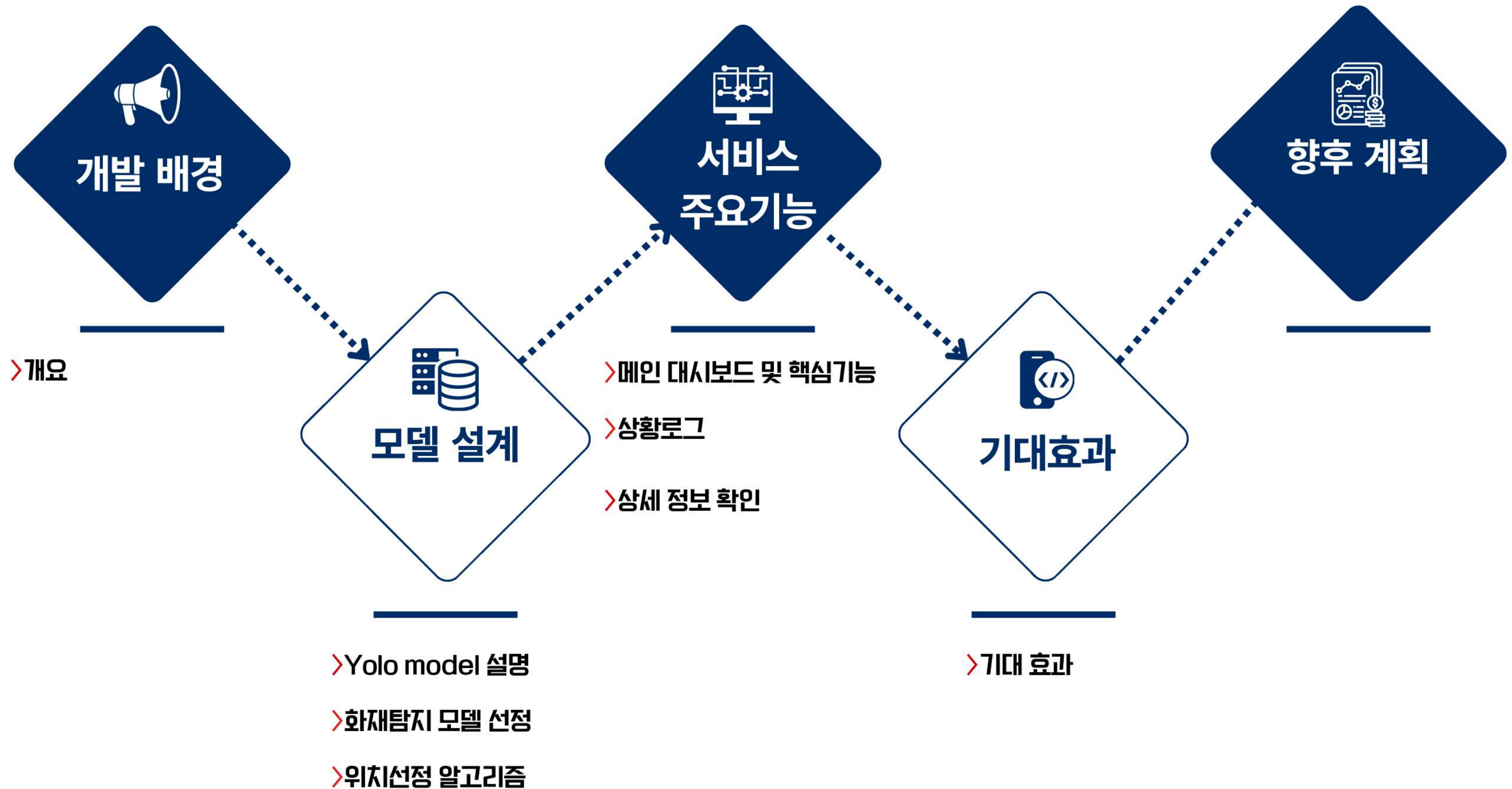


Pyros Argos

# 사회안전망(CCTV) 기반 화재 조기 인지 시스템



# 목차



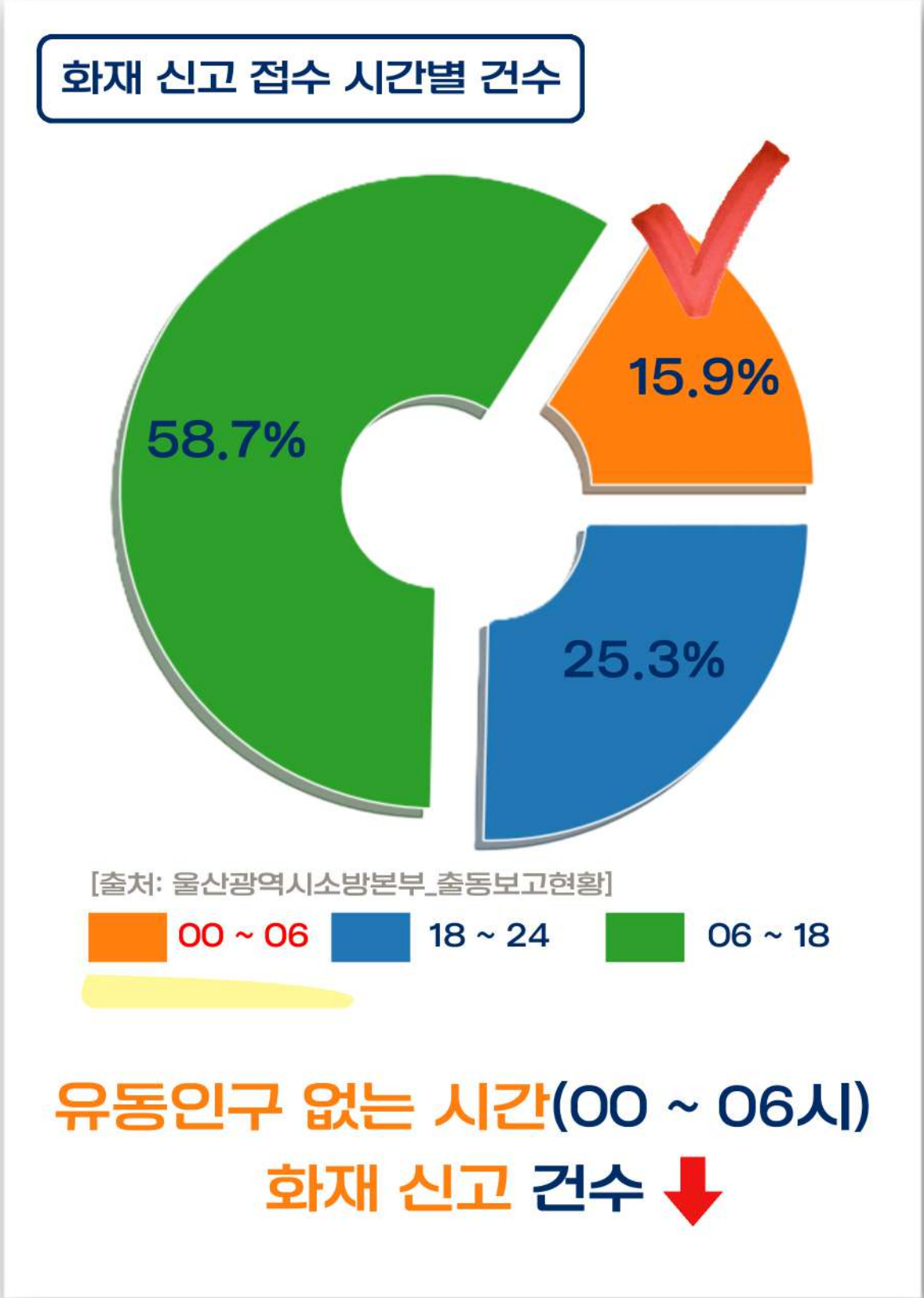
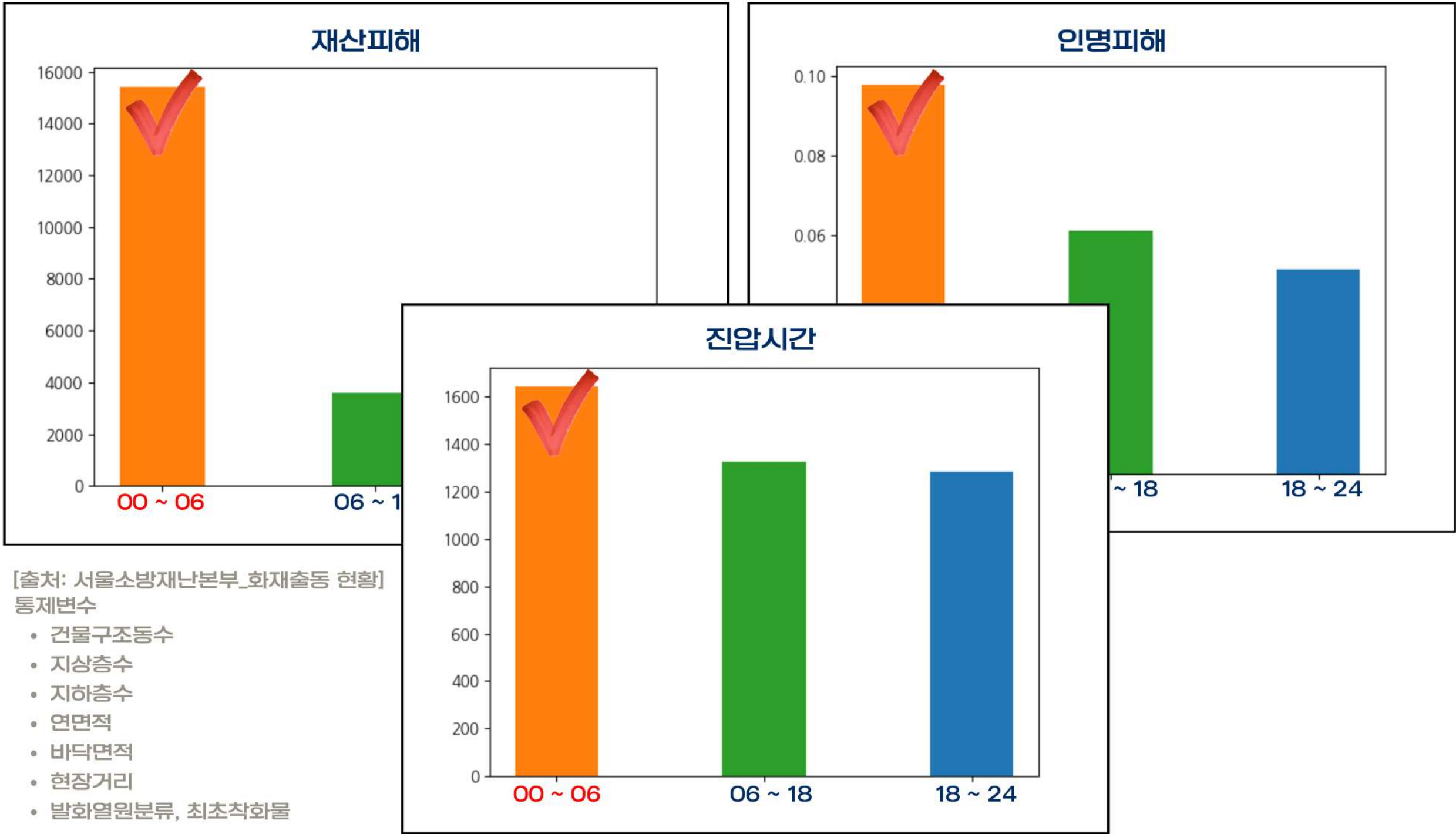


