

인간의 색상처리방식에 기반한 교통 표지판 영역 추출 시스템

Traffic Sign Area Detection System Based on Color Processing Mechanism of Human

최경주*, 박민철**

충북대학교 전기전자컴퓨터공학부*, 한국과학기술연구원 시스템연구부**

Kyung-Joo Cheoi(kjcheoi@chungbuk.ac.kr)*, Min-Chul Park(minchul@kist.re.kr)**

요약

교통 표지판은 먼거리에서도 교통 표지라는 것을 쉽게 판별하여 단시간 내에 그 내용을 파악할 수 있어야 한다. 교통 표지판의 도로의 안전 주행에 있어 아주 중요한 객체로 도로 상의 다른 그 무엇보다도 먼저 인간의 시선을 잡아끌어야 한다. 이에 본 논문에서는 인간의 도로 상의 어떤 물체보다도 교통 표지판에 가장 먼저 시선을 집중한다는 가정하에 주의 모듈(Attention Module)을 사용하여 교통 표지판 영역을 추출하는 시스템을 제안하고자 한다. 특히 본 논문에서는 인간의 대상(object)인식과정, 특히 색상처리과정에서 어떠한 특징들이 사용되어지는지를 기존의 정신물리학적, 생리학적 실험결과를 통해 분석하였고, 이 분석결과를 통해 얻어진 특징들을 사용하여 교통 표지판 영역을 추출하였다. 실제 도로위에서 찍은 실영상을 대상으로 실험하였으며, 실험을 통하여 평균 97.8%의 탐지율을 보임을 확인하였다.

■ 중심어 : | 교통 표지판 | 주의 모듈 | 대상인식 | 색상처리 | 특징 |

Abstract

The traffic sign on the road should be easy to distinguishable even from far, and should be recognized in a short time. As traffic sign is a very important object which provides important information for the drivers to enhance safety, it has to attract human's attention among any other objects on the road. This paper proposes a new method of detecting the area of traffic sign, which uses attention module on the assumption that we attention our gaze on the traffic sign at first among other objects when we drive a car. In this paper, we analyze the previous studies of psychophysical and physiological results to get what kind of features are used in the process of human's object recognition, especially color processing, and with these results we detected the area of traffic sign. Various kinds of traffic sign images were tested, and the results showed good quality(average 97.8% success).

■ keyword : | Traffic Sign | Attention Module | Object Recognition | Color Processing | Feature |

1. 서론

도로상에서 교통 표지판은 안전하고 효율적인 주행

을 위해 도로안전시설에 없어서는 안 될 중요한 부분으로 운전자는 이러한 교통 표지판에 의해 안내, 경계, 규제 또는 지시를 받는다. 그러나 운전자는 스트레스나

* 본 논문은 2005학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었습니다.

(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2005)

접수번호 : #061130-001

심사완료일 : 2007년 01월 30일

접수일자 : 2006년 11월 30일

교신저자 : 최경주, e-mail : kjcheoi@chungbuk.ac.kr

피로 등으로 인한 순간적인 부주의나 졸음 때문에 순간적으로 도로 상황이나 교통 표지판을 제대로 인지하지 못하는 경우가 발생할 수 있고, 이로 인하여 위험한 상황에 처할 가능성이 많다. 따라서 안전운전과 운전의 편리성에 대한 요구를 충족시켜 줄 수 있는 시스템의 개발이 요구되고 있다.

교통 표지판의 자동 인식에 대한 개발은 도로 주행 중에 차량에 장착된 카메라로부터 도로 영상을 수집하여 교통 표지판과 같은 도로 상황을 자동으로 인식하여 경보나 음성으로 운전자에게 인시시켜줌으로써 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 시스템이다. 이는 편안하고 안전한 운전을 가능하게 하는 보조 시스템으로 운전자의 시각 및 지각의 한계를 보완하여 운전자의 r과실로 인한 사고 발생을 크게 줄일 수 있을 것이며, 나아가 무인 자동차 시스템 실현의 기초가 되리라 본다. 따라서 이러한 시스템 개발에 있어 교통 표지판 인식은 매우 중요한 문제이며, 교통 표지판 인식을 위한 전처리 단계로서 교통 표지판 영역 추출은 필수적으로 해결해야 할 문제이다.

교통 표지판 영역 추출 및 인식에 관한 기존 연구로는 색상 정보를 기반으로 하는 연구[1-3]와 형태학적 정보를 기반으로 한 연구[1][4][5]로 구분된다.

색상정보를 기반으로 하는 연구는 후보 영역의 추출을 위하여 교통 표지판의 전형적인 색상정보를 기반으로 영역 분할을 수행한다. 교통 표지판은 대개 확연히 구별되는 색으로 되어 있기 때문에 색상 정보를 이용하여 탐지될 수 있으나, 색상은 날씨 변화나 빛의 상태에 민감하기 때문에 오직 색상만을 이용해서 교통 표지판을 인식하기 어렵다. 게다가 복잡한 도시에서 교통 표지판과 유사한 색의 건물이나 기타 간판들은 교통 표지판에서 해당 영역을 인식하는 것으로 어렵게 만들 수 있다. 또한 형태정보를 기반으로 하는 연구들은 다양한 물체를 포함하고 있는 복잡한 실영상을 대상으로 할 경우 외부 환경에 의한 교통 표지판 형태의 손실 및 관점에 따른 형태의 변화 등을 이유로 많은 어려움을 가진다.

