

전남대학교 건축학부 대학원 · Open Lab

건설IT 연구실

지도교수: 양강혁

2026. 09. 04.

전남대학교 건축토목공학과

건설 IT 연구실 석사과정

258002 정민혁



CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY

목차

01 연구실 소개

02 연구배경

03 연구분야 1 · Physical Human-Robot Collaboration

04 연구분야 2 · 웨어러블 센서 기반 수신호 인식

05 연구분야 3 · AI 기반 건설현장 안전관리

연구실 소개

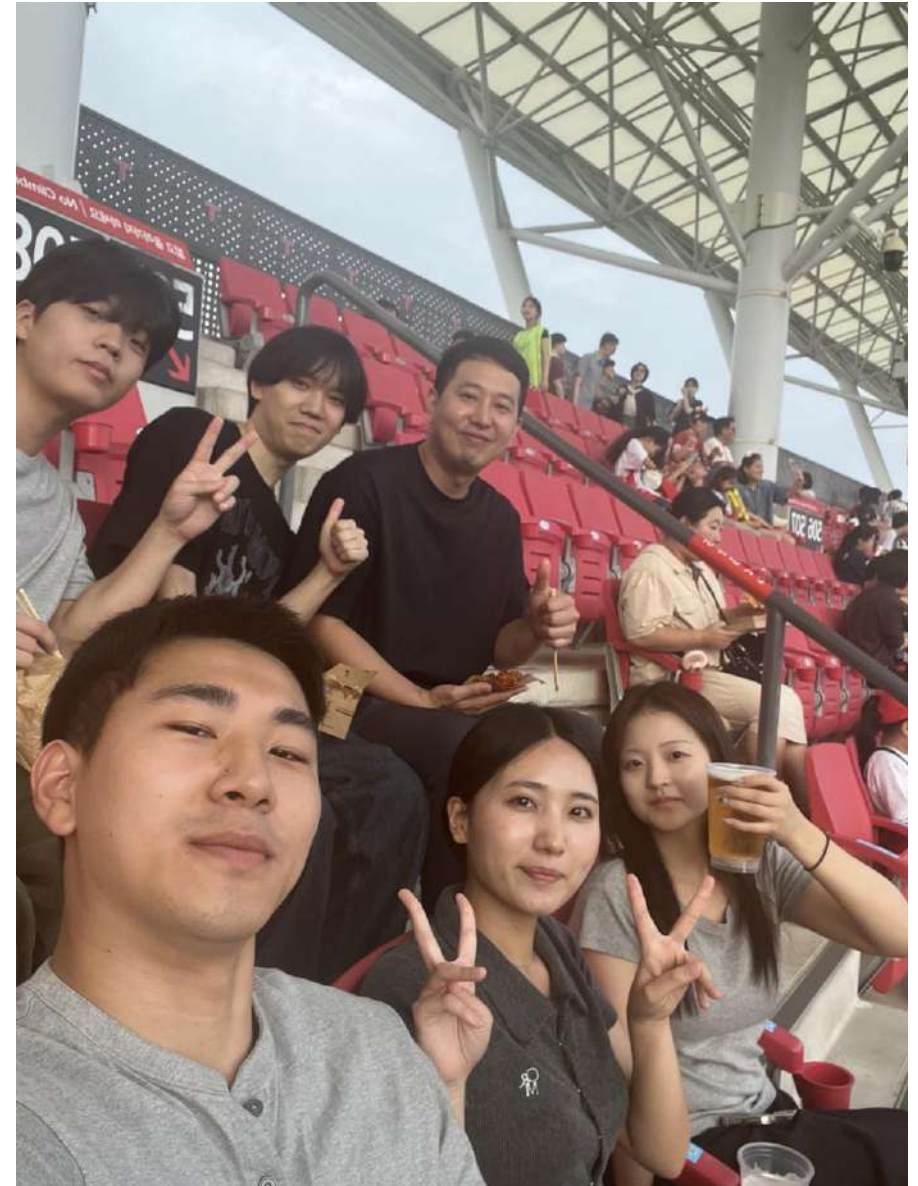
☑ 연구실 구성원

지도교수 : 양강혁(전남대 건축학부 부교수)