# 개발 배경

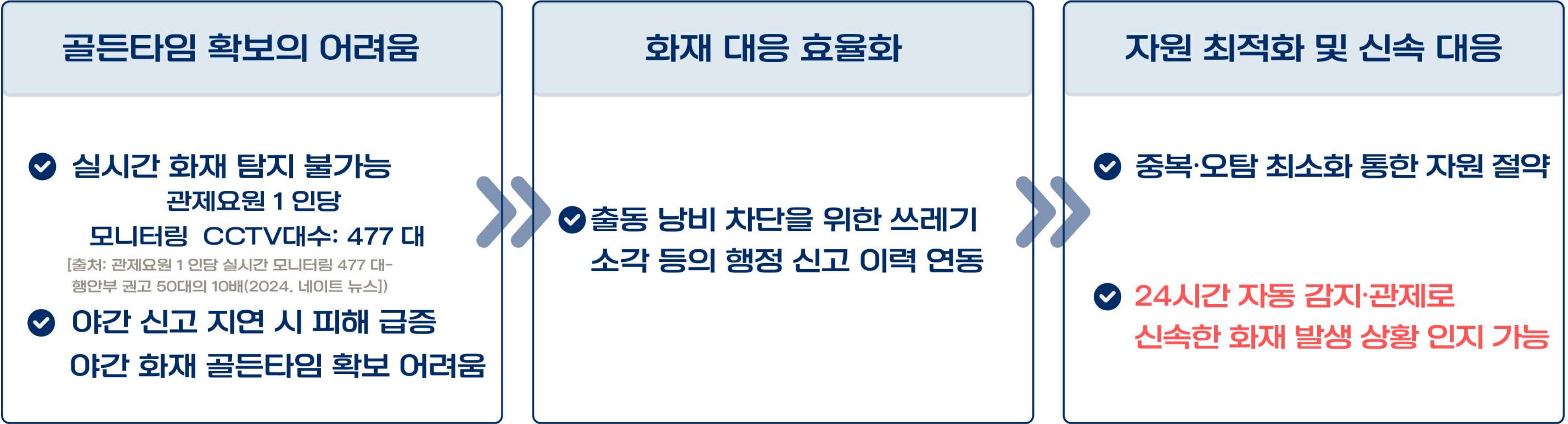
## 화재 인지 타이밍 중요성과 신속 대응의 영향

화재 신고가 많은 시간대에 비해 신고율이 저조한 야간 시간대 피해 규모 ↑

화재 발생 시 빠른 인지가 피해를 최소화하는 핵심 요인

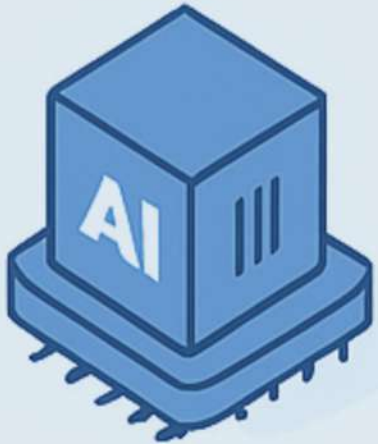


# 서비스 개요





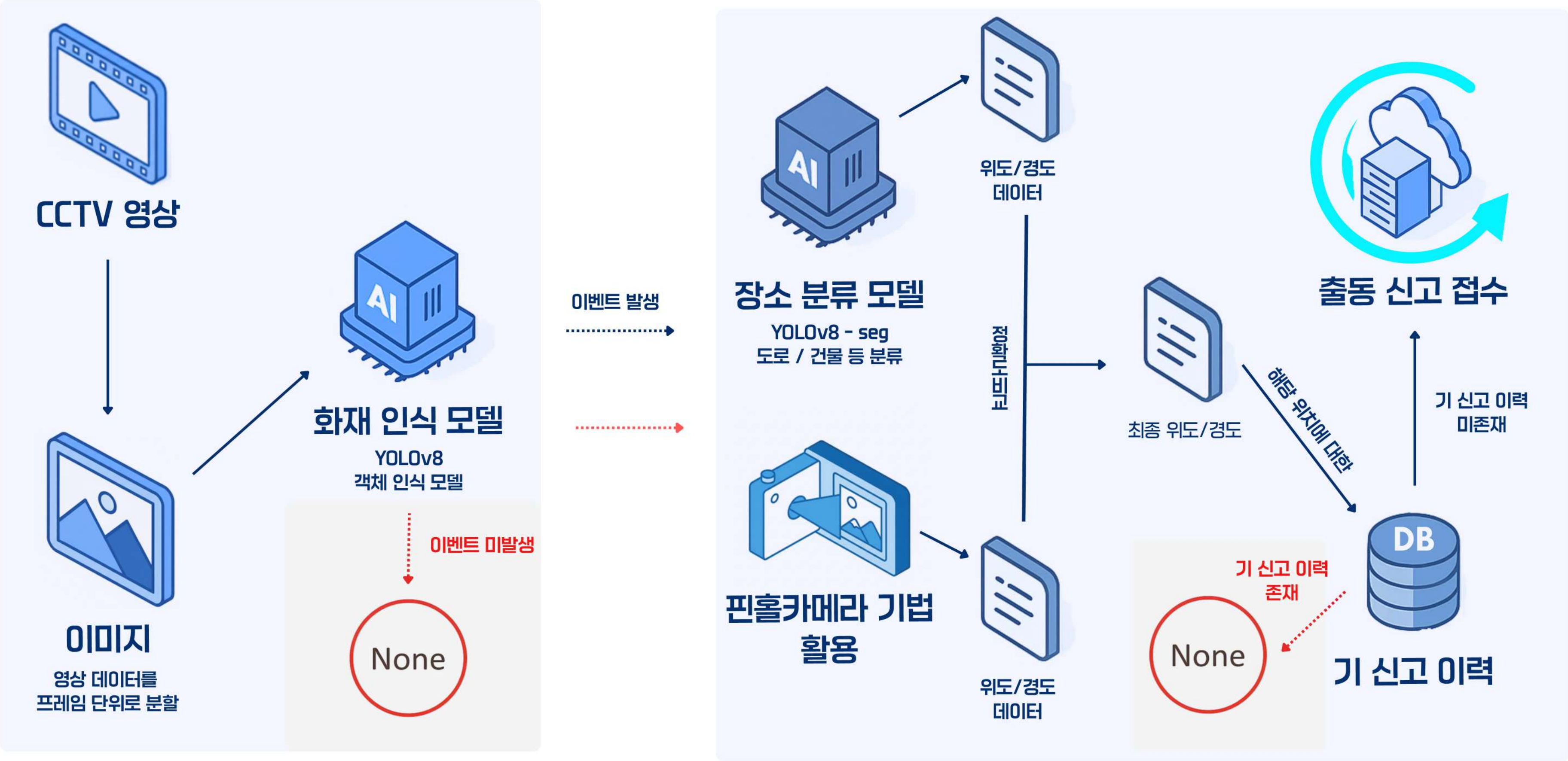
# 모델 설계 - Yolo 모델 설명



## ✓ YOLOv8 모델 구조

- Backbone (특징 추출) : 이미지에서 객체의 핵심 특징을 신속하게 포착
- Neck (특징 융합) : 다양한 크기의 특징들을 결합하여 탐지 정확도를 높임
- Head (최종 예측) : 객체의 종류와 위치를 최종적으로 예측

# 모델 설계 - 모델 구조





# 모델 설계 - 화재 탐지 모델 선정



## 시중 / 연구모델

- ✓ 630,000장 가량의 대량 학습 데이터
- ✓ YOLOv8n(경량화) + 최신 모듈 적용



## 활용 모델

- ✓ 240,000장 가량 학습 데이터 활용
- ✓ 학습 시간을 고려하여 YOLOv8n 사용

**최종 모델**

모델명	Precision	mAP50	loss	상세 정보
YOLOv8x-seg	0.916	0.929	2.125	딥러닝기반 YOLO 활용 실시간 AI 산불 감시 시스템
DSS-YOLOv8n	0.84	0.835	-	Nature 연구

모델명	Precision	mAP50	loss	상세 정보
YOLOv8n	0.538	0.434	1.818	1차 모델 (기획서)
YOLOv8n	0.993	0.994	1.06	2차 모델 (데이터 증강)



