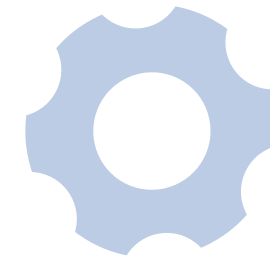
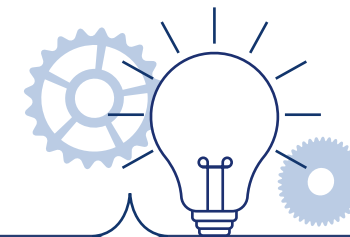


SCI 논문 등재를 통해, 기술 완성도 공식화 예정

현재 보행 구조의 나머지 모듈을 통합해 전체 프레임워크를 실제 로봇에서 완성하는 것이 가장 가까운 목표입니다. 기업 합류 후에는 더 큰 플랫폼에서 실험을 이어가며 데이터를 기반으로 알고리즘을 고도화하고, 산업·국방 로봇에 적용 가능한 수준까지 성능을 끌어올릴 계획입니다. 또한 연구 결과는 SCI 논문으로 정리해 기술 완성도를 공식화하고자 합니다.

알고리즘, 이론이 아닌 실제 현장기준 설계 중요

실제 로봇에서는 센서 노이즈, 지면 특성, 구동기 비선형성처럼 시뮬레이션에서는 보이지 않던 문제들이 성능을 크게 좌우한다는 사실을 깨달았습니다. 같은 알고리즘이라도 실환경에서 전혀 다른 반응을 보이기 때문에, 제어기를 ‘이론 기준’이 아니라 ‘현장 기준’으로 설계해야 한다는 감각을 배울 수 있었습니다. 이 경험은 앞으로 연구 방향을 정하는 데에도 중요한 기준점이 되고 있습니다.



광섬유를 사용한 치매 조기 측정 기술

“나노갭 기반 광섬유 플라즈모닉 센서로 여는 치매 조기진단의 새로운 가능성”

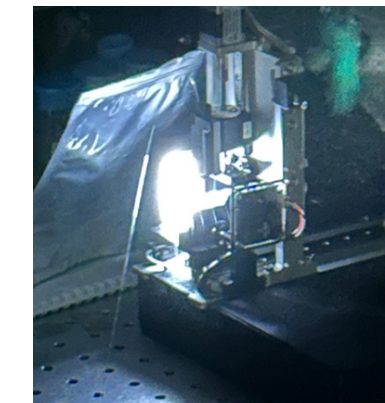
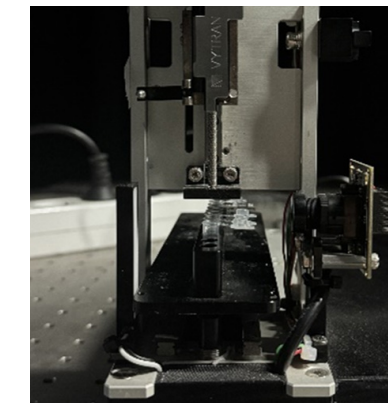
본 프로젝트는 치매 조기 진단을 목표로 광섬유 플라즈모닉 센서를 제작하고, 센서 민감도를 극대화하는 데 중점을 두었다. 국소 표면 플라즈몬 공명(LSPR) 원리를 기반으로 금 나노입자 간 나노갭 구조를 도입해 핫스팟 효과를 유도함으로써 기존 센서 대비 약 10배 향상된 민감도를 확보하였습니다. 이를 통해 fg/mL 수준의 치매 바이오마커 검출이 가능해졌으며, 기존 진단 기술로는 어려웠던 치매 조기 진단 가능성을 제시했다.

단국대학교
(주)나노필리아
방종현, 추민석, 박진영

광섬유 기반 초고감도 치매 바이오마커 센서 개발 및 자동화 측정 플랫폼 상용화 기반 확보, 1억 원 규모 기술이전 성과 달성

치매 조기진단을 향한 산업 연계 기술 도전

치매는 현재 임상 단계에서 치료방법이 없는 질병으로, 조기진단 후 예후 관리가 핵심적입니다. 현재 치매를 조기진단 할 수 있는 방법이 없어 해당 문제를 해결하고자 (주)나노필리아와 함께 산학프로젝트를 진행했습니다. 치매를 조기진단 하기 위해서는 fg/mL 수준의 민감도를 가지는 센서의 제작이 필요한데, 연구실에서 축적된 기술과 나노필리아의 협력으로 이를 해결할 수 있었습니다.

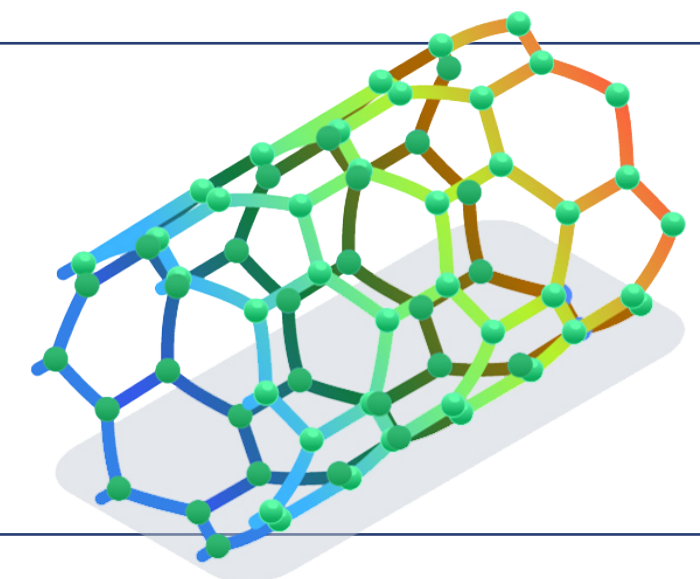


나노갭 ‘핫스팟’으로 민감도 한계를 넘다

센서 성능을 획기적으로 높이기 위해 나노입자 간 거리를 10 nm 이하로 제어하는 나노갭 구조를 도입했습니다. 이를 통해 플라즈모닉 핫스팟 효과를 극대화했고, 기존 대비 약 10배 향상된 민감도를 확보하여 수십 fg/mL 수준의 치매 바이오마커 측정에 성공했습니다.

광섬유 기반 자동화 센싱, 상용화를 향한 한 걸음

개발된 센서는 상용 광섬유를 기반으로 제작되어 신뢰성과 가격 경쟁력을 동시에 확보했습니다. 여기에 자동화 측정 시작품을 구현함으로써, 사용자 숙련도에 관계없이 간편하고 재현성 높은 측정이 가능한 상용화 지향형 센싱 시스템을 구축했습니다.



연구를 ‘제품’으로 바라보게 만든 산학 경험

이번 프로젝트는 연구실 중심의 성과를 넘어, 실제 산업 현장에서 요구되는 조건과 한계를 체감할 수 있었던 경험이었습니다. 기술 이전과 시작품 제작 과정을 통해 논문 중심 연구에서 나아가, 제품화와 산업 적용을 고려하는 연구자의 시각을 갖추게 된 계기가 되었습니다.

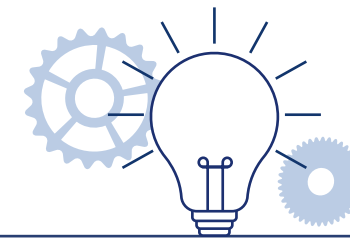
Fly-by Topology 기반 DDR5 CA 채널의 Ring-back 원인규명 및 Eye Diagram Opening 개선

“설계만으로 DDR5 신호 불량을 0%로 만든 데이터센터 SSD”

본 프로젝트는 차세대 데이터센터용 PCIe Gen6 SSD 컨트롤러의 DDR5 메모리 인터페이스에서 발생하는 신호 무결성(SI) 문제를 해결하기 위해 End-to-End 분석 플랫폼을 구축하였다.

실제 기판 설계도면과 IBIS 모델을 기반으로 컨트롤러-패키지-보드-DRAM 전 채널을 모델링하고, Fly-by 토폴로지에서 발생하는 반사 및 링잉 원인을 시간·주파수 영역에서 정밀 분석하였다. 이를 바탕으로 ODT, 댐핑 저항, 임피던스 미세 조정 기법을 적용해 Eye-opening을 최대 3.9배 개선하고, 분석 시간도 기존 대비 98% 단축하였다. 제안된 설계 개선안은 추가 비용 없이 JEDEC 표준 구조에 적용 가능해, 기업 실설계의 신뢰성과 생산성을 동시에 향상시킬 수 있는 실용적 해법을 제시한다.

세종대학교 반도체시스템공학과
(주) 파두
김성범, 박시욱



DDR5 End-to-End SI/PI 해석 기술의 국제 학술 검증을 바탕으로 FADU 사전 인턴십 및 졸업 즉시 정규 입사로 연계된 산학 협력

실설계 기반 End-to-End 모델로 DDR5 신호 열화의 원인을 정밀 규명

실제 기업(FADU) 설계도면과 IBIS 모델을 기반으로 Controller-Package-Board-DRAM을 연결하는 End-to-End DDR5 채널 모델을 구축했습니다. Fly-by topology에서 발생하는 분기 길이, stub capacitance, 비아·패드에 따른 반사를 시간·주파수 영역에서 분석하며 Eye-opening 저하의 근본 원인을 규명했습니다. 이를 통해 CA 채널에서 Ring-back 현상이 성능 저하의 핵심 요인임을 명확히 확인했습니다.

전체 재설계 없이 핵심 구간만 조정하는 실무형 SI 개선 전략

본 연구에서는 신호 열화가 집중되는 구간만을 선택적으로 조정하는 ‘구간별 임피던스 제어’ 방식을 적용했습니다. 전체 레이아웃을 변경하지 않고도 특정 구간에서 의도적인 Overshoot을 유도해 Eye Diagram을 개선할 수 있었으며, DRAM 채널의

Eye-opening을 최대 3.9배까지 향상시켰습니다. 이 방식은 비용과 리드타임 부담 없이 양산 환경에 적용 가능하다는 점에서 실무적으로 높은 평가를 받았습니다.

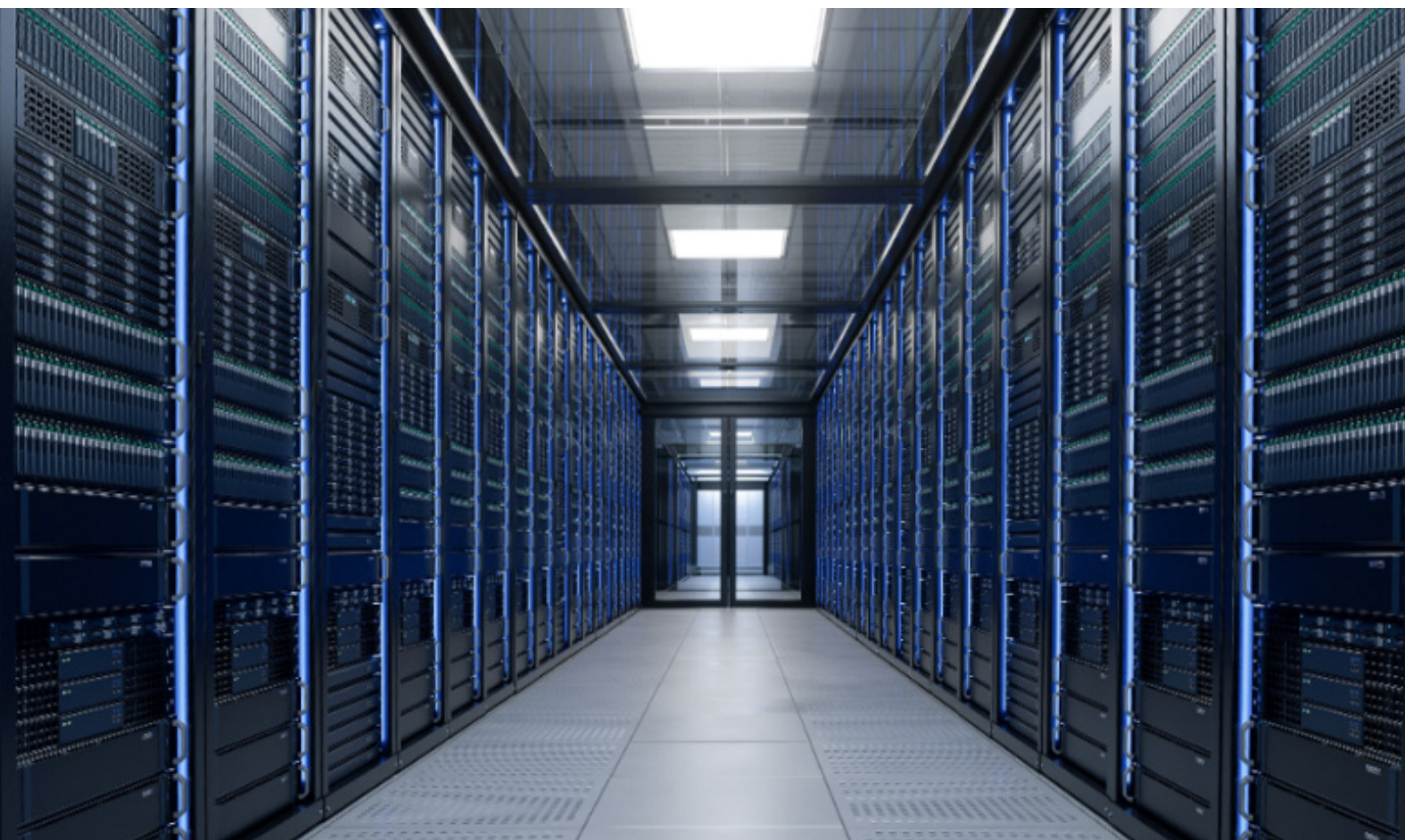


시뮬레이션 98% 단축, 실설계에 바로 쓰는
DDR5 설계 가이드

고속 인터페이스 분석의 병목이 되는 긴 시뮬레이션 시간을 해결하기 위해 모델 단순화와 구간별 모듈화를 적용했습니다. 그 결과 분석 시간을 기존 대비 98% 단축하면서도 결과 신뢰도를 유지할 수 있었습니다. 최종적으로 연구 결과는 기존 도면을 유지한 상태에서 적용 가능한 실용적인 DDR5 설계 가이드 형태로 정리되었습니다.

