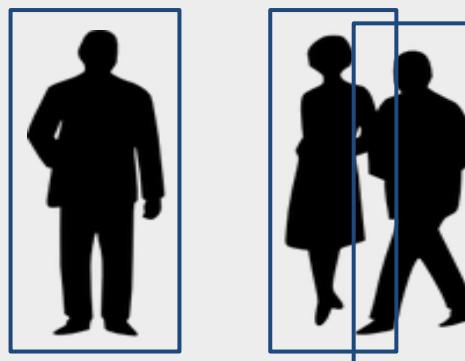
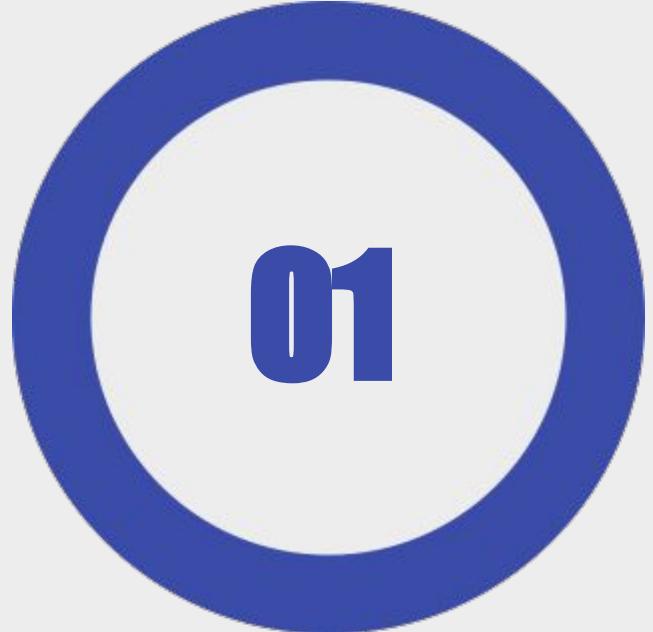


Edge Computing을 이용한 딥러닝 기반 마케팅 타겟 검출 및 분석 시스템



지능기전공학부 **Catch U** 김연우 곽수지 신우정 이채원

CONTENTS



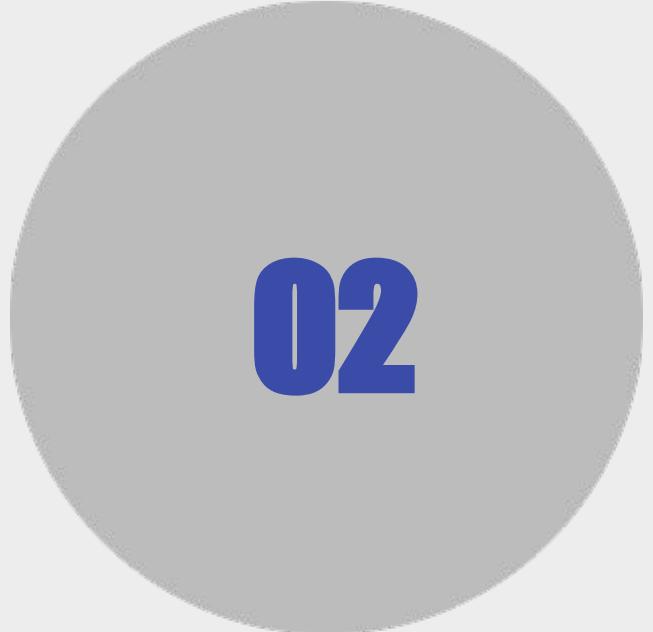
01

개요

Overview

프로젝트 목표

Workflow



02

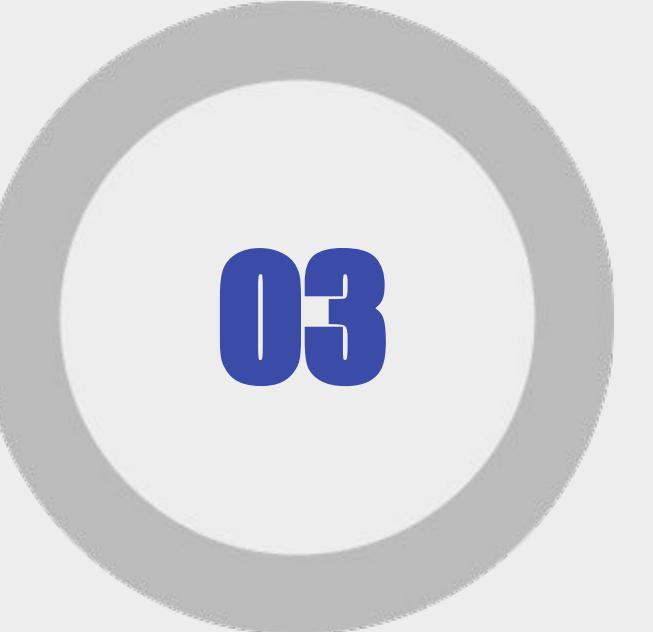
기술 상세

Object Detection

Object Tracking

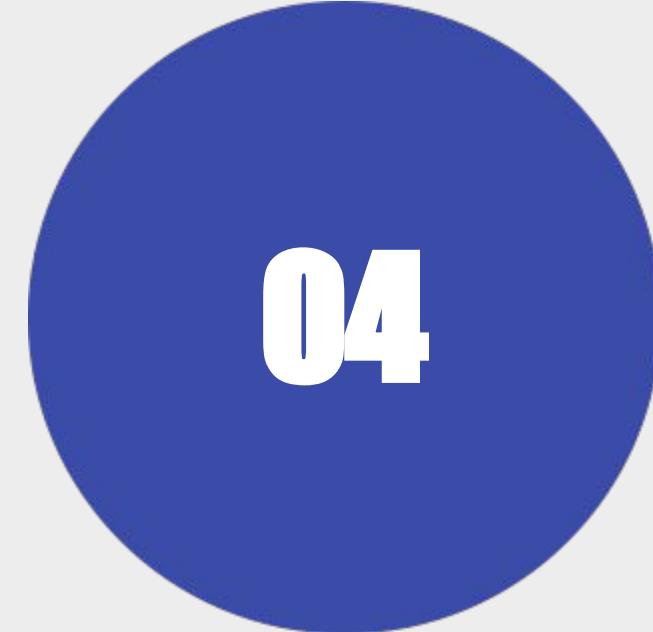
Embedding

Web service



03

시연 영상



04

시장성

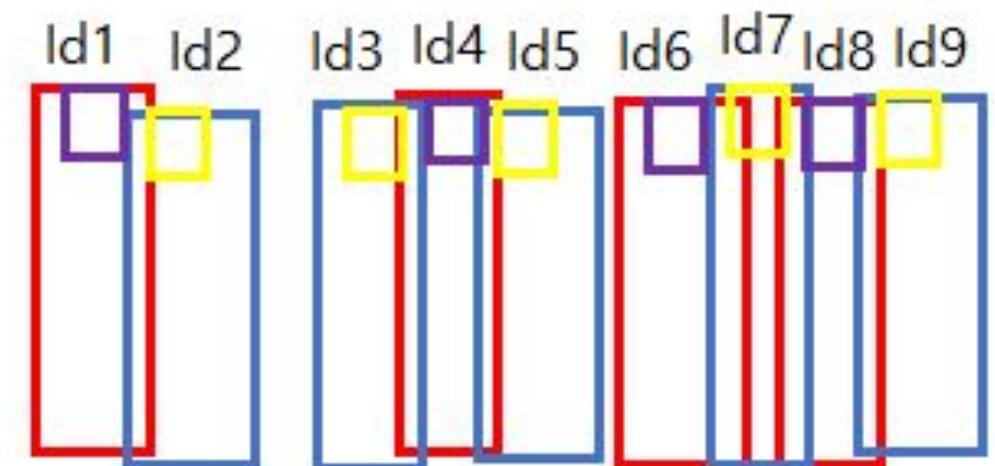
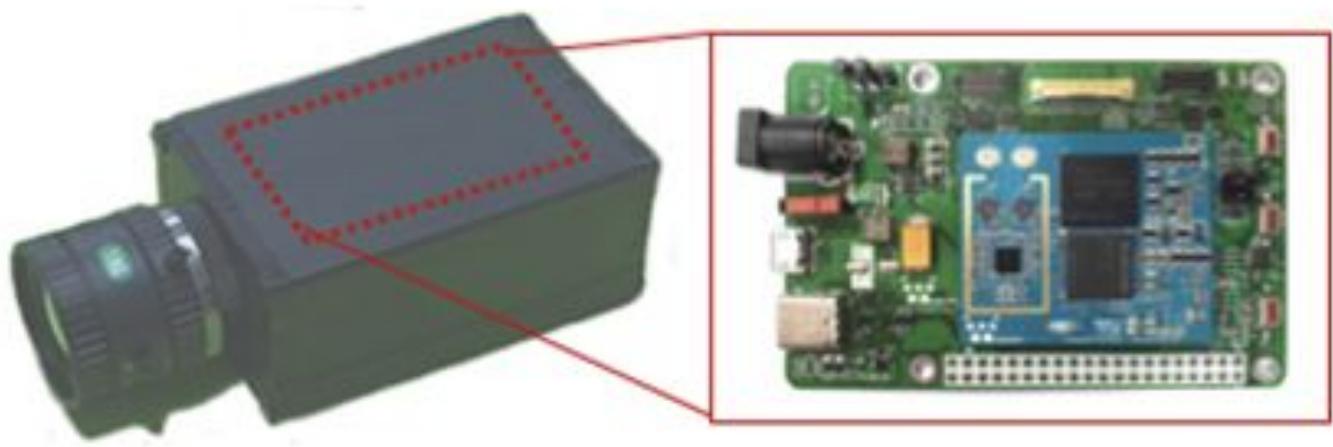
계수 시스템 시장전망

활용방안

01
개요

Overview Workflow

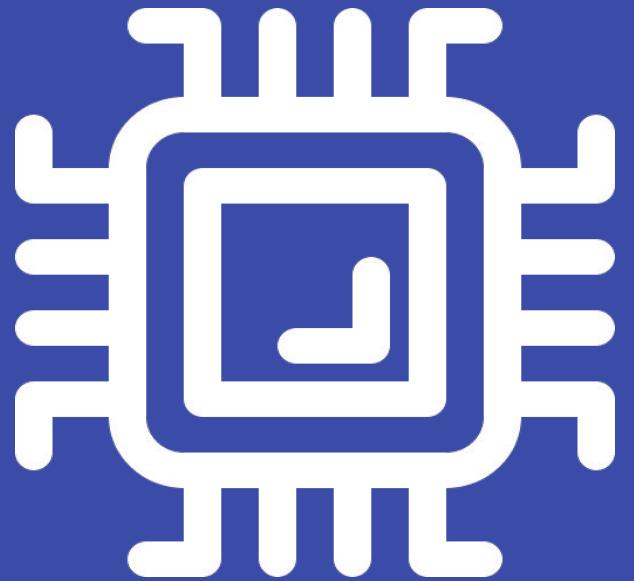
Overview



보행자(남):5
보행자(여):4
광고 응시자(남):3
광고 응시자(여):2

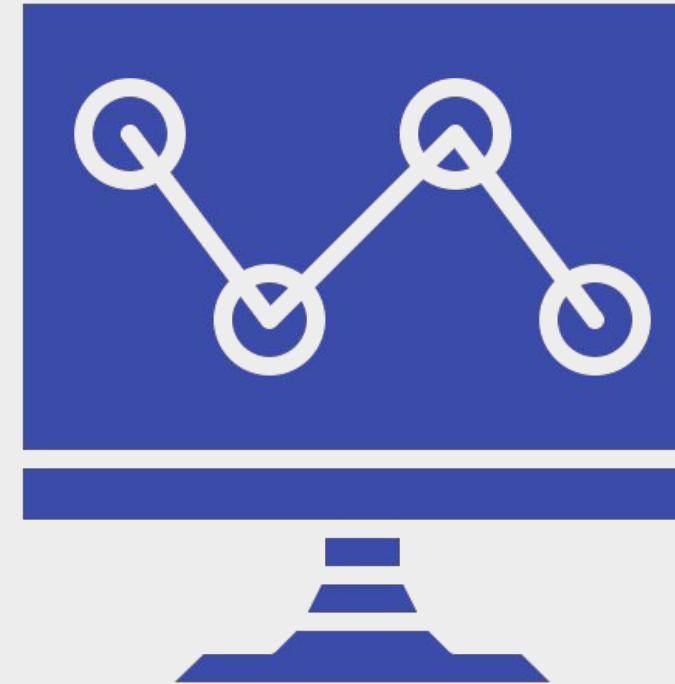


프로젝트 최종목표



영상 기반 딥러닝
검출 시스템을 **경량화**하여
고성능 컴퓨팅 필요 없이
임베디드 기기에서 사용 가능한
모델 제공

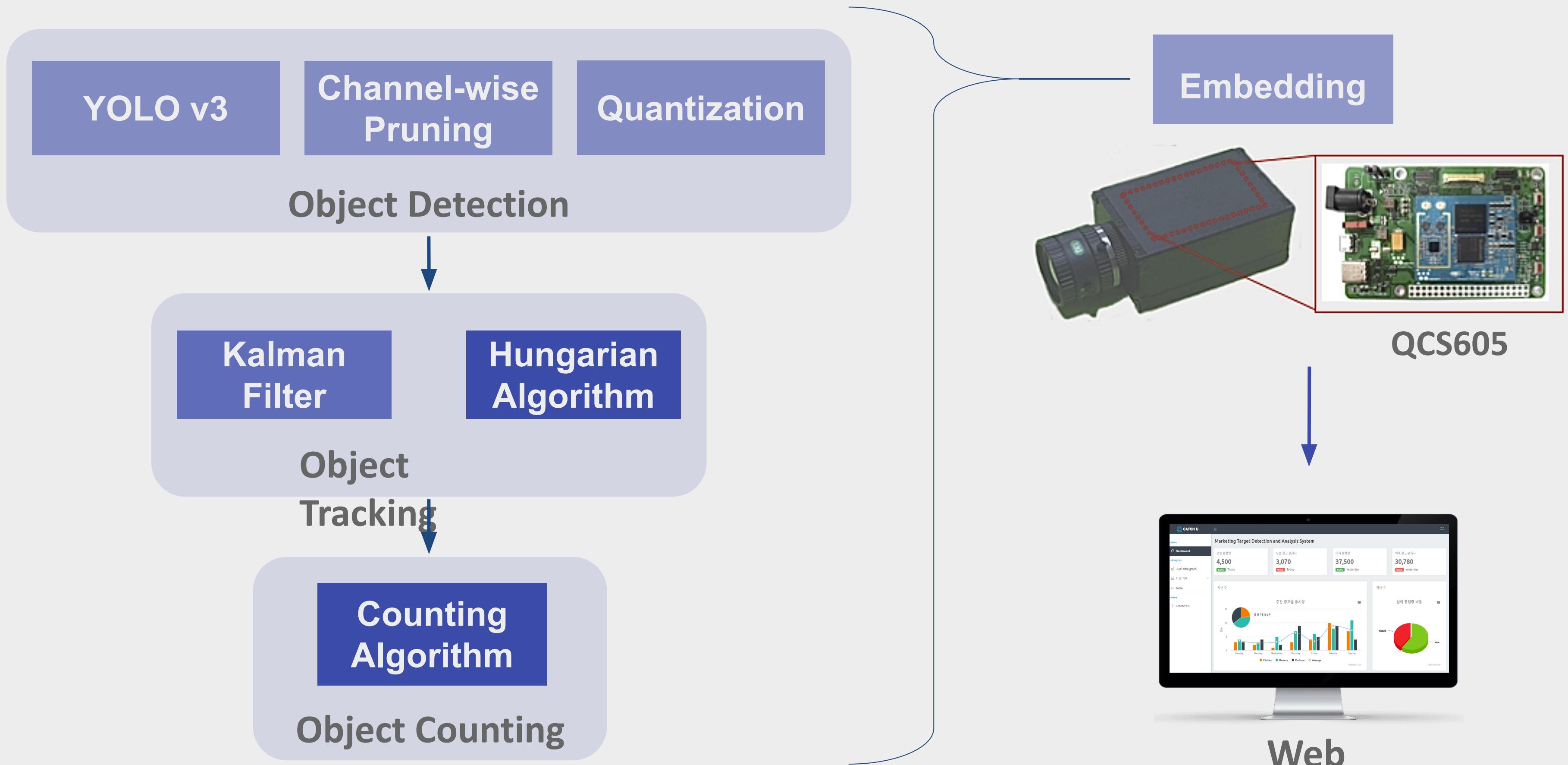
Edge Computing을 위한
모델 경량화



시간별 통행량 및 광고 응시자 비율을
시각적인 자료로 제공하여 **광고 효과** 및
마케팅 기초 자료 제공

시각화 플랫폼

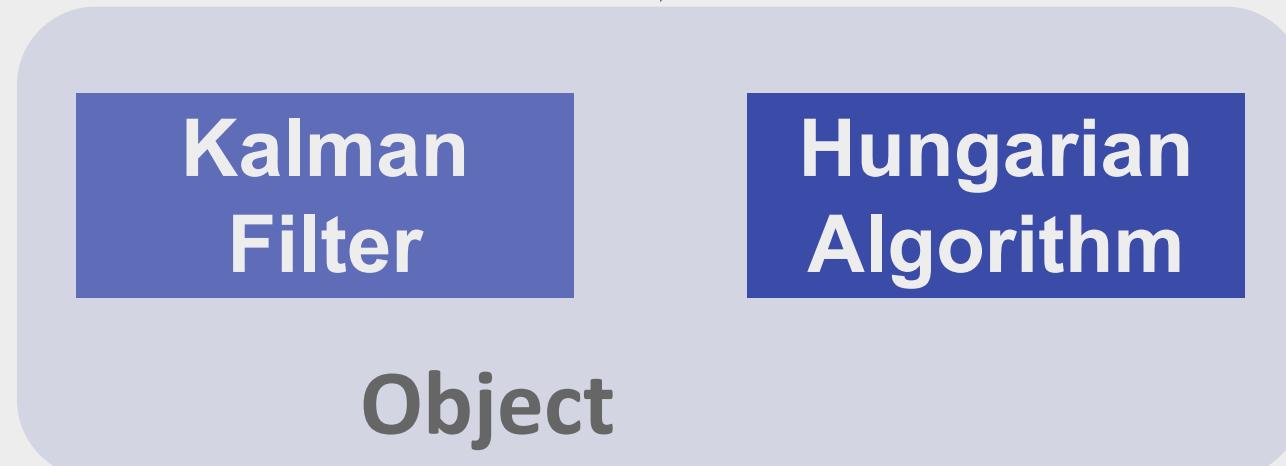
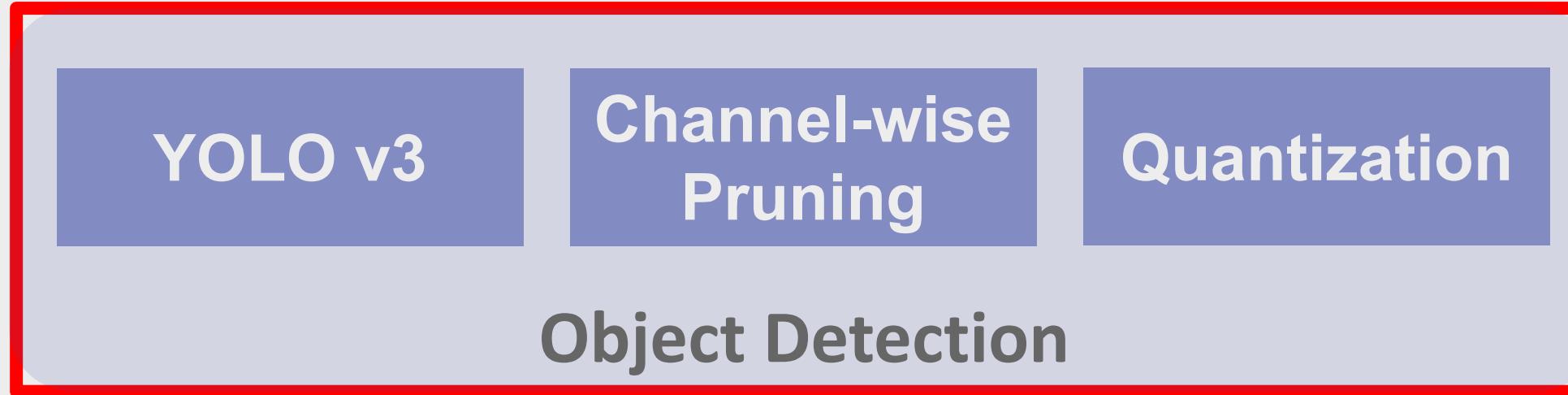
Workflow



