

자동차 번호판 인식 성능 향상에 관한 연구

A Study on improving the performance of License Plate Recognition

엄기열¹

¹ 경기도 수원시 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
E-mail: eomkiyol@empal.com

요 약

Nowadays, Cars are continuing to grow at an alarming rate, but they also cause many problems such as traffic accident, pollutions and so on. One of the most effective methods that prevent traffic accidents is the use of traffic monitoring systems, which are already widely used in many countries. The monitoring system is beginning to be used in domestic recently. An intelligent monitoring system generates photo images of cars as well as identifies cars by recognizing their plates.

That is, the system automatically recognizes characters of vehicle plates. An automatic vehicle plate recognition consists of two main module: a vehicle plate locating module and a vehicle plate number identification module. We study for a vehicle plate number identification module in this paper. We use image preprocessing, feature extraction, multi-layer neural networks for recognizing characters of vehicle plates and we present a feature-comparison method for improving the performance of vehicle plate number identification module. In the experiment on identifying vehicle plate number, 300 images taken from various scenes were used. Of which, 8 images have been failed to identify vehicle plate number and the overall rate of success for our vehicle plate recognition algorithm is 98%.

Key Words : Neural Network, Back Propagation, Vehicle Plate, preprocessing, ITS

1. 서 론

번호판 인식은 무인 주차 관리시스템, 교통 체증, 교통법규 준수, 주차 관리 시스템 등과 같이 다양한 곳에서 중요한 역할을 하고 있다. 번호판 인식 기술들은 서로 다른 작업 환경들로 인해서 다양하게 나타나고 있다.

번호판은 2004년을 기점으로 하여, 현재는 신/구 번호판이 혼재 되어 사용되고 있다. 번호판의 형태는 종류별로 여러 가지가 있어 서로 다른 외형을 가지고 있는데, 본 논문에서는 개인 자동차, 택시, 트럭의 구 번호판으로 한정하여 사용하였다. 번호판은 윗 부분과 아랫부분으로 나누어 지는데, 윗 부분은 지역명과

차종분류로 구성이 되어 있으며, 아랫부분은 차량 용도와 숫자번호로 구성되어 있다. 준비된 영상으로부터 번호판을 인식하는 과정은 번호판 영역 분할과 번호판 문자 식별 두가지 과정으로 나누어진다. 본 연구에서는 분할된 영역의 번호판을 이용하여 번호판 문자를 식별하는 과정으로 한정한다. 번호판 문자를 식별하는 과정은 다시 문자분리와 문자 인식 두가지 과정으로 나눌 수 있다. 문자 분리 방법은 과거에 projection[2],[3], morphology[4],[5],[6], Relaxation labeling, Connected components[1], [13] 등과 같은 방법에 의해서 수행되었다. projection방법은 번호판 위치를 알아야 하고, morphology방법은 문자의 크기를 알아야 한다. 이러한 이유로 인해 이 두가지 방법은 적

절하지 않다. 본 연구에서는 connected component 방법을 사용하였다.

문자를 인식하기 위한 방법은 많이 연구되어 왔다. 유전 알고리즘[7], 신경망[8],[9],[10] 퍼지이론[11], 마코프 프로세스[12], 오토마타[15] 등이 대표적인 방법들이다. 본 연구에서는 정확도를 높이기 위한 방법으로 신경망의 역전파 알고리즘을 이용하여 학습한 후 번호판 문자 인식하는 과정을 보일 것이다. 또한 비슷한 문자의 형태를 가진 경우에, 특징 비교 방법을 통해 오인식되는 경우의 문제점을 해결하였다.

2. 번호판 문자 식별

그림 1은 번호판 문자 식별과정에 대한 흐름도이다. 식별과정은 전처리, 문자 영역 분리, 특징추출, 문자 인식으로 나누었다. 전처리 과정은 이진화, 잡음 제거, 축소로 나누어져 처리된다. 이진화 과정에서는 정보의 손실 위험이 있어 나카가와와 Rosenfeld[14]에 의해서 제안된 Threshold 기술이 사용되었다. 이 기술은 특정 부분에 빛이 반사되는 경우 인식에 문제점이 발생할 수 있는데, 지역 최적 Threshold 값을 결정하여 이진화 한다. 이진화의 목적은 번호판 숫자를 눈에 띄게 하고 배경은 억제한다. 이진화 후에는 불필요한 이미지의 영역들이 나타나는데 잡음제거 처리 과정을 통해 잡티를 제거한다.

