論 文
57P-1-4

선호색 보정을 이용한 화질 향상 알고리즘

An Adaptive Color Enhancement Algorithm using the Preferred Color Reconstruction

梁 耿 玉* · 黃 寶 顯** · 李 承 俊** · 尹 鍾 浩** · 崔 明 烈†
(Kyoung-Ok Yang · Bo-Hyun Hwang · Seung-Joon Lee · Jong-Ho Yun · Myung-Ryul Choi)

Abstract - In this paper, we propose an adaptive color enhancement algorithm. It is used for the flat panel displays (FPDs) such as LCD, PDP, and so on. The proposed algorithm consists of an adaptive linear approximation CDF(Cumulative Density Function) algorithm and an adaptive saturation enhancement algorithm. The one is for contrast enhancement which prevents an image from the distortion by luminance transient of an input image. The other is the algorithm which improves the saturation without the contour artifact and over-saturation, whose problems are generated during the enhancing saturation. In addition, it allows to achieve the high quality image using the saturation enhancement method for a preferred color of original image. Visual test and standard deviation of their histograms have been applied to evaluate the resultant output images of the proposed algorithm.

Key Words : Saturation Enhancement, Image Enhancement, Prefered Color

1. 서 론

현재 TV개념은 정보 전달의 주요 매체로서 단순히 시청자들에게 정보를 제공한다는 수동적 의미를 훨씬 넘어서 통신 매체, 정보 검색기로서의 기능뿐 아니라 TV를 시청하는 주위 환경과 시청자들의 감성적인 측면까지 고려하는 능동적인 의미의 종합 정보 통신 매체로서 역할을 수행하고 있다[1]. TV의 여러 가지 역할 중에서 화질을 개선하기 위해 그동안 국내외적으로 콘트라스트 화질 향상에 관한 연구[2-3]와 채도 향상을 위한 연구[4-5]가 수행되었다. 특히 최근에는 디스플레이 장치의 대화면 및 고화질의 보급이 가속화됨에 따라 더욱 중요하게 부각되고 있다.

화질 향상 알고리즘은 기술적인 면 뿐 아니라 사람의 인지를 통한 심리적인 면에서도 연구되어 지고 있는데, 그중 가장 두드러진 연구가 바로 선호색을 이용한 화질 향상 알고리즘이다. 선호 색은 민족 지역적 특성뿐만 아니라 사회, 문화, 정치, 경제, 기술적인 요인에 따라 달라지며 시대에 따라서도 변화하며 시간의 흐름에 따라 변화하는 가변성을 가지고 있다. 그러나 하늘, 숲, 피부색과 같은 자연의 모든 색은 환경적인 요인에 관계없이 사람들이 선호하는 색상이다. 특히 피부색, Blue, Green 색은 제공 되어지는 영상의 전반적인 영역을 차지하고 있기 때문에, 영상의 화질에 많은 영향을 준다. 그래서 본 논문에서는 영상의 화질에 많은 영향을 주는 선호색을 검출하고 그 채도를 향상시킴으로서 전체적인 영상의 화질을 향상시키고자 한다.

본 논문에서 제시한 화질 개선 알고리즘은 히스토그램을 이용한 콘트라스트 향상뿐만 아니라 색차 신호를 이용한 채도 향상을 동시에 수행하는 방법이다. 콘트라스트 향상 방법으로는 입력 영상의 상태에 따라서 밝기 변화를 조정할 수 있는 적응형 누적 분포 함수 알고리즘을 제안하였고, 채도 향상 방법으로는 입력 영상의 색상 분포에 따라서 선택적으로 향상을 시켜주는 적응형 채도 향상 알고리즘을 사용하였다.

본 논문의 2장에서는 영상 표현에 가장 일반적으로 사용되어지는 RGB 색좌표계에서 본 논문에서 이용된 YCbCr 색좌표계로 변환하는 방법[6]에 대해서 설명하고, 3장에서는 제안한 알고리즘에 대해서 설명하였다. 4장에서는 제안한 알고리즘을 적용한 시뮬레이션 결과를 설명하고, 5장에서는 결론에 대하여 논의하였다.

2. RGB 색 좌표계에서 YCbCr 색 좌표계로 변환

빛의 삼원색은 적색, 녹색, 청색이다. 모니터에 영상을 표현해 주는 방식 역시 '빛의 삼원색' 원리에 바탕을 둔 RGB 컬러 공간에 맞추어 보여야 할 것이다. RGB 컬러 공간은 아래 그림과 같이 데카르트 좌표계를 따른다. 여기서 R, G, B 각각은 적색과 녹색, 청색을 표현한 것이다. RGB 컬러 공간에서는 R, G, B 각각의 값들이 독립적인 값을 가지게 되고 색체 값은 보존되어지게 된다. 그래서 색상 처리를 할 경우, YUV, YCbCr 또는 HSV와 같은 다른 컬러 공간으로 변환을 해 주어야 한다.