02 기술 생태

Object Detection
Object Tracking
Embedding
Web service

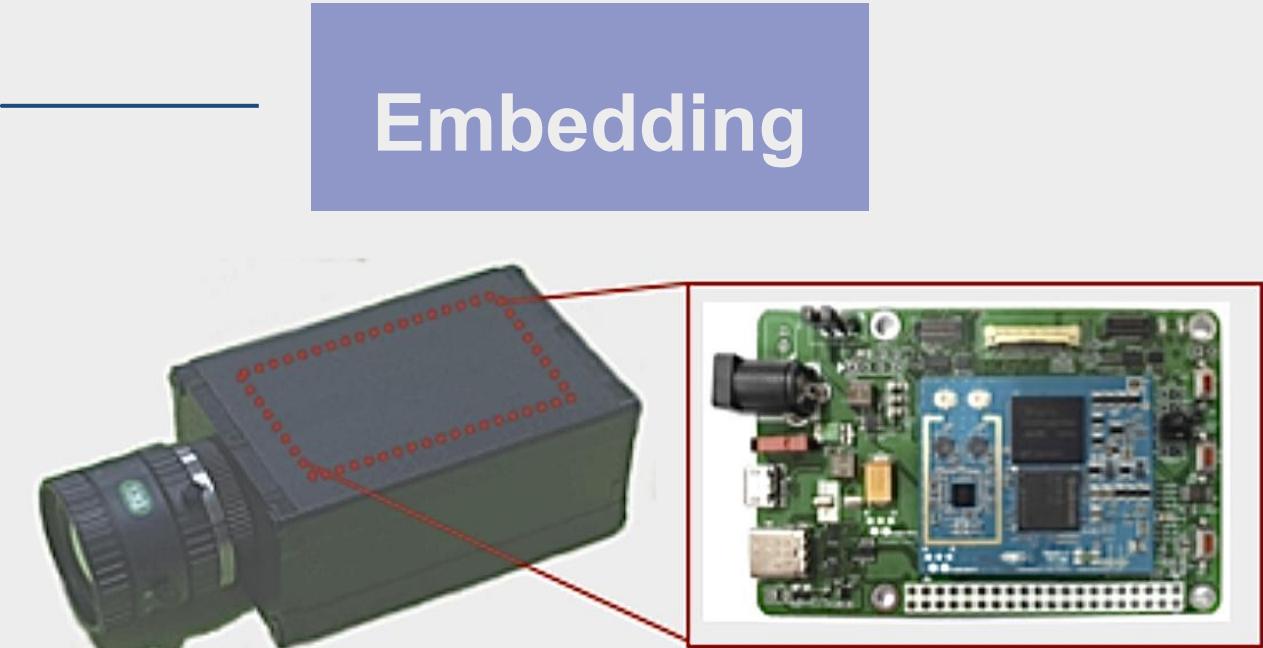
Detection



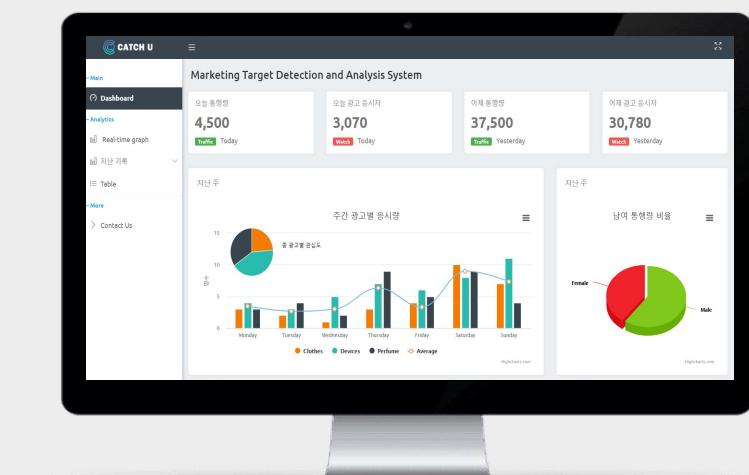
Object
Tracking

Counting
Algorithm

Object Counting

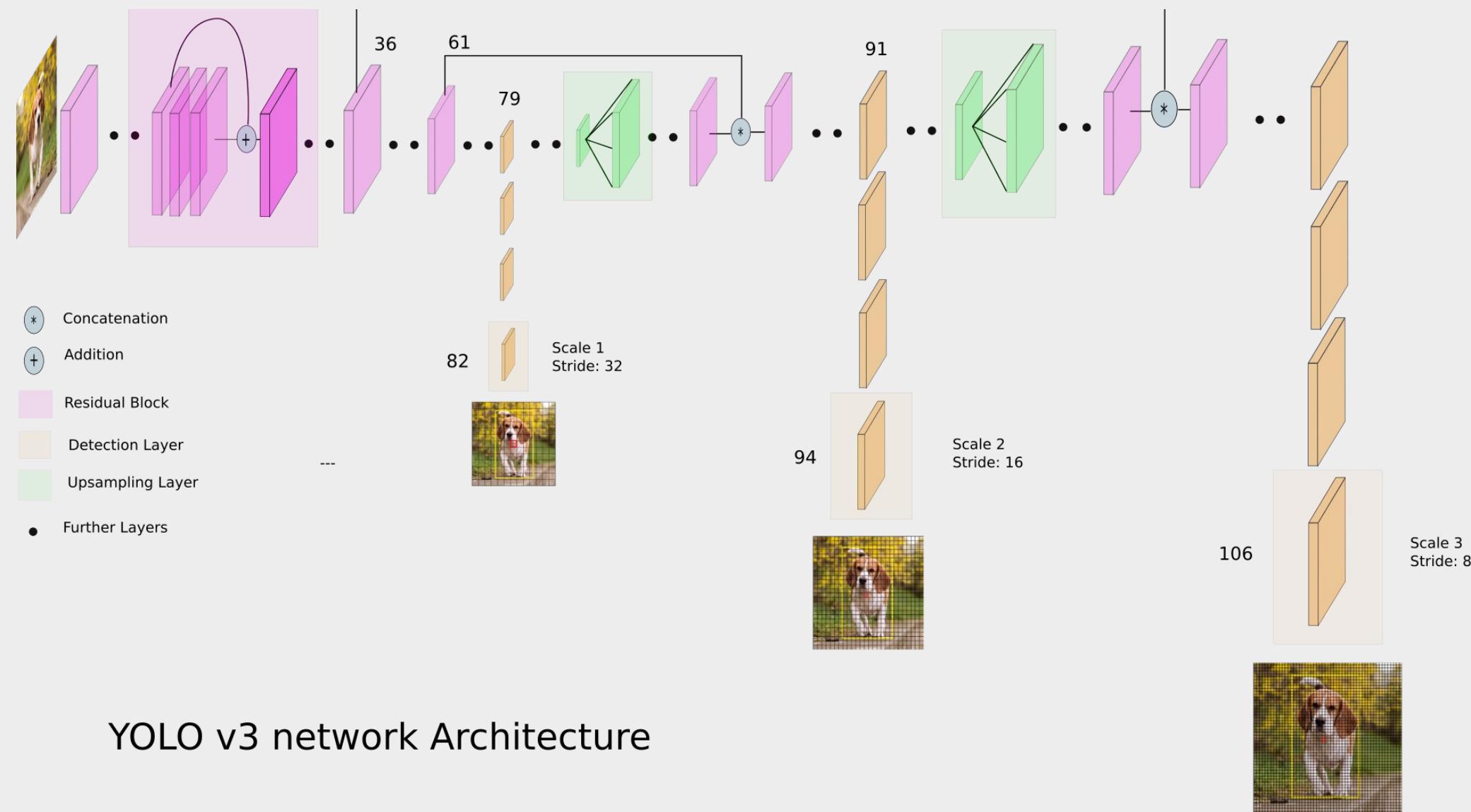


QCS605



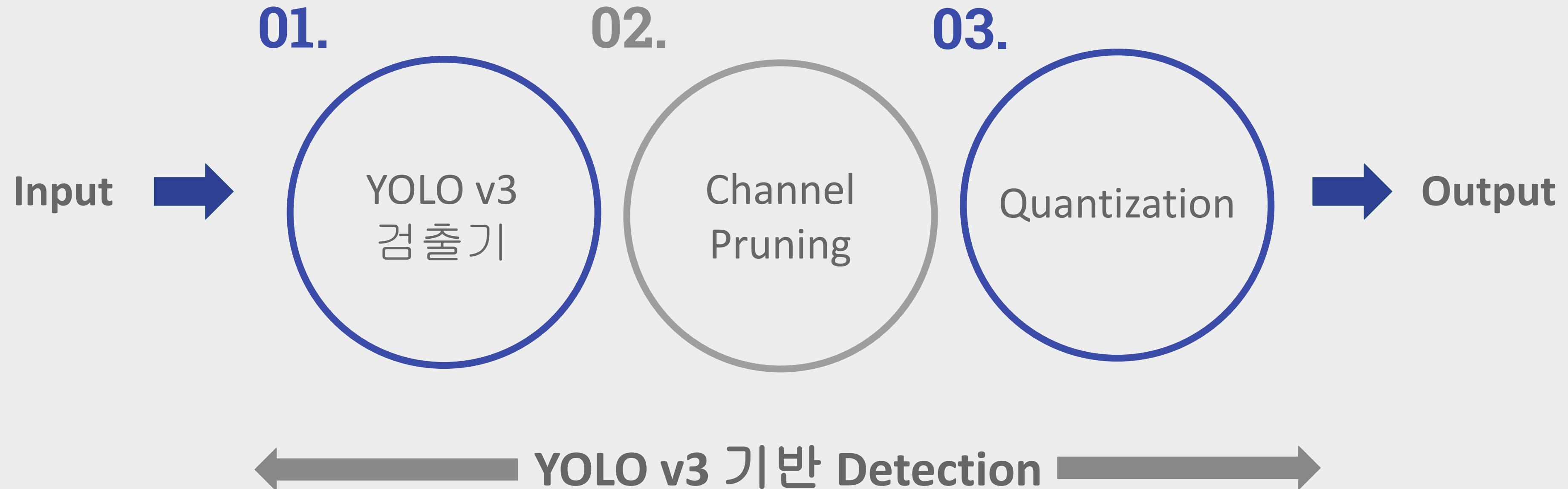
Web

YOLO v3 기반 검출기



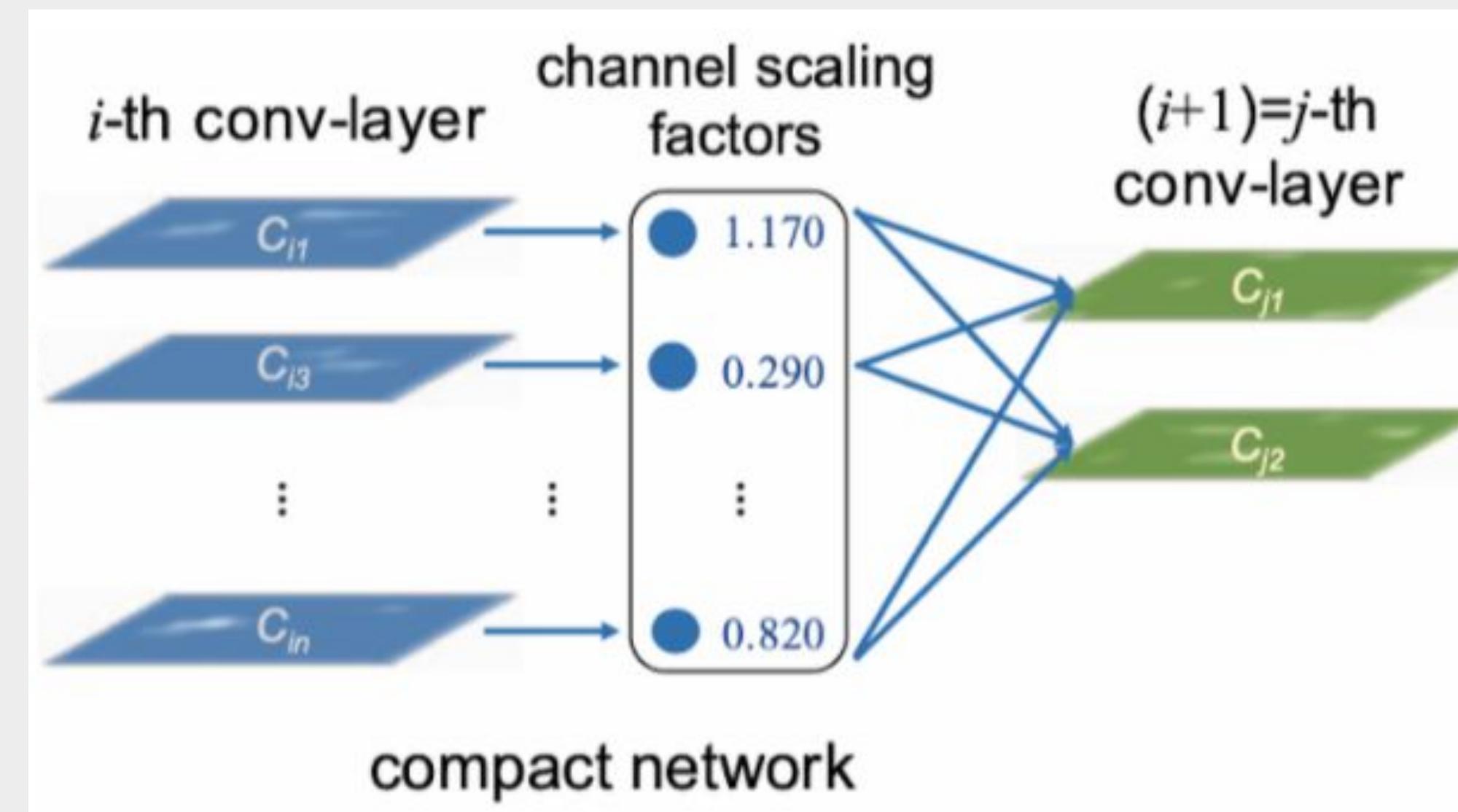
YOLO v3 : Convolutional Neural Network 기반으로
객체의 종류, 위치, 크기를 적은 연산량으로 검출하는 One-Stage Detector

YOLO v3 기반검출 모델, 최적화 방법론 적용



Model 최적화 1. Channel Pruning

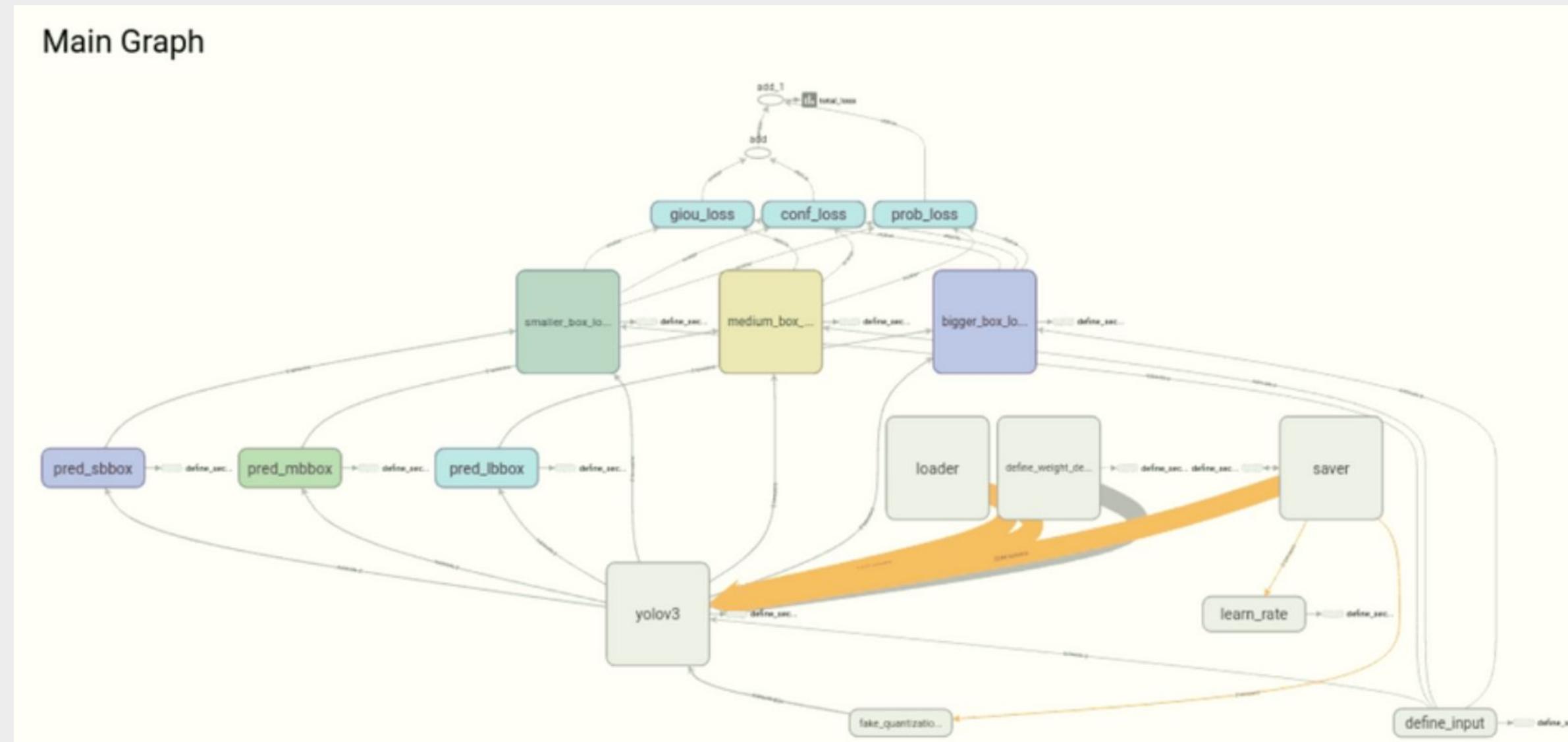
‘Channel Pruning’을 적용한 Network Slimming



Model 최적화 2. QAT

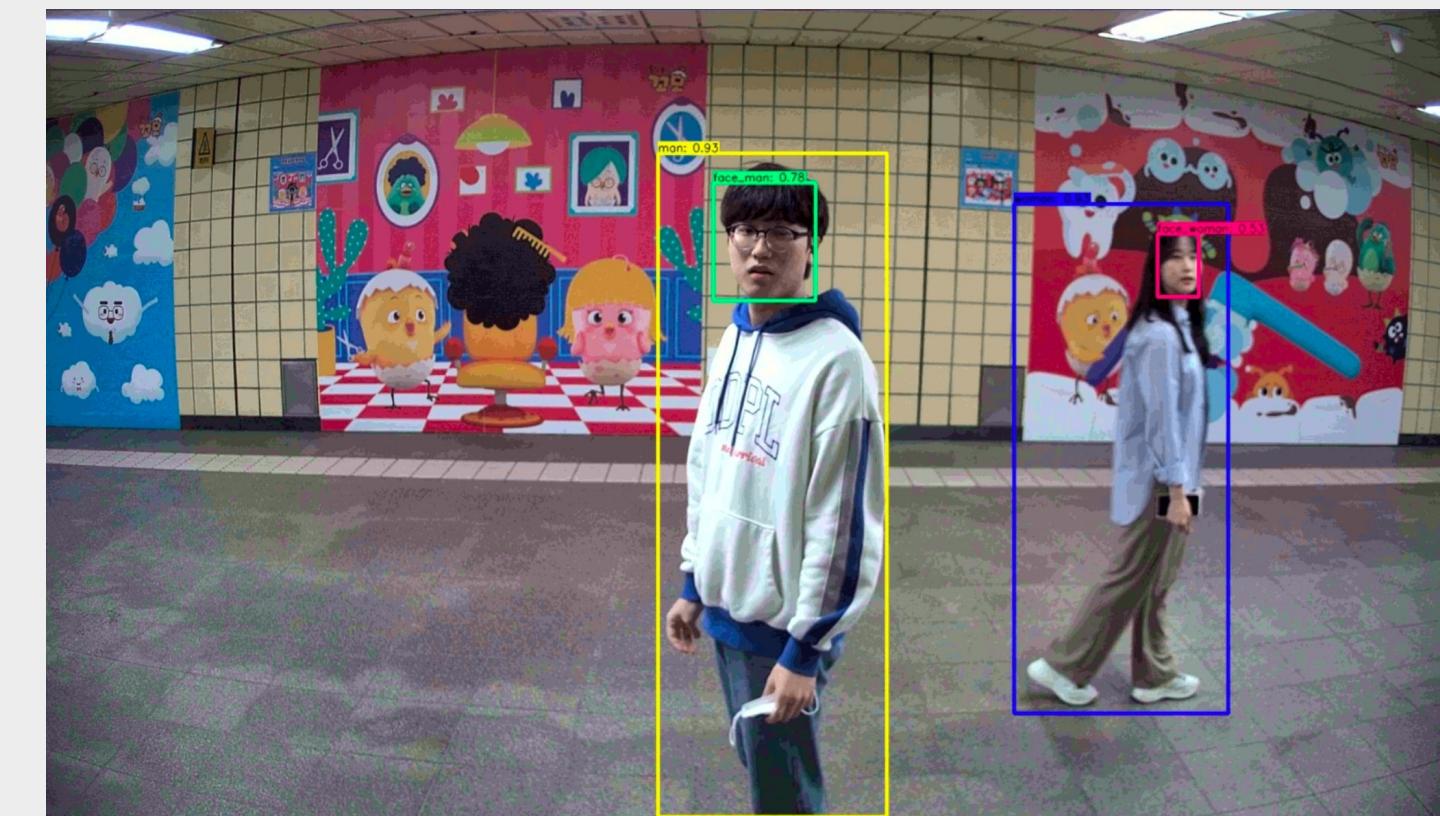
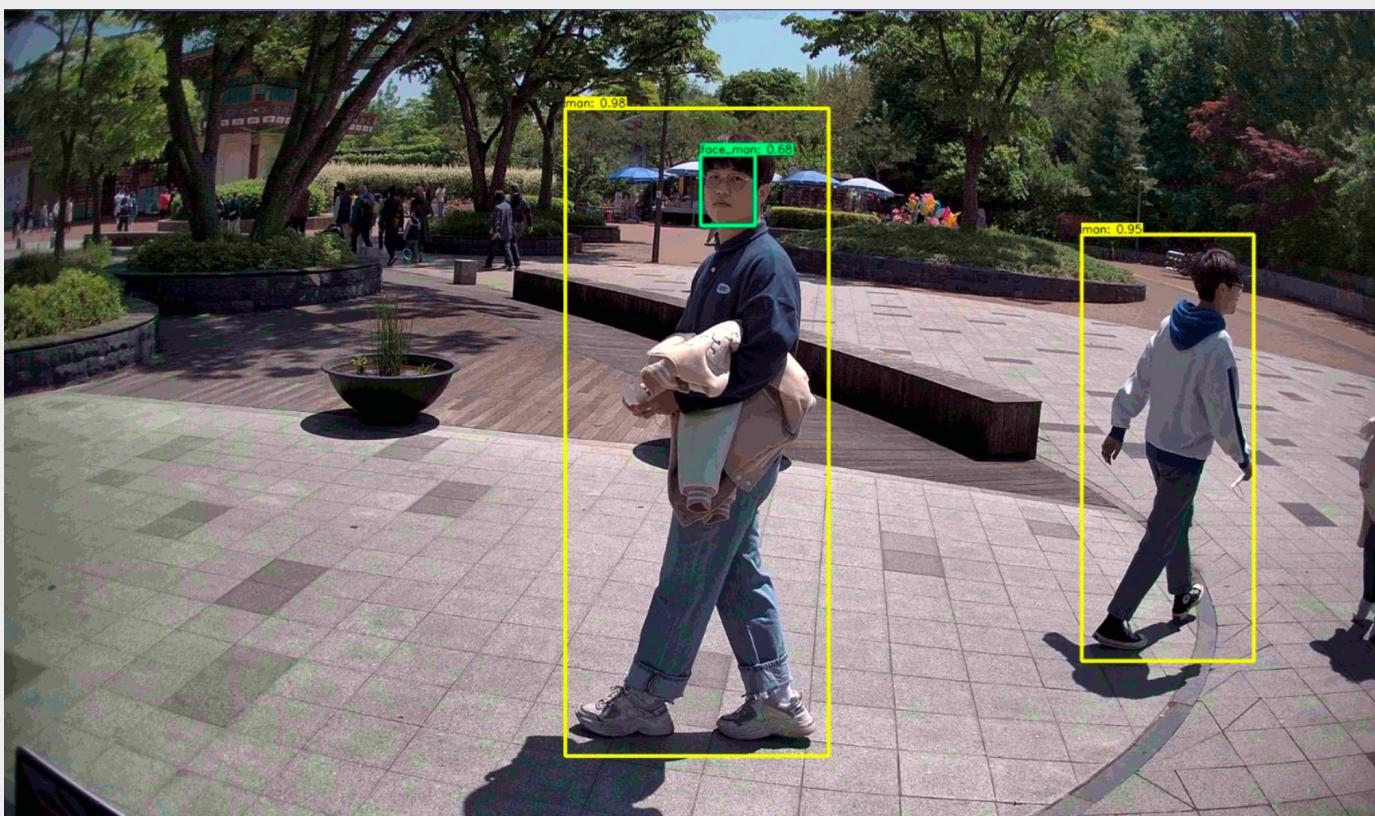
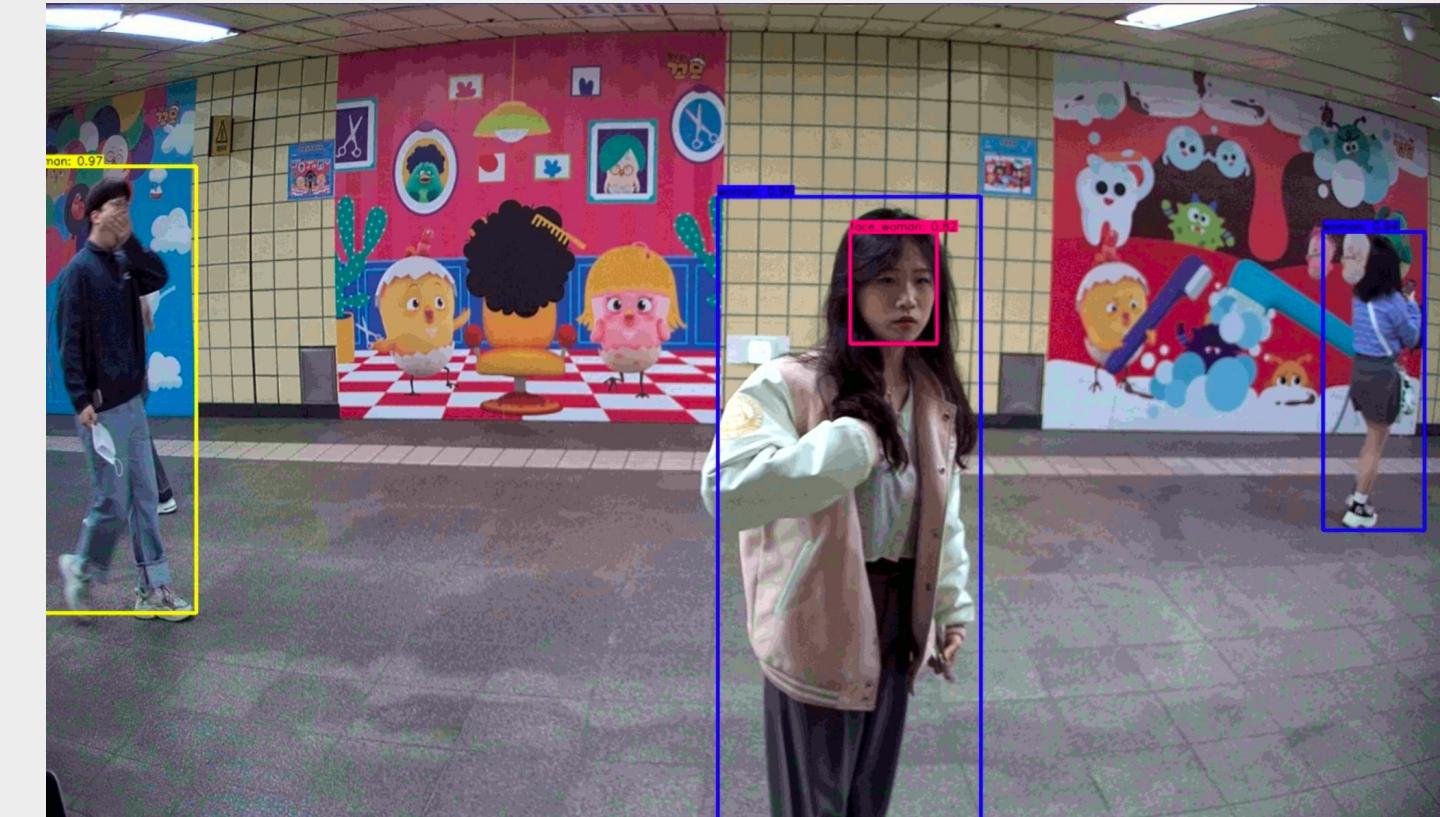
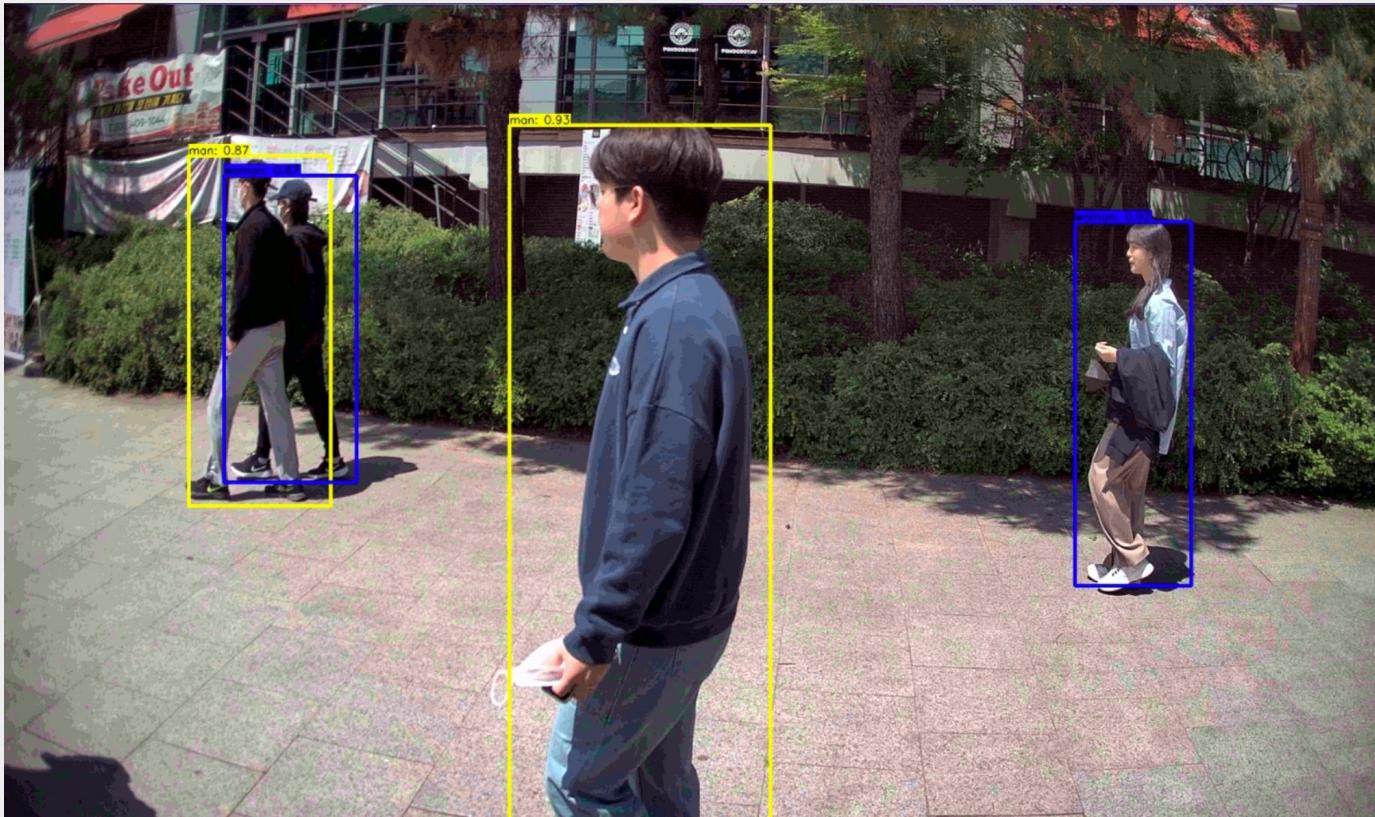
Quantization-aware Training (QAT, 양자화 인식 학습)

