SAFELIGHT™
Smart City_POLE
신준혁, 황수용, 이지엽, 손유빈, 안기부

개요

프로젝트의 초기 세부 사항 및 조사

서론

계획 및 요구 사항 분석

본론

설계 및 아키텍처

결론

테스트 및 시연

개요) 팀 소개

신준혁
(PM)

AI모델 학습&배포
서버구축 및 프로젝트 총괄

황수용
(Backend)

백엔드 개발 및 DB연동
자동 신고 시스템구현

손유빈
(Frontend)

CCTV 스트리밍,각페이지
& 대시보드 구현

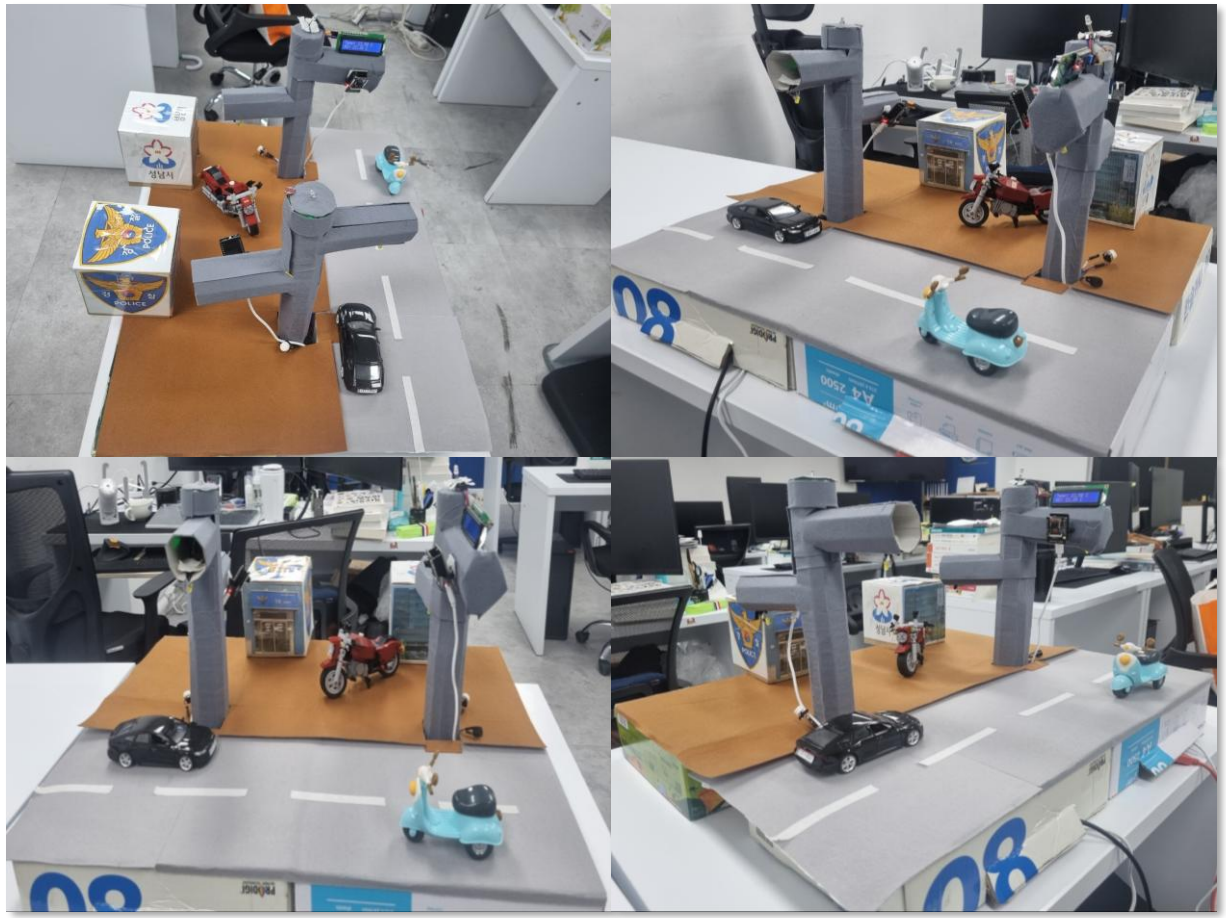
안기부
(Design)

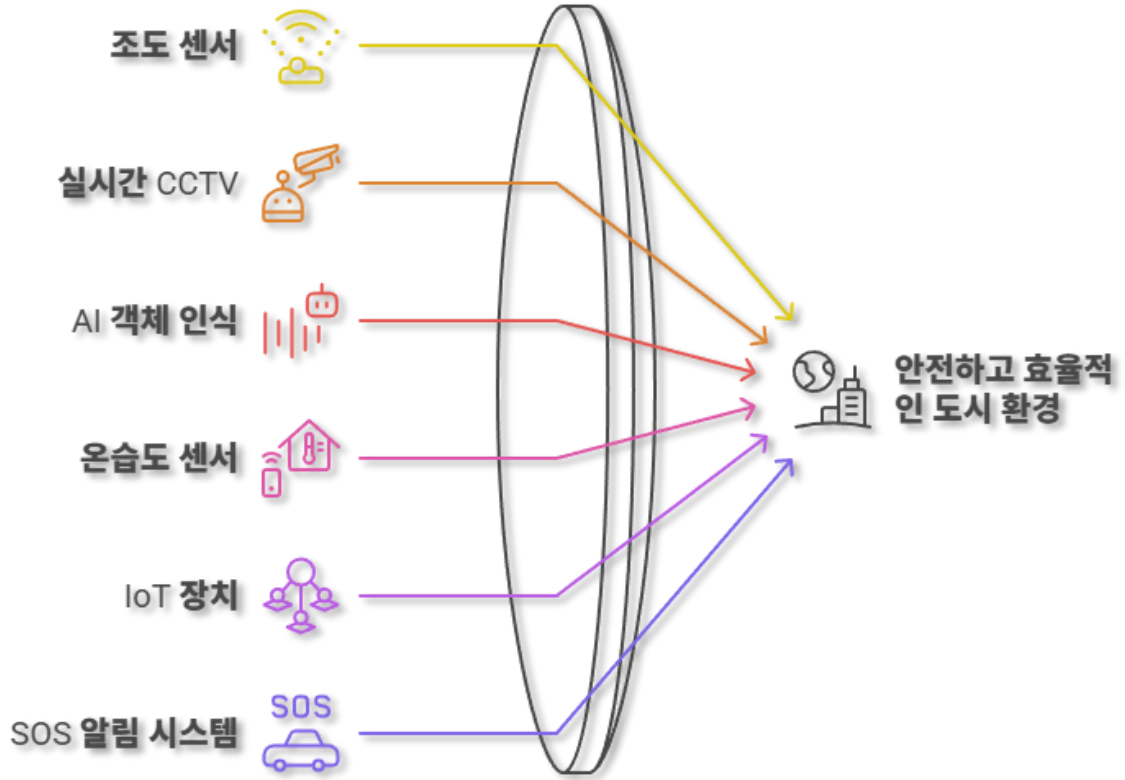
웹 UI 디자인
& 시각 요소 구성

이지엽
(Hardware)

센서 제어, 하드웨어
시스템 연동 구현

개요) 프로젝트 소개




조도 센서
실시간 CCTV
AI 객체 인식
온습도 센서
IoT 장치
SOS 알림 시스템
SOS
안전하고 효율적인 도시 환경

개요) 시장 조사

요약: 스마트가로등 산업 현황 및 전망

25%	30%	10+
스마트시티 중 스마트가로등 우선순위 도시	에너지 절감 효과	국내 스마트가로등 생산업체

> **"LH형 스마트가로등 표준을 계기로 올해가 본격적인 스마트가로등 보급의 원년이 될 것"**

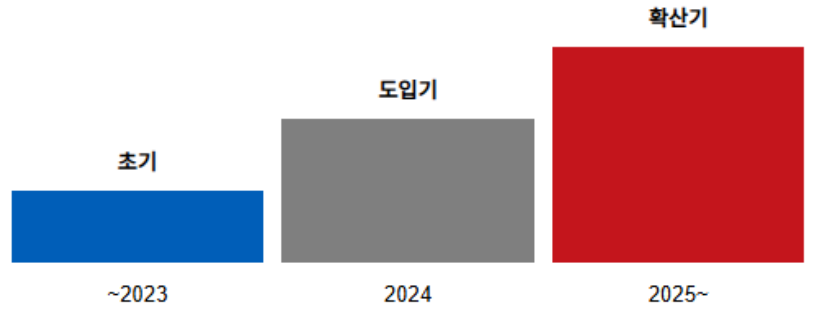
- **표준화 완료:** 서울시와 LH 주도로 스마트가로등 표준 개발 완료 (2024년 11월)
- **기술 융복합:** 조명, 소프트웨어, 통신, 스마트기기 등 다양한 기술 통합 필요
- **시장 확대:** 수도권뿐만 아니라 지방 지자체까지 수요 증가 추세

스마트가로등의 핵심 가치

스마트가로등은 도시 에너지 효율을 획기적으로 향상시키는 스마트시티의 필수 인프라로, 에너지 절감 뿐 아니라 다양한 도시 기능을 수행할 수 있는 플랫폼 역할

