

aRMG 외부 트럭 Auto Landing System(ALS) 진행 상황 보고서

최다한, 조시현, 남선희

2025.03.31

- 개요 및 요약

본 보고서는 지난 주 출장기간(3/24 ~ 3/29) 중 부산신항 PNC 현장에서 진행한 ALS 개발 내용에 대한 요약 보고서이다. 이 프로젝트의 목표는 Lidar 센서를 통해 얻은 포인트 클라우드(PC)를 이용하여 외부 트럭 Chassis의 위치를 확인하고 컨테이너가 안착해야 할 Twist lock(또는 Cone)의 정확한 위치를 파악하여 Gantry PLC 시스템에 그 좌표를 전달하는 것이다. 위 기간 동안 실제 트럭 Chassis를 임대하여 촬영할 수 있었다. 실제 외부 트럭 Chassis의 데이터를 얻을 수 있는 기회는 이번이 처음이었고 이런 실제 데이터로도 목표 지점의 좌표를 비교적 정확하게 얻을 수 있음이 확인되었다(그림 1, 2). 또한 센서 설치 시 불가피하게 발생하는 각도 틀어짐 현상을 확인하였으며, 이는 새로운 센서를 설치하거나 시간이 지남에 따라 지속적으로 발생하는 문제이므로 이를 보정할 수 있는 기능을 추가하였다.

- 진행 상황

Unity에서 얻은 시뮬레이션 데이터를 통해 얻었던 것처럼 실제 트럭에서 얻은 데이터로도 성공적으로 트럭 chassis를 찾는 것에 성공하였다. 실제 cone 사이의 거리 측정 오차는 트럭 전방 4 mm 트럭 후방 20 mm 가량 발생하는 것을 파악하였다. 이 두 값의 차이는 후술할 입사각 차이 의해서 기인한 것으로 분석된다. 연산 속도의 경우, 전체 처리 과정은 100 ms 이내에 완료되고, 멀티스레딩(multithreading) 기능을 활용하면 실시간으로 Cone 위치를 정확히 파악하고 시각화할 수 있다.

PC 데이터는 필연적으로 다수의 노이즈와 오차가 포함될 수밖에 없다. 이러한 현상은 탐지 대상이 작거나 멀리 있을수록 더욱 두드러진다. 우리가 탐지하고자 하는 트럭의 cone은 불행히 두 가지 특징을 모두 가지고 있다. 그러나 편향되지 않은 무작위 노이즈(random noise)는 천체사진(astrophotography) 분야에서 주로 사용되는 Stacking 또는 Integration 기법을 통해 해결할 수 있다¹. 이 과정을 통해 데이터를 증폭시켜 Cone의 위치를 좀 더 명확하게 파악할 수 있음을 확인하였다(그림 3, 4).

센서의 설치 위치 및 각도 오차에 대한 보정이 이루어지지 않으면 정확한 좌표를 gantry crane PLC에 전달하기 어렵다. 이러한 오차는 설치 과정뿐만 아니라 장비 노후화로 인해 언제든지 발생할 수 있으므로, 센서와 시스템은 주기적으로 오차 보정을 수행할 필요가 있다. 그러나 현장에서 사람이 직접 보정 작업을 수행하기는 어렵기 때문에 소프트웨어를 통해 자동으로 보정하는 방안이 필요하다. 우리는 각도 오차를 보정하기 위해 지표면을 기준면(reference)으로 설정하고, 지표면의 법선 벡터(surface normal)를 구하여 포인트 클라우드 전체에 행렬 변환(matrix transformation)을 적용하는 방식을 사용하였다. 그림 5와 그림 6은 이러한 변환 전후의 차이를 나타낸다.

- 현재 과제 및 문제점

라이더 센서에서는 편향(bias)이 있는 오차도 존재한다². 우리가 파악한 오차 원인 중 하나는 라이더 센

¹ Blanch, X., Abellan, A., & Guinau, M. (2020). Point Cloud Stacking: A Workflow to Enhance 3D Monitoring Capabilities Using Time-Lapse Cameras. Remote Sensing, 12(8), 1240. <https://doi.org/10.3390/rs12081240>

² R. Ravi, Y. -J. Lin, M. Elbahnasawy, T. Shamseldin and A. Habib, "Bias Impact Analysis and Calibration of Terrestrial Mobile LiDAR System With Several Spinning Multibeam Laser Scanners," in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 56, no. 9, pp. 5261-5275, Sept. 2018, doi: [10.1109/TGRS.2018.2812782](https://doi.org/10.1109/TGRS.2018.2812782).

서의 레이저 입사 각도에 따른 오차 범위의 차이이다. 라이더 센서는 전자기파의 직진성으로 인해 빔의 조사 방향에 따라 오차가 두드러지며, 이에 따라 레이저의 입사 각도가 달라지면 오차 분포 양상 또한 변화한다. 그림 7을 통해 본 프로젝트의 특정 조건에서 발생 가능한 편향 오차를 확인할 수 있다. 그림에서 붉은 영역은 조사 각도에 따른 오차 범위의 차이를 나타낸다. 현재 이러한 편향 오차를 개선하기 위한 다양한 방법을 검토 중에 있다.

