

# CAPSTONE 디자인

EDGE COMPUTING 드론을 통한  
객체 탐지 및 객체 밀집도 측정 및 서비스 구현

CAPSTONE 디자인 최종 발표

6조 웃는흑말랑소

팀원 : 김찬영, 박정빈, 박승일, 이재훈

# Contents

## 1. 프로젝트 소개

- Problem Definition
- 프로젝트 주제

## 2. 시스템 구성

- Drone & Edge Computer
- Back/Front-end

## 3. 개발 및 구현

- 모델 개발
- Edge Computing
- Cloud Computing
- Drone
- 서비스 구현

## 4. 시연

- 시연 영상

---

# 1. 프로젝트 소개

- Problem Definition
- 프로젝트 주제

# Problem Definition

[뉴스초점] 6차 촛불집회...주최 측 "212만" vs. 경찰 "42만"

12-03 22:03



<출연 : 김광덕 전 한국일보 정치부장 · 세한대 배종호 초빙교수>

박근혜 대통령의 3차 대국민 담화와 탄핵 정국 속에서 이 시각 현재 6번째 주말 촛불 있습니다.

## 광화문 100만 촛불, 스마트폰으로 셀 수 있다?

조이코퍼레이션, 19일 집회 참가자수 측정 시도... "와이파이 신호 집계"

16.11.18 18:42 | 최종 업데이트 16.11.18 18:42 | 김시연(staright) ▾

좋아요 797개 + 크게 - 작게 인쇄 URL줄이기 ☆ 스크랩

f 808

원고료로 응원하기

71 댓글달기

## 정확하지 않은 인원 추정과 유동인구 예측 및 데이터 수집의 어려움

- 인원이 너무 많고 넓은 지역에 분포.
- 유동적인 인원 집결 장소로 인해 고정형 카메라를 사용하는 것은 한계가 존재.
- 교통카드 내역, 통신 내역, 면적 당 사람 수 추정 등으로 유동인구를 조사하는 것은 부정확.

# Problem Definition



## 정밀하지 않은 유동인구 분석

- 현재의 유동인구 데이터 수집 방식으로는 지역 개념의 유동인구 분석만 가능  
(ex 신촌권, 강남역권 등).
- 작은 지역 단위의 유동인구 데이터 수집 및 분석은 불가능.

# 프로젝트 주제

“Edge Computing 드론을 활용한  
객체 탐지 및 밀집도 측정 서비스 구현”

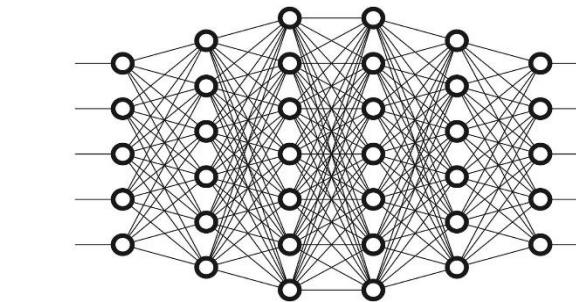
- 드론의 높은 기동성을 활용해 데이터 수집 문제 해결
- 사람을 직접 탐지해 양질의 데이터를 기반으로 정확한 서비스를 제공
- 지역이 아닌 작은 영역 단위의 유동인구 분석이 가능
- Edge Computing을 통해 네트워크 트래픽과 사생활 침해 문제 해결



## — 2. 시스템 구성

- Drone & Edge Computer
- Back/Front-end

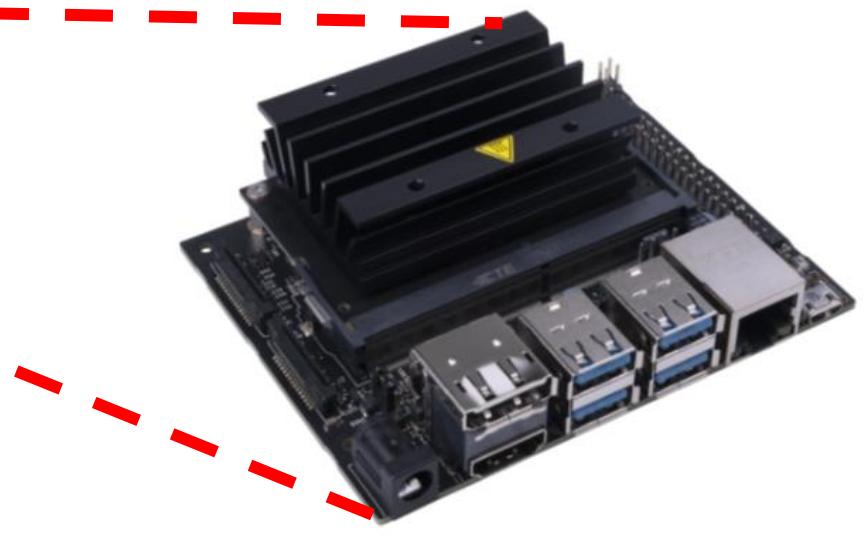
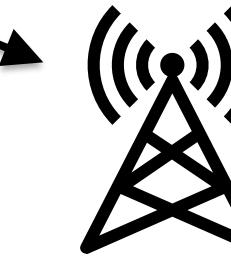
# Drone & Edge Computer



## 1. Deep Learning Edge Computing

Type 1. 객체 검출 데이터 (YOLOv4 + Object Tracking)

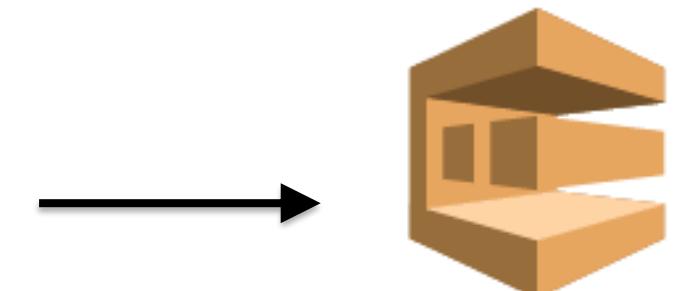
D-Tue Mar 16 16:09:33 2022  
left: 155.185 top: 200.071  
width: 7.57823 height: 11.496



## 2. 433MHz Drone Telemetry 무선 통신

Type 2. 드론 위치 데이터

Coor 2022\_05\_16\_16\_09\_33  
37.5505 127.075 10.18 226.17



Amazon  
SQS

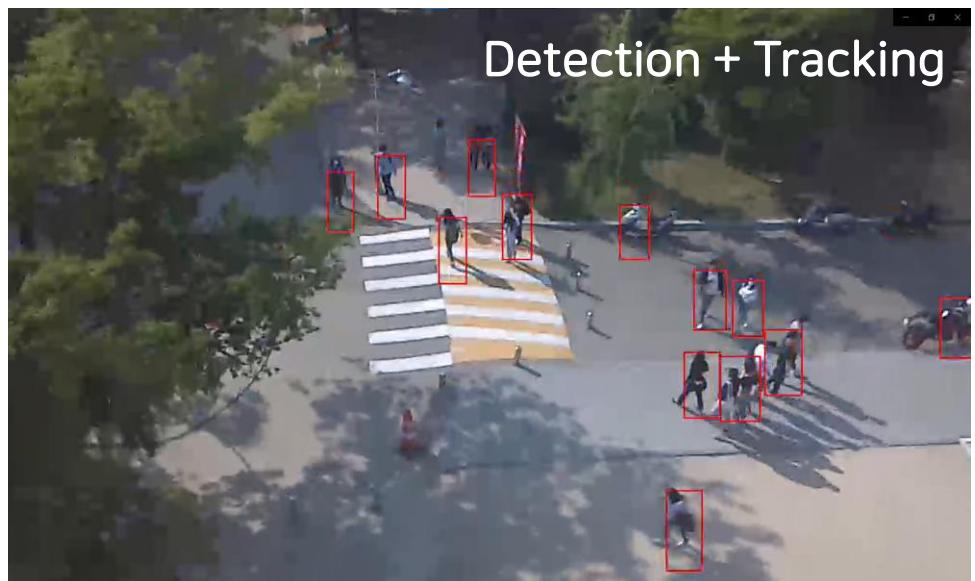
# Back/Front-end (객체 감지 및 데이터)

