

딥러닝 거리 측정 기술을 이용한 지게차 사고 예방 안전 시스템에 관한 연구

송제호*, 곽표성**, 박의준***

*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구센터
**금성아이티

***전북대학교 IT응용시스템공학과
e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the safety system for preventing forklift accidents using deep learning distance measurement technology

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 지게차 사고를 예방하고자 딥러닝 거리 측정 기술을 이용한 지게차 사고 예방 안전 시스템의 개발을 제안한다. 지게차 사고의 가장 큰 원인으로서는 지게차 운전자가 작업자를 인지하지 못하는 것이다. 따라서, 인공지능을 통한 빅데이터의 사람과 지게차 딥러닝 알고리즘을 학습시키고, CCTV와 같은 영상을 통해 영상 내 객체 간의 거리를 딥러닝 기술을 이용하여 거리 데이터를 취득하고자 한다. 이러한 데이터를 기반으로 지게차와 작업자들의 2D 좌표를 산출하고 이를 그래픽화 하여 지게차 운전자에게 디스플레이와 진동-경광등 알림 등을 통하여 작업 반경 내에 작업자가 있음을 알려 지게차와 작업자 간 사고를 예방하고자 한다.

경을 계산하여 이를 시각화하여 사고를 예방할 수 있도록 지게차 중심의 작업 반경 안전센서모듈을 개발을 제안한다.

1. 서론

다양한 산업 현장과 공사 현장에서 안전사고는 끊임없이 발생한다. 그 중 지게차 사고로 인한 인명 피해는 매년 끊임없이 일어나고 있다. 지게차는 실내외를 가리지 않고 다양한 산업 현장에서 사용되는 활용도가 높은 설비인만큼 지게차 인명사고로 한해 평균 1,144명이 다치고 30여명이 사망한다. 이러한 지게차 사고의 가장 큰 원인으로서는 지게차의 운전자와 작업자가 서로를 인지하지 못해 발생한다. 따라서, 지게차 작업 반경 내에 사람이 있는지 파악하는 것이 중요하다.

이러한 지게차 사고를 방지하기 위해 관련 법령에 따라 지게차의 후방을 확인할 수 있는 조치로서 후방 감지 카메라, 후방 감지 센서, 모션 감지 센서 등 각종 안전 센서와 시스템 등이 도입되었지만 그럼에도 불구하고 사고가 계속해서 빈번히 발생하는 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 인공지능을 통한 빅데이터의 사람과 지게차 딥러닝 알고리즘과 CCTV 내의 영상 환경 구축 및 IoT 네트워크 시스템을 구성하여 지게차를 중심으로 작업 반

2. 본론

2.1 기술의 개요

2.1.1 기존 시스템의 문제점

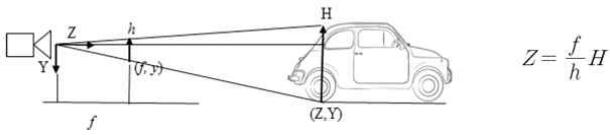
기존의 지게차 안전 시스템으로는 후방 감지 카메라, 후방 감지 센서, 모션 감지 센서 등이 적용되었다. 하지만 후방 감지 카메라의 경우 시야각 문제로 사방에 짐이 놓여 있는 작업 환경의 특성 상 공간을 자세히 비추기가 힘들고, 거리 정보를 받지 못하게 된다. 후방 감지 센서의 경우는 방사각이 커 오측의 가능성이 있으며 사람을 특정지을 수 없기 때문에 위급한 상황을 인지할 수 없다. 모션 감지 센서의 경우도, 사람의 체온에 나오는 주파수를 토대로 감지하기 때문에 오측 신호가 자주 들어오는 단점이 존재한다.[1,2]

이러한 센서의 오측 가능성을 제외하고도, 작업 현장에서 지게차 운전자 혹은 지게차에 센서를 장착을 하더라도 볼 수 있는 시야가 좁아 사람을 인지하기가 힘들다. 또한 작업자는 작업에 몰두하여 사람을 인지하지 못하는 경우가 있고, 시끄

러운 주변의 소음으로 인해 사람의 인기척을 느끼지 못하거나 후방 센서와 경광등같은 신호도 인지하기가 어려운 상황이 종종 발생하게 된다.

