고휘도 디스플레이에서의 인간 시각에 따른 색상 이동 현상과 모델링

*이태형, 이명영, 박기현, 하영호
경북대학교 칼라 및 영상 처리 연구실
e-mail : *katugi@lycos.co.kr*

Modeling for Hue Shift Effect of Human Visual System on High Luminance Display

*Tae-Hyoung Lee, Myong-Young Lee, Kee-Hyon Park, and Yeong-Ho Ha
Color and Imaging Laboratory
Kyungpook University

Abstract

In recent, displays have very good properties at high luminance, fast response, and size. Also They have good quality in terms of color according to the development of the gamut extension and color reproduction. However, despite these merits, there is a characteristic that at a high luminance display, observer perceive the different color from the originally re-producted color due to the change of perceived luminance in human visual system. In this paper, we propose a model that is the hue shift phenomenon between a normal display and a high luminance display, and then an algorithm which compensate the color between two devices, so that observer can perceive the same color.

I. 서론

최근의 LCD 및 PDP와 같은 디스플레이 장치는 400nit에서 500nit 정도의 고휘도 디스플레이 장치로서 기존 약 100nit의 CRT 디스플레이보다 현저히 밝고, 색상구현 능력이 뛰어나다. 그러나 이러한 디스플레이를 시청할 경우 인간의 시감 특성이 변화되어 원색에 대해서 색상이 이동한 다른 색으로 인지하게 된다.

Bezold와 Brücke는 단파장에 대해 휘도가 변화할 때, 그 휘도가 증가됨에 따라 다른 파장의 색으로 인지 한다는 것을 실험을 통해 증명하였다. Ralph W. Pridmore는 밝은 환경의 잔디의 색이 그늘진 곳에 비해서 노란색 띈 녹색으로 인지되며, 밝은 환경의 붉은색의 옷 또한 어두운 곳 보다 노란색을 띈 붉은 색으로 인지되는 현상을 색상이동(hue-shift) 특성에 기반 한다고 하였다.

본 논문에서는 고휘도 디스플레이 장치에 대해서 인간 시각이 색을 인지하는 색상이동(hue-shift)현상을 정량적으로 도출하고, 고휘도 디스플레이에서 색상을 보장하는 방법을 제안하였다.

II. 색상이동 현상과 모델링

밝기의 차이에 따른 색상이동 현상을 패치를 선정해서 먼저 관찰하고, 그 결과를 기반으로 hue plane에서 색상 이동현상을 모델링 하였다. 실험에는 최대 휘도 140cd/m^2와, 최대 휘도 값 430cd/m^2의 두 디스플레이를 사용하였다.

2.1 고휘도 디스플레이에서 색상이동 현상

빛이 들어오지 않는 암실에서 2개의 장치를 평행하게 놓고, 실험을 하였다. 그림 1은 패치 생성 과정을 설명한 것이다. CRT의 패치생성에서 1/4배의 XYZ를 계산함으로써 휘도는 다르지만 색도는 같은 패치를 생성할 수 있다. 그림 2는 CRT의 12 패치와 LCD의 120

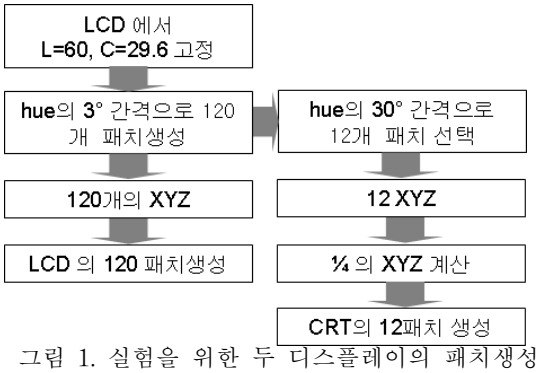


그림 1. 실험을 위한 두 디스플레이의 패치생성

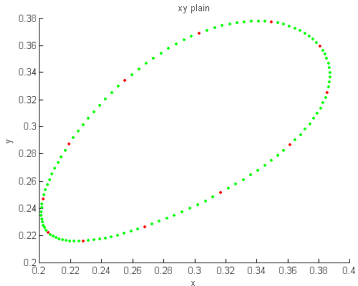


그림 2. CRT의 12 패치와 LCD의 120 패치

패치를 측정한 값을 색좌표계에 나타내었다.

