

# ROS기반 로봇 환경에서의 시뮬레이션과 현실 맵 구축 기술

최정환<sup>1</sup>, 유현재<sup>1</sup>, 광정환<sup>1</sup>, 김민성<sup>1</sup>, 구병모<sup>1</sup>, 김형훈<sup>2</sup>, 심현민<sup>1</sup>

<sup>1</sup>동서울대학교 전자공학과 학부생

<sup>2</sup>삼성전자

<sup>1</sup>동서울대학교 전자공학과 교수

[wjdgghks987@naver.com](mailto:wjdgghks987@naver.com), [guswo9908@gmail.com](mailto:guswo9908@gmail.com), [wjdgghks8952@naver.com](mailto:wjdgghks8952@naver.com),  
[alstjdv123@naver.com](mailto:alstjdv123@naver.com), [kbm8824@icloud.com](mailto:kbm8824@icloud.com), [pastelom@gmail.com](mailto:pastelom@gmail.com), [hmschim@du.ac.kr](mailto:hmschim@du.ac.kr)

## Simulation and reality map construction technology in ROS-based robot environment

Jeong-Hwan Choi<sup>1</sup>, Hyeon-Jae Yoo<sup>1</sup>, Jeong-Hwan Kawk<sup>1</sup>, Min-Sung Kim<sup>1</sup>,

Byung-Mo Koo<sup>1</sup>, Hyung-Hoon Kim<sup>2</sup>, Hyeon-Min Sim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electronic Engineering, Dong seoul University

<sup>2</sup>Samsung Electronics

<sup>1</sup>Dept. of Electronic Engineering, Dong seoul University

### 요 약

로봇 운영 체제 (ROS)를 기반으로 한 로봇 환경에서 시뮬레이션과 현실 세계에서의 맵 구축 결과를 비교하고 분석하는 것을 목표로 한다. 초기 단계에서는 로봇을 URDF와 SDF 파일로 표현한다. 이를 기반으로 Rviz와 Gazebo 시뮬레이터에서 가상 환경을 구성한다. 시뮬레이션된 환경에서 로봇의 Mapping 결과를 획득한 후, 동일한 로봇을 실제 환경에서 운용하여 실제 맵을 생성하고 비교 한다.

### 1. 서론

로봇 공학 분야에서의 급격한 발전으로 인해 로봇 시스템의 효율성과 신뢰성은 점차 중요성을 더하고 있다. 이로 인해 로봇의 행동과 기능을 개발, 테스트 및 최적화하는 과정에서 시뮬레이션의 역할이 상당히 확대되었다. 따라서 ROS 기반 로봇 환경에서의 시뮬레이션과 실제 맵 구축 결과를 비교하는 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 URDF(unified robot description format)와 SDF(simulation description format)를 활용하여 로봇 모델을 정의하고 시뮬레이션 환경을 구성하였다. 또한, Hector\_SLAM 알고리즘을 활용하여 현실 맵을 생성하고, 이를 ROS 시뮬레이션 환경과 비교 분석함으로써 시뮬레이션의 한계와 실제 환경 요인을 파악하고자 하며, 이를 통해 로봇 시스템과 테스트 방법을 개발한다.[1]

### 2. UDRF와 SDF 파일 형식

ROS URDF는 로봇을 설명하는 XML(extensible markup language) 기반의 파일 형식으로, 로봇의 구조, 관절, 링크, 센서 등의 정보를 정의하는 데 사용된다. 이 파일 형식은 로봇의 물리적 구성을 세부

적으로 설명하고, 다양한 로봇 부품 간의 관계와 연결을 정확하게 나타낸다. SDF는 로봇 시뮬레이션 환경을 정의하기 위한 XML 형식의 파일 형식으로 로봇의 센서, 물리적 특성, 맵, 조명 등의 정보를 포함하며, Gazebo와 같은 시뮬레이터에서 사용된다.[2]

### 3. 로봇 모델링과 시뮬레이션

#### 3.1 로봇 모델링

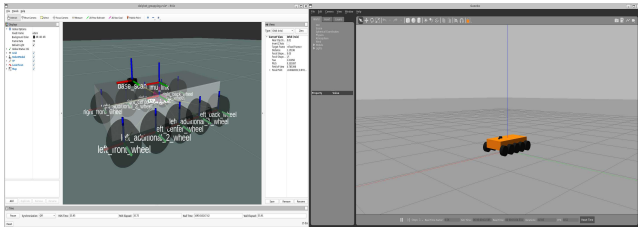
본 연구에서 사용된 로봇은 Caterpillar 구동형 모바일 로봇으로 플랫폼 크기로는 폭 300mm, 길이 700 mm, 높이 150mm 로 구성되어있다. URDF link 관계로는 base\_link는 로봇의 기준 링크로, 다른 모든 링크와 관절의 부모 링크로 사용되며 이러한 계층 구조는 로봇의 각 부분이 상대적인 위치와 방향을 가질 수 있도록 한다.

로봇의 본체는 base\_box라는 링크로 정의된다. 이는 base\_link에 부착되며 box\_to\_base\_link\_joint라는 고정 관절을 통해 base\_link와 base\_box가 연결되어 로봇의 본체가 기준 링크에 부착된다.

