

작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템 설계에 관한 연구

송제호*, 곽표성**, 박의준***

*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터

**금성아이티

***전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the design of forklift safety system to prevent workplace accidents

Je-Ho Song*, Pyo-Sung Gwak**, Eui-Jun Park***

*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),

Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

**GOLDSTAR IT Inc

***Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 작업장에서 일어나는 지게차 사고를 예방하고자 딥러닝 거리 측정 기술과 CCTV 영상 객체 인식을 이용한 작업장 사고 예방 지게차 안전 시스템의 개발을 하고자 한다. 지게차 사고의 가장 큰 원인으로 지게차 운전자와 현장의 작업자가 서로를 인지하지 못하기 때문이다. 따라서, CCTV 내 지게차와 사람을 인식하여 거리를 산출하고 그래픽화하여 이를 지게차 운전자의 디스플레이와 진동, 경광등 알림을 통해 지게차 운전자가 작업 반경 내의 사람을 인지하여 사고를 예방할 수 있도록 하였다.

1. 서론

2. 본론

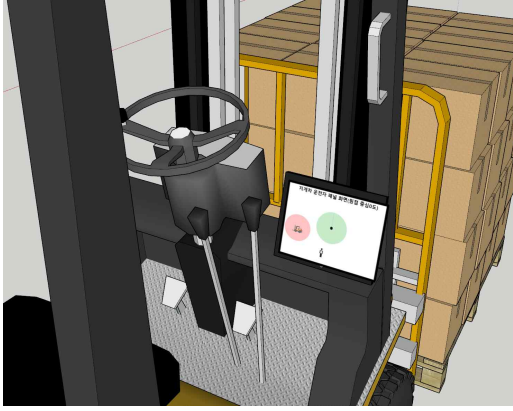
지게차는 다양한 산업 현장에서 폭넓게 사용되는 설비로 어떠한 작업 현장에 가더라도 쉽게 볼 수 있는 장비이다. 하지만 그만큼 지게차 관련 인명 사고도 빈번하게 발생하며 2015년부터 2019년까지 5년 동안 167명의 사망자가 발생하였다.[1] 이러한 사고 사망자 재해 형태를 살펴보면 부딪힘과 끼임 등이 높은 비율을 차지한다. 즉, 지게차의 운전자와 현장의 작업자가 서로를 인지하지 못해 사고가 발생하게 되는 것이다.

기존의 지게차 안전 시스템으로서 후방 감지 카메라, 후방 감지 센서, 모션 감지 센서 등이 적용되고 있지만 받을 수 있는 정보가 제한적이거나, 오측의 가능성이 있어 지게차 안전 사고의 적절한 해결책이 되기는 어렵다.[2,3]

따라서, 본 논문에서는 YOLO(You Only Look Once : Real-Time Object Detection) 방식의 객체 인식과 딥러닝 기반 영상 내 거리 측정 기술 방법을 이용하여 영상 인식을 통해 지게차와 작업자의 위치를 파악하고 거리를 계산하여 지게차 작업자의 디스플레이와 진동, 경광등 알림 등을 통해 지게차의 작업 반경 내에 사람이 있음을 경고할 수 있는 작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템을 개발하고자 하였다.

2.1 기술의 개요

작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템은 사람과 지게차를 인지하여 지게차와 사람 간의 정보를 실시간으로 알려주어 사고를 예방하고자 하는 시스템이다. 먼저, CCTV 영상 내의 지게차를 인식하여 지게차의 수직·수평관점 변수를 구한 후 지게차의 2D 좌표를 구한다. 이후 지게차의 반경 작업원을 3D로 구현 후, 이를 2D로 다시 변환하여 작업자가 보다 직관적으로 확인할 수 있도록 하였다. 마지막으로, 이 정보를 지게차에 위치한 디스플레이로 전송하여 지게차 운전자에게 진동, 경광등 알림과 함께 전달하도록 하였다. 그림 1에 지게차 운전자 시점에서의 디스플레이에 정보가 표시된 모습을 나타내었다.



[그림 1] 지게차 디스플레이 전송 모습

2.2 작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템 설계 및 개발과 시험

작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템의 구현을 위하여 빅데이터를 통한 실험 및 최적화 트레이닝 및 알고리즘을 개발하였다. 지게차에 대한 트레이닝 학습데이터를 구축하였으며 학습알고리즘의 성능평가 및 추가 학습알고리즘을 개발하였고, 신경망 구조를 최적화하였다. 지게차 객체인식 학습 과정의 모습을 그림 2에 나타내었다.



[그림 2] 지게차 객체인식 모습

또한, CCTV 영상을 기반으로 지게차와 사람 간의 거리를 산출하기 때문에 고해상도 CCTV RTSP 구축 및 고속 전송 형태의 Mjpeg RTSP를 구축하고, 인식된 객체들의 거리 산출 알고리즘을 개발하였다.[4,5] 그리고 지게차 표시 장치 회로도 및 PCB와 패널 HMI를 설계 및 제작하였다. 제작된 PCB의 모습을 그림 3에 나타내었다.



[그림 3] 지게차 표시 장치 PCB 제작 모습

이후, 4가지 성능지표를 가지고 지게차 안전 시스템을 시험 테스트하였다. 기준점과 지게차간의 거리 측정 정확도, 기준점과 사람간의 거리 측정 정확도, 기준좌표에 따른 좌표 정확도, 지게차와 사람간의 거리 측정 정확도 4가지 항목을 시험하였으며 모든 기준점은 CCTV 위치를 기준으로 하였다.

각각의 항목에 대하여 10회씩 측정 후 평균을 구하였으며 그 결과 기준점과 지게차간의 거리 측정 정확도는 98.4%, 기준점과 사람간의 거리 측정 정확도는 98.2%, 기준좌표에 따른 좌표 정확도는 13.57cm, 지게차와 사람간의 거리 측정 정확도는 97.1%의 결과가 나왔다.

3. 결론

다양한 산업 현장에서 폭넓게 사용되는 지게차는 그만큼 사고도 빈번하게 발생한다. 지게차 사고의 가장 큰 원인은 지게차 운전자가 작업자를 인지하지 못하여 발생한다. 지게차 사고를 예방하고자 후방 감지 카메라, 후방 감지 센서, 모션 감지 센서 등이 적용되어 있지만, 해당 기기들을 통해 얻을 수 있는 정보가 제한적이거나, 오측 가능성 때문에 지게차 사고를 완벽히 방지하기는 어렵다.

따라서, 본 논문에서는 지게차 사고의 주된 원인을 해소하기 위하여 CCTV 영상의 객체(지게차) 인식을 통하여 지게차와 사람 사이의 거리를 측정하고 이를 그래픽화하여 지게차 운전자에게 전달하고, 경고할 수 있는 작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템을 개발하였다.

참고문헌

- [1] “업종별 지게차 사망자 현황”, 안전보건, 2021
- [2] Jacob Fraden, “현대 센서공학”, 한빛아카데미, 2021
- [3] 탁한호, “센서응용회로의 설계 및 실험”, 복두출판사, 2018
- [4] 김혜진, “딥러닝 기반 거리측정 기술 동향”, 한국전자통신연구원, 2020년
- [5] Behrouz A. Forouzan, “데이터통신과 네트워크”, 한티미디어, 2021

본 논문은 중소벤처기업부에서 지원하는 2022년도 중소기업 R&D 역량제고사업 ‘맞춤형 기술파트너 지원’ 1차의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.[과제명 : 인공지능(AI)을 통한 지게차 중심의 작업반경 안전센서모듈 개발]