



# 카페 좌석 모니터링 AI 시스템

# Smart Cafe Seat

CCTV 영상을 통한 좌석 이용 현황 및 혼잡도 분석

팀원 : 박순찬외 2명

[멘토] 이원재 강사님

# 목차

## 01 프로젝트 개요

- 프로젝트 주제
- 선정배경
- 프로젝트 목표
- 프로젝트 기대효과

## 02 프로젝트 구성

- 활용 장비 및 재료
- 프로젝트 팀 구성 및 계획
- 역할, 일정계획

## 03 모델 구현 및 진행과정

- 모델 구현 시각
- 모델 설정
- 모델 준비 및 학습
- 모델 시연영상

## 04 향후 활용방안

- 활용방안

# 01

---

프로젝트 개요

# 프로젝트 주제

Yolov8을 활용한  
커피숍 좌석 탐지 시스템

“CCTV 영상을 기반으로  
YOLOv8·OpenCV를 활용해  
카페 내 좌석 점유 및 혼잡도를  
실시간 판단하는 AI 모델”



목표 :

고객이 실시간으로 혼잡도를 확인할 수 있도록 하는 것과 커피숍의 회전율 향상, 운영 효율 증대

# 프로젝트 선정 배경 [고객관점]



고객 관점

## 카페에 가야만 알 수 있는 좌석 여부

- 방문 전 좌석 현황을 알 수 없음
- 불필요한 이동과 대기 반복
- 혼잡한 시간대, 여러 매장을 돌아다니며 빈자리 탐색



# 프로젝트 선정 배경 [운영자 관점]



매장 관점

## 회전율 저하 및 운영 효율 문제

- 장시간 체류 고객으로 인한 매장 회전율 저하
- 좌석 점유 데이터 관리 부재로 공간 활용 최적화 어려움

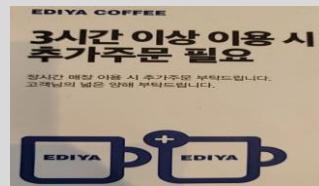


[연합뉴스TV 자료 첨부]

최근 한 스타벅스 매장에서 '카공족'(카페에서 공부하는 사람들)에 대한 특단의 조치를 내려 연일 화제가 되고 있습니다.

유동인구가 많은 한 지점이, 30분 이상 좌석을 비우면 직원이 자리를 정리할 수 있고 물품은 매장 내 분실률 보관함에 보관된다고 안내한 건데요.

일부 점포의 움직임이긴 하지만, 이른바 '카공의 성지'로 꼽히는 스타벅스가 오죽하면 이런 결정을 내렸겠냐며 "모든 매장이 시행했으면 좋겠다", "솔직히 30분도 길다"는 반응을 내놓고 있습니다.



[jtbc 뉴스자료 첨부]

"카페 이용 시간을 제한하지 않으면 아메리카노 한 잔 시키고 7~8시간 앉아있는 분들도 계세요. 중간에 식사하고 다시 오는데 추가 주문은 안 하더라고요."

1년여 전부터 카페 이용 시간을 2시간으로 제한한 한 카페 사장의 말입니다.

테이블 5개 정도로 작은 규모의 카페인데, 긴 시간 이용하는 손님들 때문에 다른 손님들이 발길을 돌리자 결국 이용 시간에 제한을 뒀습니다.

최근 한 프랜차이즈 카페에서도 3시간 이용 시 추가 주문을 해 달라는 안내문을 내걸어 논란이 일기도 했습니다.

# 프로젝트 선정 배경 [직원 관점]



직원 관점

## 불필요한 노동과 불편한 상황 발생



- 이용 시간(2시간 제한) 확인을 위해 영수증 직접 검수 필요  
→ 업무 비효율
- 대면 확인 과정에서 응대 불편 및 서비스 품질 저하 발생
- 자동화된 좌석 관리 시스템을 통한 업무 효율화 필요

