

Autoware 를 활용한 3 차원 포인트 지도 제작 시 주의 사항에 대한 연구

구용본, 이상우, 김성훈
한국전자통신연구원

ybkoo@etri.re.kr, swlee@etri.re.kr, saint@etri.re.kr

A Study on the 3D Point Cloud Map Creation Using Autoware

Yongbon Koo, Sangwoo Lee, Sung Hoon Kim
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 Autoware 를 이용한 3 차원 포인트 지도 제작 시, GPS/IMU 장치와 Ouster Lidar 센서를 활용할 때 주의해야 할 사항을 다루고 있다. 하드웨어 장치와 소프트웨어 프레임워크 사이의 축 방향의 차이, GPS 좌표계의 변환, Lidar 센서 데이터의 형식 문제, 그리고 시간 표기 불일치와 같은 고려 사항을 해결하여 3 차원 포인트 지도 제작 시스템을 구성하는 방법을 설명하고 있으며, 실제 자율주행 환경에서 적용 가능하다.

I. 서 론

자율주행 시스템에서 정확한 위치 추정을 위한 3 차원 포인트 지도 제작은 매우 중요한 작업 중 하나이다. 본 논문에서는 GPS/IMU 장치와 Ouster Lidar 센서를 활용하여 Autoware[1]에서 3 차원 포인트 지도 제작 과정과 주의 사항에 대해 논한다.

II. 본 론

자율주행을 위해서는 현재 차량의 위치를 지도 상에서 특정하는 위치 추정이 필수적이다. 이러한 위치 추정은 GPS 를 사용하기도 하지만 3 차원 포인트 지도를 활용하여 센서 정보를 일치시킴으로써 보다 정확한 결과를 얻을 수 있다. 이러한 위치 추정을 위해서는 3 차원 포인트 지도 제작 과정이 필수적이다. 본 논문에서는 Autoware 의 지도 제작 방법인 NDT(normal distribution transform) 모듈의 활용 방법과 GPS/IMU 장치와 Lidar 장치와의 통합 시 주의해야 할 점에 대해 논의한다. 이러한 센서들 간의 데이터 일치 및 정확한 통합은 위치 추정의 핵심 요소로 작용하며, 각 장치의 특성을 고려하여 효과적인 시스템을 구축하는 방법을 제시한다.

위치 추정을 위한 3 차원 포인트 지도 제작을 위해서 정확한 위치 측정을 위한 GPS/IMU 장치와 주변 환경에 대한 상세한 정보의 수집을 위한 Lidar 센서가 필요하다. 본 논문에서 GPS/IMU 장치는 Advanced Navigation 사의 Certus Evo[2]를 사용하였으며, 해당 장치의 제조사에서 언급한 위치 정확도는 1cm 이다. 또한 Lidar 센서는 Ouster 사의 OS0[3]를 선택하였다. 이 센서는 128 개의 수직 채널을 보유하며, 90 도의 시야각을

가지며 최대 100m 범위에서 초당 520 만개의 포인트를 측정할 수 있다.



그림 1. 사용 센서 (좌: Certus EVO, 우: Ouster OS0)

실제 환경에서 3 차원 포인트 지도를 제작하기 위해, 아래 그림과 같이 실험 차량에 GPS/IMU 장치와 Lidar 센서를 설치하였다.



그림 2. 장치 및 센서(GPS 안테나)를 설치한 차량

Autoware 는 기본 Framework 로 ROS[4]를 사용한다. 지도 제작을 위해 기록해야 하는 ROS 메시지는 다음과 같다.

메시지 타입	메시지 명	비고
sensor_msgs/NavSatFix	/an_device/NavSatFix	GPS 위/경도
sensor_msgs/Imu	/an_device/Imu	방향 및 가속도
sensor_msgs/PointCloud2	/ouster/points	Lidar 포인트 데이터

아래에서는 Certus Evo 와 Ouster OS0 를 사용하여 Autoware 에서 3 차원 포인트 지도 제작을 할 때는 유의할 점을 설명하고자 한다.

