

# 형태학적 크기 분포 함수를 이용한 자동차 번호판 인식

\*차상혁, 김주영, 고헌식  
경북대학교 전자전기공학부

## License Plate Recognition Using The Morphological Size Distribution Functions

\*Sang-Hyuk Cha, Joo-Young Kim, Kwang-Sik Koh  
School of Electronic and Electrical Eng., Kyungpook Nat'l Univ.  
E-mail : sang\_heuk@hanmail.net

### Abstract

In this paper, a new license plate recognition method using the morphological size distribution functions and color images is proposed. The proposed method consists of two steps. The first step is license plate extraction process using the plate color and step edge information in the license plate. The second step is the extraction of character feature vectors using the morphological size distribution functions and character recognition process using the MLP(multilayer perceptron). By the use of morphological size distributions functions, the error that may occur during the character region extraction process is lessened and the recognition performances are improved by the decrease of feature vector dimension.

### I. 서론

경제성장, 산업사회의 고도화와 함께 교통량이 증가하고 있으며, 교통량 증가에 따른 사회적 문제가 증가되고 있다. 차량 번호판 자동 인식 시스템을 개발함으로써 고속도로 통행료 징수, 도심지 혼잡통행료 징수, 위법차량의 자동단속, 그리고 주차장 자동 관리 등의 용도로 응용될 수 있다. 차량 번호판 인식 시스템에서 차량 영상 촬영시 조명, 각도, 번호판의 훼손 등 많은 잡음이 존재하며, 차량 번호판 추출 과정에서 정확한

추출은 어려운 과제이며, 이에 대한 보완은 필수적이다 [1].

차량 번호판 인식 시스템은 크게 번호판 영역 추출과, 문자인식으로 나눌 수 있다. 추출 방법으로는 번호판 내부의 극성 변화를 이용하는 방법과 이진화된 영상에서 수직, 수평선을 찾는 방법 등이 있다[2][3]. 이러한 방법들은 촬영시의 각도, 번호판 내부의 잡음 등에 의해 정확한 번호판의 영역을 추출해 내기 힘들다. 문자 인식에서 일반적으로 사용하는 특징 벡터 추출 방법은 영상에서 문자의 위치 정보를 이용한다. 이렇게 추출된 정보를 그대로 인식기인 신경망에 입력으로 사용할 경우 추출된 문자의 위치에 크게 영향을 받게 된다.

본 논문에서는 칼라 영상과 형태학적 크기 분포 함수를 이용한 차량 번호판 인식 방법에 대해서 제안한다. 전체 과정은 크게 두 가지 과정으로 나눌 수 있다. 첫 번째 과정은 번호판의 색과 번호판 내부의 특징 정보를 이용한 번호판 추출 과정이다. 그리고 두 번째 과정은 형태학적 크기 분포 함수를 이용하여 문자의 특징 벡터를 추출하고, 추출된 특징 벡터를 다층 신경망에 입력하여 문자를 인식하는 과정이다. 형태학적 크기 분포 함수를 이용함으로써 문자 영역 추출 과정시의 오류를 보완하고 특징 벡터 차원의 감소로 인식 성능을 향상한다.

### II. 자동차 번호판 추출

자동차 번호판 추출 전체 과정은 다음과 같다. 칼라 영상을 입력 받아 번호판의 색상을 검출하고 그 색상들

이 이루는 그룹들 중 가장 사각형의 형태에 가까운 그룹을 찾는다. 찾아진 그룹 내부에 번호판 내부의 특성을 가지고 있는지 확인하여 번호판의 영역을 결정한다.

### 2.1 국내 번호판의 종류

국내 번호판 중 일반차량번호판은 등록년일을 기준으로 신번호판과 구번호판으로 나눌 수 있다. 구번호판은 제작년일, 제작장소에 따라 명조체를 사용하고, 문자의 굵기, 배치 등의 변화가 심하다. 반면 신번호판은 고딕체를 사용하고, 배치가 일관성이 있으며 번호판의 좌측 하단에 음각으로 한글 등록번호가 새겨져 있는 것이 특징이다. 번호판의 색상에 따라 사업자등록 차량과 비사업자등록 차량으로 나눌 수 있다. 비사업자등록 차량일 경우 녹색 바탕에 흰색 글자이고 사업자등록 차량은 노랑색 바탕에 파란색 글자로 되어 있다.

