

# CNN 기반 폐기물 중 재활용품 분류

김동근<sup>1)</sup>, 데이터 수집, 프로그래밍, PPT 작성, 보고서 작성

백형준<sup>2)</sup>, 데이터 수집, 프로그래밍, PPT 작성, 보고서 작성

## 요약

본 보고서에서는 플라스틱, 금속, 유리, 종이 등과 같은 생활폐기물의 재활용률이 높아지는 것에 기여하고자 폐기물 이미지 데이터를 딥러닝 기술을 사용하여 분류하기 위한 방법을 제안한다. 폐기물 이미지 데이터 분류를 위한 딥러닝 기술로는 CNN을 사용한다. 학습을 위한 데이터셋은 폐기물 이미지 데이터를 전처리하여 구축한다. 데이터셋을 훈련 및 검증하기 위한 학습 모델은 컨볼루션 레이어와 완전 연결 레이어로 구성한다. 컨볼루션 레이어는 Batch Normalization, ReLU 함수, Max Pooling로 구성하고 완전 연결 레이어는 Flatten 레이어, ReLU 함수, Dropout 레이어, Sigmoid 함수로 구성한다. 본 보고서에서 제안한 폐기물 분류 방법을 Test 데이터 셋에 대해 적용한 실험을 수행하여 평균 88.42%의 검증 정확도를 확인할 수 있었다.

주요용어 : CNN, recyclable, organic

## 1. 서론

최근 딥러닝 기술은 활발히 연구되고 우수한 성능을 인정받아서 생활과 밀접한 다양한 분야에서 활용되고 있다[1]. 딥러닝 모델은 기존의 신경망 모델보다 많은 수의 레이어를 사용하며, 종류로는 CNN, RNN, GAN, Transformer 등이 있다[2].

딥러닝 모델의 종류별로 유용한 활용 분야가 정해지는데 그중에서 CNN은 이미지를 분석하는데 특화되어 있다. CNN을 활용하여 의료 영상, 얼굴 사진 등을 분석하는 다양한 연구가 진행되고 있다[3].

최근 전 세계의 다양한 기업, 사람들은 환경을 지키기 위해 다양한 제품, 아이디어를 내고 있고 우리는 그중 누구나 할 수 있는 재활용에 초점을 맞추었다.

본 보고서에서는 Kaggle에서 제공하는 폐기물 이미지를 CNN을 사용하여 분류하기 위한 방법에 대해 제안한다.

<sup>1)</sup>30019 세종시 세종로 2511, 고려대학교 공공정책대학 경제통계학부 빅데이터전공 학사과정, E-mail : jikkusun@korea.ac.kr, 학번: 2018380610

<sup>2)</sup>30019 세종시 세종로 2511, 고려대학교 공공정책대학 경제통계학부 국가통계전공 학사과정, E-mail : dnltejdud@korea.ac.kr, 학번: 2018380513

폐기물 이미지를 학습시키기 위한 전처리 과정을 제안하고, 분류 성능을 높일 수 있는 방법을 적용하여 학습 모델을 정의한다.

본 보고서의 구성은 다음과 같다. 2장은 분석에 사용되는 데이터에 대해 기술한다. 3장에서는 분석에 사용되는 모델 및 분석 결과에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서는 결론으로 보고서를 마무리한다.

## 2. 데이터

### 2.1 데이터셋 생성

Kaggle에서 제공하는 폐기물 이미지 데이터는 Train데이터와 Test데이터로 나누어져 있다. 이를 같은 클래스끼리 다시 합치고 splitfolders 라이브러리를 이용하여 60%인 15,045개는 Train데이터, 20%인 5,015개는 Validation데이터, 20%인 5,017개는 Test데이터로 다시 분할 해 주었다.

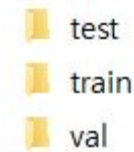


그림 1. 데이터셋 분할

### 2.2 데이터셋 구성

데이터셋의 클래스는 총 2개로 'O'클래스와 'R'클래스가 있다. 'O'클래스는 55.69%, 'R'클래스는 44.31%의 비율로 나누어져 있다. 'O'클래스는 Organic 이미지, 'R'클래스는 Recyclable 이미지를 뜻한다. 본 보고서에서는 'O'클래스를 재활용이 불가능하다고 판단하였다.