시장 동향 및 기업 현황

스마트가로등 시장 발전 단계



2023년 초
알에프세미: 여주시 시범 설치, 30% 에너지 절감 입증

2023년 10월
태헌: 진단/디밍/제어/데이터 분석 시스템 출시

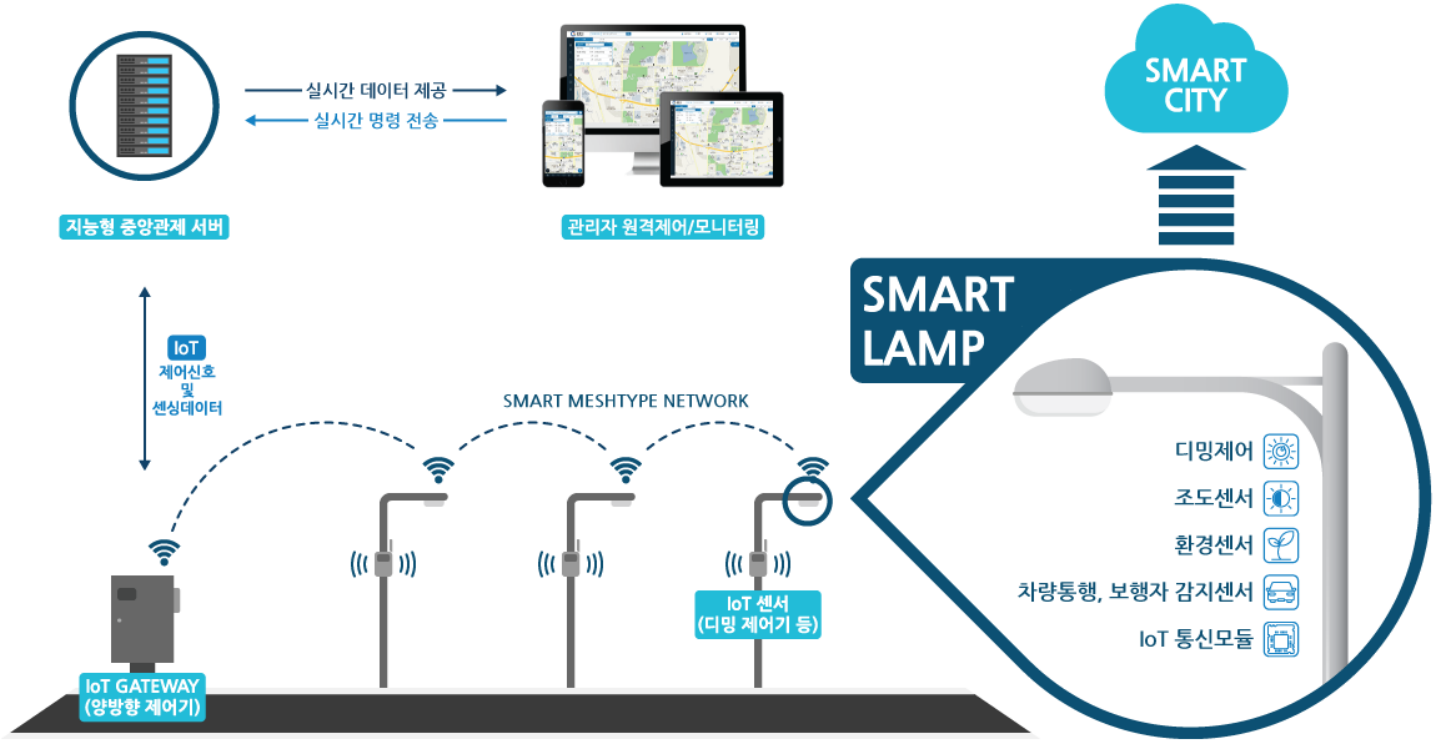
2023년 11월
아이엘사이언스: EV 충전 기능 스마트가로등 출시

2023년 11월
LH: 'LH형 스마트가로등 표준' 공개

> *"스마트조명 분야에서 한국이 주요 개발 및 소비 국가로 성장하는 추세!"*

개요) 유사 프로그램 분석

IoT 스마트 도로조명 제어/감시 시스템 구성도



완벽한 점소등 제어/감시

완벽한 점소등 제어 및 모니터링이 가능한 최첨단 도로조명 솔루션입니다.

실시간 데이터

실시간 통신으로 데이터를 주고 받아 가로등의 운영 상태 및 문제발생 유무 등의 정보를 빠르고 정확하게 확인할 수 있습니다.

위치기반 정보 제공

WEB 기반의 지도를 활용하여 정확한 가로등의 위치파악이 가능하고 추후 추가, 삭제 등 관리가 용이합니다.

효율적인 유지보수

신속하고 효과적인 유지보수를 가능케 하고 즉각적인 민원관리를 위한 프로그램을 제공, 지원합니다.

출처: ENUSTECH 이너스텍

개요) 목적 및 주요기능

목적 및 주요기능
에너지 절약
조도 센서로 LED를 자동으로 조절합니다.
보안 강화
실시간 CCTV를 통해 보안을 강화합니다.
교통 관리
불법 주정차 감지 및 신고합니다.
오토바이 분석
인도 위로 오토바이가 자주 다니는 위치를 분석합니다.
자가진단
기울기와 LED 조명 고장을 분석합니다.
위급 상황 대응
SOS 버튼으로 실시간 경찰 신고를 합니다.
중앙 제어 시스템
가로등과 웹의 중간 통신 역할을 합니다.

