

# 색과 형태 정보를 이용한 교통 안전 표지판 인식

이 승 우\* 김 옥 현\*

\*영남대학교 컴퓨터공학과  
경상북도 경산시 대동 214-1

## Traffic Sign Recognition Using Color and Shape Information

Seungwoo Lee\* Wookhyun Kim\*

Dept. of Computer Engineering, Yeungnam University  
214-1 Daedong, Kyungsan, Kyungbuk, 712-749, Korea.

E-Mail : pome99@cse.yu.ac.kr, whkim@yu.ac.kr

### 요 약

본 논문은 교통 안전 표지판 인식에 적용이 가능한 새로운 영상의 특징 정보 추출 방법을 제안한다. 제안된 방법은 인간의 인식 시스템에서 이용하는 기본 특징인 색과 형태정보를 이용하여 영상 인식에 적용한다. 색 정보의 추출은 RGB성분의 히스토그램 분포를 이용하고 형태 정보의 추출은 기하학적인 형태 정보 추출 방법과 모멘트를 이용한다.

본 논문은 유사 영상 검색을 위한 새로운 특징 정보 추출 방법과 간단한 특징 정보 표현 그리고 계산량의 감소 효과를 얻었다.

### I. 서 론

디지털 영상 데이터는 합축된 정보량이 클뿐만 아니라 중요한 정보를 저장하고 표현하기 위한 편리한 매체이다. 영상 산업의 발달로 영상을 획득하고 저장하기가 더 쉬워짐에 따라 거대한 영상 데이터 베이스가 생성되고 사용자에게 영상

검색에 대한 어려움을 주고 있다[1]. 이러한 이유로 영상 검색을 위한 유용하고 효과적인 방법이 제시되어야 한다.

인간의 인식 시스템은 고도의 신뢰성과 고속의 처리 성능을 가진 가장 완벽한 인식 시스템으로 이러한 인식 시스템에서 이용하는 기본 특징정보를 기반으로 영상으로부터 유사한 특징정보를 추출하여 영상 검색에 적용하고자 하는 연구가 현재 진행되고 있다[2].

한편, 디지털 영상 산업의 발달과 더불어 차량 자동화 주행 시스템의 개발로 운전자에게 길에 대한 중요하고 보다 안전하고 쉬운 운전을 할 수 있는 정보를 제공하는 교통 안전 표지판 인식에 대한 연구의 중요성이 부각되고 있다[3].

기존의 교통 안전 표지판 인식 방법은 신경망을 이용한 계산량의 증가[3]와 특징 정보의 추출 방법이 복잡하고 많은 특징 정보를 요구하는 방법[4]들이다. 본 논문은 계산량의 감소와 간단한 특징 정보의 표현을 위해 인간의 인식 시스템에서 이용되는 기본 정보인 색과 형태 정보를 기반으로 한 새로운 특징 정보 추출 방법을 제안한다.

## II. 교통 안전 표지판 인식 시스템

제안하는 인식 시스템은 그림 1과 같이 크게 3부분으로 구성된다. 잡음이나 불필요한 정보의 제거와 크기 정규화 과정을 포함한 전처리 과정, 입력 영상으로 부터 특징 정보를 추출하는 특징 정보 추출과정, 추출된 특징 정보를 이용한 인식 과정으로 구성된다.

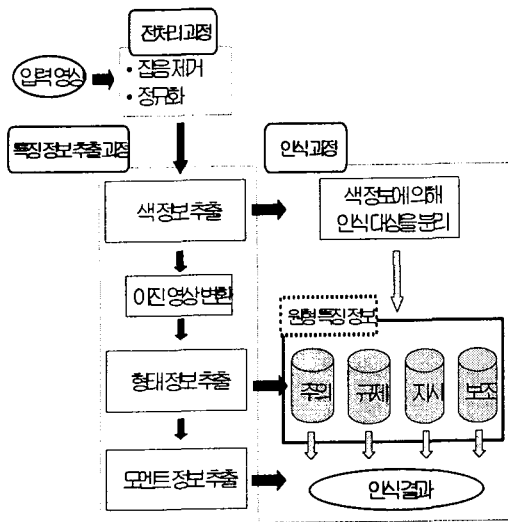


그림 4.1 인식 시스템

### 2.1 전처리과정

입력 영상으로부터 정확한 특징 정보 추출을 위한 영상의 잡음 제거 과정과 크기의 정규화 과정으로 구성된다.

