

대규모 점포 실내 주행 안전성 개선 및 안내로봇 구현

강 경 수, 노 예 진,^o이 재 근, *최 병 희

Abstract 본 논문에서는 대규모 점포 환경에서의 주행 시스템과 이미지 기반 안내 기능을 제시한다. 동적인 환경에서 발생하는 Drift 문제의 해결방법으로 LiDAR와 Camera의 EKF 기반 약결합 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 마커와 LiDAR 측정값의 결합으로 상태를 업데이트하여 로봇 포즈를 추정한다. 또한 단어 기반 검색 뿐만 아니라 이미지 기반 검색 기능을 추가하여 안내 기능을 강화하였다. 마지막으로 제안한 방법을 실내 환경에서 검증하여 평가하였다.

Keywords SLAM, Localization, Navigation, Object Detection

1. 서론

최근 대규모 유통점포의 구조조정이 가속화되고 이로 인한 인력 감축으로 서비스 직원들의 부재가 고객들에게 큰 불편함으로 다가오고 있다. 또한 적어진 인력으로 직원들의 업무 누적으로 피로도가 증가하였다. 이로 인한 고객과 직원의 불편함을 해소하기 위해 안내 로봇을 구현하고자 하였다. 안내 기능 구현과 함께 기존 검색 기능을 개선하여 조작의 필요가 현저히 적은 이미지 기반 검색 기능을 구현하였다. 또한 안전성의 개선을 위해 로봇의 위치 인식 성능을 강화하였다. 각 매대의 위치를 의미하는 마커 맵을 작성하고, 이를 기반으로 주행 경로를 작성하는 Waypoint Navigation 시스템을 구축하여 잘못된 경로를 생성하지 않도록 한다.

본 논문에서는 대규모 점포 환경에 맞는 안내 로봇을 제시한다. LiDAR와 Visual Marker^[1] 정보를 약결합 방식으로 융합하여 다른 센서 정보가 취약해 지더라도 지속적인 운용이 가능하도록 제작한다.

2. 상세 시스템 소프트웨어

본 논문은 대규모 유통점포의 자율 주행을 위해 두 과정을 거쳐 로봇을 제어한다. 이를 위해 LiDAR 정보와 Visual Marker 정보를 약결합(Loosely Coupling) 기반으로 융합하는 시스템을 구축하였다.

2.1 Mapping & Waypoint Generator

사전 주행으로 LaMa^[2] 기반의 점유 그리드 맵과 함께 EKF SLAM 알고리즘을 사용한 marker map을 생성한다. Mapping 및 Waypoint Generator의

* 본 논문은 영남대학교 LINC 사업단 및 영남대학교 로봇공학과에서 지원하여 연구하였음.

모식도는 그림 1과 같다.

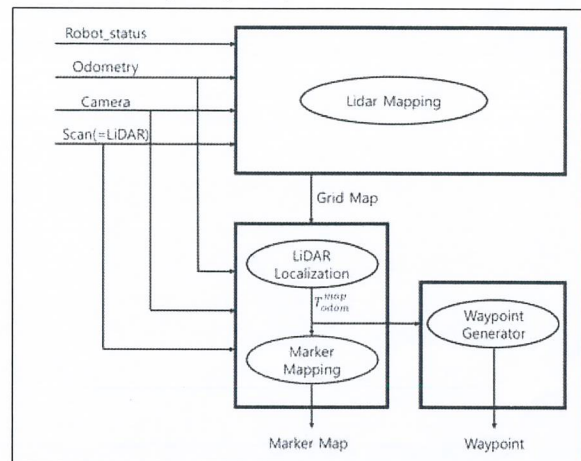


그림 1 Mapping & Waypoint Generator Node Graph

2.2 Localization & Navigation

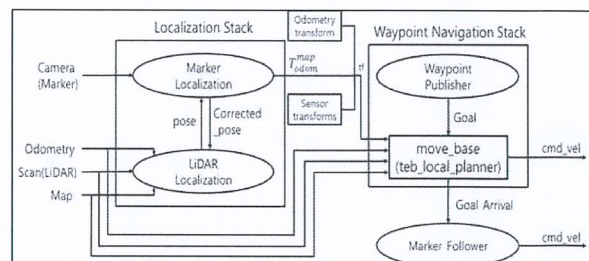


그림 2 Localization & Navigation Node Graph

기존 LiDAR에 의존하는 위치인식과 달리 본 논문에서는 LiDAR를 사용한 로봇의 위치인식 정확도를 개선하기 위해 marker를 사용하였다.

LiDAR로 보정된 로봇의 pose에 카메라로 인식한 marker의 관측 정보를 EKF 알고리즘으로 결합하여 더 정확한 로봇의 위치를 획득한다. 그림 2에 표현된 것처럼, 시스템 구조는 재귀 형태를 띠고 있다.

