

논문 2010-47SP-2-1

# 색상영역과 비색상영역의 히스토그램을 이용한 디지털 영상의 대표색상 추출

(Extraction of Representative Color of Digital Images Using Histogram of Hue Area and Non-Hue Area)

곽 내 정\*, 황 재 호\*\*

(Naejoung Kwak and Jaeho Hwang)

## 요 약

디지털 콘텐츠의 응용분야가 확산되면서 디지털 콘텐츠의 색상을 표준화하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 색상을 이용한 영상의 특징을 표현하는 방법도 표준화에 준한 연구가 필요하다. 또한 다양한 응용분야에 사용될 수 있는 색상 특징을 추출하는 방법도 필요하다. 본 논문에서는 디지털 표색계의 근간이 되는 먼셀표색계를 기본으로 하여 기준색상을 50색상으로 정의하고 영상 내 색상의 분포 특성을 알 수 있는 히스토그램을 구하고 영상을 대표하는 색상을 추출하는 방법을 제안한다. 먼저 RGB 공간의 입력영상을 HSI 색상공간으로 변환하여 색상과 비색상영역으로 분리한다. 색상영역과 비색상영역으로의 분리를 위해 고정임계값 방법과 인간의 주관적 시각을 고려한 색상영역 인지함수를 사용한다. 각 영역으로부터 히스토그램을 구하여 전체 히스토그램을 구하고 영상을 대표할 수 있는 대표색상을 추출한다. 제안 방법의 성능을 평가하기 위해 18개의 실험영상을 만들어 기존의 방법과 제안방법을 적용하였으며 일반영상에도 적용하여 그 결과를 분석하였다. 제안방법을 적용한 결과영상은 영상 내에 존재하는 색상의 분포 특성을 잘 나타내주며 대표색상으로 빈도가 집중함으로 영상의 대표색상을 이용하여 다양한 응용분야에 적용이 가능하다.

## Abstract

There have been studied with activity about color standard due to extension of digital contents' application area. Therefore the studies in relation to the standard are needed to represent image's feature as color. Also the methods to extract color's feature to be apt to various application are needed. In this paper, we set the base color as 50 colors from Munsell color system, get the color histogram to show the characteristics of colors's distribution of a image, and propose the method to extract representative colors from the histogram. Firstly, we convert a input image of RGB color space to a image of HSI color space and split the image into hue area and non-hue area. To split hue area and non-hue area, we use a fixed threshold and a perception-function of color area function to reflect the subjective vision of human-being. We compute histograms from each area and then make a total histogram from the histogram of hue area and the histogram of non-hue area, and extract the representative colors from the histogram. To evaluate the proposed method, we made 18 test images, applied conventional methods and proposed method to them. Also the methods are applied to public images and the results are analyzed. The proposed method represents well the characteristics of the colors' distribution of images and piles up colors' frequency to representative colors. Therefore the representative colors can be applied to various applications

**Keywords :** color histogram, HSI color space, Hue, representative colors.

---

\* 정희원, 한밭대학교 전자공학과  
(Hanbat National University Dept. Electronic engineering.)  
접수일자: 2009년8월5일, 수정완료일: 2010년2월17일

## I. 서 론

최근 멀티미디어 기술의 급속한 진보와 인터넷기술의 발전은 의학, 오락, 교육, 온라인 정보 서비스, 원격 탐사 등과 다양한 응용분야에서 디지털 영상의 사용을 증가시키고 있다. 디지털 영상의 활발한 보급과 더불어 이를 기반으로 디지털 콘텐츠가 다양한 분야에서 응용되고 있으며 이를 저장하고 표현하기 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다<sup>[1]</sup>.

디지털 영상을 표현하는 대표적인 특징은 모양정보, 텍스처, 색상 등이 있으며, 색상은 영상의 특징을 표현하는 대표적인 속성으로 압축, 영상의 인식, 멀티미디어 콘텐츠 검색 뿐 아니라 디지털 콘텐츠의 제작 분야에서도 중요한 역할을 하고 있다<sup>[2]</sup>. 영상의 인식, 멀티미디어 콘텐츠의 응용분야에서는 영상 내의 색상의 분포 특성을 추출하여 영상 내 객체 또는 영상 자체를 대표하는 색상의 집합을 추출하여 추출된 색상 집합과 그 색상들에 관련된 다른 특징을 이용한다. 디지털 영상의 색상 분포를 기술하는 색상 히스토그램은 이동, 회전, 크기변환에 불변하므로 영상 콘텐츠를 표현하는 색상 특징으로 가장 많이 사용되고 있으며<sup>[3]</sup> 최근 몇 년 동안 영상의 특징을 표현하고 군집화하기 위한 다양한 색상 히스토그램이 제안되었다. 이러한 색상 히스토그램 방법은 일반적으로 양자화 방법을 기반으로 하며 크게 사각형 bin(bin)을 이용하는 방법과 클러스터링(clustering) 방법으로 나눈다<sup>[4~5]</sup>. 전형적인 사각형 bin을 이용하는 히스토그램 방법은 전체 색상공간을 많은 큐빅 bin으로 나누고 각 큐빅 bin에서 숫자를 센다. 그 중 균일(uniform) 양자화는 전통적이고 널리 알려진 방법으로 가장 단순하며<sup>[6]</sup> 색상공간의 특성을 따르는 비균일(non-uniform) 양자화는 많은 영상 분류와 검색 응용에서 좋은 성능을 보여준다. 그러나 색상 bin이 사각형에 제한적이므로 색상 분포를 효율적으로 기술하지 못한다. 그러한 어려움을 극복하기 위해 클러스터링 기반 히스토그램 방법이 제안되었다<sup>[7]</sup>. 클러스터링 방법은 보통 색상공간을 많은 수의 bin으로 나누고 그것들을 그룹화한다. 클러스터링 방법은 기준 함수를 최적화하기 위해 순환하며 화소들을 분류한다. 이 방법은 클러스터의 수를 미리 정하지 않고 기준 함수에 의해 결정이 되며 순환적으로 클러스터를 형성함으로써 시간이 많이 걸린다<sup>[8~9]</sup>.