개요) 개발 환경

OS

Linux

Windows

언어

python

JavaScript

HTML

CSS

DB

MySQL

백엔드

Flask

REST API

kakaomap Maps API

HW

APP

MIT APP INVENTOR

AI 모델

YOLO

Google Vision API

영상 처리

OpenCV

협업 및 배포

GitHub

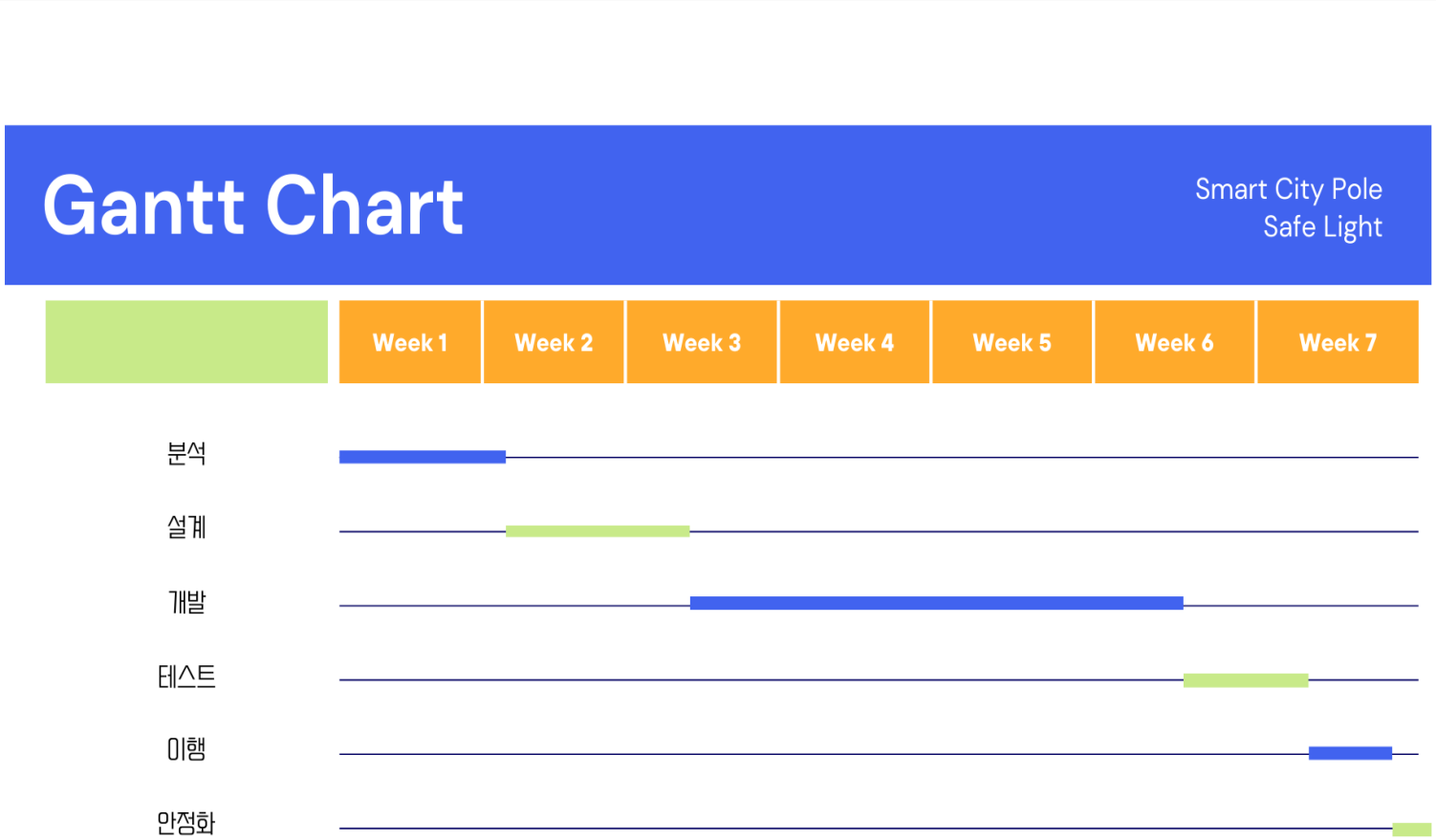
GitHub Actions

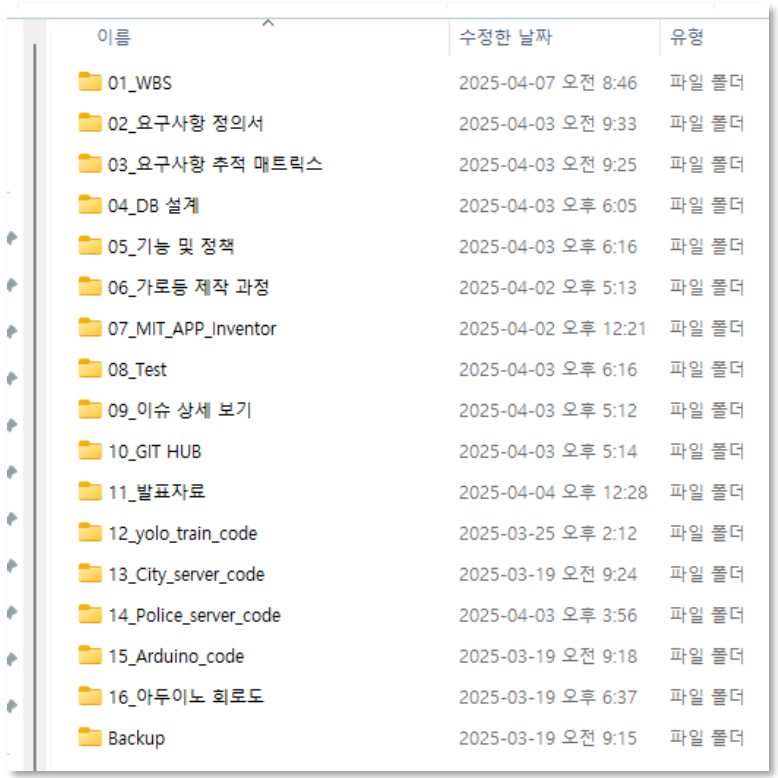
TINKERCAD

이슈 관리

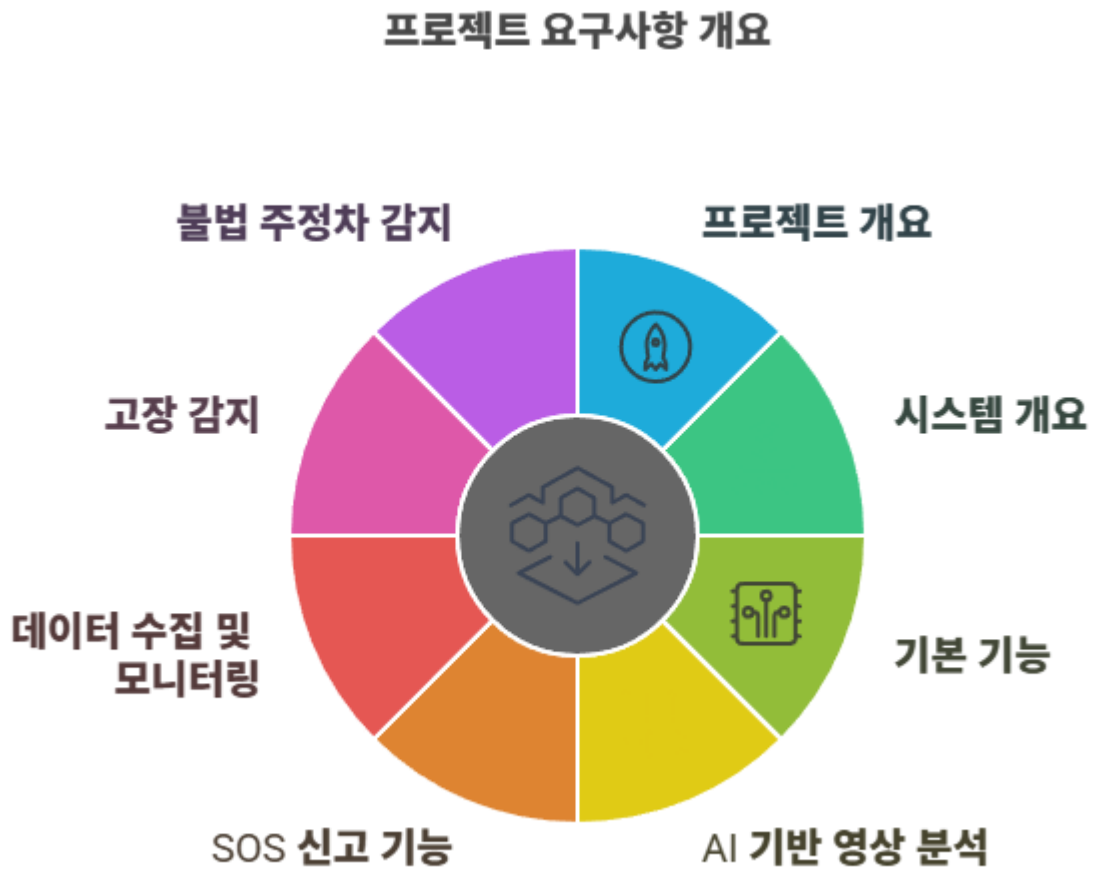
mantis BUG TRACKER

서론) WBS

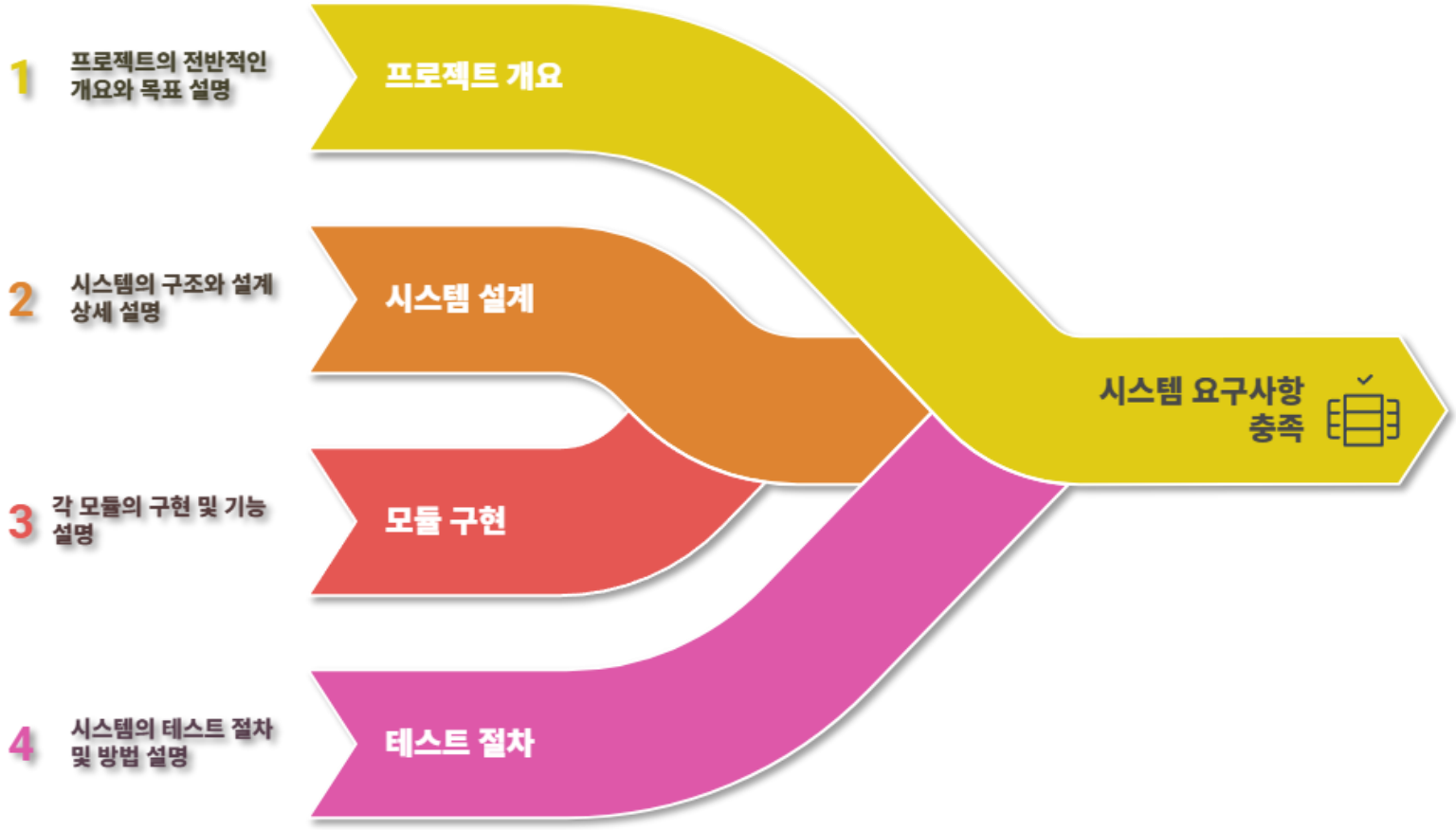

Gantt Chart
Smart City Pole
Safe Light
Week 1
Week 2
Week 3
Week 4
Week 5
Week 6
Week 7
분석
설계
개발
테스트
이행
안정화


이름
수정한 날짜
유형
01_WBS 2025-04-07 오전 8:46 파일 폴더
02_요구사항 정의서 2025-04-03 오전 9:33 파일 폴더
03_요구사항 추적 매트릭스 2025-04-03 오전 9:25 파일 폴더
04_DB 설계 2025-04-03 오후 6:05 파일 폴더
05_기능 및 정책 2025-04-03 오후 6:16 파일 폴더
06_가로등 제작 과정 2025-04-02 오후 5:13 파일 폴더
07_MIT_APP_Inventor 2025-04-02 오후 12:21 파일 폴더
08_Test 2025-04-03 오후 6:16 파일 폴더
09_이슈 상세 보기 2025-04-03 오후 5:12 파일 폴더
10_GIT HUB 2025-04-03 오후 5:14 파일 폴더
11_발표자료 2025-04-04 오후 12:28 파일 폴더
12_yolo_train_code 2025-03-25 오후 2:12 파일 폴더
13_City_server_code 2025-03-19 오전 9:24 파일 폴더
14_Police_server_code 2025-04-03 오후 3:56 파일 폴더
15_Arduino_code 2025-03-19 오전 9:18 파일 폴더
16_아두이노 회로도 2025-03-19 오후 6:37 파일 폴더
Backup 2025-03-19 오전 9:15 파일 폴더

