

다항식 기반 RBFNNs를 이용한 차량 번호판 인식

김선환*, 오성권*, 김진율**

수원대학교 전기공학과*, 수원대학교 전자공학과**

Recognition of Vehicle License Plate Using Polynomial-based RBFNNs

Sun-Hwan Kim*, Sung-Kwun Oh*, Jin-Yul Kim**

Department of Electrical Engineering, The University of Suwon*,
Department of Electronic Engineering, The University of Suwon**

Abstract - 차량의 수요가 증가함에 따르는 지능적인 통제시스템의 요구된다. 그리고 과학기술의 발달과 시스템의 자동화에 따라 사람뿐만 아니라 차량도 인식이 필요하게 되었다. 따라서 본 논문은 다항식 기반 RBFNNs를 이용하여 차량의 번호판 인식을 수행한다. 번호판 영역과 번호는 영상처리에서 영상 이진화와 영상 모폴로지 기법 등 전처리 과정을 거친 후 검출하고, 차량 번호를 인식하기 위해 0~9사이의 숫자를 클래스 별로 데이터의 차원을 축소시켜 다항식 기반 RBFNNs에 학습하고, 테스트 차량의 번호판에서 번호별로 분류하여 차량번호를 인식한다.

1. 서 론

차량 번호판은 자동차나 트레일러에 부착해 다니는 금속 판대기로 공식적인 식별을 목적을 가지고 있다. 폐차를 할 때까지 특별한 이유 없이는 번호판을 교체 할 수 없기에 차량번호를 인식하기 위한 수단으로 쓰이고 있다. 과학기술의 발달과 시스템의 자동화에 따라 사람뿐만 아니라 차량도 인식이 필요한 상황이 되었다. 또한 차량의 속도 급격히 증가하여 그에 따르는 통제를 위해 번호판 자동인식체계의 필요성도 증가하는 추세이다. 주로 고속도로나 주차요금의 자동징수, 과속 또는 범죄 차량의 단속과 적발 등과 같이 실시간으로 차량을 구분하고 인식하는 것 보다 지능적인 차량인식 자동화체계가 요구되고 있다. 이에 따른 차량의 번호판 인식에 관한 연구는 차량이 나오는 영상에서 먼저 번호판 추출을 하고, 그 영역 안에서 번호판 추출하여 분류기를 통해 인식하는 연구를 제안한다. 차량 번호를 인식하는 것 또한 사람의 얼굴인식과 같이 다양한 조명에 따라 인식률의 차이가 생기는 문제점이 있다. 그래서 번호판 영역을 추출하기 위해 영상 이진화, 모폴로지 기법 등의 전처리 과정이 필요하다. 번호 역시 이러한 전처리 과정을 통해 추출한다. 패턴분류기의 학습에 필요한 이미지는 카메라를 이용하여 획득하였고 추출된 번호는 다항식 기반 RBFNNs를 통해 숫자를 분류하여 인식성능을 평가한다.

2. 본 론

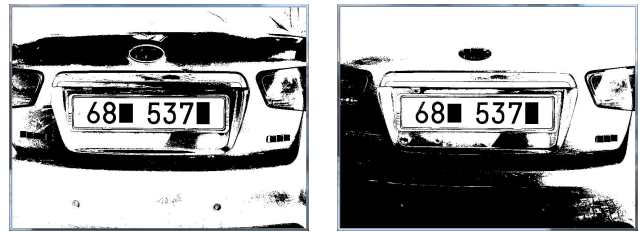
2.1 번호판 추출 및 번호 인식을 위한 전처리

명암도를 이용하여 인식을 할 경우 번호판과의 거리와 날씨, 그림자 등에 의해 많은 영향을 받는다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 번호판 추출을 위해 영상의 지역이진화, 모폴로지 기법(열림 및 닫힘 연산) 등을 사용하였다. 이러한 전처리를 통해서 테스트 영상의 화질 개선과 조명 및 그림자로 인한 왜곡 현상을 보완해 준다. 번호 이미지의 학습을 위해 PCA 알고리즘을 사용하여 고차원의 이미지를 저차원으로 축소한다.

2.1.1 지역 가변 이진화 방법

2차원 영상에서는 인공조명과 자연조명이 포함되어 조명의 세기에 의해 영상의 식별에 어려움을 주는 경우가 발생 할 수 있다. 따라서 2차원 영상의 명암도를 이용하여 인식을 수행하는 경우 원치 않은 조명 변화에 따라서 인식률이 저하된다. 이러한 인식률의 저하를 최소화하기 위해 이진화 기법을 사용하였다.

영상의 이진화 기법에는 여러 가지가 존재한다. 가장 단순한 이진화로는 임계값을 기준으로 이진화하는 방법이 있지만 이를 이용하여 사용자가 원하는 특정 부위를 얻는 것은 쉽지 않다. 실내 또는 제한된 환경에서는 원하는 이진화가 잘 되겠지만 외부의 왜곡요인이 많은 실외에서는 이진화에 많은 어려움이 따를 것이다. 그래서 픽셀 주변의 지역영역의 밝기 평균을 임계값으로 사용하는 지역 가변 이진화를 사용하였다. 이 방법은 영상의 픽셀마다 서로 다른 임계값을 사용하는데, 임계값은 그 픽셀을 중심으로 하는 영역 주변의 밝기 평균에 일정한 상수를 빼서 결정한다.

