

# YOLOv5 기반의 폐기물 자동인식 시스템 설계

심태웅<sup>1</sup>, 김도윤<sup>1</sup>, 최종인<sup>1</sup>, 박광영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>승실대학교 전자정보공학부

<sup>2</sup>승실대학교 소프트웨어학부

stw1242@naver.com, yun0368@naver.com, retriever@naver.com, 1004pky@ssu.ac.kr

## Design of an Automatic Waste Recognition System Based on YOLOv5

Tae-Woong Shim<sup>1</sup>, Do-Yoon Kim<sup>1</sup>, Jong-In Choi<sup>1</sup>, Kwang-Young Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Electronic Engineering, Soong-Sil University

<sup>2</sup> Dept. of Software, Soong-Sil University

### 요 약

지구온난화와 기후변화로 인해 전세계적으로 기업, 정부는 ESG(Environmental, Social and Corporate Governance)에 관심을 가지고 있다. 이에 따라 폐기물 분류 및 재활용에도 관심을 가지고 있지만 국내 외 폐기물 분류는 정확하게 이루어 지지 않고 있다. 이에 본 논문에서는 객체 인식의 대표 모델인 YOLOv5 를 이용해 폐기물 중 대표적인 페트병 탐지 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 페트병 사이 다른 폐기물을 감지해 내고 페트병 중 유색과 투명 페트병을 분류를 한다. 향후, 제안하는 시스템의 성능 평가가 필요하고 다른 폐기물로 확장이 필요하다.

### 1. 서론

ESG 와 관련해서 전세계적으로 국가 및 기업이 큰 관심을 가지고 있다. ESG 시대에 맞춰 폐기물 처리업도 중요한 역할을 하고 있다. 폐기물의 정확한 분류를 통해 순도 높은 재활용이 중요하다. 대한민국의 경우 2020 년 12 월부터 투명 페트병 별도 분리배출제도를 시행을 시작했다. 22 년도 기준 선별시설은 16.7%로 페트병을 분리 배출을 해도 나머지 시설에서는 다시 플라스틱과 섞이게 된다. 이러면 분리 배출을 하는 의미가 없어지기도 하고 또한 투명 페트병을 원료로 섬유를 만드는데 국내에서는 부족해서 일본에서 수입을 하기도 한다. 따라서 이러한 여러 문제를 해결하기 위해 페트병만을 순도가 높고 쉽게 분류가 가능하도록 시스템이 필요하다. 이에 본 논문에서는 현재 대한민국에서 가장 필요하다고 느끼는 폐기물 중 페트병 분류에 중점을 두고자 한다. YOLOv5 를 통한 객체탐지를 활용해 페트병 중 투명 페트병을 탐지하고 분류할 수 있고 그 과정을 화면으로 띄워 쉽게 볼 수 있는 시스템을 제안한다.

### 2. 객체탐지 모델 소개

YOLOv5 는 2020 년 6 월에 출시가 되었고 v4 와 비

교해 성능, 낮은 용량, 빠른 속도를 가지고 pytorch 기반으로 구성되어 있다. YOLOv5 를 보면 FPS(Frame Per Second)는 140, mAP(Mean Average Precision)는 89.5 로 속도는 매우 빠르고 정확도 또한 faster R-CNN 보다 약간 낮다. 또한 훈련과 테스트 시간 중에 이미지 전체를 보기 때문에 클래스의 외관뿐만 아니라 상황에 따른 정보도 암묵적으로 Encoding 한다. 따라서 Background Error 가 Fast R-CNN 과 비교했을 때 반 이하로 낮아진다.

일반적인 이미지로 train 하고 예술작품으로 test 를 돌렸을 때 DPM(Deformable Parts Models)도 R-CNN 보다 좋았다. 이 이유는 YOLO 가 일반화가 잘 되어 새로운 분야나 예상치 못한 이미지가 들어왔을 때 예측을 더 잘 할 수가 있다.

