

## 2025년 새싹 해커톤(SeSAC Hackathon) AI 서비스 기획서

팀명	애용
팀 구성원 성명	김대용, 김민성, 여정인, 윤영진, 정지훈

### 1. AI 서비스 명칭

가랏! in 텔로몬

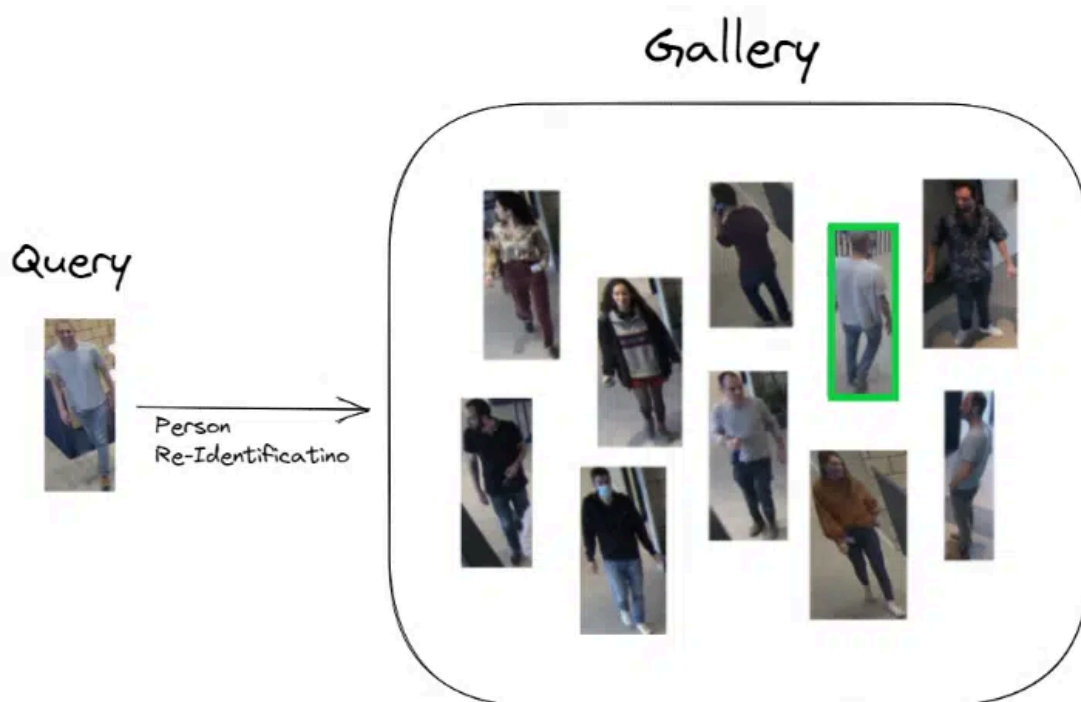
### 2. 활용 인공지능 학습용 데이터

모델	학습데이터	분야/구분		출처
yolov11s	Coco_val_2017	Object Detection	공공	<a href="https://cocodataset.org">https://cocodataset.org</a>
repvgg_a0_person_reid_512	imageNet_2012	Multiple Object Tracking	공공	<a href="https://motchallenge.net/">https://motchallenge.net/</a>
scdepthv3	NYU Depth V2	Depth Estimation	공공	<a href="https://cs.nyu.edu/~fergus/datasets/nyu_depth_v2.html">https://cs.nyu.edu/~fergus/datasets/nyu_depth_v2.html</a>
	KITTI	Depth Estimation	공공	<a href="https://www.cvlibs.net/datasets/kitti/">https://www.cvlibs.net/datasets/kitti/</a>
Whisper	Zeroth-STT-Korean	Speech recognition	공공	<a href="https://huggingface.co/datasets/o0di mplz0o/Zeroth-STT-Korean">https://huggingface.co/datasets/o0di mplz0o/Zeroth-STT-Korean</a>

### 3. 핵심내용

- 본 서비스는 AI 기반 공중 추적 드론 플랫폼으로, 드론이 사람·차량을 자동으로 탐지-재식별(ReID)-장기 추적하여 경찰·보호자·관제센터의 의사결정을 지원한다.

