

딥러닝 모델 기반 차선 인지 개선 방안

박해수¹, 이승엽¹, 이승준¹, 남윤진¹, 홍형근², 전재욱²
¹성균관대학교 기계공학부, ²성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

qkrgotn74@g.skku.edu, tyler0307@g.skku.edu, sjun0107@g.skku.edu, namyjjin@g.skku.edu,
whaihong@g.skku.edu, jwjeon@skku.edu

Lane Detection Improvement Based on Deep Learning Model

Hae-Soo Park¹, Seung-Yeop Lee¹, Seung-Jun Lee¹, Yun-Jin Nam¹,
 Hyeong-Keun Hong², Jae-Wook Jeon²

¹School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University,

²Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

자율주행 차량의 차선 인식에는 다양한 기법이 존재한다. 전통적인 방법은 주로 이미지 처리 기술을 기반으로 하며 정교한 손실 함수와 특징 추출 알고리즘을 사용한다. 본 연구에서는 딥러닝의 적용을 통해 차선 검출 성능을 확인하고, 이를 이미지 처리를 통한 방식과 비교하고자 한다.

1. 서론

현대 자율주행 기술은 도로 환경에서 차량이 안전하게 운행하기 위한 핵심 요소 중 하나로 차선 인식이 중요한 역할을 한다. 차선 인식은 주행 경로를 결정하고 차량의 위치를 파악하는 데 필수적이다. 과거에는 전통적인 컴퓨터 비전 기술이 차선 인식에 널리 사용되었으나, 최근에는 딥러닝 기술의 발전으로 인해 새로운 가능성이 열리고 있다.

전통적인 컴퓨터 비전 기술은 주로 이미지 처리 기술을 기반으로 하며, 차선의 모양, 색상, 경계 등을 사전에 정의된 특징을 이용하여 탐지하고 추적한다. 이러한 방식은 특징 추출 알고리즘을 사용하여 차선을 인식하며, 기존에 다양한 응용 프로그램에서 실증된 방법론이다.

그러나 딥러닝 모델의 등장으로 컴퓨터 비전 분야에서는 패러다임의 변화가 일어나고 있다. 딥러닝 모델은 주어진 데이터에서 특징을 직접 학습하고 추출하는 능력을 갖추고 있어, 복잡하고 다양한 패턴을 효과적으로 학습할 수 있다. 이를 통해 딥러닝 모델은 전통적인 방법보다 더욱 정확하고 강력한 차선 인식 결과를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 [1]의 소프트웨어 구조를 활용하여 전통적인 컴퓨터 비전 기술과 딥러닝 모델을 자율주행 차선 인식에 적용한 결과를 비교하고 분석하여, 기존의 문제점과 개선점을 평가한다. 이를 통해 자율주행 분야에서의 차선 인식 기술의 진화에 대한 통찰력을 제공할 것이다.

2. 선행연구

[2]에서는 카메라를 통한 인지화면에서 다음 과정을 거쳐 차선을 검출한다. 먼저, 차선의 기울기를 검출할 관심 영역을 설정한다. 관심 영역을 설정함에 있어, 원근법에 의한 왜곡을 보정하기 위해 Bird's eye view 를 고려한 형태로 설정한다. 보정된 이미지에 HLS 값의 범위를 설정해 차선과 배경을 분리한다. 분리된 차선에 grayscale, gaussian blurring 등을 거쳐 차선을 검출한다. 이후, 슬라이딩 윈도우(Sliding window) 알고리즘을 통해 차선의 기울기를 판단한다. 하지만, 이는 명확한 한계점을 갖는다.

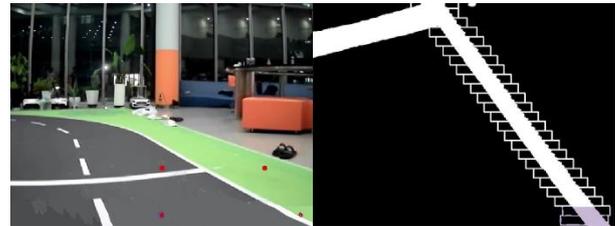


그림 1. 슬라이딩 윈도우 구현 화면

먼저, 색상 필터에 의한 한계가 존재한다. 이미지 처리는 주로 색상 값을 기반으로 차선과 배경을 구분하는데, 이로 인해 차선이 아닌 요소도 차선으로 잘못 인식될 수 있다. 본 연구 환경에서 횡단보도 혹은 빛에 의해 조도 값이 높은 영역 등이 차선으로 인식될 수 있다. 이를 보완하기 위해서 복잡한 코드 구성과 추가적인 보정 값을 수반한다.



그림 2. 조도에 따른 문제

다른 한계로는 이미지 처리 영역에 있다. 빈 구간이 발생하지 않는 실선과 달리 점선은 차선 검출 중 빈 구간이 발생한다. 이 때문에 실선인 차선만을 관심 영역으로 설정하는데, 이를 통해 판단한 기울기는 실제 기울기와 오차를 갖는다.