2.3 Navigation

불완전한 GridMap을 기반으로 경로 생성을 하는 경우 이동 불가 영역에 경로를 생성하는 경우가 빈번히 발생한다. 따라서 사전 주행을 바탕으로 경로를 저장하고, A* 알고리즘^[3]을 사용하여 최적의 경로를 생성하여 주행하는 Waypoint 기반의 주행을 구현하였다.

2.4 이미지 기반 안내 기능

기존의 단어 기반 상품 검색 기능을 개선한 검색 기능이다. 객체 인식 라이브러리 darknet-yolov3^[4]로 인식된 물건의 종류에 해당하는 상품 위치로 로봇을 운행한다. 이때 사용자의 조작은 이미지 검색 모드 진입과 카메라에 물건을 보여주는 것, 그리고 안내 시작 버튼을 누르는 것으로, 최소한의 조작을 통해 안내 서비스를 제공받을 수 있도록 하였다.

3. 실험 결과

3.1 Mapping 성능 평가

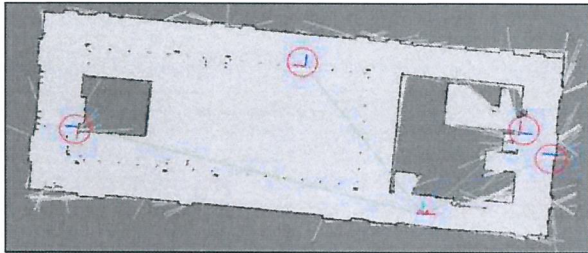


그림 3 LaMa 패키지로 작성한 점유 그리드 맵과 논문에서 제안된 방식으로 작성한 마커 맵

본 논문에서 제안한 시스템의 성능을 평가하기 위해 건물 3층 임의의 위치에 marker를 부착하여 알고리즘의 성능을 평가하였다. 제안된 시스템의 mapping 결과는 그림 3과 같고, mapping 결과에서 위치와 방향이 map에 저장되는 것을 확인하였다.

3.2 Localization 성능 평가

Localization 성능을 평가하기 위해 dynamic한 환경에서 LiDAR Localization과 본 논문에서 제안하는 방법을 비교하였다. 표 1과 같이 위치 인식 성능의 정량적 평가를 위해 각 위치인식 알고리즘을 기반으로 목표지점에 로봇이 도달했을 때 DATMO^[5]로 획득한 Robot Pose를 비교하였다. 두 가지 방법의 센서를 통한 주행 결과를 비교하면, 제안된 방법을 사용하였을 때 목표지점에 안정적으로 도달하였음을 확인할 수 있다. 따라서 LiDAR

를 통한 위치 인식이 불안정하더라도 marker를 통한 추가적인 보정으로 drift 현상을 해결할 수 있음을 알 수 있다.

표 1. 제안된 방법의 주행 결과

	관측 결과			병진	회전
	x	y	θ	오차율	오차율
Reference	-1.9m	-2.06m	-88.01°	-	-
LiDAR	-2.47m	-1.97m	-108.1°	17.06 %	22.85 %
Proposed	-1.92m	-2.06m	-83.19°	1.1 %	5.478 %

4. 결론

본 논문에서는 EKF SLAM 알고리즘을 이용하여 LiDAR 정보와 marker 정보를 융합해 더 강건한 localization을 구현하였다. 센서의 경우 시스템 상에서 약결합으로 연결되어 센서들을 독립적으로 작동할 수 있도록 하였다. 또한 이미지 기반 안내 기능으로 안내 로봇으로서의 기능도 보유하고 있다. 제안된 시스템의 작동 결과를 판단하기 위해 실험환경에서 성능을 평가한 결과 적절하게 구현된 것을 확인 가능하였다.

참고문헌

- [1] F. J. Romero-Ramirez, R. Muñoz-Salinas, R. MedinaCarnicer, Speeded up detection of squared fiducial markers, Image and Vision Computing 76 (2018) 38 - 47.
- [2] E. Pedrosa A. Pereira and N. Lau "Efficient localization based on scan matching with a continuous likelihood field" Proc. IEEE Int. Conf. Auto. Robot Syst. Competitions (ICARSC)
- [3] P. E. Hart and N. J. Nilsson and B. Raphael, "A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths", IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, vol. 4, no. 2, pp.100 - 107, 1968.
- [4] J. Redmon and A. Farhadi, "YOLOv3: An Incremental Improvement," arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018
- [5] K. Konstantinidis, M. Alirezaei, S. Grammatico, "Development of a Detection and Tracking of Moving Vehicles system for 2D LIDAR sensors"