

# A\* algorithm을 이용한 Navigation

서울과학기술대학교  
자동차공학과  
23512093  
곽제우

## 1. 프로젝트 목표

## 2. 이론적 배경

### 2-1. A\* 알고리즘

## 3. 네비게이션 아키텍처

### 3-1. Navigation Architecture

### 3-2. Path planning

### 3-3. Motion Control

## 4. 결과 영상

## 5. 추가 구현

# 1. 프로젝트 목표

## 프로젝트 목표

- TurtleBot3 World 및 House 환경에서 장애물을 피해서 목적지에 도달할 수 있도록 경로 계획과 제어 모듈을 구현한다.
- 전체의 지도가 주어지지 않은 상황에서 사용자가 임의로 지정한 목적지까지 이동할 수 있고, 별도의 패키지 빌드 없이 목적지를 변경할 수 있다.
- 장애물의 위치는 라이다 센서만을 이용하여 감지한다.

## 2. 이론적 배경

## A\* Algorithm

### ➤ 기능

주어진 출발점에서부터 목표점까지 가는 최단 경로를 찾아내는 그래프 탐색을 한다.

### ➤ 작동 방식

1. 시작 노드를 Open List에 넣는다.
2. 다음 단계를 반복한다.
  - Open List에서  $f(n)$ 이 가장 작은 노드를 선택한다.
  - 선택한 노드가 목적지면 탐색을 종료한다.
  - 아니라면 해당 노드를 해당 노드를 Closed List로 이동한다.
  - 인접한 노드를 검사한다.
    - Closed List에 없는 노드라면 Open List에 추가한다.
    - 이미 Open List에 있다면 더 나은 경로인지 확인하고 갱신한다.