#### 2.1.1 잡음 제거

잡음 제거과정에서는 불필요한 정보와 잡음만 제거하고 원 영상을 유지하는데 목적이 있다. 정보의 손실을 최소화하기 위해 저주파 통과 필터, 메디안 필터, 고주파 통과 필터를 연속적으로 적용한다. 각 필터의 설계는 다음과 같다.

저주파 통과 필터

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

고주파 통과 필터

$$T = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 7 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

메디안 필터는 3×3크기로 중간값을 적용한다.

#### 2.1.2 정규화

입력 영상의 가로와 세로의 크기 비가 사전에 정의된 값(본 논문에서 적용된 값 : 1.17)을 초과했을 때 수행되는 과정이다. 최근접 이웃 보간법을 이용하여 입력 영상의 크기가 확대 또는 축소 되었을 때 빈 픽셀값에 대해 바로 이웃한 픽셀값으로 대체한다.

### 2.2 특징 정보 추출 과정

인식 과정에서 원형 특징 정보와 비교 대상이 되는 특징 정보를 추출하는 과정으로 색 정보 추출과 형태 정보 추출, 모멘트 정보 추출 과정으로 구분된다.

#### 2.2.1 색 정보 추출

RGB 성분의 히스토그램 분포를 이용한다. B, R-G, G-B에 대한 각각의 히스토그램 분포를 구하고 50단위로 양자화하여 5개의 인덱스를 부여한다. 색 정보는 'B', 'R-G', 'G-B', 'B+'로 구성되며 'B'는 B성분의 히스토그램 분포중에서 가장 큰 값을 가지는 인덱스로 할당하고 'R-G'는 RG성분의 차에 대한 히스토그램 분포값 중에서 최상위 3개의 인덱스 합으로 계산한다. 'G-B'는 GB성분의 차에 대한 히스토그램 분포값 중에서 최상위 3개의 인덱스 합으로 계산하고 마지막으로 'B+'는 B성분의 히스토그램 분포값 중에서 최상위 3개의 인덱스 합으로 계산한다. 이상 4개의 특징 정보는 입력 영상에 대한 표지판의 4가지 범주로 분류하는데 이용된다.

#### 2.2.2 형태 정보 추출

회전과 크기변화에 불변하는 가장 일반적인 기하학적인 형태는 원이다. 원에서 특징 정보를 추출하는 방법으로 체인코드[4]를 형성하거나 원호의 크기비[5]를 이용한 방법이 있었다. 본 논문에서는 기존의 계산 과정이 복잡하고 많은 특징 정보를 요구하는 방법 대신 원에서의 확률 분포를 이용하여 특징 정보를 정의한다. 그림 2는 형태 정보를 추출하는 방법을 보이는 그림이다.

먼저 식 (1)을 이용하여 영상의 중심좌표를 계산한다.

$$(x_0, y_0) = \left( -\frac{1}{A_n} \sum_{(x,y) \in S_n} x, \frac{1}{A_n} \sum_{(x,y) \in S_n} y \right) \quad (1)$$

여기서  $S_n$ 는 오브젝트의 집합이고  $A_n$ 은 집합  $S_n$ 의 원소 수이다. 구해진 중심좌표로부터 식

(2)을 이용하여 오브젝트의 평균거리를 계산한다.

$$D_n = \frac{1}{A_n} \sum_{(x,y) \in S} \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} \quad (2)$$

평균거리를 기준으로 중심좌표에서 반지름이  $kD_n$  원을 생성한다. 여기서  $k$ 의 값은 규제표지에 대해 1.2, 0.9, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0.1이고 그 외의 표지에 대해 1.2, 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0.1이다. 특징 정보는 각 원에서 원주의 길이와 오브젝트가 위치한 곳의 픽셀 수에 대한 확률로 계산한다. 즉,  $\frac{\text{원주에서 '1'의 픽셀개수}}{\text{원주의 픽셀개수}} \times 100$  이다.

7개의 특징 정보에 중심좌표에서의 값을 추가하여 8개로 구성된다.