따라서 속도와 정확도면에서 아주 좋은 성능을 발휘하고 있어 탐지에 적합하다고 생각한다.



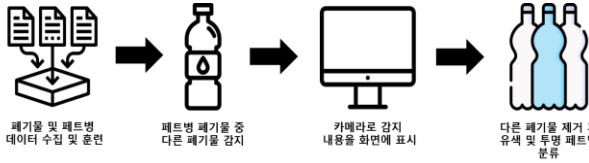
<그림 1> YOLOv5 의 다양한 모델

YOLOv5 는 여러 가지 모델이 존재한다. 모델이 커질수록 정확도는 높아지는 반면 훈련 속도가 느려진

다. 연구 목표는 순도가 높게 투명 페트병을 분류하는 것이므로 YOLOv5x 를 사용하는 것이 적합하다고 생각한다

### 3. 제안하는 투명 페트병 탐지 시스템

본 논문에서는 보다 정확하게 페트병을 분류하기 위해 두 가지 객체 인식 과정을 통해 자세히 분류를 목표로 한다.



<그림 2> 제안하는 시스템 구조와 기능

제안하는 시스템은 페트병 데이터를 수집하고 그 데이터를 기반으로 훈련을 진행한다. 다음 카메라를 통해 페트병 사이 섞여있는 다른 폐기물을 감지한다. 이후 페트병 만이 있는 데서 색을 감지해 유색 페트병과 투명 페트병을 분류하고 이 과정을 화면에 표시를 해 분류에 도움을 준다. 대한민국의 투명 페트병 분류 기준은 생수, 음료수 병으로 한정하고 색이 하나도 들어가 있지 않은 것을 기준으로 한다. 본 논문 또한 이와 같은 기준으로 잡는다.



<그림 3> 대한민국 페트병 분류 기준

다른 객체탐지 방식과 차별점은 다른 객체 탐지 모델은 폐기물의 종류 분리에만 중점으로 한다. 여기서 더 나아가 페트병을 분리해 내고 분리해 낸 페트병 중에서 추가로 색을 검출해 검출 정확도를 높이고자 한다. 투명 페트병의 색과 다른 유색을 학습을 시켜 투명 페트병 속 색을 검출해 낸다. 이 작업을 여러 대의 카메라로 순차적으로 검출해 내면 순도 또한 올릴 수 있을 거라고 기대된다.

### 4. 결론

본 논문의 목표는 ESG 에 기여를 하기 위해 객체인식을 통한 폐기물 분류에 도움이 되는 것이다. 논문에서는 YOLOv5 를 통해 폐기물을 탐지하고, 페트병 중 색을 탐지해 투명페트병의 분류하는 과정에서 도움을 주고 순도를 높이는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 폐기물 중 페트병을 감지하는 단계와 색(유색 페트병)을 분류하는 단계로 구성된다. 페트병을

감지하는 단계는 다른 폐기물이 최대한 섞이지 않게 하도록 하고 색을 분류하는 단계는 투명페트병 분류 과정에서 다른 유색 페트병이 섞이지 않게 한다. 향후, 제안하는 시스템의 현실적인 검증을 위해 설계를 기반한 시스템 구축이 필요하다. 또한 더 나아가 페트병뿐만 아닌 다른 폐기물의 분류로 확장을 목표로 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2023-RS-2022-00156360)

### 참고문헌

[1]Jocher,G, YOLOv5 Documentation, <https://docs.ultralytics.com>

[2]R. Girshick, “Fast R-CNN,” ICCV 2015, pp. 1440-1448. 2015

[3]Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, Jian Sun, “Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks,” Advances in neural information processing systems, pp. 91-99, 2015

[4]Yong-Hwan Lee, Youngseop Kim, “Comparison of CNN and YOLO for Object Detection”, Journal of the Semiconductor & Display Technology Vol. 19, pp. 85-92, 2020.