

신경망을 이용한 자동차 번호판 추출

김갑기, 김광인, 김항준

경북대학교 컴퓨터공학과 인공지능연구소

kkkim@ailab.kyungpook.ac.kr

Locating Car License Plates with Neural Networks

Kap Kee Kim, Kwang In Kim, Hang Joon Kim

Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 신경망을 이용하여 자동차 번호판을 찾는 방법을 제안한다. 신경망은 영상의 윈도우들을 분석하기 위한 필터로 사용되며 이 윈도우가 번호판을 포함하는지의 여부를 결정한다. 후 처리기는 필터링된 영상들로부터 번호판의 최종 위치를 지정한다. 신경망을 이용한 필터링 방법은 잡음이 많은 영상과 해상도가 낮은 영상을 처리할 때 유용하다. 주차장과 도로상에서 움직이는 자동차 영상들을 실험한 결과 각각 96%와 92.0%의 확률로 번호판을 추출했다. 이 실험 결과에서는 제안된 방법이 현실 세계의 상황에 유용함을 제시한다.

1. 서 론

컴퓨터 사용의 증가와 하드웨어 성능의 증대에 힘입어 컴퓨터 비전 기술을 실생활에 응용하려는 시도가 여러 분야에서 활발히 진행되고 있다. 특히 자동차 번호판 인식 시스템은 자동 과금체계, 과적차량 단속 등 많은 부분에 응용 될 수 있는 기술로써, 이 중 자동차 번호판 추출은 자동차 번호판 인식 시스템을 위한 필수적인 요소로 많은 연구가 있어 왔다 [1, 2].

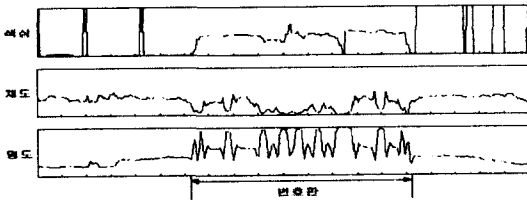
본 논문은 신경망을 이용한 번호판 추출 방법을 제안한다. 본 논문에서 신경망은 번호판 특징을 감지하는 필터로 사용되고, 이 필터는 입력 영상의 특정 윈도우의 색깔과 질감 특성을 분석하여 윈도우 중앙에 위치한 픽셀을 번호판의 일부 또는 배경의 두 경우로 분류한다. 필터를 통과한 영상으로부터 후처리 과정을 거쳐 최종적으로 번호판의 경계를 얻는다. 영상의 색깔이나 질감을 분석하기 위해 필터를 사용하는 방법은 널리 알려져 있으며[4] 필터로 신경망을 사용할 경우 복잡한 필터 파라미터 추정 과정 대신 널리 알려진 신경망의 학습알고리즘을 사용할 수 있고 신경망의 특성으로 인해 잡음에 대해 영향을 적게 받는다는 장점을 기대할 수 있다. 신경망을 이용한 필터는 최근 들어 좋은 결과물 내고 있다[4]. 본 논문에서는 두 개의 시간-지연 신경망(TDNN)은 각각 영상의 수직 단면과 수평 단면의 특성을 분석하는 필터로 사용한다. 이 방법은 신경망의 안정성 때문에 저해된 영상이나 잡음에 상대적으로 영향을 받지 않는다는 점에서 유용하다.

