

# 레이더 데이터를 이용한 YOLO 기반 3차원 Object Detection

손하영, 이상원, 최계원\*

성균관대학교

shyds628@g.skku.edu, kl0081kl@g.skku.edu, \*kaewonchoi@skku.edu

## A Study on the YOLO-Based 3D Object Detection Using Radar Signal

Ha Young Son, Sang Won Lee, Kae Won Choi\*

Sungkyunkwan Univ.

### 요 약

비가시 공간의 물체를 탐지하는 기술은 군사적, 인명 구조, 자율주행 등의 다양한 목적에서 주목받고 있다. RF 레이더 신호는 벽을 투과하여 물체를 측정할 수 있으므로 이 일을 수행하기 적합한 센서 형태로 꼽히고 있다. 본 논문에서는 MIMO 안테나와 UWB 레이더 칩을 통해 수집한 신호를 복셀화하여 데이터셋을 만든 뒤, YOLO 기반 네트워크에 학습시켜 비가시 공간의 물체를 3D Object Detection을 수행하여 분류하고 위치를 추정하는 방법을 제시하였다.

### I. 서 론

현대에 들어 사람이 직접 이동하기 어려운 비가시 공간에서 물체를 탐지하는 기술의 중요성이 점점 커지고 있다. 먼저 군사적으로, 건물 구조와 작전의 상황이 다양해지는 현대에서 엄폐 영역에서의 적군을 탐지하는 것은 작전의 성공에 큰 영향을 끼친다. 건물이 무너져 있거나 화학 화재와 같이 사람이 투입되어 탐사하기 어려운 재난 상황에서도 비가시 영역 탐지 기술은 구조 대상자들의 위치를 빠르게 찾아내어 빠른 구조 활동을 가능하게 만든다. 또한, 자율 주행 분야에서도 비가시 영역 탐지의 역할은 중요하다. 자율 주행 차량에서의 주요 과제 중 하나는 주변의 물체를 감지하는 것으로, 건물과 차량 등 여러 장애물이 밀집해있는 도시에서 비가시 탐지의 중요성이 특히 커지고 있다.

최근 비가시 영역에서 물체의 위치를 정확히 탐지하고 활용을 늘리기 위한 3D Object Detection가 주목받고 있다. 특히 자율 주행 분야에서 카메라와 라이다/레이더 센서를 활용한 3D Object Detection 연구가 활발히 이루어지고 있다. 기존의 3D Object Detection 알고리즘은 주로 라이다가 출력하는 3D 포인트 클라우드 형태를 기반으로 개발되었으며[7],[8], 최근 레이더 센서를 기반으로 적합한 네트워크에 대해 연구가 이루어지고 있다[9],[10]. 레이더 센서는 라이다 센서에 비해 비, 안개와 같은 날씨와 조명 조건에 영향을 받지 않는 장점을 가지고 있다.

RF (Radio Frequency) 신호는 주파수에 따라 투과도가 달라지므로, 벽을 투과하나 물체에는 반사하도록 만들어 물체의 위치와 속도를 탐지할 수 있는 특징이 있다. UWB (Ultra-Wide Band)는 아주 넓은 대역폭의 신호를 송신함으로써 더 많은 정보를 수집할 수 있도록 만들어준다. 여러 개의 Rx 안테나와 Tx 안테나를 사용하는 MIMO (Multi-Input Multi-Output) 기술은 안테나의 수만으로 RF 신호의 해상도를 높일 수 있도록 한다.

본 논문에서는 MIMO 레이더 신호를 기반으로 복셀화하여 복셀 데이터를 수집한 뒤, OptiTrack 사의 모션 캡처 시스템을 이용해 3D 공간 정보

를 수집하여 Label을 만들어 데이터셋을 만들었다. 또한, 복셀 형태를 지닌 데이터를 훈련시키는 네트워크를 2D Object Detection에서 가장 대표적인 1-Stage Detector인 YOLO 네트워크[2],[3],[4]를 기반으로 만들어 이 데이터셋을 훈련시켜 3D Object Detection을 수행해보았다.

### II. 본론

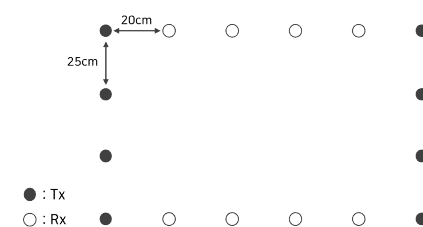


그림 1. 안테나 배치도.

UWB 레이더칩의 경우 주파수 대역폭이 0.45 GHz ~3.55 GHz, 거리 분해능이 약 7.8mm인 NVA-6100 모델을 사용했으며, 안테나는 비발디 안테나 TSA-900을 사용했다. 각각 8개의 Tx 안테나와 Rx 안테나를 그림 1과 같이 배치하였다. 그림 2의 배치도와 같이 가로 4m, 세로 2.5m, 높이 3m의 비가시 실험 공간은 다음과 같이 구성했으며, RF 신호가 투과할 벽은 합판 재질이며 두께는 약 4.5cm이다. 벽을 통과하여 물체를 탐지하여야 하므로 앰프를 넣어 하드웨어 부분을 구성했다. RF 신호는 1초당 38,000,001,024의 샘플링 주기로 샘플링하였으며, 샘플링 개수는 2,048개이다. 각각 안테나 쌍마다 Matched Filter를 적용하고, 노이즈의 영향을 줄이기 위해 Winner Filter를 통과시킨 뒤 복셀화하여 복셀 데이터를 만들었다.