* 正 會 員 : 漢陽大學校 電子電氣制御工學科 碩士
** 正 會 員 : 漢陽大學校 電子電氣制御工學科 博士課程
† 교신저자, 正會員 : 漢陽大學校 電子電氣制御工學科 教授 · 工博
E-mail: choimy@asic.hanyang.ac.kr
接受日字 : 2007年 11月 30日
最終完了 : 2007年 12月 27日

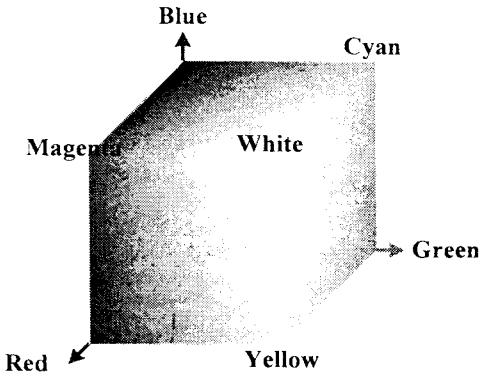


그림 1 RGB 컬러 큐브
Fig. 1 RGB color cube

본 논문에서는 그림 1과 같은 RGB 컬러 공간[7]을 YCbCr 컬러 공간으로 변환한다. YCbCr 컬러 공간은 디지털 비디오 표준에 많이 사용되어지며, JPEG 이미지의 기본 단위가 된다. RGB 컬러 공간에서 식(1)을 이용하여 YCbCr 컬러 공간으로의 변환할 수 있다. 반대로 YCbCr 컬러 공간에서 RGB 컬러 공간으로 변환할 때는 식 (2)를 사용한다[6]. Y는 휘도 값을 의미하고 Cb는 휘도와 Blue와의 차이 벡터, Cr은 휘도와 Red와의 차이 벡터를 의미한다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.164 & 0 & 1.596 \\ 1.164 & -0.392 & -0.813 \\ 1.164 & 2.017 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y-16 \\ Cb-128 \\ Cr-128 \end{bmatrix} \quad (2)$$

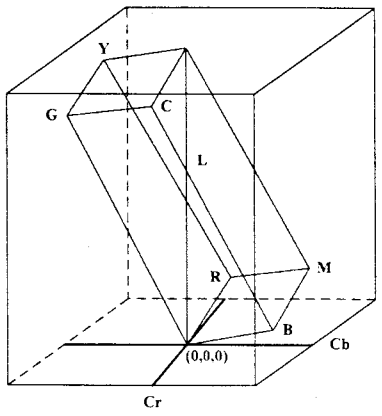


그림 2 YCbCr 컬러 공간 모델
Fig. 2 YCbCr color space model

그림 2에서 볼 수 있듯이 Y값은 Black을 0으로 하고 White로 변화하는 값을 의미하고 CbCr값은 Y축에서 떨어진 거리의 값을 의미한다. BK-W 축을 중심에서 근접한 값을 가질수록 무채색이 많이 포함된 색상을 가지게 되며 중심에서 떨어진 값을 가질수록 색상 본래의 값을 가지게 되어 채도가 향상 되어지는 것을 알 수 있다.

3. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 컬러 영상 처리를 위해서 두 가지 알고리즘을 제안하였다. 첫 번째 알고리즘은 적응형 누적 분포 함수 알고리즘으로 색특성에 따라서 CDF값을 조정하여 휘도 값인 Y 값을 향상 시키는 방법이다. 두 번째 알고리즘은 적응형 채도 향상 알고리즘으로 전체 색상에서 사람들의 선호색을 검출하고 그 색상의 색차 벡터 값인 CbCr 값을 변형하여 채도 값을 향상시키는 방법이다. 제안한 알고리즘을 그림 3에서 블럭도로 정리하였다.

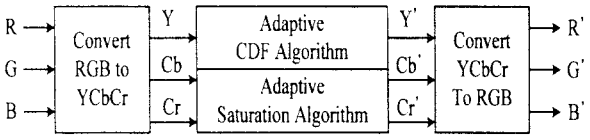


그림 3 제안된 알고리즘의 전체 블록 다이어그램
Fig. 3 Overall block diagram of the proposed algorithm

3.1 적응형 누적 분포 함수 알고리즘

콘트라스트 향상을 위해서 선형 추정 누적 분포 함수 알고리즘[8]을 사용하는데, 본 논문에서는 입력 영상에 따라서 계수를 변화시키는 방법인 적응형 누적 분포 함수 알고리즘을 제안하였다. 연산을 하기 이전에 휘도 값에 해당하는 Y값을 가지고 누적 분포 값을 구한다. 각 픽셀의 누적 분포 값은 식 (3)에 정의된다.

$$CDF(X_k) = \sum_{j=0}^{k} \frac{n_j}{n} = \sum_{j=0}^{k} X_j \quad (3)$$

여기서 k = L/4, L/2, 3L/4, L-1이고, j = 0,1,...,k 이다. n은 입력영상의 총 픽셀 수를 말하고 nj는 0에서 j까지의 픽셀의 수이다. L은 픽셀이 나타낼 수 있는 최대값을 말하며, 8-비트 프로세서의 경우 256을 의미한다. CDF(Xk)의 값을 8-비트 프로세서에 맞춰서 정규화 하는 방법을 식 (4)에서 나타낸다.

$$NCDF(X_k) = CDF(X_k) \times \frac{255}{IMR} \quad (4)$$

여기서 IMR은 Input image Maximum Resolution의 약자로 입력 영상을 누적함수로 나타내었을 때 최대값을 말한다.

선형 누적 분포 함수를 추정하기 위해서 CDF함수를 사분할 한다. 각각의 샘플 값은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$0 \le NCDF(X_{\frac{L}{4}}) \le NCDF(X_{\frac{L}{2}}) \le NCDF(X_{\frac{3L}{4}}) \le 255 \quad (5)$$

샘플 값 위치에서의 정규화 누적 분포값의 누적분포함수는 그림 4와 같이 정의된다.