- YOLO 객체 검출, ReID 임베딩, LongTerm-BoTSORT 추적, Depth Estimation을 결합한 시야 이탈 대응형 장기 추적 기술을 적용해 군중·가림·야간 환경에서도 대상을 잃지 않는다.
- Hailo10H NPU 기반 초저전력 실시간 임베디드 추론 구조와 드론 PID-like 자동제어 알고리즘을 이용해 GPS가 없어도 안정적인 비전 기반 추적 비행이 가능하다.
- 서비스는 실종자 수색·도주자 추적·스토킹 피해자 보호·야간 귀가 안전 등 다양한 공공·생활 안전 분야에 활용되며, 영상 저장 없이 임베딩만 사용하는 개인정보 보호 중심 설계를 채택했다.
- 이를 통해 국가·도시 안전망 강화, 경찰 인력 업무 경감, 재난·실종 대응력 향상, 군중 행사 안전 확보 등 스마트 치안 체계로의 전환이라는 사회적 효과를 기대할 수 있다.



ex) Reid 기술의 예시. Multi-Camera Multi-Person Re-Identification with Hailo-8(2022-08-07). Hailo Team.  
<https://hailo.ai/blog/multi-camera-multi-person-re-identification/>

## 4. 제안배경 및 목적

### ○ 4-1. 제안배경

#### 1. 일상 속 안전 문제의 확대

최근 몇 년간 우리 사회는 다음과 같은 사건들을 반복적으로 마주하고 있다.

- **치매 노인 또는 아동 실종 신고 증가:** 위치가 갑자기 파악되지 않아 112에 신고되는 사례가 지속 증가
- **스토킹·데이트폭력 등 1인 대상 범죄 증가:** 접근 금지 조치 이후에도 지속적인 감시가 어려워 2차 피해 사례가 다수 발생
- **야간 귀가 중 위험 노출 증가:** 원룸 밀집지역·어두운 골목길에서의 불안감 확대

이처럼 국민·가정·경찰 모두가 필요로 하는 안전 기술의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 치안·안전·실종 대응 사건들은 모두 “위험 상황을 빨리 시각적으로 확인하고, 신속히 구조·대응할 수 있는 기술”의 필요성을 보여준다.

#### 2. 현실적인 한계

##### 실종·재난 문자 급증과 구조 인력의 한계

- 최근 재난문자 알림 대부분이 위와 같은 사례에 집중되어있지만, 실제 수색은 경찰·소방·지역 주민이 육안으로 넓은 지역을 훑는 방식에 의존하고 있어 시간·노력·위험도가 매우 높다. 이때 AI 기반 드론이 있다면 고지대·야간·넓은 구역을 빠르게 탐색할 수 있어 초기 골든타임 확보가 쉬워진다.

##### 경찰 현장의 구조적 한계

- 경찰의 순찰·감시·도주자 추적은 대부분 인력 의존적이며 동시에 넓은 구역을 감시하기 어렵고, 특히 야간·고층·협소 공간 등 위험 환경에 직접

진입해야 하는 경우 영상 인지(누가 누군지 판별)가 고난이도 작업이다.  
이때 AI 드론이 사람의 눈과 발을 대신하여 위기상황을 실시간으로 파악할 수 있다.

이 모두를 충족할 **지능형 AI 드론 플랫폼**의 필요성이 커지고 있다.

#### ○ 4-2. 목적

본 프로젝트는 ‘일상의 안전을 지키는 AI 드론 파트너’를 목표로 한다. 궁극적으로 지능형 치안 기술을 통해 도시 안전 인프라를 구축하는 것을 지향한다.

