

# 손상된 대형 폐기물 분류를 위한 Few-Shot learning

김시웅, 고준혁, 김성식, 문남미\*

호서대학교

kimsiung990811@gmail.com, junhyeok970306@gmail.com,

kim07084@naver.com, \*nammee.moon@gmail.com

## Few-Shot Learning for the Classification of Damaged Large Waste

Kim Si Ung, Go Junhyeok, Kim Sung Sik, Moon Nammee\*

Hoseo Univ. \*Hoseo Univ

### 요약

대형 폐기물을 배출하는 과정에서 손상된 대형 폐기물과 손상되지 않은 대형 폐기물을 분류하는 작업은 재활용 및 폐기 처리 속도와 비용에 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 본 연구에서는 소수의 손상된 대형 폐기물 데이터를 학습하기 위해서 Few-shot learning을 적용하여 대형 폐기물 분류를 진행하였다. 실험 결과 1-Shot의 정확도가 61.98%, 5-Shot의 정확도가 71.1%로 5-Shot이 가장 높은 성능을 보여주었다.

### I. 서론

대형 폐기물을 배출하는 과정에서 손상된 대형 폐기물과 손상되지 않은 대형 폐기물을 분류하는 작업은 재활용 및 폐기 처리 속도와 비용에 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 가정에서 배출되는 대형 폐기물에 속하는 생활계 폐기물의 배출량은 21년도 대비 22년도 1.5% 증가한 2,304만톤 이었으며, 이중 재활용의 비율은 59.8%인 1,379만톤에 이른다[1]. 이때, 원형이 훼손된 대형 폐기물의 경우는 추가적인 비용이 발생하거나, 수거가 불가능하다. 이로 인해 폐기물 배출자 또는 수거자는 손상된 대형 폐기물을 명확하게 구분해야만 추가적인 처리 작업에 용이하다. 높은 컴퓨팅 성능을 기반으로 한 딥러닝을 통해 이미지를 분류, 탐지와 같은 작업에서 최첨단 기술을 통해 높은 성능을 보여주고 있다. Nnamoko 등이 제안한 폐기물을 분류하는 연구에서는 재활용이 가능한 폐기물을 분류하기 위해 다양한 증강 기법을 통해 데이터를 증강한 다음, 맞춤형 CNN을 통해 학습하여 폐기물 분류 정확도 80.8%를 달성하였다[2]. Faria, 등이 제안한 폐기물 분류 연구에서는 서로 다른 4개의 폐기물의 분류 성능이 가장 높은 최적의 모델을 찾기 위해 여러 CNN 아키텍처를 사용하여 학습을 진행하였고 실험 결과 VGG16 모델이 88.42% 정확도로 가장 우수한 성능을 보여주었다 [3]. 그러나 데이터셋이 극도로 적은 상황에 대해서는 기존의 CNN 모델 만으로는 한계가 존재한다. 본 연구에서는 소량의 손상된 대형 폐기물을 효과적으로 학습하기 위해 Few-Shot learning을 기법을 적용하여 손상된 대형 폐기물과 일반 대형 폐기물을 분류하는 방식을 제안한다.

### II. 본론

#### II. 1 모델 구조

Few-shot learning은 적은 수의 샘플로도 새로운 클래스를 효과적으로 학습이 가능한 방법이다. 이를 효과적으로 수행하기 위해서 사전학습된 모델을 가져와 적은 데이터셋을 Fine-tuning을 진행하여 새로운 클래스를 학습한다. 본 연구에서는 Prototypical Networks를 통해 각 클래스의 특징벡터를 계산하고, 이를 기반으로 대형 폐기물을 분류하였다. 아래 (그

림 1)은 손상된 대형 폐기물을 분류하기 위해 사전학습된 모델에 Prototypical Network가 적용된 모델의 구조도이다.

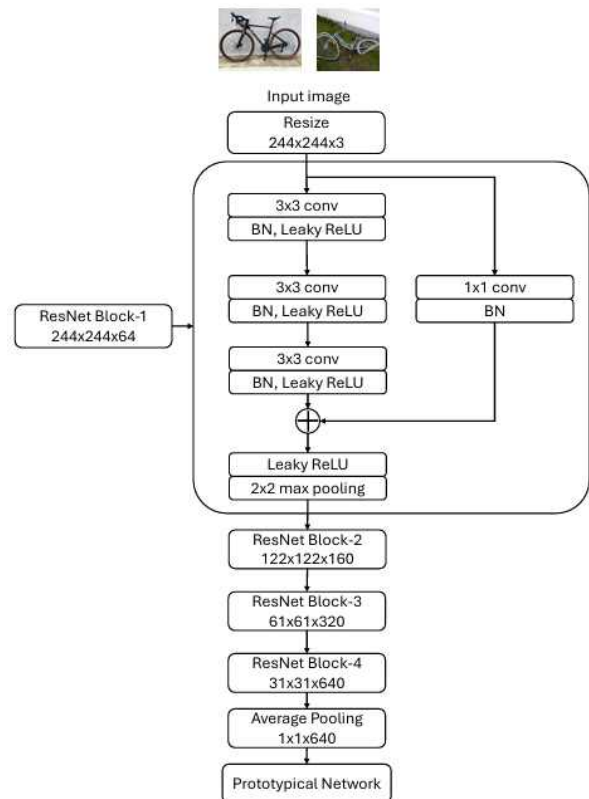


그림 1 사전학습된 ResNet-12 기반 대형 폐기물 분류 구조도

ResNet-12 기반 사전학습된 모델을 사용하여 손상된 대형 폐기물의 특징을 추출하였다. ResNet Block을 통해 모델이 복잡해질수록 발생하는 기울기 소실(vanishing gradient) 문제를 해결하기 위해 개발된 구조로, 각