Type 1. 객체 검출 데이터

D-Tue Mar 16 16:09:33 2022  
left: 155.185 top: 200.071  
width: 7.57823 height: 11.496

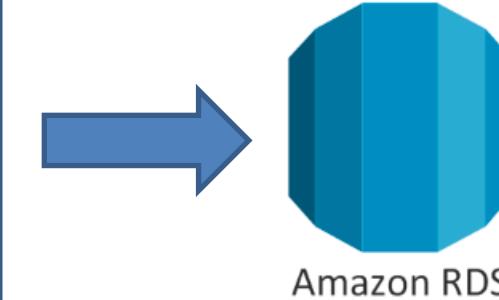
Type 2. 드론 위치 데이터

Coor 2022\_05\_16\_16\_09\_33  
37.5505 127.075 10.18  
226.17



Key	Value
date	2022-04-12 22:13:09
left_value	155.185
Top_value	200.071
Width_value	7.57823
Height_value	11.496
longitude	37.5505
latitude	127.075
Dron_height	10.18
azimuth	226.17

데이터 전처리



서버 운영 ( 앱 )



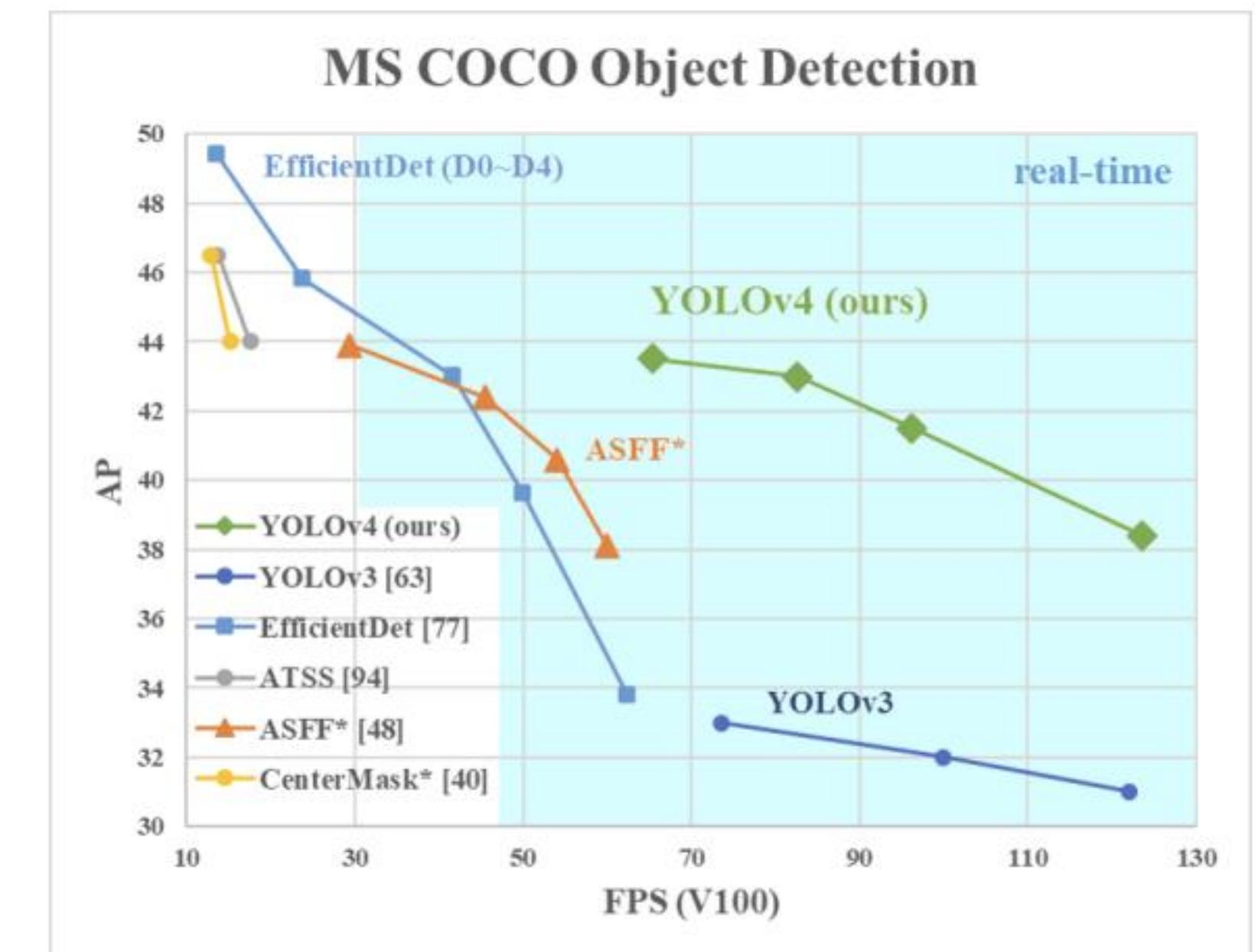
## 3. 개발 및 구현

- 모델 개발
- Edge Computing
- Cloud Computing
- Drone

# 모델 개발 - YOLOv4

## Main Contributions

- **Bag of Freebies**
  - Data Augmentation
  - Loss Function
  - Regularization
- **CSPDarknet53**
- **Faster training and inference time**



# 모델 개발 - VisDrone Dataset

총 8,599장을 가진 대규모 Drone기반 데이터셋.  
다양한 실제 시나리오를 기반으로 14개 도시에 걸쳐 수집됨.

Training	6,471
Validation	548
Test	1580
Class	pedestrian, people, bicycle, car, van, truck, tricycle, awning-tricycle, bus, motor

이 중 사람에 해당하는 **pedestrian, people**  
class만 선별하여 통합 후 학습을 진행함.