- 대상(아동, 보호자, 경찰관이 지정한 인물 등)을 선택하면 드론이 자동 비행하며 **지속적으로 추적·모니터링**
- **위험 지역 진입 최소화**로 경찰·피해자·가족의 안전 확보
- 실종자 탐색 속도 향상(**초동 대응 시간 대폭 단축**)
- 군중·어두운 골목 등 복잡 환경에서도 **시야 이탈 없이 추적**
- 드론이 분석한 위치·속도·상태 정보를 함께 제공하여 **안전 판단과 대응 의사결정을 고도화**

## 5. 세부내용

#### ○ 5-1. 서비스 개요

드론이 촬영하는 실시간 영상에서 사람·차량 등 객체를 자동 인식하고, 사용자(경찰관 · 보호자 · 관제요원 등)가 스마트폰 또는 관제 화면에서 **추적할 대상을 지정하면**, 드론이 스스로 비행하며 대상을 **실시간 추적·분석**한다.

##### 1. 실시간 객체 감지 & 인물 추적

- YOLO 기반 사람/차량 탐지
- ReID 기반 동일 인물 재식별
- BoTSORT 기반 안정 추적

## 2. 시야 이탈·가림 상황에서 자동 재탐색

- 자체 개발 Tracker로 군중 속, 모퉁이 뒤, 일시적 가림도 다시 찾아냄

## 3. 추적 정보 실시간 분석

- 거리
- 속력
- 이동 경로
- 추적 신뢰도
- 주변 환경·위험 요인

## 4. 안전한 비전 기반 드론 제어

- 장애물 회피
- 거리 유지
- 영상 소실 시 **fail-safe hovering**
- GPS 없이도 실내에서 안정 비행 가능

## 5. 실시간 공유

- 드론 → 라즈베리파이 → 경찰·보호자 앱으로 빠른 실시간 영상·좌표 공유

AI 드론 서비스가 보급된다면 아동 등하교 동행, 1인 귀가 보호, 스토킹 피해자 보호 지원과 같은 **가정·생활 안전**부터, 실종자(아동, 치매 어르신) 탐색, 위험 지역(골목·고층·야간) 정찰, 응급 상황 초기 파악과 같은 **공공 안전**, 도주자 추적, 군중 속 특정 인물 분리, 경찰 고위험 임무 보조와 같은 **치안 보조**까지 폭넓게 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

### ○ 5-2. 기술적 차별성

#### 1. 임베딩 기반 재식별(ReID)의 개인정보 보호 설계

본 시스템은 사람의 얼굴·신체 이미지를 저장하지 않으며, 대상 식별은 RepVGG 기반 ReID 모델이 생성한 **비가역적 Embedding** 벡터로 이루어진다.

- 원본 이미지 → **512D** 추상 벡터로 변환
- 역재현 불가(비가역적 연산)

- 외부 DB와 교차 매칭 불가(모델 내부 공간에서만 의미 존재)

임베딩은 경찰관·보호자가 지정한 단일 대상에만 생성되며, 임무 종료 즉시 자동 삭제되어 개인정보보호법의 최소 수집/최소 보관 원칙을 충족한다. 즉, “영상 저장 없는 추적”이 가능하며 초상권을 침해하지 않는 안전 설계가 핵심 경쟁력이다.

## 2. 자체 개발 LongTerm-BoTSORT + ThiefTracker (장기 추적 알고리즘)

본 시스템은 일반 BoTSORT를 그대로 사용하지 않고, 장기 추적·시야 이탈·군중 재탐색에 특화된 자체 구조를 갖추고 있다.

- YOLO → Crop → ReID embedding
- 갤러리에서 target embedding들과 실시간 cosine-distance 비교
- LongTerm-BoTSORT가 장기 ID 갱신 & 재탐색 수행
- ThiefTracker가 안정적인 유지력으로 대상 추적 수행

ReID는 프레임 밖으로 벗어난 동일인을 다시 찾는 거의 유일한 기술이기에 군중 밀집 환경에서 강점을 보이며, 특히 시야 가림·모퉁이 뒤로 이동·프레임 드롭 등에서 강한 복원력을 가진다.