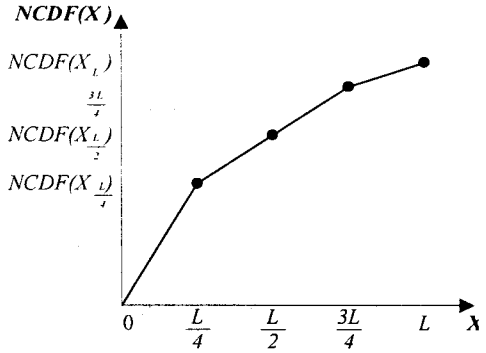


그림 4 선형화된 CDF 곡선
Fig. 4 Linearized CDF curve

선형 누적 함수를 식으로 표현하면 다음과 같다. 다음에 제시된 방정식은 기존의 방정식[8] 보다 간결하게 표현하였다.

$$Y(n)=\alpha\{x(n)-X_k\}+NCDF(X_k) \tag{6}$$

그리고

$$\alpha=\frac{NCDF(X_{k+1})-NCDF(X_k)}{X_{k+1}-X_k} \tag{7}$$

이다.

여기서 $0\le\alpha\le1$의 범위를 갖는다. 또한 x(n) 은 n 번째 입력 영상의 값을 나타내고 Xk는 k번째 샘플 위치의 값을 의미하며 NCDF(Xk)는 정규화된 누적 분포 함수값을 의미한다.

적응형 누적 분포값 조정 기법은 1차 계산된 누적 분포 값에 스케일 계수(Scale factor)를 적용함으로써 특정 레벨의 값을 낮추거나 혹은 높이는 역할을 수행한다. 선형 추정기법에서 전달함수가 입력 대 출력의 대각선에 많이 벗어날수록 휘도 분포가 특정 레벨에 몰려 있음을 나타내며, 평활화 과정에 의하여 밝기의 변화가 많이 발생하게 된다. 밝기 변화량을 추정하기 위하여 다음과 같이 측정 함수를 사용 할 수 있다.

$$SD=\sum_{k=0}^{L-1}\left|CDF(X_k)-X_k\right| \tag{8}$$

밝기 변화의 폭을 이용하여 측정 함수를 계산하고, 전체 픽셀과의 관계식으로 스케일 계수를 적용하여 새로운 선형 추정 함수에 적용한다.

$$\beta=\frac{SD}{Total\ pixel\ Number} \tag{9}$$

위에서 구한 스케일 계수를 적용하여 식(10)와 같은 적응형 누적 분포 함수를 구할 수 있다.

$$Y(n)=\alpha\{x(n)-X_k\}+\beta\{CDF(X_k)-X_k\}+X_k \tag{10}$$

적응형 누적 함수를 이용하면 입력영상이 어둡거나 밝은 것에 상관없이 원하는 밝기로 보정할 수 있다. 그리고 과도한 밝기 차로 인한 화질 열화를 방지할 수 있다.

3.2 적응형 누적 분포 함수 알고리즘

3.2.1 선호색 검출 방법

YCbCr 컬러 모델에서 Cb와 Cr 성분은 색의 위치를 표현하는데 이러한 특성을 이용하여 선호색을 검출 한다. 다른 선호색보다 Green의 영역이 가장 넓다. RGB 컬러 모델로 생각해 볼 때 Green의 영역은 8-비트 신호에서 R,G,B 각각 작게는 (0,255,0)부터 크게는 (128,255,0)와 (0,255,128)까지 볼 수 있다. 이 영역을 YCbCr로 치환하게 되면 CbCr이 0에서 255 값을 가질 때 Cb값이 34에서 110의 값을 가지고 Cr값이 25에서 90의 값을 가지게 된다. Blue의 영역은 Cb값이 128보다 큰 값을 가질 때 Magenta와 Blue값의 중심을 지나는 Cb와 Cr의 관계식 (11)과와 Blue와 Cyan을 지나는 Cb와 Cr의 관계식 (12) 두 식의 안에 위치한다.

$$Cr=0.41Cb+75.52 \tag{11}$$
$$Cr=-0.85Cb+236.8 \tag{12}$$

가장 많이 나타나는 자연색인 하늘색의 채도 값인 Cb = 151와 Cr = 95와 바다색의 채도 값인 Cb = 165, Cr = 95 값도 이 영역에 속한다. 마지막으로 피부색 선출 방법은 Chai 등이 제안한 피부색 참조 맵을 이용한다[9]. 피부색 참조 맵을 이용하면 Cb값이 77보다 크고 127보다 작은 값을 가지며 Cr값은 133보다 크고 173보다 작은 값을 가지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 방법으로 검출해 낸 선호색 영역 분포를 그림 5와 같이 나타낼 수 있다.

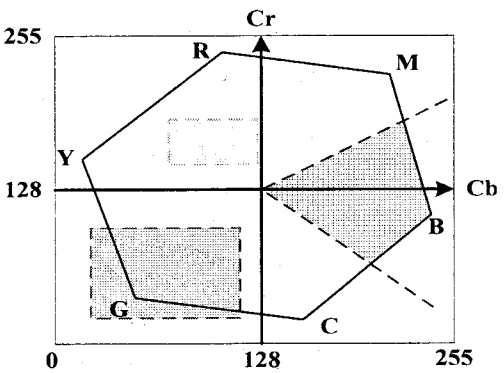


그림 5 CbCr 도메인에서 선호색 영역
Fig. 5 Preferred color areas in CbCr domain

3.2.2 채도 향상 방법

보정하고자 하는 선호 색이 검출되어 지면 색차에 대한 채도 계수(Saturation Factor)를 구한다. 채도 계수를 구하는 방법은 색상의 특성에 따라 크게 Green과 Blue 보정과 피부색 보정으로 나뉜다. 먼저 Green과 Blue 보정을 위한 채도 인자를 구하는 방법을 구하면 다음과 같다.

