

Fuzzy ARTMAP 신경망을 이용한 차량 번호판

인식에 관한 연구

김동호^{*} · 강은택^{**} · 김현주^{***} · 이정식^{*} · 최연성^{*}

^{*}군산대학교, ^{**}에이팀소프트웨어(유), ^{***}아이비시스(주)

Vehicle Plate Recognition Using Fuzzy-ARTMAP Neural Network

Dong-ho Kim^{*} · Eun-teg Kang^{**} · Hyun-joo Kim^{***} ·

Jung-sik Lee^{*} · Yeon-sung Choi^{*}

^{*}Kunsan National University, ^{**}A Team software, ^{***}Ivisys, Inc

E-mail : kdh@kunsan.ac.kr

요 약

본 논문은 차량 번호판 영상을 안정적으로 추출하여 인식하는 방법으로 Fuzzy-ARTMAP 신경회로망을 이용하여 인식하는 시스템을 제안한다. 입력 영상에서 칼라정보를 이용하여 휘도값을 추출하고, 추출된 영상에서 히스토그램을 이용하여 번호판을 배경영상에서 분리하는 작업을 수행한 후, X축 영역에 축적 히스토그램을 적용하여 글자를 분리하고, Y축 영역에 축적 히스토그램을 이용하여 글자를 완전 분리하여 번호판의 문자를 분리시킨 후, 추출된 문자 영역을 Fuzzy-ARTMAP 신경망에 입력하여 문자를 인식하였다. Fuzzy-ARTMAP을 이용한 결과 기존의 다른 신경망을 이용한 것보다 문자인식 처리 시간을 단축시키고 인식률을 향상시킬 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, it is shown that the car number plate are recognized more efficiently by using Fuzzy-ARTMAP. We use the location information of characters in the car number plate area and the color intensity difference between the character region and the background region in the car number plate area. For segmented plate region, the car plate region is extracted by deciding the X-axis region composed by horizontal histogram and the Y-axis region composed by the variance histogram of vertical histogram. Our method then directly recognizes the extracted character region by using Fuzzy-ARTMAP neural network.

I. 서 론

경제성장에 따른 차량의 증가로 인하여 자동차와 관련된 산업은 물론이고 자동차 관련 정책 및 교통정책이 해결해야 할 문제점 및 큰 과제들이 속속 나타나고 있다. 따라서 효율적이고 체계적인 차량관리를 위하여 차량 번호판 자동인식 연구는 필수적이라 할 정도로 중요한 연구 대상이 되고 있다.

기존의 차량 번호판 인식 연구는 번호판이 주로 차량의 정면으로 일정한 영역을 차지하고 있다는 제한을 두거나 특정 위치에 있는 경우에 대해 번호판을 추출하고, 문자와 배경을 분리한 후,

문자의 특징을 추출하여 인식하였다[1]. 차량 번호판에서 문자를 인식하는 일반적인 방법으로서 패턴인식 알고리즘이 많이 사용되는데, 이 방식에서는 새로운 패턴이 하나 형성되면 그 패턴에 맞는 규칙을 정의해 주어야 하며 프로그램의 수정이 불가피한 단점을 가진다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근에는 인공 신경망을 이용한 인식 알고리즘에 대한 많은 연구가 되어지고 있다. 그러나 multi-layer perceptrons(MLP), radial basis functions(RBF) 그리고 self-organizing Maps(SOM)과 같은 신경망 알고리즘은 우수한 인식 능력을 갖고 있지만 학습(training)에 있어서의 초기 변수 선택과정의 어려움 및 긴 시간을 요하는 학습은

신경망을 실시간 시스템에 응용하는데 있어서 장애 요소로 지적되고 있다.

이러한 어려움을 해결하기 위해서, 본 논문에서는 퍼지-ARTMAP이라는 새로운 형태의 신경망 알고리즘을 제안한다[2]. 퍼지-ARTMAP 신경망은 학습 과정이 단순하고 그 구조적 특성으로 인해 MLP와 RBF 신경망이 갖고 있는 학습 장애요소를 해결한다. 그리고, MLP와 RBF 신경망들은 학습이 끝난 후에 아주 색다른 패턴을 학습시키기 위해서는 처음부터 다시 학습을 해야하는 번거로움이 있으나 퍼지-ARTMAP 신경망은 새로운 패턴을 단순히 추가(adding) 학습시킴으로서 새로운 입력에 대하여 탁월한 유연성을 나타낸다.

본 논문에서는 입력 장치로부터 획득한 번호판 영상을 문자의 인식을 위하여 특징을 추출하는 과정을 요구하지 않고, 단순히 차량 번호판 영역의 특징을 이용하여 번호판 영역에서 개별 문자 영역들을 추출한 후, 추출된 영역들을 퍼지-ARTMAP 신경망의 입력으로 사용하는 인식방법을 제안한다.

