

# 자율주행차 조향제어를 위한 CNN의 적용

박성찬\* · 황광복\* · 박희문\*\* · 최영규\*\*\* · 박진현\*

\*경남과학기술대학교, \*\*BAT코리아, \*\*\*부산대학교

## Application of CNN for steering control of autonomous vehicle

Sung-chan Park\* · Kwang-bok Hwang\* · Hee-mun Park\*\* · Young-kiu Choi\*\*\* · Jin-hyun Park\*

\*Gyeongnam National Univ. of Science and Technology, \*\*BAT KOREA, \*\*\*Pusan National University

E-mail : uabut@gntech.ac.kr

### 요 약

본 연구는 자동차 조향제어 시스템에 적용 가능한 CNN(Convolutional Neural Network)을 설계하고자 한다. CNN은 현재 많은 분야에서 폭넓게 사용되고 있으며, 특히 영상 분류(image classification) 작업에 있어 매우 뛰어난 성능을 나타내고 있다. 그러나 이러한 CNN이 함수를 근사하는 회귀(regression) 문제에서는 많이 적용되지 못하고 있다. 이는 CNN의 입력으로 이미지 데이터와 같은 다차원적인 데이터 구조로 되어 있어 일반적인 제어 시스템의 적용이 쉽지 않기 때문이다. 최근 들어 자율주행차에 관해 연구가 활발히 진행되고 있으며, 자율주행차를 구현하기 위해 많은 기술이 요구된다. 이를 위해 차량에 장착된 블랙박스의 영상 이미지를 사용하여 차선을 검출하고 검출된 차선에 따라 소실점 등을 검출하여 자율주행차를 제어하는 연구가 많이 진행되었다. 그러나 소실점 검출에 있어 영상 이미지의 외부 환경, 순간적인 차선의 소실 그리고 반대편 차선의 검출 등 여러 요인으로 인하여 안정적인 소실점 검출에 어려움이 있다. 본 연구에서는 자동차에서 촬영된 블랙박스 영상 이미지를 입력받아 자율주행차의 조향제어를 위해 CNN을 적용해 보고자 한다.

### ABSTRACT

We design CNN(convolutional neural network) which is applicable to steering control system of autonomous vehicle. CNN has been widely used in many fields, especially in image classifications. But CNN has not been applied much to the regression problem such as function approximation. This is because the input of CNN has a multidimensional data structure such as image data, which makes it is not applicable to general control systems. Recently, autonomous vehicles have been actively studied, and many techniques are required to implement autonomous vehicles. For this purpose, many researches have been studied to detect the lane by using the image through the black box mounted on the vehicle, and to get the vanishing point according to the detected lane for control the autonomous vehicle. However, in detecting the vanishing point, it is difficult to detect the vanishing point with stability due to various factors such as the external environment of the image, disappearance of the instant lane and detection of the opposite lane. In this study, we apply CNN for steering control of an autonomous vehicle using a black box image of a car.

### 키워드

CNN, regression, vanishing point

## 1. 서 론

CNN(Convolutional Neural Network)은 딥러닝(deep learning)의 한 분야로 패턴인식(pattern recognition) 및 영상분류(image classification) 등에 많이 적용되고 있으며, 특히 영상분류작업에 매우 뛰어난 성능을 나타내고 있다[1]. 그러나 일반적인 제어문제에 많이 적용되는 함수 근사나 회귀 문제에서는 CNN의 적용이 많지 않은 실정

이다. 이는 CNN이 제어문제와는 다르게 입력이 이미지 데이터와 같은 다차원적인 데이터 구조로 되어 있어 일반적인 제어 시스템의 적용이 쉽지 않기 때문이다.

최근 들어 자율주행차에 관하여 많은 연구가 진행되고 있으며, 차량에 장착된 블랙박스의 영상 이미지를 사용하여 차선을 검출하고 검출된 차선에 따라 소실점 등을 검출하여 자율주행차를 제어하는 연구가 많이 진행되고 있다[2]. 그러나 소

실점 검출에 있어 영상 이미지의 외부 환경, 순간적인 차선의 소실 그리고 반대편 차선의 검출 등 여러 요인으로 인하여 안정적인 소실점 검출에 어려움이 있다. 본 연구에서는 자동차에서 촬영된 블랙박스 영상 이미지를 입력받아 자율주행차의 조향제어를 위해 CNN을 적용해 보고자 한다.