Channel Pruning 적용으로 일시적으로 감소한 정확도,
QAT 적용하여 2차 학습(fine-tuning)하여 성능 다시 향상

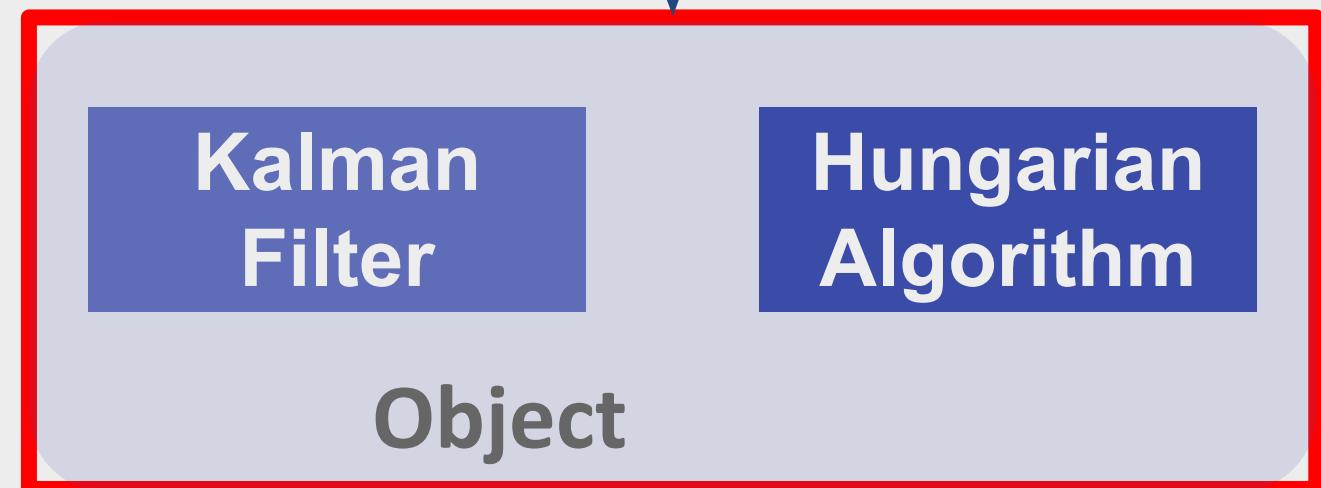


양자화 인식 학습(QAT) 적용 후 추론 그래프

검출 Model 성능 정성 평가

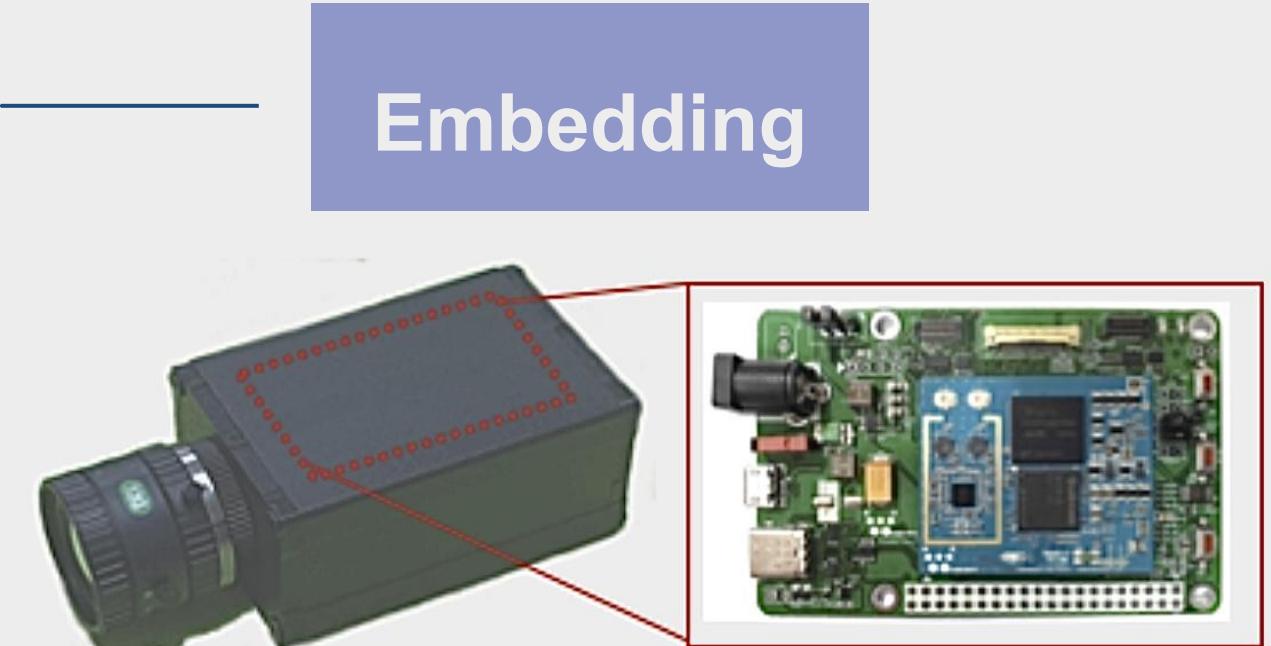


Tracking

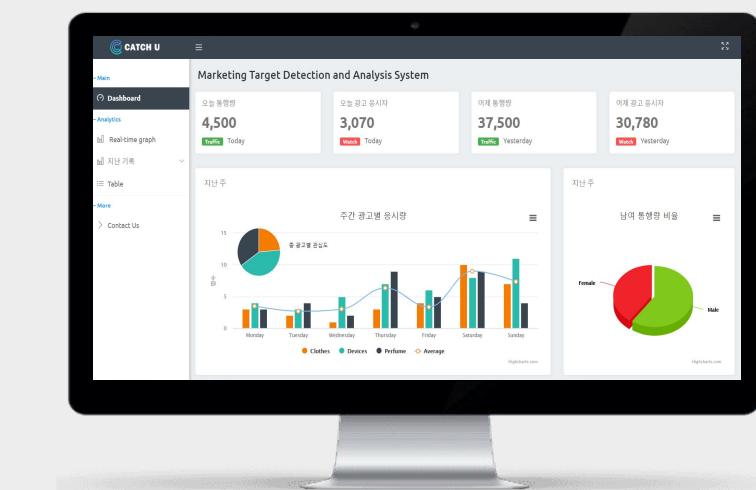


Counting
Algorithm

Object Counting

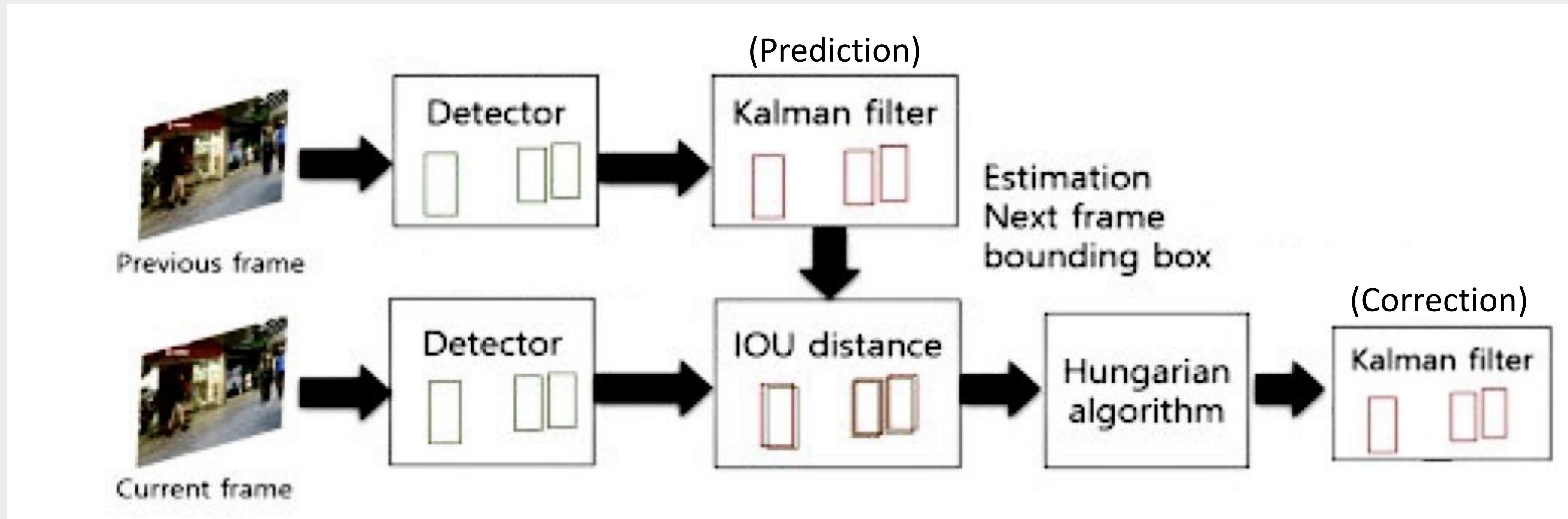


QCS605



Web

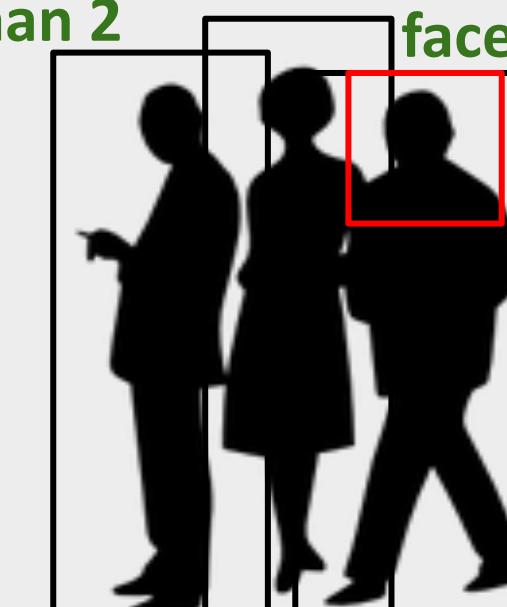
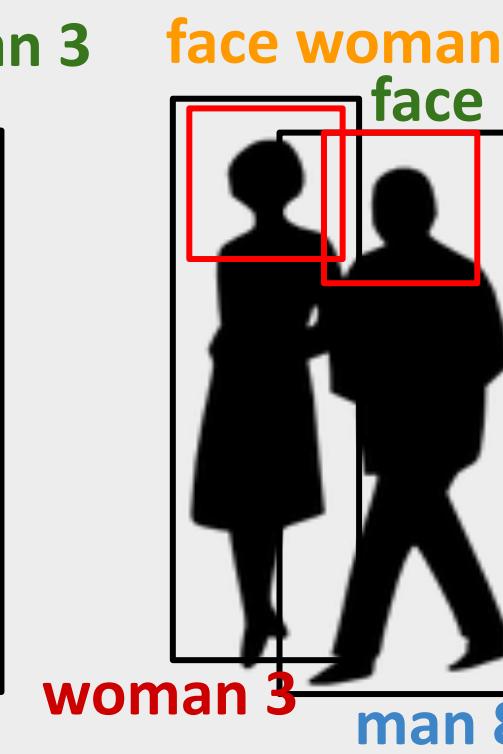
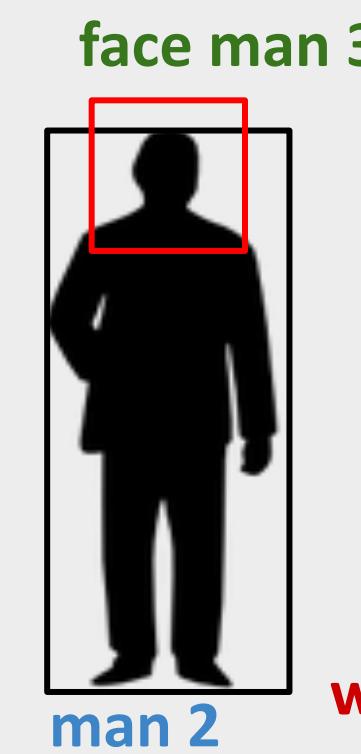
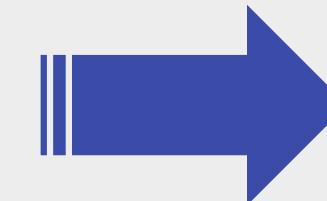
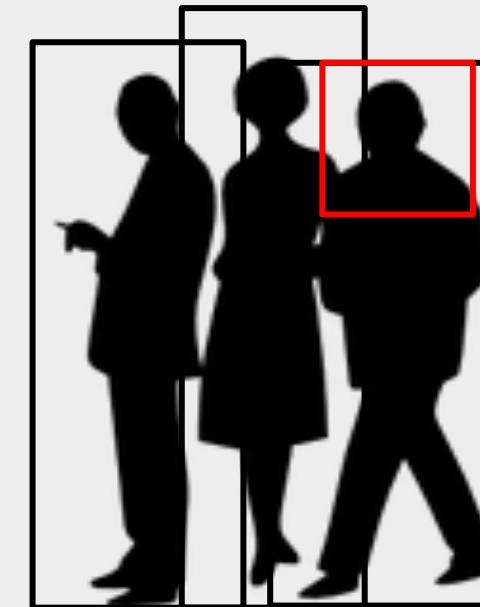
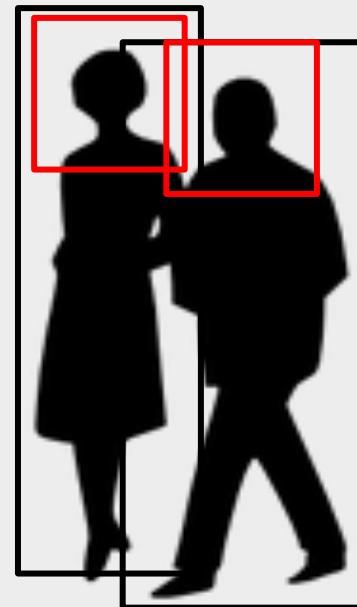
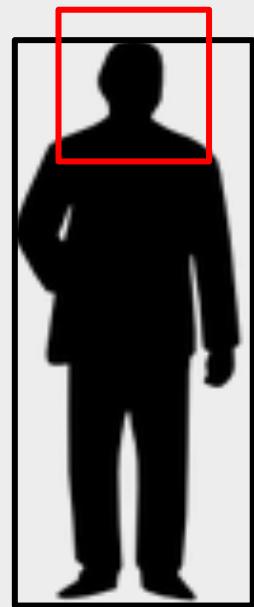
SORT Tracking Algorithm



*Kalman Filter*와 *Hungarian Algorithm*을 이용한
SORT Tracking Algorithm 적용

추적 결과

[x, y, width, height, Object ID, Object Class]