2. 신경망을 이용한 번호판 추출

제안된 방법은 두 신경망 필터를 입력 영상에 적용하여 얻은 두 개의 필터링 된 영상을 병합하고 이를 후 처리 함으로써 얻어진다. 신경망의 입력으로는 조명의 변화에 비교적 안정적이라고 알려진 HSI 칼라 값들을 사용한다. 각 신경망은 영상의 일부 윈도우를 분석하고 그 윈도우가 번호판 영역을 포함하는지 아닌지를 결정한다. 두 신경망의 입력 윈도우 크기는 $M \times 1$ 과 $1 \times N$ 이다. 따라서, 각 신경망은 영상의 일차원 단면만을 분석하게 되는데, 그림 1에서 알 수 있듯이 각 단면들은 배경으로부터 번호판을 구분할 충분한 양의 정보를 담고 있다. 그림 1은 번호판을 포함하는 한 단면을 보여준다: (a) 에 흰색 선으로 표시된 한 단면은 (b)에 색상, 채도, 명도로 표현된다. 각 색깔은 0과 1사이 값으로 정규화 된 값을 가진다. 번호판 영역에 일정한 색상 값은 번호판의 색상 특성을 나타내며, 같은 영역에서 명도의 규칙적인 변화는 번호판의 질감 특징을 나타냄을 알 수 있다

제안된 방법은 크기 정규화 과정 또는 다 해상도 방법을 사용하지 않는데, 이는 번호판 추출을 필요로 하는 많은 어플리케이션에서 번호판의 대략의 크기가 쉽게 추정되고, 또 크기 변화가 작기 때문이다. 게다가 본 논문에서 사용하는 시간-지연 신경망은 작은 크기 변화에 대해서 영향을 적게 받는다[7].

본 논문에서는 수평과 수직의 필터로 두 개의 시간-지연 신경망을 사용한다. 시간-지연 신경망은 다층 퍼셉트론의 일종으로 은닉 층과



(b) a 수평 단면의 HSI 값

그림 2. 번호판을 포함하는 단면의 예

출력 층의 각 뉴런들이 시간 방향으로 통해 복제되어 있는 구조를 가지고 있다. 이 구조를 이용해 시간-지연 신경망은 특정 시간 사이의 사건들의 관계들을 표현할 수 있고, 이를 이용해 최적의 결정을 내릴 수 있다.[5]. 정지된 영상이 명확한 시간 방향을 가지지는 않지만 영상의 단면이 시간 방향으로 뻗은 것처럼 시간-지연 신경망을 사용한다. 신경망의 상세 설명은 표 1에 있다. 각 층에서 신경망의 입력 필드 (Receptive Field)의 길이와 넓이는 R_{len} 과 R_{wid} 로 표시한다. 그림 2는 시간-지연 신경망의 전체 구조를 나타낸다. 두 신경망들은 오류 역전파 알고리즘으로 학습한다. 신경망의 학습에는 순수 번호판 그림과 배경 그림만을 사용하였으며 경계 부분은 제외시켰는데, 이는 경계부분에 대해서 원하는 출력값을 할당하기가 어렵기 때문이다.

인자	수평 TDNN	수직 TDNN
입력 윈도우 길이/넓이	50/3	30/3
서브샘플 스텝	3/3/1	4/2/1
첫 번째 층 R_{len}/R_{wid}	10/5	6/5
두 번째 층 R_{len}/R_{wid}	5/5	6/5
세 번째 층 R_{len}/R_{wid}	9/1	6/1
웨이트 수	320	270

표 1. 시간-지연 신경망 상세 설명

후 처리기는 두 개의 필터를 통과한 영상들을 결합하여 영상에서 번호판 영역을 사각형으로 표시한다. 후 처리는 3가지 단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 두 필터를 통과한 영상에서 후보 영역을 얻는다. 수평의 필터를 지난 영상에서 0보다 큰 출력값을 가진 점들의 수평으로 이웃하는 점들을 수평후보 점으로 표시한다. 수직의 후보 점들은 수평과 비슷한 방법으로 얻어진다. 수평과 수직 후보 점들의 교차점들은 번호판 후보 영역이 된다. 두 번째 단계에서는 잡음 요소를 제거하고 작은

