

CNN 기법을 이용한 자동차 번호판 인식법 연구

응쿤드와나요 세스¹, 채규수²

¹석사과정, 소프트웨어융합전공, 백석대학교 일반대학원

²교수, 소프트웨어융합전공, 백석대학교 일반대학원

A Study on the Vehicle License Plate Recognition Using Convolutional Neural Networks(CNNs)

Nkundwanayo Seth¹, Gyoo-Soo Chae²

¹MS Student, Dept. of Software convergence, Graduate School of Baekseok University

²Professor, Dept. of Software convergence, Graduate School of Baekseok University

요약 본 연구에서는 Convolutional Neural Networks(CNNs) 기법을 이용하여 차량 번호판을 인식하는 방법을 제시하였다. 차량 번호판은 일반적으로 차량의 공식 식별 목적으로 사용됩니다. 대부분의 일반적인 광학 문자 인식(OCR) 기술은 문서에 인쇄된 문자를 인식하는 데는 효과적이지만 번호판의 등록 번호는 식별할 수 없다. 그리고 번호판 감지에 대한 기존 접근 방식에서는 차량이 움직이지 않고 정지해 있어야 한다. 번호판 감지에 대한 이러한 문제를 해결하기 위해 CNN 기법을 활용한 번호판 인식 기법을 제안한다. 먼저 획득된 차량 번호판 이미지의 데이터베이스를 생성하고 CNN 기법을 활용하여 자동차 번호판 문자를 인식한다. 본 연구의 결과는 주차관리 시스템과 단속 카메라 등에 유용하게 활용 될 수 있다.

주제어 : CNN, 차량 번호판, 인식, 정확도, 이미지

Abstract In this study, we presented a method to recognize vehicle license plates using CNN techniques. A vehicle plate is normally used for the official identification purposes by the authorities. Most regular Optical Character Recognition (OCR) techniques perform well in recognizing printed characters on documents but cannot make out the registration number on the number plates. Besides, the existing approaches to plate number detection require that the vehicle is stationary and not in motion. To address these challenges to number plate detection we make the following contributions. We create a database of captured vehicle number plate's images and recognize the number plate character using Convolutional Neural Networks. The results of this study can be usefully used in parking management systems and enforcement cameras.

Key Words : CNN, License Plate, Recognition, Accuracy, Image

*Corresponding Author : Gyoo-Soo Chae(gschae@bu.ac.kr)

Received October 25, 2023

Accepted December 22, 2023

Revised November 8, 2023

Published December 30, 2023

1. 서론

모든 자동차에는 등록 또는 면허 번호가 부여되어 있다. 등록 번호판이라고도 하는 차량 번호판은 도로 문제에 대한 최고 권한을 갖고 있는 각 주 지역 지자체에서 발급하고 있다. 모든 차량은 등록번호를 통해 소재와 법규 준수 등이 명확하게 관리되고 있다. 우리나라의 차량 번호판은 특정 형식을 따른다. 현재 등록 번호 형식은 3개 섹션으로 구성된다. 처음 세 자리 숫자는 차량이 처음 등록되는 지역 구분, 가운데 문자는 자동차 활용 형태 구분, 그리고 네 자리 숫자는 고유 일련 번호이다. 일반적인 차량 번호판 모양은 아래 이미지와 같다.



Fig. 1. Sample License Plate

지금까지 자동차 번호판을 인식하는 다양한 기법들이 소개되었다[1-5]. 그중 최근에 많이 소개되고 있는 CNN(Convolutional Neural Networks) 또는 간단히 ConvNet은 시각 피질에서 영감을 받아 개발된 기법이다. 시각 피질은 시신경으로부터 받은 시각 정보를 처리하는 대뇌 피질의 일부이다. CNN의 출현으로 이미지 분류, 이미지 인식 및 다른 인지 작업들이 더 쉽고 덜 힘들어 졌다. 본 연구에서는 CNN을 사용하여 번호판의 문자와 숫자를 인식하였다. 이를 위해 우리는 현재 사용되고 있는 자동차의 이미지를 수집하여 활용하였다. 이 데이터 셋은 번호판 문자를 효과적으로 인식할 수 있는 CNN 아키텍처를 훈련하는 데 사용되었다.

