

아두이노 기반의 자율주행 유아용전동차 알고리즘 구현

최지예¹, 이민서², 홍나리³, 이혜연⁴, 전일용[†]

¹ 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 학부생

² 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 학부생

³ 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 학부생

⁴ 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 학부생

[†] 성균관대학교 전자전기공학부 교수

jiye0217@g.skku.edu, yleemm@g.skku.edu, skfl9304@g.skku.edu, hyeyeon193@g.skku.edu, iychun@skku.edu

Implementation of Autonomous Ride-On Toy Car Algorithm Based on Arduino

Jiye Choi¹, Minseo Lee², Nari Hong³, Hyeyeon Lee⁴, Il Yong Chun[†]

¹Dept. of Bio-Mechatronics, Sungkyunkwan University

²Dept. of Bio-Mechatronics, Sungkyunkwan University

³Dept. of Bio-Mechatronics, Sungkyunkwan University

⁴Dept. of Bio-Mechatronics, Sungkyunkwan University

[†]School/Departments of EEE, AI, ECE, SCE, & DCE, and Center for Neuroscience Imaging Research,
Sungkyunkwan University

요약

본 논문에서는 아두이노를 이용하여 유아용전동차가 실제 도로와 유사한 환경의 트랙을 자율주행할 수 있는 방법을 찾고자 한다. 라이다와 카메라를 이용하여 차선을 따라 주행하고, 장애물을 회피하고 신호등의 지시에 따라 정지하고 출발하며, 후진 주차를 완수하는 알고리즘을 완성하였다.

1. 서론

최근 자율주행 자동차에 관한 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 라이다와 카메라를 통해 얻은 값을 기반으로 알고리즘을 구성하였으며, 간단한 소프트웨어 및 하드웨어로 자율주행이 가능한 시스템을 구현하였다. 알고리즘을 통해 얻은 결과를 시리얼 통신을 이용하여 파이썬에서 아두이노로 전달하였으며, 그 값을 바탕으로 유아용전동차의 모터를 제어하여 본 알고리즘의 효용성을 확인하였다.

2. 제안된 알고리즘

2.1 전동차 구성



알고리즘에는 Arduino Mega 2560 보드와 라이다,

카메라 2 대를 활용하여 (그림 1)과 같이 구성하였다. 라이다는 전동차 전방 중앙에 설치하였고, 전방 카메라는 후륜 축 중심의 80cm 높이에 위치하도록, 후방 카메라는 차량 후방에 뒤를 향하도록 설치하였다.

2.2 주행

올바른 주행을 위해서는 도로와 차선을 정확하게 구별해야 한다. 검은 색 도로 위에 흰색 차선이 그려진 상황을 전제로 알고리즘을 구성하였다.

(그림 2)와 같이 카메라 영상 내에 차선 인식을 위한 ROI(region-of-interest)을 설정한 후, 흑백 이미지로 변환하였다. ROI 내에서 빨간색(red, R), 녹색(green, G), 파란색(blue, B) 각각이 설정된 기준 값보다 큰 경우 흰색(차선)으로 판단하고 그 외의 경우는 모두 검은색(도로)으로 판단하였다.

- (그림 2)와 같이 ROI 에 검은색만이 검출되는 경우 와, ROI 의 좌우 모두에서 차선이 검출되는 경우에는 직진을 유지해도 되는 상황이라고 판단하였다.
- (그림 3)과 같이 ROI 의 좌측 또는 우측 영역에서

만 차선이 검출되면 반대편으로 회전하도록 하였다.



(그림 2)



(그림 3)

2.3 회피

회피를 위해서는 전방의 장애물 유무 판단과 회피 방향 결정이 중요하다. 장애물 인식은 라이다(Lidar detection and ranging, LiDAR)를 이용했다. 라이다는 같은 각도를 인식하더라도 거리가 멀어지면 인식 범위가 넓어진다. 따라서 멀리 있는 장애물을 처음 인식 할 때는 좁은 각도를, 이후에는 넓은 각도를 사용했다. 직진방향이 180° 라 할 때, 처음 장애물을 인식하기 위한 각도는 $[170^\circ, 190^\circ]$ 로, 이후 회피가 진행되어 회전하는 동안의 각도는 $[155^\circ, 200^\circ]$ 로 설정했다.

회피 방향은 현재 차선 정보를 이용하여 결정하였다. 2 차선에서 장애물이 인식된다면 좌회전을 한 뒤, 1 차선을 현재 차선으로 저장한다. 반대의 경우에는 우회전을 한 뒤, 2 차선을 현재 차선으로 저장한다.