서론에 이어 2장에서는 명암값을 이용하여 번호판 영역을 추출하는 것에 대해 설명하고, 3장에서는 문자 인식을 위한 차량번호판에서 문자 영역을 추출과 인식하는 과정에 대해서 설명한다. 4장에서는 퍼지-ARTMAP 신경망의 구조에 대하여 기술하고, 5장에서는 차량 번호판을 이용하여 실험한 결과를 보이고, 끝으로 6장에서 결론을 맺는다.

II. 명암값을 이용한 영역 추출

추출해야 하는 차량의 번호판은 색상별로 크기가 다양(초록색 바탕, 백색 문자)과 영업용(황색 바탕, 군청색 문자)을 대상으로 한다.

본 논문에서는 번호판 영역의 특성 중 하나인 번호판 영역의 문자 영역과 배경 영역의 색상이 뚜렷하게 구별되는 것을 이용하여 차량영상에서 칼라 명암도 변화를 조사하여 번호판 영역을 추출한다[3].

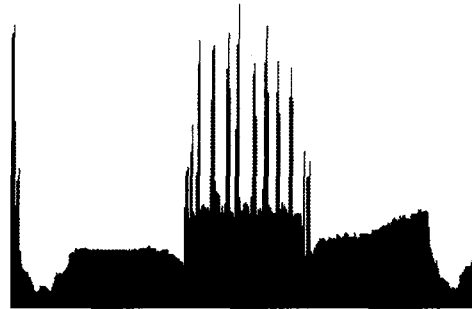
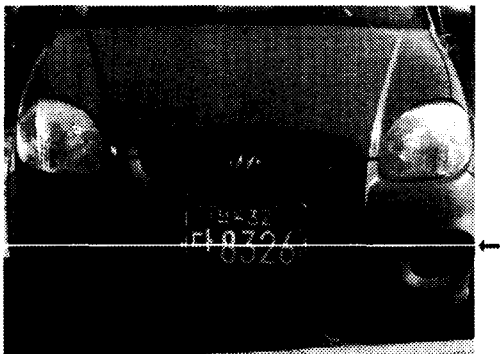


그림 1. 차량 영상에서의 명암도 변화

그림 1은 차량영상에서 번호판 영역의 명암도 변화이다. 그림 2는 번호판 종류에 관계없이 일정한 결과를 얻기 위해서 그림 1의 결과를 미분 연산한 결과이다. 이렇게 미분 오퍼레이터에 의해 처리된 에지 영상을 통해 번호판 영역의 일정한 파형을 얻을 수 있고, 주변 영역의 명암도 변화로 인한 번호판 영역 추출의 어려움을 해결할 수 있다.

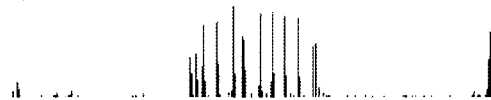


그림 2. 그림 1을 미분 연산을 이용하여 추출한 에지 영상의 명암도 변화

즉, 본 논문에서는 차량영상에서 번호판 영역을 추출하기 위해 영상에 x축 방향 히스토그램과 y축 방향 히스토그램을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 우선 x축 방향으로 히스토그램을 조사하여 번호판 영역의 폭을 구하고, 원 영상에 y축 방향으로 히스토그램을 조사하여 번호판 영역의 높이를 구함으로써 번호판 영역을 추출한다.

첫째, 차량영상의 번호판의 위치가 차량의 밑에 있다는 것을 이용하여 영상의 아래에서 위로 일정한 간격으로 명암도를 조사하여 그 명암도 결과를 미분연산을 취한 후 최소 에지와 최대 에지의 개수를 구하고, 이 에지의 개수가 조건에 만족되고, 일정한 범위 안에 있으면 번호판 영역으로 인정한다.

둘째, 이렇게 구한 x축 영역의 범위 안에서 임의의 값을 추출하여 y축으로 명암도를 조사하고, 미분을 취한 후 에지의 범위를 x축 영역의 $\frac{1}{2}$ 범위의 에지를 조사하면 우리는 차량의 전체 영상에서 번호판 영역을 구할 수 있다.

III. 문자 인식

1 번호판 개별 문자 영역 추출

인식을 위한 문자 영역을 추출하기 위하여, 히스토그램 기법을 이용하여 X축 방향 투영을 통해, 관할 판정 기호, 작은 숫자 영역인 번호판의 상단 부와 한글 문자, 큰 숫자 영역인 하단 부로 분리한다[3]. 이렇게 분리된 문자 영역에 대해서 다시 Y축 방향으로 투영하여 차량의 번호판 영역에서 각 문자들을 분리하여 문자 부분을 포함하는 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 구한다. 그리고 MBR에 포함되는 각 문자 영역을 256-레벨 그레이 영상으로 변환한 후, 인식 대상의 문자 영역의 패턴으로 간주하여 추출한다. 그림 3은 히스토그램 기법을 이용한 문자 영역 패턴 추출의 예이다.



