

[양식 4] 자율주행자동차 기술보고서

국제 대학생 창작자동차 경진대회

자율주행자동차 기술보고서

■ 자동차번호 : _____121_____

■ 참가팀명 : _____항슬라_____

■ 참가대학명 : _____한국항공대_____

■ 주요내용

● 자율주행자동차 아키텍처

- ▶ 플랫폼과 센서의 Layout
- ▶ 센서 장착 설계

● 자율주행자동차 제어 로직 개발

- ▶ 환경 인지 로직
- ▶ 판단 로직
- ▶ 플랫폼 제어 로직

- ※ 1. 제어로직 및 주요장치에 대해서는 전년도 출전자동차와의 차이점에 대하여 기술되어 있어야 한다.
2. 작성형식은 자유이며 표지를 포함하여 총 30페이지 이내
(휴먼명조체로 크기는 12포인트, 줄간격은 160%로 작성)

■ 첨부

- 자율주행자동차 제원표 1부 (양식 5)

2022 . 08. 19.

팀 팀장

유상현



(서명)

국제 대학생 창작자동차 경진대회 조직위원장 귀하

1. 자율주행자동차 아키텍처

1.1 플랫폼과 센서의 Layout

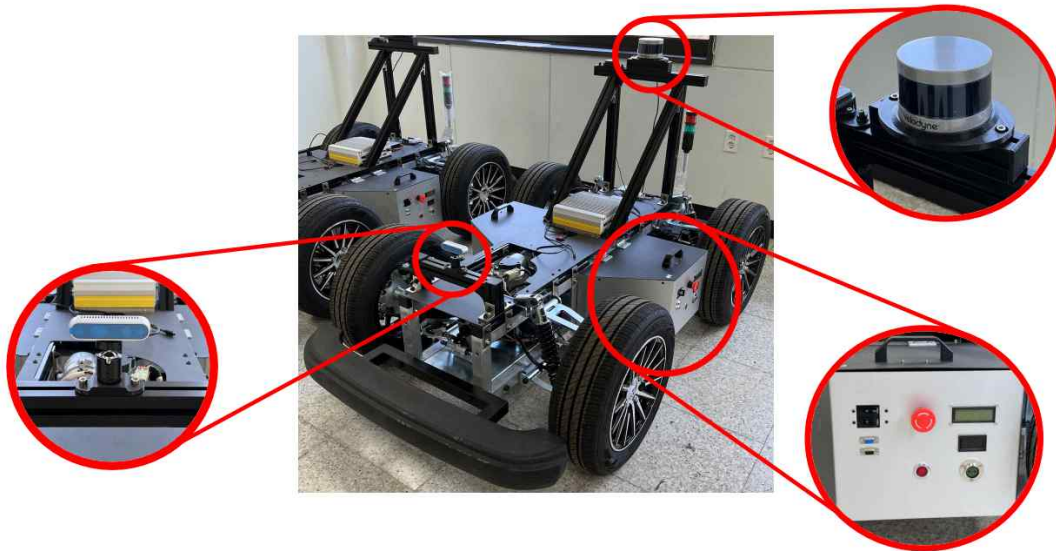


Fig 1. 자율주행 플랫폼 ERP-42



Fig 2. 자율주행 플랫폼
ERP-42 전경

차량의 현재 Layout 상태이다. 차량의 앞부분에 인텔사의 realsense 카메라를 부착하였고, 차량의 중앙 부분에 IMU, 뒤쪽 아래 부분에 GPS를 부착하였다. 뒤쪽 위 부분에는 벨로다인사의 라이다 센서를 부착하였다.

1.2 센서 장착 설계

1.2.1 GPS

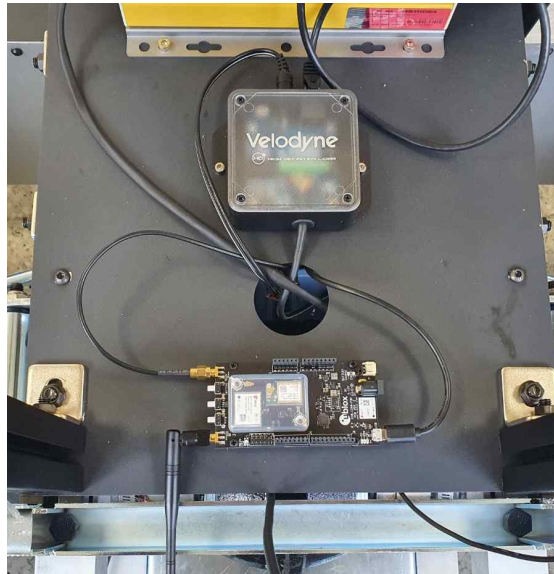


Fig 3. GPS 부착 모습

위와 같이 ublox zed-f9p GPS를 차량의 뒤쪽 부분에 부착하였다.

