

# 자율주행 로봇을 활용한 가스 누출 원천 탐지 및 배관 점검 시스템

27기 B반 1조

정수미, 서경란, 이성재, 정새연, 김영빈

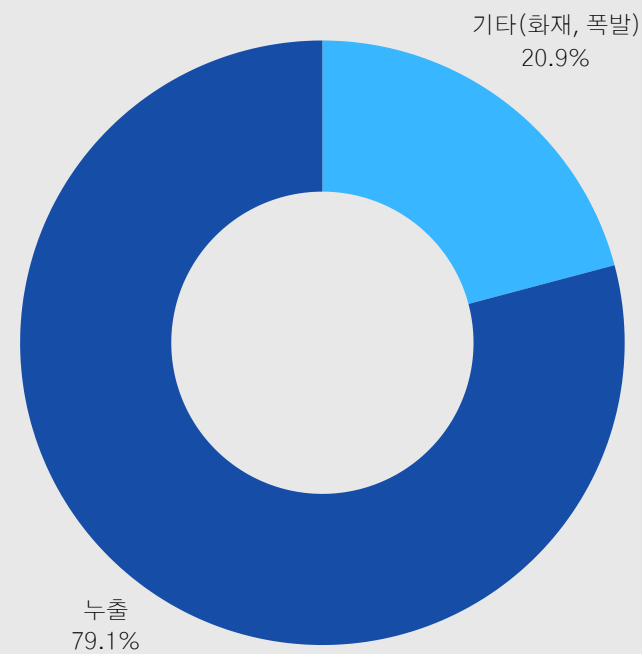
# 목차

- 01** 추진 배경
- 02** 프로젝트 목표 및 개요
- 03** 전기수 분석
- 04** 논문 분석
- 05** 활용 기술
- 06** 시나리오
- 07** 향후 일정 및 역할 분담

# 추진 배경

## 화학사고발생 건수

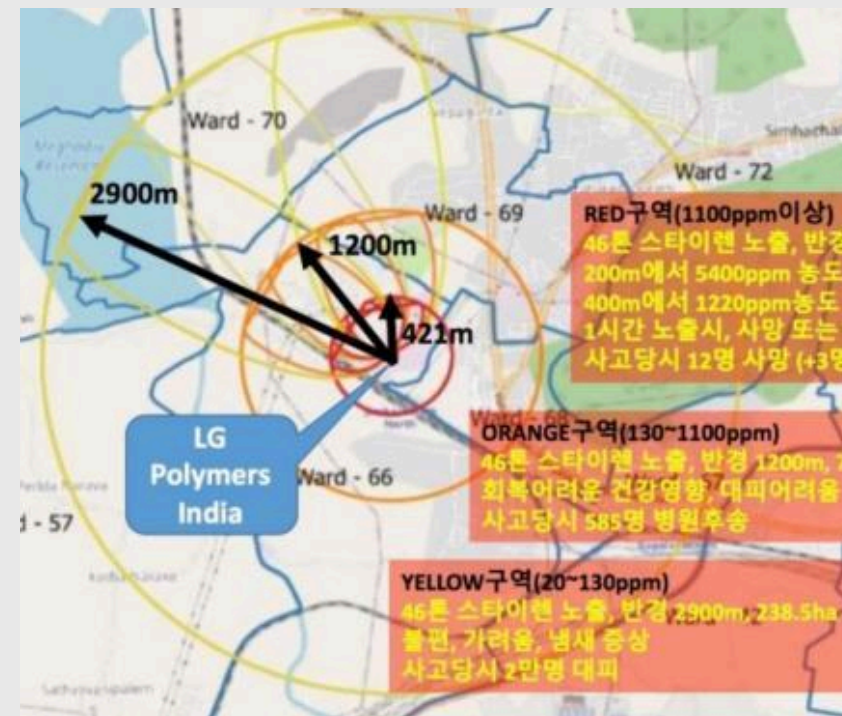
2023년 화학사고 발생 비율



출처 = 환경부 「화학물질 배출량조사 결과 보고」

- 대부분의 화학사고는 ‘누출사고’
- 누출사고에 대한 대책 마련 필요

## 가스누출사고 사례



- 2020년 LG 폴리머스 가스 누출 사고
- 누출 당시 경보 체계 미작동
- 13명의 사망자, 1,000명 이상 영향

## 사고 원인과 한계점



- 고정형 센서 의존시 탐지 사각지대 및 거리 제한 발생
- 센서 추가 시 비용 및 설치 공간 부족 문제
- 환경적 요인에 의한 센서 고장 가능성, 정기 점검 필요
- 센서는 해당 구역의 누출을 탐지할 뿐 원천을 찾지 못함

