신경망을 이용한 실시간 영상 내의 차량 번호판 인식방법에 관한 연구

홍한국*, 심재용**, 이창열***

요약

일반적으로 차량 번호판의 인식은 영상획득, 번호판영역 검출, 문자인식 등 3단계 과정으로 진행된다. 본 논문에서는 영상획득 단계에서, 여러 장의 연속된 입력영상을 합성하는 방법을 사용하여 영상입력 단계에서 발생되는 잡음을 없애고 선명도를 높였다. 그리고 입력영상에서 문자로 판단되는 부분들의 위치가 국내의 번호판 규격에 명시된 문자들의 상대적 위치와 일치하는 정도를 확인하였고, 위치가 일치한다고 판단되면 그 문자들이 존재하는 부분에 번호판이 존재한다고 판단하여 해당 영역을 번호판 영역으로 검출하였다. 마지막으로 ART2 신경망에 문자의 윤곽선 패턴을 학습하여 번호판 내부의 문자를 인식하도록 하였다. 본 논문의 실험은 건물의 차량출입차단기 앞에 정차한 차량과 주차된 차량의 영상을 사용하였다.

Study on the Vehicle License Plate Recognition Algorithm In Real-Time Video Using Neural-networks

Han Kuk Hong*, Jae Yong Shim**, Chang Yeol Lee***

ABSTRACT

In general, recognition of vehicle license plate is conducted three-step process that are the acquisition of images of vehicle license plate, license plate area detection and character recognition. In this paper, at the acquisition of image steps, the synthesis of multiple input images to a series of steps by using the video input to eliminate the noise generated from the raised contrast. Enter the next character in the video portion is determined by the position of the national standards set forth in the license plate matching the relative position of the letters was to determine the extent location, If you believe that a match exists, the characters that they believe there is at the plate by detecting in the area of the zone plate. Finally, the outline of a letter to the ART2 neural network to learn patterns recognizing the characters of the plates were inside. Experiment in this paper is used videos with stopped vehicles in front of the building's and parked vehicles.

Key Words : Neural Network, Character Recognition

* 동의대학교 경영정보학과(✉honghk@deu.ac.kr)
** 동아대학교 산학협력단
*** 동의대학교 컴퓨터공학과
· 제1저자(First Author) : 홍한국 · 교신저자(Correspondent Author) : 이창열
· 접수일(2012년 7월 2일), 수정일(1차 : 2012년 8월 9일), 게재확정일(2012년 8월 13일)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

차량은 편리한 교통수단이기도 하고, 물류 수송에 있어서도 필수적이다. 그러나 편리함과 필요성으로 인해 그 수가 급격하게 증가함에 따라 차량의 통행량은 도로가 수용 가능한 범위를 넘어섰으며, 이를 관리하기 위한 비용 또한 매우 커지게 되었다[2].

차량의 자동화된 관리는 매우 다양한 분야와 장소에서 필요로 한다. 건물이나 사유지의 주차장 출입 통제가 필요할 때 인증된 차량을 식별해야 한다. 인증된 차량은 차단기를 개방하여 출입이 가능하도록 하고 미 인증 차량은 주차요금을 징수하거나 원격에서 관리인의 통제를 받을 수 있도록 할 수 있다. 고속도로에서는 버스 전용차로를 불법으로 운행하는 승용차량이나 화물차량의 단속을 위하여 경찰인력이 모든 곳을 단속할 수 없는 문제가 있다. 또한 범죄에 사용된 차량을 추적할 때 CCTV에 녹화된 영상이나 고속도로를 운행한 차량의 영상을 자동으로 분석하여 해당 차량이 운행한 경로를 파악하는 시스템을 구성하면 범죄 수사에 많은 시간을 단축시킬 수도 있다[3].

이러한 여러 가지 필요성의 증가와 다양한 목적의 CCTV, 카메라 등의 영상입력장치를 운영하는 시스템이 늘어남에 따라 자동화된 차량인식시스템은 활용 범위가 매우 다양하게 증가될 것으로 예상한다.

본 연구의 목적은 차량의 번호판을 인식하는 알고리즘을 제시하는 것이다. 차량의 번호판을 인식하기 위한 단계는 주로 차량의 영상을 획득하고, 획득한 영상에서 번호판 영역을 추출하는 과정을 거쳐, 추출 영역에서 번호판 문자를 인식하는 과정으로 진행된다. 기존의 연구에서는 주로 획득한 단일 영상에 대하여 번호판 영역을 추출하고 문자를 인식하였으나, 획득한 영상은 날씨나, 주변 환경, 차량과의 거리, 카메라의 성능에 따라 선명도가 떨어지거나 잡음이 발생하여 인식률을 저하시키는 단점이 있다.