추가적으로, 예외적인 충돌 상황을 방지하기 위해 모든 상황에서 400mm 이내의 장애물을 회피하도록 했다. 장애물이 $[180^\circ, 260^\circ]$ 범위에 인식되면 좌회전을, $[100^\circ, 180^\circ]$ 범위에 인식되면 우회전을 하도록 설정하여 차선 변경 없이 회피가 가능하도록 하였다.

2.4 신호등

주행 중에 ROI의 모든 영역에 흰 차선이 검출되면 횡단보도가 인식되었다고 판단한 뒤, 이때의 신호등 색을 통해 정지여부를 결정했다. 카메라 영상 내 신호등이 인지되는 영역의 색 공간을 OpenCV 라이브러리의 cvtColor 함수를 이용하여, RGB 도메인을 색상 구분이 용이한 Hue-Saturation-Value(HSV) 도메인으로 변환한다. 이후 신호등의 3 색이 충분히 인지될 수 있는 색상(H), 채도(S), 명도(V) 값의 범위를 각각 정했다. OpenCV 라이브러리의 inRange 함수를 활용하여 해당 범위를 기반으로 3 개의 마스크를 생성하였다. OpenCV 라이브러리의 bitwise_and 함수를 사용하여, 마스크와 카메라 영상이 겹치는 영역 내에서 배열의 요소들을 각각 전부 더해 결과값이 가장 큰 마스크의 색을 신호등의 색으로 판단한다. 초록색으로 판단될 경우 주행 및 차선 인식을 재개하고, 노란색 혹은 빨간색으로 판단될 경우 차량을 정지시킨다.

2.5 주차

본 연구에서는 진행 방향 우측에 주차된 두 차량 사이에 주차 공간이 있는 상황을 가정하였다. 알고리즘

은 주차 공간 인식, 조향 후 이동, 후진 및 주차의 세 단계로 구성된다.

주차 공간 인식을 위해 라이다를 활용한다. 직진방향이 180° 라 할 때, 우측 $[265^\circ, 270^\circ]$ 범위에 1000mm 이내의 장애물이 인식된 후, 같은 범위에 장애물이 없다고 인식되면, 첫번째 차량을 지나 주차 공간을 찾은 상황으로 판단한다.

이후 우측 방향 $[220^\circ, 270^\circ]$ 범위에 두 번째 차량이 인식되지 않을 때까지 좌회전하여 후진 주차를 하기 위한 준비를 한다.

주차 공간을 향해 정확히 후진하기 위해 후방카메라를 사용하였다. 주행에 활용한 차선 검출 방법과 유사하게 ROI를 설정한 뒤, ROI의 우측(차량 기준 좌측 후방)에 흰 차선이 인식되면 일정거리 좌회전하였다가 다시 후진하고, ROI의 좌측(차량 기준 우측 후방)에 차선이 인식된다면 우회전하였다가 다시 후진하는 과정을 반복한다. 이후 ROI의 양측에 차선이 검출된 경우, 주차 완료 상황으로 판단하여 정지하도록 하였다.

3. 결론 및 고찰

본 논문에서는 유아용 전동차, 라이다와 카메라를 이용하여 도로 주행, 장애물 회피, 신호등 인식 및 주차를 수행하는 자율주행 알고리즘을 제안하였다. 특히 연산량을 최소화하여 저성능 프로세서에서도 구현될 수 있게 하였고, 대부분의 환경에서 높은 정확도로 주행하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 도로에 비치는 햇빛을 차선으로 혼동하는 경우가 있었다. 이를 해결하기 위해 차선 검출에 적용되는 R, G, B의 임계값을 높였고, 결과적으로 일정 수준 이하의 햇빛은 주행에 영향을 미치지 않았다. 이보다 강한 햇빛에 대응하여 주행하기 힘들다는 점에서 추가적인 연구를 진행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참고문헌

- [1] 이아영, 이호준, 이경수, 자율주행 인지 모듈의 실시간 성능을 위한 적응형 관심 영역 판단, 자동차안전학회지, 14, 2, 20-25, 2022.
- [2] 김진산, 권태호, 김재은, 정경훈, 색상 및 형태 특징을 고려한 교통신호 고속 인식 알고리즘, 한국방송미디어공학회 학술발표 z 대회 논문집, 200-203, 2016.