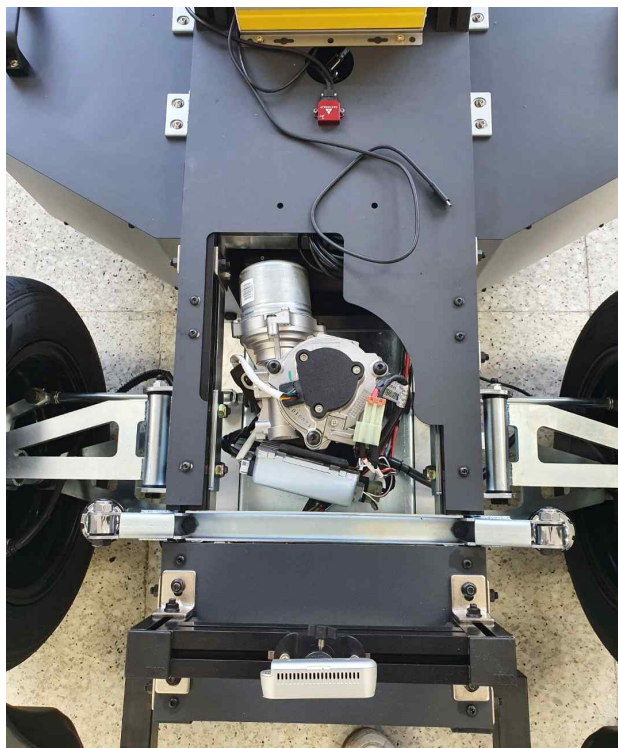


Fig 4. IMU 및 카메라 부착 모습

인텔 사의 Realsense 카메라를 앞부분에 위와 같이 부착하였고, vectornav(vn-100) IMU를 차량의 중앙부분에 부착하였다.



Fig 5. 라이다 부착 모습

위와 같이 Velodyne Puck라이다를 차량으로부터 위로 이격시켜 부착하였다.

2. 자율주행자동차 제어 로직 개발

2.1 환경 인지 로직

2.1.1 라이다 센서

라이다 센서를 활용하는 방식은 크게 3가지가 있다.

첫 번째로, 라이다를 이용한 SLAM 이다. 고려중인 알고리즘은 LEGO-LOAM과 LIO-SAM이다. LEGO-LOAM 같은 경우는 라이다 센서에 IMU 센서를 융합하여 정확도를 높일 수 있고, LIO-SAM 같은 경우는 GPS까지 추가적으로 융합할 수 있다. 이번 년도의 트랙 주행 미션에서 GPS를 활용할 수 있게 되면서 LIO-SAM 알고리즘을 이용한다.