본 논문은 영상획득 단계에서 단일 영상을 사용하지 않고, 실시간으로 촬영된 연속된 프레임을 가진 동영상의 각 프레임을 조합하여 문자의 인식률을 높이는 방법과 문자의 식별에 신경회로망을 사용하여 잡음에도 강한 적응성을 보이는 번호판인식 알고리즘을 제시하는 것이 목적이다.

Ⅱ. 문헌연구

차량 번호판의 인식은 크게 영상획득, 번호판영역 검출, 문자인식 등 세 단계로 이루어진다. 이 장에서는 번호판의 인식에 큰 영향을 미치는 번호판 영역의 검출방법과 문자인식 방법에 대한 기존의 연구에 대하여 논의한다.

2.1 번호판영역 검출

번호판 영역의 추출은 차량의 번호판 인식을 위해 처음 진행되는 단계이다. 번호판 영역을 판단하지 않고 전체 영상에서 번호판의 숫자나 문자를 식별하려 할 경우 획득한 영상 내에서 문자가 가지는 크기나 위치 등을 예상할 수 없으므로 영상에서 다양한 크기와 전체 영역에 대해 문자를 탐색해야 하기 때문에 매우 많은 시간이 소요되고 오 인식률이 매우 높아진다. 따라서 이 단계는 차량 번호판의 식별 시간과 인식률을 향상시키는 가장 중요한 단계라고 할 수 있다.

2.1.1 수직, 수평 성분분석

이종석[9]은 변형된 2차원 히스토그램에 의한 번호판 영역 추출방법을 제안하였다. 번호판 숫자가 수직으로 길게 분포하는 특징을 이용하여 Y축에서 번호판 영역의 위치를 결정하고, 번호판의 좌우 영역은 수직에지 성분이 매우 적으며 가운데 영역은 두 행 모두 문자가 존재하는 특성을 이용하여 X축에서 번호판이 위치하는 영역을 판단한다. 그리고 X 축과 Y 축이 교차되는 지점을 최종적으로 번호판 영역으로 확정한다.

www.kci.go.kr

양혜윤[7]은 번호판 내에 문자가 위치한다는 점을 활용하여 문자가 가지는 수직 수평 gradient 성분을 검출하여 문자의 위치를 파악하고 파악된 문자들의 위치를 레이블링한 다음, 번호판의 특성과 일치하는 부분을 최종적으로 번호판 영역으로 확정한다.

2.1.2 RGB 색상정보 및 HSI 값을 이용

박성대 등[5]은 색상 정보를 이용하여 번호판을 추출하였다. 번호판 글자의 배경색상과 숫자 부분이 이루는 색상의 RGB 비율이 번호판 규격과 일치할 경우 해당 영역을 번호판이 위치한 곳으로 판단한다. 이운석, 김희승[8]은 HSI 모델을 이용하여 각 입력 영상의 각 픽셀간의 HIS 히스토그램을 계산 하고 번호판과 색상 요소가 일치하는 부분을 번호판 영역으로 추출하였다. 김민기[4]는 RGB 색상 모델에 HSI와 YIQ색상 모델을 복합적으로 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법을 사용하였다.

2.1.3 색상 밀도에 의한 번호판영역 검출

전진석[10]은 번호판 영역 내부의 숫자와 문자에 의해 그레이 컬러값의 밀도가 높다는 점을 이용하여 일차적으로 번호판 영역을 추출하고 추출된 영역의 밀도가 임계치에 만족하는지를 검사하여 만족하지 못하는 경우 다음 후보 영역의 밀도를 검사하는 방법을 반복적으로 사용하여 임계치 이상의 밀도 값을 가지는 번호판 영역을 추출한다.

2.2 문자영역 인식 방법

2.2.1 정점 샘플링 방법

모양이 정해져 있는 활자와 타이프 문자의 인식에 적당한 방법으로 <그림 1>에 나타난 것처럼 문자가 존재하는 평면 내에 여러 개의 정점을 설정하고, 그 정점상에 문자를 이루는 화소가 존재하는 가를 측정하여 인식하는 방법이다. 보통 8-10개 정도의 정점을 잡아 측정한다.

