

특징 추출에 기반한 신경망 시스템을 이용한 차량 번호판 문자인식

이 현 숙, 김 회 승
서울시립대학교 전산통계학과

Character Recognition of Vehicle Number Plate Using Feature Based Neural Network

Hyun-Sook Lee, Hee-Sung Kim
Dept. of Computer Science and Statistics, The University Of Seoul

요 약

차량 번호판 문자영상으로부터 여러 가지 특징 추출 방법을 조합하여 입력특징소를 재구성하고, 신경망을 이용하여 문자를 인식한다. 속도 개선을 위해 특별한 전처리 과정없이 이치화와 크기 정규화만을 수행한 후 그물망 방법과, BLT 방법, 정규화된 투영값 특징 방법을 조합하여 입력특징소를 구성한다.

본 연구에서는 숫자 인식에서 그물망 방법과 BLT 방법을 이용하여 잡음으로 인한 유사 문자의 오인식을 해결하였고, 문자 인식에서는 정규화된 투영값 특징을 이용하여 문자의 유형을 분류한 후 자소를 개별적으로 인식하였다. 이로써 모음 인식 경우에 중요한 역할을 하는 작은 획의 영역에 BLT 방법을 사용함으로써 기존 연구에서의 모음 오인식 문제를 해결하였다.

1. 서론

컴퓨터 시각에 의하여 자동적으로 차량 번호판을 인식하는 시스템은 여러 분야에서 유용하다. 차량관리시스템에 응용하는 단순한 인식에 그치는 것이 아니라 컴퓨터에 의하여 지능을 구현하기 위한 인공시각에 관한 기초적인 연구에 이른다. 그러므로 이 분야의 연구는 많은 관심을 끌고 또 괄목할 만한 성취를 이루고 있다. 하지만 인식율과 처리 속도에 있어서 아직 만족할 만한 수준은 아니다. 차량 번호판 인식에서 신속 정확하게 정보를 입력하기 위해서는 먼저 번호판 내부의 문자들을 인식하는 문제가 선행되어야 한다. 최근까지 진행되어온 문자 인식에 관한 연구 방향은 대부분의 연구가 주로 인식 알고리즘에만 집중된 반면에 입력 장치의 특성 및 다양한 형태를 반영하기 위하여 전처리, 특징 추출 등의 분야에 대해서는 부분적인 연구만이 이루어져왔다.

따라서 본 논문에서는 기존의 특징추출 방법을 실험 평가하고, 개별 특징이 가지고 있는 한계를 해결하고자 개별 특징을 조합함으로써 인식 성능을 향상시키는 문제를 논하고자 한다. 숫자 인식에서는 그물망 방법과 BLT 방법을 이용하였고 문자 인식에서는 정규화된 투영값 특징을 이용하여 문자의 유형을 분류한 후 자소를 분리하여 인식하는 방법을 택하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 문자 인식에 관한 방법을 소개하며, 3장에서는 전처리 과정을 소개한다. 4장에서는 연구에서 사용되는 특징 추출 방법으로 그물망 특징과 BLT 방법, 정규화 투영값 특징을 소개한다. 5장에서는 실험 및 결과를 분석하고 6장에서는 결론 및 향후 과제를 제시한다.

2. 관련연구

지금까지의 차량 번호판 인식 방법을 분류하면 원형정합 방법, 구문론적 방법, 신경망을 이용한 방법 등으로 나눌 수 있다.

원형정합 방법은 표준 패턴에 입력된 영상을 정합함으로써 문자를 인식한다. 제한된 환경에서는 대체로 잘 인식하지만 잡음이나 크기, 기울기 등에 의존적이고 환경이 변화되면 표준 패턴을 다시 구성해야 한다는 단점이 있다.

구문론적인 방법은 문자 특징간의 상호 관련성 또는 상호 연결 정보와 같은 구조적 정보를 이용하며 글자 크기, 기울기 등에 강하다. 구조적 정보를 정량화하여 추출할 수 있어야 하며 특징을 추출하기까지의 과정에서 생기는 잡음 등으로 인하여 정확한 특징을 추출하기가 다소 어렵다.

신경망을 이용한 방법은 유형을 분류한 후 자소 성분을 추출하는 대신 자소의 영역을 나누어 신경망의 입력으로 사용한다. 일단 한글의 유형이 주어지면 자소의 위치와 각 자소가 차지하는 대략의 영역을 알 수 있으므로 고정된 해당 자소 부분을 자소 인식 신경망의 입력 영역으로 사용할 수 있다. 하지만 입력 특징이나 신경망 모델에 따라 그 성능이 매우 달라지기 때문에 주어진 문제에 가장 적합한 입력 특징소와 신경망 모델을 선택해야 좋은 결과를 얻을 수 있다.

