

sRGB 색공간과 상용 모니터의 색영역 비교

김홍석, 박승옥, 김정우, 김성현, 박진희

대진대학교 물리학과

Comparison of Color Gamut between sRGB and Commercial Monitors

Kim Hong-suk, Park Seung-ok, Kim Jung-woo, Kim Sung-hyun, Park Jin-hee Dept. of Physics, Daejin Univ.

Abstract

HP를 비롯한 장치나 소프트웨어 관련 업체들은 인터넷에서 통용될 수 있도록 다양한 모니터들의 평균이 되는 sRGB 색공간을 제안하고 이를 기본 색공간으로 사용하고 있다. 본 연구에서는 sRGB 색공간과 XYZ 색공간 사이의 변환프로그램을 개발하여 웹 안전색으로 통용되고 있는 216가지의 디지털신호에 대해 sRGB 색공간에서 재현될 XYZ 색좌표를 예측해 보았다. 또한 실제로 두 대의 모니터에 216가지의 디지털 신호를 입력시켰을 때 재현된 색의 XYZ 색좌표를 측정하여 예측된 결과와의 차이를 비교함으로써 sRGB 색공간의 실효성을 분석하였다.

Keywords: sRGB 색공간, 웹 안전 216색, CIEXYZ

1. 서론

디스플레이 매체를 통한 색 재현은 장치에 따라 달라지므로 일일이 각 장치의 특성을 고려 해서 그 장치에 맞는 RGB 디지털 값이 입력되어야 한다. 물체색을 영상색으로 변환시키는 기본적인 알고리즘은 알려져 있으나, 임의 색에 대한 RGB 디지털 값은 보여질 디스플레이의 종류나 조절상태에 따라 달라지므로 객관적인 수치로 통용될 수가 없다. 따라서 HP를 비롯한 관련 업체들에서는 인터넷에서 통용될 수 있도록 다양한 모니터들의 평균이 되는 색공간인 sRGB⁽¹⁾를 제안하고 장치 제작시 이를 기본 색공간으로 사용하고 있다. 본 연구에서는 sRGB 색공간이 현재 국내에서 널리 사용되고 있는 국산 모니터들과 어느 정도 차이가 있는

지를 분석하여 보았다.

2. sRGB 색공간

HP, MS사 등에서는 대상 RGB모니터들의 평균 개념으로써 단일 표준 RGB 색공간, 즉 sRGB 색공간을 제안하였다. 그들은 대부분의 모니터들에 있어 삼원색 형광의 색도가 서로 비슷하고 CRT 감마 값도 서로 비슷할 뿐만 아니라, RGB 색공간은 모니터, 스캐너, 그리고 디지털 카메라들의 원초적 색공간이므로 평균값으로 표준 모니터를 정의하는 것이 타당하다고 언급하였다. 그러나 sRGB가 단일 색공간으로 인정받기 위해서 표1과 같이 객관적으로 명확하게 정의하였다.

표 1. sRGB 기준 조건

- ◎ Reference CRT (ITU-R BT.709/2)
 - Absolute luminance levels-80cd/m²
 - Phosphors ITU-R BT.709/2
 - White Point -D 65
 - Flare - 1%
- ◎ Reference Viewing Conditions(ISO)
 - Image surround - 20% reflectance
 - Ambient Illuminance Level - 64 lux
 - Ambient White point - D 50
- ◎ Reference Observer (CIE 15.2)
 - CIE 1931 Standard Observer
- ◎ Measurement Methods - IEC/CIE
- ◎ Appearance Model - CIECAM97

이와 같이 sRGB 색공간은 명확하게 표준 상태로 정의되어 있으므로 CIEXYZ 색공간과의 좌표 변환이 가능한 장치 독립적인 색공간(Device - independent Color Space)이 된다. sRGB 디지털 값의 CIE XYZ 공간으로의 변환식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} R'_{sRGB} &= R_{8bit} \div 255.0 \\ G'_{sRGB} &= G_{8bit} \div 255.0 \\ B'_{sRGB} &= B_{8bit} \div 255.0 \end{aligned} \quad \text{----(1)}$$

