

Smart System and Control Lab.

국립금오공과대학교 기계시스템공학부

손 정 우

연구실 소개

- Lab Mission

Cultivating **Professional** Engineer of **Warm** and Enterprising

- Lab Vision

Leading the **Future** Society through **Creative** and **Innovative** Research !

- 연구 키워드

Human-Machine Interaction Robotics
Smart AI
Dynamics Automatic Control
Mobility PHM

연구책임자



경력

- 2008.02: 인하대학교 기계공학과 박사
- 2010.01~2012.08: 선임연구원, LG전자 CTO
- 2012.09~현재: 금오공과대학교 교수
- 2024.03~현재: 스마트모빌리티전공 책임교수

학회 활동

- 한국정밀공학회
- 한국소음진동공학회
- 한국PHM학회
- 한국기계가공학회
- 대한기계학회 동역학제어로봇부문
- 대한기계학회 CAE부문

연구 성과

- SCIE급 국제 논문: 47편
- KCI급 국내 논문: 35편
- 국내외 학술대회 발표: 190편
- 특허 등록 6건

연구 분야

- 스마트 재료 시스템
- 강화학습 기반 로봇 제어
- 동작인식 기반 로봇 제어
- 사람-로봇 상호작용
- 시스템 건전성 관리 및 예측
- 자율주행 모바일 로봇
- 모빌리티 구동 및 제어

연구실 소개

● 연구원 현황

1. 대학원 박사과정: 3명
2. 대학원 석사과정: 3명
3. 학부 연구생: 12명 (4학년 7명, 3학년 4명, 2학년 1명)

● 졸업생 현황

1. 대학원 석사: 10명
 - 삼성전자, 대동, 오스텍, DN솔루션즈, LS e-Mobility
 - 박사과정 진학, ETRI
2. 학부 연구생: 22명
 - 광주과학기술원, 울산과학기술원 박사과정
 - 삼성전자, 삼성 SDI, ASML 등
 - 현대자동차, GM, 평화발레오, 한국자동차연구원 등

연구실 프로젝트

● 정부 지원 과제

1. 한국연구재단 중견연구자 과제

- 비정형 작업 적용을 위한 강화학습 기반 로봇의 물체 조작 기술

2. 정보통신기획평가원 디지털포용 사업

- 생활 자립을 위한 고령자 활동 동작 증강 기술 개발

3. 정보통신기획평가원 Grand ICT센터 사업 참여

- 민군 ICT 지능형 융합, 시스템 신뢰성/안전성 ICT 융합

4. 한국연구재단 4단계 BK21 사업 참여

- 국방 항공 소재/부품/장비 지역인재 양성 사업단

5. 스마트팩토리 글로벌인재양성 사업 참여

- 미국 Georgia Institute of Technology 등 6개월 해외 연수

주요 연구 분야

- Smart AI 기반 사람-로봇 상호작용

1. 강화학습 기반 로봇 제어
2. 직관적인 동작인식 기반 로봇 제어
3. 실감 구현 햅틱 시스템 설계 및 제어
4. 외골격 로봇 및 웨어러블 슈트

