

유아전동차를 활용한 자율주행 시스템에 관한 연구

강경진¹, 전일용²

¹ 성균관대학교 전자전기공학부 학부생

² 성균관대학교 전자전기공학부 교수

goggjin99@g.skku.edu, iychun@skku.edu

A Study on the Autonomous Driving System Using Infant Motor Vehicle

Gyeong-Jin Kang¹, Il-Yong Chun²

¹Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

²Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

요약

자율주행 시스템이 발전됨에 따라 더욱 효율적이고 안전성이 있는 실시간 제어와 알고리즘이 요구된다. 이러한 맥락에서, 본 논문은 유아용 전동차를 이용하여 다양한 상황 속 자율적이고 정교한 제어를 제시한다. 여러 센서에서 받아오는 정보를 가공하여 다음 행동에 대한 신호를 실시간으로 생성하여 안전하고 부드러운 자율주행 시스템 방법을 탐구한다.

1. 서론

자율주행 자동차는 지능적인 특성을 갖춘 차량으로, 주행 경로, 환경 상황, 경로 정보 등 다양한 요소를 고려하여 차량 센서로부터 획득한 정보를 활용하여 목적지까지 자율적으로 주행하는 차량이다. 이러한 기술은 자동 제어 시스템의 설계, 인공지능, 컴퓨터 비전 등 여러 기술 영역이 융합되어 구현되며, 다양한 센서를 통해 주변 환경을 실시간으로 감시하고 해석한다. [1] 획득된 정보는 다양한 알고리즘을 통해 분석되며, 차량은 이를 주행 결정 및 제어에 활용한다. 이를 통해 자율주행 자동차는 최적의 주행 경로를 선택하고 변화하는 도로 조건에 신속하게 대응하며, 운전자의 개입 없이도 안전하게 목적지에 도착할 수 있는 능력을 갖춘다. 이러한 운전 환경의 변화는 안전성과 편의성의 제공하며, 미래 교통 시스템의 중요한 일부분을 이룰 것으로 기대된다.

본 논문에서는 유아용 전동차를 모델로 카메라와 라이다 센서를 활용한 정확하고 효율적인 자율주행

시스템을 제안한다. 해당 시스템은 (그림 1)의 제한적인 트랙 안에서 주행, 장애물 회피, 신호등 인식, 주차의 실제 도로위의 상황을 가정하고 이를 수행하며 설계의 성능을 평가하고 검증한다. 부착된 센서의 활용은 다음과 같다.

- 카메라 – 차선 검출, 객체 인식
- 라이다(Light detection and ranging) – 주차



(그림 1) 트랙 도면

2. 구현

자율주행 차량은 Arduino 보드를 기반으로 12V DC 기어 모터 (조향 1, 구동 2)를 제어한다. 조향 모터의 경우, 현재 회전 상태와 카메라를 통한 주행 결정과

비교하여 모터의 동작을 제어한다. 따라서 가변저항 모듈을 모터와 연결하여 현재 회전 값을 감지한다. 카메라와 라이다 제품 정보는 다음과 같다.

1. Logitech C920

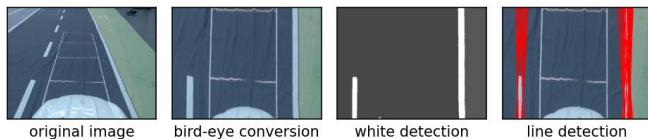
- 30fps(프레임), 78°(시야각)

2. RPLIDAR A1M8

- 0.15-12m(측정 거리), 1°이하(각도 분해능)

2-1. 차선 검출

주행 시 자동차의 뒤 양쪽 바퀴의 2 개의 구동모터에 일정한 값을 인가한다. 따라서 조향 모터를 알고리즘을 통해 제어하며 주행을 진행한다. 가변 저항이 읽어오는 최대 값과 최소 값 사이에 구간을 나누어 조향의 단계를 구분하고 각 구간 별 바퀴의 움직임을 이산적으로 제어한다. 또한 급격한 방향의 변화를 보이는 경우 구동 모터의 속도를 줄여 안정적인 주행을 가능하게 한다. 저항의 연속적인 값을 가공하지 않고 사용시, 노이즈에 따른 오차를 끊임없이 제어하므로 불안정한 주행결과를 보여주었다. 차선 주행 알고리즘은 (1) 조감도 변환, (2) 흰색 픽셀 감지, (3) 차선 검출 (허프 변환), (4) 기울기 측정으로(그림 2) 진행된다. 추가적으로 코너 주행 시 하나의 차선만 보이는 상황에 대한 예외 처리, 직선의 절편 값을 이용한 차선 중앙 보정, 이전 방향 값과 가중합을 통한 스무딩을 통해 주행의 안정성을 높였다.