### ➤ 비용함수

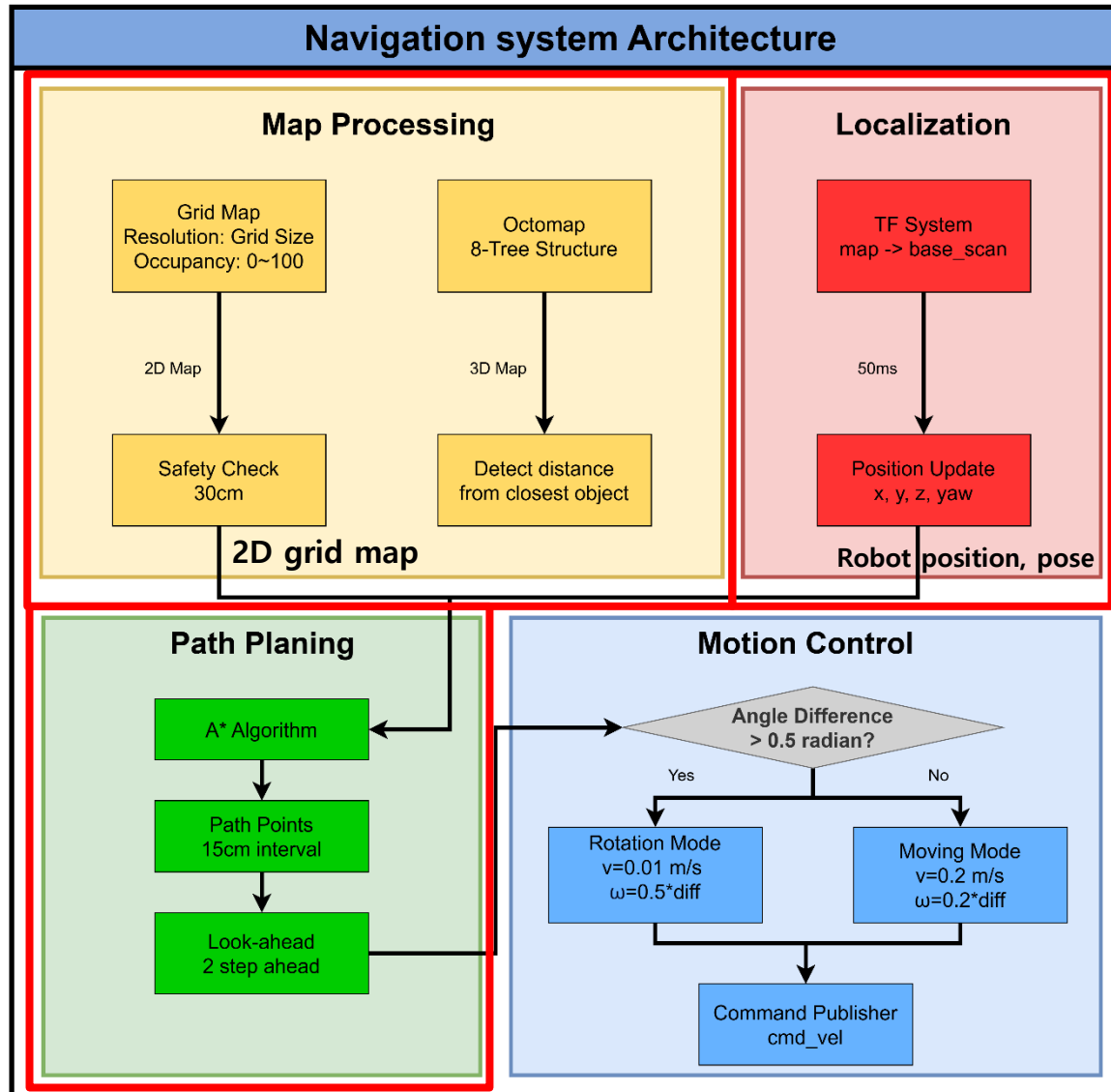
$$f(n) = g(n) + h(n)$$

$g(n)$  : 출발 노드로부터 현재 노드  $n$ 까지의 경로 가중치.

$h(n)$  : 현재 노드  $n$ 으로부터 목표 노드까지의 추정 경로 가중치.  
