

학사학위논문

YOLOv5를 이용한 쓰레기 분류

인천대학교 정보기술대학
인공지능소프트웨어 연계전공
권 태 형

학사학위 청구논문

YOLOv5를 이용한 쓰레기 분류

지도교수 최 대 진

이 논문을 학사학위논문으로 제출함

2024 년 5 월

인천대학교 정보기술대학
인공지능소프트웨어 연계전공
권 태 형

이 논문을 권태형의
학사학위 논문으로 인준함

2024 년 5 월

심사위원장 (인)

심사위원 (인)

심사위원 (인)

국문초록

YOLOv5를 이용한 쓰레기 분류

이 연구는 쓰레기 문제를 해결하기 위해 YOLOv5 객체 탐지 기술을 활용하여 자동 쓰레기 분류 시스템을 개발하고자 한다. 다양한 종류의 쓰레기를 자동으로 인식하고 분류하여 재활용을 촉진하고 환경 오염을 줄이는 것을 목표로 하였다. AIHub의 데이터셋을 활용하여 쓰레기 이미지를 수집하고 YOLOv5 모델을 학습시켰다. 학습된 모델을 검증 데이터셋으로 테스트하여 성능을 평가하였고, 다양한 쓰레기에 대한 분류 정확도를 분석하였다.

연구 결과, 학습된 모델은 일부 쓰레기에 대해 객체 감지 및 분류를 성공적으로 수행했으나, 종이류와 페트병류 등 형태가 변하는 쓰레기에 대해서는 예측이 틀리는 경우가 발생했다. 이는 학습 데이터의 다양성이 부족하고 모델이 단일 객체를 전제로 하고 있어 발생한 문제로 예상된다.

향후 연구에서는 다양한 형태의 쓰레기 데이터를 추가하여 학습을 보완하고, 객체가 여러 개인 경우를 고려한 모델 개선을 목표로 합니다. 이를 통해, 보다 정확하고 효과적인 자동 쓰레기 분류 시스템을 구축할 계획이다.

주제어 : YOLOv5 , 컴퓨터 비전 , 쓰레기 분류 , 이미지 분류 , 이미지 인식

목차

국문초록	i
목 차	ii
그림목차	iii
1. 서론	1페이지
1.1. 연구 배경 및 목적	1페이지
1.2. 연구 방법	1페이지
1.2.1 데이터셋 수집 및 준비	1페이지
1.2.2 모델 학습	2페이지
1.2.3 성능 평가	2페이지
1.2.4 결과 분석 및 개선	2페이지
2. 쓰레기 분류 모델 구현	3페이지
2.1. 데이터셋	3페이지
2.1.1 데이터셋 수집	3페이지
2.1.2 데이터셋 구성	3페이지
2.1.3 라벨링 데이터 전처리	4페이지
2.2. YOLOv5	5페이지
2.3. YOLOv5를 이용한 학습	5페이지
3. 결론	9페이지
3.1. 모델 테스트 결과	9페이지
3.2. 향후 계획	11페이지

그림목차

그림 2.1	3페이지
그림 2.2	4페이지
그림 2.3	5페이지
그림 2.4	6페이지
그림 2.5	6페이지
그림 2.6	7페이지
그림 2.7	7페이지
그림 3.1	9페이지
그림 3.2	9페이지
그림 3.3	10페이지
그림 3.4	10페이지
그림 3.5	10페이지
그림 3.6	10페이지
그림 3.7	11페이지
그림 3.8	11페이지
그림 3.9	11페이지
그림 3.10	11페이지

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

현대 사회의 가장 큰 문제 중 하나는 쓰레기 문제이다. 특히 일회용품의 무분별한 사용과 쓰레기의 분류가 제대로 이뤄지지 않는 것이 큰 문제이다. 쓰레기를 분류하지 않으면 재활용할 수 있는 자원을 낭비하게 되고, 매립지에 많은 쓰레기가 쌓여 환경 오염이 심해진다. 현재 쓰레기를 분류하는 방법은 주로 사람이 직접 하는 수작업 방식이어서, 시간이 오래 걸리고 비용도 많이 들며, 작업자의 안전에도 문제가 생길 수 있다.