Object Detection

Object Tracking

Counting

YOLO v3

Channel-wise
Pruning

Quantization

Object Detection

Kalman
Filter

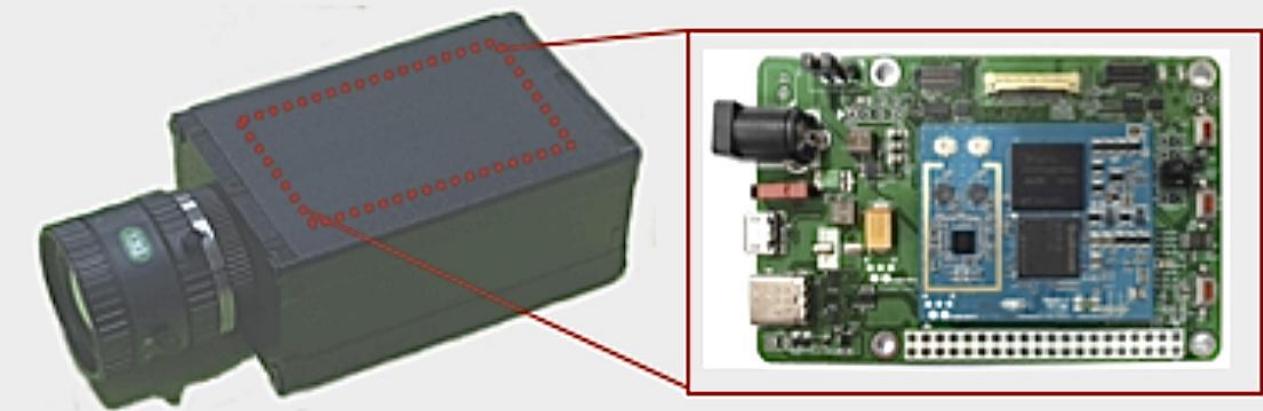
Hungarian
Algorithm

Object
Tracking

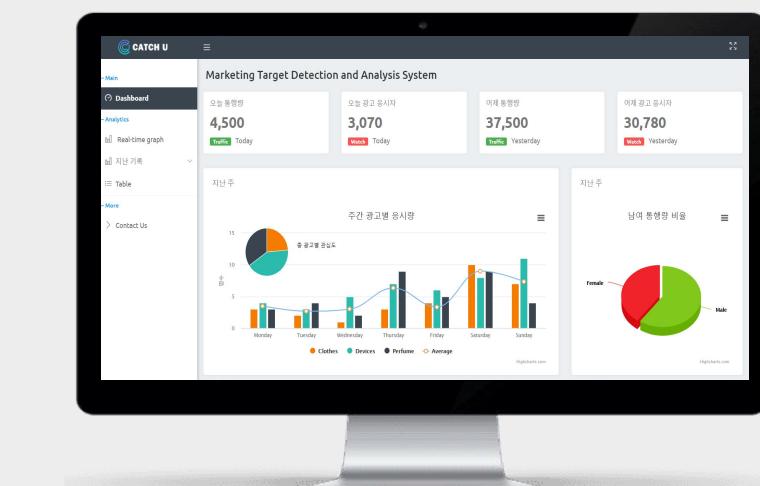
Counting
Algorithm

Object Counting

Embedding

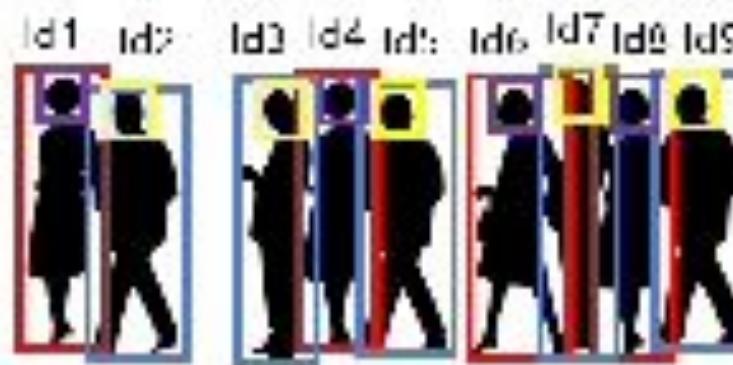


QCS605

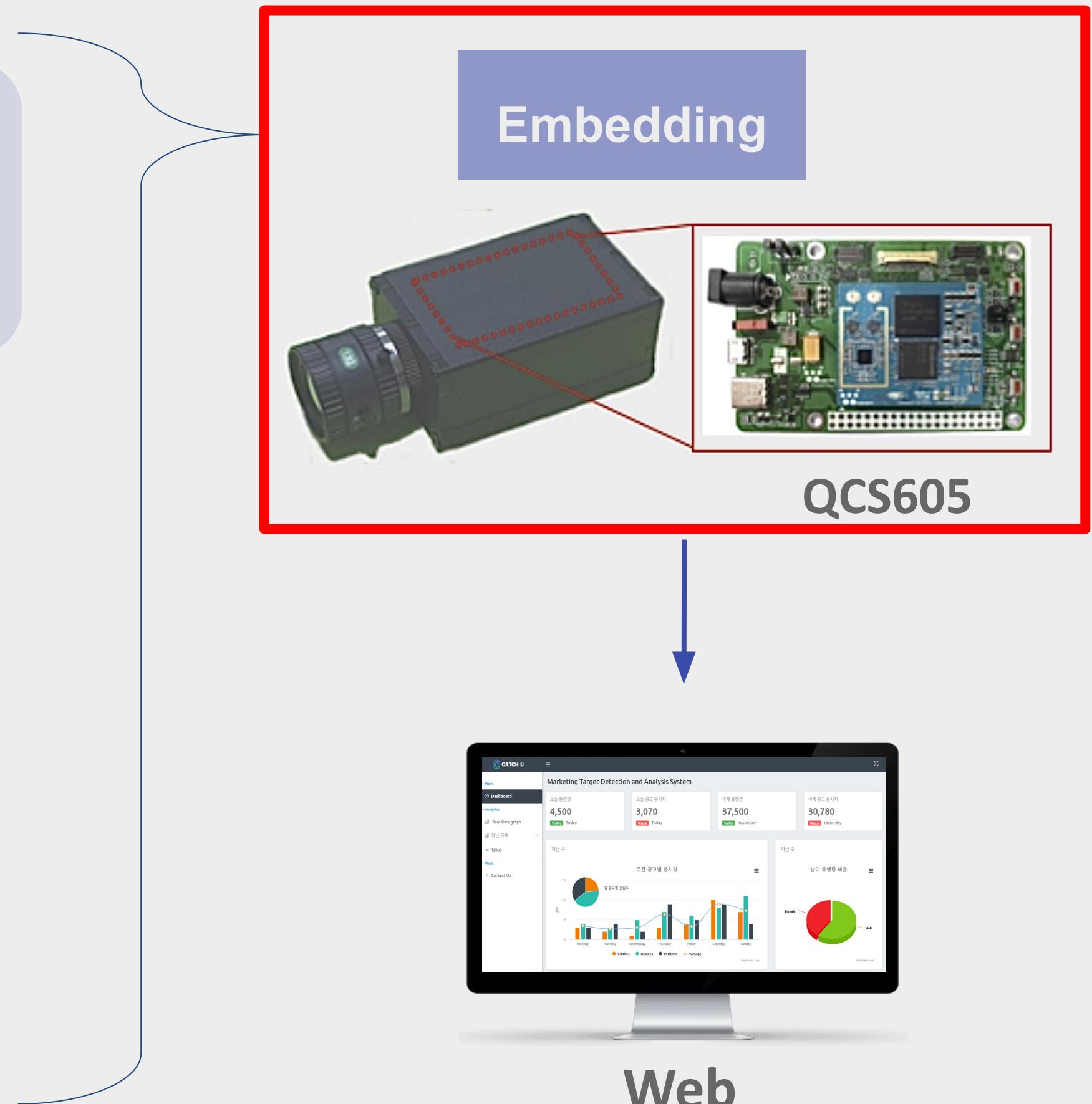
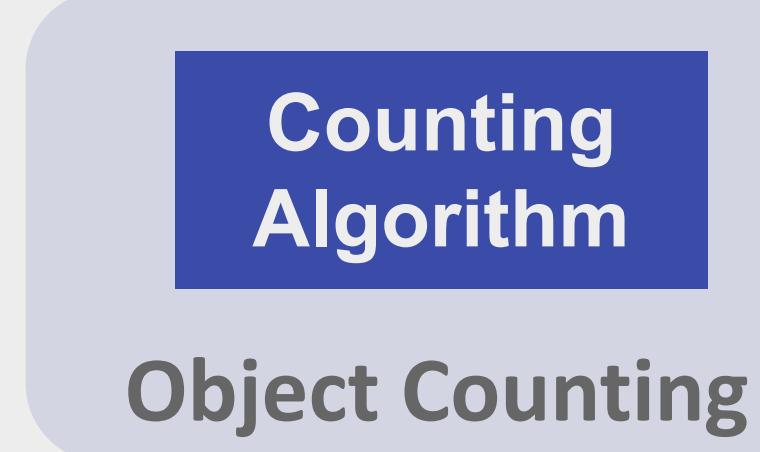
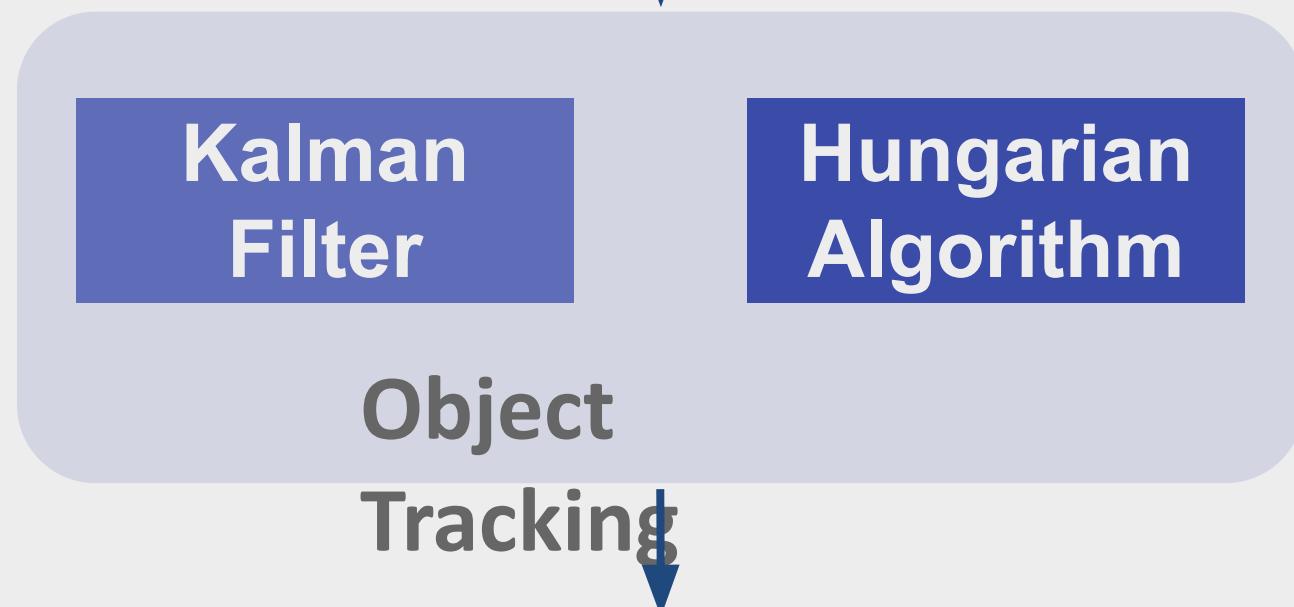


Web

계수 알고리즘



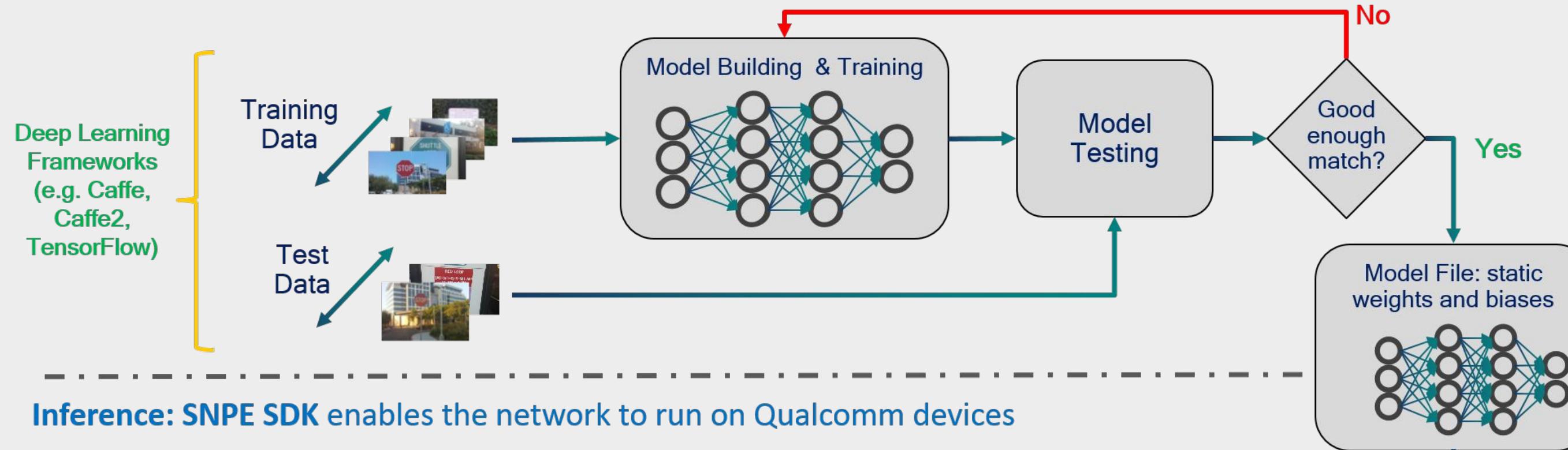
Embedding



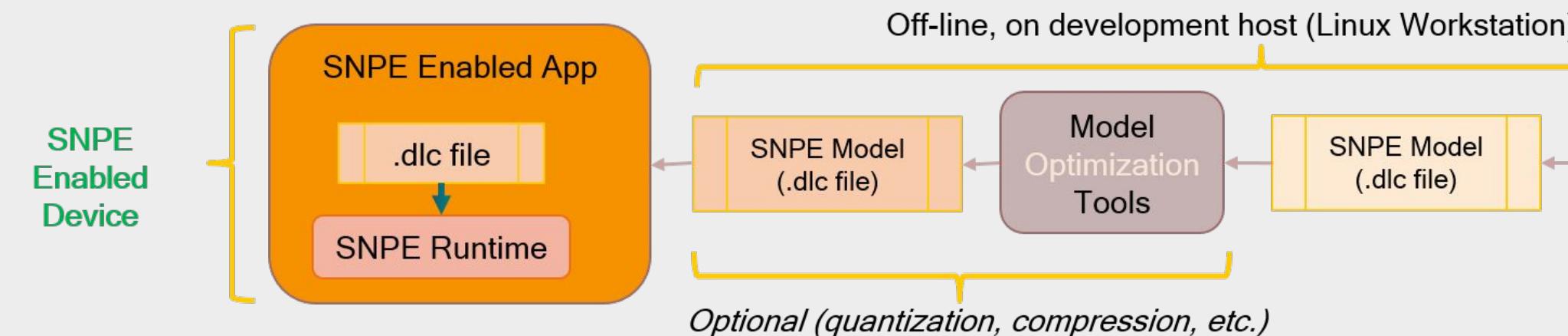
Embedding Part



Training: Machine Learning experts build and train their network to solve their particular problem



Inference: SNPE SDK enables the network to run on Qualcomm devices



SNPE (Snapdragon Neural Processing Engine):

Qualcomm에서 개발한 모바일 기기용 AI 프레임워크

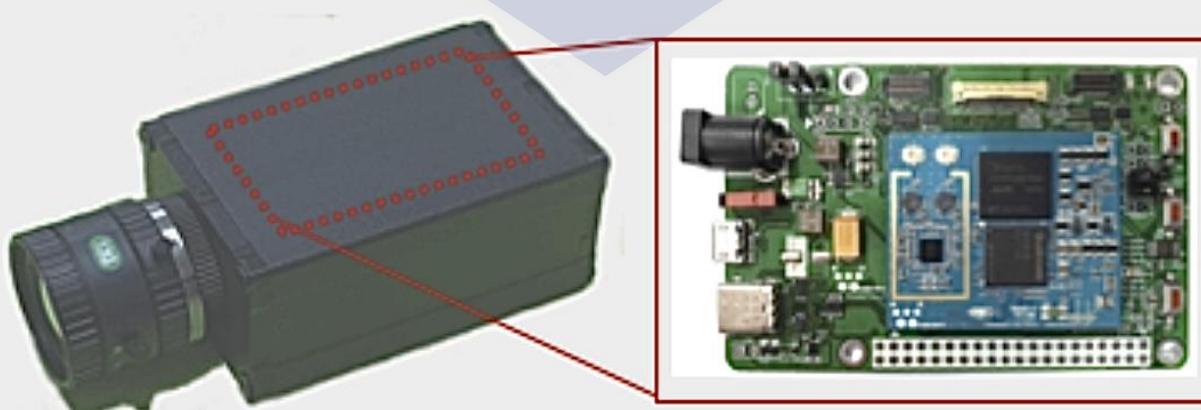
Embedding & LAN 통신



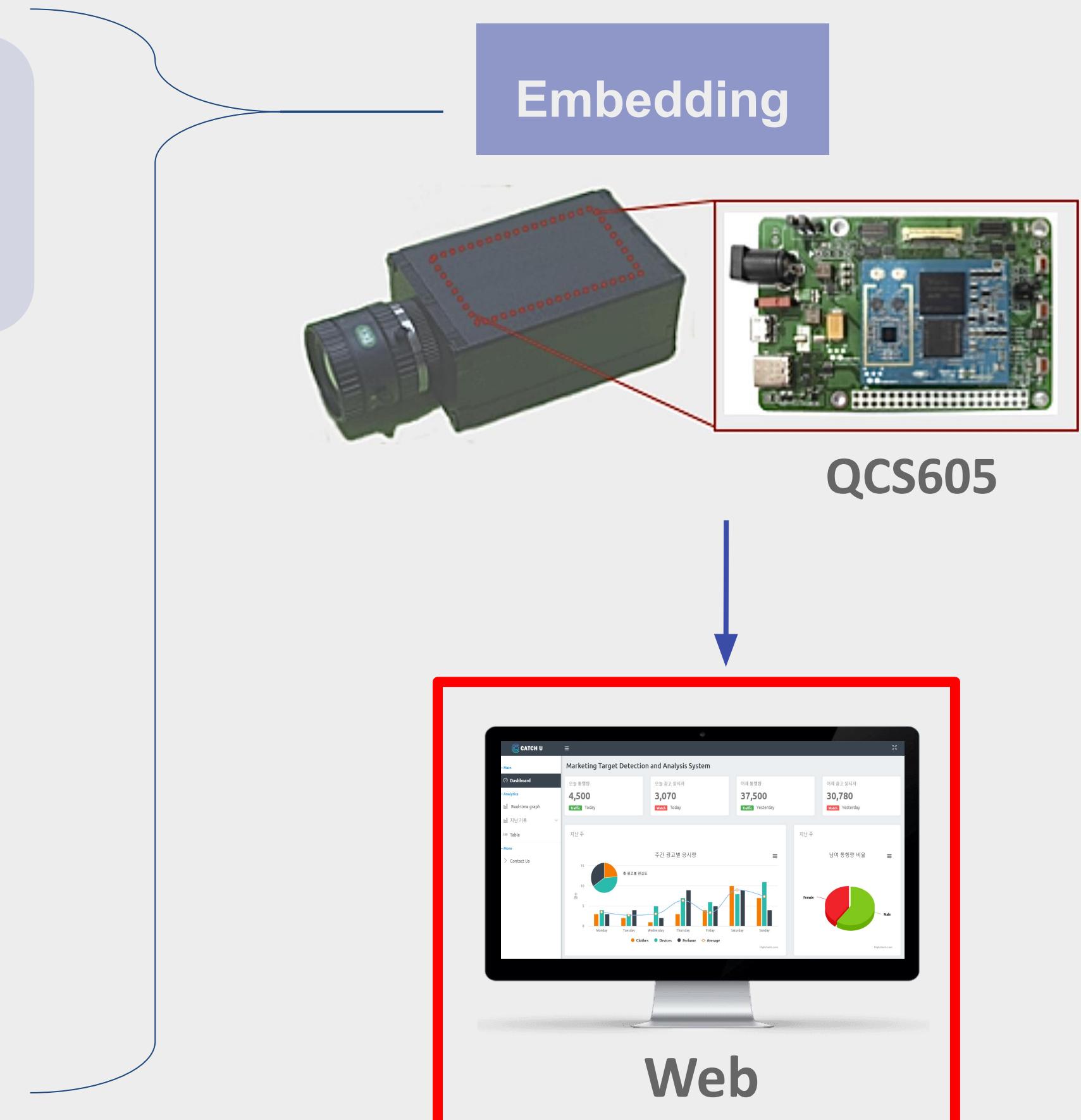
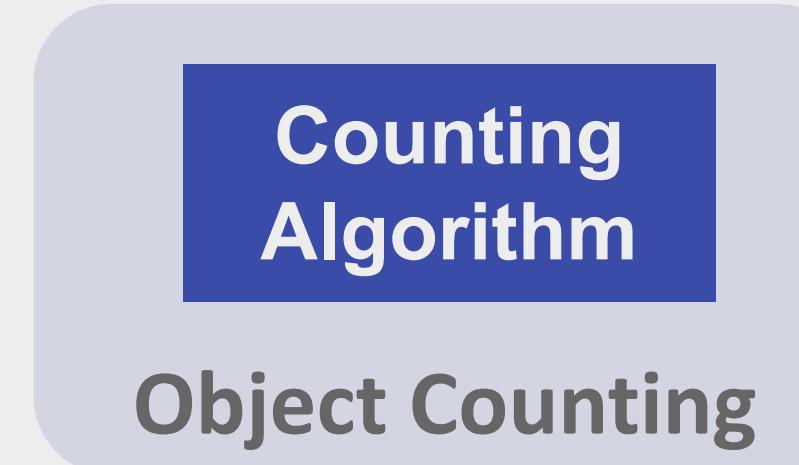
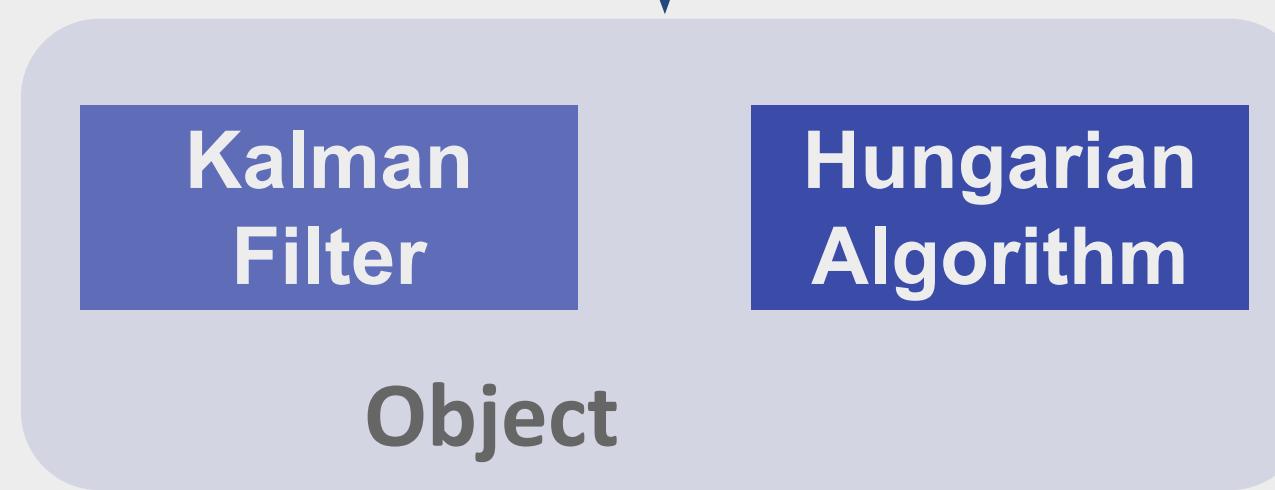
1. 검출 모델

2. 추적 알고리즘

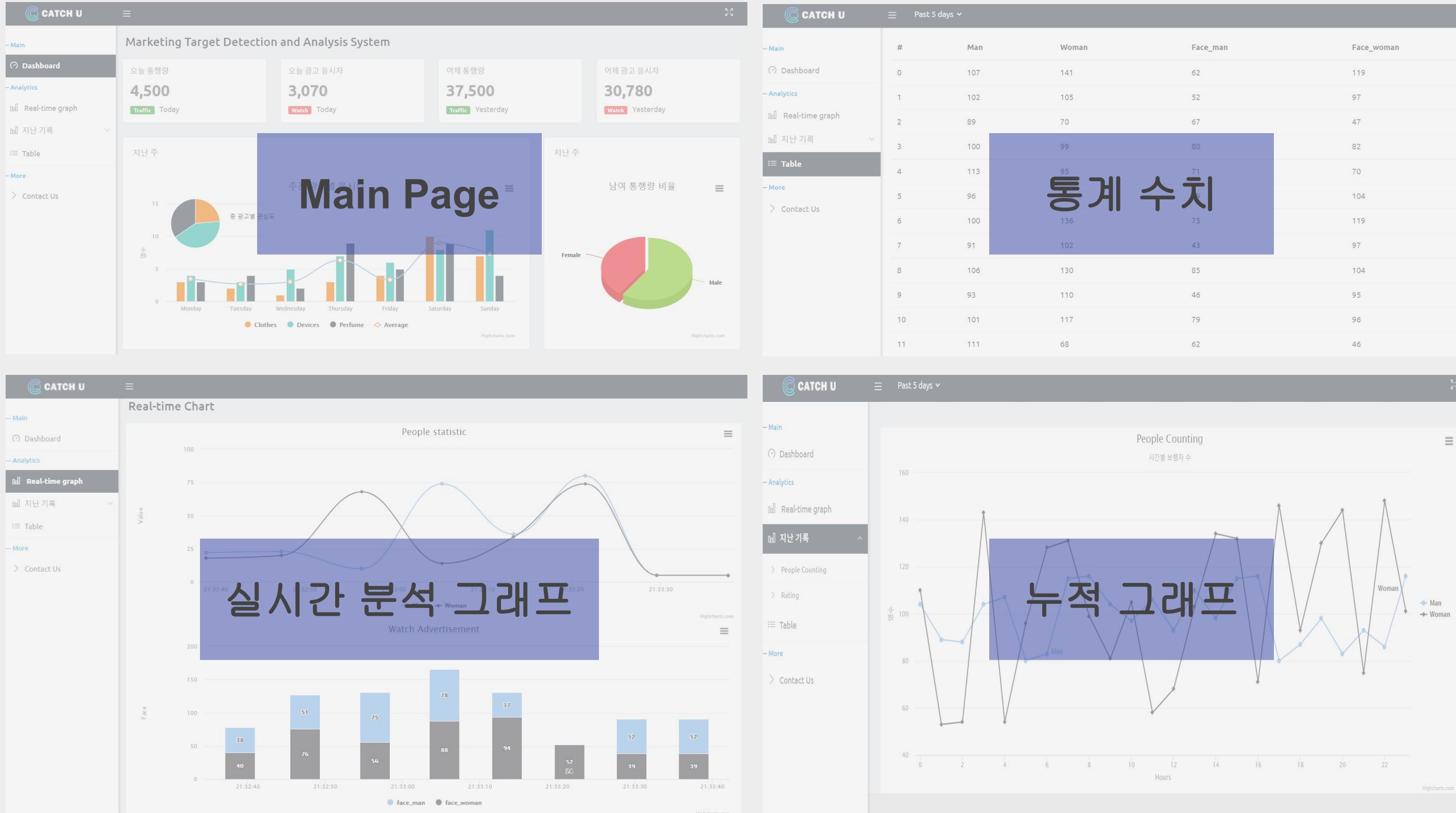
3. 계수 알고리즘



Web Service



Web Service



보행자 계수 현황을 다양한 Chart로 시각화

03

실험 결과

개발 환경

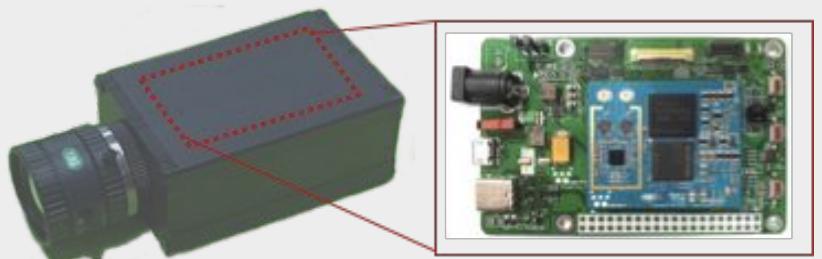
Data Set

검출 성능 평가

계수 성능 평가

개발 환경

Dataset 구축

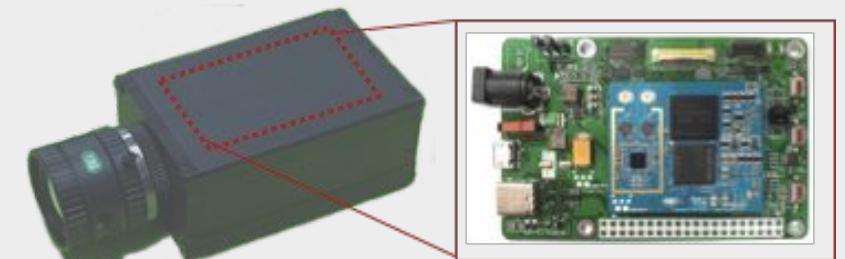


임베디드 보드 일체형 카메라
(협력 업체: WITHROBOT)

