

# LiDAR 기반 삼각측량 방식을 활용한 자율주차 시스템 구현

황은지<sup>1</sup>, 강도영<sup>1</sup>, 문재현<sup>1</sup>, 성혁윤<sup>1</sup>, 이시우<sup>2</sup>, 전재욱<sup>1</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 전자전기공학부

<sup>2</sup>성균관대학교 소프트웨어학과

purplehej@g.skku.edu, ksp7106@g.skku.edu, moonjh0104@g.skku.edu, hurpely@g.skku.edu,  
edenlee@g.skku.edu, jwjeon@g.skku.edu

## Implementation of Autonomous Parking System Using LiDAR-based Triangulation Method

Eun-Ji Hwang<sup>1</sup>, Do-Yeong Kang<sup>1</sup>, Jae-Hyun Moon<sup>1</sup>, Hyeok-Yun Seong<sup>1</sup>, Si Woo Lee<sup>2</sup>, Jae Wook Jeon<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Dept. of Computer Science and Engineering, Sungkyunkwan University

### 요약

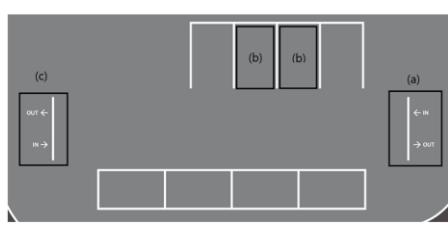
본 논문에서는 LiDAR 만을 이용한 자율주차 시스템을 제안한다. 목표하는 주차공간 양측에 위치한 차량을 감지하여 주차공간의 앞까지 이동한 후 조향장치를 제어하여 주차를 수행하는 알고리즘을 제시하였다. 또한 2023년도 제 1회 성균관대학교 자율주행 SW 경진대회를 수행함으로써 해당 알고리즘의 유효성을 검증하였다.

### 1. 개요

자율주행차량 산업의 규모가 빠르게 성장하고 있다. 성균관대학교는 미래차 인재 양성을 목적으로 2023년도 제 1회 자율주행 SW 경진대회를 개최했다.

본 논문에서는 해당 대회를 수행하며 사용한 전동차 및 트랙과 LiDAR 를 활용한 장애물 감지 및 자율주차 기능에 대해서 설명한다.

### 2. 하드웨어 구성



(그림 1) 자율주차 수행환경

대회는 유아용 전동차에 LiDAR, 카메라, 초음파 센서를 연결하여 트랙 주행과 미션 수행을 진행한다. 주차 시스템에는 LiDAR 만을 사용했기 때문에 그 외의 구성은 설명을 생략한다.

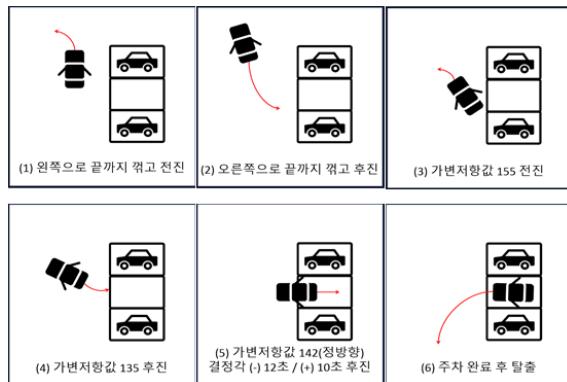
주차 미션은 (그림 1)의 (a)에서 출발하여 주차구역 (b)의 빈 공간에 수직주차를 수행하고, (a) 또는 (c) 구역으로 나오기 까지를 평가한다. 주차하려는 공간의 이웃한 공간에 차량이 존재한다는 규정과 타 센서에 비해 데이터 신뢰도가 높고 조도의 영향을 받지 않는 LiDAR 를 이용해 장애물을 인식하고 주차 가능 위치까지 이동하고 자율적으로 주차하는 과정을 설계하였다[1].

사용한 모델은 SLAMTEC 의 RPLIDAR-A2 모델로서,

12m 내에서 2D 360 도 스캔이 가능하다. 라이더를 차량 후드에 설치한 경우 라이더가 높아 다른 차량을 감지하지 못하는 문제가 발생하였고, 이를 해결하기 위해 (그림 2)에 보이는 것과 같이 차량 앞쪽 하단에 지지대를 달아 LiDAR 를 고정하였다.