(1) Green과 Blue의 채도 계수

위에서 제시한 방법대로 선호색을 검출 한 후에 가장 먼저 Green과 Blue의 휘도 값과 색차 신호 사이의 관계식을 통해서 최대 색차 신호를 구하게 된다. 그림 6에 나타낸 그림은 3차원 구조를 가지는 YCbCr 컬러 모델을 각각 휘도값(Y)와 색차 신호(CbCr)를 가지는 2차원의 구조로 표현한 것이다. 그림을 통해서 알 수 있듯이 허용범위를 두 개의 식으로 표현 나타낼 수 있다.

먼저 Green 영역에 대한 휘도(Y)와 색차 신호(CbCr)의 관계식은 그림 6과 같이 표현 될 수 있다. 두 직선의 방정식을 나타내면 Cb의 경우

$$Y_G = 1.26Cb_G + 255 \tag{13}$$

$$Y_G = -1.77Cb_G \tag{14}$$

Cr의 경우

$$Y_G = -1.40Cr \tag{15}$$

$$Y_G = Cr_G + 255 \tag{16}$$

이다.

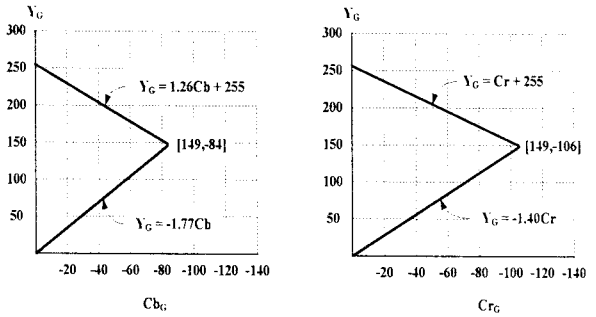


그림 6 G 영역에서 휘도와 CbCr 색차 신호의 관계 그래프
Fig. 6 Luminance(Y) and Chrominance(CbG, CrG) vector relationship in G section

Cb와 Cr 각 색차 신호는 Y값이 149을 기준으로 두 영역으로 나눠지게 된다. Y값이 149보다 작을 때 Cb와 Cr의 최대 색차 신호를 구하기 위한 관계식은 식(14)와 식 (15)를 가지게 된다. 이 두 식의 관계식을 이용하여서 식(16)을 구할 수 있다.

$$[Cb_G \max, Cr_G \max] = \left[\frac{Y}{-1.77}, \frac{Y}{-1.40}\right] \tag{17}$$

Y ≥149일 경우에는 식(13)와 식(16)를 이용하여서 최대 색차 신호 관계식을 구할 수 있다.

$$[Cb_G \max, Cr_G \max] = \left[\frac{Y-255}{1.26}, Y-255\right] \tag{18}$$

마지막으로 Blue 영역에 대해서는 Y와 CbCr에 대한 관계식을 그림 7과 같이 표현하고 Cb에 대한 두 직선은

$$Y_B = -1.78Cb_B + 255 \tag{19}$$

$$Y_B = 0.23Cb_B \tag{20}$$

이고, Cr에 대한 두 직선은

$$Y_B = -1.45Cr_B \tag{21}$$

$$Y_B = 11.3Cr_B + 255 \tag{22}$$

이다.

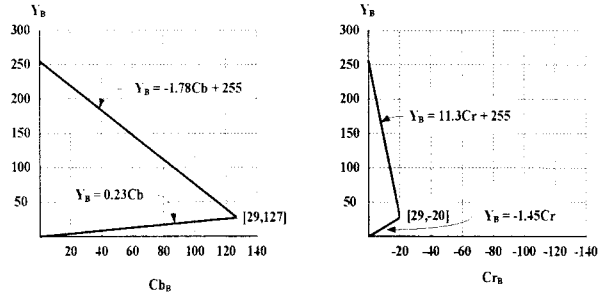


그림 7 B 영역에서 휘도와 CbCr 색차 신호의 관계 그래프
Fig. 7 Luminance(Y) and Chrominance(CbB, CrB) vector relationship in B section

그림 7에서 보이는 바와 같이 Blue 영역의 경우 Y값이 29를 기준으로 하게 된다. Y<29 일 경우 에는 식(20)과 식(21)을 이용하여서 최대 색차 신호 관계식을 구하게 된다.

$$[Cb_B \max, Cr_B \max] = \left[\frac{Y}{0.23}, \frac{Y}{-1.45}\right] \tag{23}$$

Y값이 29보다 클 경우에 최대 색차 신호 관계식을 구하기 위해서는 식(19)와 식(22)을 이용한다.

$$[Cb_B \max, Cr_B \max] = \left[\frac{Y-255}{-1.78}, \frac{Y-255}{11.3}\right] \tag{24}$$

위에서 구한 최대 색차 신호 관계식을 이용하여서 최대 채도 계수를 구하게 된다. 이 단계에서는 입력 영상이 너무 인위적으로 변화되거나 Over-saturation이 일어나지 않는 범위

