

## 2-6 환경



# 이전 강의 요약

01

## 로봇

Link  
Joint  
Actuator  
URDF

02

## 로봇 좌표계

절대 좌표계  
상대 좌표계  
회전변환 / 평행이동

03

## 로봇 기구학

Forward Kinematics  
Inverse Kinematics  
Jacobian

04

## 로봇 동역학

기구학 vs. 동역학

# 환경 정의

## 환경 정의



## 환경 정의



로봇이 움직이는 환경을 어떻게 설명할 것인가?

## 환경 구성요소

01

**장애물**  
**(Obstacle)**

---

02

**공간 해상도**  
**(Spatial Resolution)**

---

03

**시간 해상도**  
**(Time Resolution)**

---

## 장애물 (Obstacles)

로봇이 피해야 하는 제한 영역

물체와 같은 구체적 공간, 안전 구역과 같은 가상의 공간



## 장애물 (Obstacles) - 충돌 (Collision)

“충돌”은 언제 일어나는가?

- 로봇 자체 링크끼리의 충돌
- 다른 물체와의 충돌
- 제약조건 (안전구역, 로봇 안정성 등)



## 장애물 (Obstacles) - 충돌 검출 (Collision Detection)

충돌을 어떻게 검출할 것인가?

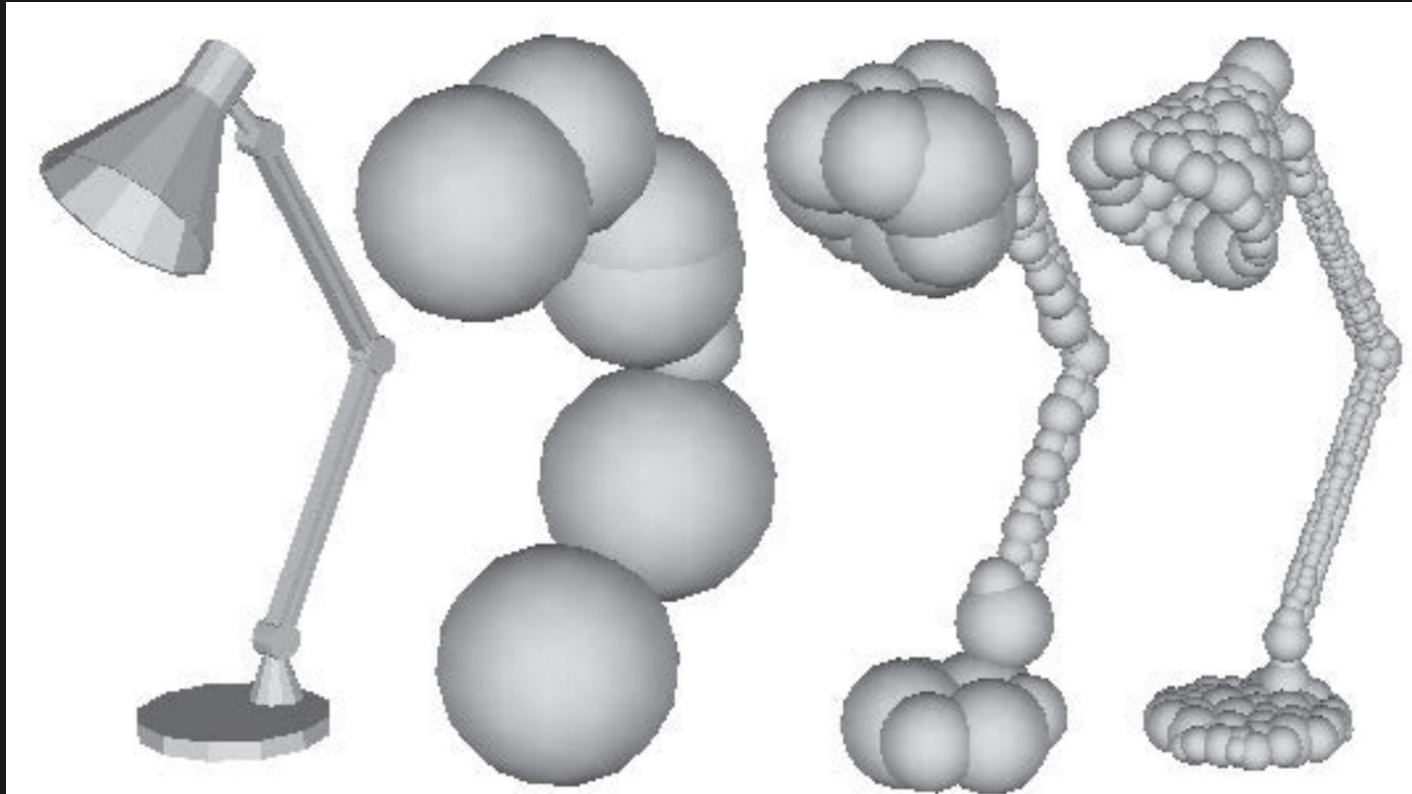
$$\phi : \mathbb{Q} \rightarrow \{\text{True}, \text{False}\}$$