이동식 탐지 로봇 필요

# 프로젝트 목표 및 개요

## 사각지대 최소화

고정형 센서와 이동형 센서를  
이용하여 사각지대 최소화

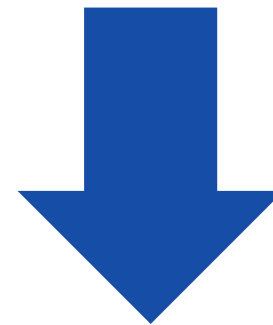


목표 및 차별점



## 누출 원천 탐지

누출된 정확한 지점을 탐지하여  
의심 대상 점검



## 유독가스로 인한 누적 피해 방지

유독가스 누적으로 인한  
직업병 등 방지



기대효과

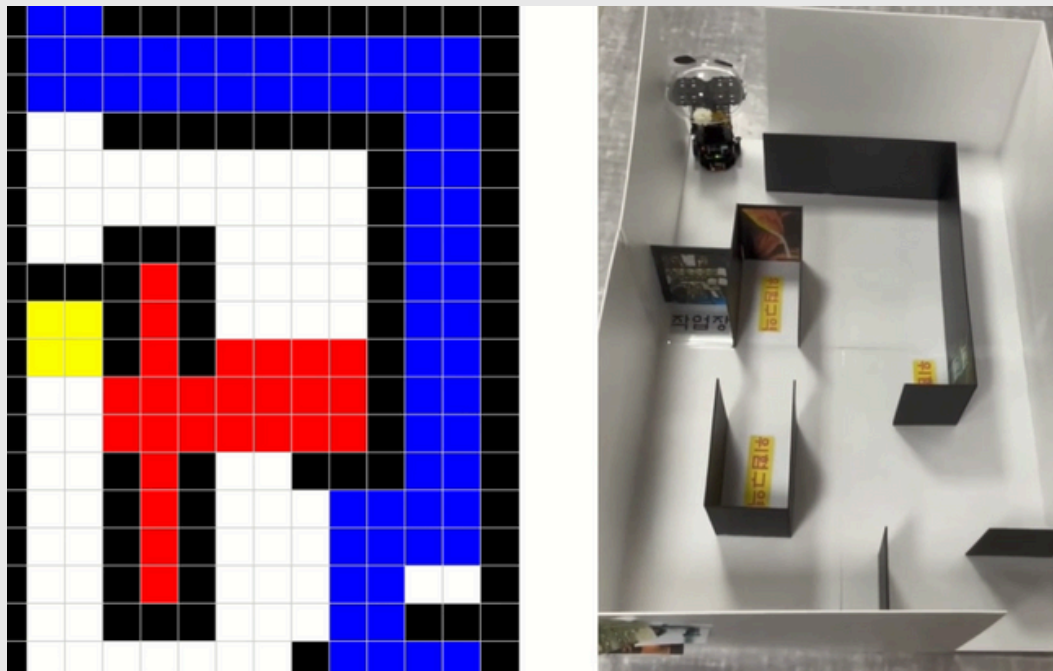