이런 문제를 해결하기 위해 인공지능 기술을 사용한 자동 쓰레기 분류 시스템이 필요하다. 특히, YOLOv5라는 객체 탐지 기술은 실시간으로 물체를 인식하고 분류하는 데 매우 뛰어난 성능을 보인다.

본 연구의 목적은 이 YOLOv5 기술을 이용하여 다양한 쓰레기를 자동으로 인식하고 분류하는 시스템을 만드는 것이다. 이를 통해 쓰레기 분류를 더 정확하고 빠르게 하여 재활용을 쉽게 하고 환경 오염을 줄이는 데 기여하고자 한다.

구체적으로, 먼저 다양한 종류의 쓰레기 이미지를 모아서 YOLOv5 모델을 학습시키고, 학습된 모델이 얼마나 정확하게 쓰레기를 분류할 수 있는지 실험을 통해 확인한다. 그리고 개발된 시스템이 실제로 잘 작동하는지 평가하고, 개선할 점을 찾는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2. 연구 방법

1.2.1 데이터 수집 및 준비

다양한 종류의 쓰레기 이미지와 라벨링 데이터를 수집한다. 여기에는 캔류, 유리병류, 종이류 등이 포함된다. 수집한 라벨링 데이터를 YOLOv5의 학습 데이터 형태로 전처리한

다.

1.2.2 모델 학습

준비된 데이터를 사용하여 YOLOv5 모델을 학습시킨다. 학습 과정에서 데이터셋을 훈련용, 검증용으로 나눈다. 모델의 하이퍼파라미터를 조정하여 최적의 성능을 얻을 수 있도록 한다.

1.2.3 성능 평가

학습된 모델을 테스트 데이터셋으로 평가하여 정확도를 측정한다. 다양한 유형의 쓰레기에 대한 분류 정확도를 분석하고, 모델의 강점과 약점을 파악한다.

1.2.4 결과 분석 및 개선

실험 결과를 분석하여 모델의 성능을 개선할 수 있는 방안을 모색한다. 필요에 따라 추가적인 데이터 수집 및 모델 재학습을 통해 시스템의 정확도와 효율성을 향상시킨다.

이와 같은 연구 방법을 통해 YOLOv5를 이용한 자동 쓰레기 분류 시스템을 개발하고, 이를 통해 재활용 효율을 높이고 환경 오염을 줄이는 데 기여하고자 한다.

2. 쓰레기 분류 모델 구현

2.1. 데이터셋

2.1.1 데이터셋 수집

다양한 종류의 쓰레기 이미지를 수집하기 위해 AIHub의 생활 폐기물 이미지 데이터를 활용하였다. AIHub는 인공지능 연구를 위해 다양한 데이터셋을 제공하는 플랫폼으로, 생활 폐기물 이미지 데이터는 일상에서 발생하는 다양한 유형의 쓰레기를 포함하고 있다.

2.1.2 데이터셋 구성

데이터셋의 구성은 총 15종의 쓰레기(가구, 고철류, 나무, 도기류, 비닐류, 스티로폼, 유리병류, 의류, 자전거, 전자제품, 종이류, 캔류, 페트병류, 형광등)로 이루어져 있다. 하나의 쓰레기를 여러 각도에서 촬영하여, 한 쓰레기당 5개의 이미지 데이터를 갖고 있고 쓰레기 종류별로 2000개의 쓰레기 데이터가 있어 각각 10,000개씩 총 150,000개의 데이터가 있다. 하지만 본 연구에서는 하드웨어의 한계로 인해 가장 많이 배출되는 5종의 쓰레기(비닐류, 유리병류, 종이류, 캔류, 페트병류)를 중심으로 데이터를 활용하였다. 각각의 쓰레기 종류별로 훈련용 데이터 2,000개, 검증용 데이터 200개씩을 준비하여 총 11,000개의 데이터를 수집하였다. 아래 그림은 비닐류 데이터 중 하나이다.