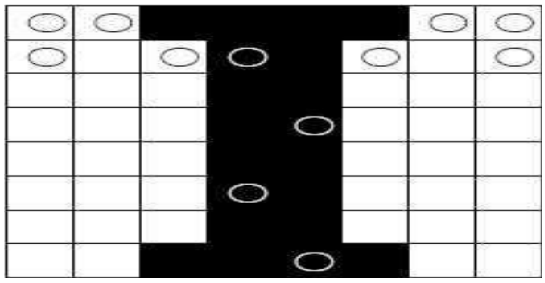


그림 1. 정점 샘플링
Fig. 1. Vertex Sampling

2.2.2 Sonde 법

본 방식은 정해진 정점만을 인식의 대상으로 삼는 것이 아니라 어느 정도 자유롭게 측정하는 것을 허용하는 방식으로 <그림 2>에 나타낸 것처럼 문자가 존재하는 평면 내 적당하게 배치된 수 개의 선상에서 문자 부분이 존재하는 가를 측정해서 인식하는 방법이다.

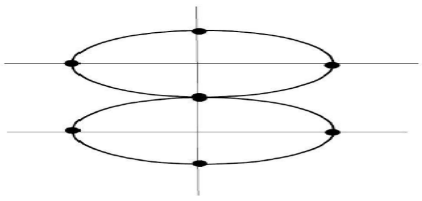


그림 2. Sonde 법
Fig. 2. Sonde Method

2.2.3 Slit 법

ROI(Region of Interest)내에 <그림 3>에 나타낸 것과 마찬가지로 문자의 진행방향에 대해서 수직으로 Slit을 일정하게 설정하고, Slit의 출력파형의 변화로부터 문자를 인식한다. Slit 법은 OCR 카드의 판독에 있어서의 표준적인 방법이다. <그림 3>은 문자 'T'를 인식하는 과정을 보여주고 있다. 3개의 수직선을 긋고 수직선에서 오른쪽으로 변화하는 부분만을 측정한다.

www.kci.go.kr

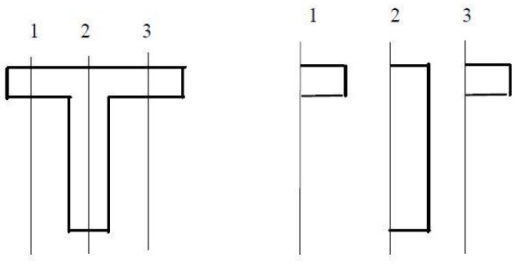


그림 3. Slit 법에 의한 문자 인식

Fig. 3. Slit Method by Character Recognition

2.2.4 유사도법

기본적으로 인식 장치 속에 문자의 종류에 따라 각각을 대표하는 표준 패턴만을 기억시켜두고, 인식하고자 하는 임의의 영상 데이터와 각각의 표준 패턴과의 일치정도를 일정한 기준으로 비교해서 가장 일치하는 표준 패턴이 대표하는 Category를 임의의 Category로 판정하는 방법이다. <그림 4>는 두 문자가 서로 얼마나 유사한지 1:1로 비교해보는 예이다. 왼쪽 문자 'T'는 비교 대상인 'I'와 16개의 점에서 서로 차이가 있으므로 서로 다른 문자이다.

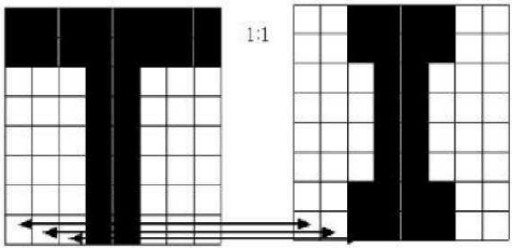


그림 4. 유사도법에 의한 문자인식

Fig. 4. Character Recognition by Similar projection

2.2.5 Field Effect

필기 문자의 변형에 대해서 대처 가능한 방법으로 Field Effect 법이 널리 사용되고 있다. 이 방식은 영상 내의 일정 점에서 방향 추출법에 사용하는 방향과 같은 8방향에 대해서 문자에 대한 충돌이 있는 가를 여러 번 검사한 후, 그 특징을 이용하여 표준 패턴과의 유사성을 파악하여 임의의 문자를 인식하는 방법이다.

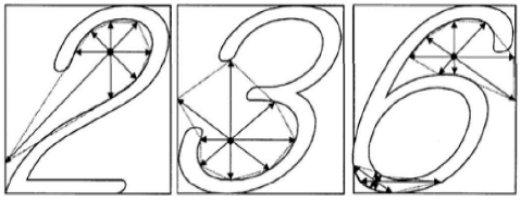


그림 5. Field Effect에 의한 문자인식

Fig. 5. Character Recognition by Field Effect

III. 번호판인식 알고리즘

본 논문에서는 <그림 6>과 같은 과정을 통하여 차량번호판 인식 알고리즘을 제안한다.