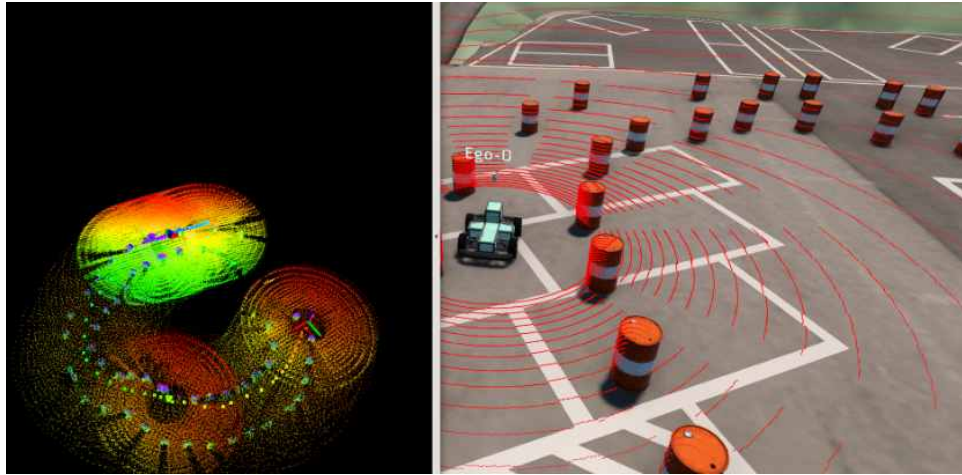


Fig 6. 시뮬레이션 상 LEGO-LOAM을 적용한 결과

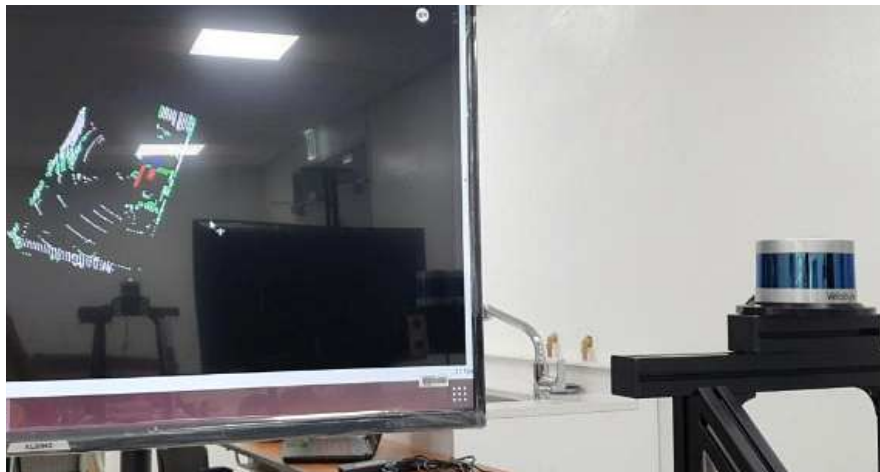


Fig 7. 실제 실내에서 LEGO-LOAM을 적용한 결과

SLAM을 이용하여 map을 생성하면 map 내에서 러버콘 트랙의 좌표를 보간하여 두 이어진 길을 만들고 이 중간의 점을 경로점(waypoint)으로 설정하여 이동한다.

두 번째로, 라이다를 이용한 장애물 탐지이다. 본 대회 미션인 정적 장애물(소형, 대형), 돌발 장애물의 경우 카메라보다 라이다를 이용한 장애물 탐지가 직접적인 거리 값을 계산할 수 있으므로 유리하다고 판단하였다. 카메라를 이용하여 미션을 인지하면, 라이다를 이용하여 장애물 탐지를 시작하는데, 이 때 라이다의 지면을 제거하고, 물체 간 유클리디안 거리를 이용하여 물체를 군집화하여 탐지한다. 차량 기준 앞부분에 임계값 이하로 장애물이 나타나면 회피 주행한다.



Fig 8. 시뮬레이션 상의 장애물 배치 모습

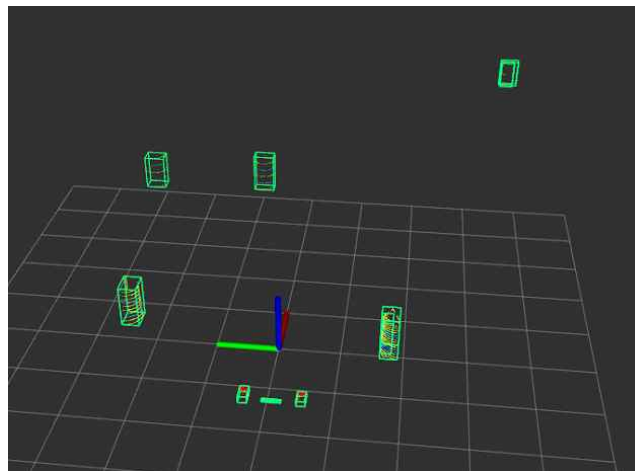


Fig 9. Fig 8의 시뮬레이션 상의 장애물을 감지한 모습 (RVIZ)

세 번째로, 라이다를 이용한 차선인식이다. 라이다는 3차원 좌표와 반사 강도를 output 으로 주며, 반사 강도를 이용하면 차선인식이 가능하다. 전방의 차선인식은 카메라를 이용하는 것이 유리할 수 있으나, 주차 미션을 위한 후방 차선인식은 라이다 센서를 이용한다. 반사 강도의 일정 기준 값을 통해 후방 차선 및 사선 차선을 감지한다.