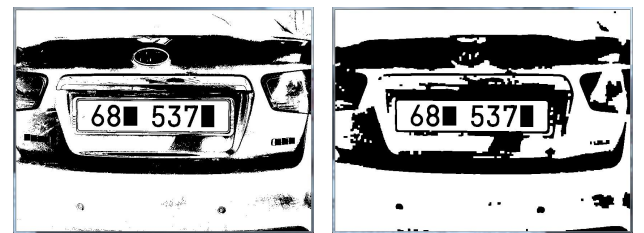


(a) 지역 가변 이진화 (b) 지역 고정 이진화
〈그림 1〉 영상 이진화

그림 1은 임계값의 가변과 고정에 대한 영상이다. 두 이미지에 대한 큰 차이가 없어 보이지만 임계값을 고정시켜서 이진화를 한다고 가정하면 차의 색상과 반사 정도, 그림자 등의 변수들이 발생할 때마다 번호판 추출에 어려움이 생긴다.

2.1.2 영상 모폴로지 기법

이진화된 영상을 어떠한 보정없이 처리하기엔 제거해야 되는 잡음이 많기에 영상처리 기법 중 모폴로지 기법을 사용한다. 모폴로지 기법은 영상의 기본적인 특징을 유지하면서 형태에 변화를 주는 처리방법이다. 형태소를 가지고 침식, 팽창, 열림, 닫힘 연산을 수행하는데 본 논문에서는 열림과 닫힘 연산만을 사용하였다. 형태소란 마스크와 유사한 개념으로서 영상에서 픽셀들을 선택하는 역할을 하며, 그 모양이 다양한 형태를 띤다. 이런 형태소를 이용하여 열림연산(Opening) 후 닫힘연산(Closing)을 하여 잡영과 구멍들이 제거된 결과를 그림 2에 표현하였다.



(a) 연산 전 (b) 연산 후
〈그림 2〉 열림연산 + 닫힘연산

2.1.3 번호판 및 번호 추출

앞절의 과정을 거쳐 최종적으로 이진화된 영상을 바탕으로 $OpenCV$ 내장함수인 $findContour$ 함수를 이용하여 윤곽선을 생성한다. 그리고 번호판의 고유적인 비율 등의 정보를 이용하여 번호판을 판단하여 추출한다. 번호판이 추출된 후에 영역 내에서 번호는 위의 과정을 다시 반복하여 번호의 비율을 기반으로 번호를 추출한다.



(a) 번호판 윤곽선 생성 (b) 번호판 영역 추출
〈그림 3〉 OpenCV-findContour를 이용한 번호판 추출

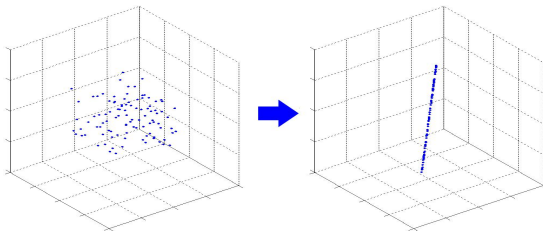
추출된 번호를 이용하여 학습된 패턴분류기에 테스트 영상으로 입력되어 번호를 인식한다. 그림 3과 그림 4는 윤곽선 추출을 통해 번호판과 번호의 영역을 추출한 그림이다.



(a) 번호 윤곽선 생성 (b) 번호 영역 추출
 <그림 4> OpenCV-findContour를 이용한 번호 추출

2.2 입력 데이터의 차원 축소 : PCA 알고리즘

주성분 분석법(Principal Component Analysis)은 대표적인 선형변환 특징추출 방법으로 데이터의 공분산행렬을 이용하여 구한 특징데이터의 차원이 실제 입력 데이터의 차원보다 작은 값이 되어 저차원의 특징으로 축소한다. 주성분 분석법의 가장 큰 목적은 변환 후의 특징데이터가 변환 전 실제 데이터의 정보를 최대한 유지되도록 하는 것으로, 패턴분류기를 이용하여 학습과 인식을 하는 경우 고차원 데이터는 잡음 특성까지 포함되어 데이터를 분류하는데 방해가 되고 데이터양으로 인하여 속도가 느려지는 단점을 가지게 된다. 이러한 문제점들은 주성분 분석법을 통해 저차원 데이터로 축소하여 해결된다. 그림 5는 PCA를 통한 차원 축소를 나타낸다.



