

2021 KISTI 연구데이터 분석활용 경진대회

클린도시를 위한
AI 자가학습 기반의 자동 신고 시스템

Seoul National Univ. of Science & Technology

이종호(팀장), 신진, 이승일, 기수빈

2021.11.24



Contents

01. 제안 개요 & 팀원 소개

02. 제안 배경 & 활용 Dataset

03. 주요제안 내용

04. Jupyter Lab 시연

05. 향후 발전방향

06. 기대효과





01

제안 개요 & 팀원 소개

1-1) 팀원 소개

IDSL
INTELLIGENT DIGITAL
SYSTEMS DESIGN LAB



SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

지도교수: 김현

박사과정: 이승일, 신진

석사과정: 이종호, 기수빈



논문

18

특허

5

수상경력

21

1-2) 제안 개요

- 제안 목적

안전하고 쾌적한 도로환경과 정확한 도로 상태 파악을 위한 신고 시스템 구축
자율 주행을 위한 인공지능 학습용 Dataset 보완 및 생성



- 문제 해결을 위한 **IDEA**

도로 유지 보수를 위해 포트홀, 크랙, 불량 스피드 범프 등을 인공지능을 통해 검출하여 실시간으로 도로 상태 파악 및 신고

Uncertainty-Aware Self Supervised Learning을 통해 정확한 Auto Labeling



02

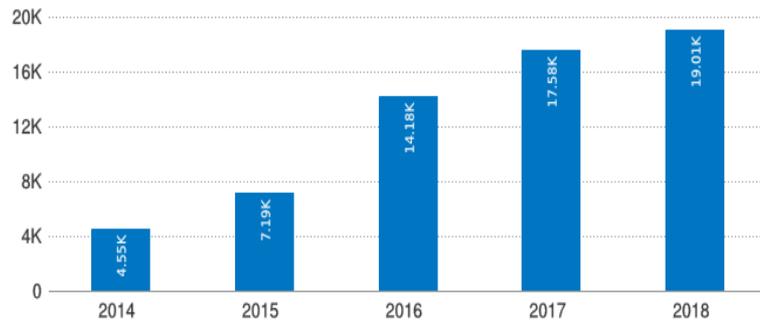
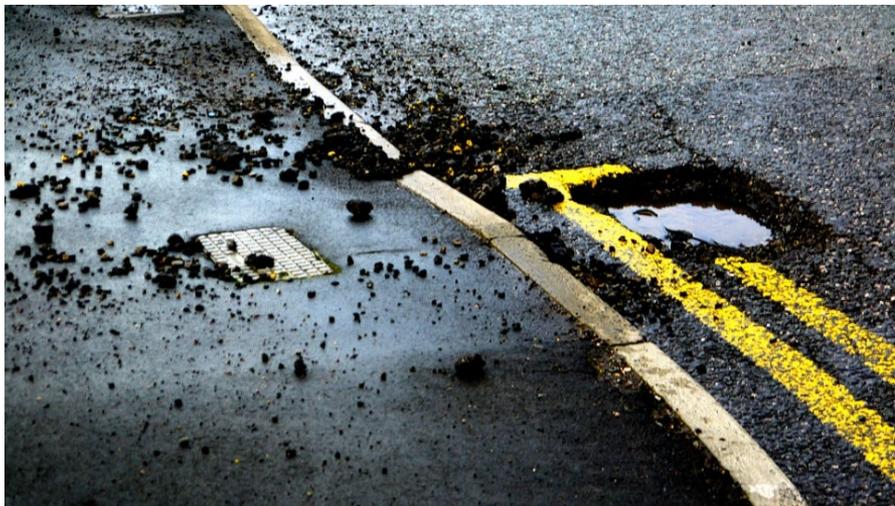
제안 배경 & 활용 데이터셋

2. 제안 배경 & 활용 데이터셋

우리는 도로에서 얼마나 많은 시간을 보낼까요?



2-1) 연도별 포트홀/크랙 발생 현황



[출처: 행정 안전부 / 단위: 건]

2-2) 현재 관측 방법



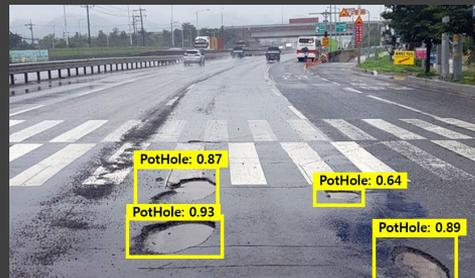
레이저 스캐닝 기반 탐지

장점: 3차원으로 정확하게 측정 가능
단점: 특수장비 필요, 값비싼 비용



진동 계측 기반 탐지

장점: 비용이 저렴함
단점: 바퀴에 닿지 않으면 측정 불가,
면적 측정 불가



영상 인식 기반 탐지

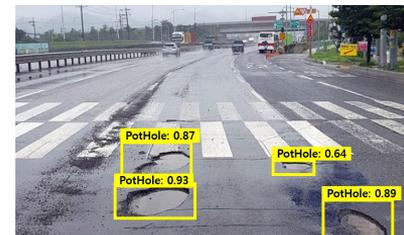
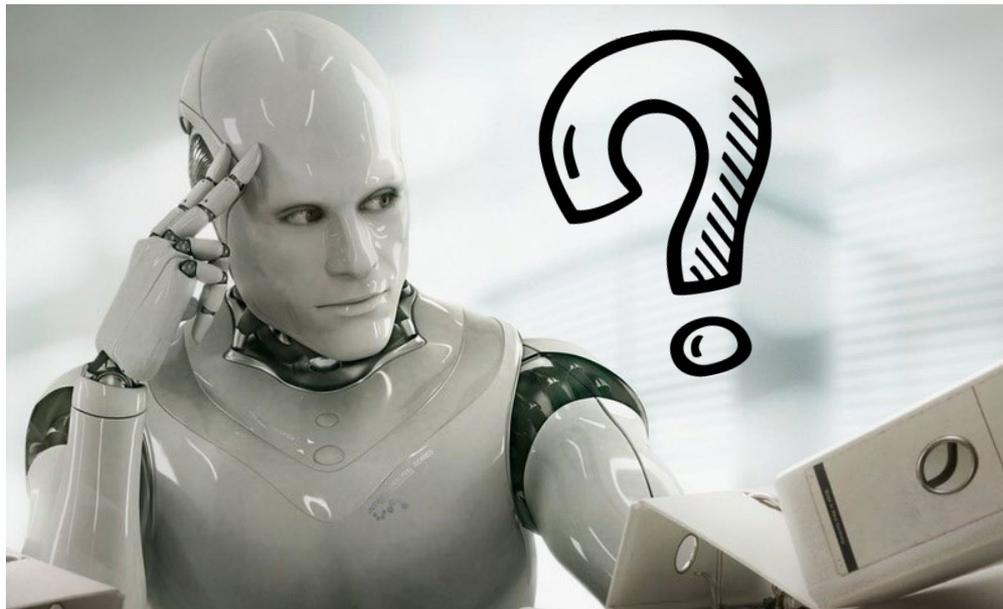
장점: 저렴하게 넓은 구역을 측정 가능
면적 측정 가능
단점: 최첨단 인공지능 기술 필요
방대한 양의 데이터셋 필요