색상 히스토그램을 구하는데 있어서 다음과 같은 문

제가 있다. 디지털 콘텐츠가 다양한 분야로 응용분야가 확산되면서 디지털 색채 표준시스템을 개발하는 다양한 연구 결과가 발표되고 있으며 색채 표준 시스템의 색상을 중심으로 각 디지털 콘텐츠의 창작과 특징을 표현하기 위한 연구가 진행되고 있다. 따라서 색채 표준 시스템의 색상을 중심으로 디지털 콘텐츠의 특징을 표현하는 방법에 관한 연구가 필요하다. 그러나 기존의 방법은 영상 내의 색상만을 포함하는 기준색상으로 도수를 나타내며 이에 따라 영상마다 기준이 되는 색상이 달라진다. 즉, 기존의 색상 히스토그램은 다양한 종류의 영상 내 색상 분포를 기술할 수 있으나 '히스토그램의 본래적인 목적인 통계적인 '도수분포표의 특성을 직관적으로 파악하기 위하여 이용한다'는 정의에 적합하지 않다.

또한 디지털 영상의 다양한 응용분야에서 색상히스토그램을 사용하는 목적중 하나는 영상을 구성하는 다양한 색상 중 영상을 대표하여 표현 할 수 있는 색상을 추출하는 것이다. 대표색상의 추출은 영상검색이나 인식 등의 분야 뿐 아니라 디지털 색채 표준화, 색채 테라피 및 미술 심리치료 등의 응용분야에서 필요한 기법으로 중요한 역할을 차지하고 있다. 그러나 기존의 방법은 영상에서 영상에 사용되고 있는 색상만을 보여줌으로 실제 색상공간에서 주로 사용되는 대표색상을 추출하기가 어렵고 각 색상의 상대적인 사용 분포 등을 도출하기가 어렵다. 따라서 영상인식이나 검색 등의 응용분야에는 적합하지만 디지털 색상의 표준화 및 객관적인 척도를 필요로 하는 다른 응용에서는 적용이 어렵다.

본 논문에서는 이러한 요구를 바탕으로 칼라좌표계 전체 색상에 대해 영상 내 색상의 분포 특성을 알 수 있는 히스토그램을 구하는 방법을 제시한다. 본 논문에서는 RGB 공간의 입력영상을 현재 세계적으로 가장 널리 사용되는 먼셀좌표계를 기본으로 하여 기준색상을 50색상으로 정의하고 HSI색상공간으로 변환하여 히스토그램을 구한다. HSI 색상공간은 색상, 채도, 명도로 분리하여 색상을 표현하며 이때 명도와 채도의 값에 따라 색상이 정의되지 않는 영역이 있다. 따라서 제안방법에서는 채도와 명도의 값에 따라 색상영역과 비색상영역으로 분리하여 히스토그램을 구한다. 색상영역과 비색상영역으로의 분리를 위해 임계값 설정하는 방법과 인간의 주관적 시각을 고려한 함수를 제안한다. 제안된 방법으로 구해진 색상영역과 비색상영역의 히스토그램

으로부터 전체 히스토그램을 구하고 영상을 대표할 수 있는 대표색상을 추출한다.

## II. 기존의 색상 히스토그램

색상히스토그램은 영상 내에 포함된 색상을 많은 수의 빈으로 나누고 각 색상의 빈도수를 측정하는 방법이다. 따라서 기존의 색상 히스토그램 방법은 영상 내의 색상을 적절한 색상 해상도로 표현하기 위하여 양자화 방법 및 클러스터링 방법을 사용하여 먼저 대표색상을 선정하고 있다.

그림 1은 원영상 (a)에 기존의 양자화 및 클러스터링 방법 중 균일양자화, LBG 알고리즘, Octree 방법을 적용하여 히스토그램을 구한 결과로 수평 색상바는 기준이 되는 색상을 보여주며 수직 막대그래프가 각 색상에 대한 히스토그램을 보여준다. 그림 1(b)는 균일양자화에 의한 결과로 균일양자화는 선정된 기준색상과 색상의 수가 중요하다. 즉, 미리 선정되는 색상이 영상의 색상을 잘 표현 할 수 있는지가 성능에 영향을 준다. 또한 기준색상의 경계영역에 있는 색상은 분류하는 거리척도에 따라 동일한 빈으로 누적되거나 다른 빈으로 분류될 수도 있어 오차를 유발하는 단점이 있다. 여기서는 R, G, B를 각각 4단계로 나누어 64색상을 기준색상으로 설정하여 히스토그램을 구했다. 그림 1(b)의 그래프에서는 선정된 기준색상이 영상의 다양한 화소들을 표현하기에 적합하지 않고 경계영역의 화소가 적합하지 않은 거리척도로 인하여 인접영역으로 분류되었기 때문에 실제 영상에 있지 않은 기준색상에 화소들의 히스토그램이 나타난다. 그림 1(c)와 그림 1(d)는 클러스터링 기법 중 대표적인 LBG 알고리즘과 Octree 기법을 적용한 결과이다. 두 결과는 영상 내 분포하는 색상을 중심으로 대표색상을 선정하고 히스토그램을 구한다. 따라서 전체 영상의 히스토그램은 영상의 화소의 분포를 잘 반영하고 영상 DB등의 검색을 위하여 특징으로 사용될 수 있다. 그러나 그림 1(a)와 같이 부분적인 색상만을 갖는 영상일 경우 RGB, YUV, HSI 등의 색상 좌표공간에서 기준색상으로 선정된 색상이 전체 색상 좌표공간의 전체 색상을 표현하지 못하고 영상에 존재하는 색상중심의 일부 색상공간만을 포함하게 된다. 이것은 히스토그램의 본래 목적인 '통계적인 도수분포표의 특성을 직관적으로 파악하기 위하여 이용한다'는 정의에 적합하지 않다. 또한 현재 디지털 콘텐츠 분야에서 영상

