

# 자동차 번호판 검출 기술 동향

## Abstract

license plate detection is a kind of object detection and occupies an important place in the field of visual research. license plate detection is the basis of license plate recognition and is widely applied to areas requiring monitoring, such as intelligent traffic systems, parking lot entrance management systems, and traffic monitoring systems. In this report, we analyzed the technology trends for detecting license plates by analyzing research on license plates in two fields, machine learning and deep learning.

## 1. 서론

자동차 번호판 검출은 자동차 번호판 인식의 기초로서 아주 중요한 작용을 하고 있다. 따라서 자동차 번호판 검출 기술은 지능형 교통 시스템, 주차장 입구 관리 시스템, 교통 감시 시스템 등 감시가 필요한 면에 광범하게 적용되고 있다.

자동차 번호판을 검출하는 연구는 머신러닝과 딥러닝 방법을 사용하는 두가지로 나뉠 수 있다.

머신러닝 알고리즘을 사용해 자동차 번호판을 검출하는 연구는 크게 세가지 방법으로 진행되고 있다. 첫번째는 영역 기반 접근 방법, 두번째는 픽셀 대 픽셀의 접근 방법이고 세번째는 색상 기반 접근 방법이다. 영역 기반 접근 방법에서 이미지는 더 작은 영역으로 분할되며, 번호판의 일부 속성은 이러한 영역에 해당된다. 연구[1],[2]는 자동차 번호판 검출 작업을 효과적으로 수행하기 위해 형태학적 및 고역 통과 필터링을 기반으로 하는 접근 방법을 사용했다. 픽셀 대 픽셀 방법에서 모든 픽셀은 이미지에서 인접한 픽셀과 평가를 진행해, 직사각형 박스를형성한다. 전체 입력 이미지는 감지 창을 사용하여 픽셀 단위로 스캔된다. 스캐닝 창의 응답은 각 픽셀 위치에서 계산되고

스캐닝 창에 대한 응답이 높은 영역을 후보 영역으로 선택한다. 연구[3]은 이미지의 픽셀 대 픽셀 분류를 위한 Adaboost 분류기를 공식화했다. Adaboost 분류기에 SIFT와 SVM 분류기를 결합하는 방법으로 자동차 번호판을 검출[4]하는 연구도 진행되었다. 연구[5]에서는 HOG를 사용해 자동차 번호판의 특징을 추출하고 Gentle AdaBoost 분류기를 사용해 자동차 번호판을 검출했다.

뒤로 색상을 기반으로 자동차 번호판을 검출하는 연구가 진행되었다. 연구[6]는 우선 RGB색갈이미지를 HSV 이미지로 변경하고 HSV 이미지를 여러 개의 작은 part로 나눈다. 그 다음 필터링하는 것을 통해 자동차 번호판을 검사한다.

딥러닝 알고리즘을 사용해 자동차 번호판을 검출하는 연구에는 CNN 모델이 많이 사용된다.

## 2. 자동차 번호판 검출 기술 동향

자동차 번호판을 검출하는 것도 object detection과 비슷하다고 볼 수 있기에 Object detection에서 우수한 성능을 기록한 모델을 사용하는 연구도 많이 진행되었다. 연구[7]은

YOLO model을 기반으로 MD-YOLO를 개발했고 architecture는 Fig. 1과 같다.