검출기 학습



Board & Web



임베디드 보드 일체형 카메라
(협력 업체: WITHROBOT)



Tensorflow



Vysor



Labelimg



Tensorflow

PyTorch

Pytorch



Highcharts

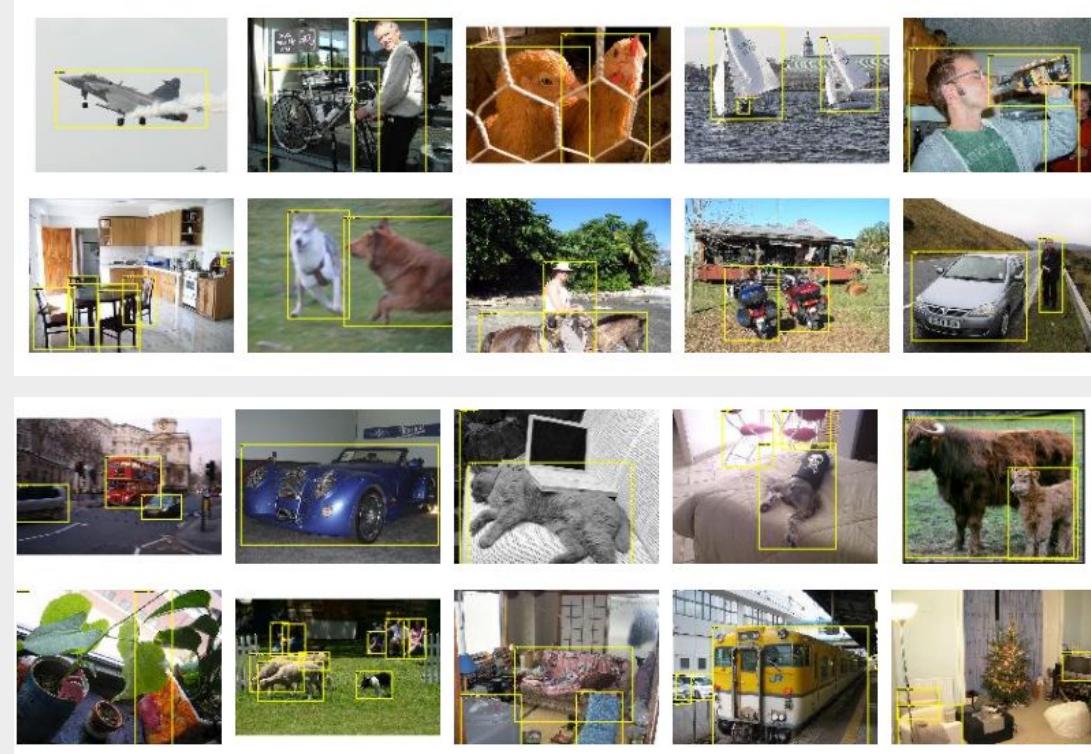


Flask



Ajax

Dataset



Pascal VOC 2007

7335 장



CelebA



수집 Dataset

3879 장

총 Dataset : 11214 장

Train Data : 9531 장

8.5

Test Data : 1683 장

1.5

검출 Model 성능 정량 평가

⭐ Channel Pruning 적용 전후 변화

	Channel Pruning x	70% Channel Pruning
Total Dataest (공용+수집)	77.81%	73.38%
공용 Dataset	73.98%	69.09%
수집 Dataset	82.91%	79.37%
inference Time (GPU)	0.0099 ms	0.0063 ms



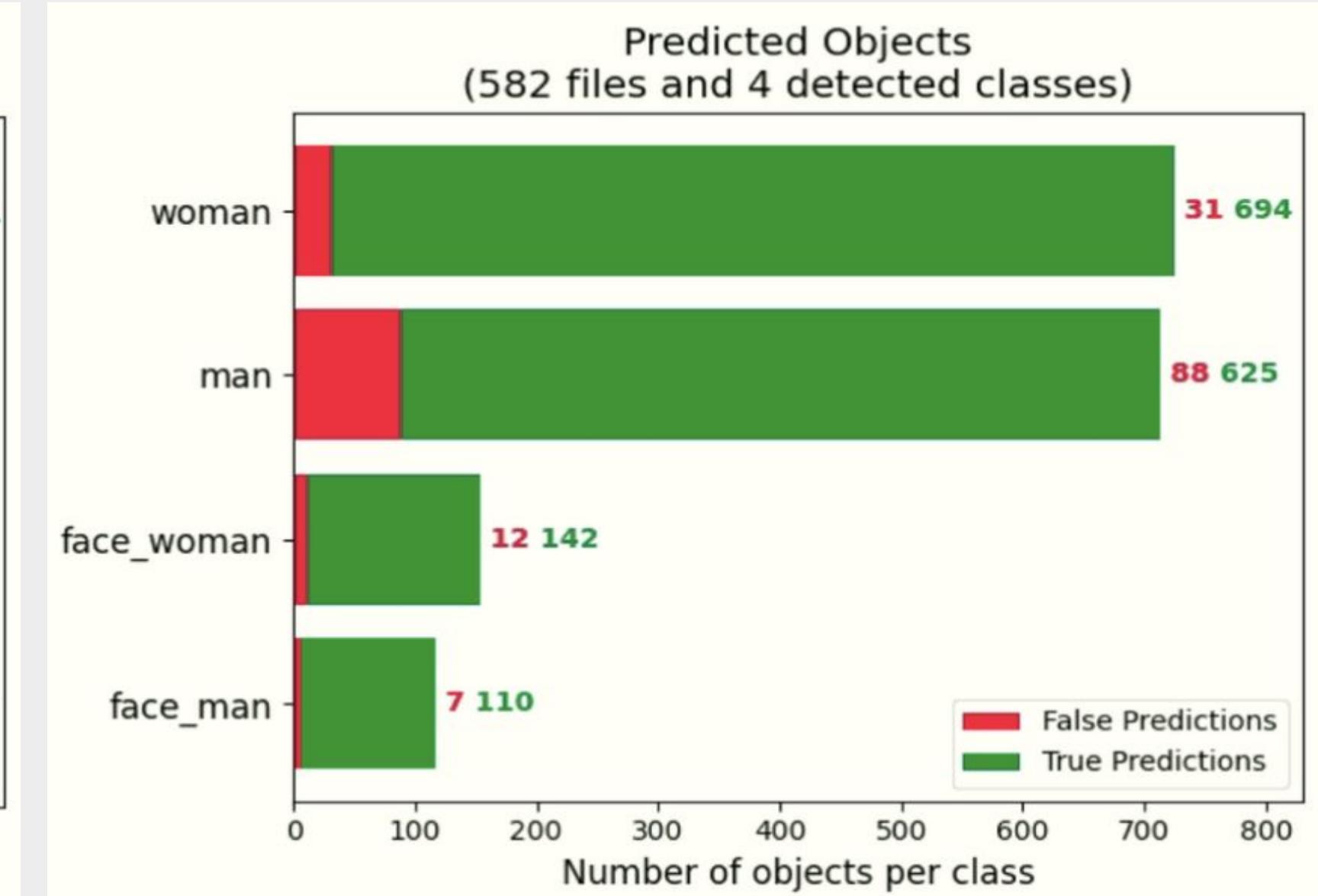
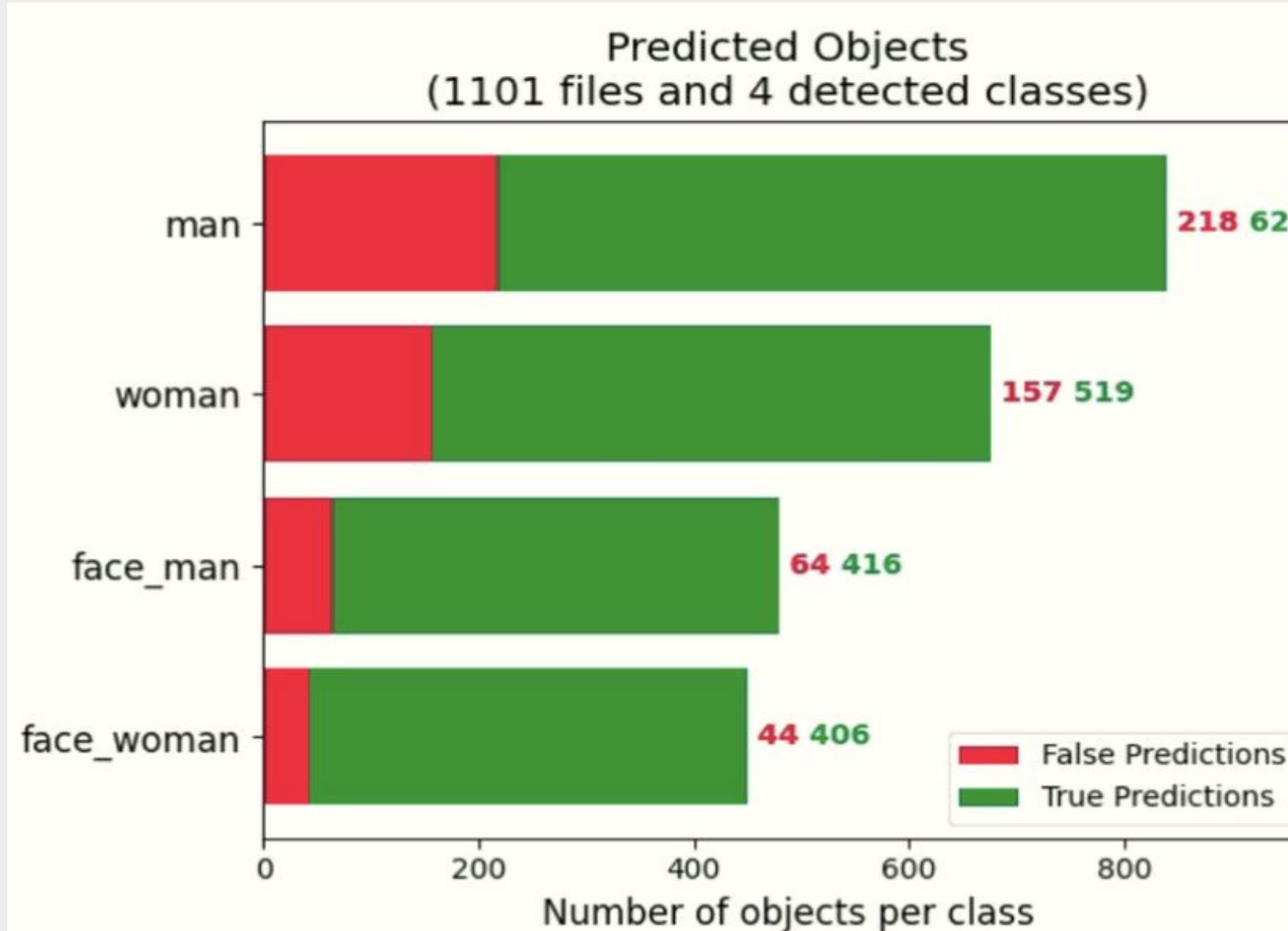
70 % Channel Pruning 적용 후

👉 여전히 높은 정확도 유지

👉 추론 시 Inference Time 감소

검출 Model 성능 정량 평가

Total Dataset mAP: 73.38 %



공용 Dataset mAP: 69.09 %
(Pascal VOC 2007 + CelebA)

수집 Dataset mAP: 79.37 %

계수 System 성능 평가

$$\text{계수 오차율} = \frac{|\text{참값} - \text{실험결과 값}|}{\text{참값}} \times 100 (\%)$$

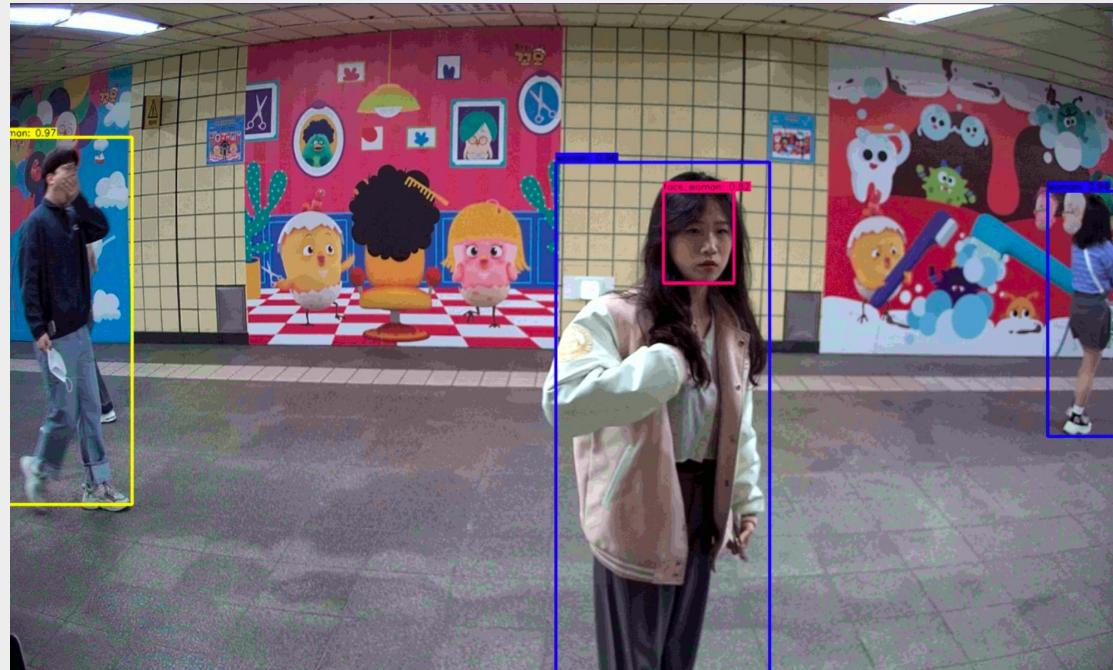


“100명”

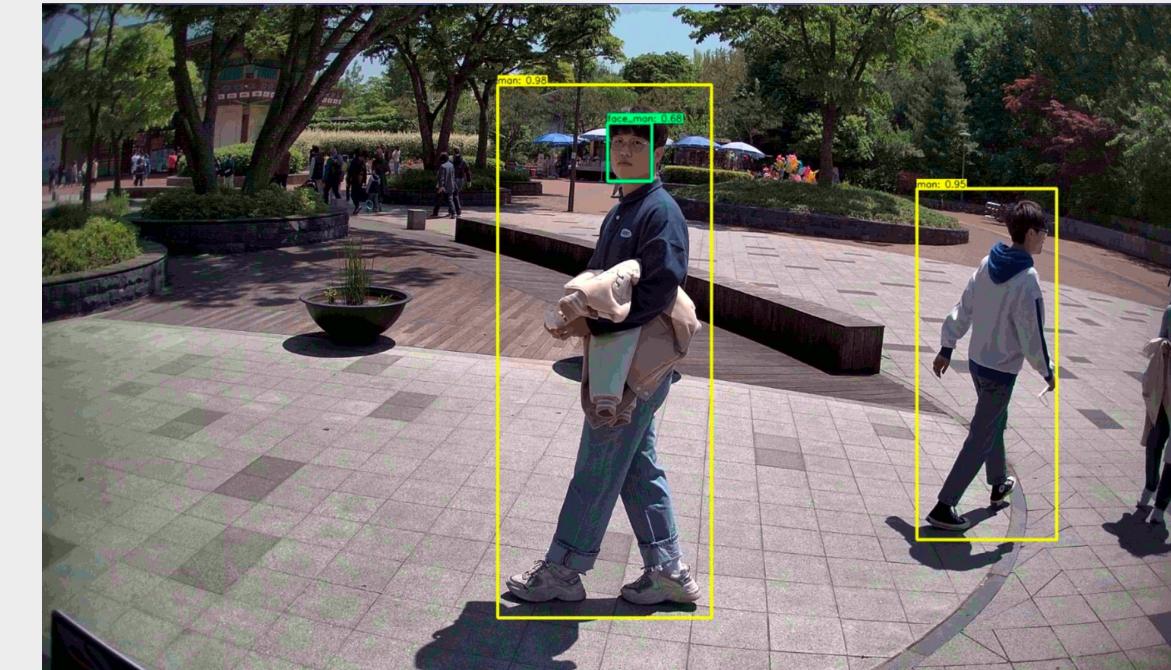
계수 System 성능 평가

계수 성능 평가 (계수 오차율)

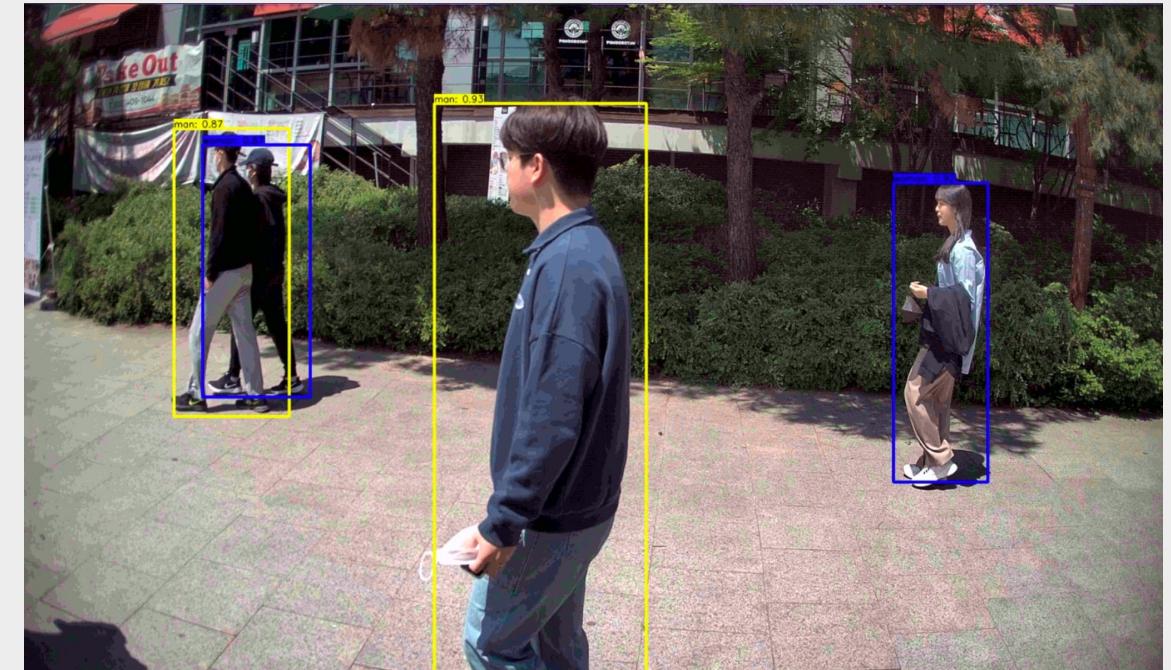
	보행자 (남)	보행자 (여)	광고 응시자 (남)	광고 응시자 (여)
Case 1	5 %	6 %	11 %	13 %
Case 2	7 %	9 %	10 %	8 %
Case 3	9 %	7 %	12 %	10 %



1. 어린이대공원 지하철 내



2. 어린이대공원 1번 출구 (지상)