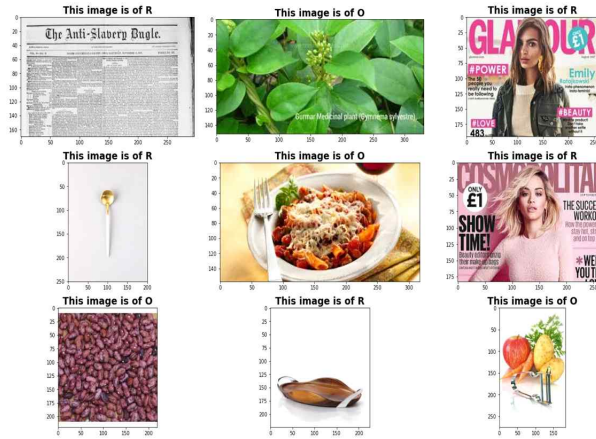


그림 2. Train데이터 예제

### 3. 본론

#### 3.1 폐기물 데이터 학습 준비

데이터 생성 단계를 통해 생성된 2개의 카테고리 데이터에 대해 학습한다.

개발 환경으로는 Anaconda3 - Spyder의 GPU 기반 텐서플로우에서 케라스를 사용한다. 데이터셋은 케라스의 ImageDataGenerator 라이브러리를 사용하여 픽셀의 컬러 값을 0과 1사이의 값으로 변환하고 이미지 크기는 224x224 픽셀로 변환해서 학습 모델에 적용하기 위해 준비한다.

#### 3.2 폐기물 데이터 모델

학습 모델은 순차(Sequential) 모델을 생성하고 컨볼루션 레이어를 처음에 추가한다. 그 이후에 Batch Normalization로 정규화를 하고, ReLU(Rectified Linear Unit) 함수를 통해 뉴런을 활성화한 뒤에, 과적합(Overfitting)을 방지하기 위하여 Max Pooling 레이어를 사용한다. 이러한 방법을 3번 더 반복하여 총 4개의 컨볼루션 레이어를 준비한다.

다음으로 Flatten 레이어를 추가하여 1차원 배열로 변경한 뒤, 노드를 추가하고, Batch Normalization로 정규화를 하고, ReLU(Rectified Linear Unit) 함수를 통해 뉴런을 활성화한 뒤에, 드롭아웃 값을 설정하였다. 이러한 방법을 1번 더 반복하고, 마지막으로 2개 카테고리의 이미지를 분류하기 위해 Sigmoid 함수를 사용하여 총 7개의 은닉층을 구성하였고 모델의 총 파라미터 수는 6,539,042개이다.

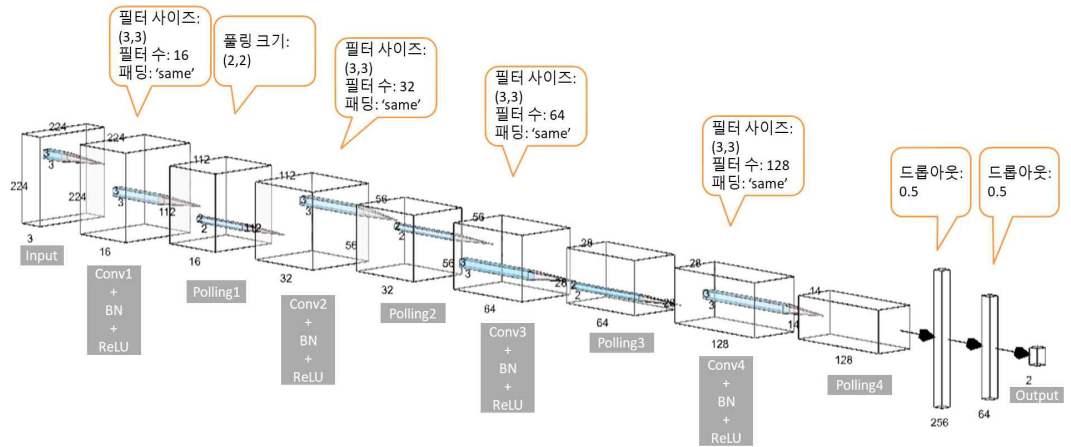


그림 3. 모델 아키텍처(하이퍼 파라미터)