활용 모델 중 2차 모델의 성능 평가 지표가 뛰어난 것으로 나타남



하지만 실제 예측 결과, 1차 모델의 예측 정확도가 2차를 앞서는 것을 확인

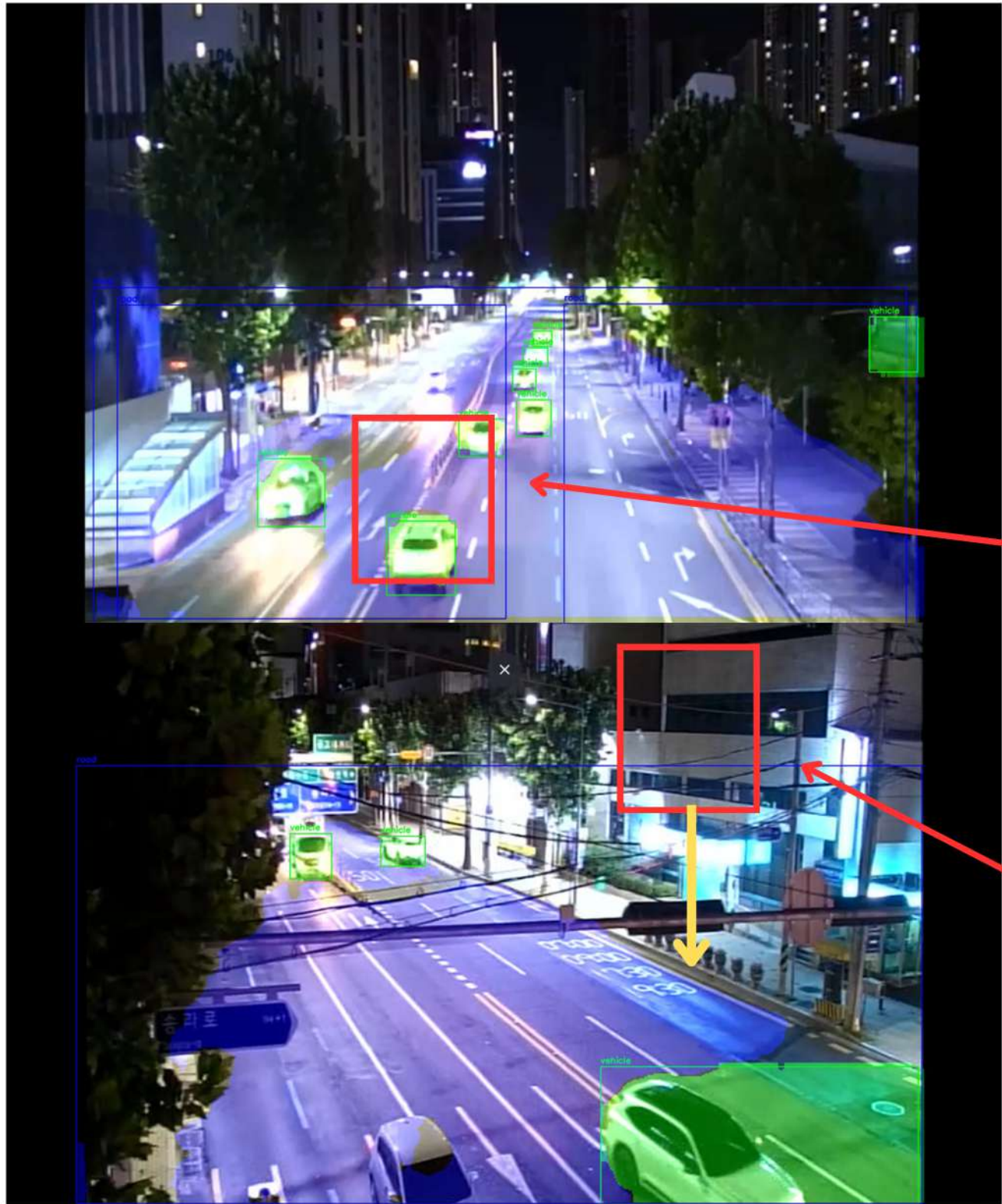


2차 모델의 경우, 과적합 및 데이터셋 불일치 가능성이 존재



# 모델 설계 - 위치 특정 알고리즘

## Segment기반 위치특정



사용 메타데이터 → CCTV제원

- 위치(위도, 경도)
- 시야각
- 카메라 높이
- 방위각(카메라가 보는 각도)
- 틸팅 각도
- 이미지 내 3개점의 실제 거리
  - CCTV foca\_length로 대체 가능
  - 원본 해상도 정보로 대체 가능



### Yolo-v8-seg모델

- ✓ 18,000장 이미지 활용 학습 진행  
[출처: mapillary\_vistas\_dataset\_2.0]
  - 라벨: 도로, 자동차, 자연, 산, 건물, 가드레일, 사람, 땅
- ✓ 데이터 추론 시 사용 라벨 제한: 도로, 자동차
  - 도로, 자동차 외 라벨 segment 정확도가 낮음