# 모델 개발 - YOLOv4 Training

YOLOv4 Transfer Learning

Input Size	416X416X3
Batch Size	8
Learning Rate	Soft Start Cosine Annealing Schedule 0.3 to 1e-7
Optimizer	Adam
Epochs	150
Data Augmentation	Hue, saturation, exposure, jitter, horizontal flip

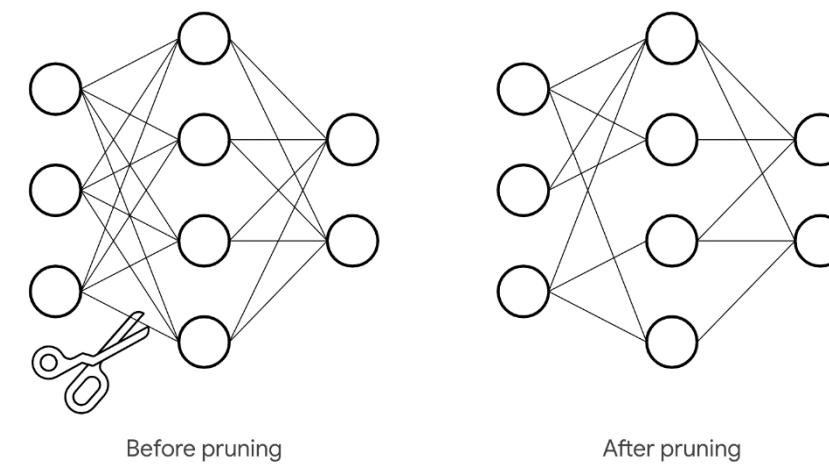
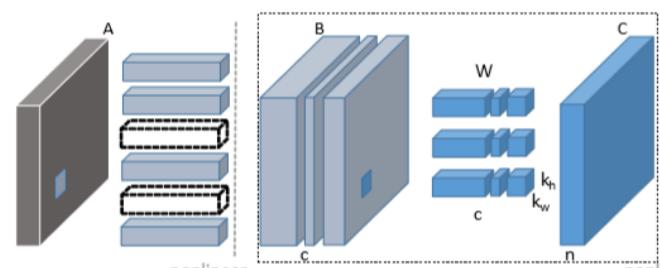
mAP **30.26%**

모델 경량화 작업

Pruning (channel / weight)

YOLOv4 Retraining

Pruning Ratio (pruned model / original model)	0.023
---	-------

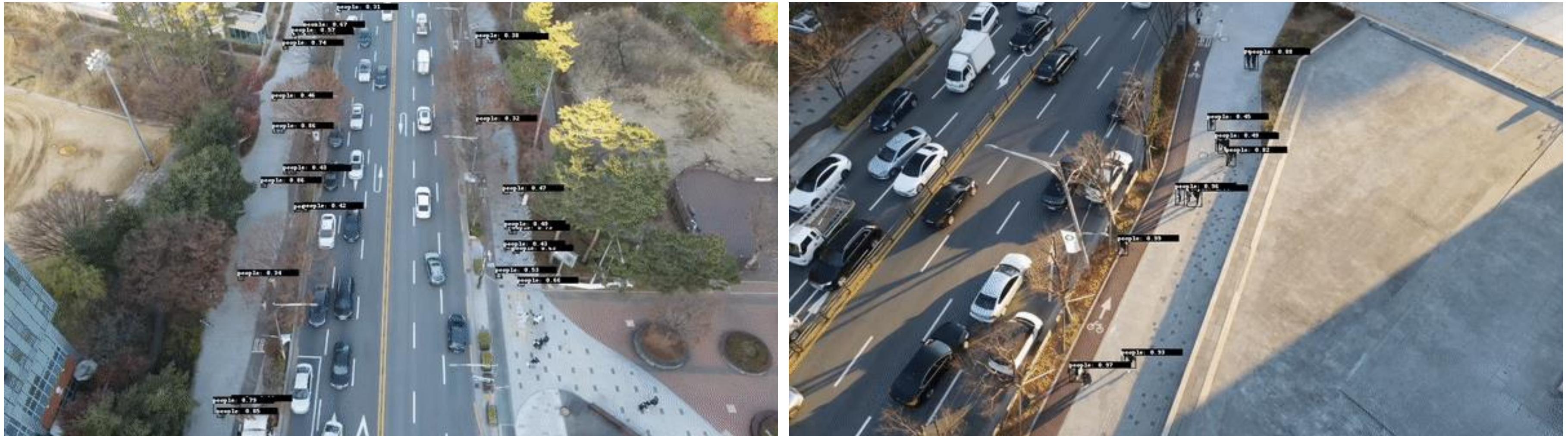


Input Size	416X416X3
Batch Size	8
Learning Rate	Soft Start Cosine Annealing Schedule 0.3 to 1e-7
Optimizer	Adam
Epochs	150
Data Augmentation	Hue, saturation, exposure, jitter, horizontal flip

mAP **31.31%**

# 모델 개발 - YOLOv4 Results

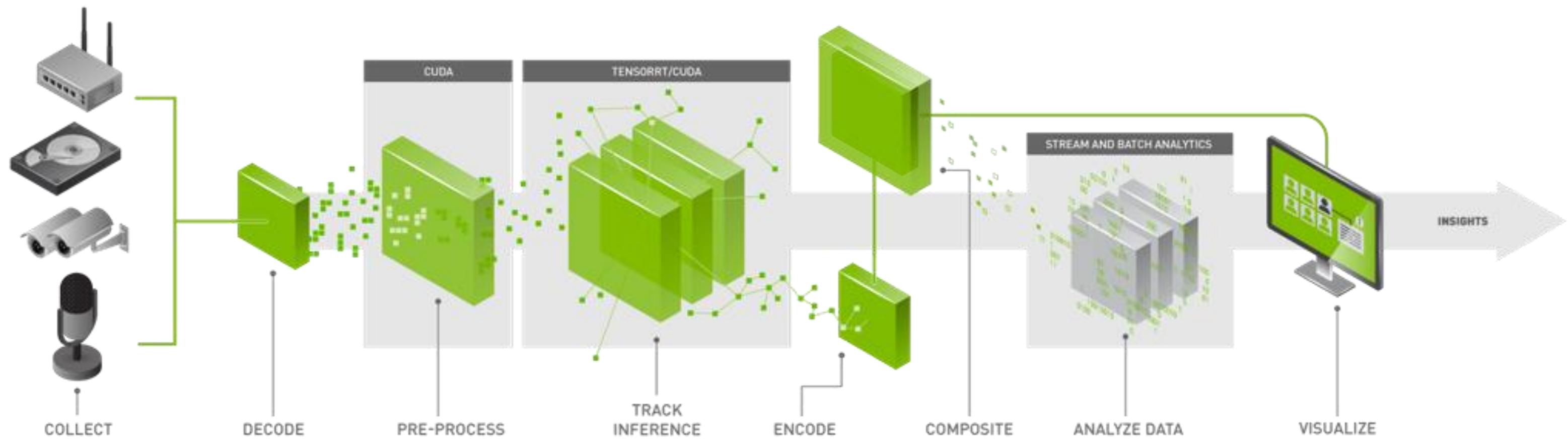
Inference on FP32 after retraining a **pruned model** (w/o tracking algorithms)



mAP

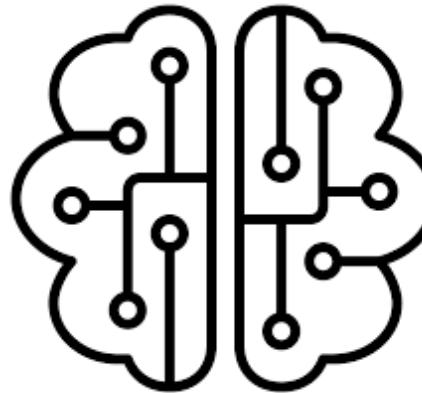
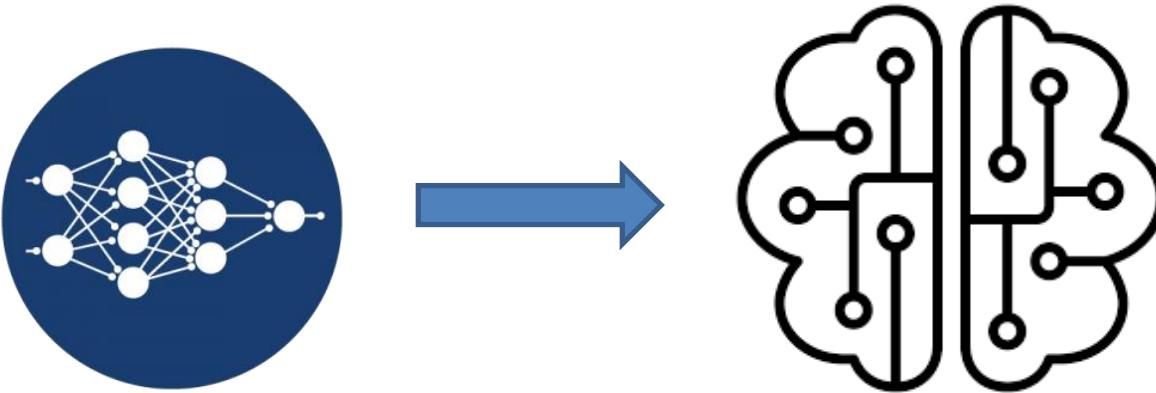
**31.31%**

