

# 2차원 라이다 SLAM과 카메라 기반 객체 인식을 융합한 Map 생성

김기현 · 안태현 · 기운찬 · 남궁민석 · 김동민 · 주민철  
국민대학교 전자공학부

{rlgus4995, ammjy1122, kee1219, galactico, kim000707, mcju}@kookmin.ac.kr

## Map Creation Combining 2D LiDAR SLAM and Camera-Based Object Recognition

Kim Gi Hyun · Ahn Tae Hyun · Kee Woon Chan · Namgoong Min Soek · Kim Dong Min · Ju  
MinChul  
Kookmin Univ.

### 요약

본 연구는 2차원 라이다(LiDAR, Light Detection and Ranging) SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)과 딥러닝 기반 카메라 객체 감지(Object Detection) 기술을 결합하여 새로운 맵 생성 방법을 제안한다. 이를 통해 기존의 2차원 또는 3차원 맵에 비해 더 많은 정보를 담은 맵을 실시간으로 작성할 수 있고, 객체를 감지하고 맵에 표시함으로써 환경 변화를 실시간으로 파악하여 보다 현실적인 맵을 구축하는 것이 가능해진다.

**Key Words** : LiDAR(Light Detection and Ranging), SLAM(Simultaneous Localization and Mapping), Visual Mapping, Object Detection

### I. 서론

자율주행 기술은 현대 교통 시스템에서 중요한 역할을 하는데, 이를 효율적으로 운용하기 위해서는 정밀하고 실시간으로 업데이트되는 맵핑 시스템이 필수적이다. 현재 사용되는 2차원 라이다(LiDAR, Light Detection and Ranging) SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 방식은 레이저 스캐너를 이용하여 주변 환경을 탐색하고, 그 데이터를 기반으로 2차원 또는 3차원 지도를 생성하지만, 이 방식에는 몇 가지 한계가 있다.[1]

첫째로, 2차원 라이다 맵핑 방식은 주변 객체와 구조물을 정확하게 구분하지 못하며, 비어 있는 공간에 대한 정확한 맵핑이 이루어지지 않는다. 이는 복잡한 환경에서 로봇이나 자율주행 차량이 주행할 때 정확한 위치를 파악하는 데 어려움을 초래할 수 있다. 예를 들어, 회의실과 같은 환경에서는 의자와 테이블을 정확히 구분하기 어렵고, 도로에서는 보행자나 다른 차량을 정확하게 인식하기 어렵다.

둘째로, 기존의 2차원 라이다 SLAM은 객체의 높이나 깊이 정보를 제공하지 않으므로 입체적인 환경을 정확하게 반영하지 못한다. 이는 자율주행 차량이 도로 위의 장애물을 피하거나 교통 신호를 인식하는 데 어려움을 초래할 수 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해, 본 논문에서는 향상된 지도 생성을 목표로 RGB-Depth 카메라와 객체 감지 기술을 결합한 새로운 접근 방식을 제안한다. RGB-Depth 카메라는 RGB 값과 깊이 정보를 동시에 제공하여 객체의 위치와 형태를 보다 정확하게 이해할 수 있다. 이를 통해 3차원 공간에서의 객체 인식 및 맵핑 정확도를 크게 향상시킬 수 있다. 또한, 객체 인식 기술을 활용하여 실시간으로 객체를 감지하고, 이를 지도에 반영함으로써 보다 정밀하고 실용적인 지도를 작성할 수 있다.

### II. 본론

본 논문에서는 기존의 2차원 라이다 Mapping (Cartographer SLAM), RGB-Depth 카메라, Visual Mapping (RTab Map) 등의 기술들을 이용해 Ros 상에서의 객체 인식 실시간 데이터 처리와 2차원 라이다와 객체 인식의 결합하였다.

