

도심 지역에서의 항법을 위한 OSM 3차원 지도 기반 Point Cloud 지도 생성 기법

김예진, 이하림, 서지원*

연세대학교

yejin-kim@yonsei.ac.kr, halim.lee@yonsei.ac.kr, *jiwon.seo@yonsei.ac.kr

Processing OSM 3D Map into a Point Cloud Global Map for Urban Vehicular Navigation

Yejin Kim, Halim Lee, Jiwon Seo*

Yonsei University

요약

본 논문에서는 라이다 기반 정밀 3차원 point cloud 지도가 존재하지 않는 도심 지역에서 자율주행 차량의 위치 및 자세를 추정하기 위해, Mesh 형태의 OSM(Open Street Map) 3차원 지도를 이용하여 3차원 point cloud 지도를 생성하였다. 그리고 이렇게 생성한 3차원 point cloud 지도와 라이다 기반 정밀 3차원 point cloud 지도의 비교 분석을 통해, 라이다 point cloud 지도가 없는 경우에는 OSM point cloud 지도로 대체 활용 가능성을 확인하였다.

I. 서론

GPS(Global Positioning System)는 위성항법시스템(Global Navigation Satellite Systems) 중 하나로 현재 가장 널리 활용되고 있는 항법 시스템이다.[1] 신호 방해가 없는 open sky 환경에서 GPS는 수 미터 수준의 위치 추정 정확도를 제공할 수 있다. 그러나, 도심 지역에서는 건물에 의해 발생하는 GPS 신호의 반사 및 차단으로 인해 GPS 기반 위치 추정에 큰 오차가 발생한다.[2] 이에 따라, 도심 지역에서 운행하는 자율주행 차량은 라이다(LiDAR: Light Detection And Ranging)나 카메라 센서와 같은 추가적인 센서를 활용해 차량의 항법을 보조한다.[3],[4] 대표적으로, 선행 연구 중 CMRNet[3]은 라이다 기반 3차원 point cloud 데이터베이스와 주행 시 카메라 센서를 통해 실시간으로 촬영한 이미지 간의 위치 및 자세 바이어스를 딥러닝을 통해 추정된 뒤, 해당 추정치를 위치 및 자세 보정에 활용하는 기법이다.

이때, CMRNet은 높은 위치 정확도를 얻기 위해, 정밀하고 값비싼 64 채널 라이다 기반 3차원 정밀 point cloud 데이터베이스를 활용한다.[3] 그러나 실제로 모든 도심 환경에 대해 이와 같은 정밀 3차원 point cloud 데이터베이스를 확보하기는 매우 어렵다. 따라서 본 논문에서는 라이다 기반 정밀 point cloud 지도가 존재하지 않는 도심 지역의 경우, OSM(Open Street Map) 3차원 지도[5]와 같이 정밀도가 다소 떨어지는 지도를 대체 활용할 수 있는 방법을 연구하였다. 이를 위해서, 기존 CMRNet 코드와 호환이 될 수 있도록, 메쉬(Mesh) 형태의 OSM 3차원 지도를 기반으로 라이다의 경우와 유사한 3차원 point cloud 지도를 생성하는 방법을 제시하였다. 또한, 이렇게 생성한 3차원 point cloud 지도와 기존 라이다 기반 3차원 point cloud 지도를 비교 분석하여, 대체 활용 가능성을 확인하였다.

II. Blender GIS를 활용한 OSM 3차원 지도 생성

본 논문에서는 정밀 point cloud 지도가 없는 대부분의 도심 지역에서 항법에 활용할 수 있도록 Blender GIS(Geographic Information System) add-on[6]을 활용하여 3차원 지도를 생성하였다. Blender GIS는 Google Maps API(Application Programming Interface)로 위치 정보를 수집하여 2차원 base map을 생성한 후, 해당 위치에 대한 3차원 정보를 OSM 데이

터베이스[5]로부터 렌더링하여 3차원 지도를 형성하는 Blender 3D의 add-on tool이다. OSM은 이용자가 직접 수정할 수 있는 오픈 소스 방식의 지도이다.