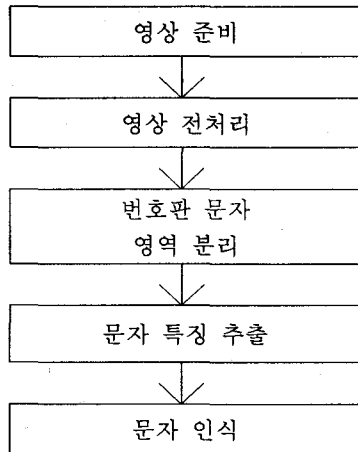


그림 1. 번호판 문자 식별 과정 흐름도

이진화 과정 후에도 아직 잡티나 글자 이외의 빈영역들이 남아 있을 수 있다. 문자 영역을 분리하기 위한 방법으로 영상 히스토그램을 이용하는데 잡티나 글자 이외의 빈영역들이 남아 있어 문자를 정확히 분리하는데 실패할 가능성이 있다. 히스토그램에 의해서 문자 영역 분리에 실패하는 경우에는 번호판 문자 규격에 의한 분리과정을 거쳐 해결한다.

문자들이 모두 분리 될 때 까지 문자 검색 과정을 반복적으로 수행한다.

문자 영역 분리 과정을 거쳐 분리된 문자들은 잡티, 깨진 글자, 불완전한 문자들이 될 수 있다. 문자 인식과정은 이러한 인식에서의 단점들을 극복할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 영상 이미지를 일정 간격으로 나누어 영상의 특징을 추출한다. 다음은 추출된 특징으로부터 문자 인식과정을 거쳐 문자를 인식한다. 문자를 인식하기 위한 방법으로는 역전파 학습 알고리즘을 이용한 다층 신경망을 사용할 것이다.

본 연구에서 사용한 오류 역전파 학습 흐름도는 그림 2와 같다.

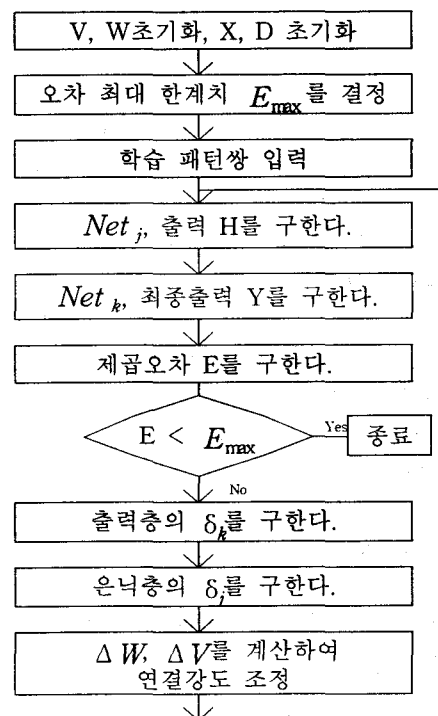


그림 2. 역전파 학습 흐름도

V는 입력층과 은닉층의 가중치를 나타내고, W는 은닉층과 출력층의 가중치, X는 입력패턴, D는 출력 패턴을 나타낸다. Net_j 는 은닉층의 Net값을 나타내며, Net_k 는 출력층의 Net값을 나타낸다.

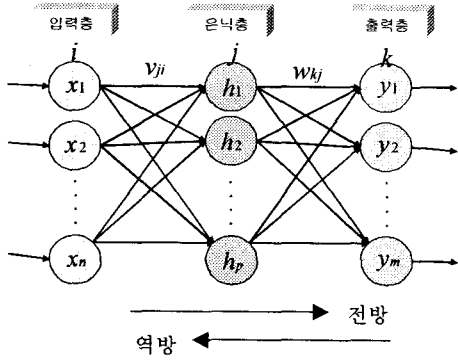


그림 3. 다층 신경망 구조
다층 신경망 역전파 학습 알고리즘을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

$$X=[x_1, x_2, \dots, x_n]$$

$$H=[h_1, h_2, \dots, h_p]$$

$$Y=[y_1, y_2, \dots, y_m]$$

입력층과 은닉층의 연결강도 V , 은닉층과 출력층의 연결강도 W 를 행렬 형태로 표현하면 다음과 같다.

