

분리수거를 위한 리사이클링 봇 이미지데이터 학습모델 구현

노유정 · 신복숙*

한국폴리텍대학

Implementation of Image Learning Model for Recycling

Yujeong Noh · Boksuk Shin*

Korea Polytechnics

E-mail : shinbs@kopo.ac.kr

요 약

본 논문은 올바른 재활용품 분리배출에 대한 교육과 학습을 제공하는 AI 기반 분리배출 교육 플랫폼 서비스를 기획하고, 재활용품을 인식하고 판단하는 리사이클링 봇 이미지데이터 학습모델 구현에 집중한다. 리사이클링 봇은 대량으로 수집되는 이미지데이터를 이용하여 인식 판단하기 위한 AI 학습모델을 적용하고 실험을 진행하여 결과를 확인하였다.

ABSTRACT

This paper focuses on the implementation of machine learning model for Recycling bot, which is a platform service of recycling education. The recycling bot applied with a AI model using collected image set. The experiment confirms that classified by the model result are accurate.

키워드

Machine Learning, Image Recognition, Recycling Robot

I. 서 론

한국환경공단에서 조사한 최근 대한민국 재활용률 조사 결과에 따르면, 분리배출 단계에서 수거 후 선별까지 가는 재활용품 비율을 의미하는 명목 재활용률과 분리배출 단계에서 실질적인 재활용이 이루어지는 재활용품 비율인 실질 재활용률이 서로 차이가 있음을 알 수 있으며, 특히 분리배출 된 플라스틱은 선별 작업 2단계에서 3분의 1, 3단계에서 15% 이상이 걸러져, 실질 재활용률은 40% 정도밖에 되지 않는다고 한다. 그 주요 원인은 포장재 미제거, 플라스틱 내 이물질 삽입 등 국민의 올바른 분리배출 방법에 대한 인식 부족이 주요한 이유이다.

본 논문은 올바른 분리배출에 대한 교육과 학습을 제공하는 AI 기반 분리배출 교육 플랫폼 서비스를 기획하고 재활용품을 인식하고 판단하는 리사이클링 봇 이미지데이터 학습모델 구현에 집중

한다. 리사이클링 봇은 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 이용한 직관 및 체험 기반 로봇 전용 스마트 분리배출 서비스이며, 애플리케이션을 통해 수집되는 이미지데이터들을 학습하고 판단하는 모델을 구현하여 효율적인 실질 재활용률을 높이고 지속적이고 능동적이고 올바른 분리배출 참여를 유도하는데 최종 목표를 두고 있다.

II. 리사이클링 봇 구성

그림 1에서 보는 것과 같이 리사이클링 봇 그 기능과 서비스의 구성은 다음과 같다.

우선 데이터입력 매체가 되는 스마트폰 애플리케이션에 사용자가 접속하고, 분리해 배출하고자 하는 자원을 카메라로 촬영한다. 카메라로 촬영된 이미지는 자원의 종류를 판단하는 데 사용되며 동시에 제안한 학습모델의 정확도를 주기적으로 향상하게 시키는 새로운 학습 데이터로도 활용된다. 이러한 방식은 서비스가 운영되면 될수록 학습 데

* speaker and corresponding author

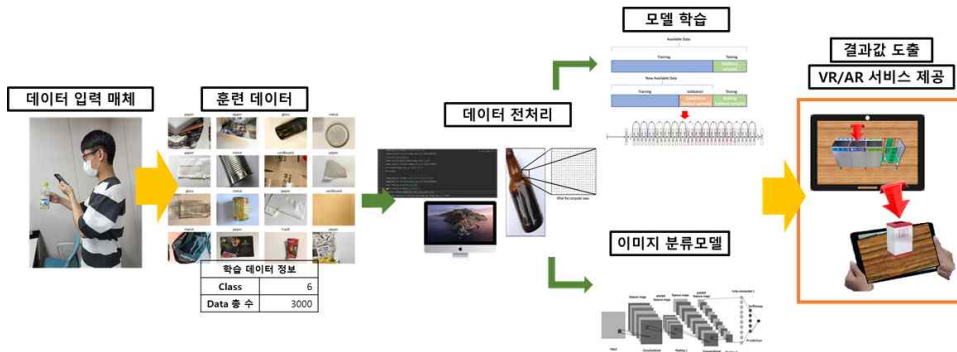


그림 1. 리사이클링 붓 기능과 서비스 구성

이터가 축적되고, 모델의 학습이 이루어지므로 데이터 분류 정확도는 향상된다.

