

컬러비와 거리비를 이용한 교통표지판 영역추출

곽 현 옥[†] · 이 우 범^{††} · 김 옥 현^{†††}

요 약

본 논문에서는 컬러 정보인 컬러비와 형태학적 정보인 코너점 및 거리비를 이용한 교통표지판 영역추출 시스템을 제안한다. R, G, B 성분들의 컬러비를 기반으로 생성한 이진영상에 대해서 불릿 연산처리와 마스크를 이용한 코너점 및 중심점 검출에 의해 후보영역을 추출한다. 다양한 형태의 교통표지판 영역은 후보영역의 중심점을 기준으로 형태학적 정보인 거리비를 이용하여 추출한다. 실험결과, 제안한 시스템은 크기 및 위치에 불변하며, 삼각형, 원, 역삼각형, 사각형 등의 다양한 교통표지판과 밝기값의 차이가 큰 낮과 밤 영상에 대해서도 정확한 영역추출이 가능하였다. 또한, 높은 정확성과 빠른 처리속도를 보였다.

Traffic Sign Area Detection by using Color Rate and Distance Rate

Hyunwook Kwak[†] · Woobeom Lee^{††} · Wookhyun Kim^{†††}

ABSTRACT

This paper proposes a system detecting the area of traffic sign, which uses color rate as the information of colors, and corner point and distance rate as the information of morphology. In this system, a candidate area is extracted by performing dilation operation on the binary image made by the color rate of R, G, B components and by detecting corner point and center point through mask. The area of traffic sign with varied shapes is extracted by calculating the distance rate from center point, which is the information of morphology. The results of this experiment demonstrate that in this system which is invariable regardless of its size and location, it is possible to extract the exact area from varied traffic signs such as the shapes of triangle, circle, inverse triangle, and square as well as from the images at both day and night when brightness value is greatly different. Moreover, it demonstrates great accuracy and speed in processing.

키워드: Image Segmentation, HSI Color Space, Corner detection, Morphological Filters

1. 서 론

자동 주행 시스템(automatic driving system)의 개발에서 교통표지판, 자동차, 보행자, 도로, 빌딩 등과 같은 도로여건의 이해는 매우 어려운 작업이다. 이 가운데에서 교통표지판은 도로안전시설 중 없어서는 안될 중요한 부분으로 기호, 문자, 색으로 구성되며 도로구조의 보전과 안전하고 원활한 교통소통을 위하여 운전자에게 목적지까지의 방향, 거리 등의 지점 및 경로안내를 위한 다양한 정보를 제공한다. 그러므로, 자동 주행 시스템에서 교통표지판의 영역추출은 필수적으로 해결해야 할 연구과제이다.

기존의 교통표지판 영역추출에 관한 연구는 컬러정보를 기반한 연구[1-10]와 형태학적 정보를 기반한 연구[1, 11-18]로 구분된다.

Kehtarnavaz와 Griswold[1]는 멈춤신호 교통표지판에 대한 처리에서 입력영상의 컬러들을 HSI 컬러공간으로 변환한 후, 교통표지판의 컬러에 대한 통계적 분석에 의해서 색상, 채도, 명도의 범위를 정하고 이것을 기반으로 입력영상을 이진영상으로 변환하였다. Priese와 Rehrmann[2, 3]은 HSI 컬러공간에서 영역확장(region growing)을 기반으로 병렬분할(parallel segmentation)방법을 제안하였으며, Nicchiotti와 Ottaviani[4]는 HSI 컬러공간에서 영역확장(region growing)을 기반으로 컬러영상을 분할하였다. Estable와 Schick[5]는 실시간으로 교통표지판 영역추출과정을 처리하기 위해서 사전에 고차원의 신경망을 이용하여 교통표지판 컬러에 대한 화소 레이블링(pixel labeling)을 수행하였다. 이러한 컬러정보를 기반으로 하는 연구들은 특정 응용분야에 따라 컬러공간에서의 화소 클러스터링(pixel clustering)에 의존하므로 사전에 통계적인 분석이 요구된다. 그러므로, 다양한 컬러들로 구성된 물체의 영역을 추출할 경우에는 컬러공간에 많은 변화가 유발되며, RGB 컬러공간의 입력영상을 다른 컬러공간으로 변환하는 과정이 필요하다.

[†] 준 회원: 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과

^{††} 정 회원: 대구과학기술대학교 컴퓨터공학과 교수

^{†††} 정 회원: 영남대학교 전자정보공학부 교수

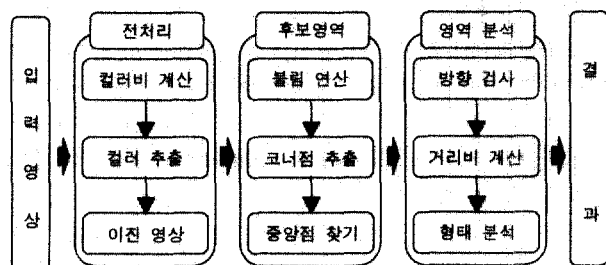
논문접수: 2002년 2월 15일, 심사완료: 2002년 7월 30일

Kehtarnavaz와 Griswold[1]는 멈춤신호 교통표지판 영역을 추출하는데 있어 빨간색 컬러정보만을 가지는 영역의 에지(edge)성분에 대해 허프변환(hough transform)알고리즘을 적용하여 영역을 추출하였다. Aoyagi와 Asakura[9]는 추출한 에지를 유전자 알고리즘을 이용한 패턴 매칭방법으로 원 형태의 교통표지판 영역을 추출하였다. Gavirila[10]는 에지 영상에 대해 거리 변환(distance transform)알고리즘을 적용하여 변환한 영상과 원형(template)간의 상관성을 비교하여 교통표지판의 영역을 추출하였다. 이러한 형태정보를 기반으로 하는 영역추출에 관한 연구는 빌딩과 상업적인 광고판, 자동차, 보행자 등이 있는 복잡한 실영상의 경우 교통표지판 후보 영역의 수를 증가시키고, 교통표지판의 손상이나 다른 표지판에 의한 형태정보 손실, 기술어짐에 의해 완전한 교통표지판의 형태를 가질 수 없다. 그리고, 교통표지판은 관점에 따라 크기와 형태가 다양하게 변형되어 복잡한 처리 과정이 필요하다. 따라서, 자동 주행 시스템에 적용하기 위해서는 정확한 교통표지판의 영역추출이 필요하다.