본 논문에서는 기존의 접근방식과는 다른 새로운 접근방식을 통해 교통 표지판 영역을 추출한다. 일반적으로 교통 표지판은 도로 상의 어떤 물체보다도 인간의

눈에 잘 띄어야 하며, 먼거리에서도 교통 표지판이라는 것을 쉽게 판별하여 단시간 내에 그 내용을 파악할 수 있어야 한다. 그리고 인간은 일반적으로 익숙하지 않은 곳을 주행을 할 때에는 도로 상의 어떤 물체보다도 교통 표지판에 가장 먼저 시선을 집중하게 된다. 이러한 인간의 행동방식에 따른다면 교통 표지판은 인간의 눈에 잘 떨어 수 있는 그 무언가의 특징을 가지고 있으며, 이로 인해 인간의 시선을 집중하도록 만들어진 것이라 할 수 있다. 본 논문에서는 교통 표지판의 어떤 특징으로 인하여 인간이 교통 표지판에 시선을 집중시키는 것인지를 인간의 색상처리 방식 및 객체인식 방식에서 아이디어를 얻고자 하였다. 이를 위하여 인간의 시각정보 처리 과정에 대한 기존의 정신물리학적, 생리학적 실험 결과를 바탕으로 사용되어질 있는 특징들을 분석하고, 이 분석결과를 통해 처리하고자 하는 도로 영상 전체에서 교통 표지판 영역 추출하기 위한 특징들을 찾아내어 이 특징을 사용하여 교통 표지판 영역을 추출하였다. 다음 2장에서는 인간의 대상인식과정이 어떠한지를 기존의 연구를 통해 알아보고, 특히 시선을 집중시키는 특징이라고 알려져 있는 색상에 대해 어떤 방식으로 인간이 색을 지각하는지를 3장에서 알아본다. 4장에서는 이러한 이론들을 바탕으로 한 제안하는 시스템에 대하여 기술하고, 5장에서 실험결과를 논의한다.

II. 인간의 대상인식과정

인간의 대상에 대한 인지과정을 이해하고자 하기 위해서는, 우선 우리의 시각 신경 시스템이 어떻게 입력된 사물의 시각 특징을 뽑아내는지, 그리고 이들을 어떤 방법으로 통합하여 대상을 인지하는지에 대한 과정을 우선 이해해야 한다[6].

초기의 해부학자와 신경학자들은 PP(posterior parietal) 피질 영역이 입력된 대상의 여러 시각 특징들을 조합하여 하나의 통합된 공간 표상을 만들어냄으로써 이 대상의 각 부분 요소들에 대한 공간적 배치를 분석한다고 하였다[7]. 또한 Triesman은 '특징 통합 이론 (Feature Integration Theory)'을 통하여 우리의 눈에

입력되는 영상의 각 영역은 색, 모양 등의 기본 특징들의 조합으로 표현될 수 있으며, 이를 이용하여 특정 영역으로의 억제 및 주의 집중이 발생한다[8]고 하였다 [그림 1]. 이와 같은 가정은 생리학적으로는 각 특징을 처리하는 시각피질 부분이 다르며, 단계적으로 이루어져 있다는 여러 연구결과들을 바탕으로 하고 있으며, 이런 내용을 따른다면 대상을 인식하기 위해서는 주의가 필요하고, 특히 여러 대상이 섞여있는 경우에는 하나의 대상과 관련된 영역에 선택적으로 주의를 줄 수 있는 능력은 필수적이라는 것이다. 이러한 이유로 인해 시각적 주의에 관련된 많은 연구들이 이 이론에 기초를 두고 있으며, 상당한 영향을 받고 있다[9].

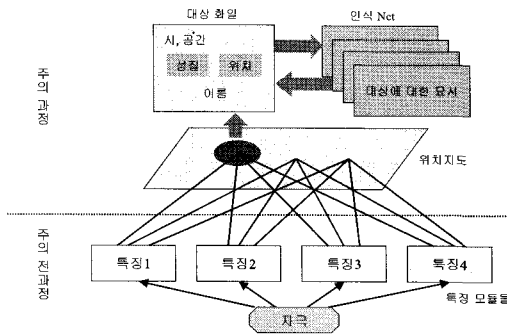


그림 1. 인간의 대상인식과정

본 논문에서 교통 표지판 영역을 추출하기 위해 사용한 주의 모듈은 이러한 기본 원리에 바탕으로 두고 설계되어졌다.

III. 인간의 색 지각 능력

색(color)은 인간의 시각이 물체를 구분할 수 있게 하는 가장 큰 특징 중의 하나이며, 정신물리학적 결과에 의하면 색상은 전-주의 단계에 있어 특징 선택 작업에 큰 역할을 한다고 한다.

1. 색(Color)

색(color)은 빛(light)이 물체에 반사되어 눈으로 들어왔을 때에만 형성되는 것으로, 빛은 감지자에 상관없이 그 파장이 고유하지만 색은 감지자에 따라 달라진다. 즉, 색은 감지자의 내부에서 발생하는 심리적 현상이다.