대학원생 : 김현경 석박사과정, 송보민 박사과정,
조우위 박사과정, 정민혁 석사과정

학부생 : 장지성, 양경원, 심규리, 김지민

Alumni : 김태은(퍼듀 대학 박사과정),
황영서(자산관리공사), 박근형(농어촌공사)



연구실 소개

☑ 연구실 구성원



건설IT연구실 소개

☑ 연구실 비전

건설현장의 **안전성과 생산성**을 높이기 위해 웨어러블 센서, 인공지능, 로봇 공학을 활용한 **인간중심 건설자동화**(Human-Centered Construction Automation) 기술 연구

☑ 핵심 연구 키워드

Human-Robot Interaction

인간-로봇 협업 및 상호작용 인식

Wearable Sensing & AI

EMG 등 웨어러블 센서 기반 AI 모델

Construction Safety & Automation

건설현장 안전관리 및 자동화 기술



연구배경

☑ 건설현장의 현실

건설생산은 기계장치 활용이 적고 **근로자의 노동력에 대한 의존도**가 매우 높음 (Mani et al. 2017)

복잡하고 정밀한 작업은 자동화가 어려워 여전히 **근로자 참여가 필수적**임 (Liu et al. 2021)

이로 인해 건설 근로자는 높은 신체 부하와 **잦은 부상**을 겪고 있음 (Lee et al. 2015)



노동집약적 건설현장 작업환경

☑ 해결 방향 : 인간-로봇 협업 및 AI 활용

인간과 상호작용이 가능한 로봇은 **안전성·생산성을 동시에 보장**하며, 고위험·단순 반복 작업을 효율적으로 수행할 수 있음 (Yu et al. 2023)