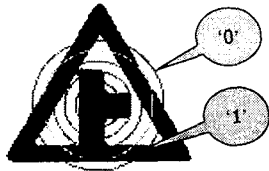


그림 2 형태 정보 추출

### 2.2.3 모멘트 정보 추출

모멘트 정보는 표지판의 특성상 서로 대칭 영상에 대한 구별 정보로 이용한다. 2차원 연속 함수에 대해 차수  $(p+q)$ 를 가지는 모멘트를 식 (3)과 같이 정의한다.

$$m_N = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x,y) dx dy \quad (3)$$

전체 영상에 대한 모멘트를 계산하는 것이 아니라 대칭 정보를 많이 포함하고 위치에서 모멘트 정보를 획득하기 위해 형태 정보 추출 과정에서 제안한 방법과 유사한 방법을 적용한다. 그림 3은 모멘트 정보를 추출하는 방법을 보인다.

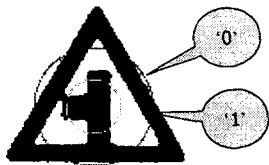


그림 3 모멘트 정보 추출

모멘트는 지시표지에 대해  $0.4 D_n$ 와  $0.8 D_n$ 에서 모멘트를 계산하고  $\frac{0.8 D_n}{0.4 D_n} \times 100$ 으로 정의하

고 그 외의 표지는  $0.5 D_n$ 와  $1.1 D_n$ 에서 모멘트를 계산하고  $\frac{0.5 D_n}{1.1 D_n} \times 100$ 으로 정의한다.

### 2.2.4 인식 과정

인식 과정에 대한 전체적인 절차를 그림 4에서 보이고 있다.

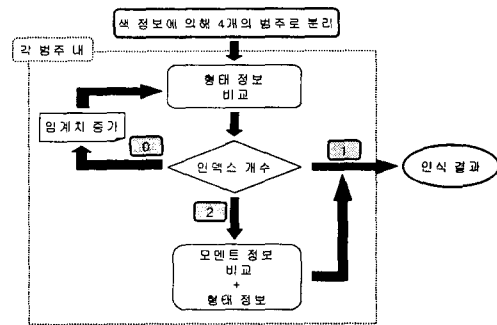


그림 4 인식 과정

## III. 실험 및 결과

본 논문에서 제안하는 인식 시스템은 펜티엄 PC의 윈도우 NT환경에서 Visual C++을 이용하여 구현하였다. 실험에서 원형 특징 정보 추출을 위한 영상은 HP ScanJet 4c을 이용하여 교통 안전 표지판 책자에서 획득하였으며 크기는 가로×세로(100~110)를 적용하였다. 실험의 입력으로 사용된 영상은 그래픽 툴을 이용하여 잡음과 회전, 크기변화를 적용하였다. 잡음의 추가는 랜덤 분포의 30~60%를 적용하고 회전은 -30~+30도 사이의 각도로 회전 변형하였으며 크기 변화는 0.6~1.5배의 임의의 크기로 변형하였다.

실험결과 모든 변형에 대해 비교적 정확한 인식 결과를 얻었으며 크기의 비가 너무 작은 영상과 영상 자체의 왜곡된 변형을 적용한 경우는 정확한 형태 정보의 추출이 불가능하여 오인식하는 경우가 있었다.

그림 5는 본 논문에서 실험된 결과의 예를 보이는 그림이다. 첫 번째 행은 입력영상이며 두 번째, 세 번째행의 영상은 특징 정보를 추출한 중간 결과 영상이다. 인식 결과에서 'count'는 형태정보가 유사한 인덱스의 개수이며 배열이 유사도 값에 따라 오름차순으로 정렬되어 나타난다. 'threshold'는 최종 인식될때의 임계치를 보인다.

표 1은 실험 결과에서 왼쪽부터 입력 영상의

추출된 특징 정보를 보이며 표 2는 전체 표지판에 대한 인식 결과이다.

