



## 합성곱 신경망과 극한 학습기계의 융합기반의 딥러닝 신경망을 이용한 차선 검출 성능 향상

Improving Lane Detection using Fused Deep Network based on Convolutional Neural Network and Extreme Learning Machine

---

저자 (Authors)	김지훈, 이민호 Jihun Kim, Minho Lee
출처 (Source)	<a href="#">대한전자공학회 학술대회</a> , 2015.6, 1803-1805 (3 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">대한전자공학회</a> THE INSTITUTE OF ELECTRONICS ENGINEERS OF KOREA
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06385478">http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06385478</a>
APA Style	김지훈, 이민호 (2015). 합성곱 신경망과 극한 학습기계의 융합기반의 딥러닝 신경망을 이용한 차선 검출 성능 향상. 대한전자공학회 학술대회, 1803-1805.
이용정보 (Accessed)	선문대학교 210.119.34.*** 2018/04/18 16:09 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 합성곱 신경망과 극한 학습기계의 융합기반의 딥러닝 신경망을 이용한 차선 검출 성능 향상

김지훈 \*이민호

경북대학교 전자공학부

e-mail : ceuree@gmail.com, mholee@gmail.com

## Improving Lane Detection using Fused Deep Network based on Convolutional Neural Network and Extreme Learning Machine

Jihun Kim \*Minho Lee

School of Electronics Engineering  
Kyungpook National University

### Abstract

General lane detection does not work well in complex road scenes. Thus, learning algorithm is applied before lane detection and can remove noise and other obstacle in edge result. It suggest algorithm that fused convolutional neural network(CNN) and extreme learning machine(ELM). The layer of CNN is learned using ELM and maintains the back-propagation learning method of the conventional CNN. As a result, we get obtained good performance of lane detection in complex environment.

### I. 서론

최근 차량 관련 연구에서는 운전자를 보조할 수 있는 장치의 연구가 많이 진행 되고 있다. 이러한 운전자 보조장치를 Advanced Driver Assistance System (ADAS)[1]이라고 한다. 이러한 운전자 보조 장치는 여러 종류가 있으며 사용자가 졸음, 음주, 부주의 등의 상황에서 사고를 예방하기 위해서 사용되는 장치로 차선 이탈 방지 시스템이 있다. 따라서 이러한 차선 이

탈을 방지하기 위해서는 차선의 검출 성능이 우선시 된다, 따라서 이 논문은 도로 이미지에서 차선 검출 성능 향상을 위한 방법을 소개하고자 한다.

일반적으로 차선 검출은 전처리, 검출로 이루어져 진행된다. 하지만 중앙 분리대, 그림자, 주변에 주차된 차량 등 방해요소가 많은 복잡한 도로에서 기존의 차선 검출 알고리즘으로는 한계가 존재하게 된다. 따라서 이 논문에서는 복잡한 영상을 따로 학습을 통해 원하는 차선만 검출하도록 하며, 학습 알고리즘은 합성곱 신경망(convolutional neural network)[2]과 극한 학습기계(Extreme learning machine)[3]를 사용한 새로운 알고리즘을 제안한다.

### II. 본론

#### 2.1 검출 방법

차선 검출방법은 그림 1에서처럼 전처리, 이미지 보정, 차선 검출의 구조를 가지고 있다. 기존의 차선 검출과는 다르게 학습알고리즘을 통한 이미지 보정이 들어 있으며 이를 이용해서 차선 검출 성능을 향상 시킨다.

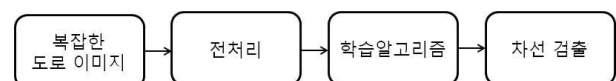


그림 1. 차선 검출 과정

## 2.2 전처리

전처리단은 기본적으로 차선을 선명하게 보일 수 있도록 이미지 처리 기법을 사용한다. 따라서 노이즈 제거를 위한 가우시안 필터링을 적용하고, 색이 다른 차선을 좀 더 선명하게 보기 위해 윤곽선 검출[4]을 사용한다. 얻어진 이미지에서 학습알고리즘을 통해 불필요한 구조물, 장애물을 제거하게 된다.

## 2.3 합성곱 신경망과 극한 학습기계의 융합기반의 딥러닝 신경망

합성곱 신경망은 딥러닝 중 하나로 현재 많이 광광 받는 알고리즘 중 하나이다. 이 알고리즘은 시신경망막을 거쳐서 시각피질로 가는 이러한 일련의 과정이 1980년 후쿠시마 교수의 neocognitron[5]으로 고안되었으며, 그 이후에 개량되면서 현재 CNN의 형태를 갖추었다. 합성곱 신경망은 이미지를 학습할 때 사용되며 손 글씨, 얼굴 검출에 많이 사용되었다.

극한 학습기계의 경우 기존의 신경망에서 역전파(backpropagation) 방식을 통한 에러 조절 대신에 고안된 학습 방법이다. 의사역행렬(pseudo inverse)를 사용하여 최적의 출력 가중치를 한 번의 연산으로 계산하는 방식으로 학습속도가 매우 빠르다는 장점이 있다.