DDR5를 넘어 차세대 메모리 설계 자동화로 확장되는 연구 기반

구축한 End-to-End 모델은 DRAM 개수 증가나 DDR6 등 차세대 인터페이스에도 확장 가능한 구조로 설계되었습니다. 향후에는 강화학습 기반 자동 배선·임피던스 최적화 연구로 확장할 계획입니다. 또한 기업과의 협업을 통해 연구 성과가 실제 설계 개선과 기술 이전으로 이어지는 과정을 경험하며, 산업 현장을 고려한 연구자의 시각을 갖추는 계기가 되었습니다.

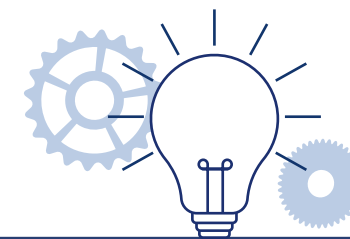


자율주행과 다수 로봇 협업으로 완성하는 차세대 배터리 교체 혁신

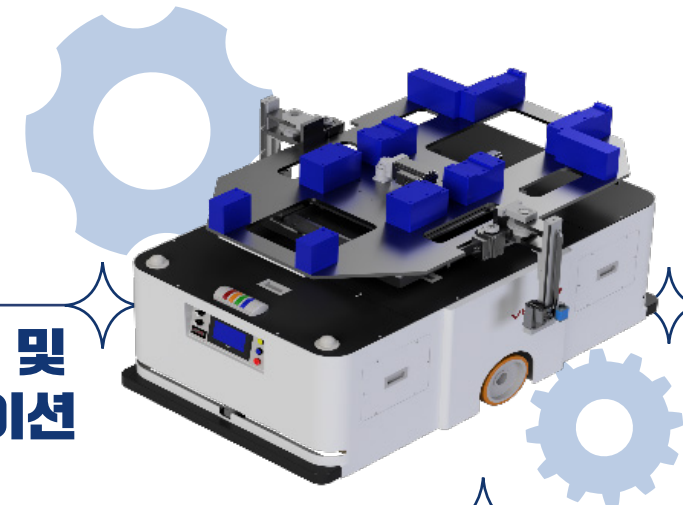
“배터리 교체의 새 표준,
자율주행 로봇이 만든다”

본 프로젝트는 전기차 배터리 교체 공정의 자동화를 위해 자율주행 기술과 다수 로봇 협업 시스템을 결합한 지능형 플랫폼을 개발한 연구이다. 3D LiDAR SLAM, 2.5D Costmap, MPPI Local Planner 등을 적용해 복잡한 배터리 교체 환경에서도 정밀한 주행 성능을 확보했으며, 인지·경로 계획·협업 관제의 세 분야로 기술을 체계적으로 구축했다. 이를 통해 로봇 간 충돌 없이 다수 작업을 동시에 수행할 수 있는 운용 체계를 마련했고, 실제 환경 실증을 통해 기존 방식 대비 높은 정확도와 안정성을 확인했다. 본 기술은 배터리 교체 인프라의 자동화와 고도화에 기여할 수 있는 기반 기술로 활용될 수 있다.

경희대학교
(주)피트인
박수환, 강은애, 양준열



SCI급 저널 1편 외 논문 발표 및 달 탐사용 자율주행 시뮬레이션 프로그램 저작권 등록



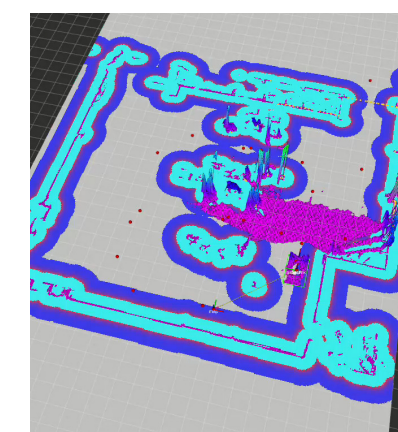
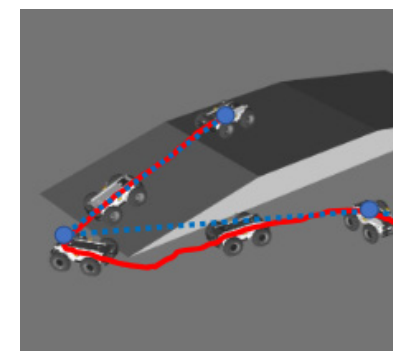
정밀 자율주행 기반 배터리 교체 로봇 플랫폼 구축

본 연구는 배터리 교체 스테이션에서 로봇이 스스로 위치를 인지하고 안전하게 협업하도록 하기 위해 3D SLAM, 2.5D 지형 인지, MPPI 기반 경로 계획 기술을 통합한 플랫폼을 구축했습니다. 이를 통해 기존 라인트레이싱 방식보다 복잡한 환경에서도 정밀한 주행과 실시간 장애물 회피가 가능해졌으며, 다양한 상황 변화에도 안정적으로 대응할 수 있는 기반 기술을 마련했습니다. 또한 생성형 AI 기반 상황 인지 기능을 도입하여 로봇 간 협업과 작업 조율의 지능화를 구현했습니다.

SLAM-지형인지-MPPI가 결합된 자율주행 알고리즘

저희가 개발한 자율주행 알고리즘은 3D SLAM, 2.5D Costmap, MPPI 로컬 플래너가 유기적으로 결합된 구조입니다. 3D SLAM으로 안정적인 위치 파악을 수행하고,

지형의 높낮이·장애물 정보를 반영한 2.5D 지형 인지를 통해 세밀한 주행 가능성도 판단이 가능합니다. 마지막으로 MPPI 기반 경로 계획을 적용해 좁은 공간 정렬·갑작스러운 장애물 상황 등에서도 유연하고 안전한 주행을 구현했습니다.



지형·협업·지능화를 아우르는 고도화 로드맵

향후에는 지형 인지 알고리즘의 정밀도를 강화하고, 복잡한 구조물과 이동 객체까지 안정적으로 처리할 수 있는 방향으로 고도화할 계획입니다. 또한 로봇 수가 증가해도 안전하게 협업할 수 있도록 스케줄링·작업 분배 로직을 개선하고, LLM·VLM 기반 의미 해석을 확장해 고차원적 의사결정 기능을 구현할 예정입니다. 시각 기반 환경 이해 기술을 적용해 사람과 로봇의 자연스러운 협업도 함께 강화할 계획입니다.

현장에서 배운 문제 정의와 기술 검증의 의미

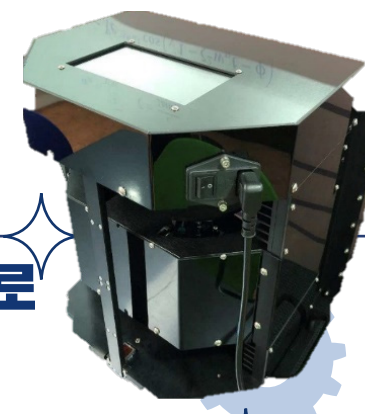
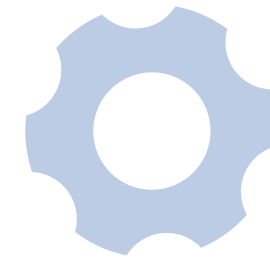
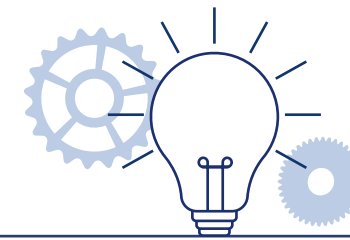
본 프로젝트는 연구실에서의 알고리즘 개발이 실제 산업 현장에서 어떤 요소를 고려해야 하는지 직접 확인할 수 있었던 귀중한 경험이었습니다. 기업과의 협업을 통해 기술적 정확성뿐 아니라 안정성·운영성·유지관리성을 함께 고려해야 한다는 점을 배울 수 있었고, 복잡한 시스템을 구조적으로 해결하는 역량도 크게 향상되었습니다. 이러한 경험은 향후 연구자로 성장하는 데 중요한 자산이 되었다고 생각합니다.

EFEM 로드포트 정렬을 위한 로봇 오차 모니터링 시스템 개발,
반도체 EFEM·이송로봇 정렬 오차를 자동 진단하는
유지보수 솔루션

“웨이퍼 이송 로봇을 스스로 점검하는 스마트 예지보전 시스템 개발”

본 프로젝트는 반도체 FAB에서 EFEM-로드포트-웨이퍼 이송 로봇 간 정렬 오차로 발생하는 웨이퍼 손상과 생산성 저하 문제를 해결하기 위해 자동 정렬 진단 및 로봇 오차 모니터링 시스템을 개발한 연구이다. CMOS·투과형 센서를 활용해 기울기와 Margin Gap을 정밀 측정하고, 회전 행렬 기반 모델로 자동 보정값을 산출하여 작업자 의존도를 최소화하였다. 또한 AutoEncoder 기반 AI 이상 탐지 기술을 적용해 고장 예측과 유지보수 판단을 정량화하였으며, 공인시험을 통해 목표 성능을 모두 충족하고 제품화·특허·매출로 이어지는 성과를 확보하였다.

한국공학대학교
티에프씨랩
지용경 이주훈



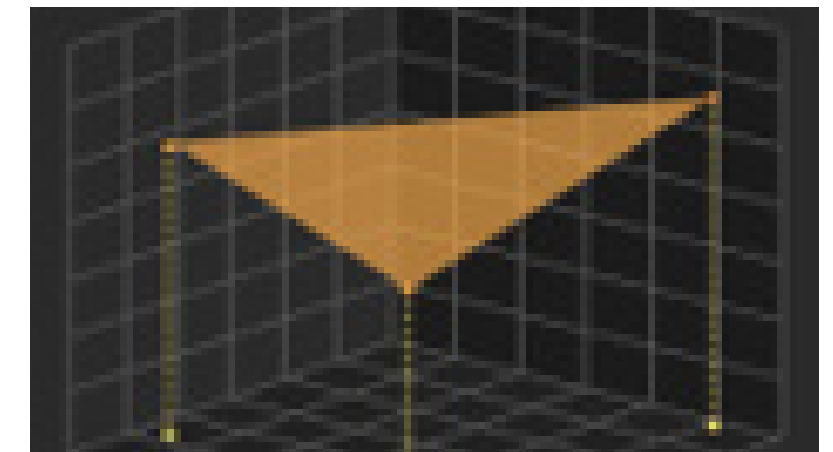
FOUP 기반 웨이퍼 로봇 예지보전 기술 개발로 제품화·특허·기술이전·매출까지 연결된 실질적 산업 성과 달성

정밀 계측 기반 자동 정렬·예지보전 기술 확립

CMOS 레이저 센서와 회전 변위 센서를 활용해 기울기·Margin Gap을 정밀 계산하고, 이를 3D 모델로 자동 해석하는 정렬 진단 알고리즘을 구축했습니다. 반복 실험을 통해 스크래치 위험 조건을 정량화했으며, AutoEncoder 기반 알고리즘을 도입해 로봇 이상을 99% 정확도로 감지하는 예지 보전 기능까지 확보했습니다.

현장 기반 문제 정의와 소프트웨어 기술 개발의 유기적 협업

기업은 EFEM 장비와 실험 환경을 제공하며 하드웨어 개발을 총괄했고, 학교는 데이터 분석·AI 진단·UI 개발 등 소프트웨어 기술을 담당했습니다. 이후 실제 장비 조건에서 반복 검증을 수행하며 제품 신뢰성을 높였고, 산업 요구에 맞춘 실질적 시스템을 공동으로 완성했습니다.



정렬 진단을 넘어 AI 기반 통합 유지보수 플랫폼으로 확대

현재 시스템을 고장 예측, 이력 기반 의사결정, 운영 데이터 활용까지 포함하는 통합 유지보수 플랫폼으로 확장할 계획입니다. 또한 예지 보전 알고리즘을 고도화해 이상 징후를 더 빠르고 정확하게 감지할 수 있는 기술 개발을 이어갈 예정입니다.

현장 난제를 함께 해결하며 이론을 실제 기술로 연결한 경험

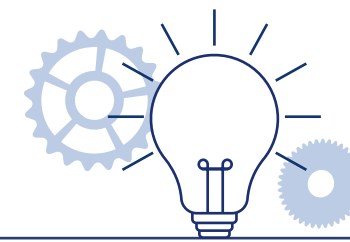
기업이 겪어온 기술적 난제를 해결하는 과정에서 연구 알고리즘을 실제 장비에 적용하며 이론이 기술로 전환되는 전 과정을 체감했습니다. 반복 실험과 문제 해결을 통해 실무 감각이 크게 향상되었고, 산학 협력이 상호 성장의 구조임을 확인할 수 있는 의미 있는 경험이었습니다.

환경규제 강화에 따른 비할로겐화 패럴린 소재기술 확보: 재료부터 공정 최적화까지

**“비할로겐 패럴린 원료의 직접 합성 및 정제,
고순도 소재와 높은 공정수율을 구현하는 기술 확보”**

글로벌 환경규제 강화로 비할로겐 패럴린 소재 수요가 커졌지만 국내에는 원천기술이 부족해 산업 대응에 어려움이 있었다. 본 프로젝트는 비할로겐 패럴린 이합체를 고수율·고순도로 합성·정제하는 기술을 확립하고, 코팅 장비의 온도·압력 등 공정 변수를 정밀 제어해 낮은 공정수율 문제를 개선하는 데 집중했다. 그 결과 수율 향상과 합성 비용 절감 효과를 동시에 확보했으며, 동일 질량 대비 막질 향상과 코팅 두께 증가를 확인했다. 또한 모든 패럴린 이합체에 적용 가능한 고속 코터 시제품 개발에도 착수해 국산화 및 산업 적용성 확대 기반을 마련했다.

