

CNN 딥러닝 기반 차량 번호판 인식에 관한 연구

이선우, 기재원, 심우창, 하태민, 황연우, 윤지성, Do Chi Thanh, 조성원
 홍익대학교 전자전기공학과
 e-mail : swcho@hongik.ac.kr

A Study on the Recognition of Vehicle License Plate Based on CNN Deep Learning

Sunwoo Lee, Jaewon Ki, Woochang Sim, Taemin Ha, Yeonwoo Hwang,
 Do Chi Thanh, Seongwon Cho
 Hongik University, Department of Electronic Electrical Engineering.

요약

본 논문에서는 자동차 번호판 인식 시스템을 개발하기 위해 CNN 딥러닝 기반 접근방식을 사용한다. 제안된 시스템은 번호판 검출 모듈, 문자 분할 모듈, 문자 인식 모듈 세 가지 주요 모듈로 구성되며 차량 번호판 인식 시 발생하는 제약 조건을 최소화하고 인식 성능을 개선한 시스템이다.

1. 서 론

지능형 교통 시스템(ITSs)은 자동차와 교통 인프라에 정보, 통신 및 센서 기술을 적용하여 운전자와 운용자에게 실시간 정보를 제공하고 교통의 효율성과 안전을 향상시키는 첨단 교통 시스템이다. 이러한 시스템은 지능형 인프라 시스템과 지능형 차량 시스템의 두 그룹으로 나뉜다.

차량 번호판 번호판 인식(LPR: License Plate Recognition)은 지능형 인프라 시스템의 핵심 모듈로 사용되며 교통법 집행, 주차장 출입통제, 자동 통행료 징수, 제한된 영역의 보안 제어와 같은 많은 실제 응용 분야에서 핵심적인 역할을 한다[1]. LPR 시스템에 대해 제안된 수많은 기술이 있었지만 대부분은 제한된 조건에서 작동한다. 예를 들어, 고정된 조명 환경, 차량 속도, 카메라와 차량 사이의 거리, 정지된 배경 또는 LPR 시스템에 가장 일반적인 제한 조건인 번호판의 모양, 크기 및 유형으로 인해 제한된다.

본 논문에서 제안된 LPR 시스템은 이러한 제한을 최소화하려고 시도한다. 이 시스템은 다양한 환경 및 조명 조건에서 임의의 방향과 위치로 다양한 색상과 크기의 한국 번호판을 식별할 수 있다. 시스템의 입력은 웹캠 카메라에서 제공하는 정지 이미지 또는 이미지 시퀀스일 수 있으며 출력은 그 유형 및 영숫자 데이터를 포함하는 번호판 정보이다.

2. 차량 번호판 인식 관련 연구

차량 번호판 인식(LPR) 시스템은 일반적으로 번호판 영역 검출, 문자 분할, 문자 인식 세 가지 주요 모듈로 구성된다.

2.1 번호판 검출

이 단계의 목적은 입력 이미지에서 번호판을 추출하는 것이다. 기존에는 번호판 형식의 특징을 사용하는 가장자리 감지, 색깔 감지, 질감 감지 등의 방법을 사용하였다 [2-6]. 또한, 이미지에서 문자들을 찾아 번호판을 검출하기도 하였다[7]. 이러한 방법들은 환경이나 자동차 번호판의 유형에 따라 변화하는 조건에 제한이 걸린다.

2.2 문자 분할

문자 분할은 검출된 번호판에서 각 문자와 숫자를 감지하고 찾아서 분할하는 것으로, 각 문자를 분할하는 가장 일반적인 방법은 번호판과 문자의 색상이 다르기 때문에 이진 이미지에서 이진값이 반대라는 사실을 활용한다 [5][8-9]. 이 방법은 이미지 품질에 대한 의존도가 심해 노이즈가 결과에 영향을 미칠 수 있다.

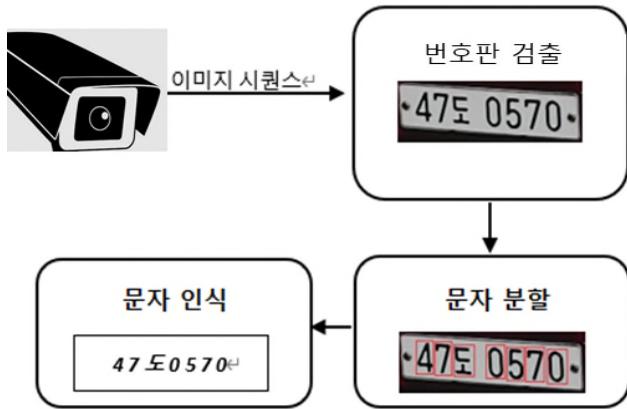
2.3 문자 인식

분할된 문자를 인식하기 위해 template matching, 신경망, 서포트 벡터 머신(SVM), 유전자 알고리즘 및 마르코프 공정(HMMs)을 활용하였다[10-15]. 이러한 방법은 문자의 추출된 특징을 기반으로 구현되며 다양한 유형의 분류자를 사용하여 문자를 인식한다.