# Edge Computing - Deepstream SDK



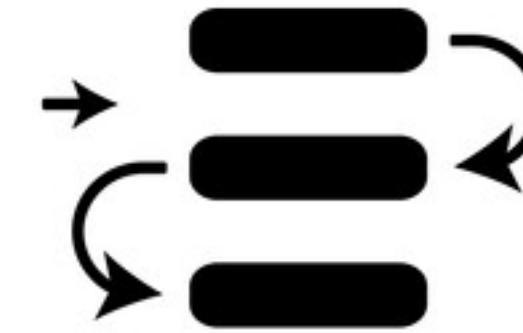
- DeepStream은 완벽한 스트리밍 파이프라인을 구축합니다.
- NVIDIA 텐서, 다중 GPU, 다중 스트림 및 배치 지원 옵션을 포함한 높은 처리량 추론을 통해 최상의 성능을 달성할 수 있습니다.
- Pytorch 및 TensorFlow와 같은 기본 프레임워크에 모델을 배포할 수 있습니다.

# Edge Computing - Embedding



Tensor RT 파일  
(Deepstream SDK 지원형식)

Tao Convering 진행



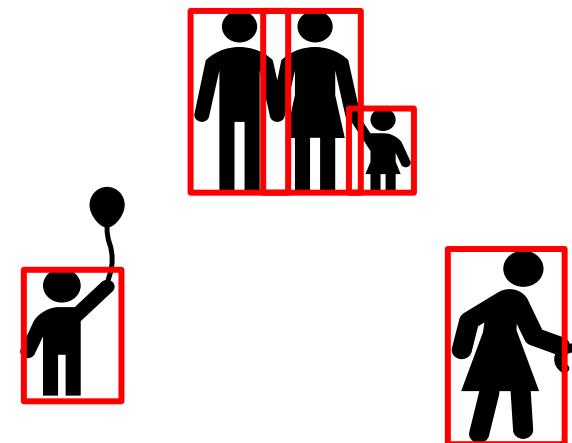
DEPENDENCIES

- Librdkafka
- Gstreamer
- CUDA
- CSI-camera
- Boto3
- Python libraries

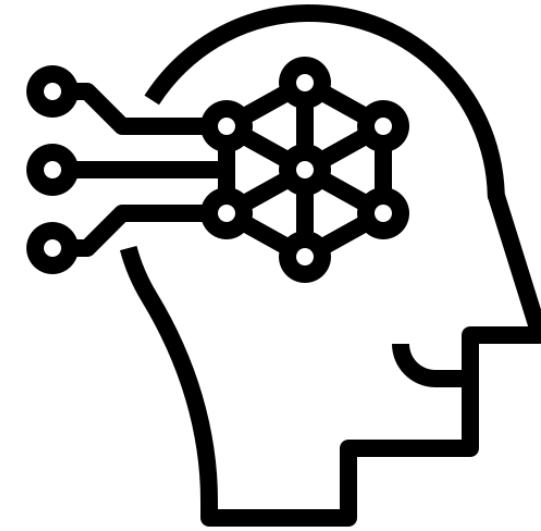
Dependencies 정의



Configuration file 정의  
(스트리밍 파이프라인 정보)



Parser box 정의



Property & Tracking  
(모델관련 정보)

# Edge Computing - Result



**FP32**

FPS(avg) : 38



**INT8**

FPS(avg) : 38.4

# Embedding Model ( Remind )



**YOLOv4 + CSPDarknet53**

fp32 + Tracking

FPS(avg) : 25

Tracking 모델 : 딥러닝기반 멀티오브젝트 트래킹방식 ( Nvidia )

Input : 416 x 416 ( 라즈베리파이 카메라2 사용 예정 )

# Data



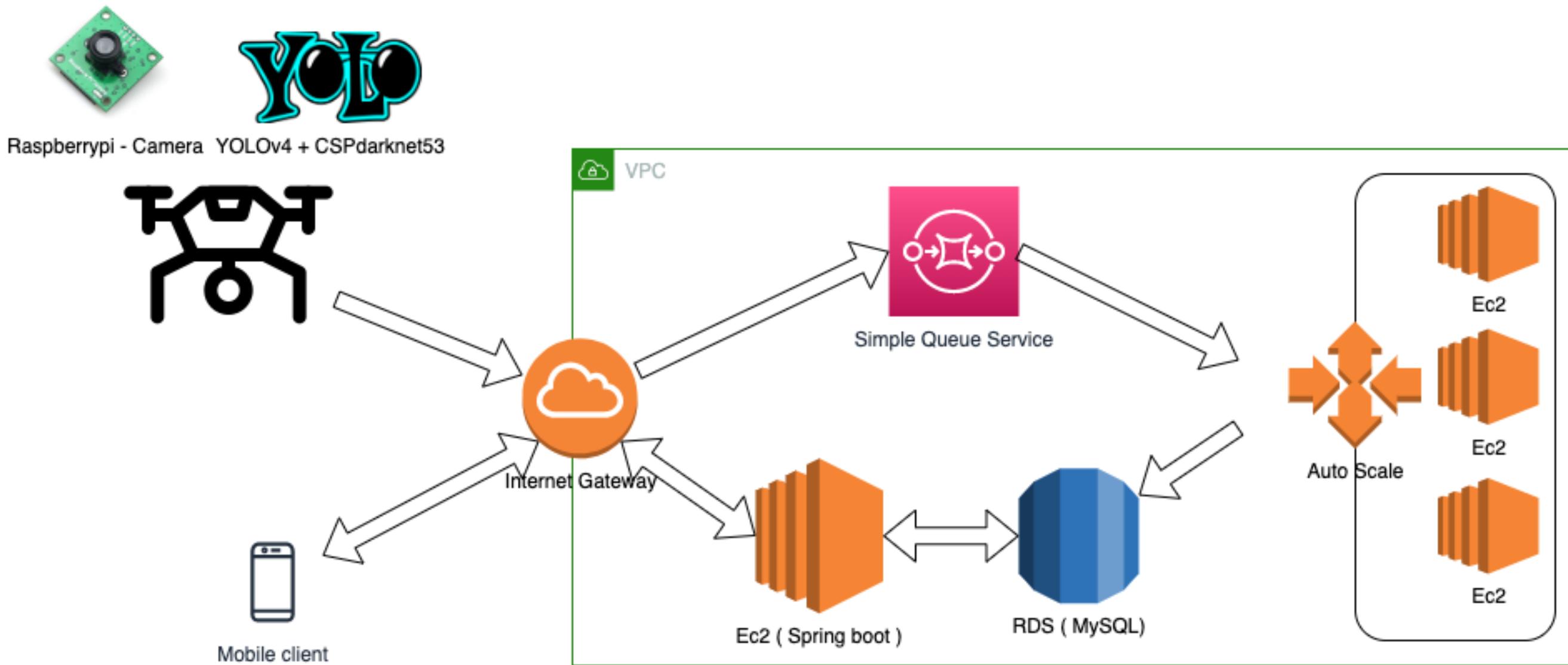
시간	객체 left	객체 top	객체 width	객체 height
----	---------	--------	----------	-----------