### 2.2 자동차 번호판 특징

자동차 번호판은 크게 세 가지 특징을 가진다. 첫 번째는 색상 정보이다. 번호판 내부의 글자와 바탕색이 대조적인 색상으로 되어 있으며, 바탕색 또한 몇 가지 특정 색상으로 규정되어 있다. 두 번째는 형태적인 특징으로 2:1의 비율을 가지는 직사각형의 형태를 가진다. 세 번째는 번호판 내부에 일정간격으로 글자들이 포함되어 있다. 글자들은 번호판의 바탕색과 대조적인 색을 가지고 있으므로 쉽게 에지 성분들을 검출 할 수 있다.

#### 색상정보에 의한 번호판 영역 추출

자동차 번호판의 바탕색은 일정한 색상으로 규정되어 있다. 따라서 바탕색을 검출함으로써 번호판의 대략적인 위치를 찾을 수 있으며 나머지 영역을 제거할 수 있다. 번호판 바탕색 중 녹색은 아래의 조건으로 정의한다.

$$D = (G - R) + (G - B)$$

$$Green = \begin{cases} 1, & G > R \text{ and } G > B \text{ and } D > k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서  $R, G, B$ 는 각각 칼라 인덱스를 나타내고,  $k$ 는 촬영 카메라의 특성에 따라 결정 된다.

#### 형태에 의한 번호판 영역 추출

번호판의 형태는 직사각형을 이루고 있다. 차량 영상에서 사각형태를 찾아 번호판의 후보 영역으로 둔다. 사각형 판별 함수는

$$G_i^R = \{x : \max X(x, y_i); y_i \in G\}$$

$$G_i^L = \{x : \min X(x, y_i); y_i \in G\}$$

$$G_i^U = \{y : \min Y(x_i, y); x_i \in G\}$$

$$G_i^D = \{y : \max Y(x_i, y); x_i \in G\}$$

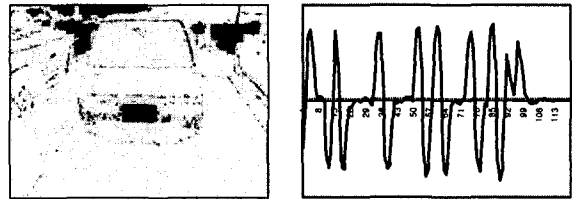
$$SN = Var[G_i^R] + Var[G_i^L] + Var[G_i^U] + Var[G_i^D]$$

로 정의된다. 여기서  $G$ 는 그룹내의 모든  $x, y$ 좌표를 나타낸다. 사각형태의 유사성은  $SN$ 의 값이 작을수록 크다.

### 2.3 번호판 결정

차량 영상에서 번호판 이외에 번호판과 같은 형태와 색상을 가지는 영상이 있을 수 있다. 이를 배제하기 위해서 그 영역 내부에 문자의 특징이 있는지를 확인함으로써 번호판 영역을 결정한다.

만약 녹색을 가진 번호판일 경우 내부의 문자들은 흰색을 가지고 있다. 따라서 녹색에서 흰색으로 변화할 경우  $R, G, B$ 중  $R$ 성분의 변화가 가장 급격하게 일어난다.  $R$ 성분에 대한 기울기는 그림 1.(b)와 같이 번호판의 내부일 경우 계단 에지 특성을 나타낸다. 계단 에지의 간격과 개수를 이용하여 번호판 영역에 대한 신뢰도를 결정한다.



(a) 번호판 색상 검출 및 그룹화된 영상  
(b) 번호판 내부 R 성분의 기울기

Fig 1. (a) Extraction of the license plate color and grouped image (b) Gradient of the R component in the license plate

## III. 자동차 번호판의 문자 인식

차량 번호판의 문자 인식은 다음과 같다. 추출된 문자로부터 크기 정규화 과정을 거치고 이를 이진화 한다. 이 영상에서 문자의 특징 벡터를 추출하고 데이터를 정규화하여 다층 신경망에 입력한다.