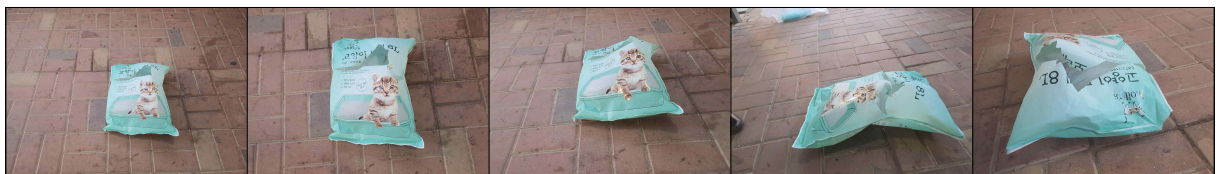


그림 2.1 비닐류 데이터 중 하나

수집된 데이터셋은 YOLOv5 모델 학습에 적합한 형태로 전처리하였다. AIHub 데이터셋은 이미지별 라벨링 데이터가 JSON 파일로 제공되므로, 이를 텍스트 파일로 변환하여 YOLOv5 모델이 인식할 수 있도록 전처리 과정을 거쳤다.

2.1.3 라벨링 데이터 전처리

AIHub에서 제공하는 생활 폐기물 이미지 데이터셋에는 각 이미지에 대한 라벨링 정보가 JSON 파일로 제공된다. 본 연구에서는 YOLOv5 모델 학습을 위해 이 라벨링 데이터를 전처리하여 텍스트 파일 형식으로 변환하는 과정을 거쳤다. 아래 그림은 JSON 파일에 저장되어 있는 정보를 나타낸다.

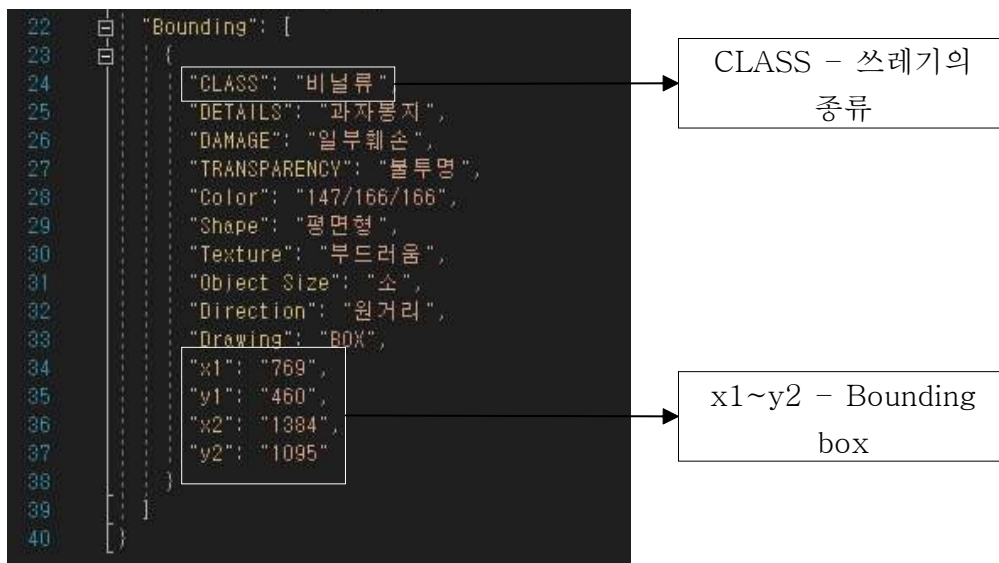



그림 2.2 JSON 파일에 저장된 정보의 형태

변환된 라벨링 텍스트 파일에는 'class x_center y_center width height'의 형식으로 저장되어 있어야. 여기서 각각에 대한 설명은 다음과 같다.

