

# 딥러닝 기반 이미지 인식 기술을 활용한 동전 자동분류 스마트 저금통

유연승\*, 장영진\*, 심현정\*, 이슬비\*, 김정길\*

\*남서울대학교 컴퓨터소프트웨어학과

yy5400037@gmail.com, tmfql4428@naver.com, v\_v33s@naver.com,  
juangexn@gmail, comcgkim@nsu.ac.kr

## Implementation of Automatic Coin Sorting Smart Piggy Bank using Deep Learning based Image Recognition Technology

Yeon Seung Yu\*, Young Jin Jang\*, Seul Bi Lee\*,

Hyeon Jeong\*, Cheong Ghil Kim\*

\*Dept. of Computer Science, Namseoul University

### 요약

기계학습은 인공지능의 한 클래스로 최근 이미지 및 음성인식, 지능적 웹 검색, 자율 주행 자동차 등의 영역에서 성공적 발전을 바탕으로 우리의 일상에 폭넓게 이용되고 있다. 본 논문에서는 Keras 오픈소스 라이브러리를 이용해 딥러닝을 이용한 기계학습 기반의 동전 인식 소프트웨어를 구현하였고, 이를 이용해 동전 자동분류 스마트 저금통을 설계하였다. 동작 검증을 위하여 스마트 저금통의 모든 발생 이벤트는 Parse-server와 mongoDB를 이용하여 시각화 및 어플리케이션 및 웹사이트를 연결하였다.

### 1. 서론

인간 지능을 모사하려는 인공지능 기술은 계속적 발전으로 최근에는 해당 분야의 전문 지식에 의존하는 대신 빅데이터에 기반을 두어 지식을 자동으로 추적한다는 면에서 인간 수준의 인공지능을 향하여 진일보하고 있다. 이러한 배경으로 딥러닝(deep learning)은 최근 음성인식과 영상인식을 비롯한 다양한 패턴인식 분야의 성능향상을 이끄는 중요한 인공지능 기술이다[1].

본 논문에서는 Keras[2] 오픈소스 라이브러리를 이용한 딥러닝 기계학습 기반의 동전 인식 소프트웨어를 구현하였고, 이를 이용해 동전 자동분류 스마트 저금통을 설계하였다. 동작 검증을 위하여 스마트 저금통의 모든 발생 이벤트는 Parse-server와 mongoDB를 이용하여 시각화 및 어플리케이션 및 웹사이트를 연결시스템을 구현하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기계학습 기반의 이미지 인식을 위한 오픈소스 플랫폼을 소개한다. 3장에서는 제안 시스템을 설계하고, 4장에서는 구현 결과를 소개한다. 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

### 2. 관련 연구

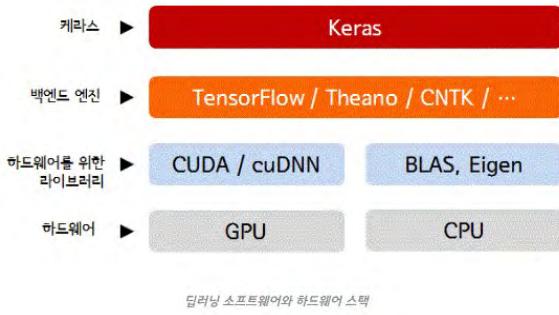
(그림 1)은 제안 시스템의 구현 도구들을 보여주고 있으며, 인공신경망 API인 Keras[2], TensorFlow[3], OpenCV[4] 이미지프로세싱 라이브러리로 구성되어 있다.



(그림 1) 오픈소스 라이브러리 및 API

#### 2.1 TensorFlow

TensorFlow는 기계학습 시스템으로 이미지 인식, 반복 신경망, 기계 번역, 자연어 처리, 필기 글씨 인식 등의 분야에서 신경망 학습을 실행하며, 이미지 분석에 일반적으로 적용되는 합성곱 신경망 (Convolutional Neural Network, CNN)[5]을 위하여 Data Flow Graph를 사용하여 연산한다. 특히, Multi-GPU를 쉽게 구현 가능하며, 별도의 코드 없이 GPU를 인식하고 동작한다. (그림 2)는 TensorFlow 이용을 위한 딥러닝 소프트웨어와 하드



(그림 2) 딥러닝 소프트웨어와 하드웨어 스택

웨어 스택을 보여준다.