$R_{sRGB}, G_{sRGB}, B_{sRGB} \leq 0.03928$ 인 경우에는

$$\begin{aligned} R_{sRGB} &= R'_{sRGB} \div 12.92 \\ G_{sRGB} &= G'_{sRGB} \div 12.92 \\ B_{sRGB} &= B'_{sRGB} \div 12.92 \end{aligned} \quad \text{----- (2)}$$

이고,

$R_{sRGB}, G_{sRGB}, B_{sRGB} > 0.03928$ 인 경우에는

$$\begin{aligned} R_{sRGB} &= \left[(R'_{sRGB} + 0.055) / 1.055 \right]^{2.4} \\ G_{sRGB} &= \left[(G'_{sRGB} + 0.055) / 1.055 \right]^{2.4} \\ B_{sRGB} &= \left[(B'_{sRGB} + 0.055) / 1.055 \right]^{2.4} \end{aligned} \quad \text{-(3)}$$

이되며, CIE XYZ와 sRGB의 관계식은

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9595 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{sRGB} \\ G_{sRGB} \\ B_{sRGB} \end{bmatrix} \quad \text{---(4)}$$

으로 표현된다.

그러나 일부에서는 sRGB에 대한 비난이 매우 높다. sRGB 색공간으로 표현될 수 있는 색 영역이 그래픽 디자이너들이 주로 사용하고 있는 모니터들의 색영역과 상당한 차이가 있어 색 화질이 15인치 VGA 모니터 수준으로 떨어지며, 프린터의 색 영역과 비교해도 시안, 파랑 그리고 녹색 영역이 좁기 때문에 프린터의 성능이 완전히 발휘되지 못한다고 주장하고 있다(그림 1참조).

이에 본 논문에서는 운영체제나 웹 브라우저의 차이에 따른 색상변화는 일어나지 않는 216가지의 RGB 입력신호⁽²⁾(웹 안전색이라 불리운다)를 실제 모니터로 재현시킨 색의 좌표를 측정하여 식(1)~(4)에 의해 계산된 sRGB 색좌표와의 색차를 구해보았다.

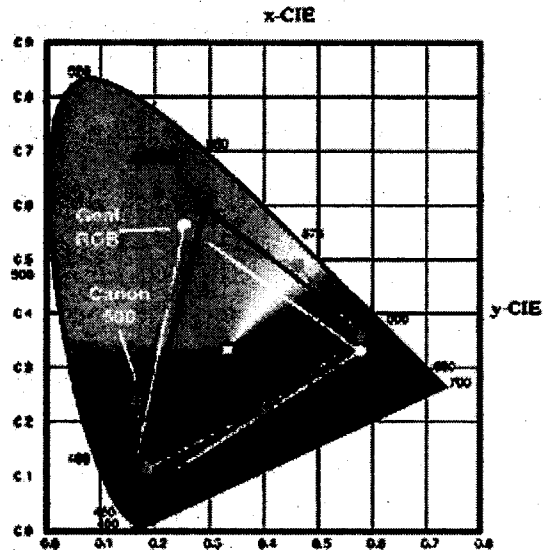


그림 1. sRGB, 일반 모니터, 그리고 프린터의 색영역 비교

3. 측정 시스템

시험모니터로는 LG 795FT 와 삼성 700p를 사용하였으며 비디오카드는 ATI의 Rage Fury 사용하였고 해상도는 1024X768, 리프레시레이

트는 85Hz, 모니터의 색온도는 6500K로 설정하였다. 모니터의 brightness와 contrast 상태는 각 모니터의 최적상태 B/C (LG : 56/95, 삼성 : 50/95)로 조절하였다⁽³⁾.