그림 3. 문자영역 패턴 추출의 예

2 문자 인식

문자 인식을 위한 방법들에는 여러 가지가 있다[4,5]. 일반적으로는 주어진 패턴을 가장 잘 표현할 수 있는 특징을 추출하여 특징벡터를 만들고, 만들어진 특징벡터를 이용하여 신경망 모델을 통해 인식하는 특징 기반(Feature-based) 방법이 많이 사용하고 있다[1,6]. 그러나 이 방법의 경우 주어진 패턴이 충분한 정보를 포함하지 못하거나, 잘못 선택된 특징들을 사용할 경우 인식을 저하를 가져오게 된다.

본 연구에서는 차량 번호판 문자 인식을 위해서 기존의 복잡한 feature-based 방식을 사용하지 않고, 차량 번호판 영역에서 추출한 문자 영역 패턴을 이용하여 nonfeature-based 방식으로 인식하는 방법을 사용했다. 즉, 추출된 문자 영역 패턴을 직접 퍼지-ARTMAP 신경망을 이용하여 인식했다.

즉, 개별적으로 추출된 번호판 문자를 인식하기 위하여 개별 문자를 16×20으로 정규화 시킨 후, 정규화된 개별문자를 퍼지-ARTMAP 신경망

을 통해 최종 인식한다.

IV. 퍼지-ARTMAP 구조

지적 정보 처리 기술에서는 AI(artificial intelligence), 신경망, 퍼지가 그 동안 주목을 받아왔다. 퍼지 이론은 1965년 L.A. Zadeh에 의해 처음으로 도입된 것으로, 0이나 1중의 어느 하나를 선택하는 디지털 논리와는 달리 0과 1의 중간 값의 표현이 가능하므로 보다 정확한 정보를 줄 수 있으며, 관찰이나 실험 또는 남으로부터 메시지를 전달받을 때의 애매하고 불확실한 정보를 처리하는데 매우 큰 장점을 가지고 있기 때문에 신호 및 영상처리, 자동제어, 전문가 시스템, 의료진단 등의 각 분야에서 응용되고 있는 실정이다. 한편 신경망 이론도 그 동안 많은 학문적 발전을 이룩하면서 그 체계를 잡아가고 있다. 그런데 최근 들어서는 나름대로 각각 많은 연구 결과들을 쌓아온 퍼지 이론과 신경망 이론 사이에서 상호보완적인 측면만을 이용하여 융합하는 기법에 대한 연구가 진행되고 있으며 좋은 결과를 나타내고 있다.

퍼지-ARTMAP 신경망은 ART라는 비관상(unsupervised) 신경망으로부터 변형된 관상(supervised) 신경망이다. 원래 ART 신경망은 사람이 갖고 있는 뇌의 사물인식 과정을 수학적으로 모델링(modeling)하여 만들어졌으며 여기에 퍼지이론을 도입하여 ART 신경망의 인식 효율성을 극대화시킨 모델이 퍼지-ARTMAP 신경망이다. ART 신경망 모델은 S. Grossberg와 G. Carpenter등에 의해 제안되어 활발하게 연구가 진행되어 왔다. ART 모델은 화학적 시냅스 모델(chemical synapse model)에 기초를 두고 구성된 비관상(unsupervised) 신경망 모델로서 실시간에서 주어진 임의의 다수 이진 입력패턴들에 대해 인식 코드를 자기안정화 및 자기 조직화를 할 수 있다. 또한 이 모델은 기존의 다른 형태의 신경망에서 해결하기 어려웠던 안정성과 적응성의 문제(stability-plasticity dilemma), 즉, 이전에 학습했던 패턴을 잊어버리지 않고 새로운 변화에 대해 어떻게 자율적으로 적응할 수 있는가에 대한 해결책을 제시하였다. 특히 ART 신경망은 신호와 잡음의 정의를 문맥과 학습에 따라 적절하게 정의하기 위해서 계산단위를 자동적으로 자기척도(self-scaling)할 수 있는 기능을 가지고 있다. 이러한 ART 모델은 문자인식, 지문인식과 같은 이진 데이터를 처리하는 응용분야에 대한 적절한 해결방법으로 이용될 수 있다.

그 동안 이러한 ART 모델을 여러 가지 형태로 변형하거나 확장하기 위한 많은 연구가 진행되어 왔으며, 입력 데이터의 형태나 처리 방법에 따라 ART1, ART2, 퍼지-ART, ARTMAP 및 퍼지-ARTMAP 등의 모델로서 제시되어 왔다. 그림 4는 퍼지-ARTMAP의 신경망의 블록 다이어그램이다.