현재 강력한 딥러닝 기반의 번호판 감지 시스템이 없어 일부 오류가 있는 시스템들이 많아 본 연구를 통해 개선하고자 한다. 관련된 클래스의 수가 많고 클래스 내 가변성을 고려하면 문자 인식 및 분류는 해결하기 복잡한 작업이다. 그럼에도 불구하고 제안하는 CNN 아키텍처는 수집된 데이터 세트에서 좋은 성능을 보였다. 딥러닝 기반 번호판 인식에 대한 연구 내용은 다음과 같다.

1. 훈련용 이미지 11,894개와 테스트용 이미지 7,407개가 포함된 대규모 데이터 셋을 만들었다.

2. 데이터 셋에서 최상의 결과를 제공하는 단일 컨볼루션 레이어 CNN 아키텍처를 제시하였다.
3. 제안하는 모델을 차량 사진을 가져와 번호판을 구별하는 데 사용하는 Android 앱을 만들었다.

본 논문의 구성은 2장에서 번호판 감지 분야의 기존 문헌에 대한 분석이 제시되었고 3장에서는 우리가 제안한 새로운 접근 방식을 논의한다. 그리고 CNN을 훈련하는 데 사용되는 데이터 셋에 대해 설명하고 문자 인식 및 분류 작업에 사용된 CNN 아키텍처에 대해 설명한다. 4장에서는 제안하는 모델의 성능을 요약 제시하고 5장에서는 연구 결론과 고찰을 제시한다.

2. 문헌 고찰

2.1 이미지 인식 방법

현장 이미지 처리의 초기 접근 방식에는 구조화된 요소를 참조로 사용하여 이미지에 대한 작업을 수행하는 형태학적 작업이 포함된다. 이러한 접근 방식은 W. Devapriya[6]에 의해 제안되었으며 침식, 팽창, 열기 및 닫기와 같은 네 가지 주요 작업으로 구성되었다. RGB 이미지를 그레이 스케일 이미지로 변환한 후 이진 이미지를 얻어야 한다. 번호판 검출을 위해 앞서 언급한 작업을 수행한 후 문자를 분할한 후 문자를 인식한다. 문자 인식을 위해 많은 고전적 접근 방식이 고려되었으며 작업에 사용된 접근 방식은 템플릿 매칭이었다.

또한 스캔된 사진에서 텍스트를 읽는 데에도 OCR(광학 문자 인식) 시스템이 활용되었다. 순위가 매겨진 문자 목록을 생성할 수 있는 핵심 OCR 알고리즘에는 두 가지 기본 유형이 있다. 모든 접근 방식에 대해 개발자가 별도로 특징 추출을 수행해야 하며 이는 복잡한 작업이 될 수 있다. 문자 부분이 채워진 이진 문자, 문자 윤곽선 또는 각 개별 문자에 대한 회색조 하위 이미지와 같은 다양한 문자 표현에 대해 다양한 특징 추출 방법이 존재한다[7]. 신경망 기반 OCR[8]은 문자를 인식하는 더 좋고 빠른 알고리즘을 제공하기 위해 제안되었다.



Fig. 2. License Plate Recognition Process

2.2 문자 인식 알고리즘

관련 연구 목록에 덧붙여, 다음 접근 방식은 눈에 보이지 않지만 연속적인 확률론적 과정을 통해 관찰되는 기본 확률론적 과정과 이중 확률론적 과정인 HMM (Hidden Markov Model)[5]을 사용하는 데 전적으로 초점을 맞춰져 있다. 반사, 은닉 프로세스는 확률이 있는 전이로 연결된 일련의 상태로 구성되며, 관찰된 프로세스는 PDF(확률 분포 함수)를 사용하여 얻은 값으로 구성된다. 모든 입력 이미지에 대해 특정 벡터가 있으며 이 벡터는 테스트 중에 도착하는 이미지를 비교하여 클래스를 할당하는 데 사용된다. 또한 이 접근 방식에는 중심, 총 질량, 왜도, 이심률 등과 같은 기능을 계산하는 데 도움이 되는 모멘트 기반 기능을 사용하여 수동으로 수행되는 기능 추출이 있다는 점에도 유의해야 한다.