3. 세종대학교 정문 앞 버스정류장

04 시연 영상

05 시장성

향후 발전 방향

Business Model

프로젝트 기대효과

계수 시스템 시장전망

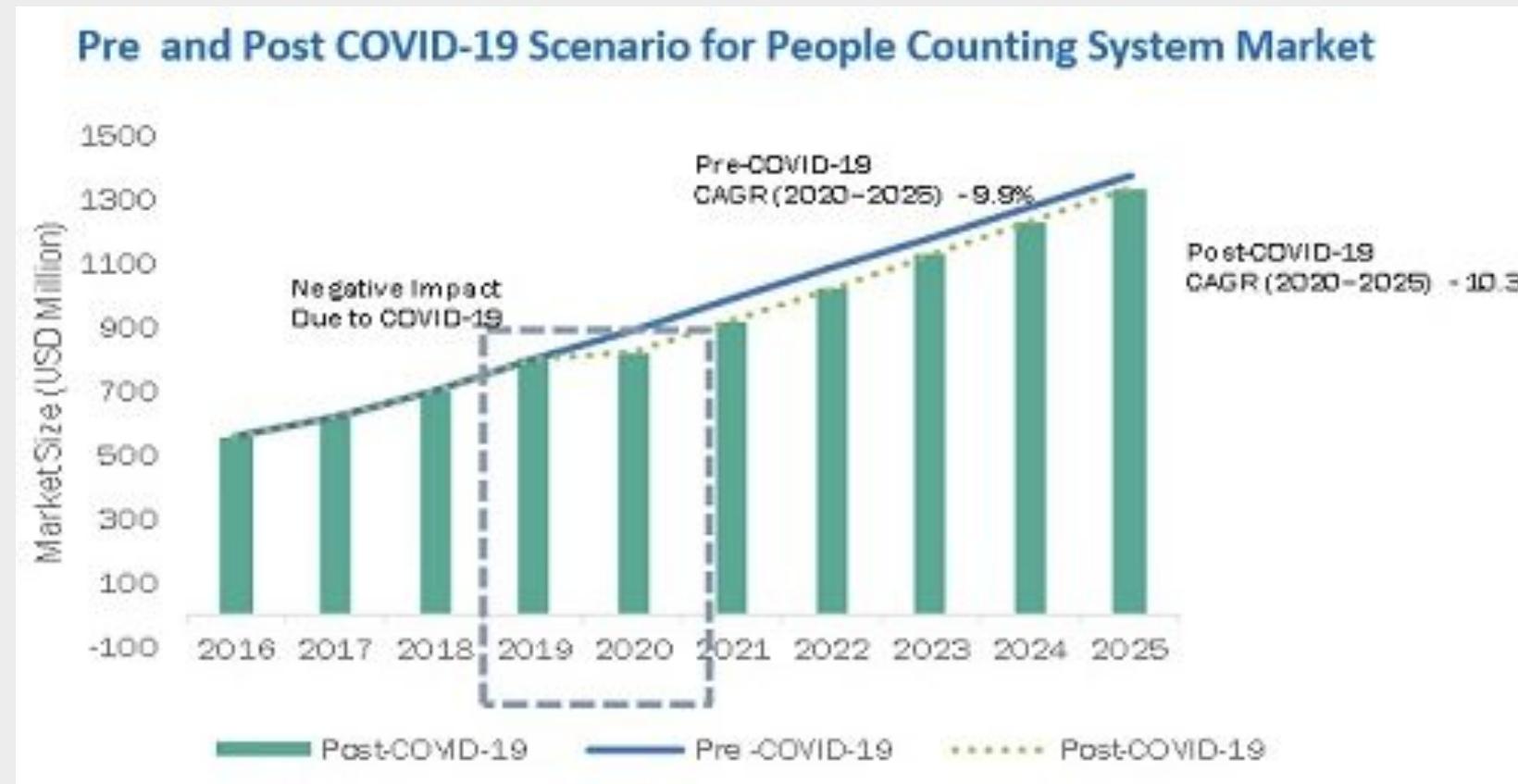


그림 1. COVID-19 전후 사람 계수 시스템 시장 변화 차트

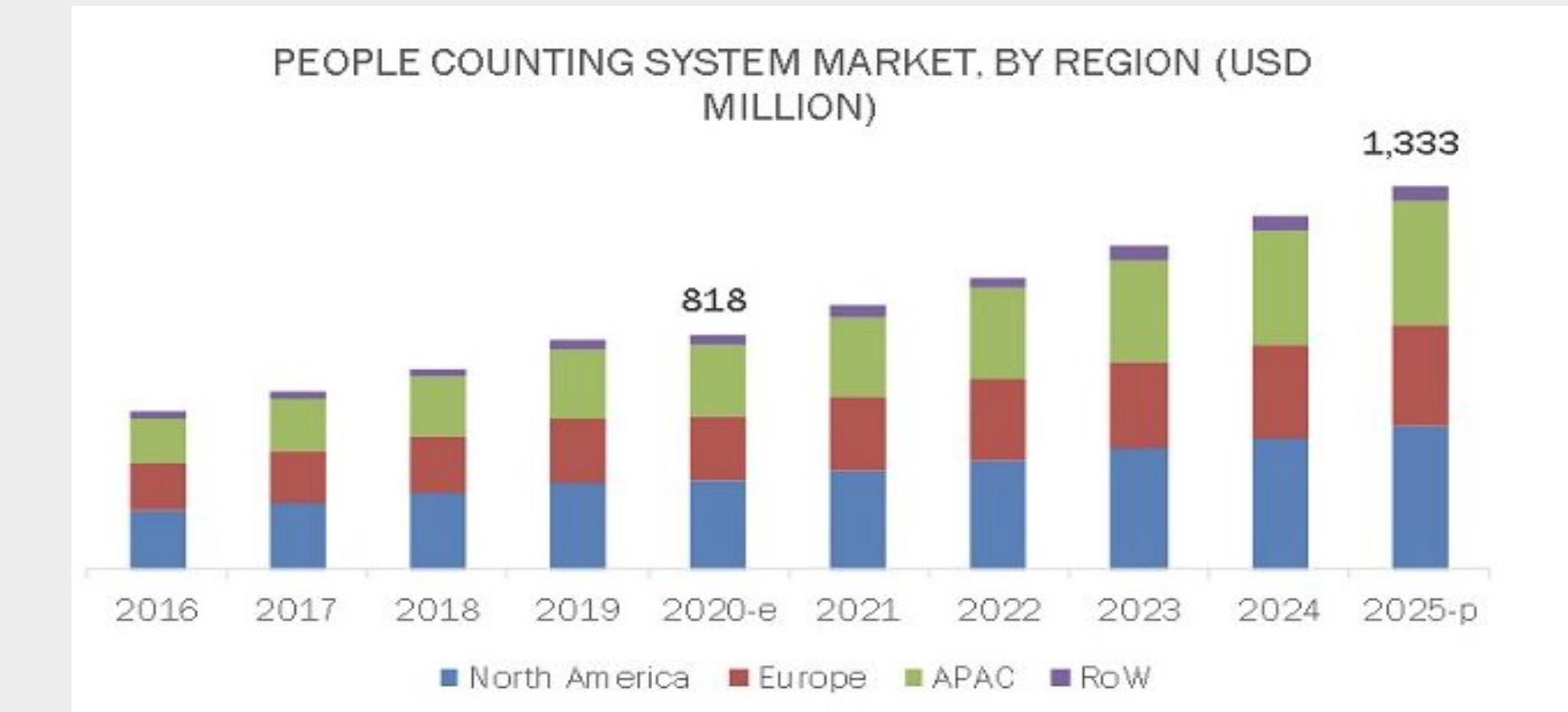


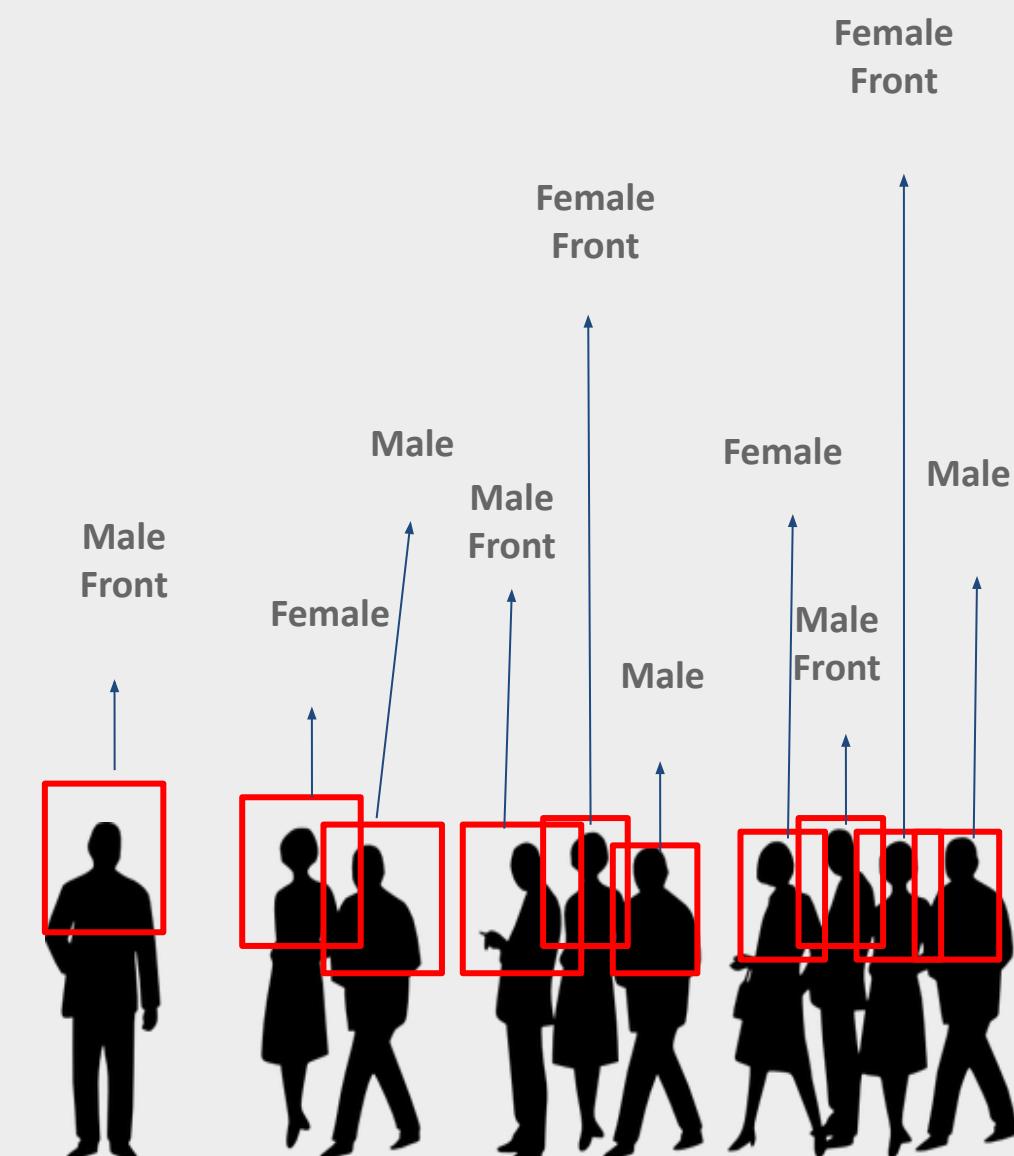
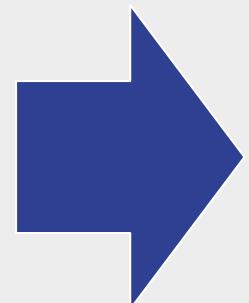
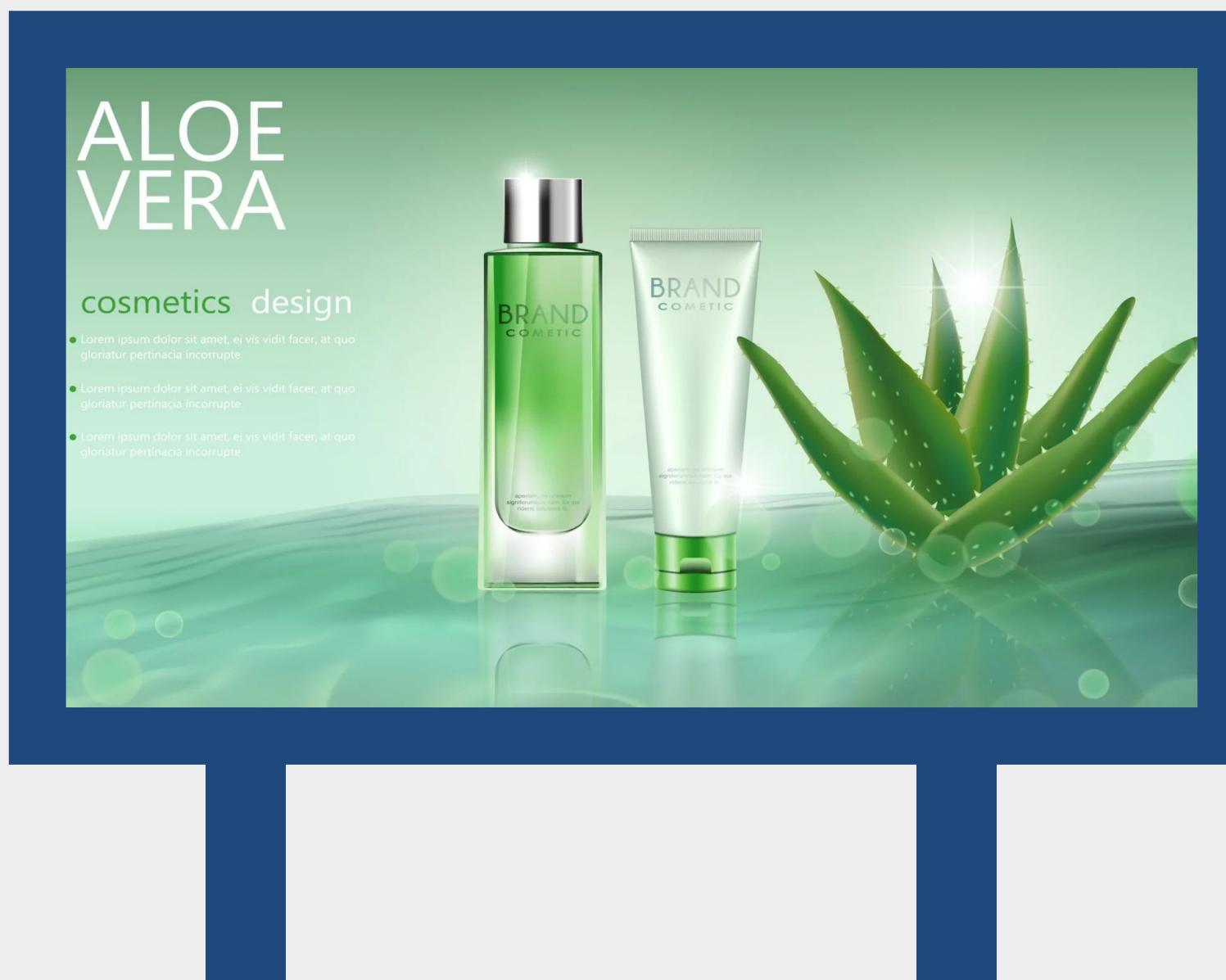
그림 2. 지역별 사람 계수 시스템 시장 현황

● 전망성

- 전체 보행자 계수 시스템 시장 규모는 2020년 약 8억 8100만 달러에서 2025년 1조 3,300억 달러로 성장할 것으로 예상
- 예측 연도 동안 10% CAGR로 성장할 것으로 예상

활용 방안

● 실시간 보행자 맞춤형 광고 추천 시스템



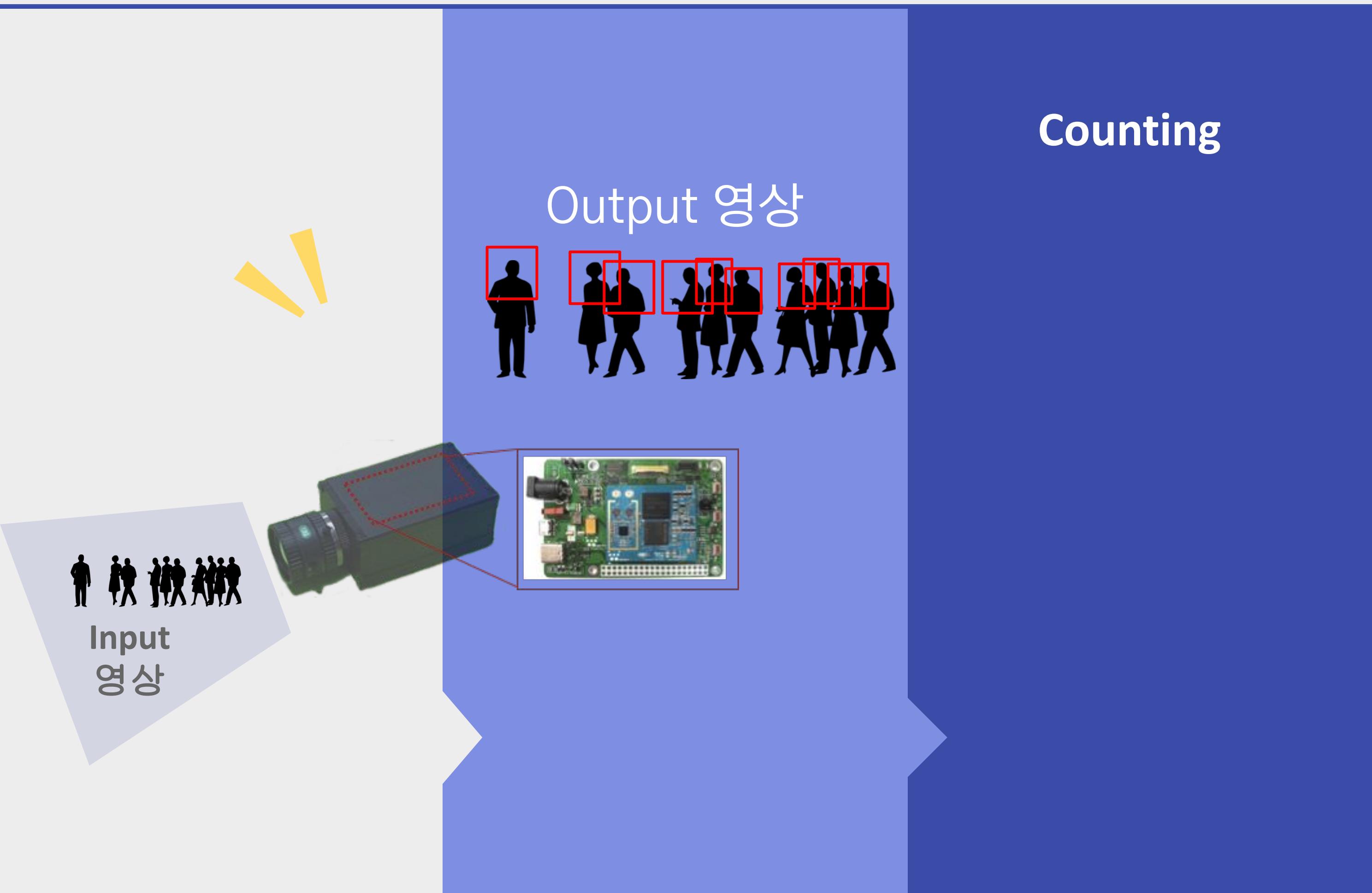
감사합니다



Overview

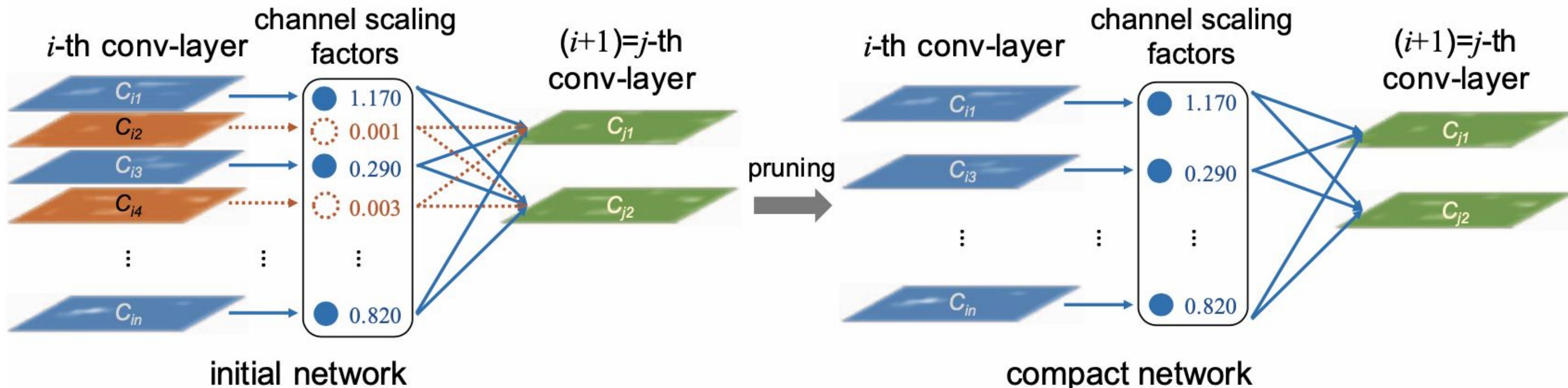


Counting



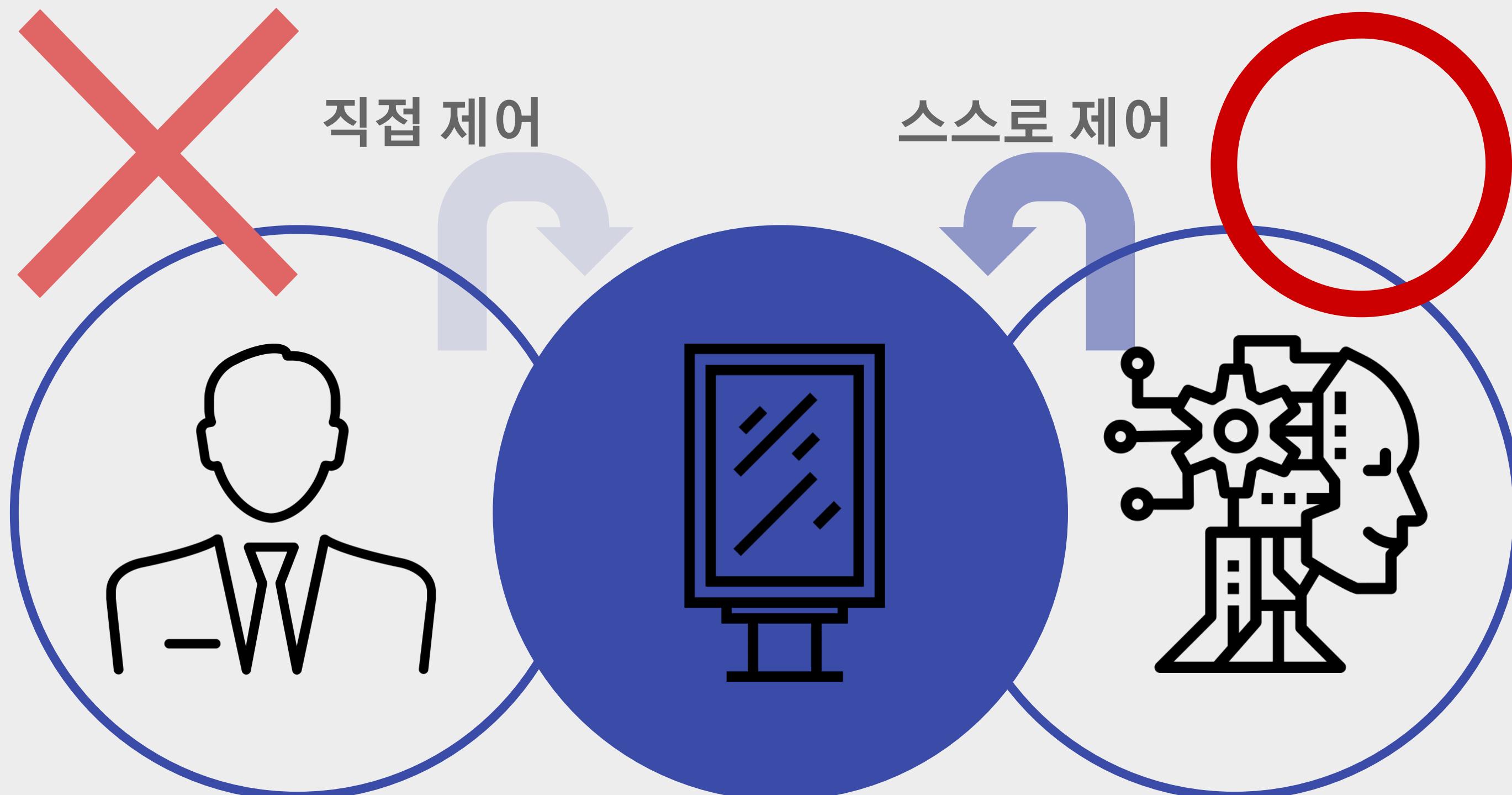
Model 최적화 1. Channel Pruning

‘Channel Pruning’을 이용한 Detection Model 최적화



A. Bewley, Z. Ge, L. Ott, F. Ramos and B. Upcroft, "Simple online and realtime tracking," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2016, pp. 3464-3468.