격자 형태의 맵인 경우 맨해튼 거리 사용.

# 3. 네비게이션 아키텍처

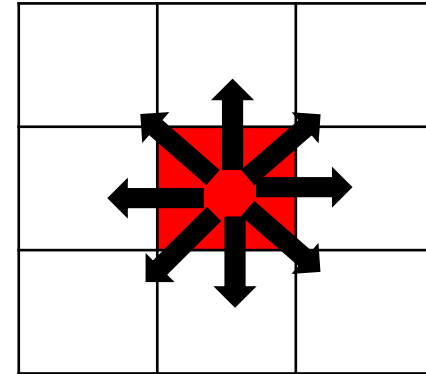
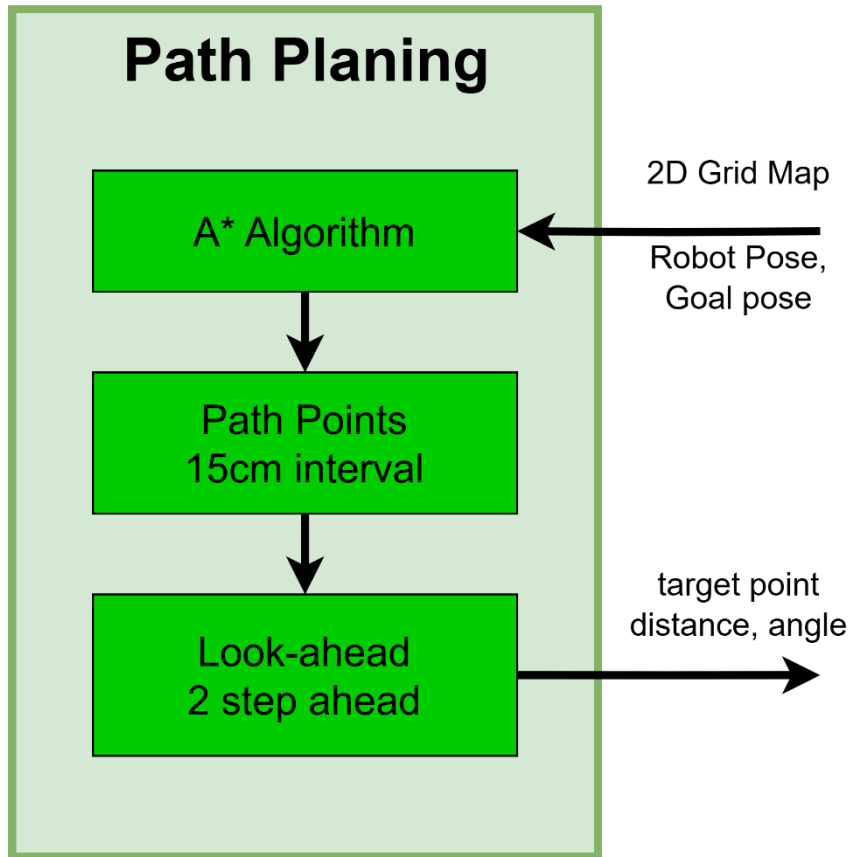
# 3-1 네비게이션 시스템 아키텍처