첫 번째로 아래 그림에서 보듯이 사용하는 GPS 의 축과 ROS 의 축의 방향이 다르기 때문에, TF(Transform) 좌표의 방향 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 IMU 값의 방향을 ROS 좌표축으로 바꾸는 작업이 필요하다.

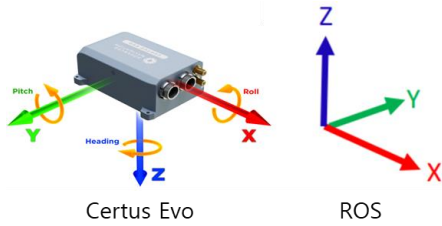


그림 3. Certus EVO 와 ROS 의 축 방향

두 번째로 GPS 는 위도(latitude)와 경도(longitude) 좌표를 계산하지만, 이는 단위가 크고 평면이 아닌 구형인 지구를 기준으로 설정되어 있다. 이를 효율적으로 활용하기 위해 위/경도 좌표를 미터 단위의 평면좌표계인 UTM(universal transverse Mercator) 좌표계로 변환하여 사용한다. 하지만 UTM 좌표계의 원점을 기준으로 삼으면 Autoware 의 지도 제작 알고리즘에서 오류가 발생한다. 따라서 차량이 출발하는 지점을 새로운 원점을 설정하고 이에 대한 변위(offset)를 새로운 좌표로 설정해야 한다.

세 번째, Autoware 는 Velodyne 과 Hokuyo Lidar 만 지원하므로 Ouster OS0 Lidar 와 호환성 문제가 발생한다. 특히, Lidar 출력 중 지도 제작에 필수인 반사도(intensity) 정보의 범위가 다를 경우 조정이 필요하다. 또한 Ouster 의 ROS 드라이버는 다양한 형식의 시간표기(timestamp)를 지원하므로, ROS 에 호환이 가능한 TIME_FROM_ROSTIME 설정을 사용해야 한다.

마지막으로 주행 중인 차량에서 데이터를 수신하여 실시간으로 지도를 제작할 수 있지만, 처리 속도의 한계로 인해 차량에서 데이터를 저장하여 오프라인에서 지도 제작을 수행하는 경우가 일반적이다. 이 경우 아래에서 보듯이 다양한 TF 간에 시간 표기가 맞지 않아 오류가 발생할 수 있다.

```
Message removed because it is too old
(frame=[os_sensor], stamp=[2401.598599260])
TF_OLD_DATA ignoring data from the past for
frame base_link at time
```

이를 방지하기 위해 ROS 파라미터 중 하나인 'use_sim_time'이 true 로 설정하여 /clock 메시지의 시뮬레이션 시간을 활용할 수 있다. 이를 통해 TF 간의 시간 표기의 오류를 방지할 수 있다.

위의 문제들을 해결한 후, 아래와 같이 GPS/IMU 의 위치와 Lidar 포인트를 활용하여 3 차원 포인트 지도가 생성되는 것을 확인할 수 있다. 올바르게 설정된 시스템은 안정적이고 정확한 3 차원 포인트 지도를 생성하여 자율주행 시스템의 위치 추정에 기여할 것으로 기대된다.



그림 4. 포인트 지도 제작

III. 결 론

본 연구에서 제시한 진행 과정과 주의사항을 고려하면 실제 자율주행 환경에서 GPS/IMU 와 Ouster Lidar 센서를 기반으로 한 Autoware 의 3 차원 포인트 지도 제작에 도움이 될 것이다. 이러한 주의사항들은 안정적이고 정확한 위치 추정을 위한 유용한 가이드로 활용될 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 2023 년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (2021IRIS-004)

참 고 문 헌

[1] Autoware, (https://github.com/autowarefoundation/autoware_ai)
 [2] Certus Evo, (<https://www.advancednavigation.com/inertial-navigation-systems/mems-gnss-ins/certus-evo/>)
 [3] Ouster OS0, (<https://ouster.com/products/hardware/os0-lidar-sensor>)
 [4] ROS, (<https://www.ros.org/>)