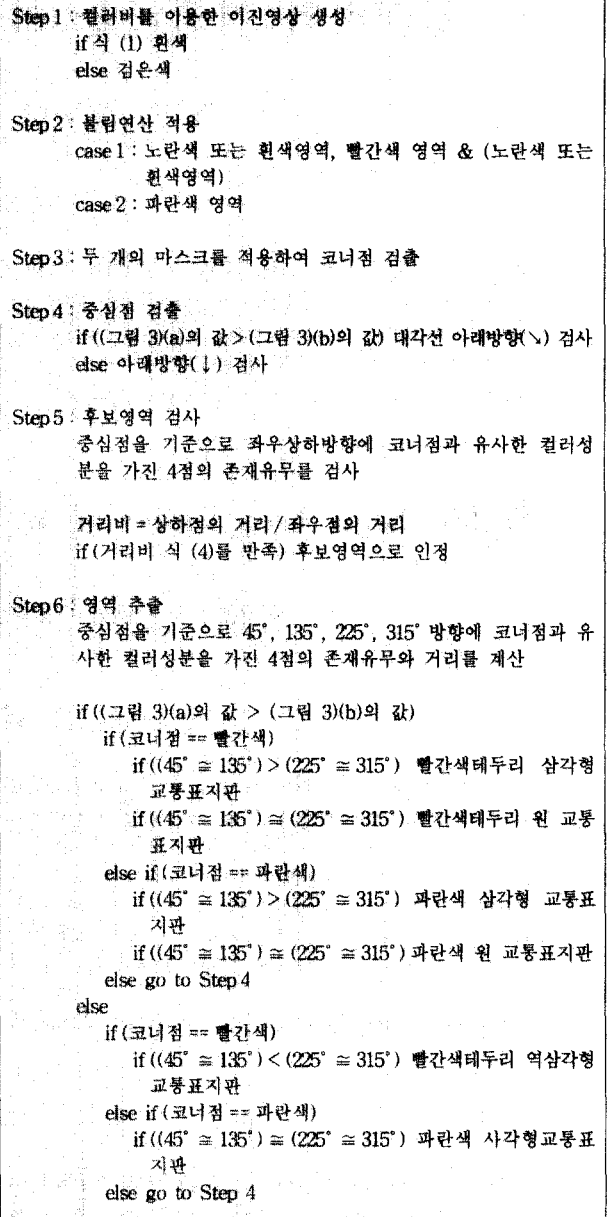
본 논문에서는 외부환경의 변화에 강건한 HSI 컬러공간의 색상(hue)이 가지는 특성을 변환하는 과정 없이 RGB 컬러공간에서 빨간색, 초록색, 파란색성분들의 컬러비율 이용하여 교통표지판의 후보영역을 추출한다. 적은 수의 코너점 검출 마스크와 중심점, 4방향의 거리비를 이용하여 밝기, 회전, 크기 변화에 불변한 교통표지판의 영역추출 시스템을 제안한다.

2. 영역추출 시스템

본 논문에서 제안하는 교통표지판 영역추출 시스템의 처리 과정은 (그림 1)과 같이 전처리 과정, 후보영역추출 과정, 영역분석 과정으로 구성된다. 전처리 과정은 입력 영상이 가지는 R, G, B성분의 비를 이용하여 이진 영상을 생성하고, 후보영역 추출 과정은 코너점 검출, 불림 연산과 중심점을 통하여 교통표지판의 후보영역을 추출한다. 영역분석 과정은 추출된 후보영역에 대하여 중심점으로부터 4방향의 거리비를 계산하여 삼각형, 원, 사각형, 역삼각형 등의 형태학적 정보를 분석하고 그 결과를 바탕으로 정확한 교통표지판의 영역을 추출한다. 본 논문에서 제안하는 각 처리과정에서의 세부적인 알고리즘은 (그림 2)와 같다.



(그림 1) 교통표지판 영역추출 시스템



(그림 2) 교통표지판 영역추출 시스템의 알고리즘

2.1 전처리 과정

일반적으로 컬러영상은 빨간색, 초록색, 파란색의 세 가지 성분으로 구성된 RGB 컬러공간을 이용한다. 그러나, RGB 컬러공간은 처리가 간단하다는 장점이 있으나, 날씨나 조명 상태의 변화에 민감하게 반응하므로 각 화소이 가지는 밝기 값을 기반으로 한 영역추출에는 어려움이 따른다. 일반적으로 RGB 컬러공간에서 이진영상으로 변환하기 위한 임계치의 결정은 식 (1)과 같이 정의된다.

$$g(x, y) = 1 \begin{cases} R_{low} \leq f_r(x, y) \leq R_{high} \\ G_{low} \leq f_g(x, y) \leq G_{high} \\ B_{low} \leq f_b(x, y) \leq B_{high} \end{cases} \quad (1)$$

$$g(x, y) = 0 \quad \text{otherwise}$$

여기서 $f_r(x, y)$, $f_g(x, y)$, $f_b(x, y)$ 는 하나의 화소가 가지는 빨간색, 초록색, 파란색 성분의 밝기값이다.