2-2) 영상 인식 기반 탐지

인공지능을 통한 영상 인식 기반 탐지 방법



Input Image



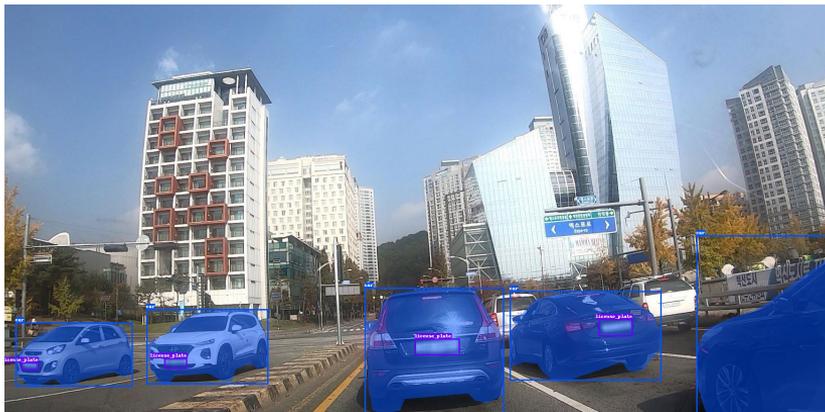
Output Image

2-3) KISTI 데이터셋

대전시 도로 영상 객체 인식 데이터셋

Image: 8.6만장, Class: 13종

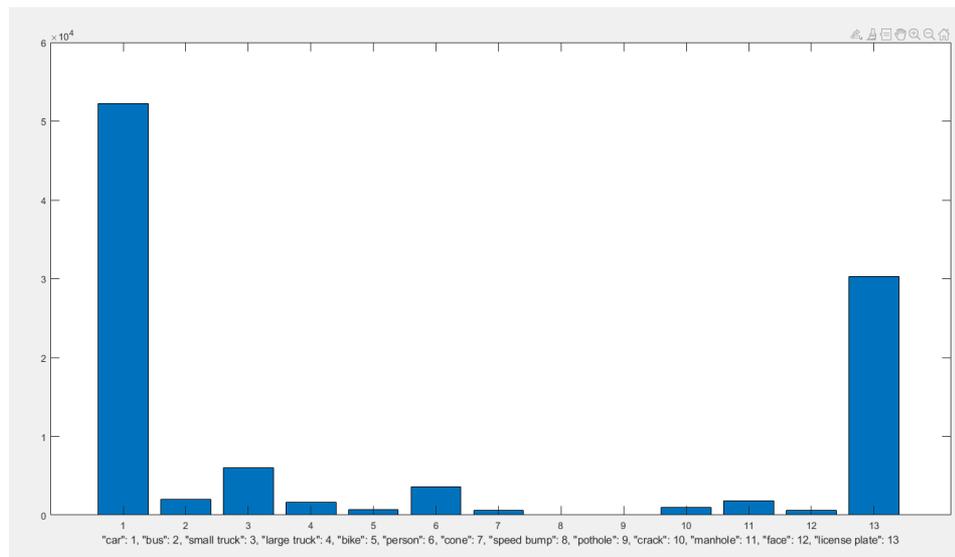
KISTI가 자체적으로 수집한 도로영상 비디오를 활용한 영상객체 인식용 학습데이터



```
{
  "image": {
    "id": 1184,
    "name": "1184.jpg",
    "path": "./images/1001_2000/1184.jpg",
    "format": "JPEG",
    "timestamp": null,
    "predicted_by_apr": false,
    "record_time": "2019-10-31 13:00:00",
    "latitude": null,
    "longitude": null,
    "assetTags": null,
    "countRegions": 8,
    "parentRealName": null,
    "size": {
      "width": 1920,
      "height": 1080
    }
  },
  "region": [
    {
      "id": 0,
      "type": "RECTANGLE",
      "tags": [
        ?
      ]
    },
    {
      "id": 1,
      "type": "RECTANGLE",
      "tags": [
        ?
      ],
      "points": null,
      "boundingBox": {
        "left": 355.0480328081718,
        "top": 793.5877948914326,
        "width": 48.27606691481992,
        "height": 70.2350106869103
      }
    }
  ]
}
```

2-3) KISTI 데이터셋

대전시 도로 영상 객체 인식 데이터셋 Class Histogram



Class(13): Car, Bus, Small truck, Large truck, Bike, Person, Cone, Speed bump, Pothole, Crack, Manhole, Face, License plate

2-4) 민간 데이터셋

MS COCO 2020 Object Detection/Segmentation Dataset

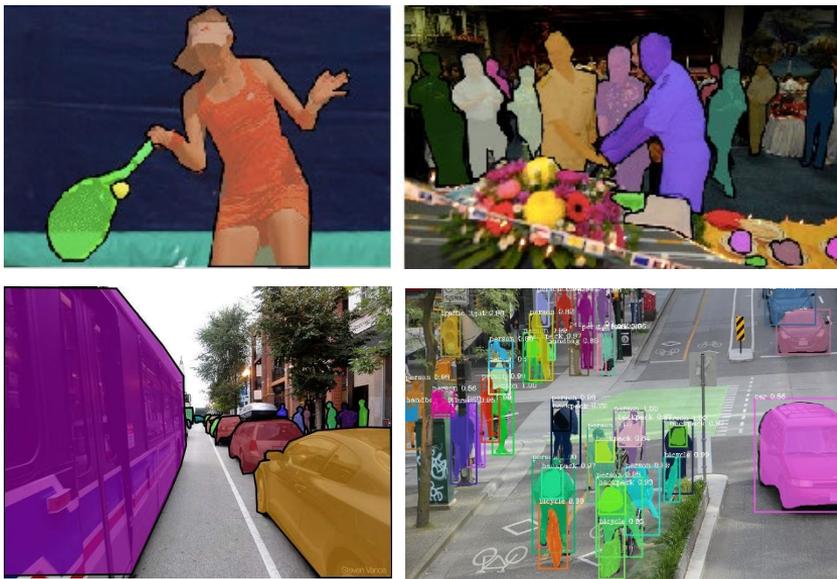
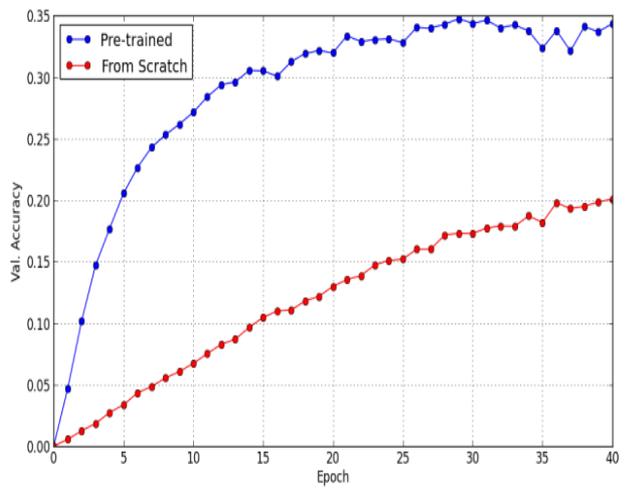