문자 분류에 CNN을 사용하는 것은 새로운 방법이 아니며 지난 몇 년 동안 CNN과 관련된 여러 연구 결과들이 제안되었다[1]. 필기 숫자 인식에 사용되는 MNIST 데이터 셋은 딥러닝의 많은 추가 프로젝트에 영감을 주었다. Yann LeCun 등이 제안한 격리된 문자 인식을 위한 컨볼루션 신경망[6]은 많은 수의 예로부터 비선형 매핑을 만들어 CNN을 사용하여 문자를 효과적으로 인식하는 방법을 제안했다.

그리고 이미지 인식 문제를 해결하는 동안 CNN을 사용하여 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다[11]. 역전파 신경망(Back-Propagation Neural Network)도 제안되었으며[12] 이를 통해 만족스러운 결과를 얻었다. 그러나 CNN은 역전파 신경망보다 더 성능이 뛰어난 것으로 알려져 있다.

3. 연구 방법론

번호판 감지에 대한 우리의 접근 방식은 매우 간단하다. 우리는 국내에서 5,000개 이상의 다양한 자동차 번호판 이미지를 수집했다. 그런 다음 이러한 각 이미지는 번호판을 추출하고 더 나아가 이러한 번호판의 문자를 추출하는 데 사용되었다. 이렇게 수집된 문자는 CNN 모델을 훈련하는 데 사용되었으며 훈련된 CNN 모델은 안드로이드 애플리케이션 형태로 제작되었다. 이 애플리케이션을 통해 사용자는 차량 이미지를 캡처하거나 갤러리에서 가져와 이 이미지를 처리하여 번호

판의 텍스트 형식을 얻을 수 있다.

3.1 데이터 셋

딥러닝 알고리즘과 마찬가지로 CNN에도 엄청난 양의 데이터 세트가 필요하다. 대부분의 기존 전처리 기술은 번호판 문자 데이터 셋에서는 잘 동작한다. 그러나 캐릭터는 훈련에 적합하도록 이미지 크기를 조정하는 것을 제외하고는 많은 처리 없이 본 모델에 직접 입력된다.

각 번호판의 이미지는 이미지 처리 소프트웨어에 로드되고 이미지에 대한 슬라이싱 작업을 통해 구성 문자가 추출된다. 획득한 캐릭터는 해당 클래스에 저장된다. 이 과정을 통해 총 18,205개의 이미지로 구성된 32개 클래스의 문자 모음이 생성되었다. 이들은 CNN 모델 훈련에 필수적인 훈련 세트와 테스트 세트로 더 나누어진다.

3.2 CNN 아키텍처

우리는 데이터 셋에서 좋은 결과를 보여주는 단일 컨볼루션 레이어와 단일 풀링 레이어가 있는 CNN 아키텍처를 제안한다. 또한, overfitting (과적합)을 방지하기 위해 네트워크에서 뉴런을 무작위로 제거하기 위해 드롭아웃 정규화가 적용되었다. RELU(정류기 선형 장치) 활성화 기능은 출력의 변화에 적응하는 데 사용된다. 다음은 본 연구와 관련된 CNN 아키텍처 다이어그램을 보여주고 있다.

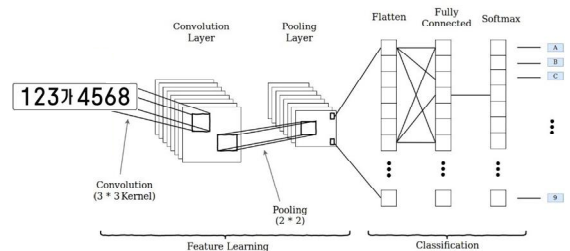


Fig. 3. CNN Architecture used for this study

일반적으로 아키텍처는 단일 컨볼루션 레이어, 단일 풀링 레이어, 평탄화 레이어, 두 개의 밀집 레이어, 마지막으로 출력 레이어를 포함한다. 32개의 학습 가능한 필터가 사용되었으며 이러한 각 필터는 네트워크에서 확인하는 데 사용되는 활성화 맵을 생성한다. 풀링 레