## 안전한 작업 환경 조성

미세한 누출마저 감지하여  
안전한 작업 환경 조성  
이동형 장치를 통한 주기적 배관 및  
밸브 점검을 통한 안정성 향상

# 전기수 분석

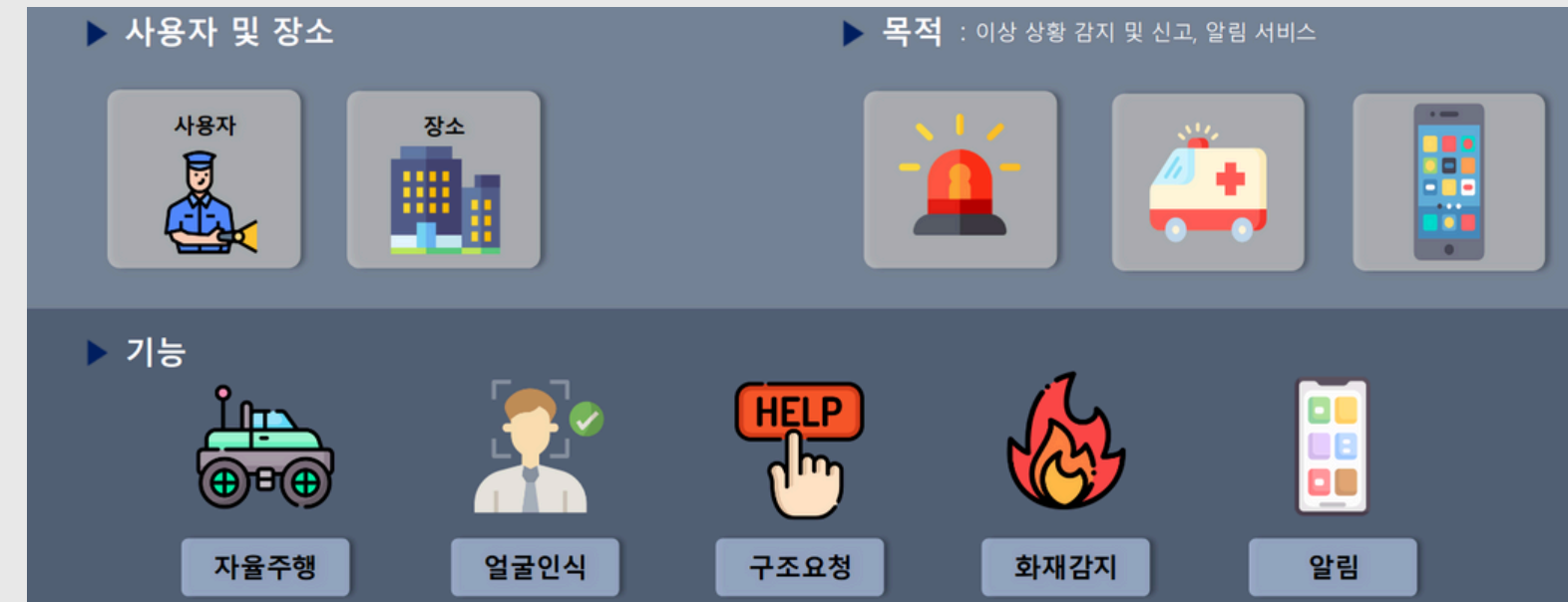
## 23기 A1조 <공장위험구역 맵핑을 통한 안전관리로봇>



- 객체 탐지로 안전용구 착용 확인 및 안내 유형 분류
- 다익스트라 알고리즘을 이용한 최적경로 계획
- 객체 탐지(YOLO, DEEP SORT)를 통해 거리 유지
- 감지된 위험요소를 관리자가 모니터링 (화재, 고열, 크랙)