성균관대학교
(주)오방테크놀로지
강승주, 한태웅



**한국반도체학술대회 발표 및
SCI(E) 논문 준비,
저온기관 패럴린 코터 시제품 개발 착수**

연구와 산업을 잇는 패럴린 코터 개발의 결정적 성과

이번 프로젝트를 통해 학회 발표와 논문 준비, 산업통상부 장관상 수상 등 여러 성과를 거둘 수 있었지만, 가장 큰 성과는 기업과 협력해 새로운 구조의 멀티챔버 저온 증착 패럴린 코터를 설계하고 시제품을 개발한 경험이라고 생각합니다. 이 시스템은 앞으로 논문·학회 발표 같은 연구 성과는 물론, 산학 협력과 산업 적용까지 이어질 수 있는 중요한 기반이 될 것으로 기대하고 있습니다.

합성과 증착을 모두 개선한 패럴린 공정의 새로운 해법

비할로겐 패럴린 이합체의 합성 수율을 높이기 위해 다양한 반응 조건과 정제 방법을 검토해 기존 대비 약 10%p 높은 수율을 확보했습니다. 이는 원료 사용량을 줄이면서도 생산 효율을 높인 의미 있는 성과로, 산업적 비용 절감 가능성을 보여줍니다.



또한 패럴린 OH의 낮은 공정 수율 문제를 해결하기 위해 기판 냉각 기반의 신규 증착 전략을 도입했으며, 이를 적용한 고속 패럴린 코터 시제품을 개발 중입니다. 이 기술은 기존 대비 막질과 코팅 수율을 크게 개선할 수 있는 핵심 솔루션으로 기대됩니다.

패럴린 박막 기술의 실용화를 향해 한 단계 더

앞으로는 저온 증착 멀티 챔버 패럴린 코터가 완성되는 즉시, 새롭게 합성한 비할로겐 패럴린 이합체들의 증착 속도와 수율을 높여 공정 효율을 끌어올리는 데 집중할 계획입니다. 또한 이러한 기술을 바탕으로 인캡슐레이션 막이나 게이트 절연막처럼 실제 반도체·디스플레이 산업에서 바로 활용될 수 있는 패럴린 박막 기술을 확보하는 것이 중장기 목표입니다. 이를 위해 기능성 패럴린 이합체를 지속적으로 설계·합성하고, 멀티 챔버 기반 동시 증착(Co-deposition)을 활용해 복합 박막을 구현하는 등 상용화를 직접 겨냥한 개발이 여럿 예정됩니다.

막질 균일성과 공정 재현성을 동시에 높이는 저온·멀티 챔버 패럴린 코터

저희가 설계한 저온 증착 기반 패럴린 코터 시제품은 기판을 -20~-30°C로 낮춰 증착함으로써 막질 균일성과 수율을 안정적으로 높일 수 있는 점이 가장 큰 개선입니다. 또한 멀티 챔버 구조를 적용해 서로 다른 패럴린을 동시에 혹은 순차적으로 증착할 수 있어 공정 설정의 자유도가 넓어졌고, 승화 속도와 조건을 정밀하게 제어할 수 있어 재현성과 실험 편의성이 크게 향상되었습니다.

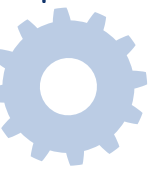
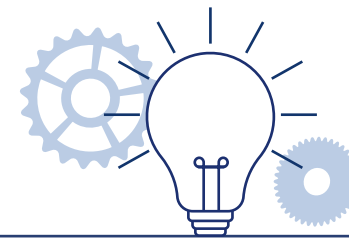
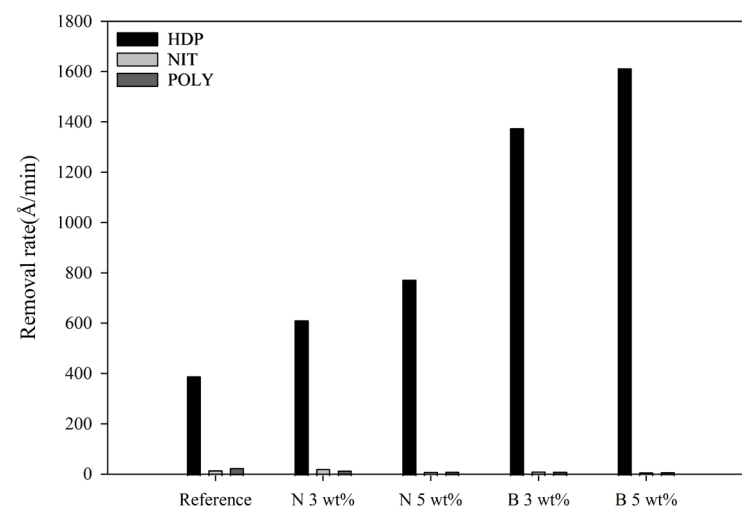
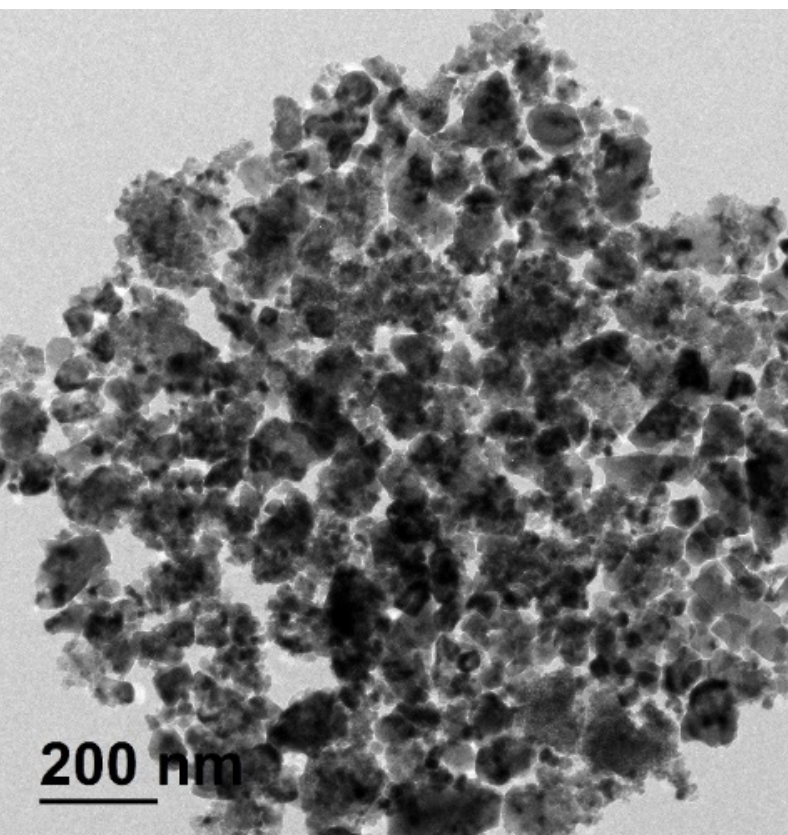
CMP (Chemical mechanical polishing)

Frontier Team

“반도체 칩을 더 매끄럽게 만드는 새 연마 소재,
입자 성질을 세밀하게 다듬어 균일도를 높였다.”

본 프로젝트는 반도체 공정 미세화에 대응하기 위해 고성능 CMP 슬러리를 개발하는 것을 목표로 하였습니다. 세리아 입자의 크기·표면 특성·분산 안정성을 조절해 Poly 및 Nitride stopping 기능을 강화한 일액형 슬러리를 제조하고 평가했습니다. 그 결과 기존 대비 스크래치·결함·균일도 등이 개선되었으며, 참여기업 고객사의 자체 평가에서도 경쟁사 대비 동등 이상 성능을 확인했습니다. 이를 통해 고연마율의 고분산안정성을 가지는 CMP 적용 가능성을 확보했습니다.

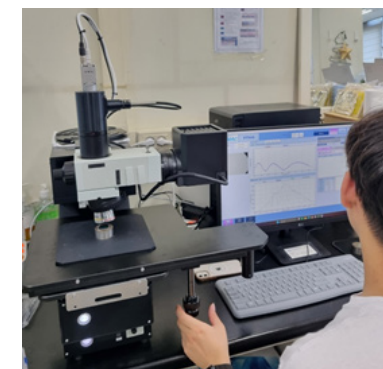
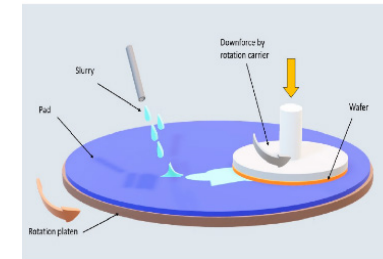
한남대학교
(주)엠에스머트리얼즈
황소희, 장수성, 조재영



**고성능 CMP 연마 소재 개발을 기반
기술창업, 특허 확보, 기업 적용성 검증 등
산업화 성과 달성**

연구와 산업을 잇는 도전, 그 속에서 성장하다

세리아 연마제를 직접 제조하고 다양한 슬러리를 설계·평가하는 과정에서 CMP 공정을 깊이 이해할 수 있었으며, 이를 산업 장비에 적용해 보며 연구가 실제 현장에서 어떻게 작동하는지 체감할 수 있었습니다. 특히 랩 환경과 산업 환경의 차이를 조정해 나가는 과정에서 문제 해결 능력과 현장 대응 감각이 크게 성장했고, 기업 연구자들과의 협업을 통해 산업적 요구를 고려하는 새로운 시각도 얻었습니다. 이번 산학프로젝트 챌린지는 연구와 실무를 동시에 경험하며 스스로의 성장을 확인할 수 있었던 값진 도전이었습니다.



다시 일어설 수 있도록 손을 내밀어 준 힘

산학프로젝트를 준비하던 8월 중순, 개인적인 슬럼프로 인해 프로젝트를 계속 할 수 있을지 두려움이 컸던 시기가 있었습니다. 하지만 지도교수님과의 깊은 상담을 통해 마음을 다잡고 다시 도전할 수 있었고, 그 과정에서 큰 힘과 용기를 얻었습니다. 이번 경험은 끝까지 믿고 격려해 주신 지도교수님에 대한 감사와 함께, 스스로의 한계를 넘어선 소중한 성장의 순간이 되었습니다.

입자를 흩어지게, 연마를 균일하게 만드는 분산제의 힘

분극 구조를 가진 분산제는 세리아 입자 표면에 붙어 입자들이 서로 뭉치지 않도록 전하 장벽과 보호막을 형성해 슬러리의 안정성을 높입니다. 이 덕분에 세리아 입자가 웨이퍼 표면에 더 고르게 닿아 연마가 균일해지고, 스크래치나 결함도 줄어듭니다.

결국 분극 구조 기반 분산제는 입자 안정화와 연마 품질 향상이라는 CMP 공정의 핵심 요구를 동시에 만족시키는 역할을 합니다.



한 번에 섞어 더 안정적인, 일액형 CMP 슬러리의 장점

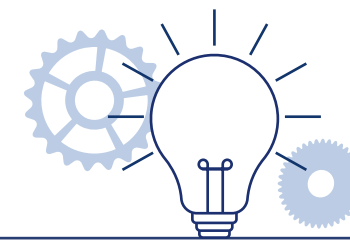
일액형 CMP 슬러리는 세리아 입자와 첨가제를 한 번에 혼합해 공급하는 방식으로 제도가 간단하고 배치 품질이 일정합니다. 또한 입자 응집을 미리 억제하고 첨가제를 최적화한 상태로 제공되기 때문에 슬러리 안정성과 연마 균일성이 높아지고 스크래치도 줄어듭니다. 혼합 공정이 줄어 생산성과 재현성이 향상되며, 불량 감소로 비용 절감 효과도 기대할 수 있습니다. 결과적으로 기존 방식 대비 공정 단순화·품질 안정화·연마 성능 향상을 동시에 달성하는 CMP 솔루션입니다.

건설기계 차량 정전터치 인체 감지용 패드 전하량 측정을 통한 불량 검출 기술

**“운전자를 속이지 않는 정량 안전,
정전식 결함을 수치로 증명하다”**

본 프로젝트는 스티어링 휠 정전식 터치 패드의 고장 여부를 정량적으로 판별할 수 있는 전하량 기반 검사 기술을 개발하는 것을 목표로 하였고 이를 위해 패드 구조 분석, 전하량 실측, 지그 설계, 측정 장비 구축을 단계적으로 수행과 측정된 전하량을 모델별 Spec 범위와 비교하여 정상·불량을 판별하는 알고리즘을 구현하였다. 개발된 시스템은 실제 제조 환경에서도 다양한 불량을 안정적으로 탐지하는 성능을 확인 및 정전식 터치 패드 특성 변화를 즉시 수치화하여 판별을 통해 품질 관리의 효율성과 일관성과 다양한 패드 제품에도 적용 가능한 확장성을 갖는다.

국립군산대학교
(주)재현이노텍
홍성민



전하량 기반 정전식 패드 결합 검출 기술의 양산 현장 실증 및 CVPE 검증

전하량으로 '보이지 않는' 고장을 숫자로 잡다

본 연구는 정전식 터치 패드의 고장을 정량적으로 판별하기 위해, 패드에서 발생하는 전하량 변화를 직접 측정하고 이를 기반으로 한 정밀 검사 체계를 구축하는 방향으로 진행되었습니다. 감지층·유전체층·차폐층 등 패드 구성 요소의 전기적 반응 특성을 분석하고, 정상 제품 전하량 데이터를 축적해 모델별 Spec 범위(max-min)를 설정하였습니다.

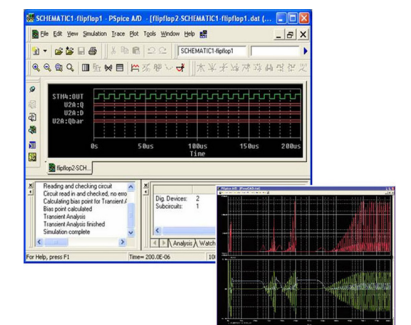
계측-Spec 비교-자동 판별까지 한 번에

수집된 전하량을 기준 범위와 비교해 정상·불량을 자동으로 구분하는 알고리즘을 구현했으며, 지그·제품 인식 스캐너·저항 측정기·전하량 측정 장비를 통합한 검사 시스템을 제작하였습니다. 이를 통해 검사 과정이 수치 기반으로 표준화되고, 반복 측정에서도 일관된 판별이 가능하도록 했습니다.



