

컬러맵의 생성과 컬러맵간의 결합 방법

김진홍[†] 조철효^{††} 김두영^{†††}

요 약

True Color 영상은 전송 및 저장에 많은 데이터 량이 필요하지만, 적은 데이터를 가지고 컬러 모니터에 나타낼 때 인간 시각에 별무리없이 나타내고자 한다. 본 논문에서는 RGB, YIQ/YUV 공간에서 256개의 컬러맵 생성 방법과 서로 다른 컬러맵을 한 화면에 동시에 표시하면 원 컬러 영상과 다르게 나타나므로 컬러맵간을 결합하여 공통되는 컬러맵 표현 방법을 제시한다. RGB, YIQ/YUV 공간상에서 처리된 결과를 비교하기 위해 PSNR, 표준편차, Sobel연산자를 이용한 에지보존율로서 측정하였다. 처리 시간은 새로운 컬러맵 생성은 3초, 컬러맵간의 결합은 2초 소요되었다. PSNR 값은 RGB 공간이 YIQ 공간과 YUV 공간보다 평균적으로 0.15, 0.34[dB] 정도 높고, 표준편차는 평균적으로 0.15, 0.41 정도 낮았다. 그러나 데이터 압축 면에서 YIQ/YUV 공간은 색상 부분에서 8비트중 4비트만 사용하였기 때문에, RGB 공간 보다 1/3정도 압축 효율을 나타낸다.

Colormap Construction and Combination Method between Colormaps

Jin Hong Kim[†], Chul Hoy Jo^{††} and Doo Young Kim^{†††}

ABSTRACT

A true color image is needed many data on the occasion of the transmission and storage. Therefore, we want to describe color image by a minority data without unreasonableness at eyesight. In this paper, it is presented 256 colormap construction method in RGB, YIQ/YUV space and common colormap expression method at merge between colormaps by reason of dissimilar original color image to display at a monitor for each other colormap at the same time. In comparison with processed result in RGB, YIQ/YUV space, it was measured by PSNR, standard variation, and edge preservation rate using sobel operator. Process time is 3second in colormap construction and 2second in merge between colormaps. In the PSNR value, RGB space has higher 0.15, 0.34 on an average than YIQ and YUV space. Standard variation has lower in 0.15, 0.41 on an average than YIQ and YUV space. But in the data compression, YIQ/YUV space have about 1/3 compression efficiency than RGB space by reason of use to only 4bit of 8bit in color component.

1. 서 론

컬러영상을 표시하기 위해서는 R, G, B의 세 가지 요소가 필요하다. 일반적으로 자연에 가까운 색상으로 영상을 표시하기 위해 R, G, B에 각 8비트를 부여하여 색을 표현한다. 따라서 표현되

는 컬러수는 $2^24=16,777,216$ 이며 이를 true color라고 한다. 이 true color는 사실상 자연에 가까운 색상으로 표시될 수는 있지만 많은 메모리를 필요로 하고, 데이터를 처리할 때 많은 시간을 소모하게 된다. 최근에 시판되고 있는 XGA의 경우 true color에 가까운 영상을 얻기 위해, R, G, B 각각을 5비트씩(2^{15})으로 할당하여 영상을 표시하는 방법을 사용하나, 이것 역시도 많은 메모리가 요구된다.

[†] 정 회 원: 부산전문대학 전자계산학과 조교수

^{††} 정 회 원: 동아대학교 전자공학과 박사과정

^{†††} 정 회 원: 동아대학교 전자공학과 교수

논문접수: 1994년 2월 25일, 심사완료: 1994년 10월 25일

이러한 문제점을 해결하기 위해, true color를 256개로 줄이면서 컬러영상을 시각적으로 무리 없이 나타내도록 하는 방법을 컬러양자화 혹은 컬러맵 표시방법이라고 하며, 이러한 컬러양자화를 하는 방법이 최근까지 많이 연구되어져 왔다. 컬러를 양자화하는 방법은 크게 분할과 결합 두 가지 방법이 있다.

전자는 원컬러영상의 색공간을 필요한 수만큼 반복적으로 분할하여 샘플한 후, 샘플된 데이터를 컬러맵으로 선택하는 Top-Down 방법[1, 2]이고, 후자는 색공간을 미리 분할시켜 놓은 후, 비슷한 색상끼리 순차결합하는 Bottom-Up 방법[3]이다.

전자방법은 각 색상좌표를 분할할 때, 좌표의 범위와 색상 값의 분포를 반복적으로 조사하여야 하기 때문에 많은 시간이 소모되며, 또한 상당한 양의 메모리가 필요하다. 그리고 컬러맵이 다른 두 영상을 한 화면으로 동시에 표현하는데는 어려움이 있다[4, 5].

