

채도 확장을 이용한 컬러 이미지 향상 기법

*양경옥, 황정습, 윤종호, 조화현, 최명렬
한양대학교 전자전기제어계측 공학과

e-mail : {tutti, hjazzsub, sfw1179, chh, choimy}@asic.hanyang.ac.kr

The Color Image Enhancement Method using Saturation Extension

*Kyoung-Ok Yang, Jung-Sub Hwang, Jong-Ho Yun,
Hwa-Hyun Cho, Myung-Ryul Choi
Dept. of EECI, Hanyang University

Abstract

In this paper, we propose the color image enhancement method to improve the quality of color image without producing over-saturation and color contour artifacts. The proposed method has two manners, which one is the adaptive cumulative density function and the other is the luminance-based saturation extension. That is focused on a preference color processing in order to generate better image quality than the algorithms focused on a uniform one for human vision.

I. 서론

이미지 향상(Image enhancement)은 영상처리를 통하여 인간의 눈에 선명한 화질의 영상을 보여주는 것이다. 인간이 느낄 수 있는 색 요소 중 칼라 영상의 화질에 큰 영향을 주는 것은 밝기(brightness), 대비(contrast) 및 채도(saturation)이다. 밝기는 영상 내부의 밝거나 어두운 정도이며 너무 어둡거나 밝지 않아야 한다. 대비는 밝기의 상대적인 비율을 나타내기 때문에 클수록 좋고, 채도는 색상의 순도를 의미하며 영상의 생동감을 표현하므로 강조하는 것이 좋다. 이

세 가지 특징을 고려한 영상 처리 방식은 계속적으로 발전되어 왔다. 최근에는 고화질을 요구하는 디스플레이의 증가로 인하여 채도값 보정으로 인한 향상이 더욱 부각되고 있는 있다[1].

본 논문에서는 밝기와 대비 뿐 아니라 채도의 향상을 통한 컬러 이미지 향상 기법을 제안한다. 제안한 방법은 RGB 평면을 YCbCr 평면으로 변환하여 밝기 값과 채도 값으로 나누어 향상 시키는 방법을 사용한다.

II. 본론

2.1 적응형 누적 분포 함수 알고리즘

본 논문에서는 영상의 모든 밝기 값을 누적하여 구하는 누적 분포 함수 알고리즘[2]에 입력 영상에 따라서 계수를 변화시키는 방법을 추가한 적응형 누적 분포 함수 알고리즘을 제안한다.

적응형 누적 분포값 조정 기법은 1차 계산된 누적 분포 값에 스케일 계수(Scale factor : β)를 적용함으로써 특정 레벨의 값을 낮추거나 혹은 높이는 역할을 수행한다. 선형 추정 기법에서 전달함수가 입력 대 출력비에서 많이 벗어날수록 휘도 분포가 특정 레벨에 몰려 있음을 나타내며, 평활화 과정에 의하여 밝기의 변화가 많이 발생하게 된다. 적응형 누적 분포 함수는 식(1)과 같이 표현된다.

$$Y(n) = \alpha T(x(n) - X_k) + ACDV(X_k) \quad (1)$$

여기서, $n = 0, 1, \dots, L-1$ 이고, $k = 0, \frac{L}{4}, \frac{L}{2}, \frac{3L}{4}, L-1$ 이

다. L 은 샘플이 가지는 최대 밝기 값을 말하며 8비트일 경우 256으로 나타낸다. $a = \frac{1}{X_{k+1} - X_k}$ 로 정의되고, X_k 는 누적분포함수가 k 위치에서 가지는 샘플값을 의미하고, $x(n)$ 은 n 번째 입력 값을 나타낸다. 마지막으로 T 와 $ACDV(X_k)$ 는 각각 식(3)과 식(4)로 표현한다. 여기서 $NCDV(X_k)$ 는 정규화된 누적 분포 함수를 의미한다.

$$T = NCDV(X_k + 1) - NCDV(X_k) \quad (3)$$

$$ACDV(X_k) = \beta \times NCDV(X_k) - X_k + X_k \quad (4)$$

적용형 누적 함수를 이용하면 입력 영상의 밝기 특성에 따라서 유동적으로 적용할 수 있기 때문에, 입력영상이 어둡거나 밝은 것에 상관없이 원하는 밝기로 보정할 수 있고 과도한 밝기 차로 인한 화질 열화를 방지할 수 있다.