차량의 문자는 일반적으로 지역 문자와 숫자, 그리고 용도부 문자로 나뉘어 지는데 추출된 문자와 숫자는 비교적 영상 잡음이 많이 첨가되어 있다. 그러므로 영상 잡음에 비교적 강한 신경 회로망 인식기를 많이 이용하고 있다. [1]-[6]

본 논문에서는 차량 번호판 문자 인식에 있어서 기존의 특징 추출 방법을 실험 평가하고, 개별 특징이 가지고 있는 한계를 해결하고자 개별 특징을 조합한다. 이는 결과적으로 인식율을 증대시킨다. 선택된 특징 조합을 역전파 학습 알고리즘에 적용한 다음 다층 퍼셉트론을 이용하여 인식률을 평가한다.

3. 전처리

차량번호판에서 영역화된 개별 문자들은 몇 단계의 인식 과정을 거친다. 그 과정은 자연 영상으로부터 추출한 차량번호판 영역에 대한 전처리, 이를 통한 특징 추출, 추출된 특징에 대한 신경망 인식, 그리고 결과 즉, 해독된 번호판 문자의 출력 등으로 이루어진다.

실험에서는 특징추출 과정의 일반성과 특징추출 시간의 효율성을 높이기 위하여 평활화, 세선화, 잡음 제거 등의 특별한 전처리 과정은 수행하지 않고 비교적 이진화 성능이 우수한 Otsu의 이치화[7]와 먼저 임의된 문자를 축소해서 본래 문자로부터 잡음을 줄이고 보다 정확하게 특징을 추출하기 위해 크기 정규화를 하였다.

4. 문자 인식

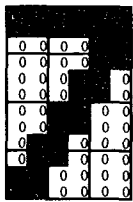
차량 번호판 문자는 문자와 숫자로 나뉘어 진다. 문자의 경우 픽셀 크기 20×20 으로 정규화하고, 숫자의 경우 12×15 로 정규화 한 후 다음의 여러 가지 특징방법을 조합적으로 적용하여 추출한다.

4.1 특징 추출

4.1.1 그물망 방법(Mesh Feature)

정규화된 영상을 가로, 세로 등간격으로 분할하여 영역화 한다. 각 영역 내에 포함된 문자 정보('1')의 수를 계산하여 이 값을 0에서 1사이의 값으로 정규화 한다. 이를 입력특징소로 사용한다.[1]-[3]

그림 1에서 (a)는 6×12영상을 2×3인 그물망 크기로 분할한 것이고, (b)는 분할된 영역에서 '1'의 수를 계산한 것이다.



4	4	6
0	2	4
1	5	0
5	1	0

(a) 정규화된 영상 (b) 3×4 로 분할된 영상
그림 1 그물망 특징

그물망 윈도우의 크기에 따라 성능이 많이 차이날 수 있는데 일반적으로 패턴이 단순할 경우에는 그물망 윈도우의 크기를 크게 하는 것이 신경망의 크기를 줄이면서도 특징 정보에 대한 손실이 없어 좋다. 하지만 패턴이 복잡하고 조밀한 경우에는 그물망 윈도우의 크기를 작게 하여야만 필요한 특징 정보를 모두 표현할 수 있다.

4.1.2 Binarization Linear Transform(BLT)

이치화된 입력 픽셀값을 각각의 픽셀 위치에 따른 2의 멱승으로 계산하고 이들을 합산함으로써 여러 픽셀값을 하나의 값으로 바꾸는 변환이 BLT이다. 이치화 입력 영상의 각 행마다 BLT 변환을 적용하면 입력 이치화 영상은 숫자열로 나타낼 수 있다. 이는 서로 다른 글자영상에 대한 구별된 정보를 얻을 수 있도록 한다.[5]

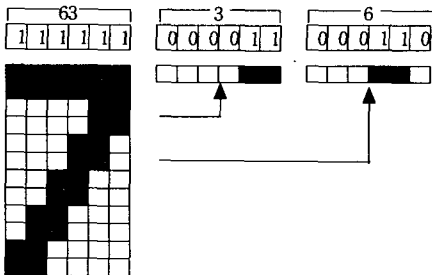


그림 2 6×12 영상의 BLT 에

만일 입력 픽셀값이 {000110}이라면, 이 픽셀은 각 픽셀 위치에 따른 2의 멱승을 가중치로 계산하여 수치화함으로써 '6'이라는 단일한 수치로 나타내진다.

그림 2에서 문자 '7'의 영상은 은 {63 63 3 3 6 6 12 12 24 24 48 48}이라는 수열로 표현된다.

