

Octomap을 활용한 Mapping 및 Navigation에 관한 연구

나우엽, 신수용*

국립금오공과대학교

2025210278@kumoh.ac.kr, *wdragon@kumoh.ac.kr

Mapping and Navigation Using OctoMap

Woo Yeob Na, Soo Young Shin*

Kumoh National Institute of Technology.

요약

본 논문은 OctoMap을 이용해 실내 복도 환경에서 3D Mapping과 Navigation을 구현하였다. 본 논문의 실험에서는 해상도 (0.02 - 0.10m)를 0.02m씩 바뀌가며 데이터량과 주행 안정성의 변화를 관찰 하였다. Voxel Map은 pointcloud Map보다 가볍고, 벽과 장애물의 형태를 충분히 보존하여 실시간 주행에 유리하였다. 해상도는 환경에 따라 성능이 달랐으며, 본문에서는 설정 범위와 관찰 항목을 제시한다.

I. 서론

본 논문에서는 Octomap을 활용한 Mapping 및 Navigation을 제시한다. 로봇이 작은 공간에서 안전하게 움직이기 위해서는 빠르게 갱신되는 지도와 믿을 수 있는 경로가 필요하다. Octomap은 Octree로 3D공간을 압축하여 표현하고, 확률적으로 갱신을 하여, 센서 노이즈와 누락에 강하며, 이를 활용하여 복잡한 후처리 없이도 OctoMap만으로 Navigation에 필요한 장애물 정보를 안정적으로 갱신 가능한지 확인 하고자 하였다. 이를 위해 실제 로봇 플랫폼을 구성하였고, SLAM-OctoMap-Navigation을 하나의 파이프라인으로 묶어 복도 환경에서 검증 하였으며, 본문에서는 구성 요소, 파라미터 선택, 평가 절차, 관찰된 경향을 정리한다.

II. 본론

본 논문에서는 운영 환경을 Ubuntu22.04,ROS2 Humble, Scout Mini UGV, Ouster LiDAR, INTEL NUC 15Pro로 구성하였다. 해상도는 0.02m로 설정하였으며, 폭 1.5m X 길이 20.0m 조건의 환경에서 진행하였다. 또한, 오도메트리, IMU, LiDAR를 EKF로 융합하여 자세를 추정하고, SLAM 결과를 이용해 실시간으로 Octree Map을 구성하여 Mapping을 진행한다. 또한, 그림 1과 같이 rviz로 Octomap을 확인 할 수 있으며, 그림 2를 보면 3D Mapping 정밀도를 수치로 계산한 이미지 또한 확인 할 수 있다.

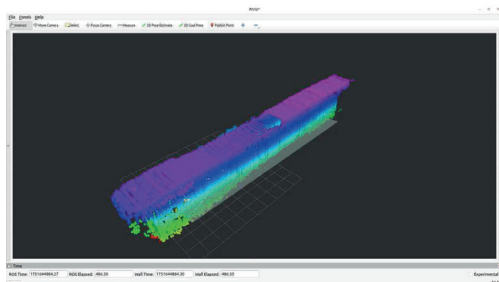


그림 1. Octomap rviz 시각화 이미지

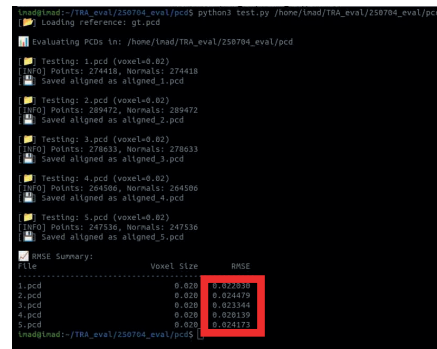


그림 2. 3D Mapping 정밀도 수치 이미지

그림 3과 같이 pointcloud map 파일의 형태인 pcd Map 파일(3,421,674 bytes)과 Voxel map 파일의 형태인 bt 파일(40,665 bytes)의 데이터량을 비교해보면 80%이상이 절감되었다는 것을 알 수 있다.