Wed Mar 23 01:59:48 2022	left: 154.702	top: 195.505	width: 8.48068	height: 10.8739
Wed Mar 23 01:59:48 2022	left: 155.041	top: 195.96	width: 8.53177	height: 10.8586
Wed Mar 23 01:59:48 2022	left: 154.797	top: 196.452	width: 8.37903	height: 10.5181
Wed Mar 23 01:59:48 2022	left: 154.615	top: 197.092	width: 8.5253	height: 10.2215
Wed Mar 23 01:59:48 2022	left: 156.857	top: 196.596	width: 7.45926	height: 9.96364
Wed Mar 23 01:59:48 2022	left: 154.82	top: 198.483	width: 8.00862	height: 9.61722
Wed Mar 23 01:59:49 2022	left: 154.681	top: 198.804	width: 8.06013	height: 10.0667
Wed Mar 23 01:59:49 2022	left: 154.932	top: 199.262	width: 8.00035	height: 10.0566

+ 경도, 위도, 드론 높이, 방위각

- DNN 기반 객체 검출기와 추적 알고리즘을 통해 얻은 시스템 인식 결과를 기반으로 사람 수 측정
- 검출 최초 시점에 객체의 정보를 데이터로 전송

# Cloud Computing - Cloud



- Python Boto3 ( AWS Python SDK )를 통해 드론에서 클라우드로 데이터 전송
- 안정적인 스트리밍 구조를 만들기 위해 SQS(Queue)를 이용해서 실시간 데이터 처리
- 유동적인 데이터 처리를 위해 Auto Scale를 사용하는 EC2 구조 사용

# Cloud Computing - Cloud

TEST | Enter a SQL expression to filter results (use Ctrl+Space)

	date	123 left_value	123 top_value	123 width_value	123 height_value	123 lon	123 lat	123 drone_height	123 azimuth
1	-14 18:19:50	153.799	201.107	8.1645	10.5064	100	100	100	100
2	-14 18:19:50	154.394	205.541	6.2559	11.6684	100	100	100	100
3	-14 18:19:50	154.911	205.064	6.5643	10.6416	100	100	100	100
4	-14 18:21:24	154.842	204.444	6.8822	11.1402	100	100	100	100
5	-14 18:19:51	154.687	207.909	5.8996	10.1708	100	100	100	100
6	-14 18:21:24	154.911	205.064	6.5643	10.6416	100	100	100	100
7	-14 18:21:23	155.185	200.071	7.5782	11.496	100	100	100	100
8	-14 18:21:32	154.309	203.788	6.1658	11.7878	100	100	100	100
9	-14 18:21:38	202.455	208.653	8.7755	13.4673	100	100	100	100
10	-14 18:19:50	155.185	200.071	7.5782	11.496	100	100	100	100
11	-14 18:19:50	154.767	203.764	7.2907	11.7517	100	100	100	100
12	-14 18:19:50	154.842	204.444	6.8822	11.1402	100	100	100	100
13	-14 18:19:50	153.844	200.588	7.9651	10.03	100	100	100	100
14	-14 18:21:25	154.078	208.727	6.9197	9.2149	100	100	100	100
15	-14 18:21:24	154.767	203.764	7.2907	11.7517	100	100	100	100
16	-14 18:21:32	146.176	204.451	6.6256	8.945	100	100	100	100
17	-14 18:21:24	154.394	205.541	6.2559	11.6684	100	100	100	100
18	-14 18:21:24	154.786	206.032	6.0014	11.1281	100	100	100	100
19	-14 18:19:51	154.786	206.032	6.0014	11.1281	100	100	100	100
20	-14 18:19:50	153.836	204.031	7.3921	9.6808	100	100	100	100
21	-14 18:21:23	153.844	200.588	7.9651	10.03	100	100	100	100
22	-14 18:21:32	152.111	200.96	6.7746	10.7843	100	100	100	100
23	-14 18:21:24	154.687	207.909	5.8996	10.1708	100	100	100	100

데이터베이스 적재화면 (AWS RDS)

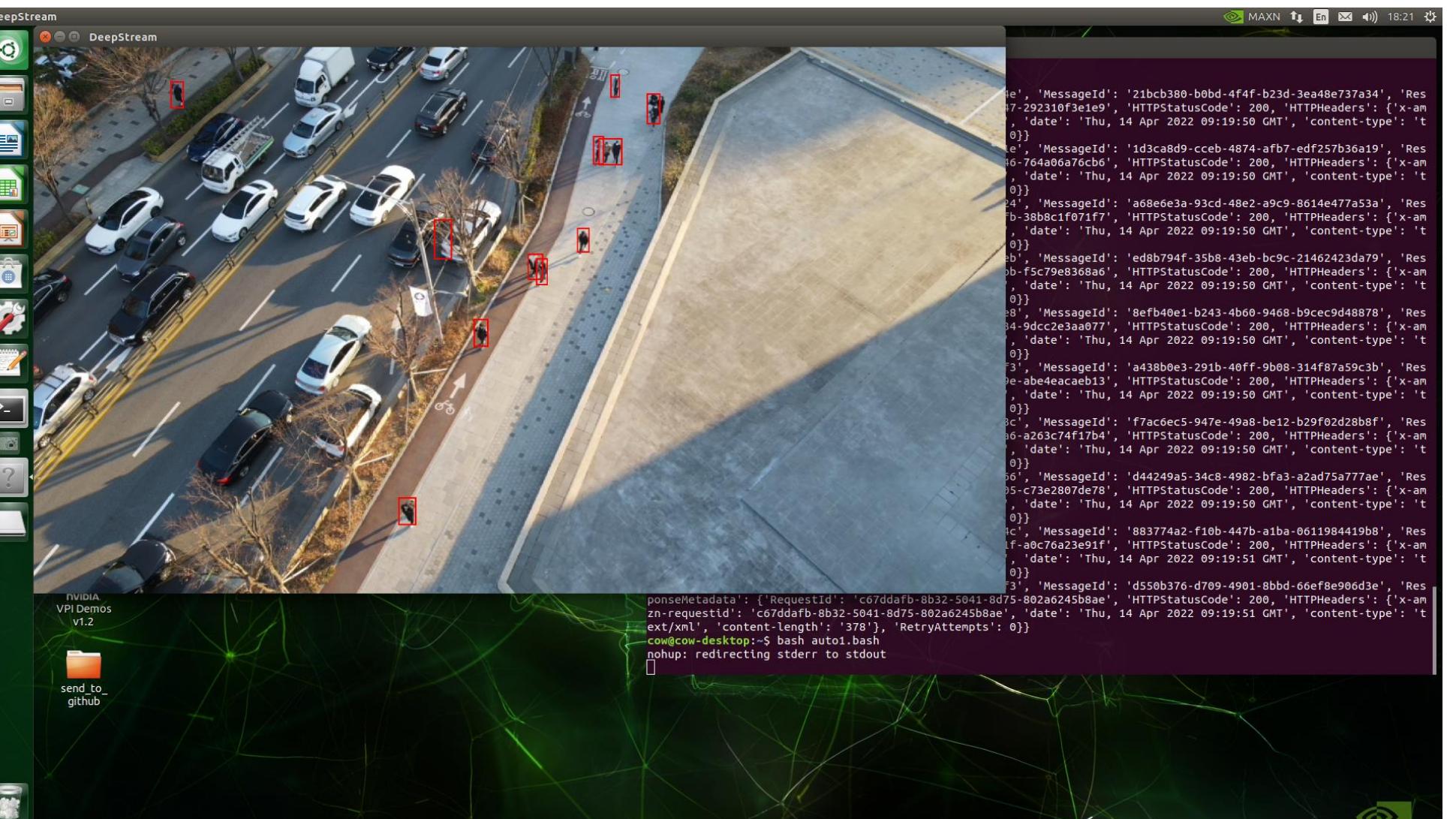
메시지 수신 정보

사용 가능한 메시지	플링 기간	최대 메시지 수	플링 진행 상황
10	999	10	초당 2회 수신

메시지 (10)