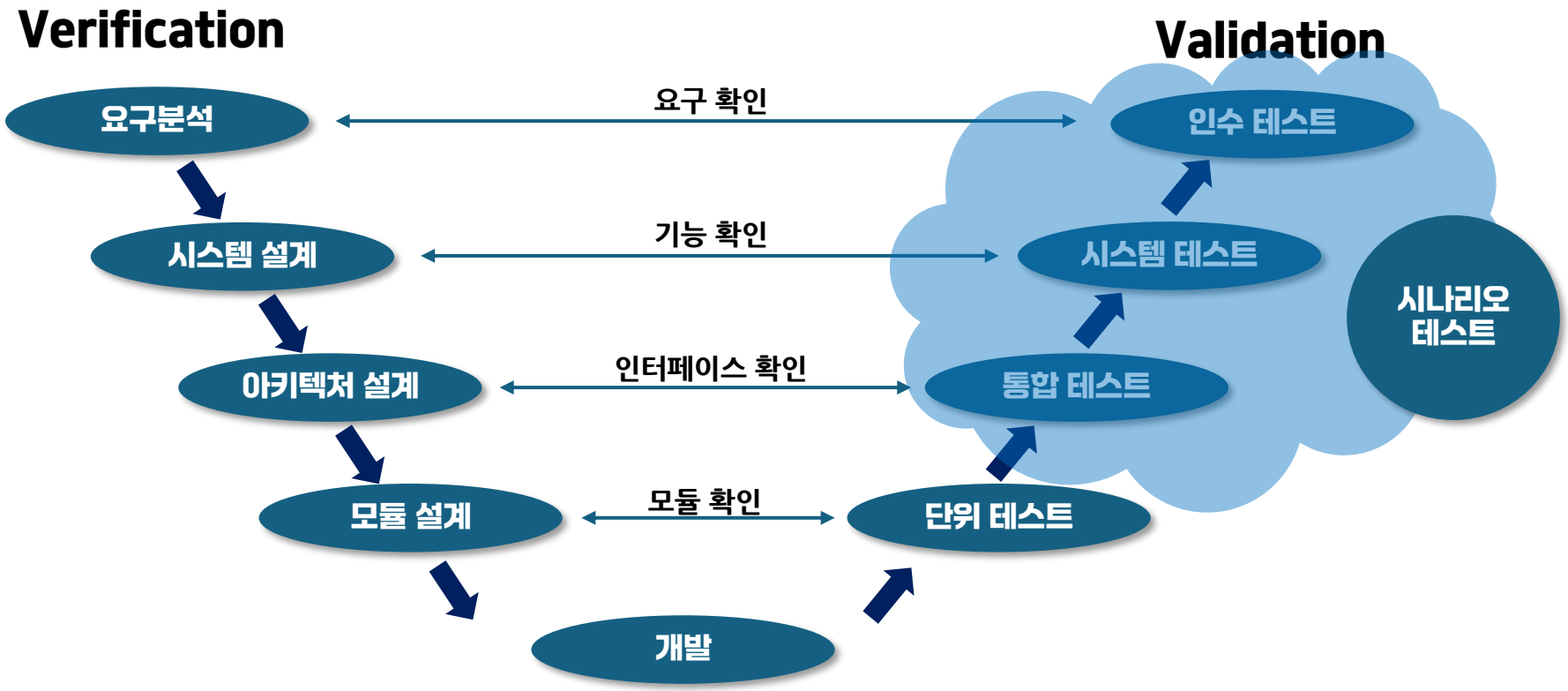
서론) 요구사항 정의


프로젝트 요구사항 개요
프로젝트 개요
시스템 개요
기본 기능
AI 기반 영상 분석
SOS 신고 기능
데이터 수집 및 모니터링
고장 감지
불법 주정차 감지