4.1.3 정규화된 투영값 특징(Normalized Projection Feature)

문자 영상을 수직 방향과 수평 방향으로 각각 투영시켜 얻은 투영값을 특징값으로 사용하는 방법이다. 이것은 한글 문자와 같이 직선 획이 존재하는 경우에 적절한 정보를 얻기에 유리하다.[9]

4.2 숫자 인식

차량 번호판을 촬영한 영상에서 영역화하여 얻은 문자의 경우 스캔하여 얻은 문자보다 잠음으로 인한 훼손 정도가 심하다. 특히 8과 0, 3등이 유사하게 되어 오인식되는 경우가 많다. 이를 해결하기 위하여 전역적 특징에, 비슷한 숫자간의 구별이 되는 부분의 특징을 추가하여 입력특징소를 재구성한다. 이 방법에 의하여 인식 성능을 향상시킬 수 있다.

숫자 인식을 위한 특징 추출에 있어서 전역적인 특징을 표현하기 위해서 그물망 특징을 이용하고, 부분적인 특징을 표현하기 위해서 BLT 방법을 사용한다. 실험에서 정규화된 10×15 크기 영상을 2×3 크기의 그물망으로 분할하여 25개의 특징값을 추출하였다. 영상의 왼쪽 중간부분에 BLT 방법을 적용하여 9개의 값을 추출하였다. 25개와 9개의 특징값은 34개의 입력노드를 구성한다.

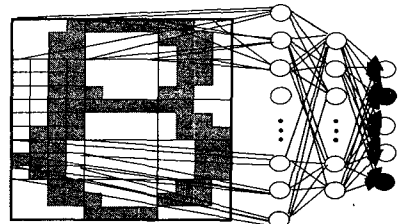


그림 3 숫자인식 신경망의 구성

이를 위한 신경망의 구조는 그림과 같이 34개의 입력노드를 갖는 입력층과 15개의 노드를 갖는 중간층 그리고 5개 노드를 갖는 출력층으로 이루어져 있다. 학습은 Back propagation에 의하여 이루어졌으며, 전체 오차가 어떤 임계치보다 작아질 때까지 학습시켰다.

4.3 문자 인식

한글은 그 문자수가 많기 때문에 인식이 어렵다. 이렇듯 많은 수의 문자를 음절 단위로 인식하게 되면 분류해야 할 클래스의 수가 많아지므로 높은 인식률을 기대하기 어렵다. 이러한 이유로 최근에는 각 자소별로 인식하려는 방법이 많이 사용된다.[1][10] 특히 신경망을 이용한 한글 인식의 경우에 출력노드의 수가 신경망의 성능에 직접적인 영향을 주기 때문에 이러한 인식 방법이 더욱 효과적이다.

차량 번호판에서 사용되는 문자는 두가지 유형으로 수평 모음과 수직 모음으로 나눌 수 있다.

이러한 문자유형을 고려하여 고안한 방법은 아래와 같다. 두가지 한글 유형의 각 자소가 차지하는 대략의 영역을 쉽게 알 수 있다는 전제하에 모음 영역에서 획의 정보를 표현할 수 있는 투영법과 모음을 인식하는데 중요 부분이 되는 작은 획의 영역을 중심으로 BLT 방법을 사용하여 특징을 추출한다. 이 방법은 기존의 차량 번호판 문자 인식에서 오인식의 주요 원인

이 되었던 모습 ‘-’, ‘-’의 혼돈을 방지하는데 좋은 결과를 보여 주었다.[1][2]

자음은 모음 인식후 자음 영역에서 크기정규화를 하고 그물망 특징을 추출하여 신경망으로 인식한다. 그물망 특징을 추출한 경우 그물망 윈도우의 크기에 따라 성능이 많이 차이날 수 있다. 자음 영상을 2×3, 3×3, 3×4 그물망 윈도우에 적용하여 실험한 결과 2×3 그물망 윈도우의 경우가 가장 좋은 인식을 을 나타내었다.

5. 실험결과

5.1 실험 환경

AGFA ACTIONCAM 디지털 카메라로 촬영한 차량 영상으로부터 번호판 영역을 추출하여 정형화 및 문자 추출 과정 후 입력한다. 인식 시스템은 IBM 호환기종의 Pentium II 200MHz PC에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 구현하였다. 실험에 사용한 인식 신경망은 2개의 중간층을 가진 Back propagation 신경망이다. 숫자인식 신경망의 경우 2500번 학습에 전체 오차가 0.003이하로 수렴되었고, 문자인식 신경망의 경우 1000번 학습에 전체 오차가 0.002이하로 수렴하였다. 188개의 차량 번호판에서 추출된 문자 영상은 숫자가 1081자이고, 문자가 376자로 전체 1457자 중에서 1449자를 인식하였다.