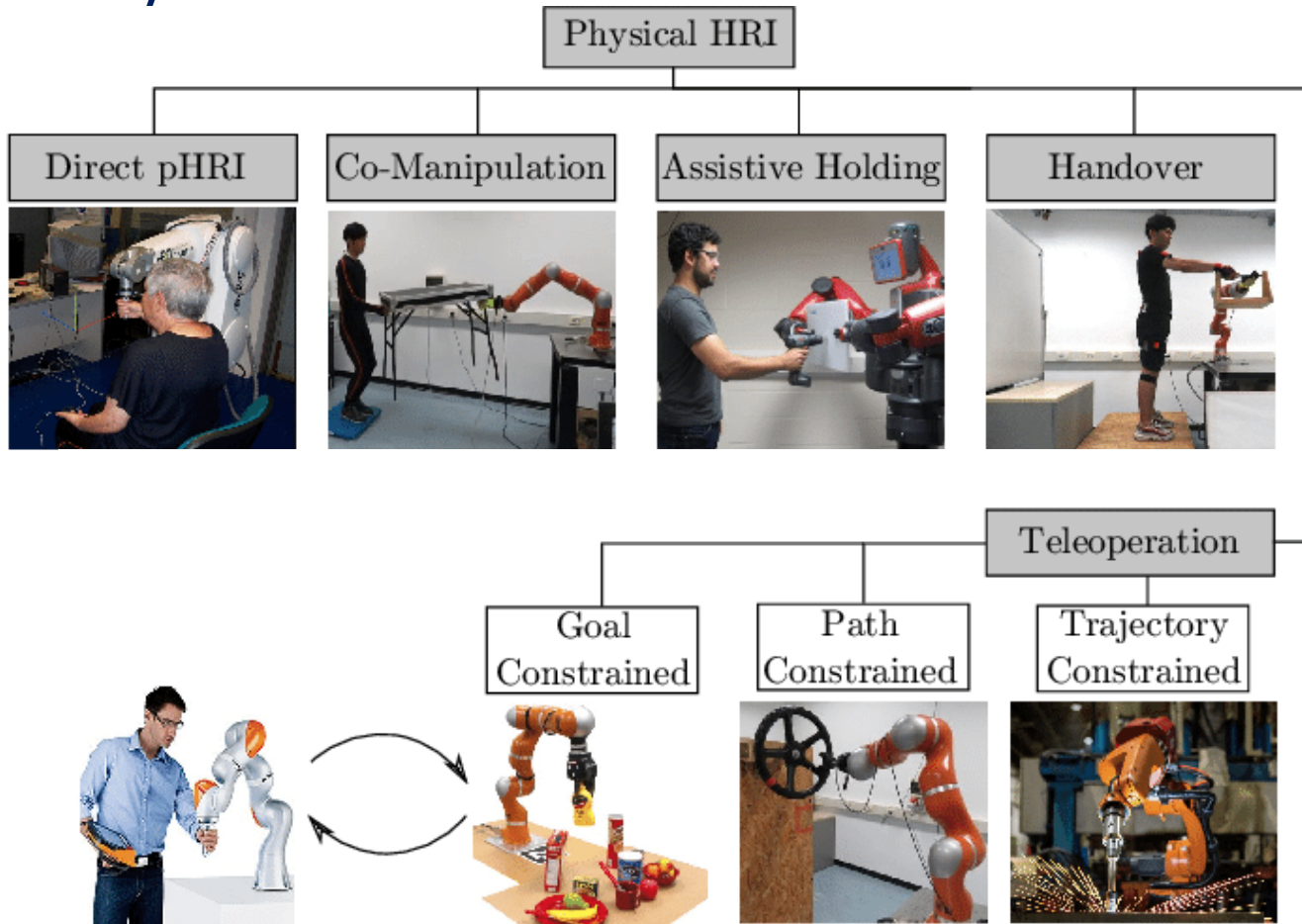


협동로봇(Cobot) 기반 작업 예시

1. Physical Human-Robot Collaboration

연구분야 1 · Physical Human-Robot Collaboration

☑ Physical HRC



☑ Physical HRC 정의

- 작업 공간 공유를 넘어서 인간-로봇 간 **물리적 힘(force)까지 교환**하는 협업 단계 의미
- 인간이 직접 로봇을 밀거나 **당기며 경로 조정/의도 전달** 할수 있는 방식
- 기술적 필요사항
 - ✓ 출동 감지, 관절 토크 제한, 고도의 안전성 요구, 순응 움직임 → **안전성**
 - ✓ 인간과 물리적 접촉에서 유연하게 물러나기 위한 스프링, 댐퍼 활용 → **임피던스 제어**
 - ✓ 인간이 가하는 힘을 기반으로 위치/속도 조정이 가능 → **어드미턴스 제어**
 - ✓ 인간과 충돌 시 충격을 줄이는 유연한 구조 활용 → **소프트 로봇 재료**