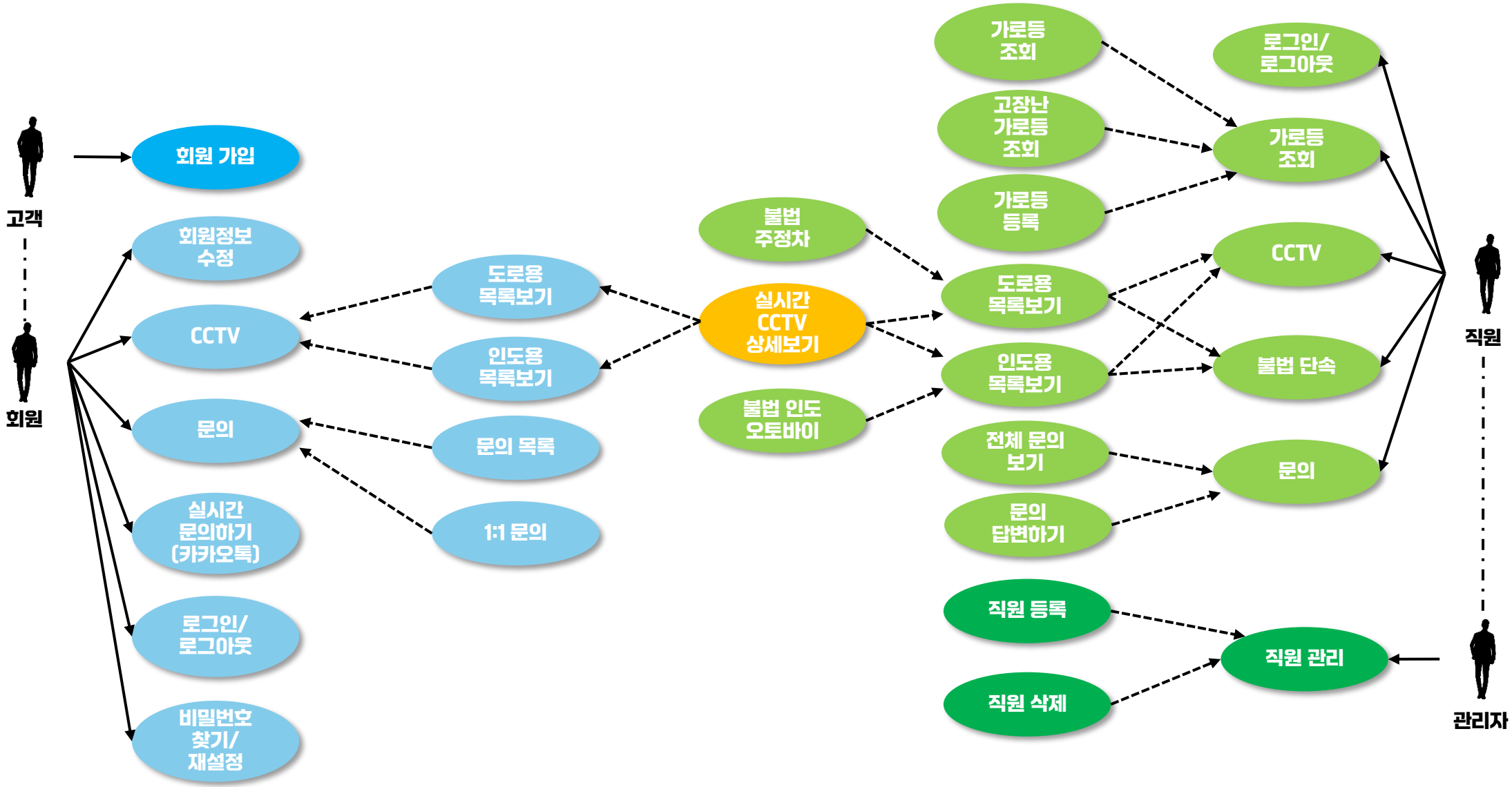
서론) 요구사항 추적 매트릭스



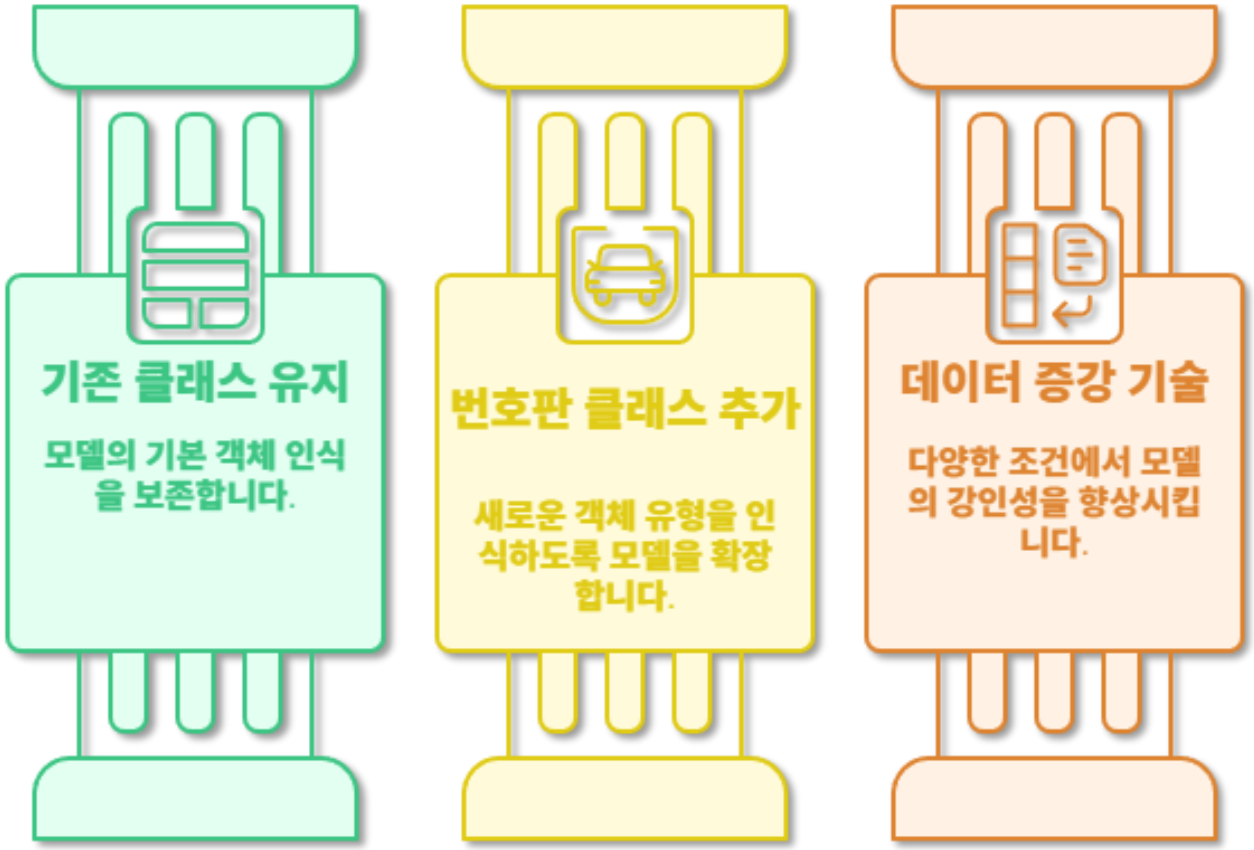
서론) 요구 추적성(V-Model)



서론) 유스케이스 다이어그램



본론) ANPR(AI)


기존 클래스 유지
모델의 기본 객체 인식을 보존합니다.
번호판 클래스 추가
새로운 객체 유형을 인식하도록 모델을 확장합니다.
데이터 증강 기술
다양한 조건에서 모델의 강인성을 향상시킵니다.

본론) ANPR(AI)

기존 YOLOv8n 모델을 기반으로, '번호판' 클래스를 추가하여 Fine-Tuning

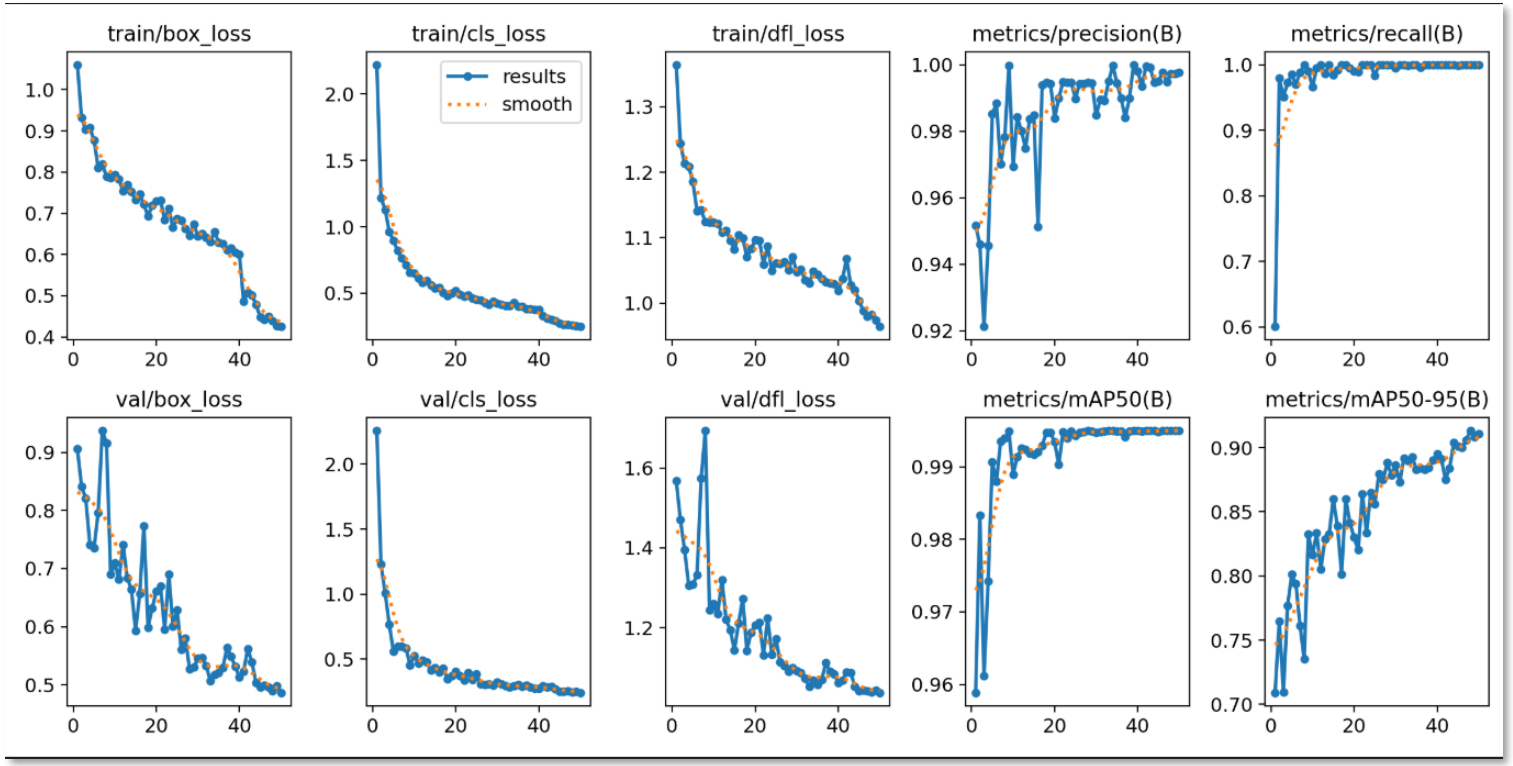
- 기존 클래스: 사람, 자동차, 오토바이 유지
- 추가 클래스: 번호판

데이터 증강 기법 적용 :

- 상하 반전 (flipud=0.5): 다양한 시점 대응
- 좌우 반전 (fliplr=0.5): 방향성 편향 보정
- 크기 조절 (scale=0.5): 거리 변화 학습
- 이동 변환 (translate=0.1): 위치 변화 대응

<증강 기법을 활용한 학습 장면>

본론) ANPR(AI)

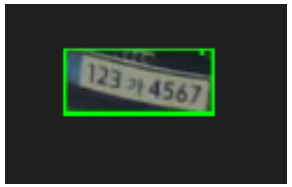


〈성능 지표〉

〈새로운 자동차 이미지 TEST 결과〉

본론) ANPR(AI)