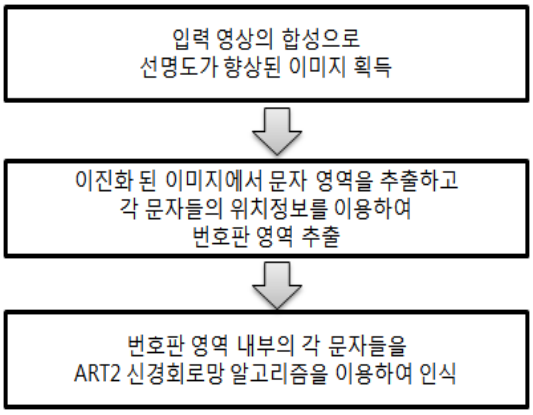


그림 6. 차량번호판 인식 알고리즘

Fig. 6. Vehicle License Plate Recognition Algorithm

번호판인식의 첫 번째 단계에서는 연속적으로 입력되는 동영상의 각 프레임들을 합성하여 영상에 포함된 노이즈를 제거하여 선명한 이미지를 획득한다. 그 다음에는 이미지의 이진화 후에 번호판의 문자로 예상되는 영역을 검출하고, 검출된 영역에서 각각의 문

www.kci.go.kr

자가 위치한 상대적인 위치 정보를 이용하여 최종적으로 번호판 후보영역을 검출한다. 마지막으로 ART2 신경망 알고리즘을 이용하여 검출된 번호판 후보영역에서 문자를 인식한다.

3.1 입력영상 획득

번호판문자의 인식률을 높이고 번호판영역의 추출을 정확하게 하기 위하여 입력영상의 전처리 과정이 필요하다. 흐린 날씨나 그림자의 영향, 카메라의 성능 등의 영향으로 인하여 번호판 영역의 선명도가 떨어지기 때문이다. 번호판 영역의 숫자와 바탕 색상의 대비를 높이고, 잡음이 보다 적은 이미지를 생성하기 위해 본 논문에서는 여러 장의 영상 이미지의 각 좌표에 해당되는 픽셀의 색상 평균값을 계산한 후, 색상의 오차가 가장 큰 2개의 이미지의 픽셀을 제외한 나머지 픽셀의 색상 평균값을 구한다.

이 때, 합성 하려는 이미지는 차량이 정차된 상태에서 촬영된 영상에서 8개 프레임 이미지를 샘플링 한다. 샘플 이미지의 숫자가 더 적은 경우 노이즈가 발생된 프레임 수가 정상적인 색상으로 촬영된 프레임 수와 비슷하거나 많은 경우가 발생될 가능성이 있어 노이즈 색상이 평균값으로 나타날 수 있고, 더 많은 수의 프레임을 샘플링 할 경우 노이즈가 발생된 샘플 이미지의 숫자도 증가하게 되므로 오히려 선명도가 떨어지게 된다. 차량이 움직이는 상태에서 샘플링 할 경우에는 번호판의 위치가 각 이미지에서 서로 다른 위치에 있게 되므로 번호판과 번호판이 아닌 영역의 색상 합성되어 인식이 불가능 하게 된다.

3.2 번호판영역 추출

번호판영역 추출은 이진화된 입력영상에서 문자로 예상되는 각 부분들을 선별하고, 각 문자들의 상대적인 위치를 파악하여 국내 번호판 규격과 위치가 일치하는 것으로 판단되면 최종적으로 번호판 영역으로 판단한다. 본 논문에서는 번호판 영역을 추출하기 위하여 번호판이 가지고 있는 다음과 같은 특성을 이용한다. 첫째, 숫자 네 자리가 하나의 직선 위에 연속되어 나열된다. 둘째, 내부 문자들 위치가 규격별로 정해져 있다. 일반적인 상황에서 번호판이 아닌 경우라도 숫자가 연속으로 나타날 확률이 있기 때문에 문자들의 위치가 국내 번호판규격에 나타난 위치와 일치하는 경우에 번호판 영역으로 판단한다.

입력영상에서 문자로 예상되는 부분을 찾아내기 위하여 이진화된 이미지에서 흰색으로 이루어진 각 요소들을 Blob Labeling 한다. 번호판의 숫자는 모두 연결된 선으로 이루어져 있기 때문에 번호의 훼손이 없는 경우에 동일한 Blob 내에 위치하게 된다. <그림 7>의 내부에 적색 사각형은 이진화 된 이미지에서 Labeling된 Blob을 나타낸다. <그림 7>과 같이 영역별로 Blob을 하게 되면 번호판 내부의 문자뿐만 아니라 전조등이나, 주위 사물 또한 Labeling 되는 것을 볼 수 있다.