# 프로젝트 목표

## ◆ CCTV 영상만으로 실시간 좌석 점유율 계산

추가 센서 없이 영상 정보만으로 좌석 점유 상태를 판단하여 매장 전체의 실시간 좌석 점유율 및 혼잡도 산출 가능

## ◆ YOLOv8 객체인식으로 테이블·의자·사람 탐지

객체 탐지 모델 YOLOv8을 활용하여 카페 CCTV 영상에서 테이블, 의자, 사람, 컵, 노트북 등 주요 객체를 탐지

## ◆ Flask 웹 대시보드로 혼잡도 시각화

판단된 좌석 상태 데이터를 Flask 웹 서버와 연동하여 실시간 혼잡도(여유·보통·혼잡)를 한눈에 볼 수 있는 대시보드 구현



# 프로젝트 기대효과

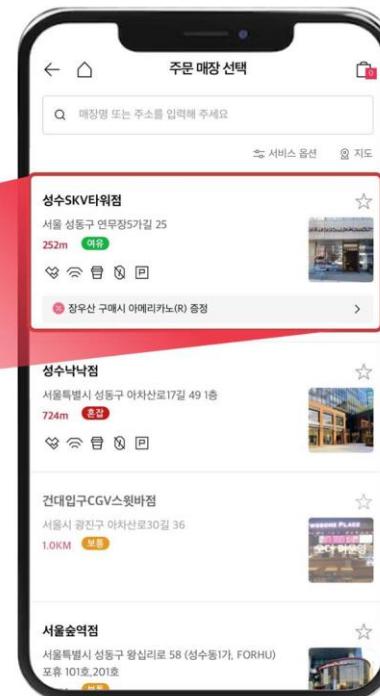
## 고객 측 기대효과

전용 어플을 통해 매장 혼잡도를 ‘여유·보통·혼잡’ 단계로 실시간 확인 가능

- => 불필요한 대기 및 이동을 최소화
- => 혼잡한 시간대를 피한 효율적 방문



카페 관리자용



고객용 (앱 연동)

# 프로젝트 기대효과

## 매장 측 기대효과

자동으로 기록되는 좌석 점유 시간을 통해  
오래 머무는 고객 효율적 관리 가능

- => 매장 운영 효율 & 회전율을 상승
- => 좌석별 점유시간을 분석하여 효율적인 공간 배치

## 직원 측 기대효과

영수증 및 결제 시간을 확인할 필요없이 고객의 좌석 이용시간  
파악 가능

- => 업무 부담이 감소, 서비스 품질 향상



# 02

---

## 프로젝트 구성

# 프로젝트 나의 역할

1. 서비스 기획 및 요구 분석	소비자와 점주의 문제(빈자리 탐색 불편, 운영 효율 부족)를 분석하여 프로젝트 목적을 정의하고 전체 서비스 흐름을 기획했습니다.
2. 전체 시스템 설계	객체 인식부터 좌석 판단·로그 저장·실시간 시각화까지 이어지는 파이프라인을 설계하고 시스템 구성 요소 간 흐름을 구조화했습니다.
3. 데이터 수집 및 라벨링	카페 환경 영상을 직접 촬영하고 테이블·의자·사람을 YOLO 포맷으로 라벨링하여 커스텀 데이터셋을 구축했습니다.
4. YOLOv8 모델 학습 및 튜닝	커스텀 데이터 기반으로 YOLOv8을 학습시키고 하iper파라미터 조정으로 탐지 정확도를 개선했습니다.
5. 좌석 점유 판단 알고리즘 개발	사람과 의자·테이블의 상대 위치를 분석해 좌석 여부를 판단하고 좌석 수·빈자리·혼잡도를 자동 계산하는 로직을 구현했습니다.
6. CSV 자동 로그 기록 시스템 구축	날짜별 CSV 파일에 시간 단위로 좌석 상태를 자동 저장하는 구조를 만들고 분석에 적합한 데이터 형식을 설계했습니다.
7. Flask 기반 실시간 웹 대시보드 구현	좌석 현황·혼잡도·업데이트 시간을 시각화하는 대시보드를 개발하고 CSV 기반 자동 갱신 기능을 추가했습니다.
8. 최종 통합 및 실제 테스트	모델·알고리즘·데이터 저장·대시보드를 통합하고 실제 카페 영상으로 정확도·안정성을 검증하며 개선 사항을 반영했습니다.

