

비가시 영역의 부분 매핑 및 객체 위치 추정을 위한 복셀 3D 좌표 활용 최영은, 정솔미*, 신수용

IT융복합공학과, 전자it융합전공*

국립금오공과대학교

yeong@kumoh.ac.kr, jsm521@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

Utilizing voxel 3D coordinates for partial mapping and object localization in non-visible area

Yeong Eun Choi, Sol Mi Jeong*, Soo Young Shin

Department of IT Convergence Engineering, Major of Electronics and IT Convergence*
Kumoh National Institute of Technology

요약

현대 로봇 및 자율 주행 시스템은 카메라로 확인하기 어려운 안개, 연기와 같은 환경에서의 3D 공간 정보 획득이 중요한 과제이다. 본 논문에서는 라이다 센서를 활용하여 안 보이는 지역에서도 정확한 3D 공간 정보를 획득하기 위한 새로운 접근법을 제안한다. 부분 매핑과 복셀 3D 좌표를 조합하여 효과적인 매핑을 수행하고, 정확한 객체 위치 추정 및 추적을 가능케 한다.

I. 서론

최근 몇 년 동안 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 기술은 자율 주행 로봇 및 다양한 자동화 시스템에서 핵심적인 역할을 하고 있다. 이는 환경을 탐험하면서 자신의 위치를 정확하게 파악하고, 동시에 주변 지도를 작성하여 향상된 자율 탐사와 이동이 가능하게 한다. 특히, SLAM에서 객체 위치 추정은 보안 및 감시, 환경 모니터링, 군사 등에서 활용하는 데 있어서 핵심적인 요소 중 하나로 부각되고 있다[1].

현대 로봇 및 자율 주행 시스템은 카메라 센서 혹은 라이다를 통해 주변 환경을 인식하는 데 주로 의존한다. 그러나 안개, 연기, 먼지 등 다른 시각적 장애물이 있거나 어두운 상황에서 일반적인 RGB 카메라로는 주변 상황을 파악하기에는 어렵다. 이러한 도전적인 상황에서 공간 정보 획득은 중요한 과제 중 하나이다. 여러 센서들 중 라이다는 시각적으로 인식하기 어려운 환경에서도 높은 정밀도로 거리 측정을 수행할 수 있는 특성을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 라이다 센서를 이용하여 비가시 영역에 대하여 부분적으로 매핑함으로써 효율적으로 환경 정보를 확보하고자 한다.

한편, 객체를 정확하게 위치 추정을 하기 위해서는 고해상도의 3D 지도가 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 환경을 3D 복셀로 효과적으로 표현하고 관리할 수 있는 옥토맵(OctoMap)을 사용하고자 한다[2]. 이에 더하여 현재 많이 사용되고 있는 직교좌표계 대신 간단한 복셀 3D 좌표를 도입하여 실시간 환경에서 신속하게 객체의 위치를 추정하는 방법을 채택한다. 이에 따라 본 논문에서는 3D LiDAR를 이용한 비가시 영역의 부분 매핑 및 위치 추정을 위한 복셀 3D 활용 방법을 제안한다.

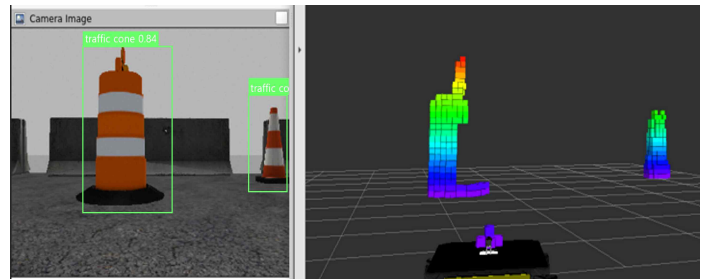


그림1 Gazebo 시뮬레이션 : YOLOv5 객체 인식(왼), Octomap(오)

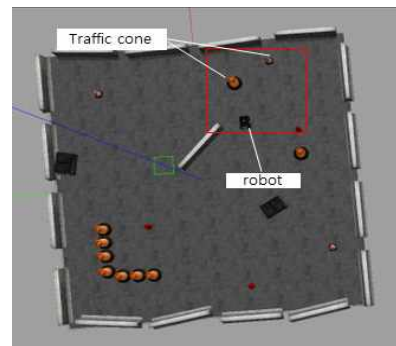


그림2 Gazebo 시뮬레이션 상단 뷰

II. 본론

1. 카메라와 LiDAR의 부분 매핑

본 논문에서는 카메라를 이용한 딥러닝을 통해 비가시 영역의 부분을 검출하며 해당 영역의 키 프레임에 대해서 3D 매핑을 한다. 먼저 실시간으로 지도를 작성하는 RTAB-Map의 키 프레임에서 YOLOv5(You Only

Look Once)의 딥러닝 모델을 사용하여 객체를 감지하는 노드를 추가한다 [3]. 이후 YOLO의 바운딩 박스를 사용하여 자르고 수정된 키 프레임을 퍼블리쉬하는 프로세스이다.