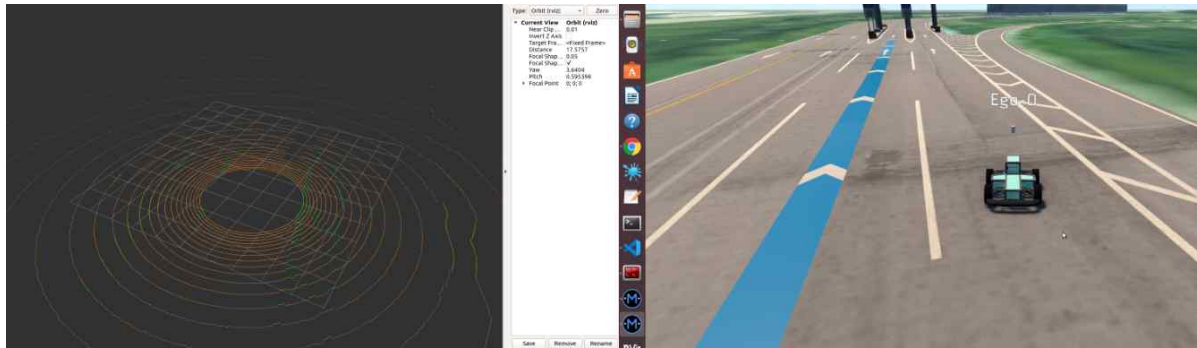


Fig 10. 시뮬레이션 상의 차선을 rviz 상에서 시각화한 모습

2.1.2 카메라 센서

카메라 센서를 활용하는 방식은 크게 3가지가 있다.

첫 번째로 가장 중요한 방식은 미션의 시작을 알리는 표지판을 인식하는 것이다. object detection 방식으로 채택한 알고리즘은 yolo 알고리즘을 선택을 하였고, 카메라 노드에서 정보를 받아 yolo-darknet을 실행하여 주는 ros 패키지를 만들어 진행하였다. 표지판 인식이 미션의 성패를 좌우하는 만큼 높은 성능을 나타내면서 대중적인 모델인 yolo v5를 이용한다. AI 허브와 ETRI 등 공공 데이터 개방 사이트에서 수도권 표지판 인식 데이터와 직접 K-City를 방문하여 얻은 데이터를 취합하여 이용한다.



Fig 11. 모형 표지판으로 실험한 결과
(ROS Darknet)

두 번째로 신호등을 인식하는 것이다. 신호등의 인식은 다수의 미션에 이용되므로 매

우 중요도가 높은 미션이다. 신호등 인식은 신호등 자체만은 인식하고 hsv 영역 분할을 이용하여 색을 분리하는 방법과 딥러닝으로 신호체계 자체를 분류하는 방법이 있다. 본 미션에서 교차로 좌회전 미션이 있으므로, 딥러닝으로 신호체계 자체를 분류하는 방법을 선택하였다. 표지판 인식과 마찬가지로 AI 허브에 신호등/도로표지판 인지 영상 데이터를 이용하여 yolo v5를 이용한다.

세 번째로 차량의 횡방향 움직임을 제어해 줄 전방 차선인식이다. 전방 차선인식은 차량의 주행에 있어서 매우 중요하고 정교한 컨트롤이 요구된다. 차선 인식 방식으로는 h,s,v 영역 분할과 BEV 변환 및 허프 변환을 이용한 알고리즘을 적용한다. ROI 설정 후 기하학적 변화로 BEV 내 매핑하고 이 영역 안에서 노란색 선과 하얀색 선을 검출하기 위한 임계값을 주어 차선을 인식한다.