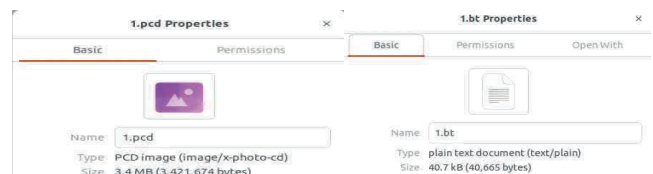


그림 3. pcd - bt 파일 데이터량 비교 이미지

Navigation은 전역 경로 계획과 국소 경로 계획으로 구성된다. 또한, 장애물은 그림4와 같이 환경을 구성하였다.

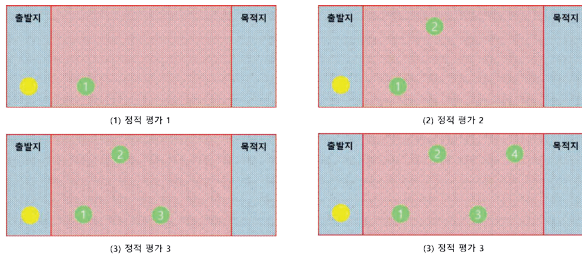


그림 4. 장애물 배치도

OctoMap으로 갱신된 3차원 pointcloud 정보를 Map에 반영하여, 전역 계획은 목적지까지의 경로를 산출하고 국소 계획은 센서로 갱신되는 주변 장애물을 고려해 실시간 회피와 궤적 추정을 수행한다. 목표 지점은 rviz에서 지정하여 navigation 모듈로 전달한다.

III. 결과

본 논문에서는 복도 환경(폭 1.5m X 길이 20m)에서 총 5회 반복으로 수행되었다. 그림2와 같이 3D Mapping 정밀도는 5회 평균 2.25cm를 기록하였다. Navigation 또한, 그림5와 같이 성공률 100%로 확인 가능하였다.

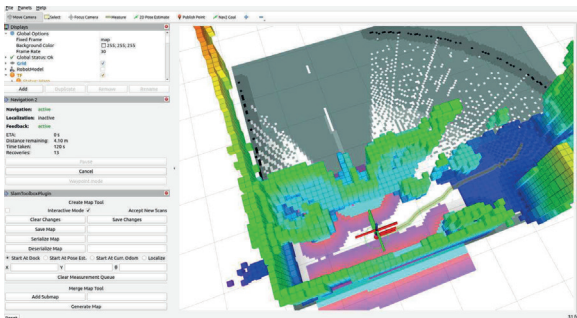


그림 5. Navigation 장애물 회피 예시

IV. 결론

본 논문에서는 ROS 2 Humble 기반에서 Scout Mini와 Ouster LiDAR를 이용해 SLAM-OctoMap-Navigation으로 이어지는 파이프라인을 구성하고, 복도 환경을 대상으로 연구를 진행하였다. 3D Mapping 정밀도는 5회 평균 2.25cm인 것을 확인할 수 있었다. Navigation 또한 장애물 회피 임무를 성공적으로 가능하였다. 추후 연구를 통해 동적 장애물 회피 임무를 수행 가능 하도록 할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음"
(IITP-2025-RS-2024-00437190, 40%)

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재4.0 사업의 연구결과로 수행되었음"
(IITP-2025-RS-2022-00156394,40%)

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음"
(IITP-2025-RS-2023-00259061,20%)

참 고 문 헌

- [1] Wurm, K. M., Hornung, A., Bennewitz, M., Stachniss, C., & Burgard, W. (2010, May). OctoMap: A probabilistic, flexible, and compact 3D map representation for robotic systems. In Proc. of the ICRA 2010 workshop on best practice in 3D perception and modeling for mobile manipulation (Vol. 2, p. 3).
- [2] WEI, Minggao, et al. UGV navigation optimization aided by reinforcement learning-based path tracking. IEEE Access, 2018, 6: 57814-57825.
- [3] MACENSKI, Steve; JAMBRECIC, Ivona. SLAM Toolbox: SLAM for the dynamic world. Journal of Open Source Software, 2021, 6.61: 2783.
- [4] KIM, Dongshin; OH, Sang Min; REHG, James M. Traversability classification for UGV navigation: A comparison of patch and superpixel representations. In: 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, 2007. p. 3166-3173.