<원본 영상>

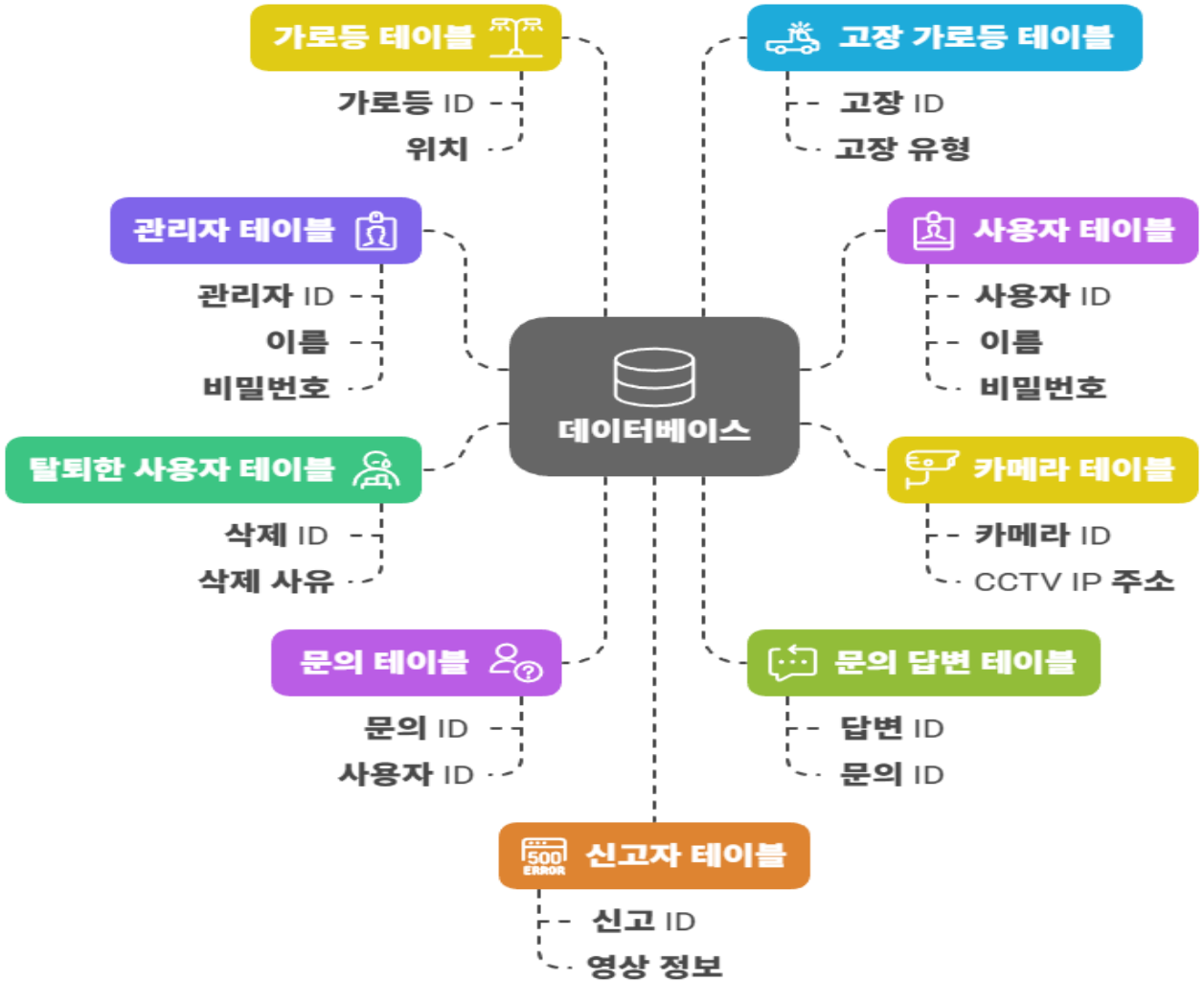


<번호판 검출 후 크롭>

Google Vision API
OCR 기능 활용

<ANPR>

본론) 데이터베이스 설계


데이터베이스
가로등 테이블
가로등 ID
위치
고장 가로등 테이블
고장 ID
고장 유형
관리자 테이블
관리자 ID
이름
비밀번호
사용자 테이블
사용자 ID
이름
비밀번호
탈퇴한 사용자 테이블
삭제 ID
삭제 사유
카메라 테이블
카메라 ID
CCTV IP 주소
문의 테이블
문의 ID
사용자 ID
문의 답변 테이블
답변 ID
문의 ID
신고자 테이블
신고 ID
영상 정보

본론) 자가진단 기능

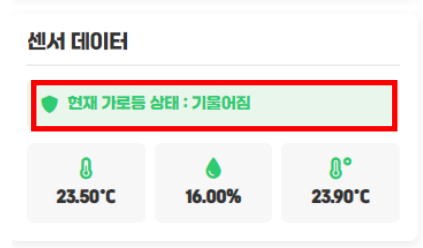
〈기울어진 가로등〉

1 Result | 2 Profiler | 3 Messages | 4 Table Data | 5 Info | 6 History

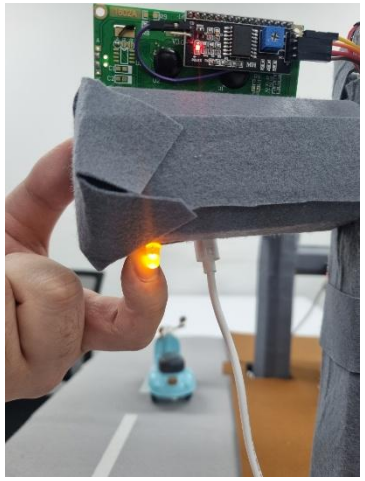
All rows / Rows in a ran: First 0 100 row: Refresh

malfunction_id	street_light_id	reason_led	reason_tilt	malfunction_occurred_at	repair_status	repair_started_at
1	1	0	1	2025-04-14 09:10:17	pending	(NULL)
(NULL)	(NULL)	(NULL)	(NULL)	current_timestamp()	pending	(NULL)

〈자가진단 테이블에 자동 저장〉



〈CCTV 웹 페이지에서 가로등상태 표시〉



〈LED 고장감지〉

1 Result | 2 Profiler | 3 Messages | 4 Table Data | 5 Info | 6 History

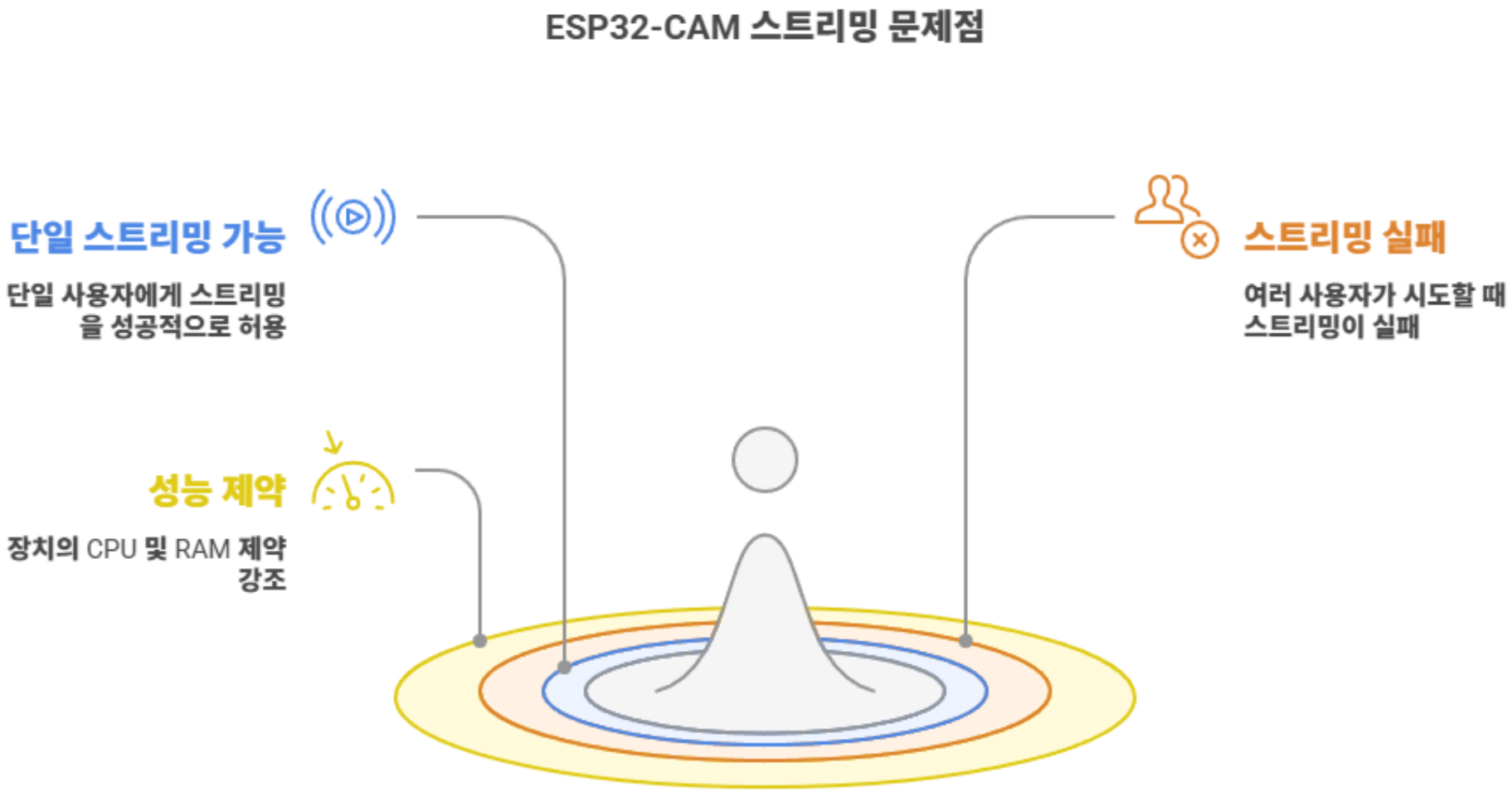
All rows / Rows in a ran: First 0 100 row: Refresh

malfunction_id	street_light_id	reason_led	reason_tilt	malfunction_occurred_at	repair_status	repair_started_at
1	1	1	0	2025-04-14 09:19:45	pending	(NULL)
(NULL)	(NULL)	(NULL)	(NULL)	current_timestamp()	pending	(NULL)

〈자가진단 테이블에 자동 저장〉

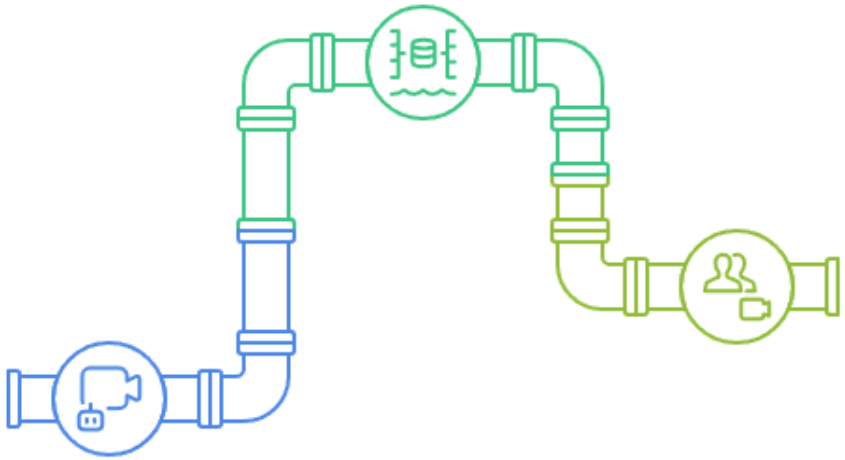
〈CCTV 웹 페이지에서 가로등상태 표시〉

본론) 실시간 스트리밍 문제



본론) 실시간 스트리밍 문제 해결

실시간 CCTV 스트리밍 프로세스



01

ESP32-CAM

실시간 영상 스트림

02

Stream 서버 (Flask)

