

# AI 기반 충돌방지 차선변경 시스템

서동윤<sup>1</sup>, 이한빈<sup>1</sup>, 임진희<sup>1</sup>, 유재용<sup>1</sup>, 홍형근<sup>2</sup>, 전재욱<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 성균관대학교 전자전기공학부 학부생

<sup>2</sup> 성균관대학교 정보통신대학 석사과정

<sup>3</sup> 성균관대학교 반도체시스템공학과 교수

[dong6806@naver.com](mailto:dong6806@naver.com), [1218hblvrk@g.skku.edu](mailto:1218hblvrk@g.skku.edu), [jinny040204@g.skku.edu](mailto:jinny040204@g.skku.edu), [inv120@naver.com](mailto:inv120@naver.com), [whaihong@g.skku.edu](mailto:whaihong@g.skku.edu), [jwjeon@skku.edu](mailto:jwjeon@skku.edu)

## AI-based Collision Avoidance Lane Change System

Dong Yun Seo<sup>1</sup>, Han Been Lee<sup>1</sup>, Jinny Lim<sup>1</sup>, Jae Yong Yu<sup>1</sup>, Hyeong Keun Hong<sup>2</sup>, Jae Wook Jeon<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>3</sup>Dept. of Semiconductor Systems Engineering, Sungkyunkwan University

**Abstract** : 본 연구에서는 차선 변경 알고리즘을 개발하여 자율주행 기능을 구현하는 방법을 제시한다. YOLOv8 딥러닝 모델과 Camera 센서를 활용하여 전방 차선과 주변 차량을 탐지하고, LiDAR 데이터를 결합하여 주행 경로를 계획하고 차량을 제어한다. 이를 통해 안정적이고 교통 시스템의 효율성을 향상시키는 자율주행 기술을 구현한다.

### 1. 서 론

차선 변경 알고리즘은 자율주행 차량의 핵심 기술 중 하나이다. 자율주행차는 고도화된 센서와 인공지능 시스템을 활용하여 도로 상황을 인식하고, 다양한 조건에서 최적의 경로를 계획하는 능력을 갖춰야 한다. 이를 위해 차량의 속도, 도로의 형태 등의 요소를 분석하여 안정적으로 주행하는 시스템이 필요하다. 기존 연구들이 주로 state 기반 모델을 활용하여 차선 변경을 구현한 것을 바탕으로 다양한 주행 환경에 적용 가능한 차선 변경 알고리즘을 제안한다. <sup>1)</sup>

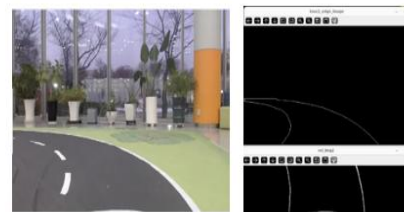
### 2. 시스템 구성

자율주행 소프트웨어를 개발하고 기능을 구현하기 위해 유아차, 아두이노 Mega 2560, LiDAR, Camera, 가변 저항, 모터 드라이버 및 전압 분배기를 사용하였다. Camera를 통해 전방 차선 및 차량 정보를 얻고, 2개의 LiDAR를 통해 전방, 후방, 측면의 장애물 존재 여부를 감지하여 MOTION PLANNER 노드에 전달한다. MOTION PLANNER 노드는 이를 기반으로 주행 경로를 계획하고, 제어 정보를 아두이노에 시리얼 통신으로 전송한다. 아두이노는 제어 정보를 바탕으로 모터의 속도와 조향각을 제어한다.

### 3. 자율주행 구현 방법

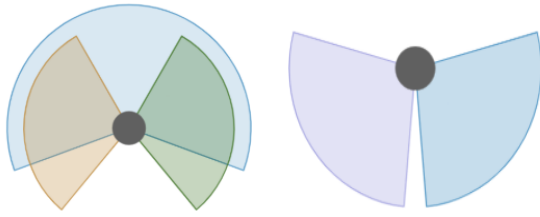
#### 3.1 Camera 센서 및 LiDAR 센서

3,601개의 차선 및 차량 이미지 데이터셋을 YOLOv8s로 학습시키고 이를 이용하여 (그림 1)과 같이 차선 이미지를 추출한다. ROI\_IMAGE에서 Y 좌표를 90도로 고정하여 각 차선의 X 좌표들을 찾고, 좌표 간 차이를 계산하여 중심 X 좌표를 결정한다. 이후, 1차선 및 2차선의 중심 좌표 X, Y 값을 주행 경로 결정에 활용할 수 있도록 전송한다. 또한 전방 차량을 감지하여 차량 대수 및 각 차량의 중심 좌표를 MOTION PLANNER 노드에 전송한다.