연구분야 1 · Physical Human-Robot Collaboration

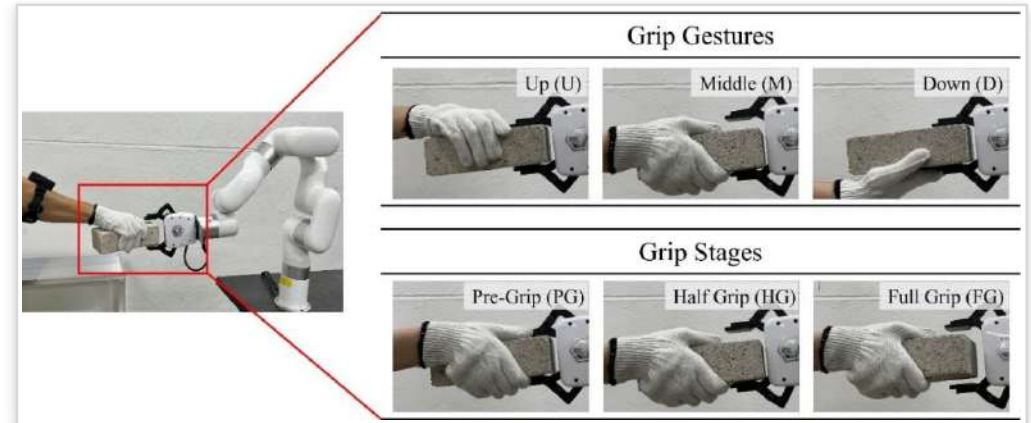
☑ 로봇-인간 핸드오버(Handover) 인식 기술

EMG(근전도) 암밴드로 근로자의 그립 자세(Up/Middle/Down) 및 그립 강도(Pre/Half/Full-Grasp)를 인식

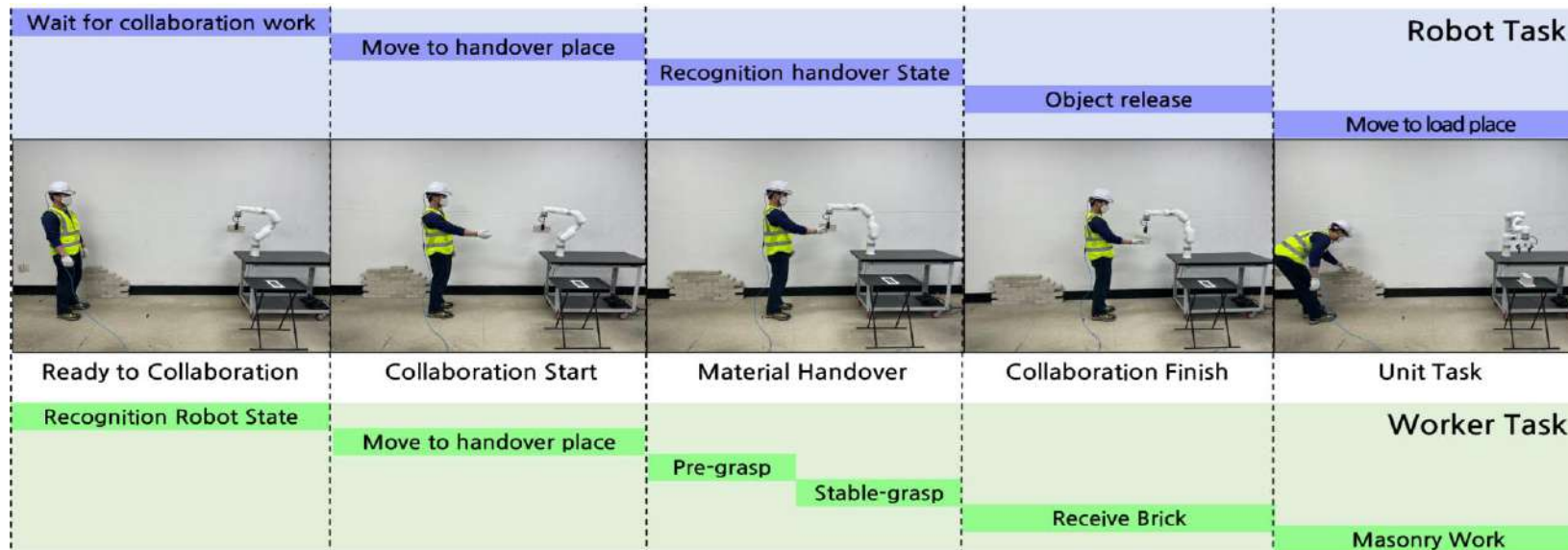
Egocentric Vision(1인칭 시점 영상)기반으로 조적작업 협업 단계(준비-시작-핸드오버-종료)를 인식