- <class> : 객체의 클래스 번호 또는 이름. 클래스는 0부터 시작하며, 순서는 모델을 학습할 때 사용한 클래스 순서와 동일해야 한다.
- <x_center> : 객체의 중심 좌표의 x 값. 0에서 1 사이의 상대적인 좌표 값으로 표현한다.
- <y_center> : 객체의 중심 좌표의 y 값. 0에서 1 사이의 상대적인 좌표 값으로 표현한다.
- <width> : 객체의 너비. 이미지 너비에 대한 상대적인 비율로 표현한다.
- <height> : 객체의 높이. 이미지 높이에 대한 상대적인 비율로 표현한다.

따라서 JSON파일에 저장되어 있는 정보를 활용하여 아래 그림과 같이 텍스트파일로 가공하여야 한다.



```
2 0.482691 0.472222 0.365031 0.700000
```

그림 2.3 가공된 라벨링 데이터

2.2. YOLOv5

YOLOv5는 "You Only Look Once"의 약자로, 객체 감지(Object Detection)를 수행하는 딥러닝 모델 중 하나입니다. YOLO 계열의 알고리즘은 실시간 객체 감지를 목적으로 설계되었으며, 한 번의 순전파(forward pass)로 이미지 전체에 대한 객체의 위치와 클래스를 예측합니다. YOLOv5는 YOLO 시리즈 중에서도 비교적 가벼운 모델 구조와 높은 정확도를 갖춘 특징으로 주목받고 있습니다.

YOLOv5는 성능과 모델 크기 측면에서 또다른 객체 감지 모델 중 하나인 Fast R-CNN과 비교하여 경쟁력을 가지고 있습니다. YOLOv5는 PyTorch를 기반으로 하며, 간편한 사용법과 높은 성능, 빠른 속도를 제공합니다. 이 모델은 다양한 응용 분야에서 객체 감지를 활용할 수 있으며, 컴퓨터 비전 및 자율 주행과 같은 다양한 분야에서 활발하게 사용되고 있습니다.

2.3. YOLOv5를 이용한 학습

YOLOv5의 학습은 Google colab의 GPU를 이용하여 학습을 진행하였다. github에 있는 YOLOv5 모델을 다운로드하여 설명에 따라 학습을 진행한다. 학습의 하이퍼 파라미터인 batch size는 8로 설정하였고, epochs는 25로 설정하였다. 더 큰 batch size는 하드웨어 성능의 문제로 인해 학습을 완료하지 못했고, epochs는 최초에는 50으로 설정하고 학습을 진행했으나 25 epoch 이후로 성능이 낮아지다가 다시 올라가 과적합이 예상되고, 그렇다고 성능도 크게 향상되지 않아 25로 설정하였다. 아래는 epochs가 50일 때와 epochs가 25일

때 나타나는 성능을 시각적으로 나타낸 것이다.

