

단안 카메라를 활용한 선로 기반 장애물 거리 추정에 관한 연구

The Study on track-based distance estimation using a single camera

서정규*, 김훈*, 서상준*†, 홍구선*, 한정수**

Jeong-gyu Seo*, Hun Kim*, Sang-Jun Seo*†, Goo-Sun Hong*, Jeong-Soo Han**

초록 국내에 트램이 도입되며 사람과 자동차 그리고 철도차량이 한 도로에서 통행을 하는 환경이 만들어졌다. 이에 따라 철도차량에도 자동차의 운전자 보조 시스템과 같은 안전한 주행이 가능한 설계가 필수적인 요소가 되었다. 운전자 보조 시스템은 카메라, 라이다 등 다양한 센서로 구성되어 장애물을 분류 및 거리 추정이 가능하도록 설계한다. 일반적으로 운전자 보조 시스템의 카메라는 이미지 처리를 통해 곡선 인식 및 객체 분류에 활용되지만, 본 논문에서는 카메라 이미지에 딥러닝 알고리즘을 적용하여 선로 기반으로 거리를 추정하는 연구에 대하여 소개한다. 카메라로 추정한 거리는 라이다/레이다 센서와 융합되어 더욱 안전한 운전자 보조 시스템 설계가 가능하다. 본 시스템은 수소트램에 적용하여 실증시험을 진행하고, 지속적인 딥러닝 학습을 통해 더욱 안전한 운전자 보조 시스템을 개발한다.

주요어 : 운전자 보조 시스템, 자율주행, 딥러닝, 이미지 프로세싱, 에너지 효율, TCMS, 현대로템

1. 서론

운전자 보조 시스템은 카메라, 라이다/레이다, 메인 컴퓨터로 구성하여 장애물을 분류 및 거리 추정이 가능하도록 설계한다. 따라서 운전자가 인지하지 못하는 경우에 사전 경고하여 사고를 방지할 수 있다.

운전자 보조 시스템에 설치된 카메라는 일반적으로 객체를 분류하는데 사용되며, 정확한 거리 계산은 카메라가 2대 이상 설치되어야 가능하다. 하지만 선로를 인식한 상태에서 딥러닝 알고리즘을 적용하면 단안 카메라로 거리를 추정할 수 있다.

2. 본론

2.1 거리 추정을 위한 센서

2.1.1 라이다/레이다

일반적으로 장애물과의 거리 추정을 위해 라이다/레이다 센서를 사용한다.

라이다 센서는 3차원 Point Cloud 데이터를 통한 연산으로 전방 탐지 범위 내 물체에 대한 센서 기준 상대적 위치를 파악할 수 있다. 레이다 센서는 전파를 이용하여 장애물과의 거리를 측정할 수 있으며, 기상악화에 영향을 받지 않는다는 장점이 있다.

2.1.2 카메라 2대

일반적으로 카메라를 이용하여 정확한 거리를 계산하기 위해 카메라 2대를 사용하거나 스테레오 카메라를 사용해야 한다. 이는 카메라 한대의 2D 이미지만으로 깊이를 알 수 있는 수식 계산이 불가능 하기 때문이다.

† 교신저자: 현대로템 통신제어연구팀
(sjseo@hyundai-rottem.co.kr)

* 현대로템 통신제어연구팀

** 현대로템 신호통신연구실 실장

2.1.3 단안 카메라

운전자 보조 시스템에서 카메라의 주요 기능이 객체 분류인 경우, 2대의 카메라나 스테레오 카메라를 설치하지 않고 단안 카메라의 구성으로 설계한다. 이는 객체 분류를 위해서 딥러닝 알고리즘을 적용해야 하는데 2대 이상의 카메라 데이터 처리는 시스템 용량의 문제로 실시간 객체 분류 성능을 높이기 어렵기 때문이다.