색상, 채도, 명도의 세 가지 성분으로 구성된 HSI 컬러공간은 밝기의 변화에 민감하지 않다는 장점이 있으나, RGB 컬러공간에서 HSI 컬러공간으로 변환하는 식이 비선형성을 가진다는 점과 계산시간을 많이 요구하는 단점을 가진다. 본 논문에서는 HSI 컬러공간의 색상이 가지는 특성을 이용하기 위해서 RGB 컬러공간에서의 식 (1)을 식 (2)와 같이 하나의 화소가 가지는 컬러 성분들의 비를 이용하여 컬러영상을 이진영상으로 변환한다.

$$g(x, y) = 1 \begin{cases} T1_{low} \leq \frac{f_g(x, y)}{f_r(x, y)} \leq T1_{high} \\ T2_{low} \leq \frac{f_b(x, y)}{f_r(x, y)} \leq T2_{high} \\ T3_{low} \leq \frac{f_b(x, y)}{f_g(x, y)} \leq T3_{high} \end{cases} \quad (2)$$

$$g(x, y) = 0 \text{ otherwise}$$

여기서 $g(x, y)$ 는 이진영상으로 R, G, B 컬러성분들의 컬러비에 따라 0 또는 1의 값을 가진다. $T1, T2, T3$ 는 각각 컬러성분들에 대한 컬러비의 임계치이며, $f_r(x, y)$, $f_g(x, y)$, $f_b(x, y)$ 는 각 화소에서 Red, Green, Blue 성분의 화소값이다.

특정 컬러성분을 추출할 때, 일반적으로 HSI 컬러공간의 hue값을 이용한다. 따라서 RGB 컬러공간의 화소값들을 HSI 컬러공간으로 변환과정이 필요하지만, 식 (2)를 이용하면 입력영상에 대해 HSI 컬러공간으로의 변환과정 없이 특정 컬러성분을 추출할 수 있어 시스템의 전체 처리시간을 줄인다.

2.2 후보영역 추출 과정

후보영역 추출 과정은 전처리 과정에서 생성한 이진영상에서 검색영역의 범위를 줄이기 위해 불림 연산과 코너점 검출 마스크를 이용하여 영상에서 교통표지판이 존재하는 후보영역을 검출하고, 정확한 영역추출을 위해서 각 후보영역에 대해서 중심점을 검출한다.

2.2.1 불림 연산

불림 연산을 처리하는데 사용된 마스크는 (그림 3)와 같이 모든 계수의 값이 0을 가진다. 3×3마스크의 계수의 값과 이진영상의 화소값이 모두 일치하면 이진영상의 화소값은 현상 상태를 유지한다. 하지만, 1개 이상의 화소에서 계수값과 다를 경우 이진영상의 3×3 중심 화소에 1을 할당하는 역할을 수행하므로 물체의 둘레에 한 화소를 더하는 특징을 가진다. 불림 연산의 이러한 특징을 본 논문에서는 두 가지 형태로 이용한다.

먼저 빨간색 테두리를 가지는 교통표지판의 내부에는 흰색 또는 노란색 영역이 존재한다는 특성을 이용하기 위해서 불림 연산을 이용한다. 교통표지판의 빨간색 테두리 내부에 존

재하는 흰색 또는 노란색 영역에 대해서 (그림 3)의 불림 연산 마스크를 적용하여 확장된 영역과 빨간색 테두리영역의 화소값에 대해 AND연산하므로 빨간색 테두리를 가지는 교통표지판의 후보영역을 추출한다. 그리고, 파란색 교통표지판의 경우에는 후보영역을 찾기 위해 파란색영역에 대해서 불림 연산 마스크를 이용하여 교통표지판 내부에 존재하는 기호나 문자를 제거하고 영역추출과정에서 오인식할 확률을 경감시킨다.

0	0	0
0	0	0
0	0	0

(그림 3) 불림 연산 마스크

이와 같은 불림 연산은 입력영상의 전체영역에서 교통표지판이 존재하는 후보영역을 검출하며 검색영역의 범위를 줄이고 정확한 영역을 추출 할 수 있다.

2.2.2 코너점 검출

코너 검출[16, 17]은 형태학적 분석, 물체인식, 장면분석과 같은 많은 영상처리의 문제를 해결하는데 있어서 중요한 역할을 한다.

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1
-1	1	1	1	1	1	1	1	-1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

(a) 사각형과 역삼각형

(b) 삼각형과 원

(그림 4) 다양한 형태의 코너점을 검출하는 마스크

본 논문에서는 (그림 4)과 같이 두 개의 마스크를 이용하여 다양한 형태의 교통표지판 코너점을 검출한다. 사각형과 역삼각형 형태의 교통표지판은 (그림 4)(a)의 마스크를 이용하여 코너점을 검출하고, 삼각형과 원 형태의 교통표지판은 (그림 4)(b)의 마스크를 이용하여 코너점을 검출한다. 불림 연산을 수행한 이진영상에 대해 코너점을 검출하기 때문에 물체 부분은 1로 설정하고, 배경부분의 계수값은 -1로 설정한다. 만약 배경부분의 계수값을 0으로 설정하면 배경부에서도 코너점이 검출 될 수 있기 때문이다. 코너점을 추출하기 위한 식은 다음과 같다.

$$c(x, y) = f(x, y) * g_i(x, y) \text{ where } i = 1, 2 \quad (3)$$

여기서, $f(x, y)$ 는 컬러비를 이용한 이진영상에 불림 연산을 수행한 영상이며, $f(x, y)$ 에 대해 두 개의 코너점 검출 마스크 $g_i(x, y)$ 를 회전(convolution)한다. $f(x, y) * g_i(x, y)$ 의 수행결과가 정의된 임계치보다 클 경우는 해당 화소를 코너점으로 인정하며, $c(x, y)$ 의 값을 1로 한다. 수행결과가 정의된 임계치보다 작을 경우는 $c(x, y)$ 의 값을 0으로 한다.