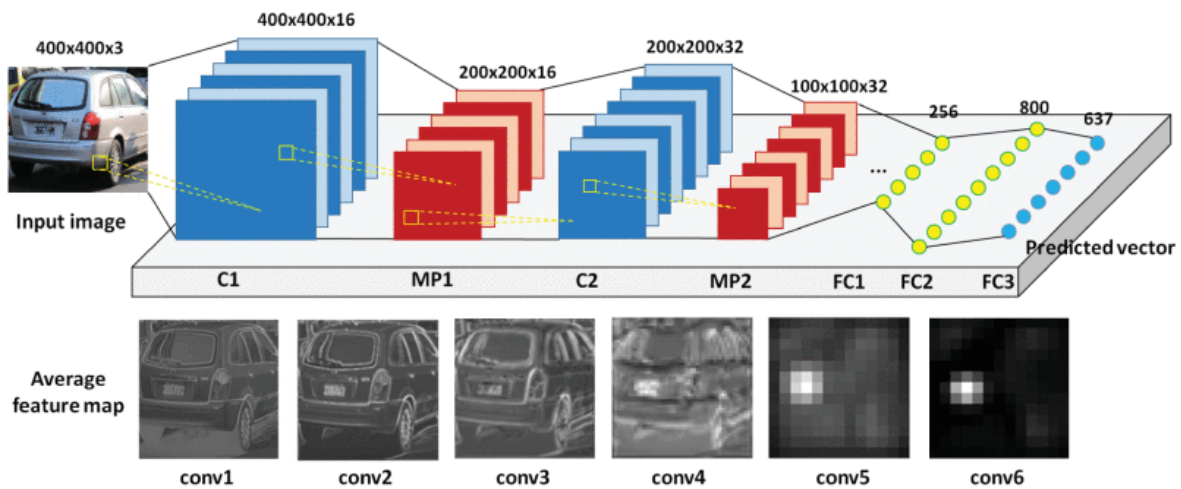


Fig. 1 MD-YOLO Architecture

기존의 YOLO 모델은 매개 객체의 중심좌표, 높이와 너비를 검출할 수 있지만 각도 feature를 사용하는 것을 통해 자동차 번호판이 이미지속에서의 각도를 확인할 수 있게끔 했다.

자동차 번호판은 각도, 환경, 빛의 영향을 많이 받는다. 따라서 연구[8]은 CCPD-Base, CCPD-DB, CCPD-FN, CCPD-Rotate 등 9가지 카테고리 포함 CCPD Dataset을 공개하고 이에 해당되는 RPnet 모델도 개발했다. RPnet 모델의 architecture는 Fig. 2와 같다.

연구[8]은 RPnet를 사용해 자동차 번호판 검출과 인식을 모두 진행했지만 모델은 검출

모듈과 인식 모듈로 나뉜다. 모델에서 Detection Model은 자동차 번호판을 검출하는 부분이다. Detection Model은 모델에 입력된 이미지에서 다양한 수준의 feature map을 추출하는 10개의 convolutional layer가 있는 심층 convolutional network이다. 검출 모듈의 마지막 convolutional layer는 출력을 세개의 full connected network에 입력하는 것을 통해 자동차 번호판을 검출한다. CCPD 데이터 셋의 다양성으로 인해 이 데이터 셋을 기준으로 진행된 실험들이 많다. 연구[8]에서 제안하는 모델의 Architecture는 Fig. 3과 같다.