## II. CNN(Convolutional Neural Network)

2000년대 초부터 딥러닝(deep learning)에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 딥러닝은 컴퓨터가 데이터로부터 직접 스스로 배우고 분류하는 방법론으로 대부분의 딥러닝 구조는 일반적인 다층신경회로망(multilayer neural network) 구조를 사용하고 있다[3]. 1990년도 후반 LeCun 교수에 의한 개발된 CNN은 사람이나 동물의 시각처리 과정을 모방하여 패턴의 크기, 위치가 바뀌어도 영상 정보를 인식할 수 있는 장점이 있는 영상 인식 분야에서 가장 뛰어난 성능을 나타내고 있다[1,3].

### 2.1 CNN의 구조

일반적인 CNN의 구성은 convolution layer, pooling layer, fully-connected layer와 같은 3가지 계층을 깊게 쌓아 구성한다. 본 연구에서는 그림1과 같이 convolution layer, pooling layer를 3층으로 구성하고 fully-connected layer를 2층으로 쌓아 구성하였다[3,4].

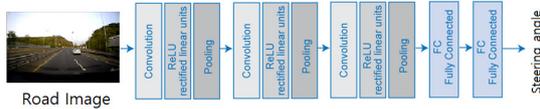


그림 1. 적용한 CNN의 구조[5]

## III. 실험 및 결과

본 연구에서는 3000개의 영상데이터를 일정한 속도(80km/h)로 달리는 차량의 블랙박스 영상을 통해서 획득하였다. 영상데이터의 75%를 CNN의 학습을 위한 입력데이터로 사용하였으며, 25%를 테스트 데이터로 사용하였다. CNN의 출력 데이터인 조향각은 영상의 정확한 소실점 좌표를 사용하여 기하학적으로 추정하여 사용하였다.

그림2는 일반적인 영상이미지를 허프변환(hough transformation)하여 소실점을 구하고, 이를 통해 조향각을 예측한 결과와 CNN을 2000 epoch 학습 후, 출력된 테스트 조향각의 예측 오차를 표시하였다. 소실점을 사용한 조향각 예측 오차는 영상 이미지의 외부 환경, 순간적인 차선의 소실 그리고 반대편 차선의 검출 등 여러 요인으로 인하여 안정적인 소실점 검출에 어려움을 보이며, CNN을 사용한 조향각 예측 오차는 허용 가능한 범위 내에 존재함을 알 수 있다.

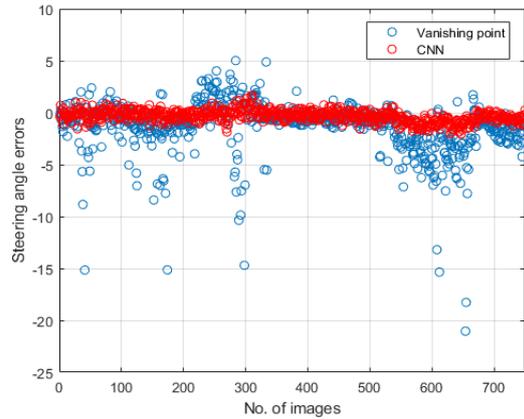


그림 2. 예측된 조향각 오차의 비교

## IV. 결론 및 토의

본 연구에서는 자동차에서 촬영된 블랙박스 영상 이미지로부터 자율주행차의 조향제어를 위한 CNN을 설계하였다. 소실점을 사용한 조향각 예측 오차는 영상 이미지의 외부 환경, 차선의 소실 등 여러 요인으로 인하여 안정적인 소실점 검출이 어려우나 제안된 CNN을 사용한 조향각 예측 오차는 허용 가능한 범위 내에 존재함을 알 수 있었다. 추후 차량의 속도가 변하고 차선 변경 등을 고려한 조향각 예측 제어를 CNN으로 적용할 예정이다.

## 후 기

이 논문은 2017년도 생물다양성 위협 외래생물 관리 기술개발사업 위탁연구비 지원으로 연구되었음.

## 참고문헌

- [1] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, Gradient-based learning applied to document recognition, Proceedings of the IEEE, vol. 86, no. 11, pp. 2278-2324, 1998.
- [2] 김진수, "차량 장착 블랙박스 카메라를 이용한 효과적인 도로의 거리 예측방법," 한국정보통신학회논문지, Vol. 19, No. 3, pp.651~658, 2015.
- [3] Y. Bengio, Learning deep architectures for AI, Foundations and Trends in Machine Learning, vol. 2, iss. 1, pp. 1-127, 2009.
- [4] <https://kr.mathworks.com>