- Smart AI 기반 스마트 팩토리

1. AI 기반 구조물 결함 탐지
2. AI 기반 제품 결함 탐지
3. AI 기반 기계 고장 진단 및 수명 예측



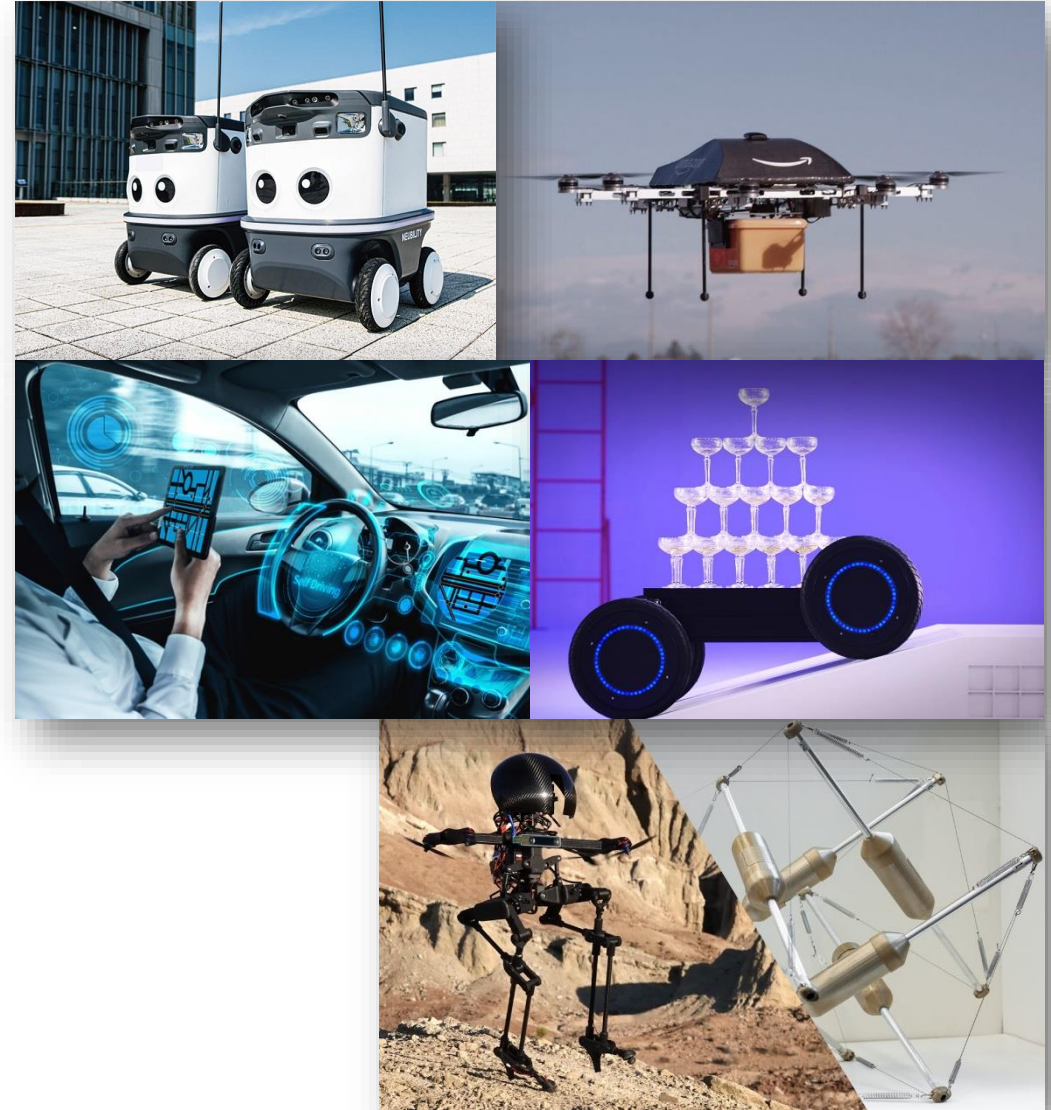
주요 연구 분야

- Smart AI 기반 모빌리티

1. 자율주행 자동차/로봇/드론
2. In-Wheel Motor 시스템 제어
3. 자동차 서스펜션 설계 및 제어
4. 차세대 이동 메커니즘

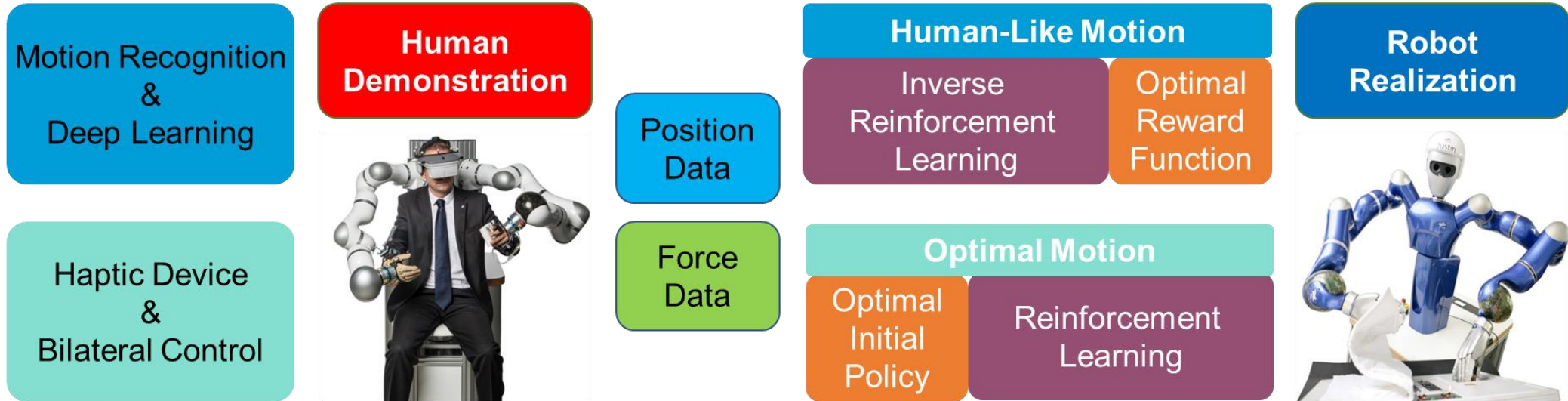
- Smart 재료 시스템

1. MR 유체를 이용한 제어 시스템
2. 형상기억합금을 이용한 제어 시스템
3. 기계발광 재료를 이용한 비접촉 센서

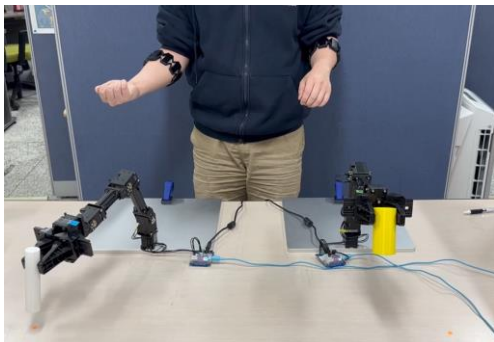


Smart AI 기반 로봇 제어