충돌 검출 함수

## 장애물 (Obstacles) - 충돌 검출 (Collision Detection)

Broad Phase vs. Narrow Phase



## 장애물 (Obstacles) - 충돌 검출 (Collision Detection)

### Broad Phase

물체를 경계 볼륨(bounding volumes)으로 표현하고 각 볼륨들이 서로 겹치는지 확인

- 교차하지 않으면, 해당 쌍을 제거
- 교차한다면, 더 세밀하게 판단

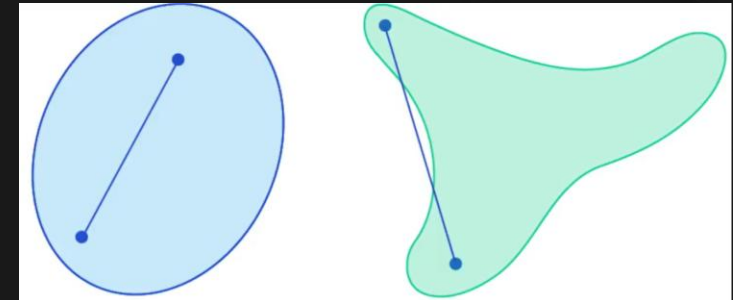
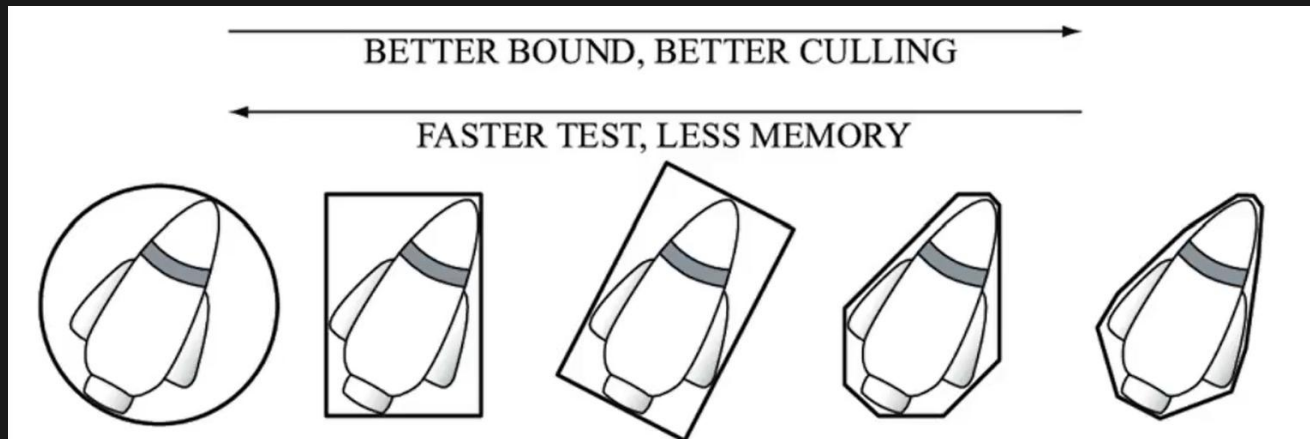