도금 이상·변형·접촉 불균일까지 '재현성 있게' 검출

완성된 시스템은 실제 제조 환경에서 도금 이상, 패드 변형, 접착 면적 불균일 등 다양한 결함을 반복 측정하며 판별 성능을 검증했고, 높은 일관성과 재현성을 제공함을 확인하였습니다. 결과적으로 데이터 기반 계측-Spec 비교-자동 판별로 이어지는 절차가 정전식 터치 패드 고장 진단의 핵심 기술로 작동합니다.



현장 적용에서 '검사 가능성'이 곧 경쟁력

기존 방식은 내부 상태를 정량 평가하기 어려워 외관상 손상이 드러난 경우 위주로만 확인 가능했지만, 본 기술은 전기적 반응을 전하량으로 측정해 외형상 드러나지 않는 내부 변화도 수치 차이로 구분할 수 있습니다. 이로써 미세 편차나 초기 이상까지 판별 가능한 기반을 마련했습니다.

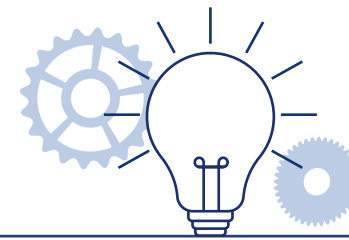


기계를 넘어 동료로: 말 통하는 로봇이 여는 새로운 제조 현장

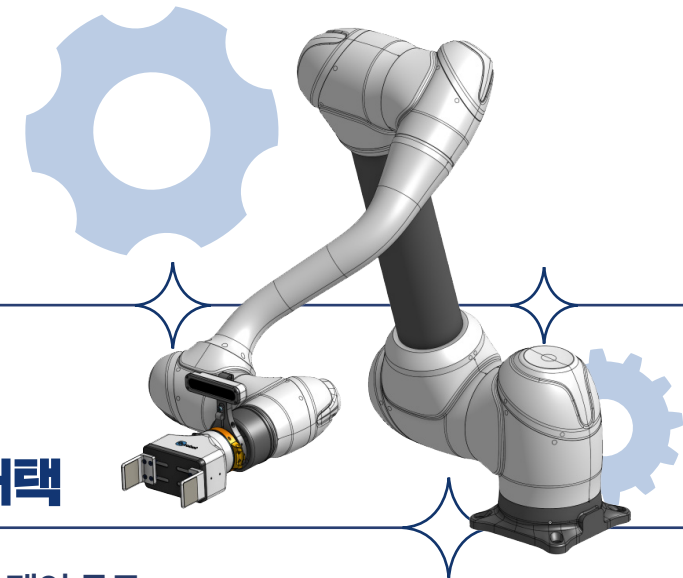
“말하면 움직이는 로봇,
현장을 바꾸는 음성 기반 제어 혁신”

본 프로젝트는 비전문가도 복잡한 프로그래밍 없이 사용할 수 있는 음성 기반 로봇 매니플레이터 제어 시스템을 개발하는 것을 목표로 수행되었습니다. 한국어 음성을 OpenAI Whisper와 LLM으로 해석하고, ROS 2와 MoveIt을 연동해 로봇을 정밀 제어하도록 구현했으며, NVIDIA Isaac Sim 환경에서 성능을 검증했습니다. 또한 단순 명령 수행을 넘어 재고 확인, 도면 정보 질의 등 문맥 이해형 AI 어시스턴트 기능을 적용해 기존 GUI 기반 제어의 한계를 보완했습니다. 이를 통해 로봇 활용 진입 장벽을 낮추고, 현장 작업 효율과 공정 유연성을 동시에 향상시킬 수 있음을 확인했습니다.

부산대학교 기계공학부
디알비오토메이션(주)
문종찬, 박규나



멀티모달 LLM 기반 산업용 인간-로봇 상호작용 기술, KROC 2025 특별세션 논문 채택



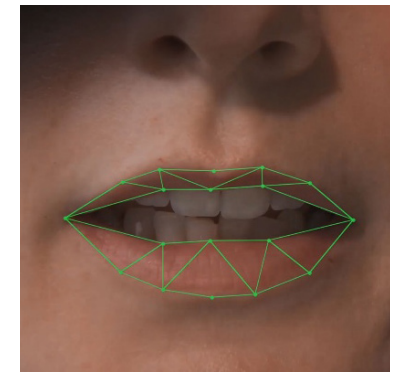
음성 명령을 로봇 동작으로 연결한 LLM 기반 제어 구조

본 연구는 사용자의 음성 명령을 로봇의 실제 동작으로 변환하기 위해 ROS 2 기반 제어 시스템과 대규모 언어 모델 (LLM)을 결합한 통합 아키텍처를 구축했습니다. Whisper(large-v2)를 활용해 한국어 음성을 실시간 텍스트로 변환하고, ChatGPT(gpt-4o-mini)를 통해 사용자의 의도를 해석해 로봇 제어 명령으로 연결했습니다. 대화형 응답과 실제 픽 앤플레이스 동작을 명확히 구분하도록 시스템을 설계했으며, NVIDIA Isaac Sim 기반 시뮬레이션 환경에서 RGB-D 카메라와 6-DoF 객체 정보를 활용해 ROS 2-MoveIt 2 파이프라인으로 전주기 작업을 구현했습니다.

프롬프트 제어로 환각을 차단한 안전 설계

LLM 적용 시 발생할 수 있는 환각으로 인한 오작동을 방지하기 위해 시스템 지시사항 기반 프롬프트 엔지니어링을 적용했습니다. 로봇은 기본적으로 대화만 수행하고, “줘”, “가져와”와 같이 명확한 물리적 행동 요청이 있을 때만 특정 식별자(/cup, /link 등)를 출력하도록 제한했습니다.

제어 알고리즘은 이 식별자가 있을 경우에만 동작을 실행하도록 설계되어, 대화나 잘못된 추론이 로봇 제어로 이어지는 것을 차단했으며, MoveIt의 충돌 회피 기능으로 물리적 안전성도 함께 확보했습니다.



제조·물류·서비스 로봇으로의 확장 가능성

개발된 시스템은 제조 현장을 넘어 물류 센터의 비정형 피킹, 재고 관리, 푸드 테크 등 다양한 서비스 로봇 분야로 확장 가능합니다. ROS 2 기반 구조로 기존 설비에 레트로핏 적용이 가능하며, 자연어 기반 제어를 통해 비숙련 작업자 교육이나 로봇 실습 환경에도 활용할 수 있습니다. 또한 케어 로봇으로 확장될 경우, 산업적 효율성을 넘어 사회적 가치 창출로 이어질 가능성도 확인했습니다.

멀티모달·VLA 고도화와 상용화 방향

향후에는 소음 환경에서도 안정적인 음성 인식을 위해 멀티모달 기술을 도입하고, Vision-Language-Action(VLA) 모델을 적용해 상황 대응 능력을 고도화할 계획입니다. 실제 하드웨어 기반 필드 테스트를 통해 실시간성과 안전성을 검증하고, MES·PLC 연동 및 다국어 지원을 통해 범용성을 확보하고자 합니다. 이를 바탕으로 소프트웨어 패키지와 단계적 양산 전략을 수립해 제조·물류·서비스 로봇 분야로의 상용화를 목표로 하고 있습니다.

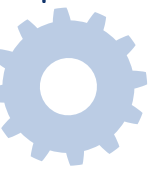
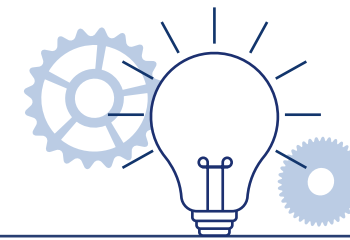
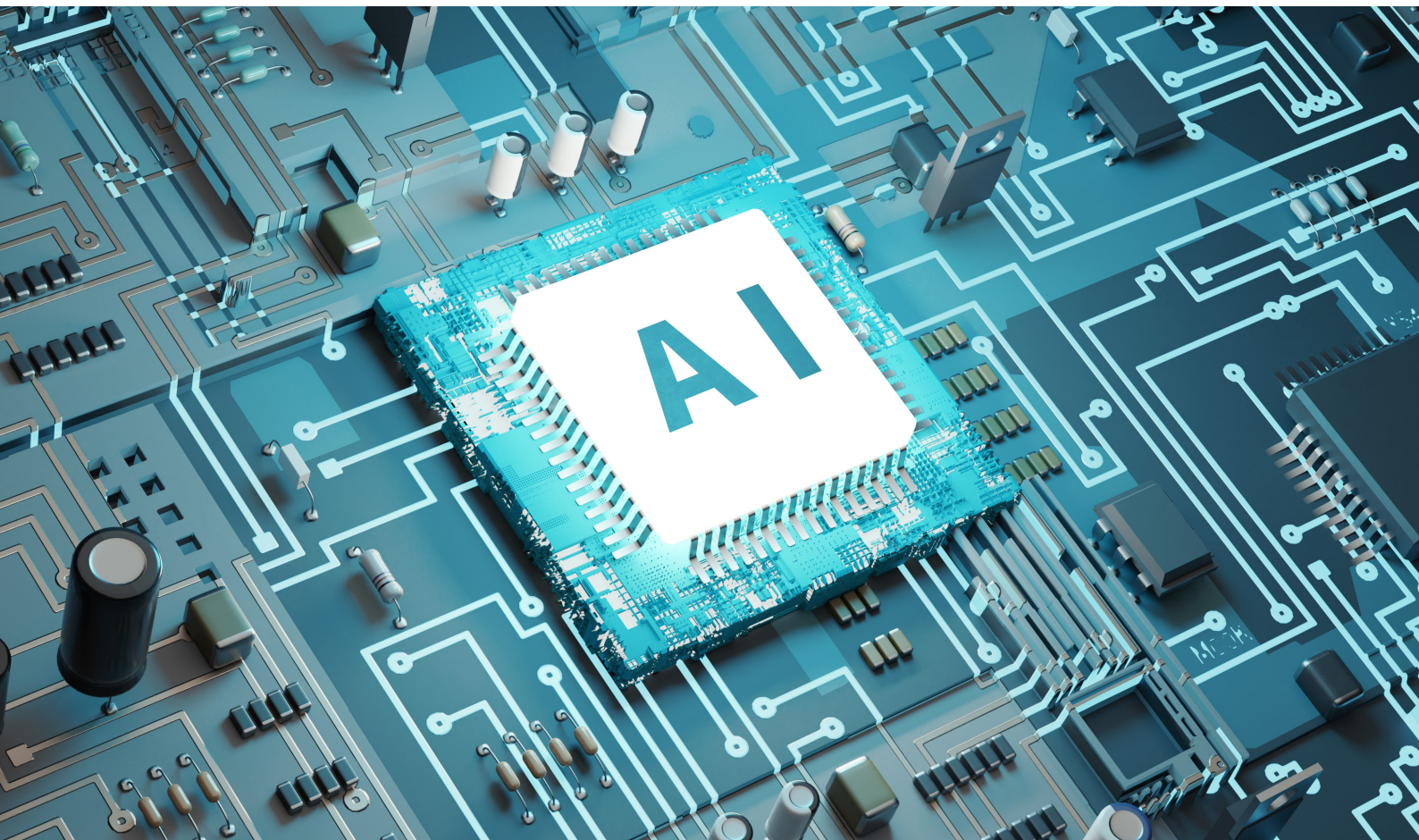
**고령화 시대가 요구하는 정확한 생체 지표,
실시간 PPG 신호 품질 평가를 위한
경량 인공지능 추론기 회로로 정확성을 더하다.**

**“ 경동맥 PPG,
신호의 ‘질’을 설계하다 ”**

본 프로젝트는 경동맥에서 계측되는 PPG 신호의 왜곡 문제를 해결하기 위해 경량화 1D Depthwise Separable CNN 기반 실시간 신호 품질 평가 회로를 ASIC으로 구현하는 것을 목표로 수행되었다. 파이썬 환경에서 다양한 신경망 구조를 비교·경량화한 뒤, Verilog로 구현하여 FPGA에서 실시간 검증을 진행하였고 96.8%의 신호 품질 분류 정확도를 달성하였다. 또한 품질 평가를 통해 안정적인 신호만 선별하여 생체 지표 추정의 정확성을 기존 대비 향상시켰다. 최종적으로 TSMC 180nm 공정을 기반으로 한 ASIC 설계를 통해 면적 효율성, 웨어러블 기기 적용 및 상용화 가능성을 입증하였다.

국립금오공과대학교
(주)네스트

양세환, 김대일, 안소현, 김민지



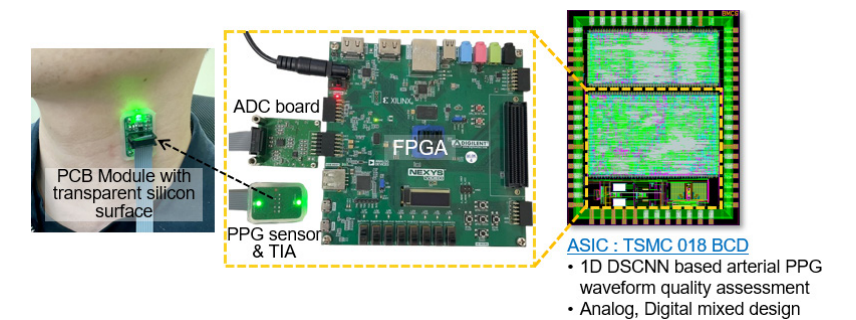
경량 1D DSCNN 기반 실시간 PPG 품질 평가 기술, ASIC Tape-out부터 국제학회 Oral 발표까지

HW/SW Co-design으로 구현한 실시간 PPG 품질 판별 회로

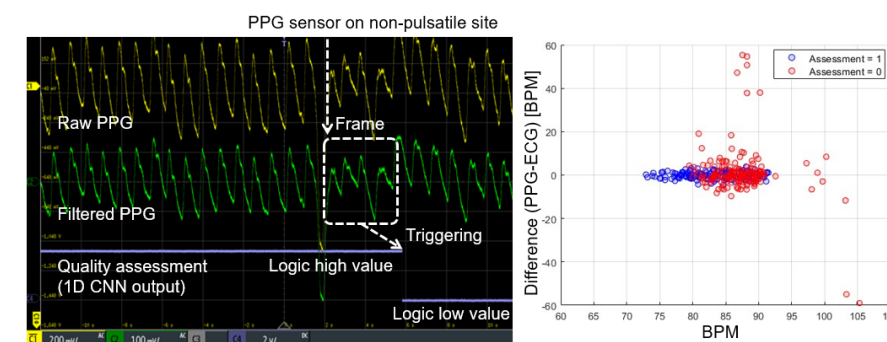
본 연구는 경동맥 PPG 신호의 품질을 실시간으로 판단하기 위해 HW/SW co-design 방식으로 진행했습니다. 소프트웨어 단계에서는 연산량 대비 정확도가 우수한 1D Depthwise Separable CNN 구조를 선정하고 하이퍼파라미터를 최적화했으며, 이후 이를 하드웨어 구현에 적합하도록 경량화했습니다.