Image: 11.8만장, Class: 80종



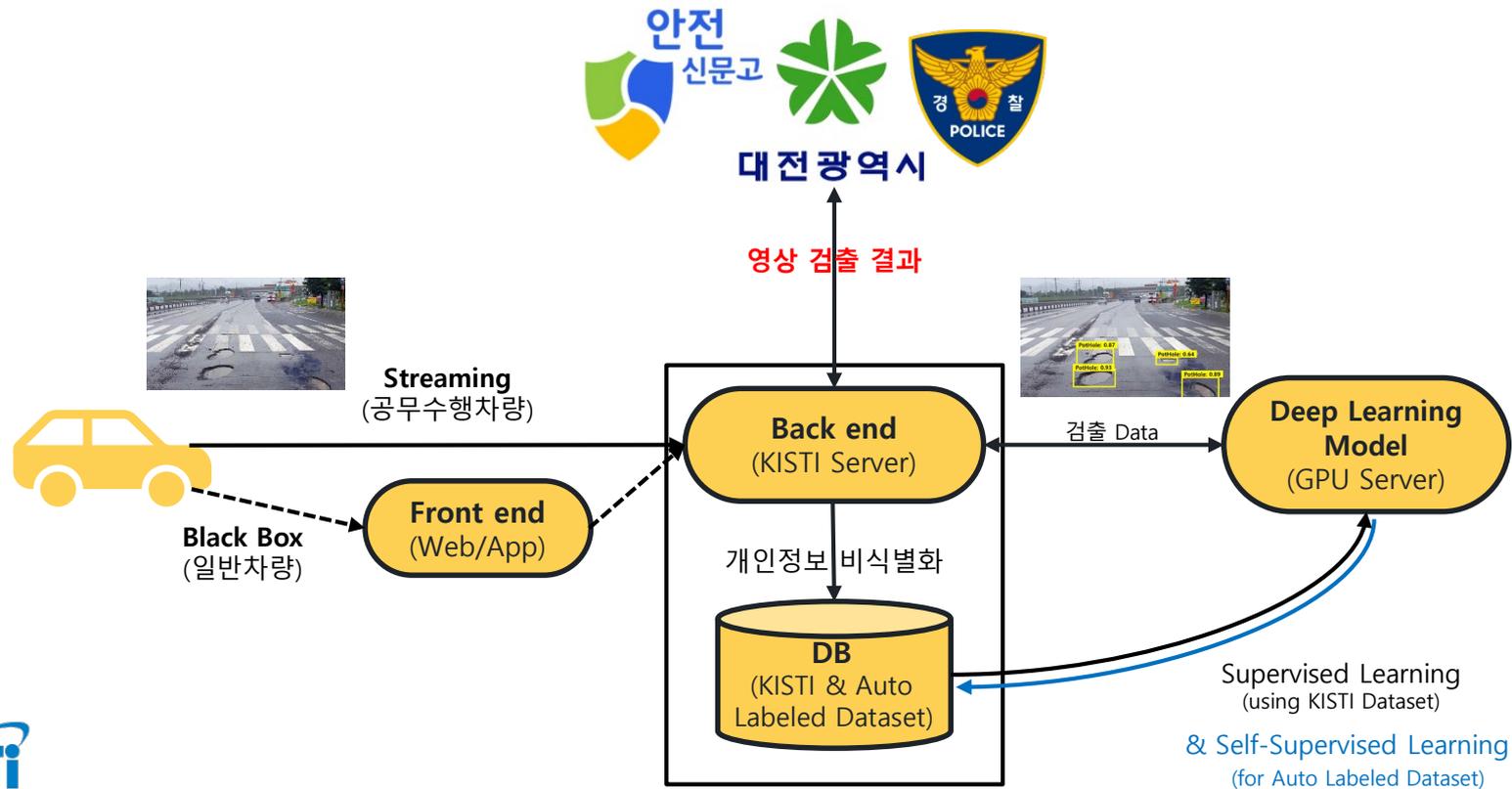


03

주요 제안 내용

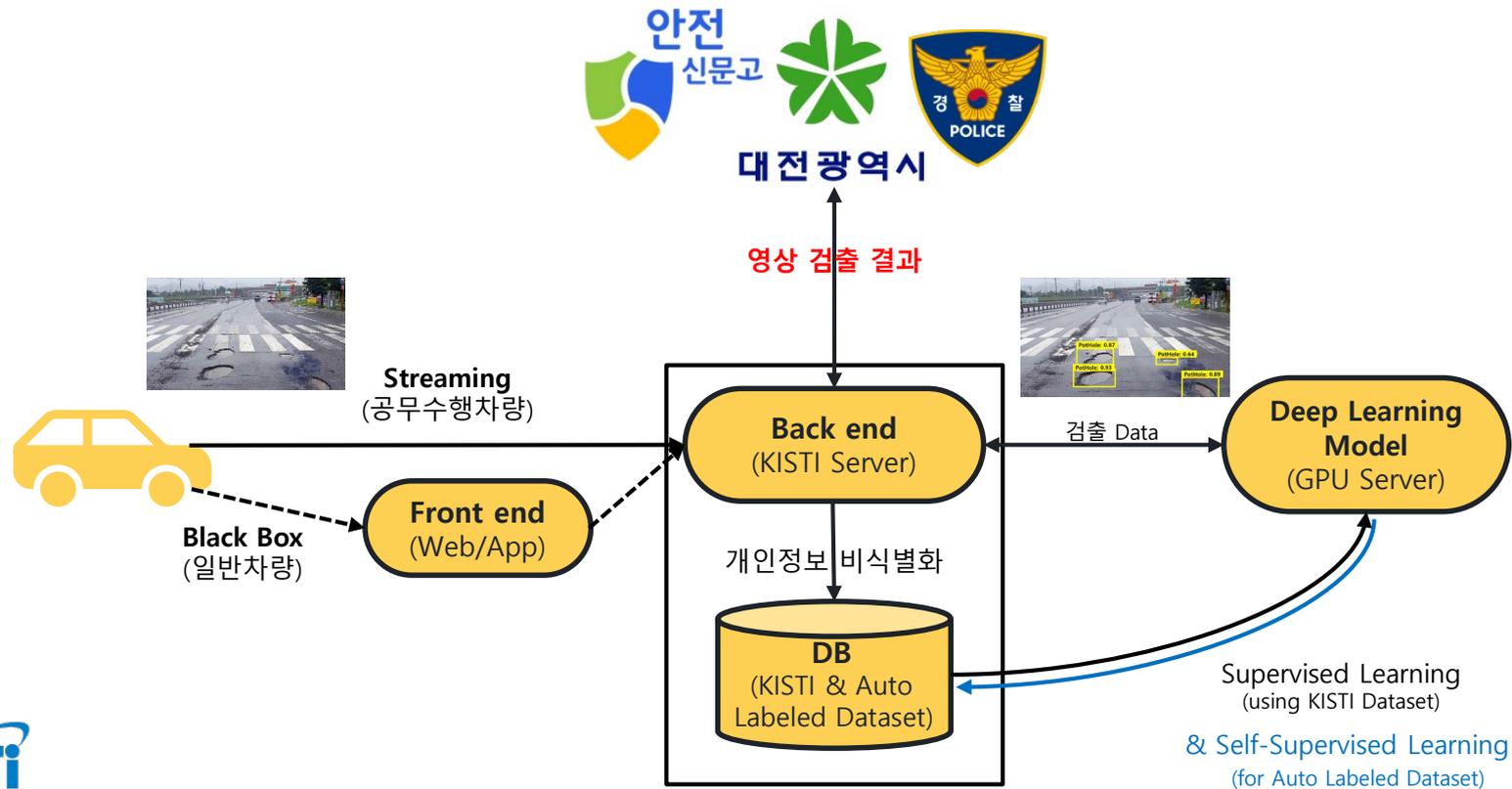
3. 주요 제안 내용

3-1) 시스템 구조도



3. 주요 제안 내용

3-1) 시스템 구조도



3-2) 우수성

1. 높은 정확도 & 빠른 FPS

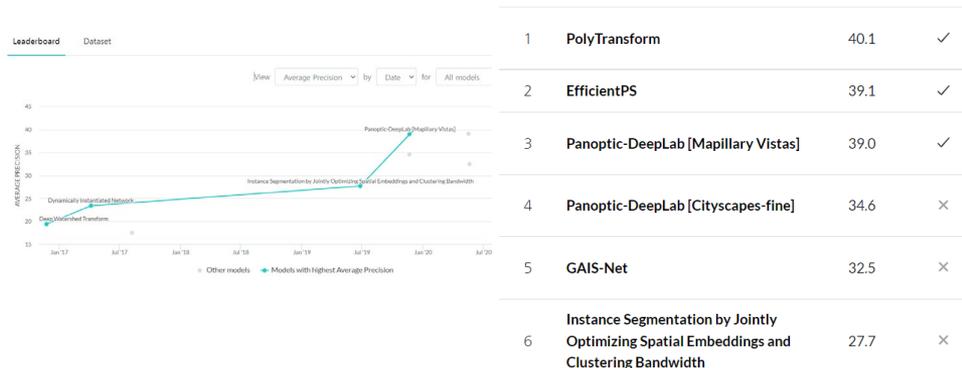
