

AIoT 기술을 활용한 화재 대피 유도 시스템

- 인명 구조 로봇 'FRR' -

CONTENTS

01

프로젝트
배경 & 페르소나

02

프로젝트 기획

03

통신

04

임베디드

05

WEB

06

기대효과
& 확장성

프로젝트 배경

24.06.24 화성 배터리 공장 화재

23명 사망

인명 피해 주 원인 : 연기

1. 출입구와 비상구가 가까이 있었음
2. 화재 발생 42초만에 연기로 인한 실내 시야 확보 불가

**건물 내부 구조(비상구 위치) 숙지 부족,
시야 확보 불가로
인명피해가 컸을 것으로 추정**

2시간 41분 지연

소방 구조 작업 지연 : 샌드위치 패널

샌드위치 패널 건물 = 화재 발생 시 붕괴 위험 ↑

1. 외부 벽재(샌드위치 패널)이 무너져 내림
2. 소방관 진입 불가 → 구조 골든타임 놓침

**샌드위치 패널 건물 화재 사고
대형 인명피해 초래,
최근 3년간 순직한 소방관 10명 중 7명**

02

페르소나



김민준(17세)

특이사항

- 자주 가는 장소도 구조를 잘 모르는 방향치, 길치
- 소방 훈련에 진지하게 참여해본 적 없음



박준영(32세)