제안하는 학습모델에서는 이미지데이터를 머신러닝 모델에 적용 가능한 형태로 만들기 위해 벡터화, 차원 축소 등의 데이터 전처리 과정을 거치게 되며, 전처리가 완료되면 제안한 학습모델은 분리배출이 가능한 자원인지 아닌지를 판단하게 된다. 예를 들어 분리배출이 가능한 자원이라고 학습 모델이 판단하게 되면 무색 플라스틱, 유색 플라스틱, 비닐, 캔, 종이, 병 등의 자원의 종류로 구분하고 각 자원의 종류에 따라 올바른 분리배출 방법에 대한 교육 콘텐츠를 VR/AR로 제공하는 프로세스를 가지고 있다.

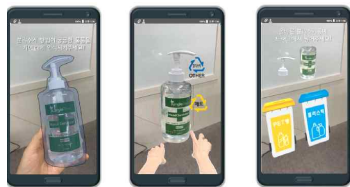


그림 2. VR/AR 튜토리얼

그림 2는 VR/AR 튜토리얼 과정을 보여주는 것이며, 판단된 재활용 쓰레기의 종류가 부착상표가 부착되어 있고 내용물이 남아있는 페트병이라면, ① 내용물을 깨끗이 비운다, ②부착상표를 제거한다, ③압착한다, ④뚜껑을 닫는다, ⑤무색 플라스틱 배출함에 넣는다. 등의 단계적 절차를 VR/AR로 제공하는 프로세스를 가지고 있다.

III. 이미지 학습 모델

리사이클링 붓은 우선 대량으로 수집되는 이미지데이터를 이용하여 인식 판단하기 위해 AI 학습 모델을 설계하고 그 실험을 진행한다.

이미지데이터를 머신러닝하기 위해서는 원본 이미지를 학습 알고리즘에 적용될 수 있는 특성으로 변환하는 과정이 필요하다. 이미지 크기, 이미지

밝기, 대비 조절, 배경 제거, 경계선 및 모서리 감지, 다차원배열의 벡터화 등이 그 변환에 해당한다. 그리고 이미지데이터는 픽셀 단위의 데이터이기 때문에 매우 많은 특성(feature)을 가진다. 특성의 개수가 샘플 데이터 수보다 많으면 training phase에서 문제가 발생하게 된다. 따라서, 올바른 training phase를 도출하기 위해서는 엄청난 양의 샘플 데이터가 요구된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 일반적으로 특성 추출(feature extraction) 혹은 특성 선택(feature selection)을 사용한 차원 축소 과정을 거친다[1].

머신러닝을 활용한 이미지데이터 처리는 N개의 데이터를 training set으로 활용하여 변경 가능한 모델의 매개 변수들을 조절하는 방법이다. 즉, 데이터 가공 도구를 활용하여 training set에 있는 이미지 데이터들에 라벨링 하여, training set에 있는 각각의 이미지데이터들이 카테고리(target vector)를 가지게 한 후 training phase(learning phase)에서 training set을 바탕으로 머신러닝 알고리즘의 function을 결정하게 된다. 이렇게 찾아낸 function을 test set이라고 불리는 새로운 이미지의 카테고리를 찾는데 적용하며, 이 과정을 통해 일반화 성능을 파악해낸다. 특히, 이미지데이터 분류처럼 패턴인식 관련 기술 분야에서 function을 찾는 데 사용되지 않았던 새로운 이미지데이터를 올바른 카테고리로 분류할 수 있는 일반화(generalization) 성능은 매우 중요하다[2].