내에서 채도 계수(Saturation Factor)를 구하는 것이 중요하다. 채도 계수를 α라고 하면, α값은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sqrt{(Cb\max)^2+(Cr\max)^2}=\sqrt{(\alpha\times Cb)^2+(\alpha\times Cr)^2}=\alpha\times\sqrt{(Cb)^2+(Cr)^2} \tag{25}$$

그러므로

$$\alpha=\frac{\sqrt{(Cb\max)^2+(Cr\max)^2}}{\sqrt{(Cb)^2+(Cr)^2}} \tag{26}$$

식 (26)를 통해서 나온 α값은 너무 많은 연산량을 요구한다. 그래서 하드웨어 적인 측면에서 보면 많은 연산으로 인한 시간 지연이 생기기 마련이다. 이러한 단점을 보안하기 위해서 식(27)과 같은 방법을 사용한다[10].

$$\alpha=\min\left\{\left|\frac{Cb\max}{Cb}\right|,\left|\frac{Cr\max}{Cr}\right|\right\} \tag{27}$$

α값은 휘도 값의 변화에 따라서 다른 값을 가지게 된다.

(2) 피부색의 채도 계수

피부색을 향상하기 위해서는 피부색 영역의 값들 중에서 가장 빈도가 높은 값으로 이동하는 방법을 사용한다. Chai가 제안하는 피부색 참조 맵[9]에서 백인, 황인, 흑인에 상관없이 피부색은 Cb가 100 Cr이 150근처의 값이 가장 높은 빈도를 가진다. 높은 빈도를 가지는 것은 사람들이 선호하는 색상임을 알 수 있었다. 본 논문에서는 빈도수가 게 나타난 지점을 목표 지점 Cbt와 Crt로 정하고 피부색 채도 값을 목표 지점에 근접한 곳으로 이동하기 위한 채도 계수 값을 구한다. 이와 같은 방법은 그림 8과 같이 나타낼 수 있다.

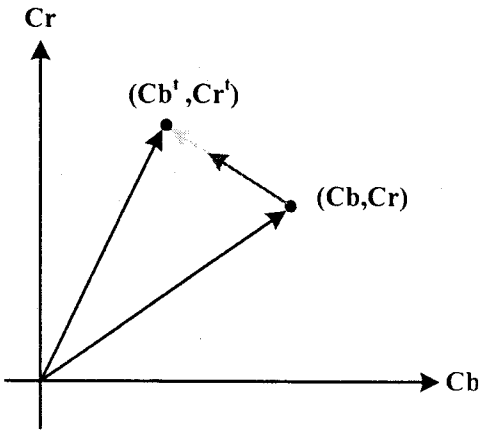


그림 8 피부색 보정 방법

Fig. 8 Skin Color Reconstruction Method

그림 8에서 보여 지는 것과 같이 원 영상의 색차 값이 목표 색차 값으로 이동하기 위해서는 회색 화살표와 같이 단순 위치 이동을 하는 방법도 있다. 하지만 모든 색이 목표 색차 값을 가지게 되면 피부색이 인위적인 색상이 되므로 붉은 화살표와 같이 일정한 비율로 색을 이동시켜야 한다. 이렇게 일정한 비율로 이동시키기 위해서 채도 계수를 이용하는데 구하는 식은 다음과 같다.

$$\alpha=\min\left[\frac{Cb'}{Cb},\frac{Cr'}{Cr}\right] \tag{28}$$

여기서 Cbt는 목표 Cb값으로 100을 나타내며 Crt값은 목표 Cr값으로 150을 나타낸다. 그리고 Cb와 Cr은 원 영상의 색차 신호를 나타낸다.

(3) 채도 향상 알고리즘

마지막으로 앞에서 구한 채도 계수를 입력 영상의 색차 신호에 곱하여서 새로운 색차 신호를 구한다. 공식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

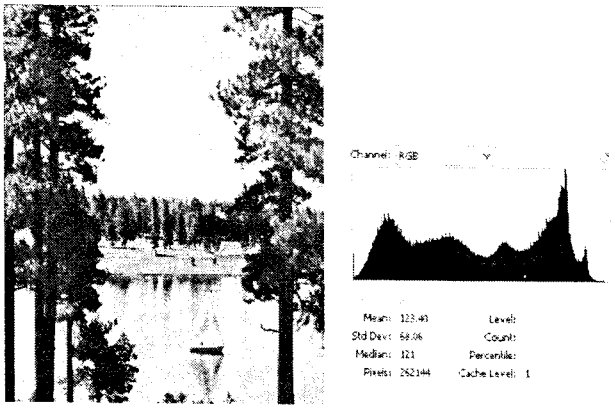
$$[Cb',Cr']=[\alpha\times Cb,\alpha\times Cr] \tag{29}$$

여기서 Cb'과 Cr'은 향상된 색차 신호를 말하며 Cb와 Cr은 원영상의 색차 신호를 의미한다. 이와 같은 방법으로 구해진 색차 신호는 너무 인위적으로 변화되거나 Over-saturation 되지 않고 채도가 향상되어 지게 된다.