(그림 2) 차선인식 과정

2-2. 객체 인식

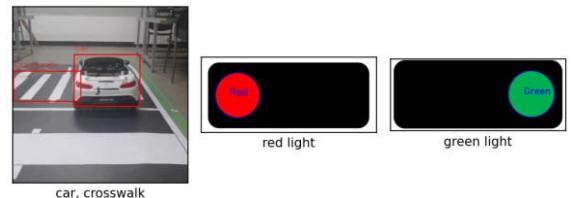
YOLO[2] 모델을 활용하여 차량, 횡단보도에 대한 검출이 가능하도록 학습하였다. 객체 인식 모델을 사용하여 전방에 차량 검출 시 차선 변경, 횡단보도 검출 시 신호등에 따른 제어를 가능하게 한다.(그림 3)

주행 중 차량 검출 시 바운딩박스(bounding box)의 크기와 중심 좌표가 조건을 만족한다면 차선을 변경

한다. 이때 차선의 픽셀색을 사용하여 안쪽 차선과 바깥쪽 차선을 구분하고 차선 변경의 방향을 결정한다. 변경 정도는 박스의 크기와 좌표, 혹은 경과 시간에 따라 조절할 수 있다. YOLO 모델을 높은 프레임으로 구동이 가능한 경우 박스의 특성 값을 사용하는 것이 더 안정적인 주행결과를 보여준다.

횡단보도 또한 크기와 중앙 좌표의 조건을 통해 인식하며, 신호등은 YOLO 혹은 원형 허프 변환과 이미지의 HSV 값을 사용한다.

YOLO 모델을 실시간으로 사용하기 위하여 이미지의 사이즈를 줄이고, OpenVINO[3]를 사용하여 모델을 최적화한 후 사용하였다. 적용시 기존 3~4fps에서 약 15fps 정도의 성능향상을 보여주었다.



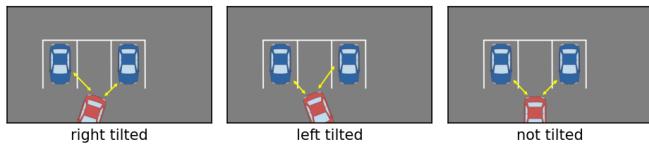
(그림 3) Object Detection

2-3. 주차

주차에 사용한 센서인 RPLIDAR A1M8 모델은 2 차원 라이다로 360°방향의 거리를 측정할 수 있다. 해당 센서는 차량 측면의 물체를 감지하여 주차공간을 인식한 후 동작을 수행한다.

- (1) 공간 인식 후, 여러 단계에 따라 일정 시간 동안 일정 거리를 이동하여 주차를 수행한다.
- (2) 공간 인식 후 라이다를 통해 양쪽 차량과의 거리를 지속적으로 측정한다. 한쪽에 너무 가까운 경우 차량을 위치를 조절하며 주차를 수행한다. (그림 4)

(1)의 방법은 사전에 정해진 방식으로 주차가 수행되므로 노이즈에 따른 결과의 큰 차이가 존재한다. (2)의 방법을 통해 이전의 단계에서 노이즈가 발생하더라도 라이다를 통해 보정하여 이를 해결할 수 있다.



(그림 4) 주차 방향 조절

3. 결론

본 논문에서는 유아용 전동차를 활용하여 트랙 위에서 자율주행 기법을 구현하고 실험하였다. 카메라와 라이다 센서를 활용하여, 전동차가 주행하는 동안 주변 환경을 감지하고 이를 기반으로 주행 경로를 결정하는 자율주행 시스템을 개발하였다. 카메라는 주변의 시각 정보를 획득하기 위해 사용되며, 라이다는 주변 장애물의 거리와 방향을 정밀하게 측정하는 데 활용되었다. 이러한 다양한 센서 데이터를 통합하여 전동차가 안전하게 주행할 수 있는 경로를 선택하고, 장애물을 피하는 등의 주행 결정이 가능하도록 알고리즘을 설계하였다. 실험 결과는 제한된 환경에서의 자율주행이 성공적으로 이루어짐을 확인하며, 유아용 전동차의 자율주행에 대한 기초를 마련하였다."

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업)

참고문헌

- [1] Zhao, J. et al., The key technology toward the self-driving car. International Journal of Intelligent Unmanned Systems. 2018. p. 2-20
- [2] <https://github.com/SkoltechRobotics/rplidar>
- [3] Redmon, J. et al., You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016. p. 779-88.
- [4] <https://docs.openvino.ai/2023.0/home.html>