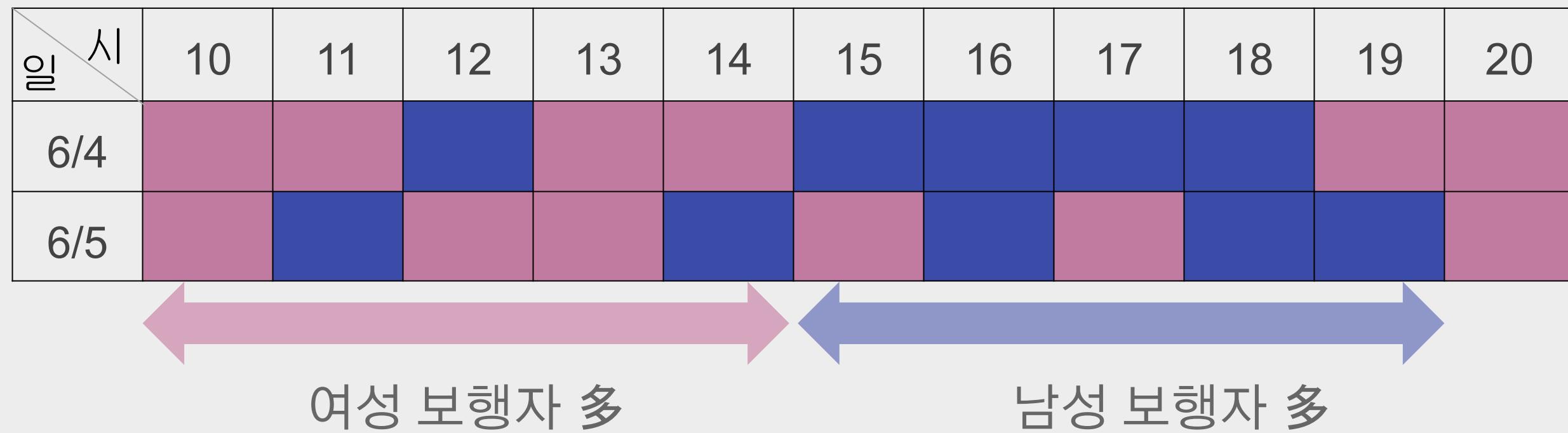
마무리



활용 방안

● 누적 통계를 통한 광고 추천 시스템

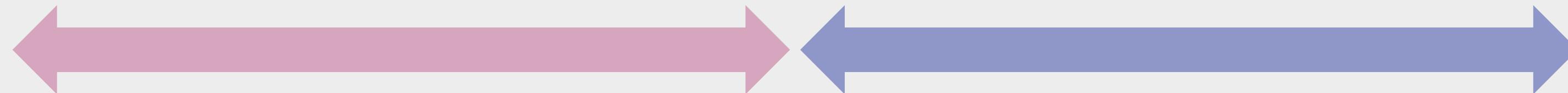
과거 자료 분석



활용 방안

시간대별 광고 조정

일	시	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	6/4											
	6/5											

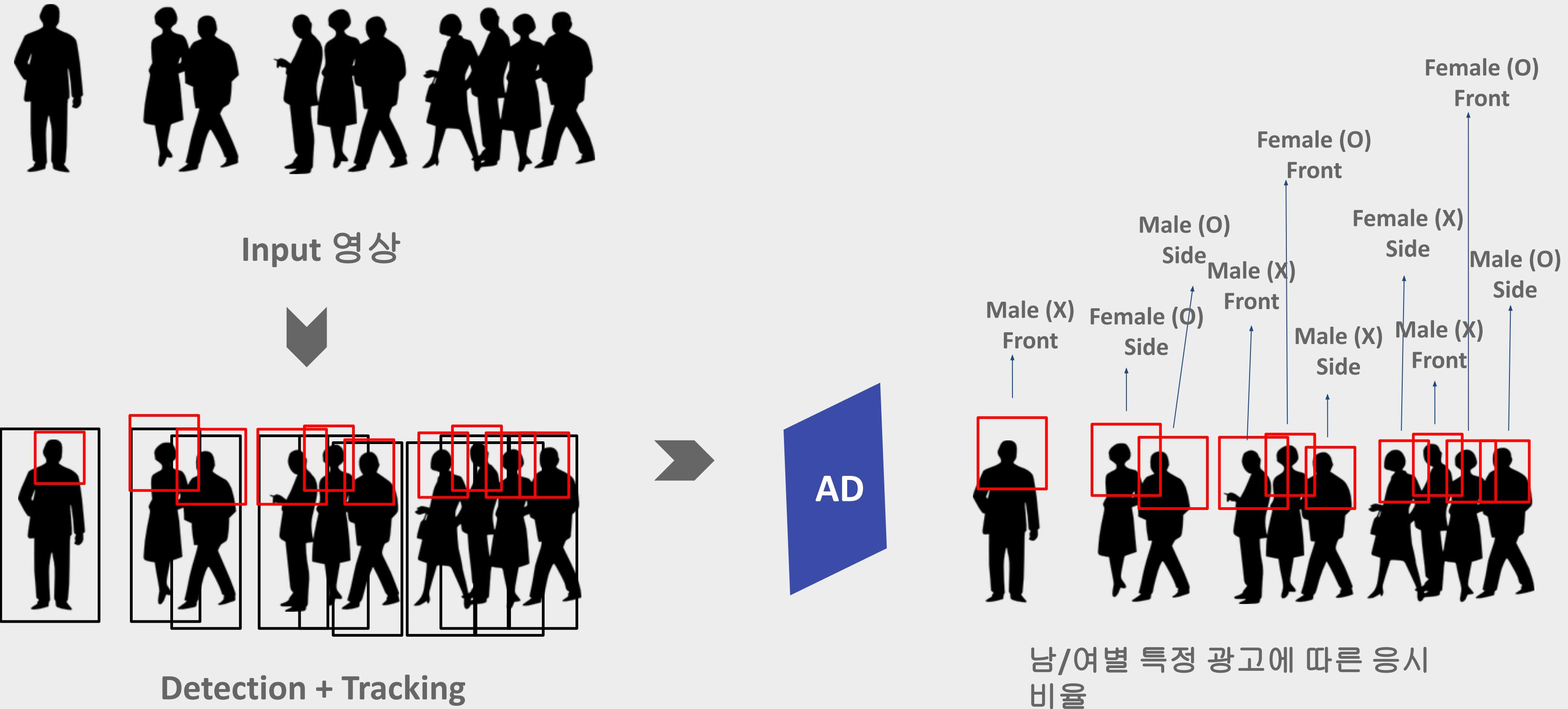


여성 보행자 多

남성 보행자 多

➤ 성별 맞춤 광고를 통해 해당 시간대 성별 수요에 따라 광고를 효율적으로 사용 가능

검출 과정



프로젝트 기대 효과

01

마케팅
분석 자료
제공

02

Edge Computing
환경에서
사용 가능

03

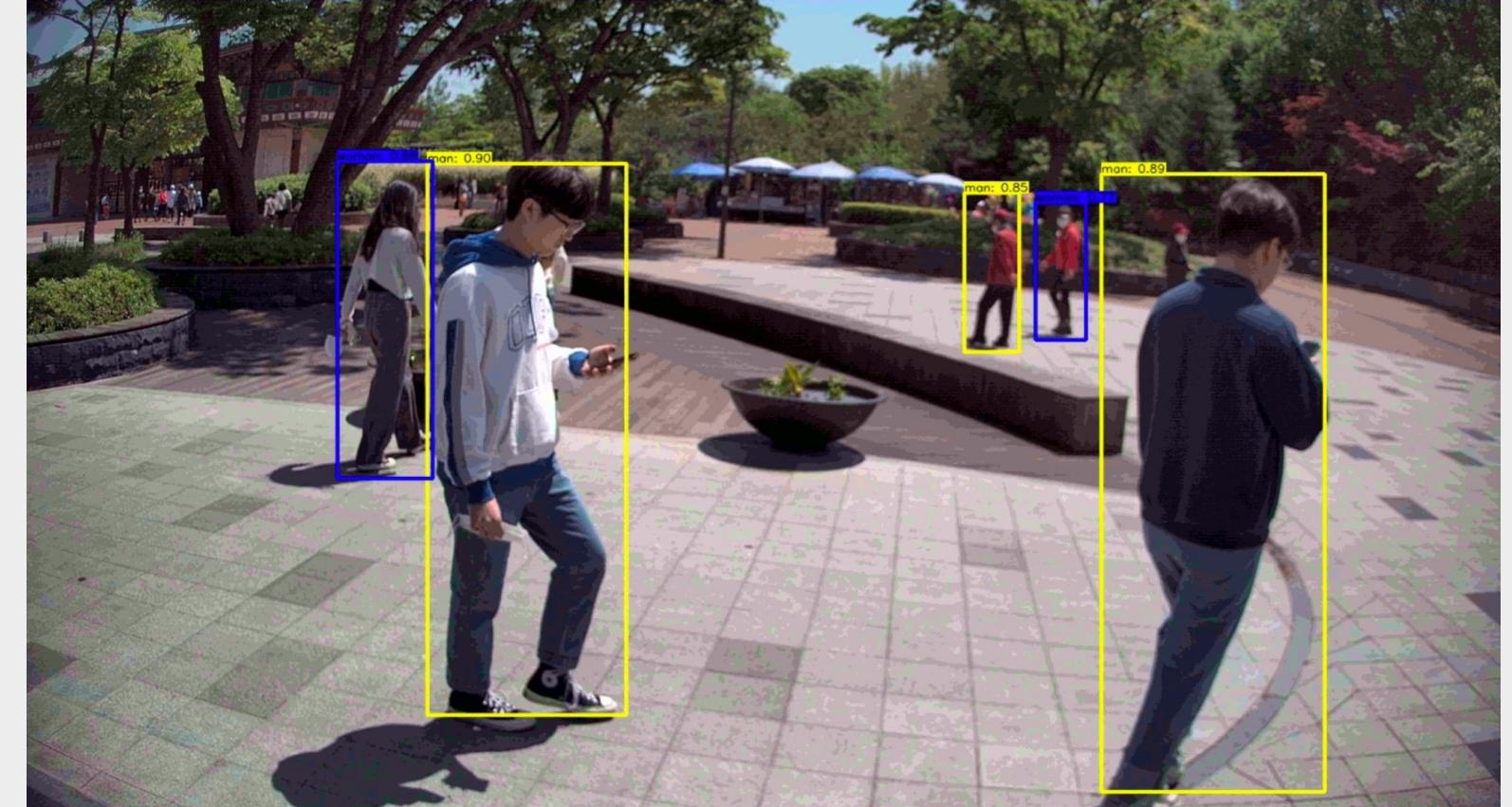
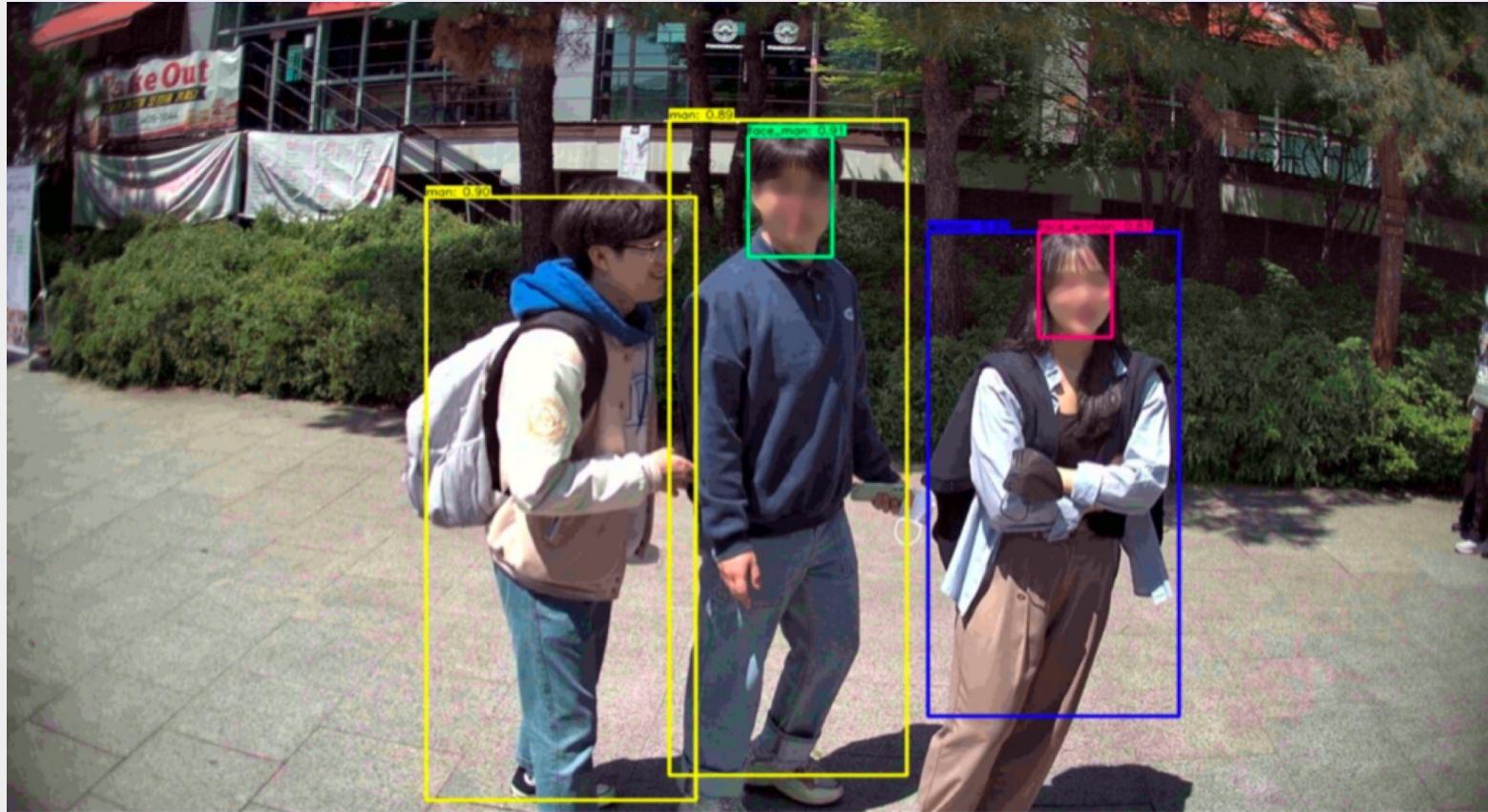
광고 시청자별
맞춤형 광고
제공 가능

- ▶ 시간대별 통행량
- ▶ 보행자 중 광고 응시자의 비율
- ▶ 광고 응시자 중 남/여 비율

- ▶ 모델 경량화를 통해
고성능 컴퓨터 사용 제약 없이
어디서든 사용 가능한 모델 제공

- ▶ Data 분석 자료 바탕으로
시청자별 맞춤형 광고를 제공하여
광고 효과 향상

Overview



검출 대상

남자 보행자
여자 보행자
광고 응시자 (남)
광고 응시자 (여)

시각화

시간대별 보행자 통행량
시간대별 보행자 중 광고 응시자 비율
일별 보행자 누적 통행량

프로젝트 기대 효과

01

마케팅
분석 자료
제공

02

Edge Computing
환경에서
사용 가능

03

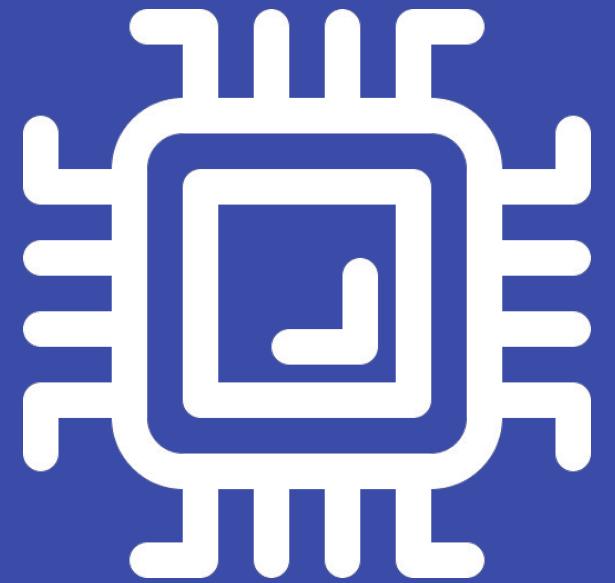
광고 시청자별
맞춤형 광고
제공 가능

- ▶ 시간대별 통행량
- ▶ 보행자 중 광고 응시자의 비율
- ▶ 광고 응시자 중 남/여 비율

- ▶ 모델 경량화를 통해
고성능 컴퓨터 사용 제약 없이
어디서든 사용 가능한 모델 제공

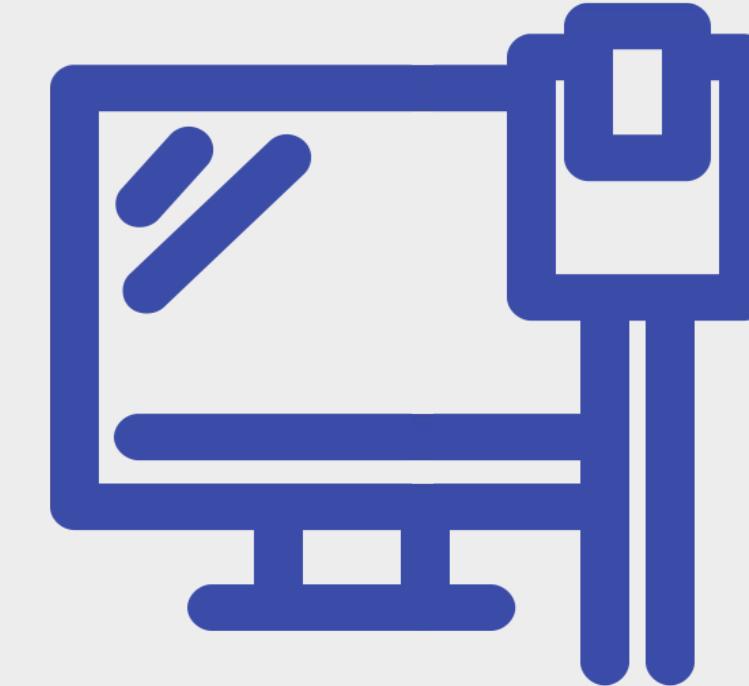
- ▶ Data 분석 자료 바탕으로
시청자별 맞춤형 광고를 제공하여
광고 효과 향상

프로젝트 최종목표 (기술)



영상 기반 딥러닝
검출&트래킹 시스템을 **경량화**하여
고성능 컴퓨터 사용 **제약 없이**
어디서든 사용 가능한 모델 제공

Edge Computing을
위한 모델 경량화



LAN 통신으로 검출 및 트래킹 결과를
실시간으로 전송하여 ~~~

Ethernet을 활용한
실시간 통신

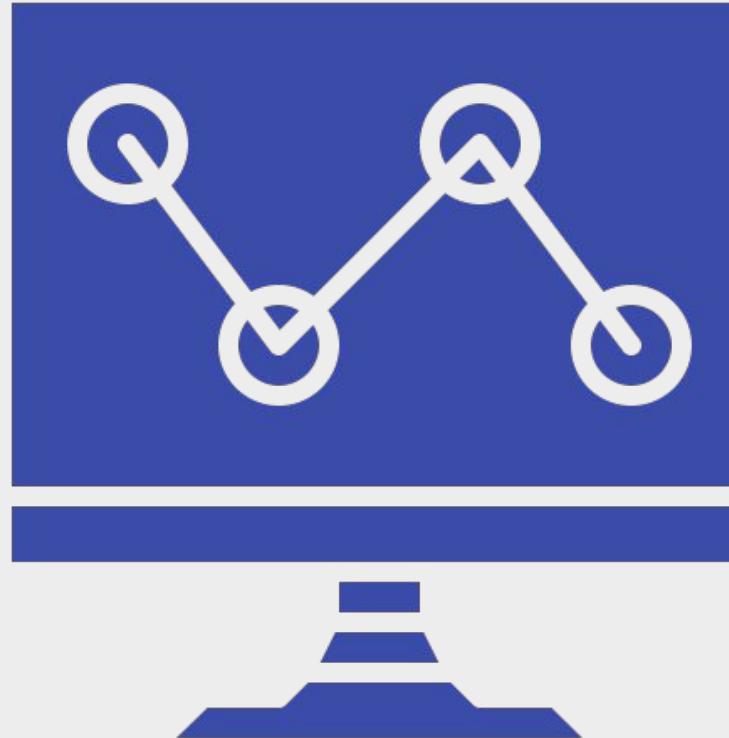
프로젝트 최종목표 (비즈니스)



정보통신을 활용하여 다양한
정보를 수집하는 동시에
제공하여 **양방향 소통** 가능

Digital Signage

시간별 통행량 및 광고 응시자 비율을
시각적인 자료로 제공하여 광고 **효과** 및
마케팅 기초 자료 제공



시각화 플랫폼

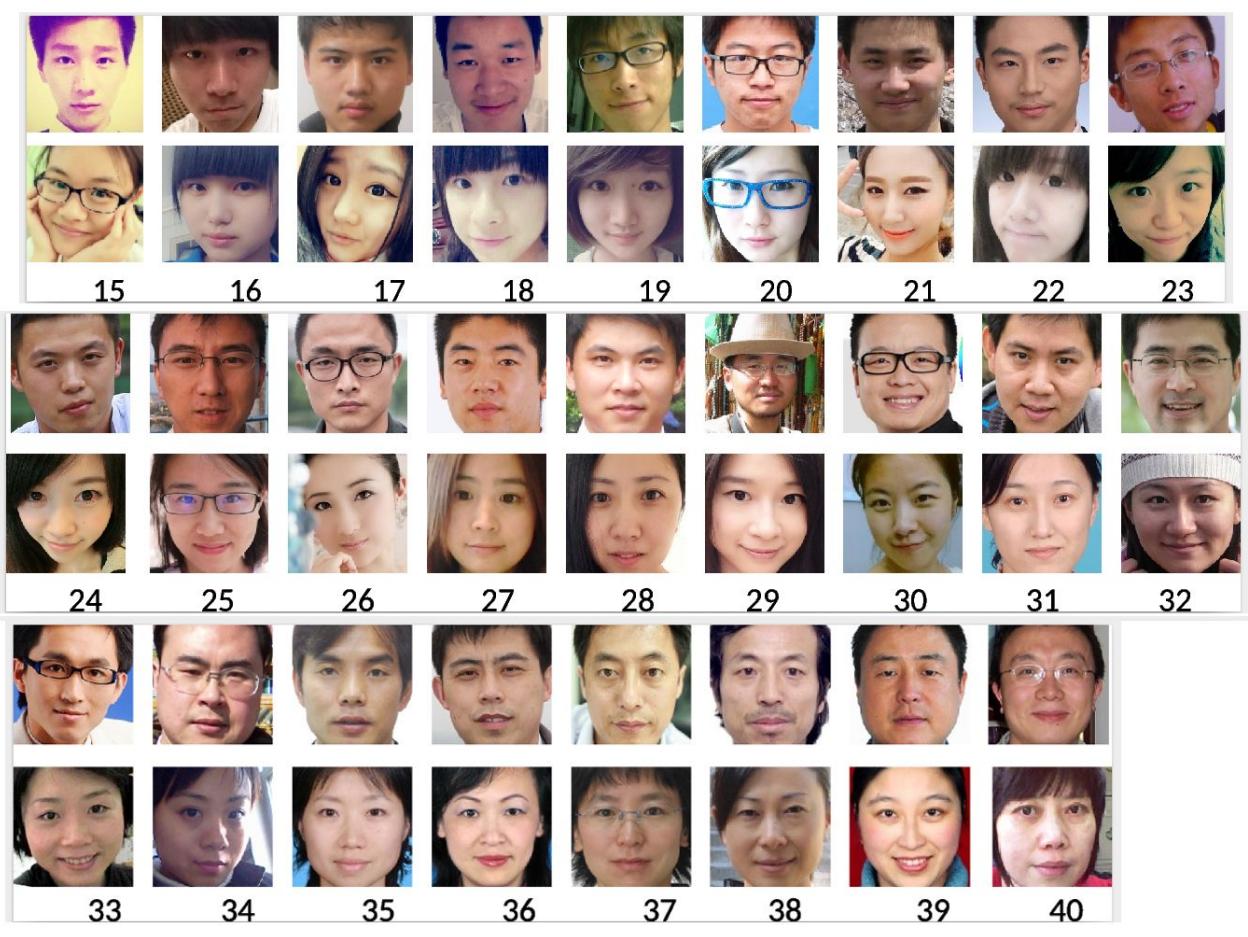
1. 왜 이 프로젝트를 기획했는지? - 사회적 이슈와 연결
2. 프로젝트의 최종 목표(목적) - 비즈니스적인 측면, 기술적인 측면
3. 전체 프로세스 (간략하게)
4. 자세한 기술 설명
 - detection, 경량화
 - tracking -> SORT 간략하게 설명, 동작 원리
 - embedded -> 카메라에서 검출+추적+계수 카운팅 알고리즘까지 모두 계산됨 & LAN통신으로 실시간 카메라에서 계산 결과 값 볼 수 있음
 - service 적인 측면으로, data를 web으로 실시간으로 보내주어 그래프 그림
5. 최종 결과물 (시연 영상)
6. 기대효과 & BM -> 어떤 어려운 방면에 이용될 수 있음
7. 끝!