다양한 형태의 교통표지판 코너점을 검출하기 위해 각각의 형태마다 다른 마스크를 이용하는 기존의 방법[17]과는 달리 본 논문에서는 마스크의 수를 2개로 줄임으로써 후보영역을 추출하는 처리시간을 줄일 수 있다.

2.2.3 중심점 검출

본 논문에서 후보영역의 중심점을 검출하는 과정은 사각형과 역삼각형 형태의 후보영역에 대해서 중심점을 검출하는 과정과 삼각형과 원 형태에서 중심점을 검출하는 과정으로 구분된다.

중심점을 검출하는데 있어서 외부적인 원인으로 교통표지판의 형태가 변형된 경우에는 식 (4)의 범위를 벗어나는 경우가 발생하며 오인식될 확률이 높아지므로 $Distance_h$ 와 $Distance_v$ 의 거리비가 식 (4)를 만족하는 경우에만 후보영역으로 한다.

$$0.5 \leq \frac{Distance_h}{Distance_v} \leq 1.5 \quad \text{or} \quad 0.5 \leq \frac{Distance_v}{Distance_h} \leq 1.5 \quad (4)$$

여기서 $Distance_h$ 와 $Distance_v$ 는 중심점을 기준으로 좌우방향의 점에 대한 거리와 상하방향의 점에 대한 거리이다.

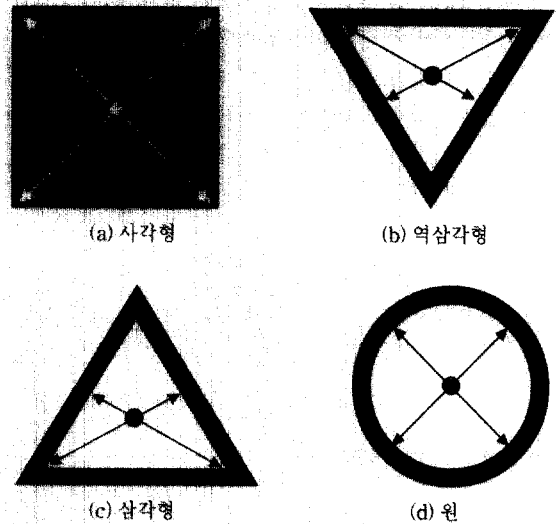
사각형과 역삼각형 형태의 교통표지판에 대해서 중심점의 검출은 (그림 4)(a) 마스크에 의해 검출된 코너점을 기준으로 우측아래의 대각선(\) 방향으로, 삼각형과 원 형태의 교통표지판에 대해서 중심점의 검출은 (그림 4)(b) 마스크에 의해 검출된 코너점을 기준으로 아래 방향(\)으로 코너점과 유사한 컬러성분을 가지는 점이 존재하면 코너점간의 거리($Distance_v$)를 계산하고, 거리의 1/2에 위치한 중간점을 계산한다. 이 중심점을 기준으로 좌우방향에 대해서도 코너점과 유사한 성분을 가지는 점이 존재하며 거리($Distance_h$)를 계산한다.

교통표지판이 형태학적으로 변형된 입력영상의 경우에는 좌측 방향과 우측 방향간의 거리차가 발생하면 다시 좌우측에 대한 중심점을 찾고, 상하방향에 대해서 코너점과 유사한 컬러성분을 가지는 점이 존재하는지를 검증한다. 마지막으로 상하좌우의 거리비를 계산하여 사각형과 역삼각형, 삼각형, 원 형태를 만족하는 경우에만 형태분석 과정에서 영역의 형태를 분석한다.

2.3 형태분석 과정

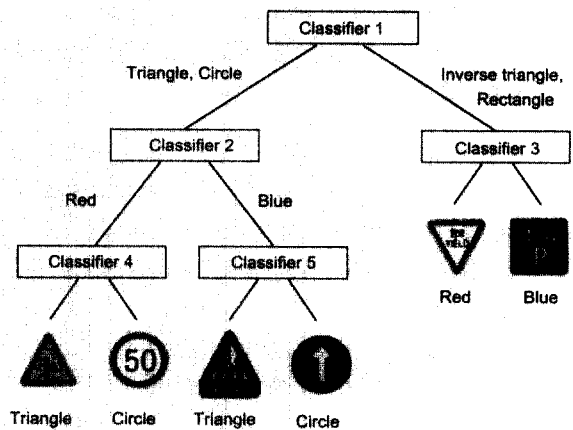
추출된 후보영역이 어떤 형태의 교통표지판인지 분석하는

과정으로 중심점을 기준으로 45°, 135°, 225°, 315°의 방향에서 처음 추출된 코너점과 유사한 컬러성분을 가지는 4개의 점을 검출한다. 그리고 중심점과 4개 점간의 거리비를 이용하여 영역의 형태를 분석한다.