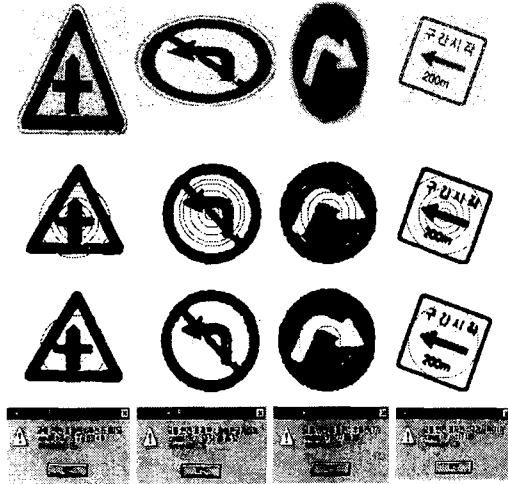


그림 5 실험 결과

	B	R-G	G-B	B+	0	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	M
1	0	10	10	36	1	43	71	51	47	60	100	100	39.2189
2	0	14	6	36	1	100	7	13	28	68	48	85	48.8837
3	3	6	6	74	1	100	91	67	39	44	100	100	112.328
4	3	10	6	70	1	43	9	25	38	31	38	79	130.280

표 1 추출된 특징 정보

변형	범주	주의표지	규제표지	지시표지	보조표지	인식률 (%)
	잡음	30%	40/40	32/32	31/31	26/26
60%		40/40	32/32	31/31	26/26	100
회전	-30	40/40	32/32	31/31	20/26	95
	+30	40/40	32/32	31/31	20/26	95
크기	0.6	28/40	30/32	27/31	15/26	78
	0.8	38/40	32/32	29/31	23/26	95
	1.5	40/40	32/32	29/31	24/26	97

표 2 인식 결과

#### IV. 결론

본 논문에서는 유사 영상 검색을 위한 특징 추출 방법과 간단한 특징 정보 표현 그리고 계산량의 감소를 만족하는 교통 안전 표지판 인식을 위한 새로운 방법을 제안한다. 입력 영상으로부터 RGB 성분의 차에 의한 히스토그램 분포에서 추출한 색 정보를 이용하여 비교 대상이 되는 영상의 수를 줄였으며 새롭게 제안된 기하학적인

형태의 특징 추출 방법으로 특징 정보를 추출하는 방법을 간소화 하였다. 또한 적은 수의 데이터를 이용하여 영상의 특징을 표현하였다. 추출된 특징 정보들은 회전, 크기 변화에 불변한 특성을 가진다. 본 논문의 접근 방법은 인간의 인식 시스템에서 이용하는 색과 형태 정보를 먼저 적용하여 영상을 인식하고 보다 정밀한 정보를 요하는 부분(대칭)에 대해서는 모멘트 정보를 추가적으로 이용한다.

향후 과제로는 실영상으로부터 표지판 부분을 분할하는 인식의 전단계 개발이 필요하며 관찰자나 카메라에 의한 이동이나 회전으로 인한 왜곡된 영상에 대한 추가적인 보정작업이 필요하다.

이러한 문제점과 향후 과제가 완성되면 차량 자동화 운행 시스템의 교통 안전 표지판 인식 분야에 활용이 가능하며 영상 검색 시스템의 심볼 인식과 상표 인식, 그리고 문자인식 분야에 적용이 가능하다.

#### [참고 문헌]

- [1] Babu M. Mehtre, Mohan S. Kankanhalli, Wing Foon Lee, "Shape Measures for Content Based Image Retrieval : A Comparison", Information Processing & Management Vol.33, No.3, pp.319-337, 1997
- [2] Anil K. Jain, Aditya Vailaya, "Image Retrieval Using Color and Shape", Pattern Recognition, Vol.29, No.8, pp.1233-1244, 1996
- [3] Arturo de la Escalera, Miguel Angel Salichs, "Road Traffic Sign Detection and Classification", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.44, No.6, 1997
- [4] Jung Hak AN, Tae Young CHOI, "Dominant Color Transform and Circular Pattern Vector for Traffic Sign Detection and Recognition", ITC-CSCC, pp.1128-1135, 1998
- [5] L. A. Torres-Mendez, J. C. Ruiz-Suarez, Luis E. Sucar, G. Gomez, "Translation, Rotation, and Scale-Invariant Object Recognition", IEEE Transactions on Systems Man. and Cybernetics-Part C, Vol.30, No.1, 2000