후자는 초기에 양자화기의 대표색수 보다도 충분히 많은 후보 색을 추출하고 거리 및 빈도에 염려해 두고 순차적으로 결합하면서 256개의 컬러맵을 생성한다. 생성되는 과정에서 거리 및 빈도 계산을 하기 때문에 계산 량이 많아진다.

본 논문에서는 거리계산을 하지 않고 빈도를 감안하면서 해싱기법에 의한 Bottom-Up 방법을 사용하기 때문에 메모리 및 처리시간에서 효율적이고 컬러양자화를 통하여 생성된 컬러맵으로 두 개 이상의 영상을 동시에 표현할 수 있는 방법을 제안한다. 또한 한 영상에 대해 RGB, YIQ와 YUV 각 공간을 비교 분석하였으며, 각 공간의 처리 방법은 RGB 공간에서는 R, G, B 성분을 균등하게 4, 4, 4 비트 할당하고 RGB 공간을 YIQ(YUV) 공간으로 변환한 후 I(U), Q(V) 성분의 분포를 감안하여 분포된 최소값과 최대 값의 범위를 16등분으로 분할한 후, 각 등분에서 최대 빈도를 갖는 값을 대표 값으로 한다. 이상의 처리된 결과를 R', G', B' 공간으로 역변환한 후, RGB 공간에서 처리하는 방법과 동일한 방법을

사용하여 컬러맵을 구성하였다. 색공간에서 분할된 2^{12} 개의 인덱스를 가지고 원 영상 (R, G, B), (R', G', B')의 상위 4, 4, 4 비트로 인덱스 번호를 정한 후, 인덱스에 속한 영역을 1씩 증가하면서 누적시킨다. 인덱스 테이블은 인접한 인덱스끼리 즉, RGB(R'G'B') 공간에서 인덱스 차가 1, 16, 256인 인덱스를 결합하여 최종적으로 256개의 컬러를 구성하는 방법이다.

제안한 방법은 원 컬러 영상 특성을 최대한 살리면서 빠른 시간 내에 영상을 효과적으로 표현할 수 있음을 실험을 통해 보였다.

본 논문은 2장에서 색상 공간 표시에 대해서 나타내고, 3, 4장에서 컬러맵 생성 방법 및 컬러맵간의 결합에 대해서 기술하고, 5장에서 실제 데이터를 통하여 실험하고 결과를 분석하며, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 표색계[6, 7, 8]

컬러영상에서는 흑백영상과는 달리 색의 정보를 전송할 필요가 있다. 인간의 눈이 물체의 색을 느끼는 것은 그 물체의 반사특성과 광원의 분광 특성으로 결정된다. 즉, 어떤 분광 분포를 갖는 빛이 눈에 들어오기 때문이다. 따라서 컬러영상을 구성하는데에는 피사체로부터 오는 빛의 분광 분포와 같은 분광 분포가 되도록 모니터의 각 화소를 발광시키면 되지만 컬러영상을 구성하는 화소에 대해서 가시영역인 380nm에서 780nm까지의 빛 분광 분포를 모조리 피사체와 똑같이 한다는 것은 사실상 불가능한 일이다.

그러나, 시각에는 어떤 색을 볼 때 그 색이라고 느끼는 분광 분포는 하나가 아니고 무한하게 있다는 성질이 있다.

이 성질이 있기 때문에 가법혼색의 법칙이 성립하고 또한 이것이 컬러영상에 이용되고 있다.

가법혼색의 법칙에 의해 어느 3원색 (R)(G)(B)를 정했을 때 가시광의 각 파장 색에 대한 3자극 값을 구할 수가 있다.

이 3자극 값을 $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ 로 하고 어느 색

광 (C)은 (식 1)과 같다.

$$(C) = \alpha(R) + \beta(G) + \gamma(B) \quad (1)$$

여기서

$$\alpha = \int E(\lambda) r(\lambda) d\lambda$$

$$\beta = \int E(\lambda) g(\lambda) d\lambda$$

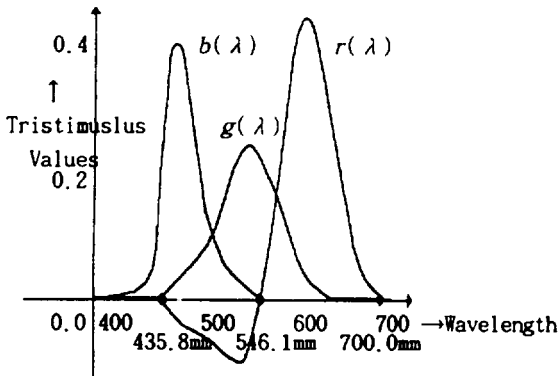
$$\gamma = \int E(\lambda) b(\lambda) d\lambda$$

로 표시된다.