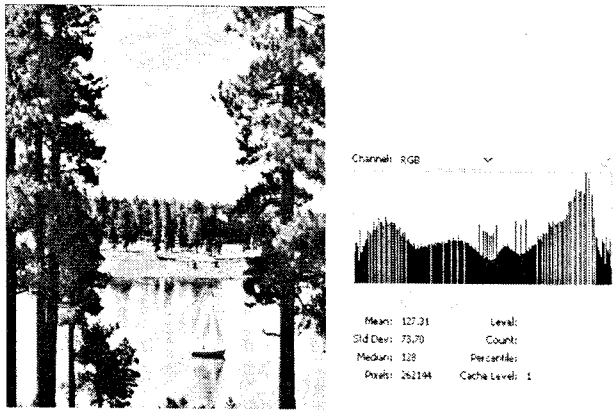
4. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 Sailboat 영상, Lena 영상 그리고 Flower 영상을 가지고 Visual C++을 통하여 검증 하였다. 그림 9는 히스토그램은 넓게 분포되어 있지만 채도가 떨어지는 영상이고, 그림 10은 영상의 밝기가 어두운 레나 영상을 사용하였다. 그림 9와 그림 10은 각각 원영상과 히스토그램 평활화 기법을 적용한 영상, 그리고 제안한 알고리즘을 적용한 영상과 그의 히스토그램 분포도를 보여주고 있다.

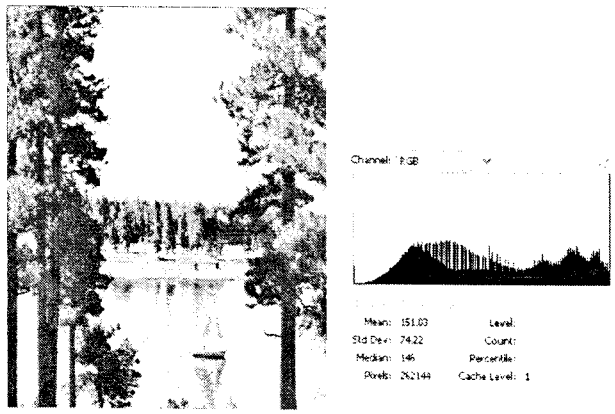
그림 9의 히스토그램의 결과를 비교해 보면 원 영상의 히스토그램이 넓은 분포를 가지고 있으므로 히스토그램 평활화를 적용한 영상과 제안한 알고리즘을 적용한 영상의 히스토그램 모두 넓은 분포를 가지고 있다. 그러나 원영상과 히스토그램 평활화를 적용한 영상에 비해서 제안한 알고리즘을 적용한 영상이 잔디와 나무, 호수의 색상이 더욱 밝아진 것을 확인 할 수 있다. 이처럼 잔디와 나무, 호수의 색상 보정을 통하여서 영상이 더욱 선명한 진 것을 시각적으로 확인 할 수 있다. 그림 10의 시뮬레이션 영상의 제안한 알고리즘을 적용한 영상은 시각적으로 확연하게 다른 영상들에 비해서 좋아진 것을 확인 할 수 있다. 원 lena 영상의 색상은 붉게 열화된 색상을 가진다. 히스토그램 평활화 처럼 콘트라스트 향상만 이루어 졌을 때는 이와 같은 문제점을 해결 할 수 없으나, 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용한 경우에는 색상 보정을 통하여서 열화된 색상을 원하는 색상으로 나타내 줄 수 있다. 또한 그림 10에서 원 영상의 히스토그램은 밝기가 어둡기 때문에 어두운 쪽으로 치우쳐 있고 히스토그램 평활



(a)



(b)

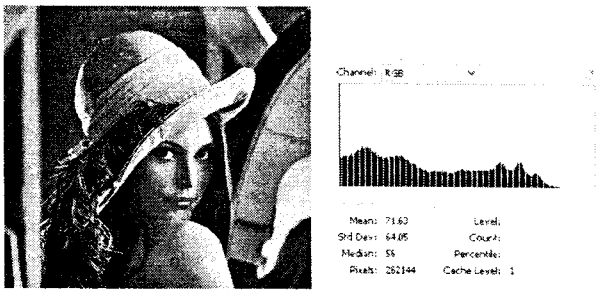


(c)

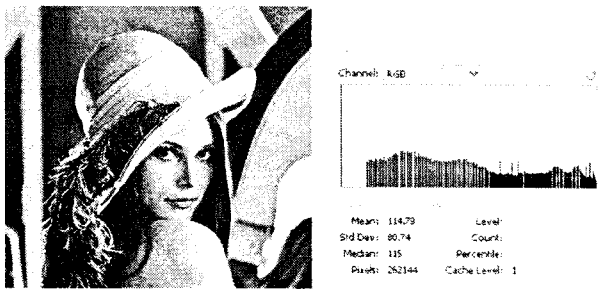
그림 9 Sailboat 영상 : (a) 원영상, (b) 히스토그램 평활화 기법을 적용한 영상, (c) 제안한 기법을 적용한 영상

Fig. 9 Sailboat image : (a) Original image, (b) Histogram equalized image, (c) The experiment result of proposed algorithm

