

나무의 위치정보를 랜드마크로 활용한 비정형 환경의 로봇 SLAM

박관우, 박순용*

경북대학교 전자전기공학부

kevin2760@naver.com, *sympark@knu.ac.kr

Robot SLAM in Unstructured Environment using the Position of Tree Landmark

Kwanwoo Park, Soon-Yong Park*
Kyungpook National University

요 약

본 논문은 과수원과 같은 비정형 주행환경에서 로봇의 자율주행을 위해서 로봇 주변의 나무의 위치정보를 SLAM의 랜드마크로 활용하는 기술을 제안한다. 2차원 라이더와 스테레오 카메라를 장착한 이동로봇은 주행 경로 주변의 나무를 스캔하여 나무 줄기를 하나의 원으로 모델링하여 DB에 저장한다. 저장된 나무 모델과 현재 스캔된 나무의 라이더 정보를 비교하여 DB에 저장된 나무의 경우 라이더 SLAM의 랜드마크로 활용하여 로봇의 위치 추정 및 새로 발견된 나무의 위치 정보의 정확도를 향상하였다. 실험환경의 실험에서 나무의 지도 생성 결과는 약 0.15m의 오차 수준을 보였다.

I. 서론

로봇의 SLAM은 매우 많은 응용분야를 가지고 있는 중요한 기술로서 지금까지 많은 연구가 진행되고 있다. 한편 기존의 연구들은 실내 및 실외의 비교적 정형화된 환경에서의 SLAM 기술을 주로 다루고 있다 [1].

본 논문에서는 기존의 정형화 공간이 아닌 과수원과 같은 비정형 농업환경에서 동작할 수 있는 SLAM 기술을 소개한다. 특히 로봇의 주행환경은 과수원과 같은 나무가 많이 식재된 환경으로 정하고, 따라서 나무의 위치정보를 로봇의 SLAM에 적용한다. 이를 위하여 2차원 라이더와 카메라를 이용하여 나무를 탐지하고 라이더 스캔 정보를 이용하여 나무 줄기의 지름 및 위치정보를 DB에 저장하였다. 나무 DB 정보를 SLAM의 랜드마크로 활용하여 로봇의 위치정보의 정확도를 향상하고, 또한 과수원 환경의 나무 지도를 생성하는데 활용하였다.

II. 본론

과수원과 같은 비정형 환경에서는 로봇의 SLAM을 위한 전경 및 배경 정보를 결정하기가 매우 어렵다. 정형화된 실내 또는 실외 환경의 경우 영상으로 인식할 수 있는 물체 종류가 많으며 또한 라이더로 스캔할 수 있는 인공물의 정보가 충분하다. 그러나 과수원 환경 또는 농업환경의 경우 대부분 자연물로 구성되어 있어 로봇의 SLAM에 도움이 되는 물체를 찾기는 쉽지 않다.

본 연구에서는 과수원과 같은 비정형 환경에서 로봇의 SLAM을 구현하기위해서 그림 1과 같이 2차원 라이더, 카메라를 이용하여 과수원의 나무를 탐지하고 나무 줄기의 지름 및 위치 정보를 DB에 저장하였다. 나무의 DB는 각 나무의 ID, 지름, 2차원 위치값을 저장하며, 라이더로 스캔된 나무가 기존 DB에 있는지 또는 새로운

나무인지를 판단하는데 사용한다. 또한 스캔된 나무가 DB에 저장된 나무라면 DB의 나무 위치정보를 기준으로 라이더 SLAM의 랜드마크로 활용하였다. 라이더 SLAM은 2차원 Cartographer를 사용하였다[2].

로봇에 장착된 스테레오 카메라에서는 영상 특징을 추출하고 스테레오 정합하여 VINS 기반의 스테레오 SLAM을 실행하였다[3]. 라이더와 카메라의 SLAM에서 추정한 로봇의 위치값을 EKF를 통하여 최종적인 로봇의 위치정보로 결정하였다.

그림 2에서는 소나무 숲을 대상으로 나무의 2차원 지도를 생성한 결과를 보여준다. 그림 2의 실험공간은 약 $30 \times 15 \text{m}^2$ 이며 EKF 결과로 추정한 Loop closing 오차는 약 0.25m이다. 그림에서는 로봇의 주행 경로가 실선으로 표시되었으며 로봇이 출발한 지점으로 매우 정확하게 도착하였다는 것을 알 수 있다. 또한 나무맵의 생성 정밀도를 정량적으로 분석하였으며 그 정밀도는 약 0.15m로 정확하였다.

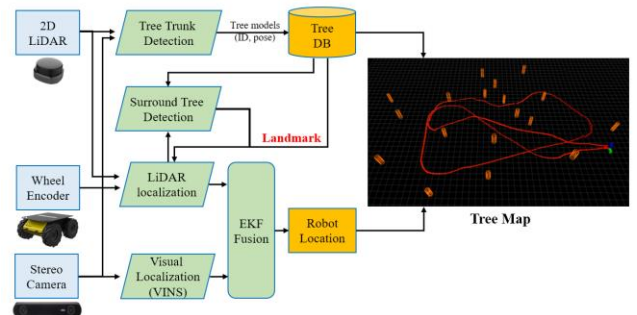


그림 1. 논문에서 제안하는 나무위치정보를 활용한 로봇의 SLAM 알고리즘 구조

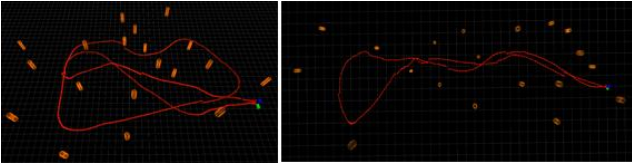


그림 2. 제안 기술로 생성한 비정형 소나무 숲에서의 로봇 주행 경로 및 나무의 지도 생성 결과

III. 결론

본 논문에서는 비정형 과수원 환경에서 작업할 수 있는 로봇 개발을 위하여 과수 나무의 지름 및 위치 정보를 SLAM의 랜드마크로 활용하는 연구를 진행하였다. 2차원 라이다와 카메라를 이용하여 나무를 탐지하고 나무의 위치 및 지름의 정보를 DB로 저장하였다. DB에 저장된 나무를 다시 탐지하는 경우 나무 정보를 라이다 SLAM의 랜드마크로 적용하여 과수원 환경의 나무 지도를 정확하게 생성하고 로봇의 위치를 정밀하게 추정하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 과학기술사업화진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 ('학연협력플랫폼구축 시범사업' RS-2023-00304695)

참고문헌

- [1] Aguiar, A. S., dos Santos, F. N., Cunha, J. B., Sobreira, H., & Sousa, A. J. (2020). Localization and mapping for robots in agriculture and forestry: A survey. *Robotics*, 9(4), 97.
- [2] Hess, W., Kohler, D., Rapp, H., & Andor, D. (2016, May). Real-time loop closure in 2D LIDAR SLAM. In *2016 IEEE international conference on robotics and automation (ICRA)* (pp. 1271-1278).
- [3] Qin, T., Li, P., & Shen, S. (2018). Vins-mono: A robust and versatile monocular visual-inertial state estimator. *IEEE Transactions on Robotics*, 34(4), 1004-1020.