### 3.1. 문자 인식의 문제점

신경망을 이용하여 문자를 인식하는 경우 문자의 특징 벡터를 어떻게 추출하느냐에 따라 그 성능이 좌우된

다. 추출된 영상에서 특징 벡터를 추출할 때 문자의 위치와 색의 밝기 등을 이용하는 경우 추출되는 과정의 오류나 문자의 위치, 크기 변화 등에 크게 영향을 받는다.

추출된 문자에서 같은 문자일 경우 크기나 위치에 무관하게 특징 벡터를 추출해야 한다.

### 3.2 형태학적 크기 분포 함수

형태학적 크기 분포 함수인 HOR(horizontal)과 VER(vertical) 함수는 이진 영상에서 객체(object)의 위치에 관계없이 객체의 형태와 객체간의 간격에 대한 특징 벡터들을 추출해 낼 수 있다[4].

$$HOR(f, n) = card\ OPEN(f, h_n) \quad (1)$$

$$VER(f, n) = card\ OPEN(f, v_n) \quad (2)$$

여기서  $f$  는 이진영상을 나타내고,  $h_n$ 과  $v_n$ 는 수평, 수직 방향의 구조 요소(structuring element)를 나타낸다.

$$h_n = \{(0,0), \langle n,0 \rangle\}, \quad v_n = \{(0,0), \langle 0,n \rangle\}$$

HOR과 VER의 두 함수를 이용하면 그림 2와 같이 각각의 문자들을 구분할 수 있는 충분한 특징 벡터들을 추출할 수 있다. 또한 문자의 위치에 무관하게 특징 벡터를 추출할 수 있으므로 문자 분리시의 오류에 의한 영향을 감소 시킬 수 있다.

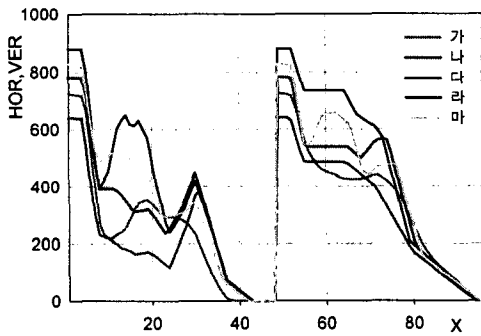


그림 2. 가,나,다,라,마 문자에 대한 HOR과 VER  
Fig 2. HOR and VER of 'ga', 'na', 'da', 'la' and 'ma' character

HOR과 VER에 의해서 얻어진 특징 벡터들을 그대로 신경망의 입력 벡터로 사용 할 수는 없다. 문자의 크기에 무관하고 최소의 차원으로 문자의 특징 벡터를 추출

하기 위해 특징 벡터의 정규화 과정을 거친다.

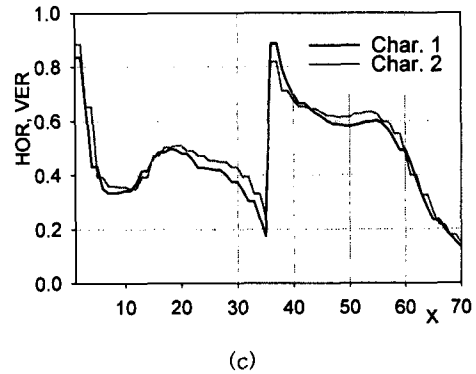


그림 3. (a) 문자1 (b) 문자2  
(c) 문자 1, 문자 2의 정규화 과정 거친 후 값  
Fig 3. (a) character 1 (b) character 2  
(c) Normalized data of character 1 and character 2

그림 3과 같이 크기와 위치가 서로 다른 두 영상에서 유사한 특징 벡터를 추출해 낼 수 있다.

## IV. 실험 및 고찰

실험에서는 낮 시간대에 불계이트를 지나는 차량과 주차 되어져 있는 차량으로 얻어진 영상들을 사용하였다. 영상 획득에 사용된 장비는 코닥 DC220 디지털 카메라와 삼성 SV-H33을 사용하였다. 영상의 크기는 640 × 480 BMP 영상이고 전체 영상에서 차지하는 차량 번호판의 크기는 최소 80 × 40 에서 최대 120 × 60 정도가 되게 촬영을 하였다. 인식 성능을 실험하기 위해 여러 각도에서 차량을 촬영하였다.

