

FLARE 1조

AI 기반 CCTV 화재 및 연기 탐지 관제 시스템

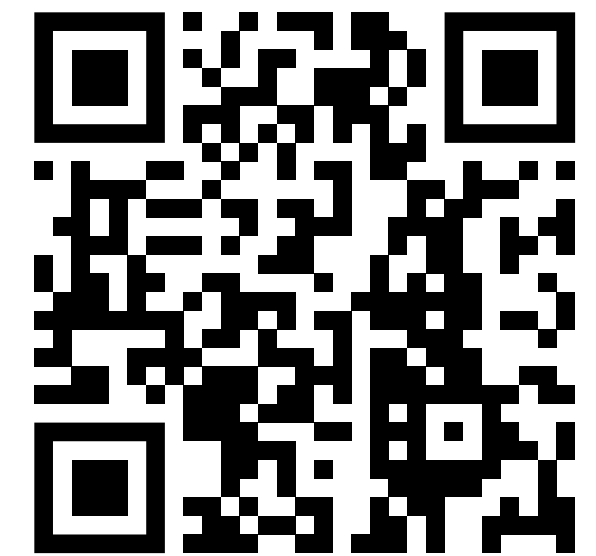
파이널 프로젝트



<http://mbc-sw.iptime.org:3211>

<https://github.com/flare-on-the-road>

장은재 | 김지영 | 박승호





01 아키텍처 구성

02 Vision 모델 구현 내용

03 VLM 활용 구현 내용

04 확장 및 고도화 계획

장은재_(조장)

아키텍처 설계, 인프라 구축, 시스템 최적화

🐙 <https://github.com/ejjang2030>

김지영

AI 탐지 모델 개발, 성능 개선, 게시판 API 개발

🐙 <https://github.com/ji092>

박승호

VLM 레이어 셋업 및 풀스택 유지보수

🐙 <https://github.com/dao0612-dot>



00. | 문제정의

화재 탐지에서 가장 위험한 것은, “또 잘못 울린경보”

오경보 반복 발생



경보 신뢰도 하락



실제 화재 경보 묵살



정확한 AI 탐지 알림 시스템 필요
오탐 최소화→경보신뢰도확보→인명피해방지



'터널 화재' 비준 CCTV...상황실 직원들 아무도 안 봤다 (2023.02.20/뉴스데스크/MBC)



'터널 화재' 비준 CCTV...상황실 직원들 아무도 안 봤다 (2023.02.20/뉴스데스크/MBC)