(그림 1) 2차선 예시 이미지

2개의 LiDAR를 전방과 후방에 각각 1개 설치하여 차량의 전방, 후방, 우측, 좌측을 감지한다. 감지된 데이터는 신호 처리 과정을 거쳐 장애물 탐지 노드에서 활용된다.



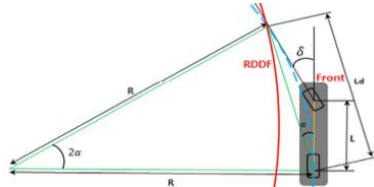
(그림 2) LiDAR 센서의 범위 및 각도

LiDAR 위치	각도	거리
좌측 전방	30° ~ 140°	0.15m ~ 1.0m
전방	260° ~ 100°	0.25m ~ 2.3m
우측 전방	220° ~ 330°	0.15m ~ 1.0m
좌측 후방	75° ~ 175°	0.15m ~ 2.0m
우측 후방	185° ~ 285°	0.15m ~ 2.0m

(표 1) LiDAR 센서의 범위 및 각도

### 3.2 Pure Pursuit 경로 추종 알고리즘 <sup>2)</sup>

일반 주행 시 차선을 유지하며 주행하기 위해 Pure Pursuit 경로 추종 알고리즘을 사용했다. 이 알고리즘은 자율주행차가 목표 지점에 도달하도록 조향각을 계산하는 방식이다. 조향각을 산출하는 수식은 아래와 같다. 아래 수식에서 적절한  $L_d$  값을 설정하여 차량이 안정적으로 주행할 수 있도록 했다.

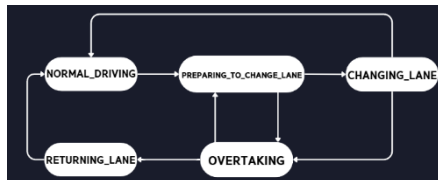


(그림 3) Bicycle Model of Pure Pursuit

$$\delta = \tan^{-1} \frac{2L \sin \alpha}{L_d}$$

### 3.3 차선 변경 알고리즘

차량의 주행 상태를 관리하기 위하여 Finite State Machine을 활용하여 (그림 4)와 같이 5개의 상태로 구분했다.



(그림 4) 상태 다이어그램

1. NORMAL DRIVING은 기본 주행 상태로, 전방 장애물이 감지되고 같은 차선에 차량이 있으면 PREPARING TO CHANGE LANE으로 전이한다.

2. PREPARING TO CHANGE LANE 상태에서는 전방 차량이 감지되고 옆 차선이 비어 있으면 CHANGING LANE으로 전이한다. 반면, 옆 차선에 차량이 있으면 감속하며 대기한다. 만약 전방 차량이 감지되지 않는다면 차선 변경 횟수에 따라 다음 상태로 전이한다.
3. CHANGING LANE은 차선 변경을 수행하는 상태로, count 조건과 차선의 slope를 고려하여 변경 완료 여부를 판단한다. 이후 차선 변경 횟수에 따라 다음 상태로 전이한다.
4. OVERTAKING은 추월하는 상태로, 전방 차량 감지 시 PREPARING TO CHANGE LANE으로 전이하고, 전방과 복귀하려는 차선에 차량이 미감지 되면 RETURNING LANE으로 전이한다.
5. RETURNING LANE은 차선 복귀를 수행하는 상태로, 차량 속도에 따라 계산된 count조건이 충족될 경우 NORMAL DRIVING으로 전이한다.

## 4. 결론

본 연구에서는 시스템 검증을 위해 2차선 도로에서 1대의 정적 차량과 3대의 동적 차량을 동시에 주행시키며 실험을 진행하였다. 그 결과, 주 차량이 다른 차량들의 위치와 속도를 고려하여 상태 변경을 통해 차선 변경 및 추월을 수행하며 자율주행 기능을 안정적으로 수행하는 것을 확인할 수 있었다.

### Acknowledgements

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술평화원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0022098, 2025년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성 사업)

### References

- [1] Plamen Petrov, Fawzi Nashashibi. Planning and Nonlinear Adaptive Control for an Automated Overtaking Maneuver. ITSC 2011 - 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, The George Washington University, Oct 2011, Washington D.C., United States. pp.662-667, 10.1109/ITSC.2011.6083025. hal-00663044
- [2] Hee-Seok Shin, Myeong-Jun Kim, Jung-Ha Kim, "Path Generation and Tracking Algorithm of Auto Valet Parking System Development", Korean Society of Automotive Engineers, Vol.28, No.4, pp. 393-394, 2020.