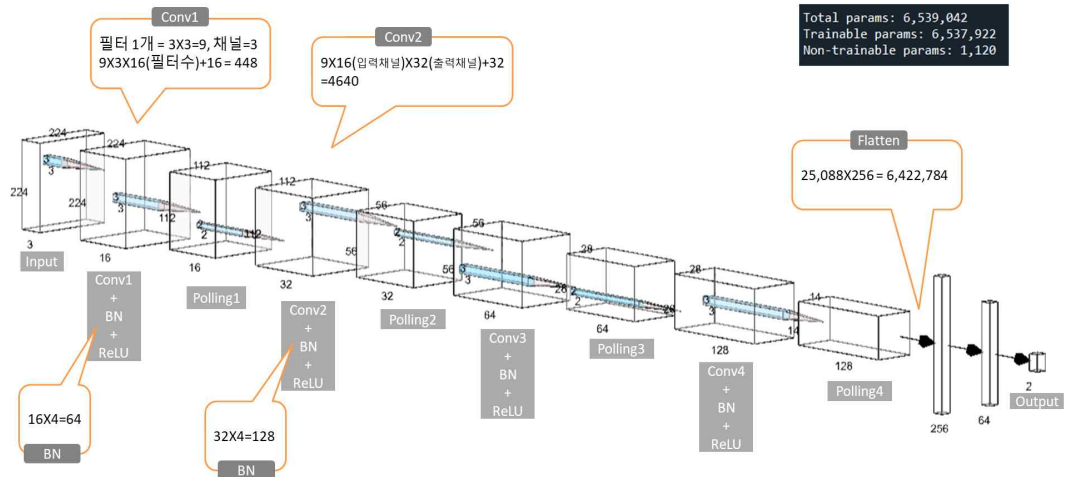


그림 4. 모델 아키텍처(파라미터 개수)

### 3.3 폐기물 데이터 모델 비교

손실 함수를 'binary\_crossentropy', 최적화 함수를 'adam', 에폭 수를 10으로 설정하였고 배치 사이즈를 변경해가면서 비교를 진행하였다.

배치 사이즈는 각각 10, 20, 40으로 지정하여 비교하였고 사이즈 10일 때의 Train 정확도 93.12%, Test 정확도 88.70%, 사이즈 20일 때의 Train 정확도 93.25%, Test 정확도 88.94%, 사이즈 40일 때의 Train 정확도 95.15%, Test 정확도 87.86%가 나왔다. 정확도로만 판단하면 배치 사이즈 20일때의 모델을 선택하는 것이 맞지만 학습한 결과를 그래프로 보았을 때 validation 값이 덜 튀는 배치 사이즈 40일 때의 모델을 선택했다.



그림 5. 배치 사이즈 간 성능 비교

### 3.4 폐기물 데이터 최종 모델

폐기물 중 재활용품 분류 모델의 학습한 결과에 대한 정확도는 87.86%이고 그림 6은 정확도 및 손실 값을 그래프로 보여준다.

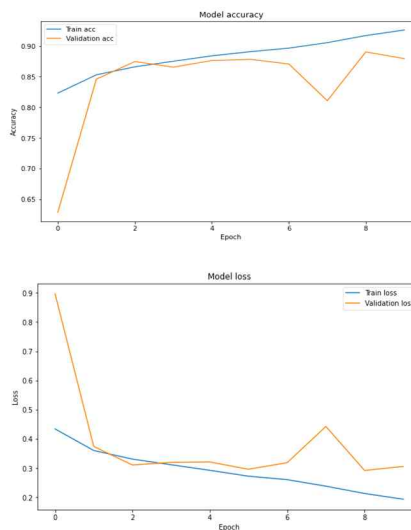


그림 6. 정확도 및 손실값

모델의 정확한 정확도를 얻기 위해 시드 값을 변경해가면서 데이터를 5번 재분할하였다. 재분할 한 것들의 평균값은 88.42%이다.