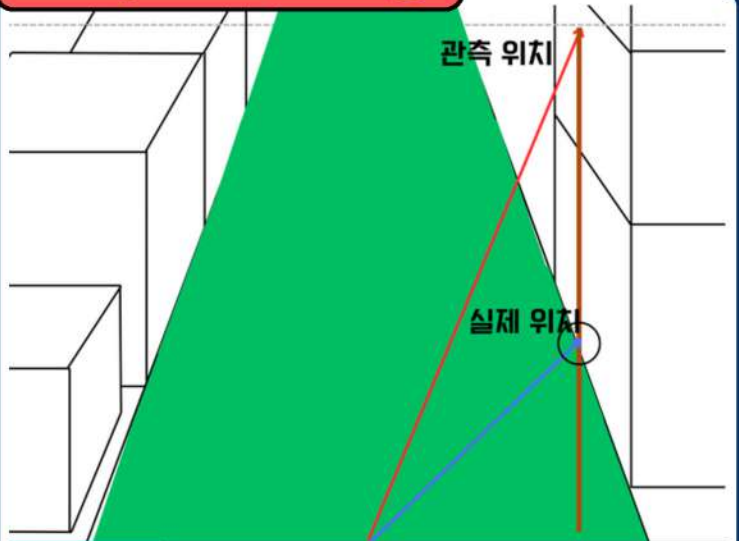
✓ BBOX가 SEG-LABEL 위에 존재

위도 경도 직접 출력

✓ BBOX가 SEG-LABEL 위에 존재 X

BBOX위치로 부터 RAY-CASTING 후  
위도 경도 출력

### Ray-casting



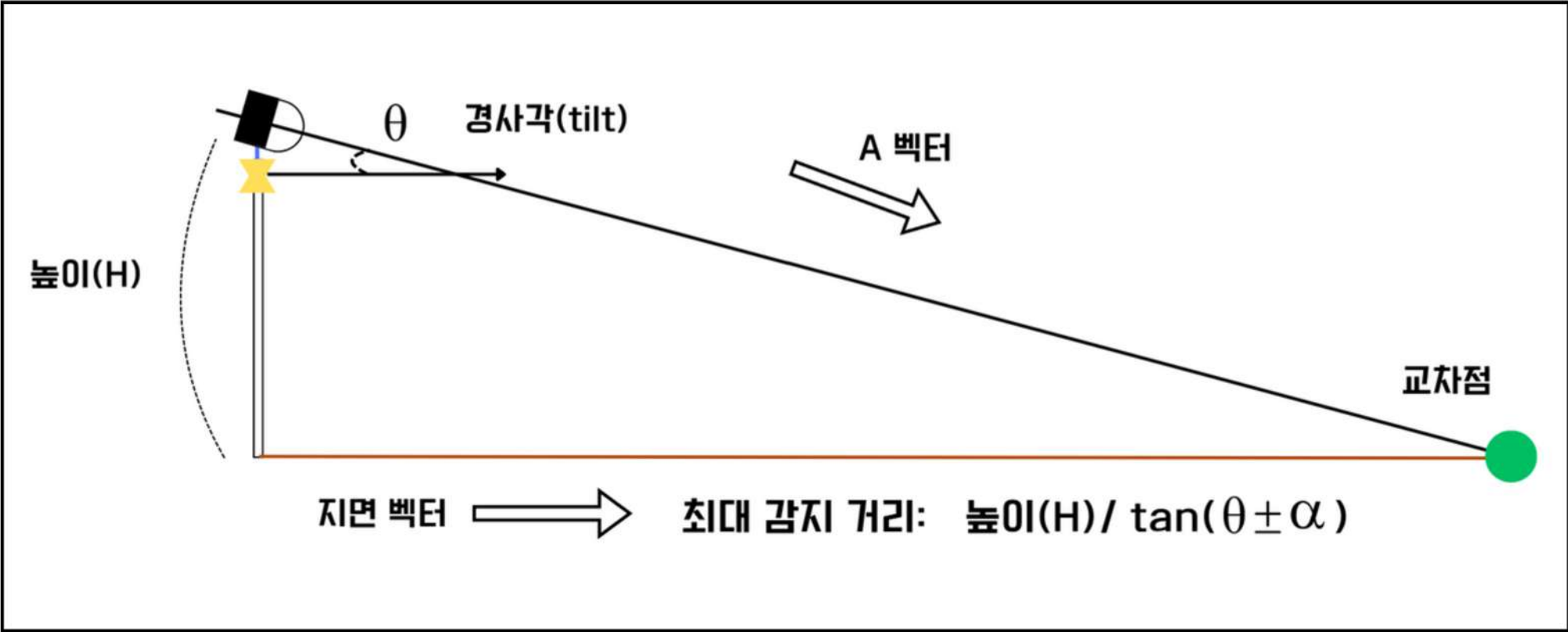
**When**  
도로 객체 또는 자동차가 발견될 때 까지

**How**  
관측위치 부터 이미지 하단 방향  
순차 탐색

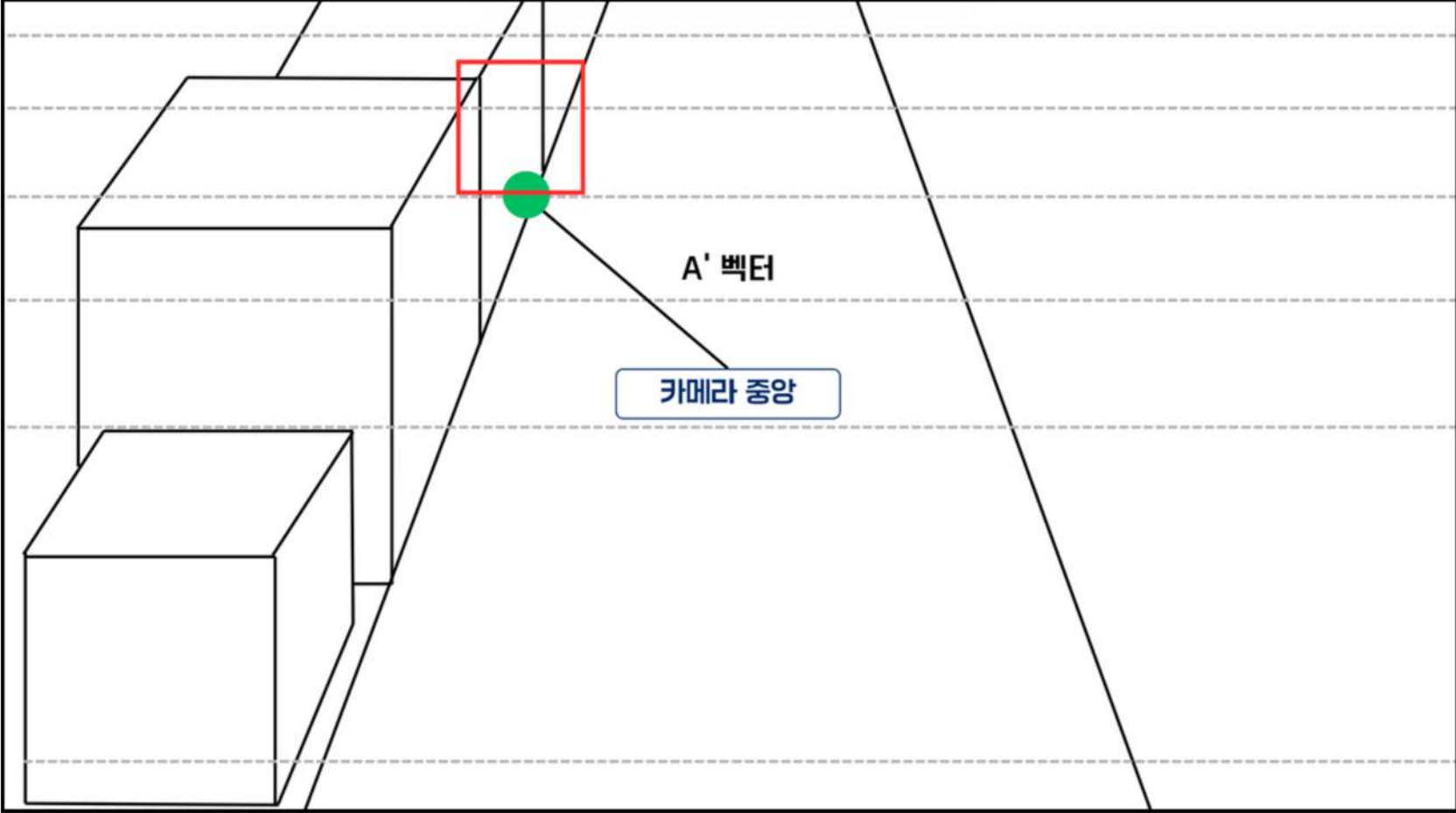


# 모델 설계 - 위치 특정 알고리즘

## 기하(핀홀)기반 위치특정



💡 **장점:** SEGMENT가 필요없음!



사용 메타데이터 → CCTV제원

- 위치(위도, 경도)
- 시야각
- 카메라 높이
- 방위각(카메라가 보는 각도)
- 틸팅 각도
- 이미지 내 3개점의 실제 거리
  - CCTV foca\_length로 대체 가능
  - 원본 해상도 정보로 대체 가능

### ✓ 핀홀 카메라 기법 사용 위도 경도 추출

- ① 픽셀 위치(u,v) → 거리 단위 1로 카메라 좌표 정규화
- ② 방위각, 경사각(틸트)를 사용하여 월드좌표계(A벡터)로 회전
- ③ 카메라 높이 H를 사용하여 지면(z=0)벡터와 교차점 찾기

교차점(X,Y)를 통해 거리와 방향 계산 후 위도경도 추출



### 치명적 오류

건물 위에 bbox가 존재 할 시  
오차, CCTV감지거리만큼 발생  
→ Segment 모델과 병행  
사용 필요





# 서비스 주요 기능 - 메인 대시보드 및 핵심 기능

화재나  
이벤트가  
있을 때만  
로그 저장