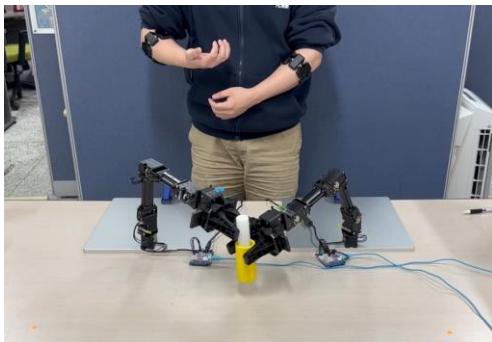
강화학습/역강화학습 기반 로봇 제어



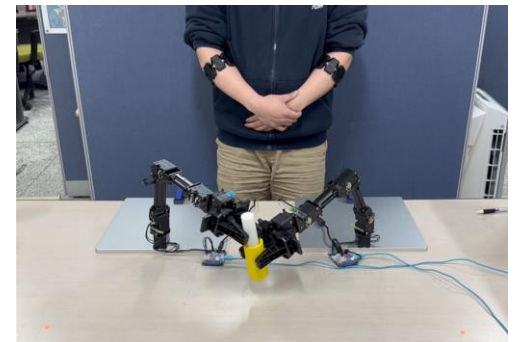
동작인식 기반 로봇 동작 제어 및 반복 작업



Motion Recognition & Following

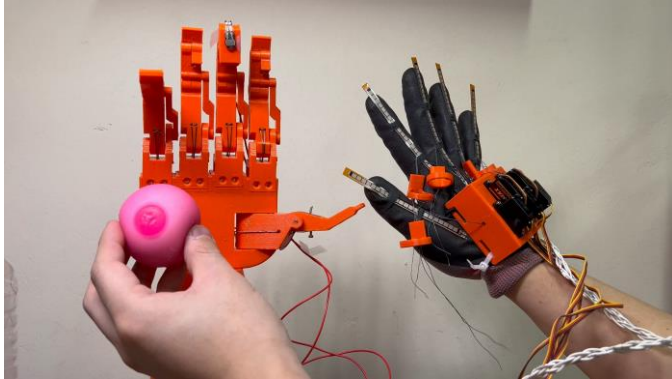


Behavior Cloning & Repetition

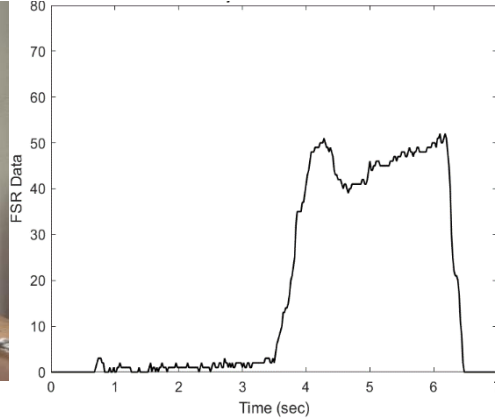


Smart AI 기반 로봇 제어

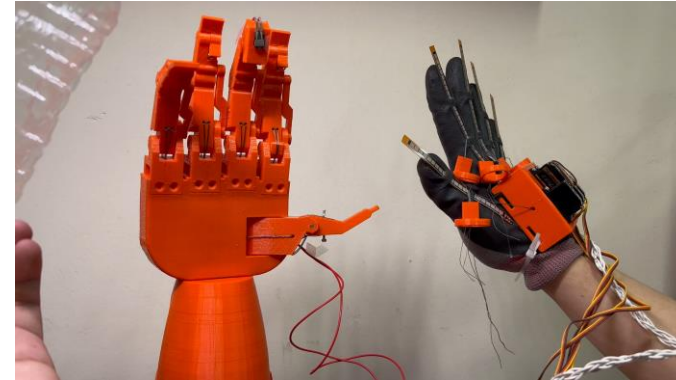
● 햅틱 시스템 설계 및 제어



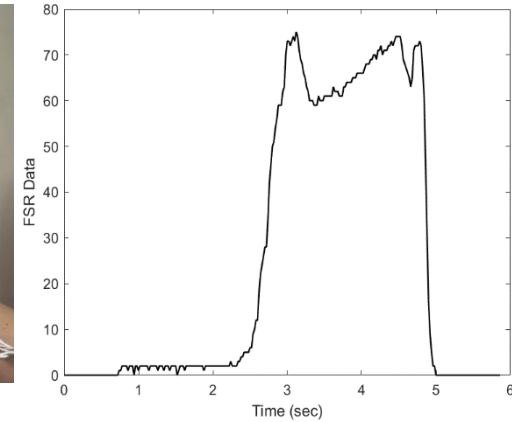
Haptic Off