또한, 로봇에는 양쪽에 5개의 바퀴가 있으며, 각 바퀴는 left\_front\_wheel, right\_center\_wheel와 같은 링크로 정의된다. 바퀴들은 각각의 관절인 \$(pos

tion}\_wheel\_joint 을 통해 base\_box에 연결되어 이 관절을 통해 바퀴의 회전이 가능하게 된다.

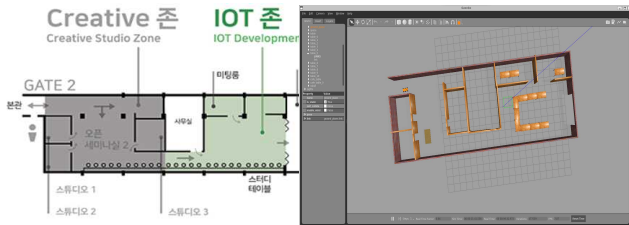
로봇에는 LIDAR(laser imaging detection and ranging)센서와 IMU(inertial measurement unit)센서도 추가되어 있다. LIDAR 센서는 base\_scan 링크에 부착되며, scan\_joint 관절을 통해 base\_link와 연결된다. 이로써 LIDAR 센서의 위치와 방향이 조정된다. 마찬가지로, IMU 센서는 imu\_link 링크에 부착되고 imu\_joint 관절을 통해 base\_link와 연결되어 로봇의 회전 및 가속도 정보를 측정한다.



(그림 1) URDF Rviz(좌) 및 sdf Gazebo(우).

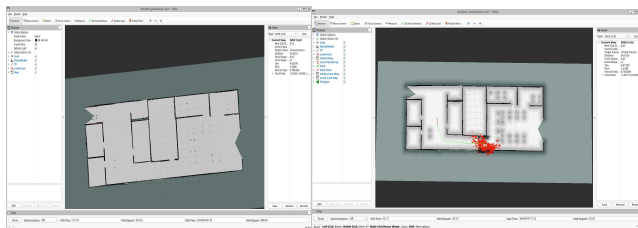
### 3.2 시뮬레이션 환경 구축 및 동작

ROS 환경에서 시뮬레이션을 실행하기 위해, 실제 매핑할 환경과 유사한 형태로 Gazebo 시뮬레이터를 활용하여 가상 환경을 구성하였다.[3]



(그림 2) 환경 배치도(좌) 및 Gazebo(우).

그 후, 로봇은 위치 추정과 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 알고리즘을 활용하여 실시간으로 지도를 업데이트하고, 이를 기반으로 Navigation 알고리즘을 활용하여 로봇은 목표 지점으로의 경로 계획 및 추종을 수행하였다.



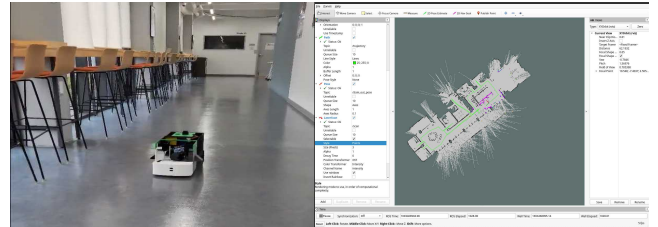
(그림 3) 매핑이 완료된 지도(좌) 및 Navigation을 통한 Path Planning(우).

### 4. 실제 환경에서의 매핑

실제 실험 환경으로 LD06 Lidar를 사용하여 스캔값을 얻고 시각화 도구인 Rviz에서 결과를 확인하

였다.

Hector\_SLAM기법을 이용하여 매핑한 경우에는 주행기록계(Odometry)를 사용하지 않기 때문에 이동체를 빠른속도로 이동시키거나 불연속한 회전 변화를 주었을 시 정확한 지도를 작성하지 못하는 문제점이 확인되었다.



(그림 4) 실험 환경 구조(좌) 및 Hector\_SLAM 결과(우).

### 5. 결론

URDF와 SDF를 활용하여 로봇 모델을 정의하고 시뮬레이션 환경과 Hector\_SLAM 알고리즘을 활용하여 작성된 현실 맵을 비교하였다. 두 환경 모두 장애물, 벽, 가구 등 높은 매핑 유사도를 보였으나, 실제 환경에서 작성된 맵은 주행기록계의 부재와 유리벽을 벽으로 인식하지 못해 외부까지 매핑되는 등 정상적인 매핑이 이루어지지 않음을 확인했다. 따라서, Cartographer SLAM 알고리즘을 도입하여 주행기록계 문제를 해결하고 Lidar와 카메라, 초음파센서 등 다른 Sensor와의 데이터 통합을 통해 유리벽에 대한 노이즈 문제가 개선된 맵과 기존 시뮬레이션 맵을 다시 비교하여 연구를 완료할 예정이다. 이를 통해 시뮬레이션과 실제 환경 간의 차이를 극복하고 보다 정확한 매핑 결과를 얻을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] 김형준, 김주원, 이현철, “동적 환경에서 이동 객체 추적에 따른 Hector SLAM 성능 분석,” 한국통신학회 학술대회논문집, 평창, 2021, pp.887-888
- [2] 구모세, 고영준, 김규태, 박명숙, 김상훈, “ROS를 이용한 로봇 팔의 물체 검출 및 작업 제어,” ACK 2021 학술발표대회, 여수, 2021, pp.413-416
- [3] 황보승, “ROS에서 Gazebo를 이용한 라인 트레이서 시뮬레이션 환경 구축,” 한국산업응용학회지, 26권, 2호, pp.265-272, 2023

- 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다. -