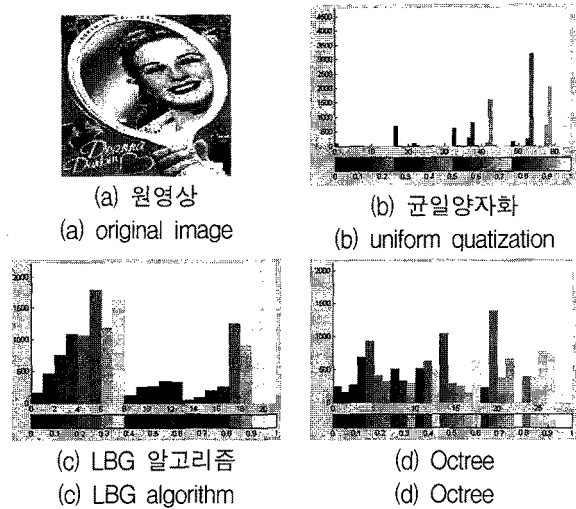


그림 1. 기존방법에 의한 히스토그램  
Fig. 1. Histogram of the conventional methods.

이 포함하는 색상 중 주요하게 사용되는 대표색상의 추출은 디지털 색상 표준화, 색상이론 및 미술 심리치료 등의 응용분야에서 필요한 기법으로 중요한 역할을 하며 색상을 이용한 영상검색이나 인식 등에서도 중요한 특징으로 사용될 수 있다. 그러나 그림 1(c)와 (d)는 전체 색상공간의 색상 중 영상에 사용되고 있는 색상만을 보여줌으로 실제 색상공간에서 주로 사용되는 대표색상을 추출하기가 어렵고 각 색상의 상대적인 사용 분포 등을 도출하기가 어렵다.

## III. HSI 색상공간에서의 히스토그램과 대표색상 추출

영상의 색상 히스토그램은 기준색상의 설정과 히스토그램을 구하기 위한 거리척도가 성능에 중요한 역할을 한다. 기준색상은 전체 색상공간을 나타낼 수 있어야 하고 거리척도는 다양한 색상을 적절하게 분류하여 기준색상의 경계영역에 위치하는 화소를 정확하게 분류할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 RGB 색상공간의 입력영상을 인간의 시각을 고려한 HSI 색상공간으로 변환하여 색상영역( $R_H$ )과 비색상영역( $R_I$ )으로 분류하여 히스토그램을 구하는 방법을 제안한다. 제안방법은 기준색상을 먼셀좌표계에 근거하여 색상영역의 40색상과 비색상영역의 10색상으로 구성된 50색상의 기준색상을 제시하고 색상영역의 히스토그램과 비색상영역의 히스토그램을 구한다. 색상영역과 비색상영역을 나누는 기준은 인간의 시각이

색상을 인지할 수 있는 영역인지를 중심으로 하였으며 따라서 색상영역의 히스토그램을 구할 때 거리척도는 색상(hue)를 중심으로 하였고 비색상영역의 거리척도는 명도값을 중심으로 하였다. 그림 2는 제안방법의 구성도이다.

1. Munsell 좌표계를 이용한 기준색상 선택

영상의 특징 중 색상은 다양한 사물이나 대상의 지각과 인지과정에서 중요한 역할을 차지하고 있으며 색상(hue), 명도(intensity) 및 채도(saturation)의 세 가지 속성으로 분리된다. 색상은 전혀 섞여 보이지 않는 고유한 네 개의 특정 색상이 존재하며 이 네 개의 고유색을 제외한 다른 모든 색상은 네 개의 고유색으로 배합된 것으로 본다<sup>[10]</sup>.

먼셀 표색계는 합리적인 물체색의 표시 방법으로서 국제적으로 널리 사용되어 지고 있으며 우리나라에서도 1965년에 '색의 3속성에 의한 표시 방법'이란 제목으로 한국공업 규격(KS A 0062)에서 채택하여 사용하고 있다. 먼셀좌표계는 물체표면의 색 지각을 기초로 심리적인 색의 속성을 색상 명도 채도로 분리하여 3차원 공간의 한 점에 대응시켜 3개의 방향으로 배열하되, 배열하는 방법은 지각적으로 고른 감도가 되도록 측도를 한 것이다. 제안방법은 먼셀 색표계의 40색상환의 색상과

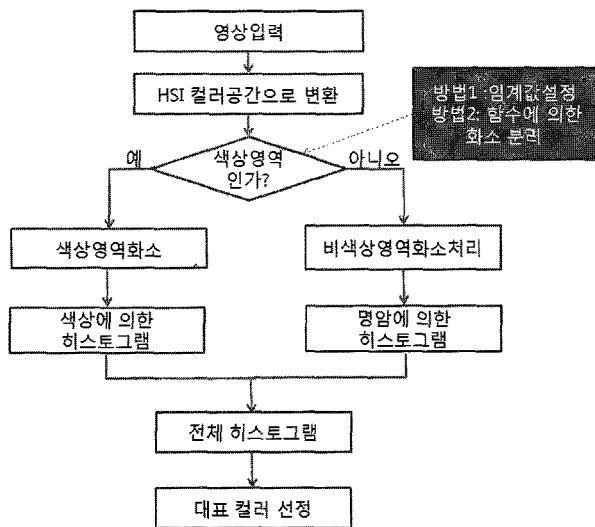


그림 2. 제안 방법의 구성도  
Fig. 2. Block diagram of the proposed method.



그림 3. 기본 50색상  
Fig. 3. Reference 50 colors.

10단계의 명도값을 이용하여 전체 50색상을 기준색상(RC : reference color)로 한다. 다음 그림은 본 논문에서 사용하는 기준색상이다.