# 3-2 Path Planning

## A\* 알고리즘



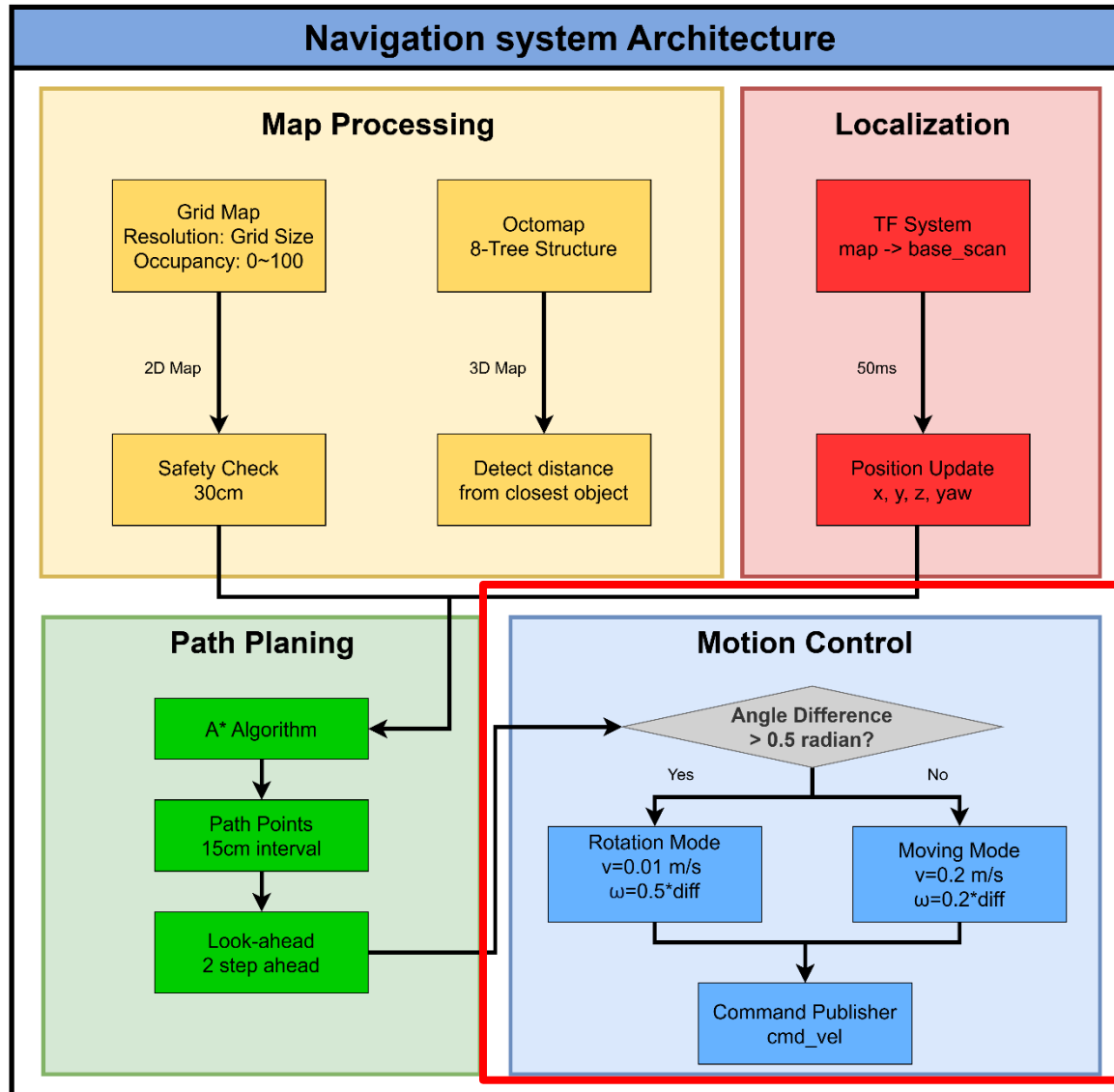
### 이웃 노드 탐색

- 인접한 8방향 그리드 탐색
- Is point valid 인 경우 탐색

### 업데이트

- 목표 지점이 있을 경우
- 로봇의 위치를 갱신된 경우 (10ms)
- Grid map이 갱신된 경우 (10ms)  
-> 동적 탐색 가능

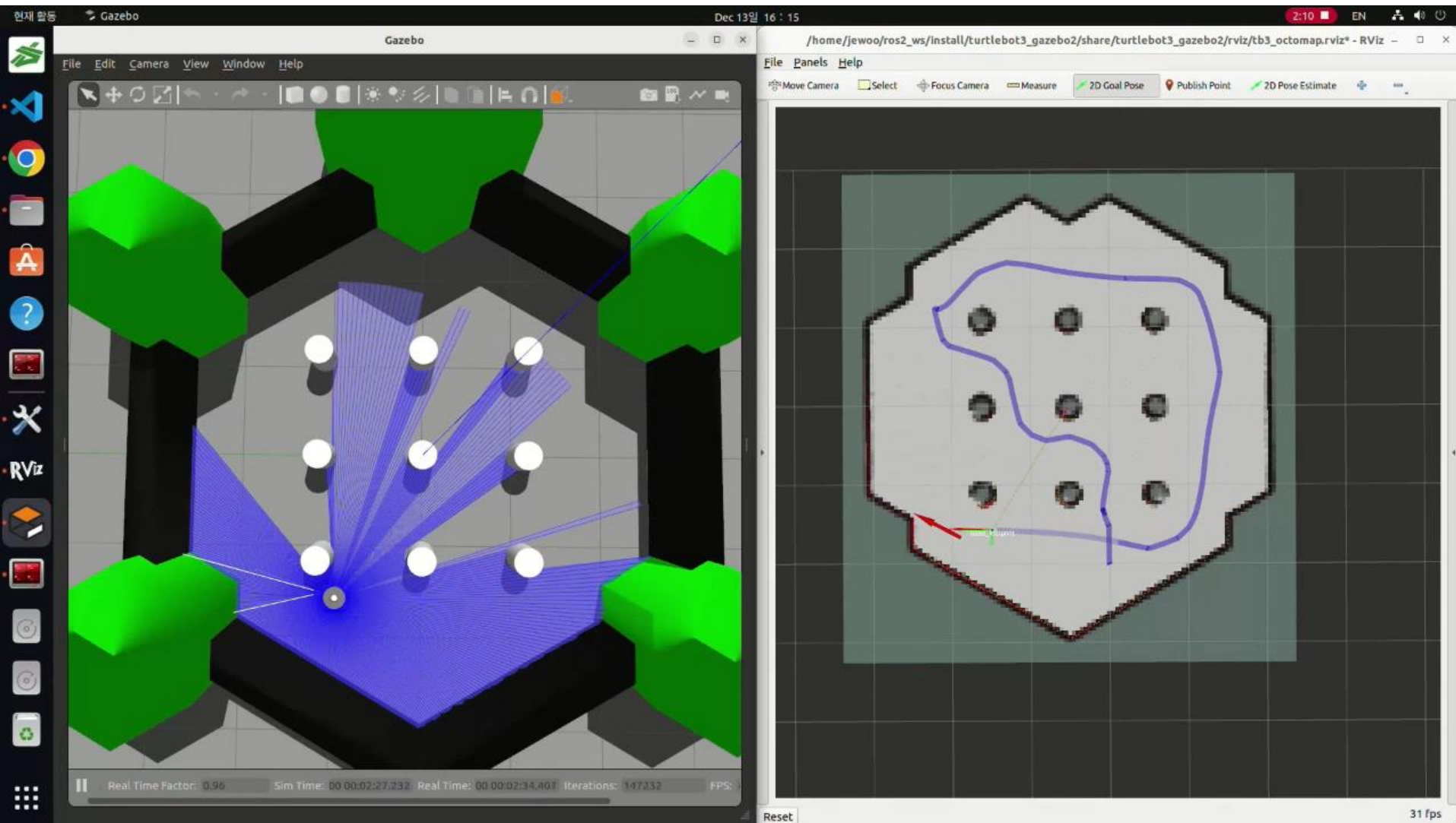
# 3 네비게이션 시스템 아키텍처



# 3-3 Motion Control

11

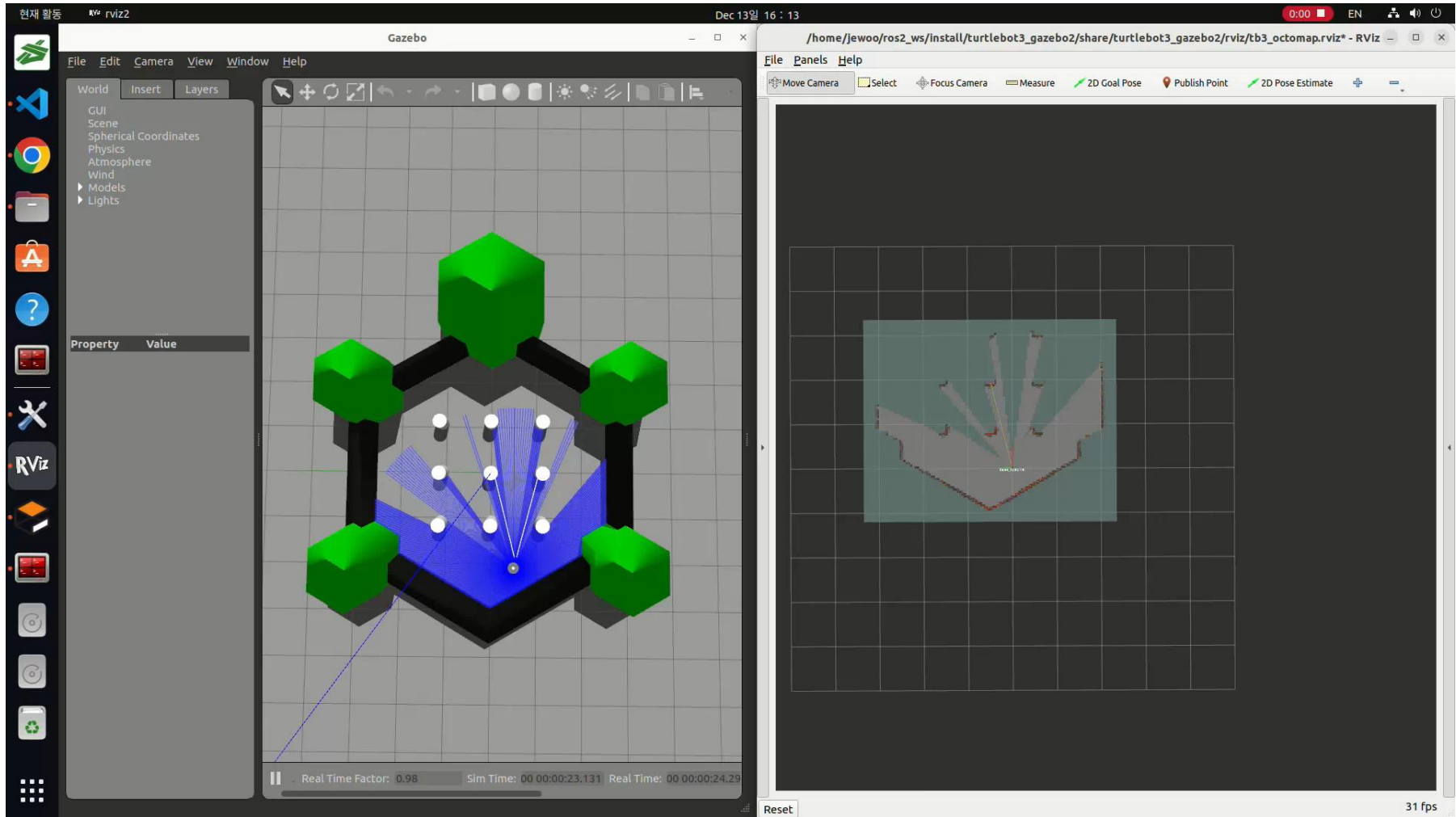
## 최종 자세 조정 모드



## 4. 결과

# 4-1 결과 영상

13



