

카메라와 컴퓨터 비전 기술을 활용한 작업자 쓰러짐 감지 시스템

손지훈, 신인용, 박진영, 권순량

동명대학교 전자공학과

son5063278@naver.com, song230248@gmail.com, jyp10311@naver.com, srkwon@tu.ac.kr

Worker Fall Detection System using Surveillance Cameras and Computer Vision Technology

Son Ji Hun, Park Jin Yeong, Shin In Yong, Kwon Soon Ryang

Department of Electronic Engineering, Tongmyong Univ.

요약

건설 및 산업 등 다양한 현장에서 작업자가 여러 요인에 의해 쓰러지게 되면 치명적인 인명 피해 및 손실과 생산성 저하로 이어질 수 있어 이를 실시간으로 파악하여 효율적으로 대처하는 노력이 필요하다.

본 논문에서는 감시카메라로 현장을 촬영한 이미지를 OpenCV와 MediaPipe 프레임워크를 활용하여 작업자의 행동 자세를 분석하여 쓰러짐으로 판명시 현장을 관리하는 사용자 단말기에게 알려 적절한 조치를 취할 수 있도록 하는 작업자 쓰러짐 감지 시스템을 설계 및 구현하였다.

I. 서론

신생아 수는 줄어들고 노인 인구는 급격하게 늘어나는 최근의 사회 환경에서 앞으로 산업 및 건설 현장에서 종사하는 작업자들의 연령대는 점차적으로 높아질 것으로 예상된다[1].

위험한 건설현장이나 중장비 등을 다루어야 하는 산업현장에서 근무하는 작업자들도 고령자 분포가 늘어나게 되면 쓰러지는 사고의 위험이 늘어나게 된다. 쓰러짐 사고는 치명적인 인명 사고로 이어질 수 있고 기업의 생산성 저하를 초래할 수 있다.

쓰러짐 사고에 능동적으로 대처하기 위해서는 모든 작업자의 행동을 지속적으로 모니터링 해야 하는데 육안만 사용하면 어려움이 따르므로 자동화된 감지 수단이 요구된다.

이를 위해 본 논문에서는 감시카메라와 컴퓨터 비전 기술을 활용한 작업자 쓰러짐 감지 시스템을 설계 및 구현하고자 한다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어 2장 본문에서는 시스템 구조도, 제어 흐름도, 그리고 시스템 구성 요소별 설계 및 구현에 대해 기술한다. 3장에서는 결론을 맺는다.

II. 본론

1. 시스템 구조도

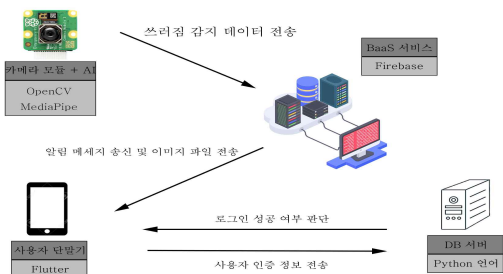


그림 1. 작업자 쓰러짐 감지 시스템의 구조도

그림 1은 개발하고자 하는 카메라와 컴퓨터 비전기술을 활용한 작업자 쓰러짐 감지 시스템의 구조도를 나타낸 것이다.

본 시스템은 현장 영상 촬영 후 쓰러짐으로 판별되면 쓰러짐 이미지 파일을 BaaS(Backend as a Service) DB로 전송하는 감시 카메라 모듈, 사용자의 인증 정보를 저장하고 사용자 단말기 앱의 로그인 성공 여부를 판단하는 DB 서버, 쓰러짐 이벤트 발생 시 BaaS DB에서 이벤트 발생을 통지받는 사용자 단말기로 구성된다.

2. 제어 흐름도

그림 2는 본 논문을 통해 개발하고자 하는 컴퓨터 비전 기술을 활용한 작업자 쓰러짐 감지 시스템의 구성요소 간 제어 흐름을 나타낸 것이다.

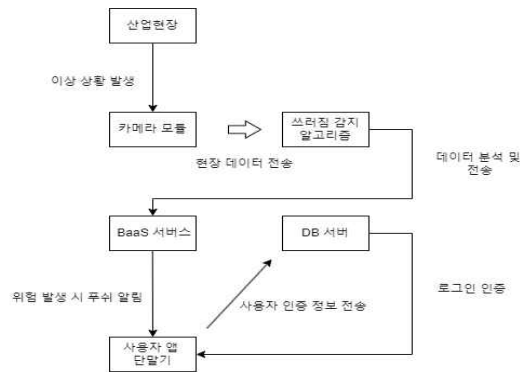


그림 2. 쓰러짐 감지 시스템의 구성요소 간 제어 흐름

3. 시스템 설계 및 구현

3.1. 감시 카메라 모듈

감시 카메라 모듈은 라즈베리파이 4 보드 상에 Pi 카메라가 연결된 형태로 python 언어를 기반으로 OpenCV와 MediaPipe 프레임워크를 사용한 알고리즘이 탑재된다[2]. 구현 외관은 그림 3과 같다.



그림 3. 감시 카메라 모듈 외관

그림 4는 MediaPipe에서 제공하는 33개의 3D 랜드마크를 나타낸 것이다.