각 파장에 대한 3차극값 $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ 를 스펙트럼 3차극 값이라고 한다.

CIE(Commission Internationale de L' Eclairage)는 국제적으로 통일한 3원색으로 700nm, 546.1nm, 435.8nm를 규정하고 있다.

이 경우 스펙트럼 3차극 값은 (그림 1)처럼 된다.



(그림 1) 색 정합 함수
(Fig. 1) Color matching functions

$$(C) \equiv S\{r(R) + g(G) + b(B)\} \quad (2)$$

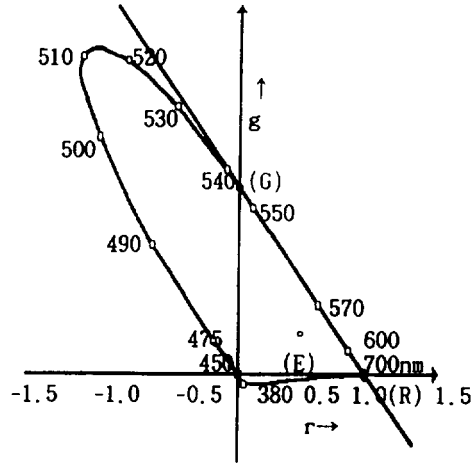
여기서, $r=R/S$, $g=G/S$, $b=B/S$

$$S=R+G+B$$

여기에서 r , g , b 를 색도, S 를 자극화로 부른다.

스펙트럼을 r - g 색도 도상에 표시하면 (그림 2)가 된다. 이것을 스펙트럼 궤적이라 부른다.

가법혼색을 기초로한 표색계에서는 어느 3원색의 표색계에서 다른 3원색의 표색계로 변환할 수 있다.



(그림 2) CIE의 RGB 표색계의 스펙트럼
(Fig. 2) Spectrum of R, G, B chromaticity diagram in CIE

2.1 YIQ공간 변환

YIQ 공간은 NTSC 컬러 TV에서 이용되고 있다.

이 공간에서는 RGB 신호를 양립성이 있는 신호로 변환하여 나타낼 수 있다. 양립성에는 두 가지 조건이 있다. 첫 번째는 컬러 영상을 흑백 영상으로 나타내어야 하며, 두 번째는 흑백을 컬러 모니터에 나타낼 경우 흑백 영상으로 나타낼 수 있어야 한다. 첫 번째 조건을 만족시키기 위해서는 컬러 영상의 3신호중 하나는 흑백 영상의 신호와 똑같이 휘도의 정보를 보낼 필요가 있다. 따라서, RGB신호 대신에 휘도에 비례한 값이 자극 값이 되게끔 새로운 원색을 만들어, 이 원색에 대한 자극 값을 나타내면 된다. 그 자극값 Y는 (식 3)과 같다.

$$Y=0.299R+0.587G+0.114B \quad (3)$$

휘도를 나타내는 새로운 원색 이외의 두 새로운 원색은 색의 정보를 보내는 것이고, 이들 원색에 대한 자극 값은 양립성에 관한 두 번째 조건을 만족시켜 줄 필요가 있다. 색을 나타내는 새로운 원색 C_1 , C_2 에 대한 자극값 c_1 , c_2 가 RGB 원색에 대한 자극값 R , G , B 의 선형결합에 의해 (식 4)와 같이 표현한다.

$$E_1 = l_1R + m_1G + n_1B$$

$$E_2 = l_2R + m_2G + n_2B$$

무채색으로 나타내려면 (식 5)와 같은 조건이 필요하다.

$$l_1 + m_1 + n_1 = 0$$

$$l_2 + m_2 + n_2 = 0 \tag{5}$$

RGB에 대한 자극값에서 휘도를 나타내는 Y의 자극 값을 뺀 수식을 (식 6)과 같이 나타낸다.

$$R - Y = 0.70R - 0.59G - 0.11B$$

$$B - Y = -0.30R - 0.59G - 0.89B \tag{6}$$

(식 6)은 (식 5)를 만족시키고 있기 때문에 색의 정보를 나타내는 새로운 원색에 대한 자극 값이며, 또한 양립성에 관한 두 번째 조건을 만족시켜 주고 있다.

색을 나타내는 새로운 원색은 색도 공간주파수에 대한 시각특성의 광대역축과 협대역축에 맞추어 그 축상의 신호에 대해 필요한 주파수 대역폭을 할당하면 가장 효율 좋은 색신호를 구할 수 있다. 이런 이유로 YIQ 공간에서는 새로운 원색으로서 I, Q의 두 원색을 (식 7)과 같이 나타낸다.

$$I = ((R - Y) \frac{\cos 33^\circ}{1.14}) - ((B - Y) \frac{\cos 33^\circ}{2.03})$$

$$Q = ((R - Y) \frac{\sin 33^\circ}{1.14}) + ((B - Y) \frac{\sin 33^\circ}{2.03}) \tag{7}$$

다시 표현하면 (식 8)과 같다.

$$I = 0.506R - 0.274G - 0.322B$$

$$Q = 0.211R - 0.523G - 0.312B \tag{8}$$

2.2 YUV공간 변환

YUV공간은 PAL/SECAM 컬러 TV에서 이용되고 있다.

