

## 응용소프트웨어

- U-net을 활용한 연기 Segmentation 탐지 기법  
곽경민 (한국산업기술대학교),  
즈영투이짱 (한국산업기술대학교), 노영주 (한국산업기술대학교)..... 81
- C2C 전자상거래 플랫폼의 상세 필터 모델  
김성익 (공주대학교), 박구락 (공주대학교),  
김재웅 (공주대학교), 이윤열 (공주대학교), 김동현 (나사렛대학교)..... 85
- 영상 콘텐츠의 음량 데이터 수집 관리 모델  
김진일 (공주대학교), 김재웅 (공주대학교), 박구락 (공주대학교), 이윤열 (공주대학교)..... 87
- 데이터 관리를 위한 RDBMS와 NoSQL간의 데이터 매핑 관리 모델  
정하나 (공주대학교), 김재웅 (공주대학교), 박구락 (공주대학교), 이윤열 (공주대학교)..... 89
- QR Code 기반의 PLC 주문 생산 시스템  
김중주 (공주대학교), 김재웅 (공주대학교), 박구락 (공주대학교), 이윤열 (공주대학교)..... 91
- 개인 맞춤형 부동산 추천 웹 서비스  
김도형 (한성대학교), 김민경 (한성대학교),  
박예린 (한성대학교), 박유민 (한성대학교), 황호영 (한성대학교)..... 93
- LSTM 기반의 온라인 수업 속 학습활동 검출 방법  
박지영 (인하대학교), 박세희 (인하대학교), 박승보 (인하대학교)..... 97
- 딥러닝 사진 분류기를 활용한 분리배출 가이드 안드로이드 응용  
김소영 (충남대학교), 박소희 (충남대학교),  
김민지 (충남대학교), 이제민 (한국전자통신연구원), 김형신 (충남대학교)..... 99
- 텍스트 마이닝 기반의 데이터 분석 웹 애플리케이션  
길원재 (공주대학교), 김재웅 (공주대학교), 박구락 (공주대학교), 이윤열 (공주대학교)..... 103

## 디지털콘텐츠

- 특수공구 비틀림강도 개선에 관한 연구  
이헌기 (경운대학교), 박명철 (경운대학교)..... 105
- 진공성형을 이용한 농업용 전기차 전면부 설계 및 구현  
이헌기 (경운대학교), 박명철 (경운대학교)..... 107
- 웹을 기반으로 설계한 영상툰 저작 솔루션 개발  
권진솔 (경북대학교), 박재용 (경북대학교), 리우위엔 (경북대학교)..... 109
- NFT 기반 디지털 자산 거래를 위한 블록체인 합의 연구  
백영태 (김포대학교), 민연아 (한양사이버대학교)..... 111
- 국가 위기관리 매뉴얼의 구성 요소 및 기관 협업 분석  
류범중 (한국과학기술정보연구원),  
김병규 (한국과학기술정보연구원), 심형섭 (한국과학기술정보연구원)..... 113

# 딥러닝 사진 분류기를 활용한 분리배출 가이드 안드로이드 응용

김소영<sup>○</sup>, 박소희\*, 김민지\*, 이제민\*\*, 김형신\*

<sup>○</sup>충남대학교 공과대학 컴퓨터공학과,

\*충남대학교 공과대학 컴퓨터공학과,

\*\*한국전자통신연구원

e-mail: soyeong.kim9@gmail.com<sup>○</sup>, psh990525@naver.com\*, k.minji059@gmail.com\*,  
leejaymin@etri.re.kr\*\*, hyungshin@cnu.ac.kr\*

## An Android Application to Guide Waste Sorting using a Deep Learning Image Classifier

So-Yeong Kim<sup>○</sup>, So-Hui Park\*, Min-Ji Kim\*, Je-min Lee\*\*, Hyung-Shin Kim\*

<sup>○</sup>Dept. of Computer Science & Engineering, Chungnam National University,

\*Dept. of Computer Science & Engineering, Chungnam National University,

\*\*Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI)

