

20 영상 기반 작업 부하 평가를 위한 근활성도 추정 기술

연구자 정보: 제조SI연구센터 태현철 수석연구원 기술이전문의 | tlo@kitech.re.kr

기술 구분

기술 분류

기계/소재 **전기/전자** 섬유/화학 바이오/의료

기술 단계 구분

기초원천기술 **상용화·제품화 기술**

기술 개요

본 기술은 영상 기반 근활성도(EMG) 추정 인공지능 시스템으로, 작업자의 동작 영상·스켈레톤 정보·신체·특성·작업 조건을 입력으로 하여 근육 활성도를 비접촉 방식으로 정량 산출하며, 기존 EMG 센서 기반 계측이 가진 부착 불편·노이즈·현장 적용성 한계를 극복하고, 시각·텍스트 융합 모델(CLIP, CNN, Temporal Block)을 활용해 시간적 변화를 반영함으로써 정밀도와 일반화 성능을 확보

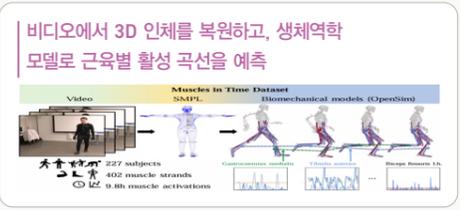
데이터·성능: 16명 피험자, 5가지 작업 동작, 다양한 하중 조건으로 비디오-스켈레톤-EMG 동기화 데이터셋을 구축해 학습·검증하며, 새로운 피험자 평가에서도 RMSE/MAE/MAPE에서 기존 대비 개선을 확인

이 기술은 제조·물류 현장의 작업자 부하 모니터링, 인간-로봇 협업(HRC)의 실시간 안전 관리, 스포츠·재활 분야의 운동 분석 및 피드백에 적용 가능하며, 비접촉·실시간·확장성을 갖춘 차세대 작업 부하 평가 핵심 기술

주요도면/사진



• 모델에 입력되는 데이터는 전체 영상을 30프레임 단위로 추출하여 사용



비디오에서 3D 인체를 복원하고, 생체역학 모델로 근육별 활성 곡선을 예측

기술의 특징 및 장점

기존 기술 한계	개발 기술 특성
[주관적 평가 방식] 자기보고나 관찰 기반으로 수행되어 간편하나, 정량화가 불가능하고 객관성·재현성 부족	[비접촉·영상 기반 추정] 작업자의 동작 영상과 스켈레톤 데이터를 활용해 근활성도를 추정 → 센서 부착 불필요
[관찰 기반 평가 방식] 신체적 부하를 일정 수준 반영할 수 있으나, 다양한 자세를 반영하기 어렵고 평가자에 따라 결과가 변화	[멀티모달 융합 구조] RGB 영상 + 3D 스켈레톤 + 신체 특성(키·체중·근육량 등) + 작업 조건(무게·형태 등)을 통합 학습
	[데이터셋 기반 신뢰성 확보] 16명 피험자, 5가지 동작, 다양한 무게 조건에서 비디오-EMG 동기화 데이터셋 구축

기술의 특징 및 장점

[생리학적 센서 기반(EMG 계측) 방식] 근육의 실제 전기 신호를 측정하므로 정밀도와 신뢰성이 높으나, 센서 부착의 불편, 노이즈 발생, 측정 환경 제약 등으로 산업 현장 적용이 제한적이며, 장시간, 대규모 현장 모니터링에는 낮은 운용 효율성

[실시간 적용성] 대규모 데이터 처리에도 효율적이며, 실시간 비용·작업 부하 추정 가능

기술 적용제품 및 활용 분야

[산업 현장 안전 모니터링 시스템] 작업자의 동작 영상을 기반으로 근육 부하 및 피로도를 실시간 평가하여 과부하를 조기 경고하고, 산업재해 예방 및 안전 교육 자료로 활용 가능

[인간-로봇 협업(HRC) 환경] 로봇과 함께 작업할 때 작업자의 근활성도를 모니터링하여 로봇의 작업 강도와 속도를 조정, 안전성과 효율성을 동시에 확보 가능

[물류·배송·배달 서비스] 고객 간 거리, 방문 시간, 배송량 등을 반영하여 합리적인 비용 분배 모델을 구축하고, 서비스 운영의 투명성과 효율성을 향상 가능

[스포츠 및 재활·피트니스 분야] 운동 수행 시 근육 사용 패턴을 실시간 분석하고 피드백을 제공, 재활 환자의 회복 상태를 정밀 모니터링하며 맞춤형 훈련 프로그램 설계에 기여

[무선 대체 솔루션] 기존 EMG 센서 기반 측정이 필요했던 영역에서 영상만으로 대체 가능, 장비 비용 절감과 사용자 편의성 향상을 동시에 달성

국·내외 시장 동향

[해외 시장 동향]

- 글로벌 EMG(근전도) 기기 시장은 재활·의학·스포츠 과학을 중심으로 수요가 확대되며 2024년 약 25억 달러에서 2032년 50억 달러 이상으로 성장할 전망으로, 비디오 감시·영상 분석 시장도 산업안전·스마트시티·공공안전 정책에 힘입어 2024년 약 700억 달러 규모를 형성했고 2030년까지 연평균 12% 성장을 예상
- 이러한 흐름 속에서 영상 기반 생체신호 추정(비접촉·무선) 기술은 아직 상용 초기 사이클이나, 착용 부담이 없고 현장 적용성이 높다는 장점으로 북미·유럽을 중심으로 연구개발과 초기 제품화가 빠르게 진행 중인데, 특히 헬스케어·피트니스 분야에서 기존 웨어러블 센서를 대체·보완하는 솔루션으로 주목받고 있으며, 재활 모니터링과 스포츠 훈련 분석 서비스 등으로 높은 확산 가능성

[국내 시장 동향]

- 스마트공장 확산과 산업안전 규제 강화에 따라 제조·물류 업종에서 영상 기반 AI 분석 수요가 점진적으로 증가하고 있고, 현장에서는 작업자 근부하/피로도 모니터링을 통한 사고 예방 요구가 커지며, 비전 기반 근활성도 추정 기술 도입에 대한 높은 관심도, 헬스케어·재활 스타트업들도 비디오만으로 운동 수행과 회복 과정을 정량화하는 서비스를 개발 중
- 한국은 글로벌 대비 시장 규모는 작지만 성장 잠재력이 크고, 정부 R&D 지원과 안전정책 강화가 상용화 촉진 요인으로 작용하나, 개인정보보호 규제와 영상 데이터 처리 인프라 비용이 확산의 제약으로 지적되며, 이를 보완할 프라이버시 보호형 SI와 엣지 컴퓨팅이 핵심 경쟁력으로 부상 중

기술 완성도

해당되는 단계에 **체크 표시**

TRL 1 TRL 2 TRL 3 TRL 4 TRL 5 **TRL 6** TRL 7 TRL 8 TRL 9

TRL 6 시스템/서비스/모델 또는 시제품이 유사환경에서 시험 및 검증된 단계

지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	실시간 촬영 구도 변경 가이드를 제공하는 사진 촬영 시스템 및 방법	2024. 11. 27.	10-2024-0172511	-