

건설 안전용 지오펜스 감시를 위한 이동형 CCTV 연구

A Study on Mobile CCTV for Geofence Monitoring for Construction Safety

강애띠¹ · 김상우² · 백은진² · 이지수² · 엄세민² · 함성일^{3*}

Kang, Aetti¹ · Kim, Sangwoo² · Baek, Eunjin² · Lee, Jisoo² · Eom, Semin² · Ham, Sungil^{3*}

Abstract : Frequent accidents occur when workers at construction sites leave the safety zone, and particularly in the past 5 years, 9 fatal accidents occurred at the Korea Railroad Corporation due to train accidents on other tracks during track work. With the Severe Accident Punishment Act taking effect in January 2022, it is a priority to secure a safe work environment for workers at industrial (construction) sites. Therefore, there is a need to manage workers' departure from the safety zone (construction zone) and to facilitate communication within the construction zone. In this study, a mobile edge computing CCTV system is proposed that uses geofencing to determine whether workers are working in the danger zone, which can judge and respond in real-time to the ever-changing field environment. The proposed system is mobile and flexible, rather than server-based fixed CCTV. However, since it is designed mainly based on images, it has limitations in recognition rate depending on the environment such as distance, viewing angle, and illumination. As a way to compensate for this, it is required to develop more reliable equipment by combining technologies such as LiDAR and Radar.

키워드 : 엣지컴퓨팅, 폐회로텔레비전, 지오펜스, 오픈소스 컴퓨터비전, 인공지능

Keywords : edge computing, CCTV, Geofence, openCV, AI

1. 서론

1.1 연구의 목적

건설 현장의 작업자들이 안전구역(공사구역)에서 이탈하면서 잦은 사고가 발생하고 있으며, 특히 한국철도공사의 지난 5년간 9건의 사망 사고는 선로 작업 중 다른 선로에서의 열차 치임 사고에서 발생하였다. '22년 1월부터 중대재해 처벌 등에 관한 법률이 시행되면서 산업(건설)현장의 작업자들의 안전 작업을 위한 환경 확보가 우선시 되는 시점이다. 따라서, 현장 작업자들의 안전 구역(공사구역) 이탈 여부를 관리하고, 편리하게 공사구역 내 위치 소통할 수 있는 방안이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 지오펜스를 통해 작업자의 위험구역 내 작업 여부를 판별하고 수시로 변화하는 현장 환경에 맞춰 서버 기반의 고정형 CCTV가 아닌 이동형이며 현장에서 판단과 대응을 할 수 있는 엣지 컴퓨팅 CCTV를 제안한다.

2. CCTV의 설계

2.1 CCTV의 하드웨어 설계

건설 현장은 혹한기와 혹서기에서는 일부 공사가 중지되지만, 현장에서 운영되는 작업 장비들을 이러한 환경에서 상시로 운영할 수 있어야 한다. 따라서, 고온과 영하의 환경과 습도가 높으면서, 분진이 많은 환경에 대응하기 위한 하드웨어의 설계와 선택이 중요하다. 본 연구에서는 안드로이드 기반의 산업용 태블릿을 기반으로 하드웨어의 설계를 진행하였다. 산업용 태블릿은 삼성 갤럭시 탭 액티브 4의 제품으로 IP68 등급의 방수 방진 기능과 MIL-STD 810H 군용 표준 규격을 갖추고 있다. MIL-STD 810H 군용 표준 규격은 미군에서 열악하고 거친 환경에서도 정상 작동하는 한계에 대한 규격을 표준화한 실험 방식으로 먼지 저항 등급은 세계곱미터당 2kg의 탈크 분말(최대 직경 0.05mm)을 장치를 수용하는 테스트 챔버에 2시간 동안의 실험으로 진행하고, 내수성 등급은 6.3mm 노즐 호스에서 민물을 분사하고 3분간 12.5 L/분(IPX5), 수심 최대 1.5m 담수에서 최대 30분(IPX8)까지 물에 잠기는 테스트 조건을 기반으로 한다. CCTV를 원격으로 제어하기 위한 IP66 방수 성능과 팬, 틸트 기능을 갖춘 브래킷 모터를 사용하였다. CCTV에서의 핵심이 되는 카메라는 작업 환경 및 영역에 따라 태블릿 내장 카메라와 USB 카메라, IP 카메라가 지원되도록 설계하였다.