Flare 핵심 설계 원칙

[1] 순회 기반 프레임 분석

CCTV를 일정 간격으로
이미지 캡처하여
연산·GPU·운영
부담을 줄인 구조

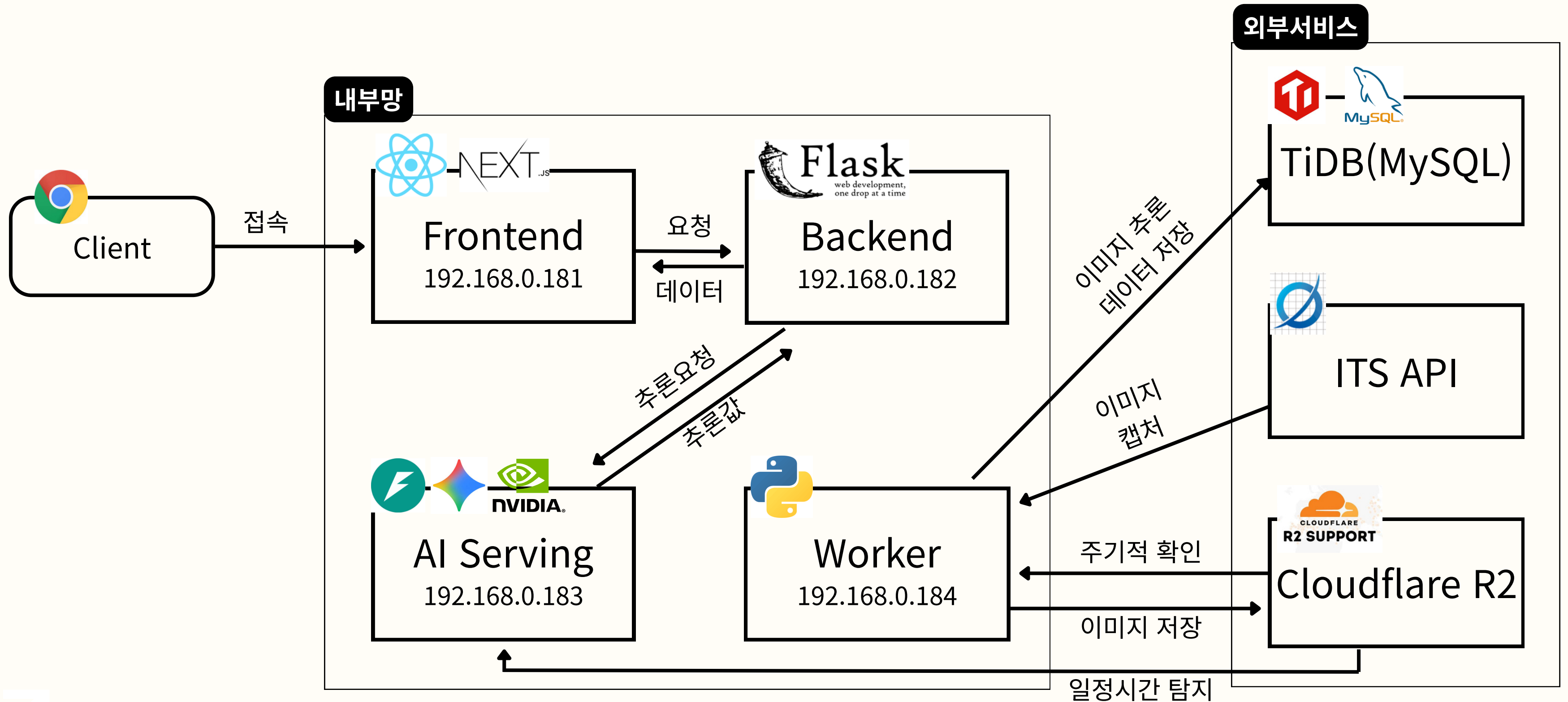
[2] 2단 이중 검증

RT-DETRv2
1차 탐지 뒤
VLM으로 다시 확인해
정확도와 비용을 함께
잡은 흐름

[3] 이벤트 기반 저장

