

딥러닝을 활용한 재활용 폐기물 선별 시스템 개발

박승우[○], 김형돈^{*}, 심상우^{*}, 윤성원^{*}, 김재수^{*}, 이상원^{**}, 전우진^{***}

[○]경북대학교 컴퓨터학부,

^{*}경북대학교 컴퓨터학부,

^{**}경북대학교 전자전기공학부,

^{***}주식회사 WIM

e-mail: {khd0303, tlatkd@knu.ac.kr, ysw0826, kjs}@knu.ac.kr^{*},
dexherodex@knu.ac.kr[○], lsw0767@knu.ac.kr^{**}, junwoojin960@naver.com^{***}

Development of Automatic Classification For Categorizing Recyclable Materials

Park Seung Woo[○], Kim Hyung Don^{*}, Sim Sang Woo^{*}, Yoon Seong Won^{*},

Kim Jae-Soo^{*}, Lee Sang Won^{**}, Jeon Woo jin^{***}

[○]Department of Computer Science, KyungPook National University,

^{*}Department of Computer Science, KyungPook National University,

^{**}School of Electronic and Electrical Engineering, KyungPook National University,

^{***}WIM corporation

● 요약 ●

코로나19의 여파로 생활 폐기물은 급속도로 늘어나는 반면 재활용 사업장의 여건은 개선되지 않고 있어 재활용 산업의 인력난 해결의 필요성이 떠오르고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 딥러닝 모델을 활용하여 재활용 폐기물을 분류하는 방법을 제시한다. 딥러닝 모델은 최신 객체 탐지 모델인 YOLOv5를 사용하고, 객체 탐지 성능을 향상시키기 위해 실제 환경에서 수집된 학습용 데이터를 직접 라벨링하여 사용한다. 실험 결과 종류별 평균 0.69의 mAP50 스코어를 기록하였으며 이를 통해 딥러닝 모델을 활용하여 재활용 폐기물을 효율적으로 분류하는 것이 가능함을 확인하였다.

키워드: 딥러닝(deep learning), 객체 탐지(object detection),
재활용 폐기물 선별(Categorizing Recyclable Materials)

I. Introduction

코로나19의 여파로 생활 폐기물은 급속도로 늘어나는 반면 재활용 사업장의 여건은 개선되지 않고 있어 재활용 산업의 인력난 해결의 필요성이 떠오르고 있다. 특히 플라스틱 폐기물의 경우 단순 매립 시 경제적, 환경적 부담이 매우 크기 때문에 플라스틱류의 재활용률을 높인다면 단순히 플라스틱 폐기물에 의한 유해성 저감 뿐만 아니라 추가적인 부가 가치 창출 효과도 얻을 수 있다. 이를 위해 본 논문에서는 YOLOv5를 기반으로 재활용 선별 과정에 활용 가능한 재활용 폐기물 분류 모델을 개발하고자 한다.

II. The Proposed Method

1. Data Preparation

모델 학습에 사용된 데이터는 실제 재활용 선별장에서 촬영한 영상에서 물체를 4종의 플라스틱(PET, PE, PS, PP)과 유리, 기타 재활용 폐기물을 포함한 6개의 종류로 라벨링하여 사용한다. 실제 학습시에는 이 데이터에 반진, 회전 등의 데이터 증강 기법을 함께 사용한다. Fig. 1.은 재활용 품목을 라벨링한 그림이다.

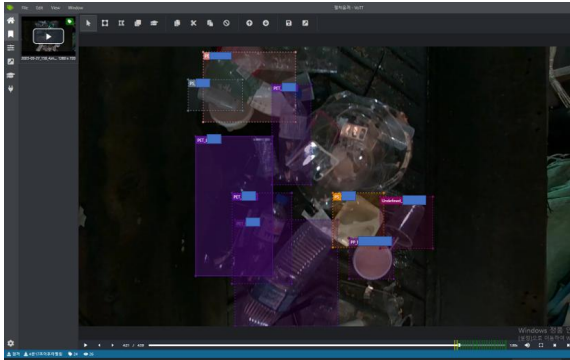


Fig. 1. Data labeling

2. System Architecture

사용자가 폐기물을 투입하면 시스템 내부의 카메라는 투입된 객체를 탐지한다. 그리고 인식된 객체 정보를 DB에 전송한다. 또한, 객체 정보와 기존에 학습된 웨이트 파일을 비교하여 가장 근사한 값을 시스템으로 전송한다. 시스템은 DB의 정보들을 통해 클래스에 따라 분류를 진행하고 사용자에게 정보를 전송한다. 개략적인 시스템 구조는 Fig. 2와 같다.