## 2.2 Keras

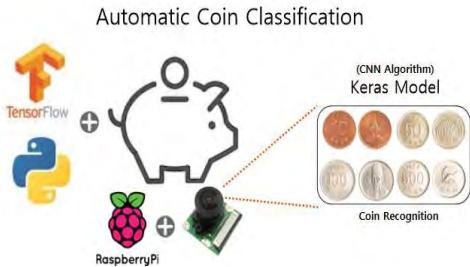
Keras는 파이썬으로 작성된 신경망 API로 TensorFlow와 함께 사용한다. 일반적으로 Keras 모델링은 Dataset 생성, Convolution2D Layer와 maxPooling Layer, Dense Layer, Flatten Layer 등 여러 Layer로 신경망이 구성된 Sequence 모델 생성, 모델의 학습 과정 설정, Training Dataset을 이용하여 구성한 모델로 학습, 모델 학습 시 손실 및 정확도 측정, Test Dataset을 이용하여 모델 평가, 학습 결과 생성된 모델을 이용한 예측 단계로 진행된다.

## 2.3 OpenCV

OpenCV는 컴퓨터 비전을 목적으로 한 오픈소스 라이브러리로 CV(이미지 프로세싱과 비전 알고리즘), MLL(통계 분류기와 집단화 도구), HighGUI(그림, 비디오 입출력), CXCORE(기본구조와 알고리즘)이 4가지로 분류된다[4].

## 3. 시스템 설계

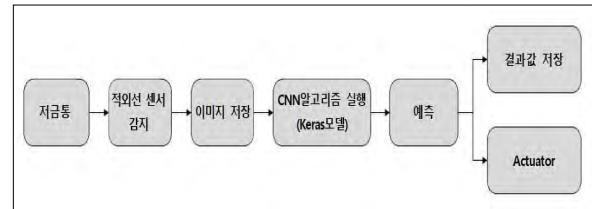
(그림 3)은 스마트 저금통의 전체 구성도를 보여준다. 라즈베리파이와 220도 초광각 카메라를 이용하여 이미지 촬영을 진행하여 만든 이미지 Dataset을 PC에서 Python을 이용해 TensorFlow의 Keras API를 이용하여 동전의 학습과 분석을 한다.



(그림 3) 시스템 구성도

### 3.1 하드웨어 설계

스마트 저금통은 내부에 장착된 라즈베리파이와 카메라를 이용해 자동으로 동전을 분류한다. (그림 4)는 전체 동작 과정을 보인다. 적외선 모듈에 동전이 인식되면 이미지 촬영이 이루어지며 폴더에 저장된 사진을 이용하여 이미지 분석을 한다. 학습되어 있던 모델을 토대로 결과를 예측하게 된다. 예측이 끝나면 결과에 따라서 서보모터가 작동되어 동전이 분류된다.



(그림 4) 동전 분석 및 예측 과정

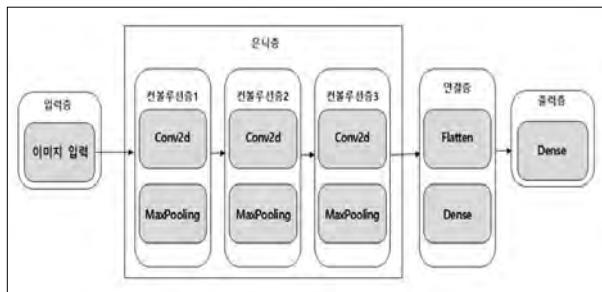
### 3.2 학습 데이터 추출

양면으로 디자인된 동전은 저금통 내에서 촬영 때 다양한 각도에 따라 그림자 방향이 일정하지 않은 환경에서 특징 추출을 해야 한다. 따라서 다양한 각도의 동전 학습 데이터 구성은 위하여 분류에 필요한 여러 동전을 여러 각도로 촬영을 하여 학습 데이터 10,000장을 추출하였다. 다음은 OpenCV를 이용한 이미지 전처리 과정을 거쳐 96\*96 크기로 resize 된 10,000장의 이미지 데이터는 동전별로 2500개씩, 동전의 앞뒤를 구분하기 위해 각 동전 면마다 1250개씩 총 8개의 카테고리로 나뉘어 Scikit-learn 라이브러리를 이용해 numpy 배열 형태의 Dataset을 생성하였다.