그림 7. Blob Labeling
Fig. 7. Blob Labeling

번호판 내부의 문자만 구분하기 위하여 따라서 Labeling 된 Blob 중에서 번호판 문자의 특성을 갖는 Blob를 선별한다.

www.kci.go.kr

그림 8. 문자의 특성을 가지는 Blob 선별
Fig. 8. Blob Screening with Character Features

<그림 8>은 이러한 특성을 이용하여 문자로 추정되는 부분의 Blob을 선별한 결과이다. 숫자를 제외한 대부분의 Blob이 제거되었으나 번호판 내부의 문자 영역이 제거되지 않았고, 촬영환경에 따라 번호판이 아니지만 숫자가 존재할 경우 Blob이 존재할 가능성이 있다.

문자의 특성을 이용하여 Blob을 선별하였지만 문자인지 판별하는 과정을 거치지 않았기 때문에 검증 단계가 요구된다. <그림 9>는 <그림 8>에서 문자로 판단되는 Blob들 중에서 번호판 내부의 숫자는 일렬로 정렬된 4자리의 문자라는 특정을 이용하여 숫자 영역으로 추측되는 Blob을 선별한 결과이다.

그림 9. 번호판 숫자의 검증
Fig. 9. Verification of License Plate number

번호판 입력 영상은 촬영 각도에 따라 각 번호들의 위치와 모양이 기울어져 있으므로 직사각형 모양으로 변형을 해 주어야 한다. 이전 단계에서 숫자로 판단되는 Blob을 찾았으므로 각 Blob의 상대적인 위치를 이용하여 번호판 영역의 이미지를 <그림 10>과 같이 변형한다.

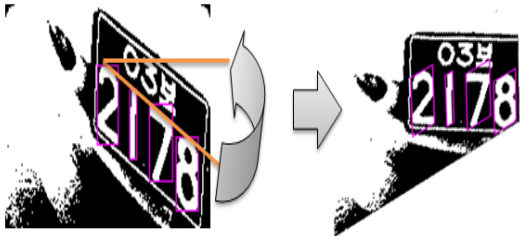


그림 10. Blob 위치를 이용한 번호판 이미지 보정
Fig. 10. Correction of License Plate Image using Blob Location

<그림 11>에서 보는바와 같이 변형 후의 이미지에서 각각의 Blob 위치와 국내 표준 규격의 번호판에서 각 문자들이 위치가 일치하는지 판단하여 최종적으로 번호판 위치를 확정한다.

그림 11. 문자 위치의 일치성 판단
Fig. 11. Compatibility Judgment of Character Location

3.3 ART2 신경회로망을 이용한 문자인식

차량의 번호판은 영상의 촬영 각도나, 밝기, 주위 조명등의 영향에 의해 동일한 번호판이라도 여러 가지 색상으로 보이거나 번호판 내부 문자가 변형되어 보이게 되므로 여러 가지 상황에 적응적으로 대응할 수 있으며, 스스로 계속적인 학습을 하는 신경회로망(Neural Networks)을 이용하여 문자를 인식한다.

디지털 컴퓨터는 불과 개발된 지 50년이 조금 넘는

www.kci.go.kr

시간에 많은 발전을 거듭하여 현재에는 컴퓨터가 없으면 생활이 불가능할 정도가 되었다. 하지만 시각적 패턴이나 음성을 인식하기 위한 연산에서는 오히려 어린이의 인식능력이나 연산능력이 디지털 컴퓨터 보다 정확하게 뛰어나다. 신경망은 이러한 점에 착안하여 만든, 인간의 두뇌를 모방한 병렬처리 시스템이다.

신경망 모델은 1943년 McCulloch과 Pitts에 의해 제시되어 기존의 인공지능 기법으로 해결할 수 없었던 문제들의 해결 가능성을 보여 주었으나, 이후 XOR 함수와 같이 단순한 비선형 분리 문제도 풀 수 없는 것으로 밝혀져 신경망에 대한 연구는 한 동안 침체의 길을 걷게 되었다. 그러나 1970년대 말과 1980년대 초반에 들어 코호넨(Kohonen), 홉필드(Hopfield), 커크패이트릭(Kirkpatrick), 힌턴(Hinton) 등이 새로운 신경망 모델을 제시함으로써 다시 관련 연구를 활성화 시키는 계기를 마련하였다[1].

3.3.1 ART 신경회로망의 특징

ART는 1976년 스테픈 그로스버그(Stephen Grossberg)가 경쟁학습(competitive learning)의 약점인 안정성을 보강하여 제안한 모델이다. 현존하는 거의 대부분의 신경망 모델은 학습이 완료되어 연결 강도가 고정된 상태에서 새로운 패턴을 학습하고자 할 때에 처음부터 다시 학습해야 하는 단점이 있으나, ART는 학습되지 않은 패턴이 들어오면 새로운 클러스터를 형성함으로써 이미 학습된 패턴에 영향을 주지 않는 장점이 있다[11].