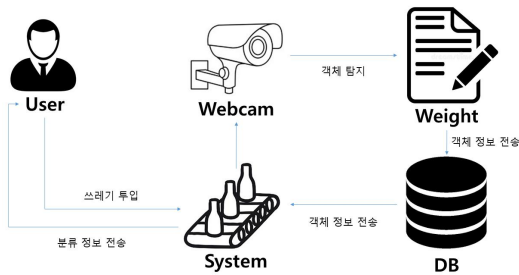


Fig. 2. System Architecture

3. Training details

입력한 영상으로부터 재활용 폐기물을 선별하는 과정은 Fig3과 같다. 먼저 YOLOv5에서 제공하는 유전알고리즘 기반의 evolve 기능을 활용하여 최적의 하이퍼파라미터를 설정한다. 다음은 학습 속도, 배치크기, 에포크 수와 같은 파라미터를 설정한 다음 학습 프로세스를 실행한다. 마지막으로 훈련된 모델의 정확도와 성능을 결정하기 위해 유효성 검사 데이터 세트에서 평가한다.



Fig. 3. The Trailing Details of Categorizing

4. Result

학습된 모델의 평가는 precision, recall과 함께 mAP0.5와 mAP0.5-0.95 지표도 사용한다. mAP0.5는 객체 탐지 결과와 정답의 일치율이 0.5 이상인 비율을 나타내며, mAP0.5-0.95는 mAP를 0.5

부터 0.95까지 0.05단위마다 측정하여 얻은 평균값을 뜻한다.

Table 1. Experiment result

Class	Instances	Prc.	Rec.	mAP0.5	mAP0.5-0.95
PET	8321	0.866	0.884	0.921	0.69
PE	3292	0.783	0.756	0.801	0.574
PS	2740	0.662	0.64	0.665	0.487
PP	402	0.729	0.808	0.779	0.653
Class	7415	0.708	0.666	0.717	0.477
Others	92	0.46	0.222	0.258	0.186
all	22262	0.701	0.663	0.69	0.511

Table 1.은 재활용 품목에 대한 인식율을 나타낸 것이다. 평가에 사용한 이미지는 약 1,500장이며 약 20,000개의 객체를 포함하고 있다. 그중 가장 흔한 생수병에 사용되는 PET는 모든 지표에서 가장 높은 성능을 보였다. 유색 배달용기에 사용되는 PP는 제품 대부분이 비슷한 모양, 크기를 가지는 도시락 용기이기 때문에 mAP0.5와 mAP0.5-0.95의 차이가 가장 작았다. 요구르트병, 계량컵에 사용되는 PS는 대부분 작은 제품이 많아 상대적으로 탐지가 어렵고, 유리 또한 투명성 때문에 탐지가 어려워 둘 모두 0.5 이하의 mAP0.5-0.95를 기록했다.

III. Conclusions

본 논문에서는 재활용률 향상을 위한 폐기물 객체 탐지 모델을 개발하고 이를 실제 환경에서 얻은 데이터를 통해 평가하여 딥러닝 기반 솔루션의 효과적인 작동을 확인했다. 또한 실험 결과에서 추측할 수 있듯, 각 폐기물의 종류별 특성에 따라 탐지 성능이 달라지는 것을 활용하여 모델을 보완한다면 좀 더 다양한 종류에 대해서도 더욱 뛰어난 탐지 성능을 기대할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음” (2021-0-01082)

REFERENCES

- [1] J. Redmon, S. K. Divvala, R. B. Girshick, and A. Farhadi, “You only look once: Unified, real-time object detection,” CoRR, vol. abs/1506.02640, 2015.
- [2] G. Huang, Z. Liu, and K. Q. Weinberger, “Densely connected convolutional networks,” CoRR, vol. abs/1608.06993, 2016.
- [3] S. Liu, L. Qi, H. Qin, J. Shi, and J. Jia, “Path aggregation network for instance segmentation,” CoRR, vol. abs/1803.01534, 2018.