당일 신고만  
필터링 해서  
가져 옴

화재 감지 대시보드

배열 4 × 3

상황 로그 페이지

로그아웃

상황 로그

[2025-09-08 06:22:08] CCTV-6 혼련신고 인지

[2025-09-08 06:20:57] CCTV-6 혼련신고 인지

[2025-09-08 06:19:31] CCTV-6 혼련신고 인지

[2025-09-08 07:05:24] CCTV-6 혼련신고 인지

[2025-09-08 07:07:11] CCTV-6 혼련신고 인지

사건 신고 현황: 18

[2025-09-08] 혼련

[2025-09-08] 혼련

[2025-09-08] 소각

[2025-09-08] 소각

[2025-09-08] 소각

[2025-09-08] 혼련

[2025-09-08] 혼련

[2025-09-08] 소각

[2025-09-08] 혼련

[2025-09-08] 소각

[2025-09-08] 소각

총 CCTV 12

1

정상

LOCAL-1

2

정상

LOCAL-2

3

화재감지

LOCAL-3

4

정상

LOCAL-4

5

정상

[중부내륙지선] 유천

6

정상

[중부내륙지선] 유천 하이패스IC

7

정상

[중부내륙지선] 월암

8

정상

[대구외곽순환선] 성서산업단지

9

정상

[중부내륙지선] 남대구

10

정상

[중부내륙지선] 성서3

11

정상

[중부내륙지선] 성서2

12

정상

[대구부산선] 가천유평터

- 화재 감지 및 알림 - 실시간 CCTV 모니터링 및 화재 발생 시 '화재 감지' 상태로 변경과 동시에 상황 로그에 출력
- 통계 정보 - 상단에 표시된 '화재', '주의' 와 같은 지표를 통해 현재 상황을 빠르게 파악 가능