PAL/SECAM에서 색상 성분은 (식 9)와 같이 표현한다.

$$U = \frac{B - Y}{2.03}$$

$$V = \frac{R - Y}{1.14}$$

여기서, 계수 2.03과 1.14는 NTSC 시스템과 동일하고 cosine과 sine이 없다.

NTSC에서 휘도신호와 색차신호를 흑백영상과 같은 4.3MHz의 기본 대역 폭으로 전송하기 위해 NTSC 방식에서는 색부반송파를 색차신호로 직교 변조하여 이것을 휘도되는데 흑백영상으로 수신했을 때에는 반송색신호는 휘도신호와 동시에 화면상에 표시되기 때문에 이것이 흑백영상을 방해하지 않도록 하지 않으면 안된다.

PAL방식에서는 색차신호로서 (R-Y), (B-Y) 신호를 쓰고 있다.

색차신호에 의해 색부반송파를 반송파역압 진폭 변조하지만 (R-Y) 신호의 색반송파의 위상은 주사선마다 180° 반전한다. (R-Y) 신호의 색부반송파의 위상이 주사선마다 반전하기 때문에 NTSC 방식과 같이 1/2 Line offset에서는 동일 Field내의 바로 이웃 주사선간에서 (R-Y) 색부반송파의 위상이 같이 되어 화면상에서는 세로 얼룩 방해가 된다. 따라서 색부반송파의 주파수를 다시 25Hz만큼 높게 하여 양 Field의 이웃하는 주사선간에서 색부반송파위상을 180° 밀리도록 하였다. 이것은 PAL 방식에서는 NTSC방식과 달리 U, V 신호로 동일한 색부반송파를 직교 변조하는 것이 아니고 서로 다른 주파수의 반송파를 각각 변조하고 있다고 해석할 수 있다. 이 때문에 PAL방식에서는 NTSC 방식처럼 I, Q 신호의 대역을 변화시켜 직교 왜곡의 혼입을 막을 필요가 없고 U, V 신호의 변조파가 한쪽 양측 대역으로 전송되는 주파수대역에 대해서도 직교 왜곡없이 복조될 수 있다. 이런 이유로 U, V 신호의 대역폭은 양쪽다 1.3MHz로 -3dB로 넓게 잡고 있다.

SECAM 방식은 NTSC 방식과 PAL 방식과는 달리 색차신호는 색부반송파의 FM변조에 의해 전송한다. 두 색차신호를 동시 전송하기 위해서는 두개의 다른 색부반송파의 FM파가 필요하게 되지만, 휘도신호의 주파수 다중영역은 두 FM

변조파를 전송하는데는 너무 좁기 때문에 이 방식에서는 색차신호는 Line 순차방식으로 전송한다. 휘도신호는 PAL 방식과 똑같은 감마(gamma) 보정된 색부반송파의 진폭은 감마로 결정되지만 감마에 주파수특성을 갖게 하고 무채색에서는 색부반송파의 진폭을 적게 하고 색부반송파의 휘도에 대한 방해를 적게 하고 있다.

위에 설명한 공간의 색상 부분의 수식[9, 10]을 변형하여 본 실험에 적용하였다. 그 식은 (식 10)에 나타낸다.

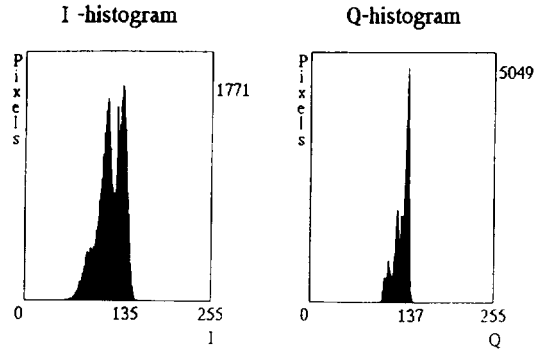
· 3원색(R, G, B)값:

$$0 \leq R \leq 1, 0 \leq G \leq 1, 0 \leq B \leq 1$$

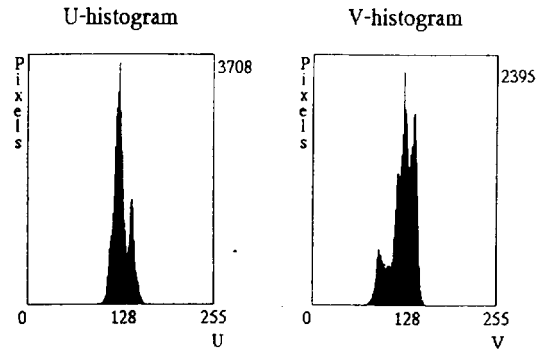
· YIQ/YUV 값:

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +0.299+0.587+0.114 \\ +0.596-0.275-0.321 \\ +0.212-0.253+0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +0.299+0.587+0.114 \\ -0.168-0.332+0.500 \\ +0.500-0.419-0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



(a) I, Q 성분



(b) U, V 성분

(그림 3) Lena영상의 분포도
(Fig. 3) distribution of Lena image

3. 컬러맵 구성

RGB공간에서 각 성분을 균일하게 4비트씩 분할한다. 분할된 공간수는 $2^4 (=4096)$ 개로 만들고 분할된 공간 중에서 영상 데이터가 점유하고 있는 인접한 공간을 결합한다. 그리고 RGB공간을 YIQ/YUV 공간으로 변환후 색상 부분의 분포도가 (그림 3)과 같이 나타내었다. 색상 성분인 IQ/UV에서 각 성분을 16등분으로 나누어 각 등분마다 빈도수가 가장 높은 분포를 기준 값으로 하였다. 그렇게 하므로써 RGB공간 보다 1/3정도의 압축 효과를 기대할 수 있고 컬러 모니터 상에 시각적으로 무리없이 나타낼 수 있다. 처리된 YIQ/YUV 공간을 역변환한다. 역변환된 R'G'B' 공간수는 RGB공간수와 같게 하였다.

각 공간의 처리 방법은 다음과 같다.

3.1 RGB 공간

RGB공간에서 256컬러맵을 구성하기 위해 아래의 4가지 과정을 거친다.

- 각 성분의 비트 할당
- 빈도수 누적
- 인접한 공간 결합
- 컬러맵 형성

3.1.1 각 성분의 비트 할당

R, G, B성분 8비트 중에서 상위 4비트를 추출하여 R, G, B순으로 나열하면 총 12비트로 구성된다. 총 공간수는 (식 11)과 같이 표현된다.

$$C_i = \sum_{i=0}^{4095} P_i \quad (11)$$

여기서, C_i =공간수, $P_i = R, G, B$ 상위 4비트를 조합하여 나열한 공간 번호구성 프로그램을 다음과 같이 구현하였다.

```
for(i=0; i<COL_MAX; i++) {
    for(j=0; j<ROW_MAX; j++) {
        read red;
        read green;
        read blue;
        pos=((red>>4)<<8+(green>>4)<<4+(blue>>4);
    }
}
```

3.1.2 빈도수 누적

(식 11)에서 구성된 공간수를 R, G, B 성분 중에서 상위 4비트를 읽어 공간 번호(No)에 해당되는 부분을 +1증가(Hi)한다.

R	G	B
상위4bit	상위4bit	상위4bit

No	Hi	Remark
0	2	000000000000
1	10	000000000001
4095		111111111111

(그림 4) 빈도수 누적 (Fig. 4) Frequency accumulation

No 에 해당되는 R, G, B 값은 각 성분의 상위 4비트를 추출했기 때문에 오차를 줄이기 위해 하위 4비트의 중간 값인 8을 가산하였다. No 에 해당하는 R, G, B 값을 구하는 프로그램은 다음과 같다.

```
for(i=0; i<Space_No; i++) {
    colomap[i].r=((i&0xf0)>>4)+8;
    colomap[i].g=(i&0x0f0)+8;
    colomap[i].b=((i&0x00f)<<4)+8;
}
```

3.1.3 인접한 공간 결합

사용되지 않은 색을 나타내는 Hi 가 0인 No 를 제외하고, No 의 색상 차가 인접한 값인 1, 16, 256차의 순서로 결합한다. 이 경우, 결합한 No 와 결합 되어진 No 의 Flag 변수를 두어 '1', '2'값을 기억시킨다. 결합하는 과정에서 Hi 가 '0'인 경우는 결합 대상에서 제외한다.