합성곱 신경망은 성능이 뛰어나지만 속도가 느리다는 단점이 존재한다. 따라서 기존의 학습속도를 개량하기 위해서 극한 학습기계를 이용한 새로운 알고리즘을 제안한다. 그림 2에서는 제안하는 알고리즘의 구체적인 구조가 나타나고 있다. 기존의 합성곱 신경망에서 극한 학습기계인 층이 중간 중간 들어가 있다. C층과 S층의 경우 기존의 역전파 방식을 그대로 사용해서 학습한다. C와 S사이 ELM층은 다음 수식을 이용하여 목표값을 구해 계산한다.

$$T_{ELMi} = x_{c(i+1)} - a\delta_{c(i+1)} \quad (1)$$

$x_{c(i+1)}$ 은 이미지가 들어갔을 때 저장된 C층의 값이며,  $\delta_{c(i+1)}$ 은 역전파 방식에서 구한 에러,  $a$ 는 0~1사이 파라미터이다. 마지막 F층은 차선만 있는 목표이미지를 직접 만들어서 사용한다. 그렇게 F층 ELM을 통해 결과를 얻게 된다.

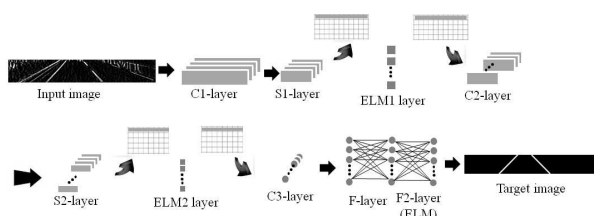


그림 2. 제안하는 학습 알고리즘의 구조

## 2.4 차선 검출

차선 검출에서는 RANSAC[6]을 사용해서 결과를 얻었다. RANSAC 알고리즘은 어떤 현상에서 노이즈나 예측을 방해하는 데이터(outlier)가 있을 경우 예상되는 최적의 모델을 선택하는 절차적 방법이다. 그림 3의 경우 RANSAC 알고리즘으로 선을 검출할 시 나오는 결과를 나타내고 있다.

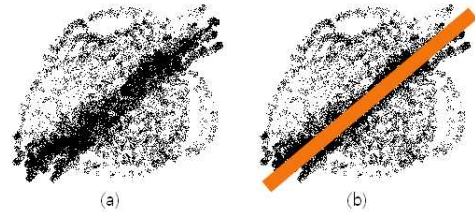


그림 3. RANSAC 알고리즘의 예시. (a) 선이 있는 영상. (b) 영상에서의 선 검출.

## III. 결과

데이터는 대구 도심영상에서 얻어진 블랙박스 및 카메라 촬영 영상에서 얻어왔으며, 중앙선 울타리, 벽, 그림자 등의 여러 복잡한 상황에서의 데이터를 따로 수집해서 결과를 얻었다. 합성곱 신경망만 사용한 결과 [7]와 제안한 신경망의 정확도는 표 1에 나타나고 있으며, 차선 검출 구조에서 각 단계별 결과 영상은 그림 4에 나타난다.

표 1 차선 검출 정확도

알고리즘	합성곱신경망	제안한 신경망
정확도	94.69%	96.02%

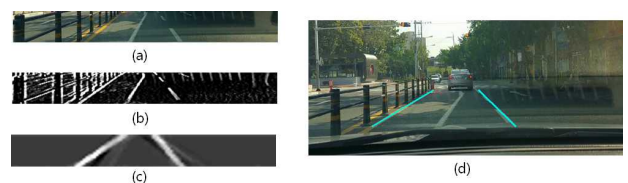


그림 4. 검출 결과. (a) 원본이미지의 차선 영역, (b) 윤곽선 검출 결과, (c) 신경망 결과, (d) 최종 차선 검출 결과.

## IV. 결론 및 향후 연구 방향

차량 검출과 차선 검출은 현재 많이 연구가 되었고 실제 적용이 되고 있는 분야 중 하나다. 하지만 영상 처리의 한계와 도로의 복잡한 상황으로 인해 완벽한

차선검출은 쉽지 않다. 따라서 합성곱신경망과 극한 학습기계를 결합한 새로운 알고리즘을 구현했으며 그것을 기반으로 차선 검출 성능을 높였다. 하지만 중앙선 울타리, 벽이 있는 몇 가지 제한적인 상황에서 결과를 얻었기 때문에 앞으로 좀 더 다양하고 복잡한 상황을 포함해서 결과를 얻을 필요가 있다.

## 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-H8601-15-1002)

## 참고문헌

- [1] L. Meng, W. Kees, V. D. H. Rob, "Technical Feasibility of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) for Road Traffic Safety" *Transportation Planning and Technology*, vol. 28, no. 3, pp. 167-187, 2005.
- [2] LeCun, Yann, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition." *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, no. 11, pp. 2278-2324, 1998.
- [3] Huang, Guang-Bin, Qin-Yu Zhu, and Chee-Kheong Siew. "Extreme learning machine: theory and applications." *Neurocomputing*, vol. 70, no. 1, pp. 489-501, 2006.
- [4] 김병수, 김희율, "도로 환경 변화에 강인한 차선 검출 방법", *전자공학회지*, 제49권, 제1호, pp. 88-93, 2012.
- [5] Fukushima, Kunihiro. "Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position." *Biological cybernetics*, vol. 36, no. 4, pp. 193-202, 1980.
- [6] Kim Z.: Robust lane detection and tracking in challenging scenarios. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 9, no. 1, pp. 16-26, 2008.
- [7] Jihun Kim, and Minho Lee. "Robust Lane Detection Based On Convolutional Neural Network and Random Sample Consensus." *Neural Information Processing*, 2014.