ID	전송됨	크기	수신 수
f7ac6ec5-947e-49a8-be12-b29f02d28b8f	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	82바이트	1
a68e6e3a-93cd-48e2-a9c9-8614e477a53a	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	82바이트	1
8efb40e1-b243-4b60-9468-b9cec9d48878	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	82바이트	1
21bcb380-b0bd-4f4f-b23d-3ea48e737a34	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	81바이트	1
883774a2-f10b-447b-a1ba-0611984419b8	2022. 4. 14. 18시 19분 51초 GMT+9	82바이트	1
a438b0e3-291b-40ff-9b08-314f87a59c3b	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	82바이트	1
d44249a5-34c8-4982-bfa3-a2ad75a777ae	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	82바이트	1
d550b376-d709-4901-8bbd-66e8e906d3e	2022. 4. 14. 18시 19분 51초 GMT+9	82바이트	1
1d3ca8d9-cceb-4874-afb7-edf257b36a19	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	80바이트	1
ed8b794f-35b8-43eb-bc9c-21462423da79	2022. 4. 14. 18시 19분 50초 GMT+9	82바이트	1

큐 메세지 수신화면(AWS SQS)



데이터 전송 화면(Jetson Nano)

# 서비스 구현 (MAP 화면)

좌표에 따른 장소 정보 제공

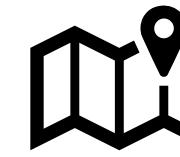
- 검색 기능 활용 가능

실시간 인원 측정 및 혼잡도 표현

- 혼잡도 = 실시간 측정 인원 / 평균 측정 인원

실시간 드론 측정 위치 알림

- DB 데이터의 변화량, 드론의 현 위치(경도, 위도) 이용



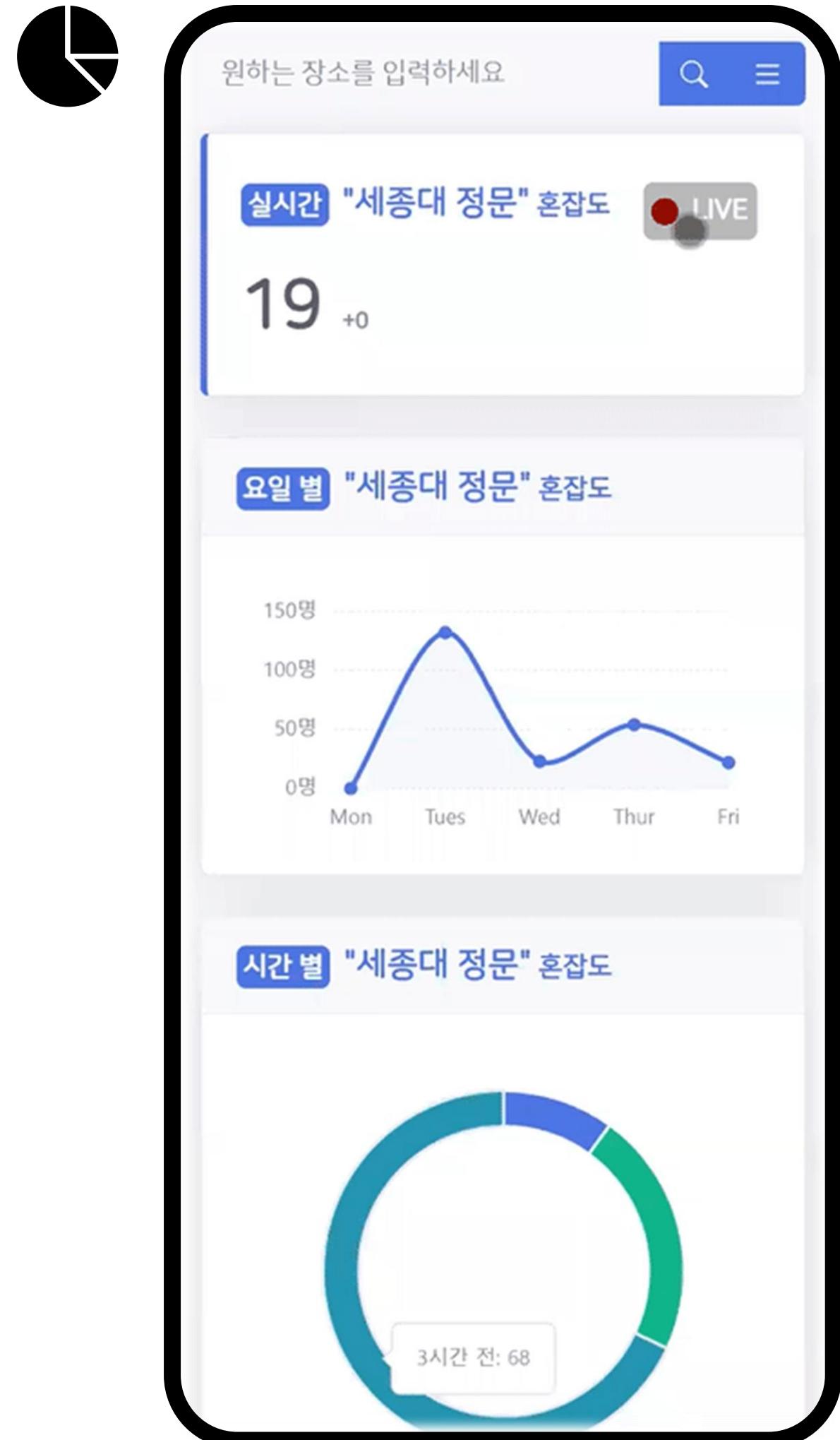
# 서비스 구현 (STATICS 화면)

## 실시간 인원 변화량 표현

- 측정된 인원, 인원 변화량 표시 (3초마다의 요청)