5.2 실험 및 결과

표 1은 임의로 선택한 365자의 숫자영상을 그물망 방법과 BLT 방법, 두가지 방법을 조합한 방법으로 인식 실험을 수행한 결과이다.

표1 특징추출에 따른 숫자 인식률

특징추출방법	인식된 영상/전체영상	인식률
그물망 방법	326/365	89.3%
BLT 방법	351/365	96.2%
그물망, BLT 조합	363/365	99.5%

표 1에서 보인 바와 같이 그물망 방법과 BLT 방법을 개별적으로 추출하여 실험한 것 보다 그물망 방법과 BLT 특징 방법을 조합하여 사용한 실험에서 더 나은 인식률을 보임을 알 수 있다.

표 2는 차량 번호판의 각 문자 영역에 대하여 그물망 방법과 BLT 특징 방법을 조합하여 추출한 특징값들을 신경망으로 인식한 결과이다.

표2 인식률

구분	관할관청			
	기호	용도부	차종별	등록번호
인식영상/전체영상	188/188	187/188	326/329	748/752
인식률	100 %	99.5%	99.08%	99.5%

차종별 기호와 등록 번호는 숫자인식 신경망을 이용하여 인식하였다. 차량판이 손상된 경우 ‘8’과 ‘0’, ‘8’과 ‘3’ 등 유사하게 보이는 경우가 있는데, 숫자간에 구별이 되는 영역에 BLT 방법을 사용하므로 유사 영상의 오인식 문제를 해결할 수 있었다. 용도부 문자 인식에서는 기존 차량 번호판의 문자 인식에서 오인식의 주요 요인이 되었던 ‘-’와 ‘-’의 혼돈문제를 작은 획 영역에 BLT 방법을 적용함으로써 바르게 해결했음을 알 수 있다. 차종별 기호는 상대적으로 낮은 인식율을 나타내는데 이

는 질은 그림자가 있는 영상이나 심한 잡음으로 인한 문제라고 여겨지며 차후 이에 대한 추가 연구가 수행되어야 하리라 여겨진다.

6. 결론 및 향후 과제

차량 번호판에서 추출된 문자를 크기 정규화를 거쳐 적절한 특징을 추출하고 이를 신경망에 적용하여 문자를 인식하였다.

숫자 인식의 경우 그물망 특징추출 방법과 BLT 특징추출 방법을 조합하여 유사 문자의 오인식을 해결하였다. 문자 인식의 경우에는 투영법을 이용하여 문자의 유형을 분류한 후, 자소를 분류하여 인식하였다. 모음의 경우 모음 인식의 중요 부분이 되는 작은 획 영역에 BLT 기법을 이용하여 이전의 연구에서 오인식의 주요 요인이 되었던 ‘-’와 ‘-’의 혼돈을 해결할 수 있었다.

향후에는 더 많은 영상에서 다양한 특징추출 방법과 신경망 구조에 대한 연구로 일반화되는 인식 시스템 개발에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

7. 참고문헌

- [1] 권재욱, 조성배, 김진형, “계층적 신경망을 이용한 다중 크기의 다중활자체 한글문서 인식”, 한국정보과학회지, 제19권, 제1호, pp. 69-79, 1992.
- [2] 배진학, 박세현, 김향준, “영·숫자 한글문서에서 문자 분리 및 인식”, 정보과학회논문지(B), 제23권, 제9호, pp. 941-948, 1996.
- [3] 신준용, 이동규, 유시영, 이두수, “자동차 번호판 자동 인식에 관한 연구”, 대한전자공학회 가을 학술 논문집(B), 제19권, 제 2호, 1996.
- [4] 조보호, 정성환, “ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식”, 한국정보과학회 가을 논문지, 제 24권, 제 2호, pp. 455-458, 1997.
- [5] C. Coetzee, “PC Based Number Plate Recognition System”, Proc. ISIE, Vo2. pp.605 -610, 1998.
- [6] L. De Vena, “Number Plate Recognition By Hierarchical Neural Networks”, Proc. IJCNN, Vo3, pp. 2105 - 2108, 1993.
- [7] N. Otsu, “A threshold selection method from gray-level histogram”, IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics, Vol. SMC-9, pp.62-66, Jan. 1979.
- [8] 이성환, 문자인식, pp. 260-325, 홍릉출판사, 1994
- [9] 윤종민, 정규식, “오프라인 필기체 영·숫자 인식에 있어서 특징 성능 비교 및 특징 결합에의 응용”, 정보과학회논문지(B), 제 25권, 제 2호, pp.348-356, 1998.
- [10] 이진수, 권오준, 방승양, “개선된 자소 인식 방법을 통한 고인식률 인쇄체 한글 인식”, 한국 정보 과학회 논문지, 제 23권, 제 8호, pp. 841-851, 1996.