색상 결합시 오차를 최대한 줄이기 위해, 각 색상의 빈도수를 고려하여 (식 12)와 같이 계산하였다.

$$C_e = ((C_o \times H_o) + (C_m \times H_m)) / (H_o + H_m) \quad (12)$$

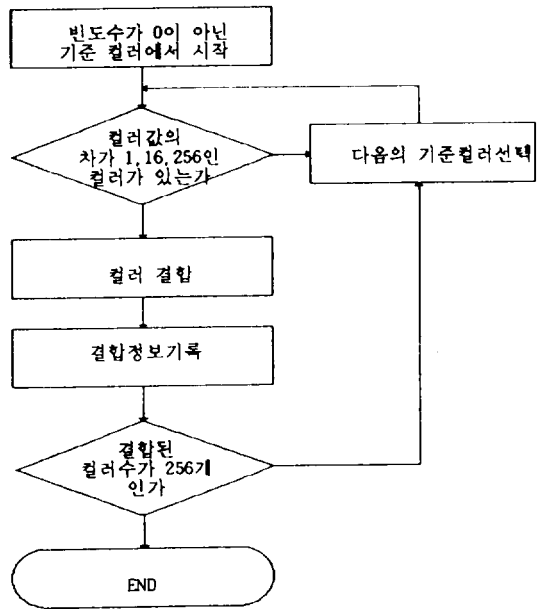
여기서, C_e =색상 오차,

C_o =기준 색상, H_o =기준 빈도,

C_m =결합되어진 색상,

H_m =결합되어진 빈도

결합되어지는 과정을 (그림 5)에 나타내었다.



(그림 5) 인덱스 결합 과정 (Fig. 5) Flowchart of index combination process

3.1.4 컬러맵 형성

위 과정을 결합시킨 컬러가 256개 이하와 이

상인 경우를 생각해야 한다.

- 이하인 경우, 결합된 컬러맵 빈도수가 가장 높은 컬러를(256-결합시킨 컬러수)만큼 추출하여 색상수를 256개로 형성시킨다.
- 이상인 경우, 257개 이후의 값은 256개 이전의 값 중에 가장 가까운 값에 포함시킨다.

최종 컬러맵 형성을 다음과 같이 프로그램으로 구현하였다.

```
merge2(num_map)
int num_map;
{
    int i,j,num,ind,diff,diffold,newindex;
    char buff[80];
    for(i=255; i<num_map; i++) {
        num=finalmap[i].no;
        diffold=4096;
        for(j=0; j<3; j++) {
            diff=search(num,j,&ind);
            if(diff<diffold) { diffold=diff; newindex
                =ind; }
        }
        table[num]=newindex;
    }
}
main()
{
    if(num_map>256) merge2(num_map);
}
```

3.2 YIQ/YUV 공간

RGB공간을 YIQ/YUV공간으로 변환시키면, 색상성분($I, Q/U, V$) 이 (그림 3)과 같이 밀집되므로, 4비트로 색상성분이 표현 가능하도록 만들 수 있다. 처리 과정은 다음과 같다.

- (1) RGB 공간을 YIQ/YUV 공간으로 변환한다.

- (2) $I(U), Q(V)$ 데이터 분포도를 파악하여 최소 레벨과 최대 레벨 간의 차를 16등분으로 분할한다. 16등분으로 분할된 각 영역의 대표값을 정할 때는 각 영역내의 빈도수가 가장 높은 값을 대표값으로 정한다.

- (3) 각 영역의 대표값은 그 영역의 빈도가 최대값이 된다.

$I(U), Q(V)$ 데이터 값을 각 영역의 대표값으로 치환한다.

- (4) YIQ/YUV 공간을 $R' G' B'$ 공간을 $R' G' B'$ 공간으로 역변환한다.

- (5) 최종 컬러맵 형성은 RGB 공간의 처리 과정과 동일하다.

4. 컬러맵간의 결합

256컬러영상에서 지원되는 색상은 서로 다른 256컬러영상으로 한 화면에 동시에 두개의 256컬러영상을 표시하기는 불가능하다. 따라서 이런 문제점을 해결하기 위해 서로 다른 두 개의 256컬러영상을 결합하여 하나의 256개의 색상으로 구성된 컬러맵을 구한 후, 이 컬러맵을 통해 두 개의 영상을 동시에 표현하는 방법이 가능하다. 두 개의 컬러맵을 하나의 컬러맵으로 결합하는 과정은 아래와 같다.

- ① 두 개의 컬러맵에 대해 RGB 각 4비트씩 할당하여 이전의 방법과 같이 빈도수를 누적시킨다.
- ② 연속적으로 나열된 인덱스 번호에서 그 번호에 해당되는 R, G, B 상위 4비트를 추출하여 그것을 검색 키로 만든 후 분류한다.
- ③ 검색 키의 거리가 0, 1, 16, 256 차인 경우에 결합하는데 처리 방법은 위에서 설명된 것과 같다. 이런 방법으로 계속 반복하여 256개의 색상이 형성되면 종료한다.

5. 실험 및 결과

본 논문에서 사용된 기종은 486DX-33이며, 데

이터로는 256×256화소 크기의 LENA, BOAT, BARBARA의 3가지 형태의 영상을 사용하여 실험하였다.