## 누적 데이터 통계량 표현

- 요일 별, 시간 별 측정 인원 정보 제공



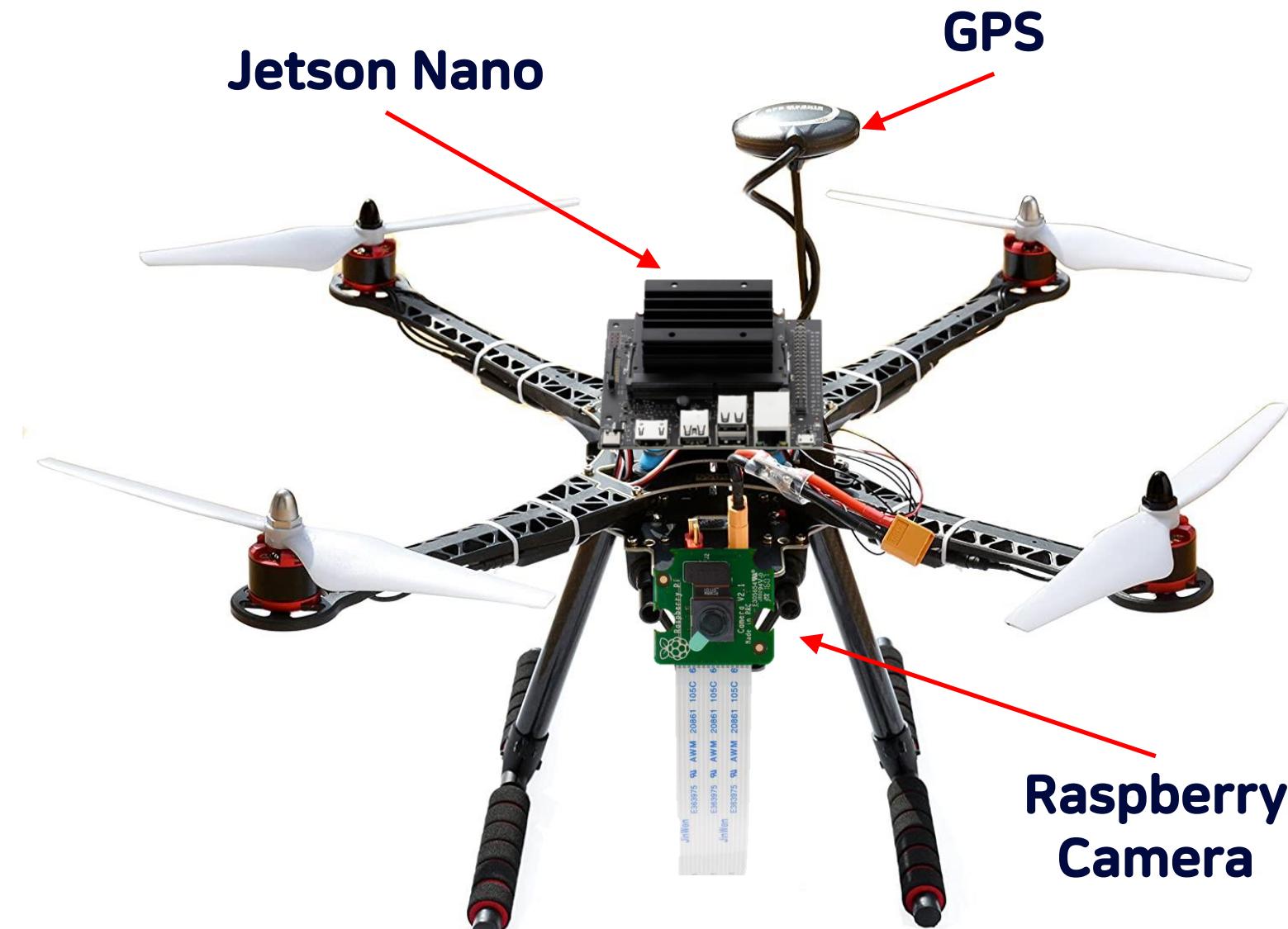
# Drone 조립

## 요구 성능

이륙 중량	1.5KG
비행 시간	약 25분
Jetson Nano 전원공급	>=15W
모터	Brushless motor X 4
위성항법시스템	GPS

## 부품 목록

Frame	S500 Quadcopter Frame
Motor	S3508-280KV X 4
ESC	MR-X3 30A X 4
Flight Controller	Pixhawk V2.4.8
GPS	M8N GPS
Battery	3300mAh 6S Li-Po Battery
Controller	Radiolink AT9S 12 Channel



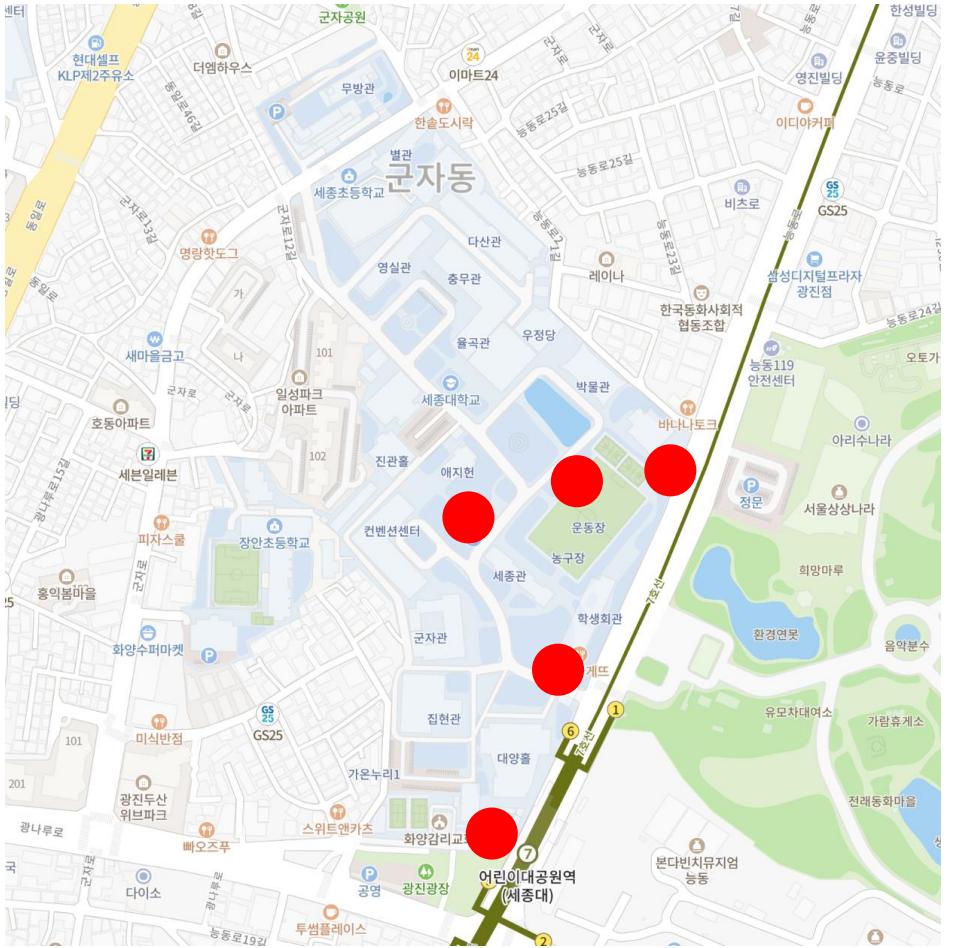
<S500 Drone 예상도>

# Drone 조립



# Drone Test 및 데이터 수집

- 장소 : 세종대학교 일대 (정문, AI센터, 애지현, 김원관 등)