호환 관련 이슈로 LIDAR 센서를 이용한 SLAM 기능을 구현하지 못함

## 18기 C2조 <야간 순찰 로봇 “POBBY”>

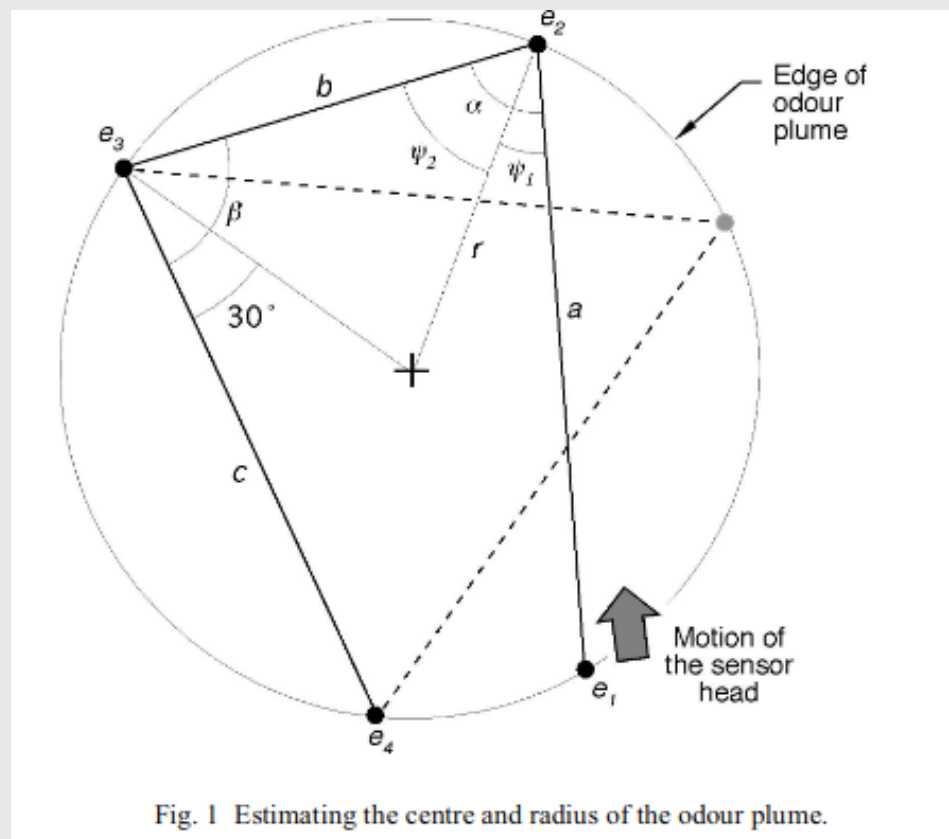


- 순찰 → 사람&화재&구조 요청 감지 → 즉각 대처 및 사후 관리
- MQ-2 가스 센서로 화재 감지(담배 연기, 부탄, 메탄, 알코올 등)
- LIDAR 기반 SLAM (CARTOGRAPHER)

정보를 보내는 서버와 정보를 받는 APP과 통신이 쉽게 진행되지 않음

# 논문분석

## Tracking Chemical Plumes in 3-Dimensions (2006)



로봇이 처음으로 화학 플룸(Plume)에 접촉하는 방법을 제안  
공기 흐름 방향에 대해 수직으로 반복적으로 탐색을 수행하며  
가스 농도가 검출되는 지점에서 탐색을 종료

## Information-Driven Gas Source Localization Exploiting Gas and Wind Local Measurements for Autonomous Mobile Robots (2021)

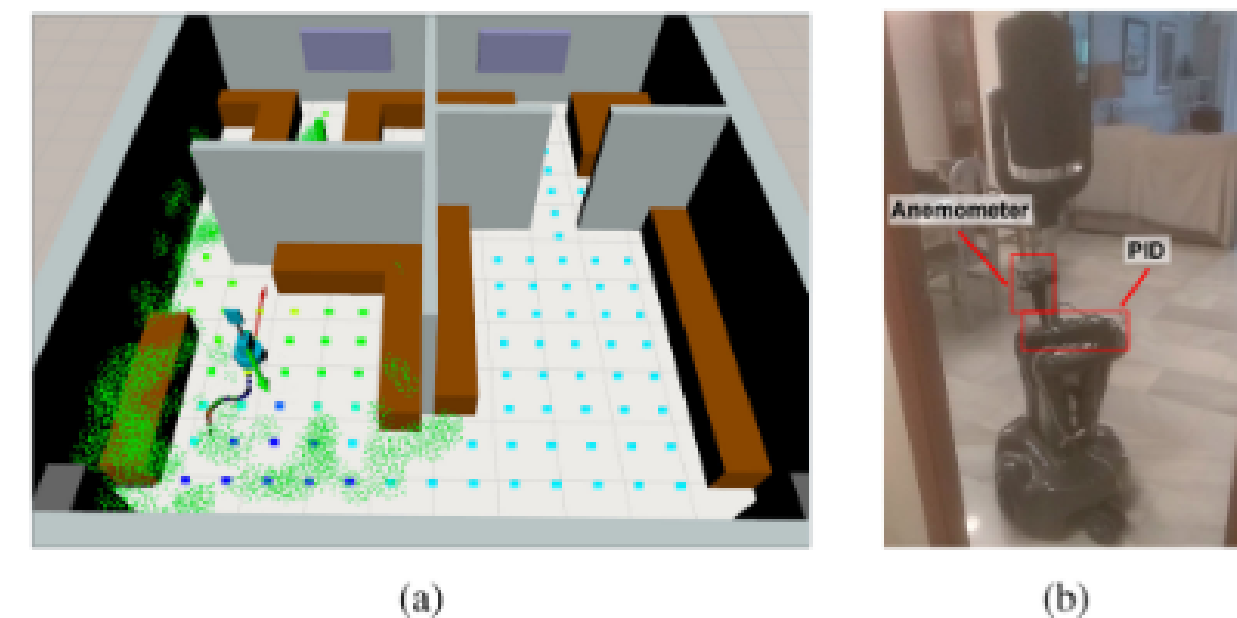


Fig. 4. (a) Shows an example of the fully 3-dimensional environments used for simulated experiments. (b) Shows an image of the robot taken during the real-world experimentation.