mAP50 = 64.06%(box), 63.01%(mask)

mAP50:95 = 46.79%(box), 43.89%(mask)

FPS = 35(RTX 2080ti)

	all	.50	
-----+			
box	46.79	64.06	
mask	43.89	63.01	

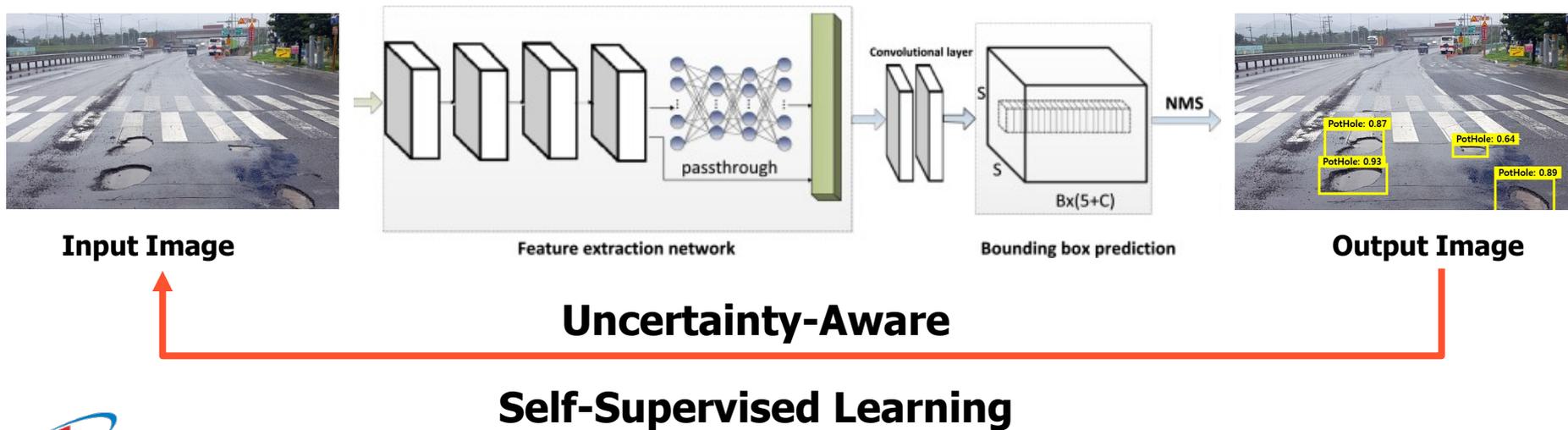
Instance Segmentation on Cityscapes test