216가지의 색이 자동으로 측정될 수 있도록 Visual Basic 5.0을 이용하여 프로그램을 제작하였다. 한 변의 길이가 2.4cm인 정사각형 모양의 패치(patch)가 화면 중앙에 위치하도록 하고, 216 가지의 색이 일정 시간 간격으로 디스플레이 되도록 하였다. 측정은 미놀타사의 분광복사계인 CS-1000의 "Interval measurement" 기능을 사용하여 측정시간 간격을 정해줌으로써 측정이 자동으로 이루어지도록 하였다. 모든 측정은 암실에서 이루어졌으며, 측정 전 장비의 안정화를 위해 전원을 켜고 2시간의 예열시간(warm-up time)을 두었다. RGB 값은 0, 51, 102, 153, 204, 255를 조합한 216가지로 선정하여 각 모니터로 재현된 색의 X, Y, Z를 측정했다. X, Y, Z로부터 CIELUV (ΔE^*_{uv}) 색차⁽⁴⁾를 구하였다.

4. 결과 및 분석

각 모니터의 Red (255,0,0), Green (0,255,0), Blue (0,0,255)에 대해서 측정된 색도좌표는 다음과 같다. sRGB 기준과 일치하지 않음을 알 수 있다.

표 2. sRGB와 시험모니터의 RGB색도좌표

sRGB			
	Red	Green	Blue
x	0.64	0.3	0.15
y	0.33	0.6	0.06

LG(A)			
	Red	Green	Blue
x	0.6378	0.2863	0.1485
y	0.3332	0.6108	0.0746

삼성(B)			
	Red	Green	Blue
x	0.6364	0.2990	0.1484
y	0.3397	0.6092	0.0708

※이후 LG모니터를 A, 삼성모니터를 B라 한다.

그림 2는 두 모니터에서 측정된 216색의 색도좌표 u' v' 와 계산된 sRGB 공간에서의 색좌표를 비교한 결과이다. 그림2(a)는 sRGB와 A모니터의 비교이고, 그림 2(b)는 sRGB와 B모니터와의 비교결과이다.

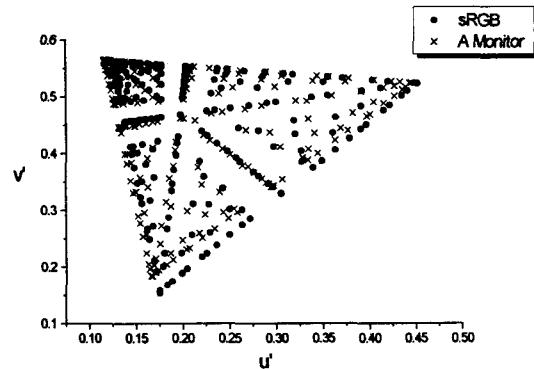


그림 2(a). 216신호에 대한 sRGB 와 A 모니터의 색도좌표 비교

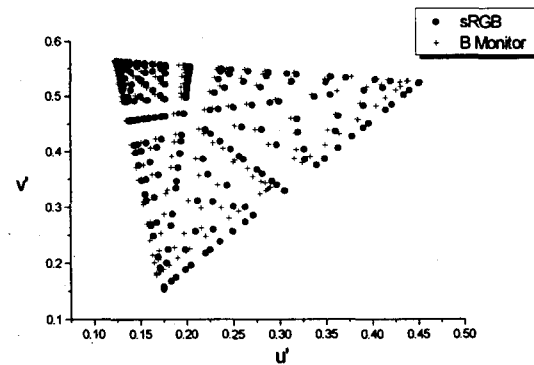


그림 2(b). 216신호에 대한 sRGB 와 B 모니터의 색도좌표 비교

그림 2로부터 각 모니터가 나타내는 색영역이 sRGB 색공간과 차이가 있으며, 216 각 색에 대한 색좌표도 일치하지 않음을 알 수 있다. 그림 2(a)와 2(b)를 비교해보면 B 모니터가 A보다 색차가 적음을 예상할 수 있다.