3. 제안하는 차량 번호판 인식 방법

본 논문에서 제안하는 차량 번호판 인식(LPR) 시스템은 한국 번호판을 인식하도록 설계되었다. 본 논문에서는 딥러닝을 기반으로 하는 몇 가지 방법의 조합인 자체 알고리즘을 개발했다. 본 논문의 목적은 LPR 시스템의 한계를 최소화하는 동시에 결과 정확도를 높이는 것이다. 이 시스템의 입력은 CCTV 카메라에서 제공하는 스틸 이미지이다.

지 또는 이미지 시퀀스가 될 수 있으며 출력은 번호판 유형과 숫자 및 문자이다. 그럼 1과 같이, 제안된 시스템의 구조는 번호판 검출, 문자 분할, 문자 인식의 세 가지 모듈로 구성된다.



(그림 1) 제안하는 차량 번호판 시스템의 구조

3.1 번호판 검출

이 모듈은 지정된 이미지의 번호판을 감지한 다음 유형을 분류한다. 입력은 컬러 또는 그레이 스케일 이미지 또는 CCTV 카메라로 획득한 이미지 시퀀스로, 다양한 조명 조건과 다양한 배경을 가질 수 있다. 또한, 이 모듈은 위치가 다른 번호판도 감지할 수 있다. 이 모듈을 구현하기 위해 환경 종속성을 줄이고 정확도를 높이고자 CNN(Convolutional Neural Network) 계열의 딥러닝(Deep Learning) 알고리즘인 Mask R-CNN을 사용하였다 [16].

Mask R-CNN 알고리즘은 R-CNN 계열 R-CNN (2013), Fast R-CNN (2015) 및 Faster R-CNN (2015)의 후속으로, 가장 최근에 개발된 객체 감지 및 인스턴스 분할 프레임워크이며 이전 알고리즘들에 비해 학습 정확도가 가장 높다.

번호판 검출 모듈에 사용된 Mask R-CNN 모델의 백본(Backbone) 구조는 잔여 신경망(ResNet 50)이다[17]. 그리고 이 모델은 다양한 환경과 조명 조건에서 다양한 배경을 가진 자동차와 번호판의 1,000 개의 이미지로 훈련되었다.

3.2 문자 분할

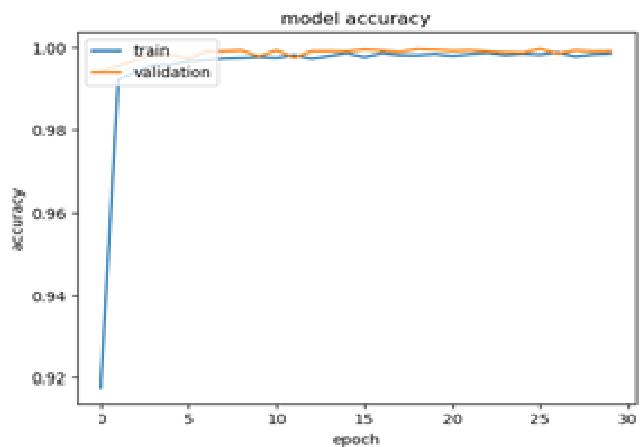
본 논문에서 문자 분할 모듈을 위해 Mask R-CNN 모델이 사용되었다. 이 모듈에서 Mask R-CNN 모델은 먼저 각 문자와 숫자를 감지한 다음 위치 좌표를 계산해낸다. 다음으로, 간단한 정렬 알고리즘을 사용하고 번호판 유형을 고려하여 문자와 숫자를 번호판에 있는 순서대로 정렬한다. 일부 한국어 번호판에는 개인용 형태와 같은 한 줄의 문자와 숫자를 가지고 있고, 일부는 미국 크기의 사업용과 같은 두 줄의 문자와 숫자를 가지고 있다.

이 모델의 백본 구조 또한 ResNet 50이며 다양한 유형

의 번호판 이미지 300개를 포함한 데이터 집합으로 훈련되었다.

3.3 문자 인식

이 모듈에서는 이전 단계에 있던 문자와 숫자를 식별한다. 이 모듈을 구현하기 위해 자체 구현된 CNN 모델이 사용되었다. 사용된 CNN 모델은 AlexNet[18]을 참고했다. AlexNet은 매 합성곱과 fully-connected layer 후에 3x3 컨볼루션, max pooling, dropout, data augmentation 및 ReLU activation으로 구성되었다. CNN 모델은 10개의 숫자(0-9)와 46개의 한국 문자 21000개의 이미지로 학습되어 99.7%의 정확도를 가진다. 다음 (그림 2)는 제안된 CNN 알고리즘을 이용한 문자 인식 정확도를 도시한 그림이다.