시간 분할 다중화 구조로 하드웨어 한계를 극복

하드웨어 설계 단계에서는 FPGA 리소스 제약 문제를 해결하기 위해 합성곱 연산 구현 시 시간 분할 다중화 구조를 적용해 하나의 곱셈기를 여러 클럭에 걸쳐 재사용하도록 설계했습니다. 그 결과 곱셈기 사용량을 77% 절감, 전력 평균 풀링(GAP)을 도입해 완전 연결 층의 연산은 97% 이상 절감하면서도 96.8%의 정확도를 유지할 수 있었습니다.

신호 품질 선별을 통한
생체 지표 정확도 향상

품질 평가 회로를 적용해 선별된 경동맥 PPG 신호를 기반으로 심박수를 추정
한 결과, 상용 ECG 센서 기반 심박수 대비 RMSE 1.5BPM 수준의 높은 일관성을 확인했습니다. 이를 통해 신호 품질 판별이 생체 지표 추정 오차를 줄이는데 실질적으로 기여함을 검증했습니다.



웨어러블 확장을 향한 ASIC 기반 핵심 기술

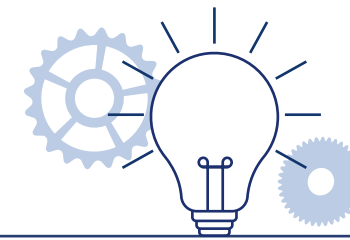
본 회로는 ASIC으로 구현되어 면적과 전력 소모를 크게 줄일 수 있었으며, 향후 패치형 소형 PPG 센서로 확장 가능한 핵심 기술입니다. 앞으로는 경동맥 경직도와 혈압 추정 회로, 무선 통신 및 전원 회로를 통합해 웨어러블 생체 신호 모니터링 기기로 발전시키는 것을 목표로 하고 있습니다.

차세대 모빌리티의 미래를 여는 고신뢰·고성능·고효율 통신 기술을 설계하다

“차세대 커넥티드카를 위한 고신뢰·고성능 차량 통신 기술과 표준을 동시에 개발하다”

본 프로젝트는 기업이 제시한 산업 수요와 기술적 난제를 반영해 커넥티드카용 차량통신 원천 기술을 개발하고, 실제 적용 가능성을 고려해 기술을 단계적으로 고도화하는 것을 목표로 추진되었습니다. 1단계에서는 고신뢰·고성능·고효율 차량통신 기술과 자원 효율적인 보안 통신 기법을 개발했으며, 2단계에서는 표준·시장 분석을 통해 기술 공백 영역을 발굴하고 국내 산업 보호를 위한 표준특허 확보에 집중했습니다. 이를 통해 커넥티드카 핵심 원천 기술을 확보하고, 산업 경쟁력 강화와 함께 참여 학생들의 실무형 연구 역량을 동시에 제고하는 성과를 거두었습니다.

성신여자대학교
현대오토에버
전유란, 이연지



차량통신보안 분야
국내외 저명 학술지 논문 게재와
특허 출원으로 기술 경쟁력과 표준 선도 가능성 입증

보안·효율·신뢰성을 동시에 달성한 차세대 차량통신 기술

기존 차량통신의 보안 취약성과 자원 비효율 문제를 해결하기 위해 주파수 호핑, 적응형 릴레이, 데이터 압축 기술을 융합한 통신 방식을 개발했습니다. 샤미르 시프리트 웨어링 기반 주파수 호핑으로 재밍·도청 위협을 줄였고, 적응형 릴레이를 통해 통신 신뢰성과 에너지 효율을 동시에 개선했습니다. 또한 데이터 압축 기법을 적용해 전송량을 최소화함으로써 정보 노출 위험과 메모리 사용량을 효과적으로 줄였습니다.

표준 기술 공백을 겨냥한 확장 가능한 차량통신 원천기술

차량통신 핵심 표준인 CCC(Car Connectivity Consortium) 표준을 분석해 기술적 공백 영역을 도출하고, 이를 보완하는 통신 기술을 개발했습니다. 기존 표준과의 호환성을 유지하면서도 커버리지와 신뢰성 한계를 개선하도록 설계해 향후 표준 기술로 확장 가능성을 확보했습니다. 해당 기술은 국내 특허로 출원했으며, 향후 미국 특허 및 글로벌 기술이전까지 고려하고 있습니다.



산업 피드백을 반영한 실질적 기술 고도화 경험

기업 멘토와의 협업을 통해 개발 기술의 산업 적용 가능성과 표준특허 전략에 대한 피드백을 받았습니다. 이 과정에서 성능과 비용 간 트레이드오프, 적용 시나리오 구체화, 경제적 가치 산정의 중요성을 인식하게 되었습니다. 특히 표준 기술의 흐름을 선제적으로 예측해 지식재산권을 확보하는 전략적 접근의 필요성을 배웠습니다.

연구 성과를 산업 자산으로 확장한 프로젝트

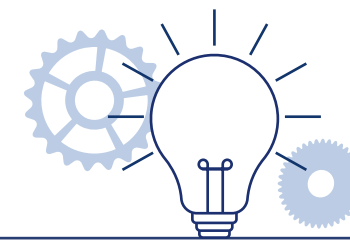
사람의 생명과 안전에 직결되는 차량통신 기술에서 성능·보안·효율을 동시에 만족하는 기술을 구현했습니다. 개발 성과를 특허로 출원함으로써 연구 결과를 산업 보호 자산으로 확장할 수 있었습니다. 이번 프로젝트는 학문적 성취와 산업적 가치 창출을 동시에 달성한 의미 있는 출발점이 되었습니다.

작업의 안전과 작업 효율, 한 번에 잡다

“반복 작업을 자동화로 바꾸다,
조선소 Steel Support 높이 조정의 새 표준”

조선소에서는 선박 건조 기간 단축을 위해 선행탐재 방식을 사용하며, 블록 지지대의 높이를 반복적으로 조정해야 하는 공정이 필수적이다. 그러나 기존 방식은 작업자가 해머나 항타기를 사용해 수백 개의 지지대를 수작업으로 조정해야 해 근골격계 질환과 안전사고 위험이 컸다. 이에 본 연구는 작업 부담을 최소화하고 안전성을 확보하기 위해 유압실린더 기반의 블록 지지대 높이 조정 장치를 설계하였으며, Ansys를 활용한 정적 비선형 해석을 통해 구조적 안정성과 성능을 검증하였다.

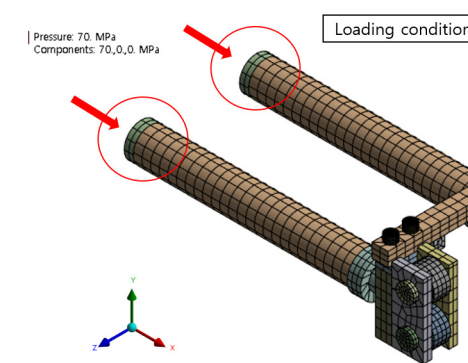
국립목포대학교
HD현대삼호
이덕연, 정다슬, 김강호



**유압 기반 블록 지지대 높이 조정 장치 개발로
학술 논문과 특허를 통해 현장 적용 가능한
기술 성과 확보**

타격 작업을 대체하는 유압식 블록 지지대 높이 조정 기술

현재 조선소에서는 블록 지지대 높이를 맞추기 위해 쐼기(Wedge)를 해머나 항타기로 반복 타격하는 방식이 사용되고 있으며, 이로 인해 근골격계 질환과 안전사고 위험이 지속적으로 제기되어 왔습니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 보다 안전하고 효율적인 높이 조정 기술의 필요성이 대두되었습니다.

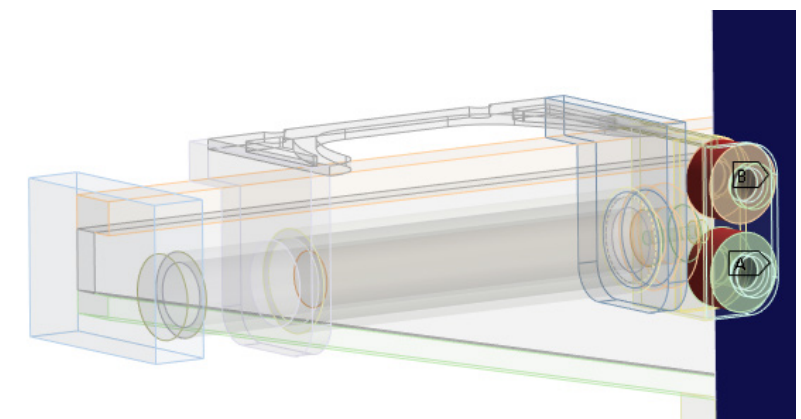


유압실린더 기반 설계로 작업 안전성과 효율 동시 개선

본 연구에서는 작업자가 큰 힘을 들이지 않고도 높이를 조정할 수 있도록 유압 실린더 기반의 높이 조정 장치를 설계하였습니다. 이후 Ansys를 활용해 정적 비선형 구조해석을 수행하고, 취약 부위와 허용응력을 검토하여 구조 안전성을 확보한 뒤 시제품 제작 및 성능평가를 진행했습니다. 또한 전체 장치의 경량화를 위해 재설계를 수행하고 추가 성능 검증을 이어갔습니다.

정밀 유압 제어로 반복
고하중 작업 위험 최소화

본 연구를 통해 개발한 유압식 높이 조정 장치는 유압 실린더의 압력을 이용하여 썬치(Wedge)를 정밀하게 이동시키는 방식으로 블록 지지대의 높이를 조절합니다. 이는 기존에 작업자가 망치질 또는 항타기를 통해 반복 타격하던 방식에 비해 훨씬 더 안전하며, 조작이 간편하여 작업성을 크게 향상시킬 수 있습니다.



경량·단순 구조로 현장 적용성과 상용화 가능성 확보

현재 장치는 두 개의 유압실린더를 사용해 약 8kg의 중량을 갖고 있어, 향후 연구에서는 단일 실린더 기반 구조로 경량화와 작업성 향상을 추진하고자 합니다. 또한 현장 실사용 환경에서의 추가 검증을 통해 신뢰성을 확보하고, 실제 조선소 적용 및 상용화 가능성까지 단계적으로 확대할 계획입니다.

TEAM 건식쟁이

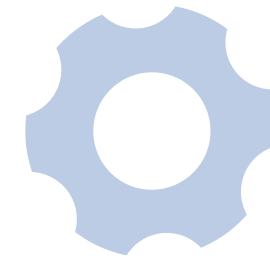
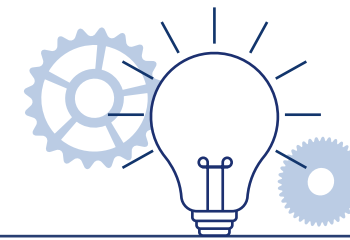
리튬이온배터리 후막화를 위한 비불소계 건식 공정 바인더

“PTFE 없이도 가능한 건식전극,
더 안전하고 더 강하게”

전기차·ESS 시장 확대와 함께 고에너지밀도 및 비용 절감을 위한 건식 공정의 필요성이 커지고 있으나, 기존 바인더인 PTFE는 부반응과 환경 유해성 문제가 존재한다.

본 프로젝트에서는 Rubber 바인더를 활용해 건식 공정 기반 후막 전극을 구현함으로써 구조 안정성과 구동 안정성을 확보하였다. 이를 통해 PTFE 대체 가능성을 확인하고, 고에너지밀도 전극 적용에 대한 실질적 기술 기반을 마련하였다.

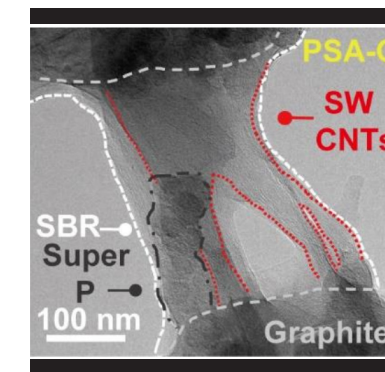
강원대학교
금호석유화학
박종석



불소 없이도 가능한 건식 전극, ACS Energy Letters가 증명

건식 전극을 지탱하는 새로운 바인더 구조

Rubber 바인더는 압력을 받으면 점착성이 생겨 전극 입자 사이를 자연스럽게 연결하는 ‘binder bridge’를 형성합니다. 이 구조 안에는 도전재가 함께 포함되어 전도성 통로 역할을 하며, 활물질 표면에는 완전 코팅 대신 열린 계면이 형성되어 안정적인 무기 SEI가 만들어질 수 있었습니다. 이러한 특성 덕분에 후막 전극에서도 기존 습식 공정 대비 낮은 계면 저항과 우수한 성능을 확보할 수 있었습니다.