향후 발전 가능 방향

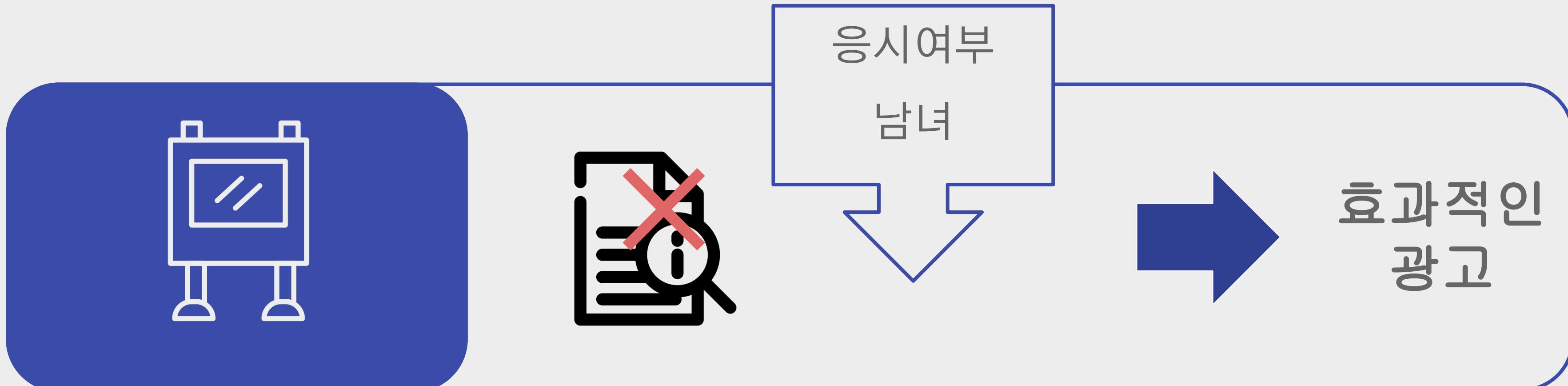
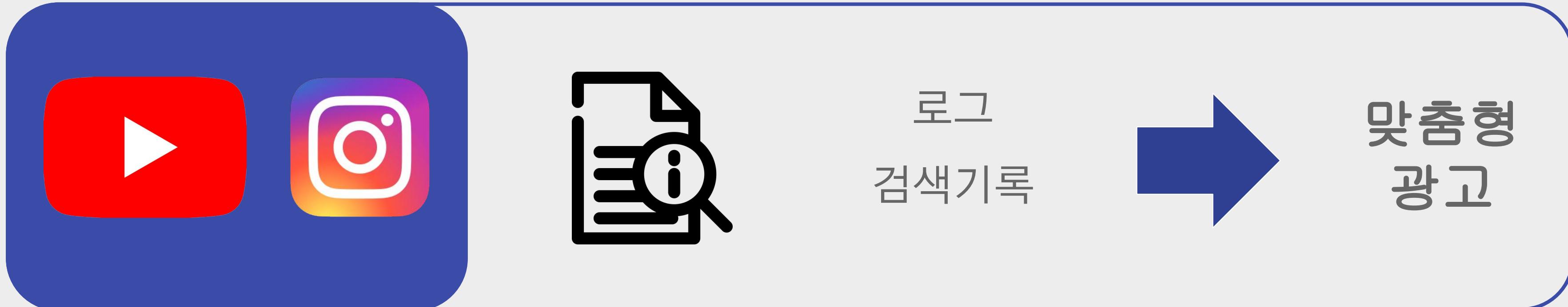
나이대별
통행량 분석

모션인식을
통한 광고

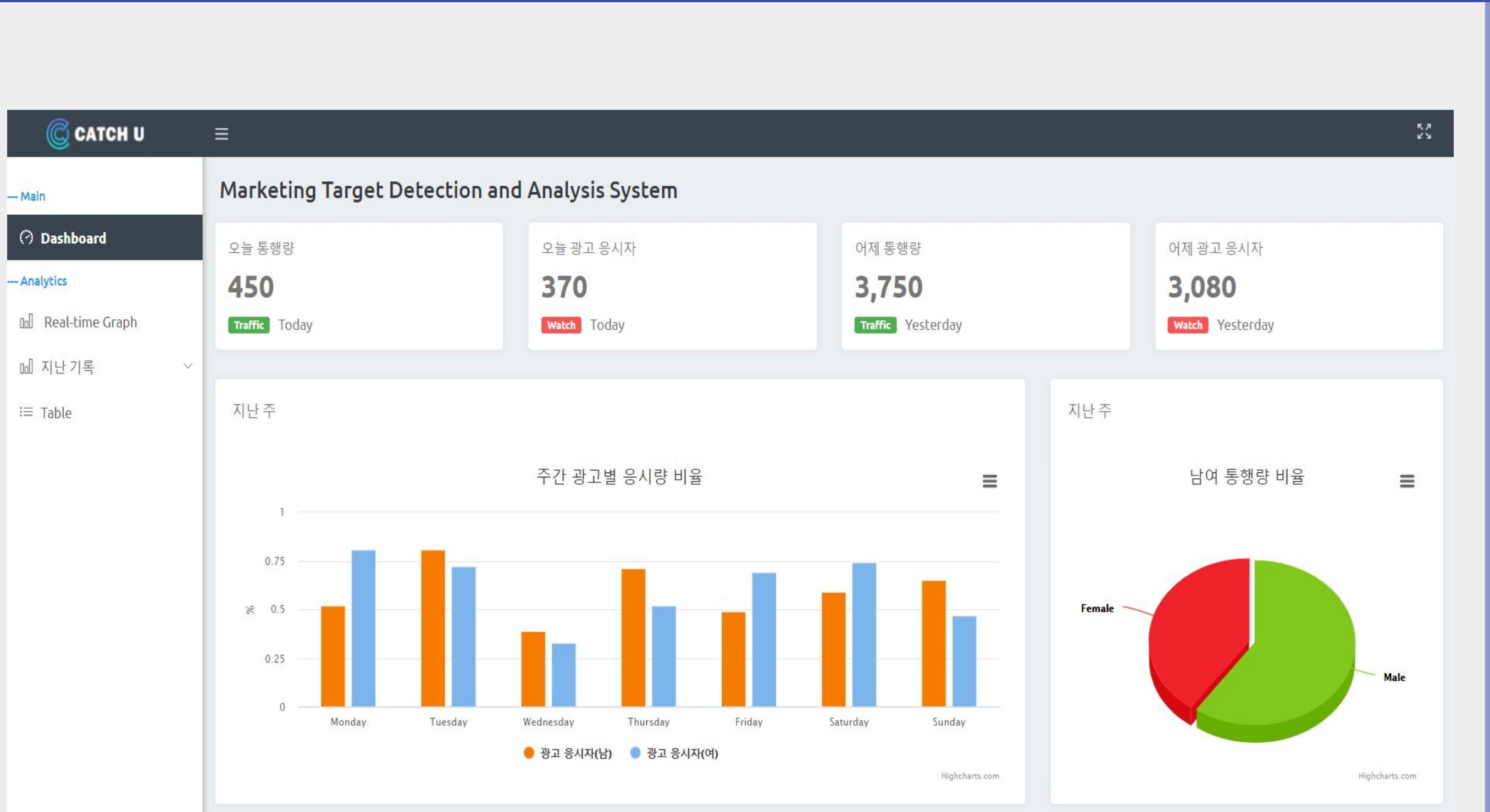
들고 있는
물건에 따른
추천 광고



프로젝트 소개



Web Service

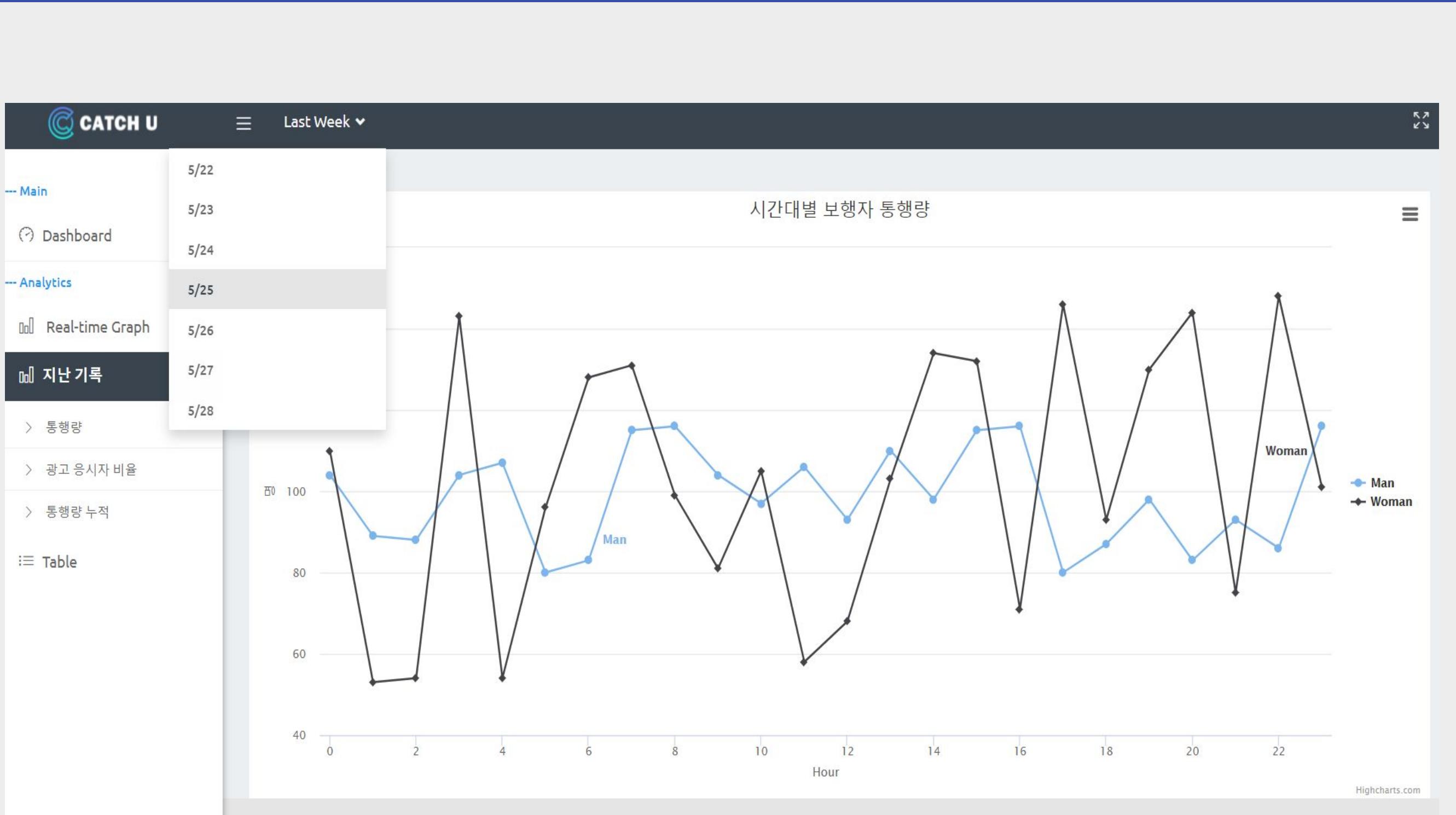


Dashboard : 과거 기록 요약

Real-time 그래프

계수되는 값들을
실시간으로 받아서 현재
보행자 상황을 웹으로 볼 수
있게 구현하였습니다.

Web Service

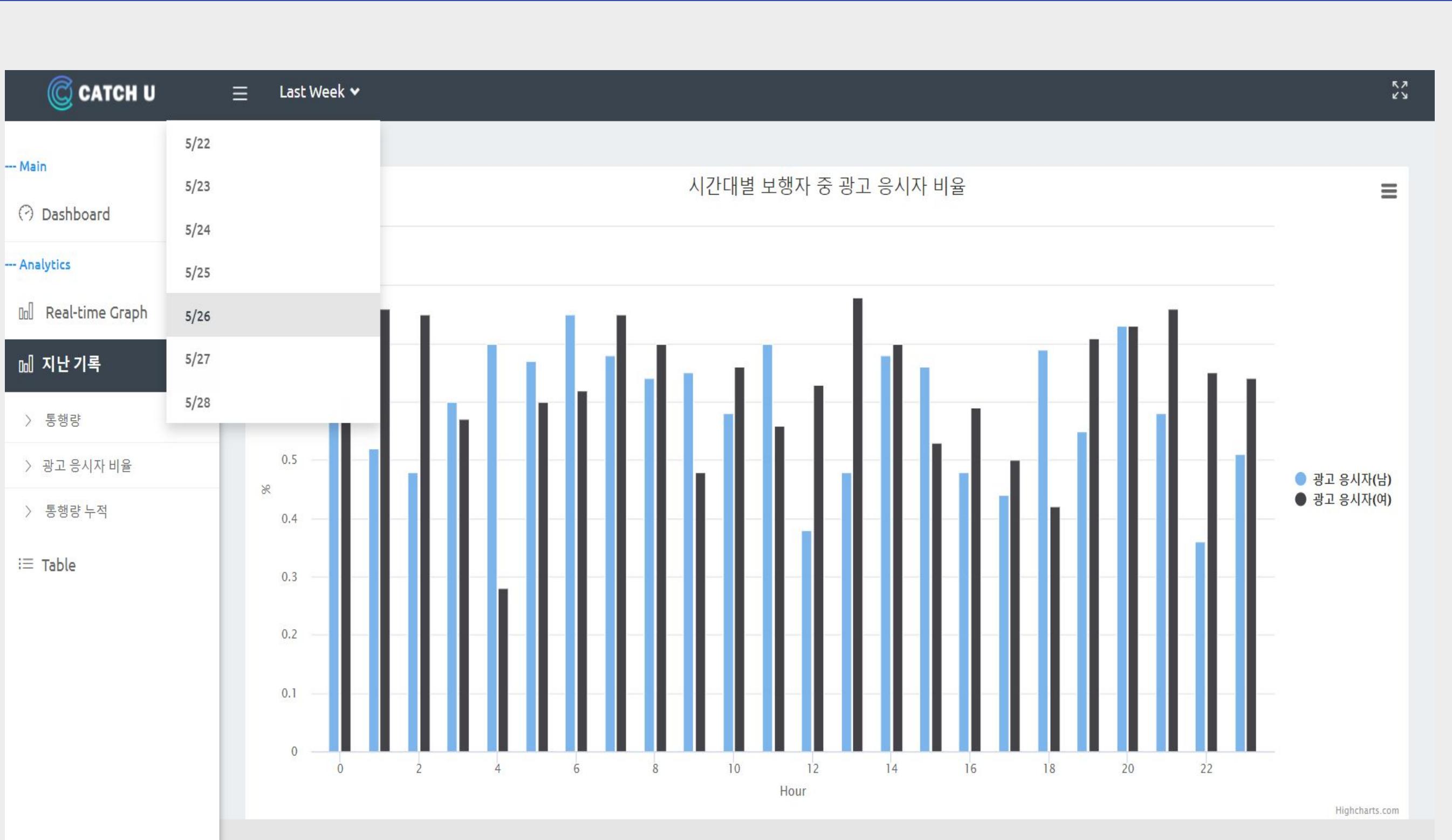


지난 7일간의 시간대별 보행자 통행량

Real-time 그래프

계수되는 값들을
실시간으로 받아서 현재
보행자 상황을 웹으로 볼 수
있게 구현하였습니다.

Web Service

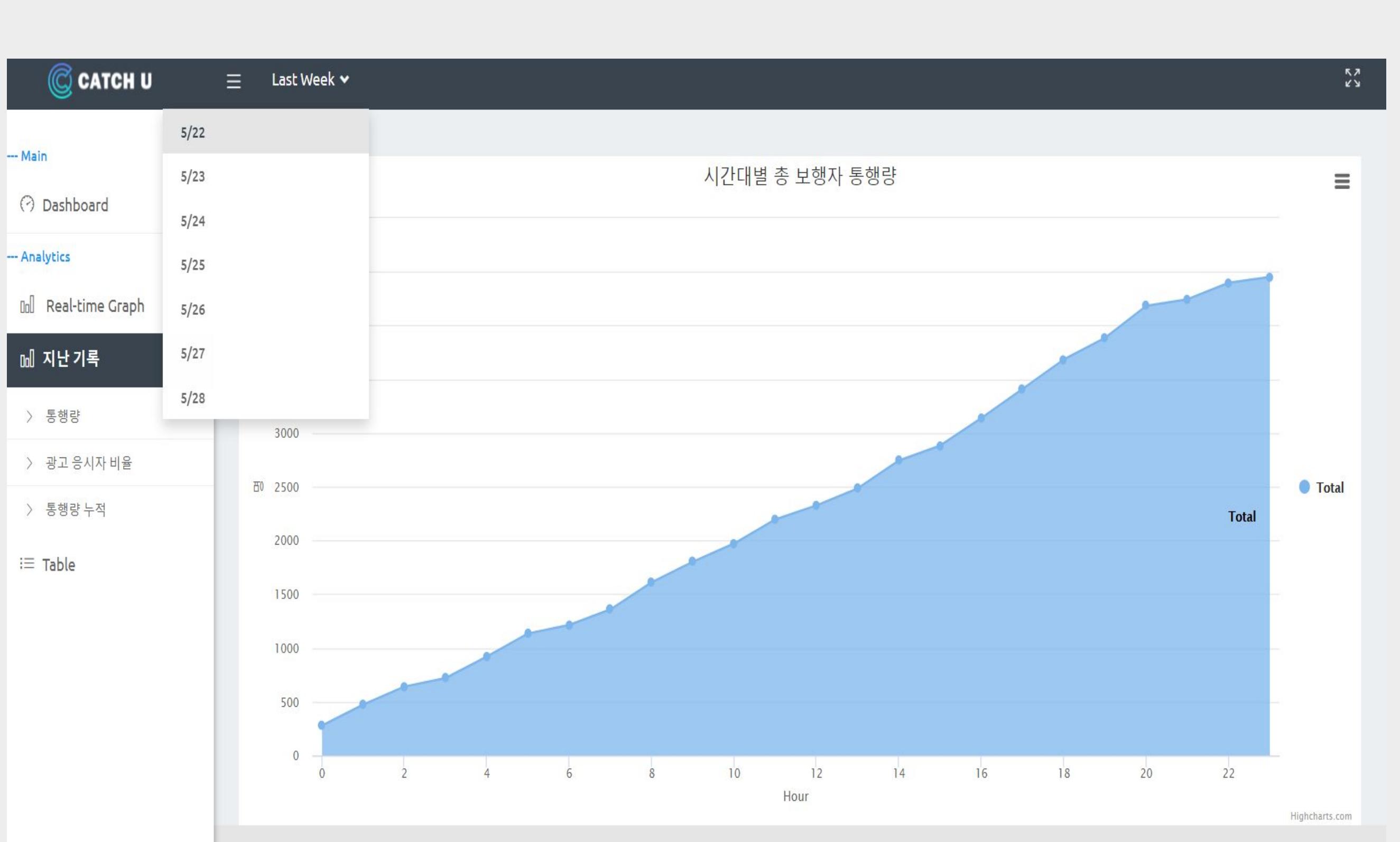


지난 7일간의 시간별 보행자 중 광고 응시자 비율
 (=광고 응시자/통행량)

Real-time 그래프

계수되는 값들을
실시간으로 받아서 현재
보행자 상황을 웹으로 볼 수
있게 구현하였습니다.

Web Service



통행량 누적 그래프

Real-time 그래프

계수되는 값들을
실시간으로 받아서 현재
보행자 상황을 웹으로 볼 수
있게 구현하였습니다.

Web Service



Real-time 그래프

계수되는 값들을
실시간으로 받아서 현재
보행자 상황을 웹으로 볼 수
있게 구현하였습니다.

Web Service

통행량 정보
Table of 2021.05.28

Hour	Man	Woman	Face_man	Face_woman
0	107	141	62	119
1	102	105	52	97
2	89	70	67	47
3	100	99	80	82
4	113	95	71	70
5	96	114	39	104
6	100	136	75	119
7	91	102	43	97
8	106	130	85	104
9	93	110	46	95
10	101	117	79	96

통행량 정보 표

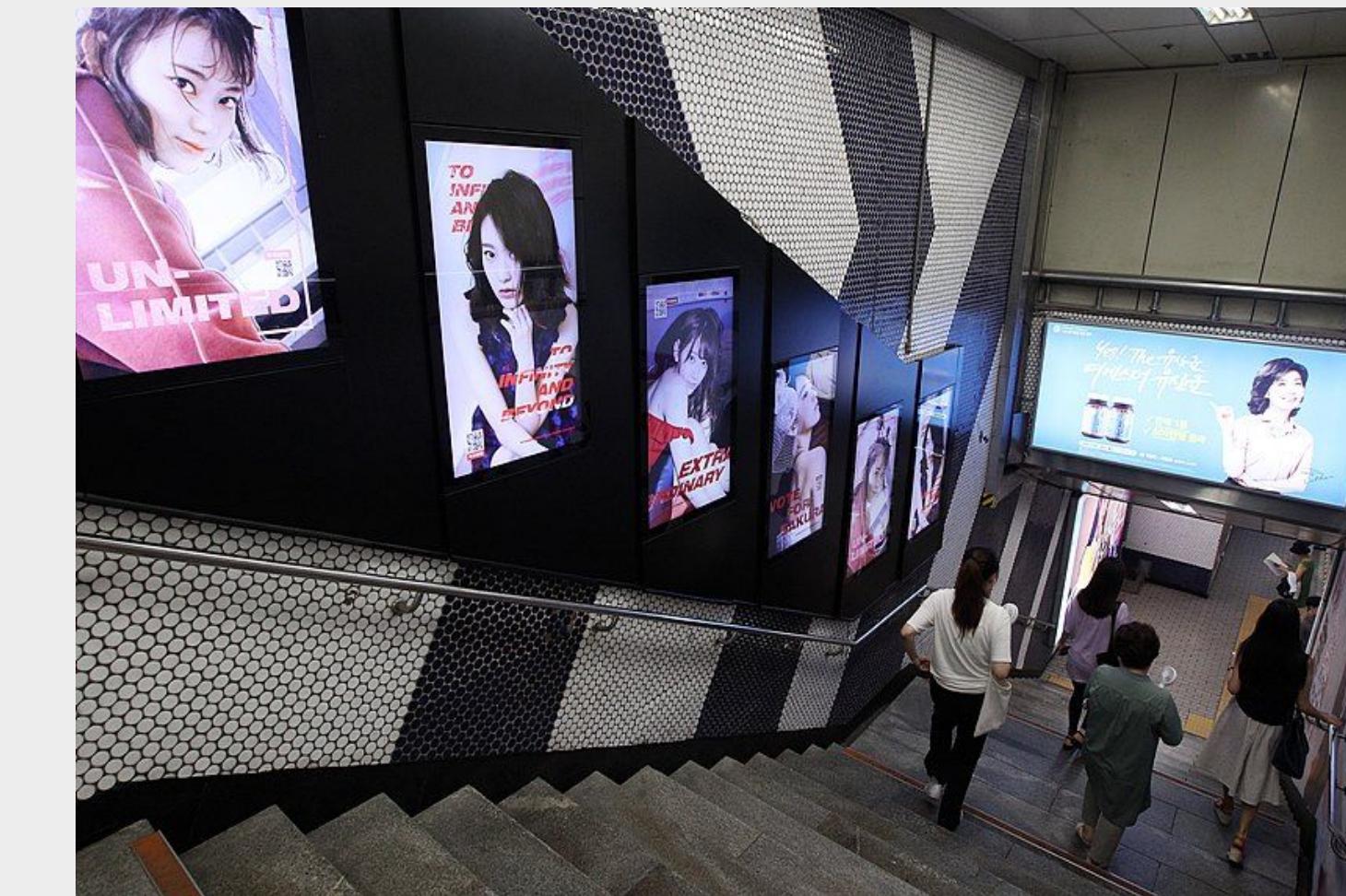
Real-time 그래프

계수되는 값들을
실시간으로 받아서 현재
보행자 상황을 웹으로 볼 수
있게 구현하였습니다.

아이디어 등장 배경

주변에서 쉽게 접할 수 있는 **상업 광고**,

- 시간대별 **"광고 알을 지나가는 사람"**의 통계는 어떻게 될까?
- 통행자 중 **"광고를 실제로 보는 사람"**은 과연 몇이나 될까?
- 통행자 중 **"광고의 주요 타겟"**은 과연 몇이나 될까?



프로젝트 소개



Detection