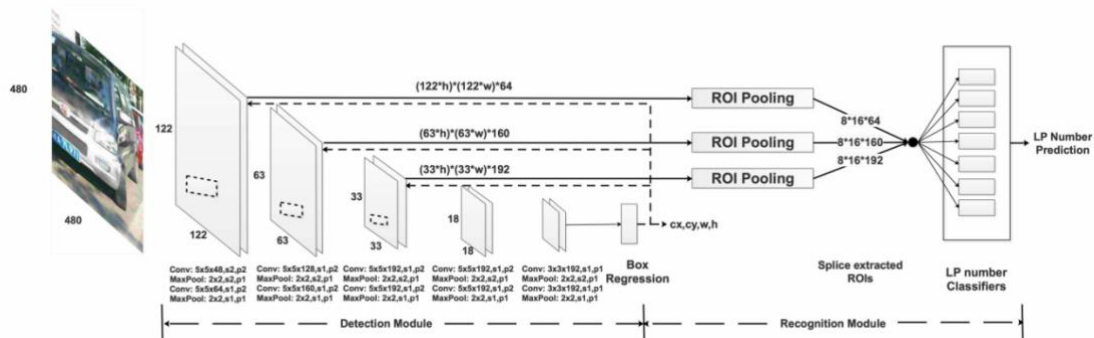


Fig. 2 RPnet Architecture

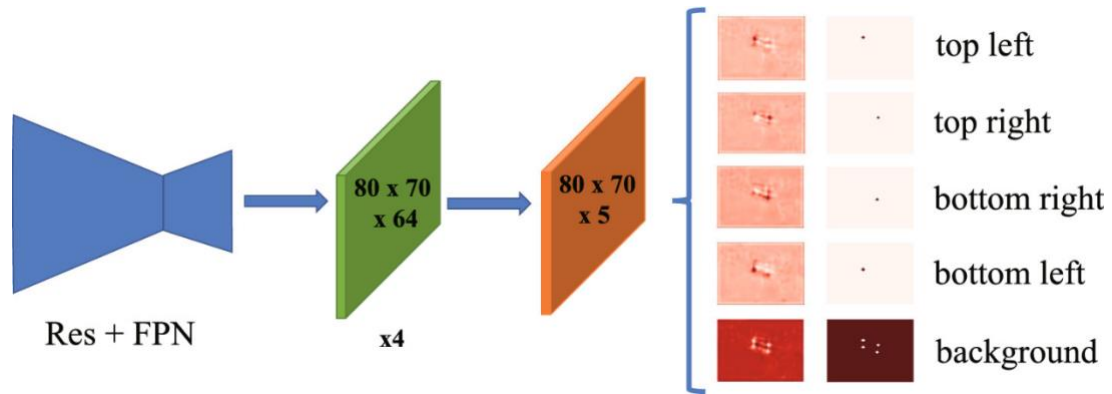


Fig. 3 The LP keypoint module.

LP Keypoint module은 ResNet 모델의 구조와 Feature Pyramid Network(FPN)을 결합해 구축된 모델이다. FPN은 feature map을 추출하는데만 사용한다. 모든 convolutions은 3\*3이고 그 등에서 stride가 2이고 padding이 1이다. 해당 논문에서는 32개의 grop으로 grop normalization을 사용하고 relu activate function을 사용했다. 마지막으로 5개 channels key point

heatmap을 출력하기 위해 하나의 convolutional을 적용했다.

연구[9]에서는 Object detection에서 우수한 성능을 기록한 YOLOv3를 사용해 자동차 번호판을 검출하는 연구를 진행했고 모델의 Architecture는 Fig. 4와 같다.