특이사항

- 샌드위치 패널 건물도 두려워하지 않고 항상 앞장서서 인명 구조를 하는 등 직업 정신이 투철한 소방관임

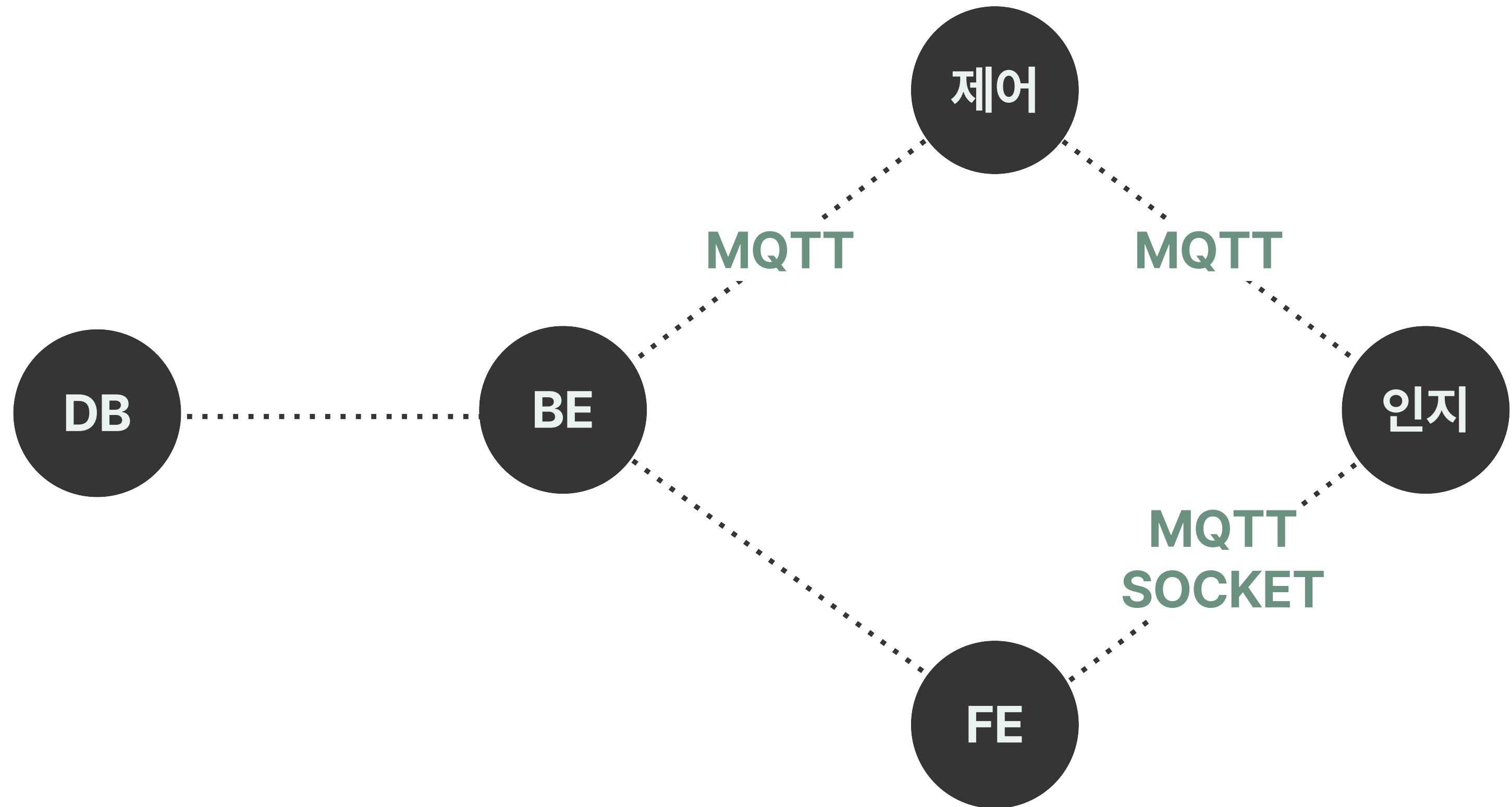
01

프로젝트 기획

- ① 탈출구까지 최단 경로로 유인하는 무인 주행 기능
- ② 연기로 인한 시야 방해를 해결하는 선풍기 기능
- ③ 화재 및 사람을 인식해 소방관이 내부를
확인할 수 있는 카메라 및 스피커 기능
- ④ 탈출을 유도하는 사이렌 불빛과
형광물질로 탈출 경로 생성