### ● 요약 ●

쓰레기 대란, 환경파괴의 상황 속 실제 재활용 쓰레기 가운데 절반 정도만이 재활용되고 있다. 재활용률을 높이기 위해, 올바른 분리배출 방법을 쉽고 편하게 찾을 수 있는 방식이 필요하다. 본 논문에서는 올바른 분리수거를 통해 재활용률을 증진하기 위한 분리수거 분류 서비스를 제안한다. 본 논문은 ResNet-34 모델을 통해 안드로이드 카메라로 촬영한 이미지의 분리배출 클래스를 예측하고 그에 따른 분리배출 가이드를 제공하는 시스템을 설계하였다. 향후 연구에서는 모델의 정확도 향상을 위해 온디바이스와 서버 모델을 분리하고 모델의 개인 맞춤화를 진행할 예정이다.

**키워드:** 분리배출(Waste Sorting), 딥러닝(Deep Learning), 이미지 분류(Image Classification), 안드로이드 애플리케이션(Android Application)

### I. Introduction

쓰레기 매립지와 소각장들의 부족은 쓰레기 대란, 나아가 환경파괴의 문제로 존재한다. 더불어 실제로 재활용 쓰레기 가운데 절반 정도만이 재활용되고 있다. 올바른 분리수거를 통해 재활용률을 높이는 것이 일상에서 가장 쉽게 실천할 수 있는 근본적인 해결 방안이라 판단하였다. 이를 위해, 올바른 분리수거 방법을 쉽고 편하게 찾을 수 있는 방식이 필요하다.

본 논문에서는 쓰레기 이미지 데이터로 ResNet-34 모델을 학습시킴으로써 쓰레기의 분리배출 가이드를 확인할 수 있는 안드로이드 애플리케이션을 제안한다. 앱을 통해 쓰레기를 촬영하여 모델을 통한 분리배출 클래스 예측, 가이드 확인, 검색이 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 관련 연구를 살펴보고, 3절에서는 딥러닝 모델을 이용한 분리배출 시스템에 관한 내용을 기술한다. 4절에서는 분리수거 분류 서비스의 성능에 대하여 살펴보고 5절에서는 결론 및 향후 계획에 관해서 기술한다.

### II. Background

ResNet [1]은 CNN에서의 영상 분류를 위해 사전 학습된 딥러닝 모델로, 시각 이미지 분석에 가장 일반적으로 적용된다. ResNet-34는 34층 깊이로 ImageNet의 1,000개 카테고리 이미지로 학습된다. 모델은 약 54만 개 이상의 훈련 가능한 파라미터를 가지고 있으며, 이는 이미지 인식을 위해 더 나은 아키텍처를 만드는 것을 나타낸다.

인공지능을 활용한 분리배출은 이미 상용화되고 있다. AI 분리배출 로봇 [2]이 San Francisco, San Jose 그리고 Pennsylvania를 포함한 미국의 처리시설에서 사용되고 있다. 자재의 흐름을 분석하고 분류하는 기계를 배치함으로써 도시는 더욱 깨끗해질 수 있고, 재활용 프로그램을 지속할 수 있다.

본 연구에서는 딥러닝 라이브러리 Fast.ai를 사용해 ResNet-34 모델을 학습시켜 안드로이드 스마트폰 카메라를 활용하여 분리수거를 분류 방법을 알려주는 애플리케이션을 제안한다. 학습에 사용된 데이터는 Kaggle에 공개된 Garbage Classification [3]과 모바일 클라이

엔트 환경에서 촬영한 이미지 파일을 사용한다. 본 데이터 셋의 50%의 확률로 수직 flip을 수행하고, brightness와 contrast jitter를 95%의 확률로 조정해 데이터를 변형하여 모델 학습에 사용한다. 이를 통해 충분한 양의 학습 데이터로 심층 신경망의 성능을 높일 수 있다.

### III. Design of Mobile Application

#### 1. 시스템의 구성

본 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 로그인·분리배출 검색 기능을 제공한다.

애플리케이션에서 촬영된 사용자의 쓰레기 이미지는 클라이언트가 전송할 시, Apache2 기반의 웹 서버로 전송된다. 서버는 딥러닝 모델을 활용해 전송된 파일의 분리배출 클래스를 예측한 후, 결과를 다시 애플리케이션으로 전달한다. 애플리케이션은 전달받은 결과를 바탕으로 Firebase Storage로부터 분리배출 가이드를 읽어와 화면에 표시한다.