우리가 색 영상(color image)을 인지하는 방법은 3가지 시각변수인 색상(hue), 채도(saturation), 명도(lightness)의 3요소로 분류된다. 우리가 색이라는 단어를 사용할 때 사용하는 '색'은 보통 '색상(hue)'을 말하는 것이다.

2. 색 지각의 정신물리학적·생리학적 연구

2.1 3원색 이론(Trichromatic Theory)

3원색 이론은 Young-Helmholtz가 생리학적 연구가 없던 1867년에 주장한 이론으로, 인간에게는 3가지 색채 수용기가 있는데, 스펙트럼의 짧은 파장지역(S cone)의 중간에 청색빛, 중간 파장지역(M cone)에 녹색빛, 긴 파장지역(L cone)에 적색빛이 나온다고 생각하였다. 이 3개의 수용기에서 3가지 색깔의 기본적인 심리상의 색감이 생산된다는 가설을 세우고, 다른 색들은 이 기본색의 결합으로 설명될 수 있다고 제안하였다. 이 이론은 1950년대에 이르러 생리학적인 연구에 의하여 인간의 망막에는 여러 가지 파장의 빛을 3가지 종류의 색상으로 지각할 수 있는 3가지 종류의 추상체, 즉 색상을 감지하는 수용기(receptor)가 있으며, 이것은 각기 적색, 녹색, 청색의 빛 중 어느 하나에 반응하는 광색소를 가지고 있음이 입증되었다. 이 3가지의 추상체는 [그림 2]와 같이 특정 파장의 빛에 대해 서로 다른 정도로 차별성 있는 반응을 보이며, 이 3가지 기체의 흥분 패턴이 서로 중첩되어 반응하여 색채감을 발생시킨다. 이러한 특징은 인간의 시각 시스템이 서로 다른 빛의 파장을 구분할 수 있도록 해 주는 기능을 한다. 만일 빛의 특별한 범위의 파장이 한가지 종류의 추상체만을 자극한다면, 시각 시스템은 그 범위의 파장과 강도를 구분할 수 없게 된다.

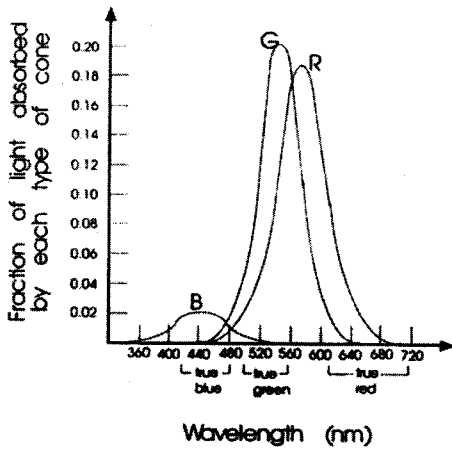


그림 2. 3가지 형태의 추상체들의 서로 다른 빛의 파장에 따른 신경반응 곡선

2.2 대립과정 이론(Opponent Process Theory)

Hering의 대립과정 이론은 1920년 정신물리학적 연구결과 발표된 것으로 이 이론에서는 양극의 쌍 구조(적색 vs. 녹색, 청색 vs. 황색)의 4가지 색채(적, 녹, 청, 황)가 근본적이라고 생각한다. 즉 대립하여 나타나는 특정 색쌍(red-green, blue-yellow, black-white)이 존재하는데 이는 보색으로 나타나는 잔상(afterimage)현상과 유도색(induced color)으로 알 수 있으며, 3원색 이론이 설명할 수 없었던 잔상현상이나 연립대비(simultaneous contrast)등과 같은 여러 현상들을 설명할 수 있다. 이러한 대립과정 이론은 1950~60년대의 생리학적 결과로부터 타당성이 입증되었다. 생리학적인 연구결과에 의하면 Hering의 원래 주장대로 대립과정을 일으키는 화학물질은 없지만, 다른 파장에 반대되는 특성을 보이는 신경 세포들을 발견하였고, 이러한 세포들의 반응은 3원색 이론으로는 설명이 되지 않고 Hering의 대립 과정 이론에 의해 예측된 패턴에 부합된다(색상대립세포). 1984년 Abramov의 Gordon은 각 파장별로 R, G, B, Y의 비율 보고하였는데, [그림 3]과 같이 적-녹, 청-황이 짝지워 있음을 알 수 있다.

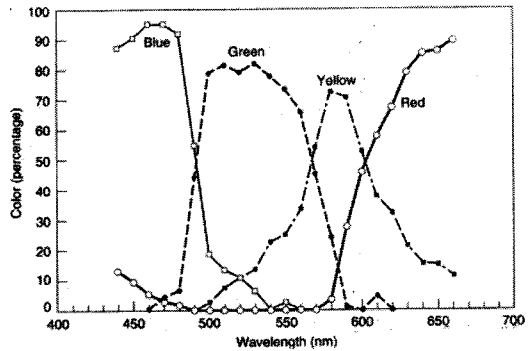


그림 3. 각 파장별 R,G,B,Y 비율

2.3 이중과정 이론(Dual Process Theory)

Hurvich와 Jameson의 이중과정 이론([그림 4] 참조)은 인간의 색 지각은 여러 단계에 의해 일어나는데, Helmholtz의 3원색 이론이 초기 단계(수용기:receptor)에, 대립 과정 이론이 다음 단계(신경절 세포:ganglion cell)를 형성한다는 것으로, 이는 Helmholtz와 Hering의 이론의 대립을 해소하였다.