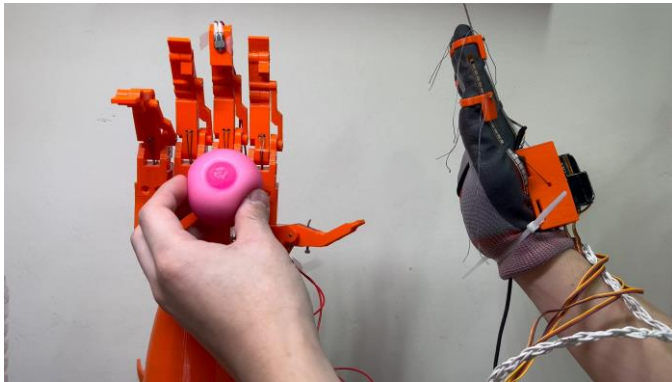
Finger Tip Pressure



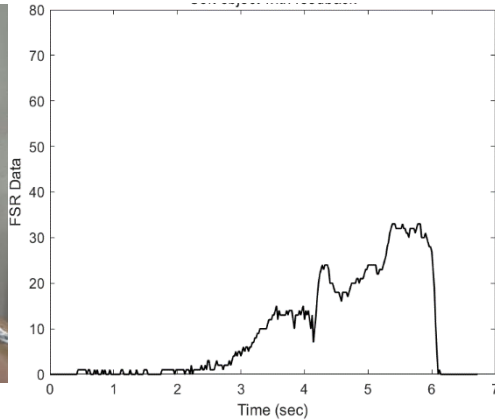
Haptic Off



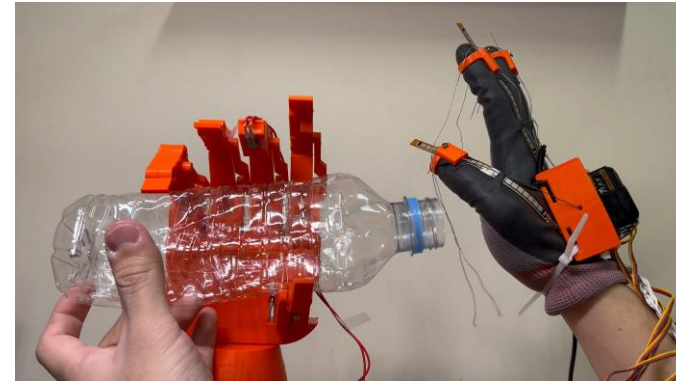
Finger Tip Pressure



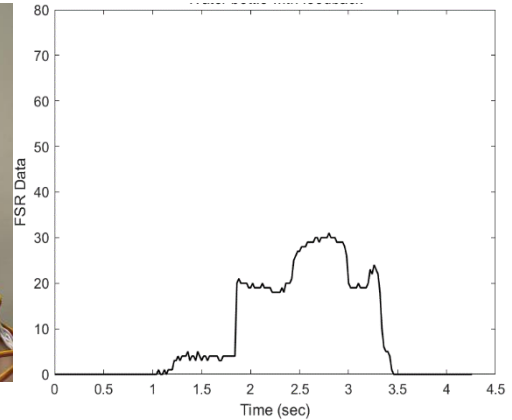
Haptic On



Finger Tip Pressure



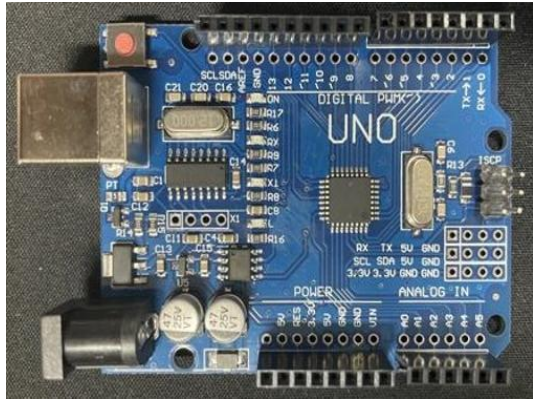
Haptic On



Finger Tip Pressure

Smart AI 기반 고장 진단 / 결함 탐지

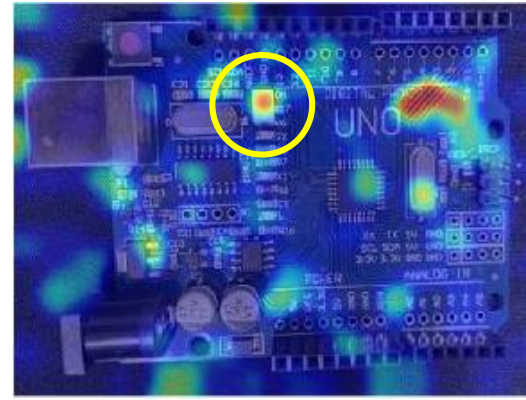
● 이미지 기반 제품 결함 탐지 (Grad-CAM)