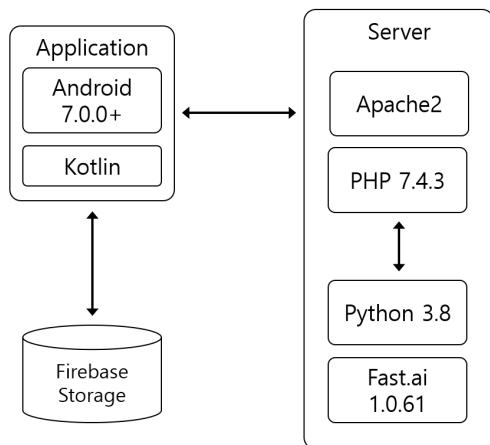


Fig. 1. 시스템 구성도

#### 2. 분리배출

분리배출 기능은 클라이언트가 카메라로 촬영한 이미지를 통해 대상을 판별하고, 분리수거 방법을 얻게 한다.

본 시스템에서 학습 데이터를 변형하는 방법을 제안한다. 원본 데이터 셋의 50%의 확률로 vertical flip을 수행하고, brightness와 contrast jitter를 95%의 확률로 조정하는 데이터 증강을 통해 데이터를 변형, 모델 학습에 사용한다.

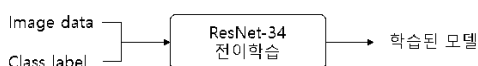


Fig. 2. 모델 학습 단계

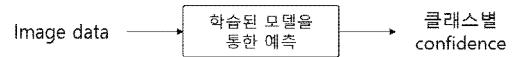


Fig. 3. 모델 예측 단계

Table 1. ResNet34, ResNet152, MobileNet.v2의 성능

	ResNet-34	ResNet-152	MobileNet.v2
test acc (%)	<b>94.7</b>	94.5	94.3
pred time (s)	<b>12.7</b>	18.4	16.4

표 1의 그래프는 데이터 셋의 80%로 ResNet-34, ResNet-152 그리고 MobileNet.v2을 학습 후, 남은 20%의 데이터 셋으로 예측을 진행한 결과이다. 다른 모델들과 비교해 ResNet-34가 예측에 소요되는 시간 과 정확도에서 다른 모델을 능가함을 확인했다.

#### 3. 검색

검색 기능은 분리배출이 불가능한 쓰레기의 분리배출 방법을 검색을 통해 제공하는 기능이다. 모바일 클라이언트 앱에서 사용자가 입력한 키워드 데이터를 데이터베이스에 요청하고 결과를 화면에 표시한다.

#### 4. 동작 흐름

본 시스템의 서버는 클라이언트 요청에 따라 모델 예측을 수행한다. 본 시스템의 서버에서 구동되는 모델은 사전에 학습한 ResNet-34이다. 그림 2-3은 각각 모델 학습, 모델 예측 과정을 도식화한 것이다.

**모델 학습.** 데이터 셋으로부터 이미지 데이터와 클래스 레이블을 읽어 모델의 학습 데이터로 사용한다. ResNet-34를 전이학습하고 학습된 모델을 서버에 저장한다.

**모델 예측.** 클라이언트에서 촬영된 이미지를 서버에 저장한다. 클라이언트의 요청으로 서버의 모델이 저장된 이미지를 입력 데이터로 사용한다. 학습된 모델을 통해 이미지의 클래스를 예측한다. 예측 결과는 모델이 분류하는 5개의 쓰레기 클래스별 확률 값을 반환하며, 이 중 상위 3개 클래스 레이블과 확률 값을 클라이언트로 전달한다.

모델 예측 결과를 받은 클라이언트는 이를 가공하고, 가공 결과를 화면에 표시한다.

### IV. Experiments

#### 1. 테스트 환경

본 논문의 서버 운영체제는 Ubuntu 20.04, 클라이언트는 Android 7.0.0 이상에서 테스트를 진행했다. 개발 언어는 모델은 Python 3.8 버전, 애플리케이션은 Kotlin을 사용했으며, 딥러닝 라이브러리로 Pytorch 기반의 Fast.ai 1.0.61을 사용한다.