# 장애물 (Obstacles) - 충돌 검출 (Collision Detection)

## Broad Phase

물체를 경계 볼륨(bounding volumes)으로 표현하고 각 볼륨들이 서로 겹치는지 확인

- 교차하지 않으면, 해당 쌍을 제거
- 교차한다면, 더 세밀하게 판단

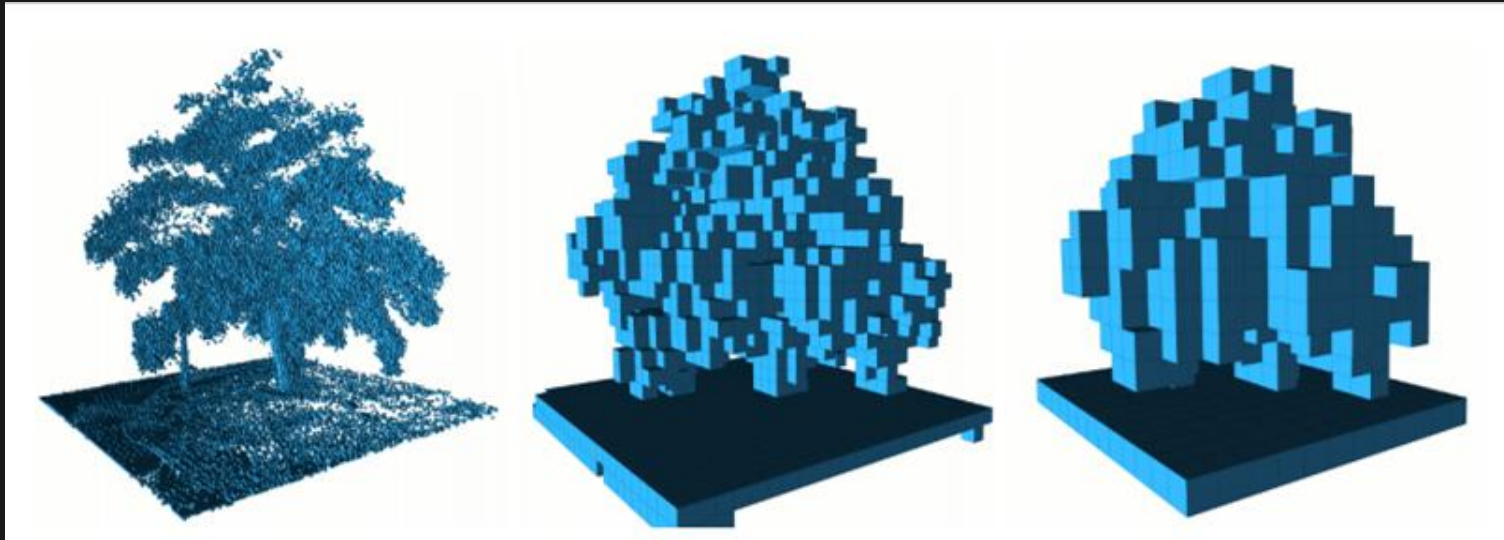


## 장애물 (Obstacles) - 충돌 검출 (Collision Detection)

### Narrow Phase

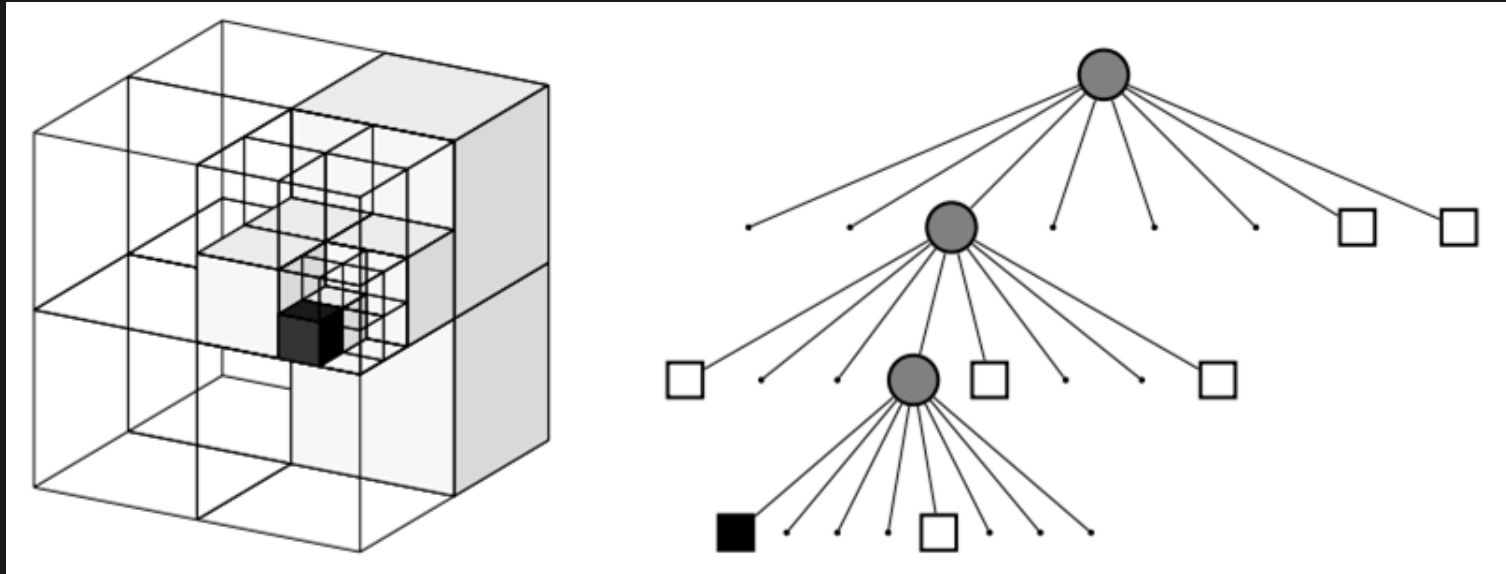
브로드 페이즈(broad-phase)에서 제거되지 않은 모든 쌍에 대해 정확한 충돌 검출

- 모든 객체를 볼록 형태로 분해
- 모든 볼록 형태 쌍 사이의 충돌을 검사.



## 장애물 (Obstacles) - 충돌 검출 (Collision Detection)

Broad Phase vs. Narrow Phase



## 공간 해상도 (Spatial Resolution)

로봇이 이동할 수 있는 공간을 얼마나 세밀하게 나누어서 표현할 것인지

- 높은 공간 해상도: 더 정확한 경로를 찾을 수 있지만 계산량이 급격히 증가
- 낮은 공간 해상도: 계산은 빠르지만 경로 정확도가 떨어지거나 충돌 가능성이 생김