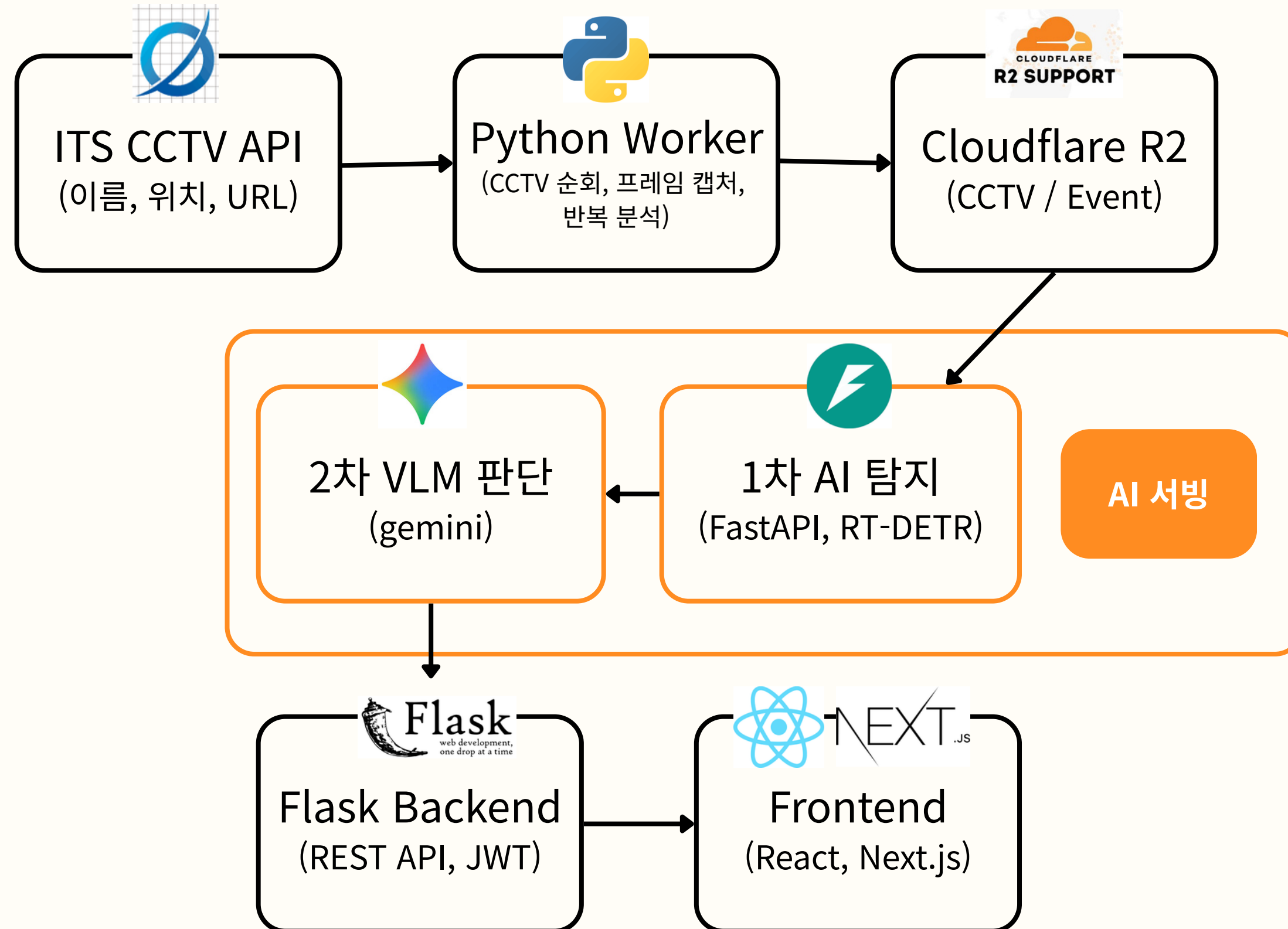
위험 상황만 따로 모아
보여주는 방식으로
더 빠르고 효율적인
관제 구성

01 | 아키텍처 구성 - 토폴로지



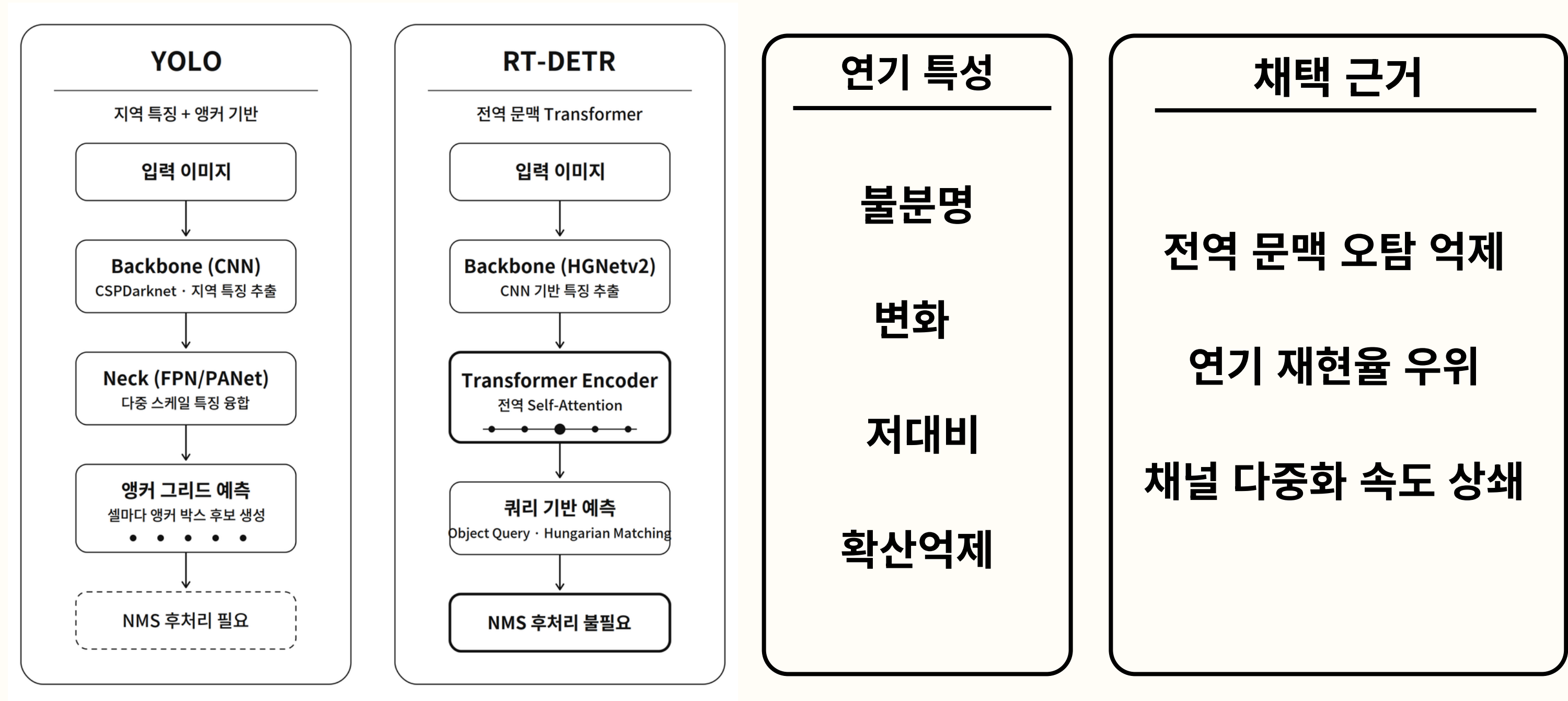


01 | 아키텍처 구성 - 데이터 처리 파이프라인(7단계)