## 2. 데이터 셋

본 논문에서 분리배출 모델을 구축하기 위해 사용한 이미지 데이터는 Kaggle에 공개된 Garbage Classification과 모바일 클라이언트 환경에서 촬영한 이미지 파일을 사용한다.

수집한 데이터의 개수는 표 1과 같다. 클래스별 300장 이상의 이미지를 수집한다. 각 이미지에 데이터 증강을 통해 변형하여 사용한다. 변형된 데이터를 기반으로 80(train+valid):20(test)을 구성한다. 테스트 셋은 batch size를 16으로 설정했다. 모든 이미지 데이터는 384x512 크기를 가지도록 한다.

Table 2. 데이터 셋 분포

set	# of data
Train	1118
Valid	559
Test	562

## 3. 실사용 테스트

### 3.1 실사용 테스트 구성

실사용 테스트는 사용자 4명을 통해 수행되었다. 실사용 테스트에 사용된 테스트 데이터는 4.2.1의 테스트 셋과는 다른 새로운 데이터이다. 각 사용자가 클래스별 5개의 쓰레기를 촬영, 분리배출 기능을 사용하고 이에 대한 정확도와 소요시간을 측정하는 방식으로 수행한다.

테스트를 통해 측정된 정확도는 분리배출 딥러닝 모델이 예측한 클래스와 실제 클래스의 일치하는 정도이다. Top-1과 Top-3 정확도를 측정한다.

테스트를 통해 측정된 소요시간은 분리배출 기능이 시작부터 완료 되는 데까지 소요된 시간을 측정한다.

### 3.2 테스트 결과

분리배출 기능 수행은 약 5초 이상 소요된다. 이는 모델이 구동되는 서버가 CPU 환경으로 동작하기에 서버의 사양에 따라 다르게 측정될 가능성이 있다.

Table 3. 실사용 테스트 결과

class	Top-1	Top-3
battery	85%	100%
can	85%	90%
glass	80%	85%
paper	90%	100%
plastic	95%	100%
<b>total</b>	<b>87%</b>	<b>95%</b>

표 3은 학습 데이터 셋(train)으로 학습한 모델을 적용한 애플리케이션의 실사용 테스트 결과이다. Top-1, Top-3 클래스별과 총 정확도를 계산한 결과, 각각 87%, 95%로 나타난다.

## V. Conclusions

본 논문에서는 딥러닝 모델 ResNet-34를 이용하여 스마트폰 기반의 분리수거 가이드 애플리케이션을 구현하였다. 본 애플리케이션은 쓰레기 이미지의 분리배출 클래스를 예측하고 가이드를 제공한다. 본 애플리케이션의 분리배출 기능을 활용하면 별도의 검색 없이 스마트폰으로 쓰레기의 분리배출 방법에 대한 정보들을 수집할 수 있어 사용자들은 올바른 분리배출을 수행할 수 있고, 분리배출 수행에 따른 리워드로 지역 화폐를 지급하는 등의 방식으로 지역 경제 활성화까지 끌어낼 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구에서는 모델을 최적화하여 온디바이스로 빠르게 실행할 것이며, 더 많은 쓰레기 클래스를 추가할 것이다. 또한, 모델의 정확성을 높이기 위해 사용자 디바이스에 작은 모델, 서버에 큰 모델을 두어 더 상세한 분류를 가능하게 하며, 잘못된 분류된 경우에 대한 사용자의 피드백을 학습에 반영하여 사용자별 개인 맞춤형 모델을 제공할 계획이다.

## ACKNOWLEDGEMENT

“본 연구는 2021년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음”(2021-0-01435)

## REFERENCES

- [1] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition", December 2015.
- [2] Syslens Electronics, "this robot uses artificial intelligence with deep learning to recycle better", <https://www.youtube.com/watch?v=mI3mnxWDSjI>, February 2020.
- [3] Cchangcs, "Garbage Classification", <https://www.kaggle.com/asdasdasdas/garbage-classification>, November 2018