## 3. 초저전력 실시간 추론 구조 (Hailo10H + HEF + GStreamer)

본 시스템은 일반 ONNX/PyTorch 추론이 아닌 Hailo10H NPU용 HEF 모델 + hailonet/hailofilter 파이프라인을 사용한다.

- 15FPS 실시간 추론
- GStreamer 기반 비동기 파이프라인
- NPU에서 Detection + ReID + Depth 모두 동시 실행
- 라즈베리파이에서도 **안정적인 전력** 소비

HailoRun 엔진을 통해 프레임당 객체 검출, 깊이 추정까지 **단일 사이클**로 처리한다.

## 4. 실시간 드론 제어 알고리즘 (Tracking RC Control Loop)

`tello_web_server.py`에는 실제 제어 알고리즘이 구현되어 있다.

- 추적 스레드 분리(`tracking_thread()`)
- 프레임 중심 대비 target 중심의 오차 계산
- 오차 기반 PID-like 제어
- RC 모드로 yaw / forward-back / up-down 제어

- bounding box 면적 비율로 거리 유지
- target lost 시 fail-safe 경고 + 정지

이로써 “비전 기반 자동 추적 비행”이 가능하며, GPS 없는 실내 환경에서도 매우 안정적이다.

### ○ 5-3. 적용 기술 구조

#### 1. 비전 AI 알고리즘

- a. YOLO 기반 객체 검출
- b. ReID 기반 인물 재식별
- c. BoT-SORT + 자체 ThiefTracker 장기 추적
- d. Depth Estimation 기반 거리 계산

#### 2. 임베디드 최적화 기술

- a. Hailo10H NPU 실시간 추론
- b. GStreamer + hailonet + hailofilter

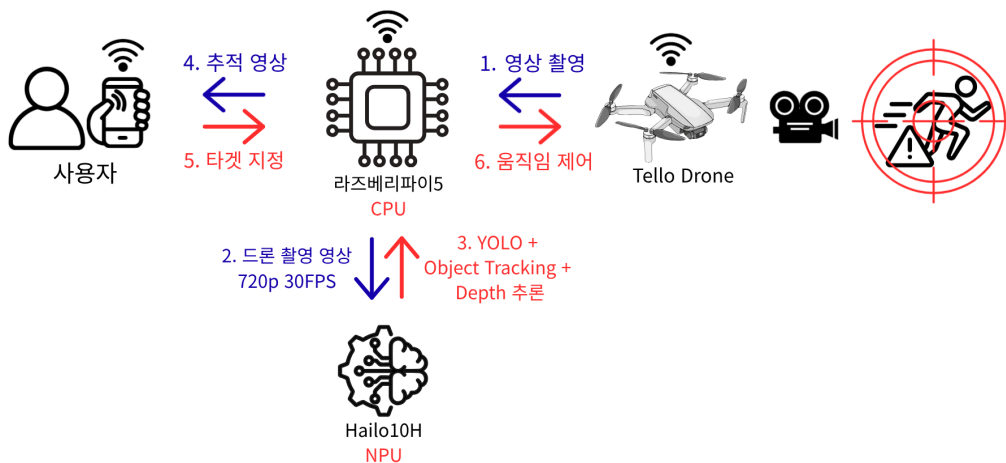
#### 3. 드론 자동 제어 기술

- a. 비전 기반 추적(PID-like control)
- b. 장애물 회피 / 안전 제어

#### 4. 네트워크 통신 구조

- a. WebSocket(SocketIO) 기반 저지연 전송
- b. 드론 → 라즈베리파이 → 모바일 UI
- c. 실시간 감지/추적 정보 JSON 전송
- d. 프레임은 MJPEG 스트리밍

### ○ 5-4. 서비스 운영 흐름



#### 1. 드론 이륙

- `/send_command{takeoff}` 호출 → RC stabilization

#### 2. 실시간 영상 스트림 전송 시작

- Tello → UDP 11111 → NPU 추론
- `video_stream_thread()`에서 프레임을 지속 획득

#### 3. AI 모델이 객체·깊이 자동 탐지

- `HailoRun.run()`으로 detection → embedding + depth 생성
- Web UI에 `detections_update` 이벤트 전송