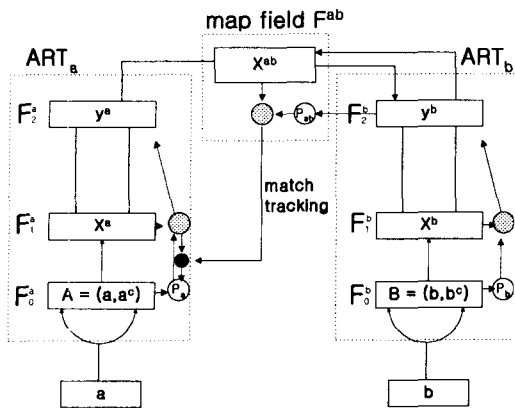


그림 4. 퍼지-ARTMAP의 구조

V. 실험 및 결과

본 논문에서는 카메라를 통해서 들어온 데이터를 실시간으로 획득하였고, 본 알고리즘은 펜티엄 800MHz, Memory 128Mbyte, window 98 환경에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 구현하였다. 획득된 자동차 영상은 320×240 픽셀(pixel) 크기의 256칼라 영상이다.

총 100개의 실험 영상에 대해 95%로의 번호판 추출율을 보였고, 추출된 번호판을 퍼지-ARTMAP 신경망에 적용시켜 인식한 결과 100%의 인식률을 보였다.

실험 결과 번호판 추출율에 만족할 만한 결과를 얻지 못하였으나, 문자 인식률에 대해서는 만족할 만한 결과를 얻었고, 처리시간도 0.1초 미만이었다.. 번호판 영역의 추출에 실패한 원인은 번호판 영역에 그림자가 드리워져 번호판 영역의 명암값의 차이를 얻지 못한 것과 번호판이 오래되어 번호판 영역의 명암값의 차이가 적은 것을 들 수 있었다.

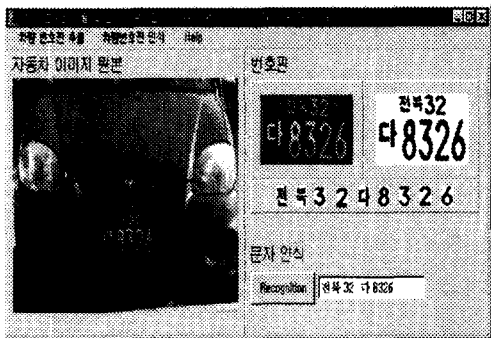


그림 5 자동차 번호판 추출 및 인식 시스템

VI. 결론

본 논문에서는 기존의 복잡한 전처리과정을 포함한 feature-based 방식을 사용하지 않고, 차량 번호판 영역에서 추출한 문자 영역을 직접 퍼지-ARTMAP의 입력으로 사용하여 인식하는 nonfeature-based 방식으로 번호판 문자를 인식하는 방법을 제안하였다.

일반적인 차량의 번호판에서 문자 영역을 추출하기 위하여 차량 번호판의 배경 영역과 문자 영역의 색상 차를 이용하여 추출하였다.

100개의 번호판을 사용해서 실험한 결과, 각 번호판 추출에 대하여 95%의 높은 추출율을 보였고, 95%의 전체 인식률과 0.1초 미만의 인식 시간을 나타내었다.

차후 연구로는 히스토그램 기법으로 문자 영역 추출이 어려운 번호판에서 정확한 문자 영역을 추출하는 방법과 콘트라스트가 낮은 영역 패턴을 효과적으로 인식할 수 있는 방법들을 연구하고자 한다.

참고 문헌

[1] 이승우, 구건서, 남석우, 이기성, 오해석, "기울어진 자동차 영상으로부터의 자동차 번호인식", 한국정보과학회 가을 학술 발표 논문집(A), pp.463-466, 1995, 10.
 [2] Gail A. Carpenter, Stephen Grossberg, Nat alya Markuzon, John H. Reynolds, and David B. Rosen, "Fuzzy ARTMAP: A Neural Network Architecture for Incremental Supervised Learning of Analog Multidimensional Maps", IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS, Vol.3, No.5, pp.698-713, 1992.
 [3] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량 번호판 문자 인식", 한국정보과학회, '97 가을 학술 발표 논문집(2), pp.455-458, 1997, 10.
 [4] 이진배, "조명과 기울기에 강한 차량번호판 인식에 관한 연구", 숭실대학교 석사학위 논문, 1995, 6.
 [5] 이성환, "오프라인 필기 인식 기술의 연구 현황", 제2회 문자 인식 워크젯, pp.3-37, 1994, 9.
 [6] 서창진, 육창근, 강명호, 차의영, "자동차 번호판 영역에서 문자추출과 신경회로망을 이용한 문자인식", 한국정보처리학회, '97춘계 학술발표논문집, pp.1101-1104, 1997, 4.