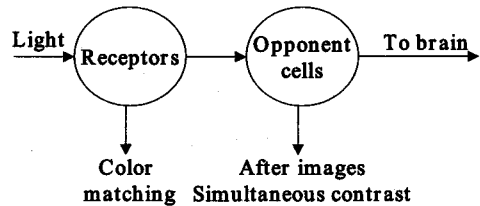


그림 4. 이중과정 이론

생리학적인 실험에 의하면, 여러파장의 빛은 우리의 망막에 존재하는 수용기인 3가지 종류의 추상체에 의해 받아들여지고, 이 추상체의 반응들은 신경절 세포에 넘겨지고 바로 LGN을 거쳐 색상정보를 뇌에 전달한다. 이때 색상정보를 뇌로 전달해주는 신경회로는 3가지 추상체들에 의한 정보를 '적/녹', '청/황'의 반대쌍의 색상정보로 바꾸어 전달한다는 것이다. Helmholtz와 Hering의 이론은 서로 대립적이었으나, 수용기 수준에서는 삼원색설, 그 이후 단계에서는 대립과정이 더 타당함이 생리학적인 실험결과 밝혀졌다. 본 논문에서는 이러한 연구결과를 바탕으로 가장 타당함을 인정받고

있는 '이중과정 이론'을 채택하여 입력된 영상의 색을 처리하였으며, 특히 색상대비(contrast)에 강하게 반응하는 [그림 5(b)]와 같은 동질(homogeneous) 형태의 수용야를 가진 색상대립세포를 모델링하였다.

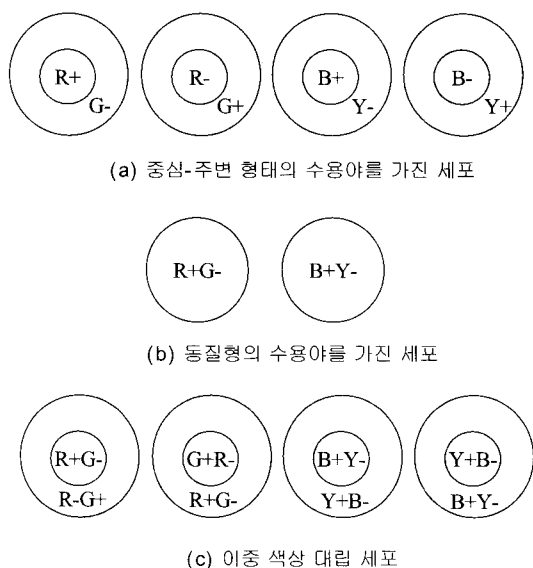


그림 5. 색상대립세포의 여러 수용야 형태

IV. 교통 표지판 영역 추출 시스템

본 논문에서는 교통 표지판 영역을 추출하기 위하여 주의 모듈(Attention Module)을 사용하였다[그림 6]. 주의 모듈은 인간의 지식, 생각하는 방식, 개인의 경험수준에 따라 다르게 정의될 수 있다. 그러나, 주의 모듈의 최종목표는 결국 영상 내의 ROI(Region of Interest)를 탐지하는 것이라 할 수 있다. 본 논문에서는 주의모듈을 사용하여 교통 표지판이 포함된 영상이고, 주의 모듈을 통해 찾아내는 ROI는 교통 표지판 영역이다.

1. 주의 모듈(Attention Module)

본 논문에서 사용한 주의 모듈은 현저도 지도를 기반으로 ROI를 탐지하는데 이 현저도 지도는 탐지하고자 하는 ROI에 대한 선지식이 필요없는 시각적 주의의 상

향식 방식에 기반으로 두고 구성된 것이다[10].

주의 모듈의 전반적인 처리과정은 [그림 6]과 같이 크게 특징 추출과 통합으로 나누어 처리된다. 특징 추출은 현재 입력된 영상 내에서 각각 밝기 및 색상, 방위에 관련된 특징(F^1, F^2, F^3)을 추출하는 것으로 이렇게 추출된 특징은 특징 통합 단계에서 하나의 전역적인 현저도 지도(S)로써 재구성된다. 이 전역적인 현저도 지도를 통해 입력영상에서 ROI 즉, 현 응용에서는 교통 표지판 영역을 추출하게 된다.

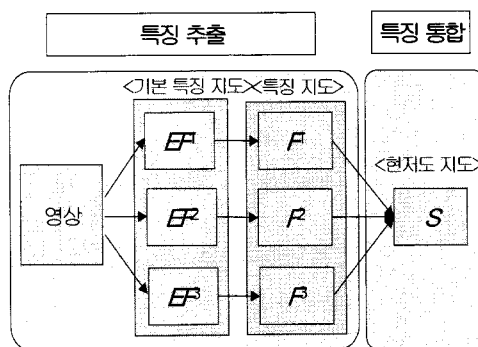


그림 6. 주의 모듈의 전반적인 처리과정

1.1 특징 추출

기본특징지도 기본 특징 지도로는 인간의 시각적 주의에 영향을 미친다고 알려진, 색(color)에 관련된 2가지 종류의 특징 지도가 입력영상으로부터 추출된다.