Vision 모델 — 모델 선택 근거





02 | VISION 모델 세부 구현 내용

Vision 모델 — 데이터셋 구성

클래스 설계

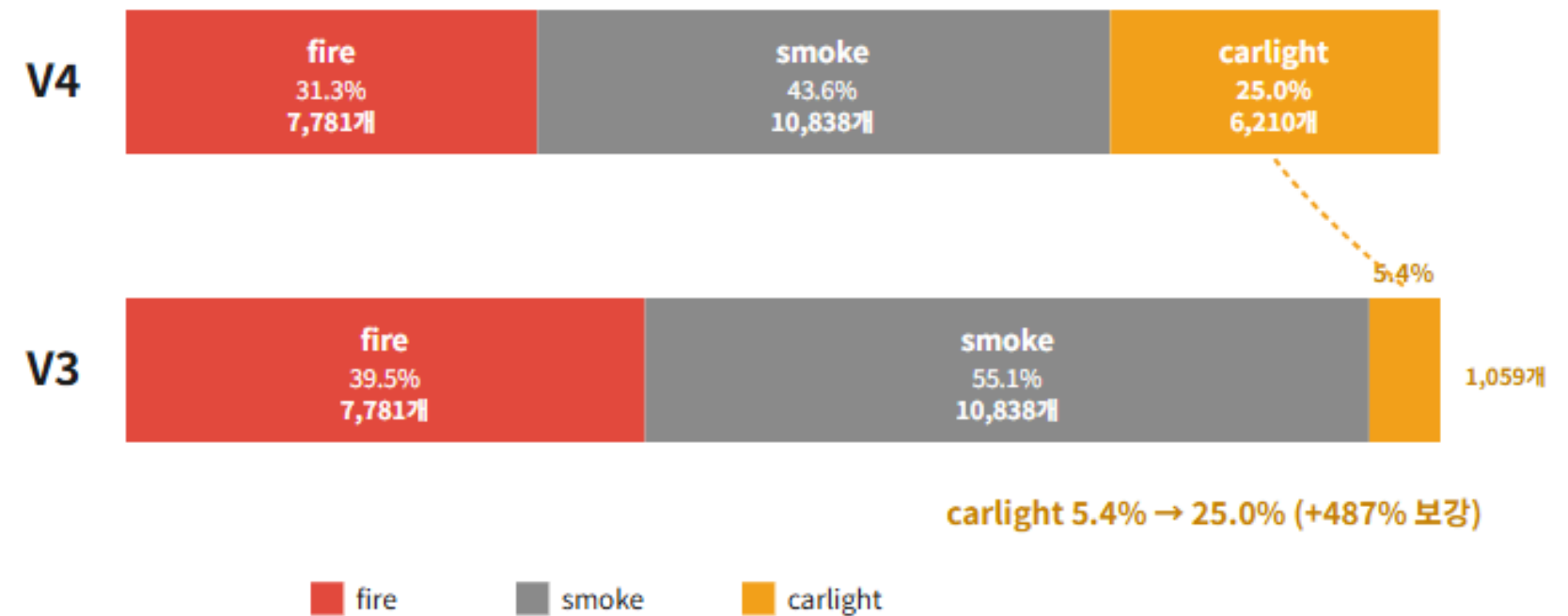
fire : 즉각 알림 트리거

smoke : 조기 경보 핵심
(최고 난이도)

carlight : 오탐 억제용
네거티브 클래스
단독 검출 시 무알림

데이터셋 클래스 구성비 변화 (V3 → V4)

train 어노테이션 기준 · fire·smoke 개수 동일 유지, carlight만 보강





02 | VISION 모델 세부 구현 내용

학습 조건

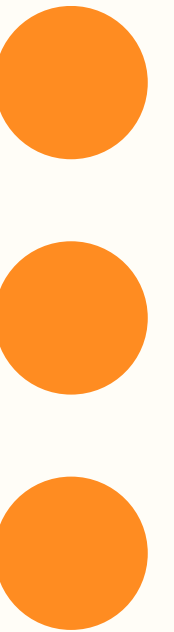
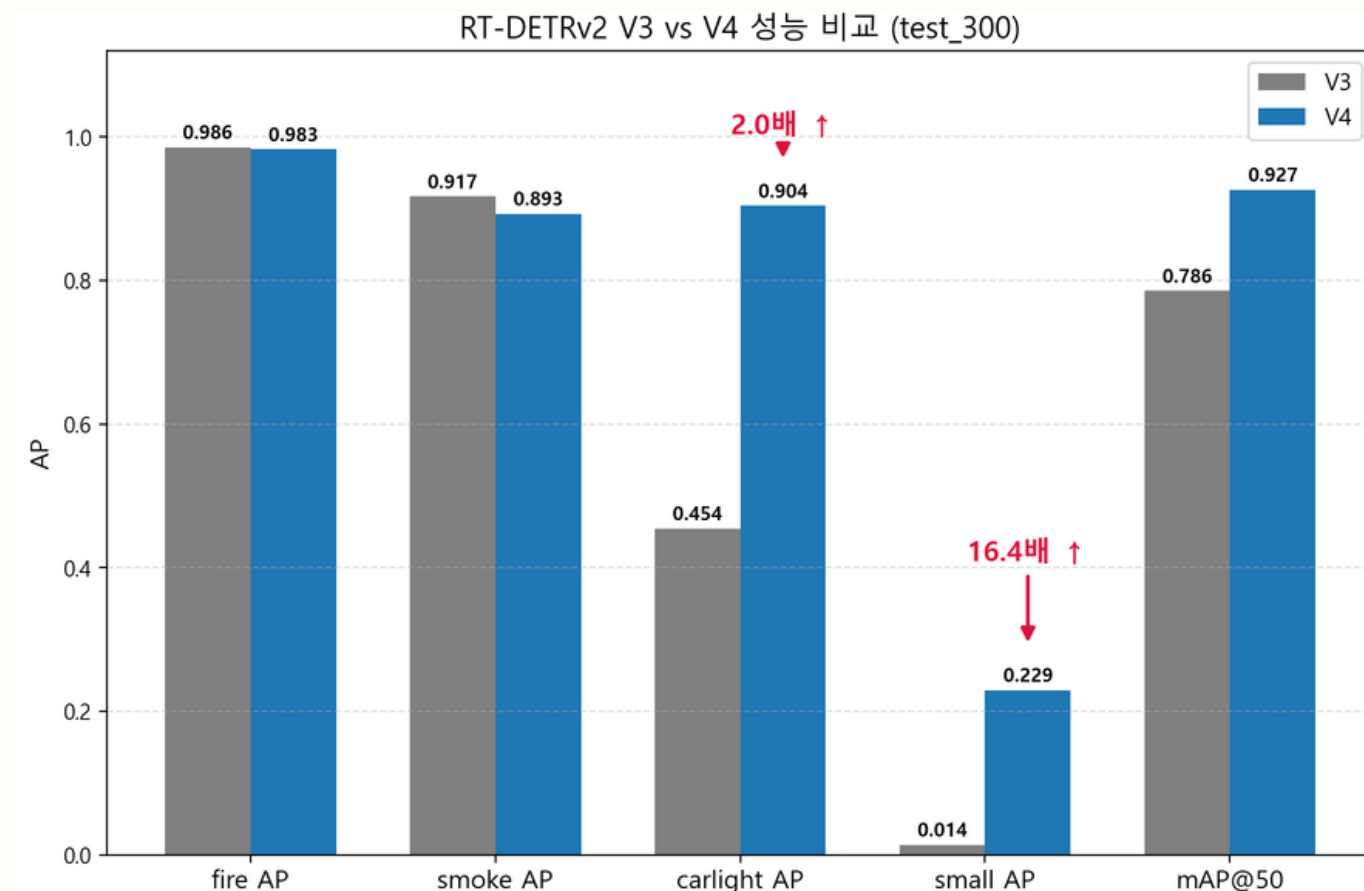
V3 best.pth
fine tuning