#### 4. 사용자가 스마트폰(관제센터)에서 대상 선택

- Web UI에서 `identity_id` 클릭 → `/set_target`
- `target bbox/identity_id` 저장

#### 5. 드론 자동 비행으로 대상 추적 시작

- 위치·거리·속력·추적 신뢰도 등의 정보 실시간 표시
- `start_tracking()` 호출
- `tracking_thread()`에서 오차 계산 후 RC 제어

#### 6. 가림·시야 이탈 등 이상 상황 발생 시 즉시 알림 및 대상 재탐색

- `detections` 중 `gallery`와 `cosine match` 평가
- ThiefTracker가 동일인 재발견 시 추적 재개

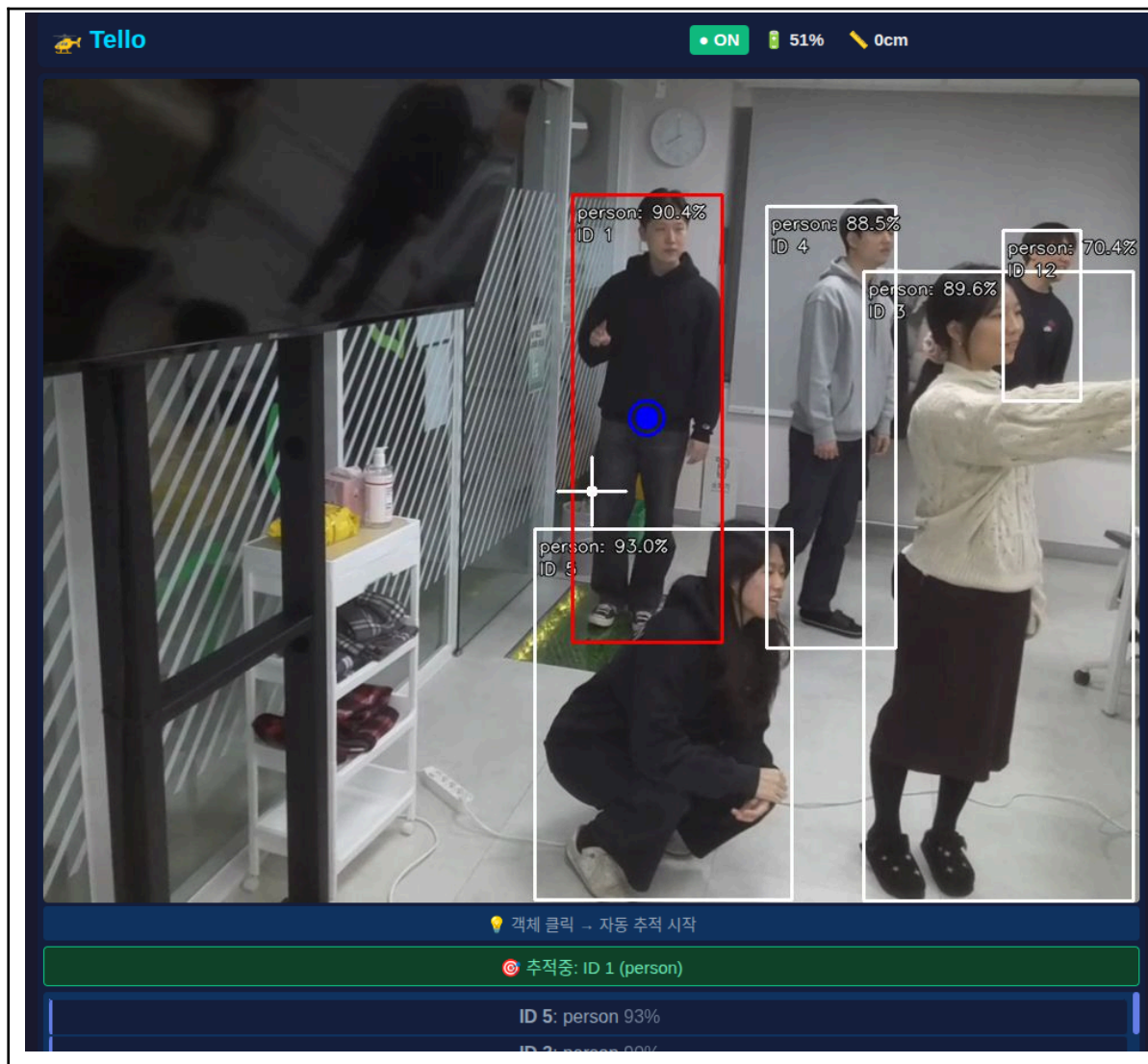


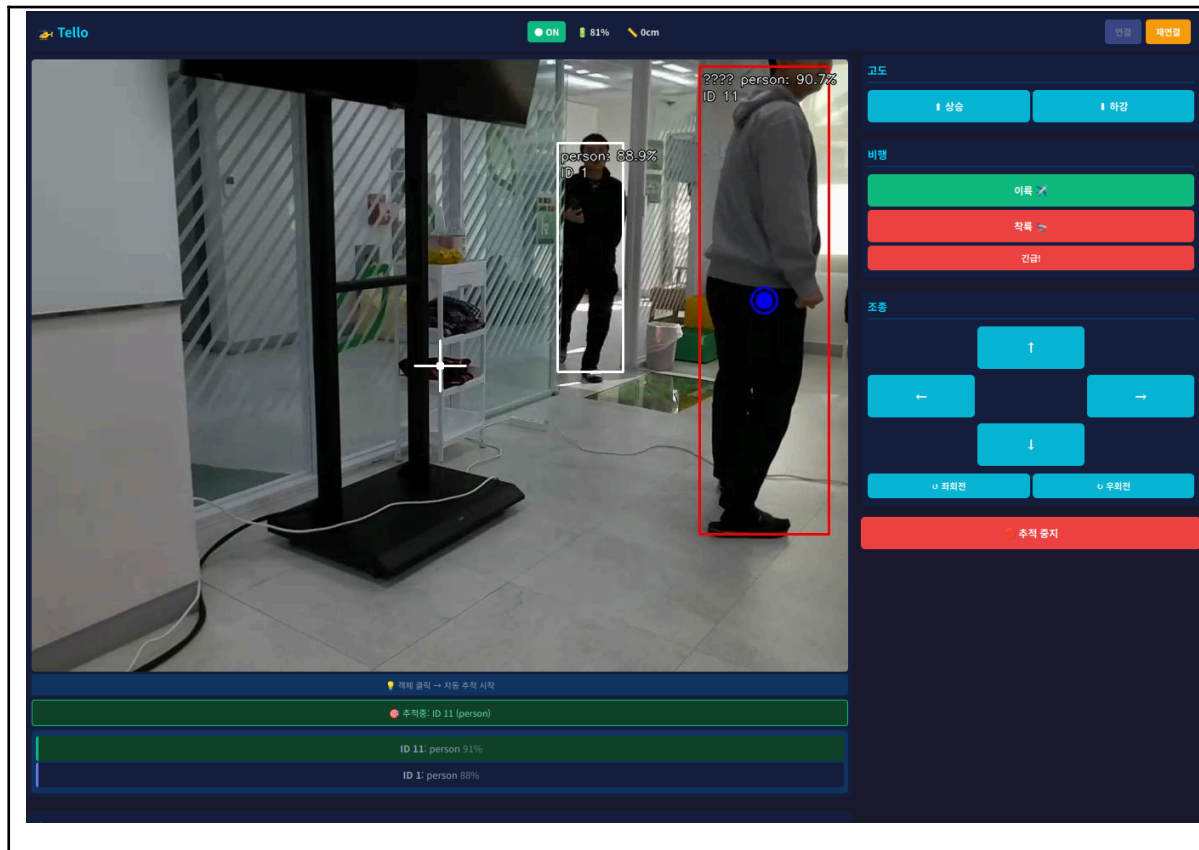
7. 실시간 영상을 관제센터와 즉시 공유 → 현장/본부 동시 상황 인지

○ 5-5. 윤리·프라이버시·안전 설계

- 자동 식별 금지: 경찰관이 수동으로 직접 지정한 대상만 추적
- 임베딩 기반 비가역적 식별
- AES 기반 영상 암호화, 임무 종료 시 로컬 삭제
- 관제 서버 인증(Authorized Device Only)
- 비행 반경·고도 제한(실내 데모 1.5~2m)