3. 딥러닝 모델 적용을 통한 해결

본 연구에서는 앞선 한계점들을 개선하고자 차선 검출 방법에 딥러닝 모델을 적용한다. 딥러닝 모델로 YOLOv8을 적용한다. 이를 위해 주행 환경의 학습 데이터를 수집하고, 라벨링(Labeling)한 후, 변형을 거쳐 데이터를 증강한다. 약 900 여개의 학습 데이터를 생성하고, YOLOv8s 모델을 사용해 학습한다.



그림 3. YOLOv8 을 통한 차선 검출

인스턴스 분할(Instance segmentation)을 활용해 검출한 차선 영역은 위와 같다. 주행 차로의 영역을 분할함으로써 이미지 처리에 의한 한계점의 개선을 확인할 수 있다. 분할한 영역에 Bird's eye view, edge detection 과정을 거쳐 아래와 같이 차선을 검출한다.



그림 4. Edge detection 을 통한 차선 검출

차선을 검출한 후, 차로의 중심을 설정한다. 차로의 중심과 차량의 전면 중점의 기울기를 차선의 기울기로 판단한다. 이를 이용해 차량의 조향을 제어한다. 차로 중심의 y 방향 위치는 실험을 통해 설정한다.

4. 차선 기울기에 따른 조향 제어

판단한 기울기 값 α 를 활용한 조향제어 값은 다음 수식을 통해 산출한다.

$$steering\ gradient = \alpha \times \frac{7}{63} \quad (1)$$

선형 수식을 통해 연속적인 조향이 가능하다. 하지만, 이는 급격한 곡선에 취약하며 이탈할 경우에 보정이 불가하다. 차선 이탈 시, 카메라의 관심영역이

차선을 탐지하지 못하게 되어 차선 검출이 중단된다. 때문에 차선의 기울기에 따른 조향 제어식에 보정 값을 더해 급격한 곡선 구간에도 이탈하지 않도록 한다.

$$steering\ gradient = \alpha \times \frac{7}{44} + \frac{\alpha}{|\alpha|} \quad (2)$$

5. 비교

차선 인지에 딥러닝 기술을 적용하는 경우, 검출하고자 하는 영역 자체의 인지가 가능하다. 즉, 형태 혹은 색상만으로 검출하는 방식에 비해 의미적인 특징 기반의 검출이 가능하다는 장점을 가진다. 이는 조도의 영향이나 장애물에 대한 인지 오류에도 내성이 강하다. 또한, 특정 상황에 대한 학습 데이터를 늘리거나 학습을 반복할수록 검출 성능은 향상된다. 하지만, 이는 명확한 한계점을 갖는다. 먼저, 딥러닝은 보통 높은 사양의 하드웨어를 요구한다. 이는 공간 및 비용의 제한사항으로 작용할 수 있다. 또한, 성능을 개선하기 위해 많고 다양한 학습 데이터를 요구하는데, 이를 수집하고 Labeling 하는 등의 과정은 많은 학습 비용을 요구한다.

6. 결론

본 연구에서는 딥러닝 모델을 기반으로 한 차선 검출 성능의 개선을 확인한다. 선행 연구에서 사용된 이미지 처리 방식의 한계점을 파악하고, 이를 개선하고자 딥러닝 모델인 YOLOv8을 적용한다. YOLOv8 모델을 활용하기 위해 연구 환경의 학습 데이터를 생성하고, 학습을 통해 가중치 파일을 생성한다. 이후, YOLOv8을 통해 차선 영역을 인지하고, Bird's eye view, edge detection 을 통해 차선을 식별한다. 이후, 식별한 양쪽 차선의 중점을 통해 기울기를 도출하고, 차량 제어에 사용한다. 기존의 이미지 처리 방식과 비교해, 검출 성능의 향상과 이를 통한 안정적인 기울기 검출을 확인한다. 하지만, 학습 비용 및 딥러닝 모델이 요구하는 하드웨어 사양에 의한 한계가 있으므로, 이를 개선하기 위한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2024 년 미래형자동차 기술융합혁신인재양성사업)

참고문헌

[1] Hong, H., Lee, J., Lee, S., Choi, Y., Hwang, G., & Kim, E. (2024). ROS2-Based-Autonomous-Driving-SW-Camp (Version 1.0.2) [Computer software]. <https://github.com/SKKUAutoLab/ROS2-Based-Autonomous-Driving-SW-Camp>

[2] 강동일, 박해수, 신현호, 여현승, 이승엽 and 김규남. "슬라이딩 윈도우 기법을 활용한 차선 인지 및 유지 개선 방안." 한국정보처리학회 학술대회논문집, vol. 30, no. 2, pp. 1157-1158, 2023.