2.1.2 거리 산출 수식

이처럼 기존 안전 시스템은 한계점이 명확하기 때문에, 사고를 완벽히 예방하기 쉽지 않다. 따라서 영상 인식을 통하여 지게차와 사람을 인지하고, 이를 알려주고 넓은 시야에서 관찰하여 지게차와 사람 간의 거리 정보를 실시간으로 알려주어야 한다.

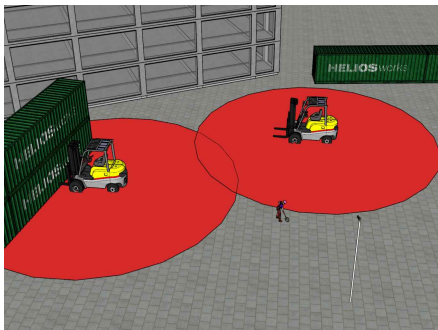


[그림 1] 거리측정 기술 예시

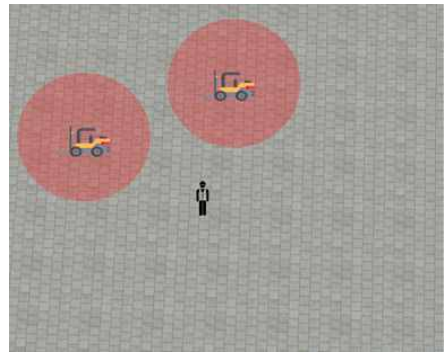
그림 1은 딥러닝 기술을 기반으로 영상 내의 거리 측정 기술에 대한 예시이다.[2] 이처럼 대상의 객체의 높이를 H, 이미지에서의 크기를 h라 할 때, 초점거리 f, 이미지에서의 수직 좌표가 y, 모든 좌표가 이미지의 중심에서의 상대 거리로 측정된다고 하게 되면 그림의 수식이 성립하게 된다. 고정된 위치의 여러 대의 CCTV 영상을 통해 사람과 지게차 간의 위치와 거리 데이터를 취득할 수 있다.

2.2 딥러닝 거리 측정 기술을 이용한 지게차 사고 예방 안전 시스템

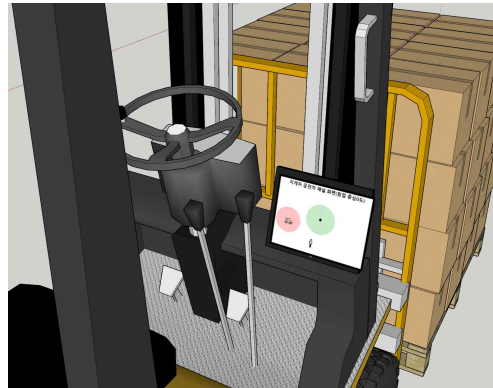
딥러닝 거리 측정 기술을 이용한 지게차 사고 예방 안전 시스템의 연구 목표로는 사람과 지게차를 인지하여 알려줄 수 있고, 넓은 시야에서 관찰하여 지게차와 사람 간의 정보를 실시간으로 알려주며, 지게차 작업자의 디스플레이와 진동-경광등 알림을 통하여 작업 반경 안에 사람이 있음을 알려줄 수 있는 기기의 개발이 필요하다. 본 연구의 최종 목표를 그림 2를 통해 나타내었다.



(a) CCTV를 통한 지게차 영상처리 반경 계산



(b) 2D 벡터 화면 변환



(c) 지게차 디스플레이 전송

[그림 2] 연구 개발 최종 목표

이러한 연구 목표 달성을 위해서 빅데이터를 통한 실험 및 최적화 트레이닝하여 사람에 대한 딥러닝 알고리즘과, 지게차에 대한 트레이닝 학습 데이터를 구축하고 학습 알고리즘의 성능 평가와 추가 학습 알고리즘 개발 및 신경망 구조의 최적화를 통해 지게차 딥러닝 알고리즘을 개발하고자 한다. 지게차와 사람에 대한 객체 인식 학습 과정을 그림 3에 나타내었다.