- 사람 머리 위 비행 금지, 자동 충돌 방지
- 스트림 손실 시 **Fail-safe Hovering Mode** 전환
- 비행 로그는 위변조 방지 저장 방식 채택

○ 5-6. 서비스의 예상 UI/UX 이미지 시각화





## 6. 기대효과

### 1. 국가·도시 안전 인프라의 혁신적인 전환

- a. 기존 치안·감시 체계가 인력 중심에서 AI·로보틱스 기반의 스마트 공공안전 인프라로 전환되는 계기가 된다. 카메라 설치 중심의 정적 감시에서 벗어나 기동성이 높은 공중 감시 체계가 더해지며, 도시 전체의 안전망이 한 단계 업그레이드된다.
- b. “공중 AI 감시가 존재한다”는 사실만으로도 스토킹·폭행·도주 등 기회범죄의 억제 효과가 발생한다. 특히 주거 밀집지역·골목길 등 CCTV 사각지대에서 강력한 범죄 예방 효과를 기대할 수 있다.

### 2. 치안 인력 구조의 효율화 및 업무 경감

- a. 경찰 1인이 동시에 수행하기 어려운 넓은 시야 확보, 도주자 추적, 실종자 탐색, 고위험 지역 확인 등을 드론이 자동화함으로써, 경찰 인력이 고난도 판단·대응 업무에 집중할 수 있다.

b. 이는 장기적으로 치안 인력 부족 문제의 구조적 완화로 이어진다.