# 프로젝트 일정계획



총 개발 기간

9/29(월) ~ 10/28(화) (총 5주)

# 활용 장비 및 재료



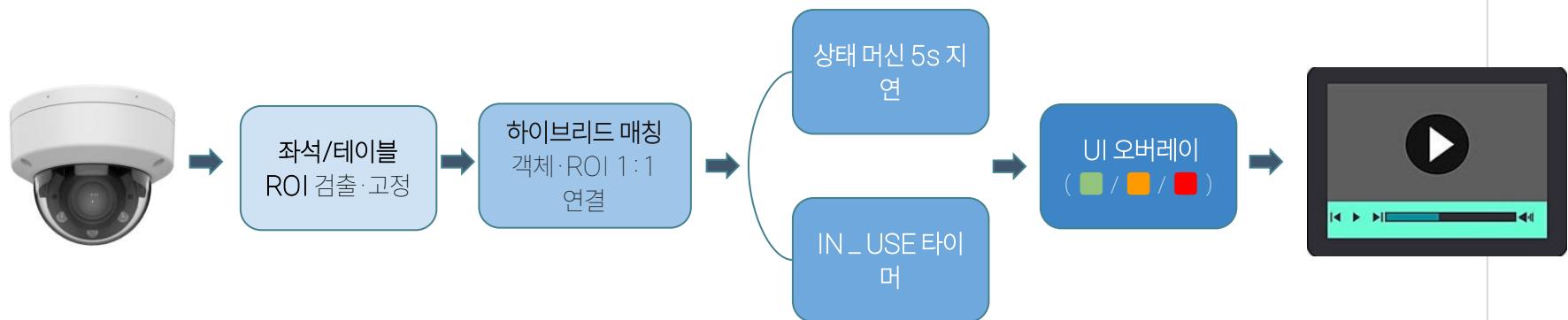
# 03

---

모델 구현 및  
진행과정

# 모델 프로세스 플로우

- ▶ CCTV 영상으로 좌석 점유를 실시간 분석·시각화하는 AI 파이프라인



# 모델 좌석 설정

- ▶ 다양한 카페 구조에서 적합한 좌석 설정은 어떻게 해야 할까?



낮은 책상



롱테이블



소파 형식의  
일체형 의자

# 모델 좌석 설정

롱테이블 1개, 의자 4개



테이블 1개, 의자 4개



“두 경우 모두 하나의  
좌석으로 봐야하는가?”

# 모델 좌석 설정



공테이블은 의자를 기준으로  
하나의 좌석으로 설정 “의자 ROI”

# 기존 모델 준비 및 학습과정

## ▶ 롱테이블 학습



-long table 이미지 약 450개로 학습

-증강기법:

HSV / 밝기·채도 변화

Random perspective

Mosaic / MixUp

Blur / Noise 추가

Scale / Crop 조정

### 강제 롱테이블 방식

- 전이학습된 LONG 모델의 검출 결과를 그대로 사용
- 모델이 인식한 박스는 모두 롱테이블로 처리



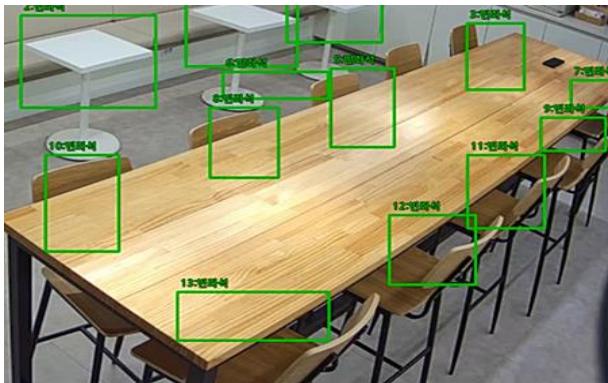
### 후리스틱 롱테이블 방식

- COCO 모델의 '테이블' 박스를 기반으로 규칙을 적용
- 아래 3가지 조건을 모두 만족하면 롱테이블로 판단
  - ① 길이 비율: 긴 변 / 짧은 변  $\geq 2.0$
  - ② 크기 조건: 긴 변 길이  $\geq 360\text{px}$
  - ③ 의자 근접도: 반경 220px 이내 또는 IOU>0인 의자  $\geq 3개$