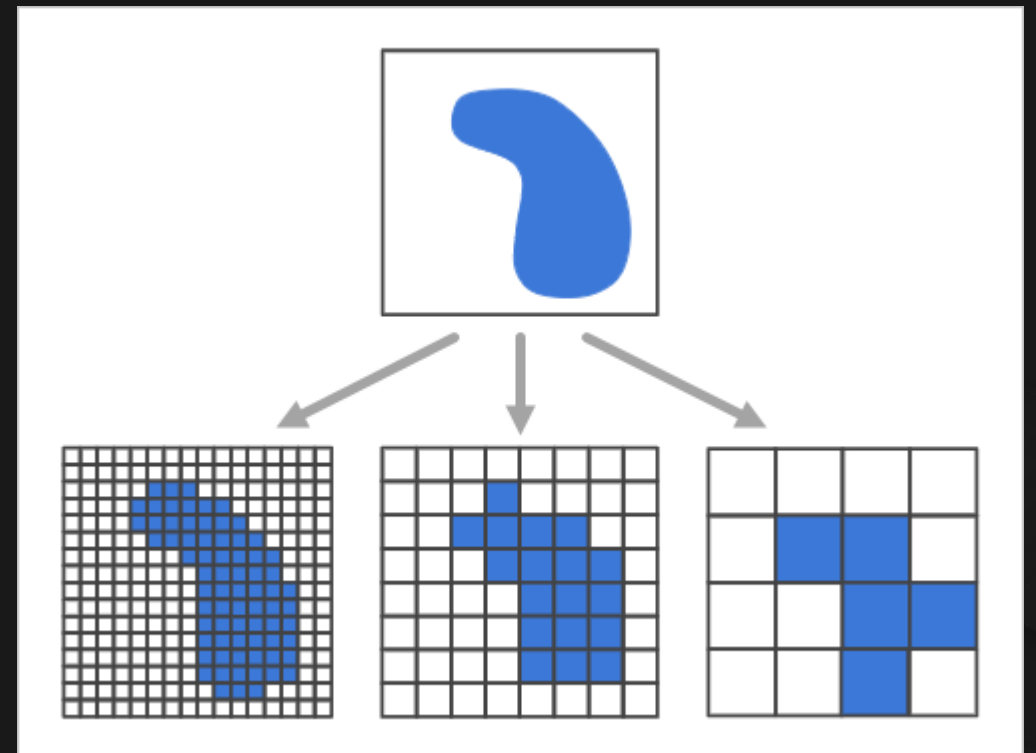
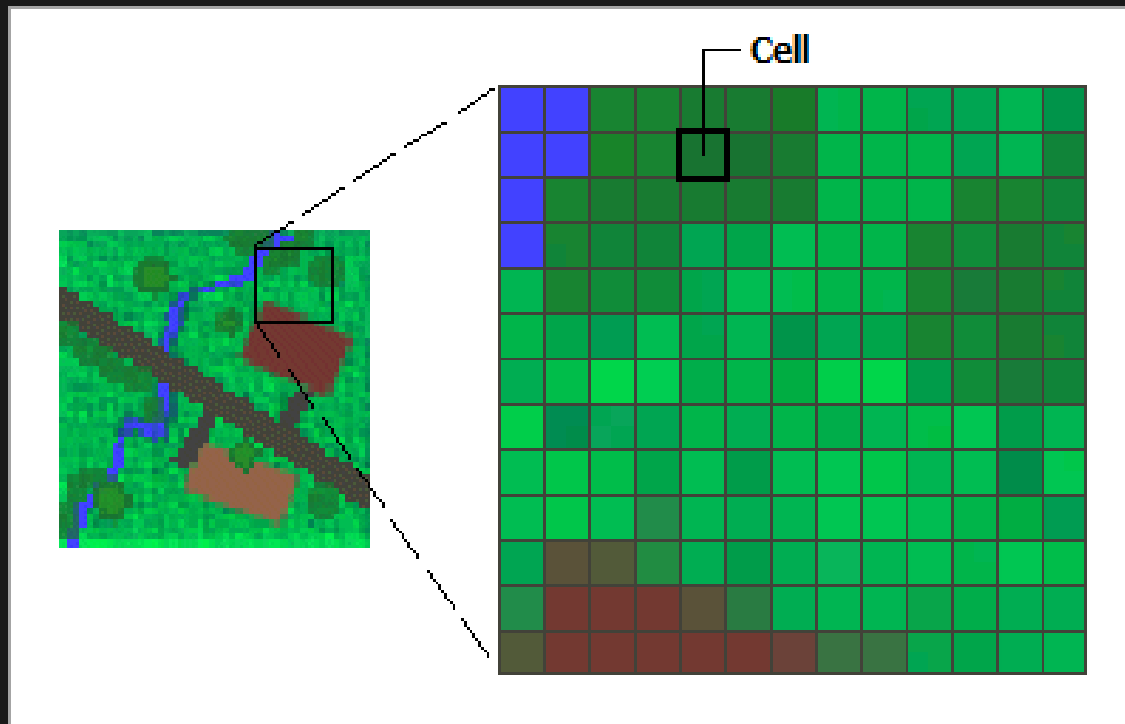
# 시간 해상도 (Time Resolution)