10명을 대상으로 데이터를 수집 후 실험 수행

9명의 데이터를 모델에 학습, 1명을 통해 실질적 평가 수행



EMG 암밴드 기반 핸드오버 그립 자세·단계 분류



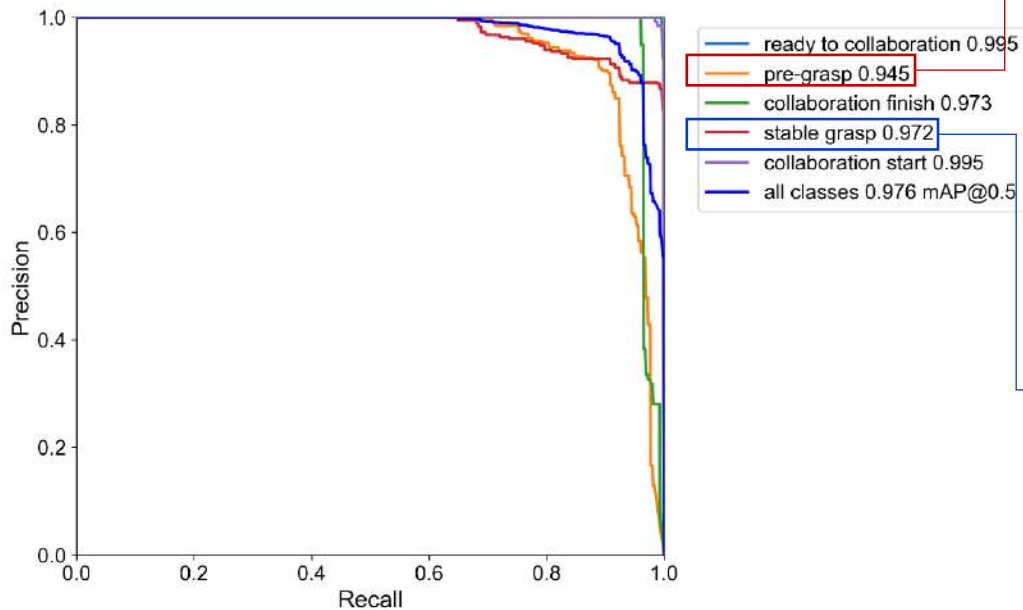
Egocentric Vision 기반 조적작업 Human-Robot Collaboration 실증

연구분야 1 · Physical Human-Robot Collaboration

☑ 인간-로봇 협력 상황 인식 성능

Leave-One-Subject-Out Cross Validation 결과

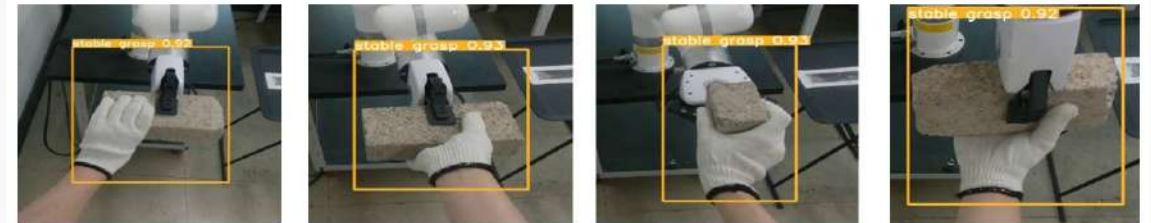
- Precision: 94.3%, Recall 95.0%, **mAP-50 96.8%**
- NIOSH Lifting Equation의 **Lifting Index** 값이 **28.8% 감소**



(a) Correctly classified examples: HO-PG



(b) Misclassified examples: HO-PG



(a) Correctly classified examples: HO-SG



(b) Misclassified examples: HO-SG

2. 웨어러블 센서 기반 수신호 인식

연구분야 2 · 웨어러블 센서 기반 수신호 인식

☑ 연구배경

복잡하고 소음이 큰 건설현장에서

수신호는 중장비 운전자와 신호수간 의사소통을 위한 표준 수단



연간 크레인 관련
사망 사고

60 건



운전자와
신호수간 오류

34 %



“ 중장비를 활용한 건설작업시 수신호를 정확히 전달할 수 있는 보조적인 수단이 필요 ”

연구분야 2 · 웨어러블 센서 기반 수신호 인식

☑ 제스처 인식을 통한 수신호 인식

EMG + IMU 신호 융합을 통한 건설현장 크레인 수신호 인식 모델 개발

Electro Myo Graphy

(Electric) (Muscle) (Graph)