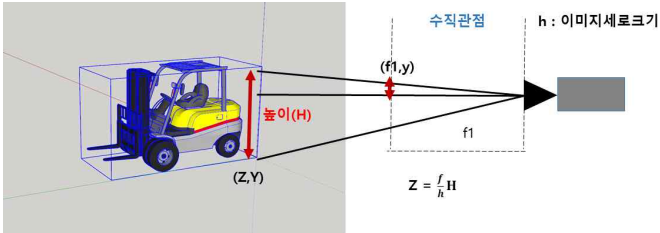
(a) (b)

[그림 3] 지게차 및 사람 객체 인식

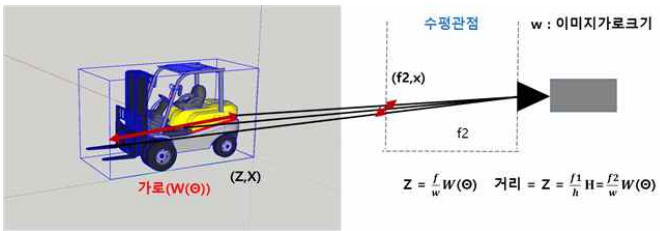
또한 영상 내의 다수 개의 지게차들의 인식에 따른 MVI(Multi Vision ImageProcessing) 기술과 CCTV 내의 영상 환경 및 네트워크 구성 시스템을 구축하고 사물인터넷(IoT)을 통해 지게차 내의 제어기와 연동되도록 하고자 한다.[3]

이처럼 영상을 통해 인식된 객체와 CCTV 화면 간의 특정 수식을 통해 거리(Z)를 산출하고 이를 토대로 객체와 객체 간의 거리 산출 알고리즘을 개발한다. 이후 산출된 거리를 영상

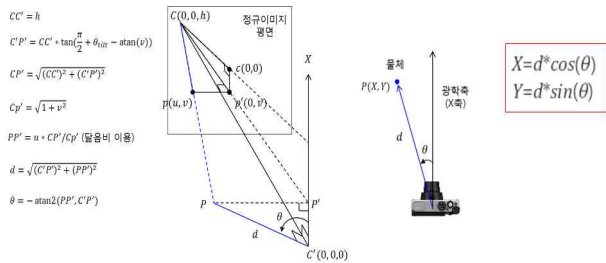
의 지면투영(GP, Ground Projection) 기법을 통한 2D 좌표를 산출하고 2D 그래픽 내로 표현되도록 하는 프로그램의 UI/UX와 2D 그래픽화 된 영상을 지게차 운전자가 확인할 수 있도록 IoT 기반의 패널 및 제어기를 개발하고자 한다. 이러한 지게차의 2D 좌표를 구하고 2D 그래픽으로 도식화하는 과정을 그림 4-7으로 나타내었다.



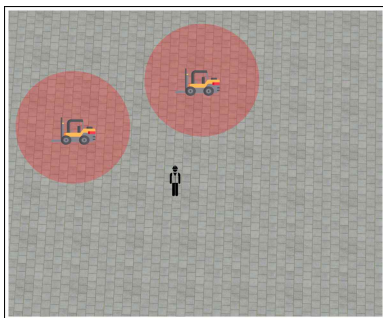
[그림 4] 지게차의 수직관점 변수 구하기



[그림 5] 지게차의 수평관점 변수 구하기



[그림 6] 2D 좌표 구하기



[그림 7] 2D 지게차 반경 작업원

3. 결론

다양한 산업 현장에서 사용되는 지게차로 인한 사고는 매년 끊이지 않고 발생한다. 이러한 지게차 사고의 가장 큰 원인으로서는 지게차 운전자와 작업자가 서로 인지하지 못하여

생기므로 지게차 작업 반경 내에 사람이 있는지 확인할 수 있어야 한다. 따라서, 본 논문에서는 딥러닝 거리 측정 기술을 이용한 지게차 사고 예방 안전 시스템에 관한 연구를 제안한다. 영상 인식을 통하여 객체 간의 거리를 측정하고, 산출된 거리를 영상의 지면투영 기법을 통해 2D 좌표를 산출하고 이를 그래픽화하여 지게차 운전자가 확인할 수 있도록 하여 지게차의 작업 반경 내 작업자의 존재 여부를 시각적으로 확인할 수 있도록 한다.

참고문헌

- [1] Jacob Fraden, “현대 센서공학”, 한빛아카데미, 2021
- [2] 탁한호, “센서응용회로의 설계 및 실험”, 복두출판사, 2018
- [3] 김혜진, “딥러닝 기반 거리측정 기술 동향”, 한국전자통신연구원, 2020년
- [4] 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]