$$Net_h = XV^T \quad (2.1)$$

$$H = f(Net_h) = \frac{1}{1 + \exp(-Net_h)} \quad (2.2)$$

출력층의 가중합 Net_y 와 출력값 Y 를 구하면 식 (2.3), 식 (2.4)와 같다.

$$Net_y = HW^T \quad (2.3)$$

$$Y = f(Net_y) = \frac{1}{1 + \exp(-Net_y)} \quad (2.4)$$

원하는 목표 값과 신경 회로망의 출력을 편값의 평균 제곱 오차 E 는 식(2.5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (d_k - y_k)^2 \quad (2.5)$$

평균 제곱 오차 E 를 최소화 하는 방향으로 연결 강도 w_{kj} 와 v_{ji} 를 변경 시켜야 한다. w_{kj} 의 변화량 Δw_{kj} 는 식 (2.6)과 같이 계산할 수 있다.

$$\Delta w_{kj} = -\eta \Delta E = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{kj}} \quad (2.6)$$

은닉층의 연결 강도 v_{ji} 의 변화량인 Δv_{ji} 를 구하면 식 (2.7)과 같다.

$$\Delta v_{ji} = -\eta \frac{\partial E}{\partial v_{ji}} \quad (2.7)$$

3. 실험 및 결과 고찰

실험은 총 3개의 과정으로, 다층 신경망 모델에서 출력층 노드의 개수를 달리한 경우와 은닉층 노드의 개수를 달리한 경우, 정점 비교 방법을 이용한 경우로 나누어서 실험을 하였다. 출력층노드의 개수에 따라서는 1개인 경우와 10개 인 경우, 은닉층 노드의 개수에 따라서는 각각 11, 21, 31, 41개인 경우로 나누어 실험을 한 후 인식율을 비교 분석해 보았고, 정점 비교 방법을 이용하여 인식율을 한층 향상 시켰다. 그림 4는 본 논문에서 실험을 위해 사용한 번호판 영상으로 밝은 형태, 어두운 형태, 빛 바랜 형태, 훼손된 형태를 나타낸다.

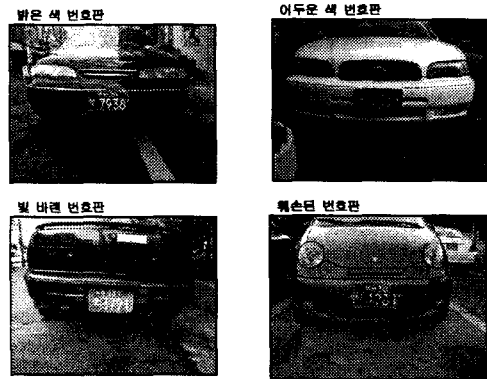


그림 4. 실험 번호판 영상

문자 인식을 위해 실험에서 사용한 프로그램은 그림 5. 와 같으며, Visual C++ 6.0툴을 사용하여 개발하였고, 실험을 위해 컴퓨터 팬티엄4 2G환경에서 수행 하였다.



그림 5. 실험프로그램 화면

출력층 노드의 수가 1개인 경우와 출력층 노드의 수가 10개인 경우로 나누어서 역전파 학습을 수행하였다. 아래 <표 4-1>은 학습을 수행한 후 300개의 실험 영상에 대해서 전방향으로 실험한 결과에 따른 인식율을 나타내고 있다.

표 1. 출력층 노드의 개수에 따른 실험

	실험 개수	인식 개수	인식율
출력층 1개	300개	270개	90%
출력층 10개	300개	286개	95%

위의 표 1. 에서 보면 알 수 있듯이 출력층 노드의 수가 10개인 것이 95%로 1개인 것보다 인식율이 높았다.

표 2. 는 출력층 노드의 개수가 10개인 모델에 은닉층 노드 수를 각각 11, 21, 31, 41로 변화를 주어 인식율을 비교한 결과를 나타내고 있다.