유사한 제스처에서도
근육 활성 패턴에 따른 수신호 분류 가능



제스처

Inertial Measurement Unit

1) 가속도계, 2) 각속도계, 3) 자력계

손 팔의 위치, 방향, 기울기 등
움직임 파악 가능

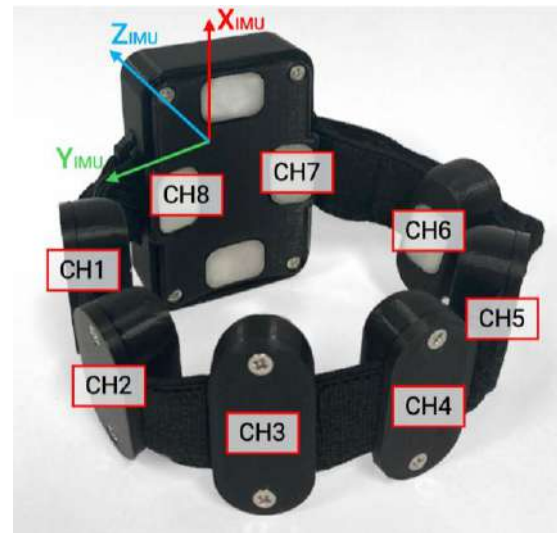
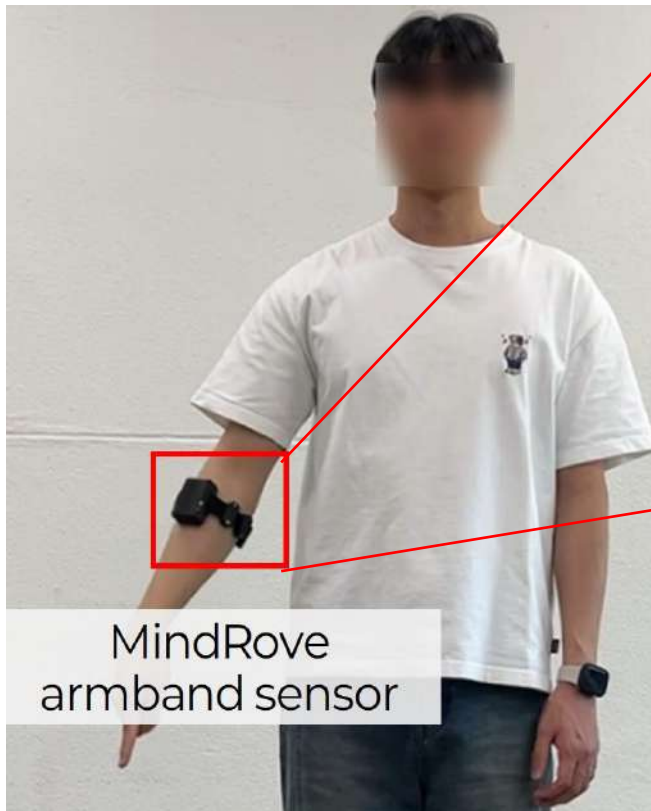


동작

연구분야 2 · 웨어러블 센서 기반 수신호 인식

☑ 제스처 인식을 통한 수신호 인식

MindRove Armband Sensor → EMG, IMU 신호 데이터 수집



8개의 채널을 통해 EMG 및 IMU(가속도계, 각속도계) 신호 수집

18가지 수신호 중 실험 환경에서 측정 가능한 16가지 수신호를 대상

12명의 실험 참가자가 각 수신호를 20초 동안 2회 수행

크레인 수신호 인식 Four-branch CNN 모델 개발

[모델 성능 평가]

1. 80:20 데이터 분할
2. Leave-One-Subject-Out Cross-Validation (LOSOCV)
3. Sequence Test