<그림 5> 주성분 분석법을 이용한 차원 축소

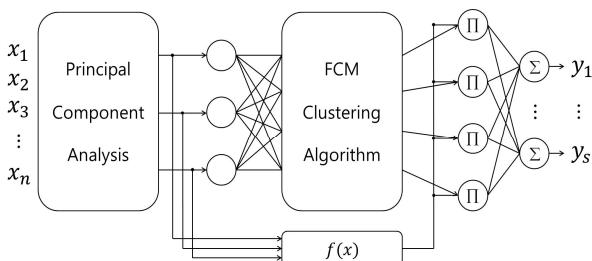
2.3 다항식 기반 RBFNNs 패턴분류기

다항식 기반 방사형 기저함수 신경회로망[1]은 입력층과 은닉층, 출력층으로 구성되어 있고, 조건부와 결론부, 추론부의 세가지 기능적 모듈로 분리되어 동작한다. 전처리 과정에서 저차원으로 축소된 특징 데이터들이 입력층을 거쳐 은닉층의 가우시안함수 대신 FCM 클러스터링을 통해 클러스터 수만큼의 중심점과 데이터 사이의 소속정도를 계산하여 이를 활성함수의 적합도 개념과 동일하게 사용한다. 그리고 기존의 신경회로망에서 사용하였던 결론부의 연결가중치를 상수항에서 일차식과 이차식, 그리고 변형된 이차식과 같은 다양한 형태로 확장하여 사용한다는 특징을 가지고 있다. 표 1은 4종류의 다항식 차수를 나타낸다.

<표 1> 다항식 차수(2입력 일 때)

Type	Polynomial type
Constant	$\hat{y} = a_0$
Linear	$\hat{y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$
Quadratic	$\hat{y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1^2 + a_4x_2^2 + a_5x_1x_2$
Modified Quadratic	$\hat{y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1x_2$

이와 같이 설계된 다항식 기반 RBFNNs 패턴분류기는 다차원의 입력, 출력에 대한 문제 해결이 용이하고, 또한 네트워크 특성이 강인하고, 예측능력이 뛰어난다는 장점을 지니고 있다. 그림 6은 제안된 방사형 기저함수 신경회로망의 구조이다.



<그림 6> 개선된 방사형 기저 함수 신경회로망

2.4 실험 및 결과 고찰

본 논문에서 흰색 신행 번호판 차량 이미지에서 번호판과 번호를 추출하고 인식하는 시스템을 제안한다. 사용한 학습 이미지의 크기는 35×60이고, 각 번호에 대해서 클래스 당 5장씩 10개 클래스에 대해서 총 50장을 학습에 사용하였다. 인식에 위해 번호의 이미지 크기 35×60인 2100개의 차원을 주성분 분석법을 통해 36차원으로 줄여 입력 데이터로 사용하였다. 실험을 위해 사용한 RPBNNs의 초기 파라미터 값은 표 2에 나타내었다.

<표 2> 번호 인식을 위한 제안된 pRBFNNs 파라미터들

Parameters	Value
퍼지화계수	2.0
규칙 수	10
다항식 종류	Linear
PCA 차원수	36

테스트에 사용된 이미지는 흰색 신행 번호판의 차량 이미지 50장을 사용하였고, 전체 클래스(번호)들의 평균 인식 성능과 50대 전체의 번호들(300개) 중에 인식에 성공한 번호 개수의 인식 성능을 산출하였다. 표 3은 두 개의 인식 성능을 나타내었다.

<표 3> 실험 결과

총 차량 수		50대
평균 인식 성능		95.71%
전체 번호에 대한 인식	총 번호 개수	300개
	인식에 성공한 번호 개수	289개
	인식 성능	96.33%

검출 실패사례를 알아보면 유리나 차량에 비치는 주변 배경이 번호판의 비율과 비슷하게 나온 경우 또는, 그림자나 오물 등에 의해 번호판의 이진화로 번호판 영역의 분리가 되지 않은 경우였고, 실패한 사례들을 그림 7에 나타내었다.



<그림 7> 번호판 검출 실패사례

3. 결 론

본 논문에서는 다항식 기반 RBFNNs를 이용한 차량 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 본 실험에서는 다소 번호판이 정면으로 나오는 이미지들을 많이 사용하였지만 실제로 주차장이나 고속도로에서 적용되는 영상은 정면이 아닐 경우가 많을 것이다. 측면 영상에서 번호판을 추출해낼 경우에는 비뚤어진 번호판을 보정시키는 작업이 필요하다. 향후 다양한 방향에서의 번호판 추출 및 인식 시스템에 대해 실험 할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터사업의 일환으로 수행하였음(GRRC 수원2015-B2, U-city 보안감시 기술협력센터) 그리고 한국산업단지공단의 10차년도 산업집적지경쟁력강화산업계획의 생산기술사업화 지원사업으로 연구를 수행하였음(NTIS-1415136442)

[참 고 문 헌]

[1] S-K. Oh, W-D. Kim, and W. Pedrycz, "Polynomial based radial basis function neural networks (P-RBFNNs) realized with the aid of particle swarm optimization", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 163, No. 1, pp. 54-77, 2011
 [2] K-Y Han, Y.W Woo, and S.H Han. "A Study on Recognition of Both of New & Old Types of Vehicle Plate", Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 13, No. 10(2009), pp. 1987-1996