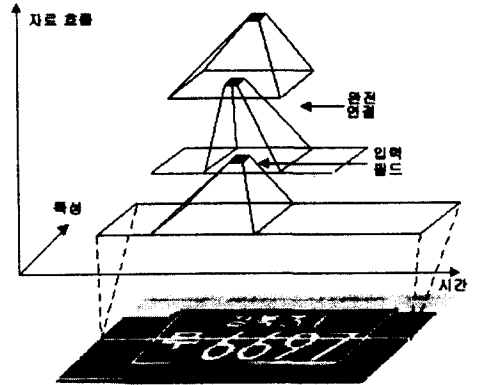


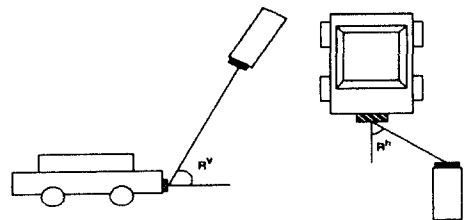
그림 2. 시간-지연 신경망 구조

후보 영역을 이웃하는 후보 영역과 병합한다. 마지막 단계에서는 번호판 구조적 특성을 이용해서 후보 영역의 가장 자리를 사각형으로 표시한다. 번호판의 크기와 모양, 그리고 높기와 넓이 비율을 번호판 특성 요소로 사용된다. 한국 자동차 번호판을 예로 후보 영역이 아래의 3가지 조건을 만족시키면 번호판으로 받아들인다.

- (1) 사각형의 모양 비가 [1.5, 2.5] 범위 안에 있어야 한다.
- (2) 영역의 크기는 픽셀 단위로 1,000보다 크고 10,000작아야 한다.
- (3) 영역 크기와 그의 최소 인접 사각형의 크기 비는 0.9보다 커야 한다.

3. 실험 결과

제안한 방법을 평가하기 위해 두 종류의 자동차 영상을 실험에서 사용했다. 첫 번째 영상 집합은 주차장 입구에서 얻어진 200개의 영상이고, 다른 하나는 도로상에서 달리는 자동차 영상 200개이다. 입력 영상의 크기는 500×350 으로 동일하고, 영상에서 번호판의 크기는 79×38 에서 180×95 사이이다.



(a) 수평 각도범위(R^v)

(b) 수평 각도범위(R^h)

그림 3. 카메라와 번호판의 위치 관계

실험에 사용된 번호판은 모두 차량의 전면에 위치한 것으로 카메라와 번호판의 각도는 그림 3과 같이 설치했다. 그림 3에서 번호판과 카메라의 수직 각도 범위 (R^v)는 $[-15^\circ, 15^\circ]$ 이고, 수평 각도 범위 (R^h)는 $[-30^\circ, 30^\circ]$ 이다. 그림 4는 제안된 방법을 이용해 구현한 번호판 추출 시스템의 인터페이스를 보여준다.

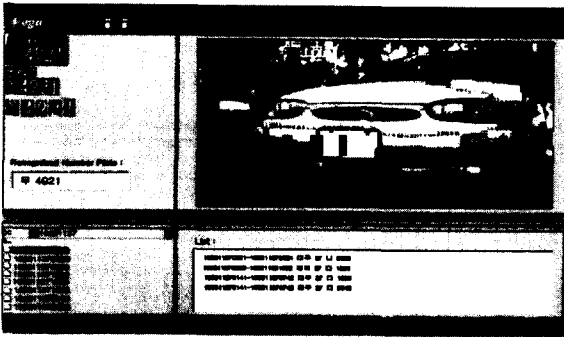


그림 4. 구현된 번호판 추출 시스템의 사용자 인터페이스

그림 5에서는 번호판을 찾는 과정을 보여준다: (a)와 (b)는 각각 수평과 수직의 필터를 지난 영상이다. 각 점의 명도가 신경망의 출력 값을 나타내며 밝은 점은 높은 출력 값을 나타낸다. 그림 3의 (c)는 수평과 수직 후보 영역이다. 이들 영역의 교차 지점은 번호판 후보 영역을 나타낸다. 최종적으로 얻은 번호판의 위치는 (d)에 나타나 있다. 실험에서 얻은 결과를 수치적으로 평가하기 위해서는 먼저 추출된 번호판 영역이 정확한지를 평가해야 한다. 본 논문에서는 참고문헌 [6]에서와 같은 방법으로 올바른 추출 여부를 판단한다.