로봇의 움직임을 계산할 때 시간을 얼마나 세밀하게 나누어서 표현할 것인지

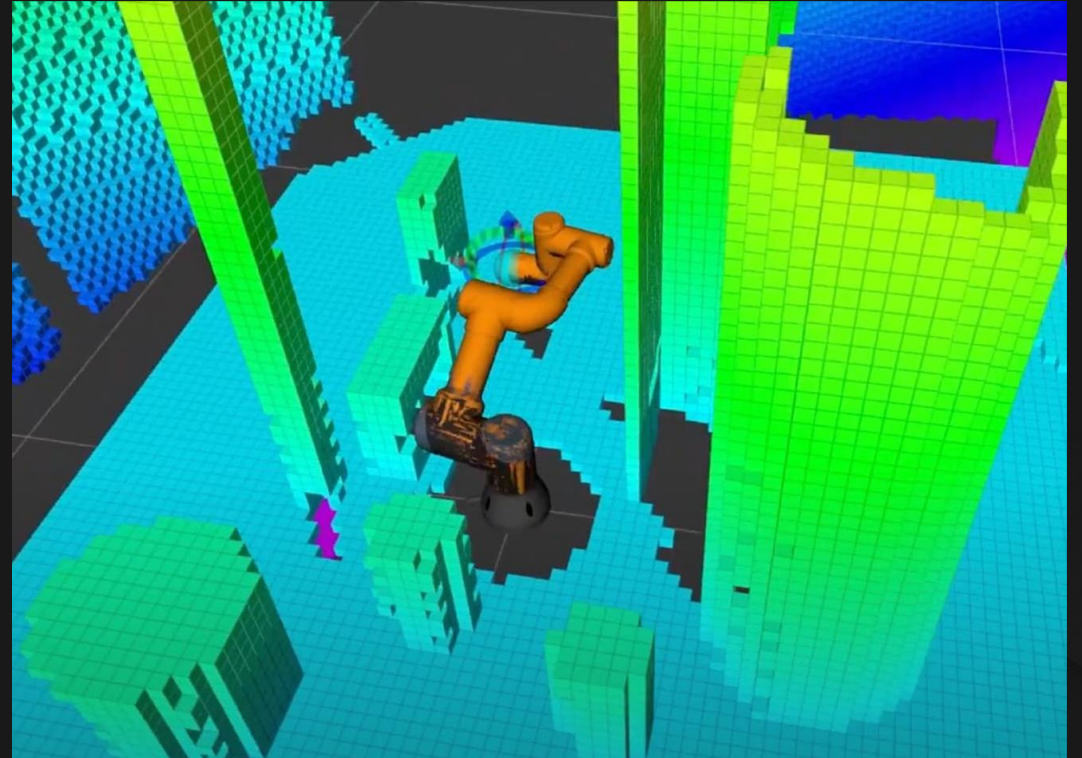
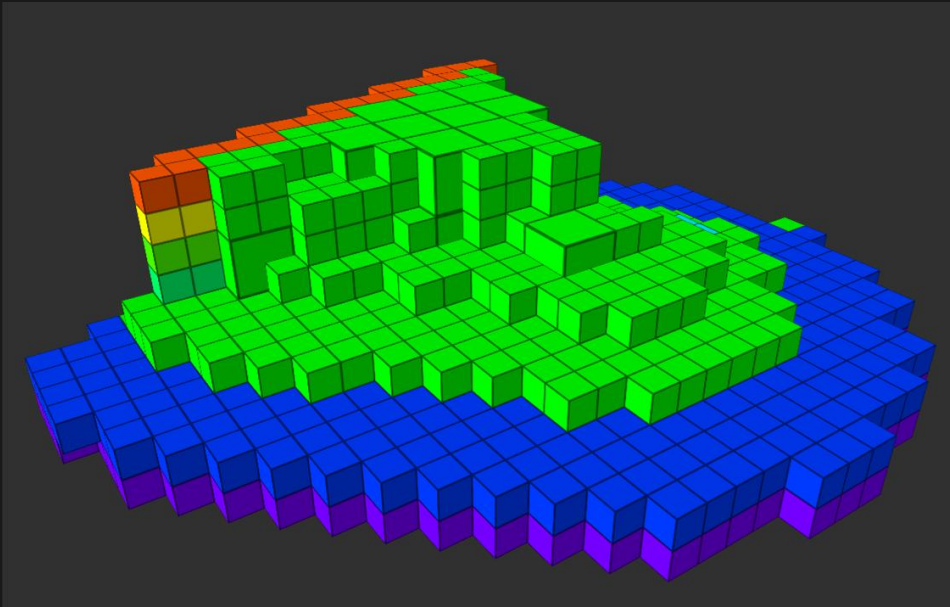
- 높은 시간 해상도: 더 정확한 경로를 찾을 수 있지만 계산량이 급격히 증가
- 낮은 시간 해상도: 계산은 빠르지만 경로 정확도가 떨어지거나 충돌 가능성이 생김
- 특히, 동역학 (dynamics) 에서 단위 시간에 결정적인 영향을 미침