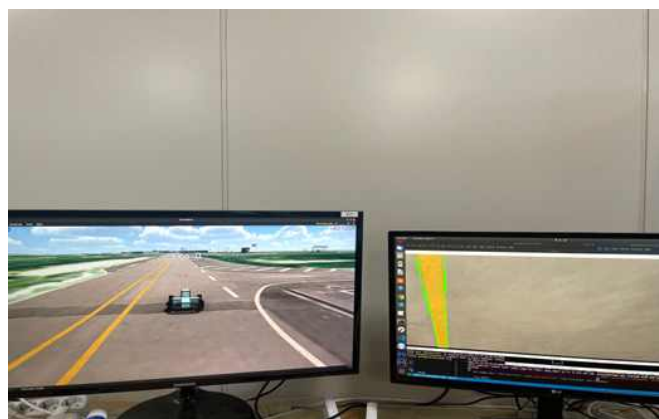


Fig 12. 시뮬레이션 상에서 차선 인식
결과(위, 아래)

2.1.3 GPS 센서

GPS 센서는 글로벌 경로를 주는 것에 이용한다. 각 미션마다 경로점으로 선정하여 경로점 주행을 기반으로 한다. 주행 중에 지속적으로 현재의 GPS 값과 설정한 미션 경로점의 GPS 값을 비교하여 일정 반경 안에 들어오면 카메라로 미션 수행을 위한 표지판 인식을 시작하게 명령을 내리게 된다.

2.1.4 IMU 센서

IMU 센서에서 물체의 속도에 대한 정보를 얻을 수 있으므로, 저속 주행 등의 미션에 활용한다. 또한 IMU의 요 값 정보는 유턴 등의 미션에서 유턴이 완료되었음을 깨닫는 지표로 삼는다. 또한 LEGO-LOAM이나 LIO-SAM 등의 SLAM에도 활용한다.

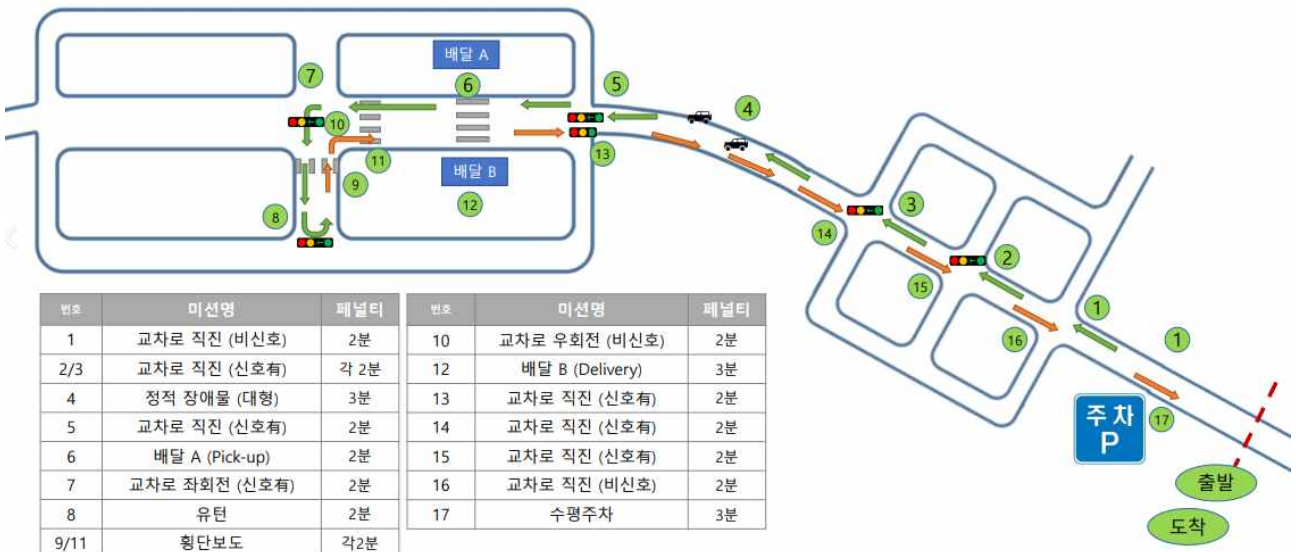


Fig 13. 본 대회 본선 미션

2.2 판단 로직

2.2.1 횡방향 제어 기법

횡방향 제어 기법에 대해서는 Stanley 방법을 적용한다.

2.2.2 장애물 회피 기법

장애물 회피 기법에는 RRT 알고리즘을 적용한다.

2.3 플랫폼 제어 로직

플랫폼 제어와 통신은 ROS를 이용한다.