이어는 컨볼루션 레이어 뒤에 적용된다. 그 역할은 표현의 공간 크기를 점진적으로 줄이고 네트워크의 계산량을 줄이는 것이다. 풀링 레이어의 결과로 여러 개의 풀링된 기능 맵을 얻는다. 네트워크는 이러한 특징 맵을 평면화 레이어로 보내고 병합은 결과로 나온 모든 2차원 배열을 하나의 긴 연속 벡터로 변환하는 간단한 절차이다. 다음 아키텍처에는 단순히 인공 신경망 레이어인 완전히 연결된 세 개의 레이어가 있다. 이러한 완전 연결 레이어의 목적은 기능을 다양한 속성으로 결합하고 컨볼루션 레이어가 이미지를 적절하게 분류하도록 돕는 것이다[12,13].

4. 결과 및 토의

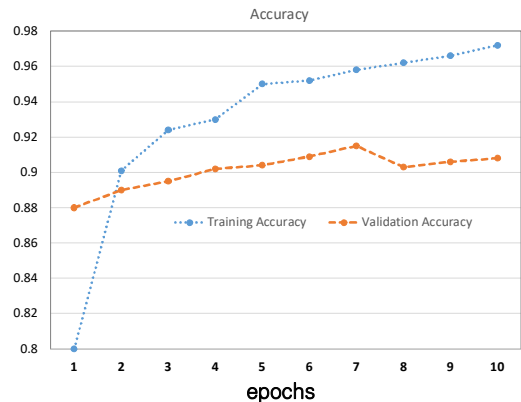
우리는 10,665개의 이미지로 구성된 훈련 세트와 모델을 훈련한 다음 4,306개의 이미지에 대해 모델을 검증하였다. 처음에는 모델이 만족스러운 결과(약 73%)를 제공하지 않았지만 일단 드롭아웃 정규화가 사용되어 향상된 결과를 보여주기 시작하였다. 훈련 셋에서 모델의 정확도는 97.2%였으며 검증 정확도는 약 90.8%였다. 이 모델은 좋은 분류를 약속했으며 매개변수 조정과 최적화 프로그램 및 에포크(epoch)에 대한 최상의 값을 찾아 성능을 다양화할 수 있다. Fig. 4에서 모델 성능 분석과 관련된 이미지 및 정확도 그래프가 제시되었다. 일반적으로 더 많은 수의 이미지를 포함하는 보다 포괄적인 데이터 셋이 더 정확한 결과를 제공할 수 있다. 또한 컨볼루션 작업을 더 많이 포함하고 단순 데이터 증대 또는 배치 정규화와 같은 더 나은 정규화 기술을 사용하여 아키텍처를 더욱 견고하게 만들 수 있을 것이다[14,15].

```
>>> classifier.summary()
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 18, 18, 32)	896
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 9, 9, 32)	0
flatten_1 (Flatten)	(None, 2592)	0
dense_1 (Dense)	(None, 100)	259300
dense_2 (Dense)	(None, 100)	10100
dense_3 (Dense)	(None, 34)	3434

