

자율주행 소프트웨어의 신뢰성 향상: 주행 안전에 관한 연구

안재준¹, 배민준¹, 이시우², 전재욱³
¹성균관대학교 전자전기공학부 학부생
²성균관대학교 소프트웨어학과 석사과정
³성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 교수

ajj8061@naver.com, alswns834@naver.com, edenlee@g.skku.edu, jwjeon@skku.edu

Enhancing the Reliability of Autonomous Driving Software: A Study on Driving Safety

An Jae Jun¹, Bae Min Jun¹, Si Woo Lee², Jae Wook Jeon³
¹School of Electronic and Electrical Engineering, Sung-Kyun-Kwan University
²Dept. of Computer Science and Engineering, Sung-Kyun-Kwan University
³Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sun-Kyun-Kwan University

요 약

본 연구에서는 실시간 자율주행 프로그램의 안정성 향상 방안을 제안한다. 안정성을 해치는 요소에는 조도의 변화, 노면의 불규칙성, 제어 신호의 딜레이가 있다. 이를 해소하기 위해 여러 이미지 처리 필터, ROI의 축소, Lookuptable을 제안한다. 이를 통해 보다 안정적인 자율주행을 구현한다.

1. 서론

OEM 및 연구자들은 자율주행에 대한 연구에 있어서 여러 요인들 중 안전성을 제일 중요하게 바라보고 있다. 해당 문제를 해결하기 위해서 AI 기술의 발전과 많은 이미지 처리 알고리즘이 발전하고 있다.

이 연구에서는 파이썬과 아두이노를 통해 유아용 전동차를 제어해 트랙을 자율주행하도록 구현한다. 이 과정에서 카메라 1대를 통해 차선을 인식하고 조도에 따른 환경의 변화, 불규칙적인 노면 상태를 극복하고자 했다. 특히나, 차량의 안정성을 위해 실시간 제어하는데 중점을 둔다.

2. 하드웨어 세팅

주행 맵은 (그림 1)과 같이 직진, S자, 급커브, 신호등 및 횡단보도 구간이 있다. 차선 인식을 위한 센서로 애플 APC920W 카메라를 1개 사용하여, (그림 1)과 같이 하드웨어를 세팅한다.



(그림 1) 주행 맵과 유아용 전동차 설계 사진

3. 자율주행 알고리즘

본 논문에서는 일반적인 프로세스를 통해 처리하는 방식에서 추가로 근본적인 조도의 변화, 노면의 상태 고려, 제어 신호의 신뢰성 부분을 다루고자 한다.

기본적으로 카메라를 통해 인식한 차선을 파이썬 프로그램으로 처리하고, 이를 아두이노로 시리얼 통신해 하드웨어를 제어한다.

3.1. 햇빛 제어

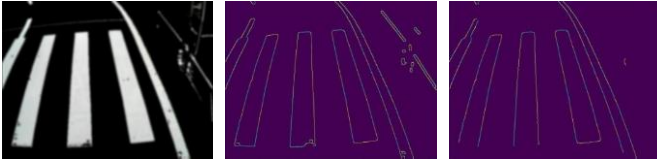
주행 맵은 실제 차량이 운행하는 환경과 비슷하게 햇빛에 의한 이미지 왜곡이 존재한다. 이를 해결하기 위해 인식한 이미지에 hsv 필터, gaussian 필터, canny 알고리즘을 적용한다.



(그림 3) HSV 필터 파라미터에 따른 이미지

hsv 모델은 인간의 색인지에 기반을 둔 색상 모델이다. Hue, Saturation, Value 성분의 조합으로 색을 표현

한다. (그림 3)은 왼쪽의 원본 사진으로부터 hsv 성분 파라미터를 달리 하여 hsv 필터를 적용한 이미지들이다. 실험을 통해 최적의 파라미터를 찾을 수 있었다.