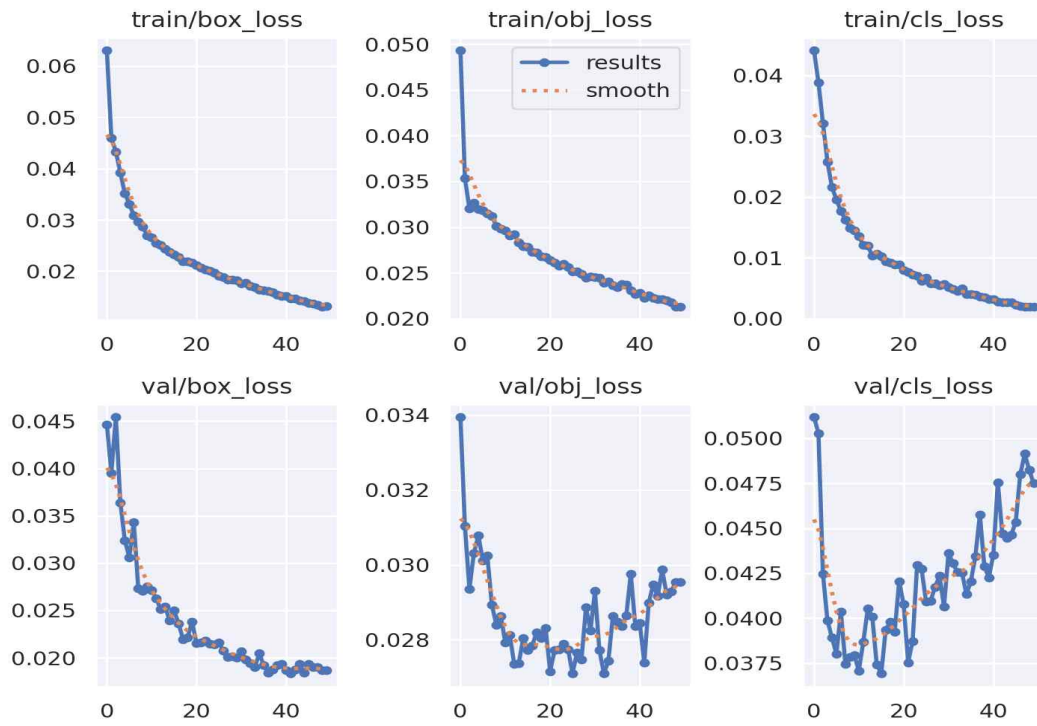


그림 2.4 epochs=50일 때 loss

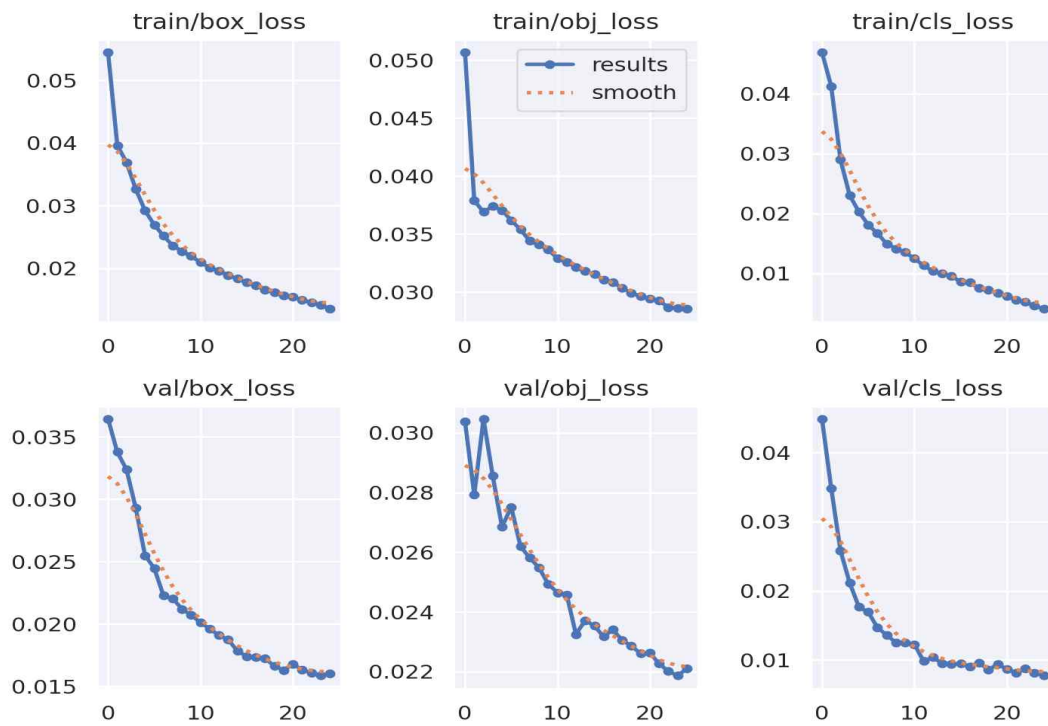


그림 2.5 epochs=25일 때 loss

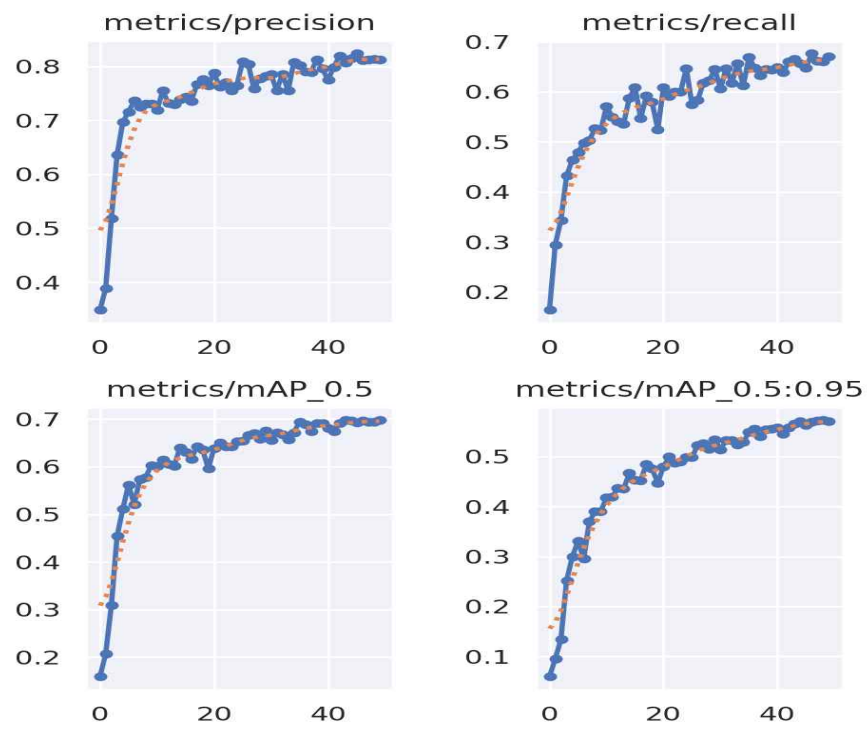


그림 2.6 epochs=50일 때 모델의 성능

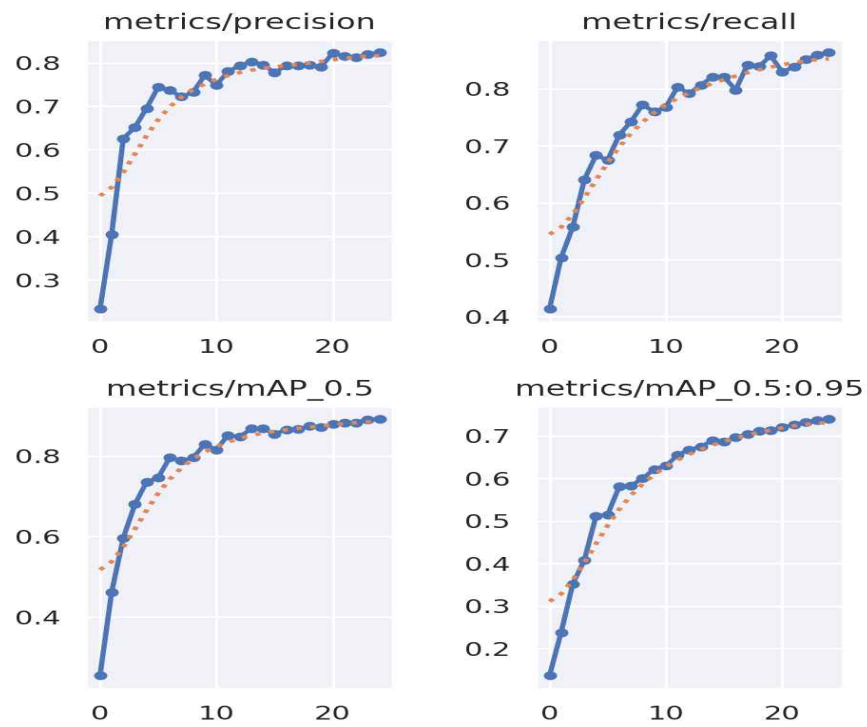


그림 2.7 epochs=25일 때 모델의 성능

epochs가 50일 때는 검증 데이터의 loss 값이 감소하는 추세를 보이다가 epochs가 늘어날수록 증가하는 모습을 보인다. 이러한 모습에서 train 데이터에 과적합된다는 것을 확인할 수 있다. 그에 비해 epochs가 25일 때는 지속적으로 감소하는 추세를 보이므로 적절히 학습되고 있다는 것을 확인할 수 있다.

학습의 성능 지표를 나타내는 precision과 recall 등을 확인하여도 epochs가 50일 때보다 epochs가 25일 때보다 큰 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 이러한 점에서 적절한 epochs는 25라고 할 수 있다.

3. 결론

3.1. 모델 테스트 결과