# 기존 모델 학습 결과 및 문제점

## ▶ 롱테이블 학습

전이학습 LONG\_MODEL의 일반화 한계



✓ 조명·각도 제한된 데이터 학습

→ 강한 조명·반사 환경에서 ROI 분절·불균형 발생

✓ 카페별 구조·배치 편차 미학습

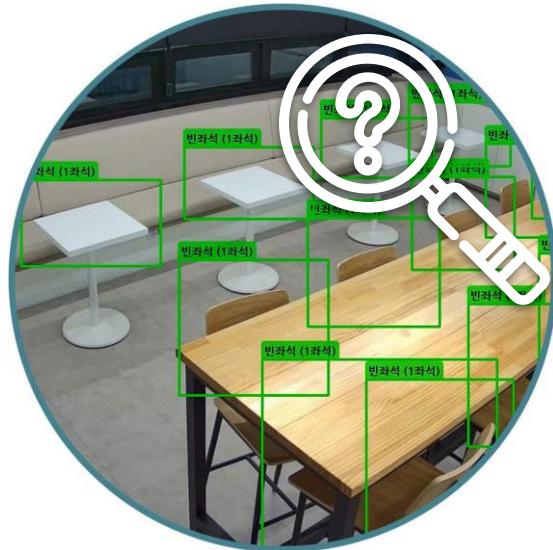
→ 환경 변화 시 탐지 불안정, ROI 누락 발생

✓ 특정 환경 중심 모델

→ 다양한 카페 적용성 저하, 일반화 성능 ↓

# 1. 새로운 모델 재정의

좌석 ROI 탐지용 A. 모델  
[커스텀 모델]



Only 객체 탐지용 B.모델  
[기본 yolov8 모델]



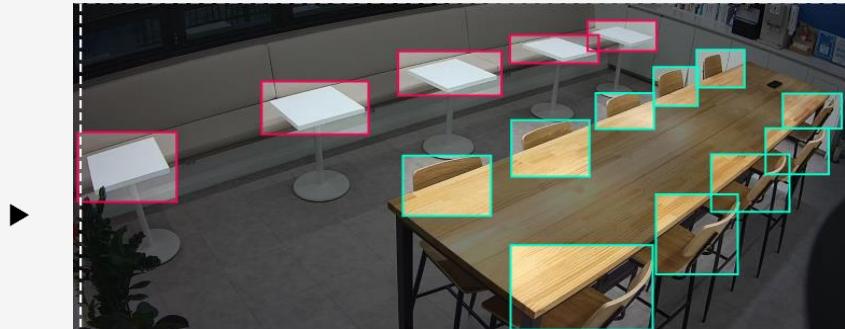
# 1-1) A 모델 학습 과정(1)

## A 모델 학습데이터 라벨링 과정

과정1. 원하는 특정 카페(장소)의 고정된 각도, 위치로 촬영한 cctv 영상에서 첫 프레임 이미지 추출

과정2. Roboflow 활용해 기존 coco 데이터셋 별개 {new\_chair, new\_table} 클래스 지정 후 라벨링

과정3. 데이터 set은 train과 val 둘다 같은 이미지로 지정 (일관된 각도, 위치의 좌석정보 완벽 암기)



## 1-2) A 모델 학습 과정(2)

A 모델 학습 방법



학습모델 : 생성된 데이터 set -> yolov8n 학습

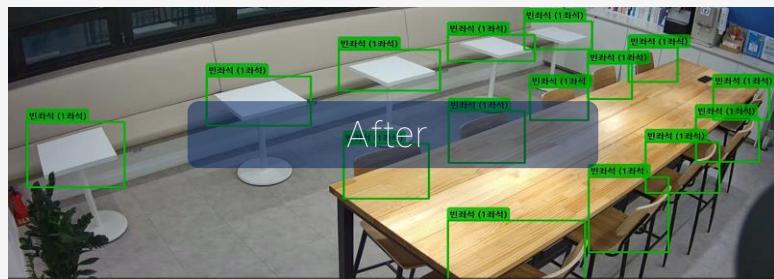
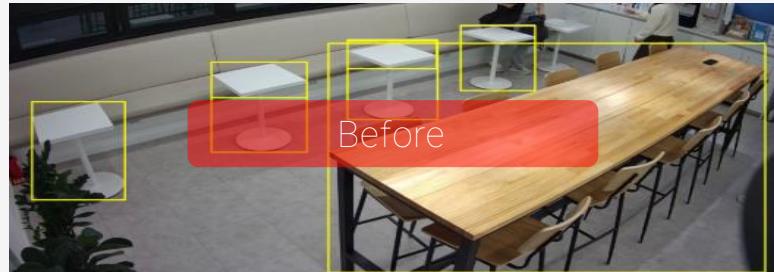
백본 일부 고정(freeze=10) → COCO 특성 유지

Patience : 30 → early stop 과적합 방지

classwise\_nms() : 중복 ROI제거

-> 학습 완료 : best.pt 파일 생성

A 모델 학습 결과 및 추론 방법



추론 방법 : best.pt -> A모델로 일정 프레임 동안 ROI 탐지 -> classwise\_nms()로 중복 ROI제거 → 최종 좌석/테이블 고정 ROI 확보