2. HSI 색상공간을 이용한 색상 히스토그램

가. HSI 색상공간으로의 변환

RGB 색상공간은 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue)의 3색을 기본으로 모니터 등의 장치에 적합하게 디스플레이할 수 있으나 인간의 시각을 고려하여 색상을 표현할 수는 없다. 따라서 제안 방법은 입력영상을 인간의 시각 시스템의 색 감지 특성을 고려한 HSI 색상공간으로 변환하여 처리한다. HSI는 그림 4와 같이 원통 모양의 좌표계로 모델화 되어 있으며 색상(hue)은 빨강을 0°로 하였을 때 상대적인 배치각도로서 0°에서 360°의 범위를 가진다. 채도(saturation)는 특정한 색상의 가장 진한 상태를 100%로 하였을 때 진하기의 정도를 나타내며 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당된다. 명도(intensity)는 z 축에 해당하는데 흰색을 100%, 검정을 0%로 하였을 때 밝기의 정도를 나타내며 범위는 0에서 1까지의 범위를 갖는다.

RGB 색상공간에서 HSI 좌표계로의 변환은 다음과 같이 변환된다. 먼저 R, G, B 각각의 색상을 정규화 한다.

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \quad (1)$$

그리고 정규화된 r, g, b, 의 값을 이용하여 색상, 채도 그리고 명도를 구한다. 색상은 b와 g의 값에 따라 두 가지로 분류하여 구한다.

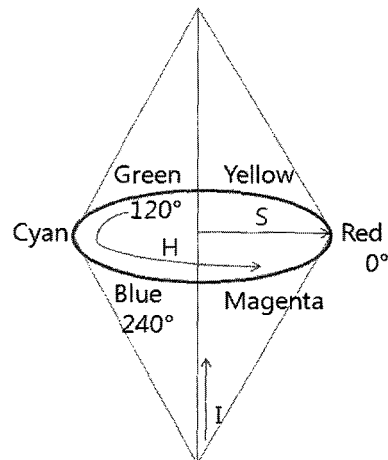


그림 4. HSI 색상공간 모델  
Fig. 4. HSI color space model.

$$h = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(r-g) + (r-b)]}{[(r-g)^2 + (r-b)(g-b)]^{1/2}} \right\}, \quad (2-1)$$

$h \in [0, \pi]$  for  $b \leq g$

$$h = 2\pi - \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(r-g) + (r-b)]}{[(r-g)^2 + (r-b)(g-b)]^{1/2}} \right\}, \quad (2-2)$$

$h \in [\pi, 2\pi]$  for  $b > g$

$$s = 1 - 3 \cdot \min(r, g, b) \quad s \in [0, 1] \quad (3)$$

$$i = (R + G + B) / 3 \cdot 255 \quad i \in [0, 1] \quad (4)$$

제안방법은 식(1)~(4)를 이용하여 RGB 색상공간의 입력영상을 HSI색상공간으로 변환하며 색상, 채도, 명도의 값을 각각 0~1 사이로 정규화 하였다.

나. 비색상영역과 색상영역의 결정

그림 5는 색상의 값이 107°인 영상을 채도를 0~1까지, 명도를 0~1까지 변화시켜 구한 영상이다. 이 영상에서 명도값이 큰 영역 a, 작은 영역 b, 그리고 채도가 낮은 영역 c 등은 색상 값이 존재함에도 불구하고 인간의 시각으로는 색상을 인지할 수가 없다. 따라서 본 논문에서는 인간이 색상을 인지하는 영역을 색상영역( $R_H$ )으로 인간의 시각이 인지하지 못하는 영역을 비색상영역( $R_I$ )으로 분리한다. 즉,  $R_H$ 는 인간의 시각이 인지하는 색상(hue) 중심의 화소로,  $R_I$ 는 명도값 위주의 화소로 구성이 된다.

영역의 분리는 색상의 인지가 명도 및 채도의 범위와 관련이 있음을 고려하여 명도 및 채도의 값으로 범위로 임계값을 설정하여 색상영역과 비색상영역으로 분리하였다. 값을 설정하는 방법은 고정임계값 방법과 색상을 인지 영역을 구성하는 함수를 구하는 두 가지

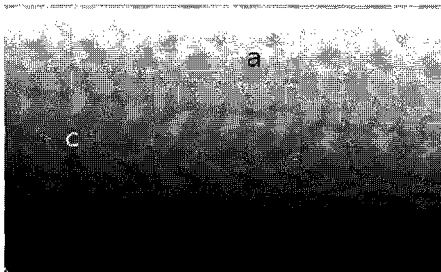


그림 5. 색상 107°의 영상  
Fig. 5. Hue 107° image.

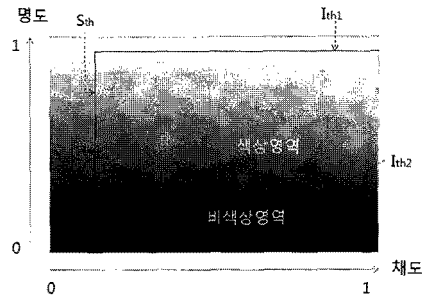
방법을 사용하였다. 고정임계값 방법은 식 (5)와 같이 표현된다.

$$\begin{cases} R_H, & \text{if } x_I(i) > I_{th1} \text{ and } x_I(i) < I_{th2} \text{ and } x_S(i) > S_{th} \\ R_I, & \text{others} \end{cases} \quad (5)$$

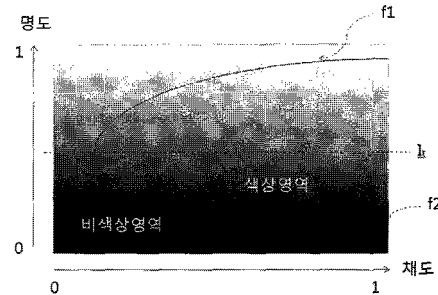
여기서  $x(i)$ 는 입력영상의 i번째 화소의 값이고 I와 S는 명도와 채도를 나타낸다.  $I_{th1}$ 은 낮은 명도의 임계값,  $I_{th2}$ 는 높은 명도 임계값,  $S_{th}$ 는 채도의 임계값이다. 그림 6(a)는 임계값을 이용하여 영역을 분리한 것을 보여준다.