검증 데이터를 이용한 테스트 성능이 좋았던 epochs 25를 기준으로 학습된 모델을 이용하여 다양한 쓰레기 사진을 분류해보았다. 전반적으로 객체 감지 및 예측을 잘 해냈으나 몇몇 쓰레기에 대해서는 실패하는 모습을 보였다. 아래의 이미지들을 보면 비닐류와 캔류, 유리병류는 전반적으로 객체 감지 및 예측을 잘 해내는 모습을 볼 수 있다. 그러나 종이류와 페트병류의 경우는 객체 감지는 제대로 하고 있으나 예측을 제대로 해내지 못하는 모습을 볼 수 있다. 또한, 한 이미지에 객체가 여러 개인 경우 객체를 여러 개가 아닌 하나로 인지하는 모습을 볼 수 있다. 아래 그림들은 학습된 모델을 이용하여 쓰레기 사진을 분류한 이미지이다.



그림 3.1 비닐류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.2 비닐류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.3 캔류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.4 캔류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.5 유리병류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.6 유리병류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.7 종이류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.8 종이류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.9 페트병류 쓰레기 예측 이미지



그림 3.10 페트병류 쓰레기 예측 이미지

3.2. 향후 계획

형태가 비교적 일정한 캔류, 유리병류, 비닐류의 경우는 예측을 잘하는 경향을 보이나 종이류와 페트병류와 같이 형태가 변하기 쉬운 경우에는 예측을 잘 해내지 못하는 모습을 보였다. AIHub에서 제공하는 데이터셋에는 각 쓰레기의 종류별로 10,000개의 데이터

가 존재하지만, 이 연구에서는 종류별 2,000개의 데이터만을 사용하여 학습을 진행하였기 때문에, 다양한 형태의 쓰레기에 대한 학습이 제대로 이루어지지 않은 것으로 추측된다. 또한, 데이터의 형태가 쓰레기 1개에 대해서만 학습을 진행하다 보니 모델 자체가 이미지를 받아들일 때, 하나의 객체만 존재하는 것으로 가정하고 예측을 진행하는 것 같다. 향후 연구에서는 이러한 문제들을 해결하기 위해서 같은 종류의 쓰레기라도 구겨진 경우와 손상된 경우 등 다양한 형태의 이미지 데이터를 추가하여 정확한 학습을 진행하고, 객체가 여러 개인 데이터도 추가하여 객체 각각에 대한 인식을 할 수 있게 할 계획이다.

참고문헌

1. 외국논저

Trupti Mahendrakar, Andrew Ekblad, Nathan Fischer, Ryan T. White, Markus Wilde, Brian Kish, Isaac Silver (2023). Performance Study of YOLOv5 and Faster R-CNN for Autonomous Navigation around Non-Cooperative Targets.