실험은 ROS noetic 버전을 기반으로 하였으며, Husky 로봇 모델과 Gazebo simulation 환경을 활용하였다[4]. 실험 대상은 본 연구에서 제안한 아이디어인 비가시 영역(연기, 먼지, 어둠 등) 대신 시뮬레이션 환경의 객체인 traffic cone(교통 표지 콘)을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험 결과, 그림 1과 같이 YOLO를 통해 객체를 인식하면 Octomap에서 해당 객체에 대하여 복셀 3D Map을 그려낸다.

2. 옥토맵 (OctoMap)

1에서 사용되는 실시간 지도를 작성하는 RTAB-Map에는 옥토맵이 사용된다. 이는 3D 공간을 8진 트리 구조로 표현하며 각 노드는 8개의 자식 노드를 가지고 있어 공간을 세분화한다. 각 옥토맵의 노드는 해당 공간 부분의 확률 정보를 저장하며 이는 해당 공간에 물체가 존재할 확률을 나타낸다. 딥러닝을 통해 시각적으로 감지되지 않는 영역을 검출하고, 그 영역은 옥토맵으로 매핑되어 해당 공간에 존재하는 물체의 확률 정보를 맵으로 기록한다. 이를 통해 시각적으로 감지가 어려운 영역에 대한 물체의 존재 여부를 추정하고 분석할 수 있다.

3. 복셀 3D 좌표

기존의 직교좌표의 경우 X, Y, Z의 점의 값으로 데이터 용량이 크기 때문에 3차원으로 시각화하였을 때 저장매체의 한계가 있을 수 있으며 로딩 시간도 길어져 실시간 매핑에서 지연이 있을 수 있다. 따라서 간단한 복셀 좌표를 사용하여 로딩 시간을 단축하고 저장용량 및 연산 비용에서 부담을 줄이고자 한다.

복셀 3D 좌표는 입체형 기초블록을 여러 개로 분할한 후, 각 블록에 대해 값을 할당한다. 이후 각 블록은 옥토맵의 옥트리를 기반으로 더 작은 블록으로 분할되고 블록 값 할당이 반복된다. 최종적으로 블록들의 블록 값들에 기초하여 위치를 좌표화한다.

III. 결론

본 논문에서 제안한 라이다 기반의 부분 매핑 및 복셀 3D 좌표 활용은 안개, 연기, 먼지 등과 같은 안 보이는 지역의 3D 공간 정보 획득 및 객체 위치 추정에 실질적인 해결책을 제시한다.

부분 매핑과 복셀 3D 좌표 활용을 통해 저장용량의 부담을 줄여줄 수 있으며 비가시 영역에 대하여 효과적인 매핑과 정밀한 객체의 위치 추정을 할 수 있다. 이는 재난 상황, 인명구조, 현장조사 등 다양한 분야로 확장 가능하다.

추후 비가시 영역에 대하여 데이터 셋을 수집한 후 실제 환경에 대하여 테스트할 예정이다. 또한 복셀 3D 좌표를 활용하여 객체의 위치를 추정한 후 객체를 추적하기 위한 경로계획에 대한 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the MSIT (Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC (Information Technology Research Center) support program (IITP-2023-RS-2023-00259061) supervised by the IITP (Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and

ICT), Korea, under the ICAN(ICT Challenge and Advanced Network of HRD) program(IITP-2022-RS-2022-00156394) supervised by the IITP(Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

참고 문헌

- [1] Bescos, Berta, et al. "DynaSLAM II: Tightly-coupled multi-object tracking and SLAM." *IEEE robotics and automation letters* 6.3 (2021): 5191-5198.
- [2] Hornung, Armin, et al. "OctoMap: An efficient probabilistic 3D mapping framework based on octrees." *Autonomous robots* 34 (2013): 189-206.
- [3] Kim, Jun-Hwa, et al. "Object detection and classification based on YOLO-V5 with improved maritime dataset." *Journal of Marine Science and Engineering* 10.3 (2022):377
- [4] <https://github.com/husky/husky>
- [5] 김학민, 입체도형을 이용한 삼차원공간 위치 좌표화 방법, 대한민국, 1024093980000(2022)