3.3.2 ART2의 학습모델과 학습순서

ART2는 Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 신경회로망 모델로써 적응성과 안정성을 가지고 있으며 실시간적인 학습이 가능하다. ART2 신경회로망 모델은 이진 입력패턴 뿐만 아니라 아날로그나 그레이 레벨의 벡터 컴포넌트 입력패턴에 대해서도 학습이 가능하다[10].

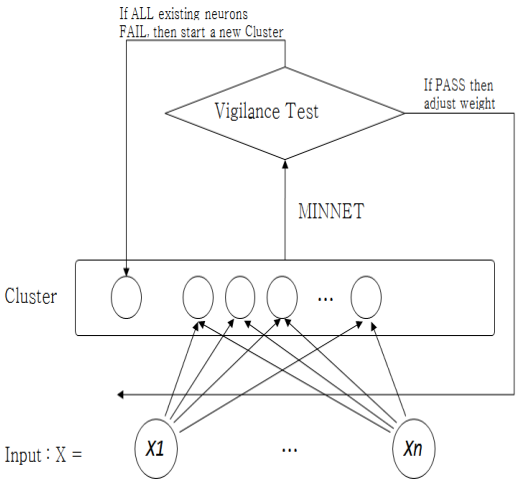


그림 12. ART2 학습 구조

Fig. 12. Learning Structure of ART2

ART2의 연결 가중치 변화는 모든 입력 패턴의 평균값을 취함으로써 클러스터 생성에 고르게 반응하게 된다. 그러나 ART2의 연결 가중치는 입력 벡터가 들어오는 경우 특징이 서로 다른 유사한 기존의 클러스터가 갱신되는 경우가 발생하고 이로 인해서 입력 벡터가 연결 가중치 벡터와의 평균에 의해 가중치의 특징을 감소시키는 원인이 되기도 한다. 일반적인 ART2 학습 모델 구조는 <그림 12>와 같다.

ART2 알고리즘에서 출력 벡터는 다음 식과 같이 계산하며 가장 작은 출력 벡터를 가진 노드가 승자 노드가 된다.

$$O_j = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{n-1}(|x_i - w_{ji}(t)|)$$

$$O_j = Min\{O_j\}$$

여기서 $w_{ji(t)}$ 는 입력층과 인식층 사이의 연결 가중치이다.

ART알고리즘에서 인식층의 승자 노드는 입력 벡

www.kci.go.kr

터와 인식층의 출력 벡터의 차이가 최소인 값을 계산하여 승자 노드로 선정하고 선정된 승자노드에 대한 유사성의 검증은 다음 식과 같다.

$$O_j < p$$

여기서 p는 경계 변수이고, 승자노드의 출력 벡터가 경계 변수보다 적으면 같은 패턴으로 분류하고, 경계 변수보다 크면 다른 패턴으로 분류한다. 같은 패턴으로 분류되면, 입력 패턴의 유사한 특징을 연결 강도에 반영하기 위해 연결 강도를 조정한다. ART2 알고리즘의 연결강도의 조정은 다음과 같다.

$$w_{j^*i}(t+1) = \frac{w_{j^*i}(t) \times u_n + x_i}{u_n}$$

여기서 u_n은 생성된 클러스터에 갱신된 패턴들의 개수이다.

3.4 문자영역의 특징 패턴 추출

본 논문에서는 문자의 윤곽선 형태를 ART2 신경망의 입력 패턴으로 인식하였다. 각 문자들은 문자를 둘러싸고 있는 사각형의 좌 우변에서 부터의 거리를 연속적인 신호패턴으로 변경했을 때 서로 상이하다는 특징이 있다.

<그림 13>과 같이 문자의 중심을 세로로 반으로 나눈다. 그 다음 중심선과 문자의 좌측 외곽선 부분의 점들을 지난 수선의 거리를 문자의 상단부터 연속된 패턴으로 추출한다. 그 다음 문자의 우측 외곽선을 이루는 점들과 중심선들의 거리를 연속된 패턴으로 추출한다. 이렇게 추출된 윤곽선들은 서로 상이한 패턴의 아날로그 그래프 형태를 나타내게 된다.

VI. 실험과 분석

4.1 ART2 신경망의 번호판 문자패턴 학습

가장 먼저 ART2 신경망에 문자 패턴을 학습하기 위하여 주차장에 정차된 차량 94대의 정지 영상을 80x60 크기로 정규화를 한 후, 윤곽선 패턴 데이터를 생성하여 학습하였다. ART2는 패턴검사 경계파라미터에 따라 동일한 문자라도 번호판의 종류에 따라 폰트가 서로 상이하므로 서로 다른 클러스터로 나누어진다.