첫번째 종류의 기본 특징 지도로는 입력영상에서 밝기(lightness)값을 사용한 기본 특징 지도 EF^1 가 만들어졌고, 두번째 종류의 기본 특징 지도로는 인간의 색상처리 과정에서 보이는 '이중과정 이론'(2.3절 참조)을 바탕으로 한 2개의 기본 특징 지도 EF^2 와 EF^3 가 만들어졌다.

입력영상의 밝기를 특징으로 이용한 EF^1 은 컬러영상을 입력받았을 경우 얻을 수 있는 색상값인 R, G, B 를 평균하여 만들 수 있다. 여기서 R, G, B 는 각각 적색, 녹색, 청색을 나타내는 추상체 반응이라 가정한다. 밝기 정보는 시각장면의 현저한 영역을 선택하는데 유용한 특징이 될 수 있으며, 색상정보가 없는 경우에도 유용하게 사용될 수 있다. 입력영상의 색상정보를 이용한

EF^2 와 EF^3 를 만드는 순서는 다음과 같다. 먼저, 3가지 추상체 R, G, B 로부터 와 같이 다른 색상과 조금도 희석되지 않은 순수한 색상에 조율된 채널 r, g, b, y 를 생성한다. 이렇게 생성된 채널 r, g, b, y 를 사용하여 '적/녹' 대립 세포에 따른 EF^2 을, '청/황' 대립 세포에 따른 EF^3 를 만든다. 여기서 EF^2 는 적색에 흥분하고, 녹색에 억제되는 수용야를 가진 색상대립세포를, EF^3 는 청색에 흥분하고, 황색에 억제되는 수용야를 가진 색상대립세포를 모델링한 것이다[9].

재구성된 특징지도 이렇게 생성된 모든 기본 특징 지도는 서로 다른 특징추출기법에 기인한 상이점을 배제하기 위해서 3개의 독립적인 기본 특징 지도들을 모두 0°1 사이의 값으로 정규화한다. 또한 각각의 기본 특징 지도들로부터 방위를 탐지하고 국부적인 영역에 있어서 주변과 크게 다른 영역을 부각시키는 반면 그 주변부는 억제시키는 효과를 나도록 하기 위하여 8가지 방위($\theta \in (0, \pi/8, 2\pi/8, \dots, 7\pi/8)$)를 가진 ON-중심, OFF-주변 연산자인 $h(\theta)$ 필터를 사용하여 식 (1)과 같이 계산한다.

$$F_{x,y}^k = \sum_{m,n} \left[\sum_{m,n} EF_{m,n}^k \cdot h_{x-m, y-n}(\theta) \right]^2 \quad (1)$$

식 (1)에서, 각각의 기본 특징 지도는 $h(\theta)$ 필터와 회전(convolution)되어지며, 회전 후 회전된 영상의 콘트라스트를 증가시키기 위해 회전된 결과가 제공되어지고, 방위별로 나뉘어진 여러 지도들이 가장 반응이 하나의 방위로 통합되어진다. 여기서 $h(\theta)$ 필터는 식 (2)와 같이 계산된다.

$$h_{x,y}(\theta) = \begin{cases} K_1 \cdot G_{x,y}(\sigma, \gamma_1, \sigma, \theta) \\ -K_2 \cdot G_{x,y}(\gamma_2, \sigma, \gamma_1, \gamma_2, \sigma, \theta) \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)에서 $G(\cdot, \cdot, \cdot, \cdot)$ 은 방위를 가진 2차원 가우시안 함수이며, K_1, K_2 는 양수, r_1 은 2개의 가우시안의 이심률, r_2 는 ON과 OFF 가우시안 간의 폭 비율을 뜻한다.

1.2 특징 통합

다중특징을 하나로 통합하는데 있어서의 고려할 점 기존 연구들에 의해 인간의 시각적 주의에 영향을 준다고 알려진 많은 특징들이 확인되어져 왔으나 이러한 특징들에 대해서 어떠한 특징이 다른 특징에 비해 더 중요한지, 이들 특징간의 관련성은 어떠한지에 대해서는 거의 알려진 바가 없으며, 또한 이를 알아내기도 매우 어렵다. 몇몇 특징의 경우 꽤 중요도가 높다고 명확히 알려진 것도 있으나 이러한 특징들도 다른 특징에 비해 얼마만큼 더 중요한 것인지 덜 중요한 것인지 정확히 알아낼 수가 없다[11]. 특정 영상에서는 다른 특징에 비해 중요도가 높은 수 있을지 모르지만 다른 영상에서는 서로 반대 입장이 될 수도 있는 것이기 때문이다.