아래와 같은 수식으로 PSNR(=P), 표준편차(=S), 최대편차(=M), 에지보존율(=E)을 평가하였다.

$$P=10\log((255 \times 255 \times 3)/S) \text{ [dB]}$$

$$S=\sum(Ar^2+Ag^2+Ab^2)/L$$

$$M=\max\{(Ar^2+Ag^2+Ab^2)^{0.5}\}$$

$$E=(\sum M_{i,j}/\sum O_{i,j}) \times 100$$

여기서, L=영상의 크기

Ar, Ag, Ab=원영상과 컬러맵 영상의 차

$\sum O_{i,j}$ =원영상에서 에지부분의 갯수

$\sum M_{i,j}$ =원영상의 에지부분과 비교하여 컬러맵 영상에서 존재하는 에지부분의 갯수

5.1 컬러맵 생성

〈표 2〉에 대해서 비교 분석해 보면 YIQ공간과 YUV공간은 RGB공간을 변환한 후 색상 성분에 대해서 16등분으로 나누어 각 등분의 빈도가 가장 높은 레벨 값을 대표값으로 하였다. 컬러 모니터에 표시하기 위해서 휘도성분과 색상의 대표값을 R' G' B' 역변환하였다. 그 결과를 PSNR값, 표준편차, 최대편차로 나타내었다. PSNR값은 RGB공간이 YIQ공간과 YUV공간보다 평균적으로 0.15, 0.34[dB] 정도 높음을 알 수 있고, 표준편차에서도 평균적으로 0.15, 0.41 정도 낮음을 나타내었다.

〈표 2〉 공간에 대한 오차
(Table 1) Error for Space

데이터명	PSNR	표준편차	최대편차
Lena	33.65[dB]	9.17	25.32
Boat	32.61[dB]	10.35	196.98
Barbara	31.25[dB]	12.10	183.32

(a) RGB 공간

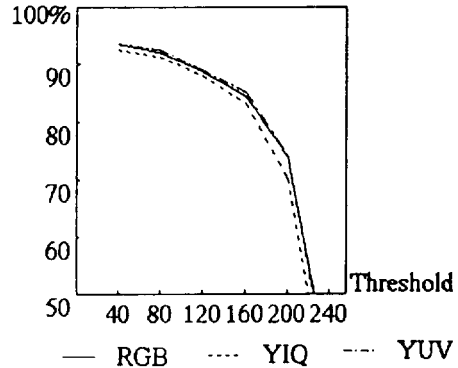
데이터명	PSNR	표준편차	최대편차
Lena	33.16[dB]	9.71	29.43
Boat	32.98[dB]	9.91	200.11
Barbara	31.00[dB]	12.45	195.93

(b) YIQ 공간

데이터명	PSNR	표준편차	최대편차
Lena	33.28[dB]	9.57	27.31
Boat	32.17[dB]	10.88	201.14
Barbara	31.03[dB]	12.40	266.27

(c) YUV 공간

EDGE Preservation Rate



(그림 6) Lena영상에 대한 각 공간의 에지 보존율
(Fig. 6) Edge Preservation Rate of Each Space for Lena image

에지 보존율을 측정하기 위해, RGB공간을 YIQ공간과 YUV공간으로 변환하여 휘도성분에 대해 에지를 추출하였다. 이때, 휘도성분의 계산은 (식 3)을 사용하였다. 에지를 추출하기 위해서 Sobel연산자를 사용 하였으며, 임계값을 40, 80, 120, 160, 200, 240으로 설정하여, RGB공간, YIQ공간, YUV공간에 대해 에지보존율을 측정한 결과 (그림 6)과 같이 RGB공간, YIQ공간, YUV공간이 비슷한 비율로 나타났으며, 모두 임계치가 40에서 70사이 값에서 에지보존율이 높음을 알 수 있었다.

5.2 컬러맵간의 결합

〈표 3〉은 각각 다른 컬러맵을 갖는 두 영상의 컬러맵을 하나로 결합한 후, 각 영상에 대해 PSNR, 표준편차와 에지 보존율을 구한 것이다.

#1(Lena-Boat), #2(Lena-Barbara), #3(Boat-Barbara)로 결합 형태로 표현하였다.

에지 보존율은 (그림 6)에서 임계치(T=128) 이상인 경우 에지 보존율이 80%이하로 떨어지기 때문에 T=128로 설정하여 계산하였으며, 〈표 3〉에서 나타난 결과를 비교 분석해 보면 결합 영상에 따라 약간의 차가 있지만, 대체로 비슷한 값을 가짐을 알 수 있었다.

