

색 계측의 발전

Development of Colorimetry

박승옥, 김홍석
 대진대학교 물리학과
 sopark@road.daejin.ac.kr

색채과학(Color science)은 1666년 뉴턴의 빛 분산실험(백색광이 프리즘에 의해 일련의 색광으로 분리)으로부터 시작되었으나, 1931년 국제조명위원회(CIE)에서 색 표시 체계를 제정함으로써 응용되기 시작하였다. 1960년부터 컴퓨터의 발달에 힘입어 활발해지면서, 최근에는 다양한 산업(섬유, 페인트, 플라스틱, 포장, 종이, 조명, TV, 색료, 식료품, 도자기, 화장품 등)에서 활용되고 있다. 특히 지난 10년 동안 색채과학의 중요분야인 색계측은 컬러영상 산업에 활용되어 다른 컴퓨터 운영체제간이나 다른 영상 장치, 그리고 다른 조명조건 등에서 신뢰도가 높은 컬러영상을 얻는데 크게 기여하고 있다. 색계측(Colorimetry)은 색채과학이 산업에 응용될 수 있는 도구가 될 수 있도록 핵심적 표준과 측정과정을 포함하는데, 색계측의 발달은 색 표시(Color specification), 색차(Color difference), 그리고 색 현시(Color appearance)의 세 단계로 나뉘어 질 수 있다.

CIE에서는 색 지각의 주요 삼요소를 조명, 물체, 그리고 관측자의 눈으로 정의하였다. 표준광원들의 분광복사 스펙트럼과 표준관측자의 color matching functions을 정하고 색측정의 기하학적 구조를 정의함으로써 색측정기기의 생산이 가능하게 하였다. 이로써 어떠한 색도 객관적인 측정에 의해 기준색광인 Red, Green, 그리고 Blue의 삼자극치인 X, Y, Z로 표시될 수 있다.

그러나 많은 경우에 일정 색의 정확한 색 측정보다는 색들간의 차이에 더욱 관심이 많게 된다. 예를 들어 동일 페인트에 대해 캔마다 어느 정도 차이가 있는지를 확인해야한다. 따라서 색차에 관한 평가는 산업 현장에서의 색채관리에 매우 중요하여 40가지 이상의 색차 공식이 사용되어 왔었는데, 1976년 CIE에서는 표준 색차 공식으로 CIELAB와 CIELUV를 물체색과 광원색에 대해 각각 지정하였다. 그러나 많은 정신물리학적 시험으로부터 그림 1과 같이 CIELAB이 사람이 느끼는 색차와 일치하지 않음을 알게 되었다. 그림 1에서 각 타원은 임의 색을 중심으로 동일 색차를 느끼는 범주를 나타내는데, 만일 CIELAB이 사람이 느끼는 색차와 일치한다면 어떤 색에 대해서도 동일한 면적의 원을 나타내어야한다. 그러나 무채색일수록 타원의 면적이 좁고, 점차 채도가 높은 색일수록 타원의 면적이 넓다. 이러한 문제를 해결하기 위해 보다 진보된 색차 공식인 CMC, BFD, CIE94가 제안되어 사용되고 있고, 이들에 대한 세밀한 검토가 이루어지고 있다.

물체의 색은 매체, 광원, 배경 그리고 휘도 등의 다른 관측 조건에 따라 다르게 보인다(색 현시의 변화). 이러한 현상은 색 조절에 있어 심각한 문제를 일으킨다. 이에 물체의 색을 단순히 X, Y, Z로 측정하는 것이 아니라 관측조건을 고려하여 사람에게 지각되는 Brightness, Lightness, Colorfulness, Chroma, Saturation, Hue angle, Hue composition등을 예측해내는 색 현시 모델들이 개발되었다. 현재는 CIECAM97s이 널리 사용되고 있다. 최근에는 컴퓨터 관련 컬러 이미징 입·출력 장치(스캐너, 디스플레이, 프린터 등)에서의 색 차이를 최소화하여 컬러영상의 신뢰도를 높이기 위해 그림 2와 같이 색 현시 모델을 사용한 색 보정이 이루어지고 있다.

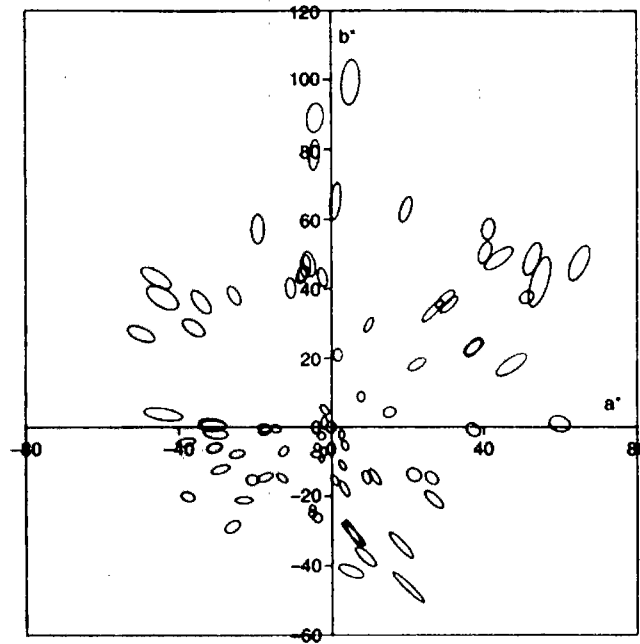


그림 2. CIELAB a*b* diagram:
experimental ellipses from Luo-Rigg data

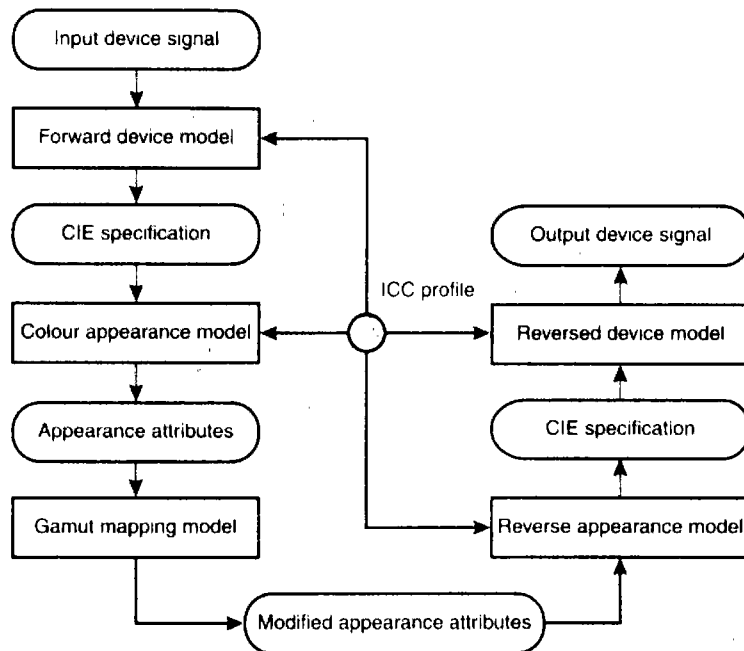


그림 3. Transform for accurate cross-media color reproduction

1. Lindsay W. MacDonald and M. Ronnier Luo, Colour imaging, pp383-404, (1999)
2. Mark D. Fairchild, Color appearance models, pp231-365, (1997)