(그림 5) 교통표지판의 중심점과 4방향 거리비

사각형과 역삼각형의 경우는 (그림 5)(a), (b)와 같이 45°, 135° 방향의 거리와 225°, 315° 방향의 거리비가 다르다는 특성을 이용한다. 삼각형과 원의 경우는 (그림 5)(c), (d)와 같이 45°, 135° 방향에서 추출된 점들과 225°, 315° 방향에서 추출된 점들간의 거리비를 이용하여 교통표지판의 형태를 구분한다. 45°, 135° 방향의 거리와 225°, 315° 방향의 거리비가 삼각형과 역삼각형의 경우에는 차이가 있으며, 사각형과 원의 경우는 모두 동일하다는 특성을 이용한다. 이와 같이 중심점을 기준으로 4방향 점들간의 거리비를 이용하여 다양한 형태의 교통표지판을 구분한다.



(그림 6) 교통표지판 분류 트리

컬러와 형태의 정보를 이용하여 교통표지판의 종류를 구분하는 분류 트리는 (그림 6)와 같다. Classifier 1은 코너점 검

출 마스크의 형태에 따라 삼각형과 원 그리고 사각형과 역삼각형으로 구분하고, Classifier 2는 검출된 코너점이 가지는 컬러성분을 구분하는 역할을 수행한다. Classifier 4, 5는 중심점을 기준으로 4방향 각각의 거리비를 이용하여 교통표지판의 형태를 삼각형과 원 형태를 구분한다. Classifier 3은 검출된 코너점이 가지는 컬러성분과 4방향의 거리비를 이용하여 사각형과 역삼각형 교통표지판의 형태를 구분하는 역할을 수행한다.

3. 실험결과 및 분석

본 장에서는 제안된 교통표지판 영역추출 시스템을 기반으로 다양한 입력영상에 대하여 실험하고 그 결과를 비교 분석하였다.

본 논문에서 제안하는 교통표지판 영역추출 시스템의 각 처리과정은 펜티엄 III-550MHz의 윈도우 환경에서 Visual C++ 언어를 사용하여 구현하였다. 실험영상은 학교 주변지역에서 Sony DSC-F505V 디지털 카메라를 이용하여 다양한 형태의 교통표지판을 밝기값의 차이가 큰 경우, 교통표지판 영역의 크기 차이가 큰 경우 그리고 형태가 변형된 영상 등을 실제 도로에서 촬영하여 Paint Shop Pro 7을 이용하여 256×256 컬러영상으로 크기를 정규화하였다.

실험에서 사용된 초기 파라미터(parameter)들은 실험을 통해서 획득한 값으로 다음과 같다. 먼저 이진영상 변환을 위하여 각각의 컬러성분에 대한 임계치는 빨간색의 경우 R성분은 G성분과 B성분에 대해서 1.8배의 비율을 가지며 G성분과 B성분의 밝기값의 차는 30이하이다. 파란색의 경우 B성분은 R성분과 G성분에 대해서 1.8배의 비율을 가지며 R성분과 G성분의 밝기값의 차이가 30이하이다. 노란색의 경우 R성분은 G성분에 대해서 1.5배의 비율, B성분에 대해서 1.8배의 비율을 가지며, 흰색의 경우 R, G, B성분 모두가 영상전체의 평균 밝기값보다 큰 값을 가지면 서로간의 밝기값의 차이가 30이하로 임계치를 설정하였다. 코너점 검출을 위한 마스크들의 임계치는 17로 설정하여 임계치이상인 경우를 코너점으로 검출하였다. 중심점을 기준으로 4방향의 거리비는 삼각형의 경우는 45°, 135° 방향의 거리보다 225°, 315° 방향의 거리가 2배로, 사각형과 원의 경우는 4방향 거리의 차이가 모두 5 이하인 값으로 설정하였고, 역삼각형은 45°, 135° 방향의 거리가 225°, 315° 방향의 거리보다 2배가 되도록 임계치를 설정하였다. 교통표지판의 인식과정에서 기호, 문자를 제외한 나머지의 정보는 컬러정보를 이용하여 제거할 수 있기 때문에 영역추출의 결과영상은 형태분석 과정에서 검출된 상하좌우의 4개점을 기준으로 사각형 형태로 영역을 추출하였다.

실험결과, (그림 7)은 RGB 컬러공간에서 HSI 컬러공간의 색상(hue)이 가지는 특성을 컬러비를 이용하여 입력영상을 이진영상으로 변환한 결과영상이다. (그림 8)은 교통표지판 영역추출 시스템의 각 과정에 대한 결과영상들이다. (그림 8)(a)

는 입력영상, (그림 8)(b)는 컬러비를 이용한 이진영상이며, (그림 8)(c)는 불림연산을 수행하여 후보영역을 추출한 결과영상이다. (그림 8)(d)는 코너점 검출 마스크를 이용하여 후보영역의 코너점을 검출한 결과영상이며, (그림 8)(e)는 교통표지판의 정확한 영역을 추출한 결과영상이다. (그림 9)은 전체영상의 평균 밝기값의 차이가 크게 나타난 낮과 밤의 영상에서 교통표지판의 영역을 추출한 결과영상이다. (그림 10)은 다양한 형태의 교통표지판을 코너점, 불림 연산, 중심점과 4방향의 거리비를 이용하여 삼각형, 원, 역삼각형, 사각형 형태의 교통표지판의 영역을 추출한 경우이다. (그림 11)은 촬영된 관점에 따라 교통표지판의 형태가 변형된 경우에 대하여 영역을 성공적으로 추출한 경우이다. (그림 12)은 교통표지판이 설치된 곳과 촬영한 곳의 거리차이로 인하여 교통표지판의 크기 변화가 크게 나타난 영상에 대한 결과영상이다. (그림 13)(a)는 안개가 많이 발생하여 교통표지판의 고유 컬러값이 많이 변화되어 컬러비를 이용했을 때 후보영역의 추출에 실패한 경우이다. (그림 13)(b)는 원거리에서 촬영된 영상으로 코너점 검출 마스크를 이용했을 때 정확한 코너점을 검출할 수 없어 영역추출에 실패한 경우이다.