연구분야 2 · 웨어러블 센서 기반 수신호 인식

☑ 수신호 인식 모델 성능 평가

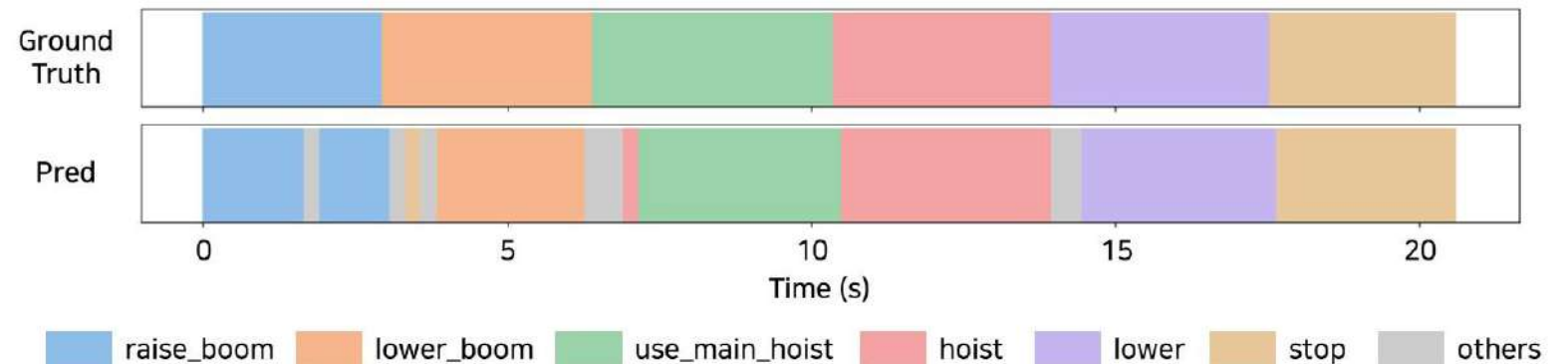
Sequence Test

raise boom → lower boom → use main hoist → hoist → lower → stop



Accuracy

0.863



3. AI 기반 건설 현장 안전관리

연구분야 3 · AI 기반 건설현장 안전관리

☑ 연구배경

안전사고 다수발생

- 건설업의 높은 재해율과 사망률
- 안전관리 고도화 필수적



건설현장 사망사고 현황(국토교통부, 2023)

인력관리 한계

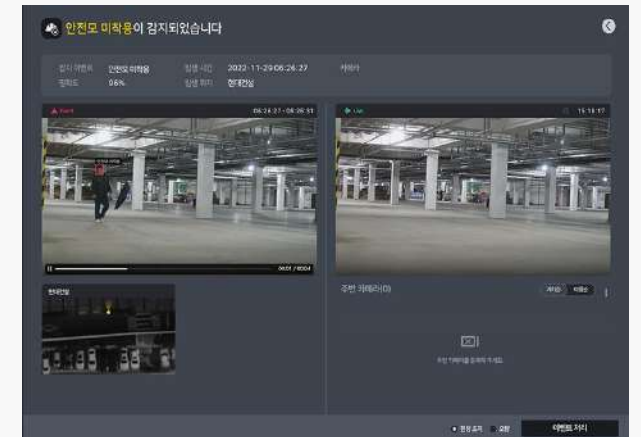
- 최근 건설현장의 대형화 및 복잡화로 인한 안전관리 포인트 증가
- 한정된 인력으로 물리적/시간적 사각지대 발생



인력관리의 한계

AI 기반 건설 현장 안전관리

- AI 기반 건설 현장 객체탐지
- 건설현장에서는 객체 탐지만으로는 설명이 부족한 객체 간 연관된 위험인식 존재



AI 기반 안전관리 시스템(현대건설, 2022)

건설현장의 다양한 작업환경에 존재하는 위험상황이나 위험요인을 인지 및 평가할 수 있는 기술 필요

연구분야 3 · AI 기반 건설현장 안전관리

☑ 이미지캡셔닝 기반 건설위험요인 인식

현장 이미지에 이미지캡셔닝 기술을 적용하여 **BLIP-2 기반 모델**이 건설 환경에 대한 위험 요인을 인식함

작업자 행동, 개구부, 비계 등 **다양한 환경에 맞는 위험요인 인식**



모델별 분류		
	작업자 행동	안전모 착용 / 안전대 착용 / 연결 상태
	개구부	덮개 유무 / 난간 설치 / 주변 작업자
	비계	발판 고정 / 난간 설치 / 주변 작업자

시각언어모델기반 이미지 캡셔닝 모델구축

BLIP-2 기반 모델별 위험 상황 캡셔닝



이미지-텍스트 멀티모달 학습
모델별 위험 상황 캡셔닝

모델별 안전정보 문장 생성	
	작업자 행동 모델 안전모 미착용 상태의 작업자가 비계 위에 있으며, 안전대는 착용했지만 미연결 상태이다.
	개구부 모델 개구부와 관련없는 이미지임.
	비계 모델 시스템 비계에 안전난간과 발판이 올바르게 설치되어 있으며, 비계 위에 작업자가 있다.

감사합니다.