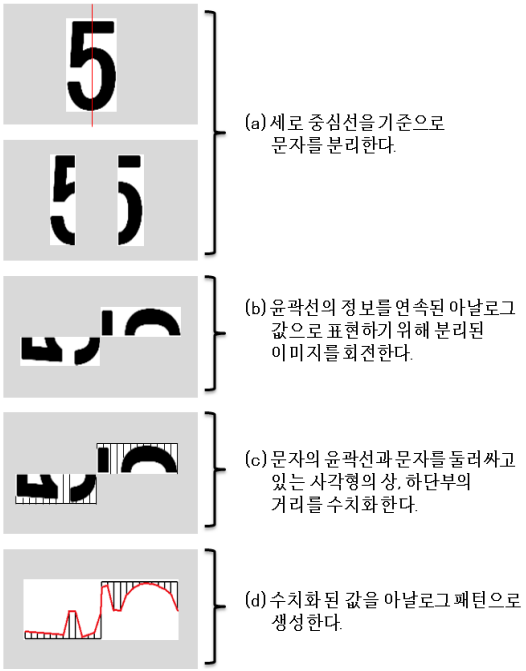


그림 13. 윤곽선의 데이터 패턴

Fig. 13. The Data Pattern of Contour

학습과정에서 경계파라미터 값을 여러 단계로 나누어 학습을 시킨 후, 각각의 클러스터에 서로 동일한 숫자들의 입력패턴만 인식되는 임계값을 찾고, 클러스터와 문자의 매칭 테이블을 생성하였다. 실제 번호판을 인식할 때에는 학습을 하지 않고 클러스터링만 하였으며 경계파라미터를 초과하여 새로운 클러스터가

www.kci.go.kr

생성되어야 하는 경우에는 인식에 실패한 것으로 처리하였다.

4.2 실험 환경구성

실험은 차량출입통제 차단기가 설치된 건물의 입구 및 주차된 차량을 촬영하여 실시하였다. 촬영대상으로는 승용차 및 1톤 이하의 화물차를 대상으로 하였다.

영상인식 단계에서 여러 프레임의 영상을 합성할 때 번호판이 번져 보이는 현상을 막고 영상의 노이즈 및 순간적인 번호판 가림현상을 막기 위해 차량이 차단기 앞에서 정차했을 때와, 주차가 완료된 시점에 촬영을 하여 영상을 획득하였다. 수집한 영상은 정면에서 촬영한 것과 길가에서 차도를 향하여 기울어진 상태에서 촬영한 영상이 포함되어 있다.

4.3 번호판 검출 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘을 사용하여 실험한 결과, 다음과 같이 번호판이 기울어진 상태에서 촬영되어도 번호판 영역이 높은 확률로 추출되었다. ART2 신경망 학습에는 94개의 학습용 번호판을 사용하여 총 50,000회의 반복 학습을 하였고, 총 159개의 영상자료를 실험하였다. 문자를 인식할 때는 경계 파라미터 값을 다양하게 하여 실험하였으며 그 결과는 <표 1>과 같이 나타났다.

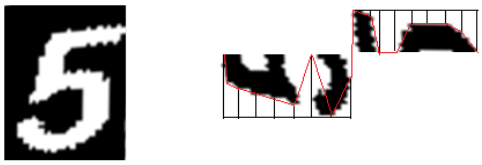
표 1. 실험 결과

Table 1. Experimental Results

경계 파라미터값	번호판 추출성공	문자인식 성공 횟수	최종 인식률
25	153	114	74%
30	153	129	84%
35	153	138	90%
40	153	98	64%

4.4 번호판인식 실패 결과

<그림 14>와 같이 번호판이 훼손되어 문자의 종횡비 특성이 검출되지 않은 경우에는 번호판 영역을 판단할 수 없어 인식에 실패하였다.



(a) 변형된 숫자 이미지 (b) 윤곽선 패턴

그림 14. 인식 실패한 변형된 숫자

Fig. 14. The Modified number by failed recognition

또한 <그림 14>와 같이 번호판의 형태를 보정할 때, 문자가 일그러지는 경우에 문자 양옆의 윤곽선 패턴의 수치가 많은 차이를 보이게 되는 경우에는 ART2 신경회로망에서 문자를 새로운 클러스터로 처리하게 되어 인식에 실패 하였다.