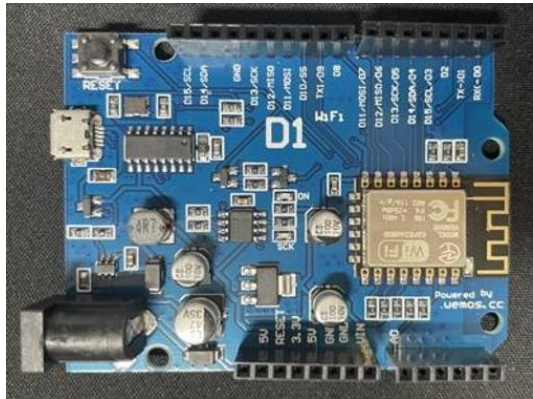
정상 UNO



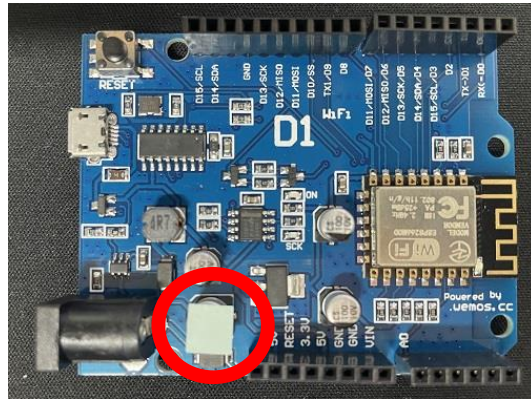
결함 UNO



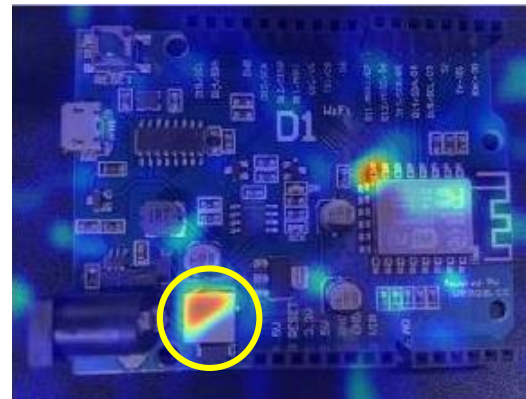
결함 부위 탐지



정상 D1



결함 D1



결함 부위 탐지

Confusion Matrix

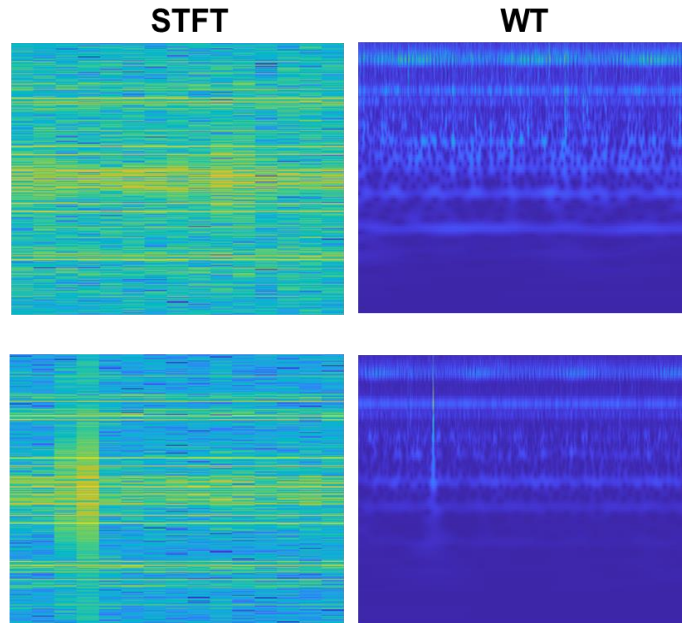
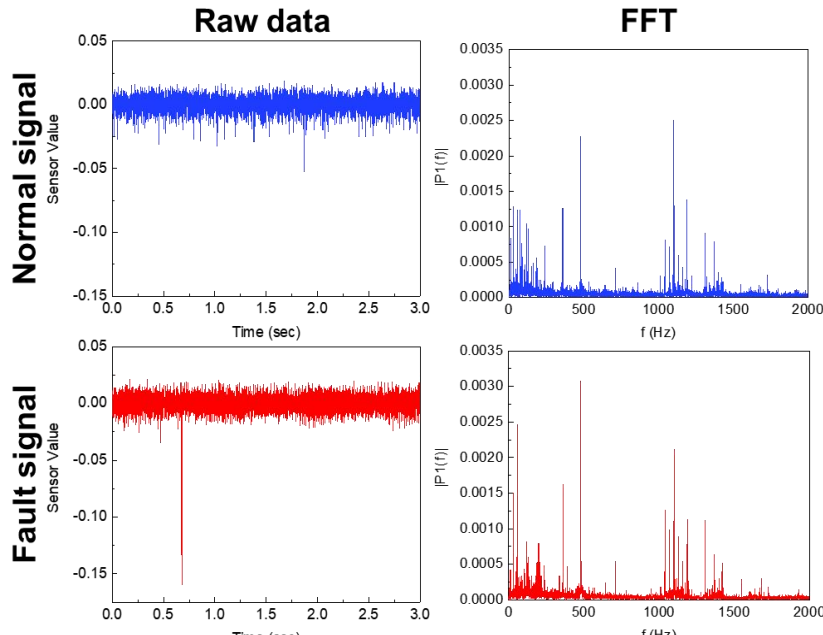
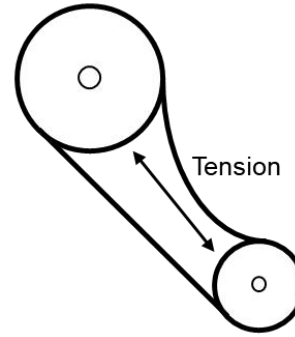
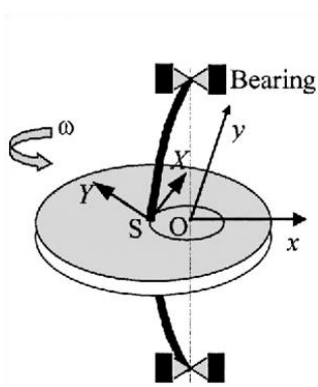
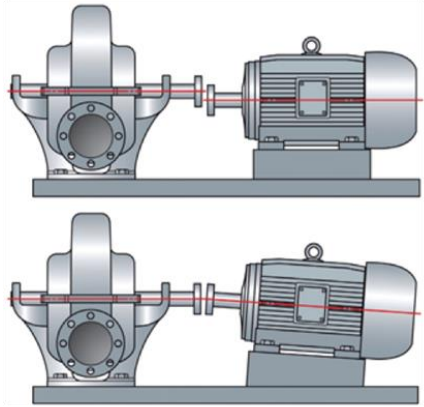
Output Class						
	D1 Defective	D1 Normal	UNO Defective	UNO Normal		
	15 25.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%	
	0 0.0%	15 25.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%	
	0 0.0%	0 0.0%	12 20.0%	0 0.0%	100% 0.0%	
	0 0.0%	0 0.0%	3 5.0%	15 25.0%	83.3% 16.7%	
					100% 0.0%	95.0% 5.0%
					100% 0.0%	80.0% 20.0%
					100% 0.0%	100% 0.0%
					D1 Defective	D1 Normal
					UNO Defective	UNO Normal
					Target Class	

제품 및 결함 분류

Smart AI 기반 고장 진단 / 결함 탐지

● 딥러닝 기반 전동기 고장 진단 (심층 심경망 및 전이학습)

E1 : Shaft Misalignment E2 : Rotor Imbalance E3 : Bearing Fault E4 : Belt Looseness



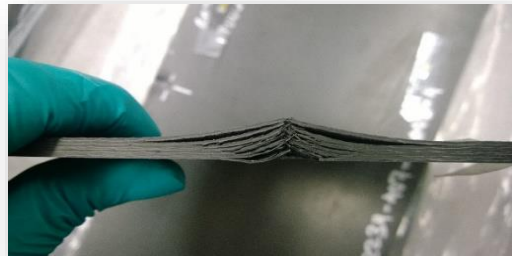
		Training Data	
		STFT	Wavelet
Classifier	Network	Accuracy	Accuracy
Transfer Learning	CNN	88.81%	88.10%
	GoogLeNet	83.56%	91.65%
	AlexNet	87.65%	88.00%
	SqueezeNet	82.40%	89.25%
	ResNet-18	85.42%	85.57%
	ShuffleNet	77.76%	87.33%
Average Accuracy		83.36%	88.36%