〈표 3〉 공간에 대한 결합된 컬러맵에 대한 PSNR값,표준편차,에지 보존율

데이터		Lena		Boat		Barbara	
		PSNR	표준편차 및 에지 보존율	PSNR	표준편차 및 에지 보존율	PSNR	표준편차 및 에지 보존율
결합 형태	#1	31.62	11.59(84.30)	31.44	11.84(79.32)	-	-
	#2	31.76	11.40(84.21)	-	-	29.38	15.01(78.56)
	#3	-	-	29.62	14.60(82.48)	29.39	14.97(78.88)

(a) RGB 공간

데이터		Lena		Boat		Barbara	
		PSNR	표준편차 및 에지 보존율	PSNR	표준편차 및 에지 보존율	PSNR	표준편차 및 에지 보존율
결합 형태	#1	28.93	15.80(84.34)	28.67	16.29(78.42)	-	-
	#2	28.87	15.90(84.51)	-	-	27.79	18.02(78.16)
	#3	-	-	28.33	16.92(84.79)	28.08	17.41(78.74)

(b) YIQ 공간

데이터		Lena		Boat		Barbara	
		PSNR	표준편차 및 에지 보존율	PSNR	표준편차 및 에지 보존율	PSNR	표준편차 및 에지 보존율
결합 형태	#1	30.17	13.69(83.36)	29.70	14.46(79.49)	-	-
	#2	30.49	13.20(84.41)	-	-	27.81	17.98(79.11)
	#3	-	-	28.77	16.09(82.75)	28.01	17.56(79.80)

(c) YUV 공간

6. 결 론

본 논문에서는 거리 계산을 사용하지 않고 공간 번호만을 참조하여 검색하기 때문에 기존의 거리를 계산하는 방법보다는 처리시간이 짧다. 그리고 컬러맵간 결합 구성에서도, PALCOMB과

간접적으로 비교하면 제안한 방법은 4K 정도의 메모리만을 사용하기 때문에 메모리 면에서 효율적이며, 또한 거리계산을 사용하지 않고 해싱방법을 사용하므로 처리시간면에서도 나은 결과 [11]를 얻을 수 있었다.

각 공간을 비교 분석한 결과, PSNR과 표준편차는 YIQ공간과 YUV공간이 RGB공간보다 다소 떨어지나, YIQ공간과 YUV공간은 에지보존율에서 RGB공간과 비슷한 값을 가지기 때문에 컬러영상에서는 시각적으로 별 차이를 느끼지 못하였다. 그러나 영상을 전송 및 저장할 경우에는 RGB공간 보다 YIQ공간, YUV공간을 이용하는 것이 속도 및 저장공간을 효율적으로 사용할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Paul Heckbert, "Color Image Quantization for Frame Buffer Display", Computer Graphics, Vol. 16, No. 3, pp. 297-307, July 1982.
- [2] T.Agui, et al., "A Color Compression Algorithm Using Linear Division of RGB Space", Trans. IEICE, Vol. J70-D, No. 2, pp. 346-351, 1987.
- [3] Hiroyuki KUMAZAWA, Satoru TOMITA, Syuichi NISHIKAWA, Masanori NAKADA, "Quantization of Color Space Using the Merging Method of Color Sub-Spaces", IEICE D-2, Vol. J72-D-2, No. 5, pp. 715-723, May 1989.
- [4] Vaughn S.Iverson and Eve A.Riskin, "A Fast Method for Combining Palettes of Color Quantization Images", IEEE Image and Multidimensional Signal Processing, Vol. 5, pp. 317-320, 1993.
- [5] R. Balasubramanian and J. Allebath, "A new Approach to Palettes Selection for Color Image", Journal of Image Technology, Vol. 17, No. 6, 1991.

[6] Gunter Wyszecki, W. S. Stiles, COLOR SCIENCE, John Wiley & Sons, 1982

[7] John O.Limb, Charles B. Rubinstein, John E. Thompson, "Digital Coding of Color Video Signals- A Review", IEEE Tran.Con Communication, Vol. COM-25, No. 11, pp. 1349-1385, November 1977.

[8] 中村 好郎, NHK テレビ技術教科書[上], 日本放送出版協會刊.

[9] Arun N.Netravali, Barry G. Haskell, Digial Pictures Representation and Compression, Plenum Press, 1988.

[10] Interface, CQ出版社, pp. 183-203, December 1991.

[11] 조철효, 유상욱, 김두영, "컬러맵 양자화와 컬러맵 고속 결합", 대한전자공학회 및 한국통신학회 부산·경남지부 추계합동학술논문발표회 논문집, 제2집, pp. 92-97, 1993.

조 철 효



1989년 동아대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1992년 동아대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1993년 3월~현재 동아대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터 비전

김 진 흥



1983년 동아대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1986년 동아대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1994년 동아대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 1986년 3월~현재 부산전문대학 전자계산기과 조교수

관심분야: 멀티미디어, 암호화

김 두 영



1972년 부산대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1986년 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1994년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사 수료
 1977년 3월~현재 동아대학교 전자공학과 교수

관심분야: 디지털신호처리, 영상처리 및 컴퓨터비전