그림 3은 학습모델에 적용한 학습 데이터를 보여주고 있고, 학습모델에 사용한 총 2,527개 데이터는 cardboard, glass, metal, paper, plastic, trash로 구분하여 학습을 진행하며, 종류별로 403개, 501개, 410개, 594개, 482개, 137개로 구성되어 있다.

그림 4는 최적의 학습률을 설정하기 위해서 경사 하강법을 이용하였으며 학습률에 따라 손실이 변화하는 그래프로 보여주고 있다.

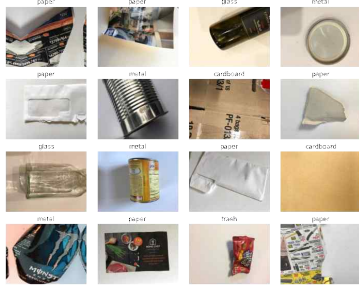


그림 3. 학습 데이터 종류

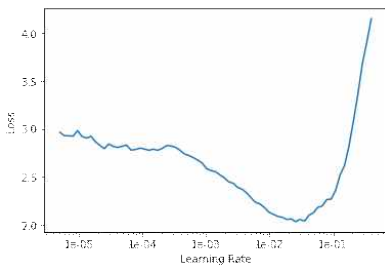


그림 4. 경사 하강법(GDA) 학습률 설정

IV. 실험 결과

그림 5는 리사이클링 봇에서 사용한 학습모델을 평가하였고 그 결과를 오차 행렬로 보여주고 있다. 그 결과 6종의 자원을 분류 정확도가 높은 것으로 나타났다. 그림 6은 학습모델을 평가하기 위해서 훈련 데이터를 사용한 손실과 검증 데이터를 이용하였을 때의 손실 결과를 보여주고 있다.

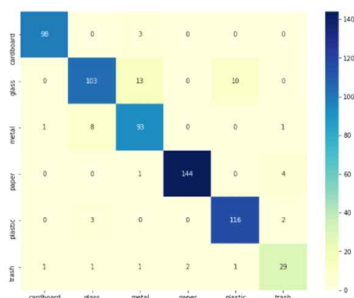


그림 5. 학습모델 평가(Confusion matrix)

epoch	train_loss	valid_loss	error_rate	time
0	1.602718	0.656912	0.246032	00:35
1	1.017117	0.479371	0.169841	00:35
2	0.896847	0.583914	0.188889	00:36
3	0.778764	0.631007	0.174603	00:35
4	0.913125	0.525949	0.182540	00:35
5	0.864560	0.504927	0.160317	00:36
6	0.767415	0.568818	0.177778	00:35
7	0.648778	0.679386	0.223810	00:35
8	0.637516	0.546579	0.180952	00:35
9	0.586512	0.354856	0.131746	00:35
10	0.557004	0.342051	0.134921	00:35
11	0.482143	0.281849	0.107937	00:35
12	0.420565	0.314774	0.106349	00:35
13	0.406106	0.369398	0.119048	00:36
14	0.286301	0.275695	0.093651	00:35
15	0.238055	0.236091	0.074603	00:35
16	0.239261	0.226091	0.073016	00:35
17	0.210690	0.222963	0.069841	00:35
18	0.195103	0.223831	0.065079	00:36
19	0.171128	0.213813	0.068254	00:35

그림 6. 학습모델 평가

V. 결 론

본 논문은 분리배출을 지원하기 위한 리사이클링 봇 AI 학습모델을 구현하고 그 실험을 진행하였다. 향후에는 제안한 학습모델과 튜토리얼 서비스를 구현할 VR/AR를 서로 연결하고 분리배출 서비스를 구체화할 계획이다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

References

- [1] Hyun Jun Park, Mutsuhiro Terauchi, Eui-Young Cha, and Bok-Suk Shin, "A New Approach to Optic Disc Segmentation Based on Contrast Enhancement and Brightness Difference," *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, Vol. 4, pp. 801-806, 2019.
- [2] J.-H. Park and Y.-K. Choi, "Efficient Data Acquisition and CNN Design for Fish Species Classification in Inland Waters," *Journal of Information and Communication Convergence Engineering*, Vol. 18, No. 2, pp. 106-114, Jun. 2020.