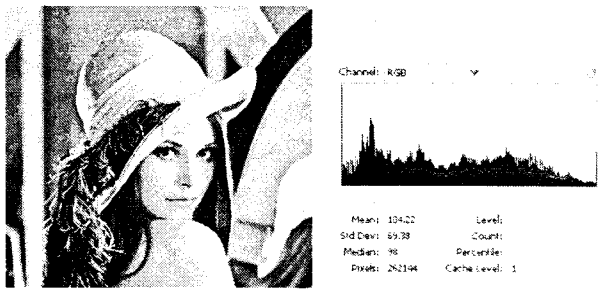
화 기법을 적용하면 히스토그램이 밝은 쪽으로 치우쳐 지는 것을 확인할 수 있다. 그러나 제안한 알고리즘을 적용한 영상의 히스토그램은 한 쪽으로 치우치지 않고 전 영역에 고른 분포를 가지는 것을 확인 할 수 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 10 Lena 영상 : (a) 원영상, (b) 히스토그램 평활화 기법을 적용한 영상, (c) 제안한 기법을 적용한 영상

Fig. 10 Lena image : (a) Original image, (b) Histogram equalized image, (c) The experiment result of proposed algorithm

표 1 시뮬레이션 영상의 결과 값 비교

Table 1 Comparison of the simulation results

Simulation Image		Mean	Standard Deviation	Median
Lena (512x512)	Original	71.6	64.05	56
	Histogram Equalized	114.78	80.74	115
	Proposed	104.22	69.38	98
Sailboat (512x512)	Original	123.4	68.06	121
	Histogram Equalized	127.31	73.7	128
	Proposed	151.03	74.22	146
Flower (640x480)	Original	120.02	79.06	120
	Histogram Equalized	129.89	70.79	128
	Proposed	116.97	88.68	114

표 1에서는 시뮬레이션 영상에 대한 평균값, 표준편차, 중간값에 대한 수치를 보여준다. 평균값에 경우 그 값이 작으면 작을수록 픽셀 값이 어두운 쪽에 많이 분포되어 있음을 의미한다. Lena영상에서 히스토그램 평활화 영상의 경우 평균값이 제안한 알고리즘 보다 변화가 큰 것을 확인 할 수 있는데, 이것은 영상의 밝기가 과도하게 변하였다는 것을 의미하는 것이다. 이러한 영상의 과도한 밝기 변화는 영상 왜곡의 원인이 된다. 따라서 히스토그램 평활화보다 평균값의 변화가 작은 제안한 알고리즘이 영상의 왜곡 없이 기존 알고리즘 대비 나은 화질을 보여주는 것을 알 수 있다. Sailboat 영상과 Flower 영상에서 표준 편차를 확인해 보면 제안한 영상이 가장 큰 값을 가지는 것을 확인 할 수 있는데, 이것은 색의 분포가 고르게 되었음을 의미한다. 이러한 현상을 통하여서 제안한 알고리즘의 화질 향상 성능이 우수하다는 것을 알 수 있다.

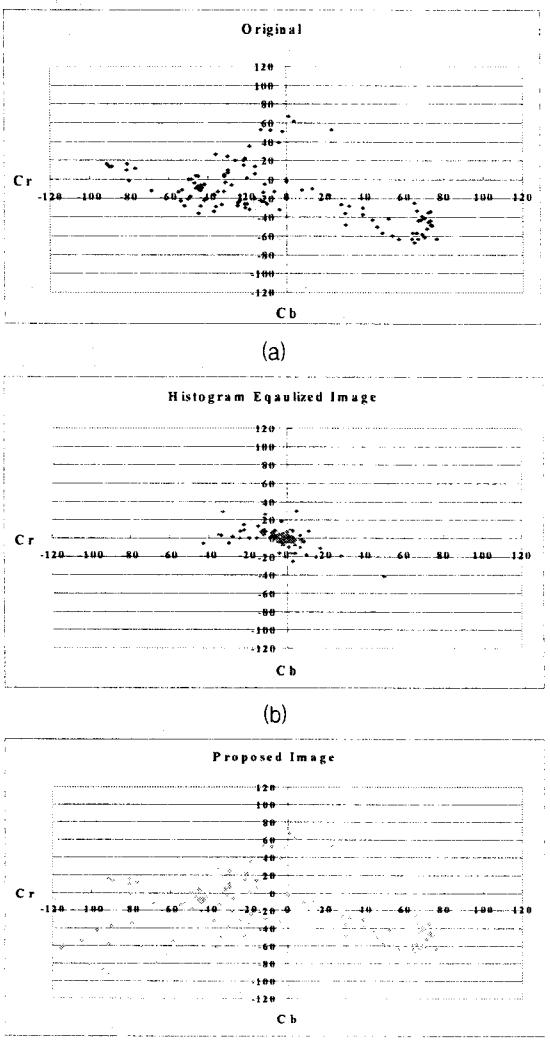


그림 11 Sailboat 영상의 채도 비교 : (a) 원영상, (b) 히스토그램 평활화 기법을 적용한 영상, (c) 제안한 기법을 적용한 영상

Fig. 11 Comparison of saturation of Sailboat image : (a) Original image, (b) Histogram equalized image, (c) The experiment result of proposed algorithm

마지막으로 그림 11는 입력 이미지와 히스토그램 평활화 이미지와 제안한 이미지의 CbCr 평면에서 채도값 분포를 보여주고 있다. 채도는 색차 값이 중심 값에서 멀어질수록 그 값이 향상 되어 진다는 것을 나타낸다. 그림에서 확인 할 수 있듯이 제안한 알고리즘을 적용한 이미지는 중심값에서 가장 멀리 분포되어 있고, 한 영역에 집중되어 있지 않고 전 영역에 고루 분포 되어 있음을 확인할 수 있다. 이것을 통하여 기존의 알고리즘에 비해서 선명도가 더욱 좋아졌다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 제안한 알고리즘은 과도한 밝기 변화로 인한 영상 왜곡을 방지하고, 인위적인 색상이나 채도 범위를 넘어가는 현상이 발생하지 않고 고르게 향상 되었다.

