

컬러 이미징 시스템의 색재현성 평가

Evaluation of Color Reproduction Accuracy for Color Imaging System

백예슬*, 박승욱*, 김홍석*, 박철호**
 *대전대학교 물리학과 색채과학연구소, **(주)디지털색채연구소
 E-mail: chulho5895@naver.com

1. 서론

디지털 이미징 기술의 발달로 디지털카메라의 최대 화소수와 비트심도 등이 크게 향상되었다. 그러나 아직까지 색재현성이 떨어져 촬영 이미지가 나타내는 색은 실물의 색과는 큰 차이를 보인다. 이는 근본적으로 컬러 이미징 시스템의 분광감도(Spectral Sensitivity : SS)가 인간시각의 색 일치 함수(Color Matching Functions : CMF)와 다르고, 이미징 과정에서 노이즈가 발생되기 때문이다. 따라서 컬러 이미징 시스템의 색재현성은 그림1과 같이 측정된 SS가 CMF의 선형 합으로 어느 정도로 정확하게 표시될 수 있는가 뿐 아니라 촬영시 발생하는 노이즈 및 신호변환과정에서 증폭되는 노이즈를 고려한 재현색의 오차를 산출함으로써 객관적으로 평가될 수 있다.

2. 분광감도 측정시스템

컬러 이미징 시스템의 평가 장치 시스템의 구성은 그림 2에 나타난 바와 같이 400nm~700nm 범위의 파장이 고루 섞인 빛을 내는 백색광원, 이를 분광시켜 단색광을 방출시키는 분광기, 단색광의 빛을 둘로 나누는 빛 분할기, 빛의 세기를 전압 등에 의하여 표시하는 광검출기, 단색광이 조사되는 반사형 스크린으로 구성된다. 시험 카메라를 일정 거리에 고정시키고 반사형 스크린에 비추어진 백색광 및 여러 파장의 단색광 이미지를 촬영한다. 백색광은 21V 150W 할로겐램프를 사용하고 선폭 10nm를 지닌 20nm간격의 단색광을 얻기 위하여 600gr/500nm 회절격자를 사용하였다.