# 서비스 주요 기능 - 상황 로그



## ✔ 실시간 상황 로그

이벤트가 감지 되면 실시간으로 상황 로그에 기록

과거 이력과 현재 발생 상황을 시간 순서대로 확인 가능



## ✔ 사건 신고 현황

기 신고된 이벤트들 신고내용과 함께 출력  
당일 신고만 필터링 해서 가져 옴



# 서비스 주요 기능 - 상세 정보 확인

CCTV 상세 정보 #3



CCTV ID: [중부내륙지선] 유천 하이패스IC


상태: 훈련

설치 지역: 35.820476,128.511663

최근 감지 시간: 2025-09-08 06:22:08

☑ 대시보드의 CCTV 영상을 클릭하면 모달(Modal)을 통해 확대된 영상과 함께 CCTV 상세 정보 확인 가능

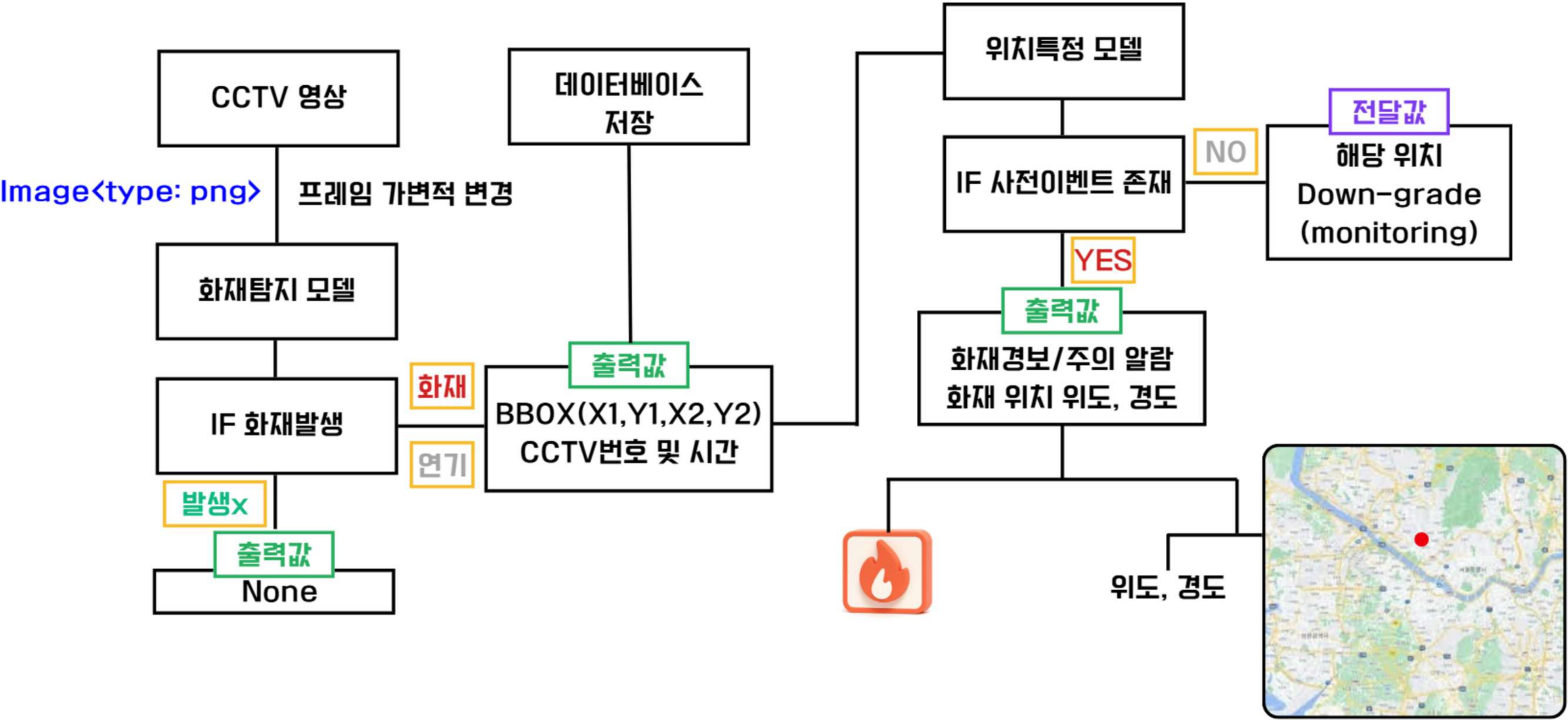
화재 발생 위치 2D Map



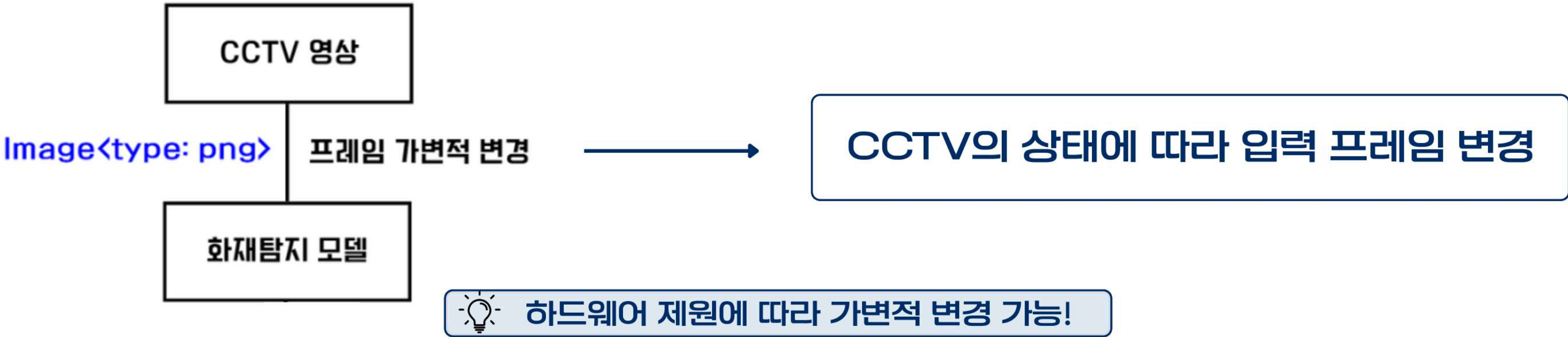
☑ 모델과 알고리즘을 통해 화재 발생 위치에 대한 위도와 경도를 특정한 후 지도에 표시