확률 기반 실내 가스 원천 탐지 알고리즘 제안  
그리드 베이스로 가상 환경을 구현하고  
wrapped normal distribution을 사용하여 가스 이동 경로 탐색  
이를 위해 best-first search 알고리즘을 활용함

# 활용 기술

## 자율주행

### SLAM 기반 자율 주행

SLAM 기술을 활용해 실시간으로 환경을 스캔하며 자율적으로 설비를 피하고 가스 누출 지점으로 이동

가스 농도 및 설비를 고려해 실시간으로 경로를 최적화해 이동

## 가스 탐지 및 최적 경로 알고리즘

### 농도 기반 탐색 및 확률적 모델링

고정식 및 이동식 센서를 통해 가스 농도를 측정하여 원천 위치를 추적

#### 1) 초기 데이터 수집

고정식 센서가 가스 누출 감지 시 중앙 시스템에 데이터를 전송해 로봇이 해당 섹션을 탐색

#### 2) 격자 기반 탐색

섹션을 작은 격자로 나눠 농도를 측정하고 원천이 있을 확률을 추정

#### 3) 경로 갱신

원천의 확률을 바탕으로 높은 최적의 경로를 계산해 로봇이 이동

## 배관 상태 점검 및 인식

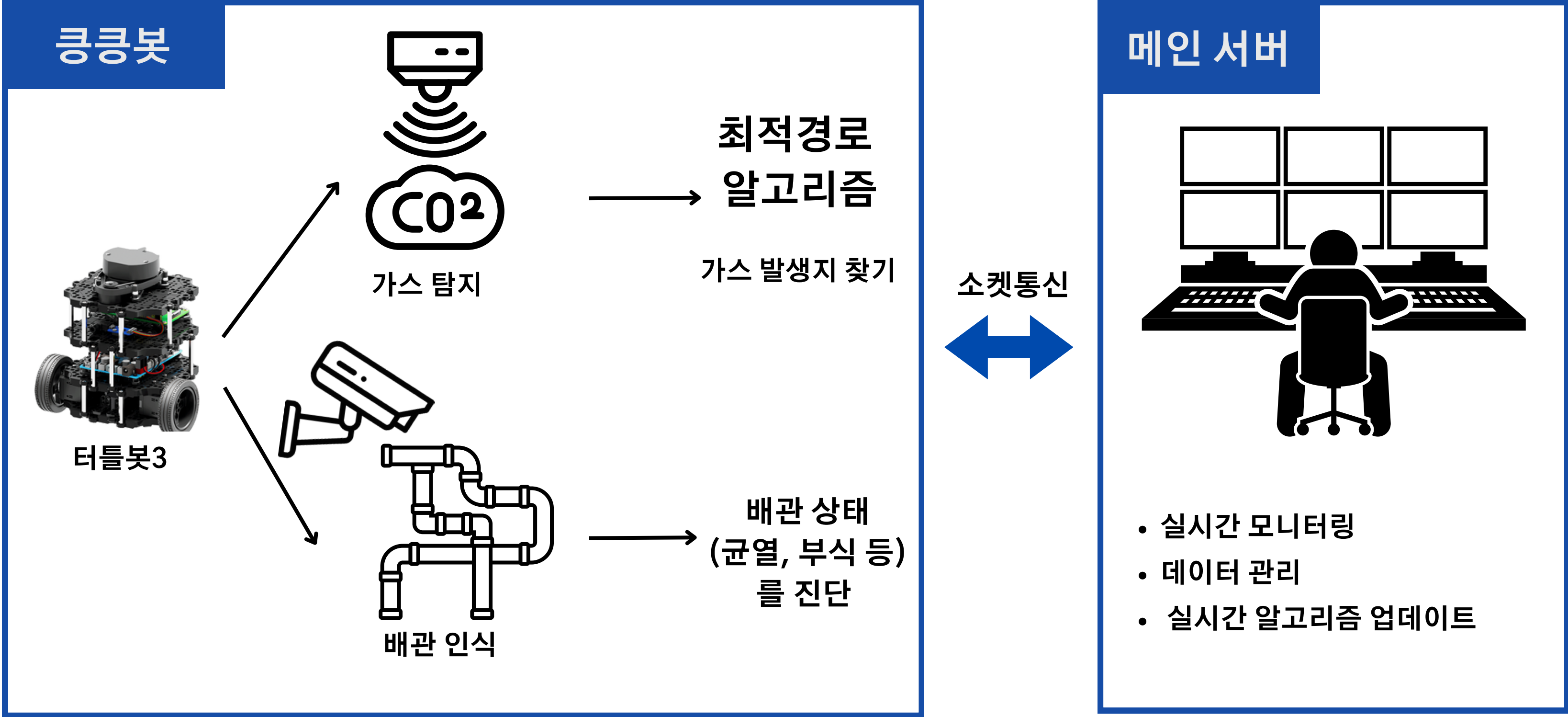
### 객체 탐지 및 배관 상태 진단

로봇은 카메라 및 센서로 배관과 주변 환경을 스캔해 딥러닝 기반 객체 탐지로 배관의 손상 여부를 자동으로 분석함

### 이미지 분석 및 상태 평가

문제 발견 시 데이터를 중앙 시스템에 전송하고 AI를 통해 상태를 평가하고 수리 필요성 제안

# 프로세스





# 시나리오



## 가스 누출 원점 탐지 기술



### 고정식 센서 가스 감지 및 로봇 파견

고정식 센서가 한 섹션에서 가스 농도를 감지하면 중앙 시스템으로 데이터 전송  
고정식 센서만으로는 누출 원천을 정확히 파악할 수 없어 로봇 파견

# 시나리오



## 가스 누출 원점 탐지 기술



### 가스 감지 및 로봇 파견

고정식 센서가 한 섹션에서 가스 농도를 감지하면 중앙 시스템으로 데이터 전송  