# 1-3) B 모델 준비(객체 인식용 yolov8s 모델)

## B 모델 학습 전략 및 추정방법

```
COCO_WEIGHTS = "yolov8s.pt"  
OCC_CONF      = 0.28  
OCC_IOU       = 0.5  
OCCUPANT_CLASSES = {'person', 'laptop', 'cup', 'backpack', 'cell phone'}
```

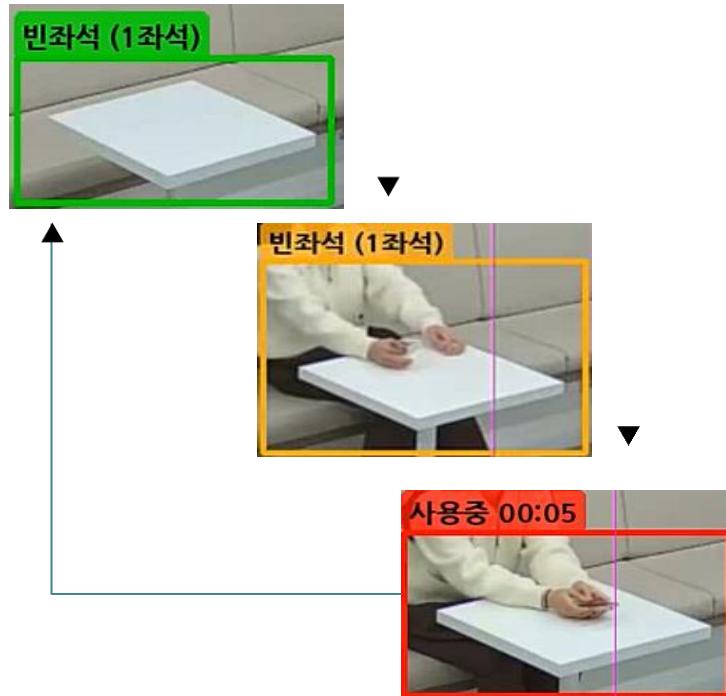
### 추론 방법 :

기존 Chair, long-table, dining-table 삭제 후 Only 객체만 탐색  
{'person', 'laptop', 'cup', 'backpack', 'cell phone'} 검출 후  
신뢰도/클래스 필터링해 박스 목록 구성



## 2-1) 적용 알고리즘 ① - 상태머신 (State Machine)

상태: VACANT(빈좌석) → PENDING(대기중 5s) → IN\_USE(사용중)



빈좌석 → 대기상태(노란색)	사람이 잠깐 스쳐지나가는 상태와 실제 좌석 점유 상태를 구분 단계
대기상태(5s ↑) → 사용중	연속 감지 5초 이상
사용중(벗어남 5s ↑) → 빈좌석	연속 '미감지' 5초 시
사용중상태 지속 시	점유 시간 타이머 누적

2025-10-27T15:02:17, 1459, 12, IN\_USE, 5.0  
2025-10-27T15:02:17, 1459, 13, IN\_USE, 18.1

## 2-2) 적용 알고리즘 ② - 그리드 매칭

한 프레임 내에서 좌석 ROI(테이블/의자) 와 객체(사람, 노트북, 컵 등) 를 1:1로 연결

ROI-객체 쌍의 겹침 점수(Hybrid score) 계산 후, 가장 높은 점수 부터 순서대로 매칭

Before



After



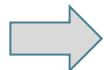
방식	ROI- 객체 모든 조합의 겹침 점수 계산 (높은 순으로 매칭 확정)
점수식	$ROI\_frac(ROI \text{ 면적 대비 교차 비율}) + OCC\_frac(\text{객체 면적 대비 교차 비율}) + \text{두 박스 간의 IoU}$
결과	이미 매칭된 ROI, 객체= 재사용 하지 않게 되고 다른 좌석에 영향을 주지 않으