소방관이 출동하기 이전에 미리 탈출을 도와주어

인명 피해를 최소화하는 로봇을 기획



Jetson Orin

01

장애물 확인



- 초음파 센서(HC-SR04)를 이용
- 측정된 거리가 50CM 이내 일 때 장애물을 인식

02

객체 인식



- YOLOV5 학습
- 학습 모델을 이용해 실시간 웹캠 영상에서 사람과 불을 탐지
- GPU 스펙 : TESLA V100-PCIE-32GB

03

실시간 영상 통신



- JETSON ORIN NANO의 웹캠 영상을 웹으로 소켓 통신을 이용해서 전송

04

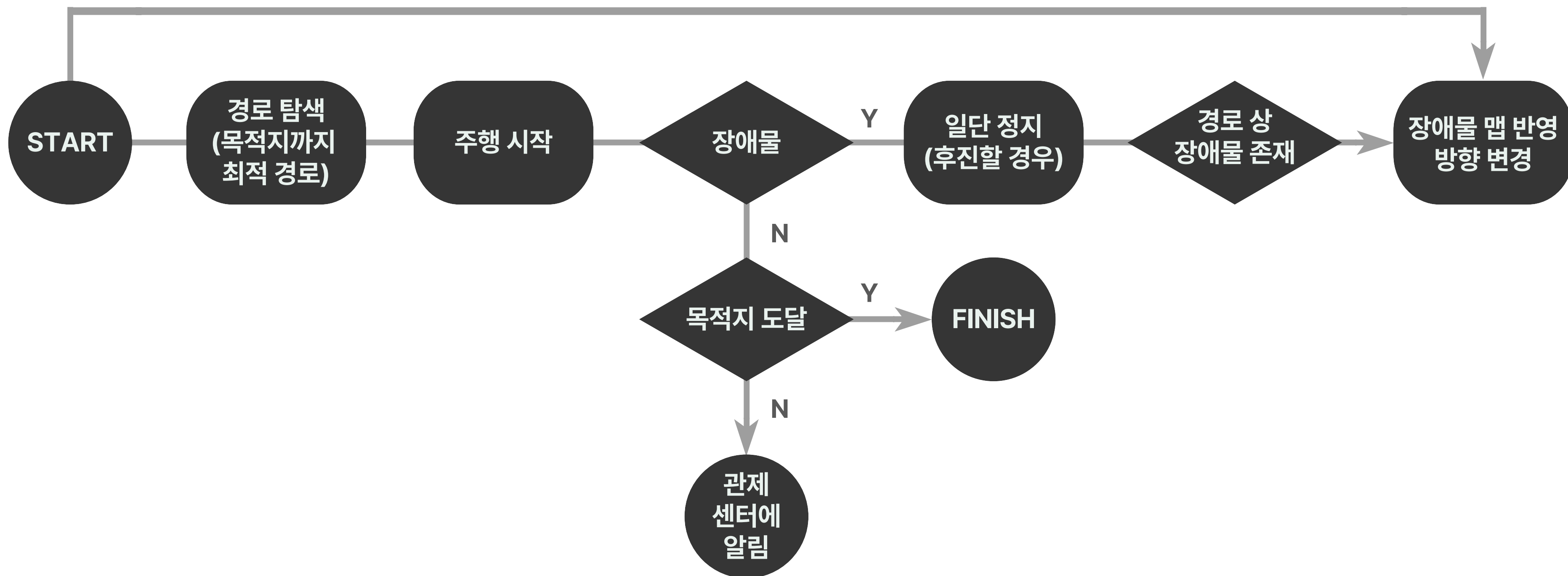
비상 알림



- 스피커를 통해 소방관 안내 음성 출력
- LED를 통해 로봇의 현재 위치 및 비상 상황 알림

01

실시간 경로 추적



02

실시간 위치 측정



- BLE 장치와 삼변측량을 활용
해 실시간 위치 좌표 출력
- 도착여부, 경로재탐색 시작
위치 추정

03

배터리 실시간 측정



- 장착된 배터리 팩의 배터리 측
정 부분을 LED 4개로 구현
- 잔량 표시 가능하게 해 장치가
방전되는 경우를 방지

04

용액 분사



- 서보모터를 활용해 용액 분사
- 늦게 탈출하는 생존자를 위해
탈출로까지의 최적 경로를 안
내 가능

05

ERD

화재 발생						
fire_id	화재 발생 번호	Domain	int	NOT NULL	Default value	건물 고유 번호 (PK)
building	건물 아이디	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	Comment
fire_dt	화재 발생 일시	Domain	datetime	NOT NULL	Default value	Comment
end_dt	화재 진압 일시	Domain	datetime	NULL	Default value	Comment
fire_scale	화재 규모	Domain	int	NULL	Default value	1 ~ 10
detail	상세 설명	Domain	text	NULL	Default value	Comment
video	현장 녹화 영상	Domain	video	NULL	Default value	Comment
fire_floor	화재 발생 층	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
fire_x	화재 좌표 (x)	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
fire_y	화재 좌표 (y)	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment

화재 발생 로그						
log_id	로그 아이디	Domain	int	NOT NULL	Default value	PK
robot	로봇 아이디	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	로봇 고유 번호 (FK)
fire	화재 발생 번호	Domain	int	NOT NULL	Default value	건물 고유 번호 (FK)
state_dt	로봇 상태 업로드 일시	Domain	datetime	NOT NULL	Default value	Comment
battery	배터리 전량	Domain	int	NOT NULL	-1	-1: 신호 없음 (Robot 역참조)
guide_liquid	대피 안내 용액 전량	Domain	int	NOT NULL	-1	-1: 신호 없음 (Robot 역참조)
guide_light	대피 안내 불빛 상태	Domain	bool	NOT NULL	False	True: ON, False: OFF
firefighter_connect	소방관 연결 상태	Domain	bool	NOT NULL	False	True: ON, False: OFF
mission	임무 상황	Domain	varchar(15)	NOT NULL		대기, 이동중, 완료, 실패
location_x	로봇의 현재 위치 (x 좌표)	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
location_y	로봇의 현재 위치 (y 좌표)	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
block_x	장애물 발견 위치(x 좌표)	Domain	int	NULL	Default value	Comment
block_y	장애물 발견 위치(y 좌표)	Domain	int	NULL	Default value	Comment

로봇						
robot_id	로봇 아이디	Domain	text	NOT NULL	Default value	로봇 고유 번호 (PK)
building	건물 아이디	Domain	varchar(15)	NOT NULL	Default value	Comment
upload_day	로봇 등록일	Domain	date	NOT NULL	Default value	Comment
charged_state	충전 상태	Domain	bool	NOT NULL	False	True: ON, False: OFF
battery	배터리 전량	Domain	int	NOT NULL	-1	-1: 신호 없음, 단위: %
guide_liquid	대피 안내 용액 전량	Domain	int	NOT NULL	-1	-1: 신호 없음, 단위: %
right	정상 여부	Domain	bool	NOT NULL	True	기준 및 정의 필요
state	활동 여부	Domain	bool	NOT NULL	True	True: ON, False: OFF
location_floor	로봇 위치 층	Domain	int	NOT NULL	Default value	단위: 층
start_x	로봇의 보관 좌표(x)	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
start_y	로봇의 보관 좌표(y)	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment

건물						
building_id	건물 아이디	Domain	varchar(15)	NOT NULL	Default value	Comment
firestation	소방서 고유번호	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	관할 소방서 고유번호 (FK)
building_name	건물 이름	Domain	text	NOT NULL	Default value	Comment
address	주소	Domain	text	NOT NULL	Default value	Comment
min_floor	최저 층수	Domain	int	NOT NULL	1	Comment
max_floor	최고 층수	Domain	int	NOT NULL	1	Comment