제안한 시스템에 교통표지판의 형태별과 색상별로 촬영한 300개의 실험영상을 적용한 실험결과 <표 1>과 같이 94%의 높은 정확률을 보였다. <표 2>은 적용된 마스크의 형태에 따라 삼각형과 원, 역삼각형과 사각형의 교통표지판에 대해 처리시간을 보여주며, 전체처리시간은 0.502sec의 빠른 처리속도를 보였다. <표 3>은 Fann[9]와 Piccioli[18]이 제안한 시스템과 본 논문에서 제안한 시스템간의 정확률에 대한 비교평가로써 Fann과 Piccioli가 제안한 시스템과 비슷한 94%의 높은 정확률을 보였다. <표 4>는 Priese[10]와 Piccioli[18]이 제안한 시스템과의 처리시간에 대한 비교평가로써 본 논문에서 제안한 시스템은 0.502초를 보여 Priese와 Piccioli의 0.663초와 15초보다 빠른 처리속도를 보였다.

<표 1> 영역추출 실험결과

교통표지판의 형태	실험 영상 개수	성공한 영상 개수	실패한 영상 개수	정확률 (%)
삼각형	100	94	6	94
원	100	97	3	97
역삼각형	50	45	5	90
사각형	50	47	3	94
전체	300	187	13	94

<표 2> 처리 시간

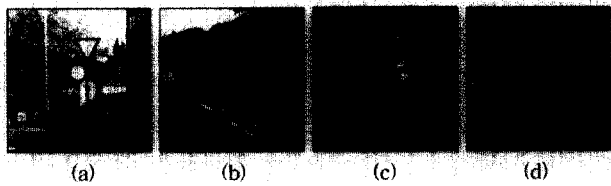
교통표지판의 형태	컬러비	코너점 검출	형태학적 분석	전체처리시간 (sec)
삼각형, 원	0.343	0.136	0.016	0.496
역삼각형, 사각형	0.344	0.148	0.016	0.508
평균 처리시간	0.344	0.142	0.016	0.502

<표 3> 정확률 비교

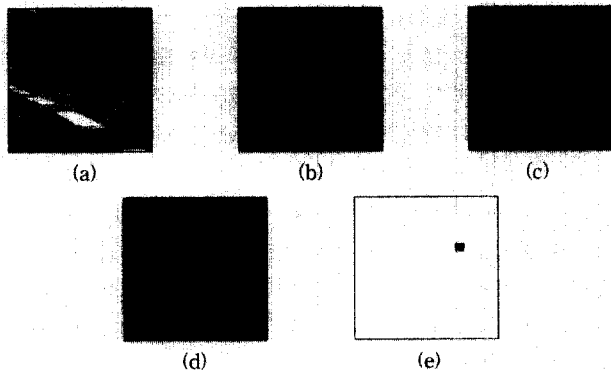
	실험영상수	정확률(%)
Fann	104	94
Piccioli	200	95
제안시스템	300	94

<표 4> 처리시간 비교

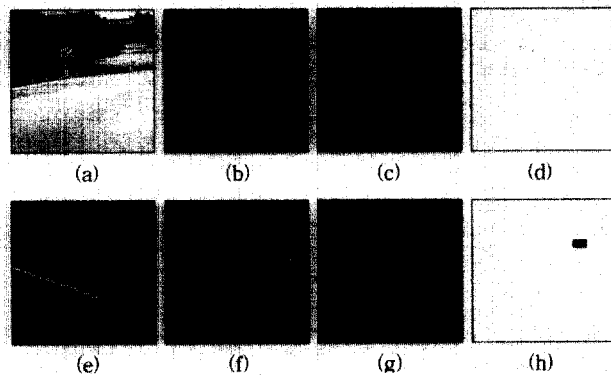
	전체처리시간(sec)
Priese	0.663
Piccioli	15
제안시스템	0.508



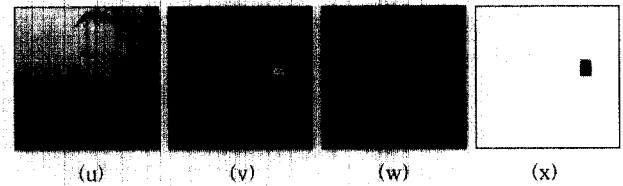
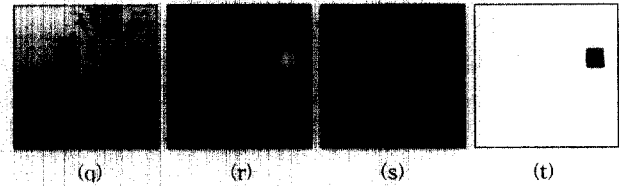
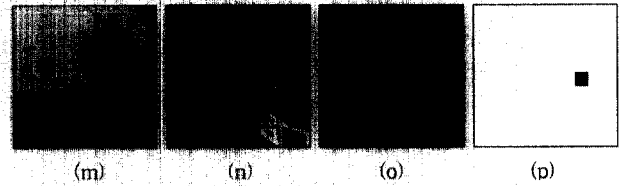
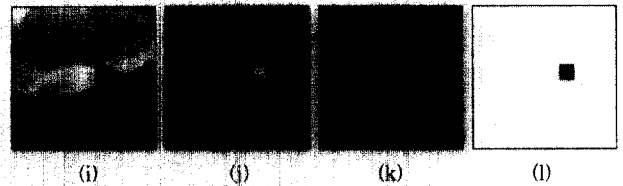
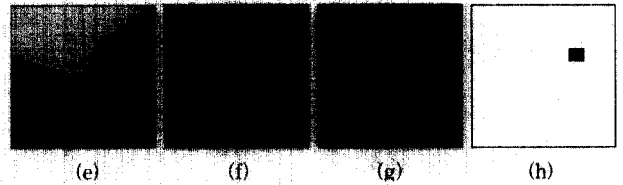
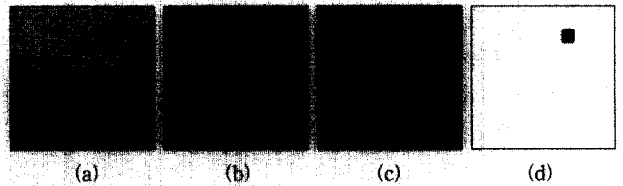
(그림 7) 컵러비틀 이용한 이진영상 : (a), (b) 원영상 (c), (d) 결과영상