### 3. 개선 결과

#### ▶ 카페 이미지 학습



고정된 카페 CCTV 화면으로  
좌석·테이블 라벨 재구성 + 암기학습



##### ✓ 인식 안정성 향상 ↑

- 각도/조명 바뀌어도 ROI가 고정되어 드리프트 감소
- 구석 좌석·롱테이블 구간에서도 좌석 분리의 일관성 확보

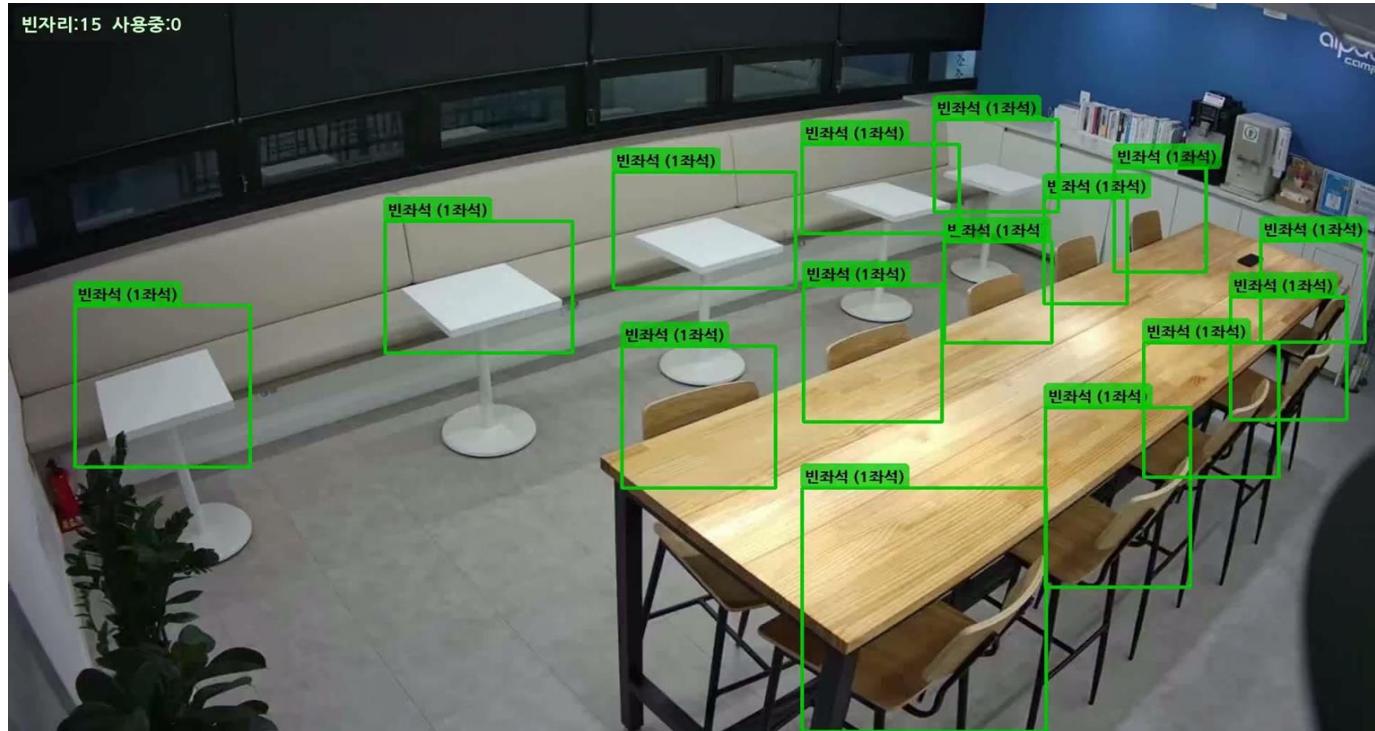
##### ✓ 확장성

- 같은 파이프라인으로 도서관/스터디카페/회의실 등 고정된 CCTV 화면 1~2장으로 유사 환경에 바로 적용 가능

##### ✓ 현장 튜닝 부담 감소 ↓

- 크기, 각도, 조명·인테리어 바뀔 때마다 불안정하게 잡히던 ROI를 수동 ROI 재설정 하던 추가 작업 필요 X

# 시연 영상



# 04

---

활용방안

# 활용 분야

## 도서관 관리형 독서실

- 좌석 점유 모니터링 시스템
- 예약 좌석 자동 취소 연동
- ◆ 무단 자리 점유 방지
- ◆ 이용률 데이터 기반 운영 효율화



## 공공시설 / 휴게공간

- 시청, 구청 민원 대기석, 공항 라운지, 병원 대기실
- ◆ 방문객 혼잡도 완화
- ◆ 실시간 대기 인원 예측



# 마치며..



헛된 발걸음을 아끼는 손님



불필요한 노동력 감소하는 직원



회전율이 올라가는 매장

“AI 좌석 시스템으로 고객은 편리하게, 직원은 효율적으로, 매장은 스마트하게!”  
AI는 일하고, 사람은 웃는다. 카페는 오늘도 평화롭다.

# THANKS!

---

Yolo8 모델을 활용한 카페 빈자리 탐색 프로젝트