고정식 센서만으로는 누출 원천을 정확히 파악할 수 없어 로봇 파견



### 실시간 가스 농도 측정

로봇이 섹션 내를 이동하며 농도 값을 측정하고, 농도 값을 중앙시스템으로 전송

# 시나리오



## 가스 누출 원점 탐지 기술



### 가스 감지 및 로봇 파견

고정식 센서가 한 섹션에서 가스 농도를 감지하면 중앙 시스템으로 데이터 전송  
고정식 센서만으로는 누출 원천을 정확히 파악할 수 없어 로봇 파견



### 실시간 가스 농도 측정

로봇이 섹션 내를 이동하며 농도 값을 측정하고, 농도 값을 중앙시스템으로 전송



### 최적 경로 설정

중앙 시스템은 고정식 센서와 이동식 센서에서 수집된 데이터를 바탕으로  
격자별 농도와 원천이 있을 확률을 계산하여 최적 경로를 계속하여 갱신

# 시나리오



## 가스 누출 원점 탐지 기술



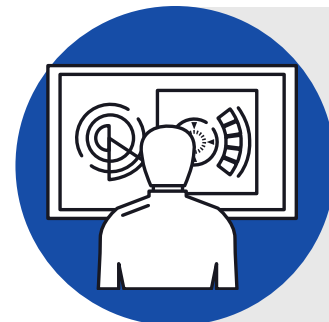
### 가스 감지 및 로봇 파견

고정식 센서가 한 섹션에서 가스 농도를 감지하면 중앙 시스템으로 데이터 전송  
고정식 센서만으로는 누출 원천을 정확히 파악할 수 없어 로봇 파견



### 실시간 가스 농도 측정

로봇이 섹션 내를 이동하며 농도 값을 측정하고, 농도 값을 중앙시스템으로 전송



### 최적 경로 설정

중앙 시스템은 고정식 센서와 이동식 센서에서 수집된 데이터를 바탕으로  
격자별 농도와 원천이 있을 확률을 계산하여 최적 경로를 계속하여 갱신



### 가스 원천 탐지 후 점검

로봇이 가스 농도가 높은 지역으로 이동해 최종 원천 위치에 도달한 후  
카메라를 통해 배관, 밸브, 조인트 등의 상태를 실시간으로 점검 및 진단

# 향후 일정 및 역할분담

기술구현 관련 일정 조금 더 자세히 작성



정수미	자율주행 및 SLAM 개발
서경란	하드웨어 센서 연결 및 시스템 통합
이성재	중앙 관제 시스템 및 데이터 분석
정새연	배관 상태 점검 및 객체 인식 개발
김영빈	가스 탐지 및 원천 추적 알고리즘 구현

# 감사합니다

27기 B반 1조