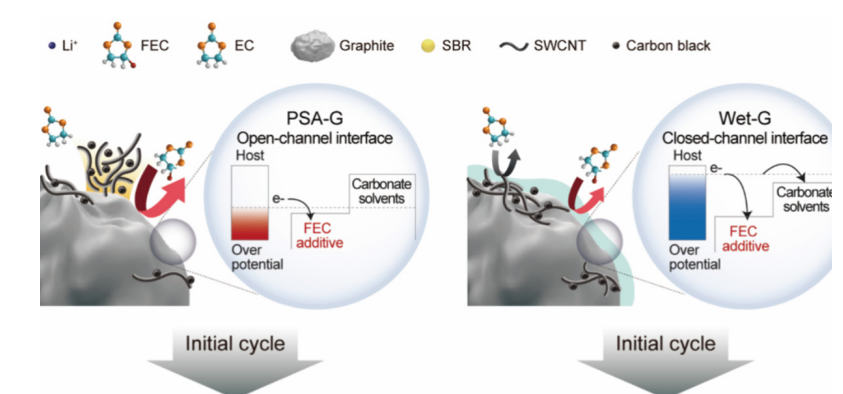


PTFE를 넘어서는 비불소계 바인더의 이점

PTFE는 낮은 LUMO로 인해 음극 구동 중 분해되며 성능 저하를 유발하고, PFAS 규제의 환경적 부담도 있습니다. 반면 Rubber 바인더는 분해 반응이 거의 없어 안정성이 높고, 상온에서 파우더를 바로 필름화할 수 있어 공정적 효율도 우수합니다. 이러한 특성이 PTFE를 대체할 수 있는 건식 공정 바인더로서의 가능성을 보여줍니다.

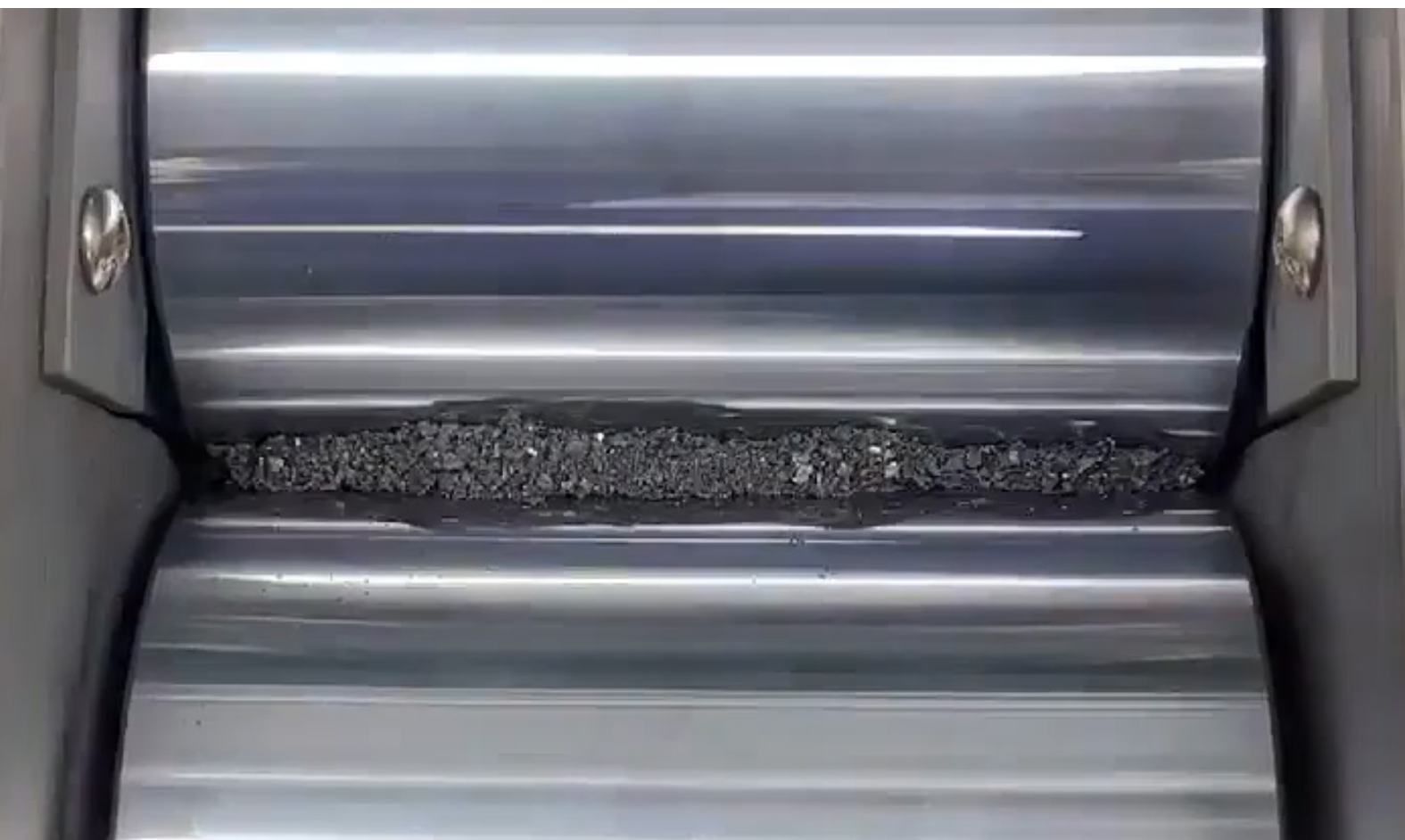
건식 파우더 합성의 속도를 높인다

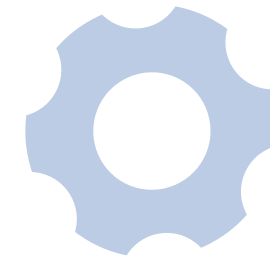
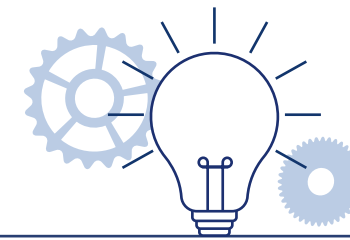
현재는 동결건조 방식을 사용해 입자 손상 없이 건식 파우더를 만들고 있지만 시간이 오래 걸린다는 한계가 있습니다. 앞으로는 빠르고 비용 효율적인 합성 공정을 개발해 건식 전극 제작을 더욱 실용화하는 방향으로 연구를 확장하고자 합니다.



연구가 산업으로 이어지는 순간을 경험하다

이번 프로젝트를 통해 연구 성과가 실제 산업적 의미를 가질 수 있다는 확신을 얻었고, 그 과정에서 큰 자신감도 생겼습니다. 다양한 산업 현장의 관점을 들으며 예상치 못한 질문들을 마주한 경험은 후속 연구에서 산업적 시야를 넓히는 데 큰 도움이 되었습니다.





고주파·고열 환경 대응 저유전 전자패키징 소재 설계 기술 확보

“전력반도체용 PCB 핵심 소재를 AI로 새로 개발한 연구”

전력반도체 기판 소재의 고온 열화와 수입 의존 문제를 해결하기 위해, AI 기반 설계를 활용한 고내열·저유전 수지 개발을 추진했다.
그 결과 총 24종의 신규 폴리이미드 수지를 합성하고 열·유전 성능을 검증해 기판 소재로서의 가능성을 확보했고 산업체 공정과 연계한 시제품 제작까지 수행하여, 실제 제조 적용이 가능한 소재·공정 통합 기반을 마련했다.

경북대학교
평광산업
배정민, 장세은, 윤정화, 정세운

저유전 PCB 복합적층판 연구 전 과정을 실습 기반으로 효성과 코오롱 취업으로 이어진 첨단 전자소재 인재 양성 성과 확산

AI 설계 기반 차세대 저유전 PCB 수지 개발

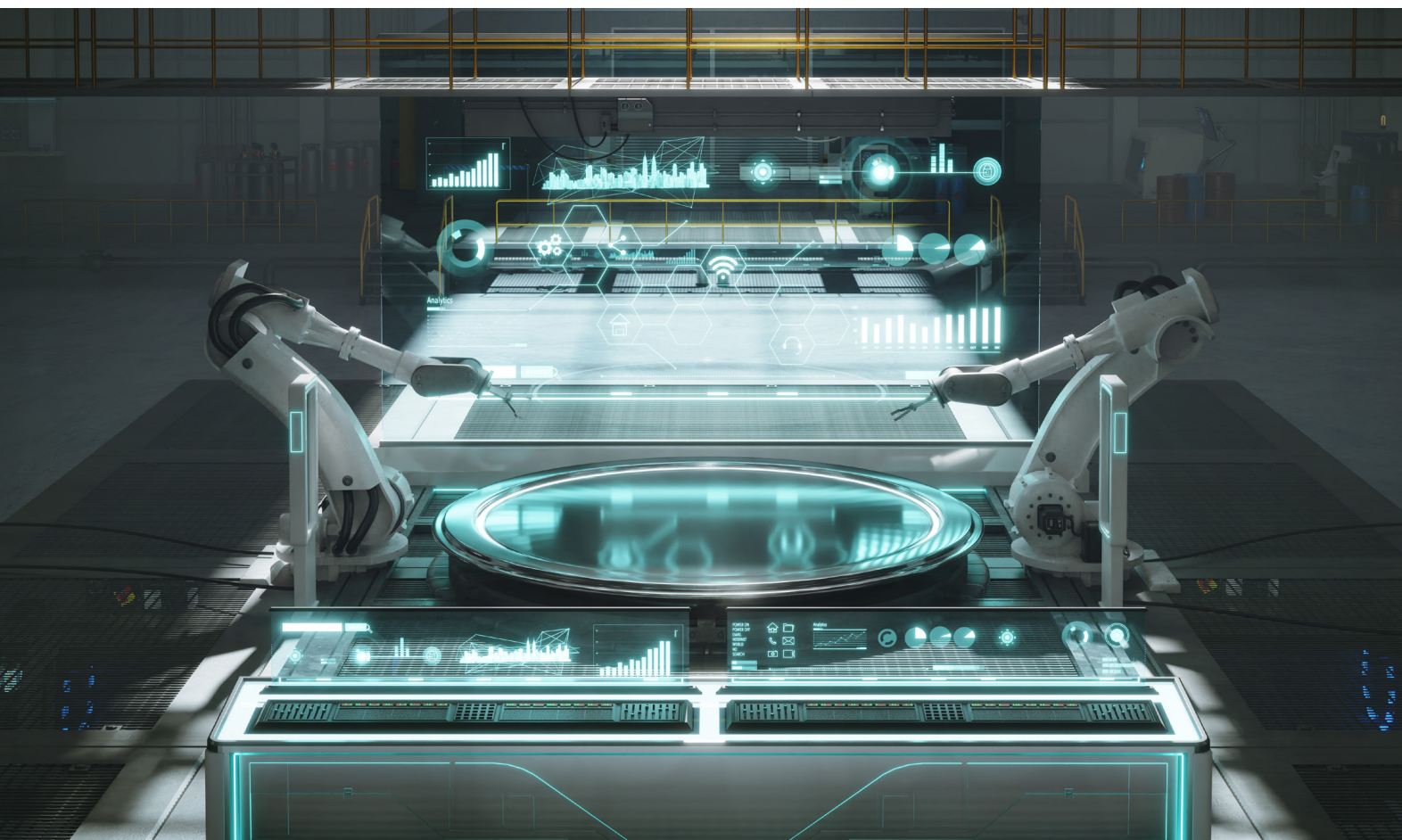
본 프로젝트는 전력반도체 패키징에 필요한 저유전·고내열 PCB 소재 개발을 목표로 시작되었습니다. 전력반도체가 고온·고주파 환경에서 동작하는 만큼 기판 소재 성능이 시스템 신뢰성을 결정하게 되는데, 기존 소재가 수입 의존도가 높고 성능 열화 문제가 있어 이를 해결하는 것이 필요했습니다. 이에 AI 기반 신소재 설계를 도입해 신규 폴리이미드 수지를 합성하고, 복합적층판 성형 공정까지 연계해 국산화 기반을 확보하고자 했습니다.

AI 분자설계-합성-공정 최적화의 통합 소재 개발

연구에서는 AI 기반 분자동역학·양자화학 시뮬레이션을 통해 다양한 단량체 구조의 전자·입체적 특성을 분석한 뒤, 고내열·저유전 특성이 기대되는 조성을 우선적으로 선정했습니다.



이를 바탕으로 24종의 말단 가교형 폴리이미드 수지를 합성하여 열안정성, 유전 특성, 가공성을 체계적으로 평가했습니다. 그 결과 일부 수지는 고온·고주파 환경에서도 안정적인 물성을 보였고, 산업체의 유리섬유 공정과 연계해 실제 적용 가능한 공정 조건까지 확보할 수 있었습니다.



수입 대비 우수한 고내열·저유전·고가공성 복합적층판

저희가 개발한 수지-유리섬유 기반 복합적층판은 기존 수입 소재 대비 열적 안정성, 유전 특성, 가공성 측면에서 우수한 성능을 보였습니다. 특히 600°C급 열분해온도와 안정적인 저유전 특성을 확보해 고주파·고온 환경에서도 신뢰성 있게 사용할 수 있었고, 말단 가교형 구조 덕분에 기존 폴리이미드의 가공성 한계도 개선되었습니다. 또한 계면 친화성 향상으로 기공 형성을 최소화해 복합재의 품질과 신뢰성을 높일 수 있었습니다.

산업 요구 기반 소재개발 전주기 경험의 성장

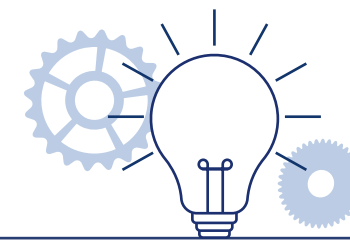
이번 프로젝트는 새로운 수지를 합성하는 연구에 그치는 것이 아니라, 산업 현장의 요구 조건을 연구 전 과정에 직접 반영해 볼 수 있었다는 점에서 큰 의미가 있었습니다. AI 설계부터 합성·성형·공정 평가까지 전 단계를 경험하면서 소재가 실제 제품화로 이어지는 흐름을 더 깊이 이해할 수 있었고, 기업과의 협업을 통해 학계와 산업계가 필요로 하는 데이터의 차이도 명확히 체감할 수 있었습니다. 특히 국산화 필요성이 큰 분야에서 실질적인 기반을 마련했다는 점에서 보람을 느꼈고, 향후 산업과 학술을 연결하는 연구자로 성장하는 데 중요한 경험이 되었다고 생각합니다.