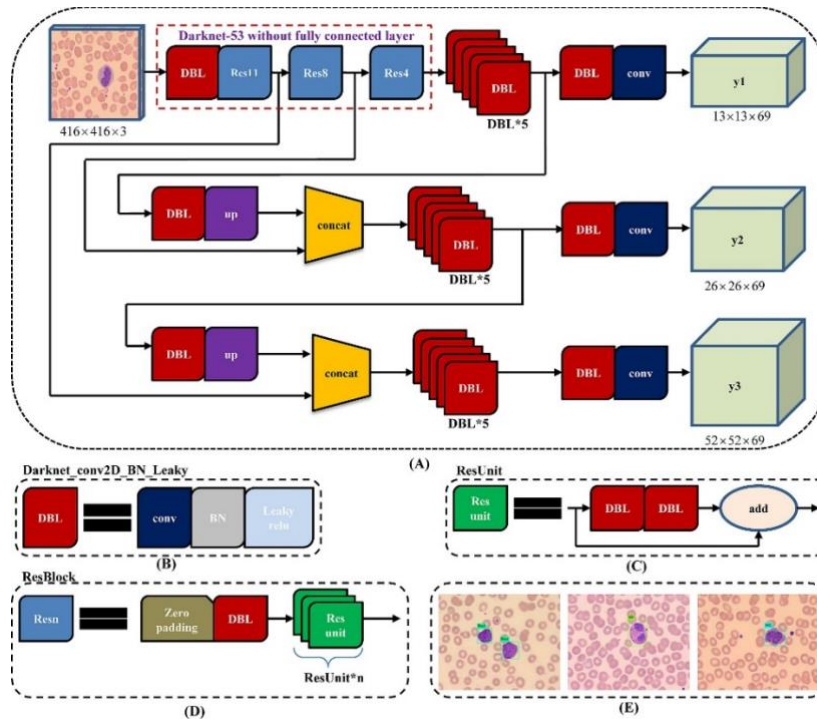


Fig. 4 YOLOv3 Architecture

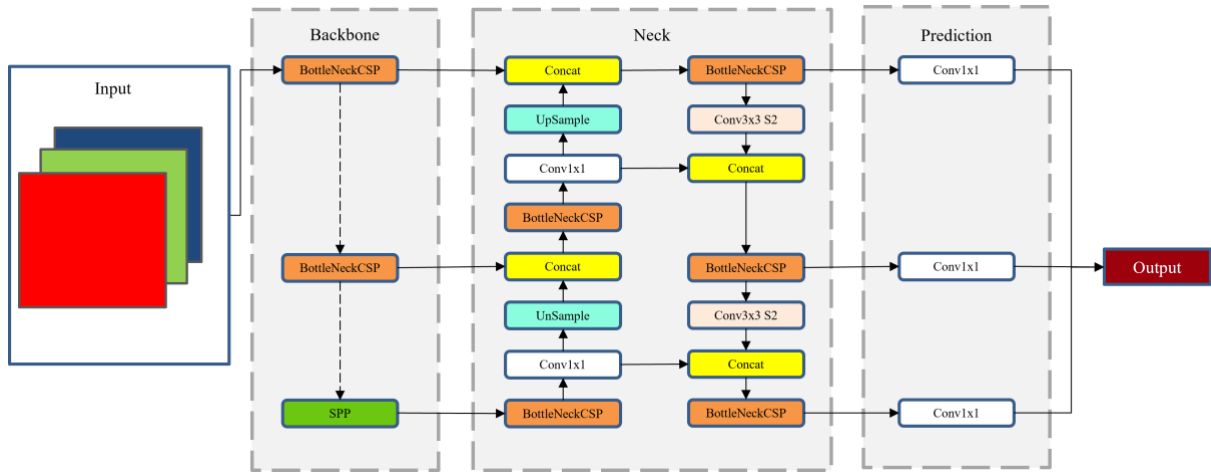


Fig. 5 YOLOv5 Architecture

YOLOv3은 Darknet53을 사용하고 있는데 Darknet53에서 중요한 작용을 하고 있는 것은 residual network이다. Darknet53의 convolutional network은 모두 특유한 DarknetConv2D 구조를 사용하고 12 정규화를 진행한다. Convolution을 진행한 후 BatchNormalization과 LeakyReLU 활성화 함수를 사용한다. 연구[10]에서는 YOLOv5를 사용해 자동차 번호판을 검출하는 연구를 진행했고 모델의 Architecture는 Fig. 5와 같다. YOLOv5는 Input, Backbone, Neck, Prediction과 Output으로 나뉠 수 있다. Input에서는 주로 Mosaic 데이터 증식과 Auto Learning

Bounding Box Anchors 작업을 진행한다. Backbone에서는 Focus와 CSP 구조를 사용하고 Neck는 FPN과 PAN 구조를 사용한다. 그리고 Prediction에서는 GIOU\_Loss를 사용해 오차를 계산한다. 연구[11]에서 실시간으로 자동차 번호판을 detection할 수 있는 RT-LPDRnet 모델을 개발했다. YOLOv5에서 사용된 Backbone, FPN과 PAN 구조를 사용해 자동차 번호판의 특징을 추출했고 모델의 Architecture는 Fig. 6와 같다. 이 모델은 CCPD dataset에서 기존 모델보다 더 우수한 성능을 기록했다.