1) (주)인포씨드, 이사

2) 전주대학교 건축학과, 학생연구원

3) 전주대학교, 조교수, 교신저자(siham@jj.ac.kr)

2.2 CCTV의 객체 탐지

건설 현장에서 작업자들의 공사구역 이탈을 모니터링하기 위해서는 작업자의 객체 탐지 기술이 필요하다. 본 연구에서는 카메라의 영상을 기반으로 한 객체 탐지 기술을 기반으로 소프트웨어를 설계하였다. 영상에서의 객체 탐지는 OpenCV의 HOG와 TensorFlow의 MobileNet을 기반으로 진행하였다. OpenCV에서 HOG(Histogram of Oriented Gradients)[1] 가장자리 방향 및 강도와 같은 기울기 특징을 분석하여 이미지 및 비디오에서 사람을 감

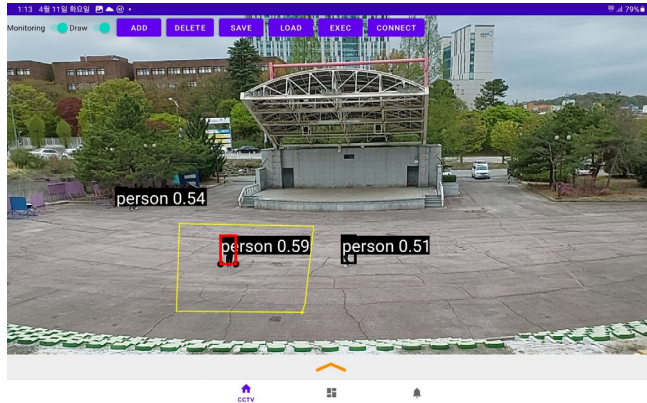


그림 1. 앱 구동 이미지



그림 2. 하드웨어 이미지

지하는 데 사용되는 컴퓨터비전 기술이다. 이 접근 방식은 자세, 크기 또는 옷에 관계없이 사람을 감지하는 데 효과적이다. 하지만, 사람뿐만 아니라 다른 객체가 인식되는 한계를 갖고 있다. 따라서, 추출된 객체의 타입을 도출하기 위해 AI 기술을 사용하였으며, 사용된 MobileNet[2]은 계산 자원이 적은 모바일 및 임베디드 장치용으로 설계된 TensorFlow의 소형 심층 신경망 아키텍처이다.

2.3 소프트웨어 설계

본 연구의 소프트웨어는 안드로이드 태블릿의 하드웨어 플랫폼으로 인해 안드로이드의 앱으로 개발되었다. GNSS와 자이로 센서를 통해 공간정보의 지오펠스는 카메라에 투영된다. 하지만, 공사 현장의 지형 변화로 인해 수직면에서의 차이가 발생하며 이에 따라 실제 현장 환경에서 지오펠스를 정확히 투영하는 위한 보정이 요구된다. 따라서, 펜과 모니터를 이용하여 이를 보정하고, 직접 영역을 기능을 포함하였다.

3. 결론

본 연구의 의의는 건설 안전용 지오펠스 감시 CCTV 개발을 통해 건설 현장의 작업자들이 보다 안전한 환경에서 작업이 가능하고, 사고를 예방하기 위한 기술을 개발한 것이다. 하지만, 주로 영상을 기반으로 설계되었기 때문에 거리, 시야각, 조도 등의 환경에 따라 인식률의 한계를 갖는다. 이를 보완하는 방안으로 LiDAR, Radar 등의 기술을 접목하여 보다 신뢰성이 갖는 장비의 개발이 요구된다.

감사의 글

본 논문은 2023년 한국국토정보공사 공간정보연구원의 지역 상생발전 산학협력 R&D 사업(과제번호: 공간정보연2022-502)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Said Yahia, Atri Mohamed, Tourki Rached. Human detection based on integral Histograms of Oriented Gradients and SVM. In: 2011 International Conference on Communications, Computing and Control Applications (CCCA). IEEE. 2011. pp. 1-5.
2. Wulandari Meirista et al. Recognition of pedestrian traffic light using tensorflow and SSD MobileNet V2. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. p. 012022.