5. 결 론

본 논문에서 제안한 알고리즘은 색 재현성이 효과적이라는 점을 고려할 때 고화질이 요구되는 LCD 모니터, LCD TV, PDP TV, OLED TV 등 평판 디스플레이 산업분야에 적용될 수 있다. 제안한 알고리즘은 히스토그램 평활화 보다 입력 영상의 상태에 따른 선택적 연산을 수행 할 수 있다. 이중 적응형 선형 누적 함수 알고리즘은 영상의 밝고 어두움에 따라서 밝기 변화를 조정해 주어서 과도한 밝기 변화로 인한 화질 왜곡을 방지한다. 그리고 적응형 채도 향상 알고리즘은 향상 하고자 하는 색상을 먼저 선택하여 주는 방식을 채택하여서 입력 영상의 채도가 과도하게 변하는 것으로 인하여 발생하는 색 변환 현상이나 채도 범위를 넘어가는 현상이 발생하지 않는다. 이와 같이 제안한 알고리즘은 기존의 알고리즘보다 채도 성분이 강조되고, 휘도 성분의 대비도 향상된 결과를 얻을 수 있다.

감사의 글

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았습니다

참 고 문 헌

[1] 이응주, 하영호, "색채 응용 시스템의 색향상을 위한 기호색 보정", 한국통신학회논문지, vol. 22, no. 7, pp. 1566-1573, July 1997

[2] S. T. Kim, D. G. Han, "Image Contrast Enhancement Based on the Picewise Linear Interpolation of CDF", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 45, no. 3, pp. 828-834, August 1999

[3] Y. T. Kim, "Contrast enahancement using brightness preserving bi-histogram equalization", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 43, no 1, pp. 1-8, February 1997

[4] Y. Huang, L. Hui and K. H. Goh, "Hue-based Color Saturation Compensation", 2004 IEEE International Symposium on Consumer Electronics, pp. 160-164, September 1-3, 2004

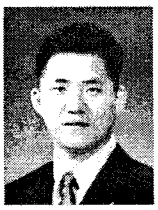
[5] Robin N. Strickland, C. S. Kim and W. F. McDonnell, "Digital Color Image Enhancement Based on the Saturation Component", Optical Engineering, vol. 25, pp. 609-616, July 1987
[6] Keith Jack, "YCbCr to RGB Considerations", Intersil Application Note, AN9717, pp. 1-4, March 1997
[7] Rafael G. Gonzales, Digital Image Processing, Addison-Wesley, pp. 75-141, 2001
[8] 조화현, 최명렬, "실시간 처리를 위한 적응형 콘트라스트 향상 기법", 전자공학회논문지, 제 42권, SP 제 1호, pp. 51-57, January 2005
[9] D. Chai, K. N. Ngan, "Face Segmentation Using Skin-Color Map in Videophone Applications", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 9, No. 4, pp. 551-564, June 1999
[10] C. C. Ku, T. M. Wang, "Luminance-Based Adaptive Color Saturation Adjustment", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 51, no. 3, pp. 939-946, August 2005

저 자 소 개

양 경 옥 (梁 耿 玉)
1984년 2월 2일생. 2006년 한양대학교 전자컴퓨터공학부 학사. 2008년 한양대학교 일반 대학원 전자·전기·제어공학과 석사. 2008년 - 현재 LG전자 연구원
Tel : 031-400-4036
E-mail : tutti@asic.hanyang.ac.kr

황 보 현 (黃 寶 顯)
1976년 4월 23일생. 2004년 한양대학교 전자컴퓨터공학부 학사. 2006년 한양대학교 일반 대학원 전자·전기·제어공학과 석사. 2006년 - 2007년 동부 하이텍 연구원. 2007년 - 현재 한양대학교 일반대학원 전자·전기·제어공학과 박사과정
Tel : 031-400-4036
E-mail : jokersir@asic.hanyang.ac.kr

이 승 준 (李 承 俊)
1978년 12월 6일생. 2001년 한양대학교 제어계측공학과 학사. 2003년 한양대학교 일반대학원 전자·전기·제어공학과 석사. 2003년 - 2006년 EDTech 주임연구원 2006년 - 현재 한양대학교 일반대학원 전자·전기·제어공학과 박사과정
Tel : 031-400-4036
E-mail : lee30806@asic.hanyang.ac.kr



윤 종 호 (尹 鍾 浩)
1973년 3월 11일생. 2001년 한양대학교 제어계측공학과 학사. 2003년 한양대학교 일반대학원 전자·전기·제어공학과 석사. 2003년 - 현재 한양대학교 일반대학원 전자·전기·제어공학과 박사과정
Tel : 031-400-4036
E-mail : sfw1179@asic.hanyang.ac.kr

최 명 렬 (崔 明 烈)
1960년 9월 26일생. 1983년 한양대학교 전자공학과 학사. 1985년 미시간주립대학교 컴퓨터공학 석사. 1991년 미시간주립대학교 컴퓨터공학 박사. 1991년 생산기술연구원 전자정보실용화센터 조교수. 1991년 생산기술연구원 산하 전자부품종합기술연구소 선임연구원. 1992년 - 현재 한양대학교 전자·전기·제어공학과 교수
Tel : 031-400-5214
E-mail : choimy@asic.hanyang.ac.kr