실험은 12명의 관찰자가 암실에서 암순응의 시간을 가진 후 CRT의 각 12개의 패치에 대해 LCD의 120개의 패치 중 동일하게 인지하는 각 12개의 패치를 선택하는 방법으로 행해 졌다.

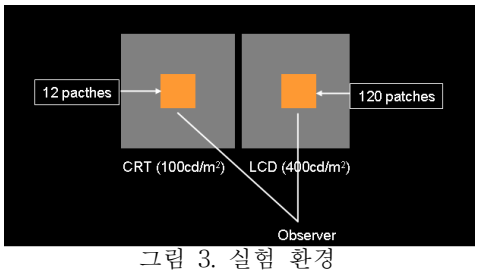


그림 3. 실험 환경

그림4는 관찰자들이 선택한 12개의 패치의 평균을 나타낸다. 푸른색영역(240°에서 330°)은 관찰자들이 휘도가 밝아 졌는데도 불구하고 색을 동일하게 인지한다는 결과가 나왔다. 그러나 붉은색에서 녹색의 영역(0°에서 240°)에서는 휘도의 차이에 의한 색의 인지도가 다르게 나왔음을 알 수 있다.

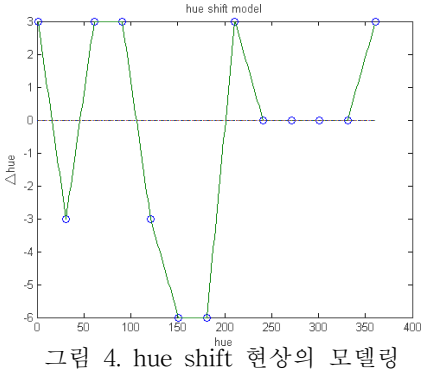


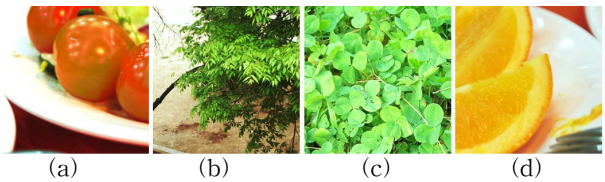
그림 4. hue shift 현상의 모델링

2.1 색상이동 현상의 모델링

정량적으로 구하여진 색상이동의 결과를 실제 영상에 적용하기 위해 본 논문에서는 1차원 참조표를 생성하여 실시간 보정이 가능하도록 하였다. 영상의 입력값을 색상 보정을 위해 LCH를 계산한 후 색상만을 보정하고, 다시 출력 영상을 만들었다.

Ⅲ. 실험 결과

색상이동의 확인은 기준이 되는 CRT의 영상과 LCD의 색상이동 적용 전과 적용후의 영상을 비교하여 선택하도록 하였다. 영상은 그림 4와 같이 색상이동이 일어나는 영역을 고려하여 이미지를 선택하였다.



(a) (b) (c) (d)

그림 4. 색상이동현상 적용을 위한 영상

Table 1. 실험 결과

영상	(a)	(b)	(c)	(d)
색상이동 적용 후	9	10	8	10
색상이동 적용 전	3	2	4	2

실험 결과에서 12명의 관찰자 대부분은 색상이동이 적용된 이미지를 선택하였다.

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 고휘도 디스플레이 장치에 대해서 인간 시각이 색을 다르게 인지하는 색상이동의 정량적인 양을 실험적으로 방법으로 찾고, 모델링 하였다. 실험결과에서 관찰자는 hue-shift가 적용된 영상을 대부분 선택하였다.

Acknowledgement

본 연구는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

참고문헌

[1] David L. Bimler and Galina V Paramei, "Bezold-Brücke effect in normal trichromats and protanopes"

[2] Mark D.Fairchild, "Color appearance model."