### 3.3 학습모델 설계

학습모델은 TensorFlow 라이브러리 Keras를 이용하여 CNN 알고리즘을 구현하였다. 은닉층에서 3개의 Convolution Layer, 3개의 maxPooling Layer, 연결층에서 1차원 벡터로 변환시키기 위한 Flatten

Layer, Dense Layer를 설계하였으며, 출력층에서 다시 Dense Layer를 이용하여 8개의 카테고리와 일치되게 설계하였다(그림 5). 각 Layer의 활성화 함수로 역전파 시에 좋은 성능을 내는 ReLU(Rectified Linear Unit) 함수를 사용하였다. 위의 sequential 모델을 통해 만들어진 학습모델을 ‘cnn\_CoinBox.h5’로 저장한다.



(그림 5) 학습모델 설계 블록도

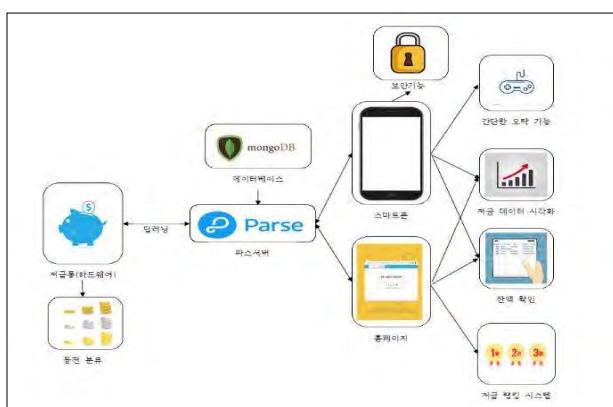
### 3.4 학습결과 예측

(그림 4)는 라즈베리파이에서 실행하는 부분으로 저장된 이미지는 학습된 모델을 가져와 비교 후 예측을 한다. 예측 결과는 Parse-server에 저장되며 동전 분류에 따른 해당 동전함으로 이동을 위하여 서보모터를 구동한다.

## 4. 시스템 구현 및 결과

### 4.1 시스템 구조

전체 시스템 구조는 (그림 6)과 같이 하드웨어로부터 Parse-server를 통해 사용자의 어플리케이션 또는 웹페이지로 각종 데이터를 주고받는다.



(그림 6) 시스템 구조 블록도

### 4.2 TensorFlow-Keras Model

<표 1>의 학습 환경에 사용된 시스템 사양을 보여준다. Keras 모델을 이용하여 100%에 가까운 학습 결과를 추출한다.

(그림 7)의 테스트 이미지를 통해, (그림 8)과 같이 테스트한 8개의 이미지가 정확하게 구분되는 결과를 보인다.

&lt;표 1&gt; 학습 환경

CPU	AMD Ryzen 2 2600
Clock	3.4GHz
Core	6
Thread	12
Memory	16GB



(그림 7) 검증 데이터

```
test (1).jpg : 100back
test (2).jpg : 100front
test (3).jpg : 50back
test (4).jpg : 50front
test (5).jpg : 500front
test (6).jpg : 500back
test (7).jpg : 100back
test (8).jpg : 100back
```

(그림 8) 검증 결과

## 5. 결론

본 논문에서는 Keras 오픈소스 라이브러리를 이용해 딥러닝을 이용한 기계학습 기반의 동전 인식 소프트웨어를 구현하였고, 이를 이용해 동전 자동분류 스마트 저금통을 설계하였다. 동작 검증을 위하여 스마트 저금통의 모든 발생 이벤트는 Parse-server와 mongoDB를 이용하여 시각화 및 어플리케이션 및 웹사이트를 연결하였다. 추후 클라우드 컴퓨팅을 활용하여 사용자들의 저금으로 인해 쌓이는 빅데이터를 분석하는 기술을 구현할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] 최희열, 민윤홍, 딥러닝 소개 및 주요 이슈, 정보처리 과학회지, 제22권 제1호, 2015
- [2] <https://keras.io3>
- [3] <https://www.tensorflow.org>
- [4] <https://opencv.org>
- [5] L. Kang, P. Ye, Y. Li, and D. Doermann, “Convolutional neural networks for no-reference image quality assessment,” in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2014, pp. 1733 - 1740