epochs50
batch 8
imgsz640
adamW

RTX A4000
CUDA12.8

검증셋 기반 균형 샘플 300장 (v4 검증 클래스별 각100장)

지표	V3	V4	변화
fire AP	0.9857	0.9829	-0.0028 유지
smoke AP	0.9171	0.8931	-0.0240 유지
carlight AP	0.4543	0.9041	+0.4498 대폭개선
small 객체 AP	0.014	0.2294	X16.4 부수효과
mAP@50	0.7857	0.9267	0.141





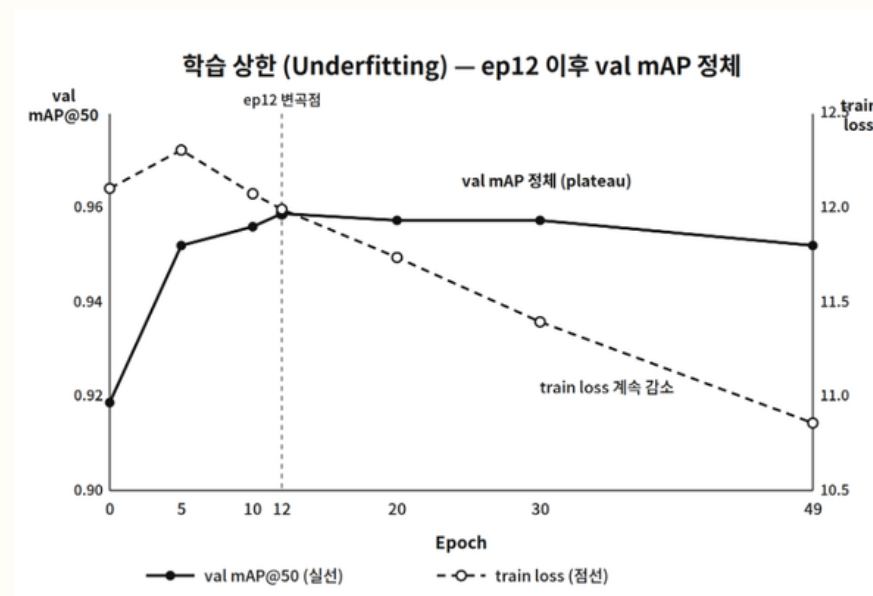
02 | VISION 모델 세부 구현 내용

V4 모델 한계

1. 연기 탐지 트레이드 오프 carlight +487% 보강으로 데이터 무게중심이 근/중거리로 이동



2. 학습 상한: ep12 이후 train loss 감소, val mAP 정체 → imgsz 640 표현 상한



V5 향후 방향

1. 데이터셋 비율 재구성 후 재학습
→ 클래스별 거리 분포 재조정
→ 클래스 간 균형 유지
→ 원거리 연기, 근중거리 등화류 오탐억제력 검증
2. 학습 해상도 상향
imgsz 640 → 1280 재학습 (+ AMP 적용)
정체 구간 해소
→ 소형·원거리 객체 정보 보존
3. carlight 자산의 확장 활용 오탐 억제 목적으로 구축한 carlight 데이터(6,210개)를 차량 밀집도· 교통 정체·사고 정차 감지로 확장



개발 과정
dev-process



학습 결과 보고서
training-report



03 | VLM 활용 구현 내용 - 왜 VLM인가?

CASE 1



불꽃 실제



carlight 오탐

CASE 2



매연 실제



smoke 오탐

CASE 3

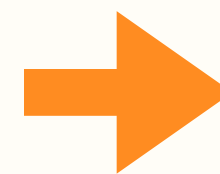


빛번짐/등화류 실제



fire 오탐

시각적으로 유사한 클래스 간 오탐
— 비전 모델의 구조적 한계



VLM 2차 검증으로 보완
(OpenRouter API)



03 | VLM 활용 구현 내용 - 게이팅 구조 & 다중 분류 설계

왜 게이팅인가?