# 서비스 구조 및 시스템 최적화



# 서비스 구조 및 시스템 최적화



Hot State

위험 상태

1 프레임마다  
모델에 넣어 검사

Cooldown State

주의 상태

2 프레임마다  
모델에 넣어 검사

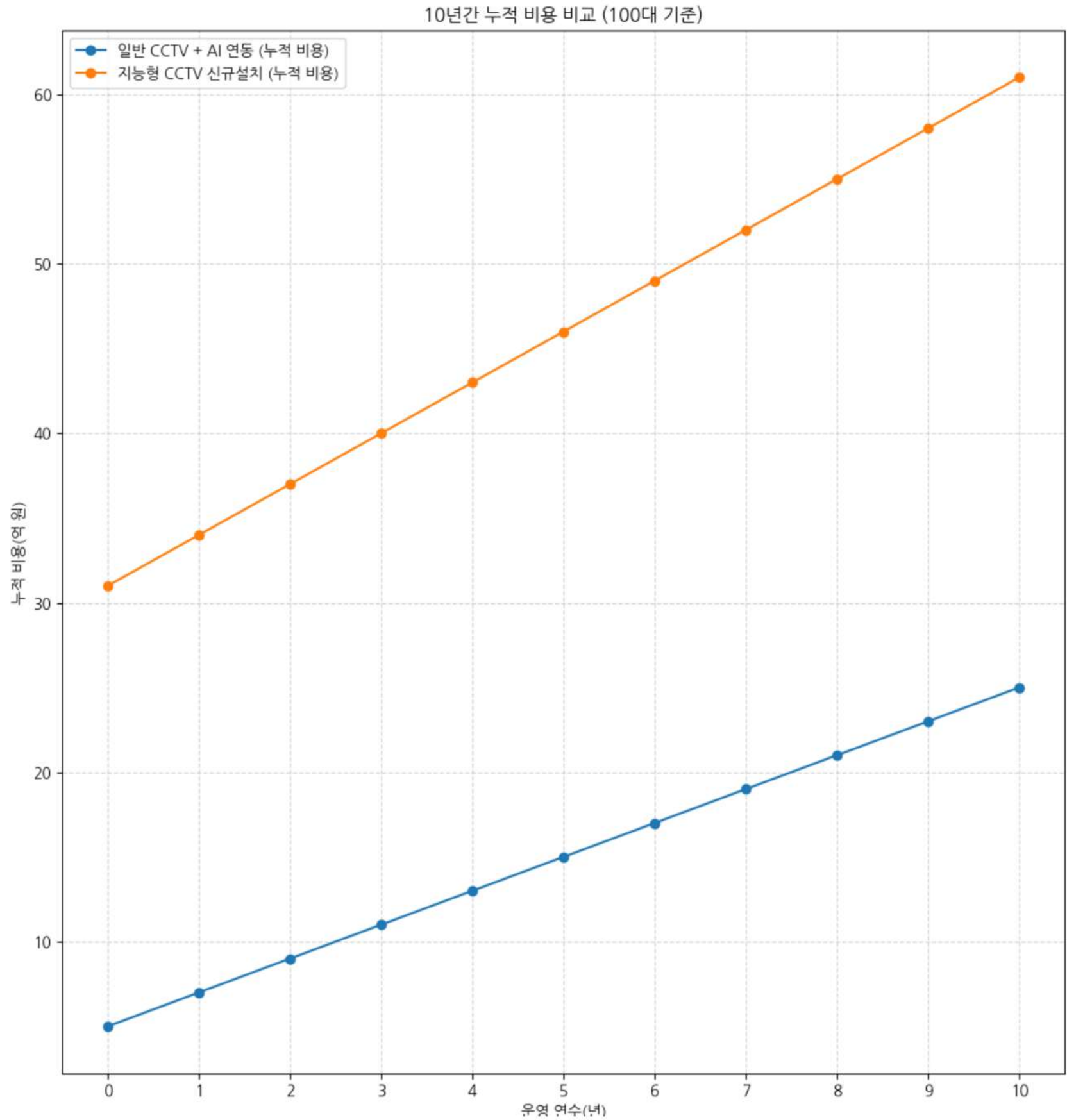
Cool State

안전 상태

5 프레임마다  
모델에 넣어 검사



# 기대효과



### 초기설치비용

<b>지능형 CCTV</b> 20만(가정용) ~ 3000만 (기업용,다용도) 설치비용이 소요 대당 100만원의 라이선스 비용	<b>일반 CCTV</b> 추가적인 설치 비용이 들지 않음 하드웨어 구매 비용 발생
--	--

### 유지비용

<b>지능형 CCTV</b> 대당 300만원 (초기 설치 비용의 10%) 가량의 금액이 매년 소요	<b>일반 CCTV</b> 대당 200만원 가량의 금액이 매년 소요
---	---