3-2) 우수성

2. Self-Supervised Learning

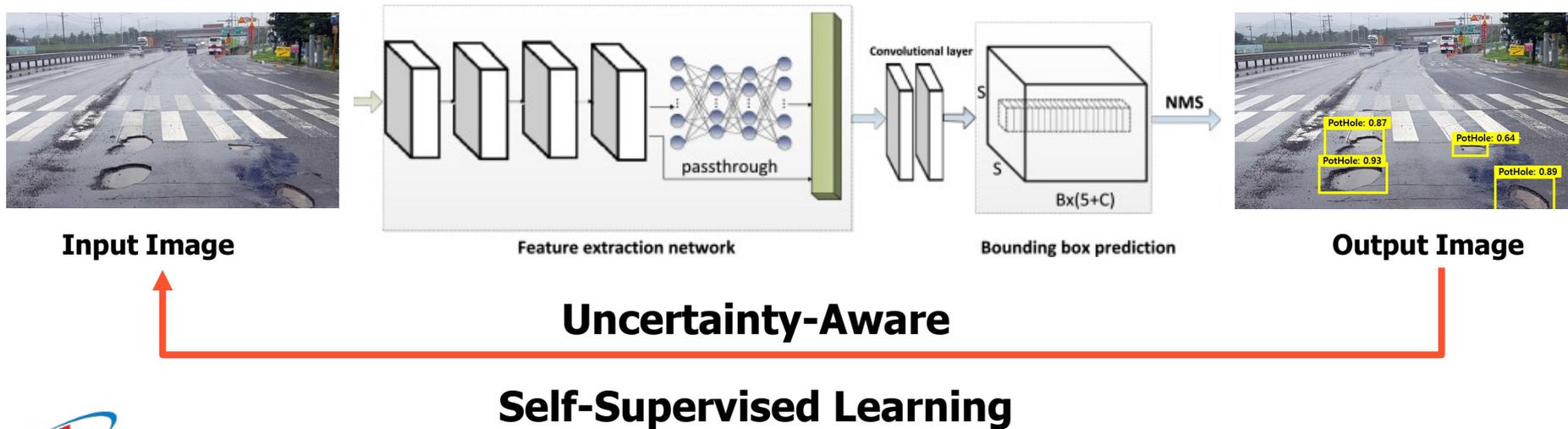
[2-1] 인공지능 모델의 지속적인 성능 향상



3-2) 우수성

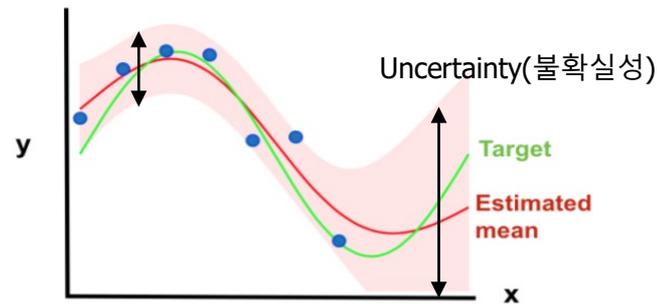
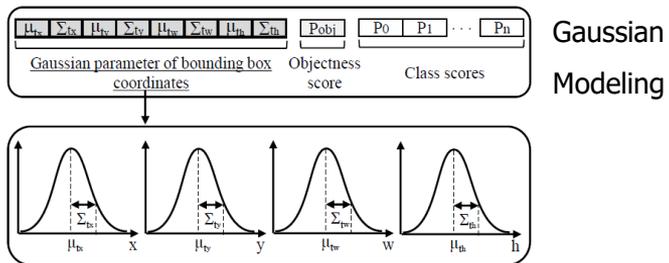
2. Self-Supervised Learning

[2-2] DataSet 자동 제작으로 획기적인 비용 절감 가능



3-2) 우수성

Uncertainty-Aware Self-Supervised Learning



Base Line

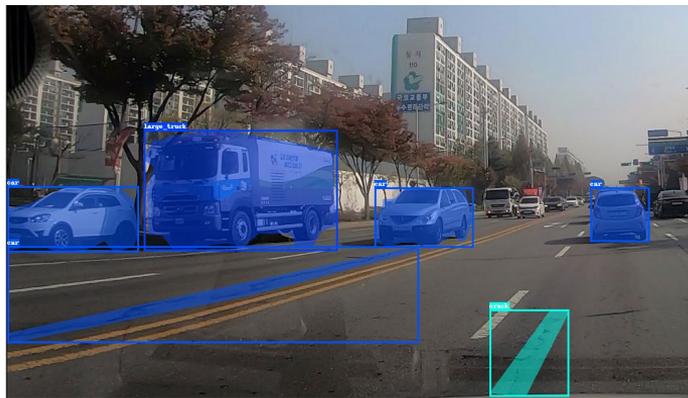


Uncertainty-Aware

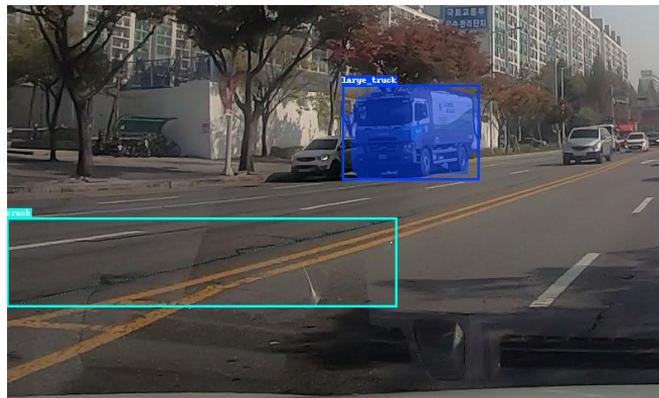
3-2) 우수성

2. Self-Supervised Training

[2-2] 부정확한 Annotation 보완 가능



Crack → Car
잘못된 Labeling



Polygon → 2points
잘못된 Segmentation

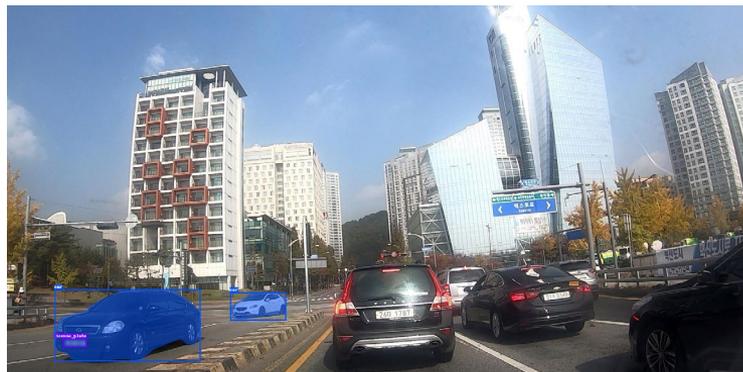
3-2) 우수성

2. Self-Supervised Training

[2-2] 부정확한 Annotation 보완 가능



411.jpg
~
479.jpg



70장 연속으로 Annotation X

3-2) 우수성

3. Copy & Paste Augmentation

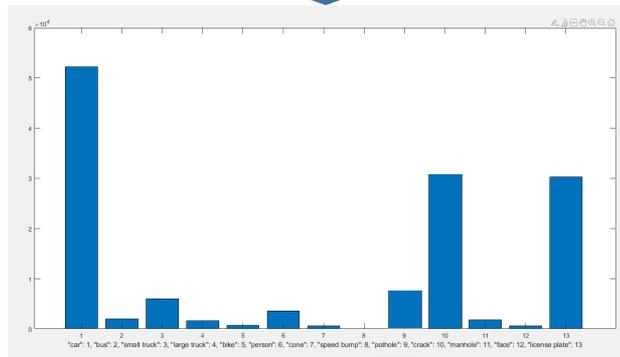
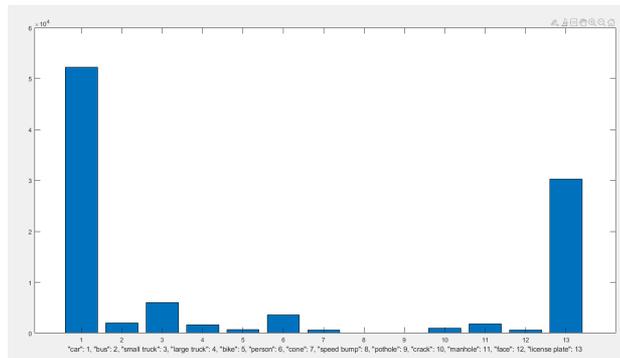
[2-3] Class Imbalance 문제 해결