🕒 자연시간발생

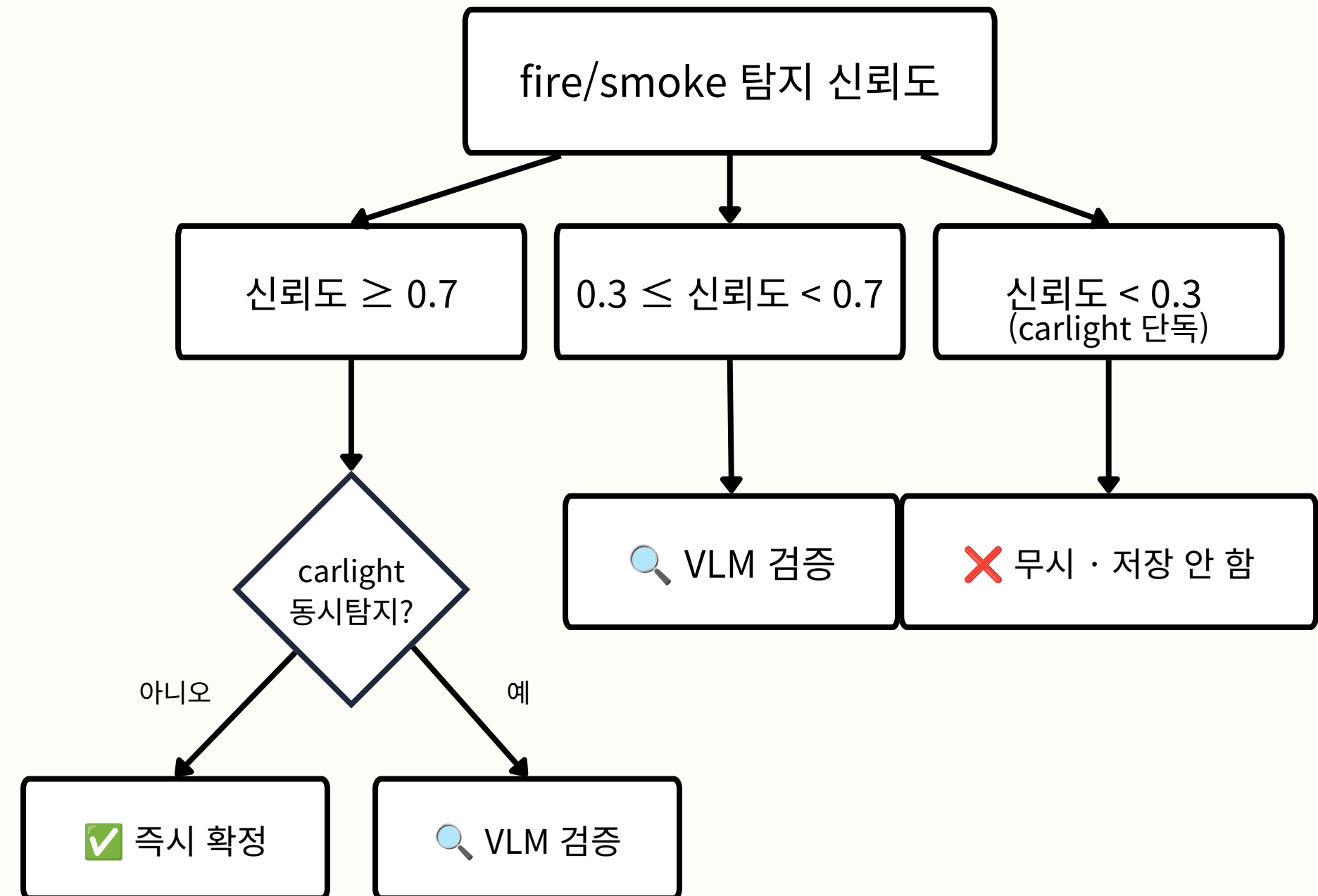
⚠️ 장애시유실위험

🚫 무의미한탐지

임계값 **0.7** 구간 실험표

클래스	Precision	Recall
fire	0.946	0.991
smoke	0.901	0.808

감이 아닌 데이터로 정한 **임계값**을 사용
(test_300 독립 평가셋 기준)