차량 번호판 내의 문자의 정규화 크기는 48 × 48로 조절된다. 다층 신경망 학습을 위한 데이터는 숫자의 경우 신번호판과 구번호판에서 추출한 20개의 데이터와 신,구번호판의 서체와 가장 유사한 문자들을 워드프로세서로 편집하여 레이저 프린터로 출력하고 이를 스캐너를 이용하여 영상 파일로 저장한 데이터 20개를 합하여 총 40개의 데이터를 사용하였다. 문자의 경우 신,구번호판의 실제 영상을 이용한 데이터 40개와 워드

프로세서를 이용한 데이터 40개를 합하여 총 80개의 데이터를 사용했다. 인식기로 사용한 다층 신경망의 구조는 표 1과 같다.

전체 인식 실험 결과는 표 2에 나타내었다. 번호판 추출시 번호판내부의 손상 및 빛의 영향으로 정확한 번호판의 위치를 찾지 못하고 그보다 작거나 큰 영역을 찾는 경우가 있었다. 문자와 숫자의 경우 영상 획득시 초점 상태가 좋지 않거나 훼손이 심한 경우에 오류를 발생했다.

표 1. MLP 신경망의 각 뉴런의 개수  
Table 1. The neural number of MLP

	입력층	은닉층	출력층
문자	70	15	20
숫자	70	15	10

표 2. 실험 결과  
Table 2. The experimental result

	데이터	인식	인식률	처리속도
번호판추출	100	97	97%	39ms/frame
문자	97	92	94.8%	20ms/char
숫자	382	360	94.2%	20ms/num

## V. 결론

본 논문에서 제안한 자동차 번호판 인식 시스템은 칼라 영상에서 번호판의 색깔, 형태 정보를 이용하여 번호판의 영역을 찾는다. 그리고 찾아진 영역에서 번호판의 내부 특성을 이용하여 번호판 영역을 결정한다. 이렇게 추출된 번호판 영역에서 문자 영역을 추출하고 형태학적 크기 분포 함수를 이용하여 특징 벡터를 추출한다. 추출된 특징 벡터는 최종적으로 신경망에 입력되어 문자를 인식한다.

번호판 추출 과정에 있어 번호판의 색상과 형태의 정보를 이용함으로써 번호판이 훼손되거나, 번호판의 테두리 선이 가려진 영상에 대해서 강인한 특성을 보인다. 또한 문자 인식 부분에 있어 문자 영역 추출 시 번호판의 훼손 및 잡음들에 의해 정확한 추출이 되지 않은 경우에 대해서도 정확한 특징 벡터를 추출한다.

형태학적 크기 분포 함수는 객체의 위치나 크기에 관계없이 특징 벡터를 추출할 수 있고, 또한 객체의 위치 정보를 이용하는 것보다 적은 차원의 특징 벡터가 추출되어 신경망을 이용하는 인식기의 성능을 향상한다.

실제 자동차 번호판 인식 시스템에서는 야간 및 여러

가지 조명에 대해 고려하고 또한 번호판의 훼손이 심한 경우에 대해서도 고려되어야 하겠다.

## VI. 참고 문헌

- [1] 정승현, "국부투영 이진문자들의 특징을 이용한 차량번호판 추출," *경북대학교 석사학위 논문* 2000년 12월.
- [2] S. Gendy, "Automatic car registration plate recognition using fast hough transform," *IEEE International Carnahan Conference*, pp. 209-218, 1997.
- [3] S. Draghici, "A neural network based artificial vision system for licence plate recognition," *int.J.Neural Syst.*, vol. 8, no. 1, pp. 113-126, 1997.
- [4] D. Sinha, "Discrete black and white object recognition via morphological functions," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 12, no. 3, pp. 275-293, 1990.
- [5] P. Comelli "Optical recognition of motor vehicle license plates," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 44, pp. 790-799, Nov. 1995.
- [6] Eun Ryung Lee, "Automatic recognition of a car license plate using color image processing," *IEEE Proc. Image Processing*, vol. 2, pp. 301-305, 1994.
- [7] M. Shimizu "A thinning algorithm for digital figures of characters," *Image Analysis and Interpretation, Proceedings. 4th IEEE Southwest Symposium*, pp. 83-87, 2000.