임계값은  $I_{th1} = 0.25$ ,  $I_{th2} = 0.85$ ,  $S_{th} = 0.2$ 로 하였다. 이것은 한국산업규격(KS) A0011에서 무채색의 수치가 10~8.5까지의 영역을 흰색, 8.5~2.5 사이의 색을 회색, 2.5~0까지의 영역의 색을 검정으로 정의<sup>[11]</sup>한 것을 기준으로 하였으며  $S_{th}$ 는 실험에 의해 결정하였다.

또한 인간의 시각이 인지하는 색상영역은 그림 6(b)와 같이 포물선 형태로 인지하는 것이 더 적합하다. 따라서 그림 6(b)의 f1과 f2의 색상영역 인지함수(PFCA:



(a) 고정임계값  
(a) Fixed threshold



(b) 색상영역 인지함수  
(b) perception-function of Color area

그림 6. 색상영역과 비색상영역의 분리를 위한 기준  
Fig. 6. Measure of splitting into hue area and non-hue area.

perception-function of Color area)를 이용하여 색상영역과 비색상영역을 분리하였다.  $f_1$ 과  $f_2$ 의 곡선은 비전문가 6인의 도움으로 주관적 관측으로 설정하였다. 명도의 중심 수평선  $I_x$ 을 기준으로 위의 영역에서 인지되는 색상의 영역과 아래에서 인지되는 색상의 영역은 다르므로 함수  $f_1$ 과  $f_2$ 는 대칭이 아니며 다른 함수로 표현된다. 이 함수는  $f_1$  및  $f_2$ 의 여러 화소점들을 임의로 추출하여 보간법을 이용하여 다항식의 계수를 구하였으며 그 함수는 다음과 같다.

$$f_1(x) = 0.5416x^2 - 0.9662x + 0.5956, \text{ if } I_x < 0.5 \quad (6)$$

$$f_2(x) = -0.6571x^2 + 1.1027x + 0.4587, \text{ if } I_x \geq 0.5$$

여기서  $I_x$ 는 화소  $x$ 의 명도값이다.

#### 다. 색상영역과 비색상영역의 히스토그램

분리된 색상영역  $R_H$ 과 비색상영역  $R_I$ 는 본 논문에서 제시된 기준색상 RC를 이용하여 히스토그램을 구한다.  $R_H$ 의 화소는 인간이 인지하는 색상값이 주요한 특징이 되고,  $R_I$ 로 분류된 화소는 인간의 시각이 색상을 인지하지 못하는 화소이므로 명도값으로 분류된다. 따라서 히스토그램을 구할 때 비교단위가 달라야한다. 제안방법은  $R_H$ 의 화소는 기준색상 RC의 40개의 색상(hue)을 구하여 각 화소의 색상과 비교하여 제일 가까운 거리의 빈으로 분류하였다.  $R_I$ 의 화소는 RC의 10개의 명도와 비색상영역의 화소의 명도를 비교하여 제일 가까운 거리의 빈으로 분류하였다.

$$h(i) = \sum_{j=1}^n \min(d(RC(i), x(j))), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$$d(a, b) = |a - b|$$

여기서  $n$ 은 영상의 화소의 수,  $m$ 은 기준색상 RC의 수,  $x$ 는 화소의 값이다.

색상영역에서 구해진 40색상의 히스토그램과 비색상영역의 10 명도값의 히스토그램으로 전체 50 색상의 히스토그램을 구한다.

#### 라. 영상의 대표색상 추출

영상의 대표색상은 영상을 구성하는 색상 중 다양한 응용에 사용될 수 있는 특징이다. 본 논문에서는 대표색상을 '주로 사용된 색상'로 정의하고 영상 내에 분포하는 빈도가 높은 색상을 대표색상으로 추출하였다. 따

라서 전체 화소와 색상의 빈도의 비율을 기준으로 일정 비율 이상이면서 높은 빈도를 갖는 색상을 대표색상으로 추출한다.

$$C_M = RC(i), \quad \frac{h(i)}{N_i} \geq \alpha \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

$C_M$ 은 대표색상을 의미하고  $N_i$ 는 영상의 전체 화소의 수,  $\alpha$ 는  $C_M$ 을 결정하기 위한 값이다.  $C_M$ 의 수는 영상의 구성에 따라 달라지게 된다. 만약 영상이 다양한 색상이 혼재되어 있다면  $C_M$ 의 수는 많아지게 되고 각 색상의 빈도도 그다지 크지 않게 되며 중심이 되는 색상이 많지 않다면  $C_M$ 의 수가 작아지고 각 색상의 빈도는 높은 값을 갖는다.

## IV. 실험 및 분석

제안방법의 성능을 평가하기 위해 MATLAB 7.6을 이용하여 프로그램을 작성하였고 다양한 영상에 기존 방법과 제안방법을 적용하여 그 결과를 비교하였다. 영상의 히스토그램을 대표색상을 중심으로 추출하는지를 관측하기 위해 색상을 중심으로 그레디언트 영상 18개를 생성하여 실험영상으로 하였다. 그림 7은 실험에 쓰인 실험 영상이다.

그림 8은 그림 7의 실험영상 중 초록색을 중심으로 그레디언트를 취한 영상 #9에 기존의 방법과 제안방법을 적용한 히스토그램으로 초록색과 명도값에 히스토그램이 분포해야 한다. 그림 8(a)는 균일양자화를 적용한 결과 영상으로 64색상을 기준색상으로 하였다. 클러스터링의 대표적인 방법인 LBG 알고리즘과 Oct

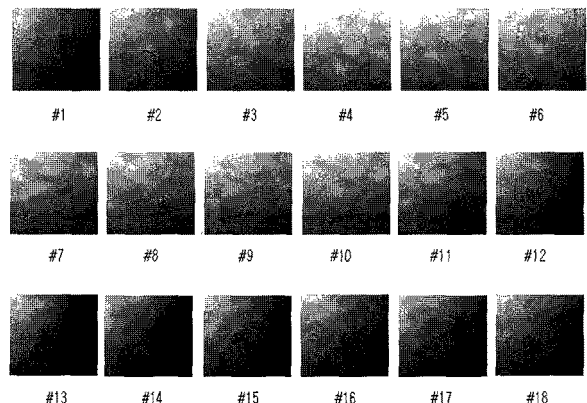


그림 7. 실험영상  
Fig. 7. test images.