Smart AI 기반 고장 진단 / 결함 탐지

● 딥러닝 기반 복합재 구조물 결함(층간분리) 탐지

Anomaly Detection

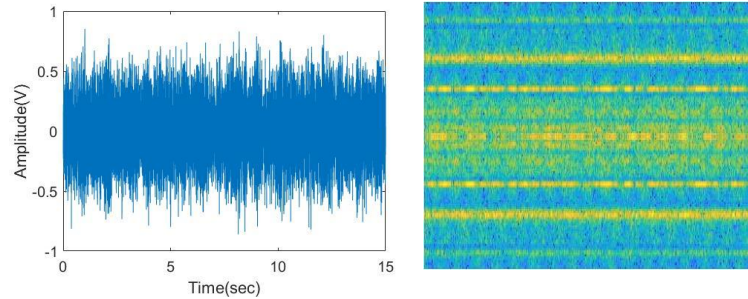
Warning, Alarm



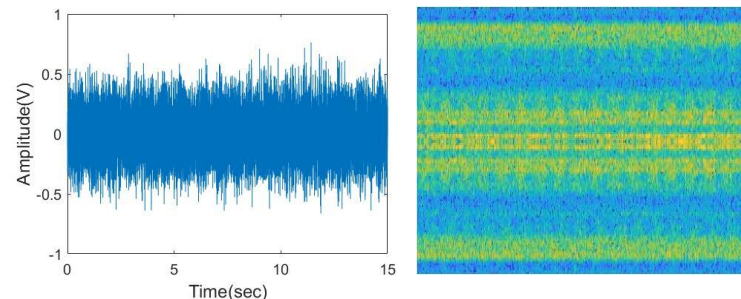
Delamination of
Composite Plate

Diagnosis

Component 1, Function 2



Healthy



Damaged

Prognosis

Remaining Useful Life

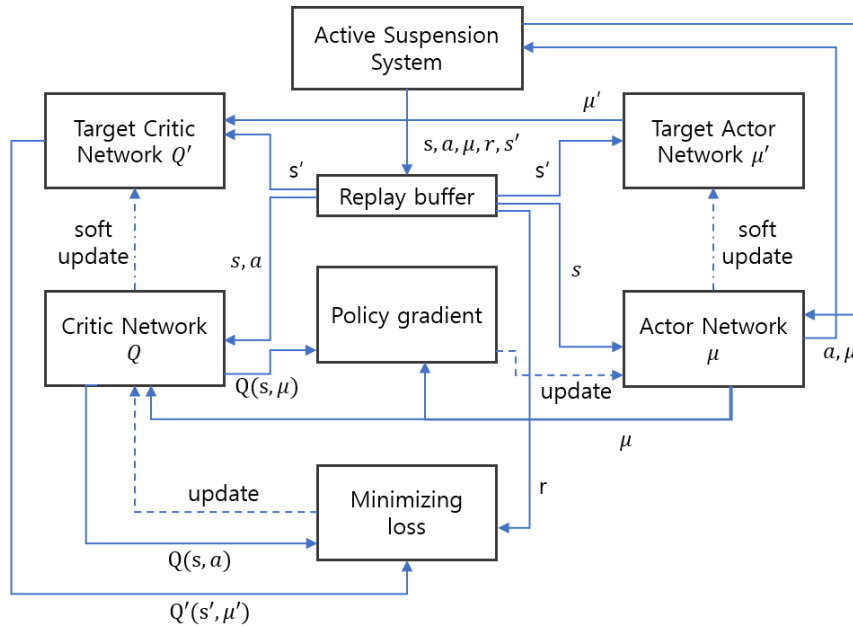
Confusion Matrix

Output Class	42 28.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	8 5.3%	50 33.3%	0 0.0%	86.2% 13.8%
	0 0.0%	0 0.0%	50 33.3%	100% 0.0%
	84.0% 16.0%	100% 0.0%	100% 0.0%	94.7% 5.3%