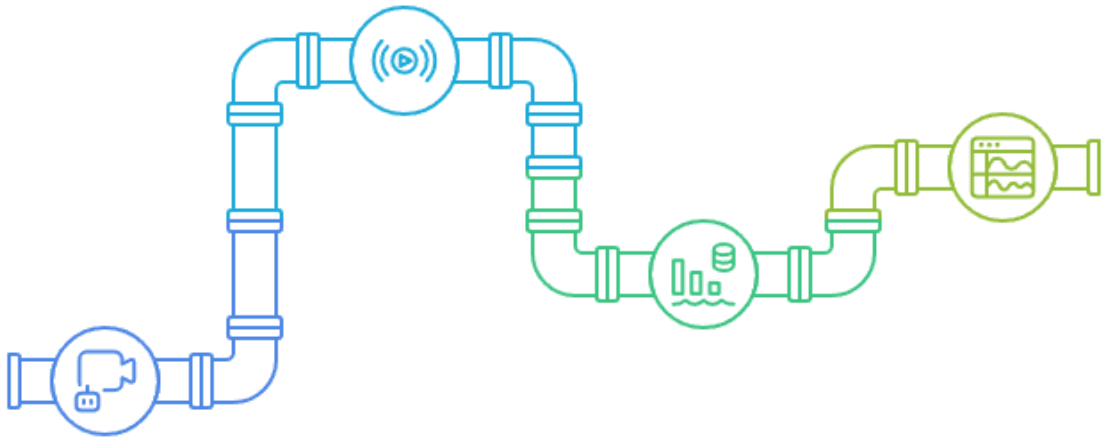
실시간 영상 스트림을 Stream 서버에서 중계

03

웹 인터페이스

여러 사용자가 스트림에 액세스 가능

AI 기반 불법 주차 및 오토바이 검출 시스템



01

ESP32-CAM

실시간 영상 스트림

02

Stream 서버 (Flask)

실시간 영상 스트림을 Stream 서버에서 중계

03

AI 모델 처리

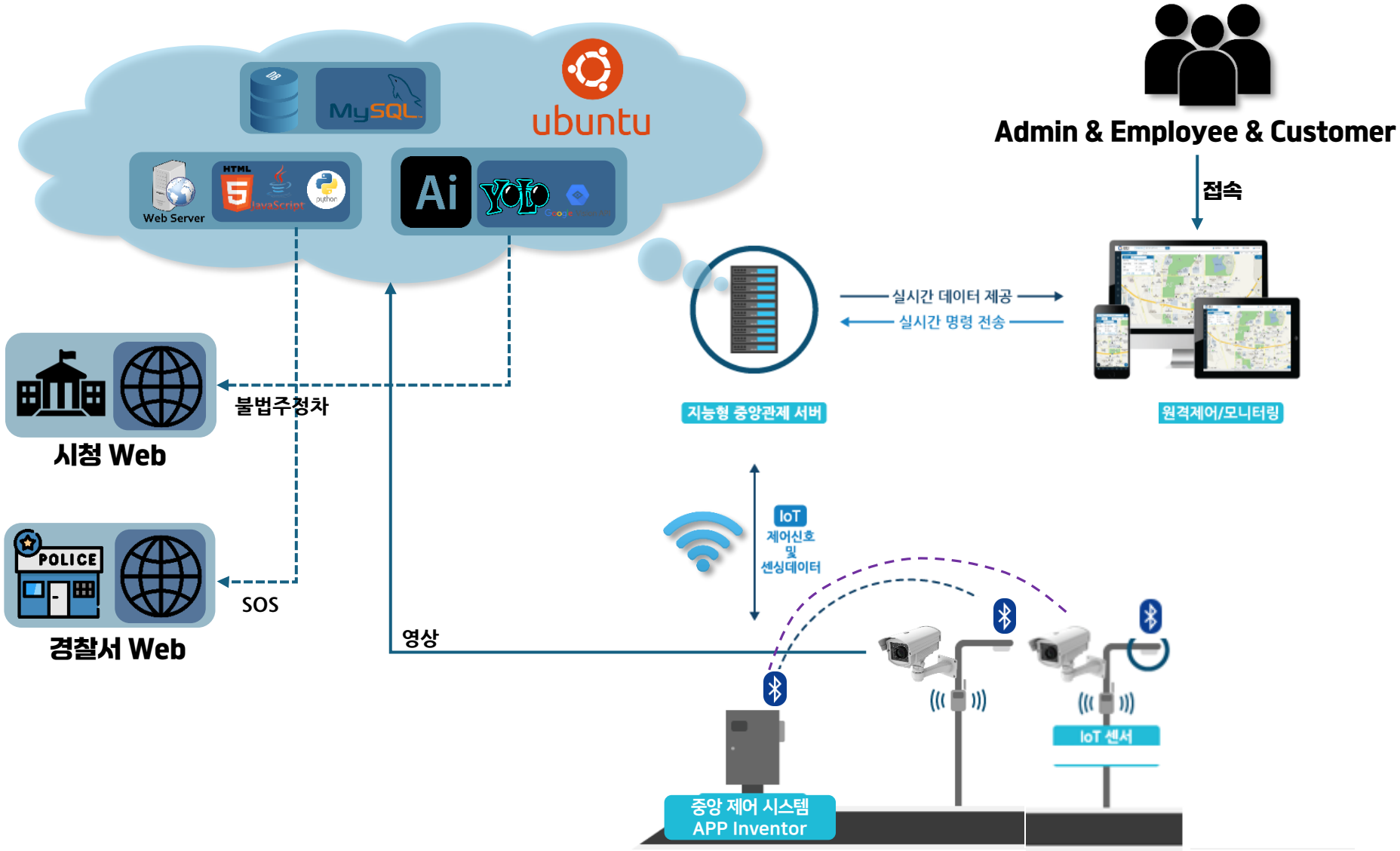
AI 모델이 스트림을 분석하여 결과 생성

04

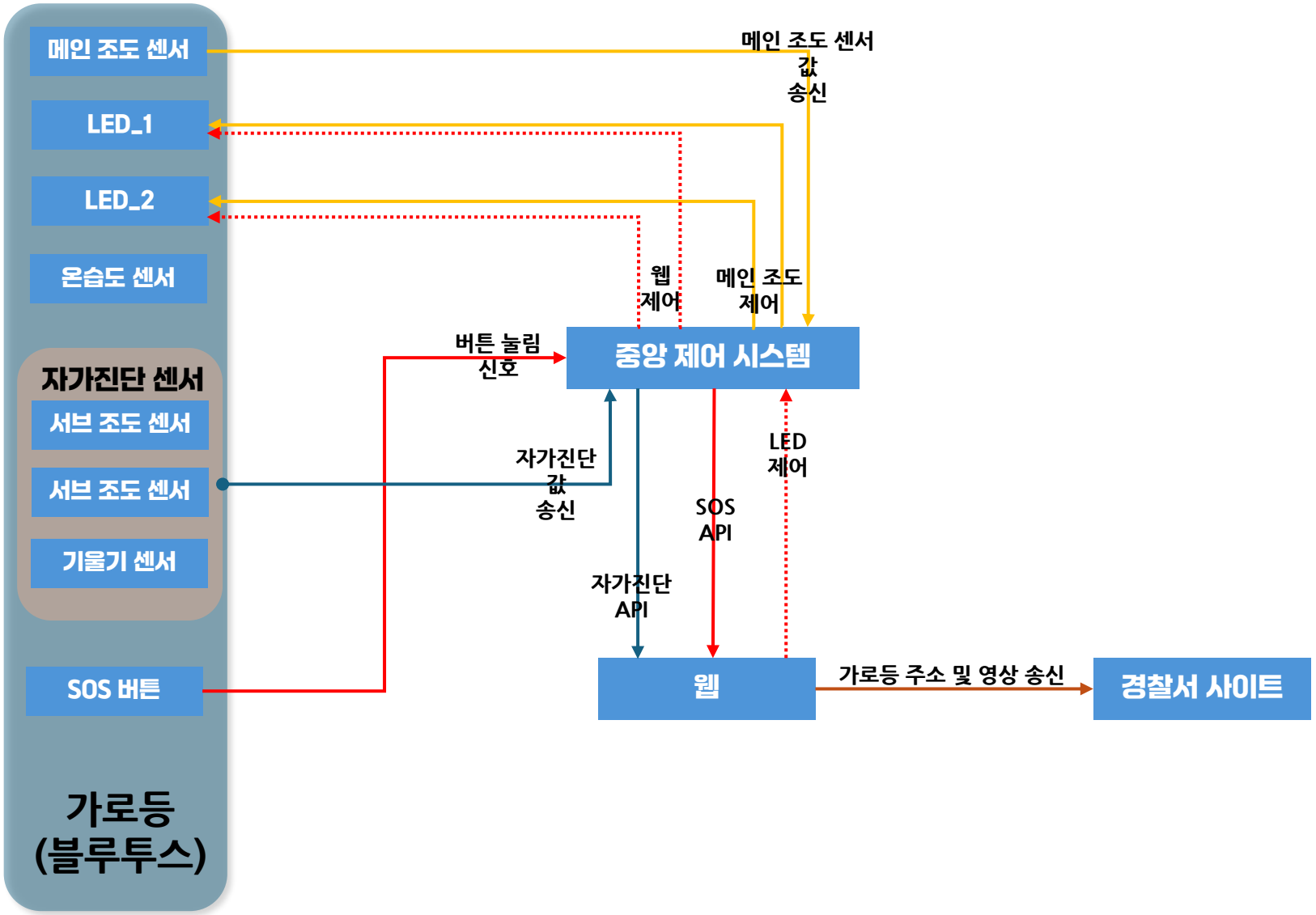
웹 인터페이스

결과가 웹 인터페이스에 표시되어 여러 사용자가 액세스 가능

본론) 시스템 아키텍처

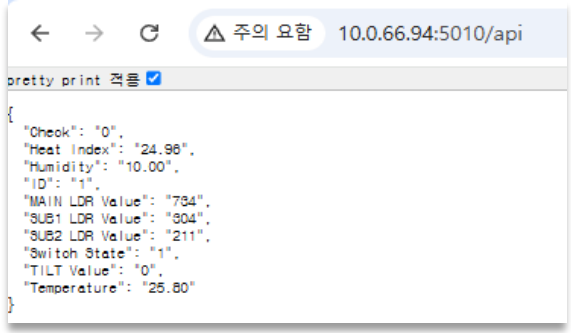

MySQL
ubuntu
Web Server
HTML
JavaScript
Ai
YOLO
Admin & Employee & Customer
접속
실시간 데이터 제공
실시간 명령 전송
지능형 중앙관제 서버
원격제어/모니터링
불법주정차
시청 Web
POLICE
SOS
경찰서 Web
IoT
제어신호
및
센싱데이터
영상
IoT 센서
중앙 제어 시스템
APP Inventor