2.2 채도 향상 기법

영상의 채도 향상 기법은 입력 영상의 휘도값 Y 와 향상된 휘도값 Y' 의 관계로 나타낼 수 있다. 채도의 최대값의 위치가 휘도값의 0 부분에 가까운 Red, Magenta, Blue영역과 255값에 가까운 Yellow, Cyan, Green영역 두 영역으로 나눈다.

$$Chroma' = \begin{cases} \frac{Y}{Y'} \times Chroma & \text{if } R, M, B \text{ Region} \\ \frac{Y'}{Y} \times Chroma & \text{if } Y, C, G \text{ Region} \end{cases} \quad (5)$$

여기서 Chroma는 채도값을 가지는 색차(CbCr)값을 말한다. 채도값은 최대값에 가까워 질수록 더욱 선명한 값을 가지게 된다. $YCbCr$ 의 경우 식 (5)와 같이 최대값이 0 값에 가까운 영역에서는 향상된 휘도값이 기존의 휘도값보다 작아질수록 채도값을 증가시키고, 반대의 경우에는 향상된 휘도값이 기존의 휘도값보다 커질수록 최대값에 가까워진다. 그러므로 over-saturation이 발생하지 않는 범위에서 채도 향상이 가능하다.

III. 실험 결과 및 분석

시뮬레이션을 위한 입력 영상에는 비교적 어두운 lena영상을 사용 하였고, 이 영상에 히스토그램 평활화 방법과 제안한 알고리즘을 적용하여 비교하였다. 실험 결과는 아래 그림 1과 표 1로 나타내었다.

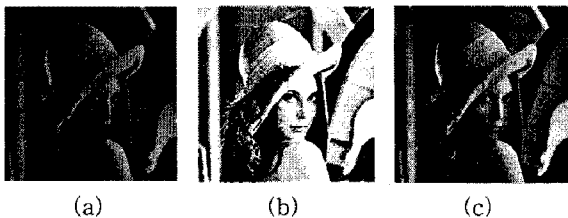


그림 1. 시뮬레이션 이미지; (a) 원본 이미지, (b) 히스토그램 평활화를 적용한 이미지, (c) 제안한 알고리즘을 적용한 이미지

표 1. 수치 비교 결과

	Input	Histogram Equil.	Proposed
Mean	71	151.15	90.47
Std. Dev.	64.05	84.01	66.30
Median	56	159	83

그림 1에서와 같이 히스토그램 평활화를 적용한 영상에 비해 제안한 알고리즘을 적용한 영상이 선명도면에서나 색상면에서 향상된 것을 확인 할 수 있다. 또한 표 1에서 나타나 있듯이, 히스토그램 평활화를 적용한 경우 밝기가 평균값과 중간값 모두 기존의 영상값보다 두 배 정도의 값으로 과도하게 변화된 반면 제안한 알고리즘은 밝기의 변화가 기존의 값에서 20~30 정도 밝아지는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 제안한 알고리즘은 과도한 밝기차로 인한 화질열화를 막고, 영상의 색상을 향상시킬 수 있다.

IV. 결론

제안한 알고리즘은 색 재현성이 효과적이라는 점을 고려할 때 고화질이 요구되는 평판 디스플레이 산업분야에 적용될 수 있다. 입력 영상의 밝기 특성에 따른 적용형 누적 함수 기법을 사용하여 과도한 밝기 변화로 인한 화질 열화를 막고, 채도 향상 기법을 통하여 over-saturation 없이 선명한 화질을 생성 할 수 있었다.

V. Acknowledgement

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

참고문헌

[1] T. L. Wu, Y. W. Huang, "Adaptive Color Image Enhancement Applied to Display Based on Hardware Design," '06 IDW, VHFp-5, Dec. 2006
 [2] S. T. Kim, D. G. Han, "Image Contrast Enhancement Based on the Piecewise Linear Interpolation of CDF," IEEE Trans. on Consumer Electron., vol. 45, no. 3, pp. 828-834, Aug. 1999