현재지도도 본 논문에서 사용하는 특징 통합 방법은 각 특징 지도를 구성하고 있는 특징값들의 통계적 정보와 국부적인 경쟁력 특성을 이용한 아주 간단한 방법으로, 그 수는 적지만 의미있는 활동성을 보이는 특징이 함유된 지도는 강조되고, 그렇지 않은 지도는 억제한다 [12]. 이를 통해 계산되어진 현재도 지도는 체적으로 평이한 특징값을 가지고 있던 특징 지도들은 전체적으로 그 특징값이 저하되고, 그렇지 않은 지도들은 예전에 비해 높은 값을 가지게 되어 종 목표 영역을 탐지하기 위해 필요없는 정보를 가지고 있는 특징 지도를 걸러낸다. 현재도 지도 S 를 만들어내는 자세한 방법은 논문 [12]를 참조하기 바란다.

[그림 7]은 제안하는 시스템이 [그림 8(c)]의 영상을 입력받아 처리되는 과정을 보여준다. [그림 7(a)]는 특징 추출 과정을 [그림 7(b)]는 특징 통합 과정을 보여준다.

입력 영상에서 기본 특징 지도 3개(EF^1, EF^2, EF^3)가 추출되어지고, 이는 다시 특징 지도(F^1, F^2, F^3)로 재구성되어진다. 이렇게 추출되어진 특징들은 모두 하나로 통합되어 현재도 지도(S)를 생성함으로써 교통표지판 영역을 탐지하게 된다. [그림 7(b)]에서 보여지는 S^1, S^2, S^3 는 필요없는 정보를 가지고 있는 특징 지도를 걸러내는 과정으로 이 예에서는 S^1 과 S^3 가 걸러지고 있음을 알 수 있다.

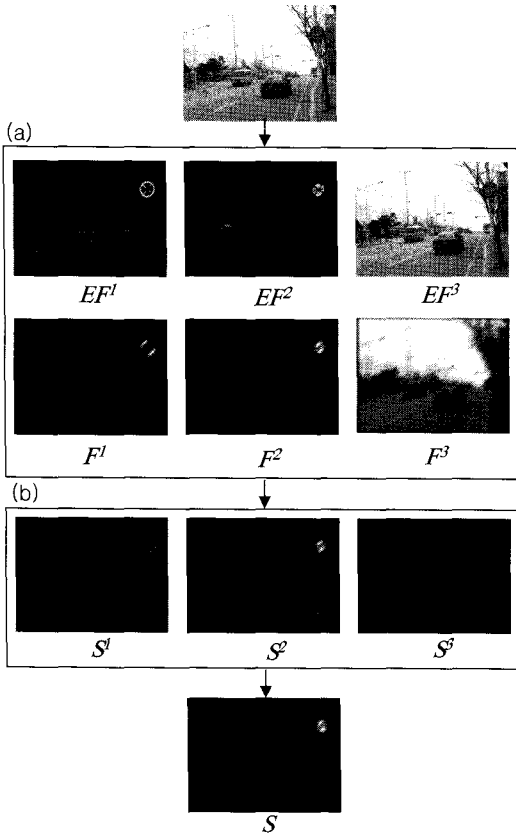


그림 7. 전체적인 시스템 처리과정 예

특정 도로 영상에 대한 현저도 지도를 통해 얻어진 교통 표지판 영역 탐지 결과가 5장에 보인다.

V. 실험 및 결과

제안하는 시스템의 성능을 평가하기 위하여 사용된 실험영영상은 시내도로에서 촬영된 영상 150개와 고속도로에서 촬영된 영상 57개로, 주의표지, 규제표지, 지시표지, 보조표지 등 가능한 모든 종류의 표지를 수집하였으며, 교통 표지판의 형태 및 색깔에 제약을 두지 않았다. [그림 8]은 실험에 사용한 다양한 실험영상의 예시이며, [그림 9]는 이러한 영상들에 대한 시스템의 결과이다.

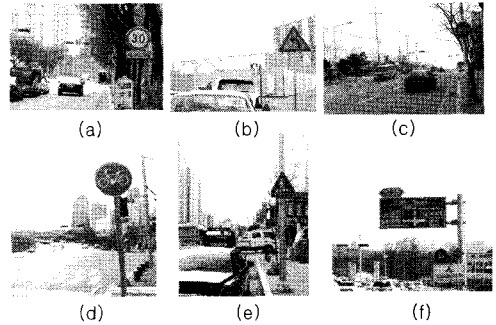


그림 8. 시내도로에서 촬영된 실험영상 예시

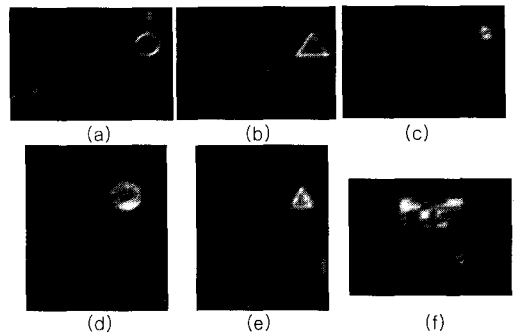


그림 9. [그림 8]의 실험영상들에 대한 결과

실험에 사용한 교통 표지판 영상은 우리 주변에서 흔히 보이는 교통 표지판으로써 형태 및 색에 따라 크게 6가지 부류로 나누었는데, [그림 8(a)]와 같은 적색의 테두리에 흰 바탕을 가진 동그란 표지, [그림 8(b)]와 같은 황색의 삼각형 표지, [그림 8(c)]와 같은 적색의 테두리에 청색의 동그란 표지, [그림 8(d)]와 같은 청색의 동그란 표지, [그림 8(e)]와 같은 청색의 삼각형 표지, [그림 8(f)]와 같은 청색의 사각형 및 육각형 표지가 그것이다. 이 외에도 실제 교통 표지판의 종류는 더욱 다양하나 우선 이번 실험에서는 실제로 실외에서 많이 쓰이는 표지판들을 대상으로 실험하였다.