그리고 본 논문에서는 추가적으로 미국 NASA에서 수집한 고해상도 디지털 지형 데이터베이스인 SRTM(Shuttle Radar Topography Mission)[7]을 통해 해당 지역의 상세한 지형 정보를 추출한 뒤, base map에 반영하여 3차원 지도의 정확성을 높였다. SRTM의 지형 정보와 Google Maps 및 OSM 데이터를 종합하여 만든 3차원 지도는 Blender 상에서 그림 1과 같은 메쉬(Mesh) 형태로 도출된다.

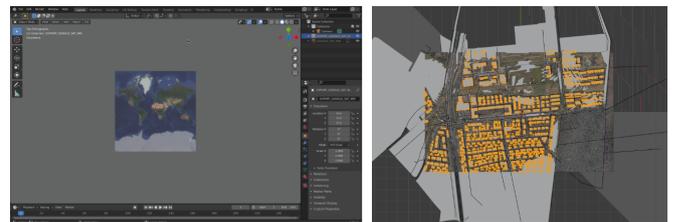


그림 1. Blender GIS base map(왼쪽) 및 본 논문에서 제시한 방법을 통해 생성한 3차원 지도(오른쪽) 예시

III. OSM 3차원 지도 기반 Point Cloud 지도 생성

CMRNet[3]에서는 도로를 따라 이동하며 수집한 point cloud 형태의 bin 파일로 저장된 라이다의 raw data를 해당 sequence의 원점에 대해 호응하도록 평행이동 시켜 그림 2와 같은 하나의 point cloud global map을 형성한다. 즉, 여러 개의 라이다 데이터를 합쳐서 하나의 pcd 파일을 생성한다. 본 연구의 목표는 OSM 3차원 지도를 바탕으로 라이다의 경우와 동일한 pcd 파일 형태의 point cloud global map을 생성하여, 라이다 기반 정밀 지도가 존재하지 않는 상황에서 대체 활용하는 것이다.

이를 위해 본 논문에서 Blender GIS를 이용하여 Blender Mesh 형태의 3차원 지도를 생성한 과정은 다음과 같다. 우선, 3차원 지도를 생성해야 하는 지역의 GPS/IMU(Inertial Measurement Unit) 위치 정보를 그림 3과 같이 시각화하였다. 이후 calibration 파일을 참고해 CMRNet에서 사용한 라이다 기반 3차원 지도의 원점을 파악한 뒤, 이에 맞춰 II절에서 소개

한 방법으로 OSM 3차원 지도를 생성하였다. 마지막으로, 앞서 확인한 데이터 수집 경로를 고려하여 Blender 3D의 그래픽 모듈을 이용해 불필요한 영역을 삭제하였다.

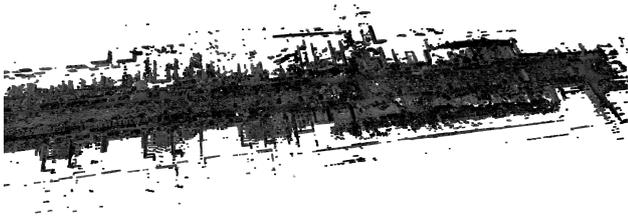


그림 2. CMRNet에서 활용한 라이다 기반 3차원 정밀 point cloud 지도에서 (KITTI odometry dataset[8]의 sequence 06에 해당)



그림 3. 데이터 수집 경로 시각화 (파이썬 pandas, folium 모듈 이용)

다음으로, 3D Mesh 크기 조절을 통해 실제 건물과 같은 크기로 지도를 가공하였다. 편의성을 위해서, Blender Mesh 형태의 3차원 지도를 triangular face를 가지는 Mesh로 수정하고, 그림 4와 같이 가공된 지도를 ply 파일의 형태로 Blender 3D에서 내보냈다.

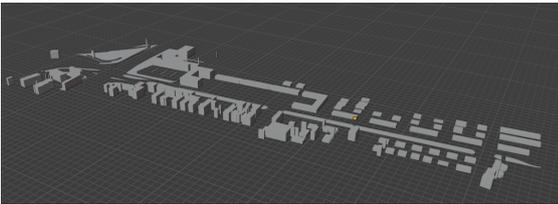


그림 4. ply 파일 형태로 가공된 OSM 3차원 지도

이렇게 만들어진 ply 파일을 Open3D 모듈을 사용하여 point cloud 형태로 변형하였다. 이때, 점(point)의 밀도를 라이다 기반 정밀 지도와 비슷한 수준으로 적용하기 위한 작업이 필요하다. 본 논문에서는 점의 개수를 최대한 많이 설정한 후(지도의 크기에 따라 100만개~500만개 수준으로 설정), 이를 voxel 방식을 활용해 라이다 지도와 같은 밀도로 다운 샘플링하는 방식을 채택하였다. 이를 통해 최종적으로 그림 5와 같은 지도가 생성된다.