그림 3은 216색의 휘도와 색도를 모두 고려하여 구한 CIELUV 색차의 히스토그램이다.

그림 3(a)는 sRGB에 대한 A 모니터의 색차를, 그림 3(b)는 B 모니터의 색차를 나타낸 것이다. 예상대로 B 모니터가 A 모니터에 비해 sRGB 공간과 더 잘 일치됨을 볼 수 있다.

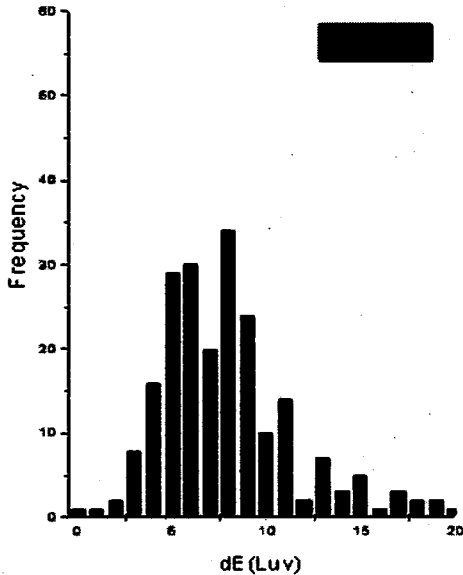


그림 3(a). sRGB에 대한 A모니터의 색차

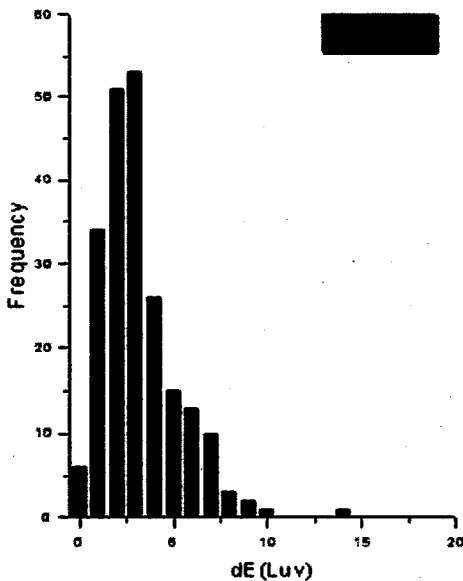


그림 3(b). sRGB에 대한 B모니터의 색차

5. 결론

웹 안전색 216을 두 대의 모니터에 재현시켜 측정한 결과, 각 모니터의 재현색은 sRGB 색좌표와 일치하지 않음을 알 수 있었다. A 모니터는 ΔE^*_{uv} 8에서 가장 높은 빈도수를 나타냈으며, B 모니터는 ΔE^*_{uv} 2~3 에서 가장 높은 빈도수를 나타내었다. 이는 입력 디지털 값이 동일하여도 두 모니터의 RGB 색도좌표와 휘도특성(또는 감마값)이 sRGB 기준과 달라 생기는 오차이다. 본 결과로부터 B 모니터가 A 모니터에 비해 sRGB 기준에 보다 가깝다고 평가할 수 있다. 그러나 sRGB 기준이 현재 사용되고 있는 다양한 모니터들의 평균이 됨을 확인하기 위해서는 보다 많은 수의 모니터를 대상으로 실험이 수행되어야 한다.

참고문헌

1. Michael Stokes, Matthew Anderson (1996), A Standard Default Color Space for the Internet(<http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB.html>).
2. <http://www.lynda.com>
3. Park Seung-ok, Kim Hong-suk, Baek Jung-ki(2000), Optimum brightness level and simplified characterization of CRT color Monitors, Color Research and Application, 25(6), 408-415.
4. R.W.G.Hunt(1987), Measuring Color, 60-68.