산업 현장을 위한 실사용 AI 솔루션의 구축과 운영 고도화

“산업 현장에서 바로 쓸 수 있는 5종 AI 모델과 MLOps 운영 표준을 구축”

이번 프로젝트는 LG전자의 MLOps 플랫폼 Mellerikat을 기반으로, 산업 현장에서 바로 활용할 수 있는 제조·설비·예측 분야의 특화 AI 모델을 개발하고 운영 체계를 표준화하는 데 집중했다. 이상 탐지부터 출고량·출력 예측까지 5종의 모델을 실제 운영 환경에서 재현 가능하도록 검증했으며, 사용 과정에서 드러난 데이터 구조·환경 차이 문제도 플랫폼 고도화에 반영했다. 이를 통해 중견·중소기업도 쉽게 AI를 도입할 수 있는 실용적인 산업용 AI 기반을 마련했다는 점에서 의미 있는 성과를 남겼다.

포항공과대학교 산업경영공학과
LG전자(주)
하주영



5종 산업용 AI 솔루션의 실환경 적용과 플랫폼 고도화, 인력 양성 성과 달성

업별 데이터를 반영한 AI 모델 개발과 실환경 운영 체계 구축

이번 연구에서는 제조·에너지·커머스 등 다양한 산업 데이터를 활용해 이상 탐지, 설비 진단, 수요·출력 예측, 추천 모델까지 총 다섯 가지 AI 모델을 개발했습니다. 각 모델이 실제 현장에서 그대로 활용될 수 있도록 Mellerikat 플랫폼에 맞춰 전처리부터 학습·추론·배포까지 이어지는 MLOps 파이프라인을 표준화했고, 실제 운영 환경에서 반복적인 테스트를 수행하며 안정성과 재현성을 검증했습니다. 이를 통해 기업들이 복잡한 개발 과정 없이도 AI를 쉽게 적용할 수 있는 실질적인 운영 기반을 마련했습니다.



단일 모델을 넘어서, 산업 전반에 적용 가능한 다중 AI 솔루션 구축

미어캣 팀의 프로젝트는 하나의 문제만 해결하는 일반적인 연구와 달리, 제조·패션·에너지 등 서로 다른 산업 요구를 반영한 5개의 AI 모델을 동시에 개발하고 실제 플랫폼에서 운영 가능한 형태로 구현한 것이 가장 큰 차이입니다. 단순히 성능 좋은 모델을 만드는 데 그치지 않고, 재현성·안정성·배포 편의성·Edge 실행 가능성까지 고려해 전 주기 MLOps 체계로 완성함으로써 연구 결과를 실제 산업 업무에 바로 적용할 수 있는 실사용 솔루션으로 발전시켰다는 점이 독창적인 부분입니다.

범용 AI 기술 기반으로 다양한 산업으로 확장되는 확장성 높은 솔루션

저희가 개발한 AI 솔루션은 시계열 분석, 이상 탐지, 패턴 인식, 예측 모델링처럼 산업을 가리지 않고 활용할 수 있는 기술들로 구성되어 있어 확장 가능성이 매우 큼니다. 제조 분야에서는 반도체·정밀기계·화학공정 같은 고도화된 생산 라인으로 적용 범위를 넓힐 수 있고, 수요·출고 예측 모델은 물류·유통·SCM 전반에 즉시 활용될 수 있습니다.

패션 큐레이션 기술은 커머스 추천, 리테일 마케팅, 소비자 분석으로 자연스럽게 연결되고, 에너지 예측 기술은 스마트그리드나 신재생에너지 운영에도 확장성이 높습니다. 무엇보다 표준화된 파이프라인 덕분에 데이터를 교체하는 것만으로 새로운 도메인에 빠르게 적용할 수 있어, 산업 전반으로 확장될 수 있는 기반 기술이라고 생각합니다.



현장 전문가와의 협업으로 AI의 재현성과 안정성을 완성하다

LG전자 연구원들과의 협업을 통해 연구 단계의 모델이 산업 환경에서 실제로 어떻게 동작하는지, 그리고 운영 체제나 데이터 구조 차이로 인해 어떤 문제가 발생하는지를 직접 경험할 수 있었습니다. 함께 오류를 해결해 나가며 단순한 모델 성능뿐 아니라 배포 안정성·재현성·유지보수성과 같은 산업적 기준의 중요성을 배웠고, Edge 환경 테스트를 통해 표준화와 운영 안정성이 왜 필요한지도 깊이 이해하게 되었습니다. 이러한 과정은 연구 관점을 산업 사용자 관점으로 확장하는 매우 의미 있는 경험이었습니다.



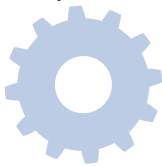
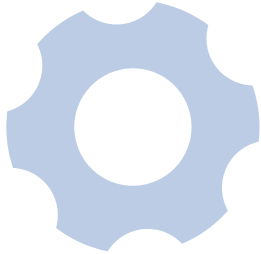
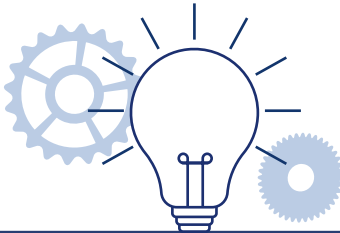
TEAM 수소 이상 무

CAN 데이터 분석과 환경 자동화: 수소 안전성 확보의 기반을 설계하다.

“실도로 주행데이터를 활용해 현실형 수소 누출 평가 환경을 구축하고 센서의 신뢰성을 검증한”

이번 프로젝트는 전기차·수소전기차의 실제 주행데이터를 확보해, 현실과 가까운 수소 누출 시험환경을 구축하는 데서 출발했다. CAN 통신을 리버스 엔지니어링해 필요한 온·습도 정보를 추출하고, 이를 기반으로 센서 성능평가 리그와 자동화 시스템을 설계했다. 확보한 데이터는 수소 누출 감지 프로그램 개발에도 활용되어 실도로 조건에서도 안정적으로 작동하는 수준까지 완성되었다. 특히 CAN 데이터와 실측값의 높은 상관성을 확인함으로써 평가 방법의 신뢰성과 실환경 반영성을 동시에 확보한 의미 있는 성과를 얻었다.

한국공학대학교
에스제인지중양연구소(주)
박준영, 형성준



학회 발표·SCI 논문·특허 출원과 함께 기업 대상 리버스 엔지니어링 기술 확산으로 수소센서 실차 검증 기반 마련

실도로-다이노모 교차 검증으로 데이터 신뢰도 확보

저희는 CAN 데이터를 검증할 때 ‘차속’을 핵심 기준으로 삼았습니다. 실차 주행은 실제성을 확보해주는 장점이 있지만 조건이 일정하지 않다는 한계가 있습니다. 그래서 WLTC·WHVC 같은 표준 사이클을 적용할 수 있는 샤시 다이노모 데이터를 함께 비교했고, 두 환경에서 차속 패턴이 동일하게 나타나는 구간을 중점적으로 분석했습니다. 이렇게 교차 검증을 거치면서 데이터의 재현성과 신뢰도를 확보할 수 있었고, 이 고품질 데이터가 수소 누출 감지 프로그램 개발의 중요한 기반이 됐습니다.

현장 전문가와의 협업이 연구의 깊이를 더하다

기업에서는 연구에 꼭 필요한 실차 제 공부터 센서 설치까지 적극적으로 지원해 주셨습니다. 특히 온·습도 데이터를 확보하기 위한 장비 설치 과정에서 실무적인 노하우를 자연스럽게 배울 수 있었고,

수소센서 사용법과 평가 방법론도 직접 교육받으면서 실험 이해도가 크게 높아졌습니다. 반대로 저희도 기업에서 리버스 엔지니어링을 직접 수행할 수 있도록 CAN·이더넷 통신 활용 방법을 강의하고 시연해 드렸는데, 이런 상호작용 덕분에 연구와 산업이 자연스럽게 연결되는 경험을 할 수 있었습니다.

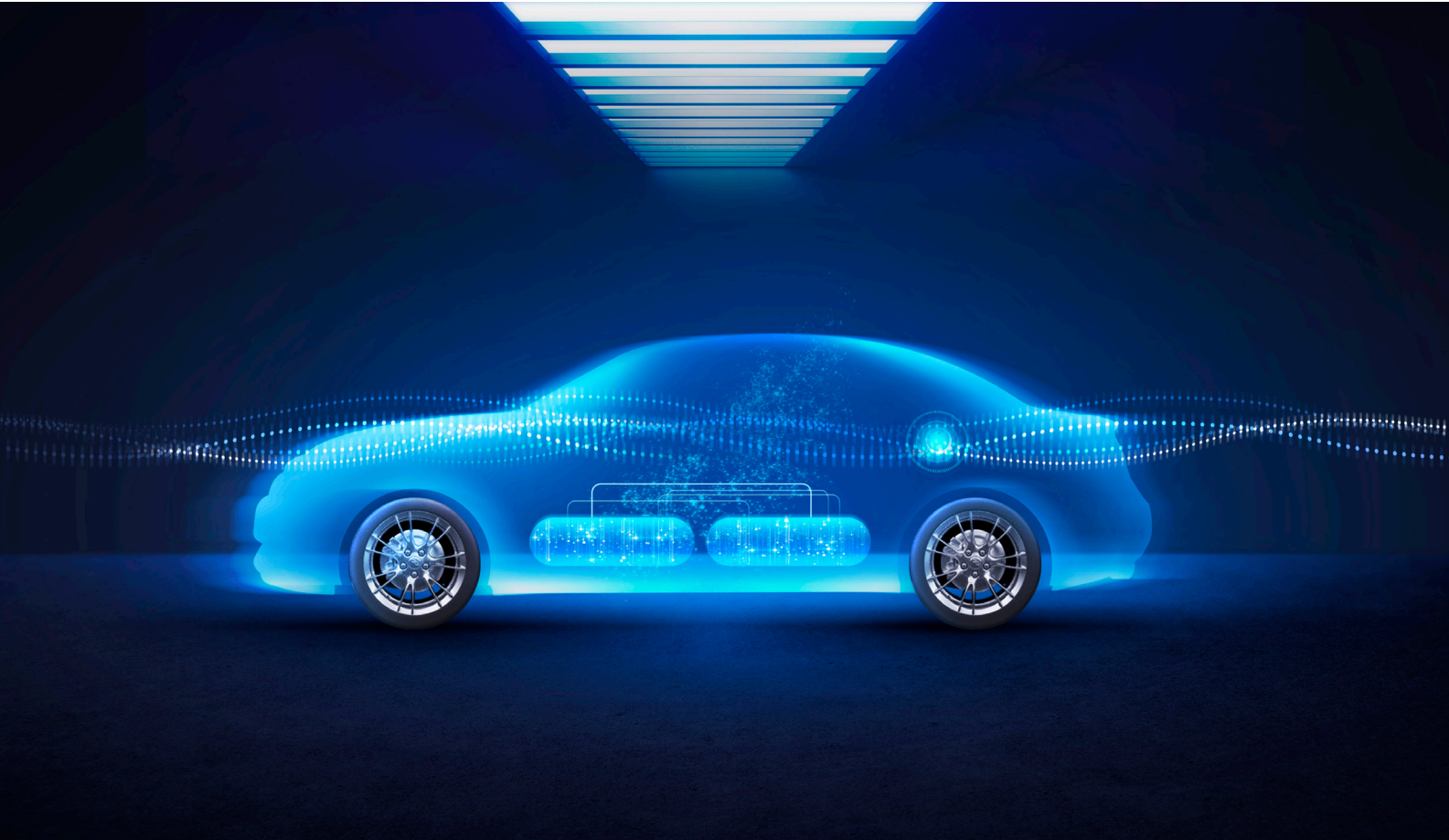


수소차를 넘어 친환경차 전반으로 확장되는 데이터 기반 안전 기술

이번에 개발한 수소 누출 감지와 센서 평가 기술은 수소차에만 국한되지 않고, 다른 친환경차 안전 기술로도 충분히 확장될 수 있는 기반을 갖추고 있습니다. 특히 CAN 리버스 엔지니어링으로 비공개 차량 데이터를 확보하는 방식은 전기차의 배터리 상태나 인버터 성능 진단 등에도 그대로 적용될 수 있어, 예지 보전 기술로 발전할 가능성이 큼니다. 또 실차 환경을 반영해 자동화한 시험 리그 기술은 고전압 커넥터나 전장 부품의 신뢰성 평가에도 활용될 수 있어 다양한 부품 평가 플랫폼으로 확장성이 높습니다. 나아가 이번 프로젝트에서 구축한 데이터 기반 위험 예측 로직은 배터리 열폭주 같은 다른 안전 문제까지 대응할 수 있어, 미래 스마트 모빌리티 안전 기술의 핵심 기반으로 발전할 수 있다고 생각합니다.

정밀도와 실환경 반영을 강화해 표준 플랫폼으로

현재 누출 감지 프로그램은 높은 정확도를 보이지만, 앞으로는 크로스오버 손실이나 퍼지밸브 배출처럼 아직 반영되지 않은 요소까지 모델에 포함해 정밀도를 더 높이고자 합니다. 또 실제 주행 환경에서 확보한 온·습도 조건을 그대로 리그 시험에 적용해, 실차와 가까운 평가 환경을 만들 계획입니다. 이를 위해 리그의 냉각 성능, 습도 제어, 자동화 수준도 함께 개선하려고 합니다. 궁극적으로는 이러한 고도화를 통해 산업계에서 표준으로 활용될 수 있는 수소센서 검증 플랫폼을 완성하는 것이 목표입니다.