## 환경 예시



## 환경 예시



## 환경 해석 방법 - Offline vs. Online

### Offline

사전에 수집된 정보를 바탕으로 환경을 정의  
(CAD 도면, 미리 스캔된 맵, 지도 데이터 등)

### Online

환경 정보를 실시간으로 업데이트  
(카메라, 라이다 등)

환경 해석 방법

## 환경 해석 방법 - Offline vs. Online

### Offline

사전에 수집된 정보를 바탕으로 환경을 정의  
(CAD 도면, 미리 스캔된 맵, 지도 데이터 등)

- 환경 전체를 고려한 플래닝
- 연산 비용이 적음

### Online

환경 정보를 실시간으로 업데이트  
(카메라, 라이다 등)

환경 해석 방법

## 환경 해석 방법 - Offline vs. Online

### Offline

사전에 수집된 정보를 바탕으로 환경을 정의  
(CAD 도면, 미리 스캔된 맵, 지도 데이터 등)

- 환경 전체를 고려한 플래닝
- 연산 비용이 적음
- 환경 변화에 취약 (장애물 추가, 이동)
- 정확한 위치 추정이 필요

### Online

환경 정보를 실시간으로 업데이트  
(카메라, 라이다 등)

환경 해석 방법

## 환경 해석 방법 - Offline vs. Online

### Offline

사전에 수집된 정보를 바탕으로 환경을 정의  
(CAD 도면, 미리 스캔된 맵, 지도 데이터 등)

- 환경 전체를 고려한 플래닝
- 연산 비용이 적음
- 환경 변화에 취약 (장애물 추가, 이동)
- 정확한 위치 추정이 필요

### 환경 해석 방법

### Online

환경 정보를 실시간으로 업데이트  
(카메라, 라이다 등)

