

LiDAR 기반 삼각측량 방식을 활용한 자율주차 시스템 구현

황은지¹, 강도영¹, 문재현¹, 성혁윤¹, 이시우², 전재욱¹

¹성균관대학교 전자전기공학부

²성균관대학교 소프트웨어학과

purplehej@g.skku.edu, ksps7106@g.skku.edu, moonjh0104@g.skku.edu, hurpely@skku.edu, edenlee@g.skku.edu, jwjeon@skku.edu

Implementation of Autonomous Parking System Using LiDAR-based Triangulation Method

Eun-Ji Hwang¹, Do-Yeong Kang¹, Jae-Hyun Moon¹, Hyeok-Yun Seong¹, Si Woo Lee², Jae Wook Jeon¹

¹Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University

²Dept. of Computer Science and Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

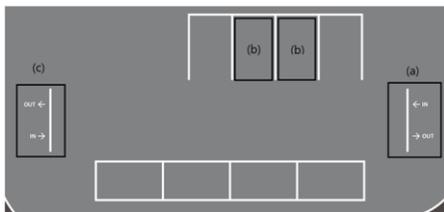
본 논문에서는 LiDAR 만을 이용한 자율주차 시스템을 제안한다. 목표하는 주차공간 양측에 위치한 차량을 감지하여 주차공간의 앞까지 이동한 후 조향장치를 제어하여 주차를 수행하는 알고리즘을 제시하였다. 또한 2023 년도 제 1 회 성균관대학교 자율주행 SW 경진대회를 수행함으로써 해당 알고리즘의 유효성을 검증하였다.

1. 개요

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

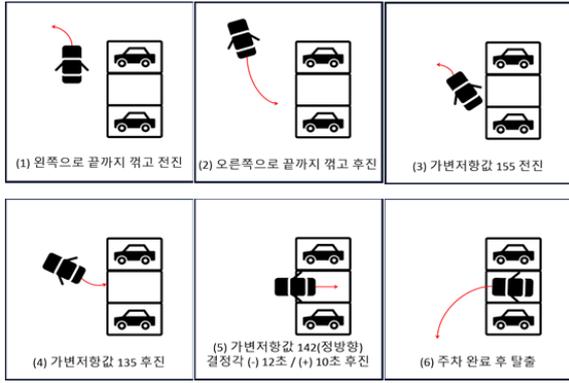
주차 미션은 (그림 1)의 (a)에서 출발하여 주차구

역 (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) 라이더 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 기우는 현상을 해결하고자 경로 보정 과정을 추가했다. 주차 가능한 영역을 발견한 후에는 (그림 3)에 적힌 순서대로 상측의 차량 1 과 하측의 차량 2 에 대하여 정해진 주차 루틴을 수행한다.

3.1 수직 주차 알고리즘

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

직선 경로로 수정하기 위한 보정각은 결정삼각형의 세 각을 이용해 정의하였다.

(그림 4)와 같이 차량이 270 도° 이상으로 기울어진 상황에서 주차공간에 진입하는 경우 1 회의 보정 과정을 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

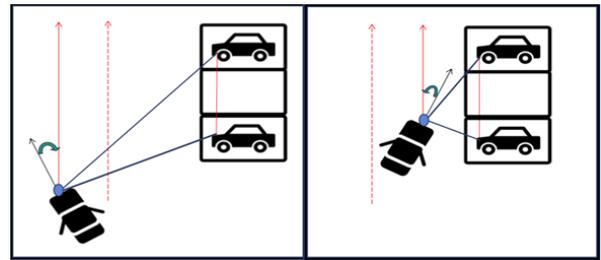
차량의 핸들에 DC 모터와 가변저항을 연결하여 모터가 가변저항에 입력된 값이 목표값에 도달할 때까지 DC 모터를 회전시키는 방식으로 조향을 진행하였다. 모터에 가하는 전압에 대해 핸들의 꺾임을 측정하는 가변저항값을 정밀하게 제어하기 위해 총 6 개의 구간을 나눠 핸들을 제어하였다.

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_985J14)



(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, 2023 년 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.2019.19.0098