블록 사이에 잔차 연결(skip connection)을 추가하여 모델이 복잡해질수록 더욱 세밀한 특징을 학습할 수 있게 되었다[4].

## II. 2 Few-Shot learning

ResNet-12를 통해 추출된 특징들을 Prototypical Network에 입력하여 각 클래스 간의 특징 벡터를 계산하여 클래스의 프로토타입을 생성한다. 이러한 프로토타입 간의 유클리드 거리를 계산하여 가장 가까운 프로토타입에 해당하는 클래스로 분류를 진행하였다. 프로토타입은 "way", "shot", "query" 개념을 활용하여 프로토타입을 구성하는데 way는 분류할 클래스의 종류, shot은 학습할 데이터의 개수, query는 모델의 성능을 평가하기 위해 사용되는 테스트 데이터 개수이다. 이 방법을 통해 적은 데이터를 사용하더라도 효율적인 계산으로 효과적인 분류가 가능하다.

## III. 실험

본 연구에서는 클라우드 소싱과 웹 크롤링을 통해 수집된 대형 폐기물 데이터를 사용하여 분류를 진행하였다. Few-shot learning의 설정은 2-way로 진행하였으며, 클래스당 1-shot 및 5-shot으로 설정하여 손상된 폐기물에 대한 학습을 진행하였다. 학습에 대한 평가를 진행할 query는 10으로 설정하였다.

실험에서 shot을 제외한 실험 조건은 epoch 20, batch\_size 64, binary cross entropy loss로 동일하게 설정하여 실험을 진행하였다. 다음과 같은 설정으로 모델이 손상된 폐기물을 효과적으로 분류할 수 있는지 정확도로 평가하였으며, 실험 결과는 아래의 <표 1>과 같다.

<표 1> Few-Shot learning 학습 결과

Model	Method	Accuracy
ResNet-12	1-Shot	61.98%
	5-Shot	71.1%

사전학습된 모델에 손상된 이미지와 일반 이미지 1장을 입력으로 하여 학습하였을 때, 정확도가 61.98%가 도출되었으며, 5장을 입력으로 하여 학습을 진행하였을 때, 정확도가 71.1%가 도출되었다.

## IV. 결론

본 연구에서는 손상된 대형 폐기물의 분류를 통해 인력, 시간, 비용 등의 자원 및 작업 효율성을 위해 손상된 대형 폐기물을 분류 실험을 진행하였다. 이때 손상된 대형 폐기물의 데이터는 소량이므로 Few-shot learning을 진행하였다. 그 결과 사전학습된 ResNet-12 모델을 사용한 실험에서 1-shot 학습의 정확도는 61.98%, 5-shot 학습의 정확도는 71.1%로 데이터가 많을수록 정확도가 더 향상된다는 사실을 확인할 수 있었다. 그러나 대형 폐기물은 손상 여부뿐만 아니라 의자, 책상과 같은 세부적인 클래스도 존재하기 때문에 손상 및 비손상의 학습결과가 다양한 형태의 폐기물에 대한 특징을 세부적으로 반영하지 못해 정확도가 높게 도출되지 않았다. 추후 실험에서는 세부적인 분류와 함께, 이미지뿐만 아니라 텍스트와 같은 다른 멀티모달 데이터를 함께 수집하고 학습할 예정이다. 이를 통해 손상된 폐기물과 일반 폐기물에 대한 특징이 더 뚜렷하게 벡터로 표현함으로써, 정확도가 향상될 것으로 기대된다.

본연구는과학기술정보통신부와정보통신기획평가원의SW중심대학사업의연구결과로수행되었음(No. 2019-0-01834)

## 참 고 문 헌

- [1] 환경부, 2023, 2022년 전국 폐기물 발생 및 처리 현황, 발간등록번호 11-1480000-001552-10, 환경부.
- [2] Nnamoko, N., Barrowclough, J., &Procter, J. (2022). Solid waste image classification using deep convolutional neural network. *Infrastructures* , 7 (4), 47.
- [3] Faria, R., Ahmed, F., Das, A., &Dey, A. (2021, September). Classification of organic and solid waste using deep convolutional neural networks. In *2021 IEEE 9th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)* (pp. 01-06). IEEE.
- [4] He, K., Zhang, X., Ren, S., &Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).

## ACKNOWLEDGMENT