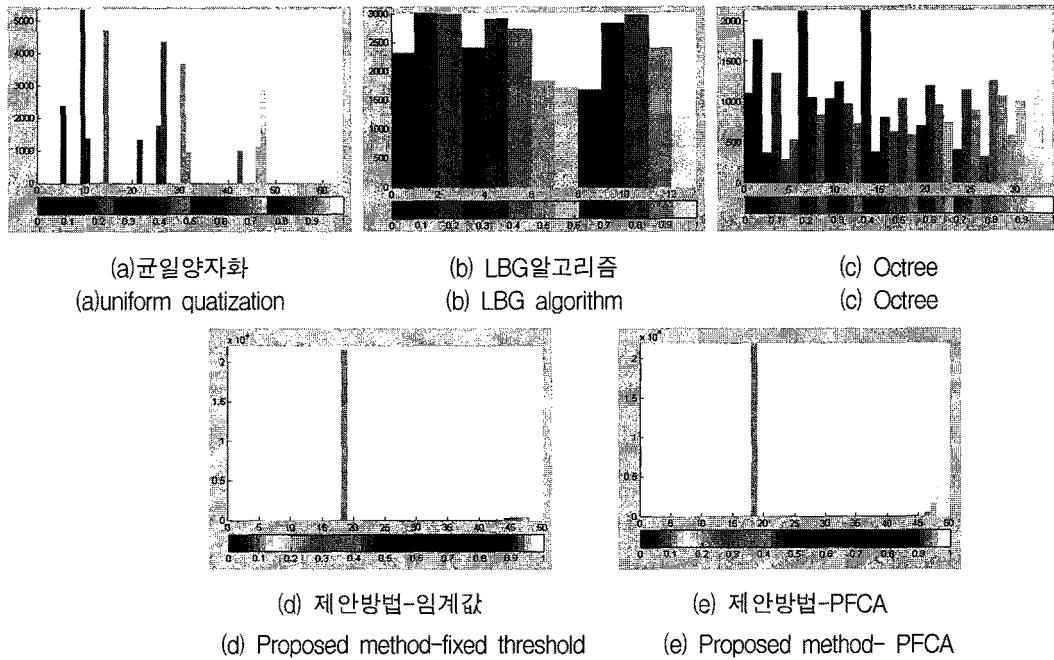


그림 8. #9 영상의 기존방법과 제안방법의 히스토그램  
Fig. 8. Histogram of conventional methods and proposed method for #9 image.

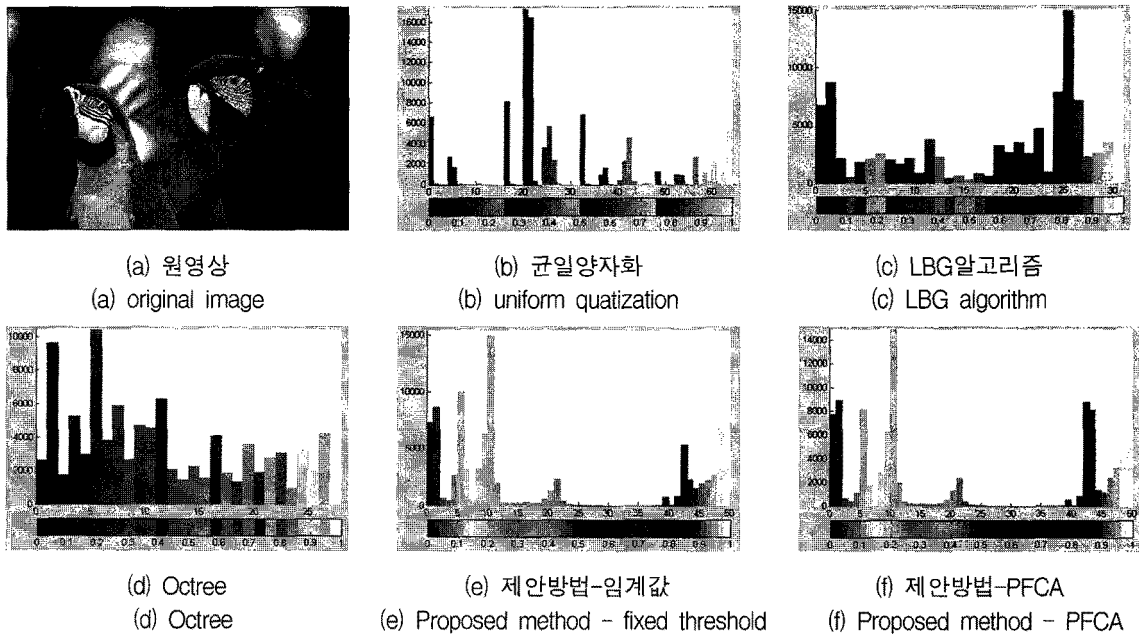


그림 9. 일반영상의 기존방법과 제안방법의 히스토그램  
Fig. 9. Histogram of conventional methods and proposed method for a public image.

ree 방법은 영상 내에 존재하는 색상만으로 기준색상을 생성하고 히스토그램을 구한다. 그림 8(b)는 기준색상으로 13 색상, 그림 8(c)는 34색상을 생성하였다. 그림 8의 히스토그램은 모두 초록색 위주로 그 결과를 보여준다. 그러나 (a), (b), (c)의 방법은 다수의 유사한 초록색

으로 히스토그램 값이 분산되어 중심 색상이 추출되지 않는다. 또한 (b), (c)는 영상 내에 존재하는 색상만으로 기준색상을 생성하므로 영상 내에 존재하는 색상에 대하여 초록색이 어떻게 분포하는지는 보여주지만 전체 색상좌표공간에서 입력영상의 색상 분포가 어떠한지를