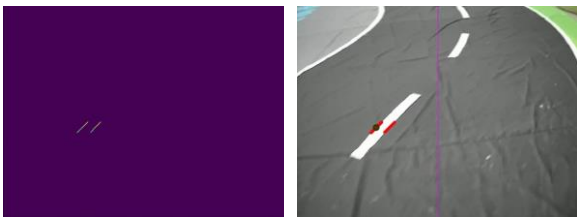
(그림 4) gaussian 필터 커널 크기 따른 이미지

gaussian 필터는 이미지를 정규 분포를 갖는 커널로 블러링한다. 이를 통해 대상 픽셀에 가까울수록 많은 영향을 주고, 멀어질수록 적은 영향을 주어 원 이미지를 최대한 유지하며 노이즈를 제거할 수 있다. (그림 4)는 왼쪽의 이미지에서 gaussian 필터를 커널 크기 최종 25 까지 키우며 canny 알고리즘을 적용한 이미지들이다. 커널 크기가 클 때 차선만을 명확하게 인식한다.

3.2. 불규칙적 노면 인지 알고리즘

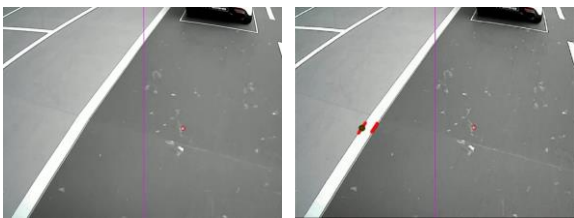
본 연구에서는 노면의 노이즈를 최대한 배제하기 위해 (그림 5)와 같이 ROI 를 좁게 설정한다. 이후의 조향 과정은 다음과 같다.

1. ROI 내에서 Hough Transform 알고리즘을 사용해 차선의 직선을 검출한다.
2. 검출된 직선의 양 끝점의 중점을 계산한다.
3. 중점과 이미지의 중심선과의 거리를 스케일링하여 조향각을 계산한다.



(그림 5) ROI 구간을 적용한 이미지

이러한 프로세스를 거쳐도 (그림 6)과 같이 노면의 얼룩과 같은 노이즈가 인식되는 경우가 있다. 이는 Hough Transform 알고리즘의 파라미터인 minLineLength, rho, threshold 를 수정하여 개선할 수 있다.



(그림 6) 허프 변환 파라미터에 따른 이미지

3.3. 제어 신호 딜레이 해결

아두이노의 loop 단은 순차적으로 진행된다. 따라서 분기문을 통한 프로그램은 실행되는 함수의 순서에 따라 필연적으로 실행 속도에 차이가 생긴다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 Lookuptable 구조를 제안한다. Lookuptable 은 요소가 함수 포인터인 배열이다. 이를 통해 배열 접근을 통해 함수를 불러올 수 있다. 이러한 프로그램은 함수마다 실행 속도에 차이가 나는 현상을 해결하여 비교 연산이 많아질 때 처리 속도의 향상을 야기한다. 또한, 추후 프로그램에 함수를 추가할 때도 효과적이다.

추가적으로 파이썬에서 아두이노의 시리얼 통신값이 buffer 에 쌓이는 것을 방지해야 한다. 본 연구에서는 파이썬의 이미지 처리에 의해 아두이노에서 함수를 실행한다. 함수의 실행이 완료됐을때 파이썬에 피드백 신호를 준다. 파이썬 프로그램은 피드백 신호를 받으면 다시 이미지 처리를 시작한다. 이를 통해 buffer 의 포화를 방지하는 방법을 제안한다.

4. 결과

알고리즘이 없을 때 10 바퀴 당 차선 이탈이 5 회 발생했으며, 우리가 제안 및 활용한 알고리즘을 사용할 경우 10 바퀴 당 이탈 횟수가 1~2 회로 줄어들었다.

본 연구의 결과는 대회의 주행영상을 통해 확인 가능하다.

(성균관대학교, (2023. Sep. 26), 제 1 회 자율주행 SW 경진대회, Youtube 동영상, (108:12~110:04) https://www.youtube.com/watch?v=g6M9_985J14)

5. 결론

본 논문에서는 자율주행의 안정성을 개선시키고자 한다. 이를 위해 카메라 센서의 문제점인 조도 변화, 노면의 상태에 따른 인지 부정확성의 한계를 개선하고자 한다. 또한, Lookuptable 을 통해서 제어 신호의 딜레이 문제를 해결하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참고문헌

- [1] Assidiq, Abdulhakam AM, et al. "Real time lane detection for autonomous vehicles." 2008 International Conference on Computer and Communication Engineering. IEEE, 2008.