### 3.5 폐기물 데이터 모델 예측

학습한 모델을 사용하여 Test 데이터로 예측을 하였다. 그림 7은 예측 결과 중 16개를 샘플링한 것이다. 이 중에서 정확히 분류한 것은 14개, 오분류한 것은 2개이다.

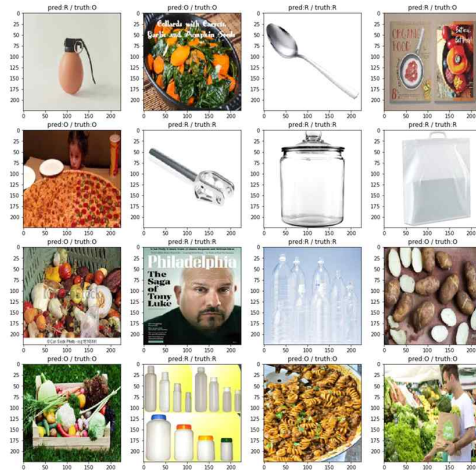


그림 7. 예측 결과

그림 8은 오분류한 2개의 이미지이다. 왼쪽 이미지는 겉보기에는 손잡이가 달린 수류탄과 비슷해 보이지만, 클래스명은 Organic. 즉, 재활용이 불가능하다고 한다. 오른쪽 이미지도 잡지로 보여 재활용이 가능한 것으로 보이지만, 클래스명은 Organic. 즉, 재활용이 불가능하다고 한다.

이처럼 사람이 육안으로 보아도 헷갈리고 구별이 잘 안되는 이미지에 한에서 오분류가 일어난 것을 확인할 수 있다.

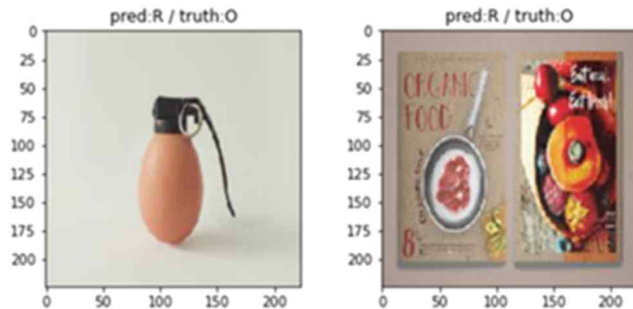


그림 8. 오분류 결과

#### 4. 결론

본 보고서에서는 CNN을 사용하여 폐기물 이미지 데이터에서 재활용품을 분류하기 위한 모델을 구현하였고 폐기물 이미지 데이터를 훈련 데이터, 검증 데이터, 테스트 데이터로 나누었다.

생성된 데이터셋을 학습하기 위한 방법으로는 컨볼루션 레이어와 완전 연결 레이어를 사용하였다. 활성화 함수는 ReLU 및 Sigmoid 함수를 사용하였고, Batch Normalization, Max Pooling, Dropout 레이어를 추가하여 과적합을 방지하였다.

정확도는 88.42%로 준수한 성능을 보여서 제안한 방법이 폐기물 데이터에서 재활용품을 분류하기에 적합함을 보였다.

#### 참고문헌

- [1] Y. Li (2022). "Research and application of deep learning in image recognition", Proc. of IEEE 2nd Int. Conf. on Power, Electronics and Computer Applications, pp. 994–999.
- [2] M. Polsinelli, L. Cinque, and G. Placidi (2020). "A light CNN for detecting COVID-19 from CT scans of the chest", Pattern recognition letters, Vol. 140, pp. 95–100.
- [3] M. Sajjad, S. Zahir, A. Ullah, Z. Akhtar, and K. Muhammad (2020). "Human behavior understanding in big multimedia data using CNN based facial expression recognition", Mobile Networks and Applications, Vol. 25, pp. 1611–1621.