본론) 이벤트 아키텍처


메인 조도 센서
LED_1
LED_2
온습도 센서
자가진단 센서
서브 조도 센서
서브 조도 센서
기울기 센서
SOS 버튼
가로등
(블루투스)
메인 조도 센서
값
송신
웹
제어
메인 조도
제어
버튼 눌림
신호
중앙 제어 시스템
자가진단
값
송신
LED
제어
SOS
API
자가진단
API
웹
가로등 주소 및 영상 송신
경찰서 사이트

결론) API 방식

API 방식 : Restful API 방식
요청 URL : http://10.0.66.94:5010/api
응답형식 : JSON



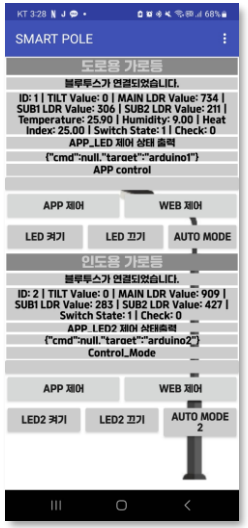
<응답 구조>

응답 필드	값	설명
ID	문자열	가로등 ID를 출력합니다.
MAIN LDR Value	문자열	메인 조도센서 값을 출력합니다.
SUB1 LDR Value	문자열	서브1 조도센서 값을 출력합니다.
SUB2 LDR Value	문자열	서브2 조도센서 값을 출력합니다.
Switch State	문자열	SOS버튼 상태를 출력합니다.(Default: 1, 버튼이 눌렸을 때: 0)
TILT value	문자열	가로등 기울기 상태를 출력합니다. (Default:0, 기울었을 때:1)
Temperature	문자열	온도를 출력합니다.
Check	문자열	Auto_Mode 상태인지 앱/웹 제어 상태인지 출력합니다. (Auto_Mode : 0, 앱/웹 제어: 1)
Heat Index	문자열	체감온도를 출력합니다.
Humidity	문자열	습도를 출력합니다.

결론) API 방식

아두이노

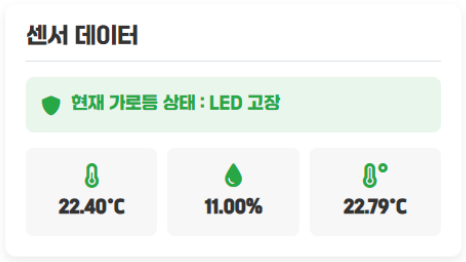
Data



APP Inventor
중앙 제어 시스템

REST API

Web API



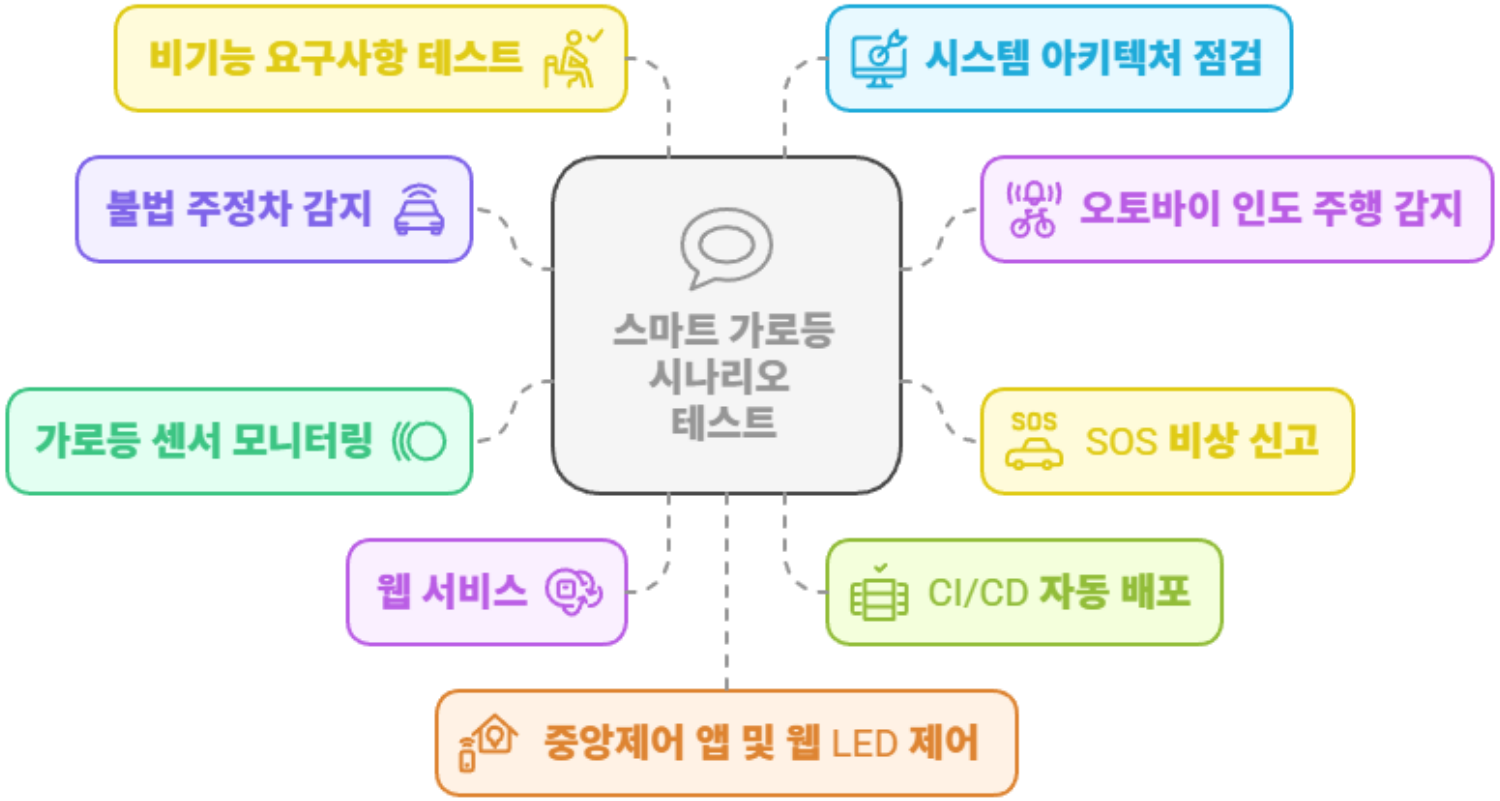
Webpage

sensor_id	street_light_id	main_light_level	sub1_light_level_	sub2_light_level_	tilt_angle	temperature	humidity	perceived_temperature	switch_state	inspection	record_time
31	1	734	304	211	0	25.80	10.00	24.96	1	0	2025-03-26 15:23:17

sensor_id	street_light_id	main_light_level	sub1_light_level_	sub2_light_level_	tilt_angle	switch_state	inspection	record_time
99	2	909	284	427	0	1	0	2025-03-26 15:24:50

DataBase

결론) 시나리오 테스트


스마트 가로등
시나리오
테스트
비기능 요구사항 테스트
시스템 아키텍처 점검
불법 주정차 감지
오토바이 인도 주행 감지
가로등 센서 모니터링
SOS
SOS 비상 신고
웹 서비스
CI/CD 자동 배포
중앙제어 앱 및 웹 LED 제어

결론) 시스템 개선 계획

긴급 차량 인식

긴급 차량에 대한 불법 주차 처벌을 자동으로 제외하는 시스템입니다.

Staff 기능 분리

유지보수 staff기능과 웹 staff기능을 분리하여 직책별 Dashboard를 나누어 관리하는 것입니다.

오토바이 인도 관리

오토바이 인도의 침입을 분석하고 경고를 시청에 자동으로 전송합니다.

IoT 메시 네트워크

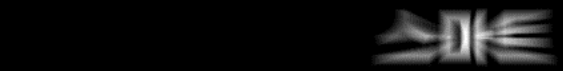
가로등 간의 직접 통신을 가능하게 하여 네트워크 안정성을 향상시킵니다.

가로등 점검 기능

유지보수 staff 페이지에 가로등 점검표 기능을 추가해 해당 가로등 점검 성능표를 입력합니다.

개인 정보 보안 강화

시스템의 개인 정보를 보호하기 위해 비밀번호와 주민번호를 해싱 처리합니다.



결론) Q&A

Q&A

SAFELIGHT™
Smart City_POLE
감사합니다.