관측할 수 없다. 제안방법은 임계값을 적용한 결과와 PFCA에 의해 구한 히스토그램이 입력영상과 일치하는 색상을 찾아내고 그 색상을 중심으로 히스토그램이 도출된다. 또한 히스토그램이 하나의 초록색으로 모아져서 영상의 대표색상이 구해지며 색상 좌표공간을 기준 색상 50개로 나타내어 전체 색상에 대해서 영상에 존재하는 색상의 분포도 명확히 보여준다. 그림 8(d)와 (e)는 대표색상에 히스토그램이 집중되는 동일한 결과를 보여주지만 명도값의 히스토그램에서 차이를 보인다. 이것은 색상영역과 비색상영역의 분류 시 분류기준이 다르므로 구해진 히스토그램에 영향을 주기 때문이다. 그림 9는 일반영상 (a)에 기존의 방법, 제안방법을 적용한 결과 히스토그램을 보여준다. (b)는 64색상의 기준색상으로 원영상의 색상의 히스토그램을 구한다. (b)는 균일양자화의 결과로 기준색상 선정이 적절하지 않아 색상이 이동(shift)되어 히스토그램이 구해진다. (c)와 (d)의 알고리즘은 영상 내 존재하는 색상을 중심으로 하여 기준색상을 형성하고 히스토그램을 구하므로 유사한 색상이 기준색상으로 구해지며 각 히스토그램의 빈도 차이가 많지가 않다. 따라서 영상의 중심색상을 선정하기가 어렵다. (e)와 (f)는 제안방법의 결과로 전체 색상에 대한 히스토그램분포를 보여주고 영상 내에 주요 색상으로 분포하는 초록색과 빨간색의 히스토그램에서 높은 값이 구해지며 영상 내 중심색상이 무엇인지도 잘 나타난다.

표 1.  $\alpha$ 를 결정하기 위한 히스토그램 분석  
Table 1. Analysis of histograms to determine  $\alpha$ .

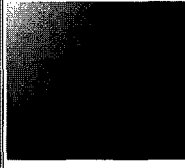
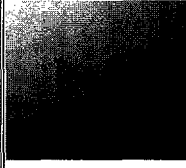
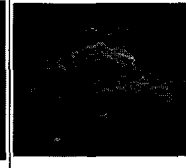






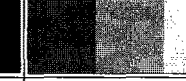






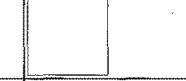
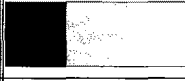
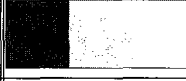


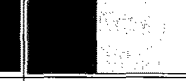
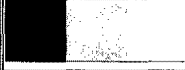
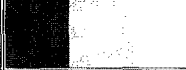



영상의 종류		$\alpha$			
		0.05	0.1	0.15	0.2
단 순 영 상	균일양자화	5	3	2	1
	LBG	5	1	0	0
	Octree	5	1	0	0
	제안방법-임계값	3	2	1	1
	제안방법-PFCA	3	2	1	1
중 간 영 상	균일양자화	6	4	2	1
	LBG	7	3	1	0
	Octree	6	3	1	0
	제안방법-임계값	5	3	2	1
	제안방법-PFCA	5	3	2	1
복 잡 영 상	균일양자화	8	3	1	1
	LBG	10	1	0	0
	Octree	8	1	0	0
	제안방법-임계값	8	3	1	1
	제안방법-PFCA	7	3	1	1

본 논문에서는 영상의 대표색상을 선정하는데 적절한  $\alpha$ 의 값을 구하기 위해 다양한 영상에 기존의 방법과 제안방법을 적용한 후 히스토그램을 분석하였다. 실험영상은 육안으로 보기에 2~3색상이 중심으로 보여지는 영상을 단순영상, 3~5색상이 보여지는 영상을 중간영상, 그 외의 영상은 복잡영상으로 분류를 하였고, 각 영상은 20장씩 사용하였다. 각 방법의 히스토그램을 구하여 빈도가 영상의 전체 화소수의 5%, 10%, 15%, 20% 이상이 되는 색상의 수의 평균을 구하였다. 그 결과가 표 1에 있다. 이 결과를 이용하여  $\alpha$  0.1로 결정하였다. 이것은 표의 결과를 볼 때  $\alpha$ 의 값이 0.15이상이면 LBG 알고리즘이나 Octree의 경우 영상에 존재하는 색상을 세분화하여 히스토그램을 구하므로 색상의 빈도가 전체 기준색상으로 분산되기 때문에 대표색상이 추출이 안 되는 경우가 발생하고, 0.05일 경우 너무 많은 색상이 대표색상으로 선정되어 영상의 특징으로 표현하기에는 제한적일 수 있기 때문이다.

표 2는  $\alpha=0.1$ 로 실험한 결과를 보여준다. 그림 7의 실험 영상 중 #10과 #13영상 그리고 일반영상(697, 680, F\_3)에 적용하여 대표색상을 추출한 결과이다. 클러스터링의 대표 방법인 Octree 방법은 기준색상이 영상 내 색상으로 구성되어 각 색상의 빈도의 차이가 크지 않고 따라서 대표색상의 추출이 안 되는 경우가 발생한다. 또한 균일양자화나 LBG 알고리즘의 결과는 영상의 대표색상을 추출했지만 영상 내에서 주요하게 보여지는 색상을 추출하지 못한 경우가 있다. 즉 #13이나 #10의 결과에서 영상 내의 색상은 하나이고 명도값의 변화로 인하여 다른 색을 나타내게 되는데 대표색상을 추출한 결과는 다양한 색상을 포함하게 된다. 또한 영상 697이나 680의 경우 LBG 알고리즘은 초록색류의 대표색상만을 추출하고 붉은 색의 대표색상을 추출하지 못한다. 제안방법은 #13과 #10의 결과에서 한 가지 색상과 명도값의 변화를 보여주는 두 가지 명도값을 대표색상으로 추출했다. 또한 영상 697과 680에서도 초록색과 붉은색의 대표색상을 보여준다. 추출된 초록색이 원영상의 초록과 일치하지 않는 단점이 있으나 영상전체를 구성하는 대표 색상으로 초록색이 있음을 보여줄 수 있으며 또한 조명이 변해도 대표색상으로 추출되는 초록색은 변하지 않을 수 있으므로 영상의 특징으로 효과적으로 사용될 수 있다. LBG알고리즘이나 균일양자화의 방법은 조명이 변하면 영상의 색상이 변하므로 대표색상으로 추출되는 초록색류로 변할 수 있고 따라서 영상의



표 2. 대표색상 추출결과  
Table 2. The results of extracted representative colors.