(그림 2) 라이다 부착한 차량 사진



(그림 3) 수직 주차 진행 순서

### 3. 수직 주차 알고리즘

출발 지점에서 무작위로 주차된 두 대의 차량 사이를 찾기까지 직진한다. 차량의 구조적인 문제에 의해 직진을 위해 모터 구동 시 차체가 측면으로 기울는 현상을 해결하고자 경로 보정 과정을 추가했다. 주차 가능한 영역을 발견한 후에는 (그림 3)에 적힌 순서대로 상측의 차량 1과 하측의 차량 2에 대하여 정해진 주차 루틴을 수행한다.

#### 3.1 수직 주차 알고리즘

LiDAR 와 차량 1, 차량 2 가 만드는 삼각형을 결정 삼각형이라 하고, 차량 1 쪽의 각도를 현재 차체의 방향을 판단하는 결정각으로 정의했다.

직선 경로로 수정하기 위한 보정각은 결정삼각형

의 세 각을 이용해 정의하였다.

(그림 4)와 같이 차량이 270 도 이상으로 기울어진 상황에서 주차공간에 진입하는 경우 1 회의 보정과정을 거친 후 위치에서 아래와 같은 과정을 거쳐 경로 보정을 반복하여 안정성을 높였다.

- (1) 269°~271° 사이에 차량 1 이 감지됐을시 차량 2 의 위치 확인 후 결정각과 보정각 계산
- (2) 0.5 초 후 시리얼 통신으로 보정각 전달, 첫 번째 경로 보정 실행(3.5 초 소요)
- (3) 재탐지 후 두 번째 경로 보정 실행
- (4) 경로 보정 종료 후 진행하다가 차량 2 의 탐지 각도가 280 도보다 크면 정지

### 3.2 조향 모터 제어

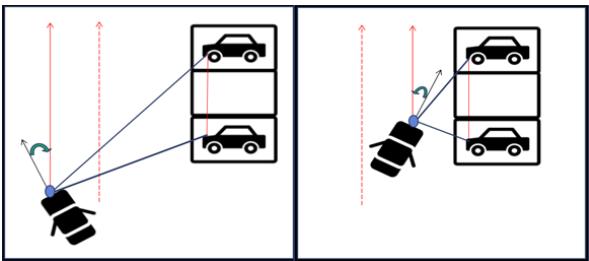
차량의 핸들에 DC 모터와 가변저항을 연결하여 모터가 가변저항에 입력된 값이 목표값에 도달할 때까지 DC 모터를 회전시키는 방식으로 조향을 진행하였다. 모터에 가하는 전압에 대해 핸들의 꺾임을 측정하는 가변저항값을 정밀하게 제어하기 위해 총 6 개의 구간을 나눠 핸들을 제어하였다.

### 4. 실험 검증

앞서 설명한 전동차와 LiDAR, 트랙 및 알고리즘을 활용하여 자율 주차 알고리즘을 검증하기 위해 실험을 진행하였다.

경로 보정과 핸들 제어 과정을 포함한 자율주차 과정을 검증하기 위해 각도와 시작위치, 차량위치를 조정하여 무작위의 20 가지 종류의 실험을 100 회 진행했다. 실제 대회의 주행영상을 참조한다[2].

(성균관대학교, (2023. Sep. 26), 제 1 회 자율주행 SW 경진대회, Youtube 동영상, (254:40~257:20)  
[https://www.youtube.com/watch?v=g6M9\\_985Jl4](https://www.youtube.com/watch?v=g6M9_985Jl4))



(그림 4) 차체의 방향에 따른 결정삼각형과 보정각

## 5. 결론

본 논문에서는 라이다센서만을 이용하여 자율주차 시스템을 구축하였다. 본 실험을 수행하며 LiDAR 에만 의존하여 차선인식이나 다른 요소들을 활용하지 못하였다. 향후 연구에서는 카메라 및 다른 센서를 추가적으로 활용하여 장애물 인식과 주차과정을 개선시키고자 한다.

## 6. ACK

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

### 참고문헌

- [1] 김명준, 신희석, 김정하.(2019).LIDAR 센서 기반 자율주차를 위한 인지 시스템.제어로봇시스템학회 논문지, 25(7), 617-624.,  
DOI : 10.5302/J.ICROS.2019.19.00098