### 3. 국가적 재난·실종 대응력 향상

a. 재난·실종 사건의 핵심은 “골든타임 확보”다. AI 드론은 고층·산악·해안 등 접근이 어려운 지역도 빠르게 탐색할 수 있어 초기 탐색 속도를 획기적으로 단축한다.

b. 이는 재난 대응 체계의 실질적 현대화, 지역 격차 없는 균등한 공공 안전 서비스 제공에 기여한다.

### 4. 군중 밀집·축제·집회·도심 행사 안전 강화

a. 대형 인명사고는 “현장의 실제 혼잡 흐름을 실시간으로 파악하지 못한 것”이 핵심 원인 중 하나다. AI 드론은 상공에서 군중 밀도 변화를 감지하고, 특정 위협 인물의 이동을 추적함으로써 대형 참사 예방 기술로서 기능한다.

b. 이는 국가 재난안전 시스템의 현대화에 직접 기여한다.

### 5. 미래형 ESG·사회적 가치 창출

a. 본 서비스는 얼굴을 저장하지 않고, 비가역적 ReID 임베딩만 저장하기 때문에 “AI 감시 = 사생활 침해”라는 기존 인식을 혁신적으로 전환한다. 이는 개인정보 보호법 준수, 시민 신뢰 확보, 책임 있는 AI 치안 기술 모델 제시라는 측면에서 국가 차원의 모범 사례가 된다.

b. AI 드론 기반 안전 서비스는 단순한 기술 도입이 아니라, “모든 시민이 안전한 도시 환경에 접근할 권리”를 보장하는 사회적 가치 실현 기술이다. 이는 자치단체 및 공공기관의 ESG 정책(사회·환경 안전)과도 자연스럽게 연계된다.