● 데이터 수집 구역



활용된 드론



테스트 현장



---

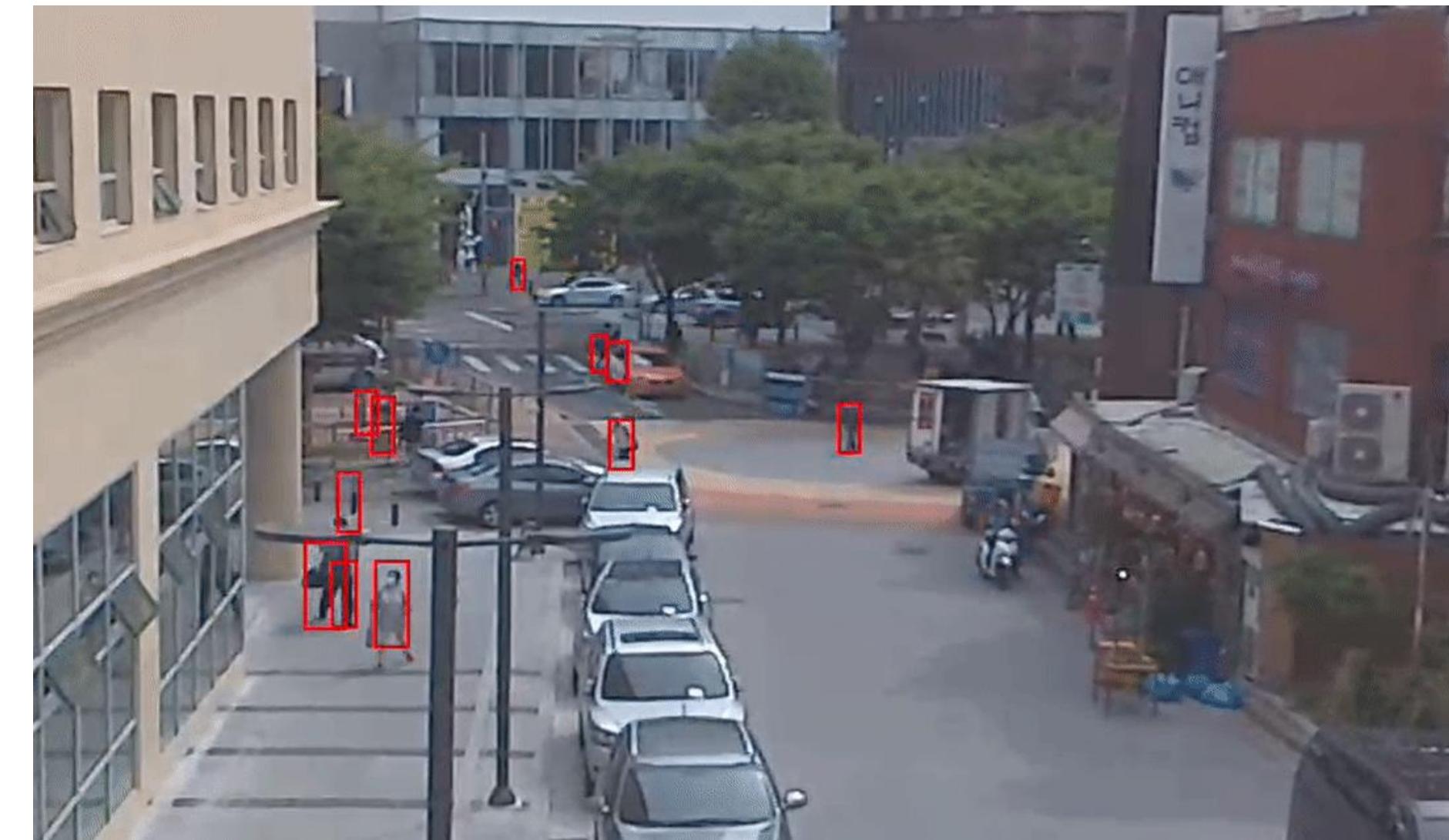
## 4. 시연

- 시연 영상

# Real-time YOLOv4 Inference

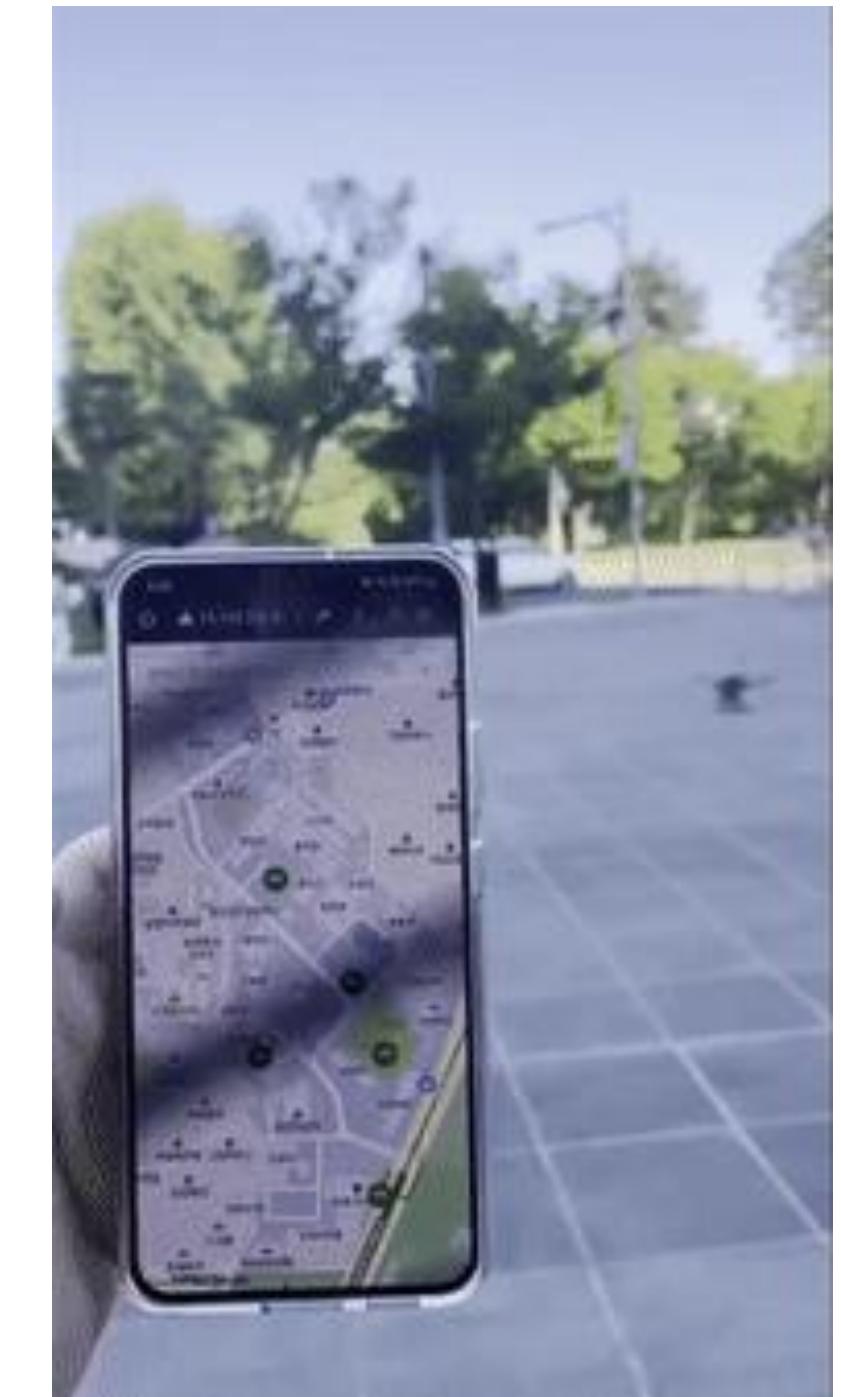


이동식 (드론 상공 0)



고정식 (드론 상공 X)

# 서비스 시연



# Thank You

6조 : 웃는흑말랑소  
팀장 : 김찬영  
팀원 : 박정빈, 박승일, 이재훈