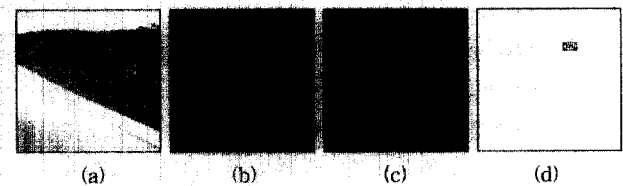
(그림 8) 각 처리과정의 결과영상 : (a) 원영상 (b) 컵러비 (c) 불림연산 (d) 코너점 검출 (e) 영역추출



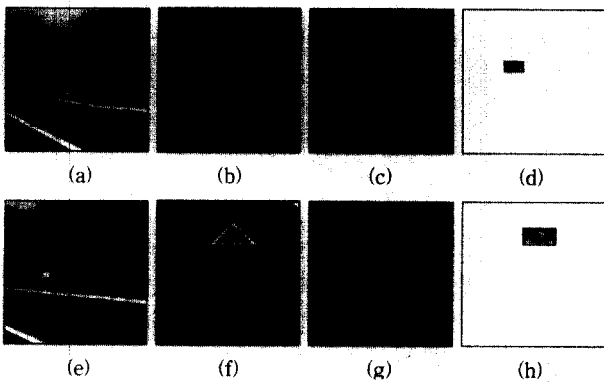
(그림 9) 낮과 밤 영상에서의 영영추출 : (a) 낮 영상 (e) 밤 영상 (b), (f) 불림연산 (c), (g) 코너점 검출 (d), (h) 영영추출



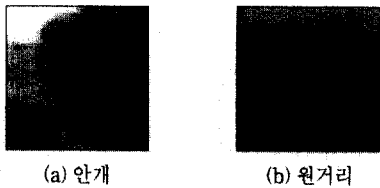
(그림 10) 다양한 형태의 교통표지판 영역추출 : (a),(e),(i),(m),(q),(u) 입력영상 (b),(f),(j),(n),(r),(v) 불림연산 (c),(g),(k),(o),(s),(w) 코너점 검출 (d),(h),(l),(p),(t),(x) 영역추출



(그림 11) 변형된 영상에서 영영추출 : (a),(e) 원영상 (b),(f) 불림연산 (c),(g) 코너점 검출 (d),(h) 영영추출



(그림 12) 다양한 크기의 영역추출 : (a), (e) 원영상 (b), (f) 블러링 연산 (c), (g) 코너점 검출 (d), (h) 영역추출



(그림 13) 영역추출을 실패한 영상

4. 결 론

본 논문은 컬러정보인 한 화소가 가지는 컬러성분들의 컬러비와 형태학적 정보인 블러링 연산, 코너점, 중심점 그리고 거리비 등을 기반으로 자동 주행 시스템(automatic driving system)의 적용을 위한 새로운 교통표지판 영역추출 방법을 제안하였다. 접근 방법은 인간의 시각 인식 시스템에서 이용하는 기본적인 특징 정보인 컬러정보와 형태학적 정보를 기반으로 다양한 형태의 교통표지판 영역을 추출하였다.

컬러정보를 추출하기 위해서 일반적으로 사용하는 HSI 컬러공간의 색상(hue)이 가지는 특성을 컬러공간의 변환과정 없이 RGB 컬러공간에서 R, G, B 성분들의 상대적인 컬러비를 이용하여 이진영상을 생성하였다. 생성된 이진영상에 후보영역을 줄이기 위해 블러링 연산을 이용하였으며, 적은 수의 코너점 검출 마스크와 4방향의 거리비를 이용하여 형태학적 정보를 분석하였다.

실험결과, 다양한 크기의 교통표지판과 변형된 형태, 밝기 값의 차가 큰 밤과 낮 영상에 대해서 밝기, 회전과 크기 변화에 관계없이 영역추출이 가능하였으며 94%의 정확률을 보였다. 블러링 연산을 이용하여 후보영역을 줄이고, 적은 개수의 코너점 추출 마스크를 이용함으로써 0.502초의 빠른 처리시간을 보였다. 그러나, 입력영상에서 교통표지판 영역의 크기가 너무 작은 경우에는 코너점 검출 마스크를 이용한 코너점 검출과 짙은 안개로 인한 컬러성분들의 밝기값이 많이 변화된 경우에는 정확한 교통표지판의 영역추출이 불가능하였다.