↓ 부족한 Class Annotation 증량



Original Class Histogram



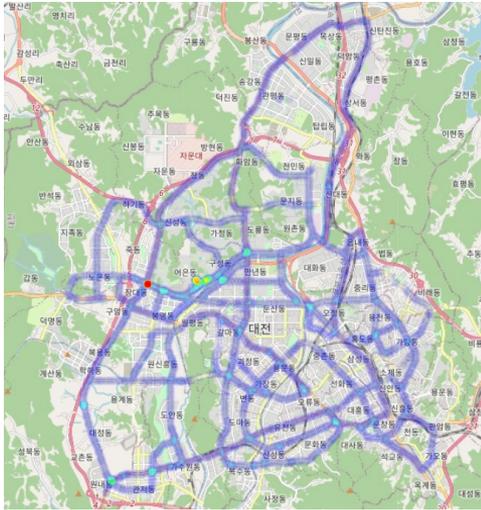
Augmented Class Histogram

3. 주요 제안 내용

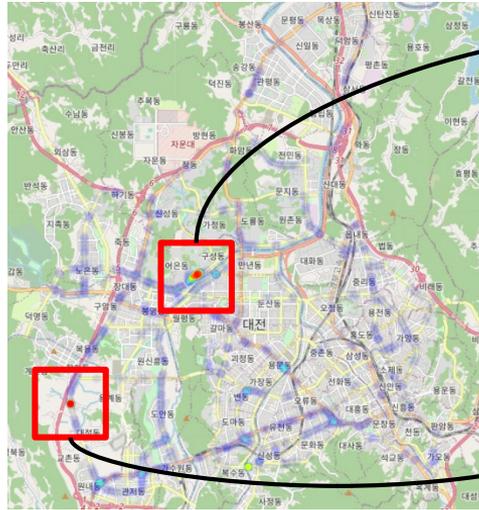
3-2) 우수성

3. 실시간 도로 상태 관리 (GPS 좌표 이용)

Dataset Heatmap



Crack/Pothole Heatmap



KISTI 앞



성전천 앞



04

Jupyter Lab 시연

4) Jupyter Lab 시연(재현성)

<https://54.210.135.215:33334/>

Demo.ipynb 확인



```
bs Settings Help
clientpy Demo.ipynb Untitled.ipynb
Code
[11]: # input image GPU server로 전송 (sample 폴더에서)
import requests
import os.path
import shutil

dir_samples = '/home/ubuntu/sample'
dir_recv = '/home/ubuntu/recv'
dir_recv_org = '/home/ubuntu/recv_org'

NoF_sample = 0
NoF_recv = 0
NoF_recv_org = 0

if os.path.isdir(dir_samples):
    print('{} 디렉토리가 존재합니다.'.format(dir_samples))
    for file in os.scandir(dir_samples):
        NoF_sample = NoF_sample + 1
else:
    print('{} 디렉토리 생성합니다.'.format(dir_samples))
    os.makedirs(dir_samples)

#수신할 디렉토리 여부 확인 (없으면 디렉토리를 만들고, 있으면 모든 내부 파일 지운다. = 파일 개수 0 체크)
if os.path.isdir(dir_recv):
    print('{} 디렉토리가 존재합니다.'.format(dir_recv))
    # 파일 전체 삭제
    for file in os.scandir(dir_recv):
        os.remove(file.path)
        print('{} removed for recv'.format(file.path))
else:
    print('{} 디렉토리 생성합니다.'.format(dir_recv))
    os.makedirs(dir_recv)

#수신할 디렉토리 여부 확인 (없으면 디렉토리를 만들고, 있으면 모든 내부 파일 지운다. = 파일 개수 0 체크)
if os.path.isdir(dir_recv_org):
    print('{} 디렉토리가 존재합니다.'.format(dir_recv_org))
    # 파일 전체 삭제
    for file in os.scandir(dir_recv_org):
        os.remove(file.path)
        print('{} removed for recv'.format(file.path))
else:
    print('{} 디렉토리 생성합니다.'.format(dir_recv_org))
    os.makedirs(dir_recv_org)

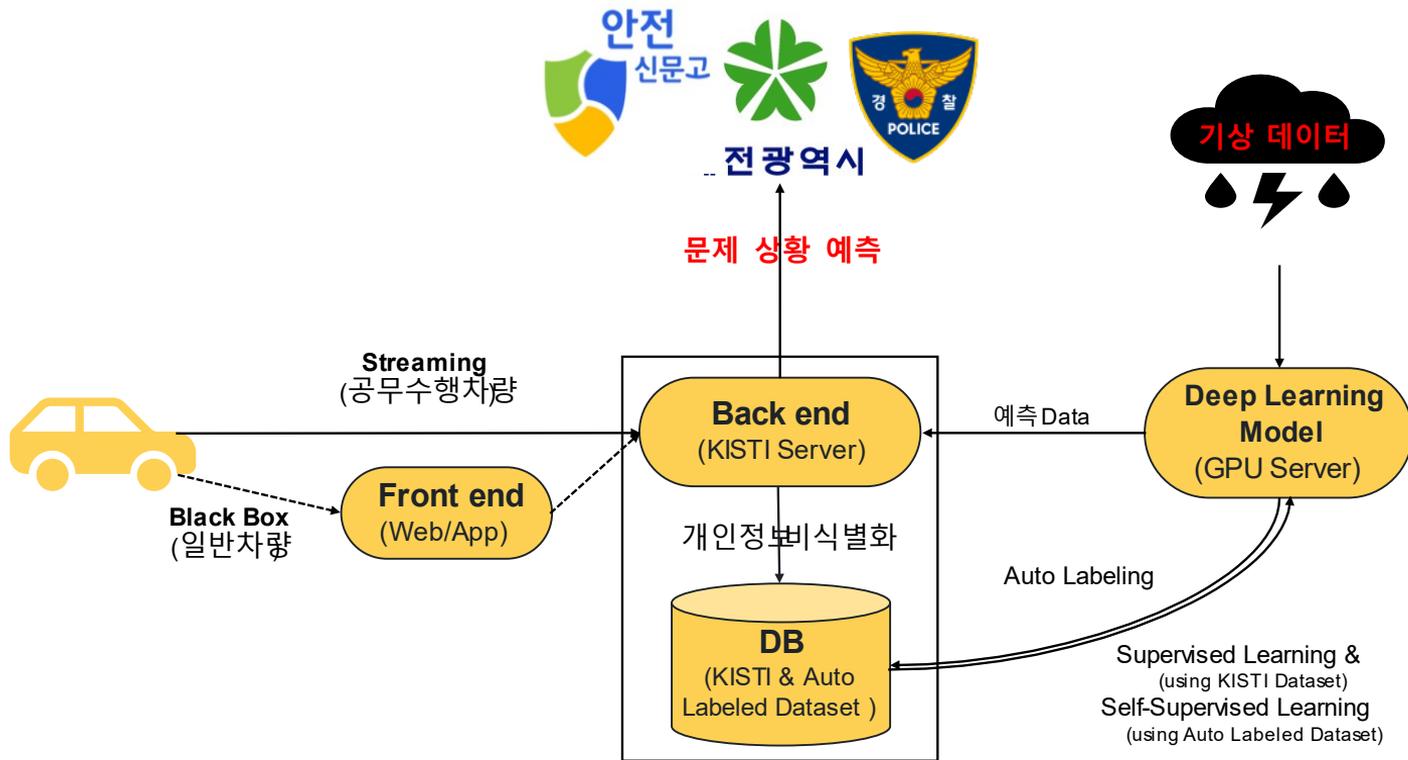
print('Sample Number of file : {}'.format(NoF_sample))
```