[그림 9]를 보면 알 수 있듯이 제안된 시스템은 [그림 8(a)], [그림 8(e)][그림 8(f)]와도 같은 복잡한 배경하의 교통 표지판의 경우에도 표지판 영역을 제대로 탐지함을 알 수 있다. [그림 8(a)]의 경우는 기존의 다른 알고리즘의 경우 여러개의 적색의 신호등과 자동차안의 적색등으로 인해 표지판을 찾는데 혼란이 올 수 있으며,

[그림 8(e)]의 경우처럼 복잡한 환경 하에서 존재하는 교통표지판에 대한 실험을 한 예를 찾아볼 수가 없다. 또한 [그림 8(f)]와 같은 영상은 교통표지판이 여러개 존재하는 경우, 시스템은 가장 눈에 띄는 커다란 사각형의 표지판을 제일 먼저 탐지하고(현재도 지도의 색이 가장 흰 경우 가장 먼저 탐지하는 것임) 그 후에 아래의 동그란 창색의 표지판, 그리고 맨위의 육각형의 표지판을 탐지해낸다. 이렇게 [그림 8(f)]의 예에서와 같이 같이 여러개의 표지판을 동시에 다 찾아낼 수 있다는 것도 본 시스템의 장점이라 할 수 있다. 특히 [그림 8(d)]와도 같은 한적한 도로상에 표지판만 있는 영상 같은 경우는 어떠한 경우라도 100% 탐지율을 보인다.

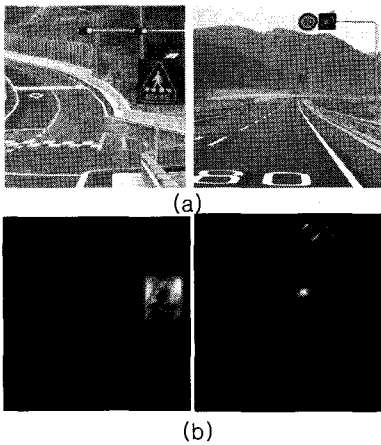


그림 10. 고속도로에서 촬영된 실험영상(a)과 결과(b)

[그림 10(a)]는 고속도로에서 촬영된 실험영상에 대한 예시이며 [그림 10(b)]는 그에 대한 결과를 보여준다. 고속도로의 경우 거의 한적한 경우가 대부분을 차지하기 때문에 [그림 10(a)]와 같은 영상들은 100%의 탐지율을 보인다.

또한 본 시스템은 잡영에 상당한 강인성을 보인다. [그림 11(a)]는 원래의 영상을 [그림 11(b)]는 원영상에 90%의 가우시안 잡영을 추가했을 때의 영상이며, [그림 11(c)]와 [그림 11(d)]는 이에 대한 각각의 결과를 보여준다. 기존의 연구들은 [그림 11(b)]와 같은 잡영을 인위적으로 넣어서 실험한 예가 없다. 특히 90%나 되는 가우시안 잡영을 추가했는데도 교통 표지판을 찾아

낼 수 있다는 것은 제안하는 시스템의 '잡영에 대한 강인성'을 보여주는 것이라 할 수 있겠다. 잡영에 대한 강인성을 평가하기 위하여 잡영이 없었을 경우 제대로 잘 탐지되었던 입력 영상에 대하여 45%의 잡영을 일률적으로 추가하여 실험을 하였다. 그 결과 100%의 성공률을 얻을 수 있었다.

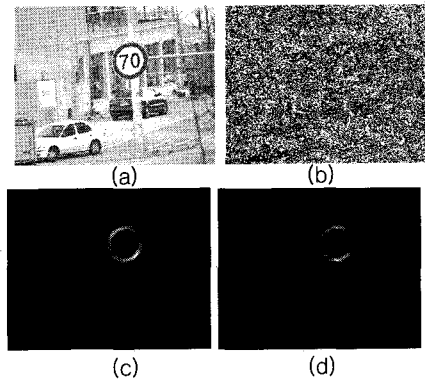


그림 11. 잡영을 인위적으로 추가한 영상에 대한 실험

[표 1]은 실험결과 분석된 제안하는 시스템의 교통 표지판 영역 탐지율이다. 정탐지를 하지 못하는 경우는 우리 눈의 주의를 끄는 영역이 여러군데 겹쳐있을 경우, 즉 교통 표지판 말고도 주의를 줄 만한 다른 객체가 많이 포함되어 있는 복잡한 영상일 경우 오탐지율이 심하였다. 이는 교통 표지판에 대한 어떠한 선지식도 시스템에 주지 않아서 생긴 문제라 할 수 있는데, 탐지하고자 하는 교통 표지판에 대한 특정 특징지도를 구현하여 시스템에 삽입시키면 오탐지의 경우의 수를 현저히 줄일 수 있다고 생각된다. 향후 이에 대한 실험을 더 보강할 계획이다.