(그림 2) 제안된 CNN 알고리즘을 이용한 문자 인식 정확도

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 차량 번호판 시스템의 성능은 학습 데이터(1,000개의 이미지), 테스트 및 미사용 데이터(5,226개의 이미지)를 포함한 전체 6,226개의 데이터 집합에 의해 평가되었으며 98%(표 1 참조)의 정확도를 나타내었다. 각 입력된 이미지의 시스템 실행 시간은 1초 미만이다.

(표 1) 실험 결과

데이터 수	correct result	incorrect result	정확도
6,226	6,123	103	98.35%

5. 결론

본 논문에서는 CNN 방식의 딥러닝을 이용한 차량 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 3개의 모듈로 구성되었고, 각각의 모듈은 Mask R-CNN 딥러닝 방법을 기반으로 구현되었다. ResNet 5의 백본 구조를 가진 Mask R-CNN 모델에 의해 개발된 번호판 검출 및 문

자 분할 모듈과 AlexNet과 유사한 아키텍처를 가진 CNN 모델에 의해 개발된 문자 인식 모듈이 사용되었다.

제안된 시스템은 6,226개의 차량 번호판 이미지의 테이터 집합을 사용하여 테스트 되었고, 실험 결과는 제안된 시스템이 실용화 가능한 수준의 정확도를 가지고 작동함을 보여주었다.

참 고 문 헌

- [1] Il-Sik Chang and Gooman Park, "Improved Method of License Plate Detection and Recognition using Synthetic Number Plate", *Journal of BE*, Vol. 26, No. 4, pp. 453–462, July 2021.
- [2] S. H. Par and Seongwon Cho, "A Vehicle License Plate Recognition Using the Feature Vectors based on Mesh and Thinning", *Journal of The Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 21, No. 6, pp. 705–711, December, 2011.
- [3] D. Zheng, Y. Zhao, and J. Wang. "An efficient method of license plate location." *Pattern recognition letters*, Vol 26, No. 15, pp. 2431–2438, 2005.
- [4] S. Z. Wang and Hsi-Jian Lee, "Detection and recognition of license plate characters with different appearances", *Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 2,
- [5] X. Shi, W. Zhao, and Y. Shen, "Automatic license plate recognition system based on color image processing." *International Conference on Computational Science and Its Applications*, pp. 1159–1168. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [6] Zimic Nikolaj, Jelena Ficzko, Miha Mraz, and Jernej Virant, "The fuzzy logic approach to the car number plate locating problem", *Proceedings Intelligent Information Systems*, pp. 227–230, IEEE, 1997.
- [7] J. Matas and K. Zimmermann, "Unconstrained licence plate and text localization and recognition", *Proceedings. 2005 IEEE Intelligent Transportation Systems*, pp. 225–230, 2005.
- [8] R.D. Castro-Zunti, J. Yepez and S.B. Ko, "License plate segmentation and recognition system using deep learning and OpenVINO", *IET Intelligent Transport Systems*, Vol. 14, Issue 2, pp. 119–126, February 2020.
- [9] Shapiro Vladimir and Georgi Gluhchev, "Multinational license plate recognition system: Segmentation and classification", *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, Vol. 4, pp. 352–355. IEEE, 2004.
- [10] Y. Huang, Shi-Yong Lai, and Wei-Po Chuang, "A template-based model for license plate recognition", *IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control*, 2004, vol. 2, pp. 737–742. IEEE, 2004.
- [11] Y. Hu, Feng Zhu, and Xianda Zhang, "A novel approach for license plate recognition using subspace projection and probabilistic neural network", *International Symposium on Neural Networks*, pp. 216–221. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [12] K. K. Kim, K. I. Kim, J. B. Kim, and Hang Joon Kim, "Learning-based approach for license plate recognition", 2000 IEEE Signal Processing Society Workshop, Vol. 2, pp. 614–623, 2000.
- [13] S. K. Kim, D. W. Kim, and H. J. Kim, "A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation", *Proceedings of 3rd IEEE International Conference on Image Processing*, Vol. 2, pp. 661–664, 1996.
- [14] Y-T Cui and Qian Huang, "Character extraction of license plates from video", *Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 502–507, 1997.
- [15] V. Gnanaprakash, N. Kanthimathi and N. Saranya, "Automatic number plate recognition using deep learning", *ICCSSS 2020*, doi:10.1088/1757-899X/1084/1/012027, 2021.
- [16] K. He, G. Gkioxari, P. Dollár and R. Girshick, "Mask R-CNN", *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Venice, pp. 2980–2988, 2017.
- [17] K. He, X. Zhang, S. Ren and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Las Vegas, NV, pp. 770–778, 2016.
- [18] Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever and Geoffrey E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks", *Advances in neural information processing systems*, pp. 1097–1105, 2012.