표 2. 은닉층 노드의 개수에 따른 실험

은닉층 개수	실험 개수	인식 개수	인식율
11개	300개	286개	95%
21개	300개	286개	95%
31개	300개	292개	97%
41개	300개	261개	87%

표 2. 에서 보는 바와 같이, 11, 21, 41개의 은닉층 노드를 가지고 실험한 결과 보다 31개 노드를 가지고 실험한 결과가 인식율이 상대적으로 높게 나왔기 때문에 31개의 은닉층 노드를 가진 신경망 모델이 다른 모델들 보다 번호판 인식에 더 적합하다고 할 수 있다. 위의 결과에서 인식에 오류를 나타낸 숫자 들은 7과 9, 1과 7, 5와 9들이 대표적 이었고 31개의 은닉층 노드를 가진 모델은 오류를 보이지 않고 정상적으로 출력을 하였다. 번호판 인식에 실패한 경우는 3가지로 나누어 볼 수 있는데 하나는 이물질이 너무 많이 묻어 있거나, 어느 특정 부위에 빛이 반사 되어 문자와 빛을 구분하지 못한 경우, 다른 하나는 번호판이 부분적으로 훼손이 되어있어서 인식에 실패한 경우이다. 앞에서 설명한 2개의 경우에는 육안으로 보기도 식별이 불가능한 경우에 해당하고, 3번째의 경우에는 눈으로 식별을 할 수 있지만 부분적으로 훼손이 되어 있어서 인식에 실패한 경우이다. 이러한 문자들은 대표적으로 0, 3, 8과 같은 경우이었다. 이러한 경우에는 후 처리 작업으로 0, 3, 8을 구분 할 수 있는 특징값을 추출해 그 특징값을 비교하여 오인식되는 것을 막을 수 있었다. 특징값 비교를 통해 인식율은 98%로 한 층 향상 시킬 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] S. L. Chang, "Automatic License Plate Recognition", IEEE Transaction On Intelligent Transportation Systems, VOL. 5,

NO.1, March 2004

[2] H. A. Hegt, R. J. De la Haye, and N. A. Khan, "A high performance license plate recognition system," in Proc. IEEE Int. Conf. System, Man, and Cybernetics, vol. 5, 1998, pp. 4357-4362.

[3] L. Salgado, J. M. Menendez, E. Rendon, and N. Garcia, "Automatic car plate detection and recognition through intelligent vision engineering," in Proc. IEEE Int. Carnahan Conf. Security Technology, 1999, pp. 71-76.

[4] M. H. T. Brugge, "License plate recognition using DTCNNs," in Proc. 5th IEEE Int. Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, 1998, pp. 212-217.

[5] D. S. Gao, "Car license plates detection from complex scene," in Proc. 5th Int. Conf. Signal Processing, vol. 2, 2000, pp. 1409-1414.

[6] J. C. H. Poon, "A robust vision system for vehicle license plate recognition using grey-scale morphology," in Proc. IEEE Int. Symp. Industrial Electronics, vol. 1, 1995, pp. 394-399.

[7] S. K. Kim, "A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation," in Proc. Int. Conf. Image Processing, vol. 2, 1996, pp. 661-664.

[8] M. H. T. Brugge, "License plate recognition using DTCNNs," in Proc. 5th IEEE Int. Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, 1998, pp. 212-217.

[9] K. K. Kim, K. I. Kim, J. B. Kim, and H. J. Kim, "Learning-based approach for license plate recognition," in Proc. IEEE Signal Processing Society Workshop, vol. 2, 2000, pp. 614-623.

[10] R. Parisi, "Car plate recognition by neural networks and image processing," in Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems, vol. 3, 1998, pp. 195-198.

[11] K. K. Kim, "Learning-based approach for license plate recognition," in Proc. IEEE Signal Processing Society Workshop, vol. 2, 2000, pp. 614-623.

[12] Y. Cui, "Character extraction of license plates from video," in Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, 1997, pp. 502-507.

[13] J. A. G. Nijhuis, "Car license plate

recognition with neural networks and fuzzy logic," in Proc. IEEE Int. Conf. Neural Networks, vol. 5, 1995, pp. 2232-2236.

[14] Y. Nakagawa, "Some experiments on variable thresholding," Pattern Recognition, vol. 11, no. 3, pp. 191-204, 1979.

[15] G. Adorni, "Vehicle license plate recognition by means of cellular automata," in Proc. IEEE Int. Conf. Intelligent Vehicles, 1998, pp. 689-693.