정전기 제로를 향한 소재 표면 혁신

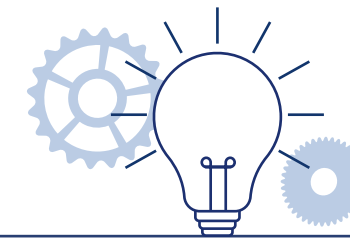
“이온 주입 기술로 소재 표면의 정전기 발생을 낮추고,
공정 안정성을 높이는 표면 제어 기술 개발”

본 프로젝트는 전자 소자의 성능 향상과 함께 커지고 있는 정전기 문제를, 이온 주입 기반 표면 처리 기술로 해결하는 것을 목표로 했다. 이를 위해 N (0.7 sccm), 50 kV, 1.5 mA 조건을 중심으로 다양한 주입 변수에 따른 표면 특성 변화를 분석하고, 기존 소재와 비교해 전위차 측정을 통해 제전 성능을 정량적으로 평가했다. 또한 표면 물성 및 물리화학적 변화를 함께 조사해, 이온 주입 조건이 제전 성능을 어떻게 향상시키는지 그 인과적 메커니즘까지 규명하고자 했다.

성균관대학교 나노과학기술원

(주)라드피온

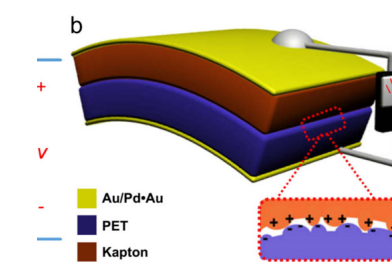
김호재, 서미정, 손영탁



국내·외 학술대회 발표 및 매출 10% 상승까지 이어지는 실질적 성과 달성

이온주입으로 만드는 제로-정전기 표면, 고분자부터 세라믹까지 확장

본 연구는 첨단 공정에서 반복적으로 발생하는 정전기 문제를 해결하기 위해, 플라스마 기반 이온주입 기술로 소재 표면의 전기적 특성을 조절하는 것을 목표로 수행되었다. PTFE와 AlO를 대상으로 주입 조건을 확립해 시편을 제작한 뒤, 접촉대전 실험에서 일정 주입량 이상일 때 전위차가 크게 감소하는 제전 효과를 확인했습니다. 또한 표면 분석 결과 이온주입에 따른 defluorination과 π -conjugation 네트워크 형성이 전하 소산 경로를 만드는 핵심 메커니즘임을 규명했습니다. 고주입량 시편은 10만 회 반복 접촉에서도 안정성을 유지했으며, 세라믹에서도 동일한 효과가 나타나 기술의 확장 가능성을 확인했습니다.



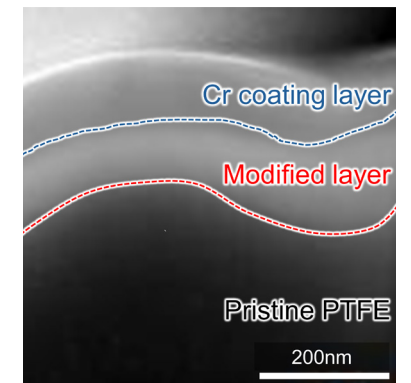
표면을 재구성해 전하를 흘려보내는 길을 만든다

이온주입은 고에너지 이온이 소재 표면의 화학 결합을 끊고 구조를 재조직해 전기적 성질을 바꾸는 공정이다. PTFE에서는 C-F 결합이 제거되며 π -conjugation 기반 전도 경로가 만들어져 전하가 빠르게 소산되는 효과가 나타난다. UPS 분석에서도 전자 이동 장벽이 낮아지는 방향으로 표면 에너지가 변했으며, 세라믹에서도 표면 활성 사이트 증가로 유사한 전하 소산 경로가 형성됨을 확인했다. 이처럼 이온주입은 고분자와 세라믹 모두를 ‘정전기 저감 표면’으로 전환하는 핵심 메커니즘을 가진 기술입니다.

이온주입으로 다양한 공정 소재에
반영구 제전 기능을 더하다

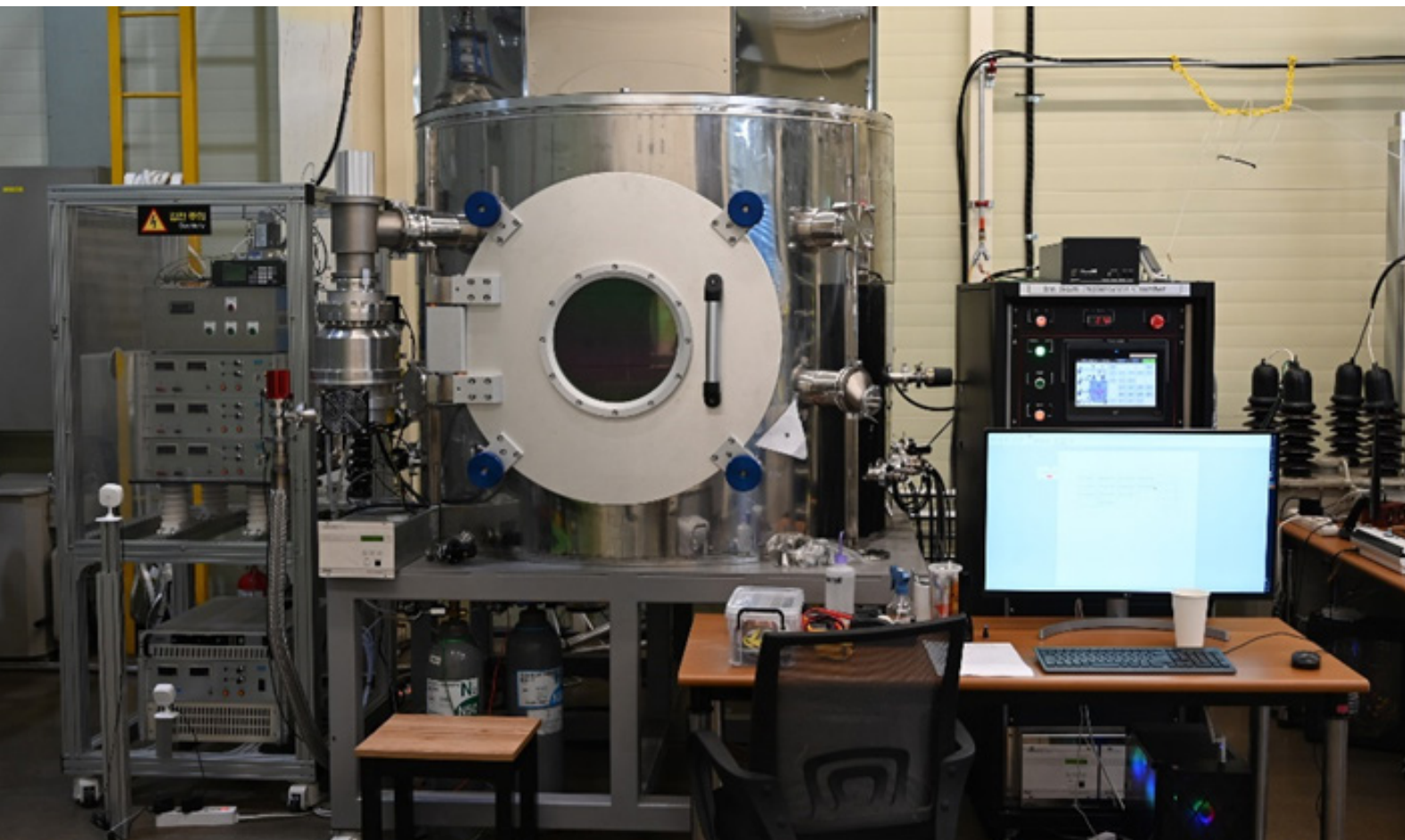
이온주입으로 만들어진 전도성 네트워크는 고분자뿐 아니라 세라믹 소재에도 동일하게 적용될 수 있어, 반도체·디스플레이 장비의 정전기 취약 부품에 반영구적인 제전 기능을 부여할 수 있습니다.

또한 코팅 대비 박리 문제가 없어 CMP 패드나 롤러처럼 마찰·오염이 많은 공정에서도 안정적으로 활용될 수 있어 산업 적용 범위가 넓습니다.



연구가 산업이 되는 순간을 배운 산학 프로젝트 경험

이번 산학 프로젝트를 통해, 연구실과 산업 현장은 전혀 다른 기준과 제약 속에서 움직인다는 것을 크게 배웠습니다. 실험실에서는 성능 수치가 중심이었다면, 산업에서는 대면적·대량 공정 적용성, 공정 변동성, 비용 구조까지 함께 고려해야 한다는 현실을 실감했습니다. 또한 기업 연구진·엔지니어들과의 협업 과정을 거치며, 기술 완성에는 소통과 조율 능력이 연구 역량만큼 중요하다는 사실을 깨달았습니다. 이번 경험은 연구가 산업으로 연결되는 흐름을 직접 체감한 값진 기회였습니다.

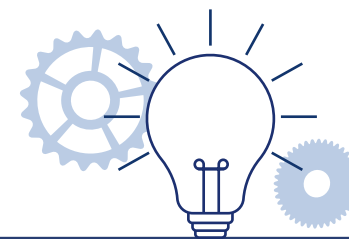


저에너지·저유전·고내열 섬유 복합필름, 6G 기판 혁신의 시작

**“저유전 PS와 고내열 아라미드 나노섬유를 결합해
6G용 친환경 고성능 전자기판 필름 개발”**

본 프로젝트는 기존 PI 필름의 한계(높은 유전율, 높은 비용, 고온 공정)를 개선하기 위해 저유전·저비용 Polystyrene(PS)에 고내열 아라미드 나노섬유(ANF)를 소량 첨가한 복합필름을 개발한 연구입니다. PS를 사용함으로써 원료 비용을 절감하고, 70~130℃의 저온 공정을 적용해 에너지 사용과 탄소 배출을 줄이는 친환경 제조 공정을 구현했습니다. Solvent casting과 bar-coating 공정으로 필름을 제작·평가한 결과, 열 안정성(T%)이 300℃에서 최대 393℃까지 향상되었으며, 고주파 영역에서 낮은 유전율($\epsilon_r \approx 1.45$)과 손실계수($\tan \delta \approx 0.003$)를 확보했습니다. 이를 통해 본 연구는 6G 전자기판을 포함한 고주파 전자소자는 물론, 플렉서블·웨어러블 전자기기용 친환경 절연필름 등 다양한 고부가가치 전자소재로의 활용 가능성을 제시합니다.

한양대학교
롯데케미칼
문예원, 방혜정, 김유진



**친환경 전자기판 필름 연구 성과를
SCI급 논문·특허로 검증하고
도레이첨단소재(주) 취업까지 연계**

PS와 ANF를 결합해 열.전기 성능을 동시에 높인 친환경 복합필름

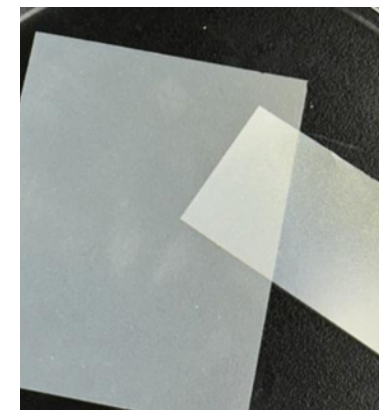
저희는 저유전 PS에 소량의 아라미드 나노섬유를 더해, 열적 안정성과 고주파 전기 성능을 동시에 높은 친환경 복합필름을 개발했습니다. 그 결과 내열성은 393°C까지 향상되고, 유전율과 손실계수도 저주파·고주파 모두에서 우수한 특성을 보였습니다. 또한 70~130°C의 저온 공정만으로 제도가 가능해 에너지 절감 효과가 크고, PS와 ANF의 장점을 조합한 기술적 차별성이 확인되었습니다.

실험실을 넘어 산업 공정의 눈을 배우다

기업 연구진과의 협업은 연구 방향을 산업 현실에 맞추는 데 큰 도움을 주며, 성능뿐 아니라 원가·공정 온도·생산성까지 고려하는 산업적 시각을 배우는 계기가 되었습니다.

또한 PS 종합 과정에서 개시제 농도, 반응열 제어, 종합 수율 등 실제 양산 공정의 기준을 배우며 실험실 종합과 산업 공정의 차이를 깊이 이해할 수 있었습니다.

특히 분자량 분포가 필름 특성에 미치는 영향을 고려해 조건을 재조정하는 경험은 산업형 소재 개발에 대한 감각을 확실히 키워준 의미 있는 경험이었습니다.

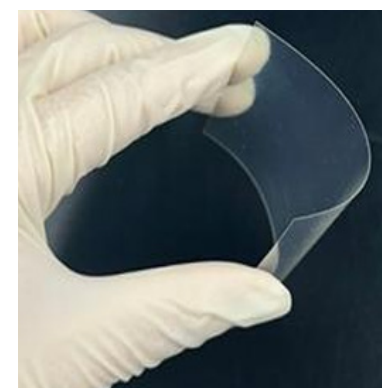


범용 소재에서 고부가 전자소재로의 도약

PS는 원가가 낮고 대량 생산이 가능하며 공정이 단순해 산업적으로 매력적인 소재이지만, 내열성 한계 때문에 고부가 전자소재로 쓰이기에는 제한이 있습니다.

이번 연구에서는 ANF를 소량 복합해 이런 약점을 보완함으로써 PS가 고성능 전자소재로 활용될 수 있는 가능성을 확인할 수 있었습니다.

덕분에 기업 입장에서는 비용과 공정 효율뿐 아니라 친환경성과 시장성까지 함께 확보할 수 있는 소재적 가치를 기대할 수 있습니다.



6G를 넘어 다양한 전자소재로 확장되는 PS/ANF 필름

저희가 개발한 PS/ANF 복합필름은 저유전성과 고내열성을 동시에 갖추고 있어 6G 전자기판뿐 아니라 플렉서블·웨어러블 기기용 절연필름처럼 유연성과 안정성이 요구되는 분야에도 적용될 수 있습니다. 또한 기존 PI 대비 저탄소·저에너지 공정이 가능해 친환경 산업용 필름로의 확장 가능성도 큼니다. 즉, 전자기판을 넘어 다양한 차세대 전자소재 시장으로 진입할 수 있는 잠재력을 가진 소재라고 생각합니다.

2025 학 프로젝트 챌린지

질문은 산업에
해답은 나에게



산업통상부

kiat 한국산업기술평가관리청