#### 1. 기존 기술들

##### 1) 2차원 라이다 Mapping (Cartographer SLAM)

기존의 2차원 라이다 맵핑 방식은 레이저 스캔을 이용하여 주변 환경을 탐색하고, 이를 바탕으로 지도를 생성하는 방식이다. Cartographer SLAM은 이러한 방식을 대표하는 알고리즘으로, 로봇이 이동하면서 주위 환경의 레이아웃을 실시간으로 구성할 수 있도록 한다. 그러나 이러한 방식은 주위 객체와 구조물 간의 구분이 어렵고, 특히 비어 있는 공간이나 복잡한 환경에서 정확한 맵핑이 어려운 단점이 있다. 예를 들어, 회의실과 같은 환경에서는 의자와 테이블을 정확히 구분하기 어려울 수 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위해, 본 논문에서는 라이다 데이터를 보완할 수 있는 추가적인 센서 데이터와 객체 인식 기술을 활용한다.

##### 2) RGB-Depth 카메라

Intel사의 D435i 카메라를 활용하여 객체를 인식하고 해당 객체까지의 Depth 정보를 획득하였는데, D435i 카메라는 RGB 값과 더불어 Depth 정보도 제공하여 객체 감지와 동시에 객체와의 거리를 측정할 수 있어, 맵 상에 객체의 위치와 Label을 표시하는 데에 유용하다. 예를 들어, 도로 상에서 보행자나 차량의 위치를 실시간으로 감지하여 맵에 표시함으로써 자율주행 차량의 주행 경로 계획에 큰 도움을 줄 수 있다.

##### 3) Visual Mapping (RTab Map)

'Visual Mapping'은 RGB-Depth 카메라로부터 얻은 데이터를

기반으로 3차원 맵을 생성하는 기술이다. 본 연구에서는 RTab MapSLAM 패키지를 사용하여 Visual Mapping을 구현했다. Visual Mapping의 가장 큰 장점은 객체의 위치와 형태를 보다 정확하게 지도에 나타낼 수 있다는 점이다. 기존의 2차원 라이다 맵핑 방식에서는 평면적인 정보만을 제공하는 반면, Visual Mapping은 객체의 높이, 깊이 등 3차원 정보를 포함하여 보다 입체적이고 상세한 지도를 생성할 수 있다. 예를 들어, 건물의 높이나 도로 위의 장애물 등의 정보를 정확하게 반영하여 자율주행 로봇이 보다 안전하게 주행할 수 있도록 돕는다.

## 2. Ros 상에서의 객체인식 실시간 데이터 처리

Yolo 알고리즘은 객체 인식을 위한 딥러닝 기반의 모델로, 이미지를 실시간으로 분석하여 객체를 빠르고 정확하게 인식할 수 있다. 본 연구에서는 Yolo V5를 사용하여 실시간 객체 인식을 구현했는데, Yolo V5는 기존의 객체 인식 모델들과 비교했을 때 약 6배 빠른 속도로 객체를 인식할 수 있으며, mAP(mean Average Precision) 성능이 두 배 정도 높다. 이는 자율주행 로봇이 도로 상황을 실시간으로 파악하여 즉각적인 반응을 해야 하는 상황에서 매우 유용하다. 예를 들어, 도로 위의 보행자, 차량, 교통 신호 등을 신속하게 인식하여 주행 경로를 조정하는 데 큰 도움을 준다.

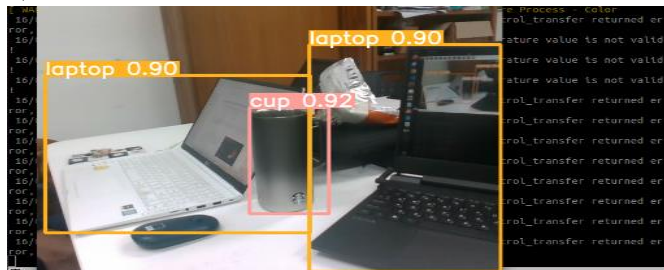


그림 1. YOLO 알고리즘을 이용한 객체 인식

OpenCV를 통해 처리한 영상을 ROS(Robot Operating System) 환경에서 사용하기 위해서는 ROS 통신에서 사용하는 Topic 형태로의 데이터 변환이 필수적이다.[2] ROS에서는 OpenCV의 이미지 데이터 형태를 ROS의 이미지 Topic 형태로 변환해주는 Cv Bridge 패키지를 제공한다. 이를 이용해 인식된 객체의 Class와 카메라 상의 위치 정보를 Topic으로 제공하고, Depth 카메라에서 객체까지의 거리도 제공한다. 이를 통해 자율주행 로봇이 실시간으로 객체를 인식하고, 그 정보를 바탕으로 맵을 구체화할 수 있다.[3]