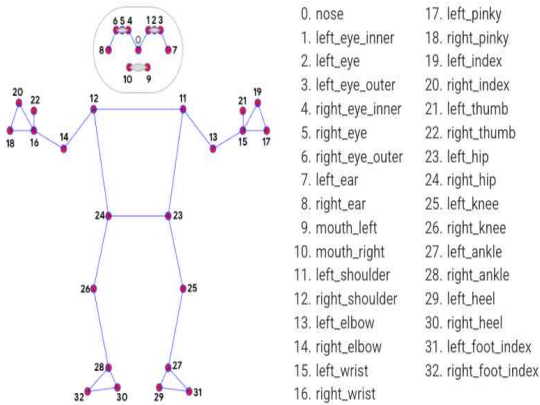
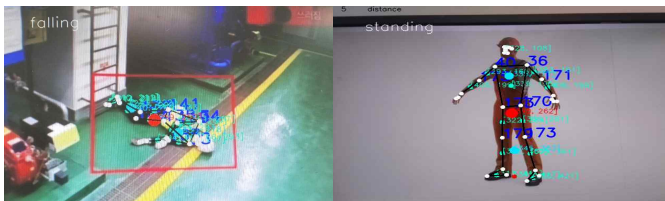


그림 4. MediaPipe골격 좌표

작업자의 쓰러짐 여부를 판별하기 위해 OpenCV를 통해 실시간 이미지 화한 데이터를 MediaPipe 프레임워크를 활용해 작업자의 자세를 추적한다. 제공된 33개의 3D 랜드마크에서 몸의 중심(체중 중심)과 발의 중심(발바닥의 중심)을 구하여 이 두 중심 사이의 선을 고려하여 두 중심이 일직선 위에서 벗어난 경우를 넘어짐이라 판단하였다.

그림 5는 감시 카메라 모듈에서 OpenCV기반 작업자 자세 감지 모델을 구현한 것이다.



a) 작업자 쓰러짐 상태 b) 작업자 정상 상태

그림 5. OpenCV 기반 작업자 감지 모델

그림 5에서 a)는 작업자의 쓰러짐 상태, b)는 정상 상태를 나타낸다. 감시 카메라 모듈은 컴퓨터 비전 기반 알고리즘(OpenCV, MediaPipe)을 통해 실시간으로 영상을 분석하여 작업자가 쓰러짐으로 판단될 경우 BaaS DB에 이를 전달한다.

3.2. BaaS와 DB 서버

BaaS란 특정 애플리케이션 개발에 필요한 백엔드 기능을 제공하는 클라우드 서비스로 데이터베이스, 원격 업데이트, 푸쉬 알림 등의 기능을 지원한다.[3]

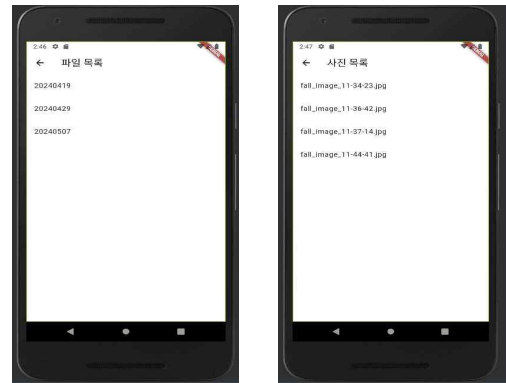
본 논문에서는 BaaS DB를 사용하여 감시 카메라로부터 수집된 이미지 파일을 안전하게 저장하고 쓰러짐 이벤트 발생시 사용자 단말기에 푸쉬 및 알림 메시지를 전송한다.

DB 서버는 본 논문에서 개발한 지역 서버로서 사용자 단말기 앱에서

회원가입 시 사용자 인증 정보를 저장한 뒤 사용자 단말기가 로그인을 시도하면 저장된 사용자 인증 정보와 비교해 성공 여부를 사용자 단말기 앱으로 알려준다.

3.3. 사용자 단말기

그림 5는 사용자 단말기 앱을 통해 작업자 쓰러짐을 감지하는 UI 출력 화면이다. 날짜와 시간별로 구분하여 작업자 쓰러짐 데이터를 확인할 수 있다.



a) 날짜별 파일 목록 b) 시간별 파일 목록

그림 5. 사용자 단말기의 출력 화면

사용자 단말기는 Android OS 환경에서 Flutter 프레임워크를 기반으로 구현했으며, TCP/IP통신을 통해 사용자의 BaaS 서버에 접근해 실시간으로 작업자의 쓰러짐 사고를 확인 및 조회한다.

III. 결론

본 논문에서는 카메라와 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 작업자의 위험 상황을 실시간으로 감지하고, 현장 안전관리자에게 알림을 통해 위험 상황에 신속히 대처할 수 있도록 하는 컴퓨터 비전 영상분석 기반 작업자 쓰러짐 감지 시스템을 제안하였다.

세부 내용으로 시스템 구조도와 제어 흐름도를 비롯한 개별 시스템 구성요소들을 설계 및 구현하였다.

추후 과제로는 안전한 작업 환경을 구축하는데 기여할 수 있는 다양한 혁신적인 접근의 쓰러짐 감지 시스템에 대해 지속적으로 연구하고 개발하는 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 성과물은 부산광역시 대학혁신연구단지조성사업 중 “동명대학교 대학혁신연구단지조성사업” 지원으로 수행되었음.(IURP2401)

참 고 문 헌

[1] KOSIS 인구조로 보는 대한민국(인구상황판) : <https://kosis.kr/visual/populationKorea/PopulationDashBoardMain.do>
 [2] <https://developers.google.com/mediapipe>
 [3] 한국정보통신기술협회-정보통신용어사전: https://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=036680-4