03 | VLM 활용 구현 내용 - 신뢰성 처리 및 결과

화재 확정 

VLM 위험 판정 → 알림 발송

오탐 처리 

DB 기록 유지, 알림 없음

미확정 · 확인 필요 

VLM 파싱 실패 → 사람 검토

 남은 과제

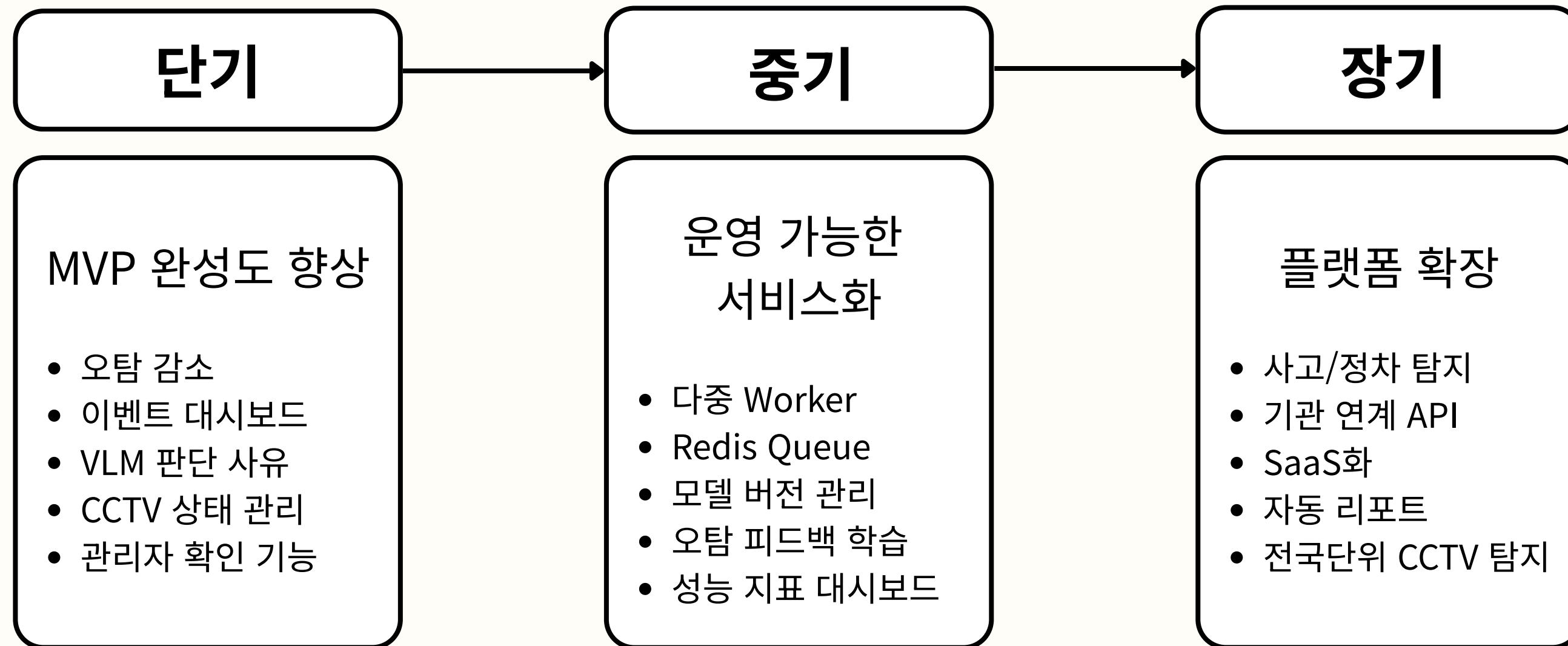
VLM 호출 자체가 실패하면 이벤트가 유실됨 → 재시도 큐 / 미확정 우선 저장 검토 중 (우선순위·리소스 제약)

판단 정확도뿐 아니라, 판단이 실패했을 때의 대응까지 설계에 포함하는 것이 다음 과제





04 | 추후 확장 및 고도화 계획



Flare는 전국 도로 CCTV를 활용해 화재, 연기, 사고, 정차, 역주행 등 위험 이벤트를 AI가 선별하고, 관제센터가 신뢰할 수 있는 근거 기반 알림을 제공하는 재난·교통 안전 관제 플랫폼이다.





시연 영상 시청





결론 및 성과요약

성과요약

mAP@50 0.9267 / fire AP 0.9829

fire Recall 0.991
(threshold 0.70까지 유지)