## 5. 추가 구현

## Autonomous Exploration의 필요성

- 통상적인 SLAM은 사람이 수동으로 로봇을 조종해서 map을 제작하는데, 많은 시간과 노력이 소요된다.
- 딥강화학습을 사용해서 자동 탐험을 통해서 SLAM을 구축하면 Mapping하는데 드는 시간을 절약할 수 있다.

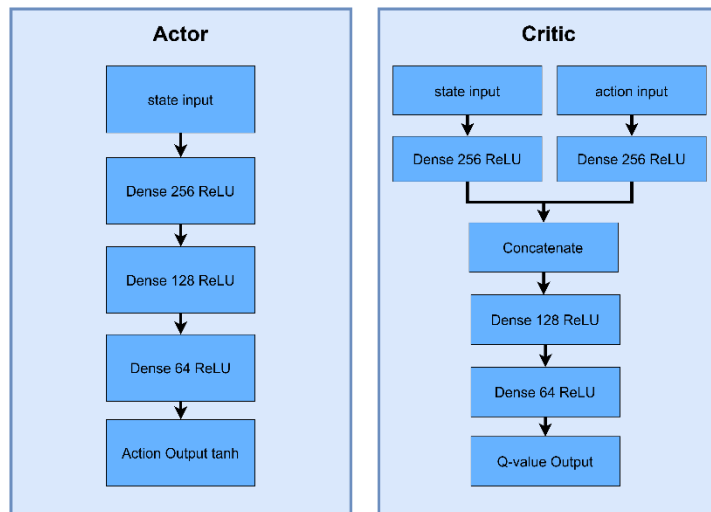
## DDPG(Deterministic Policy Gradient)

### ➤ Loss function

‘actor-critic’ 구조로 actor는 정책을 학습하고, critic은 Q값을 평가한다.

$$L_{actor}(\theta^\mu) = -\frac{1}{N} \sum_i Q(s_i, \mu(s_i | \theta^\mu) | \theta^Q)$$

$$L_{critic}(\theta^Q) = \frac{1}{N} \sum_i (y_i - Q(s_i, a_i | \theta^Q))^2$$



## State

- 로봇의 위치(x,y), 방향(yaw), 속도(linear\_velocity, angular\_velocity), 알려진 셀의 수, 전방 영역 경계 셀 수.

## Reward

- 탐험 보상

새로 발견된 영역에 대한 격자 수를 계산해서 양의 보상을 한다. 즉, 발견된 영역의 크기에 비례하는 보상 값을 제공한다.

- 전방 영역 탐색 보상

미지 영역과 접한 경계를 발견할 때 추가 보상을 통해 효율적인 탐색 경로 생성 유도한다.

- 안전 보상

장애물과의 거리에 기반한 페널티를 준다. 그리고 30cm 이내 장애물이 접근 시 거리에 반비례하는 음의 보상하고, 충돌 회피 행동 학습 유도한다.