영상 방법	#13	#10	697	680	F_3
영상					
균일양자화					
LBG					
Octree	no color	no color		no color	
제안방법-임 계값					
제안방법-PF CA					

특징으로 사용될 때 응용이 제한될 수 있다. F\_3영상에  
서는 Octree방법을 제외한 기존의 방법과 제안방법이 3  
개의 대표색상을 선정했다.

### V. 결 론

본 논문에서는 기준색상을 제시하고 그에 따른 히스  
토그램을 구하는 방법을 제시한다. 본 논문에서 제안하  
는 기준색상은 면셀좌표계에서 정의하는 40색상과 10등  
급의 명도값을 기준으로 한 50색상을 기준색상으로 한  
다. 정의된 색상을 기준으로 입력영상을 HSI 색상공간  
으로 변환하여 히스토그램을 구한다. 이때 인간의 시각  
이 색상을 인지하는 영역과 인지하지 못하는 영역을 나  
누어 색상영역과 비색상영역으로 정의하고 화소들의 분  
리를 위해 임계값 설정하는 방법과 인간의 주관적 시각  
을 고려한 함수를 제안한다. 제안된 방법으로 구해진  
색상영역과 비색상영역의 화소를 영역특성에 맞게 색상  
과 명도를 중심 척도로 히스토그램을 구한다. 구해진  
히스토그램은 전체 색상좌표계의 색상 중 영상에 분포  
하는 색상을 보여주며 영상 내에 존재하는 색상의 분포  
특성을 잘 나타내준다. 또한 색상과 명도로 분리하여  
처리함으로 조명으로 인한 색상의 변화에 대한 민감도  
를 줄여줄 수 있다.

또한 히스토그램을 이용하여 대표색상을 추출한다.  
대표색상의 추출은 영상을 구성하는 색상 수에 따라 단  
순영상, 중간영상, 복잡영상으로 분류하여 각 영상의 색  
상 수를 고려하여 영상의 대표색상 선정시 대표 색상의  
수를 다르게 하였다. 대표색상은 어떤 색상이 우세하게  
분포하는지를 보여주며 제안방법에 의한 대표색상은 영  
상의 색상 복잡도를 고려하여 다른 컬러 수로 선정되므  
로 영상 검색이나 인식 등의 응용분야에 특징으로 적  
용이 가능하다. 또한 그다지 많지 않은 색상으로 구성  
된 아동 그림을 대상으로 한 아동의 미술 심리치료나  
영상 내 색 분석을 요하는 연구 및 산업분야에도 응용  
이 가능하다.

향후 색상영역과 비색상영역의 분리 시 인간의 시각  
을 모델링한 함수의 도출에 관한 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] J. C. Russ, *The Image Processing Handbook*, 2nd ed, Boca Raton, FL: CRC, 1995.
- [2] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd, Prentice Hall, 2002.
- [3] A. Glassner, *Principles of Digital Image Synthesis*, ser. The Morgan Kaufman Series in Computer Graphics and Geometric Modeling. San Francisco, CA:Morgan-Kaufmann, 1995.

- [4] M. Swain and D. Ballard, "Color Indexing," *Int. J. Comput. Vision*, vol. 7, no. 1, pp.11-32, 1991
- [5] P. K. Sahoo, S. Soltani, A. K. C. Wong, and Y. C. Chen, "A Survey of thresholding techniques," *Comput. Vis. Graph. Image Process.*, vol. 41, pp. 233-260. 1988.
- [6] X.Wan and C.-C.Kuo, "Color distribution analysis and quantization for image retrieval," in *SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV*, vol SPIE 2670, Feb, 1996, pp.9-16
- [7] M. T. Orchard, C. A. Bouman, "Color quantization of images," *IEEE Trans. Signal Process*, vol. 39. no. 2, pp.2677-2690, 1991.
- [8] M. Gervautz and W.Purgatathofer, *A Simple Method for Color Quantization: Octree Quantization: Octree Quantization*, San Diego, CA: Academic, 1990.
- [9] Xia Wan and C.-C. Jay Kuo, "A New Approach to Image Retrieval With Hierarchical Color Clustering," *IEEE Trans. Circuit and Sys. for Video Tech.*, vol. 8, no. 5 1998.
- [10] G. A. Agoston, *Color Theory and its Application in Art and Design*, New York Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 1979, pp.85-95
- [11] 한국공업표준협회, *KS A 0011 물체의 색이름*, 1987.

---

 저 자 소 개
 

---


**곽 내 정**(정회원)

1993년 2월 충북대학교 정보통신 공학과 학사 졸업  
 1995년 2월 충북대학교 정보통신 공학과 석사 졸업  
 2005년 2월 충북대학교 정보통신 공학과 박사 졸업

2005년 3월~2006년 2월 목원대학교 정보통신 공학과 프로그래밍 전문강사

2006년 3월~2009년 2월 목원대학교 정보통신 공학과 전임강사

2009년 3월~현재 목원대학교, 한밭대학교 시간강사

<주관심분야 : 멀티미디어 정보처리, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 비전>


**황 재 호**(정회원)-교신저자

1982년 2월 아주대학교 전자공학과 학사 졸업  
 1986년 2월 서울대학교 전자공학과 석사 졸업  
 1994년 2월 서울대학교 전자공학과 박사 졸업

1982년 3월~1992년 2월 전력연구원 부장대리

1992년 3월~현재 한밭대학교 정보통신 공학과 <주관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 디지털신호처리>