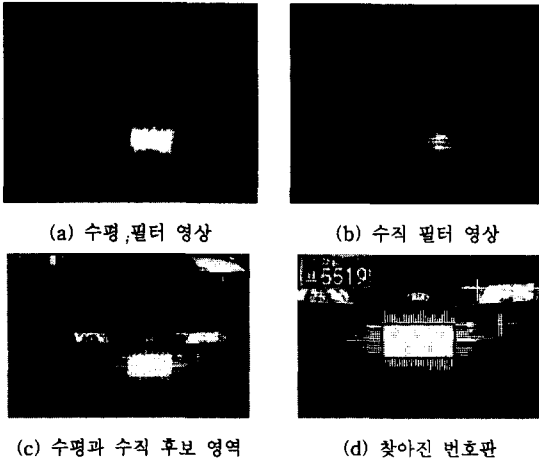


그림 5. 번호판 위치 추출 과정

주차장에서 얻은 영상에서 번호판 위치를 정확히 추출한 비율은 96.0%이다. 제안된 방법은 여덟 개의 번호판을 추출하지 못했고, 다섯 개의 잘못된 영역을 추출했다. 잘못 찾아진 영역은 실제 번호판과 겹치지만 겹치는 영역의 정확도가 떨어져 잘 못 추출한 것으로 처리되었다. 도로상에서 얻어진 영상에서의 추출율은 92.0%인데, 이전 영상보다 낮은 추출율은 영상이 도로상에서 차량의 움직임으로 인해 차량 부분이 흐리기 때문이다. 표 2는 실험 결과를 요약 해 준다.

실험 집합	번호판 추출율	추출하지 못한 경우	잘못 추출한 경우
주차장	96.0%	8	5
도로	92.0%	16	9

표 2. 정확한 추출율과 잘못된 경우

4. 결 론

본 논문에서는 신경망으로 번호판을 찾는 방법을 기술했다. 두 개의 신경망과 휴리스틱 방법을 가지고 영상을 필터링 하는 방법을 기반으로 한다. 신경망의 입력은 번호판 질감의 특성을 가진 명도를 사용했다. 신경망에서 얻어진 후보 영역들 중 서로 교차하는 원도우들을 합병하여 번호판의 구조적 특성 조건과 함께 최종 위치를 표시했다. 제안된 방법은 주차장 입구에서 얻은 영상과 도로상에서 얻은 영상에 대해 96%와 92.0%의 결과를 얻었다. 이 방법의 장점은 신경망의 안정성 때문에 잡음과 저하된 자동차 영상을 처리함에 유용하다.

참고 문헌

- [1] KIM H. J., KIM D. W., KIM, S. K., AND LEE J. K. "Automatic Recognition of a Car License Plate using Color Image Processing", Engineering Design and Automation Journal, 3, (1), 1997.
- [2] DRAGHICI S. "A neural network-based artificial vision system for license plate recognition", International Journal of Neural Systems, 8, (1), 1997
- [3] Trygve Randen, John Hakon Husoy, "Filtering for Texture Classification: A Comparative Study", IEEE Trans. Pattern Analysis And Machine Intelligence, 21, (4), 1999
- [4] JAIN A. K., AND KARU, K. "Learning texture discrimination masks", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 18, (2), 1996
- [5] WAIBEL A., HANAZAWA T., HINTON G., SHIKANO K., AND LANG K. J. "Phoneme Recognition Using Time-Delay Neural Networks", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 37, (2), 1989.
- [6] KIM K. I., PARK S. H., JUNG K., PARK, M. H., AND KIM H. J. "The Neural Network Based Method for Locating Car License Plate", Proc. ITC-CSCC'99, 1999
- [7] S. H. PARK, K. I. KIM, K. JUNG, H. J. KIM, "Locating Car License Plates using Neural Networks" IEE, 1999