

Python과 Tensorflow2를 이용한 쓰레기 분리 및 처리 시스템 개발

김 동 열, 권 대 훈, 이 은 우, 박 효 중
영남대학교 로봇기계공학과

Abstract 추약

재활용 분류 로봇은 기존에 수작업으로 이루어지던 작업을 자동화하는 시스템이다. 재활용 사업 시장이 커지고 있지만, 3D 업종 기피로 인한 인력 부족과 열악한 환경으로 고용난과 고령화가 진행되고 있다. 해당 프로젝트의 기대 효과는 기존의 분류 과정에서 생기는 비용과 시간을 줄여 더 적은 인원으로 더 많은 쓰레기를 처리할 것으로 예상된다.

1. 서론

사회적으로 3D 업종 기피로 인한 인력 부족 문제가 대두됐다. 이에 따라 열악한 환경인 업종의 고용난과 고령화가 진행되고 있다. 이에 따라 인력으로 처리되던 작업을 쓰레기 분류 및 처리 시스템 개발을 통해 자동화하도록 한다. 본 시스템은 인식부, 이동부, 처리부로 나뉘어 진다. 인식부는 쓰레기의 종류를 분류 모델을 통해 실시간 이미지를 분류한다. 이동부에서는 분류된 쓰레기를 처리부로 운반한다. 마지막 처리부에서는 분류된 쓰레기에 따라 레일을 이동시켜 처리작업을 수행한다. 대부분 쓰레기 분류는 Yolo V5모델을 이용하여 학습하였다 [1][2][3][4][5]. 하지만 본 연구에서는 Tensorflow Object Detection API[6]를 사용하여 학습을 진행하였다. 본 논문에서는 플라스틱, 종이, 유리를 선택하여 분류하는 모델을 학습시켰다. 이 모델을 사용하여 쓰레기의 종류를 분류 및 처리하도록 한다.

2. 시스템 구성

2.1 하드웨어 설계

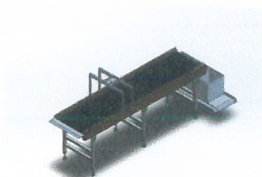


그림 1. 전체 모델링

2.2 소프트웨어

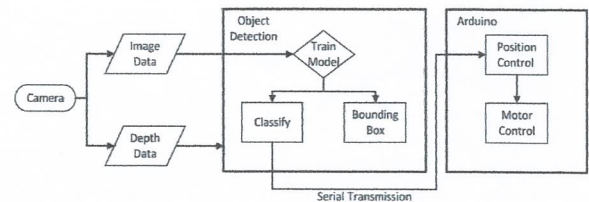


그림 2. 시스템 순서도

pretrain된 가중치 모델을 통해 객체의 종류와 boundingBox 데이터를 도출했다. 도출된 객체의 종류는 시리얼 통신을 통해 아두이노로 전송된다. 시리얼 통신으로 입력받은 아두이노는 리니어 가이드의 위치를 도출하여 리니어 가이드의 위치를 조정하기 위해 모터를 제어한다.

3. 전처리

3.1 학습 데이터 세트

AI Hub의 생활 폐기물 데이터 세트 약 20여만 장의 데이터셋의 10%의 데이터를 랜덤으로 추출하였다. 이 중 80%를 train dataset, 20%를 eval dataset으로 분류하였다.

3.2 tfrecord 변환

분류한 데이터는 이미지 파일과 json데이터 셋으로 분류되어있다. 이 데이터를 xmax, xmin, ymax, ymin, class데이터로 추출하여 tfrecord형으로 데이터 셋을 구축하였다.

4. 분류 모델

4.1 학습 모델

이미지 처리의 속도 향상을 위해 이미지의 ROI(Region of Interest)를 설정하여 이동부 상의 이미지만 인식하도록 했다. 또한 D435I 카메라의 Depth 데이터를 활용하여 물체의 존재 여부를 확인했다. 카메라 상에 Depth 데이터의 변화를 통해 물체가 있다면 학습한 모델링 가중치 파일을 이용하여 이미지 분류와 객체의 위치 정보를 도출한다. 가중치 모델 파일은 Tenserflow2의 Object Detection API를 이용하여 모델을 구축했다. COCO 2017 dataset에서 pretrain된 모델을 활용했다. 사용한 pretrain된 모델은 Faster R-CNN ResNet50 V1 1024*1024를 이용했다.

4.2 지도학습

batch size 6으로 하고 총 학습 횟수 10만번 학습한 결과는 그림3의 결과로 나타났다. 학습결과 평균 정확도는 85% Bounding Box 정확도는 90%로 나타났다.

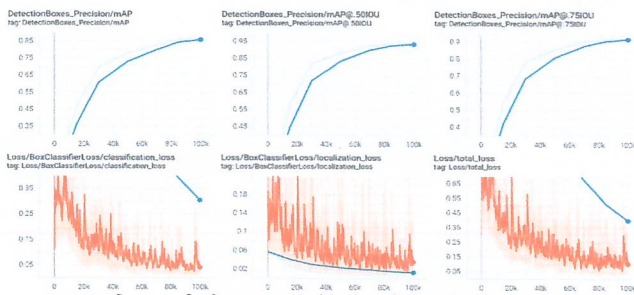


그림 3. 평가 mAP(위)와 학습 손실률(아래)

4.2 성능 테스트

학습을 통해 생성된 가중치 파일을 기반으로 실제 플랫폼에 적용하였다. 확인한 결과 표 1.의 결과 객체의 bounding Box 정확도는 90%이상으로 거의 정확하게 나타났다. 반면 분류 정확도는 약 30%정도로 부정확하게 나타났다.

표 1. 품목별 모델 정확도

	정확도
종이	91 %
캔	83.5 %
플라스틱	70 %
평균	81.5 %

5. 결론

본 논문에서는 Python-tensorflow를 이용한 재활용 쓰레기 분류를 연구했다. 연구를 통해 시중에서 보통 사용되는 흡착판 방식이 아닌 레일을 이용해 분류하는 시스템을 개발할 수 있었다. 하지만 본 논문의 한계점은 품목별 모델 정확도가 높지 않고, 객체감지 모델에 종이, 플라스틱, 캔 세 종류만 학습시켰다는 것이다. 실제 분리수거장에서는 여러 종류의 쓰레기가 오염 및 파손된 형태로 들어오게 되는데 이러한 형태의 쓰레기들을 어떻게 학습시킬지에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 한다.

참고문헌

- [1] 김용준, 조태욱, and 박형근. "플라스틱 재활용을 위한 YOLO 기반의 자동 분류시스템." 한국정보통신학회 종합학술대회 논문집 25.2 (2021): 382-384.
- [2] 김기현, et al. "YOLOv4 와 라즈베리파이 기반 쓰레기 분리배출 자동화 시스템." 한국디지털콘텐츠학회 논문지 22.12 (2021): 2111-2119.
- [3] 강성범, et al. "지도학습과 딥러닝을 이용한 쓰레기 분리수거 방법안내 애플리케이션." 한국정보과학회 학술발표논문집 (2021): 1363-1364.
- [4] Lv, Zhaohao, Huiyan Li, and Yeming Liu. "Garbage detection and classification method based on YoloV5 algorithm." Fourteenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2021). Vol. 12084. SPIE, 2022.
- [5] tensorflowmodelgarden2020, Hongkun Yu, Chen Chen, Xianzhi Du, Yeqing Li, Abdullah Rashwan, Le Hou, Pengchong Jin, Fan Yang, Frederick Liu, Jaeyoun Kim, and Jing Li, TensorFlow Model Garden, <https://github.com/tensorflow/models>