Ⅴ. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 차량의 번호판 인식률을 높이기 위한 새로운 알고리즘을 제시하는 것이 목적이다. 영상입력 단계에서 주위 환경이나 카메라의 상태에 따라 발생될 수 있는 잡음이나 환경의 영향을 줄이기 위하여 여러 프레임의 영상을 합성하는 방법을 사용하였다. 또한 휘어진 번호판이나 주위 조명, 또는 그림자 등의 영향으로 문자가 부분적으로 훼손된 경우에도 높은 인식률을 확보할 수 있도록 번호판 형태의 보정 알고리즘과 문자인식에 적응성이 뛰어난 신경망 알고리즘을 사용하였다. 실험은 차량출입통제 차단기가 설치된 건물의 입구 및 주차된 차량을 촬영하여 실시하였다. 실험결과, 번호판 영역의 추출은 96%의 정확성을 나타내었고, 최종적인 번호판 인식은 최대 90%의 인식

www.kci.go.kr

률을 보여 주었다.

그러나 번호판 영역의 이미지가 훼손되어 문자의 종횡비를 알 수 없는 경우에는 번호판 후보 영역이 검출되지 않아 인식률이 낮아지는 문제점이 있다. 그리고 번호판의 형태를 사각형으로 보정할 때 문자의 일그러짐이 정확히 보정되지 않으면 윤곽선 패턴을 ART2에서 미리 학습된 문자로 판단하지 못할 확률이 매우 높다. 또한 한글의 경우 본 논문의 윤곽선 패턴을 이용한 문자열 구분 알고리즘으로는 문자의 판독이 불가능 하다는 한계점을 가지고 있다. 향후에는 번호판 후보 영역의 검출 성능을 향상하고 문자 윤곽선의 일그러짐에도 인식률을 높일 수 있는 알고리즘과 한글의 인식 방법에 관련된 연구가 계속 되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] D. S. Kim, "Theory and Applications of Neural Networks I", Jinhan M&B, 2006.

[2] 김대중, "A Study on recognition License Plate using Multi-Layer Neural Networks", Mokwon Univ., Master's Thesis, 2005.

[3] M. K. Kim, "Comparative Performance Evaluation of Binarization Methods for Vehicle License Plate", Journal of Korea Contents , Vol. 9, No. 8, 2009.

[4] M. K. Kim, "A License Plate Detection Method Multi-Color Model and Character Layout Information in Complex Background", Journal of Korea Multimedia Society, Vol 11, No 11, pp. 1515-1524, 2008.

[5] S. D. Park, "A Study on Vehicle Plate recognition using Backpropagation Neural Networks", Dongeui Univ., Master's Thesis, 2004.

[6] J. S. Jeon, "The Extraction and Recognition Automobile License Plates using Dynamic Proposed Scope Double Template Matching", Hanbat National Univ., Master's Thesis, 2004.

[7] H. Y. Yang, "Vehicle License Plate Detection and Recognition Based on Intensity Information", Hanyang Univ., Master's Thesis, 2009.

[8] U. S. Lee, H. S. Kim, "Detection of License Plate Area in a Car Image based on HSI Color Model", Journal of KIISE , Vol. 26. No. 2, pp. 524-526, 1999.

[9] J. S. Lee, "A Real Time Recognition of Vehicle Plate using Neural Network", Kwandong Univ., Master's Thesis, 2002.

[10] C. S. Oh, "Neuro Computer Introduction", Naha Press, 2004.

[11] J. Ross Quinlan, *C4.5:Programs for Machine Learning* ,Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

감사의 글

본 논문은 동의대학교 교내연구비(2011AA175) 를 지원받은 논문임

저자소개

홍한국(Han-Kuk Hong)

1988년 고려대학교 졸업(경제학사)
1990년 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
2000년 한국과학기술원 경영공학과 (공학박사)

1990년~1996년 : 삼성경제연구소 선임연구원
1997년~1998년 : 삼성화재 과장
2000년~현 재 : 동의대학교 경영정보학과 교수

※ 관심분야: 경영정보시스템, 데이터마이닝, 고객관계관리, 공급사슬관리, 기업위기관리대응

www.kci.go.kr

심재용(Bo-Hyun Woo)

2009년 동의대학교 졸업(경영학사)
2011년 동의대학교 경영정보
e-비즈니스 학과
(경영학석사)

2011년~현재 : 동아대학교 산학협력단 연구원

※ 관심분야: 임베디드시스템, 소프트웨어프로젝트매니지먼트, 경영정보시스템

이창열(Han-Kuk Hong)

1985년 고려대수학과(이학사)
1991년 고려대전산과학과(석사)
1997년 파리7대학교전산학과(박사)
1997년~1999년 ETRI 선임연구원

2000년~현재 동의대학교컴퓨터공학과교수

※관심분야: 메타데이터, ID, RFID

www.kci.go.kr