표 1. 교통 표지판 영역 탐지율

구분	전체 탐지율 / 총 영상 수	정탐지율
시내도로에서 찍은 영상	142/150	94.6%
고속도로에서 찍은 영상	55/57	96.5%
잡영영상	51/51	100%

VI. 결론

본 논문에서는 교통 표지판 영역을 추출하기 위하여 인간의 대상인식과정, 특히 색상처리과정에서 사용되는 여러 특징들을 교통 표지판 영역 추출에 이용하였다. 실험 데이터는 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 교통 표지판을 대상으로 하였으며, 시내도로에서 찍은 영상, 고속도로에서 찍은 영상과 잡영을 인위적으로 첨가시킨 영상을 대상으로 실험하였다. 잡영이 없는 영상의 경우 평균적으로 95.6%의 정탐지율, 잡영영상의 경우 100%의 정탐지율을 보임을 알 수 있었다.

향후 주의 모듈을 통해 얻어진 교통 표지판 영역에 대한 후처리를 통해 보다 나은 성능을 낼 수 있는 작업을 수행해야 할 것이며, 야간환경, 눈, 비의 악천후 환경 등 다양한 환경하의 보다 많은 실험영상을 수집하여 더욱 정밀한 실험을 수행하여 제안된 시스템을 보완하는 작업을 수행할 것이다.

참고 문헌

- [1] H. Akasuka and S. Imai, "Road signposts recognition system," Proc. of SAE vehicle highway infrastructure : safety compatibility, pp.189-196, 1987.
- [2] R. Ghica, S. W. Lu, and X. Yuan, "Recognition of traffic signs using a multilayer Neural network," Proc. of Canadian Conf. on Electrical and Computer Engineering, 1994.
- [3] N. Kehtarnavaz, N. C. Griswold, and D. S. Kang, "stop sign recognition based on color-shape processing," Machine Vision and Applications, Vol.6, pp.206-208, 1993.
- [4] Y. Aoyagi and T. Asakura, "A study on traffic sign recognition in scene image using genetic algorithm and neural networks," Proc. of IEEE Conf. on Industrial electronics, Control and Instrumentation, pp.1838-1843, 1996.
- [5] J. H. An and T. Y. Choi, "Dominant Color Transform and Circular 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.
- [6] A. Clark, "Some Logical Features of Feature Integration," In augural lecture for the Italian Institute for Philosophical Studies, International School of Biophysics Study Program "From Neuronal Coding to Consciousness," Ischia (Naples), pp.12-17, 1998.
- [7] R. Anderson, L. Snyder, D. Bradley, and J. Xing, "Multimodal Representation of Space in the Posterior Parietal Cortex and Its Use in Planning Movements," Annual Review Neuroscience, Vol.20, pp.303-330, 1997.
- [8] K. Cave, "The FeatureGate Model of Visual Selection," Psychological Research, pp.182-194, 1999.
- [9] L. Itti, C. Koch, and E. Niebur, "Model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.20, No.11, pp.1254-1259, 1998.
- [10] R. Anderson, L. Snyder, D. Bradley, and J. Xing, "Multimodal Representation of Space in the Posterior Parietal Cortex and Its Use in Planning Movements," Annual Review Neuroscience, Vol.20, pp.303-330, 1997.
- [11] W. Osberger and A. Maeder, "Automatic identification of Perceptually important regions in an image," Proc. of Fourteenth Intl. Conf. on Pattern Recognition, Vol.1, pp.701-704, 1998.
- [12] 최경주, 이일병, "추출된 특징의 통계적 정보와 국부적 경쟁력을 이용한 컬러영상에서의 돌출 맵 모형", 한국 뇌학회 논문집, 제2권, 제1호, 2002.

저자 소개

최 경 주(Kyung-Joo Cheoi)

정회원



- 1996년 2월 : 충북대학교 컴퓨터 과학과 (공학사)
- 1999년 2월 : 연세대학교 컴퓨터 과학과 (공학석사)
- 2002년 8월 : 연세대학교 컴퓨터 과학·산업시스템공학과(공학박사)

- 2002년 7월 ~ 2005년 2월 : LG CNS R&D센터
- 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터 공학부 전임강사

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리, 뇌과학, 바이오컴퓨팅, 유비쿼터스컴퓨팅

박 민 철(Min-Chul Park)

정회원



- 1993년 2월 : 홍익대학교 전자공학과 (공학사)
- 1997년 3월 : 일본 동경대학 전자정보공학과 (공학석사)
- 2000년 4월 : 일본 동경대학 전자정보공학과 (공학박사)

- 2001년 6월 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 시스템 연구부 선임연구원

<관심분야> : 내용기반 영상검색, 멀티미디어, 3차원영상 디스플레이, 컴퓨터비전