- 동적환경에 대응 가능

## 환경 해석 방법 - Offline vs. Online

### Offline

사전에 수집된 정보를 바탕으로 환경을 정의  
(CAD 도면, 미리 스캔된 맵, 지도 데이터 등)

- 환경 전체를 고려한 플래닝
- 연산 비용이 적음
- 환경 변화에 취약 (장애물 추가, 이동)
- 정확한 위치 추정이 필요

### 환경 해석 방법

### Online

환경 정보를 실시간으로 업데이트  
(카메라, 라이다 등)

- 동적환경에 대응 가능
- 연산 비용이 큼
- 환경 전체를 고려하지 못 할 수 있음

## 환경 해석 방법 - Grid vs. Roadmap

**Grid**

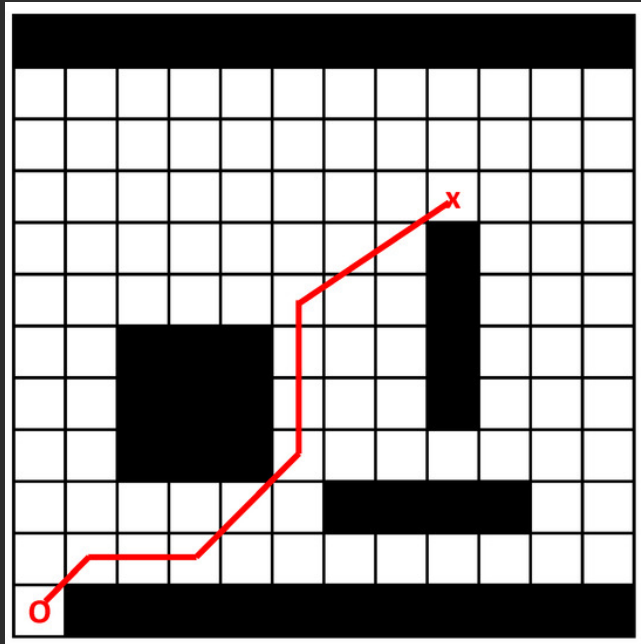
**Roadmap**

**환경 해석 방법**



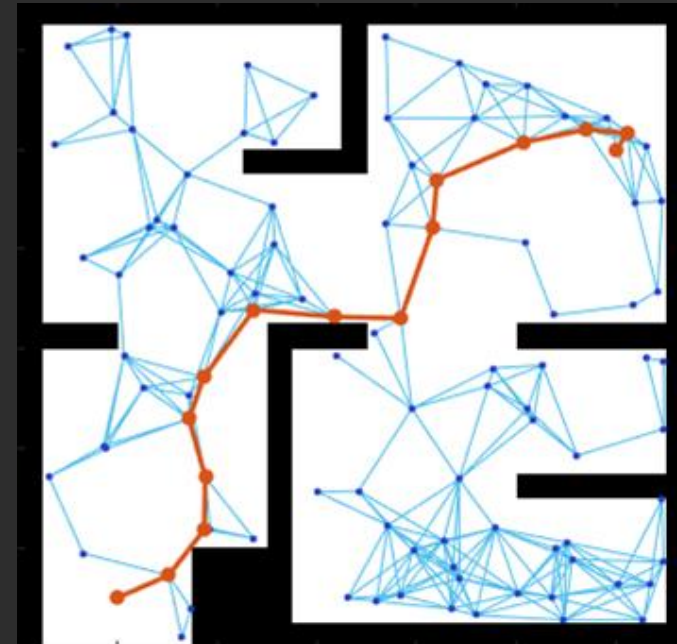
## 환경 해석 방법 - Grid vs. Roadmap

Grid



환경 해석 방법

Roadmap



# 강의 요약

01

## 장애물 (Obstacle)

충돌검출

Broad Phase

Narrow Phase

02

## 공간 해상도 (Spatial Resolution)

03

## 시간 해상도 (Time Resolution)

04

## 환경 해석 방법

Offline vs. Online

Grid vs. Roadmap