### 장기운영비용

초기에 큰 비용 차이가 나지만 시간이 흐를수록 30% 정도의 차이로 수렴

### 기대효과 - 기회비용 절감

한국의 공공 CCTV수는 약 180만대, 서울만 20만대 차지  
기존 설비를 사용하여 매우 큰 금액 절약 가능

# 기대효과



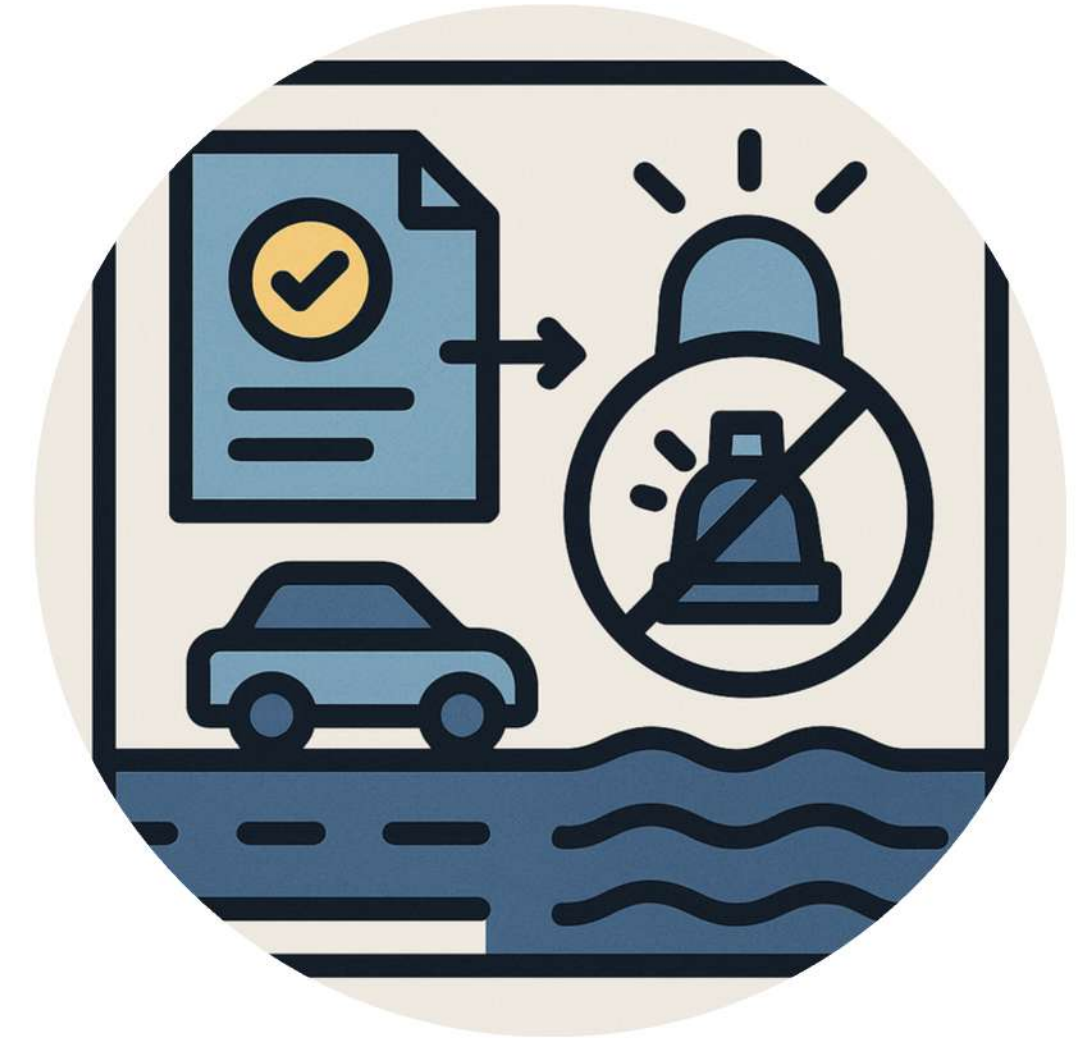
## ✓ 관제 인적 자원 피로도 감소

AI를 통한 감시로 관제요원의 관제  
피로도를 감소시킴



## ✓ 선제적 화재 탐지

신고 없이도 선제적으로 화재를 탐지  
하고 출동이 가능하게 함



## ✓ 출동 자원 낭비 최소화

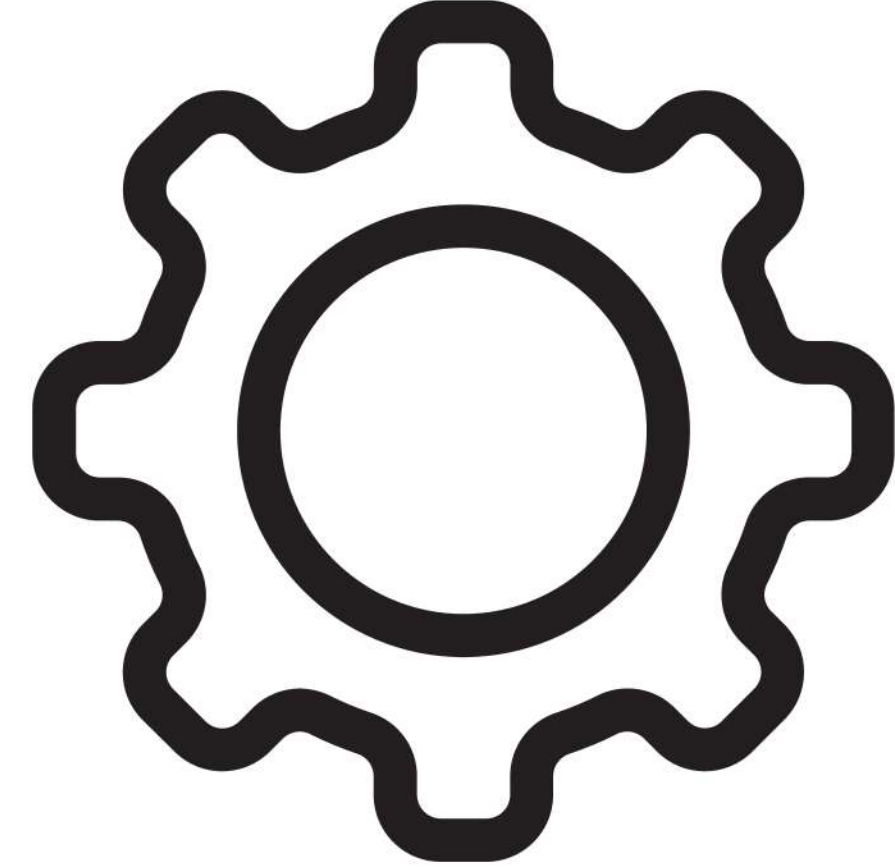
기존 입력 되어 있는 신고 이력으로  
인한 불필요한 자원 낭비 해소





## ✔ 화재 취약 지역 설정

화재 발생 빈도 데이터를 빅 데이터화 하여 화재 취약 지역과 해당 지역에 대한 CCTV 주 감시 방향 설정 등 모니터링 단계 강화



## ✔ 사용자 설정 커스터마이징

사용자의 관제 환경과 업무 스타일에 맞춰 대시보드 레이아웃을 직접 구성필요한 정보만 필터링하여 확인할 수 있는 기능 추가

# 자료출처

---

<https://homl.dev/blogs/yolo-performance-benchmark>

하드웨어 프레임 벤치마크

<https://www.stereolabs.com/en-au/blog/performance-of-yolo-v5-v7-and-v8>

yolomodel 벤치마크

<https://developer.nvidia.com/blog/video-encoding-at-8k60-with-split-frame-encoding-and-nvidia-ada-lovelace-architecture/>

nvidia 성능

<https://www.donga.com/news/Society/article/all/20231031/121960976/1#:~:text=Image>

동아뉴스

<https://record0725.tistory.com/entry/%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95-CCTV-%EA%B0%80%EA%B2%A9-%EC%A0%95%EB%B3%B4-%EB%B0%8F-%EB%B9%84%EA%B5%90-%EA%B0%80%EC%9D%B4%EB%93%9C#>

cctv관련 블로그

<https://shop.g2b.go.kr/>

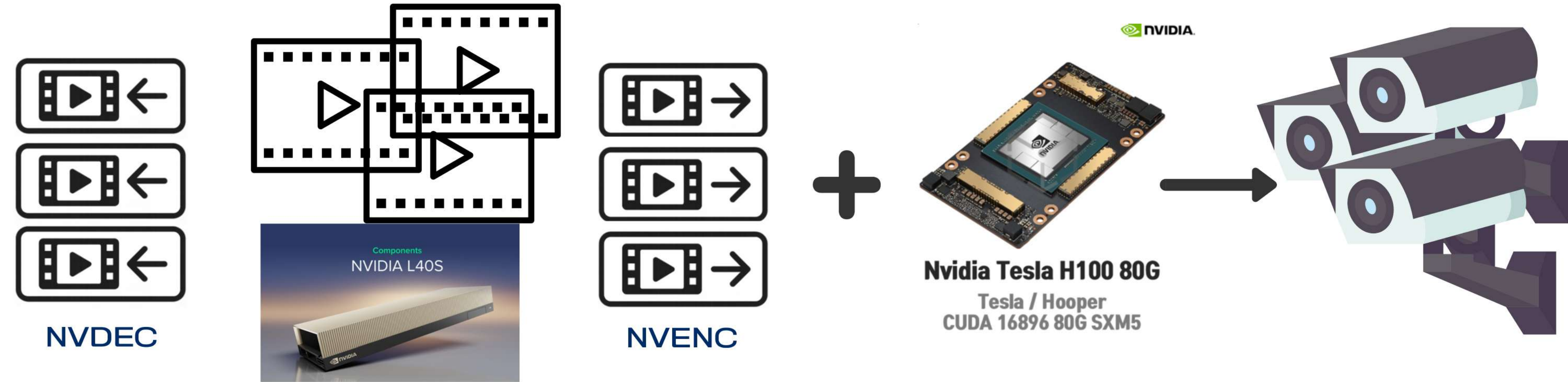
나라장터 종합쇼핑몰



# 서비스 시연

---

# 정책으로 반영 시 검토내용



- ✓ L40S에 내장된 전용인코더 NVENC, 전용디코더 NVDEC 사용시 1080p 영상 동시에 100개 처리 가능
- ✓ 일반 CCTV화질이 480\*360인걸 감안했을 때 수백개의 영상 처리 가능
- ✓ 약 200개의 yolo model을 동시 처리 가능한 H100과 혼합 사용시 수백 개의 CCTV 영상 동시 처리 가능



**감사합니다.**