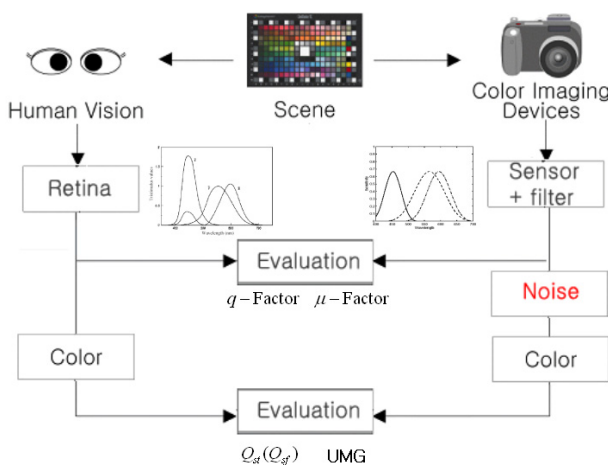


그림 1 컬러 이미징 시스템의 색재현성 평가 개념도

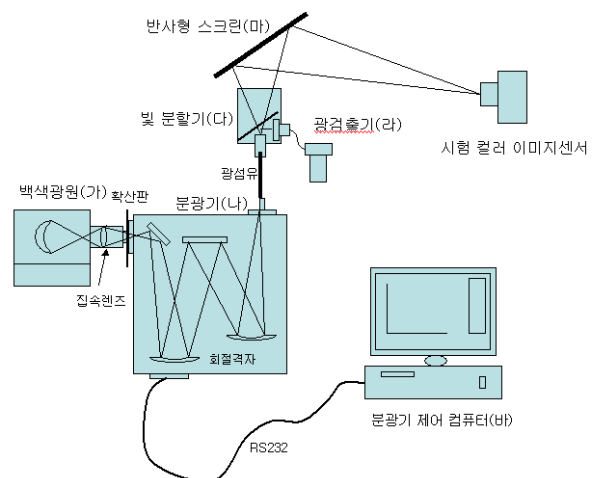


그림 2 분광감도 측정시스템

3. 결과

반사율이 90%, 59%, 36%, 20%, 9% 및 3% 인 6개 무채색 스크린에 비추어진 백색광 이미지의 RGB 데이터로부터 시험 카메라의 빛 세기 감도를 측정하고(그림 3), 반사율이 90%인 백색 스크린에 비추어진 20nm간격의 단색광 이미지의 RGB 데이터로부터 빛 세기 감도를 고려한 동일 세기 단색광의 RGB 데이터를 추정하여 분광감도를 구하였다(그림 4). 표 1에 본 장치로 측정된 카메라의 SS와 인간시각 선형 합과의 기하학적 차이를 계산한 q 계수와 μ 계수, 그리고 촬영된 이미지의 RGB 데이터로 나타내지는 색과 실제 물체의 색의 오차를 계산한 $Q_{st}(Q_{sf})$ 와 UMG(Unified Measure of Goodness)^[1]를 나타내었다. 여기서 UMG는 카메라 조명 및 신호변환과정에서 증폭되는 노이즈를 고려할 뿐 아니라 인간시각을 기준으로 재현색의 오차를 정량화 한 계수이다. 각 계수는 0과 1 사이의 값을 지닌다.

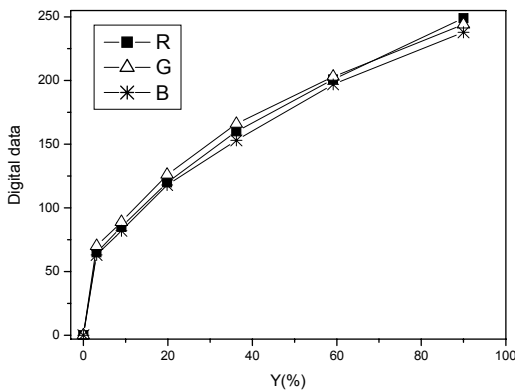


그림 3 빛 세기 감도 그래프

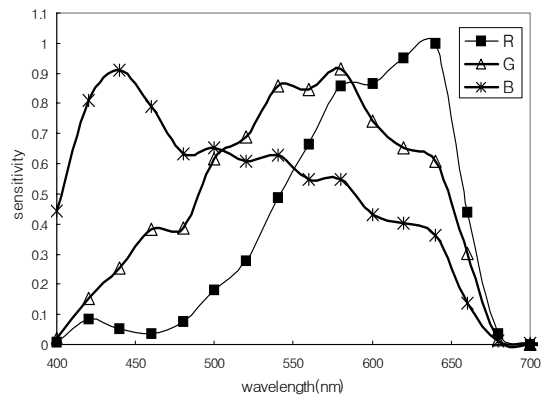


그림 4 분광감도 그래프

Quality Factors Based on Geometrical Difference		Quality Factors Based on Sample-Dependent Color Error	
q - Factor	μ - Factor	$Q_{st}(Q_{sf})$	UMG(D65-D65)
0.8850 0.9356 0.8863	0.8395	0.8522 (0.8317)	0.8348 ($\sigma_d^2 \approx 10^{-7}, k \approx 10^{-4}$)

4. 결론

현재 대부분의 이미지 센서 제조업체에는 재현된 이미지를 눈으로 보고 평가하고 있어 객관적인 평가 시스템의 개발이 시급하다. 컬러 이미지 센서는 기본적으로 렌즈, 컬러 필터, 그리고 센서소자로 구성되어 있어, 센서 내부에서 발생하는 노이즈나 전파 정도를 감안하여 UMG 계수가 1에 가까운 최적 매트릭스나 컬러필터세트를 설계함으로써 컬러 이미징 시스템의 색재현성을 높일 수 있다^[2].

참고 문헌

[1] Poorvi L. Vora and H. Joel Trussell, "Measure of Goodness of a set of color-scanning filters", J. Opt. Soc. Am. A, **10**(7), 1499~1508 (1993)
 [2] Shuxue Quan, "Optimal design of camera spectral sensitivity functions based on practical filter components", Proc. IS&T/SID 9th Color Imaging Conference, 326-331(2001)