다음 사진은 D435i 카메라를 이용해 OpenCV에서 Detect한 객체까지의 거리 정보를 도출한 모습이다. 이런 정보를 Cv Bridge를 이용해 ROS 상의 Topic으로 변환한 뒤, 2차원 라이다 Map과 융합하여 Map 상에 인식된 객체의 Label을 표시할 수 있다.

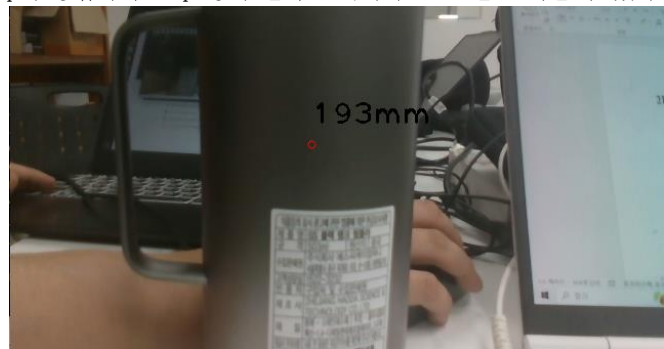


그림 2. OpenCV 를 이용한 Depth 정보 획득

## 3. 2차원 라이다와 객체인식의 결합

제시한 방법들을 종합하여 D435i로 측정된 객체까지의 거리와 객체가 인식된 결과들을 활용하여, 2차원 라이다로 Mapping한 맵 위에 인식된 객체들의 클래스를 라벨링한다. 이를 통해 보다 정밀하고 실용적인 맵을 생성할 수 있으며, 이를 통해 도로 위의 장애물이나 보행자의 위치를 정확하게 맵에 반영하여 자율주행 로봇이 안전하게 주행할 수 있도록 한다.



Fig. 3 Applying Object Detection in Mapping

## III. 결론

본 논문에서는 2차원 라이다 SLAM과 딥러닝 기반 카메라 객체 인식을 결합하여 기존 2차원 라이다 SLAM 방식의 한계를 극복하고, 실시간으로 객체를 감지하여 맵에 반영하는 향상된 맵 생성 알고리즘을 구현하였다. 이를 위해 RGB-Depth 카메라와 YOLO 모델을 활용하여 객체 인식 속도를 높이고 정확도를 향상시켰다. 또한, RGB-Depth 카메라를 사용하여 객체의 깊이 정보를 효과적으로 활용함으로써, 맵 상에 객체의 위치와 레이블을 정확하게 표시할 수 있었다. 더불어, ROS 환경에서 OpenCV와 CV Bridge 패키지를 활용하여 객체 인식 데이터를 효과적으로 처리하고, 이를 2차원 라이다 맵과 융합하는 통합 시스템을 구현하였다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 과제(결과물)은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 첨단분야 혁신융합대학사업(차세대통신)의 연구 결과입니다.

## 참고 문헌

- [1] 최준오, 김용훈, 이주한, 고보성, 송진우, "Radar 포인트 클라우드 맵과 Visual SLAM을 통한 항법 지도 작성과 YOLO 기반 객체 탐지", CICS23 정보 및 제어 학술대회 (대한전기학회), 2023(10).
- [2] 표윤석, 임태훈, "ROS 로봇 프로그래밍", 루비페이퍼, 2017.
- [3] 이경택, 방성수, 안상준, "파이썬 딥러닝 파이토치", 정보문화사, 2020.