small 객체 AP x16.4 개선



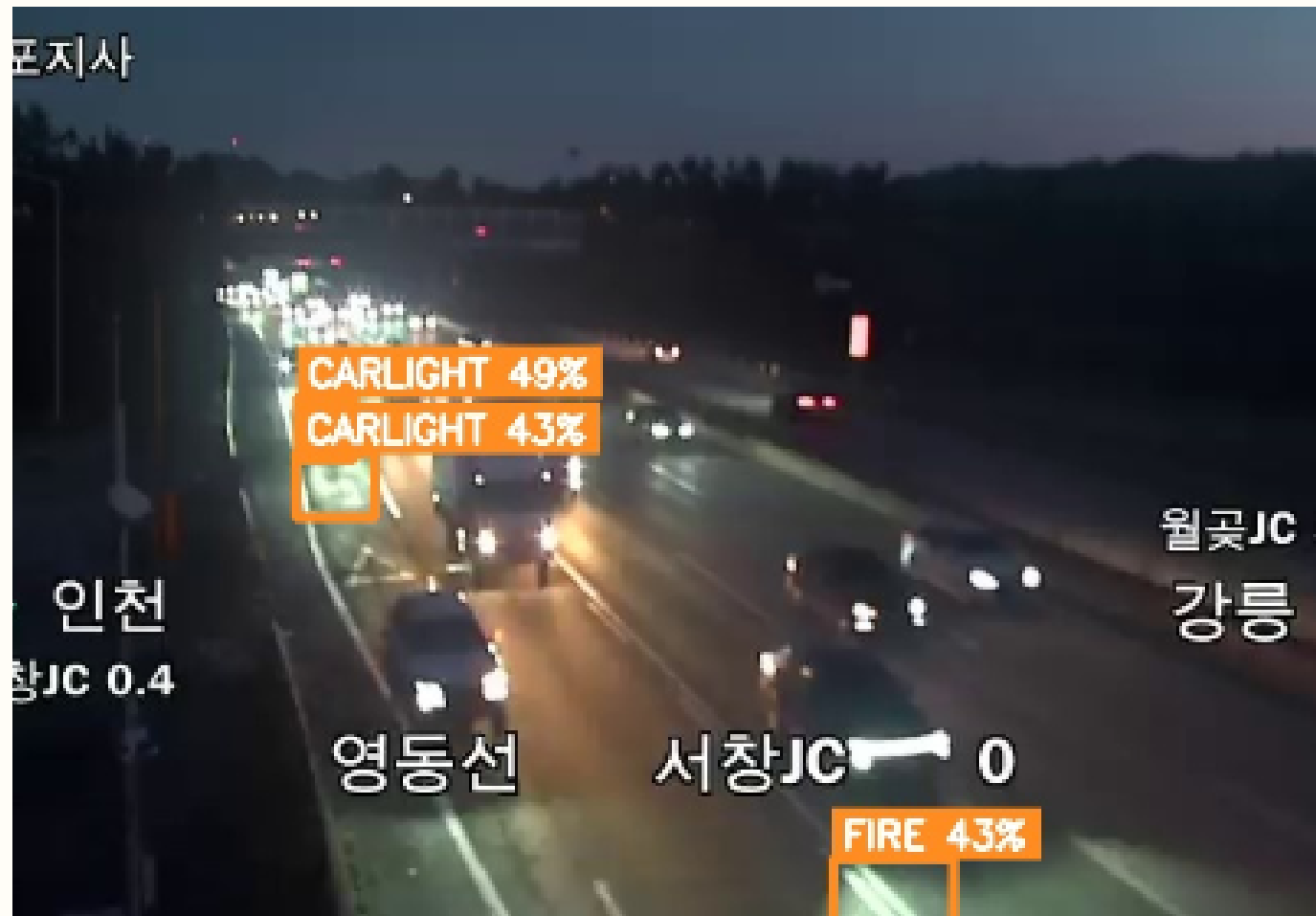
THANK
YOU

[관리자 계정]

ID : admin@admin.com

PW : admin





군포지사

smoke 0.86

fire 0.73 fire 0.54

carlight 0.83

carlight 0.80

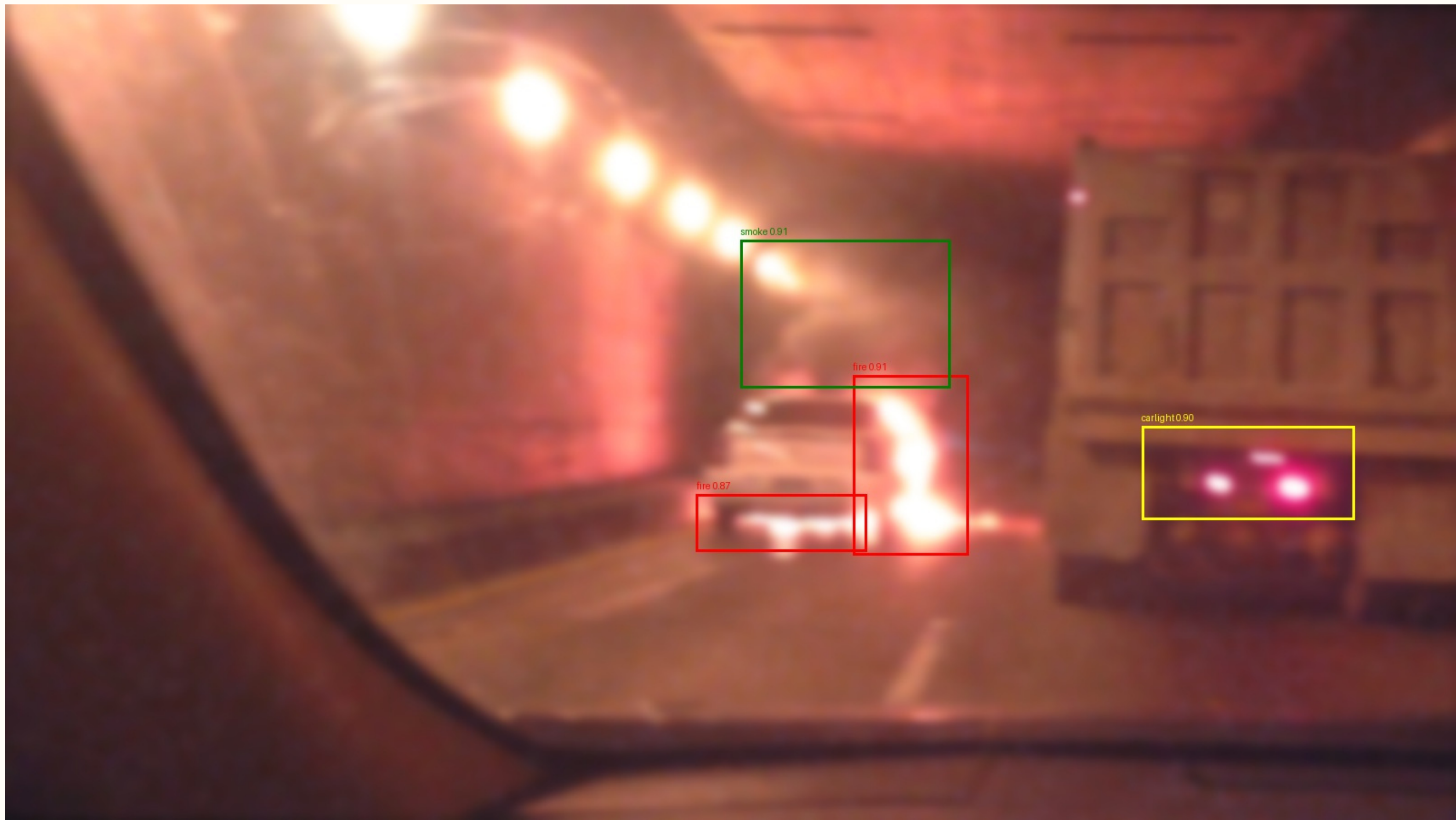
carlight 0.74

인천



영동선 마성터널(인천1 4/6) 48.8







차량정체 감지

[경부선] 양재



감지 CCTV

[경부선] 양재

감지 시각

2026. 06. 03. 오후 03:21:53

감지 유형

 차량정체 감지

신뢰도

72.2%

신뢰도

72.2%