05

향후 발전방향

5-1) 기상 데이터를 활용한 예측 시스템

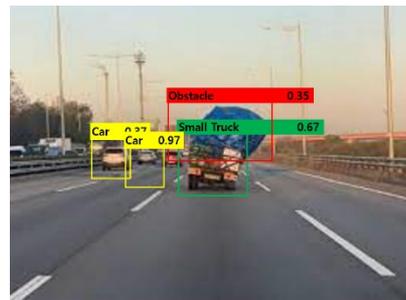


5-2) 교통 법규 위반 단속

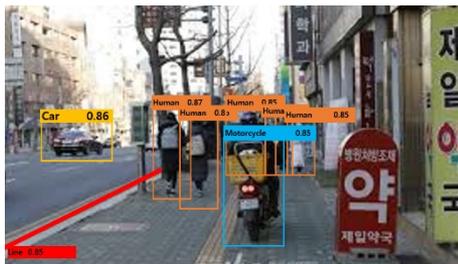
불법 주정차 검출



과적 차량 단속



오토바이 인도 주행 단속



오토바이 번호판 미부착 다발 구역 적발



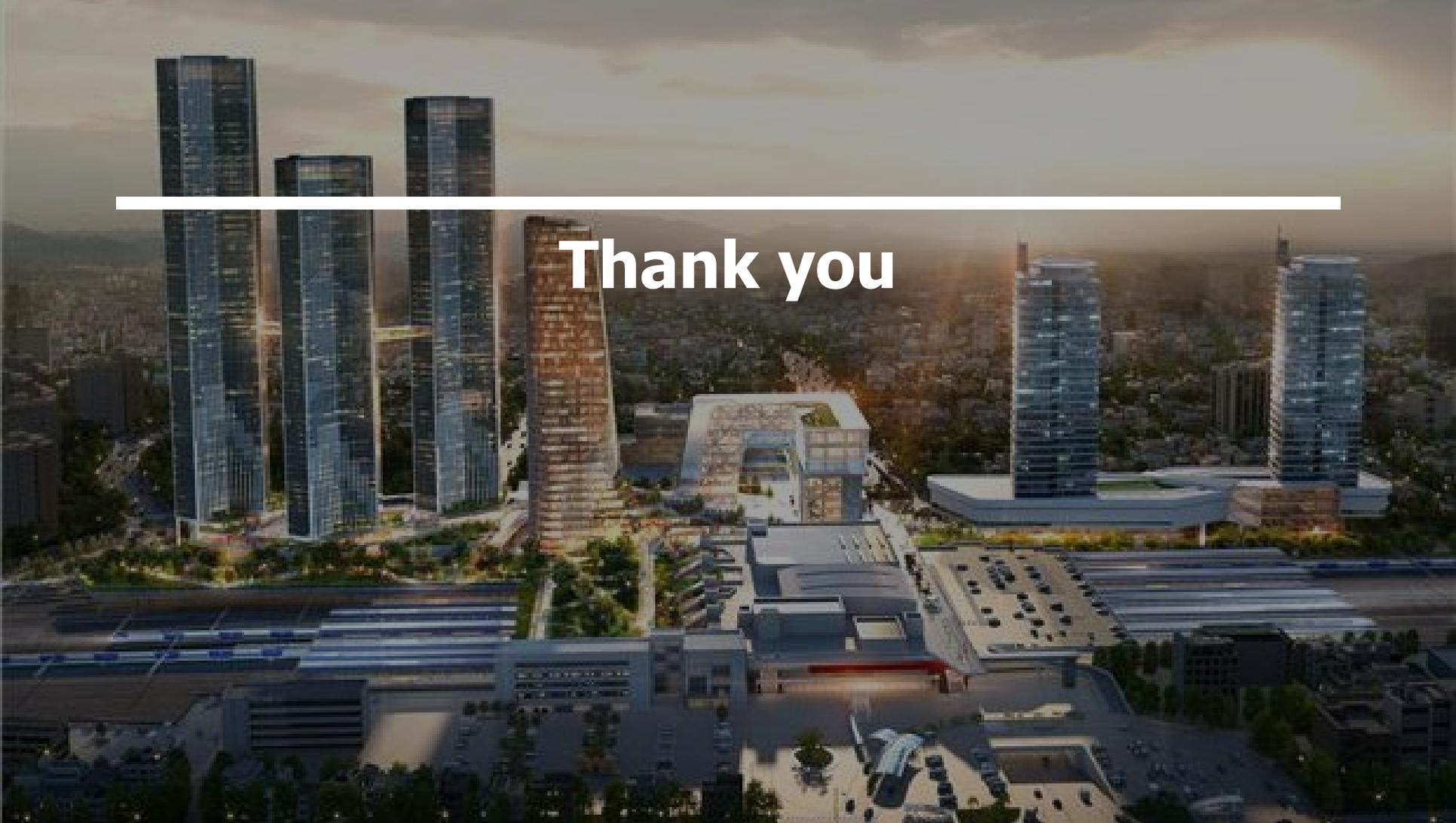


06

기대효과

6) 기대효과

- AI 자동 신고 시스템을 통해 적은 비용으로 쾌적한 도로 상태 관리 가능
- Self-Supervised Learning를 통한 데이터셋 제작 비용 대폭 감축 및 기존 KISTI Dataset 품질 향상
- Uncertainty-Aware한 Confidence Score를 적용하여 정확한 추론 결과 도출
- Copy&Paste Augmentation기법을 통한 Class Imbalance 문제 해결
- 기상데이터와 연계하여 우천시 포트홀/크랙 발생 위치 예측
- 교통 법규 위반 단속

An aerial photograph of a modern city skyline at sunset. Several tall, glass skyscrapers are visible, with the sun low on the horizon, creating a warm, golden glow. A white horizontal line is drawn across the upper portion of the image. The text "Thank you" is centered in the middle of the image in a white, sans-serif font.