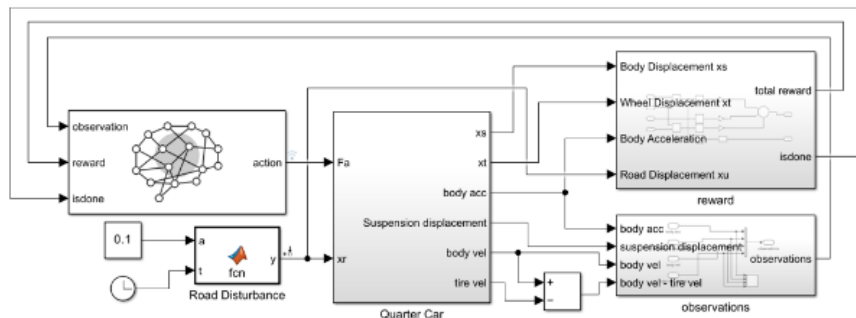
Target Class

Smart AI 기반 모빌리티

강화학습(DDPG) 기반 1/4 차량 진동 제어



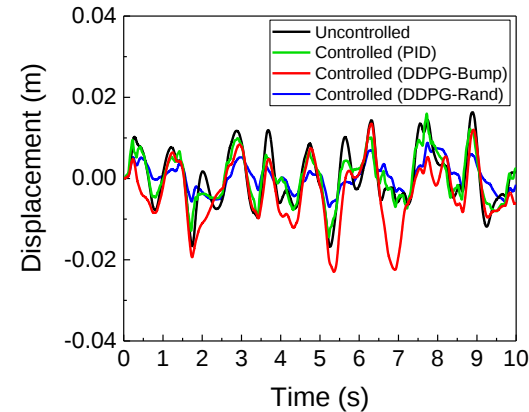
DDPG Architecture



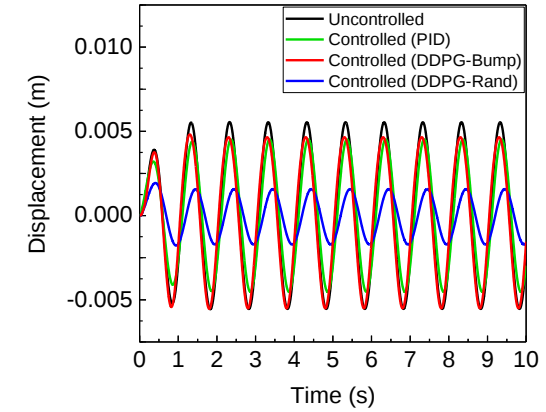
SIMULINK Model

DDPG-Rand: training with random road profile (Best Performance)

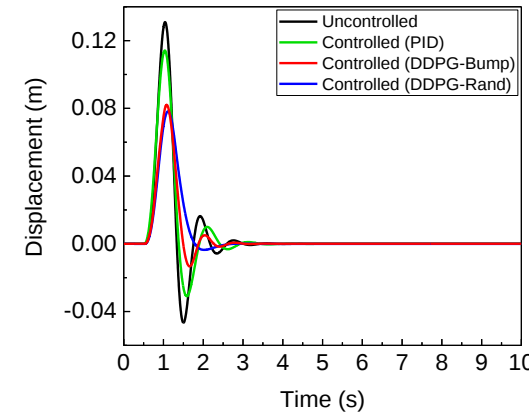
DDPG-Bump: training with bump road profile



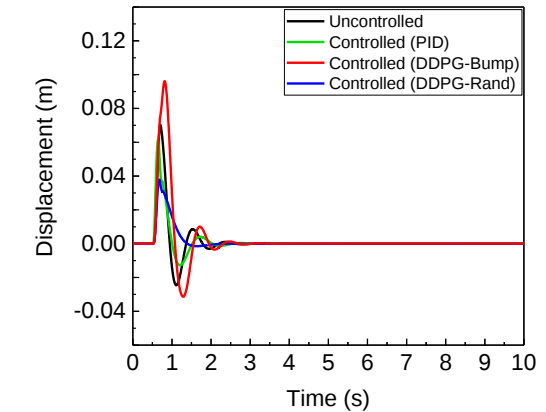
Random Road



Sine Wave Road



Bump Road (15km/h)



Bump Road (60km/h)