소방관 목록						
firefighter_id	소방관 고유번호	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	로그인 시 pw
firestation	소방서 고유번호	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	Comment
firefighter_name	이름	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	로그인 시 id
duty	직무	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	관리직, 현장직

층별 도면						
building_floor	건물_층	Domain	varchar(20)	NOT NULL	Default value	PK
building	건물 아이디	Domain	varchar(15)	NOT NULL	Default value	FK
floor	층	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
img	도면	Domain	img	NULL	Default value	Comment
etc	특징	Domain	text	NULL	Default value	Comment

소방서 목록						
firestation_id	소방서 고유번호	Domain	varchar(15)	NOT NULL	Default value	Comment
firestation_name	소방서 지정명	Domain	varchar(20)	NOT NULL	Default value	Comment
firestation_address	소방서 주소	Domain	text	NOT NULL	Default value	Comment
firestation_x	소방서 x좌표(경도)	Domain	float	NOT NULL	Default value	Comment
firestation_y	소방서 y좌표(위도)	Domain	float	NOT NULL	Default value	Comment

스프링클러						
sprinkler_id	스프링클러 아이디	Domain	varchar(30)	NOT NULL	Default value	PK
building_floor	건물_층	Domain	varchar(20)	NOT NULL	Default value	FK
sprinkler_x	스프링클러 x 좌표	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
sprinkler_y	스프링클러 y 좌표	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment

비콘						
bicon_id	비콘 기기 주소	Domain	varchar(30)	NOT NULL	Default value	PK (mac address)
building_floor	건물_층	Domain	varchar(20)	NOT NULL	Default value	FK
bicon_x	비콘 x 좌표	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment
bicon_y	비콘 y 좌표	Domain	int	NOT NULL	Default value	Comment

소방청 소방관 목록						
firefighter_id	소방관 고유번호	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	소방관 번호
firestation	소방서 고유번호	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	Comment
name	이름	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	소방관 이름
duty	직무	Domain	varchar(10)	NOT NULL	Default value	관리직, 현장직



관리자 로그인

소방관 ID

password

회원가입

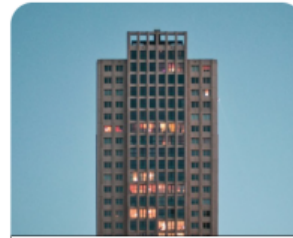
LOG IN



프라리

로봇관리 | 로그아웃

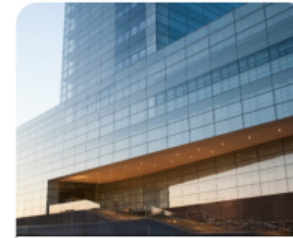
관내 건물



위치 : 서울특별시 강남구 테헤란로 212



위치 : 서울특별시 영등포구 여의대로 10



위치 : 서울특별시 영등포구 여의동로 330



프라리

로봇관리 | 로그아웃

층 상세

정상로봇 : 1개
고장로봇 : 1개

프라리

화재상황 | 로그아웃

등록해제 | 로봇등록 | 로봇상태

R0052148

R0052149

R0052120

R0043384

R0013887

R0079846

R0156849

R0077984

R0946513

등록일

2022.09.19

충전 상태

충전중

배터리 잔량

89%

형광 용액 잔량

0%

고장 여부

고장

활성화 여부

비활성화 ▼

로봇 위치

3층 1번 충전기 ▼

등록 해제



프라리

화재상황 | 로그아웃

등록해제 | 로봇등록 | 로봇상태

R0052148

R0052149

R0052120

R0043384

R0013887

R0079846

R0156849

R0077984

R0946513

등록일

2022.09.19

충전 상태

충전중

알림

X

등록을 해제하시겠습니까?

확인

취소

고장 여부

고장

활성화 여부

비활성화 ▼

로봇 위치

3층 1번 충전기 ▼

등록 해제



프라리

로봇관리 | 로그아웃



R0043384 카메라



기대효과

형광 물질을 사용한 대피로 안내



연기로 인해 시야가 확보되지 않은
상황에서도 비상구를 안내하여
추가적인 인명 구조 가능

실시간 영상 송출



소방관의 **인명 구조 작업 시**
정확한 상황 판단 및 내부 인원 파악 등
유연한 대처 가능

04

확장성

01

다양한 건물에 적용 가능

각 건물의 특성에 따라
로봇의 기능을 조정하여
최적의 대피 솔루션을 제공

02

기능 확장

화재 외 다른 재난 상황에서도
대응할 수 있는
멀티 재난 대응 시스템으로 확장