Thank you

What is Uncertainty in DeepLearning?

1. Gaussian Modeling

- Prediction head를 가우시안 모델링하여 추출한 분산값을 uncertainty로 활용
- 기존 베르누이 분포를 따르는 픽셀들은 값에 따라 단일 분산값을 가지게 됨 (그림 2 실선)
- 가우시안 모델링을 할 경우 픽셀들은 같은 score 값을 가지더라도 다른 분산값을 가지게 되며 이를 불확실성의 지표로 삼을 수 있음
- 정확한 pseudo-label data를 위해 추출한 uncertainty를 inference 과정에 후처리하여 사용

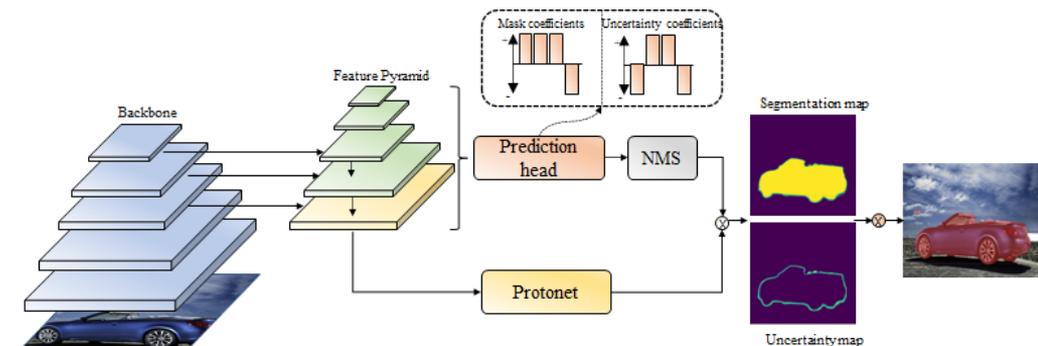


그림 1. 전체 네트워크의 구조

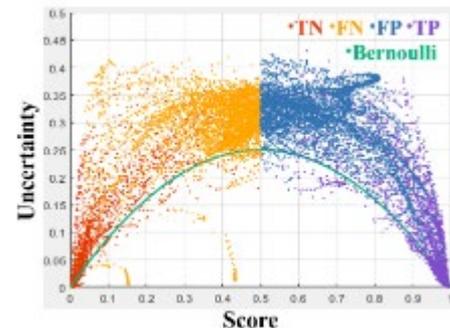


그림 2. score와 u.c의 관계

What is Uncertainty in DeepLearning?

2. Post-Processing (1)

- 네트워크에서 높은 score로 판단한 결과들이 사실 그렇지 않은 경우들이 많이 존재 (그림 1)
- 검출 결과와 GT가 얼마나 일치하는지에 대한 지표인 MaskIoU와 Uncertainty는 역관계를 가짐 (그림2a)
- 객체 마다의 uncertainty를 사용해 score에 페널티를 부여하며 결과와 score 간의 불일치를 줄임
- pseudo-labeling 시 confidence score와 uncertainty를 함께 사용해 필터링 한다면 더욱 신뢰도 높은 검출 결과만을 labeling할 수 있음



그림 1. 검출 결과와 score 간의 불일치 예시

<L. Huang et. al., "Mask scoring r-cnn">

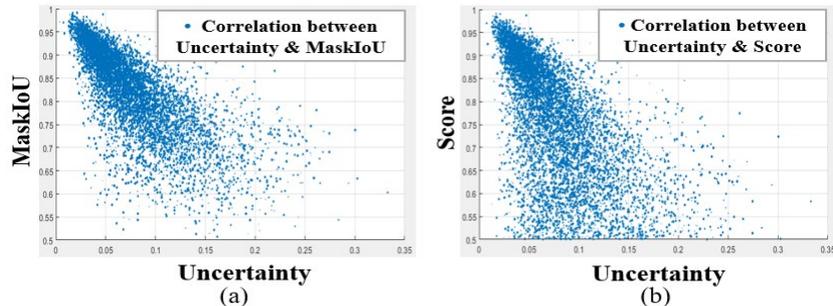


그림 2. u.c와 MaskIoU, score의 관계

What is Uncertainty in DeepLearning?

2. Post-Processing (2)

- Score process를 통해 신뢰도 높은 결과만 필터링 하지만 검출 결과와 score 간의 불일치를 줄일 뿐 검출 결과가 더 정확해지지는 않음
- 모든 픽셀에 대한 uncertainty를 추출하고 pixel-wise 처리한다면 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있음
- 잘못 검출된 픽셀들(그림 2, FP, FN)에 대해 후처리 하여 FN 픽셀에는 reward, FP 픽셀에는 penalty 부여
- 불완전한 픽셀을 보완하여 pseudo-labeling 수행

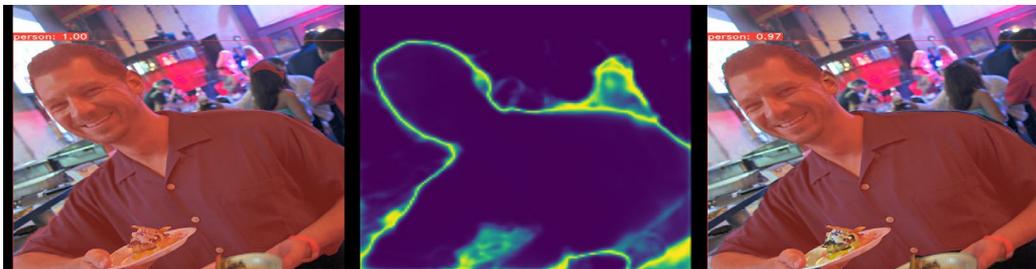


그림 1. 검출 결과와 uncertainty map을 통한 후처리 결과

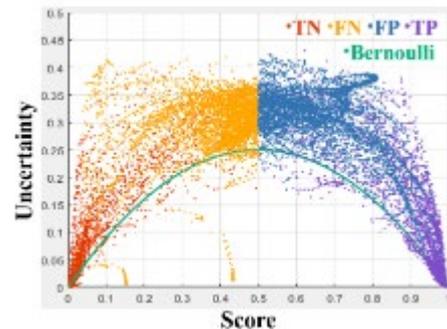


그림 2. score와 u.c의 관계

3. 주요 제안 내용

3-1) 시스템 구조도