2.2 카메라 기반 거리 추정 알고리즘

2.2.1 카메라 기반 선로 검지 알고리즘

카메라를 통해 촬영한 사진을 OpenCV에서 line detection 알고리즘(Gaussian, Canny Edge, Sliding Window 등)을 사용하여 선로를 검지할 수 있다. 검지된 선로는 원근 변환하여 수직화 할 수 있는데, 선로의 침목 길이, 침목 사이의 길이를 알 수 있으므로 이미지 처리만으로도 대략적인 거리 추정이 가능하다.



Fig. 1 Line Detection

2.2.2 객체 인식

철도 차량 환경에 적합하도록 실시간 분석이 가능한 Yolo 모델을 선정하였고, 실증 노선 데이터를 기반으로 학습하여 신뢰성을 높였으며, 객체 인식 후 트래킹도 실시간으로 처리 가능하다.



Fig. 2 객체 인식

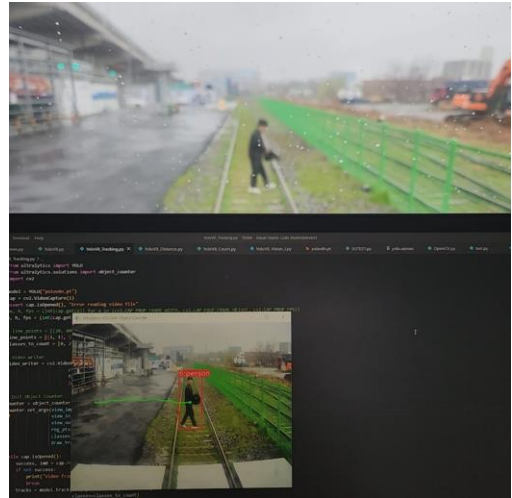


Fig. 3 객체 트래킹

2.2.3 딥러닝 응용

카메라의 위치가 고정된 후 딥러닝의 비전 알고리즘을 튜닝하면 인식된 객체까지의 거리를 추정할 수 있다. 인식된 첫번째 침목의 중앙 값을 기준으로 사람/차량 의 거리를 계산한다. 사람의 경우 발의 위치를 기준으로 정확한 거리를 추정할 수 있다.

추가적으로 라이다/레이다 센서와 단안 카메라의 좌표계를 매핑하게 되면, 카메라로 추정한 거리 보정을 할 수 있고, 상호 보완하여 더욱 정확한 거리 추정이 가능하다.

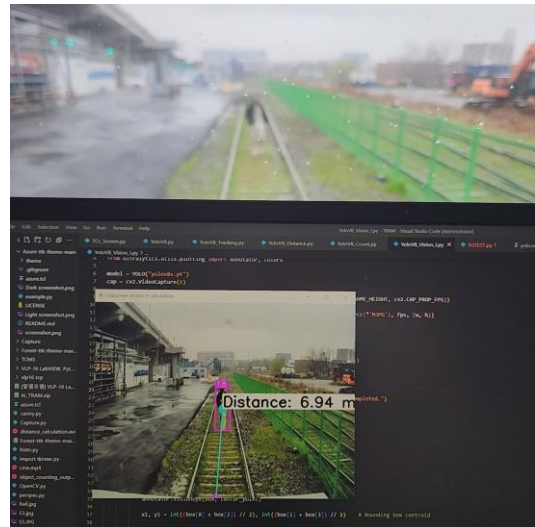


Fig. 4 단안 카메라를 이용한 거리 추정

3. 결 론

본 논문에서는 카메라의 이미지에 딥러닝 알고리즘을 적용하여 객체를 분류하고, 거리 추정을 통해 장애물과의 거리 신뢰성을 높일 수 있는 연구를 소개했다.

이후 실제 노선의 주행 데이터로 추가적인 학습을 통해 더욱 정확성이 높은 운전자 보조 시스템을 구축할 것이다.

참고문헌

- [1] 열차종합제어장치에 의한 자동 정속주행 제어에 관한 연구, 현대로템, 2017
- [2] [특허] 철도차량용 곡선 감지장치 10-2022-0134238 (2022)
- [3] [논문] 수소전기트램 자율주행 시스템 연구 및 실증시험, 현대로템, 2023