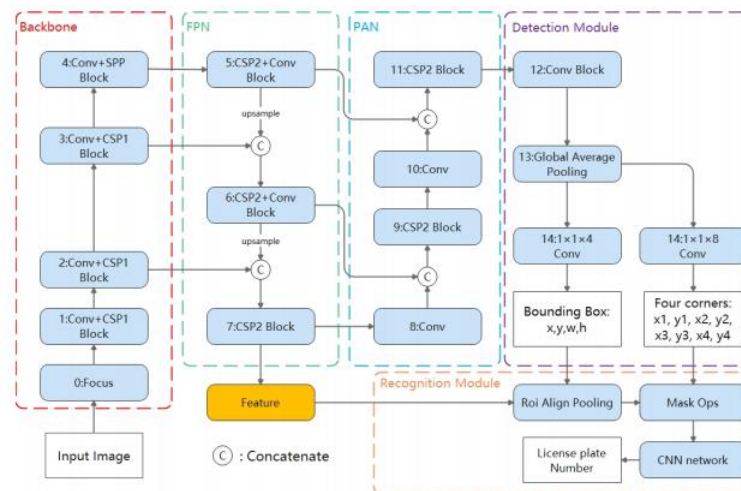


Fig. 6 RT-LPDRnet Architecture

### 3. 결론

현재 자동차 번호판을 검출하는 연구에서 우수한 성능을 기록했지만 자동차 번호판의 특성을 분석하는 방법을 사용하는 것은 아니다. 반면 Object detection에서 우수한 성능을 기록한 모델을 기반으로 진행되는 연구가 많다.

### Reference

- [1] B. Hongliang and L. Changping, "A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology," in Proc. 17th Int. Conf. Pattern Recognit. (ICPR), vol. 2, 2004, pp. 831–834.
- [2] D. Zheng, Y. Zhao, and J. Wang, "An efficient method of license plate location," Pattern Recognit. Lett., vol. 26, no. 15, pp. 2431–2438, 2005.
- [3] L. Dlagnekov, "License plate detection using adaboost," Dept. Comput. Sci. Eng., San Diego, CA, USA, Tech. Rep., 2004. [Online]. Available:
- [4] F. A. da Silva, A. O. Artero, M. S. V. de Paiva, and R. L. Barbosa. (2013). "ALPRS—A new approach for license plate recognition using the sift algorithm." [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1303.1667>
- [5] R. Wang, N. Sang, R. Wang, and L. Jiang, "Detection and tracking strategy for license plate detection in video," Opt.-Int. J. Light Electron Opt., vol. 125, no. 10, pp. 2283–2288, 2014.
- [6] R. Azad, F. Davami, and B. Azad, "A novel and robust method for automatic license plate recognition system based on pattern recognition," Adv. Comput. Sci., Int. J., vol. 2, no. 3, pp. 64–70, 2013.
- [7] Xie, L., Ahmad, T., Jin, L., Liu, Y., & Zhang, S. (2018). A new CNN-based method for multi-directional car license plate detection. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(2), 507-517.
- [8] Yang, Y., Xi, W., Zhu, C., & Zhao, Y. (2020, October). HomoNet: Unified License Plate Detection and Recognition in Complex Scenes. In *International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing* (pp. 268-282). Springer, Cham.
- [9] Zou, Y., Zhang, Y., Yan, J., Jiang, X., Huang, T., Fan, H., & Cui, Z. (2021). License plate detection and recognition based on YOLOv3 and ILPRNET. *Signal, Image and Video Processing*, 1-8.
- [10] Chang, I. S., & Park, G. (2021). Improved Method of License Plate Detection and Recognition using Synthetic Number Plate. *Journal of Broadcast Engineering*, 26(4), 453-462.
- [11] Wang, H., Ke, Y., & Yang, G. (2021, March). RT-LPDRnet: A Real-Time License Plate Detection and Recognition Network. In *2021 the 5th International Conference on Innovation in Artificial Intelligence* (pp. 121-126).