```
Total params: 273,730
Trainable params: 273,730
Non-trainable params: 0
```

(a)



(b)

Fig. 4. Performance of CNN Model (a) Classifier parameters used for model (b) Training and validation accuracy

5. 결론

본 연구에서는 최근 변경된 자동차 번호판 인식을 향상을 위한 딥러닝 기반의 차량 번호판 문자 인식을 제안하였다. 제안된 방법으로 좋은 성과와 우수한 결과를 얻었다. 기존 방법에 비해 제안하는 방법의 장점은 신경망 기반 접근 방식에서 많은 전처리 과정을 극복할 수 있다는 점이다. 또한, 본 연구에서 번호판 감지를 위한 기계 학습 기반 모델의 훈련을 용이하게 하기 위해 포괄적인 데이터 셋을 개발하였다.

사용된 데이터 셋과 아키텍처는 더욱 확장되어 등록 번호의 텍스트 형식을 유지하는 데 사용될 수 있다. 이러한 시스템은 차량 소유자의 세부 정보를 보관하는 저장소에 연결될 수 있으며 자동 통행료 징수, 도난 감지, 제한 속도 초과 등에 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] Y. J. Yu, S. H. Moon, S. J. Sim & S. H. Park. (2020). Recognition of license plate number for web camera input using deep learning technique. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*, 4(6), 565-572. DOI : 10.33097/JNCTA.2020.04.06.565

[2] P. Shivakumara, D. Tang, M. Asadzadehkaljahi, T. Lu, U. Pal & M. Hossein Anisi. (2018). CNN-RNN based method for license plate recognition. *CAAI*

- Transactions on Intelligence Technology*, 3(3), 169-175.
- [3] P. Kaur, Y. Kumar, S. Ahmed, A. Alhumam, R. Singla & M. F. Ijaz. (2022). Automatic License Plate Recognition System for Vehicles Using a CNN. *Computers, Materials & Continua*, 71(1).
- [4] A. Krizhevsky, I. Sutskever, G. E. Hinton, (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 1, 1097-1105. DOI : 10.1145/3065386
- [5] W. Wang, J. Yang, M. Chen & P. Wang. (2019). A light CNN for end-to-end car license plates detection and recognition. *IEEE Access*, 7, 173875-173883.
- [6] W. Devapriya, C. Nelson Kennedy Babu & T. Srihari. (2016). Real Time Speed Bump Detection Using Gaussian Filtering and Connected Component Approach, *Circuits and Systems*, 7(9), July 12. DOI : 10.4236/cs.2016.79188
- [7] M. Sabourin & A. Mitiche, (1992). Optical Character Recognition by a Neural Network, *Neural Networks*, 5(5), 843-852. DOI : 10.1016/S0893-6080(05)80144-3
- [8] Tyagi, K., & Rastogi, V. (2014). Implementation of Character Recognition using Hidden Markov Model. *International Journal of Engineering Research And Technology (IJERT)*, 3(2), 2528-2532.
- [9] T. Guo, J. Dong, H. Li & Y. Gao. (2017, March). Simple convolutional neural network on image classification. In *2017 IEEE 2nd International Conference on Big Data Analysis (ICBDA)* (pp. 721-724). IEEE. DOI : 10.1109/ICBDA.2017.8078730
- [10] V. H. Pham, P. Q. Dinh & V. H. Nguyen. (2018). CNN-based character recognition for license plate recognition system. In *Intelligent Information and Database Systems: 10th Asian Conference, ACIIDS 2018, Dong Hoi City, Vietnam, March 19-21, 2018, Proceedings, Part II 10* (pp. 594-603). Springer International Publishing.
- [11] C. M. Bishop. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- [12] R. Venkatesan & E. Meng Joo. (2016). A novel progressive learning technique for multi-class classification. *Neurocomputing*. 207, 310-321. DOI : 10.48550/arXiv.1609.00085
- [13] A. Amina et. al, (1998). Off-line Arabic Character Recognition: The State of the art. *Pattern Recognition*, 31(5), 517-530. DOI : 10.1016/S0031-3203(97)00084-8
- [14] S. Raj, Y. Gupta & R. Malhotra. (2022, March). License plate recognition system using yolov5 and cnn. In *2022 8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)* (Vol. 1, pp. 372-377). IEEE. DOI : 10.1109/ICACCS54159.2022.9784966
- [15] V. Gnanaprakash, N. Kanthimathi & N. Saranya. (2021, March). Automatic number plate recognition using deep learning. In *IOP Conference series: materials science and engineering* (Vol. 1084, No. 1, p. 012027). IOP Publishing. DOI : 10.1088/1757-899X/1084/1/012027

응쿤드와나요 세스(Nkundwanayo Seth)

[학생회원]



- 2023년 2월 : 백석대학교 컴퓨터공학부(공학사)
- 2023년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 일반대학원 소프트웨어융합전공 석사과정
- 관심분야 : IMoT, 빅데이터
- E-Mail : nkundwaseth@bu.ac.kr

채 규 수(Gyoo-Soo Chae)

[종신회원]



- 2000년 12월 : Virginia Tech. 전기공학과(공학박사)
- 2001년 1월 ~ 2003년 2월 : Amphenol Mobile, RF manager
- 2003년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 첨단IT학부 교수

- 관심분야 : IoT 시스템, CNN
- E-Mail : gschae@bu.ac.kr