Smart AI 기반 모빌리티

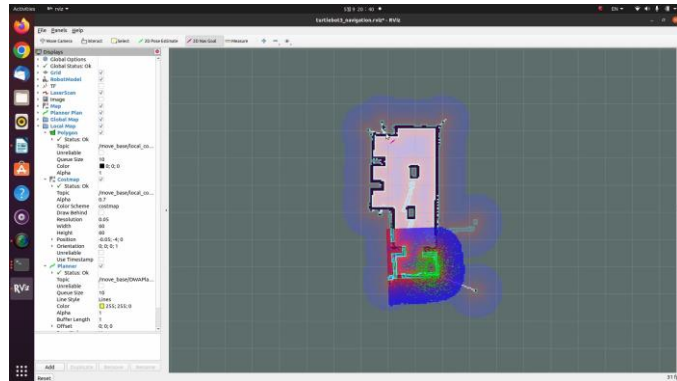
LiDar 기반 자율주행



SLAM 지도 작성



자율주행

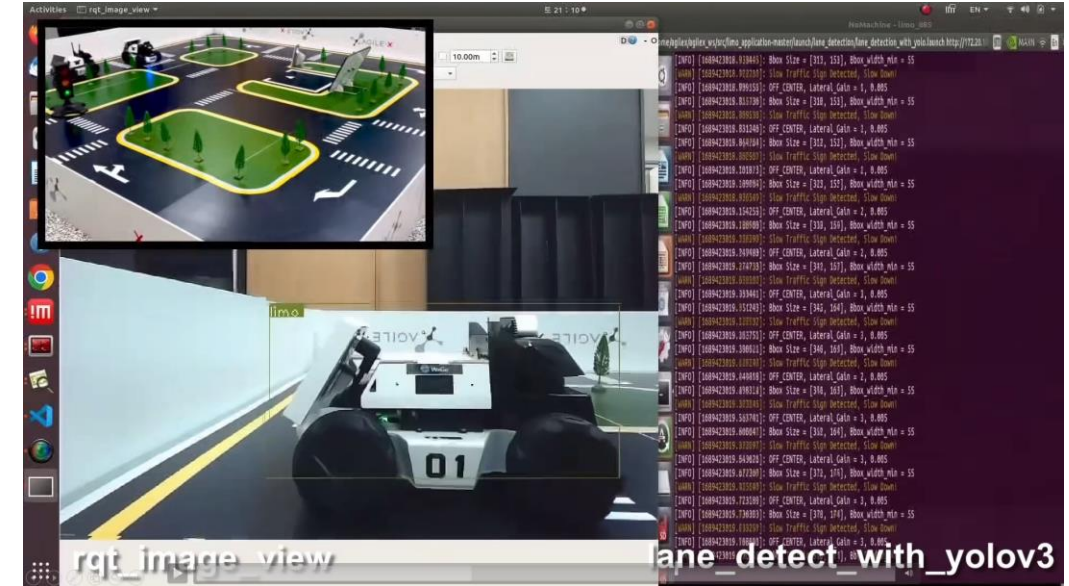


네비게이션



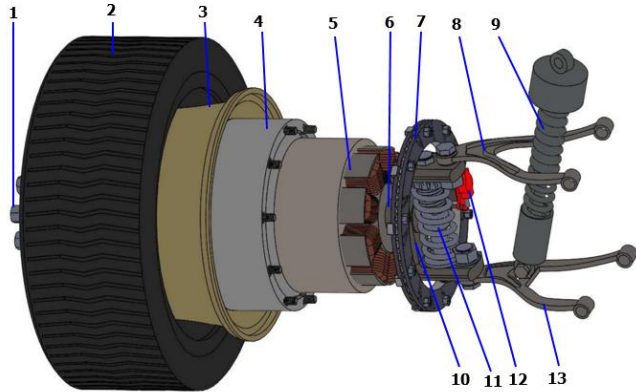
장애물 회피 및 경로 수정

카메라 기반 자율 주행

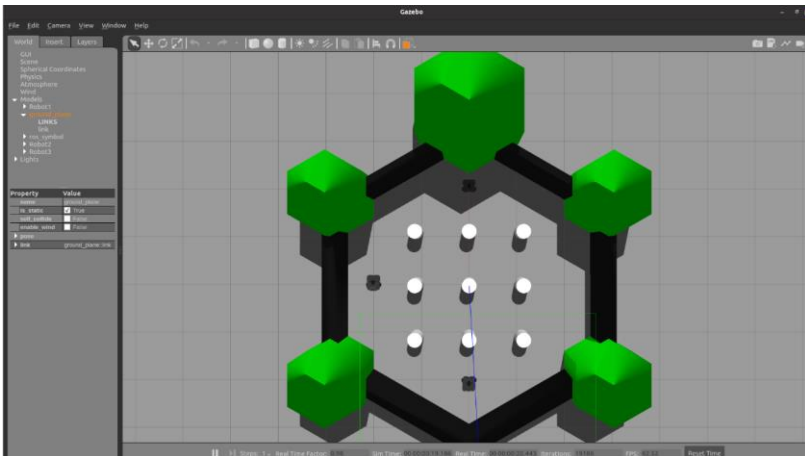


Smart AI 기반 모빌리티

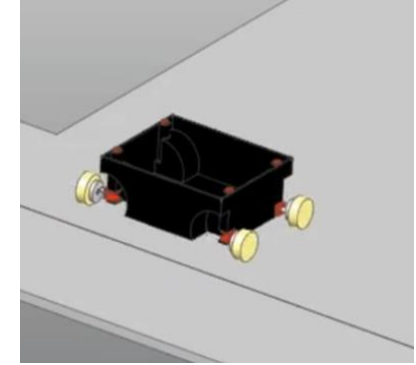
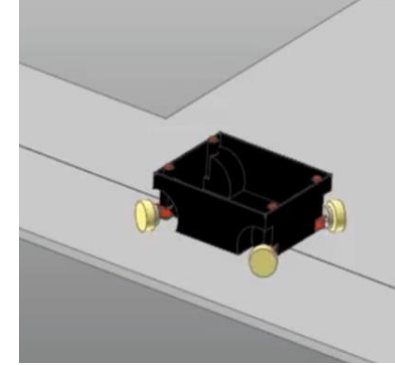
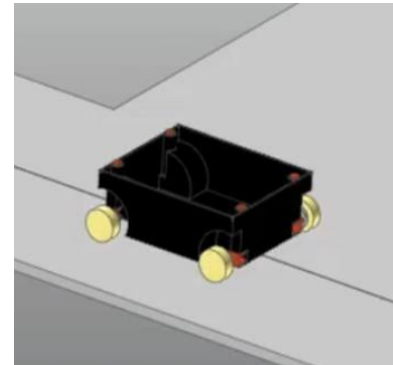
● In-Wheel-Motor Suspension System



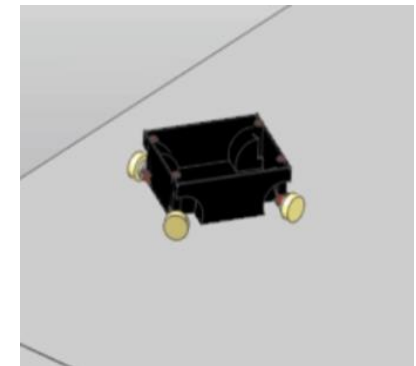
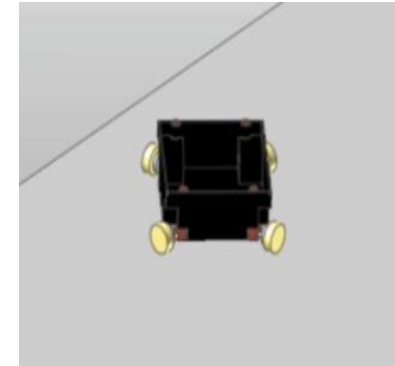
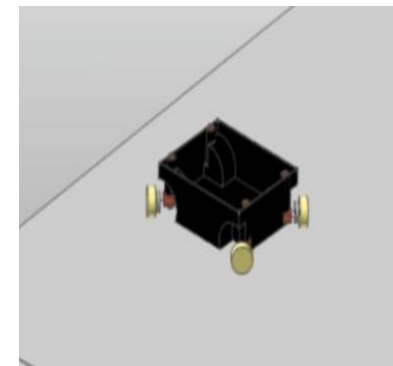
● ROS 기반 다중 로봇 군집 제어



● New Driving Mechanism



Crab Driving



Zero Turn

Thank you for your attention !

금오공과대학교 기계시스템공학부
교수 손 정 우

jwsohn@kumoh.ac.kr

<https://kit.kumoh.ac.kr/~SSC/>

054-478-7378