그림 5. 최종적으로 생성된 OSM 3차원 지도 기반 point cloud 지도

그림 6은 본 논문에서 생성한 point cloud 형태의 OSM 3차원 지도와 같은 지역의 라이다 기반 3차원 정밀 지도를 동시에 나타낸 것이다. 지도 데이터를 비교 분석한 결과, OSM 기반 3차원 point cloud 지도의 경우, 건물 외벽 등의 경계 부분이 잘 표현되어 있는 것으로 보았을 때, 건물과 공터 등의 정보는 적절하게 생성되었음을 알 수 있었다. 하지만, 나무 혹은 도로의 과속 방지턱과 같은 정보는 OSM 3차원 지도상에서 누락될 수 있

음을 확인하였다. 이는 OSM 지도 자체의 한계이며, 이를 point cloud로 변환하는 과정에서 발생한 문제는 아니다.

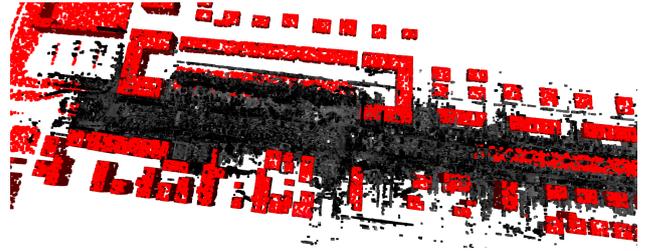


그림 6. 라이다 기반 3차원 정밀 point cloud 지도(gray)와 본 논문에서 제시한 방법을 통해 생성한 OSM 기반 point cloud 지도(red) 비교

IV. 결론

본 논문에서는 데이터 확보가 어려운 라이다 기반 도시 3차원 정밀 point cloud 지도 대신, 정밀도는 다소 떨어지지만 많은 지역에 대해 제공되는 OSM 3차원 지도를 자율주행 차량 항법에 대체 활용하기 위한 방법을 제시하였다. 본 논문에서 제시한 방법으로 생성된 OSM 기반 point cloud 지도는 라이다 기반 point cloud 지도와 매우 유사함을 확인하였다. 향후, 본 연구에서 제안한 OSM 기반 point cloud 지도를 CMRNet에 적용하여 차량의 위치 및 자세 추정 성능을 평가할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단, 무인이동체원천기술개발사업단의 지원을 받아 수행되었음 (2020M3C1C1A01086407). 또한, 본 논문은 2023년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 미래우주교육센터(2022M1A3C2074404, 미래우주항법 및 위성기술 연구센터)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고 문헌

- [1] P. Misra and P. Enge, Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance, Ganga-Jamuna Press, Lincoln, MA, USA, 2011.
- [2] H. Lee et al., "Urban road safety prediction: A satellite navigation perspective," IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, vol. 14, no. 6, pp. 94-106, 2022.
- [3] D. Cattaneo et al., "CMRNet: Camera to LiDAR-Map Registration," Proc. ITSC, pp. 1283-1289, 2019.
- [4] J. Kim et al., "Multi-UAV-based stereo vision system without GPS for ground obstacle mapping to assist path planning of UGV," Electronics Letters, vol. 50, no. 20, pp. 1431-1432, 2014.
- [5] M. Haklay and P. Weber, "OpenStreetMap: User-Generated Street Maps," IEEE Pervasive Computing, vol. 7, no. 4, pp. 12-18, 2008.
- [6] Domlysz, "Blender GIS [Source Code]," 2020, (<https://github.com/domlysz/BlenderGIS>).
- [7] R. Ernesto et al., "A Global Assessment of the SRTM Performance," Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 72, no. 3, pp. 249-260, 2006.
- [8] A. Geiger et al., "Vision meets robotics: The KITTI dataset," The International Journal of Robotics Research, vol. 32, no. 11, pp. 1231-1237, 2013.