## Action

- 선속도: 전진/후진 속도를 제어

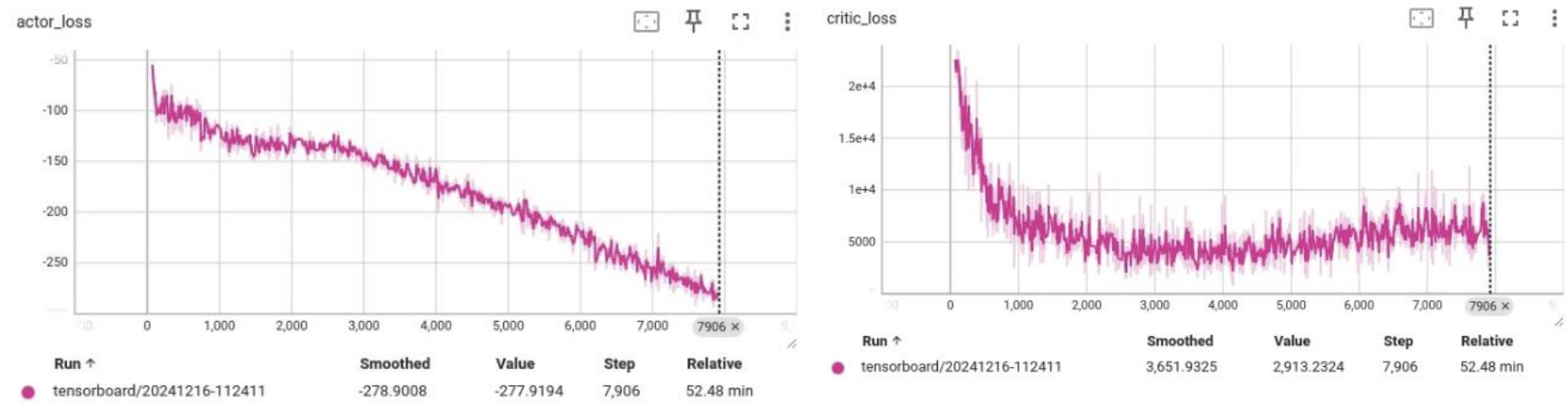
범위를  $[-0.05, 0.05]$  (m/s)으로 하여 작은 범위로 제한하여 안전성 확보한다.

- 각속도: 회전 속도를 제어

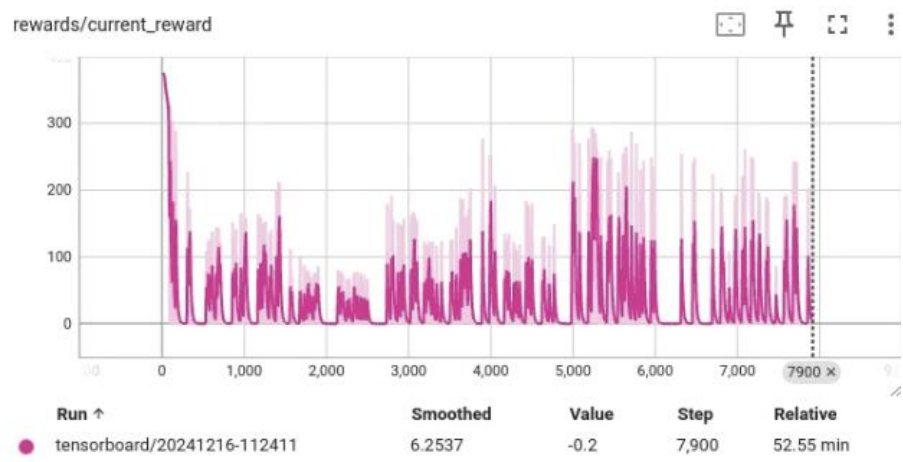
범위를  $[-0.1, 0.1]$  (rad/s)으로 하여 급격한 방향 전환을 방지한다.



## Loss



## Reward



# Thank you.

**23152093@seoultech.ac.kr**

Q & A