본 논문에서 제안한 교통표지판 영역추출 시스템은 자동 주행 시스템의 교통표지판 인식, RGB 컬러공간에서 컬러비

를 이용한 차량 번호판의 영역추출에 적용이 가능하다. 향후 과제로는 교통표지판의 크기가 매우 작은 경우나 안개와 같은 외부 환경의 변화에도 교통표지판 영역을 정확히 추출할 수 있도록 연구할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] N. Kehtarnavaz, N. C. Griswold and D. S. Kang, "Stopsign recognition based on color-shape processing," *Machine Vision and Applications*, Vol.6, pp.206-208, 1993.
- [2] L. Prieese, V. Rehrmann, R. Schian, and R. Lakmann, "Traffic Sign Recognition Based on Colour Image Evaluation," *In Proc. Intelligent Vehicles Symposium*, Tokyo, pp.95-100, 1993.
- [3] L. Prieese and V. Rehrmann, "On hierarchical color segmentation and applications," *In Proc. CVPR 1993*, pp.633-634, 1993.
- [4] G. Nicchiotti, E. Ottaviani, P. Castello and G. Piccioli, "Automatic road sign detection and classification from color image sequences," *In S. Impedovo, editor, Proc. 7th Int. Conference on Image Analysis and Processing*, World Scientific, pp.623-626, 1994.
- [5] S. Estable, J. Schick, F. Stein, R. Janssen, R. Ott, W. Ritter and Y. J. Zheng, "A real-time traffic sign recognition system," *In Proc. Intelligent Vehicles'94*, pp.213-218, 1994.
- [6] J. H. An and T. Y. Choi, "Dominant Color Transform and Circulr Pattern vector for Traffic Sign Detection and Recognition," *IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics Communications and Computer Science*, Vol.E81, No.6, pp. 1128-1135, 1998.
- [7] A. L. Yuille, D. Snow and M. Nitzberg, "Signfinder : Using Color to detect, localize and identify informational signs," *In Proc. the 6th Int. Conference on Computer Vision (ICCV-98)*, Bombay, India, 1998.
- [8] N. Yabuki, Y. Matsuda, H. Kimura, Y. Fukui and S. Miki, "A study on Region Extraction using a feature of color image," *In Proc. ITC-CSCC'98*, pp.197-200, 1998.
- [9] J. H. Fann, G. Lee, "A vision-aided vehicle driving system : establishment of a sign finder system," *In Proc. IEEE Conference on Vehicle Navigation and Information System*, pp. 33-38, 1994.
- [10] L. Prieese, V. Rehrmann, R. Schian, R. Lakmann, "Traffic Sign Recognition Based on Color Image Evaluation," *In Proc. of ntelligent Vehicles Symposium '93*, pp.95-100. 1993.
- [11] Y. Aoyagi and T. Asakura, "A study on traffic sign recognition in scene image using genetic algorithm and neural networks," *In Proc. IEEE Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation*, Taipei, Taiwan, pp. 1838-1843, 1996.

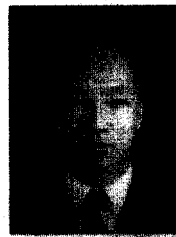
- [12] D. M. Gavrila, "Multi-feature template matching using distance transforms," *International conference on Pattern Recognition*, Brisbane, pp.439-444, 1998.
- [13] T. Asakura and Y. Aoyagi, "Image recognition of traffic speed marks using neural networks," *JSME Transaction*, Vol.61, No.589, pp.206-212, 1994.
- [14] S. Kodama, M. Nakamura, T. Jimbo and M. Umeno, "Searching Road Signpost used by multi-layered Neural Network," *Technical Report of IEICE, SST98-87*, pp.21-24, 1997.
- [15] J. A. Janet, T. A. Chase, M. W. White and J. C. Sutton, "Autonomous mobile robot global self-localization using Kohonen and region feature neural networks," *Journal of Robotic Systems*, Vol.14(4), pp.263-228, 1997.
- [16] J. Miura, T. Kanda and Y. Shirail, "An Active Vision System for Real-Time Traffic Sign Recognition," *In Proc. IEEE Int. Conference on Intelligent Transportation System 2000 (ITSC'00)*, pp.52-57, 2000.
- [17] M. Betke and N. C. Makris, "Fast Object Recognition in Noisy Images Using Simulated Annealing," *A.I. Memo No. 1510, A.I. Lab., M.I.T., Cambridge, MA, U.S.A.*, 1994.
- [18] G. Piccioli, E. De Micheli, P. Parodi and M. Campani, "Robust road sign detection and recognition from image sequences," *In Proc. of the Intelligent Vehicles Symposium*, pp.278-283, 1994.
- [19] K. Rangarajan, M. Shah and D. V. Brackle, "Optimal corner detector," *Computer Vision, Graphics, Image Processing*, Vol.48, No.2, pp.230-245, 1989.
- [20] Arturo De La Escalera and Miguel Angel Salichs, "Road Traffic Sign Detection and Classification," *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, Vol.44, No.6, 1997.



곽 현욱

e-mail : psthink@cse.yu.ac.kr
 2000년 영남대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2002년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과
 (공학석사)
 2002년~현재 영남대학교 대학원 컴퓨터
 공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 시각정보처리, 패턴인식



이 우 범

e-mail : beomlee@taegu-c.ac.kr
 1995년 영남대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1997년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과
 (공학석사)
 2000년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과
 (공학박사)

2000년~현재 대구과학대학교 컴퓨터공학과 전임강사

관심분야 : 패턴인식, 신경망, 영상처리, 컴퓨터비전



김 옥 현

e-mail : whkim@yu.ac.kr
 1981년 경북대학교 전자공학과(학사)
 1983년 경북대학교 대학원 전자공학과
 (공학석사)
 1993년 일본 쓰쿠바대학 공학연구과
 (공학박사)

1983년~1993년 한국전자통신연구원 선임연구원

1994년~현재 영남대학교 전자정보공학부 부교수

관심분야 : 시각정보처리, 패턴인식, 영상처리